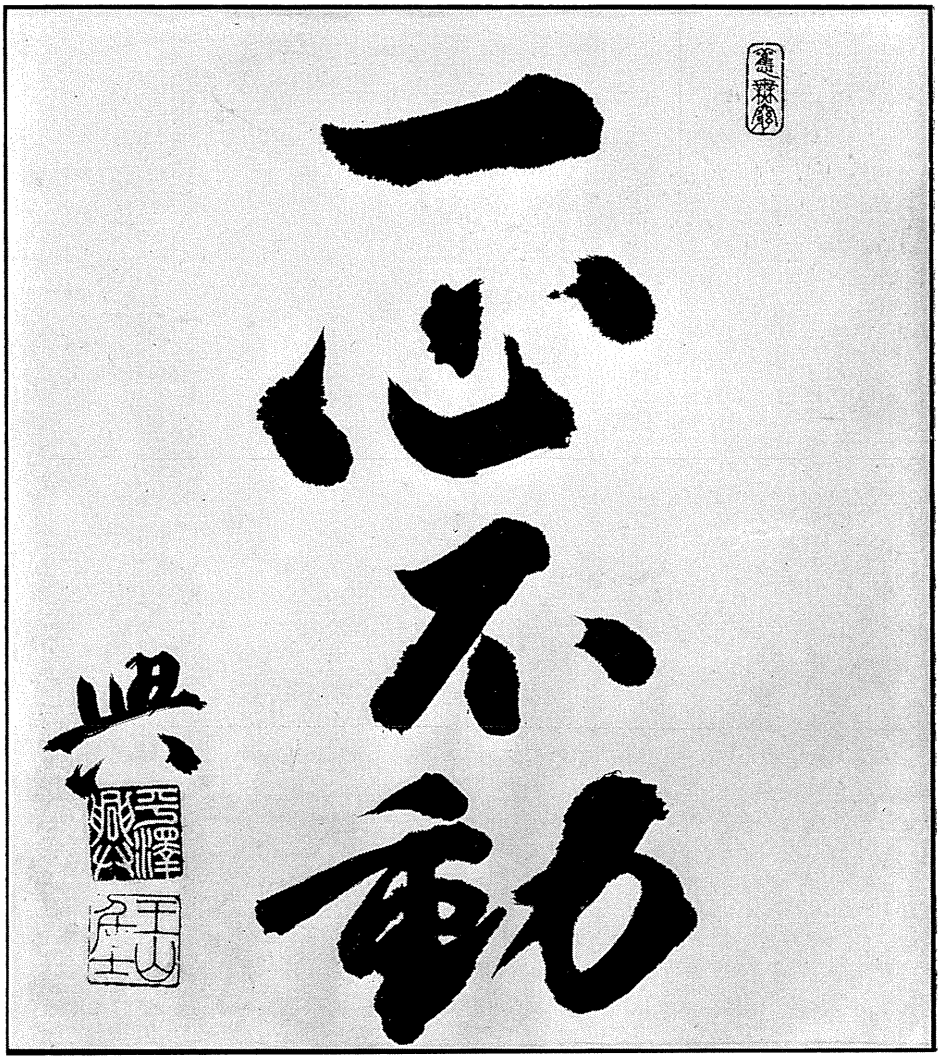
十年史

京都大学防災研究所

1961


一心不動


防災
経国
島義

発　刊　の　辞

京都大学防災研究所長　佐　々　憲　三



本邦は自然地理学的に見て世界中で最も天災の多い国の一つである．そのうえ戦後の人口集密化のため産業の開発進展に伴なって災害による損害額がますます加重される情勢にあり，防災対策が当分国の重要政策の一つにならざるをえない．

防災対策の根本は災害科学，技術の綜合的研究推進にある．そのためには災害現象其物の実体を詳細につかむ基礎的研究と，それに応ずる最も有効適切しかも経済的な防止軽減方法の研究をすることである．さらに大事なことは本邦では震害，火災，水害，風害が併せ起こる危険があるから，そのいずれの災害にも同時に耐えうる工法でなければならない．したがって災害の防止軽減の研究は理学，工学，農学の各分野の研究者ならびに工事施工者が渾然一体となって綜合研究をしなければ十分な成果は挙がらない．

この点を考えて京都大学においては，すでに昭和21年初頭に「災害の予防及び軽減」に関する綜合研究班を組織して活潑な研究活動を始めた．

さらに翌22年には財団法人防災研究所を設立して，工事施工機関から委託研究，調査を受ける途を開き，上記の「基礎研究から施工まで」の一貫した協同研究の円滑化を計った．これによって多くの成果をあげたが，やがて防災科学を組織的に研究する専門機関設立の必要を痛感しその手続をとった．政府においてもこれを認め昭和26年３月31日国立学校設置法改正に伴なう法律第84号をもって，防災研究所が京都大学に附置された．よって財団法人防災研究所は防災研究協会と名を改めて従来の事業を引き継いだ．

本所は創立時には，

第１部門　災害の理工学的基礎研究

第２部門　水害防禦の綜合的研究

第３部門　震害，風害など防禦軽減の綜合的研究

の三部門で出発したが，

昭和33年度に　地殻変動部門

昭和34年度に　地こり部門

昭和35年度に　災害水文学部門

昭和36年度に　海岸災害防止部門，耐風構造部門

が増設された．

ほかに附属施設

宇治川水理実験所

桜島火山観測所

をもち，さらに特別事業費をもって運営している附属施設として，

地殻変動観測所（全国に22カ所の観測室をもつ）

白浜海洋観測塔

潮岬風力観測所

をもっている．

さらに36年度には教養部宇治分校跡の一部をゆずり受けて，創設以来理，工学部の一部に分散していた研究室，実験室を一カ所に集めることができ，ますます綜合研究の実を挙げやすい体制を整えた．

本所は創立後わずか十年，その準備時代までさかのぼっても十五年に過ぎない．まだ建設途上で施設も十分とはいい兼ねるが，ともかく今日まで成長したことは，政府当局ならびに全国防災関係機関及び研究者の援助と鞭撻の賜である．ここに感謝の念を新たにするとともに十年の過程を反省して，将来の新たな発展の礎としたいと願って，ここに十年史を編纂した次第である．

祝　　辞

京都大学工学部長　藤　野　清　久

わが国は台風の常襲地帯に位置し，加うるに世界有数の地震国であって，災害という宿命的条件をになわされている．たとえば戦後だけでも，カスリン，アイオン，ジエーン台風を初めとして福井大地震，北九州大水害，伊勢湾台風，近くは第二室戸台風といったように枚挙にいとまないほどで，そのたびごとに甚大な国家的被害を蒙っている．したがって国土保全対策としての防災問題はわが国にとってはゆるがせにできない重要な施策として取りあげられている．

さて防災対策として考えるべき問題はいろいろあろうが，なかんずく最も基本的なものを取りあげるならば，それは防災科学の確立向上という課題であろう．ところが，これほど毎年のように大きな被害を受け，防災対策の必要性が身にしみているはずのわが国に，防災科学のための研究機関というものは，ほとんど見るべきものがなかった状態である．

京都大学では早くから，理，工，農学部の関係方面で，とくに関心の深い研究者によって防災科学の研究が始められ，その後も精進が続けられていたが，たまたま昭和25年にジエーン台風が関西一円を襲い，とくに大阪には高潮を伴なって，わが国の商工業中心都市である大阪に浸水し，一時関西の経済を麻ひせしめるほどの混乱を惹起した．これを契機として，ようやく昭和26年政府もその研究機関設置の必要を認めるにいたり，ここに京都大学附置研究所として防災研究所が開設されることになったのは当然のこととはいえ，まことに喜ばしい限りである．

それからすでに10年の歳月を送り，その間創設当初の3部門の研究陣容も次第に増え，今日では8部門にまで拡大強化され，この分野ではわが国唯一の研究所として活躍と躍進とが続けられていることは万人の認めるところである．

思うに防災科学ならびに防災技術の研究と開発とは理学的，工学的，農学的学問の総合された集大成的の学問分野で，防災研究所が総合大学の附置研究所として地球物理学，地質学，土木工学，建築学，農業土木工学等の各研究員が有機的に協力し，着々とその成果が挙げられていることは誠に慶賀にたえないところで，衷心から祝辞を申し述べる次第である．

ここに十周年を迎えるにあたって，ますますわが国防災科学の向上のため，その研究が伸展されることを期待してやまないものである．

祝　　辞

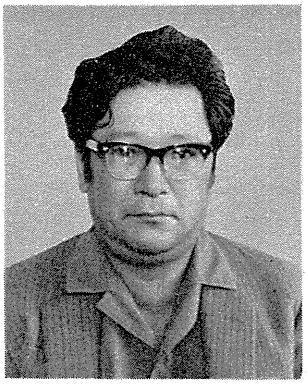
京都大学理学部長　宮　地　伝　三　郎

防災研究所は昭和26年4月遠大な理想と多大の期待をもって発足されましたが，歴代所長の努力と所員各位のたゆまない熱意の下に堅実な歩みを続けられ，今■世界一流の研究所として本年4月をもって満十周年を迎えられましたことは，まことに慶びにたえません．わが国は面積が小さいにもかかわらず，生物が豊富で景観がすぐれ，また，パリ，ロンドン，ニューヨークを通るほぼ 10°C の年平均等温線が走っていることからもうかがわれるように，気候は変化に富んで，人類の活動に絶好で，世界文化の一つの中心を形成しております．しかし一方，台風や地震の天災の多いことでも有名であります．これは国土の成立の歴史や地理的位置にもよりますが，天災は人口が密で開発の進んだ国の免れることができない宿命であるともいえます．そして，天災に対する十分な考慮が払われない文明の進歩は，時として崩壊することは歴史の教えるところであります．わが国が天災から全く解放されることはとても望めませんが，天災に対して適切な対策を講じ，災害の不安を解消の方向に進めることは可能であると思います．それには災害および防災に対する地道な科学的研究を積み重ねるよりほかに信頼できる方策はありません．この意味において防災研究所に期待されるところは誠に大きいのであります．

防災のような複雑多岐の問題を研究するには広い領域の共同研究が必要であります．防災研究所が基礎科学から応用技術にわたる広範な研究者によってすでに多くの共同研究の実績を挙げてこられたのは，他の研究分野に対しても将来への希望を抱かせるものであります．また従来，研究所制度の欠陥として人事の停滞が挙げられ，このため発足当時の若いエネルギーは年とともに枯渇し易いといわれておりますが，防災研究所では研究所と学部との間に活潑な人事の交流が見られるのはこの点に留意されたためであると思われ，それが発溯とした研究業績に反映しているのは敬服にたえぬところであります．最近わが国には伊勢湾台風とかチリ津波など術はずれに大きい災害が発生し，将来どのような大災害が起きるかも知れないという不安を抱かせます．しかし，われわれの不安は単にこのような自然力に由来するものに限りません．土壌や大気や海水の成分組成は生物の介在によって形成されたものと今日では考えられています．生物界と無生物界との交渉は意外に緊密であります．最近におけるわが国経済の急激な発展は必ずしも調和のとれたものではありません．森林の過度の伐採や，土地利用の変遷，産業廃水や排気ガスの激増，農薬の大量使用などによって生物相に大きい変化が起きています．これがどのような形でわれわれの生活にはね返ってくるか，それが十分に予測されていないところにも不安の根源があります．防災研究所ではますますその特色を発揮され，災害の根源を各方面から摘出して，■民の負托に応えられんことを期待いたします．

所　　感

初代及び第五代防災研究所長　棚　　橋　　諒



防災研究所が設立されて私が初めの所長に任命されたのでありますが，その時は新しい研究所に大変風当りの強い時代でありました．それは何でもその前の研究所長会議で五部門以下の研究所は統合するか廃止してしまえというような意見の優勢であったとかいうことで研究所長会議から選ばれた全国の附置研究所長の中のうるさ方が研究所の実態調査にやって来られました．私どもの研究所は三部門で出発しましたから，それらのおえら方はこの月足らずみたいな赤ん坊を作って困ったものだというような考えが心底にあったかも知れません．今はこわされてありませんが図書館の東面に立っていた木造の建物の二階の一部に，ようやく所長室と事務室ができただけ，研究者と研究業績はあるけれども研究所の実態はどこにあるか分らんような情況でありました．この査察に来られた先生方の中には，広島大の三村先生とか東大の震研の津屋先生とかいうえらい先生方がおられまして，私は冷汗を流しながら色々と陳弁したことだろうと思います．研究所にはそれにふさわしい土地建物がなければ体をなしませんので，いま宇治川水理実験所になっているところが大学のものでありましたから，これを貰いに行ったわけであります．この土地建物は同様に独自の建物のない結核研究所が苦心して手に入れられたものでありますが，何分あのような発電所の建物で，これを病舎などに改造するということはとんでもないことであるという文部省の施設部の意見で，そのまま結核研究所は利用しないであったものです．当時の結研の所長は服部先生であったのか，総長が服部先生であったのか，年表でもくればすぐ判りましようが，ともかく服部先生にあの土地建物を貰いに行ったのであります．

服部先生はあの土地建物は防災研で使うのはよろしかろうが，代償を考えろというようなお返事でありました．新設の研究所長が代償として提供できるものがないことは判り切ったことでありますから，お返事の前段だけを実行して宇治川水理実験所を作ったのであります．しかし，この仕事もそうすらすら運んだわけではありませんので，次年度にあの建物を補修する予算を文部省に説明に行ったところ，小林秀弥氏がその方の課長をしておられ，結研のいきさつから建物の実体を見ておられるので，あんな建物はだめだと一喝されたのでありますが，私も建築でめしを食っている人間ですから，もちろんいい建物ではないけれども，充分防災研としては使用でき，使用に耐える旨を力説して，それから小林秀弥氏と大変仲よくなりました．本当のところはどうもあの建物はまづい建物で，ことに西側の壁は地震でもあったら倒れるかも知れません．何か建物をそえて作って丈夫にしてやりたいと思っていますけど，果さずにおります．

研究所長会議というのが毎年ありまして，全国の大学の附置研究所長が集って，各研究所から出た問題に関して討議をしておりましたが，私が初代の所長として出席してからこの方，今に至るまで議論せられておりますのは，大学院の学生の教育と研究所との関係であります．大学院の学生を研究所

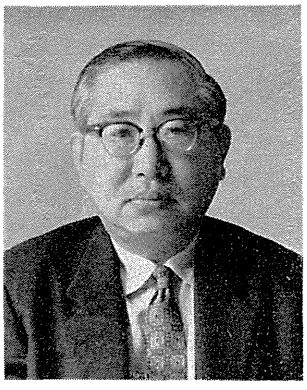
に入学させて教育をしようという主張があるのでありますが，私ども研究所は大学の研究科の教官を兼ねることによって，大学は学部，研究所の総力をあげて大学院学生の教育指導にあたるべきものという方針で進んで参りまして，これが最も現実的なしかも実効ある方法であるということが浸透して来たようであります．京都大学ではこういう態勢になりましたが，まだまだそういう態勢になり切れない大学もあるようで，この問題は若干尾を引いているようであります．

私は初代の所長のとき，皆様と相談して協議会規定やら所長選挙の規定やらを作りまして，所長の任期は2年として，2年でおわることに願ったのでありますが，創立の当時，研究所に風当りが強かったばかりでなく，私どものところ京都大学の他の附置研究所に対する空気も余り良くなかったようでした．それは二，三の研究所を除いては所長は皆学部の教授でありまして，研究所の方は併任でありましたから，したがって研究所の専任教授の数も少なく，学部の出店のような感じを与えたからだと思います．そこで私は研究所の専任教授にして貰うことにし，学部の方は併任で講座を担当して学部の教授会にも出席して貰えるようにお願いができましたので，実質はともかく『所長は専任教授から選ぶのを原則とする』という所長選挙規定が生きていたのであります．ところが私自身が五代目にふたたび所長に選ばれて，原則の例外ということになりました．時勢は進展し防災研究所の業績もあがり，専任の教授陣も充実して，も早防災研究所に風当りが強くなくなっていたからでもありますが現在八部門があり，将来十部門十五部門と延びて行くことでもありますから，この原則はいずれは尊重される時代が来ると思われるのであります．

私が附置研究所のあり方として一番大切なものは，学部との間の人事交流であると思います．それあってこそ大学に附置される意義もあり，研究と教育という大学の持つ車の両輪ともいうべき使命も達成されると思うのであります．それには，どの点から見ても学部の教授と研究所の教授の格差のないことが絶対の条件であります．研究者には自分の研究を推進するということと，もう一つ次の時代の研究者を養成するという仕事があるのでありまして，学部との間に溝のある研究所が，この後の方の使命を達成するため研究所に大学院学生を入学せしめようということは判りますけれども，私どもの研究所のように理，工両学部の間に溝のない研究所では，研究所の専任の教官にはそれぞれ大学院学生の指導を工学研究科，理学研究科から委嘱をうけて居りまして，その点何等の格差もないのであります．おそらく私どもの研究所のある姿は研究所のあり方の一つのモデルになるのではないかと思います．回顧と所感とを別々に求められましたが，この文は両者に亘りました．これで擱筆させて頂きます．

所　　感

第二代防災研究所長　速　水　頌　一　郎



防災研究所は昭和26年4月京都大学に附置されましてから本年4月で満十周年を迎えました．所長をはじめ所員各位におかれては，ますます御健康で所務に精励され，この紀念すべき日を迎えられましたことは，まことに喜びにたえません．一口に十年といっても，この十年はわが国にとっては歴史的な時期でありました．恐らく，泰平な時代の数十年に相当することでしよう．この間にわが国は荒涼たる灰燼のなかから立ち上り，活気に満ちた今日のすがたにまで復興したのでありますが，それは不死鳥にも似た奇跡でありました．しかし，その道程は決して坦々たるものではなく荊棘に満ちていたのであります．それは国土の荒廃に由来する内在的な要素によるばかりではなく，断え間なく天災に脅かされていたからでありまして，このときほど国土に対する自然の重圧を感じたことはありません．この間に処して防災研究所が防災に関する学術的基礎を固めた業績は高く評価さるべきで，わが国の復興に直接，間接に寄与したところが少なくなかったと確信しております．わたくしも人生の盛りをこの研究所で過し，感激ある歳月を送ることができましたことをひそかに感謝いたしております．

研究所発足の当時を回想すると，よく今日の状態にまで伸びたものだと思いますが，それは比較の話であって，今日の研究所には問題が山ほどあると思います．防災研究所にはまともな建物はまだ一つだになく，第二室戸台風では研究室の屋根が飛んで研究に支障をきたしました．象牙の塔にはほど遠いのであります．しかし，飜って思うに華麗なベルサイユ宮殿が完成した年は史家によるとルイ王朝衰退の年と規定され，荘厳なサンピエトロ大伽藍が完成したときにはローマ法皇の権力はすでに地に墜ち，もはや昔日の俤はなかったのであります．乏しい環境のなかにおいてこそ生命は躍動するのであって，それは広大な未来の遠景が働く者の脳裡に映ずるからであります．防災研究所はまさにかくの如き時代にあります．

防災研究所が発展するのは喜ぶべきであるか，あるいはまた悲しむべきであるか，といった設問はわれわれにとって全く意味がありません．われわれは災害があるからこれを研究するのであり，将来の恐ろしい天災を直観するから緊張するのであります．人間はその本能において他の動物とおなじく極めて保守的であって，環境の激変を好みません．その生産手段は自然の現状に密着し，自然に極めて従順であります．したがって，自然界に大きい変動が起きると社会は混乱し，その回復には永い苦痛が伴うのであります．変動が大きいと愛する故国をすて，新天地を求めて民族が彷徨の旅にでたことさえ史書に記録されています．しかし，今日の地球には怒濤逆巻く大洋のほかにはどこにも新しい天地は残されていません．しかも，今日の自然が少なくとも現在生存しているわれわれにとって意味ある年月の間さえも安定しているという保証はなにもありません．わが国や中国の歴史に見える天災の継起，それに結びついた政治権力の盛衰興亡のあとを辿ると，そこには意外に明確な規則性が見出

されるのであって，それが大きい気候変動の波と表裏をなしていることは，もはや単なる想像ではなく，立証できる段階に立ち至っていると思われます．

数千年の間隔で生起する気候変動は別としても，北太平洋亜熱帯域には百年前後の周期をもった著しい気候変動があることは，さきに先覚によって指摘されたところであります．この変動の幅は七百年ぐらいの周期で大きく動揺しているようであります．いま，太陽黒点数の年平均値について十一年の移動平均をとると，そこに百年前後の変化が大きく現われることは周知のことでありますが，この変化は気候変動の百年周期と密接な関係にあります．すなわち，北太平洋亜熱帯の気候を支配するものは北太平洋亜熱帯高気圧でありますが，百年周期の変動において黒点の平均数が増加すると，高気圧の中心示度は上昇し，中心位置は南下します．太陽活動の周期にはこのほか黒点数の変化にみられる有名な十年前後の周期や太陽の脈動と思われるその二倍すなわち二十年前後の周期がありますが，高気圧の中心位置は十年前後の周期をもって南北に振動し，二十年前後の周期をもって東西に振動しています．そして，この振動の幅は前記の百年周期において黒点数の減少期に増大し，黒点数の増大期に減少しております．この百年周期の変動は今世紀の初頭から黒点数の増大期に向っておりましたが，最近は減少期に向いはじめていると思われます．過去の例から推定すると，この趨勢は今世紀末あるいは来世紀のはじめまで続くことでしょう．これに伴なって北太平洋高気圧の中心示度は低下し中心位置は北偏し，その上に重なった十年周期の南北振動，二十年周期の東西振動はその振幅を増しさらにまた，その周期も伸びることが予想されます．黒点数の十一年平均値が十八世紀半ばを最高として，その後経年的に減少していることを考えると，この変動の幅はどれほど大きくなるか予想できません．この変動はただに北太平洋だけでなく全地球にわたるものと思われますが，今後四十年あるいは五十年のあいだに展開するであろうこの壮絶な天変は，われわれの重大な関心事であります．これはわが国にいかなる影響を与えるであろうか．まさに，生涯を賭けるに価する問題であります．賢者はあるいはこれをもって痴人の夢と一笑に附するかも知れません．しかし，天津橋上に杜鵑の声を聞いて時代の南遷をさとった男もありました．多くの多感な俊秀を擁する防災研究所が輝かしい十周年を契機として，さらに一段と躍進されんことを，わたくしは心から期待いたします．

最後に，今日にいたるまで防災研究所に理解ある御支援を賜わった各界の同志諸氏に深謝の意を表明いたします．

創立拾周年を迎えて

第三代防災研究所長　矢　野　勝　正



私は昭和30年6月から昭和32年4月にいたる2年間第3代目の所長をつとめたが，今ふりかえってみて何等特記すべきことがないことを辱しく思う次第である．棚橋，速水両名所長のあとを継いだのでは誠に見おとりのする所長で，兎角3代目という愚直さを実証したようなものであった．しかし防災研究所も10年の才月をへて，たしかに大きな発展をしたことは誰しも一応は認めるところであろう．この10年間を大別すると前期7年間の「基礎建設時代」と後期3年間の整備拡張時代に考えることができる．

防災研究所が創設された昭和26年当時は，研究部門の数はわずかに三つしかなかった．この3部門時代は昭和32年まで7年間続いている．これが防災研究所の基礎の根固め時代であった．この間，主として宇治川水理実験所や地殻変動観測所の整備に努力が集中されて今日の基盤をつくることができた．昭和33年からは，毎年度新部門が増設されて，ついに昭和36年度までに8部門の研究部門に拡大された．しかし，まだまだ防災に関する研究分野は広く，かつ奥深いものがある．例えば私の専門分野についていえば，河川災害という大きな分野はさらに砂防（治山）や内水災害の研究課題が多くの未解決問題を残している．したがって，われわれとしては防災研究所全体としては現在の8部門程度ではとても満足できる筋合のものではない．大体の構想として天災的なものに限定しても，全体として18部門位が必要と考えられる．防災問題とくに対策的研究は理工学的な科学的研究が主流をなすことは当然であるが，私は広い立場にたって社会経済的に歴史的にこれを検討することも非常に必要なことだと思う．これは各分野の専門家をもつ綜合大学の附置研究所として最も好ましい姿である．

十周年を期として過去を回顧し反省することも必要であり，また同時に将来の方針を考えることも時宜をえたものと思うので，以下若干防災科学の向上発展という問題についての所感をのべることにしたい．わが国の災害がその地形的条件に支配されて，宿命的被災国として激甚であることは衆知のとおりである．戦後の災害統計によると，年平均被害総額は2,500億円に達しているし，また失われる人命年平均2,100人という多きに達していることを思えば，いかに災害対策が重要かつ緊急な国の施策でなければならないかは議論の余地がないように思われる．さらにこうした被害額や人命の損亡という観点からでなく，わが国の経済の進展，生長という立場から考えても，国力の基盤となる基礎施設の拡充整備という問題の重要性をわれわれは強く認識しなければならない．

戦後わが国の経済成長は西独乙とともに世界の驚異とされている．貿易額の増大，生産の増強，交通量の激化といちぢるしい発展をしている．しかし，それにひきかえて経済成長の基盤となる公共施設の整備という点になると，必らずしもこれと平行に進展していない．むしろ，いつも経済成長の跡を追っている．例えば外国貿易が激増しているのに港湾施設は常におくれて滞貨，船待ちをして貿易

を阻害している．また戦後わが国の自動車の大型化及びその台数の激増はこれまた万人の知るところであるが，わが国の道路は到底これについていけない貧弱なものである．公共投資の必要が叫ばれているが現状では経済の生長に遅れをとっているとしか思えない．

さて公共事業の遅れという言葉を使ったが，公共事業には大きく分けて施設の改良新設及び資源の開発といった積極的な意味の事業と災害を防止軽減する国土の保全といった消極的な意味の事業とに区別される．積極的な道路，港湾などの新築改良事業も消極的な治山治水，海岸保全といった事業もいずれも公共事業として，明治以来つねにおくれをとっているのが，わが国の現実の姿である．こうした意味においても，国土の保全対策が，わが国の経済生長政策の一端として重要かつ緊急の施策であることは論ずるまでもない．

しからば，国土の保全対策として具体的にどういうことをすればよいか，という問題を次に考えてみよう．

ここで国土の保全対策という意味は風水害，地震，高潮などの天災地変から国土の損耗を防止する対策と考えて，いわゆる防災対策ということを意味するものとして取り扱うことにする．防災対策は残念ながら手っ取り早い妙手はないといっても過言ではない．ある程度の年月と相当の財政投資をどうしても必要とする．すなわち防災対策として重要な方策は，防災事業を早急に実施し，抜本塞源的処置を講じることと，防災科学の向上振興をはかることに尽きるものと思う．一口にこういってしまうと簡単であるが，その内容を細かく考えると，複雑多岐にわたる諸施策が包含されている．そして結局は政治の力と財政の枠の問題になってしまうともいえるが，すでに上述のように国のこうむる被害が余りにも大きいこと，そしてわが国の経済進展に重大な影響を与えることを思うと，ここらで大英断をもって国の施策として徹底的な強力な推進力をもって，この二つの対策を断行しないと，いつまでたっても災害と国土の疲弊の悪循環を絶ちきることはできない．

さて以上の二つの対策のうち，防災科学の向上振興策として具体的にどうしたらよいかという点をもう少し考えてみよう．第一にいえることは，わが国のこの分野の研究機関は非常に貧弱であるということである．建設省に土木及び建築研究所，農林省に農業技術研究所，運輸省に運輸技術研究所，国鉄に鉄道技術研究所，気象庁に気象研究所などがあり，大学関係に東大の生産技術研究所及び地震研究所，九大に応用力学研究所，京大に防災研究所などがある程度で，その他は各行政官庁のこの方面の技術官や各大学の理，工，農学部の教官によって，それぞれ研究が進められている程度で，総合的な大研究所があるわけでもなくどちらかというと各人の個人的な，または行政事務上必要の限度の研究が行なわれているのが現状といわざるを得ないのである．そこでこれらの既設の機関をそれぞれ強化するのも一つの方法であるが，また別の観点から流動研究員制度を今日よりもっと巾広く活用するのも一つの方法であろう．あるいは別に新しく国立の防災科学総合研究所を設立し，わが国の防災科学の基礎的及び応用的研究を推進せしめるのも一つの方法であろう．しかし根底に流れる一つの悩みとして，こうした地味な研究に精進する研究員の処遇という問題が横たわっていることを，われわれは見逃してはならない．今日産業界の発展につれて新卒業生の多くはこうした研究生活にその生涯を捧げようとする若い人々は急速に減少しつつある．優秀な人材をこの待遇に恵まれない研究分野に集めることは現状では極めて困難になっている．そこで，強力に防災科学を向上発展せしめるには，豊富な優秀な人材を集めることが先決問題である今日の状態としては，どうしても好遇を以って優秀

な研究員を迎えうるようにすることが先づ第一の課題であり，このようにして集った研究員が整備された研究施設を駆使して研究費にもことかかぬ研究ができる環境においてやることが第二の課題である．このことは何も防災科学の向上発展のためにのみいえる事柄ではもちろんない．広く学門全体の問題であるが，とくに私は我田引水的に防災科学についてのみ強調するわけではない．しかし，わが国にとって災害の問題がすでに述べたように重要で緊急を要するものと信じるからで，もちろん宇宙科学とかがんの医学研究とか，広い視野にたって重点的に研究分野は採択されるべきであろう．

以上の観点から私は防災科学の研究公団設立の必要性を感じる．優秀な人材を集め自由な活潑な研究を推進するためには，現行の公務員制度や会計法にしばられていてはなかなか解決しそうもないように思われる．そこで，防災科学研究促進に関する法律をつくり，大事業の計画立案，設計調整には十分な調査費，研究費を投じ科学的に合理性のあるかつ経済的な計画，設計を確立することを義務づけることを明らかにする必要がある．杜撰な調査やかんにもとづく設計のため，多くの失敗や経費人命の損失をまねいていたこれまでのやり方を改めることが，こうした調査研究によって十分できるはずである．わが国はかつて災害が連続した終戦後には，1年間に1,000億円近い災害復旧事業費を投じたことがあった．もちろん流された橋梁や欠潰した堤防道路を早急に復旧することは当然の処置で，それを反対する意志は毛頭ないが，このような事態を発生せしめないように防災事業例えば河川改修工事などを抜本的に実施し災害を惹起せしめないように努力の重点を注ぐべきではあるまいか．それには未解決の課題を多く包含する災害科学，防災科学の研究が事業と併行して行なわるべきであることを重ねて痛感し強調する所以である．

以上は私の私案にすぎず，またすでに述べたように我田引水的な考えも含まれていることは私自身認めるところであるが，現状を打破して防災科学の飛躍をはかるための一つの方策として所感を述べた次第である．ともあれ十周年を迎えて，そして十年間のわれわれの研究の在り方を反省し，これからの研究によりよい創意工夫を生み出し，わが国の災害問題を解明し国土の保全の一役をはたさねばならないわれわれの研究所の使命は，きびしく，かつ大きいものであることを感じる．

所　　感

第四代防災研究所長　西　村　英　一



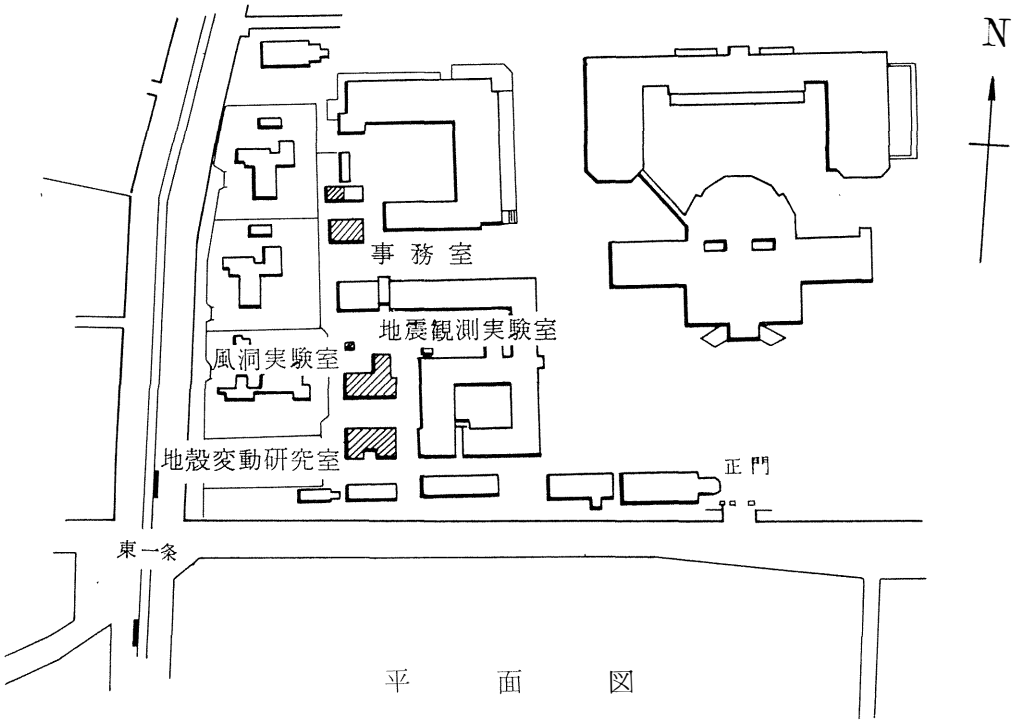
防災研究所が設置されて本年で丁度10年をけみしたことは御同慶にたえません．一般に大学附置の研究所は，その門出でのはなばなしさにくらべて，その後の発展がぱっとしないのが普通であります．この原因は色々考えられますが，一つの大きな障害は研究所と学部との人事交流が円滑に行なわれないことにあると思います．学術研究の発展は常に新しい頭脳によってつちかわれなければなりまん．それにもかかわらず，いったん設置された研究所はともすれば研究者の顔ぶれも取上げる題目も固定化しがちであり，また他方学部の場合と違って年々新進気鋭の学生を迎える機会もすくないため，いきおいすべての点においてマンネリズムにおちいり，龍頭蛇尾のしりすぼみの状態になりがちであります．防災研究所は設立当初からこれらの点にとくに注意して，適切な人事の交流，研究題目選択の柔軟性をうたってきたことは誠に当を得た配慮と申さねばなりません．小さく産んで大きく育てるということばが，そのままあてはまるのが本研究所の10年の歩みでありまして，当初の3部門が今日では8部門という大世帯になり，歩一歩と堅実な発展を続けていることは大変うれしいことであります．

10年ひと昔と申しますが，本研究所が開設されるにいたった，いとぐちと申しますか，きっかけといったことについてふりかえって見ますと，「大原談合」の情景がよみがえってきます．戦後まもなく，京都大学内で，総合研究体制ということが盛んにとなえられました．それは従来ともすればセクト化しやすい研究体制を，せめて総合大学である京都大学内だけでも，広い視野と強い協力の下に，適当な題目に対する総合研究を行なって，大学本来の使命である学術の発展と社会への奉仕の成果をあげようというものでした．このような学内の機運もありまして，あれは昭和21年ごろと思いますが，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，意気けんこうたるふんいきで，多岐多様にわたったと覚えていますが，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．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りました．この「大原談合」の後，まもなく現在の防災研究協会の母体の財団法人が設立され，その研究活動と実績とが，本研究所設置に大きい役割を果たしたことは，御承知の通りであります．

台風，地震，集中豪雨などの天災が，年々歳々応接にいとまがないほど起こるわが国の環境は，宿命とばかりいってほっておけるものではありません．このような国においてこそ，防災科学の発展が真剣に考えられ，また完成されなければならないと思います．本研究所はこの使命にそって，過去10年の間に立派な成果をあげてきました．初心忘るべからず，設立当初の理想の下に，今後さらに大きい躍進を期待します．いささか蕪辞をつらねて開所10年記念の所感といたします．

研究所の建物及び施設

本　　部

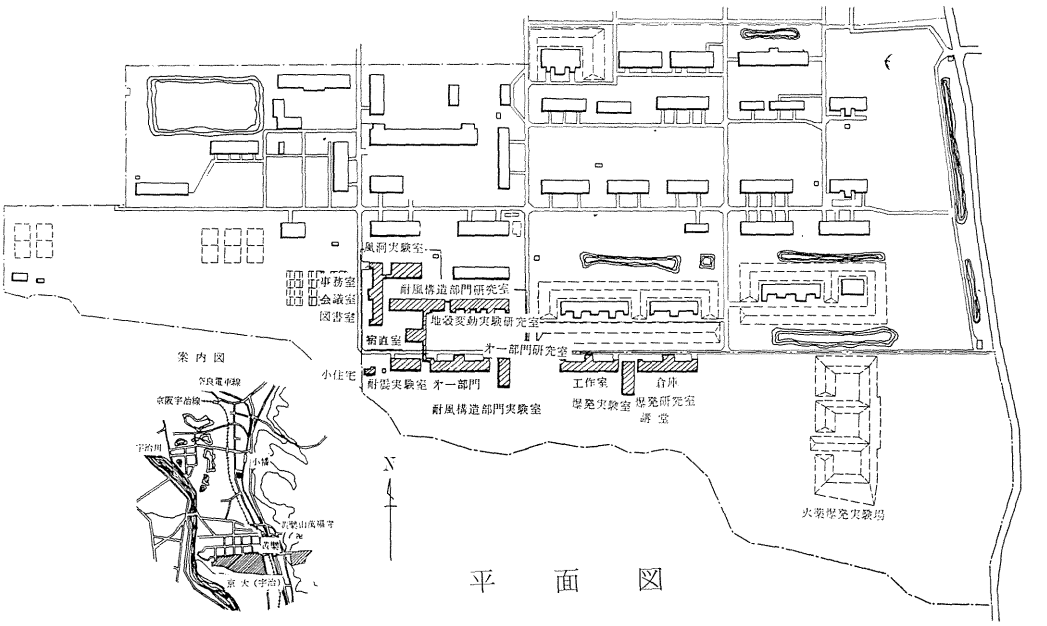


平　　面　　図

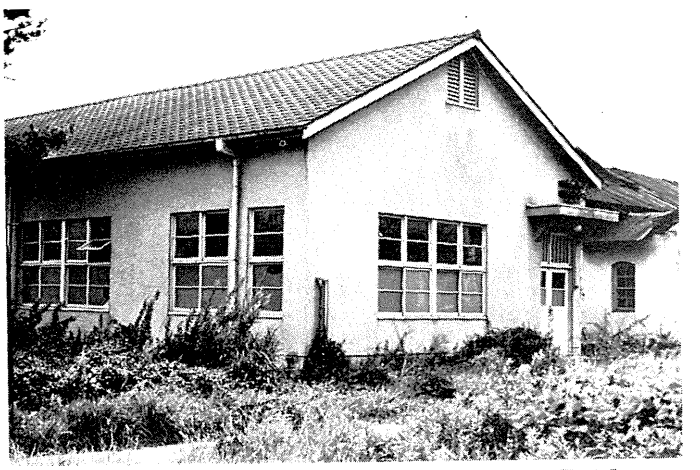


事　　務　　室

防災研究所（宇治）



平　面　図



研究室の一部

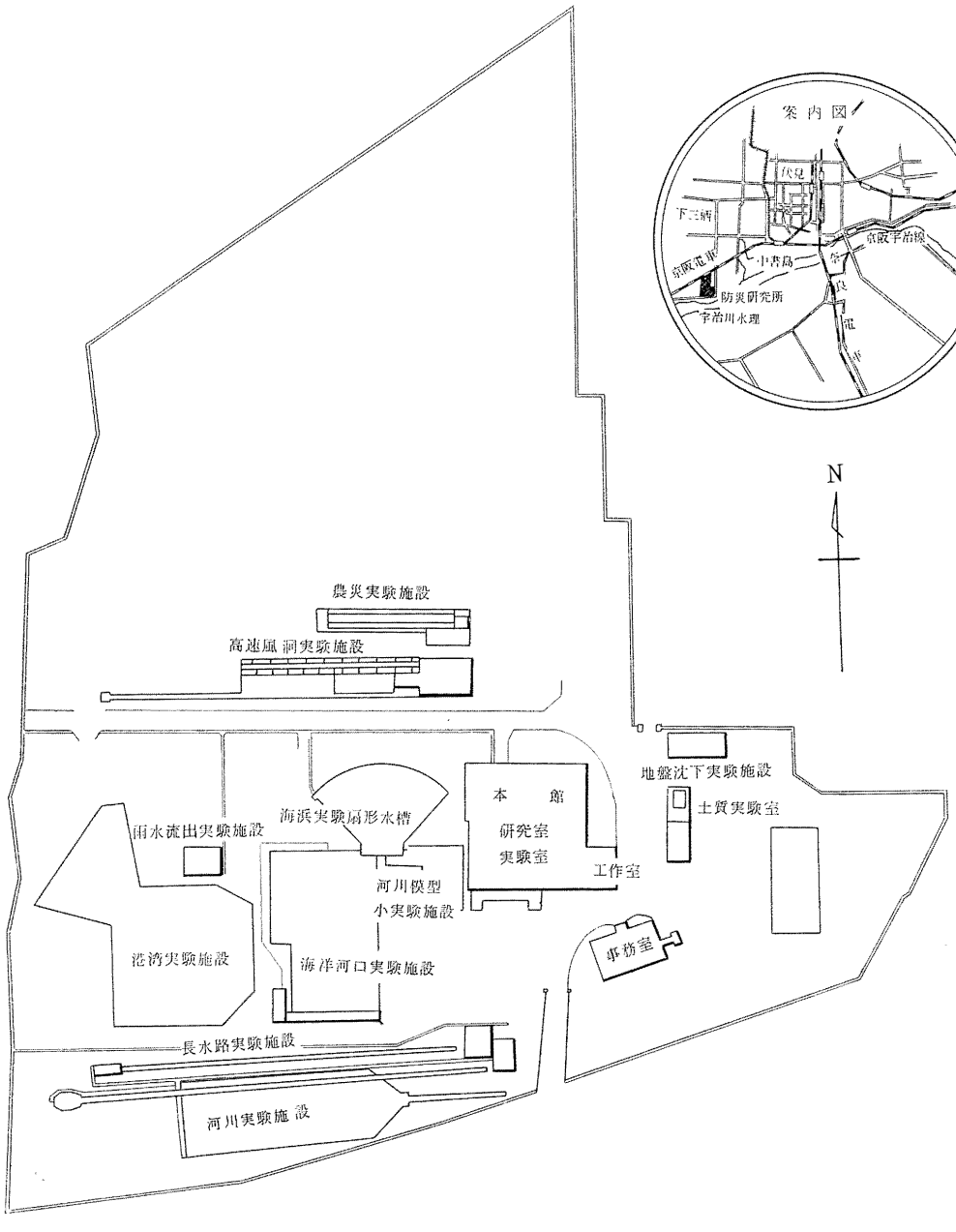
（1）



研究室の一部

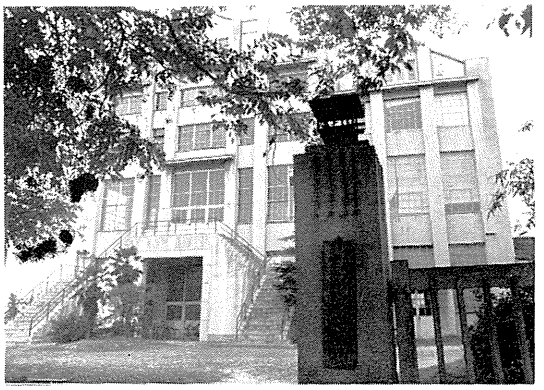
（2）

宇治川水理実験所（1）



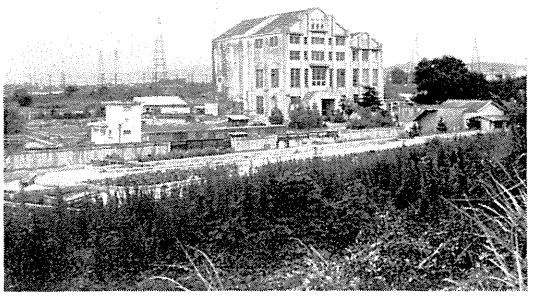
平　　面　　図

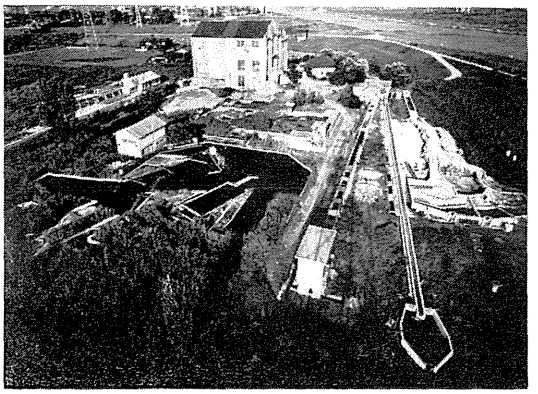
宇治川水理実験所（2）



正　　門

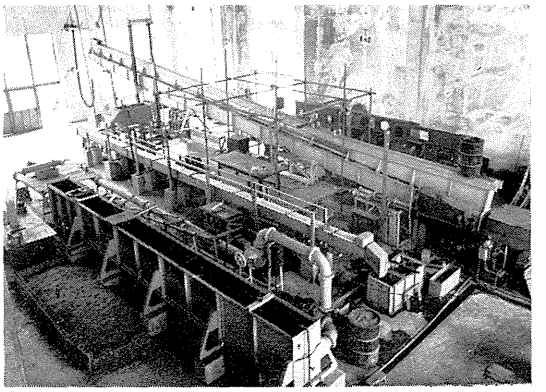
全　　景



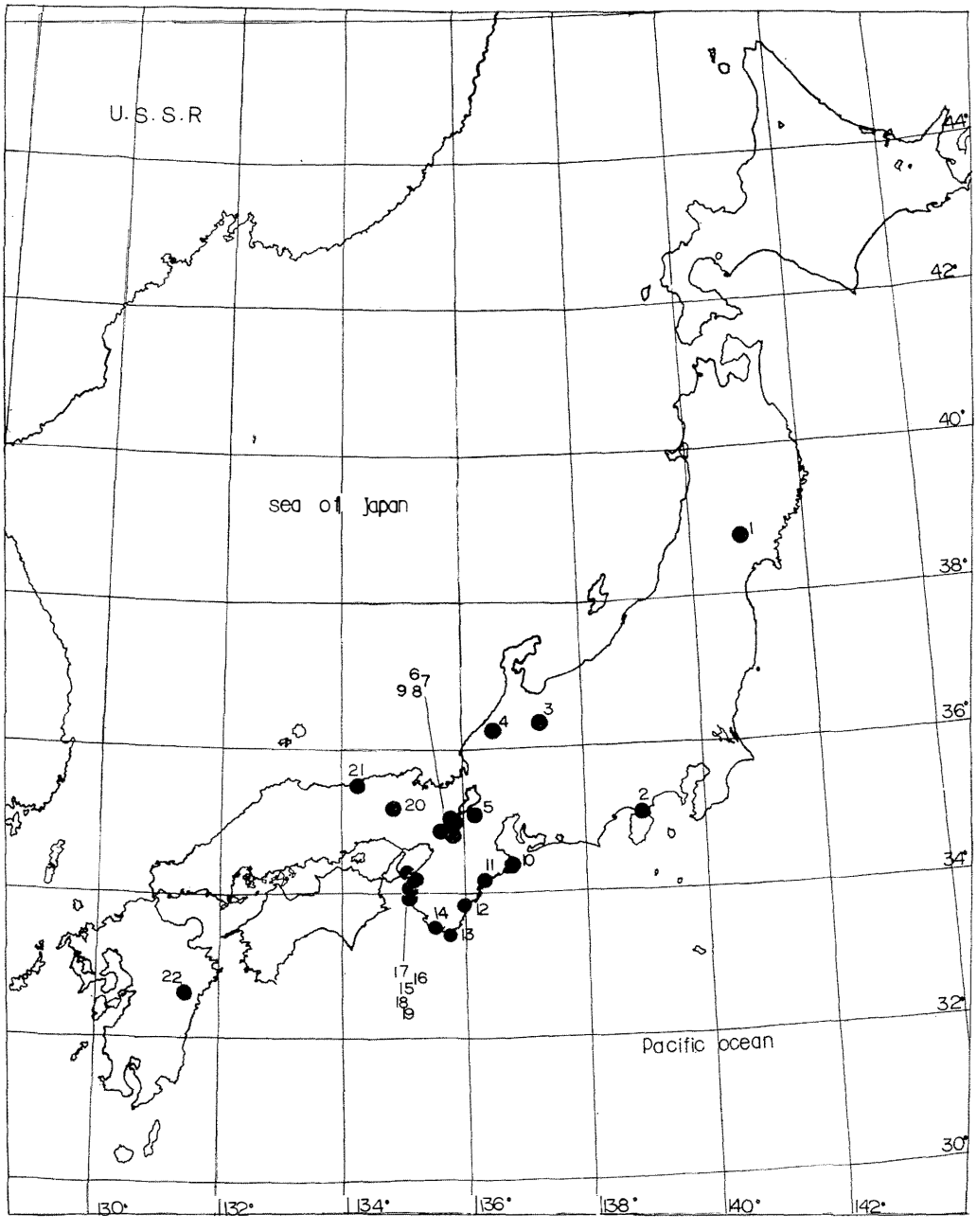


屋外実験施設全景

本館内実験室の一部



地 殻 変 動 観 測 所 （1）



分　　布　　図

1：細　倉，　2：伊豆長岡，　3：神　岡，　4：尾小屋，　5：土　倉，　6：上賀茂
7：逢坂山　8：井　手，　9：阿武山，　10：志　摩，　11：長　島，　12：紀　州
13：潮　岬，　14：周参見，　15：秋葉山，　16：大　浦，　17：加　太，　18：栖　原
19：由　良，　20：生　野，　21：鳥　取，　22：槙　峰

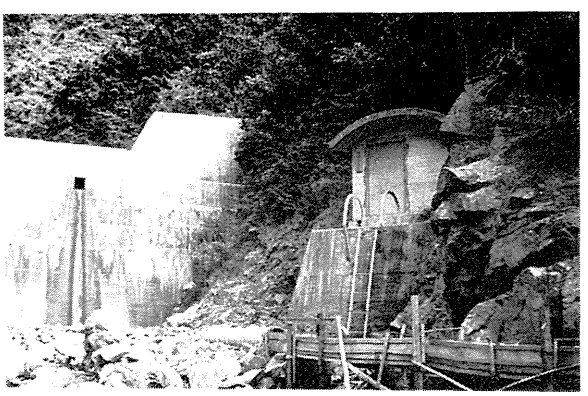
地殻変動観測所（2）

阿武山地震観測所



逢坂山観測所



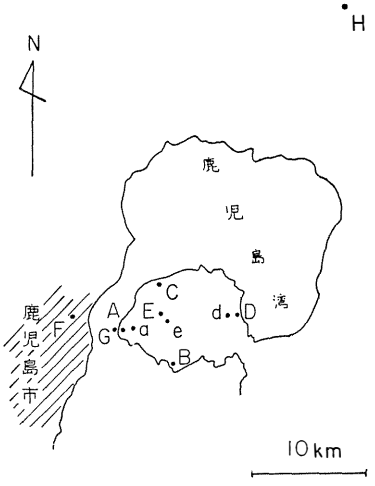


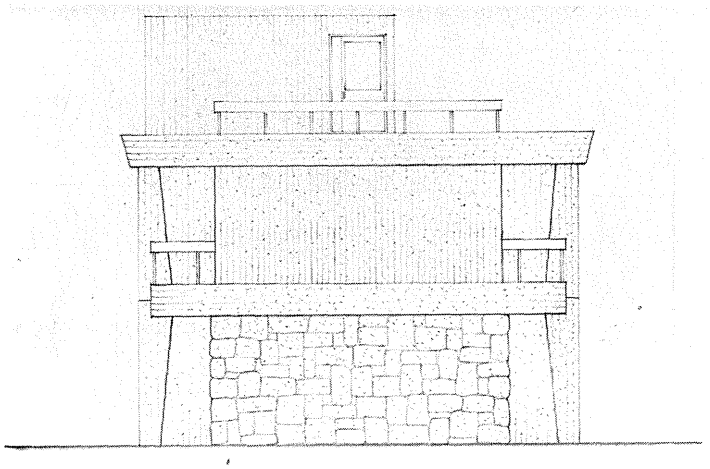
井手観測所

桜島火山観測所（1）

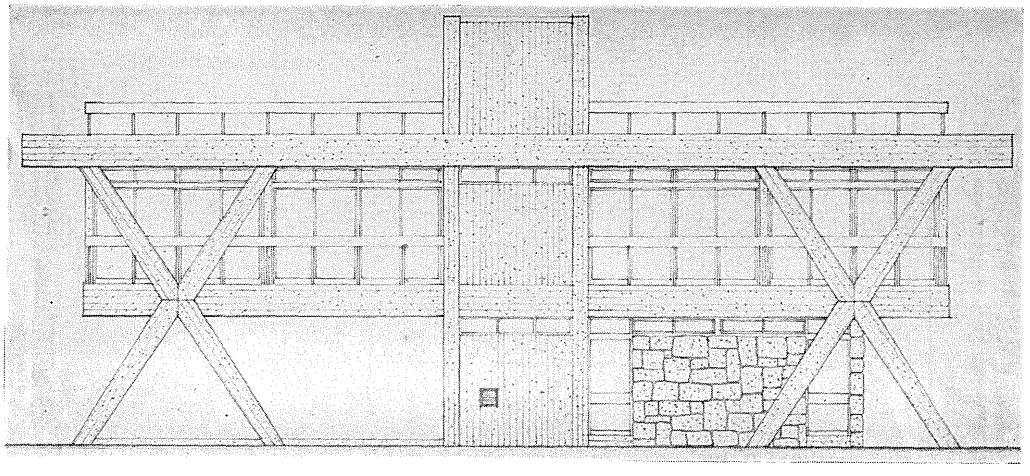
分　布　図

A：袴腰観測室，　B：東桜島観測室
C：西桜島観測室，　D：黒神観測室
E：山上観測室，　F：冷水観測室
G：袴腰検潮儀室，　a：小池地震計室
d：黒神地震計室，　e：引ノ平地震計室
H：霧島観測室



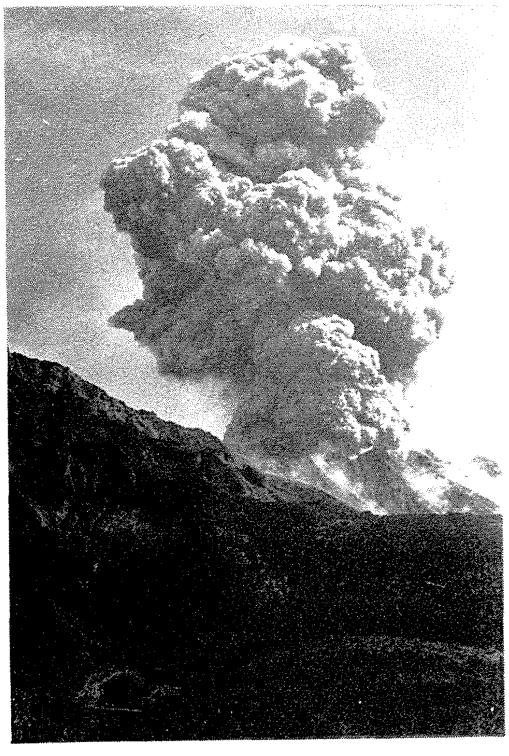


東　立　面



南　立　面　図

桜島火山観測所（2）



桜島火山



袴腰験潮儀室



袴腰観測室

目　　次

一心不動……京都大学総長　平澤　興
防災経国……元京都大学総長　鳥養利三郎
発刊の辞……佐々憲三
祝　辞……藤野清久
祝　辞……富地伝三郎
所　感……棚橋諒
所　感……速水頌一郎
創立拾周年を迎えて……矢野勝正
所　感……西村英一
研究所の建物及び施設
第1章　総　説……1
1．設立の趣意……1
2．沿　革……1
3．組織の変遷……4
第2章　研究施設……17
1．宇治川水理実験所……17
2．地殻変動観測所……29
3．桜島火山観測所……36
4．風洞実験室……37
5．潮岬風力観測所……38
6．海洋観測塔……39
第3章　組　織……41
1．事務室……41
2．第一部門……43
3．第二部門……47
4．第三部門……50
5．地殻変動部門……55
6．地こり部門……57
7．災害水文学部門……61
8．海岸災害防止部門……63
9．耐風構造部門……67
10．宇治川水理実験所……68
第4章　研究活動……71
1．地震予知に関する研究……71
2．地殻変動に関する研究……81

3．火山爆発に関する研究 …… 89
4．火災，爆発などに関する研究 …… 91
5．震害防禦軽減に関する研究 …… 96
6．風の構造及び耐風構造に関する研究 …… 111
7．土に関する災害防禦軽減の研究 …… 112
8．地盤災害に関する研究 …… 117
9．山地災害に関する研究 …… 120
10．災害に関する水文学的研究 …… 122
11．河川災害の防止軽減に関する研究 …… 134
12．海岸，海洋災害の防止軽減に関する研究 …… 142
13．水理模型実験に関する研究 …… 156
14．そ　の　他 …… 159
第5章　研究所刊行物 …… 161
1．Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute …… 161
2．記念論文集 …… 163
3．防災研究所年報 …… 164
回顧録および雑感 …… 167
参考資料 …… 190
1．諸　規　程 …… 190
2．財団法人防災研究協会 …… 190
3．わが国における近年の主な災害 …… 197

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年巨額に達する．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，軽減施設に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缺き，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26．3.31　法律第84号により京都大学に防災研究所付置される．

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

防災研究所設置委員会が設けられる．

委員長：鳥養利三郎

委　員：横山俊平，佐々木申二，本田要太郎，相橋　諒，佐々憲三，林　重憲，亀井三郎，石原藤次郎．

幹　事：内藤敏夫，水谷義雄，植野　寿．

26．4．1　工学部建築学教室内に事務室をおき，高槻阿武山地震観測所及び逢坂山地殻変動観測所などの研究施設をもって発足した．

26．6.15　設置委員会は協議員会規定（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．

協議員会規定が施行される（昭和26年11月8日制定）.

26. 7.11　豪雨のため逢坂山地殻変動観測所が災害をうける.

26. 9.17　結核研究所所属の中書島研究所の調査が開始される.

26.11. 8　防災研究所協議員会規定が制定される.

26.12　Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute No.1 が発行される.

27. 3　結核研究所所属の中書島研究所を防災研究所が引継ぐことに内定し，宇治川水理実験所と改名される.

昭和27年度

27. 4.10　所長選考内規が制定される.

27. 7.18　日高川上流地区に地震が発生（吉野地震）し，その後該地区において地殻変動の観測を行なう.

27.12.20　宇治川水理実験所において高潮実験施設が完成する.

28. 1.22　宇治川水理実験所拡充のため隣設地の買収方針を決定する.

昭和28年度　宇治川水理実験所において水害防止に関する研究施設の新営建設始まる（昭和28, 29, 30年度）.

28. 6.11　定例協議員会を第1木曜日正午と決定する.

28. 6　25日，北九州地区に大水害が発生，門司，小倉，久留米などにおいて調査を行なう.

28. 7　18，19日，有田川及び日高川地区に豪雨が発生し，由良観測所が被害をうける．また現地において水害の実態調査を行なう.

28. 8. 1　昭和28年文部省令第9号により，宇治川水理実験所に定員が配置される.

28. 8.14　山城地区に大豪雨発生し，井手観測所が被害をうける.

28. 9.24～25　台風13号により近畿地区に大水害が発生し，宇治川水理実験所が被害をうける.

昭和29年度

29. 6　23日の豪雨により，逢坂山観測所が被害をうける，

30. 2. 3　研究生および実習生に関する内規が制定される.

昭和30年度　機関研究により宇治川水理実験所に中央計測および自動制御装置が設置される．地殻構造および変動観測が特別事業として始まる.

30. 5. 7　矢野所長，ソ連，中共地区へ学術交流および視察のため出発する（6月16日まで）.

30. 8.26　矢野所長，国際水理学会に出席のため，オランダ，ハーグ市及びイギリス，フランス，イタリアに出発する（9月25日まで）.

30.10　台風22号による南九州地区の建物被害の調査を行なう.

31. 1.10　防災研究所委託研究規定が制定される.

昭和31年度　特殊研究により桜島火山観測が始まる（以後3年間）.

31. 6　桜島火山の予備観測を開始する.

31. 9　創立5周年記念事業を行なう.

31.10.16　速水教授，水理学の学術交流のため中共地区へ出張する（昭和31年11月17日まで）.

31.11.30　創立5周年記念論文集を発行する.

昭和32年度

32．6.11　横尾教授，米，英，ストックホルムに原子炉および付属施設調査研究のため出張する（昭和32年９月８日まで）．

32．7．1　I.G.Y. 始まる（昭和33年12月31日まで）．

32．7.17　岩垣助教授，水理学研究のため米国へ出張する（昭和33年９月２日まで）．

32．7　北九州に水害（諫早水害）が発生し，長崎，佐賀，諫早，熊本などにおいて現地調査を行なう．

32.11．9　第１回研究発表講演会を楽友会館において開催する．

昭和33年度　文部省令第13号により，地殻変動部門が設置される．

機関研究：土石流実験水路および土の実験装置．

33．4.30　協議員会にて防災研究所の宇治移転が発議される．

33．7.16　西村所長，地球潮汐に関する国際委員会に出席のため，ドイツ，ミュンヘンへ出張する（昭和33年９月３日まで）．

33.10.26　赤井助教授，西ドイツアーヘン工科大学及びノルウェーに土質力学研究のため出張する（昭和35年２月８日まで）．

33.11．1　第２回研究発表講演会が開催される．

34．1．1　I.G.C. が始まる（向１年）．

昭和34年度　文部省令第９号により，地こう部門が設置される．

特別事業：活火山観測，地球物理観測，I.G.Y. 資料センター及び資料整理．

34．9　26日，伊勢湾台風により大災害が発生し，災害の綜合的調査を行なう．

34．9.13　村山教授，ヨーロッパにおける土質力学および基礎工学研究調査のため，ドイツ他８カ国へ出張する（昭和34年11月８日まで）．

34.10．6　吉川宗治助教授，コロンボプランによる地震学指導のため，インドへ出張する（昭和36年９月２日まで）．

34.11．7　第３回研究発表講演会が開催される．

34.12．1　棚橋所長，トルコ，イタリー，フランス，スペインにおける回教建築工学，中世建築工学について研究調査並びに専門家とその意見交換及び会議に出席のため海外へ出張する（昭和35年１月10日まで）．

昭和35年度　文部省令36年第１号により災害水文学部門および桜島火山観測所が設置される．

白浜に海洋観測塔が設置される．

機関研究：高速風洞水槽，地盤沈下実験設備．

35．7.15～17　第２回世界地震工学会議が京都会館において開催される．

35.10.17　小堀助教授，建物の地震応答に関する地盤の効果についての研究並びに調査のため，アメリカへ出張する（昭和36年10月16日まで）．

35.10.27　石崎教授，構造物および耐風構造物に関する研究のため，アメリカ他５カ国へ出張する（昭和35年12月28日まで）．

35.11.19　第4回研究発表講演会が開催される．

昭和36年度　文部省令第15号により海岸災害防止部門および耐風構造部門が設置される．
防災科学研究事業：構造物に作用する風力測定事業，海岸津波の予知事業．
機関研究：ゲートの自動制御装置．

36．6　宇治分校跡へ移転が決定し，建物模様替修繕の予算が配当される．

36．9.16　第二室戸台風のため宇治分校跡および宇治川水理実験所が被害をうける．

36．9　第二室戸台風による風水害の被害調査を始める．

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）

(i) 機構表〔(　)内の数字は実務を行なっている人員数〕

所長
- 協議員会
- 第1部門　災害の理学的工学的基礎研究
  〔教授（専1）（併3）助教授（専1）助手（2）雇傭人（2）〕
- 第2部門　水害防止の綜合的研究
  〔教授（専1）（併1）助教授（専1）助手（1）〕
- 第3部門　震災・風災・火災及び雷災等防止軽減の研究
  〔教授（専1）（併1）助教授（併2）助手（1）〕
- 事務室
  〔事務官（1）雇傭人（3）常勤労務者（1）〕

(ii) 協議員

教授	棚橋　諒，	速水頌一郎，	矢野勝正
	松下　進，	石原藤次郎，	佐々憲三
	横尾義貫，	西村英一	

(iii) 職員

所長	棚橋　諒		
教授	棚橋　諒，	速水頌一郎，	矢野勝正
教授(併任)	松下　進，	石原藤次郎，	佐々憲三
	横尾義貫，	西村英一	
助教授	中川元弘，	小沢泉夫	
助教授(併任)	石崎澄雄，	近藤文治	
助手	高田理夫，	足立昭平，	渡辺清治
	山口真一		
事務主任	山田保夫		
会計主任	川勝安太郎		
雇傭人	松島昭吾，	牧　義彦	
	小林年夫，	渤海慈子	

常勤労務者　　服　部　行　蔵

現在（昭和36年８月１日現在）

（i）　機　構　表　〔(　)内の数字は実務を行なっている人員数〕

所長 ― 協議員会
- 第１部門　〔教授(併１) 助教授(専２)(併３) 助手(専２)(併１) 技官(１) 技術員(２) 技能員(２) 技術補佐員(１)〕
- 第２部門　〔教授(専１)(併１) 助教授(専１) 非常勤講師(１) 助手(０) 技能補佐員(１)〕
- 第３部門　〔教授(併１) 助教授(専２) 非常勤講師(１) 助手(０)〕
- 地殻変動部門　〔教授(併１) 助教授(専２) 助手(専２)(併３) 技官(１) 技術員(１) 事務補佐員(１) 技能補佐員(５)〕
- 地すべり部門　〔教授(専１)(併１) 助教授(専１) 助手(専２) 技術員(１)〕
- 災害水文学部門　〔教授(専１)(併１) 助教授(専１) 助手(専１) 技能員(０) 技能補佐員(１)〕
- 海岸災害防止部門　〔教授(専１)(併２) 助教授(専１)(併１) 非常勤講師(１) 助手(専２) 技術員(１)〕
- 耐風構造部門　〔教授(専１)(併１) 助教授(専１)(併１) 非常勤講師(１) 助手(専２) 技能員(１)〕
- 宇治川水理実験所　〔助教授(専２) 助手(専３) 技官(１) 技術員(２) 技能員(１) 用務員(１) 技術補佐員(１) 技能補佐員(３)〕
- 桜島火山観測所　〔助手(専１) 技術員(１) 技能補佐員(１)〕
- 地殻変動観測所　〔22カ所〕
- 事務室　〔事務官(３) 事務員(２) 技能員(２) 事務補佐員(２) 見習員(１)〕

（ii）　協　議　員

教　　授	佐々憲三，村山朔郎，矢野勝正 石崎潑雄，岩垣雄一，石原安雄 松下　進，石原藤次郎，林　重憲 友近　晋，棚橋　諒，横尾義貫 速水頌一郎，西村英一，山田彦児

（iii）　職　　員

所　　長	佐々憲三
教　　授	村山朔郎，矢野勝正，石崎潑雄 岩垣雄一，石原安雄
教授(併任)	松下　進，石原藤次郎，友近　晋 佐々憲三，棚橋　諒，横尾義貫 速水頌一郎，西村英一，山田彦児
助教授	足立昭平，小堀鐸二，吉川宗治 岸本兆方，高田理夫，金多　潔 柴田　徹，角屋　睦，三雲　健 樋口明生，土屋義人，南井良一郎 高棹琢馬
助教授(併任)	小沢泉夫，若園吉一，久保寺　章 国司秀明，山元龍三郎

非常勤講師	安藤直次郎,	畠山直隆,	椹木亨
	奥田節夫		
助手	川村純夫,	吉川圭三,	藤原俊郎
	吉田幸三,	今尾昭夫,	柿沼忠男
	田中寅夫,	光■寧,	松岡輝昌
	西勝也,	米村正己,	橋爪道郎
	軽部大蔵,	井上雅夫,	中野正吉
助手(併任)	大塚道男,	中川一郎,	加茂幸介
	田中豊		
事務長	高田喜三次		
会計掛長	船越芳造		
庶務主任	牧義彦		
技官	北村俊吉,	谷泰雄,	西正男
事務員	柏山慈子,	藤田健男	
技術員	津嶋吉男,	小林年夫,	今井繁一
	久下元一,	角田吉弘,	中村俊造
	矢木昭雄		
技能員	小泉信三,	津島明子,	北川吉男
	多中勝美,	藤井伸三,	羽野淳介
用務員	勝木こま		
事務補佐員	阿閉裕子,	桐村富士夫,	中川淳之
技術補佐員	土屋祥子,	桐村義昭	
技能補佐員	小林誠,	山田勝,	石■光枝
	長谷川久■子,	平賀太郎,	村川京子
	松尾成光,	園田忠惟,	松村律子
	辻本行雄,	永田敏治	
見習員	村尾紘一		

(2) 土地および建物の変遷

(i) 土　　地

昭28. 10. 20

京都市伏見区横大路下三栖里の内9,398坪28を結核研究所伏見分所より用途変更

昭31. 3. 27

同上の隣接地701坪77を関西電力株式会社より購入　　計　10,100坪05

(ii) 建　　物

1) 宇治川水理実験所構内(京都市伏見区横大路下三栖)

昭28. 10. 20　結核研究所より引継

事　務　室　：　木造平家建　　建延　48 坪

便　　所　：　〃　　〃　〃　3 〃

研究室及び実験室　：　鉄骨コンクリート造三階建　　〃　245 〃　〃　567 〃

工　作　室　：　鉄骨造平家建　　〃　〃　19 〃

昭 29. 3. 10　新　築

高水槽上屋　：　木造平家建　　建延　11 坪

昭 31. 3. 20　新　築

砂　篩　室　：　木造平家建　　建延　5 坪

ポンプ室及び気象観測室：鉄筋コンクリート 2 階建　　〃　6 〃　〃　8 〃

昭 32. 3. 15　新　築

土壌実験室　：　コンクリートブロック一部鉄筋コンクリート平家建　　建延　29 坪

昭 36. 6. 30　財団法人防災研究協会より寄附受入

高速風洞水槽機械室　：　鉄骨造平家建　　建延　36 坪

昭 36. 9. 13　財団法人防災研究協会より寄附受入

地盤沈下実験室　：　組立パイプ造平家建　　建延　23 坪

計　　建坪　425 坪，　延坪　749 坪

2）本部構内（京都市左京区吉田本町）

昭和 28 年事務局より引継

事　務　室　：　木造平家建　　建延　27 坪

昭和 33 年理学部より引継

地殻変動研究室　：　煉瓦造平家建　　建延　43 坪

風洞実験室　：　木造平家建　　〃　〃　47 〃

地震観測実験室　：　〃　　〃　〃　13 〃

便　　所　：　〃　　〃　〃　2 〃

計　　建坪　132 坪

3）宇治構内（宇治市五ケ庄）

昭和 36 年 9 月分校より引継（手続中）

宿直室，便所，物置　：　木造平家建　　建　34 坪

地殻変動実験研究室　：　鉄筋コンクリート平家建　　〃　130 〃

第三部門及び第一部門実験室　：　煉瓦造平家建　　〃　122 〃

耐風構造部門研究室　：　木造平家建　　〃　115 〃

耐震実験室　：　〃　　〃　65 〃

倉　　庫　：　煉瓦造平家建　　〃　119 〃

第一部門研究室　：　木造平家建　　〃　60 〃

工作室，爆発実験室 ： 煉瓦造平家建	建	117 坪
爆発研究室，講堂 ： 木造平家建	〃	81 〃
風 洞 実 験 室 ： 〃	〃	83 〃
事務室，会議室，図書室 ： 煉瓦造平家建	〃	115 〃
小 使 室 ： 木造平家建	〃	9 〃
便 所 ： 〃	〃	1 〃
渡 廊 下 ： 〃	〃	23 〃
計	建坪	1,074 〃

（3） 定 員 の 変 遷

昭 26. 4 . 1 研究所設置に伴ない，

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 名減

昭 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 計 3 名増

昭 29. 4 . 1 研究所整備のため，

助教授 1，助手 1，雇員 2，計 4 名増

昭 30. 7 . 1 研究所整備のため，助手 2，増

昭 31. 4 . 1 行政整理のため，雇員 1 名減

昭 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，計 7 名増

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，雇員 1，増；雇員 3，減 計 2 名増

昭 34. 9 . 1 地こう部門設置のため，

教授 1，助教授 1，助手 2，雇員 1，計 5 名増

昭和 34 年度 定員振替のため，雇員 2 名増

昭 35.12.26 災害水文学部門設置並びに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，計 7 名増

昭和35年度 定員振替その他のため，傭人 1 名増

昭 36. 4 . 1 耐風構造部門並びに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，計 12 名増

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 計 7 名増

上記のような変遷の結果，現在の定員はつぎのようになった．

教授 8，助教授 10，助手 18，事務官 3，技官 3，雇員 18，傭人 4，計 64 名

（4）予算の変遷

昭和26年度

一般予算	5,545,227円
人件費	2,392,479
物件費	3,152,748
職員旅費	170,460
教官研究費	2,581,200
創設設備費	400,000
地震調査費	20,000
逢坂山観測所水害備品復旧費	100,000
庁費その他	160,795
共通経費	△ 7,040
本部経費	△ 191,058
節減額	△ 81,609
科学研究費補助金	0
営繕関係予算	
事務室間仕切取設工事	93,000

昭和27年度

一般予算	7,202,836円
人件費	3,851,547
物件費	3,351,289
職員旅費	98,940
教官研究旅費	85,670
教官研究費	2,311,200
日高川地殻変動調査費	150,000
宇治川水理実験所電話設置費	50,000
逢阪山観測所経費	200,000
阿武山及井出観測所経費	100,000
モンロー計算機購入費	500,000
庁費その他	208,047
共通経費	△ 41,888
本部経費	△ 176,980
節減額	△ 133,700
科学研究費補助金	460,000
各個研究	160,000
試験研究	300,000
営繕関係予算	2,527,100
宇治川水理実験所一部改修工事	1,400,000
〃　電気配線工事	799,000
阿武山地震観測所陸屋根其他修繕	123,100
宇治川水理実験所窓其他修繕工事	205,000

昭和28年度

一般予算	11,418,737円
人件費	5,035,407
物件費	6,383,330
職員旅費	52,240円
教官研究旅費	73,250
教官研究費	2,655,900
傾斜計購入費	250,000
井手及由良観測所水害復旧費	1,000,000
北九州水害調査費	150,000
地殻変動観測経費	500,000
宇治川水理実験所設備費	1,604,000
庁費その他	335,470
共通経費	△ 58,970
本部経費	△ 178,560
科学研究費補助金	700,000
各個研究	80,000
試験研究	620,000
営繕関係予算	10,378,000
宇治川水理実験所模様替修繕工事	2,350,000
事務室修繕工事	489,000
〃　電気配線修繕工事	39,000
宇治川水理実験所河川分合流実験水路風洞水槽施設工事	992,000
〃　高水槽其他新設	3,450,000
〃　電気配線工事	995,000
〃　給水配管等工事	554,000
〃　ピット取設其他工事	160,000
〃　風洞其他新設工事	1,050,000
〃　屋内帰還水路其他取設工事	83,000
〃　護岸水制模型床固実験水路取設工事	216,000

昭和29年度

一般予算	13,395,668円
人件費	6,501,826
物件費	6,893,842
職員旅費	64,340
教官研究旅費	102,620
教官研究費	3,059,630
逢坂山及井手観測所被害復旧費	150,000
宇治川水理実験所維持費	200,000
地殻変動観測所維持費	500,000
研究所設備充実費	
動電型振動台購入費	1,850,000
井手観測所落盤被害復旧費	950,000
庁費その他	357,010
共通経費	△ 113,658
本部経費	△ 226,100
科学研究費補助金	870,000
各個研究	320,000
試験研究	550,000
営繕関係予算	7,669,280

宇治川水理実験所構内整地直営工事		299,880円
〃	実験用給水配管等工事	740,000
〃	動力配線工事	589,000
〃	実験用ポンプ取設等工事	250,000
〃	第一低水槽水替その他	48,500
〃	第一低水槽防水コンクリートその他工事	100,000
〃	構内防風林植樹工事	58,000
〃	波起装置取設工事	1,080,000
〃	豪雨発生装置其他取設工事	1,030,000
〃	第一高水槽空気配管等工事	82,000
〃	地下水水理実験施設其他工事	370,000
〃	地下水水理実験施設給水配管工事	201,000
〃	河川分合流実験施設水路改造工事	132,000
〃	実験用渦巻ポンプ製造請負	792,000
〃	実験用自動制禦調整弁製造請負	395,000
〃	実験用自動制禦流量記録調節計製造請負	476,900
〃	実験用自動制禦調整弁(6吋，8吋)製造請負	355,000
〃	地下水理実験施設其他工事	190,000
井手地殻変動観測所坑道内部補修工事		480,000

昭和30年度

一般予算		16,445,911円
人件費		7,155,110
物件費		9,290,801
職員旅費		50,900
教官研究旅費		100,960
教官研究費		3,011,880
特別事業費		
地殻変動調査費		1,349,000
ユニバーサル型三軸圧縮試験機購入費		1,030,000
磁気録音式四素子地震計購入費		2,100,000
中型自動車購入費		1,050,000
宇治川水理実験所観測維持費		500,000
庁費その他		483,120
共通経費		△ 51,399
本部経費		△ 333,660
科学研究費補助金		9,350,000
機関研究		8,400,000
試験研究		950,000
営繕関係予算		10,805,000
宇治川水理実験所機械室等新営其他工事		2,600,000
〃	実験用自動制御調整弁(5吋，2吋)製造請負並びに供給	340,000
〃	機械室電気配線その他工事	488,000
宇治川水理実験所機械室ポンプ配管等工事		1,980,000円
〃	計器盤取設その他工事	437,000
〃	可動勾配水路新設工事	1,487,000
〃	2階床模様替工事	560,000
〃	本館1階電灯工事	64,000
〃	機械室等新営其他工事	2,600,000
〃	用地購入費	249,000

昭和31年度

一般予算		17,397,938円
人件費		8,077,200
物件費		9,320,738
職員旅費		51,900
教官研究旅費		107,590
教官研究費		3,646,170
受託研究費		219,100
特別事業費		
地殻変動調査費		1,498,000
宇治川水理実験所維持費		1,000,000
桜島火山爆発予知研究観測設備費		1,660,000
五周年記念論文集刊行費		220,000
地殻変動調査費補足		300,000
庁費その他		1,058,130
共通経費		△ 46,252
本部経費		△ 393,900
科学研究費補助金		1,090,000
各個研究		380,000
助成研究		60,000
試験研究		650,000
営繕関係予算		15,096,958
宇治川水理実験所土壌実験室新営其他工事		4,400,000
〃	長水路波起装置取設其他工事	1,310,000
〃	土壌実験用傾斜壁其他取設工事	1,270,000
〃	土壌実験室電気配線工事	239,000
〃	敷地整地工事	408,958
〃	本館1階電気配線工事	75,000
〃	高水槽給水設備工事	595,000
〃	囲境柵取設其他工事	299,000
〃	可動勾配水路砂補給装置取設工事	520,000
〃	海洋河口実験水路用計量水槽其他取設工事	270,000
〃	土壌実験室新営其他工事	4,400,000
〃	長水路波起装置取設其他工事	1,310,000

昭和32年度

一般予算		20,729,400円
人件費		8,906,650

物　件　費	11,822,750円
職　員　旅　費	55,320
教官研究旅費	109,260
教官研究費	3,735,960
特別事業費	
地殻変動調査費	1,512,000
宇治川水理実験所経費	1,000,000
桜島火山爆発予知研究観測設備費	3,000,000
高感度重力変化計製作費	1,100,000
庁費その他	1,396,840
国際地球観測年事業費	467,000
共　通　経　費	△　72,890
本　部　経　費	△ 480,740
科学研究費補助金	
試　験　研　究	500,000
営繕関係予算	452,000
逢坂山隧道間仕切取設工事	250,000
井手観測所坑道内修繕工事	180,000
宇治川水理実験所暗室排気扇取設工事	22,000

昭和33年度

一　般　予　算	27,745,530円
人　件　費	11,350,630
物　件　費	16,394,900
職　員　旅　費	131,700
教官研究旅費	146,970
教官研究費	5,709,990
特別事業費	
地殻構造及変動観測費	1,464,000
宇治川水理実験所経費	970,000
地殻変動部門増設設備費	1,500,000
特殊研究費	
桜島火山爆発予知研究費	900,000
研究用器機整備費	
宇治川水理実験所設備費	2,000,000
風災防止研究風洞整備費	1,400,000
超高感度超長周期電流計及遠隔記録器購入費	250,000
桜島火山観測用車購入費	172,000
庁費その他	1,369,570
国際地球観測年事業費	1,160,000
共　通　経　費	△ 172,190
本　部　経　費	△ 607,140
科学研究費補助金	6,800,000
機　関　研　究	6,500,000
試　験　研　究	300,000
営繕関係予算	
海洋研究室建物補修工事	330,000

昭和34年度

一　般　予　算	42,012,004円
人　件　費	14,145,096
物　件　費	27,866,908
職　員　旅　費	115,240
教官研究旅費	250,540
教官研究費	9,235,940
特別事業費	
地殻構造及変動観測費	1,418,000
活火山観測費	1,497,000
地球物理観測経費	2,408,000
ＩＧＹ資料センター及資料整理費	721,000
宇治川水理実験所経費	941,000
地こり部門増設設備費	1,500,000
研究用器機整備費	
高感度電磁式三成分地震記録器購入費	1,440,000
ＧＳＩ型振子式重力計購入費	3,150,000
カシオリレー計算機購入費	3,800,000
伊勢湾台風被害調査費	700,000
特殊経費	
桜島火山観測所三点観測経費	355,000
庁費その他	1,398,958
共　通　経　費	△　78,750
本　部　経　費	△ 985,020
科学研究費補助金	1,830,000
各　個　研　究	210,000
総　合　研　究	820,000
試　験　研　究	800,000
営繕関係予算	835,000
宇治川水理実験所講義室を地こり研究室に模様替	345,000
井手観測所観測室電気配線改修工事	125,000
〃　その他補修工事	365,000

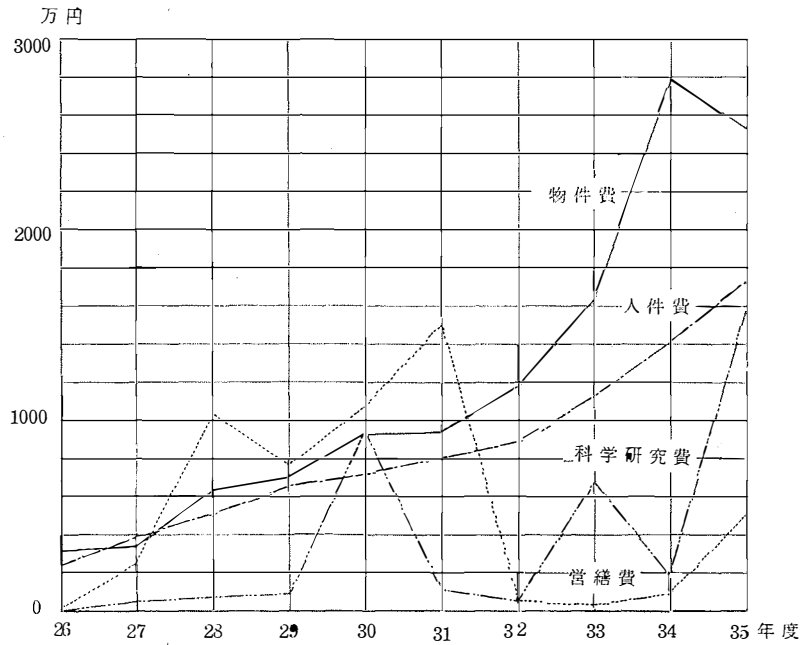
昭和35年度

一　般　予　算	42,581,742円
人　件　費	17,375,730
物　件　費	25,206,012
職　員　旅　費	158,530
教官研究旅費	282,210
教官研究費	11,889,840
特別事業費	
地殻構造及変動観測費	1,418,000
活火山観測費	1,497,000
地球物理観測費	2,002,000
ＩＧＹ資料センター及資料整理費	698,000
工　場　経　費	1,070,000
災害水文学部門増設設備費	1,500,000

研究用器機整備費	
ＳＳＢ式無線装置購入費	2,600,000
地震計用磁気録音記録器購入費	1,400,000
ＸＹレコーダー購入費	900,000
精密ヘテ■ダイン周波計購入費	500,000
庁費その他	788,262
共通経費	△ 155,920
本部経費	△1,341,910
科学研究費補助金	16,100,000
機関研究	15,300,000
試験研究	800,000
営繕関係予算	5,117,000
宇治川水理実験所本館屋根補修工事	550,000
高速風洞水槽及煙風洞電気配線工事	698,000
高潮風浪研究用海中観測塔新営工事	3,869,000

注記，営繕関係予算は主な営繕工事実施額を掲上した．

なお**図―1．1**は物件費，人件費，科学研究費及び営繕費の年度変化を示したものである．



図―1．1　予算変遷図

（5）職員の変遷

所　　長

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	
速水頌一郎	30．8．26～30．9．27	（事務代理）
西村英一	32．5．1～34．4．30	
矢野勝正	33．7．16～33．9．3	（事務代理）
棚橋　諒	34．5．1～36．3．31	
西村英一	34．11．30～35．1．11	（事務代理）
佐々憲三	36．4．1～	

職　　員

就任年月日	氏　　名	事　　項	そ　の　後　の　移　動
26.4.16	山　田　保　夫	事務主任（理学部より配置換）	31.4.1 ウイルス研究所事務主任に配置換
4.21	棚　橋　　諒	教授（工学部より配置換）	28.5.1 工学部教授に配置換，併任教授（工学部）
〃　〃	松　下　　進	兼任教授（理学部）	
〃　〃	石原藤次郎	兼任教授（工学部）	
〃　〃	岡　々　憲　三	兼任教授（理学部）	
〃　〃	畑　中　元　弘	助教授（工学部より配置換）	30.4.1 神戸大学へ配置換，30.6.1 併任 非常勤講師（神戸大学），36.3.31 併任解除
5.1	川勝安太郎	会計主任（技術課より配置換）	27.6.1 事務官昇任，27.10.1 会計掛長昇任，35.8.20 薬学部に配置換
〃　〃	小　林　年　夫	工務員（採用）	36.4.1 技術員に配置換
5.16	松　島　昭　吾	雇・技術（採用）	32.6.16 理学部へ配置換
〃　〃	牧　　義　彦	雇・事務（採用）	28.5.1 庶務主任，33.9.1 事務官昇任
〃　〃	渤　海　慈　子	技術員（採用）（邦文タイピスト）	29.5.16 雇昇任，33.6.18 改姓（柏山）
〃　〃	本　田　利　夫	常勤労務者（採用）	27.1.12 辞職
6.1	速水頌一郎	教授（理学部より配置換）	31.10.16 理学部へ配置換，31.12.1 併任教授（理学部）
〃　〃	小　沢　泉　夫	助教授（採用）	32.6.16 理学部へ配置換，併任助教授（理学部）
〃　〃	高　田　理　夫	助手（採用）	34.3.1 助教授昇任
〃　〃	足　立　昭　平	助手（採用）	28.10.1 助教授昇任
〃　〃	渡　辺　清　治	助手（採用）	28.10.31 辞職（KK 大林組）
〃　〃	藤　尾　義　貫	兼任教授（工学部）	28.6.1 教授（工学部より配置換），34.1.1 工学研究所へ配置換，34.2.1 併任教授（工学研究所）
6.16	石　崎　潑　雄	兼任助教授（神戸大学）	28.4.16 助教授（神戸大学より配置換），34.3.1 教授昇任
8.16	山　口　真　一	助手（採用）	34.2.16 防衛庁へ出向
〃　〃	西　村　英　一	兼任助教授（理学部）	26.10.16 兼任教授（理学部），31.12.1 教授（理学部より配置換），35.3.1 理学部へ配置換，併任教授（理学部）
〃　〃	近　藤　文　治	兼任助教授（工学部）	32.1.1 併任助教授解除
10.1	矢　野　勝　正	教授（経済安定技官より配置換）	
12.16	服　部　行　蔵	常勤労務者（採用）	30.9.1 雇昇任，31.4.1 運輸省へ出向
27.4.1	馬　場　善　雄	併任助教授（大阪大学）	31.6.1 併任助教授解除
9.1	林　　重　憲	協議員（工学部）	
28.4.1	長谷川静江	作業員（採用）	32.6.30 辞職
5.1	友　近　　晋	併任教授（理学部）	
〃　〃	村　山　朔　郎	併任教授（工学部）	34.4.1 教授（工学部より配置換）
6.1	斎　田　市　三	作業員（採用）	32.2.1 理学部へ配置換
7.1	細山謙之輔	併任助手（理学部）	32.4.30 併任助手解除
〃　〃	岩　佐　義　朗	併任助手（工学部）	29.3.31 併任助手解除

就任年月日	氏　名	事　項	その後の移動
28.9.16	石原安雄	併任非常勤講師（神戸大学）	34.4.16 助教授(神戸大学より配置換),36.4.1 教授昇任
10.1	国司秀明	助手（採用）	32.11.16 理学部に配置換，併任助手(理学部)，33.3.16 併任講師（理学部）34.2.16 併任助教授（理学部）
11.1	山肩邦男	助手（採用）	32.2.1 京都工芸繊維大学へ出向
〃 〃	山田彦児	併任非常勤講師（九州大学）	35.3.31 併任解除，35.10.16 併任教授（工学部）
29.3.1	今井繁一	作業員（採用）	29.6.1 傭人昇任，36.4.1 技術員に配置換
〃 〃	伊藤芳朗	作業員（採用）	32.6.1 理学部へ配置換，32.7.1 併任雇(理学部)，33.4.1 助手(理学部より配換置)，34.3.31 辞職（関東学院大学就職）
〃 〃	勝木こま	作業員（採用）	36.4.1 用務員（傭人）配置換
〃 〃	大同淳之	作業員（採用）	29.6.1 雇昇任，31.4.1 助手昇任，36.8.1 工業教員養成所へ配置換
〃 〃	牧　俊彦	作業員（採用）	30.9.16 工学部へ配置換
〃 〃	安馬公男	作業員（採用）	36.1.1 雇昇任，36.4.16 医学部附属病院へ配置換
5.16	樋口明生	助手（採用）	36.4.1 助教授昇任
6.1	岩垣雄一	併任助教授（工学部）	31.6.1 助教授（工学部より配置換），35.4.1 教授昇任
〃 〃	小堀鐸二	併任助教授（工学部）	36.4.1 助教授（工学部より配置換）
7.1	小泉信三	作業員（採用）	34.5.1 雇昇任
30.4.1	赤井浩一	助教授（工学部より配置換）	35.3.1 工学部へ配置換
10.1	金丸昭治	助手(工学部より配置換)	31.4.1 金沢大学へ出向
31.4.1	北村一雄	事務主任（医学部より配置換）	33.4.1 会計課へ配置換
4.16	山本順一	雇（採用）	33.3.16 助手昇任，36.3.31 辞職(日本道路公団就職)
〃 〃	谷　泰雄	作業員（採用）	33.3.16 教務員採用，34.5.1 技官昇任
5.1	一戸時雄	併任講師（理学部）	
7.1	久下元一	作業員（採用）	33.4.1 雇昇任
〃 〃	角田吉弘	作業員（採用）	36.1.1 雇昇任
12.15	岡部　茂	併任非常勤講師（鳥取大学）	34.1.31 併任解除
32.2.1	吉川圭三	作業員（理学部より配置換）	32.6.16 助手昇任
〃 〃	川村純夫	助手（採用）	
4.1	中村俊造	臨時作業員（採用）	32.7.1 作業員採用，36.1.1 雇昇任
〃 〃	森本喜一郎	併任雇（理学部）	
〃 〃	伊藤孝夫	臨時作業員（採用）	32.8.25 辞職
6.1	岸本兆方	併任助手（理学部）	33.4.1 助教授（理学部より昇任配置換）
〃 〃	神月　彰	併任助手（理学部）	34.12.16 併任講師（理学部）
6.16	吉川宗治	助教授（理学部より配置換）	
〃 〃	鈎　卯三郎	作業員（採用）	33.4.16 理学部へ配置換
11.1	津島明子	臨時技能員（採用）	33.4.16 技能員採用，34.7.9 雇昇任

就任年月日	氏　名	事　項	その後の移動
32.11.16	柴田はるの	臨時用務員（採用）	33.4.25 辞職
33.4.1	矢木昭雄	技術員（採用）	
〃 〃	北村俊吉	技官（理学部助手より配置換）	
〃 〃	中川一郎	助手（採用）	35.4.1 理学部へ配置換，35.7.16 併任助手（理学部）
〃 〃	高地喜三次	事務長（化学研究所より配置換）	
4.16	津嶋吉男	技能員（理学部より配置換）	36.4.1 技術員配置換
5.1	大塚道男	併任助手（理学部）	
〃 〃	三雲健	併任助手（理学部）	25.4.1 助教授（理学部より昇任配置換）
〃 〃	横田幹子	臨時技術員（採用）	36.5.8 改姓（土屋）
6.1	西正男	技術員（理学部より配置換）	34.7.1 技官昇任
10.1	若園吉一	併任助教授（工学部）	
10.16	広沢寿栄	用務員（採用）	35.2.29 辞職
34.1.1	小林誠	臨時用務員（採用）	36.4.1 技能補佐員配置換
3.1	角屋睦	助手（採用）	35.4.1 助教授昇任
〃 〃	阿閉裕子	臨時事務員（理学部より配置換）	
4.1	金多潔	助教授（工学部より配置換）	
〃 〃	田中豊	助手（採用）	36.4.1 理学部へ配置換，併任助手（理学部）
〃 〃	吉田幸三	助手（採用）	
〃 〃	菊池茂智	助手（採用）	36.4.1 理学部へ配置換
〃 〃	藤原俊郎	助手（採用）	
〃 〃	村尾紘一	臨時用務員（採用）	
5.16	宮崎次憲	技能員（採用）	35.8.31 辞職
6.16	久保寺章	併任助教授（理学部）	
7.1	山田勝	臨時用務員（採用）	36.4.1 技能補佐員配置換
8.16	迫幹雄	臨時技能員（採用）	
9.1	野田英明	助手（採用）	35.4.1 工学部へ配置換
10.16	桐村富士夫	臨時事務員（採用）	
35.3.1	藤井伸三	技能員（採用）	36.4.1 技能員（雇）配置換
3.16	柴田徹	助教授（工学部より配置換）	
4.1	椹木亨	助教授（工学部より配置換）	36.4.1 徳島大学へ配置換
〃 〃	今尾昭夫	助手（採用）	
〃 〃	高棹琢馬	助手（採用）	36.4.1 助教授昇任
〃 〃	神沼忠男	助手（採用）	

就任年月日	氏　名	事　項	その後の移動
35.4.1	田中寅夫	助手（採用）	
4.16	寺谷卓三	助手（採用）	36.3.31 辞職（東亜港湾工業KK）
5.1	北川吉男	臨時技能員（採用）	36.2.16 技能員配置換
6.1	石田光枝	臨時技能員（採用）	
6.16	長谷川多恵子	臨時技能員（採用）	35.12.28 辞職
〃 〃	長谷川久丹子	臨時技能員（採用）	
7.16	帆足好正	臨時技能員（採用）	36.4.6 辞職
〃 〃	内田興一	臨時技能員（採用）	36.3.6 辞職
〃 〃	平賀太郎	臨時技能員（採用）	
〃 〃	船曳満	併任助手（理学部）	
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（名古屋工業大学より配置換）
8.20	船越芳造	会計掛長（経理部より配置換）	
9.1	村川京子	臨時技能員（採用）	
〃 〃	多中勝美	技能員（理学部より配置換）	36.4.1 技能員（雇）配置換
10.16	加茂幸介	併任助手（理学部）	
12.1	松尾成光	臨時技能員（採用）	
36.1.1	園田忠惟	臨時技能員（採用）	
2.1	松岡輝昌	助手（採用）	
2.16	松村律子	臨時技能員（採用）	
2.26	辻本行雄	臨時技能員（採用）	
〃 〃	永田敏治	臨時技能員（採用）	
3.1	安藤直次郎	非常勤講師（採用）	
4.1	南井良一郎	助教授（工学部より配置換）	
〃 〃	山元龍三郎	併任助教授（理学部）	
〃 〃	狐崎長琅	助手（採用）	36.7.1 理学部へ配置換
〃 〃	米村正己	助手（採用）	
〃 〃	軽部大蔵	助手（採用）	
〃 〃	橋爪道郎	助手（採用）	
〃 〃	西勝也	助手（採用）	
〃 〃	井上雅夫	助手（採用）	
〃 〃	藤田健男	事務員（採用）	
5.1	桐村義昭	技能補佐員（採用）	
〃 〃	中川敦之	事務補佐員（採用）	
7.1	中野正吉	助手(理学部より配置換)	
8.1	羽野淳介	技能員（採用）	
〃 〃	光田寧	助手(理学部より配置換)	

第2章　研　究　施　設

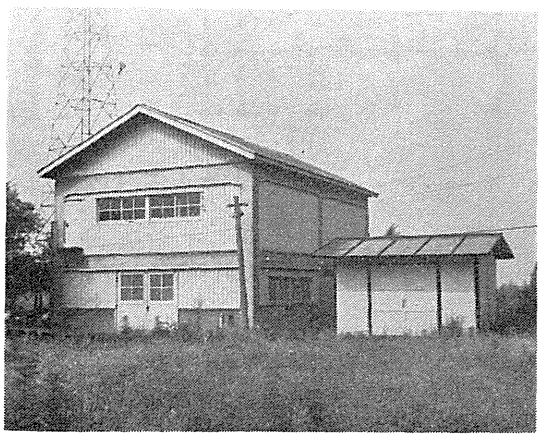
1. 宇治川水理実験所

宇治川水理実験所は本研究所の水と土に関する実験研究を行なうところであり，京都市伏見区横大路東ノ口町に所在する．昭和27年3月防災研究所宇治川水理実験所として発足して以来，着々と各種実験施設の建設が進められ，昭和31年度施設新営費をもって第一期工事を完了し，引き続いて校費，科学研究費，その他によって施設の拡充，整備が行なわれている．現有施設の配置は**図—2.1**のようである．

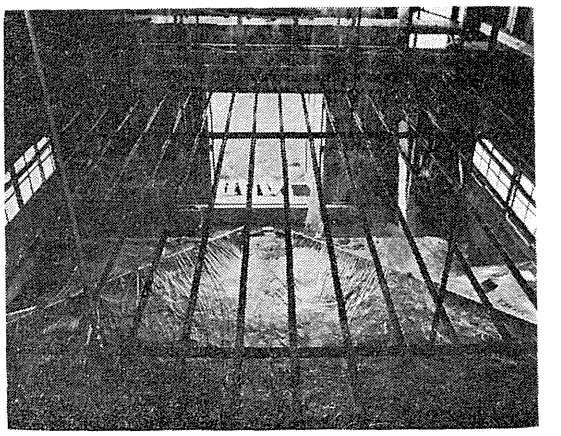
A. 水に関する実験施設

（A）雨水流出実験施設

人工的に豪雨を発生させ，その下部に設けた模型によって，雨水流出過程における基本的現象，とくに浸透，中間流の発生，河道の集水などの現象を究明するための施設である（**写真—2.1**）．実験場の面積は 6.3 m×9.3 m であって，発生できる降雨は 50 mm/hr～150 mm/hr である．なお，豪雨発生装置は当初シャワー式であったが，昭和 35 年度に多数のビニール管を用いた噴水式に改造した（**写真—2.2**）．また，実験場の右に隣接した小屋は観測室で（**写真—2.1**），観測はすべて遠隔自記装置で行なえるようになっている．本施設の鉄筋コンクリート骨組み，木造上屋などの基本工事は，昭和28，29両年度の施設新営費によって完成し，計176万円を要した．



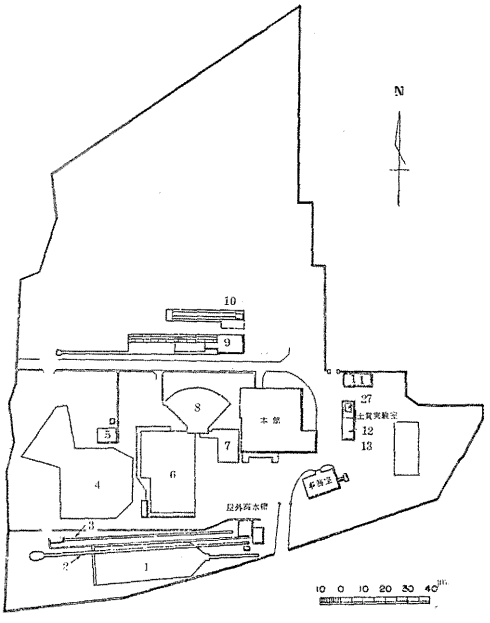
写真—2.1　雨水流出実験施設外観



写真—2.2　雨水流出実験施設豪雨発生装置

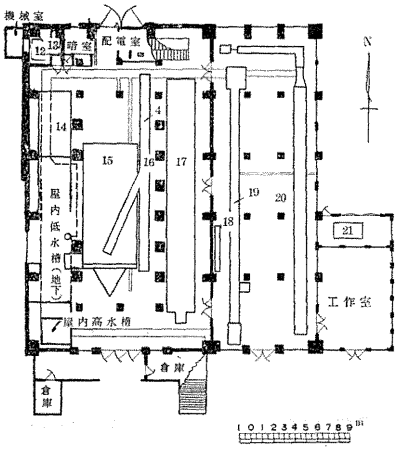
（2）河川実験施設

本施設は当初河川の護岸水制床固めの実験研究を目的として計画，施工されたが，第一期施設新営工事では大規模な河川実験施設の建設が見送られたので，この施設をとりあえず河川模型実験場にも兼用することになった．すでに木曽川丸山ダム貯水池の洪水伝播と滋賀県安曇川の自然分流に関する模型実験がそれぞれ実施され，目下広島県太田川の堰分流に関する実験を準備中である．実験場は**図—2.2**に示すように，長さ 50 m，巾 15 m～20 m のコンクリート版，および巾 1.5 m，深さ 1.0 m，長さ 25 m のコンクリート製直線水路からなる．実験用水は容量 100 m^3 の低水槽から 40 HP のポンプでいったん高水槽へ揚水され，φ300 mm の自動制御用ダイヤフラム弁およびφ200 mm のバイパススルース弁を通して実験場に導かれ，帰還水路でふたたび低水槽に還元される．現給水能力は 100 l/sec である．本施設の主体工事は昭和28，29両年度の施設新営費によって施工され，コンクリート模型基

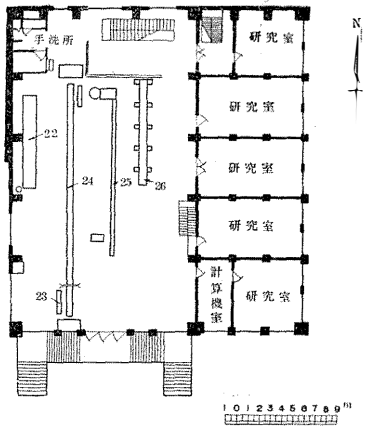


1. 河川実験施設
2. コンクリート製小長水路
3. 長水路実験施設
4. 港湾模型実験施設
5. 雨水流出実験施設
6. 海洋河口実験施設
7. 河川模型小実験施設
8. 海浜実験扇形水槽
9. 高速風洞水槽施設
10. 農災実験施設
11. 地盤沈下実験施設
12. 圧密試験機
13. 三軸圧縮試験機
14. 地下水実験施設
15. 潮流実験小水槽
16. 分合流実験水路
17. 河川蛇行実験水路
18. 流体塑性測定装置
19. 流砂実験水路
20. 風洞実験水槽
21. 振動式砂篩機
22. 自動制御および計測センター
23. 浸透水理実験水槽
24. 土石流実験水路
25. 粗度実験水路
26. 洗掘実験水槽
27. 土圧実験施設
28. レオメーター
29. 試料成形台

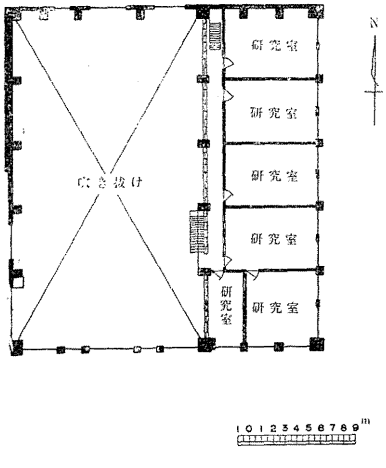
本館一階



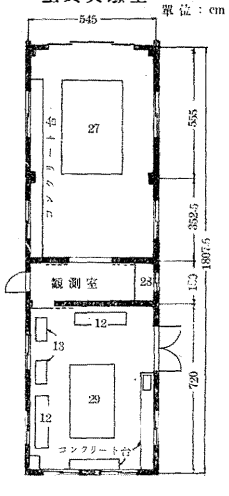
本館二階



本館三階



土質実験室

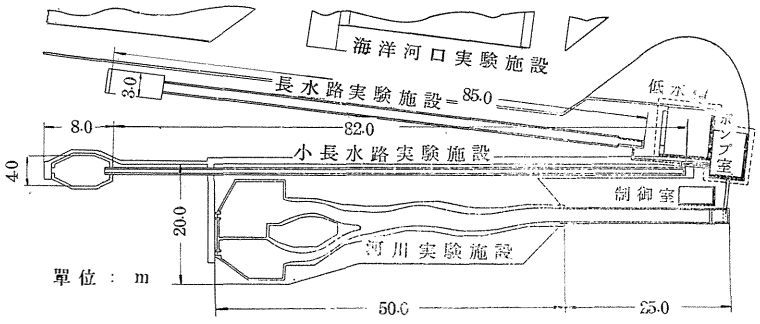


図－2.1　宇治川水理実験所

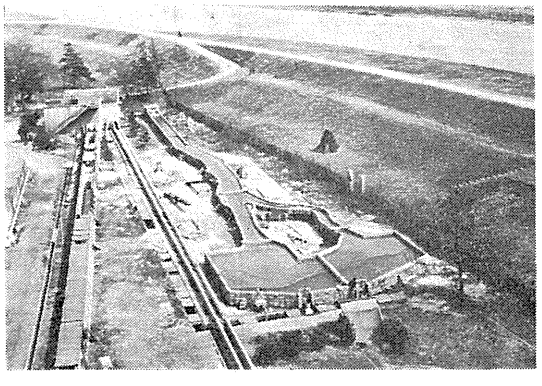
面，帰還水路および直線水路に155万円を要し，高水槽，ポンプおよび配管，配電工事に約350万円を要した．

（3）コンクリート製小長水路

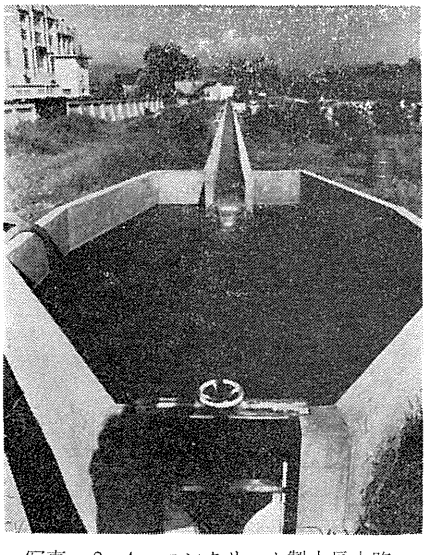
本水路は河道および貯水池内における洪水流や河口付近における洪水流および高潮遡上現象などの非定常流の特性に関する実験研究に用いられるものであって，水路巾 50 cm，高さ 60 cm，長さ 85 m のコンクリートブロック製の水路である．給水系統は河川実験施設と同系統であり，φ200 mm 自動制御用ダイヤフラム弁



図－2．2　河川実験施設コンクリート製小長水路および長水路実験施設



写真－2．3　河川実験施設（安曇川分流実験実施中）



写真－2．4　コンクリート製小長水路

および φ150 mm バイパス用スルース弁を通して給水され，現給水能力は 30 l/sec である．なお図－2．2 および写真－2．4 に見られるように水路下流端には巾 4 m，最大深さ 2 m，長さ 8 m の水槽が付置され，高潮実験の便宜がはかられている．水路本体は昭和34，35両年度にわたる建設省技術補助金によって施工され経費は約50万円であった．なお，さらに昭和36年度機関研究費によって，本水路専用の流入洪水およびダムゲートの自動制御装置が設置される予定である．

（4）河川模型小実験施設

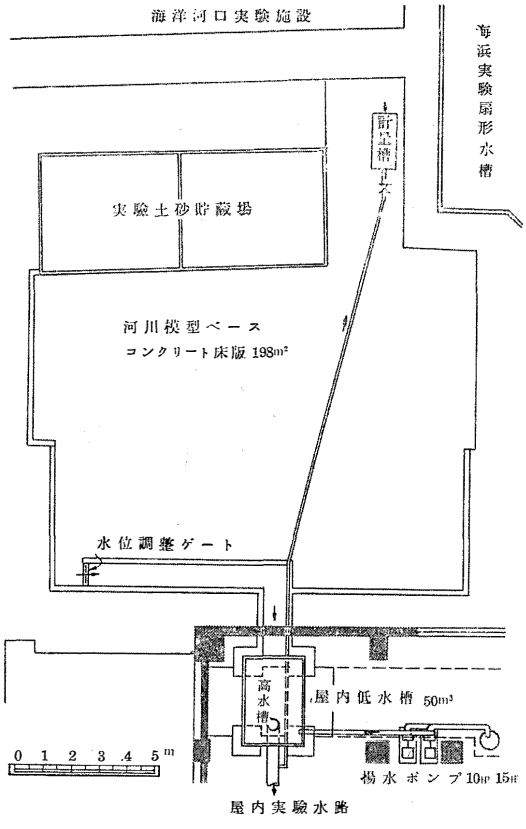
河川模型ベースは当初実験用土砂の選別および貯蔵場として昭和31年度校費約30万円でコンクリート床版および仕切壁が設置されたが，本館のすぐ西側に隣接しているので（図－2．1参照），屋内給水装置を分岐して利用することが比較的容易であることから，若干の手を加えて河川模型小実験施設をも兼ねることになった．すでに山口県粟野川分流模型実験が行なわれた．コンクリート床版の面積は 198 m² である．なお給水管は φ100 mm ビニール管が使用され，現給水量は 15 l/sec である．

（5）農災実験施設

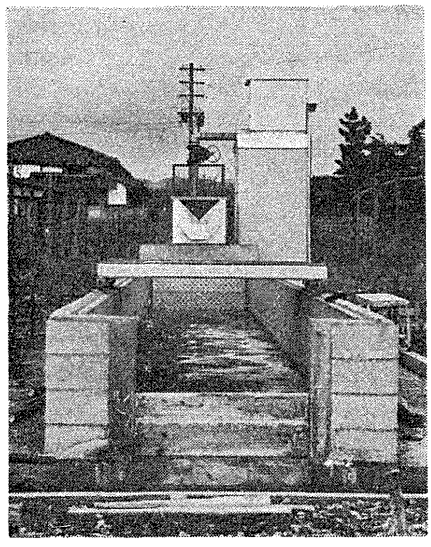
本施設は農地表面流，緩勾配流水の抵抗特性を研究し，農地湛水災害の軽減対策に資そうとするものである．巾 1.6 m，深さ 0.8 m，長さ 40 m のコンクリートブロック製である（写真－2．5）．給水は独立した循環系をとり，低水槽（容量 40 m³），高水槽，計量槽および 15 HP 揚水ポンプからなり，現給水量は 60 l/sec である．水路本体および給水系統の工事は昭和35，36両年度にわたり42万円を要した．

（6）流砂実験水路

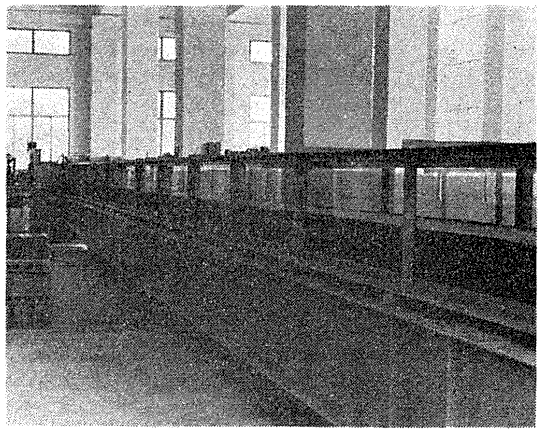
本水路は主として流砂の基礎的諸問題を実験的に究明するためのものであり，巾 0.5 m，高さ 0.5 m，長さ 20 m



図－2.3　河川模型小実験施設



写真－2.5　農災実験水路



写真－2.6　流砂実験水路

の両面ガラス張りの鉄骨水路である．**写真－2.6** に見られるように，水路はプレートガーダーに取り付けられ，最大勾配 1/50 まで可変である．また水路上部構内面に[型レールが取り付けられ，砂床均しと測定基面を正す役を果している．給水は屋内低水槽及び高水槽による循環系統で行ない，給水量は 40 *l*/sec である．なお水路上流端にはベルトコンベア式給砂装置がある．水路本体およびプレートガーダーは昭和 30 年度施設新営費によって製作され，経費 149 万円を要した．

（7）分合流実験水路

本水路は河川分合流の基礎的実験に供せられるものであって，鋼製組立式の水路である．水路長は本川 12 m，支派川 9 m×2 本であるが，長さ 3 m ごとに切り離すことができ，さらに側壁と底版もボールト締めとなっており，分解移動が容易である．水路巾は本川は 0.5～0.8 m，支派川は 0.3～0.5 m に 5 cm 間隔で可変であり側壁高さは 0.2 m である．分合流点は両側壁メタアクリル板を使用し，分岐角度は30°および 40° である．給水系は流砂実験水路と同系統であり，給水量は 80 *l*/sec である．水路本体は昭和 28，29 両年度の施設新営費によって製作され，112 万円を要した．

（8）蛇行実験水路

本水路は河川流路の変動とくに蛇行の発生，発達に関する実験研究を目的とするものである．水路は巾 2.2 m，長さ 20.7 m，高さ 0.6 m の鉄筋コンクリート水路で，両側壁に沿って 75 mm×45 mm の溝型鋼レールが取り付けられている．このレールは最大勾配 1/50 であって，砂床勾配及び初期流路の形成に利用され，測定の基面を決定する．給水系は前述の流砂及び分合流水路と同系統であり，給水量は 40 *l*/sec である．昭和 29，30，31 年度の校費で作られ，経費約 15 万円を要した．

（9）土石流実験水路

本水路は多量の土砂を含む流れの基礎研究に用いられ，山間地に発生する土石流対策に役立たしめようとするものである．水路は巾 20 cm，深さ 44 cm，全長 20.8m の鋼製であるが，中央部 10.5 m の区間は測定の便宜を考慮して両面ガラス張りである．水路は鋼桁の上に据えられ，その一端を支えるリフトによって最大 1/5 の勾配まで可変である．水および土砂の供給は 30 HP サンドポンプによる独立した循環系をとっている．本水路の製作は昭和 33 年度機関研究費によって行なわれ，その後校費によって整備されたが，所要経費は総額約 210 万円である．



写真--2．7　分合流実験水路

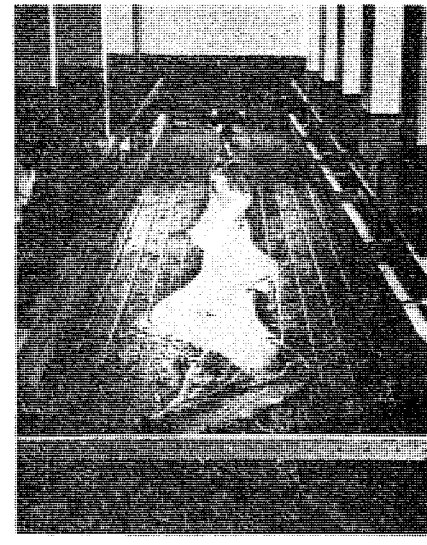


写真--2．8　蛇行実験水路

（10）粗度実験水路

本水路は開水路固定床模型実験水路における人工粗度の基本的抵抗特性を明らかにするための実験水路である．桟型人工粗度要素は直接水路壁に糊付けされるが，イボ型粗度はあらかじめ粗度要素をはりつけたビニール板を挿入する．水路は巾 20 cm，深さ 30 cm，長さ 14.4 m の鋼製水路であり，昭和32年度試験研究費で製作された．所要経費は約 20 万円であった．

（11）洗掘実験水槽

本水槽は噴流による局所洗掘に関する実験を主体とし，洗掘現象の解明に対する基礎的研究に供するものである．給水は独立した循環系をとり 7.5 HP のポンプで最大 70 l/sec の流量を流すことができ，噴流出口の大きさは 2 種類であり，下流水深は任意に調節することができる．また φ8″ のワマック型ベンチュリー管によって流量の測定を行なう．昭和 34 年度校費で製作された．所要経費は 120 万円であった．

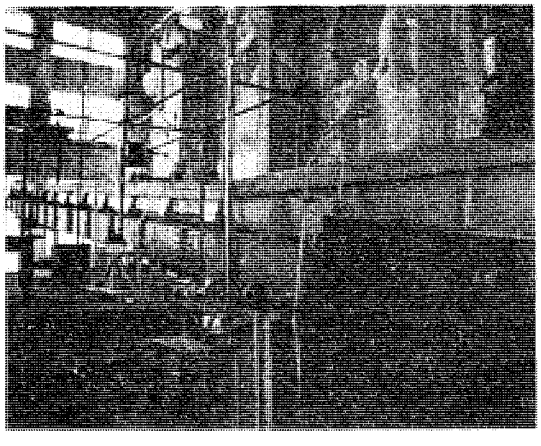
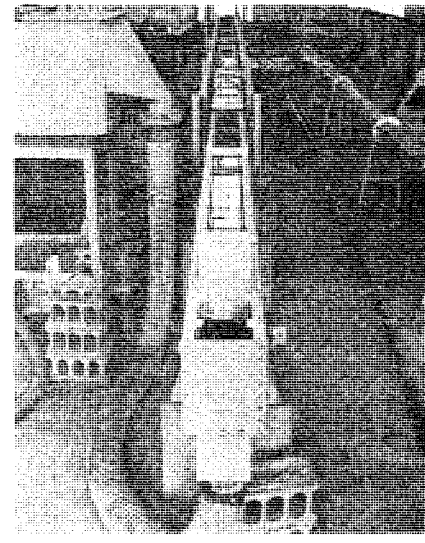
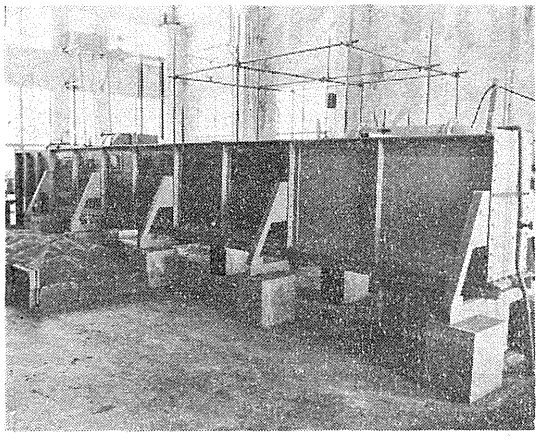


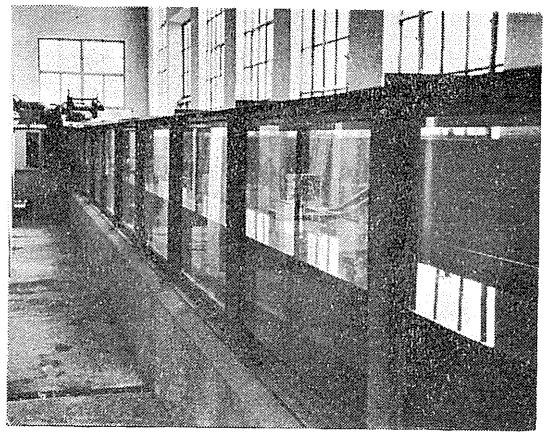
写真--2．9　土石流実験水路



写真－2．10　粗度実験水路



写真－2.11　洗 掘 実 験 水 槽



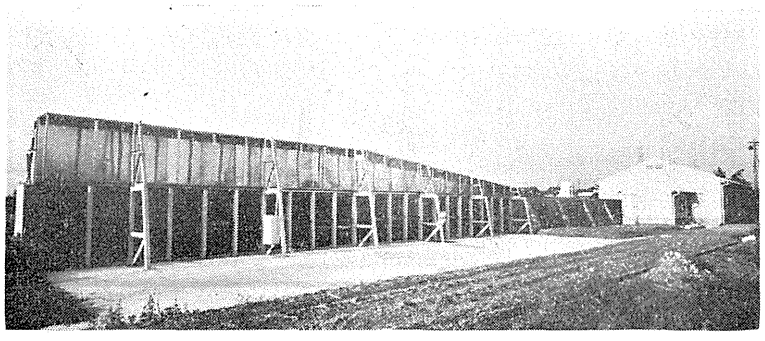
写真－2.12　風 洞 水 槽

(12) 風 洞 水 槽

本水槽は風による波の発生，発達ならびに浅海砕波帯における波の性状に関する基礎的研究に用いられる．水槽本体は両側面 8 mm ガラス張り，上面透明プラスチック張りで，巾 75 cm，全高 1 m，水深 50 cm，長さ 21.6 m である．送風機は 5 HP 軸流で無段変速機により 0.5～18 m/sec の風速が得られる．起波装置は気圧式で 3 HP ブロワーを原動機とし，特殊十字弁によって 0.7～1.5 sec 周期の波を起こすことができる．波高はバイパス弁で調節され，最大波高 20 cm である．なお水槽風下端には組立式海浜部がとりつけられている．風洞，水槽本体は昭和28年度施設新営費で製作され，昭和29，30年度科学研究費で起波装置および海浜部などが整備された．これらの所要経費は138万円である．

(13) 高速風洞水槽施設

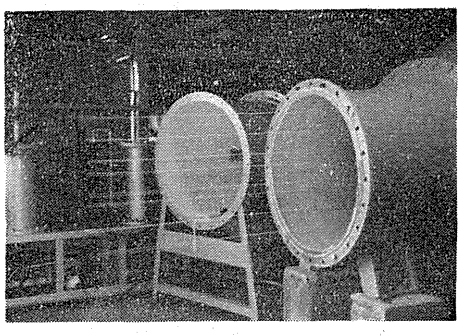
この施設は波浪風洞水槽と煙風洞とからなり，前者は台風時における高速の風による波の発生，発達あるいは高潮の発生，海岸堤防の越波現象に及ぼす風の影響などを究明するためのものであり，また後者は構造物の耐風設計に関する基礎的研究に用いるものであって，いずれも現実の大型台風の強風に等しい高速風のもとに実験を行ない得ることが特徴である．



写真－2.13　高 速 風 洞 水 槽 全 景

本施設の構造は波浪風洞水槽及び煙風洞を一つの送風機によって操作するようになっているが，それらの諸元ならびに性能はつぎのようである．

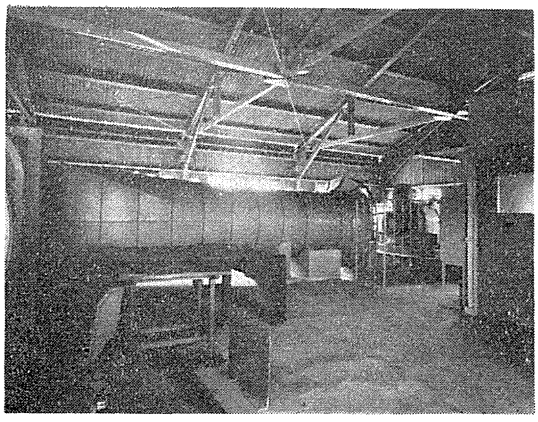
1）送風機　型式；軸流一段，口径；1200 mm φ，最大風量；25 m³/sec，有効全圧；230 mm Aq，最大回転数；1800 rpm，変速電動機；3相分捲整流子型，AC 220 V 60~，75 KW，遠隔操作可能．



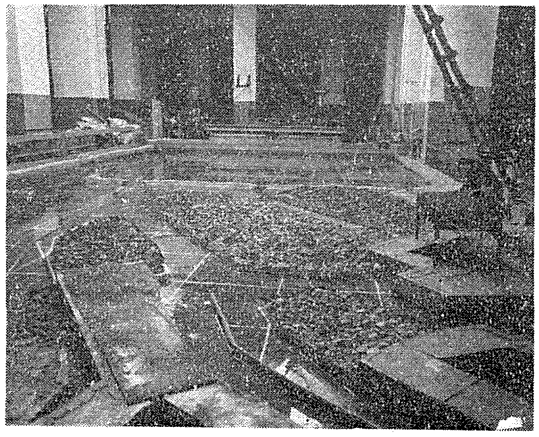
写真－2.14　煙風洞吹出口（性能試験中）

2）高速風洞水槽　型式；コンクリート造，一部ガラス板張り矩形断面，長さ；4000 cm，断面 80×80 cm，一部拡大可能，最大水位時の最大風速；35 m/sec，風路部；全長 920 cm×最大脈径 150 cm，吹出口径 800×800 mm 正方形．

3）造波装置　型式；ピストン式，シリンダー径；1500 mm φ，ストローク；最大 500 mm，周期；1～3 sec，駆動機型式；バイエルサイクロン可変減速機，電動機 7.5 KW．



写真－2.15　高速風洞水槽送風機



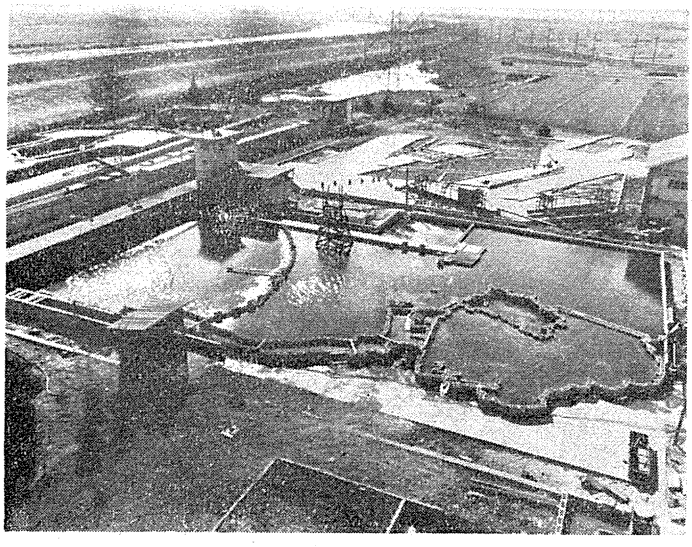
写真－2.17　潮流実験小水槽

4）煙風洞　型式；鋼板製円形断面，吹出口径；800 mmφ，最大風速；50 m/sec，胴体寸法；全長 920 cm×最大胴径 150 cm 角，発煙装置；燻製水冷式，発煙量 0.3 m³/min，発煙圧力 200 mm Aq，持続時間 30 min.

