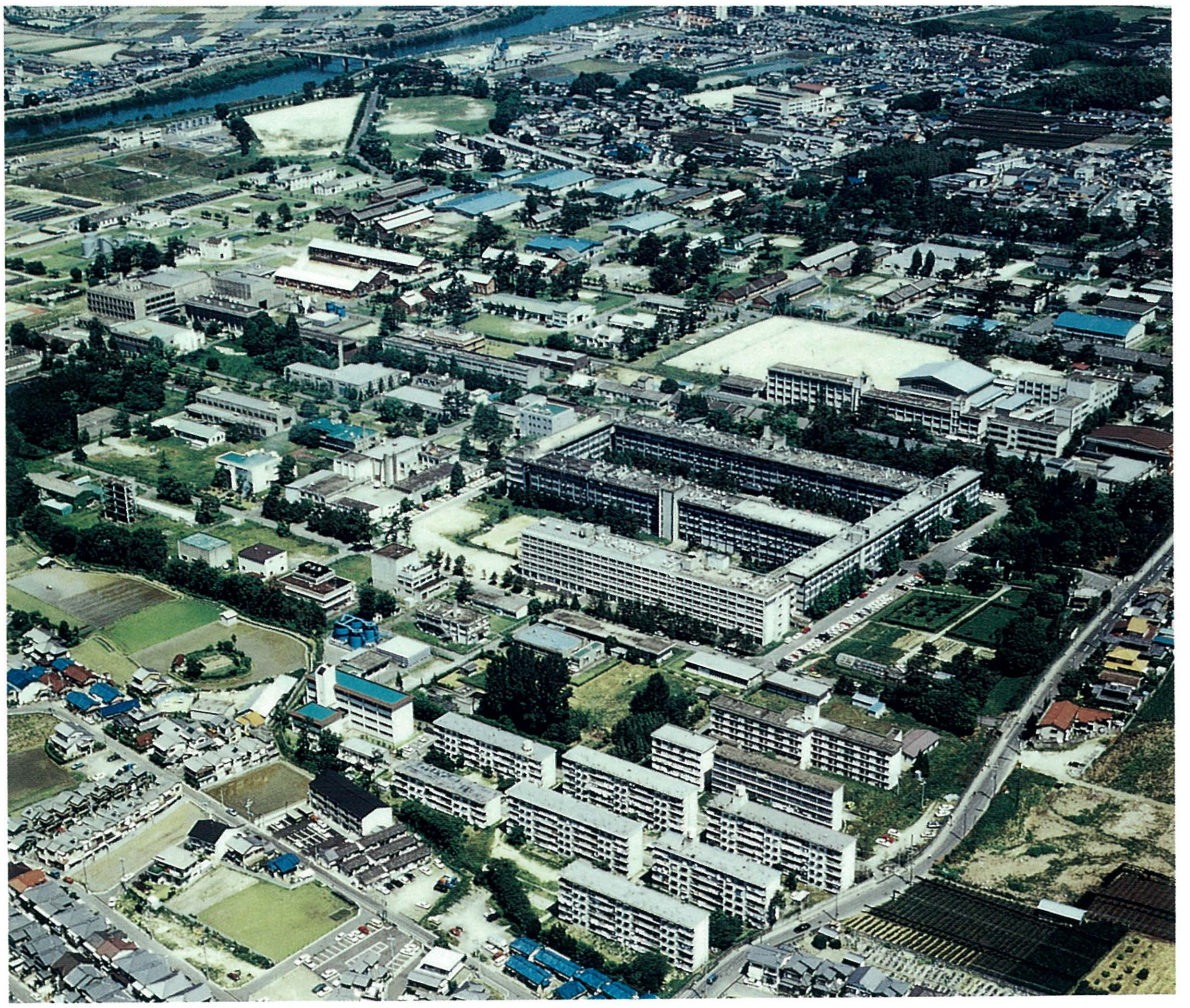
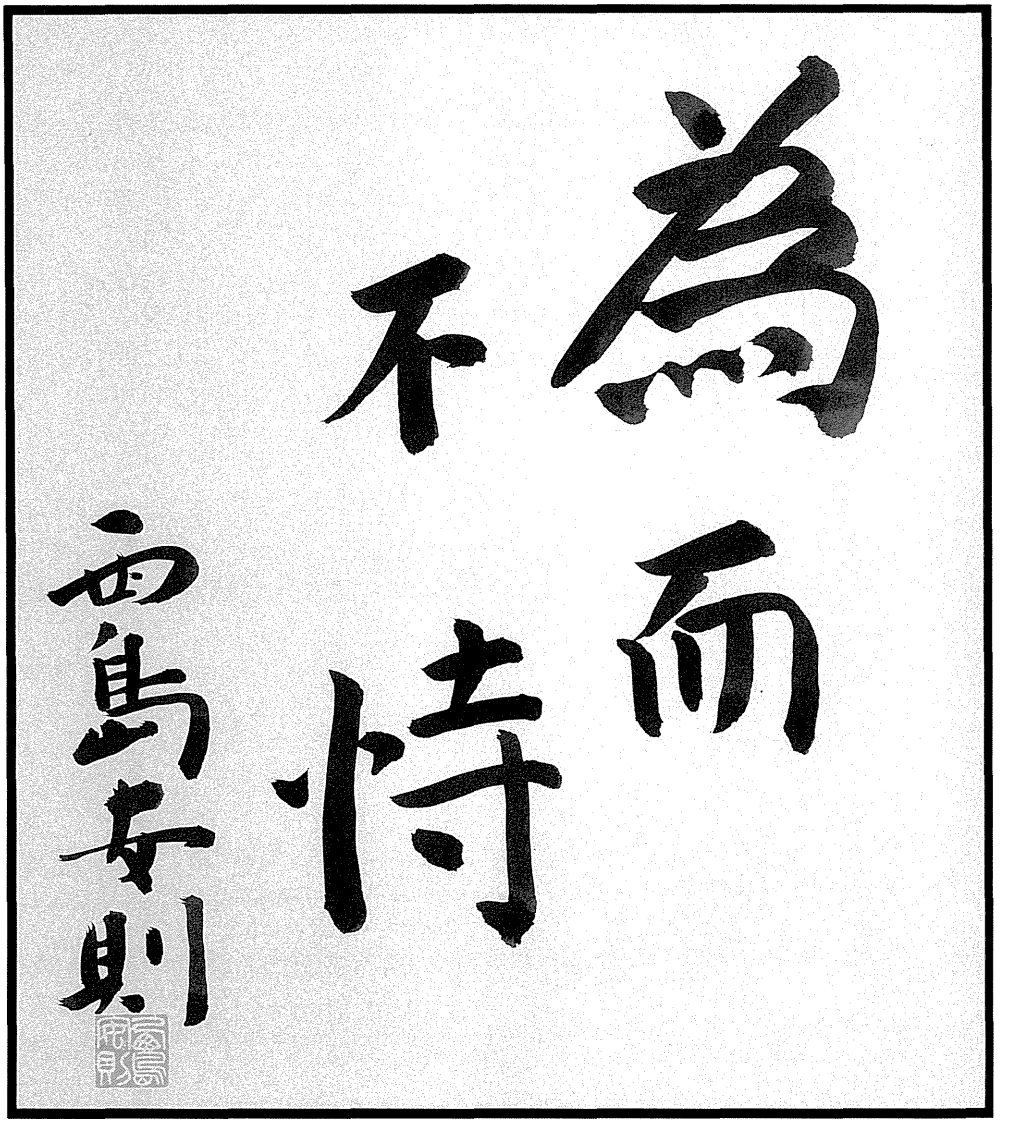
四十年史

平成三年

京都大学防災研究所



京都大学宇治構内全景



京都大学総長



発刊のことば

京都大学防災研究所長

村　本　嘉　雄

防災研究所は，本年４月１日をもって創立40周年を迎えました。1951年（昭和26年）に，災害の学理とその応用を行うことを目的として３研究部門，14名の職員で発足しましたが，現在は，16研究部門・11附属研究施設（２実験所，５観測所，３研究センターおよび１資料センター）で構成されており，職員数200名余になっています。

この40年を振り返ってみますと，1950年から1960年代の20年間は，自然災害に関する研究分野の増設と現地観測・実験施設の設置に向けての拡充整備期と言えると思います。創設当初には，３研究部門でそれぞれ「災害の理工学的基礎研究」，「水害防御の綜合的研究」および「震害風害など防御軽減の綜合的研究」が行われていました。その後，伊勢湾台風，新潟地震等の大災害の発生，地震予知計画の推進などとも関連して，1970年までに13部門，２実験所，９観測所が新設され，地震，火山，地盤，気象，洪水，海象等に関連する自然災害全般を対象とした研究体制が整備されました。また，長年の懸案であった研究部と事務部の宇治キャンパスへの統合が1970年に実現しています。

1970年以降の20年間では，さらに４研究部門，１観測所が設置されて専門分野が拡充されるとともに，自然災害の特定問題について学内外の研究者が共同して研究する体制が指向され，1972年～1986年の間に防災科学資料センター，水資源研究センターおよび都市施設耐震システム研究センターが設置されました。そして，1990年本研究所と理学部の地震予知関係の部門・施設の統合整備により，７研究分野８観測所からなる地震予知研究センターが新設されました。また，これらのセンターを通じて，自然科学と人文・社会科学両分野の研究交流を行い，学際的な災害科学，防災科学の確立をめざしております。

このように本研究所が，広範な自然災害分野の基礎研究と学内外の共同研究を推進する研究体制の拡充整備に至りましたことは，文部省はじめ国の関係諸機関および本学のご理解と絶大なるご支援のお蔭と深く感謝する次第です。また，創立以来，歴代所員の創意と着実な研究の成果が認められてきたことを，われわれ一同大きな喜びとするところですが，同時に，近年における自然および社会環境の急激な変化に伴う災害の拡大と多様化に対応して，長期的かつ広い視野から基礎研究を強力に推進し，その成果を社会に還元すべき責務を痛感します。

今日，地球的規模での環境問題ならびに「国際防災の十年」を契機として，国内外の研究交流，共同研究および人材育成を積極的に推進するための体制づくりが重要な時機にあります。こ

こに，本研究所の40年の歩みを回顧し，先人のご努力に感謝の念を新たにするとともに，所員の和と新たな展開の礎としたいと願って，四十年史を編纂した次第です。終わりに，本史の編集出版に際してご尽力いただいた関係各位に衷心より謝意を表します。



祝　　辞

京都大学名誉教授
村　山　朔　郎

防災研究所は本年４月１日をもって創設40周年を迎えられるにいたりました。終戦後の荒廃した山河とうち続いた自然災害に接し，災害の防止・軽減のため昭和26年に災害の学理とその応用の研究を行うことを目的としてわずか３研究部門をもって京都大学に創設・附置されたのでありますが，今や16研究部門のほか附置研究施設として２実験所，５観測所，３研究センターおよび１資料センターで構成される堂々たる研究所に発展されましたことは，長い間ここにお世話になりました私にとって誠に感慨一きわで心から喜びにたえません。今日みられるまでに躍進されましたことは，防災の必要性をみてその創設に多大の努力を尽くされた先生方，またそれを育成された歴代所長をはじめ所員各位のご熱意と輝しい業績のたまものでありますとともに，政府当局および本学をはじめとして関係各方面のご理解とご支援のお蔭によることと深く感謝している次第であります。

わが国は，大陸と大洋の接続部に立地し，地殻の弱点が多く，また気象も変動しやすく，天災・地変がしばしば起こりやすい自然的環境にあります。その上人口に比して国土は狭く，その大部分は山地でおおわれ，大都市の多くは軟弱な河口堆積平野に発達していますから，人々はつねに災害の危険にさらされており，信頼のできる防災の備えなくしては安らかな社会条件を満たすことにはなりません。

近年，国土の急激な開発や都市の発展に伴い国土の利用状況の変化とともに防災の複雑化や対象の増加が生じ，一層の研究の発展が要望されています。さらに1990年から開始された“国際防災の十年”を契機として，国際社会との協調のもとで地球規模での自然災害の予防と軽減への協力にも期待を寄せられているようにもうかがっております。

天災・地変は古来いくたびも経験されてきていますが，大規模な自然災害の前には，人力は無に近い感がいたします。自然災害が発生したとき国土を守り，人命を保護して社会基盤を保持するためには，災害の予知と予防・軽減の方策を究明する科学とその応用の一層の発展にまつほかに道なく，防災研究所の使命の重要性を痛感するところであります。

防災研究所がつねに活気に満ちて躍進されているわけの一つは，災害・防災という古い命題のうちにある新らたな問題をつねに見出して，その解明のために鮮新な研究を地道に積み重ねられていられるからであろうと思います。ここで築きあげられた成果はわが国のためだけでなく，国際的な防災研究の上にも大きな寄与を致すことは疑いのないところであります。ここに創設40周

年を迎えられましたことを謹んでお祝い申し上げますとともに，これを契機としてさらに防災研究所が発展され，その活動が一段と伸展されることを期待する次第であります。



京都大学防災研究所40周年を迎えて，草創の頃を偲ぶ

京都大学名誉教授

横　尾　義　貫

京都大学防災研究所が大学の付置研究所として設立されたのは，終戦後日本がまだ米軍の統治下にあった昭和26年４月であり，その前身をなす財団法人防災研究所（現在の防災研究協会）が出来たのは戦後の傷跡が各地にいまだ残っていた昭和22年10月のことである。この度40年史の刊行に当たり所感のごときものの執筆を依頼され，10年史，20年史，30年史を紐といてみて，改めて思い出されるのは，この困難な時期に，学際的な防災科学という新しい分野の開拓を目指す研究所の創設に挑まれた，佐々憲三，石原藤次郎，棚橋　諒の三先生の偉大さである。三先生はすでになく，また創設の頃を知る諸先生方もまたも多くは他界されてしまっている。研究所の創設以前から三先生に親しく接する機会をもっていた私が，往時について何か語らなければならないように思え，とくに三先生の出会いから財団法人の設立に至るまでについて多少調べみて，「草創の頃を偲ぶ」と題して小文を書かせてもらうこととした。

石原・棚橋両先生の出会いは，敗戦の色濃くなってきていた昭和19年の末頃であった。当時空襲は次第に激しくなり，周知のように都会から地方へ学童疎開がおこなわれていたが，軍需工場も，被爆の危険のある都会周辺を避けて，山中のトンネルへ移転が企てられていた。近畿地方において，その技術指導にあたっていたのが，軍需省近畿監理部総務課の錦田直一氏（京大建築昭和９年卒）及び補佐をしていた平田定男（京大建築昭和17年卒）である。平田氏の記録によれば，地下工場建設候補地選定委員会なるものが設けられ，京都大学建築学教室棚橋教授，土木工学教室近藤泰男教授，石原教授，地質学教室松下進教授およびこれらの諸教室の教官達によって構成されていた。私もその末席にあって，ほとんど終戦近くまでその作業に加わり，近畿の各地に出かけた記憶がある。この委員会の活動を通じて両先生の協力があった。さらに一方，棚橋先生はその回顧談によると，昭和19年12月８日の開戦記念日に海軍省に呼び出され，杉江直一海軍技術少佐（京大建築昭和５年卒）から目的は明かされなかったがともかく出来るだけ大きいトンネルの掘削について諮問を受けられた。この課題にたいして石原先生と協力されたのである。やがて防災研究所を生む元となり，生涯変わることなかった両先生の強い友情は，このように本土決戦が叫ばれていた，緊張した戦時下に生まれたのである。

なお戦争中は地震が多かった。昭和18年９月10日の鳥取地震，翌19年12月７日の東南海地震，さらに一か月後には三河地震が起こった。そのいずれも，私は棚橋先生のお供をして，あるいはご指導を受けて現地に赴き，震害をつぶさに観察し，調査をする機会を与えられた。戦時中であ

りことに後の二つの地震は空襲警報下の調査であり，私には思い出深いものである。調査の主眼は，各町村の部落別家屋被害資料と視察による評価を元にして，震害のマップを作成することであった。

やがて昭和20年８月15日終戦を迎えた。国破れて山河ありというが，その戦禍に荒廃した国土に，自然災害が戦中の震害に加えて，同年秋には９月に枕崎台風，10月には阿久根台風が相次いで襲来し，西日本に甚大な風水害をもたらした。大学には戦後の研究体制を模索するために，学際的な綜合研究が企てられた。ここで石原・棚橋両先生と佐々先生との研究協力者としての出会いがあったように思う。三先生は昭和21年初頭には「災害の予防及び軽減」に関する総合研究班を組織される。そして同年の２月から３月にかけては戦時中に東南海地震，三河地震の詳細な震害マップが作成されていた三河の矢作川下流地域で弾性波法による地盤調査が行なわれた。地盤と震害に関する劃期的な研究であった。地盤調査の現場は当時助教授であった故西村英一先生の指揮のもとに地球物理学教室の方々によって行なわれた。建築からは，震害マップの作成者として私が，土木からは当時まだ学生であった京大名誉教授丹羽義次氏が参加した。これをきっかけとして，その後各地で，地球物理出身者以外の方々，故畑中元弘，故馬場義雄，石崎潑雄の諸氏らによっても震害地の地盤調査が行なわれるようになった。

三河で地盤調査が行なわれた昭和21年の秋，洛北大原の松茸山において，三先生と西村先生は，防災の総合研究の将来について熱の籠った話し合いを持たれた。西村先生は防災研10年史において，これを「大原談合」と呼び印象深く述べられている。話の内容はセクト主義の解消，人事の交流，研究の総合，協力などが中心議題であった。その後まもなくこの「大原談合」の精神に則って財団法人防災研究所が設立されたのである。現在の大学付置防災研究所の原点でもあるわけであり，初心忘るべからずとし，設立当初の理想の下に，躍進を遂げることを期待するとされている。40周年の今日においても顧みるべきことであろう。

なお，財団法人としての設立から，官制の研究所の実現に至るまでの三先生のご苦心は容易ならざるものがあったようである。10年史に載せられた棚橋先生の所感，とくに佐々先生が巻末の回顧録に寄せられたものによってある程度推察できる。なおその間の研究活動を示すものとして，財団法人防災研究所研究報告第１号，第２号，第３号がある。当時の印刷事情から薄い冊子に過ぎないが，貴重な記録である。



教訓という名のあと追い研究

京都大学名誉教授

小　堀　鐸　二

この２月半ばに，防災研の40年史に回顧録の執筆を頼みたいという桂教授から電話の依頼があった。年度末のことでもあり，これでも結構私は忙しいので，困ったなと思いつつ，曖昧な返事をしたままで忘れかけていた頃，今度はこの40年史の編纂委員長の田中寅夫教授から，改めて鄭重な執筆依頼の書信が届いた。しかも，ご参考までにということで，現在の研究所の職員配置表のコピーまで添えられてあった。

ここまで礼を盡されると，何か一文をものにしなければ，桂教授にも，また田中委員長に対しても，相い済まないという気持ちになったが，その積りで職員配置表をつらつら眺めてみると，当然とは言え，もう私などの知らない若い世代の人達が多勢列んでいる。ということは，その人達からすれば，私のことを知るわけはないので，今更ながら私が防災研に教授でいた25年以上も前の頃の想い出ばなしを書いてみたところで，現職の人達との間に共有できる中味を，どれほど盛ることができるか甚だ疑わしいというか，誠に心許ないというか，そうした気持ちになってしまったのである。

そうこうしている中に，またたく間に１か月が過ぎて原稿の〆切は目前に迫ってきた。余り自慢すべきことではないが，もともと私は筆が遅いことで可成り知られており，とかく〆切を過ぎないと筆を執らないという困った性癖がある。当人も固よりこれをうとましく思っているが，できるだけよいものを仕上げたいという良心的？以外の何ものでもないということなのだが，編集の側からすれば，これほど迷惑な存在はないであろう。そうした性癖が今回もでてきてしまって，前記したようにき，つい書く内容も心に定まらぬままに，それにつられて前書きの駄文も長くなってしまったが，以下に書く中味は標題に掲げたようなものに漸く落ち着いた。

標題を読めば，それだけで，すべてが盡きるようなものだが，これだけでは舌足らずで誤解を生むかも知れないので，以下に若干の解説を付して，いくばくかの内容の説明を申し上げ，ご依頼に対する責めを果たすこととした。

今や情報化時代ということもあって，世界の僻地であろうと災害が起こると，直ちに報道ニュースに乗せられて突発災害の調査隊が結成される。それは，その道の権威者を列ねるという前口上でもあれば，参加しなければ権威者でないとみなされるし，実質権威者でなくとも，参加することで権威者の仲間入りをするということもあって，兎に角，ご苦労なことと思うが，悪条

件のもとでの災害の実地調査が綿密に行なわれ，帰朝報告会が開かれ，報告書が提出される。そして今回の災害は我々研究者に貴重な教訓をもたらしたと結ばれる。

教訓というからには，二度と再び同じ過ちを繰り返すまいというのが本来の趣旨であるが，果たしてどれだけその教訓が活かされるのか。なぜこうした大変に失敬なことをいうのかといえば，同じような災害が，また繰り返されることが多いからである。

しかし考えてみれば，情報化時代のせいもあって同じようにみえる災害が次々と報ぜられ，次々と調査隊が結成され，次々と報告書がまとめられ，次々と教訓が寄せられる。まさに防災研究花盛りである。だがそのために，一つの災害からじっくり教訓を学び，次の災害にこれを活かしていくという着実なステップが失われ易いことにも一因があるのであろうが，また，それぞれの地域の社会経済的な背景が違えば，そうそう単純に教訓がうまく活かされるとは限らないという事情もあるわけで，だから調査は調査でそれぞれ一方的に行なわれ，それらの間の連繋なり背景なりがみられないとしても，それは止むを得ないことだといえなくもない。

私は建築が専門で，地震による建物の災害の分野に関心を抱く者だが，最近でもアルメニア，イラン，ロマプリータ，フィリッピンと地震災害が相継いだ。これらははっきりいってテレビに報道される被害の画像をみれば，大体どこに弱点があってそうなったのか推測できる。それ以上に調査報告書を刻明に読んで，そこから教訓を学びとるまでもない場合が多い。それよりも私は，そうした同類同形の被害が起こる状況に，むしろ苛立たしさを感じている。そして今やまさに最も脂が乗っていて，自分の大切な本来の研究を進めなければならない立場の研究者が，そうした大体予想できる被害の調査の実体をわざわざ確かめるために，そして更にそれについての膨大な報告書を書くために追い回され精力を使い果たして，だからということではないにしても，何となく大仕事をした気分になり，その状態に甘んじて満足しているとしたら，私はそれに満足できないのである。

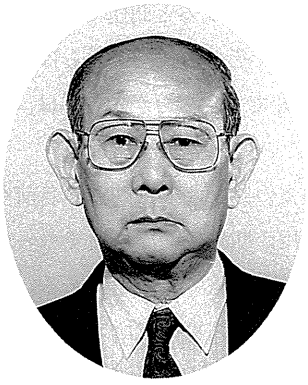
なぜそうなったのかのあと追い研究の分析は所詮結果論なのである。画一的な結果論の積み重ねが防災研究の災害予測の未来に光明をもたらすのであれば結構であるが，果たしてどうであろう。

私は災害は予測された上で，防がれねばならないものと思っている。災害は繰り返されて当然だと思うのは間違いで，災害の原因になる天変地異は繰り返されるものだが，それによって惹き起こされる災害の形は，本来繰り返されてはならないものだ。教訓が活かされさえすれば，二度と再び同じような形の災害は繰り返されないということが基本のはずだからである。

勿論，災害には，既述したような地域の固有な社会の状況とか，時代背景とかが複雑にからみ合って，そう簡単に解決の糸口が摑めるものでないことも事実であろう。とくに自然科学的な物理的な切り口の解明のみで災害の再発が防げるとは限らない。又，教訓を活かしていく上でのその国なり，民間なりの受け入れ体制が十分でないことも挙げられよう。こうした災害と教訓の関係の問題は研究を実質的に進めていく上で，存外ブランクなままに放置されているのではないかと思う。

さて，最後に一番肝腎なことを私は書きそびれてしまっていることに，読者は既にお気付きで

あろう。私はここでまだ防災研40周年お目出度うという祝辞を述べていないのである。これをとって置きらしく，文末にもってきたのは，どちらかと言えば当たり前だからである。大体，世の中，当たり前のことを目出度いということが多過ぎる。順調だと言えば足りることを目出度いと言祝ぐのである。国が亡びなければ，或いは学制の大改革でもなければ，特に京大のような国立大学はいつまでも存続するに決まっているし，その上，付置研として防災研のように本来の使命達成が終息したと判断しにくい研究所の場合は，人類ある限り未来永劫に続くのではないかと思ってしまう。それが40年ぐらいで，どれほど目出度いかという気持ちも多少心の片隅みにあって，失礼ながら最後に極く控え目にお目出度うと申し上げることとした。ともあれ，多くのお祝いの辞が述べられる記念すべき文集の中にあって，このような乱暴な駄文を弄して折角の誌面を汚したことに対しては，お詫びを申し述べねばならないのであろう。



所　　感

京都大学名誉教授

石　崎　潑　雄

人は40歳になると不惑になったという。男女によって多少の差があるものの，人の平均寿命は約80歳で40歳というのは丁度，人生の半ばである。40歳は人生の峠であり，働き盛りでもある。防災研究所ができて40年と聞き，こんなことを考えて40数年前を思い出した。

昭和22年，太平洋戦争後の混乱も，まだ収まらず食糧難であった時代，私は旧制京都帝国大学の大学院生であったが，財団法人防災研究所が設立され，棚橋諒先生が私をその研究員にして下さった。昭和26年，京都大学防災研究所が設置され，当時，神戸大学の助教授だった私も防災研究所の併任助教授を命ぜられた。昭和28年，防災研究所の専任助教授にして頂いたが，その後，昭和60年に京都大学を停年退官するまで研究所にお世話になった。京都大学在籍中の全期間，又私も人生の大部分は防災研究所に置いて頂いたことになる。

在職中の最も大きな思い出となると，やはり大学紛争である。昭和44年４月，紛争の火が東京から京都に燃え移り，京都大学の中がやや騒然となり始めた頃，防災研究所の所長であった矢野勝正先生が健康上の理由から所長を辞任された。その月の協議員会で，突然，私が所長に選任された。正式の任命は５月１日付に予定されていたけれども，選任された日から所長の任務に就くことになり慌てた。それまでに何の心の準備もなかったからである。その日の晩に職員組合の人から私の家に電話がかかり，組合との話合いの会合に出てきて欲しいと言われて困った。何と回答したかよく覚えていないけれども，話合いに応じることとせざるを得なかった。その後，ときどき職員組合の人達と交渉しなければならなくなった。当時の交渉は，全くの大衆団交であり，当方は私と事務長の二人きりで，不公平な話合いであって，なかなか，こちらの思うようにはならず，不愉快きわまりなかった。ただ事務長が藤井権氏で法令に詳しく弁も立ったので救われ，私も労働関係の法規を多少，勉強して何とか切り抜けることができたように思っている。

研究所に学部の学生はいなかったが大学院学生はいたから，その人達とも，二三回，交渉を行なった。その交渉が深夜に及ぶこともあったけれども，学生との議論では，お互いに理屈を言えたのでそれほど不愉快ではなかった。職員組合には理屈が通用せず，すぐに人権蹂躙だとか，所長は権力者だから権力で押してくる，などと言われるのには弱った。

昭和45年正月，正月休みが済んで出勤したところ，休み中に，ある教授が職員組合の立て看板を燃やしてしまったという事件がもち上がっていた。私は心中，快哉を叫んだものの，また困ったことが起こったと思った。大学構内に無断で看板を立てることは，もちろん，大学の規則に違反す

る。したがって，これを撤去しても差し支えあるまいが，燃やしてしまうとなると問題である。職員組合が抗議してきたら，どのように回答しようかと頭を悩ましたが，その後，組合からは何も言ってこなかった。その教授が問題にされるかも知れないことをご承知でなさったかどうかは，今も私は知らないけれども，思い切ったことをして下さったので感謝したい気持ちであった。

大学紛争には直接，関係ないけれども，ある部門で発表された論文の共著者から助手の名前が無断で削られたという事件が起こった。削ったのは，その部門の教授か助教授か，無断でやったかどうかなど，なお不明の点は多いが，事柄は研究者の研究業績に関する重大な問題である。結局，担当の教授，助教授には責任を取ってもらったが，その処置について防災研究所の教授は全員一致して協力し，裏では退官された名誉教授まで助けて下さった。その御蔭で何とかなったが，これも非常に有難いことであった。

大学紛争の期間中には，そのほか，いろいろな事があった。あれから20年以上も経った今日，その多くを忘れてしまったが，防災研究所が誇り得ることが一つある。全国の，ほとんどすべての大学で騒ぎが起こり，一部の大学では今にも大改革が起こりそうな雰囲気の中にあって，防災研究所では研究活動が一日も停まらなかったということである。多くの研究所で建物が荒らされたり，封鎖されたりしているとき，大学付置研究所で研究が一日も停まらなかったところは数少ないと思う。特に防災研究所くらいの規模の研究所では，長期間，研究の停まったところもある。これは当時の防災研究所の教授全員，助教授の大部分が正しい見識をもち，騒ぎに惑わされなかったからであろう。また事務官の人達も非常に優秀で，私共教官に協力的であった。

このようなこともあって防災研究所は今日まで発展してきた。また今後，発展しつづけていくものと信じる。あと10年すると50周年を迎える。丁度，21世紀の初頭である。そのとき防災研究所は，どのような姿になっているだろうか。それまで私が生きているかどうか，わからないけれども大いに期待している。



所　　感

京都大学名誉教授

若　林　　實

防災研究所は本年創立40周年を迎えられることになりました。昭和26年にわずか３研究部門をもって発足されました防災研究所が，今や16研究部門と，７観測所・実験所，ならびに４研究センターを持つ研究所に発展して実績を上げておられることは，研究所に長くお世話になりました私にとりまして，誠に感慨深いものがあります。

私は昭和39年に建築学教室から防災研究所に創設されたばかりの地盤震害研究部門に配置されましたが，間も無く耐震構造研究部門に配置変えになりました。当時の研究室は本部構内の建築学教室内にあり，また実験室は宇治地区の旧教養部の教室を改造したものでありました。実験設備も殆ど有りませんでしたので，細々とした実験をここで行ったり，工学部の実験設備を借用したりして研究を始めました。やがて研究室も宇治地区に統合され，また実大の構造物を試験することができる程度の実験室と実験設備を次第に整備することができまして，約20年間耐震構造に関する研究を続けさせて戴きました。実験室の建設に際しては，予算が十分で無いため，研究室の学生諸君に床のコンクリート打ちを手伝って貰った事，また不完全部門であったため，研究の遂行に特別の苦労が有った事など，今は懐かしい思い出となっております。

防災研究所に在職しておりました間に，何回か地震による被害調査に参りましたが，これらの調査は所内で日頃行っている研究の方法や方向などについて反省する良い機会でもありました。最近では災害調査の範囲は国外にまで拡がり，その成果はわが国の耐震工学の進歩に役立っております。この数年間に国外で発生した大地震や話題を投げた地震としては，メキシコ地震（1985），ソ連のスピタク地震（1988），カリフォルニアのロマプリエタ地震（1989），イランのマンジュール地震（1990），フィリピン地震（1990）などがあげられます。これらの地震による被害の調査については，防災研究所を始めとして多くの機関から調査団が派遣され，報告書も数多く発表されております。それらによりますと，被害を生じた理由として，設計用の地震力が小さいために，構造物の耐力そのものが小さい事，細部の設計や施工が悪いために変形能力が不足している事などがあげられております。これらを改善するには費用の大幅な増大を伴うので，多くの発展途上国の場合，実現が難しいものと思われます。この問題を解決するためには，耐震工学に詳しい先進国の研究者ばかりでは不十分で，現地で利用可能な材料や構法に詳しい途上国の研究者との共同研究が必要となりましょう。たとえば，鋼以外の安価な材料で組積造を補強する方法を研究したり，鉄筋コンクリートに僅かな量の鉄骨を加えることによって粘り強い構造物を作

るような研究を共同で行おうという試みなどがその例であります。このような共同研究や研究者の交流に対する要望は中国やバルカン諸国などからもしばしば聞かれる所でありまして，研究所として対応して戴けると良いと思われます。

さて研究所創設以来の組織の発展を振り返って見ますと，私が着任致しました前後の十年間は研究所が急速に発展した時期で，毎年１～２の新部門が増設され，また観測所もこの時代に多く設置されております。しかしその後行政改革などの影響で，新部門の創設が非常に難しくなりましたが，研究所では将来計画の検討が行われ，これに基づいて改組を含めた機構の整備が行われて参りました。とくに昨年は地震予知研究センターが創設されて，この方面の研究体制は大幅に強化されました。しかし研究所全体を見ますと，過去において主に既存部門の研究領域の間の空白を埋める形で発展して来た研究所の機構は，更に改組拡充の余地があるように思われます。最近は学部においても改組が盛んになっているようですが，防災研究所におかれましても，更に将来計画を検討され，機構の強化拡充を計られることを希望致します。

ここに若干の所感を述べましたが，重ねて防災研究所の一層の御発展をお祈り致します。



お祝いの言葉

京都大学名誉教授

中　島　暢太郎

私が防災研究所に着任し，災害気候部門の初代教授となったのは，研究所が未だ15才になった頃で，研究室も各所に散在していましたが，本年で満40才を迎えられると聞き，感慨もひとしおです。防災研究所のご発展を心からお祝い申し上げます。研究室が宇治川水理実験所に間借りしていた頃は，水関係の部門が一つの建物の中に寄り合って，狭いながらも楽しい日々を送ったことを懐かしく思い出します。私が着任してから４年後には宇治地区統合研究棟が完成して，研究室も広く美しくなりましたが，各階に分散したために毎日顔を合わす人の数が少なくなって淋しくなりました。その後，防災研究所の部門数は増えつづけ，宇治の研究棟も年々伸びて長くなっていきました。宇治地区整備委員となって構内を時々隅から隅まで見て歩き，植木を選んだり，道路や水路を整備したりしたのも楽しい思い出です。防災研究所の大きな特色は自然災害が発生すると，いろいろな部門が協力し合って，総合的見地からの現地調査や研究発表をすることでした。大きな災害にあたっては，防災研究所が中心となって全国の災害関連の研究者を統合して調査団を組織したものですが，災害発生の翌日から文部省や全国の研究組織に電話をかけ，一週間ほどの間に大組織をつくりあげたのは，忙しくもあり，やりがいのあることでもありました。このような場合は，自然災害科学の総合研究班が目覚ましい働きをしました。この組織を建設された昔の先生方のご努力を常に尊敬の念をもって思いおこしたものでした。しばしば会議がもたれた災害科学計画研究委員会では，水災害ばかりでなく，地盤，地震，火山などの全国の研究者達と長時間にわたって災害科学の将来について激しい討論を続けた様子は今も鮮やかに覚えています。その中には今は亡き先輩も多くおられますが，各分野の一流研究者と一つのことに集中して語れたことは，防災科学を志したものとしては最高の喜びでした。

私が防災研の所長として京都大学の部局長会議に参加していた頃は，竹本処分問題をめぐっての大学紛争の真最中でした。時計台の下の会議室にもほとんどはいれなかった時代でしたが，この時になってはじめて京都大学の一員であることを強く意識するようになりました。後に京都大学学士山岳会が同志社大学山岳会や中国登山協会と合同で，中国のナムナニ峯に登頂した時に感じたことですが，国の税金で運営されている国立大学の構成員は私学のそれに較べて愛校心が薄いのではないかと思います。

さて，世界の国々は，相たずさえて自然災害に立ち向かうために，今世紀最後の10年を「防災10年」として出発することになり，伝統ある京都大学防災研究所もその中核として，日本の災害

だけでなく世界の災害の防止・軽減につとめることになりました。既に防災研究所年報などにも，海外各地の災害の現地調査の報告が載っていますが，今後もこのような現地調査に参加することが益々増え，各国の災害科学の研究者との交流が盛んとなり，グローバルな視点から防災に貢献する研究所としての責務を果たしてもらいたいと思います。その場合に気をつけなければいけないことは，災害の原因となる異常現象のグローバルな分布特性と，災害を受ける側の住民の生活環境とを共に知っておかないと，突然海外の被災地に出かけても，速報程度の成果しか得られないことでしょう。また，その場合自然災害だけでなく，グローバルな或いはローカルな環境汚染の問題も合わせて考えて行くことも必要となるのではないでしょうか。主として自然災害を研究するという姿勢を変えるというのではなく，環境を理解した上で自然災害を考える事も重要であるということです。

私自身も今までに南米アンデス山脈の周辺やヒマラヤの周辺の気候や氷河の調査に従事してきましたが，氷雪に覆われた地域とそのまわりの乾燥地帯との間の水資源の問題などに於いては，日本で経験する環境とは異なった環境を体験してきました。大雨によらず融雪による洪水や，岩塩による河川水の高塩分が人体や農作物などに与える影響などの日本ではあまり考えられない問題に出会いました。山紫水明の京都で育った私にとって，赤茶けた色の水しか流れていない川で水浴しているインドネシヤの人達を見ると，水資源の量と質との問題を考え直さねばなりませんでした。中近東などの地震の多い地域で何故危険な日干し煉瓦の建物が多いのか不思議でしたが，緑の少ない乾燥地域で多くの煉瓦を焼いたために僅かな緑さえも亡くなった歴史を知ると問題が簡単でないことに思いいたります。防災問題をグローバルに考えようとすると，まだまだ道は遠いようです。世界の防災問題の指導的立場にある京都大学防災研究所がより広い目で研究に活躍されることを期待します。

一方，益々発展，拡大する防災研究所の機構は複雑なものとなっていくことと思いますが，まとまりを失わないことも重要なことと思います。今後次々と新しいメンバーと入れ代わり飛躍的に発展が期待される京都大学防災研究所の40周年の記念日を前にして一言御祝いの言葉と発展への期待とを述べさせていただきました。



回　　想

京都大学名誉教授

一　戸　時　雄

防災研究所の創立40周年にあたり，心からお祝い申し上げます。私が京大理学部へ入学してから停年退職までの43年６か月の中で，専任職員として防災研究所に勤務したのは僅か３年に過ぎないのに，私は理学部と同じくらいに防災研究所に対して深い愛着を覚えるのです。と言うよりも，私の心の中では防災研究所と理学部の区別があまりはっきりしていなかったと言うのが本当かも知れません。これは，研究者としての私の生い立ちと大いに関係があるようです。私が地球物理学科を卒業したのが昭和21年９月で，この年は正に「災害の予防及び軽減に関する綜合研究班」が組織された年であり，翌22年は財団法人防災研究所が設立されて，委託研究や調査が開始された年です。当時大学院の特別研究生であった私も早速その研究や調査の手伝いをさせられたものでした。福井地震（昭和23年）の調査結果に関する私の短文を載せてもらったのは「防災研究所研究報告」第２号で，これは私の書いたものが初めて印刷されたものでした。昭和25年頃は，佐々憲三先生が私の恩師である西村英一先生の研究室へよくおいでになって，京大附置の防災研究所の設立について相談しておられるのを，すぐ隣りの私の研究室でそれとなく聞いていたものでした。佐々先生のお話はさっぱり分りませんでしたが，西村先生のお声は大きいので，ドアのすきまからよく聞こえたのです。

昭和26年に防災研究所が設立されましたが，初めの頃はまだ防災研究所の固有の研究室は無く，西村先生は防災研究所を兼任しておられたので，研究面での私の仕事は理学部のものと防災研究所のものとが入り混じって，殆ど区別がつかないくらいでした。昭和31年５月に私が防災研究所の併任講師になってからはこの傾向が益々強くなり，私が使わせてもらった研究費の大部分は防災研究所の特別事業費でした。地殻変動調査費・高感度重力計製作費・国際地球観測年事業費などです。昭和33年に地殻変動研究部門が増設されて，それと同時に私は防災研究所の併任助教授になりましたので，防災研究所特に地殻変動部門との関係は一段と密接になりました。この頃の研究の内容は使わせてもらった特別事業費の名称で明らかと思いますが，地殻構造及び変動観測費・地球物理観測経費・IGY 資料センター及び資料整理費などでした。昭和33年はまた地球物理学教室が本部キャンパスから北部キャンパスへ移転を完了した年であり，それに伴って本部キャンパスの西南隅にある煉瓦造り平屋建て43坪の建物が理学部から防災研究所に移管されて地殻変動研究室となり，その後暫らくの間この建物は防災研究所の事務室や会議室として使用されたこともありますが，理学部から移管の直前には私の研究室があった所でした。思えばまことに

奇しき因縁です。なお，この建物はこの地区の建造物の中では比較的に新しく，大正５年に物理学教室の輻射学及び放射学研究室として建てられたものと伝えられています。

昭和37年２月に私は理学部の助教授から防災研究所の専任教授に昇進して地殻変動部門を担当することになりましたが，それから40年２月に理学部に配置換えになるまでの３年間は私にとって最も多忙でそして最も想い出深い期間でした。昭和37年には「本邦地震活動度の地理的分布調査のための観測事業」が始まって，防災研究所に微小地震観測設備費と観測所の新営費が交付され，翌年には観測所経費が配当されました。鳥取微小地震観測所はこれがもとになって，昭和39年４月１日文部省令第11号により防災研究所の附属施設として設置されたものですが，翌40年は全国的な「地震予知研究計画」のプロジェクトが発足したため，その後鳥取微小地震観測所もこのプロジェクトに組み込まれ，その１部として扱われるようになったものです。鳥取微小地震観測所の開所式は昭和39年６月20日に行われましたが，当時のメモによれば，開所式を行なうまでに私は20回近くも鳥取へ出張したことになっています。

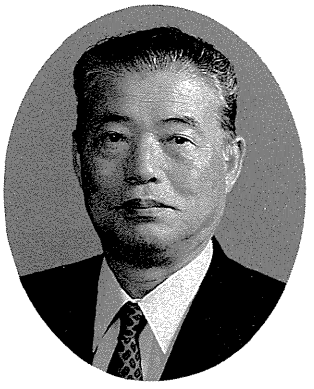
昭和40年２月に私は理学部へ配置換えになり，同年４月には地震予知研究計画に基づいて上宝地殻変動観測所が防災研究所に設置されることになりましたが，私は併任教授として同観測所の所長を命ぜられ，その建設に取りかかることになりました。土地の選定，土地借用の交渉，観測所本館の設計まではよかったのですが，観測坑道の掘削に当たって二つの難問に遭遇しました。防災研究所の創立以前から，坑道での地殻変動の観測はお手のものでしたが，それまでの坑道はすべて鉱山の廃坑や戦時中の防空壕跡を借用したもので，自分で坑道を掘削した経験は全く無かったのです。大学の施設部は，地上の建物は任務だから設計するが，地下の建造物は任務外ということで，相談にのってくれないし，地震予知研究計画の初年度のこととて他大学にもその経験は無く，結局全くの素人である私が坑道の設計図を描かざるをえないことになりました。全長180ｍ足らずで奥の部分が直角三角形になった単純な坑道ですが，単なる見取図と違って，施工業者に渡して工事の指針とする設計図を描くとなれば，図面の記号の約束ごとも知らないずぶの素人にとっては大変な苦労でした。よくもあんな図面で工事ができたものと今考えても冷汗ものですが，竣工後，素人が描いたものであることが業者にも判り，道理で変な図面と思ったということで大笑いしたものでした。坑道の掘削に当たってのもう一つの問題は鉱業法に関することです。坑道掘削の予定地は私有地の山体ですが，三井金属鉱業の神岡鉱業所が既に鉱区を設定していた地域で，もし坑道掘削中に鉱石が出てきたらどうなるかという問題です。これについては神岡鉱業所と折衝して契約書を交換しなければならず，折衝の心得として鉱業法を勉強しておく必要に迫られました。この時に購入した鉱業法の本は防災研究所の備品として，今もどこかに保存されているはずです。地殻変動の研究に鉱業法という法律の勉強が必要とは夢にも思わなかったことでした。上宝地殻変動観測所の開所式は昭和41年10月５日ですが，この時も開所式までには20回近くも上宝へ出張しました。

防災研究所に在職中の私にとって最大のできごとは昭和39年３月19日に恩師西村先生が現職中の57才で亡くなられたことでした。たまたまその日は第１回日米地震予知研究会議の京都での日程の第１日目に当たっており，西村先生が中心になって地球物理学教室で会議が開かれることに

なっていたのです。地震予知研究会議の準備と日程の変更，葬儀・追悼式の準備，一口では言いつくせないもろもろの後始末などその前後の数か月ないし数年は，私の生涯で最も多忙でそして最も苦難の時期であり，われながらよく務まったものと思っています。

昭和45年に防災研究所が宇治地区に統合され，同年３月末で私の併任教授の任期が切れましたので，その後は防災研究所と公式には関係がなくなりましたが，理学研究科の地球物理学専攻で防災研究所の地球物理学関係の先生方とは絶えず接触する機会があり，私の京大生活の全期間を通じて，防災研究所とは切るに切れない縁の糸で結ばれていたように思われます。

本稿の前置きとしてまず防災研究所への深い愛着の理由を少しだけ述べるつもりだったのに，思いもかけず紙数が超過して，前置きが本題になってしまったようです。ともあれ，当初３部門で発足した防災研究所の陣容がいまの地震予知研究センターひとつの陣容にもはるかに及ばなかったことを思えば，まことに感無量です。創立40周年は人にたとえれば不惑の年。知命・耳順・従心とこれから防災研究所はどのように発展していくのか，老兵は去り，ただ見守るのみです。



創立四十周年を祝して

京都大学名誉教授

岩　垣　雄　一

創立四十周年にあたって，お祝いの言葉と思い出を述べさせて頂きます。

もう四十年かという想いと，研究所も大きく成長したものだなという感慨が交錯するのは，創立時を知っている者にとっては当然でありましょう。今日の防災研究所があるのは，ここまで努力された現・旧教職員の皆さんの御苦労の賜であることはもちろんでありますが，創立にこぎつけられた今は亡き佐々憲三先生，石原藤次郎先生，並びに棚橋諒先生の御功績を忘れてはなりません。

私は昭和29年６月，当時工学部に在籍していた時に併任助教授となり，続いて31年６月より専任となりましたが，それ以前の昭和23年に工学部土木工学教室の正式職員に雇用される前の数ケ月間，財団法人防災研究所に在職させて頂きましたので，私と防災研究所とは創立当時から深くかかわっておりました。

私が専任となった昭和31年は，丁度創立５年目に当たりましたので，創立五周年記念の論文集を刊行することになりました。これは防災研究所ができてから初めての邦文論文集で，英文の方はすでに昭和26年から１編ごとに番号が付けられて発行されていましたが，まとまった論文集という形で出版されたのは，五周年記念が最初でした。それまでに研究のポテンシャルを高めておいて，一挙にはき出したといったような立派な内容の論文集で，当時は大変評判がよくて，あちらこちらから寄贈を頼まれ部数が足りなくなったことを思い出します。私が防災研究所の専任となった初仕事が，この論文集の編集で，何回校正しても新しい朱筆が入って返ってくる論文もあったりして，随分困ったことがありました。この論文集の発行が契機となって，翌年度には年報が第１号として世に出るようになったわけで，その縁の下の力持ちの働きをしたことを誇りに思っています。

このような仕事をした御褒美でしょうか，翌32年から米国へ一年間留学をすることを許され，33年９月に帰国しましたが，当時は未だ海外へ出かける人が少なかった時代でしたから，帰国時には所長さんがわざわざ京都駅まで出迎えに来て頂くなど，今から考えれば恐縮の至りでありました。よき時代といってもよい程，若い助教授や助手の先生方が大切に扱われ，またわれわれもそれに答えて，よく働いたといえましょう。

そして昭和36年には創立十周年記念を迎えました。私は35年４月に教授に昇任させて頂きましたが，十年史の編集後記を見ると，36年３月頃に専任教授の集まりで発案されたと書いてあるの

で，恐らく矢野，村山，石崎の各先生に私を加えた程度の間で決めたのではないでしょうか。そこで，一番若い私にその編集を命ぜられたというのが，今から考えると真相のように思われます。そう決まった以上，やるしかないという覚悟で取組み，所員の皆さんの全面的な協力を得て出来上ったのが，思い出深い二百数十頁にも及ぶ十年史であります。私は自画自賛ではないが，非常によくできていると思います。特に角屋先生に担当して頂いた，「わが国における近年の主な災害」は，今でも利用させてもらっている表で，防災研究所の出版物らしい内容であったと思っています。以後の年史の編集の仕方が，十年史にならって作られており，その当時の編集責任者として大変嬉しく思っています。

年史というのは，創立から現在までの歴史を記録しておく，すなわち，懐古して残すという意義もあるわけですが，私はこれからを展望することも必要ではないかと考えます。従来，このような目的の記事は年史の中には見当たりません。私の不勉強で間違っているかも知れませんが，目次に目を通した限りでは見付け出すことができません。ただ，それらしきものが述べられているのは，各歴代の所長さんの祝辞や所感のところです。これから先の防災研究や研究所のあり方について，新旧の研究所の指導者が自分の考え方を披露することは，この年史の価値を高めこそすれ，低めることはないでしょう。特に最近では防災も国際協力が必要となり，1990年から「国際防災の十年」がスタートしたことからもわかるように，防災研究も国内から国外へ大きく輪をひろげるようになってきました。同時に災害も自然外力なのか人為的な原因なのか区別が付かなくなってきつつあります。気象とか海象とかの自然現象に人間の行為，例えば化石燃料の消費や森林伐採などの加速度的増大がもたらす地球の温暖化や異常気象の発生は，どこまでが自然でどこからが人為的なのか，わけがわからなくなってきつつあります。私は防災研究所が，どこまで入り込んで行くべきかはわかりませんが，入り込まなければ正しい答えが出せないのではないか，という心配が生まれてきます。私はこれからの防災研究所は，従来の狭い枠にとらわれず，幅広い見方や考え方で防災研究に取り組まれるよう期待するものです。私も昭和34年の伊勢湾台風災害の研究に取り組んでいます。わが国の主要な湾の計画外力を決めるためのモデル台風とされている伊勢湾台風を，30年を経過した現在，もう一度見直そうというものです。外力の将来予測ができるようになるのは夢といってよい話ですが，伊勢湾台風がどの程度異常であったかを調べることは可能でしょう。防災研究所の創立四十周年をお祝いするとともに，研究所の更なる発展を祈念して筆をおきます。



所　　感

京都大学名誉教授

高　田　理　夫

防災研究所が昭和26年に京都大学に附置され，本年40周年を迎えられましたことは誠におめでたい極みであり，心からお祝い申し上げます。私は創設まもなく助手としてお世話になり，昭和62年に停年退官するまで32年間楽しく研究させていただくことができ大変有難く感謝しています。

思い起こしますと，創設当初の研究部門は第一・第二・第三の３部門で，研究所独自の土地や建物はなく，建築学教室の棚橋先生のお部屋が事務室になっており，こちこちになって辞令をいただきにいった時のことがなつかしく思い出されます。また，研究室は私の属しました第一部門が地球物理学教室（現施設部施設課の建物），第二部門が土木学教室，第三部門は建築学教室に間借りするというような状態がしばらく続き，後に図書館の東面に建っていた木造の建物の２階の一部に所長室兼会議室と事務室ができた。これを契機に所員相互の親睦を図るため，所長室で週一回昼食会が開かれ，また各部門で行なっている研究について相互の理解を深めるため，月一回の研究会も開かれ，その後の菓子を食べながらの雑談会では，時には大先生方から防災研究所の将来構想，創立に至るまでの経過や苦労話，他に世間話なども伺うことができ，家族的な和やかな雰囲気に満ち楽しいものであった。この年の12月には Bulletin of DPRI の第１号が発行され，研究所の業績が国の内外に発表されることになった。翌昭和27年には宇治川水理実験所の開所に向けての準備工事が始まり，第二部門関係の研究室は同実験所に移った。昭和31年には創立５周年を迎え記念事業として，講演会が開かれ，また創立５周年記念論文集が刊行された。32年には第１回の研究発表講演会が開催され，年報第１号も発行された。翌33年には地かく変動部門の新設が認められ，研究部門が４に増え，研究所は将来への発展の希望にわいた。その後毎年新しい部門が誕生し，吉田地区での研究室の間借りも容易ではなく，創立から11年を経た昭和37年度には，当時大学内部で検討されていた自然系５研究所の教養部跡地の宇治地区への統合移転計画とも相まって，地球物理学系と建築学系の各部門は宇治地区へ移った。しかし事務室は事務的な関係から吉田地区に残っていた。その後５研究所の宇治地区への移転が進み，昭和45年度には防災研究所の待望の建物が宇治地区に完成し，職員はようやく一カ所に集まって研究できるようになり研究所としての形態が整った。ここに至るまでには創立以来20年の歳月を経ており，創立当時のことを思い出し感慨無量であった。それから20年，本年めでたく創立40周年を迎えられ，３部門，職員は併任を含め20名余で発足した当研究所が今や16部門，11附属施設，200名を越す職員を擁する立派な大研究所に発展されました。誠に喜ばしい限りです。防災研究所がこのよう

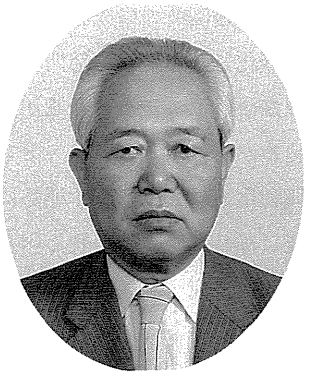
に輝かしい発展を遂げられたのは，歴代所長をはじめ所員の皆様方が互いに協力し，立派な研究業績を挙げ，社会に貢献してこられた賜物でありますが，政府当局及び本学のご理解とご尽力，また防災関係各位のご支援とご鞭撻に負うところが多く，ここにこれらの方々に深く感謝いたします。

わが国は自然の異変の多い国であり，昔から自然災害が相次いで起こっています。災害はわれわれがこの大地の上で社会生活を営んでいく以上免がれることはできないだろう。われわれがわれわれの生活に大きい損失をもたらす，この災害に対処するためにできることは，ただこれを如何にして予防し軽減するかという防災対策だけである。このような防災対策には自然科学は勿論のこと社会科学やその他の科学全分野が関係するものであるが，何といっても第一に自然科学的な総合的な研究が必要なことは論をまたない。かねてから自然災害及びその防禦に深い関心をもっておられた佐々・石原・棚橋の3先生を中心に，これらの総合的な研究の推進についての検討が重ねられ，戦後間もなく財団法人防災研究所（現防災研究協会の前身）を設立され，理学・工学両分野の研究者が密接に協力して研究が進められた。研究の進展に伴いこれらの研究は国家的な機関で行なうべきだとのお考えに立たれ，京都大学に防災研究所を附置することを大学当局や政府関係機関に要望され，昭和26年に防災研究所が設置されることになったと先生方から伺った。未だ防災科学と名付けられる科学分野のなかった時期に，現今では目新しいことでもないが，理学・工学の枠に捕らわれることなく，学際的な研究を行なう防災研究所を設立されたということは全く画期的なことであり，今更ながら佐々・石原・棚橋3先生の英知と先見の明には頭の下がる思いで一杯である。

また，防災研究所の発足に当り，主要研究課題の一つに地震予知の基礎的研究をねり上げられたが，その当時，地震の原因もわからないのに地震予知を口にすることはタブーとされた風潮の中，佐々・西村両先生はこれを標ぼうされ，多角的な諸研究や諸観測を進められた。この画期的な研究は内外より注目され，発展が期待されたが，昭和40年に発足したわが国の地震予知計画には，これらが取入れられ，両先生の英断と先見の明には改めて敬服の念を覚えずにはいられない。

わが国の近年の産業経済の急激な発展により，人々は住み易さや便利さを求め，開発という名のもとに自分で都合のよいように，自然の摂理を忘れて自然環境を改造し，自然のバランスを崩してきた。そのしっぺ返しとして自然の猛威がわれわれの周りに忍び寄ってきている。地震・台風・豪雨などの自然現象がきっかけとなり自然の猛威はわれわれに襲いかかってくる。その結果，予想もされないような大きい災害や今まで経験したことのないような形態の災害が次々と起こっている。防災に関する研究や技術は日進月歩で進んできており，災害は軽減されるはずであるのに，むしろ増大しているような感じさえする。誠に嘆かわしいことである。われわれは国土を健全に護り，子孫に住みよい国土を残すためにも自然の猛威とうまく付合い，これをいかにうまくかわすかの術を常に追究しなければならないと思うのである。

防災研究所のおめでたい創立40周年に当り，往時を回想し所感を述べますと共に，所員の皆様方の研究の益々の進展と防災研究所の更なる発展を祈念いたします。



所　　感

京都大学名誉教授

吉　川　宗　治

防災研究所が京都大学に付置されてから40周年になり，その間32年在職した。創設当時は部門数も少なく，理学部関係の職員は主として第一部門に所属した。第一部門の研究課題は災害の理工学的基礎研究で，後に部門が細分化し，地震動・地殻変動・微小地震・地震予知計測等になった。理学部から防災研究所に配属されてからは，どのように研究課題を変えればよいかとの多少の迷いはあったが，地球物理学教室では応用地球物理学を専攻していたので，大変更を強いられるようなことはなかった。1960年代は自然災害が続出し，そのたびに部門数が増え，ほかの研究所からは，防災研究所は災害が一つおこると部門が一つ増えるとせん望の眼で見られたこともあった。当時部門の名称をどのようにするかは悩みの種であったと聞く。とくに地震予知計測のときは，部門名に計測をつければ部門を新設できるような錯覚を与えた。

創設当時は学部との人事交流も盛んで，人事の停滞もなく，比較的若手が助教授・教授に昇進した。建物も宇治川水理実験所を除いて本部構内にあったから，引越しの手間も省け，人数も少なくまとまっていて部門間の連絡も比較的簡単にとれた。その後部門数も増え観測所が増設されてから，人事が固定化される傾向が生じ，とくに観測所の人事は現在ではむしろ弊害になっている。昔の関連部門も研究内容が細分化し，研究発表会での交流も困難な場合が生じるようになった。現在教授25名，助教授29名以下職員合計157名と報告されているが，当初の３部門から予想もされなかったほど整備拡充され，建増しを次々とした結果，多機能・多目的の綜合ビルのような感じを与えないわけでもない。

防災研究所の創設時，設立の趣旨として従来防災・消火等の人為災害の予防・防止を自然災害に拡大して，理工学の各分野の研究者が一体となり，全国共同利用も含めて，主として自然災害の学理的基礎研究とその軽減・防止対策の研究を研究課題とされたと伝えられている。学部では講座名が比較的簡単でしかも学生の教育が主な任務であるが，研究所では大学付置である限り，学生の教育も重要な仕事であるが，研究が主目的になるのは当然の結果である。また諸官庁の研究所では応用的技術の開発の責務があるが，大学の付置研究所としての独自の使命がある筈である。災害科学総合研究班では，大学における研究が基礎的研究であること，先駆的な研究の推進，長期的な研究，総合研究であること，研究の自由が確保されること等を列挙している。

急激な経済成長とともに災害の形態も複雑になった。狭い国土の中で，都市の発展や国土の開発が進み，従来立地の対象にならなかった広大な埋立地や，軟弱地盤・傾斜地における宅造など

新しい種類の災害がおこるようになった。防災研究所の部門・センター・観測所の構成図を見ると，時代の変遷とともに進化してきた災害に対応して部門が増え，細分化された課題が部門名につけられている。最近は都市施設耐震システム研究センター・地震予知研究センターの新設が目立つ。防災研究所本来の綜合的・学際的研究とは相反するように見えるが，部門間の連係・センターの運営の方法によって，学内の他部局との交流や，全国的な共同利用には一歩近づく態勢になったといえよう。研究課題の細分化と綜合化，個別研究と共同研究は繰り返し行なわれるべきで，終局的には防災研究所の本来の目的の自然災害の実体を解明する基礎研究・災害の防止軽減方法の研究につながれば問題はない。

組織が拡大されるときは，短期的な必要性に対応して部門・施設が増設される場合が多く，或る時期を経て長期的な観点から再編成をしなければならない場合もある。防災研究所の歴史のなかでも，部門名の変更・研究課題の改変はなされてきたが，現在の構成も地震予知研究センターのような小規模の大学付置研究センターに相当するセンターや，期限つきのセンターも増設されたことから，ある時期に組織・研究態勢が整備され，外部から見てもわかり易いような組織が作成される必要があるが，構成組織の実質的な検討も課題になると思う。

災害の学理的基礎研究と防止軽減方法の研究は連係しているようでも事柄によってその度合いはことなる。学理的に究明できても，それを現実の問題に適用する場合は長期的視野で取扱わなければならない場合もある。部門の増設は大課題から細分化された課題に変更されてきたが，センターの増設はある目的のための共同研究の場を提供することであり，客員部門も含めて運営が予想通り機能すると防災研究所の設立目的にかなう形態のものとなるかも知れない。

災害の形態が複雑になれば，それに対応した研究態勢を整備すべきで，災害の基礎的研究の大課題は変更はなくても，自然現象と社会現象に関連して生じる個別の災害の学理的基礎研究やその防止軽減対策は研究所の将来の課題で弾力的運営形態を通じて解決されるべき問題である。

40年間常に社会情勢に対応して整備拡充し，防災研究所の発展のために研究成果の向上に精進された所員各位に敬意を表するとともに今後の発展を祈る。



所　感——防災と環境

京都大学名誉教授

奥　田　節　夫

防災研究所が本年４月をもって創立40周年を迎えられ，その長い歴史のなかで防災科学分野で素晴らしい業績を積み重ねて来られましたことを，心からお慶び申し上げます。

自然災害の発生は，異常な自然現象の出現とその影響を受ける人間社会の相互関連のもとに生じる一連の事変であり，社会の変遷につれて災害の発生形態が変わってくることは当然であります。最近はこの相互関連性に着目した研究も，防災研究所の内外で，人文，社会学系の研究者もふくめて活発に行われているようで，その成果を期待しております。

私も新しい職場でこのような問題に興味をもち，とくに社会の変遷と人間をとりまく環境の変化の関連性を対象にして，ささやかながら勉強を始めていますが，過去に勉強させて頂いた防災科学と最近勉強を始めた環境科学との接点において，深刻な事例にしばしば遭遇し，今後の防災科学の研究あるいは防災計画の検討に際しては，自然環境の保全を十分配慮しなければならない場合がかなり多いのではないかと考えるに至りました。

もっとも防災研究所における環境保全の研究の必要性を指摘されたのは，すでに20年前のことで，故石原藤次郎先生（第七，第九代研究所長）が防災研究所二十年史（昭和46年）に寄せられた所感のなかで，新たな分野，とくに境界領域での研究の必要性を強調され，「構想を新たにして，自然災害と関連の深い環境保全の問題にまで，積極的に乗り出していただけばと期待しています。急激な経済成長にともなって，自然環境との調和が損なわれ，われわれの生活に大きい不安を与えるようになりました。こうした問題は，自然災害の社会，経済，法律的な立場からの研究とあいまって，私どもの大きい関心事といわねばなりません」（原文のまま）と述べられています。

このご指摘は当時の時勢からみて，研究所の大拡充を計画された遠大なご構想の一端とも考えられますが，防災科学と環境科学の連携の必要性を指摘された先覚者のお言葉だったと感銘を受けております。

ひるがえって今日の世相をみるとき，無謀な乱開発に対する環境保全の声は十分に社会的な賛同を得つつありますが，もっとも人命，財貨を守るために役立つはずの防災の計画，事業に対しても，環境保全の立場からの反対の声が方々で上がる時代になっています。

例えば山間の砂防工事による生態系の断絶，河川の中州の撤去による野鳥の住みかの喪失，人工護岸による沿岸生態系の破壊，あるいは河口締め切りによる感潮水域での水質，底質の悪化，

生態系への悪影響など，きわめて多岐にわたるさまざまな問題が提起されつつあります。これらの問題は科学，技術そのものの内容からくるものではなく，多くは行政的な事業実施面でのトラブルとも考えられますが，その基礎になる計画の段階で，同じく人命尊重の立場にある防災と環境保全との間に，このような意見の対立があることはまことに不幸な現実であり，その解決には防災科学と環境科学との境界領域における研究の進展が必要と思われます。

ただその対立の原因には，物理科学分野と生物科学分野とでの自然観の相違，希に起こる災害に遭遇してその恐怖を肌で感じた人と日常の生活を通じて環境の劣化を懸念する人との生活観の差異，あるいは従来の行政の姿勢に対して不信，不満を抱く住民の感情など，単なる科学，技術のみで対処できない難しい要素が複合的に存在していることは明らかです。しかしながら，いま問題の争点になっているような特定の計画，事業とその影響の評価については，現在の科学，技術を総合することによってある程度の客観的判断を下せるものも少なからずあり，そのための学際的協力がもっと進められるべきだと考えます。

もちろん基礎的な学術研究の場である大学の研究所において，直接に行政的な面もからむ現場の問題に深く関わることは慎むべきでありましょうが，少なくとも防災科学と環境科学の接点を見出すための学際的視野の拡大と，現実に生じている諸事例に対する学術的，総合的な判断の規準については，研究と教育の一環として積極的に取り上げて頂きたいと思います。その努力は，将来の防災研究所の使命がより広く，より高く評価されるのに役立つのではないかと考えております。

以上，最近身近に感じたことから勝手な私見を述べさせていただきましたが，最後に防災研究所の一層のご発展と所員の皆様のご健勝をお祈り致します。



所　　感

京都大学名誉教授

石　原　安　雄

京都大学防災研究所の創立40周年に当たり，心からお祝い申しあげます。私が専任教官として防災研究所に参りお世話になりましたのは昭和34年４月からで，爾来昨年３月末日に停年退官いたすまでの31年の間，誠に楽しく勉強させて頂きましたことをこれまでの生涯を通じて有難く感謝いたしております。この31年間は，私の人生の半分であり，またこの間はほぼ防災研究所の創立10年から40年の期間に当たりますことを考えますと誠に感慨無量でございます。

設立当初は専任教授の定員が３でありましたのが，10周年時に８，20周年時に16，30周年時に22，そして40周年時に27と約10年に６の割合で増員され，研究組織では当初３研究部門であったものが，40周年時には研究部門16，研究センター３，実験所２，観測所５，地震予知関係観測所７，資料センター１，客員研究分野４の堂々たる研究所に拡充整備されて参りましたことは誠にご同慶のいたりでございます。こうした研究所の発展は，文部省，大学当局等関係各位の絶大なご支援の賜物でございますが，それにも増して所長はじめ所員各位が夫々の使命に対して尽くされた誠意と研究の成果が各界の大きな信頼を得ているからでございましょう。日頃からの活力あふれるご努力に対して深い敬意を表す次第でございます。

このような活力ある研究所において勉学の場を与えられ，専門分野の研究は言うまでもございませんが，特に防災ということについて自分なりに考えることが出来ましたことは大へん幸せでございました。その際，防災の研究に当たって災害を惹起する原因が天変地異の場合だけを対象とするか，あるいは人為的原因も含めていわゆる公害や産業災害も対象とするかということと，防災の研究は境界領域の研究であるとか，学際的な研究であるとかいわれるが，それはどういう学術であるかということの二つの問題に遭遇したことが思い出されます。

前者については，災いを受ける人間という立場を主体的に取り扱うならば自然災害も公害も同じ考え方で研究出来るかもしれないが，災害の原因も包含して災害問題を学術として研究するには，人間が制御できない異常な自然現象によって惹起される災害事象に固執すべきであると考えたものでした。それは震害，水害などのいろいろな自然災害について，異常な自然現象の極値と予知，異常な自然現象が持つ破壊力の制御調節，直接的防護施設設備の防災機能，被災時の減災策，災害復旧策等を共通した課題として研究することが出来ると思ったからでございます。

後者については，研究者はそれまで学んだ専門分野に固執しがちであるので，防災の研究をたとえば地球物理学，土木工学，建築学等の境界領域の研究であるとすると新しい学術の開発は望

み難いと思ったのでございます。自然科学の基本的分野を物理学，化学，生物学，数学とし，これらを基礎とする分野を学際的学術，境界領域の科学と考え防災の研究をこうした意味での境界領域の科学として取り扱うべきだと考えたのでございます。

文部省の科研費による自然災害科学総合研究班のお世話を致しましたときも，そして日本自然災害学会の発足に参画致しましたのも，新しい科学領域としての防災の研究を夢見たためでございました。

20世紀の終わりの10年間を対象とした国際防災の十年が1990年から始まりました。その内容はすべてが学術的なものとはいえない面もありますが，防災という文字を冠して全世界的な活動が推進されるのは初めてであります。同じ防災という文字（英文字でも，DISASTER が同じ）を冠する防災研究所に従来以上の活躍が期待されているように思われてなりません。いままでは，自然災害という特殊な分野を研究対象としていることもあって，その活動の場は大部分国内であったと思われますが，これからはいよいよ世界にその研究活動を広げていかなければならないように強く感じられてなりません。

終わりに当たりまして，故佐々憲三先生が折りにふれて語っておられましたお言葉を拝借して，私の衷心からのお祝いの言葉と致します。「お互いに相手を充分に尊重し，仲良く研究を進め，防災研究所の発展に精進されるようお祈り致します。」



所　　感

京都大学名誉教授

岸　本　兆　方

40年史に，名誉教授として何か書くようにとのことですが，何しろまだ名誉教授になり立てなので，それらしい実感が全く湧いて来ません。従ってまた，大所高所からの意見などはとても述べられそうもありません。ただ，ついこの間まで携わって来た研究所の仕事については，未だにいろいろと思い出したり，考えたりすることの多いこの頃ですので，それらのことについて少し述べて責をふさぐことにさせて頂きたいと思います。

防災研究所が設置された昭和26年は，私にとっては大学卒業の年でありました。そして大学を去る今年が創立40周年記念の年というわけで，防災研究所の節目の年に合わせて，私自身にも変化があるような気がします。

昭和33年，私はその年防災研究所に設置された地殻変動研究部門助教授として勤務することになり，和歌山市地域におびただしく発生する微小地震の活動状態と，震源直上で観測される伸縮や傾斜の変化との間の関係の研究を，故西村英一先生の指揮の下に始めることになりました。元来，地殻変動研究部門は，地震予知を最終目的として，主として京都大学のお家芸と言われた連続観測による地殻変動の研究を推進するために設置されたものですから，このようにして，私は現在の地震予知計画発足のかなり前から地震予知に付き合うことになったわけです。

昭和40年，ナショナル・プロジェクトとして地震予知計画が発足し，それ以来の26年間，地震予知計画と共に過ごすことになりました。特に，地震予知計画に基づく最初の仕事は鳥取微小地震観測所の観測網構築でしたが，この観測所には昭和38年度から予算が交付されており，その頃から，関係者総動員で作業が進められました。40年夏，第１期観測網は一応完成しましたが，この間の多くの人達との共同作業の経験が，地震予知の観測・研究が大変人間臭いものであるという意識を，私の内部に深く刻み込んだように思われます。つまり，防災科学というもの自体が人間社会の福祉を目的とする学問ですから人間を度外視できないのは当然なのですが，それだけではなく，地震予知研究の推進にはいろいろの，且多数の人達の協力が不可欠であるという考えが私の基調となったと言う意味なのです。ここで少し付け加えるならば，多数の人達とは単に研究する側だけのことではありません。例えば，初期の段階で観測を委託していた現地の観測点の人達も忘れることはできません，この人達の協力なしには，微小地震の常時観測は始められなかったのですから。

このように，地震予知研究を進めるためには効果的な協力態勢を作らねばならないという考え

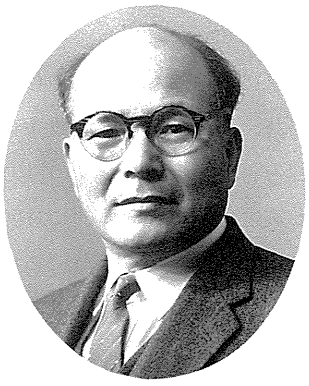
が，私にとって最も思い出の新しい地震予知研究体制の統合化問題に取組ませた第一の動機であったということができましょう。京都大学における地震予知体制の統合・再編成の必要性が言われるようになったのは随分古く，15年以上もさかのぼります。その頃からの経緯はこの40年史の別の場所で述べられていますから触れませんが，紆余曲折をへて，平成２年度，遂に地震予知研究センターが実現したのは御同慶の到りであります。私としても，在職期間の最後の年に実現したということは，何にも増して嬉しく，大学での最大の思い出として残ることでしょう。

この地震予知研究センターの重要な特徴の一つは，このセンターは内部に多くの研究分野（研究部門に相当）の他，観測所，総合移動観測班，総合処理解析室などを一体として包含するという点であります。すなわち，いわゆる大部門制というに止まらず，研究・観測・解析・実験などを，センター全体の有機的協力の下に行おうというもので，このような組織は恐らく初めてではないかと思われます。地球科学という学問分野は，観測が極めて重要な地位を占め，地震予知を含めてこの学問の発展は優れた観測の上にのみ可能であると考えるのですが，この意味で，当研究センターは正にパイオニアとしての使命を担ったと言うべきでありましょう。上記のような構想を実現するのは言う程易しくはないかも知れません。私は今，衷心，センター構成員の方々の御努力を期待しております。

研究と観測の協力の重要性は上述の通りですが，センターにおける観測所のあり方はその前提としてゆるがせにできない問題ですので，一言私見を述べることをお許し願いたいと思います。優れた観測を行うには，すぐれたアイデアと努力が必要なことはいうまでもありませんが，特に地震予知の場合のように，かなり長時間にわたり，且広域の観測網も必要とする時は，個々の観測所単独の努力では不十分であると思います。センターの観測所群は，お互いの地域的特質や研究目的などを考慮しつつ，全体的な観測の企画や運営，更には人的問題についても，全センター的視野において考えるべきでありましょう。それがセンターの観測所の今後の発展に対する必要条件ではないかと考えるのであります。

さて最後に，防災研究所の附属施設としての地震予知研究センターという点について触れたいと思います。防災研究所は，理学と工学の協力によって自然災害の学理を究め，その防止・軽減を図ることをもって設立目的としております。従って地震予知は自然災害科学の一環として位置づけられると共に，地震予知研究センターは他の関連する災害の研究部門とも十分に協力して，包括的な自然災害防止を目指さなくてはなりません。私は，センターの構成員の方々が，単にセンターという組織のことだけ，あるいは地震予知ということだけに止まらず，より広く，防災研究所のことをも考えて下さることを望みます。

何やら，私はセンターに対していろいろと注文をつけ過ぎているかも知れません。しかし，それは発足したばかりの地震予知研究センターの今後の発展に対する私の念願のさせることと御容赦下さい。そして，50年史の編纂されるであろう日に，もしまだ元気で居るとすれば，すばらしい発展を遂げたセンターを見たいものであります。



故 佐々憲三先生

今は亡き先生と防災研究所

佐々憲三先生を偲んで

島　　通　　保

防災研究所は創設されてから，40年になりますが，前回の30周年の記念式典の翌日，不幸にも佐々憲三先生は亡くなられました。先生の40才台の後半，災害防止のための共同的な研究機関の設立に全力をそそがれた先生は，当時，防災研究所の発展を何よりも喜んでおられた。設立当時苦労を共にされた，棚橋諒先生，石原藤次郎先生と揃って，お祝いできないのを，残念に思っておられたと伺っております。戦後まもない時期は，台風や地震による災害が続出し，社会的にもその軽減・防止の必要性が痛感されていただけに，防災研究所のような研究機関の設立に情熱を傾けられたのだと思います。その当時の経緯については，30年史の所感の中で述べられておられる。

先生の御専門は，地震学，測地学，火山学，物理探査学，地すべり学等多方面に渡っており，いずれも自然災害の研究に関係するものが深いのが特色と思われる。佐々憲三先生は京都大学地球物理学科を大正14年に卒業され，その後間もなく設置された理学部阿蘇火山研究所において，火山の地震学的および測地学的研究を始められ，数々の独創的な成果をあげられた。この時期の御研究は火山の研究に地球物理学的手法を導入された先駆的なものであり，その成果はいづれも，その後のこの分野の研究の出発点となるものであった。特記されるべきは，現今では常識となっているテレメーター方式を火山観測に取り入れられた地球物理学分野での先駆者であった。これらの研究は継承され，桜島火山観測所を設立された。その契機は昭和30年10月に始まった桜島南岳の山頂噴火活動であるが，この山頂噴火の始まりを視察されて勧告された中で，この活動が長期に渡るであろうとして，継続的観測に基づく基礎研究の必要性を強調された。その後山頂噴火活動は既に35年以上にわたって継続しているし，また当初より「爆発予知の研究」の事業費を取り込まれたことは，後に国家事業として発足した「火山噴火予知計画」の先駆けといえる。

阿蘇火山研究所設置の２年後，理学部に設置された阿武山地震観測所においては，地震学および測地学の研究に専念された。この観測所を中心とした観測網には，先生の考案された独創的な種々の観測計器がセットされた。中でも地殻変動の連続観測は国際的にも高い評価を受けているものである。これらの観測網は次第に整備され，昭和20年前後に発生した鳥取・東南海・南海道・福井地震においては，貴重な観測結果が得られた。中でも故西村英一先生と共同して行われた，昭和18年９月の鳥取地震の際の，生野鉱山の坑内において得られた傾斜計による観測の成果は，地震の前兆とみられる異常地殻変動を精密な観測計器で捉えた世界で最初のものと言われて

いる。

一方先生は応用的な方面にも関心を持たれ，上記の大地震による震害についても多くの優れた業績を残されている。その被害が地盤状況により異なることに気づかれ，都市部での弾性波探査による地盤調査を計画された。これらの調査は土木・建築・地球物理の各教室のスタッフの協力により行われた。先生は物理探査の結果得られた，地層の物理定数と震害の関係を数値的に対応させ，南海地震・鳥取地震・福井地震等で震害と地盤の関係を説明することに成功された。これらの調査に使用された機械はすべて佐々式と称せられるもので，地球物理学教室の工場が主体となって製作されたものである。

地すべりの研究に関しては，戦後間もない頃から，防止対策を立てるに際して調査の重要性が漸く認識されるようになった。先生はいち早くその必要性を説かれ，その方向を示された。地すべりは地中における変化によって，起こるものであることは認められていたが，実態についてはほとんど分かっていなかった。その当時，地下構造を物理探査によって知ることが有力な方法であった。地すべり地のような複雑な地形の地盤においては，測点・測線の選定や発破振動をよく伝達させるための工夫を必要とした。このための重要な指針を示された。また地すべりの動きを計測する方法として，地殻変動の観測において開発された，伸縮計，傾斜計等を地すべりの観測に適するよう改良したものを開発された。これらは当時の主要な調査方法となった。次第に活発になってきた機運をとらえて，先生は昭和38年夏，地すべり総合研究会を組織された。この研究会は２年後に地すべり学会と改名し，発展してきたが，発足以来14年間会長として，学会の発展のため尽くされた。

先生の研究の特色は，手がけられていてある程度成果の得られていることを，更に一層発展させるというより，それまで誰も手がけていないことを，自身初めて研究し，新しい事実を発見し，新しい観測方法を開発するという，独創性を非常に重要視されたところにあるといえよう。雑談の中でのことであるが，余り他人の論文を読むのに時間を当てすぎて，結局自分独自の研究ができにくいことなど話され，独自の研究成果をあげることを勧められたことなど思い出します。

既に述べましたように，先生の研究は多方面にわたっていますが，教師としての先生は，専門とされた各分野においても，常に多角的視野からの研究の必要性を説かれ，特定なスペシャリストになることを戒めておられた。現在進められている，地震及び火山噴火予知計画においても，多種目の観測が重点項目となっているが，先見の明の一例であろう。

先生は昭和53年に定年退官になるまで，学内においては理学部長，防災研究所長を，学外では学術会議会員および地震学会，物理探査学会の委員長または会長を務められました。京都大学を退官された後も大阪工業大学学長に迎えられ，同大学の発展に尽くされました。また地すべり学会の創立に尽力され，創立後，初代の会長を務められた。このように多方面にわたり，学術の振興に大きな貢献をされました。また今日の（財）防災研究協会を設立された御一人であり，ここでの研究実績は防災研究所創設にあたって，極めて重要な役割を果たしたものと思われる。

私が佐々憲三先生に師事させていただいたのは，50才台の始めからですが，誠に温厚で，円満そのものであり，研究に関することの他，新しい研究施設・部門を認めてもらうことの苦心談

を，小さい声でぽつぽつとお話になった。個人的な面では，ごくあっさりした性格であられた先生も，文部省との間では，折衝をねばり強くされていたのではないかと想像します。先生は非常に勘のいい方であり，状況に応じ，敏捷に巧みに対応されたことなど，ご一緒された方から伺ったことがありました。

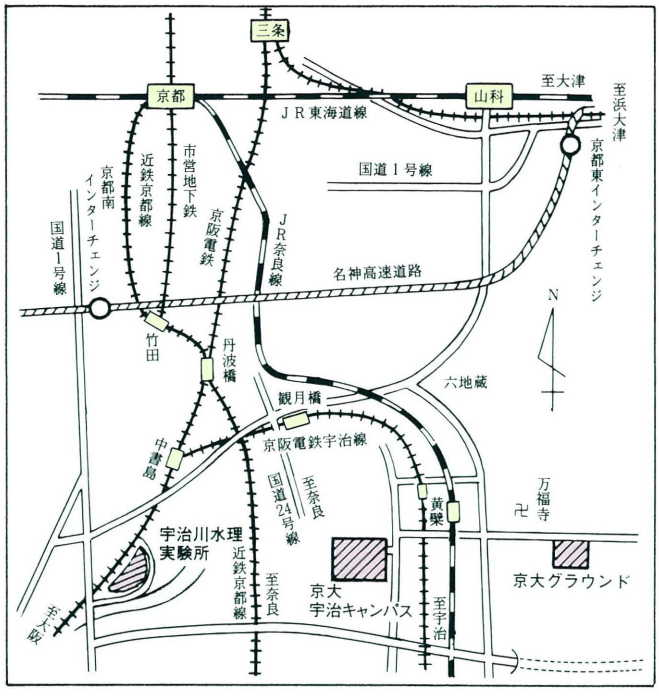
防災研究所および付属施設の設立にあたっても，色々とご苦労があったようであった。その一つとして，敷地に関しても文部省への払い下げ依頼の他，地元の自治体の方々に大変お世話になったことに深く感謝しておられた。先生は退官後も遠隔地で世話になられた村長の墓参を欠かされなかった。

防災研究所の主要研究課題とされた，地震予知をめざす研究施設である地震予知研究センターが，京都大学のみならず，全国の共同利用的研究機関として，防災研究所において，昨年から発足しました。先生は卒業後間もなくから，地震予知には強い関心をもたれ，早くから地震予知のための基礎的研究を主要テーマとされた。そのための研究機関として防災研究所の創設に尽力されましたが，次第に地震予知を目指す研究組織が充実され，発展しているのを何よりも喜んでおられると思います。

この追憶は，吉川宗治・高田理夫の各名誉教授および加茂幸介教授に多くの貴重な御教示をいただいて，私がまとめたものであることを記し，筆を置く次第です。

（佐々憲三先生　　昭和56年11月18日歿）

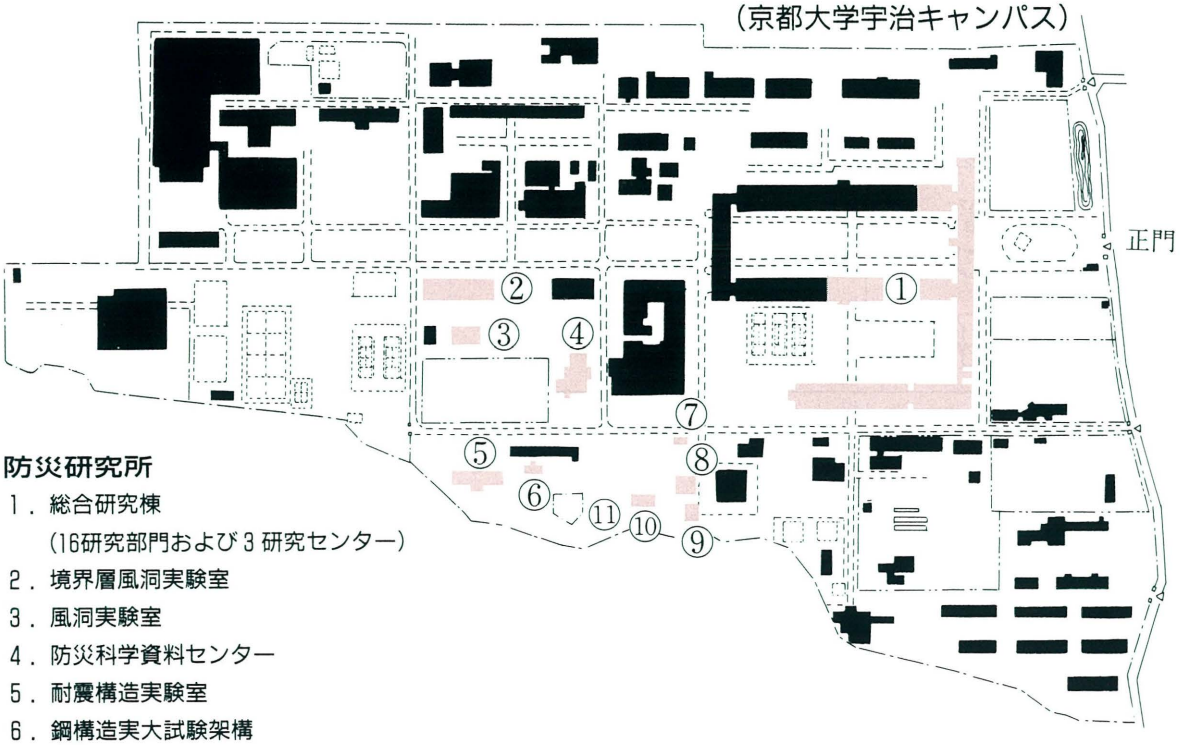
交通図





京都大学防災研究所正面

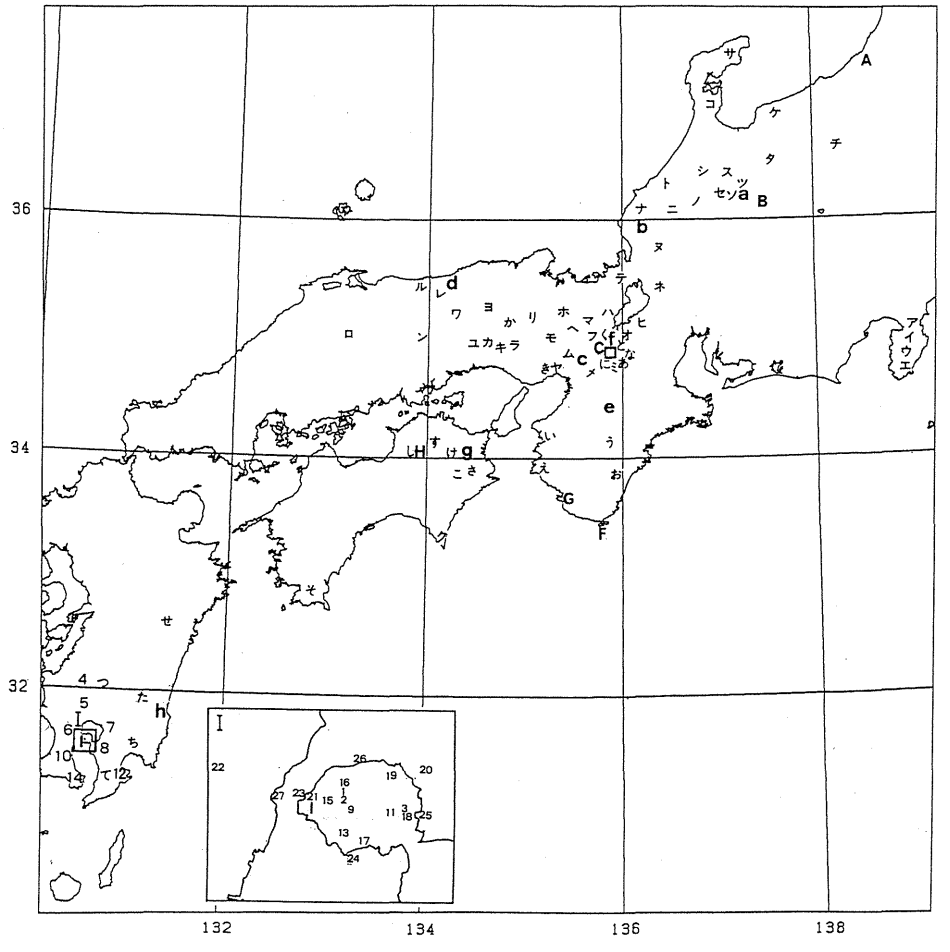
防災研究所建物配置図



防災研究所

1．総合研究棟
　（16研究部門および３研究センター）
2．境界層風洞実験室
3．風洞実験室
4．防災科学資料センター
5．耐震構造実験室
6．鋼構造実大試験架構
7．工作室
8．遠心力載荷装置室
9．大型震動台装置室
10．人為地震発生装置室
11．強震動観測実験場

防災研究所・附属施設および観測室分布図



□防災研究所本館　（DおよびEは本館内にある）

附属施設

A：大潟波浪観測所

B：穂高砂防観測所

C：宇治川水理実験所

D：地震予知研究センター

［観測室］　ア：伊豆長岡，イ：湯ケ島，ウ：湯ケ野，エ：河津，
オ：守山，カ：安富，キ：夢前，ク：室戸

a：上宝観測所

［観測室］　ケ：朝日，コ：七尾，サ：宝立，シ：福光，ス：楡原，
セ：天生，ソ：西天生，タ：立山，チ：須坂，ツ：宮川

b：北陸観測所

［観測室］　テ：美浜，ト：小松，ナ：福井，ニ：勝山，ヌ：今庄，
ネ：浅井，ノ：白山

c：阿武山観測所

［観測室］　ハ：坊村，ヒ：近江八幡，フ：上賀茂，ヘ：八木，
ホ：和知，マ：京北，ミ：宇治，ム：妙見山，メ：交野，
モ：丹南，ヤ：六甲

d：鳥取観測所

［観測室］　ユ：三日月，ヨ：大屋，ラ：泉，リ：氷上，ル：倉吉，
レ：鹿野，ロ：多里，ワ：智頭，ン：久米

e：屯鶴峯観測所

［観測室］　あ：天ケ瀬，い：大浦，う：奥吉野，え：由良，
お：紀州

f：逢坂山観測所

［観測室］　か：生野，き：六甲鶴甲，く：岩倉

g：徳島観測所

［観測室］　け：口山，こ：上那賀，さ：鷲敷，し：池田，
す：塩江

h：宮崎観測所

［観測室］　せ：槇峰，そ：宿毛，た：高城，ち：串間，
つ：伊佐，て：大隅

E：都市施設耐震システム研究センター

［地震観測室］　と：醍醐，な：炭山

F：潮岬風力実験所

G：白浜海象観測所

H：徳島地すべり観測所

I：桜島火山観測所

［総合観測坑井］　1：ハルタ山

［複合観測井］　2：ハルタ山，3：黒神

［地震観測室］　4：吉松，5：加治木，6：郡山，7：福山，8：鍋山，
9：引ノ平，10：錫山，11：権現山，12：大根占，
13：野尻，14：開聞，15：小池

［観測測井］　16：北岳，17：古里，18：黒神，19：白浜，
20：新島

［地殻変動観測室］　21：袴腰，22：下伊敷

［潮位観測室］　23：袴腰，24：古里，25：黒神，26：白浜，
27：鹿児島

地震動研究部門

［地震観測室］　に：小倉

目　　次

京都大学宇治構内全景
為而不恃 …… 京都大学総長　西島安則
発刊のことば …… 村本嘉雄
祝　　辞 …… 村山朔郎
京都大学防災研究所40周年を迎えて，草創の頃を偲ぶ …… 横尾義貫
教訓という名のあと追い研究 …… 小堀鐸二
所　　感 …… 石崎潑雄
所　　感 …… 若林實
お祝いの言葉 …… 中島暢太郎
回　　想 …… 一戸時雄
創立四十周年を祝して …… 岩垣雄一
所　　感 …… 高田理夫
所　　感 …… 吉川宗治
所　　感 ―― 防災と環境 …… 奥田節夫
所　　感 …… 石原安雄
所　　感 …… 岸本兆方
今は亡き先生と防災研究所　佐々憲三先生を偲んで …… 島通保
研究所の位置，建物配置および附属施設・観測室分布図
目　　次

第1章　総　　説

1. 設立の趣意 …… 1
2. 沿　　革 …… 1
3. 組織の変遷 …… 3
4. 諸　規　程 …… 33
5. 刊　行　物 …… 34

第2章　組　　織

1. 地震動研究部門 …… 37
2. 塑性構造耐震研究部門 …… 38
3. 脆性構造耐震研究部門 …… 40
4. 耐震基礎研究部門 …… 42

5. 地盤震害研究部門 …… 44
6. 砂防研究部門 …… 46
7. 河川災害研究部門 …… 48
8. 内水災害研究部門 …… 51
9. 海岸災害研究部門 …… 53
10. 耐水システム研究部門 …… 55
11. 地盤災害研究部門 …… 57
12. 地形土壌災害研究部門 …… 59
13. 地すべり研究部門 …… 61
14. 耐風構造研究部門 …… 63
15. 災害気候研究部門 …… 66
16. 暴風雨災害研究部門 …… 68
17. 宇治川水理実験所 …… 70
18. 桜島火山観測所 …… 72
19. 潮岬風力実験所 …… 76
20. 白浜海象観測所 …… 77
21. 穂高砂防観測所 …… 79
22. 徳島地すべり観測所 …… 81
23. 大潟波浪観測所 …… 82
24. 防災科学資料センター …… 84
25. 水資源研究センター …… 86
26. 都市施設耐震システム研究センター …… 89
27. 地震予知研究センター …… 92
28. 事　務　部 …… 97

第3章　研　究　活　動

1. 地震災害に関する研究 …… 101
1.1 地震予知に関連する観測・実験的研究 …… 101
1.2 情報・予測・異常・統計 …… 105
1.3 地震発生場・震源 …… 106
1.4 地 震 動 …… 109
1.5 耐震構造 …… 113
1.6 都市構造物の耐震性 …… 122
1.7 システムの耐震性 …… 123
1.8 震害調査 …… 124
2. 火山災害に関する研究 …… 125
2.1 噴火予知 …… 126

2.2 火山の活動機構に関する基礎的研究 …… 128
2.3 噴火災害 …… 130
3. 災害の原因となる気象現象に関する研究 …… 131
3.1 強　　風 …… 131
3.2 台風と竜巻 …… 132
3.3 大　　雨 …… 133
3.4 干　　天 …… 134
3.5 大 気 質 …… 134
3.6 気候変動 …… 135
3.7 局地気象・微細気候 …… 136
3.8 境界層の測定法とデータ解析法 …… 138
3.9 大雪・雪害 …… 138
3.10 気象災害 …… 139
4. 水災害に関する研究 …… 139
4.1 洪水流出 …… 139
4.2 河道での洪水流 …… 146
4.3 洪水氾濫 …… 149
4.4 土砂の生産・流出・流送 …… 153
4.5 河道の変動・安定化 …… 157
4.6 洪水危険度の評価と耐水化 …… 160
4.7 波　　浪 …… 162
4.8 高潮・津波 …… 167
4.9 海岸侵食とその制御 …… 169
4.10 海水・湖水の交換と拡散 …… 174
4.11 陸水収支 …… 177
4.12 水資源システム …… 183
5. 土災害に関する研究 …… 187
5.1 土と軟岩の強度特性 …… 187
5.2 地盤の変形，破壊，液状化，環境対策 …… 189
5.3 風化と侵食・堆積 …… 191
5.4 土 石 流 …… 194
5.5 地すべりと斜面崩壊 …… 197
6. 風災害に関する研究 …… 205
6.1 強風の性質 …… 205
6.2 自然風中における模型実験 …… 205
6.3 境界層風洞による実験 …… 206

6.4 強風の被害調査 …… 210
7. 自然災害全般にかかわる研究 …… 210
7.1 災害史資料に関する総合的研究 …… 210
7.2 自然災害科学の総合的研究 …… 217
7.3 自然災害における調査研究活動 …… 220

第4章 研究発表論文

1. 地震災害に関する研究 …… 223
2. 火山災害に関する研究 …… 259
3. 災害の原因となる気象現象に関する研究 …… 266
4. 水災害に関する研究 …… 274
5. 土災害に関する研究 …… 306
6. 風災害に関する研究 …… 324
7. 自然災害全般にかかわる研究 …… 329

第5章 回 顧 録

座談会 研究所の創設について …… 331
「防災研究所」 君はいくつになるか …… 芦田和男… 346
防災研究所での33年間——資料センターに関連して—— …… 角屋睦… 348
桜島火山における噴火予知のあゆみ …… 加茂幸介… 350
憎まれ役 …… 小葉竹重機… 352
防災研究所創立40周年に想う …… 佐藤昭治… 353
氷の誕生 …… 芝野照夫… 354
「防災学」の意味を学んだ時代 …… 鈴木有… 355
回顧録 …… 谷泰雄… 357
鹿野・多里・久米観測点のこと …… 佃為成… 358
防災研究所での19年9ケ月 …… 中村武… 359
雑感 …… 道上正規… 360
想い出 …… 峯内誠一… 361
回想 …… 見野和夫… 362
回顧録 …… 山口眞一… 363
地震予知研究センターの設置をめぐって …… 山元龍三郎… 365
潮岬風力実験所の思い出 …… 吉川祐三… 367
編集後記

第1章　総　　説

1. 設立の趣意

昭和24年，防災研究所新設の機運が濃厚となったとき作られた趣意書は，つぎのようである。

防災研究所新設趣意書

本邦は世界的災害国の一にして大地震，津波，高潮，洪水，暴風雨，雷災及び凶作等各種災害による損耗は年々巨額に達する。古来災害の復旧及び救済並びに予防軽減は重要なる政務の一にして従来政府のこれに力を尽したること非常に大なるものあるも災害の救済，復旧にのみ追われ，予防，軽減施設は充分の対策を講じ得られざる憾あり，国費の経済的使用の見地よりするも，災害予防，軽減方策に力を注がんか災害の損耗を大いに減少し得る筈なり。殊に戦後限られたる資源にて国の再建を図らざるを得ざる現時においては災害の防止いよいよその必要性加重せらる。

惟うに災害に処するの途はその種類に応じ，専門の調査研究を必要とすることは勿論なるも近時あまり分化し過ぎ，その間に綜合統一を欠き，却って大局を失う嫌あり。

本学においては思いを茲に致し，関係諸学一体となり，綜合研究体制自然科学の一班として災害防止の共同研究をなし，既に多少の成果を挙げたり。而して研究ますます多きを加え，災害予防に関する特殊新研究を必要とする部門また多く，本学従来の陣容を以てしては今後国の再建に必要なる災害の予防軽減方策樹立に応ずること至難なるを以て，新に防災研究所を設立し以て各種災害の防止に貢献せんとす。

2. 沿　　革

昭和26. 4. 1　法律第84号により，災害に関する学理及びその応用の研究をつかさどる所として京都大学に防災研究所が附置される。

災害の理工学的基礎研究部門	(第1部門)
水害防禦の綜合的研究部門	(第2部門)
震害風害など防禦軽減の綜合的研究部門	(第3部門)

昭和26. 6.15　設置委員会は協議員会規程(案)，人事などを議決して解散，以後の運営は協議員会に移される。

昭和26.11. 8　防災研究所協議員会規程が制定される。

昭和28. 8. 1　文部省令第19号により，宇治川水理実験所が設置される。

昭和33. 4. 1　文部省令第13号により，地かく変動研究部門が設置される。

昭和34. 7. 9　文部省令第19号により，地すべり研究部門が設置される。

昭和35.12.26　文部省令第1号により，水文学研究部門および桜島火山観測所が設置される。

昭和36. 4. 1　文部省令第15号により，耐風構造研究部門および海岸災害防止研究部門が設置される。

昭和37. 4. 1　文部省令第17号により，地盤災害防止研究部門が設置される。

昭和37. 7. 1　研究室の一部が宇治市五ケ庄（教養部跡）に移転する。

昭和38. 4. 1　文部省令第11号により，地形土じょう災害防止研究部門および内水災害防止研究部門が設置される。

昭和38. 4. 1　従来の第1部門，第2部門，第3部門の名称が各々地震動，河川，耐震構造に改称される。

昭和39. 4. 1　文部省令第10号・第11号により，地盤震害研究部門および鳥取微小地震観測所が設置される。

昭和40. 4. 1　文部省令第17号・第21号により，砂防研究部門，地震予知計測研究部門および上宝地殻変動観測所が設置される。

昭和41. 4. 1　文部省令第22号・第24号により，災害気候研究部門ならびに潮岬風力実験所および白浜海象観測所が設置される。

昭和42. 6. 1　文部省令第11号・第12号により，耐震基礎研究部門ならびに屯鶴峯地殻変動観測所および穂高砂防観測所が設置される。

昭和44. 4. 1　文部省令第18号により，徳島地すべり観測所および大潟波浪観測所が設置される。

昭和45. 4.17　文部省令第12号により，北陸微小地震観測所が設置される。

昭和45. 5.16　防災研究所研究部および事務部が宇治市五ケ庄に統合される。

昭和47. 5. 1　文部省令第19号により，防災科学資料センターが設置される。

昭和48. 4.12　文部省令第8号により，微小地震研究部門が設置される。

昭和49. 4. 1　文部省訓令第4号により，事務部に部課制が施かれる。

昭和49. 4.11　文部省令第13号により，宮崎地殻変動観測所が設置される。

昭和52. 4.18　文部省令第15号により，暴風雨災害研究部門が設置される。

昭和53. 4. 1　文部省令第14号により，水資源研究センターが設置され，水文学研究部門が廃止された。

昭和54. 4. 1　文部省令第12号により，脆性構造耐震研究部門が設置される。

〃　〃　〃　従来の耐震構造研究部門の名称が塑性構造耐震研究部門に改称される。

昭和57. 4. 1　文部省令第5号により，耐水システム研究部門が設置される。

昭和61. 4. 5　文部省令第21号により，都市施設耐震システム研究センターが設置される。

平成 2. 6. 8　文部省令第15号により，防災研究所微小地震研究部門，地かく変動研究部門，地震予知計測研究部門，鳥取微小地震観測所，上宝地殻変動観測所，屯鶴峯地殻変動観測所，北陸微小地震観測所，宮崎地殻変動観測所及び理学部阿武山地震観測所，逢坂山地殻変動観測所，徳島地震観測所，地震予知観測地域センターを廃止，転換し，地震予知研究センターが設置される。

3. 組織の変遷

(1) 機構の変遷

初年度（昭和27年3月31日現在）

所　長　　教　授　棚橋　　諒

協議員会

研究部
- 第1部門（災害の理学的工学的基礎研究）
  - 教　授　速水頌一郎，佐々　憲三*，西村　英一*，松下　　進*
  - 助教授　小澤　泉夫
  - 助　手　高田　理夫，山口　真一
  - 雇　員　松島　昭吾，小林　年夫
- 第2部門（水害防止の総合的研究）
  - 教　授　矢野　勝正，石原藤次郎*
  - 助教授　畑中　元弘
  - 助　手　足立　昭平
- 第3部門（震災・風災・火災および雷災等防止軽減の研究）
  - 教　授　棚橋　　諒，横尾　義貫*
  - 助教授　石崎　潑雄*，近藤　文治*
  - 助　手　渡辺　清治

事務室
- 事務主任　山田　保夫
- 会計主任　川勝安太郎
- 雇　　員　牧　　義彦，渤海　慈子
- 常勤労務者　服部　行蔵

現在（平成3年6月1日現在）　　（ ）：併任　　＊：客員教員　　＊＊：研究担当　　（事）：事務官

		教授	助教授	講師（非常勤）	助手	事務官 技官	非常勤職員
協議員会							
所長 村本嘉雄							
研究部門（16）	地震動	入倉孝次郎	松波　孝治	蓬田　清	岩田　知孝 西村　敬一＊＊	（事） 由本　慶子	
	塑性構造耐震	野中泰二郎 中村　恒善＊＊		中村　武			
	脆性構造耐震	藤原　悌三 森田　司郎＊＊	鈴木　祥之				
	耐震基礎	土岐　憲三 山田　善一＊＊	佐藤　忠信		清野　純史	清水　博樹	
	地盤震害	南井良一郎 六車　熙＊＊	國枝　治郎			市川　信夫	
	砂防	芦田　和男	江頭　進治		里深　好文	吉田　義則	北村　園子
	河川災害	村本　嘉雄 岩佐　義朗＊＊	藤田裕一郎		大久保賢治	中村　行雄	
	内水災害	角屋　睦	岡　太郎		田中丸治哉 近森　秀高	角田　吉弘	
	海岸災害	土屋　義人	酒井　哲郎＊＊		吉岡　洋 山下　隆男	藤木　繁男	
	耐水システム	高橋　保	中川　一				
	地盤災害	嘉門　雅史 足立　紀尚＊＊ 柴田　徹＊＊	関口　秀雄		三村　衛 勝見　武 木村　亮＊＊		
	地形土じょう災害	奥西　一夫	諏訪　浩	田中　眞吾	吉岡　龍馬 齋藤　隆志	横山　康二	
	地すべり	島　通保	佐々　恭二		竹内　篤雄 中川　鮮		
	耐風構造	桂　順治 白石　成人＊＊ 金多　潔＊＊	谷池　義人		丸山　敬	羽野　淳介 杉政　和光	
	災害気候	村松　久史	田中　正昭		西　憲敬	多河　英雄	
	暴風雨災害	光田　寧	山田　道夫 余田　成夫＊＊	藤井　健	堀口　光章		
附属研究施設（11）	宇治川水理実験所	今本　博健 （所長兼）	澤井　健二		宇民　正 上野　鉄男 石垣　泰輔 大年　邦雄	北川　吉男 藤原　清司 野村　新	
	桜島火山観測所	加茂　幸介 （所長兼） 西村　進＊＊	石原　和弘 和田　卓彦＊		江頭　庸夫 西　潔 井口　正人＊＊ 菊地　茂智＊＊ 小野　博尉＊＊ 須藤　靖明＊＊ 田中　良和＊＊ 巽　好幸＊＊	園田　忠惟 高山　鐵朗	有村香奈子
	潮岬風力実験所	（桂　所長）			林　泰一	尾崎　寿秀 河内　伸治	
	白浜海象観測所	（土屋所長）	中村　重久		西　勝也＊＊	芹澤　重厚	
	穂高砂防観測所	（芦田所長）	澤田　豊明			志田　正雄	
	徳島地すべり観測所	（島　所長）	末峯　章			小西　利史	
	大潟波浪観測所	（土屋所長）	白井　亨	小林　信久	間瀬　肇＊＊	内山　潔	

防災科学資料センター	(村本センター長)	河田 惠昭	伊東 太作	西上 欽也	野田 均	小田 卓美
	笹本 正治*					
	小山 靖憲*					
水資源研究センター	(村本センター長)	友杉 邦雄	小尻 利治	下島 榮一	永田 敏治	
	中北 英一*					
	池渕 周一					
	岡田 憲夫*					
	高橋 劭					
都市施設耐震システム研究センター	(村本センター長)	赤松 純平	小林 正美**	岩井 哲		
	林 春男*			北原 昭男		
	亀田 弘行*					
	室崎 益輝	小林 芳正**				
地震予知研究センター	(村本センター長)	島田 充彦	船 徹男	竹 英雄	小泉 誠	舟橋 多津
	三雲 健	平原 朗	入佃 為成	行土居 光宏	細 善信	長尾 孝子
	安藤 雅孝	渡辺 晃		重富 國夫	松尾 成光	竹内 晴子
	田中 寅夫	松村 一男	田中 豊	大谷 文夫	山田 勝	堀畑 美智子
	住友 則彦	竹内 文朗		渡辺 邦彦	小泉 律子	
	古澤 保*	梅田 康弘**		森井 亙	和田 博夫	
	深尾 良夫*	竹本 修三		小泉 尚嗣	和田 安男	
	尾池 和夫**			斐 直	平野 憲雄	
	中川 一郎**			許上 介	斉田 市三	
				尾石 謙弘	中川 渥	
				寺尾 眞久	伊藤 勝祥	
				飯谷 能郎	浅田 照行	
				渋藤 拓潔	中尾 節征	
				伊村 佳重郎	矢部 和男	
				中尾 浩	近藤 良美	
				片森 邦夫**	藤田 安保	
				藤	園	

		掛長	主任	事務官	技官	非常勤職員
事務部 部長 谷澤 充	総務課 庶務掛	大山 達夫	前野 正世			
			城楽 昌榮			
	課長 増谷晃一 研究助成掛	大塚 勝弘				上道 京子
	経理課 経理掛	藤田 勝	奥村 成和	押谷 宗直	中川 利郎	尾原 邦子
			菊田 岬	木村 浩二		
			和田 俊司	杉本 知敬		
	課長 竹内義之 施設掛	安原 捷行			埜邊 勝	

(2) 定員の変遷

昭和26. 4. 1　研究所設置に伴い,

教授3，助教授2，助手3，事務官1，雇員3，傭人2，計14名

昭和26年度　行政整理のため,

雇員1，減

昭和28. 8. 1　水理実験所設置のため,

助教授1，助手1，雇員2，増：傭人1，減

昭和29. 4. 1　研究所整備のため,

助教授1，助手1，雇員2，増

昭和30. 7. 1　研究所整備のため,

助手2，増

昭和31. 4. 1　行政整理のため,

雇員1，減

昭和33. 4. 1　地殻変動部門設置のため,

教授1，助教授1，助手2，技官1，雇員2，増

昭和33年度　定員振替その他のため，
助教授1，事務官2，技官1，雇人1，増：雇員3，減
昭和34．9．1　地すべり部門設置のため，
教授1，助教授1，助手2，雇員1，増
昭和34年度　定員振替のため，
雇員2，増
昭和35.12.26　水文学部門設置及び桜島火山観測所設置のため，
教授1，助教授1，助手3，雇員2，増
昭和35年度　定員振替その他のため，
傭人1，増
昭和36．4．1　耐風構造部門及び海岸災害防止部門設置のため，
教授2，助教授2，助手4，雇員2，傭人2，増
昭和36年度　定員振替その他のため，
技官1，雇員7，増：雇員1，減
昭和37．4．1　地盤災害防止部門設置のため，
教授1，助教授1，助手2，雇員1，傭人1，増
昭和37年度　定員振替その他のため，
事務官3，雇員16，増：雇員3，減
昭和38．4．1　地形土壌災害防止部門及び内水災害防止部門の設置並びに桜島火山観測所整備のため，
教授2，助教授3，助手4，雇員3，傭人2，増
昭和38年度　定員振替のため，
助手1，増：技官1，減
昭和39．4．1　地盤震害部門及び鳥取微小地震観測所設置のため，
教授1，助教授1，助手3，技官1，雇員4，傭人1，増
昭和40．4．1　砂防部門及び地震予知計測部門並びに上宝地殻変動観測所設置のため，
教授2，助教授2，助手5，技官1，雇員4，増
昭和41．4．1　災害気候部門，潮岬風力実験所及び白浜海象観測所設置のため，
教授1，助教授1，助手4，技官2，雇員4，増
昭和41年度　減員配当により，
雇員1，減
昭和42．6．1　耐震基礎研究部門，屯鶴峯地殻変動観測所及び穂高砂防観測所設置のため，
教授1，助教授1，助手4，技官1，雇員2，増
昭和43．4．1　減員配当により，
傭人1，減
昭和44．4．1　徳島地すべり観測所及び大潟波浪観測所の設置並びに桜島火山観測所整備と特殊装置運転職員増のため，
教授1，助手2，技官1，雇員1，増
昭和44年度　定員削減により，
助手1，傭人1，減

昭和45. 4. 1　北陸微小地震観測所設置のため,
助手1，技官1，増
昭和45年度　定員削減により,
傭人1，減
昭和46. 4. 1　宇治川水理実験所及び鳥取微小地震観測所の整備並びに特殊装置運転職員増と定員振替のため,
教授1，助手1，技官2，増：助教授1，減
昭和46年度　定員削減により,
助手1，傭人1，減
昭和47年度　防災科学資料センターの設置及び定員削減により,
助教授1，助手1，技官1，増：雇員2，減
昭和48年度　微小地震研究部門の設置及び定員削減により,
教授1，助教授1，助手2，雇員1，増：助手1，傭人1，減
昭和49年度　宮崎地殻変動観測所の設置，桜島火山観測所の整備及び部課制の実施並びに定員削減により,
助手2，技官2，事務官3，傭人2，増：事務官1，雇員3，傭人1，減
昭和50年度　定員削減により,
一般職員等2，減
昭和51年度　助手定員の助教授定員への振替及び定員削減により,
助教授2，増：助手2，一般職員等1，減
昭和52年度　暴風雨災害部門の設置及び定員削減により,
教授1，助教授1，増：一般職員等1，減
昭和53年度　水資源研究センターの設置及び宇治川水理実験所整備並びに定員削減により,
教授1，助教授1，増：一般職員等1，減
昭和54年度　脆性構造耐震部門の設置及び定員削減により,
教授1，助教授1，増：助手2，一般職員等1，減
昭和55年度　定員削減により,
一般職員等1，減
昭和56年度　桜島火山観測所の整備及び白浜海象観測所助手定員の助教授定員への振替並びに定員削減により,
助教授1，助手1，増：助手1，一般職員等1，減
昭和57年度　耐水システム部門の設置及び上宝地殻変動観測所助手定員の助教授定員への振替並びに定員削減により,
教授1，助教授2，増：助手3，一般職員等1，減
昭和58年度　鳥取微小地震観測所の整備及び定員削減により,
助手2，技官1，増：助手1，技官1，一般職員等1，減
昭和59年度　定員削減により,
一般職員等1，減
昭和60年度　定員削減及び定年制施行に伴う定員減により,
一般職員等2，減
昭和61年度　都市施設耐震システム研究センターの設置及び定員削減により,
教授1，助教授1，助手2，増：助手3，一般職員等1，減

昭和62年度　定員削減により，

助手1，一般職員等1，減

昭和63年度　穂高砂防観測所助手定員の助教授定員への振替及び定員削減により，

助教授1，増：助手1，一般職員等1，減

平成元年度　定員削減により，

一般職員等1，減

平成2年度　地震予知研究センターの設置及び定員削減により，

教授6，助教授8，助手11，技官11，一般職員等1，増

教授3，助教授4，助手11，技官6，一般職員等1，減

上記のような変遷の結果，現在の定員は下記のようになった。

教授27，助教授34，助手39，事務官8，技官19，一般職員等32，計159名

(3) 職員の変遷

(i) 所長

	昭和　　昭和
棚橋　諒	26. 4.21～28. 4.30
速水頌一郎	28. 5. 1～30. 6.15
矢野勝正	30. 6.16～32. 4.30
西村英一	32. 5. 1～34. 4.30
棚橋　諒	34. 5. 1～36. 3.31
佐々憲三	36. 4. 1～38. 3.31
石原藤次郎	38. 4. 1～40. 3.31
速水頌一郎	40. 4. 1～41. 3.31
石原藤次郎	41. 4. 1～43. 3.31
矢野勝正	43. 4. 1～44. 4.30
石崎澄雄	44. 5. 1～46. 4.30
村山朔郎	46. 5. 1～48. 4.30
吉川宗治	48. 5. 1～50. 4.30
石原安雄	50. 5. 1～52. 4.30
中島暢太郎	52. 5. 1～54. 4.30
若林　實	54. 5. 1～56. 4.30
芦田和男	56. 5. 1～58. 4.30
高田理夫	58. 5. 1～60. 4.30
奥田節夫	60. 5. 1～62. 4.30
	平成
柴田　徹	62. 5. 1～元. 4.30
	平成
土屋義人	元. 5. 1～ 3. 4.30
村本嘉雄	3. 5. 1～

(ii) 職 員

昭和61年６月１日以前のことについては，防災研究所十年史，十五年小史，二十年史，二十五年小史，三十年史，三十五年小史にすべて記載されているので，同日以前に転任または退職しその後，防災研究所と直接に関係を持たなかった各位については下表から省略した。

平成３年10月１日現在

就任年月日	氏名	事項	その後の異動
昭和26. 6. 1	高田理夫	助手（採用）	34.3.1 助教授昇任，40.4.1 教授昇任，62.3.31 停年退官，京都大学名誉教授
6.16	石崎潑雄	兼任助教授(神戸大学)	28.4.16 助教授(神戸大学から)，34.3.1 教授，60.3.31 停年退官，京都大学名誉教授
28. 5. 1	村山朔郎	併任教授（工学部）	34.4.1 教授（工学部から），50.4.1 停年退官，京都大学名誉教授
7. 1	岩佐義朗	併任助手（工学部）	29.3.31 併任解除，36.12.1 併任助教授，39.4.1 研究担当（工学部教授），47.4.1 併任教授，50.4.1 研究担当（工学部教授）
9.16	石原安雄	併任非常勤講師(神戸大学)	34.4.16 助教授（神戸大学から），36.4.1 教授昇任，2.3.31 停年退官，京都大学名誉教授
10. 1	國司秀明	助手（採用）	32.11.16 理学部へ配置換，41.9.16 研究担当(理学部教授)，63.3.31 停年退官，京都大学名誉教授
29. 6. 1	岩垣雄一	併任助教授（工学部）	31.6.1 助教授（工学部から），35.4.1 教授昇任，43.8.1 工学部へ配置換，43.8.1 研究担当(工学部教授)，62.3.31 停年退官，京都大学名誉教授
30. 4. 1	赤井浩一	助教授（工学部から配置換）	35.3.1 工学部へ配置換，41.5.1 研究担当（工学部教授），49.4.1 併任教授，52.3.31 併任解除，2.3.31 停年退官，京都大学名誉教授
31. 7.10	角田吉弘	作業員（採用）	32.7.28 技術員，37.10.1 技官任官
32. 6. 1	岸本兆方	併任助手（理学部）	33.4.1 助教授昇任（理学部から），39.1.1 理学部へ配置換，40.4.1 教授昇任（理学部から），3.3.31 停年退官，京都大学名誉教授
6.16	吉川宗治	助教授（理学部から配置換）	37.2.1 教授昇任，63.3.31 停年退官，京都大学名誉教授
33. 5. 1	三雲健	併任助手（理学部）	35.4.1 助教授昇任（理学部から），48.5.16 教授昇任
34. 1. 1	小林誠	臨時用務員（採用）	36.4.1 技能補佐員配置換，37.4.1 技能員配置換，40.10.5 改姓（小泉），43.1.1 技官任官
3. 1	角屋睦	助手（採用）	35.4.1 助教授昇任，39.1.1 教授昇任
4. 1	金尋潔	助教授（工学部から配置換）	39.4.1 工学部へ配置換，40.10.1 研究担当(工学部教授)，55.3.31 期間満了，57.4.1 研究担当
4. 1	菊地茂智	助手（採用）	36.4.1 理学部へ配置換，36.12.16 併任助手(理学部)，50.4.1 研究担当
4. 1	田中豊	助手（採用）	36.4.1 理学部へ配置換，45.5.1 講師昇任（理学部），61.4.1 研究担当
6.16	久保寺章	併任助教授（理学部）	39.1.1 併任解除，40.12.16 研究担当（理学部教授）
7. 1	山田勝	臨時用務員（採用）	36.4.1 技能補佐員配置換，37.4.1 技能員，43.1.1 技官任官
35. 3.16	柴田徹	助教授（工学部から配置換）	41.8.1 工学部へ配置換，41.10.1 併任助教授(工学部)，42.10.1 教授昇任（工学部から），2.10.16 工学部へ配置換，3.4.1 研究担当
4. 1	高棹琢馬	助手（採用）	36.4.1 助教授昇任，39.3.1 工学部へ配置換，39.4.1 併任助教授（工学部），48.4.1 研究担当（工学部教授）
4. 1	田中寅夫	助手（採用）	40.4.1 助教授昇任，63.4.1 教授昇任
5. 1	北川吉男	臨時技能員（採用）	36.2.16 技能員配置換，43.1.1 技官任官

就任年月日	氏名	事項	その後の異動
8. 1	土屋義人	併任非常勤講師(名古屋工業大学)	36.4.1 助教授(名古屋工業大学から), 42.10.1 工学部へ配置換, 42.10.1 併任助教授（工学部), 43.10.1 教授昇任（工学部から)
10.16	加茂幸介	併任助手（理学部)	44.4.1 併任講師, 44.8.1 助教授昇任（理学部から), 48.11.1 教授昇任
12. 1	松尾成光	臨時技能員（採用)	37.4.1 技能員配置換, 43.1.1 技官任官
36. 1. 1	園田忠惟	臨時技能員（採用)	37.4.1 技能員配置換, 43.1.1 技官任官
2.16	松村律子	臨時技能員（採用)	37.4.1 技能員配置換, 41.6.17 改姓（小泉), 43.1.1 技官任官
2.26	辻本行雄	臨時技能員（採用)	37.4.1 技能員配置換, 43.1.1 技官任官, 43.5.25 改姓（中村)
2.26	永田敏治	臨時技能員（採用)	37.4.1 技能員配置換, 43.1.1 技官任官
4. 1	南井良一郎	助教授(工学部から配置換)	41.4.1 教授昇任
4. 1	山元龍三郎	併任助教授（理学部)	40.7.16 研究担当（理学部教授), 3.3.31 停年退官, 京都大学名誉教授
4. 1	西勝也	助手（採用)	48.5.1 理学部へ配置換, 63.4.1 研究担当
8. 1	羽野淳介	技能員（採用)	43.1.1 技官任官
8. 1	光田寧	助手(理学部から配置換)	39.4.1 助教授昇任, 52.5.1 教授昇任
10. 1	芦田和男	併任助教授（工学部)	37.4.1 助教授(工学部から), 40.4.1 教授昇任
10. 1	奥田節夫	併任非常勤講師(岡山大学)	38.4.1 助教授（岡山大学から), 39.1.1 教授昇任, 63.3.31 辞職, 京都大学名誉教授
12.16	和田卓彦	併任講師（理学部)	39.4.1 併任助教授(理学部), 61.4.1 研究担当
12.16	島通保	併任助手（理学部)	38.4.1 助教授昇任（理学部から), 47.4.1 教授昇任
37. 4. 1	江頭庸夫	助手（採用)	
4. 1	奥西一夫	助手（採用)	50.5.1 助教授昇任, 2.2.1 教授昇任
4. 1	西潔	助手（採用)	
4. 1	桂順治	助手（採用)	42.3.1 講師昇任（広島大学へ), 42.4.1 併任非常勤講師, 45.3.31 併任解除, 54.2.1 助教授（広島大学から), 60.8.16 教授昇任
7.16	野間和代	技能員（採用)	38.11.9 改姓（高田), 39.1.1 事務員配置換, 43.1.1 事務官任官, 61.4.1 経理掛第二主任に昇任, 61.6.1 医学部へ配置換
8. 1	武アツ	用務員（採用)	48.11.1 事務官任官, 63.3.31 定年退職
10. 1	若林實	併任助教授（工学部)	39.4.1 助教授（工学部から), 39.12.1 教授昇任, 60.3.31 停年退官, 京都大学名誉教授
38. 4. 1	中村重久	助手（採用)	56.6.1 助教授昇任
4. 1	古澤保	助手（採用)	51.7.1 助教授昇任, 2.6.8 教授昇任
4. 1	尾池和夫	助手（採用)	48.5.16 助教授昇任, 63.12.1 教授昇任（理学部へ), 2.11.1 研究担当
10.16	村本嘉雄	助教授(工学部講師から昇任)	46.8.1 教授昇任
39. 3. 1	多河英雄	事務員（採用)	41.4.1 事務官任官, 45.7.1 技官配置換
4. 1	中川博次	助教授(建設省土木研究所から転任)	44.4.1 教授昇任(工学部へ), 49.1.1 研究担当
4. 1	竹内篤雄	教務員（採用)	40.4.1 助手昇任
4. 1	横山康二	技術員（採用)	43.1.1 技官任官
6. 1	加藤正明	助手（採用)	40.4.1 理学部へ配置換, 40.6.1 併任助手, 46.4.1 助手（理学部から), 57.5.1 助教授昇任, 2.11.23 死亡
6. 1	河内伸治	事務員（採用)	43.1.1 事務官任官, 46.7.1 技官配置換
7. 1	矢部征	事務員（採用)	43.1.1 事務官任官, 1.11.1 技官配置換

就任年月日	氏名	事項	その後の異動
8.31	狩野俊子	用務員（採用）	48.1.1 事務官任官，60.7.1 庶務主任に昇任，63.3.31 定年退職
40. 2. 1	野中泰二郎	助教授（採用）	54.6.1 教授昇任
4. 1	髙橋保	助手（採用）	42.4.1 講師昇任（工学部へ），42.7.16 併任講師，43.4.1 助教授昇任（工学部から），57.4.1 教授昇任
4. 1	竹本修三	助手（採用）	1.10.16 助教授昇任（理学部へ），2.8.1 研究担当
5. 1	和田安男	事務員（採用）	43.1.1 事務官任官，47.9.1 技官配置換
6. 1	平野憲雄	事務員（採用）	43.1.1 事務官任官，47.9.1 技官配置換
8. 1	小西利史	事務補佐員（採用）	42.4.1 技能補佐員配置換，43.4.1 技術補佐員配置換，44.7.1 技官配置換
8.16	杉村壽子	事務員（採用）	43.1.1 事務官任官，61.7.1 改姓（中村），61.11.15 辞職
41. 4. 1	宇民正	助手（採用）	
4. 1	細善信	事務補佐員（採用）	42.4.1 技能補佐員配置換，42.5.16 技能員配置換，43.1.1 技官任官
4. 1	杉政和光	技術補佐員（採用）	41.9.1 技術員配置換，43.1.1 技官任官
4.16	中島暢太郎	教授（大阪管区気象台から転任）	61.3.31 停年退官，京都大学名誉教授
5. 1	後藤尚男	研究担当(工学部教授)	42.4.1 併任教授(工学部)，50.4.1 研究担当，62.3.31 期間満了
5. 1	芹澤重厚	技術補佐員（採用）	41.9.1 技術員配置換，43.1.1 技官任官
7. 1	田中正昭	助手（理学部から配置換）	48.1.1 助教授昇任
7.16	野村新	技能員（採用）	46.8.1 技官任官
8. 1	舟橋多津	事務補佐員（採用）	
9. 1	尾崎壽秀	事務員（採用）	43.1.1 事務官任官，45.7.1 技官配置換
42. 4. 1	小葉竹重機	助手（採用）	55.4.1 助教授昇任（群馬大学へ），55.5.1 併任非常勤講師，63.4.1 併任助教授（客員），2.3.31 期間満了
4. 1	高山鐵朗	技術補佐員（採用）	47.12.1 技官任官
4.16	和田博夫	事務補佐員（採用）	45.7.1 事務官配置換，48.9.1 技官配置換
5. 1	志田正雄	技能補佐員（採用）	42.6.16 技能員配置換，43.1.1 技官任官
6.16	藤田安良	技術員（採用）	43.1.1 技官任官
7. 1	尾上謙介	助手（採用）	
9. 1	澤田豊明	助手（採用）	63.6.1 助教授昇任
9. 1	中尾節郎	技術員（採用）	43.1.1 技官任官
10. 1	土岐憲三	助教授（工学部から配置換）	50.4.1 工学部へ配置換，50.4.1 併任助教授，51.4.1 教授昇任（工学部から）
10. 1	谷口雅子	事務補佐員（採用）	44.6.19 改姓（宇民），53.1.1 事務官に採用，62.6.16 医学部附属病院へ配置換
43. 1. 1	倉内洋子	事務官（大阪大学から転任）	1.5.1 事務主任に昇任，3.1.31 辞職
4. 1	岡太郎	助手（採用）	45.12.1 助教授昇任
4. 1	入倉孝次郎	助手（採用）	48.5.16 助教授昇任，63.8.1 教授昇任
4. 1	中村武	助手（採用）	58.4.1 助教授昇任，63.1.1 教授昇任（京都工芸繊維大学へ），63.4.1 非常勤講師
4. 1	中川鮮	助手（採用）	
4.16	吉田義則	技官（採用）	
4.16	石田勝久	技官（採用）	63.4.16 施設部へ配置換

就任年月日	氏名	事項	その後の異動
4.16	中川利郎	技能員（採用）	47.5.1 技官任官
5. 1	白井亨	助手（採用）	51.6.1 助教授昇任
5. 1	藤原清司	技術補佐員（採用）	43.9.1 技官配置換
44. 3. 1	今本博健	助教授（工学部から配置換）	50.4.1 教授昇任
4. 1	瀬能邦雄	助手（採用）	45.12.9 改姓（友杉），47.5.1 助教授昇任
4. 1	上野鉄男	助手（採用）	
4. 1	山口正隆	助手（採用）	49.5.1 助教授昇任，51.4.1 助教授配置換（愛媛大学へ），51.4.1 併任非常勤講師，63.3.31 期間満了
8. 1	内山清	技術補佐員（採用）	45.9.1 技官配置換
10. 1	土居光	助手（採用）	
45. 1. 1	枝川尚資	助手（採用）	2.3.31 辞職
1. 1	小野博尉	併任助手（理学部）	50.4.1 研究担当
1. 1	田中良和	併任助手（理学部）	50.4.1 研究担当
1. 1	須藤靖明	併任助手（理学部）	50.4.1 研究担当
5.16	渡辺邦彦	助手（採用）	
6.16	山口恒二	技官（化学研究所から配置換）	63.3.31 定年退職
46. 4. 1	下島榮一	助手（採用）	
4. 1	住友則彦	併任助手（教養部）	49.4.1 併任助教授，50.4.1 研究担当，2.6.8 教授（教養部から）
9. 1	市川信夫	技官（採用）	
47. 4. 1	鈴木祥之	助手（採用）	61.4.1 助教授昇任
4. 1	赤松純平	助手（採用）	61.7.1 助教授昇任
4. 1	白石成人	併任助教授（工学部）	50.4.1 研究担当（工学部教授）
4. 1	長尾孝子	事務補佐員（採用）	
6. 1	松村一男	助手（採用）	61.7.1 助教授昇任
6. 1	北村宏之	施設掛長（工学部から昇任）	62.6.1 医学部附属病院第一工務掛長に配置換
10. 1	清水博樹	技官（採用）	
11. 1	文字信貴	非常勤講師（採用）	48年度・51年度非常勤講師，52.10.1 助教授（採用），62.9.30 辞職
48. 1.16	藤木繁男	技官（農学部から配置換）	
4. 1	藤田裕一郎	助手（採用）	56.11.1 助教授昇任
4. 1	江頭進治	助手（採用）	57.7.1 助教授昇任
4. 1	野田均	技官（採用）	
6. 1	吉岡洋	助手（採用）	
7. 1	佃為成	助手（採用）	61.1.1 助教授昇任（東京大学へ），61.4.1 併任非常勤講師
7. 1	中村恒善	併任助教授（工学部）	50.4.1 研究担当，53.8.1 教授昇任（工学部），61.4.1 研究担当
11. 1	國枝治郎	助教授（工学部講師から昇任）	
11.16	吉岡龍馬	助手（採用）	
49. 4. 1	佐藤忠信	助手（採用）	52.4.1 助教授昇任

就任年月日	氏名	事項	その後の異動
4. 1	松波孝治	助手（採用）	3.1.1 助教授昇任
4. 1	大谷文夫	助手（採用）	
4. 1	河田惠昭	助手（採用）	51.11.1 助教授昇任
4. 1	関口秀雄	助手（採用）	53.11.1 助教授昇任（金沢大学へ），59.4.1 助教授（金沢大学から）
4. 1	安藤雅孝	助手（採用）	1.6.1 助教授昇任，2.6.8 教授昇任
4. 1	石原和弘	助手（採用）	2.4.1 助教授昇任
6.16	竹内文朗	助手（採用）	2.6.8 助教授昇任
6.16	井上治郎	助手（採用）	3.1.3 死亡
11. 1	園田保美	技官（採用）	
50. 4. 1	梶川園子	事務補佐員（採用）	57.12.24 改姓（北村）
4. 1	片山富晴	技術補佐員（採用）	1.11.11 辞職
5.16	諏訪浩	助手（採用）	1.6.1 助教授昇任
11. 1	末峯章	助手（採用）	62.12.1 助教授昇任
11. 1	足立紀尚	助教授（工学部から配置換）	58.2.1 教授昇任(工学部へ)，58.4.1 研究担当
51. 4. 1	澤井健二	助手（採用）	55.10.1 助教授昇任
4. 1	寺石眞弘	助手（採用）	
52. 4. 1	山下隆男	助手（採用）	
4. 1	林泰一	助手（採用）	
4. 1	西村進	研究担当（教養部助教授）	55.4.1 理学部助教授に配置換，3.3.1 教授昇任（理学部）
7. 1	谷池義人	助手（採用）	61.4.1 助教授昇任
7. 1	小田卓美	事務補佐員（採用）	
53. 4. 1	六田京子	事務補佐員（採用）	61.7.3 改姓（上道）
4. 1	廣田勇	研究担当（理学部助教授）	59.2.16 教授（理学部），3.3.31 期間満了
4. 1	黒磯章夫	研究担当(理学部助手)	2.3.31 期間満了
54. 2.16	池淵周一	教授（工学部助教授から昇任）	
4. 1	大年邦雄	助手（採用）	
4. 1	平野昌繁	非常勤講師（採用）	62.4.1 非常勤講師(大阪府立大学文学部教授)，2.3.31 期間満了
7. 1	藤原悌三	助教授（工学部講師から昇任）	60.8.16 教授昇任
55. 4. 1	大久保賢治	助手（採用）	
56. 4. 1	中川一	助手（採用）	2.11.1 助教授昇任
4. 1	八嶋厚	助手（採用）	2.3.1 助教授昇任（岐阜大学へ）
4. 1	石垣恭輔	助手（採用）	
4. 1	小尻利治	助手（工学部から配置換）	56.11.1 助教授昇任，60.10.1 助教授配置換（岐阜大学へ），60.10.16 併任非常勤講師，61年度・62年度併任非常勤講師（客員），63.11.16 併任非常勤講師
6. 1	佐々恭二	助教授（農学部助手から昇任）	
6. 1	井口正人	助手（採用）	
57. 4. 1	佐藤昭治	総務課長（庶務部学務主査から昇任）	62.4.1 原子エネルギー研究所事務長に配置換

就任年月日	氏名	事項	その後の異動
4. 1	村上春茂	事務官（工学部から配置換）	62.1.16 教養部へ配置換
4. 1	竹内邦良	併任助教授（客員）（山梨大学）	57.5.1 併任解除，63.4.1 併任教授（客員），2.3.31 併任期間満了
4. 1	森田司郎	研究担当（工学部教授）	
10. 1	川合忍	事務官（霊長類研究所から配置換）	62.4.1 施設部へ配置換
58. 4. 1	清野純史	助手（採用）	
4. 1	増本隆夫	助手（採用）	63.4.1 技官転任（農林水産省へ）
4. 1	三村衛	助手（採用）	
4. 1	山本清	経理課長（原子エネルギー研究所事務長から配置換）	61.4.1 農学部事務長に配置換，63.4.1 事務部長に昇任，2.3.31 辞職
6.16	平原和朗	助手（採用）	2.6.8 助教授昇任
59. 4. 1	田中丸治哉	助手（採用）	
4. 1	鵜子孝夫	経理掛長（滋賀医科大学司計掛長から転任）	62.1.16 庶務部第二給与掛長に配置換
4. 1	天野慶子	事務官（採用）	63.3.27 改姓（由本）
4. 1	岡田憲夫	併任助教授（客員）（鳥取大学）	61.5.1 教授昇任（鳥取大学），3.4.1 教授（鳥取大学から）
4. 1	西村敬一	研究担当（理学部助手）	
4. 1	山田善一	研究担当（工学部教授）	
7. 1	中田豊二	事務官（理学部から配置換）	62.4.1 経理主任に昇任，2.4.1 経理部へ配置換
10. 1	水本邦彦	非常勤講師（客員助教授），（京都府立大学）	63.3.31 期間満了
60. 4. 1	藤田正治	助手（採用）	62.10.16 助教授昇任（鳥取大学へ）
4. 1	六車熙	研究担当（工学部教授）	
4. 1	足立巖	庶務掛長（原子炉実験所庶務掛長から配置換）	63.4.1 医学部附属病院第二外来掛長に配置換
4. 1	秋吉駿一	研究助成掛長（大型計算機センター庶務掛長から配置換）	1.4.1 木材研究所庶務掛長に配置換
7. 1	佐藤良男	経理主任（結核胸部疾患研究所から昇任）	63.6.1 ヘリオトロン核融合研究センターに配置換
10. 1	丸山敬	助手（採用）	
10. 1	中北英一	助手（採用）	3.1.1 助教授昇任
61. 2. 1	西上欣也	助手（採用）	
4. 1	澤田純男	助手（採用）	62.3.31 辞職
4. 1	岩井哲	助手（採用）	
4. 1	渋谷拓郎	助手（採用）	
4. 1	水谷義彦	併任教授（客員）（富山大学）	63.3.31 併任期間満了
4. 1	重富國宏	研究担当（理学部助手）	2.6.8 助手（理学部から配置換）
4. 1	藤田欣也	事務部長（原子エネルギー研究所事務長から昇任）	62.4.1 原子炉実験所事務部長に配置換，3.3.31 定年退職
4. 1	西村正	経理課長（霊長類研究所事務長から配置換）	1.4.1 薬学部事務長に配置換
4. 1	藤田徹	事務官（庶務部から配置換）	1.4.1 農学部へ配置換

就任年月日	氏名	事項	その後の異動
4. 1	小川俊雄	併任非常勤講師(高知大学教授)	63.3.31 併任期間満了
4. 1	川崎一朗	併任非常勤講師(富山大学教授)	1.3.31 併任期間満了
4. 1	下津昌司	併任非常勤講師(熊本大学助教授)	63.3.31 併任期間満了
6. 1	堀口光章	助手(採用)	
6. 1	永田裕美	事務官(工学部から配置換)	1.1.16 経理部へ配置換
7.16	上白木みどり	事務補佐員(採用)	1.7.15 辞職
8. 1	篠塚正宣	非常勤講師(客員教授)(コロンビア大学)	63.4.1 プリンストン大学教授, 3.3.31 期間満了
10. 1	亀田弘行	教授(工学部助教授から昇任)	
12. 1	高田至郎	併任助教授(客員)(神戸大学助教授)	元.3.31 併任期間満了
62. 1.16	塩見良隆	経理掛長(原子炉実験所経理掛長から配置換)	63.8.1 医学部附属病院第一調度掛長に配置換
1.16	山下勝則	事務官(霊長類研究所から配置換)	1.6.1 若狭湾少年自然の家へ転任
4. 1	村松久史	教授(運輸省から転任)	
4. 1	黒田勝彦	研究担当(工学部助教授)	3.3.31 期間満了
4. 1	小林正美	研究担当(工学部講師)	
4. 1	北原昭男	助手(採用)	
4. 1	山下輝夫	併任非常勤講師(東京大学地震研究所助教授)	2.3.31 併任期間満了
4. 1	石井孝行	併任非常勤講師(大阪教育大学教育学部教授)	63.3.31 併任期間満了
4. 1	泉拓良	非常勤講師(客員助教授),(奈良大学文学部助教授)	3.3.31 期間満了
63. 4. 1	小林信久	非常勤講師(アメリカ合衆国デラウエア大学准教授)	
4. 1	松村昭一	事務部長(理学部事務長から昇任)	63.3.31 辞職
4. 1	林泰司	総務課長(庶務部学務主査から昇任)	3.4.1 経済研究所事務長に配置換
4. 1	安原捷行	施設掛長(医学部施設掛長から配置換)	
4. 1	間瀬肇	研究担当(工学部助手)	
4. 1	三浦圭一	非常勤講師(客員教授)(立命館大学文学部教授)	63.8.1 死亡
4. 1	吉田健邦	庶務掛長(医学部附属病院庶務掛長から配置換)	1.12.31 辞職
4. 1	髙橋徹	事務官(庶務部から配置換)	3.4.1 施設部へ配置換
4.16	三方春房	技官(施設部から配置換)	2.4.1 医学部附属病院へ配置換
6. 1	中村隆	事務官(薬学部から配置換)	3.4.1 教養部へ配置換
6. 1	長谷川勉	事務官(施設部から配置換)	3.4.1 医学部附属病院へ配置換
6.16	岡村美津子	事務官(工学部から配置換)	2.4.1 施設部庶務主任に昇任

就任年月日	氏名	事項	その後の異動
8. 1	濵田　陽	経理掛長（経済研究所会計掛長から配置換）	2.12.1 経理部支出掛長に配置換
11.16	山田道夫	助教授（理学部助手から昇任）	
64. 1. 1	小泉尚嗣	助手（採用）	
平成元. 1.16	押谷宗直	事務官（原子炉実験所から配置換）	
4. 1	里深好文	助手（採用）	
4. 1	近森秀高	助手（採用）	
4. 1	梅田康弘	研究担当(理学部助手)	2.6.8 助教授昇任（理学部から）
4. 1	小林芳正	研究担当（理学部助教授）	
4. 1	渡辺　晃	研究担当（理学部助教授）	2.6.8 助教授配置換（理学部から）
4. 1	仲村　研	非常勤講師（客員教授）(同志社大学人文科学研究所教授)	2.3.13 死亡
4. 1	西田良平	併任非常勤講師(鳥取大学教養部教授)	3.3.31 併任期間満了
4. 1	山本康正	非常勤講師（客員助教授），(帝京大学文学部助教授)	3.3.31 期間満了
4. 1	近藤心正	経理課長（名古屋大学工学部から配置換）	3.4.1 名古屋大学工学部事務部長に昇任
4. 1	大塚勝弘	研究助成掛長（東南アジア研究センター庶務掛長から配置換）	
4. 1	大山達夫	庶務主任（教養部から配置換）	2.12.1 庶務掛長に昇任
7. 1	真下　宗	事務官（工学部から配置換）	2.3.31 経理部へ配置換
7. 1	岩田知孝	助手（採用）	
11.16	森井　亙	助手（採用）	
2. 1. 1	田中日出男	庶務掛長（庶務部企画掛調査主任から昇任）	2.12.1 庶務部庶務掛長に配置換
4. 1	酒井哲郎	研究担当（工学部助教授）	
4. 1	嘉門雅史	研究担当（工学部助教授）	3.4.1 教授昇任（工学部から）
4. 1	木村　亮	研究担当(工学部助手)	
4. 1	巽　好幸	研究担当(理学部助手)	
4. 1	伊東太作	併任非常勤講師(奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター情報資料室長)	
4. 1	秋山紀子	非常勤講師（客員助教授），(青山学院女子短期大学助教授)	
4. 1	蓬田　清	併任非常勤講師(広島大学理学部助教授)	
4. 1	田中眞吾	併任非常勤講師(神戸大学教養部教授)	
4. 1	谷澤　充	事務部長（医学部事務長から昇任）	
4. 1	奥村成和	経理主任（経理部から配置換）	

就任年月日	氏名	事項	その後の異動
4. 1	埜邉 勝	事務官（ヘリオトロン核融合研究センターから配置換）	
4. 1	木村浩二	事務官（経理部から配置換）	
4. 1	余田成男	研究担当（理学部助教授）	
5. 1	齊藤隆志	助手（採用）	
6. 1	小山靖憲	併任教授（客員），（和歌山大学教育学部教授）	
6. 8	島田充彦	助教授（理学部助手から昇任）	
6. 8	行竹英雄	助手（理学部から配置換）	
6. 8	菊田岬	経理主任（理学部から配置換）	
6. 8	伊藤潔	助手（理学部から配置換）	
6. 8	中村佳重郎	助手（理学部から配置換）	
6. 8	飯尾能久	助手（理学部から配置換）	
6. 8	許斐直	助手（理学部から配置換）	
6. 8	齊田市三	技官（理学部から配置換）	
6. 8	中川渥	技官（理学部から配置換）	
6. 8	伊藤勝祥	技官（理学部から配置換）	
6. 8	浅田照行	技官（理学部から配置換）	
6. 8	近藤和男	技官（理学部から配置換）	
6. 8	堀畑美智子	事務補佐員（理学部から配置換）	
6. 8	竹内晴子	技術補佐員（理学部から配置換）	
8. 1	藤森邦夫	研究担当（理学部助手）	
8. 1	中川一郎	研究担当（理学部教授）	
12. 1	藤田勝	経理掛長（放射性同位元素総合センター事務掛長から配置換）	
12. 1	前野正世	庶務主任（経理部から昇任）	
12. 1	深尾良夫	併任教授（客員）（名古屋大学理学部教授）	
平成 3. 4. 1	片尾浩	助手（採用）	
4. 1	勝見武	助手（採用）	
4. 1	西憲敬	助手（採用）	
4. 1	入船徹男	併任非常勤講師（愛媛大学理学部助教授）	
4. 1	藤井健	非常勤講師（京都産業大学教養部教授）	

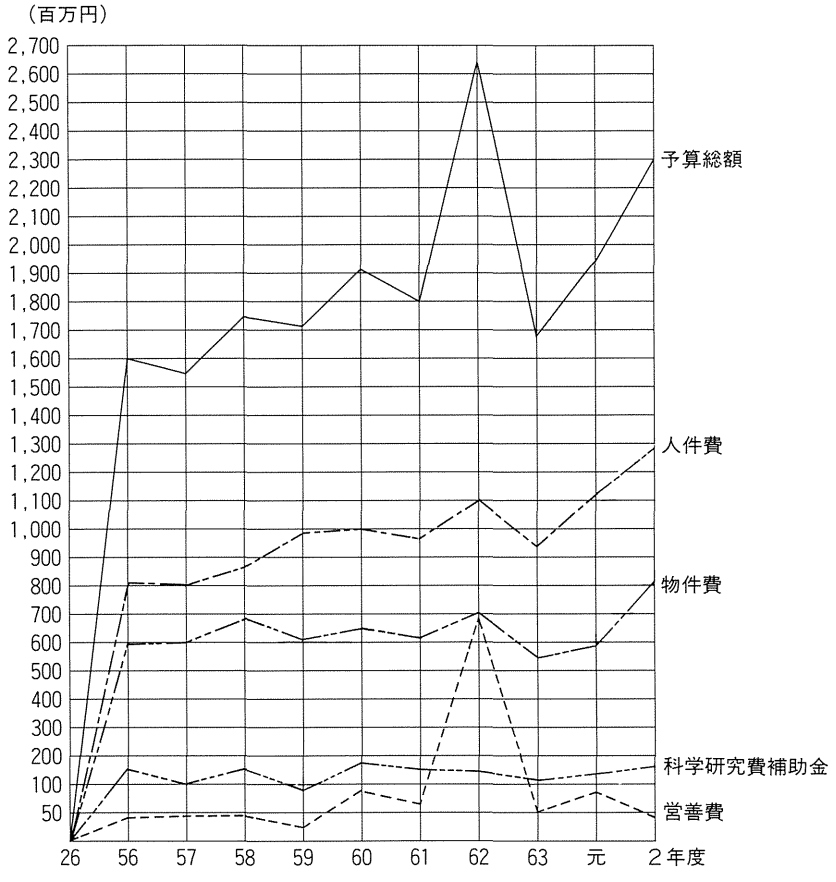
就任年月日	氏名	事項	その後の異動
4. 1	笹本正治	併任助教授（客員）（信州大学人文学部助教授）	
4. 1	TAKAHASHI, TSUTOMU	併任教授（客員）（九州大学理学部教授）	
4. 1	室崎益輝	併任教授（客員）（神戸大学工学部教授）	
4. 1	林春男	併任助教授（客員）（広島大学総合科学部助教授）	
4. 1	増谷晃一	総務課長（庶務部給与主査から昇任）	
4. 1	竹内義之	経理課長（新居浜高専会計課長から配置換）	
4. 1	城楽昌榮	庶務主任（工学部から配置換）	
4. 1	和田俊司	経理主任（医学部附属病院から配置換）	
4. 1	杉本知敬	事務官（採用）	
4. 1	尾原邦子	事務補佐員（採用）	
4. 1	有村加奈子	技術補佐員（採用）	
9. 1	金尾政紀	助手（採用）	

(4) 予算の変遷

（単位千円）

区分＼年度	初年度	56年度	57年度	58年度	59年度	60年度
国立学校特別会計予算額	5,639	1,452,992	1,447,229	1,604,762	1,623,254	1,744,303
人件費	2,394	814,960	800,668	872,999	990,848	1,002,841
物件費	3,152	596,852	602,514	688,403	608,741	645,062
営繕費	93	41,180	44,047	43,360	23,665	96,400
科学研究費補助金	—	150,162	97,020	147,926	96,642	173,107
計	5,639	1,603,154	1,544,249	1,752,688	1,719,896	1,917,410

区分＼年度	61年度	62年度	63年度	元年度	2年度	備考
国立学校特別会計予算額	1,662,724	2,482,223	1,568,059	1,804,128	2,149,254	
人件費	976,975	1,102,903	957,081	1,128,507	1,284,013	
物件費	619,149	707,984	558,928	593,256	825,441	
営繕費	66,600	671,336	52,050	82,365	39,800	
科学研究費補助金	146,133	146,492	113,503	138,401	156,317	
計	1,808,857	2,628,715	1,681,562	1,942,529	2,305,571	


（百万円）
2,700
2,600
2,500
2,400
2,300
2,200
2,100
2,000
1,900
1,800
1,700
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
50
予算総額
人件費
物件費
科学研究費補助金
営善費
26
56
57
58
59
60
61
62
63
元
2年度

(5) 土地および建物の変遷

(i) 土地の変遷

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²	
宇治川水利実験所	京都市伏見区横大路下三栖	62,195.61							借地1,194.1m²含む
桜島火山観測所	観測所本所 鹿児島県鹿児島郡桜島町横山字鶴崎	1,063.97							
	ハルタ山観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町赤生原揚ケ谷	37,840.22							
	黒神観測室 鹿児島市黒神町573-8	6,377.48							
	同上ポンプ室 鹿児島市黒神町647-1	6.00							借地
	袴腰観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島横山西平	390.75							借地(地下横穴壕)
	下伊敷観測室 鹿児島市下伊敷町	1,497.46							借地(地下横穴壕)
	吉松観測室 鹿児島県姶良郡吉松町川西	5,095.15							借地(観測室地下横穴壕)
	白浜観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町白浜メナイ2255	10.00							借地
	権現山観測室 鹿児島市黒神町	634.50							〃
	北岳観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町武字上鹿馬野2889	150.00							58.8移設
	小池観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島横山字羽山	303.50							借地
	古里観測室 鹿児島市有村町30	421.50							〃
	引ノ平観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町赤水引ノ平	421.00							〃
	野尻観測室 鹿児島市東桜島町2339	16.00							借地(地下横穴壕)
	鍋山観測室 垂水市新御堂湯ノ谷	16.00							借地(〃)
	袴腰潮位観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町横山字西平	7.71							借地

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	
	古里潮位観測室 鹿児島県鹿児島市古里町字下野村	14.40							借地
	黒神潮位観測室 鹿児島県鹿児島市黒神町塩ケ元	12.20							〃
	二俣潮位観測室 鹿児島県鹿児島郡二俣宮ノ尾	10.52							〃
	鹿児島潮位観測室 鹿児島県鹿児島市易居町	9.02							〃
	錫山観測室 鹿児島県鹿児島市下福元町立神国有林	168.00							
	福山観測室 鹿児島県姶良郡福山町字旧城山4389-6	64.50							〃
	大根占観測室 鹿児島県肝属郡吾平町大字上名福師国有林	82.80							〃
	開聞観測室 鹿児島県揖宿郡開聞町上野字西ノ浜1699	113.00							〃
	加治木観測室 鹿児島県姶良郡溝辺町大字竹子永尾国有林	90.80							〃
	郡山観測室 鹿児島県日置郡郡山町嶽字大谷1905番	103.00							〃
	北岳観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町武字鹿馬野2778-1	36.00							〃
	柴立測定用地 鹿児島市桜島町字柴立2214-2	12.00							〃
	浜元測定用地 鹿児島市持木町浜元13-1	16.00							〃
	古里観測井 鹿児島県鹿児島郡有村町24-1	36.00		36.00					〃
地震予知研究センター	観測所本所 鳥取県鳥取市円護寺墓地内	385.40							借地
	分館用地 鳥取県鳥取市円護寺字浜田	429.87							
鳥取観測所	八木観測室 京都府船井郡八木町八木嶋小字朝倉	135.79							借地(地下横穴壕)

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²	
	京北観測室 京都府北桑田郡京北町大字塔	48.52							〃（〃）
	妙見観測室 大阪府豊能郡能勢町大字野間中	66.11							〃（〃）
	智頭観測室 鳥取県八頭郡智頭町大字大呂字池本174-1	22.00							借地（地下横穴壕）
	鹿野観測室 鳥取県気高郡鹿野町大字河内字上別所2763	12.00							〃
	倉吉観測室 鳥取県倉吉市巌城山字寺山1535の4	12.00							〃
	三日月観測室 兵庫県佐用郡三日月町下本郷字高蔵85	7.43							〃
	大屋観測室 兵庫県養父郡大屋町笠谷字栃谷	184.43							〃
	泉観測室 兵庫県加西市河内町泉	13.17							〃
	氷上観測室 兵庫県氷上郡氷上町小谷奥山畑	8.90							〃
	鳥取観測室 鳥取県鳥取市覚寺字八幡山654-2								57.9.30返還
	山崎観測室 兵庫県宍粟郡安富町三森	25.00							借地
	多里観測室 鳥取県日野郡日南町大字新屋	126.01							借地（地下横穴壕）
	久米観測室 岡山県久米郡久米町宮部上	73.61							〃（〃）
	鳥取観測所 鳥取県鳥取市覚寺字八幡山	203.30							〃（〃）
	観測所本所 岐阜県吉城郡上宝村本郷	3,461							
	蔵柱観測室 岐阜県吉城郡上宝村字蔵柱	443.60							借地（地下横穴壕）
上宝観測所	鎌田山観測室 長野県須坂市大字阪田字大和合705	1,129.80							〃（〃）
	尾小屋観測室 石川県小松市尾小屋町阿手坂	486.00							〃（〃）

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²	
	天生観測室 岐阜県吉城郡河合村下月ケ瀬	5.00							借地
	楡原観測室 富山県上新川郡大沢野町町長152	12.04			12.04				
	福光観測室 富山県西砺波郡福光町才川七字八坂75の1	25.04							借地
	宮川観測室 岐阜県吉城郡宮川村大字種蔵字家廻146	74.40							〃
	西天生観測室 岐阜県吉城郡河合村大字天生字大佐古79-1	222.00							〃
	朝日観測室 富山県下新川郡朝日町石谷上土247	11.00							〃
	七尾観測室 石川県七尾市多根町字子利屋477-4	15.00							〃
	宝立観測室 石川県宝立町大町泥木55-11	131.50	13.40						借地(観測小屋敷地)
	宝立観測室 石川県宝立町大町泥木59-2甲56字34		83.4						借地(観測坑道)
	宝立観測室 石川県宝立町大町泥木58字57		17.7						借地(送信室・電柱敷)
	宝立観測室 石川県宝立町大町泥木56字28		3.40						借地(電柱敷)
	宝立観測室 石川県宝立町大町泥木56字37		1.70						借地(〃)
	宝立観測室 石川県宝立町大町泥木56字38		11.90						借地(〃)
	立山観測室 富山県立山町芦峅寺字雑殻1-甲	161.82		161.82					借地(観測坑道・送信室)
北陸観測所	観測所本所 福井県鯖江市下新庄町88字下北山	1,055.00							
	排水施設 福井県鯖江市下新庄町	21.48							借地
	鯖江観測室 福井県鯖江市新町11字石山	1,687.94							借地(地下横穴壕)

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²	
	浅井観測室 滋賀県東浅井郡浅井町大字高山曲谷327	16.00							借地
	今庄観測室 福井県南条郡今庄町瀬戸7字臺城口7	12.00							〃
	菅浦観測室 滋賀県伊香郡西浅井町大字菅浦字内場126番	4.6						4.6	借地(送信室)
	金居原観測室 滋賀県伊香郡木之本町大字金居原字下出1345番	8.0						8.0	借地(送信室・電柱敷)
	杉箸観測室 福井県敦賀市杉箸101号柳洞5番	6.3						6.3	借地(送信室・電柱敷)
	福井観測室 福井市西荒井町33字茗荷谷13	12.00							〃
	小松観測室 石川県小松市大野町卜之部101	9.90							〃
	美浜観測室 福井県三方郡美浜町新庄200号ホトロ原1	150.00							〃
	勝山観測室 福井県勝山市片瀬31字上野2の甲	16.00							〃
	白山地震観測室 石川県石川郡吉野谷村字中宮才9番2-2	40.00							〃
宮崎観測所	観測所本所 宮崎市大字加江田字深田	2,988.28							
	観測坑道 宮崎市大字加江田字月ノ輪4282	699.92							借地(地下横穴壕)
	槙峰観測室 宮崎県西臼杵郡日の影町	412.00							借地 (〃)
	宿毛観測室 高知県宿毛市平田町黒川字エボシ山4824-69	244.00							借地
	高城観測室 宮崎県北諸県郡高城町大字四家蕨ケ野国有林	95.14							借地(地下横穴壕)
	串間観測室 宮崎県串間市大字大矢取大矢取国有林	83.30							〃 (〃)

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²	
屯鶴峯観測所	観測所本所 奈良県北葛城郡香芝町穴虫	675.94							
	屯鶴峯観測室 奈良県北葛城郡香芝町穴虫	774.57							借地(地下横穴壕)
	大浦観測室 和歌山市西浜大字大浦西山	55.97							〃(〃)
	由良観測室 和歌山県日高郡由良町大字里字里山1228の1	218.18							〃(〃)
	岩倉観測室 京都市左京区岩倉長谷町1032	180.22							〃(〃)
	天ケ瀬観測室 京都府宇治市志津川仙郷谷	3,095.00							借地(発電所導水隧道)
	紀州観測室 三重県南牟婁郡紀和町湯の口峰10-12	412.00							
徳島観測所	観測所本所 徳島県名西郡石井町石井2642-1	1,328.0					1,328.0		地震予知研究センター設置に伴い理学部より移管
	那賀観測室 徳島県那賀郡上那賀町平谷字下モシキ谷9	30.0					30.0		借地 〃
	穴吹観測室 徳島県美馬郡穴吹町口山字道野520	40.0					40.0		〃 〃
	鷲敷観測室 徳島県那賀郡鷲敷町大字和食郷字北地569	20.0					20.0		〃 〃
	穴吹微小地震観測室 徳島県美馬郡穴吹町口山首野340	19.83					19.83		〃 〃
	徳島観測所坑道 徳島県名西郡石井町石井2642-1	188.02					188.02		〃 〃
	池田観測室 徳島県三好郡池田町字西山西谷968,970	140.0					140.0		〃 〃
	塩江観測室 香川県香川郡塩江町大字上西字城原乙1218-3	131.80					131.80		〃 〃
逢坂山観測所	観測所本所 滋賀県大津市逢坂一丁目	162.75					162.75		
	同上観測坑道	5,212.0					5212.0		借地 〃

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	
	同上給水管敷	12.0					12.0		〃　〃
	生野観測室 兵庫県朝来郡生野町小野字八長34-3	312.43					312.43		〃　〃
	六甲鶴甲観測室 兵庫県神戸市灘区高羽滝ノ奥(六甲トンネル鶴甲斜坑)	317.04					317.04		〃　〃
阿武山観測所	観測所本所 高槻市奈佐原	7,196.0 (地上権91,345)					7,196.0		地震予知研究センター設置に伴い理学部より移管
	金井戸観測室 宇治市宇治金井戸10	38.02					38.02		借地　〃
	防村観測室 滋賀県大津市暮川防村155	12.00					12.00		〃　〃
	交野観測室 大阪府交野市傍示311-2	30.87					30.87		〃　〃
	六甲観測室 兵庫県剣谷字剣谷国有林54林班3小班	191.08					191.08		〃　〃
	近江八幡観測室 滋賀県近江八幡市島町奥島山国有林72林班い小班	33.11					33.11		〃　〃
	丹南観測室 兵庫県丹南町真南条上字土橋ノ坪1473番地	13.22					13.22		〃　〃
	和知観測室 京都府船井郡和知町字坂原小字栗ノ谷12-1,13,65	138.0					138.0		〃　〃
	真野観測室 滋賀県大津市花園町20-7	0.5					0.5		〃　〃
	河津観測室 静岡県賀茂郡田中字渦田290	15.30					15.30		〃　〃
穂高砂防観測所	観測所本所 岐阜県吉城郡上宝村中尾	7,779.73							
	雨量観測敷 岐阜県吉城郡上宝村中尾外ケ谷	4.00							借地 (国有林)
	ヒル谷流出土砂観測地 岐阜県吉城郡上宝村中尾	3,350.49							借地

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	
徳島地すべり観測所	観測所本所 徳島県三好郡池田町	2,047.27							
大潟波浪観測所	観測所本所 新潟県中頚城郡大潟町	3,292.23							
	観測装置設置 新潟県中頚城郡大潟町渋柿浜	346.40							国有水面
潮岬風力実験所	実験所本所 和歌山県西牟婁郡串本町潮岬	4,099.17							
	野外実験場 和歌山県西牟婁郡串本町潮岬山ノ神	2,150.92							借地
白浜海象観測所	観測所本所 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田	992.06							
	海洋観測所 和歌山県西牟婁郡白浜町田尻クズレ鼻	82.70							公有水面 81.00 m^2 借地 1.7 m^2
その他	琵琶湖水文観測試験地 滋賀県甲賀郡甲西町三雲字大納言	26.55							借地
	炭山観測室 京都府宇治市炭山直谷31	113.00			113.0				
	醍醐観測室 宇治市炭山乾谷24番地2	497.0			497.0				
	水位計設置 京都府宇治市広野町	8.00							借地 (国有林)
	量水施設置 京都市西京区大枝沓掛町24-1	144.00							借地(府立大学林)
	強震観測室 京都府久世郡久御山町	5.70							借地
	強震観測室 京都府宇治市槙島町	5.70							〃
	小倉観測室 京都府宇治市小倉町堀池72	9.72							〃
	夢前観測室 兵庫県飾磨郡夢前町古知之庄字法持38外	70.00							〃
	室戸岬観測室 室戸市室戸岬町4017	118.38							

(ii)　建物の変遷

名　称	所　在　地	平成3. 7. 1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備　考
		m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	
		5,458		172			107		上段建面積
宇治研究室	宇治市五ケ庄京都大学宇治構内	15,605		172			107		下段延面積
		8,285.6				17	48.6		上段建面積
宇治川水理実験所	京都市伏見区横大路下三栖	9,483.6				17	48.6		下段延面積
桜島火山観測所	観測所本所(本館) 鹿児島県鹿児島郡桜島町横山字鶴崎	建 268 延 719							
	ハルタ山観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町赤生原揚ケ谷	建 83 延 183							
	記録室（ハルタ山観測室内に設置）	建 77 延 77							
	自動車車庫（ハルタ山観測室内に設置）	建 30 延 30							
	黒神観測室 鹿児島県鹿児島市黒神町573-8	建 48 延 48							
	同上用ポンプ室 鹿児島県鹿児島市黒神町647-1	建 3 延 3							
	黒神潮位観測室 鹿児島県鹿児島市黒神町塩ケ元	建 3 延 3							
	吉松観測室 鹿児島県姶良郡吉松町川西	建 134 延 134							
	同上ポンプ室 鹿児島県姶良郡吉松町川西	建 8 延 8							
	引ノ平観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町赤水引ノ平	建 5 延 5							
	小池観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町横山字羽山821	建 3 延 3							
	野尻観測室 鹿児島県鹿児島市東桜島町2339	建 4 延 4							
	鍋山観測室 鹿児島県垂水市新御堂湯ノ谷	建 4 延 4							
	古里観測室 鹿児島県鹿児島市有村町30番	建 3 延 3							
	古里潮位観測室 鹿児島県鹿児島市古里町字下野村	建 3 延 3							

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	
	福山観測室 鹿児島県姶良郡福山町字旧城山4389-6	建 4 延 4	建 4 延 4						
	錫山観測室 鹿児島県鹿児島市下福元町立神国有林	建 4 延 4	建 4 延 4						
	大根占観測室 鹿児島県肝属郡吾平町大字上名福師国有林	建 6 延 6							
	開聞観測室 鹿児島県揖宿郡開聞町上野字西ノ浜1699	建 6 延 6							
	加治木観測室 鹿児島県姶良郡溝辺町大字竹子永尾国有林	建 6 延 6							
	郡山観測室 鹿児島県日置郡郡山町嶽字大谷1905番	建 6 延 6							
	北岳観測室 鹿児島県鹿児島郡桜島町武字鹿馬野2778-1	建 5 延 5							
	ハルタ山観測室・観測井 鹿児島県鹿児島郡桜島町赤生原揚ケ谷1563-2	建 54 延 54							
地震予知研究センター	観測所本所(本館) 鳥取県鳥取市円護寺墓地内	建 119 延 165							
	観測所分館 鳥取市円護寺字浜田	建 95 延 95							
	八木観測室 京都府船井郡八木町字八木嶋小字朝倉	建 7 延 7							
	京北観測室 京都府北桑田郡京北町大字塔	建 7 延 7							
鳥取観測所	妙見観測室 大阪府豊能郡能勢町大字野間中	建 8 延 8							
	鹿野観測室 鳥取県気高郡鹿野町大字河内字上別所2763	建 5 延 5							
	智頭観測室 鳥取県八頭郡智頭町大字大呂字池本174の1	建 5 延 5							
	倉吉観測室 鳥取県倉吉市巌城山字寺山1535の4	建 5 延 5							

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²	
上宝観測所	三日月観測室 兵庫県佐用郡三日月町下本郷高蔵85	建 5 延 5							
	大屋観測室 兵庫県養父郡大屋町笠谷字栃谷55	建 5 延 5							
	泉観測室 兵庫県加西市河内町泉	建 5 延 5							
	氷上観測室 兵庫県氷上郡氷上町小谷奥山畑	建 5 延 5							
	山崎観測室 兵庫県宍粟郡安富町三森	建 11 延 11							
	多里観測室 鳥取県日野郡日南町大字新屋	建 7 延 7							
	久米観測室 岡山県久米郡久米町宮部上	建 7 延 7							
	観測所本所(本館) 岐阜県吉城郡上宝村本郷	建 308 延 308			118				本館増築
	観測ドーム室 本所内に設置	建 7 延 7							
	自動車車庫 本所内に設置	建 23 延 23							
	蔵柱観測室 岐阜県吉城郡上宝村字蔵柱	建 18 延 18							
	楡原観測室 富山県上新川郡大沢野町町長152	建 6.40 延 6.40			6.4 6.4				
	天生観測室 岐阜県吉城郡河合村大字月ケ瀬	建 4 延 4							
	福光観測室 富山県西砺波郡福光町才川七字八坂75の1	建 9 延 9							
	宮川観測室 岐阜県吉城郡宮川村大字種蔵字家廻146	建 6 延 6							
	西天生観測室 岐阜県吉城郡河合村大字天生字大佐古79-1	建 6 延 6							
	朝日観測室 富山県下新川郡朝日町石谷上土247	建 7 延 7							
	七尾観測室 石川県七尾市多根町字子利屋477-4	建 7 延 7							

名称	所在地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備考
		m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	
北陸観測所	観測所本所(本館) 福井県鯖江市下新庄町88字下北山	建 145 延 245							
	浅井観測室 滋賀県東浅井郡浅井町大字高山曲谷327	建 5 延 5							
	今庄観測室 福井県南条郡今条町瀬戸7字臺城口7	建 5 延 5							
	福井観測室 福井市西荒井町33字茗荷谷13	建 5 延 5							
	小松観測室 石川県小松市大野町卜之部101番地	建 5 延 5							
宮崎観測所	観測所本所(本館) 宮崎県宮崎市大字加江田字深田	建 90 延 266							
	観測室 本所内に設置	建 61 延 61							
	槙峰観測室 宮崎県西臼杵郡日ノ影町	建 52 延 52							
	宿毛観測室 宿毛市平田町黒川字エボシ山4824-69	建 10 延 10							
	高城観測室 宮崎県北諸県郡高城町大字四家蕨ケ野国有林	建 6 延 6							
	串間観測室 宮崎県串間市大字大矢取大矢取国有林	建 6 延 6							
屯鶴峯観測所	観測所本所(本館) 奈良県北葛城郡香芝町穴虫	建 129 延 245							
	屯鶴峯観測室 奈良県北葛城郡香芝町穴虫	建 29 延 48							
	天ケ瀬観測室 京都府宇治市志津川仙郷谷	建 57 延 57							
	由良地殻変動観測室 和歌山県日高郡由良町大字里山1228の1	建 7 延 7							
	紀州観測室 三重県南牟婁郡紀和町湯ノ口峰10-12	建 9 延 9							
	奥吉野観測室 奈良県吉野郡十津川村大字旭字下モ大岩	建 5 延 5							

名　称	所　在　地	平成 3. 7. 1 現　有	変遷 昭61年度 増　減	昭62年度 増　減	昭63年度 増　減	平元年度 増　減	平2年度 増　減	平3.4.1 ー平3. 7.1増減	備　考
		m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	
徳島観測所	観測所本所(本館) 徳島県名西郡石井町石井2642-1	建　339.0 延　339.0					339.0		地震予知研究センター設置に伴う理学部より移遷
逢坂山観測所	観測所本所(本館) 滋賀県大津市逢坂一丁目	建　72.0 延　72.0					72.0		〃　〃
	美浜観測室 福井県三方郡三浜町新庄200号ホトロ原1	建　5 延　5							
	勝山観測室 福井県勝山市片瀬第31字上野2番甲	建　5 延　5							
阿武山観測所	観測所本所(本館) 高槻市奈佐原	建　2,006 延　2,176					2,176		地震予知研究センター設置に伴う理学部より移遷
	湯ケ島観測室 静岡県天城湯ケ島字湯之上2643-13	建　9.0 延　9.0					9.0		〃　〃
	真野観測室 滋賀県大津市花園町20-7	建　0.48 延　0.48					0.48		借　地
	湯ケ野観測室 静岡県湯ケ野字湯の上131-3	建　0.50 延　0.50					0.50		〃
	伊豆長岡観測室 静岡県伊豆長岡町長岡字車坂1373-2	建　0.5 延　0.5					0.5		〃
穂高砂防観測所	観測所本所(本館) 岐阜県吉城郡上宝村中尾	建　244 延　280							
	上砂特性試験室 本所内に設置	建　40 延　40							
徳島地すべり観測所	観測所本所(本館) 徳島県三好郡池田町	建　182 延　182							
	観測室 本所内に設置	建　154 延　154							
大潟波浪観測所	観測所本所(本館) 新潟県中頸郡大潟町	建　166 延　166							
	車庫 本所内に設置	建　20.9 延　20.9			20.9				
潮岬風力実験所	実験所本所(本館) 和歌山県西牟婁郡串本町潮岬	建　83 延　228							
	自動車車庫 本所内に設置	建　25 延　25							
白浜海象観測所	観測所本所(本館) 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田	建　153 延　335							

名　称	所　在　地	平成3.7.1現有	変遷 昭61年度増減	昭62年度増減	昭63年度増減	平元年度増減	平2年度増減	平3.4.1－平3.7.1増減	備　考
		m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	m^2	
その他	炭山観測室 京都府宇治市炭山直谷31	建 26 延 26							
	醍醐観測室 京都府宇治市炭山乾谷24-2	建 21 延 21			21				

4. 諸　規　程

(1) 京都大学防災研究所協議員会規程

（昭和26年11月8日　達示第9号制定
昭和27年5月22日　達示第16号改正
昭和54年5月1日　達示第14号改正）

第一条　防災研究所の重要事項を審議するため，防災研究所協議員会を置く。

第二条　協議員会は，次の各号に掲げる協議員で組織する。

一　防災研究所長（以下「所長」という。）

二　防災研究所の専任教授

三　前二号以外の京都大学教授のうちから，協議員会の議を経て所長の委嘱した者若干名

2　前項第三号の協議員の任期は，一年とし，再任を妨げない。

第三条　所長は協議員会を招集し，議長となる。

2　所長に事故あるときは，年長の協議員が代理する。

第四条　協議員会は，協議員の過半数が出席しなければ，開会できない。

第五条　議事の方法は協議員会で定める。

第六条　協議員会に幹事を置き，事務官中より所長が命ずる。

2　幹事は，議長の指揮をうけて会務をつかさどる。

附　則

この規程は，昭和26年6月15日から施行する。

附　則

この規程は，昭和54年5月1日から施行する。

(2) 京都大学防災研究所長候補者選考規程

（昭和48年2月6日　達示第10号制定）

第一条　防災研究所の所長候補者の選考については，この規程の定めるところによる。

第二条　所長候補者は，防災研究所の専任の教授および併任の教授のうちから選考する。

第三条　所長候補者選考の必要が生じたときは，所長は，すみやかに，防災研究所の専任の教官および併任の教授に対し所長候補者となすべき適任者の推薦を求め，その結果，推薦多数の三名以上を協議員会に報告するものとする。

第四条　所長候補者は，前条の規定により報告された者のうちから，協議員会において選出する。

第五条　前条の選出は，協議員の四分の三以上が出席する協議員会において，単記無記名投票によって行なう。ただし，外国出張中の者は，協議員の数に加えない。

第六条　投票の結果，過半数の得票者を所長候補者とする。

2　過半数の得票者がないときは，得票多数の二名について決選投票を行ない，得票多数の者を所長候補者とする。ただし，得票同数のときは，年長者を所長候補者とする。

3　得票同数の者があることにより決選投票における被投票者の二名を定めることができないときは，当該得票同数の者について投票を行なって定める。この場合において，なお得票同数のときは，年長者を先順位とする。

第七条　所長候補者に選出された者は，やむを得ない事情がある場合のほか，所長候補者となることを辞退することができない。

第八条　所長候補者の選出を行なう協議員会は，所長の任期満了による場合には満了の日の三十日以前に，その他による場合にはすみやかに開催するものとする。

第九条　所長の任期は，2年とし，再任を妨げない。

第十条　この規程に定めるもののほか，この規程の実施に関し必要な事項は，協議員会の議を経て所長が定める。

附　則

この規程は，昭和48年2月6日から施行する。

(3)　防災研究所附属研究施設長候補者選考内規

(昭和50年12月19日制定)

