

3.1 特別事業費等による研究プロジェクト

3.1.1 防災研究経費

(10-1) 災害に対する「都市診断」科学の 確立のための総合的研究

研究組織

研究代表者

萩原 良巳(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

亀田 弘行(京都大学防災研究所 教授)

田中 聡(京都大学防災研究所 助手)

岡田 憲夫(京都大学防災研究所 教授)

多々納裕一(京都大学防災研究所 助教授)

鈴木 祥之(京都大学防災研究所 助教授)

(a) 研究の背景と目的

阪神・淡路大震災は、社会基盤整備のありようを都市の安全性や健全性の面から根本的に問い直すこととなった。本事業では、都市を複合的な災害から守るための予防的で総合的な「都市診断」の科学の確立と、そのためのシステム科学方法論を開発することを目的とする。具体的には以下のような研究課題を設定し、事業を推進した。

(b) 研究の方法

(1) 市基盤施設の地震時性能規範の提示を目指して、交通ネットワークの地震時信頼性評価のための地震工学と交通工学の知見を結合したネットワーク信頼性解析法の開発と、リスク対応型地域空間情報システムを開発する。

(2) 都市リスクの生態学的評価法や道路網の多重性の評価方法の研究を進展させると共に、移転費用や認知リスクに応じた地域間の防災投資の役割分担や災害保険の施設の分析を行う。

(3) 大地震時にも都市重要構造物の安全性と機能性を保持するための地震応答制御法などの理論的・実験的に基づく新技術の開発を行う。特に木造物について、動的耐震性能実験等を実施し、性能規定化に対応した耐震信頼性解析法や設定法

の構築を目指す。

(4) 都市の環境改善による防災並びに減災のための具体的対策を取り上げる。すなわち、都市の自然・社会旗環境変化の分析からオープンスペースや水資源関連施設の最適配置の計画プロセスを研究する。

(c) 研究成果の概要

(1) 阪神・淡路大震災における多様な都市災害データをGIS上に展開し、災害事象の時空間的特性ならびに物理的・機能的なフラジリティ特性を定量的に把握した。さらに、「リスク対応型地域空間情報システム」の概念構築とそのシステム技術基盤を示した。

(2) 道路網のリダンダンシー評価技法を阪神地域に適用し、同地域の道路網の冗長性を強化するための施策に関して検討した。更に防災投資の短期的・長期的波及効果を分析するための災害リスク下の多地域一般均衡モデルを作成した。

(3) 住宅の性能保証や地震保険なども検討した。また、構造物の地震応答制御法などの新技術の実用化を目指し、制御アルゴリズムの開発と振動台による制震実験を実施した。

(4) 大都市域における水辺整備計画代替案の選定手法ならびに心理学を用いた水辺環境の評価構造に関する分析を行った。そして、災害弱者地域との関連で高齢者の日常生活行動の分析、アメニティに着目した都市構造変化過程のモデル化を行った。

(d) 成果の公表

逐次、学会等で発表している。

(10-2) 既設空間構造の耐震性能と計測方法に関する研究

研究組織

研究代表者

野中 泰二郎(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

國枝 治郎(京都大学防災研究所 教授)

入倉 孝次郎(京都大学防災研究所 教授)

佐藤 忠信(京都大学防災研究所 教授)

松波 孝治(京都大学防災研究所 助教授)

中島 正愛(京都大学防災研究所 助教授)

澤田 純男(京都大学防災研究所 助教授)

岩田 知孝(京都大学防災研究所 助手)

諸岡 繁洋(京都大学防災研究所 助手)

本田 利器(京都大学防災研究所 助手)