本施設は主に昭和35年度機関研究費によって建設されたが，その他の諸経費を加えて総額1,300万円を要した．

（14）海洋河口実験施設

本施設は沿岸域および河口付近における水理現象を実験的に研究するためのものであって，水槽，起潮装置，河川用給水装置および海流発生装置からなる．水槽は巾 20～25 m，長さ 35 m，最大水深 40 cm で，この中に模型を製作する．起潮装置は気圧式で 5 HP ブロワーと自動制御される φ 100 mm ダイヤフラム弁とからなり，周期1～60分，最大潮差 4 cm の潮汐が得られる．河川用給水装置は循環式で φ125 mm. 7.5 HP ポンプを使用し，最大流量 20 l/sec である．海流発生装置は φ 200 mm，10 HP ポンプ2台を使用し，最大流量 80 l/sec である．本施設は昭和30年度施設新営費によって，水槽，ポンプ室が建設され，その他科学研究費などによっ逐次整備されたが，その所要経費は約300万円である．



写真－2.16　海洋河口実験施設

（15）潮流実験小水槽

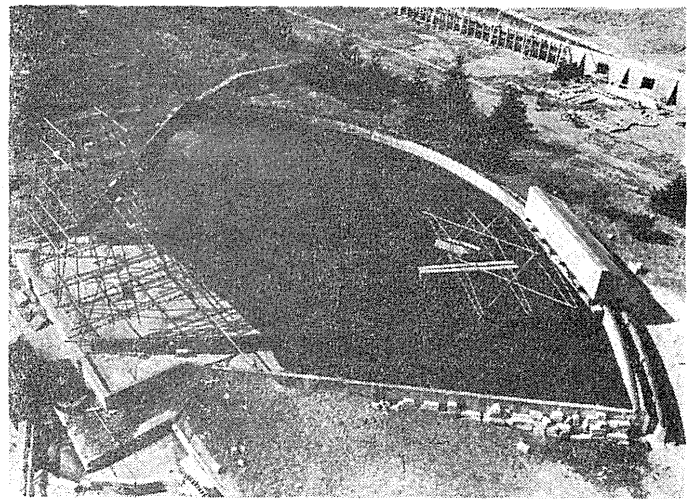
港湾付近の潮流の動向を研究するための水槽である．水槽は巾 5 m，水深 10 cm，長さ 11 m のコンクリートブロック製であり，起潮機はプランジャー式である．起し得る潮汐は周期1.5～15分，最大潮差 1 cm である．昭和35年度協会委託費によって作られたが，経費は約30万円である．

（16）海浜実験扇形水槽

本水槽は海浜における平面的な波の変形や漂砂の移動を対象とする基礎的な研究に用いられるものである．写真－2.18 に見られるように水槽は扇形であり，模型海浜に対して波向を変えることができる．扇形の半径は 18 m，弧長 35.3 m であり，海浜部は巾 10 m 奥行 2.5 m 壁高は 70 cm である．造波機は移動に便利なプランジャー式であり，周期 0.6～2 sec，最大波高 15 cm の波が得られる．本水槽は昭和28，29両年度の施設新営費によって建設され経費は168万円を要した．

(17) 港湾模型実験施設

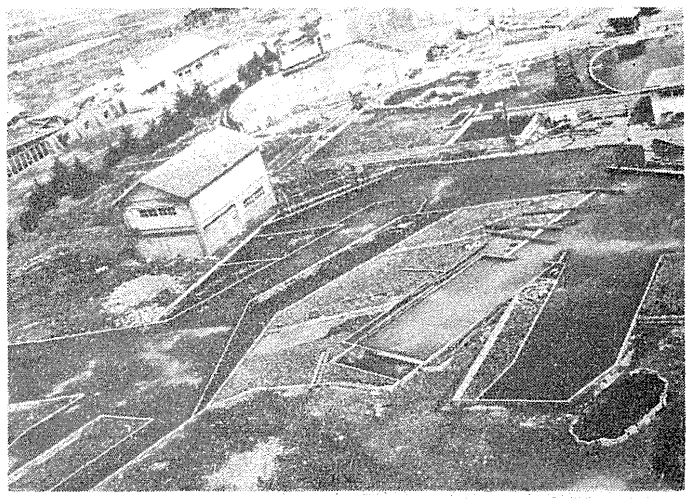
本施設は港湾における波浪の遮蔽効果および港湾の最良の平面形状を実験的に見出すためのものである．実験場面積は約 50 m×50 m であり水深は 30 cm である．造波機は移動可能なプランジャー式 (7.5 HP, 長さ 10 m) のもの2連であり，周期 0.4～2 sec, 最大波高 15 cm の波が得られる．昭和34年度協会委託費によって建設され，観測機器を除いた所要経費は約 300 万円である．



写真－2.18　海浜実験扇形水槽

(18) 長水路実験施設

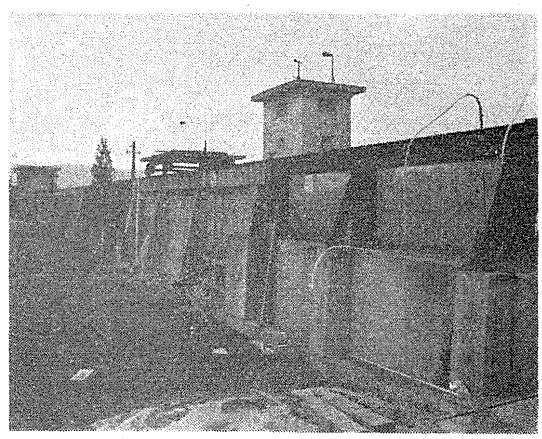
本施設は河川に関しては河道，貯水池，河口感潮部などにおける不定流の伝播，減衰，流れの抵抗法則，河床の洗掘，堆積などの基礎的実験，また海岸波浪に関しては流れと共存する波，浅海における波の変形，海浜変形，海岸構造物による波の反射，あるいは波圧の実験など，長大でかつ深い水路を必要とする諸実験に供せられるものである．水路本体は巾 1 m, 深さ 1.5 m, 全長 85 m の鉄筋コンクリート製で，観測用のガラス側壁部が3カ所に設けられている．水路として使用する場合には河川実験施設の給水装置が利用される．また波に関する実験のために，水路下流端に気圧式造波機が設置されている．本施設は昭和31年度新営費および校費によって建造されたが，経費は330万円を要した．



写真－2.19　港湾模型実験施設

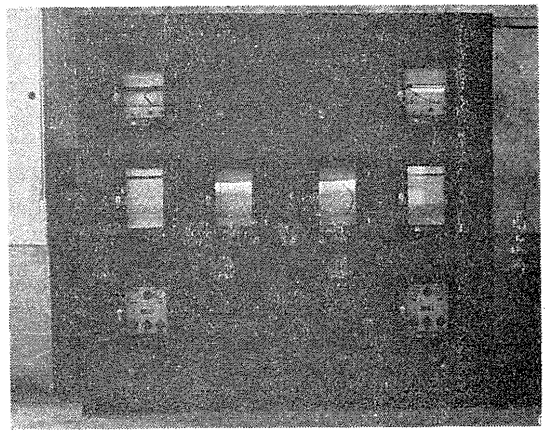
(19) 自動制御装置

実験の境界条件を確実に与えることは水理実験の要諦である．現象の遅速は千差万別であるが，この装置は洪水，潮汐などの比較的緩慢な境界条件の変化を操作するものである．**写真－2.21** は2組の自動制御系に対する操作盤であって，これは実験施設に与えようとする流量あるいは水位の時間関数を制御系に指令する関数指示器（操作盤中央中段），各施設における検出発信器からの信号を指令した変数に変換する電子管式自動平衡型変数変換器（操作盤両側上段），変換器をとおして得られる計測値を記録する電子管式自動平衡型記録計（操作盤両側中段）および計測値の指令値に対する偏差を空気圧に変換し，操作量として自動調整ダイヤフラムを作動させる調節計（操作盤両側下段）とからなっている．この操作盤の適用をうける施設は河川実験施設，海洋河口実験施設，地下水実験施設および屋内低水槽を給水源とする一連の水



写真－2.20　長水路実験施設

路であって，操作盤中央下段にある切換弁で切換えられる．上記の制御系は昭和29，30両年度の施設新営費および昭和30年度機関研究費によって製作され，合わせて340万円を要した．



写真—2.21　自動制御操作盤

（20）計測装置

水理実験における主な測定量は水位，流速および水圧であるが，現象は多種多様であるから，計測装置も測定の対象に応じて工夫されねばならない．多くの水理現象とくに災害に関連するものの大部分は非定常現象であり，時間的連続測定あるいは瞬間的測定が必要である．電磁気的あるいは光学的測定法はそれらの有力な測定法である．

電磁気的測定法は，物量の変化を電気量の変化に変換して記録しようとするものであって，検出計と記録計とからなる．検出計は測定すべき水位，流速および圧力などを電気抵抗変化，電気容量変化あるいは電流の断続などによって電気量に変換する計器である．電気量への変換方式にはそれぞれ長短があって，決定的な方式はまだ見出されていないが，現在電気抵抗式水位計，接点方式の最高最低波高計，抵抗線歪計式流速計，同水圧計などが試作され，実験に供せられている．検出計からの測定シグナルは記録計に入る前にその特性に応じて，増巾あるいは線型化の操作が加えられるのが普通であるが，記録計についても測定の対象に適したものを選ばねばならない．現在使用している本実験所の記録計をあげればつぎのようである．

1．ブラウン管オシロスコープ1台：スイープ周波数 0.1 c/sec～20 c/sec，感度 0.1 mm/mV.

2．電磁式ミラーオシログラフ1台：12要素，感度 1.5 mm/μA および 10 mm/mA，記録紙巾 125 mm および 80 mm，記録紙速度 240 mm/sec～10 mm/min 12段切換．

3．電磁式インク書きオシログラフ2台：各6要素，感度 1 mm/mA，記録紙1要素当り ±20 mm，記録紙速度 120 mm/sec～5 mm/min 10段切換．

4．電子管自動平衡型記録計2台：1要素，感度可変，記録紙巾 120 mm，最大応動速度フルスケール ¼ sec，記録紙速度 6 mm/min～600 mm/min 3段切換．

5．電子管自動平衡型記録計1台：2要素．

6．電子管式直流電位差計2台：各6要素．ただし，ゼネバ機構による15 sec 間隔切換灯点式，感度 18 mm/mV，記録紙送り速度 150 mm/hr～12.5 mm/hr.

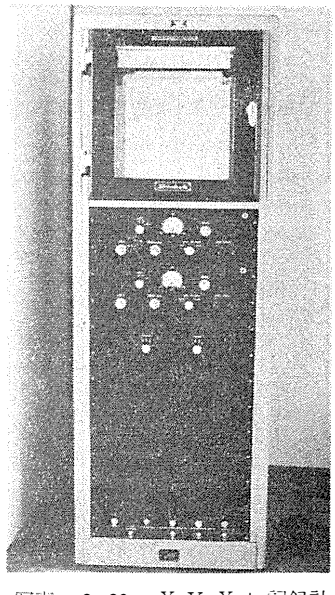
7．X-Y，X-t 記録計1台：入力 D.C. 10 mV 以上 /full scale，記録巾X軸 25 cm，25 cm（20 cm），記録速度X軸 0.35 sec/25 cm，Y軸 3 sec/25 cm.

8．リニヤートランスフォーマー

写真—2.22 は上記の記録計1.～4.とその作動に必要な電源装置および増巾器を組み込んだ計測盤の外観を，また **写真—2.23** は X-Y，X-t 記録計の外観を示したものである．



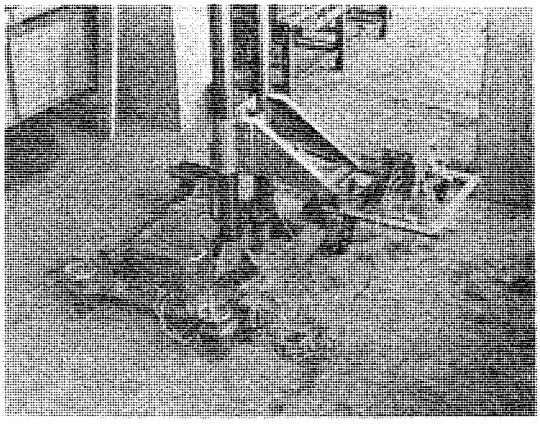
写真—2.22　電磁気的計測装置操作盤



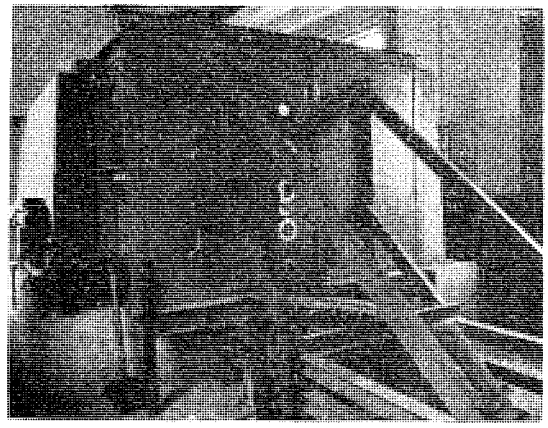
写真—2.23　X-Y，X-t 記録計

光学的測定法は電磁気的測定法とともに時間的にまた空間的に変化する現象の有力な測

定方法である．ニコン，キャノン，ミノルタ，アサヒフレックス，アサヒペンタックス各写真機6台のほか，ボレックス 16mm 撮影機がストロボおよび自動撮影装置を併用して実験観測に供せられているが，とくに三次元的現象の計測のためステレオスコープおよびステレオメーターも用いられている．**写真－2.24**は撮影台にセットされた立体写真自動撮影装置の外観である．



写真－2.24　立体写真自動撮影装置



写真－2.25　土圧実験施設

B．土に関する実験施設

（1） 地下水実験施設

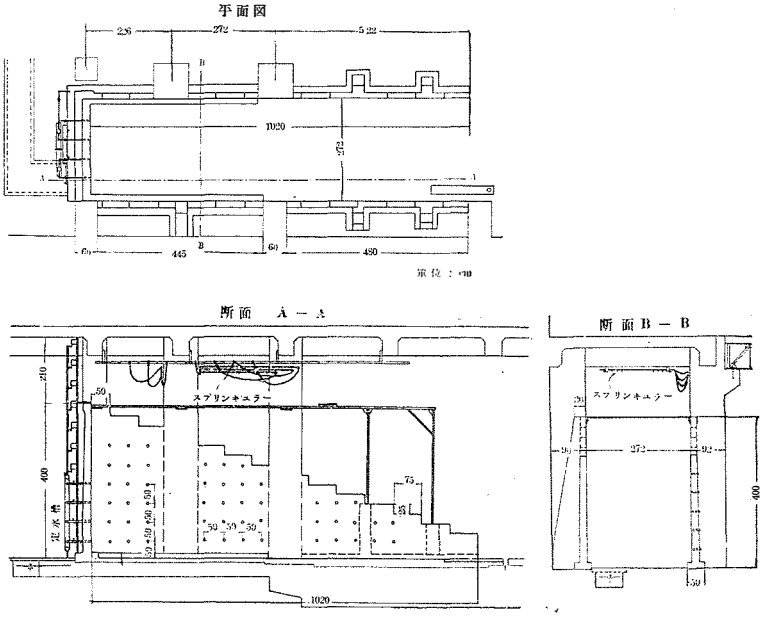
本施設は大きい被圧地下水の作用を受けて生ずる地辷り，山崩れなどの現象を研究することを主目的とするが，この装置を用いて被圧地下水変動と地盤沈下に関する水理模型実験を行ない，理論的解法や現地の観測では解決できない現象を解明することも可能である．

図－2.4のような長さ約 10m，巾約 2.7m，最大高さ 4m の鉄筋コンクリート壁体及び床版よりなる傾斜土槽であって，装置の上方には降雨発生装置を備えている．土槽の上流端から任意の被圧水頭を土中水に与えるために水圧調整槽が設けられ，これらの降雨量，地下水流量はいずれも自動制御装置によって調整される．昭和29年，経費41万円で建設された．

（2） 土圧実験施設

壁体の移動が裏込めの土圧に対して及ぼす効果が極めて大きいことは理論的に証明されているが，本装置を用いてこれの定量的測定を行なう．また単に壁の変位による土圧変動だけでなく，港湾岸壁にみられる起重機などの過載荷重を受ける壁体の土圧や裏込めの排水条件による土圧の変化及び鉛直竪杭の支保工にかかる土圧の性質などを実験的に明らかにする．

施設本体は鋼製土槽（長さ 4.0m，巾 2.0m，高さ 1.5m）であって，その前面壁にあたる鋼板（厚さ 16mm）は底辺の周りにわずかに回転でき，また



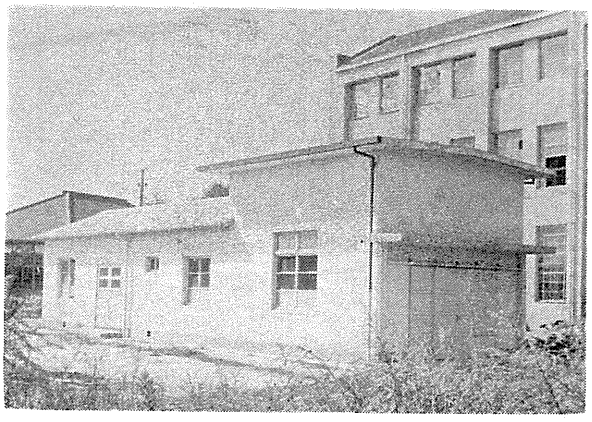
図－2.4　地下水実験施設

壁全体はわずかに並進運動ができるようになっている．

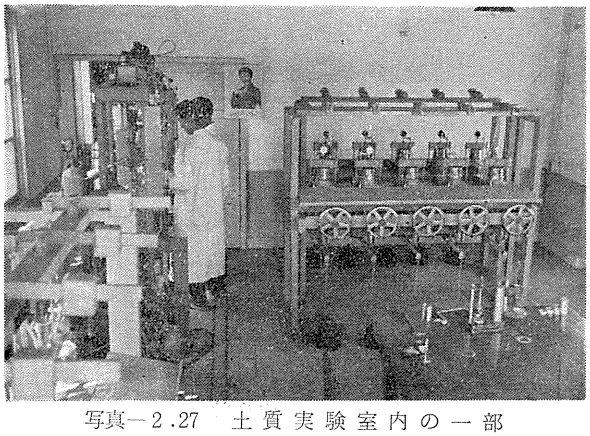
土圧測定には土圧計として光学式ループ・ダイナモメーター及び電気抵抗式ヒズミ計を用い，計測には計測室で光学記録をとるとともに，電気的に計測盤まで引き入れて諸種の記録をとることができる．また土砂材料の槽内への搬入及び更新のために，ベルト・コンベヤー及び天井走行クレーンが付備されている．**写真—2.25**は前面壁をみたところである．昭和31年度にコンクリートブロック造り上屋を含めて経費305万円で建設された．

（3） 土質実験室

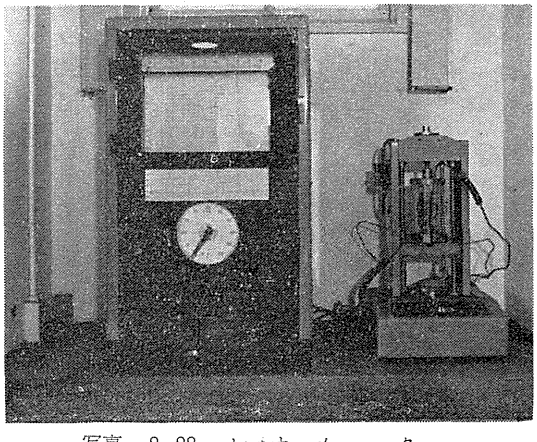
土の物理的性質，力学的特性，振動特性など，土質力学に関する基礎研究を行なう実験室である．



写真—2.26　土質実験室外観



写真—2.27　土質実験室内の一部



写真—2.28　レオメーター

図—2.1 に示したように土圧実験施設と同一建物内にあり，三軸試験機2連装2台，圧密試験機5連装2台，レオメーター1台，試料抽出器1台，振動機（ポータブル）及び物理試験用器具一式などがある．**写真—2.26**は外観，**写真—2.27**は室内の一部である．

これらのうち，とくにレオメーター（**写真—2.28**）は土のレオロジー的諸特性を調べるために製作したもので，測定器と指示記録計よりなり，クリープ，応力緩和，圧縮，繰り返し載荷等の各種試験が可能で，荷重及び圧縮量を指示記録計に自記させることができる．

昭和31年に建設され，試験機械類の所要経費は約600万円である．

（4） 恒温恒湿室

粘土の圧縮あるいは圧密特性は温度変化の影響を受け易いので，それらの特性を厳密に調べるためには温度を規制して試験する必要がある．この恒温室では，性能のすぐれた三軸試験機及び圧密試験機を用いて土の応力と変形の関係，異方性の圧密，長期クリープ，長期圧密などの研究を行なっている．

恒温恒湿室内は，年間を通じて温度を10～30°Cの範囲にて±0.5°Cに調節し，湿度を50～70%の範囲にて±3%に調節するため，電気式比例制御温度調節器及び毛髪湿度調節器を使用し，冷凍機及び電熱器を自動的に管制する仕組みになっている．

この室内には圧密試験機5連装1台，ノルウエー製三軸試験機3連装1台を設置している．**写真—2.29**は室内の一部である．

昭和35年度に建設され，試験機を含めて経費約500万円であった．

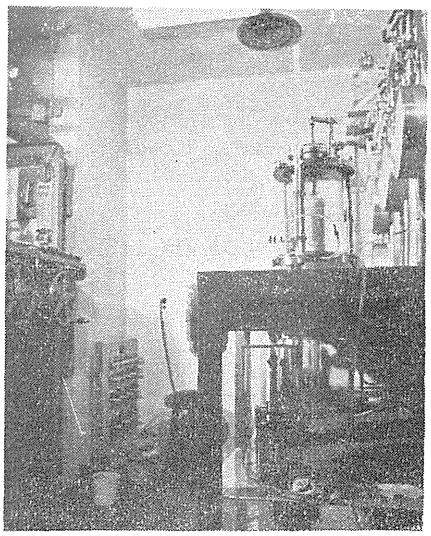
（5） 地盤沈下実験施設

本施設は地下水の揚水による地下水圧の低下と地盤沈下との関係，あるいは地下注水による地下水圧の上昇と地盤隆起との関係を明らかにするための実験施設である．すなわち大型土槽3台を用いて実際の地盤構成に類似の構成の土層を各種作成し，現地の実情に近い条件に

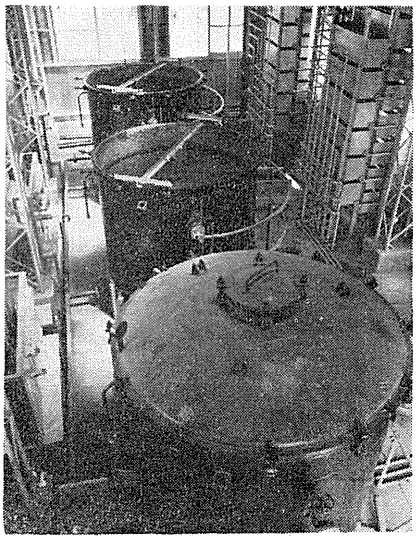
対する実験を実施するが，その項目は揚注水による地盤沈下，間ゲキ水圧の測定及び潮汐干満に類似した繰り返し載荷による地盤沈下，地表構造物の沈下，間ゲキ水圧の測定などである．

実験装置として，**写真－2.30** に示すような径約 2.0 m，高さ約 1.5 m の鋼製大型土槽を3台設置している．土槽には任意の被圧水頭を与える被圧調整装置が設けられ，土槽への填充材料を均等にし，かつ任意密度に変えるためにソイルミキサー及び真空圧密装置を設置し，天井には走行クレーンを付備している．

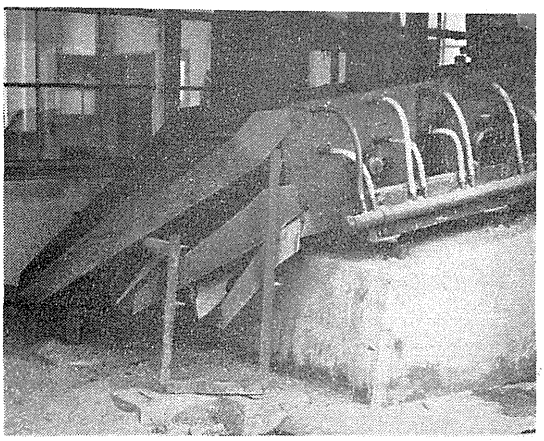
昭和35年度に経費約420万円で建設された．



写真－2.29　恒温恒湿室の一部



写真－2.30　地盤沈下実験室の一部



写真－2.31　振動式砂篩機



写真－2.32　計算機室の一部，自動計算機

C. 付帯設備

（1） 振動式砂篩機

本実験所においては諸種の実験のために多量の砂を使用するが，研究の性質上粒径分布の確立したものを要求することが多い．本砂篩機はこの要請にこたえるものであり，巾 62 cm，高さ 58 cm，長さ 182 cm の三段式網篩である．駆動モーターは 2 HP，振動数は約 8000 rpm である．昭和30年度機関研究費で製作された．経費は23万円を要した．

（2） リレー式自動計算機

諸種の数値計算や実験および観測の記録を迅速に処理するための自動計算機であって，その概要はつぎのようである．

型式：テープおよび手動制御型リレー計算器．

記憶能力：10桁5組，定数記憶10桁2組または5桁4組．

数値の取扱方式：固定小数点ならびに浮動小数点方式．

計算指令数：加，減，除，自乗，平方，積算．

入力：手動またはテープ．

出力：電動タイプライターおよび指示ランプ．

電源：AC，100 V．

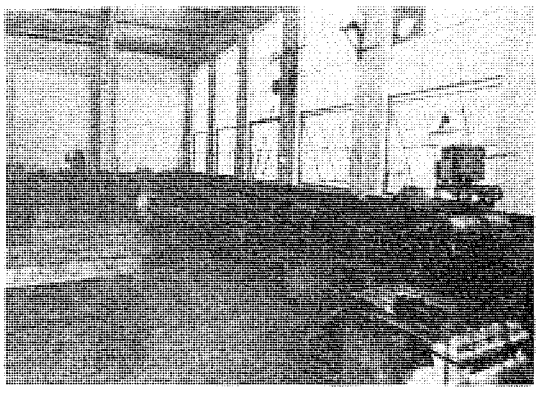
昭和34年度に350万円で購入した．

（3） 機 械 工 作 室

実験および観測に要する種々の器具および測定器の試作整備を行なうところで，主要な設備機械はつぎのようである．

6尺直結型旋盤1台（大造園部分工場から所管換），
3尺ベルト掛旋盤1台（舞鶴海軍工廠から所管換）
フライス盤1台（大造園部分場から所管換），卓上大型ボール盤1台（舞鶴海軍工廠から所管換）
卓上小型ボール盤1台，小型金鋸盤1台，ベルトグラインダー1台，
木工用鉋盤1台（舞鶴海軍工廠から所管換），金工卓上帯鋸機1台

その他，バイス，グラインダー，定盤手仕上げ工具など工作に必要な道具が完備されている．上記の多くは昭和33年度所管換により，割当てられたものであるが，その他は工場経費によって充当された．



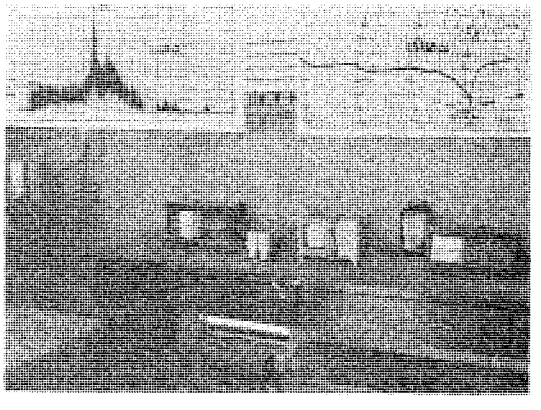
写真－2.33　機 械 工 作 室

（4） 気象観測設備

実験所付近の地域的な気象資料を得るために設置されたものである．主要な観測計器はつぎのようである．

フォルチン水銀気圧計，自記気圧計，水銀温度計，アスマン通風乾湿計，自記温湿度計，風向計，風向自記器，ダインス自記風圧計，自記蒸発計，亜鉛製雨量計，フース型乾湿計，フース型最高最低温度計．

なお，写真－2.34 は気象観測室の一部であり，付記した記録は昭和36年9月16日の第二室戸台風の瞬間風速と気圧記録である．

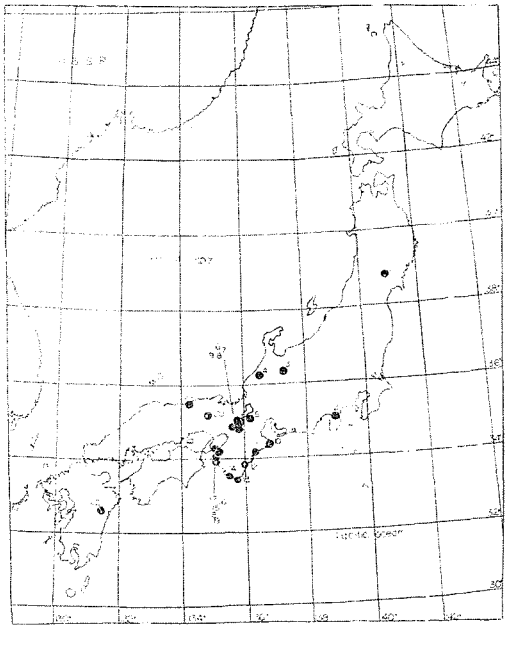


写真－2.34　気象観測室内の一部

これらの設備は昭和30年度機関研究費によって設置され，昭和31年10月から観測を開始した．所要経費は観測室建物を除いて約30万円であった．

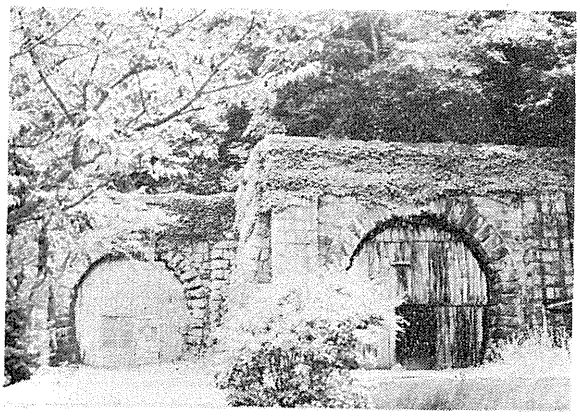
2． 地殻変動観測所

地震の発生機構及びその予知に関する基礎的研究を行なうために，本研究所は近畿地方をはじめ全国各地に22カ所の地殻変動観測所を設置して，大地震前後における土地の傾斜や伸縮などの連続観測を実施している．これらの観測所の配置は**図-2.5** に示されている．またそれらの名称，場所，経緯度，深度，地質などは観測所一覧に示す通りである．

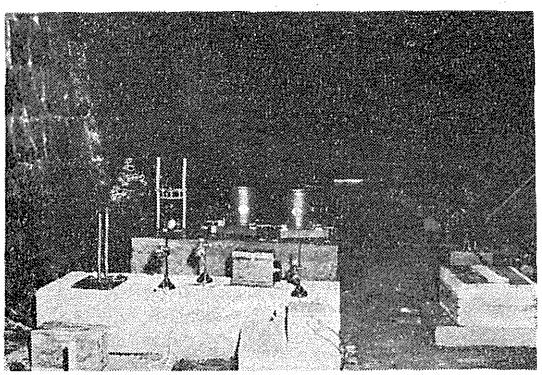


図－2.5　地殻変動観測所分布図
（1961.9.1. 現在）

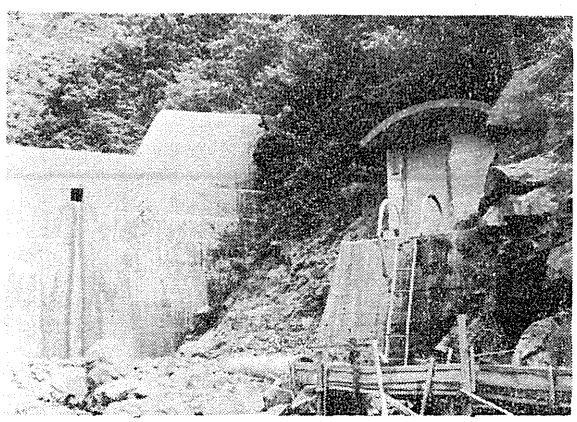
これらのうち，阿武山地震観測所は本学理学部の附属施設であり，上賀茂地学観測所は理学部地



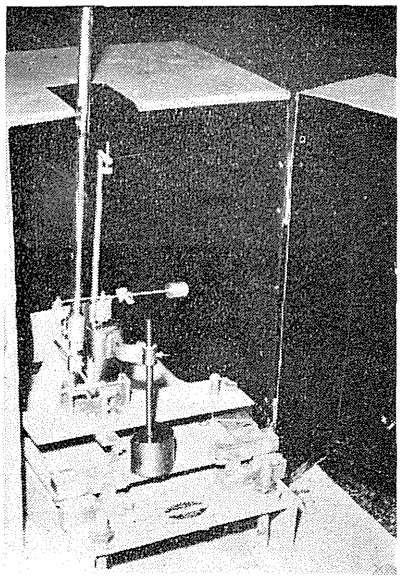
写真－2.35　逢坂山観測所入口



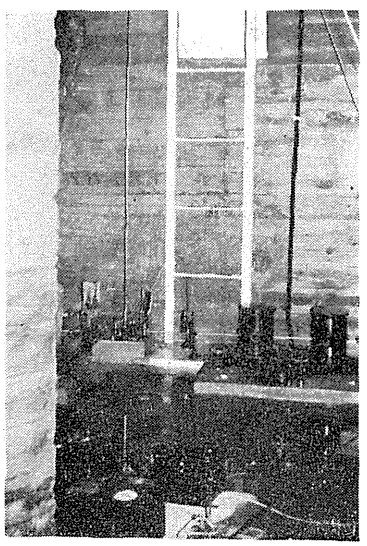
写真－2.36　逢坂山観測所坑内計器配置状態



写真－2.38　井手地殻変動観測所入口

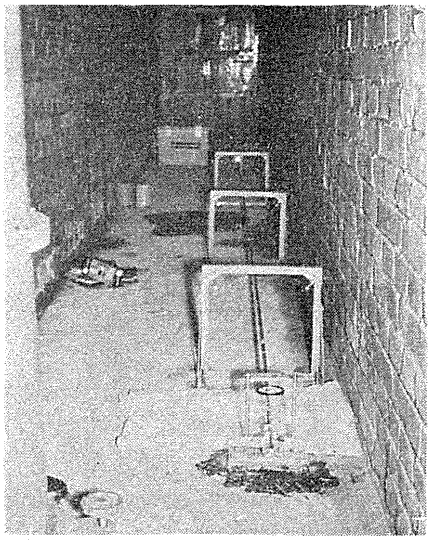


写真－2.37　V-59-B垂直成分伸縮計
（逢坂山観測所）



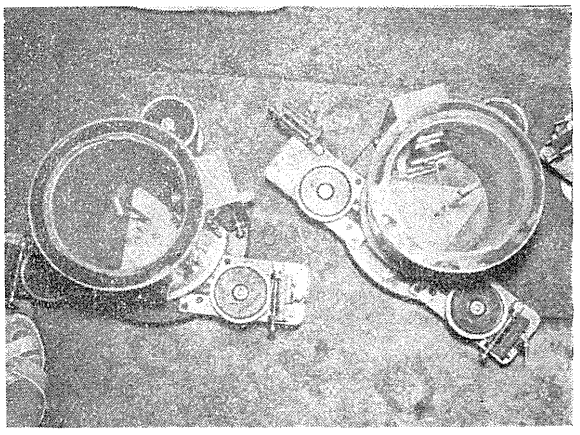
写真－2.39　井手地殻変動観測所
坑内計器配置状態

球物理学教室の附属施設であって，いずれもその一部を本研究所が借用しているものである．逢坂山，井手，由良，栖原，潮岬，秋葉山，伊豆長岡，長島，志摩の9観測所は本研究所の附属施設である．その他の場所はそれぞれ鉱山あるいは関係市町村などより地殻変動観測の目的で坑道あるいは横坑を借用しているものである．以上の観測所には地殻変動観測用諸計器が設置され，すべて光学的記録法により，1～2週間ごとに記録紙が取替えられ，現像の上，本研究所に集められて地殻変動の推移が検討される．

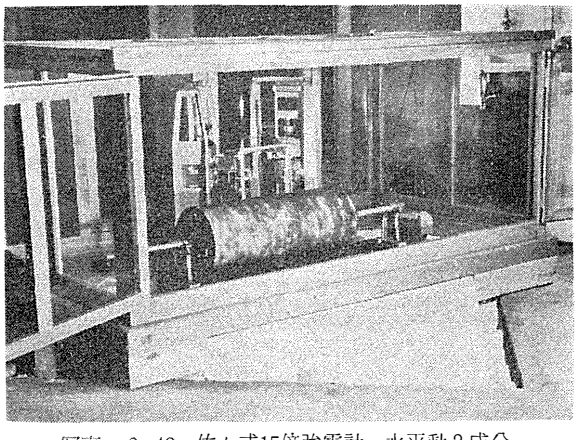


写真—2.40　ベニオフ式伸縮計（上賀茂観測所）

観測器械の主なものは諸種の型式の傾斜計，伸縮計，重力変化計，地磁気偏角計などであって，観測所ごとに設置された計器は一覧表中に示される通りである．なお，これ以外に，高感度電磁地震計も常時または臨時的に設置され，地震波速度の精密測定，近地・局地地震の精密観測なども行なわれている．



写真—2.41　水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計（ダンパー付）



写真—2.42　佐々式15倍強震計，水平動2成分（阿武山地震観測所）

地殻変動観測所一覧（1961年9月1日現在）

第一部門所属観測所

1．逢坂山観測所（観測開始 1947, Sept.）〔7〕*

位置：135°51.5′E, 34°59.6′N（滋賀県大津市片原町旧逢坂山トンネル）

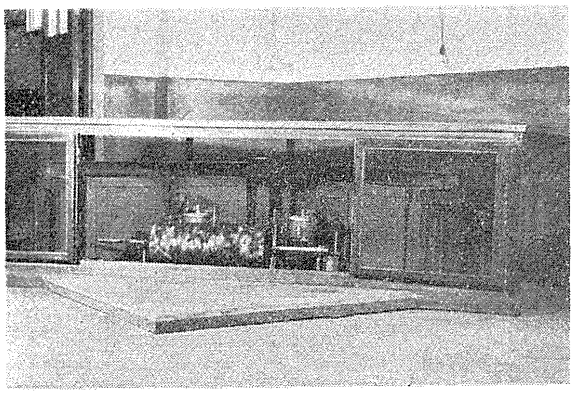
海抜：130m, 深度：150 m, 坑道長：675 m 及び 665 m

地層：秩父古生層，粘板岩

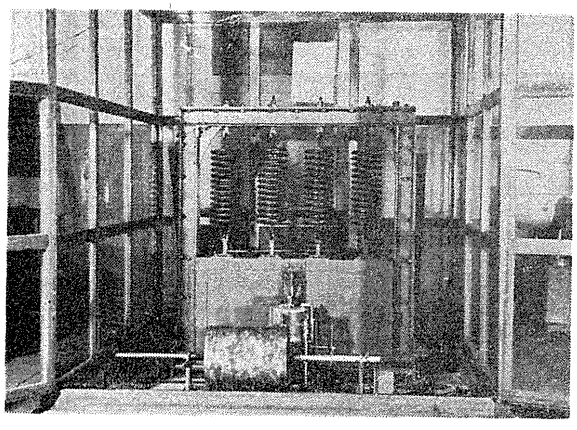
設置器械：

佐々式スーパー・インヴァール線型伸縮計	（水平）	2成分
ローラー・スーパー・インヴァール棒型伸縮計	（水平）	1成分
H-53.　スーパー・インヴァール線型伸縮計	（水平）	1成分
H-59-B. スーパー・インヴァール棒型伸縮計	（水平）	5成分
H-59-C. スーパー・インヴァール棒型伸縮計	（水平）	2成分
V-52.　スーパー・インヴァール線型伸縮計	（垂直）	1成分
V-59-B. スーパー・インヴァール棒型伸縮計	（垂直）	1成分
V-59-A. スーパー・インヴァール棒型伸縮計	（垂直）	1成分

* 〔 〕内の番号は図—2.5における観測所の位置番号を示す．

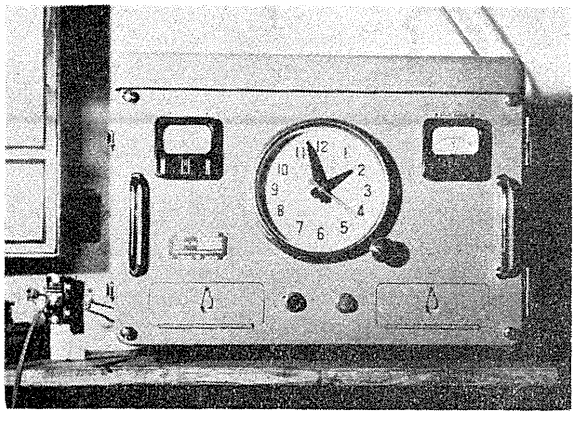


（A）　水平動2成分



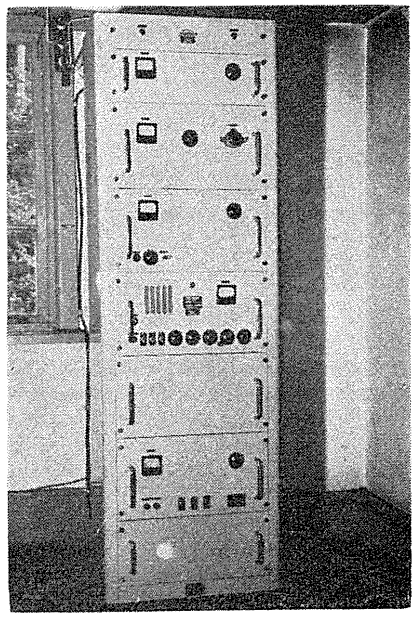
（B）　上下動

写真－2.43　佐々式1000倍地震計



写真－2.45　刻時用トランジスター水晶時計
（阿武山地震観測所）

振り歪計
体積歪計
水平振子型・スーパー・インヴァール製傾斜計
坑内水流量計
自記雨量計
自記蒸発計



写真－2.44　ＳＳＢ方式無線送信機，出力500 W，周波数 2 M.C.
（阿武山地震観測所）

V-61.　スーパー・インヴァール管型伸縮計
（垂直）　1成分
水平振子型．スーパー・インヴァール製傾斜計　6成分
水管傾斜計　1成分

2．井手観測所（観測開始 1951, Sept.）〔8〕
位置：135°49.5′E, 35°47.9′N（京都府綴喜郡井手町）
海抜：90 m，深度：35 m，坑道長：120 m
地層：古生層（領家コンプレックス），雲母片岩
設置器械：
6成分，スーパー・インヴァール棒伸縮計（水平3成分，垂直1成分，斜3成分）　1
スーパー・インヴァール棒伸縮計
（水平）　2成分
高倍率・スーパー・インヴァール棒伸縮計
（水平）　2成分
（垂直）　1成分
遠隔観測用伸縮計｛変磁束型（水平）　1成分
フォトセル型（水平）　1成分

1成分
1
2成分
2
1
1

自記温度計 2

3．阿武山地震観測所〔9〕

位置：135°34′E, 34°52′N（大阪府高槻市奈佐原）

海抜：200 m, 深度：20 m, 地層：古生層

設置器械：

佐々式15倍強震計 （水平動）	2成分
SSB（片側波帯）方式無線送信機	1
刻時用トランジスター水晶時計	1

4．紀州観測所（観測開始 1955, Mar.）〔12〕

位置：135°53.4′E, 33°51.7′N（三重県南牟婁郡紀和町紀州鉱山）

海抜：120 m, 深度：100 m, 坑道長：300 m

地層：第三紀層，砂岩，粘板岩

設置器械：H-59-C. スーパー・インヴァール棒型伸縮計（水平） 2成分

5．栖原観測所（観測開始 1955, Nov.）〔18〕

位置：135°11.7′E, 34°02.6′N（和歌山県有田郡湯浅町）

海抜：5 m, 深度：30～60 m, 坑道長：30～90 m

地層：古生層，千枚岩，緑泥片岩

設置器械：

H-59-B. スーパー・インヴァール棒型伸縮計	（水平）	1成分
V-59-B. スーパー・インヴァール棒型伸縮計	（垂直）	1成分
H-53. スーパー・インヴァール線型伸縮計	（水平）	3成分
水平振子型・スーパー・インヴァール製傾斜計		2分成
水管傾斜計		2成分

地殻変動部門所属観測所

1．[redacted]倉〔1〕

位置：140°54 E, 38°48′N（宮城県栗原郡鶯沢町）

海抜：130 m, 深度：160 m, 地層：第3紀層

設置器械：

水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計	2成分
地磁気偏角計	1成分

2．伊豆長岡〔2〕

位置：138°56′E, 35°02′N（静岡県田方郡伊豆長岡町）

海抜：50 m, 深度：25 m, 地層：第3紀凝灰岩

設置器械：

水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計（ダンパー付）	2成分
ベニオフ式伸縮計	2成分

3．神 岡〔3〕

位置：137°19′E, 36°21′N（岐阜県吉城郡神岡町）

海抜：920 m, 深度：800 m, 地層：片麻岩

設置器械：

水平振子型スーパ・ーインヴァール傾斜計	2成分
一戸式重力計	1成分
地磁気偏角計	1成分

4．尾 小 屋〔4〕

位置：136°33′E, 36°17′N（石川県小松市尾小屋町）

海抜：210 m, 深度：300 m, 地層：第3紀凝灰岩

設置器械：
　水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計　2成分

5．土　倉〔5〕
位置：136°18′E，35°36′N（滋賀県伊香郡）
海抜：400 m，深度：170 m，地層：古生層
設置器械：休止中

6．上賀茂Ⅰ〔6〕
位置：135°46′E，35°01′N（京都市北区上賀茂本山町）
海抜：190 m，深度：9 m，地層：古生層
設置器械：
　水平振子型シリカ斜傾計　2成分

上賀茂Ⅱ
位置：　同　上　（京都市北区上賀茂本山町）
海抜：　同　上，深度：10 m，地層：同上
設置器械：
　水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計　2成分
　水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計（ダンパー付）　2成分
　ベニオフ式伸縮計　1成分
　一戸式重力計　1成分
　R_1 型高感度電磁地震計　3成分

7．逢 坂 山〔7〕
位置：135°51′E，34°59′N（滋賀県大津市片原町）
海抜：160 m，深度：150 m，地層：古生層
設置器械：
　水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計　2成分
　2重振子型高感度傾斜計　2成分

8．志　摩〔10〕
位置：136°48′E，34°22′N（三重県志摩郡磯野町）
海抜：25 m，深度：10 m，地層：鮮新紀層
設置器械：
　水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計（ダンパー付）　2成分
　ベニオフ式伸縮計　1成分

9．長　島〔11〕
位置：136°13′E，34°13′N（三重県北牟婁郡長島町）
海抜：300 m，深度：80 m，地層：秩父古生層
設置器械：
　水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計（ダンパー付）　2成分
　2重振子型高感度傾斜計　2成分
　水管傾斜計　1成分
　ベニオフ式伸縮計　1成分

10．紀　州〔12〕
位置：135°53′E，33°52′N（三重県南牟婁郡紀和町）
海抜：90 m，深度：60 m，地層：第3紀砂岩，粘板岩
設置機械：
　水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計　2成分

11．潮　岬〔13〕
位置：135°46′E，33°27′N（和歌山県西牟婁郡串本町）
海抜：10 m，深度：20 m，地層：酸性貫入岩

設置器械：
水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計 2成分
一戸式重力計 1成分
地磁気偏角計 1成分

12．周 参 見〔14〕
位置：135°30′E, 33°32′N（和歌山県西牟婁郡周参見町）
海抜：5 m, 深度：10 m, 地層：古生層
設置器械：休止中

13．秋 葉 山〔15〕
位置：135°10′E, 34°12′N（和歌山市関戸金山坪）
海抜：10 m, 深度：15 m, 地層：結晶片岩
設置器械：
水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計 2成分
水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計（ダンパー付） 2成分
ベニオフ式伸縮計 2成分

14．大 浦〔16〕
位置：135°09′E, 34°11′N（和歌山市西浜大浦町）
海抜：50 m, 深度：10 m, 地層：結晶片岩
設置器械：
水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計 2成分
ベニオフ式伸縮計 2成分
地磁気偏角計 1成分
R_1 型高感度電磁地震計 1成分

15．加 太〔17〕
位置：135°04′E, 34°16′N（和歌山市加太町）
海抜：50 m, 深度：0 m, 地層：白堊層
設置器械：休止中

16．由 良〔19〕
位置：135°07′E, 33°57′N（和歌山県日高郡由良町）
海抜：10 m, 深度：30 m 地層：中生代砂岩，粘板岩
設置器械：
水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計 2成分
水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計（ダンパー付） 2成分
ベニオフ式伸縮計 2成分
一戸式重力計 1成分
地磁気偏角計 1成分

17．生 野〔20〕
位置：134°50′E, 35°10′N（兵庫県朝来郡生野町）
海抜：440 m, 深度：719 m, 地層：流紋岩
設置器械：
水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計 4成分

18．鳥 取〔21〕
位置：134°16′E, 35°31′N（鳥取市百谷）
海抜：100 m, 深度：150 m, 地層：中生代火山岩
設置器械：
水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計（ダンパー付） 2成分
ベニオフ式伸縮計 1成分
一戸式重力計 1成分

19. 槙　　峰〔22〕

位置：131°27′E, 32°37′N（宮崎県東臼杵郡北方村）

海抜：130 m, 深度：165 m, 地層：秩父古生層

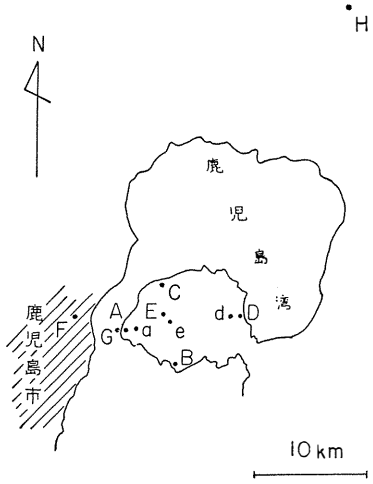
設置器械：

水平振子型スーパー・インヴァール傾斜計	4成分
一戸式重力計	2成分
地磁気偏角計	1成分

3．桜島火山観測所

火山爆発の機構および予知に関する研究を行なうために，桜島島内およびその周辺に別表のような観測所を設けて，各種地震計および傾斜計，伸縮計，検潮儀などが設置されている．これらの観測所のうち，地殻変動観測のための各種計器が設置されている袴腰，冷水および霧島の三観測所は，気温の変化による器械への影響を少なくするために，充分に深い横穴壕を利用している．東桜島・西桜島および黒神の三観測所は，いずれも中学校の建物の一部を借用している．現在のところ，これらの各観測所で得られた記録は，西桜島村より借用している研究員宿舎において整理され検討が加えられているが，36年度にハルタ山頂上に本研究所附属の鉄筋コンクリート二階建の観測所が新設されるので，今後はここを本拠地として研究が行なわれることになっている．また桜島一周道路と北岳および引ノ平登山道路に沿う水準測量路線がつくられており，定期的に精密水準測量が行なわれている．なお本学理学部附属阿蘇火山研究施設の一部を借用して阿蘇火山についての観測研究も行なわれている．

なお，**図-2.6** は桜島火山観測所の分布図を示したものであり，また**表-2.1** は観測所一覧，**表-2.2** は観測計器一覧を示す．



図－2．6　桜島火山観測所分布図

表－2．1　防災研究所桜島火山観測所一覧

記号	施設所在地	名称
A	鹿児島県西桜島村横山	袴腰観測室
B	鹿児島市東桜島町湯之	東桜島観測室
C	鹿児島県西桜島村藤野	西桜島観測室
D	鹿児島市黒神町	黒神観測室
E	鹿児島県西桜島村赤生原	山上観測室
F	鹿児島市草牟田区玉里町	冷水観測室
G	鹿児島県西桜島村袴腰港	袴腰検潮儀室
a	鹿児島県西桜島村小池	小池地震計室
d	鹿児島市黒神町	黒神地震計室
e	鹿児島県西桜島村引ノ平	引ノ平地震計室
H	鹿児島県姶良郡霧島町大窪	霧島観測室

表－2．2　防災研究所桜島火山観測所　観測計器一覧

計器 / 所在地	Seismometer							Tilt-meter	Extenso-meter		micro-bargra-ph	Tidal gauge
	G-B(V)	G-B(H)	SH-II(V)	SH-II(H)	S-300(V)	S-300(H)	S-50(H)		wire	bar		
A	1	2				1		2	2	3		
B					1	2	2					
C						1						
D						1						
E						2	2	2			1	
F							2	2	2			1
G												
a			1(O.A)									
d			1(O.B)									
e			1(*)	2(*)								
H								2				

Seismometer Constant

型　式	Ts	Tg	Vm	備　考
G-B	4.0	8.0	2,000	O.S. paper に記録
SH-II(V)(O.A)	0.75	0.8	2,000	Amp. で増巾し Smoked paper に記録
SH-II(V)(*)	0.75	0.8	280	Film record reader で拡大してよむと280×8倍になる
SH-II(H)(*)	1.0	0.8		
S-300 (V)	0.7		300	Smoked paper に記録
S-300 (H)			150	
S-50	4.0		50	

1) Tiltmeter : (Horizontal Pendulum type) 0.025″/mm, T＝20 sec
2) Extensometer : $1.0 \sim 10 \times 10^{-8}$/mm
3) Micro-bargraph : designed by J. Shida
4) Tidal gauge : (Roll-type) 1/20, 1日巻

4．風洞実験室

（1）沿　革

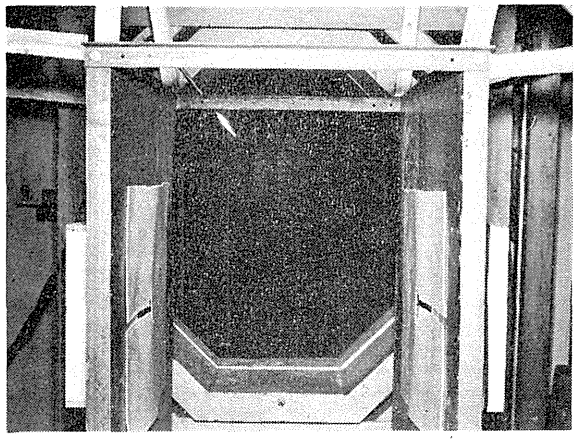
昭和15年5月，住友金属工業株式会社，富士電機製造株式会社，株式会社湯浅七郎左衛門商店，鐘淵紡績株式会社及び松本新太氏の援助と中央航空研究所研究部長西井潔氏の尽力により新設された．当初は京都帝国大学理学部物理学教室に所属し，航空機の研究に使用された．しかし，終戦とともに研究を打ち切られ長い間放置されたが，昭和35年3月これを修理改造して，台風などの強風による構造物の被害防御に関する研究のために，京都大学防災研究所第三部門所属となつた．さらに昭和36年4月当研究所に耐風構造部門が新設されるに及んで，この部門の施設となった．

（2）使用目的

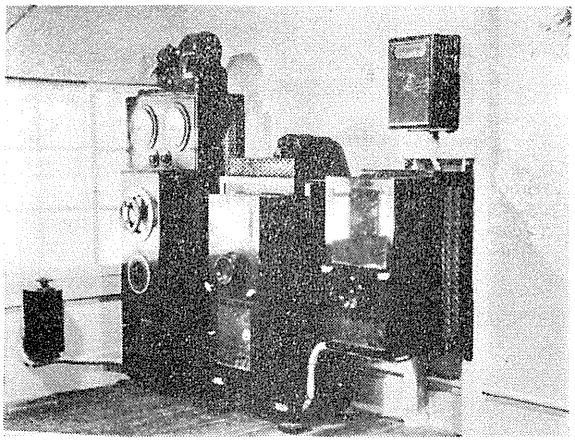
台風などの強風による構造物の被害は，わが国において毎年きわめて大である．これらの防御に関する研究として，とくに土木建築構造物に加わる風圧力に関する実験，風速計や風圧計の検定，構造物の風による安定問題などの研究を行なう．

（3）性　能

水平におかれたゲッチンゲン式単回路噴流型風洞で，回路は起風機の部分を除いて全部木製で，断



写真－2.46　風 洞 吹 出 口



写真－2.47　天 秤 室 内 制 御 抵 抗 器

面は正八角形である．吹出口断面の内接円の直径は 1 m，絞り比5，吸込口はラッパ形をなし直径 1.274 m，吹出口から吸込口までの距離は 1.3 m，回路全長 27 m である．起風機は羽数8の木製プロペラで，直径 1.56 m である．原動機は直流電動機 50 HP，最大廻転数 1,400 r.p.m. で，最高風速は約 60 m/sec である．速度制御はレオナード方式を採用しているため，風速の選定はきわめて容易でかつ自動的に風速が一定に保たれる．また本風洞の乱れの度は直径 9 cm の真鍮製の球を使用し，抗力係数による測定法で1.27である．また附属計器として，四分力風洞天秤が装置されている．最大秤量 20 kg，最小秤量 5 g，感度 1/4000 であり迎角目盛は －10° から ＋25° まで変化し得る．**写真-2.47** はその制御抵抗器である．

（4） 現　　況

火力発電所の鋼製煙突，鉄塔など近年高い塔状構造物の建設が多くなってきた．これらの構造物には必然的に台風安定の問題が生ずる．これらの対策をたてるため，強風時に実物を測定することもきわめて重要なことではあるが，これと併行して模型による風洞実験も空力安定の基本的な機構を解明する上に不可欠である．本風洞により煙突の部分模型あるいは全模型を使用して，円筒に及ぼす風力の研究が行なわれている．また構造物の軽量化が進んできたこと，建築構造物に新しい形態が生れると，これらに及ぼす風力の作用を充分調査する必要が一層増してくる．種々の建築物の模型による風力の作用も，本風洞により研究されている．また構造物に及ぼす風の影響を調べる上に，種々の新しい風速計や風圧計などが必要となるが，それらの試作検定などにも使用している．

5．潮岬風力観測所

（1） 沿　　革

昭和36年度文部省災害科学研究事業費により耐風構造部門に附属して風力観測所が和歌山県串本町潮岬に設置されることになった．敷地は 2,500 m² で串本町の好意により町有地が無償で貸与され，観測設備は目下整備中である．

（2） 使用目的

建物などの風災防止を研究するためには，多くの課題が取り上げられるが，第一に考えられることは，台風など強風時の風の構造，自然風の乱れ，風力分布などを明らかにすることである．しかし，この目的に合う施設は未だ皆無に等しかった．本観測所はこの目的に沿って設置せられるもので，場所も本州最南端の海岸に位し，台風など強風の機会にも恵まれ，かつ陸地，市街の影響を比較的うけない台風などの観測が可能であり，種々の観測，研究を行なう予定である．

6．海 洋 観 測 塔

今日臨海工業地帯の発展にともなって，暴風，高潮などによる海岸災害の規模が急激に拡大している．しかも地球上の気候はいま緊張（Climatic stress）の時期にあり，数百年来といわれる規模の暴風や台風がしばしば発生している．この事態に対処して，海岸地帯や沿岸海域保全対策の科学的基礎を確立することは目下の急務である．しかしながら，その解決は容易でない．そのためには辛抱強い自然との戦いが必要であるが，なによりもまず沿岸における暴風時の海況変動，とくに暴風にともなう波浪や高潮の特性，海上風や吹送流の構造，海底の変動機構，さらには地震や火山爆発にともなう津波の特性など，大気—海洋—海底系の綜合的な精度の高い観測を必要とし，海底に固定していない船舶や浮標による観測ではとうてい目的を達成することはできない．この難点を打開する唯一の方法は海底に固定した塔による観測を実施することであって，昭和35年度施設新営費（389万円）により和歌山県田辺湾内，瀬戸臨海実験所（京大，理）沖合約 300 m（**図—2．7**），平均海面下の水深約 5.5 m の岩盤上に，海洋観測塔が設置された．

塔は**図—2．8**に示したように，基底面積 36 m²，塔頂面積約 8 m² の四脚鉄骨組で，塔頂部には各種自記記録計を配置する密閉可能な記録計室，その下方には観測その他作業のための円形の床が設けてある．記録計室には観測員の宿泊も可能である．塔の位置は臨海実験所との共同作業に便利なばかりでなく，阪神地方に来襲する台風の通路にあたり，黒潮系を中心とする本邦南海における各種の擾乱が直接波及するなどの立地条件にも恵まれている．

観測諸計器は理学部との共同提案になる昭和36年度機関研究費（480万円）により，まず主として大気—海洋系の綜合計測装置の整備が進められている．観測項目別にその大要を記せば次のようである．

1）風速および気温の垂直分布

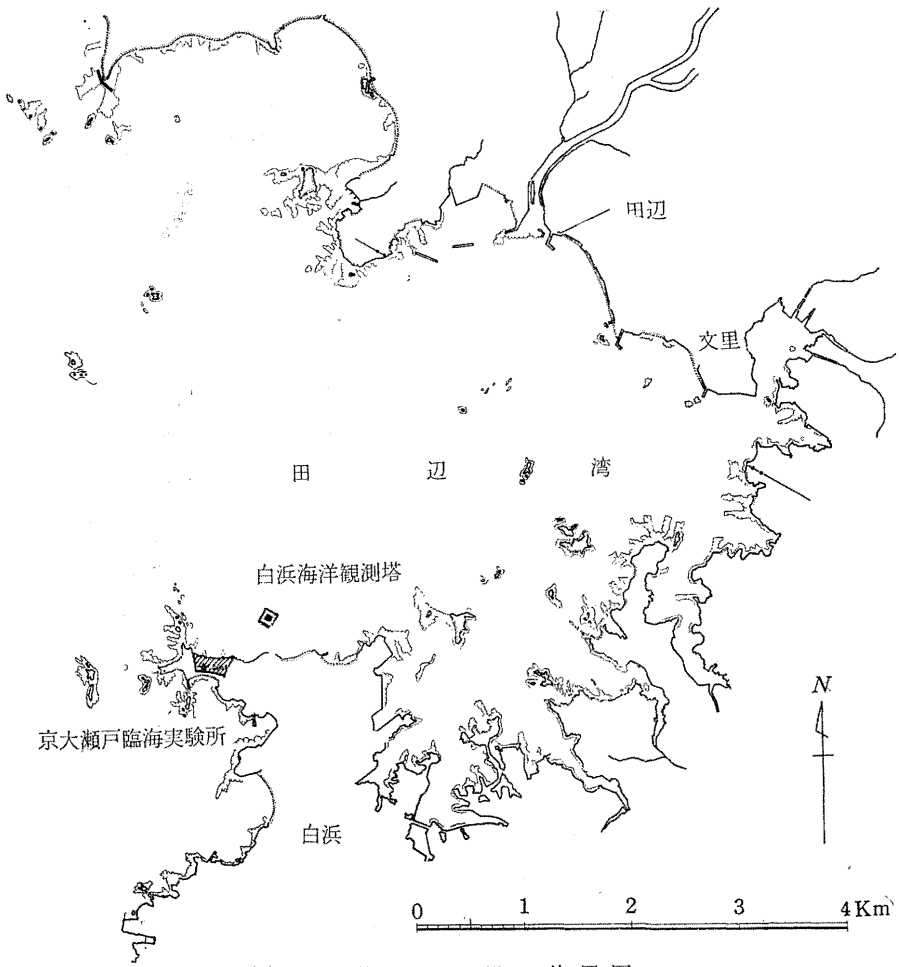
風速5点，気温4点および風向1点の長期連続（打点）観測を行なう．風速計は3杯式3分間平均値記録型であるが，同時に直流発電機を内蔵し，時に応じて瞬間値を記録することもできるようにしてある．気温計は測温抵抗体式である．

2）流速および水温の垂直分布

流速3点，水温2点および流向1点の長期連続（打点）観測を行なう．その計測方式は前項風速および気温と全く同じ方式が採用されている．

3）潮位，波浪および高周波風浪

高潮，津波の観測を含む潮位計1台，もちろん長期連続（打点）観測である．波浪計は周期2秒～1分の波浪を対象とし，特殊仕様，1日2回約8分の自動観測を行なう．もちろん場合に応じて観測回数をふやしたり，時に連続観測とすることもできる．高周波風浪計は主として2秒以下の風波を対象とし，電気容量型を採用してあるが，問題の性質上，連続観測方式ではない．



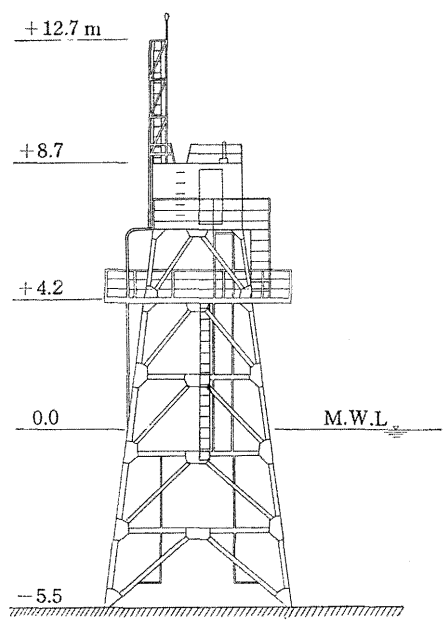
図—2.7　海洋観測塔の位置図

4）塩分およびプランクトン

塩分の現場における連続記録は初めての試みで，特殊仕様の電磁誘導型が採用された．プランクトンは1日数回の自動採集固定方式である．

これらの連続観測計器はほぼ 24 V×180 A.H の蓄電池で約1カ月間自動記録するように設計されており，専用に設置するディーゼル発電機により月1度の充電を行なう．一方，この発電機は短期の集中観測時の電源としても使用する．このほか，近い将来に湿度分布および濁度の連続自記記録計を設ける予定である．

この海洋観測塔ならびにその総合的連続観測装置はわが国初めての設備で，種々の研究分野に永くその偉力を発揮するものと信ぜられるが，現在まず当面の問題として，海岸波浪の予知事業の一部として，主に異常潮位の予測に関する研究計画が推進されている．



図—2.8　海洋観測塔

第3章　組　　織

本研究所は現在つぎの8研究部門がある．

1．第一部門（災害の理工学的基礎研究）
2．第二部門（河川災害の総合的研究）
3．第三部門（耐震構造の総合的研究）
4．地殻変動部門
5．地こり部門
6．災害水文学部門
7．海岸災害防止部門
8．耐風構造部門

これらのほかに宇治川水理実験所，桜島火山観測所，地殻変動観測所などの機関をもっている．またこれらの共通の事務を取り扱う事務室が設けられている．以下順をおって，それらの活動の状況を目的，生いたち，設置後の活動経過及び将来の構想などについて記述することにしよう．

1．事　　務　　室

国立学校設置法施行規則第10条により，付置研究所にはその事務を処理させるため，規模に応じて事務部または事務室を置くことが規定されている．同条各項によって，事務室の長は事務長または事務主任とし，所長の命を受けその事務を処理することが規定されている．

この省令によって昭和26年3月31日京都大学防災研究所が創設されると，まず山田保夫が事務主任として就任，引続いて所長は棚橋教授と決定し，棚橋研究室の一部でささやかな事務が開始された．

当時は付置研究所の設立が相当困難であったうえ，とくに建物の新営，定員の増員はほとんど不可能に近かった．そのため事務室の定員は事務官1名のみであった．

その後，会計主任として川勝安太郎が技術課より配置換となり，牧義彦，渤海慈子が採用され，一応小さいながらも事務室の陣容が整い，次の事務分掌規程が制定された．

防災研究所事務分掌規程

第1項　事務室に庶務掛，会計掛を置く．
第2項　庶務掛においては左の事項を掌る．
1．職員の職階任免，分限，懲戒，服務，その他人事に関すること．
2．官印の監守，保管に関すること．
3．渉外事項に関すること．
4．協議員会その他諸会議に関すること．
5．出張に関すること．
6．科学研究費，試験研究費，その他研究補助に関すること．
7．職員等の諸証明書の交付に関すること．
8．恩給に関すること．

9．職員の厚生に関すること．
10．履歴書の整理に関すること．
11．統計調査その他報告に関すること．
12．公文書の接受，発送並に浄書整理に関すること．
13．文部省内政府職員共済組合に関すること．
14．警備並に防火に関すること．
15．寄贈図書に関すること．
16．文書の保存に関すること．
17．その他各掛に属しないこと．

第3項　会計掛においては左の事項を掌る．
1．予算決算に関すること．
2．支出伝票の監査に関すること．
3．物品の出納，保管に関すること．
4．契約に関すること．
5．委任経理並に寄付金の支出に関すること．
6．共通施設に関すること．
7．会計における調査及び報告に関すること．
8．収入，支出に関する帳簿の整理記帳に関すること．
9．科学研究費の経理に関すること．
10．郵便切手その他受払に関すること．
11．公用図書に関すること．
12．タイプに関すること．
13．建物の営繕に関すること．
14．受託研究に関すること．
15．会計令規に関すること．
16．旅費に関すること．
17．給与簿に関すること．

第4項　各掛に掛長を置く．
掛長は事務主任の命を受けその掛の事務を掌る．
本規定は昭和26年10月20日より施行する．
本改正は昭和31年3月31日より施行する．

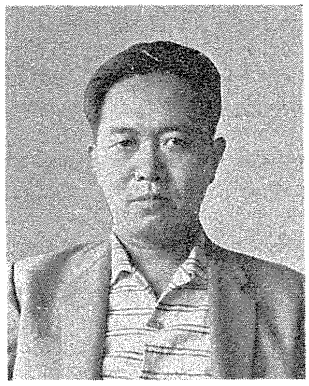

高田喜三次事務長

棚橋研究室より発足した事務室は，昭和26年5月旧技術課建物へ移転したが，図書館の増築とともに取り毀しのうきめに会い，同年12月図書館の一部へ移転したが，昭和27年1月建坪27坪の事務室，会議室，所長室，宿直室，物置の5室よりなる現在の建物に移った．

人員も年々増加し，昭和31年4月1日山田事務主任がヴィルス研究所に配置換となり，後任として医学部より北村一雄が事務主任を命ぜられ，その後昭和33年4月1日会計課へ配置換となった．同日付事務長の定員が認められるとともに，化学研究所より高田喜三次が配置換となり，昭和35年8月川勝会計掛長が薬学部へ配置換となると同時に後任として会計課より船越芳造が会計掛長となり現在に至っている．

頭初，3部門，定員14名，予算550万円の本研究所は，現在8部門，定員64名，外に補佐員17名，併任を加えると100名を越え，予算は本年度当初において，人件費1,800万円，物件費5,000万円の研究所に発展した．それとともに事務量も増大し，定員4名で発足したものが現在12名の人員をもつに至ったが，それでもなお人員が不足している．とくに本年度においては旧宇治分校跡へ一部研究室の移転があり，宇治と宇治川水理実験所へ事務室の分室を作るべく計画中である．


佐々憲三教授（併任）


吉川宗治助教授


高田理夫助教授

2．第　一　部　門

第一部門は京都大学に防災研究所が付置されるにあたり，「災害の理工学的な基礎研究」をすることを目的として発足した．現在地球物理学，地質学，陸水学，海洋学など諸方面の立場から，災害の基礎的な研究を行なうとともに，この際必要な種々の計測器ならびに計測方法を特別に設計考案して災害の本質の究明に努めている．

これらの研究を行なうにあたり，本部門で取りあげている主な研究課題は，「地震予知に関する研究」，「火山爆発に関する研究」，「火災，爆発に関する研究」，「地こり機構の研究」である．そのほかに，震害や河川，海岸の災害防禦軽減に関する研究の一部を行なっている．なお，昭和33年地殻変動部門，34年地こり部門，35年災害水文学部門，36年海岸災害防止部門の新設後は，わかれてそれらの部門においてなされているものもある．

（1）　地震予知に関する研究

地震を阻止できない現在，地震予知に関する研究は，構造物の耐震化に関する研究とともに震害防禦，軽減などの立場よりいって，一つの重要な研究であり，これに関しては，i）地震のエネルギーの蓄積に伴なって生じる地震前の前駆的な地球物理学的諸量の変化を捉え，予知に近かづこうとする研究，すなわち，i, a）地殻の伸縮，傾斜，隆起，沈降などの地殻変動の観測，i, b）地震の精密観測（地震波速度の異常変化），i, c）重力変化，i, d）地磁気放射能などの測定や，ii）岩石の破壊や物性に関する研究，iii）地球の内部構造や発震機構に関する研究，iv）地震に関する地質学的な研究などがなされている．

i, a）地殻変動の観測

佐々憲三，西村英一らが，30年余り前より行なっている火山爆発や地殻潮汐に関する研究の経験を生かし，20年ほど前から全国各地のトンネルや坑道を利用し，地殻変動観測所を設け，地殻変動の研究を始めた．その後，小沢泉夫，吉川宗治らにより，これらの研究がなされた．昭和26年防災研究所

が創立されるにあたり，これらの施設をそのままうけつぎ，佐々，西村，小沢，高田理夫，松島昭吾らにより観測が進められたが，観測網が強化されるにしたがい，細山謙之輔，伊藤芳朗らの協力を得て研究が行なわれてきた．その間大聖寺沖地震や吉野地震前の前駆現象と思われる特殊な現象を捉らえることができた．また西村により，地殻潮汐分潮の傾斜振巾の変化と地震活動との関係などについての研究もなされた．昭和33年地殻変動部門が設立され，西村，細山，伊藤らが同部門にうつってからは，佐々，小沢，高田，吉川圭三らにより，これらの研究がなされている．現在本部門に属する観測所は，逢坂山，井手，栖原，紀州の各観測所で，最近大台ケ原，北美濃地震の際の前駆現象やチリ津波の際の特殊な変化などが観測された．一方地殻潮汐に関する種々の研究もなされている．

i, b) 地震の精密観測

地震の観測は古くから地球物理学教室でなされているが，佐々は鳥取，東南海，南海地震の際，震源付近を通ってくる波の速度が，その前後で異なることより，地震エネルギーの蓄積の模様を地震波速度の異常より察知し地震予知に役立てようと試みた．現在佐々，岡野健之助を中心に多くの人々の協力を得て，阿武山，上賀茂，生駒，田辺，園部，御影などで，阿武山地震観測所の無線装置より発射される刻時用電波を同時に受信し，精密な観測を行なっている．

i, c) 重力変化の研究

佐々，西村，一戸時雄らは近畿各地における重力測定や一戸式重力変化計による連続観測を実施し，地震との関係をしらべてきたが，地殻変動部門新設後は，同部門において実施している．

i, d) 地磁気，放射能などに関する研究

地磁気，放射能の異常変化より地震を予知しようという試みは西村，宮腰潤一郎，伊藤によりなされていたが，現在は地殻変動部門で研究がなされている．

ii) 岩石に関する研究

地震の直接の原因は地下における岩石の破壊であり，岩石の破壊機構や物性の研究は地震の原因論にもつながる重要な問題でもあり，佐々，吉川(宗)，狐崎長琅らは鉱山や採石場などで，爆薬を用い，岩石の破壊実験を行ない，それの破壊機構や地震発生に関する研究を続けてきた．一方佐々，松島らは阿武山地震観測所に高圧実験装置を試作し，種々の岩石試料について破壊の機構や高圧下の物性について研究を進めてきた．またこれら岩石に関する研究をもとに地震の発震機構の研究をも行なっている．

iii) 地球の内部構造や発震機構に関する研究

地震は地球の内部で発生するものであるから，地殻，中間層，内核など地球内部の構造を究明する必要があり，三木晴男，和田卓彦らは量子物理学，物性論，物理化学などの立場より，地球内部の温度分布や密度分布，物質の状態変化，化学組成などの研究を進めてきた．一方，鳥通保らは弾性論の立場より発震機構の究明をなしており，近年中野正吉もこれの研究を進めている．この研究は火山や岩石に関する研究と相まって，今後大いに進歩するものと思う．以上のような理論的な研究のほかに，西村，岸本兆方，三雲健，大塚道男，神月彰らは自然地震の観測より，地殻構造や発震機構の研究を行なっていたが，地殻変動部門の新設と同時に同部門でこれを行なっている．

iv) 地震の地質学的な研究

地震の起こる地域は限られた地域であり，松下進はこれらの地域の地質をくわしくしらべ，地震と

の関係を究明してきた．

（２） 火山爆発に関する研究

火山爆発に関する研究は，火山爆発そのものによる災害軽減のために必要であるばかりでなく，その機構を研究することによって，地震の発震機構究明の模型実験の役割を果し，地震予知に関する研究とともに地震による災害軽減のためにも是非研究されなければならない課題である．

この研究は昭和の初期に，主任担当者である佐々によって，阿蘇火山について研究されている．防災研究所が設立されて後は，本学理学部阿蘇火山研究施設の一部を利用して研究が行なわれていたが，昭和35年度からは新たに桜島火山観測所が設立されるに及び，ここを中心として，桜島，阿蘇，霧島火山について，火山性地震，火山性微動，地殻変動，地中温度の常時観測や，精密水準測量などの測定観測とともに火山地帯の地下構造の研究や理論的研究をもあわせて行ない，火山爆発の予知や機構の研究および直接災害軽減のための研究が行なわれている．

ｉ） 火山性地震および微動の研究

主任担当者佐々は阿蘇火山において，火山性地震および微動について観測を行ない，その震源位置，種類，性質などを究明することによって，爆発予知あるいはその機構についての研究の端緒を開いた．この佐々の研究をさらに発展せしめるため，阿蘇および桜島の地震観測網が次々と整備拡充せられ，吉川(宗)，久保寺章，和田，吉川(圭)，藤原俊郎，加茂幸介，菊地茂智によって観測研究が行なわれている．そして昭和33年６月の阿蘇の噴火，昭和34年２月の新燃岳の噴火および最近間断なくおこっている桜島南岳の噴火の際の火山性地震や微動と噴火との関係について多くの成果があげられており，噴火予知の問題は必らずしも不可能ではないという明るい光明がともされつつある．

ii） 地殻変動の観測および測定

主任担当者佐々と西村は阿蘇火山において傾斜計の観測を行なうことによって噴火予知の可能性や，火山の地下に存在する岩漿溜の内部の状態の変化を推定し得る可能性を示した．その後，この観測は阿蘇においては伊藤，桜島においては吉川(圭)によって行なわれた．噴火に伴なう異常な地殻変動を数多くとらえており，この方面からも噴火の予測のできることを示している．また桜島火山においては，最近の活動に伴なう岩漿内の圧力の変化を水準測量の結果をも参考にして量的に推定し得る可能性が明らかにされてきた．

iii） 火山地帯の地下構造の研究

火山性地震の震源位置の決定や，火山性微動の性質を究明する上において，火山地帯の複雑な地下構造を把握しておくことが必要である．吉川(宗)，加茂，狐崎は阿蘇火山において，ダイナマイトを爆発させることにより人工的地震を発生させ，その波を利用した阿蘇火口付近の地下構造を明らかにした．一方，久保寺，加茂，菊池は阿蘇火山の火山性微動の性質から地下構造を決定する研究をすすめている．

このような研究は，どのような場所をやぶって爆発するかを予見し未然に災害を防ぐ上にも非常に重要である．

iv） 理論的研究

佐々は阿蘇における爆発地震の観測から弾性論によって，その発震機構を明かにしたが，島はさら

に火山性微動の発生の機構について波動論的な研究を行ない，佐々によって発見された微動は，岩漿溜の自由振動や，火口列方向の裂目の自由振動によるものであることを明らかにし，佐々の予見の正しいことを証明した．また島は岩漿溜の熱歪によって，どのような地殻変動がおこるかについての理論的な研究も行なっている．

以上述べたように，火山爆発に関する研究においては，各種の実際的観測と理論的研究とが平行して行なわれ，各火山のモデルが次第に具体化され，爆発予知およびその機構が明らかにされつつある．

（3） 火災，爆発などに関する研究

近年産業の発達に伴ない，火災，爆発などの産業災害が増加し，これらの防禦，軽減に関する研究が要請されるようになった．佐々は古くから火災，とくに地震に伴ない生じる火災について研究を行なってきたが，防災研究所の設立後，山口真一らとともに火災予防の立場より，火災と諸気象要素との関係を統計的に研究してきた．その後若園吉一により，火災爆発などに関する基礎的な研究が始められ，現在安藤直次郎とともに「燃焼に関する基礎的研究」，「爆発物の防火」，「防爆に関する研究」，「火災に関する研究」，「大気および水汚染に関する研究」などがなされている．

i） 燃焼に関する基礎的研究

火災，爆発のもとになるものは燃焼であり，高速度撮影機などにより，固体燃焼を観察し，火災や爆発の機構の解明に努めている．

ii） 爆発物の防火，防爆に関する研究

易燃性および爆発性危険物質の発火や安全性などを究明しており，現在事故の頻出しているヂニトロソペンタメチレンテトラミンやヂアゾヂニトロフェノールなどについての災害防止法を明らかにした．

iii） 火災に関する研究

近年新しい易燃性や爆発性をもつ物質が生産されており，これらの引火性，発火性，爆発性などをしらべ，予防対策を研究するとともに火災実験など行ない，新消火剤の探究を行なっている．また延焼防止に関しても研究を進めている．

iv） 大気および水汚染に関する研究

トンネル内の微量有毒ガスの測定や汚染度の測定法の調査に努めている．

以上の研究のほか昭和35年10月10日より10月15日までの間，本研究所，横浜国立大学工学部安全工学研究会及び日本化学会防災化学委員会の主催で安全工学研究会を開催し，産業安全技術者100余名につき産業防災に関する講習会を行なった．

（4） 土に関する研究

地辷り，山崩れ，地震などの災害対策または地盤の破壊，沈下などの研究をする上において，土の物理的性質を知ることは重要なことであり，今までに佐々，山口らは土の粘弾性的性質，三軸試験器による諸物性の研究，振動による特性の研究，電気的性質の研究などがなされてきた．一方，佐々は古くから地辷りに関する研究を行なってきたが，防災研究所の設立と同時に本部門では佐々，高田ら

により，地震探査や電気探査法を用い，各地の地辷り地の地下構造や地下水分布をしらべ，前記の土の物理的性質の研究などと相まって，地辷りの機構の研究や災害防止対策に関する基礎的研究を行なってきた．また地辷り地に多数の伸縮計，傾斜計，雨量計，地下水々位計を設置し，滑動の常時観測を実施し，研究を行なっている．

（5）地盤に関する研究

地震災害は地盤により異なるもので，佐々は土木工学教室や建築学教室と協力し，震害と地盤との関係について，地震探査で得られた震害地の地下構造や人工地震波の諸性質から研究を進めてきた．また佐々は山口とともに粘弾性的な諸性質からもこれらの研究を進めてきた．一方，京都，大阪，神戸をはじめ，関西の10余りの都市の地盤調査もなされている．佐々，吉川(宗)，久保寺らは人工地震波の諸性質より地盤性状を知るという研究をおこなっている．

その他，佐々，速水頌一郎，西村，細山らは西大阪や尼ケ崎地区の地盤沈下の機構ならびにその防止対策を研究するため，傾斜計，伸縮計により沈下の推移を測定するとともに揚水の影響などを吟味してきた．これらの資料をもとに地球物理学的に，陸水学的に考察を試み，沈下理論の確立に努めている．現在は速水，西村，細山らは，それぞれの所属部門や機関で研究を行なっている．

（6）水害や河川，海岸災害などの基礎的研究

これらの災害は近年著しく増加し，これの防禦，軽減に関する研究は，防災的な立場より必要で各方面より要請されている．速水は，古くからこれらに関し，陸水学的に，海洋学的に，あるいは計測学的に研究を行なってきた．すなわち，水塊分析による降雨流出の研究，滲透能に関する研究，鴨川の水文学的，水理学的並びに水工学的な綜合研究，電気的模擬法による水理現象の解析的研究，水中における砂粒子の運動に関する研究などの水害に関する水文学的な基礎研究や，河川の蛇行に関する研究，模型実験の相似に関する研究などの河川災害の防禦に関する研究，あるいは海岸浸蝕や風浪の研究，高潮の研究などの海岸災害防禦に関する研究など，多くの研究がなされ，大いに成果が挙がっている．しかし災害水文学部門，海岸災害防止部門が新設されるにあたり，同部門に移り，それらの研究がなされている．

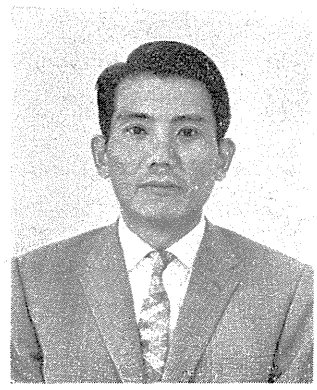
この部門の組織は，現在，専任が助教授吉川宗治，同高田理夫，助手吉川圭三，同中野正吉であり，併任として教授佐々憲三，助教授小沢泉夫，同若園吉一，同久保寺章，助手加茂幸介がこの部門に属している．なお，従来この部門の併任教授であった松下進，友近普および速水頌一郎は，昭和36年4月1日よりそれぞれ地辷り部門，第二部門および海岸災害防止部門へ移った．このほか，桜島火山観測所に助手1名の定員があり，藤原俊郎がこれを担当している．

3．第　二　部　門

第二部門は本研究所が昭和26年創設された当初から発足し，今日まで10年の研究が続けられてきた．この部門は，当初，研究内容として「水害防禦の綜合的研究」を行なうことを使命としていたので，

1．河川災害対策に関する綜合的研究（河道改修，洪水調節，河口改良，砂防，内水処理など）


矢野勝正教授


足立昭平助教授


友近普教授（併任）

2．海岸災害対策に関する綜合的研究（波浪，高潮，津波，浸食など）

などを含めた研究部門であった．しかし，その研究課題は極めて広汎にわたり，未解決の諸問題も多く，加えるに戦後連年にわたる河川及び海岸の大災害が続き，研究促進化の必要に迫られて，昭和36年度に「海岸災害防止の研究部門」が分離独立するにいたった．したがって，現在の第二部門の研究内容は，河川災害の防止軽減に関する綜合的研究を主題としたものである．

この部門に属する定員は創設当初より教授1，助教授1，助手1で，今日まで増減していない．教授には昭和26年10月以来今日まで矢野勝正が担当し，助教授には昭和26年4月より昭和30年4月までの期間は畑中元弘が担当し，昭和30年4月より今日までは足立昭平が引続き担当してきた．助手には昭和26年以来，足立，金丸昭治，大同淳之，がそれぞれ担当してきたが，昭和36年8月，大同は京大臨時工業教員養成所助教授に転属したので，現在助手1名欠員になっている．以上は専任職員であるが，この部門に属する併任教授は当初には石原藤次郎であったが災害水文学研究部門が設立されたのを機に昭和36年4月1日，災害水文部門に転属し，同時に第一部門より友近普がこの部門へ移ってきた．現在併任教授は友近のみで，併任助教授はいない．非常勤講師として当初は山田彦児教授（九大応力研）（昭和35年10月16日から昭和36年3月31日までは併任教授），石原安雄助教授（神戸大，土木工学）に依嘱していたが，現在は昭和36年度より奥田節夫（岡山大学，理学部）の1名である．

この部門は創設当初は京大工学部土木工学教室に研究室を借用し研究を開始したが，昭和27年9月にいたり宇治川水理実験所内に研究室が竣功したので，全員が移り，今日にいたっている．

創設以来今日までの研究経過のうち主なもののみを古い順序にあげると，最初に行なった研究は昭和27年1月より昭和29年4月にわたって大阪市内河川への高潮遡上模型実験で，ジェーン台風による大阪市内河川の防潮堤の計画高さを検討したものである．ついで，昭和28年より昭和29年にかけて行なった同一模型を利用した大阪港内における高潮による潮流の実験的研究である．昭和27年より昭和29年にわたり，別に貯水池模型を設置し，貯水池内の土砂の堆積問題及び硝子張貯水池模型による貯水池内の流速分布の基礎的研究を行なった．昭和29年から昭和30年には建設省中部地方建設局の委託研究として木曽川丸山ダムの洪水調節機能に関する実験的研究を行なって貯水池内の洪水流の伝播速度の研究を行なった．昭和30年には大阪府の寝屋川の河川改修計画について主として鴻池水門の操作方式の研究を行なった．昭和28年は6月に北九州の大水害，7月には有田川，日高川などの紀

州の大水害があったので，両地区に調査のため出張した．昭和29年より河川の蛇行問題を研究テーマとしてとりあげ，河川の蛇行性状に関する実験的研究を開始した．この研究は昭和32年まで継続し，蛇行の発生機構の問題を明らかにしたが，いまだに残された未解決の問題が多いので，引きつづいて研究を続ける予定である．昭和31年には北九州，和歌山水害の経験から洪水時の流木と橋梁の関係を研究する必要を認め，これも実験を主とした研究を行なって，流木が橋梁に堰止められる要因は余裕高よりも径間に支配され，その径間は最小限度 20.0 m 程度の単径間を必要とすることがわかった．また同じく昭和32年には堤体滲透の理論的及び実験的研究にかかり，河川堤防の非定常滲透現象の究明を行なった．昭和32年秋から昭和33年くれまでは，主として砂防ダム，砂連，人工粗度，洪水流の研究に重点が注がれた．すなわち，砂防ダムによる安定河床勾配の理論的研究を行ない，これを実験により実証した．また移動床河川における砂連の発生機構を，主として実験水路によって，水位，勾配などのことなる各種の場合について検討した．足立は昭和32年以来人工粗度による相似律に関する研究にかかり，今日まで引続き研究を続行している．洪水流に関しては理論解を中心に研究し，矢野は色々の場合，例えば河床勾配，初期水深，抵抗係数の異なる場合についての洪水流の変化の特性を計算した．昭和32年7月長崎県諫早市本明川に大水害が発生し，矢野，赤井，樋口，大同らが現地調査を行なった．昭和33年9月には狩野川に大水害があって，岩垣雄一，石原(安)，足立らは被害状況調査のため現地に出張した．昭和34年より滋賀県の安曇川下流部の分流の実験的研究に着手し，同年には固定床についての洪水分流比の実験を，また昭和35年には移動床についての同一実験を行なった．昭和34年9月，伊勢湾台風による愛知，三重海岸の海岸災害は，わが国の災害史上特筆すべきもので，矢野，岩垣をはじめ，多くの所員が数回にわたって現地調査を行なった．高潮の河川遡上の問題は，先に昭和27～29年の大阪市内河川についての実験的研究を行なったが，矢野は伊勢湾台風時の木曽，揖斐，長良三川の高潮遡上に関する記録を中心に理論的研究を行ない，昭和35年にその解明をした．昭和34年より土石流の問題を研究テーマとしてとりあげ，昭和33年度機関研究費にて施設された土石流実験水路を用い，先づ濃度の変化が流速分布に及ぼす影響について研究を開始した．昭和35年は上記の土石流，高潮遡上，人工粗度などの研究をすすめるほかに，新たに河口付近の河底の浚渫が上流の河床に及ぼす影響に関する研究及び山口県栗野川の河口付近における洪水放水路の実験的研究を開始した．近年淀川，大和川，神崎川などの河口付近の埋立土砂採集の計画がたてられ，その上流河床への影響と対策に関する研究が一つの課題となったので，この問題の理論的研究を行なって，常流時定流による河床変動の様相を解明した．栗野川の放水路の効果及び規模決定の研究は山口県の委託研究であって，模型による実験研究を行なったもので，放水路の位置，形状，高さなどの合理的決定を行なう有力な資料を提供した．以上が今日までの研究経過の概要であるが，昭和36年度では高潮遡上の実験的研究，貯水池の背砂現象，土石流，水制，内水などの諸研究を主要テーマとしている．

以上主として専任職員の研究経過を中心に記述したが，併任教授及び非常勤講師の研究としては，石原（藤）は由良川の水文学的研究，計画高水流量の研究を行ない，なお海岸工学の学問的体型化に関する活動に主要な役割をはたし，鳥取，泉南，明石海峡北岸などの海岸浸食防止対策に関する研究のほか，数多くの海岸災害関係の研究を行なった．

以上国内における研究のほかに専任教授矢野は昭和30年学術交換のためソ連及び中共に，また国際

水理学会出席のためにヨーロッパに出張した．併任教授石原(藤)は昭和29年及び33年の2回にわたり水文学及び河海工学に関する学術視察及び工業教育制度の研究のためにアメリカに出張した．併任教授速水は昭和31年水利学に関する学術交換のため中共に，昭和32年国際海洋学会出席のためにアメリカに出張した．

河川災害の対策に関する研究は大別して，1）治山対策，2）氾濫防止対策(河道改修及び洪水調節)，3）内水対策，の三つの分野に分類して取り扱うものとして，将来は砂防専門家を中心とした「砂防工学の研究部門」と農業土木工学の専門家を中心とした「内水対策の研究部門」を独立して，この方面の研究を進展せしめたい希望をもっている．

われわれは過去10年の研究経過をふり返ってみると，研究者として研究上の興味と意慾によって研課究題が選定されてきた傾向が強いが，この点は学問の自由の立場から当然であるにしても，現実のわが国の災害対策上の必要性という点からは大いに喰いちがいを感じる．例えば，わが国の水防作業の現実の技術水準は明治大正の時代とほとんど変わっていない．木流し工，釜段工，土俵積工といった旧式の工法が水防の主流をなして今日にまでほとんど進歩していない．もっと科学的な近代工法が当然研究されねばならないはずであるが，余り研究者がいない．こうした問題は河川工学全体を通じて可成り数多く発見される．結局，研究者の研究意慾をそそらない未解決の課題とか，到底短期間には解決しそうもない困難な課題とか，難しくはないが研究施設に非常に多額の設備投資を必要とする課題などがとかくおいてけぼりをくって取り残され易い．ところでわが国の河川対策として緊急に解明を必要とする問題として，何をとりあげていくかという問題は極めて重要な問題で，これだけでも一つの研究テーマとなる位である．ここでは詳論は省略して，われわれ第二部門として向う5ケ年間位の期間で主要研究課題として採りあげていくテーマをあげると，次のようなものである．

1．計画高水流量の合理的決定法，2．洪水調節などの貯水池水理及び堆砂背砂，3．河道の平面的安定形状（蛇行流），4．土石流特性と対策，5．河川構造物(護岸,水制,床止)の研究，6．流木，流砂と洪水流，7．河口付近の水理現象，8．内水処理対策，9．山崩れと流出土砂，10．洪水予報，11．森林の治水機能，12．水防技術，13．計測機の改良発明．

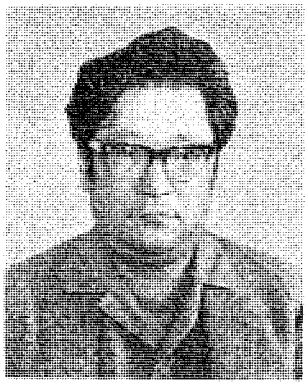
要するに流域という一つの場において，豪雨とその結果もたらされる洪水という自然的現象と流域内の土地利用の変化という人工的現象とが，河をときにはいためつけ災害が発生するわけであるから，われわれはこれを学問的に解明しその対策を究明していかなければならない立場にある．そのためには理論的，実験的及び実証的研究の手法を講じていくわけである．理論的研究のためには電子計算機の整備，実験的研究のためには実験設備として，例えば彎曲水路施設，大型模型貯水池，蛇行実験水路，河川構造物実験施設などの研究施設を増強していきたい．実証的研究としては，ある二，三の特定流域について，現地河川の水文学的，水理学的の基礎的な計測を続行し，あわせて実際の出水時の河床の洗掘，堆砂現象，洪水流の挙動，河川構造物の洪水への影響などの実態を把握できる研究方法をとっていきたい希望をもっている．

4．第　三　部　門

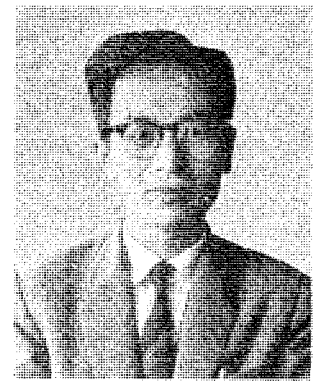
海洋台地と大陸塊の接合部に位して，地殻状態，気象状態ともに不安定な本邦は，地震，台風，

雷，降雨などの急激な自然現象により多くの人的，経済的損害を受けてきた．近年理，工学研究者を中心とする防災科学の迅速なる確立が強く要請され，昭和26年京都大学防災研究所が設置されるとともに，本部門は震災，風災，雷災，火災の災害防禦軽減に関する研究部門として発足した．その主要目的は当然被害の主要素であり，また災害の第二次的な原因ともなり得る建築，土木構造物及びその他の産業施設，工作物の災害防禦軽減の対策の樹立にある．地表構造物である限りその安全性は，単独に上部構造の考察に止らず，同時に地盤，基礎を含む下部構造の考察を必然的に要し，さらには上部構造と下部構造を統一した構造物系として取上げることによって，はじめて真の安全性の把握が可能となる．また構造物系に対するこれらの災害諸要因は単独に作用するのみでなく，しばしば複合して作用するために，その防災対策は必然的に総合的防災対策とならざるを得ない．本部門はこのような広汎な研究領域を抱合するが，限られた時間と人員で全面的に完成の域に齎らすことはできず，自らその研究の力点は，主として重要かつ緊急を要する震災，風災，並びに地盤沈下に関する構造物の災害防禦軽減の研究に置かれる．したがって，研究の方法論は主として静ないし動力学となり，防災対策研究の直列的系列は構造物系の静的ないし動的力学的特性，並びに破壊機構と構造物系の力学的モデルの研究，破壊的外乱とそのパターンの研究，静的応力並びに歪状態の解析ないし動的応答の解析，構造物系の安全性の規範と防災設計方式の研究が共通の形態となる．したがって，各種の防災対策を通じてその要素的研究には共通の性格をもつものも多いが，一方，各種災害における外乱の形態とその生起の頻度，並びに安全性の規範を異にし，したがって研究方法論と，防災設計原理の詳細は自ら相異るのも当然であり，このような意味において，重要かつ緊急を要する防災問題に対して effective かつ vital な研究体勢を整えるため，昭和34年度に地震り研究部門が設置され，地盤に関する災害問題を取り扱うとともに，昭和36年度には風災防禦軽減に関する研究部門が新らしく本部門から分離設立されるに至った．したがって，本部門の今後の主たる目的は震災，雷災，火災の災害防禦ないし軽減の研究を推進するにある．

本部門の定員は創設当初においては，その範囲の広範さに鑑み，専任教授1，専任助教授1，専任助手2，併任教授1，併任助教授3を原則として構成されてきたが，部門分化とともに現在では専任助教授2，併任教授2になっている．専任教授は，本部門創設昭和26年4月以来，棚橋諒が担当し，同時に初代所長を兼任したが，昭和28年5月工学部との併任教授として担当し現在に至り，その間，昭和34年4月から，昭和36年3月までふたたび所長を兼務した．昭和28年6月以降は，昭和26年6月より工学部と併任教授であった横尾義貫が，昭和34年1月まで担当し，工学研究所へ転出したが，同年2月より工研と併任教授として担当した．昭和34年3月からは，昭和26年6月から神戸大学との併任助教授であり，昭和28年から専任助教授であった石崎澄雄が，専任教授として担当し，昭和36年4月耐風構造部門新設とともに転出した．昭和36年4月以降は，昭和29年6月から工学部と併任助教授であり，昭和36年4月専任となった小堀鐸二が，昭和35年11月から交換研究員として米国 U. C. L. A. 工学部に滞在中であるため専任教授が欠員となっているが，帰国次第これを担当する．専任助教授は昭和34年4月から金多潔が担当し，耐風構造部門新設とともに転出した．昭和36年4月からは南井良一郎が工学部から転入した．専任助手は創設当時より渡辺清治，山口真一が担当したが，渡辺は昭和28年10月大林組に転出し，山口は後，第一部門に転出した．昭和28年11月からは山肩邦男が担当し，昭和32年2月京都工芸繊維大学に出向した．昭和32年2月からは川村純夫


棚橋諒教授（併任）


小堀鐸二助教授


南井良一郎助教授


林重憲教授（協議員）

が昭和36年4月まで担当したが，耐風構造部門に転出し，現在助手2ともに欠員である．なお，昭和26年8月から近藤文治は工学部との併任助教授として昭和32年1月まで担当した．また，昭和27年4月から昭和31年6月まで馬場善雄が大阪大学との併任助教授として担当したが，現在併任助教授はない．非常勤講師は昭和36年3月より安藤直次郎が担当している．

創設以来本部門の研究活動の範囲は震災，風災，土に関する災害，雷災，火災に関する災害防禦軽減と広汎にわたるが，主として本邦における防災問題の中心課題である震災と風災を取り上げるとともに，本邦都市地盤の軟弱性とその劣悪化に起因し，構造物の規模の増大とともに重要性を増す地盤沈下による災害を対象とした．構造物の防災対策が問題となる以上，複合外乱を受ける構造物系として統一的に考察することによって構造物系の真の安全性が確認され，またこのような総合的考察の上にこそ，個々の災害要因に関する真の安全性の評価が可能となるのが原則であるが，順序として，各個の災害要因に関する研究と各々に共通の研究を並列的に行なうとともに，上部構造，下造構造，あるいは構造物系を個々の問題における重要度に応じて対象とし，これらの諸研究を総合化する研究形態が取られた．また研究の方法論も各個の災害要因に関して画一的に規定されるものではなく，複合形体をとってその総合化の上にはじめて研究の全貌が明らかにされるのが常であるとともに，また個々の問題に共通な要素も多い．したがって，その方法論を並列的に分類すれば，構造物，地盤，ないし構造物系の静力学，及び動力学となり，さらに前者は弾性論，塑性論，後者は線型論，非線型論となる．また各々実験的研究と理論的研究に分けられる．構造物の震害，風震防禦軽減の研究に対しては動力学が，その主要な方法論であり，なかんずく，震害防禦軽減の研究に関しては非線型論を置いてはないことは明らかである．しかしながら，その前提条件として構造物系各部の力学的特性並びに破壊機構が準静的に明確化される必要があり，かつまた構造物の防災設計の段階において，逆に所要の力学的特性を構造物各部に賦与するのには静力学がその主要な方法となる．次に本部門が創設以来十年間行なった研究活動の経過とその研究組織を主体に，上述の分類にしたがって大略年代順に記述する．ただし，ここで台風に関する研究は，本部門で横尾，石崎，川村によって行なわれて来たが，その詳細は耐風構造部門の項に譲る．

構造物の静力学的研究に関しては，弾性理論として，昭和29年来，横尾，松岡理を中心とし，松村豊，塩路寅雄，多々見市蔵，国枝治郎を加えて展開された弾性曲板の曲げ理論と各種曲板への適用の研究がある．弾塑性理論としてはすでに昭和9年に今日の極限解析に先駆けて完成し，昭和33年ふたたび発表された，棚橋の終極状態における不静定架構の弾塑性解析がある．次いで昭和32年から始まり現在に至る横尾，松岡，山肩，中村恒善，国枝のアーチ，格子，曲板の極限解析の研究があげられる．また地盤を含めた構造物系の静力学として昭和29年から昭和35年にわたって，横尾，山肩，佐藤寛によって建築物の不同沈下に関する理論的研究が行なわれている．そのほかに，昭和27年に横尾，日置与一郎による殻の温度応力に関する研究，横尾，畑中元弘，五十嵐定義による電気抵抗線式土圧計の試作とその応用に関する研究がある．昭和31年から昭和32年には横尾，角田栄によるコンクリートの収縮による構造亀裂の発生機構に関する研究がある．一方，構造物の動力学に関しては，線型理論に基づく耐震解析とその設計法への応用として，棚橋，小堀，金多により昭和27年から昭和30年にかけてスカイスクレーパーの振動に関する研究が行なわれ，一方，横尾，石崎，畑中，畠山直隆によって同じく昭和27年から現在にわたって長大土木構造物の耐震性に関する研究が行なわれた．実験的研究としては，昭和23年に始まり佐々憲三，棚橋，石原藤次郎，横尾らを中心とする地盤と震害に関する研究が，継続して，佐々，棚橋，横尾，石崎，山口，渡辺によって行なわれた．また実在各種建築物の振動実験が昭和27年から現在にかけて，棚橋，石橋，渡辺，畠山によって行なわれるとともに，地盤及び建築構造物の振動実験が同様，昭和27年から現在にわたって，横尾，石崎，畑中，畠山，芹生正己によって行なわれ，実在構造物系の振動特性が明らかにされた．さらに昭和31年から昭和33年にかけて棚橋，海野三蔵，石崎，川村はクレーンガーダーの振動軽減に関する実験的理論的研究を行なった．また昭和34年には釘接合部の構造減衰と剛性に関する実験的理論的研究が金多により発表された．一方，耐震問題を主とする構造物の動力学はすでに昭和9年棚橋の「速度・ポテンシヤル・エネルギー説」の提唱によって，その主方向が決定付けられていたが，昭和29年から棚橋，小堀，金多が中心となり，本格的な非線型非定常応答解析が始められた．最初の基本的研究である耐震終局設計法に関する基礎的諸問題の研究は，昭和31年から昭和33年にかけての坂静雄，棚橋，岡田清，小堀を中心とした総合研究「耐震終局設計法」を含んで，金多，六車熙を加えて，その大綱を確立した．昭和29年から昭和32年にわたる棚橋，小堀，金多，南井による地震による構造物の非線型振動に関する研究は，主として Meissner 法，phase-plane 法などの図解法を用いて地震による構造物の非線型過渡応答の解析を行なうとともに，地震破壊力の尺度，構造物の耐震性の評価，地震波のパターン，構造物系のモデル，動的破壊過程の種々の解析法など幾多の重要な結果を得た．昭和30年から，棚橋，小堀，金多，南井は構造物の非線型捩れ振動に関する研究により，平面的不均一架構の耐震解析を行なった．次いで昭和33年から昭和35年にかけて，棚橋，小堀，南井は周辺地盤を含む下部構造の激震時の弾塑性挙動に注目して，建築架構下部組織の塑性降伏を伴なう非定常振動の研究を行なうと同時に，昭和34年から昭和35年にわたって弾性連続体と弾塑性質点系からなる複合系の弾塑性非定常振動に関する研究を確立した．一方，昭和34年から棚橋，小堀，金多，南井，水畑耕治は量的な動的耐震終局設計法を■指して，アナログ・コムピューターによる非線型過渡振動解析を広汎なパラメーター領域で実施すると同時に，京都大学工学部電子工業教室の近藤，岩井荘介の協力を得て，低速間接型電子管式アナログ・コムピューターを製作し，最近，井上豊，竹内吉弘，田川健

吾を加えて捩り振動を伴なう非対称構造物の耐震解析を行なった．一方，昭和35年，後藤尚男，金多は，同様アナログ・コムピューターを用いて橋脚の耐震設計に関する基礎的研究を発表した．また小堀，南井は昭和32年から34年にかけて発電用コールダーホール型原子炉の耐震性に関する研究を行ない，その後この研究から制震構造，すなわち構造物系の動的応答を構造物系各部の構造的，機能的要請に応じて，あるいはまた地震の規模に応じて，その許容量以内に制禦するような動的特性分布と規準量を与える制震設計方式の研究を行なっている．また棚橋は昭和9年以来の研究と本部門において10年にわたってなされた諸研究結果を総合して，地震に対する構造物の安全性に関する研究及びこれらの理論に基づいて伝統的な日本の木構造の耐震性に関する研究を行なった．なお横尾，山肩は，構造物の被害程度の非破壊試験法による判定という防災工学上重要な一分野に関して，昭和33年にRadiography の鉄筋コンクリートへの応用に関する研究を行なった．一方，併任助教授近藤は本部門における雷災防止の研究を担当し，延暦寺の避雷針の設計等を行ない，また林重憲とともに雷現象の研究，雷災調査と雷害防止の研究を行なった．さらに，林，石原(藤)，速水頌一郎，石原(安)とともに昭和28年から昭和32年にかけて直接型電子管式アナログ洪水追跡器を製作し，木曽川及び淀川水系の非定常洪水流の解析を行ない，さらに貯水池，ダムの模擬要素を挿入して，ゲート操作，洪水調節，洪水予報の研究を行なった．さらに昭和30年，機関研究，水害防禦に関する水理実験的研究において宇治川水理実験所の電気的模型操作，計測関係を担当した．なお，非常勤講師安藤は第一部門所属の併任助教授若園吉一とともに，昭和36年3月以来火災，爆発などの研究を実施している．

本部門創設以来10年の研究活動は以上のようであるが，この間また国外との研究交流も行なわれてきた．昭和31年9月8日から8月22日まで併任教授棚橋は西ドイツに出張し，この間日本学術会議代表としてカリフォルニア，バークレーで開催された第一回世界地震工学会議に出張し，“On Nonlinear Vibration of Structures” を講演し，大いに注目を集め，以後，耐震工学の方法論の主流は，非線型非定常振動理論に移った．昭和32年6月11日から9月8日まで専任教授横尾は米国，英国，スェーデンにて原子炉及び附属施設の調査研究を行なった．また昭和33年米国 U.C.L.A. 工学部の Prof. W.T. Thomson がフルブライト交換教授として京都大学に来学し，棚橋，横尾，小堀らと耐震工学上の意見を交換するとともに，Random Excitation について講義及び研究発表を行なった．昭和34年12月1日から昭和35年1月16日まで所長棚橋は，イタリヤ，メッシナ大地震50周年記念国際耐震工学研究会議に出席し，“On the Safety of Structures against Earthquakes” を講演するとともにトルコ，イタリー，フランス，スペインにおける中世建築工学の研究調査を行なった．昭和35年7月11日から18日まで東京，京都において第2回世界地震工学会議が開催され，本部門関係からは，棚橋，石崎，畠山，後藤，金多，小堀，南井，畑中が論文を提出し，討議に加わった．昭和35年10月27日から同年12月28日まで専任教授石崎は，構造物および耐風構造物に関する研究のため米国ほか五カ国へ出張した．また昭和35年10月17日より小堀は建物の地震応答に関する地盤の効果について研究並びに調査のため米国 U.C.L.A. 工学部に交換研究員として滞在し，現在ランダムな確率過程としての構造物系の非線型応答を研究中であり，昭和36年10月研究を完成帰国の予定である．

本部門創設以来10年間の研究経過とその研究組織の概要は以上のようであり，その成果は構造物の震災，風災，雷災などの防禦ないし軽減の防災対策に寄与するところが大きいと信じられるが，本部

門の研究対象があまりに広汎にわたり，個々の災害に対する防災問題の解決には未だ充分でなく，将来解決すべき問題も多きを数えねばならない．また研究が未だ並列的傾向が強く，諸研究題目の総合化が充分図られたとはいい難い．昭和36年度耐風構造部門の設立に伴ない，第三部門の研究計画は，一方において雷災，火災，土に関する災害などに関する構造物の災害防止ないし軽減の研究も，併任教授の協力を得てある程度推進せしめるが，主として震害防禦軽減に関する研究を重点的に採り上げることが可能となった．そして次の研究課題の集中的な推進が計画されている．

1．激震地動の性状とその破壊力の尺度の研究，2．地盤性状及び地層構成の構造物の耐震安全性に及ぼす影響の研究，3．構造物の弾塑性領域における動力学的諸性状の研究，4．構造物の破壊機構と耐震安全性の尺度の研究，5．破壊的地震波のパターンと地盤及び構造物系の動力学的モデルの研究，6．構造物の動的応答解析法の研究，7．構造物の動力学的特性の設計法の研究，8．構造物の動的耐震設計法の研究．

このような基礎的諸研究の総合の上に立てば，近年における計算技術の進歩と相携えて，構造物の震害防禦軽減を完うする動的耐震設計法の確立もそれほど困難ではない．すなわち動的耐震設計法とは構造物系各部の耐震安全性の尺度を表わす（無次元）動的応答が，各部の許容応答量以内に留まるような最も合理的かつ経済的な動力学的特性の分布及び規準量を定めることを意味するにほかならないからである．多くの計算資料の蓄積によっては，量的設計法の図表化及び無次元パラメーター分布の合理的配置として耐震構造計画法も可能となる．あるいはまた，構造物各部の動的応答を，機能的，構造的要請に応じて，地震波の強度パラメーターに対応して制禦し得る動的特性を与える制震方式の動的設計法も可能である．しかしながら，このような動的耐震設計法が具現化するには，研究課題1～8が，理学，工学，両分野の研究者の密接な協力のもとに，徹底的に究明されねばならないし，また具体化に附随する種々の研究が必要である．さらに，複合型の外乱を受けるのが一般である構造物の真の耐震安全性を把握するには，その他諸種の災害要因に対する防災対策ないし防災設計法に関する研究が，本研究に総合化されねばならないのは当然のことである．

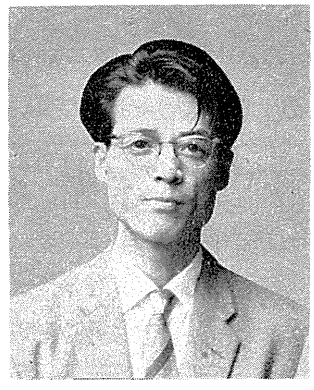
5．地殻変動部門

大地震による災害は実に甚大なものである．天災の中でも，地震は台風や豪雨による洪水などと違って，その発生を予知する方法が未だほとんど知られていないために，地震の人的及び物的被害は益々大きなものとなる．

地震による災害を軽減するためには，二つの方面からの研究が進められなければならない．その一つは，大地震に対しても十分耐えうるように建物やその他の構造物あるいは種々の施設の耐震構造化を図ることであり，他の一つは地震予知である．前者に関しては土木，建築などの工学方面から強力に研究が進められ近来着々と成果を挙げつつある．後者については，種々の方面から熱心に研究が進められているが，地震という現象自体の性質からも，またその他いろいろの理由のため，未だ十分な成果を挙げうるに到っていない．しかし地震予知の問題は，とくにわが国にとって一刻も延引を許されないものであって，地殻変動部門の目的とするところも地震予知に他ならない．

地震予知のための方法としては，つぎのように考えられる．地震発生の本質，すなわち地震がなぜ起こるかについてはいろいろな考え方があるが，未だ確定的なものはない．しかしとにかく，地震発


西村英一教授(併任)


岸本兆方助教授


三雲健助教授

生のかなり前から震源附近の地殻中に巨大な機械的エネルギーが蓄積され，それがある条件の下に一瞬に開放されるのが地震であるということは間違いないと思われる．そこで，このようなエネルギーの蓄積及び発散の過程における変化を，何らかの方法によって捉えることができれば，それを追究して地震の本性を明らかにすると同時に，地震予知を可能にすることもできるであろう．すなわち，地震予知の研究は地震の本性の研究に他ならず，とくにその方法についての研究であるということができる．

以上のような考え方にしたがって，現在までにいろいろな方法が試みられかなりの成果を挙げてきた．地震発生前後において，震央附近の土地に歪や傾斜の大きな変化が起こることが予想されるが，それらの観測を目的として，地震活動の盛んな地域における水準測量，三角測量が行なわれた．同じ目的で，傾斜計，伸縮計による傾斜や伸縮の連続観測も盛んに行なわれている．さらにエネルギー蓄積及び発散の際に起こると考えられる地下物質の物性変化の検出のため，地震計，地磁気変化計による観測，あるいは重力計による重力変化観測その他種々の研究が進められている．これらの中，傾斜計，伸縮計などによる地殻変動の連続観測は最も有力な方法の一つと考えられているものであって，昭和33年防災研究所に地殻変動部門が新設され，この種の研究を強力に推進することになったものである．

地殻変動部門において行なわれている研究は，大別して，1）地殻変動に関する研究，2）地震の観測研究，3）重力変化に関する研究に分けることができる．

1）地殻変動に関する研究は，前にも述べたように，傾斜計，伸縮計などによる地殻変動の連続観測が最も主なものであるが，この種の研究は京大地球物理学教室，防災研究所により過去数10年にわたり推進されてきたものであって，現在地殻変動部門において行なわれている研究もそれらの延長及び拡張であるといえる．部門新設以来，西村英一，岸本兆方，田中豊，田中寅夫らにより，全国約20カ所に及ぶ地殻変動観測所において，くわしい地殻変動観測を行なっているが，とくに最近の大台ケ原地震（昭35.12.26），日向灘地震（昭36.2.28）北美濃地震（昭36.8.19）について，その発生に伴なう震央附近の地殻の異常変動がかなり明確にされた．また昭和35年以来和歌山市において局地頻発地震に伴なう地殻微変動の観測を行なっており，将来の進展が期待される．

深発地震や遠地地震発生に伴なって観測される微傾動の問題は，第一部門当時に始められたが，当部門においてもひき続き研究が進められている．そのため最近複振子型水平振子傾斜計を設置して観

測を始めたので，この研究もより発展するものと思われる．日向灘における地震活動と槇峰観測所における傾斜の M_2 分潮の振巾変化との関係は，前に西村，細山謙之輔，伊藤芳朗により報告されたが，この問題も現在詳しく研究中である．

2）地震の観測研究は西村，三雲健，大塚道男，橋爪道郎が主として研究に当つている．地震の予知のため，したがって地震の本性を完全に把握するためには，傾斜計や伸縮計による研究とともに地震観測や重力観測が必要である．とくに，地震観測によって，発震機構や地下構造あるいは地下物性の変化などを知らなければ，地殻変動観測結果を十分に解釈することはできない．この意味で，先年和歌山においてこの地方の頻発地震の精密観測を行なったが，現在は，多重チヤネル地震計による近地地震の観測を行なうとともに，電子管式周波数分析装置についても研究を進めている．これにより地震波動のより詳細な性質を調べ，とくに近地地震の発震機構を詳しく調べる計画である．

3）重力変化に関する研究は西村，一戸時雄，中川一郎，船曳満らにより研究が進められてきた．アスカニア重力計により北は根室から南は奄美大島に及ぶ全国12点において重力値の観測が行なわれ，重力値の地域的分布が詳しく研究された．現在アスカニア重力計により京都における重力変化の連続観測が行なわれており，重力値の時間的変化に関す研究の発展が期待される．また，地震発生に関連する重力変化を研究する目的で，G.S.I. 型重力振子による各地の測定が行なわれている．現在までに潮岬，比叡山での測定が行なわれた．各地の地殻変動観測所には一戸式重力変化計が設置されて連続観測が行なわれており，各地域における重力変化について解析を行なっている．

4）これら，地殻変動，地震の観測による結果，重力変化などは，それらすべてを総合して考察を行なわねばならない．そのような解析によって，はじめて地震の本性は完全に把握され，したがって地震予知も完全に実現することができるであろう．もちろん，上記以外にもできるだけ多くの資料―例えば地磁気，地電流の変化，地中温度の変化，放射能の変化など―を考慮する必要があり，これらの観測も計画されている．またこれらによる尨大な資料の解析方法についても研究が進められている．

なお，この部門の組織は，現在，専任が助教授岸本兆方，同三雲健，助手田中寅夫，同橋爪道郎であり，併任として教授西村英一，助手大塚道男，同中川一郎，同田中豊が，この部門の研究に協力している．

6．地辷り部門

本邦には傾斜地が多いため，山地災害の一つである地すべりは各地にみられるが，北陸，四国，近畿，北九州などの第三紀層や一部古生層地帯に起こる地すべりはことに規模が大きい．全国の地すべり個所は，建設省砂防課の調査によれば，約5,500個所，総面積約 150,000 ha に及び，地すべり地内の被害も決して少なくないばかりでなく，地すべり土砂が河道を閉塞しようとしたり，鉄道，道路を阻害することもしばしばおこり，その合理的な防止法の究明が望まれている．

また本邦は，台風により，あるいは梅雨時の不連続線がもたらす局所豪雨による出水が非常に多い．それらの中でも昭和28年の北九州水害ならびに昭和32年の諫早市を中心とする西九州風水害などは，単に出水だけの被害でなく，山崩れ，山津波を伴なう山地災害が土砂流となって遠く下流の人

口密集地帯にまで重大な被害を与えた顕著な例である．これらの水害が大きな被害をもたらした一因としては，洪水時には河川に多量の土石が搬送されて一種の土石流となる結果，出水が単に水だけの場合に比して，流水の破壊力が著るしく増大したこと，被害地跡の土砂の堆積が復旧作業に大きな障害を与えたことが挙げられている．したがって，水害防止の見地からみても，治山対策は洪水の調節や河道の安定とならんで重要であるが，山地災害に対する基礎的研究にはなお残された問題が多い．

本部門は，これら山地災害の発生機構，災害の性態ならびに災害防止対策を究明することを目的とするもので，とくにその基礎的な研究問題としては，山腹土砂のクリープ特性，その崩壊機構，斜面安定に及ぼす地下水の影響，山津波ないし土砂流の流動特性とその破壊力などが挙げられ，その研究成果を現地での調査法や防止工法に適用するようにつとめている．

なお上記の研究のほかに本部門に課せられている研究題目には，各種の土に関する災害とその防止法に関する研究がある．土に関する災害には，堤防やアースダムの欠壊，岸壁の倒壊，建造物の基礎地盤に生ずる災害，地盤の土質特性の震害に及ぼす影響など多種のものがあげられる．それらのうち，現在災害の範囲が大きく，社会上にも経済上にも重大な問題を与え，研究に緊急を要するものの一つに都市の地盤沈下の現象がある．

本邦の大都市はおもに河口沖積平野に発達しているが，沖積平野はたとえば大阪市，東京都にもみられるように，一般に地盤が軟弱で地下水の揚水によって広汎な地盤沈下や施設物の不同沈下，傾斜などをおこし，日常の都市機能に慢性的な障害を与えているだけでなく，ひとたび高潮の襲来した場合には，沈下の激甚な沿岸地帯は水底に没する脅威にもさらされ，重大な危険を包蔵している．

地盤沈下の防止とその災害予防対策には，地盤沈下機構を一層明確にして，地下水揚水規制の規準に適確な理論的基礎を与え，規制政策の合理的運用に資するとともに，地盤の沈下趨勢の予測を確実にして，都市建設あるいは水害よりの都市防備に明確な指針を与えることが必要である．したがって本部門は，地盤沈下の防止とその防災対策についても，上述のような目的をもって研究を行なっている．

地すべり，地盤沈下その他土に関する災害に関する研究は，おもに第一部門の研究課題であったが，その他の部門の所員によつても研究が進められていた．その詳細は「研究活動」の中にもみられるが，おもな動向は次のようであった．

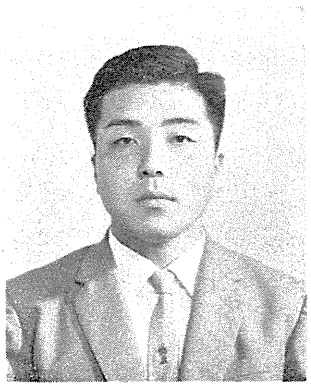
すなわち地すべりの研究については，佐々憲三は開所以来，高田理夫，吉川宗治，山口真一らとともに各地の地すべり地で地球物理学的探査法を用い，地すべり地の地下構造の調査，土質の研究などを行なって降水の地すべり滑動に及ぼす影響などの解明につとめ，松下進は地質学的見地から地すべり地帯を調査し，また村山朔郎は赤井浩一とともに土質力学的見地からその発生機構や防止対策などを研究してきた．

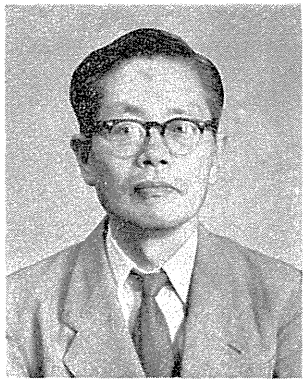
また地盤沈下の研究は速水頌一郎により始められ，主として帯水層の研究に主眼をおき，国司秀明，足立昭平とともに現地試験を，赤井とともに模型実験による検照を行なった．一方，村山は主として粘土層の研究に主眼をおき粘土層の振動圧密の解析，柴田徹とともに粘土のレオロジー特性の研究とその地盤沈下への適用などを行なった．