第一条　防災研究所附属研究施設の施設長の候補者（以下「施設長候補者」という。）の選考は，この内規の定めるところによる。

第二条　施設長候補者となり得る者は，防災研究所の専任の教授又は助教授とする。

第三条　施設長候補者の選考は，協議員会において行なう。

2　前項の協議員会は，構成員（海外渡航中の者を除く。）の三分の二以上の出席を必要とする。

第四条　施設長の任期は2年とし，再任を妨げない。

第五条　施設長候補者の選考は，任期満了による場合にあっては，満了の日の約一カ月前に，その他の場合にあっては，速やかに行うものとする。

第六条　この内規に定めるもののほか，この内規の実施に関し必要な事項は，協議員会の議を経て防災研究所長が定める。

附　則

この内規は，昭和50年12月19日から施行する。

5. 刊　行　物

本研究所は所員の研究業績の発表機関として，Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute，年報および記念論文集を刊行し，国内および国外の主要大学並びに関係諸機関に寄贈している。なお，別途に京都大学防災研究所十年史，防災研究所十五周年小史，防災研究所二十年史，防災研究所二十五周年小史，防災研究所三十年史，防災研究所三十五周年小史が刊行されており，当研究所のあゆみを知ることができる。また防災研究所要覧が刊行されていて，当研究所の沿革・組織・研究活動などの概要が一覧できる。

(A)　Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute

欧文，B 5 版，昭和26年から昭和39年までは不定期刊行で，Vol. 13. 論文番号 No. 70 まで刊行。昭和39年以降昭和43年までは年 4 回刊行，内 1 回は抄録集で，Vol. 17. Part. 4. 論文番号 No. 129 まで刊行。昭和43年以降昭和47年までは年 5 回刊行，内 1 回は抄録集で，Vol. 21. Part. 5 論文番号 No. 196 まで刊行，昭和47年以後年 4 回刊行，平成 2 年12月までに Vol. 40. Part. 4. 論文番号 No. 352 まで刊行

(B) 京都大学防災研究所年報

和文，B 5 版，年 1 回刊行，昭和32年から平成 2 年10月31日までに第33号（掲載総論文2131編）を刊行

(C) 防災研究所創立 5 周年記念論文集

和文，B 5 版，昭和31年11月に刊行（掲載論文28編）

(D) 京都大学防災研究所十年史

和文，B 5 版，昭和36年11月に刊行

(E) 防災研究所十五周年小史

和文，B 5 版，昭和41年10月に刊行

(F) 防災研究所二十年史

和文，B 5 版，昭和46年11月に刊行

(G) 防災研究所二十五周年小史

和文，B 5 版，昭和51年10月に刊行

(H) 防災研究所三十年史

和文，B 5 版，昭和56年10月に刊行

(I) 防災研究所三十五周年小史

和文，B 5 版，昭和61年12月に刊行

(J) 京都大学防災研究所要覧

和文，B 5 版，昭和29年，昭和39年以降は隔年に刊行

欧文，B 5 版，昭和46年，昭和51年，昭和54年以降は隔年に刊行

第2章　組　　織

1. 地震動研究部門

本部門は教授吉川宗治，助教授入倉孝次郎，助手赤松純平，松波孝治が研究を担当していたが，1986年7月より赤松が都市施設耐震システム研究センター助教授に昇任し，吉川教授停年退官の後，1987年8月より入倉孝次郎が教授に，1991年1月より松波孝治が助教授にそれぞれ昇任し，1989年7月より岩田知孝が助手として研究に加わった。その間，研究担当として西村敬一（理学部助手），梅田康弘（理学部助手，現防災研究所地震予知研究センター助教授），非常勤講師として1987年から3年間は山下輝男（東京大学地震研究所助教授），1990年より蓬田　清（広島大学理学部助教授），招聘外国人研究者として1988年7月～10月にはメキシコ自治大学サンチェスセスマ教授が，1989年12月より90年8月にジャンクリストフガリエリ博士（現フランス国電力研究所）が当部門の研究に参画した。長期にわたる在外研究活動として，部門主任入倉は1984年12月から86年1月と1990年7月の1カ月間，アメリカ国南カリフォルニア大学に，1989年4月～5月イタリア国ミラノ工科大学に，1990年12月より1年間メキシコ国立防災センターにそれぞれ招聘をうけて滞在，国際共同研究に寄与した。また1989年10月に入倉が中国国家地震局ハルピン工程力学研究所の招聘を受けたのを契機に，1990年10月，松波が共同実験・調査に参加し，中国との共同研究を進めつつある。また岩田は1990年7月のフィリピン大地震後の防災研究所地震観測グループに参画し，フィリピン火山地震研究所との国際共同研究に寄与した。

当部門においては地震動災害の予測及びその軽減を目的とした基礎的研究を行っている。地震動被害の予測のためには，震源・伝播経路及び表層地質それぞれの動的特性を精度よく分離・評価し，対象地域における地震動を推定しなければならない。当部門で現在行われている研究課題を大別すると次の4つになる。

(1) 地震波動の発生機構

地震災害の軽減・防災のために，大地震時に生成される地震波動の発生機構の解明が必要とされる。被害地震としてはやや遠くの海溝沿いにおける巨大地震や内陸に発生する大規模，中規模地震を想定している。地震動特性の評価のためには地震規模，震源距離及び震源特性のスケーリング則のみならず対象とする震源地域に応じて断層面上の不均質な破壊強度分布に起因する複雑な震源過程を考慮する必要がある。このために1980年伊豆半島東方沖地震，1983年日本海中部地震，1989年伊東沖地震等の震源近傍での強震記録の解析を行い，インバージョン手法に基づく短周期地震動の発生機構の解明を継続中である。また，動的破壊モデルに基づく断層運動の数値シミュレーション手法を用いた理論的研究も平行して行われている。

(2) 地震波動の伝播様式

地震動災害において重要な短周期地震波の伝播経路特性の評価においては，伝播媒質内の様々な構造的不均質に起因する波の干渉・散乱による見かけの減衰や波動場の空間的変動の影響を考慮しなければならない。短周期地震波の減衰のメカニズムには，媒質の非弾性によるエネルギーの吸収と媒質内部の種々の不均質による波の散乱とがあり，この両者を分離評価することは地球物理学的にも地震工学的にも重要である。現在これに関する理論及び観測・実験（岩盤上での小アレイ地震観測や超音波を利用した模型実験）両面からの研究が進められている。また観測された地震波から震源特性・伝播経路特性・サイト特性を分離する手法に関する研究もなされている。

(3) 表層地質の地震動への影響

表層地質の空間的変化により地震動が複雑に影響をうけていることは地震時の災害の分布によりよく知られているが，地震動予測のための現実的地層構造における震動増幅の定量的評価の研究は遅れた状態にある。この主要な原因は，目的とする平野全域にわたる地震動の全体像を把握するに十分なデータが得られていなかったことによる。当部門では大阪平野を対象地域として，地震時の平野全域の震動挙動をおさえる目的で平野部及びその周辺地域で広周波数帯域・広ダイナミックレンジの地震動アレイ観測を行い，これらのデータ解析から，大阪平野に特有な震動特性を明かにしつつある。更に地震動の鉛直アレイ記録の解析や不均質媒質内の波動場の数値シミュレーションにより，堆積層での地震動増幅特性の推定手法の研究を行なっている。また脈動観測による表層地質構造の調査法及びマイクロゾーニング手法の研究も行っている。

(4) 強震動予測

地震により引き起こされる地震動の推定は，震源・伝播経路および表層地盤特性を知ることが必要である。小地震による地震動は，震源域が同じであれば大地震による地震動と同様の伝播経路や地盤の影響を受ける。大地震と小地震の間には，断層の長さや幅，辷り量，辷り速度などの震源パラメーターに関して一定の相似則が存在している。この二つの考えを結びつけることにより，小地震による地震動の観測記録を用いて，大地震時の強震動を予測する経験的グリーン関数法が研究されている。この方法は伝播媒質の構造により引き起こされる複雑な波動の干渉効果を直接数値的に見積ることなく強震動波形を予測できる有利さをもっている。この手法の有効性が既存の歴史地震記録，強震記録のシミュレーションにより明らかにされてきた。小地震と大地震の震源特性の相似性は1）の研究でなされ，伝播経路，サイト特性の地域性の研究を組み合わせることにより，詳細なゾーニングのための研究が進められている。

2. 塑性構造耐震研究部門

当研究部門の沿革は防災研究所創設の1951年4月に遡る。3研究部門をもって発足した防災研究所の第3部門がそれで，初代所長，棚橋　諒教授が，1953年2月に横尾義貫教授に引き継がれるまでその主任を併任した。1959年3月には，代って石崎潑雄教授が主任となった。震害と風害の防御軽減が設立当初からの主要な研究目的であったが，1961年4月には耐風構造研究部門が新設され，石崎が新設部門の主任として転じた。第3部門は構造物に関する震害防御軽減の研究に専念することとなり，1963年4月には部門の名称が，耐震構造研究部門と変更された。主任は小堀鐸二教授が努めたが，1964年4月に，地盤震害研究部門が新設されて小堀は新部門に配置換えとなった。1964年12月から若林　實教授がその任に当たったが，1979年4月には脆性構造耐震研究部門が創設されて若林は新設部門へ移った。それまで研究対象としていた構造物のうち，脆い性質を有する材料から成る構造物は新部門で扱うこととなった。鋼など，靱性に富む材料で構成される構造物の耐震性に研究の主力を注ぐこととなった。耐震構造研究部門は塑性構造耐震研究部門と称され，1979年6月から野中泰二郎教授が主任を務めて，現在に至っている。塑性構造耐震研究部門の助教授は中村　武が1979年8月から，1986年4月に脆性構造耐震研究部門へ配置換となるまで務めた。代って地盤震害研究部門の助手であった鈴木祥之が昇任，助教授の任に当ったが1990年10月脆性構造耐震研究部門へ移った。配置換のあと中村は1988年1月に京都工芸繊維大学教授として転出，同年4月から当部門の非常勤講師である。中村恒善・工学部教授は1986年4月から現在まで当部門の研究担当として，また1990年4月にはアメリカ合衆国のブラウン大学からポール・サイモンズ教授が招へい外国人学者として参画した。長期に

亘る在外研究活動として，部門主任野中は，1981年10月から1982年３月まで西オーストラリア大学に，1982年10月から1983年３月までウィットウォータース大学（南アフリカ共和国），1989年10月から1990年３月までイスラエル工科大学に，それぞれの招へいを受けて滞在，国際交流に寄与した。

塑性構造耐震研究部門の基本的研究課題は塑性的靱性に富む材料から成る構造物の耐震性と力学的挙動の解明であるが，次の様な研究が進行中である。

(1) 静的及び動的荷重を受ける鉄骨骨組の終局状態

(2) 繰返し軸方向載荷を受ける弾塑性部材の履歴挙動に関する一般理論

(3) 骨組構造及び構造部材の塑性疲労

(4) 曲げ捩れを伴う部材及び架構の弾塑性座屈・安定問題

(5) 地下構造物周辺の応力状態に関する粘弾塑性体理論

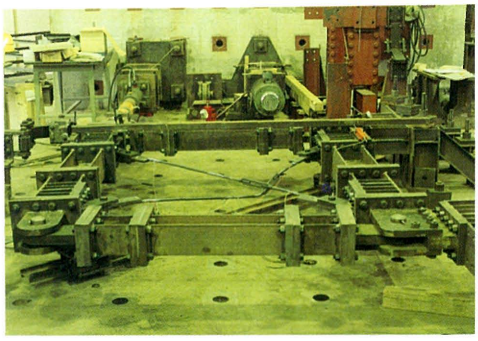
(6) 地震に依る建築構造物の被害調査

これらのほか，鈴木助教授の在任中，地盤震害研究部門との共同研究として塑性構造物の確率論的地震応答解析と耐震信頼度解析が推進させられた。当部門は，当研究所・都市施設耐震システム研究センターとも研究上密接な協力関係にあり，同センターの岩井　哲助手と外国人研究者が上記研究プロジェクトに参画している。最近10年間の研究成果は次章で簡単に要約する。

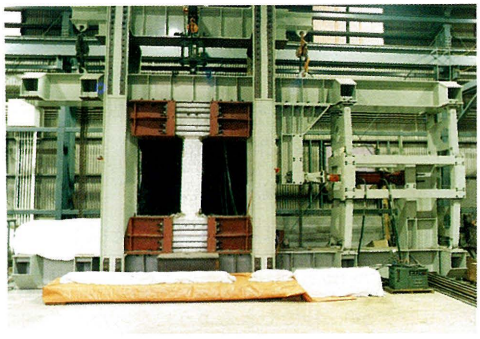
現在，当部門が管理している主な実験施設は写真-2.1～2.4に示す様なもので耐震構造実験室に設置されている。写真-2.1は20トン動的構造物試験装置，写真-2.2は鉄骨筋かい構造の実験に用いた耐圧200トンの構造物試験床・反力壁，写真-2.3は壁・柱等の耐震実験装置，写真-2.4は100トン長柱試験機である。また，これらの実験設備に付随する治具と試験体を収納するためのテント2棟を備えている。実験施設は順次整備・拡充され，1987年には，実験時の計測ならびに解析のための付室が実験室横に新たに設けられた。静的実験用高速データ収録装置が1988年に入れられ，これにより，測定点100点のデータ・サンプリングが0.5秒でできるようになった。また同年，動的構造物試験装置のパーソナルコンピュータによる制御とデータ処理を行う高速制御装置が導入された。1991年にはもう１式追加導入される予定で，これによって２台のアクチュエータの高度な連動制御が可能となる。



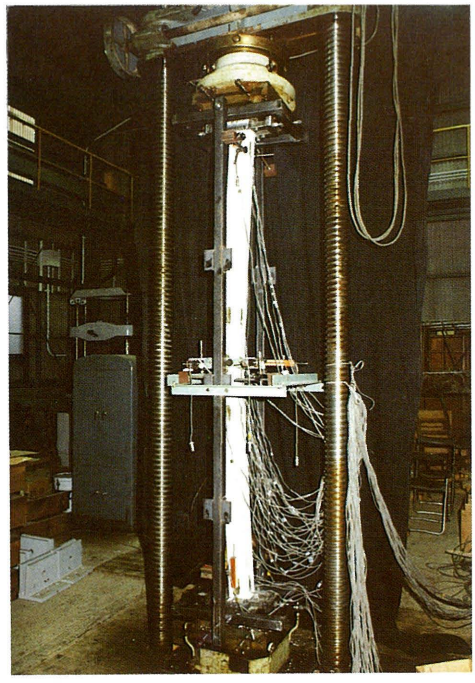
写真—2.1　動的構造物試験装置



写真—2.2　構造物試験床における筋かいシステムの実験



写真—2.3　耐震構造試験装置



写真—2.4　100トン長柱試験装置

3.　脆性構造耐震研究部門

昭和39年以降，耐震構造研究部門では建築構造物の激震時弾塑性挙動に研究の主力が向けられてきたが，昭和43年の十勝沖地震を契機に鉄筋コンクリート造など脆い材料で構成される構造物の耐震性に関する研究の必要性が高まり，昭和54年4月に耐震構造研究部門を改組拡充して脆性構造耐震研究部門の新設が認められ，耐震構造部門は塑性構造耐震部門と改称された。部門新設と同時に耐震構造部門主任教授若林　實が当部門主任教授に所属換えとなり，同年8月工学部建築学教室の藤原悌三講師が昇任配置換えとなり，本部門の助教授となった。

当部門設立の主旨は，コンクリート，煉瓦など主として脆い材料を含む構造物や構成部材の耐震性の向上を計り，震害の防御・軽減を意図した研究を行うとともに，従来から耐震構造部門において行われてきた構造物の弾塑性地震応答解析，適正動力学特性など動的性状に関する研究を行うことにある。若林　實は昭和60年3月の退官まで，主として鉄筋コンクリート造，煉瓦造の耐震性に関する実験的研究を推進した。その間，昭和57年4月からは工学部建築材料学講座の森田司郎教授が研究担当として現在に至るまでコンクリート構造の研究に協力している。昭和60年8月藤原悌三が教授に昇任して主任を担当，主として地震応答に関する研究を行い現在に至っている。昭和61年1月塑性構造耐震部門助教授中村　武が当部門に所属換えとなり，昭和63年1月，京都工芸繊維大学住環境

学科教授として転出するまで鉄筋コンクリート構造の履歴挙動に関する研究を分担した。後任として平成２年10月より塑性構造耐震部門から鈴木祥之助教授が所属換えとなり，構造物の確率論的地震応答解析，耐震信頼性設計に関する研究などを分担して現在に至っている。当部門は，また，昭和61年に設置された都市施設耐震システム研究センターの研究活動にも協力し，同センター助手北原昭男とともに，都市建築群の地震被害推定に関する研究を行っている。

当部門設置以来行っている主要な研究課題は以下のとおりである。

(1) 構造物，構造部材の復元力特性

建築構造物の終局耐震安全性は部材あるいは骨組の繰返し履歴挙動の実験的研究に基づいて評価されるため，鉄筋コンクリート造柱・壁，煉瓦造壁，鉄骨架構などを対象とした復元力特性の実態の把握とそのモデル化に関する研究を継続して行ってきている。

(2) 建築構造物の地震応答解析

激震時の建築構造物の３次元的弾塑性挙動の解明が終局的な耐震安全性の評価に重要であるため，非線形履歴特性と降伏条件を考慮した部材レベルの地震応答解析手法の開発と応答評価に関する研究を行うとともに，二方向に水平地動の作用する動的実験により崩壊過程の把握と解法の妥当性の検証を行っている。鉄筋コンクリート構造物に対しては動的軸力の水平方向復元力に及ぼす影響を明らかにするため，上下動を含む立体振動解析の手法を展開している。弾塑性地震応答に関する一般的な結論を導くためには確率統計的な評価も不可欠であり，ランダム外乱の作用する立体架構の非線形応答，破壊尺度の評価法に関する研究を行っている。

(3) 耐震信頼度解析

確率論的な地震応答解析に基づいて，地震外乱と振動系に内在する不規則，不確定要因が系各部ならびに系全体の耐震性に及ぼす影響を安全の確率として統一的に評価する方法を導くことを主目的として，最大変位応答，累積塑性変形，低サイクル疲労損傷等の安全性尺度を含む履歴構造物の耐震信頼度関数の評価法に関する研究を行っている。

(4) 建築構造物の耐震設計

構造物および部材の復元力特性に関する実験的研究およびそれに基づく地震応答解析に関する研究は，建築構造物の合理的な動的耐震設計法の確立を目標としている。設計目的に合致した，塑性率，降伏機構などの種々の制約条件のもとで合理的，経済的な観点から建築構造物と構成部材の適正設計を導くための確率論的な基礎研究を行っている。

(5) 都市建築群の地震被害推定

個々の建物の耐震安全性は基本的に重要であるが，都市全体の耐震性を評価することは都市防災，都市計画上極めて大切であるとの観点から，木造，鉄筋コンクリート造など構造種別に応じた解析モデルを実験資料から設定し，建設年代，設計方法の異なる構造物の地域的分布を都市統計資料に基づいて想定し，都市の建築群としての地震応答解析を行い，地盤の動特性を考慮した都市内各地域毎の地震被害を推定する研究を行っている。最近，都市域の拡大と人口の集中により，災害ポテンシャルの増大が危惧されるため，都市の変遷と耐震性能の向上を予測した都市防災・都市耐震計画を策定するための手法を，過去の国内外の地震被害資料を参考にして開発しつつある。

本部門は上述の研究に加えて，国内外の地震被害調査にも参加し，人文社会的環境の異なる地域での震災の防御・軽減対策を導く研究についても，研究組織全員の協力のもとに推進している。

4. 耐震基礎研究部門

構造物や施設の耐震性に関する研究の主流は構造物軀体や上部構造物にその重点が置かれていたために，下部構造物や周辺地盤についてはその重要性が認められながらも十分な検討を受ける機会が少なかったように見受けられる。ところが，昭和39年の新潟地震で，地盤の軟弱さに起因する構造物基礎や下部構造物の破損が，構造物に多大の被害を生じさせたことが判明するに及んで，構造物と地盤の動的相互作用や地盤を構成する土の動力学的特性を考慮した研究の重要性，緊急性が再認識されるに至った。このような実情にかんがみ，日本学術会議は昭和39年11月および昭和40年6月に「耐震工学研究の強化拡充に関する勧告」ならびに「要望」を政府に提出し，その中で大学附置研究所に構造基礎耐震工学部門を増設し，構造物の耐震基礎に関する理論および設計法を研究する必要のあることを強調した。

こうした要望を背景として，構造物基礎や下部構造に対する総合的な耐震理論の体系化をはかるとともに，地盤調査法や耐震化工法の開発あるいは地下埋設構造に対する合理的な耐震設計法を樹立することを目的として，昭和42年6月に本部門が設置された。以来，地震工学，土質基礎工学の各分野の知識を基礎として上記目的の達成に努めている。

研究員の構成は教授柴田 徹，助教授土岐憲三，助手田河勝一をもって発足している。昭和43年からは行友浩，石黒良夫が助手として加わった。田河は昭和43年に大阪府へ，行友は昭和45年に川崎製鉄へ転出した。昭和45年に大槇正紀，47年には高田至郎，昭和49年には佐藤忠信，昭和50年には田中陽一が助手となった。石黒は昭和46年に清水建設へ，高田は昭和49年に神戸大学助教授として転出し，大槇は昭和50年に地盤災害部門へ配置転換となった。同年に土岐が工学部へ転出した後，工学部より助教授足立紀尚が加わった。また，昭和50年に柴田，昭和51年には足立が地盤災害部門へ所属転換となったが，昭和51年からは工学部より再び配置転換となった土岐が教授としてこの研究部門を担当している。昭和51年には三浦房紀が助手となり，昭和52年には佐藤が昇格して助教授となり，田中は昭和53年大東ボーリングへ転出した。昭和58年には三浦が山口大学助教授として転出し，清野純史が助手となり，砂坂善雄が地盤災害部門から助手として配置転換となった。昭和59年には砂坂が鹿島建設へ転出し，佐藤は防災科学資料センターに配置転換となった。昭和61年には佐藤が再び当部門に復帰し，澤田純男が助手として採用されたが，同年に都市施設耐震システムセンターに配置転換となった。この間，工学部教授後藤尚男は昭和42年から昭和50年まで併任教授として，その後昭和62年まで研究担当として，また工学部教授白石成人は昭和50年から昭和54年まで，工学部教授山田善一は昭和59年から現在まで研究担当として本部門の研究に協力している。

本部門における現在の主な研究課題について述べると以下のようである。

(1) 入力地震動の同定と予測

耐震設計における合理的な入力地震動を得ることを目的として，実地震動の非定常特性を抽出するとともに，いくつかのシュミレーションモデルを提案した。まず，地震波形は因果性を有する時系列であり，周波数領域における実数部と虚数部は独立に設定することは出来ないので，振幅と位相の間の相関性を考慮した地震動の予測モデル化を構築した。つぎに，多数の微小地震記録を基にして，その確率統計的性質をそこなうことなく，実用的に簡単な統計的グリーン関数を構築するための方法論を完成させた。また地震断層面上の応力降下量に着目して新たな相似則を提案し，断層の破壊過程を考慮した地震動の予測法に関する研究を進めている。このために，断層の破壊過

程を詳細に追跡できる数値解析法を提案するとともに，３次元的な解析を行って，断層面上の「応力の流れ」のメカニズムを解明するとともに，観測記録より断層の破壊過程を同定するための研究も行っている。さらに，地震断層の広がりを考慮した地震動強度の距離減衰則に関する研究を行い，活断層と歴史地震のデータベースを用いて地震危険度解析を実施している。

(2) 表層地盤の震動特性

地震時における表層地盤の震動はごくわずかに離れた地点においても異なるという認識の下に，表層地盤内における地震動の水平方向の伝播に伴う地盤の相対変形やひずみの空間分布に関する研究を行っている。地盤の不整形成が地震波の見かけ速度の分散性におよぼす影響を詳細に検討している。地震波の分散性は長大構造物や埋設施設の耐震性を論ずる場合にも基本的に重要な事項となるので，これらの応用面についても着実に成果を挙げつつある。実体波と表面波によって地盤内に発生する応力ならびに歪に及ぼす地盤の不均質性や非線形性の影響を明らかにするための研究を行っている。大阪を中心とするPS検層結果を収集し，そのデータベース化を図るとともに，これを用いて地盤の非線形震動解析を実施し地震動強度の予測式を提案した。地盤を構成する土は強い非線形特性を示すので，液状化現象を含めた土の構成式に関する研究も行った。また，強震時における地盤震動強度は観測地点近傍の局所的な地盤構造の不整形性に大きく影響されるので，境界積分法や離散化波数法を利用して不整形地盤の震動解析を行い，不整形地盤に特有な現象を抽出した。さらに，実地震記録を用いて，地盤の不整形形状や物理定数を同定するための手法についての研究を推進している。

(3) 構造物基礎の耐震性

ケーソンや杭基礎あるいは鋼管井筒により巨大な構造物基礎が造られる場合には，過去において蓄積された経験の範囲を超えるものが出現することがあり，そのような構造物基礎の地震時安定性については未知の問題が多い。強震時には，地盤と構造物の間で剝離や滑動などの生ずる可能性が考えられるが，従来の地盤－構造物系の解析ではこうした問題を取り扱うことができなかったので，ジョイント要素法を用いた動的解析プログラムの開発を図り，構造物基礎の地盤からの浮き上がり，滑動，転倒といった問題の解析を可能にした。また，実験的に得られる土や地盤の定数と，構造物の振動特性に関わる理論解析とをいかに融合させるかについての研究をも進めており，地盤が非線形状態になった場合に構造物と基礎の耐震安全性をどのように配分すべきかについての研究も行っている。

(4) ハイブリッド実験

数学的に解明困難であるかモデル化が非常に複雑な構造要素の力学特性を実験的に検出し，これを計算機に取り込み，全体系の応答をより実現象に近づけようとするものである。この実験手法を，地盤－構造物系の地震時における非線形動的相互作用の問題に適用するための基礎的な研究を行っている。動的相互作用の効果は複素剛性として定式化されるので，地盤-構造物系の復元力特性としては，通常のハイブリッド実験から得られる力-変位関係の振幅依存性に加え，周波数依存性を考慮した検討が必要になる。このために，周波数依存性を有する振動系の時間領域における逐次積分法のアルゴリズムの開発を行い，ケーソン基礎や杭基礎を対象として実大規模のハイブリッド実験を実施した。

(5) 構造物の地震応答と制震

構造物の動的解析法の開発と耐震設計法に関する研究を主体にするもので，地震時における構造物の応答特性の把握，応答解析法の誤差評価，構造物の動特性や入力地震動の同定，構造物の最適震動制御などが研究されてい

る。入力の位相差が長大構造物の地震応答に及ぼす影響や，応答観測値から逆に位相差のある入力特性を決定するための解析的な手法を開発している。さらに，地盤-構造物系の非線形復元力特性をモデル化するために実験データに基づいて履歴復元力の同定を行っている。地盤－構造物系における耐震安全性の配分に関する研究も行われている。

(6) ライフラインの耐震性

都市内の上下水道やガス・電力などの供給施設の地震に対する安全性と震害対策の確立は大都市の地震防災対策における重要な要因であり，これらの施設の耐震性確保を目的として，地盤内の埋設管路の地震時挙動に関するシミュレーションや，考えるべき入力地震動の特性などに関する研究を進めている。また，従来から行われているライフラインシステムの信頼性解析では，その計算量が構成要素数の指数乗となるので，ネットワークをかなり単純化しなければ解析が不可能であった。こうした問題点を解決するための新しいアルゴリズムを提案し，そのプログラム化を図って，実際の大規模ネットワークに適用した。また，実務レベルでライフラインの復旧を最適化するためのエキスパートシステムや補強対策法についても検討を加えている。

5. 地盤震害研究部門

本部門は，第3部門，耐震構造研究部門を通じて，耐震工学における最も重要な課題の一つとして採り上げられてきた構造物の震害と地盤の動特性との関連性を究明し，建設地を含む地域の地震活動度と広域的並びに局地的な地震波動媒体地盤の波動伝達特性が地震外乱に及ぼす影響を考慮して，建築構造物とその基礎地盤の地震応答性状を的確に把握し，その知見に基づいて地盤－構造物系の合理的な震害防御軽減の方策を樹てることを主な目的として，昭和39年4月に設置され，耐震構造部門から，小堀鐸二教授，南井良一郎助教授，井上　豊助手が所属換えとなって本部門の研究組織は発足し，同年10月には鈴木　有助手が任用され，これに加わった。昭和41年4月，建築学第二教室に建築基礎工学講座が設置され，小堀教授は新講座担任教授として工学部に配置換えとなり，南井助教授と井上助手は，夫々，教授及び助教授に昇任し，新しく日下部馨助手が任用された。その後，昭和45年10月，井上助教授は大阪大学工学部に転出し，昭和47年4月には鈴木祥之助手が任用され，昭和48年11月，建築構造学講座の國枝治郎講師が工学部から昇任配置換えとなり，本部門の助教授となった。次いで，昭和49年4月，日下部助手は建築材料学講座に配置換えとなり，又，昭和51年4月には，鈴木（有）助手は金沢工業大学に教授として転出した。昭和61年4月には，鈴木（祥）助手は助教授に昇任し，塑性構造耐震研究部門に所属換えとなり，新しく岩井哲助手が任用されたが，同年6月，新設の都市施設耐震システム研究センターに所属換えとなった。

尚，小堀教授は，昭和41年5月から58年3月まで，研究担当教授或は併任教授として，又，日下部助手は，昭和49年8月から57年3月まで研究担当助手として，昭和40年4月から51年3月まで福井大学の鳥海　勲教授が，次いで昭和53年4月から56年3月まで金沢工業大学の鈴木　有教授が，夫々非常勤講師として本部門の研究に協力している。現在の研究組織は，専任教官の南井教授と國枝助教授，及び研究担当の建築学第二教室の六車　熙教授の構成となっている。本部門は，設置以来，主として構造物とその基礎地盤の動的特性と地震時挙動の解明，並びに建築構造物の動的耐震設計のための基礎的研究を実施してきているが，主な研究課題とそれらに関する研究活動の概要を述べれば以下の通りである。

(1) 地震外乱の性質と地盤の動特性

建設地を含む地域の地震活動度と広域的並びに局地的地質，地盤構造を考慮して，地盤－構造物系の地震応答解

析用の地震外乱の確率モデルを導くことを主目的として，特に粘弾塑性媒質からなる表層地盤の波動伝達特性と不規則入射地震波による表層地盤の地震応答特性に関する研究を行うとともに，地震外乱を生成するための非線形時変動力学的モデルの実測地震記録に基づく確率論的状態推定及び同定に関する研究を行っている。

(2) 地盤－構造物系の地震応答解析

地上構造物，地下室，基盤地業，周辺地盤並びに波動媒体地盤からなる地盤－構造物系を対象として，地盤と構造物の動的相互作用を考慮した非線形動力学モデルを構成するとともに，地震外乱と系に含まれる諸種の不規則性と不確定性を考慮した確率論的地震応答解析法を導くことを目的として，主として杭基礎の動特性と地震応答に関する研究を行うとともに，大規模非線形動力学系を対象とした地震応答解析の確率微分方程式による定式化とモーメント方程式による状態変数の時変同時確率密度関数の評価法，並びに等価線形化等による近似解法に関する研究を行っている。

(3) 建築構造物の耐震信頼度解析

地盤－構造物系各部の地震時の動的破壊或は機能障害を直接的に表す尺度を地震応答量として採用し，確率論的な地震応答解析に基づいて，地震外乱と系に内在する不規則，不確定要因が系各部並びに系全体の耐震性に及ぼす影響を安全の確率として統一的に評価する方法を導くことを主目的として，最大変位応答，累積塑性変形，低サイクル疲労損傷等の耐震安全性の尺度と系構成要素の諸種の劣化形並びに硬化形履歴特性の微分表示に関する研究を行うとともに，非定常地震外乱を受ける諸種の履歴構造物の耐震信頼度関数の評価法に関する研究を行っている。

(4) 履歴構造物系の確率論的推定と構造制御

構造物の地震応答観測記録から，入力地震動を含めて構造物各部の地震時挙動を確率論的に推定するために多自由度履歴構造物の地震応答を推定する濾波問題を扱い，履歴特性を有する多自由度履歴構造物の地震応答に関して，部分的な観測データから全状態を推定する手法を導出し，さらに入力地震動の確率モデルを適用して，履歴特性を有する非線形構造物の地震時応答の最適な制御を行う確率論的構造制御法の研究を行っている。

(5) 建築構造物の動的耐震設計法

上記(1)～(4)の研究は，最終的には建築構造物とその基礎地盤の合理的な動的耐震設計法の確立を目指しているが，特に，地震発生頻度は小さいが破壊的な烈ないし激震外乱を対象として，確率統計的な観点と弾塑性終局設計の立場に重点を置いて，想定された地震外乱の確率モデルに対する履歴構造物の耐震信頼度解析に基づいて，予め与えられた安全の確率を確保し，且つ，構造設計の力学的合理性と経済的効率を最大にするような最適耐震信頼性設計に関する基礎的研究を行っている。

(6) 貯蔵タンク等容器状構造物の地震応答性状の解明と耐震設計法の確立

都市施設，産業施設としての曲面容器状貯槽構造物の地震時の応答安全性としては，構造工学的安全性のみならず機能上の安全性もきわめて重要とされるが，その検討にあたっては構造物－内容物（及び地盤との）連成系解析が必要とされる。部門に設置の人為地震発生装置による模型実験，理論解析および解の大型計算機による数値計算等を通じて連成系構造物の地震応答特性の解明と合理的な設計規範の確立を目的に研究を行っている。

(7) 大張間曲面構造物の動特性および地震応答性状の解明と設計規範の確立

社会生活の進化と複雑多様化により急速に需要の高まりつつある大空間を覆う建築物ーシェル，ラチス構造物，膜構造物，吊り構造物等が風，地震等の動的外乱を受ける場合の動特性を明確にし，合理的な設計法を確立することを主目的として，主として確定論的な理論解析手法により動的応答解析，安定解析等を遂行している。

(8) 構造物の動的安定限界解析法の開発

復元力特性における非線形性の影響が大きくかつ減衰性が小さい場合に動的外乱に対して動的不安定応答挙動を示すことがあり，この応答挙動は構造物の機能安全性の確保のため設計に当たって十分に留意すべきである。有限時間（特に短時間）における初期分岐挙動発生限界を規定する構造・外力特性を明らかにするために，この分岐限界外力の解析方法の開発を目的に研究が行われている。

以上要するに，本部門は，地盤と構造物或は構造物群を一体の動力学系として扱うとともに，確率論的および確率統計的な観点から，これ等複合動力学系各部の地震応答性状を的確に予測し，その結果に基づいて合理的な建築構造物の耐震設計法と震害防御軽減の方策を得るべく，研究組織全員の協力のもとに研究を行っている。尚，昭和46年4月に防災研究所及び工学部の地震工学ないし耐震工学の関連諸部門或は講座の共同研究設備として人為地震発生装置が設置され，当部門がその管理に当たっているが，この装置を用いた実験的研究も数多く行われている。

6. 砂防研究部門

本研究部門は山地流域における土砂の生産流出，堆積過程における災害の予知・予測ならびに防止軽減に関する研究を行うことを目的として，昭和40年度に設置された。発足当初は矢野勝正教授が担当したが，昭和46年3月矢野教授の定年退官に伴い，河川災害部門の教授であった芦田和男が，砂防部門の担当となった。助教授としては，土屋義人（発足から昭和42年10月まで），高橋　保（昭和43年4月～57年3月）が担当したが，昭和57年度耐水システム部門の創設とともに，高橋は教授として新部門を担当し，同年江頭進治が助教授に昇格し，現在に至っている。助手としては，発足から昭和56年度までの間に，奥村武信，道上正規，沢田豊明，角野　稔，江頭進治，澤井健二，中川　一がそれぞれ任用された。昭和60年4月には藤田正治が任用されたが，藤田は昭和62年10月から鳥取大学助教授として転出し，平成元年4月から里深好文助手が従事している。なお，非常勤講師として，昭和41年度から43年度までは金沢大学助教授の高瀬信忠，昭和46年度から50年度まで立命館大学教授大同淳之が協力した。また，本学工学部の井上頼輝は，昭和44，45年度には併任助教授，46，47年度には，研究担当教授であった。

山地流域における土砂の生産，流出現象やそれに伴う災害事象の究明のためには，その実態を把握することが極めて重要である。そのため，本研究部門は防災研究所穂高砂防観測所（所長芦田和男教授，沢田豊明助教授）の協力のもとに研究を続けている。以下，本研究部門の研究内容を大別すれば，次のようである。

(1) 土砂の生産・流出に関する研究

土砂災害の予測と砂防計画の樹立のためには，土砂の生産と流出の実態の解明およびそれに基づく予測法の確立が不可欠である。そのため部門創設以来，穂高砂防観測所と協力して観測研究を続けるとともに，災害の調査解析による実態の究明を行う一方，理論や室内実験による基礎研究を進めている。

土砂の生産・流出は，崩壊・土石流，裸地の表面侵食および流路の侵食の各要素からなる一つのシステムと考え

られるが，まず，それらのシステムの特性を明らかにした。さらに，それぞれの要素についてのメカニズムの究明とそれに基づく定量的な予測法について研究を行っている。裸地の表面侵食に関しては，現象を支配する要素として表面流，凍上・融解の作用，表層土壌の特性，斜面勾配と斜面長を取り上げ，それぞれの影響を観測研究と室内実験によって明らかにしている。また，流路の侵食に関しては，粘着性材料や非粘着性材料からなる流路の側岸侵食機構について研究を進め，側岸侵食量式を提案している。

(2) 崩壊・土石流に関する研究

崩壊・土石流災害は，人命の犠牲を伴うことの多い土砂災害であって，その防止・軽減のために，発生の条件と発生規模，流動の特性ならびに堆積範囲の予測法を確立することが極めて重要である。これらの課題について，現地データの解析研究を行うとともに，基礎的な研究によるメカニズムの解明とそれに基づく予測法の確立につとめて来た。その結果，崩壊発生の降雨条件および土石流の発生危険度指標などに関する多くの知見が蓄積されている。また，崩壊・土石流のメカニズムについて基礎的研究を活発に展開している。まず，崩土の運動の解析法，崩土が流動化して土石流に移行する条件，移行距離の推定法を明らかにした。また，土石流の運動に関して，粒子間変位による摩擦，粒子の非弾性衝突および粒子間間隙水の乱れによるエネルギー散逸機構を考慮して，土石流の構成則を誘導し，それを用いて，崩壊・土石流の流動や堆積機構の解析を進め，土砂災害の危険範囲の設定法を提案している。この手法を既往の災害現場に適用してその有用性を確かめている。また，この手法によって昭和58年の長野県西部地震で発生した御岳伝上くずれの大規模崩壊（一世紀に１～２回程度）の際に見られた大規模な土石流の運動を解析して妥当な結果が得られることを示した。

一方，粘土のような微細粒子を多量に含む高濃度流れの流動の機構についても考察を進め流動則を明らかにしている。

(3) 流砂と流路・河床変動

種々の河道条件のもとにおける流砂と河床・流路変動に関する研究を系統的に進めている。山地河道では，河床勾配が急であり，流砂形態は土石流から掃流砂まで遷移するので従来比較的研究の少ない遷移領域を含めて，広範囲に適用できる流砂量式の確立が重要な課題となっている。これに関して，広範囲な条件のもとで流砂実験を行うとともに，土石流に関するエネルギー散逸機構の概念を適用して，統一的に適用できる流砂量式の誘導に成功している。



写真—2.5 流路変動に関する実験

また，山地河道では，一般に粒度分布が広く，大粒径の礫によるアーマ・コートの形成と破壊過程が流砂現象を大きく支配する。これに関して，粒子の選択輸送と垂直移動の概念を導入した新しい解析法を提案して，河床表面の粗粒化とその下層の細粒化に関して興味ある知見を得ている。さらに，山地河道に特有な階段状河床の形成機構と形状特性および流れの特性などに関して研究を進めている。

一方，浮遊砂については，河床付近の乱れ特性と粒子の浮上・輸送現象との関係についての基礎的研究を推進し，平衡および非平衡場での浮遊砂量式を提案した。

山地河道では，砂防ダム上流部や土石流・土砂流の堆積域においては，土砂の堆積幅が広く流れが水みちを形成することが多い。こうした場における流路の変動や流砂量に関して研究を行ない興味ある成果を得つつある。一方，蛇行流路，複断面流路，二次元水域などいろいろな場における流砂と河床変動に関して実験的ならびに数値解析研究を行なっている。

(4) 貯水池に関する土砂水理の研究

貯水池はその効用の反面，土砂の自然流下を阻害して，堆砂による貯水池機能の低下，上流域の河床上昇，下流域の河床低下や，海岸侵食，濁水長期化による河川環境への影響など土砂水理学的な種々の問題を誘起している。これらの問題に対処するためには，粘土やシルトのような微細粒子から石礫に至るまでの広範囲な粒子の貯水池における挙動を明らかにすることが必要である。このため，貯水池への流入土砂量の予測法，掃流砂，浮遊砂の堆積機構，堆砂形状の予測のための数値シミュレーション，成層・非成層場における濁度物質の流動解析，泥水密度流に関する研究を行なっている。また，貯水地堆砂の防止・軽減の問題では，流砂の分岐水路への排除や貯水池水位低下による堆砂排除の研究を行なっている。また，土砂のパイプ輸送に関して系統的な研究を進めている。

(5) 砂防構造物の機能に関する研究

砂防構造物の適切な配置は，土砂災害の防止軽減にとって極めて重要であるが，そのためには，構造物の機能を明らかにすることが必要である。砂防ダムには，大別して侵食防止機能と土砂流出の防止・調節機能とがある。前者については，水みちの形成を伴う場合の縦侵食および横侵食現象を実験的に検討し，横侵食の抑制に対する砂防ダム袖部の効果に注目して考察を進めている。また，横侵食を考慮した一次元河床変動解析により，侵食の抑制効果に関するダムの設置間隔や水通し幅の影響を定量的に評価している。また，砂防ダムによる土砂流出の防止・調節機能に関しては，砂防ダム上流部での流路変動の特性や河床変動に及ぼす水通し部でのせき上げ効果を実験的に検討し，これらを取り入れた数値シミュレーション手法の開発を行っている。

一方，透過性ダムによる土石流調節機構について水路実験や理論解析を通じて検討している。すなわち，透過性ダムの格子間隔と石礫径の比と土砂通過率の関係を求め，これと土石流の運動法則，質量保存則および河床位方程式により，土石流の調節効果を検討する方法を提案している。

7. 河川災害研究部門

本部門は，研究所創設時に河川および海岸の水害防御に関する総合的研究を行うことを目的として「第二部門」の名称で発足し，昭和38年に現在の名称に改められた。本部門の教官定員は，創設当初より教授・助教授・助手各1名であって，昭和26年以来矢野勝正教授が部門主任を担当してきたが，同40年砂防部門の設置に伴って，矢野教授は同部門に移り，後任として芦田和男助教授が昇格した。昭和46年矢野教授の定年退官後，芦田教授は砂防部門主任となり，村本嘉雄助教授が昇任して現在に至っている。助教授としては，昭和26年に畑中元弘助教授が工学部

から配置換え赴任し，同30年畑中助教授が神戸大学工学部教授に転出後，足立昭平助手が昇格した。

昭和37年足立助教授は名古屋大学工学部教授として転出し，その後昭和40年まで芦田和男，引き続き同46年まで村本嘉雄，同47年から道上正規がそれぞれ助教授に任用された。昭和53年道上助教授は鳥取大学工学部教授に転出し，同56年藤田裕一郎助手が昇格して現在に至っている。助手としては，昭和26年から同55年までの間に，足立昭平，金丸昭治，大同淳之，田中祐一朗，高橋　保，宮井　宏，塩入淑史，奈良井修二，下島栄一，藤田裕一郎，河田恵昭，大西行雄および大久保賢治がそれぞれ任用され，現在は大久保助手が従事している。

以上は専任教官であるが，研究所創設当初より石原藤次郎工学部教授が併任教授を担当し，昭和36年石原（藤）教授の水文学部門への併任配置換えに伴って，友近　晋理学部教授が本部門の併任となり同39年まで担当した。昭和47年から同50年まで岩佐義朗工学部教授が併任教授を担当し，その後岩佐教授は研究担当として本部門との研究交流を行っている。さらに，昭和26年より同56年まで，山田彦児教授，石原安雄助教授，奥田節夫助教授，足立昭平教授，道上正規教授がそれぞれ本部門の非常勤講師として研究に協力した。

このように本部門の研究は，非常に多くの人々によって推進され，水災害に関する総合的研究から河川災害に関する研究へと専門分化されるとともに，さらに近年，洪水災害の防止軽減と併せて河川および湖沼の水環境保全に関する基礎研究へと展開しており，国際的視野での河川災害や環境水理の調査研究にも従事している。最近10年間における研究の概要を述べると次のようである。

(1) 貯水池の決壊に伴う洪水と土砂の流出・流下過程

わが国の農業用溜池やイタリアの鉱さいダムの決壊災害に関する現地調査および既往のダム被災資料から，決壊の要因，形態，プロセス，流出流量などを考究するとともに，貯水池決壊時の洪水・土砂流出ならびに急勾配河道における各種条件下での段波の流下過程の基礎実験と水理解析を行った。貯水池の決壊条件として，ダムの部分決壊と全面決壊，決壊口の開口速度，貯水池堆砂の有無などの影響を考慮して，貯水池決壊水理の近似解を誘導し，洪水と土砂の流出量に関する簡便な予測法を提案した。また，貯水池決壊段波の伝播・変形過程を，固定床で粗度・路床勾配・基底流量を変化させた場合および下流に貯水池がある場合，さらに移動床で河床材料と勾配を変えた場合について検討し，数値解析の適用性と問題点を明らかにした。

(2) 洪水氾濫と土砂堆積

三隅川（島根：1983年），バングラデシュの主要河川（1987年，1988年），愛知川（滋賀：1990年）等の洪水災害を対象として，洪水氾濫と被害の実態に関する現地調査を行い，出水と氾濫の推移，越水・破堤状況，洪水・土砂氾濫域と被災地の分布などを明らかにした。とくに，三隅川については，氾濫水の流動，堤内地の侵食・堆積および堆積土砂の粒度分布の調査結果を，平面２次元モデルによる洪水氾濫と地形変動の解析結果と比較し，その適合性を明らかにした。一方，河川堤防の越流決壊過程と堤内地における洪水・土砂の越流氾濫に関する水理実験と解析を行い，決壊口周辺の流況および流出流量の時間的変化とその予測法，氾濫水の流動および浮遊砂の濃度分布と堆積過程に対する植生粗度の影響，氾濫の基本変数モデルと渦度モデルの比較，数値粘性と底面摩擦の関係などについて考察した。

(3) 洪水流と河床変動

実際河川における洪水流の挙動と河床変動の実態解明に重点をおいて研究を進めている。すなわち，大戸川（滋賀）の洪水観測資料から巨礫河床および砂堆・遷移河床における洪水流の抵抗とその履歴特性を明らかにするとともに，井川川（島根）の河道湾曲部において大洪水後に地形測量を行い，内岸の異常堆積による流積の減少，外岸

の洗掘に対する根固めの効果などを指摘した。また，愛知川と三隅川の洪水災害の調査から，それぞれ水防林の洪水疎通と土砂堆積に対する影響について考察した。一方，洪水流の水深・流速・濁度・水温等を流水中で移動観測できる遠隔操作カプセルの開発を行い，琵琶湖や宇治川・円山川などで試用して改良を図っている。

(4) 河道の流路変動と河岸の崩落・侵食過程

河道の平面的変動過程を究明するために，側岸侵食性流路における蛇行および網状流路の発達過程に関する系統的な実験を行い，拡幅速度と砂州の発達速度との相対的な関係から各種流路形態の形成過程を説明した。ついで，直線流路の側岸侵食機構について考察し，流路横断形状の変化過程および流下方向の拡幅過程の1次元解析法の適用性を示した。また，1980年から宇治川低水路河岸の崩落・侵食過程の観測を継続し，河岸後退量と河床変動および流れの掃流力の関係を明らかにするとともに，河岸の安定解析から河岸形状の予測を行った。最近傾斜域の河道災害の特徴となっている流木が流路変動に及ぼす影響についても基礎実験いよる検討を進めている。一方，側岸固定水路の中規模河床形態に関して，水深・粒径比が100以上で砂漣と共存する場合も含めた形成条件，交互砂州の発生・発達過程とその形状予測および制御法，複列砂州の発達と網状流路への移行条件などを明らかにした。また，こうした平面的河床変動の実験・計測・データ処理を自動化する手法について考察した。さらに，常願寺川，大戸川やバングラデシュの主要河川における流路変動と河岸侵食の現地調査と資料解析を行い，礫河川と砂河川の相違点を明らかにした。

(5) 河川堤防および河川構造物の破壊機構と防護工

パイピングによる河川堤防の破壊に注目して，堤体の浸透と安定に関する数値解析ならに基礎実験を行い，空洞の位置と浸出流量および堤体の安定の関係を各種の土質条件について明らかにするとともに，堤体の土中侵食から破壊に至る過程について考察した。また，洪水時の破堤防止工と締切工法の現況調査も行った。一方，護岸の破壊形態を現地調査と水理実験から検討し，法勾配と構造的な強度に護岸被災の主要因があることを指摘し，現在傾斜都市域の護岸被災について検討を進めている。また，護床工など横断構造物周辺の水理を究明するために，底面粗度急変部における流速，乱れおよび浮遊砂濃度の遷移過程を詳細な実験と数値モデルによって考察するとともに，イボ状の護床ブロック下流の洗掘過程に関する実験を行い，非平衡流砂量式によって初期過程を予測できることを示した。

(6) 河川水の濁度変化

大戸川における流水の濁り（ウォシュ・ロード）の観測を1975年から継続して行っており，定時採水の濁度と流量観測データを用いて河水濁度の年次変化，季節変化および流量と相関を統計的に検討し，出水の上昇期とピーク時の濁度は逓減期のそれより高いが，継続出水では低くなる傾向にあること，同一流量に対する10，11月の濁度は他の時季より低く，流域の表層材料の変化が一因と考えられることなどを指摘した。また，微細土砂の月別および年間流出量はそれぞれの流量の2乗にほぼ比例しており，この関係と山腹土砂における微細土砂の含有率から推定した大戸川の総流出土砂量が下流の天ヶ瀬ダムの堆砂量と対応することを示した。一方，出水時の濁度変化をタンクモデルによる降雨流出とウォシュロードの簡易推定式から計算し，大出水時において実測値にほぼ適合することを示した。

(7) 湖における密度流と吹送流

深水湖の湖流を熱成論の観点から検討するために，水温の成層化に伴う流動過程の相似則を考慮して回転水槽お

よび琵琶湖模型を用いた実験を行い，琵琶湖北湖の環流の再現を行うとともに，水温躍層が環流によって維持されるエクマン境界層であることを指摘した。また，琵琶湖南北湖の境界付近のような傾斜地形における底層密度流の発生条件と挙動を現地観測と基礎実験から考察し，密度流の界面抵抗と流量の推定を行って，流量の増加に伴って流向が右偏することを説明した。一方，浅水湖の吹送流の構造を琵琶湖南湖の水温，流速，濁度観測，基礎実験および3層の数値モデルによって検討し，環流と鉛直循環流に対する地形と自転の効果，吹送流に対する分布風や日成層の影響などを明らかにした。また，西オーストラリアの浅水湖において成層の破壊過程に現れる内部波の観測を行い，水温鉛直分布の時間変動と連行係数および拡散係数の関係を示した。

8. 内水災害研究部門



写真—2.6 巨椋試験流域における内水氾濫
(1986年7月21日)

堤防によって，高潮・大洪水など破壊的な外水災害から防護されている堤内地に多くの人々が居住している。このような地域では，堤防等の外壁的施設の破壊による大災害が起こらなくとも，中小河川の氾濫，排水路の越水，地下水の湧出など各種の災害・湿害を受けやすい。とくに近年では社会経済の進展にともなって都市化現象，すなわち丘陵林地の開発，低平農地の埋立てによる住宅地域，商工業地域の急激な拡大が各地に見られ，排水機能の不均衡化を招来して，豪雨時はもちろん，開発前には災害をもたらさなかった中小規模の降雨でも，浸水災害がしばしば発生するようになってきている。内水災害部門は，このような堤内地水害の防止軽減のための基礎研究を推進する目的で，昭和38年に新設された。

この部門の設置当初は，教授矢野勝正（兼任），助教授角屋睦，豊国永次，助手大橋行三で研究が開始されたが，昭和39年1月角屋が教授に昇任して以来部門担当となっている。昭和42年4月福島晟が助手として研究に参画し，同43年4月大橋が愛媛大学農学部助教授に転出の後を受けて岡太郎が助手に採用された。同年10月豊国が愛媛大学工学部教授に転出後（同年12月～47年3月非常勤講師），長尾正志助教授が水文学部門から移り，同45年3月福島が島根大学農学部へ転出（現助教授），同年11月長尾が宇治川水理実験所に配置換え（現名古屋工業大学教授）の後，同年12月岡が助教授に昇任して今日に至っている。その後昭和46年4月早瀬吉雄，同50年4月永井明博が助手に採用されて研究に参画したが，早瀬は昭和58年3月北海道開発局（現農林水産省農業工学研究所水文水資源研究室長），また永井は昭和59年3月岡山大学農学部助教授（同年4月～昭和62年3月非常勤講師）に転出した。また昭和58年4月に増本隆夫が助手に採用され，昭和63年4月農林水産省農業研究センター（現農林水産省北陸農業試験場）に転出するまで研究に従事した。その後昭和59年4月田中丸治哉，平成元年4月近森秀高が助手に採用されて研究に参画している。

本部門の研究は，上述の多くの人によって推進されてきたが，いずれも以下に示すような一貫した研究方針の下で，互いに協力もしくは分担する形で行われ，多くの有用な成果を挙げてきている。

(1) 丘陵山林域の雨水流出モデルと洪水の実時間予測

内水氾濫は，流域内の丘陵山林域や高位部からの流出水の集中によってもたらされる場合が多く，したがって，これらの流出特性を十分把握し，洪水予測の手法を開発，確立することが肝要である。このため，部門創設以来，山科川流域，古川流域高位部，小畑川場流域を対象として，表層条件に配慮しつつ，雨量，水位の観測網を逐次整備し，毎年数回の洪水観測を実施するとともに，一部の地区で土壌水分の追跡調査を並行して行っている。また宇

治川水理実験所に設置した傾斜ライシメータにより，自然降雨条件下における土壌水分の消長を詳細に吟味し，流出モデルについての基礎研究を進めてきた。こうした基礎研究，観測調査結果に基づいて，さらに他の諸官公庁の観測資料をも積極的に収集して，流出に及ぼす土性・地形効果と流出モデルへの反映法，流出モデルの最適化手法，互換化手法や流出モデルの総合化についての研究を精力的に進め，多くの成果を収めてきた。さらに昨今は，洪水流出と低水流出が表裏の密接な関係にあることに着目して，洪水，低水流出解析が連続して行える集中型の長短期流出両用モデルを開発し，滋賀県愛知川上流永源寺ダム流域，奈良県紀ノ川上流大迫ダム流域その他全国各地のダム流域に適用して，その適応性を吟味するとともに，カルマンフィルターを利用した1～3時間先の洪水予測法に関する研究を精力的に行っている。これらの研究は，現在角屋，岡，田中丸が主として行っている。

(2) 内水の挙動とその解析モデル

低平地河川や氾濫原における水の動態は下流条件の影響の大きい緩流であり，その適切な解析モデルの開発が急務である。そこで部門創設以来，この問題に基礎的に対処するため，山科川下流域，古川流域，大谷川流域，横大路流域などにおいて低平地氾濫水の実態観測を続けるとともに，数値シミュレーションモデルの開発を行ってきた。まず，不定流の基礎式に基づく数値計算法を各種条件下で検討し，流域モデルの集中化方式とその効果を明らかにするとともに，次いで不等流式と不定流の連続式に基づく低平地タンクモデルを開発して多くの成果を挙げてきた。さらに外水氾濫が併存する場合に対処するため，昨今は水理学的諸特性の解明と有限要素法を適用した平面解析法の研究に重点がおかれようとしている。これらの研究は現在角屋，岡，近森が主として行っている。

(3) 都市化・土地利用変化に伴う出水・水害ポテンシャルの変化

流域の開発が洪水を増大させるということは昔から言われてきたことであるが，何がどの程度変化するかを定量的に表現することはむづかしい。とくに低平地の内水氾濫は，流域内の丘陵林地や高位部からの流出水の集中による場合が多く，都市化，土地利用変化に伴う出水変化の影響の把握が重要課題となっている。このため，部門創設以来，前述の自然山林流域の他に天神川市街地流域，御蔵山住宅団地，伊勢田川市街地流域及び太閤坦ゴルフ場を開発流域の代表として，雨量，水位，流量の観測網を逐次整備して観測研究に力を注いでいる。また，一部の地区で土壌水分の追跡調査，浸透能の測定を併行して行い，自然流域並びに都市化後の出水特性の変化について基礎的な研究を進めている。こうした観測調査，基礎研究の結果を利用して，流出に及ぼす表層条件の影響，ないし都市化に伴う水害ポテンシャルの変化の研究を精力的に行い，数多くの成果を挙げてきている。これらの研究は，現在研究室の全員が参加し，とくに洪水観測には学生諸子の協力も大きい。

(4) 地下水の数値シミュレーション法

土砂災害，地盤災害，水資源問題と深い係りを持ち，土地利用変化に伴う環境アセスメントの面でも重要な意味を持つ地下水問題に対処するため，本部門では早い時期から琵琶湖東北部の高時－姉川扇状地に試験流域を設定して観測研究を行うとともに，数値シミュレーション法の開発研究を行ってきた。最近では，差分法の他に有限要素法の応用手法，地盤沈下地帯での可能揚水量の推定のための準3次元モデルの開発を試みている。また，自然丘陵地，住宅地での雨水の浸透問題を実験的・理論的に究明するとともに，住宅地の出水抑制と地下水涵養を目的として，有孔管を埋設して雨水を導入し地中に浸透させる工法の開発研究を行っている。この種の研究は現在主として岡が分担している。

(5) 内水排除施設の最適規模配置

内水災害の防止・軽減法としては，河川改修，排水機場，放水路，遊水池の設置及び地域内分散貯留・地下浸透による出水抑制などが考えられている。早い時期から計画の基礎となる水文量の統計処理に関する研究を進め，2変数ガンマ分布，水文量の模擬発生，計画降雨波形，多変量解析手法などの研究で数多くの成果を挙げてきた。昨今は，とくにパターン情報による降雨波形の研究・排水機場前池問題など基礎的課題の解決やDP手法を準用する計画法の研究を強力に推進している。これらの研究は，現在角屋，田中丸，近森が主として行っている。

9. 海岸災害研究部門

海岸災害は波浪，高潮，津波などで代表される自然の外力により，人類の生活基盤である沿岸域の社会構造との関係で発生するが，その予防，軽減の基礎研究を行なうために，本研究部門は昭和34年の伊勢湾台風および翌年のチリ地震津波による海岸災害の頻発を契機として，昭和36年度に新設され，教授，助教授各1名，助手2名の構成である。新設以来岩垣雄一教授が部門担当してきたが，昭和43年工学部へ配置換となり，後任に土屋義人助教授が工学部より昇任，配置換となり現在に至っている。助教授としては，新設以来昭和40年まで土屋義人，同年より昭和45年まで野田英明，同49年より同51年まで山口正隆，および同年より平成2年まで河田恵昭が任用された。助手としては，新設以来昭和43年までの間に，柿沼忠男，井上雅夫，石田　昭，村上仁士，木村　晃がそれぞれ任用された。それ以降現在までには，山口正隆，安田孝志，河田恵昭，山下隆男がそれぞれ任用され，また中村重久，芝野照夫，吉岡　洋がそれぞれ配置換となったが，現在吉岡，山下両助手が従事している。

併任教官としては，新設以来昭和45年まで山田彦児工学部教授，昭和44年まで国司秀明理学部助教授が，また研究担当として昭和43年より平成元年まで岩垣雄一工学部教授が，さらに非常勤講師として新設以来昭和43年まで名古屋大学樋木　亨助教授，昭和51年より同53年まで愛媛大学山口正隆教授，昭和52年より同54年まで岐阜大学安田孝志助教授がそれぞれ研究に協力した。

まず，昭和43年頃までの特記事項としては，特別事業としてわが国各地の海岸において波浪観測が実施され，波浪予知法の研究が進められたが，波浪の定常的現地観測の必要性から昭和43年に大潟波浪観測所が設置された。一方，海岸堤防の越波に関する研究が，昭和36年新設の高速風洞水槽によって実施されるとともに，大潟海岸をはじめ各地の海岸における漂砂・海浜変形に関する調査と基礎研究を実施し，また高潮の変形に関する理論的研究が行なわれた。ついで，昭和45年海岸波浪シミュレーターが設置され，海岸波浪の発達機構や不規則波による実験的研究が進められ，昭和49，50年には，波高計群による特殊アレイを用いて琵琶湖における波浪観測を実施し，方向スペクトルの変化を導入した波浪の数値予知法を確立した。さらに，浅海における非線形波動論，波力の研究を推進するとともに，扇形波浪平面水槽や昭和55年新設の二重床式不規則波浪実験水槽により波浪の変形，漂砂，海浜変形の研究を推進してきた。

この間，海外との学術交流，共同研究として，土屋は昭和50年7月より1年間および53年8月より2ケ月間国連(UNDP)に派遣され，インドネシア水工研究所に滞在し，技術専門家として海岸侵食調査と技術者の養成に当った。また，昭和51年11月より6ケ月間，昭和60年6月より3ケ月間西オーストラリア大学客員教授として，海岸漂砂と侵食制御および非線形海岸波浪に関する講義と共同研究を行い，その継続研究のため，昭和54年1月より3ケ月間，同大学 Silvester 教授が招へい学者として滞在し，海岸侵食制御工法に関する研究が推進された。ついで，昭和55年1月より同大学より Hsu 講師が1年間滞在し，さらに共同研究が進められた。また，中村は昭和52年7月より4ケ月間ハワイ大学に滞在し，津波の数値シミュレーションの研究を実施し，さらに昭和55年7月より6ケ

月間オーストラリア CSIRO に滞在し，長周期波の変形の共同研究を行った。昭和56年10月より１年間，河田はワシントン大学において漂砂の研究に従事し，また山下は昭和60年11月より10ケ月間テキサス農工大学に滞在して，海浜変形の数値モデルの研究を行い，土屋は昭和60年９月より１ケ月間インドネシア水工研究所の招へいによりバリ島の海岸侵食を調査，指導した。また，吉岡は平成２年11月より１年間の予定でマイアミ大学において海水交流の研究に従事している。

最近実施している主要な研究課題をあげれば，次のようである。

(1) 異常波浪の予知

台風，季節風による異常波浪の予知のため波浪エネルギーの平衡方程式に基づく数値予知法と相関法による予測法とを開発するとともに，強風域の停滞時間を導入して異常波浪の発生機構を究明した。また，浅海域における波浪の伝播，変形に関して，K-dV 方程式，Schrödinger 方程式，援勾配方程式などによる計算法の開発を進めるとともに，波群とソリトン構造の形成に関する研究を行っている。本研究は，主として土屋，山下が担当し，共同研究としても推進している。

(2) Nearshore dynamics

砕波帯を中心とする浅海域における波浪の伝播，変形，波浪とそれに伴う大規模乱流の形成機構，海浜流，離岸流の発生，漂砂と海浜変形の機構などを協同現象として力学的に追求する Nearshore dynamics の研究を現地観測，実験的研究を基礎に理論的に研究してきた。とくに，離岸流の発生に関しては，海浜流場の方程式を誘導し，その固有値問題として理論解を得ることに成功するとともに，漂砂機構に関しては飛砂，流砂との統一理論として，二層流体の理論を展開している。また，海浜変形の予測に関しては，波浪の変形，海浜流，漂砂海浜変形の協同現象としての３次元モデルの構築に成功している。これらの研究は，主として土屋，河田，山下が担当してきている。

(3) 安定海浜の形成と海岸侵食制御論

海岸侵食を制御し，海浜の安定化を図るための基礎理論を確立するために，まず自然に存在する安定海浜の形成理論を沿岸流，沿岸漂砂の不等流性に着目して展開し，安定海浜の形状を表す方程式を誘導した。これを基礎として，安定海浜群を形成させて海岸侵食を制御し，海浜の安定化を図る海岸侵食制御を展開し，具体的に安定海浜工法を提案した。現在，この工法による安定海浜の形成過程の予測法をはじめ，安定海浜群の配置や構造についての研究も進めている。この研究は主として土屋，山下が担当し，西オーストラリア大学との共同研究として推進している。

(4) 高潮，急潮の予知

高潮，急潮などに関する現地観測研究を援用した水平２次元，３次元数値モデルによる高潮，急潮の予知法の確立を図るとともに，高潮の氾濫予測法の研究を進めてきた。とくに，高潮の予知法については，紀伊水道沿岸を対象とし，黒潮や陸棚波の影響の究明に及んでいる。また，高潮の氾濫計算においては，その数値計算法において新しい方法を提案するなどして陸上部へのそ上計算の精度向上に努めている。本研究は，主として山下，吉岡が行っている。

(5) 波浪，高潮の極値統計

海岸災害の直接要因となる自然力の極値を究明することを目的として，異常波浪の地域性とその極値，および高

潮を主体とする高潮位の発生とその極値を主要な湾域について，極値統計などの手法で研究している。この研究は主として土屋，河田が担当してきた。

(6) 海岸災害の変遷と将来予測

自然災害の変遷を社会環境の変容との関係で研究するに当り，自然力の時空間スケールと災害事象との関係に着目して，わが国の風水害の変遷を広範囲な史資料に基づいて調査研究している。その中で，災害による社会変動の確率モデルを構築し，大災害の発生予測を試みようとしている。本研究は，主として土屋が担当している。

10. 耐水システム研究部門

近年の都市開発は著しく，かっては劣悪な土地として残されていた山麓部，低湿地，埋立地等が人口密集地に変わりつつあり，都市構造が災害に対して脆い構造になっている。こうした都市を水害から守る方策としては，従来の防災構造物主体によるハードな対応だけでは限界があり，これに危険範囲の予測とそれに基づく災害に強い土地利用，警戒・避難体制等のソフトな対応をうまく結びつけた総合的な耐水システムの樹立が必要である。本研究部門はそのための基礎となる，地域の水害・土砂害危険度の評価，警戒・避難の方法とその効果の評価，減災目的で設置される諸施設の配置と効果の評価等の手法の開発を行うことを目的として，昭和57年に十年間の時限を付して設置された。発足時部門構成は教授高橋　保，助手中川　一であったが，平成２年中川　一は昇任して助教授となった。

本研究部門の研究の概要は以下のようである。

(1) 山麓都市域における土石流などの土砂氾濫災害の危険度評価

最近の我国の自然災害の中で人命に関わるような激甚なものはほとんど土砂災害であり，中でも水と石礫や土砂が一体となった土石流・泥流，および破壊力は土石流ほどではないが，家屋・田畑等の埋没の原因となる土砂流は特に重要である。この種の土砂災害に対する耐水システムを考えて行く際，まずその被災危険範囲（ハザードマップ）が与えられることが前提となる。本部門は土石流・土砂流の流動機構に基づく氾濫・堆積のコンピュータシミュレーション法を開発した。これによれば災害範囲のみならず，災害の時間的な波及経過，破壊力の分布等が示される。とくに破壊力分布の予測法は，直撃を受けて家屋が流失する範囲，大量の土砂流出によって家屋が埋没する範囲，後続の洪水によって浸水する範囲等，被災度分布（リスクマップ）の作成法にまで発展させられた。

ハザードマップあるいはリスクマップの作成にはどの様な規模および性質を持った現象を対象とするかが明らかになっていなければならない。例えば百年に一度の豪雨によって発生するであろう土石流の規模・性質が与えられる必要がある。本部門は，任意の特性を持つ渓床堆積物が洪水流出で土石流となる場合，山腹の崩壊による土砂が土石流に変化する場合，山崩れの土砂が谷を埋めてできた天然ダムが決壊して土石流を発生する場合といった主要な土石流発生原因に対応して，土石流予測理論を与えた。さらに，発生した土石流が渓流を流下する間に，合流点などを経過して変形したり，変質したりすることの予測，停止堆積した土石流が後続流によって侵食されて発生する土砂流の予測法なども示した。その他，河道網系における掃流砂を含めた流出土砂量の短期並びに長期予測法も与えた。

(2) 都市における洪水氾濫による被災危険度の評価

河川堤防の決壊による災害は，堤内地の微地形，土地利用，家屋配置，等の種々の要因によって規定され，複雑

な様相を呈する。任意の決壊条件と場の条件に対して危険度別領域区分を精度よく行い，被害見積りを可能にするには数値シミュレーションが有効である。本部門では，まず家屋群と街路網が存在する場合，排水路網系が存在する場合，地下街へ地上の氾濫水が流入する場合，等を対象に極めて広い場での氾濫流の水深，流速といった氾濫予測を可能にする方法を考案した。次いで家屋に作用する流体力に関する実験を行い，実大木造家屋の耐力に関する資料を用いて，氾濫水による家屋の破壊・流失条件を求めて，氾濫流のシミュレーションと連動させた被害見積りの方法を与えた。家屋が群として存在する場合の作用流体力が単独の場合に比べて大幅に大きくなり得ることも示した。

洪水氾濫による災害では，堤防その他からもたらされる砂および河川水に含まれる微細土砂の堆積も重要な影響を与える。これに関しては，堤防決壊土砂の堆積範囲と堆積厚さの予測法，浮遊砂堆積の予測法を明らかにした。さらに，多量に含まれている流木が災害の拡大に重大な影響を与えている例が多いことから，家屋群による流木のせき止めとその効果の評価法について現在研究を進めている。

(3) 構造物的ならびに非構造物的災害対策の方法およびその効果の評価

土石流を対象とした構造物的対策として，土石流が河道を流下する間に，その一部あるいは全部を停止させて無害化する方法として，河道の両側岸から交互に横堤を突き出す方法，底面に水抜きスクリーンを設置する方法，および土石流へ吸水剤を投下して固める方法などを考え，実験をもとに数値シミュレーションによる一般的な評価法を考案して，それぞれの機能の評価と実用性の検討を行った。さらに，居住空間での構造物的減災手段の研究の一環として，土石流氾濫域に対する防災林の効果，および群杭を施工して大礫の流下を阻止する方法について実験的，理論的に研究した。また，実流域で発生が懸念される土石流を見積り，それを無害域へ導くための導流堤の機能設計のための数値モデルの開発も行った。このような構造物的対策の計画規模を越える場合，あるいは構造物的対策がなされていない場合には，土石流の発生を予知して避難する必要が生じる。これに関して，任意の流域において，与えられた降雨条件下で流域内の地表および地下の水の流れを追跡し，同時に斜面及び渓床の堆積物の安定性の検討を行って，発生時刻のみならず発生場所をも予測するモデルの開発を行った。十勝岳の噴火による泥流を想定した地域住民の避難シミュレーションを行い，避難場所の妥当性について避難時間と避難場所そのものの安全性の両面から検討した。

破堤による洪水氾濫に関しては，まず構造物的対策の妥当投資額決定等に必要となる情報として，地域のダメージポテンシャルの評価法を示した。また，道路網等を利用した二線堤の災害軽減効果，破堤点の応急締切の被害軽減効果が定量的に論じられるようになった。非構造物的対策としては住民の避難行動を取りあげ，氾濫シミュレーションとリンクした形で住民が複数個存在する避難場所から特定の避難場所を最短経路選択問題として選択するものとして，住区毎の住民が安全に避難場所へ到達できるかどうかを調べる方法を開発した。避難が避難命令の発令と同時に開始されるものとすれば，避難命令が早ければ早いほど良いという結果には必ずしもならないことなども判明した。

(4) 土砂の集合流動機構

シミュレーションによる土砂災害の予測に際して基本となる土砂の流動機構に関して，各種の流動形態の発生領域と流動の機構を統一的に解明している。すなわち，土石流においては粒子間隙を埋める水および泥水，土石なだれにおいては高濃度の微細粒子を浮遊させた空気，火砕流では粒子自身から噴出するガスによる上向き流れの存在が粗粒子群に流動性を与える要因であると考え，粗粒子同士の衝突効果と粒子群の乱流混合効果を評価して，各現象の流動式を提示した。これにより，慣性の卓越する高速の土石流は，衝突効果が卓越する石礫型と乱流混合効果

が卓越する泥流型に大別され，それらの中間型として，掃流状集合流動（土砂流）や衝突・乱流混在型があることが判明し，それぞれの存在領域や流動特性が示された。また，石礫型土石流の顕著な特徴として流動中に粒径選別がなされ，先頭部に近いほど大礫が集中することがあるが，その過程を定量的に取り扱う方法を示し，堆積物中の粒度分布も予測できるようなモデルを与えた。さらに，間隙流体の粘性が大きい低速の土石流では，層流ニュートン流体的流動則に従うことが示され，その見かけ粘性係数の評価法が提案された。慣性領域と粘性領域を区分するパラメーターも与えられた。火砕流に関しては，きわめて大規模で平坦に堆積するものと，小規模で比較的大きい軽石粒子からなる型との流動機構の差異等が明かになった。

11. 地盤災害研究部門

本部門は，地盤の災害ならびに構造物が地盤から受ける災害の防止・軽減に関する研究を進めるために昭和37年４月に設置された。地盤はいうまでもなく社会活動の足場である。しかもわが国の都市の多くは，地形の関係で軟弱な河口沖積平野に発達しているので，従来より地盤の沈下や構造物基礎の変形・破壊などの被害が多い。近年では，ウォーターフロントへの社会活動の進展により，海底地盤物性や沖合構造物の安定性の問題も新たにクローズアップされてきた。また都市間を結ぶ交通路の整備や都市域の拡張は，丘陵や山地におよぶため，急傾斜地崩壊をはじめとする地盤災害が増大する傾向にある。

以上の背景のもとに，本部門の研究範囲は多岐にわたるが，特に重要な課題として，軟弱地盤上の構造物災害や急傾斜地における災害などを防止・軽減するための研究と，それらの基礎となる地盤材料の物性の研究を進めている。

本部門の組織としては，新設以来，村山朔郎教授が昭和50年４月定年退官するまでの13年間にわたり担当した。昭和50年11月には柴田　徹教授が耐震基礎部門より配置換となり，同教授が平成２年10月に工学部に配置換となるまでの15年間を担当した。平成３年４月からは嘉門雅史教授が工学部より転じて担当している。

助教授は，昭和37年から同41年まで柴田，昭和41年から同46年まで八木則男（現・愛媛大学教授），昭和48年から同50年まで松岡　元（現・名古屋工業大学教授），昭和51年から同58年まで足立紀尚（現・工学部教授）がそれぞれ担当し，昭和59年からは関口秀雄が金沢大学より転じて現在に及んでいる。

助手としては，昭和56年以降，清水正喜（現・鳥取大学），八嶋　厚（現・岐阜大学），砂坂善雄（現・鹿島建設）らがそれぞれ担当し，現在は三村衛，勝見武の両名である。

併任あるいは研究担当教授としては，昭和49年から平成２年まで工学部赤井浩一教授，昭和58年より工学部足立紀尚教授，平成２年より工学部柴田　徹教授が本部門に協力している。研究担当助教授としては平成２年より同３年まで工学部嘉門雅史助教授，研究担当助手としては平成２年より工学部木村　亮助手がそれぞれ，本部門に協力している。

さて地盤災害の研究は，災害地の調査によって個々の自然現象を調査する，いわゆる対症療法的もしくは災害フォロー的な色彩の濃い分野である。しかしこれと併せて，一般的な災害発生の条件や機構を解明することが不可欠であり，そのためには，地盤材料の特性に関する基礎的な研究を推進する必要がある。このような観点から，過去10年間に行ってきた主な研究課題を以下に略述する。

(1) 土と軟岩の力学物性

土や軟岩などの地盤構成物質のレオロジー特性は，当部門におけるプロジェクト研究の一つとして，長期間にわたり引継がれてきた。最近の成果は次の項目に要約される。

a．粘土の弾・粘塑性構成モデル
b．構成モデルのパラメタ決定法
c．地盤材料の動的性質
d．軟岩の塑性降伏，強度特性
e．不撹乱マサ土の強度特性
f．凍結砂の力学特性

(2) 軟弱地盤の変形と破壊予測

軟弱地盤の側方流動や破壊，あるいは長期沈下を的確に予測する手法を確立することは，地盤工学における古くて新しい課題である。特に河川堤防や防波堤などは軟弱地盤上に立地することが多く，その防災機能の確保という面からも本課題は重要である。当部門で手掛けた内容は次のようである。

a．有限要素法による地盤の多次元弾・粘塑性圧密解析コードの開発
b．軟弱地盤における側方流動の実態把握と軽減対策
c．現場計測による破壊予測
d．シア・バンド（せん断帯）の形成機構
e．埋立造成地盤の残留沈下の推定
f．大水深防波堤基礎地盤の安定管理

(3) 地震時における地盤変形と液状化

昭和30年代当初から土の動的性質に注目し，同40年以降は特に砂質地盤の液状化現象を重点課題としてきた。成果してみるべきものには次のものがある。

a．繰返しせん断を受ける砂の構成式と液状化解析への適用
b．コーン貫入抵抗に着目した地盤の液状化ポテンシャル評価
c．臨海造成地護岸の耐震判定

最近では，液状化にともなう地盤の永久変形や液状化対策に関する研究を進めるため，遠心模型実験（後述）を活用している。

(4) 構造物基礎と地中構造物の支持特性

軟弱地盤における構造物基礎と地中構造物の支持特性について重点的に研究を行ってきた。その内容は次のようである。

a．地盤沈下によって杭に生じる負摩擦とその低減法
b．地すべりや地盤の側方流動を受ける杭の挙動
c．水平力を受ける群杭の挙動
d．大口径場所打ち杭の支持力特性
e．波動方程式に基づく動的貫入抵抗評価
f．地中構造物の支持特性

(5) 地盤の原位置調査法

新形式の RI コーン貫入試験装置を開発中である。すなわち，三成分コーン貫入試験機に RI（ラジオアイソトー

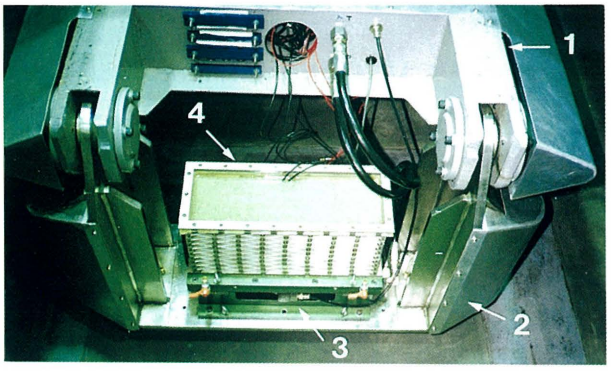
プ）発生装置と検出管を内蔵させ，散乱 RI を測定することにより，含水量検層または密度検層をコーン貫入と同時に行えるようにしている。

標準貫入試験（SPT）については，貫入ロッドを伝播する応力波に着目した計装 SPT の基礎理論とその実験的検証を進めている。

(6) 遠心模型実験の地盤防災への適用

遠心模型実験は，地盤や構造物の小型模型を回転腕の先端付近に設置し，これを回転させることによって模型を遠心力場におく装置である。すなわち，見かけ上の重力加速度を大きくすることにより，模型内に実物と同じ自重応力状態を再現し，幾何学的相似性と力学的相似性の両者を満足させうるところに，遠心模型実験の大きな特徴がある。当部門においては，遠心力載荷装置の設置（1987年度）以来，遠心力場において地震動シミュレーションを行うための高速加振システムをはじめ，地盤内のせん断波速度計測システム，粘性スケーリングを考慮した液状化実験システム等を開発し，防災工学的にも興味深い結果を得ている。

また1988年以来，ケムブリッジ大学の Schofield 教授，Phillips 博士らと共同して，海底地盤の液状化問題を遠心力場のもとで調べている。



写真—2.7 遠心力場における地盤の液状化実験。回転アーム(1)を高速定常回転させると，プラットホーム(2)は90°振り上がり，地盤モデル(4)は遠心力場で平衡に達する。この状態で，電気油圧式振動台(3)により人工地震を発生させることによって，飽和砂質地盤の液状化過程を詳しく調べることができる。

(7) 地盤環境の保全と活用

地球環境問題の内でも廃棄物の処理・処分は地盤環境の保全と密接に関連し，このような環境地盤工学上の課題は，人間生活への環境災害防止の立場から極めて重要となっている。当部門では廃棄物埋立地の早期安定化と有効利用技術の開発に取り組んでおり，次のような成果が得られている。

a．各種の産業廃棄物の路盤・路床材への有効利用

b．産業廃棄物を組合わせて作る新しい地盤安定材の開発

なお本部門でとり上げたテーマのうちで，地盤沈下や液状化の研究成果のように，大阪市における沈下防止や地震防災対策の策定に寄与した例もあるが，地震による都市地盤の変状，豪雨に対する急傾斜地崩壊，軟弱地盤における各種防災施設のパフォーマンスは，今後とも更に深く研究すべき課題である。

12. 地形土壌災害研究部門

本部門は地形の変動と岩石・土壌の変質，移動に伴う災害について，その予知ならびに防止・軽減に関する研究を行うために昭和38年に設置された。わが国における地形構成の複雑さは，岩石・土壌分布の多岐性とあいまって，さまざまな形態の自然災害の潜在的原因となっており，地形変化の諸プロセスを物理科学的な手法で総合して究明することは，防災上極めて重要な課題である。

このような観点から，故速水頌一郎教授（併任，昭和41年退官）は新しい物理的地形学の分野の研究が防災科学

の進歩に必要なことを唱え，本部門の創設に努力し，部門設立後は，奥田節夫助教授（昭和39年教授に昇格，昭和63年退官），福尾義昭助教授（昭和48年転勤，現奈良教育大学教授），奥西一夫助手（昭和50年助教授，平成2年教授に昇格）と共に研究を推進してきた。その後昭和39年に金成誠一助手（昭和49年転勤，現北海道大学教授），昭和48年に吉岡龍馬助手，昭和50年に諏訪　浩助手（平成元年助教授に昇格），平成2年には斎藤隆志助手が加わった。また学内，学外の研究者と共同して災害地形学に関する幅広い研究を推進してきた。最近10年間に非常勤講師として平野昌繁（大阪市立大学教授），石井孝行（大阪教育大学教授），田中真吾（神戸大学教授）の各氏を迎えている。

本部門で行われている研究の大要はつぎの通りである。

(1) 岩石の風化過程及び関連する地球化学的過程

岩石の風化は過去から現在に至る気候と地形発達の経過を反映したものであり，風化による岩石強度の低下，表層物質の不均一分布は，各種の崩壊現象の発生にきわめて密接な関連を有する。そこで本部門では，山崩れ，地すべりなどの崩壊災害が頻発する地域を選んで，地下水や湧出水の水質分布，水量測定を行い，風化の相対的に進んだ地域の識別や，岩石の粘土化の速度の推定を試み，他の地形的特性とあわせて風化の進行と崩壊や地すべりの発生の関連を考察してきた。X線回折によって，風化生成鉱物の同定が行われている。また化学的風化の原因となる物質，たとえば炭酸ガスの地中深部からの供給のメカニズムを探るため，断層に関連した地下水の水質の時間的変化を，地震活動や温泉作用との関連で解析している。

(2) 水文地形学的方法による崩壊災害ポテンシャルの研究

わが国の山地では，ほとんどの地域で急速な斜面削剥が進行している。それは流水の作用による表面侵食である場合も多いが，時には大規模な，あるいは急激な集合運搬（マスムーブメント）の形を取ることが多い。そこで本部門では，山地での災害に関連の深いマスムーブメントおよびその他の土砂移動現象について，その発生機構と地形変化過程の研究を進めている。これは，地形変化が災害の直接的・間接的原因になるだけでなく，マスムーブメントの発生には地形変化のトレンドが密接に関係しているためである。山地小流域では降雨流出と風化帯の構造の関連において，マスムーブメントの発生条件および浮遊物質，掃流物質および溶解物質の流出量の解析が行われている。また，表層崩壊が頻発する斜面では，表土層厚の分布と崩壊履歴から表土層の生成速度を逆算し，表層崩壊の発生周期を推定する試みも行われている。一方，きわめて大規模なマスムーブメントは発生頻度が低く，直接経験することは少ないが，広い範囲にわたって壊滅的な災害を引き起こす可能性が高い。本部門では国内外で最近発生した大規模崩壊や歴史時代に発生した巨大崩壊について，現地の崩壊地形調査や堆積物の解析，資料解析的手法などを駆使して，発生条件と土石の流動範囲，流動速度などの解明に努めている。さらに山地の地形変化と災害発生の関連を明らかにするために，水文特性と河道縦横断形の相互関係，山腹斜面の各土層ごとの雨水循環速度についても研究を進めている。

(3) 土石流の発生・流動特性と土石流による地形変化の研究

土石流の研究を被災地の調査と現地観測を行うことによって進めてきた。豪雨や融雪あるいは地震によって発生した土石流の被災地の調査においては，現地調査と空中写真をはじめとする資料解析を併用することによって，土石流発生の降雨条件・水文条件，素因としての地形・地質条件，土石流の流下に伴う侵食と堆積による地形変動の特性など，被害のタイプと大きさを直接左右する重要な要素を明らかにしている。さらに，土石流の発生・流動・停止という動的な現象のメカニズムを明らかにするために，土石流の発生頻度の高い長野県の焼岳東斜面に自動観

測網を設けて土石流の現地観測を実施してきた。この観測研究を通して，土石流発生条件と発生規模，土石流の流動特性と岩屑材料の粒度特性の関係などの詳細が明らかにされている。また，扇状地における土石流の集合堆積や各個堆積のプロセスと扇状地の形成過程，さらには土石流による河道閉塞や湖沼における砂泥の沈積過程の研究を行って，土砂災害発生ポテンシャルを検討する上で欠くことのできない問題を解明しつつある。

(4) 斜面災害防止のための警戒・避難に関する研究

斜面における急激な地形変化は山地域における自然災害の主たる原因であるほか，山地に近接した都市域にも重大な影響を及ぼすため，その研究は地域の防災と開発に関連して重要な意義を有する。そこで本部門では，居住地域や道路・公共施設などに隣接する斜面の安定性の評価と，安定度に応じた警戒体制，および期間が予測される場合の対策や避難についての基礎的な研究をおこなっている。

急崖の崩壊や落石による道路や家屋の被災については，発生の突発性のために，予測がきわめて困難であるが，最近発生した災害について，崩落のメカニズムを解明するとともに，過去の災害履歴をデータベース化し，危険度評価に生かす方法について研究を進めている。

(5) 湖沼の物理環境に関する研究

湖沼における堆積物の堆積および捲き上がりは防災と開発および環境保全に関連して重要なプロセスである。このようなプロセスに関する研究は主として奥田節夫教授の在任中に行われてきた。琵琶湖では湖流，沿岸流とデルタの発達および湖心での堆積状況の関連が研究され，古環境と現環境との比較が行われており，また人間活動による水底地形への影響や湖盆状態の人工改変が湖内の水循環や物質循環に与える影響が災害科学的観点および環境科学的観点から検討されている。さらに堆積過程に関連した環境劣化現象として，富栄養湖における水質と底質の相互関係，底泥の風波による捲き上がりとそれによる湖内での物質の再配分の研究が行われている。



写真—2.8 1984年9月14日の長野県西部地震（M 6.8）によって発生した御岳崩れ。3400万 m^3 の崩壊土石は岩屑なだれとなって流動し，（平均流速 19-26 m/s），13 km 下流にまで達した。12名の人々がこの岩屑なだれの下に生き埋めとなった。

13. 地すべり研究部門

本部門は，地すべり・斜面崩壊等の斜面災害の発生機構，その災害の形態及び災害防止対策を研究することを目的として，昭和34年に設置された。地すべり・斜面崩壊の発生は，しばしば家屋の倒壊，田畑の荒廃，河道の閉塞，道路・鉄道の阻害を生じ，時には多数の人的被害をも招き，その研究の進展は社会的にも強く要請されている。その研究課題としては，地すべり・斜面崩壊の発生に及ぼす地下水，地震力，斜面の岩盤・土層の風化および渓岸侵食・人工的掘削など地形変化の影響などの発生機構の研究，地すべり・斜面崩壊の運動のメカニズムと運動距離に影響を及ぼす運動時のマサツ係数と間ゲキ水圧の研究，地すべり・斜面崩壊の移動形態・移動履歴を調べるための長期移動観測，地すべり運動時のマサツ係数，間ゲキ水圧を研究するための土質試験機の開発，地すべり活動に悪影響を及ぼす地下水・地盤構造の調査法の開発，地すべり移動計測機器の開発，斜面土層の液状化，山津波

や土石流の流動特性などの基礎的問題，さらにこれらの研究成果を地すべりの予知・予測及び防止工法に適用する応用的問題が挙げられる。これらの研究は本部門設置以前から行われており，佐々憲三教授は，山口真一，高田理夫らと共に，地球物理学を地すべり研究に適用し，地下構造探査法及び土の物性の研究を行い，さらに降雨と移動との関係を明らかにした。村山朔郎教授と赤井浩一助教授は土質力学的見地からその発生機構や防止対策を研究した。

本部門の組織はその新設にあたり，村山教授，赤井助教授が工学部より転じ，本部門の専任教官となって研究を行った。その後，赤井は工学部に配置換となり，柴田　徹が助教授に任命された。村山・柴田らはその後地盤災害部門に転じ，昭和37年佐々教授（併任），高田（理）助教授が地すべり部門を担当して地球物理学的手法を用いて研究を促進した。昭和38年から部門主任を山口教授が引き継いで，高田雄次助手と共に研究を行った。高田理夫らは他部門に転じ，昭和40年高田雄次助手が助教授に昇任し，助手に竹内篤雄が任官し研究を進めてきた。さらに昭和41年に古谷尊彦，昭和43年に中川鮮が各々助手に任官し研究を進めてきた。昭和44年に防災研究所付属徳島地すべり観測所が設立され，古谷が観測所に転じた。また，昭和46年山口教授，高田（雄）助教授が他大学に転出後は，吉川宗治教授が地すべり部門主任代理になり，島　通保助教授が地震動部門から配置換となり，地すべり部門助教授となった。

島は昭和47年教授に昇任し，地すべり部門主任を担当することになった。小林芳正が昭和48年に国鉄技術研究所から転じ，地すべり部門助教授に任官した。その後，昭和56年に小林は理学部に配置換となり，佐々恭二が農学部より地すべり部門助教授に配置換となった。

本部門で現在行なわれている研究の主なものについて略記すると次のようになる。

(1)　地すべりの発生機構の解明

地すべりの移動機構は，地すべりのタイプによって異なっている。これまで地すべりの分類は，地質的観点から行われており，そのタイプ分けは必ずしも移動機構の違いを意味していなかった。そこで，当部門では地すべりを力学的観点から，(a)残留強度でのすべり（狭い意味での地すべり），(b)ピーク強度での地すべり（斜面崩壊），(c)液状化地すべり（流動型地すべり，及び土石流），(d)クリープ（間隙水圧によらない，斜面土層の長期的変形）の4タイプに分類し，現在までに研究の進んでいない液状化地すべりについて土質力学的室内試験と現地調査より研究を進め，クリープ地すべりについては徳島県善徳地すべりを試験地として，移動量，地下水位，降雨，地下侵食量などの20年近い長期連続観測を行い，移動形態とメカニズムの研究を行なっている。

(2)　地すべりの予知・予測の研究

昭和59年の長野県御岳で発生した3.600万 m^3 の大崩壊とその後の 10 km 以上の流動や，過去10年以上にわたって，じわじわ動いていた地すべりが，突然緩斜面上を 200～300 m も移動した昭和60年の長野市地付山の地すべりは，移動距離が大きく，速度が速かったことから，数十名の死者を出し，地すべり予知・予測の研究の必要性を示した。当部門では，佐々・島が中心となり，これらの大幅な移動のメカニズムについて，佐々が開発した大型高速リングせん断試験機と，非排水三軸試験機などを用いて実験を行い，これらの現象が飽和した土層が地すべり移動土塊によって非排水載荷されることによって生じていることを確かめた。そして地すべり移動時の土の内部摩擦角と発生する間隙水圧の実験的決定法を提案し，これらのパラメターを用いて，地すべりの運動をコンピューターで再現する準三次元的シュミレーションの方法を開発し，地すべりの運動予測と災害危険地図の作成の研究を進めている。

また，地すべり・岩石斜面の崩壊の前には，地表面の変形，地中の歪・地下水の状態に前駆現象が現れる。これ

らの現象は自然電位の乱れとして捉えることができる可能性がある。その可能性を検討するために，竹内・島は兵庫県の地すべり地を試験地として自然電位の長期観測を実施している。

(3) 地すべり地の移動量計測法と地下水調査法の開発

当部門では，地すべり地の地盤についての情報を得る目的で，地球物理学，砂防工学，土質工学，地質学などの色々な分野の手法をもちいて複雑な地すべり地の地盤に適した独特な調査法を探求する方針を取ってきている。佐々は地すべりの横断移動形状を求めるせん断変位計を開発し，過去17年間観測を行ってきたが，最近これをさらに進めて，3次元的に地表変動を計測する試験機を開発し，50台を徳島県の地すべり地に設置し観測を行なっている。また，広範な地域の斜面危険度の監視の方法として人工衛星を用いた測量（Global Positioning System: GPS）を応用するための試験的な研究を始めている。

島・竹内は，地すべりの移動量を計測的に明らかにするために，地表面に伸縮計を連続的に，傾斜計を升目状に設置し，地中には地中内部歪計を設置するとともに，挿入式の歪計，自記式長径水管傾斜計の開発を行い，これらにより地すべり活動の変動の伝播を追求している。

地すべりの直接的な誘因となる地下水の探査には地温測定調査法，電気探査法などがあるが，竹内，島は殆ど一定温度を示す流動生地下水と，夏・冬において地下水温と5～10°C の差を示す1m深の地温の特性に着目して，1m深地温分布より地下水流脈を探査する新しい方法を開発した。さらに地下水流脈の垂直方向の構造に関する情報を得る目的で多点温度検層器の開発を行っている。また竹内は電気探査法の一種である自然電位法を用いて地下水の流動経路に関する情報を得る研究も進めている。

(4) 地すべり安定解析，防止工法の効果判定法の研究

地すべり安定解析は，既に数多くの研究があるが，地震時の安定は学際的は領域だけに研究は十分ではない。当部門では，地震時に発生する間隙水圧を算定する式を提案し，間隙水圧を考慮した安定解析法の研究を行っている。

地すべり防止工法には種々のものがあるが，その中で最もよく用いられる方法に地下水排除工がある。この工法の施工位置を決めるためには，1m深地温測定調査によって，地下水流脈の存在位置を推定すると共に，温度検層および地下水検層によって，水脈の深さを知り，これらの資料と地質柱状図に基づいて集水井あるいは横穴排水試錐孔の施工深度と掘削方向の決定を行っている。竹内・島は施工後再び1m深地温測定調査を実施し，その地温分布状況の変化から地下水排除の効果を判定する方法と，地下水排水量，土塊変動量と降雨との関係を明らかにすることによる効果判定の方法を研究している。さらに，佐々は地下水排除工の効果判定を定量的に行う方法として，地すべり地盤をいくつかの孔の開いたタンクで置き換え，地下水位をシミュレートする方法を開発した。この方法によれば排水工事前の地下構造に対応するタンクモデルに排水工事後の降雨を与えることにより算定されるシミュレーション水位と排水工事後の実測水位との差より，排水工事による水位低下量を定量的に知ることができ，それによる斜面の安全率の増大を定量的に推定できる。

14. 耐風構造研究部門

風災害は研究所発足時から第三研究部門の主要な研究課題の一つになっていた。昭和36年，それまで第三研究部門の教授であった石崎潑雄が新設の耐風構造研究部門に移り，風災害の研究が独立した。

設置当時の研究者の構成は教授石崎潑雄，併任教授横尾義貫，助教授金子　潔，併任助教授山元龍三郎，非常勤

講師畠山直隆，助手川村純夫および光田　寧であった。これらのうち石崎，横尾，金子，畠山，川村は建築構造学の立場から山元，光田は気象学の立場から研究を進めるという体制であった。昭和37年，川村は大阪市大に転出し，非常勤講師として昭和43年まで研究に参加した。同年桂　順治が助手として採用された。昭和39年，金子は工学部教授昇任に伴い研究担当となり，光田が助教授に昇任した。同年畠山が講師を辞し，横尾は名古屋大学移籍と共に非常勤講師となった。昭和40年，室田達郎が助手に採用された。横尾は昭和42年京都大学復帰とともに耐震構造部門の併任教授となった。

昭和41年には潮岬風力実験所の設置が認められ，自然風中での観測実験が発展することになった。昭和42年，桂が広島大学に転出し，昭和46年まで非常勤講師を務めた。昭和43年に松本武雄が助手に採用されたが昭和45年留学のため辞職し，後任として吉川祐三が採用された。昭和46年室田が建設省建築研究所に転出し，翌昭和47年に河井宏允が助手となった。昭和48年に中村恒善が併任助教授として研究に参加。昭和53年に工学部教授昇任にともない，昭和61年に塑性構造部門に移るまで研究担当を務めた。昭和52年に暴風雨災害研究部門が設置され，光田は担当教授に昇任して気象学的研究と建築構造学研究とが独立した。同年河井は東京電機大学に転出，谷池義人が助手として採用された。昭和53年，吉川は大和ハウス株式会社に入社した。昭和54年，桂が広島大学から助教授として復帰した。同年，山元は暴風雨災害研究部門へ研究担当として移った。昭和55年金子が研究担当を辞し，白石成人が研究担当となった。

昭和56年には境界層風洞実験装置が完成し，接地境界層を模した乱流中での風洞実験を開始した。昭和60年石崎は停年退官し，京都大学名誉教授となった。同年，桂は教授に昇任，丸山　敬が助手として採用された。昭和61年谷池が助教授に昇任，金子が研究担当に復帰して現在に至っている。

昭和36年９月の第２室戸台風以来超大型台風が来なくなったこと，経済発展と住宅産業などに耐風設計手法が浸透したことも相まって，一般家屋に対する風害は少なくなっている。しかしながら，建築物の高層化に伴う風による振動問題，周辺住民や交通網に及ぼす建築物周辺気流の問題が浮上してきた。また局所的ではあるが，竜巻による被害も後をたたない。これらの問題に対処するため当部門では風洞実験と実物計測の両面から現象を解明すべく務めている。

風洞実験については昭和56年の境界層風洞の完成以来，境界層生成のための工夫や数値実験との比較，３次元物体まわりの流れの可視化や不安定振動の問題といった基礎的研究が進んでいる。実物計測は潮岬風力実験所において経常的に行ってる。ここでも計測技術の開発が進み，低層建物に対する風圧計測結果が得られるようになった。高層建物や都市，あるいは地域全体に対する風環境計測はこれからの課題であり，風洞実験との比較も容易なことではないが，現時点で当部門が行っている研究を項目別に示せば以下のようなものである。

(1)　接地境界層中における基準静圧検出装置の開発

大気乱流中の静圧の変動を手軽にかつ正確に測定するための基準静圧検出装置の開発を，均等に小穴をあけた無指向性の球殻を用いて行っている。現在，装置まわりの流れの非定常現象，Reynolds 数，流れのパターンのスイッチグ現象等，２，３の問題点が残っているが，それらの解決を目指して研究を続けている。

(2)　構造物に作用する風圧の計測

建築構造物に作用する風圧力を明らかにするため，風洞および野外において計測を行っている。これまでに，潮岬風力実験所において低層の円形ドームを用いた自然風中での模型実験が行われ，圧力変換器，多成分マノメータによる圧力の同時計測システムが完成した。現在高層建物を模した角柱模型が完成し，自然風中における風圧性状の測定が計画されている。

(3) 構造物まわりの流れと渦構造

3次元物体まわりの流れと圧力および渦の関係を調べる目的で，床面上に発達する境界層内に置いた3次元角柱の表面とその周辺の床面の平均及び変動圧を測定して，角柱前方の馬蹄形渦や剝離渦の強さを定性的に把握した。さらに，角柱背後に放出されるカルマン渦の強さを床面上の変動圧の多点同時測定から計算し，渦の配列と流下速度は流れの可視化から求めて，3次元渦の構造を定量的に把握した。また，この研究と並行して，ドライアイスのミストを用いて物体まわりの流れを3次元的にとらえる流れの可視化法を開発している。

(4) 高層建物の空力不安定振動

風による建物の振動のうちで風向直角方向の振動は，建物背後に放出される渦や建物自体の振動による付加的空気力により励起されるために，その動的挙動は複雑で十分に解明されていない。渦励振やギャロッピング等の風向直角方向への空力不安定振動の発生機構を解明するため，強制振動装置を製作し，物体振動時の非定常空気力を様々な振幅と風速について求めた。

(5) 連立する建物の風による相互作用

高層建物群が近接して建つと，その間を流れる風が複雑に変形し，各々の建物に作用する風力やそれによる振動応答が単独建物に比べて大きくなる場合がある。連立建物間のスケール比が風下建物の振動応答に及ぼす影響を調べ，低風速域での共振現象を明らかにした。また，接近流の性状が相互作用に及ぼす影響を調べた。さらに，相互作用による共振現象や振動応答の増減が何故引き起こされるのかを明らかにする目的で，2棟間の流れと圧力場を測定し，両建物からの放出渦と作用風力との関係を論議した。

(6) 建物の周辺気流

高層建物の建設に伴う周辺の気流性状の変化は，通常，風洞を用いた模型実験により定量的に評価しているが，風洞気流と実際の自然風とは本質的に異なるため，風洞実験から得られるデータのみで建物まわりの風環境を適切に評価し得るかという疑問が生じている。大阪市立大学，ハワイ大学と共同で，ある時期に規則的に強風の吹く頻度の高い地域（米国ホノルル）を選び，ここに建つ実物の高層建物を対象として，この建物まわりの気流を様々な地点で3週間にわたり観測した。得られたデータを種々の方法で解析し，建物まわりの自然風の性状を定量的に把握するとともに，風洞実験結果とも比較し，周辺気流に関する風洞実験の妥当性を検討した。

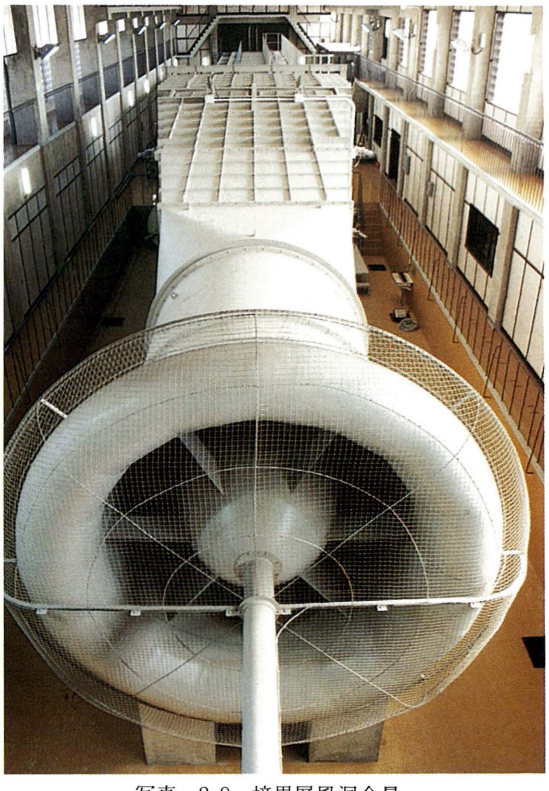
(7) 市街地上空に発達する乱流境界層内気流性状の数値予測

市街地では地表面の粗度形状や粗度要素の体積が一様でなく，空間的に変化する。このような複雑な形状をもつ粗面上に発達する乱流境界層内の気流性状を予測するために，粗度形状を考慮した k–ϵ 2方程式乱流モデルを開発した。現在，風洞実験結果と計算結果の比較により，種々の粗度形状に対するパラメータの最適値を調べ，市街地のような複雑な粗度形状をもつ粗面への応用を検討中である。

(8) 各種土木構造物の耐風安定性

研究担当の工学部土木工学教室橋梁工学研究室を中心に，各種土木構造物の耐風安定性に関して，非定常気流中における空気力過渡特性について実験並びに解析的な検討を加えた。また，複数物体固有の空力振動応答特性の発生機構について検討を加えた。橋梁桁断面の空力振動の制振対策に関しては，空気力学的，構造力学的両方法によ

り，系統的に検討を加えた。橋梁構造物の風による安全性評の確立統計的評価方法の検討を行い，実橋に対する適用と，その安全性について考察した。剝離を伴う bluff な断面の空力振動現象については，実験的に調査した。また，物体の空力特性に及ぼす気流の乱れの効果についても検討を加えた。斜張橋ケーブルに発生するレインバイブレーションの発生機構を明らかにし，種々のパラメータの影響について検討を加え，実橋への適応性についても考察した。その他，捩れフラッタ現象の発生機構，ならびに気流の乱れの効果に関する研究も行っている。



写真—2.9　境界層風洞全景

15.　災害気候研究部門

わが国はアジア大陸東端，太平洋との境に位置し，発達した温帯低気圧や熱帯低気圧が襲来しやすく，また冬季の北西季節風，夏期の梅雨前線などの影響を受けやすい気象条件下にある。これにともなって，豪雨，豪雪，長雨，干ばつ，冷害，暖冬，酷暑などの気象災害が発生する。わが国の自然災害をひきおこす外力であるこれらの気象現象を研究することは災害科学にとり必須である。一方地形の不均一性によって生ずる局地風，冷えこみ，霧などの局地気象現象も環境汚染，農作物被害などとも関連して災害科学にとって重要な問題である。

これらの問題を研究するために，昭和41年４月本部門が設置された。当初の研究者の構成は教授中島暢太郎，助教授樋口明生，助手後町幸雄および田中正昭で気候変動，局地気象，海塩粒子の内陸での輸送と拡散，降雨機構，海洋潮汐混合および大気海洋間の相互関係などの研究を開始した。昭和44年後町助手が水文部門の助教授に昇任し，ひき続き59年まで降雨の研究を続け本部門の研究に協力した。昭和45年枝川尚資が助手に採用された。昭和47年には樋口助教授が愛媛大学教授に転出し，その後非常勤講師として大気海洋相互作用の研究に54年まで従事した。田中助手は昭和48年に助教授に昇任し，49年に井上治郎が助手に採用された。昭和48年から１年間藤谷徳之助助手が大気境界層の研究に，また48年から２年間佐藤和秀助手が南極観測に従事した。柳　哲雄（愛媛大工講師）は非常勤講師として昭和54年から59年まで大気海洋相互作用の研究に従事した。

昭和61年３月中島教授は定年退官し京都大学名誉教授となった。昭和62年４月村松久史が気象庁気象研究所から部門担当教授として転入し，温室効果気体の気候への影響の研究を開始した。昭和63年３月から平成元年６月まで中国雲南大学徐国鈞助教が招へい外国人学者として，太陽紫外線の変動と気候の関連の研究に従事した。平成２年３月枝川尚資助手は朝日大学教授として転出した。平成３年１月井上治郎助手は中華人民共和国雲南省徳欽県梅里雪山の氷河地帯の学術調査中遭難事故のため死亡した。平成３年西　憲敬が助手に採用された。

本研究部門が行なってきた研究の概要は次のとおりである。

(1) 地球規模での気候変動に関する研究

日本およびアジア，インド，ネパールなどのモンスーンアジアを中心に過去の100年間の気象資料からモンスーンアジアの気候変動の実態について研究してきた。さらに長い時間規模の気候変動の実態解明のため南極，ヒマラヤ，南米チリーの氷河，氷床について地形，水文気象などの観測，資料収集を行い氷河と気候変動の相互作用の研究を行なってきた。また地球規模の気候変動（温暖化）の要因と考えられる温室効果気体の発生，分布，消滅の実態把握とその気候への影響の研究をあらたに開始した。さらに全球規模の気象，海洋の資料をもとに，ENSO（El Nino-Southern Oscillation），テレコネクション，季節内変動などの変動現象の実態の把握，原因の解明をしようとしている。

(2) 降雨・降雪に関する研究

大きな災害をもたらした長崎豪雨（昭和57），山陰豪雨（昭和58），北陸豪雪（昭和55－56），島根・広島豪雨（昭和63）などについて，総観気象およびメソ気象の観点からの事例解析を数多く行い，その局地性，集中度に関する研究を行なってきた。一方梅雨期の降雨について大気大循環，モンスーンの変動等の観点からの研究を行なっている。また鈴鹿山脈，琵琶湖北部山地などに観測点を設け，降雨の地域特性，降雪の同位体組成，比重，降雪強度など基礎的研究を行なっている。気象災害防止の観点から，気象予報，気象災害の性格，防止・復旧などの変遷を分析した。また雪氷災害の調査，降雹災害防止のための電光の紫外線利用の調査を行なった。

(3) 局地気象に関する研究

京都盆地，佐久盆地，琵琶湖流域，瀬戸内海沿岸，チベット高原，パタゴニア氷河域，南極氷床などで，日射・赤外放射，乱流熱輸送，斜面下降風，山谷風，湖陸風，海陸風，霧などの現地観測を行なってきた。それらの地域に発達する局地風と地表の形状・規模，熱収支，上層の気象等との関連について理論的な研究をすすめ，局地気象の体系化をめざしている。さらにこれらの成果に基づいて，災害をもたらす異常低温・濃霧・降霜・大気汚染物質の輸送などの予報手法の開発をめざした研究を行なっている。

大気境界層内の気象現象の基礎的な研究を行なうため，昭和53年に宇治川水理実験所構内に高度 42 m の気象観測塔をもつ局地異常気象観測解析装置が設置された。この装置では通常の気象要素に加えて，運動量・熱量・水蒸気量の鉛直輸送の測定，大気汚染質の分析測定が総合的にできる。この観測結果に基づいて京都盆地における早朝の局地風，冷え込み，霧の発生機構の解析等がなされている。



写真—2.10 局地異常気象観測塔

(4) 大気・海洋相互作用に関する研究

瀬戸内海地域では春から初夏にかけて発生する濃霧や冬期発生する局地的な強風は発生頻度は少ないが，しばしば大きな災害をもたらす。これらの現象の予知をめざして発生のメカニズムの研究を行なってきた。最近では瀬戸内海の潮流残差流，乱流拡散係数，水温・塩分等の分布と変動機構，海域

の熱収支，赤潮の発生の気象・海況などの研究，琵琶湖の湖面上の熱収支，水蒸気輸送などの観測研究が行なわれた。

16. 暴風雨災害研究部門

本部門は，台風あるいはそれ以下の規模のいわゆる中小規模気象現象の基礎的研究と，それらの現象に伴う異常気象環境に関する研究を目的とし設置された。これらの研究は，本部門設置以前においては耐風構造研究部門の一部として行われていたが，昭和52年5月に暴風雨災害研究部門が創設され新部門に引き継がれた。発足当初は光田寧教授および塚本　修助手だけであったが，同年10月文字信貴が大阪府立大学工学部から助教授として着任した。その後，昭和59年9月塚本　修が岡山大学教養部助教授として転出し，同年10月その後任として村林成が日本データゼネラル社から採用されたが，昭和61年5月に退職し再び同社に就職した。その後，昭和62年6月に名古屋大学大学院学生堀口光章が助手に採用された。昭和62年9月には文字信貴が大阪府立大学農学部助教授として転出し，同年11月山田道夫が京都大学理学部助手から助教授に昇任し，現在に至っている。また平成2年度まで京都大学理学部山元龍三郎教授および廣田　勇教授が研究担当として研究の実施に協力してきたが，平成3年度より京都大学理学部余田成男助教授と交替した。また同年度より京都産業大学教養部藤井健教授が非常勤講師として研究に参加した。研究を進めるための研究設備としては，超音波風速温度計，赤外線温度計，赤外線水分計，ライシメター，ロービングマストなど各種測器を用いた地空相互作用観測設備，静止気象衛星「ひまわり」S-VISSR 信号受信設備，ドップラーソーダ，実験用恒温恒湿室，竜巻実験装置，資料解析用電子計算機などがあり，特にこれらのうち，超音波風速温度計，ドップラーソーダ，竜巻実験装置は当部門で開発されたものである。

研究内容の概要は以下のとおりである。

(1) 日本を襲った被害台風の性状に関する研究

日本を襲った台風について，強烈なものについてはそのつど被害地の現地調査および気象観測記録の収集を行い台風に関するデータベースを作成すると共に，台風域内での風，気圧，雨量などの分布の構造を研究している。このような研究の結果，猛烈な台風の眼の壁の内側においては地表風が傾度風よりも強いスーパーグラディエントの状態となっていることがあること，また強烈な台風は単純な眼を有する2セル型の渦から多渦型に変化していることがあることなどを見いだしている。さらに，過去に日本に上陸した台風の統計的性質を数値解析により求め，その結果得られた統計的性質を満足するような台風を長期間分にわたって計算機上にシミュレートすることを試みている。この結果に基づいて，日本国内の任意地点において台風により期待される最低気圧あるいは強風の確率付き極値を予測する方法を確立した。これにより，国内での台風災害に対する事前対策を合理的に行うことを可能とした。また，台風の発生・発達について研究するため，太平洋赤道域の気象衛星から観測された風や水蒸気の分布を解析し，台風が発生・発達する地域に見られる特徴的な性質について研究を進めている。

(2) 日本における竜巻の発生とその性状に関する研究

日本における竜巻の実態を調べ，竜巻の発生や性状の研究を行っている。日本における竜巻の発生頻度は米国のそれに比較できるぐらい大きいが，まれな例外を除けば，個々の竜巻の大きさや強さは非常に小さいものが多いこと，などが調査の結果で明らかとなった。また，竜巻渦実験装置を用いて，竜巻のように水平の広がりに対して高さが比較的高い渦の性質についての実験研究を行い，渦の1セル－2セル－多渦という成長の過程についての研究を行うとともに，地表に多くの強固な構造物があるときには竜巻渦が地表に達しないことなどを見いだしている。

(3) 小地形あるいは人工の障害物による気象環境の変化に関する研究

接地境界層における気象要素の平均値や変動については古くから研究が行われているが，それらの性質が比較的良く理解されているのは水平一様な地面上の場合に限られている。小さな規模の地形や障害物がある場合の風の流れや乱流輸送などについてはまだ未知の部分が多い。本部門では，このような特殊な環境の気象の性質を現地観測によって調べると同時に，得られた結果について理論的な説明を行うことを研究している。標本として選ばれた場所は2次元的な山脈の上と地峡の2種類である。風は地形の影響を非常に強くうけるため，風向・風速などの平均値においてもまた風速変動などの統計的性質においても，平らな地面上の風とは大きく異なる特性を持つことなどを見いだしている。

(4) 人工衛星を用いた暴風雨の監視に関する研究

気象観測点のないへき地，あるいは海上など実測の得難い地域における雨量がどのようになっているかを明らかにするために，静止気象衛星「ひまわり」による観測画像を用いて，地上降水量を推定する研究を行っている。従来，衛星画像からの雨量推定法は，積雲による降水が大部分である熱帯地域を対象としたものが多く，中緯度地域で層状雲からの降水も無視できない領域には直接適用することが困難であった。この点を改善し，日本および日本近海に適用可能な雨量推定法の確立を企図して，雲形を推定し各雲形ごとの特徴を考慮して雨量推定法を研究開発している。

また飛行機観測が行われなくなった太平洋上での台風の発生・発達を人工衛星の資料から監視する方策を確立することを目的とし，衛星風から風の流れの性質を調べそれと台風の発生・発達との関係についての研究を行っている。その結果，熱赤道付近での帯状循環と台風の発生・発達が強く関係していることを見いだした。

(5) 下部対流圏および境界層における大気乱流および輸送現象に関する研究

境界層における大気乱流および乱流輸送の観測方法およびデータ解析法の研究のための地空相互作用実験設備を京大宇治グラウンド横に作って試験を続けている。さらに，気候変動国際共同研究計画（WCRP）に関連し，中国北西部の河西回廊地域における半乾燥地域の砂漠化の現象を，地面と大気境界層の相互作用との観点から精密に調べようとする日中共同研究（HEIFE; HEIhe river Field Experiment）を，日本側の代表機関として他の部門とも協力して1989年から5年間の予定で行っている。実験の行われているのは中国河西回廊地域の黒河（Heihe River）流域で，この共同研究は，接地境界層における乱流輸送，各種地面上での放射特性，蒸発散と水収支，などの観測から境界層数値モデルまで広範囲な研究を含んでいる。野外観測は，継続して行われる通常観測と各季節に行われる特に高密度な集中観測の2種類から成っている。予備観測の結果からは，この地域の砂漠における水蒸気輸送の方向が，昼間は大気から地面方向，夜間は地面から大気方向，と従来の常識とは逆の向きであることが見いだされるなど興味ある結果を得ている。

(6) 気象環境の計測法に関する研究

大気境界層，即ち，地上から約1 km までの高さの範囲における風速分布を調べるための音響探査装置を開発している。この音響探査装置（ソーダー）は，地上から音波を放射し上空からの反射波に見られるドップラー変移を検出し上空の風速を計測するものである。従来のソーダーは各音響ビーム方向毎に大型ホーンを設置していたが，ここで開発しているものは，多数の小型ホーンを用いて位相合成をおこない音響ビームの方向を変化させるものである。このような方法を用いることにより，装置が大幅に小型化され移動が容易になって観測の効率が大きく改善

された。

またこれと平行して，大気境界層の温度分布を調べるためのマイクロ波放射計の開発研究を行っている。マイクロ波放射計は，上空の空気（特に酸素）から放射されるマイクロ波を地上で観測することにより，上空の気温分布を計測する。従来，マイクロ波放射計では，観測データから気温高度分布を計算する手続きに難があるとされてきたが，ここでは，観測を上記ソーダーと並列しておこない，気温高度分布の計算にソーダーの観測結果を導入することで，測定精度を向上させる研究を行っている。

地表面付近での乱流輸送の測定を簡単に行うためと超音波風速温度計と赤外線温度計を主部とした乱流観測装置を作製し，これをコンピューターの助けによって半自動的に運用し観測結果の計算までを現地で容易に行うことのできる CAO（Computer Aided Observing）システムを完成し各地での観測に利用を進めている。

また，測定データを解析する新しい方法として，ウェイブレット解析法の開発応用の研究を進めている。この解析法により，従来のフーリエ解析では困難であった部分区間の周波数解析が可能となる。

17. 宇治川水理実験所

宇治川水理実験所は主として水と土に関する災害の防止・軽減を目的とした実験研究を行うため，昭和27年３月に発足し，昭和39年度より４ヵ年計画で行われた河川災害総合基礎実験施設の建設に伴って，敷地も約６万 m^2 に広げられた。昭和45年には宇治構内の研究所本館の竣工に伴い，それまで本実験所で実験を行っていた８研究部門が移転し，現在は，当実験所研究員が中心となり，関係部門等（災害気候・砂防・河川災害・内水災害・海岸災害・耐水システム・地盤災害・耐震基礎の各研究部門，水資源研究センターおよび白浜海象・大潟波浪・穂高砂防の各観測所）による共同研究の場として，研究の推進に努めている。その運営の基本方針は実験所と関係部門およびセンターの代表者から構成された運営委員会で決定されている。

この間，昭和39年度より研究所の付属施設として正式に認められ，初代施設長に矢野勝正教授が就任した。昭和41年よりは村山朔郎教授，昭和43年より再び矢野勝正教授が施設長に就任した。同年５月矢野教授が研究所長となったので村山教授が再度施設長に就任した。その後，昭和45年石原安雄教授が施設長に就任したが，昭和46年度より助教授振替で教授の定員が認められたので，石原教授がその任に当たった。昭和50年には今本博健助教授が教授に昇任するとともに，石原教授が研究所長となったため，同年５月より今本教授が施設長に就任し，現在に至っている。

助教授については昭和28年に１名の定員が認められ，昭和29年にはさらに１名増員されたが教授定員への振替により昭和46年以降は再び１名に減員されている。この間，足立昭平，赤井浩一，岩垣雄一，石原安雄，椹木　亨，角屋　睦，樋口明生，村本嘉雄，中川博次，余越正一郎，今本博健，長尾正志が助教授を務め，昭和55年10月より澤井健二助手が昇任して現在に至っている。

一方，助手については昭和28年に１名の定員が認められ，その後昭和29年に１名，昭和30年に２名，昭和53年には水文学部門の廃止に伴う定員振替によりさらに１名と逐次増員されたが，昭和57年には耐水システム部門の設置に伴う定員振替により１名減員され，現在の定員は４名となっている。この間，足立昭平，国司秀明，樋口明生，山本順一，角屋　睦，吉田幸三，野田英明，今尾昭夫，寺谷卓三，西　勝也，中村重久，宮井　宏，余越正一郎，谷　泰雄，塩入淑史，奈良井修二，芝野照夫，久下俊夫，北村良介，小葉竹重機が助手を務めており，現在は，宇民　正が昭和41年より，上野鉄男が昭和44年より，大年邦雄が昭和54年より，石垣泰輔が昭和56年より勤務している。

以上の専任研究員のほか，理学部に転じた国司秀明助教授が昭和36年まで併任助教授を，工学部岩佐義朗教授が

昭和46年より47年まで，工学部中川博次教授が昭和49年より研究担当を，また，広島大学工学部余越正一郎教授（昭和52年まで信州大学工学部助教授）が昭和46年より48年までならびに51年より56年まで，東京工業大学福岡捷二助教授が昭和60年に非常勤講師を務め，実験所の研究推進に大きな貢献をなしている。

本実験所は研究所における関係部門等との緊密な協力の下に，水と土に関係する災害現象について広範な実験研究を実施し，わが国におけるこの分野の研究の指導的な役割を果たしてきている。これらの研究のいくつかは関係部門等の項で述べられているため，以下には本実験所研究員を中心として行っている研究について述べる。

(1) 開水路流れの乱流構造：レーザー流速計を初めとするプローブ計測および流れの可視化計測を駆使して，種々の断面形状を有する開水路乱流の構造を究明している。

(2) 開水路流れの局所現象：水制や橋脚周辺の局所洗掘等，構造物周辺の水理現象を実験的に究明している。

(3) 湾域および河口部の水理：湾域における潮流の流動特性，物質の拡散や，三角州の発達過程を究明している。

(4) 流砂と河床形態：混合砂礫の分級分散機構，非定常水理条件下での河床波の変形機構等を究明している。

(5) 水理現象の相似則：種々のスケールの基礎実験ならびに模型実験を通して，水理現象の相似則を検討してる。

(6) 水理計測制御法：流速分布，流砂量等，水理現象における基礎的諸量のより精密かつ効率的な計測法および実験条件の制御法について，開発研究を進めている。

(7) 水理資料の解析処理法：水理資料とりわけ水理画像のコンピュータによる解析処理について研究している。

(8) 水害時の対応：水害時の情報伝達と避難行動ならびに住民の水防意識について現地調査に基づく解析研究を行っている。

本実験所では，雨水が地表に達してから，山腹，河川を経て海に至るまでのあらゆる段階での水に関する研究を可能ならしめる実験研究装置を完備させるべく努力しており，将来は，上記のような研究を通じて，水害研究の基礎となる実験水理学の確立に努めるとともに，関係の研究部門等との協力をますます密にして，とくに水災害の防



写真—2.11 宇治川水理実験所全景

止・軽減に寄与しようとするものである。

そのため，現在，本館の改築と新たな実験研究棟の設営を含む整備計画をたて，その実現を図ろうとしている。

18. 桜島火山観測所

桜島火山は，わが国の活火山のなかでも最も活動の活発な火山である。文明（1471～1478年）・安永（1779～1782年）・大正（1914年）および昭和（1946年）の山腹噴火の際には多量の溶岩が流出して多くの集落が埋没し，甚大な噴火災害をもたらした。近年では，昭和30年10月13日に南岳の山頂噴火活動がはじまり，昭和35年には年間400回をこえる爆発的噴火が発生した。その後，活動は鎮静化の傾向をたどったが昭和47年10月頃から再び活発化し，現在まで年間500万～3000万トンの火山灰を放出する活動が継続している。

昭和30年に南岳の山頂噴火が始まると，当時，防災研究所において火山噴火予知の研究指導をしていた故佐々憲三教授は，地元の要請もあって昭和31年６月に桜島の火山活動の観測・調査をおこなった。その結果，今回の活動は長期間継続するであろうとの判断から恒久的観測施設の設置に尽力し，昭和35年12月に文部省令によって桜島火山観測所が防災研究所附属施設として正式に発足した。

観測・研究施設は，昭和37年に桜島西部中腹のハルタ山に観測所本館が落成し，昭和45年までに本所の記録室・標本保存室，桜島東部の黒神観測室および霧島火山北西山麓に吉松観測室が逐次増設された。有線遠隔記録方式の地震観測網は，昭和37年に桜島西部の３点，昭和42年に桜島東部の３点および昭和46年には吉松の３点が設置された。なお，吉松観測室はその後九州高速自動車道の建設に伴い，昭和53年に加久藤カルデラ西部地区に移設された。霧島火山帯の地震および火山活動の関連性を調べるために，昭和41年から開聞岳および薩南諸島に地震観測点が設置されたが，これら遠隔観測点は維持管理が困難で臨時措置として整理された。

昭和47年秋から再開した山頂噴火活動は，昭和49年に年間爆発回数が400回をこえるほど活発化し，降灰被害や土石流災害が発生し始めた。このような時期に測地審議会の建議があり，関係当局の努力によって噴火予知５ヶ年計画が事業として実現された。昭和49年から始まった火山噴火予知５ヶ年計画（第１次）ではまず当面の活動に対処するため，桜島内の既設観測点の再編成および観測点増設により南岳を囲む８観測点（引の平，北岳，小池，権現山，古里，白浜，野尻，鍋山）からなる中域火山観測網が構築され，テレメータ化することにより火山性地震の震源決定精度を高めることがはかられ，昭和53年度には，データ解析処理装置が導入された。その結果，比較的規模の大きい爆発地震およびA型地震の震源決定が可能となり，発震機構の研究に進展がみられた。なお，昭和53年度に新館（延 607 m^2）を山麓に新築し，本館がハルタ山より移転された。



写真—2.12　桜島火山観測所本館

初代施設長は佐々憲三が併任し，昭和38年に退官するまで就任した。その後の施設長は吉川宗治教授（昭38～昭41年），故吉川圭三教授（昭41～昭48年）が併任した。昭和48年５月から加茂幸介助教授が併任し，同48年11月教授に昇任して現在に至っている。助教授は石原和弘が平成２年に助手（昭49任官）から昇任した。助手は，江頭庸夫（昭37年～現在），西　潔（昭37年～現在），井口正人（昭56年～現在）が専任している。研究担当は久保寺　章教授（現京大名誉教授），西村　進教授，和田卓彦助教授，さらに菊池茂智・小野博尉・須藤靖明（平３．４月講師昇任）・田中良和・巽　好幸の各助手が協力している。なお，昭和55年度には桜島の火山ガス観測による噴火予知の研究のため，平林順一（現東工大助教授）が内地研究員として火山化学の研究を担当し，火山ガス，温泉ガス観

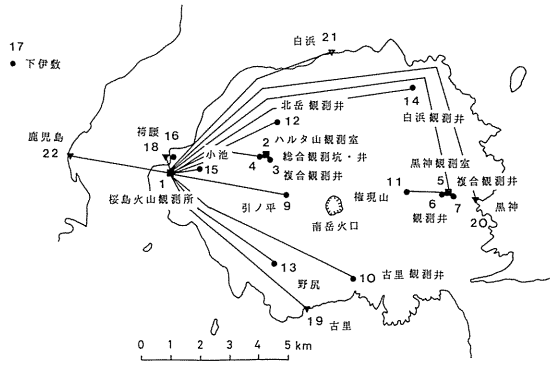
測の基礎をつくった。昭和62年度には，ニュージーランド，ウェリントン・ビクトリア大学の R. R. Dibble 教授が日本学術振興会外国人招聘研究者（短期）として滞在し，南極エレバス火山と桜島の爆発地震の解析および両火山の噴火機構の比較研究を行なった。

昭和54年以降の火山噴火予知計画（第２～４次）では，観測網の拡充及び観測データの質の向上をはかってきた。

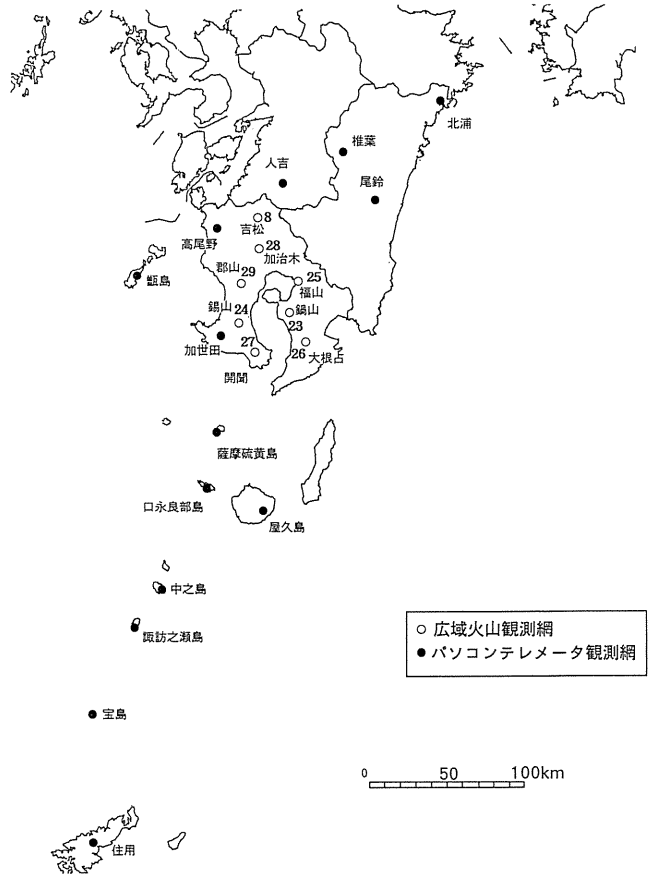
第２次火山噴火予知計画（昭54～昭58年）では，まず，既設の袴腰潮位観測室が整備され，古里，黒神，白浜，鹿児島の４潮位観測室が新設され本所に潮位データ集録装置が設置された。昭和55年からの４ヶ年は火山観測網の広域化が計られ，吉松観測室のデータが本所へ伝送され，次いで福山・錫山，大根占・開聞，加治木・郡山の６地震観測室（奥行 20 m 観測壕）が新設され本所で集中記録されるようになり，加久藤，姶良および阿多の３つのカルデラを囲む広域火山観測網が完成された。この観測網の完成により，カルデラ周辺の地震活動及び深部地震活動研究の基礎が築かれた。昭和58年度には，火山性地震・微動の自動分類および火山活動度判定の自動化をめざした火山観測データ高速自動処理装置（昭58年）が導入された。

また，噴火の表面現象の解析から爆発機構を解明するために，TV カメラ等による噴火映像の解析から火山の爆発機構を解明する研究が開始され，超低周波マイクロホンが設備された。爆発空気振動に関する研究は田平誠（現愛知教育大教授）との共同研究として開始された。これらの設備の充実にともない，昭和53年度に本館の一部が模様替えされ，画像記録・解析室，資料保管庫等からなる別棟が増築された。なお，北岳観測室付近では治山工事によるノイズのため観測が不能となったため，深さ 140 m の観測井を掘削して地中地震計が設置された（北岳観測井）。

第３次計画（昭59～昭63年）では，山頂噴火活動期における火山体浅部でのマグマの挙動を実体的に把握することを目的に，



図―2.1　中域火山観測網と潮位観測網（図中の番号は表―2.1の施設番号）



図―2.2　広域火山及びパソコン通信観測網（図中の番号は表―2.1の施設番号）

自然的人為的擾乱を避けS/N比の高い地盤変動連続観測および地中地震計による地震観測をするために観測坑道と観測井が掘削された。昭和59年には，ハルタ山火山活動総合観測坑道・井が設けられ，総延長250mの坑道内に地震計，水管傾斜計，伸縮計が設置され，深さ290mの観測井内に地中地震計，傾斜計，温度計が設置された。続いて白浜および古里に深さ100mの観測井が掘削され地中地震計が設置された。4観測井と既設の観測点の記録により，マグマの火口への上昇に伴って発生すると考えられる極微小地震，B型地震の震源決定が可能になった。なお，ハルタ山山頂には火山ガス，地下水位，水温，水中音響を観測する目的で，深さ400mのハルタ山複合観測井（昭59年）が掘削された。

第4次計画（平元～平5年）は現在進行中であるが，桜島の火山体の周辺部のやや深部のマグマの挙動を捕え顕著な山頂噴火や山腹噴火を含む大規模噴火の前兆を検知すべく，桜島南方および北方の海域の地震活動および応力状態を高いS/N比で把握するための計画を中心に作業が進められている。まず平成2年度に，地中地震計・傾斜計を設置するため桜島東部に黒神観測井（深さ314m）および温泉水観測のための黒神複合観測井（深さ120m）が掘削された。

前述のように，霧島火山帯の火山相互の活動の関連性を火山帯の構造と関連して解明することは以前からの研究課題であった。昭和63年には遠隔観測点に設置したパソコンに地震・空気振動等のデータを現地収録し，公衆電話回線を介して親局パソコンでデータを回収するシステムが開発された。このシステムにより薩南諸島の諏訪之瀬島等遠隔火山の観測が容易になった。霧島火山帯に沿って南九州から奄美大島にかけて広域火山観測網を補完・拡張するように観測点が展開された。

表—2.1　観測施設・設備一覧表

施設番号．名称	所　在　地	観　測　計　器　類	備考
1. 本　　館	鹿児島郡桜島町横山字鶴崎1722-19	中域・広域火山観測用データ収録装置，潮位データ収録装置，データ解析処理装置，火山観測データ高速処理自動制御装置，移動地震観測装置，火山観測用赤外線走査装置，移動用赤外温度計，電磁式強震計，光波測距儀，精密水準儀，セオドライト，高画質カラーＴＶカメラ，画像処理装置，重力計，ＧＰＳ	昭.52
2. ハルタ山観測室	鹿児島郡桜島町赤生原揚ケ谷1563-2	中域3点地震観測装置，S-1000型地震計3成分，S-50型地震計2成分，志田式微気圧計，振子型傾斜計2成分，プロトン磁力計	昭.36
3. ハルタ山複合観測井	鹿児島郡桜島町赤生原揚ケ谷1563-2	地中温度計，水位計，ハイドロホン，地中ガス自動測定装置	昭.59
4. ハルタ山火山活動総合観測坑道・井	鹿児島郡桜島町赤生原揚ケ谷1563-2	短周期地震計3成分，長周期地震計3成分，水管傾斜計2成分，地中傾斜計2成分，棒型伸縮計3成分，地中速度地震計3成分，地中加速度地震計3成分，地中温度計	昭.59
5. 黒神観測室	鹿児島市黒神町573-8	中域火山観測用データ受信装置（無線），中域火山観測用データ送信装置（有線），S-300型地震計3成分，プロトン磁力計	昭.41
6. 黒神観測井	鹿児島市黒神町573-8	孔中地震計3成分，孔中傾斜計，地中温度計	平. 2
7. 黒神複合観測井	鹿児島市黒神町573-24	地中温度計，水位計	平. 2
8. 吉松観測室	鹿児島県姶良郡吉松町川西字西海子3018-33	低倍率地震計3成分，有線遠隔3点地震観測装置，気泡型傾斜計，プロトン磁力計	昭.53
9. 引ノ平観測室	鹿児島郡桜島町引ノ平及び横山御嶽	電磁式地震計3成分，中域火山観測用データ送信装置（無線）	昭.51
10. 古里観測井	鹿児島市有村町	孔中地震計3成分，中域火山観測用データ送信装置（有線），孔中傾斜計	昭.62

11. 権現山観測室	鹿児島市黒神町権現平	電磁式地震計3成分，中域火山観測用データ送信装置（無線）	昭.49
12. 北岳観測井	鹿児島郡桜島町武字鹿馬野2778-1	孔中地震計3成分，中域火山観測用データ送信装置（無線）	昭.51
13. 野尻観測室	鹿児島市東桜島町五本松2339	電磁式地震計1成分，中域火山観測用データ送信装置（有線）	昭.52
14. 白浜観測井	鹿児島市高免町	孔中地震計3成分，中域火山観測用データ送信装置（有線），孔中傾斜計	昭.61
15. 小池観測室	鹿児島郡桜島町横山字羽山	電磁式地震計1成分，中域火山観測用データ送信装置（有線）	昭.36
16. 袴腰観測壕	鹿児島郡桜島町横山字西平17他	佐々式伸縮計2成分，棒型伸縮計3成分，振子型傾斜計2成分	昭.36
17. 下伊敷観測壕	鹿児島市下伊敷町3203他	佐々式伸縮計2成分，棒型伸縮計3成分，振子型傾斜計2成分，水管傾斜計2成分	昭.45
18. 袴腰潮位観測室	鹿児島郡桜島町横山字西平61-4	隔測自記検潮儀，潮位データ送信装置	昭.33
19. 古里潮位観測室	鹿児島市古里町字下野村159他	隔測自記検潮儀，潮位データ送信装置	昭.54
20. 黒神潮位観測室	鹿児島市黒神町塩屋ケ元670-8	隔測自記検潮儀，潮位データ送信装置	昭.54
21. 白浜潮位観測室	鹿児島郡桜島町二俣字宮ノ尾223	隔測自記検潮儀，潮位データ送信装置	昭.54
22. 鹿児島潮位観測室	鹿児島市易居町地先	隔測自記検潮儀，潮位データ送信装置	昭.54
23. 鍋山観測室	鹿児島県垂水市新御堂字湯野谷国有林114は	電磁式地震計3成分，広域火山観測用データ送信装置（有線）	昭.52
24. 錫山観測室	鹿児島市下福元町立神国有林35な	電磁式地震計3成分，広域火山観測用データ送信装置（有線）	昭.56
25. 福山観測室	姶良郡福山町字旧城山4389-6	電磁式地震計3成分，広域火山観測用データ送信装置（有線）	昭.56
26. 大根占観測室	肝付郡吾平町上名福師国有林10い	電磁式地震計3成分、広域火山観測用データ送信装置（有線）	昭.57
27. 開聞観測室	指宿郡開聞町上野字西之浜1699	電磁式地震計3成分、広域火山観測用データ送信装置（有線）	昭.57
28. 加治木観測室	姶良郡溝辺町竹子永尾国有林16ぬ	電磁式地震計3成分、広域火山観測用データ送信装置（有線）	昭.58
29. 郡山観測室	日置郡郡山町字大谷1905	電磁式地震計3成分、広域火山観測用データ送信装置（有線）	昭.58

火山噴火予知計画による臨時事業として火山活動移動観測と特定火山の集中総合観測がある。桜島火山観測所には，九州・薩南諸島地区担当の火山活動移動観測班が設置（昭49年）されている。移動観測班の主な設備は移動観測車，光波測距儀，重力計（以上第1次計画），地震観測用無線・有線多重テレメータ装置，火山観測用赤外線走査装置，気泡型傾斜計，地殻歪移動観測装置（以上第2次計画），移動用赤外線温度計，移動観測用データ集録装置，GPS（以上第3次計画）などである。薩摩硫黄島，口永良部島，諏訪之瀬島等の薩南諸島の活火山の調査を行なうとともに，他の地域の火山の活動時の緊急調査（三宅島：昭58，伊豆大島：昭61－62，十勝岳：昭63-平1，雲仙岳：平2～）等に出動した。

また，特定火山集中総合観測が，毎年国内の2活火山を対象に実施されてきた。桜島火山観測所スタッフは，昭和55年以降の期間では，阿蘇山・浅間山（昭56年），有珠山（昭57年），伊豆大島・樽前山（昭58年），草津白根山（昭59年），三宅島（昭60），雲仙岳・富士山（昭61年），北海道駒ケ岳（昭62年），磐梯山（昭63年），雌阿寒岳（平成元年），秋田駒ケ岳・三宅島（平2年）の諸火山の調査観測に従事してきた。特に，桜島火山（昭55，57，60，

63年）および諏訪之瀬島火山（昭59，平元年）の集中総合観測では，各大学および各関係機関の協力のもとに，多項目にわたる地球科学的観測が組織され，その都度調査研究成果が報告書にとりまとめられてきた。

当観測所の施設・設備の経緯は上述のとおりであるが，これらの施設設備によって，噴火予知および噴火災害に関する研究が行なわれてきた。まず，研究手法ごとに述べれば，地震計測学的研究は主として，加茂・久保寺・和田・西・井口・須藤・小野が，測地学的研究は加茂・石原・江頭・菊池・小野が，重力測定は加茂・久保寺・西村・石原が，地球電磁気学的研究は西村・田中が，熱学的研究は加茂・須藤・西・井口が，地質学岩石学的研究は西村・巽が行なってきた。また，加茂・石原・井口は，複数の観測データから火山の爆発機構及び火山体地下のマグマの挙動に関する研究を進めてきた。溶岩流，火山弾，火山灰等の噴出物による災害の軽減に関する研究は，加茂・石原・江頭・井口が行なっている。

19. 潮岬風力実験所

台風など実際の強風中で，自然風の性状やその構造物に及ぼす影響を観測することは，風災害の研究上重要な意味を持つ。本実験所は，本州最南端の和歌山県串本町潮岬にあって，自然風中での実験観測を目的として設立され，この種の研究施設としては，我が国最初のものであり，現在のところ唯一のものである。また，世界的にみても余り例をみない強風に関する総合研究施設である。

昭和36年，文部省災害科学研究事業により潮岬風力観測所として発足し，最初は，串本町の好意により貸与された約 2500 m^2 の敷地に，財団法人建築研究協会の寄付による地上高 10 m の観測塔をもつ観測室及び給水塔，民間数社の寄付による実験用家屋３棟が建設された。翌昭和37年には，一応の研究設備が整い，研究活動を開始した。昭和40年度には，それまでの敷地を含む 4100m^2 の土地を購入し，さらに翌昭和41年度からは，専任職員３名（助手１名，技官２名）の配置が認められ，名称も潮岬風力実験所と改称して，防災研究所の付属施設となった。昭和45年度には，屋上に地上高 20 m の測風塔をもった鉄筋コンクリート造４階建の研究室本館が竣工し，野外実験場も整備されて本格的な総合実験施設としての観測体制が整った。本実験所の施設長は設立時から，耐風構造部門の石崎澽雄教授が務めてきたが，停年退官のため昭和61年度からは，同部門教授に昇任した桂　順治が併任して現在に至っている。専任の助手としては，最初は花房龍男が採用された。昭和43年度，花房助手は理学部に配置換になり，後任には佐野雄二が採用された。昭和45年度には佐野助手の転出にともない，森　征洋が採用された。昭和49年度には森助手が転出し，塚本　修が採用された。その後，昭和52年度には，塚本助手は防災研究所暴風雨災害部門の助手に配置換となり，後任には林　泰一が採用されて現在に至っている。

本実験所は，耐風構造部門や暴風雨災害部門の協力を得て，強風災害の野外実験的な研究分野を受け持ってきており，風向風速，気温湿度などを測定するための一般気象計測器械による常時観測だけでなく，構造物に加わる風圧や変位を測定するための計測器も常備して，台風の襲来時などの強風の際には実験用家屋や模型を使って観測を実施している。本実験所において行ってきた研究内容の主なものは次のとおりである。

(1) 各種風速計の比較及び計測器の開発

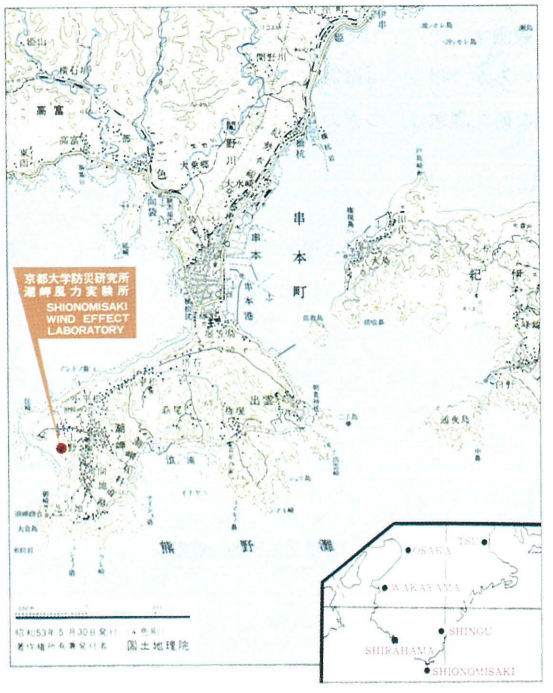
現在利用されている各種風速計や風圧計の比較実験を自然風中で行い，測定精度や応答性を調べるとともに，新しい計測器や測定方法の開発を行っている。特に，気象庁型３杯風速計については，超音波風速計と比較し，その運動方程式を考慮することによって，より細かい変動まで補正できる方法を提出した。また，構造物の風圧測定については，多点マノメータを作成し，ビデオ映像の画像解析によって能率的な観測方法を開発した。

(2) 野外観測データに基づく大気乱流の特性および輸送機構の解明

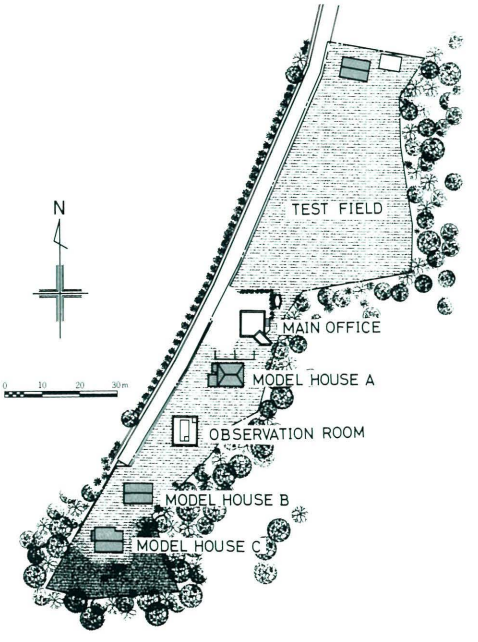
風車型風向風速計および超音波風速計等により自然風の変動を観測し，強風時の乱れの３次元的構造を研究している。一点又は一測線上の観測だけでなく，水平２次元的な広がりを持つ観測網による風速変動の測定を行い，乱渦の水平方向の広がりを知ることができた。測定データは相関やスペクトル等の統計値のみならず，突風の広がりや突風通過時の運動量の輸送等の非定常現象の解析にも用いられている。また，従来のフーリエスペクトルに替わり，変動の規模と発生位置の両方の情報が同時に得られる直交ウェイブレット展開によるスペクトル解析も手掛けている。

(3) 台風や竜巻による強風災害の実態調査

台風や竜巻等に伴う強風災害予防のために被害調査を行い，構造物に対する強風の影響調査を行っている。その結果，台風時の風災害は減少しつつあるものの，竜巻や突風による被害は年々増加し，規模は小さいが，破壊の強さは台風時を凌ぐ場合すらあることがわかってきた。竜巻については強風だけでなく，急激な気圧変化や吸い上げの効果も加わり，被害の発生状況がより複雑で，さらに詳しい研究が必要である。



図—2.3(a) 潮岬風力実験所の所在位置



図—2.3(b) 実験所構内配置

20. 白浜海象観測所

沿岸域における災害防止のためには，高潮・津波をはじめとする沿岸における暴風時の海況変動を正確に把握することが重要であり，また平常時における海象を解明しておく必要がある。一般に，このような海象は平常時においても，時空間的に絶えず変動しており，それらの連続観測を行うために，この観測所が設置された。

昭和35年教授速水頌一郎の努力によって，わが国最初の海洋観測塔が和歌山県田辺湾白浜沖に設置され，併任助

教授国司秀明らが中心となり，助手西勝也の協力のもとに，逐次観測装置を整備充実し，海洋・大気間の相互作用の定量的な究明に努めた。昭和41年白浜海象観測所として防災研究所の付属施設となり，助手1名，技官2名の定員の配置が認められ，施設長岩垣雄一教授および西助手が担当した。昭和43年7月岩垣の工学部への配置換に伴って，研究所長矢野勝正が施設長を兼任したが，同年12月より教授土屋義人が施設長を併任して現在に至っている。昭和48年助手西勝也の理学部への配置換に伴って吉岡洋が後任として就任した。昭和53年より61年まで研究担当として国司秀明教授が加わった。昭和56年助手振替の助教授の定員が認められ，海岸災害部門助手中村重久が昇任，配置換となり現在に至っている。

昭和42年白浜町堅田字畑崎に 459 m^2 の土地を購入し，昭和43年床面積 195 m^2 の鉄筋コンクリート造の観測所本館の一部を完成し，その後昭和43年職員宿舎が建築され，また観測艇しらふじ（約 2.4 ton）を購入して，空間的な観測体制の充実がはかられた。昭和46，55年海洋観測塔が補修され，また昭和49年観測塔への電源ケーブルが埋設された。昭和53年隣接の土地を購入し，現在構内敷地面積は 991 m^2 となり，研究室を増築するとともに，流速計検定水槽を新設して一層の充実が図られた。また，翌年流速計検定装置が設置され，観測精度の向上がはかられた。また，昭和60年には観測艇海象（3.5 ton）を購入して，津波，高潮などの長周期波の観測研究の推進が図られ，また平成2年には老朽化した観測塔が台風の通過に伴って被災したので補修した。最近の沿岸海環の境変化に伴い，本観測所は沿岸海洋災害の予防と軽減のための観測基地として，きわめて大きな意義をもってきた。したがって，今後は田辺湾を拠点とする紀伊水道の沿岸海象を観測する拠点として，海洋観測塔の更新・移設により，さらに観測研究の拡大，充実をはかっていきたいと考えているが，現在，海岸災害および災害気候部門や理学部地球物理学教室などと共同観測を実施してきているが，主要な研究課題は，つぎのようである。

(1) 土佐湾，紀伊水道沿岸における高潮・津波の特性

大阪湾に来襲する高潮・津波の予知に資するため，観測塔及び土佐湾，紀伊水道沿岸の潮位記録を解析して，これらの長周期波の伝播特性，黒潮の挙動が及ぼす影響を調べるとともに，それらの来襲頻度に関して統計解析を行い，将来予測を試みている。

(2) 高潮に及ぼす黒潮，陸棚波の影響

台風に伴う高潮の発生，発達に及ぼす黒潮の挙動，陸棚波の発生などの影響を台風の経路との関係で観測記録を整理し，それらの影響とくに陸棚波との協同現象の究明を行っている。

(3) 台風時の海面境界過程

台風の通過に伴う波浪の発生，発達とこれに伴う吹送流の発達の過程を通じて，海面境界における水，エネルギーの授受機構を観測塔における観測によって究明している。

(4) 紀伊水道の海況変動

紀伊水道において，冬期，黒潮の暖水塊と瀬戸内海の冷水塊が接するところにできる oceanic front を見出したので，その成因と維持機構を検討するとともに，その周辺地域に及ぼす気候的影響をいわゆるメゾスケールの大気・海洋相互作用の立場から研究している。

(5) 白良浜の海浜過程と保全

白良浜の飛砂による海浜変形機構をはじめ，pocket beach としての海浜過程の調査と各種数値シミュレーション

を実施し，その保全のための方策として安定海浜工法の適用を提案したので，現在和歌山県によって施工中であり，予測に近い安定海浜が形成されつつある。



写真—2.13　白浜海象観測所本館

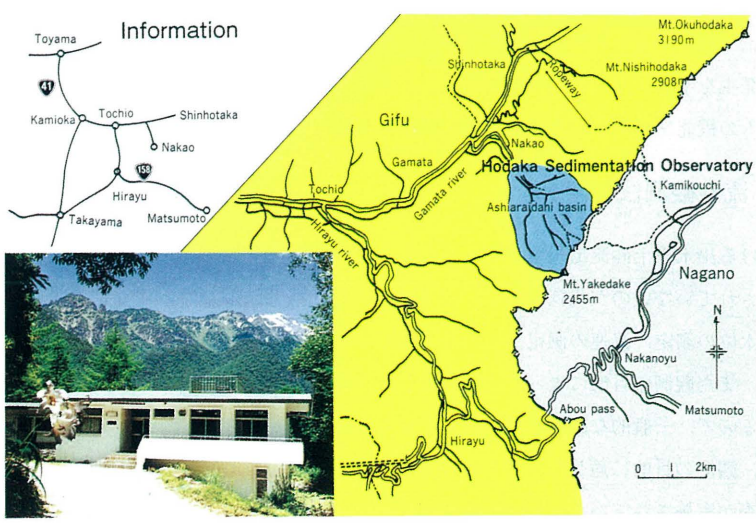


写真—2.14　観測船「海象」と海象観測塔

21.　穂高砂防観測所

流域における水と土砂による災害を防止・軽減するためには，災害を引き起こす現象の実態を把握することが非常に重要である。本観測所は出水と土砂流出の実態の解明を目的として昭和40年に砂防研究部門の新設と同時に設置された。昭和42年に防災研究所付属施設として官制がしかれ，助手１，技官１の定員が配属となった。初代施設長には砂防部門の矢野勝正教授がなり，奥村武信助手が砂防部門から配置替えとなった。昭和43年度より奥村助手に替わり沢田豊明が専任助手となった。昭和46年度から芦田和男教授が二代目施設長となり，昭和63年度に沢田が助教授に昇格して現在に至っている。

観測流域は焼岳の西側斜面に源流を有する足洗谷（7.2 km^2）に設定され，観測所はこの流域の出口付近の台地に設置された。当初の建物は観測室（68 m^2）と土砂特性試験室（37 m^2）の２棟であったが。昭和55年度に既設の観測室の増築（153 m^2）が行なわれた。一方，観測設備としては流砂量計，水位計，雨量計，電気伝導度計などの既設の機器を有線テレメータ化する計画が昭和58，59年度に実施され，約30項目のデータがパーソナル・コンピュータによって処理され，フロッピイ・ディスクに保存されるようになった。それと同時に足洗谷上流の白水谷



図—2.4　観測所の位置と全景

に土石流観測用のTVカメラが設置され，映像は同軸ケーブルによって観測所まで送られVTRに連続記録されるシステムが導入された。

(1)　山岳流域における気象の実態

土砂生産・土砂流出機構に気象条件が関与しており，凍上・融解などを支配する気温・地中温度などの観測を実施し，土砂生産との関係を解明する。また，山岳地帯の降雨分布や降雨特性の実態を解明する。

(2)　降雨の流出特性

土石流の発生に関係する降雨特性と地中水分の観測などを実施し土石流の発生機構について検討する。降雪融水・洪水などの観測を行い，出水の形態と土砂流出現象との関係を解明する。

(3)　斜面の特性と土砂生産

土砂生産を支配する要因を解明するために，裸地斜面において斜面侵食による土砂生産の実態を観測している。観測・調査は斜面勾配，地質などを考慮して約11ヶ所の試験斜面を設定して実施されている。

(4)　山地河道の形態と土砂流出

山地河道は河床勾配，平面形状，河床材料が平野の河川に比較して非常に複雑である。このような形態と土砂流出の形態との関連性を明らかにすることによって，山地河道における土砂流出機構を解明しようとする。その中で山地河道に特徴的な階段状河道の形態と流砂機構，流路変動，アーマコートの形成と破壊と流砂機構について検討されている。

(5)　土砂流出の予測

土砂流出を土砂生産・輸送・堆積からなる一つのシステムと考え，このシステムの内部機構を検討し，土砂流出の予測システムを提案するために流域モデルの検討を行なっている。

(6)　土砂災害の防止・軽減

土砂災害を防止・軽減するためには，現象の予知と対策が必要である。予想される降雨量から洪水，流出土砂量および土石流の発生を予測するための研究に加え，土砂流出および土石流の調節に関して既往の砂防ダムの機能および透過性のダムの機能を解明するために観測・調査を実施している。

(7)　水文・流砂観測法の開発

山地河川における出水や土砂流出現象を明らかにするための観測法は確立されていないのが現状である。山地河川は流路変動が著しく水位の測定，流速の測定，流砂量の測定は非常に困難であり，また観測の目的によって測定方法などを考慮する必要があるので，一般的な観測法の開発も十分ではない。したがって，観測の目的に適したシステムの開発を行いながら観測・調査が実施されている。



写真—2.15　観測室のモニターとデータ処理装置

22. 徳島地すべり観測所

本観測所は最初，破砕帯地すべりの多発地帯である四国の中央部にある徳島県三好郡池田町に，昭和41年11月に地すべり部門の観測室・宿泊施設として設置された。この観測室宿泊施設は大学及び徳島県当局の厚意により購入された敷地内に建築面積 114 m^2 で建てられたもので，観測機器の整備は不充分であったが，昭和41年よりこの観測室を基地として，徳島県森遠，善徳において種々の基礎観測が開始されてきた。

昭和44年文部省令第18号により，助手１名，技官１名の京都大学防災研究所付属の正式観測所として官制がしかれ，地すべり部門の山口真一教授が観測所長を併任し，古谷尊彦が地すべり部門から観測所付の助手となった。昭和45年山口教授の観測所長辞任に伴い，後任に地震動部門の吉川宗治教授が併任となった。その後昭和47年より地すべり部門主任の島　通保教授が観測所長を併任して今日に至っている。また昭和50年に古谷助手が千葉大学に転出後は末峯　章助手が引き継いで研究を行っている。また助教授の定員（助手振替）が認められ，末峯　章助手は昭和62年12月に助教授に昇任した。

昭和53年までは，上記の観測室・宿泊室からなる施設のみであったが，昭和54年３月末には実験室・研究室・工作室をそなえた建築面積 182 m^2 の観測所本館が完成し，観測・実験設備も次第に充実してきている。

本観測所の目的は破砕帯地すべり災害に関する研究を現地において総合的に研究することであり，研究内容は地すべり地における観測・測定および研究室における記録の解析によって，破砕帯地すべりの発生条件・その機構・運動様式および予知に関する基礎的研究を推し進め，従来の研究を著しく進展せしめるとともに，その成果を実際面に適用することである。

これまで，九鬼（昭和46年～昭和56年），西井川（昭和47年～　），正夫（昭和51年～昭和58年），伊良原（昭和54年～　），大神（昭和56年～昭和59年），川崎（昭和59年～平成元年），重実（平成２年～　）の試験地で調査・観測を行って地すべりの発生機構の解明に努めてきたが，観測機器・試験機器はいまだに不充分である。これら試験地の観測機器の整備拡充はもとより，各地の破砕帯地すべり地に於て，地形・地質の現地踏査，弾性波探査，地下水探査，ボーリング試験を実施して，物性的に地すべりの素因を調査すると共に，土地移動量・伸縮量・傾斜量・地中内部歪量・沈下量・地下水位・排水量など地すべり土塊の物理量の観測を行うべく，推定危険地域の観測網の整備拡充を計画している。また集中豪雨時には四国の破砕帯地すべり地域に地すべり災害が発生することが多いが，直ちに現場に急行できる機動力を兼ね具えた観測所に整備しつつある。そして，一部の試験地においてテレメーター観測により，降雨条件によって観測条件の変更を行い観測精度の向上をはかり，地すべりの発生機構の解明のデータを収集しつつある。

本観測所では次の研究課題をかかげ研究活動を行っている。

(1) 破砕帯地すべりの素因及び誘因の研究

破砕帯地すべりの主要分布地域である吉野川水系の地すべりの発生条件，活動様式の基礎になる地形・地質の基礎的資料を収集して，破砕帯地すべりの素因の究明を行っている。また地下水流出に関する観測結果を使って，降雨と地下水位との関係ならびに対策工事との関係に関する研究を行っている。

(2) 破砕帯地すべりの移動機構の研究

吉野川支流域の正夫地すべり地，西井川地すべり地，伊良原地すべり地，川崎地すべり地，重実地すべり地を試験地として，地表及び地中内部の変動様相，地すべり地域内の地表および地下の水の挙動と土地変動との関係につ

いて，伸縮計，傾斜計，水位計，パイプ歪計などの観測計器を用いる観測的方法によって研究している。特に地中歪についてはこれまで殆ど行われなかった連続観測を実施して，すべり面の拡大形態，拡大速度を調べている。そして，有限要素法によって観測された歪が，モデル計算とおおむね合致するという研究結果が得られている。

(3)　破砕帯地すべりの水に関する研究

水に関しては地すべり地域内の十数本のボーリング孔で地下水観測を行い，さらに三角堰を設置して，排水ボーリング並びに集水井からの中間・地下の各流出の機構特性の解明に努め，地すべり変動と中間流出機構との関係を研究している。

(4)　破砕帯地すべりの対策工法の研究

結晶片岩地帯の地すべりでは，主として地下水排水による工法が有効であることが解ってきているが，この工法では排水地点の選定が重要である。これ等については，1 m 深地温探査で地下の地温分布を測定し，地下水脈の状態を推定し，その地下水脈からの水を除去する方法で対処している。また対策工事の施工前と施工後で地すべり変動を比較して，その効果について調べている。また，施行前の地下水観測から，モデルを作製し，対策工事による地下水の低下の状態による効果判定の研究も行っている。



写真—2.16　徳島地すべり観測所本館。写真の本館に附属して，観測室・宿泊室を持つ別館があり，地すべり観測だけでなく，中央構造線の地殻変動観測など地震予知の研究にも利用されている。

23.　大潟波浪観測所

海岸災害の主要な外力は，台風や季節風による波浪や高潮などであるが，とくに，波浪災害においては，異常波浪の予知をはじめ，漂砂，海岸侵食に関する系統的な研究が要求される。日本海沿岸では，冬期季節風によってたびたび異常波浪が発生し，海岸堤防の決壊，海岸侵食などを起こしてきた。これらを予防，軽減するためには，まず海岸波浪の特性を究明し，その予知法を確立するための継続的な波浪観測を実施するとともに，波浪による漂砂，海浜変形などの実態を十分究明する必要がある。その場合，強風時，高波浪時でも精度の高い観測が実施されなければならない。

日本海に面する大潟海岸は直線状の砂質海岸で，汀線から沖方向へ約 315 m の長大桟橋および人工島が設置されており，このような観測の実施には最適の場所であったので，教授岩垣雄一は所内の関係者と協力して昭和39年に帝国石油株式会社の第 2 人工島に階段抵抗式波高計を設置して波浪観測を開始したが，40年には大潟町四ツ屋浜に面積 99 m^2 の観測室を新営し，第 2 人工島に加えて長大桟橋も利用して，波浪のほか漂砂などの基礎観測を開始した。その後，第 3 人工島に波高計を移設し，有線テレメーターで記録するなど施設の整備が行われたが，昭和44年大潟波浪観測所として防災研究所の付属施設となり，定員 1 名の配置が認められ，海岸災害部門教授土屋義人が施設長となり，助手白井亨が着任して研究の推進に当ってきたが，昭和51年には，助教授の定員（助手振替）が認められ，助手白井亨は助教授に昇格し現在に至っている。また，非常勤講師として昭和60年より62年まで愛媛大学山口正隆教授，昭和62年より米国デラウエアー大学小林信久教授が研究協力してきた。

その後，昭和49年には第 3 人工島に 3 台の水中発射式超音波波高計によるデルタアレイからなる外洋波浪観測装置が設置され，また，昭和55年には，空中発射式超音波波高計 4 台よりなるラインアレイを設置し，波浪の方向ス

ペクトルの観測を強化するとともに，桟橋に任意に取付けられる12台の容量式波高計群と昭和54年に設置した砕波観測用ビデオ装置とを用いた波浪観測システムによって，浅海における波浪の変形特性を観測してきた。

昭和61年帝国石油株式会社の第１人工島桟橋が撤去されるのを契機に，大潟海岸の海岸侵食の過程を究明する一方，浅海における波浪とそれに伴う海浜流，漂砂との協同現象としての海浜変形の予測，制御法から海岸侵食制御論の確立のために，波浪・漂砂観測用の専用桟橋が新設され，観測研究の充実，学内をはじめ東京大学工学部，岐阜大学工学部などの関係者との協同研究の推進が図られてきた。

最近実施してきている主要な研究課題は次のようである。

(1) 異常波浪の観測とその予知

季節風，台風の通過に伴う異常波浪の発生，発達の機構とその浅海における変形機構を観測研究によって究明するとともに，それらの予知法，波浪変形モデルなどの適用性を研究している。とくに，前者では季節風の停滞による異常波浪の発生，波浪の方向スペクトルの変形などの観測研究を主体としている。

(2) T 型観測用桟橋をベースにした波浪，海浜流，漂砂，海浜変形の時空間観測

大潟海岸において，Nearshore dynamics と Coastal geomorphology とを結びつけて，海浜過程の力学を構築できるに値する系統的な観測を実施し，波浪，海浜流，漂砂との協同現象としての海浜変形の実態を究明する。これらに関する各種数値モデルを実測結果と比較して検証し，近い将来にはその適用として大潟海岸の海浜過程の予測に寄与する予定である。

(3) 海岸侵食に伴う底質特性の時空間変化

直江津港の築造を契機として，大潟海岸の海岸侵食が著しく進んできたが，その実態を調査観測するとともに，とくにそれに伴う底質特性の時空間変化を継続的に調査し，海岸侵食に伴う底質特性の変化と漂砂源との関係と海浜断面の時空間変化などとの関係を広域的にかつ普遍的な法則として調べている。

(4) 砂浜海岸の地形学的特性

長期的なタイムスケールにおける砂浜海岸の地形変化を漂砂源，陸棚の形成などとの関係から調査するとともに，郷津より来山岬に至る直江津，大潟，柿崎海岸の全域の形成過程とその変動を Coastal geomorphology の立場から調査研究している。この場合，背後地の砂浜地帯の形成過程のみならず，最近におけるその漂砂源の後割についても調査を発展させている。

(5) 安定海浜工法の適用性

波浪・漂砂観測用桟橋による観測調査の結果をはじめ，Nearshore dynamics に関係する各種数値モデルの集積から，安定海浜の形成過程が究明されてきたので，それに基づく海岸侵食制御として安定海浜工法が考察され，最近大潟海岸に新潟県によって施工中である。その適用性を調査し，必要に応じて改良するため，施工中における海浜変形とその安定海浜の形成過程を調査している。



写真—2.17　大潟波浪観測所本館



写真—2.18　波浪・漂砂観測桟橋

24.　防災科学資料センター

自然災害科学の研究では，観測・調査資料および災害資料の活用が極めて重要であり，そのような基礎資料を収集，整理，保管して，研究者が自由に利用できるようにすることが望ましい。さらに，それらの資料を解析し，異常自然現象の極値やその予知，防災や減災の規準，災害状況の予測，防災施設の破壊限界など自然災害科学の基本的問題を解明していく必要がある。この際，自然災害科学が総合科学であるという特性から，異なる専門分野の研究者の緊密な連携が不可欠である。以上の趣旨に基づいて，全国的な災害科学資料センターの一環としての資料センターの設立を要望していたが，昭和47年にその一部が認められ，防災科学資料センターとして発足し，自然災害に関する資料解析研究を担当する分野（専任）が設置された。さらに，昭和59年には，長期にわたる災害史料の収集，解析を行うために災害史料調査解析分野（客員）が新設された。

したがって，本センターの定員は，当初，助教授1，助手1，技官1であったが，昭和59年4月からは客員教官2（客員教授1，客員助教授1）が増員された。本センター長は研究所長が兼務し，ほかに主任を置いてセンター長を補佐する。センターの運営は，上記の教官と本研究所の各専門分野にわたる若干名の教官からなる運営協議会の議決を経て行われる。初代センター長，村山朔郎教授の停年退官に伴ない，昭和48年より吉川宗治教授，石原安雄教授，中島暢太郎教授，若林　実教授，芦田和男教授，高田理夫教授，奥田節夫教授，柴田　徹教授が2年毎にその任に当り，平成元年より土屋義人教授がその任にある。主任は芦田教授，石原教授，中島教授，島　通保教授，土屋教授，角屋　睦教授，石原教授，奥田教授，村本嘉雄教授，南井良一郎教授から現在，野中泰二郎教授となっている。専任教官は，当初，後町幸雄助教授と松村一男助手で，昭和59年後町助教授の逝去に伴い，佐藤忠信助教授が後任につき，昭和61年に佐藤助教授の配置換えの後，松村助手が助教授に昇任し，昭和62年に八嶋　厚助手が後任についた。平成2年3月に八嶋助手が岐阜大学助教授に昇任し，山下隆男助手が後任につき，同年5月に配置換えの後，西上欽也助手が後任についた。同年6月松村助教授の配置換えの後，河田恵昭助教授が後任となった。また，客員教官は，客員教授として，昭和59年から62年まで田中　琢教授（国立奈良文化財研究所埋蔵文化財センター長），昭和63年三浦圭一教授（立命館大学文学部教授），平成元年仲村　研教授（同志社大学人文科学研究所教授）を経て，平成2年6月より小山靖憲教授（和歌山大学教育学部教授）がその任に当り，客員助教授として，昭和60年から63年まで水本邦彦助教授（京都府立大学文学部助教授），昭和62年から平成3年まで泉　拓良助教授（奈良大学文学部助教授）を経て，平成3年4月より笹本正治助教授（信州大学人



写真—2.19　防災科学資料センター

文学部助教授）がその職にある。

現在，後述するプロジェクト研究のほかに，専任教官として河田助教授は，データベース「SAIGAI」の構築に責任をもち，巨大風水害の復元，人的被害の予測法，比較災害論に関する史資料解析を行い，西上助手は計算機と同「SAIGAI」の利用に伴う指導のほか，地震災害関係の資料解析研究を実施している。また，小山客員教授は災害史料のデータベース構築に責任をもち，中世の荘園立地と災害との関係を考察し，笹本客員助教授は，戦国時代から江戸時代初期の信州における洪水制御に関する史料解析研究を行っている。

本センター資料室には，災害調査資料，災害関係論文，災害統計，航空写真，地図や地質図，官公庁での定期観測・調査資料，定期刊行物，文部省科学研究費重点領域研究「自然災害」の成果報告書などが，約13,000点保管されており，すべて文献情報データベース「SAIGAI」で検索可能である。このデータベース「SAIGAI」は，昭和57年度公開された当時は「SAIGAIKS」と名付けられ，約4700件でスタートしたが，毎年資料を追加登録し，平成元年度には約13000件に達した。その後，自然災害各地区資料センターの協力を得て，全国的な文献資料情報データベース「SAIGAI」を本センターを中核として構築していくことになり，科学研究費の補助を受けて継続しており，平成３年４月現在，約28000件が収録されている。また，災害史料データベースも並行して構築中であり，現在約5500件が登録されている。このほかに，ファクトデータベースとして，国土数値情報，アメダスなどの気象関係データベースを供用しており，衛星写真や絵図，地図などの情報処理に光ディスクによるイメージデータベースの導入が必要となっている。

本センター計算機室には，現在，FACOM M730-6A が１システム，レンタルで設置されており，災害に関する大量の資料，記録の処理及びファイル化に適したシステムになっている。平成２年度からは UNIX ワークステーション端末をゲートウェイを利用して Ethernet と KUINS LOOP-LAN を経由して接続することが可能になり，所内の各研究室からの計算機利用が飛躍的に便利になった。また，京大大型計算機センターとのデータ転送が大幅にスピードアップした。この計算機を通してデータベース「SAIGAI」が利用に供され，また全国大学間ネットワークによって各地で利用されている。

本センターでは，専任，客員教官と所内各研究部門，研究施設の教官とが協力し，プロジェクトを設定して史資料解析研究を行っている。現在，７つのプロジェクト研究が推進されており，その概要はつぎの通りである。

(1) 災害史：災害史データベースの構築，災害史研究会の開催，史料調査解析研究から構成され，客員教官が中心となって推進する。

(2) 震源資料を用いた地震発生場の構造：微小地震の波形解析から，地殻・上部マントルの構造との関係を求め，地震の発生機構を解析する。

(3) 強震動予測：震源特性，伝播経路特性，local site effect の推定を目的として，地震相似則，岩盤上の震動特性などに関する研究を実施する。

(4) 災害資料を用いた崩壊災害の復元：四国那賀川流域の崩壊と十津川災害の比較検討から，西南日本外帯の基本形態を復元する。

(5) 水害の変遷：水害を含む自然災害論を展開するとともに，巨大風水害の復元を行って，被災形態，様相の変遷を見いだす。

(6) 年輪情報に基づいた古気候変動の再現と災害発生との関連性：年輪の解析から歴史時代の気候変動の特徴を調べ，長期的な気候特性を同定する。

(7) 特定災害の資料収集・整理：とくに戦後の風水害の資料を収集整理して，被害拡大要因や過程を明らかにする。

25. 水資源研究センター

日本学術会議は第58回総会の議に基づき，昭和46年５月１日付で政府に対して，全国科学者の共同利用の研究所として水資源科学研究所（仮称）の設立を勧告した。さらに，同会議は京都大学に対してこの共同利用研究所の附置を依頼した。それに応じ本学は，関係諸機関に諮り附置の方針とするとともに，学内に水資源科学研究所設立準備連絡委員会を設け，防災研究所を世話部局として，昭和48年度より概算要求を開始した。当時，日本学術会議では，水特別委員会の委員長は故石原藤次郎名誉教授で，幹事は石原安雄教授であり，学内では，上記連絡委員会の委員長は村山朔郎教授（元所長），ついで石原安雄教授（元所長）であって，これらの諸先生方には多大な尽力をして頂いた。

しかし，その後の社会経済状勢の変化のため，その内容を研究所から研究センターへと縮小せざるを得なくなったが，永年にわたる関係部局・機関の協力のもとに，昭和53年４月１日付文部省令第10号により，全国科学者の共同利用の性格をもつ水資源研究センターが防災研究所に設置される運びとなったのである。

その当時頃までの我国の経済成長は特にめざましく，都市と工場が急膨張して水の需要が急増した。その結果，水量の不足，水供給の安定度の低下，水質の悪化等が大きな社会問題としてクローズアップされるようになった。今や経済大国といわれる我国のこうした水資源問題は，砂漠化で食糧不足を来しつつある地域におけるそれとはかなり違った側面もあるが，人々が利用し，または利用しようとする水を人間と水との結びつきでみるという観点からすると相通ずるものがあるはずである。水資源研究センターは，こうした問題に関連する課題を科学的かつ学際的に研究することを目的としており，現在までの研究組織および研究活動は次の通りである。