(a) 研究の背景と目的

地震時構造物応答性状に対する予測精度の向上や、構造物耐震設計の合理化・高度化を図るうえで、実地震下における構造物の応答・損傷特性を観測し、これら性状に対する実情報を得る意義は高い。とりわけ地震入力と構造物応答という入出力に関する一対の情報、構造物への有効入力を把握するうえでも貴重である。本研究では、これら情報を適確に得るための計測技術とデータ解析技術に焦点を当て、(1)実記録に基づく地下構造と地震動特性との関係評価、(2)実構造物の簡易振動特性実測・同定手法及び構造解析解との差異の把握、を目的とする。また対象構造物としては、多数の振動モードが重畳し複雑な応答特性を有する空間構造物を選び、限られた点における計測データから全体の応答性状を同定する手法を提案する。

(b) 研究の方法

堆積地盤における地震動特性と表層近傍の地下構造との関係把握のために、兵庫県南部地震時に地震動災害が顕著であった阪神間において、被害集中域及びその周辺部での余震観測データセ

ットを用いて、地震被害域とその周辺部でのサイト特性の違いと、地下構造との関係を議論した。また、表層地質構造の推定のため、同時アレイ観測による微動の伝播特性と地下構造推定を行った。

実構造物の簡易振動特性実測・同定手法および構造設計解との差異の把握については、災害時の避難拠点として使用されることの多い体育館を対象に、簡便な加振手法である懸垂重りの急速除去法およびインパクトハンマーによる打撃法を用いた加振を行い、その応答を数点の加速度計により測定した。また、構造解析時の部材接合部評価のための小規模な模型実験も併せて行った。測定されたデータはプロニー法により処理され、解析解との比較を行った。

(c) 研究成果の概要

兵庫県南部地震で被害が集中した地域における余震観測に基づく地震波増幅特性は必ずしも顕著ではなく、震源近傍域における地震動特性は、本震時の震源特性を考慮したモデル化が必要であることがわかった。また、微動の同時アレイ観測によって、表層近傍の地下構造が推定され、他の地球物理学的手法によって推定された地下構造モデルとのよい一致を示した。

既設空間構造物の加振手法としては、インパクトハンマーはその加振波を遠方まで届かせるためにはかなり大きな力が必要であり、強制変位を与え構造物の復元力特性により加振する懸垂重りの急速除去法が優れていることがわかった。また、計測した体育館では設計解の固有振動数より実構造物のそれの方が低くなっており、構造物の経年変化把握および接合部剛性の評価法等の問題点が浮かび上がった。

(d) 成果の公表

Maruo, Y., T. Iwata, and K. Irikura: Site effects of Kobe large earthquake disaster belt using aftershock data, Proc. 2nd Int. Symp. on ESG,

Dec., Vol.2, pp.537-544.1998

若松邦夫,澤田純男,大堀道広,入倉孝次郎:大阪平野における短周期微動特性とゾーニング、第10回日本地震工学シンポジウム論文集、第1分冊,pp.1077-1082,1998.

Kunieda,H., T.Manda, and K.Kitamura:Vibrational Characteristics of Really Existing Cylindrical Roof Structures, Journal of APCS2000, pp.149-158,2000

國枝治郎,萬田 隆,諸岡繁洋:既設空間構造の振動特性実測について、平成10年度京都大学防災研究所共同研究集会「空間構造の耐震性能・評価をどう進めるか?」論文集、pp.73-84,1998.

(10-3)地盤災害メカニズムに関する研究

研究組織

研究代表者

奥西 一夫(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

嘉門 雅史(京都大学防災研究所 教授)

千木良 雅弘(京都大学防災研究所 教授)

佐々 恭二(京都大学防災研究所 教授)

三村 衛(京都大学防災研究所 助教授)

諏訪 浩(京都大学防災研究所 助教授)

福岡 浩(京都大学防災研究所 助教授)

勝見 武(京都大学防災研究所 助手)

齋藤 隆志(京都大学防災研究所 助手)

竹内 篤雄(京都大学防災研究所 助手)

横山 康二(京都大学防災研究所 助手)