その他の土質災害に関する研究も各方面で行なわれてきたことは前述した通りである．

幸い昭和33年に地すべりの研究について，文部省科学研究（機関研究：研究費6,500,000円）が採


村山朔郎教授


柴田徹助教授


松下進教授（併任）

択されることになり，土質試験装置の一部とともに土石流の流動試験装置が設備されたので，昭和34年には土石流の研究が矢野勝正によって開始された．

地すべりや地盤沈下の研究は，関連分野が多岐にわたり各方面の協力を必要とすることはもちろんであるが，その根底となる土質力学の学問は日進月歩の発展途上にあり，しかもその研究内容も非常に広範にわたるので，専攻の部門の設立が強く望まれていた．ようやく昭和34年4月，地辷り部門の新設が実現し，その専任教授としては村山朔郎が工学部より転じ，助教授赤井浩一，助手山本順一とともに本部門の研究に専念することとなった．その後赤井，山本は転出し，現在助教授柴田徹，助手松岡輝昌，同軽部大蔵が本部門に属している．なお，併任教授としては松下進が，昭和36年4月に第一部門よりこの部門へ転じた．

地すべり部門が設置されて以後の研究課題を概述すると次のようである．

（1）　粘土のレオロジー特性の研究

地すべりの研究では従来は主として地塊の力学的平衡から論ぜられ，その滑動の時間的変化に対する基礎的研究はほとんどされていなかった．また地盤の圧密についても，この現象を脱水圧密の面より論ぜられることが多く，これと同時に発生するクリープ的な二次圧密については解析的な取扱いがほとんどされていなかった．

これらの従来とり残された方面の解明には，粘土のレオロジー特性の研究が必要である．そのため昭和29年頃より柴田を中心として研究を進めてきたが，部門設立後はこの成果をさらに二次圧密，応力緩和，温度効果の方面へも発展させるとともに，種々の応力下で土中に発生する間ゲキ水圧の消長をも考慮して解明を進めている．

（2）　地盤沈下に関する研究

前述したように，本部門設立以前からも地盤沈下に関する研究は速水によって始められ，主に帯水層に主眼をおいた研究が行なわれ，注目すべき成果が得られた．本部門設立後，村山は，柴田，山本らとともに，以前速水が赤井とともに模型実験に用いた大型土槽を用いて，粘土層に主眼をおいた地盤沈下の模型実験を行なった．これによって圧密係数の経時変化や反覆揚水の沈下特性におよぼす影響などに，小型実験や現地試験では得られない成果が得られることがわかり，大型土槽の必要性を痛

感した．しかし本実験は一条件に対する実験だけでも極めて長期（第1回目の沈下実験では圧密の観測に220日を要した）を必要とする．幸い昭和35年度文部省科学研究費（機関研究；研究費580万円）が得られたので，さらに3個の大型土槽を増設でき，目下各種条件下における大型実験を本部門全員協力して遂行中である．

一方この模型実験と平行して，粘土の圧密特性に関する研究も行ない，柴田が中心となって，とくに粘土の地盤中の応力状態を再現させる意味をもって，粘土の異方性圧密に研究の主力をそそいでいる．

（3）　粘土の反復載荷に関する研究

粘土に短周期の反復載荷，すなわち振動荷重を与えたときの強度特性，圧密特性については，すでに村山，柴田によって研究されてきたが，本部門設立後は，引続いて以前の成果を発展させるとともに，粘土の練り返し効果の点よりも検討を進めている．すなわち，目下は，村山，黒昭治郎がかつて考案した定積練り返し試験機を用いて，一定量のセン断ヒズミを反復加えることにより，粘土に与える練り返し量とそれが粘土のレオロジー定数に与える効果との関係を究明している．

（4）　地すべりに関する研究

地すべり地粘土のクリープ現象やセン断変形に伴なう練り返し効果に対する基礎的研究は，前述の（1），（2）によって行なっている．また地すべり地の発生機構については，地すべり地の現場について研究して必要な防止対策を提案してきた．それらの中で指示した防止工法が実施されて，以後滑動を停止または激減した例（例えば，奈良県桜井，福井県大谷など）も少なくない．

（5）　二層地盤に関する研究

現実の地盤は，決して一様のものでなく，硬軟の地層がほぼ水平に重なっていることが多い．また人為的に軟弱層の上部に粗粒土の層を盛って支持力を高めることも多い．このような硬軟の二層の土層よりなる地盤上に静的な載荷がある場合の支持特性については，最近研究された報文がでているが，動的載荷の場合についてはあまりないようである．そのため，昭和35年には村山，柴田は1m角の模型の2層地盤に振動載荷を与えた場合の実験的研究を行ない，目下その継続研究を行なっている．

（6）　落盤防止に関する研究

落盤の発生原因は非常に多種であるが，一方向に岩目をもった岩盤中の坑道に落盤の発生する場合が少なくない．村山は昭和33年来安江朝光とともに，寒天模型を用いて，単一トンネルに発生する落石，落盤の発生機構を研究し，ついで，トンネルを2本平行に双設した場合，その離隔距離が落盤発生に及ぼす影響を研究した．

（7）　地盤凍結に関する研究

地盤が凍結するときの熱伝導係数ならびに地盤凍結工法の諸資料を求める目的で，村山は柴田，軽

部とともに冷媒を地中に循環させて凍結の状態を測定した．

土に関する災害には，山くずれ，地すべりのような山地災害，地盤沈下や建造物基礎の沈下などの地盤災害のほかにも，堤防やアースダムの欠潰のような浸透災害，岸壁の倒壊，落盤のような土圧災害，地震や機械的の振動に起因する振動災害，凍上などの寒冷災害など各種の災害がある．これらはいずれも土に関するものではあるが，土の物理的，化学的あるいは力学的性質が極めて複雑であり，また各災害種別ごとに主眼をおくべき土の性質，あるいは対象とする原因，現象が非常に相異する．したがって，これらをわずか一つの地こり部門のみで研究することは極めて困難である．

またこれら災害の社会上，産業上に及ぼす影響には多少の大小はあるが，万一発生したときにはいずれも重大な影響を与えるものであって，その防止対策には万全の研究を要するものである．このことから，今後速かに地盤災害を始めとして各種の土質災害を専念研究する諸部門が設置されることを熱望するものである．

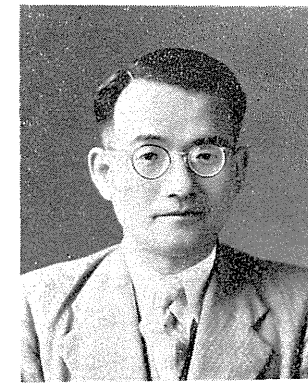
7．災害水文学部門

近時，わが国の経済は急速に進展しつつあるが，豪雨による洪水災害はとみに増大し，その惨状は容易ならざるものがある．科学的に裏づけられた水害防禦対策の樹立が，今日ほど強く要望されたことはないであろう．水害防禦に関しては広範な問題が包含されているが，その基本となる治水計画の完璧を期するためには，水文資料を系統的に整備するとともに，もっとも困難な雨水の流出機構を的確に把握することが必須条件である．ところが，水文学が学問としての形態を整え始めてから未だ日浅く，とくに，わが国では戦後ようやく活潑な研究が行なわれるようになったに過ぎない．わが国における降雨の時間的地域的分布，雨水の地下浸透，蒸発および蒸散，各種流出成分の実態，さらにそれらと地質，地被状態との関係，土壌浸蝕，河道における洪水流の性格などに関するわれわれの知識は十分とはいえない．こうしたことが，水害防禦に関する学理とその応用研究との発展を困難ならしめている主要な原因の一つである．災害水文学研究部門は，洪水災害の実態把握と，その科学的防禦対策のもっとも重要な基礎となる水文学研究を強力かつ組織的に遂行するとともに，その治水計画への合理的応用研究を行ない，洪水災害の防禦と水文学の画期的進展を積極的に推進しようとするものである．防災研究所においては，設立当初より，工学部および理学部の関係研究室と密接な協力のもとに，主として第一および第二部門において，水害に関する水文学の研究を強力に実施してきた．なかんずく，併任教授石原藤次郎らによる水文統計とその治水計画への応用研究，由良川をモデル河川とした水文観測およびそれに基づく出水解析，とくに新単位図法の研究，特性曲線法による水理的学解析，雨水流出演算器の開発，また併任教授速水頌一郎らによる水塊分析法による流出成分の分離，雨水流出理論とそれに基づく浸透能の解析など，全国に卒先して幾多の困難を克服し，水文学の研究を推進して注目すべき成果を挙げてきた．

しかしながら，災害に関する水文学研究を第一および第二部門の研究題目の一つとして取り扱う程度では，到底満足な成果を挙げえないところから，当研究所設立当初より本研究部門の設置を強く要望していた．災害水文学研究部門が設置されたのは昭和35年度であって，初年度の研究員の構成は，教授岩垣雄一，助教授石原安雄，助手高棹琢馬および柿沼忠男であるが，昭和36年度岩垣，柿沼が新


石原安雄教授


高棹琢馬助教授


石原藤次郎教授（併任）

設の海岸災害防止部門に移るとともに，第二部門より石原（藤）併任教授を迎え，さらに教授に石原（安），助教授に高棹が昇格し，米村正己を助手として新しく研究態勢を整えた．なお，昭和36年10月より併任助教授として芦田和男を迎える予定である．

本部門が設置されてから未だ1年半に過ぎないが，従来からの研究を続行するとともに新しい研究課題にも積極的に取り組んでいる．石原(藤)，高棹，米村は過去約10年間継続してきた由良川の水文観測と出水機構の解明につとめ，とくに雨水の流出機構に関する理論的実証的研究を行ない，中間流出に着目して合理的な有効降雨の分離法と単位図法の合理化を計った．岩垣は特性曲線法による流出解析について研究し，流出解析上多大の貢献をなすとともに，土砂水理学，海岸工学に関して注目すべき研究を行なったが，昭和36年度海岸災害防止研究部門の新設に伴なって，柿沼とともに新部門に移った．石原(安)は雨水流出および洪水流に対する電気的演算器の開発につとめるとともに，矢野勝正，角屋睦らとともに治水計画とくに洪水調節を含む多目的貯水池計画のOR的研究を行なった．その間，水文学研究の基礎となる降雨および流出量などに関する水文資料の整備蒐集につとめている．

本研究部門で現在研究し，また計画中の主要な研究課題はつぎのようである．

（1）　降雨現象に関する研究

降雨現象は気象学の問題に属するが，流出解析および出水予報に関連して降雨の地域的時間的分布の特性について研究する．これと並行して，洪水の主因である降雨の水文統計および非定常事象としての長期傾向についても考究する．

（2）　雨水の損失および流出機構に関する研究

雨水の初期損失，地中への浸透，表面貯溜などの山地内における諸現象の実態を究明する．流出は表面流出，中間流出および地下水流出の3成分に大別されるが，山腹表層付近における雨水流の挙動を究明して，表面流出，中間流出の流出機構を解明する．さらに，平時の河川流量の変化の実態などを調べ，地下水流出機構について考究する．ついで，河川流域の地形学的特性と河谷および河道の集水機構を調べ，雨水流出の実態を究明する．

（3）　流出解析法に関する研究

由良川など数河川における観測資料に基づいて，流出解析の具体的方法について研究する．流域の

地形学的要素と降雨の地域的時間的分布が hydrograph に及ぼす影響を調べて，流出解析法を考究するための基礎的知識をえるとともに，前述した流出機構に基づいた合理的流出解析法について考究する．工学上重要である出水予報，洪水ピークの予知などの具体的方法についても研究する．さらに，由良川ほか数河川を具体例として流出解析を行ない，その精度や実用性などについて検討する．

（4） 洪水流に関する研究

第二部門と協同して河道を流下する洪水流の実態を実証的実験的に究明するとともに，現地における洪水観測の合理的方法について考究する．

（5） 治水計画のＯＲ的研究

第二部門と協同して，各種の治水計画を河川総合開発に関連させ，かつ水系全体を勘案した合理的計画樹立に関するＯＲ的研究を行なうもので，とくに多目的貯水地群などによる洪水調節計画，分水計画，築堤計画などの合理化を計ろうとするものである．

（6） 洪水調節に関する研究

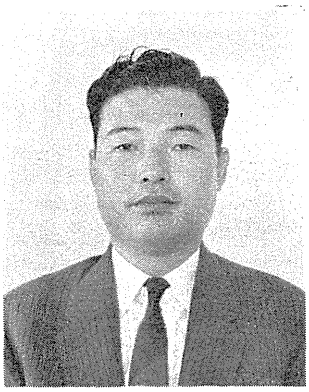
貯水池による洪水調節の合理的方法について考究するとともに，雨水流出計算器の開発につとめ，ゲート操作の自動制御について研究して，降雨の観測資料から自動的に合理的なゲート操作が可能な自動制御装置について研究する．

8． 海岸災害防止部門

この部門は，高潮，津波，潮汐その他の水位変動とか，波，流れおよび漂砂などの海岸における各種の水理現象によっておこる海岸災害を防止軽減するための研究を行なうものである．

京都大学が海岸災害防止研究に着手したのは，恐らく昭和22年７月，鳥取県に漂砂対策協議会（その後昭和23年11月に漂砂対策委員会と改められ，新潟，富山両県ともに経済安定本部資源委員会によって研究の対象に指定された）が構成され，工学部石原藤次郎，理学部速水頌一郎，豊原義一および竹上藤七郎が委員として参加し，鳥取県海岸の漂砂問題について調査研究を始めたときであろう．このとき，石原(藤)および岩垣雄一は網代港の埋没防止に関して研究し，速水は泊港湾の漂砂と弓ケ浜の波高分布について調査研究を行なった．丁度その頃より，第二次世界大戦を契機として，新しく生れ体系化された「海岸工学」や，海洋学に関する文献が続々とわが国へ入ってくるにしたがって，わが国のこの方面の研究も漸次活潑となってきた．京都大学でも，鳥取県の海岸に引き続いて，昭和24年より設置された大阪府泉南海岸浸食調査会のメンバーとして，泉南海岸の浸食調査に着手し，石原(藤)，速水，岩垣，堀俊之がこれを担当し，ついで防災研究所の発足とともに昭和26年より足立昭平および土屋昭がこれに加わり，さらに国司秀明および石原安雄の協力をえてこの調査研究は昭和28年に終った．米国においては，Council on Wave Research が1950年に初めて第１回の Coastal Engineering の会議をもち，国際的な会議へと発展していく第一歩をふみ出したが，わが国でもこうした海岸工学に関するシンポジウムをもとうとする機運が高まり，石原(藤)の大きな努力によって，昭和29年11月に第１回の研究発表会を土木学会関西支部主催で神戸においてもつことになった．

一方，昭和25年9月のジェーン台風によって大阪市内が高潮による大被害をこうむったことと相まって，昭和26年に発足した防災研究所では，昭和27年8月より速水，矢野勝正，足立，国司を中心とし，石原(藤)，岩垣，石原(安)，大同淳之の協力をえて，大阪市内河川を溯上する高潮の模型実験を，宇治川水理実験所において開始した．さらに，第1回の海岸工学研究発表会が開催された前年，昭和28年9月には，13号台風によって愛知，三重海岸が高潮による大きな被害をうけ，海岸災害防止研究促進の必要性を世人に痛感せしめた．こうした時代の要請にしたがって，石原(藤)，岩垣および鈴木雄太は，昭和29年より海岸堤防の有効高を合理的に定めるための研究に着手し，さらに三井宏も加わって，越波量を考慮した堤防の越波防止効果の研究に発展させた．それと時を同じくして，岩垣および樹木亨は，海岸の平衡勾配と砕波による砂の移動の問題をとりあげ，石原(藤)，岩垣，村上正，喜多樹，小合彬生および樹木は，明石海峡北岸の浸食調査と宮津海岸の漂砂調査を始め，また速水は福尾義昭，依田大介とともに明石海峡による播磨灘と大阪湾との海水交流について調査し，それと時を同じくして砕波の研究を開始した．また宇治川水理実験所に屋内風洞水槽が建設されるとともに，国司はこれを用いて風波の発生に関する研究を始めた．その後この水槽によって，樋口明生は円柱に及ぼす波力の実験を行なった．


岩垣雄一教授


土屋義人助教授


速水頌一郎教授(併任)


山田彦児教授(併任)

大阪市内河川の高潮溯上の実験に続いて，高潮による大阪港内の流れの模様を調べた海洋河口実験水槽は，その後速水を中心として実施した広島湾の潮流変化の模型実験に用いられ，さらに樹木の Inlet における漂砂の研究や樋口の境水道の水位変動に関する模型実験に利用された．昭和32年には樹木，村上は扇形水槽を用いて沿岸漂砂量の実験を行ない，またその翌年には足立，樹木および小合が離岸堤によってトンボロが発生する実験的研究を始めた．一方，その頃より石原(藤)および樹木は天野哲男の協力をえて，漂砂の運動機構に関する基礎的研究に着手し，これは昭和35年まで続いた．また昭和34年には，石原(藤)，岩垣，石原(安)および吉田幸三によって，堺港の波浪遮蔽に関する大模型実験が始められ，また岩垣および野田英明は長水路を用いて，海浜変形における scale effect の実験的研究に着手した．

こうした状態のとき，伊勢湾台風が襲いかかり名古屋を中心とする伊勢湾沿岸に再度あの惨怛たる大災害をひきおこしたのである．昭和34年9月26日であった．当研究所としては，早速その調査班を組織し，水害関係では矢野が中心となり，全員が参加して海岸災害の実態調査と現象の学問的な解析に努力した．そのうちに翌年の5月24日，遠く南アメリカ西岸でおこったチリ地震による津波の来襲によって，わが国の太平洋沿岸各地が大きな被害をうけた．伊勢湾台風被害につづくこのような海岸災害の頻発にかんがみて，昭和36年度より海岸災害防止の研究部門が新設され，従来，第二部門あるいは災害水文学部門，宇治川水理実験所部門で行なっていたこの方面の研究を，この新部門によって実施することになったわけである．

なお，昭和28年に山田彦児（九大教授）は非常勤講師となり波および高潮の理論的研究を続けてきたことを付け加えておかなければならない．

この部門は，教授岩垣雄一，助教授土屋義人，助手柿沼忠男および井上雅夫が専任であり，併任として教授速水頌一郎(理)，山田彦児(工)，助教授国司秀明(理)，非常勤講師として助教授椹木享（徳島大，工）の協力をえて理学的，工学的に一体となり，強力に研究が進められているが，現在の主な研究課題を述べると次のようである．

（1） 混合砂の輸送機構に関する研究

ある粒度分布をもつ混合砂が，水の運動にともなって浮遊および掃流の形式で輸送される機構を研究するもので，浮遊については岩垣および土屋が，掃流については土屋が主体となって基礎的な研究を行なっている．また柿沼は，速水の指導をうけて，海浜砂の sorting 現象を現地海岸の資料にもとづいて研究してきたが，こうした基礎的な問題の解明にしたがって，海浜砂の特性や漂砂の移動機構がさらに一段と明確になると思われる．

（2） 海浜変形に関する研究

波によって海浜が変形し，海岸の浸食や堆積がおこる現象を研究するもので，変形量や砂州の発生と波の特性および底質の大きさなどとの関係を明らかにする．現在は岩垣および野田が中心となり，海浜変形の実験に際して問題となる縮尺効果の研究と，砕波特性が変形の過程にしたがって変化する問題を主として研究している．

（3） 局所洗掘現象に関する研究

これは，1）堤防前面の洗掘，2）河口付近の河床掘さく問題，3）水門下流部の洗掘，4）低落差発電所の周りの洗掘など，水理構造物による局所洗掘や安定断面の問題を研究するもので，1）は椹木が研究を進め，2）は岩垣，3）は岩垣および土屋，4）は土屋および井上が中心となって研究を進めている．

（4） 海岸堤防の越波防止に関する研究

機関研究費によって新設された高速風洞水槽（研究施設の章参照）を用い，海岸堤防，防潮堤及び埋立護岸の越波現象を研究するもので，主として波のはい上り高さや越波量に及ぼす風の影響を調べる．同時に越波を最も少なくするような堤防の形状についても研究を進める．これは岩垣，土屋，井

上が担当している．

（5）　海岸波浪の予知に関する研究

これは特別事業による研究で，わが国の主要な海岸を選び，各海岸で波浪観測を行なって，海底摩擦による波の減衰を調査し，海底摩擦係数の値を求めるとともに，海岸における波浪の予知方法を研究するもので，海岸災害防止部門全員のほか，水理実験所部門の樋口および吉田の協力をえて実施する．なお，土屋は摩擦による波高減衰の基礎的な研究として，理論の発展と長水槽を用いた実験を進め，岩垣および柿沼は伊勢湾台風時の波浪の推算を試みており，また国司は風波の発生発達の研究を継続し，注目すべき成果を挙げている．

（6）　海洋観測塔による海岸災害の海洋学的基礎研究

昭和35年度に新設した白浜の海洋観測塔（研究施設の章参照）を利用し，風向，風速，気温，湿度，波浪，潮汐，水温，塩分，流向，流速，プランクトン，濁度などを自動計測装置により観測して，1）水面付近の風の構造，2）海洋から大気への水の輸送，3）水面変動，4）海浜の変動，5）プランクトンと海浜との相関，6）漂砂について研究しようとするもので，現在，機関研究費によって計測器を整備中である．この研究は速水，国司，西勝也が中心となって研究を進めている．

なお，樋口，吉田，西は宇治川水理実験所に所属し，海洋学的な立場からこの部門と一致協力して，海洋災害の防止軽減の研究に専念しているが，ここにその主要な研究課題を挙げると次のようである．

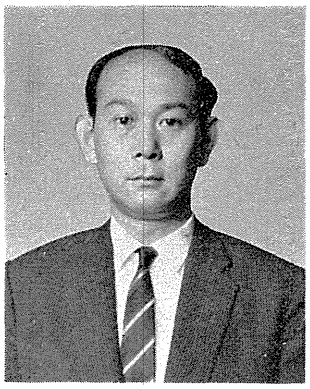
（7）　潮流を含む水理模型実験に関する研究

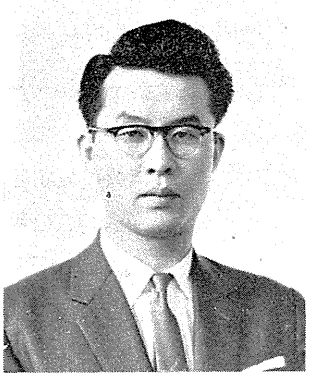
近年ようやく盛んにおこなわれるようになった大規模の海岸工事を合理的に実施するためには，これにより影響をうけると考えられる水位および流れについてよく理解しておかなければならない．水理模型実験はこの種の問題に関する有力な手段であり，当研究所においてはこれに関する系統的な研究がおこなわれている．模型実験における最も重要な問題は相似則である．縮率の関係から模型における流れは完全乱流とはならず，層流あるいは遷移領域に属するが，これらの場合に関する力学的相似条件が研究されている．これまでに，広島湾，境水道，名古屋港などに関する研究をおこない貴重な資料が得られた．現在は，狭い入口をもった海域における相似の条件について研究中である．この研究は速水，樋口，吉田が担当している．

（8）　サーミスター微流速計の研究

一般に水理現象を取り扱う場合には，水位と流速を知る必要がある．水位に関しては，かなり小さい水位差までも測定できるが，流速に関しては，小さい流速を測定することはきわめて困難である．この点にかんがみて，西はサーミスターを使用した微流速計を試作している．安定性などに関して若干問題はあるが，かなり明るい見通しをもっている．

以上のように，この部門では活潑に理論的，実験的並びに野外観測によって研究を進めているが，海岸災害防止の研究を完全に実施して行くためには，なお多くの課題を取り上げなければならない．河川における洪水の原因となる雨水の流出問題を主たる研究対象とする災害水文学の部門があるように，海岸においても災害を引きおこす自然力，例えば高潮，津波，波浪，潮流などを，その発生から


石崎瀧雄教授


金多潔助教授


横尾義貫教授（併任）

発達，変形に至る各種の水理現象を含めて，海洋学的，海岸水理学的な研究を行ない，外力の本質の解明とその予知方法を確立する研究部門が必要であると思う．このことは，見方をかえれば海岸災害防禦のための各種海岸構造物の計画設計に際しての外力の取扱い方を合理化ならしめるわけで，予報の精度向上に関連して極めて重要な大きな課題である．海岸災害の頻発する原因の一端は，こうした問題が大きく取り上げられず，この方面に未解決な点が多いことにあるといっても過言ではない．

9．耐風構造部門

一昨年の伊勢湾台風，本年の第二室戸台風など，最近のわが国は大きな台風の襲来を受けているが，その度に生ずる構造物の被害は少なからぬものがある．したがって台風のような強風に対し構造物を安全ならしめることはわが国にとって，きわめて重要である．しかるに構造物を合理的に安全ならしめるという問題については，現在もなお不明なことがらが多い．すなわち，風の性状や構造物の性質など，この問題の解決のために必須の事実がいまだ十分に明らかになっていない．

本部門においては強風の性状，主として風速や風向の距離的，あるいは時間的な変化，地形や地物によって風の受ける影響などを究明し，これにもとづいて構造物に作用する外力としての風力，またこれに対する構造物の応答などを明らかにしようとするものである．とくに従来，一般に風力としては静的な力のみが主として取り上げられてきたが，これの不十分なことはいうまでもなく，動的な力としての風力の問題を究明して，合理的な耐風構造の発展に努める考えである．

耐風問題に関しては数年前より耐震問題とともに第三部門において研究を行なってきたが，両者ともわが国にとってはきめて重要な研究課題であり，しかも広範な分野にわたる研究を必要とするものであるから，とうてい一部門の人員，設備をもってしては，これを遂行することが困難であった．幸にして昭和36年度より本部門の設置が認められ，研究員としては教授石崎瀧雄，助教授金多潔，助手川村純夫，光田寧をもって出発した．併任教授として横尾義貫がこれに協力し，さらに理学部より併任助教授として山元龍三郎を迎え，また非常勤講師として畠山直隆が加わった．

本部門は設置されてから日なお浅く，いまだ充分な研究成果を挙げ得たとはいえないが，第三部門において行なってきた研究とこれに継続するもの，および今後の研究計画を記すと次の通りである．

（1） 自然風の性状に関する研究

構造物に作用する風力としては，まずその最大のものがどの位になるかを知ることが重要で，そのためには最大風速の値を知らなければならない．しかるに風力は地形や地上物の影響を受けやすいから，観測地点にごく近いところの風速でさえも，実際に測定してみなければ不明なのが現状である．またその最大風速の値といっても，構造物にとっては，どの程度の継続時間のものをとるべきか，その最大風速の拡がりはどうか，という点になるとほとんどわかっていない．本研究は台風のような強風の観測を行なって，その測定結果を解析し，上記の問題を明らかにしようとするものである．

とくに本年度より特別事業として風力観測費が認められ，和歌山県串本町より約 3,000 m² の土地の無償貸与を受けたので，ここに観測所を設け，種々の測定を行なう予定である．

（2） 風圧計の試作に関する研究

前項の研究のためには自然風の多くの観測を行なわねばならない．しかるに一般に現在用いられている風力計の類は本研究に不適当であり，われわれの研究にとっては同時に多くの点における風圧の時間的変化を精確に測定する必要がある．よって以前より風圧計の試作に関しては研究を行なってきたが，計器の安定性その他，いまだ完全なものとなっていないので計器の改善をはかりたい．

（3） 構造物に加わる局部風圧と局部耐風構造に関する研究

近年の台風による構造物の被害は，局部的なものが数量的にきわめて多い．これは局部的な細部の構造をゆるがせにしていることもその理由の一つであるが，また局部風圧が異常に大きくなることのあることも示している．よって風洞実験により局部風圧の実態を調べ，これに耐え得る構造はいかにすべきかについて研究する．

（4） 風による塔状構造物の振動に関する研究

鉄塔，煙突の類が風によって振動を生じるものであることは一般によく知られているが，これの振動発生の機構はいまだ明らかになっていない．とくに近年大型の鋼製煙突が造られるようになり，その二，三は振動障害を生じている．この問題に注目して，実物煙突や鉄塔について振動および風力の測定を行なってきたが，さらに今後，理論的研究をも行なって，この問題を解決したい．

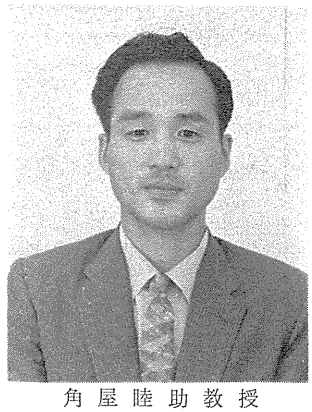
上記の諸研究の他，風力の地理的分布，風力の地形によって受ける影響，特殊形状の構造物の受ける風力，風力の高さ方向分布の問題など，研究を予定しているものが多いが，それらについては具体的な研究方法を考究中である．

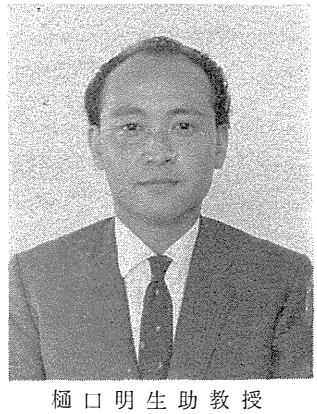
10． 宇治川水理実験所

河川，海岸などの水に関する研究を行なうためには水理実験所を整備することが絶対必要であることはいうまでもない．昭和26年防災研究所が設立された当時から，附属施設として，この水理実験所をどこに設けるかが問題とされていた．水理実験所は広い面積を必要とし，かつまた水の便のよい地区が条件となる．京都大学本部構内またはその附近に，その設置位置を求めることは理想であるが，

それは到底実現しそうもない．将来の拡張計画を考えると，2～3万坪程度の敷地が必要である．それに外国でも水と土の実験所が多く，水の研究には土質工学的研究分野を多く含むし，土の研究にも雨水の流出と浸食，地下水と土質の関係などこれまた水理，水文学的研究分野を多く含んでいる．したがって，水理実験所は水理土質実験所的性格をもったものにする必要がある．以上の観点から種々検討物色中であったが，昭和26年9月頃より，京大結核研究所にて計画中の伏見区横大路東ノ口町にある敷地面積約1.0万坪と鉄筋コンクリート3階建延約600坪の建物を結研より譲渡し，ここに水理実験所を設立する案が検討される段階にいたった．初代所長棚橋は石原（藤），矢野，速水らと協議し，譲渡されるものとして，その利用方法，価値効果等について調査研究を行なった結果，これを利用して水理実験所として活用できる結論を得た．そこで結研及び本部事務局と譲渡に関する交渉及び事務手続きが行なわれて，すべて円満に移管事務は進捗し昭和27年3月正式に結研より譲渡を受け，これを宇治川水理実験所と命名した．そこで直ちに河川，海岸災害及び地辷り，地盤沈下，土性，土質などの土に関する災害対策の実験施設と研究室の全体計画を検討し，3カ年7,000万円程度の施設整備計画を樹て，昭和28年度の概算要求を提案する一方，昭和27年の秋から冬にかけて文部，大蔵省にその実現についての交渉を重ねた結果，国においてもその必要を認め昭和28年度新営費予算として，初年度のスタートをきるにいたった．以上が宇治川水理実験所が生れ，その研究施設が実現されるにいたった経過であるが，さて問題はこの実験所を運営していく研究陣容をどうするかという点にある．第二部門は教授1，助教授1，助手1名という少人数で，到底施設を有効にフルに運営することはできないから，ここに当然実験所の運営及び管理を行なって研究を進めるスタッフを定員化する必要があった．このために，助教授2，助手5，事務官2，技官4，雇傭人20名合計33名の定員化を考え，文部省に折衝した．昭和28年8月1日に文部省令第9号によってその一部が実現し，後逐次増員され現在は助教授2，助手4，技官1，雇傭員5名となっている．

助教授として昭和28年10月足立昭平が最初担当し，昭和30年4月足立は第二部門に配置換となったので，同年同月赤井浩一が工学部より配置換になって，爾来，赤井は昭和34年4月まで，この業務を担当した．昭和31年6月，岩垣雄一が工学部より配置換となり，助教授は2名となった．岩垣は昭和35年4月に災害水文学担当教授に昇任したので，同日付で椹木亨が発令された．昭和34年4月，赤井の転属のあとに神戸大学工学部より石原安雄が転属した．昭和35年4月，石原(安)は災害水文学部門の助教授に配置換となり，同日付で角屋睦が助手より昇任した．昭和36年4月椹木は徳島大学工学部助教授に転属したので，後任に同日付で樋口明生が助手より昇任した．現在は以上の結果，角屋と樋口が助教授を担当している．助手として勤務したものは国司秀明，足立昭平，山本順一，野田英明，寺谷卓三であり，現在は吉田幸三，今尾昭夫，西勝也の3名であって，1名欠員になっている．技官として谷泰雄が昭和34年5月昇


角 屋 睦 助 教 授


樋 口 明 生 助 教 授

任し，計器，施設の管理を担当している．

本実験所の物品供用官として矢野が任命されていたが，昭和36年度より本実験所に第二部門，災害水文学部門，海岸災害防止部門，地辷り部門の4部門が常駐して事務の連絡，統制など錯綜してきたので，当番幹事制を設け岩垣がこの任にあたることになり供用官に任命されて現在にいたっている．

以上の間に岩垣は昭和32年7月より昭和33年9月まで約1年2カ月，米国コロラド大学に土砂水理学研究のため留学をした．また赤井は昭和33年10月独乙アーヘン工科大学に土質工学研究のため留学し，昭和35年2月帰国した．併任助教授として，国司秀明が風波の研究その他海洋水理学を担当してきたが，昭和36年4月より海岸災害防止部門へ移った．以下本実験所の研究経過の概要を述べる．初代の助教授であった足立は研究施設の設計業務を担当するほか，大阪市内河川の高潮溯上実験，寝屋川改修計画のための鴻池堰の操作方式の研究などを行なった．赤井は土質実験室，土圧測定装置，地下水槽などの設計を行ない，これらの研究施設を活用し大阪の地盤沈下の研究，河川堤防の浸透及び法面安定の研究を行なった．岩垣は土砂水理学とくに河床変動，噴流による洗掘などに関する研究，海岸浸食，漂砂に関する調査研究，海岸堤防の研究，海浜変形，養浜などの研究，港湾の模型実験などを実施した．石原(安)はアナログ，コンピューターの試作，多目的貯水池の操作の研究，降雨の河川流出の研究などを行なった．樹木は海岸浸食の研究を行ない漂砂の移動機構を明かにし，かつ昭和35年度機関研究費による高速風洞水槽の設計及び施工を担当し，その施設を完工した．角屋は水文統計学及び農地における氾濫水の水理特性などの基礎的研究を行ない，かつ安曇川の分流実験を行なって洪水の分流に関する研究を進めた．樋口は砕波，波力など波の特性に関する研究を行ない，ついで広島県太田川河口の潮流実験，境水道の潮位，潮流の実験，名古屋港の潮流実験などを実施した．

本実験所の管理上の当面の課題としては，実験用水の管理問題と研究室の拡充整備の問題である．実験用水道料金は年々多額にのぼっている．使用料金の高騰もその原因の一つであるが，施設の老朽化による損失も大きな原因であり，研究活動も活潑となり年間100万円にのぼる水道料金の節約化の方法としては，種々検討を加えたが結局構内に井戸を掘り自給する方法が最も良策であるとの結論に達しているので，これが実現を期待している．研究室は現在10室あるが，すでに述べたように四つの研究部門と宇治川水理実験所職員とが常駐しているので，極めてせまく図書室，会議室などもなく，また倉庫にも不自由している実情で，これらの拡充整備の必要に迫られている．本実験所の将来の展望として第一にとりあげる問題は，第二期計画の実現という問題で，すでに述べたように，われわれは当初本実験所の研究施設の全体計画をたててスタートしたが，途中でその半分の第一期計画のみで昭和31年に一応打ちきられた形になっている．したがって当初の計画の半分のみが実現され，現在全構内の半分約5000坪が未だに利用されず残されている．第二期計画をここに実現する機運に現在到っていると思われる．

第4章 研 究 活 動

1. 地震予知に関する研究

わが国は昔から地震の国といわれ，今まで幾多の大地震にみまわれ，その度に巨大な富と多大の人命を一瞬にして失なってきた．この怖しい地震を阻止することは到底できないから，われわれは地震による被害を軽減し，国土を地震より護るよう努めねばならない．したがって，もし地震を予知できたならば，事前に万全の対策をこうじて被害を最少限にくいとめることができるはずであり，何人も地震予知が一日も早くできるよう念じているのである．わが防災研究所においても，これの完成を設立の一つの目的とし，創立以来研究を行なってきた．

地震は地下において生じるのであるから，地球内部の状態をくわしく知る必要があるが，現状では，地下の状態を直接測定できないから，この問題を理論的にとくことは容易なことではない．しかし，地震の直接原因は，地下における岩石の破壊であり，そのためには岩石を破壊するに要する巨大なエネルギーが，何らかの形で蓄積されなければならない．このエネルギーはその大きさから推して，一朝一夕にして蓄えられるとは考えられない．したがって地表面において地球物理学的な諸量を長期間にわたり常時観測しておれば，エネルギーの蓄積進行に伴なって，これら諸量は変化すると思われる．この変化量より，逆に地下における地震エネルギーの蓄積の模様や物質の配列・状態・物性などの変化を推定することができ，地震の予知に役立つものと考えられる．また岩石の破壊機構や物性など，岩石に関する研究，発震機構や地殻，中間層，内核などの地球内部の構造の究明，地質学的な諸研究も地震予知の有力な手がかりとなるものと考えられる．

このような見地より，1）地殻変動に関する研究，2）地震の精密観測，3）発震機構の研究，4）重力変化の研究，5）岩石に関する研究，6）地殻，中間層，内核など地球内部構造の研究，7）地磁気，放射能などに関する研究，8）地震の地質学的な研究，などの，地震予知の研究に役立つと考えられる研究をとりあげ，観測の方面より，または実験の方面より，あるいは理論の方面よりと，あらゆる角度より綜合的に研究を進めている．

（1） 地殻変動に関する研究

この研究は地表面あるいは地表近くで，土地の伸縮，傾斜，隆起，沈降などの地殻の変動を観測，測定し，震央附近における地震の前駆的な地殻の変動を捉えたり，長期にわたる地殻の変動量より，地殻内の地震エネルギーの蓄積の模様を推定し，地震との関係を究明し地震予知の手がかりにしようとするものである．

これらの研究は30年程前より，本学理学部地球物理教室において研究されてきたものであり，本研究所設立に伴ない，全国各地にあった観測施設をそのまま引き継ぎ，その後さらに拡張し，現在では別項地殻変動観測所に記した全国22カ所の観測所を中心に，これに関する研究を行なっている．

地震時や地震後震央付近の土地が変動することは古くから知られ，認められている．これは，その変化量や変化速度が大きく気づきやすいためである．しかし，地震前にも土地は変動しているのであり，緩徐な永年変化の後変化速度が急変あるいは変調し，地震発生，急激大変動という経過をたどっており，水準測量や三角測量，験潮儀による海水面の変化などにより，これを測定することができる．また伸縮計や傾斜計などによっても，これらの変動を認めうる．

今までに和歌山，高知，徳島，京都府木津―三重県津の間などの精密水準測量を実施し，地殻変動の推移についてしらべた．しかし，測量により地殻変動の時間的経過をしらべるには，広い地域でたえず繰り返し行なう必要があり，手数と経費の点で実現はなかなかむつかし

い．また海岸近くの地殻の変動に関しては，今まで各地の験潮記録を集め，解析し，地震との関係についてしらべてきた．この方法によれば，験潮儀のある海岸近くの地域についての変動はよくわかるが，地震の起こる場所は必らずしも海に面した場所とは限らないから，適当な地点に設置した器械により，時々刻々の変化を連続観測することが必要とされ，現在，全国22カ所に地殻変動観測所を設け各種の伸縮計や傾斜計を設置し，地殻変動の精密連続観測を実施している．

このように，水準測量，験潮儀による海水面変化の観測，伸縮計や傾斜計による観測などの方法により，地震と地殻変動の関係をしらべ，地震予知に役立たせようと努めている（これに関しては別記地殻変動に関する研究の項に詳述する）．

なお，この研究の担当者は佐々憲三，西村英一，吉川宗治，高田理夫，岸本兆方，小沢泉夫(併任理学部)一戸時雄（〃），松島昭晉（〃），吉川圭三，藤原俊郎，田中寅夫，田中豊（併任理学部），細山謙之輔（現国土地理院），伊藤芳朗（現関東学院大学）である．

（2） 地震の精密観測

地震は震源付近の地殻中に蓄えられたエネルギーが一時に放出されるために起こると考えられる．大地震の場合そのエネルギーは巨大なものであるから，震源付近の地殻の物性の状態には，そのエネルギー蓄積を示すような変化が当然見られるはずである．この変化の様子を精密に調べておけば，大地震発生の予知も可能と考えられる．その一つとして地下物質の状態変化を“地震波速度”の方面より測定し，地震発生前後の地殻物性の変化をしらべる方法が挙げられる．

例えば，昭和18年9月10日の鳥取地震の前後に，鳥取付近に発生した大小地震の京都上賀茂の京大地学観測所における地震記象を見ると，初期微動継続時間が約2秒異なっている．これは地震波の伝わってくる途中のどこかで地震波速度が，大地震の前と後とで変わった一すなわち，途中のどこかの地殻の物性が変わったと見ることができる．したがって，多くの地点における地震記象をしらべ，地震波速度の変わった地域一すなわち地殻の弾性常数の変わった地域を出してみると，鳥取地震の震源地に相当している．このような例は東海地震や南海地震の際にも認められている．

したがって，地震発生前に震源付近に蓄積されるエネルギーの変化に伴なって生じる物性の変化を地震波速度より直接観測しようとして研究を行なっている．そこで京都付近に発生を予想される大地震を対象として，阿武山地震観測所を中心として5観測点の同時観測を行なっている．すなわち，これら5観測点における初動及び他の相の到達時刻の差から震源の位置及び地震の伝播速度を精密に求めるのである．現在まで阿武山のほか，上賀茂観測所及び生駒，園部，田辺，御影で行なった．この観測には刻時の精度として10分の1秒が要求されるので，従来のような各観測点に設置した時計による方法ではその精度を得ることができない．そこで阿武山に周波数2M.C. 出力 50 watt の無線送信機を設置して，報時の電波を各観測点に送って定期的に観測を行なってきた．昭和35年度に，この送信機を両側波帯方式から片側波帯方式に変えたため，電波の出力の能率がよくなり観測計器も進歩し，観測に従事する人員も充実して来たのでその結果が期待される．

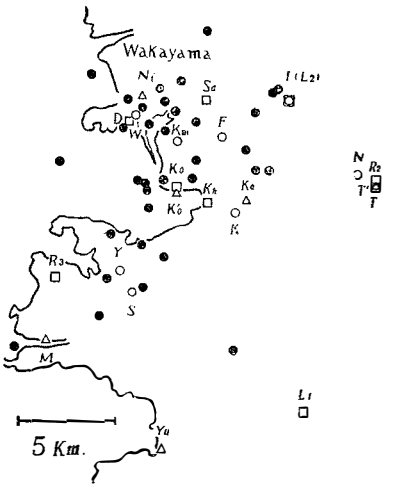
また大地震の発生と微小地震の発生との関連も予想されるので，阿武山に近地微小地震を観測するため，佐々式1000倍地震計及び志田式高感度電磁地震計（最大倍率約2万倍）の高感度地震計が設置してある．

次に大地震の発震機構を知るために震源に極く近い場所における地震動の様子を知らねばならず低倍率の地震計の観測が必要である．これは震源から遠くなるにしたがって，種々の相が入ってきて，震源の震動の形を失って行くと考えられるからである．このために基本倍率1.1倍の佐々式大震計と基本倍率15倍の佐々式強震計とを阿武山に設置して観測を行なっている．

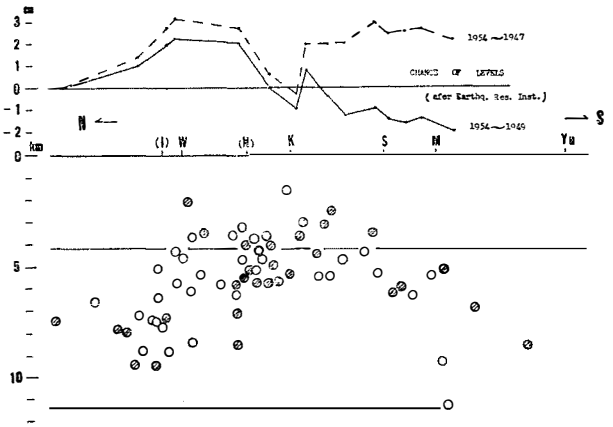
これらの観測の刻時に使用する刻時用の時計は，十分その精度を得るためにトランジスターを用いた水晶時計を使用し，その精度は1日0.1秒以上，停電時も自動的に蓄電池で作動するようにしてある．

地震前後における地震波速度の変化や地殻構造と震源深度の関係などを研究するためには，震源位置の精密な決定がまず必要であることはすでに述べた．これらの研究と関連し，脈動の研究も重要な課題の一つであり，今まで阿武山，阿蘇，和歌山などにおいて精密な観測が実施されてきた[1,2]．

一方，大地震の発生に際して，その前後に，震源付近において，前震または余震と呼ばれる微小地震が発生する場合が多い．したがって，これら小地震を精密に観測し，個々の震源を正確に決定して，その空間的，時間的分布を求め，さらにこれと地殻構造や地殻変動との関連などを研究することもまた，地震予知へ連なる一つの道と考えられる．このような見地から，1952年に和歌山県由良において，第1回予備観測を行なって以来，1959年まで数回にわたり和歌山地方に頻発する微小地震の観測を実施してきた．これらの観測には，各観測点に高感度電磁地震計（最高倍率80,000倍），記録器及び短波受信装置を備え，標準電波 J.J.Y. を受信して，各地震の発震時を 1/20 sec 以内の精度で記録した．観測点は1954年4点，1956年4点，1959年4点であるが，とくに前2回の観測には東京大学地震研究所と協力し，合計延22点の観測点を海南市を中心とする半径 10 km 以内に設



図－4．1　観測点及び震央位置
○ 京大観測点；△，□東大観測点
● 震央



図－4．2　震　源　分　布　図

置して精密観測を行なった．

この観測の結果，多数の地震が記録され，この地方に発生する微小地震の震源分布が明らかになった．またこれから走時の詳しい解析が行なわれるとともに速度分布が求められ，さらに発震機構と地殻構造の研究へ発展した．

図－4．1は観測点および震央位置を示し，図－4．2は震源の深さに対する分布を示す．図－4．2中の◑印は，地震研究所が別の機会に行なった観測による震源であって，これは前述の微小地震に比べてかなり大きい地震である．両者の分布状態が類似していることは，微小地震の観測から，この区域におけるより大きい地震の発生状況を推定し得る可能性を示すものと考えられる．また震源分布は海南付近で最も浅く，南北へ行くにしたがって漸次深くなる傾向があり，地震研究所が行なった水準測量の結果と比較すれば，この付近の地殻変動の状況と地震の発生状態との間に何等かの関連があるように思われる[3,4,5]．

また1960年以後，この地方における微小地震の発生と地殻変動との関係を研究するため，2カ所に地震計，傾斜計，伸縮計，磁気変化計などを併置して綜合観測を行なっている．

なお，この研究の担当者は佐々憲三，西村英一，岸本兆方，三雲健，久保寺章（併任理学部），岡野健之助（〃），吉川圭三，藤原俊郎，加茂幸介（併任理学部），大塚道男（〃），神月彰（現関西大学）である．

発　表　論　文

1〕 K. Okano : Observational Study on Microseisms (Part 1), Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ., Bull. No. 44, 1961.
2〕 K. Okano : ——(Part II), ibid., No., 47, 1961.
3〕 T. Mikumo : Precise Seismometric Observations in the Epicentral Region of Local Shocks, Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., 28, 1956.
4〕 三雲健，大塚道男，神月彰：和歌山地方で観測された微小地震の性質について，地震，第9巻，第4号，昭32，p. 218.
5〕 E. Nishimura, T. Mikumo and M. Ôtsuka : On Anomalous Time-Distance Curves Observed in Local Earthquakes, Tellus, 1958, p. 145.

（3）　発震機構の研究

地殻変動の観測によって，地震予知の問題を考える場合，その一つの手がかりとしての発震機構の理論的な研究が重要である．

周知のように発震機構については従来より多くのことが論ぜられ，種々の力源についての計算がなされているが，われわれの立場として大切な事柄は，発震機構自体より，むしろ震源として考える歪核と，地震の前駆現象としての地殻変動との関連の有無である．

その近似的な取扱いとしては，問題を弾性静力学的に考えて static な力源を仮定し，それによる半無限弾性体内での歪の分布と，地殻変動の実測値との比較ということが考えられる．

したがって，通常のP，S波初動分布と計算値との比較はことなり，震源にあまり遠くない地殻のみの変動を問題にする以上，力源は点状の小さいものと考えることができない．概して dynamic な力源を考察する時の理論の結果は，力源より遠い地点においてのみ力学的にも意味が明瞭で，数学的にも正確な解が得られるが，拡がりのある力源の，しかも近地点における解についてはほとんど論ぜられていないということができる．上記の理由によってわれわれは，むしろそのようなものを考察の対象としなければならない．

歪核の model については色々の議論があって，現今もなお確定的なことはいえないが，円錐型をのぞけば，先に志田が提出し，以後他の種々の model がそれと力学的に同等なことが証明された crack type のものと，あるいはそのうち一対の偶力のみが存在するとする type とが，最もしばしば論じられている．crack type は後述のように fault plane solution との比較においてさえ，なお種々の点で valid であるから，われわれはまずこの力源の考察から始めた．

Whipple は先に crack type の力源が半無限弾性体の内部に，その二対の偶力が境界面と平行に存在する場合の表面変位をもとめたが，拡がりのある力源が境界面に対して任意に傾いた時の考察をするため，まずこの点力源が傾いた場合の歪を計算した[1]．その結果，力源の傾きと，表面におけるいわゆる節線のなす角の関係が明らかとなった．さらにわれわれはこの場合に用いた数学的 scheme を整理し，全く同様の方法で infinitesimal な crack type の核が直線状に分布する場合の一般解を論じた[2]．静力学的な計算ではあるが，結果は fault についての Press のモデル実験などとよく一致している．

Steketee によれば上記の線状力源は，2次元的な問題としては，ある種の dislocation と同等であることが証明される．したがって，上述の考察は，fault-plane solution と関係があり，近年問題となっているこの方向の理論と古典的な理論との結びつきにも何らかの意味があろうかと考えられる．

一方 dislocation theory による発震機構の研究も行なわれているが，われわれにとっての今後の問題はこの2種類の，ともに個別に成功している理論の，統一であると考えられる．

また，これに関する研究は，火山の研究や岩石に関する研究により，今後ますます発展するものと思われる．

上に述べた理論的研究に対して，地震波動の観測データから，その発生の機構を究明しようとする験震学的研究もわが国においてはかなり以前から行なわれてきたところである．

地震のメカニズム一すなわち，地震を発生させる巨大なエネルギーがどのような形で地殻やマントルの内部に蓄積され，かつこれがいかなる条件の下で解放されて地震波動となるか一を追求することは地震の本性にも連なる問題であり，この問題の験震学的研究は理論的研究と相まって，地震予知への一つの手掛りを与えるものと期待される．

発震機構を験震学的に研究する方法としては，その対象とする地震により種々の方法が考えられる．すなわち，浅発地震，深発地震，あるいは大地震，微小地震などにより，そのメカニズムが異なることもあり得るためであって，ある種の地震の機構のみならず，これらの間の異同を詳細に研究することもまた重要な課題である．今まで行なわれた研究は次の通りである．

まず深発地震の発生機構の研究においては各観測所で記録された地震波初動部分の波形解析から，震源の位置例えば太平洋側と日本海側などによってその振動特性が異なるという結果が得られている[1]．

また近年相次いで発生し，大きい災害をもたらした浅発顕著地震（鳥取，東南海，南海道，十勝沖などの大地震が含まれる）の発震機構についても関係機関で研究が進められ，震源模型について一つの解釈が与えられた．

よく知られているように，わが国においては各地方で微小地震が発生しているが，このような小地震の発生の状況とその機構を研究することもまた大地震の予知を指向する課題である．このためには，多数の観測点を震源近傍に設置して，発震時のみならず地震動の振幅も正確に観測することが必要である．この目的をもって先に行なった和歌山地方での微小地震の多点観測においては，次のような結果が得られている．すなわち，各観測点で観測された地震波初動の押し・引きの地理的分布およびP波，S波の振巾分布とこれについての理論的考察から，これらの小地震の機構がいわゆる円錐型発震機構と解釈できることが示されるとともに，震源の形状に関しても考察が行なわれた[2,3]．

また最近，近地地震の発震機構を地震波の周波数スペクトラムから追求するために，長周期電磁地震計及び周波数特性の異なる多チャンネル記録計を理学部地球物理学教室内の地下観測室に設置して，常時観測を開始した．将来はこれを近畿地方数カ所に増設して同時観測を実施する計画である．また観測記録の解析については電子管式周波数分析装置の研究を進めている．

なお，この研究の担当者は佐々憲三，西村英一，吉川宗治，三雲健，中野正吾，島通保（併任理学部），大塚道男（併任理学部）である．

発 表 論 文

1〕 吉川宗治：深発地震地域による振動特性について，地震，第7巻，第1号，昭29，p. 21.
2〕 T. Mikumo : A Consideration on Generation Mechanism of Local Earthquakes, Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., 29, 1959, p. 221.
3〕 三雲健：和歌山地方の局地地震の発震機構について，地震，第13巻，第2号，昭35，p. 66.

関 連 論 文

1) 中野正吉：内部力源による半無限弾性体の表面の変位について，大阪工大紀要，理工篇，第5巻，第1号，昭34，p. 1.
2) S. Nakano : On the Surface Displacement due to the Source of Some Dimensions, Memoirs of the Osaka Inst. of Tech., Vol. 6, No. 2, 1960, p. 42.

（4） 重力変化の研究

重力の値は場所によって異なっているが，これを地球上の一地点についてみても，その大きさや方向は時間とともに絶えず変化している．この変化は規則正しい変化と不規則な変化にわけることができる．前者は天体の起潮力によって生じるもので，いわゆる重力の潮汐変化とよばれているものであり，後者は地球内部の物質の移動や変化などに関係あるものである．重力の時間的変化を詳しく調べると，地球内部構造や状態変化を知ることができ，地震の本性の研究や地震予知の研究にも大いに役立つことが期待される[1),1-5)]．

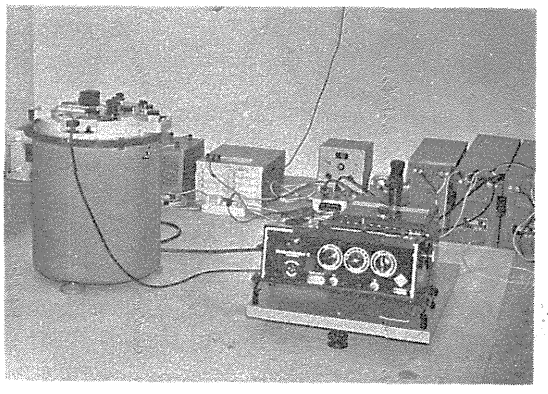
この目的で，各所の地殻変動観測所に重力計を設置して，重力の時間的変化を連続的に観測している[2)]．1957年7月から行なわれた I.G.Y. には Station gravimeter 10台と Askania 重力計1台による重力の潮汐変化の精密観測を実施した[2-18,22,23,25)]．観測地点としては，火山地帯，重力の異常地帯，地震頻発地帯から選ばれた点もはいっており，重力の潮汐変化を調べるとともにこれら各現象と重力変化の関係も調べられている．

I.G.Y. 中に実施された観測は I.G.Y. の終了後も同じ模で継続して実施され，Askania 重力計による観測規地点は1959年5月までにすでに11地点に達し，1959年8月以降は京都大学構内に常置して，長期間の連続観測を実施している[19,21,24)]．これらの観測によって得られた資料は続々と解析中であり，その結果も順次に公表されている．

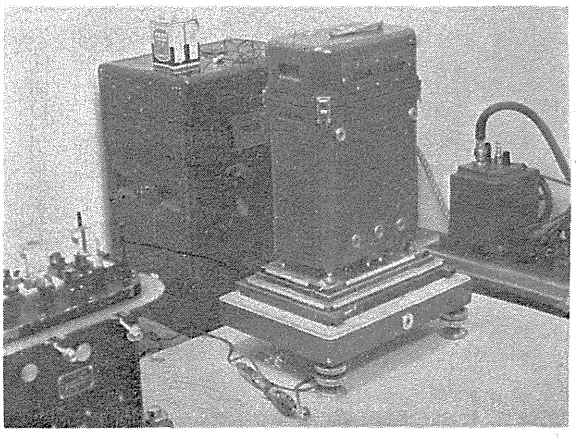
観測結果からはまず温度や気圧の変動による影響が除去され，さらに海洋潮汐の影響なども消去されて，日本における重力の潮汐常数の最も信頼できる値は1.14であり，現象と理論値との位相差はあるとしてもきわめて小さい値であることが結論されている．なお各観測地点で求められた潮汐常数の値と観測点付近の地下構造との関係も詳しく調べられている．

また1960年5月22日に発生した史上最大の地震といわれたチリー大地震は折から京都において観測中であった Askania 重力計を動かした．その際の原記録を図―4．3にかかげる．この地震に伴なう津波によって莫大な被害をうけたことはまだ記憶に新らしいところであるが，その際の重力計の記録が異常なものであることは，津波到着の数時間前にすでに一見して明瞭であった．

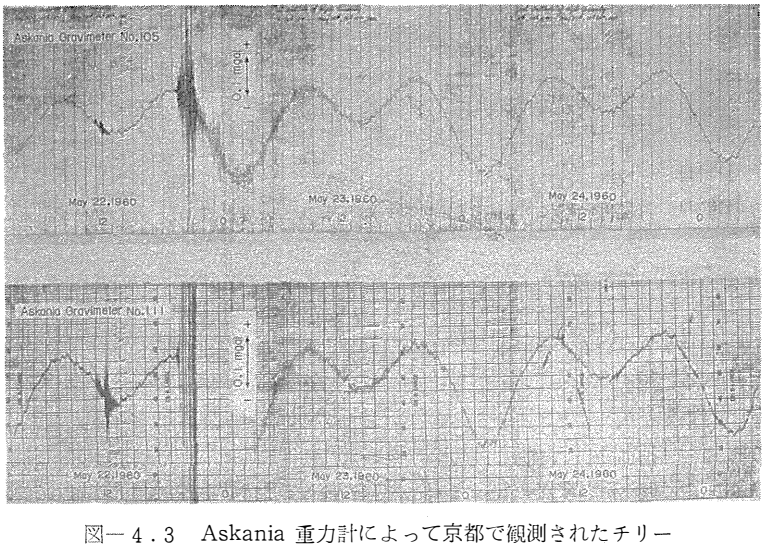
チリー地震に伴なう異常振動は地震発生後数日間にわたって継続して記録されている．この記録は直ちに地球の自由振動を検出するために解析されているが，53.4分



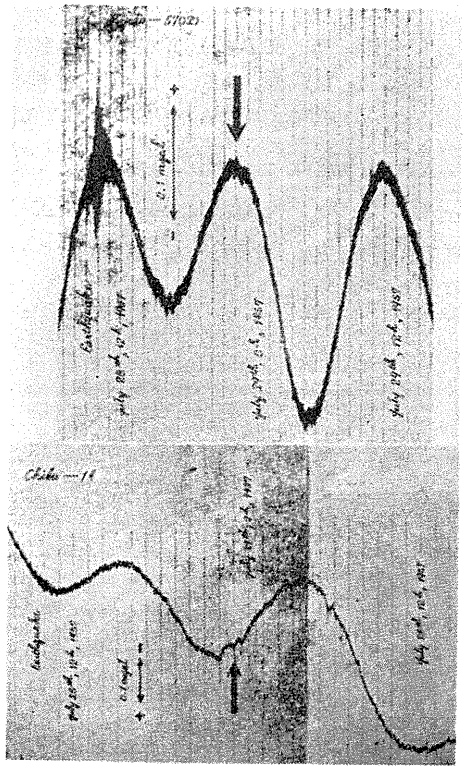
写真―4．1　アスカニア Gs-11 型重力変化計



写真―4．2　GSI 型重力振子



図―4．3　Askania 重力計によって京都で観測されたチリー地震時の重力変化記録



図—4．4　京都と千葉で同時に観測された重力の微細変化

周期の地球の基本的な伸び縮み振動などが明瞭に検出されている[14,20,26]．こうして得られた結果は，同じチリー大地震についてアメリカで求められた結果とも極めてよく一致しており，さらに理論的予想値ともよく一致している．理論値と観測値とが一致するということは，地震波を用いて求められた地球の内部構造が極めて精確であることを示しており，チリー地震によって，地球の自由振動は，遂にうたがう余地のないまでに確認されたのである．

このように重力計による観測は大地震発生に伴なう地球内部の状態についても貴重な資料をあたえるものと考えられる．

観測によって得られた記録を互に比較検討すると，数百kmはなれた2地点で30分から100分程度の重力の微細変化が同時に観測されている例がいくつも認められている[27]．例えば，約 400 km はなれた京都と千葉で同時に観測された重力の微細変化の例を図—4．4に示す．それが真の重力変化か，それとも観測計器の個性にもとづく見掛上のものであるか，あるいは気象要素の変化による擾乱であるかは，さらに詳しい研究によってはじめて解明されるものであるが，これが，かりに真の重力変化であるとすると，大規模な地殻変動，大地震の発生などに密接な関係があり，これを詳しく調べることは地震予知ともつながる重要なことである．この種の研究を進めるために，現在観測計器を改良し，観測網を密にする準備をすすめている．

さらに，比較的急速な重力変化は Askania 重力計や Station gravimeter で観測することができるが，緩慢な変化は重力計の drift と重なって観測されるので，重力変化だけを分離することは困難である．緩慢な変化を検出するためには重力振子が必要であり，重力振子と重力変化計との併用によってはじめて重力変化をはっきりと捕えることができるのである．さいわい，1959年度には GSI 型重力振子が設置せられ，主として近畿以西に基点を数点設け，毎年繰返し測定を実施中である．

なお，この研究の担当者は西村英一，一戸時雄（併任理学部）中川一郎（〃），田中寅夫，船曳満である．

発　表　論　文

研究発表が1955年以前は主要なものだけ，1956年以降は全部を示す．

1〕 佐々憲三，飯田汲事：京都大阪附近の重力測定，地震，第5巻，昭27，p. 136.

2〕 一戸時雄，中川一郎，岡本容子：重力の潮汐変化の観測(第2報)，測地学会誌，第2巻，第1号，昭31，pp. 34～37.

3〕 一戸時雄：重力の時間的変化について，防災研究所創立5周年記念論文集，昭31，pp. 35～41.

4〕 E. Nishimura, T. Ichinohe and I. Nakagawa A Consideration on Earth Tidal Change of Gravity, Tellus, 9, 1957, pp. 118～126.

5〕 西村英一，一戸時雄，中川一郎，岡本容子，船曳満：重力の時間的変化について（国際地球観測年重力観測 第一報），防災研究所年報，第1号，昭32，pp. 112～118.

6〕 E. Nishimura : Observation of Earth Tidal Change of Gravity during I.G.Y. in Japan (Provisional Report), Comm. Obs. Roy. Belg., 142, S. Géoph. 47, 1958, pp. 64～67.

7〕 E. Nishimura : Methodical Comparison o Harmonic Analysis of Observed Earth Tidal Change of Gravity, Comm. Obs. Roy. Belg., 142, S. Géoph. 47, 1958, pp. 167～168.

8〕 西村英一，一戸時雄，中川一郎，船曳満：重力の時間的変化について（国際地球観測年重力観測第二報），防災研究所年報，第2号，昭33，pp. 145～147.

9〕 細山謙之輔，中川一郎：国際地球観測年における重力観測，測地学会誌，第4巻，第4号，昭33，pp. 125～130.

10〕 E. Nishimura, T. Ichinohe, I. Nakagawa and M. Funabiki : Observational Results of Earth Tidal Change of Gravity during I.G.Y. in Japan, Report Third International Symposium on Earth Tides, 1959, pp. 184～185.

11〕 西村英一，中川一郎，一戸時雄，船曳満，田中寅夫：重力の時間的変化について（国際地球観測年重力観測 第三報），防災研究所年報，第4号，昭36，(印刷中).

12) 中川一郎：地球潮汐の観測資料よりドリフトを消去する方法について，測地学会誌，第6巻，第4号，昭36, pp. 121～135.
13) 中川一郎：Askania Gs-11 型重力計の No. 111 の検定について，測地学会誌，第6巻，第4号，昭36, pp. 136～150.
14) 西村英一，中川一郎，細山謙之助，斉藤正徳，竹内均：重力計に記録された地球振動，地震，第14巻，第2号，昭36, pp. 102～112.
15) 中川一郎，船曳滿，田中寅夫：重力の潮汐常数の精密決定，測地学会誌，第7巻，第1号，昭36,（印刷中）.
16) I. Nakagawa : The Calibrations of the Askania Gs-11 Gravimeter No. 111, Report for the Symposium at Bruxelles, 1961.
17) I. Nakagawa : General Considerations Concerning the Elimination of the Drift Curve in the Earth Tidal Observations, Report for the Symposium at Bruxelles, 1961.
18) E. Nishimura and I. Nakagawa : Obseration of Earth Tidal Change of Gravity, Report for the Symposium at Bruxelles, 1961.
19) E. Nishimura and I. Nakagawa : A Long Period Observation of Earth Tidal Change of Gravity, Report for the Symposium at Bruxells, 1961.
20) E. Nishimura, I. Nakagawa and H. Takeuchi : Free Oscillations of the Earth Observed on Gravimeters, Report for the Symposium at Bruxelles, 1961.
21) 西村英一，中川一郎，一戸時雄：重力変化の長期観測（第一報），防災研究所創立10周年記念論文集，昭36,（投稿中）.
22) I. Nakagawa : Some Problems on Tidal Variation of Gravity, Part I. On the Effect of Oceanic Tide upon the Tidal Change of Gravity, Disaster Prevention Reserch Institute, Kyoto Univ., Bulletin, 1961,（印刷中）.
23) I. Nakagawa : Some Problems on Tidal Variation of Gravity, Part II. On the Analytical Treatment for the Data of the Tidal Change of Gravity, ibid.
24) I. Nakagawa : Some Problems on Tidal Variation of Gravity, Part III. On the Precise Observation of the Tidal Change of Gravity at the Gravity Reference Station, ibid.
25) I. Nakagawa : Some Problems on Tidal Variation of Gravity, Part IV. On the Continuous Gravity Observation in the Period of Annular Eclipse on April 19, 1958, ibid.
26) I. Nakagawa : Some Problems on Tidal Variation of Gravity, Part V. On the Free Oscillations of the Earth Observed in Case of the Chilean Earthquake on May 22, 1960, ibid.
27) I. Nakagawa : Some Problems on Tidal Variation of Gravity, Part. IV. On the Micro-Change of Gravity (Provisionaries), ibid.

関連論文

1) 佐々憲三，飯田汲事：京都附近の重力，地震，第4巻，昭24, p. 22.
2) T. Ichinohe : Study on Change of Gravity with Time, Part I. On the Tidal Variation of Gravity, Mem. Coll. Sci., Kyoto, Univ., 27, 1955, pp. 289～316.
3) T. Ichinohe : Study on Change of Gravity with Time, Part II. Repeated Gravity Survey in the Kinki District, Mem. Coll. Sci., Kyoto, Univ. 27, 1955, pp. 317～334.
4) 一戸時雄，中川一郎：重力の潮汐変化の観測，測地学会誌，第1巻，第2号，昭30, pp. 62-66.
5) T. Ichinohe : Study on Change of Gravity with Time, Part III. On the Tidal Factor of Gravity, Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., 28, 1956, pp. 11～38.

（5） 岩石に関する研究

地震の原因や発震機構を解明する上に，地震発生の場における媒質の物性や，とくに地震が物質の変形破壊現象であることから，岩石の変形破壊機構を知ることは，かなり重要なことである．大地震は主に地殻内およびマントル上層部で発生し，この部分での構成物質は花崗岩・斑励岩・橄欖岩などであると考えられている．これらの岩石の物性や力学的性質をその場で知ることは今なお困難であり，したがって実験室で試料を用いて実験を行なうことは，地震発生の機構を知る上にさし当って十分有効な手段であろうと考えられる[5]．

実験は鉱山の採鉱現場，石切場などの火薬を爆発させ岩石を採取している現場の爆破点の近くに，振動計，歪計などを設置して，波動の発生機構および岩石の破壊機構を実験的に確めることから始められた．これらの実験は現場を変え，あるいは測定方法を変えることによって，各現場の岩石に特有な性質を検討すると同時に，一貫した岩石の破壊機構を推定する試みもなされた[1]．一方花崗岩について，その変形と破壊機構が測定された．その結果岩石は圧縮応力を受けると破壊領域で応力と直角方向に急激に膨脹し始めること，換言すれば体積がどんどん増えることが見出された[1,2,3,4]．これは実験部分が増加するはずはないから，恐らく空隙が発生するためと思われる．クリープの実験においても，破壊領域では，応力方向とそれと直角方向とを比べると，直角方向が圧倒的にクリープの量が多いことが見出された．破壊領域は通常の圧縮強度の2/3位の点から始まる．クリープの実験式は縦方向では，$\sum A_i e^{-\alpha_i t}$ で与えられ，横方向では $A \log t$ で与えられるが，両者の差は大きくはない(ここに，t は時間)．

ところで実際に地震が多く発生している場所は，地表から数 km～数十km のところであり，したがって数千～2万気圧位と数百度の温度を受けている．したがって，実験室において条件を再現するためにはそのような

圧力と温度を加えることが必要である．このような観点から阿武山地震観測所に高圧実験装置が設置された．

実験は前と同様に，花崗岩の資料についてなされた．前に観測された破壊領域での体積増加の現象は高圧になるにしたがって消失し，約3千気圧位のところでほとんど失われる．それとともに強度は著るしく増加し，かつ破壊直前に幾分塑性変形を示す．圧力に対する強度の実験式は $P^*=P_0(kP_H+1)^{1/2}$（ここに，P_0 は0気圧での強度，k は常数）で与えられる．この式はまたクラック破壊のモデルと圧縮率の実験式から半理論的に導かれる．

ところで横方向への膨れが空隙の増加によるものであって，そのために圧力増加によってこの現象が消失するとすると，弾性波速度もまた破壊点付近で異常を示し，かつ圧力とともに異常性は消失しなくてはならない．高圧下での弾性波速度の測定の結果，上記の現象が測定された．実際の地殻内においても，地震発生の直前に，弾性波速度の変化が起こるかもしれない（ただし極浅発地震であれば）．もっとも実験は 500 KC 位の高周波で行なわれたものである[2-5]．

高圧実験と，同時に行なわれた高温実験及び Griggs らが行なった高温高圧実験の結果を用いて，地球内部での強度を（地表に存在する花崗岩および Dunite がそのまま地球内部にまで存在するとして）推定した．この結果花崗岩については（地殻を形成していると考える）20 km 位の深さに強度の極大があり，それより深くなると急激に減少して 60 km 位で0となる．Dunite は（マントル上層を形成していると考えられる）30 km に極大があり，以後徐々に強度を減じてゆく．強度の最大値は 10 k.b 位である．ただし，これは通常の圧縮強度から求めたものである．クリープ限界から求めたものは傾向は似ているが，最大強度は 2 k.b 位である．

東北日本及び西南日本の大地震の深さに対する分布と上記の強度の深さの分布はよく似ているように思われる．すなわち，地殻内に大地震の多い西南日本では花崗岩の強度に，またマントル上層部に大地震の多い東北日本では Dunite のそれにである．

なお，この研究の担当者は佐々憲三，吉川宗治，久保寺章（併任理学部），松島昭吾（併任理学部）である．

発 表 論 文

1] S. Yoshikawa : The Propagation of Waves near Explosion and Fracture of Rock (1), Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Bulletin No. 21, 1958, pp. 2～22.

2] S. Matsushima : Variation of the Elastic Wave Velocities of Rocks in the Process of Deformation and Fracture under High Pressure, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Bulletin No. 32, 1960, pp. 2～8.

3] S. Matsushima : On the Flow and Fracture of Igneous Rocks, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Bulletin No. 36, 1960, pp. 2～9.

4] S. Matsushima : On the Deformation and Fracture of Granite under High Confining Pressure, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Bulletin No. 36, 1960, pp. 11～20.

5] S. Matsushima : On the Strength Distribution of the Earth's Crust and the Upper Mantle, and the Distribution of the Great Earthquake with Depth, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Bulletin No. 43, 1961, pp. 2～12.

関 連 論 文

1) 松島昭吾：花崗岩の変形と破壊について，地震，Vol. 8, No. 4, 昭31, pp. 173～183.

2) 松島昭吾：花崗岩の変形と破壊について（其の二），地震，Vol. 10, No. 3, 4, 昭32, pp. 113～122.

3) 松島昭吾：花崗岩の変形と破壊について（其の三），地震，vol. 12, No. 2, 昭34, pp. 45～48.

4) 松島昭吾：岩石の変形と破壊（其の四），地震，Vol. 12, No. 2, 昭34, pp. 68～74.

5) A. Kubotera : Determination of Elastic Wave Velocities in Rocks by Means of Ultrasonic Impulse Transmission, Journal of Physics of the Earth, Vol. II, 1954, pp. 33～38.

（6） 地殻，中間層，内核等の地球の内部構造の研究

主として地震観測から得られた記録を解析して，地球内部の構造と物性が求められている．それは内部の弾性とか密度とかを与えるわけであるが，どういう物質がどういう状態で存在しているかはその他の知識を必要とする．とくに高圧下の物性という課題は，地球内部の構造を論ずる際の鍵といってよく，高圧物性論の進歩にともない地球内部についての考えが順次変更してくるわけである．

地球核の成因はこの点で一番興味ある対象であるが，鉄核説と金属化相転移説とまだどちらもきまっていない．金属化相転移の考えは地球核の成因について色々の点で鉄核説よりも有利な点をもっているが，そのモデルがまだ荒いので実際に検討しようとすることが難かしい．百万気圧以上の高圧実験もなかなか実行が難かしいし，低圧で得られた巨視的な物性論を高圧へ外挿するのにも限界があるためである．一番オーソドックスな方法というのは，微視的に構成原子間の作用をまともに取り入れて計算を進めることであるが，そのためにはあらかじめ構成物質を種々の研究からきめてかからねばならないし，計算そのものもおそろしく膨大なものである．し

かし電子計算機の使用はこの分野に大きな役割を果すものと考えてよく，今後急速に発展する可能性がある．

地球内部の上層部とくにB層は主としてオリビンからできているだろうという説は一般に受け入れられている．そこで，このオリビンが地球内部で考えられる高圧高温でどう変化していくかを考えていくのも，地球内部を調べていく一つの方法である[16]．このやり方で低圧から高圧へ順次調べていくのであるが，最初の課題は深さ400 km から始まるC層の存在である．最近オリビンが酸化物に分解する過程が提案されているので，われわれはその酸化物の結合状態がイオン結合より共有結合へ移行する過程を吟味した．一方このモデルによると，C層でこの転移がおもむろに進行していく．そしてD層では一応安定になり，半導体として知られているような状態に達する．このことはD層が相当高い電気伝導度をもつことを暗示し，地球電磁気学からの知識とよくあっている．この状態では140万気圧程度で，金属状態に転移すると地球核ができるわけである[15]．この際注意してよいのは，途中に共有結合状態を入れることでこの転移がずっと可能性の強いものにしていることである．地球核がS波を通さないため液状と考えられているが，これは金属相の融点が低いことによると考えられる．最近の実験によるとBiの低圧相は半金属状態で融点は圧力とともに上がる．もし核の温度がずっと低いとすると，核の上層は半金属状態であると考えてもよいから，その付近しばらくは融点が低くなっているだろう．実際の地球の核の温度では，その辺りは融けていて，あるところでまた固化するものと考えられる．半金属が融けた場合は金属状態になっているので，実際上は半金属状態はないわけである．この固化した部分は内核に相当する．このように一つのモデルは作られたわけであるが，それを微視的に調べ上げるためには，なお膨大な計算が残されている．がともかく，このモデルにより実行に移す手掛りはかなり明瞭になってきたといってよいであろう[17]．

地震の発生についてもこのモデルは相転移化学反応を考えているので，それが起こる場所の圧力温度が変わると不安定になるので，エネルギー発生の可能性をもっている．最近このような考え方もでてきたが，ことにC層では深発地震の原因としてこの考えが今後重要になってきそうである．地震の予知にしても，色々の研究方法があるが，地球内部の状態を通して考えていくこともまた重要な課題の一つである．

一方地震波による地球内部構造の研究は今世紀に入って以来，種々の立場から数多く行なわれてきたが，近年，観測器械の進歩と観測精度の向上に伴なって，地殻構造の詳細な地域性やこれと地震発生の状態あるいは震源深度との関係を研究することも可能となってきた．したがって，この方面の験震学的な研究も防災的には地震予知の一つの可能な方法として重視される．

わが国は全体として非常に地震の多い国であるが，それでもより細かく見ると，とくに地震がかたまって起こる地域が所々に散在していることが知られる．例えば，紀伊水道から紀伊半島沖にかけての地域，日向灘，鹿島灘，福井・石川県地方などである．そこでこれらの地方の地下構造及びその地域に発生する地震とその地方の地下構造との関係を研究するために，上記及びその他の地域において発生する地震の上賀茂観測所における記録を詳しく解析して，それぞれの地域における地下構造と，その地域における地震発生の状態が調べられた．その結果，1）各地域の地殻構造はそれぞれにかなり異なっていること，2）その地域の地震の発生場所はその地域の地殻構造と密接な関係があることが確かめられた[1,2,5,6,9]．

また，地殻構造のみでなく，さらに深い地球中間層の構造や性質を調べることも，地震発生の原因の研究には欠くべからざるものである．このため，千島列島，カムチャッカ半島，台湾などに発生した地震の日本内地における記録を解析した結果，日本における地球中間層におけるいろいろの構造性質が明らかにされた．この種の研究をさらに押し進めることによって，地震発生の性質をこの方面からも追究することができると考えられる[3,4,10]．

地震波のうち縦波（いわゆるP波）と横波（S波）との速度比は，地球内部物質の弾性的性質（体積弾性率と剛性率）に関係する．したがって，この量も地下内部物質の性質及び地震発生を調べる上で一つの手掛りとなるものである．日本の2，3の地域において上記の速度比を求めたところ，例えば九州地方においてこの量がかなり異常な値をとることが判った．これは，この地方の地殻物質の性質について興味ある結果を与える[7]．さらに，いわゆる地震波の押し・引き分布と関連して，押しの地域と引きの地域における速度比の問題がとり扱われ興味ある結果が得られた[8,11]．これは地震発生に関する一つの研究方法を示すものとして注目される．

また先にも述べたように，1952年以来，和歌山地方に発生する微小地震の観測を実施し，この地方の地殻構造とこれらの地震の発生状態の研究を行なった．

この局地的微小地震の観測から，地殻上層部の地震波，伝播速度が定められ，さらに同時に実施した近地地震の観測で得られた初動および変成波走時を併せ用いて，この地方における地殻の厚さなど詳しい地殻構造が決定された．またこの結果，この地方の微小地震は全部11 km より浅い地殻上層の堆積岩層と花崗岩質層内に発生することが明らかになった[12-14]．

地殻の研究には上のような自然地震によるほか，人工

爆破による方法も有力と考えられ，現在，わが国でもこの研究が盛んである．

本研究所々員の一部は，国内関係大学および研究機関メンバーで構成される爆破地震動研究グループに参加して，東北，関東，中部，近畿各地方で行なわれた人工大爆破による地震波の観測及び地殻構造の共同研究を行なっている．

なお，この研究の担当者は佐々憲三，西村英一，三木晴男，岸本兆方，三雲健，和田卓彦（併任理学部），島通保（併任理学部），大塚道男（併任理学部），神月彰（現関西大学）である．

発 表 論 文

1〕 Y. Kishimoto : Seismometric Investigation of the Earth's Interior, Part I. On the Structure of the Earth's Upper Layer, Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., A, Vol. 27, 1954, pp. 125～143.

2〕 Y. Kishimoto : ——, Part II. On the Structure of the Earth's Crust, Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., A, Vol. 27, 1955, pp. 243～288.

3〕 Y. Kishimoto : ——, Part III. On the Structure of the Earth's Mantle (I), Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., A, Vol. 28, 1956, pp. 117～142.

4〕 Y. Kishimoto : ——Part IV. On the Structure of the Earth's Mantle (II), Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., A, Vol. 28, 1958, pp. 391～399.

5〕 A. Kamitsuki : On the Seismic Waves Reflected at the Mohorovicic Discontinuity (I), Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., A, Vol. 28, 1956, p. 143.

6〕 A. Kamitsuki : ——(II), Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., A, Vol. 29, No. 1, Sept. 1958, pp. 19～35.

7〕 A. Kamitsuki : On Local Character of Poisson's Ratio in the Earth's Crust, Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., A, Vol. 29, 1959, p. 163.

8〕 A. Kamitsuki : On Azimuthal Distribution of the Crustal Poisson's Ratio in Case of Earthquake Occurrence (Preliminaries), Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., A, Vol. 29, 1959, p. 213.

9〕 E. Nishimura and Y. Kishimoto : On the Local Structural Character of the Earth's Crust, Tellus, Vol. 8, 1956, p. 329.

10〕 E. Nishimura, Y. Kishimoto and A. Kamitsuki : On the Nature of the 20°-Discontinuity in the Earth's Mantle, Tellus, Vol. 10, 1958, p. 137.

11〕 E. Nishimura, A. Kamitsuki and Y. Kishimoto : Some Problems on Poisson's Ratio in the Earth's Crust, Tellus, Vol. 12, 1960, p. 236.

12〕 A. Kamitsuki and T. Mikumo : Investigation of the Structure of the Earth's Crust in Relation to Local Earthquakes, Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ., Bull. No. 6, 1953, p. 39.

13〕 T. Mikumo : Crustal Structure in Wakayama District as Deduced from Local and near Earthquake Observations, Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ., Bull. No. 39, 1960, p. 1.

14〕 三雲健，大塚道男：和歌山地方の地殻構造について，地震，第13巻，第4号，昭35，p. 199.

15〕 T. Wada : On the Possibilty of the Metallic Transition of MgO Crystal at the Boundary of the Earth's Core, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 31, 1960.

16〕 T. Wada : On the Physical Properties within the B-Layer Deduced from Olivin-Model and on the Possibility of Polymorphic Transition from Olivin to Spinel at the 20° Discontinuity, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 37, 1960.

17〕 T. Wada : On Origins of the Region C and the Core of the Earth-Ionic-Intermetallic-Metallic Transition Hypothesis, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 38, 1960.

（7） 地磁気及び放射能変化に関する研究

1）地磁気変化について　地球磁場変化は，その原因を地球外部にもつもの，例えば日変化，磁気嵐などと，その原因を地球内部に有するもの，例えば年変化などに分けることができる．このうち地殻変動または地震発生との関連において興味をもつのは後者である．永年変化は，例えばヨーロッパ全体にわたるようなスケールのものであるが，ここにおいて問題としているのは，より局所的なもの，例えば数十 km 四方の範囲における異常変化の存在についてである．この種の変化のうち火山の噴火に伴なう異常変化についてはすでに多くの観測例が報告されている．一方地震現象に関連した異常変化についても，幾つかの報告があるが，これらはいずれもある期間を隔てての測定結果である．しかしながら，これらの間の関係を明らかにするためには，できうれば連続観測が行なわれることが望ましく，この観点から各地殻変動観測所に地磁気観測器械としては最も安定性の優れている偏角変化計を設置し，連続観測を行なっている．その結果，現在までに次に述べるような興味深い事実が見出された．

まず各地の偏角の永年変化について調べたところ，このうち局地地震の頻発する和歌山県北東部に位置する由良の変化は，一般的に見られる西偏傾向と反対に東偏傾向を示している時期があり，ことに吉野地震発生の約二カ月前に異常な変化様相を示していることが見られた．同様に大聖寺沖地震の場合に尾小屋観測所，日向灘地震の場合に槙峰観測所においても異常変化を認めている．つぎに観測所中，各2地点の日変化及び短周期地磁気変化についてその振巾比をとったところ，（例えば槙峰/大

浦），これが地球外部にのみ原因を考えた場合の地磁気理論から予期される程度以上の大きな変化を示し，とくに大台ケ原地震，日向灘地震発生の前後において著しいことが判明した．このことは地震発生前後に震源地付近における地球内部の物性の変化の存在を示唆するものとも考えられてまことに興味深い．この問題は今後観測を続行するとともに，さらに種々検討を加えられねばならないが，地震予知の一方法として大きな可能性をもつと考えられる[1,2]．

2）放射能変化について　1944年12月7日の東南海地震の際，空気中のラドン含有量の急増が京都において認められたことが報告されている．

このように地震発生または地殻変動に関連して，放射性物質の量または放射線強度の急変，あるいは永年変化が存在するのではないかという問題は地震予知における一つの大きなテーマであろう．これについての予備的な研究として，地表においてはガイガー計数管により自然放射能の時間的変化の長期観測が，また尾小屋，生野両鉱山坑道内において放射能強度の連続観測及び深さに対する変化の測定が，ローリッツェン験電器による自記記録装置を併用して行なわれた．

その結果，宇宙線硬成分によって影響されないと考えられる地下深部においても，相当透過性の強い周囲からの放射線が存在すること，また地中放射能強度が数日の周期で変化していること，など興味のある事実が見出された[3]．

現在のところこの研究は未だ予備的な段階にあるが，さらに種々のテストを行ない，基礎的な知識を得ることにより，これと地殻変動または地震発生との関連性の問題を明らかにすることができ，地震予知の研究に資することができよう．

なお，この研究の担当者は西村英一，伊藤芳朗（現関東学院大学），宮腰潤一郎（現鳥取大学）である．

研　究　発　表

1] J. Miyakoshi : On the Local and Anomalous Change of Geomagnetic Declination, Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ., Bull. No. 6, 1953, p. 27.
2] J. Miyakoshi : Study on Geomagnetic Variation of Telluric Origins, Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ., Bull.（印刷中）.
3] Y. Itô : The Measurement of Radioactivity at and below the Ground Surface, Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ., Bull. No. 6, 1953, p. 49.

（8）　地震の地質学的な研究

過去の大地震発生の歴史を見ると，地震の起こる場所はある限られた地域であり，これらの地域を地質学的に研究し，地震との関係を明かにする必要がある．松下進はこれに関する研究により地震予知に近かづこうと努めている．

2.　地殻変動に関する研究

わが国における自然災害のうち，地震による被害は人的にも物的にも莫大なものであり，国民ひとしく，この被害の絶無を期待している．しかしながら，悲しいかな現代科学の力でもって，地震の発生を阻止することは到底できないから，構造物の耐震化を計かる一方，何らかの方法で地震を予知し，被害をうけそうな地域の構造物に，経済的かつ効果的な補強策をこうじ，被害を最小限度にくいとめるよう努力する以外に方法はない．したがって地震予知は防災的な見地よりいって，重要な課題であり，あらゆる角度から，これに関する研究がなされてきた．本来，地震予知は地震の原因論が確立されて，はじめて発展するものであるが，原因論の確立されていない現在，地震の発生する前に生ずる前駆的な現象を捉らえ，予知に一歩でも近づくよう努めるよりほかに方法はないように思われる．

今までの大地震の経験や火山爆発予知に関する研究などから推して，地震予知の有力な手がかりになると考えられるものに

1）土地の隆起，沈降，変形などの地殻変動に関する研究

2）地震に関する研究

3）地震波速度，重力，地磁気，地電流，放射能などの地殻内部の物理的状態変化に関する研究

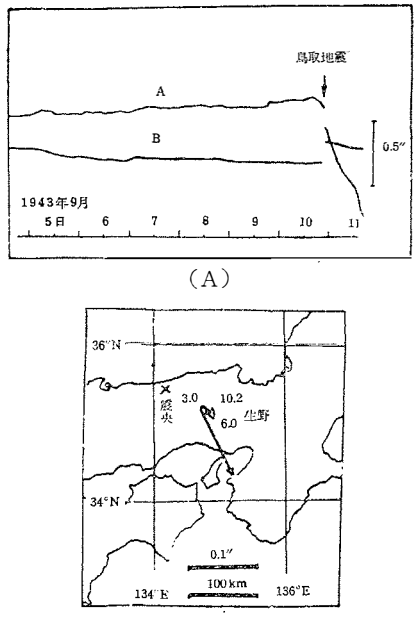
などが挙げられる．そして，これらを理論的に研究することも大切ではあるが，現在では地下の状態

を直接測定できないから，これを理論的に解くことは容易でない．したがって，ともかく大規模な観測網を張りめぐらし，長い年月をかけて精密に観測することが先決問題である．今までのところ，上の三つのうち地殻変動によるのが予知に近づく一番の近道であると考えられている．

（1）　大地震前後の地殻変動の研究

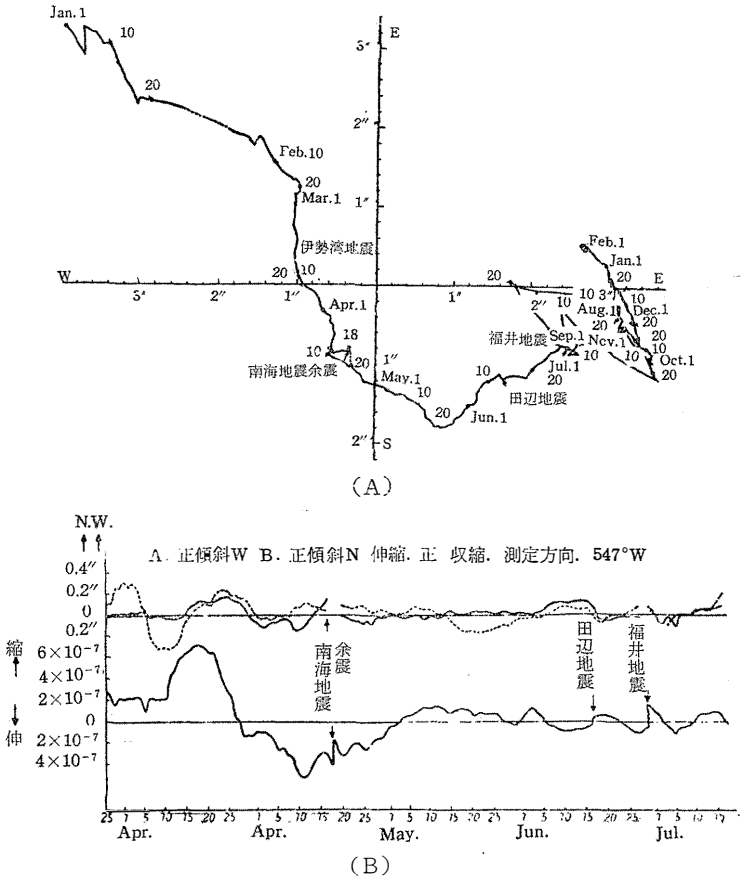
地震時や地震後に，震源付近の土地が大きく変化することは古くからよく知られているが，これはその変化量や変化速度が大きく気がつきやすいためである．しかし，地震前にも土地は変化しているのであり，精密な水準測量や三角測量を定期的に行なったり，験潮記録をしらべればわかる．今までに和歌山，高知，徳島，木津―津間などの測量を実施したり，各地験潮記録の整理を行なって，地震前後の地殻の変動について研究してきた[9,11]．しかし測量により土地変化の時間的な経過をしらべるには，たびたび施行する必要があり，不便である．また海に面した土地では験潮記録より知ることができるが，地震は海に面した土地に起こるとは限らないから，適当な場所で，時々刻々の土地の動きを記録する器械を用いると便利である．このことから，現在まで全国22カ所に観測所を設け，佐々，西村，小沢，吉川(宗)，一戸，高田，岸本，松島，吉川(圭)，藤原，田中(豊)，田中(寅)，綿山（現国土地理院），伊藤（現関東学院大学）らにより伸縮計や傾斜計を用い，地殻変動の精密観測を実施してきた[1,18)9,11]．

昭和18年9月10日の鳥取地震の際，震央の南東，60 km はなれた生野観測所において，地震発生の約10時間前から土地が少し傾斜し始め，6時間ほど前から震央の方向に約0.02″変化し，3時間前から反転し，震央とは反対方向に約0.1″変化して，大地震が起こった（図―4.5参照）．その後数日にして，傾斜はもとにもどった[2]．昭和19年12月7日の東南海地震の時も，震源より160 km はなれた上賀茂地学研究所において，異常な変化が観測された[8]．その後，逢坂山観測所で観測されたところによると，昭和22年12月19日の同観測所より150 km はなれた和歌山県龍神村で起こった地震の際，地震発生の10時間位前より，今まで収縮変化をつづけていたものが伸びに逆転し地震が発生している．翌昭和23年3月10日の伊勢湾地震（震央距離 80 km）の際は，地震の19時間前より，今までの収縮速度 3.3×10^{-8}/day のものが 12.0×10^{-8}/day に増加し，S10°E の方向へ傾斜速度 8.0×10^{-2}″/day であったのが S38°E の方向へ 3.4×10^{-2}″/day と変化している．同年4月18日の南海地震余震（震央距離 200 km）の時は約1カ月ほど前から，収縮 7×10^{-7}，北西方向に 0.3″の異常変化を生じ，発生の50時間前から，収縮速度 5.7×10^{-8}/dayであったものが，逆転し 5.7×10^{-8}/day の速度で伸びており，また N67°E の方向に 3.8×10^{-2}″/day で変化していたものが，N31°E の方向に 6.4×10^{-2}″/day で傾斜し地震となっている．同年6月15日の田辺地震（震央距離 150 km）の際も，18時間前より，収縮速度や傾斜方向および速度に変化が認められた．その後同年6月28日の福井地震（震央距離 150 km）の際も45時間前より，今まで 0.5×10^{-8}/day の収縮速度のものが 7.1×10^{-8}/day に増加し地震が起こっている．これらの変化を図―4.6に示しておく，またこれらの地震の際に生じた急激な伸縮変化量より求めた地震のエネルギーは，上賀茂地学研究所の大森式地震計の記録より求めたエネルギーや他方有感半径から求めたエネルギーともよく一致している[5,6]．一方，尾小屋，牧谷観測所では福井地震後の地殻の変動についてくわしくしらべた[7]．



図―4.5　生野観測所における観測結果

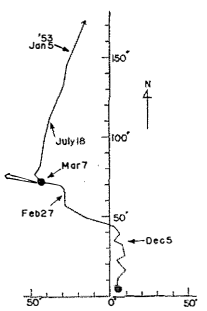
その後，防災研究所設立以降に発生した数々の地震の際も，各観測所で特殊な変化を観測している．すなわち，昭和27年3月7日の大聖寺沖地震の際，震央から40 km 離れた尾小屋の観測所で，発生前約3カ月前に始まる特異な傾斜変化を観測した．図―4.7に示すように，尾小屋における傾斜の永年変化は北東の方向であったが，地震の3カ月前の昭和26年12月5日頃より，急に方向を北西に変え，それ以降この方向の傾斜が益々増大し地震が起こっている．そうして地震の発生後はふたたび元の北東方向に傾斜している[4,7,16,22,26,30]．同年7月18日の吉野地震の際には，震源よりそれぞれ120 km 及



（A）

（B）

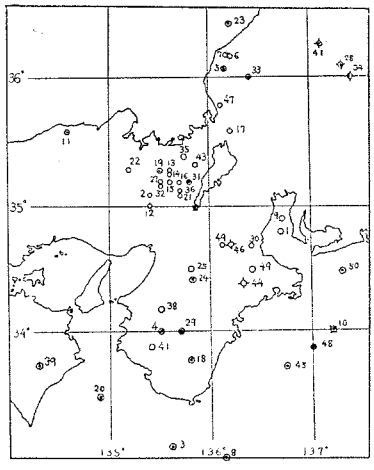
図—4.6　逢坂山観測所における観測結果



図—4.7　尾小屋観測所における傾斜の永年変化

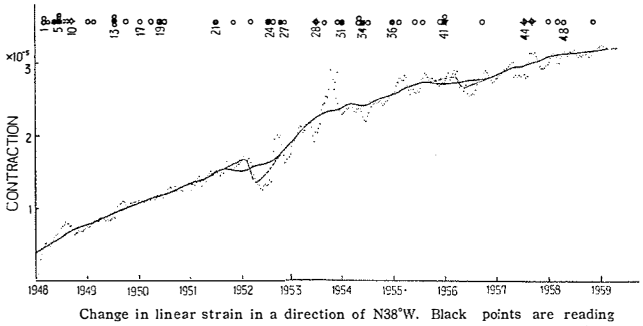
び 100 km はなれた逢坂山及び井手の各観測所の仲縮計は図—4.8 のように4カ月ほど前から異常変化を記録し，ある成分は伸び，ある成分は縮み始め，変化は地震の半月位前まで続いた．その後逆転あるいは変化速度が変わり地震の発生をみている．この地震の半月ほど前からの変化は，地殻を弾性体と考えて，この地震の発震機構を考慮し弾性力学的に解いた解の地震時の歪分布と同じであり，地震前に近く予想される地震により生じるであろう変化と同じ変化を起こしていることがわかった．これらの地震の4カ月位前からの変化は地震後2カ月位で元に戻ったかに見えるが，完全には回復しないで，幾分永久ひずみとして残っている．この残ったひずみ量が地震のエネルギーとして消費されたと考えれば，地震波の方から求めたエネルギーとよく一致している．またこの地震に際し，逢坂山，井手及び震源より 92 km はなれた由良の3観測所の傾斜計は図—4.9 に示したように，地震前の7月7日，5日，2日からそれぞれ，それまでとは異なった方向に傾斜しているが，これらの変化も前述の伸縮変化と同様，地震時に生じる傾斜変化と同じ方向に変化しているのであり，震央に近い観測所ほど，早くから変化を起こしている[8,10,15,16,22,26,30,35,36]．最近では昨昭和35年12月26日の大台ケ原地震の際，震央をとり囲こむ観測所，紀州，潮岬，由良，秋葉山．上賀茂で前駆現象と思われる傾斜，伸縮の異常変化を観測した．これらの変化の様子は図—4.10 に示したが，これをよく見ると，その変化時期は大別して三つに分類されるようである．すなわち，（a）相当以前8月頃（由良，紀州，潮岬），（b）少し前の11月17～25日及び12月15～20日（上賀茂，大浦，秋葉山，由良，紀州），（c）数日前（紀州）に分けられる．また今年2月28日に起こった日向灘地震は最大震度Vで，軽微な津波を伴なうものであった．その当時の槙峰観測所の観測結果を図—4.11 に示す．ここの傾斜は地震前は，ほぼ南南西に向って，0.3～0.4″/month の速さで傾斜していたが，発生の約2週間前より，やや北西方向に傾斜し始め，23日傾斜方向は逆転し，28日に地震が起こった．その後，複雑な動きをし，3月7日頃には大体元に戻ったと思われる．其の他，1960年以来日向灘で起こった10余りの地震でも同様な傾向の地殻の変動が観測されている．昭和36年8月19日に起こった北美濃地震の際には，尾小屋，神岡両観測所において，6月下旬より異常な傾動が現われ，震源方向に傾斜し地震が発生している．この異常変化はその後数日にして元に戻っている．

このように大地震の前後には，特異な伸縮，傾斜などの地殻の変化が観測されており，前述の他，図—4.12 にも示したように，震源に近い観測所では，地震の前兆と考えられる多くの変化が認められている．したがって，このような観測網を密にし，地殻の変動を注意深く監視することにより，地震予知の手掛をつかみ，予知の



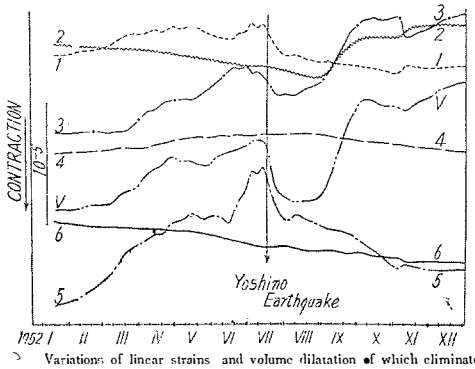
Distribution of epicenters in the period from 1948 to 1956. ⊙ is a remarkable earthquake. ○ is a earthquake of small felt area. ⊠ is a deep focus earthquake. ⊠ is Osakayama

(A)



Change in linear strain in a direction of N38°W. Black points are reading values of the ground strain. Full and broken line is smoothed curve. Chain line is amended curve of the smoothed curve
Earthquake, ○ : 2≦m<4, ◎ : 4≦m, ⊠ : deep focus.

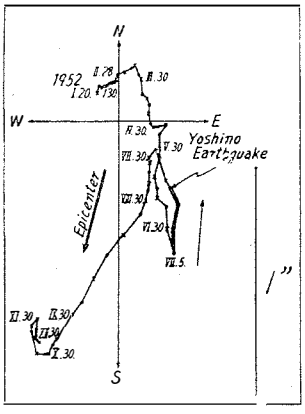
(B) 逢 坂 山 観 測 所



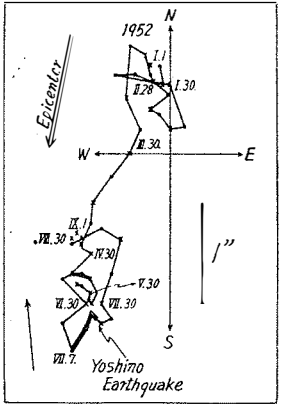
Variations of linear strains and volume dilatation of which eliminated annual variations and variations caused by rainfall at Ide.

(C) 井 手 観 測 所

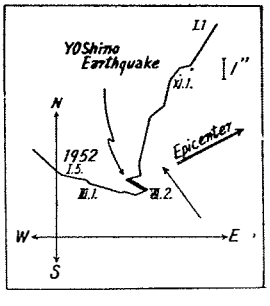
図―4.8 震央分布と吉野地震における観測結果



井 手 観 測 所

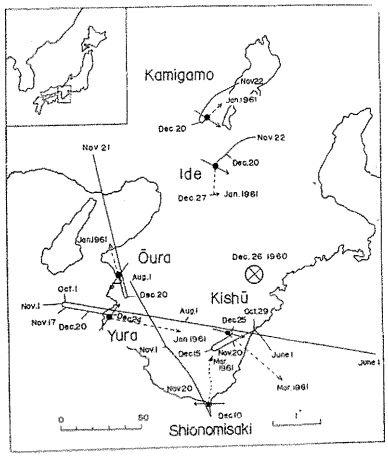


逢 坂 山 観 測 所

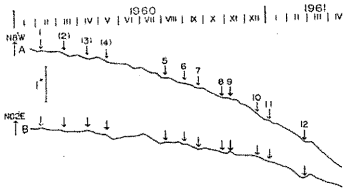


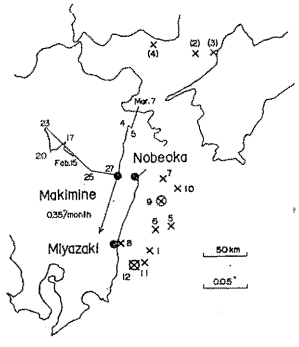
由 良 観 測 所

図―4.9 吉野地震の際の井手，逢坂山，由良の各観測所における傾斜変化

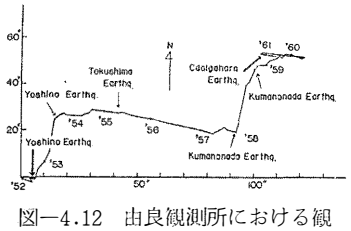


図—4.10　大台ケ原地震における傾斜，伸縮の異常変化





図—4.11　日向灘地震における槙峰観測所の観測結果

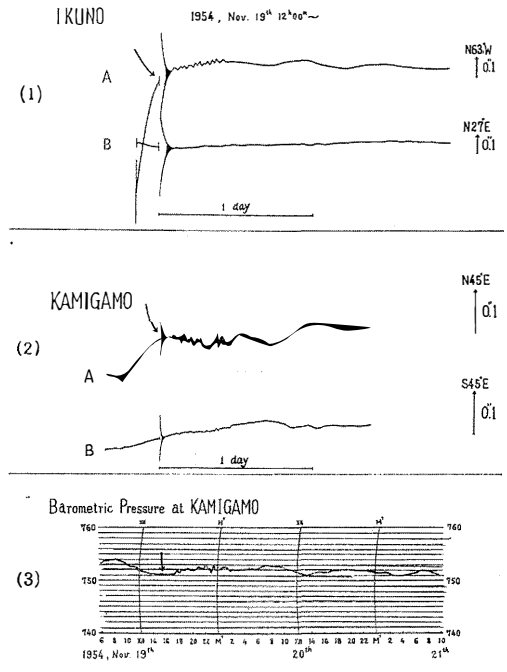


図—4.12　由良観測所における観測結果

達成に近づこうとする研究がなされている．

（2）　深発地震および遠地地震に伴なう微細な地殻変動の研究

深さ数 百 km の深発地震や数 千 km も離れた所で起こる遠地地震に伴なって特異な傾斜変動が観測される



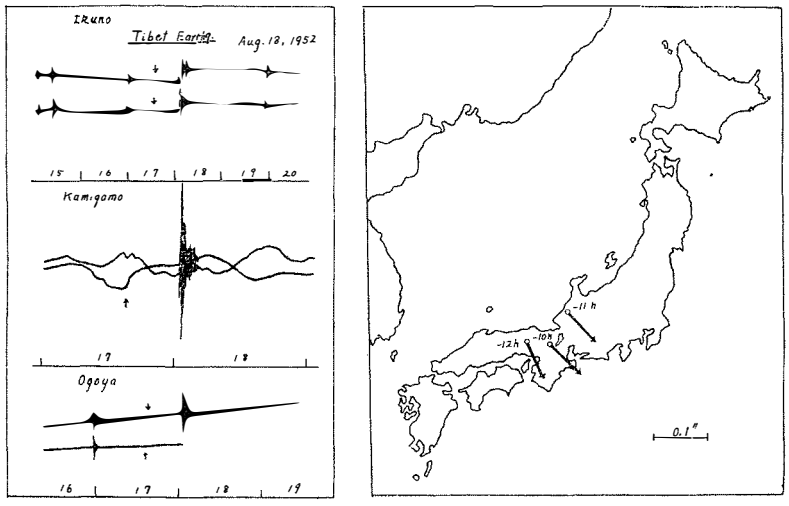
図—4.13　生野，上賀茂両観測所の観測結果

ことがあるが，この特異な傾動が真にこれらの深発地震や遠地地震の発生に関連するものかどうかはわからない．目下それについて研究を進めている．

1）深発地震の場合　昭和29年11月19日，日本海北部に起こった深発地震は震源の深さ約 600 km，マグニチュド 6¾ と推定されている．この地震の発生前後に生野，上賀茂両観測所の傾斜計が周期数十分程度の微細傾斜変化を記録した[9,12]（図—4.13 参照）．この微傾動が，気圧や海水荷重などの外部的原因によるものか，あるいは地震発生に関連する内部的原因によるものかを究明するため，現在複振子型傾斜計を用い精密な観測を実施している．

2）遠地地震の場合　チベットやインドなど数千 km も離れた所で起こった地震の際，数カ所の観測所で同時に特異な傾動が観測されることが度々ある．例えば図—4.14 に示すように，昭和27年8月18日のチベット地震の際，尾小屋，上賀茂，生野の観測所で地震発生の約10時間前より，振巾約 0.1″ の傾斜変動が観測された．その他インドやカムチヤッカなどの二，三の地震の時も同様な現象が観測されている．これらの現象が真に地震の発生と関連があるものなのか，またもしそうであるとすれば，いかなる機構によって数千 km も離れた観測所で観測されるのであるかなどについて研究を行なっている[6,26]．これらの研究は，地震の発生機構や地球内部の物質の性質をしらべる上で重要な手掛りとなるものと考えられる．

（3）　局所地震に伴なう地殻の微細変動の研究



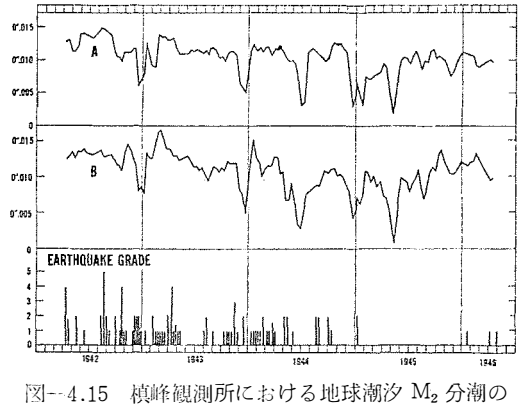
図—4.14　チベット地震のときの，生野，上賀茂，尾小屋の各観測所の観測結果

地震予知の研究には，現在のところ，大地震前に現われる前駆的な地殻の変動をくわしく調べるのが一番有力であると考えられている．しかし大地震は数も少なく，発生場所もわからないから，大地震のみを対象としておれば，研究の達成には多額の費用と永い年月を要する．したがって今まで火山を対象とし研究がなされてきた．火山爆発は地震とは必らずしも相似た機構で起こるとはいえないかも知れないが，少なくとも徐々にエネルギーが蓄積され，ある極限に近づくと，火山は爆発で，地震は地殻内一部の破壊によって，そのエネルギーの大部分を消費すること，ならびにこのエネルギーの蓄積，消失に応じて付近の土地が変形することなど両者はよく一致している．しかも，火山爆発は場所が定まっている上に，爆発頻度も大きいし，爆発源の深さも数 km 程度の浅い所にあり，大地震発生に伴なう地殻変動のモデル実験としては火山は好適である．他方またモデル実験として，特定場所に頻発するいわゆる局所頻発地震を対象とし，震源付近の地殻変動を精密に観測することも重要なことである．このような目的に沿って，近年和歌山市周辺に頻発する局所地震を対象に，昭和35年4月より和歌山市内大浦，秋葉山両観測所に傾斜計，伸縮計を設置し，地震に伴なう地殻変動の精密観測を実施するとともに，地磁気偏角計，重力計，電磁地震計を用い諸種の地球物理量の変化と地震活動との関係についての研究を行なっている．近く地温計や永久歪測定器なども設置し，あらゆる角度より綜合的な研究を実施する考えである．

（4）　地下物性（とくに地殻弾性）変化と地震活動との関連

地震の発生前には震源付近に巨大なエネルギーが蓄積され，地震によりそのエネルギーは一瞬にして発散されると考えられるので，地震を境にして，その前後で震源付近の物性は大きく変化するものと思われる．したがって，この物性変化を何らかの方法で測定すれば，逆にエネルギーの蓄積の様子が推定され，地震予知に有力な手掛りとなる．

このような目的に沿い，地球に加わる外力で変形する地殻の変形量を測定し，地殻を構成する岩石の弾性をしらべ，地震活動との関連を研究している．例えば，逢坂山，栖原，紀州，生野，槙峰などの観測所で，天体の運行に伴ない生じる地殻の潮汐干満，すなわち地球潮汐や，海洋潮汐による海水荷重変化に伴ない生じる地殻の撓曲などを伸縮計や傾斜計で観測測定し，調和解析を行なって分潮の振巾を求めたり，時間のずれを出したりして地殻の弾性やその他色々の性質を調べ，地震との関連を研究している[2,3,5,11,20,21,24,25,32,37,40,42,44,47]．また規則正しい海洋潮汐による海水荷重以外に，昨昭和35年5月のチリ津波などで生じる海水荷重の変化よりこの種の撓曲に関する研究も行なわれた[39,41]．その他井手観測所などでは近くにあるダムに貯えられた水や土砂の荷重による変形より地殻弾性をしらべている[28,29]．図—4.15 は1942～1946年の間の槙峰観測所における地球潮汐 M_2 分潮の傾斜振巾変化と日向灘海域の地震活動との関係を示したものであるが，槙峰における地球潮汐による傾斜変化は大部分日向灘海域の海水荷重による撓曲に起因するものである．したがって，傾斜振巾の変化より地下物質の物性，すなわち弾性率の変化を知ることができ，地震活動との関係を求め得



図—4.15　槙峰観測所における地球潮汐 M_2 分潮の傾斜振巾変化と地震活動

る．これによると，振巾の小さいとき，すなわち地殻の弾性率の大きいとき，地震活動も弱い[14,23][10]．このように地球潮汐に関する種々の研究より，地下物質の物性を推定し，地震予知に近づこうと研究を進めている．

（5） 計測学的な研究と基礎的な研究

前述のような各種の研究を実施するに当っては，常に精密な観測が必要である．しかし実際に観測される地殻の変動量は微小であるから，これに用いる計器は精度の良いものでなければならない．その上，取扱いが簡単で長期間の連続観測に耐え得るものでなければならない．したがって，観測に用いる計器は，構造的にも材質的にも，常に工夫され改良され，より優秀なものへとの努力がはらわれている．このため続々と新しい型のものが製作されて，性能テスト，比較観測など十分な検討を経て実用に供され，よりよい観測へと進んでいる．例えば，佐々式三本吊伸縮計，水平振子を拡大装置につかった伸縮計，六成分の伸縮計，遠隔観測用の伸縮計や傾斜計，複振子型傾斜計，水銀傾斜計，携帯用傾斜計など多くの高性能の計器が生れている[8,17,22,31,33,34,38,43][12]．

このように計器の性能が良くなれば，微小な変化量も大きく拡大され観測される．したがって，観測される量の中に応々にして不必要な量が混入し，その中から実際に必要な量のみを選び出すことが非常に困難になってくる．その中で最も煩らわしいものは，気象的な要素によるもので，雨に起因するもの，その他気圧，気温などによるものなどがあり，これらをどのようにして分離除去するか，また年変化や経年変化をどのようにして求めるかなどの研究や，落盤前後の付近地盤の歪の研究など数多くの基礎的な研究が行なわれてきた[13,19,22,27,45][1,2,8,10,12]．このような基礎的な研究が充分なされてこそ，真に優秀な地殻変動の研究が生れるものと思われる．

なお，この研究の担当者は佐々憲三，西村英一，吉川宗治，高田理夫，岸本兆方，小沢泉夫（併任理学部），一戸時雄（〃），松島昭吾（〃），吉川圭三，藤原俊郎，田中寅夫，田中豊（併任理学部），細山謙之輔（現国土地理院），伊藤芳朗（現関東学院大学）である．

発表論文

1] K. Sassa and E. Nishimura : On Phenomena Forerunning Earthquakes, Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 32, No. 1, 1951, pp. 1～6.

2] K. Sassa, I. Ozawa and S. Yoshikawa : Observation of Tidal Strain of the Earth (Part I), Dis. Prev. Res Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 3, 1952.

3] I. Ozawa : Observation of Tidal Strain of the Earth by the Extensometer (Part II), Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 3, 1952.

4] K. Hosoyama : Characteristic Tilt of the Ground that Preceded the Occurrence of the Strong Earthquake of Mar. 7, 1952, J. Phys. Earth, Vol. 1, 1952, p. 75.

5] K. Hosoyama : On Secular Change of Latitude, Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 33, 1952, p. 345.

6] E. Nishimura : On Some Destructive Earthquakes Observed with the Tiltmeter at a Great Distance, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 6, 1953, pp. 1～15.

7] E. Nishimura and K. Hosoyama : On Tilting Motion of the Ground Observed before and after the Occurrence of an Earthquake, Trans. Amer. Geophys. Union. Vol. 34, 1953, p. 597.

8] K. Hosoyama : On a Mercury Tiltmeter and its Application, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 6, 1953, p. 17.

9] 西村英一，細山謙之輔，伊藤芳朗：西日本数点において同時に観測された土地の微傾動，測地学会誌，第1巻，昭29，p. 49.

10] 小沢泉夫：地震前後の地殻の歪の観測，地震，第8巻，昭30，pp. 45～47.

11] 小沢泉夫：伸縮計による地殻潮汐の観測，測地学会誌，第2巻，昭30，pp. 54～58.

12] E. Nishimura, K. Hosoyama and Y. Ito : Micro-Tilting Motion of the Ground, Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 37, 1956, p. 645.

13] 佐々憲三：地震予知に関する2，3の問題（II）（地殻変動観測について），京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31，pp. 3～7.

14] 西村英一：地殻物質の状態変化と地震活動，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31，pp. 8～13.

15] 小沢泉夫：逢坂山に於ける地殻の歪の観測，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31，pp. 14～19.

16] 細山謙之輔：土地傾動の永年観測について，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31，pp. 20～27.

17] 高田理夫：地殻変動の遠隔観測について，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31，pp. 28～34.

18] K. Sassa and E. Nishimura : On Phenomena Forerunning Earthquakes, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bull. No. 13,1956, pp. 1～8.

19] M. Takada : On the Observation of Strain before and after the Occurrence of Rock-Falling, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 13, 1956, pp. 9～18.

20] I. Ozawa : Observations of Tidal Strains of the Earth, J. Phys. Earth, Vol. 5, No. 1, 1957, pp. 9～13.

21] I. Ozawa : Study on Elastic Strain of the Ground in Earth Tides, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 15, 1957.

22] K. Hosoyama : On the Observation of Secular Phenomena of the Tilting Motion of the

Ground, Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ., A, Vol. 28, 1957, pp. 253～282.
23] E. Nishimura : Time Variation of Crustal Elasticity, Comm. Obs. Roy. Belg., No. 142, S. Geoph. No. 47, 1958, p. 98.
24] E. Nishimura : Recent Results of Earth Tidal Observation of Ground Strain in Japan, Comm. Obs. Roy., Belg., No. 142, S. Geoph. No. 47, 1958, p. 131.
25] E. Nishimura : Recent Research Activity for Earth Tides in Japan, Comm. Obs. Roy. Belg., No. 142, S. Geoph. No. 47, 1958.
26] E. Nishimura : Some Problems on Tilting Motion of the Ground, Comm. Obs. Roy. Belg., No. 142, S. Geoph., No. 47, 1958.
27] M. Takada : On the Observation of the Crustal Deformation and Meteorologicol Effect on it at Ide Observatory, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 23, 1958, pp. 1～12.
28] M. Takada : On the Observation of the Crustal Deformation Due to Full Water and Accumulating Sand in the Sabo-Dam, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 23, 1958, pp. 13～29.
29] 高田理夫：砂防堰堤満水，貯砂による付近地盤の歪について，新砂防，No. 28, 昭33, pp. 1～9.
30] E. Nishimura, Y. Kishimoto and Y. Tanaka : Observed Secular Tilting Motion of the Ground which Preceded the Occurrence of Several Destructive Earthquakes, Tellus, Vol. 11, 1959, p. 130.
31] E. Nishimura, Y. Tanaka and T. Tanaka : On a Tiltmeter for the Observation of Secular Ground Tilting, III ème Symposium Márees Terrestres Trieste juillet, 1959.
32] I. Ozawa : On some Coefficients of Earth Tidal Strains, III ème Symposium Márees Terrestres Trieste juillet, 1959, pp. 119～121.
33] I. Ozawa : On an Extensometer of New Type, III ème Symposium Márees Terrestres Trieste juillet, 1959, pp. 117～118.
34] M. Takada : On the Observing Instruments and Tele-metrical Devices of Extensometers and Tiltmeters at Ide Observatory, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 27, 1959, pp. 1～27.
35] M. Takada : On the Crustal Strain Accompanied by a Great Earthqake, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 27, 1959, pp 28～46.
36] 小沢泉夫：逢坂山における地かく変動の観測，京大防災研究所年報，第3号，昭34, pp. 148～153.
37] 小沢泉夫：地かくの潮汐ひずみの観測，京大防災研究所年報，第3号，昭34, pp. 154～162.
38] 小沢泉夫：傾斜計を拡大装置に使った高感度伸縮計とそれによる土地のひずみの観測，測地学会誌，第6巻，昭35, pp. 1～5.
39] 小沢泉夫：チリ津波による土地の伸縮の観測，京大防災研究所年報，第4号，昭36,（印刷中）.
40] 小沢泉夫：水平成分伸縮計による地球潮汐常数の観測，測地学会誌，No. 6, 昭35, pp. 31～38.
41] 田中豊，田中寅夫：チリ地震津波による土地の傾斜及び伸縮変化，京大防災研究所年報，第4号，昭36,（印刷中）.
42] I. Ozawa : On the Observations of the Earth Tide by Means of Extensometers in Horizontal Components, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 46, 1961, pp. 1～15.
43] 小沢泉夫：棒型伸縮計と線型伸縮計との比較観測，測地学会誌，No. 7, 昭36,（印刷中）.
44] 小沢泉夫：地殻変動の近距離多点観測，京大防災研究所十周年記念論文集，昭36,（投稿中）.
45] 高田理夫：井手における地殻歪について，同上.

関 連 論 文

1) 佐々憲三：気象諸変化に起■する土地昇降変動，天文学及地球物理学邦文輯報，第1巻，第1号，昭15, pp. 17～26.
2) 佐々憲三：鳥取大地震前後の土地傾動，科学，第14巻，第6号，昭19, pp. 220～221.
3) 佐々憲三：地震予知に関する2，3の問題，防災研究所研究報告，第1号，昭23, pp. 13～30.
4) 佐々憲三，小沢泉夫，吉川宗治：伸縮計による地殻潮汐の観測，防災研究所研究報告，第2号，昭24, pp. 113～114.
5) 小沢泉夫：福井地震前後の地殻の歪観測及び余震，昭和23年福井地震調査研究速報，日本学術会議福井地震調査特別委員会，昭24, pp. 64～66.
6) 小沢泉夫：逢坂山における地殻の歪の観測，防災研究所研究報告，第2号，昭24, pp. 115～121.
7) 一戸時雄：地震後の福井附近における土地変動，防災研究所研究報告，第2号，昭24, pp. 131～132.
8) 小沢泉夫：上賀茂における土地傾斜の永年変化，防災研究所研究報告，第2号，昭24, pp. 142～143.
9) 小沢泉夫，細山謙之輔：和歌山，湯浅間の水準測量，地震，第2号，昭24, pp. 20～22.
10) E. Nishimura : On Earth Tides, Trans. Amer. Geophys. Union, Vol. 31, No. 3, June 1950.
11) 成岡昌夫：高知市水準測量，防災研究所研究報告，第3号，昭25, pp. 21～23.
12) 小沢泉夫：インヴァール線及びインヴァール棒伸縮計による土地の伸縮の観測と雨の影響，防災研究所研究報告，第3号，昭25, pp. 69～74.