本研究センターの定員は，当初は所内改組による振替の教授１，助教授１，助手１，事務官１と，増員による教授１，助教授１であったが，昭和54年４月からは客員教官２（教授１，助教授１）が増員された。本研究センターの運営は，所長がセンター長を兼務し，上記の教授，助教授に加えて，防災研究所内，京都大学内，及び他大学からのそれぞれ若干名の委員で構成される運営協議会が当たり，またセンターの業務を処理するために主任が置かれ，初代主任石原安雄教授の停年退官に伴い，平成２年度より池淵周一教授がその任についている。また，研究担当として，設立当初より，本学工学部高棹琢馬教授を迎えている。

研究組織としては，現在，陸水収支と水資源システムの２つの専任の研究グループと特定プロジェクトに対する１つの客員の研究グループがあり，さらに緊急課題を研究するために広く学内，学外の研究者に研究協力者として参画を依頼し，研究会等を通じて強力に研究を進めている。

陸水収支研究グループ

昭和53年４月本研究センター発足時に，水文学研究部門の大部分の教官が本研究グループに移行し，教授石原安雄，助教授友杉邦雄，助手下島栄一で発足したが，平成２年３月末石原安雄教授の停年退官に伴い，平成２年10月から教授池淵周一が水資源システム研究グループより移行して現在に至っている。

(1) 琵琶湖水資源・水環境の研究：国際水文学十年計画（IHD, 1965～1974）の一環として，琵琶湖流域における水および土砂の収支問題を学内の理工農の研究者と共同で研究してきたが，昭和50年より国際水文学計画（IHP, 1975～）の一環として，引き続き琵琶湖を含めた近畿地方の水害，水資源，水環境の総合的調査研究を推進している。とくに野洲川支流荒川上流に設けた荒川流出試験地（観測期間，1968～1974）を利用した雨水流出に関する研究では，斜面及び河道網における流出過程について新しい知見を得，総合的出水予知法を開発した。

(2) 水収支と渇水の研究：水の需要量が増大した地域では貯水池を造って水供給を行うようになる。河川水は変動する降水によって時間的に変化するが，こうしたプロセスの中で貯水池は一種のフイルターの役目をする。しかし降水量が 極端に少なくなるとその効果が弱まり，いわゆる渇水災害が起こる。そのため適切な容量の貯水池を造る必要があるが，水不足を起こさないための貯水池容量，緊急時の補給水の確保とその安全率との関係，さらに異常渇水対策一般についての提言を行った。

(3) 降水分布の統計的特性の研究：河川水の源は降水である。河川流域内では降水は時間的にも空間的にも変動する。この変動は気象擾乱のスケールとその消長に起因し，気象学上の研究課題であって，関連分野の研究者との共同研究も進めているが，一方水資源の技術的立場からは，変動の統計的・確率論的特性を知ることも重要であり，これまで降水量の時系列特性や空間的集中特性，相関構造などについて多くの知見を得ている。

(4) 裸地蒸発の機構の研究：大気圏と陸地圏との水の授受は降水と蒸発という現象によって行われるが，このうち蒸発現象は直接測定することが困難なため，基礎的研究は少ない。環境制御された実験室内に設置した風洞付き水槽内に砂，ガラス玉，赤玉土等をつめて蒸発量を重量計で計測する方法で基礎的研究を進めてきた。これまでのところ，蒸発に及ぼす風の影響とそのとき必要な蒸発潜熱の供給過程をほぼ明らかにした。また，数値シミュレーションを通じて短波放射の効果についても検討し，いくつかの新しい知見を得ている。

(5) 雨水浸透の機構の研究：地面から地下水帯への雨水の供給は浸透という形で行われるが，この現象は多孔質場における水と空気の混相流れであって，空気の存在が大きく影響する。これについて，まず均一砂層への雨水浸透は砂表面近傍に形成される疑似飽和域によって特性づけられることを明らかにし，さらに多層砂層や割れ目がある砂層への浸透現象について理論的・実験的に研究した。また，これと並行して，実際の山体中の地下水帯への雨水の供給機構についてトンネル湧水の観測等により実証的研究を行っている。

水資源システム研究グループ

昭和55年2月本学工学部より池淵周一助教授を本研究グループの教授に迎え，昭和56年4月本学工学部より小尻利治助手が配置換えとなって体制を整えた。その後，小尻は昭和56年11月，助教授に昇任したが，昭和60年10月，岐阜大学助教授に配置換えとなったため，代わりに中北英一を助手に採用した。その後，中北は平成3年1月，助教授に昇任し，また，前述のように池淵教授の陸水収支研究グループへの移行に伴い，平成3年4月より鳥取大学工学部から岡田憲夫教授を迎えて現在に至っている。

(1) 水資源システムの計画・管理の研究：水資源システムには多くの要素が含まれているが，これらを整理して計画・管理策定プロセスの構成に成功し，さらに，水需要の構造分析を行ってその実態を明らかにしており，予測問題への展開を試みている。また，ダム貯水池群の水量・水質制御に関するシミュレーション解析を行うと共に，地下水システムのモデル同定とその最適運用についても研究している。

(2) 熱に関わる水文現象の研究：主として蒸発散と融雪流出に関する観測・調査及びモデル解析研究である。蒸発散については，八王子の東京農工大流出試験地を対象とした林地蒸発散量の観測と長期間にわたる時系列推定，宇治グランドでの地・空相互作用実験場における裸地からの蒸発量の観測・評価，琵琶湖を対象とした湖面蒸発量の観測・評価であり，融雪流出については，琵琶湖北部に注ぐ大浦川・高時川流域を対象とした積雪，融雪，流出の現地調査とそのモデル解析研究である。

(3) 水系一貫した治水計画の策定に関する研究：治水計画は水系一貫したものでなければならないが，その策定に当たっては種々の問題を解決しなければならない。まず，洪水の危険度を評価するための洪水の時空間生起確率関数を1次のマルコフ従属を仮定して表現することに成功した。ついで，治水システム策定問題で，有効な代替案の抽出（スクリーニング段階），治水システムの内容の最適化（シミュレーション段階），計画期間内

における諸施設の効果的な建設順序（シークエンシャル段階）について多くの知見を得た。

(4) 渇水災害の生起特性と耐渇水方策の研究：気象レベルでの少雨から末端需要者の給水制限に至るプロセスをシステム論的に分類整理し，渇水問題を階層構造的に認識することから始まり，気象・水文レベルでの少雨特性の生起確率を評価する方法を提示し，諸施設のネットワークからなる利水システムの渇水危険度を量・質の両者を考慮して評価する方法論を構成して，渇水災害の生起特性を明らかにした。さらに，河川表流水と地下水との有機的な運用とダム貯水池群の渇水時操作ルール適正化等による耐渇水方策について研究している。

(5) 3次元レーダー雨量計情報の利用手法の開発：短時間降雨予測を物理的根拠のある形で扱っていくためには降水の源である水蒸気に関する情報が不可欠であるという立場から，3次元レーダー雨量計情報を用いて水蒸気相変化量を推定する方法が開発され，その有効性を実証的に検討し，降雨予測への適用について研究している。

客員研究グループ

客員研究グループは特定プロジェクトの研究を目的としているが，専任研究員および後述の共同研究協力者との共同研究をも行っている。現在までの研究者とその研究課題は次の通りである。

(1) 客員教授

氏　名	職名（当時）	研究課題	客員期間
中西　弘	山口大学工学部教授	水の再利用・高度利用	昭55.1-昭55.3
田中　宏平	九州大学農学部教授	新水源の開発	昭55.4-昭57.
森滝健一郎	岡山大学文学部教授	水資源と地域経済社会の変貌	昭57.4-昭59.3
水越　允治	三重大学人文学部教授	気候変動	昭59.4-昭61.3
水谷　義彦	富山大学理学部教授	安定同位体と水循環	昭61.4-昭63.3
竹内　邦良	山梨大学工学部教授	渇水の生起と安全度	昭63.4-平2.3
岡田　憲夫	鳥取大学工学部教授	渇水とそのリスクマネジメント	平2.4-平3.3
高橋　劭	九州大学理学部教授	地球観測技術と水文・水資源	3.4-　現在

(2) 客員助教授

氏　名	職名（当時）	研究課題	客員期間
田中　正	筑波大学地球科学系講師	地下水の保全と開発	昭55.10-昭57.3
竹内　邦良	山梨大学工学部助教授	水資源の保全・管理	昭57.4-1ケ月間
市川　新	東京大学工学部助教授	水資源の保全・管理	昭57.5 -昭59.3
岡田　憲夫	鳥取大学工学部助教授	水資源計画システム	昭59.4 -昭61.3
小尻　利治	岐阜大学工学部助教授	水資源システム管理	昭61.4 -昭63.3
小葉竹重機	群馬大学工学部助教授	雨水の地下流出過程	昭63.4 -平 2.3
秋山　紀子	青山学院女子短期大学助教授	人文社会的見地から見た水資源問題	平2.4 -　現在

共同研究協力者グループと研究会・研究集会

緊急に解決を要する問題を，専任，客員の研究者とともに研究会を通じて協力して解決の方向を見いだそうとする研究グループである。研究協力者数とその所属大学・研究機関等の数及び研究会開催回数は次の通りである。

年度	53	54	55	56	57	58	59	60	61, 62	63, 1	2, 3
人数	65	94	125	105	146	135	128	135	154	142	169
機関	6	20	34	32	46	46	41	42	49	50	57
回数	3	9	7	5	5	7	7	5	6, 5	3, 6	5, -

(昭和61年度以降は２年毎に研究協力者の登録改更)

また，当研究センターに関係のある研究者相互の研究の総括を行う場として年一回の研究集会を開催しているが，研究成果の総括的な報告と研究センターの記事，資料等を載せた「水資源研究センター研究報告」を昭和55年度より毎年発行している。

26. 都市施設耐震システム研究センター

近年，わが国における大都市圏域への人口と資産の集中は著しいため，地震による都市機能の疲弊は多大な社会的損失を引き起こす。従って，都市における震害の軽減と防止に関する研究を行うことは急務であり，その社会的要請も極めて高い。

都市地震防災における研究領域は多岐にわたる。その内容は，(1)都市の立地する地盤の震動性状，地盤変状等地震ハザードの問題，(2)都市の構造物の地震時挙動と破壊性状に関する耐震構造論，(3)都市機能を支える供給・処理施設や通信・交通システムの地震時信頼度と復旧問題を扱うライフライン地震工学，(4)地震時の火災やコンビナート等における複合災害の問題を扱う被害波及の研究，(5)地震時の避難・救援問題を含む，情報伝達・人間行動等，情報学・行動心理学的側面の研究，(6)地域の地震防災計画の策定・実行のための地域計画的研究等が挙げられる。これらの諸分野の発展過程は様々で，(1)，(2)のように長い研究の歴史と豊富な技術的蓄積を有する分野，(3)，(4)のように過去10～20年で急速に体系化された分野，(5)，(6)のように先駆的研究はあったものの，最近になって研究領域として確立したものがある。

こうした多様な研究領域における個々の成果は重要であるが，これらを都市地震防災を目的として総合的，有機的に体系化する研究とそのための研究組織の必要性が近年ますます増大してきた。都市施設耐震システム研究センターはこのような社会的要請に対処すべく，昭和61年５月に開設され，土木工学，地球物理学，建築学の共同研究の場として，これらの分野の教員４名によって専任教官が構成されている。さらに人文・社会科学，システム工学との共同研究のため，客員教授・客員助教授ポストが設けられている。

センターの長は所長が当り，他に主任をおいている。センターの運営は，センター所属の教員と各専門分野にわたる若干名の教員から成る運営協議会の議を経て行われている。

センター長は初代奥田節夫教授の後，昭和62年５月から柴田　徹教授，平成元年５月から土屋義人教授，平成３年５月から村本嘉雄教授がその任に当たった。専任教官として，教授に昭和61年10月に工学部交通土木工学科から亀田弘行助教授が，助教授に昭和61年７月地震動部門から赤松純平助手がそれぞれ昇任した。亀田教授はセンター主任を兼務している。助手は，昭和61年７月に地盤震害部門から岩井　哲助手が，耐震基礎部門から澤田純男助手が所属替えとなり，澤田は同62年３月退職，同４月から北原昭男助手が担当している。

客員教授は昭和61年８月から平成３年３月まで米国コロンビア大学（後プリンストン大学）篠塚正宣教授が，同４月から神戸大学工学部室崎益輝教授が担当，また客員助教授は昭和61年12月から平成元年３月まで神戸大学工学部高田至郎助教授が，同４月から平成３年３月まで帝京大学文学部山本康正助教授が，また同４月から広島大学総合学部林 春男助教授が担当している。

研究担当として，昭和62年12月から平成３年３月まで工学部黒田勝彦助教授が，昭和62年12月から工学部小林正美講師が，また平成元年４月から理学部小林芳正助教授が研究に参画している。

さらに，昭和63年２月から平成元年７月まで外国人研究員 Ulrich Bourgund 博士が研究に参加，また亀田教授は日本学術振興会の派遣研究者としてオーストリア・インスブルック大学客員教授を務めた。また，平成２年５月から同３年２月まで和歌山高等工業専門学校土木工学科辻原 治助手が内地留学生として研究に参加した。

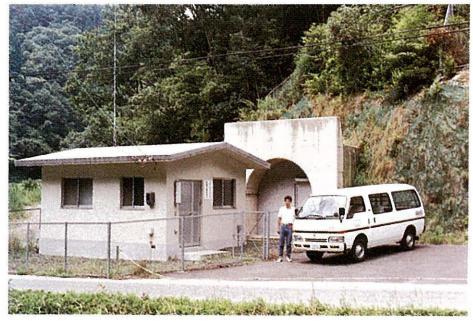
当センターでは都市における震害の軽減と防止に関する次のような研究活動を行っている。

(1)　都市震害のシステム分析モデルの構築

都市震害を予測して震害防止・軽減策を提言するために，都市震害のシステム分析モデルを構築することをセンターの中心課題の一つに掲げた。都市震害の多様な側面を整理しなおして全体像を把握し，問題の所在を明かにするために，震害のシステム論的分析モデルを行い，分析モデルのフレームワーク形成を進めた。その内容は，都市の構成要素の整理とそれに基づく被害波及分析，種々の被害形態および被害対応の時系列的展開における位置づけ，各被害の発生・波及に関する要因分析などである。具体的研究対象として地下街を取り上げ，実際にシステム手法を適用した解析を試みた。さらに，地震による発災後，時間の経過とともに，地震被害が物理的被害から社会的被害に移行して行く様相を明かにした。また，地震災害の要因の中で，都市施設とそれを操作したり利用する人間との関係が重要であることを指摘し，これより，人間－施設系（man-facility system）の概念と，その緊急時の挙動を研究することの意義を示した。

(2)　都市圏域の地震危険度と都市地盤の強震動特性

都市の施設・機能に地震動被害を惹起する直接的な要因としての地震ハザードの問題を考える上で，都市地盤における強震動の予測は最重要課題である。都市地震防災の観点からは，この課題は，都市諸施設に対する入力地震動評価および都市圏域の地盤のマイクロゾーニングの研究に大別される。本研究センターでは，炭山地震観測室および昭和63年に開設された醍醐地震観測室（写真-2.20）において強震観測・広帯域地震観測を継続するとともに，種々の微動観測を行い，これらの資料に基づいて，主に京都盆地を対象に研究を推進している。入力地震動評価に関しては，震源特性と地震波伝播特性とによるサイズミックゾーニングと地質構造との関係，基盤岩における波動場の時空間特性等の研究が，また，マイクロゾーニングの方法に関しては，微動観測から地盤による地震波増幅特性の推定とこれによる地盤のマイクロゾーニングの高精度化の研究が行われている。さらに，これらの方法による強震動予測の有効性を実被害との対応で検討することを目的に，米国地質調査所と協同して1989年ロマプリエタ地震によるサンフランシスコ湾岸地域等被害地での微動観測を実施し，都市地震防災における地震ハザードの問題を研究している。



写真—2.20　醍醐地震観測室

(3)　都市空間の耐震化に関する研究

a．都市域における建築構造物群の地震被害推定

都市における建築構造物群の地震被害を予測していくことは，都市の地震防災対策や耐震安全性を考慮した都市計画を策定する上で，非常に重要となると考えられる。しかしながら，都市域に存在する建築物の種類は多岐に渡り，そのすべての建物について個々の耐震性を評価し詳細な解析手法を用いて地震被害を推定していくことは多くの労力を要する。そのため，建物を群としてとらえ，その群の耐震性能を支配するパラメータを用いて構造物をモデル化し，簡便な手法によって地震時応答（被害）を評価する手法を構築することが必要となる。北原は脆性構造耐震部門と共同して，都市域における建築物の中で多数を占め，かつ耐震性能に関する資料も比較的得やすい木造住宅および低層鉄筋コンクリート構造物を対象として動特性をモデル化し，地震応答解析を行うことにより，都市域における建築物群の地震応答性状について定性的・定量的な分析を行ってきた。また，これらの結果に基づいて建築構造物群の地震被害を推定する手法を開発し，仙台や京都市域を対象にして，振動による被害および地盤の液状化による被害の両面から構造物の地震被害の推定を試みた。

b．鋼構造物の地震時損傷評価

都市機能としての建築ならびに土木構造物の構造的な耐震安全性を合理的に評価するためには，地震時における構造物の損傷のレベルを，具体的な物理現象に基づいて，より現実的にモデル化して推定することが重要である。この研究課題では，鋼構造物を対象として，構造物が数回からせいぜい十数回程度の繰返し変形によって大きな損傷を受ける極低サイクルの疲労破壊過程における終局的な耐震性能を調べ，破壊機構の解明ならびに構造物損傷度の定量的把握を行うことを目的としている。

(4) ライフライン系の耐震化に関する研究

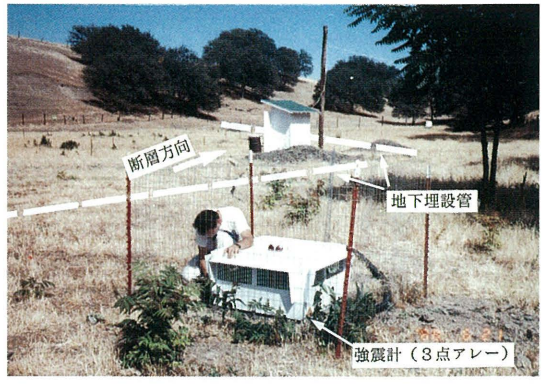
a．ライフライン系の相互連関構造と都市ネットワークとしての地震防災の研究

都市基盤施設の中核をなすライフライン系の地震防災の基本構造について，システム論的観点から研究を行った。先ず，ライフライン系の地震防災対策が(a)物理的被害軽減対策，(b)ネットワーク形態面からの対策，(c)システム・オートメーションによる緊急対応，(d)人間の対応・作業の4種の対策の組合せからなることを指摘し，その具体的内容を表現するためのモデル分析を行った。これを基礎に，ライフライン系の間の相互連関構造（システムリンク）を明かにすることにより，ライフライン系がシステムリンクにより重層的に結合された「都市ネットワーク」を構成することを示した。これらを基礎に，クロスインパクト法によるシステム間の相互連関を含むライフライン系の地震時信頼度評価法，ツリー構造モデルによるライフライン系の震後復旧戦略の研究などが行われている。

b．ライフライン構造物の耐震性評価

都市高速道路橋の地震荷重に対する自動車荷重の影響を研究した。橋梁－車両連成系モデルにより，詳細な地震応答解析を行うとともに，実橋に大型トラックを載荷した状態での起振機実験が行われた。

また，米国カリフォルニア州 Parkfield のサンアンドレアス断層上で，地下埋設管と，地盤の日米共同地震観測が行われている（写真—2.21）。



写真—2.21 米国カリフォルニア州 Parkfield のサンアンドレアス断層上における地下埋設管と地盤の日米共同地震観測

(5) 都市・地域計画における地震危険度の評価

都市の耐震安全性を向上させるためには，個々の都市施設の耐震化とともに，それらが適切に配置されて防災効

果を発揮することが重要である。すなわち，都市・地域計画の中に，防災的な機能が十分に考慮されていることが要請される。こうした観点から，最適土地利用計画を防災的視点に立って，評価する研究が実施された。

27. 地震予知研究センター

ま え が き

地震予知研究センターは，地震発生とその予知に関する研究を強力に推進するために，平成２年６月，防災研究所及び理学部の地震予知に関連する研究部門・センター・観測所を統合・再編成し，新たに防災研究所付属施設として設置したものである。その設立の経緯については後に述べる。

本研究センターは，固体地球科学の観点に立ち，基礎研究から予知手法の研究までを，多くの研究分野の緊密な協力によって実施し，地震発生のメカニズムの解明と地震予知の実現を図る。

また，研究分野，観測・実験・解析分野の有機的連携を図り，西南日本に展開する広域統合観測網における多項目観測と総合解析を実施する。

本研究センターは全国共同利用的運営をもう一つの眼目としており，全国的共同研究の実施やアレンジメントなどを積極的に推進して行く計画である。

旧研究部門・観測所

(1)旧微小地震研究部門

昭和40年度に発足した地震予知計画では，大学が微小地震の観測・研究を担当することになり，第１次（40～44年）及び第２次（44～48年）５ヶ年計画において，全国各大学に多数の微小地震観測所が設置された。当研究部門は，そのような流れに沿って，微小地震による地震予知手法の研究を一層強力に推進するため，昭和48年度に設置されたが，平成２年６月，防災研究所付属地震予知研究センター設置に伴い，その一部となって発展的に解消した。

本部門設置によって，地かく変動部門教授岸本兆方が本部門教授に転じた（平成２年６月まで)。助教授としては尾池和夫が地かく変動部門助手から昇任した（昭和63年11月まで)。助手としては，佃　為成（昭和48～49年)，竹内文朗（49～53年)，渡辺邦彦（53～平成２年６月）が任用された。

本研究部門の研究項目は，大別して以下の通りであった。

ａ．微小地震による地震予知手法の研究：微小地震の時間・空間・規模別分布，発震機構，応力場，前震や異常地震活動などの研究を行う。

ｂ．山崎断層における総合観測：地震予知テストフィールド計画に基づき，総合観測により地震予知の実験的研究を行う。

ｃ．地殻構造及び活構造の研究：地震発生と構造やテクトニクスとの関連を明らかにすることを目的とする。

(2) 旧地かく変動研究部門

地かく変動研究部門は，地震予知を最終の目的にして地震に関連する地殻変動の研究，特に地殻変動と地震発生との関係を研究するため，昭和33年に設置された。最初は故西村英一教授が，昭和37年からは一戸時雄教授，昭和40年からは岸本兆方教授が部門主任として研究観測に当たっていたが，昭和48年に微小地震研究部門が設置された

ことに伴い，地震予知計測研究部門から高田理夫教授，古沢　保・竹本修三両助手が本部門に移った。昭和49年には大谷文夫が助手となり，昭和51年には古沢が助教授に昇任した。昭和62年の高田の停年退官に伴い，昭和63年には田中寅夫が地震予知計測研究部門から移って教授となった。平成元年には竹本が理学部へ移り，森井　亙が助手になった。設置以来30年の伝統と歴史を有する本部門も，平成２年６月には地震予知研究センターとして改組統合され，地殻変動研究分野などが，その研究と観測の推進を引き継ぎ，発展させることになった。

地殻変動の研究としては，初期には傾斜計・伸縮計などによる地震の前駆変動の検出に主力が注がれていた。これは現在でも継続して研究されているが，観測計器・データ処理システムの開発，光波測量など測地学的方法と連続観測による広域地殻変動の研究，GPS の地殻変動観測への応用に関する研究などが順次加えられてきた。このほか，地震の長周期表面波による発震機構の研究，地すべり運動とクラックに関する研究も行われてきた。

(3) 旧地震予知計測研究部門

本部門においては，昭和48年以降，教授三雲　健，助教授田中寅夫，助手加藤正明・安藤雅孝及び技官３名の構成で，地震予知に関する理論と観測方法の確立を目標として種々の基礎的研究が行われてきた。同57年加藤は上宝地殻変動観測所助教授に昇任，同63年田中は地殻変動部門教授に昇任した。この後平成元年安藤が本部門助教授に昇任し，同時に鳥取微小地震観測所（移動観測班）助手平原和朗及び上宝地殻変動観測所助手土居　光が本部門助手となった。

本部門において行われていた研究課題は次の通りである。

ａ．地震予知に関する理論及び解析，特に地震活動の時間的・空間的変化の不均質断層による数値シミュレーション，地球潮汐歪・傾斜振幅の時間的変化の解析。

ｂ．地震予知に関する観測，特に「地殻活動総合観測線」による地殻歪・傾斜の永年的・短期的変化と地震発生との関連性，「活断層総合調査」による西南日本主要活断層のトレンチ掘削と大地震繰り返し間隔の推定，地震波速度変化の検出など。

ｃ．地震発生機構の研究，特に日本列島周辺及び内陸部の浅発大地震の震源過程と断層モデル。３次元剪断クラック・モデルによる不均質媒質中の断層の動的破壊過程と地震発生，前震・余震の発生過程。

ｄ．地殻・上部マントル構造とテクトニクス，特に３次元不均質速度構造及び異方性構造，プレート沈み込みに関連する３次元応力分布。

平成２年６月，地震予知研究センターの発足に伴い，上記の研究は同センターで引続き行われることになった。

(4) 旧鳥取微小地震観測所

当観測所は，文部省予算「本邦地震活動度の地理的分布調査のための観測事業費」によって，昭和37年度に設備費と観測所新営費が，38年度から観測費が交付されたことに始まる。39年度，防災研究所付属施設として官制がしかれ，鳥取微小地震観測所となったが，平成２年６月８日，防災研究所付属地震予知研究センターの一部となり発展的に解消した。

39年付属施設として官制がしかれると，当時の地かく変動研究部門教授一戸時雄が所長を併任したが，40年一戸は理学部に転じ，代わって地かく変動研究部門教授となった岸本兆方が所長を併任，平成２年６月まで継続して勤めた。助手としては，尾池和夫・見野和夫・西田良平・佃　為成・平原和朗・竹内文朗・西上欽也・渋谷拓郎・小泉尚嗣らが順次任用された。

当観測所の観測業務は以下に示す通り多岐にわたっている。

ａ．微小地震の観測：本所及び９カ所の衛星観測点において高感度短周期地震計による常時観測を実施してい

る。

b．地磁気の観測：プロトン磁力計による連続観測を実施している。

c．総合移動観測班：極微小地震・測地・地殻変動・地球電磁気・地下水・活断層などの総合移動観測を行う。

d．地球化学的観測：山陰地域の温泉水の成分・温度・電気伝導度などの常時観測，地下坑におけるラドン放射能の連続観測を実施している。

(5) 旧北陸微小地震観測所

当観測所は，「地震予知計画」に基づいて，昭和45年度防災研究所附属施設として設置され，助手・技官各1名の定員が配属された。設置とともに，当時の地かく変動部門教授岸本兆方が所長を併任，平成2年6月防災研究所附属地震予知研究センター発足まで継続した。助手は当初渡辺邦彦が任用されたが，その後竹内文朗（53年～60年），見野和夫（60年～61年），西上欽也（61年～平成2年）が順次任用された。

観測所庁舎は昭和48年度着工，49年度に竣工した。当観測所は隣接して，総延長560mに及ぶ地下観測坑を有している。

当観測所の観測業務は以下の通りである。

a．微小地震の観測：本所及び6ケ所の衛星観測点において，高感度短周期地震計による常時観測が実施されている。テレメーターによって観測所へ搬送され，記録・処理解析が行われるとともに，更に宇治市の防災研究所にテレメーターされ，リアルタイムで自動処理されている。

b．広帯域地震観測及び地殻変動観測：当観測所では，微小地震観測とともに広帯域地震観測及び伸縮計・傾斜計による地殻変動観測が，地下観測坑内で行われている。

c．活断層の野外調査及び計測的観測：北陸地域には活断層が密集しているが，その野外調査と，観測坑内を走る断層の動きの計測を行っている。

(6) 旧上宝地殻変動観測所

本観測所は第1次地震予知計画にもとづき，昭和40年に設置され，44年以降は土居　光が助手となり，48年以降教授三雲　健が所長を兼任した。同57年には地殻活動総合観測線及び活断層調査研究を推進するため，助手定員の振替により助教授が配属され，地震予知計測部門助手加藤正明が着任した。土居は平成元年，地震予知計測部門助手に配置換となった。

本観測所は中部地方北西部における地殻変動と地震発生の関連性を研究する目的で，特に飛騨地方北部を中心に7観測点を設置し，地震・地殻変動のテレメータによる総合観測を行い，また，名古屋大学高山地震観測所との間で3観測点の地震観測データのローカル・交換を行ってきた。昭和59年度より開始された第5次地震予知計画中の「日本海沿岸総合観測研究」ではさらに能登半島・富山湾周辺に観測網を拡大し，合計11観測点（地震7点・地殻変動6点）を有することとなった。これまで行われた主要な観測・研究は次の通りである。

a．地殻変動連続観測：地殻歪・傾斜の永年的・短期的変化と地震発生の関連性，ストレイン・ステップと地震発生メカニズム，地球潮汐歪・傾斜振幅の時間的変化。

b．跡津川断層周辺および上宝地域における光波測量による地殻歪の観測。

c．地震活動観測：跡津川断層沿い，飛騨山脈下，富山平野，能登半島・富山湾沿周辺の地震活動と，この地域の3次元上部地殻構造の研究，長周期，歪，広帯域地震計による地震波観測。

d．地磁気・地電流変化の観測および活断層の電磁気的構造の調査。

e．跡津川断層のトレンチ掘削調査。

この他富山大学・金沢大学とも共同研究を行った。

本観測所は平成２年６月，地震予知研究センター上宝観測所と改称され，引続き上の観測・研究が行われている。

(7) 旧屯鶴峯地殻変動観測所

屯鶴峯地殻変動観測所は，昭和40年に当時の地震予知計測部門教授高田理夫らによって，奈良県北葛城郡香芝町穴虫の屯鶴峯と呼ばれる地域に第二次大戦末期に掘られた防空壕跡を借りて，伸縮計・傾斜計の連続観測を行う観測室として設置された。昭和42年「地震予知研究計画」に基づき，近畿中央部の地殻変動と地震発生との関係を明らかにする地震予知の基礎研究を行うことを目的に，防災研究所附属屯鶴峯地殻変動観測所となり，助手・技官各１名の定員が配属された。所長は高田が併任し，尾上謙介が助手となった。昭和62年高田の退官にともない，所長は防災研究所長柴田　徹教授が事務取扱として兼任，昭和63年５月より地かく変動部門助教授古澤　保が併任となった。

観測所本館は昭和44年観測坑道から 700 m 東に建設された。観測坑道の施設，設備は観測所の発足を契機に強化，充実され，長さ 18.3 m の水晶管伸縮計３成分，６成分並びに 40 m の長さのスーパーインヴァール棒伸縮計，直交２成分のスーパーインヴァール線伸縮計及び水管傾斜計，10台５組の水平振子傾斜計，さらに３成分の歪地震計が設置された。その後昭和53年度に観測坑道の安全確保のため大規模な巻立て工事が実施され，約１年間の観測中断があったが，昭和54年８月から連続観測が再開され現在まで続けられている。これらのデータは，昭和51年度に「地震予知計画」に基づきテレメータ化され，観測所本館及び宇治の防災研究所へ送られ集録・処理されている。昭和54年度からの「第４次地震予知計画」に基づく地殻活動総合観測線の設置にともない，北陸・近畿，近畿・山陰の２測線の交点として重要な基点となっている。

なお，平成２年６月に防災研究所附属地震予知研究センターの発足にともなって本観測所も統合され独立の官制を失い，地震予知研究センター屯鶴峯観測所となった。

(8) 旧宮崎地殻変動観測所

宮崎地殻変動観測所はＭ７級の大地震が10-20年間隔で発生し，九州で最も地震活動が活発な日向灘に起こる地震を対象に地殻変動と地震発生との関係を究明し，地震予知の研究を行うことを目的に昭和49年に「地震予知計画」に基づき設置された。地かく変動部門教授高田理夫が所長に併任され，同部門の協力により建設に当たった。昭和51年８月に宮崎市加江田に観測所本館・観測坑道が完成すると共に，助手寺石眞弘が地かく変動部門から配置替えになり，以後助手１，技官１の計２名が常駐している。昭和62年３月高田教授の退官にともない，所長は防災研究所長柴田　徹教授が事務取扱として兼任，昭和63年５月より地かく変動部門助教授古澤　保が併任となった。

総延長約 260 m の観測坑道ではスーパーインヴァール棒伸縮計６台，水管傾斜計３台，水平振子傾斜計４台，坑内湧水計２台による地殻変動連続観測と共に，３成分の短周期及び長周期地震計による地震観測，強震動観測等を実施している。昭和59年からは第５次「地震予知計画」に基づき，観測所を中心に宿毛，槇峰，高城，串間，伊佐，大隅の７点より成る日向灘地殻活動総合観測線を設置して日向灘地域の地震活動を総合的に研究している。データは全てテレメータにより観測所に伝送し，集中記録と解析処理を行っている。

このような坑道内の諸観測に加え，観測所周辺と延岡市周辺に最長 20 km の長距離基線を持つ光波測量基線網を設け，定期的に測量を繰り返し，広域の地殻変動の検出を行っている。

さらに平成２年からは桜島火山観測所と共同してパソコン通信利用の地震観測網を拡大して日向灘北部の地震検知能力の向上に努めている。

なお平成2年6月より本観測所は防災研究所附属地震予知研究センターの宮崎観測所として統合され，独立の付属施設としての官制を失った。

地震予知研究センター設立の経緯とセンターの組織

(1) 設 立 の 経 緯

京都大学における地震や地殻変動の研究は，戦前には主として理学部地球物理学教室と昭和5年に設立された理学部附属阿武山地震観測所とにおいて行われていた。特に地震予知に関する研究が，早くから故佐々憲三・同じく西村英一両教授によって行われていたことは特筆すべきである。中でも，兵庫県生野鉱山坑道内で行われていた傾斜計による連続観測で，昭和18年9月10日の鳥取地震（M7.3）の前兆的異常傾動が捉えられたことは有名である。

戦後になって，昭和26年，自然災害防止のための総合研究を行うことを目的として防災研究所が設立されたが，地震予知の研究は，この研究所で災害の理工学的な基礎研究を目的として設置された第一部門において，その主要研究課題の第一に挙げられている。その後防災研究所には，昭和33年，地震予知を最終目的とし，地震発生に関連する地殻変動の研究を行うため，地殻変動研究部門が設置された。これによって，戦前から続けられていた京大の地殻変動研究が一層強化されたと言える。一方，昭和29年，阿武山地震観測所は教授定員を有する教育実習施設となり，以来，理学部における地震学の教育・研究の中心となった。

昭和30年代後半に到り，地震予知の研究推進の気運が高まり，36年，「地震予知計画研究グループ」の第一回会合が開かれている。このグループによる討議に基づき，昭和37年，坪井忠二，和達清夫，萩原尊礼3氏を世話人とする「地震予知―現状とその推進計画」（いわゆるブループリント）が刊行された。

これを受けて38年，日本学術会議により「地震予知研究の推進について（勧告）」が，次いで39年，測地学審議会により「地震予知研究計画の実施について（建議）」が出され，そして40年，ナショナル・プロジェクトとしての「地震予知研究計画」が発足することになった。

地震予知研究計画の発足に1年先立って，昭和39年，防災研究所附属鳥取微小地震観測所と東京大学地震研究所附属和歌山微小地震観測所が設置された。両観測所は，微小地震だけでなく地震予知関係で設立された最初の観測所であり，その後の地震予知のための観測所のモデルとなったものである。鳥取微小地震観測所は，設立当初から鳥取本所を中心とする中域観測網と，阿武山地震観測所内の高槻支所を中心とする京阪神地域高密度観測網とに分かれ，それぞれに特色のある観測を行ないつつ，互いに協力して，微小地震の観測・研究に先駆的役割を果たした。

昭和40年地震予知研究計画の発足から約10年間に，40年度の上宝地殻変動観測所（防災研）を始め，屯鶴峯（防災，42年）・逢坂山（理，45年）・宮崎（防災，49年）各地殻変動観測所，北陸（防災，45年）・徳島（理，47年）各微小地震観測所が設置された。

研究体制については，防災研究所には昭和40年，地震の前駆現象を地球物理学的に究明し，地震予知理論とその方法を確立することを目的とした地震予知計測研究部門が，48年には，微小地震を中心とする地震活動の研究とその方面からの地震予知の研究を目的とした微小地震研究部門が設置され，既設の地殻変動研究部門と併せて，研究体制は大いに強化された。一方理学部においては，48年，地震予知計画に基づき，地震予知観測地域センターが設置され，主として近畿・中国・四国地域の地震予知観測及び研究の中心としての役割を担うことになった。

昭和49年度に始まる地震予知第3次5ヶ年計画によって，大学の地震・地殻変動観測のテレメーター化が行われ，観測の画期的進歩がもたらされた。京都大学では，昭和49年度に理学部，50，51両年度に防災研究所の観測網

のテレメーター化がなされたが，これは更に，第４次５ヵ年計画（54-58年）によって，各大学でオンライン・リアルタイムの自動処理がなされた地震の震源データを，更に東大地震研究所地震予知観測情報センターへ伝送・集中処理を行うという，いわゆる「新幹線計画」へと発展する。

このような地震予知計画の進展，特に観測のテレメーター化を大きな契機として，昭和50年頃から京都大学における地震研究体制の見直しの必要性が，関係研究者の間で強く認識されるようになった。すなわち，地震予知研究の進展のためには，関連する諸分野における基礎研究の一層の推進が不可欠であることや，複雑にして広域的な地震発生現象を的確に捉えて地震予知手法の開発研究を行うには，個々の観測所単位の観測網では不十分であって，それらを統合した広域観測網が必要であること，そしてそれはテレメーター化の実現によって可能であることなどが明らかになって来た。そして，これらの要請を実現するため，理学部と防災研究所の２部局に分かれて行われていた研究・観測体制を再編成して，より強力な体制を作る必要が生じたのである。このような考え方に沿って，２部局の関係者が努力を重ねたが，種々の理由により実現を見ることができなかった。

しかしながら，昭和63年度に到り，再びこの問題について理学部・防災研究所双方の関係者が何回もの討議を行い，最終的に，63年11月，次のような案で両者の合意が得られた。すなわち，理学部の地震予知関連の４附属施設（地震予知観測地域センター，阿武山地震観測所，逢坂山地殻変動観測所，徳島地震観測所）を防災研究所に移し，防災研究所の関連３研究部門（地殻変動，地震予知計測，微小地震）及び５観測所（鳥取・北陸微小地震観測所，上宝・屯鶴峯・宮崎地殻変動観測所）と統合して，防災研究所附属の研究センターを構成する，そして理学部には，学生の教育と基礎研究のための地震学講座を新設する，というものである。引き続き，２部局合同で具体案の作成が行われ，翌64年（平成元年）３月，平成２年度概算要求が提出される運びとなった。幸いにして，平成２年度，ほゞ要求通りの形で，防災研究所附属地震予知研究センター，及び理学部地球物理学教室に地震学講座の設置が認められたのである。

(2) 組　　織

地震予知研究センターの組織については第１章５頁の表に掲げる通りであるが，６専任研究分野（地震テクトニクス・地震発生機構・地殻変動・地震活動・地震予知計測・地震予知情報），１客員研究分野（地球内部），８観測所（統合前と同じ），総合処理解析室，総合移動観測班で構成される。これらの研究分野や観測所その他のすべてがセンターに統合され，一体をなしている。従って，それらの間には壁はなく，有機的な協力によって関連する固体地球科学の基礎研究から地震予知手法の研究までを総合的に行うことを目指している。

またこの研究センターは全国共同利用的に運営することになっており，学内外の研究者で構成される運営協議会が設けられている。研究方面では，全国的な共同研究への参加や，そのアレンジなどを積極的に推進する。将来的には，全国共同利用の大型岩石破壊実験装置を導入し，全国研究者の便宜を図りたいと考えている。

一方，防災研究所は，自然力による災害の学理とその応用を研究するため，自然災害の理工学的総合研究を行うことをその目的としている。従って，本研究センターは，特に深い関連を有する地震災害の研究部門を始めとして，土や水に関する災害の研究部門とも，積極的に協力していく予定である。

28. 事　　務　　部

防災研究所の創設と同時に事務主任１名でもって研究室の一隅で発足した事務部も，研究所の発展とともに漸次整備充実され、昭和45年５月には研究所の宇治キャンパスへの統合により，吉田キャンパスから移転し，同年秋本館の完成により現在の姿を整えた。

その後，昭和49年4月には部課制が施かれ，現在は2課4掛で次の事務分掌規程に基づき事務処理を行い，防災研究所発展のために努力している。

京都大学防災研究所事務分掌規程（昭和26年10月20日制定）

第1条　総務課に庶務掛及び研究助成掛を置く．

2　庶務掛においては，次の事務をつかさどる．

1. 研究所事務の連絡調整に関すること．
2. 公印の管守に関すること．
3. 協議員会その他の諸会議に関すること．
4. 諸規則の制定，改廃に関すること．
5. 職員の出張に関すること．
6. 宿日直に関すること．
7. 公文書類の接受，発送及び保存に関すること．
8. 調査統計その他諸報告に関すること（他掛の所掌に属するものを除く．）
9. 職員の任免に関すること．
10. 職員の給与に関すること．
11. 職員の服務に関すること．
12. 職員の福祉に関すること．
13. 定員に関すること．
14. 人事記録に関すること．
15. その他他掛の所掌に属しないこと．

3　研究助成掛においては，次の事務をつかさどる．

1. 学術奨励及び研究助成に関すること．
2. 職務発明に関すること．
3. 研修員等に関すること．
4. 外国人研究者等に関すること．
5. 海外渡航諸手続に関すること．
6. 学術講演，研究集会等に関すること．
7. 研究報告その他自刊図書に関すること．
8. 図書，資料の整理，閲覧等に関すること．
9. 出版・図書委員会に関すること．
10. 渉外に関すること（他掛の所掌に属するものを除く）．

第2条　経理課に経理掛及び施設掛を置く．

2　経理掛においては，次の事務をつかさどる．

1. 予算及び決算に関すること．
2. 物件費の経理に関すること．
3. 給与等の支給に関すること．
4. 共済組合に関すること．

5. 所得税，市町村民税及び社会保険等に関すること．
6. 旅費の経理に関すること．
7. 物品の管理に関すること．
8. 債権の管理に関すること．
9. 受託研究に関すること．
10. 委託経理に関すること．
11. 科学研究費補助金等の申請及び経理に関すること．
12. 前各号の事務に係る調査資料その他諸報告に関すること．

3　施設掛においては，次の事務をつかさどる．

1. 建物及び設備の新設及び模様替の実施計画並びに予算資料の作成に関すること．
2. 部局施工に係る営繕工事の設計，積算，施工監督及び検査に関すること．
3. 建物並びに給排水，電気，ガス，その他の諸設備の維持管理に関すること．
4. 国有財産の管理に関すること．
5. 防火及び衛生に関すること．
6. 環境整備に関すること．
7. 前各号の事務に係る調査統計その他諸報告に関すること．

4　第2項及び第3項の掛においては，当該項において定めるもののほか，研究所が分担する宇治地区共通業務のうち，各掛の所掌に係る事務をつかさどる．

第3条　各掛に掛長を置く．

2　掛長は，上司の命を受け，事務を処理する．

附　則

この規程は，昭和26年10月20日より施行する（中間の改正規程の附則は，省略した．）

附　則

この規程は，昭和55年4月18日から施行し，昭和55年4月1日から適用する．

改正　昭31.3.31，昭41.4.1，昭43.2.15，昭49.5.8，昭55.4.18

第3章　研究活動

1.　地震災害に関する研究

1.1　地震予知に関連する観測・実験的研究

1.1.1　地震活動

微小地震を中心とする地震の連続観測は，鳥取・北陸・上宝の3観測網が昭和50，51両年度にテレメーター化されて以来，地震予知研究の基幹の一つとして活発に続けられている。57，58年度には，これらの観測網のオンライン・リアルタイムの自動処理化が実現し，地震活動の把握が一層容易になった。また，平成2年度，地震予知研究センターの設置に伴い，鳥取・北陸・上宝・阿武山の4観測網を統合した西南日本内帯観測網が実現した。

これらの観測結果を用いて，各地域の地震活動の空間的特性はかなり明瞭にされた。更に，発震機構，応力場，活構造及び地殻構造とサイスミシティとの関連，地殻及び上部マントルの構造と物性などの諸問題が活発に研究されている。またこの10年間には，観測網内部にM6クラスの2個の地震（昭和58年10月，鳥取中部，M6.2，及び59年5月，山崎断層，M5.6）が発生し，それらの地震活動の様子が詳細に研究されたのは特筆すべきである。

1.1.2　地殻変動・測地・重力

長期間の連続観測により地域の歪蓄積過程を明らかにし，また地震の前兆となる異常変動の検出のためのbackgroundともなる経年変動は，重要な研究課題である。これらは，上宝・屯鶴峯・宮崎の各地殻変動観測所や由良・紀州・天ケ瀬・大浦・山崎の各観測室等において長期間に亙る伸縮・傾斜観測により明らかにされてきた。その結果は，光波測量，精密測量の結果あるいは地殻応力の測定結果などとも対比解析された。高田ほかは，近畿地方中央部において移動性地殻変動が見いだされたと報告しているが，今後の検証が必要である。逢坂山においては，重富らは地下水位に地震などに関連した興味深い変化を見いだしている。地殻変動の連続観測に対する最も大きな擾乱となる降雨を始め，気圧，温度その他の要因による変動に関する研究も精力的に推進させられた。とくに降雨が土地の歪を引き起こす機構を解明しようとする研究が本格的に始められたことは注目すべきである。たとえば竹本は，地下水浸透圧変化によって降雨による歪変化が説明できることを有限要素法を使って示している。

このほかセンサーの工夫，地殻変動観測方式，データ処理システムにも格段の発展があった。特に，竹本によるレーザーホログラフィによる歪測定方法の開発は，従来とは異なる新しい試みである。

重力変化の測定：重力の時間的変化の連続観測は，京都，静岡および御前崎において実施されている。静岡では，1982年1月以来，ラコスト重力計D型を静岡地方気象台地震計室に設置し，また，御前崎では，1984年9月以来，ラコスト重力計G型を最初は御前崎町役場に，のちに御前崎町文化会館に設置し，現在まで重力の時間的変化の連続観測を続けている。この観測は，静岡および御前崎における重力の潮汐定数の精密な値を決定するとともに，重力の潮汐定数の時間的変化を詳しく調べ，気象庁の埋め込み式体積ひずみ計で得られた地殻ひずみの資料ともあわせて，静岡および御前崎地方の地下における物質の状態変化を監視し，地震の発生との関係を明らかにするのに利用している。

京都では，1988年3月に，超伝導重力計TT-70型2台を京都大学理学部地球物理学教室に設置し，重力の時間的変化の精密連続観測を実施している。この観測によって得られた資料は，静岡および御前崎における重力の時間

的変化の観測結果を解釈するための基準観測資料として用いている。さらに，京都，静岡および御前崎における重力の時間的変化の連続観測の資料を結合するために，複数のラコスト重力計による京都・名古屋・三ケ日・静岡・掛川および御前崎間の精密重力結合を定期的に実施している。



写真—3.1　超伝導重力計

1.1.3　宇宙技術

宇宙技術の測地測量への応用により，超高精度の測定が可能になり，従来の測地測量のイメージは大きく変わろうとしている。これらの宇宙技術の中で，GPS（Global Positioning System：全地球的測位システム）は，比較的小システムで機動性に富み，且つ広域の地殻変動の監視やプレート運動を検出するのに適している。この GPS について，主として地震予知への応用を目指して以下の様な基礎研究が行われている。特に，1988年に GPS 受信機が実際に導入されて以来，多くの観測・解析が精力的になされている。

田中は GPS の測定における様々な誤差要因を研究し，特にラジオゾンデデータを使用した大気中水蒸気の影響の除去に関する研究を行っている。現在の GPS 観測データの解析には，気象補正は全く行われていないが，大気中水蒸気の影響を除去しようとする，これらの研究は，GPS 衛星の配置状況が改善され，精度が向上してくるにつれ，ますます重要となろう。

平原・田中は，西南日本における GPS 観測計画を提唱し，GPS により解決すべき地殻変動に関連した問題を論じている。これらの問題の多くは，これからの GPS の繰り返し観測により明らかにされるであろう。

平原他は，導入した2周波 GPS 受信機（Mini-Mac 2816）の試験観測を行い，衛星配置があまり良くない状態にもかかわらず，1 ppm 程度の精度を持っていることを示した。1周波 GPS 受信機（WM101）については，数 ppm の程度しか精度が得られなかったが，現在はこの機種も2周波になり，精度が向上している。

実際に，相模湾・北陸・四国・島原・南西諸島地域で，多くの GPS 共同観測が始まっている。また，近畿・中国・四国においては GPS の連日観測も開始されている。まだ観測を開始したばかりであるが，部分的には 0.1 ppm の精度もでている。今後観測を繰り返すことにより，多くの成果が期待される。

1.1.4　地殻応力

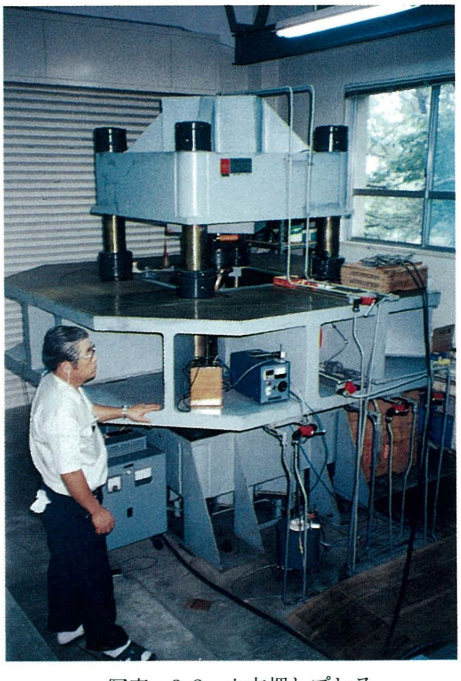
第4次地震予知計画で，地殻応力測定が基礎研究の事業として取り上げられ，京都大学理学部，防災研，工学部，教養部および岡山，鳥取，神戸，山口，熊本の各大学の関係者は西日本地殻応力調査班として，1979年以来地殻応力測定を実施して来た。当初理学部を代表機関部局としていたが，平成2年地震予知研究センターの発足により，本研究所が代表部局として，地殻応力測定事業を継続実施している。本事業では応力測定技術の開発改良と共に，主として西日本の各地で，3次元応力状態，主応力値や主応力方向の地域的分布，地殻応力の深度勾配の測定，応力変化の測定から，地殻内部の地震エネルギーの蓄積状況，応力状態から破壊発生危険度の推定，地殻変動との関連等，地震予知のみならず，テクトニクスの基礎的資料を得ることを目的としている。すでに調査班は西日本の30点ほどで，各種の測定を実施して来た。測定手法は，16素子ゲージを用いた応力解放法，3方向のボーリング孔を用いる水圧破砕法などによる3次元応力測定及び応力変化の測定，60 mm 径の鉛直ボアホール内の水圧破砕法による応力の深度分布の測定等である。前者は坑内あるいは地表から 20～40 m，後者は深度 500 m までの測定が可能である。

1.1.5 電磁気

プロトン磁力計による地磁気永年変化の観測を鳥取では1968年以来，また跡津川断層の西天生では1986年以来続けており，その成果は全国25ヵ所に於ける他機関の同様な観測結果とともに，地震予知連絡会会報に定期的に掲載されている。この観測の目的は地殻活動に関連した，地殻に原因を有する磁場変化の検出にあるが，予想される変化量は高々 10 nT 程度で，地球磁場の5000分の 1 位である上，日変化や磁気嵐などの擾乱磁場（磁気ノイズ）変化との区別が難しい。観測値から磁気ノイズを除去する方法も重要な研究の一部を占めている。また，この他に地磁気永年変化の地理的分布を求め，観測された永年変化からこれを差し引くことによって，局所的な異常を求める方法などを研究している。

1.1.6 高温・高圧実験

地球内部の状態を実験室で再現し，地震など地下で起こる現象を解明したり地球内部の構造を調べるために高温高圧実験が行われる。とくに，地震発生機構の研究と関連した岩石の変形破壊実験には三軸試験機が用いられる。一般に封圧 1GPa が限度である三軸試験をさらに高封圧下で行うべく，六方独立駆動式のプレス（写真—3.2）が作成され，封圧 3.7 GPa までの三軸試験が可能となった。このことは，岩石の変形破壊実験装置の過去1世紀に及ぶ発展の歴史の中でも特筆されるものである。これにより，岩石の破壊の仕方が封圧が高くなると変化し，そのときの前兆的挙動も従来知られているものとは異なるなどの新しい知見が得られている。また，試料構成の改造によって 1000°C までの実験も可能となっている。室温で封圧 500 MPa までの条件で高精度の多チャンネル弾性波速度測定が可能なシステムが開発された。これにより，弾性波トモグラフィーの手法を用いて，岩石の破壊形成の核の存在が明らかにされ，破壊開始前の前兆的挙動が解明されつつある。さらに，装置の改良により封圧 1 GPa，温度 550°C までの実験も可能となっている。

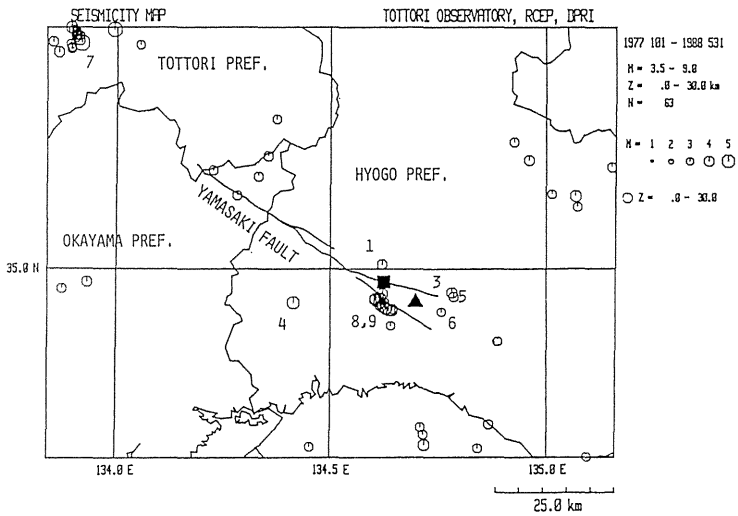


写真—3.2 六方押しプレス

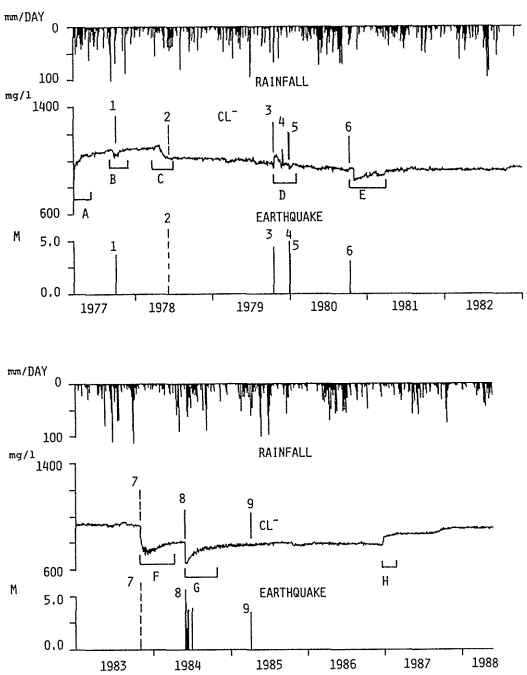
1.1.7 地下水・地球化学等

吉岡らは，鳥取県中部の地震（1983年10月31日，M 6.2）の約 1 年前から，鳥取・島根県下の 7 ヶ所の温泉の塩素イオン濃度が異常な変化をしていることを見いだした。この期間は，震源付近の三朝町周辺で微小地震の空白域が生じた時期とほぼ一致している。小泉らは，山崎断層の塩田温泉での水質の連続観測を継続し，山崎断層周辺の小・中地震や中国地方の M 6 以上の地震との関連を見いだした。重富らは，逢坂山地殻変動観測坑内で，地下水位の連続観測を行い，気圧・降雨や伸縮計記録との比較を行なった。浅田らは，花折断層の花折峠付近の地震（1985年10月 3 日，M 5.0）前に，滋賀県の守山観測井（温泉）で，湧水量・水温・溶存ガスが変化していることを見いだした。吉岡は，六甲山の地下水水質の長期の変化と地殻変動を結びつけて議論した。梅田らは，1986年伊豆大島噴火と1989年の伊東沖の群発地震や海底噴火前後に伊豆半島の温泉に水温変化があったことを見いだした。

また，地中のラドンガスの増減を見るために，測定のより簡便なγ線を利用し，連続的に観測することが，中尾ら，桂らによって行なわれている。同じく，γ線を測定して，断層探査を行なうことも，貞広ら，西田ら，見野らによって精力的に行なわれている。



図—3.1 山崎断層と観測点の位置および震央分布。■：山崎断層観測室，▲：塩田温泉，○：1977年1月～1988年5月に発生した，M3.5以上で深さが30 kmより浅い地震（6の地震のみM3.1）。図—3.2の1～9の地震のうち2の地震（島根県の三瓶山付近の地震）以外の震央はすべて示してある。



図—3.2 1977年～1988年の塩田温泉の塩素イオン濃度と地震活動。塩素イオン濃度の異常な変化の時期が地震の時系列によく対応している。上：山崎断層観測室での日雨量，中：塩田温泉での塩素イオン濃度。A～Hは塩素イオン濃度が異常な変化をした期間を示す。Hは人工的な要因によって生じたものであることがわかっている。下：山崎断層の中・南部周辺で発生したM3.5以上の地震（実線）と中国地方で発生したM6以上の地震（破線）の時系列。6の地震のみM3.1であるが，震源距離は塩田温泉に最も近い。

1.1.8 収録処理システム

地震波データの自動処理システムが，第4次地震予知計画の一環として導入され，1985年より稼働している。これは，ミニコンピュータを主体としたシステムで，各観測所からテレメータで伝送されて来る地震波データを，自動的に判断して取り込み，読み取りや震源決定等の処理を行なう。決定されたパラメタは，やはり電話線を通じて東京大学地震研究所に送り込まれる。全国の大学ネットワークから同様のパラメタが東京大学に集められ，データ

バンクが形成されている。

このシステムによって，観測所から送られて来る多成分のデータは，オンライン，リアルタイム的に処理されると同時に，ディジタル波形データも蓄積され，研究の基礎を成している。

同様の処理システムは，地震予知研究センター統合以前より，阿武山観測所においてもなされており，現在に引き継がれている。



写真—3.3 処理室概観

ルーチン的な処理以外にも，尾池らはテープレコーダとディジタル回路を組み合わせて手軽な地震観測システムを開発した。最近では平野によりパソコンを利用した収録システムが開発され，臨時観測や，連続的なルーチン観測に用いられている。

また，センサーの高性能化に伴って，それに合わせた収録と解析処理システムが考えられている。渋谷らの超高性能地震計（STS）による観測もその一つである。

地殻変動の分野でも同様に，収録・処理システムが格段に発展させられた。尾池らは山崎断層での多項目観測システムを，高田らは宮崎における集録・処理システムを，加藤らは上宝におけるテレメータ・システムを発表している。また，古澤らは日向灘地殻活動総合観測線データのノイズをシミュレーションによって除去するなど，ソフトウエアの開発も行なわれている。このほか，センサーの工夫も進められたが，これについては上述したので，ここでは省略する。

1.2 情報・予測・異常・統計

1.2.1 電磁気

地磁気3成分の観測からCA変換数を求め，これの時間変化から地下の電気伝導度を調べている。観測点は琵琶湖北東部の滋賀県浅井町の柳ケ瀬断層の近くで1982年以来観測を続けている。また，兵庫県安富町の山崎断層で人工電流による地下電気抵抗の変化を常時監視している。1984年に発生したM5.6の地震に関連して，顕著な抵抗の変化を見いだしている。同様な電気抵抗の観測は生野鉱山でも行なっており，地下水位の変化とのよい相関を見いだしている。

跡津川断層周辺では地電流の連続観測を天生や宮川で行なっている。短周期磁場擾乱や雷放電時に電流の流れる方向は断層に直交する事を見いだしている。生野鉱山でも坑道内で地電流の観測を続けている。

1.2.2 地下水・地球化学

小泉らは，一次の多項式をもちいた簡単な予測フィルターをつかって，山崎断層の塩田温泉の塩素濃度の異常の客観的な抽出と評価を試みた。中尾らは，鳥取観測所の地殻変動観測坑内で，γ線の連続観測を行い，γ線の変動要因は坑内のラドン濃度変化であることを確認した上で，観測所の周辺で1983年～1986年にかけて発生した，いくつかの内陸部の浅い地震の発生前に，ガンマー線強度と気圧との相関関係に乱れが生じることを見いだした。また，桂らは同じデータをいくつかの周波数成分にわけて詳しく解析し，気象要素と比較し，それぞれの変動要因を推定した。小泉は，岡山県の西粟倉観測井の自噴量と水温が周波数依存性のある潮汐変化をする事を見いだし，被圧が不完全な帯水層が地球潮汐によって伸縮するモデルを考えることで，上述の自噴量の潮汐変化を説明し，また，この自噴量変化によって水温変化が生じていることを示した。

1.2.3 地殻変動・測地

山崎断層基線網の精密測量結果から，藤森ほかは破砕帯を含む断層歪場のゆらぎは周辺の地震活動に関係してい

ることを見いだした。観測された地殻変動を球形膨張型擾乱源によるものとする解析，応力緩和による指数関数近似に基づく解釈，多変量 ARIMA モデルの適用によるノイズの検定など，いくつかの新しい解析研究も試みられた。1984年5月30日の山崎断層に発生した地震前には，降雨に対する歪レスポンスの変化が見いだされている。また，この地震のほか，1984年5月5日の京都府大山崎町の地震および1987年3月18日の日向灘の地震に伴ったストレイン・ステップの解析も行われた。連続観測結果に見られる傾斜速度の急変を，沈み込むスラブの不規則運動によって解釈する試みなど，プレート運動と地殻変動観測結果を関連づける研究もなされた。

1.2.4 地 震

先に述べた微小地震観測網による観測結果を用いて，前兆的群発活動，活動域の集中，空白域，ドーナツ・パターン，震源の移動現象，前震，メカニズム解の変化など，大・中地震発生前に生ずると考えられている種々の異常な地震活動を検出するための験震学的研究が鋭意行われている。また，中国をはじめ世界の震源データや，歴史地震データを用いて，地震発生の周期性，あるいは長期間にわたる傾向も研究された。地震発生の周期性や余震活動期間内の異常などの検定には，より客観的な判断のできる AIC を用いた研究が始まった。

1.2.5 発掘・予測

日本列島の活断層は，世界でも最も行き届いた調査がなされ，主に地形学的な調査を基に，断層の分布，型，活動度等が詳しく推定されている。地震発生の推定を，長期地震予知へと時間精度を高めるためには，さらに活断層を発掘し，地震発生の証拠を見つけ，地震発生の時期を決定する必要がある。発生の時期は，地震の地震断層の出現により切断された地層を見つけ，その地層の堆積時期を放射性同位元素を用いて推定する。1943年鳥取地震の際に動いた，鹿野断層。第一級の活動度を持つ，山崎断層。1891年濃尾地震の際に動いた，根尾断層。1857年飛騨地震の際に動いた，跡津川断層。日本列島で最も長く活動度の高い，中央構造線。そのほか中小のいくつかの活断層が対象とされた。この結果，活断層上の大地震の発生間隔は1,000年以上と長く，しかも比較的周期的に発生することも明らかになった。

発掘が行いにくい断層もある。例えば，福井地震断層は，堆積層が厚く，断層が地表面まで出ていない。この様な場合でも，物理探査の方法で地下の構造を詳しく調べれば，断層運動の履歴がかなり浮き彫りに出来ることもある。

一本の活断層が途中で曲がったり，途切れたりすることはよくみられる。これらの不規則な分布は，地表付近の不均質な構造のためと従来考えられていたが，しだいに地下深い断層の性質を表していることが明らかになってきた。このような活断層の分布は，強震動の発生様式に大きく影響する可能性が高い。たとえば，同じ様な長さの断層でも，根尾断層上の1891年濃尾地震は，跡津川断層上の1858年飛騨地震よりはるかに大きな被害をもたらし，これらの違いが地表でみられる断層の形状の違いにより説明できることが分かった。このような考察が日本列島や世界の活動帯の大活断層に対し試みられている。

1.3 地震発生場・震源

1.3.1 地殻・表層構造

(1) 地震波

地震発生の場である地殻と上部マントルの構造は，地震発生の本質を知る上で必要不可欠な情報である。構造解明の研究は，a）人工地震を利用した地殻構造の研究，b）地震波の記録を用いた地殻および上部マントル構造の研究，c）微動の記録を用いた地殻上部構造の研究，等がある。

a）爆破地震動による地殻構造の全国的研究グループである爆破時震動研究グループに積極的に参加し，毎年，合同観測を実施し，全国各地の地殻構造の解明がなされている。松村，井上らは四国坂出の本四連絡橋建設工事に

伴う海底爆破の地震動を観測すると同時に，徳島県一宇村で，地中爆破を行い中央構造線を横断する測線での地殻上部構造を求めた。その結果，表層のP波速度は坂出付近で 4.6 km/s，一宇付近で 5.0 km/s，第2層速度は 5.9 km/s で第2層上面の深さは坂出付近で約 1 km，中央構造線北側は約 10 km の区間で約 3 km，一宇付近で約 1.5 km であり，中央構造線を境に約 2 km の北落ち段差があることが分かった。

b）平原・石川は異方性を含む地球内部の3次元的地震波構造を推定するインバージョン法を開発した。この方法を用いて，西南日本下のP波3次元的異方性構造を推定した。異方性構造に対する分解能は，等方性に比べてやや劣るが，西南日本下に沈み込んだ太平洋プレート及びフィリピン海プレート内では，P 波の早く伝わる方向が，海溝地殻の海洋底に残された地磁気異常の縞模様に直行することが分かった。

三雲・平原らは第4紀活断層が多数分布し，かつ活火山を含むわが国最高の山脈である飛騨山脈で境される飛騨地方の地殻上部の3次元速度構造を多数の地震観測データを用い，インヴァージョン法を適用することによって詳細に求めた。その結果，中央部の跡津川断層と飛騨山脈西側で囲まれる三角地帯には，地殻最上部から 12 km の深さまで，6.0-6.2 km/sec の高速度層が存在すること，飛騨山脈中軸部では 5.4—5.8 km/sec の低速度層がかなりの深さまで存在し，7 km 以深ではかなり西方へ拡がっていること，南西部では地殻上部まで高速度層が露頭するが，両白山脈中部では活火山の白山周辺で 5.6-5.8 km/sec の低速度層が深さ 12 km まで延びていることなどが判明した。

c）天池・竹内・春日・古川・平野は，地震探査法で，また古川・春日・竹内・天池はやや長周期の微動観測により，福井地震断層の位置と規模を調べた。その結果，福井地震発生時に，地割れが発生した場所の地下に段差約 200 m の基盤の上下ずれが確認でき，ここを境にして，微動の振幅と卓越周期が，大きく変化することが判明した。

(2) 電磁気・重力探査

都市では電車軌道からの漏洩電流が電磁気観測のノイズ源になっている。しかし，この漏洩電流は地下の抵抗構造を反映して，流れる方向や強さに一定の規則性が見られることが分かったので，これを利用して，都市部での断層の位置判定を行なう方法を開発した。

日本列島の地殻の電気抵抗構造を求めるため，全国の大学，関連省庁機関と合同で，北海道東部地区，東北日本地区，東海中部地区，中国・四国地区における電磁気集中観測に参加し，地下構造の探査を行なっている。

地下の構造を求めるのに，重力探査もよい方法である。測定は，小型の重力計を用いて，1点ずつ比較的簡便に進めて行くことが出来る。地震探査や電磁気的手法がノイズに弱いのに対し，重力探査は野外においても概ね観測が可能である。この特徴を活かし，目的のフィールドで多くの観測値を得て，地下の構造を概観することは，地球物理学的に有益である。

1.3.2 地球内部・不均質性・テクトニクス

a）地球内部に沈み込むプレートの3次元的速度構造，及びb）上部マントルウェッジ及び沈み込むプレート内での地震波速度の異方性構造は，地震の発生機構や地震予知の基本的情報を与えるものであるが，これらについて地震トモグラフィー等の手法を用いて，以下のような研究が行われてきた。

a）地震トモグラフィーの手法を用いて，以下の地域の3次元速度構造が調べられている。平原は，西南日本下に沈み込む高地震波速度を持つフィリピン海プレートの3次元 P 波速度構造を調べ，その複雑な沈み込みの形態を明らかにした。また，平原・伊神・石田・三雲は，微小地震観測網で得られた高精度データを使用して，中部日本下の3次元 P 波速度構造を求め，この地域に沈み込む高速度のフィリピン海プレートに加えて，活火山直下のマントルウェッジ部分に存在する，低速度領域を見いだした。最近，下部マントルまでプレートが沈み込んでいるかどうか (Slab Penetration into the Lower Mantle) の問題が話題になっているが，神谷・宮武・平原は，この問題

に答えるため，対象領域を下部マントル（深さ1,200 km）まで拡張し，日本周辺のP波3次元構造を求め，千島及び日本海下に沈み込む太平洋プレートは下部マントルにまで達している可能性があることを指摘した。

b）地球内部には，方向によって弾性波速度・減衰構造が異なる“地震波異方性”を持つ岩石が存在することが知られている。この異方性の性質から，地球内部の流れの方向，力のかかり方などを明らかにすることができる。たとえば，岐阜県北部の上宝観測所の地震計がとらえる，観測網直下の深発地震には，S 波の偏向異方性が見られる。この異方性媒質は，深さ 50 km から 150 km の間に分布し，そこを通り抜ける S 波に 4% の走時差を生じさせる。P 波の 3 次元速度構造解析結果によれば，異方性媒質の部分は，低速度の領域と一致していることが明らかになった。このような性質を持つ媒質としては，部分溶融体がもっとも良く説明でき，この場合，溶けたマグマは定方向に配列した割れ目に充填されている必要があることが分かった。

地殻岩石中にも異方性は観察される。震源の直上の地震観測点の記録を用い，S 波偏向異方性の検出の試みが行われている。近畿地方をはじめ日本列島の10箇所の地震観測網の記録の解析から，地殻に異方性が広く分布することが明らかになった。異方性の原因としては，現在の応力場に応じて定方向配列した微小割れ目が考えられる。これらの割れ目は地殻上部に集中している可能性が高く，深層反射探査結果とも一致しており，地殻物性を考える上で重要なデータとなっている。

また，平原・石川は地震波異方性を地震トモグラフィーに導入し，沈み込むプレート内に地震波の異方性が存在する可能性を指摘している。

この他，地震分布やメカニズム解を詳しく調べた研究も多い。例えば，趙ら，Xu らは中国や東アジアについて，大倉は山陰～北陸について，Watanabe らは近畿地方南東部について言及した。また Ghose は主として Sunda Arc について，プレートに伴う地震活動の特徴やメカニズムを明かにした。

1.3.3 熱

地殻内には表面から 5—25 km の厚さの地震発生層が存在し，それ以深には無地震層が存在することが，精密な震源決定でわかってきた。これは深さに伴う温度の上昇とともに，岩石の変形が脆性－延性と変化することに関係すると考えられる。上部地殻は大きな強度をもち脆性破壊するが，下部地殻は流動変形をする。従って，この地震発生層の厚さの変化は地殻の強度の地域的変化をもたらし，島孤のテクトニクスに大きな役割を演じることになる。このことは大地震の発生に関係し，内陸地震の原因解明の鍵になると考えられる。このような考えは古くからあったが，実際のデータで明らかにされたのはここ数年である。中部地方および近畿北部の微小地震観測の結果，上記のことがらが明らかにされてきた。地震予知研究センターの地震観測網での観測結果を利用し，地殻熱流量など熱構造と地震の発生の関係を，さらに広域にわたって詳しく調査することが望まれる。

1.3.4 潮汐・大気圧変化による地殻の荷重応答

伸縮計・傾斜計などで観測される地球潮汐現象には，天体から直接作用する起潮力による地球の変形のほかに，海洋中の潮汐に起因する荷重変形も含まれている。また，大気圧の変化によっても地球は変形する。天ケ瀬および逢坂山における気圧による荷重変形が竹本，小沢によって調べられたが，とくに小沢はこれらの荷重応答が方向によって数%異なる，いわゆる異方性が認められるとしている。加藤および古沢ほかは地殻の潮汐荷重応答の時間変化について研究した結果，上宝観測所では地球潮汐応答に降雨・経年的変動との相関は認められないとの結論に対し，宮崎観測所では降雨，湧水量の影響を受けて地球潮汐振幅と位相が変化することが見いだされている。また，和歌山県由良港における検潮記録を解析した田中は，分潮振幅に海岸線地形などに起因すると思われる長期的な変化が見られると報告している。

1.3.5 震源・地震発生機構

破壊強度と辷り摩擦応力が一様でない断層の動的破壊過程とこれから発生する地震波の問題は，三雲らによって

研究されてきたが，この研究は断層面の実験的構成則を考慮した slow earthquake の発生，3次元的不均質媒質内の破壊過程，剪断強度と応力降下量が温度したがって深さ依存性を持つ大陸性地殻内の断層破壊過程や応力回復過程の研究へ発展した。これとともに近地で観測された前震・余震記録の合成による本震時の強震動の予測や，逆に本震時の実際の強震動波形のインバージョンによる断層変位量や破壊伝播様式の不均質性の研究も行われた。一方，大地震時の地震波観測と現地調査から，断層運動の複雑さが断層の分岐または雁行する小断層の破壊によるとするモデルも梅田により提唱され，また破壊核の形成が，下部地殻内の温度の水平方向の変化が急なところにの起こりやすいことも伊藤により示された。また高温・高圧下の岩石破壊実験により，岩石の低圧型および高圧型破壊機構や流動機構の研究（島田）や，トモグラフィーを用いた弾性波速度の変化と岩石破壊過程の研究も行われた(行竹)。

1.3.6 臨時観測

被害のでる地震は国内外に多い。そのような地震が発生した時，あるいはなんらかの異常現象が見つかったとき等に，現地調査が行なわれている。最近では，海外での調査も多くなって来ている。また，他機関との協力で，より大規模な観測を実施することも積極的に進められている。最近の例では，1990年のフィリピン地震（M 7.8）の時に，余震観測や現地踏査に延べ約20人出動したことが挙げられる。その他にも研究目的によって，最適な場所を選んで短期間の臨時観測を行うことも多い。

1.4 地　震　動

1.4.1 地震波の発生と伝播

(1) 地震波の発生機構

入倉は動的破壊モデルの数値シミュレーションと加速度記録の解析を行い，破壊の発生・伝播・停止過程と断層付近の応力・強度分布の関係，それらの地震波動への影響を調べた。また，入倉は強震動予測の一手法である経験的グリーン関数法と動的破壊モデルを結び付けて，従来困難であった短周期地震波の予測手法を確立し，1980年伊豆半島東方沖地震，1983年日本海中部地震，1989年伊東沖地震の震源近傍の記録の再現を試みた。

岩田は大地震時の短周期地震波に関連した震源過程を推定する手法として，経験的グリーン関数法と震源トモグラフィー法を組み合わせた方法を提案し，1980年伊豆半島東方沖地震の震源近傍の加速度記録に適用した。これから震源において断層上で大きなすべり速度を持った領域が特定され，その領域での余震活動が不活発であったことから，不均質断層運動と余震活動との関係が示された。

岩田・入倉は大地震時の震源領域の物性や大地震と小地震の関係を知るために，1983年日本海中部地震及び余震を近地で観測し，その記録を用いて日本海中部地震シーケンス内に起きた地震の震源スペクトルの相似則について検討した。その結果 M＝4～7 の地震に対してはほとんどの地震が ω^{-2} モデルに従うことを示した。

入倉は動的破壊モデルの数値シミュレーションを行い，破壊の発生・伝播・停止過程と断層付近の応力・強度分布の関係を調べた。

小堀・篠崎らは，震源特性，地盤の地質学的特性を考慮した設計地震動を策定するために，断層理論に基づいた地表面の地震動スペクトルを求め，地震動に及ぼす断層パラメータの影響について検討し，表面波の寄与分が大きいこと，断層破壊の立ち上がり時間が重要であることを指摘し，2次元モデルにより評価が可能であるとしている。

(2) 地震波の伝播様式

地盤上で観測される地震動は，震源から伝播する地震波が，観測点に至る地殻～マントル最上層部の構造による屈折，散乱，減衰等の伝播経路の影響と，観測点近傍の表層地質構造による増幅や変換波の生成等の影響を受けたものと解される。

岩田・松波は堆積層内への入力地震動の推定のため，基盤と考えられる岩盤上（阿武山地震観測所及び宇治市近辺の露岩上）において小アレイ地震観測を行い，地殻内での地震波の散乱・内部減衰の分離と各々のメカニズムの解明を試みている。

岩田・入倉は観測された地震波スペクトルが震源・伝播経路・サイトの各特性の積で表現されることを用いて，インバージョンの手法によりこれらの特性の分離を行った。多点観測データにこの手法を適用することにより震源・伝播経路・サイト特性を精度良く分離・決定することが可能となり，伝播経路特性の研究だけでなく，震源スペクトルの研究，サイト特性の研究に活用できる。

1 Hz 以上の高周波成分の減衰は地震動予測において重要なパラメタである。赤松は炭山地震観測室の記録の解析から，S 波の Q 値が地震波コーダ部分の Q 値と一定の条件下で等価であることを示し，近畿地方および周辺地域の地震波減衰の地域性を地質構造との関連で議論した。さらに，典型的な盾状地である南極昭和基地での地震観測記録により減衰のメカニズムを論じた。

入力地震動を予測する際，都市域の地盤下に入射する地震波は，近接の岩盤上の地震記録から波動場の空間特性を仮定して推定する。赤松は西村と協力して炭山・醍醐地震観測室を中心にアレー観測を実施し，基盤岩（丹波帯）における波動場の時空間特性を調べた。また，赤松は丹波帯における伝播特性を表層堆積岩の無い東南極盾状地の特性と比較することにより，入力地震動を推定する上での問題点を議論した。

(3) サイズミック・ゾーニング

ある地域の地震危険度を評価する場合，活断層の特定とテクトニックな位置づけが重要である。この見地から，小林らは地震探査法により，堆積地盤に埋没している断層構造の調査を実施している。また，LANDSAT 画像によりリニアメントを同定する方法を開発し，活断層資料と比較して有効性を検証した。この方法は，地質踏査の及んでいない地域の地震危険度の研究に適用できる。

一方，赤松は炭山および醍醐地震観測室の強震記録・高感度記録を用いて，近畿地方とその周辺地域に発生する地震の大きさや応力降下量と地震規模との関係を調べ，地質構造との関連で震源特性の地域性を研究した。また，この地域性がリソスフェアーの地震波の減衰の地域性と密接に関係していることを見いだし，地震危険度評価におけるサイズミックゾーニングの問題として議論した。

(4) 超音波モデル実験

松波は地殻内の種々の構造的不均質による地震波の散乱が地震波動場にどのような影響を及ぼすかを検討するために超音波を利用した模型実験を行った。まず直達 P 波の振幅と位相のゆらぎの相関距離と不均質構造の規模との関係を明かにし，これらのゆらぎの相関距離から不均質構造の規模即ち散乱体の大きさを推定出来ることを示した。次に P 波の散乱による減衰（Q^{-1}）が明瞭な周波数依存性を示し，波長と不均質の規模が同程度の周波数帯でピークを形成することを明かにした。また松波は同じ手法により地震コーダ波の生成に関する実験的検定を行った。この結果，媒質の不均質性が弱い場合にはコーダ波の振幅の時間的推移は Aki による 1 次散乱モデル及び Aki のモデルを発展させた多重散乱モデルの何れによっても良く説明できるが，不均質性が強い場合には，1 次散乱モデルから期待される傾向からは外れ，多重散乱モデルでなければ説明できないことを明かにした。

1.4.2 地盤震動

(1) 表層地質の地震動への影響

松波・岩田・入倉は京阪神地域の強震動予測のための表層地質の地震動への影響を評価するために，大阪平野の堆積層上及び周縁の岩盤上において強震観測アレイを現在までに 5 点設置し，広帯域地震波観測を行っている。現在データを蓄積中であるが，これまでの解析から大阪平野に特有な次のような震動特性を明かにした。(a)堆積層上の観測点の記録が岩盤上記録に比してその振幅・振動継続時間は著しく大きくなる。(b)後続波群（直達 S 波後30

秒程度）には鳥海が指摘した位相が卓越し，それらは盆地の端部で２次的に生じた表面波である。(c) S 波主要動の５～10秒後に堆積層と基盤層境界での多重反射波が見られ，その Arrival Time は方向依存性を示し，大阪平野の基盤が水平でないことと一致する。

岩田・入倉は堆積層及び基盤層内に設置された鉛直アレイで得られた地震波を，現実に近い震源及び地下構造モデルを用いて数値シミュレーションを行い，強震動予測に必要なパラメーターの抽出を行った。基盤層（S 波速度 2 km/s 以上）及び堆積層内・層上における波動の初動部分はシミュレーションによってよく説明されたが，基盤層の10秒以降の後続波群や表層近くの数秒以降の後続波群は説明されなかった。これらの理由としては，前者は地殻内物性のランダム性による散乱の影響を考慮していないこと，後者は表層地質の不均質構造が十分モデル化されていないためと考えられる。後続波群を精度良くシミュレートするには地殻内及び表層付近の物性，特に散乱特性を詳細に知っておく必要があることを示唆している。

(2) 地盤のマイクロゾーニング

赤松は堆積地盤による地震波の増幅特性を基盤岩と地盤との脈動の振幅比から直接評価する方法を開発し，強震動増幅率への適用性を1984年長野県西部地震等の実地震記録により検証して，西村と協力して京都盆地を対象にマイクロゾーニングの高精度化の研究を行っている。さらに，赤松・亀田は米国地質調査所と協同して1989年ロマプリエタ地震によるサンフランシスコ湾岸地域等被害地での微動観測を実施し，この方法の有効性を実被害との対応で検討した。

(3) 表層地盤の震動特性

地震時における表層地盤の震動特性を明らかにする目的で種々の解析手法を提案するとともに，それに基づいた地盤震動解析を行っている。佐藤は地盤内を伝播する非線形波動の解析的な表現形式を誘導するとともに，等価線形化法を用いることにより，地盤内の震動分布を算出するための手法を開発した。土岐は大阪を中心とする61箇所で行われた PS 検層結果に基づいた地盤モデルに対し，入力波形とその強度を変えた，合計366の地震応答計算を行い，その結果に数量化 I 類を適用して大阪地域のマイクロゾニングを行った。地盤の構造が水平方向に急激に変化する，不整形地盤に地震動災害が集中することが報告されている。土岐・佐藤は境界要素法によって埋没谷地形における震動解析をおこない，地動が観測点近傍の局所的な不規則さに大きく影響されることを明らかにした。さらに，離散化波数法を用いて，アレー観測記録から不整形地盤の形状や土質定数を同定するアルゴリズムを開発した。また，不整形地盤では実体波が入射する場合でも分散性を有する表面波が発生することも明らかにした。佐藤・柴田らは地盤上の土構造物の動的応答特性を簡便に推定するための解析手法を開発することを目的として，成層地盤上に建造された堤体の地震応答を推定するための簡易法をサブストラクチュアー法を利用して開発した。土岐・三浦は斜面の地震時における安定性を定量的に把握する目的で，実在する斜面を対象として，ジョイント要素法を用いて動的な斜面の破壊過程の詳細な解析を行った。

飽和した砂地盤が地震を受けたときの液状化現象を解明する目的で，飽和した砂の力学挙動を解明し，それを用いた地盤の液状化解析を実施した。佐藤・柴田は非関連流動則を用いた弾塑性理論を基にして，塑性ポテンシャル，降伏関数ならびに硬化関数を決定した。塑性ポテンシャルは砂の応力ーダイラタンシー特性から誘導し，降伏関数には移動硬化と等方硬化の概念を導入し，新しい応力空間を定義することにより流れ則を誘導した。構成式のパラメータを決定するために精度のよい三軸試験を行った。さらに，砂の構成式に含まれるパラメータを現位置で決定するために，プレッシャメータ試験より求められる飽和砂の現位置での「体積変化ー加圧力」関係から，砂の構成式に含まれるパラメータを同定する手法を開発した。

(4) 地下構造探査

地盤の震動特性を解明するうえで，基盤岩の形状や地盤の速度構造等の情報が要求される。小林らは反射法地震

探査と脈動観測を組合せ，基盤岩の3次元構造や堆積層の分布状態，埋没断層の存在等の探査法の開発を行い，京都盆地や琵琶湖東岸の地下構造の研究を進めている。このために，小林らは反射記録に種々の解析法を適用して精度の向上を企ると共に，探査用震源の開発をも行っている。

(5) 地盤歪

地震時の地盤の動的挙動に関する研究の一つとして，構造物にたいする作用の不均等性としての動的地盤歪の問題が挙げられる。西村らは逢坂山地殻変動観測所の歪計に動的記録の可能な方式を採用し，地盤の地震時動歪を直接観測している。近い中規模地震の歪動特性として，断層震源モデルから予測される歪場の他に，観測サイトに特有の地盤歪特性を示唆する等興味ある観測結果を報告している。

1.4.3 強震動特性

(1) 強震動予測

入倉・岩田は1944年東南海地震，1946年南海地震時に得られた三島・敦賀・洲本及び宮崎の強震記録を経験的グリーン関数法及び理論的手法（離散化波数法）を用いてシミュレーションを行い，震源過程の推定を行った。断層モデルには，津波・地殻変動データを説明する安藤モデルをもとに強震記録を説明するような断層モデルを提案した。この結果，短周期地震波を射出した断層領域が特定され，従来地殻変動・津波記録からのみ推定されていた断層運動に，近地強震記録から推定される断層運動を重ね合わせることにより，詳細な震源過程が推定され，南海トラフの地域特性が明らかにされつつある。入倉・岩田は1980年伊豆半島東方沖地震（M＝6.7）や1983年日本海中部地震（M＝7.7）の際，震源近傍で得られた余震記録を用いて本震時の強震動の再現を行い，地震動の合成方法の吟味をおこなった。

入倉・釜江は，経験的グリーン関数法及び統計的波形合成法を用いて，紀伊半島の中央構造線に沿う断層に発生する地震に対する地震動予測を試みている。

吉川は，北丹後地震・福井地震・鳥取地震・濃尾地震における震源近傍の木造家屋の既往の倒壊率を基に，被害地域の表層地盤構造を考慮して震源近傍における基盤表面の震動強度及び震源からの距離減衰特性を推定した。

(2) 入力地震動の同定と予測

構造物の震動特性を詳細に検討するためには，構造物への入力地震動としての震動波形が必要となる。土岐・佐藤は地震動を非定常白色雑音が入力する非定常フィルターからの出力と考え，地震動を非定常自己回帰移動平均（AR–MA）過程で表現した。次に，実際に観測された強震動波形のデータベースを利用して，AR–MA 過程を規定するパラメターを，地盤種別ごとに，マグニチュード（M）と震央距離（Δ）に対して回帰分析を行って，M と Δ が与えられる場合に非定常な地震動を模擬できる統計的な予測モデルを作成した。地震動の模擬には地震断層の破壊過程の解明が必要であるとして，土岐・三浦は断層の破壊過程を詳細に追跡できる数値解析法を開発し，2次元的な解析を行って，断層面上の「応力の流れ」のメカニズムを明らかにした。土岐・沢田は3次元的な解析も行って観測記録と良く一致する波形を模擬できることを示した。こうした数値解析に基づいて地震動の予測を行うには種々の制約があるので，土岐・佐藤・清野は断層の破壊過程を組み込んだ簡便な地震動のシミュレーション法を開発した。このためには，グリーン関数が必要になるので，微小地震の観測記録を AR–MA 過程で統計的に処理し，時間・空間的に平均化された経験的グリーン関数を構築した。佐藤・清野は「震央距離が短くマグニチュードの大きな地震」に対して，従来の最大加速度の距離減衰則を適用することは不適当であるとして，断層の広がりを考慮した最大加速度の距離減衰則を提案した。佐藤・土岐は地震動は震源における破壊過程を表す時間関数（インパルス列）と震源から観測点までの伝播経路の特性を表す時間関数（グリーン関数）との合成積で表現されるとして，複素ケプストラム解析法を利用して，観測記録から両者を分離する手法を開発した。さらに，土岐は SMAC 強震計で取れた地震動記録の長周期帯域における 1/f ノイズの補正法を提案し，数秒以上の地動成分の信頼度を向

上させた。

(3) 落　石

強震は，1984年長野県西部地震により生じた御岳崩れの様な斜面崩壊とともに，しばしば落石を惹起する。小林らは斜面上の大きい岩石が地震により安定を欠き転落する現象のシミュレーション・プログラムを開発し，1980 Mammonth Lake 地震，1983 Central Idaho 地震の際の落石に適用した。将来の地震に対して落石の到達危険域を予測するためには，地形の正確な情報とともに，現象が確率的要素を多く含んでいるため，数多くのシミュレーションの必要なことを示した。

1.4.4 地震動の工学的評価

(1) 地震危険度評価

亀田らは，地震動評価の意志決定に用いられる確率論的地震危険度解析を拡張し，その応用範囲を広げる概念を提案した。すなわち，ハザード適合マグニチュード・震央距離の概念を用いて，地震動強度の年発生確率に対応して，地震の規模や距離の代表値を示すことにより，その物理的イメージを明かにした。またその応用例として，リスク適合地震動のシミュレーション手法を開発した。

さらに，表層地盤の非線形特性を考慮した地震増幅特性のモデル化を行い，アレー記録による実証的検討を行い，モデルの妥当性を検証した。また，これらの研究成果を用いて，地盤の非線形増幅特性を考慮した地震応答スペクトルのアテニュエーション式の理論を不規則震動解析により導いた。

(2) 早期地震検知・警報システムの開発

高田らは，過去において京阪神地区に被害をもたらした南海道沖地震を対象として，主要動到来前に当該地区に警報を発令するための基本システムの開発を行った。このシステムが都市地震防災に役立つためには，警報の受信から主要動到来までの間に防災行動に移る時間をできるだけ稼ぐことができるよう開発を行う必要がある。この観点から，(a)地震動を P 波の部分で捉える，(b)地震動をその発生域で捉える，という基本概念のもとで，観測局におけるデジタル強震計とパソコン処理による判定システム，およびデータ通信システムの整備が行われ，模擬起動テストが実施された。

1.5 耐　震　構　造

1.5.1 構造物の耐震性

(1) 繰り返し塑性破壊

激しい地震等の繰り返し載荷による構造的被害，損傷，破壊および崩壊について，野中・岩井は自らの理論的・実験的研究結果のほか既往の研究成果のまとめと展望を行なった。主として鉄骨骨組構造やその部材を対象とし，繰り返し構造破壊を，累積塑性変形によるもの，幾何学的不安定によるもの，および，構造疲労によるものとに分類した。先ず，古典的な完全塑性体理論に基づいて変動繰り返し荷重による塑性的破壊の諸相を考察し，損傷の発生から崩壊に至る過程の具体例を示した。次に幾何学的不安定の重要性を，特にそれが塑性作用と連成したときに顕著な構造劣化を引き起す現象を，繰り返し軸方向載荷を受ける部材を例にとって論じた。さらに，繰り返し数の比較的少ない領域での骨組構成部材の疲労現象に関する最近の研究成果を一覧表で示した。

(2) 鋼柱の座屈

鉄骨構造に用いられる山型鋼部材は捩れ抵抗の小さい断面形状をしているから，圧縮力を受けると捩れを伴った座屈が生じ易く，その総体的な座屈現象は，薄肉開断面材に対する曲げ捩れ座屈理論で良く説明されるが，反り捩れが曲げと連成して生じるため，現実的な部材支持状況をどの様な境界条件として解析的に表現するかが問題である。野中は実験に用いた油圧式球座の支持状況を境界条件として定式化，直接積分によって解を導き，単一山型鋼

の座屈実験結果と理論解とを比較した。その結果，両端で回転を拘束しない支持条件にも拘らず，捩れ角が中央断面で最大となる曲げ捩れのモードで座屈することが実験，理論の両面で確認された。

中村（武）・野中らは，中心圧縮を受ける鉄骨柱の曲げ座屈に関する実験を遂行した。不整のない完全な柱の中心圧縮時の座屈耐力を，完全弾塑性材料に対して接線係数理論によって算定すると，いわゆる限界細長比近傍の中間的細長さを有する柱を不当に強く見積り過ぎることは良く知られているが，「材端相対変位が単調にそして準静的に増加するときの最大耐力」をその様な柱の座屈荷重と見做す理論の妥当性を検討するために，種々の長さの鋼棒試験体を用い，「完全な柱」に近い状態で支持して載荷し，材端相対変位，横撓み，歪み分布など，変形挙動を詳しく測定した。その結果，この理論は，完全柱の条件をほぼ満たす現実的な柱の圧縮耐力を良く予測すると共に，弾塑性座屈の変形挙動を記述する第一近似としても有効であることがわかった。

(3) 軸方向載荷を受ける部材の履歴挙動

筋かい付き骨組やトラス構造では軸方向力を伝える棒状部材が構造上重要な働きをする。その様な構造物が激しい地震などによって大きな変形を被るときの挙動を知るためには非弾性域における軸方向力伝達部材の復元力特性を明らかにしなければならない。

野中は，任意の，準静的に変動する繰り返し軸方向力を受ける弾塑性部材の履歴依存性荷重・変形関係を決定する理論的研究の成果を解説も加えて平易にまとめた。まず，一様断面の棒部材を境界条件に応じた有効長さの，両端で単純に支持された線材とみなし，塑性力学の基本原理に基づく，曲げモーメントと軸力の相互干渉を考慮した完全弾塑性解析によって変形挙動を，履歴依存性を助変数に含む軸方向荷重の函数として，閉型の解析解で表す基礎式を誘導した。

つぎに，これを用いれば任意の繰り返し軸方向載荷を受ける棒状部材の弾塑性挙動が閉型の解析解で表されることを例題をもって示すと同時に，大変形域における解析解をも示し，引張力に依って有限の塑性伸びを生じた部材が断面性能の低下を伴って劣化した後大きくたわむ様な履歴挙動を具体的，視覚的に明示した。これにより，伸びが元の材長の 10% のオーダーに達すると座屈耐力の低下が顕著になることが判った。

さらに基礎式を用いて，部材の細長さや，載荷履歴の異なるいくつかの具体例を解き，圧縮力を受ける真直な部材が座屈して大きくたわみ，塑性域に入った後，引張力によって剛性や耐力が恢復して行く状況や，塑性引張によって筋かい部材が弛み，これが筋かい付き骨組の復元力低下に繋がる現象などを定量的に示した。特に，荷重の循環的変動において塑性ヒンジに伸び変形が残留し，これが繰り返し載荷時の復元力低下を惹起する現象を詳細に調べた。

上記基礎式を発展・拡張して野中は，荷重，変位拘束，温度変化などに基づく軸方向載荷が繰り返して作用する弾塑性部材の挙動を表わす理論を展開した。変位拘束のもとで繰り返し温度変化を受ける完全弾塑性部材を例にとって拡張基礎式の応用例を示すと共に，座屈に伴う不安定性状，剛性の低下と恢復，塑性伸びによる弛み，およびそれらの相関・連成効果を明らかにした。

さらに野中は，具体例を通じて，両端で変位が拘束された部材が温度上昇を繰り返して受けることによって，圧縮力に伴なう曲げが生じるのみならず引張力も生じること，また，部材両端を近づける様な載荷を幾度も繰り返すことによって圧縮曲げのほかに，引張力と塑性伸びが生じることなどを示し，実験結果との比較によって第一次近似としての理論の有効性を確認した。

(4) 連続体理論

地下構造物やトンネル・坑道などを保護する覆工域は壁体に加わる地圧を知るには，建設と載荷の順序及び材料挙動の時間依存性を考慮しなければならない。野中は，弾性・塑性・粘性を備えたレオロジーモデルに依って表わされる機械的性質の材料から成る無限領域に，球或は円筒形の穴が堀さくされたものとして連続体解析を遂行し，

野中が前に得た，応力及び変位の時間的・空間的分布に関する閉解に基づき，これを更に発展せしめて，覆工の変形とその施工に要する時間経過をも考慮に入れて解析的閉解を導いた。この研究は，粘性による応力緩和現象が完了して，覆工に加わる地圧が最大値に達する最終状態に着目し，線型弾性・線型硬化解析を遂行し，実用的で，単純な定式化を行なったもので，古典的な弾塑性解が，時間依存性の当該問題に関する終局状態を決定し得ることを明らかにした。

(5) 鉄筋コンクリート構造・プレストレストコンクリート構造の弾塑性挙動

南（大阪工大）・若林は，圧縮・曲げおよびせん断の組み合わせ応力を受ける鉄筋コンクリート柱の終局強度を，極限解析の下界定理に基づいて，はり機構とアーチ機構のそれぞれの抵抗機構の強度の拡張累加の考え方によって求め，さらに部材の強度特性を圧縮力・曲げモーメント・せん断力によって表現される破壊相関曲面で示し，破壊モードとの対応を示した。

鉄筋コンクリート柱の耐震性能を向上させる方法として，若林・南らは，従来の主筋を平行に配筋する方法にかえて，主筋の一部ないしはすべてをトラス状のX形に配筋する方法を提案した。X形配筋を用いた柱材の耐震性能に関する実験資料を，主筋量の内のX形配筋と平行配筋の比率，柱のせん断スパン比・帯筋比，載荷方法などを変化させた場合について蓄積した。従来の平行配筋ではせん断系の破壊モードを示す部材でも，その主筋の一部を斜めに配筋することによって曲げ系の破壊モードに移行が可能であること，斜め筋量を多くすることによって履歴曲線をエネルギー消費量および変形能力の大きい紡錘形に改善できること，またX形配筋を用いることにより，通常の平行配筋におけるせん断抵抗機構に斜め筋による抵抗機構が付加されること，かつ，そのせん断強度は拡張累加強度理論によって算定できることが示された。X形配筋法は大阪市の建物の設計に応用され，柱材の実用設計式の試案が示された。また，その設計式に基づく柱材および柱材を含む骨組架構の耐震性能の確認実験がなされた。さらにX形配筋を，たれ壁・腰壁により短柱化された柱の耐震性能を改善する方法として適用可能であるかどうかが実験的・理論的に検討された。

鉄筋コンクリート長柱に関する2軸曲げ挙動に関しては，他の鉄筋コンクリート部材に比べると，わが国では系統的な実験的研究がほとんど見られない。若林・南・岩井は，静的な中心圧縮・1軸偏心圧縮および2軸偏心圧縮荷重を受ける鉄筋コンクリート柱について，材長が断面最小径の5倍程度の短柱から25倍程度の長柱まで，配筋・断面形・載荷方法などを変えて，部材最大耐力・変形挙動・破壊性状などを含む弾塑性安定挙動を，実験的・解析的に調べた。

若林・南らは，鉄筋コンクリート造側柱の柱はり接合部のはり主筋の定着強度を確保するのに有効となる力学的機構を，実験的に調べた。

六車らはプレーンコンクリートとプレストレストコンクリート梁の水中での疲労性状を明らかにするため，低サイクル圧縮および曲げ疲労試験を水中で行い，疲労寿命の劣化はひび割れに侵入した水のポンピング作用によること，超高強度コンクリートの疲労寿命劣化は少ないことなどを指摘した。

六車らは高強度PC杭の靱性改善のため，高一様伸び鋼材を開発し，高強度横拘束スパイラル筋の効果を明らかにする実験を行っている。また，架構中のアンボンドPC梁の繰り返し実験から，大変形後も弾性的挙動を示すことなどを示した。

渡辺（京大工）・六車はRC杭のせん断耐力には主筋のダボ作用と骨材の噛み合い作用が含まれ，要求される曲げ靱性率に応じてコンクリートの負担せん断力を低減すべきことを実験結果より示している。また，軸力，曲げ，せん断の複合応力を受ける部材の靱性確保の方策を提言している。

(6) 鉄骨鉄筋コンクリート構造の弾塑性挙動

若林らは，鉄筋コンクリート部材の終局せん断耐力について単純かつ明快な理論解として提示した自らの方法

を，鉄骨鉄筋コンクリートおよび鋼管コンクリートの合成部材の終局せん断耐力式に拡張して，コンクリート系構造部材としての一般性および整合性を有する終局せん断強度に関する理論解の樹立を試みた。さらにこれを実験結果と比較することによって，その解法の妥当性を明らかにした。

また南・若林は，鉄骨鉄筋コンクリート構造の配筋で，施工上，最も問題とされている柱の帯筋の形状が柱材のせん断破壊性状にどのような影響を与えるかを実験的に検討し，従来の 135° フックの閉鎖型帯筋，135° と 90° のフックをもつL字型の帯筋，および溶接閉鎖型帯筋の形状による性状比較を行った。

鉄骨鉄筋コンクリート部材のせん断抵抗機構上，鉄骨とコンクリートとの付着強度が小さいことに起因するせん断耐力の低下を改善するため，若林らは鉄骨フランジ外面にリブを設けて機械的な付着力を増したH形鋼や溝形鋼を製作し，これらを用いた鉄骨鉄筋コンクリート柱材のせん断抵抗機構を実験的に調べた。

さらに若林・中村らは，一定軸力と単調変動する曲げモーメントを受ける鉄骨鉄筋コンクリート長柱の弾塑性安定挙動を，種々の細長比について，実験的・理論的に調べた。

また柱以外の構造体に関しても研究が進められている。若林らは，連層耐震壁を含む鉄骨鉄筋コンクリート架構の下層部で，内ばりを取り除いた鉄筋コンクリート壁板のせん断補強法としての従来の縦横配筋とブレース配筋の相違点に注目し，履歴特性や各層における耐震壁の変形挙動について実験的に検討した。

柱はり接合部ならびに柱脚部の研究が，若林らによりなされており，柱・はりとも鉄骨鉄筋コンクリートからなる場合，ならびに柱が鉄骨鉄筋コンクリートで，はりが純鉄骨で構成された場合の，十字形骨組の接合部の終局耐力・応力伝達機構・変形性状などが実験的に調べられた。終局耐力はいずれの接合部も累加強さの考えに基づいた力学的モデルによってほぼ評価できることが示された。また若林らは鉄骨鉄筋コンクリート構造の鉄骨柱脚部におけるベースプレートから基礎部への応力伝達に関して実験的な解明を試みた。

(7)　鉄骨造の弾塑性挙動

若林らは，繰返し荷重を受ける純ラーメン・筋かい付き・K 型筋かい付きの鋼構造架構に関して，弾塑性バネと直線棒を組み合わせたモデルによる弾塑性解析手法を導いた。これは，さらに剛域を含む筋かい付き架構の解析に拡張された。また多層筋かい付き架構の履歴挙動を実験的に明らかにし，架構の合理的な設計を行うための基礎資料を得ることを意図した。

筋かい付き架構の地震時における挙動を明らかにするためには，筋かい自身の履歴特性を正確に把握する必要がある。柴田（摂南大）・中村・若林は繰返し軸方向力を受ける両端ピン支持された単一筋かいの履歴特性の定式化を試み，任意の変位履歴を受ける筋かいの復元力を軸方向変位の陽な関数として表現した。対象とする筋かいは長方形断面材あるいは弱軸回りに座屈するよう設計されたH形断面材で，細長比30～150程度の鋼製筋かいである。この単一筋かいの履歴復元力関数は，柴田・若林によって，動的応答解析に適用できることが示された。

K型筋かい付き架構におけるはりの塑性化が架構の履歴特性に及ぼす影響に関して，若林・柴田らによって実験的に調べられ，はりと筋かいの相互作用や繰返しに伴う耐力劣化の進行について解析的に検討された。

金 多らは薄板の鋼製サンドイッチ板単体および架構の挙動を明かにし，板の座屈式，架構の剛性耐力の予測式を示した。また，鋼構造骨組溶接部の低サイクル疲労現象を解明するため柱梁接合部の実験を行い，Miner 則に従うランダム疲労損傷度予測式を提案している。さらに，鋼材及び溶接接合部の繰り返し実験を行い，定常状態におけるエネルギー吸収能力や履歴形状の特徴を調べ，吸収エネルギーは塑性ひずみ量の指数式で近似できること，履歴形状は Ramberg-Osgood Type の指数式がよく合うことなどを明らかにしている。

金 多らはオンライン地震応答載荷実験法を開発する一方，高サイクル疲労損傷を検出するために X 線回折法による手法を開発し，適用性を実験により検証している。また，梁崩壊型鉄骨架構による高力ボルト摩擦接合部のオンライン実験から損傷エネルギー応答と入力エネルギーとの関係を明らかにした。

(8) 構造部材の力学的性状における載荷速度の影響

地震時に構造物は大きな変形速度で変形することが予想される。構造材料や部材の耐震挙動に及ぼす歪速度の影響が大きければ，これまでの準静的な加力実験を基にして明らかにされた構造物の耐震力・変形性能・履歴性状に関する結果を部分的に修正する必要も出る可能性がある。若林・中村・岩井らは，地震時に建築構造物に生じると予想される最大の歪速度のレベルについて論じ，構造部材の挙動における歪速度の影響について調べた。地震時に構造物が受けると考えられる程度の歪速度で単調ならびに繰返し載荷された鉄筋コンクリート梁やH形鋼梁の弾塑性曲げ挙動を実験的に調べ，同時に構成材料であるコンクリートならびに鉄筋についても動的載荷実験を行った。歪速度依存性を考慮して定式化した応力－歪関係を用いて解析し，梁の曲げモーメント－曲率関係に及ぼす載荷速度の影響を定量的に評価することができた。さらに，若林・中村・岩井らにより，周期的な外乱や記録地震波を受ける構造物の応答解析から，歪速度応答が構造物の固有周期や最大塑性変形量に強い相関をもつこと，そのとき部材中で最も厳しい応力を受ける断面における最大歪速度が20%/秒を越えることも示された。

また若林・岩井は，鉄筋コンクリート長柱の弾塑性挙動に及ぼす載荷速度の影響を調べた。柱の弾性・塑性座屈強度が，構成材料の歪速度依存性に伴って，載荷速度の影響を受けることが，実験と解析によって明らかにされた。

金多・甲津は鋼構造接合部の動的挙動に載荷速度の降伏応力度・引張強さに及ぼす影響の大きいこと，メカニカルファスナーを用いた継手はその影響を受けないことなどを指摘している。

(9) 構造部材の極低サイクル塑性疲労

建築ならびに土木構造物の構造的な耐震安全性を合理的に評価するためには，地震時における構造物の損傷のレベルを，具体的な物理現象に基づいて，より現実的に推定することが必要となる。構造物が破壊的な地震などによる厳しい繰返し載荷を受ける場合，その構造物の要素は部分的に塑性変形を繰返し受ける。その繰返し数は限られていても，塑性化の度合いが非常に大きくなると，構造物は極低サイクルの塑性疲労によって破壊する可能性がある。岩井・野中らは，鋼構造物を対象として，構造部材ならびにその要素が数回からせいぜい十数回程度の繰返し変形によって大きな損傷を受けるような極低サイクルの疲労破壊過程における終局的な耐震性能を実験的に調べ，損傷の進展ならびに破壊に関わる因子を探り，破壊機構の解明ならびに構造物損傷度の定量的把握を目指した。まず鋼板要素および鋼構造部材の極低サイクル破壊実験を実施し，繰返し載荷を受ける部材としての塑性疲労破壊性状を調べる上で，局部座屈による塑性変形の形成過程における，板要素と部材の塑性疲労破壊現象の対応関係を調べた。構造物が地震時に極低サイクルの疲労で損傷・破壊するのに大きく影響する因子として，塑性変形量・履歴吸収エネルギー量・載荷履歴に注目し，特に塑性ひずみの大きさが問題となること，載荷履歴がエネルギー吸収量とともに塑性疲労損傷の進展過程に相当関わってくることなどが認められた。さらにBourgund（外国人共同研究者)・岩井・亀田・野中は，損傷の中間的な状態から終局的な破断に至るまでの過程を評価するための方法を検討し，履歴吸収エネルギーに基づく損傷評価のモデル化を試みた。

1.5.2 構造物の地震時の挙動

(1) 確率論的地震応答

南井・鈴木は地震外乱や構造物系に含まれる種々の不確定，不規則要因の影響を考慮して，構造物の安全性を安全の確率として定量化することが必要であるとの観点から，建築構造物の確率論的地震応答解析に関する研究を継続して行っている。

南井は地震外乱，構造物の履歴特性および最大 ductility ratio，累積塑性変形率などの耐震安全性の尺度を微分方程式により表現し，マルコフ・ベクトルの解過程の構成とモーメント方程式の誘導法を示し，統計的等価線形化法との関係を明らかにした。

N. Lakshmanan（CSIR Complex, Indiat）と南井は地盤ー構造物系の耐震安全性を評価するため，杭周辺地盤媒質の複素剛性係数の劣化を考慮した杭の複素動的剛性を Whittater 関数を用いて解析的に表現し，周辺地盤の不均質分布が剛性，減衰性に及ぼす影響を評価した。

鈴木・南井は復元力特性が状態依存形履歴特性を有する構造物の応答を確率微分方程式で表し，Clough モデル，加藤ー秋山モデルについて数値解析を行い，bilinear モデルと比較した。また，地震外乱や履歴特性を含む全動力学系を記述する状態変数ベクトルは，伊藤型微分方程式で表現されることを示し，応答の確率密度関数などを評価した。さらに，耐震信頼度関数が地震外乱，履歴特性，破壊規範などに強く影響されることを示した。

南井・鈴木は耐震信頼度解析を，入力系，履歴系および出力系からなる拡大非線形動力学系の確率論的挙動を支配する確率微分方程式として定式化したが，この方法は非定常外乱を受ける履歴系の状態変数の時変統計量と非正規性の確率密度関数ならびに耐震信頼度関数を同時に決定し得る方法である。

鈴木・南井は動的不規則外乱を受ける非線形構造物系の確率論的安定性について，Duffing 振動系の非定常応答解析法を導くとともに安定な定常解が得られる領域を示し，解析の次数が重要な意味をもつことを指摘した。

南井・鈴木は履歴構造物の耐震信頼性の確率論的推定に関して，非線形動力学系の確率論的推定問題の基礎式である確率偏微分方程式と条件付の伊藤ーデインキン型公式を濾波，平滑および予測問題に対して導き，有限混合形級数表現の条件付近似確率密度関数を用いて条件付モーメント方程式を解くことによって地震応答観測記録から構造物の損傷の条件付確率量が得られることを示した。

藤原らは２方向水平地震動の作用する立体建築架構の終局耐震安全性に注目し，Y-K. Wen の１次元の非線形履歴を断面力間の相互作用を考慮した履歴特性に拡張し，柱，梁部材端部に非線形履歴をもつ1層立体構造物を対象に線形フィルターを経たランダム入力の作用する非定常応答解析手法を提示し，２方向地動に対する自乗平均値応答を求め，１方向地動に対する応答と比較して変位応答，エネルギー応答の増幅率などの特徴を示した。

(2) 振動実験

建築構造物の激震時の終局耐震安全性を把握するためには，縮小模型を用いた振動実験によって崩壊過程を明らかにするとともに，理論解析の妥当性を検証することが必要である。

鋼構造物に関しては，若林・藤原・中村らは基礎に摩擦機構をもつ１層鋼構造物の振動実験によって免振効果を解明し，上部構造のせん断力が減少すること，上下動入力には危険側の影響も有り得ることを指摘した。若林・藤原・中村らは，質量偏心のある鋼構造１層骨組を対象としてねじれ振動実験を行い，ねじれを含む鋼構造物の動的応答性状を明らかにするとともに，応答波形や履歴曲線を理論的に表現することを試みた。若林・藤原・北原は，鋼構造１層骨組を対象として振動台実験を行い，水平２方向に地震動が作用する場合の立体骨組の動的崩壊過程を明らかにするとともに，２方向断面力間の相互作用を考慮した地震応答解析によって立体骨組の非線形挙動が追跡できることを示した。また，この解析手法を用いてパラメトリックな解析を行い，地動と構造物の２方向周波数特性の関係が構造物の弾塑性応答性状に及ぼす影響を明らかにした。若林・藤原・中村らは，降伏型の異なる鋼構造３層平面骨組を対象として振動台実験を行い，多層骨組の弾塑性応答性状を明らかにした。また，多層鋼骨組に及ぼす歪速度の影響を評価する手法を提示し，この手法が実験結果を比較的簡単に再現できることを示した。

鉄筋コンクリート造に関しては，若林・藤原・中村らは，連層耐震壁を含む鉄筋コンクリート骨組の振動台実験を行い，耐震壁の基礎部に浮き上がりが生じた場合の動的挙動を調べるとともに，部材レベルの地震応答解析を行うことにより，壁脚あるいは柱脚の浮き上がりが地震応答性状，保有水平耐力に及ぼす影響を明らかにした。

組積造に関しては，若林・藤原・中村らは，1/3縮尺の無補強および鉄筋で補強された煉瓦壁試験体を用いて振動台実験を行い，煉瓦壁の動的弾塑性応答性状や動的崩壊過程を明らかにすると共に，最大耐力以後の耐力低下や履歴ループの劣化を考慮した復元力特性を用いて動的応答解析が精度良く行えることを確かめた。

構造物と地盤の動的相互作用に関しては，小堀らは V_s=600 m/s および 250 m/sec のやや硬質な地盤を対象に基礎板の起振機実験を行い，Dynamic Ground Compliance を実験的に評価し，理論解との比較を行った。小堀・日下部らは，隣接する構造物間の動的相互作用効果を明らかにするために，複数の基礎ブロックの起振機実験を継続し，成層地盤上の基礎の理論的な相互作用効果と比較して，各種加振方向に対する土圧分布，地盤の非線形性複数基礎の増幅率，表層の振幅，位相特性などを明らかにした。

小堀・篠崎らは，切土地盤と盛土地盤から構成される不整形地盤を対象に模型基礎の加振実験を行い，増幅率は加振振動数に依存すること，切土地盤側では減衰が著しいことなど不整形地盤固有の異常増幅域・波動の焦点効果などを検出した。さらに，基礎および境界より散乱する変位場を固有関数展開して境界値問題を解き，実験結果に理論的説明を加えた。

小堀・日下部・篠崎らは，地盤定数の異なる2種類の弾性地盤が接合する境界上にある剛体基礎の複素伝達関数を求め，ねじれ変位を生ずることなどを指摘している。

(3) 地震応答

小堀・南井・馬場は，粘弾性表層と剛基礎からなる地盤に埋設された一次元弾性杭が地震外乱を受ける系の動特性について，混合境界値問題に属する微分方程式を重複核を導入して解を求め，系の周波数特性，応答分布などを明らかにした。小堀・篠崎は地層の急変する不整形地盤上にたつ構造物の振動特性を，半円形状沖積層上の構造物が正弦 SH 波を受ける場合の振動性状を解明した。また，群杭に支持された構造物と地盤の動的相互作用を波動の多重散乱現象として捉え，フーリエ級数展開による手法を用いて地盤－群杭－構造物系の振動特性について考察した。

小堀・日下部・篠崎らは地盤の非対称性が構造物の振動特性に及ぼす影響について，地盤の複素伝達関数を求め均質地盤の値と比較し，異種地盤の境界付近に応力集中が生じることなどを示した。若林らは鉄筋コンクリート部材の復元力特性形状を分類し，スケルトンカーブと内部ループによって履歴曲線が表現されることを実験結果から確かめ，履歴形状が地震応答に及ぼす影響について考察した。藤原は建築構造物の終局耐震性に関して，2方向地震動入力による複合断面力下の部材応答を求め，応答性状を明らかにするとともに，捩れ振動を含む立体架構の研究について概説している。

藤原らは圧縮力と引張力とで耐力の異なる鉄筋コンクリート部材を対象に，1次元非線形履歴特性を表す Wen モデルを複合断面力下の構成方程式に拡張し，上下振動を含む3次元地動の作用する多層立体鉄筋コンクリート構造物の地震応答解析法を提示し，耐震安全性について検討した。

(4) 容器状構造物，大張間曲面構造物の動特性と地震応答性状

社会生活の進展と複雑・多様化にしたがって，骨組架構のみならず，容器状曲面構造形式，シェル，空気膜，吊り，立体トラス等の大張間構造形式が陸上の或いは海洋の建築物に多く用いられるようになった。これらの設計に当たって防災に対する配慮は当然重要な要素であるが，構造形式，用途に応じて災害要因として地震，風，その他外力を適宜考慮せねばならず，本来その防災工学は，耐震構造，耐風構造といった本史の分類には馴染まないものである。

円筒形空気膜構造の設計に当たって風圧分布の推定は重要であるが，Reynolds 数の関係で風洞実験は不可能に近い。國枝らは風について適当なモデル化を行い，剝離流の存在を考慮した風～構造物連成系解析法を提案し，風洞実験結果ででの傍証の後，風を受ける空気膜構造の諸特性を数値計算によって明らかにし，設計資料を与えた。

球形タンクについて逆対称加振時 Travering 型応答モードの存在する可能性のあることを國枝らは非線形解析により明らかにしてきていたが，この種球形液体貯槽の耐震性は社会的にきわめて重要であるにも関わらず研究は不十分であったので，國枝らは内部液体の取扱いに一部近似を導入するが，液体～容器～支持柱連成系としての解析

解を求め，水平地震動応答解析を可能ならしめ，数値計算例を通じて，重要な応答特性の一端を明らかにしている。

球形ドームの動的外乱に対する応答解析に國枝らが既に求めた自由振動時厳正解を用いることは解の表現上困難であり，近似解の導出が必要とされる。球形ドームの動特性を知り，また，近似解作成時の精度検定の比較基準のため，國枝は厳正解に基づいて対称，逆対称の場合の固有値，固有モードを多くの半開角，境界条件に対して計算し，貴重な参考資料を与えた。

國枝はこの結果を参考に，応答解析に取扱い簡便な近似解を案出し，それに基づいてドームの上下動実地震記録波に対する応答挙動の解明を行っており，質量，寸法，剛性の組み合わせの或る範囲においては応答倍率が極めて大きくなる場合のあることを明らかにして，ラチスドーム，LNG タンク屋根等の設計時における注意の必要性を喚起している。さらに，國枝は多モード連成時における非線形動的安定数値解析を行い，単一モード時よりも低い地震動入力で安定限界に達する場合のあることを明らかにしている。

國枝によってこの近似解の作成法にはさらなる改良が加えられ，より正確に，より簡便に固有値，固有モードが求められるようになっている。

(5) 構造物の動的安定解析法

ある種の高層建築物，大張間構造建築物の如く微小，中庸歪時に大変形を示すような剛性の低い構造物にあっては復元力特性における非線形性の影響が大きく且つ減衰性が小さく，そのため動的外乱に対して動的不安定応答挙動を示すことがある。構造物の機能安全性の確保のため設計に当たって，この現象には当然留意されるべきである。このような動的不安定現象は無限時間域における Chaos 問題として近年広い分野でその挙動自体が研究対象となっているが，建築物では有限時間（特に短時間）おける初期分岐挙動発生限界を知ることが重要であり，それを規定する構造・外力特性が設計上必要とされる。この分岐限界の解析方法の開発を目的に研究が行われている。

國枝は3次項のみならず2次項の非線形性をも含む1自由度系モデルで表現される構造物の応答挙動を対象に，動的不安定挙動の存在する場合の系の諸パラメータの範囲を明らかにした後，まず，直接数値解析法により試行錯誤法で安定限界正弦波外力を求め，減衰性の影響，初期条件の影響等を明確にした。次に國枝は Poincare plot ではないが，それに似た応答の plot を描くことにより安定限界正弦波外力の推定が或程度可能であることを見い出した。

また，國枝は安定域での系の応答を簡単な正弦波関数で表現して，それに含まれる諸係数を系の復元力特性から或る法則で決めることによって安定限界外力を容易に算定する方法を提案した。しかしこの方法も満足すべきものではなかった。次に國枝は「非自律系安定限界エネルギーレベルは自律系安定限界のそれを越えることはない」という仮説をたて，非自律系安定限界近傍でのエネルギー計算の一部に自律系解を用いることによって，エネルギーの釣合から安定限界外力を定める方法を提案した。まず，自律系の挙動を直接数値計算法によって求め，非自律系の外力のなす時刻歴仕事をこの自律系解を用いて求める手法で，外力と系の周波数が一致する近傍以外の場合については極めて良好に安定限界外力を予測できることを確かめた後，この自律系解を閉形解として求めた。これにより國枝は望ましい解析法開発を大きく進展させると共に，上記の力学上極めて重要な仮説の成立することを傍証，検証した。この方法は任意の外力に対して適用できるので，地震，風等の外力の系にたいする安定限界強さを予測することも可能となる。ただ，系に共鳴解の存在する場合の安定限界外力は予測し得ていない。

他方，國枝は実構造物として球形ドームについて上下地震動を受ける場合の動的不安定解析を多モード共存状態において明らかにしてきたが，その設計値の基準となるべき古典座屈値が未詳であった。國枝は前項で既述の球形ドーム軸対称時固有モード近似解を用いて球形ドームの一様載荷時軸対称古典座屈値を最近計算し，その特性を明らかにしている。

1.5.3 地盤と構造物の動的相互作用

(1) 構造物基礎の耐震性

地震時ににおける地盤と構造物の動的相互作用の解析では，地盤と構造物は完全に固着状態にあるとして解析を行ってきたが，強震時には両者の間に剝離や活動の生じる可能性が考えられる。土岐・佐藤・三浦は，動的解析にジョイント要素を導入することにより，大規模な構造物の地盤からの浮き上がり，転倒，滑動などの緒現象に対する安全性について検討を加えた。土岐・三浦は杭基礎の地盤との接触面にジョイント要素を配置して，地震時における杭の周面摩擦力，フーチングによる鉛直方向の荷重分担率，動的な群杭効果などに関する検討を行い，静的な解析で求められている値とはかなり異なることを明らかにした。また，3次元的な問題の解析のために，従来の2次元ジョイント要素を3次元に拡張し，地震外力を受ける構造物の滑動に関する安全性について検討を加えた。開発した解析法を用い地盤ー構造物ー水系の動的応答特性についても詳細な検討を加えた。

(2) ハイブリッド実験

地震時における構造物基礎の動的安定性を評価するための指標や，基礎と上部構造物に対する終局安定性の最適な配分を見いだすために，地盤ー構造物系のハイブリッド実験を開発すると共に非線形復元力特性の簡便な数式モデルを提案するための基礎的な実験を行うことを目的としている。土岐・佐藤・清野はミニコンピュータと電気油圧式アクチュエータをオンラインで結合して，地盤ー構造物系の非線形動的相互作用を考慮した地震応答解析を行うシステムを開発した。地盤ー構造物系のハイブリッド実験の場合には，地盤材料の非線形性に基づく復元力の履歴特性のほかに，動的相互作用効果，すなわち地下逸散減衰効果および復元力に含まれる周波数特性の影響をも考慮にいれておかねばならない。ここでは線形領域での加振実験から得られる複素剛性を計算に取り入れて動的非線形応答計算を行うことのできるアルゴリズムを開発し，これを用いて試験体をコントロールして復元力特性を求めている。このシステムを用いて直接基礎（埋め込み有り，埋め込み無し），ケーソン基礎，及び杭基礎（1，2，3，9本杭）を持つ簡単な構造物系の実験を行い，地盤ー構造物系の復元力特性を抽出するとともに，そのモデル化について理論的な考察を加えている。

(3) 構造物の応答

地震時における構造物及び地盤ー構造物系の応答予測，応答解析法とその誤差評価，そして地震応答を利用した同定問題としての構造物動特性や入力地震動の推定，また構造物の最適震動制御を目的とした研究である。土岐は，過去に得られた強震記録から分散曲線を求め，位相速度が構造物の応答特性に重要な意味を持つ周波数領域で周波数に強く依存することを明らかにし，この成果を基に支承での非線形挙動を考慮にいれて長径間連続桁橋の応答に及ぼす入力位相差の影響を調べた。土岐・佐藤は，構造物の常時微動計測結果から，構造系の固有振動数や減衰定数を推定するための手法として自己回帰移動平均過程を用い，構造系の応答の予測を行った。そして，構造系内の一点の観測データから系の動特性がかなりの精度で同定できることを明らかにしている。さらに，佐藤は振動解析に現れる数値積分法について，既存の積分オペレータを用いた場合に積分時間間隔により振動系の固有振動数と減衰定数が見かけ上増大することに着目し，その誤差評価法を開発した。佐藤・土岐はRC橋脚基礎を対象とし，これを2質点3自由度にモデル化し，その応答のパワースペクトルモーメントから応答塑性率の期待値を導いて，弾塑性応答解析を行っている。佐藤・土岐は，SRモデルを用いてモデルパラメータの周波数依存性を取り入れた運動方程式の時間積分アルゴリズムの構築を図り，モデル化の過程で問題となる制限条件について考察を加えている。土岐・佐藤・清野は，地盤ー構造物系の非線形復元力特性に関する数式モデル提案のための1つの試みとしてversatile型モデルを用いて実観測記録から非線形復元力特性の同定を行い，その妥当性を検討している。さらに，土岐・佐藤・清野はカルマンフィルタを用いて，構造物の応答波形のみから構造物の動特性と入力波形の双方を推定する解析法を提案している。そして，この手法を多自由度多入力系に適用し，系の動特性と各支点に入力

した波形を同定した。佐藤・土岐は，地震などの非定常な外力に対して構造物の振動を最適に制御するために，地盤－構造物系に入力する振動エネルギーを考慮した時間依存型評価関数を用いることにより，入力地震動の性質を直接制御力に反映できる閉開ループ制御則を提案し，その適用例を示すと共に，実構造物に適用する際に問題となる制御力の作用時間遅れに関する考察も行っている。

1.6 都市構造物の耐震性

1.6.1 都市建築物群の地震被害推定

(1) 建築構造物群の地震応答性状の解明

北原・藤原は，都市域に存在する木造構造物・鉄筋コンクリート構造物の動特性をモデル化し，シミュレーション地震動を用いて地震応答解析を行った。これらの結果より，構造物の地震時における応答性状の定性的な把握し，都市域における地震応答の分布を明かにした。

(2) 地震被害の評価規準の構築

構造物の応答から地震被害を推定するには評価規準が必要となるが，北原・藤原は構造的な被害の評価について，既往の地震被害に関する調査結果を参考として最大応答値やエネルギー消費量などの観点から規準を設定した。また，構造物の機能的な被害の発生メカニズムを明らかにし，機能的な面から被害を評価する尺度を構築する試みを進めている。

(3) 建築構造物群の地震被害推定手法の開発

北原・藤原は，構造物の復元力特性のモデル化の精度向上，入力地震動の評価方法の見直しなどによって被害推定手法の精度を高めると共に，地盤の液状化による被害推定を含めて構造物の総合的な地震被害推定手法を構築すること目指して研究を行っている。

1.6.2 ライフライン構造物の耐震性

亀田らは，主要なライフライン構造物のうち，都市高速道路高架橋と地下埋設管を対象として地震応答解析を行った。これらは，都市地震防災におけるハード面の基礎研究として位置づけられる。

(1) 都市高速道路橋の設計地震荷重に対する載荷車両の影響

亀田らは，都市高速道路高架橋の地震荷重に対する自動車載荷の影響を実験的・理論的に研究した。まず橋梁－車両系の動的応答解析モデルを作り，地震応答解析を行った。車両の積載率，入力地震動の卓越周期とバンド幅，隣接橋脚間の入力位相差をパラメトリックに変化させて，載荷車両が橋梁の地震荷重に対する影響の詳細を明かにするとともに，それらをコンター図に整理して，設計地震荷重の評価に有用な資料とした。また，本研究課題で対象とする渋滞時の交通荷重列の確率論的解析を行い，大型車の載荷台数と重量の同時確率分布を誘導した。これにより，橋梁の地震荷重と交通荷重の組合せを評価するための解析手段を整備した。これら詳細な応答解析を行った橋梁－車両系の動的モデルに関し，実橋による検証試験を行う機会があり，阪神高速道路公団と共同で振動実験が行われた。すなわち，廃止予定の阪神高速道路梅田入路の高架橋を用いて，大型トラックを載荷した状態で，起振機により橋梁の振動試験が行われた。その結果，これまで用いてきた動的モデルはおおむね妥当であるものの，ある振動数の領域に対しては，車両モデルをさらに精密なものとする必要があることが分かった。これらの結果に基づき，車両モデルの再構築を行い，その結果得られた解析モデルを用いて，橋梁の地震荷重に対する載荷車両の影響に関する詳細な解析を実施中である。

(2) 地下埋設管の地震応答解析と地震観測

亀田は，篠塚・高田らと協力して，地下埋設管の地震応答に関する以下のような研究を行った。まず，地下埋設管に関するシェル FEM 地震応答解析を行った。これにより，従来の梁モデルでは考慮できなかった断面変形の影

響や円周方向の土圧分布特性の影響などが解析できるようになった。次に1988年から，米国カリフォルニア州，Parkfield において，地下埋設管と地盤の日米共同観測が Weidlinger Associates の Dr. Isenberg らと共同で開始された。この観測システムは，1989年10月17日の Loma Prieta 地震の際に起動し，埋設管のひずみと地盤の加速度を記録した。加速度記録から地盤震動の速度・変位を求め，さらに，地盤の運動軌跡，3点アレーによる地盤ひずみなどを求めて，これらの結果から，到達した地震波動の性質を考察するとともに，地盤ひずみと埋設管ひずみとの比較検討を行った。

1.7 システムの耐震性

1.7.1 ライフライン系の耐震性

(1) ライフラインの地震時信頼性

都市供給施設に対する都市機能・市民生活の依存度は近年急速に高まっているが，地震などの災害によって施設が被害を受けた場合の影響は深刻なものとなっている。こうした観点から，ライフラインの地震時における信頼性の評価とその向上に関する研究を行っている。土岐は高圧ガスパイプラインの耐震設計に関して検討するべき項目として，地表面に沿って伝播する見かけの地震波や傾斜基盤の影響が地盤内に発生するひずみに及ぼす影響，曲がり管や十字管のひずみに及ぼす地盤反力の非線形性の影響，管の塑性疲労の基準ひずみなどを抽出し設計指針に反映した。ライフラインの信頼性解析ではネトワークの損傷状態を考慮して，ネットワークの結合状態を記述する全てのサブグラフを捜し出さなければならない。これは NP 問題と言われ，ネットワークの構成要素数の指数乗に比例して計算時間が増大する解決困難な問題の一つになっている。佐藤は大規模ライフラインの地震時信頼性の解析を効率よく行うための手法を開発した。地震のマグニチュードが与えられたときに，構成要素が破壊する震源域までの最短距離を限界震源域距離と定義し，地震断層が矩形領域で発生するとして，信頼性解析に必要な計算時間がが構成要素数の2乗のオーダで済むようなアルゴリズムを開発した。これを構成要素数が約4千のガス管網に適用し，さらに構成要素数が数万になるようなネットワークに適用するためにアルゴリズムの改良を図った。地震時さらに地震後のライフラインの信頼性を確保するためには，構成要素の耐震性を向上しなければならないが，経済的な制約から構成要素の順序付けが必要になる。佐藤・土岐は構成要素数が数千から数万よりなるネットワーク全体の地震時信頼性を効率よく向上するための順序付けに関して，要素の重要度を評価できる簡便なアルゴリズムを開発し，対話型でネットワークの地震時信頼性の向上計画をシミュレートできるプログラムを開発した。佐藤・柴田は老朽化した埋設管の修復技術の一つであるホースライニング工法の耐震性について検討を加え，地震時に折損角で10度，開口調で 5 cm 程度の変形が埋設管に発生しても，修復された管には被害が生じないことを明らかにした。

(2) ライフライン系の相互連関構造と都市ネットワークとしての地震防災の研究

亀田らは，都市基盤施設の中核をなすライフライン系の地震防災の基本構造について，システム論的観点から研究を行った。先ず，ライフライン系の地震防災対策が(a)物理的被害軽減対策，(b)ネットワーク形態面からの対策，(c)システム・オートメーションによる緊急対応，(d)人間の対応・作業の4種の対策の組合せからなることを指摘し，その具体的内容を表現するためのモデル分析を行った。これを基礎に，ライフライン系の間の相互連関構造（システムリンク）を明かにすることにより，ライフライン系がシステムリンクにより重層的に結合された「都市ネットワーク」を構成することを示した。これにより，個々のライフライン系の耐震とともに，都市ネットワークの耐震問題が重要となることを論ずるとともに，研究の方向を示した。これらの結果を基礎に，相互依存性に起因する機能的被害波及に焦点を絞り，地震被害リスク分析のための基礎的考察を行った。依存関係にある2つのネットワークシステムを対象として，地震時に生じる被害連関の度合を，クロスインパクト係数という単一のパラメー

タで評価する手法を考案した。FTA およびクロスインパクト分析などのシステム手法を用いた本手法で，地震規模の違いによるインパクトの変化や，地震防災対策としてのバックアップ設備の有効性を示した。これらの研究の基礎資料とするを目的として，ライフライン系の地震後の復旧・改良の事例研究として，1987年宮城県沖地震後の仙台市水道システム，および1983年の日本海中部地震後の能代市と男鹿市の場合を再調査した。

(3) 階層構造を持つライフライン系の地震時信頼度評価

篠塚らは，ライフラインを構成するネットワーク系が一般に階層構造を形成することに注目して，その地震時信頼度の評価を簡素化する方法を示した。すなわち，大規模上水道システムにおいて，広域送水系のメインネットワークと，送水系のノードにより依存する配水系のサブネットワークの重層構造が存在するような場合を対象に解析を行った。これにより，系全体の地震時信頼度解析が効率化されるだけでなく，メインネットワークとサブネットワークの連結モードに対する感度解析などが容易に行えることを示した。さらに，この方法をネットワークの連結性のみでなく，機能性の信頼性評価にも用いるようにした。

1.7.2 都市地震防災のシステム論的研究

(1) 都市震害のシステム分析モデルの構築

亀田・岩井・北原らは，都市震害を予測して震害防止・軽減策を低減するために，都市震害のモデルを構築することを中心課題の一つに挙げた。まず，都市震害の多様な側面を整理しなおして全体像を把握し，問題の所在を明らかにするために，震害のシステム論的分析を行い，分析モデルのフレームワーク形成を進めた。その内容は，都市の構成要素の整理とそれに基づく被害波及分析，種々の被害形態および被害対応の時系列的展開における位置づけ，各被害の発生・波及に関する要因分析などである。具体的研究対象として地下街を取り上げ，実際にシステム手法を適用した解析を行った。

(2) 都市・地域計画における地震危険度の評価

黒田は，都市の耐震安全性を向上させるためには，個々の都市施設の耐震化とともに，それらが適切に配置されて防災効果を発揮することが重要であり，都市・地域計画の中に，防災的な機能が十分に考慮されていることが要請されるという観点から，最適土地利用計画を防災的視点に立って評価する研究を実施した。この場合，災害要因としては地震のみでなく水害や斜面崩壊も対象とし，それらの要因による災害リスクを現実的な制約条件の中で許容できるレベルまで軽減するような土地利用計画策定のシナリオを提示した。

1.8 震 害 調 査

1.8.1 1983年鳥取県中部地震（M=6.3）

中村（武）・藤原は1983年鳥取県中部地震による建築物の被害について調査を行い，設計図書と被害状況から倉吉支庁舎の地震時の挙動を推定した。

1.8.2 1987年 Whittier Narrows 地震（M=5.9）

1987年10月1日に米国カリフォルニア州ロサンジェルス市東郊に発生した Whittier Narrows 地震は，マグニチュードが5.9の中規模地震であったが，大都市圏のごく近傍で起こったことが注目された。亀田・高田が現地に出向き，地震および地震被害に関する調査を行った。次に述べる千葉県東方沖地震と共に，「被害が出現し始める程度」の地震という意味で，都市地震防災対策上でベンチマーク的な意義を持つ地震として重要な位置を占めることになった。

1.8.3 1987年千葉県東方沖地震（M=6.7）

1987年12月17日午前11時過ぎに起きた千葉県東方沖地震による千葉県内の土木・建築構造物および地盤の被害状況を調べるため，亀田・岩井・北原らは，地震発生後約1週間目の12月23日から25日まで，地震直後の現地視察を

行った。この地震による被害は小規模ながら，東京都・千葉市などの大都市が直接大きな地震の揺れを受けた都市型地震としての注目すべき問題点があげられた。

1.8.4 1988年ネパール・インド国境地震（M=6.6）

藤原・佐藤らは，188年ネパール・インド国境地震（M=6.6）の調査を科学研究費の援助により行い，余震資料に基づく災害地域の加速度分布，アンケート調査による各地の震度，液状化地域で採取した砂の粒度試験による加速度の推定を行うとともに，被害率，死者率，各種構造物の耐震強度と被災度の関係を明らかにし，被害要因の分析を行った。さらに，最も被害の大きかったネパールのダーラン街区の建物の全数調査も行って，都市防災上の問題点と構造物の耐震化の方策を提示した。

1.8.5 伊豆伊東沖群発地震

本調査は，1989年７月の伊豆伊東沖群発地震における伊東市のライフライン事業者の対応を調査したものである。海底火山噴火をともなった今回の群発地震の活動の様相は刻々と変化していったため，状況に応じて防災体制を改善していく必要があった。この点で，単発の地震への災害対応とは性格を異にする対応行動が多々見られた。本調査では，被害や地震防災対策の工学的観点からの調査を行うのみならず，災害の社会学的側面にも注目し，組織的対応行動や意志決定の時系列をインタビューを通じて追跡したもので，山本らが調査に当たった。

1.8.6 1989年ロマ・プリエタ地震（M=7.1）

1989年10月17日午後５時４分（現地時間）に発生したLoma Prieta地震は，カリフォルニア州のサンタクルズ郡一帯の震源域，および北方のサンフランシスコ市とオークランド市を含むサンフランシスコ湾岸地域に大きな被害をもたらした。この地震は，サンアンドレアス主断層の破壊であったことに加え，人口600万人に近い湾岸地域の大都市圏を襲った地震であること，軟弱地盤による地震動の著しい増幅や砂地盤の液状化が見られたことなど，わが国の地震防災と関連が深い要素が重なっていたことから，わが国の地震防災関係者の大きな関心を集めた。文部省でも科学研究費の突発災害予算によりこの地震の調査を行うことが決定され，防災研究所からは亀田（研究代表者）・安藤が参加，佐藤・北原が協力参加した。都市地震防災の観点から，以下の項目について調査が行われた。(1)震源過程・地震動，(2)地盤・液状化，(3)建築構造物，(4)橋梁・土木構造物，(5)ライフライン系，(6)地震火災，(7)情報伝達・防災組織

1.8.7 1990年フィリピン・ルソン島地震（M=7.8）

1990年７月16日16時26分（現地時刻）にフィリピンのルソン島中部において発生したマグニチュード7.8の地震は，多岐にわたる地盤や構造物の被害を広範囲に引き起こした。地震動・断層，橋梁・道路・ライフライン，建築物などの調査が安藤ら，佐藤，岩井らによってそれぞれ行われた。

2. 火山災害に関する研究

わが国では最近いくつもの火山噴火が起こり，社会的な関心が高まってきている。ほぼ継続的にあるいは断続的に噴火活動をしている桜島や阿蘇山では，火山灰等による被害が発生していて，三宅島（昭和58年）及び伊豆大島（昭和61—62年）では溶岩流出を伴う割れ目噴火が発生し，大正15年に大規模な泥流災害を引き起こした十勝岳では昭和63年から平成元年にかけて爆発的噴火活動が発生した。また，繰り返し顕著な群発地震活動が発生し噴火にいたった例として，伊豆半島東方沖の海底噴火（平成元年）と198年ぶりに噴火活動を再開した雲仙岳がある（平成2年— ）。これらの噴火は，それぞれの火山が過去に噴火災害を周辺にもたらしたことを住民に思い起こさせ，噴火発生の迅速な検知及び的確な噴火活動の予測に対する要請が高まった。火山災害の軽減の方策，噴火予知に対する関心は世界的にも高く，自治体（鹿児島県）主催の国際火山会議が1988年に鹿児島市で開催された時には，国

外29ヶ国から215名の研究者・火山防災担当者および国内から一般市民を含め4,245名の参加があった。

火山噴火予知計画は昭和49年に発足し，平成元年度からは第4次5ヵ年計画が始まっている。この間，桜島火山観測所では，桜島の山頂噴火の予知を第一の研究課題と考え，各5ヵ年計画毎に研究課題を定め設備の整備を図り研究活動を行なってきた。また，火山活動の観測調査手法の多様化および観測網の広域化，データの高品質化を図り，いくつかの新たな研究課題に着手した。さらに，溶岩流を伴う顕著な噴火を経験したこともあって，溶岩流のシミュレーション等火山噴出物による災害の軽減をめざした研究にも着手した。ここでは，桜島火山観測所の研究活動を主に，防災研究所で行なわれた最近10年間の研究を3つに大別して紹介する。

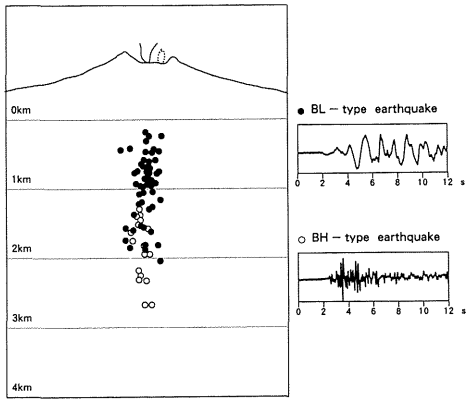
2.1 噴 火 予 知

火山活動を，同時に複数の観測手法で観測し，火山体内部で進行している現象を，マグマの挙動と関連させて，より実体的にかつ定量的に理解することに研究活動の重点がおかれるようになった。その結果，それ以前の観測手法毎の，例えば，地震学的あるいは測地学的研究等に区分しがたい研究も生まれてきた。この節では，火山体浅部のマグマの挙動に関連する現象の捕捉及びその発生機構解明にかかわる調査研究を噴火予知に関する研究成果として紹介する。

2.1.1 噴火予知に関する調査研究

加茂・石原は個々の山頂噴火の前兆として，10分～数時間前より山頂部が隆起・膨張したことを示す傾斜変化と歪変化をハルタ山観測坑道の水管傾斜計および伸縮計により観測した。噴火開始からは逆に沈降・収縮したことを反映した傾斜変化と歪変化を観測し，変化量は噴出物量にほぼ比例していることがわかった。また，傾斜変化と歪変化の比から，圧力源の深度は桜島地下のマグマ溜りおよび火道の下部に相当する2－6 km と見積られた。石原は噴火発生後の地表面の沈降容積と火山灰の噴出量の関係を調べ，個々の山頂噴火に対応した山頂部の地盤の隆起現象は主として深部からのマグマの貫入によるが，爆発的噴火発生の場合はマグマから分離した火山ガスの寄与も大きいことを示した。

B 型地震は地表に設置した地震計の記録では初動が不明瞭で，従来振幅の減衰から火口近傍に 1 km より浅い部分で発生すると考えられていた。井口は，桜島南岳の周囲に設置された地中地震計の記録の観察から，B 型地震を卓越周波数によってBL（1～3 Hz）と BH（5～8 Hz）に分類し，それらの初動の押し引き分布をしらべ，震源を決定した。その結果，BLの震源は爆発地震の震源とほぼ同じ火口直下の海面下 2 km 以浅に求まり，BHの震源域は爆発地震の震源域よりさらに深く海面下 2.5 km まで分布していることが明らかにされた。従来，桜島や浅間山等爆発的噴火を繰り返す安山岩質火山の火山性地震は，波形の違いから自然地震に似た A 型地震と低周波の B 型地震に分類され，その波形の違いは震源の深さ（A 型地震は 1 km 以深，B 型地震は 1 km 以浅）の違いによると説明されてきたが，上述の観測結果によりこの解釈は妥当でないことが示された。石原・井口は B 型地震が群発中の表面現象と傾斜計の記録とを比較した。BH は山頂部が隆起するときに顕著な表面活動を伴わず群発する傾向があること，他方，BL は噴出物の間欠的放出と微弱な空気振動を伴いながら山頂部地盤の沈降過程で群発することから，BH は約 4 km 以深に推定されるマグマ溜りから火道へマグマが貫入する過程で発生する地震であり，BL はマグマが火道から火口底へ上昇・溢出



図—3.3 桜島南岳直下の火山性地震BL及びBHの震源分布

する過程で発生する地震であると推定されている。さらに，爆発地震，B 型地震および A 型地震の震源域とスペクトルの特徴から，A 型地震と他の火山性地震の本質的な違いは震源域の物性の違い，つまり前者は火道周辺の固体部分で発生し，後者は火道内あるいはその極近傍で発生しているという違いにあることが主張されている。

加茂らは，1976年の活動期において，B 型地震が群発した後，波形の単純な微動が現れて山頂爆発に至る過程を数例指摘している。西は，1981～1983年の B 型地震の群発33例を調べ，加茂らが指摘したように，波形が次第に単純化して特定の周波数（2.4 Hz）が卓越してくる群発地震後に爆発的噴火が発生する確率が高いことを確認した。

井口はハルタ山複合観測井内の温泉水中にハイドロホンを設置し，地震動と関わりなく発生する水中音響を観測した。その発生頻度の変化は，A 型及び B 型地震の発生および温泉ガス中の水素濃度の変化と関連していることから，火山活動を反映した現象とみられる。

1974年以降集中総合観測の一貫として始められた測地学的，電磁気学的な共同調査の成果もあがりつつある。江頭は，過去約100年間の桜島の火山活動と姶良カルデラ周辺における地盤の垂直変動との関係をまとめた。また，1974年以降の山頂噴火活動期の垂直地盤変動が，姶良カルデラ地下約 10 km と桜島南岳地下数 km の 2 カ所に変形の力源を仮定することで説明されることが示された。石原らは，山頂噴火活動が活発化した1975年以降の精密重力測定の結果から，桜島中央部を中心にして1988年までの期間に約 0.2 mgal に達する重力の増加傾向を見いだし，緩やかな地盤の沈降と並行して桜島中央部地下で密度および質量の単調な増大傾向が続いていることを明らかにした。試算された地下での質量増加量は火山灰の放出量の約 2 倍に相当する。桜島周辺の重力およびその鉛直勾配の測定は，西村・阿部・桂が1965年から行い，経年変化をしらべた。重力値は南岳に近い測定点では1973～1977年の間増加し，1984年以降減少の傾向が認められた。桜島内では重力鉛直勾配の変化も認められた。田中らは，地磁気観測を継続して行ってきた。古里では1962年からの10年間に 3 分の伏角の異常減少が観測され，地下 4.5 km を中心とする半径 1.6 km の球体が $4\cdot10^{-3}$emu/cc の磁化を失ったとして説明されることが示された。

阿蘇中岳では，火口近傍まで地震計を展開し，火口底下の極浅い部分で発生する火山性地震を含め震源分布，発震機構等が丹念に調べられた。小野は，阿蘇中岳火口周辺の火山性地震を 10 Hz を境にして高周波地震と低周波地震に分け，高周波地震は火口底から 1 km から 4 km の範囲に水平方向にも広がりをもって発生し，低周波地震は火口底から 2 km の深度までの範囲で発生していることを示した。また，低周波地震は群発的に発生する例が多く，波形の似たいわゆる相似地震であることが多いことを指摘し，それぞれの震源の深さと位置を調べた。和田は，阿蘇火山の1965年と1979年の噴火時に観測された火口直下の微小地震の発震機構を調べ，主応力軸の上下方向の偏りがガス溜りモデルで説明できることを提案している。

和田は，以前に阿蘇火山の第 1 種火山性微動の発生機構を火道内の火山ガス流のタービン効果によって説明したのと同様に，第 2 種火山性微動の発生機構を火山ガスのガス溜りおよびそれから火道への移動に伴う運動によるものとして説明できることを示し，最上部



写真—3.4 山頂噴火直前予知システムの画像表示部。画面上の黄色，白および赤の曲線が傾斜と歪のデータである。曲線の右への移動は地盤の隆起膨張に対応する。隆起が極大に達した時刻に爆発的噴火が発生した。

がガス溜りとなっているマグマ溜りの大きさを，縦方向に 10～12 km，水平方向に 6～8 km と試算した。

2.1.2 観測・解析・予知システムの開発

前述のように，ハルタ山観測坑道の傾斜計および伸縮計により，個々の山頂噴火に対応して噴火前に山頂部の地盤が隆起・膨張し，噴火後に沈降・収縮する傾斜および歪変化が観測されている。加茂・石原は，それらの計器の出力をパソコンに入力し，リアルタイムで傾斜および歪の変化の傾向から現時点が隆起（噴火準備），沈降（噴火中）および変動が小さく噴火エネルギーの蓄積が認められない状態の3つの過程のいずれか判断し，隆起量に応じて3種類の警告を出す山頂噴火の直前予知システムを開発し，爆発的噴火の約 70% に対して事前に警告を発することを検証した。

西は，地震動，空気振動をミニコンに入力し，桜島で発生する火山性地震・微動の分類を，周波数，振幅，震動継続時間を自動計測して，リアルタイムで行い，分類結果をもとに，主として B 型地震の発生状況から爆発的噴火発生についての日単位の予測をするシステムを開発しつつある。

阿蘇山では，これまでの研究により火山性微動の消長が表面活動および火山体内部の状態をよく反映しており，微動の発生状況の把握が噴火予知に最も有効であると考えられる。須藤は，微動のスペクトル変化を連続的に観測する装置を開発した。

九州から南西方向に点在する薩南諸島にはいくつかの活火山が存在する。従来これらの火山の活動調査は主として移動観測あるいは集中総合観測によって行なってきたが，短期間の観測であり火山活動について断片的なデータしかなかった。井口は，現地に設置したパソコンにより地震等のデータを自動収録し，公衆電話回線を介して，観測所本館のパソコンへデータを転送収録するシステムを開発し，諏訪之瀬島等へ設置した。その結果，諏訪之瀬島の火山性地震・微動に対して桜島における地震・微動の分類がそのまま当てはまること，爆発的噴火の前には A 型地震，次に B 型地震の発生頻度が高まることを確かめた。

2.2 火山の活動機構に関する基礎的研究

火山の爆発現象，火山体およびカルデラの地下構造，火山の周辺での地震および地殻活動，火山帯深部の火成活動等の火山活動に関する基本的な理解を深める研究も行なわれた。

石原・井口・加茂は，桜島火山における爆発的噴火の TV カメラによる映像を解析し，爆発衝撃波通過による雲の状態変化，噴煙柱の成長過程を調べブルカノ式噴火の特性を調べるとともに，爆発地震の発生が山頂火口での爆発現象に先行することを明らかにした。井口・石原・加茂は，夜間に起こる爆発の火山弾の飛跡を写真に記録し解析することによって放出初速度および爆発圧力をもとめ，多くの爆発では直上に放出された火山弾が最大初速度を得ており，初速度は射出角に依存することを明らかにした。石原は，これらの解析結果に基づき，ブルカノ式噴火発生の直前には火口底の直下に高圧のガス溜りが形成されていると推論し，衝撃波管の理論を適用して爆発衝撃波の強度が観測値とほぼ一致することを示した。ハルタ山観測坑道に設置された伸縮計の記録上で爆発的噴火発生時に山頂部の極浅い部分における急激な減圧を反映した歪ステップが観測されたことによりこの推論の妥当性が確かめられた。

爆発的噴火によって生じた衝撃波は，超低周波音波（インフラソニック波）として遠方まで伝搬する。田平・石原・井口は，桜島，浅間山，伊豆大島，福徳岡の場海底噴火によって生じたインフラソニック波の遠方（愛知県刈谷市）での記録例を示し，遠方の爆発的噴火の発生の検知にインフラソニック波の観測が有効であることを示した。また，桜島の爆発によって生じたインフラソニック波を桜島と刈谷で観測し，波形の変化を分析し，火山爆発による空気振動エネルギーを評価する上での問題点が検討された。さらに，伊豆大島の1986年の噴火と1987年の噴火の波形を比較し，噴火様式の違いが遠方の観測点でも識別できる可能性を示した。井口・石原は，桜島，諏訪之

瀬島および十勝岳の噴火の特性を爆発による空振波の波形記録と併せて検討し，空振波は爆発的噴火の規模および強度をよく反映していることが示された。また，桜島と諏訪之瀬島の爆発的噴火に伴う地震動および空気振動の特性およびエネルギーの配分比の違いが調べられ，その起因が考察された。

桜島および姶良カルデラ周辺の地下に存在するマグマ溜りおよびマグマの移動上昇経路に関して，これまでに地盤変動の解析や震源の移動現象および地震波の異常減衰域の調査等から推定する研究がなされてきた。石原は，地盤変形データの解析から推定された桜島直下の力源の深さが，地震の発生しない領域と地震波の異常減衰域とに相当することから，桜島火山下の地下約 4 km 以深にマグマ溜りが存在する可能性を示した。また，A 型地震の震源が活動火口直下で発生する爆発地震の震源域を囲んでいることに注目し，火道の形状が推定された。加茂は現在までの観測事実に基づき推定される桜島および姶良カルデラ地下のマグマの上昇経路およびマグマ溜りの位置を，火山活動と関連させて示した。西村・茂木らは，ELF-MT，VLF-MT 探査および人工電磁波源を用いた MT 法（CSA-MT）探査を繰り返し，桜島火山の比抵抗構造を調べている。

阿蘇山では，小野が，中岳火口周辺の観測点における地震波の振幅異常に注目し，P 波の減衰域は火口直下の海面下 1～2 km にある直径 1～2 km の範囲にあることを明らかにした。また，田中らは，スタッキング電気探査装置を開発し，阿蘇の草千里と中岳火口周辺においてシュランベルジャー垂直電気探査を実施して地下構造を調査した。

阿蘇カルデラの地下構造に関して，和田・西村は，火山研究施設で記録される九州周辺の地震の P 波の振動方向に系統的な偏りに注目し，カルデラ下の基盤が南北 2 つのブロックに分かれたモデルを提唱していたが，新たに P 波のコーダに SV 波を見いだし，SV 波と P 波の時間差から基盤の深度を推定した。須藤は，九州周辺で発生した地震の阿蘇カルデラ周辺の観測点での記録から，カルデラ内での地震波の減衰と低速度領域をしらべ，地震波に走時異常をもたらす領域はカルデラ中央部の深さ 6～9 km にあることを示した。一方，田中らは，阿蘇カルデラおよび外輪山地域で VLF, ELF-MT 観測をおこない，中岳付近に火道の存在を示唆する低比抵抗層を見いだし，カルデラ全体としては基盤の深度を反映した比抵抗分布をえた。

別府から島原にいたる地域には鶴見岳，久重山，阿蘇山，雲仙岳の 4 活火山と地熱地帯が存在し活発な地震活動がみとめられる。田中らは，別府－島原地溝の大規模構造を知るために阿蘇，島原半島，北西九州で長周期 MT および Geomagnetic Depth Sounding を実施し，別府－島原地溝とほぼ同じ位置に電気伝導度異常（CA）が存在することを見つけた。阿蘇カルデラ周辺，鶴見岳周辺および豊肥地熱地域の地震活動については，須藤ら，須藤および三浪・久保寺らが詳しい調査を行い，地域ごとの地震活動度および発震機構の特性を調べ，構造線や断層と関連させて議論している。江頭らは，島原半島東部で水準測量を実施して，地質学的，地形学的に推定された断層を境に雲仙地溝帯が経年的に沈降していることを示した。久保寺らは，九重火山群の深部構造探査のために屈折法地震探査を行い，タイムターム法を用いて基盤深度と P 波速度を求めた。久保寺は，その後掘削された深層試錐のデータとタイムターム法で求めた基盤深度との対比を試み，タイムターム法を用いれば 10% 程度の差で火山の基盤構造が求められることを示した。

火山あるいはカルデラの周辺では顕著な地震活動が発生することがあり，噴火活動との関連がたびたび議論されてきた。久保寺は火山活動に関連する地震及び火山周辺で発生する地震を，マグマ溜りからマグマが上昇して噴火活動と結びつく地震，火山及びその周辺に発生する地震，比較的規模の大きな地震に分け，それぞれの地震群の性質を論じた。また，大正年間に桜島と雲仙岳付近で発生したマグニチュード 7 クラスの地震は共に超低周波地震であることが指摘され，その発生機構が火山体の地質的弱線構造と関連して検討されている。須藤は，阿蘇カルデラ西部地域の地震活動に注目し，阿蘇中岳の火山活動との関連を調べている。

南九州の地震活動，特に霧島火山帯深部の地震活動と火山活動の関連を調べる研究も始められた。西・井口は霧

島，桜島および開聞岳を囲む地域に展開した地震観測網により，南九州の震源分布を調べ，日向灘から内陸に向い次第に震源が深くなる地震帯が存在し，深度 70—80 km 付近でその傾斜角が40—50度から約70度へ急変すること，桜島から薩摩半島沖の深度 140—160 km の地震活動が活発であることを見いだした。南九州のやや深発地震の特性を調べるために，パソコンによる地震データ収録遠隔伝送システムをより広範囲に展開することにより観測網の強化が図られている。

火山帯深部の火成作用および火山とテクトニクスに関する地質学的，岩石学的および地球物理学的研究活動も行なわれてきた。西村らは，長年にわたりクラカタウ火山，スンダ海峡等の地質調査，重力測定，年代決定等を実施し，東インドネシアの島弧の変動，大陸とのかかわり合いをまとめ，中新世以降の構造運動を論じ，17 Ma の古地理を提唱している。

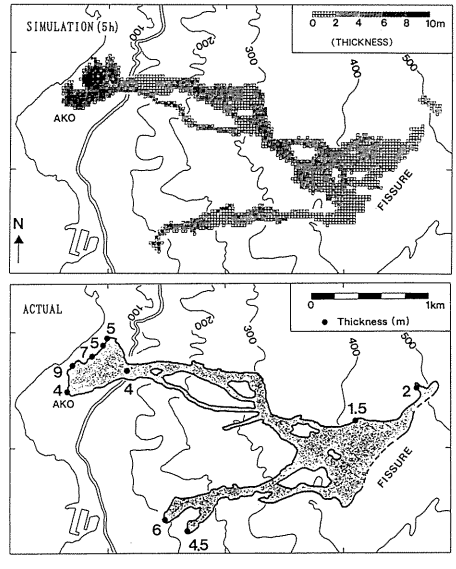
島弧の火成作用につき岩石学的な研究を進めている巽は，島弧の火成作用の引金になるものは海底プレートの沈み込みに伴って地球内部に運ばれる H_2O にあると考え，H_2O がプレート上のマントルウエッジに流体相として供給され，ペリドタイトの部分溶融を引きおこすと考える立場から，マントルウェッジ内の対流とも関連づけて，沈み込み帯マグマの成因上昇モデルを提案した。

2.3 噴 火 災 害

活発な桜島南岳の山頂噴火活動に伴って，多量の火山灰が放出され農作物に被害を与え，顕著な爆発的噴火では火山弾やレキによる被害も発生している。加茂らは，既に火山灰については放出量の推定方法を見いだし，火山灰降下の上層風に対する依存性も明らかにした。その成果は，鹿児島気象台による上空 1,500 m の風向風速予報，いわゆる「降灰予報」として活用されている。桜島火山観測所では，1ヵ月単位で放出火山灰量を求め，火山活動を評価する指標として，また噴火機構等の研究資料の1つとして利用している。

井口・加茂は，爆発的噴火によって放出される火山岩塊とレキの到達距離に変動を与えるパラメータの影響を検討した。それらのパラメータは，岩塊については山体の地形，岩塊の直径，放出速度，爆発の主軸の傾き，風速であり，レキについては風速と噴煙柱の高度である。井口・加茂はそれぞれのパラメータを現実に有り得る範囲で変動させ，火山岩塊とレキの到達距離の変化を計算し，具体的な観測例と比較した。

石原・井口・加茂は，昭和58年の三宅島噴火を契機に，溶岩流の数値シミュレーションの研究に着手した。まず溶岩流を粘性係数一定のニュートン流体としてモデル化をしたが，次には放射冷却による溶岩流の温度変化を考慮してビンガム流体と仮定したシミュレーションの方法を開発した。火口の位置，噴出条件（噴出率および温度）を与えれば，巨視的にみた溶岩流が停止するまでの被覆範囲，厚み及び温度の時間的変化がもとまる。昭和61年の伊豆大島および大正3年の桜島の溶岩流にも適用され，精度のよい地形図が利用できれば再現性がよいことが検証された。また，三宅島および伊豆大島の過去約100年間の噴火による噴出物量と活動の休止期間との関係が調べられ，活動休止期間の長さから噴出物量を経験的に予測できることが示された。



図—3.4 1983年三宅島の溶岩流のシミュレーション（上：シミュレーションの結果，下：実際の溶岩流の分布）

以上のように，火山噴出物による災害予想図を定量的に作成するための基礎的研究は最近10年間のうちに急速な進展がみられた。

江頭・加茂は，防災的な見地から桜島の住民の島外避難計画に関する思考実験をした。大正噴火級の山腹噴火を想定し，桜島中腹に仮定した7対の仮想火口から流出した模擬溶岩流の各集落への到達時間と住民の島外避難に要する時間とを比較し，住民の避難行動開始の許容制限時間を検討している。特に，三宅島噴火後の復興計画には，将来の溶岩流のシミュレーションの結果を示すことで貢献した。

加茂は1988年の鹿児島国際火山会議の基調講演において，桜島の過去の噴火活動，噴火予知研究の到達点および活動の見通しを述べた。また，火山研究者からの火山災害軽減についての提言を示し，わが国では災害予想図の作成が遅れていることを指摘した。加茂は大正3年の桜島の噴火後残された2つの見解を紹介し，火山災害を軽減するには，火山活動の制御が不可能な現段階では，火山に「依存」する精神を根本においた火山との「共存」が重要であることを強調した。

火砕流も過去の噴火災害で最も激甚なものをもたらせた原因となっているが，高橋は火砕流が通常の土砂あるいは粉体の流動は生じ得ないような緩勾配の地域を高速で流下する原因について考察し，火口からの噴出物が発するガスが地面に遮られて上向きの気流となり，これが粒子を支えることによるとするモデルを提案した。

高橋・江頭はコロンビアのネバド・デル・ルイス火山の1985年噴火に伴う大泥流の現地調査を行い，その原因となった火砕流による氷帽の融解による水の発生量を評価するモデルを提案した。そして，この融解水を河川源頭部から与えて，泥流の発達経過を泥流のシミュレーションモデルによって計算し，計算値が現地調査と良く対応していることを確かめた後，アルメロ市一帯での氾濫堆積計算を行い，ほぼ現象が再現できることを確かめた。高橋・中川はさらに詳細に堆積過程を分析し，粗粒子分および微細粒子分それぞれの堆積厚さの割合の地域分布がシミュレーションによってよく再現できることを示した。

高橋は1980年のアメリカのセントヘレンズ火山の噴火災害と前記ネバド・デル・ルイス火山の噴火災害とを比較し，ハザードマップの作成ならびにその有効利用の必要性について論じた。さらに，高橋は火山地域の砂防の考え方についても論じている。

3. 災害の原因となる気象現象に関する研究

3.1 強　　風

南極大陸の大気境界層内のカタバ風（斜面下降風）帯の雪面の摩擦係数の風向による変化，季節変化を明らかにした。井上は22次南極越冬観測隊に参加し，東南極みずほ高原で夏にレイノルズ応力の直接測定をおこない雪面摩擦係数を見積った。粗度長は中立状態でも，0.1 cm から 0.0001 cm の変化をする。高原のカタバ風帯では粗度長は風向きによって対称的な変化を示す。最も滑らかな方向での平均値は 0.0004 cm であり，これまでに報告されているいかなる値より小さい。風向がこの方向から 40° 変化すると 0.015 cm まで増加する。粗度長の風向依存性は約 100 km 離れた3地点で同じである。滑らかな方向は以前の報告と異なりサスツルギの軸から 20° ずれており，強風の卓越方向と一致する。東南極みずほ基地における風の高度分布の通年観測結果から，カタバ風帯の雪面摩擦係数の季節変化を求めた。安定度は年間を通じて平均的にほぼ中立なので，4高度（8, 4, 2, 1 m）での1時間平均風速値から，対数則を仮定して粗度長を求めた。冬は粗度長の風向依存性はないが，夏は 90° 付近で最小になり，風向に対して対称的に変化する。夏は狭い風向範囲に強風が集中するが，冬は広い範囲に分散するため滑らかな方向が形成されない。

地上における強風は普通回転する渦によって生じるのであるが，積乱雲中で降水からの蒸発によって冷却された冷気が下降，地表面に衝突することによって生じる突風も存在することが最近になって強調されるようになってきた。文字，光田は実際に積乱雲からの下降流によって生じる突風について観測を行い，そのような現象の解析を行っている。このような突風の最大風速はその時の気温降下量と関係していることを示している。

プラネタリー境界層の上部で夜明けに強風が観測され，これが low level jet と呼ばれているが，米国ボルダーにおけるソーダの国際比較観測期間中にそのような現象が観測された。その時の運動量の乱流輸送をソーダにより計算し，jet の発生時には運動量が jet の軸から発散し，消滅時には軸に収束していて，現象から見ると変化に対して乱れは抵抗として働いていることを見出した。

地表付近での風は周期1分ぐらいのところにスペクトルピークを持つ乱流状態にあるが，さらに周期の長い数10分ぐらいの周期を持つ中規模の現象が大きな働きをする時もある。石田，光田は海洋上あるいは高い塔を用いた観測において中規模の気象現象についての研究を進めている。普通の気象条件では周期数10分から数時間の周期変動は少なく，エネルギーギャップと呼ばれる領域にあたるが，雲が存在するとその部分に山を持つ変動が卓越することがある。

3.2 台風と竜巻

光田および藤井は日本を襲う台風の統計的性質について研究を進めた。まず過去30年ほどの間の強烈な台風の毎時観測資料を収集して，これを客観解析によって解析しなおし，日本を襲う台風の統計的性質の決定を行った。次にその解析結果を用いて将来日本を襲う台風を計算機上に発生させ気圧場および風場を合成する方法を研究した。これにより日本各地で期待せねばならない台風による最低気圧および最大風速を比較的確実に推定出来るようになった。

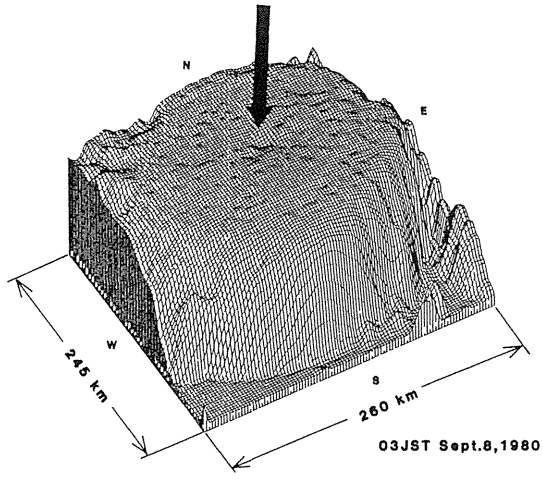
光田，柿本，邊田は気象衛星ひまわりの観測資料を用いて台風の発生経過についての研究を進めている。航空機による台風の観測がなくなった今日においては気象衛星による台風の監視には大きな意義がある。まず台風のライフサイクルの間の衛星イメージの変動について調査を行い，台風の発生時は，台風となるクラウドクラスターの雲頂高の日変化変動巾が小さくなることにより検出でき，さらに雲の頂部に小さな凹部ができ，渦が2セル型に移行した時に急に中心気圧が低下するということを見出した。また人工衛星資料から求めた熱帯での流れの場の性質と台風の発達との関連について解析を行い，太平洋の熱赤道上では緯度円に沿った大きな循環が2つあり，この循環の下降気流域の少し西側で熱帯性擾乱の発生があり，それが西進して上昇流域にまで進んで来ると急に擾乱が発達して台風となるということを見出した。

光田，文字および石川は日本を襲う強烈な台風の構造について，過去の台風の通過時の記録などを解析することによって研究を進めた。その結果，台風や竜巻といった大気中の強烈な渦は1セル—2セル—複合渦という発達の過程を進み，2セルで眼が出来，複合渦になると最大風速半径のところで流れが不安定になり2次的な渦が生じ，この小渦が台風中心の廻りを公転するという型となることを見出した。これによって楕円や4面形の眼を持つ台風についての説明が可能となり，不安定理論によってそのような現象をある程度まで説明できることが示された。また強烈な最盛期の台風の地表付近の風が気圧勾配と平衡する傾度風よりも強くなっているスーパーグラディエントの現象を観測結果から見出した。地表風の最大風速半径は傾度風の最大半径より小さく，ここでは周囲から収束してきた空気が平衡点より内側にオーバーシュートしスーパーグラディエントとなることを示した。このようにオーバーシュートした気流は最大風速域で上昇し境界層の上部で外向きの成分を持って平衡点まで戻っていくことになる。

竜巻の発生の度に色々の調査を行っているが，特に光田等は先に日本を襲う台風の竜巻の総合的な調査を行い，

一般的な性質を調べている。日本を襲う台風の1/3はその前面に竜巻を伴っており，その位置はレインバンド上にあると考えられる。また日本の竜巻の中で台風によるものの占める割合が大きいことを示している。また大火災に伴って生じる竜巻についても調査を行っている。

光田および文字は竜巻渦の性状を明らかとするために竜巻実験用の回転風洞を作り，渦の性質についての実験を進めた。そして渦が1セルから2セルそして複合渦と変化している状態を実験室内に再現し，複合渦の生じる条件，その発生時の風速分布などの研究を行っている。さらに地表面の粗度が増大すると竜巻渦の最大風速域が高くなり，地上にははっきりした渦が見られないということを実験的に示した。このことは竜巻が高層ビルの建ち並ぶ都心部では見られないことを説明するものである。



図—3.5 台風 T 8013 の発達の初期において台風の眼ができたことを示す雲頂のくぼみ

3.3 大　　雨

鈴鹿山脈周辺の約 4000 km^2 の領域で，3年間の暖候期の全日（463日）と11年間に領域の最大日雨量が 1000 mm 以上あった大雨日（87日）を対象に，6時間雨量と浜松の高層気象資料を解析し，降雨の諸特性と気象条件との関係を後町が統計的に調べた。この地域では降雨に対する山岳の影響が顕著であり，降雨に対する対流圏の下層と中層の風が重要である。山頂の6時間雨量と下層の風速との相関が南東風を中心に高い。伊勢湾から山脈を横切って流入する下層風のある時には，その南風成分の増大とともに最大雨量地点は山脈沿いに北上する傾向がある。そのような場合，一般に風向は高度とともに順転しているが，風速の鉛直シアーが大きいほど（上方の西風成分が大きいほど）最大雨量地点は東寄りになる傾向がある。

日本海を台風や温帯低気圧が東進する場合や，四国・中国を通り抜けた台風が日本海に到着した場合に，南西あるいは南南西の気流が収束しながら紀伊水道に入ってきて，この部分の大気下層が異常に高温となるためそこに背の低い小低気圧が発生し京阪神地方に大雨がふる場合がある。このような場合に地上でみられる風や気温の変化と降雨分布にどのような特徴が現れるかを1981年11月2日の例について中島が解析した。その結果日本海の低気圧だけならば，最も風雨が強くなる頃にこれら二つの低気圧の中間にあたる地域ではむしろ風雨が弱まり，南の低気圧が解消した後に急激に風雨が強まることなどが分かった。

昭和57年長崎豪雨の豪雨について，後町・中島等は総観およびメソ解析を行ない，またそれ以前の豪雨との比較検討を行なった。昭和57年長崎豪雨は昭和32年諫早豪雨と総観的な状況は類似していたが，今回初めて得られた衛星雲画像にみられる積乱雲群からなる中間規模の高雲域と豪雨とが強く関連していた。また昭和58年島根県西部の豪雨について，後町・中島は過去の梅雨期の山陰地方の豪雨と比較しながら気象解析を行なった。山陰地方の豪雨は 500 mb 天気図では共通して朝鮮付近の谷の前面で，西南西の亜熱帯ジェット流のおよそ真下に生じ，谷が浅いほど強雨の継続時間が長くなることなどの知見をえた。

1988年7月梅雨前線の活発化にともない15日島根県西部の浜田市を中心に，さらに20日から21日にかけて島根県三隅市・広島県加計を中心に2回の豪雨があった。この場合について田中・枝川が総観およびメソ解析を行なった。豪雨発生時の総観場は15日，20日，21日とも類似しており上層に北西風による寒乾気流，下層に南西風による

暖湿気流があり，この地域の大気は対流不安定で，かつ前線を伴う弱い低気圧が日本海中部を東進し，この地方は暖域内に位置していた。メソ解析によると，15日の場合には日本海から4波長程度のメソ擾乱が進入し，東進したと推定される。また1983年7月三隅市を中心とした豪雨時の総観気象，降雨特性を今回の場合と比較検討した。

謝および光田は人工衛星ひまわりの資料を用いて日本付近の中緯度における雨量の分布を推定する方法について研究を進めている。この結果によって観測点のほとんどない海洋上や中国奥地などでの雨の気候学的な特性を知ることが出来，天気現象の解析に役立てることが出来る。具体的には赤外線データから雲量雲形を推定し，それに基づいて雨量の推定を行うという手順により，100 km 四方ぐらいの範囲毎に3時間単位ぐらいの雨量を推定することが出来る。

友杉・後町は比較的広域かつ長期にわたるそれぞれ特徴のある4ケースの豪雨について，ほぼ全国ネットの毎時雨量のデータファイルを構成し，メッシュ法により種々の時間スケールの雨量の時空間分布に関して解析し，豪雨の諸特性の定量的把握・表現法を開発すると共に，広域豪雨の総合的特性についていくつかの興味ある知見を得た．また，友杉はこれと同じデータに対し，主として短時間雨量の統計的予測の可能性を検討すべく雨量の時空間分布の相関構造に着目し，種々の基礎的解析を行い，多分に定性的ではあるが興味ある知見を得ている．

