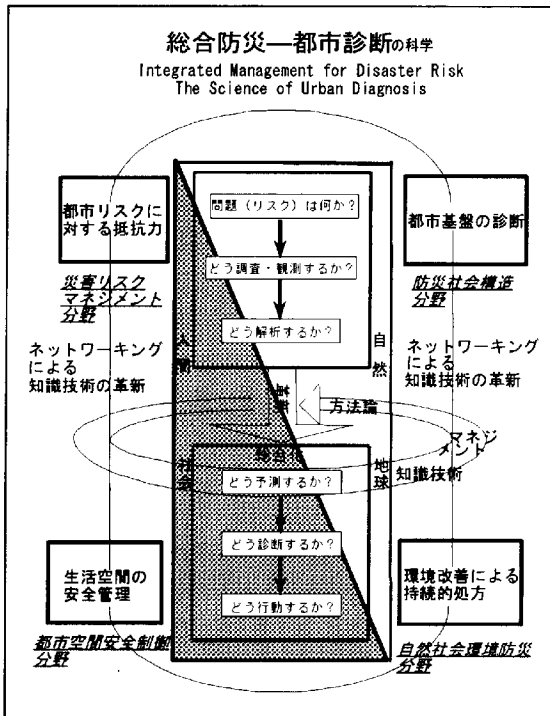


平成11年度 総合防災研究部門 研究活動報告

亀田 弘行

1. 総合防災研究部門の概要

総合防災研究部門は、阪神・淡路大震災における複合的都市災害の経験と、近年の都市構造の発展・拡大の現実をふまえ、総合的かつ長期的な視点に立脚する防災科学の研究を行うことを目的としている。



本部門は、「都市診断の科学としての総合防災」を確立することを目指し、図のような概念構成のもとで、4つの研究分野が協力して活動している。加えて、国際防災共同研究分野(外国人客員)を軸に、活発な国際交流活動を展開している。

以下、平成11年度の主な研究活動を報告する。

2. 災害リスクマネジメント研究分野の活動

総合防災における社会的課題に取り組むため、自然災害、環境災害など災害リスクの予測・評価理論、人間の社会活動の進化・変貌と複合災害・波及的災害などの自然災害との相互関係、災害の社会・経済的イン

パクトと災害文化としての定着過程などの研究を行っている。(岡田憲夫教授・多々納裕一助教授)

(1) 災害リスクを考慮した経済成長モデルの開発：一国の資本に大規模な損傷をもたらす災害をショック過程として表現し、最適な経済成長の経路を描写するモデルを開発し、これを用いて、防災投資によって生産資本の集積が加速される場合と減速する場合の2通りの場合が存在することを示した。

(2) 災害危険度情報の提供による土地利用の適正化に関する理論的研究：認知リスクのバイアスが生じる場合に、災害危険度情報の提供が均衡土地利用に与える影響に関する経済理論分析を行った。認知リスクのバイアスが存在する場合には、完全な情報を提供した場合でも、最適な土地利用を実現するためには土地利用規制等の都市計画的な手法が不可欠であることを示した。

(3) 阪神大震災の長期的影響に関する実証研究：統計的検定を駆使して、神戸港の取り扱い貨物量や人口等に震災が永続的ショックをもたらしていることを明らかにした。また、神戸市長田区を対象として、時空間GISを用いたデータベースの開発を行った。

3. 防災社会構造研究分野の活動

総合防災における物理的課題、および社会的課題とのインターフェースとしての情報課題に取り組むために、地震工学、ならびに防災情報論に基づき、社会基盤施設の地震時性能規範の評価法、リスク対応型地域空間情報システムに関する研究を行っている。(亀田弘行教授・田中 聡助手)

(1) リスク対応型地域空間情報システム(RARMIS)の開発：災害時における情報処理を目的として開発した災害管理空間情報システムを拡張し、平常時と緊急時が連続する情報処理システム RARMIS 概念を構築し、その実現形として時空間 GIS-DiMSIS を開発した。その実験的運用とともに、問題点の整理と実用化策の検討を

行った。

(2) 道路交通システムの地震時信頼性解析：災害発生時における道路交通システムの機能性能の評価手法の確立を目的として、阪神・淡路大震災における阪神高速道路の損傷データを用いた GIS 被害データベースを構築、これを用いて、高速道路橋の地震損傷曲線の算出と機能被害の検証を行った。

(3) 確率論的地震危険度評価：地震危険度評価の高度化を目的として、活断層の複数回の活動履歴を考慮した地震危険度評価の理論を定式化し、ケーススタディにより、活動履歴情報の影響を明らかにした。

4. 都市空間安全制御研究分野の活動

総合防災における物理的課題を対象として、都市、住空間の災害危険度評価の基礎、安全空間の性能の策定、防災都市空間における構成要素の最適信頼性設計法、生活空間の防災計画論などに関する研究を行っている。(鈴木祥之教授・林 宏康助教授)

(1) 耐震信頼性評価法と設計法：構造物の合理的な耐震設計法を構築するために、地震外乱や構造物に含まれる種々の不確定性・不規則性を考慮した構造物の地震応答解析法・耐震信頼度評価法に関する研究を行った。

(2) 制震構造システム：地震時における建築物の耐震性・機能性を保持するために、早期実現が望まれる制震構造システムの構造制御理論に基づいた制御アルゴリズムや制震装置について理論的・実験的研究を進めてきた。

(3) 都市空間の地震災害危険度評価と被害推定：京都市域地震応答観測ネットワークを用いて、地盤震動特性の評価と建築物群の震害予測推定に関する研究を行った。また、都市域の地震危険度解析や震害予測に関する研究を進めている。

(4) 都市空間の安全質向上のための社会システムの構築：都市空間構成要素の主要な位置を占める木造住宅の安全性を主として、安全で安心して住める都市住空間の創生・再生を目指して、木造建物の構造解析法や耐震性能評価法に関する研究を行うとともに、住宅

の検査制度・品質管理システムさらに性能保証や保険制度についても研究を進めている。

5. 自然・社会環境防災研究分野の活動

総合防災における環境的課題を対象として、都市域を中心とした開発行為及び防災行為に伴う環境変化によりもたらされる災害のメカニズムとその防止、人間活動の結果として生ずる環境汚染災害等の解明と防止策に関する研究を行っている。(萩原良巳教授・清水康生助手)

(1) 地域水循環システムの研究：震災・漏水・環境汚染などのリスクに対する防災・減災を図るため、淀川流域の水循環を階層的に捉えた水循環システムモデルの構築を行った。

(2) 環境創生型減災都市計画に関する研究：都市における自然社会環境の変化過程に関する分析を行うと共に都市域における自然的空間の配置に関する研究を行った。

(3) 高齢社会の都市構造変化過程の研究：アメニティに着目した都市構造変化過程のモデル化の研究を行うと共に生活者の目線でみた袋小路と高齢者の分布・活動に着目した災害弱地域に関する研究を行った。

(4) 開発と環境のコンフリクトに関する研究：心理学の態度変化過程を組み込んだ貯水池開発のコンフリクトモデルを構築し、長良川河口堰問題を検証した。

6. 国際防災共同研究分野(外国人客員)の活動

この分野では、外国人客員教授を3ヶ月～1年の期間招聘して、総合防災に関する国際共同研究を行う。平成11年度には、カナダのウォータールー大学工学部教授 Keith W. Hipel 氏が5月から12月まで外国人客員教授として滞在し、岡田憲夫教授、多々納裕一助教授と(1) 環境・水資源データの時系列統計分析に関するシステム論的研究、(2) 環境・水資源のマネジメントにおけるコンフリクトの調整に関するゲーム論的研究、(3) 都市災害リスクのマネジメントに関する意思決定モデルに関する研究、を実施した。

平成11年度 地震災害研究部門 研究活動報告

佐藤 忠信

地震災害研究部門は、強震動地震学研究分野、耐震基礎研究分野、構造物震害研究分野、耐震機構研究分野の4研究分野から構成されている。平成11年度の構成員は教授4、助教授3、助手3であった。以下に、各研究分野の平成11年度の研究成果を箇条書きにするとともに、特記すべき研究活動について紹介する。

1. 強震動地震学研究分野

1.1 震源過程と震源近傍強震動

1999年には8月トルコ・コジャエリ地震、9月台湾・集集地震とM7.5クラスの巨大地震が発生し、甚大な地震災害を引き起こした。特に台湾ではここ数年で整備された高密度の強震観測点において震源域で観測記録が得られた。これらの観測記録を用いて、上記2地震の破壊過程の推定を行った。得られた震源モデルからは、不均質な震源すべり分布が求められた。トルコ・コジャエリ地震に対しては、地表断層に対応する浅い深さのすべりだけでなく、深さ10~15kmにもすべりの大きい場所があることが推定された。台湾・集集地震では発震点付近にやや深部に大きなすべりがあるのに対して北部は浅部にすべりがあり、地表断層のすべり量分布と相関があることが示された。

また観測された地震動の分析から、震源域北西部で観測された地震動に顕著に見られる長周期（周期10秒程度）の速度パルス波は、断層破壊過程に支配されていることを示した。

1.2 震源の特性化と強震動予測

上記のような強震動波形の分析に基づく断層モデルに基づき、不均質な断層すべりを特性化した震源モデルと、それに基づく強震動予測手法の開発を行った。これまでに分析された不均質断層モデルから抽出された不均質震源パラメータが相似則を満たしていることを明らかにした。それらをもとに、地震学的、地質・地形学的な活断層の特性を加味したシナリオ地震の考え方を「強震動予測レシピ」の形で表し、1948年福井地震の震源域強震動評価や活断層情報を加味した歴史地震の地震動評価を行ってその手法の妥当性を検討した。今後この「レシピ」はトルコ、台湾地震などの実記録資料が豊富な地震で検討されていく必要がある。