中川 鮮(京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

地盤災害の多様性に対応し、下記の4つのサブテーマを掲げた。

(1)山地斜面における水文地形学的相互作用は極めて多様なマスマーブメントの原因を作り出

す。現地調査によってこのようなプロセスを解明し、安全な斜面が危険になって行く状況の予測を目指した。

(2)岩石斜面の崩壊後に見られる免疫性や急速風化による大規模崩壊の繰り返しの解明は山地における長期的な土砂災害対策のために特に重要である。本研究では実験地質学的方法でこの問題にアプローチした。

(3)高速地盤崩壊現象は多数の人命を奪い、時に地域社会に壊滅的な打撃を与える。このような災害を防止するために、動的載荷の可能なリングせん断試験機を駆使して、その動特性の解明を試みた。

(4)人為的原因による地盤の力学的・環境的劣化の問題は臨海都市において特に重要である。本研究ではパターンを分類・解析し、高度なシミュレーションによって、我国の地盤条件に合致した環境災害防止技術の確立をめざした。

(b)研究の方法

(1)クリープ性斜面変形、崩壊、および土砂流動の素因と誘因を形成する水文地形学的プロセスを現地調査を中心に解明し、災害予測に役立つ形で整理する。

(2)フィールド及び室内実験により、岩石の急速風化のメカニズム、それに伴う物性変化、及び崩壊の免疫性について研究する。

(3)地震・豪雨時の高速地盤崩壊現象、山地渓流での山腹崩壊による土砂流動過程の再現試験を現場の土を使った室内実験により行なう。

(4)廃棄物要因に基づいた地盤環境災害のメカニズム解明に取り組み、災害事例ごとに課題を整理し、その対策を検討する。

(c)研究成果の概要

(1)兵庫県南部地震とその後の降雨によって不安定化した斜面を対象に、現地観測と空中写真判読等により、環境条件が地震時の斜面安定におよぼした影響を分析した。

- (2) 第三紀の軟質堆積岩の風化、特に硫化物の参加に伴う急速風化の実験的研究を取りまとめ、山地災害の発生に対する影響を考察した。
- (3) 秋田県八幡平で発生した高速地すべりについて、リングせん断試験器によって試験し、地震動による安定性の喪失から高速流動に至るメカニズムを解明した。
- (4) 地盤埋め立てに使用される廃棄物の力学特性を、いくつかの廃棄パターンについて解明し、安全な地盤材料として活用するための基礎的な考察をおこなった。

(d) 成果の公表 (主要論文のみ)

- Okunishi, K., Sonoda, M. and Yokoyama, K. : Geomorphic and environmental controls of earthquake-induced landslides. Transactions, Japanese Geomorphological Union, Vol.20, No.3, pp.351-368, 1999.
- Chigira, M. and Oyama, T. : Mechanism and effect of chemical weathering of soft sedimentary rocks. Engineering Geology, 55, pp.3-14, 1999.
- Sassa, K., H. Fukuoka, and F.W. Wang: Landslide-triggered steam explosion and debris flows at the Sumikawa Spa, Akita, northern Japan, May 1997. (2) Possible long run-out mechanism of the landslide mass, Landslide News, No.11, pp.11-15, 1998.
- Sassa, K. : Mechanisms of Landslide Triggered Debris Flows, Environmental Forest Science, (K. Sassa, ed.), Kluwer Academic Publishers, pp.499-518, 1998.
- 佐々恭二, 福岡 浩, 汪 発武: 秋田県澄川地すべり, 鹿児島県針原川土石流における高速長距離土塊移動のメカニズムについて, 地すべり, Vol.35, No.2, pp.29-37, 1998
- 佐々木健司, 石川 学, 南 哲行, 山田 孝: 1997年5月11日秋田県鹿角市八幡平で発生した澄川地

すべり・土石流の発生時系列と発生形態, 地すべり, Vol.35, No.2, pp.46-53, 1998.

嘉門雅史, 玉野富雄, 勝見 武, 小野 諭: 廃棄物の埋立処分・処分場の跡地利用とリスク管理 - 山から海へ, そして地下へ -, 土と基礎, Vol.47, No.1, pp.19-22, 1999.