友杉は地点雨量に基づく面積雨量の推算値に生じ得る誤差の分布範囲を概略評価するため，その方法論を模索する意味も含めて，記録的集中豪雨であった昭和57年の長崎豪雨の雨量分布記録に基づき，種々の時間スケールの平均雨量強度の空間分布面の起伏形態（垂直断面形状）とそれらの時間的・空間的集中度を表す指標の上限値，観測点の間引きによる毎時の面積雨量の推算値の変化から推定される誤差の時間的変動特性を評価・検討し，その一般性が確認されると応用上有意義な興味深い結果を得ている．

友杉はレーダ雨量計により評価される雨量と地上雨量計により評価される雨量との一致性（または相関関係）の向上を目的として，昭和57年夏の一連の豪雨時の近畿地建深山レーダ雨量計の基本データと地上雨量計による毎時雨量データの解析を通じて，レーダ反射因子と雨量強度の関係を規定するパラメータを同定する方法について考察し，基本データの時間的変動特性の効果を導入する方法を提案している．

3.4 干　　天

琵琶湖流域の干天について60—80年間の資料をもちいて中島・後町が統計解析を行なった。明治元年以来彦根において無降水日の連続記録は昭和52年（1977）の10月の22日間である。このときの琵琶湖流域の降水量の地域特性，日本各地の気温・雨量等の分布，極東域の気象の特徴を明らかにした。また琵琶湖の水位の著しい低下は，梅雨期に空梅雨となりさらに台風も影響しない年に発生することを明らかにした。

3.5 大　気　質

降水，雪氷試料中に含まれる微量元素を中性子放射化分析法で定量し，環境指標としての有効性を調べた。井上は降水の試料をネパールヒマラヤ，滋賀県，京都市から採取し，また雪氷の試料を南極，チベット高原，日本中部山岳から採取し分析した。これから降水中の微量元素の季節変動，人為的環境汚染の地域変化，揮発性成分と不揮発成分の分布の差，大気中の浮遊粉塵の効果などを明らかにした。

温室効果気体のうち主としてオゾン，メタンなどについて分布と変動に関する研究を実施した。1987年から村松は防災研究所においてメタンの濃度の測定を開始し，その日変化，季節変化，経年変化のど解析を行なった。またカイツーンをもちい研究所構内で気温，風，メタンの高度分布の日変化の観測を行い，地表からのメタンの発生量を見積ったがその結果0.072および 0.054 $gCH_4/m^2/day$ であった。冬季に大阪－神戸の上空で高度 3 km までのメタンの分布を測定し，その結果大阪市の上空にメタン濃度の極大があり午前より午後が高濃度であること，大阪市

の中心付近では 0.27gCH$_4$/m^2/day のメタンの発生があるとを明らかにした。1985年から筑波の地上と高度 7 km までのメタン濃度の測定を廣田・村松等が行ない，長期変化傾向は 9.0 ppbv/yr であることなどを明らかにした。東京から昭和基地までの船上および昭和基地で 1 年間のメタンの観測を廣田・村松等が行い，昭和基地では10月に最大濃度であること，緯度分布についての南北両半球の違い等を明かにした。廣田・村松等は1978年以来日本上空の対流圏・成層圏内の空気試料を採取し，フロン12 (CF_2Cl_2)，フロン11 ($CFCl_3$)，亜酸化窒素 (N_2O) の分析を行ない，対流圏での増加率は各々 13.5 pptv/yr，9.55 pptv/yr および 2.0 ppbv/yr であること，また成層圏内での光分解・拡散輸送の大きさ等を明らかにした。日本上空の冬季の上部対流圏のオゾン濃度について村松は観測資料から長期変動とその原因について考考察した。上部対流圏のオゾン濃度は札幌では増加傾向であるが，これは下部成層圏のオゾン濃度および成層圏から対流圏へのオゾン輸送頻度の増加傾向による。館野（筑波）では上部対流圏のオゾン濃度は減少傾向であるが，これは成層圏からの輸送の減少による。鹿児島では対流圏オゾンは増加傾向にあるが成層圏からの輸送との関係はない。近藤・村松等は太平洋上 138°E に沿って 34°N–19°N の高度 5 km までのオゾン，NO，NO$_y$，水蒸気などの測定を行い，オゾンの輸送・光化学生成過程の解析を行なった。成層圏内の微量気体成分の高度分布とその変動などを予測するため，光化学，拡散を考慮した数値モデルを作成し，種々の微量気体の変動に関する数値実験を行なった。太陽活動の11年周期変動によるオゾンの変動は上部成層圏で大きく，太陽活動の平均から最大への変化に対してオゾン濃度は 4—5% 増加することを徐・村松が明らかにした。フロン等による成層圏オゾンの破壊について村松は観測と数値モデルの結果を比較し，過去および将来の状況に関する検討を行なった。

雨水の酸性度が増大しつつあり，それによって地上に悪い影響が出るということが問題とされるようになってきたが，平木等は兵庫県で観測された結果について解析し，雨水中の酸性成分を支配するのは主に雨滴が生成される時であって落下時の問題ではないとの結果を得た。

3.6 気 候 変 動

異常気候の食糧生産に対する影響を気象・農業・経済などの分野から検討した。中島等は一般天気予報と農業災害予報の差，アジアの農業災害の形態の地理的分布，作物の各生育段階に対する異常気象の影響の差異，異常気象から農業災害さらに食糧不足へと被害が伝達する機構等を検討した。鴨川の水害について中島は過去1200年の記録の解析を行い，洪水の原因の2/3が梅雨，1/3が台風であること，洪水発生の変遷は世界の気候変動と関係があり寒冷期に発生頻度が高いこと等を明らかにした。即ち洪水の多いのは850—900年，1400—1450年及び1750—1800年である。枝川は近畿地方の気候区分について，地形の規模と各季節に支配的な気象条件を組み合わせて 3 段階で区分できることを示した。即ち大区分は表及び裏日本気候，中区分は降水量の多・少による気候区分，小区分は海岸・盆地・湖沼域の局地気候区分である。

南極の昭和基地とみずほ基地の気象資料をもちい，中島・井上等は両地点の気温，気圧，雲量，風向，風速の日変化・季節変化の比較を行なった。また井上・佐藤等はみずほ基地と内陸みずほ高原の気象観測からそれらの地域の風・気温に関する気候学的特徴を明らかにした。また中島・近藤は南米パタゴニア地域の1889年以降の降水量の長期変動を解析し，パタゴニアの北部と南部での気候変動の位相の差を見いだした。井上・光田は中国北西部の砂漠での気象観測から2種の卓越風即ち夏期の夜間の南東風及び他の季節の午後の北西風を見いだしその原因がチベット高原及び偏西風であること，また気温・湿度の日変化・季節変化等を明らかにした。

二酸化炭素，オゾン，メタン等の温室効果気体の増加の気候への影響を見積るため，村松は赤外放射伝達モデルを作製し，温室効果気体の増加による上向き・下向き放射量の変化，大気の加熱・冷却率の変化，赤外放射に対する温室効果気体の増加の効果と自然変動の効果の比較などの数値実験を行なった。また圏界面での正味下向き放射

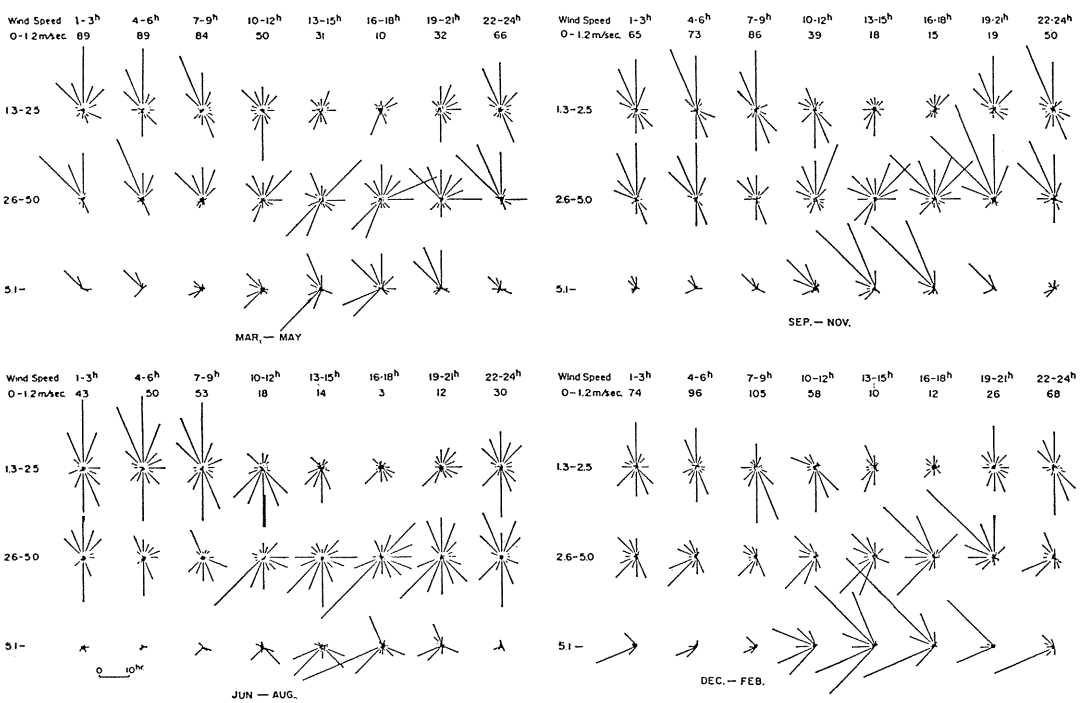
量の変化（放射外力の変化）を温室効果気体の濃度の変化量の関数で表わす近似式を提案した。山元は岩嶋などの協力者と共に気候の変化に関する問題に関する研究を進め，実際の地球上での気候の変化において，その変化は徐々に進行するのではなくある時に急にはっきりした変動が生じて次の状態に進むものであるということを見出し，気候ジャンプと名付けた。そして海面水温の永年変動について過去のデータの再解析を行っている。また気候変動の研究を進めるに当たってスペクトル法によって数値計算法を行うということを試みている。

また光田は熱帯雨林のような密な森林を伐採した時にどのような微細な気象学的問題が生じるかについて検討し，それによって気候変化が生じる危険があるかどうかについて論じている。

水越はわが国の気象観測開始前の気候を，古文書に記された日々の天気記録から復元する方法を提案し，近畿・東海地方における1830年代について，とくに乾湿条件に注目して試行を行った．すなわち，同時代に各地で記録された資料から日々の気圧配置（天気図）型を推定し，現在の観測資料から求めた特定気圧配置型の月間出現頻度とその月の平均気温または降水量との関係を用いて歴史時代の気候条件を月単位で復元しようとするものであり，ほぼ妥当と考えられる結果を得ている．

3.7 局地気象・微細気候

京都盆地の局地風の形成とその日変化・季節変化を田中は宇治川気象観測塔や高層観測資料をもちいて明かにし，さらに一般風，安定度，局地風系の構造とその相互関連を検討した。その結果，雨等の悪天候の場合を除くと，(1)一般風が 13 m/s 以上と強い場合には昼間はもちろん夜間も下層まで上層の風が伝播し局地風は発生しない，(2)一般風が 13 m/s 以下の場合，夜間地表面からの冷え込みに周辺山地からの冷気移流が加わり 500 m 高度付近まで安定層が形成される，(3)安定層内では早朝南北の温度差によって水平対流が発達することなどを明らかにした。長野県佐久盆地において1984—1985年の夏期高度 3 km までの気象要素，オゾンの観測を行い田中・枝川は局地風，大気の発散・収束，オゾンの輸送などを解析した。夜間の山風の風速は冷え込み量とともに増大し，7°C で



図—3.6 宇治川局地気象観測塔で測定された季節別，時刻別風配図

約 3 m/s となる。上層の風が谷に平行で 10 m/s 以上のときは山風は発生しない。盆地上空 500 m 以下では局地風の発達により夜間収束，昼間発散となるが，午後は関東地方からの海風の進入があると収束となる。午後オゾンの高濃度が出現するがこれは関東地方から輸送されたものであること，そのほか盆地上空でのオゾンの収支等を明らかにした。

琵琶湖流域の湖陸風とそれに対する地形・一般風・山谷風の影響について，枝川・中島が統計的な解析をした。湖陸風の出現日数は暖候期はその1/3，寒候期はその1/4に達する。一般風と湖陸風の結合による気流の発散・収束などへの影響は一般風の風向により異なる。湖風の風向の時間変化は琵琶湖東岸では時計回りであり，西岸では反時計回りである。さらに枝川は湖上の観測から湖陸の気温差・風速差などの日変化・季節変化の知見を得た。

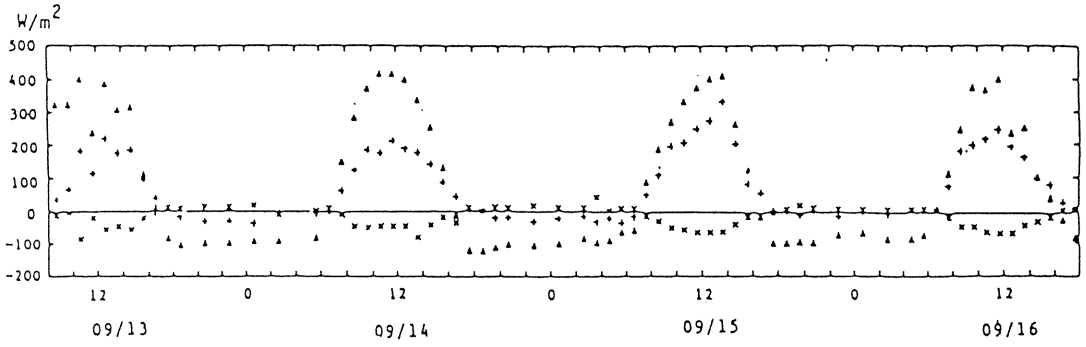
南米パタゴニア北氷床上の熱収支観測を行い，近藤・井上は積雪の融解に対する放射と乱流輸送の役割を明らかにした。即ち強風時には乱流熱輸送が熱輸送全体の 66% をしめ，静穏時には放射が 64% をしめる。一般に雲量が多くアルベドが大きいため正味短波放射の日日変動は小さいが，風速の変動が大きいため乱流熱輸送の変動は大きい。また井上は氷河上の風について氷河風がしめる割合（70%），氷河風の速さと層厚，周期，気温また一般風との関係についての知見を得た。

チベット高原西部で気球観測を行い，井上は風の鉛直構造は 3 層に分類できることを示した。地表面の加熱・冷却に直接応答する風は 100 m 以下であり，地上の谷風は中層（約 6000 m 以下）の南西風と合体した時突然発達するが，中層風が北風の時は地上では谷風は見られない。

地表付近では周囲の地形によって引き起こされた気象現象の変化が大きな役割を果たすことがある。すなわち大規模な気象現象が同一であっても，周囲の地形によって地表付近での気象現象特に風の分布は大きく変化する。このような現象の法則性を実測によって確立すると共にこれを定量的に数値モデルによって表現することが光田らを中心に進められている。

大気境界層の上の部分すなわち 10 m から 1000 m ぐらいの範囲の状態は今まで研究が最も遅れていた領域である。これは計測の手段に適当なものがなかったことにもよるが，最近の高い塔の利用や遠隔測定装置の進歩によって研究が進められるようになった。その結果，光田，内田は積雲の下の境界層中にも積雲対流と連なる上昇気流域が存在し，その気流が回転していることを見い出した。

接地境界層については観測あるいは理論のいろいろな面からの研究が進められている。重点は乱流輸送量の測定とその結果に基づく境界層過程の研究である。海洋上での乱流輸送の測定はこれまでにあまり試みられたことが無かったので特に重点をおいて観測事実の蓄積をはかった。また，陸上の裸地上においては比較的観測が多いので，



図—3.7 1989年 9 月13～16日の HEIFE 地域ゴビ観測点における乱流輸送と純放射の変化△は純放射量，＋は顕熱の乱流輸送，×は水蒸気（潜熱換算）の乱流輸送。乱流輸送量は超音波風速計を用いた直接測定の結果で，大気中に放出される場合が正。

これに基づいて境界層課程の定式化を進め，シミュレションを行うための研究が進みつつある。

各種物質あるいはエネルギーの乱流輸送の中でも水蒸気の輸送すなはち蒸発に関する研究は水蒸気変動の検出装置に良いものが無いこともあって比較的遅れている。そのため蒸発測定の方法に関する研究を進めると共に，蒸発の機構について地表面の極近くの分子層内の現象にまで立ち戻って研究が進められている。

特に光田は中国のゴビ砂漠で，快晴の昼間に水蒸気の乱流輸送が下向きになっているという不思議な現象を見出して報告している。

境界層の研究には国際的な協力のもとに進められているものが幾つかあるが，学術振興会による炭酸ガス変動計に関する国際比較観測，WCRP の一部としての層状雲の下の境界層の観測，日中共同研究としての中国黒河流域における地空相互作用の研究などが進められている。

3.8 境界層の測定法とデータ解析法

プラネタリー境界層の中での現象は比較的その変動の速度が早く，測定の回数を比較的密にしなければ現象の研究は進められない。また地上から塔を立てて測定するというのも容易ではないので地上からの遠隔測定によらねばならない面が多い。そのために計測法の基本について検討した結果，風については音を用いたドップラーソーダが，気温については電波を用いたマイクロ波放射計を用いるのが適していると考えて，光田・堀口はその開発を進めている。ソーダについては変換器に開口合成方式を用い地上数百 m までの風の 3 成分を30秒毎に 30 m 毎ぐらいの間隔で測定可能な装置まで改良することが出来た。マイクロ波放射計は現在試験観測中である。

大気の流れの性質について，特にそれが乱流状態にあるところから，乱流の性質についての基礎的な研究がなされた。山田は特に新しいウェィブレット解析法について具体的な計算法を提案し，その応用についての研究を進めている。

3.9 大 雪 ・ 雪 害

昭和55—56年の北陸豪雪の気象学的特徴を中島等が解析した。昭和38年の豪雪と比較すると，平野部では今回の方が積雪深が大きなところが多く，山間部ではこの逆である。大気大循環の見地からは38年の方が波数3が安定しており，また今回は 500 mb の負偏差中心が日本より太平洋方面に偏していた。55年福井市付近を襲ったものは里雪型の典型であり，非常に発達した積乱雲からの主として霰による豪雪で例年より時期が早く集中度が大であった。

琵琶湖流域の降・積雪について中島等は観測・写真の解析・アンケート調査結果を用いてその特性の解析を行なった。北部山地の積雪深の増加に寄与するのは主として降雪強度が10分間に 1 cm，継続時間が 1 時間程度以下の降雪であること，降雪粒子の大部分はアラレであることなどの結果をえた。

冬型気圧配置と低気圧の2種の気象条件下で京都盆地に降った雪の安定酸素同位体組成を井上等が調べたが，その平均値は降雪をもたらした 2 種の気象条件に関係なく，降雪粒子が成長したと考えられる－10°C の高度から雲頂までの層厚と極めてよい相関があった。降雪の同位体組成を決める要因として降雪雲の鉛直方向の発達度が一義的に重要であることが示唆された。

雪氷災害と防災力の地域特性を明らかにするため新聞記事の資料を解析し，井上等は一般的に交通運輸関係の雪害が全雪害の半数以上をしめており，寡雪年ほどこの傾向が強いこと，京都・滋賀では他地域に比べて交通障害が多くまた除雪体制の不備等防災力の弱さがあることなどを示した。また井上は日本海側の降雪の比重について北海道では0.043であるが，本州では寒候期の平均気温と一義的な相関があることを示した。

3.10 気 象 災 害

1953—1983年の30年間の災害問題の変遷を気象災害そのものの変化，気象業務・技術の発展，防災関連法規の発展の各方面から中島が分析した。1950年代は山野の荒廃のため大災害が生じたが，1960年代になって防災力が強化され人的被害が減少し台風の来襲も減ってきたため災害の性格が変化してきた。近年では土石流や山腹崩壊など地盤災害が人命を失う大きな原因となってきた。気象現象の理論的解析は進歩したのに予報精度はそれほど高くなっていないが，予報の伝達や復旧・防止技術は著しく進歩した。また気象災害の性格は単なる破滅・死亡といったものから経済的総合的被害へと変化しつつある。

雷雲中の雷放電の電光からの紫外線を測定しこれを雹害防止に利用することを検討した。中国での降雹雲と雷放電の観測例から徐・村松は電光の頻度と電撃の波形から非降雹雲，弱降雹雲，強降雹雲の識別が可能であること，また雹害の人工防御の実験・研究にこの装置が利用できることをしめした。また皆既日食時の太陽紫外線の観測から，太陽光球層の白班は中間紫外線の強い放射源であること，光球層の表面付近はその弱い放射源であること，コロナ層と彩層にはその放射源が無いことを示した。

4. 水災害に関する研究

4.1 洪 水 流 出

4.1.1 降水予測

レーダー雨量計が設置されてから，レーダーによって得られる情報をもとに短時間降雨予測手法の開発が可能となった。短時間降雨予測とは数時間先の降水強度分布を数 km 四方という水平分解能で予測することをいい，洪水予測や土石流発生予知等の入力情報として非常に重要なものである。

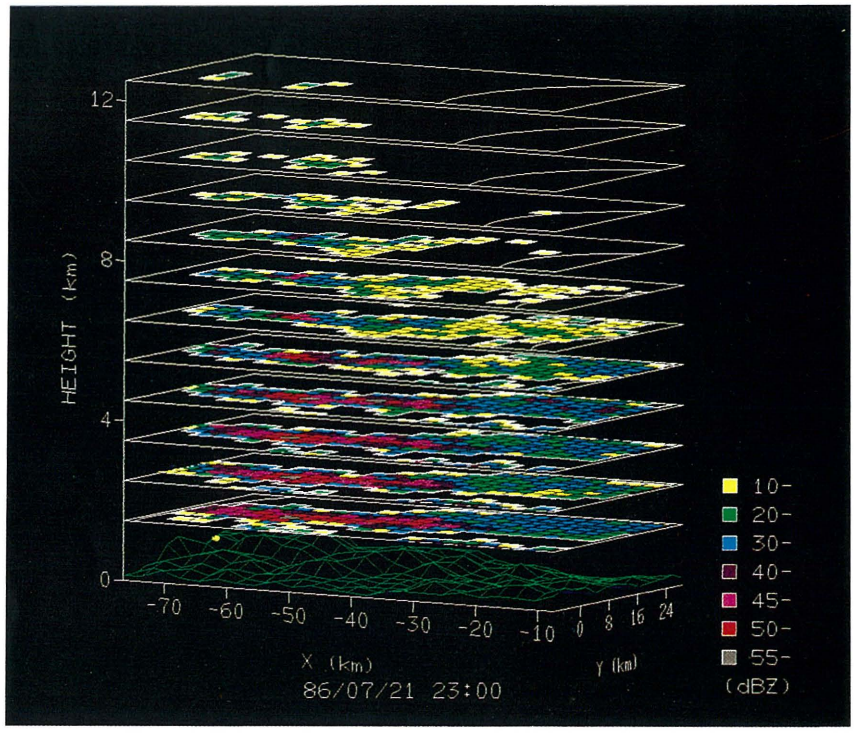
高棹・椎葉・中北はレーダー雨量計によって得られる降水強度の水平分布だけを用いて２～３時間先までの降水強度分布を予測する手法を提案した。その手法では，降水強度のラグランジュ微分をオイラー的に表現し，さらにこれが降水強度の一次式で表わされるモデルを考える。一次式の係数および速度ベクトルは，地点ごとに一定として重みつき相関解析により過去の降水データより同定し，同定された係数および速度ベクトルが３時間程度先まで一定として，予測計算を行う。この手法を用いて８ケースの降雨予測計算を行いその有効性を示している。

さらに，椎葉・高棹・中北は，降水強度面の変化が移流モデルによって表わされるとし，雨域の平行移動，回転，せん断的歪，膨張などを考慮するために，予測に用いる移流ベクトル，発達・衰弱項を位置座標の一次式で表現した。本手法では雨域変形のパラメータを求める問題を線形最小自乗推定問題として定式化している。引続き，高棹・椎葉・宝・中北は，この移流モデルを用いて台風性降雨の降雨強度分布の時間的変化傾向を分析するとともに，実時間予測手法を改良し，その適用結果を示した。これより，３時間移動平均法よりはるかによい精度が得られた。

以上の開発された手法は，充分実用に供することが可能な手法であり，そういった意味で完成された手法である。しかし，わが国は地形が複雑であるので，地形の影響を受けた降雨の予測も可能にすることは極めて重要である。こういった点に鑑み，３次元的（立体的）に観測可能な３次元レーダーからの情報をいかに有効に活用し，短時間降雨予測手法の構築を図って行くかという試みが開始された。

中北・椎葉・池淵・高棹は，３次元レーダー情報の利用を考えるにあたって，まず第一に利用するレーダーデータの分解能，すなわちレーダーデータがどの程度降水構造やその変動特性を表現し得るかを前もって把握しておく必要があるとして，カラーグラフィックスを用いて，３次元的なエコーの強度分布を直観的に表現するための画像

の開発を行うとともに，それらの画像を用いて建設省深山レーダー雨量計データの分解能を調査した。その結果，エコー域の3次元的輪郭と強度分布とを同時に画像上に表現するFVCAPPI，RRHIの開発により，メソγスケールでみた3次元的なエコー強度分布を直観的に把握することができるようになった。マルチセル型雷雨を例にとりあげれば，それが発達段階の異なるいくつかのセルから成っていることが確認できる程度までの分解能があることがわかった。またRHTIの開発によって鉛直断面内のエコー強度の時間変化はもとより，エコー進行方向の鉛直断面を設定することで，たとえばマルチセル型雷雨についてはそれを構成している各セルの発生・衰弱も直観的に追跡調査できるようになった。



写真—3.5　3次元レーダー情報の解析画像

一方，中北・筒井・池淵・高棹は，3次元レーダーによって観測されたエコー強度分布の特性がどの程度ルーチン観測による気象データによって説明づけられ得るか調査を行い、エコー強度分布やその変動特性はルーチン観測による気象データや地形と関連させて定性的に説明づけられる部分の多いことを示した。まず強雨域は地上の南方風の収束域付近に存在し，さらに南方風の流入形態が地形の凹凸の影響を受けて一様でないことから，その収束域は局地的となる。したがって複雑な地形を有する日本では，地上風の流入形態におよぼす地形の影響は無視することはできない。さらに，南方風が山岳斜面によってもともと対流不安定な場の中で強制上昇させられる場所でかなり発達した対流性エコーの存在することや，上空からの乾燥空気の流入が対流内の下降流の発生・維持と関係していると考えられる部分のあることなどが確認された。

以上の調査結果から，山岳の影響を受けた下層の風速場が重要であるという認識に立ち，中北・筒井・池淵・高棹は，メソβスケールでみた下層風速場の偏りが，レーダー観測域を通過するメソ擾乱に起因するというよりは，本質的にはむしろ総観場と地形の影響によるものであると考えた。そして、山岳周りの大気流れに総観スケールの温度場が及ぼす影響を調査し，その結果に基づきメソスケールモデルを用いた3次元数値シミュレーションを行うことによって，昭和61年の集中豪雨時の下層風の流入形態の再現を試み，その風速場に水蒸気を流入させ、簡

単な降雨モデルによって降雨分布の算定を行なった。静力学的釣合の仮定では表現しきれない部分もあるものの，再現した結果は観測値を良く表現しており，地形，総観場という情報から水蒸気の流入形態，ひいては強雨域の局地性という非常に重要な情報を抽出して行ける可能性が示された。

以上の調査をもとに，中北・村田・池淵・高棹は，アメダス地上風を下端の境界条件として，気圧傾度力，コリオリ力，摩擦力がつりあいの状態にあるものとして，地形情報，アメダス，高層観測情報から大気の流れ場を算出する方法を示すとともに，下層の風速分布のみから推定してきた下層水蒸気流入量の不均一性を確認した。次に，メソ擾乱に伴ってレーダー観測域を通過する不安定な場を，採用した降雨モデルに適用できる形でモデル化し，地形の影響を受けた降雨分布およびその時間変動特性の再現を試みた。これより本手法の基本的な立場の有効性が確認されたばかりでなく，地形の影響に関してここまで推定してきたことの正しさが証明された。

本再現手法を実時間手法に発展させるために，中北・椎葉・池淵・高棹は，水分の3次元連続式を基礎として，単位時間，単位体積あたりの水蒸気の相変化量を3次元レーダーによるエコー強度データから推定する手法を展開するとともに，水収支という観点から捉えた大気の鉛直速度の推定手法もあわせて示した。さらに，下層風の流入形態と水蒸気相変化量分布との関係，下層での相変化量が降水量に対して占める割合等の調査を行い梅雨時における下層からの水蒸気流入の重要性を確認するとともに，本手法の有効性や問題点について考察を加え，その上で3次元的な水蒸気相変化量分布の推定手法に発展させ，定量・定性両面から現象を説明づける良好な結果を得た。

また，中北・山浦・椎葉・池淵・高棹は，3次元レーダー情報から地形の影響を受けていない擾乱本来の場を抽出し，その場を予測した上で降雨に変換することによって，地形の影響を受ける降雨の予測を行う，という方針に従って開発した準気象学的・物理的根拠を持つ短時間降雨予測手法の具体的な降雨予測の手順を示し，梅雨時の豪雨への適用を試みた。その結果，降雨パターンの時間変動の外挿に基づく従来の手法では予測できなかった新たな雨域の発生・発達を予測するなど実時間手法としての降雨予測手法となることが示された。

4.1.2 洪水流出モデルと地形解析

(1) 洪水流出モデル

小葉竹・石原は，単位流域内における雨水の変換過程をタンクモデルで，河道系の合流・流下過程を線形仮定に基づく修正集中面積図で表す簡便で精度の高い流出計算法を提案すると共に，そのパラメータの総合化を行い，その有効性を実証的に示した。

友杉・石原は流出計算上の基本問題の1つである場及び入力の不均一性の効果の評価問題に注目し，斜面系での流れが平行・収束・発散型となる3種の要素的斜面モデルに，不均一分布として三角形を基本とする降雨モデルを与えた場合に特性曲線法を適用し，降雨ピークの時間的又は空間的位置が出水波形特性とどのような関係があるかを一般的に把握した。また、洪水到達時間，ひいては合理式の意義・内容等について再検討を行い，有意義な知見を得ている。さらに，これらのうち「降雨の空間分布によって，破壊力の大きな段波状の出水波形が生じることがある」という結果を重視し，同様な斜面モデルで段波が発生する一般的場合である kinematic shock に注目し，shock が発生する場合の従来の数値計算法の妥当性の検証用となることも期して，厳密な解析解が得られる比較的簡単なケースを対象として，shock の発生限界，front の追跡等について一般的・解析的結果を得た。

友杉は，大河川と比べて一般に観測体制が不十分でかつ流出の速い中小河川における豪雨出水の危険度を，任意の流域条件に応じて，降雨情報から実時間に予知する方法を確立するための研究の一環として，簡単な等価粗度法に基づいた増水時流量の簡易推算法を提案し，その妥当性を検証すると共に，パラメータの評価法，パラメータの安定性の問題について理論的または数値実験的に検討を進め，その実用化を計ることに努めている。

高棹・椎葉は，流出場の形状を表わす地形パターン関数を Kinematic Wave 法の基礎式に導入し，中間流・地表面流の流量流積関係式を用いることによって，A 層に被覆された曲面を流出場とする山腹斜面での中間流・地表面

流を分析するという目的を達成した。特に，流出場形状が収束または発散する円錐面であるとき，地形パターン関数は線形となり，この場合について数値実験結果を提示した。さらに，地形パターン関数の意味を拡張し，それをKinematic Wave 法の新しいパラメータと考えることにすれば，地形パターン関数を導入した Kinematic Wave 法は非常に適用範囲の広いモデルとなり，実際，横流入強度が空間的に一様であるときには，このモデルを用いて河道網系を統合的に表現できることを数値実験により明らかにした。

高棹・椎葉はまず分布型モデルである単一要素 Kinematic Wave モデルを，多段貯水池モデルで集中化した。すなわち，(1)流出場をいくつかの区分に分割する，(2)定常時水面形状を仮定して各区分の貯水量～流出量関係を求める，(3)，(2)で得られた貯水量～流出量関係をもった多段貯水池系でもとの Kinematic Wave モデルを近似するという集中化手法を提案するとともに，(1)の分割の方法を数値実験によって検討し，集中化誤差と区分数の関係を明らかにした。さらに中北・高棹・椎葉は，河道網系 Kinematic Wave モデルの集中化方法を展開するとともに，その理論的な集中化の規準を与えた。具体的には，まず河道網を有限個の部分河道網に分割し，定常時水面形状を積分して得られる貯水量～流出量関係式を適用して河道網系を連立常微分方程式系でモデル化（集中化）した上で，先の単一要素 Kinematic Wave モデルの集中化誤差構造と関連させて部分河道網への分割規準を与えた。これらの分割手順と集中化計算の方法とが首尾一貫しているので，河道網流出の追跡計算をすることなく集中化誤差を求めることができるし，反対に許容される集中化誤差に応じた流出計算を行うことが可能となった。

さて，多種多様な流出モデルがこれまで提案されてきたが，それらのうちどのモデルを用いれば良いのかという問題には明確な解答が与えられていない。こういった点に鑑み，高棹・椎葉・宝は面積数 100 km^2 以下のいわゆる単一流域の洪水流出モデルの評価について１つのアプローチを示した。本手法は，(1)分布型モデルと集中型モデルを区別し，分布型モデルを介して当該流域における最良の集中型モデルを見いだそうとし，実測データが不要である，(2)情報量規準（AIC）を導入しているので，モデルの適合度だけでなくモデルの簡潔さも評価できる，という特徴を有しており，高棹・椎葉・宝は，階層的構造をもつモデルの最適次数の選択，異なる構造をもつモデル相互の優劣の比較といった問題に対する適用例を示した。高棹・宝・楠橋は，これらをさらに発展させ，洪水流出モデルの評価を確率過程的観点から行う方法を提案した。まず，時間的に確率変動する降雨を入力とした場合の Kinematic Wave モデルの出力の確率的挙動を，斜面系および斜面＋河道系について数値実験により明らかにした。特に斜面＋河道系では，河道位数と流域面積の変化が確率変換特性に及ぼす効果が検討された。次に３種の貯留関数型モデルを取り上げ，それらを Kinematic Wave モデルの代わりに斜面系モデルとしておいた場合に，もとの系の確率変換特性が保存されるか否かという観点から比較評価を行った。

一方，高棹・椎葉・張は，不飽和・飽和流を統一的に取り扱う地中流モデルと Kinematic Wave 理論に基づく地表流モデルとを結合して地中流と表面流とを総合的に取り扱う数値シミュレーションモデルを構成し，これを用いて斜面系の流出機構を分析した。その解法は有限要素法によるものであり，全体を連立系として取り扱っているところに特徴があり，本モデルを用いて斜面に沿う復帰流の生成の様子を定量的に観察することができるようになった。

市川は，都市域のような比較的小さな流域であり，地表流とその後の下水管流が卓越する地域の雨水流出を予測するモデルとして，メッシュ法を開発した。すなわち，流域を 10 m のメッシュに細分し，各々のメッシュの土地利用の情報を国土地理院作成の土地利用細密情報を利用して記述し，水の動きをタイムステップ１分としてメッシュごとに追跡するモデルを構成し，そのための計算機のソフトウェアを開発するとともに，東京の野川（多摩川の支流）に適用した。

(2) 地形解析

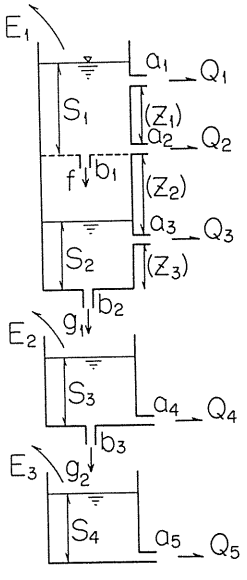
宝・高棹・溝渕は，近年急速に普及してきたパソコンを利用して水文地形解析を自動的に実行するシステムを構築し，基本的な検討を行った。面積数 100 km^2 の流域地形図に 250 m 間隔で直交するメッシュを掛け，その交点

の標高データを用いて流域の地形特性量（Horton-Strahler 位数に基づく分岐比，河道長比，集水面積比，河道勾配比など）を自動算定するプログラムを開発するとともに，1次河道選定の精粗による地形特性量の変化を調べ，解析スケールにより特性量がどの様に変化するかを明らかにし，地形則の適合性を検討した。また，ディジタイザにより地形図上の河道網を直接入力し，地形特性量を自動算定するプログラムを開発し，上記の結果と比較した。これらにより，通例複雑な作業を必要とする水文地形解析の省力化・客観化が実現されるとともに，コンピュータを用いた水文地形解析の可能性と諸問題が明らかにされた。さらに，宝・高棹・溝渕・杉原は，国土数値情報の標高ファイル（KS-110-1），流路位置データファイル（KS-272）および流域界・非集水域界線位置ファイル（KS-272）を大型計算機で処理し，位数・マグニチュードに基づく河道網系の地形量，流域の3次元的特性を算定・解析できるシステムを構築した。これにより，日本全国の多数の流域を対象として解析を行い，国土数値情報の水文地形解析への適用の可能性を探った。

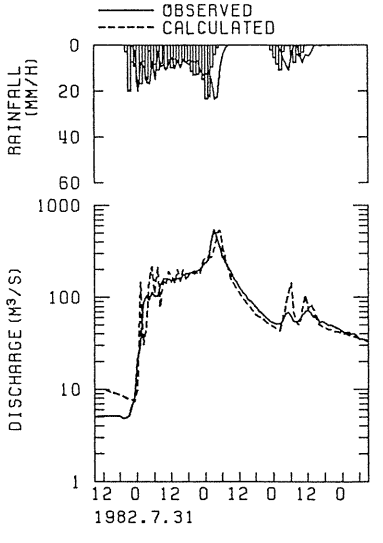
一方，高棹・椎葉・立川は，実流域の地形構造に即した流出モデルを構成するために，有限要素法における要素構成法を採用して，対象とする流域全体を三角形要素の集合体としてモデル化し，地形図上の等高線と河道，または国土数値情報の標高データファイル・流路位置ファイルのデータを入力すれば，計算機内部で自動的に流域界を決定し，流域を斜面要素に分割するシステムを提示した。このシステムを用いて斜面要素の地形量を自動的に算定し，ここの斜面要素に斜面要素モデルを適用することによって，流域地形構造に即して斜面・河道網の雨水流を追跡することが可能となった。さらに，高棹・椎葉・立川・山口は，流域場モデルの生成の例として，滋賀県野洲川支川荒川流域試験地梅ケ谷流域と長野県木曽川上流の伊那川流域を取り上げ，斜面要素に分割するとともに，伊那川流域に関しては斜面要素の流出モデルとして，円錐面状の流れのモデルを採用して流域全体からの流出を計算して，実測流量を概ね再現できることを示した。

4.1.3 洪水予報・調節のための流出予測

洪水流出解析法にほぼ共通した難点の一つに，有効雨量をいかに合理的に推定するかという問題点があり，とくに洪水のオンライン予測を考えるとき，これが重要な問題となる。角屋・永井は，この難点を解消する目的で長短期流出両用モデルを開発した。このモデルでは，Manning 型表面流出，速い中間流出，遅い中間流出，地下水流出



図—3.8 長短期流出両用モデル



図—3.9 愛知川，永源寺ダムにおける3時間先の予測流量と観測流量との比較

の各流出成分が考慮されている他に，Horton の浸透能式を表現できる構造となっている。また，流出解析を行う時間刻みを自由に選択変更できるため，洪水と低水の連続計算が容易に行える特長を持っている。当初，長短期流出両用モデル（LST-I）が提案されたが，その後改良が加えられて物理的にも無理のないモデル（LST-II）が新たに提案され，これが現在のところ最良に近いモデルと目されている（図—3.8)。このモデルは，まず小試験地流域に適用され，洪水流出・長期流出とも再現性は良好で，とくに長期流出については菅原の直列4段タンクモデルよりも再現性のよいことが示されており，さらに，かなりの面積を持ちデータの信頼性や流域平均降水量の推定法に問題のある一般河川流域においても実用上十分な適応性があることが確かめられている。次いで角屋・田中丸は，このモデルをいくつかのダム流域に適用して，その適応性を吟味するとともに，洪水時の実時間予測精度を向上させるため，Kalman フィルターを利用する予測システムを構築し，1～3時間先の洪水流量が実用上十分な精度で予測できることを示している（図—3.9)。

高棹・椎葉・宝は，確率論的な洪水予測手法開発の第一歩として，ブラックボックス的な降雨－流出応答モデルの同定の不十分さを有色ノイズを導入することによって補う試みを行った。すなわち，実流域のデータを用いて同定・予測計算を行い，有色ノイズを導入したモデルとそうでないモデルとを比較検討し，適当な次数の有色ノイズを付加することによって流出予測が改善されることを明らかにした。

次に高棹・椎葉・宝は，物理的基礎をもつ状態空間型モデルに基づいた確率過程的流出モデルを開発するために，まず，損失，直接流出，間接流出の各機構の相互関係を考慮する斜面系モデルと，河道網での流下・合流過程を統合的に表現する河道網系モデルとからなる連続時間の集中型モデルを新たに構成し，次いで，観測誤差やモデル誤差に対応する確率的外乱項を1次自己回帰過程と状態量の積でモデル化して先の決定論的集中型流出モデルに付加して確率過程的モデルを構成した。このモデルを記述する確率微分方程式の解法として統計的線形化による局所線形化と反復解法を適用し，Kalman フィルターによって状態推定を修正しつつ，将来の流出量の予測値と予測誤差分散を与える逐次的流出予測手法を構成した。また，この予測方式では降雨の予測値と予測誤差分散が必要であるので，過去の降雨流出資料を用いてこの流出予測モデルの有効性を検証するために，降雨予測値を与えられた精度で模擬発生させる手法も開発した。

さらに高棹・椎葉・宝は，大河川の実時間予測によく用いられている貯留関数モデルを流出モデルとして取り上げ，それに確率的外乱項を導入し，先と同様に統計的線形化や Kalman フィルターを用いた実時間洪水予測手法を構成した。実流域データを用いて，パラメータ同定の後，実時間予測を試み，モデル誤差と観測誤差，有色ノイズ導入の効果，降雨予測精度と流出予測精度との関連，予測結果の良否を検証し，この手法がかなり実用的であることを明らかにした。次いで，本手法を複合流域からなる流域にも適用できるよう発展させた。さらに，高棹・椎葉・富澤は，確率ベクトルの関数の統計的二次近似理論と，統計的二次近似フィルター理論を展開し，これを応用した流出予測システムに発展させた。すなわち，Kalman フィルターの数値的不安定性を改善した UD フィルターアルゴリズムを利用するとともに，非線形関数に対しては統計的二次近似手法を適用し，流出予測と降雨予測との結合についても UD 分解手法による定式化を行うことにより，任意の流域に適応できる確率過程的実時間洪水予測手法を完成させた。さらに，椎葉・高棹・中北は，本洪水予測手法に結合すべきレーダーを用いた降雨予測手法も開発することによって（内容は降雨予測の項目に記述），降雨・流出一体となった予測システムとしての完成を実現した。

さらに，高棹・椎葉・宝はここ数年検討してきた実時間洪水予測手法の実務への運用を念頭におき，中小型コンピュータで実行できるソフトウェア・システムを開発した。開発したプログラム（RFPI）は，最も基本的な単一流域用のコンプリート・プログラムで，流出モデルとして貯留関数法を用いている。小型コンピュータにより RFPI を実行し，洪水予測業務を模擬的に実施したところ，観測データの入力から予測結果（5時間）の出力に至

るまでに要する時間は2分程度であり，そのうちほとんどがデータ入力等の操作時刻であり演算処理はきわめて短時間で終了することを示した。

さて，水文流出系の予測問題に Kalman フィルター理論を適用するにあたっては，用いる流出モデルが線形であるか非線形であるか，状態変数に何をとるか，ノイズ項の特性をどう考えるかなどに応じて種々の取り扱いがある。宝・高棹・Barriga は，直接的あるいは間接的に観測される物理量を状態変数としてそれを Kalman フィルターによって時々刻々推定・更新しながら流出予測を行っていく方法（状態推定法）と，モデルパラメータを状態変数と読み替えてそれを時々刻々推定・更新して流出予測を行って行く方法（パラメータ推定法）とを比較するために，17年間の日単位の雨量・流量系列を用いて ARMAX 日流量モデルを同定した後，これと Kalman フィルターを組み合わせ（ARMAX-Kalman プレディクタ），予測検証用の12の出水データによって4種のプレディクターを検討して，非定常ノイズを考慮した状態推定法の予測性能が最も良いことを見いだした。

一方，高棹・宝・三谷・笛田はレーダー雨量計の即時的・広域的観測特性を有効に利用し，流出計算の入力として必要な雨量の推定精度を高めて出水予測精度の向上を図るために，レーダーデータから雨量に換算する際に用いる，レーダー反射因子と降雨強度との関係を与える経験式中の定数 B，β を領域内の多数の地上雨量計データを利用して実時間で逐次補正して行くことによって，面積雨量の推定精度，出水予測精度がどの程度向上するかという点について基本的な検討を行った。由良川流域（面積1,880 km^2）および大野川流域（面積 350 km^2）において，逐次補正の方法をいくつか試み，地上雨量のみを用いた場合，レーダー雨量のみを用いた場合とで，流域内の主要基準点の洪水ハイドログラフを比較して，適当な逐次補正を行うことにより出水予測精度が向上することを明らかにした。

高棹・椎葉・劉・上林は，降雨と流量の予測情報を実際に使われやすい形式で与える問題について考察し，そのために新しい実時間予測アルゴリズムを提案するとともに，多段貯水池モデルを用いた数値実験によって，この新しいアルゴリズムの有効性を示した。

高棹・椎葉・堀は，降雨・流量観測システムの設計に関し，降雨・流量観測所の設置位置，観測時間間隔をどのように取るかという問題を，流域下流端での流量予測精度，特にピーク流量の予測精度を評価基準として設計する方法を展開した。すなわち，降雨・流量観測システムの設計を流域下流端での流量予測精度を基準として行うために，流域内に設ける降雨観測所と流量観測所の数，空間的な配置および観測時間間隔が流域下流端流量の推定精度に及ぼす影響を算定する方法を，確率ベクトル場の Kalman フィルター理論を用いることによって導いた。さらに適用における第一段階として，1次元の流域モデル上での降雨観測所の設置位置決定問題を扱い，雨量計のもっとも効果の高い設置位置は常識的に考えられる流域の中心ではなく，流出の速度に応じて流域中央より上流によった位置であることを見いだした。これは，降雨観測所を流域内に一様におけば良いとは限らないことを示している。

4.1.4 土地利用の変化（都市化）による流出変化予知

角屋・永井は，丘陵山地流域および都市域の大中出水を対象として，わが国で用いられている代表的な洪水流出解析モデルである表面流出モデルと貯留関数モデルの最適同定を行い，両モデルの相互関連性などについて検討している。その結果，表面流出モデルと貯留関数モデルの斜面流の抵抗則を表す定数は同等とみなせること，特定の一出水について「ピーク流量発生時の流域平均貯留高は，ほぼ一定である」という仮定を導入すると両モデルの誤差応答面の谷の形状をうまく表現する式が得られることなどを示している。さらに角屋・永井は，その結果に基づいて誤差応答面の物理的意義を考慮した表面流出モデルおよび貯留関数モデルの新しい準最適同定法を提案し，新方法の効率が著者らがすでに提案している SP 法と比較して実用上格段に優れていることを示している。

また角屋・永井は，表面流出モデルと貯留関数モデルの最適同定の結果，および両モデルの相互関係についての理論的考察の結果に基づいて，山地流域における貯留関数総合化のための簡単な定数推定式を提案し，これをいく

つかの流域に適用して良好な結果の得られることを示した。杉山・角屋は，その研究をさらに発展させて，土地利用形態の異なるいくつかの流域の数多くの出水データを用いて得られた貯留関数モデル定数の最適同定結果を整理し，土地利用形態を考慮しつつモデル定数に及ぼす流域地形量の効果を検討して，貯留関数モデル定数の実用的な推定式を提案，検証するとともに，さらにこれを分布型モデルへ拡張適用する方法を提案している。

これらの都市化に伴う流出変化予知に関する一連の研究成果は，角屋によって取りまとめられている。そこでは都市化の水文学的立場からの定義・指標を示した後，舗装率の推定法，流域の雨水保留能の評価法，ハイドログラフの分析法などの発展史を述べ，都市化の影響の端的な表現法であるピーク流出特性の変化とその問題点について議論している。

これらの都市化に伴う流出変化予知に関する一連の研究成果は，防災調整池技術基準にも採用され社会に大きく貢献している。

4.2　河道での洪水流

4.2.1　洪水流の内部構造

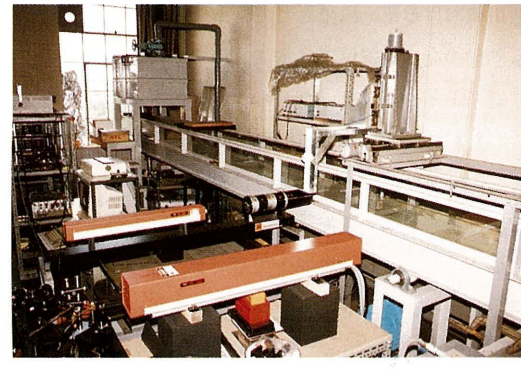
(1)　開水路流れの乱流構造に関する基礎的研究

プローブ計測による基礎的研究と流れの可視化法を用いた研究が行われている。今本・石垣は，レーザ流速計およびホットフィルム流速計を用いた乱れ計測を行っており，乱流の統計的特性のみならず変動特性についても検討を進めている。とりわけレーザ流速計は，流速の３方向成分を計測できること，流れを攪乱することなく計測できること，計測結果の信頼性が高いこと，等の利点があるので，それにより乱流の基本的な特性を把握するのに用いられている。計測は，流れの３次元的挙動を定量的評価により解明することを目的として行われ，２種のレーザ流速計システムを組み合わせることによって速度の３成分を同時に計測した。その結果，二次流の時間変動が計測され，その変動特性が明らかにされるとともに，二次流が乱れ特性量の分布に与える影響を検討している。

宇民・上野は，流れの水平断面をスリットを通したシート状の光で照射し，断層面内の流況をトレーサ法で撮影している。撮影された結果は画像処理されて，断層面内の流速ベクトルの面的な分布が得られている。この方法は乱流の組織的な構造の解明に非常に有効に用いられ，開水路流れにおける大規模渦の構造の解明が進められている。また，今本・石垣は，流れの横断面の流況を可視化する方法を開発し，二次流を直接計測するとともにその構造について検討している。

(2)　複断面および台形断面開水路流れの乱流構造

今本・石垣は，断面形状が流れの構造に与える効果を検討するため，複断面形状および台形断面形状を有する開水路流れを対象に，レーザ流速計を用いた乱流計測法と流れの可視化法を併用し，流れの内部構造について詳細な検討を行っている。その結果，複断面開水路流れでは，低水路と高水敷上の流れの複雑な相互干渉が流れの構造を支配する現象であることを指摘するとともに，そこで観察される強い二次流（斜昇流）の特性や流体の混合機構について興味ある知見を得ている。また，種々の側壁勾配を有する台形断面水路において詳細な速度計測および流れの可視化を行い，断面形状が流れの構造に与える影響を検討した。



写真―3.6　レーザー流速計による乱流計測

宇民・上野は複断面蛇行流の乱流構造を流れの可視化と画像処理の手法を用いて計測し，とくに低水路凸岸下流

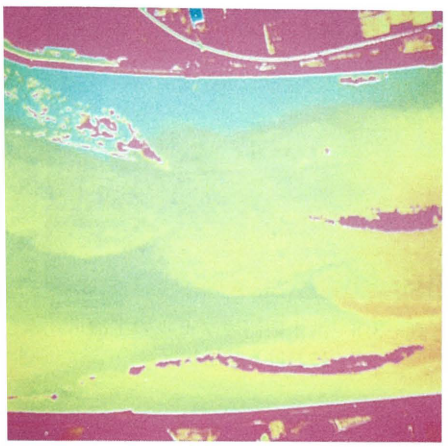
部における土砂堆積機構と乱流構造の関係を検討した。

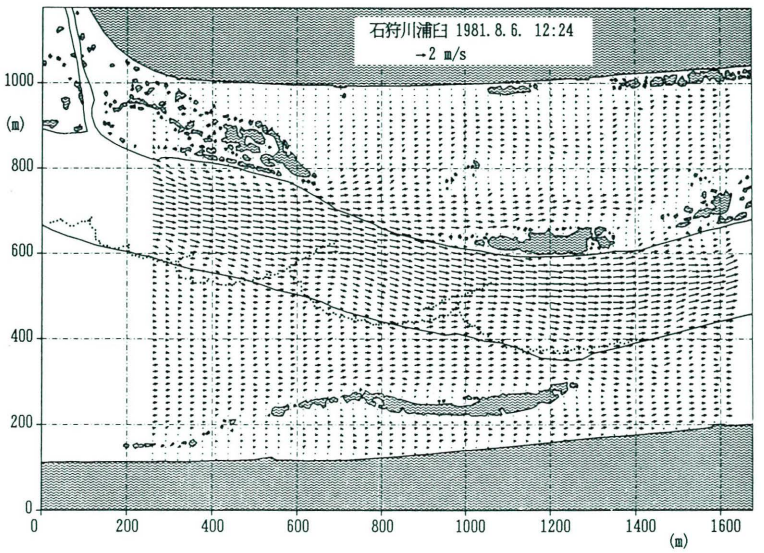
(3) 局所流の乱流構造

今本・大年は，橋脚周辺の洗掘現象を解明する基礎として橋脚周辺の流れの3次元性を，そこで観察される渦の挙動より検討し，橋脚の形状，橋脚の相互干渉などについて検討した。最近では，今本・石垣が杭型水制周辺の流れなどについて研究を行っている。

(4) 洪水流の乱流構造

宇民・上野は，洪水流航空写真の画像解析による洪水流の乱流構造に関する研究を行っている。洪水時に流送土砂の濃淡や気泡による水面模様を航空写真で撮影し，それを画像解析することによって水面における詳細な流速ベクトル分布が得られる。この方法により，洪水による河岸の洗掘機構ならびに土砂の輸送と堆積の機構が研究されている。さらにこの方法によれば，洪水の直後にその実態が明らかになるので，災害対策に有効である。





写真—3.7 洪水流航空写真の濃淡数値化結果（疑似カラー表示）とその画像解析により得られた流速ベクトル

洪水の内部構造を検討する方法として，水理模型を用いた検討方法が古くより用いられており，複雑な境界条件下での流れの構造を知る有効な手段である。今本は，従来行われてきた水理模型実験法の問題点を整理し，模型縮尺の選定方法について研究を進めている。

4.2.2 開水路底面粗度急変部の水理

河川横断構造物周辺の水叩き，護床工，移動床の接続部，あるいは植生部・非植生部の変化点などに見られるような底面粗度の急変部を通過する洪水流の内部機構を明らかにし，局所洗掘や河床変動，水面形計算の境界条件への影響を見出す努力が払われている。すなわち，神田（明石高専）・村本・藤田らは，路床粗度の急変による流れの遷移に関して，水面形の遷移形態に基づいた系統的な実験を半球粗面と滑面を接続した路床を用いて行い，乱れ特性の変化と浮遊砂輸送過程を詳細に測定して，跳水や支配断面の位置が粗度急変点から下流側にずれること，流速及び乱れの特性は底面から内部境界層を形成しながら変化していき，乱れ強度変化から定義された遷移長は粗度の変化程度が大きいほど長く，かつ粗面から滑面への場合の方が長くなること，内部境界層では，移流及び鉛直拡散による乱れエネルギーの移動が卓越し，浮遊砂は乱れ特性に対応して，粗面から滑面では上方から下方へ，逆の場合には下方から上方へ移動すること，などの特徴を明らかにした。

ついで，k–ε 乱流モデルと移流拡散方程式を用いた数値モデルによる計算結果を実験値と比較して，その適用性の高いことを示し，改善点について考察した。また，粗度の形状及びレイノルズ数が水面形の遷移に及ぼす影響は小さく，その遷移が主としてフルード数に支配されることを見出し，この特性を用いた2段階 Lax-Wendroff 法による水面形計算結果は滑面から粗面に変化する場合に実験結果と良好に一致することを示した。さらに，粗度急変部における流速，乱れ及び浮遊砂濃度の3次元的分布を測定して，中心線に沿った測定の代表性を検討するとともに，側壁などの3次元性の影響を考察している。

粗度急変に伴う護床工下流部の局所洗掘についても，神田・村本・藤田らは，イボ状の護床ブロック下流の洗掘過程に関する実験と現地調査を行っており，実験から洗掘過程の特徴を明らかにするとともに，流速分布及び底面の圧力・せん断力分布の測定結果に基づいて，非平衡流砂量式を用いた河床変動計算によって洗掘初期過程を予測できることを示した。

4.2.3 洪水観測力プセルの開発

洪水観測の意義，従来の観測方法・システムについて，藤田・村本・中村らは，それらの特徴と長所・短所を検討し，洪水流の内部構造を明らかにするために，流れとともに流下しながら，水深・流速・濁度・水温など直接計測していく無人カプセルを主体とした洪水流の空間的連続観測システムの利点を示して，その開発を試みている。試作段階のカプセルは，レジャー用の FRP 製小型ボートを重ね合わせた構造をしており，パケット無線通信で操作される姿勢制御と回収のための最小限の動力を備えたものであって，測定データはカプセル内部のマイコンにストレージされる。宇治川，円山川などで試用され，現在通信制御や測定方法の改良が重ねられている。



写真—3.8 洪水観測カプセルの宇治川における試用状況

4.2.4 ダム決壊による洪水流

ダム・貯水池の決壊に伴う洪水流出と洪水流の特性は，我国では主に豪雨時の農業用溜池の溢水によって起こることが知られているが，1985年7月北イタリア・ドロミテ地方のスタバにおいて蛍石鉱山のテイリング（鉱滓）ダムが突如決壊し，ダムの決壊流出と同様に大規模な泥流が約 5 km 流下して，47軒の建物を全壊させて286名の人命を奪った。この災害について，村本・高橋・宇野（岐阜大）は，現地調査を行い，水理学的な観点から各点の流速・流量と流達時間の流下過程を明らかにし，土質試験と堤体のすべり安定解析結果に基づいて決壊原因を推定した。さらに，既往のダム決壊災害事例及び類似ダムの災害資料を整理して，我国の類似災害と防止策について要点を纏めている。

上記のような貯水池決壊による流出と洪水流の流下特性について，村本は，堆砂した貯水池の全面決壊を想定した基礎実験と水理解析から，洪水・土砂流出量の時間的変化に関する簡便な予測法を提案している。まず，水のみの決壊流出の近似解を導き，それと実験結果を比較して，貯水池上流端の水位変化は近似解と一致するが，流出流量は貯水池下流端の河床低下に伴う限界水深点の移動に対応して急増し，堆砂の無い場合に比して流出ハイドログラフが急峻になることを示した。こうした洪水と土砂の流出過程を特性曲線法と流砂量式を用いてモデル化し，その近似解法の適合性を実験結果から検討するとともに，それに基づいて流出流量，土砂濃度，総流出流量と貯水池諸元の関係について考察した。

さらに，村本・大久保・李らは，一様幅の固定床滑面・粗面水路，下流に貯水池を接続している水路，及び移動床水路を対象として，貯水池決壊段波の流下過程を基礎実験と数値解析によって考察し，以下の諸点を見出してい

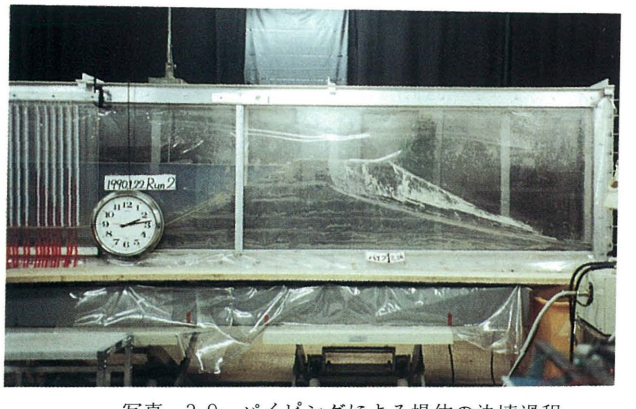
る。固定床水路では，実験と計算の結果が定性的には一致する。しかし，一定の粗度係数を用いた計算では全流下過程における段波の伝播特性を表し得ない。貯水池における進行波の伝播特性は実験と計算で一致するが，波高の大きい遡上段波は過小評価となり，下流端条件の検討が必要である。移動床上の段波は，固定床上のものに比して，フロントの立ち上がりが急で，流下途上で波高の増大する場合も生じた。河床変動の計算結果はやや過小評価となったが，類似した洗掘の伝播と形状特性を示した。

4.3 洪 水 氾 濫

4.3.1 河川堤防の決壊過程

河川堤防の決壊による災害の規模は外水の流入量と決壊の形態に支配され，被災の軽減のためには決壊口の適切な締切が重要である。一般に，その決壊は，部分的な欠壊から始まることが多く，そこを流入する外水によって，開口部が拡大して全面的な決壊に至り，深い洗掘穴を伴った破堤口が形成される。藤田・田村・村本は，このような決壊口の拡大過程の研究の重要性と基礎実験の必要性を過去の事例調査と従来の研究状況に基づいて明らかにした。ついで，大小2種類の装置を作製して行った基礎実験とその結果を事例調査と比較して，決壊口の形状と拡大過程の特徴を見出した。すなわち，その拡大過程は，開口幅と通過流量の時間的変化から4段階に区分でき，両者とも単位幅当たりの stream power が最大となる第2段階で急増する。堤体に砂礫分が多いと両側にリッジを伴った浅く細長い洗掘穴が，一方細粒分が多いと深く円形に近い洗掘穴が形成される傾向があり，河川流の影響のある場合には，拡大形態が初期の2次元的なものから3次元的なものへと時間的に変化することを示した。こうした特性を考慮すると実験結果は実際のものとかなりの相似性のあることが判った。流入量の検討と流速分布の測定結果から，決壊口では支配断面の関係が成立していることが多く，河川流のある場合でも流入幅が適切に見積られればそうである。しかし，この場合，時間の経過とともに洗掘穴は上流側堤体の侵食土砂によって埋め戻されながら，下流側堤体を侵食して流下するので，流入幅は開口幅と大きく異なってくる。土砂収支の検討からこれらの場合における有効な掃流力の評価を試み，上記の流入特性とともに簡単な拡大過程の予測法として限界流モデルを示すとともに，流入流況の FEM 解析も試み，応急仮締切工法について，旧来の工法と最近の工法の相違点やそれらと決壊口の水理特性との関係を論じている。

藤田・村本・八尋は，堤防決壊のきっかけを与えるものとして，パイピングを取りあげた。すなわち，堤体決壊には，なんらかの原因で高水圧側から伸びていたパイプ状空洞に水位上昇に伴う高水圧が作用して生じる場合が多いと考えて，堤体模型の底部にパイプ状空洞を埋め込んだ鉛直2次元の基礎実験を行い，定常飽和一様浸透流の FEM 解析も試みて考察している。実験結果は，過剰間隙水圧による噴砂の発生・非発生によって2グループに分けられ，浸透流量は堤体の侵食・変形とともに時間的に増加する。堤体材料の粗いほど浸透流量が大きく急速に決壊するが，細砂材料では空洞の進行に伴う堤体の不安定化が著しかった。空洞先端が堤体の裏法側天端を越えてくると浸透流量は急増し，解析結果もそれを示していた。しかし，さらに粒径の細かい珪砂8号を用いた結果では浸透流量は堤体侵食の進行にも拘らず時間的に減少し，浸透経路の閉塞効果が推察される。また，浸透流解析を4点 FEM によって改善し，その間隙水



写真—3.9 パイピングによる堤体の決壊過程

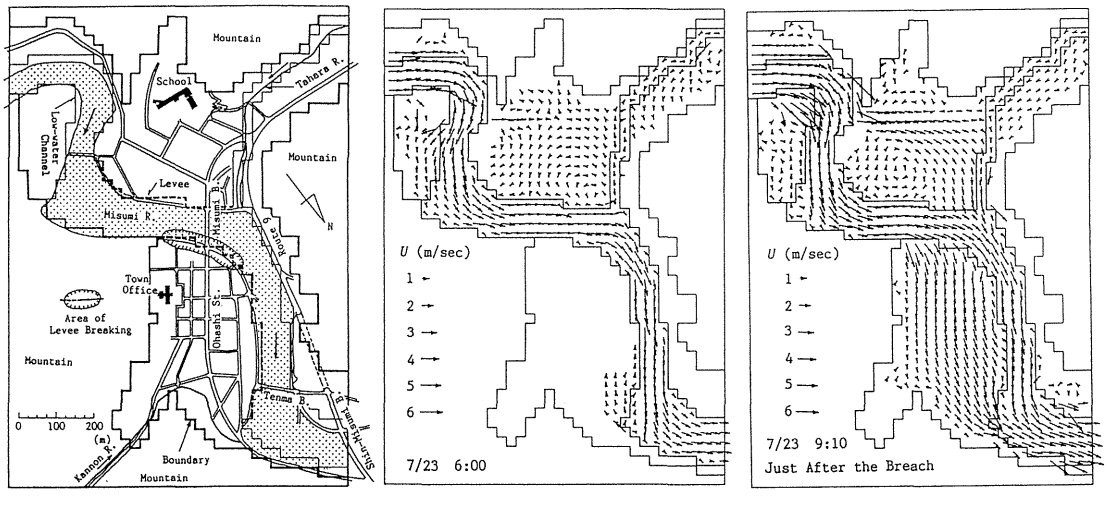
圧分布を用いて，簡易 Janbu 法による非円弧辷りの解析を行って堤体の安定性を検討した。その結果から，最小安全率が浸透流量の増大と対応して，空洞の裏法側への進行に伴って，急激に減少することを示した。

4.3.2 外水氾濫の解析

河川の計画規模を上回る洪水，あるいは計画時に想定されたよりもはるかに長期にわたる洪水によって，洪水が河道から溢水あるいは破堤して氾濫する事態は今後もなくならないものと思われる。高度に土地利用の進んだ都市域での氾濫水の挙動は複雑で，災害予測を困難なものとしており，基礎的な研究が最近になって開始された。高橋・中川らは，家屋，排水路，道路や堤防といった構造物群が存在している場における洪水氾濫流のシミュレーション法を示した。まず，氾濫解析のための基礎方程式系とその安定かつ精度の良い数値計算を行うための差分表示式について検討し，独自の風上差分法を導入した。ついで，構造物群の配置が氾濫流に与える影響を定量的に評価する方法として，計算メッシュ内に含まれる建物の占有面積比を用いた通過率の概念を導入してよく現象が説明できることを見出した。また，広大な地域を対象とする場合には必然的に計算メッシュが大きなものとなるが，そのような場合，都市河川や堤防・道路の盛土のような線状の連続した構造物の取り扱いが問題となる。これに対してメッシュ境界で評価する方法を考案し，実験によって妥当性を検証した。高橋・大久保・中川は昭和57年の長崎豪雨災害での中島川流域の氾濫の実態を調査し，上記の方法による計算によって，現象がよく説明できることを示した。

外水氾濫に際しては決壊堤防の土砂の流入や河川流自体に含まれている土砂の流入が大量であれば，堤内地に土砂が堆積し，災害が激化する。高橋・中川らは，堤体土砂の流出による堤内地の土砂堆積現象を，従来の一次元掃流砂量式を平面二次元場へ拡張して用いる方法を考案し，街路内の土砂堆積分布の計算を可能にした。また，浮遊砂の氾濫堆積については，まず，一次元水路を用いた実験とその数値シミュレーションから，断面平均諸量を用いた解析でもかなり良く実験結果が説明されることを確認し，これを二次元場に拡張して，弯曲水路から浮遊砂のみが流出するような実験結果がうまく説明できることを示した。このような方法を実流域に適用して検討したところ，破堤形状や破堤所要時間の違いは，土砂堆積範囲や規模にはほとんど影響しないことが分かった。

高度に発達した都市では，地下空間が商店街や鉄道路線として利用されている場合が多いことから，巨大氾濫時には地下街の危険性が憂慮される。高橋・中川らは，上記の平面二次元流れのモデルを用いて地上と地下街での氾濫をリンクして計算できるようなモデルを構築した。これは実験によって検証されている。さらに，最近では，高



図—3.10 洪水氾濫過程の再現計算（三隅町，1983）

橋・中川らは，多量の流木が市街地に堰止められて災害を激化している例が見られることから，流木が家屋間空隙に捕捉されていく過程に関する一次元および二次元の実験を行い，その予測法について研究を進めている。

4.3.3 洪水氾濫による堤内地の地形変化

水害に対して安全な土地利用を図るには，氾濫による堤内地の地形変動特性を明らかにすることが重要であるが，村本・藤田・大久保は，昭和58年山陰豪雨による三隅川出水によって，堤内外の地形が一変するような被災を被った上河内・下河内地区を対象として包括的な研究を行ってきている。はじめに，災害資料の分析から，中・下流部の侵食・堆積分布が流域の河川地形とよく対応していて，対象地区がほぼ流域の遷緩点に当たることを指摘した。同時に，洪水の痕跡や時間経過及び堤内地の地形変化と土砂堆積状況の詳細な現地調査によって，堤内地の侵食深と堆積厚，粒度及び分布特性を把握し，礫・砂・シルト堆積域の区分を明らかにして氾濫流況及び流砂形態を推定した。続いて，洪水氾濫モデルを用いて流速の平面分布特性と掃流砂による地形変化を解析して，結果がそれぞれ推定流況と砂礫域の実測侵食・堆積状況とよく一致することを示した。しかし，浮遊砂も考慮した解析の結果では，下河内地区における大量の微細土砂の堆積厚は過小評価となったので，その原因を計算の境界条件，浮遊砂の基底濃度式ならびに堤内地の植生の影響の面から検討した。

この微細土砂の大量の堆積について，大久保・村本・李は，稲のような堤内地の植生内で流速が減少され，純沈降過程が出現すると仮定すれば，実測の堆積厚が説明されることを示した。さらに，洪水氾濫モデルの空間差分の影響による数値粘性と粗度係数の検討から，水平粘性を考慮した渦度モデルによる氾濫流れ解析の利点を指摘し，河道・堤内地にわたる場合に河岸高さで2層化する方法で適用した。計算結果の上層内の横断流速分布に基づいて，洪水流況の変化に対しても植生粗度が重要な役割を果たすことを示した。さらに，大久保・村本・井上は無堤河道の越流氾濫流れに関する実験から堤内地の粗度が流速横断分布に及ぼす効果を検討した。また植生上の流速分布について植生間隔を代表長とする渦動粘性係数を仮定した壁法則について実験値との適合性を検討し，流速分布との相似仮定を用いて，植生内の浮遊砂濃度分布を導き，これより微細土砂の堆積速度について検討した。

4.3.4 低平地雨水の動態解析

低平地の内水氾濫現象は，基本的には不定流問題であるが，大小様々な排水河川が網状に配置されている上，水田・宅地が混在しており，流出系がきわめて複雑であるため，その解析は容易でない。そこで，これを実用精度で解決するための基礎研究が角屋・岡・早瀬・永井によって以下のように進められた。

まずはじめに，従来の不定流の数値計算法の特質が，計算精度・安定性・計算時間の対比の形で解析的・シミュレーション的に検討され，計算精度に大差のないこと，安定性・計算時間の点では，modified leap frog 法が優れていることなどが明らかされた。次に，分合流を含む計算法が検討され，河道部と氾濫部を接続するための越流型分合流計算法が提案された。

このようにして完成された内水氾濫解析用の不定流－貯留モデルは，内水災害部門によって整備されている古川流域下流部の巨椋試験流域に適用され，実用上十分な結果が得られることが実証されるとともに，物理現象を損なわずに流出系をどの程度単純化できるかが検討された。その結果，全流域が主排水路－1階級下級の排水路－氾濫域とする2次の河道網系として表現できること，その場合のモデル定数の取り方などが明らかにされた。

さらに，このモデルの実用性を高めるために，角屋・早瀬は，モデルの単純化を図り，不定流の連続式と不等流式を用いる低平地タンクモデルを提案した。このモデルについても，巨椋試験流域で様々なテストが行われ実用性が確かめられた後，急激な都市化が進み排水計画上多くの問題を投げかけている京都市南部の古川流域に適用され，都市化と水害危険度の変化及びその対策が詳細に検討された。その結果，排水ポンプの増設によって下流部の水害危険度は吸収されるが上流部までは効果は及ばないこと，河道改修は上流部で効果的であるが下流部では状態を悪化させることなどが明らかにされた。また，当地域の洪水対策試案を検討し，ポンプの増設と下流水田域の遊

水池的利用が効果的であることが示され，さらに下流農地の浸水被害を軽減するため，農地を非浸水確率10年以上をA，5～10年をB，5年未満をCに3分級してゾーニングを行い，A・B級農地の拡大の必要性とその場合の洪水対策が提案されるとともに，その実現には，地域全体としての水害防止対策が必要であることなどが指摘された。

昭和61年7月には京都南部で1/50年（24時間雨量）～1/100年確率級（48時間雨量）の豪雨が発生し，古川流域においても内水災害を被ったが，角屋・増本は，その出水・氾濫現象をシミュレーション的に検討し，古川本川の改修を急ぐとともに，上流部に排水機場の新設が有用であることを指摘した。さらに，当地域に高速道路群が集中しつつある近年の動向が内水問題に及ぼす影響を検討し，高速道路の建設そのものは水害危険度を大きく変えるものではないが，その沿道の都市化を厳しく制限する必要のあることなどが指摘された。

これらの内水氾濫解析モデルは，角屋・永井・中村によって高知県仁淀川下流部の宇治川流域にも適用され，治水計画に有益な指針を与えている。また，角屋・近森は古くから問題となっていながら未解決のままである排水機場前の遊水池の適正規模について一山型降雨による累加流入量曲線に基づく算定法を検討している。

さらに近年，角屋・田中丸・近森は，洪水対策に経済的概念を導入することを目的として動的計画法に基づく内水排除施設の規模配置に関する研究を行っている。

4.3.5 洪水氾濫災害の調査研究

(1) バングラデシュの洪水氾濫

村本は，大矢（早稲田大），岡，小田（徳島大）及び松本（東京大）とともに，バングラデシュにおける1987年モンスーン季の豪雨による洪水氾濫災害について，個々の専門とする気象学・地形学・水文学・河川工学・社会学の立場から，インド・バングラデシュにおける1987年の異常降雨の時空間分布の分析と要因，水害地形分類図と洪水氾濫との対応，氾濫過程の解明と流量波形・氾濫水深・流速変化の再現計算，大河川の河道形態と流路変動および被災状況と国際的救援活動，の諸点を対象として調査研究を行った。とくに，村本は，現地調査と収集資料からバングラデシュの水害環境として地形・社会的条件に起因する常習性を指摘し，1987年水害の特徴を，既往洪水と比較するとともに，河道形態と河床変動，河岸の材料と侵食形態，堤防の決壊原因，護岸・水制の様式と被災形態，といった河道災害の観点から明らかにした。

さらに，今世紀最大と言われる1988年出水についても調査を行い，1987年洪水よりも洪水期間は短かったが出水・氾濫規模が著しく大きいことを示し，2年次の生活被害と水害時の対応の差違と1988年水害の甚大さ及び洪水警報・避難・国際的救援の実態を明らかにして，洪水の原因とハード及びソフト面の対策を考察した。また，ブラマプトラ川の流路変動と河岸侵食も引続き検討し，特徴と治水・利水施設被害の地域分布を示した。

(2) 水害発生過程の分析

大河川の改修事業が進展し，破堤による大災害が少なくなりつつある近年では，中小河川の氾濫災害が顕在化して社会問題となってきている。この災害の主因が豪雨にあることは当然としても，発生ないし拡大要因はそれぞれの地域ごとにかなり異なる。したがってその発生要因・機構が明らかにできれば，今後の災害対策上有用な情報を提供することとなろう。こうした観点から，これまで大きな災害時にはその都度現地調査が行われ，特徴的なものについては，氾濫の数値的再現計算によって水害発生過程と要因の分析が行われてきている。そのいくつかの成果を述べると次のようである。

昭和58年7月，島根県西部を中心に記録的な豪雨があり，この地域は大災害を被った。角屋・岡・増本らは，数次にわたって現地調査を行うとともに，表面流出モデルと不定流－貯留モデルを用いて出水規模と水害発生過程を詳細に分析した。その結果，浜田川，周布川，三隅川，益田川などの出水規模が既往最大級のものであり，計画を大幅に越えていたこと，今次のような複峰型豪雨に対しては，洪水調節ダムの効果に問題が多いことなどが明らか

にされた。また，浜田市の浸水災害は浜田川本川の越流氾濫とされているが，内水災害的色彩も強いこと，益田市の水害は益田川・多田川の越流破堤によってもたらされたものであり，機能的には市街地排水路であっても能力的には農地排水路に留まっているものが多く，治水計画の再検討の必要なことなどが指摘された。

昭和63年７月15日には島根西部の浜田川流域，７月21日には島根西部三隅川及び広島県太田川流域を中心に，集中豪雨があり，浜田市，三隅町および加計町では甚大な洪水災害が発生した。岡らは，現地調査を行うとともに，降雨データの分析，流出解析及び氾濫解析を行い，豪雨域の移動，洪水流出特性，浸水氾濫について詳細に分析した。その結果，浜田川流域の豪雨は，昭和58年のそれを越える観測史上最大級であり河川計画降雨を大幅に越えていたこと，しかし浜田ダムはよく機能し，ピーク流量を半減することに成功したこと，浜田市街地の浸水は，支川の中小河川・下水路の氾濫によってもたらされたことなどが明らかにされた。一方，７月20～21日の豪雨は，島根県側で始まり，徐々に中国山地奥深く広がり，夜半よりその中心は広島県側に移動したが，その結果，河川の氾濫は免れたものの広島県太田川中流部では１時間に約２m，10分間に 0.88 m という急激な水位上昇が発生しきわめて危険な状態に遭遇した。流出解析結果に基づいて，今回の豪雨域の移動に伴う急激な流量増加もしくは水位上昇機構が詳細に検討された後，今後豪雨域の移動がダム操作や予警報を行う上で大きな問題になることなどが指摘された。

村本は，1990年19号台風による洪水災害について，全国40府県の降雨量（連続雨量・時間雨量）と被害（公共土木施設被害箇所数・浸水家屋数）との対応を検討し，施設被害は連続雨量 300 mm，時間雨量 40 mm を超えると急増し，家屋の浸水はそれよりやや小さい値で発生するが，地域差の大きいことを指摘した。また，兵庫県および滋賀県下の雨量分布と洪水災害との対応を概括的に考察するとともに，円山川の内水災害と愛知川の破堤災害について検討し，前者では水防活動によって破堤を免れたが常襲的な浸水被害が持続していることを指摘し，後者では河辺林による洪水疎通阻害，周辺での土地利用と洪水土砂氾濫被害などについて考察した。

4.3.6 洪水時の水防技術

洪水時の水防活動は，治水施設の整備率の低い河川において被害を防止軽減するための不可欠の手段であり，整備の進んだ河川でも優れた超過洪水対策と考えられるが，近年水防体制の弱体化と水防技術の伝承の困難さが指摘されている。村本は，このような水防技術の現状について，近年の水防演習における採用工種の地域性と推移ならびに洪水時工法の実施状況を一級河川の資料を中心に分析した。その結果，越流，侵食，洗掘及び浸透による破堤防止工法のそれぞれの基本型として，積み土俵，むしろ（シート）張り，木（竹）流し及び月の輪の４工種が用いられており，地域的には，北陸の枠入れ・立籠工，都市河川の簡易鋼矢板・釜段工が採用されていることを明らかにし，破堤締切工法についても若干の事例の検討から現状と問題点を指摘している。

4.4 土砂の生産・流出・流送

4.4.1 土砂の生産・流出

(1) 土砂流出の実態

我国は地質・地形・気象条件が厳しく，世界的にみても土砂流出が顕著であるが，国内の地域によってもかなり様相を異にしている。高橋・江頭・中川は全国の大規模貯水池の堆砂資料を解析し，１水系での比堆砂量が流域面積のおよそ-0.5乗に比例することを見出した。そして，その比例定数を土砂流出度と定義したとき，これによって全国の土砂流出の多寡の分布がよく記述できることを見出した。その結果，土砂流出度は西南日本外帯および中部山岳地帯で大きく，中国地方で小さい等の特性が明らかにされた。そのような分布が現われる原因について，地質，地形，地殻変動特性，気候条件等と対比させて検討した結果，地形条件と降雨条件との組合せが最も支配的に影響していると考えられ，予測式の式形が推定された。また，比堆砂量が流域面積のおよそ-0.5乗に比例すること

の理由が，流砂量式を用いた考察によって示された。

(2) 土砂流出の観測研究

土砂の生産に関して，沢田・芦田は裸地斜面を対象に試験斜面を設定し観測・調査を1985年から継続して実施し，土砂生産量と斜面勾配，斜面構成堆積層の圧縮強度，降雨量などとの関係を検討している。

土砂流出に関して，芦田・高橋・沢田はヒル谷試験流域において，シュート・プールからなる階段状河道における土砂流出機構と土砂流出過程を観測・調査し，シュート・プールの土砂流出機能を取り入れた土砂流出のシステムについて新しい知見を得た。

流路変動に関して，芦田・高橋・沢田は洪水時の流路変動と土砂流出の現地観測を実施し，その結果から流量の増減，土砂の堆積などと流路変動の関係を検討した。また，沢田・芦田は山地渓流における流路形態と土砂流出について種々の規模の流路を対象として検討した。

土石流に関して，芦田・高橋・沢田は土石流発生の降雨条件，土石流の流動形態の観測・調査結果について検討した。さらに，芦田・沢田・江頭は観測資料に基づいて透過性ダムによる土石流の調節機能を明らかにした。

澤井は穂高砂防観測所で開発された流砂量測定法を応用して，実験室における自動流砂量計測法の改良・開発に取り組み，重量もしくは容積で計量する直接法の他に，他機関の研究者と共同して，パイプ内に封入したマイクロホンによって検出される流砂の衝突音からその大きさと頻度を求める音響法，さらにアレイ状の超音波探触子を走査して得られる断層映像から流砂の位置，大きさ，頻度を検出することを試み，音響法については実用化への見通しを得ている。

(3) 土砂の生産流出機構

裸地斜面の侵食は土砂生産の大きな要因のひとつであり，その侵食量を合理的に予測することは，土砂処理計画をたてる上できわめて重要となる。澤井は，以前に行った斜面上流端からの給水による斜面侵食のシミュレーションを降雨のある場合に拡張するとともに，実験による検証を行った。

微細土砂の生産・流出機構に関して，澤井は沖縄県国頭マージを事例として，粘性土の侵食・堆積試験を行い，微細土砂の沈降過程はフロックの形成によって特徴づけられ，その特性が媒液の性質や濃度によっても大きく変化することを明らかにした。

(4) 土砂流出量の予測

高橋・江頭・中川は上述の全国ダム堆砂資料の解析から，ダム流域規模を対象とした経年的な土砂流出量の予測式を求めた。これは二つの立場から別々の物が得られた。すなわち，一つは流域の比流砂量はマクロには平均的ストリームパワーに関係するであろうとの考えから，流域面積，地形特性，日雨量を変数とする関数として得られ，従来言われていたような地質や崩壊面積率は主要な要因とはなっていない。この式によって，関東以西の最上流貯水池の堆砂量の経年変化を計算したところ，かなりの精度で実際の堆砂変動を説明できることが判明した。さらに，この式によって土砂流出度分布を求めたところ，実績とよい対応関係にあり，とくに関東以西では，降雨量と土砂流出度の強い相関が見出された。もう一つの式はウォッシュ・ロードの生産機構，掃流砂，浮遊砂の輸送機構に立ち入って，流砂量式に基づいて得たもので，これによって小見野々ダム流域の各年流出土砂量がよく説明された。流量や河床材料が判明している場合にはこれを用いることができる。

一連の集中豪雨によって流域内に斜面崩壊が生じ，崩壊土砂が河道を通じて流出する場合の，小流域出口での時間的な流出土砂量変化の予測に関して，高橋・中川は，降雨に伴う地表水，地下水の二次元平面流れ解析を通して流域内河道の洪水流量を求めるのと同時に，斜面の崩壊安全率の時間的推移を計算し，崩壊確率を考慮して流域内に分布する崩壊を発生させ，その土砂が河道に供給されて流水によって輸送されるというプロセスを計算によって求める方法を示した。崩壊場所の分布は流出土砂量にあまり顕著な影響を与えないことから，現在簡便化してもっ

と大きい流域へ適用可能な方法に改良中である。

流域内に崩壊が発生しなくとも，大量の土砂を堆積している急勾配の河道を洪水が流下することによって，下流の扇状地へ多量の土砂流出があり，埋没災害を招くことがある。高橋・中川は昭和40年の奥越豪雨に伴う西谷村中島地区の埋没災害に注目し，流砂量式と洪水流出解析とを組み合わせて，谷出口の流砂量の時間的変化を求め，さらに土砂氾濫の計算を行った。その結果は現地調査結果をほぼ説明するものであった。

高橋は土砂流出とそれに伴う災害の予測手法について総合的に述べている。

4.4.2 掃流砂

(1) 流砂形態の発生領域および流砂量式

高橋は，移動床開水路流れで生じる流砂形態は水路勾配と水深・粒径比あるいは粒径を用いて無次元化した流量を両軸とする平面上で区分されることを明らかにし，それぞれの境界線を与えた。区分される流砂形態は，移動なし，lower regime の掃流，遷移領域，upper regime の掃流，蛇行流の掃流，ステップ・プール河床上の掃流，掃流状集合流動，土石流である。従来急勾配水路における掃流砂に関する実験としてなされていたのは，実は掃流と掃流状集合流動に対するものが混じっており，掃流状集合流動については先に高橋が求めた流砂量式が適用できる。その流砂量式の傾向と掃流砂量式の傾向とは無次元掃流砂量と無次元掃流力の平面上で多少異なった傾向を持つものであるが，便宜上両者を包含して用いることのできる流砂量式も提案している。ここで掃流状集合流動とは高橋が定義した流砂形態であり，流れの下方には複数粒径分の流砂層があり，粒子は水と一体となって集合的に流動しているがその上方には水流の層があるものである。

土石流および掃流状集合流動の領域では，さらに石礫型土石流，泥流型土石流，掃流状集合流動，衝突・乱流混合型土石流，粘性土石流等各種の流れが存在する。これに関して高橋は，それぞれの流動機構と領域区分を与えている。

(2) 掃流砂の機構および掃流砂量式

渓岸侵食等の問題を扱う際，材料特性が重要な意味をもつことがある。芦田・江頭は，砂粒子と粘土の混合物からなる材料を対象として，混合物の中の砂粒子の移動限界や側岸侵食の問題を次のように扱った。移動限界については，通常の粒子間摩擦抵抗に加えて粘着抵抗の概念を導入して，その推定式を提案した。ついで，一般の砂礫の輸送は，侵食・輸送・堆積の三つの素過程からなっているが，混合物からなる側岸部においては侵食過程が卓越することに着目し，一旦離脱した砂粒子は，堆積することなく河床領域まで輸送されるものとして側岸侵食量式を導いた。

芦田・江頭は，河床表層の粗粒化現象は河床材料が活発に移動する状態でも起こることや，アーマ・コートの伝播が非常に速いことに着目し，これらの現象を説明するためには，従来の選択的輸送の概念に加えて，河床表面の粒子移動層の中における粒子交換の概念が必要であると考えて，次のような河床材料の粒度分布式を提案した。すなわち，移動床を多層に分割し，交換速度を用いて各層を構成する粒子の質量保存式をたてる方法である。これによれば，アーマ・コートの伝播速度や移動性アーマ・コートが合理的に説明される。

澤井は，河床変動のある場における掃流砂の分級分散過程についてトレーサー実験を行い，粒子の露出度と離脱率の関係を求めるとともに，それらとステップ長に着目した確率シミュレーションを行った。その結果，最大粒径階の粒子が移動しないような水理条件下では，粗粒分よりも細粒分の方が流下速度が大きいが，全粒径階が活発に移動するような水理条件下では，細粒分よりも粗粒分の方が流下速度が大きくなることを明らかにした。

上述のような掃流砂に関連した現象の研究は，いずれも質点あるいは剛体力学を基礎としたものである。粒子運動が活発に起こるような条件を対象にするときには，このような扱いでは不十分な面が多い。江頭・芦田は，掃流砂を砂粒子と水との混合物からなる連続体とみなし，土石流に関する彼らの構成則を適用して，移動砂層厚，流速

分布および濃度分布の算定式を導いた。さらに，流速と濃度との積の積分より流砂量式を導いている。この流砂量式は，移動砂層厚が粒径よりも大きくなる領域において，その妥当性が検証されている。

4.4.3 浮遊砂

芦田・岡部は，開水路における非平衡浮遊砂に関する水路実験を行い，拡散係数が平衡状態のそれよりも2～2.5倍程度大きくなることを明らかにするとともに，Bursting現象に着目して粒子交換モデルを作り，これに基づいて濃度の路床条件式を提案した。浮遊砂量を的確に推定するには平衡・非平衡にかかわらず，浮遊限界に関する知見が不可欠である。芦田・岡部・藤田は詳細な水路実験を行い，路床の粗・滑ならびに粒子の存在高さによって浮遊限界が異なることを見い出した。芦田・藤田は，粗面混合砂礫床上における浮遊砂の研究を引き続きさらに発展させた。すなわち，粒子の浮遊は，河床からの粒子の離脱過程と浮上過程からなると考えて，粒子の存在高さ，遮蔽係数および揚圧力係数を用いて粒子の離脱過程をモデル化した。離脱した粒子は，河床付近で生ずる下降流によってその後の運動が規定される。そこで，上昇流や下降流など粒子に働く外力の確率分布を与えて粒子運動の支配方程式を解き，粒子の浮遊限界，粒子の分散過程，step length，浮遊率および底面濃度の推定法などを明らかにした。さらに，これらの成果に基づいて平衡および非平衡流砂量の算定法を提案している。

上述の研究は，単断面直線水路を対象としたものであるが，低水路と降水敷とからなる複断面直線水路における浮遊砂の挙動についても研究を推進している。芦田・藤田は，渦動拡散係数の横断分布の評価がとくに重要であると考えて，流速や浮遊砂の横断分布を水路実験によって詳細に測定し，それらの結果と運動方程式を用いて拡散係数を算定した。ついで，流速分布のより一般的な表示式を適用して拡散係数の推定式を提案するとともに，高水敷における浮遊砂の堆積率および浮上率に関する検討を行なっている。

今本・大年は浮遊砂を含む固定床上の二次元開水路流れを対象として，抵抗特性について詳細な実験的検討を加えた。その結果，滑面上の流れでは濃度の増加とともに抵抗係数は増大するが，粗面上の流れでは逆に減少することが示され，抵抗係数と濃度との関係には路床の粗度が大きく関与することを明らかにした。

4.4.4 ウォッシュ・ロード

芦田・江頭は，出水時におけるウォッシュ・ロードと流域条件との関係より，ウォッシュ・ロードの主要な生産源は裸地および河道堆積物であることを明かにした。ついで，Kinematic Wave法による流出解析，ガリー侵食量式および側岸侵食量式を組み合わせ，裸地・河道堆積物の分布を考慮したウォッシュ・ロードの算定法を提案した。

一方，ウォッシュ・ロードの出水時及び定時採水による観測が瀬田川支川大戸川の黒津地点で1975年から継続されている。このデータと流量観測資料を用いて，村本・藤田・中村は，統計的に河水の濁度の年次変化，季節変化，流量との相関を検討し，出水上昇期とピーク時の濁度は逓減期よりも高いが，継続出水では上昇期やピーク時でも低くなる傾向にあり，同一流量に対する10，11月の濁度は他の時季よりも低いことを指摘した。また，微細砂の流出総量は，月別でも年別でも流量のそれの2乗に比例し，この関係と山腹土砂における微細砂の含有率を用いて推定された大戸川の総流出土砂量は，下流の天ヶ瀬ダムの堆砂量に対応することが判明した。こうした微細砂の流出について，村本は，タンクモデルによる雨水流出とウォッシュ・ロードの簡易推定式を用い，表面流による濁度流出の寄与を各分割流域別に考慮した計算を行って，大出水時における実測値との適合性を示した。

4.4.5 土砂調節

芦田・江頭は，格子形ダムなどの透過性砂防ダムの土石流調節機構について，水路実験や支配方程式によるシミュレーション法に基づいて検討し，ダムによる土石流の流量や粒度分布など量的・質的変化に関する予測法を提案した。また，一般の不透過性砂防ダムの土砂調節機能について，芦田・江頭・里深は，洪水波形，流入土砂の質と量，ダムの容量およびダム水通し幅を独立変数として，流出土砂量の波形と質がどのように規定されるか，水路

実験や数値シミュレーション法を用いて検討している。

4.5 河道の変動・安定化

4.5.1 流路変動と流路形態

河道災害に関わる基礎的現象として，流路変動の研究が行われているが，藤田・村本は，宇治川水理実験所の河川災害総合基礎実験施設に設置された河道部水路における大型基礎実験の概要と基本的な結果をまとめ，全ての実験に共通して現われる現象を考察して，流路変動過程のダイアグラムを示している。その中では，砂州の発達と流路の側岸侵食が支配現象であり，前者に着目すると流路形態は，砂州非発達の直線流路，砂州の発達した直線流路，蛇行流路及び網状流路の4つに分類され，それらの形成は，側岸侵食を取り込んだ流路変動の1次元解析と交互砂州の形成条件式及び発達評価式によって予測できることを示した。同時に，河床横断形状の変形過程を流下方向に一様な場合について模擬するとともに，流路変動の1次元解析の適用性を大型実験及び側岸侵食実験について詳しく検討し，かなりの場合に妥当な結果を与えることを見出した。

こうした側岸侵食の実態に関して，藤田・村本・宮坂は，宇治川 43 km の低水路で河岸侵食の観測を1980年6月から開始しているが，それに先立ち，天塩川と宇治川の低水路で生じている河岸侵食の特徴を既存の測量成果と出水資料を用いて明らかにした。すなわち，河岸侵食の進行には空間的な差異が大きく，かつ基礎実験の場合と同様のサイクルによる間欠性があり，河岸近傍の河床洗掘によって加速されることを示した。宇治川低水路の河岸侵食観測からは，低い河岸は斜面上部の崩落によって，一方，高い場合には底部からの辷りによって後退すること，あるいは河岸線が凹凸の発生とそれを滑らかにするように変化しながら後退することが判明した。また，上下流の水位流量観測所の水文資料と横断測量成果から算定した平均水理量の時系列と河岸後退量を比較し，大出水によって河岸は侵食されるが，必ずしも出水時のみに侵食されるものではなく，過去の履歴の影響もあることが判った。さらに，バングラデシュ国メグナ川における河岸侵食の調査研究から，河川の規模や河岸材料が異なっていても類似の現象の生じることが確認された。現在，河岸斜面の辷りに対する安定解析を地下水位を考慮しながら簡易 Janbu 法によって行っており，やはり出水直後の水位低下時に不安定化する可能性が高く，辷り面形状は横断面形状の変化とよく対応することを見出している。同時に，侵食過程の予測に向けて，ＦＥＭによる流況解析も試みている。

芦田・江頭は，山地河川にみられる階段状河床形態の形成条件・形状特性および流砂現象と階段状河床形態との係わりについて検討した。すなわち，階段状河床形態は，反砂堆がアーマリングの過程で固定するときに形成されるとして，その形成条件を示すとともに，その波長は反堆積のそれに一致し，波高はアーマ・コートの平均粒径程度になるとを明らかにした。ついで，プール部の剝離渦によって流れの抵抗が大きくなることに着目し，連行の概念を用いて剝離渦によるエネルギー散逸を評価し，流れの抵抗則を導いた。これらの基礎研究をもとに，階段状河床波の形成・破壊を伴う場合の流れの抵抗変化や掃流砂量の変動に関する推定法を提案した。

芦田・江頭は，単断面および複断面蛇行流路における河床変動とその制御法，砂礫の分級現象などについて，水路実験や数値シミュレーション法を用いて検討し，これまでに，河床変動や砂礫の縦・横断分級に関するデータを蓄積するとともに，2次元浅水流式に2次流を考慮したシミュレーション法を提案している。

また，澤井は室内実験において詳細な河床形状計測を効率よく行った結果，蛇行流路の河床変動は流れの非定常性に局所的には反応するものの，全体的には初期を除くとあまり鋭敏に応答しないことを明らかにした。

三角州の発達過程を明らかにすることは，河口部の治水問題を考える上で，重要である。芦田・澤井・謝は，長方形水槽に接続した直線水路の上流端から定常的な給水と給砂を行って，その堆積過程を詳細に測定した。その結果，砂州の形成の初期段階では，流れは噴流の様相を呈し，砂州は横断方向にはあまり広がらずに流下方向に伸びていくが，やがて砂州長が大きくなると，砂州前縁部での水流のもつ土砂流送能力が低下し，砂州の前進が一時停止し

て横方向への拡大が進行することを明らかにした。さらに時間が経過すると，砂州上に分岐流路が生じ，三角州は変形していくが，分岐流路は比較的砂州の未発達の方向に生じ易く，ある程度の時間スケールでならしてみると，ほぼ相似形を保って拡大していくことが明らかになった。これらの過程を定式化して，数値解析を試みたところ，流路が形成される前の現象に対しては，２次元浅水流モデルに基づく河床変動解析，流路が形成された後の現象に対しては，１次元河床変動解析が有効であることがわかった。



写真―3.10　三角州の発達過程に関する実験

4.5.2　交互砂州および網状流路

(1)　交互砂州

流路変動の主原因の一つあって，治水・利水に大きな影響を与える交互砂州について，藤田・村本・堀池は，それまでほとんど明らかにされてこなかった発達過程を流路幅を大きく変化させた詳細な実験によって検討を加え，発達過程を波長が決定されるまでの第１段階，波高増加の継続する第２段階及び形状がほぼ平衡となる第３段階に分け，波高の増加に伴って両側壁付近の河床が低下し，土砂が河床中央に移動して，平均河床横断形状が蒲鉾型になることを見出した。この蒲鉾型の形成に関与する横断方向流砂量を実験結果から評価して，交互砂州の発達時間の予測式を見出し，さらに横断方向流砂量を制御する平行工の導入によって，砂州の波高を減少させることができることを示した。さらに，藤田・村本・小池らは，この機構と交互砂州上の流況特性とを結びつけて，砂州発達の終了時点の支配条件を力学的に考察し，波高の予測式を導いて，那賀川・阿賀野川における交互砂州の発達について考察を加えた。また，藤田・小池・古川・村本は交互砂州の発生過程について，１，２の工夫を加えた詳細な実験的検討を行い，初期河床に現われる無数の斜め縞は反砂堆に対応したものと見られ，交互砂州の前縁の形成とは直接的な関係の無いことを指摘した。同時に，砂州前縁の発達過程を明らかにし，隣合う砂州の波高の発達速度と流下速度の差異に着目した波長発達のモデルを示して，平衡波長の算定を試みた。

一方，藤田・村本・古川は，実験資料が乏しく，形成条件や形成過程の明確にされていない水深・粒径比が100以上の場合の中規模河床形態について大小２種類の水路実験を行い，このような条件下における河床形態の形成過程の特徴として，小規模河床形態が形成された後に長時間かけて砂州が出現することを示し，形状特性と形成条件を考察して，水深・粒径比が数10程度までの砂漣の無い場合と類似の形状特性を有し，砂漣波高に着目して修正した交互砂州の領域区分図で形成条件が表現できることを明らかにした。

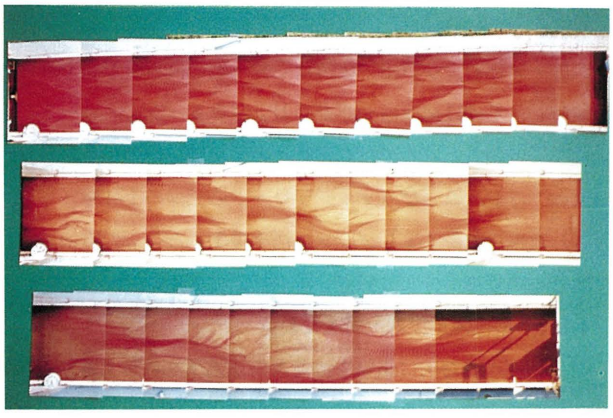
(2)　網状流路

洪水時における河床と流路の変動が激しく，河道の安全の脅かされやすい網状河川について，藤田は水工学と関連分野における研究の概況から網状河川の様相と変化を要約してその定義を明確にし，出水時における流況と河道災害との関係及び長期的な流路変遷の例や変動過程の観測調査，その形成に関する研究をまとめて，網状河川の水理特性は十分には解明されていないとの結論を得た。

この点を明確にするために，藤田・赤松・村本は，パーソナル・コンピュータによる自動計測制御システムを製作して，測定の高速化，精度の向上及び省力化を図り，規模の異なる３種の水路においてこれらの装置を用い，複列砂州と網状流路の形成に関する基礎実験を行ってつぎの特性を見出している。初期に平坦にした水路に複列砂州を形成させると，通常高次モードの砂州が最初に出現し，時間の経過とともに，低次のものに変化していくが，こ

の変化は勾配の急な場合の方が早く，平均水深と砂州の発達状況に応じて浮州が生じて網状化する場合としない場合とがあり，後者では流下方向にモードが減少する傾向が明確である。複列砂州の場合でも個々の砂州の形状・発達特性は交互砂州の場合と同様であって，交互砂州の形成条件から高次モードの砂州形成条件を推定することができる。この結果，同一水理条件下でもかなり広い範囲のモードの砂州の重複存在が予測され，その上限モードは実験結果と一致した。また，低モードの下限線は網状化の限界線と等しく，それは砂州の発達に伴う砂州上の水深減少と砂粒の移動限界からある程度予測することができる。

さらに，藤田・永田・村本は，実測資料の乏しい細砂河床における網状流路の形成についても基礎実験を進め，細砂河床の特徴である浮遊砂や砂漣が複列砂州や網状流路に及ぼす影響についての基礎資料を得ている。それによれば，小規模河床形態と中規模河床形態の初期の発達速度の相違によって形成される河床形態に差異が生じ，砂漣に覆われる場合は，その波高に着目した砂州形成の修正支配パラメータの適用性が高く，形成される砂州のモードの予測も可能である。また，浮遊砂の影響は水深が 1 cm 以下であるように非常に小さい場合には明確ではない。



写真—3.11 複列砂州と網状流路の形成実験（流れは右から左；水路幅：1.8 m）

こうした砂漣河床及び平坦河床の場合における砂州の形成・発達について，現在初期速度を線形安定論から見積り，発達の後期過程はこれまでの砂州の発達時間と及び波高の予測式を用いて，砂州モードの変化過程の追跡を試みている。

芦田・江頭・里深は，山地部河道の土砂堆積領域における流路変動と流砂量との関係について実験的研究を進め，これまでに水みち幅の推定式を提案するとともに，形成される水みちの数を含めた水みちの変動と流砂量の変化との関係についていくつかの知見を得ている。

4.5.3 小規模河床形態

河床には各種の形態およびスケールの河床波が存在し，とくに砂漣，砂堆などの小規模河床波は，流れの抵抗および流砂の運動に支配的な影響を与える。

上野・宇民は，超音波河床計を用いた 3 次元計測ならびに写真観察によって得られた現象認識から，河床波の発達過程に斜めらせん流が深く関与していることを明らかにするとともに，河床波の発達過程をモデル化し，砂漣では河床波の波長は波高の0.5乗にほぼ比例して増大するのに対し，砂堆ではその波長が波高の 1 乗にほぼ比例することを示した。

芦田・澤井は，流量・水位制御，台車制御を初めとして，流砂実験における計測・制御の自動化を図り，非定常な水理条件下における河床波の変形過程を実験的に究明した。その結果，砂堆領域では河床波の応答に大きな時間遅れが存在するのに対し，遷移領域や反砂堆領域では応答の速いことを明らかにした。さらに，実験結果から，波長と波高の変化速度と水理量の関係を定式化し，わが国の代表的河川における洪水時の河床波スケールの変化予測を行った。

4.5.4 局所洗掘

河川構造物周辺の局所洗掘現象は，局所流・砂粒の動き・洗掘孔形状の三者による内部構造が非定常であるため

に，その内部構造に基づいて定式化することは困難であり，次元解析の手法を用いて支配水理量の影響を明らかにしようとする研究がほとんどであった。今本・大年は円柱橋脚を対象として，馬蹄渦に関する若干の仮定と実験的に認められる洗掘孔形状の相似性に基づいて洗掘現象を記述するモデル化を行い，その妥当性を実験によって検証するとともに従来の知見を洗掘の内部構造から説明した。また，河川の河床低下傾向に対処する補強として，ブロック等を用いて橋脚下部を大きくしている事例が見られるが，このような形式の橋脚を幅の途中で変化する非一様橋脚としてとらえ，上述の洗掘モデルを改良して，その局所洗掘特性を検討した。その結果，橋脚下部を大きくする工法には，洗掘を抑制する効果と逆に促進する効果のあることを示した。

4.5.5 貯水池堆砂

芦田・岡部および芦田・藤田は，貯水池の縦横断形状や堆砂の粒度分布等に着目しながら貯水池堆砂過程の実態を検討し，堆砂は掃流砂，浮遊砂およびウォッシュ・ロードが混在する中で進行し，とくに，横断形状が複断面形状になっているところでは高水敷状の領域に粒径の小さい材料が堆積していることなどを明らかにした。ついで，掃流砂，浮遊砂およびウォッシュロードの三つの土砂輸送形態を考慮するとともに，浮遊砂については非平衡性を考慮した堆砂のシミュレーション法を提案した。この方法によれば，堆砂形状の縦横断形状ばかりでなく，堆砂の粒度分布の縦横断分布や鉛直分布も算定できる。

4.5.6 中小河川災害と河道変動

発生頻度が相対的に高い中小河川の超過洪水に対する河川改修の減災効果を評価する目的で，藤田・木下は，改修の前後で大出水の生じた島根県西部の中小河川を対象に現地踏査・測量と航空写真判読を行い，被災の特徴として，全面施工された護岸が直線河道であっても多数損傷を受けていたこと，及び河道弯曲部の著しい土砂堆積が河道災害に結びついていたことを指摘した。前者については，水理基礎実験を試み，護岸被災の原因が法勾配と構造的な強度不足にあることを明らかにした。

また，村本・藤田・中村は，大戸川における近年最大の1982年８月出水について，洪水流の抵抗，河岸欠壊，及び河川水の濁りの特性を災害資料と過去の調査資料によって検討し，砂床区間でも抵抗の多価性は現われにくいこと，支川合流点は水衝部でも河岸が欠壊し難いこと，河岸侵食の濁りへの影響は小さかったことを示した。

現在，藤田は傾斜都市域の河道災害に関連して，山麓・扇状地など勾配を持った地域の河道災害の資料の収集に努めるとともに，こうした地域の洪水の特徴である流木を含んだ流れによる流路変動の特性について基礎実験に着手している。

4.6 洪水危険度の評価と耐水化

4.6.1 水文統計と治水計画

(1) 水文統計解析

角屋・中村は，内水災害常襲地域を含む高知県仁淀川の出水形態を分類するための基礎として，大出水をもたらす豪雨の性格を主成分分析・重回帰分析の手法を用いて統計的に吟味し，流域を豪雨特性の類似した数個の地域に分類するとともに，各地域の流域平均降水量と出水ピーク流量との関係を明らかにしている。さらに角屋らは，わが国有数の豪雨地域を含む奈良県紀ノ川上流域，滋賀県愛知川上流域，および大阪府と奈良県にまたがり都市化の進行が著しい大和川流域を対象として，仁淀川流域と同様の主成分分析手法やクラスター分析手法によって豪雨特性を統計的に吟味し，水工計画ないしは流域管理の基礎資料として有用な情報を提示している。

水文頻度解析においては T 年確率水文量の不確定性を考慮することが重要である。高棹らは水文頻度解析で用いられる１変数確率分布モデルについて新しい評価手順を提案した。この手順では，標準最小二乗規準（SLSC），最大対数尤度（MLL），情報量規準（AIC）などの適合度基準だけでなく，確率水文量の変動性をモデル評価の規

準に採用している。その変動の大きさを定量化するため，新しい統計技法である jackknife 法と bootstrap 法を用いた。いくつかの地点の年最大 k 日降水量（k=1，2，3）を対象として，正規分布，対数正規分布，Gumbel 分布，対数 Gumbel 分布，Pearson III 型分布，対数 Pearson III 型分布，平方根指数型最大値分布を評価した。また，データ個数（標本の大きさ）と確率水文量の推定誤差の関係について検討した。本研究により適合度のみを規準とする従来のモデル評価の難点が明らかにされるとともに，種々の分布の適合性および確率水文量の変動性が極値降水量データを用いて実証的に明らかにされた。

さらに高棹らは，水文頻度解析においてよく用いられる3つの確率分布モデルに対してこれまでに提案されてきた種々の母数推定法の優劣を，標本の大きさ（データ個数）とも関連付けながら，モンテカルロ実験により明らかにした。優劣の評価基準として再現確率統計量の平均二乗誤差（MSE）を採用している。3母数対数正規分布については，最尤法，最小二乗法，積率法，石原・高瀬法，PWM 法，岩井改良法，および Sextile 法を比較し，小標本では積率法や石原・高瀬法が良く，標本サイズが大きくなると最尤法や Hazen のプロッティング・ポジション公式を用いた最小二乗法が優れていることが判った。Gumbel 分布については最尤法，最小二乗法，積率法，PWM 法，最大エントロピー法を比較した。標本の大きさに関わらず最尤法が最も良い推定法である。また，一般化極値分布については，最尤法，積率法，PWM 法の中で PWM 法が極めて優れた方法であることが明らかになった。

(2) 治水計画

高棹・池淵・小尻は，水系一貫した治水計画を策定すべく，降雨の時・空間分布構造をもとにした任意の基準地点における氾濫確率の算定手法と，得られた氾濫確率をもとに効率的な治水計画を決定する3段階の計算手順を明らかにした。

まず，治水計画の目的を洪水による被害発生の頻度を軽減することと定義し，簡略化した流域モデル代替案の選択を行った。その際，任意期間にわたって連続する降雨確率に対して，Shift operation をより実用的な形で導入し，任意地点での氾濫確率を求めた（Screening 段階）。つぎに，より正確な流域モデルを構成して，シミュレーション技法とダム貯水池の最適操作を結合させ，最適配置・規模決定を行った（Simulation 段階）。最後に，施設の建設順序問題を取り上げ，建設時の氾濫被害の期待値を最小化する方法を多段階意志決定問題として定式化した（Sequential 段階）。

より具体的には，まず，降雨を1時刻，1域間だけの従属があるとし，4次元の対数正規分布で降雨の時・空間の確率密度関数を表現した。ついで，瞬間単位図と降雨シミュレーション手法によって流量の条件付確率を求めるとともに，流域モデルとして，(i)河道，(ii)ダム貯水池，(iii)遊水池，(iv)堤防，を行列式で表現した。また，支川の合流形式として，支川にダムを有する場合，支川におけるダム放流量とその残流域量が合流する場合，ダムとその残流域を有する支川が本川と合流する場合，を取り上げ，Shift Operation 手法を導入して，各基準地点における氾濫確率を求めた。ついで，氾濫確率の時・空間結合をはかり，システムの評価値を求め，さらに，氾濫事象の評価として，(i)システムの氾濫確率，だけでなく，(ii)氾濫の深刻性，(iii)氾濫の継続時間を定義し，多目的最適化手法による総合的なシステム決定法の提案を行った。最後に，こうした施設群をある期間毎に与えられた予算枠の中で洪水生起確率の早期低下を目的として DP および LP を用いて定式化し，最適建設手順を決定した。

4.6.2 外水氾濫による被害予測

河川堤防の決壊による洪水氾濫によって堤内地の家屋群がどのような被害を受けるか，その実態について河田・中川は昭和58年の三隅川の災害調査を行った。それによれば，木造家屋の被災の過程として，平屋建ての場合，浸水深が1階天井を越えると容易に移動を始め，下流の建物に衝突して破壊することが示された。また，堤防決壊口からの流木や被災家屋の建築材が，街路や駐車場あるいは空き地などを選択的に流下し，堤内地の氾濫水の流路が

一様に分布しないことを示した。

一方，高橋・中川らは家屋構造物に作用する氾濫流による流体力に関する基礎的な実験を行い，実大木造家屋模型の破壊試験の結果を援用して，破壊限界モーメントを与える氾濫流の水深と流速の組合せを明らかにした。窓ガラスの破壊限界についても明らかにした。また，氾濫流中の家屋の相対的な位置関係によっては，単独で存在する場合の2倍もの流体力が働く場合のあることも示した。このような基礎的な検討を基に，氾濫流の数値計算を組合せ，前記三隅川の氾濫による木造家屋流失がうまく説明されることを明らかにした。

高橋・中川は建設省による浸水あるいは土砂堆積による被害見積り規準を多少修正し，洪水氾濫シミュレーションと組み合わせて地域の洪水氾濫による被害額見積りを可能にした。これは従来よりもより合理的なダメージポテンシャルの評価法であるといえ，恒久的対策の妥当投資額の評価のみならず，堤防決壊口の仮締切の経済効果の評価や，二線堤の配置の合理的設計を可能にするもので，具体的な地域についてこのことが確かめられた。

高橋は天然ダムの形成によるダム上流部の家屋流失の危険性について，実例の解析によって示している。

4.6.3 警戒・避難システム

(1) 避難の数値シミュレーション

地域には通常，自治体の地域防災計画に則って広域避難施設が設けられている。これらは主として収容人員の面から検討されて，学校等の公共施設が当てられているが，大規模洪水氾濫に際して，地域住民が安全に避難所まで到達できるか，あるいは避難所自体が安全かどうかの検討がなされていないことが多い。高橋・中川らは，まず，単純化された場合を想定し，1単位住区の住民が一斉に避難を開始し，行動を共にして，洪水氾濫状況を勘案しながらその時点での最寄りの避難所を目指して進むとする洪水氾濫水の挙動と避難行動とを組み合わせた数値シミュレーション手法を与えた。これによれば，例えば避難命令の住区への到達と同時に避難を開始するものとすれば，発令時期が破堤よりもかなり早い場合，かえって破堤地点方向にある避難地を目標として行動する結果，氾濫水に捕まって遭難する場合が生ずるなども明らかになり，地域の避難システムの計画に対して有力な手法となることが判明した。この方法を具体的な流域に適用し，既存の避難所が必ずしも十分安全ではないことも明らかにした。

(2) 水害時の情報伝達・避難行動・防災意識

水害時の人的被害を防止・軽減する方法として，災害発生前の危険地からの避難が重要であることが近年の大水害の教訓として得られている。また，避難を円滑かつ速やかに行うためには充実した避難システムの確立が望まれ，それを具体化するには現状の把握と分析が急務である。今本・石垣・大年は，水害時の警戒・避難行動の実態を自治体側と住民側の両面よりアンケート調査結果を基に検討するとともに，情報伝達・防災意識について検討を行っている。

4.7 波 浪

波浪は海岸における主要な自然外力であり，海岸災害を防止軽減するためには海岸波浪の特性を把握することが必須である。しかしながら，不規則性，非線形性，砕波に代表されるように，海岸波浪は極めて複雑かつ難解な自由表面を有する流体運動であり，海岸工学における波浪に関わる研究は，次の2のアプローチに大別できる。

(1)規則波（単一周波数の波）を仮定して任意の海岸地形での波の変形特性を取り扱う研究。

(2)不規則な波のスペクトル特性を取り扱う研究。

前者では，鉛直2次元の場で自由水面を未知量とした波形の変化を求める問題（有限振幅定形進行波，有限振幅重複波，傾斜海浜上での非線形波の変形，砕波），と線形，弱非線形の屈折・回折結合方程式（緩勾配方程式，Schrödinger 方程式）を任意の境界条件で解く平面波の波浪ベクトルを求める問題が代表的である。波形を求める問題は波形の非対称性，乱流拡散に起因する輸送現象や海岸構造物への波力の計算，砕波の機構に関する基礎的な

研究テーマであり，波浪ベクトルを求める問題は複雑な地形条件での波浪場の計算や，radiation stress の概念を基礎とする海浜流，海浜変形の数値計算等工学的実用面での研究に必須のテーマである。

一方，不規則な波のスペクトル特性を取り扱う研究には，方向スペクトルの平衡方程式を数値的に解く問題と，無限水深場で成分波間の非線形干渉を記述する方程式を基礎とする問題（Zakharov 方程式，Schrödinger 方程式）とに分けられる。前者は波のエネルギーフラックスの平面分布を求めること（代表的な波浪のベクトルを求めること）であり，後者は不規則波のスペクトル形状を決定論的に求めることである。

4.7.1 浅海域における波の変形と砕波

浅海域における波浪の変形特性を究明することは，波力など海岸構造物に作用する外力の計算のみならず，漂砂，海浜流など波に伴う輸送現象，特に海浜変形，海岸侵食の予測を行うえで重要である。

一般に，規則波（単一周波数の波）を仮定して，鉛直２次元任意の海底地形上での波形の変形を対象とした研究であり，流体運動の時空間スケールの相違により，砕波前後に分けて取り扱われる。微小振幅の波が仮定できる限りでは問題とならない波浪による質量輸送（Stokes drift），や正弦波からの波形の歪の問題，砕波の機構や砕波に伴う大規模乱流場の力学的，運動学な理解とモデル化は nearshore dynamics の主要研究テーマのひとつである。

(1) 有限振幅定形進行波の理論

土屋，安田は波速に関する付加的な定義を与えずに，逓減摂動法によるクノイド波の第３近似解を求め，水粒子速度，質量輸送速度の表示を与えた。この理論によれば，質量輸送速度は Lagrange 表示のみならず，Euler 表示においても全水深で存在するが，その鉛直分布は相違する。水槽端部による拘束条件（$U=0$）を緩和した２重床式波浪水槽を用いて，拘束の無い定形進行波の波速，水粒子速度および質量輸送に関する実験を行い，理論解と比較した結果，極めて良好な一致を確認した。

(2) 斜面上での波の変形

安田，土屋は K-dV 方程式に海底勾配の項を導入した斜面上での K-dV 方程式を誘導し，この方程式の数値解析により傾斜海浜上における砕波に至るまでの波の変形を系統的に検討した。特に，質量，エネルギー保存則を満たす流れ関数法によって水粒子速度を表し，波エネルギーを計算した。これにより，数値解の適用性，数値的不安定点と砕波点との関係，エネルギーの極値と砕波指標との関連を示した。

土屋らは波の位置，運動エネルギー配分の変化に基づいて傾斜海浜上での砕波機構を実験的に検討し，砕波点近傍では，波の位置エネルギーが急激に減少し，radiation stress が最大となり，波の位置エネルギーは増加することを明らかにした。これにより，波の位置，運動エネルギー配分における不均衡が波そのものを不安定化させる要因であることを示した。

さらに，緩傾斜の２次元海浜における波の変形を理論的に取り扱うため，２微小パラメターにより基礎方程式を摂動展開し，第２近似における定式化を行った。得られた方程式は C. C. Mei らの表示と一致したが，誘導法が異なり，この方法では，２つの微小パラメターのオーダーに任意性があるため，種々の実用的近似解を求めることが可能であることを示唆した。

(3) 砕波の機構

土屋らは強風時の砕波機構をモデル化するため，浅海において風の直接の作用で発生する進行波の理論を構築した。すなわち，風によるせん断応力と圧力が水位変動と水面勾配に対して同位相であると仮定すると，風から波へのエネルギーの供給と海底摩擦によるエネルギー散逸が平衡状態にある場合の定形進行波の方程式として，K-dV･Burgers 方程式が得られる。一様水深場におけるその方程式の周期解を平均法により求めると，クノイド波を先導波とする解が得られた。これを実験，現地観測データと比較し，理論の適用性を明らかにした。

一方，山下・土屋らは1985年に完成した大潟波浪観測所の T 型観測桟橋における波浪の集中観測データを解析

し，現地海岸における波浪エネルギーの散逸特性を調べるとともに，観測桟橋に沿って週1回計測されている海浜断面形状と波浪エネルギーの砕波減衰特性との関係を検討した。まず，砕波による波浪エネルギーの散逸を考慮した波浪エネルギーの保存則が局所水深の関数でなくなる条件を平衡状態であると考え，平衡海浜断面形状を求めた。つぎに，観測された波浪エネルギーフラックスの勾配と段波モデルで評価した砕波によるエネルギー散逸とを比較して，両者がバランスする（保存則が成立する）ためには，散逸量を1/2～1/3にする必要があることを示した。また，観測された砕波によるエネルギー散逸に相当する平衡海浜断面形状と大潟海岸の海浜断面形状とを比較し，この海岸が散逸型海岸とは大きく相違していることを示した。

(4) 砕波帯の大規模乱流場

砕波点近傍での大規模乱流場の構造を知ることは，砕波帯全域における砕波，海浜流の境界条件を得ることであり，surf zone dynamics の重要な研究課題である。山下・土屋らは砕波により形成される2次元性の強い砕波水平渦の生成，変形，移動特性に焦点を絞った実験的研究を行った。これにより，砕波直後に形成される大規模水平渦の支配的な領域（transion region）とそれに接続する準定常段波領域（inner region）の明確な定義を与えることができた。また，大規模渦の発生間隔，速度，長さスケール，平均流場（砕波帯内循環流場），平均海面と砕波水平渦との関係を明確にした。すなわち，(1) transition region の長さは1波長程度で，波動運動の特性が強く残っている擬ポテンシャル領域と砕波により順々に形成されていく第2水平渦（最大渦）とそれに追従する数個の渦で形成される大規模渦領域に分離されること，(2)平均海面の上昇（wave set up）は大規模渦領域から始まり，この領域は準定常段波領域の底面近傍に形成される戻り流れ（undertow）を大規模渦が取り込み，上昇流を形成した後 surface layer に集中する向岸流へ受渡し，砕波帯内循環流系を形成する機構を明らかにした。(3)さらに実験結果を援用して，砕波水平渦をランキン渦でモデル化された渦にトラップさせる波浪エネルギー，運動量を計算し，これらの保存則から砕波水平渦の移動，変形をシミュレーションする数理モデルを構築した。

4.7.2 波浪の伝播・変形数値モデル

波形変化まで議論する必要はないが，複雑な地形条件で，砕波，屈折，回折効果を同時に考慮した計算により波高，波向き（波浪ベクトル）の平面分布を求めるための数値モデルに対する工学的ニーズは極めて高い。たとえば，港湾内の静穏度，radiation stress の概念を基礎とする海浜流，海浜変形の数値計算等の実用面での研究には必須である。

このような背景から，1970年台前半には，屈折，回折を同時に考慮した線形平面波の理論が展開され，その数値計算方法が検討され始めた。理論面での成果としては，Berkhoff（1972）の示した楕円型偏微分方程式である緩勾配方程式に尽きるが，時を同じくして発表された伊藤，谷本の数値波動解析法は，波浪エネルギーが群速度で伝播しない欠陥は有ったが，屈折，回折結合計算が容易に数値計算できる方法である点で評価さる。後に，波浪エネルギーの伝播の欠陥を修正した方程式系が緩勾配方程式と等価であることが示され，今日では，この計算方法が緩勾配方程式の数値計算法のひとつとして使われている。楕円型の緩勾配方程式から反射波を記述することを削除すると，放物型の偏微分方程式で近似でき，数値計算上の労力を大幅に削減することができる。このため，広い計算領域の波浪ベクトル計算には，緩勾配方程式の放物近似方程式が用いられ，その近似のオーダーを上げる努力がなされてきた。このような波浪場の計算においては，波速は線形の分散関係式から求められるが，浅海域における波速は，周波数のみならず，振幅の影響を受ける。このような有限振幅波の伝播，変形を計算するためには，定形波の場合には，土屋，安田の理論（波速に関する付加的な定義を与えないクノイド波理論）等が適用でき，非定形波の場合には海底勾配の影響を取り込んだ K-dV 方程式，Bussinesq 方程式を数値的に解く必要がある。

一方，海岸波浪の重要な特性のひとつである波群特性に関しては，海岸波浪の不規則性を決定論的に取り扱おうとする試みとして，Zakharov 方程式，Schrödinger 方程式に基づく弱非線形波の変調不安定性の研究が，十数年前

から行われてきた。

(1) 緩勾配方程式

土屋・山下らは放物型屈折・回析方程式（緩勾配方程式の放物近似方程式）を直交座標系で数値計算する場合を対象として，波向き線法を併用した高次の放物近似方程式を誘導し，その最適な数値計算法を検討すると供に，それを現地へ適用する方法と適用性を検討した。これにより，波向き毎に数値誤差が最小となる最適メッシュ幅，完全透過側方境界条件を明かにし，球面浅瀬の実験結果との比較から，従来入射角 30° くらいまでは計算可能とされていた制約を大きく越えて，入射角 60° 以上の場合でも良好な精度で計算が可能であることを示した。また，間瀬・酒井・浅野らは砕波による波浪エネルギーの散逸を考慮した放物型屈折・回折方程式を誘導し，その数値計算を行って，傾斜海浜に設置した人工海藻による波浪変形解析を行った。すなわち，水理模型実験により数値計算の妥当性を検討した後，これを現地に適用して，波高減衰効果と人工海藻の規模とを推定した。さらに，山下・土屋らは砕波によるエネルギー散逸，流れとの相互作用を考慮した楕円型緩勾配方程式を 1 階の双曲型 3 元連立方程式に変換し，有限差分法によって複素ポテンシャルを計算し，波浪ベクトルを計算する数値モデルを構築し，モデルの基礎特性を検討するとともに，海浜流，海浜変形計算との結合を行い，さらにその計算精度の向上に努めている。

(2) Schrödinger 方程式

土屋・安田・山下らは極緩勾配（摂動パラメターの 2 次のオーダー）の一様傾斜海浜上での波群の伝播，変形を計算するために，multiple scale 法により傾斜海浜上での非線形 Schrödinger 方程式（3 次オーダー）を誘導し，その数値計算を行った。これにより，包絡ソリトンの分裂・再帰現象が計算されることを確認した。間瀬・岩垣らは非線形 Schrödinger 方程式（3 次オーダー）の数値計算により造波水槽による波群の伝播，変形実験の結果を追算し，このモデルで波群の変形特性がよくシミュレートできることを明らかにした。さらに，間瀬は緩勾配（摂動パラメターの 1 次のオーダー）の一様傾斜海浜上での波群の伝播，変形を記述する非線形 Schrödinger 方程式（3 次オーダー）を誘導し，単一波群の伝播の数値シミュレーションを行い，極緩勾配の非線形 Schrödinger 方程式では再現できない，波群の前傾，搬送波の尖鋭化が計算されることを示した。さらに，波群の伝播速度が線形理論で計算される群速度より速いこと，搬送波の尖鋭化に伴う振幅の増加特性は実験結果によく一致することが確かめられた。

(3) K-dV 方程式

安田・土屋らは波群特性の変化を記述するモデル方程式として，波浪の分散性を十分考慮するため，線形分散関係を満足する K-dV 方程式を求め，その変調不安定性を検討した。さらに，このモデル方程式を用いて，大潟海岸で観測された波群の伝播シミュレーションを行い，提案したモデル方程式で波群の伝播特性を十分説明できることを示した。

4.7.3 海岸波浪の波群構造とソリトン化

海岸波浪は不規則性と非形性によって特徴づけられ，そこには非線形変調で説明できる波群構造が存在する。しかし，極浅海域に到達した波群は搬送波の一部が砕波し，またソリトンとしての特性が強まるため，波群の包絡波形が前傾，分裂する。この波群構造と搬送波のソリトン化の問題において，深海から極浅海にいたる海岸波浪の伝播の実像を究明するためには，両者の形成過程を明確にする必要がある。このため，波浪・漂砂観測専用桟橋を中心とした集中的波浪観測を実施し，非線形変調により形成された海岸波浪の波群構造が，搬送波自身の非線形性の増大に伴い崩壊し，ソリトン構造へと移行する過程を，(1)波群構造とその変形に関する研究と(2)波群の崩壊とソリトン構造の形成に関する研究との両面から究明してきた。

(1) 波群構造

土屋・安田・山下・間瀬らは極緩勾配と緩勾配との場合について海底勾配項の効果を導入した非線形 Schrödinger 方程式を誘導した。これと Zakharov 方程式に基づき，波群の伝播を数値計算し，これら支配方程式の現地波浪の変形計算への適応性を検討してきた。さらに，大潟波浪観測所の T 型桟橋での波浪観測データ，波浪の集中観測データを用いて，現地波浪の伝播に伴う波群特性の空間変化，波群と波高分布との関連，最大波を含む波群の特性を検討し，(1)海底勾配項の効果を導入した非線形 Schrödinger 方程式により，波数と水深の積 $kh>1.36$ の場合には，実験室での波群の伝播を記述することができる。(2)スペクトルの尖鋭化（narrow band化）にともない，波群性が顕著になる。(3)搬送波の砕波変形により波群性が弱まる。(4)浅海域では，波群の包絡波形が平坦化する，などの結果を得た。

(2) ソリトンスペクトル理論

土屋・安田らは極浅海域における波浪がソリトン構造を持つという観点から，不規則な波の連なりをソリトンのたし合わせで表示するソリトンスペクトル理論を展開した。ソリトンの振幅は相互間干渉に独立な不変量であることから，初期状態のエネルギー分布が保存される。すなわち，任意時刻における，N 個のソリトンの和からなる波動の場の各ソリトンの振幅の分布（スペクトル）を確率論的に決定できれば，ある時間発展後の波の場は K-dV 方程式をにより決定論的に表現できる。このスペクトルを求めるために，エネルギー配分の生起確率が最大となるように，分布関数を決定する。ソリトンスペクトル（N ソリトンの固有値の頻度分布）を種々の海岸で観測されたうねりのデータに対して求め理論値と比較した結果，$N=500$ 程度で十分な表示ができることを示した。また，ソリトン化にともなう波群性の崩壊を示すパラメターとして，搬送波のソリトン構造の限界を修正 Ursell 数の関数として求めた。

4.7.4 海岸波浪の予知

エネルギー平衡方程式に基づく波浪（風波）推算モデルは，(1)スペクトル構造，(2)エネルギーの流出入を表す外力項，(3)非線形干渉項の表示，(4)数値計算法に関する基礎的な検討がなされ，海上風の推定に関する研究の進展とともに，実用に供し得るレベルでの推算が可能となってきた。一般に，波浪推算モデルは，以下の3世代に分類される。(第一世代) 風からのエネルギー供給がスペクトルの発達過程を支配するモデル，(第二世代) 波浪の非線形干渉によるエネルギー移流を間接的に考慮するモデル，(第三世代) 波浪の非線形干渉を全面的に考慮するモデル。今日一般的に用いられているのは，第二世代のモデルであり，当研究室でもこれを主体とした研究がなされてきた。

(1) 数値予知モデルの適用性と異常波浪の予知

土屋・光田らは波浪推算モデルのための海上風の推算方法として，ディジタイザーとスプライン法を用いた気圧データの作成方法を開発した。天気図の等圧線上の気圧値を用いて作成した気圧データから，Bijvoet の方法で推定される海上風は実測値とよく対応していることが確かめられ，この方法が波浪推算モデルに適用されるようになった。これを用いて，土屋・山口らはエネルギー平衡方程式に基づく波浪推算モデルによる日本海沿岸における異常波浪の数値予知を行うため，季節風時の波浪推算結果を観測結果と比較し，その適用性を検討した。つぎに，日本海北部で極度に発達した季節風を抽出し，寄り廻り波の発生機構を研究し，数値モデルにより，N 方向からの長周期の成分波が再現されることを確認した。

さらに，北西太平洋沿岸を対象とした波浪の推算を行い，台風の経路が同一であっても，停滞時間が長くなると，異常波浪が発生することを示した。また，台風の停滞時間についての極値統計を行い，年最大値の極値分布は Gumbel 分布に適合すること，伊勢湾台風，第2室戸台風の停滞時間は短く，この経路で停滞時間の長い台風の場合にはさらに大きい異常波浪が発生することを示した。同時に，日本海における異常波浪の発生機構も研究している。

(2) 波浪の極値統計と相関予測

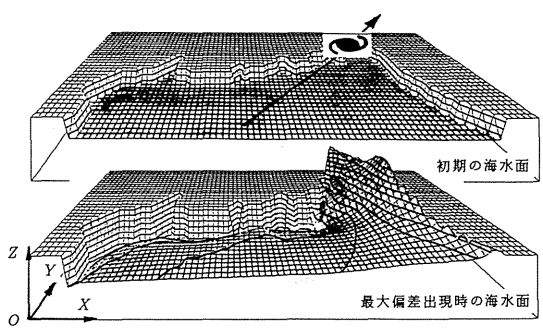
土屋らは日本海中部沿岸における波浪予測に対して，代表地点間の気圧差を説明変数とする波高の重回帰推定式を，波浪の発達期と減衰期のそれぞれに対して作成し，推定式の使い分けによる相関予測法の精度が向上することを示した。また，6時間および12時間予測に対しては，この方法で日本海沿岸の波浪予測が可能であるが，18時間後の予測に対しては，ラグタイムが大きすぎ，高い相関の気象因子を特定することができなかった。また，日本海中部沿岸における高波浪時の極大波高がその発生前後における代表地点間の気圧差により精度よく推定されることを示し，過去30年間の極大波高を推定し，その極値統計は Gumbel 分布の適合性がよいことを示した。さらに，佐渡島による遮蔽域の波浪特性を知るため，回折効果と遮蔽域での追風効果を考慮した極大波の予測法を示した。

4.8 高潮・津波

わが国の太平洋沿岸にある主要湾は湾口を南に向ける南向きの湾で，東京湾，伊勢湾，大阪湾に代表されるように，産業の中心地帯となっている。このような南向きの湾は，太平洋を発達しながら北上する台風に伴う高潮の発生，環太平洋地震帯で発生する地震津波の侵入に対して極めて危険な地形特性を有し，人為的に制御することの困難である高潮，波による災害に対しては宿命的に危険な地理条件であるといえる。これらの災害の防止軽減のためには，外力である台風，地震の予知とそれにともなう海水流動，海面変動の的確な予測が必要であり，このため気象学，地震学，海洋，海岸工学を総合した研究が行われている。

高潮，津波はそれぞれ大気，海底地盤の運動に起因する，深海から大陸棚を通過して浅海に至る大規模な海水流動をともなう海面変動であり，それらの実態は必ずしも究明されているとは言えないが，海上の計測システム，衛星によるモニタリング技術の進歩により，地球規模での実態の把握が期待される。さらに，数値計算法の進歩にともなって，伝播，変形に関する局所的な挙動の数値予知が実用的レベルで可能になっており，今日では，計算領域の広域化，精度向上，演算の高速化のような数値計算技術の研究の他，黒潮との相互作用，海水の3次元的な流動とそれにともなう物質の輸送，河川，陸上へのそ上，内水氾濫を予測するための数値モデルの開発が行われている。

また，既往資料に基づく統計的手法により，極値統計を検討することも有意義であり，決定論的要因を除去し，統計量としての母集団を十分に検討した極値統計が行われてきた。さらに，史資料解析や数値モデルを援用した歴史津波やそれにともなう災害の復元が試みられた。



図—3.11 高潮の数値計算

4.8.1 高潮の発生機構と数値予知

(1) 数値モデル

土屋・山下らは多層位モデルおよび準3次元モデルを用いて，湾内高潮の数値予知と海水流動の3次元的シミュレーション法の開発を行った。演算時間を考慮して，多層位モデルとしては2レベルモデルを考え，準3次元モデルとして，鉛直方向に運動方程式を有限要素法で解き流れの鉛直分布を求め，これを水深積分して水平方向に連続式を満足する計算方向を開発した。これらのモデルにより，水平2次元問題としては取り扱えない吹き寄せ効果（吹送流）の鉛直分布の影響を評価し，水深変化の小さい湾内での高潮に対しては準3次元モデルが計算効率，結果ともによい適用性があるが，多層位モデルは計算効率が悪いことを示した。さらに，山下は3次元モデルへの乱流モデルの適用に当たっては，整合性を考慮して k–ε 乱流モデルの選択方法をすることの必要性を述べ，

完結した数値モデルを作成し，その適用性を現在検討している。

(2) 陸上へのそ上，氾濫

土屋・山下らは水平2次元数値モデルを用いて，高潮の破堤による海水の堤内地への氾濫の数値モデルを構築し，伊勢湾台風時の長島輪中での追算により，その適用性を検討した。このモデルは，高潮の数値モデルと氾濫数値モデルとを結合した差分法（leap-frog 法）によるもので，氾濫水先端部の条件には堰モデルが用いられており，移流項には風上差分が適用されているため数値粘性が介入し，力学的な信憑性に欠けるモデルであるが，パラメター操作により氾濫水先端部の移動を追算する程度の適用性はあることが示された。しかしながら，計算効率が悪いこと，力学的根拠に欠けること等短所が多いため，氾濫水の先端条件として，等流状態を仮定し計算点前後の水位を求め，これにより重み付き差分方程式を展開し，数値計算法として，移流・拡散計算と，伝播計算とを分離し数値誤差の介入を抑えた氾濫数値モデルを開発した。

さらに，土屋・山下は水平粗面上での bore front の水理，伝播特性を実験的に検討するとともに，Burgers 方程式，K-dV･Burgers 方程式による1次元問題としてのモデル化を行い，氾濫水先端部の挙動は不連続性の強い場合は，散逸性と非線形性の釣り合う Burgers ソリトンとしての特性を持ち，不連続性の弱体化に伴い分散性が増加すると，K-dV ソリトンとしての特性も生じてくることを示した。また，この方程式を Cole-Hopf 変換により，線形の移流拡散方程式に変換し，これを QUICKEST 法で数値計算すれば，計算時間が短縮され，数値誤差が極めて小さいことを示した。

(3) 黒潮の影響

山下・土屋は，伊勢湾，大阪湾，紀伊水道，土佐湾沿岸における11年間の潮位資料，黒潮流路データを解析し，黒潮の変動と異常潮位，高潮に及ぼす黒潮の影響を検討した。すなわち，黒潮の流路変動によって数十センチメートルの異常潮位が発生し，高潮の forerunner はその一部であること，異常潮位を発生させる4通りの典型的な流路パターンがあることを示した。

さらに，中村は白浜海洋観測塔およびその周辺の観測資料に基づき，近畿圏の高潮災害の要因としての黒潮について検討し，紀伊半島沖では黒潮流軸が台風の通過に伴って北上することがあり，これにより白浜海洋観測塔およびその周辺の水温，塩分に複雑な変動が観測され，台風の黒潮に及ぼす影響は無視できないことを示した。また，高潮に及ぼす陸棚波の影響についても極値統計と理論解析から研究を進めている。

4.8.2 津波の変形と予知

(1) 数値計算

中村は大阪湾，紀伊水道，播磨灘を含む領域において，津波の波源特性を与えるパラメターを導入した数値計算を行い，等価津波波源の水位，継続時間の影響を明らかにした。さらに，既往津波のシミュレーション結果から，数値モデルの適用性を検討した後，津波の発生頻度をポアソン過程で与えた確率論的手法を数値モデルに導入し，いつ頃，どの高さの津波が来襲するかという予知モデルを作成し，大阪湾，紀伊水道を対象とした推定を試みた。また，田辺湾を対象として，数値モデルによる開口湾の湾水共振と津波との関係を検討し，田辺湾の共振条件を示すと供に，計算結果が既往津波の浸水被害と高潮位との対応をほぼ説明できることを示した。

(2) 歴史津波の復元

中村は数値計算によりインドネシア，スンダ海峡の1883年クラカトア津波の追算を行い，波源条件を変えた計算結果と過去の資料との津波波形，到達時刻等の比較から，津波エネルギーとその伝播を計算した。さらに，大阪湾，紀伊水道の津波史料の収集，解析により，従来の歴史津波の訂正，追加を行った。とくに，1707年宝永津波のため山内村全村流亡，和歌山県日高川の津波史料について新たな史料を追加するとともに，数値計算を援用して大阪湾，和歌山県沿岸の最大津波遡上高を推定し，津波危険度の評価を行った。

土屋・河田は古文書，古絵図等の史料により，大阪における安政南海道津波の災害状況，とくに人的被害の地域分布，市街地の堀割の水位上昇量，浸水地域を推定した。また，家屋の浸水状況等から天保山での津波の高さは約1.9mと推定された。さらに，この値を用いて安政津波当時の大阪市街の地形図から浸水図を求めると，当時の氾濫域を示す「大坂大津波図」と良く一致することを示した。土屋・河田・酒井らは安政南海道津波の伝播・氾濫計算を行い，津波史料との比較からこの津波による災害の復元を行い，相田の断層モデルを用いた伝播計算により大阪における津波の高さ1.9m，土佐湾，紀伊水道沿岸部の津波の定性的な痕跡高が再現できることがわかった。また，沿岸域での津波の高さを初期条件として氾濫計算を行い，第2波による氾濫域と「大坂大津波図」とがかなりうまく対応することを示した。

(3) 津波の前駆異常音

中村は巨大津波の前駆異常音は，歴史的資料には地震後，津波来襲時までに沖合いあるいは海中で大砲のような音がしたと記述されているが，これが海洋学的に根拠のあることを音響学モデルにより示した。すなわち，海底地震の震央を音源とする音波の伝播を計算し，表層海面下で音波が集中し，acoustic ray が交叉する場合には表層にも音源の形成が可能であることを示した。この手法を，太平洋北西沿岸の三陸大津波の前駆異常音について適用し，三陸沖において，親潮と黒潮系暖水渦と三陸沿岸水・津軽暖流の相互位置関係によっては震央と同程度の音が沿岸域で観測される可能性のあることを示した。また，インドネシアのインド洋沿岸でも津波前駆音が観測されており，ここでの海底地形，海水温度，塩分の分布を考慮して，津波前駆音の可能性を調べるとともに，津波予・警報，早期避難等の対策への適用を考察した。

(4) 日本海中部地震津波

土屋・酒井・河田・中村・芝野・吉岡・山下らは日本海中部地震津波の伝播とそれによる災害の実態について調査するとともに，収集された津波波形と津波の伝播計算から日本海における津波の挙動，すなわち，浅海域での津波のソリトン分裂特性，能登，島根半島への津波の集中および隠岐，奥尻島によるトラップ現象を説明した。土屋・安田・山下らは斜面上での K-dV 方程式の数値計算により，陸棚における津波のソリトン分裂特性を検討し，能代沖での観測波形，運輸省港湾技術研究所での水理実験と比較し，日本海中部地震津波の特徴である陸棚での短周期の津波はソリトン分裂であることを示した。また，中村は日本海中部地震津波にみられる非線型現象に着目して，bore，波状段波の波形の伝播，構造物への衝撃波圧非線形湾水振動等，津波の非線形力学について考察した。

4.8.3 高潮・津波の極値統計

土屋・河田は大阪湾沿岸における約50または80年間の潮位資料について，埋め立て等自然環境変化，台風の経路の極値統計の母集団におよぼす影響を検討し，対象とする地域が台風経路の東側か西側かが高潮の極値統計における母集団に最も影響を与えることを明らかにした。これにより母集団を分けて推計すると，高潮位，最大偏差ともに極値分布によく適合することを示した。一方，中村はポアソン過程を適用し，太平洋東部における津波発生超過確率を求めることを試み，太平洋東部海域を12区域に分けて，区域毎の統計を取り，津波スケールについての考察を行い，想定規模の津波の再現期間を示した。

4.9 海岸侵食とその制御

漂砂の機構は極めて複雑であるが，流体運動に起因する海底面上でのせん断応力，重力の他，砕波に起因する海浜流の空間分布特性に規定される。海岸侵食の機構を究明し，それを制御するためには，漂砂の外力（波浪，海浜流場），漂砂の機構および底質の特性を明らかにする必要がある。海浜変形を予測する手法としては，物理的制約と縮尺効果の介入する水理模型実験が重要視されることは希で，数値モデルが用いられるようになってきた。海浜

変形の数値モデルには，波浪，海浜流および漂砂の連続性を記述する各数学モデルの組合せで種々のものが考えられるが，対象とする時間，空間スケール，精度を考慮して，1ラインモデルによる汀線変化予測から3次元海浜変形モデルまで，適した数値モデルが選択される。海岸侵食に悩まされてきたわが国においては，外力，漂砂の特性を面的に理解し，海岸侵食を制御しようとする思想が浸透しつつあるが，人工リーフ工法や大規模潜堤工法のように，波浪エネルギーの面的制御に主眼をおいた工法が施工されているのが現状である。一方，Silvester，土屋の提案する安定海浜工法は，漂砂の面的連続性を基礎とした侵食制御工法であり，自然に存在する安定な閉漂砂海岸（pocket beach）の特性を生かして，海浜を安定化させようとするものである。最近の海岸工学の進歩にともない，安定海浜工法による海浜の安定化の力学的機構が解明されつつあり，海岸侵食防御工法として着目されている。

4.9.1 漂砂機構

(1) 漂砂の移動限界

土屋らは漂砂の移動限界近傍における砂粒の動的挙動を，rocking motionとして定式化し，Mathieu 方程式と同型の非線形常微分方程式を得た。これを層流および乱流境界層理論による水粒子速度の表示を用いて数値積分し，安定解から不安定解への限界として漂砂の移動限界を，Shield 数と砂粒 Reynolds 数との関係で表示することができた。この表示では，波による加速度の効果として，水粒子の軌道直径と粒径との比が介入し，Komar や Sleath らの実験結果と極めてよく一致することを示した。また，漂砂の移動限界を基礎として，従来の実験結果を整理し，できる限り統一される漂砂形態の発生領域の表示を試みた。その結果，次の点を明らかにした。(1)漂砂形態を no movement, flat bed, ripple および sheet flow に分ければ，それらの領域区分は Shields 数，Reynolds 数または sediment-fluid 数および水粒子軌道直径・粒径比によって表示できる。(2) no movement-flat bed および ripple-sheet flow の移行限界においては，水粒子軌道直径・粒径比の影響はほとんど現れないが，flat-ripple の移行限界においては sediment-fluid 数の増大とともに著しく，軌道直径・粒径比が大きくなると，流砂の場合の移行限界に近付く傾向を示す。

土屋らは，rocking motion として定式化された移動限界時の砂粒の運動方程式に基づき移動限界時の砂粒の運動の近似解を導き，その不安定条件から，砂粒 Reynolds 数が十分大きな領域における密度比の影響を含む飛砂の移動限界の表示を導くことに成功し，飛砂のみならず流砂の移動限界の統一的理論表示を行った。さらに，河田らは強制浸透による浜漂砂制御工法の基礎的検討として，前浜に底質の沈降速度の1/100程度の吸水を作用させると，底質移動が抑制され侵食防止に有効であることを見いだした。

(2) 漂砂量則

河田は砂粒の跳躍機構の解析と質量保存則の適用によって，傾斜海浜における漂砂量則を誘導した。この漂砂量則により，水平床の plane bed における漂砂量を精度よく算定できること，傾斜海浜上での net の漂砂量に及ぼす斜面勾配の影響は非常に大きいことが見いだされた。河田・土屋は任意海底形状における波，流れ共存場に適用できる漂砂量則を誘導した。これによって，岸沖・沿岸・浜漂砂量則を力学的に統一表示でき，各漂砂量に及ぼす波向きと岸沖及び沿岸方向の海底勾配の影響を明らかにした。また，波の入射角の増加と供に，net の沿岸漂砂量が岸沖漂砂量に比べて大きく増加し，この傾向が Shields 数の増加によって顕著になることが見いだされ，沿岸方向に海底勾配の無い場合には漂砂はジグザグの軌跡を描いて移動することが分かった。さらに，net の沿岸漂砂量に比べて浜漂砂量の絶対値は大きく，Shields 数の大きい領域では，その2乗に比例して増加するため，無視できないことが示された。一方，最近土屋らは二相流体力学的基礎と砂粒の運動力学とを結合させた漂砂，流砂，飛砂の統一的理論を展開するとともに，流砂あるいは漂砂との協同現象としての波動論を追求している。

(3) 漂砂の現地観測

河田・吉岡・藤木・土屋はこれまで現地海岸で計測できなっかた高波浪時の掃流漂砂量を観測するための補砂器

を開発・試作した。水中ビデオによる掃粒漂砂の補砂状況の検討から，試作した補砂器が十分機能していることを確認した。この補砂器を用いて，中程度のストームの条件下で11ケースの観測を行い，平均波の波高と周期から微小振幅波理論を用いて Shields 数，無次元漂砂量を計算し，従来の plane bed の無次元漂砂量の実験結果とかなり対応し，計算値との対応も良好であった。さらに，浮遊漂砂の濃度計を試作し，海底上鉛直方向に5点で同時計測し，砕波による浮遊漂砂の濃度分布のピークの発生位置と波形との位相差が砕波の継続と供に小さくなることが見いだされた。河田・白井・吉岡・土屋らは大潟波浪観測所の T 型観測桟橋を用いて，高波浪時の海底微地形の観測を行った。その結果，Shields 数が2以上まで砂れんの発生が確認され，従来の結果を修正する必要があることを指摘した。また，plane bed は第1砕波点付近のごく狭い海域で見られるに過ぎないことを確かめた。さらに，Kanekoのplane bed と ripple bed の発生領域区分の適用性を調べ，観測結果がほぼ妥当であること，Komar らの領域区分は平均波で整理した結果とかなり一致することが見いだされた。

4.9.2 海浜流・海浜変形

(1) 海浜流の理論

土屋・安田は汀線方向に一様な radiation stress 状態での海浜循環流系の発生理論を展開した。微小パラメターにより展開した海浜流の基礎方程式において，直角入射の波浪と海浜流との相互作用の無い最低次の支配方程式の分岐解を求めた。その結果，set up の最大点で向岸流，最小点で離岸流を形成する海浜循環流が得られ，離岸流間隔は，砕波帯幅のみで決まり，その約6倍であることを示した。土屋らは波と流れの相互作用を考慮した定常状態における水平2次元の海浜流の基礎方程式，および wave action 保存則を満たす一様流中での緩勾配方程式とから，離岸流の支配方程式を誘導した。波と流れの相互作用をより厳密に考慮するため，radiation stress と平均流速勾配との積を含む定式化を行った。その結果，離岸流の支配方程式の固有値問題として，離岸流の解を求め，実験データ，現地データと比較して，外重力波による離岸流領域以外では，求めた離岸流の理論解で離岸流発生間隔がよく説明できることを示した。すなわち，離岸流の発生間隔は，surf similarity パラメター ξ の関数であり，外重力波領域（$\xi<0.2$）との接続領域で砕波帯幅の6倍，それより海底勾配の急な領域になるに従って砕波帯幅の2倍まで逓減することを明らかにした。さらに，海浜流の方程式に境界層近似の方法を適用して，沿岸流の方程式を導き，その定常解を求めて実験結果と比較し，その適用性を確かめた。

一方，土屋・山下らは砕波帯における鉛直2次元海浜流場の数学モデルを構築した。このモデルは，砕波モデル，inner layer モデル，surface layer モデルから構成されている。砕波モデルは砕波による波浪エネルギーの散逸を考慮したエネルギー保存則と radiation stress に基づく運動量保存則から平均海面を計算する。平均海面を境界面にして，砕波に伴う質量，運動量保存則から inner layer の上部境界条件を与える surface layer モデルが完結し，inner layer モデルによって鉛直2次元海浜流場が計算される。inner layer モデルは平均流場の方程式と k–ε 乱流モデルとで構成され，砕波による波浪エネルギーの散逸が境界面における乱流エネルギーの供給項となっている。さらに，座標変換により直交曲線座標系での基礎式を求め，これを2次の風上差分法により数値計算する方法を示した。また，LDV 計測の実験結果と比較して，準定常段波領域での鉛直2次元海浜流の分布がよく再現できることを確かめた。

(2) 海浜流の観測，実験

土屋・吉岡らは砕波帯における海浜流，砕波の水粒子速度，乱流を含む広範囲の周波数帯の流れを長期間観測するための超音波流速計を開発し，大潟波浪観測所の T 型観測桟橋を用いて，通年の連続観測を実施した。その結果，長周期成分の流速には風，波浪の変化に追従した流れが観測され，短周期成分には波浪に伴う流れの他，より短い乱流成分が測定できることが確かめられた。さらに，長周期成分の流れの特徴として，季節風の吹き始めには西寄り強風，高波浪が来襲し東向きの沿岸流が発達するが，風向きが東寄りになり風が治まると，うねりが来襲し

一様な鉛直分布の沖向きの流れが卓越することが見いだされた。土屋・河田らは沿岸方向に変化する不等流沿岸流に関する系統的な実験を行い，流速分布の沿岸方向変化は，沿岸方向への距離だけの関数で表示されることを明らかにした。また，砕波点における無次元沿岸流流速は波高，入射角に依存せず，無次元流下距離だけの関数で表示できる可能性があることを示唆するとともに，不等流沿岸流における流速分布の相似性を確かめた。

(3) 海浜変形の調査観測

土屋・白井・山下は1973年から1981年までに大潟波浪観測所の長大観測桟橋に沿って毎週1回測定された海底地形のデータを解析し，大潟海岸の海浜断面形状の長期的変化特性を考察した。その結果，1973年，1978年，1979年の冬期に顕著な海底地形の変化が生じていたことが分かった。また，6月を境とした年平均の海底地形の相互比較から，海岸土砂の移動方向を調べた結果，汀線近傍の海浜砂が沖方向へ流失していること，汀線の後退にともない，水深3mまでの海底勾配がきつくなってきていることが見いだされた。さらに，経験固有関数による因子分析から，bar-berm 関数，step 関数に季節変化が失われてきていることがわかった。河田・吉岡・芹沢・土屋らは大潟波浪観測所のT型観測桟橋（1985年に新設）による高波浪時の海底地形計測法を開発し，観測桟橋周辺の海浜過程を検討した。これにより，T型桟橋と開発した計測ソリを用いれば，桟橋周辺の平面的な海底地形が十分な精度で求められること，shoal, trough の位置は経年的には変化せず，冬期に凹凸が顕著になることが見いだされた。

土屋・河田・芝野・山下は萩の浜の海浜過程を調査し，琵琶湖岸における砂浜の形成過程と保全について検討した。31年間の彦根における風のデータから SMB 法により琵琶湖の沖波を推算した。これより，年最大波高の極値分布が Gumbel 分布に適合することを示し，波浪の再現期間を求めた。また，波浪の屈折計算から波浪エネルギーフラックスの沿岸成分を求め，沿岸漂砂量を計算するとともに，萩の浜周辺の湖岸の底質調査から沿岸漂砂の卓越方向を検討した。芝野・山下・井上・土屋は琵琶湖西岸における底質特性および波浪推算，屈折計算から沿岸漂砂の卓越方向を推定し，砂浜の形成過程を検討し，漂砂源として砂浜を形成してきた流入河川の河口デルタの発達速度は大きく，背後地の流域形態によって3地域に区分できることを示した。さらに，萩の浜の調査結果も加えて，西海岸全域における漂砂の卓越方向を明らかにした。土屋・芝野らは黒部川扇状地海岸の変化を河口デルタの縮小過程であると位置づけ，侵食過程を長期，短期の時間スケールに分けて考察した。長期時間スケールで見た侵食要因は，黒部川河口の移行による漂砂源の変化であり，短期的要因としては，河川からの流掃土砂量の減少と漂砂上手側の宮崎漁港の修築による沿岸漂砂の阻止，および海岸構造物による反射波の発生であると定義し，これらの侵食対策として，海岸線を人為的に変えて，海浜を安定化させることを提案した。さらに，芝野・土屋らは遠州灘海岸，とくに天竜川河口部海岸を中心とする海岸地形の形成を，地質学および考古学的研究成果に基づいて考察した。その結果，遠州灘海岸は天竜川河口部とその東西両海岸とに分けられ，河口部付近では60—70mに上部砂礫層が存在し，その両側には三角州性扇状地が形成されている。現扇状地を形成する堆積土砂量から，天竜川の年平均流送土砂量を推定すると，50万 m^3/yr であることがわかった。

芝野はわが国における潮位の長期的な変化とそれに伴う海岸線の前進，後退との関係を検討した。すなわち，潮位観測結果から，大阪，油壺において1—2 mm/yr の潮位上昇が認められること，新潟西海岸では地盤沈下により海岸侵食が助長されたこと等，平均海面の変化が海岸線の長期的変動に影響することを示した。一方，土屋らは海浜断面形状について，海浜変形の模型実験における原型と模型との相似則を検討した。波浪特性に対しては Froude 則を適用し，漂砂，海浜変形に対しては，実験水槽の規模を原型，模型に対応させて変化させ，種々の粒径の底質を用いて海浜断面形状が相似となる底質の相似則を見いだした。これにより，波浪及び初期海浜を Froude 則によって規定すると，底質についの相似条件が縮尺比のみによって表されることがわかった。

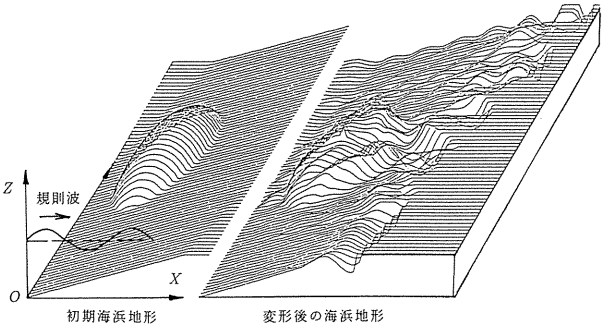
(4) 局所洗掘

土屋・河田らは実験室用の洗掘計を開発し，波・流れの共存場における円柱周りの局所洗掘，とくに静的洗掘に

関する実験とモデル化を行い，共存場での洗掘深は波だけの場合よりかなり大きくなること，静的洗掘は動的洗掘より大きいことを示した。さらに，カルマン渦をランキン渦と考え，これによる漂砂の舞い上がり量を評価するモデルを構築し，洗掘深の時間変化および最大洗掘深がこのモデルで予測できること示した。さらに，底質材料として軽量骨材を用い，砂れんの発生しない条件下での円柱周辺の局所洗掘の実験も行い，この場合には，波高・水深比の増加とともに洗掘深が大きくなり，最大値を越すと急激に埋め戻されることを見いだした。また，円柱側面から吸水すれば，カルマン渦の直径が小さくなり，洗掘深を抑えることができることがわかった。

(5) 海浜変形の数値モデル

河田・土屋らは，一様勾配の海浜にStokes波で表される波浪が直角に入射する場合の鉛直2次元の海浜変形を海底勾配を考慮した岸沖漂砂量式を用いて検討した。その結果，微小振幅波では，海底勾配のみの影響を受けて，常に沖向きの全漂砂量となるが，Stokes波では大部分が岸向きとなり，砕波点でバーが形成され，沖浜の地形は下に凸になる傾向を示すことが認められた。一方，山下・土屋らは波浪場，海浜流場，1ラインモデルおよび3次元海浜変形数値モデルの開発を行った。まず，砕波による波浪エネルギーの散逸を含む楕円型の緩勾配方程式を有限差分法で数値計算し，任意反射率の境界条件，造波条件，砕波減衰率に関する基本的なモデルの検定を行った。次に，これと1ラインモデルとを結合し，安定海浜工法で形成される海浜の汀線形状を計算した。さらに，波浪，海浜流との協同現象として取り扱う新しい海浜変形の数値モデルとして，波浪モデルと海浜変形の影響を直接考慮した水平2次元の海浜流モデルと結合した3次元海浜変形モデルを構築した。これを用いて，楕円浅瀬の移動床数値計算を行い，楕円型浅瀬の海浜変形計算の可能性を確かめたが，現在現地海岸への適用性について研究を推進している。



図—3.12 海浜変形の数値計算（楕円浅瀬の変形）

4.9.3 海岸侵食制御

土屋・芝野らはSilvester，土屋らにより提案された安定海浜工法の形成に関する水理模型実験を行い，この工法の有効性を確認するとともに，問題点を指摘した。また，安田・土屋らは数値波動解析法と開発した海浜流数値モデルを用いて，ヘッドランド（人工岬）周辺の海浜流特性を検討し，ヘッドランドを砕波点近傍に設置すると湾曲海浜の形成が早いことを示した。さらに，土屋・芝野は，漂砂の動態に基づいて砂浜海岸の分類と底質特性について検討し，砂浜海岸は閉漂砂海岸，擬閉漂砂海岸および開漂砂海岸に分類でき，汀線形状，沿岸方向分布特性は，ヘッドランドを結ぶ基準線に対する波向き θ と汀線—基準線角 β との比で整理されることを見いだした。すなわち，$\theta/\beta=1$ の閉漂砂海岸では，底質の分布特性は海浜の一部にピークをもつ単峰型となるが，$\theta/\beta>1$ の開漂砂海岸では漂砂上手側からの単調減少となることを見いだした。同様に，安定な海浜にも動的に安定な浜（開漂砂海岸）と静的に安定な浜（閉漂砂海岸）とが存在し，安定海浜工法を設計するも場合にもこの分類が重要であることを指摘した。

土屋・河田・芝野・山下は安定海浜工法の現地への適用性の検討の一例として，和歌山県の白良浜の保全工法を検討した。白良浜の海浜過程の調査，水理模型実験，数値シミュレーションによる検討結果に基づいて，権現崎に自然の岩礁を利用したヘッドランド，浜のもう一方の湯崎側端部にT型突堤形式のヘッドランドを提案した。白良浜では提案した安定海浜工法が施工され，海浜が安定化していることが確認されたため，現在ではオーストラリ

アから養浜砂を購入し海浜の拡幅を行っている。

土屋は諸外国の経験およびわが国の侵食制御の思想を反映させた，長期的観点に立脚した海岸侵食制御論を展開した。とくに，海浜を安定化させて海岸侵食を制御すること，低頻度の異常波浪に対する海岸保全の確立，海浜利用のゾーニングとセットバックラインの考え方の導入の重要性を指摘した。さらに，土屋・山下らは大規模海岸構造物による海浜変形の要因は(1)沿岸漂砂の阻止と，(2)波浪，海浜流場の変化とに分類できることを示し，このような場合の海岸侵食制御の方法論を展開した。また，河田は沖浜帯では砕波角と砕波水深を人為的に変化させる波浪制御法が，いそ波帯では漂砂帯の幅，沿岸流速および底質特性の制御により安定海浜を得る漂砂制御法が海岸侵食制御の原理であることを示し，各種海岸侵食制御工法の機能と長・短所を系統的に明らかにした。とくに，最近土屋らは不等流沿岸流の方程式に沿岸漂砂量則を導入した海浜変形の一般式を誘導し，その定常解から，安定海浜の存在の理論的根拠とその理論的形状が求められることを示している。



写真—3.12　安定海浜工法の適用（白良浜）

4.10　海水・湖水の交換と拡散

内海を含む沿岸海洋における熱および物質の移動現象とその起因力に関する系統的な研究は，沿岸漁業，海域環境評価，沿岸海洋災害の予測，防止軽減のために極めて重要である。直接的な起因力である，潮流，津波，高潮，静振，密度流，吹送流，黒潮等の個々の力学的機構はかなり明かにされ，理論，数値モデルが構築されているが，沿岸海洋における熱および物質の移動現象はこれらの起因力の総合的作用の結果であり，とくに熱収支はメソスケールの気候変動にフィードバックするため，大気・海洋相互作用，複合的な起因力を考慮した広域的な現象の把握が必要である。

このため，海上観測，衛星による海況変動の長期間のモニタリングは，現象を把握する上で極めて重要であり，これにより得られた情報に基づき，数学モデルが検討，構築され，数値モデルを援用した海況のシミュレーションが行こなわれてきた。とくに，潮流，黒潮は沿岸海洋における熱や海水，物質の交換，拡散の主要因であり，水理模型実験，観測，数値シミュレーションによる多くの研究が行われ，単一起因力，水平２次元問題としての特性はほぼ把握されており，複合起因力，３次元問題としての研究が展開されている。また，吹送流，密度流は海洋，湖沼における３次元的な海水，湖水の交換に寄与するばかりでなく，水平２次元的な流動特性に影響を及ぼす重要な要因であり，紀伊水道の沿岸フロント，琵琶湖をメインフィールドとした湖流の観測研究，数値シミュレーションが行われてきた。

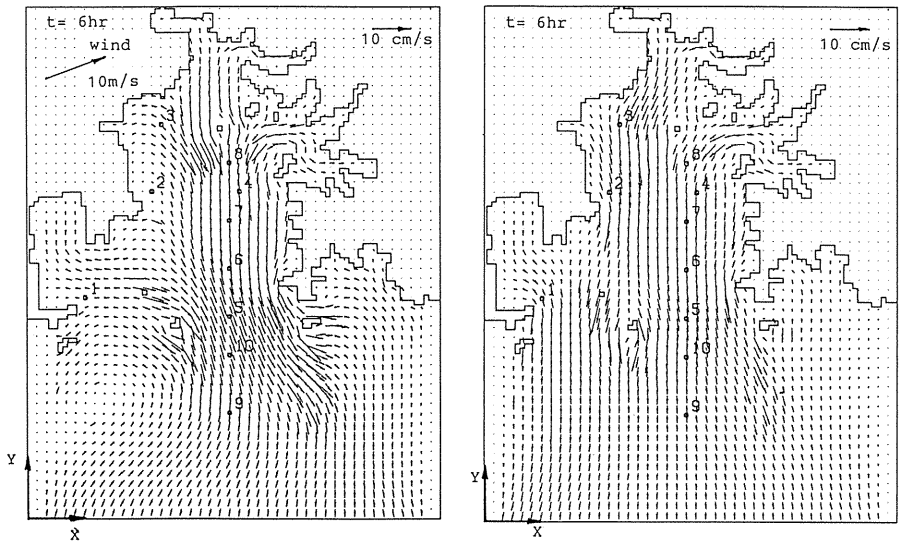
4.10.1　海水の交換と拡散

(1)　海況変動のモニタリング

土屋を代表者とする海象（流れ）観測グループは，白浜海洋観測塔をキーステーションとして，海底設置型超音波流速計（２成分）による流れの長期連続観測を行い，田辺湾における沿岸水の挙動を解析し，風波，静振，潮汐，外洋水の影響，長期変動の特性を明かにした。

国司・吉岡・中村・芹沢らは超音波式，ローター式，インペラー式の流速計による流れの同時観測を行い，沿岸海域の係留観測における各流速計の特性を明かにし，海洋における流速の長期連続観測法を確立した。

吉岡は紀伊水道をフィールドとして，白浜海洋観測塔の水温の長期連続観測データ，飛行機による熱赤外線映像写真およびフェリーボートによる水温分布記録から，海面水温と海況変動を解析し，冬期に水道の入口付近に沿岸



(a) (b)

図—3.13 田辺湾の潮流・吹送流の数値計算 ((a)吹送流・潮流場, (b)潮流場)

水と外洋水の海洋性フロントが形成されていることを発見した。さらに，フロントの温度差，位置は15日周期で変動し，これは田辺湾沖に出現する暖水塊により引き起こされており，この湾の海水交換の主要因であることを明かにした。さらに，中村・吉岡・芹沢らは白浜海洋観測塔周辺の水位変動，台風時の流れ，潮流，須参見の棚静振等広域的，長期的な観測を継続し，田辺湾，紀伊水道における海況変動について多くの研究成果を得た。また，吉岡・芹沢・国司らは紀伊水道沖の堆「土佐碆」周辺の CTD および XBT 観測から堆周辺の水温・密度構造を求め地衡流計算を行い，流れに対する地形の影響を評価し，上層では黒潮に属する東流，下層では堆を反時計回りに迂回する流れが存在することを見いだした。

最近では，ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) により流れの３次元的観測を実施するとともに，潮流，吹送流の３次元数値計算とハイブリッドした数値モデルの開発を進めている。

(2) 沿岸フロント

吉岡は冬期紀伊水道に沿岸フロントが形成されていることを発見し，STD 観測，フェリーボートによる長期水温分布観測によりフロントの構造と変動特性を究明した。すなわち，このフロントの水温差，塩分差は著しいが，密度差は無く，密度極大帯上にフロントが位置していること，黒潮域から表層 50 m の厚さで暖水が舌状に入り込み，水道の東側のフロントを北上させ，これに伴うフロントの移動，蛇行により沿岸，外洋水の交換が集中的に行われていることを明らかにした。

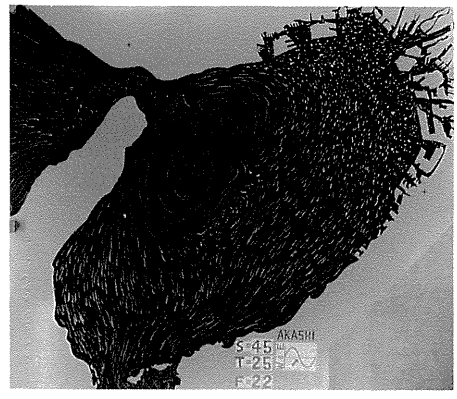
柳らは，瀬戸内海の海峡部，豊後水道，土佐清水沖などで水温，塩分，流速，透明度などの変動特性とその原因究明の研究を行い，以下のことを明らかにした。瀬戸内海の６つの海峡部（速吸，釣島，来島，備讃，明石，友ケ島）での季節変動をさしひいた水温偏差は全域で同位相で約５年周期の変動が卓越し，この原因は北部太平洋全域の水温変動にある。塩分偏差の変動は全域で同位相で約３年の周期が卓越し，それは内海の降雨量の変動に起因する。豊後水道の水温，塩分の変動は１年周期の季節変動が最も卓越し，季節変動を差し引いた変動には内海と同様の位相，周期がみられるが，豊後水道の透明度の経年変化は北部では塩分，南部では水温の影響をうけて南北で位相がずれる。豊後水道の入口にある宿毛湾で冬季に水温が約10日の周期で 1—2°C 昇温し，この変化が約１日で湾口から湾奥まで伝播し，これは黒潮流軸の北上に伴い水温フロントが形成され，それに伴う暖水塊が5—10日間豊

後水道に停滞し，黒潮流軸の南下により消滅することに起因する。

(3)　潮流による海水交換

近年，ベイエリアの開発に伴って潮流の特性を適切に把握する必要が高まっている。今本・大年は，海水交換は海水粒子がどのような流速場を通過してきたかによって決まるものであって，広い範囲の流速場の構造を把握することが重要であるとの認識に立ち，陸岸に沿って流れる主流部（振動流）と陸岸のくぼみ部の間の海水交換および海峡を通しての外海と内湾の海水交換について，実験および数値計算の両面より検討し，地形性環流が海水交換に果たす役割を明らかにした。

柳・樋口らは，瀬戸内海の潮汐・潮流に関して観測資料から紀伊水道と豊後水道から入射する２つの M_2 潮汐波の干渉，減衰などのふるまい，内海各断面の断面潮流流量，潮汐エネルギーの逸散量，うず潮の成因などを明かにした。また，柳らは，水理模型実験により新に２種類の潮汐残差流の生成機構を明らかにし，この結果から瀬戸内海伊予灘で観測された残差還流の発生機構を推定した。さらに，播磨灘北部で潮汐楕円の鉛直構造を明らかにするための流速観測を行い，半日周潮流の潮流楕円は表層で丸みを帯びた時計回り，中層で往復運動，底層で丸みを帯びた反時計回りの回転を示し，これは鉛直粘性とコリオリ力を考慮した理論解と一致することを示した。



写真—3.13　潮流模型実験における流況の可視化

4.10.2　湖水の交換と拡散

(1)　回転流れ

大西らは海峡で連結された瀬戸内海型の半閉鎖水域を想定し渦・交番流モデルから数値実験的に導いた分散係数の推定式を水理実験で検証し，物質分散過程における潮流と恒流の相乗作用の役割を明らかにした。大久保・村本は琵琶湖の熱密度流のような広水域の流れを地球自転効果を考慮する回転系の流れとしての取扱いを示してきた。回転水槽を用いた密度流の基礎実験から自転に伴う交換流量の減少はロスビー数が１以下で顕著となり，粘性効果は，鉛直エクマン数が 10^{-3} 以上のオーダーから重要となることを示した。以後，現地における流れの観測や鉛直渦動粘性係数の評価も行っている。

大久保・村本・片岡は，琵琶湖北湖の環流を年成層の消長に伴う熱流動過程とみなし，上記の無次元数と密度フルード数に関する相似則を考慮し，環流が水面熱流入によって形成される可能性を実験的に検証した。その後，模型実験により，従来の観測結果と類似の環流配列が実現されること，環流下方の水温躍層は環流により維持されるエクマン境界層であり，熱的相似を上回る浮力束を与えると軸対称の不安定波となることを示した。

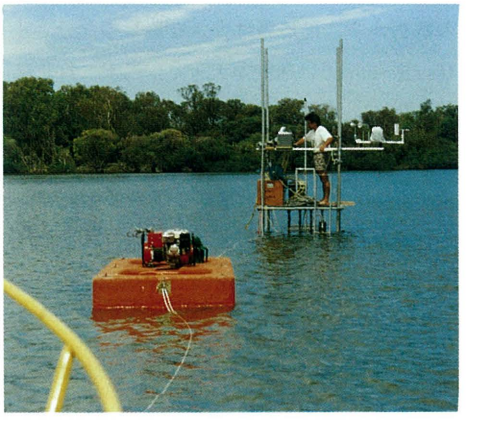
(2)　吹送流

大久保・村本・久保田は３層位モデルによって南湖の恒流と吹送流を解析し，昭和56年７月に行われた15日間の湖流観測結果と比較するとともに，鉛直循環流と地形性環流，自転や地形に基づく二次流，分布風の効果を検討した。吹送流に関する回転系の相似則も検討されたが，境界条件の風や検証となる流速値を得ることを目的に，1985年以降は，現地において濁度や水温とともに流速鉛直分布の測定を主に行ってきた。大久保・村本は流速・濁度観測から湖流により平衡濃度分布が説明しうるのは風速が５m/s 以上の場合に限られ，それ以下の風速では，沈降が卓越することを示した。続いて，同測点で二成分の水平流速，濁度，風速，気温，水温について10～20分間隔，計123鉛直分布を連続的に測定した。冬季の日成層は水温差で 1°C 以下の微弱なものであるが，吹送流の流速範囲では安定度が著しく変化し，湖流強度に決定的影響を及ぼすことを明らかにした。さらに，水温・濁度鉛直分布の