3. 火山爆発に関する研究

われわれ人間社会に大きな災害をもたらすものの一つに火山噴火がある．とくにわが国においては，多くの活火山が存在し，これらの火山の噴火によって尊い人命が失われたり，家屋田畑が噴火によって流出した熔岩のため埋没した例は枚挙にいとまがない．われわれはこの災害を少しでも軽減するために，この研究を行なっている．そのために，先づ第一になされねばならぬことは，噴火の機構を把握して完全に予知をすることである．

われわれは当研究所附属桜島火山観測所及び阿蘇火山研究施設において，火山性地震及び微動，地殻変動の常時観測や水準測量の定期的な実施などにより，噴火の予知やその機構について研究するとともに，火山地帯の地下構造の探究を行ない災害をうける可能性のある場所を予め見当をつけ，災害を最少限にくいとめる手段について研究している．また一方，これらの観測測定結果の基礎づけとなる理論的考察を行ない，より高次の研究へ進むための努力をつづけている．

（1） 火山性地震の研究

火山地帯に発生する地震には，噴火に伴なういわゆる爆発地震と，噴火現象を伴なわないで発生するいわゆる火山性局部地震とがある．前者は噴火口付近の比較的浅い所にその震源があるのに対し，後者は火山地帯内の広い範囲に発生し，その深さも数 km から十数 km に達するものがある．この両者は明らかに地震記録の上でも区別することができる．

すなわち，火山性局部地震は普通の近地地震と同じような波形を示しているのに対し，爆発地震の方は非常に表面波が卓越して，波の周期が前者にくらべて長くなっており，S波の位相が判りにくい．また火山性局部地震の震源位置は，噴火が近づくにしたがって噴火口へと接近してくる．このことは，阿蘇における佐々[1]の観測の際にも最近の桜島における観測にも共通しており，噴火予知の手掛りを与えている．

今回の桜島の活動期において，5～10 km 位の深さのやや顕著な火山性局部地震の震源位置についてしらべてみると[1]，活動の初期においては桜島の南方海底下に比較的多く発生していたのに対し，最近桜島の北部あるいは北方海底下に多く発生するようになっていることは，火山の内部の弾性歪の分布状態が時とともに変わってゆくのではないかという暗示を与えている．

（2） 火山性微動の研究

火山地帯には地震のほかに，火山特有の微動が発生し，これらの微動の発現状況と噴火との間には密接な関係がある．

阿蘇火山においては佐々[2]によって分類された4種類の微動が確認されており，これらの微動の消長と噴火との関係が明らかにされている．また33年6月の噴火の際に 40～55 秒の周期の微動が加茂[2]によって観測された．これらの微動の発生機構についての研究が行なわれている．佐々によって第1種微動と呼ばれている1秒位の周期の微動は，現在のところよくわからないが，火山内部での微小地震によって成層内で形成された Love 波か，あるいは震動源の自由振動かであろう．佐々によって第2種微動と呼ばれた微動は，この微動の周期が4秒前後であることや，平静期と噴火活動期とで，この波の振動方向が変化することから，後述のように岩漿溜の自由振動によって発生し，さらに噴火活動期になると火口列方向の裂目の自由振動が誘起されると考えられる[3]．佐々によって第3種微動と呼ばれている 0.5 秒の周期の微動は，同一観測点において観測された自然地震の周期分析結果と，第3種のそれとが一致することと，火口内で観測すると地震としての型式を持った波動であることから，火山内部の微少地震により導波された表層を伝わる Rayleigh 波であると推論されている[4]．佐々によって第4種微動と呼ばれている 0.2～0.3 秒の周期の微動は，火口底の噴気活動と密接な関係があり，かつ火口付近の観測で Rayleigh 波と Love 波の混在したものであることからみて，ほかのものよりも浅いところの表層で導波される表面波群であると考えられている[5]．

一方，桜島においては，現在微動は少なくとも2種類あることが確認されている．一つはその周期が 0.2～1.2 秒の範囲に分布しており，その卓越周期は火山活動がさかんになると長い方に移るようである．他の一つは紡錘型振幅変化をなし，その中の各周期は 0.5～0.6 秒でほとんど変化しない[6]．この型の微動は赤熱熔岩が上昇しているときによく発生するようである．

1960年に桜島において微動の発生源の位置について調査したところ，その位置は現在噴火口のある南岳頂上で

はなく，北岳の直下から伝播してくるようである[3]．このことは後述の水準測量から得られた結果とよく一致している．

（3） 地殻変動の常時観測

火山噴火の際には，地下深所の岩漿溜の内部の圧力が増大して，その内部の物質の一部が地表へと移動してくるのであるから，その周辺の地殻は当然変動を起こすはずである．

事実，阿蘇における佐々や西村の傾斜計による観測で，このような現象が確認されている．また1953年4月および1958年6月の阿蘇の噴火の際には，噴火の数カ月も前から，火口近くの観測室においては100″にも達する傾斜異常が認められた[7]．最近，桜島火山においても，傾斜計のほかに伸縮計をも設置して，この観測が行なわれているが，この桜島火山は1955年10月以来非常に活潑な活動を行なっているので，数多くの重要な事実が見出されている[8,9]．その一つは，噴火の数日前から袴腰の観測所においては，東北方向への異常傾斜と垂直方向の異常伸縮とがおこり，この異常変動がもとに復するか，あるいはその途中において噴火がおこっていることである．この現象をさらにくわしく見ていくと，少なくとも赤熱熔岩を噴出した噴火においては，必らずこのような異常変動がおこっており，赤熱熔岩の上昇量が大量の場合，たとえば1960年3月29日のように60万噸もの熔岩が旧火口底にせりあがって噴火するような場合には，冷水の観測所においても同様な異常変動が記録される．このことから考えるに，このような異常変動は熔岩の上昇と密接な関係があるようであり，噴火予知の重要な手掛りとなっている．

また桜島においては，冷水における観測結果から，岩漿溜の状態がどのように変化していくかを推定する手掛りが得られている．すなわち，冷水において最近2年間の傾斜および伸縮の永年変化量から，この2年間に姶良カルデラの中央部の地下において a^3p/μ が 10^{13}～10^{14} cm³ 程度増大していることが推定された（ここに a：球形の岩漿溜の半径，p：岩漿溜の内圧，μ：地殻の弾性常数）．

この推定は後述の水準測量の結果ともよく一致しており，このような観測を多くの場所で行なうことによって，岩漿溜の状態を推定し，噴火の予知あるいは機構に関する研究に重要な役割を果し得る可能性がしめされた．そこで最近は，さらに推定された岩漿溜の位置から北方にあたる霧島町にも新しく観測所が増設され，この種の観測が行なわれている．

（4） 水準測量[10,11,12]

1957年来，桜島一周道路沿いの水準路線について，毎年2月～3月に定期的に水準測量が実施され，噴火と地盤変動との関係が研究されてきた．この結果によると，桜島の北方すなわち姶良カルデラの中央部の地下10km付近に主たる岩漿溜の中心が存在し，その圧力源の大きさが年々次のように増大してきたことを示している．すなわち，$|a^3p/\mu|_{1957\sim58}=1$ としたとき，

$$|a^3p/\mu|_{1958\sim59}=1.06,\ |a^3p/\mu|_{1959\sim60}=1.70$$

となり，1960年には，この主圧力源のほかに北岳の直下約3kmのところの圧力源も $a^3p/\mu=0.07$ 程度増大したことが示された．そして，このような a^3p/μ の値の年々の増大はこの期間における噴火によるエネルギーの放出過程とよく対応している．

また，この結果から桜島における活断層の動きも明らかにされており，このような活断層の動きから，今後もし熔岩流出がおこるならば，どの付近が一番可能性が多いかを推定し，災害を軽減するための研究も行なわれている．

（5） 験潮儀による桜島の上昇沈下の研究[11]

桜島は鹿児島湾によってとりかこまれているので，験潮儀によってその地盤の上昇沈下の様子を知ることができる．1958年7月以来袴腰港において，験潮観測がつづけられているが，その結果によると，1958年7月～1960年1月までに約60cm程も桜島は鹿児島にくらべて上昇しており，その後平衡状態をつづけ，極めて最近からやゝ沈降の傾向を見せはじめつつある．

（6） 火山地帯の地下構造の研究

火山地帯の地下構造は非常に複雑であるので，火山性地震や微動の解析の際困難な問題にぶっかる場合がある．1958年6月に先づ阿蘇火山の火口付近の地下構造が，ダイナマイトの爆破による人工地震波から推定された[13]．また阿蘇においては，火山性地震あるいは微動の波の性質の研究から，地下構造を推定すべく研究が進められている．

この研究はまた防災的見地から噴火をおこしやすい場所を予測する上にも重要である．

（7） 理論的研究[12,13]

われわれが各種の観測から得た結果から，次々と噴火の機構に関するモデルを考えていく場合の基礎となるべき理論の研究は，さらに高次のモデルを作るために必要なる観測方針を出す上において大切なことである．

火山性地震や微動の発生の機構を究明するために，弾性波動論の研究が行なわれ，例えば阿蘇火山における第2種火山性微動は，直径1km位の岩漿溜の自己振動であると推定され，火山の活動期にはこの微動に transversal な波も発現することは，火山活動によって岩漿溜につながる1km程度の垂直な裂目がルーズになって自己振動をおこすことによって説明できることが示さ

れており，また地殻変動の機構の究明のために，たとえば半無限弾性体内における thermal stress によって地表面がどのように変形するかなどが，弾性論的に研究されている．

上記のように，地震，微動，地殻変動の観測あるいは理論的な研究と，多方面からの観測研究の結果を総合して，より正確な火山爆発の予知あるいは，その機構の究明がなされるべく努力がはらわれている．そして，それにもとづいて火山爆発による被害の軽減をはかるべく研究がつづけられている．

なお，この研究の担当者は佐々憲三，吉川宗治，久保寺章（併任理学部），和田卓彦（併任理学部），吉川圭三，藤原俊郎，島通保（併任理学部），加茂幸介（併任理学部），菊池茂智（現京大阿蘇火山研究施設）伊藤芳朗（現関東学院大学），である．

発表論文

1〕 藤原俊郎：桜島火山における噴火と地震との関係，火山，Vol. 5, No. 2, 昭35 p. 130.
2〕 加茂幸介：長周期地震計による阿蘇火山微動の観測，火山，Vol. 5, No. 1, 昭35 p. 35.
3〕 M. Shima : On the Second Volcanic Micro-Tremors, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 22, 1958.
4〕 久保寺章：第三種火山性微動について，1961年春，日本火山学会にて発表．
5〕 菊池茂智：阿蘇の短周期微動について，1961年春，日本火山学会にて発表．
6〕 藤原俊郎：最近の桜島の活動について，火山，Vol. 5, No. 1, 昭35 p. 50.
7〕 Y. Itô : Tilting Motion of the Ground as Related to the Volcanic Activity of Mt. Aso, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 42, 1961.
8〕 吉川圭三：桜島における地盤変動の観測について，京大防災研究所年報，第1号，昭32, p. 106.
9〕 K. Yoshikawa : On the Crustal Movement Accompanying with the Recent Activity of the Volcano Sakurajima (Part II), (印刷中).
10〕 吉川圭三：桜島における水準測量結果について（第1報），京大防災研究所年報，第2号，昭33, p. 104.
11〕 吉川圭三：桜島における水準測量結果について（第2報），及桜島における地盤変動の観測について（続報），京大防災研究所年報，第4号，昭36（印刷中）．
12〕 K. Yoshikawa : On the Crustal Movement Accompanying with the Recent Activity of the Volcano Sakurajima (Part I), Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 48, 1961.
13〕 吉川宗治，加茂幸介，狐崎長琅：阿蘇火山中岳火口周辺における地震探査，火山，Vol. 4, No. 1, 昭34 p. 20.
14〕 M. Shima : On the Thermoelasticity in the Semi-Infinite Elastic Solid, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 25, 1958.
15〕 M. Shima : Volcanic Micro-Tremors at the Volcano Aso, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 34, 1960.

関連論文

1) K. Sassa : Micro-Seismometrci Study on Eruptions of the Volcano Aso, Mem. of Coll. Sci., Kyoto Univ., Vol. 19, No. 1, 1936, pp. 11～55.
2) K. Sassa : Volcanic Micro-Tremors and Eruption-Earthquakes, Mem. of Coll. Sci., Kyoto Univ., Vol. 18, No. 5, 1935, pp. 253～293.
3) 渡辺　晃：桜島の火山性微動について，火山，Vol. 6, No. 1, 昭36 p. 29.

4. 火災，爆発などに関する研究

わが国では地震，台風などの天災によってひきおこされる大火をはじめとして，火災，爆発による被害は極めて大きい．また近年，産業の発達に伴ない，生産過程において，火災，爆発が起こりやすい状態や，不安定な新物質を取扱う場合が多くなり，静電気，火花，衝撃，摩擦，光（赤外線および紫外線）などが原因となる火災，爆発事故，化学物質の自然発火，自然爆発などのような従来予期されなかった災害が増加してきた．そのため，経済的損失はもとより，人命に対する危害も大きくなりつつあり，産業発展にはかりしれない障害を及ぼしている．

以上のように最近の火災，爆発事故の原因は複雑多岐にわたるため，その防災対策は従来のような防火，防爆の知識だけではもはや役立たなくなり，さらに物理，化学，気象，建築など，理学および工学の綜合的な研究を進めることにより，はじめて災害の原因が解明されその防止対策がたてられるものと考えられる．

本研究はこのように非常に広範囲にわたるが，施設，人員の関係上化学的なものに研究の主力を置

いている現況である．また火災，爆発に関する研究のほか，産業発展に伴なって発生する大気および水汚染などの公害問題に対する防災の研究をもあわせて行なっている．

（1）　燃焼に関する基礎的研究

火災および爆発に関して基礎となるものは燃焼であって，爆発は衝撃波を伴なった速度の非常に大きい燃焼である．したがって，燃焼について基礎的な研究を行なうことにより，火災および爆発の機構の一端が解明されるものと考えられる．燃焼には気体，液体，固体の燃焼およびそれらの混合物の燃焼がある．われわれは主として固体の燃焼に関する研究を行なったのでその成果を以下に述べる．今後は気体と固体との混合燃焼について研究を行なう方針である．

化学組成の明らかな酸化剤と還元剤からなり，激しい自己燃焼を行なう物質として，鉛丹 Pb_3O_4 と珪素 Si の混合物（延時薬）を対象として研究を行ない次の結果を得た．

延時薬を石英ガラス管中に装填し，密閉状態として燃焼させ，この燃焼状況を高速度撮影により観測，解析した結果，次のことが明らかになった．すなわちその燃焼は層状燃焼であり，その波面は凹凸があって不均一である．また巨視的には中心部の方が周辺部より燃焼速度の大きい conical burning であるが，その角度は鈍くほとんど平面に近い．また延時薬の燃焼には主燃焼と後燃焼（これらの光輝をそれぞれ main glow, after glow という）の二段階があり，主燃焼は本来のいわゆる燃焼で，主として粒子の表面で行なわれ，燃焼速度も大であるが，後燃焼は主燃焼に引き続いて発生するもので，主燃焼に比較して燃焼速度は小さく燃焼温度も低い[1),1)]．この延時薬を雷管中に挿入してメタンガス中で爆発させメタンガスへの引火試験を行なった結果，主燃焼よりも後燃性によってメタンに引火する可能性が大きいことがわかった．これは後燃焼物が温度は低いが燃焼時間が長いため，雷管爆発時に後燃焼しつつ飛散して空気中の酸素と反応，再燃焼するからであると考えられる．したがって，延時薬の後燃焼は炭坑における坑内爆発（メタン爆発，炭塵爆発）の原因の一つになるものである[1)]．

また延時薬の発熱量を燃研式断熱熱量計を用いて，大気中および密閉状態で測定した．その結果，大気中における発熱量の最大値は 330 cal/g であるのに対し，密閉管中では 520 cal/g であった．このように両測定値に差があるのは，大気中の場合に空気中の酸素の影響を受けること，爆発的な反応を起こして反応物の一部が飛散して燃焼が完結しないことが原因であると判明したので，われわれは延時薬のような自己燃焼を行なうものについては，密閉管中で測定することを提唱した[2)]．

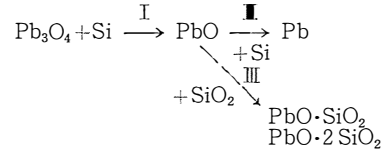
延時薬のような粉体間の燃焼においては，その燃焼速度を左右する主要な因子は粉体の粒度である．この場合，粒度としては粒子の大きさのみならず形態も問題になると考えられる．そこで延時薬について電子顕微鏡による粒子の表面状態の観察，水渡―荒川式粒度測定器による粒子径の測定，液層吸着法による比表面積の測定を行ない，さらに形態の異なった数種の酸化第二鉄 Fe_2O_3 を添加することによって，燃焼に及ぼす影響の相違を観察した．その結果，粉体の粒度については粒子の大きさ以外に粒子の形状，表面の状態などを考慮に入れることが必要で，とくに粒子径の小さい場合に，これらの因子が燃焼速度に著しい影響を及ぼすことが明らかになった．また速度一定の均一な燃焼を得るためには，表面がなめらかな球状の粒子であることが理想であるが，それが望めない場合は，機械的に多面体にすることが良好な結果を得る方法であることを認めた[2)]．

延時薬（鉛丹―珪素混合物）の燃焼生成物の分析は燃焼機構解明の主要な手段である．そこでわれわれは自記X線分析装置（ノレルコ）を使用して組成分析を行ない，さらに化学分析を行なって化学反応を量論的に検討した．その結果，鉛丹 Pb_3O_4，珪素 Si の混合物の燃焼生成物は両者の配合量によって組成の異なる珪酸鉛（4 $PbO\cdot SiO_2$, 2 $PbO\cdot SiO_2$, $PbO\cdot SiO_2$ および $PbO\cdot 2SiO_2$）をはじめ，Pb, PbO などであることがわかった．配合量によってそれぞれ次の燃焼反応を行なっているものと思われる．

1) Pb_3O_4 98%. Si 2% の場合：$2\,Pb_3O_4 + Si \rightarrow 4\,PbO\cdot SiO_2 + 2\,PbO$

2) Pb_3O_4 96%, Si 4% の場合：$Pb_3O_4 + Si \rightarrow Pb + 2\,PbO\cdot SiO_2$

3) Pb_3O_4 90%, Si 10% の場合，Pb_3O_4 70%, Si 30% の場合及び Pb_3O_4 50%, Si 50% の場合：



3）の場合では 1），2）に比較して Si が多いため反応が3段階にわかれ，まず Pb_3O_4 が分解して PbO と O_2 になり，この O_2 と Si が反応して SiO_2 になる第Ⅰ段階，次に PbO と Si の酸化還元反応である第Ⅱ段階，最後に PbO と SiO_2 とが反応して珪酸鉛の生成反応を行なう第Ⅲ段階である．したがって燃焼生成物は Pb, $PbO\cdot SiO_2$, $PbO\cdot 2\,SiO_2$ であり，Si 過剰のため未反応が Si 残る．この Si が高温のため活性化されて，前述の後燃焼をひき起こすことが明らかになった．これ

より Si 量を少なくして，1）および 2）のような反応を起こさせることにより，メタン着火を防止し得ることがわかった[3),3)].

なお，この研究の担当者は若園吉一及び安藤直次郎である．

発　表　論　文

1）若園吉一：延時薬に関する研究（第3報），水曜会誌，第13巻，第8号，昭33.12, pp. 653～659.
2）若園吉一：延時薬に関する研究（第7報），水曜会誌，第13巻，第7号，昭33.9, pp. 620～623.
3）若園吉一：延時薬に関する研究（第5報），水曜会誌，第14巻，第7号，昭36.

関　連　論　文

1）若園吉一：延時薬に関する研究（第1報），工業火薬協会誌，第15巻，第45号，昭29.9, pp. 156～161.
2）若園吉一：延時薬に関する研究（第2報），工業火薬協会誌，第16巻，第50号，昭30.12, pp. 214～218.
3）若園吉一：延時薬に関する研究（第4報），水曜会誌，第12巻，第4号，昭28.7, pp. 171～174.

（2）火災に関する研究

火災についての防災はすでに述べたように，各分野の綜合的な研究によって目的が達せられるものである．この研究は予防，消火，延焼防止の3項目に大別される．予防に関する研究としては，火災の原因調査，風向，風速，湿度などの気象調査，防火および耐火建造物の設計などであり，消火に関する研究としては火災発生時の初期消火法，各種火災に対する適切な消火薬剤の選定などである．延焼防止に関する研究としては，被害を最少限度に止めるための消火方法，防火地区および防火都市計画などである．現在研究中のものおよび成果のあがっている研究について次に述べる．

1）予防　火災が発生した場合，担当機関と協力して現場の科学的調査に基づき，出火原因，延焼拡大状況，火災と気象との関係などを検討して今後の火災予防ならびに建築上の防火対策研究資料としている．その他，別個に火災と気象および人間の心理状態について統計的研究を行なっている[1-4),1)].

2）消火　消火に関する研究としては主として消火薬剤に関する研究を行なっている．火災は一般火災と特殊火災（油脂火災，電気火災，薬品火災など）とに大別される．その消火方法としては，一般火災では専ら水が使用されているが，水による損害が時には火災による損害より大きい場合がある．特殊火災においては，油脂火災では化学泡，空気泡，重曹の粉剤，電気火災には四塩化炭素，ブロームクロールメタン，重曹，炭酸ガスが使用され，また薬品火災にあっては，その化学的性質に応じて以上の消火剤が適宜使用されているが，禁水性物質と高熱を発する金属粉火災に対しては適当な消化剤がなく，乾燥砂が使用されている．このように従来の消火剤は火災の種類によって用途が限定される欠点がある．そこでわれわれは，いずれの火災にも使用可能で，かつ消火と同時にその燃焼物の難燃化を計り得る消火剤として硫酸第一鉄 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ と硫酸アンモン $(NH_4)_2SO_4$ を主剤とした粉末消火剤を見出した．この粉末消火剤を火面に強く撒布すると，結晶水から蒸散した水蒸気および分解して生成した亜硫酸ガス，無水硫酸，アンモニアガスが空気中の酸素を遮断し，一方，酸素との親和力の強い硫酸第一鉄が火面周辺の酸素をすばやく奪取，そのため空気中の酸素含有率を低下させ火焔の発生を阻止する．またこの粉末は熱により融解して燃焼物質の表面を被覆し空気との接触を断つはたらきをなす．また分解してできた無水硫酸は燃焼物質より水を奪って易燃性炭化水素の発生を阻止し，すみやかに炭化させて難燃性にする作用を持つものである．この消火剤を撒布器から噴射撒布することにより消火効果が発揮されるが，また延焼の危険のある場合は，前もってこの消化剤を撒布して延焼を防止することも可能である．なお，この消火剤についての貯蔵試験を行なった結果，配合を $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 1 mol, $(NH_4)_2SO_4$ 1 mol の割合にすれば安定であることがわかったので実用に供することができるものと考えられる．さらに野外における各種の火災実験を行ない消火効果を確かめる方針である[5)]．

次に金属粉火災，例えばマグネシウム粉，アルミニウム粉，鉄粉，亜鉛粉による火災には適当な消火剤はなく，水ではかえって爆発に至る．そこで，われわれは弗化カルシウム CaF，塩化カリウム KCl，塩化ナトリウム NaCl，および蛭石粉末の混合物を消火剤に使用することを試みた．この目的とするところは，燃焼のような連鎖反応を行なうものにアルカリ金属のハロゲン化物を負触媒として作用させることであり，この混合物を燃焼金属面に撒布，被覆することによって空気との接触を遮断して火熱を制圧するものである．

3）延焼防止　火災の際に延焼防止のため建物の破壊を行なうことがしばしばある．この破壊消防法の一つとして火薬類（桜ダイナマイトおよび6号電気雷管）による爆破を利用し，木造大建築物（校舎，国宝建造物など）への延焼防止に役立てるための基礎的な実験を試みた．すなわち，渡り廊下類似の建築物を爆破して，常速度および高速度撮影機で撮影観測した．その結果，①屋根に放炎口を作るのが目的の場合はダイナマイト 45 g で直径約 40 cm の穴が開き，瓦，木片の飛散はほとんどない，②柱切断の場合は樹木爆破の薬量算定式 $L = CD^2$（L：薬量，D：直径，C：係数）の C を 0.6 とすれば，そのまま使用できる，③渡り廊下を爆破する場合は4本の柱に火薬類を装着して爆破すると，建物は吹き飛ばされず圧潰されたように倒壊し，瓦などは建物の周

囲 2m 以内に飛散する程度であることが認められた．この方法は火薬類の取扱いについて注意すれば，操作が簡単で短時間に行なえ，しかも効果が大きく確実であるなどの利点がある[6,7]．

その他，火災発生時の輻射熱遮断による延焼防止の研究を行なっている．これに使用する反射物質として良好なものはアルミニウム粉およびチタン白であり，それを展着剤によって延焼物質に附着させて反射体とするものである．

なお，この研究の担当者は佐々憲三，横尾義貫，石崎澄雄，若■吉一，安藤直次郎，及び山口真一（現防衛大学校）である．

発　表　論　文

1〕 山口真一：気象の心理に及ぼす影響について(2)，気象集誌，第30巻，昭27，pp. 281～288.
2〕 山口真一：気象の心理に及ぼす影響について(3)，気象集誌，第32巻，昭29，pp. 17～21.
3〕 山口真一：うっかりとした過失はどういう気象状態のとき起し易いか(1)，犯罪学雑誌，第19巻，第5号.
4〕 山口真一：うっかりとした過失はどういう気象状態のとき起し易いか(2)，犯罪学雑誌，第19巻，第6号.
5〕 若園吉一，安藤直次郎：消火剤に関する研究（第1報），防災研究所10周年記念論文集，昭36（投稿中）.
6〕 伊藤一郎，若園吉一，藤原岩吉，塚本芳雄：火薬類を使用した破壊消防について(1)，日本火災学会誌，第8巻，第2号，昭33，pp. 83～86.
7〕 伊藤一郎，若園吉一，藤中雄三，佐々宏一：火薬類を使用した破壊消防について(2)，昭和35年度防災研究所研究発表会.

関　連　論　文

1） 山口真一：気象の心理に及ぼす影響について(1)，気象集誌，第29巻，昭26，pp. 130～135.

（3） 爆発物の防火，防爆に関する研究

産業発展に伴ない，新しく易燃性および爆発性危険物質を取り扱なう機会が多くなってきたので，それらの物質の発火および爆発に対する安全性の究明を行なっている．事故の頻出しているものから逐次着手している現状である．

1） 点火玉に関する研究　爆破に使用する電気雷管中の点火玉は，これを電気的に点火することによって雷管中の起爆薬に着火させる一種の点火器具である．すなわち，白金線電橋の周囲に点火薬としてヂニトロソレゾルシン鉛，ロダン鉛，塩素酸カリを塗布したもので（薬量：7 mg），燃焼時間約 30 ms の高速燃焼剤である．点火電流の大きさ如何によって不規則な燃焼を行ない，不発を起こすことがあるので，この点火電流の安全な範囲について検討した．

約3,000コマ/秒の16ミリ高速度撮影機，横河 6N 型電磁オシログラフ，陰極線オシログラフなどにより点火玉の燃焼状況を測定した結果，次のことが明らかとなった．

(1) 点火玉の燃焼は点火電流が1A の場合，数 ms の遅れの後一部が粉末（熱粒子）となり飛散し，その後残りの本体よりはじめて焔を発して燃焼するもので，直ちに火焔を形成して燃焼するものではない[1,5]．

(2) 点火玉の燃焼は大気中と密閉管中とではその状況を異にし，後者の場合は飛散粉末により粉体爆発を起こしている[1]．

(3) 点火電流が2A 以下では点火エネルギーが小さいため不発となる場合があり，とくに1A 未満ではその傾向が著しい[2,5]．

(4) 点火玉中の白金線電橋の断線時間は，点火電流 0.7A では火焔最大時以後（通電後 14.7 ms），1.0A では火焔最大時（9.0 ms），2.0A では火焔発生時（3.8 ms），3.0A では粉末（熱粒子）発生（1.6 ms）と同時であって点火電流値が増すにしたがい断線時間は早くなる[2]．

(5) 雷管爆発時において，点火玉中の白金線電橋は点火電流が2A 以上では，白金線の高熱と点火玉の燃焼により，1A 以下では爆粉の爆発によって断線する[3,5]．

(6) 以上の実験結果から考えて斉発などの場合に不発を防ぐには，点火電流を 2A 以上とすることが好ましい[4,5]．

(7) また 20A 以上の大電流を使用した場合は，かえって点火玉の燃焼の均一性が失なわれ，点爆時間が長くなる．これは過激な加熱によって点火玉が不完全着火のまま破壊飛散するからである[1]．

(8) また約 30A 以上の場合はアーク放電が起こり，発弧の有無によって点爆時間が大きく影響されることが認められた[1]．

以上のような結果によって石炭鉱山保安法規が，ミリセコンド発破において従来1A 以上とされていた点火電流を2A 以上にするよう改正された．

2） ニトロソ化合物（DPT）　ニトロソ化合物の中には，わずかのエネルギーで発火し，時には爆発をひき起こすような不安定な物質がある．スポンヂ，スチロホームなどのゴム製造に発泡剤として使用されているヂニトロソペンタメチレンテトラミン（DPT），トリニトロソトリメチレントリアミン，トリニトロソトリメチルトリメチレントリアミンなどはその製造工程中，あるいは取扱い中にしばしば発火爆発を起こし，多額の損害を受けている．この中 DPT が広く用いられている関係上，このものに対する防火，防爆の検討を試みた．

DPT は淡黄色を帯びた白色結晶の粉末で，202°C で分解して N_2 と H_2O を発生する．きわめて燃え易い物質で，マッチの焔を接触させると瞬時に着火し，その燃焼速度はニトロセルローズフイルムより大で，その際多

量のガス（N_2, CH_2O, CO_2, H_2O）を放出する．そこでDPTにつき爆発性能試験を行なって爆発性を検討した．その結果はつぎの通りである．

落槌感度：5kg，落高 50 cm，爆発的伝播を起こさず．

摩擦感度：（山田式）739 kg/cm²，不爆．

弾動臼砲：6号雷管で TNT の約10％，8号雷管で TNT 約45％．

爆発速度：（ドートリッシュ法）1410 m/sec.

これよりDPTは摩擦，打撃には安全であるが，発火した時は爆発の危険があることがわかった．事故調査によれば，乾燥中に自然発火することが多いので，遊離酸試験および耐熱試験を行なって安定度をしらべた．遊離酸試験では約20分，耐熱試験では約10分で呈色反応を示した．これは亜硝酸ソーダなどの酸性物質が不純物として存在するためと考えられるので，次にDPTに亜硝酸ソーダを混合して発火温度を測定して**表－4．1**のような結果を得た．

表－4．1

亜硝酸ソーダ混入率（％）	0.1	0.25	0.5	1	5
発火温度（°C）	140	125	116	108	85

これよりDPTは不純物である亜硝酸ソーダならびに窒素の酸化物の混在により，安定度は急激に低下することが明らかとなった．その対策としては次のことが考えられる．

（1）火薬類に準じた取扱いをすること，

（2）火気ならびに酸性物質との接触を禁ずること，

（3）取扱者はその性質を熟知した者に限定すること，

（4）練り機で配合の際はロールの熱に注意すること，

（5）製造に際しては水洗を完全にすること，遊離酸および耐熱試験を行ない，規格に合格したものを市販すること，

（6）乾燥温度は 50°C 以下にすること，

（7）製品は不活性剤例えばクレーなどを混じて40％以下に稀釈すること，が望ましい[2,3]．

3）ヂアゾヂニトロフエノール（DDNP）　ヂアゾヂニトロフエノールは近年雷管の起爆薬として雷汞に代って使用されるようになった黄褐色の結晶性粉末である．この物質は光により黒褐色に変化し分解するが，火薬類としての性能には影響がないものとされていた．光化学変化を受けて性能が低下すれば，雷管に使用した場合に不発になるおそれがあり，敏感となれば取扱いにさらに注意が必要となる．そこでDDNPに直射日光を照射して光化学変化させ，その性能をしらべた．その結果，純度，融点が低くなり，摩擦感度，威力とも低下することが明らかになった．そこで，次にどのような波長の光がDDNPの光化学変化に影響するかをしらべるため，いろいろな光によって変化させたDDNPの吸光度をベックマン型分光光度計によって測定した．まずDDNPの水溶液について波長 210～1200 mμ の吸光度を測定した結果，420 mμ（第1波長吸収帯），320 mμ（第2波長吸収帯），250 mμ（第3波長吸収帯），220 mμ（第4波長吸収帯）に吸収極大があることがわかった．

次に日光および電灯光をDDNP水溶液に照射した場合は，照射時間を長くするにしたがって第1波長吸収帯（以下第1吸収帯と略称する）では吸光度が増加し，第2，第3，第4吸収帯では吸光度は減少し，とくに第3吸収帯は消失する．フイルター V-V 2（中心波長 400 mμ 付近透過）および V-Y 3 A（430 mμ 以上の波長透過）を透過させた光をDDNP水溶液に照射した場合は，V-V 2 では光化学変化が激しく，V-Y 3 A ではほとんど変化が起こらないことを認めた．これらの結果より，DDNPには第1吸収帯（420 mμ）付近の波長の光が有害であると考えられる．市販の褐色ガラス，褐色ビニールシートなどの吸収スペクトルを撮った結果，褐色ガラスは 410 mμ 以下の波長の光を透過しないが，褐色ビニールは全波長を透過することが認められた．また褐色ガラスをフィルターとしてDDNP水溶液の光化学変化をしらべた結果，ほとんど変化は認められなかった．

以上より 420 mμ 付近の波長の光がDDNPに光化学変化をおこさせることが明らかとなり，褐色ガラスを各作業工室に使用することによって完全とはいえないまでも，性能の低下は防止できることがわかった[4,5]．

なお，この研究の担当者は若園吉一及び安藤直次郎である．

発表論文

1］伊藤一郎，若園吉一，藤中雄三：大電流による電気雷管の点爆について，工業火薬協会誌，第21巻，第74号，昭35. 10, pp. 297～303.

2］若園吉一，安藤直次郎：DPTの防火防爆に関する研究，京大防災研究所10周年紀念論文集，昭36（投稿予定）.

3］安藤直次郎，若園吉一：ニトロソ化合物の防火防爆について（第1報），日本化学第14年会講演，昭36.

4］若園吉一：DDNPに関する研究（第1報），工業火薬協会誌（投稿中）.

5］若園吉一：DDNPの光による影響，工業火薬協会，昭和34年度研究発表会.

関連論文

1）若園吉一，藤中雄三：高速度撮影による電気雷管用点火玉の燃焼に関する研究（1），工業火薬協会誌，第14巻，第41号，昭28. 9, pp. 183～192.

2）伊藤一郎，若園吉一，藤中雄三：高速度撮影による電気雷管用面火玉の燃焼に関する研究（2），工業火薬協会誌，第15巻，第44号，昭29. 6, pp. 81～91.

3）伊藤一郎，若園吉一，藤中雄三：電気雷管不発防止に関する研究（2），水曜会誌，第12巻，第8号，昭29. 10, pp. 379～382.

4) 伊藤一郎，若園吉一，藤中雄三：電気雷管不発防止に関する研究(3)，水曜会誌，第12巻，第9号，昭30. 3, pp. 449～452.
5) 伊藤一郎，若園吉一，藤中雄三：On the Cause of Misfires of Electric Detonators in Mines, Memoirs of the Faculty of Engineering, kyoto University, Vol. 17, No. 1, Jan. 1955, pp. 60～77.

（4） 大気および水汚染に関する研究

本研究は汚染に関する公害の調査およびその対策を研究するものであるが，現在，大気中の汚染に対する一つの小規模実験としてトンネル内の微量有毒ガスの測定を行なっている．その他，汚染度の測定方法を調査している現状である．

奈良県十津川水系の二津野ダム建設中の導水路（トンネル）掘鑿工事現場の空気の汚染について試験した．当現場では爆破後のガス，運搬機械などの排気ガスなどの残留のため，作業員が頭痛，めまいを催したことがあったので，試料として爆破直前，直後の空気，ディーゼル機関車，コンウェイショベルの排気ガス，ジャンボー周辺およびセメント捲場周辺の空気を採取して分析を行なった．

（1） 質量分析計による結果では，各試料とも正常な空気に比し酸素の減少は認められず，窒素も正常値を示していた．しかし炭酸ガス量が爆破直後では1.12%，ディーゼル排ガスでは0.54%であって，恕限度0.5%を越えていたが，その他の試料は恕限度以下であった．

（2） 北川式検知管により一酸化炭素COを測定した結果，ディーゼル排ガスでは不完全燃焼による CO, 0.008% が検出されたが，これは恕限度（0.10%）以下であり，爆破後ガスでは0.02%であった．

（3） 化学分析（フェノールヂスルフォン酸素）により窒素の酸化物 NO, NO_2 など（ニトローゼ）の分析を行なった結果，爆破直後のガスでは 99 ppm（1 ppm＝0.0001 vol.%）であり，恕限度（25 ppm）をはるかに越えていることがわかった．

（4） 以上の結果から当現場では爆破後ガスが空気汚染の原因であることが判明したので，爆破後排気を行ないながら一定時間後に試料を採取して，CO およびニトローゼの分析を行なった結果，CO は5分後，ニトローゼは25分後で恕限度以下となった．これより排気を充分に行なえば空気汚染による危険は避けられることがわかった．

（5）（4）の実験と平行してカナリヤによる動物試験を行なった結果は異状が認められなかった[1]．

なお，この研究の担当者は若園吉一及び安藤直次郎である．

発 表 論 文

1) 若園吉一：トンネル内の有毒ガに関する研究（第1報），京大防災研究所年報，4号，昭36(印刷中)．

5. 震害防禦軽減に関する研究

環太平洋地震帯の一角に位する本邦は，古来幾多の震害の経験をもち，今世紀における関東大震災の苦い経験は，わが国における耐震工学並びに地震学の発展を大きく刺戟して，大略現行の耐震規定を形成した．近年においてもなお，鳥取地震，東海地震，三河地震，南海地震，福井地震は著しい人的，経済的被害を惹起し，新しくまた震害防禦軽減の理工学的総合研究の必要性が要望されて，防災研究所第三部門の主要課題ともなった．震害の主要素ともなり，また第二次的な災害主因ともなる構造物が，その主要対象となるのは当然であり，そのことは真に合理的な耐震設計法の確立を目指すことにほかならない．現行耐震規定がこのような意味で不十分であることは説明を要しないが，すでに1935年棚橋諒は，構造物の耐震安全性に関して画期的な「速度・ポテンシヤル・エネルギー説」を提出し，合理的な耐震設計法は靱性構造物の塑性領域における非定常挙動の動的解析を通じて始めて把握されうることを示した．1948年には地盤と震害に関する論文が提出され，構造物の耐震安全性は，地盤を含む下部構造を上部主体構造と統一的に考慮して明確化することが明らかにされた．現在の耐震工学の基本的な方向と主要な方法論の大綱はここに起源するといえる．

震害防禦軽減に関する本研究は大別して，動力学的研究と静力学的な研究から成り立っているが，両者の本研究における位置付けは，動力学が構造物系の耐震安全性の評価ないし量的確認の上で不可欠かつ唯一の方法論であり，動的耐震設計法の最も基本的方法論であることは言をまたないが，一方

静力学は，動力学の前提となる構造物系の動力学特性なかでも復元力特性の基礎的研究であるとともに，逆に動力学を媒介として量的に得られる耐震安全性の確保に必要な復元力特性を構造物に具現せしめる設計手段として重要な方法論であることも明らかである．例えば，弾塑性ないし非線型非定常振動としての動的応答解析と，準静的に終局状態に至るまでを取扱う Elasto-plastic Analysis ないし Limit Analysis は動的終局耐震設計法において統一される不可分の両輪である．一方また構造物の耐震安全性は単に地震外乱に起因する応力ないし歪状態の解析だけでは把握され得ず，重力場に起因する応力歪状態，あるいは熱的，または材料的特性に起因する応力歪状態と統一的に解析される必要がある．なかでも弾塑性歪状態においては各成分の線型重畳が成立せず，取扱いは複雑となるが，まず現段階においては，構造物の応力，歪状態を一次的に支配し，耐震安全性の評価に影響をもつ諸要素を個々に分離して考察し，複合応力，歪系における各要素の Weight を明らかにする必要がある．例えば，重力場における構造物基礎の不同沈下の問題，熱応力の問題，鉄筋コンクリート構造の亀裂の問題などである．さらにまた，構造物の震害度の表面ないし内部構造の判定法，なかでも非破壊試験法は，いわゆる耐震部材の激震後の補修などの現実的問題に関連して重要な課題を形成する．震害防禦軽減に関する本研究は，現段階においてつぎの25個の研究題目から成立し，あわせてその総合統一化が相互に行なわれている．研究題目1，2は構造物系の耐震安全性に関する基本的かつ総合的研究である．研究題目3から7までは静力学的な研究であり，不静定架構の Elasto-plastic Analysis, Elastic Shell の Bending Theory, アーチ，格子構造，Shell の Limit Analysis に関する研究である．研究題目8から21までは動力学的な研究であり，8は地害と震害に関する研究，9，10は線型非定常応答解析に基づく研究であり，11，12は構造物の動力学特性に関する研究である．13から21までは激震時の構造物の弾塑性領域における非線型非定常応答解析とそれに基づく動的耐震設計法の研究であって，本研究の中枢部分である．研究題目22は Shell の熱応力に関する研究，研究課題23はコンクリートの収縮による構造亀裂に関する研究である．研究課題24は非破壊試験法としての Radiography の鉄筋コンクリート構造への応用に関する研究である．また研究題目25はクレーンガーダーの振動防止に関する研究であるが，その動的方法論は弾性耐震設計法と同様である．

（1） 地震に対する構造物の安全性に関する研究

本研究は1934年以来，耐震工学において先駆的研究[1-3]を行なってきた棚橋諒によって担当され，二十数年にわたる研究成果を総括して得られた結論の一部であり，その大要は，1956年10月米国カリフォルニヤ州バークレイにおける世界第一回地震工学会議，及び1959年12月イタリーのメッシナにおけるメッシナ大地震50周年記念国際耐震工学研究会において講演された．1935年に提出された地震の破壊力と構造物の耐震安全性に関する「速度・ポテンシャル・エネルギー説」は非線型振動解析によっても立証されることが示された[1,2]．そして，さらに1948年に始まり[4]その後地盤と震害に関する研究として発展した研究成果を加えてつぎの結論を得た．

構造物の震害はその種類の如何によって地盤の性質，すなわち硬軟に密接な関連をもつこと，また一方，構造物の力学的性状がその耐震安全性に大きな役割を果たしていること，したがって，それからはある種の架構にとってはそれが耐震的に最も不利な地盤が存在すること，そして架構の復元要素が靱性すなわち大きな塑性変形を生じうるものが高度の耐震安全性をもつことが強調される．したがって，建設現場の地盤の性状を綿密に調査しておくことが構造物の耐震設計において最も重要なことであり，その結果に基づいて架構の構造形式，施工法などの点に適正な工学的判断が下されることが必要とされるのである[3]．

発 表 論 文

1〕 T. Tanabashi : On Non-Linear Vibrations of Structures, Proc. of the World Conference on Earthquake Engineering, Oct. 1956, pp. 6-1～16.
2〕 棚橋諒：激震に対する建築架構の終局耐力，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31．11，pp. 106～115.

3〕 R. Tanabashi : On the Safety of Structures against Earthquakes, Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, No. 35, August, 1960, pp. 1～19.

関 連 論 文

1) 棚橋諒：材料の靱性による構造物の耐震的終極強度の高められに関して，建築学研究，第72号，昭9.7，pp. 1～8.
2) 棚橋諒：地震の破壊力と建築物の耐震力に関する私見，建築雑誌，昭10.5，pp. 578～587.
3) R. Tanabashi : On the Resistance of Structures to Earthquake Shocks, Mem. of the College of Eng. Kyoto Univ., Vol. IX, No. 4, 1937, pp. 191～205.
4) 棚橋諒，佐々憲三，横尾義貫，西村英一：東海地震及びその余震における震害と地盤との関係，建設工学，第1巻，第2号，昭23. 3，pp. 1～12.

（2） 伝統的な日本の木造建築の耐震性

本研究は棚橋諒によって担当され，その成果は1960年7月の第二回世界地震工学会議において特別講演として発表された．わが国のような地震国にあって，ひとり伝統的な木造建築，とくに五重塔のような建造物が過去において地震のために倒壊した例を見ないという事実は，耐震工学においていままでにも多くの研究者の興味の対象となったところである．この問題に関連して，いわゆる剛，柔構造説論者の間の論争，その他過去の地震学者の提唱した所説を例証しながら，本論文では著者が従来唱えてきた「速度・ポテンシャル・エネルギー説[1]」がそれらのいずれよりも良く，この事実を解明しうると説き，そして構造物の耐震安全性に関して工学上極めて重要な見解が披歴されている．著者のいう伝統的な日本建築の材料や構造法が，いずれも架構を耐震的にしようという特別な意図や要求から選ばれたものではなく，むしろあるがままの姿で発展して，しかも耐震的であったことは，今日から考えると日本の木造建築がいずれも構造減衰性が高く，水平力に対する抵抗が大きく，しかも破壊までに耐えうる塑性変形量もまた大であることは，今後の構造物の耐震構法に重大な示唆を与えるものとして注目されることを指摘した[1]．

発 表 論 文

1〕 R. Tanabashi : Earthquake Resistance of Traditional Japanese Wooden Structures, Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, No. 40, December, 1960, pp. 1～15.

関 連 論 文

1) R. Tanabashi : On the Resistance of Structures to Earthquake Shocks, Mem. of the College of Eng., Kyoto Univ., Vol. IX, No. 4, 1937, pp. 191～205.

（3） 終局状態における不静定架構の解析に関する研究

本研究は1934年に耐震性に関する構造及び構造材の靱性の評価に始まり[1]，すでに1941年には，1950年以降にようやく脚光を浴びるに至った構造物の Limit Analysis の体系を形成し，さらに1947年には完成の域にあった担当者棚橋諒の先駆的研究である．

塑性的な靱性材料によって構成せられる不静定構造物の終局強度は，弾性問題として簡単に解析できるようなものではなく，いわゆる架構の自助効果が認められるものである．材料の塑性的性質は架構に大きな耐震性を賦与するものではあるが，それによって構造物が地震時に示す終局強度を正しく評価しておくことが欠くべからざるものとなる．

本論文はこの問題に関する著者の多年の研究成果の集成ともいうべきものであって，不静定架構に働く荷重の増大によって，その各部材の応力が次々と降伏点を超えて行く過程を各段階ごとに綿密に解析し，もって架構の終局状態における耐力と変形の模様を解明する方法を明示した[1]．

発 表 論 文

1〕 R. Tanabashi : Analysis of Statically Indeterminate Structures in the Ultimate State, Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Kyoto, Japan, No. 20, March 1958, pp. 1～27.

関 連 論 文

1) 棚橋諒：材料の靱性による構造物の耐震的終極強度の高められに関して，建築学的研究，第73号，昭9.7，pp. 1～8.
2) 棚橋諒：非一次的変形をなす部材より成る静定架構の力学汎論への試み，建築学会論文集，第22号昭16.9，pp. 87～90.
3) 棚橋諒：終極状態における不静定架構，建設工学第1巻，第1号，昭22.12，pp. 1～13.

（4） 弾性薄曲板に関する研究

本研究は，横尾義貫，松岡理により担当され，松村豊，塩路寅雄，多々見市蔵，国板治郎が一部に加わった．主として弾性薄曲板の曲げ理論に関する研究である．まず既往の諸殻理論の検討を行ない[1]，特殊座標系で表現された各種の曲板の研究を行なうと同時に[2,10-15,19]，ベクトル，テンソル解析による一般曲板の研究を行なった[4,5]．Airy の応力関数で表示された適合条件式と，板の撓みに関する釣合式が同型の微分方程式であり，曲板は膜的作用と板的作用の共働で力学的特性を発揮することに着目し，曲板に応力関数を導入し，これと法線方向変位とを結合させて一般曲板の近似曲げ理論を導いた．この理論を個々の曲板に応用し，漸次積分による解を求めた[7]．そのほかに，特殊座標系で表現される各種の曲板の曲げ状態の研究も行なった[5,6,8,17,18,20-22]．

なお本研究に関連して松岡理により研究が続けられて

いる[1-5].

発表論文

1〕 横尾義貫，松岡理：諸殻理論の検討，日本建築学会研究報告，第14号，昭26. 11, pp. 71～74.

2〕 横尾義貫，松村豊：不静定球殻について，日本建築学会研究報告，第18号，昭27. 5，pp. 75～76.

3〕 横尾義貫，松岡理：空間曲り梁について，日本建築学会研究報告，第18号，昭27. 5，pp. 79～80.

4〕 Y. Yokoo and O. Matsuoka : Approximation of the Bending Theory of a Shell, Proc. of the 3rd Japan National Congress for Appl. Mech. May 1954, pp. 43～46.

5〕 横尾義貫，松岡理：球殻曲げ理論の近似化，日本建築学会論文集，第49号，昭29. 9，pp. 49～54.

6〕 横尾義貫，松岡理：円錐曲板近似曲げ理論，日本建築学会研究報告，第29号，昭29. 10, pp. 183～184.

7〕 横尾義貫，松岡理：シャーレの近似解法について日本建築学会研究報告，第29号，昭29. 10，pp. 179～180.

8〕 Y. Yokoo and O. Matsuoka : Approximation of the Bending Theory of a Spherical Shell. Proc. of the 4th Japan National Congress for Appl. Mech., March 1955, pp. 177～180.

9〕 横尾義貫，松岡理：曲板曲げ理論の近似化，日本建築学会論文集，第50号，昭30. 3，pp. 25～31.

10〕 横尾義貫，松岡理：有限変形論による円筒屋根シャーレの変形・応力状態について，日本建築学会研究報告，第31号，昭30. 5，pp. 203～204.

11〕 横尾義貫：曲面の乱れについて，日本建築学会研究報告，第31号昭30. 5，pp. 199～200.

12〕 横尾義貫，塩路寅雄：円筒シャーレの略算，日本建築学会研究報告，第33号，昭30. 10，pp. 165～166.

13〕 横尾義貫，松岡理：Shallow Conoid Shell の曲げ理論，日本建築学会研究報告，第33号，昭30. 10，pp. 159～160.

14〕 横尾義貫，松岡理，塩路寅雄：変厚球殻の実用公式，日本建築学会研究報告，第30号，昭30.

15〕 横尾義貫，松岡理：変厚円錐曲板曲げ理論（その1，対称荷重），日本建築学会研究報告，第30号，昭30.

16〕 横尾義貫，松岡理：変厚円錐曲板曲げ理論（その2，非対称荷重），日本建築学会研究報告，第30号，昭30.

17〕 横尾義貫，松岡理：Shallow 截断球殻の曲げ理論，日本建築学会研究報告，第34号，昭30，pp. 1～7.

18〕 横尾義貫，松岡理：曲板構造容器類の設計式，日本建築学会研究報告，第35号，昭30.

19〕 横尾義貫，松岡理：円弧コノイド曲板曲げ理論，日本建築学会研究報告，第36号，昭30，pp. 1～7.

20〕 横尾義貫，松岡理：屋根型円錐曲板の曲げ理論，日本建築学会論文報告集，第54号，昭30. 9，pp. 337～340.

21〕 横尾義貫，松岡理，多々見市蔵：折曲円錐殻について，日本建築学会論文報告集，第54号，昭31. 9，pp. 341～344.

22〕 横尾義貫，松岡理，国枝治郎：容器類の応力解析日本建築学会論文報告集，第63号，昭34. 10，pp. 477～480.

関連論文

1) 松岡理：螺旋曲板曲げ理論，日本建築学会研究報告，第27号，昭29. 5，pp. 179～180.

2) 松岡理：円筒シャーレ曲げ問題の解の表現について，日本建築学会研究報告，第41号，昭33. 9，

3) 松岡理：外圧を受ける球殻の部分挫屈，日本建築学会論文報告集，第59号，昭33. 10，pp 449～452.

4) 松岡理：球殻の近似解の精度と熱応力について，日本建築学会論文報告集，第63号，昭34. 10，pp. 457～460.

5) 松岡理：H.P. シェルについての研究（Shallow H.P. シェルの曲げ理論），日本建築学会論文報告集，第66号，昭35. 10，pp. 401～404.

（5） アーチの Limit Analysis に関する研究

本研究は鉛直荷重時のアーチの Limit Analysis と水平荷重時のアーチの Limit Analysis の二つの研究からなる．鉛直荷重時のアーチの Limit Analysis は横尾義貫，山肩邦男により担当されアーチが終局荷重のもとに崩壊を起こす極限における応力の釣合状態，崩壊の挙動とその mode のもつ性状，ならびに実用的な解析の方法について考察を行なったものである．解析の手段としては，Limit Analysis における上下限定理にもとづいて，真の崩壊荷重を誘導してある．考察の対象は円弧アーチに限ったが，固定，2鉸，3鉸アーチの各固定条件，荷重形式としては中央集中荷重，偏心集中荷重[1-4]および等分布荷重[2,5]にわたって解を求めた．結論として，終局荷重および崩壊型は迫高と梁丈との関係によって異なること，かつ迫高の減少とともに崩壊型は順次移行して，ついには直線梁の崩壊型と連続すること，偏心載荷の場合は崩壊型が非対称となること，また固定2鉸および3鉸アーチの終局荷重の大きさの相互比較などが示され，大局的には，その固定度および荷重のいかんを問わず，アーチを high arch（半開角：30°～90°），flat arch（10°～30°）および cambered beam（0°～10°）に分類できることが明らかとなった[1-5]．つぎに水平荷重時のアーチの Limit Analysis は横尾義貫，松岡理，中村恒善によって担当され，水平載荷アーチを対象として，M_0 を単純曲げ降伏モーメント，M, T をそれぞれ曲げモーメント及び捩りモーメントとし，近似的降伏条件 $M^2=T^2=M_0^2$ を採用して，等分布横荷重をうける両端固定アーチの載荷能力特性を研究した．結果を要約すれば，つぎのようである．

アーチの半開角を ψ として，$90° \geqq \psi \geqq 67.5°$ では，Collapse Mode は両固定端の中心を結ぶ軸のまわりの回転となる．$0° \leqq \psi \leqq 67.5°$ では，両固定端を結ぶ軸のまわりの回転と，その軸に垂直，かつアーチ構面に含ま

れる軸のまわりの回転とが加わったものとなる，固定端における M/M_0, T/M_0 を求めると，T/M_0 は$\psi=67.5°$で最大，M/M_0 は最小となるが，M/M_0 は ψ の値の如何にかかわらず，常に1に近いことを考えると，曲げ抵抗が載荷能力に支配的役割を演じていることがわかった[6]．

発 表 論 文

1〕 横尾義貫，山肩邦男：Arch の Limit Analysis（第1報），日本建築学会論文報告集，第57号，昭32. 7，pp. 265～268.
2〕 横尾義貫，山肩邦男：Arch の Limit Analysis（第2報），（第3報），日本建築学会近畿支部発表，昭32. 10，pp. 1～12.
3〕 横尾義貫，山肩邦男：アーチの極限解析，京都大学防災研究所年報，No. 1，昭32. 12，pp. 56～62.
4〕 横尾義貫，山肩邦男：アーチの終局状態に関する研究（集中荷重の場合），日本建築学会論文報告集，第58号，昭33. 3，pp. 49～56.
5〕 横尾義貫，山肩邦男：アーチの終局状態に関する研究（等分布荷重載荷の場合），日本建築学会論文報告集，第59号，昭33. 6，pp. 74～80.
6〕 Y. Yokoo, O. Matsuoka and T. Nakamura: The Load Carring Capacity Characteristics of Arches under Uniform Lateral Transverse Loadings, 日本建築学会論文報告集，第62号，昭34. 6，pp. 20～24.

（6） 格子の Limit Analysis に関する研究

本研究は横尾義貫，松岡理，中村恒善によって担当され，格子要素からなる構造物の Limit Analysis に関する研究である．単位格子の導入により，階差法に類似した格子の釣合式を導き，周辺固定矩形面格子，四隅の四点支持矩形面格子，傘型円錐面格子の Limit Analysis を行なった．とくに円錐面格子では，曲板構造と同じように膜応力状態と曲げ応力状態の二つが存在しうることを示し，膜状態に相当するものが常に静的に最大の許容荷重を与えるとはいえないことを明らかにした[1]．

発 表 論 文

1〕 横尾義貫，松岡理，中村恒善：格子の Limit Analysis，日本建築学会論文報告集，第61号，昭34. 2，pp. 24～29.

（7） 曲板の Limit Analysis に関する研究

本研究は横尾義貫，松岡理，中村恒善，国板治郎によって担当され曲板を対象として Limit Analysis の研究を行なった．殻の降伏条件は，これまで軸対称の場合についてのみ論じられてきた．例えば，Onat と Prager は Tresca の降伏条件にしたがう材の二個の断面力と二個の断面モーメントを考慮した降伏条件を求めているが，これには断面力と断面モーメントの主方向が一致するという制限がつく．したがって，ここでさらに一般的な降伏条件が研究された．先づ，Von Mieses の降伏条件にしたがう剛塑性材よりなる Plastic Potential はその降伏函数に一致するという仮定のもとに，一般の非軸対称問題の降伏条件を導いた．また圧縮，引張降伏応力が異なる剛塑性材よりなる軸対称問題の降伏条件をも導いている[1]．つぎに，Tresca の降伏条件にしたがう材の降伏条件を求めた．歪速度をパラメーターにとると曲板の中性面からの距離によって歪速度の主方向も変化する．しかし，各点での主歪速度と主応力との関係は Tresca の条件で与えられているから，一般的な場合の断面力，モーメントをパラメーターに用いて計算することができる．パラメーターを消去して各応力間の関係式を求めることはできなかったので，パラメーターに適当な数値をおいて降伏時の応力間の関係を図示した[2]．一方 Tend の降伏条件にしたがう完全剛塑性材よりなる球殻の頂点に集中荷重が働いたときの極限荷重を微小半径の等分布荷重柱の Total を一定として半径を零に tend した場合の極限値として求めた．得られた極限値は $2\pi M$ で，これは円板の集中載荷時の極限荷重と一致し，曲率の影響によって極限荷重の増加することはなく，曲板の曲げ耐力のみが有効であることを確認した．なお，この値は降伏条件で剪断力を無視しているが，荷重半径が適当に小さいときもよい結果を与えるものと思われる[3]．

なお，本研究に関連して，等分布荷重をうける周辺固定球殻の Limit Analysis が松岡理によって行なわれている[1]．

発 表 論 文

1〕 横尾義貫，松岡理，中村恒善：殻の一般的条件について，日本建築学会論文報告集，第60号，昭33. 10，pp. 421～424.
2〕 横尾義貫，松岡理，国枝治郎：殻の非対称荷重時の降伏条件，日本建築学会論文報告集，第66号，昭35. 10，pp. 385～388.
3〕 横尾義貫，松岡理，中村恒善：集中荷重をうける球殻の Limit Analysis 日本建築学会論文報告集，第60号，昭33. 10，pp. 453～456.

関 連 論 文

1） 松岡理：等分布荷重をうける周辺固定球殻の Limit Analysis，日本建築学会論文報告集，第59号，昭33. 6，pp. 68～73.

（8） 地盤と震害に関する研究

大地震による被害の程度が地盤によって大きく左右されることは古くから知られてはいたが，両者の相関については余り明確ではなかった．1948年棚橋諒，佐々憲三，横尾義貫，西村英一により，東海地震及びその余震における震害と地盤の調査に端を発し[1]，理学部地球物理，工学部土木，建築の研究者による総合的研究が実施された．この研究は，佐々，棚橋，石原藤次郎，横尾，馬場善雄，畑中元弘，吉川宗治，久保寺章，山口真一に

よって組織され，1950年には一応完了したが，その後棚橋，石崎澈雄，山口はこれらの資料を基としてさらに研究を進めた．東海地震，三河地震の被災地である愛知県幡豆，碧海郡下[1]，鳥取地震の被災地である鳥取市とその周辺地域[3]，南海地震による被災地，高知市及びその周辺地域[4]，福井地震の被害地である福井市及び福井平野などで[5,6]で，弾性波地下探査法などで地下探査を実施し，震害地の地盤の地下構造や土層の物性を調査し，それから得られた軟弱層の厚さ，弾性波速度，ポアソン比，減衰性，振動継続時間などの量と，木造家屋の倒壊率とを比較し，震害と地盤性状を示す特性値との関係について広汎に研究した[1-7,13-16,19]．そして，木造家屋の被害の程度は，比較的軟弱表層の厚さが深く，表面波の速度が遅いとき大となることが判明し，したがって，また表土層の厚さ及び表面波の速度を用いて地盤の大略の耐震的な良否を数量的に表示することが可能となった[3],[1-7]．また地盤を粘弾性体と考えて，粘性係数が重要な役割を果すことがわかった[5]．したがって，また各地における地盤の性状が物理探査法によって数量的にマッピングされれば，将来の地震による被害の程度などをある程度推定することが可能となり，構造物の耐震化の基礎資料となりうる[2,6]．このような見地から，京都，大阪，神戸，名古屋，和歌山，伊賀上野，徳島，新居浜などの各都市の地盤調査がなされた[8-12,17,18,20]．そして，震害に最も相関があると考えられる数個の地盤の弾性波常数によって震害度のマッピングが行なわれ[1]，さらに，京都市に関する資料は吉野地震による被害から検定され妥当であることが示された[4]．さらに，またこの研究は続行され，一方自然地震や雑微動の調査によって，その地域の地盤性状を知る研究もなされている．

発表論文

1) 棚橋諒：震害からみた京阪神の地盤，建築雑誌，昭26. 4，pp. 1～2.
2) 佐々憲三：防災工事に利用される物理探査法，物理探鉱，第6巻，第3, 4号，昭27，pp. 166～171.
3) R. Tanabashi and H. Ishizaki : Earthquake Damages and Elastic Properties of the Ground, Bull. of Dis. Prev. Rrev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 4, May 1953, pp. 1～70.
4) 横尾義貫，渡辺清治：京都市に於ける吉野地震調査，日本建築学会研究報告，第22号，昭28，pp. 51～52.
5) 山口真一：震害と地盤について，地震，第6巻，第2号，昭28，pp. 41～42.
6) 佐々憲三：地層構造と地震探査，科学，昭23. 5，pp. 226～232.

関連論文

1) 棚橋諒，佐々憲三，横尾義貫，西村英一：東海地震及その余震における震害と地盤の関係，建設工学，第1巻，第2号，昭23, 3，pp. 1～12.
2) 佐々憲三，棚橋諒，石原藤次郎：震害と地盤，防災研究所研究報告，第2号，昭24，pp. 1～5.
3) 横尾義貫，馬場善雄，畑中元弘：鳥取市付近地盤調査，同上，pp. 6～8.
4) 馬場善雄，畑中元弘，藤木正己：高知市の地盤調査，同上，pp. ～11.
5) 吉川宗治：福井地震の震害と地盤，同上，pp. 12～16.
6) 横尾義貫，馬場善雄：福井市地盤調査，同上，pp. 17～18.
7) 林　聰：地震動と地盤，同上，pp. 23～25.
8) 亀谷貞也，谷口敏雄：名古屋市の地盤調査，同上，pp. 23～25.
9) 山田務名，河波秀次：京都市地盤調査，同上，pp. 26～27.
10) 久保寺章，山中四郎：伊賀上野市地盤調査，同上，pp. 28～29.
11) 畑中元弘：大阪市の地盤調査，同上，pp. 30～32.
12) 馬場善雄，畑中元弘，藤本正己：神戸市の地盤調査，同上，p. 33.
13) 松田友明：福井地震の被害分布について，同上，pp. 124～130.
14) 久保寺章：人工地震によるS波及び表面波，同上，pp. 136～137.
15) 稲垣勇義：人工地震波の減衰，同上，pp. 138～141.
16) 久保寺章：人工地震の表面波の減衰について，地震，第3巻，昭25，pp. 16～21.
17) 吉川宗治：新居浜市地盤課査報告，防災研究所研究報告，第3号，昭25，pp. 1～2.
18) 久保寺章：和歌山市内の地盤調査，同上，pp. 3～4.
19) 吉川宗治：人工地震波の減衰性に就いて，同上，pp. 5～6.
20) 百瀬寛人：徳島市地盤調査報告，同上，pp. 7～8.

（9）スカイスクレーパーの振動

構造材料，構造形式，構造規模，地盤条件などにかかわらず画一的な現行震度方式の耐震規定では否定的と考えられる固定概念を打破して，スカイスクレーパーの実現化のための研究である．そのためには，地動の不規則，非定常性を認識した上で，構造物の非定常振動解析を行ない，破壊的地震波のパターンとそれによるレスポンスを求めて妥当な震力分布を求めること，さらには合理的かつ経済的な剛性分布を求めることなどが必要となる．まず任意分布の剪断振動の一般解をラプラス変換によって導き[1,4]，一様分布を固定境界条件をもつモデルに対して，種々の振動のパターンを与えて過渡振動レスポンスを多数求めた[2]．その結果，架橋の最大変位は，加速度の値にはよらずむしろ地動の平均速度で規定されることが判明し，また架橋に最も不利な地震波は，その基本期周に同調する短形波と考えてよいことが判明した[3,6]．さらに過渡状態で誘発される高次のモードをも考慮して剪断力分布，横力分布を求めて，関東大震災の記録から現行耐震計算法に直接適用可能な震度分布を，構造物の基

本周期の一様逓減関数の形で与え[4,5]，あわせて基本周期の Rayleigh 法に基づく実用的算定法を与えた[7]．

なお，本研究は棚橋諒，小堀鐸二，金多潔によって担当された．

研 究 発 表

1) 棚橋諒，小堀鐸二：スカイ・スクレーパーの振動—定性的な見解— 日本建築学会研究報告，第18号，昭25. 5, pp. 45～46.
2) 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔：スカイ・スクレーパーの振動（その2），日本建築学会研究報告，第22号，昭28. 5, pp. 63～64.
3) 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔：スカイ・スクレーパーの振動（その3）—破壊的な地震波の想定に基づく考察—，日本建築学会研究報告，第24号，昭28. 10, pp. 197～198.
4) R. Tanabashi, J. Kobori and K. Kaneta : Vibration Problems of Skyscraper, Destructive Elements of Seismic Waves for Structures, Disa & ter Prevention Research Institute, Kyoto Univ., Bull. No. 7, March 1954, pp. 1～24.
5) 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔：スカイ・スクレーパーの振動，（その4）—関東大震災の記録に基づく震度の決定—，日本建築学会研究報告，第27号，昭29. 5, pp. 125～126.
6) R. Tanabashi, T. Kobori and K. Kaneta : Destructive Elements of Seismic Waves for Structures, Proc. of the 3rd Japan National Congress for Applied Mechanics, May, 1954, pp. 357～362.
7) 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔：スカイ・スクレーパーの振動（その5），日本建築学会研究報告，第31号，昭30. 5, pp. 127～128.

(10) 長大土木構造物の耐震性に関する研究

アースダム，突堤などは基礎地盤の比較的軟弱なところに築造されることが多く，大きな地震作用を受けやすい．また堤体は土であるため脆弱で大きな被害を受け易い．したがって，こうした土構造物の耐震性の研究は極めて重要である．アースダムについては法面勾配がゆるいのでせん断振動として取り扱いうるとし，地山の影響を考慮し，2次元せん断振動理論を用いてその振動性状を調べ，一つの震度規定案を提示した[1,2]．さらに土は脆弱であるので法面勾配がゆるくても完全2次元弾性体としての厳密な解法によってその振動性状を調べる必要のあることを明らかにし，階差法によって計算を行なった結果，堤体は上下，水平両方向を含む伸縮ある振動を行ない，堤体表面および内部に張力を生ずることが明らかになった[3,4]．また模型破壊実験によって堤体に生じた張力によって亀裂が生じ，全面的堤体破壊を誘発する可能性のあることが知られた．突堤については，やはり2次元せん断振動理論の展開と人工地震による実験などによってその振動性状を調べ，震度分布に関する一提案を行なった[5,6]．

つぎに Gravity Dam, Hollow Gravity Dam の耐震設計について考察を行ない，こうしたダムの振動性状は曲げせん断振動の理論によってよく説明できることを明らかにし，設計震度に関する新しい提案を行なった[7,8]．

Arch Dam の耐震問題については，アーチの振動を解析的に調べ，種々の数値計算を行なって，実物ダムの振動実験結果と比較検討を行なった[9]．

なお，本研究は横尾義貫，石崎澄雄，畑中元弘，畠山直隆によって担当された．

発 表 論 文

1) 畑中元弘：土堰堤の振動に関する3次元的考察，土木学会誌，Vol. 37, No. 10, 昭27. 10, pp. 1～6.
2) M. Hatanaka : Fundamental Considerations on the Earthquake Resistant Properties of the Earth Dam, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 11, Dec. 1955, pp. 1～36.
3) 横尾義貫，石崎澄雄，畠山直隆：アースダムの振動性状について，土木学会論文集，Vol. 49, 昭32. 10,
4) 石崎澄雄，畠山直隆：アースダムの振動性状に関する考察，京都大学防災研究所年報，No. 3, 昭34. 12, pp. 127～138.
5) 畑中元弘：突堤の自由振動について，土木学会誌，Vol. 36, No. 10, 昭26. 10, pp. 11～15.
6) 畑中元弘：突堤の耐震性に関する二，三の考察震度分布について，土木学会論文集，Vol. 44, 昭32. 4, pp. 38～48.
7) 畑中元弘：コンクリートダムの耐震設計に関する一私案，京都大学防災研究年報，No. 2, 昭33. 12, pp. 96～112.
8) M. Hatanaka : Study on the Earthquake Resistant Design of Gravity Type Dams, Proceedings of the 2nd World Conference on Earthquake Engineering, Vol. II, 1960, pp. 2041～2060.
9) 畑中元弘：アーチダムの耐震性について，京都大学防災研究所創立5周年記念論文集，昭31. 11, pp. 125～134.

(11) 各種建築物の振動実験

建物の耐震性を検討するためには，その振動性状を明らかにする必要がある．しかしながら従来種々の建物について行なわれた振動実験は，主としてその固有振動周期および減衰性の値を求めるにとどまっていた．ここでは電磁式微動計によって建物内の多くの点における振動の同時測定を行ない，振動中における建物の変形状態，とくに上下方向の撓み分布のみならず，水平面内における床の変形などを明らかにした．また固有周期としては基礎振動周期のほかに高次の固有周期をも求めた．実験を行なった建物としては，簡単な矩形平面形のもの，L字型平面形のもの，塔屋のあるもの，地下室のあるものなどである[1～4]．

なお，本研究は，棚橋諒，石崎澄雄，渡辺清治，畠山

直隆によって担当された．

発　表　論　文

1〕 棚橋諒，石崎澄雄：神戸外電話局の振動実験，日本建築学会研究報告，第20号，昭27.10, pp. 85～86. pp. 69～74.
2〕 石崎澄雄，渡辺清治：地下室を有する高層ビルの振動について，日本建築学会研究報告，第24号，昭28.10.
3〕 石崎澄雄：二三の建物の振動実験とその考察，建築学会論文集，第49号，昭29.9, pp. 69～74.
4〕 H. Ishizaki and N. Hatakeyama: Experimental and Numerical Studies on Vibrations of Buildings, Proceedings of the Second World Conference of Earthquake Engineering, Vol. II, 1960, pp. 1263～1284.

(12) 釘接合部の構造減衰並びに剛性に関する研究

現実の組立構造物が地震などの大きな動的荷重を受ける場合を対象とした研究であって，釘接合部における構造減衰と剛性とに関して理論的，実験的な考察がなされている．まず理論的な考察では地震時に釘接合部が示す力学的機構の想定に基づいて，そこに見られる構造減衰が specific damping capacity について論じられ，また接合部の剛性は "backbone" 曲線によって示されている．この考察からはこの場合の減衰の主なる原因に架構骨組材と側壁板との間の摩擦力と釘の存在する周辺の木質部の塑性降状によるものであることが指摘されている．

さらに1対の釘接合部あるいは複雑な構造物に関して，その減衰量と "bockbone" 曲線を求めた実験的研究からは，上記の事柄が実験結果と極めて良く一致し，そして組立架構の荷重と変形の関連あるいは吸収 energy と変形量との間に見られる特性は，その載荷の状態が指示され，そして1対の釘接合部の特性が明らかであれば，それらを合成して全体的な架構の挙動を予測しても，非常に良好な精度が得られることが示されている[1]．

この研究は金多潔が担当した．

発　表　論　文

1〕 金多潔：釘接合部の構造減衰並びに剛性に関する研究，京都大学防災研究所年報，第3号，昭34.12, pp. 111～126.

(13) 終局耐震設計法に関する基礎的諸問題の研究

耐震安全度の明確性と経済性を兼ね備えた真に合理的な終局耐震設計法をうるためには，破壊的地震波のパターンと構造物の終局状態における耐震安全性の尺度を把握するとともに，激震により弾塑性域を通じて終局状態に至る構造物の挙動が，非線型非定常状態において解析されなければならないのは明らかである．まず耐震安全性が構造物の主要架構が崩壊しない程度の局所的破損ないし耐震壁，筋違などの耐震部材の破損を許容する程度に目安を置いて考慮さるべきことを指適し[1-4]，また他方想定すべき地震波は，不規則，非定常な波のうち，構造物のフィルターとしての作用を考慮の上で，最も破壊的な要素を抽出想定すべきことを明らかにした[4,12]．そこで非線型非定常挙動の解析手段としては，構造物を多質点系または，その極限としての弾塑性連続体，あるいは弾塑性特性を局所的に含む一次元連続体に抽象して，Liénard, Meissner[1], Jacobsen[2] らの図式解，または Sheppard らの階差方程式系列の数値積分法などを比較検討し[5]，耐震解析に妥当に適応し得るように改良あるいは修正を加えるとともに[2]，塔状構造物などに対しては，剛塑性解析の適用も可能であることをも検討した[9]．そして構造物の非線型過渡振動の解析の結果，激震による構造物の力学特性の必然的非線型化により，構造物の周期は延長し，また履歴によるエネルギー減衰による動的剛性の増大によって，靭性構造物の耐震安全性が十分期待できることが明白となった[4]．一方，また積極的に設計当初に，Pretension Wire, Twisted Wire を耐震部材として構造物主架構に筋違として導入して，力学特性に Hard Spring 特性を与えるならば，地震波による非定常共振を十分避けうるとともに，変形の増大に伴なう不安定現象をも抑制することができることを示し，この新耐震構造の具体的な方策として，このような耐震部材の配置方法[3]，及び Prestressed Concrete 主架構部材と結合する構法などを提案した[11]．

また近年発展を見た極限設計法を，動的な終局耐震設計法の立場から批判検討し，さらに構造物の耐震安全性に対する定性的な一般的考察を行ない，非線型過渡振動から得られた定性的並びに定量的諸結果を総合して，この階階において妥当と考えられる具体的な終局耐震設計法として，終極変位設計法[7] あるいは現行計算に直接移行できる震度とその分布を固有周期の簡単な関数として定値加速度，定値速度，定値変位の周期領域で与える方法を提案した．それとともに，研究すべき重要な諸問題を提出した．構造物の耐震性の尺度を明確化するための構造物の破壊過程に関する本質的な考察[6,9]，また破壊的地震波の想定，構造物の力学的特性などの想定に[10,14,17]，さらに考察を加えるとともに応答解析によって非線型レスポンスの特性を求めた[18]．また一方実測資料からの統計的演繹についても論じた[14]．構造物系の力学モデル並びに地震波の想定に関しては，構造物主体と近接弾塑性地盤を含む媒体としての地盤からなる系とみなし，地震エネルギー伝達経過の中にフィードバック系としての認識が不可欠であることを指適し，これから，地震動を制禦して構造物の安全化を図る制震構造の概念が

生ずることを論じた[12]．さらに構造物のモデルと地震波パターンの問題平面的ないし立体的拡がりに関する問題[8]，非線型領域における重力並びに握り振動に伴なうような不安定現象[13]の問題などについて，これからの耐震工学の研究の方向と，ここにおいて充分考慮が払われねばならない諸問題を総合的に論じた[15,16]．

なお，本研究は，坂静雄，棚橋諒，小堀鐸二により担当され，これに金多潔，六車熙が加わった．

発 表 論 文

1] 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔：Meissner の方法に依る非線型振動の解について（その1）（その2）日本建築学会研究報告，第28号，昭29. 6.

2] 小堀鐸二：地震による構造物の非線型振動について（Phase-Plane-Delta 法），日本建築学会研究報告，第28号，昭29. 6.

3] 小堀鐸二，金多潔：建築架構に耐震性を賦与する為の一方法（非共鳴法），日本建築学会研究報告，第28号，昭29. 6.

4] 小堀鐸二：構造物力学特性の非線型化とその耐震性，日本建築学会研究報告，第31号，昭30. 5, pp. 139～150.

5] 小堀鐸二，金多潔：非線型振動問題の解法の建築への応用，日本建築学会研究報告，第32号，昭30.6.

6] 小堀鐸二耐震振動問題の熱力学的な見方，日本建築学会研究報告，第32号，昭30. 6.

7] 坂静雄，棚橋諒，小堀鐸二，金多潔，六車熙：終極変位設計法，構造物の安定度に関する研究発表会報告，昭30. 9, p. 127.

8] 棚橋諒：建物の大きさの安全性に対する効果，日本建築学会研究報告，第33号，昭30. 10, pp. 235～236.

9] 小堀鐸二：構造物の破壊過程に関する若干の考察，日本建築学会研究報告，第33号，昭30. 10, pp. 211～212.

10] 小堀鐸二：非線型とレオロジー（耐震構造への応用），日本建築学会近畿支部研究報告，昭30. 10, pp. 1～6.

11] T. Kobori, K. Kaneta and H. Muguruma: Prestressed Earthquake Resistant Structure, Proc. of the Symposium on Prestressed Concrete and Composite Beams, Oct. 1955, pp. 67～71.

12] 小堀鐸二：制御及びフィルターと地震波のパターン，日本建築学会研究報告，第35号，昭31. 2,

13] 小堀鐸二：塑性領域の安定性に関する覚え書，及び（続），日本建築学会研究報告，第35号，昭31. 6, pp. 1～8.

14] 小堀鐸二：耐震解析の一方法，日本建築学会近畿支部研究報告，昭31. 11,

15] 小堀鐸二：建築架構の非線型振動と耐震性の問題，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31. 11, pp. 116～124.

16] 小堀鐸二：耐震工学の目指すもの，日本建築学会建築雑誌，Vol. 73, No. 857, 昭33. 4, pp. 43～46.

17] 小堀鐸二，鈴木計夫：R.C. 壁の剪断抵抗に関する予備実験，日本建築学会近畿支部研究報告，昭33. 11.

18] 小堀鐸二：非線型レスポンスの特性，日本建築学会近畿支部研究報告，昭34. 2, pp 1～9.

（14） 地震による構造物の非線型振動に関する研究

構造物の真の耐震安全性を究明するため，地震波の不規則非定常性と構造物の復元力及び減衰力特性の非線型性を認識して，構造物の終局変形状態に至るまでの全過程を非線型非定常理論によって明らかにし，解析を通じて破壊的地震波のパターンと耐震安全性の尺度を見出し，さらには動的終局耐震設計法の基礎を確立するとともに，今後の問題点を究明しようとする意図の研究である．まず色々の地震波パターンと復元力特性に関して一質点系の弾塑性レスポンスを Meissner 法，修正 phase-plane δ 法を用いて数多く求め，これから逆に最も危険な破壊的地震波の尺度を見出し，耐震安全性の評価の規準を見出した．すなわち構造物の必然的内部降状は，主として周期の延長による非共振性と履歴によるエネルギー吸収に伴なう動的剛性の増加を生ずることが顕著であり，破壊的地震波は，構造物周期に同調する短形波一波ないし二波とみてよく，その破壊力の尺度は，構造物系の周波数帯において，定値加速度，定値速度，定値変位と変動させることが妥当であり，また構造物の耐震安全性の尺度は，耐えうる静的水平力ではなくて，耐えうる相対変位量ないしは蓄えうるポテンシヤルエネルギー量を規準として与えられねばならないことを見出した[1-7]．また多質点の場合にも図解法を拡張して，数個の多質点非線型非定常レスポンスを求め，塑性域の伝播状況を明らかにした[4-7]．次に人為的に非線型化された復元力及び減衰特性をもつ新しい耐震構法，すなわち小振巾時の初期剛性を与える Pretension Wire と大振巾時の変位ベクトルの動的安定化を計る Hard Spring 特性の Twisted Wire をその耐震部材としてもつ制震構造の理論的かつ解析的検討である．まず微分方程式論に基づいて一般的検討を加えて，非定常解の不安定急変現象，例えば jumping 現象などの恐れを否定し，同時に修正 phase-plane δ-method の妥当性を与えた後，これを用いて一質点系の非定常解を多角的に検討し，新構法の妥当性を確認した[8]．さらに作用地震波の根本的な認識とその想定方法に関して，構造物の非線型性の変動は，侵入地震波の Filter 作用の変動と考えるべきであり，したがって G.W. Housner 流の強震記録の一般的利用方式に本質的な誤りを指適し，作用地震波は不必要な Information を除いた形で提示さるべきことを述べ，そのパターンの決定に対し，地表面に強震記録が与えられた時，構造物のレスポンスが与えられた時について，前者は不必要な Information を Noise として分離する方法，後者は修正 phase-plane δ 法の逆用によ

り時系列として求める方法を示した[9]．また大振時の安定現象の解明の一例として，剛床上の剛角柱のロッキング現象を破壊的地震波を受けて終局状態に至るまでの非定常過程として，第一種楕円関数表示の解の接続法によってその転倒条件式を求め，さらに数値計算によってその安定，不安定の境界領域の数列を各種の地震波パターンに対して求めた[10]．また非安定常状態における解の安定性について考察し，解の安定性と，初期条件及びパラメーターの安定，不安定領域の対応を論じた[11]．また終局状態におけるレスポンスの解析手段としての剛塑性解析について論じ，塔状構造物の場合には，有力な手段となりうることを煙突の解析と福井地震の資料により確認したが，一般の高次不静定構造物に対しては，例えば非線型復元力特性を poly-linear の形において把えなければならないことを明らかにした[12]．

本研究は棚橋諒，小堀鐸二，金多潔，南井良一郎により担当された．

発　表　論　文

1] 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔：非線型過渡振動（その1．問題の所在と解法の提示），日本建築学会研究報告，第29号，昭29. 10, pp. 207～209.

2] 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔：非線型過渡振動（その2．塑性領域に於ける挙動），日本建築学会研究報告，第29号，昭29. 10, pp. 209～210.

3] 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔：非線型過渡振動（その3．地震波の想定に基づく破壊力の尺度），日本建築学会研究報告，第29号，昭29. 10, pp. 211～212.

4] 小堀鐸二，金多潔：地震による構造物の非線型振動序説，日本建築学会論文集，第51号，昭30. 9, pp. 50～60.

5] R. Tanabashi, T. Kobori and K. Kaneta : On the Non-linear Vibrations of Buildings by Violent Earthquakes, Proc. of the 4th Japan National Congress for Applied Mechanics, 1954, pp. 461～468.

6] 小堀鐸二，南井良一郎：地震による構造物の非線型振動について（その1，構造物力学特性の必然的非線型化過程），日本建築学会論文集，第51号，昭30. 9, pp. 61～69.

7] T. Kobori, K. Kaneta and R. Minai : On the Nonlinear Vibrations of Buildings by Violent Earthquakes, (2nd Report), Proc. of the 5th Japan National Congress for Applied Mechanics. 1955, pp. 439～447.

8] 小堀鐸二，南井良一郎：地震による構造物の非線型振動について（その2，構造物力学特性の人為的非線型化過程），日本建築学会論文集，第52号，昭31. 3, pp. 41～48.

9] 小堀鐸二：地震による構造物の非線型振動について（その3，制御及びフィルターと作用地震波のパターンの想定法），日本建築学会論文報告集，第54号，昭31. 9, pp. 401～404.

10] 小堀鐸二，南井良一郎：地震による構造物の非線型振動について，（その4，角柱の転倒とロッキング），日本建築学会論文報告集，第54号，昭31. 9, pp. 405～408.

11] T. Kobori and R. Minai : On the Stability of Certain Nonlinear Forced Vibrations, Proc. of the 6th Japan National Congress for Applied Mechanics, 1957, pp. 499～502.

12] 小堀鐸二：地震による構造物の非線型振動（その5，破壊過程に関する覚書），日本建築学会論文報告集，第57号，昭32. 7, pp. 317～320.

（15）構造物の非線型捩れ振動に関する研究

構造物が，剛性，質量の平面的不均一分布をもつとき，激震によって惹起される非線型非定常捩れ振動に関する研究である．まず非線型復元力特性をもつ架構からなる構造物を，直交方向の復元力特性の独立性を仮定し，質点系モデルに抽象して非線型捩れ振動の基礎式を導き，主として Meissner 法を用いてある特定な場合に過渡振動解を求めた．そして，基本周期に近い地震波の作用が最も不利であろうこと，及び非線型振動に特有なある種の不安定現象の存在することを指適した．すなわち，地動方向に非対称，直角方向に対称な架構からなる構造物が，捩れ振動の結果重心の平衡位置が，地動直角方向に不安定化する場合の存在を理論的に論じ，臨界捩れ角を求め，さらに変位，速度，捩れ角で構成される Phase Space における Trajectory のパターンを論じた[1-3,5,8]．また不整形平面をもつ建物の非線型非定常挙動を，構造物を並進及び回転バネと慣性をもつ質点系とし，とくに特性の異なったブロックの応力集中の可能性の大きい境界部分に弾塑性剪断及び直交方向復元力特性を導入して，ある特殊な場合に階差法を用いて明らかにした[4]．さらにまた質点系抽象の構造物の復元力特性の interaction を考慮した場合に，ある方向の復元力特性を各非線型復元力要素の変位ベクトルの非線型復元力関数の Component の和として規定した無次元基礎方程式と，phase-plane δ 法による解法を示すとともに[6]，非線型過渡振動状態における安定性を，変位ベクトルの安定性として論じて，先に求めた不安定現象が Sope type にのみ存在することを認め，さらに無次元解を用いて，架構の靱性率と変位ベクトルの安定限界の両者を押えるような復元力要素の分布と，その規準量を定める動的終局耐震設計法の基本方針に言及した[7]．また Hard spring type の復元力特性を人為的に賦与することによって，不安定現象を十分避けうることが理論的に示された[5,8]．

本研究は，棚橋諒，小堀鐸二，金多潔，南井良一郎により担当された．

発　表　論　文

1] 小堀鐸二，金多潔：構造物の非線型捩れ振動について，（その1），（その2），（その3），（その4），日本建築学会研究報告，第30号，昭30. 1.

2〕 小堀鐸二，金多潔：塑性領域に於ける構造物の非線型振れ振動，日本建築学会研究報告，第31号，昭30. 5, pp. 141～142.
3〕 小堀鐸二，金多潔：構造物の非線型振れ振動に就いて，日本建築学会論文集，第51号，昭30. 9, pp. 70～76.
4〕 小堀鐸二，金多潔：不整形平面を有する建築物の非線型挙動について，日本建築学会研究報告，第33号，昭30. 10, pp. 209～210.
5〕 小堀鐸二，金多潔：構造物の非線型振れ振動(続)，日本建築学会論文報告集，第53号，昭31. 6, pp. 32～35.
6〕 小堀鐸二，南井良一郎：構造物の非線型振れ振動再論（その1，基礎式と解法，日本建築学会近畿支部研究報告，昭32. 10, pp. 1～10.
7〕 小堀鐸二，南井良一郎：構造物の非線型振れ振動再論（その2，安定性と解の設計への応用），日本建築学会近畿支部研究報告，昭32. 10, pp. 1～8.
8〕 R. Tanabashi : Nonlinear Transient Vibration of Structures, Proc. of the World Conference on Earthquake Engineering Vol. 11, 1960, pp. 1223～1238.

(16) 建築架構下部組織の塑性降伏を伴なう非定常振動の研究

激震時において，建築構造物の下部組織，なかでも繋梁，隣接地盤の塑性挙動が先行する場合，全構造物系の耐震安全性の尺度を示す無次元レスポンスに，下部組織の塑性挙動が及ぼす影響を定量化し，動的耐震設計法にいかに評価導入されるべきかを論ずるのが目的である．全構造物モデルを上部主体構造は剪断型弾性連続体，下部構造を並進，回転の成分をもつ弾塑性質点系に抽象して，任意外乱による各線型分枝の一般解を解析的に誘導し，隣接分枝の解を順次接続して全弾塑性非定常振動解を求める方針をとっている．まず，下部構造が並進完全弾塑性バネのみからなるとき，下部構造の慣性項の省略が，通常の固有関数展開型の解の導関数の境界における収束性を衰失せしめることを指適し，このような場合に，境界斉次化関数の導入が収束性改善の上に有効であることを示し[1]，この場合各線型分枝での各種レスポンスの解析的表現と弾塑性レスポンスをうるための解の接続法を詳述し[1,2]，無次元パラメーターの物理的意義を明らかにして，無次元解の動的耐震設計法への応用について論じた[3]．ついで前論を拡張して，上部構造を任意の質量，剛性分布とそれに独立な内外部粘性減衰分布をもち，下部構造は並進及び回転の粘性減衰と Poly-linear type の履歴特性及び零を含む慣性項をそれぞれもつ剪断連続体及び質点系の最も一般的なモデルに対する無次元化基礎微積分方程式を導き，ラプラス変換系の非完全，一般化直交複素固有値問題を中介として任意線型分枝での一般解を Convolution 表現の実関数表現として誘導した[5,8]．またとくに分布関数および無次元パラメーターの間に特殊な関係が存在するときに，完全線型一般化直交実固有値問題に帰着されることを指摘した[6]．なお下部組織の慣性項の喪失は，その境界条件の非斉次項に関する一般解の成分の導関数の境界における収束性を失わしめることを示し，このよう場合の一般解は境界斉次化関数によって modify された表現をとらねばならないことを導いた．また各無次元パラメーターの意味と解への影響について考察を加え，あわせて無次元解の動的耐震設計法への応用につき一般的に論じた[8]．さらに特定なモデルの無次元レスポンス，とくに上部構造の最大歪レスポンス分布，下部構造の塑性変形量を無次元パラメーターの妥当な組合せについて数値計算し，下部組織の塑性降伏の増大に伴なって上部構造の最大歪レスポンスが甚だしく抑制され，かつその分布を一様化することを定量的に明らかにして，これらの無次元レスポンスないしその分布の動的耐震設計法への具体的な定量的適用について論じた[3,4,7,8]．

本研究は棚橋諒，小堀鐸二，南井良一郎，水畑耕治により担当された．

発 表 論 文

1〕 棚橋諒，小堀鐸二，南井良一郎：建築架構下部組織の塑性降伏による非定常振動の一般論（激震による構造物の非線型振動の研究1），日本建築学会論文報告集，第60号，昭33. 10, pp. 253～256.
2〕 棚橋諒，小堀鐸二，南井良一郎：建築架構下部組織の塑性降伏による非定常振動の解の展開（激震による構造物の非線型振動の研究2），日本建築学会論文報告集，第60号，昭33. 10, pp. 257～260.
3〕 棚橋諒，小堀鐸二，南井良一郎，水畑耕治：建築架構下部組織の塑性降伏による非定常振動の数値解析（激震による構造物の非線型振動の研究3），日本建築学会論文報告集，第60号，昭30. 10, pp. 261～264.
4〕 棚橋諒，小堀鐸二，南井良一郎，水畑耕治：建築架構下部組織の塑性降伏による非定常振動の数値解析（激震による構造物の非線型振動の研究4），日本建築学会論文報告集，第63号，昭34. 10, pp. 258～288.
5〕 棚橋諒，小堀鐸二，南井良一郎：建築架構下部組織の塑性降伏による非定常振動の一般論の拡張（激震による構造物の非線型振動の研究5），日本建築学会論文報告集，第63号，昭34. 10, pp. 289～292.
6〕 棚橋諒，小堀鐸二，南井良一郎：建築架構下部組織の塑性降伏による非定常振動の解の展開の拡張（激震による構造物の非線型振動の研究6），日本建築学会論文報告集，第63号，昭34. 10, pp. 293～296.
7〕 小堀鐸二，南井良一郎：下部構造の降伏を伴なう構造物のレスポンス，日本建築学会近畿支部研究報告，昭35. 2, pp. 16～24.
8〕 T. Kobori and R. Minai : Study on Unstationary Vibration of Building Structure with Plastic Deformation of Substructure, Proc. of the 2nd World Conference on Earthquake

Engineering, Vol. 11, 1960, pp. 1085～1104.

(17) 激震による構造物の弾性非定常振動に関する研究

構造物主体と地盤からなる全構造物系を，上部構造を剪断または曲げ弾性一次元連続体，地盤を含む下部構造を並進及び回転方向の成分をもつ弾塑性質点系，またその接合部に弾塑性履歴特性をもつバネ及びクーロン摩擦を導入したモデルに抽象し，任意外乱による弾塑性非定常振動を各線型分枝の解の接続として確定する．したがって各々の場合に一般的に各線型分枝での一般解を解析的に表現することが主題である．まず各線型分枝上での無減衰系でかつ不均一剛性をもつ剪断型上部構造の場合を論じ，回転バネの導入が，方程式に境界演算子，境界条件を非分離型にしかつ不定積分の項をもたらし，また下部構造の慣性項の存在が一般化直交関係の導入を必要ならしめることを示した[1]．さらに慣性項の喪失が境界非斉次問題においては，いわゆる固有関数ないし一般化固有関数展開型の解の成立を失わしめることを論じ，このような場合に必要な境界斉次化関数の具体的な形についても述べた[2]．さらに指数型分布関数をもつ系について具体的な解の表現を示した[3]．つぎに線型分枝で上，下，接合部に等価的な粘性分布およびパラメーターを導入した減衰系に拡張し，慣性分布，剛性分布及び慣性，剛性パラメーターに独立な内，外部粘性減衰の導入が，ラプラス変換系での固有値問題を非完全，非線型一般化複素固有値問題とすることを論じ，このような一般の微積分系の一般解はラプラス変換系の解を方程式及び境界のグリーン関数および，初期条件と一般には第二種 Volterra 型積分方程式の解で与えられる方程式の一般化非斉次項及び境界非斉次項で表わし，これを留数定理で逆変転して，Impulsive Response と初期条件演算子を含む非斉次項の Convolution 型の実関数の和として表現した[7]．また上部剪断型，下部に回転項をもたない場合には第二種 Volterra 型積分方程式の解は方程式非斉次項に一致し単純化されるが，このような場合に接合部に弾塑性バネとクーロン摩擦を導入した系の解もラプラス変換系で特殊な変換を導入すれば簡単に表現できることを示した[4]．また上部構造が曲げ型の場合には，独立な分布関数及びパラメーターをもつ系においても方程式は境界演算子を含まず，また境界条件も分離型の基礎微分系が得られることを示し，その一般解を剪断型の場合と同様にラプラス変換系の固有値問題を中介とし，さらに高階の微分系にも応用可能な形で表現した[5-7]．また各モデルに共通して，固有値，固有関数固有値の固有関数による表現および非線型一般化直交関係を統一的に論じ，分布関数，パラメーターにある種の関係が存在するときのみ完全線型一般化直交実固有値問題に帰せられることを示し，このような減衰系の一般解は，無減衰系の固有値問題ないしその一般解から簡単な逆変換で容易に表わしうることを示した[7]．このような研究の意図は，構造物系の弾塑性非定常過程において，異なった構造材料，構造形式の上，下構造が全過程を通じて，空間的にも時間的にそれぞれ異なった弾塑性状態に大きく変動すると考えねばならないことに存する．

なお，本研究は，小堀鐸二，南井良一郎によって担当された．

発表論文

1] 小堀鐸二，南井良一郎：激震による構造物の非線型振動に関する一連の研究一基礎の回転と並進を伴なう剪断振動一(その1．微分系と固有関数)，日本建築学会近畿支部研究報告，昭34.2, pp. 1～8.

2] 小堀鐸二，南井良一郎：激震による構造物の非線型振動に関する一連の研究一基礎の回転と並進を伴なう剪断振動一(その2．一般解の表現)，日本建築学会近畿支部研究報告，昭34.2, pp. 9～18.

3] 小堀鐸二，南井良一郎：激震による構造物の非線型振動に関する一連の研究一基礎の回転と並進を伴なう剪断振動一(その3．■有関数例と補遺)，日本建築学会近畿支部研究報告，昭34.2, pp. 19～27.

4] R. Tanabashi, T. Kobori and R. Minai : On Earthquake Response of Structures with Plastic Deformation of Sub-Structure, Proc. of the 9th Japan National Congress for Applied Mechanics, 1959, pp. 403～408.

5] 小堀鐸二，南井良一郎：並進と回転を伴なう曲げ振動系の考察（その1．基礎微分系と固有値)，固有関数，日本建築学会近畿支部研究報告，昭35.2, pp. 1～7.

6] 小堀鐸二，南井良一郎：並進と回転を伴なう曲げ振動系の考察（その2．Green関数と解の表現)，日本建築学会近畿支部研究報告，昭35.2, pp. 8～15.

7] T. Kobori and R. Minai : On Some Boundary Value Problems of Vibrating Elastic Body in One Dimension, Proc. of the 10th Japan National Congress for Applied Mechanics, 1960, pp. 319～324.

(18) 橋脚の耐震設計に関する基礎的研究

本研究は後藤尚男，金多潔によって担当され，合理的な橋脚の耐震設計法の確立に資する研究の一環として，軟弱な弾塑性地盤に支持された橋脚が抽象化された地震動を受けたときの模様について考察がなされた．解析では橋脚は地盤と相対的な rocking 運動を伴なう1自由度振動系に抽象され，そしてこの系は bilinear, hysteretic な復元力特性をもつものとして想像された．

橋脚の動的な挙動を追求するために，この振動系の力学的性状を相似する非線型 back-lash 要素を含んだ電子管式低速度型アナログ・コムピューターが使用され，

そしてこれによって得られた解は phase-plane-delta 法によって追試した結果と比較検討されて，かなり優秀な精度をもつことが明らかにされている．解析結果からは種々の型の地震動を受けた場合の橋脚の最大変形量および橋脚振動系復元力の非線型性に基づくエネルギー逸散量がそれぞれ地震動の周期に対するスペクトラム表示で与えられているが，この結果は従来採られてきた橋脚の設計法の根本的な欠陥を指摘し，そして今後更新されるべき合理的な耐震設計法の確立という観点から極めて興味ある事実を提供したのである[1,2]．

発 表 論 文

1〕 Hisao Goto and Kiyoshi Kaneta : Analysis with an Application to Aseismic Design of Bridge Piers, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Bulletin No. 41, December, 1960, pp. 1～17.
2〕 Hisao Goto and Kiyoshi Kaneta : Analysis with an Application to Aseismic Design of Bridge Piers, Proceedings of the Second World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo and Kyoto, Japan, July 1960, pp. 1449～1465.

(19) アナログ・コンピューターによる非線型過渡振動解析

構造物の動的耐震設計を行なうには，例えば質点系抽象の構造物系の動的特性マトリックスおよび無次元パラメーターの広汎な領域における構造物各部の動的耐震安全性を示す無次元レスポンスを計算する必要がある．解析的な解の表現や，階差法系列の数値計算法によるディジタルコンピューターによるレスポンスの計算も有力ではあるが，広汎なパラメトリックサーベィにはアナログコンピューターの秀れていることに着目し，京都大学工学部電子工学科近藤研究室および同建築学科棚橋研究室の低速間接型電子管式相似計算機によって耐震解析がなされた．まず Bilinear Hysteretic Type およびガタとの複合型の復元力および減衰特性をもつ一質点に，種々な波形関数と強度をもつ地震波を与え，その最大変位レスポンス，変位最大増巾率，終局平衡位置などを，単位降伏値当りの外乱強度をパラメーターとして，外乱周期と初期弾性周期の比に関してスペクトラム表示した．そしてこれらが既往の修正 phase-plane δ 法による諸結果とよく一致することを確認した[1-4]．つぎに弾塑性多質点系の耐震解析の例題として，平面的に非対称な Bilinear Hysteretic Type の復元力及び減衰特性をもつ架構からなる一層構造物を対象として，アナログ・コンピューターによる耐震解析および動的終局耐震設計法の基本的諸問題と無次元レスポンスに直接基づく設計法について論じた[5]．さらに一スパンかつ一方向に非対称初期剛性をもち，剛性分布マトリックスと塑性強度分布マトリックスが比例するような系で，特定な外乱波形関数の場合，周いくつかの耐震安全性を示す無次元レスポンスを，外乱期と初期弾性固有周期の比をパラメーターとして，地動方向単位塑性強度当りの外乱強度パラメーターに関して図表化し，その設計への応用法を述べた[6]．さらに外乱波形関数の波数，および初期剛性，塑性強度マトリックスの関係に変動を与えて，前の結果と比較し，弾塑性率系統の無次元量が耐震安全性の尺度がある限りにおいて波数の影響は大きくないこと，および初期剛性と塑性強度分布マトリックス間の関係の設計がレスポンスの分布を大きく変動せしめ，弾塑性域において捩れによるレスポンスの分散を一様化せしめることが可能であることを論じた．また不安定現象の解析を行なって，レスポンスの安定性と復元力及び減衰特性の関連について論じ，逓減型復元力特性による不安定化の発生，発展を指摘した[7]．

本研究は棚橋諒，小堀鐸二，金多潔，南井良一郎，水畑耕治，井上豊，竹内吉弘，田川健吾により担当された．

発 表 論 文

1〕 小堀鐸二，金多潔，南井良一郎，水畑耕治：構造物の耐震観析とアナログ・コンピューター(アナログ・コンピューターによる非線型過渡振動解析1)，日本建築学会論文報告集，第63号，昭34.10, pp. 297～300.
2〕 小堀鐸二，金多潔，南井良一郎，水畑耕治：非線型レスポンスのスペクトラム表示（アナログ・コンピューターによる非線型過渡振動解析2)，日本建築学会論文報告集，第63号，昭34.10, pp. 301～304.
3〕 T. Kobori, K. Kaneta and K. Mizuhata : Analog Computer Analysis of Nonlinear, Transient Vibration of Structures (1st Report), Proc. of the Japan National Congress for Applied Mechanics, pp. 395～398.
4〕 T. Kobori, K. Kaneta and R. Minai : Analog Comuputer Analysis of Non-linear, Transient Vibration of Structures(2nd Report), Proc. of the 10th Japan National Congress for Applied Mechanics, 1960, pp. 391～394.
5〕 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔，南井良一郎，井上豊，竹内吉弘，田川健吾：捩りを伴なう構造物の耐震解析（アナログ・コンピューターによる非線型過渡振動解析 3)，日本建築学会論文報告集，第69号，昭36.10, pp. 485～488.
6〕 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔，南井良一郎，井上豊，竹内吉弘，田川健吾：捩りを伴なう構造物の耐震解析（アナログ・コンピューターによる非線型過渡振動解析 4)，日本建築学会論文報告集，第69号，昭36.10, pp. 489～492.
7〕 棚橋諒，小堀鐸二，金多潔，南井良一郎，井上豊，竹内吉弘，田川健吾：捩りを伴なう構造物の耐震解析アナログ・コンピューターによる非線型過渡振動解析5)，日本建築学会論文報告集，第69号，昭36.10, pp. 493～496.

(20) 発電用コールダーホール型原子炉の耐震性に関する研究

中枢炉心部が地震加速度波に sensitive な組積構造からなり，構造上，機能上万全の剛性補強が困難視されるようなコールダーホール型原子炉の耐震性に関する問題点を一般的に論じ，とくに安全性に関して枢要な炉心部を中心とした制震構造の適用が妥当であることを論じたものである．まず炉心部及び Pressure Vessel を剛体として，外側構造物と地盤との関連において，Low pass filter を形成するような非線型弾性支持による制震方式を検討した．具体的には鉛直方向には両端 hinge 支持，水平方向には，Pretensioned twisted wire rope による Hard spring type の非線型弾性支持方式を提出し，その設計式を導き，具体的な算例につきレスポンスを求めて妥当性を実証した[1,2]．さらに炉心部を軸方向力を伴なう剪断弾性連続体として，poly-linear な復元力および減衰力特性の制震支持を採用する場合の非定常レスポンスをうる一般解を解析的に表現した．そして上部主構造を High pass filter 下部支持構造を low pass filter とする制震基本方式において，上部主構造の剛性の有限性とそれに伴なう高次固有振動成分の各部レスポンスへの影響の評価に備えた．さらに耐震安全性の見地から発電用原子炉の立地条件ないし設置場所について一般的に論じた[3]．

本研究は小堀鐸二，南井良一郎が担当した．

発　表　論　文

1] 小堀鐸二：制振構造に関する一つの試み，日本建築学会近畿支部研究報告，昭32. 10, pp. 1～8.
2] 小堀鐸二：コールダー・ホール型原子炉心の耐震化について，(制震支持構造に関する一つの試み)，京大防災研究所年報，第1号，昭32. 12, pp. 92～105.
3] 小堀鐸二，南井良一郎：発電用原子炉の設置と耐震性の問題（制震系原子炉に関する若干の考察)，京大防災研究所年報，第3号，昭34. 12, pp. 94～110.

(21) 制震構造に関する研究

まず構造物の動的耐震設計法の基礎概念として，既往の制振，耐震，防震，免震を総合化し，さらに非線型振動理論の諸概念を導入した制震設計の概念を提出する．制震構造は，激震による各部の Dynamic response が，各部固有の安全かつ安定な量以内に制御されるような動力学特性，すなわち慣性，復元力，減衰特性を構造物にもたらしめる．その設計の基本的方針は，地震動のエネルギー伝達経路自体を遮断すること，地震動のもつ周波数帯から制震系の振動数帯を isolate すること，エネルギー減衰機構を有利に利用ないし配置すること，非線型復元力特性を適当に配置して非定常共振を避け，またレスポンスの制御をはかることであり，設計は各部の耐震安全性の尺度であるような無次元レスポンスを，固有に与えられた無次元限界量以内に制御されるような，動的特性の分布関数および無次元パラメーターの最も妥当かつ経済的な組合せと基準量を選定することである．制震系のモデルとしまず主体上部構造を剪断型弾性連続体，支持下部構造を回転，並進，上下成分をもつ弾塑性質点系，その接合部に弾塑性バネを考える．減衰機構は上部構造に，内外部粘性減衰，支持バネ機構の粘性減衰および履歴減衰，さらに接合部のクーロン摩擦を想定する．そして，分割された任意の線型分枝で互に独立な動力学特性分布関数および無次元パラメーターの分布と任意の外乱を対象とした無次元基礎微積分系を導き，ラプラス変換系での，非完全，非線型一般化直交複素固有値問題を仲介として一般解を誘導した[1]．例題として線型一般化直交定固有問題に帰せられるモデルに対象を限定して，制震設計の条件式と設計法を具体的に論じた[2]．次に制震系のモデルとして，一般的な弾塑性質点系を考え，任意線型分枝上で互に独立な動力学特性分布マトリックスを対象とし，任意外乱に対する一般解を前と同様，ラプラス変換系の非完全，非線型一般化直交複素固有値問題を仲介として，Vector-Matrix 表現で求め，弾塑性非定常解を得るための解の接続法について論じた[3]．さらに分布マトリックスの実対称性を前提として，非線型一般化直交関係，固有値，固有ベクトルの関係，固有値問題の逐次近似解法，一般解の表現を求めるとともに，特例として，完全非線型一般化直交複素固有値問題，完全線型直交実固有値問題に帰せられる系の一般解の表現をも論じた[4]．

本研究は小堀鐸二，南井良一郎により担当された．

発　表　論　文

1] 小堀鐸二，南井良一郎：制震系の解析（制震構造に関する研究1)，日本建築学会論文報告集，第66号，昭35. 10, pp. 257～260.
2] 小堀鐸二，南井良一郎：制震系の条件（制震構造に関する研究2)，日本建築学会論文報告集，第66号，昭35. 10, pp. 253～256.
3] 小堀鐸二，南井良一郎：制震系の解析―弾塑性多質点系モデル―(制震構造に関する研究3)，日本建築学会論文報告集，第69号，昭36. 10, pp. 405～408.
4] 小堀鐸二，南井良一郎：制震系の解析―弾塑性多質点系モデル―(制震構造に関する研究4)，日本建築学会論文報告集，第69号，昭36. 10, pp. 409～412.

(22) 殻の温度応力に関する研究

本研究は横尾義貫，日置興一郎によって担当され，殻の温度応力を，回転殻，軸対称温度分布の場合に論じた．とくに等厚球殻で温度分布が，頂から cosine 型分布の解を求め，それを近似化して伸びがその場所での厚

さ方向平均温度でほぼ定まることなどを示した．また固定端のとき，自重による付加応力に比し温度によるものが大きくなり，温度応力は設計上相当重要であることを示した[1]．なおこれに関連して松岡理の研究がある[1]．

発 表 論 文

1〕 横尾義貫，■置与一郎：等厚球殻の軸対称温度応力，日本建築学会研究報告，第20号，昭27.10, pp. 123～124.

関 連 論 文

1） 松岡理：球殻の近似解の精度と熱応力について，日本建築学会論文報告集，第63号，昭34.10, pp. 457～460.

(23) コンクリートの収縮による構造亀裂の発生機構に関する研究

鉄筋コンクリート建築構造物の亀裂のパターンおよびその発生機構を明らかにするための研究である．亀裂発生の原因には，コンクリートの収縮，温度応力，基礎の不同沈下等の諸要■が存在するが，亀裂のパターンを分類し，それに対応する要因と発生機構を解明した．とくに収縮亀裂に関して理論的な解析を行なった．両端拘束を受ける鉄筋コンクリート部材の収縮による応力の推移を検討し，亀裂発生の状態は，コンクリートの引張強さと鉄筋比によって定まることを解析的に明らかにした．この結果コンクリート部材中の鉄筋応力は収縮によって小さい鉄筋比では降伏点を越えうること，コンクリートの引張強さおよび部材長が亀裂部の鉄筋応力を増大せしめること，鉄筋応力の増大を防ぐに有効な要素は鉄筋比の考慮であるなどを明らかにした[1-3]．また逆八字型亀裂およびスラブ横断亀裂などの発生を裏付けるために収縮応力の「置換トラス」による解析法を提出した[1,2]．

本研究は横尾義貫，角田栄が担当した．

発 表 論 文

1〕 横尾義貫，角田栄：コンクリートの収縮による構造亀裂の発生機構に関する若干の考察，日本建築学会論文報告集，第54号，昭31.9, p. 153.
2〕 Y. Yokoo and S. Tsunoda : Considerations on the Mechanism of Structural Cracking of Reinforced Concrete Buildings due to the Concrete Shrinkage, 京都大学防災研究所創立5周年記念論文集，昭31.11, pp. 135～142.
3〕 Y. Yokoo and S. Tsunoda : Consideration on Mechanism of Structural Cracking of Reinforced Concrete Buildings due to Concrete Shrinkage, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ., Bulletin No. 16, March, 1957, pp. 1～16.

(24) Radiography の鉄筋コンクリートへの応用に関する研究

X線およびγ線の透過力を利用することによって，鉄筋コンクリート内部の配筋状態，亀裂や豆板など空隙の実情を探査し，非破壊試験法の一環として現実に役立てようという意図のもとに行なわれたものである．まず，従来鋳鋼内の空洞の検出に利用されていた本法が，鉄筋コンクリートを対象とする場合の問題点について論じ，ついで実験的検討の結果および諸実施例について記述し，さらに現場実験上からのX線およびγ線の長所および短所，可能なコンクリート厚の限界，実施上の諸注意事項などについて報告を行なった．結論として，本方法による鉄筋検出の可能な限界は，X線の場合コンクリート厚 C＝25 cm，γ線の場合 C＝45 cm 程度であることが認められ，通常の場合，鉄筋径SのCに対する比 S/C＝15% 以上が検出された．この結果より床版および壁体にあっては充分利用できると思われる[1,2]．

本研究は，横尾義貫，山肩邦男が担当した．

発 表 論 文

1〕 横尾義貫，山肩邦男：ラジオグラフィによる鉄筋コンクリートの非破壊検査，日本建築学会論文報告集，第60号，昭33.10, pp. 125～128.
2〕 横尾義貫，山肩邦男：Radiography の鉄筋コンクリートへの応用，京都大学防災研究所年報，No. 2, 昭33.12, pp. 16～26.

(25) クレーンガーダーの振動軽減に関する研究

クレーンガーダーの振動に関しては，いままでに竹内盛雄氏らの研究があるが，十分究明されていない．本研究は実際のクレーンガーダについて振動測定を行ない，とくにクレーン使用上，作業能率に顕著に影響する水平横方向の振動に関して詳細に測定した[1]．これらの結果を考察するため，振動の解を理論的に導くことを試みた．すなわち，クレーンガーダー及び支持部よりなるラーメンの面外振動，あるいは，柱の影響をバネでおきかえた場合などの理論解を導き，測定結果と比較検討した[2]．すべてクレーンガーダーは多少の振動を生ずることはやむを得ない．問題はこの振動をどの程度まで許容しうるかということである．よって実際の調査資料を用い，クレーン使用者の心理的影響を考慮して，クレーンガーダーの振巾の許容限界を定めることを試みた[3]．さらに，いかにして実際のクレーンガーダーの振巾を許容値以下にすることができるか，その具体的方法を見出すことである．この目的に沿うように簡単な理論的考察を行なって実験結果と対比したところ，まず妥当と思われる結果が得られた[4]．

本研究は棚橋諒，海野三蔵，石崎潑雄，川村純夫によって担当された．

発 表 論 文

1〕 1棚橋諒，海野三蔵，石崎潑雄，川村純夫：クレーンガーダーの振動性状（1）（振動測定とそれに基づく考察），日本建築学会論文報告集，第54号，昭31.9, pp. 421～424.

2〕 棚橋諒，海野三蔵，石崎澄雄，川村純夫：クレーンガーダーの振動性状（2）（理論的考察），日本建築学会論文報告集，第54号，昭31. 9, pp. 425～428.
3〕 棚橋諒，海野三蔵，石崎澄雄，川村純夫：クレーンガーダーの振動性状（3）（水平横方向の振動軽減に関する考察），日本建築学会 論文報告集，第57号，昭32. 7, pp. 485～488.
4〕 棚橋諒，海野三蔵，石崎澄雄，川村純夫：クレーンガーダーの所要剛性について，日本建築学会論文報告集，第60号，昭33. 10, pp. 489～492.

6. 風の構造及び耐風構造に関する研究

これらの研究の内容は以下に記す通りであるが，問題の性質上，実験的研究が主となり，本年度より風力観測所を設けて，従来不充分であった風力観測に重点をおく予定である．これにより自然風の乱れ，台風時の風力分布などを明らかにしたい．他方，構造物の風による振動発生の問題，すなわち空力弾性学的な問題については，いまだ研究も少なく不明点も多いので，風力そのものの研究とあわせて実験並びに理論的研究を進めたい．

（1） 自然風による風力の分布とその変化に関する研究

自然の風は地上付近でいちじるしい乱れをもっているから，構造物に作用する風力は定常的なものではなく，その分布も一様なものではない．この風力の空間的な分布，及びその時間的変化を明らかにするためには実際の風を正確に観測する必要がある．しかしながら，このような目的をもつ観測に適当な計器がなかったので，まず計器の試作を行ない，抵抗線歪計を利用した風圧計を作った[1]．この風圧計により，構造物にとって問題となる台風時に強風観測を数回にわたって行ない上記の変化を求めるための記録を得た[2]．その結果，構造物が比較的大きい場合には，最大瞬間風圧値を設計上，相当に低減し得ること，その他がわかった[3,4]．ただし，本研究を完成するには多くの観測資料を必要とし，いまだ不充分な点もあるから，今後さらに研究を続行する予定である．

発 表 論 文

1〕 石崎澄雄：抵抗線歪計を用いた風圧計について，建築学会研究報告，第30号，昭30. 1.
2〕 石崎澄雄：台風時，構造物に加わる風圧変化について，京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12.
3〕 棚橋 諒，石崎澄雄：受圧面積の大きさによる設計用風圧力度の低減について，建築学会論文報告，第63号，昭34. 10.
4〕 H. Ishizaki : Variations of Wind Pressure against Structures in the Event of Typhoons, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 30, Dec. 1959.

（2） 風による塔状構造物の振動性状に関する研究

（i） 送電鉄塔　高鉄塔の応力分布，動的特性は複雑をきわめており，未だ充分究明されていない．高鉄塔の設計は静的強度のみならず外力の動的作用に対する応答を知って，はじめて解決できるものであると考えられる．この意味で高鉄塔の振動測定及び支配的外力である風の測定を行なって，高鉄塔の動的特性の支配的要素の発見と解明に努め若干の事実を知り得た[1]．すなわち，鉄塔全体の振動としては一般に曲げ振動，剪断振動，及び捩れ振動の連成したものと考えられる．この振動の解の理論式を導き数値計算を行なって測定結果と比較検討した[2]．またこのほかに，一群の材の振動，各個々の部材の振動が考えられるが，これらについても考察を加えた．また腕金部分の曲げ振動と塔全体の振動との関聯性は別途に考察した[3]．最後に送電鉄塔の動的特性と形状について理論的考察を加え，測定結果と対比して静的応力と鉄塔の形状による動的応力分布の傾向を比較し，設計上の一指針とした[4]．なお，現在も研究中である．

（ii） 鋼製煙突　近年火力発電所などの設置にともなって，高い鋼製煙突が多く建設されるようになってきた．しかし溶接煙突には従来からも風により障害を生じた例が多い．いままでにも多くの内外の研究があるが，未だ不明の点も多い．これらの解明を目的として，実物の溶接鋼製独立煙突について振動及び風圧の同時測定を行ない，主として筒体の曲げ振動について振動周期，撓み分布，頂部の運動状態などを求めた[5]．しかし，自然風をうける場合のみの測定では，広範囲な風速領域での測定がきわめて困難であるので，全模型の風洞実験を行ない風速と振巾との関係を追究し，さらに実物煙突についてライニング前後にわたり振動及び風圧測定を行ない，若干の理論的考察を行なった．煙突は風をうけて絶えず振動しているわけであるが，その場合の振動周期は固有周期の近くをわずかではあるが変動しており，かつ振巾の大きい時ほど周期は長くなる傾向がある．煙突のように振動している物体に風が作用する場合には，空間

に固定した物体について成立する Kármán 渦列の理論をそのまま適用するのは一考を要すると思われる．現在なお風洞実験，実物測定を行なっており，風による煙突の振動の機構の解明に努めている[6]．

発 表 論 文

1〕 石崎澈雄，川村純夫，中地博司：鉄塔の振動について(1)，日本建築学会論文報告集，第57号，昭32. 7, pp. 325～327.
2〕 石崎澈雄，川村純夫：鉄塔の振動について(2)，日本建築学会論文報告集，第60号，昭33. 10, pp. 297～300.
3〕 石崎澈雄，川村純夫：送電鉄塔の振動について，京都大学防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 11～15.
4〕 石崎澈雄，川村純夫：送電鉄塔の振動について，日本建築学会論文報告集，第63号，昭34. 10, pp. 265～268.
5〕 石崎澈雄，川村純夫：鋼製煙突の振動測定について，京都大学防災研究所年報，第3号，昭34. 12, pp. 87～93.
6〕 石崎澈雄，川村純夫：風による煙突の振動性状について，日本建築学会論文報告集，第66号，昭35. 10, pp. 261～264.

（3） 建物軒局部の風圧に関する研究

台風時の建物損傷をみるとき，設計時，軸組に対する配慮はよくなされているのに，屋根面などの細部に対する考慮が不充分であったために，被害の程度を深くしていることに気付く．よって建物の軒の局部的な風圧が屋根勾配および，軒の出，すなわち庇の出と軒高などの変化と，どのような関係があるかということを知るために，種々の勾配，軒高をもつ建物模型を本部門にあるゲッチンゲン型 1 m 風洞を使用して測定を行なった．その結果，軒の局部風圧の値が，庇の出，軒高が変わることにより，同一の勾配の屋根をもつものでも著しく異なることがわかった[1]．また局部の風圧は同一風速でも相当変動がみとめられるようであり，この詳細は現在研究中である．

発 表 論 文

1〕 石崎澈雄，許昌九：風洞実験による建物軒局部の風圧について，日本建築学会論文報告集，第66号，昭35. 10, pp. 233～236.

7. 土に関する災害防禦軽減の研究

土の物理的，力学的性質は土の種類によって変わるだけでなく，含水量や間ゲキ比によっても変わり極めて複雑である．また外力や環境によってもその挙動に相異ができるので，土の諸特性を統一された理念で包括できるような理論を探求するとともに，地すべり，地盤沈下など種々の土質災害への適用対象に応ずるような特性についても現象論的研究を行なっている．これらに関して次のような種々の項目について研究している．

（1） 土の物理的性質の研究

1）粘土のレオロジー的特性

粘土は微小振巾の振動を用いて測定すると単純な Voigt 要素をもつ粘弾性体のようにふるまうが，静的セン断力を与えて大きな変形を生じさせると純粋塑性的な流動を行なう．村山朔郎[1]はこのように測定法によって粘土の物性のかわる性状をみるため，一定セン断力によるクリープを実測して，粘弾性の個々の要素の性質を検討した．これによれば，弾性は変位とともに減少し，粘性及び内部摩擦は変位とともに増加して一定値に達することが認められた．さらにこの現象の成因並びにその変化の性状についても理論的考察を行なった．また村山，柴田徹[2-10]は粘土の粘性に対して統計力学的に導いた構造粘性を導入することを試み，クリープ，クリープ破壊，応力緩和あるいは二次圧密などの変形及び強度特性に関する理論式を誘導した．この理論はその検照のために行なった圧縮クリープ，繰り返し載荷によるクリープ，回復クリープ，応力緩和，降伏，破壊あるいは二次圧密など各種の実験結果ときわめてよい一致を示してその仮定の妥当性を立証できたばかりでなく，この理論を用いることにより，クリープ，応力緩和，降伏，破壊，温度効果などにおける実験結果に粘土の構造を考慮に入れた微視的説明を与えることができた．またこれらの理論あるいは実験にもとづき，さらに強度と含水比の関係，降伏強度と破壊強度の関連，破壊到達時間，クリープに伴なう強度変化，二次圧密終局値などの問題に検討を加えたほか，降伏強度の測定方法に対しても新たな提案を行なった．

2）粘土の練り返し効果

粘土を練り返すと強度が低下する性質のあることはよく知られているが，練り返し量と強度低下量との関係については研究されたことがなかった．村山ら[11]はこの定量的関係を明らかにするため，とくに練り返し装置を試作し，単純セン断変形を定量的に粘土に与え，練り返しによる強度変化を明らかにした．これによると練り返し量の多いほど強度は低下し，また同一ヒズミを繰り返し与えるときは，強度低下は繰り返し回数の対数に比例す

ることを見出した．山口真一[12-15]は練り返しによる粘土の電気抵抗，比熱などの物理量の変化を測定し，その結果，特殊水の概念を導入して練り返しによる強度の減少あるいは静置による強度回復の現象を説明した．この特殊水は粘土粒子に氷のように吸着した水であって，普通の水に変化するために 50～150 Cal/gr の潜熱を要するものと推定されている．

3）砂のダイレタンシー効果

赤井浩一[16]は砂のような粒状物質のセン断強度特性に及ぼすダイレタンシー効果について研究した．まずこの効果を定量的に表現するために，新たに粗粒土の単位セン断ヒズミの変化に対する容積膨張率の増分を膨張指数と定義した．ついで粗粒土を三軸試験機を用いて実験し，粗粒土のセン断時生ずる諸特性をこの指数を用いて説明するほか，粒径の相異による限界間ゲキ比の変化についても実験的に検討した．

4）土の動的特性

従来粘土の圧密の問題はもっぱら静荷重によるもののみが取り扱われてきたが，道路，軌道路盤，機械基礎などが粘土質土からなる場合には振動荷重による圧密を考えねばならない．村山ら[17]は粘土骨格を Voigt 型の粘弾性をもつものと仮定して，可変外力を受ける粘土の基本圧密方程式を導き，適当な境界条件及び初期条件のもとにラプラス変換によって解を求めた．得られた解に若干の考察を行ない，圧密ないしは脱水情況が外力の振動数によって非常に趣を異にすることが知られた．

村山，柴田[18-20]は動的応力下の粘土の強度と圧密特性を解明した．すなわち，乱さない粘土に一定振動応力を載荷した際の動的クリープを調べ，クリープ曲線，流動曲線あるいは上限降伏値等の特性は，静的クリープの特性と類似であることを明らかにするとともに粘土の疲労破壊の現象についても説明を加えた．さらに動態時クリープ強度，動態時セン断強度が振動加速度によって一義的に定まることを示したほか，鉄道路盤の強度試験を行なって，路盤強度の低いものほど路盤振動加速度が大きくなることを明らかにした．動的圧密については，粘土に各種の振動荷重が載荷された場合の圧密沈下量と時間の関係及び動的，静的圧密沈下量の関係を示す理論式を導いたのち，動的圧密の効果を支配する要素に対して考察を行ない，かつ実験によって理論の妥当性を検照した．

村山ら[21-23]は鉄道の道床のような砂利層が表面に加えられた振動によって，いかに沈下が生じて行くかを研究した模型室内実験の結果を報告した．これによれば沈下は砂利層が共振状態になると流動を生じて大となりまた不規則になるが，その他の場合は初期に多少沈下した後はさほど沈下は増さない．表面下各深さにおける沈下量の分布は加振周期にて変化する．強固な盤上に砂利層のある場合，余り層の厚さが薄い時は安定が弱い．動的地盤係数は静的のそれより大きい．などの性質について明らかにした．

5）締固め土の特性

路床，路盤などに用いられる締固め土の耐久性を検討するために村山ら[24,25]は締固め条件を変えて作った種々の土質試料を各種の水分環境の下に静置し，乾燥密度，含水比及び体積の変化状態を観測してその強度の変化状態を推定した．その結果，締固め土の強度は pF の減少とともに減少するが，その様相は土質によって大差があり，また上載圧の存在するときは，ないときより影響が緩和されることが明らかになった．さらに締固め直後並びに供試体4日水浸後の CBR 特性を実験的に調べた結果，JIS A 1211 の室内 CBR 試験法は舗装設計に対して平均的な指針を与える簡便法ではあるが，厳密にいえばなお考慮すべき多くの欠点をもつものであることを示した．次に支持力測定の簡易法として，26-28]では路床土の CBR 値を現場で簡単に求めるために考案した球体落下試験の原理と実際とについて述べた．この方法は一定の重さ，一定の直径の球体を一定高さより地面に落下させ，そのとき生ずる地面のくぼみの大きさから CBR 値を推定するものである．またこの方法が締固め施工管理及びトラフイカビリテイ判定にも利用できることを示した．また29]では路床，路盤土などの見掛けの弾性係数及び破壊強度を求めるために考案した測定方法とその応用について述べた．この方法は地表面に垂直に一定深さだけ静かに地中に押込んだ剛直な鋼板を地表面で支持し，板の上端を地表面に平行に牽引して倒すときの牽引力と上端の変位量からその土の見掛けの弾性係数を，最大牽引力から破壊強度を求めるもので，その測定結果及び応用の一例として，鉄道軌道路盤の見掛けの弾性係数とその道床に生じる最大振動加速度との関係及び破壊強度と土の切削抵抗との関係について明らかにした．

発表論文

1] 村山朔郎：粘土の粘弾性について，土木学会誌，第40巻，第7号，昭30. 7, p. 8.

2] S. Murayama and T. Shibata : On the Rheological Characters of Clay, Proc. 6th Japan National Cong. App. Mech., 1956, pp. 225～228.

3] 村山朔郎，柴田徹：粘土のクリープ特性について，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31. 11, pp. 42～51.

4] 村山朔郎，柴田　徹：粘土のレオロジー的特性について，土木学会論文集，第40号，昭31. 12, pp. 1～31.

5] 村山朔郎，柴田　徹：粘土の強度と圧密特性に関するレオロジー的考察，京大防災研究所年報，第1号，昭32. 12, pp. 63～72.