1.3 大地震の地震動特性とその破壊力

台湾・集集地震の震源域での地震動特性を解明するため、台湾科学中心と中正大学と共同で、震源域における余震観測、微動アレイ観測による地下構造調査を行った。断層下盤側にあたる台中盆地の地下構造のモデル化が行われ、盆地側の表層S波速度がはじめて推定された。観測された地震動との分析によって地表断層付近の地震動特性の解明を行なっている。

2. 耐震基礎研究分野

2.1 光ファイバーを用いた地盤内ひずみ計測システムの開発

この研究では、地盤内に生じるせん断ひずみを直接計測するためのシステムの開発を行っている。センサー部に光ファイバーを導入してメカニズムを簡略化するなど実地盤への適用性の向上を図った。また、せん断土槽を用いた振動台実験を行い、その有効性を検証した。ひずみ計測のメカニズムとしては2種類を提案し、これらの比較を行った。振動台実験では、変位を変位計により直接計測し、この値と提案するひずみ計測装置により計測される変位とから求まる変位を比較した。実験の結果、変位計と提案する装置による変位量はよい一致を示し、提案する手法の妥当性を示すことができた。

2.2 モンテカルロフィルタを用いた構造同定

構造物の振動計測結果に基づいて時刻歴上で時々刻々と構造物の動特性を同定する手法はオンライン同定と言われている。オンライン同定では観測データの逐次処理が必要になるので、予測誤差法、カルマンフィルタ、H無限大フィルタ等を利用したシステム同定アルゴリズムが開発されてきた。こうしたアルゴリズムでは初期値の不確定性、システムの不確定性ならびに観測ノイズの確率分布特性をガウス型と仮定して理論体系が構築されている。したがって、一般性のある議論を行うためには、ガウス型以外の確率分布特性を取り扱える理論体系が必要である。

ここではモンテカルロフィルタを利用して、構造システムの動特性を同定するためのアルゴリズムを開発する。まず、モンテカルロフィルタの確率特性を表すパラメータが同定に及ぼす影響について考察を行った。

さらに、対数尤度を用いて最適な確率特性を表すパラメータを決定した。次に、逐次処理のアルゴリズムでありながら過去の観測値の影響を忘却することができる適応型モンテカルロフィルタを開発した。

2.3 位相情報を用いた地震動シミュレーション法

ウェーブレット変換の考え方を利用して、位相スペクトルに準拠した模擬地震動をシミュレーションするための方法論を示した。まず、既存の地震観測記録をウェーブレット変換し、各分解波を用いて、その群遅延時間の平均値と標準偏差、ならびに2乗積分値を地震のマグニチュードと震央距離の関数とする回帰式を作成した。次に、この回帰式を用いて分解波の群遅延時間をシミュレートし、それを振動数で積分することにより位相スペクトルを求め、位相準拠の模擬地震波形を合成できることを示した。

3. 構造物震害研究分野

本研究分野は、建築構造物、特に大空間構造物（シェル、トラス、膜構造）の地震災害の防止・軽減を図ることを目的とし、地震動の構造物への入出力特性、構造物ならびに構造物群の地震時挙動についての基礎的学理の究明を行っている。研究命題は以下のようになる。

- (A) 構造物の動的安定限界解析法の開発
- (B) 大張間曲面構造物の動特性および地震応答性状の解明と設計規範の確立
- (C) 最適化手法を用いた大空間構造物の形状決定法の確立
- (D) 不安定構造物の分類と体系化

平成11年度に行った具体的な研究課題として、(A),(B)に関しては「上下地震動を受ける球形シェル」および「水平周期外力を受ける球形シェル」の幾何学的非線形振動応答性状の研究があげられる。これらの研究では解析解を誘導したので、それに基づいた数値解析を通して、パラメトリックな調査が可能であり、何れの課題でもモード間の連成作用に注目して全体系の振動応答予測を試みた。「水平方向周期外力」に関してはモード連成作用効果による構造減衰とも呼べる振動応答性状を、時間軸に沿った数値解析を行うことなく予測することが可能となるパラメータの導出を行っている。本手法は球形シェルの水平方向周期外力のみを考慮するものであり、一般の構造物にはそのまま適用できるものではないが、本手法を拡張、発展させることで実地震動に対する一般的な構造物の動的不安定現象の解明に寄与できると考えている。

(C)に関係するものとして、「懸垂曲面形態形成の解析的研究」を行った。本研究は、形状決定法として多用される最適化手法を一切使用せず、軸対称シェルの形態を求めようとする新しい試みである。

また、上記の研究命題には含まれていないが、「RC梁中の波動伝播性状」について実験的・解析的に研究を行い衝撃力を受ける梁の応答性状を詳細に調べた。

4. 耐震機構研究分野

4.1 衝撃的地震力を受ける鋼管の局部座屈挙動

衝撃的地震荷重を受ける鋼管部材の局部座屈挙動を、軸方向衝撃荷重実験によって検討した。

衝撃荷重速度によって局部座屈発生位置が変化すること、またその理由として、波動伝播の影響が挙げられることを実証するとともに、管径方向の材端拘束も局部座屈位置に影響を及ぼし、鋼管中央部での局部座屈を誘発する拘束度が存在することを示した。

4.2 鋼材料の衝撃的せん断破壊

衝撃的な力を受ける鋼材のせん断破壊特性を、衝撃荷重実験によって検討した。衝撃力を受けるせん断破壊の特徴として静的せん断破壊に比べて、(1)せん断強度に対する寸法効果が大きい、(2)せん断変形がより支配的になる、(3)ディンプルパターンを有するすべり延性破壊モードを呈することを明らかにした。

4.3 鋼構造溶接接合部の耐震性能に関する日米比較

ノースリッジ・兵庫県南部地震における溶接接合部被害を受けて提案された日米の改良接合法の優劣と、それぞれの方法がもつ長所と欠点を、米国テキサス大学との共同研究を通じて検討した。両方法とも、地震以前の方法に比べて相当優れた耐震性能をもつことが明らかになった。日本接合部では溶接施工技量に対するロバスト性が、米国接合部では梁の横揺れ座屈防止のための補剛が、今後の問題点として浮かびあがった。

4.4 鋼構造骨組梁連鎖破断のメカニズム

鋼構造骨組において、一つの梁端破断が他の破断を誘発してゆく現象（連鎖破断）を、弾塑性理論を用いて検討した。ある破断に伴う応力再分配は、特に塑性化が進行している状態では破断箇所近傍に限られていること、応力再分配による連鎖破断は破断回転量のばらつきが小さいほど起こりやすいことを明らかにした。

5. 研究活動

本研究部門の構成員が主催した、研究集会、国際ワークショップなどを以下に列挙する。

- (1) 非線形構造同定と構造物のヘルスマonitoringに関する日米ワークショップ：日時；平成11年11月19-20日；場所；中央電機クラブ；参加者；日本側14名 米国側4名 日米以外の国3名
- (2) 都市直下型地震による構造物の衝撃破壊の解明と防止策に関するワークショップ：日時；平成11年12月4-6日；参加者；28名
- (3) 大型鉄骨建屋の合理的耐震設計に関する研究：日時；7/22-8/6；参加者；10名
- (4) 活断層の危険度評価と強震動評価研究会：日時；平成11年8月5-6日；場所；芝蘭会館；参加者；約40名

平成11年度 地盤災害研究部門 研究活動報告

千木良雅弘

1. 活動の概要

地盤災害研究部門では、低平地および斜面の地盤災害と地盤環境について研究を進めている。1999年度の活動では、継続的な基盤研究に加えて、各種地盤災害とその評価、地盤災害低減のための地盤改良技術、廃棄物・地盤環境問題への取り組み、広島豪雨災害の現地調査と解析、文化遺産地区における地すべり災害予測の研究、大規模崩壊の前兆現象に関する研究、地震の影響を受けた急斜面の地形変化に関する研究、および学協会との協力と国際協力などが特記される。

2. 構成メンバー

1999年度の地盤災害研究部門は、下記のスタッフで構成されている。

地盤防災解析分野: 嘉門雅史 (地盤工学, 環境地盤工学), 三村 衛 (地盤工学), 勝見 武 (地盤工学, 環境地盤工学, 1999年3月に転出)

山地災害環境分野: 千木良雅弘 (災害地質学), 諏訪 浩 (水文学), 斎藤隆志 (水文学)

地すべりダイナミクス分野: 佐々恭二 (地すべり学), 福岡 浩 (地すべり学), 竹内篤雄 (物理探査学)

傾斜地保全分野: 奥西一夫 (水文地形学), 中川 鮮 (物理探査学, 2000年3月に定年退官)

3. 研究活動

3.1 低平地地盤災害の評価とその防止対策の開発

低平地地盤災害の代表である液状化災害に関して、そのポテンシャル評価のためのRIコーンの適用性を室内凍結試験ならびに数値解析によって実施した。さらに、ジオシンセティック水平排水材を軟弱地盤補強盛土へ適用して、静的・動的安定性を現場試験施工と数値解析とによって明らかにした。