時間変化から評価した渦動拡散係数を浮力振動数や風速で整理し，鉛直分布型が既往の実験結果ともかなり一致することを示した。このように，安定成層時の渦動粘性係数の減少に伴って鉛直エクマン数が減少すると，流速差や流れの偏向が増大し，連行によって成層が破壊して中立成層状態に戻るというサイクルが，浅水湖では1日のうちに起こり，成層時は水平拡散を増大し，成層破壊で鉛直混合が進むという実態が示された。観測でみられた表層流の強い偏向は日成層が破壊する初期に現れ，成層破壊の時間規模，すなわち数時間程度は持続することが明らかになり，回転効果の増大とともに二次流が強化し主流の抵抗が増加するロスビー数相似則に従うことが指摘された。

(3) 密度流

大久保・村本は，湖面冷却により密度の増大した南湖の湖水が北湖に逆流する冬季密度流の観測に努め，水温と流向・流速の係留観測とともに密度流発生時の三次元水温分布を測定し，南・北湖の湖水交換の実態を明らかにした。プルームとしての積分モデルでは下層密度流が直進型と右偏型に分類できることに注目し，流量が小さいと最深部を北向きに流下するが，流量が数 10 m^3/s 程度に増大すると北湖東岸の等深線に沿う形で北東に流下し，現象に対してコリオリ効果が重要であることを指摘するとともに両者の典型的な観測結果を得た。一方，南湖内では恒流と湖面冷却により琵琶湖大橋の南 2～3 km 付近に表層フロントが形成され，これより南では水温が一様で密度流の下層水温に近く，二層流的形態はフロントより北に限られることを示した。実際上重要な逆流量について，大橋断面の上・下層の主流速差の密度フルード数が密度流規模に依存するという経験則に着目し，絶対流速差の密度フルード数が内部限界流条件により1に保たれていても，成層時の渦動粘性係数の減少を考慮すれば地球自転効果により弱い密度流ほど二次流が強化し，主流の密度フルード数が減少することを指摘した。大橋断面における二成分流速鉛直分布の実測から流れの偏向を検証するとともに，界面抵抗係数を評価し，吹送流に移行するような条件で界面抵抗係数が増大し，水理学的に粗な界面になることを示した。大久保は西オーストラリアの小湖において，成層破壊過程に現れる，浮力振動数より高周波の内部波（界面波）の観測を行い，その形状因子をいれた水温鉛直分布モデルを用いて連行・拡散係数と関連づけている。



写真—3.14 オーストラリア，North Lake における水温計格子を用いた成層破壊過程の観測

4.11 陸 水 収 支

4.11.1 雨水浸透

雨水の地中への浸透現象の研究は，現象そのものの究明のほか，表流水に対しては供給雨水量の算定に，地下水流に対しても供給水量の推定に必要である。

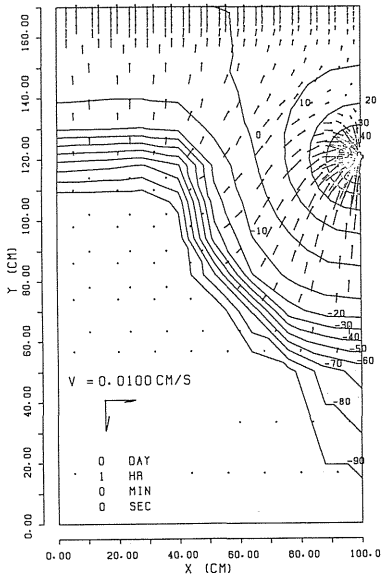
石原・下島は地中への雨水浸透機構，特に浸透水と間隙空気との交換機構の解明を目的として，底部を閉じた円筒に一様な砂柱を作り，その上部から湛水条件や一定強度の条件での給水を行うことにより実験を行い，実験中の土壌水分，間隙空気圧，浸透強度の測定から，間隙空気の閉塞を無視した従来の研究では認められない wetting front の移動，水分分布，空気圧の時間変化，浸透強度の時間変化や湛水条件に関する現象特性を見い出した。さらに，浸透現象を連続事象とみなして気・液相に関する連続式と仮定された運動式とを組み合わせた基礎方程式の水分分布や空気圧分布の半解析的な近似解を誘導し，この解と実験結果とを比較することによって運動式の妥当性を検証すると同時に，実験での現象特性を解明している。

また，石原・下島は，浸透場の不均質性に着目し，砂を用いた二層や割れ目状浸透場への閉塞湛水浸透の実験を行い，一様な浸透場では認められない浸透強度の時間変化，wetting front の移動，間隙空気圧の挙動，間隙空気の放出経路等の現象特性及び一様浸透場での現象との類似性を見い出すと共に，浸透水と間隙空気の基礎式を用いてこれらの現象特性に対して理論的な説明を与えることにより，砂層の水平境界面や割れ目の存在による場の不均質性の雨水浸透への影響を明らかにしている。

山体地下水帯への雨水の供給過程の解明を目的にして，石原・下島は地震予知研究センターの田中・細の協力を得て和歌山県日高郡由良町にある山体（岩盤）トンネルで湧水の観測を行っている。水量や電気伝導度の経時変化の解析から，浸透場は大きな亀裂の部分と小さな多数の亀裂郡の部分とに大別でき，前者の場を流下する流れ（fissure flow）は速度が大きく，湧水に対し降雨直後の流量の増大に寄与し，後者の流れ（matrix flow）は fissure flow に比し速度が小さく，湧水に対して基底流出的な成分を構成することを見い出している。fissure flow の移動速度は暖期の方が寒期に比し小さくなり，またその流量流速を体積含水率のベキ関数で与えて，kinematic wave 理論を介して浸透状況が解析できることを示すと共に，matrix flow の降雨浸透後の移動も同様な解析が可能であることを示している。また，湧水の溶存化学物質濃度は浸透場の内部構造の情報を与えるので，地形土じょう研究部門，吉岡（龍）の協力の下に，台風時や平時に採水された湧水の化学分析結果を介して，従来と別の観点から雨水の浸透経路を検討している。

自然丘陵地における雨水浸透と土壌水流動は，洪水流出や土砂災害と密接に関連しているが，その実態はあまりよく分かっていない。岡は，京都市西部小畑川上流域で土壌水分の一斉調査と人工降雨形式の浸透能試験を実施するとともに，土壌水分の消長を Richards の式と有限要素法を用いて解き，自然丘陵斜面には，土壌固有の間隙の他に小動物・根腐れ・乾燥亀裂などによって形成される大間隙が多数分布しており，これらは巨視的な透水係数を1桁程度増大させ，最終浸透能を数 10 mm/hr に増大させる効果を有していることなどを明らかにした。

また，不飽和浸透流理論の実用上不可欠な不飽和透水係数，拡散係数，土壌水分特性曲線の測定法について検討を加え，土壌水分拡散係数の測定には浸潤法，土壌水分特性曲線の測定には土柱法が簡便で実用的であること，定常流による不飽和透水係数の測定は長時間を要し実用的とは言えない等，興味あるいくつかの結果を提示した。



図—3.14　埋管よりの雨水浸出状況

さらに岡は，都市化に伴って増大する雨水流出の一部を，地中に埋設した有孔管を用いて強制的に地中に浸透させて出水を抑制するいわゆる埋管浸透法を提案し，浸透実験と理論解析により浸透機構と浸透量の低減特性を検討している（図—3.14）。その結果，埋管浸透法は飽和透水係数が 10^{-4}cm/s 以上の宅地地盤で有効であること，地表面よりの降雨浸透量の影響を受けるが Philip の浸透能式と同型の式で表しうることなどを明らかにしている。さらに，数値実験を行い，埋管浸透量式の係数と飽和透水係数との関係を明らかにするとともに，埋管浸透量の簡易推定法を提案している。

4.11.2　蒸発散

(1)　裸地蒸発

屋外観測では，裸地蒸発に及ぼす諸因子が時間的・場所的に複雑な変化をし，また蒸発強度自体の評価も容易で

ないため，蒸発の仕組みを解明することは簡単ではない。



写真—3.15 蒸発実験装置

石原・下島は，裸地蒸発を室内実験的に研究するため，蒸発の気象条件，特に速度・温度・湿度の気流条件を制御できる 40 cm×40 cm の断面をもつゲッチンゲン型の風洞を水資源研究センター蒸発実験室内に製作した。そして，大型重量計上に設置された，定水位あるいは変水位の地下水面条件下の多孔質層（砂層，ビー玉層，赤玉土層）の表面に同風洞を用いて速度・温度・湿度が一定な気流を与え続けるという蒸発実験を行い，蒸発強度や地下水面の経時的変化特性，蒸発強度と地下水面や蒸発面の深さとの関係等を調べると共に，対象とした多孔質層の粒径の大きさにも依存するが，蒸発面が比較的浅いところに位置する場合，蒸発強度は風速が大きな程大きくなるという実験結果を得，また蒸発強度と蒸発面の深さに関する実験値と計算値の比較より層内の水蒸気輸送は分子拡散のみではなされず，与えた気流の乱れも影響を与えるということを示している。また，下島・A. Curtis・J. Turner は，砂層の表面に気流を与えるといった蒸発実験を行い，実験中の液水中に含まれる安定同位体（HDO）の挙動に着目した。そして，実験で得た同位体の濃度分布形状と蒸発強度の関係の解析を通して，与えた気流の乱れは，同様に，比較的砂層表面に近い部分での水蒸気輸送に影響を及ぼすことを指摘している。

石原・下島は，裸地蒸発過程において，乱れた地表風が地中に及ぼす影響として，その風が直接地下に侵入して平均的な意味で水平方向の乱れた気流が生起する場合（F 型）とこの地表風の圧力変動が地下の間隙空気圧の変動を誘導する場合（P 型）に大別した。そして，F 型については，井上の vegetation canopy 内の地表風の挙動に関する理論と乱流輸送の混合理論を援用して，地中の水蒸気フラックスの乱流拡散係数を深さに関する指数関数で与え，一方 P 型については，地中の間隙空気の挙動は Darcy 則で与えられ，また乱れによる水蒸気輸送には混合理論が適用できるとして，水蒸気に関する乱流拡散係数を示した。この関数形は地表面の圧力変動のパワー・スペクトルを含んだ形で表されている。このような理論的背景に基づき，種々の多孔質層の表面に上記の風洞を用いて気流を与えて層内の間隙空気圧の計測を行い，圧力変動の深さ方向の変化をまず検討している。ついで，P 型に対して，評価されたスペクトルを用い，混合距離をパラメータにとり蒸発強度と蒸発面深さの関係を計算し，この結果と実験値との比較より混合距離の大きさを検討すると共に，乱れた地表風による地中の水蒸気輸送に及ぼす影響の重要性を指摘している。一方，F 型の場合は，蒸発実験で得た蒸発強度と蒸発面の深さの関係に対して，混合距離をパラメータにとり乱流拡散係数値を検討した結果，粒径が 10 mm 程度の多孔質層の比較的層表面に近い部分での混合距離は粒径の約半分となることを示している。

数値シミュレーションを通して裸地からの蒸発過程を解明するために，石原・下島は裸地蒸発の場を大気－土地系として捉え，大気と土地での蒸発に係わる水分，熱等の諸関係式を簡単な初期・境界条件の下できるだけ厳密に数値計算を行い，蒸発強度と地表面水分量との関係，日変化する短波放射の下での熱収支の内部構造や蒸発面の深さ等の経時変化特性，また平均風速が比較的長い周期で時間変化をする場合の蒸発強度や土壌水分量の変化特性及び変動風速の平均値と平均蒸発強度の関係等を詳細に検討している。

一方，池淵・光田らは宇治グランド地空相互作用実験場に設けた大型ライシメータを用いて裸地蒸発量の観測・評価を展開している。すなわち，まず実用的なモデル構成に焦点をあて，実験場に設置された観測機器から得られる気象・水文データを用いて統計的分析を行なうことにより，裸地からの蒸発量と他の気象要素との相関関係を明らかにするとともに，蒸発量推定式を構成した。裸地蒸発量と特に相関が高かった気象因子は，従来から言われているように純放射量であった。裸地蒸発量推定式は，水面蒸発量推定式として良く用いられている Penman 式を基

本にして構成し，さらに補正係数として土壌水分の項を乗ずることにより，地表の水分供給が不十分な状態での蒸発量の補正を試み，その結果良好な再現性が得られた。これは，裸地蒸発量に対する補正関数の必要性を示すものである。次に，降雨を伴う場合や短い時間単位では，大型ライシメータの観測精度から，観測的・統計的研究は困難である。そこで，地表・大気系における水分や熱の空間的・時間的変化，あるいはその様々なパラメータが蒸発量にどのような影響を及ぼすかを明らかにするために，物理的根拠を持った基礎方程式系を示すとともに，その数値解析を試み，観測で得られた気象・水文データとの対比による実証的研究を展開した。すなわち，土壌中の水分や熱の移動については De Vries が土壌内の水分移動および熱移動を同時に連立して記述する基礎方程式を誘導しているので，その基礎方程式を土壌中の基礎式として採用し，差分展開することにより数値解析モデルを構成した。実際のデータを用いて長時間にわたり連続してシミュレーションを行うために，地表面の境界条件に大気の安定度，降雨の侵入を考慮に入れた式系を構成している。

(2) 湖面蒸発

池淵らは湖沼の水管理という実用目的にあっても，また湖と周辺域の水収支機構の解明をはかっていく上においても，湖面それも広域の湖面からの長期間にわたる蒸発量を評価していくことが重要であるとの立場から，それを実施していくための観測システムの構成と，それに基づく評価法を展開した。すなわち，琵琶湖彦根沖の湖東基地観測点で水温上昇期，水温高頂期，水温下降期，水温低頂期について各期2週間程度の集中観測を実施し，この間の渦相関法で評価した蒸発量を真値として，通年観測用の評価法に有効なバルク法に含まれるバルク輸送係数を大気安定度，風速との関連で同定した。その結果を用いて評価した湖面蒸発量の年間を通しての時系列変化でみると，9，10月の値が大きくしかも変動が大きいことから琵琶湖における秋冬渇水の自然的誘因になりうること，4，5月の春先に比べて真冬の値が結構大きいこと，風速が大きいとき蒸発量が大きくなる傾向があること，などがわかった。

さらに，真野沖にも観測点を設け，彦根沖同様湖面蒸発に関与する多くの微気象・水文観測を長期間連続して実施した。その結果，通年観測にあっては測定要素が少なく，維持管理も容易なバルク法が精度的にもよいことを見出した。

一方，各季に短期間集中して湖上を移動観測することにより，湖面蒸発量の面的評価を試み，基地観測点の値に風速比を乗ずることにより任意地点の湖面蒸発量が推定できることを見出している。

(3) 林地蒸発散

池淵は，蒸発散を水文現象を構成する一部分システムとして把え，他のシステムとの関連性を検討する基礎資料とすべく，長期間にわたる蒸発散量の推定を行なっている。観測対象は，落葉広葉樹を主体とした自然林地で林地蒸発散量推定に必要な各種微気象要素を366日間継続して測定した。データの欠測や異常によりボウエン比熱収支法（EBBR 法）が適用可能な日数が95日にとどまったので，EBBR 法を補完する手法として熱収支を考慮した空気力学的方法（EBWSP 法）を導入した。すなわち，EBBR 法による推定値をもとにして，EBWSP 法で必要となる各種パラメータを同定し，これらを内挿することによって年間を通しての蒸発散量推定を EBWSP 法によって可能ならしめた。これらの方法によって年間の総蒸発散量を推定したところ，766 mm となり，これは年間総降水量の 47% に相当する値となった。

一方，流域蒸発散について，小葉竹は蒸発散能を与える簡易式である Thornthwaite と Hamon の式から計算される値と，実流域から推定される地域別の年間蒸発散量を比較し，両者の値を直接比較すると全く相関はないが，簡易式の値に年間降水量の比を用いた補正を行うと，実蒸発散量との相関が高くなること，また，この補正を行った簡易式による月別の蒸発散強度の計算値と実流域の一雨降雨の水収支から推定される月別実蒸発散強度を比較すると，計算値にさらに月別の晴天日数による補正を行えば，両者はほぼ一致するという結果を得ている。

4.11.3 長期流出

(1) 河川の長期間流出

現在わが国では，コンピュータが普及したこともあって，長期間流出解析には菅原のタンクモデルがよく用いられている。しかしこのモデルの適用に際しては数多くの定数を同定する必要があり，これにはほとんどの人が頭を悩ましている。角屋・永井はこの同定に数学的最適化手法を適用することを考え，その際に直面するいくつかの問題点を数値実験的に検討した。その結果，最適化手法としては概して SP 法が SDFP 法より優れていること，目的関数は考えうる6種類の中で最小 x^2 基準がよいこと，彼らの提案する基準化方式は初期値にあまり影響されないこと，SDFP 法適用時の応答面勾配を差分近似する際の差分の大きさは 1% 程度がよいことなどを明らかにした。次いで，永源寺ダム流域を対象として実用的同定法について検討した。ここではまず数値実験により SDFP 法と x^2 基準の優れていることを確かめた上で，ハイドログラフの再現性吟味に入り，その結果誤差の避けられない実流域資料では，制約条件として水収支条件の導入が不可欠のこと，渇水年資料の方がよいこと，それに変わるものとして高水部流量あるいは積雪期流量資料を誤差評価の対象外にするとよいことなどを明らかにした。ただ局所的最小点の扱いなどは今後の問題として残されている。近年は長期流出解析には長短期流出両用モデルがよく利用されているが，これについては4.1.3に述べた。

石原・小葉竹は1966～1974の間，滋賀県野洲川支川の荒川流出試験地で行った観測研究の成果に基づいて，水文事象を微小面積で決定されるものと面積全体について積分することにより決定されるものとに分け，前者については他流域における同種の現象記述にそのまま利用できるが，後者については，主として現象のシステムの記述に役立つものであることを示した。

一方，長期流出過程に必然的に内在する不確定性を積極的に取り入れる立場から，高棹・池淵・寒川は Shannon の情報理論を理論的背景として長期流出モデルを発展させてきたが，あらたに，従来の研究では議論されていなかった，(1)降水情報をも事前情報と考える，(2)降水確率をも未知変量として扱う，(3)特性値を貯留量の自然低減曲線から評価する，という3点を取り入れた。さらにエントロピーの最大仮説を思想的に発展させ流出系に獲得情報量最大仮説をおくことにより，新たな思想のもとに長期流出モデルを構築しようとした。その結果，流出系の状態遷移がエントロピー最大化法によって得られる遷移確率で記述できることが明らかになり，事前状態すなわち初期流域貯留状態の小さいところからの遷移では獲得情報最大化法により，さらに精度良く説明でき，これらのモデルの妥当性が実証された。

一方，今なおゴルフ場や多目的ダムの建設などの森林開発が盛んに行われており，その開発後の環境問題が注目を浴びてきている。池淵・久保は，森林の理水機能（洪水防止機能，水源涵養機能）の評価と森林開発後の流況変化が考察できるよう，流域特性を3次元的に表現できる多層メッシュモデルを構成し，将来伐採が予定されている比奈知水文試験地をその適用流域として，モデルの有効性について議論している。とりわけ，降雨の有無により長期流出解析と短期流出解析を自動的に切り替えて一括して行うことを考え，また，こうした流出解析モデルにおいて最も物理性を取り込みにくいと考えられている蒸発散モデルに対してなんらかの物理的に意味のある推定モデルを提案することを試みている。

(2) 融雪流出

池淵は，積雪・融雪期の流出モデルを，降雪 → 変換システム I → 積雪 → 変換システム II → 融雪 → 変換システム III → 河川流量，といった一連のプロセスとして構成した。まず，積雪データと標高との間で日々の回帰分析を図り，積雪深の空間的・時間的分布特性を推定した。融雪量の推定には Degree-hour 法に加えて，熱収支法の概念を導入し，昼間での融雪エネルギー，夜間での凍結エネルギーの効果を組み入れた。融雪量の雪層内での降下プロセスには雪層内限界保持水量なる概念を導入し，それを越えた融雪量が地表に達し河川に流出して行くとして，

こうした流出に寄与する融雪量分を空間的，時間的に評価し，統計的単位図法によって河川流出量を推定した。最後に，本手法を九頭竜川流域に適用し，特に56年豪雪時の九頭竜ダム流入量をよい精度で推定できることを示した。

池淵・宮井・友村は，琵琶湖に流入する融雪流出量の水資源としての重要性を考え，大浦川という琵琶湖北部に位置する 13.8 km^2 の河川を取り上げ，そこでの詳細な気象・水文観測を通じて得られるデータをベースに，積雪・融雪・流出モデルを展開した。従来，流域規模での融雪量の算定は，それを検証することなく直接，流出モデルへの入力としてきたが，本モデルではその出力として積雪水量，積雪深，積雪密度，雪温が，あるものは連続して，あるものはいくつかの時点で観測されているので，これらの観測値と計算値との比較を通して，モデルそのものの検証を図りながらモデルを評価し，この検証を受けたモデルの一つのアウトプットとして融雪量を把握・予測した。また，本モデルは1時間単位で展開されているが，3，6，12，24時間平均としてデータが得られている場合のモデルの精度についても考察した。池淵・竹村・友村は，さらに豪雪年であった昭和58年12月から59年3月まで，少雪年であった上記前年度とほぼ同様の観測システムにより得られたデータを加えて，モデルの改良を検討した。主な改良点は，(1)新雪による圧縮に加え，雨の重量による積雪深の圧縮効果の導入，(2)新雪の融雪による積雪深減の評価式の修正，(3)新雪の固体率概念の導入，(4)積雪層内の可能保水率と積雪密度の関係式の修正，などである。こうした改良モデルを適用した結果，多雪年，少雪年をとわず積雪深，積雪水量，積雪密度などの再現性がほぼ満足されており，降水の標高にともなう割増率および気温減率の評価を介して，流域内の各地点への適用精度を高めた。

このように池淵らは，琵琶湖北部大浦川流域で詳細な気象・水文観測を実施し，得られたデータをを利用して積雪・融雪・流出過程のモデル化を図ってきたが，開発したモデルを琵琶湖全流域に適用するため，池淵・竹林・友村は，昭和59年12月から60年4月の期間，琵琶湖での最多積雪地帯である高時川流域でも同様の観測を実施し，モデルの精度向上を図るとともに，琵琶湖全流域に適用する流域分割（7分割）とモデル化，さらには琵琶湖水位の再現でトータルな意味でのモデル検証を試みた。特に積雪量算定式としては気温×日射量の積形式と，より熱収支的考えに近い，気温＋日射量の和形式を検討した。最終的に，全流域モデルを昭和42年度から60年度の19年間にわたって毎年12月から4月までの積雪・融雪期に適用し，琵琶湖水位の観測値と計算値の差の標準偏差は19年平均で 6.8 cm となり，モデルの構成程度からみて満足できるものであることを示した。最後に，陣内・池淵・関・岡久は，本モデルを水管理に利用するために，1ケ月，3ケ月予報と結合させ，琵琶湖水位の予測を試みた。予測水位は実質水位とかなり合致し，冬季から春先にかけての水管理に対して本モデルが有効な情報を適用できることを明らかにした。

(3) 地下水

地下水は，古くから水資源として利用されているが，地下水涵養機構や地下水の水収支等については未解明の問題が少なくない。

角屋・岡らは，琵琶湖水文観測特別事業及び琵琶湖水資源・水環境調査特別事業の一貫として，琵琶湖東北部の田川流域を調査流域に選定し，地下水の動態を現地調査するとともに平面的・3次元的挙動に関する数値シミュレーションモデルを検討してきた。その後，岡は，解析領域の境界を形成する丘陵部及び地表面よりの地下水涵養量の表示法について考察するとともに，数値計算法に有限要素法を採用して数理モデルに改良を加えている。またこれらの基礎研究結果に基づいて，大阪府南部の地盤沈下地域の地下水を準3次元的に解析し，帯水層ごとの地下水挙動と収支を明らかにしている。

南西諸島の宮古島では地下ダム建設の計画があり，試験地下ダムが施工された。田中・四ケ所は水資源開発の研究の立場から，この流域における降雨と地下ダムの地下水位の実測データから，両者の間の動的応答特性を求める

ために，非線形スムージング解の適用を試みた。すなわち，水循環プロセスを示すモデルとしてタンクモデルを使用し，貯留高，不規則入力および観測雑音の変化を非線形状態推定法によって求めた。その結果，スムージング解を適用すれば情報がそれだけ豊富になり，それだけ解の精度が向上することを明らかにした。さらに田中・四ケ所・瀬口は山腹表層の土壌水分吸引圧を測定し，土壌水分の動態を通して山地小流域の流出過程の特性を把握しようとした。御手洗水質試験流域における研究成果をまとめると次のようである。(1)河道に近い山腹斜面の表層土壌水分は湿潤状態にあり，この斜面域が，とくに出水初期の流出現象に大きく寄与している。また，流出の発生場である湿潤な山腹斜面域は，降雨の継続にともなって斜面尻から尾根に広がって行く。(2)貯留関数法などのパラメータは，山腹表層での流れの状態や流出の発生場の平均的なスケールと密接な関係があるため，出水の規模により変化する（流域貯留高がある値を越えると急激に変化する），(3)これらの観測結果は“partial area concept”の妥当性を実証している。

一方，田中・安原・酒井は，多摩丘陵の一角に設定した試験流域において，4回の主な降雨（総降水量 58 mm ～195 mm の範囲）を対象にして流出量，地下水位，土壌水の圧力水頭，地表流の発生状況等の野外観測を実施した。その結果，本試験流域においては，ホートン地表流は発生せず，表面流出の主体は水みち流であること，総降水量が 200 mm 前後の大雨流出時にはパイプ流ないしは復帰流がその主体をなすこと，パイプ流の発生時には地中水の圧力水頭の増加が顕著であり，この種の流れの発生地点においては地下水の流出域が形成されていること，表面流出が生じる範囲は流域全体の 1～3% の面積を占めるに過ぎず，この範囲から地表流として流出する水量は全流出量の数 % であり，表面流出成分がハイドログラフの形成に果たす役割は小さいことが明らかとなった。

池淵・森岡は，浅層地下水の平面的流動を表わす数値モデルを有限要素法を用いて構成し，テーラー展開の1次の項を利用した確率論的手法をそれに導入することによって，透水係数や有効間隙率などの帯水層定数，基盤である難透水層の位置，降雨などの涵養量や設定した境界からの流入量，河川水位，初期水位などのパラメータの誤差が，地下水位に与える影響をシミュレートするシステムを構築した。仮想領域でのシミュレーション結果では，境界流入量，基盤高さ，河川水位の誤差の影響は無視できるほど小さく，初期水位の誤差の影響も時間とともに小さくなり，透水係数，有効間隙率，涵養量の誤差がほぼ同程度の影響を与えることを示し，その結果，同定すべきパラメータが透水係数と有効間隙率，涵養量であることを明らかにした。また，透水係数は線形近似を行うべきではなく，要素内で一定であるとすべきことも明らかにした。

田・水谷は天然水の酸素安定同位体比を測定する簡便な方法を改良・開発した。この改良により，平衡前の試料調整に真空装置は不要となり，操作が簡略化されると共に，平衡到達時間が2時間に短縮され，平衡到達後の二酸化炭素の回収は定量的に行う必要がなくなった。また，初心者に対する習熟訓練もほとんど行う必要がなくなり，測定精度は従来の方法と変わらないことが実証された。

4.12 水資源システム

4.12.1 水資源システム

(1) 施設計画

水資源問題は大規模化，多目的化し，複雑化の様相を呈してきているが，それに対処するにはシステム論的アプローチが不可欠である．池淵は，水資源問題を一つの社会システムとして体系的にとらえるべく，システムを時間軸，空間軸，目的・機能軸の三次元空間で構成するとともに，水資源システムの計画・管理策定プロセスをトータルな形で提示している．こうしたトータルな流れを踏まえ，総合的な水資源開発をめざす上で議論しておくべき課題として，1) 水循環プロセスに根ざした水利用システム，2) 長い視点にたっての水資源開発，3) 安定した水供給，4) 一体的な水資源開発・管理，5) 渇水時の対応策，をとりあげている．

一方，岡田は強不確実性下における水利用施設拡張計画問題を取り上げ，これを数理計画モデルとしてモデル化する方法について説明した．またその際，リスク分析やリスクマネジメントの考え方がきわめて有効であることに着目し，そのシステム論的整理を試みるとともに，本研究で取り上げた具体的な計画場面でのその導入の方法と有効性を明らかにした．そしてモデル分析の一例として Q-P 曲線を導出し，これがプロジェクト採否を判断する上でのしきい値を表すリスクー被害曲線に相当していることを示した．またこのような図からのみでも，プロジェクトの採否やプロジェクトの価値に関する種々の基礎的な情報が得られることを例示した．

一方，森滝はわが国における近年の資源論の動向を分析し，科学的な資源論が本格的な展開をみるのは，高度成長期における主要資源の海外依存の強まり，それに伴う国内重要資源の放棄・荒廃，土地・水のように輸入出来ない国内資源の濫開発の進行といった，資源政策の歪曲に対する批判を通じてであることを指摘すると共に，資源・環境の有限性を冷厳に見据えて，貧困を伴なわずに資源節約・環境保全を可能とするような政治的・社会的諸条件を真剣に探ることが重要課題であるとした．また，1970年代後半以降の地域政策・国土開発に関する経済地理学的研究動向を回顧し，特に地域政策研究の方法に関して国民経済の地域構造の変革を重視するか，地域での変革を重視しこれを積み上げていくかの論争から新しい理論展開が期待されることを示した．

(2) 渇 水

池淵は，予想される渇水への対策をより的確でかつ適切なものとするために，渇水の厳しさ（渇水規模），および渇水が発生するかしないか（渇水発生パターン）に重点をおいて，前者については重回帰分析により，後者においては判別関数法によって分析するとともに，渇水の地域的特性とその要因構造の究明を試みた．その結果，1) 渇水期間の1.2ケ月前で平均の70%以下，1ケ月前で60%以下の降雨量しかない場合，渇水が起こりやすい．2), 1) の条件下で，有効貯水量，地下水が取水される割合，家庭用水の伸びによって評価される都市の性格が渇水を発生させるか否かを決める．3) 渇水が発生した場合，商業販売額，水道料金，原単位の値が大きければ渇水の厳しさに拍車をかけ，給水人口，水道支出，耕地面積，地下水が取水される割合，取水量の伸びが大きければ，厳しさを緩和させる，といった点を見出した．さらに，渇水事象発生の諸々の要因間に存在する因果関係を考察するために，池淵は FTA という安全性解析手法を利用して，主に流量による要因を重視しながら淀川水系を例に定性・定量の両面から解析を行った．その結果，(1)定性的特徴として，琵琶湖ー宇治川ー淀川本川ライン上では，琵琶湖流域の異常気象をはじめ，ライン上の洗堰，天ケ瀬ダム，枚方取水場の不備や，本川上の水質障害が致命的要因であり，(2)定量的解析では，琵琶湖流域での異常少雨が淀川渇水発生の最大の要因で，湖面蒸発量の異常現象もその生起確率によっては他流域の異常少雨より重要な要因である等の関係が明らかとなった．このように，FTA が渇水事象の特性を論理的に解明する1つのアプローチとしての可能性を秘めていることがわかった．

(3) 雨水貯留

池淵は降雨の都市内貯留システムとして，ビル屋上などの集水域に降った雨水を集水管を経て貯水槽に貯えるとともに，この貯水槽から給水槽，高層タンクを経て便所洗浄用水などのビル用水を供給することを考えた．そのために，大阪市東区の官庁街をモデル地区とし，地区内13ビルのビル用水の使用実態，土地利用状況および付近の雨量条件などの基礎調査を行なった．さらに，本システムの技術的実行可能性に関する調査検討として，システムに必要な諸施設にはどのようなものがあるか，またその配置が空間的に可能かなどの基本検討を行い，その結果に基づいていくつかのシステム計画案を作成した．ついで，それらの計画案の貯水槽規模をパラメータとしてシミュレーションを行い，水文学的な可能性の検討を行った．その結果，本システムによってかなりの量の降雨を有効利用できることが示された．水質面，経済面からの検討も部分的ではあるが実施している．

(4) 地下水利用

流域の水資源は，表面流出，ダム貯水池，集・配水システムといった地表システムと，被圧および不圧帯水層よ

りなる地下水システムより構成されている．これらのシステムは，水文学的要素である浸透機構と人為的要素である揚水・涵養井戸により結合されている．水資源の有効利用をはかるためには，各システムの特性を把握し，両者の有機的な統合操作を行なうことが必要である．

そこで池淵・小尻は，まず，地下水システムのモデル同定を行うため，3次元 Multi-cell 法によりモデル化し，多層最適化手法（Model Coordination Method）の導入によってパラメータ値を決定した．つづいて，地上システムとしてダム貯水池を取り上げ，貯留関数法で河道貯留を表現しつつ，Dynamic Programming で定式化を行なった．最後に，多層最適化手法を活用して有機的運用モデルの定式化をはかるとともに，適用を通じて有効性の検討を行なった．

(5) 利水安全度

池淵・小尻は，流域に張りめぐらされているダム貯水池群を含む多くの利水施設及び多くの取・排水地点かなる利水システムを対象に，水量のみならず水質の側面も考慮すべく，水量・水質両面からみた安全度評価手法を提案した．すなわち，最上流地点の水量レベルに対する各評価地点の水量レベルの条件付き確率マトリックス（水量マトリックス）と，同じく，最上流地点の水量レベルに対する各評価地点の水質レベルの条件付確率マトリックス（水質マトリックス）が，ある利水ルール上でのシステムの特性値として得られると，最上流地点の水量レベルの生起確率と最上流地点の水量レベルの確率的時間従属性を与えることにより，各評価地点の水量・水質に関する安全度（信頼度：reliability，回復度：resiliency，深刻度：vulnerability）が評価できるというものである．この方法はさらに並列2ダムを含む利水システムにまで拡張された．

さらに池淵は，これら評価手法を淀川水系に適用し，現況における利水システムの安全度評価を行うとともに，シナリオによる利水システムの安全度評価を行い，望しい利水システムの構成を試みた．一方，高棹らは，1978年に甚大な渇水被害を受けた福岡市域を対象として，この地域に渇水対策ダムを導入すれば利水安全度がどの程度向上するかという点について数値シミュレーションにより検討を加えた．

利水安全度指標として，信頼度，回復度，深刻度といった指標を用い，1977年（渇水発生時），1987年，2001年の各時点における安全度を，渇水対策ダムのない場合とある場合について調べた．貯水容量と流入率の二つのパラメタを用いて，渇水対策ダムの規模と利水安全度の向上との関係が明らかにされた．

一方，石原・友杉・下島は，まずわが国の利水安全度の評価基準の実状を分析し，ついで開発の度合いと水不足の関係を明らかにすると共に，渇水対策の3つの側面即ち水源施設の合理的運用，水使用者の節水，補助的貯水容量の増設の内容と現状について考察し，特に異常渇水対策には補助的貯水容量の増設が重要であるとして，その必要容量の決定法とその確保の方法を提案した．

4.12.2 ダム貯水池操作

(1) 洪水時の実時間操作

まず，池淵・高棹・小尻は，台風の統計的特性より乱数を用いて各時刻の人力を発生させ，多くの仮想ハイドログラフより制御値の頻度分布をつくり，ある超過確率を設定して放流量を決定する確率的制御方式を提案した．また，高棹らは，ダム貯水池群の実時間操作に関して，(a)システムの不確かさを考慮する，(b)時々刻々得られる観測情報およびインプットの予測を有効に利用して逐次最適なコントロール（放射量）を決定していく，(c)コントロール（放流量）と状態に関する確率的な制約条件（chance constraints）を考慮する，(d)「次元の呪い」を克服し計算の効率を保証するなどの課題を念頭において，統計的2次近似手法を用いた実時間操作のアルゴリズムを提案し，その有効性を示している．さらに最近では，ファジィシステムを含むエキスパートシステムによる水管理を積極的に進めており，小尻・池淵は，台風性降雨を対象とした洪水対策として類似台風の抽出による降雨量予測と結合したダム貯水池制御法にファジィ制御理論を導入し，その有効性を検討した．まず，当該台風と過去の台風との類似

度を東経，北緯，方向，中心示度，進行速度を要因としてファジィ推論によって算定するとともに，類似抽出した台風データを用いて今後の総雨量を予測した．一方，ファジィ制御則によるダム貯水池操作では，貯水量，現在流入量，流量増加率，予測総雨量の4つを入力情報とした放流ルールを設定し，台風5906の予測総雨量を対象に時々刻々放流量を決定した．こうした方法は貯水池操作のエキスパートシステム作成の一助となる．さらに池淵は，すでに開発されている観測・予測技術の成果を織り込むとともに，実際のダム操作を担当するオペレーターの実績や経験を踏まえての判断情報（定性的・言語的表現も含めたもの）を併合した制御方法を探るために，多目的ダムにおける洪水時の実時間操作に，ファジィ制御理論を導入する方法を展開し，仮想の単一ダム・単一評価地点系に適用した結果を示した．結論として，大洪水に対しては熟練オペレーターの判断に沿い，中小洪水に対しては定率・定量放流方式に基く結果を得た．

一方，高棹らは，洪水管理に必要となる多様な情報処理形態に対応するとともに，知識の保守・管理の利便性を高め，問題の大規模化・複雑化にも対処すべく，分散協調問題解決モデルを用いた洪水制御支援システムの設計を行い，実流域への適用を通じてその適用性と問題点を検討した．具体的には，(1)推論システムに協調問題解決モデルを導入するとともに，推論システムを構成する個々の知識システムをプロダクションシステムを用いて構成し，問題の大規模化・複雑化への対応を容易にした．(2)手続き型知識システムから与えられる流量予測結果を用いた推論システムが協調して洪水制御支援にあたる枠組みを提供した．(3)推論結果が容易に把握できる画面表示システムを実現し，意志決定の際の負担を減少させた．(4)また，知識システムとして，確定的なプロダクションシステムによる推論を行うものと，ファジィ推論を行うものの両者を導入することにより，実務者の意志決定過程を計算機上に再現する方法について検討した．以上の環境をオブジェクト指向プログラミングの手法を用いて実現し，実流域に適用することを通じて，その性能や実用化の可能性を示した．

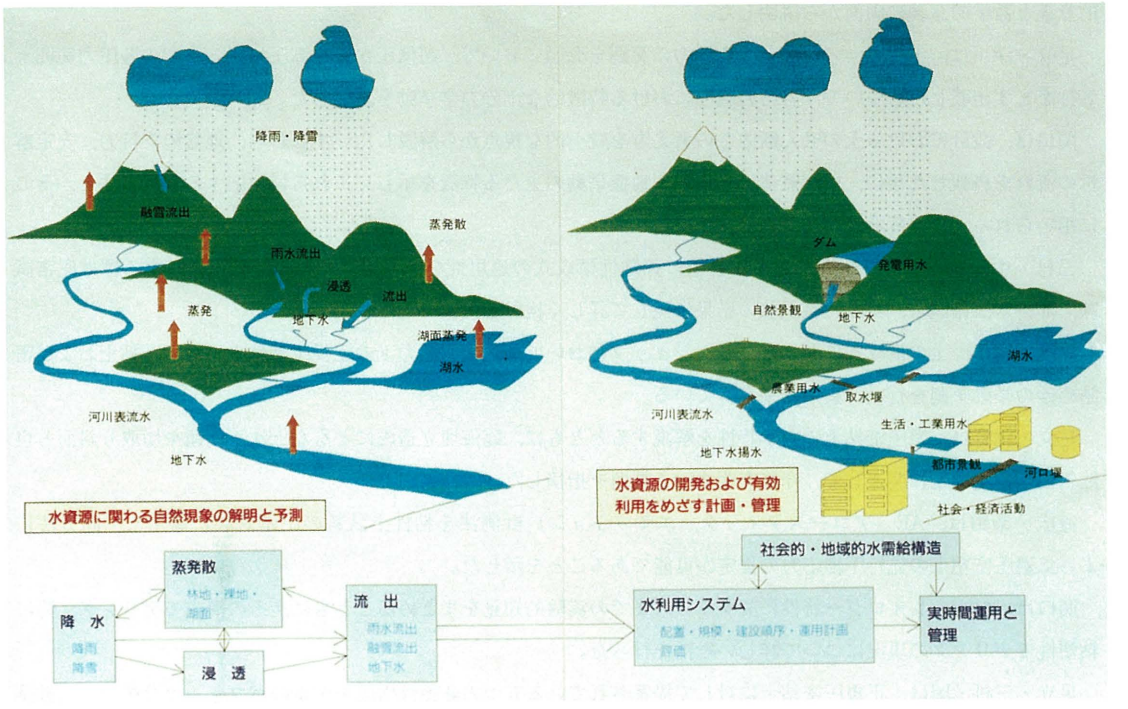
また，竹内は，降雨予測の精度がどこまで向上すれば，どの規模の予備放流方式の導入が可能かを定量化するために，洪水調節シミュレータを開発している．シミュレータは地域特性モジュール，降雨・流量の観測・予測モジュール，最適操作モジュール，予測精度評価モジュールの4つのプログラムからなり，これを用いて洪水被害，洪水調節容量貸与料，利水容量使用料および利水リスクペナルティの関係を見いだそうとしている．

(2) 利水（渇水）時の実時間操作

高棹・池淵・小尻は，洪水終了時より次の出水までの利水期間におけるダム貯水池の実時間操作についても考察している．まず，制御目的には低水および濁質をとり上げ，スカラー最適化手法によって目的の統合化をはかった．つぎに，気象観測・処理システムとして，新たな無降雨期間ならびに降雨が観測されるごとに，ベイズの定理を用いて利用期間，貯水池水位回復量を推定した．入力予測システムとしては，流量は自然てい減係数，濁質は流量との一般関係式を用い，カルマン・フィルターを適用して人力の量的・形状的予測を行った．最後に，ダム操作システムにおいては，長期的水供給バランスを考えた仮想最終貯水量の設定方法と，入力の不確実性が予測された場合の確率的操作方法を提案し，最も安全性の高い放流量決定手順を明らかにした．

また，池淵・小尻は，近年，大きな社会問題となっている渇水問題に対し，ダム管理者からの要求である渇水時の社会的合理性を持った早期対策の実施を検討するため気象庁より発表される中・長期予報を用い，ダム貯水池容量の有効利用を達成しうる実時間操作システムを構築した．また，従来の最適性に基づくダム操作方式を考慮しつつも，将来の降雨に関する不確実な情報に対応を示すため，判断部にファジィ理論を導入した．その結果，(1)精度の不十分さゆえ有効に利用されていない中・長期予報を導入した実時間操作システムを構築した．(2)中・長期予報の曖昧性を考慮するため，ダム操作での主要な判断部にファジィ理論を導入し，予報の的中・非的中に柔軟な対応を示すことができた．(3)適用の普遍性を明らかにするため，任意のダムにおいても構築可能，かつ，単純な制御規則を作成した．

こうしたアプローチは琵琶湖，木津川ダム群を含む淀川水系の統合操作問題に拡張されつつある．



図—3.15 水資源に関わる自然現象と水利用システム

5. 土災害に関する研究

5.1 土と軟岩の強度特性

5.1.1 土の強度特性と構成関係

清水・三村は，粘性土にせん断力を与え，それを取り除いたときに弾性的挙動が顕著に現れることを実験的に確かめた。また，応力面上で定義した弾性領域の大きさと，せん断弾性定数とに与えるせん断応力履歴の効果についても考察した。

清水は，粘性土の排水三軸試験における，ビュレットや排水促進ドレーン材を用いた体積変化測定法の問題点を指摘するとともに，それらの補正法を提示した。

足立・岡は，従来提案されている有効応力では不飽和土の力学挙動を統一的に記述できないことを指摘するとともに，今後の有効応力概念のあるべき姿について論じた。また，足立・岡は，正規圧密粘土の弾・粘塑性構成式を誘導した。すなわち，Perzyna の弾・粘塑性理論と Cambridge 理論に基づき，粘土の時間依存性挙動を記述できる三次元構成式を求め，三軸圧縮試験結果による検証を行った。

柴田・清水・都司は，不攪乱マサ土試料に対する三軸試験を行い，せん断強度に及ぼす間隙比，ダイラタンシーなどの影響を系統的に明らかにした。

柴田・太田は，構成式がどのように実際問題に利用されてきたかを，具体例に基づいて論述した。また，地盤の変形と破壊問題を扱ううえで，弾性，剛塑性，多孔質弾性あるいは多孔質剛性モデルがどのような立場で使われて

きたかを概述した。

足立・岡は，構成式と連続体力学の関係について解説した。すなわち，構成式とは何か，どうして必要かを物理的意義と数学的意義の両面から説明した。

足立・深川は，土質工学の対象とする圧力の範囲を念頭において，超低圧から超高圧に至るまでの各圧力範囲と名称をまず定義した。ついで，各応力範囲における特徴的な土の力学挙動を説明した。

関口は，設計における土のせん断強さの考え方を統一的な視点から解説した。すなわち，地盤の支持力，安定解析の流れを概観した後に，局部載荷にともなう地盤挙動の主たる特徴を示し，これらに対応する解析手法と，そこに用いられる土の強度特性との関連性を指摘した。

三村・中野・清水は，粘土に対する各種の弾塑性構成式の適用性を，不撹乱大阪沖積粘土に対する標準圧密試験，非排水三軸試験，排水三軸試験の結果に照して詳しく検討した。

足立・岡は，土の構成式に関するワークショップにおいて，三次元応力下の正規圧密粘土，過圧密粘土および密詰め砂の挙動予測を行い，良い結果を得ている。

足立・佐野は，過圧密粘土の力学特性を解説するとともに，臨海埋立造成にともなう沈下問題や切取り斜面と自然斜面の安定問題に関連して，今後究明すべき課題を指摘した。

道広・柴田は，AE（アコースティック・エミッション）計測法を粘性土試料の圧密試験に適用し，同方法によって過圧密粘土の先行圧縮応力の推定が可能であることを示した。

関口は，粘土のレオロジー特性に関するこれまでの実験的知見をまとめるとともに，その構成モデリング，特に粘塑性モデリングの現況について詳しい総括を行った。

足立・三村・岡は，正規圧密粘土に対して提案されている五つの非弾性構成モデルのパフォーマンスを，三軸試験結果に基づいて詳しく検討した。

足立・岡・三村は，超過応力型弾・粘塑性モデルの理論構造について詳しい検討を行い，正規圧密粘土の加速クリープ過程と，それに続いて起こるクリープ破壊を記述しうる構成関係を誘導した。また，その妥当性を既往のクリープ破壊試験の結果に照して確かめた。岡・足立・三村は，同構成モデルを過圧密粘土に対して適用できるように，非関連流動則を導入した。

足立・矢野・岡・三村・滝川は，超軟弱粘性土に対してスランプ試験法を開発するとともに，その理論的基礎を弾・粘塑性理論に基づいて与えた。

嘉門・佐野・望月は不撹乱マサ土試料の透水三軸試験を行い，浸透力の作用による強度低下減少を明らかにし，さらにせん断力の透水性の減少機構と粒子破砕特性との相関を詳細に検討した。

5.1.2 軟岩の強度特性と構成関係

足立・林は，岩盤が岩石と不連続面の組合せであることを理想的に表現するため，軸荷重方向に対して種々の角度をもつ切断面をあらかじめ与えた円柱供試体を準備し，拘束圧を変えた三軸試験を行った。その結果，不連続面を有する軟岩の強度基準はべき関数型となることを見出した。

足立・高瀬は，大谷石に対するクリープ試験結果と先に提案した軟岩の破壊基準に基づき，軟岩の最大強度が時間とともにいかに減少するかを明らかにした。

足立・森田は，泥岩試料に対する三軸試験を行い，不連続面を有する軟岩の破壊現象を説明できる新たな破壊基準を求めた。本基準に含まれる強度定数は，不連続面の有無やその角度に関係せず，対象とする軟岩固有の材料定数として決定できるものである。

足立・八嶋・松蔭は，あらかじめ切断面を与えた軟岩に粘土シームをはさんだ供試体に対して三軸非排水試験を行い，切断面の角度，粘土シームの厚さ，拘束圧，せん断速度などの影響を系統的に明らかにした。

関口・西田・松本・上沢は，高間隙比を有する乱さない珪藻泥岩試料に対して三軸試験を行い，その塑性降伏，強度およびクリープ特性を弾・粘塑性理論の枠組みのもとで系統的に把握した。

柴田・足立・八嶋・高橋・吉岡は，凍結砂の時間依存性と体積変化特性を三軸試験に基づいて調べた。その際，新たに開発した側方変位計を用いてせん断中の凍結砂の体積変化を直接測定した。また，未凍結砂の強度特性との比較を詳細に行った。

足立・岡は，堆積軟岩のひずみ硬化ー軟化挙動を記述できる弾塑性構成式を拡張し，凍結砂の挙動予測を可能とした。

5.2 地盤の変形，破壊，液状化，環境対策

5.2.1 軟弱地盤の変形と破壊予測

柴田・関口・三村は，粘土地盤の側方流動の実態把握とその予測法の体系化に関する一連の研究において，局部載荷を受ける軟弱地盤が部分排水条件下で変形することに着目し，二次元弾粘塑性有限要素圧密解析を行い，沈下土量と側方流動土量の比として定義した土量比と，地盤の透水性を含めた無次元載荷速度との関係から地盤の部分排水度を定量的に評価し，軟弱地盤の側方流動のメカニズムを正確に把握できることを示した。またこの概念に基づいて世界各国の試験盛土を中心とした側方流動の現場実績を系統的に整理し，軟弱地盤の側方流動予測と安定管理に際しては，地盤の地層構成や地域性を十分に考慮する必要があることを明らかにした。

柴田・関口・三村はウォータフロント開発に伴う水際線構造物の大型化が，海底地盤の変形，特に深部洪積粘土層の塑性降伏と長期沈下に大きく影響することを指摘し，弾粘塑性有限要素解析による詳細な検討を行った。関西国際空港，甲子園埋立地，南港埋立地といった大阪湾岸における埋立地や石巻漁港，新長崎漁港における大水深防波堤の変形と安定性が検討され，弾粘塑性有限要素解析結果によって，現場において計測された沈下，側方変位，過剰間隙水圧の挙動が正確に評価できることが明らかになった。

関口・柴田らは，バーチカル・ドレーン打設地盤の圧密沈下～側方流動現象を統一的に解析するための近似的な手法として，マクロ・エレメント法を提案した。この手法を用いて，バーチカル・ドレーン打設地盤と無処理地盤上の試験盛土の解析結果の比較から，均質な海成粘土粘土層に対しては，バーチカル・ドレーンによる圧密促進効果が著しいことを示した。

八嶋らは，地盤の応力限界状態における，変形が集中したせん断帯の発生，進展を評価するために，カムクレイモデルを有限変形理論に拡張し，せん断帯を発生しやすくするために，塑性損失仕事に貢献しない形で塑性ひずみ増分と非共軸な項を付加した非共軸カムクレイモデルを提案した。そしてこれを，増分型の支配方程式に基づいて，間隙流体の運動を考慮した有限変形有限要素法に定式化し，均質粘土地盤の支持力問題を解析した。その結果，載荷に伴うせん断帯の発生と進展が表現でき，極限支持力付近では，載荷板の反力分布はほぼ一様となって，従来の経験的な結論と符合することを示した。

5.2.2 地震時の地盤変形と液状化

柴田は，標準貫入試験のN値から砂地盤の液状化抵抗を推定する方法について検討した。既往の震害記録から，砂の相対密度を媒介としないで直接液状化抵抗とN値との関係を求めた。これにより，砂地盤のN値と有効上載圧からその深度における液状化抵抗を容易に求めることができることを明らかにし，従来法と比較することによって，提案した簡易予測法の妥当性を示した。つぎに，静的コーン貫入試験（CPT）の既往のデータの基づいて，液状化に対するCPTの限界抵抗値を，地震時の発生せん断応力比と土の粒度との関数として求めた。この概念を用いて，新潟（1964），日本海中部（1983），および唐山（1976）の各地震後に原位置で実施されたCPTデータを解析し，ロバートソンによる結果と比較した。その結果，砂，シルトに対してよい一致を示した。また不攪乱砂試料

に対する振動三軸試験から求められる液状化抵抗と，CPT に基づく液状化抵抗との比較についても概ね良好な結果となった。

柴田・Teparaksa は，原位置試験によって地震時における地盤の液状化ポテンシャルを予測するために，土の種類と相対密度を変化させ，電気式コーン貫入試験機を用いたモデル土槽実験を行い，同時に同じ土に対する非排水繰返し三軸試験により液状化抵抗を求めた。また実地盤を対象として，CPT と不撹乱土の三軸液状化試験が実施された事例を用いて検討を加えた。

柴田・佐藤は，常時微動のパワースペクトルから卓越振動数を抽出し，低周波数領域においては，単純な成層構造を仮定したSH波の重複反射理論から算定される地盤の固有振動数と良い対応を示すことを明らかにした。さらに時系列理論を用いてこうした複雑な地盤～構造物系の動特性を固定する手法を提案し，これを用いて地盤と構造物に固有の動特性を求めた。

柴田・佐藤・八嶋らはビオの２相混合体理論に基づき，固相の変位と間隙水圧を未知数とした液状化解析スキームの定式化を行い，砂の構成式に岡・足立モデルを用いた液状化解析有限要素プログラムを開発した。これを用いて，1964年の新潟地震で被害を受けた川岸町アパート基礎地盤を対象とした二次元液状化解析を実施し，実測結果との比較検討を行った。

5.2.3 構造物基礎と地中構造物の支持特性

(1) 構造物基礎の支持力

柴田・関口・行友は，鉛直群杭に作用する負摩擦の性状，斜組杭に発生する負の摩擦力や曲げモーメントの性状，歴青塗布による負の摩擦力の低減効果などを明らかにする目的で模型実験を行い，それらの結果に理論的考察を加えた。結論として，有効応力の立場から負の摩擦に及ぼす群杭効果の算定式を求め，模型実験や既往の現場実験のデータによりその妥当性を確認した。また，地盤沈下に伴う斜杭のたわみ挙動の解析解の妥当性を確認した。さらにスリップレイヤーとしての歴青材を塗布することにより，負の摩擦力が大幅に低減され，斜杭の最大曲げモーメントも低減された。

柴田・八嶋・木村は，小規模および中規模模型実験によって，杭頭自由の条件下における，群杭の水平載荷時の支持力特性や荷重分担率に及ぼす，杭配置，杭本数，杭間隔，杭剛性の影響を調査した。次にフーチングの存在する場合について，フーチング前面および側面による水平抵抗と，杭による水平抵抗の荷重分担率を求める実験を行った。一連の模型実験結果および実杭の単杭載荷試験結果に基づいて，群杭効率に関する Randolph の近似解の適用性について検討を加えるとともに，擬似３次元有限要素法による模型実験の解析を行った。

柴田・関口・松本・北は，打撃貫入中に杭体中間点２点で観測されたひずみ波形情報より進行波と後退波を分離する２点ゲージ法を，関西新空港連絡橋の基礎試験杭の打撃試験データに適用した。その結果，杭の動的貫入過程やディーゼルハンマーの実際の打撃効率が解明された。また，打撃時の地盤の動的抵抗と，杭の実測静的支持力との比較検討を行った。

(2) 地中構造物の支持特性

足立・田村・八嶋・木村は，吹付コンクリートやロックボルトのような薄肉柔支保工の支保効果を明らかにするため，地山材料に乾燥砂を用い，吹付コンクリート覆工およびロックボルトを紙でモデル化してそれぞれの効果を実験的に解明するとともに，薄肉柔支保工と地山の相互作用にを考慮した有限要素法によって実験結果を数値解析的に検討した。また，被りの浅い砂質地山トンネルの挙動を解明するために，アルミ棒積層体を地山に用いたモデル実験を実施した。その結果，地表面の沈下現象，トンネル周辺のトンネル掘削に伴う不連続な地山の変位挙動が認められた。さらにジョイント要素を用いた有限要素法によって，こうした変位挙動とともに，トンネル壁面変位，さらに地山内の変形挙動を統一的に評価できることが明らかとなった。

5.2.4 地盤の原位置調査法

柴田・三村らは，三成分コーン貫入試験機に放射性同位元素（ラジオアイソトープ，RI）線源と検出管を内蔵したRIコーン貫入試験装置を開発した。RIコーンは大別して2種類あり，すなわち中性子線による地盤の含水量測定を目的とする中性子水分コーンと，ガンマ線による地盤の密度測定を目的とする密度コーンである。RIコーンを用いることによって，三成分コーンを含めた従来の地盤調査法では不可能であった，地盤の含水比，間隙比をはじめ，初期応力状態が原位置において深さ方向に連続的に検層できる。実際に大阪湾岸で実施した原位置実験結果は室内試験結果と非常によく一致しており，新しい地盤調査法として有効であることがわかった。

5.2.5 遠心模型実験の地盤防災への適用

北・八嶋・柴田・上田は，遠心力場において地盤の地震時応答実験を行なうための，小型模擬地震発生装置を開発した。同装置は，油圧サーボバルブ制御方式を採用することによって，最大遠心加速度50 gの下で最大加振加速度15 g，最高加振周波数300 Hzの正弦波加振を可能とした。

北・小林・八嶋・柴田は，動的遠心模型実験における相似則の適用性を，実験的に検証した。通常場において大型せん断土槽を用いた乾燥砂の共振実験結果と，遠心力場において小型せん断土槽および同種材料を用いた共振実験結果の間には，良好な対応が認められた。

関口・Phillipsは，ドラム型遠心載荷装置を用いて，水面波伝播に伴う海底地盤内の間隙圧応答実験を行なった。まず，回転流体における，表面波伝播特性に及ぼすコリオリ効果の重要性を理論的に検討・指摘し，これを実験的に検証した。実験では，海底面における水圧変動と，モデル海底地盤内の間隙圧応答の間に，顕著な位相ずれが見られた。

5.2.6 地盤環境の保全と活用

嘉門・澤・友久は産業廃棄物の一つであるステンレススチールスラグを海性の超軟弱粘土の物性改良への適用性を検討した。さらに得られる改良体の初期強度の増加機構をセメントの水和反応からC_3Sの初期反応率の促進に基づくものであることを明らかにした。

嘉門・Nontananandhはステンレススチールスラグそのものの固化によって建設材料として高度利用することの可能性を検討し，強度のみでなく耐久性についての評価を実施し，耐久性に及ぼす影響性因子として，養生条件・試験方法・安定材の添加率・配合水量などを挙げ，それらの影響程度を明らかにした上で，得られた固化体が路盤材等に有効利用しうることを明らかにした。

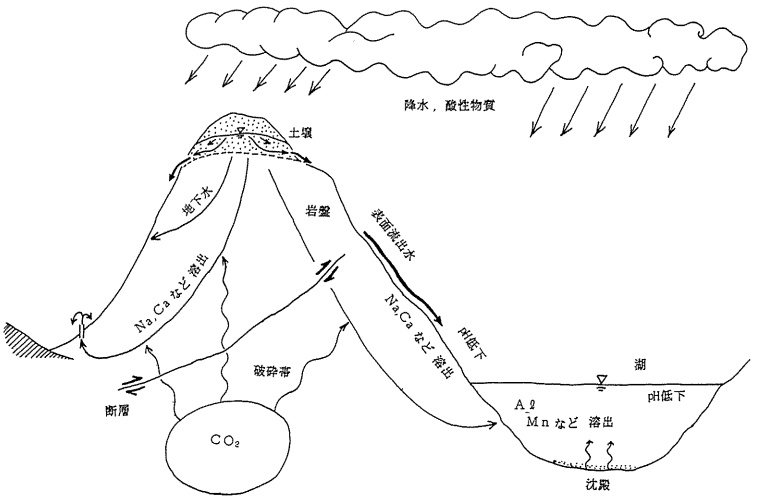
嘉門・Nontananandhは産業廃棄物汚泥の組成分析結果から，それらを組み合わせて新しい固化材としたものの地盤改良への適用性を示し，産業廃棄物の高度有効利用の可能性を明らかにした。用いた廃棄物汚泥は4種類であり，これを混合溶融処理をして石灰を20%程度添加して調整し，安定材としたものである。普通ポルトランドセメントと同等の地盤改良効果を有することを示した。

5.3 風化と侵食・堆積

5.3.1 地下水循環にともなう地球化学的プロセスに関する研究

地下水と地下水が通過する地盤・岩盤構成物質の間の化学的相互作用は場所によって著しく様相が異なるが，全体として地球における固体物質の循環を決定する重要な要因である。本研究所では災害に関連する地球化学的プロセスを対象として，岩石の風化の原因となる化学的プロセスおよび地殻変動に関係した地下水の水質変動が研究されているが，これらのプロセスはいずれも上記の物質循環に関連するものである。

このような研究のベースとして，地下水及び地表水の水質の時間的，空間的変化の把握が重要である。吉岡らによると，地下水の水質は空間的には地質（構造），地形，植生，地中のCO_2量などによって大きく異なり，また，



図—3.16　地下循環にともなう地球化学的プロセス

六甲山系での長期間にわたる観測によると，水質形成機構の一つに地殻変動（応力）などが大きく寄与していることがわかった。さらに横地地すべり（鳥取県）では，崩壊が起こる2ヶ月前に水質の型が変化していることや，地附山地すべり（長野県）では，発生前後約1年で水質型が大きく変わっていることを観測している。一方地表水の水質は，琵琶湖に流入する河川水の水質から，採水時期あるいは地質条件によって大きく異なること，Cl^-/SiO_2 値は地質と平常時の地表水の関係を見るために有効な手段になることなどがわかった。また降水の化学成分の河川水への寄与率が 10～20% ときわめて小さい流域と 50～90% と大きい流域があった。つまり前者の流域は後者に比べて風化の割合が極度に大きいことを意味している。

地下水の水質は，流動する地下水と岩石の化学的相互作用の結果として形成される。このような化学的作用は地中深部においては続成作用と，また浅部においては風化作用と密接に関連する。このことは，吉岡らにより，溶出実験及び化学平衡論を適用することによって明らかにされている。

地下水の水質はまた，地下水の循環経路や循環速度の反映でもある。このような立場からの研究としては，吉岡らによる，六甲山地，乙原地すべり（大分県），王滝村の大崩壊地（長野県），地附山地すべり（長野県），横地地すべり（鳥取県）などがある。

地下水の水質の時間変動には地殻変動を反映したものがある。吉岡らは六甲山地における地下水の水質の長期間の変動を調べ，また山崎断層に沿う温泉水やその他の地下水の水質変化について精査した。その結果，六甲山地では山崎断層東端および六甲山周辺の地震活動が活発になると共に，HCO_3^- あるいは Cl^- 濃度が高くなる傾向が観測された。山崎断層沿いの温泉では，その周辺での地震活動と密接な関係がみられた。また鳥取県中部地震（M6.2, 1983-10）では，鳥取・島根両県の観測している12個所の温泉の Cl^- 濃度は，地震発生約1年前から7個所の温泉では，従来の Cl^- 濃度変化のパターンと極めて異なった様相を呈していた。地震の2，3ヶ月前ではほとんどの温泉で Cl^- 濃度の変化がみられた。これらの現象から，地下水，温泉水の水質変化は地震予知のために利用できるものと考えられる。

岩石中，特に泥岩などに含まれるの硫化物などのために酸性度の高い地下水が形成され，これが地面蒸発にともなって地表面にもたらされると，構造物の大きな被害が起こることがある。吉岡らは宮崎市周辺の海成層からなる団地での束石（コンクリート製）の崩壊現象は泥岩より溶出してきた硫酸塩の結晶圧によることを明らかにした。

今後の課題として，土壌，岩盤中の CO_2 の測定，崩壊と関連した水質の面的分布の拡大，地形・地質・気候・植生などの異なる小流域での風化速度の比較，溶出実験と野外データとの比較，崩壊・風化に関連した多種のデータとの比較，酸性雨の土壌におよぼす影響の解明をおこなうとともに，現場で連続観測に長期間耐える各化学種のセンサーの開発をおこなうことが重要である。

5.3.2 侵食過程に関する斜面地形学的研究

山地斜面の地盤災害は広義の侵食過程，すなわち削剝過程によって惹起する。山地が地殻運動によって隆起する限り，侵食過程が進行することは避けられないことであるが，侵食過程の進行が非定常であるほど，その災害ポテンシャルは高い。しかし，各種の侵食現象の発生が予知できれば，被害を最低限度に抑えることができる。このような立場から，山地斜面における侵食のさまざまな様式とそれらの現象の発生メカニズムに関する地形学的研究が行われてきた。



(a) (b)

写真—3.16 比良山地の荒廃地形 (a) と河道への土砂流出状況 (b)

奥西は従来滋賀県田上山地，兵庫県六甲山地，愛知県西三河山地および滋賀県湖北山地で行ってきた斜面プロセスと水文循環の関連に関する研究を総括している。奥西・沖村は山地地下水と斜面安定の関係を解析するために必要なモデル化についてこれまでの研究を総括し，新しい提案を行った。奥西・飯田はこれらの山地で発生した表層崩壊について，斜面の土層調査と水文観測の結果にもとづいて，風化による土層の生成，雨洗などによる表土の移動と集積，崩壊による除去を含む地形発達式を提示し，それを解析的に解くことによって，表層崩壊発生の周期性を説明した。また奥田は崩壊物質の2次的な移動の様式とその力学についてこれまでの研究を総括した。

奥西，奥田，吉岡，斉藤らは滋賀県石田川流域および大谷川流域において山地斜面における水文地形学的相互作用に関する総合的観測を実施している。これは，過去の山地災害の解析から帰納的に説明されてきた水文循環と地形変化の間の相互作用を，演繹的に，かつ予測可能な形で記述しようという試みの一環である。現在までに石田川流域については，2種類の表層崩壊の発生と斜面流の間に強い相互作用があってそれぞれ水文地形学的システムを構成しており，このようなシステムの特性を把握することによって崩壊発生の予知が可能であることが示された。大谷川流域については研究が進行中であるが，侵食前線よりも上流部では過去の地形発達の履歴の影響の大きい多

様な侵食過程が起こっており，表土層の形成・除去と斜面流の間に強い相互作用が認められる。侵食前線の下流側は急傾斜であるため表面侵食が卓越し，過去の禿山化と砂防工事の歴史によっていくつかの地生態学的コンプレックスが生じている。このような水文地形学的相互作用に関する研究の推進理念および観測・調査の技術については奥西，奥西・飯田が報告している。また奥西・Walling・斉藤は石田川流域と英国の山地流域について，流出成分ごとの浮遊土砂の流出特性を比較した。奥西・斉藤・吉岡は森林の更新に伴う斜面の水文地形学的なトランジェントが流域を荒廃させる可能性について分析した。

平野と石井は物質の集合運動によって作られる斜面の地形を詳細に観察し，さらに地形変化を解析的に取り扱う試みを行っている。また崩壊や地すべりの3次元的な形状及び地質構造が斜面の安定に及ぼす影響を検討し，変分法による解析を提案した。

斜面に関する総合的な災害地形学研究の成果として，奥西は斜面地形と斜面プロセスについて，藤田・諏訪・奥田はマスムーブメントについて日本における過去10年間の研究を総括した。また平野・大森は日本で過去に起こった多くの土砂移動現象における規模・頻度関係を解析し，分布則を示した。

今後斜面プロセスの多様性についての知見を増やして行くとともに，地形変化様式を分析し，地形変化の定量的予測方式を確立して行く必要があると考えられる。

5.3.3 湖沼の堆積過程に関する研究

湖沼の堆積は通常徐々に進行するため，顕著な災害として認識されることはないが，長年にわたって水底の地形変化をもたらして水流のパターンを変えたり，あるいは堆積物から溶出した物質が水質を変化させるなど，水環境にかなりの影響を及ぼしており，その研究は災害科学及び環境科学の一環として重要な意義を有する。

神山・奥田・小山は ^{137}Cs の分析によって琵琶湖における最近の堆積速度の時間変化を明らかにした。また柏谷・太井子・川谷・沖村は粒度組成の解析から六甲山系のため池の堆積環境の変化を解明した。太井子・奥田らは琵琶湖湖底の最近の堆積速度と深さとの関連を明らかにするため，堆積物中に含まれる放射性核種（^{210}Pb と ^{137}Cs）の分析をおこない，堆積速度が突発的に増大する「堆積異常」が過去100年間に2回発生した可能性を示唆した。このことを例証するために，太井子・奥田は湖底表層堆積物中の放射性核種の移流・拡散モデルを導入し，数値解析を行った。Allis・由佐・太井子は別府湾で得られた音波探査記録から堆積層の構造を解析し，湾内のいくつかの部分で堆積層の浅所にガスが存在すること，活発なリストリック断層が見いだされること，及び主要なデコルマ面は 500～1,000 m の深さにあることが推定された。

奥田・横山らは風波と湖流による堆積物の再移動について，また奥田・平野・太井子・横山は湖岸の崩壊に関連した湖底地形を調査し，ともに湖岸付近の2次的な地形変動の様式について解析をおこなった。

奥田は水ー粒子系の流動特性について力学的な研究を総括し，神山・奥田は湖沼における堆積環境調査の地形学的及び環境科学的意義について展望を述べている。

5.4 土 石 流

5.4.1 土石流の現地観測

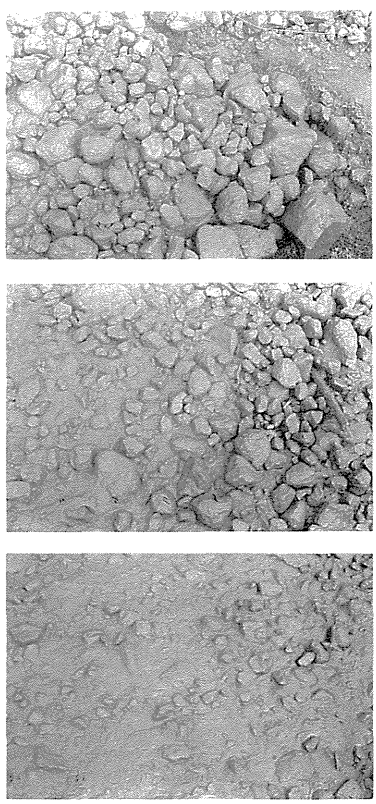
土石流の力学に関する最近の研究は理論および室内実験によってかなり精細化しているが，土石流にはかなりの多様性があり，一つの渓流においても降雨条件や渓床堆積物の浸透特性，力学特性などが変化して土石流の発生，流動，停止の様相が異なってくる。諏訪・奥西らは焼岳東斜面で土石流の現地観測を続けているが，20年を経た今日でも，ここでの現地観測から新しい知見が続々と生まれている。通常の渓流では土石流は希に起こる豪雨によって誘発される現象であり，またきわめて危険な現象である。したがって，土石流の本質的な特性を知り，土石流災害防止に資するようなデータを得るには，土石流が頻繁に発生する場所を選ぶ必要があった。そこで奥田らは建設

省松本砂防工事事務所と共同して，焼岳東斜面の上々堀沢で土石流の現地観測を開始した。

上々堀沢における最初の約10年間の観測により，それまでは幻の土石流と呼ばれていた現象の実態が科学的にはじめて明らかにされていった。すなわち，土石流が10分程度の強雨に対応して発生し，表面流出が最も決定的な発生要因であること，土石流は系統的に加速・減速し，流路の形状にしたがって交互に片側へ著しく偏流する性質を有すること，土石流がダムに及ぼす流体圧と巨礫による衝撃力，および土石流の流下に伴う地盤振動の特性などが明らかにされた。また，渓流の上流から下流にわたり，侵食と堆積の進行する区間が土石流の規模によって支配されるとともに，系統的に移動する特性を有することなどが明らかにされた。

最近10年間の主要な成果は次の通りである。まず，土石流の発生過程に関して，奥西・諏訪らは源流部の一支谷の水文解析の結果に基づき，土石流発生域における表面流の流量予測を可能にし，この流量を用いて土石流の発生条件を記述した。この方法で1979年までの土石流発生状況を精度よく説明したが，1979年にかなり規模の大きい土石流が発生して源流域の堆積状況が変化した後の発生状況は充分には説明できなかった。その後，諏訪らは渓床下に浸透する雨水の動きを遮水シート付きの観測井で測定して，この観測井の水位がある限界値以上になることが土石流発生の第2の条件であることを示した。これは，渓床堆積物が水によって完全に飽和していなくても，含水率がある程度上昇している場合には，流量の大きな表面流の出現によって土石流が発生することを示す。また，土石流の規模が，水文量と密接に関係して決まることを示した。

土石流の流動過程に関しては次のような成果が得られている。土石流の規模は従来は堆積土量や到達距離によって間接的に推定してきたが，観測体制の整備にともなって，土石流の流量やその積分値によって直接的に表現できるようになり，諏訪は土石流のダイナミックスを表す各計測値の時間変化をこのような水理量との関連で議論している。また，諏訪・奥田らは流動中の土石流の縦断形を精確に計測し，多量の石礫が流れの先端部へ集中してくる様子を明らかにした。諏訪は奥田・小川と共に現地観測成果に基づいて土石流先端に大径礫が集中する現象を解析し，さらに室内実験によって定量的な特性把握を行い，従来提唱されていた偏析メカニズムの他に障害物の乗り越えに伴う流動抵抗の差による偏析メカニズムがあることを立証した。諏訪はまた，室内実験を行い，礫に加わる体積力と流体抵抗力を評価して大岩塊が流れの先頭部へ集中する理由を説明した。奥西・諏訪らは土石流による土砂輸送が水文量および流域の水文特性とどの様な関わりを持つかを解析し，土石流は侵食域，通過域および堆積域において，水文条件に応じた土砂の平行濃度を達成するように渓床と物質交換をしながら流下することを明らかにした。諏訪・奥田は土石流の発生域から流動域においての渓床と谷壁の地形変化プロセスを解析して，季節変化と永年変化の特徴を明らかにした。



写真—3.17 土石流先端への大径礫の集中状況(焼岳上々堀沢)縦4m，横6mの視野を右に向かう土石流を俯瞰。(a)：先端部，(b)：2秒後，(c)：さらに5秒後

土石流の堆積過程に関して，諏訪・奥田は，土石流が下流の扇状地に入って土石流堆と呼ぶ集合的な堆積地形を形成するとともに，土石流が減速し，岩塊が基本的には大きいものから停止するという各個堆積過程を伴うことを示し，扇頂溝の位置と形状の変化が土石流の流走方向と土石の堆積位置を移動させて扇状地の形成と地形変

化が進行してゆく様子を明らかにした。焼岳における土石流の観測は最近の噴火（1962）の8年後に開始したが，次回の噴火活動を含めて土石流の発生頻度や規模と谷地形の経年的な変動特性を明らかにしてゆくことが重要である。また，多様な渓床堆積物の浸透特性と力学特性を把握して，急出水の発生に伴う土石流段波の形成過程を明らかにして，土石流の発生条件の検討をさらに進める必要がある。

奥田は土石流に関する最近の研究を総括している。諏訪は滋賀大学の板倉と共に空間フィルターを用いた土石流の表面流速測定法の開発に取り組んできたが，最近この方法に関する最終的な報告を行った。

5.4.2 土石流の発生・流動・堆積機構および規模予測

土石流の主要な発生機構として，渓床堆積物の流動化，山腹崩壊土砂の流動化，および天然ダムの決壊が挙げられる。高橋・匡および高橋・中川・匡は渓床堆積物の流動化によるものに対して，堆積物の表面に現われる水流による粒子の流れへの取り込み機構を論じ，土石流の流動方程式，粗粒子および微細粒子の連続式等の基礎方程式系を連立に解くことによって土石流ハイドログラフが粗粒子および細粒子のそれぞれの濃度の時間的変化を含めて予測できることを示した。高橋らおよび高橋・匡は天然ダムの決壊によるものに関して，越流によるもの，堤体の大規模決壊によるもの，および堤体の進行性崩壊によるものがあることを述べ，それぞれの発生条件を論じている。さらに，それぞれの場合に生ずる土石流ハイドログラフの予測法を与え，実験によって検証している。

土石流ハイドログラフの流動中の変形に関して，高橋はイタリア北部の鉱砕ダム決壊によって生じた巨大泥流において，流路における変形が著しかったことを現地調査で見出し，キネマティックウェーブ理論を適用して説明できることを明らかにした。また，高橋・匡は土石流の合流点での挙動について議論し，合流点で堆積する条件，そのまま通過する条件等を明らかにしている。

土石流の流動機構そのものに関しては，高橋は石礫が卓越する高速の土石流においてはその水中重量が全部石礫同士の衝突による反発力によって支えられていると考え，鉛直方向の濃度分布を考慮しない第一次近似解，および濃度の鉛直分布を考慮する第二次近似解における流速分布や濃度分布を得ている。また，新井・高橋は，水深・粒径比が30以上の泥流では流れの機構を規定する最も重要な要素は水と粒子群からなる大規模な流体塊の乱流混合であることを見出し，その流動則を与えた。このような泥流の流速分布の測定法やカルマン定数の議論も行っている。石礫型土石流の流動性は微細粒子が多量に含まれているとき増大する。高橋・中川らは，これは間隙流体の見かけ密度が増大することによる浮力効果であると考え，実験によって妥当性を検証した。また，石礫型土石流の顕著な特性として先端部に近いほど大きい粒径の粒子が集まっていることが挙げられるが，その原因は粒子反発力と篩の効果による鉛直方向の粒径選別によると考え，流下中の選別過程の解析を行い，実験によってこのような考えが妥当であることを示した。

江頭・芦田は，砂礫粒子と水との混合物の流れに関する構成式を次のように求めた。混合物の流れのエネルギー散逸は，砂粒子の相対変位，間隙水の乱れおよび粒子の非弾性衝突によって起こるものとして，散逸関数を求めた。ついで，散逸関数のひずみ速度による微分からせん断応力の表示式を求めるとともに，粒子衝突時の保存成分より圧力を求めた。これらを運動量式に適用し，流速分布ならびに粒子濃度分布の議論を行なった。さらに，これらの基礎研究の応用として，土石流発生から堆積するまでの過程を支配方程式を用いてシミュレーションする方法を提案している。また，本研究で得られた構成則は，管路や開水路における土砂輸送の問題に適用できることも示されている。

芦田・宮本は，黄河などでよく見られるシルト・粘土を多量に含んだ高濃度流の構成則を次のように求めた。せん断応力は，降伏応力，粒子間応力および粒子と水との電気・化学的作用に伴う応力からなっていると考えて，電気2重層の概念を用いてこれらをモデル化した。これに基づいて高濃度流れの粘性係数の評価式を得るとともに，その応用として，粒子沈降速度や開水路の流速分布を議論している。土石流の停止とそれに伴う土石流扇状地の形

成について高橋らは詳細な実験的検討を行うとともに，その数値シミュレーション法を初めて提案した。その後，高橋・中川らはシミュレーション法を改良し，土石流扇状地内の粒径の分布までも求めることのできる計算モデルを開発している。新井・高橋は泥流の堆積による扇状地の発達過程の計算法を与えた。

5.4.3 崩壊土砂の運動

芦田・江頭は，山腹崩壊によって生産される土塊の流動化条件を明らかにするとともに，移動開始から停止するまでの過程を質点力学系の支配方程式を用いて検討した。これによれば，崩土の運動は，クーロン型の抵抗と速度の2乗に比例するような変形抵抗によって表示される，この式に含まれる抵抗の一般的評価法を明らかにするとともに，崩土の到達距離の推定法も提案している。芦田・江頭は，さらに，この研究の応用として，崩壊に伴う危険範囲の予測法を提案し，これを用いれば，ハザードマップが容易に作成できることを示している。

1984年の長野県西部地震に伴う「御岳崩れ」は大規模土石流動のおそるべきパワーと現象の複雑さを見せつけたが，奥田・奥西・諏訪・吉岡・横山は堆積物の性状とそれが作る地形を解析し，大規模岩屑流の一般的な力学構造，とくに土石流との類似性を解明すると共に，その微細構造についても解明し，全体的な流動のメカニズムとの関係を議論した。

5.4.4 土石流の調節・制御

土石流の調節あるいは制御の方法は，土石流の発生過程，流下過程，および堆積過程のそれぞれに応じて各種のものが考えられるが，芦田・高橋は格子型砂防ダムおよび導流堤の機能設計規準を与えた。高橋は土石流の力学的な機構に基づく考察から，各種のアイデアや既存のものについての機能の評価をしている。また，高橋らは，新しいアイデアである横工群および底面あるいは側面水抜きスクリーンによる土石流の調節機構について数値シミュレーションによる検討と実験によって論じている。また，吸水材の散布による土石流の低速化あるいは停止について実験的な検討も行った。

5.4.5 土石流災害の予測および避難システム

発生土石流の規模が与えられたとき，その災害危険範囲を予測する方法として，高橋は土石流堆積危険範囲および土石流扇状地の後続流による侵食によって発生する土砂流扇状地の堆積危険範囲を予測する簡易法を与えた。この方法は単純な場では適合性が比較的良いが複雑な地形条件あるいは市街地条件下では適用できない。このような場合にも適用できる方法として，高橋・中川らは先述のシミュレーション法を用いることを提案し，土石流の直撃による家屋流失の危険範囲，堆積厚さ別危険範囲，浸水のみの危険範囲に区分してハザードマップを作成できることを実例によって示した。

土石流危険地域に居住している住民は，土石流の発生を予知あるいは感知して早急に避難する必要がある。土石流の発生時刻の予測に関して，高橋・中川は土石流発生理論と流域内の地表面ならびに地下の水流の平面的追跡の手法を用いて求める方法を示した。土石流の発生を感知してから住民の避難行動が始まるまでには，対象地域が広い場合には，かなりの時間を要し，はたして安全に逃げおおせるかどうか，また，避難場所自体が安全かどうかの問題がある。高橋・中川らは十勝岳の泥流を例に取り，避難シミュレーションを行って，避難所要時間，指定されている各避難場所の安全性の評価を行った。

芦田・高橋および高橋は，土石流災害とその対策について総合的に論じている。

5.5 地すべりと斜面崩壊

5.5.1 地すべり・崩壊の素因と誘因

地すべりの分類はこれまで地質的または地形的観点からなされて来たが，佐々は地すべりの地質工学的分類(Geotechnical Classification) を行なった。これは新しく研究された後述の「Creep：クリープによる地すべり」と

「液状化による地すべり」に従来から知られているせん断破壊による地すべりを残留状態にある斜面土層でのすべり「残留状態すべり」とピーク強度をもつ斜面土層でのすべり「ピーク強度すべり」の4つに分けたものである。

日本では地すべりを海外で用いられている landslide より狭い意味で用い，繰り返しゆっくり移動するものを「地すべり」，急激に移動し一回の運動で滑落してしまうものを「斜面崩壊」と呼んで来た。しかし，これまでこの分類を説明できる力学的な定義は提案されていなかった。新しく提案された地質工学的分類では日本で用いられて来た狭い意味での「地すべり」は「残留状態すべり」に相当し，「斜面崩壊」は「ピーク強度すべり」に対応すると言える。

地すべり地のすべり面付近には特殊な粘土が存在すると言われていた。この様な粘土が存在するか否かの研究が竹内・高谷によって滋賀県串林地すべり地で行われた。各深度毎に試料を採取し，X線回析による粘土鉱物の同定を行い，その結果をすべり面調査結果と対比した。すべり面とその付近ではモンモリロナイトの構成比が70%以上となっており，すべり面粘土の大部分がモンモリロナイトであることが明らかにされた。

平野・諏訪・石井・藤田・後町・奥田は1889年に発生した十津川流域の群発崩壊と現在の地形との比定をおこない，崩壊発生の地質的および地形的素因をあきらかにした。平野・石井・藤田・奥田は1984年の長野県西部地震による大小の斜面崩壊について調査し，その地形・地質特性を明らかにした。藤田・諏訪・奥田は日本における過去10年間の地すべり・崩壊に関する地形学的研究を総括し，今後の研究の方向について提言を行った。

従来は地すべりや崩壊の素因は短い年月の中では不変であるとして取り扱われてきたが，最近，地形の人工改変が盛んにおこなわれるにつれて，それに伴う斜面安定度の変化が問題になってきており，素因の時間的変化を考慮した危険度予測の開発が必要と考えられる。

末峯・島・小西は，結晶片岩地すべり地での伸縮計の観測から地球潮汐による地表面が伸びの時に，小さな変動が起こっていることが多いことを明らかにし，地球潮汐が小さな変動のトリガーになることを指摘した。

竹内は地すべり地内の地下水の存在状態について考察し，地すべり活動に直接大きな影響を与える地下水は土塊内を脈状に流れている可能性の高いことを現象論的に明らかにした。地下水流脈と土塊活動との関係は新潟県松之山地すべり地において，1m深地温の定期的な測定とそれによる流脈規模の推定，地中内部歪計による土塊変動観測を継続的に行うことによって，竹内により明らかにされている。

5.5.2 地すべり・崩壊の発生機構

佐々，島らは，これまであまり研究の進んでいなかった結晶片岩地すべりの原因を調べるために「徳島県善徳地すべり」で18年間の長期観測を行なって来た。その結果，この地すべりが斜面末端の侵食などの地形変化がないにもかかわらず，年中じわじわ移動し続け安定化しない原因は，斜面内部において絶えず浸透流と地下水面の上下により地下侵食が生じているためであると推論した。そして結晶片岩地すべりの発生原因は，間ゲキ水圧が限界値に達して生じる通常のせん断破壊ではなく，地下侵食によって不安定になっている土層が地下水面の上下の際に局所的に各所で変形を起こし，その集合として斜面土層がクリープを引き起こす「クリープによる地すべり」であることを見出した。

佐々らは，現地調査，三軸圧縮試験機を用いた液状化試験，試料の飽和による土塊内の応力低下実験，モデル実験を行なった。そして，斜面内部での水みちに沿って侵食・細粒部脱落が生じルースな土層部分ができると，その場所が地下水位上昇時に沈下し，飽和した土層が液状化して突発流動型地すべりまたは谷抜け型土石流が発生することを見出した。

また，同様にして斜面脚部に堆積する崖錐堆積物（または斜面の土塊）が豪雨時に移動すれば，その移動土塊が飽和した渓床堆積物の上に乗り非排水載荷を与えるため，渓床堆積物が液状化し土石流が発生することを見出した。佐々は，土石流発生直前のほぼ飽和した渓床堆積物の上で人為的に（足踏み）急速載荷を与え，一部の土層が

ブヨンブヨンに半液状化することを確認した。また，豊浦標準砂，有珠山の渓床堆積物を用いて，荷重制御の長ストロークの非排水（急激な）三軸圧縮試験を行い，液状化が発生するための限界条件を実験的に導いた。

柏谷・沖村・平野・奥田は六甲山系における崩壊発生時の降雨条件を解析し，崩壊発生の降雨条件の時代的変遷とその原因について検討した。古谷・奥西・石井・藤田・奥田は地震にともなって1586年に庄川流域で発生した大崩壊について，歴史学的成果と現地調査の結果を総合し，発生の地形学的条件と崩土の運動のメカニズムを解明し，この種の崩壊の発生予測について検討をおこなった。平野・諏訪・藤田・奥西・石井は1989年に越前海岸で発生した岩盤のトップリングによる落石災害について，直後の現地調査と目撃証言の分析に基づいて災害発生の素因，および岩盤の崩壊・落下過程を定量的に記述し，その力学機構を推察すると共に，このタイプの落石災害を防止するための道路管理のあり方についても提言を行った。奥西は大規模崩壊のメカニズムに関する既存の学説を総括し，大規模なマスムーブメントは多くの力学過程が複合する形で起こることが多いことを示した。さらに災害防止の立場から，斜面崩壊発生の地形学的バックグラウンド，崩壊及びその後の２次的な侵食過程，および崩壊予知について総合的に論じた。

しかし，まだメカニズムが解明されていない崩壊現象が多く残されており，その解明に努める必要がある。同時に，ある程度メカニズムが解明されている崖崩れや表層崩壊については，研究成果を発生予測に結びつける必要があり，特に開発途上国で起こっている多数の人命損失を防ぐために，世界中からデータを集めて，降雨と斜面崩壊発生についての実用的な関係式を確立する必要がある。

佐々らは斜面崩壊のなかで，ほぼ均質と思われる土層内ですべり面が生じていると思われる崩壊があるらしいことに気付き，モデル実験とモデル土層内でのベーン試験を中心とした研究を行ない，地下水面をすべり面とする崩壊が存在することを確かめ，その原因が水面近辺での飽和度の急変とそれに伴うせん断強度の低下にあることを明らかにした。

中川は，山地斜面崩壊の多発した愛知県小原村一帯で，弾性波探査その他の探査を実施し，地質構造に規制された地盤構造，風化帯の形状が崩壊発生に強く関与していることを明らかにした。また，花崗岩山地の基岩を形成している新鮮で固結度のよいものから，主に表土を形成している土壌化した軟弱なものまでを，種々な産状の状態で調査し，８型に分類した。この８型の分類によって，花崗岩山地斜面の崩壊予測を実施しようとしている。

和田（卓）・尾上は地すべり地で観測した雑微動の解析を行い，各観測点の卓越周期とその波動の振動方向の特長から地すべり地に潜在するクラック群を検知することができることを示し，地すべり運動との関係を研究している。古澤・尾上は地すべり地域の定点で雑微動の連続観測を行い，振動特性の時間的な安定性について検討をくわえた。和田・尾上は地すべり地での雑微動の観測を続けて，地すべり地での排土や深礎工の施工により，その振動特性に変化が見られることを示した。その結果，深礎工が安定していることを示すとともに，大規模な地すべり運動は停止しつつあるが，一方小規模な地すべり運動が発生しつつあることを明らかにした。

5.5.3 地すべりの移動機構

地すべりの移動機構の研究は，運動速度は遅く継続的または間欠的に運動する地すべりと運動速度が早く，一回の運動で滑落してしまう地すべりでは研究方法が異なる。次にこの二つをわけて述べる。

(1) 遅い地すべりの移動観測および移動機構の研究

土塊の移動が上部から始まるのか，あるいは下部から始まるのか，その拡大の早さはどれくらいかに着目して移動機構を解明することは地すべり防止対策の上からも重要である。島は大阪府と奈良県の県境に位置する大地すべりである亀の背地すべり地において研究を行なった。この地すべり地における地表面歪の分布はかなり著しい特色があるが，これを雨水の地中への浸透による土塊の軟弱化に伴うクリープ運動の結果であると考え，その機構の理論的解明を試みた。その結果，すべり面における土質の抵抗力は下部よりも上部の方が大きいこと及び破砕帯の力

学的強度が地表面の歪の分布特性に影響していることなどを明らかにした。また島は地すべり土塊を粘弾性を持つ斜面モデル化し，土質の力学的変形常数の分布及び地形の変化が，地表及び地中における土塊のどの様な変形・移動となって現れるかについて，有限要素法を用いて調べた。

末峯・島・小西は，結晶片岩地すべり地で，伸縮計・地中内部歪計を密に設置し，時間精度を上げて観測を行っている。その結果地すべりの核が斜面の何処に発生するのか，地すべり面の破壊はどの方向にどの位の速度で拡がっていくのか，地すべり土塊の変位量の分布，ならびに地すべりの継続時間はどの位であるのかと言うことを観測から明らかにしつつある。また，有限要素法を使って前記の観測の状況を支配しているのは地下水であり，地下水の上昇の様子を入力して，観測の妥当性についても検討を行っている。

末峯・島・小西は，結晶片岩地すべり地で伸縮計・傾斜計・地下水排水量を観測して，排水ボーリングが施工された以後地表面の歪が小さくなり，また，土塊の動きは，尺取り虫的にある時は伸びの領域になり，ある時は縮みの領域になることを明らかにした。

(2) 速い地すべりの移動機構の研究

1984年に長野県西部地震によって御岳山で3600万 m^3 の大崩壊が発生し，平均速度 22m/s で約 10 km 流下した。また，1985年に長野市の地附山で地すべりが数百 m 移動し50戸の家屋と老人ホームを破壊した。佐々等はこのような高速で長距離運動する地すべりのメカニズムを調べるために，速い地すべりの運動時に発揮されるマサツ角を調べるために高速リングせん断試験機を開発し，この試験機と三軸圧縮試験機を用いて各種の実験を行なった。その結果，砂質土を高速でせん断した場合，間ゲキ水の粘性抵抗は通常の地すべりに対応する垂直応力の下ではマサツ抵抗に比して無視し得るものであり，またせん断中のマサツ角は，粒子破砕により多少変化するが，その速度依存性はそれほど大きなものではないことが見出された。そして飽和度が高くない地すべり土塊が高速で長距離運動することの原因は，地すべり土塊が飽和度の高い斜面土層や渓床堆積物の上を移動する時に，土層の非排水載荷によって高い間ゲキ水圧が発生するためであることを見出した。一方，液状化の地すべりや土石流など運動土塊内部の間ゲキ水圧が高い場合は，その上を運動する斜面土層内で間ゲキ水圧が発生しなくても緩勾配のところまで流動できる。

5.5.4 地すべりの調査研究方法

地すべり現象の研究と地すべりの防止対策においては，地すべり地の地下水，ことに地下水流脈に関する情報を欠かすことはできない。そこで当部門では，これらに関する情報を得るために，従来より地球物理学，砂防工学，土質工学，など色々な分野の手法を応用して，複雑な地すべり地盤内を流れる地下水脈の探査に適した独特な調査法を探求してきた。

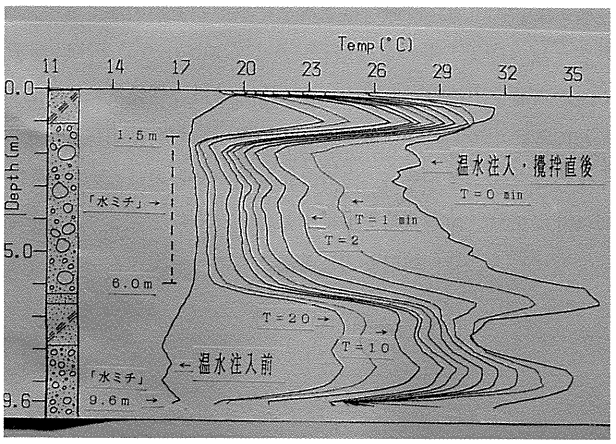
竹内は脈状に賦存する地下水の存在位置をできるだけ正確に把握するためには，従来の探査法では原理的に困難であると考え，土塊と地下水との熱的な性質を利用した浅層地温測定による地下水流脈探査法を開発した。この調査法の理論的可能性を非定常三次元の熱伝導方程式を用いて明らかにすると共に，浅層地温（通常 1 m 深地温）に関与する種々のノイズについて検討した。さらに年変化，日変化，地形，地質，植生などのノイズについてそれぞれ検討を加え，浅層地温に最も大きな影響を与えるものは植生であることを明らかにした。竹内・島は植生状況の地温に与える影響について，詳細な研究を行い，植生による太陽日射量の遮幣率が地温に大きな影響を与えることを明らかにした。浅層地温測定による地下水流脈調査法の有効性・実用性は約250箇所の第三紀層型，破砕帯形の地すべり地での調査結果とそれに基づく他の地下水調査，防止工事によって明らかにされている。現在ではこの調査法は地すべり地にとどまらず，河川堤防漏水，伏流水，老朽ため池，トンネル湧水，水資源開発などの諸分野にも適用範囲を拡がりつつある。

また，1 m 深地温測定調査によってその存在が推定された地下水流脈の立体的な構造を明らかにするために，竹

内は従来の地下水検層・温度検層の欠点を補う検層法として試錐孔内の垂直温度分布を連続的に測定することができる「多点温度検層器」を開発した。これによって，地下水流動層の数と存在深度及びその厚さに関する情報を定量的に把握することに努めている。さらに竹内・島らは兵庫県，静岡県，高知県等の地すべり地において，地温測定調査結果に基づいて地下水排除工を施工した後，再度同一測点において地温調査を実施し，その結果を前回のものと比較することによって地下水排除工の施工効果の評価を行っている。

末峯・島・小西は，1 m 深地温探査と地下水検層を結晶片岩地すべり地で行い，1 m 深地温探査が，結晶片岩地帯でも地下水脈を見つけることに有効な手段であることを明らかにした。そして，地下水の流れに段波的な流れが存在していることを明らかにした。

竹内らは地下水が流動することによって生じる自然電位の乱れ（流動電位の発生）を利用して，地下水の流動速度に関する情報を得ることを目的として，新しい地下水追跡調査法の開発を行っている。



図—3.17 多点温度検層。ボーリング孔内に温度計を入れて攪拌後，多点温度計を用いて孔内の温度変化を連続計測し，地下水の流動層を検出する。

地すべり運動時のマサツ特性を調べるには，実際の地すべりの速度にほぼ対応するせん断速度でせん断でき，かつ実際の地すべりにほぼ対応する距離せん断できる試験機が必要である。そのために，佐々は，土石流や表層崩壊に対応する垂直応力 0-0.4 kg/cm^2 の低圧高速リングせん断試験機と通常の地すべりに対応する垂直応力 0-4.0 kgf/cm^2 の高圧高速リングせん断試験機を開発した。どちらの試験機もせん断速度は 0.001 cm/s から 100 cm/s まで連続的に変化させることができ，せん断状況が観察できるように側面はアクリル製である。また，せん断箱の面積は 500 cm^2（低圧用）-1000 cm^2（高圧用）と大きく自然のレキ混じり砂質土の試験ができ，かつ非排水せん断に対応する定体積せん断も可能である。

島，佐々，末峰らの調査・観測によれば，結晶片岩地すべりでは動きが複雑であり，地形および従来用いられている観測計器だけでは地すべりの移動状況が把握でき難い場合が多いことがわかった。地すべりの計測としては通常地すべり縦断方向に伸縮計を設置し，また鉛直方向に孔内傾斜計，パイプひずみ計を設置するが，地すべり横断移動形状を調べる計器がなかった。そこで佐々は地すべりの横断方向に計器を設置し，地盤の水平動，垂直動を測定する「せん断変位計」を開発し，測定を行ない結晶片岩地すべりでは地下侵食による土層沈下が極めて活発であること，地すべり移動の形，ブロックが絶えず変化していることを見出した。また，1989年からはせん断変位計を改良して伸縮方向も測定する「三次元せん断変位計」を開発し現在50台の観測を続けている。この試験機では地すべりの移動方向を三次元的に決めることができる。

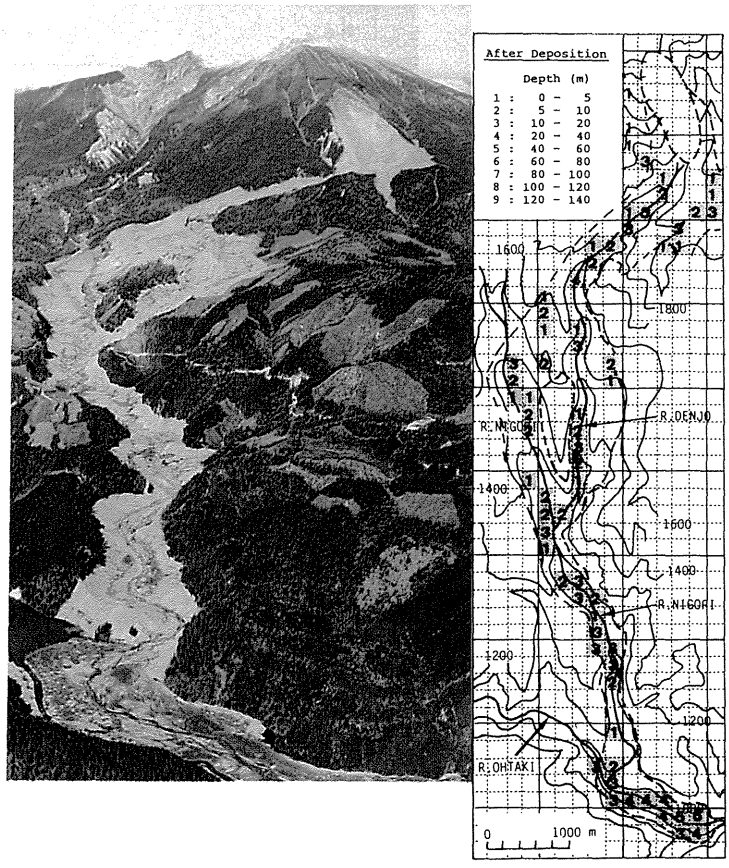
島，末峯は，複雑な移動を示す結晶片岩地すべりの動きを経時的に詳細に把握するには，一分単位で地すべり地内の地中，地表の移動を測定する必要がある考え，地すべりの自動観測システムの確立とテレメーター化を全国に先駆けて実施した。現在，徳島地すべり観測所において地すべり試験地での観測条件の設定や，データ転送を行いうとともに，観測の省力化や精度の向上をはかっている。この自動観測システムにより地すべり土塊内での破壊，変形の伝播とその速度の把握が可能になった。

斜面崩壊調査や土石流調査など，風化した表土層や渓床堆積物，崖錐堆積物のせん断強度調査では，構造が脆い

ためサンプルを採取して研究室まで運搬して実験したのでは原位置の状態の試験ができ難い場合がある。また，斜面崩壊や土石流の発生域の調査では複数の土層のせん断強度，地形，土層構造，植生等が絡み合っているため，これらの諸条件を観察しつつせん断強度を求め，その場所で発生機構について考察することが最も有効である。佐々は，現地へ持っていってせん断でき，かつサンプラーがせん断箱を兼ねているため試料の移し換えによる試料の撹乱が最小限に押さえられる現場一面せん断試験機を開発した。

5.5.5 地すべり・崩壊の予知・予測及び防止対策

地すべり・山崩れの前には地表及び地中の変動・地下水の状況に前駆的現象が現れることが多い。島は亀の瀬地すべり地の排土工事の進行過程に生じる地すべりの発生時期予測の問題について論じた。この地すべり地において，地表面歪，傾斜，地中内部歪などの各種の移動量に関する観測を行い，極僅かな徴候を計器によって発見することに努めた。この様な排土を伴う山腹斜面の変動記録を解析した結果，予測の精度が高いのは地表面歪の変化から求める方法であったが，一方，歪変動が殆ど現れない比較的早い時期において予測するには，適切に設置された傾斜計に記録された変動を解析することが有効であることが示された。竹内・島は岩石・土塊が破壊する前に自然電位が乱れることを利用することによって，地すべり発生・活動の前駆現象を把握が可能ではないかと考え，兵庫



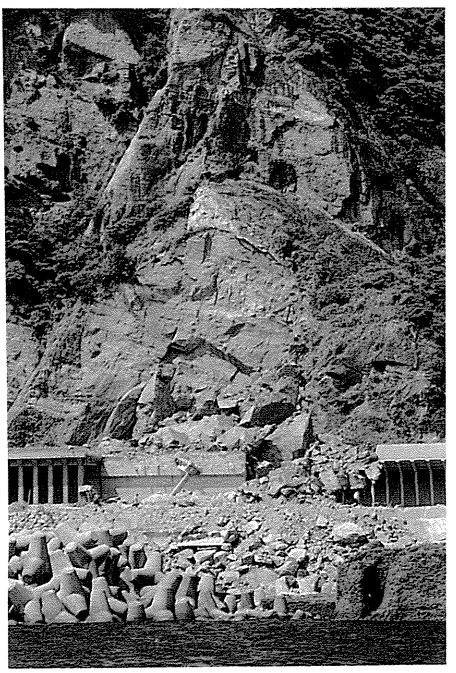
写真—3.18 御岳山の大崩壊と準3次元シミュレーションの結果。現地（写真○印）より採取したサンプルの高速リングせん断試験を行い，地すべり土塊の運動時の見かけのマサツ係数と土塊の柔らかさを示す水平土圧係数を推定しシミュレーションを行った。運動範囲，王滝川への堆積土砂量（実際：1,900万 m^3，計算：1,700万 m^3），堆積深度（実際：平均40 m，計算：20—60 m）ともほぼ現象を再現できた。

県の地すべり地において自然電位を長期間観測し，その可能性を探るための基礎研究を行っている。

中川は，地すべりの予知に関する研究を，樋口和雄，池田　碩の協力の基に，長野県小諸市（1982年），長野市（1985年）に発生した地すべりを対象に調査研究を実施している。特に，大規模な構造をもつ地すべりの活動が活発化する条件因子について研究を続けている。小諸地すべり地については，地層の形成年代や埋没している炭化木片を試料として，地すべりの発生年代を調べた。

地すべりが運動した場合，何処まで移動しどれほど拡散するか予測することは地すべり災害を軽減するための重要なテーマである。佐々らは地すべりの拡散の程度は，土塊内部のマサツ角と間ゲキ水圧によって決まる水平土圧係数（完全な液体では1.0，完全な剛体では0）で表わされること，また，運動距離は，運動時のみかけのマサツ係数で決まり，見かけのマサツ係数は高速リングせん断試験機で測定される運動時の真のマサツ角と運動時にせん断面に発生する間ゲキ水圧で決定されることを示した。そして，洪水の運動のコンピューター・シミュレーションを参考に，水平土圧係数と運動時の見かけのマサツ係数をパラメターとし，かつ三次元的な地形での運動を表現できるように準三次元的な運動を再現できるシミュレーションモデルを作成した。そしてこのモデルを用い，かつ現地で採取したサンプルより得られた見かけのマサツ係数と水平土圧係数をもちいて御岳大崩壊の運動をシミュレートしたところ，実際の現象と極めて近い運動を再現できた。

地すべり防止工法には種々のものがあるが，その中で最もよく用いられる地下水排除工法については，竹内・島が地下水流脈探査法によって水脈の位置を推定し，その結果に基づいて集水井の位置，排水試錐孔の位置と掘削深度・方向の決定法について研究を行っている。島は地すべり土塊の一部を排除して，地すべり地を安定させる排土工法の研究を進めている。地すべりを防止するためにはその地すべりの経歴を知る必要もある。竹内はその一例を高知県の長者地すべり地の活動史を研究することによって示した。つまり，現在起こりつつある地すべり現象の源は過去の地すべり活動に通じているため，過去にどの様な誘因で土塊活動が発生したかを詳しく解明し，その結果を十分に考慮にいれて防止工法を選択する必要があることを明らかにした。



写真—3.19　越前海岸1989年の岩盤崩壊災害直後の現場。崖直下ロックシェッドの中の通行中のマイクロバスが押しつぶされ，15名全員が遭難した。

佐々，末峰，島らは地下水排除工を行なったことにより，どれだけ地すべりが安定したか「効果判定」する方法の研究を行なった。これは，排水工事前の降雨観測結果と地下水位観測結果より，地すべり地の地下構造をいくつかの孔のあいたタンクの組み合わせ(タンクモデル)で置き換え，ついで排水工事後にこのタンクモデルに降雨を入力することにより，排水工事を行わなかった場合の地下水位を推定し，排水工事後の観測地下水位との差より排水効果を求めるものである。

足立・木村・多田は，地すべり抑止杭の抑止機構の模型実験と数値解析の両面からの解明を行った。まず，深さ方向の影響を無視した二次元室内模型実験により，砂質地山の引張り領域に打設された，地すべり抑止杭によるアーチ効果の評価，杭体に作用する土圧と杭周辺地山の変形挙動を杭中心間隔，杭配置をパラメータとして実験的に検討した。つぎに地盤の塑性化を考慮した弾完全塑性有限要素法を用いた解析を実施し，実験結果との比較を行った。これにより，用いた解

析手法によって地すべり抑止機構がおおむね説明できることがわかった。

奥西は兵庫県福知地すべりの発生に際して撮影された2～3分毎の地上写真を解析して，これがスランプから大規模なアースフローに変質し，部分的に泥流を伴ったことを明らかにし，このような変容のメカニズムを検討した。また奥田とともに奈良県西吉野村地すべりによる災害が事前の予知によって最小限度に軽減された事例を解析し，さらに地すべり・崩壊の発生予知，警報および避難を最も効率的に行うための3段階の発生予知およびそれと結合した対策を提案した。また1990年度の防災研究所公開講座で，都市域における崩壊災害の特徴とその対策のあり方について講演した。

今後は集落，あるいは町内会という小さい規模の行政単位ごとに，斜面災害発生場の自然的，社会的特性の両面を考慮した危険予測，警戒，避難体制の提言が必要であると考えられる。

5.5.6 地すべりのモニタリング

末峯・島・小西は，結晶片岩地すべり地での伸縮計の観測から地球潮汐による地表面が伸びの時に，小さな変動が起こっている事が多いことを明らかにし，地球潮汐が小さな変動のトリガーになることを指摘した。

末峯・島・小西は結晶片岩地すべり地で，伸縮計・地中内部歪計を密に設置し，時間精度をあげて観測を行っている。その結果地すべりの核が斜面のどこに発生するのか，地すべり面の破壊はどの方向にどの位の速度で拡がっていくのか，地すべり土塊の変位量の分布，ならびに地すべりの継続時間はどの位であるのかということを観測から明らかにしつつある。又，有限要素法を使って前記の観測の状況を支配しているのは地下水であり，地下水の上昇の様子を入力して，観測の妥当性についても検討を行っている。

末峯・島・小西は結晶片岩地すべり地で伸縮計・傾斜計・地下水排水量を観測して，排水ボーリングが施工された以後地表面の歪が小さくなり，又，土塊の動きは，尺取り虫的にある時は伸びの領域になり，ある時は縮みの領域になることを明らかにした。

末峯・島・小西は1m深地温探査と地下水検層を結晶片岩地すべり地で行い，1m深地温探査が，結晶片岩地帯でも地下水脈を見つけることに有効な手段であることを明らかにした。そして，地下水の流れに段波的な流れが存在していることを明らかにした。

末峯は，地すべり地において地すべりの自動観測を行い，またそのシステムをテレメター化し，観測所で観測条件の設定や，データ転送を行い観測の省力化や，精度の向上をはかるシステムを構築した。そして現在地すべりの自動観測システム化が除々になされているが，色々問題点があることを指摘し，常に現地へ足をはこんで，確認することを提唱した。そして，一番の問題は雷対策であり，アレスターの性能向上が必要なこと，ならびに配電盤のスイッチが落ちることによる観測システムが停止してしまい，短時間のバックアップ体制では不十分なことを指摘した。

末峯は，地すべり対策のうち地下水排水工がよくなされているが，定量的な効果判定がなされていることが少ないので，結晶片岩地すべり地で地下水位の観測からタンクモデルを使って評価できることを示した。又，地すべりの滑落崖や末端で伸縮計の観測を行えば，対策工の効果判定に有効な資料を提供することができることを明らかにした。

6. 風災害に関する研究

6.1 強風の性質

6.1.1 各種風速計の比較および計測器の開発実験

現在，利用されている各種の風速計や風圧計はそれぞれ固有の特性をもっている。これらの比較実験を自然風中で行い，測定精度や応答性について調査するとともに，新しい計測器や測定方法の開発を行っている。特に，気象庁型3杯風速計については，超音波風速計と比較し，その運動方程式を考慮することによって，より細かい変動まで補正できる方法を提出した。構造物の風圧測定については，多点マノメータを作成し，ビデオ撮影したものを画像解析することにより，読取りの効率を向上させ，能率的な観測方法を開発した。

6.1.2 野外観測データに基づく大気乱流の特性および輸送機構の解明

風車型風向風速計および超音波風速計などによる自然風の変動を観測し，強風時の乱れの3次元的構造を研究している。これまでの点や線的な広がりしかもたない一点または一つの測線に沿って並んだ観測点の配置から，水平2次元的な広がりをもつ観測網による風速変動の測定を行った。これによって，乱渦の水平的な広がりを得ることができる。相関やスペクトルなどの統計的手法のみならず，突風の広がりや突風通過時の運動量の輸送などの非定常現象についても解析を進めてきた。また，従来のフーリエスペクトルに代わり，変動の規模と発生位置の両方の情報が同時に得られる直交ウェイブレット展開によるスペクトル解析も手掛けている。

6.2 自然風中における模型実験

6.2.1 接地境界層中における基準静圧検出装置の開発

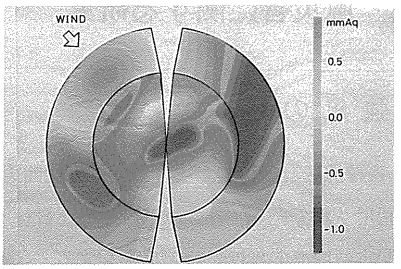
大気乱流中には静圧の変動があるだろうということは誰もが気付いていることである。これを検出しようという試みが過去いくつか行われてきたが，どうしても指向性に阻まれ，成功した例がない。当研究室ではできるだけ均等に小穴をあけた指向性の無い球殻を用い，その内圧からの静圧の検出を試みた。原理的には全圧から静圧を差し引いて動圧を求めるというピトー管とは逆に，全圧に相当する内圧から，風速計等，別の方法によって得られた動圧の値を引いて静圧を得ようというわけである。強風時に自然風中で実験してみると，動圧に相当する速度圧の変動波形と内圧の変動波形とはかなり異なったものになり，その差がすべて静圧の変化であるとみなすには無理があることがわかった。問題は内圧における速度圧の評価の仕方にあった。風洞実験の経験者は速度圧，圧力係数関係がいつも成り立つと考えるが，自然風中では必ずしもそうではない。その後の実験の結果，準定常性が成り立つためには，速度変動のスケールが物体の200倍以上になる緩やかなものでなくてはならないことがわかった。これは非流線形物体まわりの流れの非定常現象という大問題を提起しているのだが，その一般論は後の問題として残すことにする。現時点では直径 10 cm ぐらいの球状の物体を扱うことにして，その非定常性は速度圧変動を入力に内圧変動を出力にとる伝達関数系を用いて解決を目指している。指向性については従来の32面体相当の球殻ではまだ指向性が残っていたが，240面体相当のものではほとんどなくなった。残る問題としてはレイノルズ数に関するものと，野球で投手の変化球にみられる流れのパターンのスイッチング現象であるが，これらも球面の凹凸を工夫して解決するつもりである。そして動圧の因子として風速計の助けを借りず，本体に作用する抗力から動圧の効果を求めることができれば手軽な装置となる。

6.2.2 構造物に作用する風圧の計測

1983年にオーストラリアで風荷重の国際会議があった。そのときの出席者により，イギリスの K. J. Eaton が



写真—3.20 潮岬風力実験所における自然風中での模型実験



写真—3.21 突風時の表面圧力分布の測定結果

行った住宅に作用する風圧力の野外計測データを各国の風洞で再現する国際キャンペーンが発案された。当部門も新設の境界層風洞があったので参加することにした。同じ模型を用いるという条件があったので東京から回覧されてきた模型を用いた。結果は正圧の部分は合うのだが，負圧の部分が当方では強過ぎた。後に他所の結果を調べてみると風洞はもっと小さく，乱れのスケールが小さい。当時風洞の乱れは自然に比べて小さく，できるだけ大きいものがよいとされていた。つまり合わない第一の原因は風洞が立派すぎたという笑えないことであった。こちらはあまり無理矢理合わすのも不自然だと思ったので深入りはしなかったが，中にはみかん箱のようなラフネスを入れた人もあり，野外のデータが悪いという人までででてきた。平均圧については何とか再現できるが，変動圧まではだめ，というまるで平均圧と変動圧が独立に定まるかのような結論もあった。このように書くと，風洞実験に基づいて作られた超高層ビルや超大橋は大丈夫かと心配されるかもしれない。実物の計測が出揃っているわけではないが，常に一定の平均値をもって流れる風洞気流は大きめの荷重を示すため平均的な力に対しては安全になっている。

ここで提起された問題は，風洞での気流再現性の難しさの他に自然風中で風圧計測の難しさがある。この問題に関しては，潮岬風力実験所においてできるだけ単純な形のものから始めるということで，低層の円形ドームから取り上げた。基準圧に関しては，前項に述べたようにまだ完成していないが，一応絶対圧計測を基調にした。再現性のきかない自然風相手では同時計測が必須の条件となるが，圧力変換器，多成分マノメータによる圧力計測システムは完成し，低層ドームでの計測は終了した。目下高層建物を模した角柱模型が完成した段階である。

6.3 境界層風洞による実験

6.3.1 構造物まわりの流れと渦構造

にぶい2次元物体からの剝離剪断層により形成される渦と圧力との関係はこれまでに数多く調べられているが，3次元角柱まわりの流れと圧力および渦との関係について調べた研究は少ない。谷池，奥田，桂は滑らかな床面上に発達する境界層内に置いた3次元角柱の表面とその周辺の床面の平均および変動圧を測定して，角柱前方の馬蹄形渦や剝離渦の強さを定性的に把握した。さらに，角柱背後に放出されるカルマン渦の強さを床面上の変動圧の多点同時測定から計算し，渦の配列と流下速度は流れの可視化から求めて，3次元渦の構造を定量的に把握している。その結果，3次元渦の強さ Γ は2次元渦の約半分になる。これは剝離流に含まれる全渦度の後流中における集積が，3次元境界の影響で劣化するためである。また，渦のコア半径 r が2次元に比べて小さくなるのは，3次元渦が後流中で渦度を集積して十分に発達する前に乱れのために減衰してしまうからである。角柱のアスペクト比 H/B の減少につれて Γ が小さくなり，$H/B=1$ になると渦の形成は見られなくなる。角柱背後に放出される3

次元渦は，後流内の乱れによる拡散作用のために直ちに減衰し，渦としての形を保つのは高々２対である。後流中に放出される３次元渦の源は，角柱側面前縁における流れの剝離直後に形成される。その渦の強さは，鉛直方向に指数関数的に減少する，等の興味深い知見を得ている。

上記の研究と並行し，谷池，奥田はドライアイスのミストを用いた流れの可視化手法を開発した。ミストの吹き出し口を，物体の風上前方のみならず物体内部にも設け，さらに噴出するミストの量の調節やその乱れを抑えるために様々な工夫を施している。この結果，物体まわりの流れを３次元的にとらえることができるようになり，３次元角柱から放出される渦の形態は，カルマン型とアーチ型の２種類あり，それらはアスペクト比とレイノルズ数によって異なってくることを明らかにした。

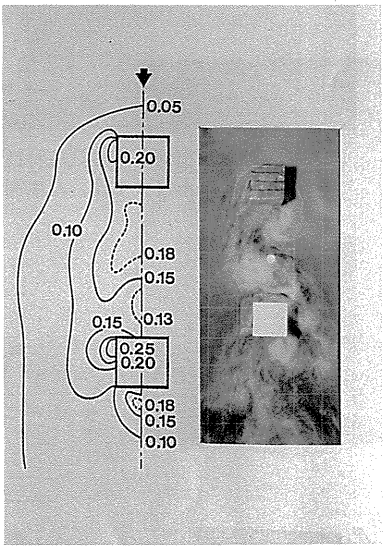
6.3.2　高層建物の空力不安定振動

建築構造物の高層化，軽量化に伴い，風による構造物の振動が耐風設計上重要視されるようになってきた。風による建物の振動のうちで風向直角方向の振動は，建物背後に放出される渦や建物自体の振動による付加的空気力により励起されるために，その動的挙動は複雑で十分に解明されていない。石崎，谷池は，風向直角方向振動，すなわち渦励振やギャロッピング等の空力不安定振動の発生機構を解明するために，強制振動装置を製作し，これを用いて物体の振動時に作用する非定常空気力を振幅と風速を様々に変化させて求めた。この結果，物体の振動に伴って発生する渦が付加的な空気力を引き起こし，振動変位に対して位相の進みをもつときに空力不安定振動が発生すること，ギャロッピングに対する準定常理論は，無次元風速で30以上にならないと適用できないこと，等を明らかにした。また，解析結果を基に，種々の形状をもつ建物の空力不安定振動の発生領域を，建物の質量減衰パラメータと無次元風速を変数として表わし，高層建物の耐風設計に役立てている。

一方，西村，谷池は，建物断面の隅角部の形状が渦の生成や剝離剪断層を支配する大きな要因であると考え，隅角部の形状を種々に変化させて空力不安定振動を低減する手法を模索している。

6.3.3　連立する建物の風による相互作用

高層建物群が近接して建つと，その間を流れる風が複雑に変形し，各々の建物に作用する風力やそれによる振動応答が単独建物に比べて大きくなる場合がある。谷池，稲岡は連立建物間のスケール比が風下建物の振動応答に及ぼす影響を風洞実験により調べ，風下建物の風向方向振動は，風上建物のスケール（幅）の増加，すなわち剝離渦の大きさに伴い大きくなる，風上にスケールの小さい建物があるとき，風下建物は渦励振の発振風速より低い風速域で共振を生じ，その応答は単独建物の20倍にも達することがある。風上に建物があると，風下建物の渦励振は妨げられるが，ギャロッピングは逆に生じ易くなる，等の知見を得た。さらに接近流の性質（乱れ強さとスケール）が，相互作用に及ぼす影響を調べ，一般に乱れの増大に伴い，風下建物の振動応答倍率が減少し，乱れ強さが 18% 以上になると風上建物の影響を受けなくなることを明らかにした。



図—3.18　２角柱間の流れの可視化と変動圧力場

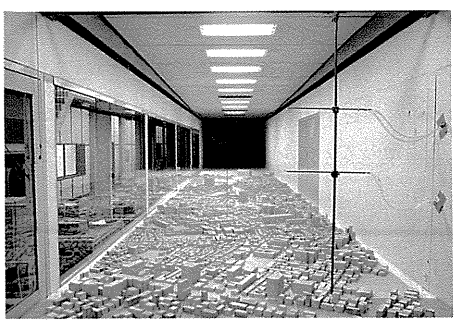
一方，谷池は，相互作用による共振現象や振動応答の増減が何故引き起こされるのかを明らかにする目的で，異なった大きさをもつ２棟の正方形断面建物を対象として，２棟間の流れと対応する圧力場を測定し，さらに風下建物に作用する変動抗・揚力を測定し，両建物からの放出渦と作用風力との関係を調べている。その結果，２棟が極端に近接している場合を除くと風上建物の存在によって風下建物の変動抗・揚力は増大する。変動風力の増大する理由として，

1) 風下建物が風上建物の剝離流線上に存在する，2) 風上建物からの放出渦が風下建物に直接あたる，3) 風上建物からの放出渦が流下過程で細かい渦に分かれ，接近流の乱れの増加をもたらす，4) 2棟間の縮流が風下建物からの放出渦の強さを増大させると伴に，風上建物からの放出渦が風下建物の変動風力に寄与する，等が考えられる。特に，2棟が流れに対して直列に並んだとき，風上建物で生じた周期的な渦が風下建物の前面にあたり，その隅角で同方向に，より一層の回転（角運動量）を得て流下するため，より強い変動揚力が作用する。この変動力の周期が風下建物の固有周期に一致するとき，自励的な振動が生じる，等を明らかにした。

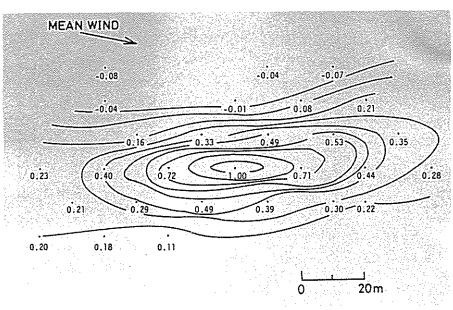
6.3.4　市街地上空に発達する乱流境界層内気流性状の数値予測

市街地に立つ建築構造物の耐風設計を行う場合，基準速度圧の値が重要となる。しかし，市街地では粗度要素が建物や植物等で，複雑な形状をしており，このような地表面上に発達する乱流境界層内の気流性状の研究例は少ない。また，観測値にもばらつきが多いため，風速の鉛直分布を決定するのが困難な場合が多い。

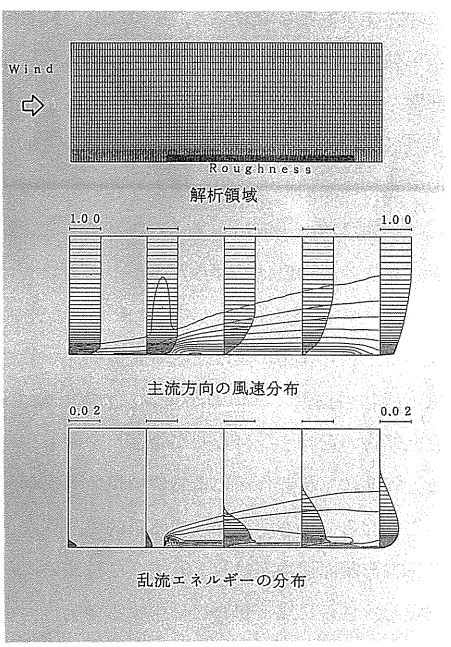
石崎，桂，谷池，丸山は市街地のように複雑な形状を持った粗面上の気流性状を明らかにするため，種々の粗度形状を用いて，風洞実験を行った。その結果，市街地上空に発達する乱流境界層はその気流性状によって上から伴流域，対数域，そしてキャノピーの3層に分けられることがわかった。このうち粗度要素の影響を直接受けるキャノピー内の気流性状を明らかにすることは，地上付近の気流性状を知る上で重要であり，また，基準速度圧を決めるために必要な対数域の風速分布を決定するのにも不可欠である。丸山，石崎はこのキャノピー内の気流性状を種々の粗度に対して測定し，平均風速の鉛直分布の近似計算法を理論的に考察した。この方法によると，風速分布の推定には粗度形状以外に，対数域下部の摩擦速度が必要であり，何らかの方法でその値を知らねばならない。この点を改善するために平岡，丸山，中村，桂は，標準型 k–ε 2方程式乱流モデルに粗度要素の影響を新たにモデル化して付け加え，粗度形状を抵抗係数および長さスケールで計算に取り込み，粗度要素の体積変化も取り扱える



写真—3.22　市街地上空の気流特性に関する都市模型を使った風洞実験



図—3.20　高さ 8.25 m での風速変動の空間相関



図—3.19　粗面上に発達する乱流境界層の計算結果

ように改良を加えた乱流モデルを開発した。丸山は，このモデルを用いた計算結果と実験結果との比較により，粗度形状，乱流モデルに現れるモデル係数，ラフネスパラメータの関係を千鳥状配列立方体粗度ブロックの場合について求めた。さらに，立方体粗度ブロックの結果が，複雑な粗度形状をもつ粗面の数値予測に使えることを市街地模型を用いた実験により確かめた。現在，実際の市街地における粗度形状の調査を行い，上空の気流性状の観測結果ともあわせて，予測手法の確立を進めている。

6.3.5 各種土木構造物の耐風安定性に関する研究

土木構造物の風の乱れに起因する非定常空気力を評価するために，白石・松本らは，各種断面形状に固有な空気力アドミッタンスを実験的に求め，空力特性について検討を加えるとともに，空力インディシャル関数を用い，時間過渡応答解析を実施した。さらに，白石，松本，白土らは，空力インディシャル関数により表される断面の非定常空気力過渡特性をもとに，突風などの非定常気流中における空気力過渡特性について実験ならびに解析的な検討を加えた。流れの中に互いに近接した状態で配置された複数構造物では，物体相互の空力的干渉効果により，各単独物体とは異なる空力特性を示す。白石・松本・白土らは２本の円柱，および２本の角柱を対象に，複数物体固有の空力振動応答特性の計測ならびにその発生機構について検討を加えた。橋梁桁断面の空力振動の制振対策は，空気力学的方法と構造力学的方法に分類される。白石，松本，白土らは，空気力学的制振方法について，さまざまな構造基本断面，および振動現象を対象に，振動発生のメカミズムを念頭に置きながら系統的に検討を加えた。その結果，いくつかの有効な制振方法が見いだされ，実橋への適応性についても検討された。

白石，松本，白土らは，橋梁構造物の風による安全性評価方法の確立を目的として，台風，地形などの影響を考慮した強風推定方法の検討，ならびに静的風荷重および各種空力現象を対象とした橋梁構造物の風による安全性評価の確率統計的評価方法の検討を行った。さらに，ある実橋を対象にこれらの手法を適用し，その安全性について考察した。

剥離を伴う bluff な断面の空力振動現象は，剥離剪断層の持つ不安定性と物体の動きとの相互作用に深く関連している。白石，松本，白土らは，この相互作用に着目し，気流中にわずかな主流方向流速変動を与えることにより，物体側面に発達する剥離剪断層に強制的に外的刺激を与え，物体の空力特性の変化を調査した。また，松本，白石，白土らは，気流変動を乱流を構成する一周波数成分としてとらえ，物体の空力特性に及ぼす気流の乱れの効果についてもあわせて検討を加えた。松本，白石，白土らはケーブルの空力特性に関する研究をおこない，風雨時に斜張橋ケーブルに発生するレインバイブレーションを対象に，その発生機構を明らかにするとともに，振動応答特性におよぼす種々のパラメータの影響について検討を加えた。さらに，得られた一連の成果を基にいくつかの制振対策についても検討を加え，実橋への適応性についても併せて考察を加えた。松本，白石，白土らは，種々の断面比を有するH型断面を対象に，捩じれフラッタ現象の発生機構，ならびに気流の乱れの効果について検討を加えた。

6.3.6 建物周辺気流の実測

高層建物が建設されるとき，通常その周辺の歩行者レベルにおける気流性状の変化を境界層風洞を用いた模型実験により定量的に評価している。建物建設後の風速増加による歩行者に対する安全基準も，風洞実験あるいはその建物に最も近い気象台の風速記録に基づいて作られている場合が多い。しかしながら，風洞気流と実際の自然風とは本質的に異なるため，模型実験から得られるデータのみで建物まわりの風環境を適切に評価し得るかという疑問が生じている。

桂，谷池は，大阪市立大学，ハワイ大学と共同で，ある時期に規則的に強風の吹く頻度の高い地域（米国ホノルル）を選び，ここに建つ実物の高層建物を対象として，この建物まわりの気流を様々な地点で３週間にわたり観測した。得られたデータを種々の方法で解析し，建物まわりの自然風の性状を把握するとともに，風洞実験結果とも

比較し，周辺気流に関する風洞実験の妥当性を検討している。この結果，自然風の乱れのスケールは建物上空（高さ 112 m）で 200 m～400 m，地上レベル（高さ 2 m）においても 50 m～100 m に達する，低風速域における風速分布はガウス分布にのらない等の知見を得た。また，建物上空の風速に対する地上の風速比は，風洞実験値が実測値をわずかに上回る程度で，その相関係数も0.8と高くなることを明らかにした。

6.4 強風の被害調査

1981年以降1989年までは，あまり大きな台風が上陸することもなく，台風による風災害はほとんどなかった。1990年には，台風9019号が和歌山県白浜町付近に上陸した。その時の中心気圧は 945 mb であり，上陸時の中心気圧が 950 mb 以下であったのは実に19年ぶりで，久しぶりに勢力の強い台風であった。この台風に引き続いて台風9020, 9021, 9028号と合計４つの台風が紀伊半島に次々に上陸した。特に被害が発生したと思われる台風9019号について和歌山，三重，奈良の三県について被害調査を実施し，過去に同じ経路を通過した伊勢湾台風と被害状況を比較した。その結果，台風時の風速は同程度であったにもかかわらず，家屋の被害は，伊勢湾台風時に比べて非常に小さい結論を得た。一方，竜巻については，1988年９月の和歌山県串本町の場合は，地元ということもあってアンケート調査を含め，詳細な被害調査を行った。1990年は，全国で26個の竜巻が発生したが，そのうち２月の鹿児島県枕崎市，３月の三重県大王町及び志摩町，４月の石川県富来町，沖縄県金武町，６月の東京都田無市，12月の千葉県房総半島における竜巻について被害調査を行った。そのうち，千葉県茂原市の被害は重軽傷者72名，住家の全壊82棟，半壊156棟，一部破損1504とわが国史上，最大級のものといえ，科学研究費の交付を受けて，現在詳しい調査研究が実施されている。



写真—3.23 1990年12月11日千葉県茂原市で発生した竜巻による被害（武田茂夫氏提供）

7. 自然災害全般にかかわる研究

7.1 災害史資料に関する総合的研究

7.1.1 災害史資料の収集・解析

(1) 災害資料の収集とデータベースの構築

防災科学資料センターでは，自然災害に関する資料解析研究を担当する分野（専任）の教官によって，自然災害に関する資料（航空写真を含む）の収集整理に努めてきた。その情報は，文献・資料目録として毎年１冊づつ刊行してきたが，目的とする資料を正確かつ迅速に検索し利用できるようにはなっていなかった。そこで，昭和58年度に自然災害科学文献資料情報データベース「SAIGAIKS」を構築し，これを京都大学大型計算機センターの共用データベースとして，大学間コンピュターネットワークを利用することにより，全国利用に供することにした。このデータベースは，文献や資料の種類によって英文も取り扱えるようになっている。検索には，日本語の TSS 端末のほか，パソコンを利用して検索ができるソフトも開発し，提供している。さらに，平成元年度より全国各地区資料センターの協力のもとに「SAIGAIKS」を拡充し，全国的な文献資料情報データベース「SAIGAI」を構築することになった。平成３年４月現在，28,000件のデータが集録され，全国的に利用されている。

(2) 災害史料の収集とデータベースの構築

防災科学資料センターに災害史料調査解析分野（客員）が昭和58年度設置されるに伴って，過去1000年程度までの災害を主対象として，災害関連（歴史）史料のデータベースを構築することになった。歴史時代の災害関連史料

は，各地の神社・仏閣・旧家に散在する古文書・古地図の類から，遺跡の発掘調査資料や年輪計測資料など多種多様であり，定量化の難しいものが多い。そこで，当資料センターの歴代の客員教官と専任教官の共同研究として，データの内容等に留意して，つぎのような史料整理方法を提案し，解析に用いることにした。1. 採録形式，2. 出典，3. 発生年月日，4. 発生地域，5. 災害の種類，6. 史料，7. 備考

これらの事項に基づいて，すでに「災害史料データベース作成調査票」を作成し，六国史（日本書紀，続日本紀，日本後紀，続日本後紀，文徳実録，三代実録）の災害記事を収集して，入力している。中世に関しては，全期間を網羅する資料はなく，比較的長期間にわたる日本紀略，扶桑紀略あるいは吾妻鏡などを中心とし，欠落している期間を，個人の日記等で補塡するようにして，データを収録している。データベースの検索項目のうち，災害の種類については，当初に設定した分類では対処できない場合がでてきたので，災害の種類についてその分類の見直しを行なった。またキーワードについても，出現頻度を調べると同時に，現代語のキーワードの設定作業を行なっている。これらを基に「災害史料データベース」用のキーワード集を作成する準備をしている。平成3年4月現在，約5,500件が入力されている。

7.1.2 災害史

(1) 災害史研究会

災害史研究の方法論を模索し，関連研究分野における研究者との全国的な連携を図るために災害史研究会を昭和58年から各年数回実施してきた。講演題目と講演者名を列記すると以下のようである。

1. 地理学における災害史の研究：京都教育大学教授・水山高幸
2. 遺跡に残る災害の実例（考古学的発掘調査の現状紹介を含めて）：奈良国立文化財研究所長・坪井清足
3. 京大構内遺跡発掘からみた災害考：京都大学埋蔵文化財センター助手・泉　拓良
4. 遺跡の調査と災害問題：奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター長，京都大学防災研究所客員教授・田中琢
5. 台風資料：京都大学防災研究所教授・石崎澄雄
6. 土砂奉行：京都府立大学文学部助教授，京都大学防災研究所客員助教授・水本邦彦
7. 年輪年代学：奈良国立文化財研究所埋蔵文化財センター長，京都大学防災研究所客員教授・田中　琢
8. 京都河川史小論－変遷史擬－：豊橋技術科学大学教授，京都大学名誉教授・横尾義貫
9. 近世淀川治水をめぐる諸問題：大阪大学文学部助手・村田路人
10. 先史時代に起こった大噴火と人類・自然に与えた影響：東京都立大学理学部教授・町田　洋
11. 伊勢湾における災害と農法：同志社大学経済学部教授・岡　光夫
12. 中世人の天災観：立命館大学文学部教授・三浦圭一
13. 淀三川・巨椋池周辺の地形と水害：早稲田大学教育学部教授・大矢雅彦
14. 沖縄平野の地形発達にともなう諸問題：名古屋大学文学部教授・井関光太郎
15. 治水の地域史－大和郡山市筒井地区の事例：大阪経済大学経済学部講師・徳永光俊
16. 京都盆地の自然史と災害：京都大学理学部助教授・石田志朗
17. 平安・鎌倉期における加茂川の治水について：三重大学文学部助教授・勝山清次
18. Lichenmetry（地衣類年代測定学）による微地形の年代測定－その展望と限界－岐阜大学教育学部教授・関根　清
19. 災害は本当に災害だったのか？：神戸大学教育学部教授・熱田　公
20. 歴史資料の収集について：信州大学工学部教授・宇佐美龍夫
21. 災害史データベース作成上の問題点について：京都大学研修員・安国良一

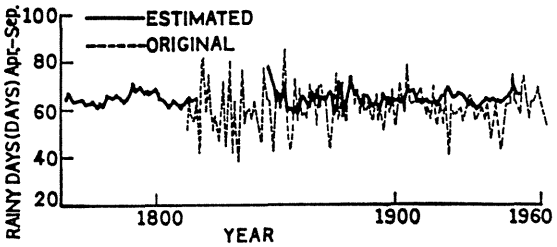
22. 遺跡災害史序説：奈良大学文学部助教授，京都大学防災研究所客員助教授・泉　拓良
23. わが国における液状化災害史と沖積平野の形成過程について：早稲田大学理工学研究所・若松加寿江
24. 琵琶湖周辺の災害と遺跡：滋賀県文化財保護課考古員・丸山竜平
25. 江戸時代の木津川災害：京都府立大学文学部助教授，京都大学防災研究所客員助教授・水本邦彦
26. 河内平野の発掘成果と自然災害：財団法人大阪文化財センター業務課長・中西靖人
27. ノアの洪水伝説について：国立日本文化研究センター助教授・安田喜憲
28. 桜島火山の活動史：京都大学防災研究所附属桜島火山観測所助手・石原和弘
29. 桜島町武貝塚発掘調査について;奈良大学文学部助教授，京都大学防災研究所客員助教授・泉　拓良
30. 古墳時代における火山災害について：渋川市教育委員会社会教育課主事・大塚昌彦
31. 明治期の徳島地方新聞に書かれた吉野川の災害：徳島大学工学部教授・澤田健吉
32. 年輪を用いた長期的気候変動特性の抽出：京都大学防災研究所助手・八嶋　厚
33. 近世狭山池災害史：大阪狭山市教育委員会教育課・市川秀之
34. 災害史と日本中世史の問題点：同志社大学人文科学研究所教授，京都大学防災研究所客員教授・中村　研
35. 十津川災害百年：大阪市立大学文学部教授，京都大学防災研究所非常勤講師・平野昌繁
36. 善光寺地震に起因した山地崩壊，特に虚空蔵山地すべりを中心にして：千葉大学教養部教授・古谷尊彦
37. 災害の時空間スケールと災害：京都大学防災研究所教授・土屋義人
38. 史料解析研究の展開－1854年南海道津波災害を例としてー，京都大学防災研究所助教授・河田恵昭
39. 治水と水防の変遷：関東学院大学工学部教授・宮村　忠
40. 「六国史」における天変と地異：大阪府立大学総合科学部教授・八木伸二郎

(2)　災害史・災害論・歴史気候

土屋は，考古学や環境考古学，あるいは日本歴史など，関係する多くの成書を参考にして，都市水害論として，縄文時代以降の災害史を災害科学の立場から文明史的に明らかにすることを試みている。まず，縄文時代以降約1万年における災害の変遷を考察するため，長期の時間スケールを用い，また弥生時代以降の約2千年については，より短い時間スケールで考察し，前者については社会の活動指標として人口を用い，その停滞等に及ぼす自然外力的要因と社会環境との関係を調べ，人口変化の要因を示した。また，後者については，社会の発展に伴って人口が急増すると，そこに自然との不調和が生じ，大災害が頻発することを詳述した。ついで，タイムスケール2千年における災害史を考察し，つぎの諸事項を指摘した。まず，わが国における地方別人口の増加傾向は水稲技術の導入に平行し，その停滞・減少は災害の発生と，またその空間スケールは災害発生のそれに対応する。つぎに，わが国に水稲技術が導入されて以来の各種土木事業の変遷と地域開発の実態および地域開発と新田開発などとの関係を明らかにした。さらに，干ばつ，洪水氾濫災害とそれに伴う社会環境の変化との関係で考察し，その変遷を明示した。そして，人口集中に伴い火災が増加したが，これは気象条件と社会不安とくに内乱と密接に関係することを示した。また，内乱，一揆などの変遷を，とくに飢饉の発生と社会不安との関係で考察し，周期的関係を見いだした。さらに，タイムスケール300年の災害史として，江戸時代の災害を取り上げ，日光東照宮における185年間の天気データを解析して気象条件を特定し，社会環境の指標としての人口の推移，新田開発のための各種土木事業の変遷を明らかにして，この時代の社会構造や環境を考察したうえで，風水害の変遷とその地域性について検討した。その結果，東北地方における気候変動の周期性と災害の発生がよく対応することや諸国山川掟の制度が洪水対策のための開発規制であることなどを明らかにした。さらに，Synergetics の理論を基礎として，時間スケールの比較的長い自然災害による社会変動のモデルを試み，縄文，弥生，江戸の各時代における人口の変動と災害との関係を明らかにしている。

河田は，わが国1400年，中国2400年間の災害史料を用いて，とくに気候変動との関係でその発生特性を検討した。まず，わが国の巨大災害の発生数は地震，津波，高潮及び洪水とも約1200年間にいずれも20数回であって，平均して5，60年に1度発生していると言える。これらの災害は，わが国のいずれの地域でも発生するのではなく，特定の地域に限られ，これを考慮すれば同一の地域ではおよそ150から200年に1度発生してきたことがわかった。またわが国と中国の各災害のスペクトル解析の結果から，約170年という周期がはっきりと認められた。さらに，歴史時代の巨大災害を調べ，それを規定する指標と死亡リスクの算定方法を考察した。その結果，社会の防災力は人の平均寿命で表され，死亡リスクには，災害の種類に関係なく上限値が存在し，その包絡線の特性から，平均寿命が60歳以下の場合には，外力非制御型災害，それ以上では外力制御型災害となって，両者を明確に区分できることがわかった。また，これを適用して関東大震災における死者数の最大値を予測した。

史料解析による長期的な気候変動の予測手法として，年輪気象学の適用が挙げられるが，田中・佐藤・八嶋は，奈良文化財研究所で読み取った長野県木曽郡産の檜30本の年輪サンプル（樹齢233年～319年）を用いて，年輪気象学の日本における適用性を検討することにした。まず，利用可能な長野市の100年弱の気候データと江戸時代にかかれた墨翁日記と大沼日記ならびに明治以降の気象台のデータを基にして，170年分の気候データ（月別降雨日数）を再現した。そして，両者のパワースペクトルの比較から，年輪幅データと気候データの間によい相関があることを明らかにした。そこで，さらに適用性を高めるため，年輪の時系列から，総降雨日数を推定するための回帰式を作成した。回帰式の中に含まれるパラメータは170年間の総降雨日数とその間の年輪データとから決定した。その結果を用いて千年間の総降雨日数の推定を行った。



図—3.21 年輪を用いて推定された4月～9月の降雨日数の変動

(3) 時代別災害史・防災技術史

水本は，江戸時代の木津川流域の災害（水害，干魃）を対象に，災害頻度や当該社会の対応の諸相について検討を進めた。とりわけ干魃については，民族学での研究蓄積の多い「雨乞い」行事への着目が有効であることが判明し，災害史と歴史学，民族学の連携の必要性を確認した。ついで，泉は，これまでの遺跡発掘報告集の中から災害の痕跡と見られる諸現象を抽出し，考古学資料に基づいた災害史データの収集と，その整理方法についての検討を行った。有機質のものは残存しにくいこと，遺跡自体を消滅させてしまうような大災害発見の困難性，遺跡調査の範囲と災害範囲とのズレなど，災害史，研究への考古学の側面からのアプローチに際しての検討課題が明確になった。さらに，火山国といわれる日本では，人類の誕生した第4紀以降でも，活動した火山は200以上も知られている。これら火山の爆発は時として大きく環境を破壊し，人類に多大な災害をもたらした。また火山の噴火によって噴出された火山灰等に基づく考古学的研究は多く行なわれている。考古資料に見る火山災害の発見も年々増加してきているが，現在のところ災害史という観点からの体系的な研究は皆無に等しい。そこで防災科学資料センターとして，現在でも火山災害の顕著な鹿児島県桜島で，災害史的見地から，先史時代の火山災害と人類との関わりを研究することにし，桜島町武榎川で発掘調査を行ない，桜島に，人類が何故生活を始め，火山災害と関わったのかを解明する手がかりを得ることができた。

また，史料解析に基づく防災技術史については，河田は明治初期のわが国の防波堤工法の採用の経過と種々の問題点を明らかにした。すなわち，混成堤工法の採用が横浜築港とともに始まり，1900年以降，この工法がほぼ独占的に用いられるようになった理由として，技術的，政治的な具体例を挙げて説明した。そして，従来言われてきた

ような捨石堤工法の採用のための石材不足が大きな原因ではないことを明らかにした。

7.1.3 洪水，高潮，津波災害史

(1) 洪水災害史

鴨川は流域面積はわずか 200 km^2 程度であるが，1200年の歴史をもつ平安京の中を流れているために，その流況・洪水史はこの間の政治・経済・文化の変遷と共に克明な記録が残されている点では他に類をみないといってよい。中島は，歴史書や公式記録あるいは個人の日記から得られた史実を出来るだけ災害科学の見地から見直すことを試み，まず，京都に測候所が出来てからの100年間の水害史をとりあげて，天気図，降雨記録，水位・水害状況などの記録から，鴨川の洪水を台風によるものと前線によるものとに分類してそれぞれの出現頻度や性格の差を明らかにし，過去の記録に残された水害を分類した。そして，鴨川の水害記録を大小の区別をつけて統計解析を行い，水害の発生数には波があることを指摘し，その変動を，世界的に考察した気候変動のリズムと比較対照し，有意な関係があることを見出した。

一方，第２次世界大戦後，15年以上にわたってわが国で毎年のように発生した大風水害は特筆される現象であり，これらの主たる原因として大型台風の上陸が指摘されてきた．しかし，当時の社会環境の変化の影響については，治山・治水事業の遅れというような一般論があるのみで，個々の風水害に関する解析はかなり断片的にならざるを得なかったと言える。そこで，この分野に関する現在の知識を用いて復元して，種々の自然的・社会的影響を明らかにすることが試みられている。土屋・河田・岡は戦後の風水害の幕開けとなった1945年の枕崎台風による広島の被害について検討した．内容的には，呉と大野町の土石流災害及び広島市とその周辺の太田川の氾濫災害を対象として，それらの被害の大きさには10数年続いた戦争の影響，とくに後者では原爆被爆の影響が大きいことを指摘した。

(2) 高潮災害史

まず，土屋・河田は高潮の外力となる台風の死亡リスクと工率との関係を検討するため，死者・行方不明者数によって風水害を分類し，それぞれの発生数の経年変化を調べた。その結果，死者・行方不明者数が50人以上の風水害は1953年頃から，また20人以上のものは1960年頃から減少しているが，３人以上の風水害は1960年から急激に増加し，災害のゲリラ化に対応していることが見出だされた。しかし，1972年以降1979年まででは，台風上陸数の減少とあいまって，防災・減災のハードウェアの充実によってこれがさらに減少していることがわかった。さらに，伊勢湾台風以前の台風について，上陸台風の摩擦工率と死亡リスクとの間に良好な相関性を見出し，これらの関係を用いて推定した死亡リスクの計算値と実際の値は非常に良い対応を示すことがわかった。

つぎに，大阪湾沿岸，とく大阪におけるいわゆる三大高潮と，伊勢湾沿岸での13号台風および伊勢湾台風に伴う高潮による死亡リスクの変遷と防潮堤などのハードとソフトウェアとの関係について検討した。まず，土屋・河田は大阪における高潮災害の実態として，室戸，ジェーンおよび第２室戸台風に伴う高潮の死亡リスクと被害家屋（全・半壊・流失）数あるいは床上・床下浸水家屋数との関係を調べたところ，数次にわたる高潮防御施設の整備と台風・避難情報の充実が死亡リスクの低下に大きく寄与したことが認められた。そこで，後者の効果を見出すため，これら三大高潮時の家屋全壊率，浸水量および避難情報の発令時間と死亡リスク（第２室戸台風の場合は負傷・死亡リスク）との関係を検討した。そのその結果いずれについても，台風・避難情報の早期発令，徹底の度合に従って，人的被害が軽減されることがわかった。一方，土屋・安田は13号台風と伊勢湾台風による高潮の実態として，伊勢湾沿岸の各市町村行政区域ごとの人口，死亡リスク，最高潮位とその起時および浸水面積などを詳細に調べ，避難情報などによる死亡リスクの相違を検討した。まず，避難対策の程度を表す指標として４つのランクを定義し，死亡リスクと避難情報のランク，最高潮位あるいは浸水面積比との関係を調べたところ，避難情報の伝達と避難の徹底に従って，死亡リスクが10^{-3}程度も減少することが見い出された。さらに，浸水高などの浸水規模

に着目した場合においても避難情報の死亡リスク軽減効果が明らかになった。従って，大阪湾および伊勢湾沿岸を対象として，高潮災害の軽減が台風・避難情報の充実によってもたらされたことが明らかになった。

そこで，土屋・河田はさらに過去に遡り，歴史時代の高潮災害の変遷を調べた。まず，淀川・大和川の河口デルタの変遷，人口の推移および新田開発などから，古代，中世，近代の時代区分に沿って考察をすすめ，高潮災害の潜在的な危険度を求めた。すなわち，奈良時代から近年に至る高潮災害の発生数，死亡者数および死亡リスクの時系列を求めた。これから，1800年以前にはこの死亡リスクが10^{-3}のオーダーであり，現在，わが国の交通事故による死亡リスクが10^{-4}，自然災害によるものが，10^{-6}のオーダであることと比較しても，いかに危険の高い災害であったかがわかった。もちろん，この間，高潮に対して背後地は無防備であったと言ってよいので，この値は大阪湾沿岸における潜在的な高潮災害の危険度と考えてよいであろう。死者数については，現在までに，千人に近かったものが7回発生しており，平均すれば150年に1回の割合で生じていることになる。ただし，記録の上で残っている大阪で発生した総計52回の高潮災害は，ある時期に集中して群発する傾向も見出せる。一方，1900年以降については，1934年の室戸台風による大高潮災害を契機として，いわゆるハードウェアが順次充実され，1961年の第2室戸台風による高潮では，死亡リスクが10^{-6}のオーダーまで小さくなったことが示された。

これらの研究によってとくに，江戸時代以降かなり詳しい被災の記録が残っていることがわかったので，土屋・河田は巨大高潮災害の1つである寛文の高潮（1670年）の氾濫図を復元することを試みた。同時に，たとえば，「寛文録」には，台風の強風，高潮の規模及び死者数についての記述が残っているので，これらをもとに，人的・物的被害の分布図も示した。死者総数は，「寛文録」では200人となっているが，農民や漁民はこれに入っておらず，「山鹿素行先生日記」では1,143人と記されており氾濫の規模から後者が妥当と判断された。9箇所の落橋は，宝永や安政の南海道津波の場合と同じく，千石船や北前船が強風，高波浪や高潮で川や堀を遡上し，橋桁や橋床に衝突したことによると判断された。発生場所は宝永の南海道津波の時とほぼ同じであることから，新田開発による海岸線の位置や津波と高潮の違いはあるが，氾濫到達距離が同程度なので，氾濫の規模も余り相違しないと推定された。

(3) 津波災害史

土屋・河田は江戸時代における巨大津波災害の1つである1854年の安政南海道津波の復元を試みた。大阪における安政津波を復元するには，史料に基づく解析と津波の氾濫の数値計算の結果から考察する必要があろうが，ここでは最初に前者の立場で検討することにした。すなわち安政津波による災害状況を古文書，手紙類，古絵図などにより把握するとともに，天保山の地盤沈下量を検討して，津波の高さを推定し，これに基づく大阪の市街地の氾濫復元図を作成して，「大阪大津浪図」と比較した結果，津波の高さを1.9mとすれは両者がよく一致することを見出した。

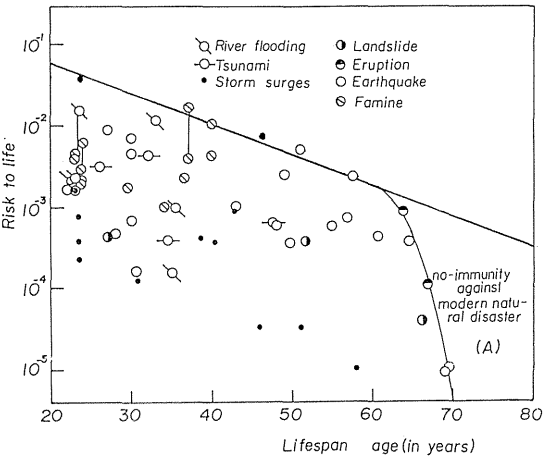
さらに，土屋・河田らは，安政南海道津波の数値シュミレーションによって，その伝播・氾濫特性を検討して，史料解析結果の妥当性を調べた。氾濫計算は，「大阪大津浪図」に書かれた地域を含む大阪市街地の地形を国土数値情報などを活用して再現して行った。数値計算では，天保山付近の津波の波形と流速ベクトルを初期条件として与えた。その結果，安政津波の第二波によって形成される氾濫域が「大阪大津浪図」とかなりよく一致することを見いだし，これらのことから，数値計算によっても安政津波の伝播と氾濫がよく説明されることがわかり，第1報の災害史料に基づく解析結果と併せて，安政津波災害が復元できた。これらの計算過程で，これまで明らかにされなかった大阪湾内における遠地・近地地震による津波の増幅特性の違いが，周期の相違に起因して生ずることが見いだされ，チリ地震津波のように周期が長くなれば，湾奥の大阪では増幅され，南海道に震源をもつ海洋性地震による津波では減衰することがわかった。

中村は，紀伊半島とくに和歌山沿岸に来襲した歴史津波の特徴を古文書の解析によって考察している。具体的に

は，安政南海道津波のほかに，1707年の宝永地震津波，1946年の南海地震津波を取り上げ，御坊，田辺，広，古座などにおける津波来襲時の被害状況や浸水範囲，最大遡上高を推定することを試み，歴史津波の古記録の意義を示している。また，津波来襲時期の予測のために，信頼性の高い史料を解析して，これを統計解析に適用し，津波来襲をポアッソン過程に従うと仮定して，白浜と田辺における津波の再現期間を求めている。

7.1.4 崩壊災害史

1889年（明治22年）に奈良県十津川村に生じた大崩壊の惨状は当時の宇智吉野郡役所の手によって「明治22年吉野郡水災誌（11巻）」（その後昭和52年十津川村役場によって復刻）に詳細に記されているが，災害科学の面からみて，この地方での土地利用，防災計画に役立たせるためには，最新の学理に基ずいた再調査による復元的研究が必要である。そのために奥田・諏訪らは現地で過去の記録，最近の空中写真，大縮尺地形図と対比しながら地形，地質の特性を検討した。その結果，崩壊斜面は頁岩層のつくる典型的な流れ盤になっており，崩壊のタイプは最近の大崩壊によく見られる地すべり性崩壊（基岩スランプ型）であったものと考えられた。また崩壊は基岩内のクラック発生による岩盤の回転滑落，その破砕による崩土化，さらに崩土による白谷川の堰き止めとその決潰の過程が追跡され，その諸過程が現在の地形によく反映されていることが分かった。



図—3.22 12世紀以降の世界の巨大自然災害における死者数の上限値の存在

つぎに，奥田・後町・諏訪らはこの大災害をもたらした豪雨は，台風によるものであることが確認した。台風は8月18日にゆっくりと四国に接近し，19日朝から20日朝にかけ，時速約15 kmでやはりゆっくり北上し日本海に出ている。中心の最低気圧は978 mbで，弱い台風であったが，19日の和歌山県の沿岸部にある田辺および湯浅の日雨量は，それぞれ900および500 mmを越えた。これらのことからこの8月19日の十津川流域における日雨量の最大値は，約1000 mmないしはそれ以上あったのではないかと推定された。

同水災誌には，また崩壊地の縦（長さ）及び横（幅）が間数で記され，発生時刻も主なものについて記録されている。その記録を分析することによって，この崩壊現象の一般特性を知ることができる。推定された土量は優に1000万 m^3 をこえる。崩壊地形状についても記録があり，大規模なものでは，それがかなり正方形に近い形をしている。

このような経緯を踏まえて，さらに十津川村役場，森林組合の協力を得て吉野郡水災誌に記載された旧西十津川村における崩壊地の小字地名を現在の地形図上に比定し，その位置を確認する作業を行った結果，明治44年測量の一連の1/50,000地形図に記入されている崩土記号（あるいは一部壁岩記号）が，この災害時の大規模な崩壊地に概ねよく対応していること，また1953年撮影の林野庁による空中写真（縮尺約1/20,000）の判読と現地も地形的痕跡がよく保存されていることがわかった。

しかしながら，上記地形図上の崩土記号の数と水害誌に記された「大崩」（おおくえ）の数とは大幅に食い違っていて，後者が著しく過大である。この点について，崩壊の規模（面積）と崩壊数の間の経験則に基づいて推定したいわゆる「大崩」（面積 $0.83\times104\ m^2$ 以上）の数は，崩土記号の3倍程度であり，水災誌に記載された「大崩」の数は人里はなれた奥地では過大に表現されているおそれがある。十津川災害の復元は，西南日本外帯に生じ得る崩壊，河川堰止めの災害の極限的形態を学ぶためのきわめて貴重な災害史研究例といえる。

一方，1662年の寛文地震による湖岸の陥没，崩落の証拠を直接に得るために，琵琶湖西岸の明新崎から賀茂川河口にかけて，ユニブームによる沿岸湖底の堆積構造調査，および検土杖による湖岸沿いの土層調査を奥田・平野・太井子・横山が行った。湖岸調査結果からは，水深 15 m 以浅の沿岸陸寄りの平坦な水域で，底面 1～2 m の深度に乱された地層の拡がりが確認された。また，水深 15～50 m の範囲の湖底及斜面の下部には，斜面からの崩落岩屑が堆積したと思われる乱れた地層が，より新しい層の下に埋積していることが見いだされたが，埋積の厚みからみて崩落の時期としては縄文時代晩期（約3000年前）の大地震による可能性が高い。さらに，湖底急斜面域の中，下部には断層もしくはなんらかの地質構造の存在が推定されるが，その一部は従来から推定されていた断層にほぼ一致することがわかった。つぎに湖岸沿いの土層調査からは，暗茶褐色腐食質粘土層（C 層）が，湖の平均水位より約 1 m 以下の深度で確認され，とくにこの層が厚く分布する地域では浜堤より陸側の低湿な農耕地からも同じ土層が見出された。もし，C 層が古記録に記されている寛文地震による陥没水田跡に当たるものであれば，湖底調査結果によって見出された湖岸近くの D 層は，このときの前落土塊の拡がりであると解釈することが可能であることがわかった。これに引き続いて，奥西・斉藤は比良山地の東斜面の崩壊災害の史料解析研究を継続している。

7.2 自然災害科学の総合的研究

7.2.1 災害論

石原は都市における自然災害についてその内容を分析し，人命，財産，生活および社会活動それぞれにかかわるものに分けて防災・減災対策を考える必要があること，さらにそれぞれの対策の規範には自ずから差異があり，これらを明確にしてこそ真の防災対策が組み立てられることを明らかにすると共に，人命を守るには広義の災害文化の研究と災害情報と避難との効果的な調和が重要であることを指摘した。

石原は大雨による洪水災害の軽減策を検討する上での基本課題である「何をどのように守るべきか」を明らかにするため，内水型と外水型の浸水被害の発生構造を，リスク分析で用いられる fault tree の手法で解析し，洪水災害防止のシステム図を提示すると共に，これらをもとに安全度について検討し，生活や社会活動の防護対策については safe-fail 原理に，また生命や財産の防護対策については fail-safe 原理に従うべきであるという規範を示した。

さらに，石原は自然災害に対する対策についてシステム論的に考察し，まず 2 種類の対策，即ち構造的防災と非構造的防災を fault-tree の方法で分析し，防災システムの特性を明確にした。ついでその結果より構造的防災システムは直列型であり，自然の破壊力の上限を知ることが出来ない限り構造的防災施設は safe-fail 原理で設計されるべきであり，一方，非構造的防災システムは並列型で特徴づけられるので，fail-safe 原理で計画されるべきであることを提案した。

7.2.2 自然災害科学総合研究班での研究活動

昭和34年の伊勢湾台風を契機として，自然災害科学の研究は文部省科学研究費の特進分野，昭和38年から特定研究，昭和47年度から特別研究として，全国の研究者を糾合する形でなされ，防災研究所が自然災害科学総合研究班の発足以来，陰に陽に，中心的役割を果たしてきた経緯は防災研究所三十年史に詳しく記述されている。ここではそれ以後の動きについて述べる。

(1) 組織活動

自然災害科学総合研究班は昭和54年度から57年度まで研究代表者石原教授，本部幹事土屋教授（54，55年度）および土岐教授（56，57年度）であったが，昭和58年度から61年度まで東京大学地震研究所の大沢教授が研究代表者，伯野教授が本部幹事となった。その間，昭和55年度から期限付の特別研究が新しく設定されたのに伴って，従来から続いている特別研究の期限が問題となった。そのため，本総合研究班は学術審議会科学研究費分科会企画部会によって，昭和55年に第 2 回，昭和59年に第 3 回のチェック・アンド・レビューを受けることとなった。いずれ

においても，本総合研究班の組織はうまく機能し，順調に研究成果が上がっていることには理解が得られたものの，期限付のより重点的な研究とすることへの要請は強く，新設される科学研究費「重点領域研究」への移行を余儀なくされることとなった。「重点領域研究」はこれまでの「特別研究」および「特定研究」に代えて，学術的，社会的要請の強い研究領域の研究を重点的に推進する方策として設置されたもので，3年から6年までの研究期間とするものである。

自然災害科学の重点領域研究への移行にあたっては，総合研究班の情報企画部会の座長として芦田教授が学術審議会企画部会との折衝に参画し，62年度から重点領域研究「自然災害の予測と防災力」が6年間の予定で発足することになった。本重点領域研究では，研究期間を前後期3年づつに区切り，前期3年間では，集中豪雨災害，巨大地震による都市災害，および社会における防災力の3小研究領域を推進することになった。研究の推進は従来同様，計画研究と公募研究からなっている。なお，災害研究の基本問題に関する検討，各小研究領域の立案・調整，突発災害調査の企画等を行うため，従来から重要な機能を果たしてきた総括班が踏襲されることになり，芦田教授が領域代表者，高橋教授が本部幹事となった。重点領域研究への移行後は，毎年チェック・アンド・レビューが実施されることになり，芦田・高橋両教授がその任に当たる他，若手研究者による萌芽的研究等を育てるためのワーキンググループ研究班を総括班内に置くなどの新しい企画が実行に移された。総括班では，また，領域の推進と同時に後期3年における小研究領域の立案・調整を行い，平成2年度から，広域の水害および雪害，内陸地震および火山による災害，社会における防災力の3小領域を採用することにした。領域代表者および本部幹事は東京大学地震研究所の伯野教授，および南教授が担当することになり，現在に至っている。

自然災害科学の推進における資料解析研究の重要性に鑑み，全国6地区の資料センターを整備し，ネットワーク化を図ることは特別研究時代，重点領域研究時代を通じて，総括班に課された課題であった。総括班に設けられた角屋教授を委員長とする災害情報委員会は，昭和62年6月自然災害科学資料センター整備第2期計画を取りまとめた。防災研究所附属防災科学資料センターは中央総合資料センターとして位置づけられ，各地区とのネットワーク構想の実現に向けての努力が各地区の資料センター・大学との協力の下になされている。整備計画の一つの重要な柱である災害資料データベースの構築に関して，平成元年度より科学研究費の研究成果公開促進費（データベース）が認められ，当初は角屋教授が代表者となり，平成2年度からは現在の災害情報委員会委員長の村本教授が代表者となって，着実に進められている。

1990年から始まる20世紀最後の十年間を「国際防災の十年」とすることが我国をはじめとする国連加盟159カ国中の155という圧倒的多数の賛同を得て，国連総会において可決された。我国では早速内閣総理大臣を本部長とする「国際防災の十年推進本部」が設置されて，各種の企画が立てられている。本事業の推進には災害研究者の積極的な関与が不可欠なことは自明である。総括班に設けられた国際情報委員会の委員長土岐教授は我国唯一の国連アドバイザーとして本事業計画の当初から関与しており，自然災害科学総合研究班としては国際共同研究およびグローバルな視点での自然災害研究を通じて大いに本事業を推進しようと目論でいる。

自然災害科学総合研究班では，その研究成果の一部を欧文論文集として定期的に発行してきている。その編集委員会委員長は昭和56，57年度土屋教授，58年度石崎教授，59，60年度土岐教授，61，62年度村本教授，63，平成元年度藤原教授，平成2年度より入倉教授が担当している。

(2) 計画研究

防災研究所において，昭和57年度以降も公募研究として採択された研究課題は数多くあるが，計画研究の代表者となって研究を実施したものは以下の通りである。カッコ内は研究期間および研究代表者である。

洪水時における河川堤防の安全性と水防技術の評価に関する研究（58，59，60年度　村本嘉雄）

災害資料の収集とその解析による自然災害事象の研究（58，59，60，61年度　石原安雄）

傾斜都市域の洪水・土砂氾濫災害の予測と軽減・復興対策に関する研究（平成２，３，４年度　高橋　保）

内陸地震活動の総括的評価に関する研究（平成２年度　岸本兆方）

(3) 突発災害調査

自然災害科学研究における直接現場での調査研究の重要性に鑑み，調査を行うべき国内外の自然災害の発生に応じて，総括班の下で全国の研究者から適切な人員を選んで調査班が組織される。研究経費は特別研究時代は，当初配分の留保額が自然災害科学特別研究の研究費として支弁されていたが，重点領域研究へ移行後は別途枠となり，科学研究費としては特定研究扱いとなっている。

昭和57年度以降防災研究所のメンバーが研究代表者となって行った突発災害調査の課題は以下のようである。

昭和58年度：　昭和58年７月山陰豪雨災害に関する調査研究（角屋　睦）

昭和60年度：　イタリア北部スタバにおけるダム決壊災害の調査研究（村本嘉雄）

昭和62年度：　1987年モンスーン季の豪雨によるバングラデシュの洪水氾濫災害の調査研究（村本嘉雄）

昭和62年度：　1988年集中豪雨によるリオデジャネイロ郊外の洪水・土砂災害の調査研究（今本博健）

昭和63年度：　昭和63年７月島根・広島豪雨災害の調査研究（芦田和男）

昭和63年度：　1988年インド・ネパール国境地震による災害の調査研究（藤原悌三）

平成元年度：　1989年ロマ・プリエタ地震によるサンフランシスコ湾岸地域等の被害に関する調査研究（亀田弘行）

平成２年度：　1990年フィリピン地震（M 7.7）の災害に関する調査研究（安藤雅孝）

平成２年度：　1990年12月11日千葉県に発生した竜巻による暴風雨災害の調査研究（桂　順治）

7.3 自然災害における調査研究活動

年月日	名称	被災地域	死者・不明者数（人）	自然災害による国内の死者不明者数(人)	調査目的および調査概要	トピックス
1981(昭和56)				154		
1982(昭和57) 7.	57. 7月豪雨	関東以西	345	932	豪雨の集中度，傾斜地の土砂災害，都市河川における洪水氾濫被害，災害情報伝達と避難行動に関する調査研究とくに，傾斜過密都市の新しいタイプの都市災害の総合的研究	長崎大水害 1時間降雨強度日本記録 187 mm 長崎市周辺死者・行方不明 299名
1983(昭和58)				397		
	日米総合調査				日米における竜巻などの総合調査	
3.	森林火災	岩手	0		岩手県人慈市で林野火災，気象との関係の調査	焼失面積 6,500 ha 飛火が多く見られた
5. 26	昭和58年日本海中部地震M7. 7	秋田，青森，北海道	104		地震津波の痕跡高調査，最大打ち上げ高発生時刻，天文潮位，関連記事，余震観測，液状化，堤体の被害，構造物（端梁・道路）の被害，ライフ・ライン（ガス・水道）被害の調査	日本海沿岸における津波への警戒不足
7.	58. 7 豪雨	山陰以東，とくに島根	117		豪雨の発生機構，斜面崩壊の要因および発生予測，崩殿土の流出機構，洪水流出特性と破堤・氾濫災害，予警報・避難行動の調査研究	1年前の長崎災害と同じ7月23日の災害
10.	三宅島噴火	三宅島			溶岩流の流動分布状況の調査，噴火間隔と噴出物の量の関係	家屋埋没数約400戸
10. 31	鳥取県中部地震M6. 2	鳥取県			建築物被害調査	
1984(昭和59)				81		
						第5次地震予知5カ年計画(昭和59年～63年)
						第3次火山噴火予知計画(昭和59年～63年)
9. 14	昭和59年長野県西部地震M6. 8	長野県大滝村	29		地震に伴う $3.6\times10^7\ m^3$ に及ぶ大崩壊土砂が谷に沿って約9 km 流れ下り，大滝川を埋塞した実態の調査と機構の解明	御嶽山大崩壊 粉体流か土石流かの論争

1985(昭和60)				114		
7.19	スタバダム決壊災害	イタリア北部	268		鉱宰ダムの突然の決壊による総流出量約20万 m^3 の大泥流による災害の実態，流出土砂量，決壊原因，泥流の流下過程の調査並びにテイリングダム災害の教訓	晴天のへきれき
7.26	地附山地すべり	長野市	26		梅雨の長雨により発生，緩傾斜面を約 10 cm/sec の速度で移動し，死者26名，老人ホーム・人家など64戸を破壊した土量 5×10^6 m^3 の地すべりの移動機構の調査・研究	地すべりの発生予知，移動範囲の予測可能性について論争
9.19	メキシコ地震 M8.1	メキシコ市	8,000		地震動強度の調査，建築物，土木構造物，ライフライン被害調査新聞に見る災害の様相	地盤と建物の共振
11.13	ネバド・デル・ルイス火山	コロンビア	23,000		ネバド・デル・ルイス火山の噴火に伴って発生した噴火小型火砕流によって，氷帽が融解し，これが大泥流を発生させ，約 80 km 下流のアルメロ市を全滅させた その泥流の発生機構，規模の推定，氾濫・堆積過程の調査とシミュレーション他の火山泥流との比較研究	アルメロ市全滅 火山噴火災害史上 4 番目の規模
1986(昭和61)				61		
8.	台風10号	東海から東北まで	21			小貝川，阿武隈川，吉田川等 1 級河川の破堤，氾濫
11.～12.	三原山噴火	伊豆大島			地震観測，溶岩流調査，リスクマップの作成	北側山腹割れ目噴火 全島民避難
1987(昭和62)				26		
10.1	Whittier Narrows 地震M5.9	米国南カリフォルニア	8		地震および地震被害調査	大都市圏近傍地震 被害が出始める程度の地震
12.17	千葉県東方沖地震	関東・東北	2		千葉県内の土木・建築構造物・地盤の被害状況調査	東京都・千葉市が大きく揺れた
7.～9.	洪水氾濫	バングラデシュ	2,000以上		モンスーン季の豪雨によるガンジス，プラマプトラ，メグナ三大河川の増水によるバングラデシュ国土の約40%の浸水と国民の1/4に当たる2,500万人のり災者が生じた災害の実態調査と問題の究明	
1988(昭和63)				53		
7.13～30	島根・広島豪雨	西日本	26		山陰地方の梅雨末期の豪雨の特性，浜田川・三隅川の洪水災害，土砂災害の限界降雨，土石流危険渓流等の調査研究	
7.～8.	伊豆東方沖群発地震	伊豆半島			ライフライン事業者の対応を調査，災害の社会的側面に着目した調査，被害調査，地震観測	群発地震と海底火山噴火
8.21	地震M6.6	ネパール東部	1,012		災害地域の加速度分布，震度調査，被害率，死者率，各種構造物の耐震強度と被災度の関係究明	
8.～9.	洪水氾濫	バングラデシュ			2年続きの洪水氾濫災害の特性と災害および水害時の対応の差異の比較研究，ハード及びソフト対策の攻究，ブラマプトラ川の流路変動と河岸侵食の解明	

年月日	名称	被災地域	死者・不明者数（人）	自然災害による国内の死者不明者数(人)	調査目的および調査概要	トピックス
9.	竜巻	串本町			串本町で発生した竜巻の被害調査	大雨のため午後の授業が中止となり下校中の生徒が被害を受けた
12.	十勝岳噴火	北海道十勝岳			爆発的噴火の空気振動観測	
1989(平成1)				67		
						第6次地震予知5カ年計画(昭和64年～平成5年)
						第4次火山噴火予知計画(昭和64年～平成5年)
7.16	岩盤崩落	福井県越前岬	15		岩盤のトップリングという特異でやや大規模な道路災害危険度予測のため，崩壊過程をできるだけ克明に復元	ロックショッドの破壊のため死者15名
10.17	ロマ・プリエタ地震M7.1	米国，サンフランシスコ	62		大都市圏の地震で，震源過程・地震動，地盤・液状化，建築構造物，橋梁・土木構造物，ライフライン系，地震火災，情報伝達・防災組織に関する調査	10月17日午後5時4分（現地時刻）に発生し，サンフランシスコ湾岸地域に大被害
1990(平成2)				93		
7.16	フィリピン地震M7.6	ルソン島中北部	>1,600		地震動・断層，橋梁・道路・ライフライン，建築物などの調査	16日16時26分（現地時刻）に発生
9.20	台風19号	43都道府県	43		全国府県の降雨量と被害との対応，兵庫県および滋賀県下の雨量分布と洪水災害との対応の調査 和歌山県，三重県の風災害調査，台風進路の分析	伊勢湾台風と類似のコースを通過したが，風速の割に被害は小さい
1991(平成3)						
3.	竜巻	千葉県下			千葉県，鴨川，富津，茂原，君津および銚子に次々と竜巻が発生，その被害調査	茂原で発生した竜巻はわが国最大級

[理科年表1982，83，84，85，86，87，88，89，90，91，朝日年鑑85，86，87，88，89，90による]

第4章　研究発表論文

1.　地震災害に関する研究

1.1　地震予知に関する観測・実験的研究

1.1.1　地震活動

FURUKAWA, N.:　Normal Faulting Microearthquakes Occurring near the Moho Discontinuity in the Northern Kinki District, Japan, J. Phys. Earth, Vol. 31, 1983, pp. 33-46.

三雲　健・和田博夫：跡津川断層と地震活動，月刊地球，Vol. 5, 1983, pp. 325-334.

竹内文朗：北陸地方の微小地震活動の特徴について（その2），防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 145-151.