6] S. Murayama and T. Shibata : On the Rheological Characters of Clay (1), Disaster Pre-

vention Research Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 26, Oct., 1958.
7〕 S. Murayama and T. Shibata : On the Secondary Consolidation of Clay, Proc. 2nd Japan Cong. Testing Materials, March, 1959, pp. 178～181.
8〕 柴田 徹：粘土の圧密に関するレオロジー的考察，土木学会論文集，第69号，昭35. 7, pp. 29～37.
9〕 村山朔郎，柴田 徹：粘土の応力緩和について，土木学会論文集，第74号，昭36. 5, pp. 54～58.
10〕 S. Murayama and T. Shibata : Rheological Properties of Clays, Proc. 5th Int. Conf. S.M.F.E., July 1960, pp. 269～273.
11〕 S. Murayama and S. Hata : On the Effect of Remoulding Clay, Proc. 4th Int. Conf. S.M.F.E. 1957, p. 80.
12〕 山口真一：あめ動型地すべり地粘土による Sensitivity 及び強度その他の回復の研究，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31. 11, pp. 52～58.
13〕 山口真一：粘土の鋭敏比の研究，京大防災研究所年報，第1号，昭32. 12, pp. 73～78.
14〕 山口真一：粘土の鋭敏性について(1)，京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 125～131.
15〕 S. Yamaguchi : On the Sensitivity of Clay, Disaster Prevention Research Inst., Bulletin No. 28, 1959.
16〕 赤井浩一：砂のセン断におけるダイレタンシー効果，土木学会論文集，第58号，昭33. 9, pp. 76～81.
17〕 村山朔郎，谷本喜一：粘土層振動圧密の理論，土木学会論文集，第18号，昭28. 9.
18〕 村山朔郎，柴田 徹：粘土の動態時強度と鉄道路盤の強度試験，土と基礎，第6巻，第3号，昭33. 6, pp. 15～18.
19〕 村山朔郎，柴田 徹：粘土の動的圧密について，土木学会論文集，第62号，昭34. 5, pp. 42～48.
20〕 S. Murayama and T. Shibata : On the Dynamic Properties of Clay, 2nd World Conference on Earthquake Eng., Paper No. 85, July 1960.
21〕 村山朔郎，最上幸夫：砂利層の振動性状について，土木学会誌，第38巻，第6号，昭28. 6, p. 237.
22〕 村山朔郎，最上幸夫：砂利層の振動沈下に関する一実験，土木学会誌，第39巻，第6号，昭29. 6, p. 26.
23〕 S. Murayama and K. Tanimoto : Dynamic Behavior of Foundations. Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 8, Aug. 1954, p. 15.
24〕 S. Murayama and K. Ueshita : The Stability of Compacted Soil against Water. Report on Researches and Investigations, 日本土質工学会，May 1957, pp. 18～21.
25〕 村山朔郎，植下 協，山本順一：締固め土のCBR特性について，土と基礎，第6巻，第6号，昭32. 12, pp. 17～20.
26〕 村山朔郎，植下 協：球体落下試験による現場のCBR簡易測定法について，土と基礎，特集1号，昭34. 8, pp. 57～60.
27〕 村山朔郎，植下 協，山本順一：路床土支持力比試験とその簡易試験に関する研究，京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 113～124.
28〕 村山朔郎，植下 協，斎藤 実：路床土支持力比の簡易測定法としての球体落下試験について，土木学会誌，第44巻，第1号，昭34. 1, pp. 9～13.
29〕 村山朔郎，畠昭治郎：地表の土の強度および弾性の簡易測定法，土と基礎，特集1号，昭34. 8, pp. 54～56.

(2) 土堤体の沈下と破壊防止に関する研究

アースダム，河川堤防などのいわゆる堤防構造物は，軟弱な基礎地盤上に築造せねばならないことが多いので，盛土基礎の設計施工においては豊富な経験知識と技術的手腕が要求されるとともに支持力，局部的辷りと変形，圧密の影響と盛土による沈下及び満水の制御などの諸問題を究明する必要に迫られている．基礎地盤の安定解析にあたって，間ゲキ水圧の存在しない地盤に上載荷重を増加させて行くとき，塑性条件を満足する点を囲んで形成される塑性域が，載荷面の端部に接する箇所から発生して，漸次拡大して行くことはすでに明らかにされているが，地盤内に間ゲキ水圧がある場合はそれが時間とともに変化するのでこの現象は非常に複雑となる．村山，赤井[1,2),1-3)]は堤体基礎に生ずる間ゲキ水圧の分布を，2次元圧密の現象が支配的な要因であることに着目して解析的に明らかにし，ついで地盤内に間ゲキ水圧をもつ場合の塑性流動機構について理論的解析を行なった．そして盛土の際に塑性流動を生じる領域を算定するとともに，施工制御の理論的根拠を与えることができた．この考え方は，載荷後の経過時間による地盤内間ゲキ水圧の減少の結果生じるセン断強度の回復として処理しているが，さらに3〕では地盤構成土の圧密による強度増加の割合について直接に実験的検討を行なった結果を報告した．

また村山ら[4,5)]は盛土などの局部載荷によって基礎地盤内に発生する弾塑性状態を解析する目的で2次元光塑性実験を行なった．すなわち，光塑性材料としてポリスチロールを重合して作り，この板の三端面を拘束し，一端面に剛性荷重を加え，荷重強度をかえて弾性状態における等色線，等傾線，弾塑性状態における弾性，弾塑性及び完全塑性領域の決定，並びに載荷除去後の残留応力状態におけるそれらの領域の推移を求めた．また載荷各段階において生じる弾性領域中の主応力方向，応力度を解析した．

ところで築堤本体や基礎地盤を構成する土質が等質でなく，その一部が他の部分よりかけ離れて軟弱な場合の安定解析には複合辷り面法を用いる必要がある．赤井[5)]は軟弱盤地上の築堤の設計に際して行なった複合辷り面法による安定計算と，斜面辷りを生ぜしめないように盛

土を施工する方法の設計計算について詳細な報告をした

一方，アースダム，河川堤防などの主な機能は遮水構造物としての役目を果すことにあるので，その破壊を防止するためにはまず土堤体内浸透水流の性状を明らかにし，ついで浸透水流の作用を受けた場合の堤体構成土の力学的挙動を究明するという二つの考察が要求される．前者については従来極めて多数の研究が行なわれているが，2次元非定常の問題については未だ十分の解明がなされていない．したがって矢野勝正，山本順一[7]は河川堤防の2次元非定常解の研究に目標をおいて実験的，理論的にその実態を明らかにするために，まず1次元問題としての考察を予備的に行なった．後者については村山，赤井[8,9]は砂模型を用いた浸透実験により，盛土裏法面の破壊が浸出点付近に生ずる局部破壊として現われることを確かめ，しかも法面勾配の緩急により単一粒子の洗掘と局部的なこりとの二種類の形式をとることを見出した．ついでこれらの浸透破壊の防止工法として，裏小段及び法先排水溝を設置する方法について実験的検討を行ない，小段の位置及び排水溝の容積について設計上の指針を得た．

なお10〕においてはレラクゼーション法を土堤体内部及び基礎地盤内の浸透流の解法に応用した結果，他の方法では解決の困難な浸透流の問題を，理論的にはかなりの近似で解析できる普遍的かつ有効な方法であることを示したほか，11〕において水位急速降下によって実際に破壊した堤防の上流ノリ面の安定解析を行なった．

発表論文

1〕 S. Murayama and K. Akai : Failure of the Embankment Foundation, Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 8, Aug. 1954.

2〕 K. Akai : On the Stress Analysis and the Stability Computation of Earth Embankments, Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 17, Aug. 1957.

3〕 赤井浩一：基礎地盤の圧密度と強度増加の関係，土木学会論文集，第60号，1959, p. 46.

4〕 村山朔郎，丹羽義次，絹川　治：光塑性実験による路盤内応力の解析，日本鉄道技術協会研究報告書，5号，昭32. 3, pp. 1～6.

5〕 村山朔郎，丹羽義次，川本眺万：光弾性学的方法による砂中応力の測定について，土木学会論文集，第63号，昭34. 7, pp. 66～73.

6〕 赤井浩一：複合スベリ面法による軟弱地盤上の築堤の安定計算，土と基礎，特集号，No. 2, 昭35. 2, pp. 9～13.

7〕 矢野勝正，山本順一：河川堤防の浸透に関する研究，京大防災研究所年報，第1号，昭32. 12, pp. 12～25.

8〕 赤井浩一：浸透水流による盛土裏法面の局部破壊について，土木学会論文集，第36号，昭29. 8, pp. 44～49.

9〕 村山朔郎，赤井浩一：浸透水流による盛土裏法面の局部破壊とその防止工法に関する実験的研究，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31. 11, pp. 59～66.

10〕 村山朔郎，赤井浩一：レラクゼーション法の浸透流の解法への応用，土木技術，第9巻，第9号，昭29. 9, p. 4.

11〕 K. Akai : On the Character of Seepage Water and Their Effect on the Stability of Earth Embankments, Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 24, 1958.

関連論文

1) 赤井浩一：堤体2次元圧密の研究，土木学会論文集，第1巻，第16号，昭28. 4, p. 51.

2) 赤井浩一：盛土の施工制御に対する考察，土木学会誌，第38巻，第9号，昭28. 9, p. 390.

3) K. Akai : On the Pore Pressure in the Foundation of Earth Dams and its Effect to the Execution Control of Fill Work, Proc. 3rd Japan National Congress for Applied Mechanics, May 1954, p. 59.

（3） 土質安定工法の研究

軟弱な自然地盤を構造物の基礎地盤に適合するように改良強化する，いわゆる土質安定工法に関しては村山らの一連の研究がある[1-9]．

まず含水比の多い粘質土を対象にしたアルミニウム電極を用いる電気化学的固結法に関する実験は，L. Casagrande（1930）以来数多く実施されてきたが，固結機構の解明には明確を欠いていたので，2,3〕において固結機構について研究し，従来不明とされていた点を明らかにするとともに，この方法の適用について若干の検討を加えた．さらに4〕において電解重合による土の新固結法を考案した．この方法は粘土質軟弱地盤の固結を図る目的で，土中に有孔電極を挿入して，その中に重合硬化性電解質を注加し，土中に直流を通じ，正負両イオンをそれぞれ反対符号電極に向って土中を泳動せしめ，その結果会合点付近において生ずる硬化性物質をもって軟弱地盤を固結不透水化せしめるものである．そしてケイ酸ナトリウム水溶液と塩化カルシウム水溶液とを用いて行なった実験結果を報告し，従来粘土に対して唯一の固結法とされてきたアルミニウム電極による電気化学的固結法の若干の欠点が除去できることを明らかにした．

次に砂質土を対象にした締固めに関しては多数の室内試験，現地試験を実施して主として振動締固め機構を研究した．室内試験[5,6]の結果からは，振動加速度の締固め性能に及ぼす影響はきわめて重要であることがわかったが，それは振動によって土粒子の内部摩擦が減少して締固めを促進するからで，その関係は振動加速度を対数目盛に，内部摩擦を普通目盛に表わすとき直線関係で示されることが明らかとなった．しかし加振力が振動機自重より大きい場合には，振動機はランマーのように跳躍し，振動加速度による内部摩擦の影響は著しくなく，こ

の場合には衝撃エネルギーと締固め度とが一義的関係にあることが立証できた．

また現地試験[7]の結果からは振動締固めは転動締固めに比して顕著な特徴をもつことが明らかとなった．すなわち，締固め効果が地中深く達すること，締固め飽和が急速に得られることなど有利な点をもつ反面，土質条件に極めて鋭敏であり，条件によっては過転圧あるいは流動を発生する不利があることなどが知れた．

締固め砂杭工法は軟弱地盤の安定工法の一つとして重視されている工法で，砂杭を圧入することによって粘質地盤に対しては脱水圧密をはかり，砂質地盤に対しては締固めを行ない，地盤の支持力の増強と沈下の低減に寄与しようとするものである．8]においては砂杭の施工法，砂杭の施工効果の判定法，砂杭による安定処理の理論，砂杭による安定処理の例を述べた．

以上を9]において総括し，土の締固め機構は一般的にいって荷重の繰り返し効果，荷重の土への伝達効果及び土の内部抵抗の機械効果の三つよりなることを明らかにし，これらの成果を用いて表面締固め機械の性能を検討した．ついで内部締固めについてはとくに締固め杭，締固め砂杭の締固め特性，締固め度の土中分布を解析し，内部締固めの設計，施工上の指針を与えた．

なお盛土用土の締固めに関して，赤井[10]は良配合の盛土を期待するには，最大最小粒径の制限だけでなく，粘土分含有量に応じた粒度分布曲線が規定されねばならぬことを強調し，ついで細かい粒径の場合には Talbot の指数 n がかなり大きいものがよく締まること，及び最大粒径と n との間には関数関係がなければならぬことを明示した．

発 表 論 文

1] 村山朔郎：土質安定工法，建築と社会，第38巻，第9号，昭23. 9, pp. 49～53.

2] 村山朔郎，越賀正隆，三瀬貞：アルミニウム電極による土の電気化学的固結法について，土木学会誌，第38巻，第3号，昭28. 3, p. 92.

3] S. Murayama and T. Mise : On the Electrochemical Consolidation of Soil using Aluminium Electrodes, Proc. 3rd Int. Conf. S.M.F.E., Vol. 1, Aug. 1953, p. 156.

4] 村山朔郎，三瀬 貞：電解重合による土の新固結法，土木学会誌，第39巻，第7号，昭29. 1, p. 20.

5] 村山朔郎，谷本喜一，松野三朗：側方拘束土の振動締固めに関する実験的研究，土木学会論文集，第43号，昭32. 2, p. 59.

6] S. Murayama and K. Tanimoto : Fundamental Research on Vibrocompaction of Soil, Report on Researches and Investigations, 日本土質工学会，May 1957.

7] 村山朔郎，赤井浩一，畠昭治郎，谷本喜一：東条川アースダムにおける転圧試験，土と基礎，第3巻，第10号，昭30. 7, pp. 22.

8] 村山朔郎，谷本喜一：締固め砂杭工法，第5回日本道路会議論文集，昭34. 11, pp. 202～204.

9] 村山朔郎：土の締固めと締固め機械，最近の建設機械（土木学会関西支部），昭33. 10, pp. 30～65.

10] 赤井浩一：土の粒度配合による締固め特性の変化，土と基礎，Vol. 5, No. 5, 昭32. 10, pp. 19～22.

（4） 土圧に関する研究

構造物に作用する土圧は実験室内ではある程度明らかにされているが，実際の構造物については不明の点が多い．そこで横尾義貫，畑中元弘ら[1-3]は電気抵抗線式土圧計を試作し，これを建物地下室の基礎下と側壁及び潜函体に埋設して長期測定を行ない，その土圧分布と時間的変動を把えた．そして砂質土層，粘性土層中の土圧分布とそれに影響する要因について明らかにした．

擁壁の安定計算には主動土圧のほかに裏込め内の水圧も付加されるが，この水圧分布については従来きわめて限られた境界条件の下で若干の理論解が見出されたに過ぎない．しかし降雨によって生ずる裏込め内の滲透水流は擁壁の安定に無視できない影響を及ぼすものと考えられるので，赤井[1]は長期降雨により裏込め内に定常流が生じているような最も単純な場合を仮定して水圧分布を求めた．すなわち地表形及び排水工の種々な場合について，おもに Relaxation 法を用いて裏込め内に生ずる流線網の数値計算を行ない，それらの結果について若干の考察を試みた．これによって従来あまり影響が考えられていなかった降雨時の付加圧力が，排水工の構造いかんによっては，擁壁の安定に相当重大な悪影響を与えるものであることがわかった．

発 表 論 文

1] 横尾義貫，畑中元弘：カールソン型土圧計の試作報告，建築学会研究報告，第24号，昭28. 10.

2] 横尾義貫，畑中元弘：地下室に働く土圧の実測例，建築学会研究報告，第27号，昭29. 5.

3] 横尾義貫，畑中元弘，五十嵐定義：電気抵抗線式土圧計の試作とその応用，建築学会論文集，第49号，昭29. 10.

関 連 論 文

1） 赤井浩一：降雨時擁壁の附加圧力算定について，土学木会誌，第38巻，第4号，昭28. 4, p. 147.

8. 地盤災害に関る研究

地盤災害に関する研究は，大別すると，自然地盤の構成，性状を把握するための研究と地盤沈下，構造物による局所的沈下，地震など振動による地盤災害などにわかれ，これらについて研究されたものは次の通りである．

（1） 地盤沈下の研究

冲積平野にある商工都市や臨海工業地帯などで問題となっている地盤沈下の主原因は地下水の過量の揚水によって著るしく地下水位を低下させたためと考えられているが，地下水位低下による地盤沈下の機構に関しては未解明の問題が残されている．

速水頌一郎，国司秀明，足立昭平[1,2]は帯水層の研究に主眼をおき，大阪と尼崎市における地下約 30, 60, 90, 120, 240 m の帯水層を対象にして揚注水による水圧変化の様相を実測し，これに伴なう帯水層の変化，被覆層の変形を測定した．そして揚水中に水位が低下しつつあるときと，揚水を止めて水位が上昇しつつあるときとでは帯水層の圧縮率に差があることを見出し，井戸が揚水と停止のサイクルを行なうに伴ない，帯水層は弾性ヒステレシスを画いて残留ヒズミを生ずることを明らかにした．

速水，国司[3-6]はこれらの資料を解析し，基礎式として弾性被圧帯水層の井戸理論を用い，それに帯水砂層の弾性ヒステレシスの特性を導入して帯水層の沈下機構を解明した．

さらに速水，赤井浩一[7,8]は被圧帯水層が一層の場合の揚注水実験を行なって弾性帯水層理論の適合性から，この種の水理模型実験の可能性を実証したのち，帯水層が二層からなる場合に揚水による被圧地下水圧の変動と地盤沈下に関する基礎的研究を行なって，従来の現場揚水実験では把握することのできなかった種々の現象を明らかにした．

一方，村山朔郎，柴田　徹，山本順一[9,10]は粘土層の研究に主眼をおき，被圧地下水位及び潮汐水位の変動によって惹起される地盤沈下を解明するために大規模な模型実験を行なった．そして被圧地下水位を急激に低下せしめてその状態を持続する場合には，粘土層の沈下並びに間ゲキ水圧の実測値が理論値とあまりよく一致しないことを見出し，その補正には粘土層がかなり厚くて圧密が長期にわたる場合には圧密の進行とともに圧密係数の値が減少するとして解析すべきことを明らかにした．さらに被圧地下水位復元による地盤隆起，被圧地下水位の反復低下による地盤沈下，上部帯水層の変動による地盤変位などについても解析した．

村山[11]はまた被圧地下水位低下に伴なう地盤沈下機構，過剰間ゲキ水圧の意義について検討したのち従来の二，三の圧密基本式間の関連性，粘土層と帯水層が累層をしている場合の地盤沈下機構，井戸の取水深度以下の層に生ずる沈下，地表の自由水面あるいは地表地下水面の変動が地盤沈下に及ぼす影響，揚水規制の基準となる許容水位などについて明解な説明を与えた．

なお細山謙之輔，伊藤芳朗[12,13]は大阪，尼崎市において井戸の揚注水による地盤傾動を，防災研 P_1 式携帯用傾斜計を用いて観測し，地盤沈下機構を解明するための資料を提供している．

発 表 論 文

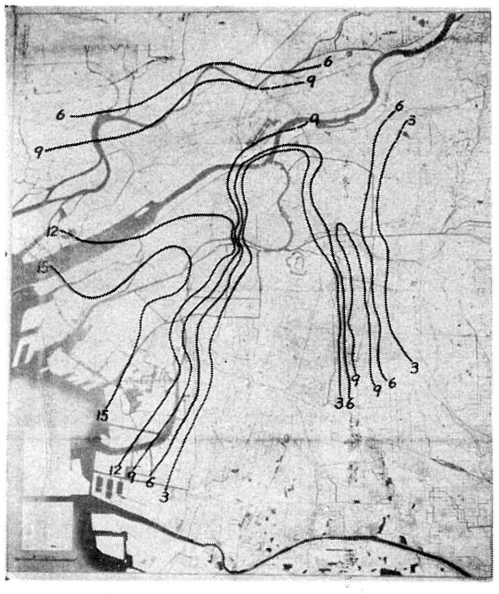
1〕 速水頌一郎，国司秀明：大阪市及び尼崎市における地下水圧の変動と地盤沈下（Ⅱ），大阪湾港湾技術調査会昭和27年度事業報告書，昭28.
2〕 速水頌一郎，足立昭平：同上（Ⅲ），同上，昭28.
3〕 速水頌一郎：同上（Ⅳ，Ⅴ，Ⅵ），同上昭和28年度事業報告書，昭29.
4〕 速水頌一郎：同上（Ⅶ），同上昭和29年度事業報告書，昭30, pp. 107～109.
5〕 速水頌一郎，赤井浩一：同上（Ⅷ），同上，昭30, pp. 110～116.
6〕 速水頌一郎：同上（Ⅸ），同上昭和30年度事業報告書，昭32, pp. 40～55.
7〕 速水頌一郎，赤井浩一：被圧地下水の揚注水による地下水圧の変動と地盤沈下に関する水理実験，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31. 12, pp. 67～74.
8〕 速水頌一郎，赤井浩一，：被圧地下水圧の変動と地盤沈下に関する水理実験（Ⅱ），京大防災研究所年報，第1号，昭32. 12, pp. 26～40,
9〕 村山朔郎，柴田　徹，山本順一，新見吉和：地盤沈下に関する模型実験，防災研究協会報告，昭35. 3.
10〕 村山朔郎，柴田　徹，山本順一：地盤沈下に関する模型実験（Ⅰ），京大防災研究所年報，第4号，昭36. 3（印刷中）.
11〕 村山朔郎：地盤沈下について，海岸工学の最近の進歩（土木学会関西支部），昭36. 3, pp. 99～121.
12〕 細山謙之輔，伊藤芳朗：地下水揚水に伴う土地傾動，大阪湾港湾技術調査会昭和28年度事業報告書，昭28, pp. 80～82.
13〕 伊藤芳朗：土地沈下及び構造物の変形の微細過程について，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31. 12, pp. 84～92.

（2） 大阪地盤の土質構成に関する研究

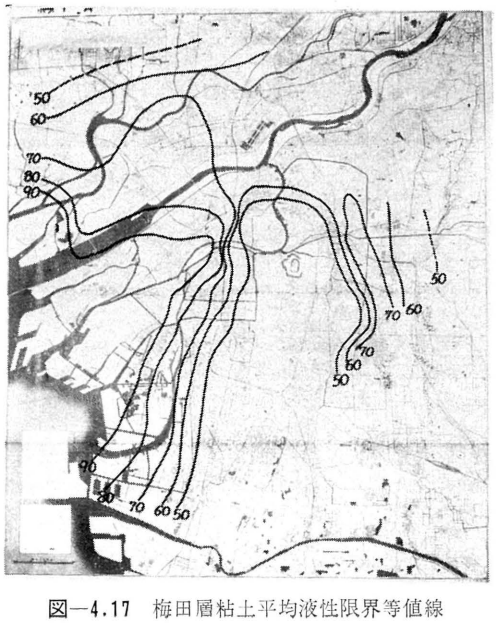
大阪地盤は洪積層，冲積層が入りまじり，複雑な土質

構成をなしている上にその沖積層はきわめて軟弱で，ここに生ずる沈下現象は大きな社会的問題になっている地盤沈下のみならず，構造物基礎工の設計，施工にも多くの技術的問題を与えている．したがって，その土質の性状及び土質構成あるいは地下水位などを明確に知ることは，それらの対策を決める資料として，大阪地盤に対する土質工学上きわめて必要なことである．

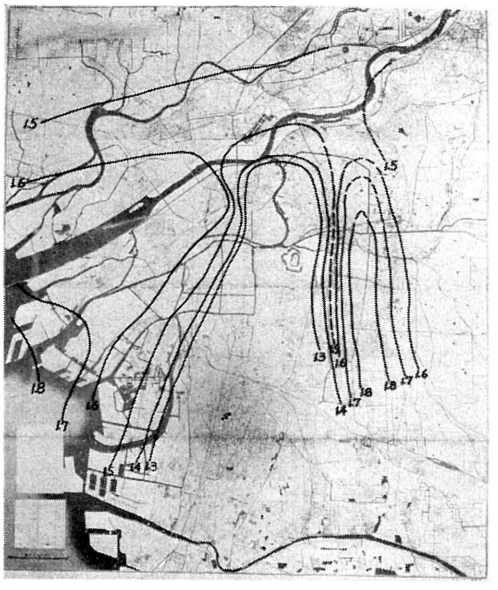
このため村山，赤井，柴田ら[1-11]は乱さない試料採取法と新たな土質試験法を適用して精細な大阪地盤の調査を行ない，その土質構成を求めるとともに各地層に対する土質工学的諸特性を明らかにした．現在までに総括整



図—4.16　梅田層粘土等層厚線



図—4.17　梅田層粘土平均液性限界等値線



図—4.18　梅田層粘土平均間ゲキ比等値線

理したおもな事項は，土質試料採取地点平面図，土質並びに土性柱状図，土性分布図，各層土に対する土質諸特性などである．ここに得られた例として図—4.16, 4.17, 4.18 は梅田層粘土の層厚，平均液性限界，平均間ゲキ比の等値線図である．

発表論文

1〕 村山朔郎，森田紀元，赤井浩一，能城正治：標準貫入試験と地盤の支持力について（1），土と基礎，第2巻，第5号，昭29. 4, pp. 12～1.

2〕 村山朔郎：最近の土質調査法，建築と社会，第35巻，第5号，昭29. 5.

3〕 赤井浩一，柴田　徹：沖積層粘土の含水量変化にともなう強度の推移について，土木学会誌，第40巻，第10号，昭30. 10, pp. 51～56.

4〕 S. Murayama, K. Akai and T. Shibata : The Fffect of the Moisture Content on the Strength of an Alluvial Clay, Disaster Prevention Research Inst. Bulletin, No. 12, Dec. 1955.

5〕 村山朔郎，森田紀元，赤井浩一，能城正治：標準貫入試験と地盤の支持力(2)，土と基礎，第3巻，第12号，昭30. 12, pp. 4～14.

6〕 村山朔郎：基礎の調査，基礎工学（土木学会関西支部），昭31. 3, pp. 81～91.

7〕 村山朔郎，赤井浩一，植下　協：大阪洪積層粘土の工学的特性，土と基礎，第6巻，第4号，昭33. 8, pp. 39～47.

8〕 村山朔郎，柴田　徹：大阪洪積層粘土の特性，防災研究協会報告，昭33. 12.

9〕 村山朔郎，柴田　徹：大阪洪積層粘土の力学的特性，京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 132～139.

10〕 K. Akai : Strength Characteristics of Over-Consolidated Clay by means of Triaxial Tests, Proc. 2nd Japan Cong. Testing Materials, March, 1959.

11〕 村山朔郎，植下　協，柴田　徹：大阪沖積層粘土の力学的特性とその対策，土と基礎，特集号 No. 2, 昭35. 2, pp. 26～32.

（3） 基礎の支持力に関する研究

摩擦杭の支持力について，従来動力学的あるいは静力学的に解析されたものは少なくないが，塑性論的に厳密に解かれたものはないので，村山ら[1,2]は基礎地盤をMohr の破壊条件にしたがう塑性体と考え，杭打込み時の地盤内応力を釣合方程式及び降伏条件から求めて杭周摩擦支持力を算定した．なお弾性論的解法をもあわせて提案し，両者の妥当性をみるため若干の模型実験を行なった．また基礎杭の耐震性に関する研究を行ない，杭の横振動と地盤反力係数との関連性を調べて，その数値解法を試みた[3]．

さらに村山，柴田[4,5]は摩擦杭の使用を合理化するために，その支持力特性をレオロジー的観点から理論的に解明し，ついでその成果を模型杭を用いた実験によって実証するとともに，摩擦杭の支持力測定に関して新たな解析方法を提案した．主な結論は次のようである．1）定荷重載荷による杭の沈下～時間（対数）関係は粘土の上限降伏値に相当する降伏支持力以下の荷重では直線となり，その勾配は荷重に正比例して増加する．またこの降伏支持力以上の荷重下では相当時間経過後に破壊的沈下を生じる．2）降伏支持力は荷重制御方式で得られる荷重～沈下曲線を両対数紙上にプロットし，直線の第1折点に対応する荷重として求め得る．3）降伏支持力は載荷速度による影響をうけない．4）模型杭実験では降伏支持力と最終打込み時の貫入量との積は落錘の位置エネルギーに比例する．5）降伏支持力の杭打込み後の推移は粘土の強度回復特性と類似の傾向を示す．

また小堀鐸二[1,2]は軟弱地盤中の杭の挫屈と振動問題を理論的に解き，杭頭に週期的な衝撃力が加わる状態の横安定についても解析を試みた．その結果得られた結論の1つは，杭の変形に対する土の反力は土の初期弾性を採ればよいということである．

村山，柴田[6,7]は杭の支持力に関するレオロジー的考察と同様の取扱いを平板の支持力に適用して模型載荷実験を行なうとともに，平板の支持力試験に対する新たな解析方法を提案した．さらにこの方法を適用して行なった重油貯蔵タンク基礎地盤の現地載荷試験の成果を述べた．

小堀[3-7]は軟弱地盤上に建物の基礎がのった場合のような局所的載荷状態における支持力，沈下問題をとりあげ，地盤を粘弾性体とみなして半無限軟弱地盤の三次元問題を理論的に解き，粘弾性地盤の物理的な諸係数が正しく得られるならば，間ゲキ水流を考慮した沈下現象の解が得られることを指摘した．

発表論文

1〕 S. Murayama and K. Tanimoto : On the Bearing Capacity of Friction Pile, Proc. 3rd Japan National Cong. for App. Mech., May 1954, p. 55.
2〕 村山朔郎，谷本喜一：摩擦杭支持力の静力学的解析，土木学会誌，第39巻，第7号，昭29. 7, p. 19.
3〕 S. Murayama and K. Tanimoto : Dynamic Behaviour of Foundations, Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 8, Aug. 1954.
4〕 村山朔郎，柴田　徹：粘土中の摩擦杭の支持力とその新測定法，土木学会論文集，第59号，昭33. 11, pp. 49～56.
5〕 S. Murayama and T. Shibata : The Bearing Capacity of a Pile Driven into Soil and its New Measuring Method, Soil and Foundation, Vol. 1, No. 2, Nov. 1960, pp. 2～11.
6〕 村山朔郎，柴田　徹：基礎工の支持力について，京大防災研究所年報，第3号，昭34. 12, pp. 139～147.
7〕 S. Murayama and T. Shibata : On the Bearing Capacity of Clay Ground, Journal of the National Buildings Organization, New Dehly, Vol. VI, No. 2, 1961.

関連論文

1） 小堀鐸二：軟弱地盤中の杭の挫屈と振動(その1)，建築学会研究報告，第14号，昭26. 11, p. 195.
2） 小堀鐸二：軟弱地盤中の杭の挫屈と振動(その2)，建築学会研究報告，第19号，昭27. 5.
3） 小堀鐸二：局所載荷による粘弾性地盤の変形挙動，建築学会研究報告，第23号，昭28. 6.
4） 小堀鐸二：粘弾性地盤の沈下と支持力に関する理論的考察，建築学会研究報告，第24号，昭28. 10, p. 173.
5） 小堀鐸二：間隙水流を考慮せる粘弾性地盤の局所沈下，建築学会研究報告，第25号，昭28. 10.
6） 小堀鐸二：軟弱なる地盤の沈下解析，建築学会研究報告，27号，昭29. 5, p. 231.
7） T. Kobori : Solutions on the Settlement of Visco-Elastic Ground by Partial Load, Proc. 3rd Japan National Cong. App. Mech., 1954, p. 65.

（4） 地盤と建物の振動性状に関する研究

建物は直接，地盤の上に築造されるので，その振動性状は地盤の性質によって支配される．したがって建物の震害を軽減するためには地盤の性質に応じてその耐震性を考慮すべきであろう．このような観点から横尾義貫，石崎澈雄，畑中元弘ら[1-5]は大阪市内の異なった地盤上に建てられた同一形状を有する鉄筋コンクリート建物について振動試験，自然微動測定，地盤の弾性波探査などを行なって若干の重要な結果を得た．

また小堀[1]は震動する地盤の緩和現象と揺変現象とを追求し，軟弱地盤上の剛な建物のロッキング振動，支持杭の問題あるいは振動する建物より地中に拡散する運動

量の輸送現象についてその性質と機構を明らかにした．

発 表 論 文

1〕 横尾義貫，畑中元弘：壁式鉄筋アパートの振動実験報告，建築学会研究報告，第18号，昭27. 5.
2〕 横尾義貫，畑中元弘：建物の3次元剪断振動について，同上，第20号，昭27. 10.
3〕 横尾義貫，畑中元弘：壁式アパートの振動実験，同上，第22号，昭28. 5.
4〕 横尾義貫，畑中元弘，畠山直隆：地盤の性質が建物の振動性状に及ぼす影響，同上，第24号，昭28. 10.
5〕 H. Ishizaki and N. Hatakeyama : Experimental and Numerical Studies of Vibrations of Buildings, Proc. 2nd World Conference on Earthquake Engineering, July 1960.

関 連 論 文

1) T. Kobori : On Relaxation and Thixotropic Phenomena in the Vibrating Soft Ground, Proc. 2nd Japan National Cong. for App. Mech., March 1953, p. 363.

（5） 建築物の不同沈下の研究

建築物の不同沈下を論ずる場合には地盤の弾性，圧密沈下性状とともに上部構造のもつ構造力学的な性状をもあわせて考えねばならない．

横尾，山肩邦男[1-11]はこの観点から，従来無視されてきた上部構造の剛性の影響を導入し，上部及び下部構造の両者をあわせ考えることによって不同沈下の諸性状を考察し，さらに不同沈下対策を論じた．主な内容は次のごとくである．1） 圧密沈下過程における上部構造の挙動について推論し，沈下速度その他と上部構造のもつ剛性との関連について考察した．2） 終局沈下式を誘導し，終局不同沈下量算定の根拠を与え，沈下量及び基礎反力と剛性との関連を追求した．3） 現実に観測されている不同沈下量のオーダーが，上部構造の応力に対して示す意義を追究するため，梁の塑性剛性，クリープ，計算上仮定した構造形式の相異などによる影響を論じ，現実の不同沈下現象が上部構造にとってかなり厳しいものであることを推論した．4） 終局沈下量，反力分布と荷重，剛性，粘土層位置，粘土常数との関係を定性的かつ定量的に検討するため，上部構造を連続梁と仮定した場合の厳密な数値解を求め，それらの傾向を論じた．5） 不同沈下対策の基礎的な資料とするため，不同沈下を考慮した設計方針の私案を述べ，許容不同沈下量または許容撓み角の算定式を誘導した．

また伊藤[12,13]は大阪駅構内において不同沈下の顕著なところを選んで携帯用高感度傾斜計を多数配置し，同時観測を行なって不同沈下の微細な過程を調べた．その結果，不同沈下は一方向に漸進的な滑らかな変化ではなく，種々複雑な繰返し変化をともないながら進行していくことが明らかとなった．

発 表 論 文

1〕 横尾義貫，山肩邦男：建築物における粘土層の圧密沈下の影響について（第1報），建築学会研究報告，第27号，昭29. 5.
2〕 横尾義貫，山肩邦男：建築物における粘土層の圧密沈下の影響(第2報)，建築学会報告，第29号，昭29. 10.
3〕 Y. Yokoo and K. Yamagata : On the Differential Settlement of Structure due to the Consolidation of Clay Stratum, Proc. 4th Japan National Cong. for App. Mech., 1954.
4〕 横尾義貫，山肩邦男：地下粘土層の圧密による建築物の不同沈下について，建築学会論文報告集，第50号，昭30. 3.
5〕 横尾義貫，山肩邦男：建築物における粘土層の圧密沈下の影響(第3報)，建築学会研究報告，第32号，昭30. 6.
6〕 横尾義貫，山肩邦男：建築物における粘土層の圧密沈下の影響(第4報)，建築学会研究報告，第33号，昭30. 10.
7〕 Y. Yokoo and K. Yamagata : A Theoretical Study on Differential Settlements of Structures, Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 14, March 1956.
8〕 横尾義貫，山肩邦男：建築物における粘土層の圧密沈下の影響(第5報)，建築学会論文報告集，第54号，昭31. 9.
9〕 横尾義貫，山肩邦男：建築物の不同沈下に関する研究，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31. 12.
10〕 横尾義貫，山肩邦男，佐藤 寛：軟弱地盤における建築物の不同沈下対策に関する基礎的考察，建築学会論文報告集，第65号，昭35. 6.
11〕 横尾義貫，山肩邦男，佐藤 寛：建築物における粘土層の圧密沈下の影響(第6報)，建築学会論文報告集，第6号，昭35. 10.
12〕 Y. Ito : Micro-Process of the Tilting Motion of Ground and Structure, Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 42, 1961, pp. 17～55.
13〕 伊藤芳朗：土地沈下及び構造物の変形の微細過程について，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31. 12, pp. 84～92.

9. 山地災害に関する研究

山地に発生する諸種の災害について各方面より研究を行なっており，発表された研究成果は次のようである．なお落盤は通常の山地災害とはその性質が異なるが，便宜上この項目にいれておいた．

（1） 地辷り対策に関する研究

佐々憲三，高田理夫，吉川宗治，山口真一ら[1-8]は全国各地の地辷り地で地震探査や電気探査を実施して地下構造や地下水分布状態を調査し，地辷り防止工事に必要な資料を得るとともに，地辷りや山崩れの原因についての研究を行なった．また地辷り地に多数の伸縮計，傾斜計，雨量計，地下水水位計を設置し，滑動の推移を常時観測するとともに降雨や地下水位などとの関係についての研究を実施している．

地辷り機構を考察した例としては村山朔郎，赤井浩一，柴田徹[9,10]の報告がある．すなわち9]においては岸和田市内に発生した地辷りの原因と対策についての資料を得るために標準貫入試験を併用した縦ボーリングによって辷り層を見出すとともにサンプラーより採取した土試料の三軸試験を実施して検討を加えた結果，この地辷りは砂質土が被圧地下水の急激な増圧によって部分的飽和状態となり，層中の間ゲキ圧が増加していわゆる流れ辷りを起こしたものであることを確かめた．

防止対策のおもなものは地下水排除，斜面安定工，地盤固結法などがあり，その合理的処置のため多種の土質力学的研究を行なっている．そしてこれら最新の理論及び工法を用いた地辷り対策の結果は，村山ら[11]による電気化学的固結法による地辷り防止工の施工例にみられるように，成功した例が少なくない．

発 表 論 文

1] 佐々憲三：防災工事に利用される物理探査法，物理探鉱，第6巻，第3,4号，昭27, pp. 167～171.
2] 高田理夫，藪忠平：岩手県金田一村地辷り調査報告，防災研究協会調査報告，昭28.
3] 吉川宗治：山形県大蔵村地辷り調査報告（弾性波探査法による），防災研究協会調査報告，昭28.
4] 高田理夫：山形県大蔵村地辷り調査報告（電気探査法による），防災研究協会調査報告，昭29.
5] 山口真一：山形県大蔵村地辷り地の地下水調査報告，防災研究協会調査報告，昭29.
6] 高田理夫：高野山国有林地辷り調査報告，防災研究協会調査報告，昭33.
7] 高田理夫：高知県住友共電五王堂発電所鉄管路付近地辷り調査報告（中間報告），防災研究協会調査報告，昭35.
8] 高田理夫：高知県五王堂付近地辷り調査報告，防災研究協会調査報告，昭31.
9] 村山朔郎，赤井浩一，柴田徹：標準貫入試験結果による地辷り機構の考察，土木学会誌，第40巻，第10号，昭30.10, p. 57.
10] 赤井浩一，斎藤実：斜面切取りによる地すべりの調査報告，土と基礎，Vol. 6, No. 5, 昭33.10, pp. 6～9.
11] 村山朔郎，三瀬貞：電気化学的固結法による地辷り防止工の施工例，土木学会誌，第39巻，第11号，昭29.11, p. 24.

（2） 土石流の研究

異常降雨に見舞われた山間部では往々にして土石流が発生し，下流河川の治水または利水施設を徹底的に破壊してしまうことが多い．しかし現状では土石流の定義すらまだ十分でなく，その発生及び運動機構については全く不明であり，したがってこの被害の科学的防止対策はほとんど確立されていない．

矢野勝正，大同淳之[1,2]は高濃度の流体を対象にして土石流の流動特性を実験的に究明しており，これらの物質は非ニュートン流体として取り扱うのが妥当であることを確かめた上で，塑性流体，擬塑性流体と仮定し，降伏値及び塑性粘度を与えて開水路等流における流速分布，平均流速及び抵抗法則を表わす式を導き，実験値を説明した．これらの降伏値，塑性粘度が土砂濃度，粒径及び混合状態によってどのように変るかを現在実験中である．

発 表 論 文

1] 矢野勝正，大同淳之：土石流に関する基礎的研究（第1報），京大防災研究所年報，第3号，昭34.12.
2] 矢野勝正，大同淳之：土石流に関する基礎的研究（第2報），京大防災研究所年報，第4号，昭36.3,（印刷中）.

（3） 落盤に関する研究

トンネルを掘削中の崩壊事故は，一見丈夫そうにみえる土質や岩質の所にも多く発生し，その一例としては岩目のある岩石地帯にしばしば発生している．

村山[1,2]はトンネルの掘削施工中に生ずる落石，落盤などの崩壊事故の原因を力学的に解析するとともに，岩目のある岩盤中のトンネルの崩壊過程を寒天模型を用いた実験によって確かめた．そしてこの解析結果はトンネル事故の諸実例の現地状況をよく説明できることを述べた．またこの成果を用いてトンネル事故防止のための安全対策について，掘削，ロックボルト，支保工，木外しなどについて施工上の注意の要点を示し，その理由を説明した．

発 表 論 文

1] 村山朔郎：トンネル工事における安全対策上の二・三の考察，岐阜労働基準局資料，昭33.9, pp. 1～16.
2] 村山朔郎：トンネル工事の安全対策，トンネルと掘削工法，土木学会編，昭34, pp. 49～59.

（4） 砂防ダムの堆砂勾配の研究

砂防ダムの上流側に堆積する土砂の堆砂勾配を推定することは，ダムの貯砂容量，ダムの土砂調節能力，またはダムからの流砂量を算定するために必要である．

矢野，大同[1-3]は，河幅が一様及び直線的に変化する場合について，各断面で流砂量が等しいという条件のもとに平衡勾配を求め，これを砂防ダムの堆砂勾配の推定に適用して実験値並びに現地資料を解析し，その有用性を確かめた．

発 表 論 文
1) 矢野勝正，大同淳之：砂防ダムの堆砂勾配について，新砂防，第31号，昭33. 11.
2) 矢野勝正，大同淳之：砂防ダムの堆砂勾配について（第2報），京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12.
3) 矢野勝正，大同淳之：砂防ダムの堆砂勾配について(第2報)，新砂防，第34号，昭34. 5.

10. 災害に関する水文学的研究

水文学は広汎な地球上の水の輪廻に付随する自然界の諸現象を究明する学問であるが，わが国の水文学が河川流出，とくに洪水流出に関連して，最近10年間に急速な進歩を遂げたことは周知のとおりである．このように，わが国の水文学が洪水の流出現象という面で非常に発達したことは，洪水による災害が年々繰り返えされ，莫大な被害を受けているという国情に起因するものといえよう．わが国に発達した河川の流出現象の究明をさらに続けることは，社会の要請にも応え，わが国の水文学を発展させ，ひいては世界の水文学に寄与することにもなると考えられる．こうした意味において，本研究所に災害水文学の研究部門が設置されているのであって，以下において，われわれが斯界の先駆となって行なってきた災害水文学に関する研究成果を整理し，論述するつもりである．もちろん，災害に関する水文学的研究がこれだけ十分であるというわけではなく，この他にも多くの研究課題があるのであって，これらについても今後大いに研究を進めたいと考えている．

（1） 気候の長期変動に関する研究

1954年の揚子江大洪水は長期にわたる揚子江の水位記録のなかで例を見ない異常に大きい洪水であって，最近における気候の変調を示すものである．この点を考慮して，過去の気候変動を明らかにし，将来を推察する目的をもって，かって志田教授が着手された台湾産紅桧の生長率に基づく北太平洋亜熱帯の気候変動に関する研究を継続，発展させることを意図した．その第一歩として，台湾太平山産の紅桧（樹令500年）について，その生長率を測定したのである．その結果，志田教授が調べた阿里山紅桧（樹令1050年）の生長率に見られる変動と同様の変動が見出された．

新しい資料では1958年までの年生長率が求められたので，これを今世紀における比較的組織化された気象資料と対比し，紅桧の生長率が示す気象学的意義を明らかにした．すなわち，1）生長率の変化には，雲量の変化に起因する部分と太陽黒点数の変化にしたがう部分とがある．前者には6年前後，20年前後の顕著な周期的変化があり，後者には10年前後，100年前後の周期をもった大きい変化がある．2）太平山は台北の東南約60kmにあるが，台北の雲量は南東季節風（貿易風）の強度と明瞭な正の相関関係にある．3）南東季節風の強度を支配する要因として，北太平洋亜熱帯高気圧の中心示度と中心位置（夏季3カ月の平均値）の変動を調べると意外に規則的であって，年生長率の変化とよく対応している．すなわち，3.1）中心示度は6年前後，10年前後および100年前後(推定)の周期をもって上昇下降している．3.2）中心位置は10年前後および100年前後（推定）の周期をもって南北に振動し，3.3）6年前後および10年前後の周期をもって東西に振動している．

次に，過去約200年間の黒点数（年平均値）の変化と対比したのであるが，黒点数の変化には10年前後の変化，100年前後の変化だけが明瞭であって，6年前後，20年前後の変化は見られない．この黒点数の変化は，紅桧の生長率における10年前後および100年前後の変化と極めてよく対応している．しかし，6年前後および20年前後の変化は黒点活動と無関係ではない．すなわち，10年前後の黒点数の変化において振動が増大し，同時に周期が長くなる時期には，これらの変化もその振動が増大し，周期が長くなる．生長率における20年前後の周期は黒点活動におけるヘールの周期に対応するものと思われ，太陽に関する最近の研究を参照すると，これと6年前後の周期は磁変星とした太陽のpulsationの周期を示すものではないかと思われる．こうして，いままでの研究によって，過去10世紀間にわたる北太平洋亜熱帯高気圧の動向と太陽活動の大勢を捉えることができたのであるが，太陽の黒点活動やpulsationがいかなる過程によって高気圧の動向に影響するのか，北太平洋高気圧の動向が東亜の気候変動にいかなる形で現われるのか，これらは今後の研究課題である．

発 表 論 文
1) 速水頌一郎：揚子江大洪水について，京大防災研究所年報，第1号，昭32. 12, pp. 79～91.

関 連 論 文
1) M. Ôuchi ; Climatic Variations in the North

Pacific Subtropical Zone and Solar Activity during the Past Ten Centuries, 京都学芸大学紀要, 1961.

（2） 降雨現象に関する研究

わが国における豪雨現象は，大別して前線性のもの，とくに梅雨前線によるものと，台風によるものとの二つがあるが，いずれも毎年多大の洪水災害を生む原因となっている．このように，降雨はそれに続いて生起する流出現象の供給源であるから，その特性の把握が極めて重要である．

洪水に関する災害水文学の立場からすると，降雨についての研究課題としては，つぎの二つがあるであろう．その一つは降雨の予知であり，他の一つは流出解析に必要となる時間的，地域的な降雨の分布特性である．

1） 降雨の予知　降雨の予知については，気象学の分野で研究が進められているようであり，とくに流出現象と関連して重要である長さのスケールで数 km～千 km 程度内の気象を対象とするメソ気象学 (Meso-meteorology)が，最近急速に盛んになりつつあることは喜ばしい．当研究所においても，そうした成果をとり入れて水文気象学 (Hydro-Meteorology) の立場から，台風に起因する降雨の予知方法について検討を進めている．

2） 降雨の地域的，時間的分布特性　一連降雨の地域的，時間的分布については，水文気象学の分野で盛んに研究されてきているが，こうした降雨の特性は気候，気象条件あるいは地形の因子などがたがいに複雑に関連し合った結果であるから，降雨の地域的，時間的な分布特性を一般化して的確に把握することは非常に困難である．

降雨の時間的分布については，最近かなり明確にされてきており，石原藤次郎，志賀是文は流出機構の解析に直接必要な一連降雨の地域的分布について注目すべき研究を行なっている[1]．すなわち，由良川大野ダム上流部流域に自記，積算，普通の各雨量計を 20～30 コ配置して，数年にわたって行なった観測結果を整理し，まず，一連降雨について気象条件別の地域的分布特性を検討した結果，一般に認められているように，各原因別の降雨特性はほぼ一定していることを確認した．ついで，こうした降雨特性をさらに詳細に検討するため，気象条件を五つの型にわけ，それぞれの型ごとに標高，地形起伏，方位性，開放性および地帯性の五つの地形因子との相関関係を Co-axial method によって調べたところ，かなり有意の相関があることを見出した．さらに，こうした結果をもとにして，一連の降雨の流域平均総雨量の算定精度について検討した結果，Thiessen 法によるときその誤差が±5％以内にあるためには，35 km² に 1 コの割合で観測点を比較的均等に配置しなければならないことを明らかにした．

さらに，現在の流出解析に際してもっとも基本となる流域平均時間雨量の算定精度を調べ，いずれの方法とも大差はないが，Thiessen 法にもとづく各基地観測所の支配面積についての加重平均によるものが，流量曲線を算定したときの全般的精度からして，もっとも好ましいことを確認している[1),2)]．

降雨の地域的分布とならんで重要な降雨特性はその時間的分布である．石原（安）らは降雨の時間的分布，とくにピーク流量に関係する降雨分の分布特性について検討を進めているが，これは降雨の予知問題とも密接に関連した課題であり，また後述するように雨水の流出過程に関する研究が急速に進められつつある今日，洪水予報を一層実用化するとともに，その精度を向上させるものとして注目される重要かつ緊急な研究課題であろう．

発 表 論 文

1〕 石原藤次郎，志賀是文：由良川水文報告書，昭32.

関 連 論 文

1） 志賀是文：降雨特性に関する二，三の考察，土木学会第13回年次学術講演会概要，昭33. 5.

2） 志賀是文：降雨特性に関する二，三の考察，土木学会論文集，第59号，昭33. 11, pp. 43～48.

（3） 損失現象に関する研究

降雨の損失現象は，現象論的な立場と，対象とする流出問題の性格の相違とによって，その取扱いが変わってくるが，大きくわけて現象論的な立場にたつ純損失分としての取扱いと，流出過程との関連にもとづいて考えていくものとの二つの立場がある．

1） 純損失現象　降雨の純損失とは，地表に降った雨のなかで，流出観測点に全く流出せず樹草によって遮断されるか，または土壌保湿に費やされてやがては蒸発蒸散する降雨分，あるいは他流域に流失する降雨分を意味する．このように定義された損失現象は，物理的意義からいって明確であり，また利水あるいは渇水災害といった問題を対象とするような，日以上の時間単位の流出量を対象とする流出問題を取り扱う際には重要である．矢野勝正，石原(安)は日流量の推定に関する研究において，純損失量を算定し，吉野川の一支川の寺尾流域では，3.3mm/day 以下が損失量となることを明らかにしている[1]．

2） 洪水時の損失過程　洪水のような流出問題を対象とするときには，出水期間中の蒸発散による損失はほとんど問題とならない．洪水時の流出成分には，流下経路の相違によって表面流，中間流および地下水流の三つの流出分があるが，洪水の出水形態を左右するのは表面流と中間流の二流出分を合わせた直接流出分の挙動である．ここに，損失現象として直接流出分とならないで，遮断あるいは土壌保湿，さらには地下水への保給に費やされる降雨を損失とみる立場，すなわち流出過程との関

連において損失現象を把握する立場が生れてくる．このように，損失現象を定義する場合には，いわば損失過程ともいうべ損失の時間的推移が問題となって，初期損失と浸透能の二つの概念が現われてくるのである．

（a） 初期損失：降雨の初期損失とは，普通直接流出が始まるまでの降雨分をさすが，これは流域の被覆状態ないし，土壌構造によって変化するだけでなく，一流域においても初期保湿状態に大きく左右され，その指標として前期無降雨日数あるいは基底流量がとりあげられている．石原(藤)，田中要三，金丸昭治は，後述する浸透能に関する研究において，初期損失を直接流出の開始後の損失過程と分離せずに，初期浸透能のなかに含ませて取り扱い，初期損失能が前期無降雨日数あるいは基底流量の関数となるとしている[2]．ところで，実用的な立場からすると，こうした考え方は極めて簡便であるが，石原（藤）らが補足しているように，Horton 型の浸透能方程式が浸透能以下の強度の降雨に適用できるか，あるいは，同一の浸透能方程式が，初期損失の終期と直接流出発生時とにおいて，連続的に接続するかどうかについてはさらに検討を要する．

従来の初期損失量は降雨分布にかかわらずほぼ一定であるとする考え方と，石原（藤）らの取扱いとにはかなり差異があるが，最近，石原(安)，高棹琢馬らは，由良川その他二，三の河川の資料を用いて，量的な把握の仕方と，初期損失もその時間的推移が重要であるとする上述の二つの思想の統一化を計りつつある．

（b） 浸透能：浸透能とは，主として地下水補給源となる降雨分の時間的割合を示す量であって，Horton によって初めて提案されたものである．

石原(藤)，田中，金丸は，実流域における損失能を定義し，損失能は Horton 型の浸透能方程式に従うと考えて，由良川で得た多くの水文資料にもとづいて詳細な考察を行なった．その結果，浸透能方程式と同型の損失能方程式に含まれる低減係数と最終損失能とは，一流域においては一定値であり，また初期損失能は前期無降雨日数を指標として表現できることを明らかにし，さらに，実流域における雨水の地下水供給分に対しても Horton 型の方程式が十分成立することを明確にした[2-4]．石原(安)は雨水の土中への浸透は不飽和浸透であるとし，Darcy 則と連続条件から浸透に関する拡散型の基礎方程式を導いた．この方程式を適当な初期および境界条件の下で解いた結果，流域の平均浸透については近似的に Horton 型の方程式が成立することと，その理論的根拠とを明確にし，また流域内土層中の含水量の変化を定式化するとともに，初期浸透能の回復を表わす方程式をも導いている．さらに，平均浸透能曲線式と，初期浸透能曲線式の減衰係数は，とくに不飽和浸透能に関する拡散係数 D に比例し，前者が後者よりかなり大きいことを確認しているが，こうした石原（安）の研究は石原（藤）らの由良川における実証的な研究の理論的根底を与えるものとして注目すべきものといえよう[5-7]．

速水頌一郎は，浸透能には，地被状態や地表の土質とともに，その団粒組織，保湿量などが有機的に関連し，季節的にも降雨様式によっても変化して，解析することが極めて困難であるところから，浸透能を測定する最もよい方法は，小流域あるいは実験斜面を設定して，人工または自然降雨時の降雨量と地表流出量を測定することであるとする立場にたち，上記三者間の関係を，原理的には単位図法に基づいて，実測の降雨と流量記録とから浸透能を逆算している[8,9]．この結果によると，浸透能ははじめ急激に減少してから恢復し，次第に一定値に近づくことになり，降雨初期においては必らずしも浸透能が Horton 型の方程式に従わないことになる．

以上の研究によれば，若干の論点があるにせよ，流出解析に当って，Horton 型の浸透能方程式を用いて差し支えないものと考えられる．

したがって，今後の課題は浸透能方程式に含まれる三つの量，すなわち初期および最終浸透能と低減係数の値とを，実流域においていかにして求めるかであろう．多数の水文資料を得ることができれば，石原（藤）らが由良川で解析したと同様にして求めることができるが，わが国の大多数の河川流域では資料が極めて乏しいのが普通である．また，速水が行なったと同様に，山腹斜面に実験斜面を設定して浸透能を決めることは，かなり面倒である上に，求め得たとしてもそれを流域の代表値とするには慎重を要する．最近，石原（安）らは三つの未知量をできるだけ少ない水文資料から算定する方法を研究しており，最終浸透能は一コの流量低減曲線があれば簡単に算出できることを明らかにしているが，こうした問題についてはさらに詳細な検討が望まれる．

浸透能に関するもう一つの問題点は，浸透能の地域内における変化が流出現象に及ぼす効果である．現在までの浸透能に関する研究は，流域平均の浸透能といった観点から進められてきているが，たとえば火山灰流域のように，浸透能が場所的に判然と異なるような地帯からなっている場合には，浸透能を流域全体にわたって平均化することの妥当性については疑問がある．直接流出の機構に関する研究が精密さを増している今日，こうした点に重要な研究課題があろう．

発 表 論 文

1〕 矢野勝正，石原安雄：雨水による流出量の推定に関する調査研究，防災研究協会，昭35.1.
2〕 石原藤次郎，田中要三，金丸昭治：わが国における単位図の特性について，土木学会誌，第41巻，昭 31. 3.
3〕 石原藤次郎，金丸昭治，中川博次，瀬尾貞甚：由良川水文調査中間報告書，防災研究協会，昭29.

4〕 石原藤次郎，金丸昭治，中川博次：由良川水文調査報告書，昭30.
5〕 田中茂，石原安雄，松梨順三郎：土中含水率の長期測定装置の試作について，第3回水理研究会講演会前刷，昭33.5.
6〕 石原安雄：平均浸透能に関する実験的研究，土木学会第14回年次学術講演会概要，昭34.6.
7〕 石原安雄：洪水演算器による出水とその調節に関する研究，昭33.10, pp. 105～121.
8〕 速水頌一郎：降雨の流出解析について，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31.11, pp. 168～180.
9〕 S. Hayami ; Water Mass Analysis Applied to River Outflows, Pub. n° 37, L'Association Internationale Hydrologie, 1955.

（4） 流出現象に関する研究

地表に雨が降ると，初期損失過程を経てやがて直接流出が始まる．本研究課題の流出現象とは洪水の主体となる直接流出分の挙動をさすことにし，地下水流出現象については，別項で述べることにする．さて，流出現象は降雨と流量という関係からいえば，流域というある定まった大きさの場における水収支の問題である．その関係は極めて複雑であって，水に関する水理学的，力学的なあらゆる問題点を内包しているといってよい．こうした事情からして，従来の多くの出水解析法が流域内の雨水の運動機構を無視したタンク・モデルをその基礎においてきたといえるのである．しかし，最近にいたって，出水の予知，予測の精密さが強く望まれるようになって，水収支の経験から脱脚した真に合理的な流出現象の把握が要求されるようになり，タンク・モデルで代表されるような単純で発展性のない思想の改変の必要が痛感されるようになってきた．それは，流域内の雨水の運動機構の普遍的把握であり，また法則性の確立であって，最近の災害水文学のもっとも重要な課題の一つであるといって差し支えない．しかし，前述したように，流域内の雨水の運動機構は極端に複雑であって，最近の研究によって次第にその機構が明らかにされてきつつあるが，未だ道遠しの感が深い．今後の一層の進展が望まれるわけである．

さて，流域は山腹斜面と流路という面と線によって構成されており，それぞれにおける流れの機構は著るしく異なる．そこで，以下では山腹斜面と流路とにわけて述べていくことにする．

1) 山腹斜面における流出現象　山地流出の特徴的な現象である浸透あるいは流出現象は，ほとんど山腹斜面において生起し，こうした現象を媒介として流下経路，すなわち機構を異にする表面流，中間流および地下水流の三つの流出成分が現われる．また，山腹斜面での抵抗は流路のそれに比して非常に大きいために，降雨から河川流量への変換は，山腹斜面での流出過程においてほぼ果されると考えられるから，山腹斜面における流出現象は工学的な立場からも極めて重要である．

（a） 直接流出生起時刻とその場所的分布：まず，洪水の主体となる直接流出がいつ始まるかは，初期損失問題とも関連して重要である．高棹，岸本貞男は，直接流出の生起時刻とその場所的な分布は初期保湿状態と密接な関連をもっており，さらに流域表面近くの土壌構造や初期の降雨強度にも関係することを理論的，実験的に見出している[1]．実山地においては，浸透能の場所的分布も直接流出時刻の場所的分布と著るしい関係をもっているようであり，それは初期損失あるいはその後の流出過程に大きな影響をもつから，こうした点の実証的な究明も必要であろう．

（b） 流域の流出機構別分類：雨水の流出機構は流域の特性によって著るしくちがうが，高棹，頼千元はこうした見地から流域の型をつぎの三つに分類した．流域は流出現象が発生する場の構造，すなわち場の抵抗および発生場の長さと大きさ，さらにその変化特性によって，火山灰流域，裸地流域および表層被覆流域に大別でき，それぞれの流域における流出機構の特性について明確に説明するとともに，流域型の判定条件を与えている[2,3]．

（c） 流出現象発生領域の変化過程：直接流出の発生領域は，従来の流出解析法では不変であるとされてきた．高棹，頼はこの仮定は火山灰あるいは裸地流域においては成立するが，表層被覆流域においては成立しないことを明らかにしている[2]．表層被覆流域とは，流域表面がスポンジ状の透水性の極めて高い厚さ約 10 cm の有機物の腐敗層すなわち表層によって覆われた流域で，わが国のほとんどの山地流域はこれに属している．表層被覆流域における直接流出の発生領域に関する研究の端緒は石原（藤），高棹の研究であった[4]．石原(藤)らは，特性曲線法を用いて由良川水流域の実測流量から損失降雨を逆算した結果，その時間的な分布が降雨強度と比例的な関係にあることを見出し，これは中間流出現象と関連していることを指摘したのである．

ついで，石原(藤)，高棹，岸本は，表層被覆斜面に模擬させた実験斜面を設定し，これに人工降雨を降らせて一連の流出実験を行なって，表面流の発生領域が時間とともに変化し，それは，表層土壌の構造，初期保湿状態，降雨強度と密接な関連をもっていることを明らかにした[1,5]．さらに，石原（藤），高棹は，こうした表面流発生領域の変化過程は，表面流と地下水流を結びつける中間流出の機構によって支配されるとする見地から，表面流の発生領域の変化過程の定式化を計り，これが流出過程において極めて大きな役割を果たすことを明らかにした．これと同時に，不可観測量である中間流出の特性値，中間流出の強度と表層被覆厚を流出解析を通じて算定する方法を提案している[6,7]．また，石原（藤），高棹はこうした思想を由良川の流出解析にくみ入れて良好な

結果を得ている[3,8]．一方，表面流，中間流および地下水流の三流出分の分離に関して行なわれた速水の水塊分析的な研究は，実証的な研究として重要である．速水は各流出成分はそれぞれ特有の水質を示すという見地から，水質の指標として，溶解，懸濁物質の量を表わす密度と，その質を表わす過剰塩基をとりあげ，鴨川の洪水流出水を分析したが，この二つの指標によって三流出分を明瞭に分離することができた[9,10]．こうした方法を多数の河川に適用していけば，わが国河川の洪水流出の特性が一層明確にされるし，また一般的な流出理論を確立していく上の基礎資料を与えるものとして意義が深い．

高棹，頼は，表層被覆流域における流出過程をさらに詳細に考察し，表層被覆流域においては，流出機構に三つの異なった領域，すなわち，水みち流出，中間流出および表面流出のそれぞれを主体とする領域があり，そのため，流出過程に不連続性が現われることを明らかにした．とくに，中間流出領域から表面流出領域に移る際に大きな不連続性が現われ，中間流出領域においては，流出機構が線型的な特性をもつから従来の流出解析法がよく適合すること，表面流出領域では流出機構が非線型的な特質をもつとともに，前述した表面流の発生領域の変化過程を考慮する必要性を，理論的，実証的に明らかにした点は注目すべきである[2,3]．

高棹，岸本はこうした研究をさらに進展させるために，流域表層近傍の雨水流の機構の理論的な統一化を計りつつある[11]．

（d） 表面流の特性：洪水のような大出水の形態は，表面流出の挙動によって支配されることはいうまでもない．この場合，上述した表面流の発生領域の変化過程が重要となるが，これと同時に表面流の抵抗則を明らかにする必要がある．表面流のように水深の小さい流れの抵抗則については，Horton, Izzard あるいは Jeffrey らの研究があるが，これらはいずれも層流状態と乱流状態を限界 Reynolds 数の概念で判別しており，これによると山腹斜面の表面流は層流および乱流状態の入り混じったもので，多くの場合層流状態を示すことになる．石原(藤)，高棹，岸本は，表面の特性を種々変えた実験斜面に人工降雨を降らせて行なった流出実験資料から，表面流発生領域の変化過程を考慮した特性曲線法理論によって粗度を算定した結果，Manning の抵抗則が十分成立することを明らかにした．これは Horton らの限界 Reynolds 数による判定規準を否定することになるが，石原らは，その理由として，限界 Reynolds 数の概念は本来斉一な場で成立するものであって，流れの場に凹凸があれば，平均流速がいかに小さくても渦乱が生じるから，山腹斜面における流れを限界 Reynolds 数で判定することは不適当であり，Horton その他の与えた限界 Reynolds 数の値がそれぞれ大きなちがいを示していることや，岩垣雄一が与えた表面の粗さが大きくなるにつれて限界 Reynolds 数が小さくなるという実験結果も，こうしたことを示しているとしている．さらに，石原(藤)らは，表面被覆部表面の粗度係数は，河道におけるそれより一桁大きいこと，裸地では河道の粗度係数にほぼ等しいことを明らかにして，これは出水状態と大きな関連をもっていることを指摘している[1,4]．

（e） 表面流の流出特性：石原(藤)，高棹は，表面流の流出特性を特性曲線法理論によって解明し，到達時間の意義を水理学的に明確にするとともに，到達時間と降雨および流域特性との関係を定式化した．とくに，最大流量に対応する雨水の到達時間と降雨および流域特性の関係について考察し，最大流量の発生条件として，到達時間と降雨強度の関係を明らかにしたことは工学上の面からも意義が深い[12]．

最近，石原（安）は，地形効果をとり入れた最大流量の発生条件を取り扱い，その結果を由良川流域に適用して良好な結果を得ているが，地形を流出理論に組み入れるべきことを示唆している点は注目に値する[13]．

2） 流路網における流出現象 山地流域は，面的な広がりをもつ山腹斜面と線的な特性をもつ流路によって構成されており，それぞれにおける流出の機構が非常に異なっていることはすでに述べた．山腹斜面での機構がわかれば，流路中の雨水の流下状態は水理学的な方法によって計算できるが，それは，山地における流路網の分布が非常に複雑であるところから極めて面倒であって実際的とはいえない．したがって，山腹斜面での機構と流路網分布の効果を組み入れた統一的な流出理論をつくり上げることが強く望まれるわけであるが，それが果たされていない今日，流出関係に及ぼす両者の効果の軽重を明らかにする必要がある．

岩垣，高棹は，種々の模型流域について特性曲線法による流出計算を行なっているが，その結果，ハイドログラフに及ぼす効果は山腹斜面での挙動が流路のそれに比して著るしく大きいことを明らかにしている[14]．

また，石原(藤)，高棹は，全般的な流出特性を表現するものは，雨水の伝播時間であるとする立場にたち，山腹斜面と流路とが流出関係に及ぼす効果の比較指標を提案しているが，これによると数百 km² 以内の山地流域では，山腹斜面の効果が流路のそれより数段大きいことを明らかにしている[12]．このように，比較的面積の小さな中小流域では，流出過程を考える際に，山腹斜面の機構だけに注目しても，かなり良好な結果を得ることが期待できるが，流域面積が大きくなるにつれて，流路および流路網の特性が無視できなくなる．現在，石原（安）らはこうした流路網の効果について理論的実験的な立場から検討を進めている．

3） 流出理論の一般化 上述したように，山地流域に

おける流出現象は，降雨現象の任意性，流れの場の構造の不均一性，あるいは変動特性のために著るしく複雑である．現在までの流出現象に関する諸研究は，全体的な流出過程においていわば微視的な過程を対象としたものであって，そうした微視的過程の集団である流出現象をいかにして統一的に説明するか，すなわち流出現象を一般化して記述できる流出理論をいかにして組みたてるかは，現象を的確に理解する上にも，あるいは流出に付随する工学的な諸問題からいっても，緊急かつ重要な今後の課題であろう．

現在，石原（安）らが中心となって，上述した微視的な流出過程の究明をさらに続けるとともに，その全体的な法則への拡張に関して，方法論的，実験的，実証的なあらわる見地から検討を進めている理由もここにあるといってよい．

発表論文

1〕 高棹琢馬，岸本貞男：雨水流出の実験的研究，京大防災研究所年報，第4号，昭36.3,（印刷中）
2〕 高棹琢馬，頼千元：洪水時出水機構の不連続性，関西支部学術講演会概要，昭36.11.
3〕 高棹琢馬，頼千元：由良川の出水特性に関する研究，京大防災研究所十周年記念論文集，昭36（投稿中）.
4〕 石原藤次郎，高棹琢馬：雨水流出現象における損失機構について，土木学会第13回年次学術講演会概要，昭33.5.
5〕 石原藤次郎，高棹琢馬，岸本貞男：雨水流出の実験的研究，関西支部年次学術講演会概要，昭34.11.
6〕 石原藤次郎，高棹琢馬，梅田貞夫：有効降雨の意義とその分離方法，第5回水理研究会前刷，昭35.5.
7〕 石原藤次郎，高棹琢馬：中間流出現象とそれが流出過程に及ぼす影響について，土木学会論文集（投稿中）.
8〕 石原藤次郎，高棹琢馬：由良川水文報告書，昭34.
9〕 速水頌一郎：降雨の流出解析について，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31.11, pp. 168～180.
10〕 S. Hayami: Water Mass Analysis Applied to River Outflows, Pub. n°. 37, L'Association International Hydrologie, 1955.
11〕 石原藤次郎，高棹琢馬，岸本貞男：流域表層近傍における雨水流の水理機構，土木学会第16回年次学術講演会概要，昭36.5.
12〕 石原藤次郎，高棹琢馬：単位図法とその適用に関する基礎的研究，土木学会論文集，第60号別冊（3－3），昭34.3.
13〕 石原安雄：最大洪水量に及ぼす地形効果について，土木学会第16回年次学術講演会概要，昭36.5.
14〕 岩垣雄一，高棹琢馬：降雨および流域特性が流出関係に及ぼす影響について，防災研究所5周年記念論文集，昭31.11, pp. 191～200.

（5） 出水解析法に関する研究

出水解析法とは，降雨から流量を予測する方法を意味する．しかし，上述したような降雨あるいは流出現象の極度の複雑さから，精密な出水解析法を組み立てることは容易ではない．また，工学上の実際面から解析法には計算の簡便さ，迅速さが要求されるから，この点にも留意する必要がある．戦後，わが国の出水解析法は急速な進歩をとげてきているが，こうしたすべての条件を満足する出水解析法は未だ確立されていない．今日までの出水解析法は，経験則に立脚してもっぱら簡便さを目的とした単位図法で代表されるような貯留法的なものと，最近とくに注目されている流出現象を力学的に考察していくという基礎にたつ水理学的なものとにわけることができる．しかし，この分類は明確なものではなく，経験から出発した単位図法にも，水理学的な見地からの改良が加えられてきているし，また水理学的な方法にも，単位図法的取扱いの簡便さが導入されつつあるのであって，いずれは両者が統一されるものと思われる．今後の出水解析法に関する研究は，微視的な過程の集団である雨水の流出過程を，いかにして普遍的統一的に記述するかという方法論的な研究に主力が注がれるべきであって，今日の多くの出水解析法に含まれている思想あるいは仮説の意義を明確化し，淘汰していくとともに，河川流域という複雑な流れの場に適合すべき新たな理念を確立することが重要であろう．

1） 単位図法的出水解析法　単位図法は，1932年にL.K. Sherman によって提案された出水解析法であり，その有用さのために，とくにアメリカで発展したものである．以前わが国では紹介程度に止どまるか，ないしはわが国の実状にそぐわない形のままで出水解析に適用されてきていた．この点に着目して石原（藤）らは過去約10年来，わが国の出水特性に真に適合すべき単位図法の確立に意を注いできたのであるが，そうした一連の成果はわが国の戦後の水文学的研究の中心をなしてきたといっても過言ではない．

まず，石原(藤)，中安米蔵，上山惟康は，千代川，石狩川を中心としたわが国河川への単位図法の適用を計った．とくに，流出係数に関する従来の不備を是正して降雨量との関係において究明すべきこと，および単位図の算定法を提案し，ついで適用を通じて単位図法が実用上極めて有効であることを実証した点は重要である[1]．

ついで，石原(藤)，田中，石原寿，金丸らは，由良川流域において，単位図を求め，単位図が出水ごとに異なることを明らかにした．この結果から，石原(藤)らはわが国の河川が米国のそれと性格を異にし，米国の単位図法そのものの価値を一義的に評価するわけにはいかず，わが国河川に対して適合性のある単位図法的方法を考えていく必要のあることを指摘した．これは，わが国独自の出水解析法の萌芽としてとくに注目される[2-6]．

さらに，石原（藤），金丸は，上述のような単位図の変動について考察を進め，わが国のような急勾配の中小河川では，一つの単位図によってすべての出水を解析することは，ほとんど不可能であるとする立場にたち，単位図を変化させる主要素として，降雨の地域的，時間的分布をとりあげて，その変動による単位図変化の算定法を提案した．この結果，出水解析に要する水文資料をできるだけ少なくしようとするいわゆる総合単位図法にはっきりした見通しが与えられたといえる[7]．

こうして成果にもとづいて，石原(藤)，金丸，中川博次は単位図法の総合化を計った．すなわち，まず，単位図法の立場からも流出分を表面流，中間流および地下水流の三つにわける必要があることを指摘して，中間流および地下水流出分に対応する降雨分の時間的な変化は，いずれも Horton 型であると仮定し，降雨とこれらとの差が表面流出分に対応する降雨分であるとした．ついで，降雨の三成分の分離方法について述べ，最後に二次流（中間流）と表面流の総合的な流出計算法を提案し，由良川流域の出水解析に適用して良好な結果をえた[8,9,11]．

以上の石原(藤)らを中心とする一連の研究によって，単位図の総合化がかなり明確に果され，そうした取扱いの中に設けられた種々の仮定については，さらに検討を要するものが多いとはいえ，わが国独自の出水解析法の方向あるいは問題点が明示されたことは極めて意義が深いといえよう．

単位図の算定方法に関しては，流出関数にもとづいた考え方も注目される．矢野は，連続の条件と洪水追跡に関する Muskingam の方程式とから，単位降雨にもとづく単位流量曲線（単位図），すなわち流出関数の算定方法を提案し，さらに任意降雨にもとづく流量推算法を論じている[10]．石原(藤)，高瀬信忠は，単位流出量の推定に，Pearson 型類似の複合指数関数を用いてこれを流出関数とよび，その関数型を支配している二つの係数を降雨条件によって変化させる方法を提案しているが，実用的な一つの手法として興味がある[11,12]．

最近，石原(藤)，高棹が，単位図法の基礎的な意義とその適用条件について，水理学的な見地から検討を試みているが，これも単位図法の普遍化，総合化を目指したものであって，主として経験的ないしは実証的な立場から進められてきた単位図法に関する研究に，理論的根拠を与えるものとして注目される[13]．また，そうした理論的成果にもとづいて，由良川流域の単位図の諸要素の決定に関して行なった石原（藤），志賀の研究も興味が深い[14]．

2） 水理学的方法による出水解析法　出水解析法に水理学的な取扱いを導入しようとした研究の端緒は，岩垣，末石冨太郎によって行なわれた．すなわち，岩垣らは，比較的急勾配の開水路に，ある時間横から一様な流入量のある場合の不定流について，特性曲線法を用いて解く方法を提案し，その数値計算例を示すとともに，同じ条件のもとでの実験値と理論値とを比較し，満足な結果をえた[15-17]．ついで，末石は，この基礎的成果にもとづいて，出水解析を行なうための対数図式法を提案し，それを大戸川の出水解析に適用して良好な結果をえた[2]．岩垣も，同様な方法を由良川の出水解析に適用し，出水解析に対して有効な方法であることを指摘している[18]．

また，速水は，降雨の流出を算出する一つの方法を系統的に展開し，降雨量や浸透量の不確定さ，地形，地被状態の不規則さを水平混合の概念に包括して，これを水平混合係数として表現した流出方程式を導いている[19,20]．こうした水理学的な研究は，出水解析法に新らたな思想を導入したものとして極めて意義が深いが，計算法が繁雑であることや，当時においては流出現象に関する知識が未だ十分ではなかったという事情から，なお実用化には不満な点があった．上と同様な立場にたって，流域の表面状態の不規則性や降雨の場所的変動をも考慮した雨水流出演算用アナログコンピューターの試作に成功している石原（安）の研究は注目に値する[21-24]．これは，従来の出水解析法の大きな欠陥であった計算の繁雑さの解消を計ったものであり，さらに精密な流出特性を組み入れていけば，水理学的な出水解析法を実用化するものとして大きな期待がもてる．

最近，石原(藤)，高棹，梅田貞雄は，流出現象の項で述べた諸成果を基礎として，新らしい有効降雨の算定法，流出解析法を提案しているが，これは流出機構をできるだけ忠実に考慮した普遍的な出水解析法の確立を目指したものであって，今後の一層の進展が望まれよう[25,26]．

発 表 論 文

1〕 石原藤次郎，上山惟康：単位図に関する研究，石狩川洪水量調査書，昭26.8.

2〕 石原藤次郎，上山惟康，石原寿：水文学からみた由良川流域の二，三の特性について，土木学会第9回年次学術講演会概要，昭28.5.

3〕 石原藤次郎，田中要三：由良川出水の単位図的解析，土木学会第10回年次学術講演会概要，昭29.5.

4〕 石原藤次郎，金丸昭治，中川博次，瀬尾貞甚：由良川水文調査中間報告書，防災研究協会，昭29.

5〕 石原藤次郎，金丸昭治，中川博次：由良川水文調査報告書，昭30.

6〕 石原藤次郎，田中要三，金丸昭治：わが国における単位図の特性について，土木学会誌，第41巻，第3号，昭31.3.

7〕 石原藤次郎，金丸昭治：降雨条件の変動による単位図の変化について，土木学会論文集，第32号，昭31.3.

8〕 石原藤次郎，金丸昭治，中川博次：わが国河川の総合単位図の研究，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31.11, pp. 181～190.

9〕 T. Ishihara, A. Kanamaru; On the Applica-

tion of the Unit Hydrograph Method to Runoff Analysis for Rivers in Japan, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 37, 1958.
10〕 矢野勝正：降雨と河川流出の水文学的研究，新砂防，14，昭29.7.
11〕 石原藤次郎，高瀬信忠，小林茂：由良川水文調査報告書，昭31.
12〕 石原藤次郎，高瀬信忠：流出函数による由良川洪水の解析，土木学会論文集，第57号，昭33.7.
13〕 石原藤次郎，高棹琢馬：単位図法とその適用に関する基礎的研究，土木学会論文集，第60号，別冊（3－3），昭34.3.
14〕 石原藤次郎，志賀是文，梅田貞夫：由良川水文調査報告書，昭33.
15〕 岩垣雄一，末石富太郎：模から一様な流入のある開水路の不定流について，土木学会誌，第39巻，第11号，昭29.11.
16〕 Y. Iwagaki, T. Sueishi: On the Approximate Calculation for the Unsteady Flows in Open Channels with Lateral Inflow, Proc. of the 4th Japan National Congress for Applied Mechanics, Sept., 1954.
17〕 Y. Iwagaki: Fundamental Studies on the Runoff Analysis by Characteristics, Dis. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No.10, 1955.
18〕 岩垣雄一：特性曲線法による流出の解析について，第12回年次学術講演会概要，昭32.5.
19〕 速水頌一郎：降雨の流出解析について，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31.11, pp. 168～180.
20〕 S. Hayami: Water Mass Analysis Applied to River Outflows, Pub. nº. 37. L'Association International Hydrologie, 1955.
21〕 石原安雄：雨水流出用演算器について，第13回年次学術講演会概要，昭33.5.
22〕 石原安雄：雨水流出用演算器について，土木学会論文集，第60号，昭34.1
23〕 石原安雄：アナコンによる発電水力の水理現象の研究，電気公論，昭33.10.
24〕 石原安雄：高速度計算機の土木工学への応用，昭和35年度講習テキスト，土木学会関西支部，昭36.2.
25〕 石原藤次郎，高棹琢馬，梅田貞雄：有効降雨の意義とその分離方法，第5回水理研究会前刷，昭35.5.
26〕 石原藤次郎，高棹琢馬，梅田貞：単位図法の新しい計算法，第5回水理研究会前刷，昭35.5.

関 連 論 文

1） 金丸昭治，梅田貞夫：総合単位図に関する研究（第2報），第14回年次学術講演会概要，昭34.6.
2） 末石富太郎：特性曲線法による出水解析について，土木学会論文集，第29号，昭30.12.

（6） 地下水に関する研究

水工学上の諸問題と関連して，地下水の性状は重要であり，その関連分野は多岐にわたっている．ここでは，地下水流，地下水流出，および塩害に関連した研究活動を述べることにするが，地盤沈下あるいは堤体浸透などについては，土堤体の沈下と破壊防止，および地盤沈下の項を参照されたい．

1）地下水に関する研究　地下水に関する研究は主に地盤沈下や塩害の問題に関連して進められた．従って問題は主に被圧海岸地下水に関するものである．被圧地下水の研究が Theis (1935), Jacob (1940) や野満(1943)らによる弾性帯水層の概念の確立によって飛躍的に進歩したことはよく知られている．ここに述べる研究もその応用あるいは発展である．

速水，国司秀明および田中[1]は南海地震（1946）による地盤沈下のために起こった徳島県下の殿倉地帯，川内村（現徳島市）の塩害を調査し，潮汐による地下水位変動の観測から，初めて洩水のある被圧帯水層の概念を導入した．すなわち，水田の底は薄い沈泥まじりの粘土からなる半不透水層で，その下の地下水は被圧状態にあり，その圧力によって上部の半不透水層へ徐々に浸透し洩水していく．その結果，地盤沈下で相対的に海水位の上昇した海岸地下水では，下部に浸入している海塩水が次第に表面にあらわれ，塩害が起こり始めることを明らかにした．

このように，海水と接している海岸地下水系の性質を，潮汐伝播の様相から推定する方法は一つの有力な手段である．速水[5]は最近兵庫県灘地区の表層地下水について同様な観測を行ない，振巾の減衰にくらべて位相差が非常に大きいという特異な現象を見出し，その可能性を説明する一つのモデルとして，表層帯水層の成層モデルを提案した．すなわち，この地区の帯水層は一様でなく，透水係数が下層ほど大きいと考えられ，その一つの極限モデルとして，洩水あるいは浸透によって結合された上下二層からなる成層帯水層が考えられた．上層は不圧地下水であるが，下層は被圧地下水と考えられる．このモデルによると，上層不圧地下水潮汐の振巾の減衰と位相差とは，減衰も位相差も少ない被圧下層からの洩水によってともに少なくなるが，両者への効果は同じでなく，洩水がとくに大きくない限り，位相差にくらべてより多く減衰の程度が弱められる．このモデルは現実によくある非等方性帯水層や，たがいに結合しあった多層帯水層系への橋渡しモデルとも考えられ，非常に興味深い．

また一方，地下水位は井戸による揚水や注水のような人工的原因によっても変化し，過剰揚水のために全国諸所で地盤沈下が起こっていることはよく知られている．速水，国司[2]は大阪や尼崎における地盤沈下に関連して，大阪，十三における揚水実験の精密な解析から，帯水層は完全な弾性体でなく，ヒステレシスを持つことを示した．すなわち，地盤沈下のあるような地域での揚水実験では，しばしば揚水時の水位降下にくらべて，揚水停止後の水位恢復のいちじるしく早いことが観測されるが，その原因の説明は帯水層を完全弾性体と考える限り

非常に困難で，むしろ帯水層自身も粘土層同様圧縮膨脹の循環過程で不可逆的な性質——ヒステレシス——を持つと解釈する方が自然であることを示し，この仮定から逆に帯水層圧縮率の変化の興味ある様相を計算によって示した．このことはまた速水，赤井浩一[3]による模型実験でも確認されている．速水，国司はこの事実に基づいて，地盤沈下の原因として従来の粘土層の圧密説に対し，帯水層の弾性ヒステレシス説を提唱したが，これについては地盤沈下の研究の項でふれた．

またさらに，これら塩害や地盤沈下防止の一方策として，井戸による地下注水の問題がある．地下注水は多くの場合定圧の下で行なわれるが，注水量一定の場合の理論解はすでによく知られているのに，定圧注水の場合の理論が欠けていたために，その性質にはあいまいでわかりにくい点が多かった．国司[4]はラプラス変換を利用してその厳密解および近似解を導き，その理論的性質を明らかにした．その結果によると，注水による周囲の水圧上昇の様相は比較的短かい時間の間に擬似定常の状態に達し，以後次第に圧力の影響圏は拡大し，注水量は減少していくが，影響圏の大きさは井戸の径に一応陽に比例するのに，注水量の方は注入圧力には比例するが，井戸の径には陽には関係せず，第二種井戸関数となづけられた関数を通して関係することが示された．

また，村山朔郎，赤井，鈴木伸彦は，現地揚水試験による帯水層常数の決定法について研究している．従来，理論的に不明確のまま取り残されてきたこれらの諸問題に対して，村山らが大阪市内の被圧地下水の揚水試験でえた実測記録から，地質水理学的な検討を加えた．その結果，いわゆる定常解の式が成立するのは，二つの観測井間の水圧低下量が一定となる準定常状態においてであって，これは揚水開始後極めて短時間の間に達成されることを示した．その他，観測井の位置，影響圏半径および他の水理境界からの干渉など，井戸問題で重視すべき諸事項について，解析的考察を行なっている[6]．

被圧地下水流は線型偏微分方程式で表わされるが，境界条件が複雑になると計算に労力を要する場合が少なくない．石原（安），湯浅博明はこうした場合に電気的類似法によると比較的容易に問題が解決できることを説明し，一例として，一つの井戸がある場合に，流量を電流に，圧力を電圧に対応させて，コンピューターを試作し，良好な結果をえている[7]．

このように海岸被圧地下水の水位変動は，その海への開口端から直接伝播してくる潮汐や井戸揚水などで起こるが，このほかにその帯水層にかかっている荷重の変動でもひきおこされる．このことはすでに古くから知られていたことではあるが，近年吉川により，愛知県海部郡の海岸地下水の潮汐について，初めて定量的な解析が行われた．速水，国司および樋口明生（未発表）は徳島市内の地下水について，わが国有数の大河川，吉野川の感潮による荷重変化の影響があることを見出した．また速水（未発表）は新潟地区の多層の潮汐観測の結果の複雑な様相も，この潮汐による荷重変化に基因するとして理解されることを示し，同時にこの種の水圧変化によっても地盤沈下の起こることを明らかにした．大阪市内の各河川に沿った地域がとくに沈下の大きいことも，おそらくこの種の水圧変化に基因するものと考えられ，目下研究がすすめられている．

2) 地下水流出　地下水流出は水の輪廻の一過程であるが，工業用水，飲料水，灌漑用水，あるいは発電用水として，利水上極めて重要であって，その性状を的確に把握しなければいわゆる渇水災害が生じるのである．

矢野，石原(安)は，未開発地における河川の流出量，とくにその日流量を推定する方法を検討しているが，その方法としては，降雨量か推定するものと類似の他の河川流量から推定するものとに分けることができ，また計算の手法の面からは，流量記録による方法，有効降雨による方法，および単位図的方法とに分類できるとして，各方法によって紀の川の上流地，鷲家口地先より上流の流域の日流量を推定した．その結果から，流量記録の少ない未開発地域の流量を求めるときには，上述の各種の方法を適用してみて，平均的な意味における流量を推定することがもっとも好ましいと結論しているが，従来強く関心が払われながら解決方法が確立されていなかったこの種の問題の解決に，先鞭をつけたものとして注目される[8]．

発 表 論 文

1) 速水頌一郎，国司秀明，田中要三：地盤沈下による海岸地下水の変動と塩害について，京大防災研究所報告，第3号，昭25.

2) 速水頌一郎，国司秀明：大阪市及び尼崎市における地下水圧の変動と地盤沈下(Ⅱ)，大阪湾港湾技術調査会．昭和27年度事業報告書，昭28.

3) 速水頌一郎，赤井浩一：大阪市及び尼崎市における地下水圧の変動と地盤沈下(Ⅲ)，大阪湾港湾技術調査会，昭和29年度事業報告書，昭30, pp. 110～116.

4) 国司秀明：竪井戸による定圧注水及び揚水の理論(Ⅰ)，京大防災研究所創立5周年紀念論文集，昭31, pp. 75～83.

5) 速水頌一郎：海岸地下水の潮汐変化から推算した透水係数，灘地区第二次地下水調査会付録資料，昭35, pp. 14～22.

6) 村山朔郎，赤井浩一，鈴木伸彦：被圧地下水の揚水による帯水層常数の決定に関する二，三の考察，土木学会論文集，第49号，昭32. 10, pp. 25～31.

7) 石原安雄，湯浅博明：電気的類似法の被圧地下水への応用，土木学会誌，第39巻，第10号，昭29. 10.

8) 矢野勝正，石原安雄：雨水による流出量の推定に関する調査研究，防災研究協会，昭35. 1.

（7） 地面浸食に関する研究

雨水の流出は必然的に地表面の浸食をともなうものであって，この浸食現象は農地や山腹とが路面の保全に対して極めて重要な問題であることはいうまでもない．雨水流出による地面浸食の機構を論ずる場合には，地面からの土砂のはく離の問題と，はく離した土砂が流送される問題とに分けて考察する必要がある．前者がいわゆる土壌浸食にあたるわけであって，地面に落下する雨滴の衝撃による土壌の散乱は，地面からの土砂のはく離を助長し，雨水の表面流による土壌浸食量を増大させる．後者は水深が極めて小さい流れ，すなわち薄層流による土砂の輸送の問題であり，本質的には流砂の現象であることはいうまでもなく，したがってこの領域についての研究活動は別途説明されているのでここでは省略する．

まず，前述した雨滴の作用に対しては，従来 Ellison はじめ多くの人々によって実験的な研究が進められてきたが，あまりにも複雑なこの現象を解明することができず，諸実験結果の関連さえも明らかでないようである．岩垣，土屋義人[1]は砂あるいは砂質土からなる平らな面について，一滴の人工水滴による浸食について詳細な実験を，乾燥状態，湿潤状態および表面水がある場合のそれぞれに対して実施し，こうした水滴による浸食量がほぼ水滴の運動量に比例すること，砂および砂質土の空隙率および含水比，ならびに表面水の水深が浸食量に非常に影響することを多くの実験結果によって示し，さらに表面水がある場合の，砂面が落下する水滴によって攪乱されなくなる限界の水深に対する実験式を提案するとともに，実験結果に基づいて地面の保全に関する若干の考察を行なった．

前述したように，地面浸食の機構は水滴による地面浸食とともに流水による土砂のはく離現象が重要な問題となるが，極めて多くの要素に支配されるので，的確な水理学的な考察は行ないえないであろう．岩垣，土屋[2]はこうした問題の解明に対する第一歩として，砂あるいは砂質土からなる地面の流れによる浸食を考察するために，土砂のはく離量，表面流量および流出土砂の粒径の時間的変化，あるいは雨水流による土砂の輸送量などを測定した．その実験結果を従来の諸実験結果と比較して，さらにその機構に立脚して土砂のはく離量に関する一つの無次元表示を提案し，こうした現象の統一化を試みた．また，一様流れの場合と雨水流による場合とを比較して，土砂のはく離に対する雨滴の効果を明らかにした．同様な考え方を現地の裸地斜面における地面浸食の問題の究明に適用した結果はつぎのようである[1]．雨水流による地面浸食の現象を，雨滴の効果をも含めた雨水流の掃流力によって進行するものと考え，実測資料について浸食土砂量を無次元表示するために，土砂面における流れの抵抗法則に関する実験を行なった．この結果を用いて浸食土砂量に関する無次元化した実験公式をうるとともに，雨水流による土砂のはく離と輸送について考察した．

一方，雨水流による地面浸食が進行するにしたがって，一般に，地面を構成する土砂の粒度分布はしだいに粗くなり，それと同時に，流れの抵抗法則が変遷し，また雨水流出量の変化とともに浸食土砂量は減少していくようである．こうした現象の解明は流出問題および地面保全問題の究明に対して極めて重要なものと考えられる．土屋[3]はそのような現象の解明に対する第一歩として，一様流れによる場合と雨水流による現地の裸地斜面の変遷とについて考察し，とくにこうした過程の終局的状態の存在を実験的に明らかにするとともに，その状態において地面を構成する土砂の粒度分布を，限界掃流力に関する研究をもとにして推定する方法を提案した．さらに同様な手法を現地斜面に対して適用して，終局的状態における粒度分布を推定し，その斜面の変遷過程とその終局的状態との関連について考究した．

以上述べたような地面浸食の過程においては，はく離した土砂粒子が薄層流によって輸送されるわけであるが，その場合斜面が十分急であるとしばしば転波列が発生する．Horton はこうした転波列が地面浸食に大きな影響を及ぼすであろうことに着目して，その機構を解明しようとしたが，転波列の特性が十分究明されていなかったので，抽象的な結論にとどまらざるをえなかった．石原（藤），岩垣，岩佐義朗らは[4,5]こうした転波列に関する研究を詳細に行ない，Dressler と同様な方法によって理論的考察を進め，また実験結果と比較検討してその妥当性を明らかにした．そして理論的考察からえられた転波列の水理学的特性に基づいて，土砂輸送に対する転波列の効果を理論的に考察し，極めて興味深い結論をえた．さらに，そうした転波列の発生条件を種々の断面をもつ水路に対して追求し，地面浸食の進行にともなって発生するガリと転波列の発生との関連を明らかにした[6]．

地面浸食に関する研究は，とくに土砂のはく離の現象が介入する場合は極めて複雑な現象であることから，水理学的な解明はほとんど望まれないが，以上述べた研究成果をもとにして，こうした現象を少しでも科学的に議論できるように研究を進めていくつもりである．

発 表 論 文

1] 岩垣雄一，土屋義人：水滴による地面浸食に関する二，三の実験，土木学会論文集，第35号，昭31. 6, pp. 55～63.
2] 岩垣雄一，土屋義人：雨水流による土砂の剥離と輸送について，土木学会論文集，第51号，昭32. 12, pp. 34～40.
3] 土屋義人：地面浸食による裸地斜面の終局的粒度分布について，京都大学防災研究所年報，第4号，昭36，(印刷中).
4] 石原藤次郎，岩垣雄一，岩佐義朗：急斜面上の層

流における転波列の理論—薄層流に関する研究(第5報)—，土木学会論文集，第19号，昭29.4, pp. 46～57.
5〕 岩垣雄一，岩佐義朗：転波列の水理学的特性について—薄層流に関する研究(第7報)—，土木学会誌，第40巻，第1号，昭30.1, pp. 5～12.
6〕 石原藤次郎，岩垣雄一，岩佐義朗：地面浸食の機構と転波列，京都大学工学研究所彙報，第7輯，昭30.3, pp. 23～38.

関 連 論 文

1) 土屋義人：地面浸食に関する二，三の水理学的考察，土木学会論文集，第59号，昭33.11, pp. 32～38.

(8) 水文統計とその水工計画への応用

降水量，河川流量その他各種の水文量は，自然界における物理的要素と確率的要素に支配される不定量であって，諸般の水工計画に際し，これらをどのように推定し，あるいはどのようにして計画の基準を定めるのが合理的であるかは，きわめて重要でかつむづかしい問題である．そこで，主としてこれら水文諸量の系列を，ある自然法則にしたがう確率過程の実現値とみなして，その間に内在する統計的法則を追求し，水工計画に役立てようとする研究が有用視されるわけである．

石原(藤)，岩井重久ら[1-9]が水文諸量の非対称分布に着目して，対数正規分布にもとづく各種の統計的推定法を提案し，この種分野を開拓しだしたのはすでに10数年も前のことである．すなわち，窮迫した国情に対処すべく各種水工計画の合理化に貢献しようとして，確率雨量，確率洪水，確率渇水などの統計的概念ないし手法の水工計画への導入を強調したわけであるが，今日では，このような概念が広く水工計画に取り入れられ，また，数多くの研究成果がみられるに至っていることは周知のとおりである．

1) 分布のあてはめに関する研究　水文量の分布あてはめに関する石原(藤)，岩井らの初期の研究[1-9]の大部分は，対数正規分布に関するいわゆる岩井法を基本とするものであった．その後，Thomas, Gumbel などの順序統計学的思想の流れを汲む岩井[11]，角屋睦[12,13,16-18]，高瀬[20]らの論文があいついで発表され，石原(藤)，高瀬[5]は対数正規分布の積率解を提示した．積率解そのものについては Slade, 岩井[6]などの研究がある．本研究は有用な数表を準備して，これらの解を簡明に実用化したものであり，さらに，非対称分布の積率解共通の難点であるヒズミ係数の偏倚の問題を，近似的に Hazen Plot を用いて解決したものであって，対数正規分布の積率解法としては現今もっともすぐれたものといいうるであろう．

角屋[6]は水文量の Plotting Position について理論的考察を試み，経験的分布関数の推測に用いられる Plotting Position と，理論解に準用されるべき Plotting Value の概念とを区別すべきことや，Hazen Plot が Plotting Value の値によい近似を示すことなどを明らかにするとともに，極値（最大値）の分布に関するさきの理論的研究[16,17]を，Plotting Value を用いて実用化した[11]．また，角屋[9,13]は年最大水文量の分布あてはめに対して，順序統計学的に導かれる極値（最大値）分布の優点を強調し，雨量分布を例にとって母分布との関連性を明らかにし，両者の実用的変換式，確率水文量の推測に年最大水文量を用いてよい根拠，確率水文量の概念を何年確率と何回確率の両者に区別すべきことなどを提示している．

2) 検定，推定論的研究　水文統計で用いられる分布の適合性の検定方法については，すでに石原(藤)，岩井ら[5]によって χ^2-検定方式が提示されているが，その後 Gumbel の思想を汲む角屋[12,13]の変動域論が発表され，また，これを実用上いま少し簡易化してよいとの見解を示した高瀬[20]の研究もある．これは順序統計学的思想にもとづくもので，信頼限界法を示した角屋の研究[6]もほぼ同じ思想によるものである．

これまでの水文統計法は，いずれかといえばなお大標論的思想を脱却しえないものであったが，角屋[12]は小河原と同じような思想の下に，正規標本に関する Thompson の棄却検定法を準用して，極値（最大値）標本および対数正規標本に関する異常値の概念およびその推定方式を提案するとともに，二項分布と組合せて，データの棄却検定方式や，実用計算に必要な有用な数表類をも示した．

水文統計学の近代化については，なお多くの問題が残されてはいるが，これらについてさらに研究を続行中である．

3) 時系列論的研究　以上の研究はすべて水文事象の定常独立性を前提としたものであって，水文事象に周期性が認められる場合には，これらの推論結果のみでは不十分である．これはわが国のみならず，欧米各国でも十年来論議されている問題であり，現今の水文データの整備段階では，にわかに結論しがたい問題のようである．大湖沼や大河川あるいは比較的局所的歪曲のないような自然物では，第1項で述べた志田博士（京大気象学特別研究所），速水（Jour, Shanghai Soc. Inst. 1938, 1940）その他の研究にみられるように，気候の永年変化がかなり顕著のようであるが，石原(藤)，上山[1),10)]の研究では，小河川のように局部的歪曲の度合が大きいものでは偶発的様相が卓越することを示している．すなわち石原(藤)らの研究は利根川，淀川，加茂川などの洪水流量の周期変動を吟味し，水工計画に資そうとしたものであるが，その結果，利根川では太陽黒点数の変動とかなりの対応関係がみられたに対し，他は対応関係がはっきりし

ていないことなどを明らかにしている．

その後，この種の問題や非定常の懸念を示した論文[14,15]，利根川の確率洪水量決定に周期解析を強論した伊藤博士の論文などがあるが，高瀬[19]の研究は，水文諸量の対数正規変換によって原系列の系列相関係数が小さくなり，定常独立としての取扱いが許される事例の多いことを検証したものであって，石原(藤)，上山の指摘した事項を実証したものともいえる．

もとより水文諸量の取扱いには，これを支配する自然物理的要素の解明，影響度の吟味が重要なことはいうまでもないことであって，とくに外見上の非定常性の吟味に主眼をおいて，この種の研究を鋭意続行中である．

4) 流況曲線，降雨曲線の研究　河川の流況は利水面，洪水調節ダムの操作などに関連して重要であって，石原（藤），岩井[5]がこの種の問題の統計的な概念を提起したのは，かなり以前のことであった．最近の流況曲線に対する考え方には，ほとんど統計的思想が折り込まれ，続々と有用な研究が発表されている現状は大きな進歩ということができる．

降雨曲線についても同様であって，石原（藤），岩井[3]が統計的概念の導入を強調し，対数正規分布にもとづく新形式を提案して以来，この種の思想によるものがかなりみられるようになってきた．非常に短時間の雨量強度を扱う降雨曲線とは多少おもむきが異なるが，これまでほとんど未分明のまま残されてきた雨量配分の問題を石原（安），角屋[8]が扱っている．これは問題を確率論的に取り扱ったもので，例えば，T 時間雨量 R よりそれより，短時間の t 時間雨量 r_t を推定する式として，$(1-r_t/R)^{T/t-1}=(t/T)\beta$（ただし β は片側危険率）を提示した．なおこのような確率的性格をもつ問題は，単独に利用されるよりむしろ，たとえば，地形効果を考慮したピーク流出量の推定[14]などに応用されるべきであって，従来のいわゆるラショナル式にかわるべきピーク流量の算定方式に関して研究中である．

雨量配分の問題をも含めて，一般に降雨曲線は，本来短時間になるほど統計的性格より物理的要素に多分に支配されるはずで，このような観点より再検討されるべきであって，目下いわゆる水理気象学的研究をも進めつつあることは前述のとおりである．

5) 水工計画への応用　水文諸量の統計的方法は，水工計画に有用な情報を提供するための一つの有力な手段であって，問題はこれらの成果をいかに実際の水工計画へ応用するかにあるわけである．石原（藤），岩井[7]が水工計画への統計的概念の導入を強調して以来，各地の計画にこの種の思想がかなり反映してきたが，なかでも米田博士の淀川に関する研究，中安博士の千代川に関する研究は，その具体的手法を示した注目されるべき研究であった．石原（藤），上山[2]の忠別川に関する研究は乏しいデータを活用しうるだけ活用して新方式を提示し，とくに，治水計画の経済効果算定の一般方式を明確にしようとしたものであり，石原（藤）[3]はこれらの論文に含まれる問題点を詳細に論じ，計画高水流量決定に関する新方式についてその考え方を説明した．また石原(藤)，末石ら[7]の研究は内水排除計画への具体的応用の手法を示したもので，現今重要課題となっている内水問題の解明に有用な指針を示したものといえよう．こうした実際の水工計画への応用については，それぞれの場合に応じて特別に考究されるべき問題も少なくないはずであって，また水文統計に関する究極の目的でもあるわけで，とくに最近の新らしい研究成果を利用して大いに研究を進めるつもりである．

発表論文

1] 石原藤次郎，上山惟康：年最大洪水量の長期変動について，土木学会誌，第37巻，第11号，昭27, pp. 7～12.

2] 石原藤次郎，上山惟康：忠別川の計画高水流量について，全国災害復旧促進連盟，昭28.

3] 石原藤次郎：計画高水流量について，土木学会水工学論文集，昭28, pp. 133～150.

4] T. Ishihara and S. Iwai: Studies on the Probable Flood Discharge in Japanese River. ECAFE/FLOOD/WRD/61, 1954.

5] 石原藤次郎，高瀬信忠：対数正規分布とその積率による解法，土木学会論文集，第47号，昭32, pp. 18～23.

6] 角屋睦：水文量の PLOTTING POSITION について，京大防災研究所年報第3号，昭34, pp. 74～86.

7] 石原藤次郎，末石富太郎，志賀是文，江崎一博：京都府西高瀬川下流部の内水排除計画について，京都府，昭34, pp. 1～27.

8] 石原安雄，角屋睦：雨量配分に関する確率論的研究，第5回水理研究会前刷，昭35, pp. 21～24.

9] 角屋睦：雨量分布とその年最大値の分布，京大防災研究所年報，第4号，昭36,（印刷中）.

10] 角屋睦：対数正規分布の適用範囲，定数，土木学会関西支部研究発表会前刷，昭34, pp. 109～113.（農業土木研究別冊第3号印刷中）.

11] 角屋睦：極値（最大値）分布の実用解，農土学会京都支部，34年度研究発表会要旨集，昭35, pp. 14～20.（農業土木研究別冊第3号印刷中）.

12] 角屋睦：異常（確率）水文量とその棄却検定，農土学会京都支部35年度研究発表会要旨集，昭35, pp. 12～20.（農業土木研究別冊第3号印刷中）.

13] 角屋睦：指数型分布と確率旱天日数，農土学会36年度講演会要旨集，昭36, pp. 175～177.

14] 石原安雄：最大洪水流量に及ぼす地形効果について，土木学会第16回年次講演会講演概要集，第V部，昭36, pp. 101～102.

関連論文

1) 石原藤次郎，岩井重久：水文学—水文図学—水文統計学 I，II，土木技術，第1巻，第4号，第1巻，第5, 6号，昭21.

2) 岩井重久：本文学における非対称分布について，

土木学会論文集，第1, 2号，昭21, pp. 93～116.
3) 石原藤次郎，岩井重久：降雨曲線の決定に関する一統計的方法，建設工業，第1巻，第1号，昭22, pp. 51～62.
4) 岩井重久：確率洪水推定法とその本邦河川への応用，統計数理研究，第2巻，第3号，昭23, pp. 21～36.
5) 石原藤次郎，岩井重久，川本正身：流況曲線の統計的推定法，土木研究1，昭23, pp. 29～58.
6) 岩井重久：Slade 型分布の非対称性の吟味及び2, 3の新解法，土木学会論文集，第4号，昭24, pp. 84～104.
7) 石原藤次郎，岩井重久：水文設計学よりみた本邦河川計画の合理化について，土木学会誌，第34巻，第4号，昭24, pp. 24～29.
8) S. Iwai: Duration Curves of Logarithmic Normal Distribution Type and Their Applications, Memoir of Faculty of Eng., Kyoto. Univ., 1950.
9) 上山惟康：降雨から確率洪水流量を推定する方法について，土木学会誌，第36巻，第7号，昭26, pp. 26～31.
10) 上山惟康：洪水の周期変動について，土木学会誌，第37巻，第11号，昭27, pp. 1～6.
11) 岩井重久：米国における水文統計学について，土木学会水工学論文集，昭28, pp. 117～132.
12) 角屋睦：計画洪水量に関する順序統計学的考察，農業土木研究，第21巻，第3号，昭28, pp. 188～195.
13) 角屋睦：計画降雨量に関する順序統計学的考察，農業土木研究，第22巻，第4号，昭29, pp. 1～10.
14) 角屋睦：水文資料取扱に関する2, 3の基礎問題，農土学会京都支部研究報告6，昭30, pp. 43～46.
15) 角屋睦：水文量の長期変動と水工計画量に関する研究(I)，農業土木学会31年度講演要旨集，昭31, p. 25.
16) 角屋睦：極値分布とその一解法，農業土木研究，第23巻，第6号，昭31, pp. 27～35.
17) M. Kadoya: The Extreme-Value Law and its Some Solutions for Engineering Problems, Proc. 6th Japan National Congress for App. Mech., 1956, pp. 507～509.
18) 角屋睦：農耕地排水計画における計画雨量について，農業土木研究，第24巻，第8号，昭32, pp. 17～18.
19) 高瀬信忠：時系列論よりみたわが国水文諸量の性格について，土木学会論文集，第43号，昭32, pp. 38～42.
20) 高瀬信忠：対数正規分布に関する順序統計学的考察，土木学会論文集，第47号，昭32, pp. 24～29.

11. 河川災害の防止軽減に関する研究

河川が人類の生活，文化を育み，政治の源がその統御に始まったことはあらためて述べるまでもない．しかし数限りない河川工事によって幾多の変遷を経た今日においても，河川災害はその跡を絶たない．その理由の一半は社会，経済の発展がつねにより高度の河水統御を必要とし，年ごとに時代の要請が変化し，複雑化することにあるが，同時にまた河川における諸現象が複雑であって，それらの解明が容易でないことにもその一半がある．

河川災害の原因は要するに上流から流下する流水と流砂あるいは流木に対して，河川がこれらを安全に流下させることができないことにあり，その防止軽減にはまず河川におけるそれらの特性と流下能力を適確に把握しなければならない．以下にこれらの諸問題に関する成果の一端を課題別に述べよう．

(1) 洪水流に関する研究

洪水対策の基本課題を水の流れの面からみれば，雨水流出の問題，河道，貯水池における洪水流下の問題およびそれらの水の運動の把握に立脚した洪水調節の問題に大別できる．

これらの一連の研究は，矢野勝正，石原安雄，速水頌一郎および石原藤次郎を中心に進められ，着々とその成果が得られているが，雨水流出については，災害の水文学的研究の項に記述されているから，ここでは，水の流れの面からみた河道，貯水池における洪水流の動態と，洪水調節に関する成果について述べよう．

1) 河道における洪水流の特性に関する研究

洪水流を厳密に論ずるには，流体運動の基礎式であるNavier-Stokesの運動方程式と連続方程式を用いればよいわけであるが，これらの方程式を複雑な条件のもとに解くことはすこぶる難事である．河床状態，勾配および河巾などが平均的にいってほとんど一様とみなせるような河道においても，詳細に観察すれば，必らず瀬，渕，洲が錯綜して，複雑な形状を呈し，しかも時間的にもつねに変動している．速水[1,2]はこのような不規則さによる変動流の影響を統計的に処理し，流水方向の水平混合としてあらわすことを提案し，変転きわまりない河道を流下する洪水流の新らしい理論を展開した．この基礎方

程式は Convection の項を含む非線型の拡散方程式であるが，摂動法による近似解を導き，江戸川における人工的単一洪水の実測値との比較から，それらの理論値が十分満足すべき結果を与えることを確認した．また矢野[3,4]は河床勾配，初期水深および河床粗度が洪水流の特性に及ぼす影響を明らかにするために，洪水期間中の平均水深に対して水位変動高の半波高が小さいとし，さらに Froude 数が一定であると仮定して，理論的近似解を導き，河床勾配が緩いほど洪水の偏平化が著しいこと，河床粗度が小さいほど伝播速度が大きく，かつ波形の変化が少ないこと，また初期水深は波形の減衰には大きな影響を及ぼさないが，伝播速度を大きくすること，などを指摘した．こうした理論的研究は洪水流を数学的に取り扱い，解の一般的特性を洞察したものであるが，さらに，石原(藤)，石原(安)ら[5-7]は流体系を電気系に直接対応させる直接型相似演算器を利用して，水理現象を解明することを試み，河道における洪水流に対する演算器について研究を進め，実際河川に対する洪水追跡器の試作に成功した．この追跡器は速水の導いた基礎方程式にもとづくものであるが，実河川への適用における，遊水池，分合流，下流端における境界条件，水深の零点ならびに方程式中の含まれる河相係数および常数の決定などの重要な問題に対する対策あるいは方法を明確にし，木曽川および淀川などの実河川に適用して[8]，それがきわめて満足すべきものであることを確認している．またこの演算器の利用は実河川における洪水流の実態を解明するだけに止まらず，河相の経年変化を明らかにするものとして注目されるものである．

2) 貯水池における洪水流の特性に関する研究

河川総合開発事業において，貯水池に寄せられる期待は非常に大きいものがあり，洪水の調節および水資源の高度利用の要請を担って，各地にダム建造が進められている．しかし治水と利水の両面は利害相反する場合が少なくなく，貯水池における洪水流の実態を的確に把握することが，総合開発の効果を十分に発揮する上にきわめて肝要である．

まず，貯水池における洪水の伝播と変形が問題であり，一般に貯水池は洪水を遅滞低減すると考えられているが，従来，その機能に関する適確な説明がなく，種々異論があった．矢野，足立昭平[9]は木曽川水系丸山貯水池を対象とした模型実験において，自然越流の場合の貯水池内水面変動を詳細に測定し，洪水流に対する貯水池の効果は性格的に，湛水領域，河道領域およびその両領域を接合する遷移領域に分けて考えねばならないことを明らかにした．そして，湛水領域においては，洪水波形はほとんど変形せず，きわめて短時間に伝播するが，貯溜作用による容量遅れが遷移領域に集約されて，この領域で洪水波形は急変し，かつその伝播に著しいずれを生ずることを見出した．足立[10]はこのような領域の性格の差を一様断面水路における非定常流の特性曲線方程式から説明づけ，貯水容量とダム地点の流出条件によって容量遅れが決定づけられ，貯水池における洪水伝播に関して，実用上貯水面が常にほぼ水平であると仮定して十分であることを指摘した．また石原(安)[11]は遷移領域および湛水領域は Froude 数，限界勾配と河床勾配との比および洪水波の周期と河床勾配に関連するパラメーターの大小関係によって区分されることを明らかにするとともに，それぞれの領域における基礎方程式を導き，洪水波形の変形および伝播速度ならびに洪水最大流量の伝播速度に関する特性を論じ，自然越流のほか，ダムの放流条件による貯水池の洪水調節効果を吟味した．さらに，石原(藤)ら[12]は電気系による直接相似法を用いて，貯水池用洪水追跡器を試作し，それを木曽川丸山貯水池に適用して，演算器が貯水池における洪水流の特性を調べるうえに，きわめて有効であることを確認するとともに，貯水池における洪水流の特性として，貯水池の洪水調節効果は自由越流のときには放流能力の小なる場合が良好であり，人工的にゲートで調節するときには放流能力の大なる場合が良好であること，最大波高の伝播速度は，湛水領域ではかなり早く，遷移領域では遅いが，最大波高と最大流量が現われる時間は貯水池の入口付近の河道部およびダム地点付近を除いて，貯水池内ではかなりの差異があること，普通の貯水池を対象として，洪水調節計算を行なうときには，貯水面を水平とする従来の仮定がほぼ満足されるが，非常に小規模な貯水池を対象とするときには，遷移領域として厳密な解析を要すること，貯水池の洪水調節効果は，流入洪水および貯水池の形状，大きさによっても影響をうけるが，ダム地点の放流条件によって重要な影響をうけることなどの結論を得た．

3) 洪水調節に関する研究

洪水を処理する治水の方策としては，氾濫の防止と洪水流量の調節がある．前者は築堤，放水路，捷水路などによって，堤内地を守ろうとするものであり，後者は流下する洪水流量をできるだけ減少させて，下流部の河道の負担を軽減しようとするものである．洪水調節の方法としては，森林調節，地下貯溜調節，貯水池調節，遊水池調節，霞堤調節，溢流堤調節および河道貯溜調節などを挙げることができるが，洪水調節は利水面をも兼ねた高度の河水統御の一環として要請されるものであって，貯水池による調節が主役となる場合が多い．矢野[4]，石原(安)[13]は，このような洪水調節方式について，その水理学的意義，計画の基本方針および問題点を論じ，総合的洪水調節の確立に努めてきた．そして，貯水池による洪水調節方式は自然調節（自由放流）方式，ピークカット方式および自由調節方式の三つに分けられるが，貯水

池の洪水調節のための計算には mass-curve を利用する方法が効果的であることを見出し，自由放流方式の場合の貯水池による洪水調節率は，流入洪水の継続時間が長く，排水能力の大きいほど不良であり，ピークカット方式は，洪水波形を同一とすると，総流入量が大きく，ピーク流量が大きいほど調節率が低下することを明らかにし，単一の河道の場合には，ピークカット方式が有効であり，しかもゲート操作が比較的容易であることなどを明らかにした．また河道における洪水流を洪水調節の立場から検討し，下流部に対しては，河道の貯溜効果による自然的洪水調節量もかなりの大きさとなり，上流に設けた貯水池による調節効果が減殺されることを指摘し，両者を総合した調節効果を明らかにした．こうした問題は支川の流量およびダム群の有機的結合によってさらに複雑化され，実際の計画に当っては，貯水池容量の治水，利水の合理的配分の解決を必要とし，これらの究明が引きつづいて継続されている[14]．なお，治水方策の確立，降雨量，流出量などの水文学的条件および流水と同時に流砂，河床変動に関する土砂水理学的条件についての解明が不可欠であることはいうまでもなく，本課題についても，それらの諸問題との有機的関連のもとに研究が進められているが，それぞれ水文および流砂の項に記述されているから，本項では省略する．

発 表 論 文

1] S. Hayami : On the Propagation of Flood Waves, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ., Bulletin No.1, 1951.

2] 速水頌一郎：洪水流の理論について，水工学の最近の進歩（土木学会水工学論文集），土木学会，昭28. 3, pp. 25～48.

3] 矢野勝正：洪水流の特性について，京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 27～40.

4] 矢野勝正：洪水特論，理工図書（理工文庫 No. 308），昭33. 4.

5] T. Ishihara, S. Hayami and S. Hayashi : On the Electronic Analog Computer for Flood Routing, Proc. of the Japan Academy, Vol. 30, No. 9, 1954, pp. 891～895.

6] 石原藤次郎，石原安雄：洪水追跡用アナログ・コンピューターについて，土木学会論文集，第24号，昭30. 4, pp. 44～57.

7] 同上：洪水追跡器の実河川への適用について，土木学会論文集，第43号，昭32. 2, pp. 43～47.

8] 同上：淀川の洪水追跡器について，土木学会誌，第41巻，第8号，昭31. 8, pp. 21～24.

9] 矢野勝正，足立昭平：貯水池における洪水伝播に関する実験的研究，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31. 11, pp. 211～219.

10] S. Adachi : On the Propagation of Flood Wave in the Transient Region between the River Channel and the Storage Region of Reservoir, Proc. of the 6th Japan National Congress for App. Mech., 1956, pp. 367～371.

11] 石原安雄，岸田隆：貯水池による洪水調節とその下流洪水流に及ぼす総合的効果について，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31. 11, pp. 201～210.

12] 石原藤次郎，石原安雄：貯水池用アナログ・コンピューターの試作について，土木学会誌，第41巻，第2号，昭31. 2, pp. 18～23.

13] 石原安雄：洪水演算器による出水とその調節に関する研究，昭33. 10, 学位論文及び河水の制御，制御工学，第2巻，第2号，昭33. 7, pp. 5～10.

14] 矢野勝正：貯水池容量の治水，利水への合理的配分に関する研究，昭和34年度建設技術補助金による研究報告書．

（2） 流砂と河床変動に関する研究

河川は流水の通路であると同時に流砂の通路でもあり，河川の現象は水と砂の相互作用のためきわめて複雑である．したがって，砂の運動を除外しては河川を取り扱うことはできず，河川処理はつねに流砂による河相変貌の見通しのうえに立って行なわれねばならない．古来河川に関した砂の研究は数多く行なわれ，その成果は土壌浸食，飛砂，海岸浸食などの諸問題も含めて，土砂水理学として応用水理学の新らしい分野が形式されつつある[1]．しかしながら，この分野の体系化は最近ようやくその緒についたばかりであり，未解の難問が山積し，その解明がまたれている．それらのうち河川に関する主要な課題を大別すれば，まず流水中の砂の運動に関する限界掃流力，流砂量の基礎的諸問題にはじまり，河川縦断方向の河床の変動とその安定，河川横断方向の流路の変動とその安定および各種水理構造物による局部洗掘とその安定の諸問題を挙げることができる．本研究所において，矢野，岩垣雄一，石原（藤）および速水を中心として，こうした分野の開拓的研究が進められ，着々とその成果が得られているが，その大要を記せばつぎのようである．

1）限界掃流力に関する研究

水路底面に働く流水による剪断応力がある限界値を超えると底面の砂礫は移動し始める．限界掃流力はこのような限界剪断応力をいうのであって，その解明は砂礫からなる河床の洗掘，堆積に関する基本的問題である．岩垣，土屋義人[2,3]はまず砂粒に作用する流体抵抗と圧力勾配による抵抗および重力の力関係を平面上におかれた球状の砂粒に模型化し，乱流理論の概念にもとづいて力の平衡条件式を解いて，無次元表示の限界掃流力関数を導いた．そして，閉管路における実験結果から，理論値を験証し，遮蔽係数と名付けられる一定の実験常数を導入することによって，実験結果とよく一致する関係が得られることを見出し，十分信頼するに足る実験公式として，岩垣公式を提案した．つぎに，同様の取扱い方とこれに若干の修正を加えた方法とによって，砂面上におか

れた球あるいは球状の砂礫の限界掃流力の水理学的機構について解析を進め，無次元表示した限界掃流力が砂面の粗度に関する Reynolds 数と，球および砂面を構成している砂粒の粒径比との関数としてあらわされ，その関係が実験結果とよく一致することを確かめた．さらにその結果および噴流による洗掘限界の実験結果をもとにして，砂礫の混合特性が限界掃流力に及ぼす効果を検討して，移動を開始した砂粒に対応する摩擦速度と水路底面を構成する砂礫の平均粒径を用いて計算される岩垣公式による限界摩擦速度との比が砂礫粒径の標準偏差によって変化することを見出した．

2）流砂に関する研究

流砂の主要な形式は浮遊流砂および掃流砂であり，両者の和が全流砂量であると考えても十分である．浮遊流砂は水流の乱れによる拡散現象の一つであって，渦動拡散係数の導入によって，その輸送機構をある程度理論的に説明づけることができる．しかしながら，理論の展開において，今後の研究にまつべき未解決の問題はきわめて多く，本研究所においても，浮遊流砂の境界値問題，拡散係数の特性および流れの速度分布に関する問題の解明に鋭意努力が続けられている．すなわちこれらの諸問題に関連して，石原(藤)，岩垣，末石富太郎[4,5]は滑面水路に砂を流した場合の流速分布を電磁オシログラフを用いた食塩水法と応用ピトー管法とによって測定することに成功し，底面付近で速度分布が急変し，一様に近づくことを明らかにした．また矢野，大同淳之[6,7]は土砂の浮遊量の増大にともなう流水および浮遊砂の特性の変化に着目して，実験水路における測定から，濃度の増大は速度分布に関する乱流係数（Kármán 常数）を減少せしめるが，同じ濃度でも土砂粒径によって差異のあることを認め，流れの塑性流体（塑性流体としての現象は山地災害に関する研究に含めてある）への遷移を指摘した．

掃流砂は河床上あるいはその近くを移動する流砂を指し，これに対する公式は各種のものが提案されている．しかし，掃流力が限界掃流力を超え，流砂が始まると河床は一定せず，砂漣，砂堆が発生するので，流砂機構が複雑となり，この問題を理論的に解析することは現在のところ不可能に近い．このためもっぱら実験的方法によって無次元量間の普遍的関係式を経験的に求める方法がとられてきたのであるが，残念ながらすべての実験資料によく一致するような関係式はまだ見出されていない．石原(藤)，岩垣，末石[4]はこのような流砂機構解明の手始めとして，土砂を含んだ流れの特性を明らかにするため，滑面水路において，底面に砂が堆積することなく，限界と思われるまでなるべく多くの砂を流すようにして実験を行ない．砂漣の発生しない場合の相当粗度と摩擦速度との関係を導き，さらに従来の研究を参照して砂漣の発生する場合にはその関係式に Froude 数が付加されるであろうことを指摘した．

また岩垣，土屋[8]は実在の砂礫がすべて混合砂礫であることから，混合特性の流砂現象に及ぼす効果を明確にする必要のあることを説き，混合砂の流砂機構の検討を続けているが，まず第一段階として，水路平面が平滑な場合を対象とする場合，砂粒の速度が砂粒近傍の流速と砂粒が動き始めるに必要な流速との差に比例するという見解のもとでは，混合砂中のおのおのの砂粒子の限界掃流力がきわめて重要な意味をもつことを指摘した．掃流砂に関する決定的障害は，さきにも述べたように河床状態の複雑さに起因する流水と砂粒子との間の力学的関係の不明であり，さらに詳細な実験観測に立脚して流砂理論を確立すべく，砂漣，砂堆の河床変動をも考慮した研究が目下計画され実施に移されつつある．

3）河床の変動，流路の変動および安定断面に関する研究

河川は生きものであるといわれるが，このことは河相が年とともに変貌することを意味している．河川の土砂輸送能力は場所および時によって一定していないから，山腹その他から流出した土砂は，その土砂の輸送能力のない所に堆積し，また逆に輸送能力が供給を上廻る所では浸食が進む．こうした流出土砂量と輸送能力との不均衡は河川縦断方向には河床の低下，上昇を，また横断方向には法面の浸食，流路の蛇行をもたらす．土砂輸送能力は流砂量の問題であって，前述のようにその決定的法則が見出されていないから，微小の変化をとりあげて論ずるほどの精度はまだ期待し得ないが，巨視的な流砂量の分布を対象とし，河川の変動傾向を把握しようとする試みに対しては，一応の成果を期待することが可能であり，また現実の河川処理において重要な役割りを果たすものと考えられる．

まず河床の変動について，岩垣ら[9-12]は河床砂礫が主として掃流形式で輸送される場合を解析的に取り扱い，流砂量方程式として，Brown の実験式の形のものに限界掃流力を導入した公式を用いて，河床面の変動に関する特性曲線方程式を導いた．そして，河床砂礫および粗度係数が流れに沿って変化しない場合の水面形と河床変動の傾向との関係は，水深が流れの方向に増大するとき堆積を，減少するとき浸食を生じ，等流のとき平衡になることを指摘するとともに，河床に凸部を生じたときの河床変動機構をその特性曲線法によって説明づけ，流れが常流である場合と射流である場合の相違点を明らかにした．この解析法は河道にとどまらず貯水池の土砂堆積機構にも適用でき，宇治川大峯ダムによる貯水池を実例として，年間の土砂堆積実測値に対比した結果は十分満足すべきものであった．同様な方法で土屋[13]も流路の安定縦断形状に関する研究を行なったが，とくに河谷を一つの水路と考えることにして，たとえば砂防ダム上流にお

ける堆砂形状を取り扱い，堆砂にともなって河巾が変化する事実をも考慮に入れて考察した．さらに二，三の砂防ダム上流における堆砂形状に適用してその問題点を明らかにした．

また矢野，大同[14,16]は掃流力が限界掃流力を十分に上廻る場合をとりあげ，流砂量方程式として限界掃流力を省略した公式を用いて解析を進め，河巾が直線的に変化するときの河床平衡勾配を算出するとともに，実験水路および宇治川支川犬打川砂防ダムの実測値を参照して，河巾の変化が堆砂勾配に及ぼす影響を論じた（9．山地災害に関する研究を参照）．また同様の基礎方程式から，河床の凹部の変形について理論解を導き，実験水路においてその験証を行なった．これらの解析法は捷水路，放水路，分合流などの河川工事後における河床変動の様相を推論する手段としても，有用であると考えられる．しかしながら前述のように現状では流砂量を正しく見積ることができないから，河床変動を定量的に論ずることは困難であり，流砂現象と水流の特性との関連をさら究明する必要がある．この意味からも，河床の微視的変動が流砂量および流水抵抗に及ぼす力学的機構の究明が不可欠であり，目下砂漣，砂堆に関する検討が行なわれている．

以上は河川横断方向に対して巨視的に平均化した二次元的考察であるが，河床の変動は同時に側方浸食をともなうのが常であり，流路断面が変形するとか，流路そのものが変動して蛇行を生ずる．このような現象の理解が河川工事における必須の要件ではあることはいうまでもない．流路の蛇行はほとんどすべての沖積地河川に共通した現象であり，昔から注目され，諸種の経験法則とか経験公式が提案されているが，その発生，発達の本質についてはまだ定説がない．蛇行発生原因としては，流路の局部障害物，地球自転の偏向力，流水の過剰エネルギー，河面の静振，摩擦熱による副流，流れの不安定性，乱流境界層における波面発生などが考えられてきたのであるが，いずれも仮説の域を脱していない．矢野，足立，大同[17,18]は実験的に砂床に設けた直線流路の変動を観察して，蛇行の発生には流路自らの水理条件が問題であって，外部的擾乱があまり重要でないことを見出した．そして蛇行の本質が流れの内部機構にあると判断して，微小振動理論に水路の横方向の成分を考慮して，流れの不安定性をとりあげ，蛇行発生界に関与する要素として，Froude 数と粗度，流路巾および径深からなる無次元量を挙げた．蛇行の発生および発達が水流の乱れに大きく依存するであろうという見解は，かなり有力視されているが，その核心を得るには，なお多くの難問が控えており，直線および彎曲水路における二次流の解明がその鍵を握るものと考えられている．これらの点については，蛇行河川の実地資料の蒐集，彎曲水路の水理に関する理論的，実験的研究，境界層理論の展開あるいは流れの水平，垂直混合を考慮した渦度理論の展開など，それぞれ，矢野，石原(藤)，岩垣および速水を中心に研究が進められている．

流路の変動を理解し，その動的安定をはかることが河川処理の基本であることはもちろんであるが，人工的に流路の固定することもまた現実の問題としてきわめて重要である．この点に関して，岩垣，土屋[19]は河床面上のすべての砂粒が移動を開始する限界状態にあるような断面形状を理論的に算定することを試み，さきの限界掃流力と同じ取扱い方で安定横断面形の基礎式を導いた．そして，法覆いのない水路（米国における24の灌漑用水路）の実測値が予想以上に理論値に合致することを示した．

4）水理構造物による局所洗掘に関する研究

水理構造物には各種のものがあり，それぞれによる洗掘現象もさまざまであるが，近年道路の整備や建設にともなって，数多くのカルバートその他の排水溝が設けられ，その下流に発生する局所洗掘が一つの問題となっている．岩垣，土屋[20-26]は水門やカルバートの下流の流れを一つの噴流と考えることによって，それらによる局所洗掘機構の解明を試み，理論的および実験的にこの種の水理構造物下流の水叩きなどの水理学的設計資料を提示した．すなわち，水平および垂直噴流によって水底に発達する境界層を理論的に解析し，限界掃流力に関する取扱いを適用して洗掘限界を論ずるとともに，局所的に発達する渦の作用に着目して洗掘機構の理論的考察を行ない，さらに実験資料の次元解析を参照して，洗掘防止に要する水たたき長および洗掘深さを定量的に公式化することに成功したのである．

一般にこうした局所洗掘の時間的推移はきわめて複雑であり，また水門などから噴出する流れが境界によって影響されることなどから，理論考察における現象の模型化にはなお検討を要する問題が含まれ，また実験資料に関する Scale effect の不安が残されており，これらについては引き続きその解明への努力が行なわれているが，これらの成果は一応定量的に局所洗掘をあらわしたものであり，この種水理構造物の設計に対する基礎的資料として貴重である．

水門，カルバートの類のほか，いま一つ水理構造物の代表的形式として，橋脚に類する構造物をあげることができる．岩垣，土屋ら[27,28]は橋脚式低落差発電所の上下流部における局所洗掘の問題をとりあげ，発電所部前面における洗掘機構が，水平軸をもつ局所的な渦の作用に決定づけられるとする理論的考察を裏づけとして，実験資料の次元解析を進め，最大洗掘深さを砂粒の大きさ，時間，限界摩擦速度，水流の平均流速および砂粒径に関する Froude 数によって構成される無次元量の関

数として与え，さらに実験の Scale effect に関する考察を続けている．

発 表 論 文

1) 岩垣雄一：米国における土砂水理学の現況，京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 148～162.