3.2 環境地盤防止のための研究

地盤環境問題の中でも重要な課題である、廃棄物の処理と地盤工学的有効利用に関する研究を継続的に実施し、廃棄物の有効利用に伴う環境影響の評価

を行うとともに、地盤環境保全の立場からの廃棄物処分場の合理的設計のあり方に関する提言を地盤工学会から行った。

3.3 広島豪雨災害の現地調査と解析

1999年6月29日の豪雨によって、広島市および呉市に数多くの崩壊が発生した。当部門では、災害直後に日本地すべり学会の緊急調査団のメンバーとして調査を行うとともに、その後も現地地質調査・室内力学試験を続け、次のことを明らかにした。今回の災害の大部分は風化した花崗岩の崩壊と土砂の流動化による。広島市に布する花崗岩は、流れ盤斜面を構成する微少割れ目(マイクロシーティング)を生じやすいもので、それが今回の崩壊多発の素因となった。風化しマサは、せん断によって粒子破碎を起こし、そのため、異常に高い間隙水圧を発生し、高速で長距離を移動しやすいものである。

3.4 高速流動性崩壊に関する研究

1999年の広島県豪雨災害、1998年福島県南部豪雨災害、1997年鹿児島県出水崩壊・土石流災害など、近年多発している高速流動性崩壊の運動メカニズムを明らかにするため、これらの被災地で試料を採取し、リングせん断試験機を用いて、土砂の変形、破碎、および間隙水圧の発生挙動を調べた。その結果、マサ、凝灰岩、風化安山岩、いずれも粒子破碎を起こし、高間隙水圧を発生した結果、流動化する性質を持っていることが明らかになった。

3.5 大規模崩壊の前兆現象

大地震や豪雨によって発生した大規模崩壊の前兆的地質構造と地形に関して、我が国で発生の記録を有する大規模崩壊地を対象として調査・研究した。その結果、非火山地域においては、地質構造が3つのタイプに大まかに分けられること、また、前兆的な地形として、多重山稜が認められる場合が多いことが明かとなった。

3.6 地震の影響を受けた急斜面の地形変化と花崗岩の再風化

兵庫県南部地震によって形成された小崩壊地の上方の平坦な尾根上で、地盤浅層の強度分布、土壌水分率の変化、亀裂の拡大を調査・観測した。その結

果、地震動は花崗岩を断層破砕帯や節理などを境にブロック化し、ブロック境界に雨水が急速に浸透してブロック間の動きを助長し、ブロック間の結合を弱めていることが推察された。

風化した花崗岩は地表にさらされると再び急激に風化する。このことを、12年前に掘削された斜面において確かめるとともに、斜面表層部での降雨に反応する含水率変化を、高密度電気探査によって可視化するのに成功した。

3.7 文化遺産地区における地すべり災害予測の研究

1999年9月にユネスコ本部において、「IGCP-425文化遺産と地すべり災害予測」に関する国際会議を開催し、世界各国の文化遺産地区に地すべり危険度予測の研究について討論し、今後の研究を推進するため、その中核としてユネスコ防災研の間で研究協力協定を締結することに合意した。また、1月に国際地盤工学会 ATC-9（文化遺産の地すべりからの保護）研究会をユネスコ文化遺産部の野口英雄氏を招聘して東京で開催した。また、中国西安市・華清池地すべり地における伸縮計自動観測装置の設置とペルーのインカ遺跡「マチュピチュ」の現地調査を実施した。

4. 学協会との協力および国際協力

「ユネスコ京都大学防災研究所の間の研究協力合意覚え書き」

「21世紀最初の四半世紀における環境と持続できる開発のための鍵としての地すべり危険度軽減と文化・自然遺産保護のための研究の推進に関する協力」に関する覚え書きが、当部門佐々恭二教授の努力により、1999年12月にUNESCO事務局長・松浦晃一郎と京都大学防災研究所長・池淵周一との間で交わされた（UNESCO/DPRI-MoU）。

斜面災害研究推進会議

我が国の斜面災害に関する研究を推進するため、全国の斜面災害に関連する大学および9省庁の国立研究機関の研究者の参画のもとに、斜面災害研究推進会議が平成10年5月29日に発足した（会長：佐々恭二、事務局：京都大学防災研究所）。これは、斜面災害の予知と災害の軽減に関する研究を推進するために、関連研究機関の間で情報交換を行い、可能な研究協力を実現するとともに研究基盤・環境の整備充実を図ることを目的とした組織であり、その運営には防災研究所の研究員等旅費等が用いられている。平成11年度は4回目の会議を豪雨により多大な被害を受けた直後の広島で開催した。また、それに引き続いて「平成11年6月の広島豪雨災害などに関する

公開シンポジウム」（於：広島大学）を京都大学防災研究所の後援のもとに開催した。さらに、平成12年1月には日本大学理工学部において第5回目の会議を開催した。

「流動性の高い斜面崩壊に関する研究委員会」

（社）日本地すべり学会の研究委員会として1999年6月の広島豪雨災害のあと、を提案し、研究を実施した。

5. 主な研究プロジェクト

5.1 防災研究所の共同利用プロジェクト

- 10P-1 大規模崩壊の地質・地形特性の研究（代表者：千木良雅弘）
- 11P-3 環境地盤災害防止（代表者：嘉門雅史、社団法人地盤工学会と共催）
- 11S-1 山地斜面、河川水系、海岸を通じての物質移動の環境・防災的意義（代表者：杉本隆成（所内奥西一夫））
- 11S-3 地すべりデータベースの研究（代表者：福岡浩）
- 11G-3 GISを活用した中部山岳地域南部における土砂流出の研究（代表者：小口高（所内千木良雅弘））
- 11G-11 地すべりの移動機構と移動土塊の変形についての研究（代表者：新井場公德（所内末峰章））
- 11G-17 粘性土地すべりと結晶片岩地すべりの発生機構に関する比較研究（代表者：丸井英明（所内佐々恭二））

5.2 その他

「文化遺産地区及びその他の社会的価値の高い地区における地すべり災害予測と軽減」UNESCOと国際地質学連合の共同プロジェクトである国際地質対比計画(IGCP)の一つとしてを実施した。

「中国西安市における地すべり災害予測の研究」科学技術庁・科学技術振興調整費「アジア・太平洋地域に適した地震・津波災害軽減技術の開発とその体系化に関する研究」(EQTAP)のサブプロジェクトの一つとしてを実施した。

6. 研究論文および著作

平成11年度の研究成果は、29編の論文、9編のProceedings掲載論文、16編の報告書、および2編の著書にまとめられた。

研究論文と著作については、下記のホームページから辿ることができる。

<http://geo.dpri.kyoto-u.ac.jp/division-J.html>

平成11年度 水災害研究部門 研究活動報告

寶 馨

1. はじめに

京都大学防災研究所水災害研究部門において平成11年4月～平成12年3月の間に行った主な活動についてその概略を報告する。なお、平成11年度の水災害研究部門の構成は下記のものであった。

土砂流出災害研究分野	高橋 保 教授
中川 一 助教授	里深好文 助手
洪水災害研究分野	寶 馨 教授
立川康人 助教授	市川 温 助手
都市耐水研究分野	井上和也 教授
戸田圭一 助教授	
海岸・海域災害研究分野	高山知司 教授
間瀬 肇 助教授	吉岡 洋 助手
非常勤講師	野口正人 長崎大学教授
	田中光宏 岐阜大学助教授
非常勤研究員	牛山素行 (COE研究員)
研究担当	淡路敏之 理学研究科教授
	酒井哲郎 工学研究科教授
	椎葉充晴 工学研究科教授
	細田 尚 工学研究科助教授
	長田信寿 工学研究科助手
技術室技官	中村行雄, 藤木繁男, 吉田義則
事務補佐員	植本容子, 滝上未絵, 神崎景子, 白井留美子, 木田みどり

2. 水工学特別セミナー

平成11年4月27日(火) 京都大学防災研究所
講師: Dr. Hubert Chanson (オーストラリア・クイーンズ大学上級講師 (豊橋技術科学大学客員研究員))
講演題目: Topic 1: Air entrainment by plunging jets: the

impingement region and the very-near flow field

Topic 2: Current expertise and experience on stepped channel flows

3. 水災害セミナー

特別事業のチェックアンドレビューを目的に、学外からコメンテーターを何人か招いて、当部門で考えている水系一貫した水災害解析システムの紹介ならびにそれに関連する諸課題について議論した。

平成11年12月15日(水) 京都大学防災研究所

第1部 学際的取り組みとその課題

この事業への水災害部門のこれまでの取り組み、これから行うべき課題の整理とそれに対するコメントを戴いた。

[0] 特別事業について (寶)

[1] 流域一貫した土砂・水移動をシミュレーションすることの意義 (中川)

コメンテーター: 橋本晴行 (九州大学)

[2] 都市水害シミュレーションシステムと土砂・流出シミュレーションシステムとの統合 (戸田)

コメンテーター: 岡部健士 (徳島大学)

[3] 河川計画・海岸計画と極値統計学 (寶)

コメンテーター: 田中茂信 (建設省)

[4] 都市水害と海岸海域災害 (間瀬)

コメンテーター: 滝川 清 (熊本大学)

[5] 水理・水文データベースの構築 (立川)

コメンテーター: 森山聡之 (熊本工業大学)

第2部 土砂流出・洪水流出の統合モデルの構築に向けて

特に、土砂流出・洪水流出に関する取り組みに対する議論を行った。

- [1] 阿武隈川の土砂輸送（真野 明（東北大学））
- [2] 山岳流域からの土砂流出（里深）
- [3] 山地流域における水・土砂移動モデルの結合（市川）
- [4] 総合討論