佃　為成：跡津川断層の微小地震，月刊地球，5, 1983, pp. 417-425.

渡辺邦彦：微小地震活動とその周辺―跡津川断層を眺めて―，月刊地球，Vol. 5, 1983, pp. 404-410.

古沢　保・寺石眞弘：宮崎地殻変動観測所における地震観測―観測点の特性と周辺地域の地震活動―，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 55-62.

古川信雄：余震群の走時を使って上部地殻の速度勾配とコンラッド面を求める方法，地震，第37巻，1984, pp. 491-501.

京大防災研究所鳥取微小地震観測所・微小地震研究部門，鳥取大学教養部地学教室：1983年10月31日鳥取県中部の地震（M 6.2）について，地震予知連会報，1984, pp. 390-398.

MINO, K.:　On a Formation Mechanism of Topography and Its Relation to Earthquake Occurrence in Southwest Japan, Bull. DPRI, Vol. 34, 1984, pp. 129-167.

渡辺邦彦・見野和夫・西田良平・松尾成光・中尾節郎・榎本　晋：丹後半島地方の地震活動（第1報），防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 117-124.

古沢　保・大谷文夫・寺石眞弘・高田理夫：1984年8月7日日向灘地震に関連した宮崎地殻変動観測所における地殻変動と地震活動，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 31-39.

三雲　健・小泉　誠・和田博夫：飛騨北部地方の地震活動・地震メカニズム及びテクトニクス，地震，第38巻，1985, pp. 25-40.

三雲　健・和田博夫・金嶋　聰・今川一彦・小泉　誠：1984年長野県西部地震前後の飛騨地方北部の地震活動と本震の断層モデル，自然災害特別研究突発災害研究成果，（代表者飯田汲事），1984年長野県西部地震の地震および災害の総合調査，1985, pp. 21-33.

竹内文朗・平野憲雄: 北陸微小地震観測所の震源マップの概要について―約1万個の地震データのとりまとめ―，防災研年報，第28号 B-1, 1985, pp. 157-170.

佃　為成：山崎断層の地震活動，月刊地球，Vol. 7, 1985, pp. 9-14.

山崎断層研究グループ：山崎断層の地震（1984年5月30日，M 5.6）について，地震予知連会報，1985, pp. 355-382.

三雲　健・石川有三：日本海沿岸の地震と広域テクトノニクス及び長期的地震予知，地震予知研究シンポジウム，1987, pp. 259-269.

尾池和夫：1983年10月31日鳥取県中部の地震（M 6.2）について，地震予知研究シンポジウム，1987, pp. 87-99.

和田博夫・三雲　健・小泉　誠：飛騨山脈下の最近の顕著な地震活動，地震，第40巻，1987, pp. 270-274.

古沢 保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美：日向灘地殻活動総合観測線による地震の探知能力について，防災研年報，第31号B-1，1988, pp. 41-46.

GHOSE, R. and K. OIKE: Characteristics of seismicity Distribution along the Sunda Arc: Some New Observations, Bull. DPRI, Vol. 38, 1988, pp. 29-48.

MIKUMO, T., H. WADA and M. KOIZUMI: Seismotectonics of the Hida Region, Central Honshu, Japan, Tectonophysics, Vol. 147, 1988, pp. 95-119.

西上欽也・平野憲雄：1987年9月10日柳ケ瀬断層に発生した小地震（M 4.0）について，防災研年報，第31号B-1，1988, pp. 1-8.

OIKE, K. and K. FUJITA: Relation between Characteristics of Seismic Activity and Neotectonics in Honshu, Japan, Tectonophysics, Vol. 148, 1988, pp.115-130.

岡本拓夫・渡辺邦彦・西上欽也・平野憲雄・前沢広道・義江修二：甲楽城断層周辺での地震活動と地震波伝播特性，防災研年報，第32号B-1，1989, pp. 105-115.

SHIBUTANI, T. and K. OIKE: On Features of Spatial and Temporal Variation of Seismicity before and after Moderate Earthquakes, J. Phys. Earth, Vol. 37, 1989, pp. 201-224.

WATANABE, K.: On the Duration Time of Aftershock Activity, Bull. DPRI., Vol. 39, 1989, pp. 1-22.

三雲 健：日本海東縁地域の地震活動とメカニズムおよびテクトニクス，地学雑誌，Vol. 99, No. 1 (902), 1990, pp. 18-31.

MIKUMO,T.: Tmporal Variations in Seismic Activity and Precursors before Recent Intraplate Earthquakes in Southwest Japan, U.S. Geological Survey Open-File Report 90-98, 1990, pp. 85-92.

和田博夫・三雲 健・小泉 誠：飛騨地方北部，能登半島および富山湾周辺の最近の地震活動，防災研年報，第33号B-1，1990, pp. 57-74.

1.1.2 地殻変動・測地・重力

尾池和夫・見野和夫・松尾成光・岸本兆方：東海地域における地震予知観測の方法について，防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 41-49.

OZAWA, I.: Anisotropy of the Continuous Observation of the Crustal Movement, 測地学会誌，第27巻，1981, pp. 155-163.

高田理夫・古澤 保・竹本修三・山田 勝：降雨及び湧水量変化の地殻ひずみの観測に及ぼす影響について，—岩倉観測室の場合—，防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 71-76.

竹本修三：台風通過に伴なう坑道変形について，測地学会誌，第27巻，1981, pp. 93-101.

田中寅夫・細 善信・小泉 誠・加藤正明：紀州鉱山における土地傾斜観測，測地学会誌，第27巻，1981, pp. 1-10.

高田理夫・古澤 保・竹本修三・尾上謙介：近畿中央部における地殻変動連続観測，測地学会誌，第28巻，1982, pp. 86-97.

高田理夫・古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美：九州東南部における光波測量（序報），防災研年報，第25号B-1，1982, pp. 23-30.

竹本修三・小林年夫：Simple Laser Source を用いたレーザー伸縮計について，防災研年報，第25号B-1，1982, pp. 31-39.

竹本修三：ダム水位変化に起因するひずみ変化について，測地学会誌，第28巻，1982, pp. 41-50.

加藤正明：跡津川断層における光波測量と地殻変動連続観測，月刊地球，第5巻，1983, pp. 341-345.

TAKADA, M., T. FURUSAWA and S. TAKEMOTO: Crustal Movement Observed at Amagase Observatory, Bull. DPRI, Vol. 33, 1983, pp. 47-61.

高田理夫・古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美：宮崎地殻変動観測所における地殻変動観測（第2報），防

災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 63-76.

TAKEMOTO, S.: Effects of Meteorological and Hydrological Changes on Ground-Strain Measurements, Bull. DPRI, Vol. 33, 1983, pp. 15-46.

田中寅夫・細　善信・和田安男・土居　光：岐阜県上宝地域で行っている光波測量への気象的影響，測地学会誌，第29巻1号，1983, pp. 10-18.

渡辺邦彦・尾池和夫・中村佳重郎・岸本兆方：山崎断層安富観測坑における長周期伸縮変化の特徴，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 87-94.

古澤　保：天ヶ瀬地殻変動観測室における伸縮歪と雨量の関係について，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 63-69.

OZAWA, I.: Observation of the Dilatational Strain of the Earth Crust in the Old Osakayama Tunnel for Many Years, 測地学会誌，第30巻，1984, pp. 122-130.

小沢泉夫：旧逢坂山トンネル内の地殻変動の長期観測とその異常の推算，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 71-78.

竹本修三：地殻歪の観測に及ぼす降雨の影響の地下水浸透モデル，地震，第37巻，1984, pp. 369-381.

土居　光・和田安男・加藤正明・和田博夫・細　善信：上宝における最近の地殻変動（1984年12月まで），防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 79-90.

古澤　保・竹本修三・尾上謙介・大谷文夫・山田　勝：和歌山市大浦観測室における地殻変動連続観測と和歌山市基線網における光波測量，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp.41-48.

竹本修三・土居　光・平原和朗：地表に設置されたレーザー伸縮計による土地伸縮変化の観測，測地学会誌，第31巻，1985, pp. 295-304.

竹本修三：レーザーホログラフィを用いた地殻変動観測，レーザー研究，Vol. 14, 1985, pp. 48-56.

田中寅夫・細　善信・加藤正明：由良における地殻変動観測への降雨の影響—ひずみの場合—，測地学会誌，第31巻，1985, pp. 247-253.

加藤正明：平原和朗・田中寅夫・細　善信・津嶋吉男：室戸における地殻傾動の連続観測，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 85-96.

古澤　保・大谷文夫・寺石眞弘：地殻伸縮ひずみと降雨の関係について—宮崎地殻変動観測所の場合—，測地学会誌，第32巻，1986, pp. 56-63.

古澤　保・尾上謙介・寺石眞弘・赤松純平：宮崎地殻変動観測所における発破観測—発破振動の伝播特性と地殻変動観測への影響—，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 107-116.

竹本修三：天ヶ瀬地殻変動観測室における抗内温度の精密観測，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 97-105.

TANAKA, T. and Y. HOSO: Effect of Rainfall on a Continuous Observation of Ground Tilts, Royal Society of New Zealand, Bull., No.24, 1986, pp. 19-28.

大塚成昭・藤森邦夫・中村佳重郎・大村　誠・田中　豊：山崎断層安富春基線網における精密測地測量成果，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 67-76.

高田理夫・古澤　保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美：日向灘地殻活動総合観測線，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 29-40.

竹本修三：レーザーホログラフィによる地殻変動測定，光学，第16巻，1987, pp. 282-287.

古澤　保・竹本修三・尾上謙介・大谷文夫：近畿・中国地方における光波測量，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 9-18.

OMURA, M., K. FUJIMORI, S. OTSUKA, K. NAKAMURA and Y. TANAKA: Geodetic Monitoring of the Crustal Movements across the Yamasaki Fault, Southwest Japan, Bull. DPRI, Vol. 38, 1988, pp. 79-97.

重富國宏・橋田匡邦・藤井伸蔵：逢坂山地殻変動観測所における地下水位の連続観測について，防災研年報，第31

号 B-1, 1988, pp. 19-28.

TANAKA, T., M. KATO and Y. HOSO: Monitoring of Crustal Movements in the Kii Peninsula, Southwestern Japan, Journal of Geodynamics, No. 9, 1988, pp. 247-257.

田中 豊・藤森邦夫・竹内智一：測定された地殻応力変化と観測された地殻ひずみ変化の比較，防災研年報，第32号 B-1, 1989, pp. 61-73.

古澤 保・竹本修三・大谷文夫・山田 勝：天ヶ瀬地殻変動観測室における地殻変動観測（第5報），防災研年報，第33号 B-1, 1990, pp. 85-91.

石原安雄・下島栄一・三田村克己・田中寅夫・細 善信：山体トンネル湧水と雨水浸透，防災研年報，第33号 B-2, 1990, pp. 111-131.

尾上謙介・藤田安良・古澤 保：屯鶴峯地殻変動観測所における地殻変動観測—1980～1989—，防災研年報，第33号 B-1, 1990, pp. 93-101.

竹本修三・平原和朗・田中寅夫：可搬型レーザー伸縮計システムを用いた紀州観測室における地殻ひずみの観測，測地学会誌，第36巻2号，1990, pp. 101-108.

TANAKA, T., E. SHIMOJIMA, K. MITAMURA, Y. HOSO and Y. ISHIHARA: Precipitation, Groundwater and Ground Deformation, Global and Regional Geodynamics, IAG Symposia 101, Springer-Verlag, 1990, pp. 132-139.

1.1.3 宇宙技術

田中寅夫：大気中の水蒸気による電波屈折率の変化と GPS による測位への影響，測地学会誌，第31巻，1985, pp. 304-312.

田中寅夫：第7章 誤差要因，GPS—人工衛星による精密測位システム—，日本測地学会編，1986, pp. 147-167.

田中寅夫：西南日本における GPS の地震予知への応用，GPS への測地利用および応用に関するシンポジウム集録，1987, pp. 31-40.

TANAKA, T.: Correction of Excess Path Delay by Water Vapor in the Troposphere on Precise GPS Positioning, Proceedings of the Japanese Symposium on GPS, 1988, pp. 233-237.

HIRAHARA, K. and T. TANAKA: Southwest Japan GPS Project, CSTG Bulletin, No. 10, 1988, pp. 7-35.

藪田 豊・中川一郎・藤森邦夫・藤原 智・中村佳重郎・伊藤 潔・平原和朗・田中寅夫・細 善信：WM101 による GPS 繰り返し測定の再現性，測地学会誌，1988，第34巻，pp. 221-222.

平原和朗・田中寅夫・細 善信・林 泰一・藪田 豊・田部井隆雄・中村佳重郎・綿田辰吾・藤森邦夫・藤原智・伊藤 潔・加藤照之・村田一郎：GPS 試験観測—半固定 GPS 観測システムと試験観測—，防災研年報，第32号 B-1, 1989, pp. 83-92.

関口渉次・平原和朗・村上 亮・仙石 新・綿田辰吾・里村幹夫・島田誠一：MIN-MAC 固定点観測網の Reference Frame への結合実験，1988年度経緯度研究会，1989, pp. 249-255.

HIRAHARA, K.: Southwest Japan GPS —Philippine Sea Plate GPS Project—, Proc. Japanese Symposium on GPS, 1990, pp. 31-34.

KATO, T., A. TAKEUTI, Y. YABUTA, K. HIRAHARA, Y. KONO, S. OKUBO and T. MIYAJI: GPS Campaigns in the Hokuriku District, Central Japan, Proc. Japanese Symposium on GPS, 1990, pp. 13-18.

村田一郎・笠原 稔・山本明彦・市川隆一・三浦 哲・立花憲司・中尾 茂・仁田交市・藤井陽一郎・長坂健一・金沢敏彦・脇田 宏・矢吹哲一朗・柴崎文一郎・加藤照之・大久保修平・綿田辰吾・川合栄治・石井 紘・松本滋夫・平田安廣・里村幹夫・佐々木祐治・臼井和平・木股文昭・角野由夫・奥田 隆・宮島力男・中村勝・中村佳重郎・伊藤 潔・藪田 豊・藤原 智・田中寅夫・平原和朗・細 善信・小泉 誠・田部井隆雄：相模湾周辺における GPS 観測（概論），測地学会誌，第36巻，1990, pp. 23-36.

TABEI, K., K. HIRAHARA, and T. TANAKA: Tectonics and GPS Observation Project in Shikoku Region, Southwest Japan, Proc. Japanese Symposium on GPS, 1990, pp. 24-30.

1.1.4 地殻応力

西日本地殻応力調査班：応力解放法による地殻応力測定(1)四国佐々連鉱山，地震予知連絡会会報，第23巻，1980, pp. 155-159.

田中 豊・藤 敏明：応力解放法による地殻応力の測定，月刊地球，Vol. 2, No. 9, 1980, pp. 630-647.

西日本地殻応力調査班：応力解放法による地殻応力測定(2)近畿明延鉱山(3)中部中竜鉱山，地震予知連絡会会報，第26巻，1981, pp. 245-250.

西日本地殻応力調査班：応力解放法による地殻応力測定(4)中部神岡鉱山，地震予知連絡会会報，第26巻，1981, pp. 281-285.

TANAKA, Y., T. NAKAJIMA and T. SAITO: The Crustal Stress Field in the Japanese Islands —A General View of the Results of In Situ Stress Measurements—, J. Geodetic Soc. Japan, Vol. 27, No. 4, 1981, pp. 322-326.

西日本地殻応力調査班：応力解放法による地殻応力測定(5)近畿大谷鉱山，地震予知連絡会会報，第27巻，1982, pp. 281-285.

西日本地殻応力調査班：応力解放法による地殻応力測定(6)近畿長峰トンネル，地震予知連絡会会報，第28巻，1982, pp. 289-295.

斎藤敏明・石田 毅・玉井昭雄・田中 豊：実測結果に基づく地下岩盤内の初期応力状態の検討，第14回「岩盤力学に関するシンポジウム」講演論文集，1982, pp. 116-120.

西日本地殻応力調査班：応力解放法による地殻応力測定(7)近畿城見台トンネル(8)近畿宝殿採石場，地震予知連絡会会報，第30巻，1983, pp. 361-367.

西日本地殻応力調査班：応力解放法による地殻応力測定(9)近畿六甲諏訪山実験坑，地震予知連絡会会報，第32巻，1984, pp. 378-382.

西日本地殻応力調査班：応力解放法における地殻応力測定総合報告1979－1983，地震予知連絡会会報，第32巻，1984, pp. 403-406.

田中 豊・斎藤敏明：地山応力測定結果から推定される西日本上部地殻の応力状態，第6回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，1984, pp. 373-378.

京都大学近畿京阪神地域総合研究グループ：高塚山断層付近の地殻応力集中度の調査，地震予知連絡会会報，第33巻，1985, pp. 435-439.

TANAKA, Y.: Crustal Stress Measurement and Earthquake Prediction. J. Geodetic Soc. Japan, Vol. 31, 1985, pp. 73-85.

西日本地殻応力調査班：水圧破砕法と応力解放法による地殻応力の比較測定および反復測定—六甲諏訪山実験坑，地震予知連絡会会報，第36巻，1986, pp. 365-369.

TANAKA, Y.: State of Crustal Stress Inferred from In Situ Stress Measurements, J. Phys. Earth, Vol. 34, Suppl., 1986, pp. 57-70.

西日本地殻応力調査班：水圧破砕法と応力解放法による地殻応力の比較測定—兵庫県宝殿採石場，地震予知連絡会会報，第38巻，1987, pp. 460-462.

田中 豊：日本における地殻応力測定—研究動向と問題点—，地震予知シンポジウム，1987, pp. 199-212.

黒石裕樹・小笠原 宏・竹内智一・田中 豊・水田義明：小口径3次元水圧破砕法による地殻応力の繰り返し測定—六甲諏訪山実験坑，地震，第41巻，1988, pp. 203-213.

斉藤敏明・石田 毅・寺田 浮・田中 豊：実測結果に基づく我が国の地下岩盤内の初期地圧状態の検討，土木学会論文集，第394号，1988, pp. 71-78.

西日本地殻応力調査班：水圧破砕法による地殻応力の測定—兵庫県生野地学観測室，第41巻，1989, pp. 521-525.

西日本地殻応力調査班：水圧破砕法による地殻応力深度勾配の測定—兵庫県宝殿採石場，地震予知連絡会会報，第41巻，1989, pp. 526-529.

小笠原 宏・竹内智一・田中 豊：小口径3次元水圧破砕による地殻応力の繰り返し測定，地震予知「きんき・けいはんしん」研究論文集，1989, pp. 297-304.

田中 豊：高塚山断層付近の地殻応力集中度の調査，地震予知「きんき・けいはんしん」研究論文集，1989, pp. 45-60.

田中 豊：地殻応力測定結果より地震発生危険度を推定する一方法，地震予知「きんき・けいはんしん」研究論文集，1989, pp. 305-319.

田中 豊・藤森邦夫・竹内智一：測定された地殻応力変化と観測された地殻ひずみ変化の比較，防災研年報，第32号B-1，1989, pp. 61-73.

西日本地殻応力調査班：3次元応力測定と応力深度勾配の測定—平木鉱山および土橋鉱山—，地震予知連絡会会報，第44巻，1990, pp. 397-406.

田中 豊・藤森邦夫・竹内智一：平木鉱山，宝殿採石場および土橋鉱山における地殻応力測定，防災研年報，第33号B-1，1990, pp. 23-37.

1.1.5 電磁気

住友則彦・大塚成昭：滋賀県北東部の地震活動域における CA 変換関数，九十九地学，17, 1982, pp. 25-33.

住友則彦・大塚成昭：柳ケ瀬断層周辺における CA 観測(1)，CA 研究会論文集，1982, pp. 127-135.

大塚成昭・住友則彦：柳ケ瀬断層周辺における CA 観測(2)，CA 研究会論文集，1984, pp. 95-101.

塩崎一郎・岩越 朗・山口 覚・大塚成昭・住友則彦・乗富一雄：山崎断層における電磁気総合観測，CA 研究会論文集，1984, pp. 175-188.

土井恵治・山口 覚・住友則彦：全磁力永年変化解析への重回帰法の応用(2)，京都大学教養部地学報告，20, 1985, pp. 86-94.

宮腰潤一郎：山崎断層破砕帯における自然電位変化の諸問題，防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 127-132.

住友則彦：電磁気諸観測，「Symposium 山崎断層」，地球，Vol. 67, 1985, pp. 32-37.

中山 武・加藤正明・土居 光・和田安男・三雲 健：跡津川断層上（天生，宮川）における地電流の観測，防災研年報，第29号B-1，1986, pp. 67-76.

OGAWA, T., K. OIKE and T. MIURA: Electromagnetic Radiations from Rocks, J. Geophys. Res., Vol. 90, 1985, pp. 6245-6249.

土居 光・中山 武・加藤正明・和田安男・和田博夫・田中寅夫・三雲 健：跡津川断層西端上（天生）における地電磁全磁力の連続観測，防災研年報，第29号B-1，1987, pp. 77-84.

中山 武・土居 光・加藤正明・和田安男・三雲 健：跡津川断層上（天生，宮川）における電磁気的特性（序報），防災研年報，第30号B-1，1987, pp. 47-56.

藤原 智・住友則彦：柳ケ瀬断層周辺における CA 観測(3)，CA 研究会論文集，1988, pp. 157-166.

大塚成昭・大村 誠・福田正浩・藤森邦夫・住友則彦：地殻変動観測坑内における自然電位差変化の観測，CA 研究会論文集，1988, pp. 211-223.

中山 武・土居 光・和田安男・加藤正明・和田博夫・三雲 健・酒井英男・加藤隆司：宝立における電磁気観測，防災研年報，第32号B-1，1989, pp. 93-104.

1.1.6 高温・高圧実験

SHIMADA, M.: The Method of Compression Test under High Pressures in a Cubic Press and the Strength of Granite, Tectonophysics, Vol. 72, 1981, pp. 343-357.

行竹英雄・島田充彦：異方性岩石における選択的破壊について，地震，第34巻，1981, pp. 311-321.

SHIMADA, M. and H. YUKUTAKE: Fracture and Deformation of Silicate Rocks at High Pressures in a Cubic Press, in High-Pressure Research in Geophysics, edited by S. Akimoto and M. H. Manghnani, Adv. Earth Planet. Sci., Vol. 12, 1982, pp. 193-205.

行竹英雄：封圧下における異方性岩石の AE の発生様式，地震，第35巻，1982，pp. 223-235.

SHIMADA, M., A. CHO and H. YUKUTAKE: Fracture Strength of Dry Silicate Rocks at High Confining Pressures and Activity of Acoustic Emission, Tectonophysics, Vol. 96, 1983, pp. 159-172.

長　秋雄・島田充彦・行竹英雄：高封圧下における岩石の摩擦力，第6回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，1984, pp. 49-54.

YUKUTAKE, H. and K. ITO: Velocities of P and S Waves for Drilling Core Rocks at Syowa Station, Antarctica, Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue, Vol. 33, 1984, pp. 17-27.

SHIMADA, M.: Mechanism of Deformation in a Dry Porous Basalt at High Pressures, Tectonophysics, Vol. 121, 1986, pp. 153-173.

島田充彦・長　秋雄：封圧下の岩石の破壊強度に及ぼす寸法効果の推定，地震，第39巻，1986, pp. 313-317.

長　秋雄・島田充彦：岩石の低圧型・高圧型脆性破壊での微小クラック分布，第7回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，1987, pp. 31-36.

島田充彦・長　秋雄：封圧下の岩石の破壊機構の変化と推定される断層系の形成過程，第7回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，1987, pp. 473-478.

YUKUTAKE, H., T. NAKAJIMA and K. DOI: In Situ Measurements of Elastic Wave Velocity in a Mine, and the Effects of Water and Stress on Their Variation, Tectonophysics, Vol. 149, 1988, pp. 165-175.

SHIMADA, M., K. ITO and A. CHO: Ductile Behavior of a Fine-Grained Porous Basalt at Room Temperature and Pressures to 3GPa, Phys. Earth Planet. Inter., Vol. 55, 1989, pp. 361-373.

YUKUTAKE, H.: Fracturing Process of Granite Inferred from Measurements of Spatial and Temporal Variations in Velocity during Triaxial Deformations, J. Geophys. Res., Vol. 94, 1989, pp. 15639-15651.

SHIMADA, M. and A. CHO: Two Types of Brittle Fracture of Silicate Rocks under Confining Pressure and Their Implications in the Earth's Crust, Tectonophysics, Vol. 175, 1990, pp. 221-235.

島田充彦：高温高封圧下における岩石の破壊強度と摩擦強度，第8回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，1990, pp. 193-198.

YUKUTAKE, H.: Fracture-Nucleation Process of Granite Inferred from Elastic Wave Tomography during Triaxial Deformations, in Mathematical Seismology (V), Fracture, Form and Fractals, Inst. Stat. Math., Coop. Res. Rep. 24, Inst. Stat. Math., Tokyo, 1990, pp. 257-264.

1.1.7 地下水・地球化学等

貞広太郎・見野和夫：トレンチ発掘溝周辺の γ 線測定，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 59-72.

西田良平・中尾節郎・岸本兆方：鹿野・吉岡断層周辺におけるガンマー線測定(1)，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 73-88.

貞広太郎・見野和夫：福井地震断層周辺における γ 線測定，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 117-112.

YOSHIOKA, R., N. KOIZUMI and K. KITAOKA: Relation between Temporal Variations of Chemical Species in Mineral Springs and Small Earthquakes —A Case Study in Shiota Mineral Spring in Hyogo Prefecture, Japan—, Extended Abstracts, 4th Int. Symp. on Water Rock Interaction, 1983, pp. 551-554.

三木晴男・見野和夫：溶存ガスの自動的でほぼ連続的な化学分析，地殻化学実験施設彙報，第3号，1984, pp. 40-46.

見野和夫・貞広太郎・西田良平・中尾節郎：鳥取県中部の地震（1983年10月31日）の震源域での γ 線サーヴェー，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 91-100.

貞広太郎・見野和夫・中尾節郎・西田良平：鳥取市南部の吉岡地震断層系における γ 線測定，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 101-110.

吉岡龍馬・西田良平・佃　為成・見野和夫・小泉尚嗣・北岡豪一・矢部　征・岸本兆方：1983年10月31日鳥取県中

部の地震に伴う温泉水の異常，防災研年報，第27号 B-1，1984，pp. 455-464.

小泉尚嗣・吉岡龍馬・見野和夫：山崎断層・塩田鉱泉周辺の地下水について，防災研年報，第28号 B-1，1985，pp. 119-125.

KOIZUMI, N., R. YOSHIOKA and Y. KISHIMOTO: Earthquake Prediction by Means of Change of Chemical Composition in Mineral Spring Water, Geophys. Res. Lett., Vol. 12, 1985, pp. 510-513.

西田良平・貞広太郎・中尾節郎・見野和夫：湯村断層の放射能探査，防災研年報，第28号 B-1，1985，pp. 145-156.

吉岡龍馬・小泉尚嗣：温泉水の水質変化，月刊地球，第7巻，1985，pp. 54-57.

小泉尚嗣・吉岡龍馬・赤松　信・西村　進・岸本兆方：山崎断層周辺の温鉱泉について，防災研年報，第29号 B-1，1986，pp. 59-66.

西村　進・小泉尚嗣：有馬・塩田温泉地球化学観測室と三木断層の露頭の見学記，地殻化学実験施設彙報，第4号，1986，pp. 101-108.

中尾節郎・岸本兆方・渋谷拓郎・見野和夫・西田良平・桂　郁雄：観測坑内におけるガンマー線連続観測 (I)，防災研年報，第30号 B-1，1987，pp. 57-65.

浅田照行・西村　進・松尾成光・小泉尚嗣：守山市観測井における地球化学的研究，地震2，第41巻，1988，pp. 17-27.

重富國宏・橋田匡邦・藤井伸蔵：逢坂山地殻変動観測所における地下水位の連続観測について，防災研年報，第31号 B-1，1988，pp. 19-28.

桂　郁雄・中尾節郎・岸本兆方・渋谷拓郎・見野和夫・西田良平：鳥取観測所坑内での γ 線線量率連続測定，地震2，第42巻，1989，pp. 299-310.

吉岡龍馬：六甲山の水質と地殻変動，地震予知「きんき・けいはんしん」研究論文集，1989，pp. 369-378.

桂　郁雄・中尾節郎・小泉尚嗣・岸本兆方・渋谷拓郎・見野和夫・西田良平：鳥取における γ 線線量率の連続測定，続 大気中のラドン族と環境放射能（岡部　茂他による編集），日本原子力学会，1990，pp. 349-362.

梅田康弘・伊藤　潔・浅田照行：地震・噴火に関連した歪と温泉温度の変化，月刊地球，第13巻，1991，pp. 119-123.

1.1.8 収録処理システム

尾池和夫・渡辺邦彦・中村佳重郎・谷口慶祐・岸本兆方：山崎断層地震予知テストフィールド連続観測システムについて，防災研年報，第24号 B-1，1981，pp. 29-40.

高田理夫・古澤　保・大谷文夫・寺石眞弘：地殻変動連続観測記録の集録・処理システム，防災研年報，第24号 B-1，1981，pp. 61-69.

尾池和夫・松村一男：CMOS メモリーおよびテープレコーダの地震観測への応用，防災研年報，第26号 B-1，1983，pp. 153-160.

平野憲雄：パソコンを用いた臨時地震観測システム，防災研年報，第29号 B-1，1986，pp. 29-37.

佃　為成：京都大学防災研究所における地震波自動処理システムについて，地震予知観測情報センター，ニュース No. 12，東京大学地震研究所地震予知観測情報センター，1986，pp. 4-10.

平野憲雄：パソコンによる地震波形の収録と読み取り，防災研年報，第30号 B-1，1987，pp. 85-94.

古澤　保・大谷文夫・寺石眞弘：地殻変動連続観測データ処理システム，測地学会誌，第33巻，1987，pp. 299-306.

加藤正明・土居　光・和田安男・津嶋吉男・三雲　健：宝立・立山・須坂観測室の地殻変動テレメータ・システム，防災研年報，第31号 B-1，1988，pp. 47-58.

平野憲雄：パソコンによる波形のモニターおよび光ディスクへの連続波形収録システム，防災研年報，第33号 B-1，1990，pp. 125-132.

渋谷拓郎・尾池和夫・平原和朗・西上欽也・和田博夫・中尾節郎・平野憲雄：超高性能地震計（STS）による地震観測—観測システムと地震波形例の紹介—，防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 39-56.

1.2 情報・予測・異常・統計

1.2.1 電磁気

宮腰潤一郎・住友則彦：島根県東部における CA 観測，CA 研究会論文集，1982, pp. 123-126.

尾池和夫・小川俊雄：地震に伴う電磁放射の観測，防災研年報，第25号 B-1, 1982, pp. 89-100.

山口 覚・住友則彦：全磁力永年変化解析への重回帰法の応用，九十九地学，第18号，1983, pp. 45-57.

OIKE, K. and T. OGAWA: Electromagnetic Radiation from Shallow Earthquakes Observed in the LF Range, J. Geomag. Geoelectr., Vol. 38, 1986, pp. 1031-1040.

SUMITOMO, N. and K. NORITOMI: Synchronous Precursors in the Electrical Earth Resistivity and the Geomagnetic Field in Relation to an Earthquake near the Yamasaki Fault, Southwest Japan, J. Geomag. Geoelectr., Vol. 38, 1986, pp. 971-989.

藤原 智・住友則彦・狐崎長琅：比抵抗連続観測の安定性について—地震に関連した変動の検出のために—，CA 研究会論文集，1988, pp. 202-210.

1.2.2 地下水・地球化学

小泉尚嗣・吉岡龍馬・岸本兆方：地震に関連した地下水の水質変動を客観的に評価する一方法，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 111-116.

小泉尚嗣・吉岡龍馬：地震活動に関連した地下水塩素イオン濃度変化の観測，前兆異常検出の統計的手法，統計数理研究所共同研究研究会成果報告書，1987, pp. 104-113.

KOIZUMI N.: Analysis of Chemical Composition and Temperature of the Groundwater Having a Flow Rate Fluctuation Induced by Earth Tides, Proceedings of Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 67-76.

KOIZUMI N.: Analysis of Frequency Dependent Oscillations of Groundwater Discharge and Temperature Induced by Earth Tides, 京都大学理学博士論文，1989.

1.2.3 地殻変動・測地

OZAWA, I.: Estimation of the Disturbing Source in the Crust by Means of Observations of the Crustal Tilt and Strain, 測地学会誌，第27巻，1981, pp. 297-300.

TANAKA, T.: On Viscoelastic Changes Appearing on Tiltmetric and Extensometric Records of the Ground, 測地学会誌，第27巻，1981, pp. 225-238.

小沢泉夫：地殻の伸びと傾斜の長期変動の観測とその騒乱源の推定，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 41-45.

OZAWA, I.: Estimating Method of Distrurbing Source by Means of the Observations of the Crustal Tilt and Extension, Proc. General Meeting of the Int. Association of Geodesy, Tokyo, May 7-15, 1982, pp. 288.

橋爪道郎・三雲 健：地殻変動観測データの多変量解析—ARIMA モデルによる予測の試み—，地震，第36巻，1983, pp. 515-530.

OZAWA, I.: Determining the Cause of Crustal Deformation from Observations of Crustal Tilt and Extensions, Tectonophysics, Vol. 97, 1983, pp. 319-325.

古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・高田理夫：1984年8月7日日向灘地震に関連した宮崎地殻変動観測所における地殻変動と地震活動，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 31-39.

竹本修三・渡辺邦彦・尾上謙介・重富國宏・藤森邦夫・中村佳重郎・大塚成昭：1984年5月5日，京都府大山崎町に発生した地震に伴うストレイン・ステップについて，地震，第38巻1号，1985, pp. 41-55.

渡辺邦彦・尾池和夫：安富観測坑で記録された山崎断層の地震（1984年5月30日，M 5.6）にかかわる地殻変動，

防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 99-109.

渡辺邦彦・尾池和夫・中村佳重郎：破砕帯における地殻変動，月刊地球，第7巻，1985, pp. 57-62.

藤森邦夫・大塚成昭・中村佳重郎・大村　誠・田中　豊：山崎断層破砕帯附近の地殻変動と地震活動との関係，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 77-84.

KOSUGA, K., H. SATA, T. TANAKA and H. C. SHEU: Crustal Movement along a Collision Boundary of Plates (Case of Eastern Taiwan), J. Geodynamics, Vol. 10, 1988, pp. 189-205.

OHYA, F.: Crustal Movements Related to the Earthquake on March 18, 1987 in Hyuganada, Bull. DPRI, Vol. 38, 1988, pp. 99-114.

TANAKA, T.: Earthquake Prediction from Crustal Movement Observations in Japan, Proc. the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, Kyoto, Japan, July 16-20, 1989, pp. 21-29.

TANAKA, Y.: Modes of Crustal Movements in Subduction Zones —Observed Results in the Kii Peninsula along the Nankai Trough—, 測地学会誌，第35巻，1989, pp. 133-147.

TANAKA, M., K. SATO and T. TANAKA: Earthquake Prediction by Geodetic Surveys and Continuous Crustal Movement Observations in Japan, Global and Regional Geodynamics, IAG Symposia 101, Springer-Verlag, 1990, pp. 303-310.

1.2.4 地　震

松村一男・尾池和夫：朝鮮半島および中国大陸における地震発生の季節性，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 185-192.

TSUKUDA, T.: Long-Term Seismic Activity and Present Microseismicity on Active Faults in Southwest Japan, Earthq. Predict. Res., Vol. 3, 1985, pp. 253-284.

MATSUMURA, K.: On Regional Characteristics of Seasonal Variation of Shallow Earthquake Activities in the World, Bull. DPRI, Vol. 36, pp. 43-98.

渋谷拓郎・尾池和夫：中規模地震前の地震活動の空白域，月刊地球，Vol. 10, 1988, pp. 328-332.

ZHAO, Z. X., K. MATSUMURA and K. OIKE: Precursory Change of Aftershock Activity before Large Aftershock: A Case Study for Recent Earthquakes in China, J. Phys. Earth, Vol. 37, 1989, pp. 155-178.

ZHAO, Z. X., K. OIKE, K. MATSUMURA and Y. ISHIKAWA: Stress Field in the Continental Part of China Derived from Temporal Variations of Seismic Activity, Tectonophysics, Vol. 178, 1990, pp. 357-372.

MAEDA, N. and H. WATANABE: Temporal Change of Stress Tensors and Gutenberg-Richer's b Value during the Aftershock Sequence following the M 4.9 Kameoka Earthquake, Southwest Japan, Bull. DPRI, (in press).

1.2.5 発掘・予測

岡田篤正・安藤雅孝・佃　為成：鹿野断層の発掘調査とその地形・地質・地震学的考察，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 105-126.

安藤雅孝：断層モデル，地震予知 II（第6章），地球物理シリーズ，力武常次編，学会出版センター（東京），1985, pp. 183-233.

西村　進・茂木　透・見野和夫・貞広太郎：断層の診断(1)—山崎断層系—，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 91-98.

竹内文朗・天池文男：地形図にみられる福井地震の繰り返しによる地表面の上下変位について，地震，第38巻，1985, pp. 141-143.

見野和夫・平野憲雄・中尾節郎：北陸地方南部の活断層(1)—鯖江断層—，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 23-28.

岡田篤正・安藤雅孝・佃　為成：山崎断層系安富断層のトレンチ調査，地学雑誌，96-2, 1987, pp. 81-97.

ANDO, M.: Recurrence Intervals of Large Earthquakes along the Median Tectonic Line Derived from Trench Surveys, Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 87-93.

岡田篤正・竹内 章・佃 為成・池田安隆・渡辺満久・平野信一・升本真二・竹花康夫・奥村晃史・神嶋利夫・小林武彦・安藤雅孝：岐阜県宮川村野首における跡津川断層のトレンチ調査，地学雑誌，1989, pp. 441-463.

竹内文朗：福井地震の繰り返しの総合的解釈，月刊地球，Vol. 11, 1989, pp. 31-35.

TAKEUCHI, F.: Recurrence of the Large Earthquakes Associated with the Fukui Earthquake Fault, as Derived from Subsurface Structure, Topography and the Present Day Seismic Activity, Bull. DPRI, Vol. 39, 1989, pp. 91-127.

1.3 地震発生場・震源

1.3.1 地殻・表層構造

古川信雄：紀伊半島東部で観測される SPMP 相について，地震，第34巻，1981, pp. 341-350.

HURUKAWA, N.: Pn Velocity and Moho-Offset at the West of Lake Biwa in the Kinki District, Japan, J. Phys. Earth, 31, 1983, pp. 33-46.

HURUKAWA, N.: Uppermost-Mantle Structure in the Kinki District, Japan as Revealed by Apparent Velocities of Subcrustal Earthquakes in the Kii Peninsula, J. Phys. Earth, Vol. 31, 1983, pp. 47-64.

天池文男・竹内文朗・春日 茂・古川信雄・平野憲雄：地震探査により推定された福井地震断層とその地震学的考察，地震，第37巻，1984, pp. 441-452.

HIRAHARA, K. and Y. ISHIKAWA: Travel Time Inversion for Three-Dimensional P-Wave Velocity Anisotoropy, J. Phys. Earth, Vol. 32, 1984, pp. 197-218.

古川信雄・春日 茂・竹内文朗・天池文男：やや長周期微動の群列観測による福井地震断層探査，地震，第37巻，1984, pp. 207-215.

古川信雄・竹内文朗・春日 茂・平野憲雄・天池文男：福井地震断層周辺でのやや長周期微動観測，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 123-134.

古川信雄：余震群の走時を使って上部地殻の速度勾配とコンラッド面を求める方法，地震，37，1984, pp. 491-501.

井上 公・浅野周三・吉井敏尅・松村一男・村上寛史・佐々木嘉三・多田 堯：1980年坂出・一宇爆破地震動観測による四国東北部の地殻構造，地震，第37巻，1984, pp. 163-184.

谷口慶祐・尾池和夫：山崎断層破砕帯の S 波に対する応答特性，防災研年報，第29号 B-1，1985, pp. 49-58.

三雲 健・平原和朗・竹内文朗・和田博夫・佃 為成・藤井 厳・西上欽也：飛騨地方の上部3次元地殻構造と活断層及び地震活動，月刊地球，Vol. 11, 1989, pp. 90-96.

茂木 透・住友則彦・大塚成昭：ELF-MT 法における基礎的諸問題，CA 研究会論文集，1982, pp. 163-171.

TAKEUCHI, F., N. HIRANO, M. SATOMURA and Y. KONO: Observation of Gravity to Reveal a Buried Fault Associated with the Fukui Earthquake, Bull. DPRI, Vol. 33, 1983, pp. 147-162.

HANDA, S. and N. SUMITOMO: The Geoelectric Structure of the Yamasaki and the Hanaori Faults, Southwest Japan, J. Geomag. Geoelectr., Vol. 37, 1985, pp. 93-106.

岩越 朗・塩崎一郎・山口 覚・大塚成昭・住友則彦：ELF-MT 法による屈斜路湖周辺の比抵抗分布，地質調査所技術資料「伝導度異常（CA）の研究」，1985, pp. 19-28.

中村佳重郎・渡辺邦彦：重力測定による山崎断層附近の地下構造（序報），防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 111-118.

野木義史・塩崎一郎・安川克己・住友則彦：東海地方の電磁気共同観測，CA 研究会論文集，1988, pp. 134-146.

塩崎一郎・安川克己・住友則彦：中国，四国地方の電磁気共同観測（予報），CA 研究会論文集，1988, pp. 105-12.

塩崎一郎・野木義史・山口 覚・大久保晃・一北岳夫・安川克己・藤原 智・住友則彦：中国，四国地方の ELF, VLF-MT 観測，CA 研究会論文集，1988, pp. 113-119.

一北岳夫・塩崎一郎・藤田清士・安川克己・藤原 智・住友則彦：四国地方の VLF, ELF-MT 観測（III），CA 研

究会論文集, 1989, pp. 73-79.

大久保晃・小川康雄・塩崎一郎・山口 覚・一北岳夫・藤田清士・安川克己・藤原 智・住友則彦：四国地方の地殻比抵抗構造(1), CA 研究会論文集, 1989, pp. 55-72.

塩崎一郎・大久保晃・山口 覚・一北岳夫・藤田清士・安川克己・住友則彦：中国, 四国地方の電磁気共同観測, CA 研究会論文集, 1989, pp. 41-48.

塩崎一郎・藤原 智・大久保晃・一北岳夫・西岡 浩・安川克己・住友則彦：中国地方の地殻比抵抗構造（予報), CA 研究会論文集, 1989, pp. 49-54.

塩崎一郎・宮腰潤一郎・一北岳夫・安川克己・小川康雄・住友則彦：中国地方の地殻比抵抗構造(2), CA 研究会論文集, 1990, pp. 263-269.

1.3.2 地球内部・不均質性・テクトニクス

HIRAHARA, K.: Three-Dimensional Seismic Structure beneath Southwest Japan: the Subducting Philippine Sea Plate, Tectonophysics, Vol. 79, 1981, pp. 1-44.

MIKAMI, N. and K. HIRAHARA: Global Distribution of Long-Period P-Wave Attenuation and Its Tectonic Implications, J. Phys. Earth, Vol. 29, 1981, pp. 97-117.

ANDO, M. and Y. ISHIKAWA: Observation of Shear-Wave Velocity Polarization Anisotropy beneath Honshu, Japan: Two Massives with Different Polarization in the Upper Mantle, J. Phys. Earth, Vol. 30, 1982, pp. 191-199.

見野和夫・松村一男：地形と地震の関係―傾斜と地震分布―, 防災研年報, 第25号 B-1, 1982, pp. 47-58.

ANDO, M., Y. ISHIKAWA and F. YAMAZAKI: Shear-Wave Polarization Anisotropy in the Upper Mantle beneath Honshu, Japan, J. Geophys. Res., Vol. 10, 1983, pp. 5850-5864.

見野和夫：地形解析とその意味, 防災研年報, 第26号 B-1, 1983, pp. 135-144.

ANDO, M.: ScS Polarization Anisotropy around the Pacific Ocean, J. Phys. Earth, Vol. 32, 1984, pp. 179-195.

HASHIMOTO, M.: Finite Element Modeling of Deformations of the Lithosphere at an Arc-Arc Junction: The Hokkaido Corner, Japan, J. Phys. Earth, Vol. 32, 1984, pp. 373-398.

HIRAHARA, K. and Y. ISHIKAWA, Travel Time Inversion for Three-Dimensional P-Wave Anisotropy, J. Phys. Earth, Vol. 32, 1984, pp. 197-218.

HASHIMOTO, M.: Finite Element Modeling of the Three-Dimensional Tectonic Flow and Stress Field beneath the Kyushu Island, Japan, J. Phys. Earth, Vol. 33, 1985, pp.191-226.

SEKIGICHI, S.: The Magnitude of Driving Forces of Plate Motion, J. Phys. Earth, Vol. 33, 1985, pp. 369-389.

安藤雅孝：地震波から見たマントルダイアピル, 火山, 第31巻, 1986, pp. 45-53.

CRAMPIN, S., R. McGONIGLE and M. ANDO: Extensive-Dilatancy Anisotropy beneath Mount Hood, Oregon and the Effect of Aspect Ratio on Seismic Velocities through Aligned Cracks, J. Geophys. Res., Vol. 91, 1986, pp. 12703-12710.

ANDO, M., S. CRAMPIN, D. BOOTH and D. REDMAYNE: A Study of Anisotropy beneath Great Britain Using the Polarizations of Teleseismic Shear-Waves Recorded by BGS/UK, J. Phys. Earth, Vol. 35, 1987, pp. 469-485.

BOWMAN, R. and M. ANDO: Shear-Wave Splitting in the Upper-Mantle Wedge above the Tonga Subduction Zone, Geophys. J. Astr. Soc., Vol. 88, 1987, pp. 25-41.

GHOSE, R. and K. OIKE: Tectonic Implications of Some Reservoir-Induced Earthquakes in the Aseismic Region of Western Thailand, J. Phys. Earth, Vol. 35, 1987, pp. 327-345.

KANESHIMA, S., M. ANDO and S. CRAMPIN: Shear-Wave Splitting above Small Earthquakes in the Kinki District of Japan, Phys. Earth Planet. Interior, Vol. 45, 1987, pp. 45-58.

趙 志新・松村一男・尾池和夫・石川有三：東アジアにおける地震活動変化の地域的特徴と関連性について(1)中国河北から日本海溝へいたる地域, 地震, 第40巻, 1987, pp. 383-396.

趙 志新・松村一男・尾池和夫・石川有三：東アジアにおける地震活動変化の地域的特徴と関連性について(2)台湾から華南へいたる地域，地震，第40巻，1987, pp. 593–604.

HIRAHARA, K.: Detection of Three-Dimensional Velocity Anisotropy, Phys. Earth Planet. Inter., Vol. 51, 1988, pp. 71–85.

KAMIYA, S., T. MIYATAKE and K. HIRAHARA: How Deep Can We See the High Velocity Anomalies beneath the Japan Islands?, Geophys. Res. Let., Vol. 15, 1988, pp. 828–831.

KANESHIMA, S., M. ANDO and S. KIMURA: Convincing Evidence for the Presence of Crustal Anisotropy, Nature, Vol. 335, 1988, pp. 627–629.

大倉敬宏：山陰，近畿，北陸に発生する浅発地震の発震機構，地震，第41巻，1988, pp. 89–96.

趙 志新・松村一男・尾池和夫・石川有三：東アジアにおける地震活動変化の地域的特徴と関連性について(3)中国西部と隣接地域，地震，第40巻，1988, pp. 389–400.

XU, J. R., Z. X. ZHAO, Y. ISHIKAWA and K. OIKE: Properties of the Stress Field in and around West China Derived from Earthquake Mechanism Solutions, Bull. DPRI, Vol. 38, 1988, pp. 49–78.

GHOSE, R.: Seismicity Distribution, Seismogenic Stress Field and Subduction Dynamics in the Sunda Arc Region: Implications on the Tectonics of the Southwest Asia, Thesis for Dr. of Sci, Kyoto Univ., 1989, p. 302.

HIRAHARA, K., A. IKAMI, M. ISHIDA and T. MIKUMO: Three-Dimensional P-Wave Velocity Structure beneath Central Japan: Low-Velocity Bodies in the Wedge Portion of the Upper Mantle above High-Velocity Subducting Plates, Tectonophysics, Vol. 163, 1989, pp. 63–73.

KAMIYA, S., T. MIYATAKE and K. HIRAHARA: Three-Dimensional P-Wave Velocity Structure beneath the Japan Islands, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, Vol. 64, 1989, pp. 457–485.

KANESHIMA, S. and M. ANDO: The Analysis of Split Shear-Waves Observed above Crustal and Uppermost-Mantle Earthquakes beneath the Shikoku Area of Japan, J. Geophys. Res., Vol. 94, 1989, pp. 14,077–14,092.

尾池和夫・趙 志新・徐 紀人：広域応力場の変化と地震活動の時空分布，月刊地球，Vol. 11, 1989, pp. 209–213.

OKINO, K., M. ANDO, S. KANESHIMA and K. HIRAHARA: The Horizontally Lying Slab, Geophys. Res. Lett., Vol. 16, 1989, pp. 1059–1062.

GHOSE, R., S. YOSHIOKA and K. OIKE: Three-Dimensional Numerical Simulation of the Subduction Dynamics in the Sunda Arc Region, Southwest Asia, Tectonophysics, 181, 1990, pp. 223–255.

平原和朗：地球構造の3次元インバージョン法，地震，第43巻，1990, pp. 291–306.

KANESHIMA, S., N. MAEDA and M. ANDO: Evidence for the Splitting of Shear Waves from Waveform and Focal Mechanism Analyses, Phys. Earth Planet. Inter., Vol. 61, 1990, pp. 238–252.

WATANABE, H. and N. MAEDA: Seismic Activity of Subcrustal Earthquakes and Associated Tectonic Properties in the Southeastern Part of the Kinki District, Southwest Japan, J. Phys, Earth, Vol. 38, 1990, pp. 325–345.

1.3.3 熱

ITO, K.: Regional Variations of the Cutoff Depth of Seismicity in the Crust and Their Relation to Heat Flow and Large Inland-Earthquakes, J. Phys. Earth, Vol. 38, 1990, pp. 189–212.

UMEDA, Y., K. ITO and T. ASADA: Changes in Crustal Strain and Hot Spring Temperature as Related to Volcanic Eruptions, J. Phys. Earth, (in press).

1.3.4 潮汐・大気圧変化による地殻の荷重応答

KATO, M.: Observations of Crustal Movements by Newly-Designed Horizontal Pendulum and Water-Tube Tiltmeters with Electromagnetic Transducers (3) —Time Variations of Tidal Admittance—, Bull. DPRI, Vol. 31, 1981, pp. 35–57.

OZAWA, I.: Anisotropy of the Crust on the Continuous Observation of the Crustal Movement, 測地学会誌，第27巻，

1981, pp. 155–163.

TAKEMOTO, S.: Effects of Local Inhomogeneities on Tidal Strain Measurements, Bull. DPRI, Vol. 31, 1981, pp. 211–237.

小沢泉夫：坑内における垂直ひずみの潮汐成分の観測，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 77–86.

小沢泉夫・藤井和成：ひずみ型傾斜計による地球潮汐の観測，地震，第36巻，1983, pp. 195–202.

OZAWA, I.: On Effects of Atmospheric Tide on S_2 Tidal Component of the Earth Tidal Strain, 宇宙新技術および相対論位置天文学シンポジウム，昭和59年度経緯度研究会集録，1984, pp. 538–546.

OZAWA, I.: The Observations of the Earth Tidal Strain in Old Osakayama Tunnel, Bull. DPRI, Vol. 34, 1984, pp. 169–186.

田中寅夫：西南日本における海洋潮汐と地球潮汐の観測，月刊海洋科学，第18巻，1986, pp. 334–338.

古沢 保・大谷文夫・寺石眞弘：宮崎地殻変動観測所で観測された地球潮汐について，測地学会誌，第35巻，1989, pp. 49–60.

1.3.5 震源・地震発生機構

MIKUMO, T.: A Possible Rupture Process of Slow Earthquakes on a Frictional Fault, Geophys. J. Roy. Astr. Soc., Vol. 63, 1981, pp. 129–153.

三雲 健・村松郁栄：大地震の断層モデルによる長周期地動変位・速度の予測，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 85–104.

三雲 健：長周期地震動の予測；余震・前震など小地震記録の合成による大地震の断層付近での強震動の予測（その1），自然災害特別研究成果，東海地方における大地震の被害予測に関する研究（代表者 村松郁栄），1981, pp. 17–30, 1981.

今川一彦・三雲 健：Near-Field での地震波形と断層の破壊過程の一考察，地震，第35巻，1982, pp. 575–590.

西上欽也・佃 為成：小地震およびその前震・余震群の発生過程とクラスター構造，地震，第35巻，1982, pp. 523–537.

MIKUMO, T. and T. MIYATAKE: Numerical Modelling of Space and Time Variations of Seismic Activity before Major Earthquakes, Geophys. J. Roy. Astr. Soc., Vol. 74, 1983, pp. 559–583.

西上欽也：微小地震の発生過程における破壊単位の階層構造，地震，第36巻，1983, pp. 672–675.

IMAGAWA, K., N. MIKAMI and T. MIKUMO: Analytical and Semi-Empirical Synthesis of Near-Field Seismic Waveforms for Investigating the Rupture Mechanism of Major Earthquakes, J. Phys. Earth, Vol. 32, 1984. pp. 317–338.

IMAGAWA, K., K. HIRAHARA and T. MIKUMO: Source Mechanisms of Subcrustal and Upper Mantle Earthquakes around the North-Eastern Kyushu Region, Southwestern Japan, and Their Tectonic Implications, J. Phys. Earth, Vol. 33, 1985, pp. 257–277.

MIKUMO, T. and B. A. BOLT: Excitation Mechanism of Atmospheric Pressure Waves from the 1980 Mount St. Helens Eruption, Geophys, J. Roy. Astr. Soc., Vol. 81, 1985, pp. 445–461.

三雲 健・和田博夫・金嶋 聰・今川 一彦・小泉 誠：1984年長野県西部地震前後の飛騨地方北部の地震活動と本震の断層モデル，自然災害特別研究，突発災害研究成果（代表者 飯田汲事），1984年長野県西部地震の地震および災害の総合調査，1985, pp. 21–33.

西上欽也・佃 為成：地震の発生過程，月刊地球，Vol. 7, 1985, pp. 43–48.

尾池和夫・松村一男：地震発生のトリガー，月刊地球，Vol. 7, 1985, pp. 15–19.

MIKUMO, T., K. HIRAHARA and T. MIYATAKE: Dynamical Fault Rupture Processes in Heterogeneous Media, Tectonophysics, Vol. 144, 1987, pp. 19–36.

MIKUMO, T. and T. MIYATAKE: Numerical Modelling of Realistic Fault Rupture Processes, in Seismic Strong Motion Synthetics, ed. B. A. Bolt, Chap. 3, Academic Press, Inc., 1987, pp. 91–151.

NISHIGAMI K.: Clustering Structure and Fracture Process of Micro-Earthquake Sequences, J. Phys. Earth, Vol. 35, 1987, pp. 425-448.

NISHIGAMI, K.: Complex Source Process of a Small Earthquake with M 4.8, J. Phys. Earth, Vol. 37, 1989, pp. 179-199.

安藤雅孝：ロマプリエタ地震の震源過程，土と基礎，Vol. 38, 1990.

MIKUMO, T. and T. MIYATAKE: 3-D Spontaneous, Dynamic Rupture Processes on a Dipping Fault in Heterogeneous Media, submitted to Tectonophysics, 1990.

UMEDA, Y.: High-Amplitude Seismic Waves Radiated from the Bright Spot of an Earthquake, Tectonophysics, Vol. 175, 1990, pp. 81-92.

吉岡克平・梅田康弘：地震波スペクトルにおける Site の影響について，防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 123-134.

MIKUMO, T.: Dynamic Fault Rupture and Stress Recovery Processes in Continental Crusts under Depth-Dependent Shear Strength and Frictional Parameters, submitted to Tectonophysics, 1991.

YOSHIOKA, S., H. Y. LOO, T. MIKUMO and K. HIRAHARA: A Model of Postseismic Recovery Induced from a Deep-Focus Earthquake, Submitted to Geophys. J. Intn'l., 1991.

1.3.6 臨時観測

長 秋雄・見野和夫：1980年9月11日，琵琶湖地震の通信調査，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 51-60.

西上欽也・岸本兆方：山崎断層東部における微小地震の広ダイナミックレンジ・三点観測，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 79-89.

西上欽也・西田良平・中尾節郎・岸本兆方：1983年鳥取県中部の地震に伴う余震活動の広ダイナミックレンジ三点観測，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 133-144.

竹内文朗・佃 為成・西田良平・中尾節郎・渋谷拓郎・渡辺邦彦・西上欽也・尾池和夫：1985年大山火山付近に発生した群発地震について，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 39-47.

安藤雅孝・杉戸真太：震源・地震動，「1989年ロマプリエタ地震によるサンフランシスコ湾岸地域等の被害に関する調査研究」第2章，亀田弘行編，文部省科学研究費総合研究 (A) 突発災害研究成果重点領域「自然災害」総合研究班，1989, pp. 11-58.

1986年長野県西部合同地震観測班：1986年長野県西部合同地震観測のデータについて，地震研究所彙報，別冊，第6号，1989, p. 160.

NISHIGAMI, K., Y. IIO, C. GÜRBÜZ, A. PINAR, N. AYBEY, S. B. ÜÇER, Y. HONKURA and A. M. IŞIKARA: Microseismic Activity and Spatial Distribution of Coda-Q in the Westernmost Part of the North Anatolian Fault Zone, Turkey, Bull. DPRI, Vol. 40, 1990, pp. 41-56.

尾池和夫・松村一男・大倉敬宏・謝 正章・刘 景文・羅 伯发・李 徳利・馬 守信・丁 蘊玉・田 小平・王 洪体・刘 尚孝：中国陝西省河盆地の地震観測（日中共同研究序報），防災研年報，第32号 B-1，1990, pp. 117-124.

竹内文朗・渋谷拓郎・大倉敬宏・渡辺邦彦・平野憲雄・松村一男・西上欽也：1989年伊豆半島東方沖噴火後の微動観測，防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 13-22.

ANDO, M. (edited): Reconnaissance Report on the 1990 Philippine Earthquake, 文部省科学研究費補助金，研究成果報告書（印刷中）.

松村一男：西表島群発地震観測，地震学会ニュースレター，Vol. 3, 1991, pp. 22-25.

1.4 地震動

1.4.1 地震波の発生と伝播

小堀鐸二・篠崎祐三・市川正武：震源特性を考慮した地震動に関する研究—表層地盤中の横ずれ断層の場合—，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），1981, pp. 45–48.

IRIKURA, K. and I. MURAMATSU: Synthesis of Strong Ground Motions from Large Earthquakes Using Observed Seismograms of Small Events, Proc. 3rd International Earthquake Microzonation Conf. Vol. 1, 1982, pp. 447–458.

IRIKURA, K.: Semi-Empirical Estimation of Strong Ground Motions during Large Earthquakes, Bull. DPRI, Vol. 33, Part 2, 1983, pp. 63–104.

MATSUNAMI, K.: Scattering of P Waves by Random Heterogeneities with Sizes Comparable to the Wave Length, Bull. DPRI, Vol. 33, Part 3, 1983, pp. 129–145.

松波孝治：2次元ランダム媒質モデルにおけるP波の散乱減衰特性について，防災研年報，第27号B–1，1984, pp. 45–53.

小堀鐸二・篠崎祐三・市川正武：断層モデルによる理論地震動，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第23号，1983, pp. 333–336.

AKAMATSU, J. (1986): Seismic Zoning and Seismic Ground Motion in the Southern Parts of Kyoto, Southwest Japan, Bull. DPRI, Vol. 36, pp. 1–42.

赤松純平・松波孝治：地震波コーダのPolarizationと減衰の性質，防災研年報，第29号B–1，1986, pp. 117–124.

IRIKURA, K.: Prediction of Strong Acceleration Motion Using Empirical Green's Function, Proc. 7th Japan Earthq. Eng. Symp., Tokyo 1986, pp. 151–156.

岩田知孝・入倉孝次郎：観測された地震波から震源特性・伝播経路特性及び観測点近傍の地盤特性を分離する試み，地震第2輯，第39巻，1986, pp. 579–593.

FUKUYAMA, E. and K. IRIKURA: Rupture Process of the 1983 Japan Sea (Akita-Oki) Earthquake Using a Waveform Inversion Method, Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 76, No. 6, 1986, pp. 1623–1640.

須本満由美・入倉孝次郎・岩田知孝：経験的グリーン関数法による高周波地震動の予測，防災研年報第30号B–1，1987, pp. 107–131.

MATSUNAMI, K.: Laboratory Tests of the Single- and Multiple-Scattering Models for the Generation of Seismic Coda Waves, Bull. DPRI, Vol. 37, No. 328, 1987, pp. 147–168.

松波孝治：散乱による地震コーダ波生成モデルの模型実験による検定，防災研年報，第30号B–1，1987, pp. 95–105.

神沼克伊・赤松純平：南極・昭和基地付近の地震，南極資料，31, 1987, pp. 177–185.

IWATA, T. and K. IRIKURA: Source Parameters of the 1983 Japan-Sea Earthquake Sequence, J. Phys. Earth, Vol. 36, 1988, pp. 155–184.

MATSUNAMI, K.: Laboratory Measurements of Elastic Wave Attenuation by Scattering Due to Random Heterogeneities, Bull. DPRI, Vol. 38, No. 330, 1988, pp. 1–16.

AKAMATSU, J., S. YOSHIKAWA, and K. KAMINUMA: Preliminary Report of Local Seismic Activity around Syowa Station, East Antarctica, Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci, 2, 1988, pp. 1–6.

赤松純平：南極昭和基地におけるテレメータ地震観測の方法と問題点，防災研都市耐震センター研究報告，第2号，1988, pp. 142–151.

入倉孝次郎：経験的グリーン関数法による強震動予測—波形合成の手続き（procedure）とその問題点—，防災研年報第32号B–1，1989, pp. 41–52.

FUKUYAMA, E. and K. IRIKURA: Heterogeneity of the 1980 Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake Rupture Process, Geo-

phys. J. Int., Vol. 99, 1989, pp. 711-722.

岩田知孝・入倉孝次郎：トモグラフィー法による断層面上の不均質破壊過程の推定，地震第2輯，第42巻，1989, pp. 49-58.

AKAMATSU, J., N. ICHIKAWA and K. KAMINUMA: Sesimic Observation with Local Telemetry Network around Syowa Station, East Antarctica, Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci, 3, 1989, pp. 1-12.

赤松純平・西村敬一・藤田雅之：炭山および醍醐地震観測室における併行地震観測，防災研年報，第32号B-2, 1989, pp. 83-88.

赤松純平：地震波におよぼす堆積岩層の影響—南極リュツォ・ホルム湾地域および京都における観測波形の比較，Proc. Natl. Symp. Effects of Surface Geology on Seismic Motion, 1989, pp. 139-144.

岩田知孝・松波孝治・松井一郎：岩盤上のアレイ観測によるサイト特性の評価(1)，防災研年報，第33号B-1, 1990, pp. 113-121.

MATSUNAMI, K.: Laboratory Measurements of Spatial Fluctuation and Attenuation of Elastic Waves by Scattering Due to Random Heterogeneities, Pure and Applied Geophysics (PAGEOPH), Vol. 132, No. 2, 1990, pp. 197-220.

赤松純平・西村敬一・藤田雅之：炭山における小アレー地震観測，防災研年報，第33号B-2, 1990, pp. 39-50.

赤松純平・市川信夫・南井良一郎：南極昭和基地における無線テレメータ地震観測，防災研年報，第33号B-1, 1990, pp. 135-145.

AKAMATSU, J., N. ICHIKAWA and K. KAMINUMA: Sesimic Observation with Local Telemetry Network around Syowa Station, East Antarctica (2), Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci, 4, 1990, pp. 90-99.

KOBAYASHI, Y., M. HIASA and T. KAGAWA: Recognition of Active Fault from LANDSAT Data, 6. International Congress IAEG, Amsterdam, 2, 1990, pp. 885-890.

藤田雅之・森井　亙・西村敬一：PL波の群速度に基づく地殻速度構造の推定について，地震，43, 1990, pp. 55-67.

1.4.2 地盤震動

SATO, T., T. SHIBATA and R. ITO: Dynamic Behaviour of Sandy Soil and Liquefaction, Proceedings International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, St. Louis, 1981, pp. 683-686.

KASUGA, S. and K. IRIKURA: Earthquake Ground Motions Influenced by Horizontally Discontinuous Structures, Bull. DPRI, Vol. 32, Part 2, 1982, pp. 97-114.

SATO, T. and A. D. KIUREGHIAN: Evaluation of Ground Shaking Considering the Nonlinear Properties of Soil, Proceedings of the 4th International Conference on Numerical Methods in Geomechanics, 1982, pp. 427-435.

赤松純平：脈動観測による地盤の振動特性，防災研年報，第26号B-1, 1983, pp. 43-52.

小堀鐸二・篠崎祐三・園　洋一：不整形地盤の振動特性，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第23号，1983, pp. 353-356.

土岐憲三・戸早孝幸：数量化理論による大阪地盤の震動予測，防災研年報，第26号B-2, 1983, pp. 1-13.

TOKI, K. and F. MIURA: Dynamic Analysis of Slope Stability during Strong Ground Motion, Proceedings of the 4th Canadian Conference of Earthquake Engineering, 1983, pp. 626-635.

TOKI, K. and T. SATO: Seismic Response Analysis of Ground with Irregular Profiles by the Boundary Element Method, Natural Disaster Science, Vol. 5, No. 1, 1983, pp. 31-52.

TOKI, K. and T. SATO: Seismic Response Analysis of Ground with Irregular Profiles by the Boundary Element Method, Proceedings of the 5th International Conference on Boundary Element, Hiroshima, 1983, pp. 699-708.

AKAMATSU, J.: Seismic Amplification by Soil Deposits Inferred from Vibrational Characteristics of Microseism, Bull. DPRI, Vol. 34, 1984, pp. 105-127.

IWATA, T. and K. IRIKURA: Estimation of Irregular Underground Structure form Seismic Ground Motions, Bull. DPRI, Vol. 34, 1984.

土岐憲三・佐藤忠信・佐藤清隆：地震動のアレー観測に基づく不整形地盤の震動特性とその同定，防災研年報，第27号 B-2, 1984, pp. 1-18.

TOKI, K., F. MIURA and Y. OGUNI: Estimation of the Dynamic Stability of a Slope during Strong Earthquake Motion, Proceedings of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, Vol. III, 1984, pp. 429-436.

土岐憲三・佐藤忠信・佐藤清隆：離散化波数法に基づく不整形地盤の震動特性と同定，第1回境界要素法シンポジウム論文集，境界要素法研究会，1984, pp. 199-204.

SATO, T. and Y. SUNASAKA: A Simple Method for Dynamic Analysis of Embankment, Proceedings of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, Vol. III, 1984, pp. 301-308.

赤松純平：京都盆地の震動特性—1984年長野県西部地震の例，防災研年報，第28号 B-1, 1985, pp. 21-29.

SATO, T., Y. SUNASAKA and T. SHIBATA: Simplified Dynamic Analyses of Embankments, Proceedings of the Fifth International Conference on Numerical Methods in Geomechanics/Nagoya, 1985, pp. 1425-1431.

SATO, T., T. SHIBATA and T. B. S. PRADHAN: Identification of Constitutive Parameters of Soil, XIth I.C.S.M.F.E. San Francisco, 1985, pp. 164-167.

佐藤忠信・寺田倫康：ファジィ理論に基づく斜面崩壊資料の整理と崩壊予測法，防災研年報，第28号 B-2, 1985, pp. 63-86.

SATO, T., T. SHIBATA and M. HYODO: Earthquake Damage to Buried Pipes and Their Renovation by Hose Lining, Proceedings of the 1985 Pressure Vessels and Piping Conference, New Orleans, PVP-Vol. 98-4, 1985, pp. 125-131.

佐藤忠信：ライフライン要素の破壊ポテンシャル評価のための地盤震動と液状化解析法，自然災害科学，Vol. 5, No. 2, 1986, pp. 1-18.

杉戸真太・亀田弘行・後藤尚男・広瀬憲嗣：工学的基盤と沖・洪積地盤面の地震動の変換係数，防災研年報，第29号 B-2, 1986, pp. 41-58.

KAMEDA, H., M. ZORAN, and SUGITO, M.: Graphical Presentation of Strong Motion Data from the 1985 Mexico Earthquake, Earthquake Engineering Research in Civil Engineering, Kyoto University, 1986.

入倉孝次郎：微動観測による基盤構造の不規則性の推定，地盤震動シンポジウム，17巻，1987, pp. 67-76.

佐藤忠信・柴田 徹・平井芳雄：プレッシャメーター試験による砂の構成定数の同定，第1回計算力学シンポジウム報文集，1987, pp. 221-226.

TOKI, K., T. SATO and K. SATO: Dynamic Behaviour and Identification of Non-Uniform Ground by the Discrete Wave Number Method, Soil-Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 6, No. 2, 1987, pp. 116-123.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・西岡 勉：短周期地震波の位相速度の検出法，防災研年報，第30号 B-2, 1987, pp. 1-18.

TOKI, K. and K. YANABU: Detection of Apparent Wave Velocity in Near Surface Ground with Irregular Profile by an Array Observation, Proc. of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. II, 1988, pp. 603-608.

SUGITO, M. and KAMEDA, H.: Modeling Nonlinear Soil Amplification of Earthquake Motion with Application to Random Structural Response, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo-Kyoto, Vol. II, August 1988, pp. 489-494.

松波孝治・入倉孝次郎・岩田知孝・藤原広行・松井一郎：大阪平野及び周辺地域における広周波数帯域・広動帯域地震波観測，防災研年報，第32号 B-1, 1989, pp. 53-60.

SATO, T., T. SHIBATA and Y. HIRAI: Identification of Constitutive Parameters of Soil Using Pressuremeter Test, Numerical Methods in Geomechanics, Vol. 4, 1989, pp. 2227-2234.

西村敬一・森井 亙：逢坂山で観測された三重県中部地震（1989年2月19日）による地盤の歪と「加速度差」，防災研都市耐震センター研究報告，3, 1989, pp. 89-95.

高田至郎・孫 建生・亀田弘行：噴射注入工法による地中管路の地震時液状化対策に関する研究，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 127-143.

TSUTSUI, T. and Y. KOBAYASHI: Discontinuity of Basement Rock Depth in Eastern Coast of Lake Biwa, Discovered by Observation of Microseisms, J. Phys. Earth, 37, 1989, pp. 133-146.

筒井智樹・小林芳正・芝 良昭・須田佳之・村井芳夫・岩田知孝・藤原広行・松井一郎：反射法地震探査による琵琶湖東岸，日野川河口の地下構造の推定，地震，42, 1989, pp. 405-418.

KOBAYASHI, Y. and T. TSUTSUI: Exploration of Subsurface Structure of Deposited Basins with Various Seismic Methods, Proc. National Symp. on Effects of Surface Geology on Seismic Motion, Tokyo, 1989, pp. 67-72.

KOBAYASHI, Y. and T. TSUTSUI: Exploration of Buried Faults with Seismic Methods, Proc. 4th International Symp. on Analysis of Seismicity and Seismic Risk, Bechyne, 1989.

岩田知孝・J.-C. GARIEL・入倉孝次郎：地下における地震動特性—鉛直アレイ地震記録の数値シミュレーション—，関西の大深度地盤特性講演シンポジウム，1990, pp. 89-100.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・西岡 勉・水谷治弘：不整形地盤上の地震動の空間分布特性とそのモデル化，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 1-11.

TOKI, K., T. SATO and J. KIYONO: Modeling of Spatial Variation of Ground Motion on Irregular Profiles, Proc. of the 8th Japan Earth. Eng. Symp., 1990, pp. 331-336.

ABE, S., Y. KOBAYASHI and T. IKAWA: Seismic Characteristics of the Weight Dropping Source, J. Phys. Earth, 38, 1990, pp. 189-212.

SUGITO, M. and H. KAMEDA: Nonlinear Soil Amplification Model with Verification by Vertical Strong Motion Array Records, Proceedings of 4th U.S. National Conference on Earthquake Enginnering, Vol. 1, May 20-24, 1990, Palm Springs, California, pp. 555-564.

小林芳正・筒井智樹：琵琶湖東南部の地下構造とテクトニックス，防災研都市耐震センター研究報告，4, 1990, pp. 111-125.

村井芳夫・松波孝治・小林芳正：人工地震によるコーダ波の観測，防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 103-111.

1.4.3 強震動特性

吉川宗治・岩崎好規・田居優・福田光治・北野剛人：木造家屋の被害分布から推定される断層近傍地震動特性について，Proc. 6th Japan Earthq. Eng. Sympo., 1982, pp. 137-144.

赤松純平：磁気バブルメモリを用いた強震動観測装置，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 1-9.

土岐憲三・佐藤忠信・江尻譲嗣：時系列理論による強震動予測モデルとその応用，第6回日本地震工学シンポジウム論文集，1982, pp. 385-391.

吉川宗治：物理探査と災害科学，物理探鉱，第36巻4号，1983, pp. 7-14.

土岐憲三・三浦房紀・吉村 隆：有限要素法による断層モデルのシミュレーション，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 15-34.

YOSHIKAWA, S., Y. IWASAKI, M. TAI, M. FUKUDA and T. KITANO: Near-Field Strong Motion Characteristics Based upon the Distribution of the Wooden House Damages in Japan, Proc. 8th World Conf. on Earthquake Engineering, San Francisco, Vol. II, 1984, pp. 319-326.

TOKI, K., Y. FUKUMORI, T. KIKUTA, M. SAKO and K. YANABU: Detection of Dispersion Characteristics of Apparent Wave Velocity, Proceedings of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, Vol. II, 1984, pp. 223-230.

TOKI, K., T. SATO and J. KIYONO: Synthesizing Design Ground Motions from Microearthquake Records, Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers, Structural Engineering/Earthquake Engineering, Vol. 2, No. 2, 1985, pp. 423s-433s.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・若林治郎：統計的手法による模擬地震波の最大加速度と断層の位置との関係，防

災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 1-11.

TOKI, K. and F. MIURA: Simulation of a Fault Rupture Mechanism by a Two-Dimensional Finite Element Method, J. Phys. Earth, 33, 1985, pp. 485-511.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・市原和彦：カルマンフィルターを用いた断層破壊過程の同定，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 1-16.

土岐憲三・三浦房紀：非線形有限要素法による断層運動の解析と地震波動の生成,第1回地盤工学における数値解析法シンポジウム論文集，1986, pp. 163-170.

TOKI, K. and S. SAWADA: Simulation of a Fault Rupture Process and Near Field Ground Motion by the Three-Dimensional Finite Element Method, Proceedings of the 7th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1986, pp. 169-174.

土岐憲三・中瀬　仁：SMAC 強震記録における長周期成分の信頼度に関する研究，第7回日本地震工学シンポジウム論文集，1986, pp. 421-425.

SATO, T., J. KIYONO and T. MATSUOKA: Attenuation of Peak Ground Motion Taking into Account the Fault Extent, Proceedings of the 7th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1986, pp. 541-545.

佐藤忠信・辰巳安良：地震波の因果性を用いた 1979 Imperial Valley 地震の多重震源解析，土木学会論文報告集，第380号/I-7，1987, pp. 475-484.

TOKI, K., S. SAWADA and Y. OKASHIGE: Simulation of Fault Rupture Process by the Stochastic Finite Element Method, Probabilistic Engineering Mechanics, Vol. 2, No. 3, 1987,pp. 129-137.

土岐憲三・澤田純男・中瀬　仁・杉山和久：SMAC 強震記録の長周期成分の補正法について，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp.19-44.

IWATA, T. and K. IRIKURA: Prediction of High-frequency Strong Motions Based on Heterogeneous Faulting Model, Proc. 9th World Conf. Earthq. Eng., Vol. 2, 1988, pp. 715-720.

TOKI, K., T. SATO, J. KIYONO and T. MATSUOKA: Attenuation of Peak Acceleration Taking into Account Multiple Fault Rupture Mechanisms, Proc. of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. II, 1988, pp. 373-378.

TOKI, K. and S. SAWADA: Simulation of the Fault Rupture Process and Near Field Ground Motion by the Three-Dimensional Finite Element Method, Proc. of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. II, 1988, pp. 751-756.

佐藤忠信・土岐憲三・石塚　憲：ホモモロフィックフィルターを用いた地震動位相特性の抽出，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 39-66.

土岐憲三・佐藤忠信・森口康弘：地震動に含まれる位相特性のモデル化，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 1-10.

IRIKURA, K. and T. IWATA: Rupture Process and Strong Ground Motion of the 1944 Tonankai Earthquake, Proc. 8th Japan Earthq. Eng., 1990, pp. 205-210.

IWATA, T. and K. IRIKURA: Simulation of Wide-Frequency-Band Strong Ground Motions Based on Heterogeneous Rupture Process, Proc. 8th Japan Earthq. Eng., 1990, pp. 205-210.

釜江克宏・入倉孝次郎・福知保長：特定サイトにおける強震動予測，日本建築学会構造系論文報告書，409号，1990, pp. 11-25.

釜江克宏・入倉孝次郎・福知保長：地域的な震源スケーリング則を用いた大地震（M 7級）のための設計用地震動予測，日本建築学会構造系論文報告書，416号，1990, pp. 57-70.

KOBAYASHI, Y., E. L. HARP and T. KAGAWA: Simulation of Rockfalls Triggered by Earthquakes, Rock Mechanics and Rock Engineering, 23, 1990, pp. 1-20.

TOKI,K., T. SATO and J. KIYONO: Estimation of Peak Accelerations for Seismic Macrozonation Taking into Account the Fault Extent, Proc. of the Fourth International Conference on Seismic Zonation California, Vol. III, 1991, pp. 731-

738.

1.4.4 地震動の工学的評価

SUGITO, M., H. KAMEDA and H. SAITO: A Dataset of Modified Strong Earthquake Motion on Rock Surface, Research Report No. 86-3, Earthquake Engineering Research in Civil Engineering, Kyoto University, 1986.

KAMEDA, H., K. UEDA and N. NOJIMA: Simulated Earthquake Motions Consistent with Seismic Hazard Analysis, Proc. of the 7th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1986, pp. 181-186.

KAMEDA, H. and T. SAWADA: Nonstationary Cross Spectrum of Earthquake Motions by Multifilter Technique, Proc. of the 7th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1986, pp. 391-396.

亀田弘行・沢田 勉・亀井紀幸：マルチフィルターによる地震動の非定常相互スペクトル特性の解析，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 89-106.

亀田弘行・能島暢呂：リスク適合地震動のシミュレーション手法，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 107-119.

KAMEDA, H.: Engineering Application of Stochastic Earthquake Motion Models with Non-linear Soil Amplification, Transactions of the 9th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Lausanne, 1987, pp. 327-336.

後藤尚男・亀田弘行・杉戸真太・鈴木 裕：機械式およびディジタル強震計の記録精度について—SMAC 強震計記録の補正法の検討—，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 45-55.

ISHIKAWA, Y. and H. KAMEDA: Hazard-Consitent Magnitude and Distance for Extended Seismic Risk Analysis, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo-Kyoto, Vol. II, 1988, pp. 89-94.

亀田弘行・石川 裕：ハザード適合マグニチュード・震央距離による地震危険度解析の拡張，土木学会論文集，第392号 I-9，1988, pp. 395-402.

KAMEDA, H. and N. NOJIMA: Simulation of Risk-Consistent Earthquake Motion, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 16, 1988, pp. 1007-1019.

SAWADA, T. and H. KAMEDA: Modeling of Nonstationary Cross Spectrum for Multivariate Earthquake Motions by Multifilter Technique, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. II, 1988, Tokyo-Kyoto, pp. 795-800.

NOJIMA, N. and H. KAMEDA: Simulation of Risk-Consistent Earthquake Motion, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. II, 1988, Tokyo-Kyoto, pp. 95-100.

高田至郎・村上貴夫：南海道地震を対象とした早期地震検知・警報システム:都市耐震センター研究報告，第3号，1989, pp. 78-88.

石川 裕・亀田弘行：地震危険度解析に基づく想定地震の設定法，第8回日本地震工学シンポジウム論文集，1990, pp. 79-84.

1.5 耐震構造

1.5.1 構造物の耐震性

NONAKA, T.: A Time Independent Analysis for the Final State of an Elasto-Visco-Plastic Medium with Internal Cavities, International Journal of Solids and Structures (Pergamon Press), Vol. 17, No. 10, 1981, pp. 961-967.

中村 武・若林 實：鉄骨充復ばりの横座屈に関する研究（その5）—モーメント勾配のあるはりの塑性変形能力及び補剛材の設計法—，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 185-199.

NAKAMURA, T. and M. WAKABAYASHI: Lateral Buckling of Beams Braced by Purlins, Proc. of U.S.-Japan Seminar on Inelastic Instability of Steel Structures and Structural Elements, 1981, 26-5-1981, pp. 1-15.

MINAMI, K. and M. WAKABAYASHI: Rational Analysis of Shear in Reinforced Concrete Columns, IABSE COLLOQUIUM DELFT, Advanced Mechanics of Reinforced Concrete, 1981, pp. 603-614.

藤原悌三：明治初期に建てられた煉瓦造建物の振動特性と保有耐力，日本建築学会近畿支部研究報告集，1981, pp. 85-88.

若林 實・柴田道生・今村哲雄・西野孝仁：K 型筋違付架構の弾塑性挙動に関する実験的研究，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 171-183.

若林 實・南 宏一・久木幸雄・宮内靖昌：X 形配筋を施した鉄筋コンクリート構造の弾塑性性状に関する基礎的研究（その2），防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 201-224.

若林 實・南 宏一・西村泰志：十字形骨組で構成される鉄骨鉄筋コンクリート柱はり接合部のせん断破壊に関する実験的研究（その3），防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 225-243.

若林 實・南 宏一：コンクリート系構造部材のせん断強度について，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 245-277.

南 宏一・若林 實：溝形鋼を用いた格子形鉄骨コンクリートのせん断抵抗機構について，第3回コンクリート工学年次講演会論文集(1981)，1981, pp. 309-312.

若林 實・南 宏一・久木幸雄・宮内幸雄：せん断力を受ける鉄筋コンクリート柱に対する X 形配筋の有用性について，第3回コンクリート工学年次講演会講演論文集（1981)，1981, pp. 445-448.

福嶋孝之・入谷五郎・村上利憲・中岡章郎・南 宏一・若林 實：連層耐震壁を含む鉄骨鉄筋コンクリート架構骨組の弾塑性挙動に関する実験的研究（その1)，(その2)，日本建築学会近畿支部研究報告集，1981, pp. 272-280.

若林 實・中村 武・南 宏一・浅草 肇：一定軸力と単調変動曲げモーメントを受ける SRC 長柱の実験的研究(その1，中程度の細長比（λ=56）の場合)，日本建築学会近畿支部研究報告集，1981, pp. 321-324.

若林 實・中村 武・岡村信也：鉄骨 H 形断面はりの横座屈耐力に関する実験的研究（その2)，日本建築学会近畿支部研究報告集，構造系，1981, pp. 385-388.

若林 實・柴田道生・西野孝仁：K 型筋違付架構の塑性耐力に関する研究，日本建築学会近畿支部研究報告集，構造系，1981, pp. 409-412.

若林 實・中村 武・浅草 肇：一定軸力と単調変動曲げモーメントを受ける SRC 長柱の実験的研究（その2，大きな細長比（λ=91）の場合)，日本建築学会近畿支部研究報告集，第22号構造系，1982, pp. 305-308.

若林 實・南 宏一・西村泰志・辻田耕一：鉄骨鉄筋コンクリート構造柱脚部の応力伝達機構に関する研究（その1)，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 197-219.

若林 實・南 宏一・岩井 哲：2軸曲げを受ける鉄筋コンクリート長柱の弾塑性安定に関する実験的研究（その1)，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 183-196.

南 宏一・若林 實：X 形配筋を用いた鉄筋コンクリート構造の耐震設計，第4回コンクリート工学年次講演会講演論文集，1982, pp. 389-392.

岩井 哲・吉田 望・中村 武・若林 實：構造部材の挙動に及ぼす載荷速度の影響に関する実験的研究（その1，コンクリートと鋼材の応力―歪関係に及ぼす歪速度の影響)，日本建築学会論文報告集，第314号，1982, pp. 102-111.

若林 實・中村 武・岩井 哲・渡辺幸広・下戸芳實・林 康裕：構造部材の挙動に及ぼす載荷速度の影響に関する実験的研究（その2)，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 151-167.

岩井 哲・若林 實：2軸偏心載荷を受ける鉄筋コンクリート柱の弾塑性挙動，第4回コンクリート工学年次講演会講演論文集，1982, pp. 457-460.

若林 實・中村 武・大橋直也・中井政義：鉄骨 H 形断面はりの横座屈耐力に関する実験的研究（その3)，日本建築学会近畿支部研究報告集，第22号構造系，1982, pp. 205-208.

若林 實・柴田道生・増田 健：K 型筋違付架構の塑性耐力（その3)，日本建築学会近畿支部研究報告集，第22号，1982, pp. 265-268.

WAKABAYASHI, M., T. FUJIWARA, T. NAKAMURA and T. BASOTOV: Experimental and Analytical Responses of Isolated

Structures, Proc. of 7th European Conference on Earthquake Engineering, Vol. 4, 1982, pp. 463-470.

柴田道生・若林 實：繰返し荷重を受ける筋違付架構の弾塑性解析，日本建築学会近畿支部研究報告集，第325号，1983, pp. 9-16.

柴田道生・中村 武・若林 實：鉄骨筋違の履歴特性の定式化（その1）定式化関数の誘導，日本建築学会論文報告集，第316号，1982, pp. 18-23.

柴田道生・若林 實：鉄骨筋違の履歴特性の定式化（その2）応答解析への適用：日本建築学会論文報告集，第320号，1982, pp. 29-34.

若林 實・柴田道生：繰返し荷重を受ける鋼構造架構の弾塑性解析，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 169-182.

若林 實・南 宏一・西村泰志：異種構造部材で構成される合成構造の設計法に関する研究（その1），防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 229-244.

若林 實・南 宏一・西村泰志・今仲伸郎：鉄筋コンクリート造柱梁接合部の梁主筋の定着機構に関する実験的研究（その1），防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 277-296.

若林 實・南 宏一：X形配筋を施した鉄筋コンクリート構造の弾塑性性状に関する基礎的研究（その3），防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 263-276.

若林 實・南 宏一・岩井 哲：2軸曲げを受ける鉄筋コンクリート長柱の弾塑性安定に関する実験的研究（その2），防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 297-312.

若林 實・渡辺泰志：構造部材の復元力特性のモデル化，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 199-213.

若林 實・柴田道生：多層筋違付架構の履歴挙動に関する実験的研究，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 215-228.

若林 實・南 宏一・西村泰志・今仲伸郎：鉄筋コンクリート造柱・梁接合部における梁主筋の定着機構に関する実験的研究（その3），日本建築学会近畿支部研究報告集，（構造系）第23号，1983, pp. 53-56.

若林 實・南 宏一・西村泰志・松谷輝昭：異種構造部材で構成される柱はり接合部の応力伝達機構（その1），日本建築学会近畿支部研究報告集，（構造系）第23号，1983, pp. 165-168.

若林 實・南 宏一・河本 弘：SRC柱の帯筋の形状とその性能に関する基礎実験，日本建築学会近畿支部研究報告集，（構造系）第23号，1983, pp. 157-160.

柴田道生・若林 實：K型筋違付架構の塑性耐力，日本建築学会論文報告集，第326号，1983, pp. 1-9.

柴田道生・若林 實：繰返し荷重を受けるK型筋違付架構の実験，日本建築学会論文報告集，第326号，1983, pp. 10-16.

野中泰二郎：繰り返し軸方向載荷を受ける部材の履歴挙動に関する閉解（第1部）基礎式の誘導，日本建築学会論文報告集，第334号，1983, pp. 1-8.

WAKABAYASHI, M. and T. NAKAMURA: Buckling of Laterally Braced Beams, Engineering Structures, Vol. 5, 1983, pp. 108-118.

若林 實・中村 武・中井政義：鉄骨ばりの横座屈と横座屈に対する補剛材の効果に関する実験的研究（その1），防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 245-262.

若林 實・中村 武・林 康裕：構造物の挙動に及ぼす載荷速度の影響に関する実験的研究（その4），日本建築学会近畿支部研究報告集，（構造系）第23号，1983, pp. 453-456.

若林 實・藤原悌三・中村 武・下戸芳寛：補強煉瓦造の耐震性に関する実験的研究（その1），日本建築学会近畿支部研究報告集，（構造系）第23号，1983, pp. 457-460.

若林 實・中村 武：補強煉瓦造の耐震性に関する実験的研究（その2），日本建築学会近畿支部研究報告集，（構造系）第23号，1983, pp. 461-464.

NAKASHIMA, M., T. NAKAMURA and M. WAKABAYASHI: Post-Buckling Instability of Steel Beam-Columns, Proc. of ASCE, Journal of Structural Engineering, Vol. 109, No. 6, 1983, pp. 1414-1430.

金 潔・甲津功夫・村上陸太・伊藤茂樹・尾之内厚志：鋼製サンドイッチ板構造の基礎的研究（サンドイッチ板単体の力学的特性について），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第23号，1983, pp. 189-192.

金 潔・甲津功夫・伊藤茂樹・福井茂和・布施常清：鋼製サンドイッチ板構造の基礎的研究（柱―板の復元特性について），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第23号，1983, pp. 193-196.

金 潔・西澤秀和：ハイブリッド方式のオンライン地震応答載荷実験法の開発と若干の動的実験（第2報 マイクロコンピュータによるシステムについて），日本建築学会論文報告集，第329号，1983, pp. 36-42.

金 潔・西澤秀和：X線回折法による鋼構造部材の高サイクル疲労損傷の検出に関する一考察，日本建築学会論文報告集，第333号，1983, pp. 8-16.

MINAMI K. and M. WAKABAYASHI: Strength and Ductility of Diagonally Reinforced Concrete Columns, Proc. of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. VI, 1984, pp. 561-568.

若林 實・南 宏一・中野 尚：突起付H形鋼を用いたSRC柱のせん断抵抗機構に関する研究（その1），防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 217-227.

若林 實・南 宏一・西村泰志・呉松信次：鉄骨鉄筋コンクリート構造柱脚部の応力伝達機構に関する研究（その5），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第24号，1984, pp. 181-184.

若林 實・南 宏一・西村泰志・植岡豊博：異種構造部材で構成される柱，はり接合部の応力伝達機構（その2），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第24号，1984, pp. 177-180.

若林 實・南 宏一・山本 昇・中野 尚・岡本浩一：突起付H形鋼を用いたSRC柱のせん断抵抗機構に関する研究（その2），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第24号，1984, pp. 153-158.

南 宏一・若林 實：鉄筋コンクリート柱のX形配筋，第30回構造工学シンポジウム論文集，1984, pp. 131-142.

若林 實・南 宏一・岩井 哲：2軸曲げを受ける鉄筋コンクリート長柱の弾塑性安定に関する実験的研究（その3），防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 173-187.

WAKABAYASHI, M., T. NAKAMURA, S. IWAI and Y. HAYASHI: Effects of Strain Rate on the Behavior of Structural Members Subjected to Earthquake Force, Proc. of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, Vol. IV, 1984, pp. 491-498.

若林 實・中村 武：補強煉瓦造の耐震性に関する実験的研究（その3），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第24号，1984, pp. 101-104.

WAKABAYASHI, M. and T. NAKAMURA: Reinforcing Principle and Seismic Resistance of Brick Masonry Walls, Proc. of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, Vol. V, 1984, pp. 661-668.

若林 實・中村 武・中井政義・柴田恭幸：鉄骨H形断面はりの横座屈耐力に関する実験的研究（その4），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第24号，1984, pp. 333-336.

若林 實・中村 武・中井政義：鉄骨ばりの横座屈と横座屈に対する補剛材の効果に関する実験的研究（その2），防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 213-225.

NAKAMURA, T. and M. WAKABAYASHI: Bending Coefficient in Steel Beam Design, International Journal of Structures, Vol. 4, No. 4, 1984, pp. 175-187.

若林 實・柴田道生：多層筋違付架構の履歴挙動に関する実験的研究（その2），防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 201-212.

若林 實・柴田道生・泉野幸一：多層筋違付架構の履歴性状に関する実験的研究（その3），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第24号，1984, pp. 409-412.

SHIBATA, M. and M. WAKABAYASHI: Hysteretic Behavior of K-Type Braced Frame, Proc. of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, Vol. 6, 1984, pp. 201-208.

野中泰二郎：繰り返し軸方向載荷を受ける部材の履歴挙動に関する閉解（第2部）解析例，日本建築学会論文報告集，第338号，1984, pp. 29-35.

野中泰二郎：繰り返し軸方向載荷を受ける部材の履歴挙動に関する閉解（第3部）塑性履歴性状，日本建築学会論

文報告集，第343号，1984, pp. 42-50.

KANETA, K., I. KOHZU and H. NISHIZAWA: Cumulative Damage of Welded Beam-to-Column Connections in Steel Structures Subjected to Destructive Earthquakes, Proc. of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 6, 1984, pp. 185-192.

金彡 潔・西澤英和：高力ボルト摩擦接合部を有する架構の地震応力解析（第2報）エネルギー応答に関する考察，日本建築学会論文報告集，第346号，1984, pp. 91-100.

WAKABAYASHI, M. and T. NAKAMURA: Research in Japan on the Effect of Instability on the Hysteretic Behavior of Structures, Proc. of Annual Technical Session of Structural Stability Research Council, Stability under Seismic Loading, 1984, pp. 223-241.

野中泰二郎：山型鋼の座屈実験と境界条件，防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 317-328.

若林 實・岩井 哲：鉄筋コンクリート長柱の挙動に及ぼす載荷速度の影響，防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 253-265.

岩井 哲・若林 實：鉄筋コンクリート長柱の挙動に及ぼす載荷速度の影響，第7回コンクリート工学年次講演会論文集，1985, pp. 357-360.

若林 實：構造物の履歴特性について，防災研年報，第28号A, 1985, pp. 35-68.

若林 實・柴田道生：剛域を含む筋違付架構の弾塑性解析，防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 297-306.

若林 實・南 宏一・藤原悌三・中村 武・社家寛子：袖壁付き柱の終局耐力の評価法に関する基礎的研究，防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 237-252.

若林 實・南 宏一・岡本浩一：突起付H形鋼を用いたSRC柱のせん断抵抗機構に関する研究（その2），防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 209-236.

南 宏一・若林 實：SRC柱における帯筋の形状とその性能，第7回コンクリート工学年次講演会論文集，1985, pp. 553-556.

南 宏一・岡本浩一・若林 實：SRC柱のせん断強度に関する理論解，第7回コンクリート工学年次講演会論文集，1985, pp. 557-560.

南 宏一・倉本 洋・若林 實：たれ壁，腰壁付きX形配筋柱の弾塑性性状，第7回コンクリート工学年次講演会論文集，1985, pp. 561-564.

南 宏一・西村泰志・植岡豊博・若林 實：異種構造部材で構成される十字形柱はり接合部の終局耐力，第7回コンクリート工学年次講演会論文集，1985, pp. 609-612.

MUGURUMA, H. and F. WATANABE: On the Low Cycle Behaviours of Concrete and Concrete Members under Submerged Condition, Journal of J.P.C.E.A., Special Issue for the 10th International Congress of the FIP, Vol. 27, Extra Number, 1985, pp. 71-82.

MUGURUMA, H., F. WATANABE, I. HABA and M. ASAI: Improving the Flexural Ductility of Ultra-High Strength Prestressed Spun Concrete Pile by Lateral Confining, Transactions of the Japan Concrete Institute, Vol. 7, 1985, pp. 573-582.

MUGURUMA, H., F. WATANABE and M. NISHIYAMA: Study on the Hysteretic Restoring Force Characteristics of Unbonded Prestressed Concrete, Journal of J.P.C.E.A., Special Issue for the 10th International Congress of the FIP, Vol. 27, Extra Number, 1985, pp. 83-96.

WATANABE, F. and H. MUGURUMA: Strength Evaluation of R/C Column Failing in Shear, Transactions of the Japan Concrete Institute, Vol.76, 1985, pp. 285-292.

金彡 潔・甲津功夫・木上貴夫・奥田英貴：高造引張力を受ける鋼構造接合部の力学的挙動に関する研究，防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 193-207.

金彡 潔・甲津功夫：鋼材および突合せ溶接合部のエネルギー吸収能力について，日本建築学会構造系論文報告集，No. 351, 1985, pp. 94-102.

金子 潔・西澤英和・小鹿紀英：地震力を受けた鉄骨モデル部材のX線観察，日本建築学会構造系論文報告集，第354号，1985, pp. 12-22.

金子 潔・甲津功夫・藤村和男・篠原 祥・木上貴夫：高速載荷時の鋼構造接合部の力学的挙動に関する実験的研究 その1，鋼素材，突合せ溶接接合部，高力ボルト摩擦接合部の載荷実験，日本建築学会構造系論文報告集，第359号，1986, pp. 84-92.

若林 實・南 宏一・藤原悌三・中村 武・社家寛子：袖壁付き柱の耐力と変形性状の評価法，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），1985, pp. 105-108.

若林 実・中村 武：復元力特性，GBRC, 財団法人日本建築総合試験所，Vol. 10, No. 2, 1985, pp. 4-20.

NONAKA, T.: Boundary Conditions as Applied to Buckling Tests of Angles, Proc. of the Pacific Structural Steel Conference, Auckland, New Zealand, Vol. 2, 1986, pp. 337-350.

NAKAMURA, T.: Strength and Deformability of H-Shaped Steel Beams and Lateral Bracing Requirements, Proc. of International Conference on Steel Structures, Recent Research Advances and Their Application to Design, Budva, Yugoslavia, Part 1, 1986, pp. 177-186.

NAKAMURA, T. and M. WAKABAYASHI: Dynamic Response of Three-Story Frames, Proc. of Pacific Steel Conference, Auckland, New Zealand, Vol. 2, 1986, pp. 203-219.

NAKAMURA, T. and M. WAKABAYASHI: Lateral Buckling of Steel Beams with Reinforced Concrete Slab, Proc. of Pacific Structural Steel Conference, Auckland, New Zealand, Vol. 2, 1986, pp. 395-406.

NAKAMURA, T and M. WAKABAYASHI: Mathematical Formulation of Hysteretic Restoring-Force Characteristics of Reinforced Concrete Members, Proc. of the 7th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1986, pp. 1375-1380.

WAKABAYASHI, M. and T. NAKAMURA: Mechanical and Mathematical Models of Hysteretic Restoring-Force Characteristics of Reinforced Concrete Elements, Proc. of International Symposium on Fundamental Theory of Reinforced and Prestressed Concrete, Nanjing, China, Vol. 2, 1986, pp. 664-671.

WAKABAYASHI, M. and T. NAKAMURA: Hysteretic Restoring-force Characteristics of Steel Components and Systems, Steel Structures, Recent Research Advance and Their Application to Design, Edited by M. N. Pavlovic, 1986, pp. 511-546.

IWAI, S., K. MINAMI and M. WAKABAYASHI: Stability of Slender Reinforced Concrete Columns Subjected to Biaxially Eccentric Loads, Bull. DPRI, Vol. 36, Parts 3, 4, No. 321, 1986, pp. 137-157.

岩井 哲・南 宏一・若林 實：2軸偏心圧縮を受ける鉄筋コンクリート長柱の終局耐力（その1，正方形断面柱の載荷実験），日本建築学会構造系論文報告集，第367号，1986, pp. 59-68.

浅草 肇・中村 武・若林 実：鉄骨コンクリート部材要素の軸方向力・曲げモーメント・曲率関係，日本建築学会論文報告集，第359号，1986, pp. 19-25

TAKANASHI, K. and T. NAKAMURA: Design Formulas for Beam-Columns and Their Background, Proc. of Pacific Structural Steel Conference, Auckland, New Zealand, Vol. 2, 1986, pp. 351-364.

NONAKA, T.: Formulation of Inelastic Bar Under Repeated Axial and Thermal Loadings, Journal of Engineering Mechanics, ASCE, Vol. 113, No. 11, 1987, pp. 1647-1664.

岩井 哲・南 宏一・若林 實：非対称2軸偏心荷重を受ける鉄筋コンクリート長柱の弾塑性挙動，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 147-167.

岩井 哲・南 宏一・若林 實：2軸偏心圧縮を受ける鉄筋コンクリート長柱の終局耐力（その2 実験挙動の解析的考察），日本建築学会構造系論文報告集，第378号，1987, pp. 67-74.

竹脇 出・中村恒善：剪断型建築構造物のファジィ最適設計，第1回構造物の安全性および信頼性に関する国内シンポジウム論文集，第1巻，1987, pp. 459-464.

太田克也・石井淳一・中村 武・野中泰二郎：鋼柱の弾塑性座屈挙動に関する一実験，防災研年報，第30巻，B-1号，1987, pp. 133-146.

MUGURUMA, H., F. WATANABE and M. NISHIYAMA: Improving the Flexural Ductility of Pretensioned High Strength Spun Concrete Piles by Lateral Confining of Concrete, Proc. of Pacific Conference on Earthquake Engineering, New Zealand, August, Vol. 1, 1987, pp. 385-396.

WATANABE, F. and H. MUGURUMA: Evaluation of Shear Strength of R/C Members Subjected to Combined Stresses, Proc. of Pacific Conference on Earthquake Engineering, New Zealand, August, Vol. 1, 1987, pp. 249-260.

WATANABE, F., H. MUGURUMA, T. MATSUTANI and D. SANDA: Utilization of High Strength Concrete for Reinforced Concrete High-Rise Buildings in Seismic Area, Utilization of High Strength Concrete, Proc. of Symposium in Stavanger Norway June, 1987, pp. 655-666.

NISHIYAMA, M., H. MUGURUMA and F. WATANABE: On the Low-Cycle Fatigue Behaviours of Concrete and Concrete Members Under Submerged Condition, Utilization of High Strength Concrete, Proc. of Symposium in Stavanger Norway June, 1987, pp. 319-330.

岩井 哲・野中泰二郎：繰返し載荷を受ける構造部材の塑性疲労―研究の現状分析と展望―，防災研年報，第31号B-1，1988, pp. 89-104.

IWAI, S., K. MINAMI and M. WAKABAYASHI: Stability of Slender Reinforced Concrete Members Subjected to Static and Dynamic Loads, Proc. of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. VIII, 1988, pp. 901-906.

NONAKA T. and S. IWAI: Failure of Bar Structures under Repeated Loading, STRUTURAL FAILURE, Ed. T. Wierzbicki and N. Jones, Wiley, New York, 1989, pp. 389-433 (Chapter 12).

岩井 哲・U. BOURGUND・野中泰二郎：繰返し載荷を受ける構造部材の塑性疲労―鋼板要素の破壊実験―，防災研年報，第32号B-1，1989, pp. 133-147.

NONAKA, T.: Elastic-Plastic Bar under Changes in Temperature and Axial Load, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 115, No. 12, 1989, pp. 3059-3075.

NONAKA, T. and S. IWAI: Structural Failure Due to Repeated Loading, Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 165-180.

BOURGUND, U., S. IWAI, H. KAMEDA and T. NONAKA: Damage Assessment of Steel Elements for Seismic Reliability Estimation of Structural Systems, Bull. DPRI, Vol. 39, No. 341, 1989, pp. 63-86.

HIRATA, K., Y. KOBAYASHI, H. KAMEDA and H. SHIOJIRI: Reliability Analysis for Seismically Isolated FBR System, Trans. of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, 1989, pp. 115-120.

BOURGUND, U., S. IWAI and H. KAMEDA: A Continuous Damage Index for Seismic Reliability Assessment of Structural Steel Elements, Proc. of the 5th International Conference on Structural Safety and Reliability, San Francisco, August 1989, pp. 745-746b.

岩井 哲・野中泰二郎：地震時における鋼構造部材・要素の極低サイクル疲労破壊，京都大学防災研究所都市耐震センター研究報告，第4号，1990, pp. 21-36.

IWAI, S., T. NONAKA, U. BOURGUND, and H. KAMEDA: Structural Failure Due to Very Low Cycle Fatigue of Steel Members and Elements under Earthquake Loading, Proc. 8th Japan Earthquake Engineering Symposium, Tokyo, Vol. 2, 1990, pp. 1377-1382.

1.5.2 構造物の地震時の挙動

WAKABAYASHI, M., T. FUJIWARA, T. NAKAMURA and T. BASOTOV: Experimental Study on the Dynamic Characteristics of Isolated Structure, Bull. DPRI, Vol. 31, Part 3, No. 282, 1981, pp. 151-169.

若林 實・藤原悌三・中村 武・富田真一：1層鋼骨組の捩れ振動実験，防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 157-169.

南井良一郎：建築構造物の確率論的地震応答解析について，防災研年報，第24号a, 1981, pp. 1-13.

LAKSHMANAN, N. and R. MINAI: Dynamic Soil Reactions in Radially Non-Homogeneous Soil Media, Bull. DPRI, Vol. 31, Part 2, No. 279, 1981, pp. 79-114.

KOBORI, T., R. MINAI and K. BABA: Dynamic Behavior of a Pile Under Earthquake Type Loading, International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, Vol. II, 1981, pp. 795–800.

KOBORI, T. and Y. SHINOZAKI: Earthquake Response of Structures under a Topographic Site Condition, Theoretical and Applied Mechanics, Vol. 30, 1981, pp. 285–302.

小堀鐸二・日下部馨・瀬戸川葆：やや硬質な地盤における正方形基礎の Dynamical Ground Compliance, 日本建築学会論文集, 第305号, 1981, pp. 17–28.

小堀鐸二・日下部馨・堀　弘：隣接基礎を考慮した Dynamic Ground Compliance について, 日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 93–96.

小堀鐸二・篠崎祐三・吉田一博：進行波動による弾性層上の構造物の振動特性, 日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 105–108.

小堀鐸二・日下部馨・松村孝夫：成層地盤の Dynamical Ground Compliance について, 日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 109–112.

小堀鐸二・日下部馨・松村孝夫・尾崎昌彦：起振機による基礎ブロックの振動実験　その1　実験概要及び基礎下の応力分布について, 日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 113–116.

小堀鐸二・日下部馨・松村孝夫・山本幸正：起振機による基礎ブロックの振動実験　その2　基礎ブロックの振動特性について：日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 117–120.

小堀鐸二・日下部馨・久宝聡博・牧口尚弘：起振機による基礎ブロックの振動実験　その3　基礎地盤の動特性について, 日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 121–124.

小堀鐸二・篠崎祐三：不整形地盤の振動特性—その1　起振機試験による波動伝播特性の検出—, 日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 125–128.

小堀鐸二・篠崎祐三・森山健一：不整形地盤の振動特性—その2　計算値と実測値の対比—, 日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 129–132.

小堀鐸二・篠崎祐三・三田　彰：P 波及び SV 波入射による不整形地盤—構造物系の振動特性—, 日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 133–136.

小堀鐸二・日下部馨・篠崎祐三・前野敏元：非対称地盤上の構造物の振動特性, 日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系), 1981, pp. 137–140.

國枝治郎・中西啓二：球形液体貯槽の地震応答解析, 防災研年報, 第24号 B-1, 1981 , pp. 127–155.

KUNIEDA, H., Y. YOKOYAMA and M. ARAKAWA: Cylindrical Pneumatic Membrane Structures Subject to Wind, Proc. of ASCE, Vol. 107, 1981, pp. 851–867.

WAKABAYASHI, M., T. FUJIWARA, T. NAKAMURA, M. TOMAZEVIC and Y. ORITO: Experimental Study on the Seismic Resistance of Brick Masonry Walls, Proc. of the 6th Japan Earthquake Engineering Symposium-1982, pp. 881–888.

若林　實・藤原悌三・北原昭男：2方向地動を受ける立体構造物の動的崩壊過程　その1, 防災研年報, 第25号 B-1, 1982, pp. 129–149.

FUJIWARA, T. and A. KITAHARA: Dynamic Failure Tests of Space Structures Subjected to Bi-Directional Horizontal Ground Motion, Proc. of the 6th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1982, pp. 737–744.

SUZUKI, Y. and R. MINAI: Seismic Stochastic Response of State-Dependent Hysteretic Structures, Proc. of the 6th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1982, pp. 1169–1176.

若林　實・藤原悌三・北原昭男：2方向水平地動を受ける立体構造物の動的崩壊過程—その2　周波数特性の影響—, 防災研年報, 第26号 B-1, 1983, pp. 183–198.

若林　實・藤原悌三・中村　武・下戸芳寛：補強煉瓦造の耐震性に関する実験的研究（その1), 日本建築学会近畿支部研究報告集, (構造系) 第23号, 1983, pp. 457–460.

小堀鐸二・篠崎祐三・尾崎昌彦・神田克久：油圧制御起振機を用いた不整形地盤の振動実験—その1　実験概要及

び地盤調査—，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第23号，1983, pp. 357-360.

小堀鐸二・篠崎祐三・尾崎昌彦・神田克久：油圧制御起振機を用いた不整形地盤の振動実験—その2　不整形地盤の振動特性—，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第23号，1983, pp. 361-364.

小堀鐸二・篠崎祐三・尾崎昌彦・神田克久：油圧制御起振機を用いた不整形地盤の振動実験—その3　不整形地盤の波動伝播特性—，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第23号，1983, pp. 365-368.

小堀鐸二・篠崎祐三・佐藤耕造：群杭に支持された構造物の振動特性，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），第23号，1983, pp. 377-380.

KOBORI T. and Y. SHINOZAKI: Applications of the Boundary Integral Equation Method to Dynamic Soil-Structure Interaction Analysis under Topographic Site Condition, Proc. of the 5th International Conference on Boundary Elements, 1983, pp. 731-740.

KUNIEDA, H.: Solutions of Free Vibrations of Spherical Shells Part 3 Natural Frequencies and Modes in Axi- and Anti-symmetric State, 日本建築学会論文報告集，第325号，1983, pp. 57-66.

國枝治郎：上下地震動を受ける球形ドームの応答解析，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 161-171.

國枝治郎：球形シェルの軸対称自由振動時の近似解，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 173-181.

國枝治郎・佐々木道夫：不規則外乱を受けるパラメトリック共振系の動的安定について，日本建築学会大会学術講演梗概集，1983, pp. 2323-2324.

若林　實・藤原悌三・北原昭男・桑名　斉：2方向水平地動を受ける立体構造物の動的崩壊過程—その3　限界変形と P-Δ 効果—，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 125-139.

若林　實・渡辺泰志：構造物の復元力特性の形状が動的応答に及ぼす影響について，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 141-171.

若林　實・藤原悌三・中村　武・久保尚文・陶器浩一：連層耐震壁付架構の振動実験，第21回自然災害科学総合シンポジウム，1984, pp. 89-92.

若林　實・藤原悌三・中村　武・林　康裕・斉藤哲朗：鋼3層骨組の地震時挙動に関する実験的研究（その1・実験結果），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），1984, pp. 457-460.

若林　實・藤原悌三・中村　武・林　康裕：鋼3層骨組の地震時挙動に関する実験的研究（その2・歪速度の影響評価と解析結果），日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），1984, pp. 461-464.

若林　實・藤原悌三・北原昭男・桑名　斉：定常地動の作用する鉄骨立体架構の弾塑性挙動，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），1984, pp. 1055-1056.

FUJIWARA, T. and A. KITAHARA: On the Aseismic Safety of Space Structures under Bi-Directional Ground Motion, Proc. of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, Vol. IV, 1984, pp. 639-646.

SUZUKI, Y. and R. MINAI: A Method of Seismic Response Analysis of Hysteretic Structures Based on Stochastic Differential Equations, Proc. of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. IV, 1984, pp. 459-466.

KUNIEDA, H.: Flexural Axisymmetric Free Vibrations of a Spherical Dome: Exact Results and Approximate Solutions, J. Sound and Vibration, Vol. 92, 1984, pp. 1-10.

KUNIEDA, H.: Earthquake Response of Liquid Storage Thin Spherical Tanks, Proc. of the 8th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 7, 1984, pp. 437-444.

若林　實・藤原悌三・中村　武・田中　宏：構造物の復元力特性の形状が動的応答に及ぼす影響について（その2），防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 281-296.

若林　實・藤原悌三・中村　武・久保尚文・陶器浩一：連層耐震壁付鉄筋コンクリート架構の履歴性状に及ぼす基礎浮上りの影響，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 267-280.

MINAI, R. and Y. SUZUKI: Seismic Reliability Analysis of Building Structures, Proc. of the ROC-JAPAN Joint Seminar on Multiple Hazards Mitigation, 1985, pp. 193-208.

SUZUKI, Y. and R. MINAI: Seimic Reliability Analysis of Hysteretic Structures Based on Stochastic Differential Equations, Proc. of the 4th International Conference on Structural Safety and Reliability, Vol. II, 1985, pp. 177-186.

若林 實・藤原悌三・中村 武・田中 宏：劣化型構造物の定式化履歴ループの形状と動的応答，日本建築学会近畿支部研究報告集（構造系），1985, pp. 301-304.

藤原悌三：立体架構の弾塑性地震応答，GBRC, Vol. 10, No. 4, 1985, pp. 19-24.

FUJIWARA, T., T. NAKAMURA and H. TOHKI: Shaking Table Test of R/C Shear Walled Frames with Uplifting of the Foundation, Proc. of the 7th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1986, pp. 1141-1146.

藤原悌三・中村 武・陶器浩一：連層耐震壁付鉄筋コンクリート架構の履歴性状に及ぼす基礎浮上りの影響（その2），防災研年報，第29 B-1，1986, pp. 125-137.

南井良一郎・鈴木祥之：確率微分方程式による履歴構造物の耐震信頼度解析，第7回日本地震工学シンポジウム，1986, pp. 1567-1572.

鈴木祥之・南井良一郎：履歴構造物の地震時損傷と耐震信頼度解析，第7回日本地震工学シンポジウム，1986, pp. 1561-1566.

SUZUKI, Y. and R. MINAI: Stochastic Stability of Nonlinear Dynamical Systems, Preprints of the 18th JAACE Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications, 1986.

南井良一郎・鈴木祥之：構造物の耐震信頼度解析，GBRC, Vol. 11, No. 1, 1986, pp. 6-19.

南井良一郎：構造物の耐震信頼性設計―荷重抵抗係数設計法―，GBRC, Vol. 11, No. 3, 1986, pp. 5-27.

KUNIEDA, H.: Responses of Spherical Domes Subjected to Vertical Earthquakes, Proc. of IASS Symposium, 1986, pp. 33-40.

藤原悌三・中村 武・細川高志：2方向地動を受ける弾塑性構造物のランダム応答に関する解析的研究，日本建築学会近畿支部研究報告集，1987, pp. 261-264.

南井良一郎・鈴木祥之：履歴構造物の耐震信頼性の確率論的推定，構造物の安全性および信頼性，第1巻，1987, pp. 171-176.

MINAI, R. and Y. SUZUKI: Stochastic Estimates of Nonlinear Dynamic Systems, Stochastic Approaches in Earthquake Engineering, Lecture Notes in Engineering, Vol. 32, Springer-Verlag, 1987, pp. 204-230.

鈴木祥之・南井良一郎：非線形構造物の初通過型破壊に対する信頼度解析，構造物の安全性および信頼性，第1巻，1987, pp. 123-128.

SUZUKI, Y. and R. MINAI: Stochastic Seismic Damage and Reliability Analysis of Hysteretic Structures, Nonlinear Stochastic Dynamic Engineering Systems, Springer-Verlag, 1987, pp. 407-418.

SUZUKI, Y. and R. MINAI: Application of Stochastic Differential Equations to Seismic Reliability Analysis of Hysteretic Structures, Stochastic Approaches in Earthquake Engineering, Lecture Notes in Engineering, Vol. 32, Springer-Verlag, 1987, pp. 334-372.

KUNIEDA, H.: A Trial Regarding Prediction of Critical Excitation for Dynamic Instability of Space Structures, Proc. 日韓コロキウム，1987, pp. 135-142.

國枝治郎：動的安定限界外力の予測法に関する試み，日本建築学会大会学術講演梗概集，1987, pp. 89-90.

FUJIWARA, T. and T. HOSOKAWA: Random Response of Inelastic Space Structures Subjected to Bi-Directional Ground Motion, Bull. DPRI, Vol. 38, No. 338, 1988, pp. 163-185.

FUJIWARA, T. and T. HOSOKAWA: Random Response of Space Structures Subjected to Bi-Directional Ground Motion, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 5, 1988, pp. 197-202.

FUJIWARA, T., A. KITAHARA and T. HOSOKAWA: A Column Safe Design Method of Multi-Story Building Structures under Earthquake Motion, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 5, 1988, pp. 185-190.

國枝治郎：動的安定限界外力に関する二，三の検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，1988, pp. 1307-1308.

SUZUKI, Y. and R. MINAI: Seismic Damage and Reliability Analysis of Hysteretic Multi-Degree-of-Freedom Structures, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 8, 1989, pp. 773-778.

MINAI, R. and Y. SUZUKI: Stochastic Estimates of Hysteretic Structural Systems under Seismic Excitations, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 5, 1989, pp. 271-276.

SUZUKI, Y. and R. MINAI: Application of Stochastic Differential Equations to Seismic Reliability Analysis of Hysteretic Structures, Probabilistic Engineering Mechanics, Vol. 3, No. 1, 1988, pp. 43-52.

MINAI, R. and Y. SUZUKI: Nonlinear Wave Equation of Hysteretic Media, Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar of Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 111-124.

SUZUKI, Y. and R. MINAI: Seismic Reliability Analysis of Hysteretic Structural Systems, Computational Mechanics of Probabilistic and Reliability Analysis Edited by Wing Kam Liu and Ted Belytschko, Chapter 23, Elmepress International, 1989, pp. 510-541.

上田純人・鈴木祥之・南井良一郎：多自由度履歴構造物の確率論的推定に関する研究，日本建築学会近畿支部研究報告集，1989, pp. 153-156.

鈴木祥之・南井良一郎：履歴構造物系の非正規確率等価線形化法，日本建築学会近畿支部研究報告集，1989, pp. 157-160.

藤原悌三・喩 徳明：鉄筋コンクリート平面架構の地震応答に及ぼす動的軸力の影響，日本建築学会近畿支部研究報告集，1989, pp. 141-144.

KUNIEDA, H.: On Dynamic Instability of Structures Subject to Dynamic Excitation: A Trial Regarding Prediction of Incipient Instability, Proc. of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 5, 1989, pp. 1-6.

國枝治郎：動的安定限界外力の予測法の検討の続報，日本建築学会大会学術講演梗概集，1989, pp. 1119-1120.

藤原悌三・喩 徳明：断面力間の相互作用を考慮した RC 立体架構の地震応答性状，防災研年報，第33号 B-1, 1990, pp. 147-162.

YU, D. and T. FUJIWARA: Effects of Dynamic Axial Forces on the Responses of a Reinforced Concrete Space Frame Subjected to Bi-Directional Horizontal Ground Motions, Proc. of the 8th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1990, Vol. 2, pp. 1677-1682.

河本裕介・鈴木祥之・南井良一郎：確率論的構造制御について，日本建築学会近畿支部研究報告集，1990, 6, pp. 441-443.

國枝治郎：上下地震動を受ける球形シェル Part 1. 固有モードの設置と次の論文 (Part 2) の問題点，日本建築学会近畿支部構造力学講究録，第7号，1990, pp. 131-134.

KUNIEDA, H: Classical Buckling of Spherical Domes Subject to Uniform Load, Proc. of the Third Summer Colloquium on Shell and Spatial Structures, 1990, pp. 121-128.

1.5.3 地盤と構造物の動的相互作用

土岐憲三・三浦房紀・野口雅之：強震時における杭基礎構造物の非線形挙動，防災研年報，第24号 B-2, 1981, pp. 1-22.

TOKI, K., T. SATO and F. MIURA: Separation and Sliding between Soil and Structure during Strong Ground Motion, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 9, 1981, pp. 263-277.

土岐憲三・三浦房紀：地盤—構造物系の非線形地震応答解析，土木学会論文報告集，第317号，1982, pp. 61-68.

土岐憲三・三浦房紀・寺田倫康：水—地盤—護岸構造物系の地震応答解析，防災研年報，第25号 B-2, 1982, pp. 67-83.

土岐憲三・三浦房紀・大竹敏雄：3次元ジョイント要素による地盤—構造物系の非線形震動解析，土木学会論文報告集，第322号，1982, pp. 51-61.

土岐憲三・三浦房紀・小国嘉之：地震時における斜面の安定解析，第6回日本地震工学シンポジウム論文集，1982, pp. 681-688.

佐藤忠信・日野 徹：構造物の振動解析における数値積分法の誤差評価，第6回日本地震工学シンポジウム論文集，1982, pp. 1049-1056.

TOKI, K. and F. MIURA: Nonlinear Seismic Analysis of Soil-Structure Interaction System, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 11, 1983, pp. 77-89.

TOKI, K., Y. FUKUMORI, M. SAKO and T. TSUBAKIMOTO: Recommended Practice for Earthquake Resistant Design of High Pressure Gas Pipeline, Proceedings of the International Symposium on Life line Earthquake Engineering, the 4th National Congress on Pressure Vessel and Piping Technology, Earthquake Behaviour and Safety of Oil and Gas Storage Facilities, Buries Pipelines and Equipment, Portland, 1983, pp. 349-356.

TOKI, K., F. MIURA and Y. OGUNI: Dynamic Stability Analyses with a Non-Linear Finite Element Method, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 13, 1985, pp. 151-171.

TOKI, K., F. MIURA: Analysis of Nonlinear Seismic Response of Soil-Structure System and Fault Rupture Mechanism by Finite Element Method, Proceedings of the ROC-JAPAN Joint Seminar on Multiple Hazards Mitigation, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 1985, pp. 295-313.

MIURA, F. and K. TOKI: Estimation of Natural Frequency and Damping Factor for Dynamic Soil Structure Interaction Systems, Proc. 3rd Int. Conf. on Soil Dyn. and Earthq. Eng. (Development in Geotechnical Engineering 43), 1987, pp. 73-87.

TOKI, K. and C. S. FU: Generalized Method for Non-linear Seismic Response Analysis of a Three Dimensional Soil-Structure Interaction System, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 15, 1987, pp. 945-961.

土岐憲三・佐藤忠信・藤岡 晃：等価線形化を用いたRC橋脚の非弾性応答予測，第1回計算力学シンポジウム報文集，1987, pp. 335-340.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・NOZAR KISHI GARMROUDI・吉川正昭：地盤—構造物系の非線形動的相互作用に関するハイブリッド実験法の開発，防災研年報，31号B-2，1988, pp. 23-38.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・市原和彦：地盤—構造物系の非線形復元力特性の同定，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 1-21.

TOKI, K., T. SATO., J. KIYONO., N. K. GARMROUDI., S. EMI and M. YOSHIKAWA: Hybrid Study on Nonlinear Soil-Structure Systems, Japan-China (Taipei) Joint Seminar, 1989, pp. 135-144.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・NOZAR KISHI GARMROUDI・江見 晋・吉川正昭：地盤—構造物系の非線形動的相互作用に関するハイブリッド実験システムの開発，土質工学シンポジウム，1989, pp. 91-98.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・NOZAR KISHI GARMROUDI・吉川正昭：杭基礎の非線形復元力に関するハイブリッド実験，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 11-22.

佐藤忠信：地盤との動的相互作用を考慮した構造系の時間応答解析法，第2回計算力学シンポジウム報文集，1989, pp. 287-292.

佐藤忠信・土岐憲三・宮田 和：非弾性動的相互作用を考慮した地盤—構造物系の最大応答予測，第2回計算力学シンポジウム報文集 1989, pp. 281-286.

SATO, T., K. TOKI and K. SUGIYAMA: Optimal Control of Seismic Response of Structure, Japan-China (Taipei) Joint Seminar, 1989, pp. 191-200.

TOKI, K., T. SATO and J. KIYONO: Identification of Structural Parameters and Input Ground Motion from Response Time Histories, Proc. fo JSCE, No. 410/I-12, 1989, pp. 243-251.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・竹内廣高：カルマンフィルタを用いた多入力系の入力地震動の推定，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 23-38.

佐藤忠信・杉山和久：作動遅延時間を考慮した地盤—構造物系の最適震動応答制御，第3回計算力学シンポジウム，1989, pp. 373-380.

TOKI, K., T. SATO, J. KIYONO, N. KISHI, S. EMI and M. YOSHIKAWA: Hybrid Experiment on Pile Groups Taking into

Account Earthquake-Induced Nonlinear Soil-Structure Interaction, Proc. of the 8th Japan Earth. Eng. Symp., 1990, pp. 1491–1496.

TOKI, K., T. SATO, J. KIYONO, N. KISHI, S. EMI and M. YOSHIKAWA: Seismic Observation and Simulation of a Soil-Pile System, Proc. of the 8th Japan Earth. Eng. Symp., 1990, pp. 1497–1502.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・NOZAR KISHI GARMROUDI・江見 晋・吉川正昭：杭基礎系の非線形動的相互作用に関するハイブリッド実験，構造物の基礎と地盤との動的相互作用に関するシンポジウム，土質工学会，1990, pp. 129–136.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・NOZAR KISHI GARMROUDI・吉川正昭・荒野政信：杭基礎—地盤系の振動数依存性に関する一考察，構造物の基礎と地盤との動的相互作用に関するシンポジウム，土質工学会，1990, pp. 109–116.

TOKI, K., T. SATO, J. KIYONO, N. KISHI, S. EMI and M. YOSHIKAWA: Hybrid Experiments on Non-Linear Earthquake-Induced Soil-Structure Interaction, Earthquake Enginerring and Structural Dynamics, Vol. 19, 1990, pp. 709–723.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・Nozar KISHI Garmroudi・吉川正昭：地盤—杭基礎系の非線形動的相互作用に関するハイブリッド実験，防災研年報，第33号 B–2，1990, pp. 13–23.

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・吉川正昭・荒野政信：2本杭基礎—地盤全体系の共振曲線と複素剛性，第4回計算力学シンポジウム報文集，1990, pp. 209–216.

SATO, T., K. TOKI and K. SUGIYAMA: Optimal Control of Seismic Response of Structures, Proc. of JSCE, Struc. Eng./Earthq. Eng., Vol. 7, No. 1, 1990, pp. 179s–188s.

SATO, T. and K. TOKI: Active Control of Seismic Response of Structures, Intelligent Structures, ELSEVIER APPLIED SCIENCE, pp. 282–298.

佐藤忠信・土岐憲三・宮田 和：動的相互作用を考慮した杭基礎—構造物系の非線形最大応答予測，第4回計算力学シンポジウム報文集，1990, pp. 217–222.

SATO, T. and K. TOKI: Active Control of Seismic Response of Structures, Jour. of Intell. Mater. Syst. and Struct., Vol. 1, 1990, pp. 447–475.

SATO, T., K. TOKI, J. KIYONO, N. KISHI, M. KITAZAWA and M. ARANO: Time Integration Scheme for Soil-Structure Systems with Frequency Dependent Complex Stiffness, Proc of the Seventh Conference of the International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics, Cairns Australia, Vol. 2, 1991, pp. 1209–1214.

TOKI, K., T. SATO, J. KIYONO, N. KISHI, K. OSHIMA and M. YOSHIKAWA: Hybrid Experiments on Nonlinear Earthquake-Induced Soil-Structure Interaction, Proc. of the Seventh Conference of the International Association for Computer Mehtods and Advances in Geomechanics, Cairns Australia, Vol. 2, 1991, pp. 881–886.

1.6 都市構造物の耐農性

1.6.1 都市建築物群の地震被害推定

北原昭男・藤原悌三：都市における建築構造物の地震被害推定に関する基礎的研究(1)—木造構造物の地震応答推定—，防災研年報，第31号 B–1，1988, pp. 105–126.

北原昭男・藤原悌三：都市域における建築構造物群の地震被害推定に関する研究，京都大学防災研究所都市耐震センター研究報告第3号，1989, pp. 50–77.

北原昭男・藤原悌三：都市における建築構造物の地震被害推定に関する基礎的研究(2)—低層鉄筋コンクリート構造物の地震応答推定—，防災研年報，第32号 B–1，1989, pp.149–163.

KITAHARA, A. and T. FUJIWARA: Earthquake Hazards of Building Structures in Urban Areas, Proc. of the Japan–China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, Kyoto, 1989, pp. 181–190.

北原昭男・藤原悌三：都市における建築構造物の地震被害推定に関する基礎的研究(3)—木造構造物群の地震被害推定—，防災研年報，第33号 B–1，1990, pp. 163–177.

北原昭男・藤原悌三：都市における建築構造物群の地震被害推定に関する研究，第8日本地震工学シンポジウム論文集，第2巻，1990, pp. 2241-2246.

1.6.2 ライフライン構造物の耐震性

小西一郎・亀田弘行・松橋数保：都市高速道路の実態荷重とその安全性評価，JCOSSAR'87 論文集—構造物の安全性および信頼性—，Vol. 1, 1987, pp. 189-194.

久保雅邦・亀田弘行：着目点載荷と渋滞荷重列の組合せによる道路橋の最大活荷重特性の解析，土木学会論文集，第398号 I-10, 1988, pp. 285-294.

YANG, R., H. KAMEDA and S. TAKADA: Shell Model FEM Analysis of Buried Pipelines under Seismic Loading, Bull. DPRI, Vol. 38, 1988, pp. 115-146.

亀田弘行・北 啓之：載荷車両の動的効果を考慮した道路橋の地震応答特性，防災研年報，第32号 B-2, 1989, pp. 49-82.

KAMEDA, H. and M. KUBO: Lifetime-Maximum Load Effect for Highway Bridges Based on Stochastic Combination of Typical Traffic Loadings, Proc. of the 5th International Conference on Structural Safety and Reliability, San Francisco, August 1989, pp. 1783-1790.

亀田弘行・北 啓之・盛川 仁：載荷車両の動的効果を考慮した道路橋の地震荷重，構造工学論文集，Vol. 36A, 1990, pp. 791-801.

KONISHI, I., H. KAMEDA, K. MATSUHASHI, S. EMI and M. KITAZAWA: Safety Assessment of Urban Expressway Bridges Based on Probabilistic Modeling of Multiple Load Environments, Structural Safety, 1990, pp. 35-55.

KAMEDA, H., M. SUGITO, J. ISENBERG and E. RICHARDSON: Analysis of Strong Motion Array Record at Parkfield Pipeline Experiment Site in the 1989 Loma Prieta Earthquake, Proc. of the 8th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1990, pp. 529-534.

1.7 システムの耐震性

1.7.1 ライフライン系の耐震性

SATO, T. and A.D. KIUREGHIAN: Seismic Hazard Analysis of Lifeline Incorporating Soil and Geologic Effects, Proceedings of the 3rd International Congress of Microzonation for Safer Construction, 1982, pp. 1701-1711.

SATO, T. and A. D. KIUREGHIAN: Dynamic Behaviour of Ground for Seismic Analysis of Lifeline Systems, Report UCB/EERC-82/01, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, California, 1982, pp. 1-60.

SATO. T.: Seismic Reliability Analysis of Lifeline Networks Taking into Account Fault Extent and Local Ground Condition, Natural Disaster Sciences, Vol. 6, No. 2, 1984, pp. 51-72.

佐藤忠信：地盤震動と液状化を考慮したライフライン要素の破壊ポテンシャル，第1回地盤工学における数値解析法シンポジウム論文集，1986, pp. 247-254.

SATO, T. and I. SUETOMI: Seismic Reliability Analysis of Large Scale Lifeline Networks, Proceedings of the 7th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1986, pp. 2023-2028.

SATO, T. and K. TOKI: Upgrading Seismic Reliability of Large Scale Lifeline Networks, Recent Advances in Lifeline Earthquake Engineering, 1987, pp. 21-38.

亀田弘行・杉戸真太・後藤尚男・神田 仁：上水道における地震被害の経年的影響について，防災研年報，第30号 B-2, 1987, pp. 121-138.

SATO, T., K. TOKI and T. SEKIYA: Critical Components for Upgranding Seismic Reliability of Large Lifeline Networks, Proc. of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, Porc. of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. VII, 1988, pp. 135-140.

KAMEDA, H., M. SUGITO and H. KANDA: Long-Term Effects of Earthquake Damage on Water Supply Pipelines, Proc.

of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. VII, 1988, Tokyo-Kyoto, pp. 5-10.

SHINOZUKA, M., T. KOIKE and H. KAMEDA: Seismic Reliability of Hierarchical Lifeline Systems, UEHR Report No. 2, UEHR/DPRI, Kyoto University, 1988, pp. 45-62.

SATO, T., K. TOKI and T. SEKIYA: Identification and Upgrading of Critical Components for Improving Seismic Reliability of Large Lifeline Networks, 3rd U.S.-Japan Workshop on Earthquake Disaster Prevention for Lifeline Systems, 1989, pp. 184-195.

能島暢呂・亀田弘行：ライフライン系における地震防災システムの基本構造に関する考察，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 89-109.

SHINOZUKA, M., and H. KAMEDA: Reliability and Risk Assessment of Lifeline Systems, UEHR Report No. 3, UEHR/DPRI, Kyoto University, 1989, pp. 37-49.

SATO, T., K. TOKI and H. HAMADA: A Method for Analyzing Seismic Reliability of Realistic Large Lifeline Networks, Proc. of the 8th Japan Earth. Eng. Symp., 1990, pp. 2115-2120.

亀田弘行・神田 仁・杉戸真太：震害要因とその経年的影響に基づく上水道の耐震健全度評価，構造工学論文集，Vol. 36A, 1990, pp. 813-825.

能島暢呂・亀田弘行：クロス・インパクト法によるライフライン系の地震時相互連関のモデル化，防災研年報，第33号B-2，1990, pp. 25-37.

KAMEDA, H., and M. SHINOZUKA: Urban Lifeline System —Its Vulnerability and Reconstruction after Earthquakes—, UEHR Report No. 4, UEHR/DPRI, Kyoto University, 1990, pp. 37-51.

NOJIMA, N. and H. KAMEDA: Risk Analysis of Earthquake Disaster Interaction among Lifeline Systems, Proc. of the 8th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1990, pp. 2121-2126.

KAMEDA, H., K. ASAOKA, C. SCAWTHORN and M. KHATER: Effects of the 1989 Loma Prieta Earthquake on the Bay Area Transportation Systems, Proc. of the 8th Japan Earthquake Engineering Symposium, 1990, pp. 2127-2132.

NOJIMA, N., H. KAMEDA and M. SHINOZUKA: Fundamental Structure of Earthquake Disaster Countermeasures in Lifelines, Journal of Natural Disaster Science, Vol. 12, No. 1, 1990, pp. 29-47.

1.7.2 都市地震防災のシステム論的研究

ZORAN, M., H. KAMEDA and J. PETRIVSKI: An Integrated Prediction Model for Estimation of Regional/Urban Seismic Damage, Research Report No. 86-ST-02, School of Civil Engineering, Kyoto University, 1986.

亀田弘行・岩井 哲・北原昭男・能島暢呂：都市耐震のための研究領域の分析，都市防災シンポジウム講演集，土木学会関西支部，1987, pp. 207-216.

KAMEDA, H., S. IWAI, A. KITAHARA and N. NOJIMA: Urban Earthquake Hazards Reduction —Problem Areas and Needs for Multi-Disciplinary Research—, Proc. of US-Asia Conference on Engneering for Mitigating Natural Hazards Damage, Bangkok, Thailand, 1987, pp. D9-1～D9-12.

亀田弘行・岩井 哲・北原昭男・能島暢呂：都市震害のシステム分析序論，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 67-91.

KAMEDA, H.: Steps towards the Goal of Urban Seismic Risk Reduction, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. VIII, 1988, Tokyo-Kyoto, pp. 1091-1096.

ZORAN M., H. KAMEDA and J. PETROVSKI: Integrated Modelling and Predictive Estimation of Urban/Rural Seismic Losses, Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. VIII, August 1988, Tokyo-Kyoto, pp. 1043-1048.

黒田勝彦：自然災害リスクを考慮した土地利用計画，京都大学防災研究所都市耐震センター研究報告，第2号，1988, pp. 63-93.

KAMEDA, H., J. AKAMATSU, S. IWAI, A. KITAHARA and N. NOJIMA: Development in Urban Earthquake Hazard Research —Current Activities at UEHR—, Proc. of the 2nd KAIST-Kyoto University Joint Seminar/Workshop, 1989,

Kyoto, pp. 79-92.

亀田弘行：近代都市の耐震対策，土木学会誌別冊増刊，Vol. 74-6, 1989, pp. 26-29.

小林正美：建築空間における災害時の人間行動―その環境行動学的アプローチ―，京都大学防災研究所都市耐震センター研究報告，第3号，1989, pp. 97-103.

1.8 震害調査

中村 武・藤原悌三：1983年鳥取県中部地震による建築物の被害について，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 307-316.

亀田弘行・高田至郎・森田 環：1987年 Whittier Narrows 地震による都市型震害とその分析，防災研年報，1988, 第31号 B-2，pp. 93-111.

岩井 哲・北原昭男・神田 仁・亀田弘行：1987年千葉県東方沖地震被害調査報告，京都大学防災研究所都市耐震センター研究報告，第2号，1988, pp. 117-141.

藤原悌三・佐藤忠信・久保哲夫・村上ひとみ：1988年ネパール・インド国境地震の災害調査，防災研年報，第32号 A, 1989, pp. 71-95.

FUJIWARA, T., T. SATO., T. KUBO and H. MURAKAMI: Reconnaissance Report on the 21 August 1988 Earthquake in the Nepal-India Border Region, Research Report on Natural Disasters, Japanese Group for Natural Disaster Science, No. B-63-4, 1989, pp. 1-121.

藤原悌三：1988年ネパール・インド国境地震の災害調査，第26回自然災害科学総合シンポジウム，1989, pp. 83-94.

SATO, T. and J. KIYONO: Estimation of Seismic Intensity of Ground Motion During the 21 August 1988 Earthquake in the Nepal-India Border Region, Journal of Natural Disaster Science, Vol. 11, No. 2, 1989, pp. 21-36.

藤原悌三・佐藤忠信・久保哲夫・村上ひとみ：1988年ネパール・インド地震による建物被害の要因分析，第8回日本地震工学シンポジウム論文集，第1巻，1990, pp. 31-36.

MURAKAMI, H., T. FUJIWARA, T. SATO and T. KUBO: Pattern of Casualty Occurrence due to the 1988 Earthquake in the Nepal-India Border Region, Proc. of the 9th Symposium on Earthquake Engineering, Roorkee, 1990, Vo. 1, pp. 3. 25-3. 32.

FUJIWARA, T., T. SATO, T. KUBO and H. MURAKAMI: Main Causes of Building Damage Done by the 1988 Nepal-India Earthquake, Proc. of the 9th Symposium on Earthquake Engineering, Roorkee, 1990, Vol. 1, pp. 3.33- 3.40. Japan Society of Civil Engineers: Preliminary Report of JSCE Reconnaissance Team on July 16, 1990 Luzon Earthquakes, Aug. 1990, 166 p.

土木学会耐震工学委員会：フィリピン共和国地震（1990. 7. 16）報告会資料，1990, 25 p.

佐藤忠信：1989年10月17日ロマプリエタ地震の地盤震動特性，自然災害科学，Vol. 9, No. 1, 1990, pp. 27-41.

亀田弘行（研究代表者）：1989年ロマプリエタ地震によるサンフランシスコ湾岸地域の被害に関する調査研究，文部省科学研究費総合研究（A）突発災害研究成果，1990.

亀田弘行：1989年ロマ・プリエタ地震による被害と問題点，防災研年報，第33号 A, 1990, pp. 29-70.

亀田弘行・長谷川金二・谷内田昌：道路・鉄道網への影響，ロマプリータ地震震害調査報告，土木学会耐震工学委員会，土木学会論文集，第422号/I-14, 1990, pp. 43-51.

亀田弘行・高田至郎・森 吉昭・根岸七洋・谷口 元・福田寛允・八木高司：ライフライン施設の被害と復旧，ロマプリータ地震震害調査報告，土木学会耐震工学委員会，土木学会論文集，第422号/I-14, 1990, pp. 51-71.

能島暢呂・吉川徹志・山本康正：1989年7月伊豆東方沖群発地震におけるライフライン事業者の災害対応，京都大学防災研究所都市耐震センター研究報告，第4号，1990, pp. 52-80.

2. 火山災害に関する研究

2.1 噴 火 予 知

2.1.1 噴火予知に関する調査研究

石原和弘・原田 徹・桐野好生・前川徳光・横山 泉：吾妻山周辺における精密重力測定，吾妻火山集中総合観測報告，1981, pp. 87-91.

植木貞人・村上栄寿・佐藤隆司・花房清直・三品正明・高木章雄・江頭庸夫・中村貞美：吾妻火山における光波測量，吾妻火山集中総合観測報告，1981, pp. 43-54.

和田卓彦：火山性微動の発生機構 (II)，火山，第2集，第26巻1号，1981, pp. 1-7.

江頭庸夫・石原和弘・中村貞美：桜島火山周辺の地盤変動と噴火活動，第4回桜島火山の集中総合観測—昭和55年10月～12月—，1982, pp. 19-21.

石原和弘：桜島南岳の最近の山頂噴火活動，火山，第2集，第27巻2号，1982, pp. 141-142.

石原和弘・横山 泉・前川徳光・田島広一：桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定，第4回桜島火山の集中総合観測—昭和55年10月～12月—，1982, pp. 39-45.

加茂幸介編：第4回桜島火山の集中総合観測（昭和55年10月～12月），全国主要火山の集中総合観測，1982.

加茂幸介：桜島火山活動の経過，第4回桜島火山の集中総合観測—1980年10月～12月—，1982, pp. 1-4.

加茂幸介・西 潔・高山鉄朗・渡辺義徳：桜島火山の地震活動について，第4回桜島火山の集中総合観測—1980年10月～12月—，1982, pp. 5-10.

加茂幸介・西 潔・高山鉄朗・須藤靖明：赤外線映像による桜島火山の地表温度異常域の調査—地上赤外測定—，第4回桜島火山の集中総合観測—昭和55年10月～12月—，1982, pp. 21-31.

河村 譴・水野喜昭・永野哲郎・加藤誼司・馬場広成・池田 清・福島秀樹・行武 毅・田中良和・増田秀晴：桜島およびその周辺地域における地磁気測定，第4回桜島火山の集中総合観測—昭和55年10月～12月—，1982, pp. 47-57.

宮崎 務・鍵山恒臣・辻 浩・三ケ田均・行田紀也・渡部暉彦・江頭庸夫：浅間火山における水準測量，浅間山集中総合観測報告（昭和56年），1982, pp. 25-30.

田中良和・増田秀晴・行武 毅・河村 譴・水野喜昭・永野哲郎・馬場広成・池田 清・福島秀樹：桜島における双極子法電気抵抗測定，第4回桜島火山の集中総合観測—昭和55年10月～12月—，1982, pp. 59-67.

西 潔・井口正人：南九州の地震活動の予察，防災研年報，第26号B-1，1983, pp. 23-29.

加茂幸介・江頭庸夫・西 潔・石原和弘・高山鉄朗・中村貞美：口永良部火山1980年9月の噴火活動，鹿児島県の地震と火山，第13・15合併号，1984, pp. 37-43.

河村 譴・桑島正幸・永野哲郎・仲谷 清・馬場広成・池田 清・田中良和・増田秀晴・行武 毅・吉野登志男：阿蘇山およびその周辺地域における地磁気測定，阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告(1981年8～12月)，1984, pp. 39-46.

菊池茂智・江藤敏治・迫 幹雄・外 輝明：阿蘇火山の精密水準測量（1981年）および近年のデータのまとめ，阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告(1981年8～12月)，1984, pp. 22-28.

久保寺章：火山活動に関連する地震活動，月刊地球，第6巻12号，1984, pp. 710-715.

久保寺章編：阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告（1981年8月～12月），全国主要火山の集中総合観測，1984.

久保寺章・里村幹夫・福田洋一・塚本博則・植木貞人：阿蘇周辺における重力の精密測定（1979年5月および1981年11月），阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告(1981年8～12月)，1984, pp. 33-38.

西 潔：爆発に先行する火山性B型地震の群発，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 29-34.

西　潔・田沢堅太郎：伊豆大島1983年5月31日の群発地震，火山，第2集，第29巻2号，1984, pp. 109-111.

小野博尉・迫　幹雄：阿蘇火山での光波測距儀による辺長測量(2)，阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告(1981年8～12月)，1984, pp. 29-32.

小野博尉・外　輝明：阿蘇火山中岳周辺の地震活動（1981年)，阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告(1981年8～12月)，1984, pp. 7-16.

須藤靖明：火山性微動の消長（1978～1982年)，阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告(1981年8～12月)，1984, pp. 1-6.

須藤靖明・江藤敏治・山田年広・増田秀晴・迫　幹雄:阿蘇火山カルデラ周辺の地震活動（1981～1982年)，阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告(1981年8～12月)，1984, pp. 17-21.

須藤靖明・山田年広・増田秀晴：阿蘇カルデラ周辺の地震活動と発震機構，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 35-44.

須藤靖明・山田年広・西　潔・井口正人・高山鉄朗：阿蘇火山中岳火口内の熱的調査—地上赤外熱映像装置による観測—，阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告（1981年8～12月)，1984, pp. 57-64.

田中良和・増田秀晴・山田年広・行武　毅・吉野登志男・小川康雄・中川一郎・河村　譴・桑島正幸・永野哲郎・仲谷　清・馬場広成・池田　清：阿蘇における電気抵抗測定，阿蘇火山の集中総合観測（第2回）報告(1981年8～12月)，1984, pp. 47-56.

渡辺秀文・前川徳光・石原和弘：樽前火山における精密重力測定，主要活火山の集中総合観測報告（樽前山第1回—1983年—)，1984, pp. 171-175.

渡辺秀文・前川徳光・鈴木敦生・山下　済・江頭庸夫・中村貞美：有珠火山周辺における精密水準測量，主要活火山の集中総合観測報告（有珠山第2回—1982年—)，1984, pp. 25-31.

井口正人：火口近傍における火山性地震波の解析，火山，第2集，第30巻1号，1985, pp. 1-10.

宮崎　務・長田　昇・辻　浩・下鶴大輔・江頭庸夫：伊豆大島三原山の上下変動測量（水準測量:含1984年実施測量結果)，伊豆大島集中総合観測報告（昭和58年)，1985, pp. 35-41.

西　潔・田沢堅太郎：伊豆大島群発地震の1例—1983年5月31日の群発地震—，伊豆大島集中総合観測報告（昭和58年)，1985, pp. 9-14.

西　潔・中村貞美・須藤靖明・平林順一：草津白根火山の地上赤外線映像による地表温度異常域の調査，第2回草津白根火山集中総合観測報告書（1984年9月～10月)，1985, pp. 69-84.

小野博尉・須藤靖明・菊池茂智：伊豆大島南部における地震観測，伊豆大島集中総合観測報告（昭和58年)，1985, pp. 25-33.

行武　毅・吉野登志男・歌田久司・下村高史・坂下至功・中川一郎・田中良和・徳本哲男：伊豆大島火山三原山およびカルデラ壁周辺での電気抵抗測定，伊豆大島集中総合観測報告（昭和58年)，1985, pp. 63-76.

江頭庸夫・中村貞美：山頂噴火活動に伴う地盤変動，第5回桜島火山の集中総合観測—昭和57年10月～12月—，1986, pp. 11-21.

原田　朗・大地　洸・加藤誼司・仲田　清・外谷　健・池田　清・河村　譴・永野哲郎・行武　毅・吉野登志男・歌田久司・田中良和・増田秀晴・田中秀文：桜島および周辺部における地磁気測定，第5回桜島火山の集中総合観測—昭和57年10月～12月—，1986, pp. 41-60.

石原和弘・横山泉・前川徳光・田島広一：桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定，第5回桜島火山の集中総合観測—昭和57年10月～12月—，1986, pp. 33-40.

加茂幸介編：第5回桜島火山の集中総合観測（昭和57年10月～12月)，全国主要火山の集中総合観測，1986.

加茂幸介：桜島火山活動の経過，第5回桜島火山の集中総合観測—1982年10月～12月—，1986, pp. 1-4.

加茂幸介・石原和弘：地盤変動連続観測で捕捉された山頂噴火の前駆現象，防災研年報，第29号B-1，1986, pp. 1-12.

加茂幸介・西　潔・井口正人・高山鉄朗：赤外線映像による桜島火山の地表温度異常域の調査，第5回桜島火山の集中総合観測—昭和57年10月～12月—，1986, pp. 29-32.

加茂幸介・西　潔・井口正人・高山鉄朗・渡辺義徳：桜島火山の地震活動について，第5回桜島火山の集中総合観測—1982年10月～12月—，1986, pp. 5-10.

田中良和・増田秀晴・行武　毅・河村　譲・永野哲郎・仲田　清・外谷　健・池田　清：桜島における大地比抵抗観測，第5回桜島火山の集中総合観測—昭和57年10月～12月—，1986, pp. 61-69.

井口正人：火山体内部の貯溜水における「高周波水中振動」と火山活動との関係について，防災研年報，第30号B-1, 1987, pp. 1-7.

宮崎　務・長田　昇・沢田宗久・鍵山恒臣・辻　浩・江頭庸夫・清水　洋：三宅島における水準測量，そのII，新設路線の水準測量（1985年10月1日～14日），第2回三宅島集中総合観測報告（昭和60年），1987, pp. 11-14.

小野博尉：阿蘇火山の波形の似た火山性地震，防災研年報，第30号B-1，1987, pp. 19-28.

須藤靖明：鶴見岳火山及びその周辺の地震活動，火山，第2集，第32巻3号，1987, pp. 205-218.

江頭庸夫：桜島火山における噴火の前駆現象，火山，第2集，第33巻2号，1988, pp. 104-106.

江頭庸夫：桜島火山周辺における地盤変動，第6回桜島火山の集中総合観測—昭和60年10月～12月—，1988, pp. 15-19.

江頭庸夫：諏訪之瀬島における三角水準測量，第1回諏訪之瀬島火山の集中総合観測—1984年7・8月—，1988, pp. 31-33.

原田　朗・仲谷　清・立川　徹・中山　正・徳本哲男・池田　清・福島秀樹・行武　毅・田中良和：桜島およびその周辺地域における地磁気観測，第6回桜島火山の集中総合観測—昭和60年10月～12月—，1988, pp. 63-72.

石原和弘・小林哲夫：桜島の最近の火山活動（口絵写真解説），火山，第2集，第33巻，1988, pp. 269-271.

石原和弘・宮町宏樹・横山　泉・田島広一・沢田宗久：桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定，第6回桜島火山の集中総合観測—昭和60年10月～12月—，1988, pp. 47-53.

加茂幸介：桜島火山活動の経過—1983年～1985年—，第6回桜島火山の集中総合観測—1985年10月～12月—，1988, pp. 1-5.

加茂幸介編：第6回桜島火山の集中総合観測（昭和60年10月～12月），全国主要火山の集中総合観測，1988.

加茂幸介編：第1回諏訪之瀬島火山の集中総合観測（昭和63年7月～8月），全国主要火山の集中総合観測，1988.

加茂幸介・西　潔・井口正人・高山鉄朗：赤外線映像による桜島火山の地表温度異常域の調査，第6回桜島火山の集中総合観測—昭和60年10月～12月—，1988, pp. 31-36.

加茂幸介・西　潔・井口正人・高山鉄朗・清水邦夫・山里平：桜島火山の地震活動，第6回桜島火山の集中総合観測—1985年10月～12月—，1988, pp. 7-13.

NISHIMURA, S., E. ABE and K. KATSURA: The Secular Change of Gravity and Its Gradient around Sakurajima, Southern Part of Kyushu, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 258-264.

西　潔：諏訪之瀬島火山の火山性微動，第1回諏訪之瀬島火山の集中総合観測—1984年7・8月—，1988, pp. 13-17.

西　潔・中村貞美・園田忠惟・岡田弘・前川徳光・植木貞人・河野俊夫・渡部暉彦・増谷文雄・小野博尉・須藤靖明：諏訪之瀬島火山の地震活動，第1回諏訪之瀬島火山の集中総合観測—1984年7・8月—，1988, pp. 1-11.

西村　進・阿部悦夫・桂　京造：鹿児島県姶良カルデラ付近の重力鉛直勾配の経年変化について，第6回桜島火山の集中総合観測—昭和60年10月～12月—，1988, pp. 55-62.

Sakurajima Volcanological Observatory, Kyoto University: Ground Deformation at Sakurajima and around Aira Caldera Associated with the Volcanic Activity, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 292-295.

TANAKA, Y. and S. KATO: Geomagnetic and Electrical Observations on Sakurajima, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 265-267.

江頭庸夫：噴火活動に伴う桜島火山および姶良カルデラ周辺の地盤変動，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 29-39.

江頭庸夫：桜島火山周辺における地盤変動—1985年～1988年—，第7回桜島火山の集中総合観測—昭和63年10月～12月—，1989, pp. 13-19.

平林順一・大場 武・小坂丈予・小沢竹二郎・江頭庸夫・井口正人・坂元隼雄・小野高弘：火山ガス成分と桜島火山の活動状況(7)，第7回桜島火山の集中総合観測—1988年10月～12月—，1989，pp. 65-76.

井口正人：火山性地震 BL・BH の初動の押し引き分布，防災研年報，第32号 B-1，1989，pp. 13-22.

石原和弘・井口正人：火山体の変形，表面活動と火山性地震発生の関係(1)—微小地震の群発現象について—，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 1-11.

石原和弘・沢田宗久・大久保修平・植木貞人・宮町宏樹・前川徳光：桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定，第7回桜島火山の集中総合観測—昭和63年10月～12月—，1989, pp. 33-39.

加茂幸介：桜島火山活動の経過—1986年～1988年—，第7回桜島火山の集中総合観測—1988年10月～12月—，1989，pp. 1-5.

加茂幸介編：第7回桜島火山の集中総合観測（昭和63年10月～12月），全国主要火山の集中総合観測，1989.

加茂幸介・石原和弘・井口正人：桜島火山観測所における最近の研究成果，第7回桜島火山の集中総合観測—1988年10月～12月—，1989, pp. 103-115.

加茂幸介・西 潔・井口正人・高山鉄朗・池田安彦・宇平幸一：桜島火山の地震活動，第7回桜島火山の集中総合観測—1988年10月～12月—，1989, pp. 7-11.

加茂幸介・西 潔・井口正人・高山鉄朗：赤外線映像による桜島火山の地表温度異常域の調査，第7回桜島火山の集中総合観測—昭和63年10月～12月—，1989, pp. 27-31.

唐牛公平・仲谷 清・酒井晴男・池田 清・菅原政志・大和田毅・福島秀樹・山本哲也・加藤誼司・桑島正幸・上井哲也・田中良和・増田秀晴：桜島およびその周辺地域における地球電磁気観測，第7回桜島火山の集中総合観測—昭和63年10月～12月—，1989, pp. 47-58.

西村 進・阿部悦夫・西田潤一・桂 京造：桜島での重力の経年変化について，第7回桜島火山の集中総合観測—昭和63年10月～12月—，1989, pp. 41-45.

和田卓彦：火山性地震の発震機構，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 23-28.

石原和弘：地殻変動・重力等の測定によるマグマ活動の検知，火山，第2集，第34巻，火山学の基礎研究特集号，1990, pp. s235-s246.

2.1.2 観測・解析・予知システムの開発

西 潔：火山活動度予測のための火山性震動高速自動処理，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp.9-17.

石原和弘：観測坑道を用いた精密総合観測，火山，第2集，第33巻2号，1988, pp. 109-111.

ISHIHARA, K.: Prediction of Summit Eruption by Tilt and Strain Data at Sakurajima Volcano, Japan, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 207-210.

Sakurajima Volcanological Observatory, Kyoto University: Volcano Monitoring at the Sakurajima Volcanological Observatory, Kagoshima Int. Conf .on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 230-233.

SUDO, Y.: Development of Device for Successive Spectral Analysis of Volcanic Micro-Tremors, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 331-334.

KAMO, K. and K. ISHIHARA: A Preliminary Experiment on Automated Judgement of the Stages of Eruptive Activity Using Tiltmeter Records at Sakurajima, Japan, in "Volcanic Hazards", ed., J. H. LATTER, IAVCEI Proc. in Volcanology, Vol. 1, Springer-Verlag, 1989, pp. 585-598.

2.2 火山の活動機構に関する基礎的研究

三浪俊夫・久保寺章・表俊一郎・木下保美：豊肥地熱地域における地震活動，日本地熱学会誌，第3巻1号，1981, pp. 43-53.

NISHIMURA, S.: On the Fission-Track Dating of Tuffs and Volcanic Ashes, Nucl. Tracks, Vol. 5, No. 1/2, 1981, pp. 157-167.

西村 進・西田潤一：クラカタウ火山地域の調査，九十九地学，第16号，1981, pp. 18-27.

須藤靖明：阿蘇カルデラ西部地域の地震活動，火山，第2集，第26巻4号，1981, pp. 263-279.

田中良和・江頭庸夫・中村貞美・須藤靖明・増田秀晴：スタッキング電気探査装置の開発と阿蘇火口周辺における電気探査について，防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 21-28.

和田卓彦・西村敬一：阿蘇カルデラの地下構造について，火山，第2集，第26巻2号，1981, pp. 83-92.

石原和弘：吉松地震観測所における地震観測（III）—震源近傍で観測された先行傾斜変化—，防災研年報，第25号B-1，1982, pp. 11-22.

久保寺章・伊藤 潔・村上寛之・三浪俊夫：爆破地震動から求めた九重火山群の深部構造—Time-Term 法による—，火山，第2集，第27巻2号，1982, pp. 81-95.

井口正人・石原和弘・加茂幸介：火山弾の飛跡の解析—放出速度と爆発圧力について—，防災研年報，第26号B-1，1983, pp. 9-21.

石原和弘・井口正人・加茂幸介：火山の爆発過程における噴煙および火山ガスの放出について，防災研年報，第26号B-1，1983, pp. 1-7.

小野博尉：阿蘇火山火口近傍の地震波振幅異常，防災研年報，第26号B-1，1983, pp. 31-41.

ISHIHARA, K.: Dynanic Analysis of Volcanic Explosion, J. Geodynamics, Vol. 3, 1985, pp. 327-349.

久保寺章：九重火山地域における爆破地震動から求めた推定地下構造と深層試錐結果との対比，火山，第2集，第30巻3号，1985, pp. 211-214.

石原和弘・井口正人・田平 誠：火山爆発に伴う空気振動の観測，第5回桜島火山の集中総合観測—昭和57年10月～12月—，1986, pp. 131-138.

加茂幸介・石原和弘：最近桜島火山で発生した小型火砕流，火山噴火に伴う乾燥粉体流（火砕流等）の特質と災害，（研究代表者：荒牧重雄），1986, pp. 129-135.

加茂幸介・石原和弘：火山の爆発機構—Vulcano 式噴火に伴う諸現象の特性—，火山噴火に伴う乾燥粉体流（火砕流等）の特質と災害，（研究代表者：荒牧重雄），1986, pp. 213-223.

西村 進・茂木 透：桜島火山における ELF・MT 法による比抵抗測定，防災研年報，第29号B-1，1986, pp. 13-21.

NISHIMURA, S. and S. SUPARKA: Tectonic Development of East Indonesia, J. Southeast Asia Earth Sci., Vol. 1, No. 1, 1986, pp. 45-57.

NISHIMURA, S., S. NISHIDA, T. YOKOYAMA and F. HEHUWAT: Neo-Tectonics of the Strait Sunda, Indonesia, Jour. Southeast Asia Earth Sci., Vol. 1, No. 2, 1986, pp. 81-91.

TATSUMI, Y.: Formation of Volcanic Front in Subduction Zones, Geophys. Res. Lett., Vol. 13, 1986, pp. 717-720.

巽 好幸：沈み込み帯マグマの成因，火山，第2集，第30巻，1986, pp. s153-s172.

TATSUMI, Y., D. L. HAMILTON and R. W. NESBITT: Chemical Characteristics of Fluid Phases from a Subducted Lithosphere and Origin of Arc Magmas: Evidence from High-Pressure Experiments and Natural Rocks, J. Volcanol. Geotherm. Res., Vol. 29, 1986, pp. 293-309.

江頭庸夫・清水 洋・福井理作・桑原総一・園田忠惟：雲仙地溝における垂直変動，自然災害西部地区部会報，第4号，1987, pp. 75-78.

KUBOTERA, A.: Long Period Volcanic Earthquakes Observed at Volcano Aso on August 1973, Bull. Volcanol. Soc. Japan, Ser. 2, Vol. 32, 1987, pp. 125–129.

石原和弘：地球物理学的観測による桜島火山のマグマ溜りおよび火道の推定，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 59–73.

KUBOTERA, A.: Mechanism of the Earthquakes with M Equal to or Greater Than 6 That Occurred in Volcanoes (Including Calderas) and Their Relation to Volcanic Activity, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 160–163.

松本 聡・植木貞人・西 潔：噴火機構—桜島火山の爆発にともなう空中垂直電界変動，地電流変化，地震動の同時観測，第6回桜島火山の集中総合観測—1985年10月～12月—，1988, pp. 125–134.

MOGI, T., E. M. ARSADI, S. NISHIMURA, I. KATSURA, J. NISHIDA and K. KUSUNOKI: Resistivity Structure beneath Sakurajima Volcano Inferred from ELF-Magnetotellurics and Controlled Source Audiofrequency Magnetotellurics Prospecting, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 268–271.

西村 進・茂木 透・桂 京造：桜島火山における ELF・MT 法による比抵抗構造，第6回桜島火山の集中総合観測—1985年10月～12月—，1988, pp. 73–79.

NISHIMURA, S. and S. SUPARKA: Tectonic Development of Indonesian Island Arcs, J. Paleont. Soc., Korea, Vol. 4, 1988, pp. 69–74.

須藤靖明：阿蘇カルデラ地殻上部構造，火山，第2集，第33巻2号，1988, pp.130–134.

TAHIRA, M., K. ISHIHARA and M. IGUCHI: Monitoring Volcanic Eruptions with Infrasonic Waves, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 530–533.

TANAKA, Y., S. HANEDA and A. SUZUKI: The Resistivity Structure beneath the Aso Caldera, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 335–338.

TATSUMI, Y. and H. ISOYAMA: Transportation of Beryllium with H_2O at High Pressures, Geophys. Res. Lett., Vol. 15, 1988, pp. 180–183.

西村 進・Edy M. ARSADI・桂 郁雄・山田悦久・茂木 透・西田潤一・楠健一郎：ELF-MT 法および CSA-MT 法による桜島火山の比抵抗構造，第7回桜島火山の集中総合観測—1988年10月～12月—，1989, pp. 59–63.

巽 好幸：マントルウェッジの地球化学的発達史，岩鉱，特別号，4，1989, pp. 143–150.

TATSUMI, Y.: Migration of Fluid Phases and Genesis of Basalt Magmas in Subduction Zones, J. Geophys. Res., Vol. 94, 1989, pp. 4697–4707.

TATSUMI, Y. and T. KOYAGUCHI: An Absarokite from a Phlogopite Lherzolite Source, Contrib. Mineral. Petrol., Vol. 102, 1989, pp. 34–40.

TATSUMI, Y. and S. MARUYAMA: Boninites and High-Mg Andesites: Tectonics and Petrogenesis, in A. J. Crawford (ed.), "Boninites and Related Rocks", Unwin Hyman, London, 1989, pp. 50–71.

TATSUMI, Y., Y. OTOFUJI, T. MATSUDA and S. NOHDA: Opening of the Sea of Japan Back-Arc Basin by Asthenospheric Injection, Tectonophysics, Vol. 166, 1989, pp. 317–329.

GOTO, A. and Y. TATSUMI: Stability of Chlorite in the Upper Mantle, Am. Mineral., Vol. 75, 1990, pp. 105–108.

井口正人・石原和弘：爆発的噴火に伴う地震動・空気振動の比較研究—桜島火山と諏訪之瀬島火山の比較—，防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 1–12.

ISHIHARA, K.: Pressure Sources and Induced Ground Deformation Associated with Explosive Eruptions at an Andesitic Volcano : Sakurajima Volcano, Japan, in "Magma Transport and Storage", edited by M. P. RYAN, John Wiley & Sons Ltd, 1990, pp. 335–356.

OKADA, H., Y. NISHIMURA, H. MIYAMACHI, H. MORI and K. ISHIHARA: Geophysical Significance of the 1988–1989 Explosive Eruptions of Mt. Tokachi, Hokkaido, Japan, Bull. Volcanol. Soc. Japan, Vol. 35, No. 2, 1990, pp. 175–203.

田平 誠・石原和弘・鵜飼悦子：伊豆大島1986年，1987年噴火に伴い愛知県刈谷市で観測されたインフラソニック

波，火山，第2集，第35巻1号，1990, pp. 11-25.

TATSUMI, Y. and S. NOHDA: Geochemical Stratification in the Upper Mantle : Evidence from Leg 115 Basalts in the Indian Ocean, Proc., ODP, Sci., Results, 115, 1990, pp. 63-69.

TATSUMI, Y., S. MARUYAMA and S. NOHDA: Mechanism of Back-Arc Opening in the Japan Sea: Role of Asthenospheric Injection, Tectonophysics, Vol. 181, 1990, pp. 299-306.

2.3 噴 火 災 害

江頭庸夫：有史時代の噴火に伴った固体噴出物量の調査，桜島火山，噴火災害の特質と Hazard Map の作製およびそれによる噴火災害の予測の研究，（研究代表者，下鶴大輔）文部省科学研究費，自然災害特別研究成果，A-56-1, 1981, pp. 164-173.

石原和弘・高山鉄朗・田中良和・平林順一：桜島火山の溶岩流 (I)—有史時代の溶岩流の容積—，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 1-10.

久保寺章：本邦における噴火予知・火山災害・火山活動に伴う環境問題，火山，第2集，第26巻3号，1981, pp. 205-220.

江頭庸夫：桜島火山から放出された降下火山灰量について，鹿児島県の地震と火山，第13・15合併号，1984, pp. 45-53.

井口正人・加茂幸介：火山爆発により放出される火山岩塊・レキの到達距離，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 15-27.

石原和弘・井口正人・加茂幸介：数値計算による1983年三宅島溶岩流の再現，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 1-14.

加茂幸介・石原和弘・井口正人：1983年三宅島噴火による阿古地区溶岩流の考察，自然災害特別研究，突発災害研究成果報告書，1984, pp. 191-198.

加茂幸介・井口正人：噴石の到達範囲の考察，桜島地域学術調査協議会調査研究報告，1984, pp. 68-78.

石原和弘・井口正人・加茂幸介：桜島火山の溶岩流 (II)—大正溶岩流のシミュレーション—，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 1-11.

石原和弘・井口正人・加茂幸介：玄武岩質溶岩流のシミュレーション—1983年三宅島溶岩流への適用—，火山，第2集，第29巻，三宅島噴火特集号，1984, pp. 242s-252s.

高橋 保：火砕流の発生と流動の機構，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 283-296.

高橋 保：火砕流・土石なだれの流動メカニズム，火山噴火に伴う乾燥粉体流（火砕流等）の特質と災害（文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果報告書），No. A-61-1, 1986, pp. 25-41.

高橋 保：火砕流の流動式および auto-suspension の意義に関する実験的検討，火山噴火に伴う乾燥粉体流（火砕流等）の特質と災害（文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果報告書），No. A-61-1, 1986, pp. 55-60.

高橋 保・江頭進治：Nevado Del Ruiz 火山の噴火にともなう泥流について，地震工学振興会ニュース，第89号，1986, pp. 15-23.

高橋 保・江頭進治：泥流の調査，南米コロンビア国ネバド・デル・ルイス火山の1985年噴火と災害に関する調査研究報告書（文部省科学研究費自然災害特別研究突発災害研究成果報告書）、No. B-60-7，1986, pp. 61-95.

高橋 保：ネバド・デル・ルイス火山，セント・ヘレンズ火山の噴火と土砂災害—災害予測地図との関連—，土木施工，第27巻8号，1986, pp. 81-84.

DIBBLE, R. R.: Volcanic Hazards in New Zealand, 防災研究所年報，第31号 A, 1988, pp.27-45.

ETO, T.: An Estimation of the Amount and the Dispersal of Volcanic Ashfalls Ejected by Summit Eruptions at Sakurajima Volcano, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 3-13.

IGUCHI, M.: Estimated Range of the Block and Lapilli Ejected by the Summit Eruptions at Sakurajima, Kagoshima Int.

Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 583-586.

石原和弘・井口正人・加茂幸介：数値計算による1986年伊豆大島溶岩流の再現，火山，第2集，第33巻，伊豆大島噴火特集号，1988，pp. s64-s76.

石原和弘・井口正人・加茂幸介：1986年伊豆大島溶岩流シミュレーションの再検討，—噴火中の地形変化の影響について—，防災研年報，第31号B-1，1988，pp. 75-87.

ISHIHARA, K., IGUCHI, M. and KAMO, K.: Numerical Simulation of Lava Flows at Sakurajima, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 479-482.

KAMO, K.: A dialogue with Sakurajima Volcano, Kagoshima Int. Conf. on Volcanoes 1988, Proceedings, 1988, pp. 3-13.

江頭庸夫・加茂幸介：模擬溶岩流による住民の避難行動の検討—桜島火山—，災害と避難行動に関する研究（研究代表者，鈴木裕久），昭和63年度文部省科学研究費，重点領域(1)，課題番号63601014, 1989, pp. 113-118.

高橋 保：火山災害と砂防，砂防と治水，Vol. 22, No. 4, 1989, pp. 9-11.

ISHIHARA, K., IGUCHI, M. and KAMO, K.: Numerical Simulation of Lava Flows on Some Volcanoes in Japan, in "Lava Flows and Domes", ed. by J. H. FINK, IAVCEI Proceedings in Volcanology, Vol. 2, Springer-Verlag, 1990, pp. 174-207.

京都大学防災研究所附属桜島火山観測所：桜島火山の爆発的噴火によるガラスの被害調査報告，火山噴火予知連絡会会報，第47号，1990, pp. 96-102

3. 災害の原因となる気象現象に関する研究

3.1 強 風

ISHIDA, H., V. B. WAYNE and Y. MITSUTA: The Effects of Mesoscale Convective Cells on the Surface Wind Field over the Ocean Boundary-Layer Meteorology, Vol. 29, 1984, pp. 75-84.

MITSUTA, Y., N. MONJI and D. H. LENSCHOW: Comparisons of Aircraft and Tower Measurements around Tarama Island during the AMTEX'75, J. Climate and Applied Meteorology, Vol. 25, No. 12, 1986, pp. 1946-1955.

文字信貴・光田 寧：積乱雲からの下降流に伴う突風の観測(1)，防災研年報，第29号B-1，1986, pp. 241-250.

井上治郎：カタバ風，南極の科学，3. 気象，古今書院，1988, pp. 57-82.

石田廣史・光田 寧・V. B. WAYNE：海上風速と気温の中規模変動と大気状態の特性，海と空，64巻4号，1989, pp. 35-48.

INOUE, J.: Surface Drag over Snow Surface of the Antarctic Plateau 1. Factors Controlling Surface Drag over the Katabatic Wind Region. J. Geophys. Res., Vol. 94, No. D2, 1989, pp. 2207-2217.

INOUE, J.: Surface Drag over Snow Surface of the Antarctic Plateau 2. Seasonal Change of Surface Drag in the Katabatic Wind Region J. Geophys. Res., Vol. 94, No. D2, 1989, pp. 2219-2224.

竹久正人・光田 寧：ソーダによる境界層内の Low Level Jet の観測，防災研年報，第33号B-1，1990, pp. 259-274.

3.2 台風と竜巻

ISHIZAKI, H., Y. MITSUTA, Y. TANIIKE and Y. IWATANI: A Tatsumaki in Tokyo on February 28th, 1978, Wind Engineering, Vol. 1, 1980, pp. 111-120.

光田 寧・文字信貴・石川裕彦：1979年に発生した台風に伴う竜巻，防災研年報，第23号B-1，1980, pp. 289-301.

石川裕彦・光田 寧：負渦度領域を持つ軸対称渦の安定性，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 345-356.

光田 寧・藤井 健・塚本 修：台風域内における地表風のシミュレーション，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 273-282.

光田 寧・文字信貴：大火災に伴う旋風について，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 255-271.

文字信貴：竜巻渦の室内実験，防災研年報，第25号 A, 1982, pp. 27-45.

文字信貴・光田 寧：竜巻実験装置を用いた1セル及び2セル渦の実験，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 393-401.

MONJI, N. and Y. MITSUTA: An Experiment on the Rotation Source of the Small Scale Atmospheric Vortices, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 61, No. 1, Feb., 1983, pp. 91-99.

柿本 均・光田 寧：気象衛星ひまわりの赤外輝度データで見た台風8013 (ORCHID) のライフサイクル，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 325-337.

藤井 健・光田 寧：日本に来襲する台風とそれに伴う強風の数値解析，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 325-337.

MITSUTA, Y. and N. MONJI: Development of a Laboratory Simulator for Small Scale Atmospheric Vortices, Natural Disaster Science, Vol. 1, 1984, pp. 43-54.

柿本 均・光田 寧：急激に発達した台風 (T8305) の人工衛星赤外画像に現れた特徴について防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 449-461.

FUJII, T., Y. MITSUTA and K. KAWAHIRA: On the Characteristics of Severe Typhoons and Disasters Caused by Their High Wind in Japan, Proc. ROC-Japan Joint Seminar on Multi Hazards Mitigation, 1985, pp. 917-933.

藤井 健・塚本 修・光田 寧：日本本土に来襲する台風の統計的性質について，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 463-473.

MONJI, N.: A Laboratory Investigation of the Structure of Multiple Vortices, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 63, No. 5, 1985, pp. 703-713.

文字信貴・光田 寧：竜巻渦など小規模渦中に発生する副次渦の実験，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 427-436.

魏 鼎文・王 允寛・文字信貴：中国における台風の室内実験，天気，34巻5号，1986, pp. 17-26.

藤井 健・光田 寧：台風の確率モデルの作成とそれによる強風のシミュレーション，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 229-239.

MITSUTA, Y. and T. FUJII: Analysis of Typhoon Pressure Patterns over Japanese Islands (II), Natural Disaster Science, Vol. 18, No. 2, 1986, pp. 19-28.