2) 岩垣雄一，土屋義人：限界掃流力に関する基礎的研究，（I）限界掃流力の流体力学的研究(岩垣)，（II）砂面上におかれた礫の限界掃流力について（岩垣，土屋），土木学論文集，第41号，昭31. 12, pp. 1～21, 22～38.

3) 土屋義人：混合砂礫の限界掃流力について，土木学会年次学術講演会講演概要，昭35. 5, pp. 47～48.

4) T. Ishihara, Y. Iwagaki and T. Sueishi : On the Effect of Bed-Load Movement in Thin Sheet Flow, Proc. 3rd. Japan National Congress for Applied Mechanics, 1953, pp. 265～269.

5) 石原藤次郎，岩垣雄一，末石冨太郎：流砂ある場合の流速測定について，京大工学研究所彙報，第5輯，昭29. 3, pp. 31～34.

6) 矢野勝正，大同淳之：土石流に関する基礎的研究（第一報），京大防災研究所年報第3号，昭34. 12, pp. 11～16.

7) 矢野勝正，大同淳之：浮遊砂をともなう流れの実験的研究，土木学会年次学術講演会講演概要，昭35. 5, pp. 51～52.

8) 岩垣雄一，土屋義人，西平福宏：混合砂の流砂機構に関する考察，土木学会第6回水理研究会講演会前刷，1961, pp. 1～5.

9) Y. Iwagaki : On the Analysis of Mechanism of River-Bed Variation by Characteristics, Memoirs of the Faculty of Eng., Kyoto Univ., Vol. 18, No. 3, 1956, pp. 163～171.

10) Y. Iwagaki : On the River-Bed Variation and its Stability, Proc. 6th National Congress for Applied Mechanics, 1956, pp. 361～366.

11) 石原藤次郎，岩垣雄一，末石冨太郎：瀬田川洪水時含砂量調査報告書，昭29. 5, pp. 1～16.

12) 岩垣雄一，千秋賀弘：河床変動の実験的研究，土木学会第2回水理研究会講演会前刷，1957, pp. 19～20.

13) 土屋義人：流路の安定縦断形状に関する研究，京大防災研究所十周年記念論文集，昭36（投稿中）

14) 矢野勝正，大同淳之：砂防ダムの堆砂勾配について，京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 51～57.

15) 矢野勝正：河床変動に関する研究，土木学会年次学術講演会講演概要，昭34. 6, pp. 3～4.

16) 矢野勝正：河床変動に関する研究，京大防災研究所十周年記念論文集，昭36（投稿中）.

17) 矢野勝正，足立昭平，大同淳之，青野尚：流路の変動に関する実験的研究，土木学会年次学術講演会講演概要，昭32. 6, pp. 283～284.

18) 足立昭平：蛇行の発生過程に関する研究，土木学会水理研究会講演前刷，1957, pp. 9～10.

19) Y. Iwagaki and Y. Tsuchiya : An Analysis of the Stable Cross Section of a Stream Channel, Dis. Prev. Resea. Inst., Kyoto Univ., Bulletin No. 29, March 1959, pp. 1～27.

20) 岩垣雄一，土屋義人：水門から噴出する Wall jet による洗掘限界について，京大防災研究所年報，第3号，昭34. 12, pp. 34～53.

21) Y. Iwagaki and Y. Tsuchiya : Boundary Layers Growth in Wall Jets Issuing from a Submerged Outlet, Proc. of the 9th Japan National Congress for Appl. Mech., 1959, Mach. 1960, pp. 259～264.

22) 岩垣雄一，土屋義人，今村正孝：水平噴流の特性に及ぼす境界の影響，土木学会年次学術講演会講演概要，昭36. 5, pp. 1～2.

23) 岩垣雄一，土屋義人，今村正孝：水平噴流による洗掘に関する二，三の実験，土木学会水理研究会講演前刷，昭36. 5, pp. 11～14.

24) 土屋義人：滑面水路床の下流端における洗掘限界，（土木学会論文集投稿中）.

25) 土屋義人：水門下流部における洗掘限界に関する研究，（土木学会論文集投稿中）.

26) 土屋義人，高島益治：自由噴流の衝突にともなう境界層の発達，土木学会年次学術講演会講演概要，昭36. 5, pp. 5～8.

27) 岩垣雄一，土屋義人，金盛弘：低落差発電所上下流部における流砂問題に関する模型実験，土木学会水理研究会講演前刷，昭36. 5, pp. 19～22.

28) 岩垣雄一，土屋義人，井上雅夫，金盛弥：低落差発電所上下流部における局所洗掘の模型実験，京都大学防災研究所十周年記念論文集，昭36，（投稿中）.

（3） 開水路における遷移流に関する研究

水路の幾何学的形状および境界特性が全く一様な開水路における水流の状態は定常等流に近づく．しかし現実の水路におりては，自然河川はもとより，人工水路でも各種水理構造物の設置によって，自然的あるいは人工的に断面形状や境界特性が場所的に変化するから，流れは一般に場所的な変動をするいわゆる不等流となる．したがって，流路あるいは水理構造物の計画，設計においては，その機能を最高度に発揮せしめるように，あらかじめ設計条件に従って，流れと断面形状および境界特性との関係を明確にしておかねばならない．不流流の一般的な性質は，一つの等流状態から別の等流状態へ遷移する状態の流れ，すなわち遷移流に代表されるのであるが，石原(藤)，岩佐義朗ら[1,2]定常流水面形方程式の漸変流および急変流を含めた一般的解析法を導き，その非線型微分方程式における特異点の幾何学的性質を応用して，流れの遷移現象の特性を明らかにし，円形堰，余水吐，鋭縁堰および Parshall 堰の越流特性に関する理論的背景を与えた．そして，断面全体にわたる平均値的な方法によって，平均流速および水深を未知関数とする一次元解析法では，流速分布または圧力分布に関する正しい数学的表現が必要であることを指摘した．さらに水流の基本的な流速分布および圧力分布について詳細な実験と理論

的検討を続けている．

発 表 論 文

1〕 石原藤次郎，岩佐義朗：開水路における流量測定法に対する遷移流特性の適用について，京大防災研究所年報，第2号，昭33.12, pp. 41～50.
2〕 T. Ishihara, Y. Iwasa and K. Ihda : Basic Studies on Hydraulic Performances of Overflow Spillways and Diversion Weirs, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.. Bulletin No. 33, 1960, pp. 1～30.

（4） 河川分合流に関する研究

河川は一般に一条の水路ではなく支派川の網状組織を持つものであるから，支派川の機能たとえば洪水流の重畳，分疏や流砂量の集合，分散などを解明しなくては適切な河川処理を行なうことができない．この問題はさきに述べた洪水流，流砂，遷移流の応用問題の一つと考えられるものであって，基礎的な一般法則を確立しようとする努力は逐次実を結びつつあるが，現実の河川処理への適用には，なお程遠いものがあり，実際問題の解決にはいきおい個々の地点に限られた問題を対象とする実験的見通しが重視されている．本研究所においても矢野を中心として，分合流の水理に関する基礎的研究が行なわれているが，同時に現実の河川処理問題の要請に応えて，二，三の模型実験を実施し，河川分合流の実態を把握する努力を続けている．滋賀県安曇川河口[1]および山口県粟野川河口[2]における洪水分流を目的とした放水路計画の検討はその実例である．安曇川については縮尺1/100の固定床および移動床の模型水路を用いて，主，分両水路の分流比の検討がなされた．本河川は，主，分両水路とも河口付近においてはほぼ限界水深を生じ，分流比に対する琵琶湖水位の影響はほとんどなく，むしろ分岐直前の水流の蛇行性が重要な要素であって，分岐部の堤防法線が分流比をほぼ決定づけることおよび流砂の大勢として，分岐水路への土砂流入が比較的多く，低水路維持に十分の意を払うべきことなどが明らかにされている．また粟野川については，縮尺1/100固定床模型水路によって，放水路分岐前後の本川水位の検討がなされ，放水路の河床高低下および分岐部付近の引堤が，二，三の懸案地点の高水位低下に有効であることが見出された．

発 表 論 文

1〕 防災研究協会：安曇川模型実験報告書書，昭35.2.
2〕 防災研究協会：粟野川放水路計画に関する模型実験報告書，昭36.6,

（5） 感潮河川の水理に関する研究

流域の降水を集めた河川は最終的に海あるいは湖の広大な水域に連らなり，水の輪廻の一部を形成するが，湖海の水理条件は終えず変動し，その接続部における水理現象はきわめて複雑となる．海岸災害の項に記述される海域の波，流れおよび漂砂に関する諸問題は，すべて河口における河川処理の難問に通ずるものであるが，潮汐による潮差が河川水流におよぼす影響はそれらの中でもとくに重視される問題の一つであり，大阪市内河川の高潮対策あるいは東大阪低湿地の内水排除対策などはその卑近な実例である．矢野，速水ら[1,2]は網状に錯綜する大阪市内河川に高潮が遡上するときの水位変動について，水平縮尺1/500，鉛直縮尺1/50の模型実験を行ない，河川を遡上する高潮の減衰が高潮波形と水路条件に左右されることを明らかにし，同河川の防潮堤計画の基礎資料を提供した．また矢野ら[3]は同じ模型を利用して，東大阪低湿地を貫流する寝屋川の感潮特性を調べ，従来たんに潮止め用の堰であった鴻池堰を改良して，潮汐による水位変動に見合ったもっとも能率的内水排除を行なう計画を検討し，同堰の放流操作に関する指針を明らかにした．

こうした感潮河川の水位変動は，理論的には不定流の運動方程式と連続の方程式とを，上流および河口の境界条件のもとに解くことによって知ることができるはずである．その厳密解の得難いことは洪水流の解析と同様ではあるが，理論的考察が現象の特性を組織的に理解するうえに不可欠であることはいうまでもないことであり，上記の高潮遡上および放流操作に関する研究においても，それぞれ特性曲線法および摂動法による近似的理論考察が行なわれ，実験結果の洞察に役立てられている．矢野[4]はさらに高潮遡上の一般的解析を試み，境界条件を河川が定常流で河口から高潮が遡上する場合，河口では水面変動がなく上流から洪水が流下する場合および河川上流から洪水が流下し，河口から高潮が遡上する場合の三つに分けて理論解を導いた．理論解を験証するための実験は現在進行中であり，伊勢湾台風による木曽川，長良川，揖斐川などの諸河川における実測資料の検討もあわせて行なわれており，その成果が期待されている．

発 表 論 文

1〕 大阪港々湾技術調査会：大阪市内河川を遡上する高潮の実験的研究，昭29. 7, pp. 1～119.
2〕 S. Hayami, K. Yano, S. Adachi and H. Kunishi : Experimental Studies on Meteorogical Tsunamis Traveling-Up the Rivers and Canals in Osaka City, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ., Bull., No. 9, April, 1955, pp. 1～47.
3〕 矢野勝正，足立昭平，奥田節夫，樋口明生，大同淳之：寝屋川模型実験，鴻池堰操作の基本方式，京大防災研究所創立5周年記念論文集，昭31. 11, pp. 241～272.
4） 矢野勝正：高潮の河川遡上に関する理論，京大防災研究所年報，第4号，昭36.3,(印刷中)．

（6） 内水に関する研究

河川，海岸堤防などの災害に付随するはもちろん，これら外壁的施設災害がなくとも，多少の雨，外水の変化によって生ずる内水災害が近年とくに問題化しつつある．むろんこれはいずれも近年だけの問題ではなく，都市排水，農地排水などとして古くより取り組まれてきた問題である．ただ外壁的施設災害に比べて公的被害額が小さい，あるいは評価しがたいことなどより，重要性はともかく緊急度が高く認識されがたかったにすぎない．

しかしとくに近年は内水被害地帯の人口，資産，生産力の急増など内的情勢の変化，あるいは地盤沈下，異常降雨，河川改修や道路整備などの進展にともなう外的情勢の変化などによって，災害の度が深刻なものとなってきており，この種問題の研究対策が強く再認識されるようになった．

矢野ら[1]の論文はこうした内水災害の実態を述べ，これらの対策を合理的に行なうための研究上の諸問題をあきらかにしようとしたものであって，研究態勢の整備強化を強調するものである．

こうした内水災害対策上の諸問題は，根本的には水理学上の問題点，ないし災害水文学に関する諸問題に通ずるものが少なくない．低平緩こう配水路にみられる種々の水理現象の究明などその主要例であって，流路下流部に湛水現象を生ずるような流れ，農地表面の流れの抵抗係数ないし粗度係数の研究[2]などこの方面の基礎的研究に着手している．災害水文学的研究，治川工学に関連する研究などについても研究中であるが，これは別項で述べたのでここではとくに触れない．

実際の内水災害対策は区域内の様相により若干の相違がありうるとしても，結局は経済性が重視されるべきことは他の問題と同様である．石原ら[1]が行なった西高瀬川下流域の内水排除対策に関する研究は排水施設の基本的設計方式を見出すため，既往のおもな出水時の流出および地区内湛水機構の解析や，湛水による被害量の分析，被害量と水文諸量との関係などの統計的処理を行ないさらに期待便益額を算定して，排水能力の大小による経済効果の変化を論じたもので，経済効果を最大にすべきことなどを強調している．

矢野ら[2]も論じているように，内水災害に関する問題点は非常に多岐かつむつかしいものが多いのであって，一朝一夕に解決できるものでもない．漸次施設を整え鋭意研究を進める予定である，

発表論文

1〕 矢野勝正，角屋睦：内水災害に関する諸問題について，京大防災研究所10周年記念論文集，昭36（投稿中）．

2〕 角屋睦，今尾昭夫：農地表面流の抵抗係数について，京大防災研究所10周年記念論文集，昭36（投稿中）．

3〕 石原藤次郎，末石富太郎，志賀是文，江崎一博：京都府西高瀬川下流部の内水排除計画について，京都府，昭34．

（7） 流木に関する研究

洪水時に流失する木材は，山地崩壊による立木，山腹に切り倒されている原木，河岸の貯木場に集積された木材のほか，山間上流部で流失した家屋，木橋などであって，洪水ごとに失なわれる木材量は莫大な数量にのぼる．しかもこれらは流下の途中，各種の河川構造物を破損し，とくに橋梁に対しては，たんにその衝撃力によって橋体を破損するだけでなく，橋脚に堰止められて，流水の疏通を著しく阻害し，河川水位を上昇せしめ，堤防の溢流欠壊，局部洗掘による橋体の破壊を招来する．このような流木の害は，過去のいずれの洪水災害においても，災害激化の重要な要因として挙げられるものであり，その対策は河川災害防止軽減の緊急課題の一つである．

流木に対する最善の方策は，もちろん有用な材木を流失しないという点からも，まず流木の原因を除去することであって，山間上流地域における原木の集積，木橋の架設あるいは家屋の建造などは河川管理の立場から再検討されねばならない．しかしながら不可避的な流木に対して，それらを支障なく流下せしめ，流木による派生的災害を防止することを忘れてはならない．

流木が橋脚に堰止められる現象を究明するにあたって，まず問題となるのは流木の形状，寸法である，実際の橋梁に堆積した流木の一本一本を丹念に調査することは不可能でないにしてもきわめて困難な仕事であり，また現在そのような資料は皆無に等しい．しかしながら流木の大部分は奔流にもまれて原形を失ない，雑々ばらばらの素材の群であるのが普通である．足立および大同ら[1,2,3]はこのような大小さまざまの流木を規格づける前に，現象の基礎的把握が必要であるとの見地から，実験水路において，形状，寸法の一様な模型流木が橋脚に堰止められる状態を観察し，個々の流木が橋脚に引掛る確率は，流下中の流木の向きよりも，流速に影響され，数本の流木が堆積すると，互いに組み合って流失し難くなると同時に，流木の堆積は急激に増大することを確かめた．そして，この結果から，流木による橋梁支間閉塞の限界支間長を流木長，流木密度および流速に対して定める試案の一つを提示した．現実の流木対策には，さらに流木の形状，寸法およびその混合状態あるいは洪水時における流木密度，流速の時間的変化，河巾，橋脚の配置などの考慮を必要とし，また現象の法則が全く未知であるこの種の実験の相似性についての実証ではさらに多くの資料をもってしなければならないが，上記試案は筑後川の実例に対して矛盾のないことが認められ，流木による橋梁支間閉塞の判定に一役を担い得るものと考えられ

る．

また，流木の堆積による河川水位上昇高の推算方式についても，実験による試案が得られており，防災計画の決定的確立には遠いとしても，これらの成果は本課題の導標を与えたものということができよう．

発 表 論 文

1〕 大同淳之，木下新一：流木と橋梁に関する一考察，河川，昭32. 10, pp. 16～31.
2〕 足立昭平，大同淳之：流木に関する実験的研究，京大防災研究所年報，第1号，昭32.12, pp. 41～49.
3〕 足立昭平：流木と橋梁に関する一考察，土木技術講義集，昭34. 5, pp. 7～11.

（8） 計画高水流量に関する研究

河川計画において計画高水流量は治水計画の規模を決定する最も重要な基本量であるが，河川の重要性，氾濫地の広狭や社会的特性の現況ならびに将来の姿，計画実施時の社会的環境，財政経済的条件などと重大な関係があって，これをいかに定めるかはむずかしい問題である．

従来計画高水流量の決定は，その河川の既往最大流量を基準にするという考え方が絶対的であった．したがってこれを突破するような大洪水が起こるごとに計画高水流量の改訂や治水計画の根本的なやり直しなどの問題が当然のように起ってくるわけで，わが国諸河川の計画高水流量の変遷はこの辺のことを如実に物語っている．

石原，岩井重久[1]がこうした既往最大主義の不合理性を指摘し，確率洪水や確率降雨の概念の導入による河川計画の合理化を提唱してからすでに久しいが，その後淀川に関する米田博士や千代川に関する中安博士など第一線当事者の注目すべき研究成果もあって，この種概念が広く実用化されている現状は大きな進歩であったといえよう．

このような確率洪水の概念の導入によって既往最大主義による河川重要度と計画高水流量の不均衡などの問題はある程度改善され，また工事計画の合理化など多くの進歩をもたらしたのであるが，なお，1） 河川の高水流量データの不十分さ，あるいは流域の性状や河相の変化にともなうデータの信頼性，2） 確率洪水推測結果の信頼性， 3） 採択すべき確率年のとり方などの問題がある．

河川流量そのものを統計的処理の対照とすることはデータの普遍性，信頼性などの点より疑問が残ることより，現今主として確率雨量より出発する方式が考えられているが，この方面の研究については， 2）の問題とともに災害水文学の題目の下に概述した．採択されるべき確率年の問題は計画高水流量の意義にも関連する重要な問題であるが，現段階では必ずしも結論的な計算が得られているまでには至っていない．ただこれを経済効果と結びつけようとする思想は十分考慮されるべきであろう．

石原（藤），上山惟康[1]は北海道忠別川の計画高水流量について詳細な検討を加え，この種の問題に注目すべき成果を示した．すなわち得られたデータを最大限に利用して，確率時間雨量分布，確率高水流量および水位を推定するとともに，水位をパラメータとして工事費，償却額，年経費，年支出，災害額などを評価し，これらに基づいて経済効果に関する各種の指数を分析し，この種の経済効果を最大にするような規模をもって計画の最低基準とすべきことを論じた．これによると，忠別川ではほぼ500年確率相応の流量をもって計画高水流量とすべきこととなる．

石原（藤）[2]の論文は前述の米田博士，中安博士および忠別川に関する諸研究成果を例とし計画高水流量の考え方，問題点を全般的に明示したものである．

計画高水流量の考え方として，このほか最大可能洪水流量をもってする方式も考えられるが，矢野[3]はその著書においてこうした考え方をも含めて洪水に対する考え方を総括的に論じた．同書にも述べているように，計画高水流量に対する考え方としては基本的には安全という立場と経済的にという立場に分類されるが，結局は最大可能洪水流量の推定が可能か，あるいは確率洪水の概念上得られる計画高水流量以上の洪水や人命損失の問題をどのように考えるか，ということに要約されてくるはずであって，今後の研究課題もこれに向けられるべきと思われる．

発 表 論 文

1〕 石原藤次郎，上山惟康：忠別川の計画高水流量について，全国災害復興促進連盟，昭28.
2〕 石原藤次郎：計画高水流量について，土木学会水工学論文集，昭28.
3〕 矢野勝正：洪水特論，理工図書，昭33.

関 連 論 文

1） 石原藤次郎，岩井重久：水文統計学よりみた本邦河川計画の合理化について，土木学会誌，第34巻，第4号，昭24, pp. 24～29.

12. 海岸，海洋災害の防止軽減に関する研究

わが国の海岸の総延長は25,600 km といわれ，その約2/3にあたる16,500 km が海岸保全区域に指定されている．これだけの長い海岸を災害から護ることは，なかなか容易ではない．とくに最近は，経

済の飛躍的な発展に伴なって，産業の中枢をなす重化学工業地帯が海岸へ移り，いわゆる臨海工業地帯の造成が進められているが，こうした海岸の開発やそれに付随する港湾規模の増大は見方をかえれば，海岸海洋災害の発生する場や機会を増すことになり，また工業廃水などによる海水汚染も大きな問題となってくる．重要都市は海岸に発達し，しかも湾の奥に位しているので，台風時には高潮の危険にさらされ，これを防ぐために莫大な費用を投じて海岸堤防や防潮堤を建設している．また地理的地形的関係から三陸海岸その他太平洋に面する小湾は，地震津波の恐威をしばしば経験し，昭和35年5月のチリ津波は，その前年9月におこった伊勢湾台風による高潮大被害とともに，われわれの忘れえない大きい悲惨事をもたらした．

こうした海岸を台風による高潮，津波や地震津波から護るには，多くの費用と年月が必要であるが，海岸防災事業は海岸及び海洋の理工学的研究の裏付けによって，はじめて十分な効果を発揮するものである．

海岸，海洋の防災研究のあり方には，いろいろ議論すべき点が多いが，とにかく災害の原因である自然力の本質を究明すること，自然力によって引き起こされる各種の水理現象を解明すること，災害を防ぐための海岸構造物の防災機能を明らかにすること，が主要な項目であろう．海岸工学は戦後に生れ，急速に発展してきたが，本研究所においても，それに即応し，理，工相協力して研究を進め，つぎに述べる広汎な研究課題と取り組み，多大の成果を挙げることができた．

（1） 風波に関する研究

風浪やうねりの近代的研究が第二次大戦中 Sverdrup および Munk (1943) によってはじめられたことはよく知られている．その後20年，理論的には，風浪の統計的性質の Longuet-Higgins (1952) による基礎づけ，Pierson (1952) による雑音理論に関連した風浪場の数学的表現，Neumann (1953), Darbyshire (1952, 1955, 1956), Roll and Fischer (1956) および Bretschneider (1959) によるエネルギースペクトルの提案，Phillips (1958) によるスペクトル高周波側における非線型平衡領域の発見など，実用的には，Bretschneider (1952) による風浪やうねりの予報法の改良 —S.M.B.法—，Pierson, Neumann および James によって示されたエネルギースペクトルに基礎をおく新しい予報法の登場 —P.N.J. 法— Wilson (1955) による移動性風域に対する予報法の提案など，その進展は目覚しいものがある[5]．

しかしそれにもかかわらず，今日なお理論は多かれ少なかれ仮設的で，風浪の発生と発達の物理機構には疑問の点が多いし，観測や実験も決して十分でなく，風浪やうねりの実態にはまだまだ不明確な点が少なくない．風波が海洋災害や沿岸災害の最大の原因の一つであることを考えると，防災的見地からもそれらの実態と特性とを組織的な研究によって明らかにすることは非常に重要である．速水頌一郎，国司秀明[1-3]はその第一歩として主に風波発生の問題を中心とした風洞水槽による実験的研究を行ない，多くの新しい事実を見出した．すなわち，まず，i) まだ風波の起こっていない低風速では，水面は一つの滑面とみなせることを，風速分布と水面のごく近くに起こる層流吹送流との観測から実証し，ii) この水面がもはや滑面とはみなされず，粗面と考えなければならなくなることと，はっきりした風波——初期波 (initial wavelets) —の発生とが全く同時に起こることを示し，w_* を摩擦速度，H を平均波高，ν_a を空気の動粘性係数とすると $w_*H/\nu_a \simeq 0.3$ を境として，初期波は初期動揺 (initial tremors) から水面の粗度要素 (roughness elements) として発生し，発達していくことを明らかにした．しかし，iii) この初期波はいわゆる風浪とはその性格が異なり，さらに発達して $w_*H/\nu_a \simeq 200$ に達したとき初めていわゆる風浪——風浪波 (sea wave)——としての性格を持つにいたることを見出し，さらに iv) 初期波を支配している経験的な法則を見出すとともに，v) エネルギーの考察などから，初期波の発達および風浪波への遷移の物理機構に関するいくらかの証拠と示唆とを与えた．また一方，vi) 初期波の吹送距離への依存性がもっぱら gz_0/w_*^2 (z_0 : roughness parameter) なる量に表われることや，vii) 水面上の 10 m 高さの風速に関する摩擦係数は，風速 10 m/sec では最近の洋上での観測結果と一致してほぼ 1.6×10^{-3} であり，風速の増大とともにその値は大きくなることなどを示した．

風波の本質は，この研究によって，ようやく明らかになってきたが，なお，実際的に最も重要な風浪波の段階の風波の特性は，吹走距離も風速もそう大きくはとれな

い水槽実験という制約のために，十分解明されるまでにはいたっていないし，そのほかにも二，三解決を要する問題が残されている．現在，これらの問題の解決のために，一方では水面近くの空気の乱れの状態や水面下の吹送流の構造などの水槽実験を進めるとともに，新しく設けられた高速風洞水槽や，白浜に新設した海洋観測塔による風波の実験ならびに観測計画が進められている．

一方，岩垣雄一，柿沼忠男[4]は台風時の風浪予知の問題について，Wilson の移動性風域に対する図式解法やその他種々の方法によって，伊勢湾台風時における沖波の波高および周期を追算し，それらの比較検討を行なうとともに，風速の不連続的変化に対して波高 H と周期 T ——したがってエネルギー E と群速度 C_g——とがそれぞれ独立に連続的に変化するとする Wilson の方法の論理的矛盾性を指摘し，むしろエネルギーフラックス $C_g \cdot E$——したがって量 $H^2 \cdot T$—— が連続であるとすべきことを提案した．

もちろん，実際上重要な海岸近くの波浪を予知するためには，単に沖波の状態が知れるだけでは不十分で，浅海における波浪特性の変化が大きな問題となる．この問題についてもすでにいくつかの研究がなされているが，必らずしも十分ではなく，とくに海底摩擦の効果については問題が多い．この問題を解決して正確な海岸波浪の予知を可能とするために，現在五年計画の特別事業として，全国各地の沿岸における海底摩擦係数の測定計画が実行にうつされている．一方海洋観測塔でも，これと平行して，種々の状況下における海底摩擦の効果を明らかにする計画がたてられている．

発 表 論 文

1〕 ■司秀明：風洞水槽による風波の研究（I）—表面境界層流について—，京大防災研究所年報，第1号，昭32.12, pp. 119～127.

2〕 S. Hayami and H. Kunishi : A Wind Flume Study on the Generation of Wind Waves, Proc. Intern. Oceanog. Congr. (Preprints) 1959, pp. 753～755.

3〕 H. Kunishi : An Experimental Study on the Generation and Growth of Wind Waves, Disas. Prev. Res. Inst. Kyoto Univ., Bull. に発表予定．

4〕 岩垣雄一，柿沼忠男：海岸波浪の予知に関する研究（第1報），京大防災研究所10周年記念論文集，昭36（投稿中）．

5〕 国司秀明：風波に関する最近の研究，海岸工学の最近の進歩，昭36.3, pp. 198～217.

（2） 波に関する理論的研究

波に関する理論は古くより種々の方法による考察が進められてきたが，最近海岸工学上における波としては有限波高の波が研究の対象としてとりあげられ，またそうした波による質量輸送の問題が重要視されてきた．有限波高のポテンシャル波の研究における Lévi-Civita の理論は従来の波動論を数理的に整えたものであって，波動理論においては最も進んだ理論といえよう．

山田彦児[1]は前述した Lévi-Civita の波動理論を用いて水面に対する非線型な境界条件を級数展開により試算法的手法を用いて解明し，深海波における最大波高の波の理論的考察を行なった．数値計算の結果は水面条件を数%の誤差で満足させえた．

また同様な方法を用いて Stokes 波に対する近似解を展開することにしたが，その場合ある特定な波形勾配に対しては厳密解が得られることを示した．そうした特定な場合，すなわち最大波高の波と波形勾配が 0.0827 である場合のそれぞれに対して数値的な吟味を行ない，さらに Daries による近似方法を展開してすべての波形勾配に対して適用しうる近似解を求め，前述した厳密解と比較してその適合性の十分であることを確かめた[2]．

以上述べた Stokes 波に対する厳密解と近似解とを用いて，波動運動にともなう水粒子の運動，とくにその質量輸送を数値的に検討した．そして Lamb の与えた近似式は通常自然に現われる程度の波高に対しては十分な精度をもつが，しかし理論的に可能な最大波高の波に近くなると粒子速度の分布がかなり相違することになり，全質量輸送量も 50 %以上も大きくあらわれることなどを明らかにした[2]．

一方海岸工学の実際問題においては，とくに砕波帯付近における波の様相は孤立波あるいはクノイド波の特性に近似することが知られ，最近こうした実際問題への孤立波理論の適用が試みられるようになってきた．またそうした現状において孤立波に関する研究も Boussinesq 以来数多くの理論的研究が進められてきたのである．岩佐義朗[5]は流れを非回転性と仮定せず，また自由表面の勾配や曲率に影響をおよぼす鉛直加速度を考慮すべきことに留意して，運動量およびエネルギーの関係から開水路水流に関する第二次近似の基礎方程式を導き，これをもとにして permanent 型の移動波を理論的に研究した．そうした取扱いによって Keulegan らの示したものと同様な Jacobi の cn 関数を用いて定義されるクノイド波を求め，また Lamb が指摘しているように孤立波はクノイド波の特殊の場合であること，および Airy の微小振巾波理論による結果とも十分関係づけられることを明らかにした．

さらにまた山田[6,7]は前述した Lévi-Civita の方法が孤立波の場合に対しても極めて都合よく適用しうることに着目して，孤立波に関する研究を行なった．まず Lévi-Civita と同様な手法によって孤立波の数理的な公式化を行ない，最大波高の孤立波に対して非線型な水面条件を Fourier 級数によって処理し，第12項までを用いて

検討し，さらに数値計算を行なって水面条件の適合性を確かめた[6]．さらに同様な方法を展開すると，Stokes 波の場合に類似して最大波高の場合および波高と水深との比が 0.4808 の特定な場合に対しては厳密解が求められることを示し，そうした場合について数値計算を行ない，つぎの結果を得た．まず孤立波の波形に対して数値計算を行ない，Packham および McCowan らの理論波形や Boussinesq の解などともに M.I.T. Hydrodynamical Laboratory における実験結果と比較して，波高が小さい場合には Boussinesq の解が極めてよく厳密解に一致するが，波高が大きくなると次第にその適合度が悪くなることを明らかにした．また孤立波の波速について同様に検討し，Packham の近似解とともに比較検討したが，理論的に可能な最大波高に近づくと両者とも厳密解とかなり相違することがわかった[7]．

発表論文

1] H. Yamada : Permanent Gravity Waves on Water of Uniform Depth, Reports of Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ., Vol. VI, No. 23, 1958, pp. 127～139.

2] H. Yamada : Highest Waves of Permanent Type on the Surface of Deep Water, Reports of Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ., Vol. V, No. 18, 1957, pp. 37～52.

3] H. Yamada : On the Approximate Expression of Stokes Waves, Reports of Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ., Vol. V, No. 20, 1957, pp. 143～155.

4] 山田彦児：Stokes 波の質量輸送，九州大学応用力学研究所所報，第15号，昭35,5, pp. 35～49.

5] 岩佐義朗：クノイダル波と孤立波に関する解析的研究，土木学会論文集，第32号，昭31.3, pp. 43～49.

6] H. Yamada : On the Highest Solitary Wave, Reports of Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ., Vol. V, No. 18, 1957, pp. 53～67.

7] H. Yamada : On Approximate Expressions of Solitary Wave, Reports of Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ., Vol. VI, No. 21, 1958, pp. 35～47.

（3） 波の変形に関する研究

波は水の粘性にもとづく内部摩擦によって減衰することが一般に知られているが，実験的には深海波および浅海波をとわずこの効果はあまり大きくないようである．ところが，波が海岸に近づくにしたがって，海底地形や海岸構造物による屈折，反射，回折あるいは海底摩擦によって複雑な変形を余儀なくされる．こうしたことから，海岸構造物の設計に対する設計波の決定にあたっては，極めて多くの問題点があるわけである．

海岸構造物とくに潜堤による波高減衰は，比較的古く Jeffreys, Dan, John および Johnson-Fuchs らの解析的な研究につづき，Beach Erosion Board や Marison らなどが実験的研究を行ない，またわが国においても久宝保や堀川清司らが実験を進めてきた．しかしながらこれらの研究は水平な海岸に潜堤を設置した場合を主として取り扱っており，また砕波点およびその岸側に設けた場合の効果については十分な研究が行なわれていない．こうした現状にかんがみ，石原藤次郎，椹木亨[1,2]は砕波現象をともなった傾斜海岸に設置した潜堤による波高減衰について，須磨～明石海岸を対象とした模型実験を行ない，砕波後も含めた波高減衰を理論的に解析し，実験結果に対する考察を進め，つぎのような結果を得た．すなわち，i) 微小振巾波理論を適用して潜堤前面において砕波する場合としない場合との両者に対してエネルギー保存則を適用して波高減衰を考察し，実験結果と詳細な比較検討を行なって，こうした場合の複雑な波高減衰の機構をある程度明確にすることができた[2]．そうした結果に基づいて潜堤の機能を波高減衰の立場から考察し，来襲する波の特性との関連のもとに潜堤の設置位置について検討を行なった[3]．一方，以上の考察とともに潜堤による越し波防止効果について実験を行ない次元解析法に基づいて検討したが，それらの結果は越波に関する研究のところで概要を述べることにしたい．

石原(藤)，岩垣，鈴木雄太[3]は海岸堤防の設計に対する基礎的研究を実施して，とくにその有効高さを決定するために堤防前面における波の変形や越波に関する詳細な実験を試みたが，そのうち波の変形に関する研究成果の概要はつぎのようである．i) 堤防前面における波高分布を測定して Healy の方法により入射波高と反射波高とを求め，壁面傾斜角をパラメーターとして反射率と Steepness との関係を明らかにした．また，ii) 水深の変化による波高の変化について微小振巾波理論に基づくエネルギー保存則を適用して得られる関係と実験結果を比較した．とくに，砕波した波が岸に近づくにつれて，波高がどのように変化するかを主として実験的に調べ，Breaker index による砕波点を過ぎてもしばらくは増大していく波高も，やがて急激に減少することがわかった．

岩垣，石原安雄，吉田幸三[4]は大阪府堺港における波浪の遮蔽に関する模型実験を縮尺 1/100 の模型について実施した．この実験の目的は波浪の遮蔽効果から新堺港の最良の形状を決定するために行なわれたものである．計画波に対する港内各地点の波高を測定し，波高比の分布を求めた結果によれば，港口付近の波の反射や泊地内外に発生するビート現象が大きな問題になることがわかったので，種々の防波堤の効果や捨石工の効果を比較検討することによって，泊地内の静穏化を計るための適切な指針を与えた．

一方，最近海岸構造物の設計において，前述したような構造物付近における波の変形に関する研究とともに，波が海岸に来襲する過程における波高減衰の問題がとりあげられた．すでにそうした研究の基礎的な考察として海底摩擦および滲透による効果をとりあげた Putnam および Johnson の研究があり，また実際海岸への適用を試みた岸あるいは永井，久保らの研究があるが，海底付近における流れの状態が明らかにされていないことから適確なものとはいいがたいようである．摩擦による波の変形に関す考察を行なうにあたり，Keulegan らは孤立波の減衰に関する詳細な研究を行なったが，一方，岩佐[5]は同じ問題をとりあげ孤立波の進行にともなって発達する層流境界層に対して運動量方程式から数学的に詳細な吟味を行なって孤立波の減衰を理論的に考察し，さらに Ippen らの実験結果と比較してその妥当性と問題点を明らかにした．

土屋義人，井上雅夫[6]は海底摩擦による波高の減衰をとりあげて基礎的な研究をはじめている．そうした研究の第1報として，波動運動にともなう海底におけるせん断力の分布に対して，近似的に静水中における振動板上の境界層に対する Lamb の解を用い，滲透効果をも含め，さらに水平および傾斜海岸の両者に対して Putnam らと同様な手法のもとに，なるべく一般的な関係であらわすことを試み，また Savage の実験結果や Bretschneider の現地観測結果と比較してその問題点を明らかにした．

今後こうした海底摩擦や滲透効果による波の変形や波の反射の問題を根本的に究明していくために，現在波浪実験長水路を設置中である．また一方波の変形に対しては，現地観測が極めて重要であることから，風浪に関する研究において述べたように，昭和36年度より文部省の特別事業として現地の波浪観測を実施しているので，そうした結果を用いて現地における波高の減衰を明らかにして，室内実験の結果との関連を究明していくつもりである．

発 表 論 文

1〕 石原藤次郎，樋木亨：山陽本線須磨～塩屋間潮害対策報告書，昭33. 4, pp. 1～54.

2〕 石原藤次郎，樋木亨：潜堤の効果について，京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 70～82.

3〕 石原藤次郎，岩垣雄一，鈴木雄太：海岸堤防の設計，特にその有効高について，海岸工学講演会講演集，昭30. 11, pp. 57～70.

4〕 岩垣雄一，石原安雄，吉田幸三：堺港波浪遮蔽実験，京都大学防災研究所十周年記念論文集，昭36（投稿中）.

5〕 Y. Iwasa : Attenuation of Solitary Waves on a Smooth Bed, Trans. A.S.C.E., Vol. 124, 1959, pp. 193～206.

6〕 土屋義人，井上雅夫：海底摩擦による波高減衰の基礎的研究(1)，第8回海岸工学講演会講演集，昭36. 9, pp. 19～24.

(4) 砕波に関する研究

砕波は強い風が吹くとか，自由波浪が海岸に近づくとかして，エネルギー密度が局所的に増大した場合に発生し，わずかの条件の相違によって砕波特性が異なる場合が多く，これを理論的に取扱いうる方法は，いまのところ存在しない．また実験結果が散乱して，一致した結果が得難いのもこのためである．しかし大局からみると，摩擦過程がその根底に横たわっており，これに規制されて砕波現象もいくつかの類型に分類されうると思われる．このような類型によって研究を進めることは，確率分布が介在する現象においては，一つの基盤を提供するものである．これは海岸工学において実用的価値をもつばかりでなく，理論的に非線型運動方程式から，このような確率分布を導こうとする場合の道標となるであろう．砕波の問題をこのように考えると，砕波の研究は今日まだ実験的方法によってその実態を追求する段階にあるといってよい．すなわち，それは実験物理学の問題であって，応用数学の問題ではない．しかしそうかといって，応用数学のこの方面への努力には顕著なものがあり，実験がこれによって方向づけられるところが大きいことを否定することはできない．

砕波に関する理論的研究としては，風波の砕波を除いては若干の研究があるが，これらの理論から導かれるものは，砕波高，砕波水深，初期波高，初期波形勾配などの間の関係であって，砕波の推移過程ではない．砕波の推移過程をさらに一歩進んで理解するためには，実験，観測にまたねばならないが，砕波に関する組織的な実験研究は非常に少ない．こうした問題の解明に対して，当研究所において二，三の研究成果を得ているので，それらの概要を述べる．

速水，石原(藤)，岩垣[1]は昭和28年泉佐野の砂浜海岸で，砕波点付近の水分子の運動と波形を実測し，水平速度の最大が波の前斜面に起こる場合と，流速の最大が波の峯と一致する場合とがあり，両者の限界は波形勾配が0.03付近であることを示した．さらに砕波後の打上げ波および引き波による砂の移動量を測定した結果，前者によって堆積が起こり，後者によって浸食が起こることを見出した．

昭和29年，速水[2]は巾 2m，長さ 4m，深さ 30 cm の造波水槽を使用し，傾斜面上を海岸に向って進行する自由波浪の砕波過程を研究した．実験の水底勾配は 2°（約 1/25）であり，使用した波の周期は 0.3～1.0 sec, 波高は 0.2～3.0 cm で，これらを組み合わせて波形勾配を 0.002～0.1 の範囲に変化させた．そして Suquet のいう二重砕波の存在を確認した．さらに，砕波の型と水底勾配，砕波点と水底勾配，砕波の反射，波速，砕波時にお

ける水分子の運動，砕波による波の分裂について諸外国における論文を参考にし，問題点を提示している．

海岸の砕波には崩れ波と巻き波との二つの型がある．それらを決定するのは主として初期波形勾配と海底勾配の二つである．波形勾配については，小さいと巻き波となり，大きいと崩れ波，または中間型の二重砕波となり，また，海底勾配については，大きくなるほど，大きい波形勾配でも巻き波となることが知られている．したがって，横軸に海底勾配，縦軸に初期波形勾配をとると，一つの曲線によって巻き波領域と崩れ波領域とにわけられる．崩れ波によって砂浜が浸食され，巻き波によって砂浜に堆積が起きるようであるから，二つの砕波領域の境界は浸食も堆積も起こらない状態，すなわち平衡勾配を表わすものと考えられる．この境界の形を決めることは砕波の機構にとっても重要な意義をもつものである．こうした思想のもとに速水[3]は水底傾斜について 0° から 3° までの長さ 22m，高さ 1m，巾 75 cm の造波水槽を使用し，上述の境界の形を求めた．さらに，Sverdrup-Munk による波形勾配と波令との関係において，波令が1よりも大きくなると，波形勾配が 0.02～0.03 の間にあってほとんど一定であることに着目し，砂質底質の外浜勾配が通常 1°～2° の間にあること は，外浜勾配がうねりに対して平衡状態にあることを示唆し，砂堆の発達，減衰を，上述の結果を用いて説明できることを示した．また，崩れ波領域と巻き波領域との境界の形を理論的に導くことの準備として，二つの砕波型について，水分子の運動を実験的にしらべた．水分子の軌道は崩れ波では円または楕円に近く，速度の垂直成分が大きくて，砕波時には下方の水分子が波の前面に衝き上るように見える．これに反して巻き波の場合には，水分子の運動は川の流れのようにほぼ底面に平行であり，砕波後もその運動を継続することが明らかにされた．

発 表 論 文

1] S. Hayami, T. Ishihara, Y. Iwagaki : Some Studies on Beach Erosions, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Bulletin No. 5, 1953.

2] 速水頌一郎：碆波の機構，第1回海岸工学研究発表会論文集，昭29, pp. 35～44.

3] 速水頌一郎：碆波の機構(Ⅰ)，第2回海岸工学講演会講演集，昭30, pp. 13～15.

4] S. Hayami : Type of Breakers, Wave Steepness and Beach Slope, Coastal Engineering in Japan, Vol. 1, 1958.

（5） 高潮に関する研究

台風にともなう高潮は沿岸災害の最大原因の一つであり，その実態を解明することは非常に重要である．高潮の本質に関する研究は昭和9年大阪湾を襲った室戸台風を契機として急速に展開され，その原因が主として湾内での気圧降下による吸い上げと風の吹き寄せとにあることが野満ら（1937）や和達（1938）の研究によって明らかにされた．この頃山田（1936）は，気圧の効果しか考慮しなかったので不十分ではあったが，当時まだ知られていなかったラプラス変換法と同じ方法で高潮の興味ある取扱いを示した．その後山田[1]はさらに風の効果や海底摩擦の効果をとりいれた同様な取扱いを与えている．ついで昭和25年同じく大阪湾を襲ったジェーン台風時には，それまで一応無視されていた高潮の湾口浸入という事実を含む湾口洲本の興味ある検潮記録が得られた．宮崎（1951）は紀伊水道の存在によってこれを説明したが，そこには重要な湾口条件の提案が陰に含まれているように思われる．

これらによって今日高潮発生の原因は定性的にはほぼ明らかだが，種々の境界条件の不明確さのために，定量的予測には程遠く，その意味では高潮は今日なおまだ全くわかっていないとさえいうことができる．その第一は海面における風の接線応力の大きさがよくわからないことであり，第二は海底摩擦がどのように作用しているかがよくわからないこと，第三は湾口からの高潮浸入の様相が何によってきまっているのかが，これはほとんど全くわかっていないということである．

防災研究所では，その水理模型実験が困難であるという理由もあって，高潮それ自体の研究よりも，たとえば高潮の河川遡上などそれに関連する諸問題が主として研究されていたが，昭和34年多数の人命を含む未曽有の災害をともなった伊勢湾台風高潮の襲来を機として，高潮それ自体に関する新しい研究が始められた．国司，吉田[2]は現地調査の結果に基づいて，さきに述べた高潮の今日の問題点を示すとともに，いくらかの事実を明らかにした．すなわち，新しく導入した積分法ともいうべき方法による資料解析の結果，第一の接線応力の係数――摩擦係数――は風速 40 m/sec という高風速時では，通常考えられているよりはかなり大きく，4×10^{-3} の程度であり，第二の問題点，海底摩擦は通常とは逆に海面摩擦と逆向きに作用すると考える方が自然であることを指摘するとともに，風の効果，気圧の効果，それに第三の問題点である高潮浸入の湾口効果の大きさはほぼ2：1：1の割合であり，海底摩擦の効果は，それが最も大きくなる湾奥（名古屋）で－1の割合であることを示した．

これらの問題をさらに追求するために，現在新しく水理実験所内に設けられた高速風洞水槽と白浜に新しく建設された海洋観測塔とによる高風速時あるいは台風時の海面や海底の摩擦力に関する研究や，海洋水槽による湾口条件の実験解明などの研究を進める一方，今次第二室戸台風に関する調査研究が進められている．

また一方，近年 Hansen（1956）や Fischer（1959）

らによって電子計算機による高潮の研究が発展してきたが，わが国でも気象庁でこの種の研究がとりあげられ，I.B.M. を用い伊勢湾や東京湾について計算がなされている．防災研究所でも現在山田を中心として，K.D.C を用い主として大阪湾を対象とする同種の研究が進められている．

発 表 論 文

1) H. Yamada : Theoretical Estimation of Meteorological High Water, Reports of Res. Inst. for Fluid Engineering, Kyushu Univ., Vol. 6, No. 2, 1950, pp. 22～33.
2) 国司秀明，吉田幸三：伊勢湾台風にともなった高潮の解析，第7回海岸工学講演会講演集， 昭35. 11, pp. 225～229.

（6） 津波に関する研究

津波という言葉は広い意味では，台風などによって起こる高潮を暴風津波といって，これに含めることもあるが，これについては(5)で述べたから，ここでは狭い意味の津波に関する研究について記す．

津波を起こす原因としては，海底地震，海底火山，海底地辷り，あるいは核爆発などがあげられる．わが国は環太平洋地震帯の一部に位置し，その近海をも含めて世界有数の地震多発地帯であり，地震による津波にしばしば見舞われ，その被害も決して少なくない．とくに三陸海岸ではしばしば災害をこうむっている．また原因となる地震が遠く南米沿岸にあるような場合でも，昭和35年5月のチリ津波のように東北，北海道沿岸に多くの災害をもたらすこともある．

また日本近海とくに太平洋側には多くの海底火山帯が走っており，これに沿う火山の噴火による津波もしばしば生じている．たとえば明神礁の爆発などである．また火山による津波の特異な例として，古く1792年には雲仙岳の噴火により崩壊した土砂が有明湾に大津波をひきおこし，大災害をもたらしたことがある．

そのほか海底の地辷りによるといわれている地震のない津波や，また核爆発による津波も多数観測されている．

津波は一般に深い所では波高は小さいが浅い海域に入ると急に波高が増大し，とくにリアス式海岸に多いV字型，U字型の湾奥では 10 m を越えることも稀ではない．

これらの津波が浅海において示す状態を研究することは，防災的見地からきわめて重要な意義をもっている．こうした意味から，まず実際に津波というものがこれらの海域においてどのうな動向を示すものであるかを知る必要がある．

速水ら[1]は昭和35年5月に起こったチリ津波について，全国的な調査の一環として西日本中部以西，とくに近畿，中国，四国の各地方の調査をおこない，また樋口明生[2]は境水道におけるチリ津波の変化について研究を実施した．その結果，太平洋側で観測された20～40分周期の振動のかわりに，この海域で60，75，130分などの周期の振動が卓越しているのは，この海域に固有の振動がチリ津波によって誘発されたものであることを指摘し，以前からおこなわれてきた境水道の水位変動に関する水理模型実験と現地におけるチリ津波の水位記録とを比較して，現在計画をされている中海の干拓が完成した場合に同じ津波がくれば，現在とはかなり様子が異なり，振巾はかなり大きくなることを示した．

発 表 論 文

1) 速水頌一郎：西日本におけるチリ津波の調査について，1960年5月24日チリ地震津波に関する論文及び報告，チリ津波合同調査班，昭36.12.
2) H. Higuchi : On the Change of Amplitude of Chile Tsunami in Sakai Channel, 同上.

（7） 潮流に関する研究

わが国の漁業人口の大部分は沿岸漁業の従事者であり，その規模は農業と同じくきわめて零細である．したがって沿岸海域の生産性を飛躍的にさせないかぎり生活水準の向上は望めない．また，国土に対する新しい観念にもとづき，各国とも領海の範囲を大陸棚海の全域にまで拡大しようとする傾向が強い．一般に海洋の生産力の密度は，陸地の影響をうける浅海においては，遠洋にくらべてケタ違いに大きい．その影響は主として海岸を通じて行なわれるものであるから，海岸付近の海面を人工的に統制することができれば，浅海の生産力を制御できるであろう．

今日，地域の開発は陸地を主体として考慮されており，浅海域は元来これと一系をなすものであるにもかかわらず，別の世界として取り扱われているが，沿岸海域を国土の一環とした総合開発が企図され，海岸工事によって浅海の自然が改造されるならば，浅海の開発には無限の可能性が生れ，沿岸水産業ははじめて合理的基礎の上に運営されるであらう．この理想を実現するには海岸の統制によって，いかなる変化が沿岸海洋に起こるかを理解しなければならない．

生産力に関する主要な物理量は，海水に含まれる物質量と海水の運動量である．前者の一部は生体の構成物となり，また生体活動のエネルギー源となるものであるが，浅海においては主として陸地または沿岸海域から供給される．後者は物質の運搬者であって浅海において重要なのは潮流である．海岸工事によって直接に影響をうけるのは海水の流動であり物質の分布に対する影響は流れを通じて2次的に起こる．この意味において海岸工事による海岸統制の主要な対象は流れであるといえる．

このような流れは上述の生産力に対する影響以外に

も，大規模な海岸工事により，船舶の航行におよぼす影響，あるいは港内汚染による衛生上の問題など，各方面に対して影響を与えるであろう．

このような流れの重要なものは潮流およびこれに付随した振動によるものであるが，これらが海岸工事によっていかに変化するかを知ることは決して容易ではない．その方法の一つは運動方程式の数値積分によるものであり，ある程度までは理論的に可能であるが，現在の段階では大ざっぱな計算しか可能ではない．他の一つは，水理模型実験によるものであり，これは前の方法には見られない数々の利点をもっている．当研究所においてはもっぱら後者による系統的な研究がおこなわれている．

速水[1,2]は，わが国における各地の沿岸の利用状況を調べ，臨海工事においても沿岸水産業の開発を要素の一つとする綜合的企画性をもたせることの重要性を指摘し，このためには現象をよく把握する必要があり，水理模型実験が有用な手段であることを示した．水理模型実験において最も重要な問題は，原型と模型との間に力学的相似性を保たせることであり，この点に関して速水，樋口，吉田[3,4]は，模型における流れが層流の場合の相似律に関する研究をおこなった．すなわち，相似が成り立つ模型においては，その歪（水平縮尺と鉛直縮尺との比）が原型と模型の摩擦係数の比に等しくなければならないことに着目し，模型の水平縮尺を一定（1/500）にして鉛直縮尺を変えることによりいろいろな歪をあたえて実験をおこない，原型と比較して適切な歪を見出し，これに基づいて相似律を確立した．また最近では，樋口，吉田[10]は，この相似則にしたがい，水平縮尺1/2000という小さい模型を製作し，この考え方の正しいことを再確認している．模型における流れが層流と乱流との遷移領域にある場合の相似律については，樋口が一連の研究[5-9]をおこなった．すなわち，模型の摩擦係数はReynolds 数により変化するが，理論的に要請される値を与える場合を特性 Reynolds 数と考え，このようなReynolds 数が実現する場合に相似が成立つものと考えている．この研究は中海干拓にともなう境水道の水位変動の変化を取り扱ったものであり，数種の地形的条件の下における振動特性を調べ，遊水地が水道によって外海と連結されている場合に，遊水地の大きさがどのように振動特性に影響を及ぼすかを研究した．

発 表 論 文

1〕 速水頌一郎：臨海工事による沿岸海域の生産力向上に関する研究（1），防災研究所，昭31.

2〕 速水頌一郎：臨海工事による沿岸海域の生産力向上に関する研究（2），防災研究所，昭32.

3） 速水頌一郎，樋口明生，吉田幸三：潮流を含む水理模型実験の相似性について，京都大学防災研究所年報，第2号，昭33.12,

4〕 S. Hayami, A. Higuchi, K.H. Yoshida : On the Similitude of Hydraulic Models Involving Tidal Motion, Coastal Engineering in Japan, Vol. 3, 1961.

5〕 樋口明生：境水道の水位変動に関する模型実験について，第6回海岸工学講演会講演集，昭34,pp. 29～35.

6〕 樋口明生：境水道の水位変動に関する水理模型実験，京都大学防災研究所年報，第3号，昭34, pp. 54～64.

7〕 H. Higuchi. : Hydraulic Model Experiment on the Oscillation of Watar Level in Sakai Channel, Coastal Engineering in Japan, Vol. 4, 1961（投稿中）.

8〕 樋口明生：境水道の水位変動に関する模型実験について（2），第8■海岸工学講演会講演集，昭36, p.p. 119～125.

9〕 樋口明生：境水道の水位変動に関する水理模型実験（Ⅱ），京都大学防災研究所年報，第4号，昭36. 3（投稿中）.

10〕 樋口明生，吉田幸三：名古屋港付近の潮流に関する水理模型実験（1），第8回海岸工学講演会講演集，昭36, pp. 114～118.

（8） 海水の交流と混合に関する研究

沿岸海域の海水中には大洋では見られない物質が多く含まれているが，これらは河川水あるいは工場廃水などよりもたらされるものであり，沿岸の生産力にいろいろの意味で影響を与える．これらが海面上にどのように拡がり，また海水とどのように混合するかという問題を解決することは重要な意味をもっている．このような現象は，地域的に河口付近におけるものと，もっと広い海域とに分けることができる．

河口付近の問題としては，速水[1,2]は密度を異にする二層流の境界面における内部波，および内部波の不安定化による混合の水理を実験的に研究をおこなった．その主なる結果はつぎのようである．1）この種の実験を信頼できる精度において実施しうる特殊の水理実験施設を完成した．2）二層の境界面における内部波，混合を測定するための特殊の計測器を完成した．3）境界面における内部波の発生および混合発生の限界条件を確立した．4）内部波の波形勾配と波令との関係を明らかにし，内部波発達の理論的考察に基礎を提供した．5）多くの観測に基づいて内部波の波型を分類した．

また，広い地域における混合に関しては，速水ら[3,4]は，明石海峡において観測をおこない，採取した多数の海水を分析した結果，播磨灘の水と，大阪湾の水とは平均して潮流の半周期ごとに約10％の海水が混合しているとの結果を得ている．さらに速水ら[5]は広い海域におけるこの種の問題を実験的に取り扱い，海岸工事をおこない潮流を規制したために，混合係数がいちじるしく低下する場合があることを示した．

発 表 論 文

1) 速水頌一郎：工場廃水の海面における分散過程に関する水理学的研究(1)，昭和34年度農漁業試験研究費補助金による研究報告書，昭35.
2) 速水頌一郎：工場廃水の海面における分散過程に関する水理学的研究(2)，昭和35年度農漁業試験研究費補助金による研究報告書，昭36.
3) 速水頌一郎，福尾義昭，依田大介：明石海峡による播磨灘と大阪湾との海水交流について，第3回海岸工学講演会講演集，昭31.11, pp. 49～54.
4) 速水頌一郎，福尾義昭，依田大介：明石海峡による播磨灘と大阪湾との海水交流について，明石海峡調査報告書，昭34.
5) 速水頌一郎，樋口明生，吉田幸三：潮流を含む水理模型実験の相似性について，京都大学防災研究所年報，第2号，昭33.12, pp. 83～95.

(9) 構造物に及ぼす波力に関する研究

最近とみに盛んになってきた海岸工事において，海面上に頭を出している海中構造物の需要が多いが，これを合理的に設計，施工するためには，これらの構造物が波によってどのような力をうけるかを熟知する必要がある．これらの海中構造物としては，たとえば桟橋の橋脚，海中燈台，採油櫓など，多岐にわたるものが考えられる．

一般に波浪中においては，いわゆる drag force の他に inertia force が働き，とくに短周期の場合には後者が大きく作用する．構造物は，これらの二つの力をうけるわけであるが，最も単純化された構造物として円柱をとりあげ，樋口[1]はこれについて実験的研究をおこなった．これは，水理実験所の風洞水槽においておこなわれたもので，気圧式起波機により，周期約 0.73 sec，波長約 80 cm，波高 0.6～3.7 cm の波を与え，直径 1.58 cm，長さ 13.0 cm の円柱を水中に鉛直に立て，その高さをいろいろに変化させた場合に，これののける力をモーメントの形で測っている．その結果，二つの力による最大モーメントを比較すると，このような波の範囲では inertia force によるモーメントの方がどの場合にも大きくなっており，この力の重要性が示された．また，それぞれの力による係数として $C_D=1.05$, $C_M=2.08$ を得ており，この二つの係数を使って，この範囲の波によって円柱がうける力を理論式によって計算できることを確かめた．

発 表 論 文

1) 樋口明生：円柱に及ぼす波力の実験的研究，京都大学防災研究所年報，第1号，昭32.12, pp. 128～137.

(10) 海岸堤防に関する研究

海岸堤防はその目的により，主として波の作用による浸食に対して沿岸を防護するものと，海水の内陸への侵入を防止するものとに大別できるが，両者の目的を兼ねたものもあることはいうまでもない．浸食防止を目的とした前者では，裏側の地盤が高いかあるいは天端の高さまで埋めたてられるから，堤防というよりもむしろ壁であって，一般に防潮壁あるいは海壁とよばれるものに相当し，海水の侵入防止を目的とした後者では，裏側の地盤が低いので堤防の形となり，狭い意味の海岸堤防とよばれるものに相当する．こうした海岸堤防の設計に必要な項目は，堤防高，堤防の形状と構造および堤防の構築位置などであろう．これらは当然そこに襲来する波浪の特性と構築地点の性状に依存することはいうまでもなく，したがってそうした目的に応ずるための基礎資料を研究し明確にしておく必要があるわけである．

石原(藤)，岩垣，鈴木[1]は従来建設省土木研究所または Kaplan らによる堤防の有効高の決定法について批判検討し，そうした決定に必要な基礎的考察を行なうために，堤防の越波に関する実験を実施した．実験は室内水槽と扇形水槽の両者を用いて，堤防を波そのものあるいは飛沫が越えなくなる限界を明らかにするために実施した．実験結果はその力学的機構を考察してある程度その力学的意義を明らかにした．そして実際の堤防の設計においては，波そのものも飛沫もともに越えないような基準をとれば，ほとんどの場合堤防高が経済的に実行できないほど高いものとなり，どうしても構造の問題や背後地の経済価値および人命などの問題と関連させて，多少の波や飛沫が堤防を越えることを許す方針で設計すべきことを述べた．

以上の研究からも明らかなように，海岸堤防の設計においては多少の越波を許すことを余儀なくされるので，背後地の危険度の推定や堤内の排水設備，潮遊びなどの設計に際して，越波量が極めて重要な問題となってくることは明らかである．この問題に対しては米国の Beach Erosion Board などにおいてすでにかなりの実験がなされてきたが，その現象に対する理論的な考察はほとんど行なわれていない．こうした現状において，石原(藤)，岩垣および三井宏[2,3]は前述した場合と同様に室内水槽および扇形水槽を用いて海岸堤防の越し波防止効果について検討したが，その結果はつぎのようである．まず鉛直壁の越波現象について従来用いられてきた越波量に関する無次元量とは相違して，波の進行にともなって岸方向に通過する単位巾当りの水量を微小振巾波理論に基づいて計算し，これを越波量を無次元表示する場合の基準にとった新しい無次元量を提案して実験結果を整理し，さらに Beach Erosion Board の結果をも参照して，こうした無次元量に基づく整理法が極めてよく適合することを示した．さらにまたこの無次元量に基づいて波が鉛直壁に斜めに入射する場合および傾斜壁の越波現象に対しても，検討した結果はいずれもよく整理されること

を示した．また堤防の断面型式や壁面粗度などの越波量におよぼす影響については Beach Erosion Board の結果を用いて同じ無次元表示法で考察し，さらに天端巾およびパラペットあるいは越波量におよぼす風の影響などについても言及した．以上のように海岸堤防の越波量におよぼす数多くの因子の効果について考察した結果によれば，越波量に最も大きな影響を与えるものが堤防前面の水深すなわち潮位であることを明らかにした．また実際の海岸に適用する場合には，堤防前面の水深のほかに堤防の形状，海岸の特性および風の特性などについても慎重な考慮を必要とするが，こうした点についても前述したようにかなりの成果をうることができた．

一方，越波はその堤防前面に潜堤を設置することによってかなり防止できるようであり，石原（藤），椹木[4,5]は扇形水槽を用いて須磨～明石海岸を対象とした模型実験を行なった．まず波のはね上り高さと潜堤の位置および高さとの関係を考察するために，Stoker の衝撃波理論に基づき次元解析法を適用して波のはね上り高さに関係すると考えられる無次元量を提案し，これに基づいて実験結果を整理検討したが，とくに養浜をした場合は極めてその効果が明確に現われることを示した．また同様な方法で潜堤の設置位置について検討し，実際上かなり重要な結果と多くの指針とをうることができた．なお，潜堤にはその主作用である波高減衰効果があるわけであるが，これについては波の変形に関する研究において述べたので参照されたい．

以上の諸研究は，主として風のない一様な波による堤防前面における諸現象の考察を行なった結果であって，実際の設計上における基礎的な多くの指針を与えることはいうまでもないが，実際には台風時における高速の風が以上の現象に大きく影響をおよぼすわけであるから，そうした点を十分検討しなければならないであろう．Beach Erosion Board あるいは永井らはすでに波の遡上および越波におよぼす風の作用について若干の実験を行なったが，実験設備の関係上適確な結論はほとんど得られていないといってよい．われわれはこうした現状に留意し，新設の高速風洞水槽を用いて波の遡上や越波におよぼす風の作用を適確に把握するために，現在大阪湾の海岸堤防および防潮堤を対象として模型実験を進めている．

発　表　論　文

1) 石原藤次郎，岩垣雄一，鈴木雄太：海岸堤防の設計，特にその有効高について，第2回海岸工学講演会講演集，昭30.11, pp. 57～70.
2) 石原藤次郎，岩垣雄一，三井宏：海岸堤防の越し波防止効果について，第4回海岸工学講演会講演集，昭32.11, pp. 99～109.
3) T. Ishihara, Y. Iwagaki and H. Mitsui : Wave Overtopping on Seawalls, Coastal Engineering in Japan, Vol. 3, 1960, pp. 53～69.
4) 石原藤次郎，椹木亨：潜堤の効果について，京都大学防災研究所年報，第2号，昭33.12, pp. 70～82.
5) 石原藤次郎，椹木亨：山陽本線須磨～塩屋間潮害対策報告書，昭33.4, pp. 1～54.

(11)　海岸浸食及び漂砂に関する研究

海岸を防護し，海浜の浸食を防ぐには，海岸浸食および漂砂に関する研究を行なってその機構を十分理解しているのでなければ，合理的な対策を樹てることはできない．しかしながら，この方面の研究には現象の複雑さと観測の困難のためいまだ未解決な問題が多く，十分には体系化される段階には至っていないといってよいであろう．

こうした問題の解明に対しては，京都大学の関係者によって極めて多くの研究成果を挙げ，この分野の体系化に寄与してきたので，それらの概要を述べよう．なおこのような問題についての研究は，現地における調査観測が極めて重要であるので，当然これらとの関連において考察を進めるべきである．われわれはすでに多くの調査や観測を実施し，学問の体系化に大きく寄与してきたので，これに関しては次の項でとりまとめることにしたい．

昭和29年岩垣[1]はこれまでに行なった実測結果と外国における若干の実験結果をもとにして汀線浸食の機構をつぎのように詳細に論じた．まず海岸の平衡勾配の存在を仮定し底質との関係を California 大学の実験結果や泉南海岸の実測形状と比較して問題点を明らかにし，前浜勾配と砂粒径あるいは粒径と水深などの関係やその分布などを考察した．さらに砕波による砂礫の移動について考察し，Saville の漂砂量の分布に関する実験結果をもとにし波形勾配との関連において海浜の変形を論じ，正常海浜と暴風海浜との存在とその特徴を明らかにしようとした．さらに汀線浸食の機構について砂礫の移動限界点に立脚した平衡勾配法と，実際の海浜には平衡勾配が存在せず，ただある波形勾配以上では浸食が，また以下では堆積がおき，かつそれぞれ波のエネルギーの大きいほどその度合が大きいという経験的事実に基づく限界波形勾配法を提案して実測結果の説明を試み，それぞれの方法の特質と問題点を考察した．またわが国の海岸における汀線浸食の現況について述べ，前述した諸考察にもとづいてそれぞれの海岸の変形機構について言及した．石原（藤）[2]は海岸災害と海岸工学との関連について論じ，相次ぐ海岸災害の防止軽減のためにこうした方面の系統的な研究の必要性について述べ，さらにこれまでに大きく進めてきた泉南海岸における海岸浸食に関する調査研究の成果を述べて，具体的にそうした研究の進め方とその問題点を明らかにした．

以上のような実測結果を力学的に解明する端緒をうるには，現象を単純化して詳細な実験を行なうことが最良である．こうした目的に対する第一歩として，昭和30年岩垣，樹木[3]は California 大学の実験と同様に造波小水槽を用いて，海浜の平衡勾配と砕波による砂移動に関する実験を行なってつぎのような結果を得た．まず，平均粒径 0.3 mm の砂を用い，造波機によって最大波高 5.5 cm の波を起こして California 大学と比較さるべき多くの実験結果を得て，実験の継続時間の長短からの比較検討を行なった．そしてこうした結果を波の屈折や回折の現象が行なわれる実際海岸に適用するには，沖波の代りに砕波の特性を用いて実験結果を無次元表示しなければならないことを示した．さらに実験結果と泉南および鵜野両海岸における実測の結果とを比較し，両者の相似性を検討し，このような方法によって研究を進める意義を述べた．さらにまた岩垣，樹木[4]は上記の実験に引続き 0.52 mm および 1.00 mm の平均粒径をもつ2種の砂を用いて実験を行なって，こうした現象におよぼす底質の大きさと波の特性の効果について検討し，つぎのような結果を得た．すなわち，海浜の勾配や砂の移動量分布を支配する最も重要な要素の一つは波の特性とくに波形勾配であること，また底質の大きさは沿岸砂州の位置やその規模に関係すること，砂移動限界水深は 0.30 mm の粒径の砂の場合と 2～3 mm 前後の底質の泉南海岸における実測結果とがほぼ一致すること，およびこのときの限界水深は砕波水深に大体等しいことなどの興味ある結論を得た[4,5]．また足立昭平[6]は海浜の形状を特徴づける砂堆について考察し，泉南海岸における実測結果をもとにして汀線に直角方向の底質の粒度分布から砕波による浮遊砂の動向が，砂堆発生の機構を決定づけるであろうことを堆論した．

以上のような実験的事実を力学的に解明するためには，まず波の作用による砂礫の移動機構を根本的に解明する必要がある．こうしたことから Ippen および Eagleson らは波による底質の淘汰作用について研究し，また Kalkanis は振動板上の砂の運動について研究を行なった．この現状にかんがみ，石原(藤)，樹木，天野哲夫[7,9]は漂砂の運動機構を根本的に解明するため，砂礫の運動に最も関連する波動運動にともなう水粒子の運動について詳細な実験を行なった．こうした現象を把握するための流速測定は現象が非定常であることから，とくに流速計について考察し差圧式流速計を試作し，水平底部を海浜地区，砕波点より少し沖側の地点，砕波点付近，最終砕波点（Plunging point）付近，さらに岸側の地区をそれぞれ選び，各地点において流速測定を行ない，つぎのような結果を得た．まず最大水粒子速度の鉛直分布についての実験結果を，浅水波理論における Airy の理論結果および孤立波の最大粒子速度に関する理論結果と比較し，波の特性と各測定位置別にその適合の状態を明らかにした．さらに海浜断面に沿う最大水粒子速度の分布について考察し，また孤立波に関する理論結果と比較しながら，向岸流および離岸流の特性，とくにその分布に対して極めて興味深い結果をうるとともに，こうした結果と底質淘汰作用との関連について述べ，また波形勾配の大小によってそうした特性が明確に相違することを示した．またそうした水粒子速度の時間的変化についても考察を加え，水深が浅くなって波形が非対称となるにつれて，水粒子速度の時間的変化が正弦変化を示さないようになり，さらに水深が浅くなると，向岸流の速度変化が急激となり，したがってこれに対して離岸流のそれは緩慢になることなど，従来ほとんど知られていなかった現象を明らかにした．以上の研究に引き続き，石原（藤），樹木，山口甚郎[8,9]は漂砂の移動量と密接な関係のある水の質量輸送速度の変化を実験的に解明して，つぎのような結果を得た．まず離岸流の流速分布を一様であると仮定し，質量輸送に関する理論解にそれを付加して流速を求め，これに基づいて底部に沿う質量輸送速度を検討した．つぎに砂礫の移動に対して有効な資量輸送速度として，水粒子速度からそれと同時刻の砂礫の運動に必要な限界流速を差引いたものの一周期間の平均として定義される有効質量輸送速度を提案した．そして，さらにこの有効質量輸送速度と漂砂量とが比例関係にあるものとして，砂礫の堆積，浸食および砂州の発生地点などの考察を進め，前述した海岸の平衡勾配の実験結果と比較してつぎの結論を得た．すなわち，このようにして有効質量輸送速度の分布を求めると，各波形勾配に応じて浸食および堆積あるいは砂州発生点などが指摘できること，またこれは平衡勾配に関する実験結果とよく一致すること，従来沖波の波形勾配のみによって考察されてきたこうした問題に，有効質量輸送速度の概念を導入することにより説明されることを示した．また以上の研究に引き続き，石原(藤)，樹木[10]は波による砂の移動限界の問題を基礎的に研究するために，閉管路を用いて非定常な流れによる限界掃流力の詳細な実験を行ない，非定常流と定常流における砂移動限界の相違を明らかにすることができた．それらの結果を用いて波による砂の移動量を算定する方式を考察し，また砂の移動限界水深に対する実験式を提案して従来のものと比較検討した．

砕波の峯が汀線と平行のときは，砂礫は汀線と直角方向にのみ移動するが，砕波の峯が汀線とある角をなしているときは沿岸漂砂は，長期間にわたる海浜の浸食堆積に大きい影響をおよぼすものである．樹木，村上正[11]は扇形水槽を用いて，沿岸流速，漂砂量などについて実験を行ない，エネルギーとの関係を見出し，現地海岸への適用を試みた．また沿岸漂砂におよぼす海岸構造物の影

響を検討するために，例として宮津海岸をとりあげ，波の海岸構造物による変形を考慮し，沿岸流速分布にもとづく地形変化について考察するとともに，トンボロの形成と発達について述べた[12]．また足立，小合彬生[13]は港湾の埋没に直接関係する漂砂の問題をとりあげて実験的な研究を進めた．この場合速水ら[14]は港内に静振が卓越する場合の港内埋没過程を考察したのに反し，足立らは波向に直角に設置される離岸堤をとりあげ，そこに発達するトンボロについて考察し，つぎの結果を得た[15]．トンボロの発生，発達に関する最も重要な因子は沖波の波長と相対的な離岸堤の位置であり，またトンボロの形状は離岸堤による波の回折図から推定できるなどの興味深い事実を明らかにした．

沿岸漂砂量の算定に対する考察も，波による底質の運動機構が解明されるにしたがい明確になるわけであるが，岩垣，樹木[16]は沿岸流の流速と流砂量公式とをむすびつけて，沿岸漂砂量をあらわす関係を導いた．そして漂砂量におよぼす沖波の入射角，波高および周期，あるいは波形勾配などの影響を論じ，さらに明石海峡北岸の漂砂量分布を推定して，その海岸の浸食堆積の傾向について述べた．

一方以上のような海岸浸食の問題においては，前述したように実験結果と現地海岸における実測の結果との間に，満足な相似性が必要であることはいうまでもなく，とくに海岸変形の問題においては底質の大きさが重要な要素となってくるようである．岩垣，野田英明[17,18]はこうした意味から海岸変形の実験における縮尺効果の研究をとりあげた．そして長水路実験施設を用いて波高の大きい場合の実験を行なうとともに，従来発表された諸実験結果を用いてつぎのような考察を行なった．まず海岸変形を次元解析的に取扱うこととし，いくつかの諸要素のうち底質の効果をあらわすものとして粒径と沖波の波高との比を導入し，汀線付近の海浜変形を検討した．その結果，粒径と波高との比のある値を境として，汀線の変動におよぼす粒径の効果が著しく相違することがわかったが，これはたとえ波形勾配が一定でも，この比の値がある限界値より大きいか，小さいかによっていそ波帯における底質の移動機構が異なるためであろう推定され，このことは今後の発展に注目すべき手掛りを与えるものである．つぎに，海浜の平衡断面形について考察し，同一の波形勾配の波による実験結果においても，上記の比の値によって形状が著しく相違することを示し，また沿岸砂州の発生限界に対してもこの無次元量が極めて重要なものであることを明らかにし，実験結果に基づいてその限界をあらわした．また樹木[19]は前述した漂砂の運動機構に関する研究成果を用い，海岸浸食を対象とした模型実験の相似律について，漂砂量公式と限界流速を示す関係に基づいて考察を進め，ついで現地海岸におけるある平衡勾配から他の平衡勾配へ変形する場合の変形過程を，平衡勾配に関する実験結果を適用して推定する方法を説明した．以上述べたように，海岸変形に関する研究はとくに現地海岸への適用における相似律の問題が極めて重要であり，したがって実験的研究においても縮尺効果などの研究が要請されるわけである．こうしたことから現在長水路を用いて規模の大きな実験を進めるとともに，現象の解明に寄与する基礎的な実験資料をとって，その機構の水理学的な解明を進めているのである．

発表論文

1) 岩垣雄一：汀線浸食，第1回海岸工学研究発表論文集，昭29, pp. 69～80.
2) 石原藤次郎：海岸災害，土木学会中部支部防災工学テキスト，昭30, pp. 6.1～6.49.
3) 岩垣雄一，樹木亨：海浜の平衡勾配と砕波による砂移動に関する実験，第2回海岸工学講演会講演集，昭30. 11, pp. 99～106.
4) 岩垣雄一，樹木亨：海岸の平衡勾配に関する二，三の問題について，京都大学防災研究所創立5周年記念論文集，昭31, pp. 233～240.
5) Y. Iwagaki and T. Sawaragi : Experimental Study on the Equilibrium Slopes of Beaches and Sand Movement by Breaker, Coastal Eng. in Japan, Vol. 1, 1958, pp. 75～84.
6) 足立昭平：砂堆について，第3回海岸工学講演会講演集，昭31. 11, pp. 159～162.
7) 石原藤次郎，樹木亨，天野哲夫：漂砂の運動機構に関する基礎的研究，第5回海岸工学講演会講演集，昭33. 11, pp. 65～72.
8) 石原藤次郎，樹木亨，山口甚郎：海浜平衡勾配と波の質量輸送速度との関係について，漂砂の運動機構に関する研究(第2報)，土木学会第14回年次学術講演会講演概要，昭34, p. 117.
9) T., Ishihara, T. Sawaragi and T. Amano : Fundamental Studies on the Dynamics of Sand Drifts (Report 1 and 2), Coastal Eng. in Japan, Vol. 2, 1959, pp. 35～52.
10) 石原藤次郎，樹木亨：漂砂の移動限界流速，限界水深及び移動量について，漂砂の運動機構に関する基礎的研究(第3報)，第7回海岸工学講演会講演集，昭35. 11, pp. 47～58.
11) 樹木亨，村上正：沿岸漂砂量の推定について，第4回海岸工学講演会講演集，昭32. 11, pp. 41～50.
12) 樹木亨：沿岸漂砂に及ぼす海岸構造物の影響（第1報），第4回海岸工学講演会講演集，昭32. 11, pp. 51～58.
13) 足立昭平，小合彬生：港湾の埋没に関する実験的研究，第5回海岸工学講演会講演集，昭33. 11, pp. 81～86.
14) 速水頌一郎，堀俊之，足立昭平：海港の埋没について，土木学会誌，第35巻，第4号，昭25. 4, pp. 19～22.
15) S. Adachi, T. Sawaragi and A. Ogo : The Effect of Coastal Structures on the Littoral Sand Drifts, Coastal Eng. in Japan. Vol. 2, 1959, pp. 85～98.

16〕 岩垣雄一，樹木亨：沿岸漂砂量の新算定法について，第7回海岸工学講演会講演集，昭35.11，pp. 59～67.
17〕 岩垣雄一，野田英明：海浜変形に及ぼす scale effect の研究，京都大学防災研究所年報，第4号，昭36.3（印刷中）.
18〕 岩垣雄一，野田英明：海岸変形の実験における縮尺効果の研究，第8回海岸工学講演会講演集，昭36.11，pp. 139～143.
19〕 樹木亨：移動床実験の現地海岸への適用に関する一考察，第8回海岸工学講演会講演集，昭36.9，pp. 134～138.

(12) 海岸浸食及び漂砂の調査研究

海岸浸食や漂砂に関する研究を進め，そうした分野における学問の体系化をはかるためには，まず現実にどのような現象が，またどのような機構によって問題が生じているかなどを調査しなければならない．そしてその機構を解明するためには，どういう問題について現象を単純化し，それについて詳しい実験的あるいは理論的研究をいかに進めるべきかを考えなければならない．

京都大学の関係者によってこれまでに実施されてきた調査研究はかなりの数にのぼっており，それぞれ貴重な調査結果を得ているので，ほぼ年代順にその概要を述べてみよう．

1） 鳥取海岸の浸食及び漂砂に関する調査

昭和22年鳥取県において網代港，泊港，由良川河口，赤碕港及び皆生海岸一帯を対象として調査研究を行なうべく漂砂対策協議会が発足し，京都大学からも石原(藤)及び速水がその調査に加わって全面的な調査を進めてきたのであるが，その概要はつぎのようである．

まず石原(藤)，岩垣[1,2]は網代港の埋没に大きく関係していると考えれる飛砂の影響について調査し，つぎの結果をえた．網代港の飛砂地において風の頻度および風速分布について検討するために，プロペラ型風速計を用いて実測し，また飛砂採集器を用いて飛砂量とその分布を測定した．飛砂に関する実測結果を検討するために，従来の研究を総括してその問題点を明らかにし，理論的結果と実測値との比較検討を行ない，さらに年間の飛砂量を推定して港内の埋没量とその防止対策について考察したのである．さらに港内の波浪について調査し，当時としてははじめてこの網代港における波浪屈折図を画き，漂砂に関する考察の重要な資料とすることができた．また港内の底質を採取して，その平均粒径の分布図をつくり，さらに海水の採取から塩素量の分布を明らかにする一方，流速を測定して底質の移動機構の解明に供した．こうした結果とともに，汀線浸食に関する実測値について考察し，以上を総合して港内の埋没防止対策について述べた．一方，速水[3,4]は泊港湾の漂砂について調査し，つぎの結果を得た．まず漂砂の研究に対して一般的な考察を行ない，泊港付近の海底地形及び底質を詳細に実測し，また港内の静振を観測して，砂堆の発生と静振との関係について野満博士の理論を適用し，さらに渦動粘性係数を算定してその機構を考察した．一方，泊港付近の波高分布について検討し，それが特殊性をもってことを明らかにしたが，これは砂堆の形成や防波堤の築造によるものであることを述べた．さらに港内埋没の過程と浚渫後の経過について，以上述べた調査結果をもとにして考察し，埋没防止に関する多くの資料を得ることができた．

2） 泉南海岸の浸食に関する調査

大阪府では泉南海岸の浸食がはげしく，毎年汀線が後退して民有地に被害が及び重大な問題となってきたために，昭和24年9月大阪府泉南海岸浸食調査会を設け，各方面に依頼して調査に着手したのである．京都大学でも石原(藤)および速水が参加して全面的な調査を行なってきたが，その概要はつぎのようである．

まず石原(藤)，岩垣，堀[5]は泉南海岸を踏査してその浸食の現状を認識し，また同時に浜砂を採集してその分析を行なった．大阪における風の資料から月別または風速別に分布図を作り，この海岸における風の特性を調べた．また浜砂の粒度分析の結果から海岸に沿う平均粒径の分布を明らかにし，その粒度分布の型についても各地点毎に分類検討して海岸線の各地点の特徴を見出そうと試みた．一方，砂浜の成分を分析して，漂砂の供給源と経路に関する基礎資料を得ようと試み，とくに磨耗という点から石英および長石との粒数比の分布について考察したが明確な結論はえなかった．

つぎに皆生海岸に適用した場合と同様に，泉南海岸における詳細な波の屈折図を風向および周期別に作り，海岸浸食の機構を説明するための基礎資料を得た．そしてこれらの屈折図を用いて海岸沿いの波高分布を求め，浜砂に関する資料との関連から海浜の特性を考察した．また速水[6]は泉南海岸の浸食について，とくに地形上の観点から概説し，地盤沈下，漂砂，海浜，浸食などについて一般的に論じ，この調査にあたっていかなる点に留意すべきかについて問題点を述べ，調査にあたっての参考に供した．

石原(藤)，岩垣，土屋昭[7]は前記の調査に引き続き，防砂堤の効果を検討するために，泉南海岸下荘村箱作より貝塚市間において，主として防砂堤群の周辺において深浅測量を行なった．その結果から防砂堤の効果を検討して，この海岸の南部では一般に防砂堤への砂付きが悪いが，北部に向うにしたがってその効果があらわれていることがわかった．また速水，足立および土屋(昭)[8]は防砂堤の北および南側において底質を採集し，その分析を行なって防砂堤の効果とともに粒度の分布特性について検討したが，いずれの底質をみても淘汰がよく行なわれていないことを明らかにした．さらに以上の諸結果を

考察するためには，砕波にともなう沿岸流を究明する必要があるわけであり，こうしたことから Putnam, Munk 及び Traylor の沿岸流速公式を紹介して，砂礫の移動の機構を考察した．さらに石原(藤)，岩垣，土屋(昭)[9]は Sverdrup-Munk の Fetch graph によって，この海岸に襲来する波の波形勾配を求め，また砕破水深を推定して浸食機構の解明にあたっての資料をつくった．そして，海底形状を実測した結果と平衡勾配に関する Calfornia 大学での実験結果を比較して，その特性を考察した．また砕波高の分布と砕波によって生ずる沿岸流とを組合せて海岸浸食の機構を説明した．

以上の調査研究に引き続いて，速水，石原(藤)，岩垣[10]は汀線砕波とこれによる砂礫の移動について考察するために，泉佐野海岸における砕波を観測したが，その際，波高と流速とを同時に自記させた．一方，実験小水槽を用いて砕波に関する実験を行ない，砕波の形状に二つの型があることがわかったが，このことは観測においても明らかにされた事実である．また汀線付近における砂礫の移動量を実測して，その粒径と移動方向について検討した．さらに泉佐野における海底の日変化および月変化を明らかにするために，浸食堆積量と波形勾配との関係を風向別に求め，海岸浸食の量的な取扱い方の一つの試みとしたが，これらは防砂堤の設計あるいは有効な海浜浸食の防禦対策の確立に対して多くの示唆を与えた．

3） 富山および三重海岸における波浪観測調査

速水および石原(藤)は海浜変形の直接的原因となる波浪の観測を富山および三重の両海岸について行ない，つぎのような成果を得た．

速水，石原(藤)，岩垣[11]はまず富山海岸における波浪観測を行なって，砕波水深，波の周期，はい上り距離などの海岸に沿う分布を求め，また屈折図を描いて屈折係数を求め，この海岸の特性を明からかにした．また三重海岸とくに津港を中心とし地点の波浪観測を行ない，富山海岸と同様，砕波高，波の周期などの海岸に沿う分布と屈折図による屈折係数を求め，この海岸における海岸災害の防止軽減に役立つ基礎資料を得た．

4） 菊川河口の飛砂に関する調査

菊川河口には飛砂地が発達しており，飛砂が河川上流に悪影響を及ぼす河口閉塞の直接的原因と考えられることから，飛砂に関する調査が重要視され，石原(藤)は建設省の依頼によりその調査を行なって，つぎのような成果を得た．

石原(藤)，岩垣[12]はまず飛砂に関する基礎的な研究を行なう必要から，風の作用によって砂が移動を開始するときの関係，および飛砂量に関する従来の研究をとりまとめて批判し考察するとともに，飛砂が浮遊して運ばれるものとして理論的に飛砂量をあらわす関係を求めた．また現地における風の特性に関する資料を得て解析するとともに，飛砂器を用いて飛砂量やその分布を詳細に測定し，前述した理論的考察の結果と比較検討した．そして以上の結果を用いて年間の飛砂量を推定し，菊川河口閉塞に及ぼす飛砂の効果を論じた．

5） 宮津海岸の漂砂に関する調査

昭和30年石原(藤)及び岩垣は京都府より依頼をうけて，宮津海岸の漂砂に関する調査を行ない．つぎのような成果を得た．

石原(藤)，岩垣，樹木，喜多，小合[13]はまず宮津海岸における漂砂量の測定と波の観測および沿岸流速の分布を測定して，海岸構造物が漂砂に及ぼす影響を論ずるとともに漂砂量に及ぼす波の諸特性の影響について，Saville らと同様にエネルギーの関係を利用して，漂砂量をあらわす関係を導いた．

6） 明石海峡北岸の浸食に関する調査

昭和30年神戸市は明石海峡調査会を設けて海峡の実態究明のための調査を始め，京都大学でも石原(藤)及び速水らが参加したが，とくに明石海峡北岸の浸食問題を石原(藤)が担当し，つぎのような成果をあげた．

石原(藤)，岩垣，村上[14]はまずこうした調査を最も経済的にそして適確に行なうべきことに主眼をおき，その基本方針について検討したのち，つぎのような調査を行なった．海岸の海底勾配，底質に関する実測を海岸線延長 15 km にわたって詳細に行ない，また神戸および明石における風の特性を検討し，沖波の特性を Fetch graph によって明らかにするとともに，詳細な波の屈折図を描いた．また砕波水深と砕波高あるいは沿岸流速などについて検討した．さらにこれを用いて，この海岸の漂砂と浸食機構について，とくに海岸に沿う漂砂量分布，汀線と直角方向の漂砂量分布および漂砂の一般的性状などを明らかにして，解明に努めた．

さらに前報告に引き続き石原(藤)，岩垣，樹木，村上[15]は沿岸漂砂量の定量的な把握につとめ，仮設防砂堤における砂礫の堆積量および浸食量を測定して漂砂量を求め，また一方採砂器を用いて漂砂量を実測した．沿岸漂砂の特性について，とくに漂砂量の分布，漂砂移動帯，漂砂強度最大点および漂砂移動限界水深などについて考察し，さらにこれらの実測結果に実験による沿岸漂砂の運動機構に関する成果を適用して，沿岸漂砂量と沿岸方向の波のエネルギーとの関係を求めた．そして風に関する資料をもとにして，西垂水海岸における年間の漂砂量を推定し，この海岸における漂砂の実態を明らかにした．

7） 渥美湾大洲海岸における海浜砂の調査

この調査の対象とした大洲崎砂洲は，上流よりの流送砂礫の堆積によって，東部にのびており，またその一部には防砂堤が設けられているので，その両側で海浜地形

が変化していることから，こうした漂砂の局所的問題の解明上極めて興味のある地域と考えられる．柿沼[16]はこの海浜における砂礫の粒度分布の特性をしらべ，つぎのような調査結果を得た．主として海底面砂礫の特性を知ることに主眼をおいて底質を採集し，そのフルイ分け分析を行ない，中央粒径および標準偏差の二つをとりあげて考察した．この海岸における海浜砂の粒度分布は，砂群と礫群の2群に分れることを見出し，それぞれについてその分布状況および淘汰度などについて検討し，こうした砂礫の輸送機構を定性的に明らかにしようとした．

（8） 茶崎漁港の漂砂の調査

日本海に面した福井県の一漁港，茶崎港は毎年泊地が漂砂により埋没するため，福井県の委託で石原(藤)および岩垣はその埋没防止対策を検討するために昭和34年および35年の二年間にわたって調査を実施した．

石原(藤)，岩垣，野田ら[17]は深浅測量，波浪観測，流れの観測，底質および漂砂の採集，および静振の観測などを行なってつぎのような成果をえた．風，波浪および流れの特性を明らかにし，とくに泊地内に流送される漂砂の直接原因について究明し，泊地内の砂の堆積位置が一応静振によって説明される場所に近いことを明らかにするとともに，また底質粒径と水深との関係を求めて，漂砂の運搬機構の解明につとめ，埋没原因を明らかにしようとした．

以上かなり多くの海岸における調査観測の成果は，海岸工学のこうした分野における体系化のための極めて重要な資料であることはいうまでもないが，一方今後も多くの海岸において同様な問題が生じ調査を要する場合がしばしば起こるであろうことを考えると，できる限り経済的にそして効果的に調査し，その目的を達成するためには，こうした方面の調査方法について系統的に考察しておく必要がある．岩垣[18]は以上の調査の経験と従来の諸調査の成果や研究成果を参考にして，海岸漂砂の調査について考察を行ないその指針を明らかにした．

発 表 論 文

1〕 石原藤次郎，岩垣雄一：網代港の埋没防止に関する研究，鳥取県漂砂対策調査報告書，昭25. 4, pp. 5～34.

2〕 石原藤次郎，岩垣雄一：鳥取県網代港の埋没防止に関する研究，防災研究所研究報告，第2号，昭24. 9, pp. 76～81.

3〕 速水頌一郎：泊港湾の漂砂に関する研究，鳥取県漂砂対策調査報告書，昭25. 4, pp. 35～50.

4〕 速水頌一郎：泊港の漂砂について，防災研究所研究報告，第2号，昭24. 9, pp. 82～87.

5〕 石原藤次郎，岩垣雄一，堀 俊之：泉南海岸の浸蝕に関する基礎的研究(第1報及び第2報)，泉南海岸浸蝕調査報告書，第一報，昭26. 4, pp. 78～110.

6〕 速水頌一郎：泉南海岸の浸蝕について(予察)，泉南海岸浸蝕調査報告書，第一報，昭26. 4, pp. 143～146.

7〕 石原藤次郎，岩垣雄一，土屋 昭：泉南海岸の浸蝕に関する基礎的研究(第3報)，泉南海岸浸蝕調査報告書，第二報，昭27. 10, pp. 1～2.

8〕 速水頌一郎，足立昭平，土屋 昭：泉南海岸の浸蝕に関する基礎的研究(第4報)，泉南海岸浸蝕調調査報告書，第2報，第27. 10, pp. 27～40.

9〕 石原藤次郎，岩垣雄一，土屋 昭：泉南海岸の浸蝕に関する基礎的研究(第5報)，泉南海岸浸蝕調査報告書，第二報，昭27. 10, pp. 27～40.

10〕 速水頌一郎，石原藤次郎，岩垣雄一：泉南海岸の浸蝕に関する基礎的研究(第6報)，泉南海岸浸蝕調査報告書，第三報，昭29. 1, pp. 1～21.

11〕 S. Hayami, T. Ishihara and Y. Iwagaki: Some Studies on Beach Erosions, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ., Bulletin No. 5, 1953, pp. 1～29.

12〕 T. Ishihara and Y. Iwagaki: On the Effect of Sand Storm in Controlling Mouth of the Kiku River, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ., Bulletin No. 2, 1952, pp. 1～32.

13〕 石原藤次郎，岩垣雄一，樹木 亨，喜多 樹，小谷彬生：宮津海岸の漂砂に関する調査報告書，昭32. 3, pp. 1～75.

14〕 石原藤次郎，岩垣雄一，村上 正：明石海峡北岸の浸食調査について，第3回海岸工学講演会講演集，昭31. 11, pp. 185～193. または明石海峡調査報告書，昭34. 3.

15〕 石原藤次郎，岩垣雄一，樹木 亨，村上 正：明石海峡北岸の浸蝕調査について(第2報)，明石海峡調査報告書，昭34. 3.

16〕 柿沼忠男：渥美湾大洲海岸における海浜砂の粒度分布について，第8回海岸工学講演会講演集，昭36. 9, pp. 156～160.

17〕 石原藤次郎，岩垣雄一，野田英明：茶崎漁港の埋没原因について，京都大学防災研究所年報，第4号，昭36. 3（印刷中）.

18〕 岩垣雄一：海岸漂砂の調査について，第6回海岸工学講演会講演集，昭34. 11, pp. 145～150.

13. 水理模型実験に関する研究

模型実験は理論解析および自然観察とともに複雑な自然界の水理現象を究明する有力な手段の一つであり，古くから種々の防災計画あるいは水理構造物の設計に大きな役割を果している．模型実験は縮尺された模型内の現象から原型におけるそれを類推しようとするものであるから，一種の Analog

型の計算機であると考えてよい．最近は Digital 型電子計算機の発達によって従来手のつかなかった多くの難問の計算が可能となり，また災害水文学および河川災害の項に述べたように Analog 型電子計算機も考案され，解析的に解くことのできなかった問題が逐次解決されるようになってきている．これに対して，水理模型実験は砂の比重とか流体の密度や粘性を変えることもあるが，その主眼とするところは模型と原型との幾何学的な大きさのみを変えることによって簡単に答えを見出そうとすることであって，現象の推移が直接眼に見え，また容易に条件を変えた場合の現象の変化を知り得るという利点があり，実際問題の解決に模型実験が昔から利用されてきた理由もここにあったといえよう．

しかしながら，このような利点も模型と原型との力学的相似関係が保持されることを前提としての議論であり，この関係があいまいであれば，模型の Analog 型計算機としての機能が疑問となるだけでなく，誤まった判断から無駄な計画，設計あるいは危険な計画，設計をすることになる．一般に模型実験の相似律は目的とする現象の主作用力と境界条件に規定されるものであるから，現象を記述する力学的基礎法則および境界条件が既知であれば，原理的に相似律が定まり，問題はそれをどのようにして模型へ具現するかに絞られる．しかし，一方現象の主作用力に関する力学的法則が未知の場合には，原理的相似律も不明であるから，実験結果に対してはまず純粋に模型内の現象として理解すべきであり，模型実験がまずそれ自身の相似律を見出すために行なわれると解釈しなければならない．次元解析法はこのような場合の常法である．水理模型実験はきわめて多岐にわたるが，現実にはほとんどすべての場合に多かれ少なかれこれら両者の性格がつきまとい，とくに後者の性格から，実験値をたんに定性的な見通しだけにとどめなければならないものも少なくない．

本研究所においては，宇治川水理実験所に各種の模型実験施設をもち，それぞれの分野において利用され，その成果はすでに各研究別に記述したようであるが，同時に，水理模型実験そのものを対象として，各種模型の相似律，模型装置および計測計器の研究も行なわれ，模型実験の真価を発揮せしめようとする努力がなされている．

（1） 河川模型実験の相似律に関する研究

水理模型実験は固定床実験と移動床実験に大別され，後者においては流水のうえに流砂の運動がつけ加えられるが，いずれにしても流水の運動に関する相似律が基本的要件となる．一般に重力が主作用力である場合は Froude の相似則に，また流体の粘性が主作用力である場合は Reynolds の相似則に律せられることが知られている．河川の流れに対する主作用力としては，まず重力があげられるが，同時に流水抵抗も重要である．しかも河川の流れはすべて乱流であって，流水抵抗は水の純粋の粘性ではなく，乱れによる渦動粘性に決定づけられるから，その相似則は単純でない．さらに流砂の運動がつけ加えられると一層複雑になる．もちろん，模型における流れの乱れの尺度までも原型に対して縮尺することは困難であり，これらの抵抗に関する相似律はある程度巨視的な見地から論ずることになるが，それにしても水路の粗度と流水抵抗との関係については不明の点が多く，結局流水抵抗に関する相似律を明らかにし，それをどのようにして模型に具現するかが，河川模型実験の共通の課題となっている．

河川模型実験のうち固定床模型水路を用いて，もっぱら流水の全体的動向を追究し，流れの基本的性状を理解しようとする実験は，多くの場合河川処理の基本的指針を与えるものであり，また流路の局所的現象あるいは河床の変動などを対象とする複雑な固定床あるいは移動床実験に対しては，予備実験としての役割を果たし，河川模型実験のもっとも基本的実験であるといえる．この種の実験における相似律は，流水内部の微細な運動機構を省略して，水路全断面の平均流速に対して相似関係を律するものであるから，原型の平均流速に関する粗度係数に見合う人工粗度を模型水路につければよいことになる．しかし実際には，人工粗度の抵抗特性が，それを予知できるほど明確ではなく，従来の模型粗度選定はほとんど実験者の経験的感と熟練に委ねられてきた．模型製作が反復試行的に行なわれるのはある程度やむを得ない

としても，最初の試行において，人工粗度の形式および寸法の■安さえも曖昧であることは実験能率を著しく阻害するだけでなく，実験そのものを誤まらしめるおそれがないとはいえない．

こうした河川模型実験の難点を解消し，模型の合理的運用と活用を図るため，足立[1-4]はその第一歩として固定床実験の人工粗度をとりあげ，人工粗度の分類を明確にし，水路断面効果の解析とともに，各種形式の人工粗度に関する基本的抵抗則を実験的に見出し，さらに模型縮尺との関連において模型歪みと人工粗度の効用とを明らかにした．これらの成果は従来実験者の経験的感に委ねられることのあまりにも多かった模型実験の合理化に一つの基本的な足掛りを与えるものであるが，固定床実験に限っても，なお流水の運動の内部機構の解明を必要とする諸問題の解明が残されており，水路勾配，断面形状の変化，流れの形態の変化にともなう遷移領域あるいは流れの非定常性による影響などについて引き続き検討がなされている．また流砂を含む移動床実験の相似律についても，矢野，岩垣らによって理論的，実験的研究が続けられており，土屋の局所洗掘に関する scale effect の研究はそれらの代表的研究として注目されるものである．

発 表 論 文

1〕 足立昭平：開水路模型実験の相似律に関する研究―模型歪みの効果について―，京都大学防災研究所年報，第2号，昭 33. 12, pp. 58～69.
2〕 足立昭平：開水路における模型粗度の実験的研究，京都大学防災研究所年報，第3号，昭34. 12, pp. 17～33.
3〕 足立昭平：人工粗度の実験的研究―棧型および溝型粗度―，京都大学防災研究所年報，第4号，昭36. 3（印刷中）.
4〕 足立昭平：人工粗度の実験的研究―イボ型粗度―京都大学防災研究所創立10周年記念論文集，昭36（投稿中）.

（2） 海岸および港湾の模型実験

一般に海岸港湾の水理模型実験は，波の変形の現象を主として取り扱う実験，高潮，潮汐などの長周期の水位変動を主とする実験，構造物に作用する波力を問題とするもの，砂礫などの移動物質を含む現象を取り扱う実験，その他海岸堤防などにおける波の遡上や越波の実験，それに風が加わった場合，さらに空気防波堤および水理防波堤の実験などの特殊なもの，にわけられる[1]．水の運動の相似律は河川模型実験の場合と同様に，重力と粘性あるいは乱れによる摩擦抵抗力に対するものが主体となり，摩擦抵抗が現象に支配的な役割を果しているような場合には，流れの内部構造を相似にするのではなく，平均的な水位や流速あるいはそれらの変化が相似になるようにして解決するのが普通である．

短周期波の変形を主体とする模型実験では，多くの場合，まず重力が支配的役割を果すものとして相似律が検討される．そしてこの場合の特徴は原則的に水平縮尺と鉛直縮尺とを等しくとらねばならないことであり，水粒子速度や圧力などの水の運動や力に対して力学的相似を保たせるためには模型を歪ませることができない．とくにこの種の波に対しては波形勾配が現象の重要な要素であることに留意する必要がある．もちろん摩擦，浸透効果および表面張力の影響ならびに波の反射に関する考慮を省略することはできない．反射率は，壁面勾配や波形勾配によって異なるが，石原(藤)，岩垣ら[2]はさらに壁面ののり先水深と深水波の波長との比が反射率に影響することを見出し，模型歪みが反射率の相似性をそこねることを明らかにした．

高潮や潮汐などを含む長周期の波の変形とか，それにともなう流れの問題を取り扱う場合には，河川の模型実験とほぼ同様に考えてよいが，潮流は河川の流れと異なって往復運動であることおよび一般に模型の対象となる平面な拡がりが大きく，実験施設の能力から水平縮尺に制約をうけて，原型が乱流であるにもかかわらず模型では層流となる場合が比較的多いこと，などが特異な問題点となる．速水，樋口ら[3]は広島湾の潮流模型実験にあたって，模型の歪みを3段階に変えて，原型との相似性を実証的に検討するとともに，層流模型の相似律を解析して，潮流の最大流速と最大流動距離をとったReynold数がこの種の模型歪み選定に対する重要な指標であることを明らかにした．さらに樋口[4,5]は島根県東部の中海とそれを外海に結ぶ境水道の水位変動に関する模型実験において，同様に6種類の模型歪みに対して実証的験証を行なうとともに二つの広い水域を結ぶ水道における水位変動を解析して，この種実験の相似律を明らかにした．

構造物に及ぼす波圧，波力および潜堤による波高減衰，堤防への波の遡上や越波，さらに砂の運動をともなう諸問題を取り扱う場合には，現象を規定する理論的基礎が明確でないから，現在のところ模型の相似性は実験の積み重ねによって論じなければならない．すでに海岸災害に関する研究の項に述べたように，この種の現象に対する基礎的研究が着々と進められているが，とくに相似律に直結した研究成果を挙げればつぎのようである．石原(藤)，樫木[6]は須磨明石海岸における国鉄山陽本線潮害対策に関する模型実験において，波に関する相似律を考究するとともに，次元解析の方法によって，波のはね上り高さと潜堤との関係を見出した．また岩垣，野田[7]は海岸変形の実験における縮尺効果を論じ，汀線の変動あるいは海浜平衡断面形々成に及ぼす底質砂粒の影響を実験的に見出し，この種の模型実験に対する相似律の設定に重要な示唆を与えた．さらにまた樫木[8]は漂砂の運動機構に関する考察から，模型実験における漂砂粒

径の縮尺比と波の縮尺比との関係を導くことに成功した．

以上，水理模型実験の主として相似律に関する研究成果を述べたが，模型実験の対象はきわめて多岐にわたるものであり，相似律の確立にはさらに多くの解明すべき諸問題が残されている．なお，模型実験技術の面においても，模型の境界条件を確実に設定する装置および現象を抽出する計測装置に関する研究[9]も同時に進められているが，これらについては第2章の宇治川水理実験所の項を参照されたい．

発 表 論 文

1) 岩垣雄一：海岸および港湾の模型実験について，海岸工学の最近の進歩，土木学会関西支部，昭36. 3, pp. 21～42.
2) 石原藤次郎，岩垣雄一，鈴木雄太：海岸堤防の設計，特にその有効高さについて，第2回海岸工学講演会講演集，昭30. 11, pp. 57～70.
3) 速水頌一郎，樋口明生，吉田幸三：潮流を含む水理模型実験の相似性について，京都大学防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 83～95.
4) 樋口明生：境水道の水位変動に関する水理模型実験(I)，京都大学防災研究所年報，第3号，昭34. 12.
5) 樋口明生：境水道の水位変動に関する水理模型実験(II)，京都大学防災研究所年報，第4号，昭36. 3（印刷中）.
6) 石原藤次郎，樹木 亨：山陽本線須磨～塩屋間潮害対策報告書，昭33. 4, pp. 1～54.
7) 岩垣雄一，野田英明：海岸変形の実験における縮尺効果の研究，第8回海岸工学講演会講演集，昭36. 9, pp. 139～143.
8) 樹木 亨：移動床実験の現地海岸への適用に関する一考察，第8回海岸工学講演会講演集，昭36. 9, pp. 134～138.
9) 国司秀明：電気抵抗式波高計の設計について，京都大学防災研究所年報，第3号，昭34. 12, pp. 65～73.

14. そ の 他

防災に関する一般的論説及び海外視察会議報告などを列挙すると次の通りである．

1) 石原藤次郎：日本学術会議の近況について，土木学会誌，第36巻，第8号，昭26. 8, pp. 339～341.
2) 石原藤次郎：土木現象を対象とした時系列の問題，土木学会誌，第38巻，第1号，昭28. 1, pp. 32～37.
3) 矢野勝正：わが国の災害の現状とその性格，土木学会「水工学の最近の進歩」，昭28. 3, pp. 187～202.
4) 村山朔郎：欧州視察記，土木学会誌，第39巻，第1号，昭29. 1, pp. 12～15.
5) 石原藤次郎：アメリカの大学研究所を訪ねて，土木学会誌，第39巻，第4号，昭29. 4, pp. 173～177.
6) 石原藤次郎：海岸工学の現況，海岸工学研究発表論文集，土木学会関西支部，昭29. 11, pp. 1～7.
7) 矢野勝正：わが国の河川対策の諸問題，土木学会誌，第39巻，第12号，昭29. 12,
8) 矢野勝正：防災工学総論，土木学会中部支部講習会プリント，昭30. 3, pp. 1～26.
9) 矢野勝正(田渕，中原，菊地)：日本学術会議と最近の動勢について，土木学会誌，第40巻，第3号，昭30. 3, pp. 85～89.
10) 矢野勝正：ソ連及び中国の建設事業，土木学会誌，第40巻，第8号，昭30. 8, pp. 371～378.
11) 矢野勝正：災害累増と保全対策，雑誌「防災」，第2巻，昭30. 9, pp. 2～15.
12) 矢野勝正：第6回国際水理学会に出席して，土木学会誌，第41巻，第1号，昭31. 1, pp. 7～13.
13) 矢野勝正：水害対策の一考察，京大防災研究所5周年記念論文集，昭31. 11, pp. 161～167.
14) 速水頌一郎：日本水利科学訪中代表団視察報告，土木学会誌，第42巻，第3号，昭32. 3, pp. 3～5.
15) 横尾義貫：原子力と建設技術，京大防災研究所年報，第1号，昭32. 12, pp. 3～11.
16) 石原藤次郎：建設技術海外事情報告講演会（米国における科学技術の教育について），土木学会誌，第43巻，第5号，昭33. 5, pp. 6～9.
17) 岩垣雄一：米国における土砂水理学の現況，京大防災研究所年報，第2号，昭33. 12, pp. 176～182.
18) 矢野勝正：伊勢湾台風による海岸災害について，京大防災研究所年報，第3号，昭34. 12, pp. 1～10.
19) 矢野勝正：京都大学防災研究所紹介，土木学会誌，第40巻，第5号，昭36. 5, pp. 39～43.
20) 岩垣雄一：海岸の防災研究における諸問題，第8回海岸工学講演会講演集，昭36. 9, pp. 176～182.
21) 棚橋 諒，第2回世界地震工学会議の話題，京大防災研究所年報，第4号，昭36. 3（印刷中）.
22) 赤井浩一：北欧通信，土と基礎，Vol. 7, No. 2, 昭34.4,. pp. 62～63.
23) 赤井浩一：北欧通信（その2），土と基礎，Vol. 7, No. 5, 昭34.10, pp. 65～66.
24) 赤井浩一：北欧通信（その3），土と基礎，Vol. 8, No. 1, 昭35.2, p. 57.

第5章　研究所刊行物

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（B5版，欧文，不定期刊行）および記念論文集，年報を刊行し，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．現在までに刊行したものはつぎのとおりである．

1. Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute

No. 1 On the Propagation of Flood Waves by Shoitiro Hayami, Dec., 1951.

No. 2 On the Effect of Sand Storm in Controlling the Mouth of the Kiku River by Tojiro Ishihara and Yuichi Iwagaki, Feb., 1952.

No. 3 Observation of Tidal Strain of the Earth (Part I) by Kenzo Sassa, Izuo Ozawa and Soji Yoshikawa. And Observation of Tidal Strain of the Earth by the Extensometer (Part II) by Izuo Ozawa, Dec., 1952.

No. 4 Earthquake Damages and Elastic Properties of the Ground by Ryo Tanabashi and Hatsuo Ishizaki, May, 1953.

No. 5 Some Studies on Beach Erosions by Shoitiro Hayami, Tojiro Ishihara and Yuichi Iwagaki, Aug., 1953.

No. 6 Study on Some Phenomena Foretelling the Occurrence of Destructive Earthquakes by Eiichi Nishimura. Oct., 1953.

No. 7 Vibration Problems of Skyscraper. Destructive Element of Seismic Waves for Structures by Ryo Tanabashi, Takuzi Kobori and Kiyoshi Kaneta, March, 1954.

No. 8 Studies on the Failure and the Settlement of Foundations by Sakurō Murayama, Aug., 1954.

No. 9 Experimental Studies on Meteorological Tsunamis Traveling up the Rivers and Canals in Osaka City by Shoitiro Hayami, Katsumasa Yano, Shohei Adachi and Hideaki Kunishi, April, 1955.

No.10 Fundamental Studies on the Runoff Analysis by Characteristics by Yuichi Iwagaki, Dec., 1955.

No.11 Fundamental Considerations on the Earthquake Resistant Properties of the Earth Dam by Motohiro Hatanaka, Dec., 1955.

No.12 The Effect of the Moisture Content on the Strength of an Alluvial Clay by Sakurō Murayama, Kōichi Akai and Tōru Shibata, Dec., 1955.

No.13 On Phenomena Forerunning Earthquakes by Kenzo Sassa and Eiichi Nishimura, Feb., 1956.

No.14 A Theoretical Study on Differential Settlements of Structures by Yoshitsura Yokoo and Kunio Yamagata, March, 1956.

No.15 Study on Elastic Strain of the Ground in Earth Tides by Izuo Ozawa, March, 1957.

No.16 Consideration on the Mechanism of Structural Cracking of Reinforced Concrete Buildings Due to Concrete Shrinkage by Yoshitsura Yokoo and Sakae Tsunoda, March, 1957.

No.17 On the Stress Analysis and the Stability Computation of Earth Embankments by Kōichi Akai, March, 1957.

No.18 On the Numerical Solutions of Harmonic, Biharmonic and Similar Equations by the Difference Method Not through Successive Approximations by Hatsuo Ishizaki, Aug., 1957.

No.19 On the Application of the Unit Hydrograph Method to Runoff Analysis for Rivers in Japan by Tojiro Ishihara and Akiharu Kanamaru, March, 1958.

No.20 Analysis of Statically Indeterminate Structures in the Ultimate State by Ryo Tanabashi, March, 1958.

No.21 The Propagation of Waves near Explosion and Fracture of Rock (I) by Soji Yoshikawa, March, 1958.

No.22 On the Second Volcanic Micro-Tremor at the Volcano Aso by Michiyasu Shima, March, 1958.

No.23 On the Observation of the Crustal Deformation and Meteorological Effect on It at Ide Observatory and On the Crustal Deformation Due to Full Water and Accumulating Sand in the Sabo-Dam by Michio Takada, July, 1958.

No.24 On the Character of Seepage Water and Their Effect on the Stability of Earth Embankments by Kōichi Akai, Aug., 1958.

No.25 On the Thermoelasticity in the Semi-Infinite Elastic Solid by Michiyasu Shima, Sept., 1958.

No.26 On the Rheological Characters of Clay (Part I) by Sakurō Murayama and Tōru Shibata, Oct., 1958.

No.27 On the Observing Instruments and Tele-Metrical Devices of Extensometers and Tiltmeters at Ide Observatory and On the Crustal Strain Accompanied by a Great Earthquake by Michio Takada, Jan., 1959.

No.28 On the Sensitivity of Clay by Shinichi Yamaguchi, March, 1959.

No.29 An Analysis of the Stable Cross Section of a Stream Channel by Yuichi Iwagaki and Yoshito Tsuchiya, March, 1959.

No.30 Variations of Wind Pressure against Structures in the Event of Typhoons by Hatsuo Ishizaki, Dec., 1959.

No.31 On the Possibility of the Metallic Transition of MgO Crystal at the Boundary of the Earth's Core by Tatsuhiko Wada, March, 1960.

No.32 Variation of the Elastic Wave Velocities of Rocks in the Process of Deformation and Fracture under High Pressure by Shogo Matsushima, March, 1960.

No.33 Basic Studies on Hydraulic Performances of Overflow Spillways and Diversion Weirs by Tojiro Ishihara, Yoshiaki Iwasa and Kazune Ihda, March, 1960.

No.34 Volcanic Micro-Tremors at the Volcano Aso by Michiyasu Shima, June, 1960.

No.35 On the Safety of Structures Against Earthquakes by Ryo Tanabashi, Aug., 1960.

No.36 On the Flow and Fracture of Igneous Rocks and On the Deformation and Fracture of Granite under High Confining Pressure by Shogo Matsushima, Aug., 1960.

No.37 On the Physical Properties within the B-Layer Deduced from Olivine-Model and On the Possibility of Polymorphic Transition from Olivine to Spinel at the 20° Discontinuity by Tatsuhiko Wada, Aug., 1960.

No.38 On Origins of the Region C and the Core of the Earth—Ionic-Intermetallic-Metallic Transition Hypothesis—by Tatsuhiko Wada, Sept., 1960.

No.39 Crustal Stucture in Wakayama District as Deduced from Local and Near Earthquake Observations by Takeshi Mikumo, Sept., 1960.

No.40 Earthquake Resistance of Traditional Japanese Wooden Structures by Ryo Tanabashi, Dec., 1960.

No.41 Analysis with an Application to Aseismic Design of Bridge Piers by Hisao Goto and Kiyoshi Kaneta, Dec., 1960.

No.42 Tilting Motion of the Ground as Related to the Volcanic Activity of Mt. Aso and Micro-Process of the Tilting Motion of Ground and Structure by Yoshiro Itō, Feb., 1961.

No.43 On the Strength Distribution of the Earth's Crust and the Upper Mantle, and the Distribution of the Great Earthquakes with Depth by Shogo Matsushima, Feb., 1961.

No.44 Observational Study on Microseisms (Part 1) by Kennosuke Okano, Feb., 1961.

No.45 On the Diffraction of Elastic Plane Pulses by the Crack of a Half Plane by Michiyasu Shima, March, 1961.

No.46 On the Observations of the Earth Tide by Means of Extensometers in Horizontal Components by Izuo Ozawa, March, 1961.

No.47 Observational Study on Microseisms (Part 2) by Kennosuke Okano, Aug., 1961.

No.48 On the Crustal Movement Accompanying with the Recent Activity on the Volcano Sakurajima (Part 1) by Keizo Yoshikawa, Aug., 1961.

2. 記 念 論 文 集

防災研究所創立5周年記念論文集，昭和31年11月.