4. 研究集会

- [1] 防災研究所・研究集会（一般） 11K-3「国土の改変に伴う土砂移動現象の変化と自然環境」（代表：橋本晴行（九州大学））平成 11 年 10 月 29 日（金）穂高砂防観測所
- [2] 防災研究所・研究集会（特定） 11S-2「防災 GIS の現状と展望に関する分野横断的研究フォーラム」（代表：寶 馨）平成11年11月2日（火）宇治キャンパス・木質ホール
- [3] 「水文過程のリモートセンシングとその応用に関するワークショップ」（代表：寶 馨）平成 12 年 1 月 6 日（木）東京・宇宙開発事業団地球観測データ解析研究センター

5. 共同研究

- [1] 防災研究所・特定共同研究 11P-2「豪雨による都市水害モデルの開発とその治水計画への応用」（代表：井上和也）平成 11 年 8 月 5 日，平成 12 年 1 月 12 日に研究打合会議を開催。
- [2] 平成11年度防災研究所リーダーシップ支援経費による研究「インターネット時代における簡易遠隔水文観測情報収集システムの試作」（代表：寶 馨）

6. 研究発表

- [1] 口頭発表（10分程度のものは除く）：公開講座、セミナーなど 12 件（うち英語1件）。
- [2] 防災研究所年報：14件（うち英文2件）。
- [3] 論文集等：52件（うち英文17件）。
- [4] 著書：3件。
- [5] その他：6件（うち英文1件）。

7. 突発災害調査

神戸・新湊川氾濫 寶・戸田・市川・椎葉

広島・豪雨土砂災害 高橋・寶・中川・立川・里深・市川・牛山
福岡・都市水害（御笠川氾濫）井上・戸田・市川
三重・藤原町西之貝戸川土石流 牛山
熊本・高潮災害（八代海） 間瀬
神奈川・玄倉川出水 牛山
長野・篠ノ井の地滑り 牛山
長野・松本市稲倉の土砂災害 牛山
台湾・集集地震に伴う河川災害
高橋・中川・里深
ベネズエラ・豪雨土砂災害 高橋・中川

上記のうち、広島と福岡の災害については平成11年度科学研究費補助金・特別研究促進費「1999年6月西日本の梅雨前線豪雨による災害に関する調査研究」（代表：福岡捷二広島大学教授），ベネズエラの災害については平成11年度科学研究費補助金・特別研究促進費「1999年ベネズエラ国で発生した洪水・土砂災害に関する調査研究」（代表：高橋保教授）により突発災害調査を実施した。

8. 国際交流等

(1) 外国人研究者の招聘等

平成11年9月21日～12月17日

李草軍（中国・青島海洋大学教授）

平成11年10月1日～平成12年9月30日

Nining Sari Ningsih

（インドネシア・バンドン工科大学講師）

平成11年12月5日～12月18日

Baxter E. Vieux（米国・オクラホマ大学助教授）

平成11年8月1日～9月29日

程曉陶（中国・水利水電科学研究院

災害・環境研究中心 副主任）

(2) 研究生

平成11年10月1日～平成12年9月30日

董 胜（中国・青島海洋大学副教授）

平成11年6月1日～平成12年3月31日

楊 磊（中国・水利水電科学研究院）

(3) 在外研究

平成10年9月1日～平成11年6月30日

立川康人助教授（米国・オクラホマ大学）

平成11年度 大気災害研究部門 研究活動報告

岩嶋樹也

1. 序

大気災害研究部門は、**災害気候研究分野・暴風雨災害研究分野・耐風構造研究分野**の3研究分野で構成されている。大気災害の軽減・防止に資することを目的として、大気乱流・局地気象・豪雨・台風・大気循環・大気組成の変化とそれに起因する異常気象や気候変動・変化の機構、および強風・乱気流が建物や構造物に与える影響に関する研究を理学・工学の両面から進めている。

今年度は、部門の研究活動として「**大気災害をもたらす異常気象時の大気環境に関する研究**」を行った。これは、これまで各地方自治体毎で、台風襲来時などに限定的・個別的に使用してきた地方自治体消防本部の防災用気象観測装置による気象データを、広域観測網として組織・構成して防災研究に活用するための基礎的研究である。

2. 災害気候研究分野の研究活動

異常気象とその発現過程、気候変動原因とその機構を解明することを目標にして、次のような研究課題に取り組んできた：大気組成の変化とその気候及び災害への影響；大気大循環の変動による長雨・旱天・異常高低温などの異常気象の発生；大規模な大気と陸面・海面の相互作用とその気候への影響；東アジアにおけるモンスーンの消長とその異常；京都盆地・琵琶湖等の地域的風系など局地気候の解明と霧・海塩による災害。

1) **対流圏大気微量成分の変化**：数値モデルによる基礎的研究としては、「**グローバル・モデルによる大気中二酸化炭素分布のシミュレーション**」を行い、また、対流圏硫酸化合物の収支を明らかにするため、3次元輸送-化学モデルを使って「**汚染大気における硫酸化合物濃度の季節変化**」の研究を進めた。二酸化炭素に劣らず重要な温室効果気体の**大気メタン**や**オゾン(オキシダント)**についての**観測的・解析的研**

究を進めた。これは、人間活動が集中し、特有の発生・消滅源が存在している都市域とその周辺の実態や挙動の解明を目差したものである。愛知県や京都府南部域を研究対象にして、既存の観測網と独自の観測によるデータを活用した。特に、海上を含む都市域周辺の大気微量成分(バックグラウンド)濃度分布を明らかにするために、**防災研究所一般共同研究11G-1「伊勢湾と湾岸都市域およびその周辺における大気微量成分の動態解明**」を実施した。また京都府南部域に台風が襲来した際の、大気微量成分(オゾン・メタン)の分布と変動を調査した(「**都市域とその周辺における大気微量成分濃度とその変動(I)**」)。

2) **異常気象**：日最大降水量極値の解析的研究成果を「**『気候変化・変動-過去・現在・未来-』に関する国際会議(CCV99)**」で発表した。

3) **大気循環の変動**：以下の4課題の研究を進めた。南半球における偏西風・高低気圧擾乱の相互作用；熱帯対流圏温度場とアジアモンスーン・ENSOシステム；中緯度偏西風帯の準定常ロスビー波；熱帯降雨域における大気構造の観測。

4) **局地気象に関する研究**：三次盆地における霧の観測的研究(防災研究所一般共同研究11G-5「**盆地における霧の発生及び維持機構とその予知に関する研究**」)を実施した。

3. 暴風雨災害研究分野の研究活動

台風・竜巻・集中豪雨などの気象現象について、それらの構造や発生・発達機構、様々な規模の大気運動間の相互作用、大気環境の変動を解明することを目的にして、次のような研究課題に取り組んでいる：乱流構造・乱流輸送機構と大気境界層、雲物理・降水過程およびそれらの計測法；集中豪雨・竜巻・ダウンバーストなどのメソ異常気象の機構と実時間監視、災害予測法；台風の機構とそれに伴う暴風雨；温帯低気圧及び巨大積乱雲の異常発達；大気汚

染物質の長距離輸送・反応・沈着機構と酸性雨など大気環境の変動。

1) **アジア域エネルギー・水循環研究**：チベット高原上で得られた乱流計測データをもとに、陸面から大気への顕熱・潜熱フラックスを算定して、その季節変化を解析した。中国科学院蘭州高原大気物理研究所と協力して、チベット高原上の5カ所の自動気象観測を継続している。また、GMSデータを用いて、アジア熱帯域の降水特性についての解析を進め、これをまとめた。

2) **大気乱流**：潮岬における観測データを用いて大気中の組織的乱流構造の解析を行った。災害観測実験センター・信州大農学部と共同して、植物群落上の乱流観測を実施した。また、二重拡散対流を伴うK-H渦に関する数値実験を行った。

3) **集中豪雨**：1998年8月下旬に発生した那須豪雨時の総観気象場の解析を行い、大気中層における乾燥域貫入の重要性を示した。さらに、箕面豪雨時の関西空港レーダーによる観測データや高知豪雨時の地上観測データの解析を行った。

4) **強風災害**：奈良県における強風(T9807)の解析を進めた。これに関連して、リーダーシップ支援補足経費によって、奈良県内2カ所の消防署からの電話回線による気象データの自動収集試験を実施した。台風18号(T9918)にともなう愛知県東三河地方で発生した竜巻の被害調査、それに関連する気象データの収集・解析を行った(文部省科学研究費突発災害)。**防災研究所特定共同研究11P-3「局地的強風の全国調査」**を進めた。

5) **大気環境変動**：エアロゾルの熱力学平衡に関する数値実験結果をまとめた。また、東アジア域の酸性雨特性とこれに及ぼす黄砂の影響を数値シミュレーションにより調べた。

6) **メソ数値モデル**：米国で開発されたメソ気象数値モデル(MM5)を導入し、これを用いて気象災害の解析を開始した。今年度は、気象庁の領域客観解析データ(RANAL)の入力機能を作成し、台風18号(T9918)のシミュレーションを試みた。上記のように東三河地方で発生した竜巻と関連する、熊野灘から東三河地方へ移動するメソ低気圧の再現に成功した。

4. 耐風構造研究分野の研究活動

自然風の性状・建物周辺の気流・構造物の耐風設計法・新しい計測手法について、風洞実験・野外観測・数値計算・被害調査等により研究を進めている。

1) **風洞実験**：市街地火災の延焼性状を明らかにし、その予測モデルを開発するために、強風下における火災流の基本的性状を風洞実験によって調査した。乱流場の風速・温度変動が同時に測定できるように実験環境を整備して、基本的な温度・熱の場についての測定を可能にした。