MITSUTA, Y. and T. FUJII: Synthesis of Typhoon Wind Patterns by Numerical Simulation, Natural Disater Science, Vol. 18, No. 2, 1986, pp. 49-61.

藤井 健・光田 寧：台風域内の強風と地形との間の統計的関係についての一考察，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 279-285.

MITSUTA, Y. and T. FUJII:Analysis and Synthesis of Typhoon Wind Pattern over Japan, Bull. DPRI, 1987, Vol. 37, pp. 169-185.

光田 寧・邊田有理江：台風 T8013号 (ORCHID) の発生期の流れの場について，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 259-269.

MITSUTA, Y., N. MONJI and H. ISHIKAWA: On the Multiple Structure of Atmospheric Vortices, J. Geophys. Res., Vol. 92, No. D12, 1987, pp. 14827-14831.

藤井 健・山元龍三郎・光田 寧：台風発生数の経年変動について，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 167-175.

邊田有理江・光田　寧：台風発生期の流れの場についての解析，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 219-236.

MITSUTA, Y., T. SUENOBU and T. FUJII: Supergradient Surface Wind in the Eye of Typhoon, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 66, No. 3, 1988, pp. 505-508.

MITSUTA, Y., O. TSUKAMOTO and T. FUJII: Analysis of Typhoon Pressure Patterns over Japanese Island: The Data and Results of Analysis, Severe Storm Research Note, No. 3, 1988, pp. 71-100.

文字信貴・王　允寛・光田　寧：大気中の小規模な渦に及ぼす地表面粗度の影響に関する実験，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 177-182.

林　泰一：1988年9月25日に串本町で発生した竜巻について，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 439-452.

邊田有理江・光田　寧：熱帯における台風の発生と関連した解析，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 321-333.

光田　寧・藤井　健：日本南方洋上における台風の確率モデルの作成，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 335-348.

藤井　健・光田　寧：台風の強風の性質と確率モデルによるシミュレーション，天気，第37巻5号，1990, pp. 324-328.

HETA, Y.: An Analysis of Tropical Wind Fields in Relation to Typhoon over the Western Pacific, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 68, No. 1, 1990, pp. 65-77.

3.3 大　　雨

友杉邦雄・後町幸雄・辻　安治：豪雨の時空間分布に関する研究—メッシュ法による広域・毎時雨量資料の解析—，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 91-107.

GOCHO, Y.: Statistical Study on the Relations among Characteristics of Rainfall around the Suzuka Mountains and Meteorological Conditions during Warm Season, J. Meteorol. Soc. Japan, Vol. 60, No. 2, 1982, pp. 739-757.

友杉邦雄・辻　安治：豪雨の時空間分布に関する研究(2)—広域・毎時雨量資料に基づく相関構造の解析—，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 141-161.

中島暢太郎：大雨について—1981年11月2日の低気圧の解析—，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 131-139.

後町幸雄・中島暢太郎・元田雄四郎：昭和57年7月豪雨について，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 93-108.

後町幸雄・中島暢太郎：昭和58年7月豪雨の気象特性について，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 121-132.

友杉邦雄：面積雨量の推算値の信頼性に関する研究—長崎豪雨における雨量の空間的変動性と可能誤差の特性—，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 221-232.

友杉邦雄：レーダ雨量と地上雨量の一致性向上に関する一考察，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 179-193.

謝　平平・光田　寧：GMS 赤外・可視資料による降雨の推定について，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 201-217.

謝　平平・光田　寧：GMS 赤外データを用いた雲の解析について，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 349-359.

田中正昭・枝川尚資：1988年7月島根・広島豪雨の気象特性について，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 269-279.

XIE, P. P.: Nephanalysis of the GMS Imagery Data, Bull. DPRI, Vol. 40, 1990, pp. 57-77.

謝　平平・光田　寧：GMS 赤外線データによる夜間雲量及び雲形の推定について，防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 275-284.

3.4 干　　天

中島暢太郎・後町幸雄：琵琶湖流域の降水特性，京都大学防災研究所水資源研究センター報告，第1号，1981, pp. 3-18.

3.5 大 気 質

片山幸士・岡田直紀・山下 洋・井上治郎・青木 敦：環境指標としての降水中の微量元素，京大農学部演習林報告，第57号，1986, pp. 335-342.

HIROTA, M., H. MURAYAMA, Y. MAKINO and H. MURAMATSU: Gas-Chromatographic Measurements of Atmospheric Methane at Syowa Station in 1983 and between Tokyo and Syowa Station Late in 1984, Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol, Vol. 1, 1987, pp. 69-73.

村松久史：成層圏オゾンのモデリング，環境技術，16巻11号，1987, pp. 722-726.

KOYAMA, M., J. TAKADA, K. KAMIYAMA, Y. FUJII, J. INOUE, K. ISSIKI and E. NAKAYAMA: Neutron Activation Analysis of Snow and Ice in Antarctica, J. Radio-analytical and Nuclear Chemistry, Vol. 124, 1988, pp. 235-249.

KONDO, Y., H. MURAMATSU, W. A. MATHEWS, T. TORIYAMA and M. HIROTA: Tropospheric Ozone and Oxides of Nitrogen over the North-Western Pacific in Summer, J. Atmospheric Chemistry, Vol. 6, 1988, pp. 235-250.

高田久美子・村松久史：大気メタンの測定について，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 201-208.

HIROTA, M., H. MURAMATSU, T. SASAKI, Y. MAKINO and M. ASAHI: Atmospheric Concentrations and Distributions of CF_2C1_2, $CFC1_3$ and N_2O over Japan between 1979 and 1986, J. Meteorol. Soc. Japan, Vol. 66, No. 5, 1988, pp. 703-708.

村松久史：冬季の対流圏オゾンの長期変動について，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 193-200.

徐 国鈞・村松久史：成層圏気体成分に対する太陽紫外線変動の効果，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 249-267.

高田久美子・村松久史：大気中メタンの季節変化及び日変化の観測と解析，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 231-247.

平木隆年・玉置元則・堀口光章・光田 寧：雨水の酸性度を決定する要素について，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 311-319.

HIROTA, M., H. MURAMATSU, Y. MAKINO, M. IKEGAMI and K. TSUTSUMI: Gas-Chromatographic Measurement of Atmospheric Methane in Japan, Atmospheric Environment, Vol. 23, No. 8, 1989, pp. 1835-1839.

村松久史：阪神地方のメタンの分布・発生について，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 219-229.

MURAMATSU, H.: Distribution and Flux of Methane over Hanshin District, Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 211-216.

MURAMATSU, H.: Trends in Tropospheric Ozone and Ozone Transport from the Stratosphere, Ozone in the Atmosphere, edited by R. D. Bojkov and P. Fabian, Deepak Pub., Virginia, USA, 1989, pp. 535-538.

村松久史：フロンガス等によるオゾン層破壊，土木学会誌，第75巻4号別冊増刊，1990, pp. 25-27.

村松久史：特定フロン等によるオゾン層破壊状況と今後の行方，公害と対策，第26巻8号，1990, pp. 730-733.

村松久史：成層圏オゾンの計測とフロンによるオゾン層破壊，計測と制御，第29巻7号，1900, pp. 603-607.

3.6 気 候 変 動

NAKAJIMA, C., J. INOUE and Y. FUJII: Comparison of the Seasonal Meteorological Variations between Mizuho and Showa Stations, Antarctica in 1977, Memoirs of NIPR, Special Issue, No. 19, 1981, 10, pp. 210-222.

中島暢太郎他9名：世界の異常気象と食料生産に関する研究，文部省科学研究費自然災害特別研究報告，1982, 74 p.

INOUE, J., H. NISHIMURA and K. SATOW: The Climate of the Interior of Mizuho Plateau, Memoirs of NIPR, Special Issue, No. 29, 1983, pp. 24-36.

中島暢太郎：鴨川水害史(1)，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 75-92.

中島暢太郎・近藤裕史：南米南部の気象について，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 97-106.

水越允治：近畿・東海地方における近世の気候復元—とくに乾湿条件について—，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 121-132.

岩嶋樹也・山元龍三郎：大気大循環の年々変動と異常天候 (III)，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 283-295.

枝川尚資：気候の特色，新日本地誌ゼミナール「近畿地方」，藤原謙次郎監修，大明堂，1986 pp. 165-177.

山元龍三郎・岩嶋樹也・サンガ N. K.・星合　誠：気候ジャンプ，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 297-313.

INOUE, J.: Wind Regime of San Rafael Glacier, Patagonia, Bull. Glacier Res., No. 4, 1987, pp. 25-30.

INOUE, J., H. KONDO, Y. FUJIYOSHI, T. YAMADA, H. FUKAMI and C. NAKAJIMA: Summer Climate of the Northern Patagonia Icefield, Bull. Glacier Res., No. 4, 1987, pp. 7-14.

岩嶋樹也・畑澤宏善・山元龍三郎：時間—空間スペクトル法によるエネルギー平衡気候モデル，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 327-340.

山元龍三郎・岩嶋樹也・サンガ N. K.・星合　誠：大気大循環における気候ジャンプ，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 309-325.

岩嶋樹也・畑澤宏善・山元龍三郎：時間—空間スペクトル法によるエネルギー平衡気候モデル (II)，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 243-254.

KONDO, H. and J. INOUE: Heat Balance on the Icefield of San Rafael Glacier, the Northern Patagonia Icefield, Bull. Glacier Res., No. 6, 1988, pp. 1-8.

村松久史：メタン，フロン等の温室効果について，気候変動国際協同研究計画第3回シンポジウム報告集，1989, pp. 86-89.

山元龍三郎：海面水温の永年変動の実態，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 291-297.

INOUE, J. and Y. MITSUTA: A Year-Round Test Meteorological Observation in the Desert of HEIFE Area, Northwest China, Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Vol. 40, Part 3, No. 350, 1990, pp. 111-129.

光田　寧：森林の伐採による気候変化，土木学会誌，4月号，1990, pp. 39-42.

村松久史：メタン，亜酸化窒素，フロン等の放射外力について，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 97-110.

3.7 局地気象・微細気候

枝川尚資・中島暢太郎：琵琶湖流域における湖陸風の研究，地理学評論，第54巻10号，1981, pp. 545-554.

田中正昭：京都盆地の局地気象，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 83-90.

塚本　修・藤谷徳之助・光田　寧：熱帯海洋上における接地気層の乱流特性，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 357-370.

MONJI, N.: Vertical Structure of the Convective Surface Layer, Bull. DPRI, Vol. 31, No. 4, 1981, pp. 239-250.

文字信貴・吉門　洋・光田　寧：熱帯海洋上の大気境界層の構造，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 371-380.

塚本　修・光田　寧：種々の湿度計を用いた水蒸気輸送量の直接測定，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 283-295.

光田　寧・内田　論：積雲の雲底下における大気の性状について，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 297-306.

光田　寧・塚本　修・根井　充：山岳地における風の乱れの空間分布について，第7回風工学シンポジウム論文集，1982, pp. 45-50.

光田　寧・塚本　修：大気境界層における水蒸気変動の乱流特性，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 385-392.

松岡春樹：乾湿計公式の原理についての理論的考察—湿球面での質量および熱の界面交換を考慮に入れて—，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 403-412.

光田　寧・塚本　修・片岡　毅：大気境界層における乱流エネルギー収支の研究，防災研年報，第26号 B-1，

1983, pp. 375-383.

光田 寧・塚本 修・根井 充：山岳地における風速変動の風向横方向の空間相関，防災研年報，第26号，1983, pp. 363-374.

MITSUTA, Y., O. TSUKAMOTO and M. NENOI: Wind Characteristics over Complex Terrain, J. of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 15, 1983, pp. 185-196.

光田 寧・藤井 健・塚本 修：日本海における季節風時の波浪予知(1)—海上風の推定—，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 587-598.

田中正昭：盆地上空の安定層と局地風の形成—京都盆地—，防災研年報，第27号B-2，1984, pp. 107-119.

塚本 修・光田 寧：大気境界層における水蒸気輸送過程の研究，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 303-312.

MITSUTA, Y. and H. ASAI: A Sonic Anemometer for the Measurement of Vorticity and its Transport in the Surface Layer, Experiments in Fluids, Vol. 2, 1984, pp. 150-152.

光田 寧・塚本 修：湖面蒸発量の直接測定について，京都大学防災研究所水資源研究センター研究報告，第4号，1984, pp. 3-22.

光田 寧・塚本 修・片岡 毅：大気境界層における乱流エネルギー収支の研究(2)，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 285-301.

文字信貴・光田 寧：1983年4月27日岩手県久慈市の林野火災拡大化に及ぼした風と地形の効果について，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 313-324.

里田弘志・文字信貴・光田 寧：裸地面におけるエネルギー輸送の研究，防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 415-426.

田中正昭・枝川尚資：佐久盆地千曲川の谷地形における冷えこみと山風の形成，防災研年報，第28号B-2，1985, pp. 133-145.

TSUKAMOTO, O.: Turbulence Measurement of the Planetary Boundary Layer from a 213 m Meteorological Tower, Bull. DPRI, Vol. 35, 1985, pp. 87-113.

MITSUTA, Y. and S. UCHIDA: Convective Motion in the Cumulus Subcloud Layer, J. Climate and Applied Meteor., Vol. 24, No. 9, 1985, pp. 993-1000.

YAMAMOTO, R. and O. TSUKAMOTO: Turbulence in the Atmospheric Boundary Layer, Recent Strudies on Turbulent Phenomena, Ed. by T. Tatsumi, H. Maruo and H. Takami, Ass. Sci. Documents Information, 1985, pp. 261-276.

山元龍三郎・塚本 修：大気境界層内の乱流，巽 友正編，乱流現象の科学，東大出版会，1985, pp. 581-603.

枝川尚資：琵琶湖上の機構特性について，地理学評論，第59巻10号，1986, pp. 589-605.

光田 寧・池淵周一・田中正昭・文字信貴・小尻利治：大気と地表面間におけるエネルギー交換過程の観測(1)，防災研年報，第29号B-1，1986, pp. 271-281.

光田 寧・文字信貴・佐藤 謙・塚本 修・米谷俊彦・松井哲司・大滝英治：大気中の炭酸ガス濃度変動の国際比較観測，天気，33巻12号，1986, pp. 3-9.

田中正昭・枝川尚資：佐久盆地の局地風と大気汚染，防災研年報，第30号B-2，1987, pp. 203-213.

光田 寧・土屋義人・塚本 修・大滝英治・岩谷祥美：長大桟橋を利用した大気・海洋相互作用の観測，防災研年報，第30号B-1，1987, pp. 297-308.

玉川一郎・山田道夫・池淵周一・光田 寧：地表面水分量と地表面温度の変化との関係について，防災研年報，第31号B-1，1988, pp. 237-241.

光田 寧：大気—地表相互作用に関する日中共同研究（HEIFE），天気，35巻8号，1988, pp. 501-506.

森 征洋・光田 寧：容量型湿度計の特性について，防災研年報，第31号B-1，1988, pp. 183-191.

INOUE, J.: Large Scale Valley Wind of Tibetan Plataeu, Proc. Sino-Japanese Joint Sci. Symp. Tibetan Plateau, Vol. II, 1989, pp. 55-68.

OHTAKI, E., O. TSUKAMOTO, Y. IWATANI and Y. MITSUTA: Measurement of the Carbon Dioxide Flux over the Ocean, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 67, No. 4, 1989, pp. 541–554.

玉川一郎・光田 寧：裸地における蒸発と地面水分量の関係について，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 299–309.

塚本 修・光田 寧：乱流変動のスペクトル密度を用いた湖面蒸発量の間接測定法について，京都大学防災研究所水資源研究センター研究報告，第9号，1989, pp.73–79.

KATAOKA, T., Y. MITSUTA and O. TSUKAMOTO: The Development of a Fast Response State Pressure Instrument for Fluid Use, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 67, No. 3, 1989, pp. 351–357.

光田 寧・池淵周一・山田道夫・玉川一郎：境界層過程の数値シミュレーション(1)，防災研年報，第31号 B-1，1989, pp. 381–387.

光田 寧・山田道夫・堀口光章・桶口宗彦：小地形上での気流の数値的シミュレーションについて，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 389–398.

佐々木嘉和・桶口宗彦・邊田有理江・光田 寧：小地形上の気流のシミュレーションについて，防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 249–257.

TSUKAMOTO, O., E. OHTAKI, H. ISHIDA, M. HORIGUCHI and Y. MITSUTA: On-Board Direct Measurements of Turbulent Fluxes over the Open Sea, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 68, No. 2, 1990, pp. 203–211.

WANG, J. and Y. MITSUTA: Peculiar Downward Water Vapor Flux over Gobi Desert in the Daytime, J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 68, No. 3, 1990, pp. 399–402.

3.8 境界層の測定法とデータ解析法

光田 寧・塚本 修・内田 論：大気境界層の遠隔測定法の開発，防災研年報，第24号，1981, pp. 381–389.

ITO, Y., S. MURABAYASHI and Y. MITSUTA: Development of a Sodar for the Study of Planetary Boundary Layer, Bull. DPRI, Vol. 35, Part 1, 1985, pp. 1–20.

村林 成・光田 寧：開口合成方式による音波探査装置の可能性，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 437–447.

村林 成・光田 寧：開口合成ドップラー・ソーダの実用化，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 251–259.

HAYASHI, T.: Dynamic Response of Cup Anemometer, J. Atmos. Oceanic Technol., Vol. 4, No. 2, 1987, pp. 281–287.

堀口光章・光田 寧：大気境界層の気温高度分布の測定のためのマイクロ波放射計について，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 271–278.

YAMADA, M. and K. OHKITANI: Lyapunov Spectrum of a Chaotic Model of Three Dimentional Turbulence, J. Physical Soc. Japan, Vol. 56, No. 12, 1987, pp. 4210–4213.

KIDA, S., M. YAMADA and K. OHKITANI: The Energy Spectrum in the Universal Range of Two-Dimentional Turbulence, Fluid Dynamics Research, Vol. 4, No. 4, 1988, pp. 271–301.

堀口光章・竹久正人・光田 寧：大気境界層の気温高度分布の測定のためのマイクロ波放射計について (II)，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 193–199.

YAMADA, M. and K. OHKITANI: Lyapunov Spectrum of Model of Two Dimentional Turbulence, Physical Review Letters, Vol. 60, No. 11, 1988, pp. 983–986.

ITO, Y., Y. KOBORI, M. HORIGUCHI, M. TAKEHISA and Y. MITSUTA: Development of Wind Profiling Sodar, J. Atmos. Oceanic Technol., Vol. 6, No. 5, 1989, pp. 779–784.

OHKIYANI, K. and M. YAMADA: Temporal Intermittency in the Energy Cascade Process and Local Lyapunov Analysis in Fully-Developed Model Turbulence, Progress of Theoretical Physics, Vol. 81, No. 2, 1989, pp. 329–341.

DODLA, V. B.: Computation of Spectral Coefficients of Vorticity and Divergence from Wind Data for Use in Spectral Atmospheric Models, Bull. DPRI, Vol. 39–3, No. 342, 1989, pp. 87–90.

光田 寧・堀口光章・竹久正人：開口合成ドップラーソーダの米国ボルダーにおける国際比較観測について，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 369-379.

光田 寧・山田道夫・堀口光章・竹久正人：マイクロ波放射温度計とソーダの組合せによる大気境界層の遠隔測定法の開発，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 361-368.

森 征洋・津田敏隆・中根英昭・堀口光章・増田悦久・竹久正人：シンポジウム“下部対流圏のプロファイリング：Needs and Technologies”・国際 Sodar 比較観測報告，天気，36巻9号，1989, pp. 553-558.

山田道夫・大木谷耕司：乱流とカオス，数理科学，311巻，1989, pp. 50-55.

KIDA, S., M. YAMADA and K. OHKITANI: Error Growth in a Decaying Two-Dimentional Turbulence, J. Physical Soc. Japan, Vol. 59, No. 1, 1990, pp. 90-100.

KIDA, S., Y. MURAKAMI, K. OHKITANI and M. YAMADA: Energy and Flatness Spectra in a Forced Turbulence, J. Physical Soc. Japan, Vol. 59, No. 12, 1990, pp. 4323-4330.

光田 寧：風を測る—計測器・計測システム—，日本風工学会誌，42巻，1990, pp. 49-57.

光田 寧：大気境界層における気象要素の遠隔測定システムの開発，可視化情報，10巻37号，1990, pp. 24-27.

余田成男・山田道夫・石岡圭一：スペクトル法による球面上の流体方程式の数値解析，京都大学大型計算機センター広報，23巻5号，1990, pp. 283-290.

山口昌哉：ウェィブレット解析，科学，6号，1990, pp. 398-405.

YAMADA, M. and K. OHKITANI: Orthonormal Wavelet Expansion and its Application to Turbulence, Progress of Theoretical Physics, Vol. 38, No. 5, 1990, pp. 819-823.

山田道夫・桶口宗彦・林 泰一・光田 寧：風速変動のウェィブレット解析，防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 285-295.

WANG, J.: The Spectral Characteristics of Atmospheric Turbulence in an Urban Area of Complex Terrain, Bull. DPRI, Vol. 40, 1990, pp. 79-89.

TAKEHISA, M., Y. ITO and Y. MITSUTA: Precision and Relate Accuracy of a Phased Appay Array Doppler Sodar, Preprint Vol. of the 7th Sympo. on Meteorological Observation, Meteo. Soc. of America, 1991, pp. 405-408.

3.9 大 雪・雪 害

中島暢太郎・中峠哲郎・菊池直次郎：昭和55，56年豪雪の気象学的特徴，文部省科学研究費（No. 502016）自然災害特別研究突発災害研究成果，B-55-4, 1981, pp. 16-33.

中島暢太郎・井上治郎：琵琶湖流域の降・積雪観測について，京都大学防災研究所水資源研究センター研究報告，第3号，1983, pp. 51-71.

井上治郎・奥山和彦・渡辺興亜・伏見硯二：中国地方，山岳地域の降雪特性，雪氷，第47巻3号，1985, pp. 97-104.

井上治郎・近藤裕史・枝川尚資・田中正昭・中島暢太郎：琵琶湖流域北部山地の降・積雪特性，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 147-156.

井上治郎・渡辺興亜・中島暢太郎：冬期季節風と低気圧による降雪の安定酸素同位体組成，天気，第33巻12号，1986, pp. 19-26.

山田知充・秋田谷英次・梶川正弘・和泉 薫・川田邦夫・井上治郎：雪氷災害の地域特性の研究，低温科学，物理編，第47巻，1989, pp. 57-72.

井上治郎：降雪の比重とその地域特性，京都大学防災研究所水資源研究センター研究報告，第10号，1990, pp. 3-9.

3.10 気象災害

中島暢太郎：ヒマラヤの天気予報，日本山岳会「山岳」，第78巻，1983, pp. 37-60.

中島暢太郎：気象災害を防ぐ—30年の歩み—，天気，第31巻8号，1984, pp. 461-470.

徐　国鈞・村松久史：紫外線光電測定器の原理及び応用，天気，第37巻4号，1990, pp. 255-259.

4. 水災害に関する研究

4.1 洪水流出

4.1.1 降水予測

高棹琢馬・椎葉充晴・中北英一：レーダー雨量計による短時間降雨予測の検討，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 165-180.

椎葉充晴・高棹琢馬・中北英一：移流モデルによる短時間降雨予測手法の検討，第28回水理講演会論文集，1984, pp. 423-428.

高棹琢馬・椎葉充晴・宝　馨・中北英一：移流モデルによる豪雨予測手法の改良とその適用，第21回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨集，1984, pp. 267-270.

TAKASAO, T. and S. SHIIBA: Development of Techniques for On-Line Frecasting of Rainfall and Flood Runoff, Natural Disaster Science, Vol. 6, No. 2, 1984, pp. 211-226.

椎葉充晴：レーダ雨量計を利用した降雨の実時間予測と実時間流出予測手法，1987年水工学に関する夏期研修会講演集，1987, pp. A. 1. 1-A. 1. 18.

中北英一・筒井雅行・池淵周一・高棹琢馬：3次元レーダー雨量計情報の利用に関する基礎的研究，防災研年報，第30号B-2，1987, pp. 265-282.

中北英一・筒井雅行・池淵周一・高棹琢馬：降雨分布特性の気象力学的解析，第32回水理講演会論文集，1988, pp. 13-18.

中北英一・椎葉充晴・池淵周一・高棹琢馬：3次元レーダー雨量計情報の利用に関する基礎的研究 (II)，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 231-240.

中北英一・筒井雅行・池淵周一・高棹琢馬：降雨分布特性の気象力学的解析，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 209-229.

中北英一・椎葉充晴・池淵周一・高棹琢馬：3次元レーダー雨量計情報の可視化，土木学会論文集，393号/II-9, 1988, pp. 161-169.

中北英一・村田　啓・池淵周一・高棹琢馬：不安定場のモデル化と降雨分布の再現，防災研年報，第32号B-2, 1989, pp. 337-350.

中北英一・椎葉充晴・池淵周一・高棹琢馬：3次元レーダー雨量計情報の利用に関する基礎的研究 (III)，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 351-361.

NAKAKITA, E., M. SHIIBA, S. IKEBUCHI and T. TAKASAO: Advanced Use into Rainfall Prediction of Three-Dimensionally Scanning Radar, Preprints of Int. Symp. on Hydrological Application of Weather Radar, 1989, G4 (11 page).

TAKASAO, T., M. SHIIBA and K. TAKARA: Stochastic State-Space Techniques for Flood Runoff Forecasting, Proc. of Pacific International Seminar on Water Resources Systems, 1989, pp. 117-132.

椎葉充晴：降雨場の確率モデルとその応用，第3回河川・海岸シンポジウム，確率過程・極値と安全性，1989, pp. 1-12.

中北英一・椎葉充晴・池淵周一・高棹琢馬：3次元レーダー情報を利用した降雨予測手法の開発，水工学論文集，第34巻，1990, pp. 91-96.

中北英一・山浦克仁・椎葉充晴・池淵周一・高棹琢馬：3次元レーダー情報を用いた降雨生起場の推定と短時間降雨予測手法の開発，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 193-212.

NAKAKITA, E., M. SHIIBA, S. IKEBUCHI and T. TAKASAO: Advanced Use into Rainfall Prediction of Three-Dimensionally Scanning Radar, Stochastic Hydrology and Hydraulics, Vol. 4, No. 2, 1990, pp. 135-150.

中北英一：レーダ雨量計を用いた降水現象の観測と予測，マジックモンキープロジェクト論文集，1990, pp. 29-38.

4.1.2 洪水流出モデルと地形解析

高棹琢馬・椎葉充晴：Kinematic Wave 法への集水効果の導入，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 159-170.

小葉竹重機・石原安雄：タンクモデルおよび集中面積図を利用した洪水流出モデルの総合化，土木学会論文報告集，第337号，1983, pp. 129-135.

高棹琢馬・椎葉充晴・宝　馨：流出モデル評価への情報量規準の導入について，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 275-290.

高棹琢馬・宝　馨・楠橋康広：洪水流出モデルの確率過程的評価に関する研究，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 221-235.

高棹琢馬・椎葉充晴：雨水流モデルの集中化に関する基礎的研究，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 213-220.

高棹琢馬・椎葉充晴・中北英一・張　昇平：KINEMATIC WAVE モデルの集中化，第29回水理講演会論文集，1985, pp. 239-244.

中北英一・高棹琢馬・椎葉充晴：河道網系 Kinematic Wave モデルの集中化，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 217-232.

高棹琢馬・椎葉充晴・張　昇平：表面流，飽和・不飽和地中流相互干渉機構の分析モデル，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 253-269.

市川　新：新しい雨水流出モデルーメッシュ法の提案，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 233-244.

友杉邦雄・石原安雄：降雨分布特性が出水波形特性に及ぼす効果—要素的直接流出場の水理モデルの解析解による検討—，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 193-215.

友杉邦雄・石原安雄：単一斜面雨水流モデルにおけるショックフロントの発生・追跡に関する基礎的解析，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 249-264.

友杉邦雄：中小河川における豪雨出水の実時間危険度予知のための基礎的研究—増水時流量の簡易予測法に関する検討—，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 133-146.

宝　馨・高棹琢馬・溝渕伸一：水文地形解析の自動化の試み，第32回水理講演会論文集，1988, pp. 25-30.

宝　馨・高棹琢馬・溝渕伸一・杉原宏章：コンピュータを用いた水文地形解析序論，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 325-340.

宝　馨・高棹琢馬・溝渕伸一・杉原宏章：国土数値情報を用いた水文地形解析に関する基礎的研究，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 435-454.

高棹琢馬・椎葉充晴・立川康人：流域微地形に対応した準3次元斜面要素モデルと流域規模モデルの自動作成，第33回水理講演会論文集，1989, pp. 139-144.

高棹琢馬・椎葉充晴・立川康人・山口昌利：流域地形構造を考慮した流域場モデルの自動生成，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 415-433.

4.1.3 洪水予報・調節のための流出予測

永井明博・角屋　睦：長短期両用貯留型流出モデルとその最適同定，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 261-272.

角屋 睦：長短期流出共用 model とdam 流入量予測への応用，韓国農工学会誌，Vol. 29, No. 3, 1987, pp. 59-74.

李 淳赫・角屋 睦・田中丸治哉：不確定な水位流量曲線の修正の試み，第32回水理講演会論文集，1988, pp. 371-375.

KADOYA, M. and H. TANAKAMARU: Flood Runoff Forecasting with Long and Short Terms Runoff Model., Proc. 6th Cong. APD-IAHR, 1988, pp. 183-190.

角屋 睦・永井明博：長短期流出両用モデルの開発改良研究，農業土木学会論文集，第136号，1988, pp. 31-38.

角屋 睦・永井明博：長短期流出両用モデルの永源寺ダム流域への適用と考察，農業土木学会論文集，第137号，1988, pp. 71-78.

角屋 睦・田中丸治哉・永井明博・金口正幸：愛知川上流域への長短期流出両用モデルの適用と実時間洪水予測，防災研水資源センター研究報告，第9号，1989, pp. 45-60.

KADOYA, M. and H. TANAKAMARU: Long and Short Terms Runoff Model and its Application to Real-Time Flood Forecasting., Proc. Pac. Intern. Sem. on Water Res. Sys., 1989, pp. 288-302.

高棹琢馬・椎葉充晴・宝 馨：確率論的な流出予測に関する研究—有色ノイズの導入—，防災研年報，第24号B-2, 1981, pp. 125-142.

高棹琢馬・椎葉充晴・宝 馨：集中型流出モデルの構成と流出予測手法，防災研年報，第25号B-2, 1982, pp. 221-243.

高棹琢馬・椎葉充晴・宝 馨：貯留モデルによる実時間流出予測に関する基礎的研究，防災研年報，第25号B-2, 1982, pp. 245-267.

高棹琢馬・椎葉充晴・宝 馨：複合流域における洪水流出の確率予測手法，防災研年報，第26号B-2, 1983, pp. 245-267.

宝 馨・高棹琢馬・椎葉充晴：洪水流出の確率予測における実際的手法，第28回水理講演会論文集，1984, pp. 415-422.

高棹琢馬・椎葉充晴・富澤直樹：統計的二次近似理論を適用した流出予測システムの構成，防災研年報，第27号B-2, 1984, pp. 255-273.

高棹琢馬・椎葉充晴・宝 馨：リアルタイム洪水予測のソフト・システム，第21回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨集，1984, pp. 303-306.

宝 馨・高棹琢馬・Barriga, J. A.: Kalman フィルターを用いた洪水予測における状態量とノイズ項の取り扱いについて，第31回水理講演会論文集，1987, pp. 113-118.

椎葉充晴：レーダ雨量計を利用した降雨の実時間予測と実時間流出予測手法，1987年水工学に関する夏期研修会講演集，1987, pp. A. 1. 1-A. 1. 18.

高棹琢馬・宝 馨・三谷裕次郎：洪水予測精度向上のためのレーダー雨量の逐次補正について，第31回水理講演会論文集，1989, pp. 103-108.

高棹琢馬・宝 馨・三谷裕次郎・笛田俊治：レーダー雨量の逐次補正とその洪水予測への適用，防災研年報，第31号B-2, 1988, pp. 241-254.

TAKASAO, T., M. SHIIBA and K. TAKARA: Stochastic State-Space Techniques for Flood Runoff Forecasting, Proc. of Pacific International Seminar on Water Resources Systems, 1989, pp. 117-132.

高棹琢馬・椎葉充晴・劉 春燕・上林好之：降雨流出の実時間予測情報の形式について，水工学論文集，第34巻，1990, pp. 79-84.

高棹琢馬・椎葉充晴・劉 春燕：洪水ハイドログラフの確率予測，防災研年報，第33号B-2, 1990, pp. 231-239.

高棹琢馬・椎葉充晴・堀 智晴：流出予測精度を基準とした降雨・流出観測システムの設計に関する基礎的検討，防災研年報，第33号B-2, 1990, pp. 213-230.

4.1.4 土地利用の変化（都市化）による流出変化予知

永井明博・角屋 睦：洪水流出モデルの最適定数，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 183-196.

永井明博・角屋 睦・杉山博信・鈴木克英：貯留関数法の総合化，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 207-220.

角屋 睦：新住宅地の不浸透面率，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 225-230.

杉山博信・角屋 睦：山腹斜面における雨水の流下形態，農業土木学会論文集，第114号，1984, pp. 15-20.

角屋 睦：都市化に伴う流出の変化，土木学会論文集 363, II-4, 1985, pp. 23-34.

永井明博・角屋 睦：表面流出モデルの準最適同定法，農業土木学会論文集，第127号，1987, pp. 79-82.

角屋 睦・四方田穆・永井明博：土地利用形態と出水特性—ゴルフ場・放牧草地の場合—，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 229-236.

永井明博・角屋 睦：貯留関数モデルの準最適同定法，農業土木学会論文集，第131号，1987, pp. 39-42.

杉山博信・角屋 睦：貯留関数モデル定数に関する一考察，農業土木学会論文集，第133号，1988, pp. 11-18.

杉山博信・角屋 睦・永井明博：総合貯留関数モデルに関する研究，農業土木学会論文集，第134号，1988, pp. 69-75.

角屋 睦：土地利用変化に伴う流出特性の変化，農業土木学会誌，第56巻，第11号，1988, pp. 1061-1065.

角屋 睦：都市化と洪水—コンクリート砂漠にあふれる水—，京都大学防災研究所公開講座第1回，都市の防災，1990, pp. 215-234.

4.2 河道での洪水流

4.2.1 洪水流の内部構造

今本博健・石垣泰輔・稲田修一：複断面開水路流れの水理特性について(1)，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 509-527.

今本博健・石垣泰輔・藤沢 寛：複断面弯曲開水路流れの水理特性について，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 529-543.

今本博健・石垣泰輔：複断面開水路流れの流況特性について，第10回可視化シンポジウム，流れの可視化学会誌，Vol. No. 6, 1982, pp. 429-432.

今本博健・石垣泰輔：複断面開水路流れの水理特性に関する実験的研究，第27回水理講演会論文集，1983, pp. 61-66.

今本博健・石垣泰輔：複断面弯曲開水路流れの水理特性に関する実験的研究，第27回水理講演会論文集，1983, pp. 67-72.

今本博健・石垣泰輔：開水路流れの壁面せん断力分布と縦渦に関する実験的検討(1)，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 477-487.

今本博健・石垣泰輔：レーザ・ドップラー流速計の開水路乱れ計測への適用性について，第1回流れの計測大阪シンポジウム講演要旨集，1984, pp. 7-10.

今本博健・石垣泰輔：開水路隅角部付近における縦渦の配列特性について，第28回水理講演会論文集，1984, pp. 257-262.

今本博健・石垣泰輔・木下聖司：複断面開水路流れの水理特性について(2)，防災研年報，第27号 B-2，1984. pp. 433-444.

今本博健・石垣泰輔：水素気泡法を用いた開水路流れの壁面せん断力計測について，第12回流れの可視化シンポジウム，流れの可視化学会誌，Vol. 4, No. 14, 1984, pp. 187-190.

今本博健・石垣泰輔：非定常開水路流れの乱れ特性について，第2回流れの計測シンポジウム講演要旨集，1984, pp. 59-62.

今本博健・石垣泰輔：複断面流れの水理特性について—内部構造に及ぼす断面形状効果—，第21回自然災害科学総

合シンポジウム講演概要集，1984, pp. 337-340.

今本博健・石垣泰輔：複断面開水路流れにおける中規模渦の形成過程に関する研究，第29回水理講演会論文集，1985, pp. 833-838.

今本博健・石垣泰輔：開水路流れにおける縦渦の可視化，第13回流れの可視化シンポジウム，流れの可視化学会誌，Vol. 5, No. 18, 1985, pp. 219-222.

今本博健・石垣泰輔：LDV による開水路流れの速度ベクトル計測について(1)，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 471-486.

今本博健・石垣泰輔・福井淳太：複断面開水路流れの水理特性について(3)，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 487-498.

今本博健・石垣泰輔・梶間厚邦：LDV による開水路流れの速度ベクトル計測について，流れの計測と可視化大阪ジョイント講演会講演要旨集，1985, pp. 119-124.

今本博健・石垣泰輔・梶間厚邦：開水路隅角部における流れの挙動について，流れの可視化大阪ジョイント講演会，1985.

今本博健・石垣泰輔・梶間厚邦：開水路流れにおける速度ベクトル計測について，第2回流れの動的計測シンポジウム論文集，1985, pp. 136-140.

今本博健・石垣泰輔：開水路流れにおける縦渦の3次元構造について，第30回水理講演会論文集，1986, pp. 565-570.

今本博健・石垣泰輔・梶間厚邦：LDV による開水路流れの速度ベクトル計測について(2)，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 627-645.

IMAMOTO, H. and T. ISHIGAKI: Visualization of Longitudinal Eddies in an Open Channel Flow, Flow Visualization 4., Hemisphere, 1987, pp. 333-337.

IMAMOTO, H. and T. ISHIGAKI: The Three Dimensional Structure of Turbulent Shear Flow in an Open Channel, Proc. 5th Cong. APD-IAHR, Vol. I, 1986, pp. 139-155.

今本博健・石垣泰輔・梶間厚邦：開水路流れの側壁近傍における3次元的特性について，第31回水理講演会論文集，1987, pp. 431-436.

IMAMOTO H. and T. ISHIGAKI: Three Dimensional Structure of Turbulence in an Open Channel Flow near the Corner, Proc. 22nd Cong. IAHR, 1987, pp. 162-163.

今本博健・石垣泰輔・梶間厚邦：LDV による開水路流れのベクトル計測について(3)，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 643-654.

今本博健・石垣泰輔：LDV による開水路流れの速度ベクトル計測について(4)，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 815-823.

IMAMOTO, H. and T. ISHIGAKI: Measurement of Secondary Flow in an Open Channel, Proc. 6th Cong. APD-IAHR, Vol. 2. -2, 1988, pp. 513-520.

IMAMOTO H. and T. ISHIGAKI: Mean and Turbulence Structure near the Inclined Side-Wall in an Open Channel Flow, 3rd Int. Symp. on Refined Flow Modeling and Turbulence Measurements, IAHR, 1988, pp. 545-552.

今本博健・石垣泰輔・西田　雅：台形断面開水路流れの水理特性について，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 935-949.

今本博健・石垣泰輔：台形断面開水路流れの3次元構造に関する実験的研究，第33回水理講演会論文集，1989, pp. 517-522.

IMAMOTO, H. and T. ISHIGAKI: Secondary Flow in Compound Open Channel, Hydrocomp '89, Elsevier, 1989, pp. 234-243.

IMAMOTO, H. and T. ISHIGAKI: Turbulence, Secondary Flow and Boundary Shear Stress in Trapezoidal Open Channel, Proc. 23rd IAHR, Vol. B, 1989, pp. A-23-30.

IMAMOTO, H. and T. ISHIGAKI: Visualization of Velocity Distribution by Stereo Photography, 5th ISFV, Hemisphere, 1989, pp. 47–52.

今本博健・石垣泰輔：複断面開水路流れの斜昇流に関する実験的研究，水工学論文集，第34巻，1990, pp. 403–408.

IMAMOTO, H. and T. ISHIGAKI: Flow Visualization in a Cross Section of an Open Channel Flow, Engineering Turbulence Modelling and Experiments, Elsevier, 1990, pp. 335–343.

IMAMOTO, H. and T. ISHIGAKI: Visualization of Secondary Flow in a Compound Open Channel, Proc. 7th Cong. APD–IAHR, Vol. III, 1991, pp. 485–490.

UTAMI, T., T. UENO, H. IMAMOTO and K. OHTOSHI: On the Mechanism of Secondary Flow in Prismatic Open Channel Flow, Flow Visualization II (ed. W. Merzkirch), Hemisphere, 1982, pp. 233–237.

宇民　正・上野鉄男：大規模乱流構造の可視化と解析，防災研年報，第25号 B–2，1982, pp. 545–556.

宇民　正・上野鉄男：連続断層撮影法による流れの三次元構造の把握，流れの可視化，2–6，1982, pp. 415–420.

宇民　正・上野鉄男：流れ場の連続断層撮影とその解析，文部省科研費特定研究「乱流現象の解明と制御」研究成果報告集，大秦野集会，1982, pp. 139–142.

宇民　正・上野鉄男：連続断層面撮影法による大規模乱流構造の可視化とその解析，第27回水理講演会論文集，1983, pp. 573–578.

宇民　正・上野鉄男：大規模乱流構造の可視化と解析(2)，防災研年報，第26号 B–2，1983, pp. 461–476.

宇民　正・上野鉄男：開水路流れの大規模乱流構造の可視化と解析，流れの可視化，4–12, 1984, pp. 25–32.

宇民　正・上野鉄男：連続断層面撮影法による大規模乱流構造の可視化とその解析(2)，第28回水理講演会論文集，1984, pp. 207–212.

UTAMI, T. and T. UENO: Visualization and Picture Processing of Turbulent Flow, Experiments in Fluids, 2, 1984, pp. 25–32.

上野鉄男・宇民　正：連続断層撮影法による流れの三次元構造の把握(2)；流れの可視化，4–14, 1984, pp. 359–364.

宇民　正・上野鉄男：開水路乱流の可視化とその局所相関解析，第16回乱流シンポジウム講演論文集，1984, pp. 227–232.

UTAMI, T. and T. UENO: Visualization and Picture Processing of Open Channel Flow, Proc. 4th Cong. APD–IAHR, 1, 1984, pp. 15–28.

宇民　正・上野鉄男：連続断層面撮影法による大規模乱流構造の可視化とその解析(3)，第29回水理講演会論文集，1985, pp. 785–790.

宇民　正・上野鉄男：連続断層面撮影法による開水路乱流構造の検討，第17回乱流シンポジウム講演論文集，1985, pp. 61–65.

宇民　正・上野鉄男：連続断層面撮影法による大規模乱流構造の可視化とその解析(4)，第30回水理講演会論文集，1986, pp. 571–576.

宇民　正・上野鉄男：開水路乱流の組織的構造に関する実験的研究，防災研年報，第29号 B–2，1986, pp. 595–625.

宇民　正・上野鉄男：乱流構造の連続断層面写真の画像処理，第18回乱流シンポジウム講演論文集，1986, pp. 178–182.

UTAMI, T. and T. UENO: Visualization and Picture Analysis of the Coherent Structure in Open Channel Flow, Proc. 3rd Asian Cong. Fluid Mech., 1986, pp. 463–466.

UTAMI, T. and T. UENO: Experimental Study on the Coherent Structure of Turbulent Open-Channel Flow Using Visualization and Picture Processing, Journal of Fluid Mechanics, Vol. 174, 1987, pp. 399–440.

上野鉄男・宇民　正・R. F. BLACKWELDER：開水路乱流の水路床近傍の組織構造について，第33回水理講演会論文

集, 1989, pp. 547-552.

宇民 正・上野鉄男：画像処理による曲線水路の断層面内流況の乱流構造の測定, 水工学論文集, 第34巻, 1990, pp. 653-658.

上野鉄男・宇民 正：二次元パターン認識による開水路乱流構造の検討；水工学論文集, 第34巻, 1990, pp. 659-664.

UTAMI, T., R. F. BLACKWELDER and T. UENO: Flow Visualization with Image Processing of Three-Dimensional Features of Coherent Structures in an Open-Channel Flow. In: Near-Wall Turbulence (ed. S. J. Kline), Hemisphere, 1990, pp. 289-305.

UTAMI, T., R. F. BLACKWELDER and T. UENO: A Cross-Correlation Technique for Velocity Field Extraction from Particulate Visualization, Experiments in Fluids, No. 10, 1991, pp. 213-223.

上野鉄男・宇民 正：昭和58年7月豪雨による三隅川の河川構造物災害とその実験的検討, 防災研年報, 第27号 B-2, 1984, pp. 161-178.

宇民 正・上野鉄男：複断面蛇行流の可視化観測, 防災研年報, 第32号 B-2, 1989, pp. 963-983.

木下良作・宇民 正・上野鉄男：洪水流航空写真の画像解析, 写真測量とリモートセンシング, Vol. 29, No. 6, 1990, pp. 4-17.

4.2.2 開水路底面粗度急変部の水理

神田佳一・村本嘉雄・藤田裕一郎：開水路底面粗度急変部の乱流構造, 第33回水理講演会論文集, 1989, pp. 499-504.

神田佳一・村本嘉雄・藤田裕一郎・矢田哲郎：開水路粗度急変部における乱れ特性と浮遊砂濃度の遷移過程, 防災研年報, 第32号 B-2, 1989, pp. 619-639.

神田佳一・村本嘉雄・藤田裕一郎・大坪 高：粗度急変流の水面形と遷移長について, 水工学論文集, 第34巻, 1990, pp. 511-516.

神田佳一・大坪 高・村本嘉雄・藤田裕一郎：開水路粗度急変部における浮遊砂の流送過程, 防災研年報, 第33号 B-2, 1990, pp. 369-383.

神田佳一・村本嘉雄・藤田裕一郎・金川 靖・中村元郎：護床工下流部の局所洗掘, 水工学論文集, 第35巻, 1991, pp. 501-506.

4.2.3 洪水観測カプセルの開発

藤田裕一郎・村本嘉雄・中村行雄・平川隆義：洪水流の空間的連続観測カプセルの開発, 防災研年報, 第33号 B-2, 1990, pp. 353-368.

4.2.4 ダム決壊による洪水流

村本嘉雄：貯水池の決壊に伴う洪水・土砂流出量の予測, 防災研年報, 第29号 B-2, 1986, pp. 405-430.

村本嘉雄・高橋 保・宇野尚雄：イタリア北部スタバにおけるティリングダムの決壊災害, 防災研年報, 第29号 A, 1986, pp. 19-52.

村本嘉雄・宇野尚雄・高橋 保：イタリア北部スタバにおける鉱滓ダム決壊災害, 昭和60年度河川災害に関するシンポジウム論文集, 1986, pp. 30-47.

MURAMOTO, Y.: Water and Sediment Outflow from a Reservoir by Dam Collapse, Proc. 22nd Cong. IAHR, Lausanne, Vol. A, 1987, pp. 207-212.

村本嘉雄・大久保賢治・李 智遠・松井俊文：固定床及び移動床水路における貯水池決壊段波の流下過程, 防災研年報, 第33号 B-2, 1990, pp. 385-402.

4.3 洪水氾濫

4.3.1 河川堤防の決壊過程

藤田裕一郎・田村多佳志・村本嘉雄：河川堤防決壊口の拡大過程に関する実験的考察，第21回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨集，1984, pp. 377-380.

藤田裕一郎・田村多佳志・村本嘉雄：河川堤防決壊口の拡大過程に関する実験的研究，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 369-392.

FUJITA, Y., T. TAMURA and Y. MURAMOTO: Enlargement of Breaches in Flood Levees on Alluvial Plains, Natural Disaster Science, Vol. 9, No. 1, 1987, pp. 37-60.

藤田裕一郎・村本嘉雄・田村多佳志：河川堤防の決壊に伴う外水と土砂の流入について，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 527 -549.

藤田裕一郎・村本嘉雄・八尋　裕：パイピングによる堤体の決壊過程，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 525-546.

藤田裕一郎・八尋　裕・村本嘉雄：河川堤防の侵食と安定について，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 325-351.

4.3.2 外水氾濫の解析

高橋　保・中川　一 (1983)：市街地における洪水氾濫水の挙動に関する研究，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 245-259.

高橋　保・大久保賢治・中川　一：昭和57年長崎豪雨における中島川の洪水氾濫解析，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 109-126.

高橋　保・大久保賢治・中川　一：中島川の洪水氾濫，昭和57年７月豪雨災害に関する調査研究報告書（文部省科学研究費自然災害特別研究突発災害研究成果報告書），No. B-57-3，1983. pp. 94-104.

高橋　保・中川　一・加納茂紀：市街地における洪水氾濫と土砂堆積に関する研究，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 497-511.

高橋　保・中川　一：河川堤防の決壊に伴う浮遊砂の堆積に関する研究，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 597-609.

高橋　保・中川　一・筧　崇弘：排水路網を考慮した洪水氾濫解析，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 617-632.

TAKAHASHI, T., H. NAKAGAWA and M. HIGASHIYAMA: Sedimentation in Flood Plains Due to River Bank Breach, Proc. of the 6th Congress, APD-IAHR, Vol. II-2, 1988, pp. 401-408.

高橋　保・中川　一：堤防決壊による土砂堆積のシミュレーション，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 733-756.

NAKAGAWA, H., T. TAKAHASHI and M. HIGASHIYAMA: Suspended Sediment Deposition in Flood Plains Due to Meandering River Bank Breach, Proc. 4th International Symposium on River Sedimentation, Beijing, 1989, pp. 587-594.

高橋　保・中川　一・野村　出：洪水氾濫に伴う地下街浸水のシミュレーション，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 427-442.

4.3.3 洪水氾濫による堤内地の地形変化

村本嘉雄・藤田裕一郎・大久保賢治：洪水氾濫による堤内地の侵食と堆積―三隅川の1983年水害の場合―，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 133-160.

MURAMOTO, Y., Y. FUJITA and K. OKUBO: Floodplain Erosin and Sedimentation Due to Over-bank Flood Flow, Proc. The Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 16-20.

大久保賢治・村本嘉雄・李　智遠：洪水氾濫モデルに関する二，三の考察，第33回水理講演会論文集，1989, pp.

337-342.

大久保賢治・村本嘉雄・井上和則：堤内地における洪水・土砂の越流氾濫過程，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 641-655.

MURAMOTO, Y. and Y. FUJITA: Prediction of Water and Sediment Outflow Hydrograph Caused by Dam and River-Levee Failures, Proc. US-Asia Conf. on Engineering for Mitigating Natural Hazards Damage, Bangkok, 1987, pp. B8-1-12.

4.3.4 低平地雨水の動態解析

角屋 睦・早瀬吉雄：巨椋低平流域の都市化と内水(3)—水害危険度の変化—，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 197-208.

角屋 睦・早瀬吉雄：巨椋低平流域の都市化と内水(4)—将来の洪水対策試案—，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 209-221.

角屋 睦：巨椋地域の都市化と水環境，巨椋池干拓誌，1981, pp. 739-800.

角屋 睦・早瀬吉雄：巨椋低平流域の都市化と内水(5)—出水規模を考慮した洪水対策試案—，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 269-284.

角屋 睦・早瀬吉雄：巨椋低平流域の都市化と内水(6)—農地のゾーニングと洪水対策試案—，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 231-243.

角田吉弘・角屋 睦：自記水位計用雨量併記装置の試作，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 673-677.

角屋 睦・永井明博・中村敬二：宇治川流域の都市化と内水，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 487-495.

永井明博・角屋 睦：宇治川流域の都市化と内水(2)，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 245-252.

角屋 睦・増本隆夫：巨椋低平流域の都市化と内水(7)—昭和61年7月豪雨による氾濫とその考察—，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 215-228.

角屋 睦・増本隆夫：巨椋低平流域の都市化と内水(8)—幹線道路群の集中とその波及効果—，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 379-393.

早瀬吉雄・角屋 睦：都市化に伴う流出特性の変化—巨椋低平地における事例—，農業土木学会誌，第56巻，第11号，1988, pp. 1087-1093.

角屋 睦・田中丸治哉・熊谷幸樹：巨椋低平流域の都市化と内水(9)—内水排除施設の規模配置に関する一考察—，防災研年報，第33号 B-2 1990, pp. 403-413.

角屋 睦・近森秀高：排水機場前池の容量に関する基礎的研究，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 415-425.

4.3.5 洪水氾濫災害の調査研究

村本嘉雄：1987年モンスーン季の豪雨によるバングラデシュの洪水氾濫災害，昭和62年度河川災害に関するシンポジウム，1988, pp. 41-60.

村本嘉雄・大矢雅彦・岡 太郎・小田利勝・松本 淳：1987年モンスーン季の豪雨によるバングラデシュの洪水氾濫災害の調査研究，第25回自然災害科学シンポジウム要旨集，1988, pp. 9-20.

村本嘉雄：バングラデシュの洪水氾濫災害の調査研究，学術月報，第42巻4号，1989, pp. 46-54.

村本嘉雄：バングラデシュにおける1987年および1988年の洪水災害，防災研年報，第32号 A，1989, pp. 21-42.

角屋 睦：昭和58年7月山陰豪雨災害，防災研年報，第27号 A，1984, pp. 45-50.

角屋 睦・岡 太郎・増本隆夫・田中礼次郎・今尾昭夫・福島 晟：昭和58年7月豪雨による島根西部の水害とその考察，自然災害科学，第4巻，第1号，1985, pp. 8-20.

増本隆夫・岡 太郎・角屋 睦：昭和58年7月豪雨による浜田・益田川の氾濫過程，自然災害科学，第4巻，第1号，1985, pp. 21-32.

名合宏之・村本嘉雄：1990年19号台風による洪水災害について，平成2年度河川災害に関するシンポジウム，重点領域研究「自然災害」総合研究班，1991, pp. 29-51.

村本嘉雄：1990年19号台風による洪水災害―兵庫・滋賀県下を中心として―，防災研年報，第34号 B-2，1991.

4.3.6 洪水時の水防技術

村本嘉雄：洪水時の水防技術について―水防工方の現状分析―，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 443-453.

4.4 土砂の生産・流出・流送

4.4.1 土砂の生産・流出

沢田豊明・芦田和男・高橋 保：山地河道における掃流砂の流送過程，第25回水理講演会論文集，1981, pp. 507-514.

芦田和男・高橋 保・沢田豊明：山地流域における出水と土砂流出(10)，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 223-237.

沢田豊明・芦田和男・高橋 保：山地河道の変化と砂礫の流出に関する研究，第26回水理講演会論文集，1982, pp. 105-110.

芦田和男・高橋 保・沢田豊明：山地流域における出水と土砂流出(11)，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 361-373.

芦田和男・高橋 保・沢田豊明：山地流域における出水と土砂流出(12)，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 303-314.

SAWADA T., K. ASHIDA and T. TAKAHASHI: Relationship Between Channel Pattern and Sediment Transport in a Steep Gravel Bed River, Zeitschrift fur Geomorphologie, Suppl.-Bd.46, 1983, pp. 55-66.

芦田和男・高橋 保・沢田豊明：山地流域における出水と土砂流出(13)，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 317-330.

芦田和男・高橋 保・沢田豊明：山地流域における出水と土砂流出(14)，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 309-323.

沢田豊明・芦田和男：山地流域における土砂生産，第30回水理講演会論文集，1986, pp. 205-210.

芦田和男・高橋 保・沢田豊明：山地流域における出水と土砂流出(15)，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 291-307.

ASHIDA, K.: Mountain Torrent Erosion, Sediment Transport in Gravel-Bed Rivers, John Wiley & Sons, 1987, pp. 513-544.

芦田和男・高橋 保・澤田豊明：山地流域における出水と土砂流出(16)，防災研年報，第30号 B-2，1987年, pp. 393-406.

芦田和男：土砂の生産・流出現象と災害，土木学会論文集，II-9，393号，1988, pp. 21-32.

芦田和男・沢田豊明・江頭進治：山地流域における出水と土砂流出(17)，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 395-409.

芦田和男・沢田豊明：山地流域における出水と土砂流出(18)，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 471-486.

芦田和男・沢田豊明：山地流域における出水と土砂流出(19)，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 281-291.

澤井健二：流砂量測定器の試作研究，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 505-510.

澤井健二：流砂量測定器の試作研究(2)，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 807-814.

澤井健二：スーパーインポーズボードとマウスを利用したパソコンによるビデオ画像読み取り法，自然災害科学，Vol. 7, No. 1, 1988, pp. 49-57.

小倉久直・中山純一・澤井健二・鈴木 宏・宮本邦明：超音波による流砂の映像化と流砂量計測について，自然災害科学，Vol. 7, No. 2, 1988, pp. 73-78.

SAWAI, K.: Techniques for Sediment Discharge Measurement in Laboratories, Bull. DPRI, Vol. 40, 1990, pp. 91-110.

澤井健二：降雨による流路網の発達過程に関する研究，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 317-326.

澤井健二：粘性土の侵食と堆積に関する一考察，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 571-577.

澤井健二：掃流砂礫の分散過程に関する研究，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 395-408.

澤井健二：掃流砂礫の分散過程，第28回水理講演会論文集，1984, pp. 685-690.

澤井健二・小久保鉄也：掃流砂礫の分散過程に関する研究(2)，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 455-466.

SAWAI, K.: Dispersion of Bed Load Particles, Bull. DPRI, Vol. 37, 1987, pp. 19-37.

高橋 保・江頭進治・中川 一：貯水池堆砂に基づく土砂流出の比較研究，第2回比較河川学シンポジウム講演論文集，1985, pp. 1-10.

高橋 保・江頭進治・中川 一：貯水池の堆砂量からみた土砂流出特性，比較河川学の研究（文部省科学研究費特定研究(1)研究成果報告書），1986, pp. 365-392.

TAKAHASHI, T., S. EGASHIRA and H. NAKAGAWA: Characteristics of Sediment Yield in Japanese Reservoir Basin, Comparative Hydrology of Rivers in Japan, 1987, pp. 177-186.

TAKAHASHI, T. and H. NAKAGAWA: A Formula Predicting Sediment Yield from the Mountain Basin, Proc. 4th International Symposium on River Sedimentation, Beijing, 1989, pp. 208-215.

高橋 保・中川 一：豪雨性表層崩壊の発生とその生産土量の予測，第30回水理講演会論文集，1986, pp. 199-204.

高橋 保・中川 一：小流域からの豪雨時土砂流出の予測，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 689-707.

高橋 保・中川 一：河床堆積物の侵食による土砂流出とそれによる土砂流扇状地の形成に関する研究，水工学論文集，第34巻，1990, pp. 361-366.

高橋 保：土砂流出と災害の予測，水工学に関する夏期研修会講義集，土木学会水理委員会，A，1987, pp. 1-23.

4.4.2 掃流砂

芦田和男・江頭進治・加本 実：山地流域における侵食と流路変動に関する研究(1)—粘着性材料を含む砂礫の移動限界と流砂量—，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 349-360.

江頭進治・芦田和男・加本 実：山地河道の侵食機構に関する研究，第27回水理講演会論文集，1983, pp. 727-732.

芦田和男・江頭進治・加本 実：山地流域における侵食と流路変動に関する研究(2)—流路の側岸侵食機構—，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 353-361.

ASHIDA K. and S. EGASHIRA: On the Mechanism of Bank Erosion in Mountain Streams, Proc. Int. Symp. on Erosion, Debris Flow and Disaster Prevention, 1985, pp. 145-150.

江頭進治・芦田和男・西本直史：階段状河床波と流砂の挙動，第30回水理講演会論文集，1986, pp. 223-228.

EGASHIRA S. and K. ASHIDA: Sediment Transport in Steep Slope Flumes, Proc. Roc-Japan Joint Seminar on Water Resources Engineering, 1987, pp. 269-286.

芦田和男・江頭進治・西本直史：階段状河床上における流砂機構，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 377-390.

TAKAHASHI, T.: High Velocity Flow in Steep Erodible Channels, Proc. 22nd Cong. IAHR, Vol. F. H., 1987, pp. 42-53.

芦田和男・江頭進治・西野隆之・亀崎直隆：階段状河床波の形成・破壊過程における流砂機構：防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 493-506.

芦田和男・江頭進治・西野隆之：混合砂礫層の粒度分布変化と流砂の機構，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 423-441.

芦田和男・江頭進治・高村裕平：移動床のアーマリング機構に関する研究，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 517-526.

TAKAHASHI, T.: Mechanics and Existence Criteria of Various Type Flows during Massive Sediment Transport, Proc. International Workshop on Fluvial Hydraulics of Mountain Regions, Trent, 1989, pp. B119-B130.

江頭進治・芦田和男・高濱淳一郎・田野中新：エネルギー散逸機構に基づく流砂モデル，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 293-305.

4.4.3 浮遊砂

今本博健・大年邦雄：固液混相開水路流れの水理特性に関する研究(3)，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 367-376.

今本博健・大年邦雄：固液混相開水路流れの水理特性に関する研究(4)，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 417-427.

芦田和男・岡部健士：非平衡な浮遊砂濃度の算定法に関する研究，第26回水理講演会論文集，1982, pp. 153-158.

芦田和男・岡部武士・藤田正治：粒子の浮遊限界と浮遊砂量に関する研究，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 401-416.

芦田和男・岡部健士・藤田正治：粒子の浮遊限界に関する研究，第27回水理講演会論文集，1983, pp. 311-316.

芦田和男・藤田正治・向井　健：粗面上の粒子の浮遊機構，第28回水理講演会論文集，1984, pp. 659-664.

芦田和男・藤田正治：粗面上の粒子の浮遊機構と浮遊限界に関する研究，防災研年報，第26号 B-2，1983，pp. 363-377.

芦田和男・藤田正治・向井　健：粒子の浮遊運動のモデルと浮遊砂量，第29回水理講演会論文集，1985, pp. 497-502.

芦田和男・藤田正治：粒子の浮遊運動と河床付近の流れ：防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 355-367.

芦田和男・藤田正治・向井　健：河床砂礫の浮上率と浮遊砂量，防災研年報，第28号 B-2，pp. 353-366.

ASHIDA K. and M. FUJITA: Stochastic Model for Particle Suspension in Open Channels, Jour. of Hydroscience and Hydrauoic Eng., Vol. 4, No. 2, 1986, pp. 21-46.

芦田和男・藤田正治・劉　炳義：複断面直線水路における浮遊砂の流送・堆積機構(2)，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 461-475. 375号，1986, pp. 107-116.

芦田和男・藤田正治・向井　健：河床波状の浮遊砂の運動機構，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 473-486.

芦田和男・藤田正治：河床粒子の浮遊機構とそのモデル化，土木学会論文集，第375号，1986, pp. 79-88.

芦田和男・藤田正治：平衡および非平衡浮遊砂量算定の確率モデル，土木学会論文集，第375号，1986, pp. 107-116.

芦田和男・藤田正治・劉　炳義・田中孝昌：複断面直線水路における浮遊砂の流送・堆積機構，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 407-420.

芦田和男・藤田正治・劉　炳義：複断面直線河道における浮遊砂の流送過程：第32回水理講演会論文集，1988, pp. 461-466.

ASHIDA K., M. FUJITA and B. Y. LIU: Suspended Load Transport in Compound Channels, Proc. 6th Cong., APD-IAHR, Vol. II, No. 1, 1988, pp. 75-82.

ASHIDA, K. and B. Y. LIU: Mechanism of Suspended Sediment Transportration in a Straight Channel with Flood Plain, Proc. of 4th Int. Symposium on River Sedimentation, Vol. 1, 1989, pp. 458-465.

4.4.4 ウォッシュ・ロード

江頭進治・芦田和男・金屋敷忠儀：微細土砂の流出解析法とその適用に関する研究，第25回水理講演会論文集，1981, pp. 481-487.

ASHIDA, K., S. EGASHIRA and T. KANEYASHIKI: A Hydraulic Model for the Prediction of Wash Load in Mountainous Drainage Basins, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 31, No. 283, 1981, pp. 171-209.

江頭進治・芦田和男：山地流域における微細土砂の生産場と流出過程に関する研究，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 239-250.

村本嘉雄・藤田裕一郎・中村行雄：大戸川のウォッシュ・ロードに関する研究，京都大学防災研究所水資源研究セ

ンター研究報告，第2号，1982, pp. 31-45.

村本嘉雄・藤田裕一郎・中村行雄：大戸川における濁りの季節変化，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 375-387.

4.4.5 土砂調節

芦田和男・高橋 保・新井宗之：土石流の調節制御に関する研究(2)—流路彎曲部における土石流の流動—，防災研年報，第24号B-2，1981, pp. 251-263.

芦田和男・江頭進治・中川 一：傾斜路床上における泥水塊の挙動に関する研究，防災研年報，第24号B-2，1981, pp. 265-282.

芦田和男・江頭進治・何 智武（台湾中興大学）・山野邦明・村岡 猛：砂防ダムの侵食防止機能に関する実験的研究，防災研年報，第28号B-2，1985, pp. 337-351.

芦田和男・江頭進治・村岡 猛・里深好文：砂防ダムの流出土砂調節機能に関する研究，防災研年報，第30号B-2，1987, pp. 421-440.

芦田和男・江頭進治・栗田三津雄・荒牧 浩：透過性砂防ダムの土石流調節機構，防災研年報，第30号B-2，1987, pp. 441-456.

江頭進治・芦田和男・栗田三津雄・荒牧 浩：透過性砂防ダムの土石流調節機構，第30回水理講演会論文集，1988, pp. 491-496.

芦田和男・江頭進治・里深好文：床止めの侵食制御機構に関する研究，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 503-515.

沢田豊明・芦田和男：裸地斜面における土砂生産，水工学論文集，34巻，1990, pp. 355-360.

川合 茂・芦田和男：固定床開水路分流における流量・流砂量配分比に関する実験的研究，土木学会論文集，409-III号，1989, pp. 139-148.

4.5 河道の変動・安定化

4.5.1 流路変動と流路形態

川合 茂・芦田和男：河川分流における流量・流砂量配分比に関する実験的研究，第25回水理講演会論文集，1981, pp. 515-520.

FUJITA, Y. and Y. MURAMOTO: Experimental Study on Stream Channel Processes in Alluvial Rivers, Bull. DPRI, Kyouto Univ., Vol. 32, Pt. 1, No. 288, 1982, pp. 49-96.

FUJITA, Y.: On the Formation of Stream Channel Patterns, Proc., 3rd Cong. APD-IAHR, Vol. C, 1982, pp. 276-287.

FUJITA, Y.and Y. MURAMOTO: The Widening Process of Straight Stream Channels in Alluvial Rivers, BUll. DPRI, Kyouto Univ., Vol. 32, Part 2, No. 290, 1982, pp. 115-141.

藤田裕一郎・村本嘉雄・古川隆司：中規模河床形態の形成条件，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 429-449.

藤田裕一郎・村本嘉雄・宮坂裕文：河川における側岸侵食，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 427-444.

芦田和男・江頭進治・安東尚美：階段状河床形の形成機構と形状特性に関する研究，第28回水理講演会論文集，1984, pp. 743-749.

芦田和男・江頭進治・安東尚美：階段状河床形の発生機構と形状特性，防災研年報，第27号B-2，1984, pp. 341-353.

江頭進治・芦田和男・沢田豊明・西本直史：山地河道における階段状河床形の形状特性，第29回水理講演会論文集，1985年，pp. 537-542.

芦田和男・江頭進治・沢田豊明・西本直史：山地河道における階段状河床形の構造，防災研年報，第28号B-2，1985, pp. 325-335.

芦田和男・江頭進治・西野隆之：階段状河床波上の流れと抵抗則，防災研年報，第29号B-2，1986, pp. 391-403.

芦田和男・澤井健二・謝　正倫：三次元水域への掃流砂の流出に伴う砂州の発達・変動に関する研究，第31回水理講演会論文集，1987, pp. 731-736.

江頭進治・黒木幹男・澤井健二・山坂昌成：開水路における河床せん断力の推定法，第30回水理講演会論文集，1987, pp. 503-521.

芦田和男・藤田正治：貯水池堆砂の数値シミュレーション，防災研年報，第30号 B-2，1987，pp. 457-474.

芦田和男・澤井健二・謝　正倫：二次元水域における砂州の発達・変動過程に関する研究—掃流砂による砂州の発達・変動過程に関する実験—，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 475-491.

芦田和男・江頭進治・樽屋啓之・里深好文・高村裕平：砂防ダム堆砂域の侵食と流路の形成機構，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 507-523.

澤井健二・芦田和男・謝　正倫：河口部における河川流出土砂による三角州の発達機構に関する研究，第32回水理講演会論文集，1988, pp. 221-226.

FUJITA, Y., Y. MURAMOTO and H. MIYASAKA: An Observation of River Bank Erosion, Proc. 6th Congr. APD-IAHR, Kyoto, Vol. II, No. 1, 1988, pp. 123-130.

EGASHIRA, S. and K. ASHIDA: Roles of Step-Pool Morphology in Sediment Transportation, Proc. 6th Cong., APD-IAHR, Vol. 1 II-1, 1988, pp. 29-36.

芦田和男・江頭進治・足立幸郎：蛇行水路における河床変動に関する研究，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 443-459.

芦田和男・澤井健二・謝　正倫：二次元水域における砂州の発達・変動過程に関する研究(2)—遊砂および沿岸流の及ぼす影響に関する実験—，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 477-487.

SHIEH, C. L., K. ASHIDA and K. SAWAI: Mechanism of Development of Alluvial Fan in an Estuary Caused by Bed Load, Proc. 6th Cong. APD-IAHR, Vol. II-1, 1988, pp. 131-138.

芦田和男・江頭進治・樽屋啓之：土砂堆積域における流路の形成過程，第33回水理講演会論文集，1989, pp. 367-372.

芦田和男・江頭進治・劉　炳義・滝口将志：蛇行水路を有する複断面流路における流れの特性と河床変動機構，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 527-551.

ASHIDA, K., K. SAWAI and C. L. SHIEH: Experimental Study on the Process of Delta Formation in an Estuary, Proc. of 4th Int. Symposium on River Sedimentation, Vol. 2, 1989, pp. 787-794.

芦田和男・澤井健二・謝　正倫：二次元水域における砂州の発達・変動過程に関する研究(3)—三角州の発達・変動過程のシミュレーション—，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 553-570.

EGASHIRA, S. and K. ASHIDA: Flow Resistance and Sediment Transportation in Streams with Step-Pool Bed Morphology, Proc. Int. Workshop on Flucial Hydraulics of Mountain Regions, Italy, 1989, pp. A31-A44.

藤田裕一郎・村本嘉雄・古川隆司：砂漣河床における中規模河床形態の形成過程，第33回水理講演会論文集，1989, pp. 385-390.

芦田和男・江頭進治・劉　炳義：複断面蛇行流の水理特性に関する研究，水工学論文集，34巻，1990, pp. 397-402.

芦田和男・江頭進治・里深好文・後藤隆之：網状流路の流路変動と流砂量，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 241-260.

芦田和男・江頭進治・劉　炳義・梅本正樹：蛇行流路における Sorting 現象および平衡河床形状に関す研究，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 261-279.

赤井一昭・上田伸三・和田安彦・澤井健二：「海洋の空（うつろ）」による遡上水路と砂泥の浄化について，Proc. Techno Ocean '90 Int. Sym., 1990, pp. 347-351.

4.5.2 交互砂州および網状流路

藤田裕一郎・小池 剛・古川隆司・村本嘉雄：交互砂州の発生過程に関する二，三の実験，防災研年報，第28号B-2，1985, pp. 379-398.

藤田裕一郎・村本嘉雄・堀池周二：交互砂州の発達過程に関する研究，防災研年報，第24号B-2，1981, pp. 411-431.

FUJITA, Y. and Y. MURAMOTO: Studies on the Process of Development of Alternate Bars, Bull. DPRI, Kyouto Univ., Vol. 35, No. 314, 1985, pp. 55-86.

藤田裕一郎・村本嘉雄・堀池周二・小池 剛：交互砂州の発達機構，第26回水理講演会論文集，1982, pp. 25-30.

藤田裕一郎・小池 剛・村本嘉雄：交互砂州の波長の発達機構，第29回水理講演会論文集，1985, pp. 485-490.

藤田裕一郎：網状河川の問題と最近の研究，第23回水工学に関する夏期研修会講義集，1987, pp. A-4-1-27.

藤田裕一郎・赤松英樹・村本嘉雄：複列砂州と網状流路の形成過程に関する実験，防災研年報，第29号B-2，1986, pp. 451-472.

藤田裕一郎・永田順宏・村本嘉雄：細砂河床における網状流路の形成実験，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 595-618.

藤田裕一郎・赤松英樹・村本嘉雄：網状流路の形成過程，第31回水理講演会論文集，1987, pp. 695-700.

FUJITA, Y. and Y. MURAMOTO: Multiple Bars and Stream Braiding, Proc. Int. Conf. on River Regime, 1988, pp. 289-300.

FUJITA, Y.: Bar and Channel Formation in Braided Streams, AGU Water Resour. Monograph 12, RIVER MEANDERING, 1989, pp. 417-462.

藤田裕一郎・澤井健二：移動床水理実験におけるラボラトリー・オートメーションの試み，水工学論文集，第34巻，1990, pp. 701-706.

4.5.3 小規模河床形態

宇民 正・上野鉄男：河床波上の流れの三次元構造，防災研年報，第24号B-2，1981, pp. 297-313.

IKEDA, S., G. PARKER and K. SAWAI: Bend Theory of River Meanders. Part 1. Linear Development, Journal of Fluid Mechanics, Vol. 112, 1981, pp. 363-377.

芦田和男・澤井健二・加藤 均：河床波の変形過程に関する実験的研究(2)，防災研年報，第24号B-2，1981, pp. 283-295.

芦田和男・中川一・加藤 均：流量変化に伴う河床波の応答に関する研究，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 473-491.

PARKER, G., K. SAWAI and S. IKEDA: Bend Theory of River Meanders. Part 2. Nonlinear Deformation, Journal of Fluid Mechanics, Vol. 115, 1982, pp. 303-314.

上野鉄男・宇民 正：砂漣と砂堆の発達過程に関する実験的研究，土木学会論文報告集，第318号，1982, pp. 75-84.

芦田和男・中川 一・加藤 均：流量変化に伴う河床波の応答に関する研究，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 473-491.

上野鉄男・宇民 正：河床波の発生・発達過程に関する実験的研究(3)，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 409-426.

澤井健二：周期的流量変化に伴う河床波の応答に関する実験，第29回水理講演会論文集，1985, pp. 473-478.

澤井健二：河床波の変形過程に関する研究—周期的流量変化に伴う砂堆の応答に関する実験—，防災研年報，第28号B-2，1985, pp. 539-548.

上野鉄男・宇民 正：三次元計測による河床波の発達過程の検討，第31回水理講演会論文集，1987, pp. 653-658.

澤井健二：水理量の時間変化に伴う河床波の変形過程に関する研究，第31回水理講演会論文集，1987, pp. 647-

652.

澤井健二：河床波の変形過程に関する研究(2)—洪水時における河床波の変動予測—，防災研年報，第30号 B-2, 1987, pp. 655-661.

SAWAI, K.: Transformation of Sand Waves Due to the Time Change of Flow Conditions, Jour. Hydroscience and Hydraulic Engineering, JSCE, Vol. 5, No. 2, 1988, pp. 1-14.

4.5.4 局所洗掘

今本博健・大年邦雄：開水路流れに設置された橋脚周辺の水理特性について(1)，防災研年報，第26号 B-2, 1983, pp. 489-501.

今本博健・大年邦雄：開水路流れに設置された橋脚周辺の水理特性について(2)，防災研年報，第27号 B-2, 1984, pp. 445-454.

今本博健・大年邦雄：二段円柱橋脚周辺の水理特性に関する研究，第29回水理講演会論文集，1984, pp. 585-590.

今本博健・大年邦雄：開水路流れに設置された橋脚周辺の水理特性について(3)，防災研年報，第28号 B-2, 1985, pp. 523-537.

今本博健・大年邦雄：開水路流れに設置された橋脚周辺の水理特性について(4)，防災研年報，第29号 B-2, 1986, pp. 487-503.

IMAMOTO, H. and K. OHTOSHI: Modelling of Local Scour around a Circular Pier, IAHR Symposium on Scale Effects in Moddelling Sediment Transport Phenomena, Toronto, Canada, 1986, pp. 180-193.

IMAMOTO, H. and K. OHTOSHI: Local Scour around a Non-Uniform Pier, Proc. 22nd Cong. IAHR, Lausanne, Vol. B, 1987, pp. 304-309.

今本博健・大年邦雄：開水路流れに設置された橋脚周辺の水理特性について(5)，防災研年報，第30号 B-2, 1987, pp. 627-642.

今本博健・大年邦雄・国西達也：往復流による橋脚周辺の局所洗掘に関する研究，防災研年報，第32号 B-2, 1989, pp. 951-961.

4.5.5 貯水池堆砂

芦田和男・岡部健士：貯水池堆砂の数値計算法に関する研究，防災研年報，第25号 B-2, 1982, pp. 389-400.

芦田和男・江頭進治・中川 一：密度流先端部の解析における相似理論の適用性，防災研年報，第25号 B-2, 1982, pp. 597-613.

4.5.6 中小河川災害と河道変動

藤田裕一郎・木下晴由：超過洪水による中小河川の河道災害，防災研年報，第32号 B-2, 1989, pp. 571-593.

村本嘉雄・藤田裕一郎・中村行雄：大戸川における1982年 8 月洪水について，防災研年報，第26号 B-2, 1983, pp. 151-163.

藤田裕一郎：傾斜地域の河道災害について，防災研年報，第34号 B-2, 1991.

4.6 洪水危険度の評価と耐水化

4.6.1 水文統計と治水計画

松田誠祐・角屋 睦：長時間降雨強度曲線の一表現法，農業土木学会論文集，第104号，1983, pp. 39-46.

角屋 睦・中村敬二：仁淀川流域の豪雨出水の統計的特性，防災研年報，第27号 B-2, 1984, pp. 233-239.

高棹琢馬・宝 馨・清水 章：琵琶湖流域水文データの基礎的分析，防災研年報，第29号 B-2, 1986, pp. 157-171.

高棹琢馬・宝 馨・清水 章：水文統計解析における確率分布モデルの評価，防災研年報，第30号 B-2, 1987, pp. 283-297.

宝 馨・高棹琢馬：水文頻度解析における確率分布モデルの評価規準，土木学会論文集，393 号/II-9, 1988, pp.

151-160.

高棹琢馬・宝　馨・清水　章：水文頻度解析モデルの母数推定法と確率水文量の変動性—3母数対数正規分布について—，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 287-296.

宝　馨・高棹琢馬：水文頻度解析モデルの母数推定法の比較評価，水工学論文集，第34巻，1990, pp. 7-12.

高棹琢馬・宝　馨・清水　章：極値分布の母数推定法の比較評価，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 455-469.

高棹琢馬・池淵周一・小尻利治：水系一貫した治水計画の策定に関する研究，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 285-296.

KOJIRI, T., S. IKEBUCHI and T. TAKASAO: Optimal Planning of Flood Control Systems Based on Screening, Simulation and Sequential Models, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 32, Part 4, No. 294, 1982. pp. 209-227.

小尻利治・堀　智晴・池淵周一：スクリーニング段階における治水システムの策定に関する研究，防災研年報，第27号 B-2，1984. pp. 241-254.

小尻利治・池淵周一・堀　智晴：治水システムの氾濫確率に関する時・空間的評価，第21回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨集，1984. pp. 327-330.

池淵周一・小尻利治・堀　智晴：治水システムの段階的建設手順に関する研究，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 237-252.

池淵周一・小尻利治・堀　智晴：広域的な治水システムの段階的計画決定プロセスに関する研究，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 137-156.

池淵周一・小尻利治・堀　智晴：洪水の時・空間生起確率算定法，土木学会論文集，第369号 II-5，1986, pp. 175-184.

堀　智晴・池淵周一・小尻利治：氾濫確率を計画安全度指標とした治水システムの策定法，第31回水理講演会論文集，1987, pp. 247-252.

堀　智晴・池淵周一・小尻利治・神山英幸：氾濫確率を基準にした治水システムの建設手順計画とその応用に関する研究，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 341-358.

KOJIRI, T., S. IKEBUCHI and T. HORI: Optimal Planning of Flood Control Systems Based Risk Analyses of Flood Inundation, Application of Frequency and Risk in Water Resources, Proceedings of the International Symposium on Flood Frequency and Risk Analyses, 14-17 May 1986, Louisiana State University, 1987, pp. 319-333.

4.6.2 外水氾濫による被害予測

河田恵昭・中川　一：三隅川の洪水災害—洪水氾濫と家屋の被害—，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 179-196.

河田恵昭・中川　一：三隅川の洪水災害(2)—洪水氾濫と家屋の被害—，昭和58年7月山陰豪雨災害の調査研究報告書，(文部省科学研究費自然災害特別研究突発災害研究成果報告書)，No. B-58-3, 1984, pp. 128-139.

高橋　保・中川　一・加納茂紀：洪水氾濫による家屋流失の危険度評価，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 455-470.

高橋　保・中川　一・西崎丈能：堤防決壊による洪水危険度の評価に関する研究，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 431-450.

高橋　保・中川　一：都市域における洪水氾濫被害の予測，都市防災シンポジウム講演集，1987, pp. 1-6.

TAKAHASHI, T. and H. NAKAGAWA: Hazard Zone Mapping in Respect to the Damages to Wooden Houses Due to Breaking of Levee, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 37, Part 2, No. 325, 1987, pp. 59-90.

高橋　保：昭和40年奥越豪雨災害—真名川の河道埋塞—，二次災害の予知と対策，全国防災協会二次災害研究会，第3号，1989, pp. 7-23.

4.6.3 警戒・避難システム

高橋 保・中川 一・東山 基：洪水氾濫水の動態を考慮した避難システムの評価に関する研究，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 757-780.

高橋 保・中川 一・東山 基：洪水氾濫解析とリンクした避難のシミュレーション，第33回水理講演会論文集，1989, pp. 355-360.

TAKAHASHI, T., H. NAKAGAWA., M. HIGASHIYAMA and H. SAWA: Assessment of Evacuation Systems for Flood/Mud Flood, Journal of Natural Disaster Science.

今本博健：水害情報の発表基準と伝達システムに関する現状分析，防災研年報，第24号B-2，1981, pp. 377-386.

今本博健：水害時の情報伝達と避難行動について―昭57.7長崎水害の実態調査による検討―，自然災害特別研究突発災害研究，昭和57年7月豪雨災害に関する調査研究（長崎を中心とした豪雨災害），No. B-57-3，1983, pp. 125-132.

今本博健・石垣泰輔・大年邦雄：昭和57年7月長崎水害における住民の避難行動について，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 127-138.

今本博健・石垣泰輔・大年邦雄：昭和57年8月大和川水害における住民の避難行動について，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 139-149.

今本博健・石垣泰輔・大年邦雄：昭和57年7月長崎水害における避難行動選択への影響要素について，自然災害科学，Vol. 3, No.1, 1984, pp.22-33.

今本博健・石垣泰輔・大年邦雄：水害時の避難行動における各種情報の有効性について，自然災害特別研究突発災害研究，昭和58年7月山陰豪雨災害の調査研究，No. B-58-3，1984, pp. 198-207.

今本博健：水害時の避難行動における各種情報の有効性について，災害情報と避難に関するシンポジウム，1984, pp. 6-15.

今本博健・石垣泰輔・大年邦雄：3大都市住民の水害に対する防災意識について―東京・大阪・名古屋におけるアンケート調査（昭59.7），第21回自然災害科学総合シンポジウム講演概要集，1984, pp. 523-526.

今本博健：住民の水防意識および水害への対応についての実態調査，河川，第468号，1985, pp. 69-78.

今本博健・石垣泰輔・大年邦雄：昭和58年7月山陰豪雨災害における住民の対応状況について，自然災害科学，Vol. 5, No. 1, 1986, pp. 9-19.

今本博健：水害時における住民の対応行動とその分析，大阪府測量設計業協会，水防に関する講演会，1987, pp. 43-61. 今本博健・石垣泰輔・大年邦雄：昭63-7島根・広島水害における住民の警戒・避難行動に関する調査，重点領域研究「自然災害」総合研究班，1988年7月島根・広島豪雨災害の調査研究，No. B-63-2，1989, pp. 136-149.

今本博健・石垣泰輔・大年邦雄：水害時の災害情報と避難行動に関する研究，災害警報と避難行動に関する研究，重点領域研究，1989, pp. 47-62.

今本博健：水害時における住民の対応行動について，山陰における豪雨災害と防止対策，土木学会中国四国支部平成元年度第1回講習会テキスト，1989, pp. 75-86.

4.7 波　　浪

4.7.1 浅海域における波の変形と砕波

TSUCHIYA, Y. and S. TSUTSUI: Breaking Mechaism of Water Waves in Terms of Imbalance in the Partition of Wave Energy, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 32, No. 291, 1982, pp. 143-170.

YASUDA, T., S. GOTO and Y. TSUCHIYA: On the Relation between Changes in Integral Quantities of Shoaling Waves and Breaking Inception, Proc. 18th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, Vol. 1, 1982, pp. 22-37.

土屋義人・筒井茂明：波のエネルギー分配と砕波過程，第29会海岸工学講演会論文集，1982, pp. 125-129.

TSUTSUI, S. and Y. TSUCHIYA: Wave Breaking in the Presence of Surface Drift, Coastal Engineering in Japan, JSCE,

Vol. 27, 1984, pp. 53-70.

TSUCHIYA, Y. and T. YASUDA: A Dynamical Expression of Waves in Shallow Water, Proc. 19th Int. Conf on Coastal Eng., ASCE, Vol. 1, 1984, pp. 435-451.

HSU, J. R. C. and Y. TSUCHIYA: Waves Propagating over a Slowly Varying Depth with Two-Dimensional Bottom Topography, Advances in Nonlinear Waves, Vol. I, Pitman Press, 1984, pp. 150-161.

筒井茂明・土屋義人：表層流に起因する砕波，第31回海岸工学講演会論文集，1984, pp. 15-19.

TSUCHIYA, Y. and T. YASUDA: Cnoidal Waves in Shallow Water and Their Mass Transport, Advances in Nonlinear Waves, Vol. II, Pitman Press, 1985, pp. 57-76.

土屋義人・藤木繁男：容量式波高計の改良と現地観測への適用，防災研年報，第28号 B-2, 1985, pp. 549-564.

山下隆男・玉田浩一・James R. Tallent・土屋義人：現地海岸における波浪エネルギーの散逸特性と平衡海浜断面形状，第34回海岸工学講演会論文集，1987, pp. 317-321.

TSUCHIYA, Y. and S. TSUTSUI: Wind-Forced Waves in Shallow Water, Part 1 Theory, Coastal Engineering in Japan, JSCE, Vol. 31, No. 1, 1988, pp. 1-22.

TSUCHIYA, Y. and S. TSUTSUI: Wind-Forced Waves in Shallow Water, Part 2 Theoretical Results and Their Comparison with Laboratory and Field Data, Coastal Engineering in Japan, JSCE, Vol. 31, No. 1, 1988, pp. 23-37.

山下隆男・James R. Tallent・土屋義人：砕波水平渦の生成機構と移動特性，第35回海岸工学講演会論文集，1988, pp. 54-58.

TALLENT, R. J., T. YAMASHITA and Y. TSUCHIYA: Transformation Characteristics of Breaking Water Waves, Proc. of the NATO Advanced Research Workshop on Wave Kinematics, Kluwer Academic Publ., pp. 509-528, 1990.

4.7.2 波浪の伝播・変形数値モデル

NAKAMURA, S.: A Note on the Hydraulic Modelling of Waves on the Coast, CSIRO Div. LRM Perth, Tech. Memo., 81/10, January, 1982, pp. 1-36.

土屋義人・安田孝志・山下隆男・平本高志：傾斜海浜上の非線形 Schrödinger 方程式，第31回海岸工学講演会論文集，1984, pp. 83-87.

土屋義人・山下隆男・山元淳史：放物型屈折・回析方程式の数値計算法と現地への適用第34回海岸工学講演会論文集，1987, pp. 96-100.

安田孝志・田中光宏・鵜飼亮行・土屋義人：現地波浪の波群と空間変化とそのモデル方程式による記述，第35回海岸工学講演会論文集，1988, pp. 93-97.

間瀬 肇・古田幸也・酒井哲郎・浅野敏之・柳生忠彦：傾斜海浜に設置した人工海藻による波浪変形解析，海岸工学論文集，36巻，1989, pp. 90-94.

YAMASHITA, T., Y. TSUCHIYA, M. MATSUYAMA and T. SUZUKI: Numerical Calculation of Linear Wave Propagation in the Coastal Zone, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 40, Part 1, No. 345, pp. 15-40, 1990.

4.7.3 海岸波浪の波群構造とソリトン化

安田孝志・篠田成郎・土屋義人：ソリトンスペクトル理論による海岸波浪の内部特性表示，第29回海岸工学講演会論文集，1982, pp. 36-40.

土屋義人・安田孝志・山下隆男・武山保徳：海岸波浪のソリトンスペクトル表示，第29回海岸工学講演会論文集，1982, pp. 41-45.

土屋義人・安田孝志・篠田成郎：ソリトンスペクトル理論による海岸波浪の統計的特性，第30回海岸工学講演会論文集，1983, pp. 69-73.

土屋義人・安田孝志・山下隆男：海岸波浪の非線形性の卓越化に伴うソリトン構造への遷移について，第30回海岸工学講演会論文集，1983, pp. 74-78.

安田孝志・三島豊秋・土屋義人：エントロピーによる多ソリトン系のエネルギー分布，第31回海岸工学講演会論文

集, 1984, pp. 98-102.

土屋義人・安田孝志・山下隆男・平本高志：海岸波浪の非線形性と波群構造, 第31回海岸工学講演会論文集, 1984, pp. 168-172.

土屋義人・安田孝志・山下隆男・芝野真次：非線形波の変調と波群, 第32回海岸工学講演会論文集, 1985, pp. 179-183.

土屋義人・安田孝志・篠田成郎：ソリトンモードに基づく不規則波浪の統計量の保存性, 第31回海岸工学講演会論文集, 1984, pp. 178-182.

土屋義人・安田孝志・篠田成郎：うねりのソリトンモードと波群構造, 第31回海岸工学講演会論文集, 1984, pp. 188-192.

安田孝志・三島豊秋・土屋義人：傾斜海浜上におけるソリトンとその変形, 第32回海岸工学講演会論文集, 1985, pp. 109-113.

安田孝志・中嶋規行・土屋義人：包絡ソリトンモードと不規則波浪の波群特性について, 第32回海岸工学講演会論文集, 1985, pp. 174-178.

YASUDA, T., N. NAKAJIMA and Y. TSUCHIYA: Grouping Waves and Their Expression on Asympotic Envelope Soliton Modes, Proc. 20th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, Vol. 1, 1986, pp. 864-876.

TSUCHIYA, Y., T. YAMASHITA and J. KAWAGOE: Shoaling and Evolutional Behaviour of Wave Packet on a Gentle Slope, Coastal Engineering in Japan, JSCE, Vol. 29, 1986, pp. 91-109.

土屋義人・安田孝志・篠田成郎・植本 実：砕波帯における波浪の伝播とソリトンモード, 第33回海岸工学講演会論文集, 1986, pp. 11-15.

土屋義人・安田孝志・篠田成郎：波浪ソリトン群とその統計理論, 防災研年報, 第29号 B-2, 1986, pp. 691-716.

YAMASHITA, T. and Y. TSUCHIYA: Evolutional Behaviour and Instability of a Single Wave Packet, Nonlinear Water Waves, IUTAM Symposium, 1987, pp. 47-54.

篠田成郎・川口智也・安田孝志・土屋義人：海岸波浪の時系列特性とソリトンモード, 第34回海岸工学講演会論文集, 1987, pp. 141-145.

篠田成郎・安田孝志・川口智也・石原貴司・土屋義人：浅海における不規則波浪の時系列モデルについて, 第35回海岸工学講演会論文集, 1988, pp. 103-107.

安田孝志・鵜飼亮行・土屋義人：1次元的に伝播するうねりの統計的性質の空間的変動, 海岸工学論文集, 36巻, 1989, pp. 109-113.

安田孝志・鵜飼亮行・土屋義人：深海から浅海に進むうねりの波群特性, 防災研年報, 第32号 B-2, 1989, pp. 781-797.

篠田成郎・安田孝志・川口智也・石原貴司・土屋義人：浅海における不規則波浪の隣合う波高の結合確率分布について, 海岸工学論文集, 36巻, 1989, pp. 129-133.

間瀬 肇：傾斜海浜上の波群の伝播変形に関する研究, 土木学会論文集, 第405号 II-11, 1989, pp. 205-213.

間瀬 肇・林 克行・山下隆男：波浪観測データに基づく海岸波浪の波群特性の解析, 海岸工学論文集, 36巻, 1989, pp. 124-128.

MASE, H., T. YAMASHITA and K. HAYASHI: Wave Group Properties of Coastal Waves, Proc. 22nd Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1990.

篠田成郎・安田孝志・石原貴司・土屋義人：不規則ソリトン列による海岸波浪の統計理論とその応用, 海岸工学論文集, 第37巻, 1990, pp. 126-130.

4.7.4 海岸波浪の予知

土屋義人・山口正隆・平口博丸：日本海沿岸における異常波浪の数値予知, 第29回海岸工学講演会論文集, 1982, pp. 1-5.

土屋義人・山口正隆・平口博丸：日本海における季節風時の波浪予知(2)—波浪の数値予知—，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 599-635.

中村重久：最大波高の超過確率，うみ（日仏海洋学会誌），第21巻1号，1983, pp. 1-6.

中村重久：海岸付近における波の防災科学的研究，うみ（日仏海洋学会誌），第21巻3号，1983, pp. 180-182.

土屋義人・鹿島遼一・鈴木義和・近藤浩右・泉　雄士：日本海中部沿岸における波浪の相関予測法，第32回海岸工学講演会論文集，1985, pp. 149-153.

近藤浩右・鈴木義和・鹿島遼一・土屋義人：日本海中部沿岸における異常波浪の極値統計と佐渡島遮蔽域の波浪特性，第32回海岸工学講演会論文集，1985, pp. 129-133.

安中　正・土屋義人・光田　寧・藤井　健・大下哲則：スプライン法を用いた海上風推算における気圧データの作成方法，第32回海岸工学講演会論文集，1985, pp. 134-138.

平口博丸・山口正隆・土屋義人：波浪予知モデルの日本海への適用，第32回海岸工学講演会論文集，1985, pp. 139-143.

土屋義人・駒口友章：波浪推算モデルによる異常波浪の研究，防災研年報，第30号B-2，1987, pp. 663-693.

土屋義人・駒口友章：台風の停滞時間を考慮した異常波浪の推算，第14回海岸工学講演会論文集，1987, pp. 157-161.

KOMAGUCHI, T., Y. TSUCHIYA and N. SHIRAISHI: Generation Mechanism of Abnormal Waves along the Japan Coast, Proc. 22nd Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1990, pp. 769-782.

4.8 高　潮・津　波

4.8.1 高潮の発生機構と数値予知

土屋義人・山下隆男・平石哲也：有限要素—差分モデルによる高潮の数値計算法，第29回海岸工学講演会論文集，1982, pp. 31-35.

YAMASHITA, T. and Y. TSUCHIYA: Numerical Simulation of Storm Surges by Multi-Level Models, Proc. 19th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1984, pp. 174-189.

土屋義人・山下隆男・杉本　浩：高潮氾濫数値モデルの適用性に関する研究，第31回海岸工学講演会論文集，1984, pp. 218-222.

土屋義人・山下隆男・今塩宏之：水平粗面上での bore front の伝播特性，第34回海岸工学講演会論文集，1987, pp. 192-196.

山下隆男・山本圭介・土屋義人：伊勢湾，大阪湾，紀伊水道，土佐湾における異常潮位，高潮に及ぼす黒潮の影響，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 705-722.

中村重久：近畿圏の高潮災害の要因としての黒潮について，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 753-773.

YAMASHITA, T., Y. TSUCHIYA and D. R. BASCO: Bore Front Modeling in Terms of Burgers Equation and Its Numerical Calculation Method, Proc. 21st Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1988, pp. 2589-2602.

YAMASHITA, T.: Numerical Model of Storm Surges in Bays of Japan's Pacific Coast, Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 563-572.

4.8.2 津波の変形と予知

中村重久：数値実験からみた1883クラカトア津波，うみ；日仏海洋学会誌，第20巻1号，1982, pp. 29-36.

NAKAMURA, S.: Tsunami Flood Control at the Opening of a Bay or Harbour, Proc. 1983 Tsunami Symposium, Hamburg, FRG, 1983, pp. 65-81.

NAKAMURA, S.: Numerical Tsunami Model in Osaka Bay, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 33, Part 1, 1983, pp. 1-14.

土屋義人・酒井哲郎・河田恵昭・中村重久・芝野照夫・吉岡　洋・山下隆男・島田富美男：日本海中部地震津波による災害について，防災研年報，第27号A，1984, pp. 1-29.

土屋義人・安田孝志・山下隆男・芝野真治：陸棚における津波のソリトン分裂，東北大学津波防災実験所研究報告，第1号，1984, pp. 41-48.

中村重久：津波の古記録とその意義について，うみ；日仏海洋学会誌，第22巻2号，1984, pp. 69-72.

中村重久：日本海中部地震津波にみられる非線型力学，月刊海洋科学，Vol. 16, No. 9, 1984, pp. 510-515.

NAKAMURA, S.: A Numerical Tracking of the 1883 Krakatoa Tsunami, Science of Tsunami Hazards (the International Journal of the Tsunami Society), Vol. 2, No. 1, 1984, pp. 41-54.

Ш. Накамура: ОПИСАНИЕ ПРОСТР АНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ СТРЧКТЧРЫ СПЕКТРА ЦУНАМИ В ПРИБРЕЖНОЙЗОНЕ, ТРУ ДЫДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОР ДЕНА ТРУ ДОВОГОКРАСНОГО ЗНАМЕНИ РЕГИОНАЛЬНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСК ОГО ИНСТИТУТА, Выпуск 103, 1984, pp. 60-71.

Ш. Накамура, Г. Лумцс: НАИНИЗЩАЯ МОДА КОЛЕБАНИЙ В З АЛИВЕ СУЗКИМ ГОРЛОМ, ТРУ ДЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО О РДЕНА ТРУ ДОВОГОКРАСНОГО ЗНАМЕНИ РЕГИОНАЛЬНОГ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА, Выпуск 103, 1984, pp. 71-86.

Ш. Накамура: ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ В МОДЕЛИ ЗАЛИВ АОСАКА, ТРУ ДЫ ДАЛЬНЕВ-ОСТОЧНОГО ОРДЕНАТРУДОВОГ ОКРАСНОГО ЗНАМЕНИ РЕГИОНАЛЬНОГО НАУЧНО-ИССЛЕД ОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА, Выпуск 103, 1984, pp. 86-92.

中村重久：大阪湾の津波，日本航海学会誌，No. 83, 1985, pp. 43-48.

中村重久：和歌山県日高川の津波史料について，うみ；日仏海洋学会誌，第23巻1号，1985, pp. 26-31.

中村重久：弱い非線型陸棚波方程式について，うみ；日仏海洋学会誌，第23巻2号，1985, pp. 49-54.

中村重久：沖合の擾乱によって誘起される沿岸水位変動について，うみ；日仏海洋学会誌，第23巻3号，1985, pp. 111-117.

土屋義人・河田恵昭：大阪における安政南海道津波の復元(1)—氾濫災害について—防災研年報，第29号B-2, 1986, pp. 763-794.

中村重久：日本南岸の黒潮流域付近における海洋音速場について，うみ；日仏海洋学会誌，第24巻1号，1986, pp. 42-47.

中村重久：巨大津波の前駆異常音について，うみ；日仏海洋学会誌，第24巻1号，1986, pp. 48-52.

NAKAMURA, S.: Possible Subsurface Source of an Acoustic Tsunami Precursor, Journal of the Oceanographic Society of Japan, Vol. 43, No. 4, 1987, pp. 228-236.

NAKAMURA, S.: A Response of Wide-Open Bay in a Numerical Model, Marine Geodesy, Vol. 11, No. 4, 1987, pp. 241-250.

NAKAMURA, S.: A Note on Numerical Evaluation of Tsunami Threats by Simple Hydrodynamic and Stochastic Models Referring to Historical Descriptions, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 37, No. 322, 1987, pp. 1-8.

NAKAMURA, S.: Tsunami Threat Evaluation by Historical Documents, Numerical Model and Stochastic Models, Proc. 20th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1987, pp. 2620-2630.

中村重久：太平洋北西沿岸の三陸大津波の前駆異常音について，うみ；日仏海洋学会誌，第25巻1号，1987, pp. 31-35.

中村重久：和歌山沿岸の最大津波遡上高について，うみ；日仏海洋学会誌，第25巻3号，1987, pp. 147-150.

中村重久：和歌山の歴史津波，月刊地球，9巻4号，1987, pp. 220-224.

河田恵昭：大阪における安政南海道津波の復元，歴史地震，3巻，1988, pp. 206-217.

土屋義人・河田恵昭・酒井哲郎・島田富美男：大阪における安政南海道津波の復元(2)—津波の伝播・氾濫特性について—，防災研年報，第31号B-2, 1988, pp. 723-751.

NAKAMURA, S.: On Audible Tsunami on the Coast,Science of Tsunami Hazards, Vol. 6, No. 1,1988, pp. 5-10.

中村重久：太平洋北西部における1837年チリ津波，うみ;日仏海洋学会誌，第26巻2号，1988, pp. 81-85.

中村重久：インドネシア沖地震による津波前駆音の推定と応用について，東南アジア研究，26巻1号，1988, pp. 74-85.

TSUCHIYA, Y., Y. KAWATA, T. SAKAI and F. SHIMADA: Flooding Due to the Ansei Nankaido Tsunami in Osaka, Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 505-514.

中村重久：1707宝永津波のため山内村全村流亡，うみ（日仏海洋学会誌），27巻1−2号，1989, pp. 72-76.

4.8.3 高潮・津波の極値統計

TSUCHIYA, Y. and Y. KAWATA: Extremal Statistics of Storm Surges by Typhoon, Proc. 19th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1984, pp. 115-131.

NAKAMURA S.: Estimate of Exceedance Probability of Tsunami Occurrence in the Eastern Pacific, Marine Geodesy, Vol.10, No. 2, 1986, pp. 195-209.

河田恵昭：高潮の極値統計，水工学に関する夏期研修会講義集，1988, pp. 1-22.

KAWATA Y. and Y. TSUCHIYA: Extremal Statistics of Tsunamis in Osaka, Proc. 6th Congress of APD-IAHR, 1988, pp. 241-247.

4.9 海岸侵食とその制御

4.9.1 漂砂機構

土屋義人・清水　潔：波による球状粒子の移動機構，第29回海岸工学講演会論文集，1982, pp. 233-237.

土屋義人・上田康裕・大下哲則：掃流漂砂量について，第31回海岸工学講演会論文集，1984, pp. 306-310.

土屋義人・上田康裕・大下哲則：漂砂の移動限界の理論，第31回海岸工学講演会論文集，1984, pp. 272-276.

河田恵昭・L. H. LARSEN：漂砂の移動限界に及ぼす吸水の効果，第31回海岸工学講演会論文集，1984, pp. 267-271.

河田恵昭：飛砂，海洋科学，第16巻7号，1984, pp. 394-401.

TSUCHIYA, Y.: A Law for Sediment Transport by Waves in a Bed Load, Coastal Engineering in Japan, JSCE, Vol. 29, 1986, pp. 129-139.

土屋義人・坂野雅人：漂砂形態とその発生領域，第34回海岸工学講演会論文集，1987, pp. 222-226.

TSUCHIYA, Y.: Sand Transport by Wind: Transport Rates of Uniform and Graded Sand, Coastal Sediment '87, ASCE, 1987, pp. 175-187.

TSUCHIYA, Y. and M. BANNO: The Criterion of Ripple Formation by Wave Action, Proc. 21st Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1988, pp. 1868-1881.

土屋義人・三島豊秋・土田　充：飛砂の移動限界の理論，海岸工学論文集，36巻，1989, pp. 344-348.

河田恵昭：砂粒の移動機構，地学雑誌，98巻5号，1989, pp. 13-20.

河田恵昭・土屋義人：岸沖・沿岸漂砂量則の統一表示，海岸工学論文集，37巻，pp. 259-263, 1990.

河田恵昭・吉岡　洋・藤木繁男・土屋義人：高波浪時における漂砂観測法，海岸工学論文集，36巻，1989, pp. 269-273.

河田恵昭：傾斜海浜における漂砂量則について，海岸工学論文集，36巻，1989, pp. 289-293.

河田恵昭：漂砂制御，土木工学ハンドブック，1989, pp. 1899-1906.

河田恵昭・白井　亨・吉岡　洋・伊藤政博・土屋義人：高波浪時の海底微地形の観測，海岸工学論文集，37巻，1990, pp. 329-333.

4.9.2 海浜流・海浜変形

TSUCHIYA, Y., T. SHIRAI and T. YAMASHITA: Long-Term Changes in Beach Profiles at Ogata Coast, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 32, No. 292, 1982, pp. 171-187.

土屋義人・河田恵昭・芝野照夫・山下隆男・小林柾男：現地海岸における水面移動の時空間特性，第29回海岸工学講演会論文集，1982，pp. 26-30.

土屋義人・安田孝志・山下隆男・大下哲則・篠田成郎：不規則波の質量輸送速度の表示とその適用性，第29会海岸工学講演会論文集，1982, pp. 46-50.

土屋義人・安田孝志：離岸流の理論(3)，第30回海岸工学講演会論文集，1983, pp. 465-469.

土屋義人・河田恵昭・芝野照夫・山下隆男：琵琶湖岸，萩の浜の海浜過程に関する研究，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 641-681.

芝野照夫：わが国における潮位と海岸線の長期変化の関連について，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 573-590.

土屋義人・白井　亨・山下隆男：大潟海岸における海浜断面形状の長期変化について，第31回海岸工学講演会論文集，1984, pp. 365-370.

ITO, M. and Y. TSUCHIYA: Scale-Model Relationship of Beach Profile, Proc. 19th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, Vol. 2, 1984, pp. 1386-1402.

芝野照夫・山下隆男・井上雅夫・土屋義人：琵琶湖西岸における底質特性について，防災研年報，第28巻 B-2号，1985, pp. 591-609.

白井　亨：佐渡海峡・地質，日本全国沿岸海洋誌，1985, pp. 1017-1028.

土屋義人・山下隆男・植本　実：砕波帯における戻り流れについて，第33回海岸工学講演会論文集，1986, pp. 31-35.

土屋義人・河田恵昭・芝野照夫・DADANG AHMAD S.・宍倉知宏：一様海浜における離岸流の発生と沿岸境界条件，第33回海岸工学講演会論文集，1986, pp. 36-40.

ITO, M. and Y. TSUCHIYA: Time Scale for Modeling Beach Change,Proc. 20th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, Vol. 2, 1986, pp. 1196-1209.

BASCO, D. R. and T. YAMASHITA: Toward a Simple Model of the Breaking Transition Region in Surf Zone, Proc. 20th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, Vol. 2, 1986, pp. 955-970.

土屋義人・芝野照夫・山下隆男・白井　亨・山元淳史：糸魚川海岸の侵食制御について，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 727-762.

土屋義人・河田恵昭・錦織　慎：波・流れの共存場における局所洗掘，第34回海岸工学講演会論文集，1987, pp. 402-406.

土屋義人・芝野照夫・須山　洋・吉村敏明：黒部川扇状地海岸の形成と変化について，第34回海岸工学講演会論文集，1987, pp. 322-326.

TSUCHIYA, Y., T. SHIBANO, H. SUYAMA and T. YOSHIMURA: Two Timescales in Beach Erosion Due to Decrease in Sediment Sources with Special Reference to the Formation and Reduction of the Deltas of the Kurobe River Flowing into the Japan Sea, Natural Hazards, Vol. 1, No. 1, 1988, pp. 45-65.

TSUCHIYA, Y., T. YAMASHITA and M. UEMOTO: A Model of Undertow, Coastal Engineering in Japan, JSCE, Vol. 30, No. 2, 1988, pp. 63-73.

KAWATA, Y. and Y. TSUCHIYA: Local Scour around Cylindrical Piles Due to Waves and Currents Combines, Proc. 21st Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1988, pp. 1310-1322.

河田恵昭・朝堀泰明・土屋義人：波・流れの共存場における局所洗掘―砂れんの発生しない場合―，第35回海岸工学講演会論文集，1988, pp. 397-401.

河田恵昭・吉岡　洋・芹沢重厚・土屋義人：T 型桟橋による高波浪時の海底地形計測法，第35回海岸工学講演会論文集，1988, pp. 387-391.

山下隆男・DADANG AHMAD S.・宍倉知広・土屋義人：鉛直 2 次元海浜流モデル，第35回海岸工学講演会論文集，1988, pp. 267-271.

芝野照夫・土屋義人・富谷 雄・山本武司：天竜川扇状地と遠州灘海岸の形成，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 775-791.

土屋義人・吉岡 洋・棚橋輝彦・仲井圭二・森田行司・磯部憲雄：超音波流速計による砕波帯における長期連続観測，海岸工学論文集，36巻，1989, pp. 224-228.

土屋義人・河田恵昭・HOSSAM REFAAT：不等流沿岸流における流速分布の相似性について，海岸工学論文集，36巻，1989, pp. 234-238.

ITO, M. and Y. TSUCHIYA: Reproduction Models of Beach Change by Storm Waves, Proc. 21th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1988, pp. 1544-1557.

土屋義人・DADANG AHMAD S.：海浜流，とくに離岸流の発生理論，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 799-831.

土屋義人・吉岡 洋・棚橋輝彦・仲井圭二・森田行司・磯部憲雄：超音波流速計による砕波帯における長期連続観測，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 847-879.

DADANG AHMAD S.・土屋義人：一様海浜における離岸流の理論，海岸工学論文集，36巻，1989, pp. 244-248.

山下隆男・DADANG AHMAD S.・宍倉知宏・土屋義人：鉛直2次元海浜流モデル―数値計算法―，海岸工学論文集，36巻，1989, pp. 244-248.

REFAAT, H., Y. TSUCHIYA and Y. KAWATA: Similarity of Velocity Profiles in Non-Uniform Longshore Currents, Proc. 22nd Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1990, pp. 281-292.

YAMASHITA, T., Y. TSUCHIYA and A. S. DADANG: Vertically 2-D Nearshore Circulation Model, Proc. 22nd Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1990, pp. 150-163.

KAWATA, Y., H. YOSHIOKA and Y. TSUCHIYA: The In Situ Measurements of Sediment Transport and Bottom Topography Changes, Proc. 22nd Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1990, pp. 2332-2345.

河田恵昭・土屋義人・西 良一：沖浜における海底断面形状の形成，海岸工学論文集，37巻，pp. 324-328, 1990.

山下隆男・土屋義人・松山昌史・鈴木 剛：海浜変形数値モデル，防災研年報，第33号 B-2，pp. 493-532, 1990.

4.9.3 海岸侵食制御

土屋義人・芝野照夫・西嶌照毅：安定海浜の形成に関する実験的研究第29回海岸工学講演会論文集，1982, pp. 274-278.

安田孝志・片山章仁・土屋義人：ヘッドランド周辺の海浜流と安定海浜の形成について，第29回海岸工学講演会論文集，1982, pp. 347-350.

TSUCHIYA, Y.: The Rate of Longshore Sediment Transport and Beach Erosion Control, Proc. 18th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1982, pp. 1326-1334.

土屋義人・河田恵昭・芝野照夫・山下隆男：白良浜の海浜過程とその保全(1)防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 513-555.

芝野照夫・土屋義人：漂砂の動態による海岸の分類について，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 557-572.

土屋義人・芝野照夫：砂浜海岸の分類と底質特性について，第32回海岸工学講演会論文集，1985, pp. 326-330.

土屋義人・河田恵昭・R. SILVESTER：白良浜の海浜過程とその保全，防災研年報，第28巻 B-2号，1985, pp. 565-589.

土屋義人：海岸侵食から美しい砂浜へ，建設月報，第446 号，1986, pp. 24-27.

KAWATA, Y. and Y. TSUCHIYA: Applicability of Sub-Sand Filter System to Beach Erosion Control, Proc. 20th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1986, pp. 1255-1267.

土屋義人：海岸侵食の制御，土木学会論文集 II. 87II-8号，1987, pp. 11-23.

河田恵昭：海岸侵食制御構造物論，海岸，28号1988, pp. 21-31.

KAWATA, Y.: Methodology of Beach Erosion Control and Its Application, Coastal Engineering in Japan, JSCE, Vol. 32, No. 1, 1989, pp. 113-132.

TSUCHIYA, Y., T. YAMASHITA and R. SILVESTER: Beach Erosion Due to Large Coastal Structure and Its Control, Proc. 22nd Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1990, pp. 2726-2739.

土屋義人：21世紀の海岸像，建設月報，第492号，1990, pp. 27-29.

4.10 海水・湖水の交換と拡散

4.10.1 海水の交換と拡散

中村重久・吉岡 洋・芹沢重厚：白浜海洋観測塔周辺の水位変動，うみ；日仏海洋学会誌，第20巻4号，1982, pp. 223-230.

吉岡 洋：海面水温と海況変動およびその測定方法―紀伊水道を例として―，海と空，第58巻2～3号，1983, pp. 37-52.

海象（流れ）観測グループ（代表者 土屋義人）：田辺湾における流れの長期連続観測，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 637-672.

土屋義人・吉岡 洋・棚橋輝彦・市川雅史・土子良治：超音波式流速計による長期潮流観測について，第30回海岸工学講演会論文集，1983, pp. 500-504.

中村重久・芹沢重厚：須参見の棚静振，うみ（日仏海洋学会誌），第21巻2号，1983, pp. 89-94.

NAKAMUKA, S.: Seiche on a Parabolic Sea Shelf, Proceedings of 1983 Tsunami Symposium, Hamburg, 1983, pp. 251-263.

中村重久・芹沢重厚：田辺湾で観測された台風時の流れ，うみ（日仏海洋学会誌），第22巻3－4号，1984, pp. 124-130.

NAKAMURA, S.: Tidal Current at the Entrance of a Harbor, Proc. 4th Cong. APD-IAHR, Chiang-Mai, Thailand, 1984, pp. 567-578.

吉岡 洋：紀伊水道，日本全国沿岸海洋誌，1985, pp. 630-641.

吉岡 洋：紀伊水道への変動・擾乱の伝播，海洋の動態，1985, pp. 196-205.

国司秀明・吉岡 洋・中村重久・芹沢重厚・市川雅史・森田行司：沿岸海域の係留観測における流速計特性の相互比較，沿岸海洋研究ノート，Vol. 22, No. 2, 1985, pp. 165-175.

中村重久・芹沢重厚：暴風に対する浅水域流速の応答，うみ（日仏海洋学会誌），第23巻4号，1985, pp. 165-170.

中村重久・西 勝也・吉岡 洋・芹沢重厚：白浜海洋観測塔沖の潮流観測，防災研年報，第29号B-2，1986, pp. 717-725.

吉岡 洋・杉本隆成・関根義彦・芹沢重厚・国司秀明：紀伊水道沖の堆「土佐碆」周辺の水温構造と地衡流分布，海と空，第61巻3－4号，1986, pp. 101-109.

NAKAMURA, S.: A Numerical Prediction of Semidiurnal Current Patterns in Tanabe Bay, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 3, No. 326,1987, pp. 91-105.

中村重久・芹沢重厚：白浜海洋観測塔周辺海域に対する台風8506号の影響，防災研年報，第30-B2号，1987, pp. 695-710.

中村重久：田辺湾における3月暴風通過時の風成波の時間的変動，うみ（日仏海洋学会誌），第23巻4号，1987, pp. 24-30.

中村重久：海洋観測塔で記録された遠隔台風による突発的強風，うみ（日仏海洋学会誌），第25巻2号，1987, pp. 62-66.

中村重久：古典的海洋観測からみた海洋トモグラフィについて，うみ（日仏海洋学会誌），第25巻2号，1987, pp. 85-89.

吉岡 洋：冬季紀伊水道に発生する沿岸フロント，海と空，64巻2号，1988, pp. 17-49.

NAKAMURA, S.: An Observation of Factors Related to Typhoon, Proc. 6th Congr. APD-IAHR, Vol. 3, 1988, pp. 273-

280.

中村重久：紀伊半島における年周潮 S_a のスペクトルとそのサイド・ローブ，うみ（日仏海洋学会誌），第26巻2号，1988, pp. 76-81.

中村重久：検潮井による検潮記録，うみ（日仏海洋学会誌），27巻1-2号，1989, pp. 9-14.

中村重久：白浜海洋観測塔とその周辺の海象変動について，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 881-890.

今本博健・大年邦雄・木戸研太郎：大阪湾における潮流の流動特性に関する模型実験，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 793-806.

IMAMOTO, H. and K. OHTOSHI: Hydraulic Model Experiment on the Tidal Current in Osaka Bay, Proc. 6th Cong. APD-IAHR, Vol. 4., 1988, pp. 305-312.

IMAMOTO, H. and K. OHTOSHI: One-Dimensional Analysis of Tidal Exchange in a Well-Mixed Estuary, Proc. 7th Cong. APD-IAHR, Vol. 3., 1990, pp. 407-412.

柳　哲雄：伊予灘の海況に関して（VI）—潮流と海底地形の関連—，愛媛大学紀要第三部工学，第9巻第4号，1981, pp. 283-286.

YANAGI, T.: A Review of the Physical Process Governing Transport and Distribution of Pollutants in the Coastal Sea, 愛媛大学紀要第三部工学，第9巻第4号，1981, pp. 269-281.

柳　哲雄・樋口明生：瀬戸内海の潮汐・潮流，第28回海岸工学講演会論文集，1981, pp. 555-558.

YANAGI, T., K. MURASHITA and H. HIGUCHI: Horizontal Turbulent Diffusivity in the Sea, Deep-Sea Res., Vol. 29, 2A, 1982, pp. 217-226.

柳　哲雄・村下耕荘・樋口明生：海岸海流の物質分散（II）—浮子拡散実験—，防災研年報，第24号B-2，1981, pp. 539-547.

柳　哲雄：鳴門のうず潮はなぜできるか，自然，第37巻8号，1982, pp. 56-59.

柳　哲雄：海に見られる種々のうず，自然，第38巻1号，1983, pp. 71-75.

YANAGI, T., H. TAKEOKA and H. TUKAMOTO: Tidal Energy Balance in the Seto Inland Sea, J. Oceanographical Soc. Japan, Vol. 38, No.5, 1982, pp. 293-299.

柳　哲雄・樋口明生：沿岸海域の物質分散（III）—連続点源染料拡散実験—，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 643-648.

柳　哲雄・樋口明生：分散係数の推定法，海の環境科学，平野敏行編，恒星社厚生閣，1983, pp. 36-43.

柳　哲雄・樋口明生：現場海域の拡散係数の推定法に関する研究，第29回海岸工学講演会論文集，1982, pp. 580-583.

柳　哲雄・西井正樹・樋口明生：潮流楕円の鉛直構造，第30回海岸工学講演会論文集，1983, pp. 495-499.

YANAGI, T. and K. YOSHIKAWA: Generation Mechanisms of Tidal Residual Circulation, J. Oceanographical Soc. Japan, Vol. 39, No. 4, 1983, pp. 156-166.

YANAGI, T., H. TSUKAMOTO, H. INOUE and T. OKAICHI: Numerical Simulation of Drift Cards Dispersion, La mer. Vol. 21, No. 4, 1983, pp. 218-224.

柳　哲雄・西井正樹・樋口明生：沿岸海域の物質分散（IV）—潮流楕円の鉛直構造—，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 577-586.

柳　哲雄・秋山秀樹：豊後水道の海況変動（I）—宇和島港の水温・塩分変動特性—，愛媛大学工学部紀要，第10巻1号，1982, pp. 191-200.

柳　哲雄：宇和島港の熱収支，海と空，第58巻1号，1982, pp. 13-20.

柳　哲雄・秋山秀樹：豊後水道の海況変動（II）—水温フロントの変動—，愛媛大学工学部紀要，第10巻2号，1983, pp. 195-201.

柳　哲雄：瀬戸内海の海況変動特性，沿岸海洋研究ノート，第20巻1号，1982, pp. 12-18.

YANAGI, T.: The Ocean Characteristics and Their Change in the Seto Inland Sea, La mer, Vol. 20, No. 3, 1982, pp. 161-168.

YANAGI, T.: Variability of the Oceanic Condition in the Bungo Channel, La mer, Vol. 21, No. 1, 1983, pp. 21-28.

柳 哲雄・秋山秀樹・樋口明生：豊後水道の海況変動 (IV)—宿毛湾の水温急変現象—，愛媛大学工学部紀要，第10巻3号，1984, pp. 263-272.

柳 哲雄：豊後水道の海況変動 (III)—土佐清水沖の長期測流結果—，愛媛大学工学部紀要，第10巻3号，1984, pp. 253-262.

柳 哲雄：播磨灘赤潮発生年の海況の特徴，海洋科学，第16巻1号，1984, pp. 56-59.

4.10.2 湖水の交換と拡散

大西行雄・吉松康公・秋友和典・村本嘉雄・國司秀明：内湾の物質分散過程における潮流と恒流の相乗効果 (II)，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 525-538.

大久保賢治・村本嘉雄：密度流におけるコリオリ効果に関する研究(2)—回転系の交換密度流実験—，防災研年報，第24号 B-2，1981, pp. 339-365.

大久保賢治・村本嘉雄：湖の加熱成層過程と環流，第27回水理講演会論文集，1983, pp. 185-190.

大久保賢治・村本嘉雄・片岡幸毅：湖の熱流動過程に関する研究，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 615-642.

OKUBO, K., Y. MURAMOTO, Y. ONISHI and M. KUMAGAI: Laboratory Experiments on Thermally Induced Currents in Lake Biwa, Bull. DPRI, Kyouto Univ., Vol. 34, Part 2, 1984, pp. 19-54.

大久保賢治・村本嘉雄：回転系の下層密度流について，第26回水理講演会論文集，1982, pp. 429-434.

大久保賢治・菅沼史典・村本嘉雄：密度流界面現象の三次元性に関する実験，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 399-416.

村本嘉雄・大久保賢治：琵琶湖冬季密度流の現地観測，第31回水理講演会論文集，1987, pp. 545-550.

OKUBO, K. and Y. MURAMOTO: Density Currents Induced by the Surface Cooling in Lake Biwa, Proc. 22nd Cong. of IAHR, Lausanne, Vol. C, 1987, pp. 126-131.

大久保賢治・村本嘉雄・久保田一：琵琶湖南湖の湖流解析，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 503-530.

大久保賢治・久保田一・村本嘉雄：琵琶湖南湖の湖流実験，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 683-702.

大久保賢治・村本嘉雄：琵琶湖南湖の湖流観測—流速・濁度の鉛直分析—，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 549-560.

大久保賢治・村本嘉雄：琵琶湖南湖の湖流観測(2)—吹送流の時間的変化—，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 569-582.

大久保賢治・村本嘉雄：浅水湖の吹送流と渦動粘性係数，第32回水理講演会論文集，1988, pp. 335-340.

OKUBO, K. and Y. MURAMOTO: Vertical Water Diffusivity of Wind-Driven Currents in a Shallow Lake, Proc. 6th Cong. APD-IAHR, Vol. 3, 1988, pp. 193-200.

大久保賢治・村本嘉雄：湖流の偏向と抵抗特性，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 547-562.

大久保賢治：水温計格子を用いた浅水湖の成層破壊過程の観測，防災研年報，第34号 B-2，1991.

4.11 陸水収支

4.11.1 雨水浸透

岡 太郎：自然丘陵地における土壌水流動—観測とその解析—，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 213-224.

岡 太郎：埋管浸透法による出水抑制，第29回水理講演会論文集，1985, pp. 67-72.

岡 太郎：丘陵地斜面における macropores と雨水浸透，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 279-290.

岡 太郎：不飽和浸透流理論における土壌水分特性曲線・拡散係数・透水係数の測定（その1），地下水と井戸と

ポンプ，第28巻，第3号，1986, pp. 9-14.

岡 太郎：不飽和浸透流理論における土壌水分特性曲線・拡散係数・透水係数の測定（その2），地下水と井戸とポンプ，第28巻，第4号，1986, pp. 10-16.

OKA, T: Rainfall Infiltration and Macropores in a Hillside Slope, Infiltration Principles and Practices, Water Resources Research Center, University of Hawaii, 1988, pp. 168-177.

岡 太郎：埋管浸透法による出水抑制，自然災害科学，第7巻，第5号，1988, pp. 23-36.

OKA, T.: Rainfall Infiltration and Macropores in a Hillside Slope, Bull. DPRI, Vol. 40, Part 1, 1990, pp. 1-13.

OKA, T.: Urban Storm-Runoff Control by Pipe Infiltration Method, Proc. of 5th Int. Conf. on Urban Storm Drainage, Vol. 2, 1990, pp. 827-832.

石原安雄・下島栄一：閉塞浸透機構に関する研究(3)—簡単なモデル実験による考察—，防災研年報，第24号B-2，1981，pp. 171-182.

石原安雄・下島栄一：閉塞湛水浸透の機構に関する研究，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 163-180.

石原安雄・下島栄一：閉塞湛水浸透における砂層境界の効果について，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 197-212.

ISHIHARA, Y. and E. SHIMOJIMA: A Role of Pore Air in Infiltration Process, Bull. DPRI, Vol. 33, Part 4, 1983, pp. 163-222.

SHIMOJIMA, E. and Y. ISHIHARA: Infiltration Process of Rainfall with Constant Intensity, Bull. DPRI, Vol. 34, Part 2, 1984, pp. 55-104.

石原安雄・下島栄一・美濃部雄人：割れ目状不均質場への雨水浸透に関する実験，防災研年報，第29号B-2，1986, pp. 271-278.

ISHIHARA, Y., E. SHIMOJIMA and Y. MINOBE: Infiltration into a Uniform Sand Column with a Central, Small and Cylindrical Space Filled with a Coarser Sand, Bull. DPRI, Kyoto Univ., Vol. 37, Part 3, 1987, pp. 107-145.

ISHIHARA, Y., E. SHIMOJIMA and Y. MINOBE: A Role of Void Air in Infiltration Process, Proc. Int Conf. on Infiltration Development and Application, Hawaii, 1987, pp. 94-103.

石原安雄・下島栄一・三田村克巳・田中寅夫・細 善信：山体トンネルと雨水浸透：防災研年報，第33号B-2，1990, pp. 111-131.

4.11.2 蒸発散

ISHIHARA, Y., E. SHIMOJIMA and Y. MINOBE: Water Vapour Transfer in Evaporation from Bare Land, Proc. 6th Cong. APD-IAHR, Vol. 1, 1988, pp. 33-40.

葛葉泰久・石原安雄・下島栄一：数値シミュレーションによる裸地蒸発に関する研究—定水位の地下水面がある場合—，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 255-274.

池淵周一・土谷史郎・久保和幸・光田 寧：大型ライシメータによる裸地蒸発量の観測・評価，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 275-285.

葛葉泰久・石原安雄・下島栄一：数値シミュレーションによる裸地蒸発に関する研究，土木学会水理講演会論文集，1988, pp. 137-142.

石原安雄・下島栄一・原田 大：拘束された地下水面を下方にもつ裸地蒸発について，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 281-295.

石原安雄・葛葉泰久・下島栄一：数値シミュレーションによる裸地蒸発に関する研究(2)—蒸発に及ぼす風速変化の影響，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 297-308.

池淵周一・土谷史郎・久保和幸・光田 寧：裸地蒸発量のモデル解析とその実証的研究，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 319-336.

ISHIHARA, Y. and E. SHIMOJIMA: A Laboratory Experiment on the Evaporation from Bare Land with an Underlying Un-

restricted Water Table, Bull. DPRI, Vol. 39, Part 3, 1989, pp. 23-61.

石原安雄・下島栄一：裸地蒸発における水蒸気輸送，京大防災研水資源研究センター研究報告，第9号，1989, pp. 81-92.

SHIMOJIMA, E., A. A. CURTIS and J. V. TURNER: The Mechanism of Evaporation from Sand Column with Restricted and Unrestricted Water Tables Using Deuterium under Airflow Conditions, Jour. Hydrol., Vol. 117, 1990, pp. 15-54.

池淵周一・竹林征三・大藤明克：琵琶湖湖面蒸発量の観測と評価，第30回水理講演会論文集，1986, pp. 1-6.

IKEBUCHI S., M. SEKI and A. OHTOH:徐Evaporation from Lake Biwa, Journal of Hydrology, Vol. 102, 1988, pp. 427-449.

池淵周一・澤井 康：林地蒸発散量の長期間にわたる時系列推定，防災研年報，第28号B-2，1985, pp. 157-177.

小葉竹重機：簡易式による蒸発散量の推定，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 309-317.

4.11.3 長期流出

石原安雄・小葉竹重機：荒川流出試験地における雨水流出の研究，京大防災研水資源研究センター研究報告，第1号，1981, pp. 19-25.

高棹琢馬・池淵周一・寒川典昭：エントロピーモデルに関する2, 3の考察，防災研年報，第24号B-2，1981, pp. 143-158.

池淵周一・久保和幸：多層メッシュモデルによる流出再現と感度分析，防災研年報，第33号B-2，1990, pp. 147-166.

IKEBUCHI, S.: Runoff System Model in Snow Accumulation and Melting Seasons, Bull. DPRI, Vol. 32, Part. 4, No. 294, 1982, pp. 189-207.

池淵周一・宮井 宏・友村光秀：琵琶湖大浦川流域の積雪・融雪・流出解析，第28回水理講演会論文集，1984, pp. 441-446.

池淵周一・宮井 宏・友村光秀：琵琶湖北部地域の積雪・融雪・流出調査とその解析，防災研年報，第27号B-2，1984, pp. 197-220.

池淵周一・竹林征三・友村光秀：琵琶湖大浦川流域の積雪・融雪・流出解析（第2報），第29回水理講演会論文集，1985, pp. 155-160.

池淵周一・竹林征三・友村光秀：積雪・融雪・流出モデルとその59年豪雪への適用，防災研年報，第28号B-2，1985, pp. 195-211.

池淵周一・竹林征三・友村光秀：琵琶湖北部域及び全流域の積雪・融雪・流出モデル解析，防災研年報，第29号B-2，1986, pp. 173-192.

IKEBUCHI, S., S. TAKEBAYASHI and M. TOMOMURA: Snow Accumulation, Melting and Runoff in the Warm Climate of Japan, Modeling Snowmelt-Induced Process, Proc. of the Budapest Symp., IAHS Publ., No, 155, 1986, pp. 175-191.

陣内孝雄・池淵周一・関 正和・岡久宏志：琵琶湖流域積雪融雪流解析とその水管理への適用，ダム技術，Vol. 5, No. 4, 1987, pp. 41-55.

田中宏平・四ケ所四男美：宮古島の地下水予測に関するシステム理論的研究，九州大学農学部学芸雑誌，第33巻，3・4号，1981, pp. 97-103.

田中宏平・四ケ所四男美・瀬口昌洋：山地少流域の土壌水分と流出特性，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 195-205.

田中 正・安原正也・酒井 均：丘陵地源流域における流出現象と地中水の挙動，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 181-193.

吉田尚弘・水谷義彦：水試料の酸素同位体比測定の簡略化，地球科学，第21巻2号，1987, pp. 83-90.

岡 太郎：琵琶湖周辺部の地下水解析，防災研水資源研究センター研究報告，第1号，1981, pp. 27-37.

岡 太郎：地下水数理モデルの研究動向，防災研年報，第26号A，1983, pp. 19-31.

岡 太郎：大阪南部地盤沈下地域における地下水解析，第30回水理講演会論文集，1986, pp. 349-354.

岡 太郎：地下水入門・新知識―地下水の流れ―，農業土木学会誌，第55巻，第5号，1987, pp. 59-66.

4.12 水資源システム

4.12.1 水資源システム

池淵周一・小尻利治：水資源システムの計画・管理策定プロセス―主に水需要の構造分析およびダム貯水池の運用操作を中心として―，防災研水資源研究センター研究報告，第2号，1982. 1, pp. 53-72.

池淵周一：水文統計と流出解析及び水資源計画・管理，データ処理と確率統計マニュアル，昭和53年度土木会関西支部講習会テキスト，1982, pp. 1-57.

森滝健一郎：わが国における資源論の動向と課題，経済地理学年報，第29巻4号，1983, pp. 1-17.

森滝健一郎：地域政策論，経済地理学の成果と課題，第III集，1983, pp. 36-58.

池淵周一：水資源の計画・管理問題とその研究動向，防災研年報，第27号A，1984, pp. 31-43.

岡田憲夫：強不確実性における水利用施設の拡張計画問題に関するリスク分析，防災研年報，第28号B-2，1985, pp. 253-262.

池淵周一：ハード・ソフト技術における琵琶湖水管理，ダム技術，第4巻2号，1986. pp. 3-18.

池淵周一・嶋田善多：渇水の地域的特性とその要因構造分析，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 297-315.

池淵周一・嶋田善多・牧野 剛：渇水の地域的・時間的分布特性とその要因構造分析，第2回水資源に関するシンポジウム論文集，1982, pp. 479-484.

池淵周一・白村 暁・宮川裕史：FTAによる渇水の構造特性，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 297-315.

IKEBUCHI S.: Study on Charasteristics of Drought by Fault Tree Analysis, Proc. of the Int. Symp. on Water Resource Systems Application, 1990, pp. 187-196.

池淵周一・永末博幸：降雨の都市内貯留による水利用システム，第2回水資源に関するシンポジウム論文集，1982, pp. 195-200.

IKEBUCHI, S. and S. FURUKAWA: Feasibility Analysis of Rain Water System as an Urban Water Supply Source, Proc. Int. Conf. on Rain Water Cistern System, 1982, pp. 118-127.

池淵周一・小尻利治・山本 浩：地下水システムのモデル同定とその最適運用に関する研究：防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 273-286.

KOJIRI, T. and S. IKEBUCHI: Optimal Operation for the Conjugative Use of Dam Reservoir and Groundwater Systems Based on Multi-Level Optimization Method, Proc. 4th Cong. APD-IAHR, 1984, pp. 905-920.

小尻利治・池淵周一・飯島 健：安全度評価をベースにした最適な水利用システムの構成に関する研究，第29回水理講演会論文集，1985, pp. 323-328.

池淵周一・小尻利治・武村彰文：確率マトリックス演算による利水システムの安全度評価に関する研究，防災研年報，第30号B-2，1987, pp. 359-375.

IKEBUCHI S. and T. KOJIRI: Optimal Modeling in Water Resources Management Systems Based on Reliability Analysis, Proc. of ROC-Japan Joint Seminar on Water Resources Engineering, 1987, pp. 233-243.

高棹琢馬・宝 馨・丸川幸治：渇水対策ダムの導入が利水安全度に及ぼす効果に関する基礎的研究、水文・水資源学会1989年研究発表会要旨集，1989, pp. 75-78.

池淵周一・白村 暁：利水システムの安全度評価とその淀川水系への影響に関する研究，防災研年報，第32号B-，1989, pp. 383-400.

石原安雄・友杉邦雄・下島栄一：異常渇水対策に関する一考察，京大防災研水資源研究センター研究報告，第9号，1989, pp. 101-107.

4.12.2 ダム貯水池操作

IKEBUCHI, S., T. TAKASAO and T. KOJIRI: Real-Time Operation of Reservoir Systems Including Flood, Low Flow and Turbidity Controls, International Symposium in Real-Time Operation of Hydrosystems, 1981, pp. 71-87.

池淵周一：ダム操作，オペレーションズ・リサーチ，第33巻9号，1988, pp. 447-451.

高棹琢馬・池淵周一・小尻利治：入力の確率分布特性を考慮したダム貯水池操作，防災研年報，第24号B-2, 1981, pp. 109-123.

椎葉充晴・高棹琢馬・張　昇平・児玉好史：統計的2次近似手法を用いたダム貯水池実時間操作，第31回水理講演会論文集，1987, pp. 293-298.

張　昇平・児玉好史・椎葉充晴・高棹琢馬：統計的二次近似によるダム貯水池群の実時間操作，防災研年報，第30号B-2, 1987, pp. 299-321.

小尻利治・池淵周一・十合貴弘：ファジィ制御によるダム貯水池の実時間操作に関する研究，防災研年報，第30号B-2, 1987, pp. 323-339.

高棹琢馬・椎葉充晴・堀　智晴：洪水制御支援のためのエキスパートシステムに関する基礎的検討，防災研年報，第31号B-2, 1988, pp. 357-368.

KOJIRI, T. and S. IKEBUCHI: Real-Time Operation of Dam Reservoir by Using Fuzzy Inference Theory, Proc.of 6th Congress,APD, IAHR, Vol. 1, 1988, pp. 437-444.

池淵周一・宮川裕史・河端伸一郎：貯水池操作システムへのファジィ制御理論の適用に関する研究 (II)，防災研年報，第32号B-2, 1989, pp. 371-382.

高棹琢馬・椎葉充晴・堀　智晴・佐々木秀紀：分散協調問題解決モデルを用いた洪水制御支援システムの設計，防災研年報，第32号B-2, 1989, pp. 401-413.

竹内邦良・林　直人：降雨予測を利用した予備放流方式の実用化に関する検討その1．予備放流方式による洪水調節シミュレータの設計，防災研年報，第32号B-2, 1989, pp. 363-370.

KOJIRI, T., S. IKEBUCHI and H. YAMADA: Basinwide Flood Control System by Combining Prediction and Reservoir Operation, Stochastic Hydrology and Hydraulics Vol. 3, 1989, pp. 31-49.

KOJIRI, T. and S. IKEBUCHI: Real-Time Operation of Storage Reservoir based on Fuzzy Control Theory, Proc. of Pacific Int. Seminar on Water Resources System, 1989, pp. 243-256.

TAKASAO, T., M. SHIIBA and T. HORI: Design of a Flood Control Support System Based on a Distributed Knowledge base Model, Proc. of Pacific International Seminar on Water Resources System Aug. 8-10, 1989, Tomamu, 1989, pp. 272-287.

高棹琢馬・椎葉充晴・堀　智晴・佐々木秀紀：協調問題解決型洪水制御支援環境の設計，水工学論文集，第34巻，1990, pp. 595-600.

高棹琢馬・池淵周一・小尻利治：ダム貯水池における利水時のオンライン・リアルタイム操作，第26回水理講演会論文集，1982, pp. 379-385.

高棹琢馬・池淵周一・小尻利治：システム論的にみたダム貯水池群の最適操作とその実操作への適用，第2回水資源に関するシンポジウム論文集，1982, pp. 257-262.

高棹琢馬・池淵周一・小尻利治：低水時における実時間ダム貯水池操作のシステム論的研究，防災研年報，第26号B-2, 1983, pp. 287-301.

高棹琢馬・池淵周一・小尻利治：ダム・堰を含む貯水池システムの操作，第28回水理講演会論文集，1984, pp. 45-50.

池淵周一・小尻利治・宮川裕史：中・長期気象予報を利用したダム貯水池の長期実時間操作に関する研究，防災研年報，第33号B-2, 1990, pp. 167-192.

KOJIRI, T., S. IKEBUCHI, T. E. UNNY and U. S. PANU: Knowledge-Based System Approach to Reservoir Operations, Proc. Int. Symp. on Water Resource System on Water Resource Systems Application, 1990, pp. 566-574.

5. 土災害に関する研究

5.1 土と軟岩の強度特性

5.1.1 土の強度特性と構成関係

清水正喜・三村 衛：せん断応力除荷時の粘性土の弾性的挙動，防災研年報，24号 B-2，1981, pp. 57-72.

SHIMIZU, M.: Factors Affecting the Measurement of Volume Change of Cohesive Soils in Drained Triaxial Tests, Soils and Foundations, Vol. 21, No. 2, 1981, pp. 121-128.

足立紀尚・岡二三生：不飽和土の試験法と力学挙動，土と基礎，29巻6号，1981, pp. 27-33.

柴田 徹・清水正喜・都司 尚：三軸試験における不攪乱マサ土の強度・変形特性，防災研年報，25号 B-2，1982, pp. 113-129.

ADACHI, T. and F. OKA: Constitutive Equations for Normally Consolidated Clay Based on Elasto-Viscoplasticity, Soils and Foundations, Vol. 22, No. 4, 1982, pp. 57-70.

柴田 徹・太田秀樹：構成式の役割，土と基礎，31巻6号，1983, pp. 74-79.

足立紀尚・岡二三生：土の構成式入門 3. 連続体力学と構成式，土と基礎，31巻7号，1983, pp. 81-88.

関口秀雄：土のせん断強さ（その2），土と基礎，32巻6号，1984, pp. 49-56.

三村 衛・中野伸也・清水博樹：土の弾塑性構成式の三軸試験による検証，防災研年報，27号 B-2，1984, pp. 65-76.

足立紀尚・深川良一：高圧・低圧下における土の挙動，土と基礎，32巻2号，1984, pp. 5-9.

ADACHI, T., F. OKA and M. MIMURA: Study on Secondary Compression of Clays, Sedimentation Consolidation Models, Proc. of a Symp. Sponsored by the ASCE Geotech. Eng. Div. in Conjunction with the ASCE Convention in San Francisco, California, 1984, pp. 69-83.

ADACHI, T. and F. OKA: Constitutive Equations for Normally Consolidated Clays and Assigned Works for Clay, Proc. Int. Workshop on Constitutive Relations for Soils, Grenoble, 1984, pp. 123-140.

ADACHI, T. and F. OKA: Constitutive Equations for Sands and Overconsolidated Clays and Assigned Works for Sand, Proc. Int. Workshop on Constitutive Relations for Soils, Grenoble, 1984, pp. 141-157.

足立紀尚・佐野郁雄：過圧密粘土の力学特性，土と基礎，33巻3号，1985, pp. 3-8.

道広一利・柴田 徹：AE による粘性土の先行圧縮応力の推定，防災研年報，28号 B-2，1985, pp. 111-120.

SEKIGUCHI, H.: State-of-the-Art Report (Macrometric Approches-Static-Intrinsically Time-Dependent), Report of ISSMFE Subcommittee on Constitutive Laws of Soils and Proc. of Discussion Session 1A, 11th ICSMFE, 1985, pp. 66-98.

ADACHI, T., M. MIMURA and F. OKA: Descriptive Accuracy of Several Existing Constitutive Models for Normally Consolidated Clays, Proc. 5th Int. Conf. on Numerical Methods in Geomechanics, 1985, pp. 259-266.

赤井浩一・嘉門雅史・井田末義：琵琶湖湖底深層試料の土質工学特性，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 83-93.

ADACHI, T., F. OKA and M. MIMURA: Mathematical Structure of an Overstress Elasto-Viscoplastic Model for Clay, Soils and Foundations, Vol. 27, No. 3, 1987, pp. 31-42.

関口秀雄：粘土のせん断特性，「土の強さと地盤の破壊入門」，土質工学会，1987, pp. 141-170.

ADACHI, T., F. OKA and M. MIMURA: Elasto-Viscoplastic Constitutive Equations for Clay and its Application to Consolidation Analysis, Constitutive Modelling for Engineering Materials with Applications, ASME, PVP-Vol. 153, 1988, pp. 41-50.

OKA, F., T. ADACHI and M. MIMURA: Elasto-Viscoplastic Constitutive Models for Clays, Proc. Int. Conf. Rheology and Soil Mech., 1988, pp. 12-28.

ADACHI, T., T. YANO, F. OKA, M. MIMURA and S. TAKIGAWA: New Testing Technique for Muddy Clay and Theoretical Interpretations, Proc. of the Int. Conf. on Eng. Problem of Resional Soils, 1988, pp. 355-360.

赤井浩一・辻 泰志：粘性土の動的変形係数に及ぼす異方圧密履歴の影響，土木学会論文集，412号，1989, pp. 107-116.

赤井浩一・辻 泰志：異方圧密粘性土の先行せん断ひずみとそれが動的定数に及ぼす効果について，防災研年報，第32号 B-2，1989，pp. 193-205.

ADACHI, T., F. OKA and M. MIMURA: Elasto-Viscoplastic Constitutive Equations for Clay and its Application to Consolidation Analysis, Trans. of ASME, Jour. of Engineering Materials and Technology, Vol. 112, 1990, pp. 202-209.

KAMON, M., I. SANO and N. MOTIZUKI: Strength and Permeability Characteristics of Undisturbed Decomposed Granite Due to Seapage Force, Residual Soils in Japan, JSSMFE, 1990, pp. 137-142.

5.1.2 軟岩の強度特性と構成関係

足立紀尚・林 正之：軟岩の力学特性に及ぼす不連続面の影響，土木学会論文報告集，305号，1981, pp. 97-110.

桜井春輔・足立紀尚：土質工学におけるレオロジー，—6. 軟岩のレオロジー—，土と基礎，29巻3号，1981, pp. 73-81.

ADACHI, T., T. OGAWA and M. HAYASHI: Mechanical Properties of Soft Rock and Rock Mass, Proc. 10th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng., Vol. 1, 1981, pp. 527-530.

ADACHI, T. and A. TAKASE: Prediction of Long Term Strength of Soft Sedimentary Rock, Proc. Int. Symp. on Weak Rock, ISRM, Vol. 1, 1981, pp. 93-98.

AKAI, K., Y. OHNISHI and A. YASHIMA: Strain-Softening Behavior of Soft Sedimentary Rock in Triaxial Test Condition, Proc. Int. Symp. on Weak Rock, ISRM, Vol. 1, 1981.

足立紀尚・森田栄治：不連続面を有する軟岩の力学挙動と破壊基準，土木学会論文報告集，320号，1982, pp. 99-111.

赤井浩一・大西有三・八嶋 厚：透水性軟岩の水圧破砕に関する実験的研究，材料，31巻342号，1982, pp. 295-301.

赤井浩一・大西有三・八嶋 厚：三軸圧縮状態の堆積軟岩の破壊とエネルギー消散に関する考察，土木学会論文報告集，321号，1982, pp. 123-130.

足立紀尚・八嶋 厚・松蔭茂男：粘土シームを弱面にもつ岩盤の力学挙動に関する実験的研究，防災研年報，27号 B-2，1984, pp. 87-95.

SEKIGUCHI, H., Y. NISHIDA, T. MATSUMOTO and M. UESAWA: Characterization of a Diatomaceous Mudstone by Elasto-Viscoplasticity, Proc. 5th Int. Conf. on Numerical Methods in Geomechanics, Vol. 1, 1985, pp. 437-444.

SHIBATA, T., T. ADACHI, A. YASHIMA, T. TAKAHASHI and I. YOSHIOKA: Time-dependent and Volumetric Change Characteristic of Frozen Sand under Triaxial Stress Condition, Proc. 4th Int. Symp. Ground. Freezing, 1985, pp. 173-179.

ADACHI, T. and F. OKA: A Constitutive Model for Frozen Sand, Proc. 6th Int. Conf. Numerical Methods in Geomechanics, Vol. 2, 1988, pp. 727-732.

5.2 地盤の変形，破壊，液状化，環境対策

5.2.1 軟弱地盤の変形と破壊予測

SHIBATA, T. and H. SEKIGUCHI: Prediction of Embankment Failure on Soft Ground, Proc. 10th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng., Vol. 1, 1981, pp. 247-250.

柴田 徹：盛土の安定性と側方流動，土と基礎，30巻5号，1982, pp. 3-6.

関口秀雄・柴田 徹：盛土基礎地盤の側方流動解析上の問題点，土と基礎，30巻5号，1982, pp. 47-54.

ADACHI, T., F. OKA and Y. TANGE: Finite Element Analysis of Two-dimensional Consolidation Using an Elasto-viscoplastic Constitutive Equation, Proc. Int. Conf. on Numerical Methods in Geomechanics, Vol. 1, 1982, pp. 287-296.

SHIBATA, T. and H. SEKIGUCHI: Performance of Trial Embankment on Soft Clay, Proc. Int. Conf. on Case Histories in Geotechnical Engineering, Vol. 2, 1984, pp. 599-607.

関口秀雄：安定問題を考える，土質工学会関西支部講習会テキスト「わかりやすい土質力学」，1984, pp. 89-104.

関口秀雄・柴田 徹：軟弱地盤における側方流動―その実態と予測手法について，防災研年報，29号B-2，1986, pp. 69-82.

関口秀雄・柴田 徹・三村 衛：粘土地盤の側方流動に及ぼす載荷速度と載荷幅の影響，地盤の側方流動に関するシンポジウム発表論文集，土質工学会，1986, pp. 49-56.

関口秀雄・柴田 徹・藤本 朗・山口博久：局部載荷を受けるバーチカル・ドレーン打設地盤の変形解析：第31回土質工学シンポジウム発表論文集，土質工学会，1986, pp. 111-116.

MIMURA, M. and H. SEKIGUCHI: Bearing Capacity and Plastic Flow of a Ratesensitive Clay under Strip Loading, Bull. DPRI, Vol. 36, No. 2, 1986, pp. 99-111.

ADACHI, T., Y. IWASAKI, M. SAKAMOTO and S. SUWA: A Case History: Settlement of Fill over Soft Ground, Consolidation of Soils: Testing and Evaluation, ASTM, Special Technical Publication 892, 1986, pp. 684-693.

OKA, F., T. ADACHI and Y. OKANO: Two-Dimensional Consolidation Analysis Using an Elasto-viscoplastic Constitutive Equation, Int. Journal for Numerical and Analytical Method in Geomechanics, Vol. 10, 1986, pp. 1-16.

POOROOSHASB, H. B., T. ADACHI and N. MOROTO: A Note on the Use of Rigidplastic Analysis, Proc. Symp. on Computer Aided Design and Monitoring in Geotechnical Engineering, AIT, 1986, pp. 591-598.

柴田 徹・関口秀雄：軟弱地盤の側方流動，土木学会論文集，No. 382/III-7, 1987, pp. 1-14.

SHIBATA, T., H. SEKIGUCHI, A. YASHIMA and S. OHMAKI: Monitoring and Performance of a Composite Breakwater, Proc. 8th Asian Regional Conf. Soil Mech. Found. Eng., Vol. 1, 1987, pp. 491-494.

ADACHI, T., F. OKA and M. MIMURA: Flow Analysis of Clay Layer due to Berth Construction, Proc. 6th Int. Conf. on Numerical Methods in Geomechanics, Vol. 1, 1988, pp. 697-704.

関口秀雄・柴田 徹・三村 衛・角倉克治：大水深護岸の変形解析，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 123-145.

関口秀雄・三村 衛・柴田 徹：圧密と有効応力―特に洪積粘土を中心として，土と基礎，36巻6号，1988, pp. 25-30.

SEKIGUCHI, H., T. SHIBATA and M. MIMURA: Effects of Partial Drainage on the Lateral Deformation of Clay Foundations, Proc. Int. Conf. Rheology and Soil Mech., 1988, pp. 164-181.

AKAI, K., I. SANO, T. SHINOZAKI and M. HANAI: Performance of land Reclamation for Sewage Treatment Plant on Coastal Clay wit In-Situ Measurement, Proc. Int. Conf., Eng. Problems of Resional Soils, 1988, pp. 367-372.

赤井浩一・田村 武：正規圧密またはそれに近い過圧密地盤の動的応答への一寄与，土木学会論文集，第394号，1988, pp. 131-134.

三村 衛・柴田 徹・盧 尚鉉・大槇正紀：大水深防波堤の安定性について，防災研年報，第32号B-2，1989, pp. 145-167.

YATOMI, C., A. YASHIMA, A. IIZUKA and I. SANO: General Theory of Shear Bands Formation by a Non-Coaxial Cam-Clay Model, Soils and Foundations, Vol. 29, No. 3, 1989, pp. 41-53.

YATOMI, C., A. YASHIMA, A. IIZUKA and I. SANO: Shear Bands Formation Numerically Simulated by a Non-Coaxial Cam-Clay Model, Soils and Foundations, Vol. 29, No. 4, 1989, pp. 1-13.

八嶋 厚・矢富盟祥・飯塚 敦・佐野郁雄・太田秀樹：平面ひずみ試験におけるせん断帯生成のシミュレーション，第34回土質工学シンポジウム論文集，1989, pp. 233-240.

飯塚 敦・矢富盟祥・八嶋 厚・佐野郁雄・太田秀樹：せん断帯（すべり線）の生成機構と応力誘導異方性，第34回土質工学シンポジウム論文集，1989, pp. 225-232.

岡二三生・八嶋 厚：ひずみ軟化型構成式を用いた有限要素解析，第34回土質工学シンポジウム論文集，1989, pp. 219-224.

AKAI, K., M. KAMON and K. SOGA: long-Term Settlement of Diluvial Clays and Existing Pellets in Seabed, Memories, Faculty of Engineering, Kyoto University, Vol. 51, No. 4, 1989, pp. 207-217.

三村 衛・関口秀雄・柴田 徹：海底地盤の変形解析―弾粘塑性構成式の適用例，土と基礎，38巻7号，1990, pp. 13-18.

三村 衛・関口秀雄・柴田 徹：弾粘塑性モデルによる海底地盤の挙動予測について，第35回土質工学シンポジウム発表論文集，1990, pp. 17-24.

MIMURA, M., T. SHIBATA, M. NOZU and M. KITAZAWA: Deformation Analysis of a Reclaimed Marine Foundation Subjected to Land Construction, Soils and Foundations, Vol. 30, No. 4, 1990, pp. 119-133.

5.2.2 地震時の地盤変形と液状化

柴田 徹：飽和砂地盤の地震時液状化抵抗と標準貫入試験のN値，防災研年報，第24号B-2，1981, pp. 47-55.

柴田 徹・岡二三生：地盤の液状化のメカニズム，土と基礎，29巻9号，1981, pp. 83-91.

柴田 徹・佐藤忠信：護岸構造物の振動特性について，防災研年報，第25号B-2，1982, pp. 53-66.

柴田 徹：砂質地盤の液状化と静的コーン貫入抵抗，防災研年報，第28号B-2，1985, pp. 87-96.

柴田 徹：地盤と災害―地盤・土構造物の震害―，土木学会・土と防災シリーズ，1巻，1985, pp. 49-59.

柴田 徹：砂質地盤の液状化と静的コーン貫入抵抗（続報），防災研年報，第29号B-2，1986, pp. 59-67.

柴田 徹・W. TEPARAKSA：砂質土のコーン貫入抵抗と三軸液状化強度，防災研年報，第30号B-2，1987, pp. 139-147.

SHIBATA, T.: Discussion on Liquefaction Potential of Sands Using the CPT, J. Geotech. Eng., ASCE, Vol. 113, No. 6, 1987, pp. 676-677.

SHIBATA, T. and W. TEPARAKSA: Evaluation of CPT-Based Liquefaction Assessment Method Using Cyclic Triaxial Test, Proc. 9th Southeast Asian Geotechnical Conf., Vol. 2, 1987, pp. 37-48.

SHIBATA, T. and W. TEPARAKSA: Evaluation of Liquefaction Potentials Using Cone Penetration Tests, Soils and Foundations, Vol. 28, No. 2, 1988, pp. 49-60.

赤井浩一・田村 武・前河 泉：海底地盤の動的応答特性と沖合構造物の耐震安定解析，防災研年報，第31号B-2，1988, pp. 177-191.

赤井浩一・辻 泰志：沖合い海底地盤の動的応答と護岸構造物の安定について，海洋開発論文集，4巻，1988, pp. 15-19.

POOROOSHASB, H. B., T. ADACHI and Y. T. IWASAKI: Response of a Hill to Earthquake Type Disturbance, Computers and Geotechnics, Vol. 6, 1988, pp. 179-197.

柴田 徹・佐藤忠信・渦岡良介・岡二三生・八嶋 厚：FEM-FDM液状化解析手法とその適用性，第8回日本地震工学シンポジウム論文集，Vol. 1, 1990, pp. 807-812.

5.2.3 構造物基礎と地中構造物の支持特性

SHIBATA, T, H. SEKIGUCHI and H. YUKITOMO: Model Test and Analysis of Negative Friction Acting on Piles, Soils and Foundations, Vol. 22, No. 2, 1982, pp. 29-39.

柴田 徹・八嶋 厚・寺田典生：群杭の水平抵抗に関する模型実験(1)，防災研年報，第26号B-2，1983, pp. 35-44.

柴田 徹・八嶋 厚・木村 亮：群杭の水平抵抗に関する模型実験(2)，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 77-85.

柴田 徹：基礎工における現場管理計測，基礎工，12巻5号，1984, pp. 2-7.

西田義親・関口秀雄・松本樹典・細川精仁・広瀬富哉：珪藻泥岩における鋼管杭の打込み性，杭の貫入性・打撃性に関するシンポジウム論文集，土質工学会，1984, pp. 9-12.

NISHIDA, Y., H. SEKIGUCHI, T. MATSUMOTO and K. NAGAYA: Influence of the Shaft Resistance on the Stress-wave Measurements in a Model Pile, Proc. 2nd Int. Conf. on the Application of Stress-wave Theory on Piles, 1984, pp. 229-236.

柴田 徹・八嶋 厚・木村 亮：群杭の水平抵抗に関する模型実験(3)，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 97-110.

NISHIDA, Y., H. SEKIGUCHI, T. MATSUMOTO and T. FUJINO: Characterization of Skin Friction at the Pile-Soil Interface by Inverse Analysis of Stress Waves, Proc. 5th Int. Conf. Numerical Methods in Geomech., Vol. 2, 1985, pp. 773-780.

NISHIDA, Y., H. SEKIGUCHI, T. MATSUMOTO, S. HOSOKAWA and T. HIROSE: Drivability of Steel Pipe Piles into Diatomaceous Mudstone in the Construction of "NOTOJIMA" Bridge, Proc. Int. Symp. Penetrability and Drivability of Piles, Vol. 1, 1985, pp. 187-190.

YASHIMA, A., T. SHIBATA, H. SEKIGUCHI and M. KOHNO: Soil Movement Associated with Tunneling and their Effects on an Adjacent Pile Foundation, Bulletin of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto University, Vol. 35, No. 4, 1985, pp. 115-135.

関口秀雄：基礎の沈下とその対策，基礎工，14巻1号，1986, pp. 76-81.

NISHIDA, Y., H. SEKIGUCHI and T. MATSUMOTO: Stress Wave Monitoring for a Friction Pile during Driving-A New Analysis Procedure, Soils and Foundations, Vol. 26, No. 4, 1986, pp. 111-126.

足立紀尚・木村 亮：受働杭の水平抵抗に関する模型実験，地盤の側方流動に関するシンポジウム論文集，土質工学会，1986, pp. 29-36.

木村 亮・柴田 徹・八嶋 厚：群杭の水平抵抗に関する実験的研究，防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 149-166.

柴田 徹・八嶋 厚・江見 普・堀越研一：大口径場所打ち杭の周面摩擦抵抗の推定，第32回土質工学シンポジウム発表論文集，1987, pp. 7-10.

SHIBATA, T., A. YASHIMA, M. KIMURA and H. FUKADA: Analysis of Laterally Loaded Piles by Quasi-Three-dimensional Finite Element Method, Proc. 6th Int. Conf. Numerical Methods in Geomechanics, 1988, pp. 1051-1058.

柴田 徹・関口秀雄・松本樹典・北 勝利：長尺鋼管杭の打撃ひずみ波形解析，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 113-122.

木村 亮・柴田 徹・八嶋 厚：群杭の水平抵抗に関する研究，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 147-159.

SHIBATA, T., A. YASHIMA and M. KIMURA: Model Tests and Analyses of Laterally Loaded Pile Groups, Soils and Foundations, Vol. 29, No. 1, 1989, pp. 31-44.

SHIBATA, T., H. SEKIGUCHI, T. MATSUMOTO, K. KITA and S. MOTOYAMA: Pile Driveability Assessment by Waveform Analyses, Proc. 12th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng., Vol. 2, 1989, pp. 1105-1108.

KIMURA, M., T. SHIBATA and A. YASHIMA: Study on Laterally Loaded Pile Groups, Proc. PILETALK INTERNATIONAL 1990, 1990, pp. 47-54.

KIMURA, M., A. YASHIMA and T. SHIBATA: Analysis of Laterally Loaded Single Pile, Proc. Int. Conf. Deep Foundation Practice, 1990, pp. 111-118.

SEKIGUCHI, H., T. SHIBATA, K. KITA, T. MATSUMOTO and S. MOTOYAMA: Performance and Analysis of Offshore Pile Driving. In: Geotechnical Instrumentation in Practice, ICE, 1990, pp. 814-815.

足立紀尚・谷本親伯・池田靖忠：トンネルにおける現場計測工法の現状と問題点，土質工学関西支部現場計測工法シンポジウム論文集，1981, pp. 53-63.

足立紀尚・田村　武・八嶋　厚・木村　亮：トンネルの支保効果に関する基礎研究，防災研年報，第25号 B-2, 1982, pp. 85-99.

ADACHI, T., T. TAMURA and M. SHINKAWA: Analytical and Experimental Study on Tunnel Support System, Proc. Int. Conf. on Numerical Methods in Geomechanics, Vol. 2, 1982, pp. 513-522.

足立紀尚・八嶋　厚・上野　洋：トンネルの支持効果に関する研究，防災研年報，第26巻 B-2, 1983, pp. 45-50.

足立紀尚・田村　武・八嶋　厚：薄肉柔支保構造（吹付けコンクリート，ロックボルト）の支保機構に関する実験的研究，土木学会論文集，III-3-358, 1985, pp. 47-52.

足立紀尚・田村　武・八嶋　厚・上野　洋：砂質地山トンネルの挙動と解析に関する研究，土木学会論文集，III-3-358, 1985, pp. 129-136.

ADACHI, T., T. TAMURA and A. YASHIMA: Behavior and Simulation of Sandy Ground Tunnel, Proc. 11th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng., 1985, pp. 709-712.

ADACHI, T.: Geotechnical Report on the Seikan Tunnel, Tunneling and Underground Space Technology, Vol. 1, No. 3/4. 1986, pp. 351-355.

足立紀尚・田村　武・八嶋　厚・上野　洋：被りの浅い砂質地山トンネル掘削に伴う地表面沈下，土木学会論文集，第 370号 (III-5), 1986, pp. 85-94.

足立紀尚・矢野隆夫：トンネル掘削に伴う地山変位計測結果の簡易解析法，土木学会論文集，第388号 (III-8), 1987, pp. 207-216.

ADACHI, T., T. KIKUCHI and K. KIMURA: Behavior and Simulation of Soil Tunnel wit Thin Cover, Proc. 6th ICONMIG, Vol. 1, 1988, pp. 3-12.

ADACHI, T., T. HIRATA, T. HASHIMOTO and F. OKA: An Elasto-Viscoplastic Constitutive Model for Clay and FEM Analysis of the Time-Dependent Behavior of Clay Deposits, Proc. 3rd Int. Symp. on Numerical Methods n Geomechanics, 1989, pp. 593-607.

足立紀尚・木村　亮・山口直宏・長田文博：土砂地山における双設トンネル掘削時の挙動，防災研年報，第32号 B-2, 1989, pp. 183-192.

小嶋啓介・足立紀尚・荒井克彦：砂質地山トンネルの掘削に伴う地盤物性定数の逆解析，土木学会論文集，406号 III-11, 1989, pp. 167-174.

5.2.4 地盤の原位置調査法

柴田　徹・三村　衛・T. B. S. プラダン・延山政之：RI コーン貫入試験装置の開発について，第26回土質工学研究発表会講演概要集，1991.

柴田　徹・T. B. S. プラダン・三村　衛・A. K. シュリバスタバ：RI コーン貫入試験装置による原位置試験，第26回土質工学研究発表会講演概要集，1991.

5.2.5 遠心模型実験の地盤防災への適用

北　勝利・八嶋　厚・柴田　徹・上田孝行：遠心力場における動的実験システムの開発，防災研年報，第32号 B-2, 1989, pp. 207-217.

北　勝利・小林俊一・八嶋　厚・柴田　徹：遠心力場における地盤振動実験の相似則の適用性に関する実験的検討，第 8 回日本地震工学シンポジウム論文集，Vol. 1, 1990, pp. 987-992.

関口秀雄・R. PHILLIPS：遠心力場における水面波の造波とその適用，海洋開発論文集，土木学会，Vol. 6, 1990, pp. 205-210.

関口秀雄・R. PHILLIPS：ドラム型遠心力載荷装置における水面波の造波，防災研年報，第33号 B-2, 1990, pp. 69-81.

SHIBATA, T., K. KITA, S. KOBAYASHI and A. YASHIMA: Performance of Shaking Table Tests and Measurement of Shear

Wave Velocities in a Centrifuge, Proc. Int. Conf. CENTRIFUGE 1991, pp. 391-398.

SEKIGUCHI, H. and R. PHILLIPS: Generation of Water Waves in a Drum Centrifuge, Proc. Int. Conf. CENTRIFUGE 1991, pp. 343-350.

5.2.6 地盤環境の保全と活用

KAMON, M., K. SAWA and S. TOMOHISA: Utilization of Fly Ash for Construction Materials by Cement Group Hardening, Proc. 10th Southeast Asian Geotech. Conf, Vol. 1, 1990, pp. 65-70.

KAMON, M. and S. NONTANANANDH: Contribution of Stainless-steel Slag to the Development of Strength for Seabed Hedoro, Soils and Foundations, Vol. 30, No. 4, 1990, pp. 63-72.

KAMON, M. and S. NONTANANANDH: Combining Industrial Wastes with Lime for Soil Stabilization, Jour. Geotech. Div., ASCE, Vol. 117, GT1, 1991, pp. 1-17.

5.3 風化と侵食・堆積

5.3.1 地下水循環にともなう地球化学的プロセスに関する研究

高松信樹・下平京子・今橋正征・吉岡龍馬：花崗岩地帯湧水の化学組成に関する一考察，地球化学，第15巻第2号，1981, pp. 69-79.

吉岡龍馬・岸本兆方・西田良平・北岡豪一：1981年6月25日浜田沖の地震にともなった温泉の塩素濃度の変化，地震予知連絡会会報，第27巻，1982, pp. 291-294.

IIDA, T., R. YOSHIOKA, Y. MATSUKURA and T. HATTA: Development of Weathered Zones due to Chemical Weathering on Granitic Areas, Extended Abst. 4th Int. Symp. Water-Rock Interact. Misasa, 1983, pp. 198-201.

KAMIYAMA, K., S. TAKAYA and R. YOSHIOKA: Damage to the Footings of Houses Induced by Salts in Mudstone, Extended Abst. 4th Intern. Symp. Water-Rock Interact. Misasa, 1983, pp. 217-219.

YOSHIOKA, R., N. KOIZUMI and K. KITAOKA: Relation between Temporal Variation of Chemical Species in Mineral Springs and Small Earthquakes —A Case Study in Shiota Mineral Spring in Hyogo Prefecture, Japan—, Extended Abst. 4th Int. Symp. Water-Rock Interact. Misasa, 1983, pp. 551-554.

高谷精二・吉岡龍馬・神山孝吉：宮崎市近郊家屋の東石崩壊の実態(2)—床下土の水溶性成分—，南九州大学園芸学部研究報告，第14号，1984, pp. 111-125.

小泉尚嗣・吉岡龍馬・岸本兆方：地震に関連した地下水の水質変動を客観的に評価する一方法，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 111-116.

吉岡龍馬：六甲山系の地下水の水質特性について，日本地下水学会会誌，第26巻，第4号，1984, pp. 147-166.

北岡豪一・吉岡龍馬：トリチウム濃度から推定される六甲山系の水循環の速さについて，日本地下水学会会誌，第26巻，第4号，1984, pp. 131-145.

吉岡龍馬・西田良平・佃　為成・見野和夫・小泉尚嗣・北岡豪一・矢部　征・岸本兆方：1983年10月31日鳥取県中部の地震に伴う温泉水の異常，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 455-464.

吉岡龍馬・伊藤正明・大石郁朗：石田川流域における水文化学的観測（その1），防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 445-454.

吉岡龍馬・鶴巻道二：琵琶湖湖岸の浅層地下水と湖底漏出地下水の水質について，陸水学雑誌，第46巻第1号，1985, pp. 80-82.

吉岡龍馬：びわ湖流入河川の水質に関する地球化学的研究，水資源研究センター研究報告，第5号，1985, pp. 33-61.

吉岡龍馬・小泉尚嗣：温泉水の水質変化，月刊「地球」，第7巻，第1号，1985, pp. 54-57.

吉岡龍馬・伊藤正明：石田川流域における水文化学的観測（その2），防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 543-554.

小泉尚嗣・吉岡龍馬・見野和夫：山崎断層の塩田鉱泉周辺の地下水について，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 119-125.

KOIZUMI, N., R. YOSHIOKA and Y. KISHIMOTO: Earthquake Prediction by Means of Change of Chemical Composition in Mineral Spring Water, Geophysical Research Letters, Vol. 12, No. 8, 1985, pp. 510-513.

乙黒真一・吉岡龍馬・奥村武信・田中一夫：天然水の化学組成からみた横地地すべり地の特性，鳥取大学農学部演習林研究報告，第16号，1986, pp. 115-137.

吉岡龍馬・小泉尚嗣・日下部実・千葉　仁：長野県西部地震による斜面崩壊地周辺の天然水の化学成分および同位体組成について，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 379-390.

飯田智之・吉岡龍馬・松倉公憲・八田珠郎：溶出による花崗岩風化帯の発達，地形，第7巻，第2号，1986, pp. 79-89.

吉岡龍馬：琵琶湖の水質問題，日本の科学者，第21巻，第7号，1986, pp. 363-371.

小泉尚嗣・吉岡龍馬・赤松　信・西村　進・岸本兆方：山崎断層周辺の温鉱泉について，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 59-66.

YOSHIOKA, R.: Geochemical Study of Weathering through Chemical Composition in Natural Waters, J. Earth Sci., Nagoya Univ., Vol. 35, No. 2, 1987, pp. 417-444.

吉岡龍馬・沖村　孝・高谷精二：六甲山系横尾地域における化学風化速度について，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 383-389.

TAKAYA, S., K. KAMIYAMA and R. YOSHIOKA: Chemical Feature of Mudstone of the Miyazaki Group —Salt Accumulation on the Ground under the Houses and Destruction of Their Footings—, Bull. Fac. Horticul., Minamikyusyu Univ., No. 17, 1987, pp. 127-134.

KAYANE I., K. KITAOKA, R. YOSHIOKA and K. SANJO: Comparative Studies of Hydrological Cycle by Radioactive Isotope, Comparative Hydrology of Rivers in Japan (ed. T. Kishi), 1987, pp. 109-118.

小泉尚嗣・吉岡龍馬：地震活動に関連した地下水と塩素イオン濃度変化の観測，統計数理研究所共同研究会成果報告書（前兆異常検出の統計的手法研究会），1987, pp. 104-113.

吉岡龍馬・真嶋清隆・小泉尚嗣：長野県地附山地すべりにおける天然水の化学組成および同位体組成について，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 153-165.

冨野孝生・吉岡龍馬：びわ湖流入河川水における窒素および燐栄養塩の季節変化，三重大学環境科学研究紀要，第12号，1988, pp. 3-11.

吉岡龍馬・奥村武信：内蒙古自治区毛烏素沙地における天然水の化学組成について，緑化研究，第10号，1988, pp. 22-29.

吉岡龍馬・奥村武信：毛烏素沙地における天然水の化学・同位体組成について，1988年日中共同研究講演論文集，pp. 17-20.

吉岡龍馬・北岡豪一・神山孝吉：地熱変質地帯における地すべり地の地下水の化学および同位体組成の変動—別府市乙原地すべり—，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 211-227.

冨野孝生・吉岡龍馬：びわ湖流入河川水における無機成分の化学的研究，三重大学環境科学研究紀要，第13号，1989, pp. 13-26.

沖村　孝・吉岡龍馬・李　　津：豪雨時における山腹表層内の地中水の分布と流出について，神戸大学工学部土地造成工学研究施設報告，第7号，1989, pp. 67-104.

吉岡龍馬：六甲山の水質と地殻変動，地震予知「きんき・けいはんしん」研究論文集（京都大学地震予知研究会），1989, pp. 369-378.

TAKAYA S., K. KAMIYAMA, K. NAMIKOSHI and R. YOSHIOKA: Chemical Weathering Process in the Miyazaki Group, in Southern Kyushu, Japan, Bull. Fac. Horticul., Minamikyusyu Univ., No. 20, 1990, pp. 123-130.

YOSHIOKA, R.: A Long-term Geochemical Research on CO_2-bearing Ground-waters in the Rokko Mountains, Japan,

Geochemistry of Geseous Elements and Compounds (ed. E. M. Durrance et al.), 1990, pp. 369-387.

冨野孝生・吉岡龍馬：びわ湖集水域における降水と流入河川の地球化学的研究，三重大学環境科学研究紀要，第14号，1990, pp. 1-14.

吉岡龍馬：地すべりと水—地球化学的調査（その1），地下水学会誌，第32巻，第3号，1990, pp. 147-162.

吉岡龍馬：地すべりと水—地球化学的調査（その2），地下水学会誌，第32巻，第4号，1990, pp. 253-272.

沖村　孝・吉岡龍馬・李　　津：水平ボーリング孔湧水の水質と挙動からみた地中水の分類，建設工学研究所報告，第32号，1990, pp. 211-232.

5.3.2 侵食過程に関する斜面地形学的研究

奥西一夫：地形変化の予測のための水文解析，地形，第2巻，第1号，1981, pp. 59-65.

奥西一夫：高時川流域の水文解析，「環境科学」研究報告集，B57-R12-12，1981, pp. 17-20.

OKUNISHI, K. and T. IIDA: Evolution of Hillslopes Including Landslides, Trans. Japanese Geomorph. Union, Vol. 2, No. 2, 1981, pp. 291-300.

OKUNISHI, K. and T. IIDA: Investigation of Topsoil Horizons of Mountain Slopes as a Basis of Experimental Geomorphology, Bull. DPRI, vol. 31, Part 3, 1981, pp. 131-150.

奥西一夫：水文地形学の野外観測のためのデータ集録装置の試作，防災研年報，第26号B-1，1983, pp. 435-443.

IIDA, T. and K. OKUNISHI: Development of Hillslopes due to Landslides, Zeitschrift fur Geomorphologie, N. F., Supplement Band, No. 46, 1983, pp. 67-77.

飯田智之：飽和中間流に対する斜面形状の効果の評価法，地形，第5巻，第1号，1984, pp. 1-12.