頁
序　言……所長　矢野勝正… 1
職員，規程など…… 2

報　文

地震予知に関する2，3の問題（II）……佐々憲三… 3
地殻物性の状態変化と地震活動……西村英一… 8
逢坂山に於ける地殻の歪の観測……小沢泉夫… 14
土地傾動の永年観測について……細山謙之輔… 20
土地変動の遠隔観測について……高田理夫… 28
重力の時間的変化について……一戸時雄… 35
粘土のクリープ特性について……村山朔郎　柴田　徹… 42
あめ動型地すべり地粘土による Sensitivity 及び強度その他の回復の研究……山口真一… 52
浸透水流による盛土裏法面の局部破壊とその防止工法に関する実験的研究
……村山朔郎　赤井浩一… 59
被圧地下水の揚注水による地下水圧の変動と地盤沈下に関する水理実験…速水頌一郎　赤井浩一… 67
竪井戸による定圧注水及び揚水の理論（I）……国司秀明… 75
土地沈下及び構造物の変形の微細過程について……伊藤芳朗… 84
建築物の不同沈下に関する研究……横尾義貫　山肩邦男… 93
激震に対する建築架構の終局耐力……棚橋　諒…106
建築架構の非線型振動と耐震性の問題……小堀鐸二…116
アーチダムの耐震性について……畑中元弘…125
コンクリートの収縮による構造亀裂の発生機構に関する考察……横尾義貫　角田　栄…135
動線輪型微動計の振動特性について……畑中元弘…143
Laplace の微分方程式数値解法の簡易化……石崎澪雄…153
水害対策の一考察……矢野勝正…161
降雨の流出解析について……速水頌一郎…168
わが国河川の総合単位図の研究……石原藤次郎　金丸昭治　中川博次…181
降雨および流域特性が流出関係に及ぼす効果について……岩垣雄一　高棹琢馬…191
貯水池による洪水調節とその下流部洪水流に及ぼす総合的効果について…石原安雄　岸田　隆…201
貯水池における洪水波伝播に関する実験的研究……矢野勝正　足立昭平…211
明石海峡北岸の浸食調査について……石原藤次郎　岩垣雄一　村上　正…220
海岸の平衡勾配に関する二，三の問題について……岩垣雄一　樹木　亨…233
寝屋川模型実験ー鴻池堰操作の基本方式ー……矢野勝正　足立昭平　奥田節夫
樋口明生　大同淳之…241
宇治川水理実験所概要……京都大学防災研究所…273

3. 防災研究所年報

(1) 第1号目次（昭和32年度），昭和32年12月

頁

序　言……所長　西村英一…　1

総　説

原子力と建設技術……横尾義貫…　3

報　文

河川堤防の浸透に関する研究……矢野勝正　山本順一…　12
被圧地下水圧の変動と地盤沈下に関する水理実験（II）……速水頌一郎　赤井浩一…　26
流木に関する実験的研究……足立昭平　大同淳之…　41
アーチの極限解析……横尾義貫　山肩邦男…　50
粘土の強度と圧密特性に関するレオロジー的考察……村山朔郎　柴田　徹…　63
粘土の鋭敏比の研究……山口真一…　73
1954年の揚子江大洪水について……速水頌一郎…　79
コールダー・ホール型原子炉の耐震化について……小堀鐸二…　92
桜島における地盤変動の観測について……吉川圭三…106
重力の時間的変化について（国際地球観測年重力観測第一報）
……西村英一　一戸時雄　中川一郎　岡本容子　船曳　満…112
風洞水槽による風波の研究（I）（表面境界層流について）……国司秀明…119
円柱に及ぼす波力の実験的研究……樋口明生…128
岩石内における爆破点近傍の波動の伝播及びそれに伴う破壊について（I）……吉川宗治…138

職員及び規程……151

(2) 第2号■次（昭和33年度），昭和33年12月

頁

台風時構造物に加わる風圧変化について……石崎澽雄…　1
送電鉄塔の振動について……石崎澽雄　川村純夫…　11
Radiography の鉄筋コンクリートへの応用……横尾義貫　山肩邦男…　16
洪水流の特性について……矢野勝正…　27
開水路における流量測定法に対する還移流特性の適用について……石原藤次郎　岩佐義朗…　41
砂防ダムの堆砂勾配について（第2報）……矢野勝正　大同淳之…　51
開水路模型実験の相似律に関する研究……足立昭平…　58
潜堤の効果について……石原藤次郎　樫木　亨…　70
潮流を含む水理模型実験の相似性について……速水頌一郎　樋口明生　吉田幸三…　83
コンクリートダムの耐震設計に関する一私案……畑中元弘…　96
路床土支持力比試験とその簡易試験に関する研究……村山朔郎　植下　協　山本順一…113
粘土の鋭敏性について（I）……山口真一…125
大阪洪積層粘土の力学的特性……村山朔郎　柴田　徹…132
桜島に於ける水準測量結果について（第1報）……吉川圭三…140
重力の時間的変化について（国際地球観測年重力観測第二報）
……西村英一　一戸時雄　中川一郎　船曳　満…145
米国における土砂水理学の現況……岩垣雄一…148

職員及び規定……163

（3） 第3号目次（昭和34年度），昭和34年12月

頁
伊勢湾台風による海岸災害について……矢野勝正… 1
土石流に関する基礎的研究（第一報）……矢野勝正 大同淳之… 11
開水路における桟型人工粗度の実験的研究……足立昭平… 17
水門から噴出する Wall Jet による洗掘限界について……岩垣雄一 土屋義人… 34
境水道の水位変動に関する水理模型実験（I）……樋口明生… 54
電気抵抗式波高計の設計について……国司秀明… 65
水文量の PLOTTING POSITION について ……角屋 睦… 74
鋼製煙突の振動測定について……石崎潑雄 川村純夫… 87
発電用原子炉の設置と耐震性の問題……小堀鐸二 南井良一郎… 94
釘接合部の構造減衰並びに剛性に関する研究……金多 潔…111
アースダムの振動性状に関する考察……石崎潑雄 畠山直隆…127
基礎工の支持力について……村山朔郎 柴田 徹…139
逢坂山における地かく変動の観測……小沢泉夫…148
地かくの潮汐ひずみの観測……小沢泉夫…154

（4） 第4号目次（昭和35年度），昭和36年3月

頁
第二回世界地震工学会議の話題……棚橋 諒… 1
トンネル内の有毒ガスに関する研究（第1報）……若園吉一… 6
地盤沈下の模型実験（I）……村山朔郎 柴田 徹 山本順一… 11
桜島に於ける水準測量結果について……吉川圭三… 21
チリ津浪による土地のひずみの観測……小沢泉夫… 36
チリ地震津波による土地の傾斜及び伸縮変化……岸本兆方 田中 豊 田中寅夫… 45
重力の時間的変化について……西村英一 一戸時雄 中川一郎 船曳 満 田中寅夫… 61
エネルギーの観点から単純な振動系の減衰性状を評価する一方法……金多 潔… 81
伊勢湾台風による建築物の風害分布について……石崎潑雄 川村純夫 許 昌九… 95
風による煙突の振動に関する風洞実験……石崎潑雄 川村純夫…105
建物底部分の風圧に関する風洞実験……石崎潑雄 許 昌九…114
雨量分布とその年最大値の分布……角屋 睦…122
雨水流出の実験的研究……高棹琢馬 岸本貞男…132
由良川大野ダムの洪水調節効果について……石原藤次郎 石原安雄 高棹琢馬…155
地面浸食による裸地斜面の終局的粒度分布について……土屋義人…163
土石流に関する基礎的研究（第二報）……矢野勝正 大同淳之…173
人工粗度の実験的研究……足立昭平…185
高潮の河川遡上に関する理論……矢野勝正…194
海岸堤防堤脚部の洗掘について……樹木 亨 川崎芳一…198
海浜変形に及ぼす scale effect の研究……岩垣雄一 野田英明…210
茅崎港の漂砂調査について……石原藤次郎 岩垣雄一 野田英明…221
境水道の水位変動に関する水理模型実験（II）……樋口明生…237

回顧録および雑感

回顧録

京都大学工学部助教授
赤井浩一

私が防災研究所に勤務していたのは，昭和30年4月から同35年3月までの満5カ年である．もっとも後期の1年あまりは欧洲留学のため留守をしたが，それでも4年近くはあの新高瀬川の堤防上の道を朝夕通ったことになる．

工学部から宇治川水理実験所に移った当座は，だだっ広いばかりの建物の中に矢野勝正先生以下10人足らずのスタッフを容するのみで，その1万坪の敷地には雑草が生い茂り，宿直の夜など狐狸の鳴声を聞くといった状態であった．部門数も防災研究所第二部門のほかに，宇治川実験所という不完全部門があっただけのように記憶している．しかしその当時までに，すでにかなりの量の研究がなされており，中でも大阪府からの委託による大阪湾高潮の市内河川遡上模型実験は学界だけでなく，広く世間の注目を引いていた．

当時，速水頌一郎先生が研究所専任でいられたので，私は先生の下で大阪の地盤沈下の研究をすることになった．この研究も大阪府が中心となって大阪湾港湾技術調査会から委託されたもので，単に学問的重要さということ以外に，大阪湾周辺の都市を高潮から護るという実際的要求の大きいものがあった．

そのころまでにすでに研究所の足立昭平，国司秀明両先生らによって現地での揚注水実験が行なわれており，その結果から速水先生は独自の地盤沈下理論—弾性帯水層理論—を展開しておられたのであるが，なお詳細な検討は室内模型実験によらねばならないとして，宇治川水理実験所の本館内に大型の土槽を作り，室内揚水実験を始めたわけである．その成果は5周年記念論文集と年報第1号にあり，また今夏ドイツでの講習会でその概要に触れたところ多数の興味を引いたので，私としてもかなりよいテーマだったと自負している．

このような仕事の領域とは別に当時私があの研究所生活から得た体験は，大げさにいうならば私の人生の中で一つの時期を劃するものであった．われわれの仲間には国司先生や樋口明生君のような地球物理学専攻の人達がいたが，総じて理学畑の人はわれわれ技術者に比べると，一次元ほど大まかな世界のことを考えているように見えるので，その考え方も参考になることが多かった．中でも速水先生から単に学問上の問題だけでなく，種々の面で教えを受ける機会に恵まれたことは，いま振り返って私の最も幸せに思うところである．

当時先生は吉田山を東に越えた白川のほとりに仮寓しておられたが，正月休みなどにはよくお宅へ参上してお話しをうかがったものである．特に先生が熱を入れて話され，またそれだけに興味深かったのは，戦前先生が支那の揚子江の治水計画を担当されたときの苦心談であった．その話しになると日頃温厚な先生もつい身を乗り出すように話されるので，こちらもそのときまざまざと先生の若かりし時代の様子を想像して，いいようのない感銘を受けるのであった．

昭和31年かに先生が学術会議から派遣されて新中国を視察されたことがあり，私は先生の御帰国後またそのときの様子をお尋ねしたが，戦前の先生の揚子江に関する研究成果が現在でも十分活用されていることを承って，向うの見知らぬ国の学術のために嬉しく思った．このお話しも先生のお宅でお土産の支那茶をご馳走になり，茶腕の中で蘭の花が浮き沈みするのを味わいながら拝聴したわけであるが，あの日支間の戦争がなかったなら，先生は向うで生涯の仕事をされる積りでいられたのに違いないとふと思った．そういえば速水先生はその風貌からしてどことなく大人風で，いかにも支那大陸に住まわれるのが相応わしいように思えるのである．

宇治川水理実験所は京阪電車中書島駅から南西約2kmのところにあり，徒歩なら15～20分は優にかかる．他に交通機関とてないところから，所員全部は駅から自転車通勤であり，愉快な樋口君などは追風の日に時速20kmとかの新記録を樹立したこともあった．ところが速水先生があるときいわれるには，「駅から研究所まで20分ほど新高瀬川の堤防を歩くのは実に気持ちのよいものだね」．そういわれて考えてみると，先生が実験所へ見えられるのは，自動車のとき以外はいつも歩いてこられる．われわれはあの長い道のりを夏は暑い炎天の下，冬は北風のびゆうびゆう吹きすさぶ中を何が気持ちのよいものかと思ったが，結局先生は自転車というものに乗られたことがないのであろうということに落着いた．

そうわかってみると，やはり速水先生には徒歩が相応わしいのであって，私どものようなこせこせした人間は毎日あくせくとペダルを踏む運命にあるのだと悟って，朝夕通いなれた堤防の道を往復するのであった．いま再び学部の方へ移って当時のことを想い出すにつけても，あの白いでこぼこ道が印象に新しいのである．

宇治川水理実験所10年の雑話

足立昭平

10年という年月は短いようでも，やはり時代の一区切りである．その証拠にこの間までもっぱら愛用されていた“設立後なお日浅く云々……”といった字句に実感が薄れ，最早や逃げ口上としての効用がほとんど無くなってしまった．そしてこの10年が直ちに次の10年へ続き，休む間もなく進展することを思うと，いまさらながら時の刻みの厳しさのみが身に泌みわたってくる．才月だけ10年選手の仲間入りをしても一向に責務に対する自信が芽生えないのは未熟のためでもあるが，一方研究生活にまた私生活に敬慕の師，語る友を得たことの認識は次の10年への挑戦に新らしい勇気をふるい立たせてくれる．10年史がこうした意味からわれわれ若い所員の糧となることは疑いのないところであり，その間の研究活動に付随した雑記事もまた同様の意味合いから研究所備忘録としての価値があるように思える．

音の話：宇治川水理実験所の公式の発足は昭和27年3月であるが，実際に人が巣食ったのは同年7月からである．ここは戦前火力発電所として文明開化の一翼を担ったかっての最新施設であったが，戦時中に老朽の烙印を受け，大正年代の鉄筋コンクリートとして骨とう価値（？）だけは相当の代物である背丈40余尺に及ぶ大建築物を残骸として撤去移転されたと伝えられる．したがって，宇治川水理実験所の門標が初めてとりつけられたときは全くの廃虚であり，1万坪の構内は伸びるに委せた葦草柴草の類いが人の背丈を裕に越すほどに茂り，天日ののぞく地面はわずかに施設基礎の旧跡に点在するに過ぎなかった．鳩，雀などの野鳥にとって，三階建の無人の廃虚は絶好の住み家にちがいなかったし，実に多くの小鳥が集まり，夜明けとともにさえずり羽ばたく音はよほど爽快な早朝でなければ全く騒音というべきであった．さらに，狐，蛇もここを安住の地と心得ていたらしく，夜中の狐の鳴き声は断末魔のそれに似て薄気味悪く，そのうえ，今でも後を絶たぬ犬猫の捨て子の哀れな鳴き声が耳についたものであった．

建設が進むにつれて野鳥の大合唱がまず衰え，狐一家も31年秋に子狐の一匹が排水溝土管内で落命し，また一匹が生捕られてから移住してしまい，声を聞かなくなった．生捕られた子狐は臭い点を除けば，その辺の犬族よりもはるかに綺麗であった．なおこの子狐は当時の会計掛長川勝氏の温情を解せず餌を拒否するので，やむなく八瀬の遊園地にその後をお願いした．罪滅ぼしというわけではないが，当時狐族を追い廻した一同を代表して，ここに彼等の存命を祈ることにしよう．犬猫の捨て子も困りものではあったが，所員のペットとなる幸運児もあった．吠えるだけが能の犬も実験所歴代の“チョン”の呼び名を付けられれば，ともかく吠えることが公認（？）される身分に昇格できたのだから，宇治川水理実験所は犬族愛護のなんとか連盟から表彰を受けるだけの値打がある．なお“チョン”の命名は筆者で，初代のそれが可愛いけれども捨犬にふさわしい名をと思ってそう呼んだのが，次々に襲名することになった．現代の“チョン”は素性が確かであると聞いているが，多分4代目である．

騒々しいくせに妙にもの淋しい開所当時のこうした面影が薄れてきたことは実験所の着実な前進を裏付けている．建設10年のこの頃ではかっての動物の鳴き声に代わって，夜遅くまで，あるいは時に早朝から送風機，揚水ポンプ落水の音が響き，人声もまた柔らかな女性の声音を交えていかにも活気にあふれた人の息吹を感ずる．しかし，いまわれわれが耳にする実験所施設の物音もやがては音色を変えるであろうし，明るい人声はますます増していくにちがいない．

水の話：筆者は水理実験所に住みつくまで，丁度一年間上賀茂の地震観測所を寝ぐらにさせていただいた．この観測所は上賀茂ゴルフ場に隣接する山上にあって，かって吉田の本部と鏡を用いて時刻の合図をしたといわれる展望台に昇れば，東に叡山，南に京都市街，西に高雄の連山，北に鞍馬と，そこいらの観光案内に載らないのが不思議なほどの景地にある．さらにその四季の花鳥草木の変化は風流心に乏しい筆者にも些かのロマンチズムを与えてくれたが，井戸がないため水はまさに天からの貰い水であった．しかも水工学専攻の根生を試すかのように，たまたまその夏に日照りが続き，水の有難さを身をもって味わうことになった．中書島へ下山すると決まって，やっと水が存分に飲めると喜んだのもつかの間，水は低湿地という不快な地面の形成に役立つだけで飲料水は関電社宅の共同井戸から貰い水なのでがったりしてしまった．しかし雨水は地面に落下するまでに捕えよと教えられた山上一年の経験が役立ち，また少量ではあったが，しばらくして当時社宅におられた西村氏に教えられ，共同井戸からの旧配水線を発見して，一応不自由を解消できた．

飲料水は所員の生活に直結するが，水理実験所に実験用水がなければ，われわれは甲羅を干された河童も同然である．実験第1号大阪市内河川高潮遡上の模型実験は基本施設建設に先立って昭和27年7月に着手された．柴草に囲まれて模型製作が進められる間，実験用水の供給方法が真剣に検討された．当初は火力発電所時代の冷却用水取水路の残存に期待したが，調査の結果澱川との連結管の撤去が確認され，とりあえず井戸を掘ることに決まった．井戸掘りは打込み管の深さを合わせて10数米と記憶するが，予期に反して湧水量は少なく3HP●3″

揚水ポンプを運転して，わずか15分程度で底がつき，間歇的に給水するのがやっとの状態であった．同年12月1日から始まった初の給水は，レンガ積み模型水路の漏水という不手際のため二夜の徹夜の甲斐もなく見事に失敗した．水路の補修にさらに一週間を費し，やっと所要水深に達する約 100 m³ の貯水に成功したときの感慨はいまでも忘れることができない．

水道が布設され，所員の一人一人があのカルキとタールの強い匂いとともに蛇口からほとばしる水道水を手に受けたのは29年4月16日である．水道使用量は施設拡充とともに年々増大し，昨年からの水道使用料の急増は目を見はるものがある．このため目下施設水槽の老化防止対策とともに，基本的に水道依存が再検討されているが，開所当時の簡易井戸を思い起すとまさに今昔の感がある．しかし，おそらく次の10年目には現在の水道依存が回顧記事として挙げられるであろう．またそのことがわれわれの活動の一つのバロメーターになるにちがいない．

盗難の話：水理実験所開所当時は丁度朝鮮戦争のため，いわゆる金ヘン景気の時代で電線泥棒が横行した．諸施設が不完全であった実験所もその洗礼をうけ，27年10月から2ケ月の間に3度の電線盗難にあった．所管は関電にあったから，われわれの懐には響かなかったけれども後味の悪いできごとであった．以後所内に警察の巡羅箱が設けられ，毎日昼夜3回も巡回をして頂いた．手薄ではあったがわれわれも自主的に夜警をつとめ，盗難の防止に当った．当時の横大路派出所々長は温厚な初老の方でお名前を失念したが，実験所の計画と建設の様子に大変興味をもたれた様子で，巡回ごとに雑談を交わすようになった．盗難に対して神経過敏となったため，子供が作った遊び場を浮浪者の巣と感違いしたり，お互いに同僚が夜警にきているのを知らないで追いかけ合ったりしたことなど，うそのような本当の話である．

送電線を電柱から電柱までそっくり切り取っていく泥棒には同情の余地がないが，出来心を誘うような施設管理は厳にいましめねばならない．開所当時は昔の埋没鉛管あるいは柱上の鉄板など所員の知らない物品が盗難によって，警察から逆に教えられたという珍事もあった．筆者は再度ならず“只今刑事さんがおっしゃった通り云々……”で始まる口述書きに署名した経験者である．もうこうした事件は起り得ないであろうが，ともかく構内の整備とともに管理面においてわれわれは大いに自戒しなければならない．なお余談ながらいま時報代りに勝木さんが打って下さるカネは，当時盗難によってはじめて研究所の所有物であることがわかったといういわくつきの鉄板である．

調度品の話：昭和28年の暮れからその翌春にかけて，所内では椅子，机および本棚などの家具調度品の設計に余念がなかった．調度品に凝るということは研究活動ではないが，調度品が快適な研究室の雰囲気をかもし出し，厳しい研究生活のうるおいに役立てられればその無形の効果は十分評価されるべきである．先生方のこうした御趣旨のもとに，所員の一人一人がそれぞれの工夫を凝らすことになったのである．この楽しい設計はその後の利用状況，改良の変遷を合わせて，単に家具作りの技術面だけではなくて，いろいろな意味で得るところが多かった．そのうちの一つの例に助教授連が集まって総張りの椅子を発註して，速水先生にたしなめられたことがあった．これは調度の使用目的を忘れたという点で，明らかに失敗であった．事実，その後のこの椅子の評判は机を前にしない時を除いてすこぶる不良である．家具の世界にも盛衰の陶汰作用が及ぶのは自然の摂理とは言い条，妙である．所員が増すとともに，調度品の様式，機能も確かに変化し，進歩したように思われる．しかしながら，一方では増員にともなう劃一方式が些細ではあるが個人の好みを圧倒するきらいがないでもない．もちろん研究室が手狭になってきたことが劃一方式をよぶ大きな原因ではあろうが，調度品の選択は各研究室を単位とし，新任者にはつねに新らしいものを購う原則が守られていくことを望んで止まない．家具調度品の類についてはやや的外れかも知れないが，一体に備品と銘打たれた物品の維持に関する事務上の取り扱いがあまりにも因循姑息のように思われて仕方がない．本当に物品を愛し，活用することは原形の単なる保存ではなくて，時の変遷に順応した機能を与えることにあると思うのだが……．

スポーツの話：端的にいって，スポーツは人間の本能的勝負への執着を利用した体技である．したがって，これには相手を必要とし，研究の余暇を見つけ出してスポーツに興ずることは，職階を離れた個人的協同体の育成にきわめて有益である．そして運動技能の優劣は障害どころか，本来その育成を助長する有力なカンフル剤なのである．水理実験所では野球，ピンポン，テニス，バドミントン，バレー，サッカーと多種目の運動用具が，所員の拠金，本部からの厚生費，防災研究協会からの寄贈によって整えられ，また用地の整地とくに岩垣先生渡米記念テニスコート建設は，矢野先生を始め全所員および土木教室から実験に来ている学生の労力によって完成された．各個人の運動神経の格差は目を蔽うべきものがあるが，中書島ルールという珍ルールが考案されるほどに全所員の利用が盛んである．

所内では防災研究所長盃争奪戦があり，ある記録によれば，昭29.10.30.，22対9で大敗．昭30.5.13.，14対13で惜敗，昭31.4.28.，33対17で大勝，昭32.4.27.，勝（スコアー不明）昭32.10.5.，勝（スコアー不明）と記してある．第一回のみは事務職員チーム対研究職員チームであるが，以後は吉田チーム対中書島チームのすざましい野球試合の結果である．なおその後の試合の日付け

および勝敗の変転は不明であるが，もっとも最近の試合は中書島チームの敗けであったように記憶する．

また学内では総長盃の野球，ピンポン大会に創立の年から，テニス大会に一昨年から参加してきた．始めの数年間は文字どおり全所員が出場し，オリンピック精神を尊重（？）して出ると敗けが続いたが，一昨年あたりからダークホースに昇格し，ついに今年は優勝候補の一角に顔がでるまでになった．しかし全員出場の時代が過ぎて，チームが強くなるにつれて，ともすれば対外試合が選手だけのものになる危険性がある．幸いにしてまだその悪弊はないようではあるが，研究余暇のスポーツの目的を解して，プレーをするとしないとにかかわらず対外試合の参加が全所員であることを忘れないようにしたい．

さて，雑話はどこまで行っても締めくくりがない．雑話の雑話たる所以であろう．防災研究協会に関する“時ありては協会職員，時ありては職員に非らず云々…”（これは土木教室の後藤教授が若い助教授時代に発せられた名文句の一節である）といった種類の話とか，防災の本質論といった難問の話は，まだまだ筆者のものし得るところから遙か遠い彼方にある．とにもかくにも前へ進もう．小さく浅く頼りないながらも10年の自分の足跡を確めながら．

回顧録

京都大学臨時工業教員養成所助教授
大同淳之

私がはじめて防災研究所におせわになったのは，昭和27年9月であった．ちょうど大阪市内河川の実験のため，足立先生がコンクリートベースの上に，模型の形を描いておられた．硝子の破れから冷たい風が吹き込む頃，模型ができ上り，うす暗い寒々とした本館の一階で，先生方が集って模型完成の報告会があった．

金気でマツカな水を相手に，徹夜で井戸から水をくみながら，実験がはじめられた．今日と比較にならぬ程悪条件の下で，少壮気鋭の感のあふれた先生方が，たんねんに実験を進められ，12月30日の夜，電灯を消した事務室を暗室代りに最初の記録が生れたことを思いだす．大きな模型を相手に，わずかな現象の変化も見逃さず，少しの器械の狂いもゆるがせにせず，現象に対して敬けんな気持であくまで忠実に，たんねんに実験を進めていかれる先生方の態度，どれほど夜おそくなっても，まんじりともせず，うす暗い裸電球の下で，器械にとり組んでおられる姿は，キゼンたるものがあった．

28年，ようやく本館に人が住めるようになってからも，実験所の内外はコンクリートの瓦礫の山で玄関のまわりにだけでもトラックに二，三台分のコンクリートのかたまりがころがっていた．当時は実験設備の充実に力を注いでおられた関係で，瓦礫を片付けるまでの費用はなかった模様で，矢野先生みずからひる休みにリヤカーで瓦礫の片付けを始められた．もとより私共一同ぼやぼやしている訳にいかず，長い間職員一同のひる休みの日課となった．ひる休み早くごはんをすまさないと先生から「始めようか」と声が掛るので，サイレンと共に急いで食事をすましたものである．クロバーの植付けにしても，先生みずからクロバーの種子を採集された．

当時から今日まで，先生方の間には，研究所を世界的な研究所たらしめようとする気持が流れているのが，先生方の態度，言葉のはしはしに感じられた．今日先生方の努力は見事実を結び，良くこれだけ優秀な方を集めたものと感じる程優れた人材を集め，その業績は世界をリードしつつある．研究所から一里はなれた私の家からも少し歩を移せば研究所を望見することができるが，その姿はあたかもその業績の偉大さと重厚さを示すが如くいつも太陽の光をいっぱいに受けて，青い空に輝いている．こんごも優れた先生方の個性に加えて，他に類をみない人の和は今迄以上に大さな力となって発展していくであろう．

私自身何一つ研究所にお役に立つことはできなかったけれども，私自身にとっては優れた先生方に日常接し，実に多くのものを得た．私が研究所で過させて頂いた日時は私が今迄経験した中で一番仕合せな時代であったし，これからも含めても最良の時代であろう．めぐまれた境遇におぼれて何一つ仕事をしなかった自分がはづかしいが，私が学んだ先生方の学問に対する厳格な態度，ねばり強さ，識見の広さ等，百分の一のまねも出来ないが，及ばないまでも出来るだけ離れないようについていこうという気持だけは一生失いたくないと思っている．

防災研究所創立十周年記念に寄せて

建設省国土地理院測地部測地第三課長補佐
細山謙之輔

四囲を海にかこまれた美しいわが国土，一度戦争に敗れて荒廃にひんしながらも見事立直り，すばらしい発展，飛躍を遂げつゝあるわが国土が，一方では地震，津浪，火山爆発，山崩，地辷り，地盤沈下等，あらゆる災害に晒されていることはまことに悲しいことであります．しかし，天災を神の怒りと恐れおののいていた太古はいざ知らず，人智すぐれ，科学の発達著しいわが国民がいつまでも手をこまねいて見過すべきでないことは云うまでもありません．現象そのものを防止することは先ず不可能としても，それを事前に察知し，一方では災害

を極度に軽減する対策を立てることも，更にはそのエネルギーを活用することも不可能とは思われなくなりました．しかしながら，何しろ対象はすばらしく大きなものであり，関係するところ実に広い分野にわたっているため，一個の力では到底解明できるものではありません．それには大きな組織と，施設と，研究費を必要とすることは云うまでもありません．この意味から，幾多の困難を乗越えて“防災研究所”を設立し，発展させられた関係諸氏の御努力には全く敬服のほかはありません．それとともに，たとえ一時的に，またそれが併任であったとしても，私もその研究所の一員であったことに限りない誇をいだいています．その私に「拾年史」に載せる回顧録を書くようにとの依頼があり，その御好意に感謝するとともに，実の所，はたと困ったのであります．防災研究所発展のため大いに努力し，役立った者なら兎に角，殆ど功績なくして職を転じた私に何が書けようかと．しかし再度の御依頼により，徴々たる思い出ながらそれを記すことが防災研究所を真に愛することにもなろうかと拙ない筆をとることとしたわけであります．

時計台の西，奥まった所に地球物理学教室の工場があり，その隣が植木屋さんの控所であったように記憶しています．そこに誕生したのが“防災研究協会”だと聞かされたのでありますが，当時は正直なところ，それがどのような性格なものかよくわからなかったものであります．その後昭和26年に理学工学協同の，総合研究の場として防災研究所が設置され，はじめてその大目的と，その重要性を認識したわけであります．従って，冒頭の言葉はその後諸先生の御指導によって悟り，身についたものであることを暴露する次第であります．

地球物理学教室西村研究室で与えられた私の研究テーマは地殻の永年変動の研究で，地震の予知を目的としたものでありました．そのため防災研究所に最も関係深く，多大の援助を受け，更に昭和28年には併任助手として一層御世話になったことを感謝しております．当時は大阪，尼崎両市に防潮堤を建設するため，地盤沈下機構の徹底的解明が叫ばれ，基礎調査の依頼が防災研究所に来ておったようであります．その一環として地下揚水並びに注水による土地傾動を観測することができたのでありますが，これが私をして地盤沈下の研究に引込んだきっかけとなったようであります．現在では各都市，特に新潟地区の地盤沈下に力を注いでいるわけでありますが，やはり研究所とは異なり仲々思うにまかせぬ点が多いので難渋しております．それは兎もあれ，当時の自分の研究報告を読返してみますに，その方法，解析のやり方等幼稚な点が多々あり，恥かしい気持で一杯であります．速水先生にはその頃一緒に現場に行ったり，お話を伺ったりする機会に恵まれたのでありますが，その中で一つ忘れ得ない教訓があります．「ある事象を明究するのに，その一部の現象だけを独立に観察し，その結果を数値で表わすことをもって終るのでは真の研究と言えぬ．例えば地下水を揚水した際に土地がどう傾くか，だけを観測したところで，それは新事実を発見したという点では価値あり，また自己の興味を満足させてはくれるであろうが，そこで終ったのでは研究とは云えない．それを現在の地盤沈下の機構にどう結びつけるか，こうした真剣な努力が研究というものである．君一つやってごらん」このままの言葉ではなかったかもわかりませんが，少くとも安易な自己満足に陥入り易い私のやり方に鋭くメスを加えて頂いたもので，実に有難い言葉でありました．

その他かゆい所に手の届くように親身な指導をして頂いた西村先生，寡言にして寸言適切な助言を与えて下さった佐々先生，時には競争し，時には大きな援助をして下さった先輩並びに同窓の諸氏に対する思い出が次々と浮んで参りますが，何一つまとまった文となし得ないことをもどかしく思っています．この中で特に残念に思っておりますことは，工学部の諸先生の御指導を受ける機会の殆どなかったことであります．ただ，丹羽，畑中両先生に同行し，アパートの振動実験，須田貝ダムの強度試験について色々教えて頂く機会に恵まれたことがせめてもの喜びでありました．また，研究所の事務室が旧地球物理学教室に程近かったため，事務所の方々と顔を合せる機会も多く，キヤッチボールなどして，時には地球物理学教室の窓硝子や，その二階の職員組合の廊下の窓硝子を割って顔を赤らめたことなど，記憶のよみ返りと共に，一汐懐かしさを覚えております．

一方こうした中にも，防災研究所発展のため協議員各位の努力は続けられ，当初3部門の講座に過ぎなかったものが，6年目にして地殻変動の総合的研究の部門も生れるなど，その躍進は全く目覚しいという一言に尽きるもので本当に御同慶に堪えない所であります．それとともに，今後も益々発展し，災害防止の目的を達することのできるようお祈りいたします．

さて，はじめにも申上げたように，防災研究所の運営に関与する地位になかった私にとって，それに関する苦心談などのあろう筈はなく，専ら当時研究の上で指導，協力を頂いた所員各位に対する思い出を綴ったに過ぎず，回顧録にふさわしからぬ内容となってしまったことをお詫びしてこの稿を終りたいと思います．

回　顧　録

樋　口　明　生

キツネのこと

その昔，もう8年も前のことである．世界に冠たるわが水理実験所がまだ完全に人の支配下におかれず，南半

分は庭というよりヒメムカシヨモギの草原であり，北半分はブルトーザーが地ならしをしていた頃のことである．実験所の片隅にキツネの一族が住んでいた．それは親子（聞いて確かめたわけではないが）7～8匹の一家であった．昼間はもっぱら研究に熱中していた（ということになっている）のでその生態はよくつかめていないが，真赤な夕日が映える頃，カスンダ頭をかかえて西側の窓から見おろすと，何と大勢のわが愛すべきキツネクン達は，今の雨降り装置の横にある一本の木のまわりを輪になって，いかにも楽しげにロンドを踊っているではないか．あきもせず眺めていると，日が沈むにつれて彼等の姿は次第に黒くなり，シルエットになってくる．そこはイソップ物語りに出て来るような悪いキツネ共ではなく，環境による習性の変化か，実に平和な美しい一幅の絵であった．夜ともなれば，ケーンケーン（コンコンではない）という彼等の鳴き声が聞こえ，秋の夜のさびしさを一しお感じたものである．

ある日，時の会計掛長であったかの有名なヒゲの川勝氏が来られたときのこと．一度キツネ狩りをやろうということになり，めいめい棒ギレか何かもって大の男が5～6人もかかって彼等を追いまわしたことがあった．キューソ猫を嚙むということがあるが，彼等は実に素直にわれわれを楽しませてくれた．そのうち，一匹が排水用の土管に潜り込んだのを不幸にも悪童の一人に見付かったからたまらない．悪童の中の悪童（とくに名を秘す）がどこからか長い竿を探し出し，押せども突けども出てこない．悪童の中にも賢いのがいて，キツネとタヌキは親類であるから，イブせばよかろうということになり，新聞紙かボロギレか何かに火をつけ，片側から煙を送り，反対側にドンゴロスの袋をかまえて待ちうけ，さらに竿で突いてやると，命あってのモノダネとばかりに不運なライネッケ君はたまりかねて袋の中へ．彼は生まれてはじめて自動車に乗り，しばらく事務所で飼われていたが，衆議の結果八瀬の動物園に寄贈されることになり，ふたたび煙い目にあうことなく無事に一生暮らせることになった．メデタシ，メデタシ．

その後，面会に行ったという話を聞かないが，ここに彼の多幸を祈っておこう．

カモ川のカンソクのこと

これも大分古い話である．加茂川の何とかに関する水文学的研究とかいうむつかしい研究をすることになり，徹夜で観測をしたことがあった．そのころはまだ，ブデットとかいうフランス製の車が入る前で，オンボロシボレークーペを改造したライトバンの草わけみたいなヘビーバン，いわゆるレーキューシャが大いに活躍していた頃である．加茂川に洪水が出たときに遅滞なく観測に出動できるようにというわけで，ラジオに耳を傾け，スワとばかりに飛び出しては，何度か見送りのストライクをとられた後である．

何年の何月だったかは研究活動の項のどこかに出ている筈であるからヒマな方には探して頂くことにして，ある時たまたまうまくマッチして観測をすることができた．そのときは大先生方が総出で指揮をとられ，川沿いに何ケ所かで毎時の水位，流量を測り，川の水を一升ビンに取ったのである．連続何十時間かの観測で徹夜をよぎなくされたときのことである．一同ねむくて仕方がないので，代表で誰かが起きており，観測時刻の5分前に起きて5分後に寝るという神技的観測をおこなった．ふと気がつくと午前4時5分前である．全員をたたきおこし，あるいはたたきおこされ，無事観測をすませて詰所（京都地方裁判所のロビー）に帰り，さてメモに観測時刻を記入する段になって，誰かが午前3時という時刻を書いた覚えがないと言い出した．そういわれればそのような気もするというわけで，一升ビンを片っぱしからしらべ，ラベルを読みなおしたがとうとう見あたらなかった．結局，全員で話し合った結果，3時には誰も観測しなかったということになった．

それにしても十数人もいた観測員の誰一人として目を覚まさなかったということは，いかに呑気者揃いであったかということか，いかに働きすぎて疲れていたかということか，よろしく御賢察されたい．

スズメウチのこと

これも少し旧聞に属するお話．その頃は土の研究室はまだなかったが，その草分けみたいな人がおられた．その人はそれまたスズメウチの好きな人で照るにつけ曇るにつけそのことを考えておられた．丁度週刊ナントカでボナンザグラムというのがはやりかけていた頃です．丸とか四角の中に字を入れて当れば何万円とかいうあれです．たそがれ頃ともなれば，どこからともなく（ここが大事）一枚の紙キレがまわってきて，「今晩お□ですか？」とか何とか．そこはそれ魚心あれば水心とやら答えはもちろん「○○」．そこでジャラジャラと始まるというしかけ．しまいには，紙をもって行くだけで「○○」．

毎回おなじことではつまらない，一つ段をつけようではないか，それもよかろ，でわ!!というわけで，フルメンバーオール5段からスタートした．ルールは3回連続で勝てばプラス1段，連続で負ければマイナス1段，3コロに1段，1コロに1段という次第．まともにしておれば勝ち目のない誰かが全然関係のない話をやりだす．たとえば，「熊が南へ 1km 行って直角に右へ折れて 1km 行き，さらに直角に右へ折れて 1km 行ったら元の所に帰った．しからば熊の色は何色か？」ざっとこういうたぐいである．おかげでアンノジョウかすまされて，大敗をきっするということになる．暑い夏が過ぎ，堤防の線が茶色に変る頃，一度カンジョウしてみようと

いうわけで各人の段数を調べてみて驚いた．かたや13段，かたやノーダンという結果である．あきもせずよくやったものである．教訓，ショーブの世界はきびしいねえ．オシマイ．

現場実験の思出

神戸大学工学部教授
畑　中　元　弘

終戦後の多難な時代より高適な理想のもとに研究を進め，本研究所設立の基礎を確立され，また今日の繁栄に導かれた諸先生に心からお祝いを申しあげます．私は復員後助手として土木工学教室に勤務し，研究所には発足当初より昭和30年4月神戸大学に勤務するまでの4年間おせわになり，その後も引き続き非常勤講師として最近までお世話になっておりました．防災研究所は昭和26年4月より発足いたしましたが，その設立の基礎となったのは昭和22年11月に設立された財団法人防災研究所でしようからその当時の記憶から1,2述べてみたいと思います．

助手に採用されてから間もなく，私は佐々，棚橋，石原先生などが研究されていた「地盤と震害に関する研究」の御手伝をするようになり，地球物理，土木，建築教室の人達とともに鳥取市近郊，高知，大阪，神戸市などの地盤について弾性波試験を行ない，地盤の物性を調べる仕事をしました．当時は大阪や神戸などの大都市でも戦災の跡がまだ生々しく，弾性波測線を選ぶのは容易でしたが，測定機材の運搬は大変な苦労でした．鳥取や高知市の調査では，当時はまだ発破孔を掘るのにソイルオーガーのような便利なものはないので，測定計器や記録装置とともに，ツルハシ，ショベルから杭，掛矢にいたるまで全部荷車に積んで，われわれが引張るのを大先生（現在Y教授）が後押しをしたり，またN氏（現在教授）が孔掘りのため手の豆になやまされるような苦労を重ねました．しかしこんな苦しいことばかりではなく，若いわれわれにとっては，当時の食糧事情の悪い都会と違って空腹に対する心配のないことや，実験の指導に見える諸先生方のすばらしい差入れ，また河床に設けた測線の水中発破のおかげで，Y先生や建設者のN所長（現局長）さんは非常に困惑されたようですが，われわれは豪華な晩さんにありついたというような楽しい思出もあります．

昭和23年6月28日の福井地震で同地方は大被害を被ったので，被害調査の先発隊として私が選ばれ，単身京都府の救援トラックに上乗りして現場に急行しました．市内の惨状は全くひどく言語に絶するものでした．道路，鉄道，築堤，とくに橋梁の被害ははなはだしく，京福電鉄中角橋梁ではその後の復旧対策について根本的に研究し，補修の効果を検討するために，石原，小西両先生の指導のもとに前後4回にわたって振動試験が行なわれました．参加者は後藤，岩城，吉川等の諸氏だったと思います．地震の被害やこの試験から，われわれは，長大構造物の耐震性を確保するためには，従来のような1次的な考え方ではなく，2次元的，立体的な考え方をする必要があることを学んだ次第であります．

地震で思い出すのは，研究所に初めて自動車を購入したときのことで，横尾先生のおともをして意気揚々と被害調査に出かけ，すべり出しはまことに好調だったのですが奈良の五条の峠で突然エンコしてしまい，重いボロ車を全員汗ダクダクで押しあげたことがありました．先生に叱られるかも知れませんが，肝心の地震のことは忘れてしまいました．大した地震ではなく春日神社の灯籠が若干こけた程度で，吉野地震だったと思います．

付置研究所になってから私たちが最初に行なった現場実験は，第一生命ビルおよび産経ビルのペデスタル杭の基礎工事による振動調査でしたが，ちよっと変った振動実験として日御崎灯台と鉄筋アパートの引張り試験があります．いづれも横尾先生の御指導で行なったものですが，前者は東洋一の灯台（高さは約39mだったと思います）で，灯室からの眺めがすばらしかったことと，地球物理教室で本式の御指導をうけたおかげで，横尾先生からおほめの言葉をいただいたのでよく覚えております．また後の実験は地球物理学教室の方々の御援助をえて行なったものですが，建物のロッキングによる変形と弾性変形とを量的にはっきりさせたこと，床の変形を量的に示したことなどで，当時では貴重な資料を提供しえたものと思っております．

昭和28年8月と12月にそれぞれ約1ケ月間にわたり丹羽，森氏や地球物理の方々とともに，締切り用ダムですがアーチダムの総合実験に参加する機会をえました．東電，東大，電研の方々とともに私たちはそれぞれ，地球物理班は貯水による基礎岩盤の変形を，丹羽班は静的および動的応力状態を，私の班は振動性状の調査を行いましたが，これは私が今日までに参加したもののなかで最も大規模な実験で，総額は1700万円にもおよぶものでした．

各班ともその張り切り様は非常なもので，深夜までの実験が毎日のように続けられ，その成果もまた大なるものがありました．とくに忘れがたいのは水上，湯桧曽温泉での慰労会の思出でありましよう．全くこの機会を与えられた東電や丹羽氏に対して深謝の意を表する次第であります．

最初にお手伝いさせて頂いた研究の関係から，私は土木教室の先生方の外に地球物理学や建築学教室の諸先生

方の御指導を頂き，構造物の耐震性に関して現場実験的な研究を行なうようになり，いきおい学内にいる期間よりも現場にいる期間の方が多いような年もあって，単に教室や研究室での御指導のみでなく，大先生の出張指導や宴席指導の栄に浴する機会も多く，したがって諸先生方の暖かい人間味のあふれた特別の御指導を頂けたものとひそかに感謝いたしております．

お身体に似合ず声がやさしく，晩酌の1本が大きな1本で女中を驚かせたという逸話のある先生，青年学者時代一流新聞に巻頭の詩を書かれたともれ承ている情熱詩人の先生，いつまでも童顔で髪の白くなられない先生，研究所の論文は私達で書くから君達は立派な論文が書けるようになるまでゆっくり研究しなさいとさとされた先生，兄貴のように暖かい御指導をいたゞいた先生などと諸先生方については思出のつきぬものがあります．

最後に御厚情におこたえすることなく長い年月を無為にすごしたこと，私事にわたる駄文を草しまた批評がましいことを申しあげたことを深くおわびするとともに，諸先生方おそろいで益々御壮健で防災興国のためさらに御活躍下さいますようお祈り申しあげます．

昭和27年頃の思い出

石原安雄

昭和27年の夏，速水先生，岩垣先生などに連れられ，約10名ほどで泉南海岸で波浪の現地観測のお手伝いに行ったときのことです．波形観測の方は国司先生が担当されうまくいったようですが，流速の方ははじめどうしても記録がとれず，非常に困ってしまいました．あらかじめ実験室では食塩水を用いて，プロペラの回転による電気接点の断続信号が，オッシログラフ上に記録できるようなブリッジ回路を用意して現地に行ったのです．しかし，実際に記録をとってみると，記録紙上には真直ぐな線しか現われず，全く途方にくれました．幸い諸先生方に教えて頂いて，やっと適当な回路常数をみつけましたが，当時は未だ電気部品が十分に市場に出まわっておらず，適切な抵抗線を現地で調達することが第二の重大問題となりました．結局は専用部品がなく，当時，とみに盛んであった電熱器に使用するニクロム線を買って来て，あやしげな旅館の二階で，二日ほどかかってビスやナットで結び合わせてようやく記録がとれるようになったように記憶しております．このときほど現地観測の重要さとその困難さを教えられたことはありませんでした．

私がはじめて宇治川水理実験所に行ったのは，大阪市内河川への高潮遡上に関する模型実験でのお手伝いをしたときであったと思います．当時は大学院の学生で，本格的な模型実験がどのようにして行なわれるのかよく知らなかったので，大変興味をもったものでした．そのときは，高潮が河川を遡上していくときの流速を，小型プロペラ式流速計を用いて，オッシログラフに記録するお手伝いをしましたように記憶しております．水位変化や流速をミラー式電磁オッシログラフに記録させることは，今日では少々古く感じられますが，当時としては最先端の観測装置で，諸先生方にみまもられながら，何んとか記録がとれたように思います．そのとき，海洋水槽のところにあった空気量調節のためのコック室と現在の会議室兼食堂の観測室との間の連絡は，ベルトランスを利用したブザーで，モールス信号のような信号で行なわれていたことが思い出されます．その後昭和34年に専任として実験所に勤務するようになったときには，各研究室が整備され電話も引かれており，計測センターには自記記録装置，自動制御装置などが完備され，また，昭和27年頃には荒地同様であった所内には多くの実験設備が整備されておりまして，その進展ぶりに驚くとともに，諸先生諸先輩方の御苦労がしのばれて感慨無量でした．

これらの観測で使用した流速計の検定を行なったのですが，そのときに使用した水槽はいまはありません．確か現在の長水路のところに，巾 3～4m の貯水池の模型水槽があり，足立先生にお願いしてその両側壁上にレールを敷いて頂き，その上を大型の戸車の車輪がついた木製台車を小型のモーターで引っ張ったものでした．水槽の巾がかなり広かったので，台車の横巾がかなり広く，そのため台車がうまくレール上を走らず大変困ったことが懐しく思い出されます．しかしながら，現在においても模型実験における流速測定にはかなりむずかしく，将来とも流速の測定にはかなりの努力が払われるものと思われます．

雑　録

岩垣雄一

学生の頃，歴史や地理といった科目に弱くて，年代や地名を記憶するのに苦労したが，これは昔のことを憶い出そうとするのに骨が折れることと関係がありそうで，懐古趣味のないのは，こうした場合はなはだ工合がわるい．しかし，人間というものは，つまらないことだけは覚えているもので，年を追って憶い出すままをかきとめてみたい．

創立以前のこと

まだ食糧事情が非常に悪く，白いめしをたらふく食べてみたいと思っていた，昭和23年に応用物理学教室（現航空工学教室）の大学院特研生から土木工学教室の石

原研究室の一員となった．そのときまず最初に命ぜられたのが，福井地震後の物探による地盤調査の手伝いであった．吉川（宗）さんがリーダーで久保寺さんもいたことを覚えているが，重い電線を運搬する肉体労働奉仕のかわりに白いめしをぱくついて，大きい望みを満たしたことを思い出す．奉仕の結果は，地盤と震害の関係を明らかにした立派な研究成果となって，研究所の前身である財団法人防災研究所の基盤を一層強固にしたことに役立ったことと思う．また昭和23年12月28日から年を越して5日まで，鳥取県の網代港で合田さん（現在衛生工学教室）や稲田さん（建設省）と一緒に飛砂の観測をしたが，丁度元日の朝，徹夜で観測をして頭がぼおうとなっていたとき，渡舟で川を渡ろうとして合田さんが川へ落ちた（正確には落ちかけて水面に尻もちをついた）という事件がおき，また吹雪の中を丹羽さん（工学研究所）が応援に来てくれたり，3月末の観測では石原(安)さんも加わって，苦労をともにした．また11月には速水先生や豊原，竹上両先生，大内さん（京都学芸大），堀さん（現山本，阪神築港）と皆生海岸で波の観測を行なったが，海岸を歩きながら観測しているうちに風雨が強まり，観測困難となったので帰ろうと弱気をはいたら，速水先生に「観測値が一つ欠けているために，観測結果全体が駄目になる場合が少なくない．こういう時こそ無理をしてでも観測してデータが欠けないようにするべきである．」といった意味のおしかりを頂戴して，いかに観測の一つ一つが大切であるかを体験した次第である．またこの年（昭和24年）も12月末から翌年正月にかけて網代港で波や流れ，汀線浸食などの観測を行なったが，こうして苦心して調査した結果は財団法人防災研究所の研究報告に載せられている．毎年冬休みになると観測へ出かけて行くが，昭和25年は静岡県の菊川河口へ飛砂の観測に行った．このときは石原(安)，上山(東電)，伊藤（運輸省），芦田，今井（中電），杉原（大阪府），八木（鹿島建設）の皆さんに風速 15m/s におよぶ風の中で観測を手伝って頂いたが，その成果は昭和27年2月発行の研究所 Bulletin No. 2 となった．

創立初期のこと

昭和26年という年は，研究所創立の年でもあり，また私事にわたるが人生第二のスタートをした年でもある．私は昭和29年に併任助教授となったが，それまでにも時々，宇治川水理実験所へ石原（安）さんとやってきては，高潮遡上の実験を手伝ったり，先生方と雑談しながら教えをうけたりした．昭和27年8月には，真夏の暑いさ中に速水先生，国司さん，石原（安）さん，足立さん，山本（淳）さんらと泉南の泉佐野海岸に波と漂砂の観測に出かけたし，昭和28年にも同じ場所に足立，樋木，鈴木の皆さんと観測に行ったように思う．この年には3月土木学会関西支部主催で「水工学の最近の進歩」と題する講習会が開かれ，京大では石原，速水，矢野，岩井の各先生方と一緒に若輩の私も講師の一人に加わったが，当時は Stoker の論文が紹介され，洪水の解析に特性曲線法が利用できるというので，速水先生が講習会で説明されるまでは，はじめて知るこの計算法の理屈を一生懸命考えたものである．その頃，いま Boulder のコロラド大学に留学している東電の中島君が，卒業論文で貯水池内の洪水伝播の実験を実験所でやり，それを特性曲線法で計算をしていたが，特性曲線がダムにぶつかるところで，どうしてよいかわからず，提出期限はせまるし，大いにあわてて私のところへ聞きにやって来たことを思い出す．昭和28年は旧制最後の学生と新制第1回の学生とが一緒に卒業した年なので，先生方が彼らの卒業論文の指導に大わらわであったが，そのため教室と防災とが混然一体となって勉強にはげんだ年でもあった．速水先生にはいつもといってよいほど海岸の観測のおともをしたが，宿屋で夜遅くまで真剣に学問の道をうけたまわったり，私のやった研究の生のままを説明するのが常であった．方法は違うが，速水先生が横から流入のある流れを，洪水理論と同様，拡散の概念とともに雨水流出に適用されたことと，私が特性曲線法を用いてこれを解く方法を考え出したこととは，こうした先生との真面目な雑談による一脈のつながりと当時の思想の background によって生み出されたもののように思われる．その頃の研究成果は自由に研究をさせて頂いた石原先生の温かい御指導と，私とは違った立場から研究を批判し，常に新しい息吹きを与えて下さった速水先生の御薫陶の賜である．

創立5周年頃のこと

私は昭和31年に防災の人となった．兼任となって最初に与えられた仕事は，316頁におよぶ5周年記念論文集の編集であった．はじめての経験でとまどったが，石原先生の強力な back up でなんとか義務を果した．このときいかに編集というものが，縁の下の力持ちでいかに大変な仕事であるかを体験したわけである．この論文集が非常に評判がよくて，現在ほとんど残部がなくなってしまっているが，内容が充実していたという別の理由のためとはいえ何となく嬉しいものである．そうこうしているうちに昭和32年になり，7月には米国へ留学に出かけたので，米国の水理実験所を見る機会に接し，宇治川水理実験所のあり方を考えるのに非常に参考になった．

最近のこと

昭和33年9月に米国から帰ってきてから，約3年経過したが，この3年間で宇治川水理実験所は急速に活潑化した．昭和33年10月1日の日付のついた研究計画のプリントを引張り出してみると，矢野教授（洪水時の河床変動；降雨流出機構；土石流；貯水池における背水曲

線；堤体内非定常浸透），岩垣助教授（噴流による洗堀機構；砂連の発生機構；流砂機構；移動床水理実験の相似律），足立助教授（人工粗度の水理学的特性；漂砂による港湾埋没；千代川における流砂量推算；流路蛇行の機構），赤井助教授（ドイツ留学），樋口助手（柱状構造物のうける波力；境水道の潮流変動；砕波機構），大同助手（固定床模型実験の相似律），山本助手（大阪市地盤沈下），国司講師（風浪の発生機構），椹木大学院学生（潮流，静振の漂砂輸送機構）ということになっており，その後半年間に研究に使いうる校費は全体で43万円であった．ところが昭和36年度の研究計画のプリントでは，研究者の数が20数名に増加し，研究課題数も47を数えるまでになっている．この間，乏しい校費を使って洗掘実験水槽を造って他の先生方に迷惑をかけたりしたが，大きい実験施設としては，昭和35年度の機関研究費で高速風洞水槽を造ったことである．この研究費は主任が当時の棚橋所長で，建設委員長として矢野教授，煙風洞関係は石崎教授，風洞水槽は私が責任者となり，実施設計は主として椹木助教授と寺谷助手が担当したが，その間委員として実験所の皆さんに色々と知恵を拝借してようやく出来上ったものである．とくに付記しておきたいのは，研究費に含まれない基礎とか実験室の建物に属する費用を，当時大阪府土木部の近藤港湾課長におねがいし，また住友四社からの寄付を那智係長の大変な御尽力で頂くことができたことで，これなくしては現在の風洞水槽は造りえなかったのである．この紙面を利用して御礼を申上げたい．現在，水理実験所の運営その他には多くの難問が山積しているが，昭和36年度の実験所の幹事役として一つ一つかたずけて行きたいと思っている．

回　顧　録

京都大学理学部助教授
小　沢　泉　夫

9ケ月の浪人生活の後，1951年6月創立間もない防災研究所に勤務することになった時は，魚が水に入って生気を取り戻した時のような心地であった．その上校費の配当があって観測に使う乾電池や，記録用の豆電球なども自由に買えるようになったのは大変有難いことだと思った．その後，昭和32年6月理学部に配置転換になって，防災研究所は併任となって現在まで，阿武山観測所に通ったこともあったが，私の防災研究所とのつながりの大部分は逢坂山観測その他の地殻変動の観測所を通してである．

逢坂山観測所は1947年に京都大学理学部が大阪鉄道管理局から借り受け財団法人防災研究所との協力によって観測が続けられた．当時は佐々教授の所謂京都地震説が出て間もない頃で，私は一つには地球の固有振動の験測という希望と，一つには地震予知という野望に燃えて，逢坂山観測所設立当初から土地の伸び縮みを観測する佐々式伸縮計と傾斜を観測する水平振子型傾斜計とで地殻変動の観測を始めた．初めは電灯設備はなかっのたで毎週蓄電池を携えて観測所に通ったが器械が増えると電池では間に合わないので，煤だらけになって電線を張ったり，電力事情の悪いときだったので電力会社に送電を頼みに行ったりした．

佐々式伸縮計は私が中学生の頃その中学校の物理教室の戸棚に陳列してあった30センチ角位の木箱の中に組み立てられた2台の熱線電流計によく似ていた．ある授業時間に，私達があまり戸棚の方を見るからか，物理教師は戸棚からその熱線電流計を取り出して，“これはお前達のだ”（生徒の作品の意），“あまりこういうことをするのは”（こういうものばかり作るこ とにふけるなの意）と言って木箱の外側についた調整ねじを廻わして見せ，すぐにもとの戸棚に収めてしまった．熱線電流計については別の時間に名前だけ位の講義しかしなかった—VAG メーターの使い方は随分細かい話をしたが—しかし熱線電流計は印象的だった．佐々先生の考案の伸縮計は弛み針金を錘と三本吊の捩れ針金とで釣合わせてあるのに対して，その電流計は長い指針の重さと弱いぜんまいばねとで釣合わせてあった．

初めて地殻変動の観測を始めたときの私には記象にでてくるものはすべてが未知の現象で，すべてを地震と結びつけることに専念した．なるほど当時は近畿地方およびその周辺にはなんとか結びつけようと思えば結びつけられるほど頻繁に地震が起った．

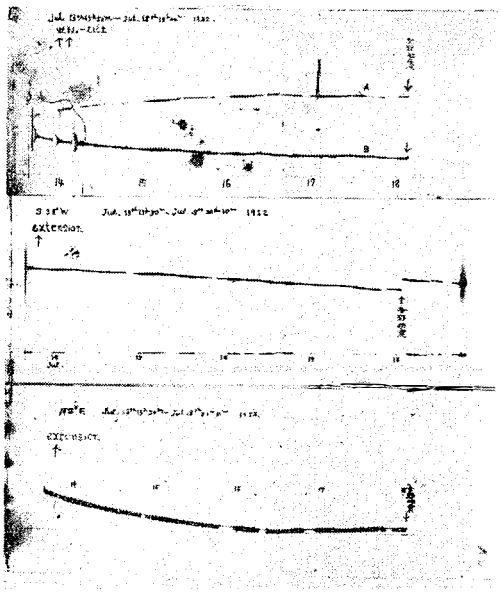
1949年3月には長さ56メートルの佐々式伸縮計に磁気制振器をつけたものを新たに設置して $5\sim3\times10^{-9}$/mm 程度の感度で，1日40センチ位の速度で不定期に観測をしたが当時は観測室の恒温条件がよくなかったので地球の固有振動とまぎらわしいディスターバンスが大きく，それが微気圧計の記象とよく似た変化をしていて問題にならなかった．そうこうしているうちに1950年8月15にはチベットでマグニチュード8.5(Pasadena)の大地震があった．生憎くこの長測線の伸縮計の記象は書かせてなかったが．定期観測をしている伸縮計では感度が十分でなかったのか地球の固有振動らしいものは認め難かった．少し後に戻って1949年秋には当時驚くほど高価だったスーパーインヴァールの棒（直径10ミリ）で長さ20メートル測線の棒型伸縮計が設置された．それに使われたスーパーインヴァールの材料は10キログラム近くもあったので当時としては大変な経費であったことと思われる．

いずれにしても当時はがむしやらといわれるほどに，

観測を第一とし，食を第二とした．この意気込みが研究活動の条件のよくなった今日もあるかと思うと少々恥かしさを感じないでもない．

逢坂山観測所は防災研究所が創立して間もなく防災研究所に移管され，観測所の施設は急速によくなってきた．併し移管されて間もなく台風ルイズの伴った豪雨のために水害を受けた．併しその後大谷入口に堤防を作るなど対策よろしきを得てこれにまさる大降雨にも全く被害を免れて今日に至った．

1952年は4月には3号台風，5月には4号，6月にはダイナ，7月にはフリダと相次いで台風が通って行った．7月18日早朝には逢坂山観測所始まって以来の大きな地震動に見舞われた．この年の3月頃からS360°W方向の伸縮計は大きな伸びの変化を示し始めていたが地震直前の前駆現象は如何ばかりと記象を現像する時間も待遠しいものであったが，記象に現われた結果は意外であった．写真のように地震のときに器械的なものかも知れない伸びの方向の段違い変化はあるが，あれだけの震度（VI）にも不拘，前駆現象らしいものはわずかに潮汐変化を大きくした位にしかでていない．そうしてその偏



値は収縮方向に 10^{-7} にも達しない大きさである．併しよく考えて見ると地震の数時間という直前になって急に地震の全エネルギーが弾性エネルギーとして蓄積されることは考えにくい．また，地殻のひずみの解放への始動が始まってた場合でも，吉野地震は前震らしいものは伴なっていないのだから地震のときに解放される弾性ひずみよりも前駆現象として出てくるひずみの方が小さいと考えるのが妥当である．いずれにしても震源から80キロも離れた場所である．しかしこの解析にもかかるかかからないか位の小さな変化は自分にはあるいは前駆現象はあり得るかもしれないという考えを強固なものとする結果となった．

その後近畿地方はあまり強い地震には見舞われなかった．また，原因の分かっている地殻変動以外の影響による変化も非常に大きく，地殻変動による小さな変化は押しつぶされてしまう．限られた地域で何年に1度遭遇するか分からない地震前後の地殻のひずみの変化を待機して観測を続けることは非常な強い意志を必要とした．この観測を続行する気力を鼓舞したものは地殻潮汐の観測を同時に行なうことであった．また遠い将来までも恐らく地殻潮汐の観測は地殻変動の観測を推進させる力となるであろう．

1953年9月には大きな期待をもって，もと大本営予定地として堀られた松代の地震観測所の坑洞内に2成分の伸縮計を設置して，その観測を同所員の方々にお願いした．また1955年3月には紀州鉱山（三重県）に伸縮計を設置して観測を始めた．紀州鉱山では昭和22年頃に総房の鉱区で傾斜計と伸縮計の観測が行われたことがあったが間もなく総房の坑道は閉鎖になり，傾斜計だけ湯の口の本部に近い廃坑に移転したが吉野地震の後それも休止状態になっていた．1955年伸縮計の設置とともに傾斜計の観測も再開され同年9月には伸縮計も2成分になりその観測は現在まで続けられ，地殻潮汐，チリ地震，チリ津浪，大台ケ原地震前後の観測など多くの資料を提供した．これには観測開始当時の堀川山長，山田次長をはじめ，探査係員など多くの所員諸氏の御協力に負う所が大きかった．また1955年12月には和歌山県の栖原にあった明治初年頃に廃坑になっていた坑道に観測所を設けて土地の傾斜および伸縮の観測を始めた．この坑道の多くは古生層あるいはそれよりも古いといわれる千枚岩などの変成岩からできており黄鉄鉱などを含み，その岩石の固たさは尋常ののみなどは全く受けつけずハンマーで叩くと焔焼のような臭がする．観測を始める前は深い所は7～80センチの深さに水が溜っていたので今でも水管傾斜計などを据えるときに高さを決めるのに非常に好都合である．栖原の観測では現場では耐久高校の新屋兼次郎教諭に一方ならぬ御協力をして戴いた．

一方逢坂山観測所は年とともに観測器械の数も増えて行った．また観測所の坑道は長く（最長直線670メートル）地表面からも深い所にあるがその2本の坑道は直線で観測室を作っている隔壁は初めは板壁で通を防ぐのには十分ではなく大谷と大津との気圧の差が大きいときは壁のそばでは笛を吹くような音がし，一年を通じての温度変化は1°C 以下であるが冬から春にかけては1日の温度の変動は 0.1°C にも達するのが常で，地殻潮汐はもとより地震前後の変化を観測するには非常に不都合で一年のうち数ケ月間の記象は唯永久変化を求めるための継なぎにしかならない状態であったが，1956年，経理

面などの困難を押し切って坑道内に3つのコンクリートの隔壁が作られた．これによって坑道内の一日の温度の変動は一年を通じて常に 0.01 °C 以下に保たれるようになり，地殻変動，地殻潮汐の観測所として大きな機能を発揮できる基礎ができた．

伸縮計の定尺には線よりも棒を使う方が有利であることは分っているが，昭和20年代頃は定尺の材料であるスーパーインヴァールは極めて高価なものであったので，線を使って拡大装置の構造も非常に簡単な佐々式伸縮計が長い間主に使用され，これに拡大方法をいろいろと変えた幾つかの線型のものが作られた．電気的方法を用いたものも幾つか作られたが経費などの点でほとんどは常時観測には使用できないものであった．またそれほど高拡大率のものも必要とされなかったが．重力観測用としてアスカニア重力計などが輸入され，その大きな感度に刺戟され，またスーパーインヴァールも比較的安く，また入手し易くなったので昔の夢は再びよみがえって来た．1949年頃設計されたが，傾斜変化の影響がわずかあるということ，製作経費が少し高いということでそのままになっていた水平振子を使った伸縮計が1958年に始めて作られた．その結果は案外な好結果で，従来よりも1桁乃至2桁高い感度(10^{-10}/mm)で，観測も容易であることが分ったので現在はほとんどこの型のものが使用されている．この新型の伸縮計は重力の影響もありはしないかという懸念などからこれを免れるために何回となく改作された．改作には地球物理学教室の工作室の技官，技術員諸君に多くの労をわずらわし，1961年に漸く所期のものが作られるようになった．1959年春には日本道路公団からの補償による施設の工事が行われ弾丸トンネルの工事の影響の補正観測のために約1ケ月間無休の観測機械の設置作業の後新たに2ケ所に観測点が設けられ，その中では4台の傾斜計と8台の伸縮計が観測を始め，逢坂山は今迄より1と廻り大きい観測活動を始めた．1960年5月には逢坂山，紀州鉱山ではチリ地震のときの歪振動が，紀州鉱山ではチリ津波による土地の歪が観測された．

逢坂山では以上に述べた観測のほかに，松島昭吾が水管傾斜計を，一戸時雄，宮腰潤一郎，中川一郎，三雲容子，船曳満などの西村研究室の諸氏が重力計を，藤原俊郎氏が歪地震計を，津村建四朗氏が水管傾斜計を，田中豊，田中寅夫氏が双振子型傾斜計を持って相次いで2，3ケ月乃至十数ケ月計器の試験に来てそれ相応の成果を収めて行かれた．

以上防災研究所と一番つながりの深い土地の変形の観測に関係のあることを思い出して綴った．この方面の研究に対しては指導教官である佐々憲三博士はもとより，西村英一博士，その他の方々からも数限りない御指導を賜って今日に至ったことを深く感謝します．また観測器械の製作や設置には安田幾之助，森本喜三郎，平野定吉，西正男，小林年夫，多中勝美，藤井三男，斉田市三，江頭庸夫の諸氏の御協力に，また施設の設置には山田保夫，北村一雄，高田喜三次，川勝安太郎，河波秀次等の諸事務官の御奔走に負う所が大きい．ここにあわせて御礼申し上げます．

■ 顧 録

京都大学薬学部会計掛長
川 勝 安 太 郎

戦後六年を経過し，国内にはやれ台風とか地震等の連年災害が暴威をふるっていましたが，巨額の国富の損耗を繰返す災害を科学的に防禦するための研究所として防災研究所が昭和26年4月発足し，初代所長と事務主任の2名で工学部建築学教室の棚橋教授室の1部に机椅子等を借用して業務が開始されました．私はそれから2ケ月経過した6月に発令を受け，もっぱら研究担当者，事務職員の発令事務に当りましたが研究機構と事務機構が

第1部門　災害の理工学的基礎研究
第2部門　水害防禦の総合的研究
第3部門　震害風害など防禦軽減の総合的研究
附属施設　地殻変動観測所
事務機構　事務主任　会計掛2名　庶務掛1名　給仕1名

として整ったのは8月頃であったと記憶しています．

発足当初は不完全な施設の中で所長を中心として諸先生方は日夜をとわず研究成果をあげられましたが，事務所もまた固定した建物がなく，何を行なうにも借り住いで不便でした．事務長は建物確保に日夜奔走して次から次へと1年間に移転6回，尚それでもまだ借住いと言う年でした．そして翌27年に8回目の移転で現在の場所に防災研究所の事務室の標札を上げることが出来ました．

昭和27年になって研究施設の拡充のため利用可能な施設を物色中，7月頃と思いますが伏見中書島にある結核研究所用地が財務局に返却と言う話が出て来ました．そこで所長，事務主任が早速本部に交渉に行かれ，防災研究所として最適地であることを強調され，私も現地視察に参りましたが，ひろびろとした草原の用地の中にある鉄筋コンクリート3階建が雀のお宿かルンペンの宿場と思われ，しかも狐が多く住むと言う状態には驚かされました．

しかし，横に宇治川あり，又高瀬川が流れると言う好条件から，場所的に水害防止の基礎的研究を行なう水理実験所として適当であると判定され，移管決定の運びと

なった．

昭和28年には宇治川水理実験所の全体計画が矢野先生を中心として立てられ，初年度計画が実施に移された．ひろびろとした草原に響く整地工事の近畿地方建設局のブルトーザーの音は防災の基礎を造る力強い宇治川水理実験所の産声でもあり，当時朝夕顔をみせた狐も住家を替えて行きました．

それより夢のように苦難の歳月が過ぎた10年後の今日，昔を一変して現在世界にも稀に見る近代施設が出来，我国水理実験所として，その研究成果が防災研究に貢献されている事に，心より御慶びを申し上げるとともに，さらに大いなる御発展を御祈り申し上げます．

地震予知の研究施設については，京都周辺を中心として阿武山地震観測所を始め，旧逢坂山トンネル内など各地に地殻変動観測所が整備されましたが，先生方と外部折衝にあたったことも忘れられない思い出の一つであります．逢坂山観測所については，大阪鉄道管理局草津保線区に再参借用依頼に足を運び，また井手町にある旧鉱山跡の穴を高田先生が見つけて観測所として適当であるということで，山所有者の丸山氏に再参借用依頼について協力をもとめたり，町役場にも足を運び研究の必要性を話し，ある日は穴の中に入って機械設置その他について検討を重ねました．この井手観測所での苦労話しを少し書いてみます．昭和28年山城地方を襲った集中豪雨の際観測所は水中に没し，観測入口は山崩れで塞がれました．翌朝化学研究所の消防用ポンプを借りて行なったどろにまみれの吸出作業，そして水の引いた横穴に四ツんばいで背中を岩肌で傷つきながら機械を取出した作業はいまでも話しの種になっています．このようにして復旧がなされて観測は継続されましたが，それから1ケ月たったころ，こんどは電線盗難に合い，速日復旧の翌日又盗難と言う災害続きで，今度は鉄線で復旧することになりました．次に来た問題は玉水川の災害復旧工事が行われることになって，その工事によると現在の入口が堰堤で水没するということでした．幸いこの点は，府庁土木課に横穴の付替工事を要求して話合がつき，1ケ年でようやく現在の観測所の姿ができたわけです．

和歌山県由良町に有る旧海軍基地の隧道，湯浅町の旧廃鉱穴など和歌山県下に5ケ所の穴から穴へと地震予知の研究を推進するための観測地をもとめて，5ケ年間も小沢先生のお伴をして，裸になって懐中電灯1つでコウモリの居る穴に股まで地下水につかる穴の調査及び地下水の排水工事の調査にも参りました．これらの観測所施設が今日では立派な地震予知の基地として貴重な資料を提供していることは我事のように嬉しく思っています．

火山爆発予知の研究が我国活火山中最も活発な桜島火山を対象として開始されたのは昭和31年でした．当時佐々先生のお伴をして火を噴く山の熔岩地帯を駈けずり廻り，県庁，市役所，村役場等に爆発予知の研究観測地の借用に邁進しましたが，その後桜島全島に5ケ所，鹿児島市に1ケ所，霧島1ケ所の観測所の設置，および山中6合目にこれ等を総合する桜島観測センターの設置計画が進められ，実施目前と聞いて，活火山爆発予知の劃期的成果が上げられることを御祈り申上げる次第であります．

以上走り書きをいたしましたが，創立十周年記念事業として編纂される十年史に，所長をはじめ諸先生方の輝やかしいに研究の成果に交じって私の回顧録が登載されますことを光栄と深く感謝いたしています．おわりに，研究所の皆々様方の御健勝と御奮闘御発展を御祈り申上げます．

防災工学のおこり

京都大学名誉教授
近　藤　泰　夫

私が地震学（のち防災工学）の講義を担当したのは昭和4年であった．それから約25年の間続けたわけである．本学創設当時の地震学の講義は東京大学大森房吉先生が担当しておられ，年1回の集中講義であったが，大正12年生の逝去まで続いた．そして暫く本学志田順，松山基範両先生の担当がつづき，昭和4年に私が引継ぐことになった．それまでの講義は地震学を内容とするものであったが，私はこれを耐震工学と改めて，耐震的構造法を取り入れて講述し，さらに昭和12年頃から耐爆構造を追加し，また昭和24年から防災工学と改めて，風水火災についても講述し，昭和30年に畑中元弘助教授に譲り渡した次第である．

大森先生は東大理学部教授で地震学の泰斗であることは言うを俟たない．大正12年オーストラリアで開催の汎太平洋会議に出席中，かの地で関東大震災を耳にされ，このために病を得られて再び起たれず，まことに痛ましい限りであった．先生はそれほど几帳面な方であった．京大で1週間，九大1週間の講義に出張され，京都ではいつも大雲院（寺町四条下る）がお宿であった．講義が済んで帰られるときには教室の小使にチップを置いて行かれたことは当時としては異例に属すると思われた．震災予防調査会報告全100巻のうち，先生の手を煩わしたものがその過半を占めている．特にその第94号「雉子と地震」の記事をみると，先生の観測資料の中に午前2時，3時というのがあって，先生の夜を徹しての勤勉振りに頭が下がる思いがしたものである．この研究

は先生のお宅に近く雉子の棲んでいる森があり，雉子の鳴き声と地震の振動との関係を記録されたものである．

大正12年の関東大震災は大変な災害であった．震災に火災が加わってあの大災害を起こした次第であるが，この地震で耐震性構造の根本が確立したことは，何よりも大きな収穫であったといわねばならない．いわゆるアメリカ式の帳壁構造が耐震的に好ましくないことが判明したわけである．

震災後月余を経た10月中旬，土木教室では見学班を組織して，学生約20名を近藤，沢井の両教官が引率し，京都を発ち，静岡に下車，清水港から連絡船に乗って横浜に上陸（東海道線は御殿場と馬入川で不通のため），それから汽車で東京へ入り，本郷帝大前に宿泊，東京在住の卒業生の世話になって見学の便宜を得た．東京で解散の上自由行動をとることにし，私は小田原，箱根などを視察して陸路帰洛したのであった．

大森先生の急逝にあったので，その年は私に地震学の講義をせよとのことで，私の大森先生の講義のノートをプリントして，これを教材にして責任を果した次第である．昭和3年から建築構造（土木工学科）を担任するようになったのに関連して，私は昭和4年から地震学の講義をもつようになった．それから25年近くもこの講義をつづけたことは上述したとおりである．しかし耐震構造に対する参考書は当時あまり数がなく，主として震災予防調査会報告，殊に関東大震災報告書は最も大切な種本であった．今日の多数の参考文献と思い比べて今昔の感にたえない．

爆弾に関する鎌田鈴一氏の論文が発表されたのが昭和12年であった．その頃から社会情勢は耐爆または防空の問題を取りあげねばならない空気に包まれて来た．関係論文の発表も多くなり，また実際に戦線に出て防空構造の研究をする機会も与えられたのであった．さらに戦局急迫するにつれ，国内の工場疎開の問題も起こり，実地についてその指導に衝ることにもなった．広島，長崎に原子爆弾の投下せられた直後，原爆被害調査のため両市に出張したことも止むを得ない因果であったろうか．

室戸台風（昭和9年），京都出水（昭和10年），神戸出水（昭和13年），阪神地区地盤沈下等々の災害が相次ぎ，これらの調査資料も講義の片隅に入れる必要が起こって来たのも自然の成行であったろう．

昭和22年財団法人防災研究所が組織されたが，その時期はむしろ遅きに失した感がないわけではない．以上創立10周年記念誌に執筆を依頼されて駄筆を弄した次第であり，研究所の発展を祈ること切なるものがある．

由良川の思い出

金沢大学工学部講師
金丸昭治

昭和30年10月から短期間ではあったが本式に防災研究所の御厄介になっていた頃，“お勤めは？”と尋ねられて“防災研究所”と云ったら“防妻研究所”と聞く人があって大いに困ったことがある．また，宇治川水理実験所で当直というものを二，三度やったことがあるが，おイナリ様の本物が時折おいでになると聞いていたので，どんなお声でお呼びになるのか耳をすまして待っていたこともあった．

それほど防災研究所は新しく，大いなる発展が期待されていたとも云えるのである．そして10年，関係者の並々ならぬ努力によって，今日の発展をみるに至ったことは喜ばしい限りである．ここに，十年史を編纂されるに当り，防災研究所研究活動の一環として行われた由良川の水文観測に従事した一員として，当時の思い出をつれづれなるままに記述し，回顧録の一端を汚すことにする．

筆者が由良川水文調査の“現場主任”を命じられたのは昭和29，30年度であるが，その前後を含めて約4年間由良川流域内を走りまわったわけである．当時，大野ダムより上流における雨量計の設置点はすでに開発されていたのであるが，とくに山頂附近に設置された積算雨量計については，その設置位置の最初の撰定に相当苦労されたものと思われる．現地での仕事は，第一に大野ダムより上流の流域（約350 km²）内26ケ所に設けられた各種雨量計の記録と，下流端における流量記録とを1～2ケ月毎に集めてくることであり，第二に，大野ダムから福知山までの流域内に撰定した30余にのぼる雨量観測所の記録をとることであった．後者については，京都府各土木工営所に観測作業を受持っていただいたので，最初，設置点を撰定するために，その後観測状況を調査するために現地に行った程度であった，現場での仕事の主な舞台は大野ダムより上流であった．なかでも，流量や自記雨量計，普通雨量計による雨量の観測作業は建設省，京都府などの関係事務所および学校，民家に依頼していたので別に問題はなかった．とくに，美山町診療所長の谷博先生が学校，民家に対して自ら音頭をとり，絶大な協力を惜しまれなかったことは，われわれを数倍も元気にしてくれたものである．問題はわれわれ自身で山登りをし，観測整備をしてくる必要のあった積算雨量計であった．当初は，積算雨量計の設置ケ所9ケ所を3～4日間にわたって回ってきた．その間，積算雨量計の本体がぬすまれ，くやしがったこともあるが，何でもドブロクを作っている人種が持っていったのだろうと

百姓さんが云っていた．中味は硫酸であることを知っていたかどうか心配したものである．硫酸中に亜鉛棒を懸り下げ，晴天中は水面が一定であり，水面の位置が線状に腐蝕されることを応用したものであるから，数時間も汗を流して登ってみたら水面以下の部分が全部溶けていて資料にならず，汗と涙を流したことも何度かあった．マムシの活躍する時節には，どこから飛びついてくるかわからないで気味の悪いことこの上なし．“現場主任”たるものは先頭に立って，というわけで山道を先導し，宿に帰っていばっていたら，マムシは先頭から二人目の人によくかみつくと土地の人から聞かされて，二人目を歩いていた学生が急にいばりだしたこともある．それよりもわれわれに恐怖感を抱かせたのは熊がでるということである．初めての出陣には下宿のおばさんから懐剣を借りて持っていった．昔は嫁ぐときにはもっていったものだそうであるが，離縁を申し渡されたらそれで自害し，二度とお里へは帰らぬという意味のもので恐ろしいお嫁さんもいたものと感心した．それを使用しなかったおばさんが幸福であれば，それを抜かなかった筆者も幸運であったといえよう．（実際に熊が出てきたらどうしたかわからない．）また，われわれの肝を冷したのは断崖につくられた細い道を通るときであり，その切れ目に渡されている二，三本の丸太の上を通るときであった．何度も通った道ではあるが，谷底まで 50m 位はある．丸太がグラッと動いたときには，目の前にさっとお袋の顔が浮んだものである．台風による豪雨で道路が寸断されたときは，われわれの足だけが唯一の交通機関であった．とくに雨量計を撤収する 11 月末から 12 月にかけてミゾレの降るなかを十数粁も歩いたときは，寒さと足の痛みでしやべるのもいやになった．

このようにして，観測資料の蒐集がつづけられたのであるが，事故のなかったのは本当に不思議なくらいである．若さだけがそれをつづけさせたのであろう．それだけに石原藤次郎先生の御心配も想像以上のものであったに違いない．

一方，建設省大野工事々務所のすぐ近くにある非常に小さい流域を対象として，三角堰による流量観測をはじめたが，とくに台風時の流出をできるだけ正確に観測する目的で，台風接近の予報があると出かけていき，堰のすぐそばに観測小屋を設けて待機したのであるが，不思議に筆者が待機しているときに限って台風がとんでもない方向にそれて近づこうともしなかった．台風にはそもそも女神の名前がつけてあったのであるから，人相のわるい男の方へはよろめかないのが当然だとみるむきもあった．

以上は，由良川水文調査に関する二，三の思い出を述べたものであるが，こうして悲喜こもごものうちにいくつかの貴重な資料が得られ，現在，それらの資料が整理されているということである．大へんな仕事だと思うが，それに関聯のあった一員として喜びに耐えない次第である．今後も，防災研究所が災害防止に関する総合的研究機関として益々充実し，発展していくことをねがってやまない．

防災研究所回顧録

徳島大学工学部助教授
椹　木　　亨

防災研究所の職員としては，私は昭和 35 年 4 月から 36 年 4 月までの一年間という短かに期間お世話になったのであるが，工学部学生，大学院の時代，工学部の時代を通じて防災研究所とくに宇治川水理実験所に長年御厄介になった．しかし創立期の諸先生方御在職の現在，回顧録といっても十分なものを書くことはできないけれども，学生の眼を通じての研究所の変遷をふり返ってみるのも，諸先生方に知られない歴史があるのではないかと思い，ここに筆をとることとしよう．

筆者が防災研究所の名前を耳にしたのは学部の三回生（昭和 27 年）のときで，同級生の松本，若林などの諸君がアルバイトに草刈りに行ってからのことであった．雑草が茂り，蛇の出る場所と聞き，何とひどいところに研究所をつくったものかと学生間で話合ったが，自からはあまり関係のない場所ときめこんでいた．しかし四回生に進んで河海講座に入り，同級生が防災研究所に行くようになって，次第に研究所が身近かなものとなるとともに，その頃，新聞に喧伝されていた大阪市内河川の高潮遡上の模型実験が，極めて興味のある研究として映じたものである．と同時に，その後私がしばしば御世話になった扇形水槽（海浜実験施設）が計画され，従来の角形プールの常識を破って，波の入射方向が自由に変えうるような波起し水槽が作られたと記憶している．

大学院に入ってからは時々宇治川の実験所にお邪魔することが多くなり，数少ない所員の方達とも親しくなったが，現在のように室が手狭までなく，われわれ学生だけで一室を占有させていただいて，大いに羽根をのばしたものである．

このように漸次親しんできた防災研究所での学生生活で印象に残っているのが研究面の方でなく，遊びを含んだ毎日の生活状態であるのは，指導していただいた先生方にまことに申訳けないことであるが，今でもなお懐しく思い出されるのは大学院の二回生の時の泊込みの実験であろう．といっても実験についての思い出は寒かった（実験は 11 月～12 月）という事しか記憶していないが，京都に自宅をもつ私には，実験の都合によって，同級の鈴木君（東電勤務），二年下の福田君（運輸省勤務）と

現在の宇治川水理実験所の事務室（その頃和室）に泊込むのは，親許からはなれて自由の生活が出来るため実に快的であった．夕食後，三人あるいは二人つれだって四条までてはメートルをあげてて11時頃の電車で中書島までひきあげてくるのであるが，新高瀬川の堤防までくると，いつももやがたちこめて，月明りにみる付近の風景は昼の味気ない感じとは全くことなったムードに満ちたものであった．ある夜，鈴木君と二人連の帰り道，前に一つの人影があって，後から見れば，うら若い女性の帰りを急ぐ姿とみうけられた．堤防の上はその頃全くの無灯で，女性の一人歩きは危険だと八分の義侠心，二分の好奇心で足早に近づき，京阪の鉄橋付近で通過する電車の光りでよくみれば，何と女性どころか，完全武装のパトロール中の警官で，もやのいたづらが若い二人の眼を惑わせたという一幕である．

このような泊込みの実験は，われわれが最初でなく，私より一年先輩の永井氏（建設省勤務），一年後輩の青野氏（運輸省勤務），千秋氏（住電勤務）などは大学院二回生のときは下宿をひきはらって研究所に泊込んでいたが，それがいまもなお学生諸君にうけつがれて，実験で遅くなれば泊込む学生は多い．

このような泊込み学生にもっとも人気のあったのが，勝木の小母さんが作る大盛り飯で，他の外食食堂の2倍以上はある分量は，食い気盛んな学生や，若い職員でも最初はもてあまし気味であったが，習慣というものはおそろしく，慣れてくると，それでも何かものたりないようになった．私が現在19貫を超える体重を有するようになったのも，学生時代にここでならされた大食のせいかもしれない．それにしても，この大盛り飯を食べて肥らない人が現職員の人にも多くみられるが，全く不思議である．

この30年の実験以後33年まで4年間，扇形水槽を継続して使わしていただき，漂砂の移動，堤防の越し波の問題など，他の学校及び研究所ではできない波の入射方向を変えた実験をつぎつぎと行なうことができたが，年代を経るにしたがって，波を整調せしめる Side Wall あるいはパネルも逐次改良されてきた．最初は 15 cm×15 cm×70 cm のコンクリート，ブロックを積み重ねて用いたが，この積み重ねはその移動に極めて大きな労力を必要とし，また水中の移動でもあったので，11月頃の実験の場合はつらい仕事であって，石原先生が海岸の仕事は馬力のある奴でないと駄目だと，少々の仕事でこたえない私や鈴木君に海岸の課題を課せられたのもこのあたりに理由があったのかと思いしった次第であった．

その後，あまりにも，このコンクリートブロックは不便ということで，木製のパネルに代ったが，これとても重しのためにコンクリートブロックを用いて，以前よりは多少その労働量はへったけれども，なお数多くのブロックを動かさねばならなかった．現在では鉄板の下に車をつけた極めて移動し易い Side Wall に変っているがその他の防災研究所の設備も改良され，すばらしく充実したものとなって10年一昔という言葉がしみじみと味わわれる次第である．

さて，私は土木教室から昭和35年に防災研究所に職員として移ったが，その新米に早速，高速風洞水槽を作れとのことで，従来出来上った水路しか使ったことのない私には面くらうことが多く，他の先生方に非常に御面倒をおかけしたが，そのときグランドの土質試験をしてあまり地盤が軟かいので，いままで私がめりこまなかっただけでも幸だと思った．

この風洞も，36年の2月に完成式をあげたときは本当にほっとしたものである．

この一年，その他に私は宇治川水理実験所の厚生係を申しつけられた．そのとき厚生係とは何をするものかという私の問いに対して曰く，「炊事の管理」，曰く「リクリェションの立案」，「コンパの計画」，「所員の健康維持」であった．いうなれば「よく学びよく遊べ」の遊べの方の計画をやれということであって，私には適材適所ということらしい．しかし何分金欠の職員厚生であるから，たいした遊びの計画もしなかったのはくやまれるがその中で思い立つのは夏期のアイスキャンデー販売と氷水の設置である．アイスキャンデーは近くに商店のない実験所では意外に評判はよかった．このとき一寸商売気を出して二円（8円原価，10円売価）のマージンをとることとしたが，最初の頃は極めてスムースに毎日200円程度もうかって，2月すれば1万2千円の利益はかたいから厚生係も多少裕富になれるとあてこんでいたが，貸しつけの不十分，天気次第の売行などで結局バレーボールとその他一寸厚生係に金が残ったという結果となり，私自身としてはＰＲ用に大いに食べたので欠損という一夏であった．また氷水を職員の厚生費（1ヶ月，月給の5％徴収）から支払ってきたが，氷代がかさみ月給の10％徴収を行なってもおいつかず，借金の申し訳けに冷汗をながした．私としては氷水をのまなくても冷たい目にあえたわけである．

このように一年間もみるまに過ぎさったが，この短かい期間に，職員の積立金から，いろいろお金をいただいた回数の多かったのも私であったのは，自分が厚生係をやっていただけに「申しわけない」．すなわち，結婚祝，出産祝，転任餞別と，長年勤めて一回もまだもらわれていない人もある中で一年間に3回もいただいたのだから．

このように学生，職員の期間を通じて自由にふるまわせていただいた先生方にあらためて御礼申しあげ，今後の研究所の御発展を念じつつ雑文の筆をおくこととする．

回　顧　録

佐々憲三

昭和20年の暮頃，今後は防災対策が日本の重要政策になるものと考え，戦時中の例にならって関連科学者の綜合研究組織の設立を計画した．まず，佐々，棚橋，石原，林の四人で案を練り，最初に手をつけたのは最近の大地震の被害地域で木造家屋の被害率の詳細な調査と，人工地震によって推定した地盤構造ならびにその構成物性とを対比しつつ，震害と地盤の関係を研究することであった．この調査研究には佐々，棚橋，石原の3研究室からいつも2,3人づつ研究員を出しあって調査班をつくることにした．当時京都市は食糧事情が極めて悪かったので，田舎へ調査に出張することには多少の楽しみもあった．

昭和21年12月21日に前から多少予想されていた南海道大地震が起こり，大きな被害を出した．前もって予防対策を少しでもしておけば災害を大いに軽減できた筈の被害を見せられ，吾々の協同研究はますます活気をました．他方戦災を受けなかった古い都，京都をなんとかして災害による焼失から守りたいと云う多くの人々の声にこたえるのが吾々の責任であるといった錯覚にとりつれる時もあった．

京都地方に過去に起った大地震の起り方や明治以後に測量された地殻変動の進み方や地震活動度などについて詳細に調べた．その結果大地震対策を仮りに樹てたとして，その実施完了には相当の年数が必要であるから，震災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．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．

それはそれとして京都府地震対策委員会および京都市災害対策委員会が出来て，その委託研究で吾々の綜合研究班は忙しく働いた．それによって災害対策が樹立され一部はすぐ実施された．この対策実施に呼応して吾々も財団法人防災研究所をつくって大いに研究に精進した．

昭和23年に京都大学附置の防災研究所新設案を話題にした時最初に賛成して全面的援助に乗り出されたのが時の事務局長本田弘人（現熊本大学長）である．当時理学部からは海洋研究所と生体理学研究所の新設要求が出ていたので，工学部提出の形で要求を出した．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．そこで改めて追加要求のなかに入れて貰って再び内議にかかった．この時も落ちた．当時文部省所轄並びに国立大学附置研究所長会議で「今後は既設の研究所の整備充実に力を集中して，新しい研究所は設置しない」という要望決議がなされたとのことであった．

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日の目を見なかった．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広く関係方面へ熱心な陳情をつづけた．この時に参議院建設委員会調査室長武井篤氏にいろいろ御助力を仰いだ．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．

その年の春まだ研究所が正式に設立されない先に文部省所轄並びに国立大学附置研究所長会議のなんとか委員会の人々が数人で新設予定の防災研究所をしらべに来た．阿武山地震観測所に案内して「ここの西棟約200坪を借り受けて防災研究所の建物に充当する」と説明した．戦災で焼けたところばかり見ていたためか，広々とした建物を羨ましそうに「よいところがありますね」といっていた．その後で「戦後研究所の新設はしない約束であったのに，出来てしまったからこの研究所は私生児みたいなものだ」といやみをいった気の強いどこかの所長がいた．「正式の手続を経て出来たのだから，一部から歓迎されない子供かも知れないが私生児ではない．」といったやりとりをやったことを覚えている．

とにかく防災研究所が設置されてから後は研究所協議会が学術会議のお墨附を貰わないと研究所新設がむつかしくなったようである．4月に防災研究所設置委員会が出来て，その決議に従って4月21日附で所員が発令された．それに呼応して防災研究所の門標を阿武山地震観測所のものと並べて玄関の西側の柱にかけた．

時は忘れたが時の横山事務局長と京阪電車に一緒に乗った時，現在の宇治川水理実験所の建物を遠くから眺めながら「あれは結核研究所の建物に購入したが，その後あれを使用しないので困っている」といった話が出て，「それなら防災研究所の建物に貰えないか」といったことからトントン拍子に話がまとまって防災研究所が一つの建物を占有できることになった．

防災研究所の創立に関係した人々のなかで棚橋さんと私は同じ中学，林さんと武井さんは私と同じ高等学校の出身であり，そのうえ横山局長は高等学校時代の先生であった．私的にも密接な間柄の人がたまたま集ったのも妙なめぐりあわせである．

雑　感

谷　泰雄

昭和30年5月私が宇治川水理実験所に勤務してより

早6年間の歳月が流れました．

防災科学も近年著しく発達し，京大防災研究所も創立10周年を迎えるに当った今日では非常に大きな研究組織と設備を有する総合研究所となり私が勤務した当時と比較すると驚くべき躍進と思います．思えば私が最初に宇治川水理実験所に御世話になった頃は，実験施設も現在のように大規模なものではなく，実験を行なうに当っては主として人力にたよっていたものが現在のように計測技術の進歩や諸種の実験器械の完備した今日を見る時全く夢のような感じが致します．その頃は宇治川水理実験所としては研究部門も宇治川部門と第2部門だけで矢野先生以下職員数も12名ほどで種々の仕事をしていました．よく学びよく遊んだことが思い出されます．

私が最初に速水先生に連れられてきて驚いたことは，建物があまりに頑固な造りで本館内部ががらんとしていて屋根裏の鉄骨が10数米ある高さでむき出しになり，しかも2階中央の床がなく一階実験場まで突き抜けになっているのを見たときでした．

本実験所での最初の仕事は，速水先生，赤井先生御担当の地下水圧の変動と地盤沈下に関する水理模型実験でした．私自身このような実験を全然見ず知らずで御手伝いすることは非常に危険であり先生方の研究に非常な迷惑ともなるので大きな不安と責任を感じた次第です．しかし先生方の良き御指導によりこの仕事を一応無事終えさせていただいたときの喜びはいつまでも忘れることができないと思います．一応実験が終ったとしても科学的追究は無限に広がりを持つものであると思えば今後私が当実験所で行なう仕事がいかに重要な意義をもつものであるかを考えるとき今一度自分自身を考える必要があるように思います．最初一年間学んだことに一つの無駄もなくすべてがプラスとなったことに対しても大いに考えさせられた次第です．

その後私は31年より34年まで国司，樋口両先生のもとで諸種の水理模型実験および技術的勉強を習得し，この経験体験は非常に貴重なものでありました．今後は諸先生方に教えていただいたことを実際面に有効に活用し防災科学の発展のために努力していければ幸いと思っています．第二室戸台風では本実験所施設にも相当な被害があり所員一同学生諸氏も一致協力して応急復旧に働いたことも今後のよき思い出となるでしょう．過去のことを思い出せばいろいろなことがでてきますがこのへんで私の雑感とさせていただきます．

ある震害調査の記

大林組研究室
渡 辺 清 治

回顧録を書けということで，あらためてこの10年をふりかえって見ると，日頃のんびりと生活していた私には，急に10年という歳月がのしかかってくるような重さを感じさせ，なんとなく感慨にふけることを禁じ得ませんでした．

私が防災研究所に御世話になっていましたのは，開所当時の約2年間のごくわずかの期間でしたので，今のように立派な研究所の設備とは各段の相違でした．また，おりました期間もごくわずかでしたのであらたまった回顧をするにはあまりにも資料が貧弱のように思いますが，しかし私個人としては大変思い出の多い一時期でありました．

当時私は建築学教室の棚橋先生の研究室に御世話になっており，大学を出て2年ばかりたったとき防災研究所に入所させて頂きました．研究所では横尾教授の助手ということで，助教授には石崎先生がおられました．私は防災研究所の助手となっても引続き棚橋先生の研究室で仕事をしておりました．

棚橋先生の研究室におりましたときは，何日も先生の機智にとんだユーモアな話をよく吾々にして下さいました．今でも記憶していますのは，防災研究所発足当時何かの会合の席で，防災研究所をもじって忘妻研究所という珍語を出され老若妻帯者を笑わせておられたことなど真新しい記憶として残っております．私がおりますとき最も防災研究所らしい仕事を致しましたのは，昭和28年8月18日早朝あまり大きくない地震で吉野地震というのがおこりました．震源地は吉野地方ということで震源地では多少の被害をうけた様子でした．この地震は小さいが型体として大地震の場合とよく似ているとの専門家のお話で，防災研究所としては被害は小さいが地盤と震害との問題の1資料を得る目的で吉野方面に調査にゆくことになりました．

メンバーは横尾先生が長となられ，地球物理の教室から高田尭夫氏，土木教室から畑中先生，建築教室から私という総合メンバーが選ばれ，当時防災研究所唯一の乗用車で黄色にぬったシボレーのクーペに乗って出掛けることになりました．

この車は今にして思えば，よくあれに乗って吉野まで行ったな，と思われるような代物だったのですが，当事としましてはまだ上の部類だったのでしょう．乗っておりましてもそう恥しいというような気はしなかったようでした．丁度また暑い盛りでクーペにこれだけの人数が乗って遠くまで出掛けるのは相当な難行軍でした．

さて吾々は地図を片手に京都を出発，伏見街道を南下，井手，奈良を震源地に向って，あちらこちらの町役場，村役場によって聞きこみ調査をするとともに，車の中から目をさらのようにして街並ながめ家屋の破損を見落すまいと一生懸命の時間をすごしましたが，奈良をすぎ昼がすぎても被害らしく特記されるものは見当りま

せんでした．

最も最初から被害は僅少なことはわかっておりましたし，今度の調査の対象がそんな大きな被害ではなく，壁の亀裂の方向といった種類のものに限定していたのですが，それさえ仲々見当りませんでした．

吾々は震源地に近くなればもう少しハッキリとした型が出て来るだろうと，大いに期待しながら2時近く天理市に着きました．ここで調査にかかる前，横尾先生の発案で天理には土木の松尾先生がおられるからまずそこで被害の様子を訪ね調査の方針をたてようということになり，駅近くで先生の家の所在をたずねゾロゾロと先生のお宅へおしかけてゆきました．丁度先生は御在宅で吾々の来訪を大変喜んで迎えて戴き，清涼飲料とともに大分長居を致しました．

松尾先生のお宅にお別れをし，また黄色のシボレーに乗りさらに南下，調査を続けることになりましたが，これからさきは藁葺の農家が多く調査の対象となるものも少くなって来ました．それでも吾々は熱心に調査を続けて参りましたが，ゆけどもゆけども調査の対象となる被害は仲々見られず日暮近くなって大和の五条にたどりつきました．

五条では当時建設省の五条工事事務所におられた南部さんにいろいろと御世話になり五条に一泊致しました．

翌日さらに南下を続けるつもりでしたが以後は水害のため道路が遮断されているところが多く，通行には危険がともなうので調査を断念し帰途につくことになりました．これで吾々の震害を見ざる調査の記は終りをつげたのでした．

調査はこのようにあまり収穫がありませんでしたが，楽しい想い出として今もなお当時の人達と御会いするとよく想い出話を致します．

なおこの吉野地震の震害調査には，別に市内小学校にアンケートをお願いし，その解答から震害と地盤の問題に対してよい調査ができ得たことを附記しておきます．

安全工学公開講座を顧みて

京都大学工学部助教授
若　園　吉　一

京都大学防災研究所が中心となって横浜国立大学工学部安全工学研究会，日本化学会防災化学委員会と共催（日本化学工業協会後援）で，昭和35年10月10日(月)より10月15日(土)の6日間，午前9時より午後5時まで，京都大学楽友会館において安全工学公開講座を開催した．

この安全工学公開講座は産業上に関する種々の災害（地盤沈下，台風，高潮を始めとして火災，爆発，職業病，公害など）についての防災講習会であり，最近この種の災害が続発している関係，日本化学会，日本化学工業協会などより関西における講習会および研究会の開催を要望されていたものである．

参加者は各会社の化学，建築，保安関係の中堅幹部（課長，係長級）103名であった．主催者側は最初，関西を中心とした会社からの受講者約50名の講習会を予定していたが，全国各地から申込みがあり，断りきれず結局予定の約2倍の人員で開催した．そのため会場が狭くて困ったり，テキスト，パンフレットを再印刷したりする状態であった．

なお講義内容および講師は次の通りであった．

安全工学概論	
横浜国立大学工学部	北川徹三
高潮対策	
京都大学防災研究所	矢野勝正
台風対策	
京都大学防災研究所	石崎澄雄
地盤沈下対策	
京都大学防災研究所	村山朔郎
防火工学	
損害保険料率算定会	左右田信一
防爆工学	
横浜国立大学工学部	北川徹三
圧高ガス	
京都大学理学部	寺西博
爆発性物質	
東京大学工学部	難波桂芳
事例研究(火災)	
京都大学防災研究所	安藤直次郎
事例研究(爆発)	
京都大学防災研究所	若園吉一
作業環境の有害物測定	
横浜国立大学工学部	北川徹三
局所換気装置設計	
光明理化学工業(株)	沼野雄志
職業病	
大阪府立公衆衛生研究所	梶原三郎

関西では最初の試みであったが，講習会終了後座談会を行ったところ，出席者の全員が今回のような催しに対して少くとも年1回の講習会および年2回の研究会の開催を要望しており，その後も事故対策の問合せ，指導の希望などがあって，早急にこの問題の解決に迫られている．

回　顧　録

日本道路公■大津工事々務所
山　本　順　一

地盤沈下の機構については2，3の学説があるが，速水教授は弾性帯水層理論から地盤沈下は揚水による地下水圧の低下にともなって帯水層の圧縮が揚水--揚水停止のサイクル間に一部残留することによって生ずるいわゆる残留歪説を言っておられ，現地を対象として観測測量を行ない，それに基づいて理論的考察がなされてきた．しかし現地条件により満足な実験を行なうことは困難である．この難点を大規模な地盤沈下の室内模型実験として昭和30年に赤井助教授のもとに取り組んだのが研究所生活のはじまりである．風光明媚で静かな宇治川水理実験所に実験施設を有し，第一次計画で整備されてはいたが当時発足後まだ日も浅くお粗末であった．それから6年部門も増加し，10週年を迎える今日は見違えるようになっている．

まずこの実験では大規模なため土槽の中に入れる土量も約20 m³となり，使用する砂を篩分ける作業，この篩分けた砂や粘土の土槽への填充作業など機械力にたよらないのだから大変である．現在のように設備がだんだん整っている時であれば作業も楽で能率もあがったことであろう．実際実験も一年で終ることなく引続き村山教授御指導のもと粘土層の圧密沈下の実験に土槽を使用しているが，最初の年ほど苦労もなく実験準備を完了させることができた．しかし一番驚いたのは最初の年に砂と粘土を互層にして土槽に填充した後，水を入れ被圧を与えたところ底面および側面の鉄筋コンクリートを通して水が漏れ実験不可能になったことである．仕方なく補強して漏水を止めたが，苦労して砂や粘土を填充したにかかわらずその甲斐もなくやり直しとはがっかりしたり，腹を立てたものである．

研究所ではどうしても運動不足になるので昼休みにはスポーツが盛んである．しかし人数が少ないので野球のような人数の要る正規のはできず三角ベースであり，その上補手は相手方から出すので珍プレーなどあり想い出せばなつかしいものである．室内で簡単にできるのと人数が少くてすむのでピンポンもよくやった．そして恒例の学内対抗試合に野球，ピンポンの2種目に出場したが，試合前は各自相当なところまでいけると張切るのであるが，いざ試合となると練習のときのように調子がでず来年こそということになる．その来年来年が重なってきているのと人数が増えているので今日では優勝の実力をもっているという評判である．その評判に違わず今度は優勝して欲しいものである．

地盤沈下の実験の後三軸圧縮試験機，土質試験室と除々に土質関係の方も整備された．試験室の設計は多くの計画を立てたが予算の関係や種々の事情で全部は実現していない．当時土質試験にどのような器具が要るのか，どういう配置にすれば便利に試験ができるのか良い勉強になった．三軸圧縮試験機では大阪沖積層粘土と同時に砂の試験を行ない，砂の三軸圧縮試験ではゴムスリーブがよく破れ，必然的に試験回数が多くなって三軸圧縮試験の操作が上手になった次第である．砂の三軸圧縮試験はディレィタンシーを調べたものである．ここで三軸圧縮試験に熟練しているので，後に剪断の速さが強度に及ぼす影響や，剪断時の間げき水圧の挙動についての研究に，三軸圧縮試験機を用いたときは，試験精度を相当高めることができたのは幸であった．

親睦会として年に2回位ハイキング，水泳その他の機会がもたれた．比良登山，三重，若狭，琵琶湖水泳，摂津狭ハイキングなど数々の想い出も多いが樋口助教授の料理のおいしかったのは忘れることはできない．

学会での講演発表も最初のものは日本道路公団から依頼された CBR 試験であったが，発表回数が多くなった最近にくらべ最初のものはひやひやで，講演発表のたびになつかしく想い出される．また昭和36年に日本道路公団に移ってからも，盛土材料としての良否，路床になってからの判定などに有効に活用できた．勿論，日本道路公団では種々の規定があり判定基準も決っているが，最初の発表のものが，またこの経験が研究所を出て最初に役立つとは愉快である．

研究所は防災的見地からの委託試験研究も多い．これらの多くに関係し，またおこなってきたが，中でも阪急の現地揚水試験，四日市土質調査は一番印象深い．梅田での現地揚水試験は周囲のビルが冷却用に地下水を使用するので，自然水位の変動が激しく，夜半に水位が安定していることが判明したので，全期間を通じ試験は夜におこなった（試験後の長期観測の結果は夜もあまり安定していなかった）．観測員は学生アルバイトを使った．この仕事は多くのアルバイト中比較的楽なため，昼は他で夜はこちらでアルバイトという強者もいて，水位観測のアルバイトが気に入り，もっとやろうという元気者ばかりでよくやってくれた．一度揚水すると水位が低下するので，つぎの揚水試験は水位が回復するまで待たねばならない．この時間まちに梅田界隈を見学したが，夜中の2，3時頃阪神百貨店うらの道路上で人がごろごろ寝ているところなど歩けたものでなく早々に引揚げた．

四日市の土質調査は土質試験だけを行なうのでなく試料採取も監督するということで3人が交代で■日市の現場へ乗り込んだ．四日市の海岸線及び海底下 50～60 m の試料を採取し，物理，力学両試験を行なうと同時に，現地試験を併用するのであるが，この調査は埋立てた後

重量物の基礎地盤としての適否を判定するのが主な目的であった．当時伊勢湾台風の被害も生々しく，あちらこちらで復興に力を入れていた．特に海水浴場は店開きするのにいそがしそうであった．海上ボーリングの時などやぐらから糸を垂れて魚釣りでもしようと思わんこともなかったが，そんな悠長なことは夢物語でいそがしく追い廻される毎日であった．四日市での生活の方が目まぐるしく研究所にいる方が気が楽であった．これはボーリングが予定通り進行しないのと，業者の手違いなどによったためである．長い間四日市に滞在したにかかわらず四日市通にはなれなかった．最後に御在所岳に半日遊び，湯の山温泉につかった気分で帰ってきた．現場での作業が終ってもこのあとが大変である．採取した乱されない試料を宇治川水理実験所でやることになり狭い試験室をよけい狭くして皆に迷惑をかけることになった．毎日が戦争のようにいそがしく明けても暮れても圧密の計算や試験結果の整理に追われたこともあったが，いまは何事もなかったように報告書は静かに本箱に納まっている．

想い出も多くつきないが，週に一回土木教室での土質工学特論の聴講，村山研究室でのゼミナールは宇治川の静かな研究室にとじこまっているのとは別なよい刺激になり大いに奮発することができた．

今年の4月に日本道路公団に移るまでの夢のように早く過ぎた毎日であったが，矢野教授，村山教授はじめ諸先生の終始暖い御指導のもとに恵まれた条件で研究を続けることができたことを心から感謝しております．

雑　　感

京都大学工学部教授
山　田　彦　児

新参の私に回顧談の在るわけは在りませんが，それでも昭和28年11月以来非常勤講師を拝命して，年に何度か中書島の水理実験所に出入致しましたので，ほんの一筆書いて見る次第であります．

あのがらん洞の発電所跡はさすがに当初はもの寂しい廃屋の感じが無くも無かったのですが，それはほんの束の間で，来て見る度に此処が改まり其処が整備されているという有様ですので，私自身としましては次第次第に，整備拡張を見学するのが唯一の目的となり又楽しみとなった次第であります．元来私の非常勤講師そのものが勉強の機会を与えてやろうという芳誼から出た処置でありましたので，その誼を十二分に享受し，専ら見学を事と致しました，今日に至るまで研究所の事業に寄与するところ全く在りませぬ事情は，それはこの様にして，いはば老学生の一人である為であります．

こうして数年の間に今日の実験所が実現しますと共に，大小の仕事が殺到して来て，既にもはや手ぜまと見えるようになりました，此処に働いて研究補助に当っていられる人達の数も，設備と共に増したとはいうものの，とても仕事量にマッチするとは言えないようであります．本来災害を防除する研究は社会を立てる為の大事でありますと共に，その研究所が多忙であるよりもむしろ閑暇を見出す日々の方が，幸福な生活に近いこと勿論であります．人と物との二つの力を此処に集めて，何よりも先づ天災の少い社会を誕生せしめる為の態勢を整えてほしいものであります．

宇治川水理実験所建設の想出

矢　野　勝　正

私が宇治川水理実験所を最初に訪ねたのは，昭和26年の12月であった．厳密にいうとその当時は勿論宇治川水理実験所という名称はなかったし，また所属も京大の結核研究所に属していたものである．もっとも結研としての施設は当時何もしてなくて，草ぼうぼうの10万坪の構内に窓硝子が全部われたままの鉄筋コンクリート3階建の建物が寒々とたっているにすぎなかった．その時は槻橋，石原(藤)教授と私の3人で，この廃屋同然の施設をわれわれ防災研究所の水理実験所としてゆづりうけて研究の場としてやっていくかどうかという問題を決めるための第1回の下検分に訪ねたわけであった．

不便だという点を除いてはこの敷地は澱川，新高瀬川に面して面積も一応十分あるので，ここに水理実験所を新設しようという結論に到達した．その後正式に結核研究所および本部事務局との譲渡に関する事務手続きが進められて，昭和27年の3月に従来の結研所属のこの施設，敷地が防災研究所に転属することが決定したものである．

さてゆづり受けたものの具体的にどのようにこれを活用するかとなると，問題は難しい．水理実験所であるから何はおいても水の問題をどうするかが先決問題である．構内の目の前に澱川が流れているから，澱川から取水するというのが普通の考え方である．かってこの施設の本来の目的であった火力発電所としても，その用水源として澱川から取水していたのである．澱川から暗渠で取入れて堤防の下をパイプで導水して低水槽に取水貯溜していた模様である．この低水槽からポンプでボイラー用水等に使用していたものである．しかし戦時中にこの火力発電所の諸機械は南方方面の火力発電施設に転用するため取りはずされて，当時はあとかたもなく，例えば澱川からの通水パイプも切断されていた．又このパイプの埋設されている位置もパイプの大きさや本数等も全

く分らなかった．

したがって澱川から実験用水として取水するとなると，新たに堤防を掘割ってパイプを布設しなければならないし，さらに実験に必要な相当の用水量を確保するとなると下流との水利権の問題もあり，手続き上相当めんどうなことが多いし，手間どる恐れもあった．

そこで将来その必要が起こった場合に澱川取水という問題を処理することにして，とりあえずには水道の水を利用することにした．当時は中書島の町迄水道が布設されていて，新高瀬川以西には勿論水道がない．将来宇治川水理実験所が活潑になって，沢山の研究員が出入りし，また夜勤のため寝泊りすることを考えると，どうしても水道の設備を必要とすることになるから，その意味でも思いきって中書島から約 1.0 km の導水管延長を計画するにいたったのである．

水源に就いての基本方針はこのように決められたのであるが，問題は全体の構想をどのように組立てるかという大きな課題があるわけで，この構想を組立てるのに昭和 27 年の前半をついやした．昭和 27 年 8 月頃迄に一応全体計画をつくりあげて，直ちに昭和 28 年度から予算化して実行にかかりたかったので，昭和 27 年の秋から冬にかけて再三上京し文部省，大蔵省にこの水理実験所設置の必要性とその予算化についての説明なり運動を続けたわけである．さて話をもう一度後にもどして水理実験所として構想をどう組立てたかというと，構内面積が 1.0 万坪あることと，鉄筋コンクリートの 3 階建の建物 600 坪があるので，次のように考えた．

1．水理実験所として河川と海岸の防災問題を中心に研究施設を整備することは勿論だが，水の実験施設の他に砂防，山崩れ，地盤沈下，土砂流出，堤体浸透など土の研究も関連して重要だから水と土の研究施設を整備する．
2．構内面積が比較的広いから屋外実験施設を重点に整備し，併せて屋内に精密を要する基礎的な施設を設ける．
3．水害の問題は非定常現象が大部分だから，現象の発生装置や計測機記録器等も何れも非定常現象を対象として考える．
4．実験施設は降雨から始まって流出，河道，貯水池，河川構造物，河口と水源全搬の諸現象を研究出来る各種施設を整備する．海岸関係についても波浪，漂砂，異常潮位，潮流および浸食等の設備を整備する．
5．現象発生装置，計測記録装置は総て遠隔操作の自記装置にして人力を極力少なくする．
6．実験用水の節約をはかるために循環式水路を計画する．
7．この地点は冬期特に風が相当吹くので屋外実験施設には遂次防風設備を考慮するが，とりあえず防風，防塵のための植樹，植芝を全構内に計画する．

以上の方針のもとに樹てられた全体計画に要する新営費は研究施設費のみで 7,000 万円であった．昭和 28 年から昭和 30 年迄の 3 ケ年計画で事業を進めることにしたが，幸いに政府の認めるところとなり，予定通り昭和 28 年度より初年度 800 万円の予算が実現した．当初考えた 3 ケ年 7,000 万円計画を実現するには年平均 2,300 万円位の予算が期待されたのであるが，上記のように 800 万円程度で爾後昭和 29 年 30 年とも何れもそれと同程度の予算しか実現しなかった．それで当初の計画を第 1 期と第 2 期計画に分轄して，われわれとしてはどうしても緊急必要な施設を第 1 期計画として 7,000 万円の案を約半分にして，昭和 31 年度までかかって 4 年間で一応第 1 期計画を完了した．構内面積 1.0 万坪の南半分に，現在あるような研究施設が建設されたのである．われわれとしては残りの半分を第 2 期計画として是非実現したい意気ごみは今も変りはない．

しかし第 1 期計画が進行するにつれて痛切に感じた問題は，これらの研究施設が出来てもこの施設を使って研究を進める研究陣要が整備されねばならない点であった．そこで水理実験所に専属した研究運営のスタッフを定員化するという問題の方が第 2 期計画を実現するより先決課題となった．現在宇治川水理実題所に所属している助教授 2，助手 4 の定員もこうして実現するにいたったが，勿論これだけではなお不十分である．

以上のような経過をたどってきたが，個々のこまかな問題については色々の想出がある．例の右側堤防沿いに 4 吋管を布設して構内迄導水するわけであるが，元来堤防に沿ってパイプ類を埋設することは取締官庁の好まぬことである．建設省近畿地方建設局に相談に行くと，はたせるかな許可出来かねるという意見である．さればといって民有地を買収して布設することは経費の点からも期間の点からも出来るだけさけたいので，再三交渉をして当時の局長稲垣さんの手を煩して，特別に堤防の法尻に埋設しないで地上にむき出しにパイプを設置するという方針で話がまとまった．しかしこうしたやり方は特別の措置なので建設省本省に協議し了解を得る必要があるというわけで，話は東京までもちこまれるという仕末だったが，幸いに了解が出来て直轄河川の堤防沿いにパイプを布設することが認められた．この問題には稲垣局長に随分，御苦労をかけた次第であった．その他新高瀬川をクロスするために橋梁にパイプを添加させて貰う交渉や，京阪電車の築堤路盤の下にパイプを貫通させる作業のこと等小さい問題とは言え，交渉には随分手間どった．また実験所の附近には関電の社宅が 10 軒許りあるが，水道がくるようになればこれらの人々の飲料水として分けてくれという問題がおこるのは人情として当然で

あるから，布設費を京大と関電で分担してはという交渉もしたが，これは遂にまとまらなかった．

その頃構内の整地問題も急を要する一つの問題であった．構内は当時相当起伏があった．特に北の方の京阪電車の附近には水田がそのまま残っていて低湿地であったし，全体として平面でなかったので，これを整地する必要があった，元来この附近は昔の横大路沼の埋あとであるから土取場は全くない．トラックで土を運搬するという案はとても経費がかかつて実現出来ないので，結局構内を東西に二分して南側の土を北側に移して切盛のバランスを計るより良い案はない．しかも北側を南側より一段低くしないと土量が足らないという悪条件である．作業は勿論ブルドーザーが必要である．これまた建設省の機械整備事務所に御願いして土木工学科の学生の機械運転実習を兼ねて特別に便宜をはかって貰って，極めて短時日に目的を達することが出来て一応現在のような整地が出来上った．今にして考えると北側を低くして整地したのは失敗であった．少し強い雨が降ると北側は浸水するので今でも悩みの種になっている．想出を拾いあげるときりがない．雑草をどうして征伐するか，既設屋外低水槽の水洩れをどうして防止するか，石炭ガラで盛立てられた構内に防風防塵の植樹や芝クローバーをどうして活着せしめるか等，足立君，大同君と頭をひねった問題がいくつか頭に浮んでくる．兎も角いろいろの問題があったが，そして当初の計画の半分ということに終ってしまったが，4年間の建設時代には研究を始めねばならないし，設計製図をかきながら現場の監督もしつつ多忙な生活を送った．あれから10年の才月を送った．その間新しい研究部門が次々に増設され陣要も次第に増えてきたし，科学研究費，機関研究費等の交附をうけて漸次，研究施設も整備されつつあるが，今後10年よりよい姿に拡充改良していくことが私の願望の一つである．

参　考　資　料

1. 諸　規　定

（1） 京都大学防災研究所協議員会規程

（昭和26年11月8日制定）
（昭和29年5月22日改正）

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，専任教授及び兼任教授で組織する．

2　所長が特に必要と認めたときは，協議員会の議を経て学部教授に協議員会を委嘱することができる．

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．

（2） 京都大学防災研究所委託研究規程

（昭和31年1月10日制定）

第一条　本所の研究に関係のある学理的問題の解明を委託しようとする者があるときは，その研究の委託に応ずることがある．

第二条　研究を委託しようとする者は，所長を経て，総長に願い出なければならない．

第三条　委託研究の願出を受諾するときは，所長は，その研究担当者，研究期間，研究費及び研究方法を定めて委託者に通知するものとする．

第四条　受託者は，受託研究に要する物件費，人件費その他の経費を指定の期間内に前納しなければならない．但し，特別の事情があると認められたときは，分納を許可することがある．

2　指定の期間内に研究費を納付しないときは，研究受託は，取り消すものとする．

第五条　一旦納付した研究費は，返還しない．

2　天災その他不可抗力の理由により研究を完遂し得ないときは，研究費の一部又は全部を返還することがある．

第六条　委託事項の研究が終了したときは，所長は，研究成績を委託者に通知すると共に研究担当者の名を以て公表することができる．

第七条　この規程施行に関する細則は，総長の認可を得て所長が定める．

（3） 京都大学防災研究所長選考内規

（昭和27年3月25日制定）
（昭和30年2月24日改正）

一．所長退職の1ケ月以上まえに協議員会は所長の選任をおこなう．

二．所長は協議員会において投票によって所員教授から選ばれる．

三．協議員の3分の2以上が出席し，かつその内には専任教授の3分の2以上が含まれているのでなければ投票を行うことができない．

四．過半数の得票者を得るまで投票をおこなう．
たゞし5回目の投票において尚過半数の得票者が得られないときは最多数の得票者を以て所長とする．
同票数の場合には年長者を所長とする．

五．所長の任期は2年とする．たゞし再任をさまたげない．

（4） 京都大学防災研究所員選任内規

（昭和27年4月10日制定）

一．教授，助教授，講師の選任にあたっては所長は推薦理由書を附して協議員会に附議する．候補者を2名以上推薦するを妨げない．

二．議事は次回の協議員会において決定するものとし，協議員会において3分の2以上の同意を得なければならない．

三．協議員の3分の2以上で■つその内専任教授の3分の2以上が出席するのでなければ協議員会は前条の議決を行うことができない．

四．兼任教授は5年，兼任助教授は2年，兼任講師は1年として協議員会で一応審議する．

2. 財団法人　防災研究協会

（1） 設立の経過

昭和20年の終戦後直ちに，わが国においては今後災害がますます加重され，本学の災害関係研究者の間で総合研究による研究の推進について話し合った．その結

果，昭和21年に京都大学総合研究体制自然科学部第8班（災害予防及び軽減に関する研究）が組織された．そのときの組織はつぎのとおりである．

班　長　理学部　教授　佐々憲三

研究員　理学部　教授　槇山次郎，理学部　教授　熊谷直一，理学部　教授　宮地伝三郎，工学部　教授　棚橋　諒，工学部　教授　石原藤次郎，工学部　教授　小西一郎，工学部　教授　林　重憲，農学部　教授　村上恵二，理学部　助教授　西村英一，理学部　助教授　春本篤夫，工学部　助教授　横尾義貫

本研究班で最初に手をつけたのは，戦時中に大きな被害を出した東海大地震と三河地震に関する研究であって，被害地区において人工地震波による地下構造の決定と木造家屋の被害率分布について詳わしく調査し，さらに震害と地盤との関係を研究した．この調査研究は，佐々，棚橋，石原の3研究室から2,3名ずつの研究者を出しあって，緊密な共同研究を行なったものであった．その後各方面の研究活動に対しても，同様な方式による共同研究がなされてきた．

昭和21年12月21日に，南海大地震が起こり，大きな被害を出し，ますます震災の防止軽減の必要が痛感されたのである．年を越えて翌22年初頭に，京都府地震対策委員会が設けられ，われわれの総合研究班に多くの調査研究が委託されることになった．

このような状況にかんがみ，財団法人防災研究所の設立を企画したのである．昭和22年2月日本建設工業会大阪支部長より，財団法人設立資金として12万円の寄付を受けたが，そのうちの10万円を基本財産として設立の準備が始められた．さらに，向藤二郎氏より1万6千円，京都府地震対策委員会々長より「地震及びその被害並びに震災予防についての基本的研究調査費」として50万円の寄付があり，これらを事業資金として昭和22年8月29日付で，財団法人防災研究所設立許可申請書を京都府知事を通じて文部大臣宛提出した．

昭和22年10月13日付で財団法人の設立が許可され，同年11月14日登記を完了し，ここに，財団法人防災研究所が設立されたのである．設立時の役員はつぎのとおりである．

理事長　鳥養利三郎

理　事　佐々憲三，林　重憲，石原藤次郎，棚橋　諒，本田弘人

監　事　内藤敏夫，横田　実

主　事　本田要太郎

嘱　託　芋田徳太郎

事務嘱託　山田　保夫

（2）　事業の概要

本財団法人は，設立頭初より多くの事業を行なってきたが，学術上の調査研究を行なうために研究組織をもつことになり，昭和23年2月28日に下記の所員を委嘱した．

理学部教授：佐々憲三，荒勝文策，槇山次郎，宮地伝三郎，滑川忠夫，田中憲三

工学部教授：林　重憲，石原藤次郎，棚橋　諒，国井修二郎

農学部教授：村上恵二

理学部助教授：速水頌一郎，西村英一

工学部助教授：横尾義貫，岩井重久

九州大学工学部教授：松尾春雄

戦災復興院技術研究所技官：竹山謙三郎

佐々憲三がその長として，各種の運営事務を担当し，各研究員は別項に示すように多くの調査研究を共同して実施してきた．昭和24，25および26年度と三回続けて，京都大学に防災研究所設置のための予算要求が提出され，昭和26年度にその設立が認められたわけであるが，本財団法人における災害の防止軽減に関する調査研究が，これに多大の貢献をしたのは当然のことであった．京都大学に防災研究所が付置された機会に，昭和26年7月16日名称を財団法人防災研究協会と改め今日に至っている．昭和36年8月1日現在の役員はつぎのとおりである．

理事長　平沢　興

常務理事　佐々　憲三

理　事　林　重憲，石原藤次郎，棚橋　諒，西村英一，矢野勝正，速水頌一郎，村山朔郎，横田　実

監　事　松本忠太郎，浅野清重

主　事　高田喜三次

嘱　託　船越　芳造

刊　行　物

本財団法人において行なわれた調査研究の成果は，財団法人防災研究所研究報告として第1号から第3号まで刊行されたが，その後に行なった研究成果の主要なものは各種の学会および京都大学防災研究所 Bulletin，年報などに発表され，また調査研究終了後各種の報告書として報告され斯界に多大の貢献をしている．

財団法人　防災研究所研究報告

第1号目次（昭和23年6月）

頁

東海地震及その餘震における震害と地盤との関係
……棚橋　諒，佐々憲三，横尾義貫，西村英一…　1

地震豫知に関する2,3の問題……佐々憲三… 13
地震時に於ける埋立地の振動状態……松尾春雄… 21

第 2 号 目 次（昭和24年11月）

第 一 部

頁
震害と地盤……佐々憲三，石原藤次郎，棚橋 諒… 1
鳥取市附近地盤調査……横尾義貫，馬場善雄，畑中元弘… 6
高知市の地盤調査……馬場善雄，畑中元弘，藤本正己… 9
福井地震の震害と地盤……吉川宗治… 12
福井市地盤調査……横尾義貫，馬場善雄… 17
地震動と地盤……林 聰… 19
名古屋市の地盤調査……亀谷貞也，谷口敏雄… 23
京都市地盤調査……山田務名，河波秀次… 26
伊賀上野市地盤調査……久保寺 章，山中四郎… 28
大阪市の地盤調査……畑中元弘… 30
神戸市の地盤調査……馬場善雄，畑中元弘，藤本正己… 33
京福電鉄，九龍川中角橋梁橋脚振動試験とその理論的考察
……石原藤次郎，小西一郎，畑中元弘，後藤尚男… 34
堰堤内部応力に対する地震時動水圧の影響……丹羽義次… 43
和歌山港における振動実験概報……松尾春雄… 45
神戸港における振動実験……畑中元弘… 48
耐震判定について……横尾義貫… 49

第 二 部

流況より見た本邦河川の特性について(1)(2)……岩井重久，川本正身… 56
水文統計学上より見た本邦河川計画の合理化について……石原藤次郎，岩井重久… 68
確率洪水研究における最近の傾向……岩井重久… 75
鳥取県網代港埋没防止に関する研究……石原藤次郎，岩垣雄一… 76
泊港の漂砂について……速水頌一郎… 82

第 三 部

自重を考慮した土の支持力について……多田政忠… 88
弾性波法による堰堤の基礎調査……畑中元弘，後藤尚男，石川 浩… 97
新潟県能生谷村柵口地辷りの地球物理学的地下探査法（地震法及び
電気抵抗法）による調査について……山田務名…101
鮎喰川流域の地辷りについて……百瀬寛人…106

第 四 部

伸縮計による地殻潮汐の観測……佐々憲三，小沢泉夫，吉川宗治…113
逢坂山における地殻の歪の観測……小沢泉夫…115
福井地震の地震動……小川真澄…122
福井地震の被害分布について……松田友明…124
地震後の福井附近における土地変動……一戸時雄…131
福井地方における地球磁気変化……若山一夫…133
長週期地震計……藤本正己…134
人工地震によるS波及び表面波……久保寺 章…136
人工地震波の減衰……稲垣房義…138
上賀茂における土地傾斜の永年変化……小沢泉夫…142

第 3 号 目 次（昭和25年10月）

第　一　部

頁
新居濱市地盤調査報告……吉川宗治… 1
和歌山市内の地盤調査……久保寺　章… 3
人工地震波の減衰性に就いて……吉川宗治… 5
徳島市地盤調査報告……百頼寛人… 7
歪計による木造家屋の振動測定と耐震判定に関する一考察……高田理夫… 9
地震による沖積層の壓密沈下……百頼寛人… 16
高知市水準測量……成岡昌夫… 21

第　二　部

河川工学における最近の基礎的諸問題……石原藤次郎… 24
海岸地における飛砂について……岩垣雄一… 31
地盤沈下による海岸地下水の変動と塩害について……速水頌一郎，国司秀明，田中要三… 36
弓ヶ濱の波高分布について……速水頌一郎… 47
鳥取県網代港埋没防止に関する研究 (3) (4)……石原藤次郎，岩垣雄一… 57

第　四　部

インヴァール線及びインヴァール棒伸縮計による大地の伸縮の観測と雨の影響……小沢泉夫… 69
水面波並びに水中壓力波の観測……土生片樟… 75

調　査　研　究

本財団法人設立頭初より現在までに行なった調査研究は**表－1**のとおりである．

表－1　財団法人防災研究所及び防災研究協会による調査研究

調査研究事項	調査費(円)	委託者
昭和22年度		
地震及びその被害並に震災予防についての基本的研究調査	400,000	京都府地震対策委員会
高知市地盤調査	50,000	高知県，高知市
昭和23年度		
神戸市地盤調査	60,000	神戸市
福井県九頭龍川橋梁振動試験	55,000	京福電気鉄道KK
四国地盤変動調査	950,000	中国，四国地方建設局
昭和24年度		
地震及びその被害並に震災予防についての基本的研究調査	200,000	京都府地震対策委員会
地震用計器試作	605,500	徳島県
京都市建物耐震委託調査費	302,260	京都市
大阪府（泉南，泉北）海岸測量調査	100,000	大阪府
和歌山県下地盤変動調査	450,000	和歌山県
日本郵船株式会社戦災ビル耐力試験	79,725	日本郵船KK神戸支店
昭和25年度		
水源調査に関する物理探鉱調査	13,545	長浜市
国道23号線地辷り層厚測定	200,000	建設省重信川工事々務所
地震及びその被害並に震災予防についての基本的研究調査	124,000	京都府地震対策委員会
泉南海岸侵蝕調査	43,500	泉南海岸侵蝕調査会
四国地盤調査	320,000	四国地盤変動調査委員会
児島湾潮汐研究調査	100,000	岡山農地事務局
江川弾性波地質調査	120,000	中国，四国地方建設局
昭和26年度		
亀の瀬地質調査	150,000	近畿地方建設局
四国地盤変動調査	100,000	四国地盤変動調査会
地盤調査用計器試作	109,810	徳島県
京都市内土質調査	25,000	京都電気通信管理所
泉南海岸侵蝕調査	218,800	泉南海岸侵蝕調査会
北海道災害土木調査	100,000	全国災害復旧促進連盟
昭和27年度		
大阪市における地盤変動調査	150,000	大阪府
亀の瀬地質調査	61,000	近畿地方建設局
地盤沈下変動調査	200,000	尼ヶ崎市
神戸市外電話局調査	350,000	近畿電気通信局