2) **野外観測**：潮岬風力実験所の野外観測場に設置した、大きさの異なる3つの正方形断面角柱模型を使って、下記の観測を行った：パーソナルコンピュータによる多点データ計測システムを用いて、角柱模型壁面の200点以上の測定孔に加わる風圧力の多点同時計測を行い、角柱模型に作用する風圧力の時間的・空間的変動をとらえた。また、角柱周辺に超音波風速計・多面体型静圧検出器および円盤型静圧検出器を配置し、角柱周辺の流れと静圧も同時に測定した。さらに、電話回線を使った遠隔操作および同時モニターを可能にする高機能型データ収録システムの構築を進めた。

3) **数値計算**：建物の耐風設計上重要な風圧・風力と接近気流の性状との関係を明らかにするために、自然風と同じ統計的性質をもった乱流場の数値的作成法の開発を進めてきた。今年度は、同手法により設定した流入境界条件下で、建物周りの非定常乱流場の数値計算をラージ・エディ・シミュレーションの手法により実施した。これを風洞実験による結果と比較して計算手法を評価した。その結果、上記の手法によって乱流境界層内における建物周りの乱流場が再現可能であることを確認した。

4) **強風による被害調査**：1999年5月3日に米国オクラホマ州で12系統の雷雲から62個のトルネードが発生し、これにより死者44人・全壊家屋3016戸という大きな被害が生じた。耐風構造研究分野はオクラホマ大学とともに被災地を調査した。また、1999年9月24日に九州地方を縦断した台風9918号により、熊本県鹿島村で最大瞬間風速83m/sを記録するなど、各地で記録を更新する強風が吹き、八代海沿岸地域で高潮による死者12人を含む甚大な人的・建物・鉄塔・農林被害がもたらされた。本研究分野では、愛知県豊田市・山口県小野田市の竜巻被害、八代海沿岸地域における建物被害について現地調査および航空機による空からの被害調査を行い、強風による建物被害の実態と特徴について調査した。また、建物の被害状況や航空機からの映像によって建物被害率を推定する新しい方法の有効性を検討した。

平成11年度 災害観測実験研究センター 研究活動報告

今 本 博 健

1. はじめに

災害観測実験研究センターでは、観測所および実験所が共同して、災害外力となる、水象、気象、海象および土砂環境に関わる自然現象の総合的観測実験研究を行っている。特に、大気乱流・波浪・吹送流系、波浪による海底地盤の液状化、降雨予測と土石流、地すべり等の大気、水、土砂の相互作用を現地スケールで究明することに重点をおいた研究活動を展開している。

平成11年度の各研究領域の主な研究活動を以下に報告する。

2. 災害水象研究領域の研究活動報告

2.1 宇治川水理実験所

(1) 複断面蛇行開水路流れに関する研究：流れが高水敷に及ぶ洪水時の流れを対象に、低水路を移動床とした複断面蛇行水路における流れの構造とそこに形成される河床形状との関係を実験的に検討している。本研究は、英国ラフバラ大学及び摂南大学の研究者と共同で行っている。

(2) 開水路凸部死水域内の流れと物質輸送に関する研究：ワンド内の流動、主として循環流の形成と主流部との流体交換、およびそれらに基づく物質の輸送機構に関する基礎的な検討として、直線水路の片側に設置した高水敷の一部に矩形の低水路凸部を設け、速度計測と流れの可視化を行う。

(3) 斐伊川における洪水観測：斐伊川において、1993年から洪水時の流況と河床形状の同時観測を行ってきた。観測結果に基づいて、洪水流の非定常特性、河道の抵抗特性、砂州および砂堆形状の時間変化と移動特性および流砂量の時間変化特性について検討している。

(4) 沿岸域の流れに関する研究：内湾域における潮流を対象とした模型実験や、強風・波浪により生成される流れに関する現地観測などを通じて、沿岸域における流動の実態の把握・理解を進展させる研究を行う。

3. 気象海象研究領域の研究活動報告

3.1 大潟波浪観測所

(1) 広域海浜流・漂砂の観測と海浜変形モデル：冬季季節風による日本海沿岸の海浜変形には、波浪と海浜流だけでなく吹送流も加わった広域海浜流が大きく寄与していることを観測から明らかにした。当観測所では、新潟県と共同で、広域海浜流の観測を実施するとともに、それによって起こされる広域漂砂と海浜変形の予測モデルを開発している。

(2) 安定海浜の形成と海岸保全：防災・環境・景観を総合的に考慮した沿岸域の開発と保全の立場から、海岸構造物主体のハードな海岸保全から砂浜の回復、造成を主体としたソフトな海岸保全へと移行すべきことを提唱してきた。このため、観測棧橋を用いた碎波帯での波浪、海浜流、漂砂の観測事実から海浜を安定させて保全する「安定海浜工法」を確立するための基礎的研究を行っている。

(3) 河口部の土砂水理：河川流送土砂を河口部で効率的に海岸漂砂へ移行させるための河口処理法を検討している。その基礎研究として、河川流、波浪、海浜流を同時に考慮した混合砂礫の流送のダイナミクスに関する研究を行っている。

3.2 白浜海象観測所

(1) 田辺湾における赤潮発生予測—海水流動・生態系の観測と数理モデル—：近畿大学、東京水産大学との共同研究として、田辺湾における赤潮の発生機構の解明と予測法の開発を行っている。急潮による湾内海水の交換機構とプランクトン細胞数の変動特性を観測により明らかにするとともに、海水流動・生態系の数理モデルを構築している。

(2) 極浅海域での高潮ダイナミクス：極浅海域での高潮の発生、発達を再現するためには、波浪・潮流・高潮の相互作用を考慮したモデル化が必須である。当

観測所では、砕波せん断応力の概念を提案し、これによる極浅海域での高潮数値モデルを開発している。また、風洞水槽実験（岐阜大学）および高潮観測塔を用いた大気・海面過程の実験、観測により、このモデルのパラメータ同定および検証を行っている。

(3) 大気・海水循環系モデル：海上風および海水の流動を再現するために、大気乱流モデル、波浪推算モデルおよび3次元海水流動モデルを結合した大気・海水循環系の3次元シミュレーションモデルの開発と気象海象観測システムによるモデルの検証を行っている。

3.3 潮岬風力実験所

(1) 強風時の自然風の性質に関する研究：台風や、冬季の季節風時に、野外実験場の地上高26mの観測等に設置した超音波風速計や風車型風速計で、強風時の大気接地層の乱流構造を観測している。平均値や標準偏差、スペクトルなどの統計解析だけでなく、条件付き採集法や、ウェイブレット解析を用いた非定常な現象の解析も行ない、乱流輸送機構を解明している。

(2) 大気境界層の風速場の構造に関する研究：音波探査装置（ドップラーソーダー）を用いて、高さ400m程度までの、風速の3成分を観測し、台風通過時の風速場の内部構造を明らかにした。また、潮岬の地形による風系の変化についても定量的に評価した。

(3) 構造物の耐風性に関する研究：比較的簡単な形状の実大模型を用いて、強風時に屋根面や外壁にかかる風圧分布や振動を計測し、その非定常な振る舞いを解析した。その結果は、耐風設計に応用されている。

4. 土砂環境研究領域の研究活動

4.1 水際地盤学研究領域

(1) 波浪による海底地盤の液状化機構と土砂移動過程の研究：防波堤や海岸堤防などの沿岸防災施設の機能確保、ならびに海岸環境保全を目標にして、遠心力場波浪実験法を開発し、厳しい波浪負荷のもとにおける粒状土地盤の液状化機構と後続の土砂移動過程を詳しく調べている。

(2) ウォータフロント施設・地盤系の強震動応答解析に関する研究：高地震活動域における護岸構造物の耐震性能評価や耐震補強デザインに資することを目標として、粒状土の繰返し塑性構成式を組込んだ動的有限要素解析コードを開発し、液状化に至る地盤の塑性変形挙動の解析を可能としている。

4.2 徳島地すべり観測所

(1) 移動土塊中の土圧測定：地滑りが起こっていると、斜面の上部では主働土圧状態、中間ではせん断域、

下方では受働域であると言われている。しかし実際に土中でどの様になっているかという事は十分に計測されていないのが実状だと思われます。このことを明らかにするため、にテストフィールドで実際にボーリングを行って、パイプ歪み計の表面に土圧計をつけて観測を行っている。その結果少しずつ土中の状態が明らかになってきている。

(2) 地すべりの発生機構の解明：地すべりが起こっている時、斜面の何処から最初に動きが始まるのかという事を明らかにすることは、対策工をする場合にも重要な情報である。このことを明らかにするために、地すべり地にパイプ歪み計や伸縮計を密に配置して、また測定間隔も短くして観測を行っている。その結果地すべりの核が複数あるという興味ある事実が明らかになってきている。

(3) 林道が地すべりにおよぼす影響評価：一般に地すべり地内に林道を建設すると地すべりに色々な影響を及ぼすと言われている。しかし長期間の地すべり地で観測を行ってその中に林道が建設されている現場は非常に少ないのが実状である。当観測所が観測を行っている現場に林道が建設されつつあるので、この機会を利用して、水収支や地表面や地中の動きの観測から、林道が地すべりにおよぼす影響を明らかにしようとしている。

4.3 穂高砂防観測所

(1) 山地流域における降雨の流出に関する研究：山地流域における流水の水質は、雨水の流出経路の地質などの場の情報が含まれている。山地流域における雨水の流出機構を明らかにするために、ヒル谷流域の出口での採水サンプルの水質データと水文データについて検討している。

(2) 洪水時の濁水に関する研究：洪水時に発生する濁水は上流域の場の特性を反映しており、流域の土砂環境を評価する一つの指標となる。ヒル谷流域の出口で観測される濁水・電気伝導度・水質などと流域内の土砂生産の特性の関係について検討を行っている。