奥西一夫・斉藤隆志・吉岡龍馬・奥田節夫：石田川上流部の水文地形学的特性（その1），防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 425-444.

HIRANO, M. and T. ISHII: Precise Measurement of Microforms and Fabric of Alluvial Cones for Prediction of Landform Evolution, Cathment Experiment in Fluvial Geomorphology, Vol. 1, 1984, pp. 465-475.

平野昌繁：運搬則と連続条件にもとづく地形方程式の厳密解，人文研究（大阪市立大学文学部紀要），第36巻，第2号，1984, pp. 97-108.

岡本俊策・奥西一夫：石田川上流部の水文地形学的特性（その2），防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 553-542.

奥西一夫・斉藤隆志：石田川上流部の水文地形学的特性（その3），防災研年報，第29号B-1，1986, pp. 367-377.

奥田節夫：斜面崩壊にともなう物質の移動過程，地質学論集，第28号，1986, pp. 97-106.

OKUNISHI, K. and T. OKIMURA: Groundwater Models, In: Slope Stability (ed. M. G. Anderson and K. S. Richards), Wiley, 1987, pp. 265-285.

OKUNISHI, K., T. SAITO and R. YOSHIOKA: Possible Hydrological and Geomorphological Changes Due to Alteration of Forest, IAHS Publication, No. 167, 1987, pp. 173-179.

OKUNISHI, K.: Slopes and Their Processes, Trans. Japanese Geomorph. Union, Vol. 10A, 1989, pp. 13-22.

FUJITA, T., H. SUWA and S. OKUDA: Mass Movement, Trans. Japanese Geomorph. Union, Vol. 10A, 1989, pp. 23-34.

平野昌繁・石井孝行：土砂移動現象における土塊横断形状の地形学的意義，防災研年報，第32号B-1，1989, pp. 197-209.

奥西一夫・吉田稔男・斉藤隆志：石田川上流部の水文地形学的特性（その4），防災研年報，第32号B-1，1989, pp. 249-258.

平野昌繁・大森博雄：土砂移動現象における規模・頻度分布特性とその地形学的意義，地形，第10巻，第2号，1989, pp. 95-111.

奥西一夫・吉田稔男・斉藤隆志：比良山系大谷川流域における降雨流出特性と地形変化プロセスの関連について，防災研年報，第33号B-1，1990, pp. 205-218.

OKUNISHI, K., D. E. WALLING and T. SAITO: Discharge of Suspended Sediment and Solutes from a Hilly Drainage Basin in Devon, UK, as Analysed by a Cascade Tank Model, Bull. DPRI, Vol. 40, Part 4, 1990, pp. 143-160.

平野昌繁：地質構造解析のためのラプラス法の原理，地質学雑誌，第96巻，第3号，1990, pp. 211-222.

田中真吾：播磨における麓層面研究史，TAGS, 応用地学談話会，第2巻，1990, pp. 72-79.

田中真吾・後藤博弥：福崎とその周辺の自然に関する資料，福崎町史，第3巻，福崎町，1991, pp. 9-39.

5.3.3 湖沼の堆積過程に関する研究

K. KAMIYAMA, S. OKUDA and M. KOYAMA: Vertical Distribution of Cs-137 and Its Accumulation Rate in Lake Sediments, J. Japanese Society of Limnology, Vol. 43, No. 1, 1982, pp. 35-38.

神山孝吉・奥田節夫：現在の湖沼堆積環境調査の意義と展望，月刊「地球」，第6巻，第8号，1984, pp. 483-487.

奥田節夫：水—粒子系の流動特性について（粒子の水中保持機構を中心にして），堆積学研究会報，第22，23合併号，1985, pp. 1-7.

奥田節夫・平野昌繁・太井子宏和・横山康二：琵琶湖西岸における過去の崩壊に関連した湖底地形調査（序報），防災研年報，第29号B-1，1986年，pp. 355-365.

奥田節夫・横山康二・西　勝也・熊谷道夫：湖底堆積物の再移動に関する研究，その1，観測の手法と観測例，防災研年報，第29号B-1，1986, pp. 341-353.

柏谷健二・太子井宏和・川谷　健・沖村　孝：六甲山系の湖沼堆積物の粒度組成の変動と崩壊環境，地形，第9巻，第3号，1988, pp. 193-200.

太井子宏和・奥田節夫・五十棲泰人・星加　章・志岐常正・柏谷健二・横山康二・井内美郎：琵琶湖湖底表層における放射性核種及び物理量の鉛直変化特性，水資源研究センター研究報告，第9号，1989, pp. 25-43.

太井子宏和・奥田節夫：琵琶湖湖底表層における堆積速度の見積りと堆積層の異常，防災研年報，第32号B-1，1989, pp. 259-278.

ALLIS, R. G., Y. YUSA and H. TAISHI: Gas in Beppu Bay Inferred from Acoustic Reflection Anomalies, Quaternary Research, Vol. 28, No. 3, 1989, pp. 185-197.

5.4 土　石　流

5.4.1 土石流の現地観測

奥田節夫・諏訪　浩・奥西一夫・横山康二・小川恒一：土石流の総合的観測　その7，防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 131-150.

SUWA, H. and S. OKUDA: Topographic Change Caused by Debris Flow in Kamikamihori Valley, Northern Japan Alps, Trans. Japanese Geomorph. Union, Vol. 2, No. 2, 1981, pp. 343-352.

OKUDA, S., H. SUWA, K. OKUNISHI and K. YOKOYAMA: Depositional Processes of Debris Flow at Kamikamihori Fan, Northern Japan Alps, Trans. Japanese Geomorph. Union, Vol. 2, No. 2, 1981, pp. 353-361.

諏訪　浩・奥田節夫：焼岳上々堀沢扇状地における土石流の堆積構造，防災研年報，第25号B-1，1982, pp. 307-321.

SUWA, H. and S. OKUDA: Deposition of Debris Flow on a Fan Surface Mt. Yakedake, Japan, Zeitschrift fur Geomorphologie N. F., Supplement Band No. 46, 1983, pp. 79-101.

諏訪　浩・志方隆司・奥田節夫：焼岳上上堀沢の谷壁と渓床における地形変化過程，防災研年報，第26号B-1，1983, pp. 413-433.

OKUDA, S. and H. SUWA: Some Relationships between Debris Flow Motion and Microtopography for the Kamikamihori Fan, North Japan Alps, Catchment Experiments in Fluvial Geomorphology (ed. T. P. Burt and D. E. Walling), Geo Books, 1984.

諏訪　浩：山地河川における土石流の特性と流量計測，第4回混相流シンポジウム講演論文集，1985, pp. 157-

174.

SUWA, H. and S. OKUDA: Measurement of Debris Flows in Japan, Proc. IVth International Conference and Field Workshoop on Landslides, 1985, pp. 391-400.

諏訪 浩：焼岳の土石流，第20回砂防学会シンポジウム「火山砂防を考える」講演概要集，1988, pp. 35-47.

SUWA, H. and S. OKUDA: Seasonal Variation of Erosional Processes in the Kamikamihori Valley of Mt. Yakedake, Northern Japan Alps, Catena Supplement, Vol. 13, 1988, pp. 61-77.

SUWA, H., S. OKUDA and N. MIYAMOTO: Debris Flows and Topographic Change in a Valley on the Yakedake Volcano, Japan, Proc. Kagoshima International Conference on Volcanoes, 1988, pp. 650-653.

諏訪 浩・真中朋久・稲庭 篤：焼岳上々堀沢における土石流の発生と規模の検討，防災研年報，第32号 B-1, 1990, pp. 229-247.

SUWA, H.: Field Observation of Debris Flow, Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, Kyoto, 1989, pp. 343-352.

諏訪 浩・奥西一夫：土石流の流動特性・材料特性と規模—焼岳上々堀沢の土石流—，防災研年報，第33号 B-1, 1990, pp. 191-203.

奥田節夫・奥西一夫・吉岡龍馬・諏訪 浩・横山康二：崩壊土石の流動状況の復元と流動形態に関する考察，自然災害特別研究突発災害研究成果「1984年長野県西部地震の地震および災害の総合調査」，1985, pp. 187-198.

奥西一夫・諏訪 浩・岡本正男・東樹芳雄・浜名秀治：土石流による土砂輸送量に関する水文学的アプローチ，新砂防，No. 125, 1982, pp. 24-30.

諏訪 浩・奥田節夫・小川恒一：土石流における岩屑の粒度偏析過程 その1—大径礫の先端集積と動的篩作用による逆級化—，防災研年報，第27号 B-1, 1984, pp. 409-423.

諏訪 浩・志方隆司・奥田節夫：焼岳上々堀沢の地形変化過程，新砂防，第37巻，第5号，1985, pp. 14-23.

OKUNISHI, K. and H. SUWA: Hydrological Approach to Debris Flow, Proc. Int. Symp. on Erosion, Debris Flow and Disaster Prevention, 1985, pp. 243-247.

奥田節夫・奥西一夫・諏訪 浩・横山康二・吉岡龍馬：1984年御岳山岩屑なだれの流動状況の復元と流動形態に関する考察，防災研年報，第28号 B-1, 1985, pp. 491-504.

諏訪 浩・奥西一夫・奥田節夫・高橋秀樹・長谷川博幸・高田 衛・高谷精二：1984年御岳山岩屑なだれ堆積物の諸特性，防災研年報，第28号 B-1, 1985, pp. 505-518.

SUWA, H. and S. OKUDA and K. OGAWA: Size Segregation of Large Boulders in Debris Flow, Int. Symp. on Erosion, Debris Flow and Disaster Prevention, Tsukuba, Japan, 1985, pp. 237-241.

ITAKURA, Y., K. OGAWA, H. SUWA and K. MIZUHARA: Trends and Fluctuations of the Surfaece-velocity of Debris Flow Measured by a Non-contact Speed Sensor with a Spatial Filter, Proc. Int. Symp. on Fluid Control and Measurement, Tokyo, 1985, pp. 781-786.

諏訪 浩・奥田節夫：土石流における岩屑の粒度偏析過程 その2—1985年7月焼岳上々堀沢の土石流における粒度偏析と剪断による粒度偏析の実験—，防災研年報，第29号 B-1, 1986, pp. 391-408.

OKUNISHI, K., S. OKUDA and H. SUWA: A Large-scale Debris Avalanche as an Episode in Slope-Channel Processes, IAHS Publication, No. 165, 1987, pp. 225-232.

奥田節夫：土石流に関する最近の研究，地学雑誌，第96巻，第7号，1987, pp. 85-95.

OKUNISHI, K, H. SUWA and S. HAMANA: Hydrological Controls of erosion and sediment transport in volcanic torrents, Hydrological Sciences Journal, Vol. 33, No. 6, 1988, pp. 575-587.

諏訪 浩：土石流の発生と谷地形の変化，奥田節夫教授退官記念シンポジウム「災害地形学最前線」，1988, pp. 83-104.

SUWA, H.: Focusing Mechanism of Large Boulders to a Debris-Flow Front, Trans. Japanese Geomorph. Union, Vol, 9, No. 3, 1988, pp. 151-178.

諏訪 浩：土石流先端への大岩塊の集中機構，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 139-151.

板倉安正・諏訪 浩・竹内雅浩：空間フィルタ速度計測法による土石流表面速度の測定，計測自動制御学会論文集，第25巻，第4号，1989, pp. 504-506.

ITAKURA, Y. and H. SUWA: Measurement of Surface Velocity of Debris Flows by Spatial Filtering Velocimetry, Proc. Japan-China Symposium on Landslides and Debris Flows, 1989, pp. 199-203.

5.4.2 土石流の発生・流動・堆積機構および規模予測

高橋 保・匡 尚富：変勾配流路における土石流の形成，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 343-359.

TAKAHASHI, T., H. NAKAGAWA and S. KUANG: Estimation of Debris Flow Hydrograph on Varied Slope Bed, Proc. of the Corvallis Symposium on Erosion and Sedimentation in the Pacific Rim, IAHS Publ. No. 165, 1987, pp. 167-177.

高橋 保・八木秀樹：土石流の流量予測，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 329-351.

高橋 保・匡 尚富：天然ダムの決壊による土石流の規模に関する研究，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 601-615.

KUANG, S. and T. TAKAHASHI: Discharge Prediction of Debris Flow Due to Landslide Dam Failure, Proc. 4th International Symposium on River Sedimentation, Beijing, 1989, pp. 547-554.

高橋 保：泥流の流下過程，イタリア北部スタバにおけるダム決壊災害の調査研究報告書（文部省科学研究費自然災害特別研究突発災害研究成果報告書），No. B-60-4, 1986, pp. 43-55.

高橋 保・匡 尚富：合流部における土石流の挙動と変形，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 709-732.

TAKAHASHI, T. and S. KUANG: Behavior of Debris Flow at the Confluence, Proc. of the 7th Congress of APD-IAHR, Beijing, 1990, pp. 100-108.

高橋 保：土石流の流動機構，第2回混相流シンポジウム論文集，1983, pp. 187-203.

高橋 保：土石流の流れ学，ながれ，第3巻4号，1984, pp. 307-317.

高橋 保：土石流のメカニズム，月刊地球，第7巻7号，1985, pp. 385-390.

ARAI, T. and T. TAKAHASHI: A Methd for Measuring Velocity Profiles in Mud Flows, Proc. 20th Congress of IAHR, Moscow, Vol. 3, 1983, pp. 279-286.

新井宗之・高橋 保：泥流型土石流の流動機構，土木学会論文集，第375号 II-6，1986, pp. 69-77.

ARAI, M. and T. TAKAHASHI: The Karman Constant of the Flow Laden with High Sediment, Proc. 3rd Int. Symp. on River Sedimentation, Mississipi, 1986, pp. 824-833.

高橋 保・中川 一・原田達夫：混合粒径材料からなる渓床侵食型土石流の予測，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 443-456.

高橋 保：土石流の停止・堆積機構に関する研究(3)—土石流扇状地の二次侵食—，防災研年報，第25号 B-2，1982, pp. 327-348.

高橋 保：土石流の堆積機構に関する基礎的研究，扇状地における洪水・土砂災害の発生とその防止軽減に関する研究（文部省科学研究費「自然災害特別研究」研究成果報告書），No. A-57-4, 1982, pp. 53-70.

TAKAHASHI, T.: Debris Flow and Debris Flow Deposition, Advances in the Mechanics and Flow of Granular Materials, Vol. 2, 1983, pp. 699-718.

高橋 保・辻本浩史：土石流氾濫・堆積の数値シミュレーション，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 467-485.

高橋 保・中川 一・佐藤広章：土石流および土砂流扇状地の形成に関する研究，第32回水理講演会論文集，1988, pp. 497-502.

ARAI, M. and T. TAKAHASHI: Depositing Process of Mud Flow on Gentle Slope Bed Plunging from Steep Slope, Proc. of the 6th Congress, APD-IAHR, Vol. II-2, 1988, pp. 83-90.

5.4.3 崩壊土砂の運動

芦田和男・江頭進治・大槻英樹：山腹崩壊土の流動機構に関する研究，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 315-327.

芦田和男・江頭進治・神矢　弘：斜面における土塊の滑動・停止機構に関する研究，防災研年報，第27号 B-2，1984, pp. 331-340.

芦田和男・江頭進治：長野県西部地震による御岳くずれの挙動:防災研年報，第28号 B-2，pp. 263-281.

芦田和男・江頭進治・神矢　弘・佐々木浩：斜面における土塊の抵抗則と移動速度，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 297-307.

芦田和男・山野邦明・神田昌幸：高濃度流れに関する研究(1)—粘性係数と沈降速度—，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 367-377.

EGASHIRA S. and K. ASHIDA: The Dynamic Behavior of Soil Block on Slopes, Proc. Int. Symp. on Erosion, Debris Flow and Disaster Prevention, 1985, pp. 249-254.

ASHIDA K. and S. EGASHIRA: Running-Processes of the Debris Associated with the Ontake Land Slide, Natutal Disaster Science, Vol. 8, No. 2, 1986, pp. 63-79.

芦田和男・江頭進治・青井博志：豪雨時の山腹崩壊に関する資料解析的研究，防災研年報，第29号 B-2，1986年，pp. 309-327.

芦田和男・江頭進治・神矢　弘・佐々木浩：流動土塊の堆積機構に関する研究，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 329-342.

芦田和男・山野邦明・神田昌幸：高濃度流れに関する研究(2)—流動機構—，防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 361-374.

ASHIDA. K., K. MIYAMOTO and M. KANDA: Characteristics of Hyperconcentrated Flow, Proc. IAHR, Vol. l, 1987, pp. 54-59.

芦田和男・江頭進治・佐々木浩：斜面崩壊の発生と土石流の流動機構：防災研年報，第30号 B-2，1987, pp. 507-526.

江頭進治・芦田和男・佐々木浩：土石流の流動機構，第30回水理講演会論文集，1988, pp. 485-490.

江頭進治：土石の流動機構，災害地形学前線（奥田節夫退官記念シンポジウム），1988, pp. 63-81.

芦田和男・江頭進治・矢島　啓：土石流の流動・堆積機構，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 411-422.

芦田和男・江頭進治・中島智彦：水平管路における土砂輸送形態と流砂機構，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 489-505.

江頭進治：1988年7月島根・広島豪雨災害について，自然災害科学，7巻3号，1988, pp. 72-77.

芦田和男：1988年島根・広島豪雨災害の調査研究，防災研年報，第32号，1989, pp. 1-19.

江頭進治・芦田和男・矢島　啓・高濱淳一郎：土石流の構成則に関する研究，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 487-501.

江頭進治・芦田和男・中島智彦：管路における土砂輸送機構，水工学論文集，34巻，1990, pp. 553-558.

5.4.4. 土石流の調節・制御

芦田和男・高橋　保 (1982)：流出土砂の調節制御に関する研究，扇状地における洪水・土砂災害の発生とその防止軽減に関する研究（文部省科学研究費「自然災害特別研究」研究成果報告書），No. A-57-4, 1982, pp. 108-130

TAKAHASHI, T.: Debris Flow: Its Mechanics and Hazard Mitigation, Proc. ROC-Japan Joint Seminar on Multiple Hazards Mitigation, Vol. II, 1985, pp. 1079-1092.

高橋　保・藤井由之：流下域における土石流の制御法に関する研究，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 633-654.

5.4.5 土石流災害の予測および避難システム

高橋 保：水理学的手法による堆積危険範囲の予測，扇状地における洪水・土砂災害の発生とその防止軽減に関する研究（文部省科学研究費「自然災害特別研究」研究成果報告書），No. A-57-4, 1982, pp. 77-82.

TAKAHASHI, T. and H. TSUJIMOTO: Delineation of the Debris Flow Hazardous Zone by a Numerical Simulation Method, Proc. Int. Symp. on Erosion, Debris Flow and Disaster Prevention, 1985, pp. 457-462.

高橋 保・中川 一・山路昭彦：土石流氾濫危険範囲の指定法に関する研究，防災研年報，第30号 B-2, 1987, pp. 611-626.

高橋 保・中川 一・佐藤広章：扇状地における土砂氾濫災害危険度の評価，防災研年報，第31号 B-2, 1988, pp. 655-676.

TAKAHASHI, T. and H. NAKAGAWA: Debris Flow Hazard Zone Mapping, Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, Kyoto, 1989, pp. 363-372.

芦田和男・高橋 保：土石流の実態とそのメカニズム，土木学会誌，第68巻6号，1983, pp. 2-17.

高橋 保：自然災害の現状と問題点 (II) 土石流の場合，土木学会誌，第68巻9号，1983, pp. 33-35.

高橋 保・水山高久：土砂災害の予知と対策 5, 土石流，土と基礎，第32巻3号，1984, pp. 59-66.

高橋 保：土石流の災害と対策，地質と調査，第4号，1986, pp. 33-40.

高橋 保：豪雨による土石流，山・崖崩れの予測，新しい時代の防災，土木学会誌別冊増刊，Vol. 74, 1989, pp. 67-69.

高橋 保：土砂氾濫のメカニズム—土石流はいつどこに災害をもたらすか—，都市の防災，京都大学防災研究所公開講座，1990, pp. 191-213.

5.5 地すべりと斜面崩壊

5.5.1 地すべり・崩壊の素因と誘因

SASSA, K.: The Mechanism of Debris Flows, Proc. 11th Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, San Fransisco, Vol. 3, 1985, pp. 1173-1176.

SASSA, K.: The Geotechnical Classification of Landslides, Proc. 4th Int. Conf. and Field Workshop on Landslides, Tokyo, Vol. 1, 1985, pp. 31-40.

平野昌繁・諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇・後町幸雄：1889年8月豪雨による十津川災害の再検討—とくに大規模崩壊の地質構造規制について—，防災研年報，第27号 B-1, 1984, pp. 369-386.

平野昌繁・石井孝行・藤田 崇・奥田節夫：1984年長野県王滝村崩壊災害にみられる地形・地質特性，防災研年報，第28号 B-1, 1985, pp. 519-532.

平野昌繁・諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇・奥田節夫：吉野郡水災誌小字地名にもとづく1889（明治22）年十津川災害崩壊地の比定（その1；西十津川），防災研年報，第30号 B-1, 1987, pp. 391-407.

FUJITA, T., H. SUWA and S. OKUDA: Mass Movement, Trans. Japanese Geomorph. Union, Vol. 10-A, 1989, pp. 23-34.

5.5.2 地すべり・崩壊の発生機構

SASSA, K. and A. TAKEI: Landslips on the Ground Water Surface and its Mechanism-III —The mechanism estimated from vane tests in the model sand layers—, 地すべり，第16巻，第3号，1980, pp. 9-20.

SASSA, K., A. TAKEI, and S. KOBASHI: The Movement and the Mechanism of a Crystalline Schist Landslide "ZENTOKU" in Japan, Proc. of the Int. Symp. "INTERPRAEVENT 1980", Bad Ischl, Vol. 1, 1980, pp. 85-106.

SASSA, K., A. TAKEI and S. KOBASHI: Landslides Triggered by Vertical Subsidences, Proc. of Int. Symp. on Landslides, New Delhi, Vol. 1, 1980, pp. 49-54.

竹内篤雄：長者地すべり地の一活動史—明治19，23年を中心として—，地すべり，Vol. 16, No. 4, 1980, pp. 16-24.

竹内篤雄・高谷精二：X線回折による串林地すべり地のB-10試錐孔の粘土鉱物組成について，地すべり，Vol. 17, No. 1, 1980, pp. 17-22.

竹内篤雄：1m深地温測定による地下水流脈調査のいくつかの実施例（続），水温の研究，第23巻，第6号，1980, pp. 2-13.

中川　鮮・春日　茂・前田憲二・奥西一夫・飯田智之：花崗岩山地斜面の表層地盤構造について，—愛知県小原村における風化状況による地盤区分の試み—，防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 391-400.

SASSA, K., A. TAKEI and S. KOBASHI: The Mechanism of Liquefied Landslides and Valley —Off Type Debris Flows, Mitteilungen Der Forstlichen Bundes— Versuchsanstalt, No. 138, 1981, pp. 151-162.

SASSA, K., A. TAKEI and S. KOBASHI: Influences of "Underground Erosion" on Instability of a Crystalline Schist Slope, Proc. Int. Symp. on Weak Rock, Tokyo, Vol. 2, 1981, pp. 543-548.

島　通保：四国地方の地すべり，地すべり技術，Vol. 8, No. 3, pp. 3-5.

竹内篤雄・永野正展・中村和弘：冬期における破砕帯型地すべり地での1m深地温測定調査結果について，地すべり，Vol. 18, No. 1, 1981, pp. 33-41.

島　通保・竹内篤雄・中川　鮮・藤田　崇：地すべりに関する二・三の基本的問題，応用地質学の最近の研究，日本応用地質学会関西支部，1982, pp. 59-70.

末峯　章・島　通保・小西利史・倉田由夫：地すべり発生機構に関する2・3の知見（伊良原地すべり地における観測例），地すべり，Vol. 18, No. 3, 1982, pp. 42-48.

内藤光雄・竹内篤雄・田中　茂：六甲山系地すべり地における層別地下水の挙動について，日本地下水学会会誌，第25巻，第1号，1983, pp. 1-16.

SUEMINE, A.: Observational Study on Landslide Mechanism in the Area of Crystalline Schists (Part 1) —An Example of Propagation of Rankine State—, Bull. DPRI, Vol. 33, Part 3, 1983, pp. 105-127.

湯原浩三・竹内篤雄・北岡豪一・牛島恵輔・山本敏雄：防府平野浅層地下水の流動システム，日本地下水学会会誌，第25巻，第1号，1983, pp. 17-70.

古澤　保・尾上謙介：雑微動の長期安定性について，防災研年報，第26号B-1，1983, pp. 53-62.

SASSA, K.: The Mechanism Starting Liquefied Landslides and Debris flows, Proc. 4th Int Symp. on Landslides, Toronto, Vol. 2, 1984, pp. 349-354.

SASSA, K.: The Mechanism to Initiate Debris Flows as Undrained Shear of Loose Sediments, Proc. Int. Symp. "INTERPRAEVENT 1984", Villach, Vol. 2, 1984, pp. 73-87.

末峯　章・島　通保・小西利史：結晶岩地すべり地における地温探査と地下水検層の一調査例，地すべり，Vol. 21, No. 2, 1984, pp. 22-30.

SASSA, K., M. KAIBORI and N. KITERA: Liquefaction and Undrained Shear of Torrent Deposits as the Cause of Debris Flows, Proc. Int. Symp. on Erosion, Debris Flow and Disaster Prevention, Tsukuba, 1985, pp. 231-236.

HIURA, H., K. SASSA and N. KITERA: Case Study of the Nakaba Liquefied Landslide, Proc. 4th Int Conf. and Field Workshop on Landslides, Tokyo, Vol. 1, 1985, pp. 299-304.

中川　鮮：長野市地附山地すべり災害を考える，地すべり学会関西支部会誌，らんどすらいど，No. 3, 1986, pp. 30-33.

SASSA, K.: The Mechanism of Debris Flows and the Forest Effect on their Prevention, 18th IUFRO World Congress, Ljubljana, Vol. 1, 1986, pp. 227-238.

池田　碩・中川　鮮：昭和61年7月南山城豪雨災害報告，地すべり学会関西支部会誌，らんどすらいど，No. 4, 1987, pp. 12-26.

末峯　章・島　通保・小西利史：地球潮汐と結晶片岩地すべりの起こる時間関係について，地すべり，Vol. 24, No. 1, 1987, pp. 5-9.

和田卓彦・尾上謙介：地すべり地の雑微動の性質，防災研年報，第31号 B-1，1988，pp. 29-40.

TANIGUCHI, Y., M. TAKAHASHI and K. SASSA: Determination ofthe Sheared Thickness of Torrent Sediment Deposit by Debris Flow, Proc. Int. Symp. "INTERPRAEVENT 1988", Graz, Vol. 2, 1988, pp. 193-212.

SASSA, K.: Geotechnical Classification of Landslides, Int. Newsletter "Landslide News", No. 3, 1989, pp. 21-24.

佐々恭二：地すべりの発生と運動のメカニズム，「地すべり・斜面災害を防ぐために」，山海堂，1990, pp. 3-100.

奥西一夫：大規模崩壊のメカニズム，地形，第5巻，第3号，1984, pp. 179-193.

奥田節夫：歴史的記録からみた大崩壊の土石堆積状態の特性，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 353-367.

古谷尊彦・奥西一夫・石井孝行・藤田 崇・奥田節夫：地震に伴う歴史的大崩壊の地形解析，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 387-396.

柏谷健二・沖村 孝・平野昌繁・奥田節夫：六甲山系南西部における崩壊と地形特性および雨量特性の変遷，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 397-408.

奥西一夫：斜面崩壊，奥田節夫教授退官記念シンポジウム「災害地形学最前線」，1988, pp. 25-39.

平野昌繁・諏訪 浩・藤田 崇・奥西一夫・石井孝行：1989年越前海岸落石災害における岩盤崩壊過程の考察，防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 219-236.

5.5.3 地すべりの移動機構

島 通保：亀の瀬地すべりの移動機構について，亀の瀬地すべり移動機構調査報告書，1981.

佐々恭二・武居有恒・小橋澄治：日本の結晶片岩地すべり「善徳」の移動と移動機構，国際自然災害防止シンポジウム（INTERPRAEVENT 1980）論文集，砂防学会，1982, pp. 49-66.

末峯 章・島 通保・小西利史：正夫地すべり地における変動観測結果，地すべり，Vol. 19, No. 2, 1982, pp. 20-24.

SURMINE, A., M. SHIMA: Monitoring of Propagation of Subsurface Deformation in a Crystalline —Schist Landslide, "INTERPRAVENNT, 1984", Villach, Vol. 2, pp. 49-60.

SASSA, K.: Monitoring of a Crystaline Schist Landslide —Compressive creep affected by "underground erosoin"—, Proc. 4th Int. Symp. on Landslides Toronto, Vol. 2, pp. 179-184.

佐々恭二：御岳土石流など不飽和土石流の流動機構について，防災研年報，第29号 B-1，1986，pp. 315-329.

佐々恭二：速い地すべりの運動機構について，地すべり学会関西支部シンポジウム「突発地すべりの予知予測」資料集，1986, pp. 15-41

福岡 浩・佐々恭二・島 通保：長野市地附山地すべりの土質特性と運動，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 359-371.

佐々恭二：地すべり・斜面崩壊の運動予測—改良そりモデルとシュミレーションモデル—，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 341-357.

SASSA, K.: Areal Prediction of the Motion of Landslides, Proc. China —Japan Field Workshop on Landslides, Xian—Lanzhou, Vol. 1, 1987, pp. 97-102.

SASSA, K.: The Jizukiyama Landslide and its Interpretation of its Long Scraping Motion, Proc. 5th Int. Conf. and Field Workshoop on Landslides, Christchurch, Vol. 1, 1987, pp. 215-223.

SASSA, K.: The Mechanism of High Mobility in the Ontake Debris Avalanche, Proc, 8th Asian Regional Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Kyoto, Vol. 1, 1987, pp. 487-490.

SASSA, K.: The Ontake Debris Avalanche and its Interpretation, International Newsletter "Landslide News", No. 1, 1987, pp. 6-8.

SUEMINE, A.: Observational Study of Landslide Mechanism in the Area of Crystalline Schists (Part 2) —An Application of 2-D, F.E.M.—, Bull. DPRI, Vol. 137, Part 2, 1987, pp. 39-58.

KAIBORI, M., K. SASSA and S. TOCHIKI: Betrachtung uber die Bewegung der Absturzmateriale, Proc. Int. Symp. "IN-

TERPRAEVENT 1988", Graz, Vol. 2, 1988, pp. 227-242.

SASSA, K.: Geotechnical Model for the Motion of Landslides, "Landslides", A. A Balkema/Rotterdam, 1988, pp. 37-55.

福岡 浩・佐々恭二・VIBERT CHRISTOPHE・島 通保：高速高圧リングせん断試験機による地附山地すべり・御岳大崩壊の土質特性，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 183-195.

佐々恭二：地すべり運動時のマサツ角と運動予測，地すべり学会関西支部シンポジウム「地すべりの c, ϕ と発生・運動予測」資料集，1989, pp. 41-56.

SASSA, K., H. FUKUOKA and C. VIBERT: A New High-Speed High-Stress Ring Shear Apparatus and the Undrained Shear Strength During Motion, Proc. Japan-China Symp. on Landslides and Debris Flows, Niigata-Tyoko, 1989, pp. 93-97.

VIBERT, C., K. SASSA and H. FUKUOKA: Frictional Characteristics of Granular Soils Subjected to High Speed Shearing, Proc. Japan-China Symp. on Landslides and Debris Flows, Niigata-Tyoko, 1989, pp. 295-300.

SASSA, K.: Computer Simulation of Landslide Motion, Proc. 19th IUFRO (International Union of Forest Research Organizations) World Congress, Montreal, Div. 1, Vol. 1, 1990, pp. 351-362.

5.5.4 地すべりの調査研究方法

TAKEUCHI, A.: Method of Investigating Groundwater-vein Streams by Measuring One-meter-depth Temperature in Landslide Areas (1)，日本地下水学会誌，第22巻，第2号，1980, pp. 73-100.

TAKEUCHI, A.: Method of Investigating Groundwater-vein Streams by Measuring One-meter-depth Temperature in Landslide Areas (2)，日本地下水学会誌，第23巻，第1，1981, pp. 1-26.

竹内篤雄：山地浅層地下水の水温と垂直温度勾配について—1—，水温の研究，第25巻，第1号 1981, pp. 27-42.

竹内篤雄：水温測定による地下水調査について，地下水と井戸とポンプ，第23巻，第5号，1981, pp. 5-18.

竹内篤雄：インドネシア・ジャワ島および台湾の地すべり地における 1 m 深地温測定による地下水流脈調査法の可能性について，地すべり，Vol. 19, No. 4, 1983, pp. 8-17.

竹内篤雄著・黄 豊富訳：在地滑地区，利用浅層地温測定法，探討地下水脈之研究（第一篇），台湾林業，第9巻，第6期，1983, pp. 11-28.

竹内篤雄：地すべり地温測定による地下水調査法，吉井書店，1983, pp. 1-196.

竹内篤雄著・黄 豊富訳：利用地面下一公尺地温観測調査地滑区地下水脈之可能性，台湾林業，第9巻，第10期，1983, pp. 30-37.

伊藤芳朗・斉藤輝夫・市川 浩・南雲政博・川口英雄・竹内篤雄：地下水流速の新しい測定方法の試み，日本地下水学会誌，第26巻，第3号，1984, pp. 77-96.

竹内篤雄著・黄 豊富訳：在地滑地区，利用浅層地温測定法，探討地下水脈之研究（第二篇）台湾林業，第10巻，第7期，1984, pp. 18-32.

TAKEUCHI, A.: Investigation Method of Ground Water by Ground Temperature at One Meter Depth , Proc. 4th Int. Conf. and Field Workshop on Landslides Tokyo, 1985, pp. 175-180.

竹内篤雄・根本芳男・土屋彰義：地温測定による旧河道調査の有効性について，応用地質，第26巻，第3号，1985, pp. 111-120.

竹内篤雄著・陳 繁首訳：利用地温測定地滑地区地下水之調査方法，台湾林業，第11巻，第4期～第12巻，第5期，1986, pp. 1-106.

竹内篤雄・内藤光雄：横穴排水試錘孔における水平温度検層の意味について，地すべり，Vol. 23, No. 2, 1986, pp. 25-33.

TAKEUCHI, A.: Investigation Method of Groundwater-vein Streams by Measuring Underground Temperature, Proc. of International Conference on Infiltration Development and Application, Hawaii, 1987, pp. 319-330.

TAKEUCHI, A.: Landslide and Its Investigation Method of Groundwater, Proc. China-Japan Field Workshop on Landslide, Xian-Lanzhou, China, 1987, pp. 103-110.

竹内篤雄：多点温度検層器の開発とそれによる検層例，地下水と井戸とポンプ，第31巻，第7号，1989, pp. 1-9.

竹内篤雄：地下水排除工のための地温探査法，森林航測，158号，1989, pp. 10-16.

竹内篤雄・上田敏雄：「多点温度検層器」による地下水流動層の把握とその適用例，第34回土質工学シンポジウム：21世紀の土質工学を考える，1989, pp. 325-332.

竹内篤雄・門川泰人・窪田開拓：ため池漏水箇所検出に対する地温測定調査の有効性について，応用地質，第31巻，第2号，1990, pp. 20-27.

5.5.5 地すべり・崩壊の予知・予測及び防止対策

竹内篤雄：地すべり災害・防止工法の変遷について，地すべり，Vol. 16, No. 3, 1980, pp. 21-31.

竹内篤雄・二宮寿男・中村和弘・上野郁夫：地温測定による地下水排除工の効果判定の可能性について―大石地すべり地を例として―，地すべり，Vol. 20, No. 4, 1984, pp. 22-27.

HIURA, H. and K. SASSA: Estimation of the Landslide Drainage Effect in Use of Tank Model., Proc. Int. Symp. on Erosion, Debris Flow and Disaster Prevention, Tsukuba, 1985, pp. 355-360.

中川 鮮・樋口和雄：小諸地域の地すべりについて（序報），防災研年報，第29号，B-1，1986, pp. 331-340.

竹内篤雄・土屋彰義・若山悦昭：地中内部ひずみ計測定結果の判定について，地すべり，Vol. 22, No. 4, 1986, pp. 31-40.

ITO, Y., A. TAKEUCHI, M. NAGUMO and A. SHIBATA: Ground Electric Current and Landslide, Proc. Japan-China Symp. on Landslide and Debris Flows, Niigata-Tyoko, 1989, pp. 35-38.

TAKEUCHI, A., Y. ITO, M. NAGUMO, A. SHIBATA and Y. WAKAYAMA: On the Meaning of Observation of SP in Landslide Areas, Proc. Japan-China Symp. on Landslide and Debris Flows, Niigata-Tyoku, 1989, pp. 121-126.

竹内篤雄・内藤光雄・上田敏雄：地下水排除に基づく対策工の効果判定，地すべり学会関西支部シンポジウム資料集，1990, pp. 55-69.

末峯 章：伊良原地すべり地における長期観測に基づく地すべり対策工の効果判定，地すべり学会関西支部シンポジウム資料集，1990, pp. 15-23.

ZHANG, B., M. HU and A. TAKEUCHI: Dynamic Characteristics of the Landslide at Tongchuan Aluminium Works and the Tendency Prediction, 地すべり，Vol. 27 No. 3, 1991, pp. 33-38.

足立紀尚・木村 亮・多田 智：地すべり抑止杭の水平抵抗に関する実験的研究，防災研年報，第30号 B-2, 1987, pp. 167-189.

足立紀尚・木村 亮・多田 智：室内模型実験による地すべり抑止杭の抑止機構に関する考察，土木学会論文集，第400号 III-10，1988, pp. 243-252.

足立紀尚・木村 亮・多田 智・宮本和男：地すべり抑止杭の抑止機構に関する研究，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 161-175.

ADACHI, T., M. KIMURA and S. TADA: Analysis on the Preventive Mechanism on Landslide Stabilizing Piles, Proc. 3rd Int. Symp. on Numerical Methods in Geomechanics, 1989, pp. 691-698.

足立紀尚・木村 亮・多田 智：砂質地山に打設された地すべり抑止杭の数値解析，防災研年報，第32号 B-2, 1989, pp. 169-182.

SASSA, K., A. TAKEI and S. KOBASHI: Researches to Develop the Parallel Boring In-Situ Shear Test "Pabijast". Bull. Kyoto University Forests, No. 52, 1980, pp. 91-102.

海堀正博・佐々恭二：砂防調査用現場一面せん断試験機の試作と崩壊調査への適用，京都大学付属演習林報告，第53号，1981, pp. 144-151.

KAIBORI, M. and K. SASSA: A Portable Field Direct Shear Apparatus —Some test results and comparison with conven-

tional shear tests—, Proc. Int. Symp. on "INTERPRAEVENT 1984", Villach, Vol. 2, 1984, pp. 263-274.

佐々恭二・福岡 浩・島 通保：高速高圧リングせん断試験機の開発と地すべりにおける急速載荷時のせん断強度変化，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 165-182.

OKUNISHI, K.: Kinematics of Large-scale Landslides —A Case Study in Fukuchi, Hyogo Prefecture, Japan—, Trans. Japanese Geomorph. Union, Vol. 3, No. 1, 1982, pp. 41-56.

OKUNISHI, K. and S. OKUDA: Refuge from Large-scale Landslides —A Case Stud: Nishiyoshino Landslide, Nara Prefecture, Japan—, J. Natural Disas. Science, Vol. 4, No. 2, 1983, pp. 79-85.

OKUNISHI, K.: Prediction of Large-scale Landslide for Safe Refuge, Proc. 4th Int. Conf. and Field Workshop on Landslides, 1985, pp. 437-440.

奥西一夫：豪雨と山崩れ—都市域に特徴的な崩壊災害とその対策—，公開講座「都市の防災」，1990, pp. 159-189.

5.5.6 地すべりのモニタリング

末峯 章：地すべりの自動観測システムにおける2，3の問題，地すべり，Vol. 26, No. 1, 1989, pp. 26-30.

島 通保：地すべり運動の計測，土砂災害の予知と対策，土質工学会，1985，pp. 77-85.

6. 風災害に関する研究

6.1 強風の性質

6.1.1 各種風速計の比較および計測器の開発実験

HAYASHI, T.: Dynamic Response of a Cup Anemometer, Jr. Atmos. Ocean Technol., 1987, Vol. 4, No. 2, pp. 281-287.

6.1.2 野外観測データに基づく大気乱流の特性および輸送機構の解明

石崎潑雄：台風時の風の乱れの性質と平均風速，防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 279-284.

石崎潑雄・光田 寧・林 泰一：突風前線の観測について（その2），防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 319-330.

石崎潑雄・光田 寧・林 泰一：突風前線の観測について（その3），防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 247-254.

石崎潑雄・光田 寧・林 泰一：接地境界層中の突風前線について，第7回風工学シンポジウム論文集，1982, pp. 39-44.

石崎潑雄・光田 寧・林 泰一：強風時の風速変動の時空間相関について，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 407-414.

林 泰一：強風時の風速変動のコヒーレンスの水平分布，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 171-176.

林 泰一：大気接地層中の運動量の乱流輸送量の鉛直輸送過程について，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 265-274.

MITSUTA Y. and O. TSUKAMOTO: Studies on Spatial Structure of Wind Gust, J. Applied Meteorology, Vol. 28, No. 11, 1989, pp. 1155-1160.

HAYASHI, T.: The Horizontal Distribution of Space Correlation Coefficients of Wind Fluctuations in the Atmospheric Surface Layer, Boundary-Layer Meteorol., 1991, No. 3, pp. 1-16.

6.2 自然風中における模型実験

6.2.1 接地境界層中における基準静圧検出装置の開発

桂 順治：室内圧計測用疑似恒圧空気溜の試作，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 393-398.

桂 順治：大気乱流中における多面体形静圧検出装置の試作について，防災研年報，第33号 B-1，1990. 4, pp. 345-352.

6.2.2 構造物に作用する風圧の計測

石崎澽雄・桂 順治・河井宏允：2次元角柱前縁角部における圧と流れについて，防災研年報，第24号 B-1，1981, pp. 285-296.

石崎澽雄・桂 順治：自然風中の模型ドームに作用する風圧について，防災研年報，第25号 B-1，1982, pp. 221-232.

石崎澽雄・林 泰一・谷池義人：急激な気圧変化に対する室内圧の応答，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 323-330.

石崎澽雄：風工学の発展，防災研年報，第28号 A，1985, pp. 15-34.

石崎澽雄・桂 順治・谷池義人・柏崎太郎：空気膜構造の自然風中における振動性状に関する実験，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 329-336.

ISHIZAKI, H. and J. KATSURA: A Fundamental Study on Turbulence Effects on Building, Recent Studies on Turbulent Phenomena, 1985, pp. 231-241.

桂 順治：風荷重計測の問題点，日本風工学会誌，No. 28, 1986, pp. 81-91.

桂 順治：自然風と風圧，建築物と風（日本建築学会近畿支部編），1987, pp. 1-12.

KATSURA, J.: Some Problems of Design Wind Loads on High-Rise Buildings, Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation Kyoto, Japan, 1989, pp. 283-290.

桂 順治：低層小構造物に作用する風圧の計測，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 415-422.

6.3 境界層風洞による実験

6.3.1 構造物まわりの流れと渦構造

石崎澽雄・桂 順治・谷池義人・奥田泰雄：乱流境界層中の3次元角柱に作用する風圧力のアスペクト比による変化について，防災研年報，第28号 B-1，1985, pp. 345-354.

桂 順治・谷池義人・奥田泰雄：静圧勾配のある乱流境界層中の角柱に加わる風圧力について，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 151-158.

谷池義人・奥田泰雄：3次元角柱まわりの流れの可視化，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 225-232.

谷池義人・奥田泰雄・岩谷敏弘：連立する建物まわりの流れと作用風力，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 255-264.

奥田泰雄・谷池義人：風洞気流に含まれる低周波数変動について，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 399-404.

OKUDA, Y. and Y. TANIIKE: Flow Visualization around a Three-dimentional Square Prism, International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics and Its Applications, 1988, pp. 25-32.

谷池義人・奥田泰雄・岩谷敏弘：直方体まわりの流れと圧力場について，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 399-414.

奥田泰雄・谷池義人：3次元角柱まわりの流れと圧力場について（その2），防災研年報，第33号 B-1，1990, pp. 297-308.

谷池義人・奥田泰雄：3次元角柱周りの渦構造（その1，放出渦の強さ），第11回風工学シンポジウム論文集，1990, pp. 119-124.

奥田泰雄・谷池義人：3次元角柱周りの渦構造（その2，側面上に形成される渦），第11回風工学シンポジウム論文集，1990, pp. 125-130.

谷池義人：建物に及ぼす風の作用（鉄骨構造・実務ノウハウ集），学芸出版社，1990, pp. 165-189.

6.3.2 高層建物の空力不安定振動

石崎澽雄・谷池義人・近藤宏二：角柱振動時の風圧力特性について（その1），防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 297-306.

石崎澽雄・谷池義人・近藤宏二：角柱振動時の風圧力特性について（その2），防災研年報，第24号B-1，1981, pp. 307-318.

石崎澽雄・谷池義人：風向直角方向に振動する角柱の空力不安定性について，日本建築学会論文報告集第306号，1981, pp. 11-20.

石崎澽雄・谷池義人：風向直角方向に振動する角柱の空力不安定性について（続報），日本建築学会論文報告集第307号，1981, pp. 24-34.

石崎澽雄・谷池義人：角柱振動時の風圧力特性について（その3），防災研年報，第25号B-1，1982, pp. 233-246.

石崎澽雄・谷池義人：角柱側面に加わる非定常な風圧力，第7回風工学シンポジウム論文集，1982, pp. 83-90.

石崎澽雄・谷池義人：高層建物の質量減衰パラメーターによる空力不安定性について，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 227-238.

石崎澽雄・桂　順治・谷池義人・大藤信雄：境界層流中にある長方形断面角柱の空力不安定性について，防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 355-374.

ISHIZAKI, H. and Y. TANIIKE: Design Wind Forces in Comparison with Earthquake Effects on Buildings, USA-China-Japan Research Seminar, Workshop in Building, 1985, pp. W-2-1-W-2-14.

谷池義人：高層建物の風による応答，建築物と風（日本建築学会近畿支部編），1987, pp. 23-49.

TANIIKE, Y.: Unsteady Aeroelastic Base Moments on a High-Rise Building, Structural Design, Analysis and Testing Proceedings, Structure Congress '89 ASCE, 1989, pp. 559-608, pp. 443-456.

6.3.3 連立する建物の風による相互作用

谷池義人・稲岡秀樹・桂　順治：後流中における高層建物の動的挙動，防災研年報，第29号B-1，1986, pp. 159-170.

谷池義人・稲岡秀樹：連立する高層建物の境界層流中での相互作用，第9回風工学シンポジウム論文集，1986, pp. 139-144.

谷池義人：後流中における高層建物の動的挙動（その2），防災研年報，第30号B-1，1987, pp. 213-224.

TANIIKE, Y. and H. INAOKA: Aerodynamic Behavior of Tall Buildings in Wakes, J. Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 28, 1988, pp. 317-327.

谷池義人：乱流境界層流中における直方体建物の相互作用，第10回風工学シンポジウム論文集，1988, pp. 247-252.

TANIIKE, Y.: Turbulence Effect on Mutual Interference of Tall Buildings, J. Eng. Mech., ASCE, Vol. 177 (3), 1991, pp. 443-456.

6.3.4 市街地上空に発達する乱流境界層内気流性状の数値予測

石崎澽雄・桂　順治：均等な凹凸面に沿う乱流境界層のせん断力について，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 239-248.

石崎澽雄・桂　順治・谷池義人・丸山　敬：風洞床面の粗度の変化による気流の性状について，防災研年報，第27号B-1，1984, pp. 249-260.

石崎澽雄・桂　順治・谷池義人・丸山　敬：地表面粗度の違いによる境界層気流性状の変化に関する風洞実験，第8回風工学シンポジウム論文集，1984, pp. 91-98.

石崎澽雄・桂　順治・谷池義人・丸山　敬：風洞床面の粗度の変化による気流の性状について（その2），防災研年報，第28号B-1，1985, pp. 337-343.

丸山　敬・谷池義人・桂　順治：人工芝上に発達した乱流境界層内の乱れの統計的性状について，防災研年報，第

29号 B-1, 1986, pp. 139-149.

丸山 敬：市街地におけるキャノピー層内の風速分布に関する風洞実験，防災研年報，30号 B-1, 1987, pp. 201-212.

丸山 敬・石崎潑雄：ラフネス内の高さ方向平均風速分布に関する数値計算，防災研年報，第31号 B-1, 1988, pp. 275-286.

MARUYAMA, T. and H. ISHIZAKI: On the Variation of Mean Wind Speed Profile in the Urban Canopy with the Roughness Density, Proc. 4th Int. Conf. on Tall Buildings Hong Kong and Shanghai, 1988, Vol., pp. 445-450.

MARUYAMA, T. and H. ISHIZAKI: A wind tunnel test on the boundary layer characteristics above an urban area, J. Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 2, 1988, pp. 139-148.

丸山 敬：粗面上に発達する乱流境界層の $k-\varepsilon$ モデルによるシミュレーション，第3回生研 NST シンポジウム講演論文集，1988. 2, pp. 79-85.

平岡久司・中村泰人・丸山 敬：植物群落内および都市キャノピー内での乱流モデル，日本建築学会近畿支部研究報告集，1988, pp. 225-228.

平岡久司・丸山 敬：植物群落内および都市キャノピー内での乱流モデルの考察，第3回生研 NST シンポジウム講演論文集，1988. 25-26, pp. 87-93.

丸山 敬：粗度要素による抵抗を考慮した $k-\varepsilon$ 乱流モデルによる乱流境界層の数値計算，第10回風工学シンポジウム，1988, pp. 193-198.

丸山 敬・石崎潑雄：市街地キャノピー内の時空間平均風速の鉛直分布に関する実験的研究（千鳥状に配置した立方体粗度要素による検討），日本建築学会構造系論文報告集第39号，1988, pp. 60-65.

丸山 敬：粗度要素の配置形状による床面抗力の変化に関する風洞実験，防災研年報，第32号 B-1, 1989, pp. 423-437.

丸山 敬：粗面上に発達する乱流境界層の $k-\varepsilon$ モデルによるシミュレーション（その2：粗度による抵抗を考慮した計算），第4回生研 NST シンポジウム講演論文集，1989, pp. 97-103.

平岡久司・丸山 敬：植物群落内および都市キャノピー内での乱流モデルの考察（抵抗物体の体積変化を考慮した解法について），第4回生研 NST シンポジウム講演論文集，1989, pp. 89-96.

丸山 敬：粗度要素の抵抗および体積変化を考慮した $k-\varepsilon$ モデルによる乱流境界層の数値計算，日本建築学会構造系論文報告集第404号，1989, pp. 75-81.

平岡久司・丸山 敬・中村泰人・桂 順治：植物群落内および都市キャノピー内の乱流モデルに関する研究（その1）乱流モデルの作成，日本建築学会計画系論文報告集，第406号，1989, pp. 1-9.

丸山 敬：複雑な粗度形状をもつ粗面の粗度評価について（市街地を対象とした検討），防災研年報，第33号 B-1, 1990, pp. 309-320.

丸山 敬：粗面上に発達する乱流境界層の $k-\varepsilon$ モデルによるシミュレーション（その3：境界条件による変化），第5回生研 NST シンポジウム講演論文集，1990, pp. 11-17.

丸山 敬：粗面上に発達する乱流境界層の数値シミュレーション（流れ方向に粗度が変化する場合），第11回風工学シンポジウム論文集，1990, pp. 203-208.

6.3.5 各種土木構造物の耐風安定性に関する研究

白石成人・松本 勝・加藤 隆・白土博通・松村修一：橋梁構造断面の空力ガスト過渡応答特性に関する研究，防災研年報，第23号 B-2, 1980, pp. 29-40.

白石成人・松本 勝・白土博通・松村修一：角状構造断面の空力渦励振に関する研究，防災研年報，第24号 B-1, 1981, pp. 331-344.

白石成人・松本 勝・北川雅章：非定常気流中の構造断面に作用する空気力特性について，防災研年報，第26号 B-2, 1983, pp. 331-346.

白石成人・松本 勝・白土博通・本田明弘・佐川信之：bluff な構造断面の空力不安定振動特性と防振対策に関する研究，防災研年報，第26号 B-2，1983, pp. 347-362.

白石成人・松本 勝・白土博通・佐川信之・横田哲也：直列2本円柱の空力応答特性に関する実験的研究，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 261-272.

白石成人・松本 勝・白土博通・油谷康弘・長田 信：台風による各地の強風特性について，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 375-388.

白石成人・松本 勝・白土博通・岸 明信：充腹構造断面の剝離流特性と空力特性について，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 389-406.

白石成人・松本 勝・白土博通・岸 明信・小林茂雄：非定常気流中の bluff body の変動圧力特性と動的応答特性について，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 177-196.

白石成人・松本 勝・白土博通・油谷康弘・目見田哲：超長大橋梁断面の連成フラッタ特性，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 197-210.

白石成人・松本 勝・石崎 浩・白土博通・長田 信：塔状構造物のギャロッピング特性と防振対策，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 211-228.

白石成人・松本 勝・白土博通・長田 信・泉 千年・築山有二：橋梁の強風下における安全性評価に関する研究，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 233-246.

松本 勝・白石成人・白土博通・孫 亜偉・小林茂雄・真下義章・湯川雅之：充腹構造断面の空力特性に及ぼす乱流効果，防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 247-258.

松本 勝・白石成人・白土博通・泉 千年・築山有二・三澤 彰：強風下の橋梁の限界状態に関する研究，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 287-302.

松本 勝・白石成人・白土博通・真下義章・湯川雅之・平井滋登：充腹構造断面の空力振動現象に関する研究，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 303-316.

松本 勝・白石成人・白土博通・金 潤石・辻井正人・大蔵 健：ケーブルの空力振動現象に関する研究，防災研年報，第31号 B-1，1988, pp. 317-332.

松本 勝・白石成人・築山有二・三澤 彰・村上琢哉：橋梁構造物の空力振動に対する安全性と疲労損傷に関する基礎的研究，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 453-470.

松本 勝・白石成人・辻井正人・平井滋登・佐野祐一：傾斜ケーブルのレインバイブレイションに関する実験的研究，防災研年報，第32号 B-2，1989, pp. 471-482.

松本 勝・白石成人・白土博通・平井滋登・伊藤裕一・重高浩一：捩じれフラッター振動の発生機構に関する研究，防災研年報，第33号 B-2，1990, pp. 331-344.

6.3.6 建物周辺気流の実測

石崎潑雄・桂 順治・谷池義人：新設の風工学研究用境界層風洞について，防災研年報，第26号 B-1，1983, pp. 313-322.

KAWAMURA, S., E. KIMOTO, T. FUKUSHIMA and Y. TANIIKE: Environmental Wind Characteristics around the Base of a Tall Building —A Comparison between Model and Full Scale Experiment—, J. Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 28, 1988, pp. 149-158.

6.4 強風の被害調査

KATSURA, J.: Building Damage Caused by Typhoon Winds, Planning for Crisis Relief, Vol. 1, 1986, pp. 339-353.

林 泰一：1988年9月25日に串本町に発生した竜巻について，SWEL Tech. Report, No. 1, 1989, pp. 1-20.

林 泰一：1988年9月25日に串本町で発生した竜巻について，防災研年報，第32号 B-1，1989, pp. 439-452.

林 泰一：1988年9月25日に串本町に発生した竜巻（速報），日本風工学会誌，No. 38, 1989, pp. 53-56.

林 泰一・前田潤滋・丸山 敬：1990年2月19日に鹿児島県枕崎市で発生した竜巻について，日本風工学会誌，No. 43, 1990, pp. 45-48.

林 泰一：1990年2月西サモアを襲った熱帯性低気圧 "Ofa" について，日本風工学会誌，No. 45, 1990, pp. 115-116.

7. 自然災害全般にかかわる研究

7.1 災害史資料に関する総合的研究

7.1.1 災害史資料の収集・解析

芦田和男・土屋義人・後町幸雄・佐藤忠信：自然災害科学データベース（SAIGAIKS）について，京都大学大型計算機センター広報，VOL. 16, NO. 1, 1983, pp. 6-11.

石原安雄・佐藤忠信・松村一男：自然災害データベース（SAIGAIKS）の検索法，自然災害科学，Vol. 6, No. 3, 1987, pp. 23-34.

7.1.2 災害史

佐藤忠信・八嶋 厚・田中 琢：木曽檜の年輪を用いた長期的気候変動特性の抽出，防災研年報，第30号 B-2, 1987, pp. 191-202.

河田恵昭：災害史に学ぶ，NHK 市民大学テキスト（災害の科学），1987, pp. 129-143.

土屋義人:都市水害論(1)—災害の時空間スケールと変遷について—，京都大学防災研究所年報，第31号 B-2, 1988, pp. 677-703.

河田恵昭：黎明期における防波堤工法の選択とお雇い技師(1)—防波堤工法の変遷—自然災害科学，7巻2号，1988, pp. 21-35.

佐藤忠信・八嶋 厚・田中 琢：年輪を用いた長期的気候変動の抽出，防災研年報，第32号 B-1, 1989, pp. 279-289.

土屋義人:都市水害論(2)—タイムスケール2000年における災害の変遷（つづき）—京都大学防災研究所年報，第32号 B-2, 1989, pp. 909-934.

河田恵昭：黎明期における防波堤工法の選択とお雇い技師(2)—お雇い技師と近代築港—自然災害科学，7巻3号，1988, pp. 1-22.

SATO, T., A. YASHIMA and M. TANAKA: Identification of Long-Term Climatic Variations Based on Tree Ring Widths of Japanese Cypresses, J. Natural Disas. Sci., Vol. 11, No. 2, 1989, pp. 37-50.

河田恵昭・法花眞治：わが国と中国における自然災害の発生頻度特性，京都大学防災研究所年報，第32号 B-2, 1989, pp. 891-908.

河田恵昭：防災ポテンシャルの評価法，自然災害科学，第9巻1号，1990, pp. 1-16.

河田恵昭：自然災害における人的被害の極値とその推定法，京大防災研年報，第33号 B-2, 1990, pp. 483-501.

河田恵昭：資料解析による都市直下型大地震時の被害者数の推定法，歴史地震，第6巻，1990, pp. 1-10.

土屋義人：都市水害論(3)—江戸時代の災害—，京大防災研年報，第33号 B-2, 1990, pp. 457-481.

TSUCHIYA, Y.: Historical Changes in Natural Water Hazards in Japan, Proc. 4th Pacific Congress on Marine Science & Technology, Vol. 1, 1990, pp. 1-8.

7.1.3 洪水，高潮，津波災害史

TSUCHIYA, Y. and Y. KAWATA: Risk to Life, Warning Systems, and Protective Construction against Past Storm Surges in Osaka Bay, J. Natural Disas. Sci., Vol. 3, No. 1, 1981, pp. 33-53.

中島暢太郎：鴨川水害史(1)，防災研年報，第26号 B-2, 1983, pp. 75-92.

TSUCHIYA, Y. and Y. KAWATA: Historical Study of Changes in Storm Surge Disasters in the Osaka Area, J. Natural Disas. Sci., Vol. 8, No. 2, 1986, pp. 1-18.

土屋義人・河田恵昭：安政南海道津波の復元(1)—氾濫災害について—防災研年報，第29号 B-2，1986, pp. 763-794.

河田恵昭・土屋義人：大阪における高潮・津波災害の変遷，都市防災シンポジウム講演集，1987, pp. 73-78.

TSUCHIYA, Y. and Y. KAWATA: Historical Changes of Storm Surge Disasters in Osaka, Natural and Man-Made Hazards, Vol. 1, 1987, pp. 267-291.

河田恵昭：災害の科学—高潮との戦い—，NHK 市民大学テキスト，1987, pp. 92-104.

河田恵昭：大阪における安政南海道津波の復元，歴史地震，第3号，1987, pp. 206-217.

土屋義人・河田恵昭：安政南海道津波の復元(2)—津波の氾濫・伝播特性—，防災研年報，第29号 B-2，1988, pp. 723-751.

7.1.4 崩壊災害史

江頭進治：昭和57年7月雨による土砂災害について，防災研年報，第26号 A，1983, pp. 1-17.

平野昌繁・諏訪浩・石井孝行・藤田崇・後町幸雄：1889 年 8 月豪雨による十津川災害の再検討—とくに大規模崩壊の地質構造規制について—，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 369-386.

古谷尊彦・奥西一夫・石井孝行・藤田　崇・奥田節夫：地震に伴う歴史的大崩壊の地形解析，防災研年報，第27号 B-1，1984, pp. 387-396.

佐藤忠信・寺田倫康：ファジイ理論に基づく斜面崩壊資料の整理と崩壊予測法，防災研年報，第28号 B-2，1985, pp. 63-86.

奥田節夫・平野昌繁・太井子宏和・横山康二：琵琶湖西岸における過去の崩壊に関連した湖低地質調査，防災研年報，第29号 B-1，1986, pp. 362-372.

平野昌繁・諏訪　浩・石井孝行・藤田　崇・奥田節夫：吉野郡水災小字地名にもとづく1889（明治22）年十津川災害崩壊地の比定（その1；西十津川），防災研年報，第30号 B-1，1987, pp. 391-408.

7.2 自然災害科学の総合的研究

石原安雄：都市における自然災害，学術月報，第38巻10号，1985, pp. 8-12.

石原安雄：洪水災害防止における FAIL-SAFE と SAFE-FAIL，防災研年報，第31号 B-2，1988, pp. 369-377.

石原安雄：総合防災の研究，防災研年報，第33号 A，1990, pp. 9-27.

第5章　回　顧　録

座 談 会　　研究所の創設について

――横尾義貫名誉教授が語る――

土屋　防災研究所は昭和26年（1951年）に創設されて，今年40周年を迎えることになりました。学内でも，40年の歳月を経ておる研究所はそう多くございません。化学研究所が65年，人文科学研究所が50年を超え，それから胸部疾患研究所が今年50周年を迎えました。そんなことで40年の歳月を経た研究所というのは，それ相応の責務を社会に対して負わなくてはいけないと考えております。ところが，防災研究所は石原藤次郎，棚橋　諒，佐々憲三の三先生が創設者であることは知られておりますけれども，この研究所が戦後の荒廃した中から，先生方のどんなご努力で，どういう先見の明を得て防災に関する学問分野を発展させていくご意図のもとで考えられたか，私どもが知る限りでは防災研究所の出版物には余りございません。40周年のこの機会を逸しますと，次は50周年ということで，それに関与された先生方についての情報がほとんど残らなくなってしまいます。

4，5年前だったと思いますが，横尾義貫先生とお会いしたとき「防災研も間もなく40年になるんだなあ」といわれ創設当時のお話をされまして，できたらそういうものを残しておかれたらどうかとご示唆をいただきましたが，なかなかその機会がありませんでした。たまたま昨年の12月だったでしょうか，胸部疾患研究所長の大島駿作先生とお会いした機会に，「研究所も50年の歳月を経ると，創設当時のことをよほどうまく残しておかないと何も残りませんよ」とご忠告をいただきました。

当時，所内では創立40周年記念事業委員会を発足させ，そのうちの1つが40年史の編さんで田中寅夫教授を委員長として検討を始めたところでした。先きほどのご忠告を思い出して，ぜひ横尾先生にその当時のお話をお願いしたいと考え，芦田教授をはじめ先輩の先生方のご同意も得て，編さん委員会で検討していただき，この座談会が開催されることになったわけです。横尾先生のご指示で，当時会計課長として，その後事務局長をされた横田　実様にもご出席いただいております。

なお，横尾先生は工学部土木工学構造力学講座担任教授（昭和24年10月より）であったが，防災研究所の創設と同時に，昭和26年6月より兼任，さらに昭和28年6月より棚橋　諒教授の後任として34年1月まで専任教授になられ第3研究部門を担当されました。当時，3研究部門の担当は創設者の兼任教授以外では，第1研究部門を担当された速水頌一郎教授，第2研究部門を担当された矢野勝正教授についで，3人目の教授でありましたことを申し添えます。

――創設者の出会い――

それでは，横尾先生からいただきました筋書きで，まず創設者のお二人，石原，棚橋両先生の出会いのあたりからお話を進めていただきますが，よろしくお願いいたします。

横尾　まず，三先生の出会いですが，もちろん棚橋先生，石原先生は工学部の先生でしたから，工学部の教授会その他でお会いになっていたでしょうし，また，佐々先生も何かのことで前から面識は持っておられたと思うのですが，ここで言う出会いというのは肝胆相照らすような出会いという意味です。石原先生と棚橋先生が戦争中からよく会っておられたのは，僕もよく知っておりますので，まずそこから始めたいと思います。佐々先生は，やはり

戦後だと思います。

実は戦争末期，昭和19年末になりますと戦争が激しくなって，サイパンも落ちたりして，直接日本に空襲がやって来るという情勢になってきたのです。そこで，学童疎開などはもちろん軍需工場も疎開しろということになったわけです。軍需工場をどういうところへ疎開させるかというと，古いトンネルとか，山間の土地で敵機の目標になりにくい場所です。一方，海軍や陸軍でも航空機のシェルターというのがありまして，それでも不十分なので，どこかトンネルみたいなところに移すかということが起ったのです。



写真—5.1　座談会を終えた横尾先生（右より２人目），横田　実氏（３人目）

その昭和19年末頃のことですが，軍需省の近畿監理部というのがありまして，その総務課に錦田直一さんがおられました。昭和９年に京大の建築学科を卒業した方で，同じく建築学科を昭和17年に卒業された平田定男さんがそこに加ってきたのです。この方は棚橋先生の弟子で，後に「草創の記，1987」を記しておられます。錦田さんも平田君も，現在なお健在です。そこで，その辺の事情を知らないかということで錦田さんに電話をいたしましたら，「平田君がよく知ってるよ。あれはものを書くから」ということでした。あらためてその「草創の記」を読んでみました。

そのとき錦田さんは，これはオフレコ的なことですが，実は，はじめに工学部土木工学教室の近藤泰夫先生がおみえになって，これは本当かどうか知りませんが，大学の先生も腹減らして困ってるんだということで，何か手伝いができないかという話で始まったのだそうです。それから，ちょうど軍需工場の疎開の問題があって，それを手伝ってくれないかということになりまして，「地下工場建設候補地選定委員会」というのができたようです。その委員になったのが，建築学教室では棚橋先生，土木工学教室は近藤泰夫先生です。理学部の地質学教室から松下進先生，そういう方がたが出ておられ，各教室から総動員したのですから，当然石原先生も参加されたのです。それからあとに僕も参加しまして，名古屋の周辺や兵庫県など各地のいろいろな工場を調査しました。僕の思い出としては，御飯にありつけたが，そのかわり途中で空襲警報におどかされながら，いろんなメモをとりその辺の簡単なスケッチをつくって，レポートを作ったりしながら終戦を迎えたような気がします。そのとき，当然，石原先生と棚橋先生はその作業でご一緒だったはずです。

ところが，棚橋先生，石原先生には別にもう一つ海軍からの話がありました。それはやはり棚橋先生の後輩で杉江直一さんという方が，当時少佐だったと思いますが，海軍省の施設部におられて，そこで恐らく海軍の工場疎開とか飛行場の疎開とか，そういう問題が起っていたのだろうと思うのです。この方も京大建築出身で昭和５年卒で，まだご健在なはずです。その方に急に棚橋先生が，19年の12月８日，ちょうど開戦の日で，当時，大詔奉戴日

とか言っておったのですが，その日に東京に呼ばれて，杉江さんから「何でもいいから，どえらい大きいトンネルを掘ってくれ」と。恐らく飛行機を入れるところではないかと思うのですが，ちょうど湾岸戦争でイラクのフセイン大統領がやっているようなことを考えてくれということだったのです。(笑い)

棚橋先生は非常な俊才で，皆，棚橋さんに頼んだら何か考えてくれるのではないかというようなことがあったように思うのです。それで，棚橋先生は石原先生と２人で引き受けられて，まず場所探しから始めようということになったようです。僕は棚橋先生から言われて行きましたが，それが今のどの辺に当たるか分かりません。鈴鹿で海軍の海兵団か何かが疎開していたところがありまして，そこに磨き砂なんかを採取するところで，トンネル状の穴があるわけです。それから中津川の周辺にもそういうのがありまして，僕も見に行かされたことがあります。

棚橋先生と石原先生とは知恵者ですから，参謀とでもお会いになったかというような感じもしますが，「向こうから戦車が上がってきたら田んぼにどんどん水を張ればいいよ」などと言っておられたことを覚えていますが，そういう切羽詰まった時代のことなんです。

土屋　19年の終わり頃ですね。

横尾　19年から20年にかけてです。そのとき，やっぱり棚橋先生と石原先生というのは非常に深い絆で結ばれたような特別な関係を持たれたのではないかと思います。

それで敗戦ですね。石原先生の思い出話の「棚橋　諒先生のことども，石原，1973」に，終戦を迎えたときのことが書いてあるのです。それによると，「昭和20年８月15日の早朝，岡山県柵原鉱山に勤労動員されていた学生を集めて，先生は日本建築の発展の歴史をたどりながら，日本民族の悠久を諄々と説き，学生諸君の心のよりどころを示されました」という。それはやがて敗戦を迎える朝ですね。このとき石原先生と棚橋先生とご一緒でしたでしょう。これは勤労動員の学生諸君の激励に行かれていたときのことと思います。

土屋　なるほど。それは本当にすばらしいことだったでしょうね。

横尾　そこには，建築学科の学生が何人かおったんだろうと思う。僕らでも祝園へ行ったり山口県のどこかまで，学生の疎開先をそれぞれ分担して見回ったことがあります。祝園は今の学研都市の辺りですが，あそこに陸軍の弾薬庫がありまして，食い物がよくて学生に一番人気のあったところなんですが，我々もそこへ泊まりがけで激励に行って御飯をご馳走になったような思い出があります。石原先生のお話は，棚橋先生と石原先生の親友ぶりをよく表しているのではないかという感じがしますね。

土屋　そうでしょうね。

横尾　先生のお言葉として「まことに感銘深いものでありました」と，それから，「京都に向かう汽車のなかでともにご詔勅を聞きました」と書いてあるのです。また「地下工場の計画・設計についての先生の数々の」と述べられていますが，ご一緒に仕事をされていたことがよくわかるわけです。

土屋　なるほど。

横尾　そういうところで終戦が来たわけですよ，突如として。それはいつかはこういうことになるだろうと思っていたけど，我々としては一億玉砕というような気持ちで皆，大学の先生でもそういう気持ちの時代ですよ。そのときに突如として終戦ということで，まさに暗涙にむせぶというような気持ちでね。これは天皇陛下が出てこられないことには戦争はストップできなかったわけですよね。

それからしばらく僕はぼんやり自宅で過ごしているうちに，棚橋先生から「出て来い」と言われ，教室へ出て行きました。それからあと僕個人の話になりますけど，近藤先生，坂　静雄先生から，「原爆の後の調査をしろ」ということになりまして，両先生にお伴して，それから学生とまず広島へ行きまして，それから長崎へ行った思い出があります。それが10月の末から11月の初めにかけてだったと思います。そんなことをやっているうちに，恐らく大学の方で総合研究ということをいよいよ考え出したようですね。

——総合研究体制第8班：災害の予防と軽減——

横尾　それがいつ頃だったか，戦争中は戦時体制で，やっぱり総合研究みたいなことを謳ったわけですよね。とにかく総合研究というものをやろうじゃないかということになり，その中の第8班というのに「災害の予防及び軽減」，今でも使われています表現の研究組織ができたわけです。

その最初として，実は昭和21年に，終戦の年の翌年の2月から3月にかけて矢作川の下流地区で仕事をしましたが，三河地震というのが終戦の7ケ月前の昭和20年の1月13日に起りまして，そこで大きな震害が出たわけです。

土屋　なるほど。記録によりますと1961名の方が亡くなっていますね。

横尾　それは早朝に起ったと思います。また，そのちょうど一月前に東南海地震というのが起っているのです。東南海地震の震源は当時は熊野灘沖と言われていました。マグニチュード8クラスのいわゆる南海トラフ系の大規模地震で，三河地震というのは今日言う直下型というやつで，マグニチュード7クラスです。

土屋　そうですね。マグニチュード6.8。

横尾　非常に典型的な大規模地震のマグニチュード8クラスと直下型の7クラスとが続いて起りまして，その両方の震害が重なって生じたのです。19年の東南海地震で矢作川下流の軟弱地盤らしいところが随分被害をうけたあと，さらに，直下型の三河地震では，被害地が重なりましたから，軟弱地盤での様相ははっきりしませんが，山地でも断層の近くは被害が大変異なります。その両方の震害の調査を戦争中だけれど，坂先生，棚橋先生に命じられまして，それぞれその直後に詳細に調査しました。

その東南海地震のときはまず僕がやった地震調査の話になって恐縮ですけれど，大体資料の収集の仕方は，その前に昭和18年9月の鳥取地震のとき，棚橋先生とご一緒してやった調べ方と同じです。まず役場に行きまして集落別の被害の資料と集落の戸数の表（これは世帯数しかわかりませんけど）をもらいます。そのあと，その集落を回り，地震で落っこちた二十世紀をご馳走になりながら，僕がA，B，Cで見たままの被害状況の評点をつけていき，それを整理して，鳥取地震の被害マップをつくり上げたのです。恐らくああいう部落別クラスの詳しい被害マップをつくったのは珍しかったと思います。その経験がありましたので，早速，東南海地震のときもその要領で行うこととしました。東南海地震は非常に広域の地震ですから，まず愛知県庁に行きまして聞くことにしました。県庁はビクともしていないし，名古屋市内へ行ったってどこもほとんど震害らしきものは見当りません。そこで聞きますと，名古屋の港の周辺が潰れているということなんです。それから半田市が潰れており，愛知県下では，どういうわけか矢作川下流域に被害が出ている。そこへ行けるところまで電車で行って，あと歩いてずっと調べたのです。やはり鳥取と同じ方式で，役場に行っては資料を集めました。だから主観は入っていますけど，僕の目で見た被害状況の評点をつけましたが，困ったことに世帯数で家屋の倒壊率を割ると100%を超えるわけです。というのは，一つの世帯が農家ですと，母屋があって，門があって，納屋があるということです。だから，仮に100%を超えても農村に限れば，一つの相対的にものを表しているインデックスであろうということで，それで整理をさせてもらったのです。

土屋　なるほど，当時としては大変詳しい調査をされたことになりますね。

横尾　そういう被害マップを作成した経験から，直下型と巨大地震の南海トラフ型の地震とでそれらの震害の様相が非常に違うというのが，僕の頭にいまだにこびりついているのです。直下型では断層に近いところで，また軟弱地盤はもちろん，そうでないところでも被害が起る。南海トラフ型の東南海地震では，震源から離れても軟弱地盤のところで飛に々起り，遠州灘に沿った掛川でも起ったわけです。それから半田でも被害がありましたけれども，これは埋立地なんです。しかし，台地ではほとんど震害がないのです。名古屋市も港区の周辺だけというふうな感じで被害が目立ったのです。これが東南海地震の実際の様相でいまだに僕の先入観みたいになっているので

す。だけど，それは安政の大地震（1854）とその前の宝永の地震（1707）による震害については，豊橋市史などに出ている記録によると，洪積台地上でも潰れているので，少し修正しなければならないかという気もするが。

田中　最近では確かに地震時に液状化現象がよく起るということが非常に注目されていますね。

横尾　我々は軟弱地盤という表現を使っているのです。これはもちろんルーズな砂も入るでしょうが，むしろ軟らかい粘土からできた言葉だと私は思います。地盤の悪いところは震害がひどいというのは関東大震災のときからわかっているのです。矢作川の下流というところは軟弱地盤です。地名から言いますと何とか島とか，いろんな名前の，いかにも水に関係があるところが最初の地震では非常によく潰れていたのです。2回目の地震では，前に潰れたところは潰れたけれど，意外に山地部が潰れていまして，死者が出たのはそういうところです。そこは断層がありまして，断層の周辺で潰れているわけです。

このように東南海型の地震に着目しておったところへ，佐々先生，石原先生，棚橋先生が協力されて，そこで物探（弾性波法による地盤調査）をやろうじゃないかということになりまして，僕は被害調査の関係で現場を知っていたということで，その段取りに参加しました。

実際に諸先生もお越しになりましたが，地球物理学教室の西村英一先生が総指揮官で，誰が来ておったか思い出せないけれど，河波事務官はずっとおったと思いますし，それから土木工学教室では丹羽義次君（土木昭21年卒）が来ていました。丹羽君は当時学生で，ハッパの穴を掘るのに協力した。当時の物探の機器は佐々先生の研究室のもので，ビール瓶と称していたピックアップと，それから鏡を吊ったガルバなどで，土木も建築の連中もあれで勉強したのです。どこかにあったら，あれは記念品で残しておいてほしいぐらいです。石崎潑雄君なんかは懐しいだろうと思う。高田理夫君なんかももちろんそうだと思うんだけどね。余談ですけど，占領軍のオーストラリア軍が，あれをくれといって持っていったと聞きましたが。

そこでまずわかったのは，簡単な結果ですけど，家屋の倒壊率が地層の弾性波の伝播速度と厚さとに関係があるということです。それで，そのとき僕は驚いたのは，弾性波の伝播速度って遅いものだなということで，普通，毎秒1,000メートルとか2,000メートルとか，そんな感じを持っていたのが何百メートルとおっしゃるので，へーと思ってね。もう一つは，地球物理の人と我々とは違うなあと思ったのは，「あっ，忘れ物をした。京都へ取りに帰ろう」といって河波君あたりがまた京都まで帰って，取ってきてまたやるので，テンポが違うなあと思って感心したことがあります。

田中　専門から言いますと，私の印象では，西村先生が物探の総指揮をやられたというのはちょっと不思議な気がしないでもないのですが。西村先生は佐々先生の下ですから，恐らく「西村君が行ってやれ」とでも言われたのでしょうね。

横尾　西村先生もべったりおられたかどうか知りませんよ。河波君が健在だったら聞いたらわかるけど。

田中　西村先生が直接行かれると，忘れ物なんかもなかったかもしれませんが。

横尾　来られてはおったようです。

田中　そうですか。やはりいろいろ教えておられたのかもしれませんね。

土屋　19年から20年にかけて東南海地震と三河地震，この二つの性格の違った地震が同じ地域で災害を起したことは大変な奇跡とも言えるわけですが，先生がたのご努力で地盤の振動特性を調べる研究が発展していったわけですね。

横尾　これが初めてです。それは佐々先生の持っておられる技術ですね。それから後，応用問題として地震があった鳥取にも行きました。このときは石崎，畑中元弘両君で，馬場義雄君も行ったかな。それから福井地震がありましたので，石崎君とか馬場君とかが行ったのです。これらの調査報告が(財)防災研究所報告（1948，1949，1950）に載っているわけです。

もう一つ，俗称「佐々地震」というのがあります。これは京都地震説といわれたもので，佐々先生もちょっとおどしがきき過ぎ，弱っておられたところがあるんじゃなかったかと思うのですが，傾斜計や伸縮計を使いだしたのはその頃からでしょうか。

田中　鳥取地震のときの前兆現象を一応つかまえたということで，その頃からでしょう。

横尾　それじゃ随分古いのですね。

田中　もっと前から，傾斜計で地球潮汐を測るということをやっていたのです。東大の石本巳四雄先生がやはり地震予知に使うということで傾斜計を作られ，また丹後地震のときその傾斜計を持参して記録をとられたといわれます。

横尾　それで伸縮計とか傾斜計を戦後だからトンネルの中へ入れて，観測したわけですね。京都では逢坂山のトンネルなどが用いられたのでしょうが，そういうことを佐々先生がその頃始められたんじゃないかと思うのです。

田中　そうですね。

横尾　その関係で，京都だっていつ地震が起こるかわからんぞという話が，さきほどの京都地震というようなことになりました。棚橋先生と僕らが鳥取の地震を調査して，震害マップの作成ともう一つは残存している木造家屋の強度を調べることになりましたが，これも棚橋先生のアイデアです。それで言い出されたのは，壁が多く入っていると潰れないんだといって壁率を提案されたわけです。それを応用して京都地震というのを心配するものだから，僕らも随分京都市内の小学校とか住宅を調べましたよ。それで，壁率などを計算して，この家は危険度がどうだというような，今よくやっている震害危険度のはしりみたいなことを随分やりました。

土屋　地盤との関係でその当時，すでに基本的な震害災害の調査の方向ができていたわけですね。

横尾　そうそう。それで京都市などの都市の地盤も物探で調べられたのです。

土屋　今，先生がお話になられたご研究は，先ほど言われた総合研究体制の第8班という活動になるのでしょうか。

横尾　第8班というのは，僕はそういう意識は持っていなかったから，いつの間にか解消していたんじゃないのですかね。防災グループで，要するに石原，棚橋，佐々グループでやっていましたからね。しかし，第8班としての報告書なんて出されているかどうかわからないんです。

土屋　そうすると，大学の予算をつけて活動した組織ではないのですね。

横尾　第8班のことは(財)防災研究所の設立趣意書（1948）や概算要求書（1948）に書いてあるのです。だから，それは一種の設立をオーソライズする全学的なコンセンサスを得るのにはいい文句であったのでしょう。

——財団法人防災研究所の設立へ——

土屋　そうすると，そういう総合研究というか，共同の調査研究を進められて，やがて財団法人防災研究所の設立へとなったわけですね。その辺をお聞かせください。

横尾　(財)防災研究所をつくるというのは，三先生がやられたので，僕ら若輩が相談にあずかるという筋のものではなかったですよ。現在おられる方では横田さんあたりがご関係なさったんだ，それは。その前に，もう一つだけちょっと申し上げておきたいのは「大原談合」というのです。

土屋　それをぜひお願いします。

横尾　先生方は戦後，毎年ぐらい松茸山にいかれていたようです。僕も参加して，へべれけに酔った覚えがあるんだけど。西村先生（1961）が十年史の所感で言われている「洛北大原の松茸山」というのですが，これは大原か，岩倉の奥じゃないかという気もするのです。僕が行ったのは岩倉で，樋木義一君のお父さんで弁護士をされていた方の山じゃないかと思うんだ。

土屋　でしょうね。私も昭和30年ころ何度か行きましたが，岩倉の木野です。

横尾　今の大原の松茸山の話は西村先生が書いていたもので，それを石原先生は引用されたような格好で，「棚橋先生のことども」の中に書いておられますね。西村先生の書かれたものには，「あれは昭和21年ごろと思いますが」とありますが，その春に例の三河の調査が済んだわけですよ。そして，「佐々教授，棚橋教授，石原教授と私とが秋色濃い洛北大原の松茸山で防災の総合研究という問題について初めて話合ったのが本研究所の生まれるきっかけと考えられます。その時の話の内容は，所が所，時が時だけに」云々，「一口にいえば，防災研究所設立の理念といった問題をめぐって談合がはずみました」と書かれています。これを西村先生は「大原談合」と，おもしろい名前をつけられているんです。そして「まもなく現在の(財)防災研究協会の母体の財団法人が設立され，これが防災研究所の設立に大きい役割を果した」わけで，そこのところに，セクト主義の解消，人事の交流，研究の総合，協力という基本的な理念があるわけですよ。

土屋　これは本当にすばらしいことですね。現在でも肝に銘すべきことです。

横尾　すばらしいでしょう。それで，西村先生はその「所感，1961」の後ろで「初心忘るべからず，設立当初の理想の下に」というのは，この大原談合の精神に立っていけと，こういうことのようです。それが財団法人の設立だと思うのです。だから，やっぱりセクトを排して，少なくとも学際的に仕事をするという癖をつけていかなきゃいかんということだと思うのです。

土屋　また，今のような時代でないときにこれを打ち出しているのですからね。

横尾　そうそう，そういうことです。それであと，こうやって翌年に財団法人の防災研究所を設立するということで，これはむしろ横田さんが，恐らくその頃もう会計課長になっておられたのですね。その辺からひとつお聞かせください。

横田　私は昭和20年の10月に京都帝国大学へまいりました。それは終戦直後で，総長は文学部の羽田　亨先生で，先生のご要望によって文部省からまいりました。とたんに12月になったら鳥養利三郎先生に総長が交代されたのです。それで，鳥養先生はご存じないし，帰ろうかなと実は思ったぐらいでしたが，先生に接してみると非常に物分かりのいい方で，僕は生涯かわいがられた者なんです。

昭和23年の福井地震の直後に，佐々さんが「京都地震説」というのを唱えられて新聞に発表されたのです。それに驚いて府警の公安部長が私のところへ来まして，佐々さんのところへ行けばいいのに会計課長のところに来て「本当だろうか，どうだろうか」といわれたのです。僕は学者ではないから佐々さんに来てもらって，事務局長だった本田弘人さんと３人で事務局長室で佐々さんの例の話を聞きましたら地震が起る心配があるというわけです。それで府警の公安部長が「それなら何か研究してもらいたい」といわれたが，「資金がないのだ」というと，「そしたら私が集めます」といって，公安部長が集められたのです。それで，幾ら集まったかちょっと記憶しませんが，かなりの資金が集まったので，(財)防災研究所というのをとりあえずつくって，その基金としたのです。

横尾　それで，このところに一番関係の深いのは「棚橋　諒，1973」に書かれた佐々先生の「所感，1973」に述べられている「その最初は昭和22年正月に，幸い戦災を免れた京都の街の震災予防のために，京都府地震対策委員会が設立され，多額の研究費を３年継続して京都大学に寄附された」とあるが，このことなんですね。

横田　はい，それです。

横尾　(財)防災研究所ができたのは22年の10月だから，これがその一つの起爆剤になっていますね。地震対策委員会ができて，これによって僕らが忙しく下働きしたということですね。(笑い)

横田　この資金で(財)防災研究所ができて，恐らく横尾先生らはその金で調査研究を行ったのだと思います。その研究立案者というのが佐々さんを中心にして，棚橋さん，石原さんとそれから電気工学教室の林　重憲さんが加わりました。

横尾　これはすばらしいコンビですな。そして，佐々先生の「回顧録，1961」には「京都地方に過去に起った大

地震の起り方や明治以後に」云々というのがありまして，「災害予防対策を万一のために樹てておくことがこの際必要と考えて，時の和辻市長ならびに木村知事にこのことを進言した。このことが京都地震騒ぎの火の元となった」とあります。とにかく，「新聞に伝えられたのは本当の意味を大分誤り伝えてはいたが，対策を樹てることは必要であるから取消さなかった。お蔭でひどい目にあった」というので横田さんがお話しになったことにつながってくるわけですよ。

横田　結局，僕は会計課長ということで仲間に入れられ，事務の補佐役として会議をやって，あとは一杯飲むことでした。佐々さん，石原さん，棚橋さんと私が飲むということで連夜のごとく会議をやって議論しました。しかし，(財)防災研究所として活動するには資金的にも人的にも限度があるから，国の研究所として発足するのが，一番よいと意見が一致したわけです。

——京都大学防災研究所の新設——

横田　それで，防災研究所をつくろうではないかというので，賛成されたのが，棚橋さん，石原さん，佐々さん，それから林さんです。それで研究所新設の概算要求をどの部局から大学本部に出すかについて議論したが，結局，佐々さんの属する理学部から出すのが一番いいだろうということで理学部から出したのです。

横尾　これは昭和23年の段階ですよ。

横田　それで結局，会計課長ですから私の手元に各学部からの概算要求書が集まってきて，それを取捨選択し，整理して，文部省へ提出すべきか，控えるべきかを研究して大学の概算要求書の原案を作って，総長にお見せしてご意見をいただき，ご承認いただくということになるのです。

ところが，そのとき総長は防災研究所設立案に対して，こういうご意見を申されたのです。「研究所設立は長老教授が考えるべきことで，今研究盛りの中堅教授が考える問題ではない。その余裕があれば自分の研究に打ち込むべきだ」と。私は，それはごもっともなことであるが，予算というものはその時の世相の流れに沿っていくもので，後で出しても「しまった」ということもあります。そして，福井地震はじめ災害が頻発しており，防災関係予算は今が最適の要求であるので，防災研究所の新設をともかく出すだけは出させてくれと強く進言したので，「まあ君のいいようにしろ」ということで，案外気の進まないような返事をいただきました。

それでも原案としては24年度の概算要求として4部門だったか6部門だったか，その関係はちょっと記憶がないのですが文部省に提出したわけです。

土屋　6部門で要求していますね。

横田　6部門ですか。それで，恐らくそれから鳥養先生が林教授を叱られたのじゃないかと思うんです。

横尾　でしょう。(笑い)

横田　何か林さんがそのあと遠のいてきたのです。それで，ともかく理学部から出てきたから私は取り上げて，総長のご機嫌が悪いにかかわらず文部省に出しちゃったのです。文部省に出すというのは，総長が力を入れないのに私一人が力を入れたっていかんから，これは来年の問題として，「今年はこういうものをぶつけるぞ」ということを文部省の関係課長に言って，「来年はひとつ取り上げてくれよ」とその必要性を十分理解させるに留まった。ところが，たまたま僕は24年の末に信州大学の事務局長になったのです。

横尾　それから佐々先生の「回顧録，1961」にはずっと横田さんなんかのお骨折りがあったということが書いてあるわけです。昭和23年，附置研究所の設置案を話題にしたが，最初に賛成して全面的に援助に乗り出されたのが事務局長の本田さんと横田さんであったようで，当時理学部からは海洋研究所などの新設要求があったので，工学部提出の形で要求を出したと書いてありますよ。

横田　そうです。最終的にそうしないと出せなかったからです。

横尾　しかし，「時の会計課長横田　実（現事務局長）のお骨折りもむなしく文部省で落ちてしまった」わけですね。

横田　これは，正直なところ，鳥養総長のあのお言葉があったから強行できなかったのです。そのかわり来年はひとつやってくれということを頼んだが，たまたま私は信州大学へいくことになり，鳥養先生から大分叱られて，恐らくどこかの局長に出すからというので，「行くな」と言われたのです。文部省におってほとんど行っているけれど私は信州へは行ったことがないので，つい勇気を出して，知らんところへ踏み込んでやろうかと思って鳥養先生に相談したら，「君は後の局長にするから待て」ということでした。鳥養先生との話で，「こういう事情だから出させてください。また何か京都大学であったときはいつでも駆けつけます」と言って渋々と了解を得ました。それで鳥養先生が「それじゃ文部省の予算班から会計課長を探せ」ということでしたが，「私の後に来て本田要太郎君の上に座る人はたまらんから本田君を上げてくれ」と。

横尾　なるほど。本田さんは次長だったんですね。

横田　ええ，本田要太郎君が私の後任の会計課長になって，これを24年にやったわけです。

横尾　それなら非常に具合よかったわけですね。

横田　ちょうど文部省の担当課長が岡野　澄さん（後の審議官）で，文部省では若い飲み友達だったので，岡野君，岡野君と言っておったのです。それで，「来年は通してくれよ」と頼んでおきました。それからようやく私，昭和40年と思いますが，信州から京都大学へ帰ってきました。

横尾　だから，横田さんが概算要求の最初のところを引き受けられ形づくったあと，次の本田さんが会計課長でしたので，段取りができていたようなものだな。最初に横田さんが出して，それから24年でまた落ちて，それで25年も落ちかけたんだけど何とか通って，それで突破したのです。

10年史の回顧録（佐々，1961）に「鳥養総長，横山俊平事務局長，本田要太郎会計課長等の好意で翌年も提出したが陽の目を見なかった」これは24年でしょうね。「その翌25年には三度び26年度概算要求として防災研究所新設を申請し関係方面へ熱心な陳情をつづけた」とあるわけですよ。このとき時に参議院建設委員会調査室長武井　篤さん（昭和５年卒）という人がおられ，僕もよく存じ上げているのです。「武井　篤氏ににいろいろ御助力を仰いだ」とあり，「昭和26年度予算の復活要求の最後の土壇場で鳥養総長のお骨折りで３部門が認められた。そのときは本当にうれしかった」と書いてありますね。このときの武井　篤さんという方はまだ健在です。京大土木で石原先生と同級生で，僕の海軍時代の先輩です。参議院の調査室長というのは非常に権限を持っていて，その先生は議員の顧問なんですよ。

それともう一つは，今の文部省所轄・国立大学附置研究所長会議というのが，あれに類するものが既に文部省で発足していたようですね。

土屋　そうですね。昨年49回の研究所長会議の総会を開催しましたから。

横尾　それで，研究所長会議で，お互いに自分たちの研究所の充実に力を入れようということで，新しい研究所はつくるまいということを申し合わせておったところに，この研究所の概算要求が通ってしまったわけです。新設の防災研究所に対して研究所長会議の方がたの中には，「私生児みたいだ」とイヤミをいわれた方があったようです。

土屋　さきほどの防災グループの総合研究のお話は主として地震関係のお話でしたけれど，終戦直後，数年にわたって非常に台風災害が起っていますね。それも女性の名前のついた台風によって。

横尾　それが具合よくというかね。

土屋　そうです。昭和22年のカスリン台風を初めとしましてね。このときは1930名の方が亡くなっています。

横尾　そうなんです。ちょうど防災研究所の設立を応援するがごとく風水害が続々と起ったので。

土屋　考えてみると，防災研究所というのはそんな女性にバックアップされてできたように思われるのですけどね。

横尾　妻を忘れちゃって。

土屋　そうそう。そんな意味で，「防災」という字が妻を忘れる方の「忘妻」になりがちな。

横尾　それで，防災研究報告というのですか，僕が最初表紙をデザインしたの。真ん中に写真が載っているのだが，あれは宇治川水理実験所が水浸しになったジェーン台風による氾濫の写真です。当時，非常に水害が多かったということも確かですね。そういうことがありまして，国民が防災の必要性を感じたということ，これは紛れもない事実です。いろんな努力もあったが，そういう自然災害の猛威があって助けられて防災研究所ができた，こういうことですかな。

土屋　それも特に40代初めの三先生方が，さっきの鳥養先生のお話じゃないけど，本当に研究をどんどんやりながら将来を見越して防災研究の必要性をアピールされたわけですね。佐々先生の「回顧録，1961」の中に「最初は拒否しておられた総長も遂に，君等肉弾三勇士にはかなわんよと苦笑され」とありますが，附置研究所を新設することのご苦労が偲ばれます。

横尾　かつて三先生が創設時の苦心談をされたときに，そのことをお聞きしたことがありますが，鳥養先生の三先生に対する評だと思います。

土屋　ご存じのように，10周年のときに鳥養元総長から「防災経国」という揮毫をいただきました。そして，そのときの総長平澤興先生から「一心不動」という揮毫をいただいたのです。そういう意味で，この二面の揮毫は防災研究所の非常に大切な書だと思います。

それから，財団法人防災研究所の設立及び防災研究所を新設するときの姿勢として「災害の予防と軽減」と，こう書いてあるのです。これは佐々先生が10周年の「発刊の辞，1961」にもそのまま書かれ，そのあと村山朔郎先生の「所感，1976」にも引用されています。要するに災害の防止だけではなくて予防なんです。予防というのは，災害を予知してどういう災害が起るからそれを事前に防止する方策までやらなければいけないのです。そんなわけで，昨年出版した研究所要覧の沿革では，あえて当時の先生方のお考えを踏襲させていただきました。

横尾　災害というか，災害要因となる自然の外力は止めることはできないわね。地震でも台風でも止めることができないので，それによる災害を予防することは非常に大切で，それが防災研究の目標となるわけです。

土屋　先日，谷沢事務部長に頼んで当初の概算要求書（1948）を探してもらいましたら，経理部にありました。それによりますと，6部門要求しているのです。この6部門の研究組織から，一つの研究所をつくるときに大変な長期計画でお考えになっていることをつくづく感じるのです。

第1が災害の理学的，工学的な基礎研究で，災害の根本は物の破壊から起るので，その破壊機構を理工学的に研究すれば，地震の予知や構造物の破壊防止も自ら解決できるという防災科学の基礎として，その壊れるメカニズムをちゃんとやりましょうという分野なんです。第2が水災防止で，第3が震災・風災防止でいわゆる構造物関係となっています。そのほか，第4が雷災と第5が火災の防止で，最後に第6として災害研究用特殊計器の研究となっています。

横尾　そうですね。火災について言いますと，ちょうど僕が防災研の専任教授をしているとき，概算要求で文部省に説明に行ったわけです。そしたら，自然災害にとめておきたいと，やっぱりガードが堅いんだよ。「だけど，防災の災の字を見てごらんなさい。火という字が入っているじゃないですか」と言ったけどね。(笑い)

土屋　そうですか。その頃から自然災害に限定した研究所というのがあったわけですか。

横尾　その当時併任で，その後横浜国大に安全工学講座というのができて，そこへ教授で行った若園吉一君，彼に火災をやれというわけだ。彼はやる気満々だったのです。彼は珍しい人で，海軍の技術将校上がりで，火薬をやっていたケミストです。それで若園君の応援をする意味で大いにやったんですが，とにかく火災の問題まで入る

と，また一つ研究所ができるほどなので，自然災害でとめておきたいということで，だめだったのです。

土屋　この要求書を読みますと，当時，災害気象学という言葉ができております。これは今，防災研では災害気候学研究部門というのがあるわけで，ほとんどの方向がこの当時つくられているわけですね。

横尾　佐々，石原，棚橋三先生がほとんどやったことだと思うけど，誰がこの辺の作文をしたかだな。石原先生あたりがうまいかもしれんな，その辺は。棚橋先生もうまいんだけど。言い出されたらスッスッスーッと一気に書いてしまわれた。

土屋　多分，三先生で恐らく知恵を絞ってお書きになった要求書のようで，綿々たる思想が中に入っておりますね。それから，もっと感心するのは，当時学問がどんどん分派するときでしたが，総合科学としての防災科学を志向されたわけで，大変先駆的な方向だと思っております。

——新設当時のこと——

横田　防災研究所の建物，今の宇治川水理実験所ですが，あれは私が会計課長時代に，結核研究所の建物として買ってくれと所長から頼まれましたので，文部省の予算で，金額は忘れたけれど，敷地と建物を全部買ったところが結核研究所はそこに行かないということになってしまった。買ってしまってから行かないことになったので，困って防災研に利用してもらうことにしました。

横尾　そういうことらしいですね。その辺の事情は，佐々先生の記事でいくと，最初，阿武山にしているんです。車中か何かで，結研のやつを防災研にどうだということで引き受けた。初めは阿武山に防災研究所の看板を出されたらしいですね。僕が専任になったのはすこし後で，あの頃は兼任でしたが，僕の下におった畑中君が専任でした。石原先生の命令で，皆あそこへ行けというわけでしたよ。あれは僕が見に行ったときに，屋根はボロボロで，そして床は草や苔が生えていて，スズメが2階の天井裏に巣を作っているのです。まさに廃墟だった。

当時僕は土木工学教室におったのですが，畑中君も土木工学教室にいました。彼は行けと言われて，行きとうないと言うんですよ。それで往生しましたが，結局行かんで済んだんだけどね。僕らは水理をやらないんだから，あそこへ行ったってしょうがないが，水理をやる人は実験水路なんかをつくれますから魅力があるけど，僕らは土木工学教室に居ついてしまったんだけどね。僕もまもなく専任となったが，僕は建築学教室へ収容してもらい，それからずっとそこで研究していた。

ところで，廃屋同然のところに移り住んだ頃のことを書いたのが，10年史の足立昭平君の記事（宇治川水理実験所10年の雑話，1961）なんですよ。

土屋　そうですね。当時のご苦労がよくわかります。

横尾　風の音とか，泥棒猫の話とかね。（笑い）まさに足立君の苦労談ですよ。これを若い人にいっぺんよく読んでほしいと思うのです。先人はこういう苦労をして基礎を築いたということを知ってほしい。それで，結研の研究者は，あんなところに住めないと思って誰が行きますかということだったのですが，新設の防災研の若い足立君たちが行ってくれたのです。

土屋　そうなんです。足立先生は，香川県庁からお帰りになられて，矢野勝正先生の下で，宇治川水理実験所の建設を全部やられたのです。

横尾　足立君の功績というのは僕は大だと思うんだ。本当に苦労していると思う。僕は，足立君とは友人になって，結局，豊橋技術科学大学まで呼んで，あそこで亡くなられてね。非常に誠実な人で，よく尽くされる人でした。それから，僕個人としては10年史の畑中君の話（1961）は非常に関係が深くなつかしいものです。

土屋　それから，初代所長として棚橋先生（1961）が石原，佐々先生とともに防災研究所の体制づくり，たとえば学部との人事交流，所長の選考，大学院教育と研究所などについて，それらの基本的な立場を明確にし，偉大な

貢献をなされたことを忘れるわけにはいきません。

——現状と将来——

横田　今，防災研究所は何部門ですか。

土屋　防災研究所は，昨年の今頃までは19部門と観測所等が15でした。理学部，防災研の地震予知関係の研究組織を統合して地震予知研究センターが昨年6月8日付で新設されました。防災研からは3つの部門と5つの観測所を持ち出して，6教授，8助教授の大きな組織になっております。ですから，現在16研究部門，7実験所・観測所と4センターで構成され，教授27名と客員教授4名です。特定分野について共同研究を推進する場として研究センターがあるわけで，防災科学資料センター，水資源研究センター，都市施設耐震システム研究センターと地震予知研究センターがあります。このような組織で，学内で研究者の数では一番大きな研究所になっております。

横田　私が局長になってから，石原さんなり，佐々さんがいろいろ研究部門等の要求を持ってきたが，当時文部省の岡野君は16部門でとめてくれという意見でした。要するに，16部門というのは東大の医科学研究所がそのくらいで，その辺が研究所として限度だということらしい。よくそこまで，伸びましたな，さらに今後の発展を望みます。

土屋　これからの防災研究所にご忠告，あるいはご指示いただくことがございましたらお願いいたします。

横尾　やっぱり学際的な感覚を皆が養うようなことが要るのじゃないですか。どこでも一般にそういう細分化の問題が起っていますからね。

土屋　そうですね。日本人だけでなくて，もっと外国人が入ってきて，そして専門の違った連中が共同研究を推進していく，そういう場を培っていかないとまずいのではないかと思っております。

横尾　よく外国人の客員教授を迎えるポジションをつくっているのがありますね。ここもあるのですか。例えば数理解析研とか，ああいうふうなところは外国人のための席というのを初めから持っていますね。

土屋　今は外国人も正式に任用できますが，現在，防災研には外国人客員教授の定員はありません。

横尾　防災研あたりでも少しそういったようなものがいりますね。

土屋　今，防災科学資料センターを改組して，できれば防災科学国際共同研究センターにしようという概算要求を考えています。

横尾　そういうのは可能性があるのじゃないですかね。

土屋　地震予知研究センターができて，西島総長にお礼の挨拶に行ったときに，6教授と7助教授を発令したが，助教授1名を残してあるので，できれば外国人の教官を任用したいと個人的には思っているというお話を申し上げました。西島先生は外国人が任用できるように文部省が制度を変えたときには，工学部に G. Hall 教授が英国から来られて，6年間滞在したが，その頃にはそのほかの部局で外国人を任用されたのですけれども，最近は非常に減ってきており，もっと外国人を任用して共同研究を進めてほしいといわれました。

横尾　むしろ積極的に空き定員をつくって，ずっと期限付きでやっていくのはいいですね。例えば僕がおった豊橋技術科学大学では，アメリカ国籍を持つ四倉教授を任用し教授会にも出てもらったのです。

土屋　外国人教員のポジションではありませんが，過去5年間，都市施設耐震システム研究センターの客員教授として，先生もよくご存じのプリンストン大学の篠塚正宜教授を任用しましたし，非常勤講師として大潟波浪観測所にデラウエア大学の小林信久教授を任用しています。

横尾　篠塚さんは防災研の客員教授になっていたのですか。

土屋　そのおかげで，このセンターは非常にいい活動をしてきました。ちょうど昨年度末で5年間お願いしまして，その退任の記念講演会を4月1日に防災研究所主催でやりましたが，耐震関係をはじめとする約50名の方々が

集まり大変盛会でした。現在，篠塚先生はプリンストン大学の Solenberger 教授で米国地震工学研究センターの所長です。大変お忙しい要職にある先生ですが，当時新設のこのセンターの活動，運営に国際的な視野から積極的なご協力をいただきまして，防災研究所に新しい気風をもたらしてくれました。

横尾　それと，35年史（1986）かどこかに書いたと思うのだけど，20周年のときだったか，三先生の小さな庭をつくったのです。作庭には寓意があり，創設者三先生を記念し，棚橋先生，石原藤次郎先生，佐々先生を尊敬する意味で，石の棚，石と藤，そして笹をそれぞれのシンボルとして作られたものです。防災研の創設記念の意味というふうに理解していただくとありがたいと思います。

土屋　それは20周年を記念して若林　実先生が中心になってつくっていただきました。ご忠告いただいたように，ああいうモニュメントを所員がこぞって理解してほしいのです。そして，そういうことを我々年長の者が啓蒙していかなければなりません。

本日は大変長時間にわたり，お話をいただきましてありがとうございました。先生がたのご壮健をお祈りして終りにします。

この座談会には防災研究所長の土屋義人教授と創立40周年記念事業委員会40年史編さん委員会委員長の田中寅夫教授が参加して，平成３年４月９日に，京都市山科区の某所において行われたことを付記する。

なお，この座談会の記録を整理しているときに，名古屋大学名誉教授成岡昌夫先生から連絡をいただきました。先生は昭和29年５月京都大学工学研究所（現在の原子エネルギー研究所）教授，その後横尾先生の後任として，工学部土木工学構造力学講座を昭和36年10月まで担任されました。ついで，名古屋大学工学部に移られてから，たびたび所内の研究発表講演会に出席され，ご指導いただきました。先生は昭和25年９月ジェーン台風により大阪湾に大高潮災害が発生したとき，創設者の一人，石原先生がその概算要求に当りご努力された当時のことを鮮明にご記憶されていると言われて，ご入院中にもかかわらず，ご親切にも次のことをご連絡いただきましたので，ここに掲載します。

戦後，毎年，女性名のついた台風が襲来した。昭和22年９月カスリン台風，23年９月アイオン台風，24年６月デラ台風，８月ジュディス台風，８月キテイ台風，昭和25年９月３日ジェーン台風がそれである。石原先生はジェーン台風が来襲したときには，松江市におられたが，大阪が高潮による大被害を受けたと聞くと，すぐ京都に引き返し，棚橋，佐々両先生と相談し，防災研究所新設の陳情に上京された。防災研究所新設が文部省の概算要求に計上されていたかどうかは先生から聞きもらしたが，先生の口からは「ジェーン台風は神風であった。３部門が予算に計上された。東大の地震研究所は地震の物理学的研究が主で，前身の震災予防調査会の趣旨にそわない。京大の防災研究所は全ての災害の予防と軽減を目指す。防災を登録商標みたいなものにして，だれでもが勝手に使えないようにしたい。」と滑らかに言われたことを思い出す。

参　考　資　料

1)　棚橋　諒：研究者として歩んだ道，棚橋　諒，朋木会，1973, pp. 7-18.
2)　棚橋　諒：所感，防災研究所十年史，1961.
3)　石原藤次郎：棚橋　諒先生のことども，棚橋　諒，朋木会，1973, pp. 97-98.
4)　佐々憲三：発刊の辞，防災研究所十年史，1961.
5)　佐々憲三：回顧録，防災研究所十年史，1961, p. 183.
6)　佐々憲三：所感，棚橋　諒，朋木会，1973, p. 98.

7)　西村英一：所感，防災研究所十年史，1961.
8)　足立昭平：宇治川水理実験所10年の雑話，防災研究所十年史，1961, pp. 168-170.
9)　畑中元弘：現場実験の思い出，防災研究所十年史，1961, pp. 173-174.
10)　村山朔郎：創立25周年を迎えて，防災研究所二十五周年小史，1976.
11)　横尾義貫：創立35周年にあたっての所感，防災研究所三十五周年小史，1986.
12)　平田定男：草創の記，1987.
13)　(財)防災研究所：研究報告，第1号，1948，第2号，1949，第3号，1950.
14)　(財)防災研究所設立趣意書，1948.
15)　(財)防災研究協会寄付行為，1948.
16)　防災研究所新設の概算要求書（全文をここに示す），1948.

(1)　防災研究所の新設（経費は除く）

本邦は世界的災害国の一つであってこの災害による損耗は，年々巨額に達し，年に依つては統計に現れたもののみでも数百億円に上る。

古来災害の復旧及び救済並びに予防，軽減は重要な政務の一つであって従来政府の之に力を尽くしたことは非常に大なるものあつたが，災害の救済，復旧にのみ追われ予防軽減施設には充分の対策が講じ得られなかつた憾がある。国費の経済的使用の見地からするも災害予防，軽減方策に力を注げば災害の大いに減少し得る筈である。殊に戦後限られた資源で国の再建を図らざるを得ない現時に於ては災害の防止愈々その必要性が重ぜらる。

惟うに災害に処するの途は其の種類に応じ専門の調査研究を必要とすることは勿論であるが，近時余りに分れ過ぎ其の間綜合統一を欠き却つて大局を失う嫌がある。

本學に於ては思いを茲に致し関係諸學一体となり綜合研究体制自然科學の一班として災害防止の共同研究をなし，既に多少の成果を挙げた。

而して研究益々多きを加え且災害予防に関する特殊新研究を必要とする部門又多く，本學従来の陣容を以てしては，今後国の再建に必要な災害予防軽減方策樹立に応ずること至難であるから，新に防災研究所を設立し以て各種災害の防止に貢献せんとするに必要な経費を要求する。

(2)　研究部門並びに内容説明（定員表は除く）

1)　災害の理工学的基礎研究

災害の根本は物の破壊から起る。しかるに現今の物理学及材料強弱学の一番進歩の遅れているのは破壊現象の研究である。物の破壊機構を理学的，工学的に研究し，その理論が解明されるならば地震の予知や構造物の破壊防止も自ら解決される分野が多い。更に又災害工学の根本は使用材料の物性，殊に土の含水量や振動による物性の変態の究明に負う所が多いに拘らずこれ又未開発の分野が多い。之等を研究して防災科学の基礎を先づ固める。

2)　水災防止の綜合的研究

従来の水災防止諸対策即ち砂防，河川改修，湾辺防護等は一般に古い経験を主として，科学的裏付けに乏しき為に不成功に終るものが極めて多い。

災害陸水学，地震学，気象学及土木学の綜合的研究で従来の諸工法を根本的に再検討し体系化して水災を惹起する陸水及海洋現象の特質に適応させることが最も大切である。

要するに河川及海洋現象の本質究明によって水災防止対策に科学的裏付けを与え，最少の工費労力を以て水災防止の効果を的確に発揮せしめんとするものである。

3)　震災及風災防止と軽減の綜合的研究

地震・風の被害程度，地域，時を予知する研究と相まって，地震動並びに暴風の流体力学的特性の究明，地震の発震機構と震害の関係，地盤と震害との関係，構造材料並びに構造法と震害及風害との関係等に亘って多くの研究すべき問題がある。特に地盤と震害との関係を明らかにすれば，地盤の特性を考慮した構造法，構造材料の選定は国土再建上震災防止に関する最も重要な研究課題である。

4)　雷災防止の綜合的研究

雷の発生機構と雷災の関係，雷災防止の諸対策の研究は産業上極めて重要なことである。これ等の雷災防止に対しては従来本格的な研究に乏しく，ここに災害気象学と密接な関係の下に理学的，工学的

な新な分野を開拓してこれ等災害の防止に積極的に寄与せんとするものである。

5) 火災防止の綜合的研究

火災と気象との関係，消火方法，消火薬剤及び機材の研究を行うと共に耐火構造，準耐火構造の研究を行わんとするものである。

火災の本質を把握することは都市計画上重要な問題である。殊に延焼防止の微細気象学的研究並びに木造建築を出来る限り耐火的にする塗料生地構造法の研究は火災防止上新しい科学的分野を樹てるものである。

6) 災害研究用特殊計器の研究

災害の如き複雑な現象を解明するには先づ其の本質を究明する観測，測定が必要である。しかるに災害現象は巨大な破壊力を持ち，しかも突発する場合が多い。

かかる現象を衝く観測測定計器は特殊な性能を必要として他の科学分野で使用されている計器とは根本的な差異がある。

しかるに従来この考慮に欠くるものが多かった。これが災害科学の進展を阻んだ一因である。

「防災研究所」　君はいくつになるか

防災研究所　芦　田　和　男

私は，昭和36年にそれまで約10年間いた建設省土木研究所から母校京都大学の土木教室に移り，翌年防災研究所に配置替えとなってから，来年の３月までのほぼ30年間すなわち10周年から40周年までを防災研究所で過ごさせてもらった。数々の思い出があるが，ここでは，２，３の感懐について述べさせてもらう。

創設からの10年間の防災研究所については直接知らない。しかし，その間の論文や10周年史などを拝見する限り，まことに活力に溢れた10年であったようだ。赴任当時，そのような熱意をひしひしと感じたものである。

組織というものは，生きものと同じで，生まれてからしばらくの間は特にすばらしい活力，成長力を持っている。これには，組織を構成する人間そのものが若くて大きな活力を有することや，皆で力を合わせ新しい目標に向かって進んで行くときに発揮される力など色々な原因があろう。

さて，研究所も一つの生命体としての寿命を持ち，幼年期から青年期さらには中年期を経て老年期へと向かって行く。しかし，その寿命は，取り扱う対象の性質，研究手法，研究所を構成している人々の活力などによりまちまちであり，一概に言えない。防災研究所の場合はどうか，そして現在何才ぐらいになっているのか。私はそれについて知る由もない。しかし，防災研究所の対象としている分野が，長いタイムスパンで考えなければならない天変地異であり，かつ絶えず変化を求めてやまない人間社会との接点にかかわっており，防災研究所の寿命もそれ相応に長いと考えておきたい。しかし，現在何才ぐらいになっているであろうか。これは，そこにいる人々の活力に関係し，また，今まで積み重ねてきた歴史にも依存する。ひいき目に見ても，すでに青年期は過ぎ，中年期に入っているのではなかろうか。中年には魅力があると言う。防災研究所にはどのような魅力があるのか，外の人に判定してもらいたいものである。

防災研究所が昭和45年に宇治に統合するまでは，水と土に関する部門は宇治川水理実験所にいた。私もそこで10年間を過ごした。今思い出すと，この10年間は非常に長い期間であったように思われる。それは自分の幼時や小学校時代が長く感じられるのに似ている。心理的な時間尺度は何によって決まるのであろうか。まことに相対的なものである。

当時宇治川水理実験所では，矢野勝正先生を中心にしてよく議論の花が咲いていたものである。昼食後かなりおそくなることもしばしばであった。先生は新しい技術に強い好奇心とロマンを持っておられ，いろいろな話題を提供された。例えば，琵琶湖の水資源の開発で，湖水位の変動が問題になっていたが，大きな風船のようなものを湖の中へ入れて，水位をコントロールしてはどうであろうか，また，日本海へ流出している水の一部を流域変更して，琵琶湖へ流入させてはどうか等々。勿論御自身でも地形図などで色々と調べられていた。また，大学における学術研究のあり方についても良く議論した。先生はどんな意見にも良く耳を傾けていただいたので，楽しい雰囲気のもとに議論が展開して行った。こうした中で，長期的な視点に立って，自由な雰囲気の中で研究を進めて行くことの大切さを学んだ。

最初の10年間だけで，予定枚数がきてしまった。宇治統合後の事は別の機会に触れることにして，一つだけ気にかけていることを述べさせてもらいたい。それは私が所長の時防災研究所にはじめて時限付部門を設置したことで

ある。時限をつけないと，新しいものの設置がなかなか認められなく止むを得ない面もあり，また，時限の考え方そのものは，研究体制を流動的にし活性化する上で利点もあるが，実際に担当する人にはかなりのプレッシャーを与え，かつ時限が来たときの転換にはかなりの努力が必要であるので，多くの方々に迷惑をかけることも事実である。これらを総合するとどの様な評価がくだるであろうか。いずれにしても，今年はその時限が来る。うまく転換がはかられることを願って止まない。

防災研究所もここに物理的な時間では40才を迎えたが，実質的な年令は別である。常にリフレッシュをはかりつつ，いつまでも活力に満ちた中年の魅力を持ち続けてもらいたいものである。

防災研究所での33年間——資料センターに関連して——

防災研究所　角　屋　　睦

平成3年度末で，私は防災研究所における33年間の勤めを終えることになる。公務員としての勤務年数も33年であるから，防災研究所は実質上私の人生のすべてといってもよい。この間には様々なことがあった。しかし，いざこれを文章にするとなると，いろいろ差障りのあることも結構多いし，また研究所の将来にとっては，過去の経緯のすべてが正しく伝わる必要があるともいえない。そこで，ここでは後の人々に知っておいて欲しい資料センター関連の話をしてみたい。

防災研究所に奉職した最初の年，昭和34年9月に伊勢湾台風による大災害が発生し，研究所では風水害関係者挙げて災害調査に出かけた。私も岩垣雄一・足立昭平先生のお供をして初めて災害調査に参加した。この災害が，いろいろな意味で防災研究所発展の契機になったことは，誰も否定できまい。

翌35年7月，福井大学長の長谷川万吉先生の御尽力で，災害科学総合研究班が発足した。この班は，当初，全国各大学の33名の高名な先生方で構成され，防災のためには各地域に在住の研究者の協力が必要であるとの長谷川先生の強い理念の下で，まず地区部会が作られ，次いで36年に，専門部会ならびに研究体制特別委員会が設置された。研究体制特別委員会は，災害科学の研究推進に必要な研究体制のありかた整備の方向を模索するためのもので，矢野勝正先生を中心として，地区および専門部会の世話人の意見を纏めた形の素案が，38年1月に印刷されている。この段階では具体案はまだないが，要検討課題として資料センターの名称が出ており，また矢野先生からその必要性を熱っぽく聞かされた。

39年度から，研究体制特別委員会は長期研究計画委員会と名を改め，上記素案をさらに錬り上げることになった。この委員会は矢野先生を委員長とし，金井　清（東大），足立（名大），山元竜三郎の各先生と角屋の4名が委員という少数の組織であった。作業が大詰めにきた40年春，矢野先生が御病気になり入院療養生活に入られたため，私がその任を代行して，41年2月に災害科学長期研究計画を取纏め刊行した。この段階で資料センターの計画も示されているが，各大学では講座・部門の増設整備に目が行き，資料センターの内容にさほど関心が持たれていたとは思えない状況であった。この計画の策定に際しては，私はまだ36才の若僧であったせいもあってか，災害科学全体の長期研究計画は地震予知計画の足を引張ることになるから止めろとか，資料センターは地震予知計画とは関係ないから好きなようにしたらよいなど，地震予知関係者（主に京大）から嫌みを言われたものである。

科学研究費によって運用されてきた災害科学総合研究班は，これまで何回か存亡の危機があったが，この頃第1回目の危機に直面していた。当時，特進分野の時期を経て特定研究になっていた災害科学は，3年経過を理由に打切られる空気になっていた。矢野先生がお休みのため，長谷川先生の直命で日本学術会議宛に継続の必要な理由書を書き，夜長谷川先生の御自宅で直して頂いたこと，これに添付するための災害科学長期研究計画の要約版の原稿を，当時所長であった速水頌一郎先生に直して頂いたことなどが，走馬燈のように思い出される。

話を戻して，災害科学長期研究計画の内容は余りにも膨大であり，これを日本学術会議の勧告にして貰うためにはもっとスマートにする必要があるとして，更めて41年4月に研究体制委員会が設置された。委員は梶浦欣二郎・大沢　胖（東大），足立，石原安雄先生と私，そして若い人の暴走を防ぐという意味があったらしく松沢　勲先生（名大）が委員長という構成であった。ここで，学術会議の意見をも加味しつつ研究体制第1次計画の成文化作業が行われ，地区資料センターの構想がより鮮明に，かつ一つの重要な柱とされた。こうした経緯を経て，42年11月，日本学術会議から「自然災害科学研究の拡充強化について」の勧告が出された。

46年に，災害科学に第2回目の危機が訪れた。3年が普通であった特定研究の9年目であった災害科学は，47年以降は存続できないと学術会議から宣告され，当時本部幹事であった私は，常置幹事会や研究計画委員会などの議を経て，その対策に奔走した。

こうした危機を乗越え，災害科学は，昭和47年度から特別研究に格上げされ学術会議の手を離れることになった。そこで，これを機会に総合研究班の改革を提案した。その一つは古い先生方の退任，常置幹事会等の若返りである。しかし，本当に退めて欲しい一部の人が肯んぜず，また裏では退任を強く望みながら会議の席では上手に言う人もあって，必ずしもすべてがうまくいかなかった。いま一つは，人文系の先生方の災害研究への参加問題であった。しかし意外に抵抗が強く，中には，特別研究になったのだから総合研究班は新しいことは何もしなくてよいのでないかと言われる古い先生もおられ，結局，時期尚早ということになった。常に若くあるべき組織が古い体質を持っているのは，災害科学の宿命かも知れない。あるいは防災研究所に対する牽制であったのかも知れない。

昭和47年4月に京都大学防災研究所防災科学資料センターが設置されたことは周知のことである。文部省から，この新設は学術会議の勧告とは無関係という念押しがあったと聞いているが，他大学の先生方から「災害科学総合研究班で何を計画しても，利を得るのは防災研究所だけでないか」という不満を何度も聞いているし，センター本館の竣工式の日に，矢野先生から，建物の柱の一本々々俺らが作ってやったのだと思っている人が多いから，言動には注意をせよと言われたことを思い出す。他大学の先生方のこうした感情は今日なお変わっていないことを，何かにつけて感じ取ることができる。

いろいろな経緯の後，昭和63年に自然災害科学資料センター整備第2期計画が作成された。その経緯や内容については，防災科学資料センターニュース，No. 2，に紹介されているのでここでは再記を避けるが，もしも，40年代の要求がこの程度の規模であったならば，あるいは各地区とも資料センターが実現していたかも知れない。しかし，そのようなことは40年代には考えられないことであったし，あるいは，資料センターは単なる建前であって本音は別のところにあったと言えば言い過ぎであろうか。資料センターの仕事の厳しいことを皆承知していた筈である。

本年，防災研究所は創立40周年を，そして明年，資料センターが20周年を迎える。災害科学総合研究班の初期の先生方，資料センター設立に関連した当時の功労者には，すでに故人になられた方も多い（合掌）。また災害研究の中味もかなり変わってきている。しかし，災害科学の研究は，常に社会の変化を見越し，若々しくなければならない。それを当然としなければ，防災研究所存続の意義もない。防災研究所が，資料センターが，これらの節目を機に大きく発展することを祈念している。

桜島火山における噴火予知のあゆみ

防災研究所 加 茂 幸 介

桜島火山の研究が始まった昭和31年から，観測所設立の昭和35年と故吉川教授が亡くなられた昭和42年とを経過して昭和54年までの沿革は，すでに防災研究所30周年史の追悼記「観測所設置の追憶」の中に書いておきました。それからさらに10年になるわけですが，この10年は火山噴火予知計画の第2次（S. 53－58），第3次（S. 59－63），第4次（H. 1－5）計画にまたがった期間となりました。前回書き忘れていたことは，観測所発足当時にすでに事業費として「爆発予知の研究」が組み込まれていて，言うならば火山噴火予知計画の先取りがなされていたことです。したがって，この十年，桜島火山の予知計画を立案・実行してみて，当初から先人達が同じ様なことを念頭においておられたのではないかと気がついたことが幾つかありました。潮位観測網による長期地殻変動連続観測，観測坑道を自前の敷地内（構内）に造り得たことなどがその例であります。

第2次計画の後半がこの十年に入りますが，この期間は引き続き観測網の拡充に主眼がおかれました。広域の観測網については，センサー設置環境に気を配り，浅いながらも坑道形式を採用したのが特徴といえましょう。後に，旧宮崎地殻変動観測所の観測網構築に際しては，その一部を共用することが出来ました。

第3次計画に入って，その主旨は第4次計画にも貫かれていますが，それまでの火山噴火（有珠山，阿蘇山，御嶽山，口永良部島，浅間山，草津白根山，三宅島，伊豆大島等）の経験を経て，予知計画全体の重点が良質のデータを，特に活動火口周辺で収録できるように工夫する点におかれました。同時に，比較的小さな噴火（したがって前兆の現れ方が直前的で，微症状的である噴火）でも開発の進んだわが国では予知の必要性が高いので，即時火山活動（自動）判定装置の開発を主眼の一つに据えています。

そこで，桜島では従来島内に設置したセンサーを，また整備しようとしていたセンサーを地下に埋設し諸種の擾乱から逃れることにより，データの良質化を図ることにしました。具体的には，地震・傾斜・温度用で深さ300 m級観測井が2本と100 m級観測井が3本，加えて火山ガス・ハイドロホン・水位・地中温度用の複合観測井が2本，さらに，地震・傾斜・歪・温度用の総延長250 mの観測坑道を一つ，それぞれ設けることが出来ました。

その結果，地表のセンサーでは波形の不明瞭さから難しかった解析がやり易くなり，火山活動自動判定のための震動自動分類の開発が一層進み，また火山ガスを含む多項目の複合観測が始められました。さらに地盤変動では，長期的火山活動の消長とカルデラを含む広域の地盤変動の関係と同じように，山頂噴火と山体の局所的地盤の膨張収縮の関係が的確に把握できるようになりました。このような山体の膨張・収縮変動とA・B型地震とを総合的に解析して，桜島火山の噴火機構のモデルを構築する試みもできるようになりました。データの高品質化の成果が，一部ですが，実ったといえるでしょう。

また，南西諸島の観測体制はかって一部作り始められましたが，桜島の噴火活動の激化により中断撤退せざるを得ませんでした。その後，噴火予知計画の移動観測班により補ってきましたが，パソコン通信方式により経済的にも質的にも有利なテレメータ装置が開発され，地震予知研究センター宮崎観測所と共同して，南西諸島を含め南九州の深発地震の研究にも着手できるような観測網を構築し始めました。

一方，火山災害の軽減に関する研究では，三宅島の噴火を発端に溶岩流の数値計算法を確立しました。これらを利用して，溶岩流や噴石・火山灰等の噴出物に関わるハザードマップを作り始めましたし，この一連の成果は溶岩流により被災した三宅島阿古集落の復興計画に寄与しました。また，わが国の火山災害軽減のためのハザードマップ作成の機運の端緒ともなったようです。減災の実践にも参加できて，研究者冥利を味わうことが幾つかありまし

た。山頂噴火に先行する山体の膨張資料は，鹿児島地方気象台の火山活動判断資料に利用して頂いています。また，10年かけて防災科学技術研究所に協力してきた航空機搭載型熱赤外映像撮像装置の実機が完成しました。さらに，建設省が砂防ダム設置工事の工務従事者の安全確保のために，また日本航空が航空機運行の安全確保のために，それぞれ独自に爆発的噴火をいち早く検知するシステムの構築を手伝う機会にも恵まれました。

記憶に止めておきたいことを書いておきますと，鹿児島県主催の「火山と人の共存」をテーマにした鹿児島国際火山会議では桜島火山観測所はホスト役を務めいわば千載一遇の機会でありましたし，桜島火山と観測所が世界の火山関係者に知れ渡った機会でもありました。また，日本火山学会会員の皆さんと共に「火山学における基礎研究の課題と展望」の検討を２年かけて行いました。振り返るとよくもお世話を引き受けたものと幾度か冷や汗をかきましたが，火山学が巾広い学際的学問であることを再認識できましたし，学際的に火山学を推進する多くの課題と方策が検討されました。実際，多くの分野の若手研究者が一堂に会して議論する機会を持てたことが最大の成果であったと思います。もう一つ，JICA ベースで「火山学および火山砂防工学」研修コースが発足し講義と実地研修を引き受けるようになりましたが，国際的要請に応えることができたと思っています。

自画自賛しましたが，失敗や困難や労苦がなかった訳ではありません。周りの多くの人たちに支えられて，活発な桜島の火山活動は研究者にとっては恵まれた環境で，多くのことを為し得た10年といえるようです。

憎まれ役

群馬大学工学部 小葉竹 重 機

私が防災研究所の思い出について書くときに，一度は書いておきたいと思っていることがあります。それは私のボスであった石原安雄先生についてであります。京大を退官されたとはいえ，まだ現役で豊橋技科大でご活躍の先生について，回顧録を書くようなことは，たぶんこれまでに例のないことでしょうし，石原先生ご自身からも「つまらん事を書く」とお叱りを受けると思いますが，将来再びこのような機会を与えて頂けるかどうか分かりませんので，この機会に書かせて頂くことに致します。それが，防災研の活力の維持と自然災害科学研究の生き残りをいつも考え，私の研究姿勢に注意を与えて下さった先生への，ささやかな御恩返しだと思うからであります。

防災研が設立後20年を過ぎ，30年も近くなった頃，私はしばしば「糸芽」でご馳走になっていました。助手になった頃，長尾正志先生も一緒に中書島の「ますかけや」でご馳走になっていた頃に比べると，酔うと少し呂律が怪しくはなられておりましたが，酒量は相変わらず並外れて多く，私などは足元にも及びませんでした。そんな私を相手に，先生はよく防災研，水資源研究センター，自然災害科学研究の将来について話されました。2日続けてご馳走になるときには，2日続けて同じ話になりましたが，内容は，「真剣」な取り組み方をしないと将来危うい，というものであったと思います。

それは卓抜した先見性によって組織の維持と更新を図ってこられた先生が，ふと周囲を見渡すといつも身近にいて一番よく先生の意図が分かっていなければならないはずの人間が，怪しげな問題意識しかもっていないことへの苛立ちと，注意喚起でもあったと思います。10年以上も前のことで言葉そのものは忘れてしまいましたが，組織が本来もっている目的を忘れてはいけない，社会の期待を裏切ってはいけない，さもなければ将来がない，というような話であったと思います。

いつもこのことに思いを巡らしている先生と，飲むときだけ考える私とでは，話は一方通行でしたが，元々全体を考える先生と自分のことしか考えない私では，考えの次元が違っておりました。自分とその周囲のことしか頭にない二次元的な思考の私は，私自身が収まっている防災研究所あるいは研究体制という三次元の入れ物での思考はできませんでした。蟻のようにすべての物を二次元に展開してしまう度胸があればよいのでしょうが，なまじ少しの背丈を持っているだけに，その背丈を越す構造を見せられたときの，戸惑いと「そんなこと言ったって」という気持ちは，それが正論であればある程負目となって澱のように心のすみに留まります。

“憎まれ役”をもって任じていた先生は，内容は違いこそすれ，他の場所でも同じような調子でご自分の考えを述べられていたに違いありません。でも，先生には相手を無理やりねじ伏せる“気の強さ”はありませんでした。

卓抜した先見性と智力に“気の強さ”があれば，また違った評価となっていたでしょうが，“憎まれ役”ではあったが“敵”はいなかった先生にとって，どちらがよかったのかは私には分かりません。

防災研も不惑の40です。人間でいえば七情六欲を断ち，人として恥じない生き方に邁進する年代に入ります。石原先生が私に言われていたことが益々重みを増してくる時代だと思います。防災研究所の益々の充実と発展を心からお祈り申し上げます。

防災研究所創立40周年に想う

元総務課長　佐　藤　昭　治

創立40周年おめでとうございます。私は僅か5年間ではありましたが，わが国で唯一の「自然災害防止に関する総合的な研究機関」として，益々充実・発展を遂げるこの栄えある防災研究所の事務部に在籍させていただいたことを感謝しております。

さて，防災研究所は，第二次世界大戦直後の国土の荒廃を，当時の関係諸先生方が深く憂慮され，防災についての研究の重要性・必要性などを考慮し，同研究所設置の概算要求を提供したのですが，その承認を待てずに，いち早く財団法人防災研究協会を設立して，研究に着手したと聞いております。

大学における研究は，本来基礎研究が主であるため華やかな研究ばかりではないと思います。しかし，最近は華やかさを求める傾向が強くなってきているようです。自然災害の防止に関する研究には，特に過去の災害の詳細なデータを必要としますが，そのために防災研究所では，北は新潟県の大潟波浪観測所から南は鹿児島県の櫻島火山観測所まで，隔地に11か所に附属施設を持ち，それぞれに数少ない教職員が日夜データ収集や研究に取り組んでおります。私は殆んどの施設を視せていただきましたが，自然災害防止の研究というものは，気象・土・水・火山・地震などと非常に対象が広範囲にわたり，それらの観察やデータを分析し研究することにより，将来の災害防止に備えることが如何に難しいかを知りました。災害というものはその時々で規模・状況が異なり，計り知れないことが多々あります。このように自然災害の防止という地味で困難な研究に打ち込んでおられる先生方のご苦労も知ることができました。

また一方では，無計画な開発とか，森林伐採などにより，自然環境の破壊が急速に進んでいますが，これは行政も企業も国民一人一人が真剣に考えなければ環境の保全はできないと思います。昔から「治山治水」は政治の重要な一要素とされていますが，防災研究所設置の意義は益々深まっております。

欧米においては，早くから基礎研究の重要性に気付き力を入れており，研究費も注ぎ込んでいるようですが，わが国では大学における基礎研究への理解が足りないようです。研究費を出せば短時間で研究成果が挙がるものと考えており，マスコミ関係に取り上げられる研究が良い研究であるとする傾向があるのが残念です。真の基礎研究はそう短時間で成果が挙がるものでもなく，表面上華やかなものばかりではないはずです。表面に出ないものでも非常に重要で立派な研究が数多くあることも認識して欲しいと思います。大学における基礎研究に対する行政の理解が足りないので，最近は各企業が独自の研究所で基礎研究に力を入れていると聞いています。これは日本の恥ですね。どうも日本人はショートレンジ的にしかものを考えることができないという傾向のようです。

日本は戦後，経済復興のため自然保護を忘れて，科学技術の進歩・発展のみを考え過ぎた結果が，今日のように自然破壊が進んだと思いますが，行政・企業・国民が一体となって自然保護に真剣に取り組まなければ，取り返しのつかないことになります。人間のより良い生活は自然との調和を考えないではあり得ないと思います。

私は防災研究所で勤務させていただき，自然環境保護の大切さと災害防止の重要さを知ることができたことを本当に良かったと思っております。防災研究所がわが国の自然災害防止のみならず，世界的な災害防止のための総合研究機関として，限りなく発展していただきたいと願っております。

氷の誕生

福井工業大学　芝　野　照　夫

『オーイ！　波がこないぞ！』

扇形波浪平面実験水槽でのひとこまです。研究所が宇治地区に統合された翌年，昭和46年に宇治川水理実験所に約1200 m^{2}の水槽が造られることになり，土屋先生の指示で設計の図面を書くことになりましたが，かいもく解らず旧扇形水槽の古い図面を引き写してやっと入札に間に合わせたことでした。

入札が終われば水槽の建設とその中に入る模型の作成です。今は廃業された仁張工務店の人たちが渡した図面どうりに造って行くのですが，模型の海底地形は等深線に合わせて串を立て，モルタルで仕上げていき見に行く毎に感心したものでした。

模型が完成すればいよいよ実験の開始です，波浪の変形実験ということで10台近くの波高計，今ではほとんど見られない抵抗線式波高計をなだめすかして，キャリブレーションに1時間以上取られるのは当たり前，やっと揃ったなと思えば風が吹き出し実験不可能といったこともしょっちゅうでした。毎日の京阪電車の窓から今日の風はどうかなと煙突の煙を見るのも日課です。

宇治川水理実験所における風は，午前中と夜に比較的吹かないということが経験上わかり，冬の寒い夕方に土屋先生と実験開始です。あまりに寒いので実験所構内を捜して廃材を集め『焚火』，体の中からも暖めなければと『アルコール』の両面作戦です。実験も終わりに近づいた明け方，空が白々となってきた頃，冒頭の土屋先生の声です。造波機は正常に動いているのにおかしいな？　と顔をあげると水槽の中には薄い『オブラート』のようなものがふわりふわりと浮いています。よく目を凝らしてみると氷です。アイスパックではありませんが氷が張り出す瞬間を見たのは初めて。土屋先生と二人で『なるほど！』と寒さも忘れて感心して見ているばかりでした。

暑いことでは大潟波浪観測所でのことが思い出されます。焼けた砂浜をトランシットとレベルを担いでの測量。靴は砂が入るので草履ばき，1週間ほどの出張で全員チョコレート色の黒ん坊です。水虫のN先生曰く『薬より焼けた砂が良く利く，水虫が直ったよ！』

夜は夜で建物が焼けているため暑さが取れず，S先生『喉が乾いた！　ビール！　ビール！』と当時流行したサッポロジャイアンツを買いに走るといった，汗を流しながらも楽しい出張です。ところが帰りの直江津駅でホームに入ってきた『白鳥』に飛び乗ったのはいいのですが，1週間の成果の測量原図を落とし，慌てて乗務員に連絡して，京都駅に送ってもらい冷汗をかいたこともありました。

福井にきてから約5年になりますが，京都に比べると雪が降り，積もります。しかし，大潟波浪観測所設立当時の大雪，観測機材をソリで運搬したことや56豪雪時の北陸線が不通となった時，ほぼ12時間かけて長野経由で観測に出かけ，車窓より高くなった駅のホームや観測用桟橋への道作りが観測の始まりといったことなど，あまり雪に対する抵抗感もなく過ごしています。

色々のことが思い出されますが，研究所も益々拡充され，新しい研究分野にも積極的に活躍されているのを見聞きしますと大変うれしく，研究所の一員であった誇りを感じております。

研究所の益々の御発展とご活躍を祈っております。

「防災学」の意味を学んだ時代

金沢工業大学　鈴　木　有

博士課程在学中の私が，幸運にも防災研の助手のポストを与えられたのは，昭和39年の半ばであった。以来十年余，地盤震害部門で恩師南井良一郎先生の許，研究に専念できる日々に恵まれた。

着任当時の宇治構内は，宇治分校時代の古い学舎がそのまま残り，うっそうとした林や沼が散在していた。私の在任期は，この校地が次第に整備され，現在の機能的な建物群に建て替わる時期に重なっている。

当初は，本部建築学科の新校舎の中に研究室を間借りしていた。何故かある時期，週に一度だけ，スタッフが交代で宇治に赴き，部門に割当てられた古い木造校舎の埃っぽい一室で一日を過ごしたことがあった。私が震災調査を初めて体験したのは昭和39年の新潟地震であったが，このとき調査用に研究室が買入れた新型のコロナを借用しては宇治へ通った。マイカーなどまだ手が届かない時代だったから，運転できるのを楽しみにしていたのを覚えている。

研究所の今の建物ができると，設計者の棚橋　諒先生の御発案と思うが，同形式の実大架構が西の空地に建設された。ここに起振機を据え付けて加振し，建物と周辺地盤の応答特性を計測する作業の一部が私の分担であった。併せて，隣接地を掘削し，大きなコンクリートブロックを打設して加振する作業の責任者にもなった。恩師小堀鐸二先生の主要な御業績の一つ，グランドコンプライアンス理論の検証であった。まだ青いままの草木と埋土が互層をなす堀削面の生々しさに目を見張ったり，軟弱地盤で加振すると，周辺の景色まで揺れて見える様に単純に驚いたり，強い非線形性を持つ応答性状の理論的処理に手古摺ったりしたことが，懐かしく思い出される。

建築学科に間借りしていた頃は，建築系以外の人たちとの交流はほとんどなかった。現建物が新築され移転してから，所内の多くのとりわけ若い方々と，また構内の木材研や原子力研などの助手の人たちとも，ふれ合う機会が増えていった。

研究実施面での交流がさほどなかったのは残念だったが，日常あれこれの話題で言葉を交わし，時には議論する機会を得て，彼等の発想や思考のありように，新鮮な刺激を度々得ていたように思う。所内では，土木系のモデル化の巧みさ，実用化への早さや割切りようの見事さに，また理学系の論理構成の手堅さや緻密さ，展開される世界の瑞々しさに，目を見張る思いで接したことも，少なくなかった。学問分野による対象の捉え方や切り口，研究態度の違いを，まさに実感した。今も続くと聞く所長選考方式の誕生にも関わった助手層の集まりは，ある時期，防災研究の意味や方法論についても，真剣に論じる場であった。工学が「目的学」であること，そして，防災の学が自然現象の法則性の解明から対策の提起や検証までを連結する「学際学」であること，を自分が明確に認識するようになったのは，このような様々な刺激によるものであったと思う。

昭和51年に今の大学に赴任して，二年後，宮城県沖地震が起こった。個々の施設を安全に構築すれば都市や地域の安全は保障される，と暗黙に了解していた伝統的な耐震工学のあり方を，厳しく問うた地震であった。これまで自然科学の方法論が適用しやすい「物」への対応だけを研究対象として採上げ，そこでは，被害の生起に関わり影響を受ける人間や社会の仕組みには，ほとんど配慮していなかったのではなかったか。また，現実の被災の場で主役を演じた社会の構成物の中に，研究対象とすべき「物」を少なからず見落としていたことにも，気付かされた。

この地震の被害に接して，私はこうした認識を率直に持つことができたと思う。一年余後，ゼミの学生と一緒に，仙台で合宿調査を行い，各々にテーマを持たせ，当地の諸機関を訪れたり，地域の人たちに尋ねたりして，さらにこの思いを強くした。赴任を契機に徐々に変わろうとしていた私の研究対象や方法に，この地震は一つの方向

付けを与えてくれた。

本稿を書く機会を与えられて，私は二つのことに思いいたった。ひとつは，耐震工学を志して間もない新潟地震の被災地での初体験が「物」の被害しか見ていなかった，という反省である。液状化した大地の生々しい変容や傾き倒れた建物の異様な光景や焼け尽くした石油タンク群の凄まじさに，圧倒されるばかりで，罹災者の姿や被災後の生活，社会の混乱や変化についての印象を，ほとんど止めていないのである。

いまひとつは，「防災学」のありようを前述のように捉え志向するようになった現在の研究姿勢の基礎が，在任時代に培われたのだ，と気付いたことである。多彩な出身学科の構成員からなる防災研究所と宇治地区の研究所群は，その存在自体が固有の学際性を持っている。当時研究上での直接交流は少なかったが，日常様々なふれ合いの中で，視野を広げる機会に恵まれたことに，感謝している。

回　顧　録

京都大学胸部疾患研究所　谷　泰雄

私が防災研究所に勤務していたのは昭和30年５月から同47年３月までの17年間であるが，最初の１年間は財団法人防災研究協会勤務であった。昭和31年４月に防災研究所に採用されその後医学部附属病院，理学部，結核胸部疾患研究所と配置換になり現在の胸部疾患研究所にいたっている。この間最初の勤務が防災研究所であり17年間の思いでも数多く残っている。

父の知人であった故速水頌一郎先生のお世話で宇治川水理実験所に来たのが最初である。当時実験所には故矢野勝正先生以下10人足らずの職員がおられ水理実験研究の仕事に従事されていた。私の仕事は赤井浩一先生の研究室で先生が研究されていた大阪の地盤沈下の模型実験をお手伝いすることであった。この実験は本館内に大型の土槽を作り帯水状況下で揚水を行い槽の沈下を測定するものであった。

水理実験所は澱川，新高瀬川の合流点に位置しており１万坪の敷地には雑草が生い茂り狐の出没にはびっくりしたものである。建物といえば元火力発電所であったとのことで，内部２階中央部が吹抜けになったコンクリートの箱といった感じで研究室は２階，３階の片側に面していた。赤井研究室は２階隅にあり先に手伝いに来ておられた山本さんと二人で本館１階隅に砂を積みかさねる作業から始まった。屋外の砂置場で砂をふるいにかけた後，リヤカーで運搬し土槽への充塡作業の繰り返しですべて人力であり夏期の間も続き大変な労力を要したことも今では良き思いでである。槽の完成後揚水実験が行われた。この仕事は約１年程続き研究成果は速水，赤井両先生が年報第１号に発表しておられる。

31年４月より防災研究所作業員として採用され仕事の場所も國司秀明，故樋口明生両先生の研究室に移った。

私は当初防災研究所にはどのような専門の先生がおられるのかわからずにいたが，研究機構としては第１部門，第２部門，第３部門があり理学部と工学部の先生方が主体となり自然災害防止に関する研究を行う所であることを知った次第です。

國司，樋口両先生は速水先生の御弟子さんで海洋学が御専門で実験所では諸種の水理模型実験，波浪の研究を行っておられた。この研究室での仕事は測定器の開発や試作，写真撮影による計測，波の解析等私にとっては興味つきない貴重な体験でありました。

実験所では他に故足立昭平先生が大阪湾高潮の模型実験に取り組んでおられた。他に思いでとして残るものに第２室戸台風による災害，新潟地震による現地調査，河川総合実験施設の建設，宇治地区への統合，リクリエーション，スポーツ，室内遊戯，等がある。

ことに昭和45年宇治地区研究室新営にからんだ研究所の統合に際しては水理実験所の職員にとっては住みなれたわが家をはなれる思いに皆んなで悩んだものである。42年頃の水理実験所には多くの部門が研究室をもっており研究室不足が生じていた頃であった。ある日職員全員が矢野教授室に集まり統合について賛否が問われた。最後は挙手の結果賛成多数で統合に傾いたいきさつがある。

私は44年に研究所事務室に施設掛が出来た時点で掛長に配置換になった。宇治の研究所には３年間お世話になったことになる。研究室，事務室と職場もかわり色々な経験を重ねた事は私の人生にとって一番思い出多き所であったと思う。宇治川水理実験所時代一番お世話いただいた速水，矢野，足立，樋口の各先生方も今は故人になられさびしいかぎりです。私自身何一つ研究所のお役に立てなかったことをお許しいただくと共に今後防災研究所が益々発展されることを御祈り申し上げます。

鹿野・多里・久米観測点のこと

東京大学地震研究所 佃 為 成

波動現象に興味をもっていたので東大の大学院では地震波の研究を志した。その頃は地震波データが豊富でなく，観測の必要を痛感していた。折しも防災研究所に微小地震部門が発足し，助手の公募（準公募）があった。地震観測網を維持する観測所があり，助手が交代で現地勤務する方針であるとのことであった。期限付きの観測所勤務ならばと志願し，採用され，鳥取観測所において，テレメータ観測網とミニコンピュータによるデータ処理システムの構築に携わった。観測点は本所を入れて10カ所である。6点は以前から委託観測点として存在していたが，そっくり作り替えた。表題の3観測点は新しく建設した。観測点の建物，観測坑，配線の工事はもとより，観測所の増築や分館建設など1975年から1980年まで休み無しであった。

三日月印の兜をつけた戦国武将山中鹿之助ゆかりの地，鹿野の観測点は，手掛けた最初の新設観測点である。1943年の鳥取地震のとき動いた鹿野断層のあたりに観測点が必要だと言ったのは技官の中尾節郎さんである。前任者の西田良平さん（現鳥取大教授）もそう思っておられたらしい。観測点の場所は，昔，東大の女子学生（波江さんらしい）が人工地震観測のため地震計を置いた地点（数10m以内の精度）である。鳥取と倉吉の観測点からそれぞれ約20kmしか離れていない。従来のネットワークの観測点配置は40kmぐらいの間隔であったから，近すぎるという意見もあった。この観測点がその威力を発揮するのは1983年の三朝の地震（M6.2）のときである。この地震は倉吉と鹿野の中点付近で発生し，前震や余震の高精度震源決定を可能にした。地震空白域の形成に基づき顕著地震発生を予測していた地域であった。広島県と岡山県の県境に近い鳥取県の南西部の多里観測点は，技官の矢部　征さんと化石掘りのため団研の地学巡検に参加したとき目をつけた常福寺というお寺にお世話になって整備していった。その時よく宿泊した根雨という町は，映画「八墓村」のロケがあった所で，「たたりじゃ！」と叫んで走って行く男のことを覚えておられる方も多いと思う。この映画の話は岡山県で実際にあった出来事がもとになっている。この観測点の真価は1989年と1990年に根雨付近で発生した地震（M5クラス）のとき明らかになったはずである。岡山県の津山に近い久米観測点の建設では，津山城の花見に行ったりしながらあちこち物色したり，岡山県出身の木村昌三さん（高知大助教授）から電話で情報を得てまず土地勘をつけた。そして勝山高校の北本篤義先生のご案内で，岸本兆方先生と私は最適地を探しあてることができたのであった。津山付近は地震が少ないところであるが，たまにM4ぐらいの地震が発生し，余震が全くないか極めて少ないという特徴がある。このような地震や広域の地震監視のために観測点を作った。ここのデータを用いると，以外にも，1984年の山崎断層付近の地震（M5.6）などの震源決定の精度が向上するという効用もあった。

ほかの観測点についても想いが一つ一つ泉のようにこみ上げて来る。観測点にはそれぞれ目的があって，その建設は相当の年月を要した事業であった。京都大学の地球物理の伝統は観測を大事にする精神である。この指導原理は崇高である。マンネリは厳に戒めなければならないが，成果をあせることなく，伝統の土台の上に，少しづつ大きな屋台を築いて行って欲しいと思う。田中寅夫先生より地震予知研究センターないし防災研に対する激励文を，ということであった。その趣旨にかなったかどうかはわからない。思い出を少し記したのみである。

防災研究所での19年９ケ月

京都工芸繊維大学　中　村　武

私が防災研に在籍したのは，昭和43年４月から昭和62年12月の19年９ケ月です。耐震構造研究部門，塑性構造耐震研究部門，脆性構造耐震研究部門において主として実験的研究にたずさわりました。助手になった当初はいわゆる「大学紛争」に突入せんとしていた時期で，まだ半分学生気分で，プラスチックを用いてシェル屋根の応力解析にかえて模型実験を利用できないかなどを手掛けていましたが紛争が一段落したのちには，すっかり学生気分もぬけてしまいました。当時はまだ旧教養部の木造建物が多く残っており，主実験室には，旧物理教室で，階段教室を改造したものであったため，中２階があり実験の合間によく昼寝をしたものでした。紛争後に研究テーマを鉄骨構造に変え，H形断面曲げ材の横座屈を扱うようになりました。当時の私の研究テーマは，まだ，建築的な匂いが残り耐震的な研究もがんがんやるようになったのは研究所本館ができてからでスタッフ一同が宇治にどっしりと居を構えるようになってからだったと思います。耐震構造研究部門に属していたおかげで，建築構造の専門分野にこだわることなく，多くの学生，院生たちと一緒に鉄筋コンクリート構造，鉄骨構造，鉄骨鉄筋コンクリート構造，また僅かではあるが木構造，煉瓦構造などほとんどの領域にかかわることができました。このことは，自分自身の仕事としての横座屈の研究に一区切りをつけるのには人より少し時間を要することにはなりましたが，色々やったことが現在学生を教えるとき，あるいは学外での諸事にたずさわるときなどに大きな財産になっているのを感じています。木造の建物があった時代には宿直もあり，今も思い出として残っているのは，たまの宿直の日の夕方より，とんでもない雷が鳴り続けた日のことです。宿直室をとりまくように稲妻が何本もはしり，地響きと共にいくつもの落雷に見舞われました。どれもえらく近くに感じましたが最も近いものは柴田商店横の電柱上のトランスだったようでした。その後は大雨となり，文字どうりの篠を突くような大雨でした。雨漏りはするし，今にも宿直室が流されそうな勢いでした。若いときには色々の方々と野球，ソフトボールや麻雀も。好きだっただけに多くのご迷惑をおかけしたと思います。

今，防災研での19年９ケ月を振り返ってみますと，自分の青年時代，壮年時代を精一杯生きて来た場所であったことがあらためて思いうかびます。現在の耐震構造実験室に備わる設備類の設置には学生時代も含めてすべてにかかわってきたように思います。100ｔ長柱試験機，構造物試験台（テストベッド），組立式加力枠（今はない），100ｔ万能試験機，動的構造物試験装置，脆性構造耐震実験装置，クレーンの設置，グリーンのテント式倉庫等々，大学の一研究部門が所有する実験室，実験装置としては本当に立派なもので，手伝いながらよくこれだけのものをつくることにたずさわれたものだと，今の職場で実験することに苦労をするたび，あらためて感じます。新しく移った大学で，３年余りたち，ようやく研究室の形もできつつあります。幸い今も非常勤講師として戴いているおかげで割り合い気楽に大掛かりな実験のときには，防災研もうでもできる状態になってきました。今後共，お世話になることが多いと思います。宜しくお願い致します。

雑 感

鳥取大学工学部 道 上 正 規

40周年記念おめでとうございます。私は学生の頃から数えると，昭和38年から53年までの15年間防災研究所でお世話になりました。現在は防災研究所から離れていますが，何といっても私の実家ですので，研究所の先生方の動向が何かにつけて気にかかります。外野席から見た防災研究所の動きを追ってみたいと思います。

戦後疲弊した国土を襲った大型台風で，国土はずたずたに寸断され，毎年死者行方不明者は1000人を下まわることがなかった。政府はこのような国民生活の窮迫した状態を打開するため，安全な国土を造ることを目ざすとともに，その基礎となる災害科学の振興をはかるため，昭和26年に防災研究所を設立した。当時設立にかかわられた先生方は工学部，理学部の有力教授であったとお聞きしているが，とにかく先生方の意気込みも並み大抵のものではなかったようである。昭和34年名古屋地方を襲った伊勢湾台風は死者行方不明者５千余人の多数の人的被害を出すとともに，莫大な資産の被害をもたらし，防災基準の再検討を余儀なくした。さらに，我が国の戦後復興が急ピッチで進み，高度経済成長と相まって，インフラストラクチヤの整備が進展していった。防災研究所は，少年期から青年期にかけて，大型台風や地震という格好の研究の場を踏み台にし，一方それを組織化するための高度経済成長という追い風にのって目ざましい発展をとげた。こうした災害科学の基礎理論に立脚した防災技術によって社会資本の整備は進み，昭和35年以降の自然災害による死者行方不明者数は毎年200～300人という１オーダー低い数に急減した。これはまさに災害科学の勝利といえよう。

青年期を終えた防災研究所は，設立当時の先生方も組織を離れたため，自らの戦略と努力で生きていかなければならなかった。しかし，この時期には防災施設の整備が進み，大型災害に強い国土が形成されてきて，わが国の災害の様子が多様化するとともに小型化し，死者行方不明者数も毎年100人前後に軽減してきている。この数は，現在の交通事故による死者数の約１万人に比べると，社会に与えるインパクトは非常に小さくなっている。さらに，２度のオイルショックにより，政府の財政は高度経済成長時のように余裕はなく，経済大国として海外に目を向けざるを得ず，その出費もうなぎのぼりに上昇しているのが現状である。このような状況下で，防災研究所の進むべき道標が外部からはあまり定かでないように思う。防災研究所はもはや熟年を迎えているが，育ての親の面影がまだ消えていないように映る。満40才では，自らの顔が出て来なければならないのではなかろうか。ある人は，研究の継続性を力説して息の長い研究が必要であり，社会の動向にあまり左右されるべきでないと主張するであろうが，しかし災害科学はやはり社会に貢献することを第一目標にすべきでないであろうか。防災研究所を離れて10数年になるので，私の見方に片寄りがあるかもしれないが，外部に対しても研究所の目ざす目標がはっきりすることが必要ではなかろうか。

次の20年はまさに熟年から還暦を迎える時期にあたるが，どのような研究所の顔になるのであろうか。前述したように，従来型の災害は軽減され，今や地球規模の環境変化に伴う災害が新たに発生しようとしているが，これに関する取組みも大きな課題であると考えられる。また，今まで培って来た研究所の災害科学に関する基礎知識や技術の国際移転も重要な課題であろう。いずれにしろ社会の変化のスピードは非常に速い。これに対応する組織化や目標の設定がファジーであれば，社会から取り残されることにならないであろうか。このことが私の取り越し苦労になることを期待して，さらなる発展を祈っています。

想　い　出

元事務部長　峯　内　誠　一

京都大学防災研究所が今年創立40年という年を迎えられ，その40年史への回顧録を執筆せよとのご依頼をうけ，非常に有難く思っております。と申しますのは実は私は防災研究所事務部に部課制が施かれた昭和49年４月から昭和51年１月まで事務部長として僅かに２年足らずの間勤務させていただきましたにすぎません。

しかし振り返って見ますと，昭和23年京都大学事務局会計課監査掛員から，学部のもろもろの事情も分からないまま，京都大学工学部会計係員に転勤を命ぜられ，工学部会計係員として勤務していた時に，今は故人となられました理学部佐々憲三教授，工学部石原藤次郎教授，棚橋　諒教授の三先生が，当時の故武間事務長と種々ご相談なさっていた事があります。部厚い書類綴を中心にして何かとご協議されていましたが，今よくよく考えて見ますと，防災研究所設置に係る概算要求書作成についてのご相談であったと思います。防災研究所創設にあたっての関係諸先生のご苦労の程は京都大学防災研究所十周年史（138頁）に故佐々憲三先生が詳しくお述べになっており，それを拝読いたしまして，その当時の関係諸先生の御努力に深い感動を受けました。そういうように40数年も前からおぼろげながら覚えていた研究所へ勤務できるなどという事は本当に思いがけない事で，これも何か深い因縁とでも申しましょうか。

さて私が昭和35年から同38年まで京都大学経理部主計課長補佐として勤務していた時の思い出としては，昭和35年に白浜に設置された我国最初の海洋観測塔のことであります。何分にも本邦初の海洋観測塔の設置ということで，故速水先生はじめ関係諸先生のご苦労は大変だったと思います。私は確か昭和50年頃に現地へお伺いして，現場を見学させていただきましたが，あの劣悪な環境の中で，自然と戦ひ乍らデータ蒐集に懸命になっておられた諸先生のお姿を目の前に見て深い感銘を受けました。その後懸案であった隣地の購入，観測所本館の増築も完成したとか承っており，今後の研究の進展を期待いたしております。

昭和38年北陸地方に豪雪があり，その豪雪現象の調査と防災研究の予算要求のため，関係諸先生にお願いして急遽予算要求のため，先生方とご一緒に文部省へ陳情に行った事も想い出の一つであります。

北陸微小地震観測所は，私が事務部長とし勤務した年に開所式が行われ，鳥取微小地震観測所と共にテレメーター化の行われる第一歩であったと記憶しております。

宮崎地殻変動観測所の用地買収には特に想い出多いものがあります。

宇治川水理実験所草創期の先生方のご苦労話も時々承りましたし，多くの実験施設を現地で拝見して科学の進展に驚いた事はしばしばです。

私が現地へお伺いしていろいろお話を承りました上宝観測所，大潟波浪観測所，桜島火山観測所，穂高砂防観測所，徳島地すべり観測所，潮岬風力実験所も本館等の新営，用地の購入，設備の充実などが，ここ数年間に整備充実されたと承っており，今後一層の研究成果の進展を願うものであります。

全国有数の研究部門，附属研究施設をもって研究に専念されている諸先生方のご健勝と研究所の一層のご発展を祈念いたします。

回 想

立命館大学理工学部 見 野 和 夫

昭和40年に防災研究所の助手として研究生活に入ることになった。そのころの防災研究所は，戦時中の火薬庫の跡地とかで，古い建物が点在していた。微小地震部門はこれらの建物の一部を占め，研究が発足したのであった。研究室とは言えない環境ではあったが，牧歌的または，家庭的な雰囲気のなかで，新しい研究に取り組んでいたように思う。微小地震の観測，研究は，地震予知に直接つながるものとして，ナショナルプロジェクトとなった地震予知計画の主要な部分を担っていた。10年もすれば，地震予知に目処が着くものと考えられていたようだ。微小地震部門の発足と同時に鳥取微小地震観測所が設立され，当初からこの観測所に関わることになった。部門の全員が観測所の完成とその衛星点の設置にあたった。衛星点の設置は，今では考えられない苦労があった。土地の借り入れ，記録のとりかえ。土地の借り入れには，事務室の協力もあったが，記録のとりかえ，観測システムの保守管理は，それを依託する人に頼ることになる。場所と人と揃って好条件の衛星点を選ぶことはかなり難しい事であった。それでも5年過ぎると，5点の衛星観測点から，記録が送られて来るようになった。記録は一定の整理をして，確か，宇治の研究所に送られていた。観測所の仕事はデータを取り，宇治の研究者に受け渡すことであった。微小地震の研究が共同作業であったため，研究者個々の独自のアイディアも直接に各人の仕事とならない場合の在ったこともある。約5年間を鳥取微小地震観測所で過ごした。その頃は，青春真っただ中であった。多くの友，多くの雑多な知識を得ることが出来た。今では，鳥取は第二の故郷と考えている。この後，北陸微小地震観測所が設置される。最初の衛星観測点は，偶然にも地震多発地帯にあって，場所にも人にも恵まれた地点であった。多くの苦労もあったが，テレメータ化も出来て，観測所独自の研究も行われてきた。

微小地震が必ずしも地震予知の決め手にならないことは，観測に携わって，記録を見つづけている研究者は薄々分かってきている。現状の観測体制を維持しているだけでは，地震予知を達成することにならないかも知れない。しかし，微小地震の観測研究は地震の色々な性質，特性を露にした。地震学の進歩には大きく貢献している。特に，微小地震が活断層と関係していることを見出したことは，大変重要なことであった。今後の研究及び，地震予知の研究の方向を示しているものとして重要な発見であった。この発見が観測のシステムや観測点の分布を決めるであろう。地震予知研究センターの活躍の場は，活断層に関連した野外観測ででもあろう。

回　顧　録

成蹊大学　山　口　眞　一

防災研究所設立四十周年御目出度う御座居ます。今後ますますの御発展を，特に地すべり部門の発展を祈っております。

私が防災研に勤務しましたのは，昭和26年８月より34年１月までと，昭和38年４月より46年３月までの２回に渡っております。

最初のときは防災研の建物というのは木造一階建ての事務室だけで，自民党的にいうと防災研は三つの派閥で出来ていまして，それぞれの長のいる教室に間借りをしていました。私は故佐々憲三教授御指導下の助手でしたので旧地球物理教室の周辺を転々としていました。旧地球物理教室の用務員部屋の下の半地下の物置を半分に仕切った部屋や，戦争中使われた風洞実験の観測室の木造小屋などで，いずれも草ぼうぼうの敷地の中にあった。冷房施設のない時代だから夏には窓を開けない訳にいかず，網戸など気のきいたものもなく蚊の大群との戦いで蚊取線香は必需品であった。クサトールという薬品を買って来て雑草を殲滅しようとしたが不成功であった。また湿気もはげしく，朝出勤すると時々ムカデが壁にはりついていた。この時期，神経痛にひどく悩まされたが，湘南地方に移ったら嘘のように治ったので湿気の御蔭と考えている。そのうち，旧地球物理教室からもずっと離れた大学構内の南西の隅の人跡まれな所の木造小屋で実験を始めた。人目がないので，夏はステテコ姿で過ごせるという孤独だが気楽な時期を過ごした。境界の南側は吉田神社の参詣道路で節分の日は参詣人のざわめきや露店商のマイクの賑わいなど季節感を満喫できた。

この頃は敗戦の傷が十分癒えていなくて，研究室は古い器械と手造りの器械の時代で，家庭内の設備も不十分で炭と電熱の暖房では京都の冬の底冷えの寒さが身に沁みたし，夏の暑さもひどいもので湿気，無風で特に夜が苦しかった。夜半鴨川べりまで行って息をついたことも屢々あった。この時代のキー・ワードを探すと，蚊・むかで・神経痛であろうか。

２回目の勤務は地すべり部門の主任教授としてであった。この部門の主任教授としては３番目であって，３という数字が何となく気に懸かった。「売家と唐様に書く三代目」という川柳が心の片隅にあったのかも知れない。その後，地すべり学会の会長となったのも３番目で，どちらの場合も先人の残した遺産をぶち壊したくないという深層心理が何時も働いていた。この時代は日本の復興も目覚ましく，暖房も石油が十分使え，冷房も備えることが出来，市民としての生活も快適になったし公私ともに社交が増えて京情緒を満喫させて頂いた。鴨川・祇園・舞妓・貴船・南禅寺・高雄山・嵐山・平安神宮など懐かしい言葉である。

着任前後から地すべり学会設立の機運が盛り上がって来た。総指揮は勿論偉い先生方であるが，丁度働き盛りの年令であったので大いに東奔西走して御手伝いさせて頂いた。大学教授が研究活動や学会活動で忙しいのは当たり前のことであるが，当時は地すべりをビジネスとしているコンサルタント会社が十分育っていなかったので，国や県の技術委員会の委員を引き受けると，調査も引き受けざるを得ない趨勢であったので特に忙しかったのであろうか。

故佐々憲三教授がまだ御健在であったので色々御知恵を拝借して走り廻って徳島地すべり観測所を作ることが出来た。四国の鉄道の交叉点の池田町の，しかも吉野川を見下ろす斜面の眺めの良い場所に建てることが出来たと自讃している。

忙しいとは言いながら今にして思えば研究所は講義もほとんど無いし，学生がいないので教務の雑用も分担せ

ず，入試の出題・採点という苦労もないし研究者には天国に一番近いところではなかろうか。この様な場を御作りになった先生方の御遺徳を沁みじみ考える年令に達した。

併し，この時期の末期は東大紛争を頂点として大学紛争が荒れ狂った。災害科学の共同研究で御目にかかる他大学の教授の顔も冴えず蒼い暗い顔をしていた嫌な時代であった。この時期の私に取ってのキー・ワードは地すべり学会・徳島地すべり観測所・大学紛争である。

地震予知研究センターの設置をめぐって

京都大学名誉教授　山　元　龍三郎

気象学の研究に従事してきた私にとって，京都大学の地震予知の研究体制の統合問題が難行していることは，対岸の火に過ぎなかった。京都大学の理学部と防災研究所の地震予知関係の多くの研究者が，日頃研究や教育などで密接に協力しており，かつ組織統合が学内・学外から要望されているにも係わらず地震予知組織の統合が実現しなかったことは，当事者ではない私にとって七不思議の一つであった。昭和63年４月に私が地震予知観測地域センターや阿武山地震観測所など理学部附属の地震予知関係の併任施設長になった頃に，防災研究所の地震予知関連部門の複数の教授が，東山の花山天文台の敷地内にあった気候変動実験施設へ来訪し，この統合問題に協力して欲しいと要請された。私は地震予知研究体制の統合という火中の栗を拾うかどうかの決断を迫られた。

私が専任教授として所属していた理学部附属気候変動実験施設は，３年後の昭和66年（平成３年）に廃止されることとなっていた。気候変動実験施設が10年間の設置期間の後半にはいり，研究を一層強力に進める必要があって，他の分野に精力と時間を費やすことなどは思いもよらなかった。この頃，私は，学術会議の気象学研究連絡委員会委員長や WCRP 専門委員会委員長として気象学界の世話をしており，また，日本気象学会の理事長として，新企画を提案して実施し始めた時期でもあった。さらに，測地学審議会の WCRP 特別委員会の委員長として，同審議会から建議され昭和62年度から４年計画で発足した気候変動国際協同研究計画（WCRP）の実施責任者でもあった。これらの気象学や気候変動の分野での仕事をこなすために，週に２回も東京へ出張することも稀ではなかった。

このような日々の生活から見て，地震予知体制の懸案に時間と精力を振り向けることは全く無謀なことと思われた。しかし，昭和23年に理学部地球物理学科に入学以来，40年間の私の生活は京都大学の地球物理学を抜きにしては存在しなかったので，微力ながら京都大学の地球物理学の発展のために頑張ろうと決心した。当時の理学部長の長谷川博一先生や防災研究所の柴田　徹先生もこの統合問題の実現に熱意をお持ちの御様子であった。また，京都大学の事務局の担当者も統合の実現を要望されていて，大学付置のセンター案を第１候補として考えたらどうかとの話もあった。

地震予知観測地域センターなどの施設長としての私の決心を契機として，理学部と防災研究所のそれぞれの内部での討議が進められて案が作られたが，その内容を見ると，それぞれの立場や過去の経験に基づき練り上げられた理想像であった。しかし，統合を実現するという立場で見ると，今まで実現しなかった理由を明示するものでしかなかった。両部局のこのような案を持ち寄って折衷案を作ろうと努力しても，徒労に終わることは，過去の歴史の示すところである。私は，理学部長の了解を得た上で，地震予知関係教授の頭越しに，防災研究所長と打開策を直接話した。両部局の案をぶっつけ合うのではなく，両部局の関係研究者をメンバーとする合同討議により案を固めることとし，理学部長とも話して，統合案を固める目的の懇談会を作ることとなった。

両部局の地震予知および関連の専門分野の教授・助教授から成る懇談会が，２～３名の助手を幹事として加えて，精力的な作業と討議を重ねて案を固めた。その間，文部省の学術課の担当者の意見を打診したり，また，両部局の事務関係者の意見を聞くこともしばしばであった。具体的な設置形態として考えられる３案，すなわち，大学付置のセンター案・防災研究所附属センター案・理学部附属センター案のうち，地震予知計画の事業内容から見て，理学部附属の案を除く他の２案の選択が問題となった。防災研究所のかなり明確な意見を取り入れて，同研究所附属センターとして，防災研究所から平成２年度の概算要求を提出することとなった。その場合，理学部で

の地震学の教育体制が欠如することとなるので，理学部から地球物理学科の地震学講座の新設を要求することも決まった。

このようにして，平成2年度の政府予算で，理学部附属地震予知観測地域センター・阿武山地震観測所・逢坂山地殻変動観測所・徳島地震観測所が廃止されて，防災研究所附属地震予知研究センターが発足し，理学部に地震学講座が新設された。統合形態を，当面大学付置ではなく防災研究所附属としたことは，今になって見ると賢明であった。また，私の所属していた気候変動実験施設の後身も，理学部の物理気候学講座として平成3年度に新設が認められた現在，関係者の尽力・協力に感謝したい気持ちで一杯である。

潮岬風力実験所の思い出

大和ハウス工業総合技術研究所　吉　川　祐　三

私は耐風構造部門に昭和45年から約８年間助手として在籍し，石崎先生，光田先生の元で風工学の勉強をさせていただきました。私が学部学生として石崎先生のゼミに参加した頃は耐風構造を勉強していた研究者の数も非常に少なくて，日本全体が同好会的な所帯であった様に思います。その後石崎先生を始めとする諸先生の努力もあって日本風工学学会もでき，研究者の数も飛躍的に増大し，今日では大会での発表論文も非常に多くなりました。私は防災研究所を辞して以後はプレファブメーカーに就職し風工学の研究とはすっかり御無沙汰になってしまいました。しかし８年間に勉強させていただいた事はいまでも役立つことが多くて，有難いものだと思っています。

私が助手になった昭和45年の４月以前は研究室は吉田の本部にあり，４月以降現在の宇治のキャンパスに移転しました。大学紛争がまだくすぶっていた頃で私の初仕事は引っ越しの準備だったように記憶しています。以来いろいろな事をしましたが潮岬風力実験所の実験棟での風圧や変位の観測の仕事を多くさせていただきました。台風が襲来しそうだといえば片道 300 km の道を何度走ったことでしょうか。荒い波が押し寄せる海岸沿いの夜の国道をひたすら走った記憶は青春時代の良い思い出になりました。もっとも台風がそれて徒労に終わったことも再三あって，大きな声ではいえませんが徹夜で麻雀をしただけで翌日車で帰ったこともあります。昨年久し振りに実験所を訪れましたが，職員の皆さんそれなりに年はとっておられましたがとりあえずお元気でおられたのでなつかしく思った次第です。実験棟や研究室の本館はあまり変化はなくて一つだけ骨組みだけになっていたぐらいです。最近は私のやっていた様な実測はあまり行われていないようでちょっと残念です。研究室の本館といえば完成当初雨漏りがひどくて何度も補修を行い，その立会いに行った思い出があります。RC 造というのはどこから漏っているのか分からなくて結局壁全面塗装したり，窓回りのシーリングを打ち直したように思います。あのような施設を維持するためには錆止め塗装の補修をしたり草刈りをしたり，観測システムのメンテやらで結構大変なので職員の方はなにかと骨折りですが，身体に気をつけてがんばっていただきたいと思います。

東京で風工学の国際会議が開催されたとき外国からの研究者20人程がツアーで潮岬の風力実験所に来たことがあります。白浜で一泊した後，潮岬実験所を見学されて次の日は勝浦に一泊されたツアーでした。見学のためのデモの準備をするのに数日前から泊まりこんだ思い出があります。ホテルの部屋割りなどもしたり，宴会の準備をしたり大変だったような気がします。あのころから建築学会の世界も国際化が進み若い人でも簡単に外国に行ける様な環境になっていった様に思います。

防災研究所が40周年と聞き，時の流れの速さに驚いております。私が働き始めたころからもう20年たっているわけですからそんなものかとも思います。学生時代を含めると10年間お世話になりその割にはたいしたことも出来ませんでしたが，私にとっては20代をまるまる過ごしたことになり，貴重な経験になりました。現在民間の建設業の研究所で働いておりますが，その基盤となったのは防災研究所での経験であると思います。またこの間にお知合いになった人達にはあつかましくいまだに何かとお世話になっており，私にとってはその意味でもこの間の経験は貴重であったと思います。今後とも防災研究所がますます発展する様に祈って止みません。

編　集　後　記

40年史の編さん委員会が任命され，第１回の委員会を開催したのが1990年９月12日であり，編集方針をまとめて，1991年には各部門・施設などへ原稿の執筆をお願いした。20年史，30年史にはなかった回顧録の章を本40年史には復活させることとし，あとは30年史の編集方針を踏襲することとした。一応，原稿の締切は３月末日と設定していたが，所内はもちろん，ご多忙中のところを曲げて原稿の執筆をお願いした名誉教授をはじめ関係各位のご協力を頂き，７月10日になって編集を完了することができた。

なお，この間，1991年１月には編さん委員の一人であった井上治郎氏を中国の梅里雪山での遭難で失うことになったが，誠に悲しみが尽きない。「１月10日には帰ってきて遅れを取り返します…」といつもの笑顔で出て行かれた氏のお姿がいまでも目に焼き付いて離れない。謹んでご冥福をお祈りするとともに，出版された40年史をご霊前にお供えして氏のご協力に感謝申し上げたいと考えている。

最後に，本史出版にご尽力を賜ったみなさま方にもう一度お礼を申し上げ，防災研究所の40周年をお祝いし，今後の一層の発展を祈念して編集後記の言葉にかえたい。

1991年10月

40年史編さん委員会

赤松　純平
井上　治郎
桂　　順治
関口　秀雄
高橋　　保
竹内　文朗
田中　寅夫（委員長）
田中　正昭
山下　隆男

京都大学防災研究所四十年史

平成３年10月25日 印刷
平成３年10月31日 発行

発行者　京都大学防災研究所
京都府宇治市五ケ庄

印刷者　増田達夫

印刷所　大学印刷株式会社
広島市安佐北区上深川町809番地５