構造物基礎の防災工学的研究	50,000	白石基礎工事KK
高潮水理実験研究	3,000,000	大阪府
尼ケ崎工場地盤調査	40,600	日本油脂KK
石川県下地盤調査	100,000	石川県
海岸侵蝕調査	280,000	大阪府
大阪地区地盤沈下調査	300,000	〃
昭和28年度		
堰堤応力測定研究	100,000	東京電力KK
地下水注入調査	40,000	尼ケ崎市
大阪府高潮水理実験	1,200,000	大阪府
地下構造調査	300,000	九州電力KK
叡山超短波中継所振動試験	100,000	日本電信電話公社
埼玉県下地こり調査	162,000	埼玉県
大阪地区地盤調査	350,000	大阪府
泉南海岸侵蝕調査	300,000	〃
大戸川流砂量調査	250,000	滋賀県
土質試験費	257,500	浅野物産KK
昭和29年度		
銅山川地こり地帯物理地質調査	158,000	東北地方建設局
長崎県下地盤調査	225,600	長崎県
尼崎市内の地下水圧変動調査	280,000	尼ケ崎市
尼崎港防潮堤の沈下測定	70,000	兵庫県特別建設事務所
由良川水文調査	100,000	京都府
建物及び敷地振動検査	20,000	兵庫県工業試験所
野友石塊堰堤原石採取地点地質調査	110,880	西松建設KK
鴨川水文学的研究に関する調査	200,000	京都市，京都府
人工地震による地下探査	214,000	山形県
弾性波縦波速度測定	34,000	日鉄工業KK
神戸中央電報局外庁舎強度試験	280,000	近畿電気通信局
藤原ダム骨材地点地質調査	163,000	西松建設KK
アナログコンピューター試作研究	616,000	中部地方建設局
丸山貯水池模型試験研究	657,000	〃
銅山川地こ地帯の物理地質調査	150,000	東北地方建設局
岩手県金田一村地こ地帯調査	450,000	岩手県
大阪府地盤調査	300,000	大阪府
模型地震計及びオッシログラフ改造研究	98,700	〃
大井川筋赤松地区地下水調査	113,000	静岡県
尼崎市地下水揚水調査	50,000	尼崎市
丸善石油，下津工場地盤調査	200,000	丸善石油KK
昭和30年度		
大阪地盤沈下調査	450,000	大阪府
鴨川改修計画調査	105,000	京都府
丸山貯水池模型試験研究	343,000	中部地方建設局
鋼杭打込みによる地盤震動調査	121,800	大阪市交通局
由良川水文調査	200,000	京都府
船場局建物振動調査	100,000	近畿電気通信局
寝屋川模型実験	1,100,000	大阪府
爆破による振動障害調査	80,000	三井鉱山KK
淀川洪水追跡アナログコンピューター試作研究	1,500,000	近畿地方建設局
京都市工業用水調査	80,000	京都市
大阪無線局々舎強度試験	170,000	近畿電気通信局
利根川傾斜計測定	124,783	関東地方建設局
武庫川水源地の取水による影響調査	45,000	尼崎市役所
橿原神宮防火水道設計	150,000	橿原神宮
大阪市外電話局地中梁補強設計	50,000	近畿電気通信局
大阪地盤資料整理	83,000	大阪府
姫路城天主閣振動調査	210,000	姫路城国宝保存工事々務所
銅山川筋崩壊調査	300,000	東北地方建設局
昭和31年度		
大阪地盤沈下調査	500,000	大阪府
渋川傾斜計測定	175,217	関東地方建設局
出来島団地土質試験	90,000	日本住宅公団
地盤変動調査	150,000	第三港湾建設局
大阪中央電報局局舎強度調査	70,000	近畿電気通信局
阪急百貨店土質試験	165,000	浅野物産KK
別府高原物理探査	750,000	別府高原KK
神崎大橋基礎土質試験	100,800	中央開発KK
大阪市高速度鉄道敷地土質試験	1,059,198	〃
金沢市地下水電気探査	165,000	金沢市
福井県工高敷地地盤調査	652,450	福井県
由良川水文調査	100,000	京都府
京阪神急行敷地土質試験	259,200	浅野物産KK
阪奈道路土質試験	130,000	〃
工業用地下水揚水試験	230,000	金沢市
転石流出傾斜計測定	220,440	関東地方建設局
昭和32年度		
鮎喰川地下水調査	1,310,000	徳島県
由良川水文調査	100,000	京都府
大阪高速度鉄道敷地土質試験	846,359	中央開発KK
京都バイパス道路土質試験	84,600	森川ボーリング工業所
須磨塩屋間塩害調査	321,000	大阪鉄道管理局
扇町高校地質調査	66,000	浅野物産KK
京都バイパス土質試験	155,430	中央開発KK
瀬田川新洗堰門扉振動試験	344,970	近畿地方建設局
京都市蹴上浄水場地質調査	213,300	浅野物産KK
京都国際文化会館建設敷地地質調査	248,000	京都市
傾斜計及び転石流出測定	156,560	関東地方建設局
大阪水道局土質試験	76,320	浅野物産KK
徳山製油所土質試験	120,800	日建設計工務KK
昭和33年度		
川崎重工擁壁土圧試験	84,700	パシフイックコンサルタンツKK
神戸市裏山地質調査	2,070,000	神戸市
宮川ダム内部応力の解析調査	300,000	三重県電気局

阪名道路床土質試験	186,000	中央開発KK
尼崎港土質試験	5,000	復興建設技術協会
道路公団兵庫建設所地質調査	30,000	浅野物産KK
大阪駅圧密試験	3,600	復興建設技術協会
名神高速道路外土質試験	243,600	中央開発KK
阿蘇火山爆発予知の研究	600,000	九州産業交通KK
明石海峡吊橋の模型による耐震実験	1,760,000	神戸市
境水道における高潮の影響調査	50,000	鳥取県
岡山県水嶋地区堤防土質調査	33,800	西松建設KK
西高瀬川改良設計計画	320,000	京都府
由良川水文調査	100,000	〃
三菱造船第四船台土質試験	106,707	浅野物産KK
浪速貨物線地質調査	57,060	復興建設技術協会
大阪高速鉄道土質試験	269,833	森川ボーリングKK
大阪湾防潮堤沈下対策にともなう土質調査	730,000	大阪府
阪名道路土質試験	60,000	浅野物産KK
瀬田川新洗堰扉振動実験	170,000	近畿地方建設局
奈良電気鉄道地下水調査	40,000	奈良電気鉄道KK
昭和34年度		
雨水による流出量の推定に関する調査	200,000	関西電力KK
伏見作業場地下水調査	20,000	京都拘置所
函塊の捻り応力に関する模型実験	500,000	第三港湾建設局
尼崎港地盤沈下調査	100,000	兵庫県
堺港臨海工業用地造成事業に伴う模型実験	6,900,000	大阪府
茱崎漁港土砂埋没原因調査	150,000	福井県
奈良少年刑務所地下水調査	40,000	奈良少年刑務所
阪急南駅土質試験	192,000	川崎ボーリングKK
安曇川河川調査	850,000	滋賀県
由良川水文調査	200,000	京都府
弾性波探査法による地辷り調査	244,000	大阪営林局
防潮堤沈下対策に伴う現地観測並に模型実験	1,900,000	大阪府
低落差発電所における流下土砂防止に関する調査	140,000	関西電力KK
綾部市入津合地区における地下構造調査	126,980	綾部市
地辷り山崩れに対する防止対策調査	1,380,000	住友共同電力KK
茱崎漁港々湾冬期調査	76,000	福井県
立野大橋下部構造調査	350,000	兵庫県
波浪，潮汐実験平面水槽設計	150,000	農林省
昭和35年度		
大阪尼崎地盤沈下資料編集	1,800,000	第三港湾，大阪府，大阪市，尼崎市
四日市，桑名，川越地区土質調査	2,000,000	八幡製鉄KK
明石海峡吊橋調査	1,000,000	神戸市
低落差発電所における流下土砂防止調査	500,000	関西電力KK
由良川水文調査	400,000	京都府
安曇川改修河川調査	600,000	滋賀県
高速道路高架橋下部構造調査	550,000	神戸市
風洞水槽による越波に関する模型実験	3,000,000	大阪府
堺泊地の静穏化に関する調査	500,000	八幡製鉄KK
粟野川分水路開削調査	1,000,000	山口県
河内長野地下探査	81,000	河内長野市
農地排水計画における特殊水理研究	500,000	名古屋農地事務局
六甲砂防土壌調査	330,000	近畿地方建設局
鋼鉄道橋添接並びに連結に関する研究	2,000,000	大阪鉄道管理局
大阪地区地盤沈下対策に伴う模型実験	1,800,000	大阪府
中国四国連絡線地質調査	550,000	電源開発KK
円山川支川堤防基礎地盤土質調査	745,000	近畿地方建設局
大阪湾高潮の数値計算に関する台風資料整理	150,000	第三港湾建設局
名古屋港潮流予備実験	1,050,000	第二港湾建設局
合　計　270 件	70,326,927	

（3）　規　　定

財団法人防災研究協会寄附行為

（昭和22年10月13日制定
昭和25年 7月 1日改正
昭和26年 7月16日改正）

第1章　総　　則

第1条　本法人は財団法人防災研究会と称す

第2条　本法人は災害の防止竝軽減に関する研究をなしその発達を図るを以て目的とす

第3条　本法人は前条の目的を達する為左の事業を行う

1　災害の防止竝軽減に関する調査竝研究

2　災害の防止竝軽減に関する研究の助成

3　災害の防止竝軽減に関する知識の普及

4　其他第2条の目的を達成するに必要なる事項

第4条　本法人は事務所を京都市左京区吉田本町官有地京都大学内に置く

第2章　資産及会計

第5条　本法人の資産は左の如し

1　設立当時の寄附金12万円

2　将来寄附せられるべき金員及物件

3　其の他の収入

第6条　本法人は左の資産を以て基本財産とす

1　第5条第1号の資産金10万円

2　第5条第2号の資産中基本財産として指定せられたる金員及物件

3　第11条の規定により編入せられたる金員

第７条　本法人の経費は左に掲ぐる通常財産を以て之を支弁す

1　第５条第１号の資産（第６条第１号に該当するものを除く）

2　第５条第２号の資産（第６条第２号に該当するものを除く）

3　第11条の規定による前年度繰越金

4　基本財産より生ずる果実

5　研究委託金

6　其の他の収入

第８条　基本財産は其の元本を消費することを得ず但し特に必要ある場合は理事会の議決を経且主務官庁の承認を得て之を処分することを得

第９条　本法人の資産は理事長之を保管す

資産中基本財産は国債，公債又は確実なる有価証券を買入れ若は確実なる銀行，信託会社に預入るものとす但し理事会の議決を経て不動産其の他の物件に換うることを得

第10条　本法人の予算は毎年度開始の１箇月前迄に理事会の決議を経て之を編成す

決算は年度終了後１箇月以内に之を作成し監事の監査を得て理事会の承認を経ることを要す

第11条　毎年度決算の結果剰余金あるときは之を翌年度経費に繰越す

但し理事会の議決により之が一部又は全部を基本財産に編入することを得

第12条　収支予算書を以て定むるものを除くの外新に義務の負担又は権利の抛棄をなし若は予算内の支出をなす為其の会計年度内の収入を以て償還する一時借入金以外の借入金をなすには理事会の決議を経且主務官庁の承認を受くべきものとす

第13条　本法人の会計年度は毎年４月１日に始り翌年３月31日に終る

第３章　役員及職員

第14条　本法人に左の役員を置く

理　事　　５名以上10名以内

監　事　　２名

第15条　理事及監事は理事長之を推薦す

第16条　理事中に理事長を置く

理事長は京都大学学長たるものを以て之に充つ

理事長は本法人を代表し一切の所務を処理し理事会の議長となる

理事長事故あるときは理事長の指名する他の理事代って其の職務を行う

第17条　理事は理事会を組織し本法人の枢要なる事項を決議す　理事は監事を兼ぬることを得ず

監事は本法人の会計及資産を監査す

第18条　役員の任期は３年とす　但し重任を妨げず

補欠者の任期は其の前任者の残存期間とす

役員は任期満了後と雖後任者就任に至る迄仍其の職務を行う

第19条　本会に主事以下事務員を置くことを得

事務員は理事長之を命免す

第４章　会　　議

第20条　理事会は理事長之を招集す

理事会は理事の過半数出席するに非ざれば之を開くことを得ず

第21条　理事会の議事は出席理事の過半数を以て決す

可否同数なるときは議長之を決す

第22条　理事会は議事録を作成し議長及出席者署名捺印の上之を保存するものとす

第５章　顧問及賛助員

第23条　本法人の事業を賛助し特に功労あるものは理事会の議を経て顧問に推薦す

第24条　本法人の趣旨に賛成する者は理事会の議を経て賛助員に推薦す

第24条の２　本法人の事業の円滑な運営を期する為理事会の議を経て評議員を置くことを得

第６章　附　　則

第25条　本寄附行為の条項を変更し又は本法人を解散せんとするときは理事３分の２以上の同意を得且主務官庁の認可若は許可を得ることを要す

第26条　本法人解散の場合に於ける所属の財産は理事会の決議を経且主務官庁の許可を経て本法人の目的を達するために京都大学に指定寄附するものとす

第27条　本法人設立当時の理事左の如し

理　事	京都大学　学　長	鳥養利三郎
理　事	京都大学　教　授	佐々　憲三
理　事	同	林　　重憲
理　事	同	石原藤次郎
理　事	同	棚橋　　諒
理　事	京都大学事務局長	本田　弘人

3. わが国における近年の主な災害

（1）主要災害一覧表（統計期間　684～1961年9月）

日本歴	西暦	月 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
天武 12	684											震東海津海南		凡例
大宝元	701									颱潮近畿東海				颱 台風
天平勝宝 5	753										颱潮近畿			水 水害
弘仁 8	817								津南海					雪 雪害
貞観 2	860										颱潮近畿			潮 高潮
11	869							震津三陸						津 津波
仁和 3	887								津南海					震 地震
元録元	989									颱水潮近畿				亡 地亡り
寛治 6	1092									颱潮東海				噴 噴火
治承 4	1180					風京都								風 風災
弘安 4	1281								颱近畿西日本					干 干ばつ
正平 15	1360											津近畿		冷 冷害
16	1361								津近畿					火 火災
永享 6	1434			火京都										山 山火事
文明 7	1475									颱潮近畿				
8	1476										噴桜島			
明応 7	1498											震津東海		
9	1500									火京都				
天文 5	1536					冷 甲斐ほか諸国								
13	1544							颱水中日本						
弘治 3	1557									颱潮近畿				
永録 9	1566						冷近畿							
天正 13	1586	震津中日本												
慶長元	1596							水関東						
9	1604		震津南関東											
13	1608								颱潮近畿					
16	1611												震津陸奥	
寛永 3	1626					干 東日本，中日本								
12	1635									颱潮東海				
18	1641			火江戸										
慶安 3	1650									水中日本西日本				

日本歴	西歴	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
慶安 4	1651									颱潮 中日本				
明暦 3	1657			火江戸										振袖大火（3月）
寛文 2	1662						震 山城							
4	1664									颱潮 近畿				
5	1665		震 高田											
8	1668			火江戸	干 全国各地									
10	1670										颱潮 近畿			
延宝元	1673						火 京都 水 西日本							
5	1677				津 三陸							津 盤城		
8	1680									颱 東海 潮 東日本				
元録 7	1694						震 出羽							
14	1701							水 京都						
15	1702									颱 西日 水 本				
16	1703	火江戸											震 南関 津 東	
宝永元	1704								水 関東					
4	1707										震 南海 津 東海		噴 富士	
5	1708				火 京都									
正徳 4	1714									颱潮 東海				
享保元	1716											噴 霧島		
3	1718										颱潮 東海			
6	1721									颱水 全国				
7	1722									颱水 中日本				
8	1723									颱水 東日本				
9	1724			火 大阪										
10	1725						干 中日本以西							
13	1728										颱水 関東			
寛保元	1741								噴 渡島 津 大島					
2	1742									颱潮水 東日本				江戸大洪水 利根川氾濫（9月）
寛延 2	1749									颱水 東日本				
宝歴元	1751					震 高田								
5	1755						冷水 山陰，北陸							
13	1763										颱潮 近畿			
明和 3	1766			震 弘前										
7	1770					干 関東以西諸国								

日本歴	西暦	月 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
昭和 8	1771					震石垣津島								
〃						干 関東以西諸国								
安永元	1772				火江戸									
3	1774							颱潮近畿						
8	1779									颱水東日本	噴桜島			
9	1780							水関東						
天明元	1781				噴桜島									
3	1783						水冷 東北，関東，山陰							天明大水害（6月）
〃									噴浅間					
5	1785						干 関東以西諸国							
6	1786								颱水関東					江戸大洪水（8月）
8	1788			火京都										
寛政 3	1791									颱水潮中日本関東	颱潮関東	火大阪		
5	1793		津陸中											
4	1792					震肥前肥後								
6	1794						干 本州一円							
享和 2	1802							颱水中日本関東						
文化元	1804							震津象潟						
3	1806				火江戸									
5	1808												雪越前	
13	1816										颱水東日本			
文政 2	1819								津東海					
6	1823									颱津関東				
7	1824									颱水関東				
11	1828									颱西日水本			震越後	
12	1829				火江戸						颱水関東			
天保 4	1833						水冷 奥羽諸国						津佐渡羽前	
5	1834			火江戸										
6	1835							津陸前	颱潮東海					
7	1836					冷水 関東，西日本各地								
8	1837			火大阪										
9	1838					火江戸								
14	1843				津釧路根室									
弘化 3	1846		火江戸					水 全国各地						江戸大洪水（丙午の大水）（8月）

日本歴	西歴	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
弘化 4	1847					震越後								
嘉永 6	1853		雪関東				干 本州各地							
安政元	1854					火京都		震伊勢大和					震東海津南海火	安政大地震（12月）
2	1855								颱潮東海	震江戸				
3	1856									颱潮東日本				
万延元	1860									颱潮東海				
明治元	1868					水関東以西								
2	1869						冷 和歌山，北陸，関東各地							
3	1870								颱潮東海					
4	1871							颱潮近畿						
5	1872			震岩見										
6	1873					干 全国各地								
9	1876						干 全国各地					火東京		
11	1878							干 関東，東北						
13	1880								火新潟					
14	1881	火東京雪北陸								颱潮東海				
16	1883		雪関東近畿						干中日本以西					
17	1884				冷 北海道，東北									
〃									颱西日水本					西日本大洪水（8月）
18	1885						水近畿関東							淀川大洪水（6月）
19	1886						干山陰，中日本，東日本							
21	1888							噴盤梯						
22	1889				冷 北海道，東北					颱潮東海				
24	1891										震濃尾 二九濃龍川上流			濃尾大地震（10月）
26	1893						干東日本，近畿以西							
27	1894			津釧路				干 近畿以西			震荏内			
29	1896						震津三陸		颱中日水本	颱東日水本				古今未曽有の大水害，河川法成立の契機（8，9月）
30	1897				冷 北海道，東北					颱潮関東水				
32	1899								火富山		颱水関東			
34	1901						津三陸							
35	1902						冷水 東北							

日本歴	西暦	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
明治35	1902			火福井				雲半田山（樟島）	颱水関西以東	颱水関東				
〃									噴鳥島					
36	1903									颱水東日本				
37	1904			雲久江村（石川）		火小樽		干 静岡，近畿以西						
38	1905								冷全国					
39	1906										颱水西日本			
40	1907								火函館					
〃									颱潮水東日本					
41	1908									火新潟				
42	1909							火大阪	颱北九州					
明治43	1910	風北海雪道				火青森	雲国鉄吉都線（宮崎）	冷東日本，北日本	颱水関東潮東北					東日本大水害，利根川氾濫（8月）
44	1911				火東京吉原			颱関東潮東海	颱水関東					
45	1912	火大阪			火松本水瀬戸内					颱近畿潮東海	颱水九州			
大正2	1913		火東京神田				干西日本各地							
3	1914							噴桜島						
4	1915									颱水西日本				
6	1917									颱潮水近畿以東				東京周辺大水害，淀川大洪水（9～10月）
7	1918	雪新潟				火米沢		颱水中四国 雲浦生村（鳥取）						
8	1919				火横浜				颱水中部以西					
9	1920				火函館				颱東日本					
10	1921									颱潮中日本				
11	1922		水関東東北						颱水関東東北		雪北越			軍艦新高沈没（8月）大雪崩列車埋没(10月)
12	1923									震火関東外全国				関東大震災（9月）
13	1924						干 中部以西							
14	1925			火東京日暮里		震北但馬				颱水関東 雲須雲川流域（神奈川）				
15	1926					噴十勝岳			冷北海道					
昭和2	1927			震北丹後						颱水西九州				
3	1928							干 北陸，山形						
4	1929				風北陸北海道	冷関東東北	噴駒岳	干 関東以西						

日本歴	西暦	月 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
昭和 5	1930								颱西日水本			震伊豆		
6	1931	風太平洋岸			冷 北関東以北									
7	1932		辶亀瀬(大阪)						冷 北海道			颱東日水本		
8	1933			震津三陸							颱潮西日水本			
9	1934		火函館					水冷 北陸，北海道		颱中日水本他				室戸台風(9月)
10	1935						水西日本		干西日本 冷 北海道 颱中日水本	颱東日水本				
11	1936	雪 裏日本						颱潮西日本水						
12	1937									颱水西日本裏日本	辶群馬			
13	1938	雪新潟					水関東	水関西	颱潮関東	颱水関西四国	颱水九州			神戸水害(6～7月)
14	1939						干 西日本				颱南九州水			
15	1940	火静岡				火枝幸冷長野	火東京丸ノ内		噴三宅島		颱南九州水			
16	1941				冷 関東以北		水西日本	水東日本颱関東東北	颱中四国水	颱西日水本				
17	1942								颱西日潮本		風岐阜			
18	1943			山和歌山山静岡				颱西日水本		震鳥取颱西日水本				
19	1944			雪宮古									震東海津南海	東海道地震(12月)
20	1945	震三河								颱西日水本	颱西日水本			三河地震(1月) 枕崎台風(9月) 阿久根台風(10月)
21	1946			噴桜島				颱西日水本					震南海津	南海道地震(12月)
22	1947				火飯田	辶能生谷(新潟)				颱関東水東北				カスリン台風，利根川氾濫(9月)
23	1948						震福井			颱関東水東北				福井地震(6月) アイオン台風(9月)
24	1949		火能代		辶今市(栃木)		颱九州	颱水近畿	颱南九州水	颱潮関東				辶須雲川流域(神奈川) デラ台風(6月) キテイ台風(9月)
25	1950				火熱海					颱潮近畿 颱九州 噴浅間山				ジェーン台風(9月) キジア台風(9月)
26	1951		辶山代(佐賀)					水西日本			颱水西日本潮	辶亀ノ瀬(大阪)	火松阪	ルース台風(10月)
27	1952			震津辶十勝 曽呂(千葉)	火鳥取		颱西日本	水関西		噴ベヨネーズ礁	辶石倉岳(長崎)			ダイナ台風(6月)

日本歴	西暦	月 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
昭和28	1953				噴阿蘇	冷北関東	水西日本切(佐賀)辶田中山(山口)	水南近畿	水東近畿辶大谷湧雲早山冷東北，北海道	颱潮水東海近畿				西日本水害(6月) 和歌山水害(7月) 南山城水害(8月) 13号台風(9月)
29	1954					風雪北海道	冷東九州		颱水西日本辶新湯(鹿児島)	颱西日本北陸北海道火岩内				洞爺丸台風(9月)
30	1955		辶日の出村(東京)		辶佐世保					颱西日本	火新燈噴桜島			
31	1956			火能代				水東北陸辶八木山(宮城)	火大館	颱近畿以西				
32	1957							水西九州辶人形石山(佐賀)		颱東九州	噴三原			西九州(諫早)水害(7月)
33	1958						噴阿蘇	水島根北陸		颱水伊豆東関		噴浅間		狩野川台風(9月)
34	1959		噴霧島					水北陸九州	颱水近畿東海	颱潮水東海近畿				伊勢湾台風(9月)
35	1960					津太平洋岸								チリ津波(5月)
36	1961					火八戸 山宮古周辺	水日本全国			颱潮近畿				天龍川等6月豪雨(6月) 第二室戸台風(9月)

註1．資料出所：和達清夫監修；日本の気候(1959)，中野尊正；東京周辺の水害危険地帯(1961)，建設省河川局；災害統計(1954～1960)，田中清；海岸工学の最近の進歩内論文(1961)，岩波写真文庫124(1954)，防災21(1961)，その他気象庁，建設省の資料．

2．採択した災害の規模は災害種別で著名なものとした．おおよその規模は，風水害は全公共土木災害約80億以上，死者500人以上と思われるもの．火災は20億以上，津波は階級2以上，地辶りは文献にあるもの等々．しかし全面的には必ずしも統一がとれていない．

（2） 近年の主な地震災害

（統計期間　昭和15～24年；主要地震，25～36年8月；被害を生じた地震）

年	月日	時刻 h m	名称又は場所	震央位置 °N	震央位置 °E	深度 km	規模 M	被害の概要
昭和15	7. 15	23. 45	長野地震	36.7	138.3	5～20	6.2	死者5、傷者18、家屋全壊77、半壊237
	11. 19	01. 46	日向灘地震	32.6	132.1	0～20	7.4	死者2、傷者18、家屋全壊18、半壊32、小津波
18	9. 10	17. 37	鳥取地震	35.5	134.2	10	7.4	死者1,005、傷者2,426、家屋全壊7,527、半壊6,211、焼失16
	10. 13	14. 42	長野県北部	36.8	138.2	0	6.1	死者1、傷者14、家屋全壊34、半壊116
19	12. 7	13. 35	東南海地震	33.7	136.2	0～30	8.0	死者998、傷者3,059、家屋全壊26,130、、半壊46,950大津波あり、家屋流失3,000
20	1. 13	03. 38	三河地震	34.7	137.0	0	7.1	死者1,180、傷者521、家屋全壊4,536、半壊3,496、小津波あり
21	12. 21	04. 19	南海道地震	33.0	135.6	30	8.1	大津波あり、死者1,362、傷者2,632、行方不明102、家屋全壊11,506、半壊21,972、流失2,109、焼失2,602
23	6. 15	20. 44	日高川地震	33.8	135.5		7.0	死者2、傷者33、家屋全壊60
	6. 28	16. 13	福井地震	36.1	136.2	20	7.3	死者3,769、傷者22,203、家屋全壊36,184、焼失3,851
24	12. 26	08. 25	今市地震	36.7	139.7		6.7	死者8、傷者162、不明2、家屋全壊861、半壊5,326
25	4. 26	16. 05	三重県南部	35.9	140.1	70	6.7	小被害
	9. 10	12. 21	千葉県沖	35.3	140.5	30～40	6.5	小被害

年	月日	時刻 h, m	名称又は場所	震央位置 °N	°E	深度 km	規模 M	被害の概要
昭和26	1. 9	03. 32	千葉県中部	35.4	140.1	40	6.2	小被害
	2. 18	18. 57	新潟県南部	37.1	138.5	0～10	5.2	小被害
	10. 18	17. 26	苫小牧沖	41.4	142.1	40	6.5	小被害
27	3. 4	10. 23	十勝沖地震	42.15	143.85	45	8.1	全壊815、半壊1,324、焼失20、津波、流失55、船舶流失41、死者28、傷者287、不明25
	5. 7	16. 32	大聖寺沖地震	36.45	136.20	20	6.8	死者7、傷者8、半壊4、焼失27
	3. 10	02. 04	北海道南東沖	41.7	143.5	0～20	7.0	小津波
	7. 18	01. 10	吉野地震	34.45	135.80	70	7.0	死者9、傷者139、全壊20、半壊26
	11. 5	02. 01	カムチャッカ半島南東沖	52	162		8.3	津波
28	11. 26	02. 48	房総沖地震	34.3	141.8	40～60	7.5	小被害、小津波
30	7. 23	22. 41	鳥取県西部	35.2	133.4	20	5.1	小被害
	7. 27	10. 20	徳島県南部	33.75	134.3	0～10	6.0	死者1、傷者5、山崩れ、道路損壊、通信線切断
	10. 19	10. 45	二つ井地震 秋田県北部	40.3	140.2	0～10	5.7	傷者1、半壊152、鉄橋破損4
31	2. 14	09. 52	江戸川 河口附近	35.7	139.9	50	6.0	傷者9、電灯線水道管等破損
	3. 6	08. 29	北海道北東沖	44.3	144.1	0～20	5.8	小被害、小津波
	9. 30	06. 20	宮城県南部	37.95	140.55	20	6.1	死者1、傷者1、地割れ、崖崩れあり、建造物、鉄道など小被害
	9. 30	08. 20	千葉県中部	44.5	150.5	60	6.8	傷者4、建造物、電力線など小被害
32	11.10～11		新島近海					全壊2、半壊8、石垣崩壊、崖崩
33	3. 11	09. 26	石垣島附近	24.8	121.5	80		死者1、傷者1、家屋、石垣、道路、橋梁など被害
	11. 7	07. 58	エトロフ島沖	44.3	148.5	80	8	小被害、北海道沿岸に小津波
34	1.3 1	05. 39	北海道第子届附近	43.35	144.4	20	6.2	小被害
35	3. 21	02. 07	三陸沖	39.8	143.5	20	7.5	小被害、小津波
	5. 23	04. 30	チリ地震				8.75	津波、死者99、傷者856、行方不明46、家屋全壊3,777、流失1,166、浸水43,964、船舶被害2,939
	12. 26	10. 45	大台ケ原地震	34.2	136.3	60		小被害
36	1. 16	16. 20	茨城県沖			20	7.0	小被害
	2. 2	03. 39	長岡地震	37.4	138.9			死者5、傷者19、全壊182、半壊251
	2. 27	03. 11	日向灘地震	32.0	132.0	10	7.2	死者2、傷者8、家屋全半壊170、道路堤防損壊、小津波
	5. 7	21. 15	兵庫県西部					小被害
	8. 12	01. 20	釧路南東沖			40	7.0	小被害
	8. 19	14. 34	北美濃地震	35.9	136.8		7.2	死者6、傷者33、家屋損害16、道路損壊、山崩れ

（3） 近年の主な火山爆発災害 （統計期間 昭和26～36年8月）

起年	月日	時刻	場所	被害の概要
昭和26	2. 4		伊豆大島三原山	溶岩流出により火口原を埋める.
27	9. 17		ベヨネーズ礁附近	海底噴火、明神礁出現 死者 30、船舶 1（水路部観測船第5海洋丸調査中噴火にて遭難）
28	4. 27	11. 31	阿蘇中岳	第1火口噴火、死者5、傷者 90 （観光登山客）
30	10. 13	14. 52	桜島南岳	噴火総量 400,000t の火口岩砕物放出、死者1、傷者9、他農作物に甚大な被害
32	10. 13	10. 32	伊豆大島三原山	死者1、傷者 43
33	6. 24	22. 15	阿蘇中岳	死者 12、傷者 28、家屋全壊5、半壊 11
	11. 10	22. 50	浅間山	噴火総量 5×10^8 kg の噴火物放出、山麓一帯に相当な被害を及ぼす
34	2. 17	14. 50	霧島新燃岳	噴石 200,000t、降灰量 8,600,000t、森林 3,800 ha, 農地 2,850 ha

（4）近年の主な地辷り災害（昭和35年現在）

（i）全国地辷り地面積表（建設省砂防課調べ）

都道府県名	個所数	面積 ha	都道府県名	個所数	面積 ha
北海道	8	355	京都	62	194
岩手	3	340	大阪	2	25
宮城	24	298	兵庫	137	1,175
秋田	47	962	奈良	12	195
山形	195	4,025	和歌山	134	2,124
福島	38	846	鳥取	10	386
群馬	127	797	島根	71	100
埼玉	68	361	広島	2	4
千葉	139	1,711	山口	36	172
神奈川	3	83	徳島	1,058	70,428
新潟	1,292	21,935	香川	6	28
富山	149	2,859	愛媛	263	2,241
石川	234	6,239	高知	89	1,479
福井	25	168	福岡	20	40
山梨	21	5,156	佐賀	121	1,155
長野	854	12,809	長崎	166	2,395
岐阜	2	16	熊本	61	393
静岡	42	934	大分	31	199
愛知	2	25	宮崎	111	114
三重	6	44	鹿児島	11	402
滋賀	2	50	計	5,584	143,263

（ii）主な地辷り地一覧表（200ha 以上）

地辷り名	所在地	面積ha	地辷り名	所在地	面積ha
縄又	石川県鳳至郡大屋村縄又	588	樫尾	徳島県三好郡東祖谷村樫尾	267
尊利	石川県鳳至郡南志見村尊利地	431	北又	徳島県美馬郡吉宮村北又	234
論田	富山県氷見郡能無村論田	400	赤坂	宮城県刈田郡小原村赤坂	225
南山	山形県最上郡大蔵山南山	377	小池	石川県鳳至郡西俣村小池	213
惣領	石川県鳳至郡鵠巣村惣領	372	杉下	山形県東村山郡大寺村杉下	206
小滝	富山県氷見郡国見村小滝	300	滝又	石川県鳳至郡浦上村滝又	204
割山	富山県婦負郡細八村割山	300	西中野俣	新潟県栃尾市西中野俣	200
生月	長崎県北松浦郡生月村	298			

（5）近年の主な風水害（津

（統計期間　昭和21～35年，資料出所：

起年	月日	原因	主な被災地	人		家屋		鉱工業施設	
昭和21年	7月29日～30日	台風	西日本 特に山口県 広島〃	死者 傷病者 行方不明 計	人 26 11 13 50	全壊 半壊 流失 浸水 計	戸 309 854 47 10,126 11,336		
	12月21日	南海地震	四国 近畿 東海道西部	死者 傷病者 行方不明 計	1,074 3,125 45 4,244	全壊 半壊 流失 床上浸水 床下浸水 計	12,135 32,095 14,690 5,021 16,261 80,202	箇所 破壊 浸水 計	12 2 14
	合計（上記以外を含む）			死者 傷病者 行方不明 計	1,147 3,269 77 4,493	全壊 半壊 流失 床上浸水 床下浸水 計	12,586 33,593 14,972 20,530 58,994 140,675	破壊 浸水 計	17 7 24
22年	9月15日～17日	カスリン台風	関東，東北 特に埼玉県 群馬〃 栃木〃 茨城〃 宮城〃	死者 傷病者 行方不明 計	1,393 5,848 231 7,422	住家 全壊 半壊 流失 床上浸水 床下浸水 計 非住家 全壊 半壊 流失 床上浸水 床下浸水 計	 3,962 7,481 2,838 208,249 19,212 41,742 棟 2,597 5,780 2,029 25,369 15,779 51,554	破壊 浸水 計	761 19,149 19,910
	合計（上記以外を含む）			死者 傷病者 行方不明 計	1,475 6,091 304 7,870	住家 全壊 半壊 流失 床上浸水 床下浸水 計	 4,505 8,341 3,273 233,395 241,338 490,852	破壊 浸水 計	761 19,182 19,943

波被害を生じた地震を含む）
建設省刊行災害統計1954～1960年版）

農地		山林崩壊	公共土木施設		その他		異常気象の概要
畑							最大風速（m/s）：福岡19.3，米子16.2，広島13.3，酒田25.0，新潟18.0 総雨量(mm)：福岡54，米子33，広島55，酒田55，新潟35
流失埋没	ha 5,650						
冠水	7,585						
計	13,235						
田畑		ha 41	箇所 河川	1,267	船舶	隻	地震後の著しい津波が紀伊半島，徳島，高知沿岸に発生，また地殻変動大で四国南部，紀伊半島南岸は全般的に隆起し1m以上に達した所があった．震後の余震は広範囲に及んだ． 強震：潮岬，尾鷲，徳島，洲本，彦根，高知 中震：大阪，京都，神戸，鳥取，熊本，金沢
流失埋没	1,939			千円 654,830	流失沈没	2,073	
冠水	2,410		海岸	343	破損	39,22	
計	4,349			114,389	計	6,095	
			砂防	29	鉄道不通		
				986	区間	箇所 49	
			道路	2,721	期間	日 48	
				175,653			
			橋梁	434			
				75,879			
			計	4,794			
				1,021,739			
田畑		7,714	河川	11,204	船舶		
流失埋没	15,792			1,497,998	流失沈没	2,215	
冠水	333,761		海岸	985	破損	4,090	
計	349,553			176,550	計	6,305	
被害査定額			砂防	464	鉄道不通		
	千円			24,902			
農地	177,515		道路	11,566	区間	107	
農用施設	507,730			416,582	期間	94	
計	685,245		橋梁	3,428			
				229,057			
			計	27,557			
				2,345,090			
水田		4,094	河川	14,814	船舶		9月7日15時トラック島南東に発生1008 mb，13日15時より14日21時にかけ最深示度 960 mb（小笠原諸島西方海上）15日伊豆半島南方通過時 985 mb，15日20時2つに分裂して房総半島南端をかすめて通過北東進して日本を離れていき，17日 41°N150°W にて消滅． 最低気圧(mb)：酒匂983.0，長津呂986.5 最大風速(m/s)：網代 19.3 NE，東京 15.0 N，亀山 18.3 WNW，横浜 16.5 N 瞬間最大風速(m/s)：東京19.7 N，横浜 21.7 NNE 総雨量（mm）：大台ケ原 481.6，三島 306.5，箱根 513.3，秩父 610.6，網代 310.6，甲府255.1，仙355.1，宮古249.3，水沢284.8
流失埋没	16,936			7,737,526	流失沈没	124	
冠水	134,072		海岸	555	破損	117	
計	151,008			211,065	計	241	
畑			砂防	983	鉄道不通		
				365,999			
流失埋没	4,884		道路	11,749	区間	210	
冠水	58,545			1,148,157	期間	268	
計	63,429		橋梁	7,635			
				1,248,659			
			計	35,736			
				10,711,406			
水田		10,067	河川	22,303	船舶		
流失埋没	30,711			10,526,678	流失沈没	205	
冠水	359,280		海岸	965	破損	479	
計	389,991			348,531	計	684	
畑			砂防	1,320	鉄道不通		
				460,486			
流失埋没	8,570				区間	232	

起年	月日	原因	主な被災地	人	家屋	鉱工業施設
					非住家 棟 全壊 3,261 半壊 7,456 流失 2,166 床上浸水 30,679 床下浸水 26,302 計 69,864	
23年	6月28■	北陸地震	北陸 特に福井県 石川〃	人 死者 3,889 傷病者 22,266 行方不明 10 計 26,165	住家 戸 全壊 34,321 半壊 8,777 流失 3,851 計 46,949 非住家 全壊 377 半壊 1,036 計 1,413	箇所 破壊 566
	9月16日 ～18日	アイオン台風	関東，東北 特に栃木県 群馬〃 福島〃 宮城〃 岩手〃	死者 567 傷病者 1,050 行方不明 339 計 1,956	住家 全壊 3,114 半壊 5,029 流失 2,063 床上浸水 54,233 床下浸水 115,728 計 180,167 非住家 全壊 3,577 半壊 3,067 流失 887 床上浸水 11,428 床下浸水 12,965 計 31,924	破壊 154 浸水 537 計 691
	合計（上記以外を含む）			死者 4,650 傷病者 24,345 行方不明 410 計 29,405	住家 全壊 38,050 半壊 15,655 流失 7,163 床上浸水 84,964 床下浸水 225,724 計 371,556 非住家 全壊 4,297 半壊 5,276 流失 1,388 床上浸水 16,856 床下浸水 25,636 計 53,453	破壊 825 浸水 1,040 計 1,865
24年	6月20日 ～21日	デラ台風	九州一円 特に鹿児島県 宮崎〃	死者 290 傷病者 807 行方不明 226 計 1,323	住家 全壊 1,438 半壊 4,249 流失 126 床上浸水 20,919 床下浸水 69,536 計 96,268 非住家 全壊 1,328 半壊 14,809 流失 225 床上浸水 5,283 床下浸水 21,551 計 43,196	破壊 48 浸水 737 計 785

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
ha 冠水 134,717 計 143,287 千円 被害査定額 農地 1,625,864 農用施設 4,652,379 計 6,278,243		箇所 道路 19,317 千円 1,681,376 橋梁 11,178 1,727,441 計 55,083 14,744,513	日 期間 272	
水田 流失埋没 46,869 畑 流失埋没 28,435	ha 858	河川 778 1,227,819 海岸 89 68,050 砂防 37 23,987 道路 1,541 573,454 橋梁 416 307,452 計 2,861 2,200,761	船舶 沈没 隻 8 破損 19 計 27 鉄道不通 区間 箇所 26 期間 日 135	地震により大きな地殻変動上下断層を生じた．余震は引続き多数発生した． 烈震：福井 中震：宮津，金沢，敦賀，小松，富山，京都
水田 流失埋没 31,295 冠水 101,997 計 133,292 畑 流失埋没 13,731 冠水 44,859 計 58,590	4,171	河川 15,368 18,487,947 海岸 791 883,466 砂防 1,616 1,674,399 道路 11,367 4,248,312 橋梁 4,891 2,609,911 計 34,033 27,904,037	船舶 流失沈没 1,209 破損 736 計 1,945 鉄道不通 区間 163 期間 2,344	9月7日7時マーシャル群島東部 10°0N, 170°0E に発生 1010 mb．15日3時より16日15時にかけて最深示度 940 mb．関東南部に上陸，16日16時すぎ伊豆半島南端，19時三浦半島，20時房総半島，北東進してベーリング海にて消滅． 最低気圧（mb）：大島 942.9，長津呂 948.3，伊東959.2 最大風速（m/s）：大島 39.0WSW，長津呂 40.2 E，富崎 46.7 SSW 瞬間最大風速(m/s)：富崎 60.1 SSW，長津呂 43.6 E，館山 34.0 S 総雨量（mm）：日光 515，箱根 530，小山480，中条380，与瀬356，仙台351，築館460
水田 流失埋没 95,158 冠水 230,701 計 325,859 畑 流失埋没 49,482 冠水 78,245 計 127,727 被害査定題 農地 4,060,188 農用施設 15,259,101 計 19,319,289	8,632	河川 28,352 25,827,626 海岸 2,517 2,690,444 砂防 2,596 2,551,833 道路 24,025 7,962,639 橋梁 9,418 4,545,644 計 66,908 46,578,187	船舶 流失沈没 1,734 破損 1,907 計 3,641 鉄道不通 区間 239 期間 2,525	
水田 流失埋没 5,816 冠水 53,237 計 59,053 畑 流失埋没 9,751 冠水 22,634 計 32,385	15,619	河川 7,839 6,844,060 海岸 827 1,178,300 砂防 937 774,168 道路 6,360 2,420,065 橋梁 1,962 1,029,003 計 17,925 12,245,597	船舶 流失沈没 923 破損 3,068 計 3,991 鉄道不通 区間 160 期間 54	6月15日3時パラオ北方海上に発生，1006 mb．20日15時より21時にかけて最深示度 960 mb．23時鹿児島付近に上陸，九州を縦断して朝鮮海峡へ抜け，22日朝鮮東南岸沖にて 994 mb，反転して北東進23日佐渡沖にて消滅． 最低気圧(mb)：名瀬961.6，屋久島962.4，枕崎967.3，佐賀969.7 最大風速（m/s)：屋久島 29.9 SW．油津 32.8 S，佐世保 25.8 N，宮崎 25.2 SSE 瞬間最大風速（m/s)：屋久島 35.0 N，鹿児島 31.3 NE，福岡 32.3 W 徳島 31.8 S 総雨量（mm）：枕崎 174.2，宮崎 174.6，高知113.1，室戸135.4，和歌山 152.6，潮岬123.4

起　年	月　日	原　因	主な被災地	人		家　屋		鉱工業施設	
					人		戸		箇所
24年	7月28日 ～30日	ヘスター台風	中部，近畿	死　者	22	住　家		破壊	9
				傷病者	61	全　壊	127	浸水	15
				行方不明	13	半　壊	225	計	22
				計	96	流　失	72		
						床上浸水	2,633		
						床下浸水	19,103		
						計	22,160		
						非住家	棟		
						全　壊	21		
						半　壊	55		
						流　失	12		
						床上浸水	427		
						床下浸水	1,149		
						計	1,664		
	8月15日 ～19日	ジュディス台風	九州，四国， 山口， 特に九州南部	死　者	128	住　家		破壊	52
				傷病者	403	全　壊	1,090	浸水	494
				行方不明	57	半　壊	3,449	計	546
				計	588	流　失	175		
						床上浸水	28,801		
						床下浸水	49,921		
						計	83,436		
						非住家			
						全　壊	945		
						半　壊	3,538		
						流　失	307		
						床上浸水	13,060		
						床下浸水	17,387		
						計	35,237		
	8月31日 ～ 9月2日	キティ台風	関東 特に群　馬県 神奈川〃 東　京都 栃　木県	死　者	143	住　家		破壊	258
				傷病者	562	全　壊	2,935	浸水	165
				行方不明	41	半　壊	11,511	計	423
				計	746	流　失	715		
						床上浸水	86,212		
						床下浸水	100,154		
						計	201,527		
						非住家			
						全　壊	2,939		
						半　壊	5,969		
						流　失	287		
						床上浸水	2,797		
						床下浸水	7,642		
						計	19,634		
	合計（上記以外を含む）			死　者	697	住　家		破壊	436
				傷病者	2,450	全　壊	7,293	浸水	1,877
				行方不明	386	半　壊	25,645	計	2,313
				計	3,533	流　失	1,307		
						床上浸水	151,493		
						床下浸水	266,750		
						計	452,488		
						非住家			
						全　壊	8,080		
						半　壊	27,747		
						流　失	947		
						床上浸水	25,788		
						床下浸水	57,131		
						計	119,693		

農地		山林崩壊	公共土木施設		その他		異常気象の概要
水田		ha 1,229	河川	箇所 2,323 千円 1,545,754	船舶	隻	7月22日サイパン北西方海上に発生，988 mb. 23日より27日にかけ最深示度980 mb. 29日伊勢湾より津付近に上陸，998 mb，彦根，敦賀を経て30日福井沖に抜け，31日若狭湾付近にて消滅．
流失埋没	ha 4,550		海岸	37 47,626	流失沈没	20	
冠水	29,562		砂防	191 134,372	破損	29	
計	34,112		道路	1,150 491,679	計	49	
畑			橋梁	607 380,455	鉄道不通	箇所	最低気圧（mb）：鳥島1000.8
流失埋没	2,907		計	4,308 2,599,888	区間	16	最大風速（m/s）：伊吹山 26.1 SE，彦根 14.2 SSE，津 21.7 ENE
冠水	3,405				期間	日 37	総雨量（mm）：京都 172.6，津 152.0，上野175.5，彦根131.9，伊吹山159.3
計	6,312						
水田		680	河川	4,473 4,143,195	船舶		8月7日パラオ付近に発生，1006 mb 14日沖縄東方海上を通り15日最深示度960 mb 16日九州南部，都城，平戸を通過，17日対島北方，19日山陰沖をかすめて若狭湾付近にて消滅．
流失埋没	5,690		海岸	147 206,527	流失沈没	408	
冠水	28,335		砂防	200 154,764	破損	678	
計	34,025		道路	3,344 1,496,351	計	1,086	最低気圧（mb）：屋久島 982.9，種子島 971.8，人吉777.1，長崎981.5．
畑			橋梁	981 452,539	鉄道不通		最大風速（m/s）：屋久島 33.7，種子島 21.9，人吉14.5，長崎26.4．
流失埋没	1,370		計	9,145 6,452,377	区間	92	瞬間最大風速（m/s）：屋久島 39.4，種子島26.8，人吉20.0，長崎28.7
冠水	35,847				期間	31	総雨量（mm）：佐賀 489.7，人吉 465.9，日田212.1，長崎287.2，潮岬 210.8，宮崎181.0
計	37,217						
水田		57,430	河川	4,909 8,602,739	船舶		8月27日朝マーシャル群島北方ウエーク島とマーカス島の中間付近に発生，31日 9時～15時に最深示度 950 mb，を示す．31日19時すぎ小田原の西方に上陸 960 mb，北北西進して本州中部より東北地方へかけて縦断，1日日本海上へ，978 mb，さらに北進して北海道西方海上をかすめ，樺太を縦断して2日カムチャッカ半島付近にて消滅．
流失埋没	9,531		海岸	132 981,181	流失沈没	603	
冠水	155,325		砂防	525 538,754	破損	445	
計	164,856		道路	2,562 1,323,546	計	1,048	最低気圧（mb）：新島 958.5，八丈島 956.8，大島960.2，酒匂963.3
畑			橋梁	1,279 872,524	鉄道不通		最大風速（m/s）：富崎 36.3 S，横浜 35.2 SSE，新島 34.1 WSW，大島 32.5 SSW
流失埋没	5,720		計	9,407 12,318,746	区間	77	瞬間最大風速（m/s）：八丈島 47.2，横浜44.3，富崎51.6
冠水	76,055				期間	69	総雨量（mm）：足尾444.7，軽井沢350.2，松本130.4，白河140.8，岐阜 144.5，三島135.7
計	81,775						
水田		144,150	河川	22,169	船舶		
流失埋没	36,230			23,600,168	流失沈没	2,314	
冠水	423,330		海岸	1,281	破損	5,550	
計	459,560			2,596,310	計	7,864	
畑			砂防	2,084	鉄道不通		
流失埋没	28,541			1,787,925	区間	390	
冠水	232,494		道路	15,822	期間	233	
計	261,035			6,667,925			
被害査定額	千円		橋梁	5,578			
農地	2,733,916			3,166,114			
農用施設	15,280,452		計	46,934			
計	18,014,368			37,767,443			

起年	月日	原因	主な被災地	人		家屋		鉱工業施設	
25年	9月3日～5日	ジェーン台風	近畿，東日本特に大阪付近	死者	361人	住家	戸	破壊	2,862箇所
				傷病者	8,600	全壊	15,538	浸水	17,319
				行方不明	165	半壊	64,964	計	20,181
				計	9,126	流失	365		
						床上浸水	122,695		
						床下浸水	157,178		
						計	360,740		
						非住家	棟		
						全壊	4,048		
						半壊	32,795		
						流失	205		
						床上浸水	8,313		
						床下浸水	13,733		
						計	59,094		
	9月13日～15日	キジア台風	西日本，北海道特に南九州	死者	62	住家		破壊	63
				傷病者	511	全壊	1,499	浸水	661
				行方不明	15	半壊	6,997	計	724
				計	588	流失	266		
						床上浸水	28,159		
						床下浸水	119,852		
						計	156,773		
						非住家			
						全壊	712		
						半壊	3,046		
						流失	223		
						床上浸水	2,927		
						床下浸水	6,975		
						計	13,883		
	合計（上記以外を含む）			死者	615	住家		破壊	2,953
				傷病者	10,329	全壊	18,106	浸水	18,297
				行方不明	281	半壊	75,917	計	21,250
				計	11,225	流失	1,262		
						床上浸水	188,498		
						床下浸水	421,975		
						計	705,758		
						非住家			
						全壊	7,607		
						半壊	46,730		
						流失	661		
						床上浸水	16,753		
						床下浸水	32,774		
						計	104,525		
26年	10月14日～16日	ルース台風	九州，中国，■国，特に広島県 愛媛〃	死者	662	住家		破壊	5,418
				傷病者	6,052	全壊	23,567	浸水	658
				行方不明	383	半壊	134,293	計	6,076
				計	7,097	流失	2,830		
						床上浸水	51,680		
						床下浸水	149,499		
						計	361,869		
						非住家			
						全壊	23,029		
						半壊	94,869		
						流失	7,349		
						床上浸水	13,372		
						床下浸水	31,274		
						計	169,893		

農地		山林崩壊	公共土木施設		その他		異常気象の概要
		ha		箇所		隻	8月30日9時 23°7 N, 139°5 E に発生 998 mb, 9月2日, 3日 955 mb, 最深示度 940 mb. 3日12時神戸付近に上陸近畿地方を縦断して若狭湾より日本海へ抜け, 北東進して4日北海道を横断, 千島列島よりアリューシャン列島に抜け9月11日21時 78°0 N, 170°0 W, にて消滅 1004 mb.
水田		5,433	河川	4,927 千円	船舶	1,534	
流失埋没	33,308			7,133,800	流失沈没		
冠水	68,627		海岸	803	破損	3,406	
計	101,935			2,711,789	計	4,940	
畑			砂防	506	鉄道不通		
流失埋没	14,463			501,545		箇所	
冠水	29,391		道路	2,897	区間	68	
計	43,854			1,584,375		日	
			橋梁	1,062	期間	105	
				781,329			
			計	10,195			
				12,712,841			
水田		2,505	河川	7,064	船舶		9月7日15時 17°5 N, 143,°6 E に発生 980 mb. 10日～12日最深示度 945 mb, 9月13日13時頃志布志湾より上陸 960 mb, 九州を縦断して日本海へ, 14日島根沖にて 975 mb, 15日北東進して小樽湾北方より北海道を横断 998 mb, カムチャッカ東北洋上をかすめて16日ベーリング海へ抜けた.
流失埋没	10,595			6,324,342	流失沈没	401	
冠水	76,210		海岸	1,388	破損	1,332	
計	86,805			3,541,951	計	1,733	
畑			砂防	682	鉄道不通		
流失埋没	6,763			698,297	区間	33	
冠水	37,717		道路	6,493	期間	44	
計	44,480			3,254,734			
			橋梁	1,656			
				1,687,910			
			計	17,283			
				15,507,237			
							最低気圧(mb): 油津961.5, 都城962.1, 宮崎768.4, 種子島767.4
							最大風速(m/s): 種子島 30.7 WNW, 枕崎 30.0 NNW, 下関 29.5 ENE, 広島 28.1 SSE
							瞬間最大風速(m/s): 下関 41.2 ENE, 屋久島 39.0 SW, 種子島 36.8 WNW, 油津 36.6 S
							総雨量(mm): 鹿児島179, 宮崎161, 熊本171, 福岡160, 大分244, 雲仙337, 剣山390, 尾鷲255
水田		19,075	河川	20,609	船舶		
流失埋没	60,410			25,183,089	流失沈没	2,694	
冠水	372,286		海岸	2,749	破損	6,901	
計	432,696			7,367,415	計	9,595	
畑			砂防	2,099	鉄道不通		
流失埋没	26,378			2,130,807	区間	2,200	
冠水	160,477		道路	14,428	期間	257	
計	186,855			7,388,372			
			橋梁	4,385			
被害査定額	千円			3,955,679			
農地	2,301,765		計	44,270			
農用施設	22,012,971			46,025,365			
計	35,836,497						
水田		9,328	河川	7,728	船舶		10月8日グアム島の南方に発生, 1002 mb, 漸次発達しつつ北西進, 13日23°N 120° E 付近にて最深示度 924 mb, 14日7時串木野付近に上陸 935 mb, 九州南西部を通り大分湾へ, 中国地方を横断して日本海に抜け, 15日能登沖にて2つに分裂, 1つは新潟付近にて消滅, 1つは中部, 関東を横断して銚子沖へ抜けた. 後北東進して20日15時カムチャッカ南東沖にて消滅.
流失埋没	12,091			10,758,290	流失沈没	5,672	
冠水	149,910		海岸	1,295	破損	11,028	
計	162,001			4,032,375	計	16,700	
畑			砂防	1,050	鉄道不通		
流失埋没	3,359			2,127,562	区間	226	
冠水	24,989		道路	7,768	期間	68	
計	28,348			6,586,974			
			橋梁	1,902			
				2,109,043			
			計	19,743			
				25,614,250			
							最低気圧(mb): 人吉949.1, 枕崎945.0, 阿久根946.0, 牛深951.3
							最大風速(m/s): 枕崎 42,5 S, 種子島 36.4 S, 鹿児島 35.1 SSE, 都城 34.7 SE
							瞬間最大風速(m/s): 屋久島 54.2 SSW, 都城 51.4 SE, 鹿児島 48.5 SSE, 平戸 42.5 NNE
							総雨量(mm): 宮崎502, 大分302, 尾鷲296, 屋久島630, 福岡251

起年	月日	原因	主な被災地	人		家屋		鉱工業施設	
					人		戸		箇所
26年	合計（上記以外を含む）			死者	920	住家		破壊	5,441
				傷病者	7,193	全壊	4,601	浸水	950
				行方不明	453	半壊	137,447	計	6,391
				計	8,566	流失	3,520		
						床上浸水	75,728		
						床下浸水	307,764		
						計	549,060		
						非住家	棟		
						全壊	23,362		
						半壊	95,778		
						流失	7,476		
						床上浸水	16,581		
						床下浸水	41,647		
						計	184,844		
27年	3月4日	十勝沖地震	北海道東南部	死者	28	住家		破壊	411
				傷病者	621	全壊	1,614	浸水	15
				行方不明	1	半壊	5,449	計	426
				計	650	流失	196		
						床上浸水	399		
						計	7,658		
						非住家			
						全壊	30		
						半壊	103		
						計	133		
	6月23日～24日	ダイナ台風	九州，中国，■国	死者	111	住家		破壊	2
				傷病者	875	全壊	327		
				行方不明	70	半壊	3,946		
				計	1,056	流失	375		
						床上浸水	44,734		
						床下浸水	271,323		
						計	320,705		
						非住家			
						全壊	70		
						半壊	1,502		
						流失	99		
						床上浸水	1,352		
						床下浸水	3,451		
						計	6,474		
	合計（上記以外を含む）			死者	284	住家		破壊	445
				傷病者	1,829	全壊	2,309	浸水	435
				行方不明	111	半壊	10,550	計	88
				計	2,224	流失	698		
						床上浸水	83,725		
						床下浸水	498,212		
						計	595,494		
						非住家			
						全壊	824		
						半壊	5,552		
						流失	250		
						床上浸水	7,232		
						床下浸水	21,570		
						計	35,428		

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
水田 ha 流失埋没 30,647 冠水 328,935 計 359,582 畑 流失埋没 6,406 冠水 54,206 計 60,612 被害査定額 千円 農地 4,862,829 農用施設 29,204,995 計 34,067,824	ha 17,670	箇所 河川 18,705 千円 23,255,545 海岸 1,641 4,794,498 砂防 2,122 3,431,280 道路 15,802 10,873,271 橋梁 4,071 3,980,940 計 42,341 46,335,534	船舶 隻 流失沈没 6,213 破損 11,754 計 17,967 鉄道不通 区間 箇所 421 期間 日 246	
水田 流失埋没 510		河川 11 16,231 海岸 5 62,867 道路 68 120,890 橋梁 84 78,237 計 168 278,225	鉄道不通 区間 103	3月4日10時北海道十勝沖に地震発生，十勝，日高，釧路沿岸に災害を生じ，また，これによる異常高潮が三陸沿岸に発生した． 烈震：十勝，釧路 強震：日高，十勝，釧路 中震：道南，中央，網走，根室 弱震：北海道その他の各地
水田 流失埋没 8,164 冠水 127,917 計 136,081 畑 流失埋没 3,277 冠水 34,015 計 37,292	1,511	河川 7,388 7,299,972 海岸 114 187,867 砂防 684 597,379 道路 4,730 2,082,156 橋梁 1,046 806,738 計 13,962 10,974,112	船舶 流失沈没 150 破損 236 計 386 鉄道不通 区間 234 期間 29	6月20日フィリッピン東方海上に発生，23日20時紀伊半島潮岬付近，24日0時伊豆半島付近を通過し太平洋に去った． 最低気圧(mb)：潮岬969.7，浜松979.5 最大風速(m/s)：室戸岬 25.0 E，潮岬 30.0 SSE，御前崎 34.0 SSW，長津呂 36.0 SW 瞬間最大風速(m/s)：潮岬 40.0 SSE，御前崎 41.0 SSW，長津呂 47.0 SW，勝浦 41.6 SW 総雨量(mm)：尾鷲290，津200，富崎217，徳島158
水田 流失埋没 24,902 冠水 656,435 計 681,337 畑 流失埋没 9,058 冠水 88,055 計 97,113 被害査定額 農地 2,431,686 農用施設 16,073,817 計 18,505,503	6,298	河川 15,945 16,788,877 海岸 373 964,059 砂防 1,536 1,500,375 道路 10,859 5,236,258 橋梁 2,999 2,282,245 計 31,712 26,771,814	船舶 流失沈没 296 破損 211 計 1,007 鉄道不通 区間 1,636 期間 149	

起　年	月　日	原　因	主な被災地	人		家　屋		鉱工業施設	
					人		戸		箇所
28年	6月25日 ～28日	6月豪雨 （2号台風を含む） （西日本水害）	九州，中国	死　者	829	住　家		破壊	169
				傷病者	9,144	全　壊	7,640	浸水	2,587
				行方不明	253	半　壊	19,395	計	2,756
				計	10,226	流　失	4.002		
						床上浸水	195,142		
						床下浸水	319,440		
						計	545,619		
						非住家	棟		
						全　壊	1,832		
						半　壊	10,528		
						流　失	1,197		
						床上浸水	29,094		
						床下浸水	21,858		
						計	64,509		
	7月16日 ～21日	7月豪雨 （南近畿水害）	南近畿 特に和歌山県	死　者	669	住　家		破壊	22,762
				傷病者	8,933	全　壊	3,900	浸水	8,870
				行方不明	539	半　壊	6,472	計	31,632
				計	10,141	流　失	4,682		
						床上浸水	22,773		
						床下浸水	73,166		
						計	110,993		
						非住家			
						全　壊	39,877		
						半　壊	35,592		
						流　失	16,227		
						床上浸水	549		
						床下浸水	1,717		
						計	93,962		
	8月13日 ～15日	8月豪雨	東近畿，北陸， 東北南部 特に京都府 奈良県 三重〃 滋賀〃	死　者	216	住　家		破壊	3
				傷病者	1,740	全　壊	539	浸水	12
				行方不明	237	半　壊	1,322	計	15
				計	2,193	流　失	550		
						床上浸水	15,738		
						床下浸水	48,530		
						計	66,679		
						非住家			
						全　壊	79		
						半　壊	263		
						流　失	169		
						床上浸水	2,596		
						床下浸水	6,604		
						計	9,711		
	9月25日 ～27日	13号台風	近畿，東海 特に三重県 愛知〃 京都府 福井県	死　者	431	住　家		破壊	103,237
				傷病者	6,160	全　壊	8,584	浸水	104,529
				行方不明	113	半　壊	33,935	計	207,766
				計	6,704	流　失	3,320		
						床上浸水	172,821		
						床下浸水	510,110		
						計	728,770		
						非住家			
						全　壊	6,929		
						半　壊	29,089		
						流　失	660		
						床上浸水	10,772		
						床下浸水	30,176		
						計	77,626		

農地		山林崩壊	公共土木施設		その他		異常気象の概要
		ha		箇所		隻	
水田		1,117,927	河川	13,760	船舶		低気圧27が25日21時朝鮮に発生28日まで朝鮮付近に停滞した後日本海を東進して30日15時頃秋田付近で消滅した．この低気圧に付随した梅雨前線が活発に動き，25～29日の総雨量が700mmを超える所もかなりあった．これによる被害はそれ以前の長雨による傷手も加えられて史上稀にみるものとなった． 総雨量（mm）：大分713.3，佐賀590.6，佐世保563.8，下関528.9
流失埋没	ha 47,767			千円 18,691,472	流失沈没	276	
冠水	335,873		海岸	118	破損	832	
計	383,640			195,754	計	1,108	
畑			砂防	712	鉄道不通		
流失埋没	12,282			935,560		箇所	
冠水	53,911		道路	9,622	区間	703	
計	66,193			5,635,791		日	
			橋梁	2,720	期間	325	
				4,766,834			
			計	26,932			
				30,225,411			
水田		3,714	河川	4,670	船舶		16日低気圧15が日本海中央部を東進していた頃，これより閉塞前線が南にのび，近畿地方で温暖，寒冷前線にわかれ，それぞれ東西にのびて梅雨前線を形成していた．このため17日より各地は豪雨となり，とくに紀伊半島はひどかった．その後18日この低気圧15は北海道に移ったが，これよりのびる寒冷前線が停滞して本邦に横たわり，19日まで各地に豪雨をもたらした． 総雨量（mm）：大台ケ原447.3，高野山543.1，田辺367.7，尾鷲402.2，高知368.2
流失埋没	14,525			10,886,052	流失沈没	93	
冠水	75,918		海岸	30	破損	108	
計	90,443			129,092	計	201	
畑			砂防	359	鉄道不通		
流失埋没	3,640			850,024	区間	102	
冠水	25,340		道路	4,848	期間	78	
計	28,980			5,534,545			
			橋梁	1,585			
				2,542,071			
			計	11,492			
				19,941,784			
水田		843	河川	1,861	船舶		8月13日朝樺太よりオホツク海に出た低気圧13に伴なう寒冷前線が南下して，北海道南東岸，奥羽北部，朝鮮中部に達する線で停滞した．この前線付近にあった各地ではこのため豪雨となった．15日前線はさらに南下して関東南部，東海道，山陰東部の線に16日まで停滞した．このため14日夜より15日朝にかけて雷を伴なう大豪雨となり，京都府湯船村では428mmの雨量があったのを最高に各地に相当量の雨をもたらした．この前線は16日より不活発となった． 総雨量（mm）：京都294，亀山259，下呂265，酒田246，三宅島253
流失埋没	14,346			3,747,974	流失沈没	1	
冠水	77,855		海岸	11	破損	2	
計	92,201			8,826	計	3	
畑			砂防	266	鉄道不通		
流失埋没	17,374			1,564,496	区間	127	
冠水	30,621		道路	1,471	期間	137	
計	47,995			1,780,886			
			橋梁	693			
				1,021,711			
			計	4,302			
				8,123,892			
水田		6,175	河川	13,277	船舶		9月16日トラック島南東洋上に発生した熱帯性低気圧が発達して台風13号となった．最深示度22日15時～23日3時900mb，25日17時紀伊半島南端より伊勢湾にかけて上陸，東海，中部，東北地方を縦断して，北海道南東洋上を通り29日カムチヤッカ東南洋上にて消滅． 最低気圧（mb）：潮岬948.0，尾鷲953.3 最大風速（m/s）：室戸岬 27.8 NE，洲本 37.0 N，御前崎 36.4 S 瞬間最大風速（m/s）：奈良 45.7 NNW，津山 41.6 NNS，御前崎 39.1 S 総雨量（mm）：室戸岬391，徳島327，潮岬220，尾鷲400，名古屋194，敦賀308，福島112
流失埋没	24,560			27,953,477	流失沈没	2,051	
冠水	228,535		海岸	948	破損	3,806	
計	253,095			15,996,545	計	5,857	
畑			砂防	1,374	鉄道不通		
流失埋没	11,597			2,306,086	区間	312	
冠水	53,977		道路	8,799	期間	785	
計	65,574			8,044,093			
			橋梁	2,838			
				4,266,635			
			計	27,236			
				58,566,836			

起年	月日	原因	主な被災地	人	家屋	鉱工業施設
28年	合計（上記以外を含む）			人 死者 2,195 傷病者 26,035 行方不明 1,155 計 29,385	住家 戸 全壊 20,859 半壊 61,650 流失 12,604 床上浸水 412,266 床下浸水 987,975 計 1,495,354 非住家 棟 全壊 48,892 半壊 75,802 流失 18,321 床上浸水 43,654 床下浸水 63,042 計 249,711	箇所 破壊 126,176 浸水 116,074 計 242,250
29年	8月12日 ～20日	8月豪雨 5号台風を含む	九州，四国より関東に至る各地 特に九州東部	死者 47 傷病者 132 行方不明 18 計 197 罹災者数 277,017 世帯数 61,647	住家 全壊 1,456 半壊 7,883 流失 115 床上浸水 6,982 床下浸水 39,012 計 55,448 非住家 全壊 2,936 半壊 7,090 床上浸水 932 床下浸水 2,599 計 13,557	破壊 238 浸水 32 計 270 千円 被害額 76,028
	9月7日 ～13日	13号台風 12号台風	13号 九州東部四国，中国の一部 12号 九州より関東に至る各地，特に九州四国	死者 130 傷病者 554 行方不明 44 計 728 罹災者数 1,277,682 世帯数 263,366	住家 全壊 3,510 半壊 12,999 流失 733 床上浸水 52,872 床下浸水 155,278 計 225,392 非住家 全壊 4,582 半壊 9,777 床上浸水 9,315 床下浸水 15,864 計 39,538	破壊 1,081 浸水 226 計 1,307 被害額 2,621,846
	9月17日 ～18日	14号台風	四国より東北に至る各地 特に東海，関東南部	死者 37 傷病者 73 行方不明 20 計 130 罹災者数 144,680 世帯数 26,63[illegible]	住家 全壊 140 半壊 366 流失 38 床上浸水 6,509 床下浸水 45,506 計 52,559 非住家 全壊 19 半壊 758 床上浸水 562 床下浸水 3,271 計 4,610	破壊 14 浸水 45 計 59 被害額 3,377,895

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
水田 ha 流失埋没 107,794 冠水 773,920 計 881,714 畑 流失埋没 51,371 冠水 207,526 計 258,897 被害査定額 千円 農地 19,700,610 農用施設 51,331,431 計 71,032,041	ha 1,133,552	箇所 千円 河川 35,032 63,392,647 海岸 1,182 16,571,644 砂防 2,804 5,739,161 道路 25,623 21,653,090 橋梁 8.150 12,980,869 計 72,791 120,337,411	船舶 隻 流失沈没 2,460 破損 4,992 計 7,452 鉄道不通 区間 箇所 1,287 期間 日 1,370	
水田 流失埋没 1,267 冠水 46,412 計 47,679 畑 流失埋没 2,193 冠水 13,854 計 16,047 農作物被害額 21,361,950 農地農用施設被害額 1,331,021	96,479	計 2,218 1,779,514	船舶 流失沈没 100 破損 159 計 259 鉄道不通 区間 547 期間 39	
水田 流失埋没 4,852 冠水 121,713 計 126,565 畑 流失埋没 2,339 冠水 22,553 計 24,892 農作物被害額 52,557,354 農地農用施設被害額 3,499,230	108,555	計 8,978 10,368,135	船舶 流失沈没 420 破損 1,272 計 1,692 鉄道不通 区間 82 期間 61	9月1日硫黄島南方に発生した台風13号が9月7日大隅半島東岸に上陸，九州を縦断山口県を通過して日本海に抜けた後，9月4日マリヤナ諸島東方洋上に発生した台風12号が9月13日鹿児島県東部に上陸，九州を台風13号と平行方向に縦断して日本海に抜けた．このため各地に被害を急増させた．台風12号の記録はつぎのとおりである． 最低気圧(mb)：鹿児島 958.9，大分 964.7，下関963.6 最大風速(m/s)：鹿児島 23.8 E，細島 37.2 SE，大分 23.5ESE，下関 21.7ENE 瞬間最大風速(m/s)：都城 39.0 ESE，細島 50.2 SE，大分 33.9 NE，下関 33.2 ENE 総雨量(mm)：鹿児島159.5，都城679.4，大分205.9
水田 流失埋没 519 冠水 62,913 計 63,432 畑 流失埋没 400 冠水 12,223 計 12,623 農作物被害額 9,251,041 農地農用施設被害額 1,467,349	2,006	計 3,347 3,299,335	船舶 流失沈没 50 破損 70 計 120 鉄道不通 区間 64 期間 27	9月10日マリヤナ諸島南方に発生した低気圧が発達して台風14号となり，9月18日東海道に接近，上陸することなく夜半関東南部をかすめて北東進していった． 最低気圧(mb)：和歌山 987.7，浜松 978.0，銚子 977.0 最大風速(m/s)：和歌山 18.8 NNE，亀山 27.0 NW，浜松 17.7 N，東京15.5 NNW，銚子 21.0 SE 瞬間最大風速(m/s)：和歌山 29.0 NNE，亀山 36.2NW，浜松 25.0 NE，銚子 30.7 NE 総雨量(mm)：和歌山81.8，亀山200.8，浜松190.8，網代206.8，東京 139.6，銚子104.1

起年	月日	原因	主な被災地	人	家屋	鉱工業施設
29年	9月26日～27日	15号台風（洞爺丸台風）	九州，四国，中国西部，北海道（洞爺丸沈没，岩内町大火）	死者 1,019人 傷病者 2,106 行方不明 1,103 計 4,228 罹災者数 963,943 世帯数 194,121	住家 戸 全壊 14,827 半壊 34,119 流失 274 床上浸水 21,718 床下浸水 88,520 計 159,458 非住家 棟 全壊 4,144 半壊 11,536 床上浸水 3,398 床下浸水 12,824 計 31,901	箇所 破壊 295 浸水 312 計 607 被害額 千円 432,108
	合計（上記以外を含む）			死者 1,378 傷病者 3,188 行方不明 1,255 計 5,821 罹災者数3,364,408 世帯数 688,710	住家 全壊 20,579 半壊 58,308 流失 1,648 床上浸水 122,384 床下浸水 509,466 計 712,385 非住家 全壊 12,186 半壊 30,478 床上浸水 18,635 床下浸水 52,543 計 113,847	破壊 1,631 浸水 633 計 2,264 被害額 6,547,138
30年	7月3日～6日	7月豪雨	北海道	死者 30 傷病者 94 行方不明 27 計 151 罹災者数 168,621 世帯数 42,519	住家 全壊 67 半壊 285 流失 199 床上浸水 11,571 床下浸水 41,584 計 53,706 非住家 全壊 16 半壊 38 床上浸水 565 床下浸水 1,931 計 2,550	
	9月29日～30日	22号台風	九州一円 中国西部	死者 67 傷病者 765 行方不明 19 計 851 罹災者数 497,693 世帯数 67,082	住家 全壊 9,824 半壊 21,594 流失 218 床上浸水 11,004 床下浸水 34,268 計 76,908 非住家 全壊 13,450 半壊 22,634 床上浸水 6,845 床下浸水 11,202 計 54,131	破壊 20 浸水 1 計 21 被害額 158,471

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
水田	ha 503,531	箇所 計　5,654 千円 6,147,105	船舶　隻 流失沈没　50 破損　70 計　120 鉄道不通 箇所 区間　64 日 期間　27	9月18日オロール島北方に発生した熱帯性低気圧が発達して台風15号となった．9月26日2時鹿児島湾より九州に上陸中国，四国地方を横切り日本海に抜けて後発達しながら急速に北海道西岸に進み，アリューシャン諸島に去った．北海道では洞爺丸の沈没など大惨事をもたらした． 最低気圧(mb)：宮崎968.0，宇和島971.6，函館980.3，寿都959.2 最大風速(m/s)：宮崎 31.3 SE，宇和島 27.7 SSE，室蘭 37.2 S，寿都 42.5 SSE 瞬間最大風速(m/s)：宮崎 31.3 SE，宇和島 45.8 SSE，室蘭 55.0 S，寿都 53.2 SW 総雨量(mm)：宮崎171.6，宇和島104.7，室蘭41.4
水田 流失埋没　48,615 冠水　679,149 計　727,764 畑 流失埋没　17,675 冠水　106,270 計　123,945 農作物被害額 150,270,929 農地農用施設被害額 14,589,616	839,469	河川　14,955 14,085,518 海岸　1,635 4,915,204 砂防　1,849 1,886,183 道路　13,046 8,133,831 橋梁　2,492 2,364,735 計　33,977 31,385,471	船舶 流失沈没　3,341 破損　6,980 計　10,321 鉄道不通 区間　1,211 期間　210	
水田 流失埋没　1,524 冠水　57,882 計　59,406 畑 流失埋没　3,387 冠水　36,051 計　39,438 農作物被害額 5,916,458 農地農用施設被害額 964,713	192	計　3,027 2,888,655	船舶 流失沈没　15 破損　7 計　22 鉄道不通 区間　24 期間　—	奥羽南部より山陰にかけて横たわっていた梅雨前線が北上し7月3～4日にかけて北海道各地に豪雨をもたらした．静内川のはんらんによって静内町は全町浸水，日高地方一帯に大被害，鉄道幹線の不通など北海道では戦後最大の水害であった．北海道を荒した前線は南下して東北，北陸，北九州にかけてかなりの雨を降らしたが，この方の被害は大したことがなかった．
水田 流失埋没　3,770 冠水　51,789 計　55,559 畑 流失埋没　2,757 冠水　11,372 計　14,129 農作物被害額 16,947,200 農地農用施設被害額 1,665,776	527	計　3,026 2,782,492	船舶 流失沈没　257 破損　810 計　1,067 鉄道不通 区間　12 期間　5	9月20日ガム島東方洋上に発生した弱い熱帯性低気圧が発達して台風22号となり，9月25日 23°9 N，142° E にて最深示度 930 mb となった．9月29日22時薩摩半島に上陸，九州を縦断して日本海に抜け，10月1日北海道を横断してアラスカに去った．この台風は風速の割に降水量少なく，したがって水害は比較的軽かった． 最低気圧(mb)：屋久島938.5，枕崎954.8，長崎976.2，下関973.9 最大風速(m/s)：屋久島 49.1 ENE，枕崎 35.6 WSW，長崎 20.8 N，下関 30.3 ENE 瞬間最大風速(m/s)：屋久島 63.0 ENE，枕崎 48.7 WSW，長崎 27.4 N，下関 42.8 ENE 総雨量(mm)：都城336.4，長崎64.1，大分212.6

起年	月日	原因	主な被災地	人		家屋		鉱工業施設	
					人		戸		箇所
30年	合計（上記以外を含む）			死者	335	住家		破壊	25
				傷病者	1,128	全壊	10,729	浸水	27
				行方不明	158	半壊	23,816	計	97
				計	1,621	流失	620	被害額	
				罹災者数	1,270,556	床上浸水	69,471		千円
				世帯数	267,985	床下浸水	208,315		543,944
						計	312,951		
						非住家	棟		
						全壊	13,893		
						半壊	23,503		
						床上浸水	11,967		
						床下浸水	25,637		
						計	75,000		
31年	8月16日 ～17日	9号台風	九州 特に長崎県 佐賀〃 熊本〃 大館市大火	死者	42	住家		破壊	233
				傷病者	341	全壊	1,807	浸水	11
				行方不明	24	半壊	7,483	計	244
				計	407	流失	16	被害額	
				罹災者数	104,839	床上浸水	2,811		815,400
				世帯数	22,236	床下浸水	6,746		
						計	18,863		
						非住家			
						全壊	2,699		
						半壊	5,624		
						床上浸水	1,258		
						床下浸水	4,311		
						計	13,892		
	9月9日 ～10日	12号台風	九州 特に佐賀県 長崎〃 熊本〃	死者	34	住家		破壊	459
				傷病者	188	全壊	2,957	浸水	—
				行方不明	2	半壊	7,942	計	459
				計	224	流失	79	被害額	
				罹災者数	85,603	床上浸水	2,028		584,172
				世帯数	17,862	床下浸水	9,631		
						計	22,637		
						非住家			
						全壊	4,462		
						半壊	6,168		
						床上浸水	1,489		
						床下浸水	2,554		
						計	14,673		

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
水田	ha 4,782	河川 箇所 6,917	船舶 隻	
流失埋没 ha 18,771		千円 6,599,933	流失沈没 724	
冠水 366,551		海岸 552	破損 1,445	
計 385,322		1,209,278	計 2,169	
畑		砂防 417	鉄道不通	
流失埋没 12,930		356,734	区間 箇所 103	
冠水 258,352		道路 4,374	期間 日 73	
計 271,282		2,348,904		
農作物被害額 千円 40,813,907		橋梁 1,623		
農地農用施設被害額 5,923,657		1,657,917		
		計 13,883		
		12,208,771		
水田	98	計 869	船舶	8月10日ルソン島東方洋上に発生した熱帯性低気圧が発達して12日台風9号となった．15日15時最深示度 960 mb 15日9時宮古島南東 100 km，16日11時鹿児島南西 450 km，17日1時富江付近を通過，玄海灘，山陰沖，18日2時能登半島沖，18日秋田沖を経て20寿都沖にて消滅．この台風の影響で16日より17日にかけて各地に被害があり，北九州では満潮と重なり海岸施設の被害が大，またフエーン現象により大館市に大火があった．
流失埋没 1,053		729,059	流失沈没 3,114	
冠水 10,961			破損 897	
計 12,014			計 4,011	
畑			鉄道不通	
流失埋没 77			区間 7	
冠水 4,758			期間 6	
計 4,835				
農作物被害額 8,382,239				
農地農用施設被害額 283,600				
				最低気圧（mb）：佐世保966.2，佐賀968.4，米子976.4 最大風速（m/s）：佐世保 19.6 W，佐賀 27.0 SE，米子 23.5 W 瞬間最大風速（m/s）：佐世保 28.0 ESE，佐賀 35.0 SSE，米子 33.1 W 総雨量（mm）：佐世保192.0，佐賀99.9，米子26.9
水田	172	計 877	船舶	9月1日硫黄島南西洋上に発生した弱い熱帯性低気圧が発達して3日9時台風12号となった．8日15時最深示度 930 mb，9日夜から10日朝にかけて九州西方海上より対島海峡を通過して日本海に入り，沿海州を北東に進み樺太南部の西方洋上にて消滅した． この台風は台風9号と似た経路を辿り，九州地区では満潮時にかかったため海岸施設の手戻り，増破等の被害を与え，フエーン現象により魚津市に大火があった．
流失埋没 2,032		981,228	流失沈没 1,419	
冠水 10,500			破損 264	
計 12,532			計 1,683	
畑			鉄道不通	
流失埋没 745			区間 2	
冠水 2,535			期間 2	
計 3,280				
農作物被害額 15,377,491				
農地農用施設被害額 353,206				
				最低気圧（mb）：屋久島988.2，都城994.5，厳原954.2 最大風速（m/s）：屋久島 27.0 SW，都城 20.8 SSE，厳原 20.7 SSW 瞬間最大風速（m/s）：屋久島 40.0SW，都城 30.7 SSE，厳原 34.0 SSE 総雨量（mm）：屋久島517.9，都城192.2，厳原108.7

起年	月日	原因	主な被災地	人		家屋		鉱工業施設	
					人		戸		箇所
31年	9月27日～28日	15号台風	近畿，中部	死者	18	住家		破壊	1
			特に奈良県	傷病者	59	全壊	1,517	浸水	8
			京都府	行方不明	16	半壊	5,002	計	9
				計	93	流失	8		千円
				罹災者数	108,154	床上浸水	3,341	被害額	43,220
				世帯数	26,597	床下浸水	56,749		
						計	66,617		
						非住家	棟		
						全壊	2,645		
						半壊	4,405		
						床上浸水	999		
						床下浸水	5,710		
						計	13,759		
	合計（上記以外を含む）			死者	207	住家		破壊	865
				傷病者	910	全壊	7,236	浸水	54
				行方不明	98	半壊	25,818	計	919
				計	1,215	流失	245	被害額	
				罹災者数	504,753	床上浸水	23,966		1,481,031
				世帯数	113,190	床下浸水	141,543		
						計	198,808		
						非住家			
						全壊	10,785		
						半壊	18,014		
						床上浸水	5,284		
						床下浸水	22,999		
						計	57,082		
32年	7月25日～26日	西九州豪雨（諫早水害）	■九州	死傷	850	住家		破壊	324
			特に長崎県	傷病者	3,868	全壊	2,457	浸水	122
			熊本〃	行方不明	107	半壊	3,482	計	446
				計	4,825	流失	658	被害額	
				罹災者数	278,839	床上浸水	27,933		913,920
				世帯数	61,412	床下浸水	73,785		
						計	108,315		
						非住家			
						全壊	3,104		
						半壊	4,330		
						床上浸水	2,970		
						床下浸水	10,814		
						計	21,218		
	9月6日～7日	10号■風	東九州，■国	死者	9	住家		破壊	2
				傷病者	78	全壊	4,174	浸水	2
				行方不明	12	半壊	8,657	計	4
				計	99	流失	33	被害額	3,695
				罹災者数	42,866	床上浸水	2,433		
				世帯数	10,356	床下浸水	17,920		
						計	33,217		
						非住家			
						全壊	162		
						半壊	219		
						床上浸水	882		
						床下浸水	1,628		
						計	2,891		

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
水田 流失埋没 540 ha 冠水 34,114 計 34,654 畑 流失埋没 310 冠水 5,884 計 6,194 農作物被害額 1,870,752 千円 農地農用施設被害額 768,447	7,373 ha	計 3,849 箇所 2,822,581 千円	船舶 流失沈没 40 隻 破損 103 計 143 鉄道不通 区間 51 箇所 期間 24 日	9月19日グアム島西方洋上に発生した低気圧が発達して22日台風15号となった．25日最深示度 953 mb，26日正午奄美大島付近に達し 953 mb，最大風速 45 m/s，25 m/s 以上の半径 300 km 27日7時潮岬南方 60 km の海上を 50 km/hr の速度で通過駿河湾を経て13時伊豆半島戸田付近に上陸したが，急激に勢力を弱め東京，銚子北部を通って16時鹿島灘に去った．この台風が関東に達する頃は風台風となっていたが，四国近畿にはかなりの雨があり激甚な被害を生じた． 最低気圧（mb）：高知988.6，津988.8，和歌山994.4 最大風速（m/s）：高知 15.5 N，津 17.7 NNW，横浜 21.4 NNW 瞬間最大風速（m/s）：高知 26.2 N，津 22.9 NNW，横浜 29.5 NNW， 総雨量（mm）：高知478.2，津171.5，横浜124.4和歌山485.1，磯部429.0
水田 流失埋没 14,309 冠水 137,196 計 151,505 畑 流失埋没 2,975 冠水 41,872 計 44,847 農作物被害額 29,192,742 農地農用施設被害額 4,231,299	30,909	河川 6,129 5,829,624 海岸 358 1,059,581 砂防 521 371,933 道路 4,462 2,777,214 橋梁 1,180 1,020,626 計 12,650 11,058,978	船舶 流失沈没 5,032 破損 4,216 計 9,248 鉄道不通 区間 270 期間 236	その他の被害の主な例 7月豪雨：7月2～4日西日本とくに鹿児島県川内川，下関市付近．7月14～17日東北，中部とくに山形県，新潟県，石川県．7月23～24日東北北部とくに秋田県．いずれも前線活動による集中豪雨であった．
水田 流失埋没 2,974 冠水 71,647 計 74,621 畑 流失埋没 1,422 冠水 4,648 計 6,070 農作物被害額 4,887,160 農地農用施設被害額 2,326,270	1,322	計 3,591 4,867,745	船舶 流失沈没 98 破損 250 計 348 鉄道不通 区間 115 期間 29	7月24日三陸沖の低気圧から延びる梅雨前線は伊豆諸島，九州南部より黄河下流の低気圧に達していたが，25日朝低気圧はゆっくり北東進した．これにつれて前線も北上し9時頃佐世保，佐賀，大分を結ぶ線に停滞した．この頃より前線は活発となり，前線付近では雷雨となり，同日11時頃佐世保では大雨となった．その後前線はやや南下して諫早，熊本を結ぶ線に達し，翌26日朝まで移動せず，前線の北東側に記録的豪雨を降らせた． 総雨量（mm）：鹿児島310.1，都城412.0，熊本527.0，西郷1,109.2，島原765.2，大村729.5，諫早587.0，鹿島400.0，福岡380.1，下関250
水田 流失埋没 370 冠水 21,528 計 21,898 畑 流失埋没 120 冠水 3,122 計 3,242 農作物被害額 8,688,494 農地農用施設被害額 181,002	235	計 2,032 1,652,100	船舶 流失沈没 45 破損 114 計 159 鉄道不通 区間 17 期間 15	8月26日15時頃サイパン島の東北東洋上に発生した熱帯性低気圧は発達しながら北上し，28日9時台風10号となった．9月2日21時最深示度 950 mb，9月6日9時頃奄美大島付近に達して後進路を北東に変え，同日18時頃大隅半島南端より九州南東部に上陸，豊後水道より宇和島，新居浜を経て，岡山，城崎より日本海に抜け7日23時能登半島より8日3時秋田沖に達し温帯性低気圧となった．後青森，北海道を経て13日午後アラスカに去った． 最低気圧（mb）：都城969.9，宇和島985.7 最大風速（m/s）：都城 23.2 E，宮崎 29.2 ESE，宇和島 14.5 W 瞬間最大風速（m/s）：都城 35.2 E，宮崎 39.6 ESE，宇和島 16.4 W 総雨量（mm）：都城279.2，宮崎156.7，宇和島186.7

起年	月日	原因	主な被災地	人	家屋	鉱工業施設
32年	合計（上記以外を含む）			人 死者 1,041 傷病者 4,287 行方不明 181 計 5,509 罹災者数 1,384,643 世帯数 209,005	住家 戸 全壊 7,355 半壊 14,362 流失 808 床上浸水 96,261 床下浸水 327,414 計 446,200 非住家 棟 全壊 3,719 半壊 5,327 床上浸水 5,481 床下浸水 36,730 計 51,257	箇所 破壊 360 浸水 7,626 計 7,986 被害額 千円 1,359,172
33年	6月30日 ～ 7月4日	7月上旬豪雨 （浜田水害）	島根県 広島〃	死者 9 傷病者 179 行方不明 3 計 191 罹災者数 77,931 世帯数 17,374	住家 全壊 46 半壊 62 流失 19 床上浸水 5,031 床下浸水 10,917 計 16,075 非住家 全壊 4 半壊 23 床上浸水 1 床下浸水 329 計 357	破壊 — 浸水 55 計 55 被害額 165
	7月24日 ～29日	7月下旬豪雨	北陸 特に山形県 新潟〃 石川〃 岐阜〃	死者 22 傷病者 46 行方不明 2 計 70 罹災者数 112,374 世帯数 23,273	住家 全壊 95 半壊 181 流失 89 床上浸水 9,987 床下浸水 31,140 計 41,492 非住家 全壊 121 半壊 125 床上浸水 309 床下浸水 1,649 計 2,204	破壊 26 浸水 6 計 32 被害額 7,060
	8月24日 ～25日	17号台風	近畿，東海 特に和歌山県 奈良〃 滋賀〃 三重〃 岐阜〃 静岡〃	死者 39 傷病者 501 行方不明 21 計 561 罹災者数 257,516 世帯数 63,133	住家 全壊 301 半壊 1,074 流失 157 床上浸水 17,293 床下浸水 43,184 計 62,009 非住家 全壊 134 半壊 2,568 床上浸水 523 床下浸水 5,772 計 8,997	

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
水田 ha 流失埋没 7,405 冠水 218,240 計 225,645 畑 流失埋没 6,379 冠水 46,521 計 52,900 農作物被害額 千円 22,413,879 農地農用施設被害額 4,706,626	ha 27,802	箇所 千円 河川 9,286 10,939,020 海岸 159 431,613 砂防 758 818,272 道路 5,789 2,868,032 橋梁 1,555 1,596,887 計 17,547 16,653,824	船舶 隻 流失沈没 232 破損 631 計 863 鉄道不通 区間 箇所 300 期間 日 132	
水田 流失埋没 1,141 冠水 12,970 計 14,111 畑 流失埋没 407 冠水 1,458 計 1,865 農作物被害額 1,446,436 農地農用施設被害額 1,562,116	293	計 2,658 1,872,345	鉄道不通 区間 8 期間 4	6月28日来西日本に停滞していた梅雨前線上を低気圧が通過したため，28日から29日にかけて寒冷前線となり中国地方を南下したが，30日より7月1日に再び温暖前線となり北上した．このため前線付近，ことに浜田では101 mm/3 hr の豪雨があった．豪雨域は近畿西部より中国各地にわたったが特に島根，広島が甚しかった． 前線北上にともない雨は一旦やんだが，2日日本海に出た低気圧発達にともない前線が南下し瀬戸内一帯に3日朝より雷をともなう豪雨があり，3日夕刻より前線の再北上のため浜田に更に120 mm の雨をもたらした．被害激甚地は局地的であった． 総雨量（mm）：浜田505.7，三次455.0
水田 流失埋没 1,623 冠水 50,560 計 52,183 畑 流失埋没 450 冠水 5,288 計 5,738 農作物被害額 4,926,111 農地農用施設被害額 943,065	3,370	計 4,607 5,202,266	船舶 流失沈没 3 破損 — 計 3 鉄道不通 区間 53 期間 52	7月13日カロリン諸島付近に発生し23日5時御前崎より関東中部，東北南部を経て三陸沖に抜け，東日本に暴風雨をもたらした台風11号の前面に，三陸沖より能登半島付近を経て朝鮮方面にのびていた前線が，台風11号通過後南下を始めかつ活発化した．このため23日夜より26日にかけ北陸，中部，近畿北部より山陰にかけ記録的な豪雨をもたらした． さらに前線は北方して27～29日に東北地方特に日本海側に大雨をもたらした．これによる被害は18府県に及んだ． 総雨量（mm）：茨原424.2，小坂457.3，大聖寺243.0，七尾240.0，鳥海山265.0，新潟105.0
水田 流失埋没 619 冠水 16,820 計 17,439 畑 流失埋没 114 冠水 3,750 計 3,864 農作物被害額 14,456,942 農地農用施設被害額 1,081,351	858	計 4,989 5,094,279	船舶 流失沈没 62 破損 15 計 77 鉄道不通 区間 18 期間 35	8月19日グアム島西南西洋上に発生した1,006 mb の弱い熱帯性低気圧が発達して21日沖ノ鳥島南方で台風17号となった．漸次発達しながら24日9時最深示度970 mb となり25日18時頃御坊付近に上陸，970 mb，速度を増し，かつ急速に衰えながら近畿中部を通り，福井，新潟を通る頃は熱帯性低気圧となりながら奥羽南部，金華山沖へと抜けた．近畿を中心として19府県に被害があった． 最低気圧（mb）：室戸岬978.5，潮岬986.2，中宮祠964.3 最大風速（m/s）：室戸岬 33.5 NNE，潮岬 32.5 SSE，中宮祠 9.4 NE 瞬間最大風速(m/s)：室戸岬 48.1 NNE，潮岬 43.0 SSE，中宮祠 13.0 NE 総雨量（mm）：室戸岬199.8，潮岬246.5，剣山520.5，尾鷲531.0，中宮祠259.6

起年	月日	原因	主な被災地	人	家屋	鉱工業施設
33年	9月17日 ～18日	21号台風	中部，関東， 東北 特に青森県 岩手〃 福島〃 栃木〃 群馬〃	死者 62人 傷病者 256 行方不明 23 計 341 罹災者数 300,484 世帯数 79,436	住家 全壊 359戸 半壊 1,030 流失 204 床上浸水 16,066 床下浸水 71,570 計 89,229 非住家 全壊 113棟 半壊 208 床上浸水 1,592 床下浸水 6,726 計 8,639	破壊 3箇所 浸水 31 計 34 被害額 33,000千円
	9月26日 ～27日	22号台風 （狩野川台風）	関東，北陸， 東北 特に静岡県 神奈川〃 東京都 福島県 青森〃 茨木〃 埼玉〃	死者 883 傷病者 1,814 行方不明 313 計 3,010 罹災者数2,740,203 世帯数 649,043	住家 全壊 1,778 半壊 3,812 流失 986 床上浸水 193,333 床下冠水 496,290 計 696,199 非住家 全壊 830 半壊 2,690 床上浸水 5,018 床下浸水 8,542 計 17,080	破壊 27 浸水 1,522 計 1,549 被害額 2,086,593
	合計（上記以外を含む）			死者 1,126 傷病者 3,113 行方不明 420 計 4,659 罹災者数3,602,662 世帯数 857,822	住家 全壊 2,735 半壊 6,645 流失 1,612 床上浸水 253,245 床下浸水 705,710 計 969,948 非住家 全壊 1,336 半壊 5,891 床上浸水 10,614 床下浸水 33,602 計 51,443	破壊 59 浸水 1,666 計 1,725 被害額 2,187,750

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
水田 ha 流失埋没 5,869 冠水 105,987 計 111,856 畑 流失埋没 6,384 冠水 30,627 計 37,011 農作物被害額 千円 12,085,459 農地農用施設被害額 2,544,581	ha 1,814	計 箇所 6,011 千円 8,371,911	船舶 隻 流失沈没 218 破損 538 計 756 鉄道不通 区間 箇所 134 期間 日 29	9月8日カロリン群島付近に発生した1,008 mb の熱帯性低気圧が発達9日9時台風21号となる．13日9時沖縄の南方にて最深示度 920 mb を示し，北より北東に転向し，本邦に接近した．台風は15日頃より17日紀伊半島沖に達する間風速 25 m/s の半径は 300 km 以上を示していたが，その後ゆっくり衰弱し，暴風半径を縮少しながら18日伊豆半島南端をかすめ神奈川に上陸，横浜，東京，千葉北部を経て鹿島灘に抜けた．東北，北海道に多量の雨を降らしながら18日夜半オホツク海に入った． 最低気圧（mb）：静岡964.5，三島964.3，東京965.3 最大風速（m/s）：静岡 20.5 NE，三島 22.6 E，東京 16.9 NW 瞬間最大風速（m/s）：静岡 27.1 NE，三島 36.0 E，東京 28.2 WNW 総雨量（mm）：静岡153.4，三島 182.1，東京170.9，盛岡142.1
水田 流失埋没 21,949 冠水 150,099 計 172,048 畑 流失埋没 9,727 冠水 41,300 計 51,027 農作物被害額 13,329,006 農地農用施設被害額 3,510,813	16,914	計 8,786 13,631,716	船舶 流失沈没 322 破損 754 計 1,076 鉄道不通 区間 158 期間 41	9月20日グアム東方に発生した弱い熱帯性低気圧 1.006 mb が発達して21日台風22号となり，22日夜半より進路を西より北西に変え，24日9時中心気圧 877 mb と戦後最深示度を示した．以後北上を続け暴風半径も 400 km と拡がり，その後本土に接近しながら進路を北東に変え，その勢力は伊豆半島接近につれ急速に衰えたが東京から伊豆にのびる線上に強雨が降り始めた．26日午後より速度を落し，北東に進んで26日22時伊豆半島をかすめ（955 mb）27日にかけて東京を通過した．この間 960 mb．最大風速 50 m/s を示し，伊豆，関東南部から西部の山岳にかけて平均 50 mm/3 hr の強雨を降らし，東京の日雨量は気象庁開設以来の最高を示した． 台風は27日早朝三陸沖に抜け，奥羽東海岸沿いに北上し28日午後根室付近より北海道東方海上へ抜けた． この台風は極めて猛烈かつ大型であって，その被害は激甚をきわめ，特に伊豆半島一円の様相は凄惨であった． 最低気圧（mb）：静岡973.3，網代968.1，伊東963.7，東京970.7，白河986.0 最大風速（m/s）：静岡 18.4 N，網代 26.2 NE，伊東 27.7 N，東京 20.5 WNW，白河 16.1 NE 瞬間最大風速（m/s）：静岡 25.8 NNE，網代 39.1，NNE，東京 26.5 WNW，白河 21.1 NE 総雨量（mm）：静岡133.2，網代218.4，伊東354.5，湯ヶ島748.6，東京444.1，白河196.1，小高369.0，道志528.2 強雨：湯ヶ島 694 mm/day，120 mm/hr，東京 371.9 mm/day，76 mm/hr
水田 流失埋没 33,051 冠水 391,681 計 424,732 畑 流失埋没 18,800 冠水 110,759 計 129,559 農作物被害額 55,190,805 農地農用施設被害額 11,717,924	47,729	河川 19,319 27,325,561 海岸 340 923,483 砂防 1,219 1,484,338 道路 9,873 6,293,742 橋梁 3,347 5,538,751 計 34,098 41,565,875	船舶 流失沈没 701 破損 1,963 計 2,664 鉄道不通 区間 469 期間 229	

起年	月日	原因	主な被災地	人		家屋		鉱工業施設	
34年	7月13日 ～15日	7月中旬豪雨	九州中北部， 近畿中部 特に福岡県 山口〃	死者 傷病者 行方不明 計 罹災者数 世帯数	人 45 161 16 222 286,655 79,695	住家 全壊 半壊 流失 床上浸水 床下浸水 計 非住家 全壊 半壊 床上浸水 床下浸水 計	戸 196 466 49 14,899 91,294 106,904 棟 237 952 3,231 7,500 11,920		
	8月12日 ～14日	7号台風	近畿，北陸， 東海 特に山梨県 長野〃 滋賀〃 三重〃 京都府 福井県 静岡〃	死者 傷病者 行方不明 計 罹災者数 世帯数	174 1,761 51 1,986 530,887 111,610	住家 全壊 半壊 流失 床上浸水 床下浸水 計 非住家 全壊 半壊 床上浸水 床下浸水 計	3,501 11,628 734 29,750 124,370 169,983 5,177 2,920 6,006 23,117 37,220	箇所 破壊 浸水 計 被害額 千円	369 182 551 1,224,308
	8月22日 ～23日 8月25日 ～26日	8月下旬豪雨	山形県 島根〃 石川県 静岡〃 岐阜〃	死者 傷病者 行方不明 計 罹災者数 世帯数	61 725 6 792 159,800 33,987	住家 全壊 半壊 流失 床上浸水 床下浸水 計 非住家 全壊 半壊 床上浸水 床下浸水 計	164 692 115 10,855 36,003 47,829 35 86 296 3,037 3,454	破壊 浸水 計 被害額	1 344 345 126,060

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
水田 ha 流失埋没 8,951 冠水 38,876 計 47,827 畑 流失埋没 1,394 冠水 5,384 計 6,778 農作物被害額 千円 2,322,513 農地農用施設被害額 2,489,600	ha 1,284	計 箇所 7,930 千円 6,650,558	船舶 隻 流失沈没 3 破損 1 計 4 鉄道不通 区間 箇所 84 期間 日 16	7月7日頃よりカロリン諸島東部に存在していた弱熱帯性低気圧が発達し，12日には台風5号となりバシー海峡東方洋上を北西に進んだ．13～15日には本州付近に停滞していた前線が，この台風の影響を受けて活発になったため，九州中北部では400 mmを越える大雨となり，各地にがけ崩れや水害が発生した． 総雨量（mm）：宗像（福岡）493.0，下関250.0，平戸（長崎）445.0
水田 流失埋没 3,344 冠水 53,948 計 57,292 畑 流失埋没 1,839 冠水 16,419 計 18,258 農作物被害額 16,508,927 農地農用施設被害額 4,906,631	819,741	計 12,086 29,332,359	船舶 流失沈没 31 破損 52 計 83 鉄道不通 区間 301 期間 126	8月10日マリアナ群島に発生した熱帯性低気圧は12日9時頃台風7号となり，硫黄島南東400 km付近を発達しながら北西進，13日9時，硫黄島北方洋上26°6 N, 141°2 Eに達し，最深示度960 mb，最大風速45 m/sを示した．漸次速度を増し13日夜半には60 km/hrの速度で進行，その勢力をほとんど変えることなく，14日6時半頃駿河湾より富士川河口に上陸，猛烈な暴風雨を伴って富士川沿いに北上，甲府盆地の西部，長野西方を高速度で通り抜け，10時頃直江津付近より日本海へ入り，北北西進して16日3時沿海州東部に達し消滅．これより先本州南岸沿に停滞していた前線が12日早朝四国南方洋上にあった低気圧の影響を受けて活発化，各地に大雨をもたらした． 最低気圧（mb）：尾鷲992.3，亀山980.5，三島977.5，甲府968.5 最大風速（m/s）：京都 14.5 N，尾鷲 9.4 E，亀山 22.0 N，甲府 33.9 ESE 瞬間最大風速（m/s）：京都 18.3 N，尾鷲 17.6 E，亀山 28.2 N，三島 44.0 E，甲府 43.2 ESE 総雨量（mm）：尾鷲529.6，亀山467.6，三島262.1
水田 流失埋没 1,723 冠水 11,939 計 13,662 畑 流失埋没 582 冠水 1,953 計 2,535 農作物被害額 1,110,822 農地農用施設被害額 2,194,920	2,449	計 2,753 3,647,225	船舶 流失沈没 2 破損 16 計 18 鉄道不通 区間 220 期間 50	大陸性高気圧の寒冷前線が22日日本海をゆっくり南下し，午後には山陰地方沖合より東北地方南部を通り三陸沖に達した．この影響で山形地方に局地性豪雨があり，前線がさらに南下して島根県西部に集中豪雨をもたらした． 総雨量（mm）：新庄142，飯豊山170，浜田212，益田174 また25日3時日本海西部に低気圧が発生し，ゆっくり東進した．この中心より東に延びる前線が本州中部を横切り，非常に活発化したため，石川，岐阜，静岡などに局地豪雨をもたらした．特に能登地方では甚しかった． 宇ノ気（石川）260 mm/day 門前（〃）262 mm/day 島田（静岡）400 mm/7 hr 藤枝（〃）240 mm/9 hr

起年	月日	原因	主な被災地	人	家屋	鉱工業施設
34年	9月15日 ～18日	14号台風	福岡県 長崎〃 北海道	人 死者 50 傷病者 601 行方不明 36 計 687 罹災者数 48,569 世帯数 14,663	戸 住家 全壊 1,416 半壊 2,377 流失 337 床上浸水 6,837 床下浸水 15,138 計 26,105 棟 非住家 全壊 2,610 半壊 2,273 床上浸水 1,809 床下浸水 3,485 計 10,177	箇所 破壊 110 浸水 — 計 110 千円 被害額 159,578
	9月23日 ～26日	15号台風 （伊勢湾台風）	東海，近畿 特に愛知県 三重〃 岐阜〃 奈良〃 京都府 兵庫県 滋賀〃	死者 4,689 傷病者 42,004 行方不明 298 計 46,991 罹災者数1,887,775 世帯数 416,077	住家 全壊 37,172 半壊 124,190 流失 4,655 床上浸水 158,560 床下浸水 210,219 計 534,796 非住家 全壊 13,271 半壊 42,678 床上浸水 31,547 床下浸水 63,403 計 150,899	破壊 786 浸水 6,178 計 6,964 被害額 15,771,922
	▲計（上記以外を含む）			死者 5,072 傷病者 45,407 行方不明 521 計 51,000 罹災者数3,163,821 世帯数 687,415	住家 全壊 42,773 半壊 140,516 流失 6,035 床上浸水 232,252 床下浸水 543,087 計 964,664 非住家 全壊 21,315 半壊 49,931 床上浸水 44,328 床下浸水 105,743 計 221,817	破壊 1,281 浸水 6,729 計 8,010 被害額 16,734,279

農地		山林崩壊	公共土木施設		その他		異常気象の概要
		ha		箇所		隻	9月11日9時グアム島東方洋上に発生，12日9時台風14号となった．15日9時石垣島南東約300kmの洋上にて最深示度905mbを示し，16日早朝東支那海に出た．直接本土に上陸することなく，17日9時頃釜山付近をかすめて午後日本海に抜け18日午前青森県西方海上から礼文島付近を通り夜半には樺太方面に去った．23日カムチャッカ半島南東洋上にて消滅．鹿児島県西部，熊本県西部，長崎，福岡，佐賀，山口各県および北海道南西部は25m/sの暴風圏内にあった． 最低気圧（mb）：屋久島999.0，富江980.9，厳原971.1，福岡985.8，小樽978.0，札幌980.1．最大風速（m/s）：屋久島18.0 WSW，富江26.7 SSW，厳原26.5 S，福岡23.5 S，小樽22.6 SW，札幌20.8 SSW．瞬間最大風速（m/s）：屋久島32.3 SSW，富江36.0，厳原43.6 SSE，福岡38.1 S，札幌32.3 SSW．総雨量（mm）：屋久島237.7，富江109.1，福岡57.4札幌21.7
水田		21,933	計	1,414	船舶		
流失埋没	ha 1,788			千円 3,384,439	流失沈没	1,782	
冠水	14,561				破損	1,081	
計	16,349				計	2,863	
畑					鉄道不通		
流失埋没	505				区間	箇所 31	
冠水	4,384				期間	日 7	
計	4,889						
農作物被害額	千円 5,467,391						
農地農用施設被害額	680,630						
水田		1,767,203	計	27,911	船舶		20日9時エニウエトック島西方洋上に発生，21日21時台風15号となった．22日15時サイパン島北東約150kmに達して後急激に発達し23日夕方895mb，最大風速70m/sに成長し25日進路を北々西より北に変更．すでに22日頃より本州南岸に停滞していた前線が活発化し，25日東海地方に豪雨をもたらした．台風はその後時速35kmと速くなり，26日18時頃潮岬西方より紀伊半島に上陸，中心気圧929.5mb，最大風速33.4m/s．（瞬）48.5m/sを示しながら80km/sの速度で奈良，三重の県境を通り6時間余りで本土を縦断，24時頃富山より日本海へ抜けた．27日朝秋田西方海上，15時根室海上10月2日太平洋上で消滅． 台風上陸前後にすでに25m/sの暴風直径は500km最大風速50m/sであり，高潮偏差は3.55mに及ぶ．台風の通過による被害は愛知，三重など39都道府県の広範囲にわたり，伊勢湾沿岸を筆頭に未曽有の大惨害を受けた． 最低気圧（mb）：州本959.4，津944.7，名古屋958.5，岐阜956.3，東京989.4 最大風速（m/s）：州本42.3 NNW，津36.8 ESE，名古屋37.0 SSE，岐阜32.5 SSE，東京27.0 S 瞬間最大風速（m/s）：州本49.2 NNW，津51.3 ESE，名古屋45.7 SSE，岐阜44.2 SSE，東京37.0 N 総雨量（mm）：徳島213.1，州本151.7，舞鶴285.9，彦根321.0，津404.5，名古屋165.7，岐阜85.5，東京122.9 潮位：名古屋港 TP 3.89m
流失埋没	8,915			65,399,897	流失沈没	2,481	
冠水	199,815				破損	6,563	
計	208,730				計	9,044	
畑					鉄道不通		
流失埋没	4,140				区間	331	
冠水	60,633				期間	108	
計	64,773						
農作物被害額	47,002,882						
農地農用施設被害額	14,461,033						
水田		2,644,988	河川	32,524	船舶		
流失埋没	26,535			68,681,691	流失沈没	4,354	
冠水	364,959		海岸	1,157	破損	7,918	
計	391,494			14,041,969	計	12,282	
畑			砂防	3,132	鉄道不通		
流失埋没	9,553			6,095,608	区間	1,091	
冠水	104,929		道路	17,860	期間	325	
計	114,482			16,710,443			
農作物被害額	79,687,085		橋梁	5,232			
農地農用施設被害額	26,969,119			10,288,980			
			計	59,905			
				115,818,691			

起年月日	原因	主な被災地	人		家屋		鉱工業施設	
				人		戸		箇所
35年 5月24日	チリ津波	太平洋岸一帯	死者	127	住家		破壊	11
		特に北海道	傷病者	854	全壊	1,673	浸水	23
		岩手県	行方不明	55	半壊	2,374	計	34
		千葉〃	計	1,036	流失	1,344	被害額	
		徳島〃	罹災者数	157,224	床上浸水	19,074		千円
			世帯数	54,704	床下浸水	14,670		612,740
					計	39,135		
					非住家			
						棟		
					全壊	286		
					半壊	262		
					床上浸水	5,477		
					床下浸水	8,750		
					計	14,775		
6月21日	6月豪雨	熊本県	死者	4	住家			
～22日		和歌山〃	傷病者	3	全壊	13		
		福井〃	行方不明	3	半壊	21		
		愛媛〃	計	10	流失	2		
		福岡〃	罹災者数	2,539	床上浸水	287		
			世帯数	801	床下浸水	4,501		
					計	4,824		
					非住家			
					全壊	4		
					半壊	4		
					床上浸水	73		
					床下浸水	325		
					計	406		
7月	7月豪雨	西日本	死者	34	住家		破壊	1
1～3日		特に山口県	傷病者	71	全壊	48	浸水	10
		広島〃	行方不明	4	半壊	206	計	11
8～9日		島根〃	計	109	流失	30	被害額	
			罹災者数	25,023	床上浸水	4,962		7,834
			世帯数	5,983	床下浸水	33,373		
					計	38,619		
					非住家			
					全壊	60		
					半壊	49		
					床上浸水	9		
					床下浸水	61		
					計	179		
8月9日	11号台風	中部，近畿，	死者	39	住家		破壊	3
～13日	12号台風	北陸	傷病者	55	全壊	126	浸水	20
			行方不明	5	半壊	242	計	23
			計	99	流失	98	被害額	
			罹災者数	47,356	床上浸水	5,369		13,800
			世帯数	13,704	床下浸水	16,897		
					計	22,732		
					非住家			
					全壊	25		
					半壊	78		
					床上浸水	147		
					床下浸水	458		
					計	708		

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
	ha	箇所		
水田	76	計 369	船舶 隻	23日南米チリ中部海岸地帯に発生した大地震のため24日4時頃わが■太平洋岸一帯に大津波発生，各地に相当な被害を与えた．17,000 km 離れたわが国にわずか24時間で到達したことになる．潮位（m）：釧路3.5，広尾4.0，八戸5.8，宮古5.3，石巻3.0，銚子3.2，御前崎3.5，潮岬3.0，洲本2.5，枕崎3.0
	ha	千円		
流失埋没	646	2,762,855	流失沈没 776	
冠水	6,569		破損 1,310	
計	7,215		計 2,086	
畑			鉄道不通	
流失埋没	209		箇所	
冠水	1,711		区間 23	
計	1,920		日	
農作物被害額			期間 7	
千円				
646,415				
農地農用施設被害額				
544,891				
水田	55	計 2,551	船舶	6月21日～22日にかけて発達した低気圧が山陰より裏日本を通過した．全国をおおっていた梅雨前線の活動が活潑となり西日本を中心に全国的に大豪雨，被害を出した．
流失埋没 115		2,344,279	流失沈没 0	
冠水 6,159			破損 4	
計 6,274			計 4	
畑			鉄道不通	
流失埋没 9			区間 2	総雨量（mm）：
冠水 965			期間 2	（熊本） 小国272，矢部209
計 974				（和歌山）美山321，竜神325，中辺路243
農作物被害額				（福井） 今立203
822,088				（福岡） 矢部川293，八女165
農地農用施設被害額				
199,147				
水田		計 5,778	船舶	7月1日～3日にかけて梅雨前線の活動により新潟，富山県などに局地性豪雨があり災害を生じた．
流失埋没 1,724		4,667,361	流失沈没 0	
冠水 34,235			破損 22	
計 35,959			計 22	また8日～9日には低気圧に刺戟されて梅雨前線が活動し西日本一帯に豪雨があった．
畑			鉄道不通	
流失埋没 300			区間 30	総雨量（mm）：
冠水 3,192			期間 5	（新潟） 相川190
計 3,492				（広島） 西条262，戸河内246，賀茂250
農作物被害額				（島根） 匹見307，津和野257，三隅213
1,207,167				（岡山） 矢掛162，倉敷155
農地農用施設被害額				
820,066				
水田	377	計 4,281	船舶 4	8月9日マリアナ諸島北東洋上に発達した台風11号（980 mb）は35 km/hrの速度で北々東に進み鳥島通過後進路を北西に変え11日5時頃室戸岬に上陸（986 mb，風速 35 m/s，時速22 km）坂出市付近，岡山県中央部を経て16時すぎ鳥取市西方より日本海へ抜けた．また10日硫黄島西方に発生した台風12号（990 mb）は11号の後を追って北上，12日夕方室戸岬に上陸（996 mb 風速 25 m/s）徳島県西部，兵庫県，京都府を経て日本海に抜け13日朝金沢市付近に達した．その後勢力を衰えながら佐渡東北地方中部を経て三陸沖に抜けた．このため東海地方はじめ各地に豪雨被害を出した．
流失埋没 3,341		6,497,436	流失沈没 8	
冠失 6,107			破損 12	
計 9,448			計	
畑			鉄道不通	
流失埋没 244			区間 38	総雨量（mm）：
冠失 1,345			期間 17	（岐阜）根尾566，東横山527；（静岡）千頭713，梅ガ島583；（山梨）早川226；（長野）三浦295；（和歌山）中津390
計 1,589				
農作物被害額				
1,032,137				
農地農用施設被害額				
1,050,234				

起年	月日	原因	主な被災地	人		家屋		鉱工業施設	
					人				
35年	8月15日 ～29日	16号台風	近畿，北陸	死者	56	住家			
				傷病者	164		戸		
				行方不明	13	全壊	229		
				計	233	半壊	624		
						流失	95		
				罹災者数	109,313	床上浸失	10,561		
				世帯数	24,987	床下浸失	37,685		
						計	49,194		
						非住家			
							棟		
						全壊	88		
						半壊	194		
						床上浸失	383		
						床下浸水	1,140		
						計	1,805		
	合計（上記以外を含む）			死者	330	住家		破壊	箇所 17
				傷病者	1,253	全壊	2,231	浸水	96
				行方不明	94	半壊	3,737	計	113
				計	1,677	流失	1,678		
						床上浸水	48,671	被害額	千円
				罹災者数	426,658	床下浸水	130,290		718,174
				世帯数	139,728	計	186,607		
						非住家			
						全壊	431		
						半壊	651		
						床上浸水	7,068		
						床下浸水	14,160		
						計	22,370		

農地	山林崩壊	公共土木施設	その他	異常気象の概要
水田	ha	箇所	船舶	
流失埋没 ha 1,662	12,366	計 6,872	流失埋没 隻 54	8月17日マリアナ東方洋上に発生した台風16号は沖ノ鳥島付近に停滞していたが，26日頃より北上始め，29日14時頃高知付近に上陸（970 mb，風速 40 m/s，時速 40 km，半径 200 km）四国を縦断，岡山，鳥取県を経て山陰沖に抜け時速 50 km で日本海を北々東に進み樺太方面に去った．
冠水 17,755		千円 9,683,374	破損 114	
計 19,417			計 168	
畑			鉄道不通	
流失埋没 189			箇所 区間 55	
冠水 4,622			日 期間 28	
計 4,811				
農作物被害額 千円 4,587,493				
農地農用施設被害額 2,428,759				
水田	14,157	計 25,345	船舶	
流失埋没 7,965		34,428,098	流失埋没 868	
冠水 85,881			破損 1,570	
計 93,846			計 2,438	
畑			鉄道不通	
流失埋没 1,307			区間 211	
冠水 16,367			期間 111	
計 17,674				
農作物被害額 10,117,905				
農地農用施設被害額 6,249,399				

総雨量（mm）：
（兵庫）三田142，川本138；（京都）京北340；亀岡262；（福井）笹生川水系330；（岐阜）揖斐川水系420；（滋賀）朽木278；（和歌山）中辺路344，中津307；（高知）物部337，北川325

（6）　近　年　の　主　な　火　災

年	月　日	出火時刻	出火場所	死者	負傷者数	罹災世帯数	罹災人員数	焼損むね数	焼損面積
									m²
昭和21	5月20日	0130	福島県田島町	—	31	455	2,412	515	44,781
	5月8日	1830	新潟県村松町	2	59	1,208	4,000	1,337	135,231
	7月15日	1215	飯田市	—	4	185	850	198	33,000
	11月23日	1940	青森県五所川原町	—	9	716	4,654	594	76,303
22	4月17日	1540	新潟県両津町	—	—	435	1,868	315	57,806
	4月20日	1148	飯田市	—	—	4,010	17,771	3,742	481,985
	4月25日	1720	那河湊市	—	6	1,210	6,080	1,508	80,451
	5月16日	1020	北海道三笠町	2	4	977	5,081	488	40,260
	12月7日	0510	宮崎市	—	—	130	684	65	33,000
23	5月11日	0205	北海道喜茂別村	1	2	317	969	183	35,805
24	4月20日	0030	能代市	3	874	2,239	8,790	2,237	210,411
	5月10日	1130	北海道古平町	2	3	521	不明	721	103,274
	5月13日	0230	山梨県谷村町	—	17	339	1,586	313	60,222
25	4月13日	1722	熱海市	—	978	1,461	5,808	979	101,096
	5月13日	2350	長野県上松町	—	153	619	2,797	678	85,001
	6月1日	2140	秋田県鷹巣町	—	242	705	3,400	599	61,727
26	4月24日	2300	山形県温海町	—	226	314	1,583	376	45,124
	12月16日	2230	松坂市	—	195	737	3,565	1,155	65,600
27	4月17日	1500	鳥取市	3	3,965	5,287	20,451	7,240	449,295
29	9月26日	2020	北海道岩内町	33	551	3,399	17,223	3,298	321,311
30	5月3日	1325	大館市	1	23	221	1,115	345	38,339
	10月1日	0250	新潟市	1	275	1,193	5,901	892	214,451
	12月3日	0450	名瀬市	—	—	1,452	5,845	1,365	62,410
31	3月20日	2250	能代市	—	19	1,263	6,087	1,475	178,933
	4月23日	0640	福井県芦原町	1	349	348	1,653	737	建物 72,498 林野 32 ha.
	8月18日	2345	大館市	—	16	770	4,323	1,344	156,984
	9月10日	1945	魚津市	5	170	1,597	7,078	1,677	建物 175,966 林野 33 ha.
32	4月2日	0100	新潟県分水町	—	176	304	1,315	378	36.274
33	12月27日	2330	鹿児島県瀬戸内町	—	48	1,357	5,311	1,628	建物 66,314 林野 19.8 ha.
36	5月29日	2340	八戸市	—	16	670	4,147	1,043	

（統計期間　昭和21～36年8月；焼失面積 33,000 m² 以上）

損害額	出火原因	出火当時の気象状況				
		天気	風向	平均風速	最大風速	相対湿度
千円				(m/s)	(m/s)	(%)
56,990	マッチの火が油に引火	晴後小雨	WNW	3.3	11.3	7.7
16,541	煙突の火の粉	晴	SE	8	15	50
20,000	勝手の煙突の過熱	晴	SE	4	12	39
81,433	煙草の吸殻	曇後雲	NW	10	15	49
100,000	煙突の過熱	晴	SW	4	15	不明
1,500,000	煙突の火の粉	晴	W	5.5	13	33
150,000	煙突の火の粉	晴	NW	4.3	11.7	64.2
1,060,891	煙突の過熱	晴	SW	13	20	42
108,900	煙突の過熱	晴	NW	1.8	4.3	59
300,000	ストーブの不始末	晴	ESE	3	12	64
2,182,487	ストーブ残火の不始末	晴	NW	15.7	15.7	59
1,119,050	かまぼこ工場のストーブの不始末	不明	SW	15	30	30
558,420	モーターの過熱	薄曇	WSW	13	14.3	54
5,467,169	マッチによりガソリン引火	曇	SE	15	20	55
801,870	ストーブ残火の不始末	晴	NW	10	15	26
857,808	取灰の不始末	晴	NE	10	10	74
1,517,292	不明	晴	W	13	15	66
2,187,000	たばこの吸殻	晴	WNW	7.1	12	48
19,326,390	機関車の飛火	薄曇	SSW	10.8	22.5	28
9,314,110	火鉢の残火の飛火	曇	SSE	21.7	53	82
710,572	不明	晴	ENE	13	13	39
6,987,069	漏電	曇	WSW	20.2	33.6	59
1,605,960	たばこの吸殻	晴	N	5.4	8	52
2,016,380	七厘こんろ	曇	NNE	14.5	21.7	61
{建物 5,088,258 {林野 143,000	こたつ	曇	SSE	14.8	25	50
4,022,041	たばこ	曇	SE	8.7	12.2	87
1,541,130	調査中	晴	SSW	9.3	17	53
360,000	煙突	曇小雪	SW	7.4	—	82
{建物 1,000,000 {林野 980	七厘こんろの不始末	曇	NNW	10.0	15.0	47
2,520,695	放火		SSW			

編　集　後　記

昭和26年に発足したわが防災研究所も，本年4月をもって満十才となった．この間，大小さまざまな災害がおこり，そのたびごとに調査に出かけ，現地の悲惨な有様を眼のあたりに見て，われわれの研究のあり方を反省し，かつ研究意欲を一段と燃やしてきた．10年一昔というが，防災研究所もこの10年で，量，質ともに大きく成長発展した．この十年史は，10周年記念事業の一つとして計画されたもので，10年間の成長の姿をこの機会に記録にとどめ，今後の研究所のあり方を考え，わが国を災害から護るわれわれの研究の礎とするために編纂された．

この企画は本年3月頃，他の事業とともに専任教授の集りで発案され，4月に入って十年史編集係を決め，その編纂を始めた．それから現在まで，内容の決定，各部門および関係者への原稿依頼や図面，写真の整理など，つぎつぎと編集を進めていったが，280頁にも及ぶ十年史の莫大な原稿や図面の取りまとめは，発行期日の切迫とともに1人や2人ではとうてい不可能なことが判明したので，宇治川水理実験所の教授，助教授全員に各章を分担して頂き原稿の整理をお願いした．また原稿の執筆と校正に当っては，研究所の皆さんに大変お世話をかけた．ここに厚く御礼を申し上げたい．

なお，この十年史は原則として本年8月1日現在までのものを載せたが，内容によってはそれ以後のものも含まれている．また背文字及びとびらの題字は佐々所長の筆によるものであることを記して謝意を表する．　　（岩垣雄一記）

京都大学防災研究所十年史

昭和36年11月15日　印刷
昭和36年11月25日　発行

編集者及び発行者　京都大学防災研究所

印刷者　小林積造

印刷所　日本印刷出版株式会社
大阪市福島区亀甲町2丁目62