(3) ダムなどからの排出土砂と溪流環境に関する研究：ダム貯水池からの排砂が河道や生息生物に与える影響を評価するために、ヒル谷試験ダムの排砂実験によって、1. 生息生物、2. 生息環境、3. 流出土砂の伝播と河床形態、4. 氾濫土砂などが環境に与える影響について検討している。

(4) 土石流発生の検知に関する研究：土石流災害の軽減には、土石流の発生を早く・確実に検知する事が重要である。種々の土石流検知センサーの活用法を開発するために、現地において音響・振動センサーの特性の比較と振動の伝搬特性の観測・調査を実施している。

5. おわりに

以上、平成11年度における各研究領域の研究活動の概略を示した。災害観測実験研究センターは、大気災害、水災害、地盤災害等の研究組織と協力しあわな

ければならない研究テーマを多く抱えていることが理解していただけたものと思う。今後、関連の研究部門と密接な連携をとりながら、災害外力となる自然現象の総合的観測実験研究を推進するとともに、研究成果の社会への還元および情報発信が行えるような研究体制を構築して行きたい。

平成11年度 地震予知研究センター 研究活動報告

島田 充彦

1. はじめに

地震予知研究センターは、地震発生とその予知に関する研究を総合的に推進するために、平成2年6月、防災研究所および理学部にあった地震予知に関連する研究部門・センター・観測所を統合・再編成し、新たに防災研究所附属施設として設置された。

本研究センターは、固体地球科学を基礎とした多くの研究分野の緊密な協力によって、地震発生のメカニズムの解明、それに基づく地震予知とそのための技術開発を目指して研究を行なっている。これらに基づいて最終的に地震予知のための手法を確立し、地震災害の軽減に資することを目的としている。このための研究組織として、8研究領域（地震テクトニクス・地震発生機構・地殻変動・地震活動・地震予知計測・地震予知情報・総合処理解析・リアルタイム地殻活動解析）、1客員研究領域（地球内部）が設けられている。これらに合わせて地震予知の研究には不可欠な8観測所（上宝・北陸・逢坂山・阿武山・屯鶴峯・鳥取・徳島・宮崎）がセンター附属の観測所として配置され、西南日本に展開する地震、地殻変動などの広域総合観測網における多項目観測の総合解析を実施するとともに理論的研究との有機的連携に努めている。

平成11年度現在の構成員数は教員28名（内容員1名・非常勤研究員1名、ほか非常勤講師2名・研究担当9名）、職員23名（内技術室所属14名・日々雇用3名・時間雇用3名・研究支援推進員2名）、学生23名である。

平成10年8月測地学審議会の建議に基づき「地震予知のための新たな観測研究計画」が平成11年度から開始された。現在、それに基づく特別事業（断層の回復過程の研究―野島断層・地殻不均質構造の評価と大地震発生のモデリング・直前過程における地殻活動・地震時および地震直後の震源過程と強震動）を実施しており、野島断層の回復過程や、

大地震発生域での流体の存在による地震波反射層の発見、GPS 稠密観測や電磁気学的観測による活断層周辺微細構造の解明など多大の成果を挙げつつある。また、観測所において観測されたデータは全国関連研究者に提供して利用されてきており、観測所の施設そのものもそれぞれの地域における各種観測の基地として、関連研究者に利用されている。

地震予知研究は、災害の大きさから、防災学の立場から早急に実現する必要のある重要課題であることはいうまでもない。しかしながら、後述のトルコ、台湾、近畿地方の例のように特定の場所や期日に対しての予知は完成したといえない現状である。個々の地震そのものは物理過程で発生していることは明らかにされてきているが、発生の場所と期日と大きさが物理過程に従っているかどうかは、まだまだ不明な点が多い。すなわち、地震予知研究には防災学であるという側面と、人間がまだ知らないことへの挑戦の学問という側面を持っている。

平成11年度は大きい被害をもたらした地震が国外で多く発生した。当センターでも多くがそれらの調査・観測に携わった。それらを含め、平成11年度防災研究所研究発表講演会では当センター関連の一般講演は30件程あった。以下それらのうちトピックス的なものあるいはその一例を紹介する。

2. 研究成果

2.1 トルコ地震（1999.8.17 M7.8）

トルコ北アナトリア断層沿いに起こった地震である。この断層は、典型的な右横ずれ断層で、1939年の地震から始まり M7 クラスの地震が断層に沿って西へと移動して起こっていた。1967の地震以後その西側で大きい地震は起こっておらず、地震空白域と注目されていた。そこには2つの活断層、北側のイズミット-サパンジャ断層帯と南側のイズニツ

ク-メケジャ断層があり、この北側の断層帯で 8 月 17 日の地震が起こり、その残りで 11 月 12 日 M7.2 の地震が発生した。当センターの大志万助教授たちのグループはこの断層の地震空白域に注目して 20 数年前から断層調査を続けており、地震当日もそこで調査をしていた。地震の長期予知の成功例とも言える。それまでの調査でこの 2 つの断層の北の断層に沿う地震活動が高く、南側に沿っては低いことが分かり今回はその違いを明らかにするため、比抵抗構造探査を行っていた。

比抵抗構造の特徴は、北側の断層付近では高い比抵抗の領域と低い領域が存在し、構造の不均質性が高いことが示唆された。本震や余震は比抵抗の高い領域で起こっている。このことは、日本各地での地震発生域での観測事実と異なり、新たな解釈が要求される。一方、南側の断層付近では構造は均質である。このような不均質性の顕著な違いは、2 つの断層への歪の蓄積過程が異なっていると解釈される。

2.2 台湾集集地震 (1999. 9. 21 M7. 7)

地震発生の 3 日後の 24 日には当センターから MORI 教授を団長とする調査団が現地へ赴き、発生直後ならではの貴重な調査研究が行われた。このように迅速な行動を取れたのは、所長および事務部の配慮に依るもので、改めて感謝する。

この地震は、台湾を南北に走る断層のうち車籠埔断層の低角逆断層運動によって起こったものである。

この地震の不思議なことは、最大の振動被害は断層の南部にあるが、最大のスリップ変位は北部にあることである。強震計データを用いたインバージョン解析から、北部の大きいスリップ変位は非常に速かったがスムーズに起こったことを示唆している。たとえ変位と速度が非常に大きくても、このスムーズさが相対的に小さい加速度をもたらしたと考えられ、北部での被害が比較的少なかったことが説明できる。

2.3 近畿地方の地震活動

近畿地方の 10 年間の地震活動の中で、丹波山地での活動度は兵庫県南部地震後から活発化し、現在も続いている。その中で M>3.5 のやや大きめの地震に注目すると、大粒の地震の活動には消長が見られる。兵庫県南部地震前 1-2 年にはほとんど起こっていなかったのが 1994 年後半から M4 クラス猪名川の群発地震が起こり 1995 年の兵庫県南部地震に至ったと見える。その後、活発化していたが、1997、1998 年には静穏化していた。1999 年になってまた発生してきた。この最近の状況は兵庫県南部

地震前に似ており、また、地殻変動や地下水水位にも似たような現象が観測されており注目される。

2.4 断層と GPS 観測

断層の挙動を GPS 観測から精密に知ろうという研究が行われている。中央構造線、山崎断層、花折断層等での精密な観測が精力的に行われている。

2.5 地殻不均質構造

地殻の不均質構造を探るために、人工地震による合同観測が行われ、当センターからも多くの研究者や院生が参加している。

中国四国地方で行われた実験では、地殻地震発生の下端に明瞭な反射面が存在することが見つかった。また、北海道日高衝突帯の構造調査のため、平成 11 年度から全国合同の人工地震探査と地震観測が行われており、現在データの収集解析中である。

2.6 広域長期にわたる地震活動の量的評価

地震観測データの高精度化と、流通システムの改善によって、地震活動度を全国的に統一基準で比較することができるようになってきた。それで、活断層に関わる地震活動度を定量的に評価する研究が行われている。これは、地域的・時間的な地震活動度変化から、応力の蓄積および解放過程を調べ、地震予知のための基礎資料となることが期待される。

手順は、活断層から等間隔に距離をとり、その領域内に発生した地震の発生数、破壊面積の総和、放出エネルギーを領域の面積で割って密度とする。各断層について、その密度を距離の関数として求め、断層からの影響がどれくらい離れたところまで及ぶかを求める。例えば、西南日本の横ずれ断層の場合、影響は 5 km までであることが判明した。

日本全国について、気象庁のデータを用いて、98 個の活断層についての解析結果から、関東以北では中部以西でよりも活断層による地震活動度が低いことが明らかになっている。

2.7 室内実験

当センターでは、室内実験で地震の発生機構を調べる研究も行っている。岩石試料に応力を加えてゆくと破壊する。その破壊の種ができたところで試料を取り出し、その種がどのように成長して行くか見る実験が行われている。地震の発生する深さに相当する温度圧力の環境条件で行われた実験では、歪の測定から最終破壊前に最大歪軸が回転するという結果が得られている。

3. 教育

平成 11 年度は理学研究科で修士論文 6, 博士論文 3 が合格している。それらを以下に記す。

(修士論文)

山崎健一：自然直交関数法に基づく狭い地域の全磁
力変動の解析

村上貴久：Network-MT 法を用いた南部淡路島下の
電気伝導度構造の推定

松村史樹：山崎断層系における自然電位異常

永井直子：南アフリカ金鉱山における S 波スピリッ
ティングの観測と上部地殻の異方性

志藤あずさ：フィリピン海領域下における上部マン
トル遷移層の構造

今田幸史：活断層に関わる地震活動度の定量的評価
(博士論文)

根岸弘明：A whole mantle attenuation tomogra-
phy based on the ISC amplitude data analy-
sis.

JIN, Anshu: Interrelation between Fault Zone

Structures and Earthquake Processes - Is
the System Scale-Dependent?

田所敬一：Physical Properties of Fault Zone
in the Postseismic Stage and its Temporal
Change.

4. おわりに

以上、平成 11 年度の地震予知センターの研究活
動の概要を述べた。当年度の当センター教職員・院
生による発表論文は 58 編であった（地震予知研究
センター研究成果報告集 No.9, 2000 参照）。内、
査読つき論文は 26 編、外国語論文は 23 編であっ
た。

謝 辞

本稿の作成にあたっては、地震予知研究センター
の皆様には、資料の提供や種々の議論をいただいた。
ここに記して謝意を表する。

平成11年度 火山活動研究センター 研究活動報告

石原和弘

1. はじめに

平成11年度の調査研究は、当センターの個別研究課題の他、火山噴火予知計画に基づく全国共同研究「岩手火山の集中総合観測」及び「伊豆大島の構造探査」、防災研究所一般共同研究「絶対重力計・相対重力計の併用による、桜島の火山活動にともなう山体内部の密度変化の検出」及び「薩摩硫黄島のガス放出を伴うマグマ活動の観測」があった。また、防災研究所特別事業費研究プロジェクト「火山体浅部構造に関する比較研究」として、薩摩硫黄島および諏訪之瀬島において自然電位測定など、1998年から顕著な地変が始まった岩手山では地殻変動の合同調査を実施した。

なお、平成11年度の当センターの研究活動には、常勤の教官6名、技術室の園田忠惟・高山鉄朗両技官の他、非常勤講師宇都浩三（地質調査所）、非常勤研究員周藤正史、および3名の大学院学生がかかわった。

2. 主な観測研究活動と成果

平成11年度中に実施した観測・研究のうち、主なものについて、その概要を課題別に述べる。

2.1 噴火機構

(1) 爆発地震の震源過程

桜島の常設点のうち4ヶ所に広帯域地震計を設置して、爆発地震の波動の性質、特に、初動から1~2秒後に現れる周期2~4秒の主要動の特性を調べた。その結果、伝播速度、振動特性などからみてレーリー波であることが分かった。更に、主要動が励起される場所は、初動から推定した震源（深さ1~3km）とは異なる、火道上端部である可能性が示された。

(2) 桜島周辺の重力変化に対する海洋潮汐の影響
東京大学地震研究所の大久保修平教授らと桜島内

の2ヶ所で絶対重力測定を行った。データに海洋潮汐を含む標準的な各種補正を行っても、10 μ gal程度の変動が残った。鹿児島湾の海洋潮汐の補正が不十分と考え、鹿児島湾内の潮位データの解析を行い、湾内の潮汐モデルを作成して補正したところ、数 μ galの変動残差に減少した。この結果を活用すれば、絶対重力計と相対重力計を併用することにより、火山活動に伴う微小な重力変化を検知することができる。

(3) 薩摩硫黄島の火山活動

1998年以降、微小地震活動が高まり、火山灰を時々放出している硫黄岳と周辺において、地質調査所のグループと共同で、地震、地殻変動、自然電位、地温などの調査を実施した。その結果、硫黄岳の山頂部や中腹の噴気地帯では自然電位の強い正の異常があること、火山性地震・微動の震源の多くは、海水面付近かそれより上であること、有意な地殻変動は起きていないことが分かった。以上の結果と、過去数年間の観測データから、硫黄岳の地下にはマグマからの熱、ガスによる活発な熱水活動はあるものの、現在のところ、それらの供給はほぼ定常的であり、火口が閉塞するなど熱・ガスの供給と火口からの放出のバランスが崩れた時に、一時的な火山灰放出が生じていると考えられる。

2.2 火山の構造

(1) 火山体の地震波トモグラフィー手法

地震波速度構造に強い異常がある火山地帯では、従来のトモグラフィー手法では限界がある。そこで、地震波の伝播経路を正確かつ迅速に計算する手法を開発した。その手法を、霧島山、阿蘇山および雲仙岳で得られた構造探査データに適用し、その有効性を検証した。

(2) 桜島火山のネットワーク MT

京都大学理学研究科地球熱学研究施設と共同で、電話回線を利用した、桜島内4ヶ所および始良カル

テラ周辺5ヶ所における自然電位の連続観測を開始した。地磁気変化データとあわせて、桜島地下の電気比抵抗構造およびその時間変化の解明を目的としている。ノイズ処理の方法を検討中である。

2. 3 火山テクトニクス

(1) 南九州深部の地震波速度異常域

九州中部から南部にかけて発生した70km以深の地震についての当センター及び地震予知研究センターのデータを用いて、南九州の地下の速度異常分布を調べた。その結果、火山フロント前面から急激に沈み込むフィリピン海プレートに対応して高速度異常が、それに隣接して火山フロント直下に幅の狭い(20km以下)低速度異常域が、火山列にそって地下約60~130kmの範囲に帯状に存在することが推定された。

(2) 始良カルデラ・桜島の火山活動史

2万数千年前に始良カルデラにおいて発生した巨大噴火に至るまでの活動を始良カルデラ周辺に分布する溶岩のK-Ar年代測定により調べた。300万年前から、活動中心の場所やマグマの性質が変化していることが分かった。特に、巨大噴火の約3万年前にカルデラ北部で安山岩質マグマを噴出する活動があり、直前の1万年以内にカルデラ北部と南東部でほぼ同時に流紋岩質マグマを噴出する活動があったことが明らかになったことは、巨大噴火発生にいたるマグマの組成変化を示唆していて興味深い。

また、桜島の観測井設置の際に得られた桜島北西中腹の溶岩ドームを貫くボーリングコアのサンプルのK-Ar年代測定、古地磁気学的分析により、4千年より新しい時期に複数回の活動により、この溶岩ドームが形成された可能性が示された。

2. 4 インドネシアとの国際共同研究

インドネシア火山局研究員 Kristianto が滞在し、Krakatau 火山の空振記録を解析した。同火山はほぼ毎年、爆発的噴火と溶岩流出を繰り返してきた。そのため、地震計等が破損し、連続的監視をいかにするかが課題であった。同火山から約40km離れたジャワ島においても低周波マイクロホンにより、噴火活動を監視することができることを示した。

共同研究対象火山であるグントール山の中腹に火山局が水管傾斜計を設置するための観測溝を設けた。平成12年4月に地震予知研究センターの協力を得て、水管傾斜計を設置した。これにより、既設の地震観測網、水準測量路線、光波測量基線とあわせて、同火山の基本的観測はほぼ整ったことになる。

3. 研究成果の公表

平成11年度に実施した観測研究の成果の一部は、京都大学防災研究所年報43号に掲載される。また、数編が、学会誌等に投稿中(あるいは投稿予定)である。平成11年度中に出版された、研究報告、論文、その他は以下の通りである。

3. 1 共同研究等報告書

(1) 「桜島火山の地下水・熱水系に関する研究」

平林順一(東工大)を研究代表者とする平成9、10年度防災研究所特定共同研究(9P-5)の成果を取りまとめ出版した。桜島の地下水・温泉水の組成とその成因、地下水の水位変動、自然電位分布と熱水系の関係などに関する6編の論文を含む。

(2) 「絶対重力計・相対重力計の併用による、桜島の火山活動にともなう山体内部の密度変化の検出」

大久保修平(東大)を研究代表者とした平成11年度防災研究所一般共同研究(11G-2)の成果を取りまとめた。

(3) 「第3回諏訪之瀬島火山の集中総合観測」

火山噴火予知計画に基づく全国共同研究である活火山の集中総合観測を平成10年に諏訪之瀬島で8大学、20余名の参加を得て実施した。調査項目は、地震、地殻変動、電磁気、噴出物、火口活動、地下水・温泉などである。論文11編で構成される。

3. 2 学会誌等(査読付き)

平成11年度内に出版されたのは、以下の4編である。

味喜大介(1999): 古地磁気方位・強度測定による桜島の溶岩流の年代推定, 火山, Vol.44, pp. 111-122.

周藤正史・石原和弘・巽好幸(2000): 始良カルデラ地域の先カルデラ火山活動史, 火山, Vol.45, pp. 1-12.

Nishi, K., Ono, H. and Mori, H.(1999): Global positioning system measurements of ground deformation caused by magma intrusion and lava discharge: 1990-1995 eruption at Unzen-dake volcano, Kyushu, Japan, Jour. Volcanol. Geotherm. Res., Vol. 89, 23-34.

Garces, M., Iguchi, M., Ishihara, K., Morrissey, M., Sudo, Y. and Tsutsui, T. (1999): Infrasonic Precursors to a Vulcanian eruption at Sakura-Jima Volcano, Japan, Geophys. Res. Lett., Vol. 26, pp. 2537-2540.

3.3 その他

平成10年度の研究成果の一部は、京都大学防災研究所年報第42号に掲載されている（6編）。

また、一般教育として当センターがかかわった出版物のうち平成11年度内に刊行されたものとして、NHK 鹿児島放送局編：防災コラム「備えあれば憂い少なし」（南日本出版社）及び鹿児島市編「火山

ハンドブック」がある。前者には、石原による火山災害、噴火予知、火山防災に関する解説が掲載されている。後者は、鹿児島市の中学校生徒および市民に対する火山教育を目的としたもので、石原が監修にあたった。

平成11年度 水資源研究センター 研究活動報告

岡 太郎

1. はじめに

本センターは、地球規模及び都市・地域規模での水資源を取り巻く自然・社会現象とその変化を多角的にとらえ、水資源の保全と開発のシステムを総合的に研究する事を目的としている。

現在、地球規模における水・熱循環を学際的・総合的に研究する地球規模水文循環研究領域、都市域で逼迫している水資源の開発・保全・持続的利用を研究する都市・地域水文循環研究領域、水利用システムのマネジメントの方法について研究する地域水利用システム計画研究領域の3つの専任研究領域と、外部の研究者を客員として迎え、一定期間特定課題について集中的に研究を行う水資源共同ネットワーク研究領域がある。さらに、学内外より研究者の参加を得て次の6つのプロジェクト研究を進めている。1) 地下水の利用と保全、2) AI 技術とダム弾力的管理、3) 広域陸面・大気相互作用観測実験(琵琶湖プロジェクト)、4) レーダを用いた豪雨の構造解析と予測、5) 流域における水量・水質・生態系評価手法の開発、6) 水資源と環境のリスクマネージメント

これらの研究成果は、年1回の水資源セミナーで発表・討議される。さらに、水資源研究センター研究報告を毎年4月に発行・配布し、広く意見を求めている。

2. 地球規模水文循環研究領域

(教授：池淵周一・助教授：中北英一・助手：大石哲)

1) ダムによる流況変動と水生生物生息環境の関わりに関する研究：本研究の目的は流量変化と水生生物の生息環境の関係を捉え、生息環境を定量的に評価することである。河川の生息環境の指標として水生生物に着目し、河川内の環境変化を調査した。

2) 物理的形態からみた河道の生態環境特性に関する考察：本研究では、高時川流域における生息場を景観分析によりわりだし、生息場と河床形態の微地形との関係を示したマトリックスを用いて、生息場所の多様性を全流域を通して評価することで、河川特性を明らかにした。

3) 陸面過程モデル構成上の気象強制力メッシュデータ

作成法に関する研究：中国淮河流域を対象に進められている GAME-HUBEX では、大気-陸面相互作用の解明のため、熱・水フラックスの時・空間分布を定量的に評価することが必要である。現在利用できるデータを効率良く活用するための空間的内挿法と、各気象要素毎の有効なデータ処理方法について検討を加えた。

4) 地形依存特性を考慮した降雨分布の時間積分過程の解析とモデル化：レーダーによる降雨観測情報を解析対象として、地形依存特性を考慮した降雨分布の時間積分過程とそのスケール階層構造を解明することにより、降雨分布の地形依存特性のモデル化を試みた。その結果、標高層別化による地形依存モデルをベースとした解析によって時間積分過程が明らかとなるとともに、降雨分布の確率構造モデルを構築することができた。

5) 98年東北豪雨の生起伝播特性の解析と3次元レーダーを用いた短時間降雨予測手法への適用に関する研究：98年8月末に発生した東北豪雨の生起・伝播特性を3次元レーダー、アメダス、GPV データなどを用いて、力学ベースで解析を行なった。そこで得られた知見を基礎として、既存の短時間降雨予測手法への適用可能性を検討した。

6) 降雨の地形依存特性を考慮した TRMM 衛星レーダーによる時・空間平均降雨量の推定と精度評価：TRMM 観測情報から山岳域での時・空間平均降雨量の推定方法を開発することを目的とする。その精度評価の指標として誤差期待値、期待誤差分散を用い、降雨の地形依存特性の有用性について検討した。

7) GPS を用いた水蒸気変動の観測と降雨予測への適用可能性に関する研究：ゾンデ観測と GPS 大気遅延量の関係について、境界層部分の鉛直風速とフラックスデータを用いて定式化を行い、境界層部分の影響を除去した水蒸気変動を捉えると同時に、GPS を用いた降雨予測の可能性について考察を行っている。

8) GPS と雲解像モデルを用いた梅雨期のメソスケール水蒸気動態解明に関する研究：GPS ソフトウェア (GAMIT) で解析された GPS データ、釈迦岳の二重偏波レーダー、雲解像モデルを使用して、長崎の梅雨期におけるメソスケール水蒸気変動を調査した。

9) 雲物理モデルと結合させた酸性雨・酸性雪予測モデ

ルの開発：微物理過程を含んだ積雪モデルに、酸性物質の輸送・反応・沈着モデルを結合し、酸性物質の降水時における降下量を推定するとともに、その結果と琵琶湖北部域での観測データの比較検証を行なった。

3. 都市・地域水文循環研究領域

(教授：岡 太郎，助教授：城戸由能，助手：石井将幸)

1) 都市化に伴う雨水流出形態の変化と水環境整備：当研究室では、1960年代後半より京都南部・西部等で水文観測を継続している。そのうち名木川流域（宇治市）の都市化の進展を不浸透域の拡大に着目して明らかにするとともに、過去30年余の水文観測資料を整理して流出解析を行い都市化に伴う雨水流出形態の変化を明らかにした。また、開発段階毎に設置された洪水調整池の効果を吟味し、その規模・配置の妥当性を検討した。さらに、他地区で行った調査であるが、短時間降雨予測に基づく緊急排水を実施すれば、強降雨時の浸水防止効果を保持しながら小降雨時の流出負荷をほぼ100%貯留・処理できることを明らかにした。

2) 地下水の利用と保全：沿岸帯水層における塩水浸入は地下水利用を脅かすものとして、その予測防御技術の確立が求められている。高知大学・九州大学・宮崎大学などと共同して、高知県春野町に調査・試験流域を設定し、水文観測を継続するとともに、電気探査・電気伝導度測定・各種水質調査および数値シミュレーションを行い、塩水浸入の防御技術に関する調査研究を進めている。

また、離島・半島では、地下ダム以外に水資源を確保する旨い手立ては見当たらない。地下ダムが設置される事によって発生する豪雨に伴う地下水位の異常上昇の定量的予測及びその対策法、多孔体中の流況変化に伴う揚水量の減少機構、海水（塩水）浸入地区での塩水排除について基礎的な検討を行っている。

3) バングラデシュの洪水発生機構と対策：バングラデシュはガンジス・ブラマプトラ・メグナ河が合流する低地部に位置しており、毎年洪水災害に見舞われている。本研究では、バングラデシュ及びインドアッサム・トリプラ地方の気象特性を明確にするとともに洪水災害発生機構・洪水と住民生活との関連を究明することを目的としている。本年度は、GMS低解像度画像とニューラルネットワークによりトリプラ地区の雨量推定を試みるとともに、その結果を用いて洪水流出解析を行った。

4) 植物の成長と水消費を考慮した水文素過程：宇治川水理実験所に設置されているウエイイングライシメータ（重量測定式浸漏計）にトウモロコシ・ブロッコリーなどを植栽し、植物の生育過程と水・肥料消費・土壌の浄化機能・地下水流出成分の水質変化等について観測研究を開始した。イオンアナライザーによる水質測定結果より、表層土に加えられた肥料のイオンが約2ヶ月後に地下水流出成分に混じって検出されるなど興味ある結果が得られている。

4. 地域水利用システム計画研究領域

(教授：小尻利治，助教授：友杉邦雄)

1) パターン分類の水文事象への適用と降水確率の算定：パターン分類手法を用いて、気温分布、降水分布、流量分布の形状を考慮した分類を試みた。時系列では、近年の気温がある特定の形状で表わされることを明らかにした。空間的には、地球全体の気温、気圧、海面水温分布の特徴と日本の月降水に相関があること、それを基にした降水予測モデルを提案した。

2) 流域総合シミュレーションモデルと河川生態系の保全：流域での水量、水質、生態系の365日进行评估するため、国土数値情報を利用した多層メッシュ型での流域環境評価モデルを提案した(Hydro-BEAM)。GISにより、メッシュ内の土地利用を山地、水田、畑地、都市、河川に分類し、河道、灌漑用水路、排水路網を設置した。その上で、kinematic Wave法による流出解析と点源、面源での汚濁物質の流出を解析し、時間的・空間的な変動特性を把握した。また、流域に対して要求される条件を水量、水質、生態、景観、親水性で分類しファジイ理論で集約すると共に、その最適化をGA(Genetic Algorithm)で達成しようとする総合的流域管理概念を提案した。

3) 知識獲得過程を考慮した貯水池操作支援システム：台風時の貯水池操作は、ダムの建設時点や管理システムの開始時点によってその熟練度に相違が出てくる。そこで、管理者が移動したとしても同じ条件で情報の吸収を行え、操作に必要な情報を提供できる自動知識獲得型の支援システムを作成した。現在対象となっている台風の異常性評価をファジイ理論により行い、台風通過後には洪水現象全体での異常性の判断を行い、知識の追加と修正を図った。

5. 水資源共同ネットワーク研究領域

(客員教授：福島武彦，客員助教授：東海明宏)

流域における水量・水質・生態系評価手法の開発：本研究は、気候変動下での水循環系、水資源系への影響評価を物理的、生態的観点で行い、持続可能かつ健全な流域管理を提案する事を目的として1998年より2年間にわたって行われた。研究成果として、1)水資源質に関する研究の現状が分析され将来に関する提案、2)現象解析ならびにサブモデルの開発、3)流域モデルの作成などが挙げられる。

ここで、現象解析とサブモデルの開発では、温暖化の河川・湖沼水質への影響解析、都市域から降雨時における有害物質の流出予測、カスケード水利用河川におけるリスク予測、有害化学物質の運命予測を目標として、それらの水質と底質の関係解析、環境リスクの評価と管理に関するモデルが開発された。また、それらを総合して、庄内川の水量・水質モデルの構築、同水系矢田川における化学物質濃度と生態系への影響評価モデルが開発された。