勝見 武, C.H. Benson, G.J. Foose, 嘉門雅史: 廃棄物処分場遮水ライナーの性能評価について, 廃棄物学会誌, Vol.10, No.1, pp.75-85, 1999.

(10-4) 流域一貫した総合型水象シミュレーションモデルの構築

研究組織

研究代表者

高橋 保(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

井上 和也(京都大学防災研究所 教授)

高山 知司(京都大学防災研究所 教授)

立川 康人(京都大学防災研究所 助教授)

間瀬 肇(京都大学防災研究所 助教授)

中川 一(京都大学防災研究所 助教授)

戸田 圭一(京都大学防災研究所 助教授)

吉岡 洋(京都大学防災研究所 助手)

里深 好文(京都大学防災研究所 助手)

市川 温(京都大学防災研究所 助手)

(a) 研究の背景と目的

河川流域及び海岸域における災害に関わる事象の予測モデルに関しては、従来、土砂流出モデル、洪水流出モデル、河道・河床変動モデル、氾濫流モデル、高潮・波浪推算モデル等が個別に各専門分野で開発され、個々の現象に対しては、境界条件が的確に与えられるならば、予測精度もそれなりに向上してきたと言える。しかしながら、山地部、平野部、湾域部、海岸・海域といった流域・海岸域全体を包括し、各モデルを統合した広領域の水象シミュレーションモデルは今のとこ

る見当たらない。そこで、本研究では水災害研究部門及び他の研究機関の研究成果や情報を集積・統合して、新たな統合型シミュレーションモデルの構築を図る。

(b)研究の方法

近年の計算機能力の向上に伴い、流域と周辺海域とを包括した水象シミュレーションが可能な状況になってきている。限定された領域と事象に特化された水象予測モデルを統合して計算するには、個々の領域間における境界条件の問題、即ち、サブモデルが対象とする現象に適切な計算時間ステップや空間スケールを如何に擦り合わせて受け渡すかを解決しなければならない。また、従来サブモデルでは考慮されていない現象を領域を越えて予測しなければならないので、領域間の現象の遷移が評価できる新たなモデル開発も必要になる。本研究では、総合型水象シミュレーションモデルの構築の手始めとして、山地から河口部に至る洪水と土砂流出、河床変動を一貫して、任意の降雨条件の下に予測できる手法を開発すると共に、河口付近で高潮と洪水とが重畳した場合に河道で生じる水理特性の予測モデルを構築する。

(c)研究成果の概要

流域に与えられる任意の降雨による洪水と土砂流出とを同時に予測するために、キネマティックウェーブ法による洪水流出解析と、新たに考案した河床勾配と土砂の粒径分布に応じた土石流、掃流状集合流動、掃流の各土砂輸送形態の遷移を考慮できる土砂流出・河床変動モデルを組み合わせた統一モデルを開発した。ここでは斜面からの土砂供給予測が問題となるが、崩壊土砂量を想定して与える方法、降雨浸透による斜面の不安定性の解析による方法、および崩壊には至らないが超過降雨量に応じて土砂を与える方法のそれぞれについて、実例との比較検討を行いながら検討し、流出土砂量の量と質が満足すべき精度で予測可

能となった。

高潮と洪水の重畳に関しては、海域での2次元解析と河道での1次元解析を接続する方法を考案し、淀川を例にとって検討した。その結果、洪水ピークと高潮ピークの生起時間の組合せによっては河川下流部の広い範囲で水位上昇が現れたり、貯留された河川水が一気に流出するために、大きな流速が現れる危険があるなどが判明した。

(d)成果の公表

高橋 保, 中川 一, 里深好文, 他: 山岳流域における土砂流出の予測, 水工学論文集, 44, 2000.
市川 温, 立川康人, 他: 山地流域における水・土砂動態モデルの構築, 防災研究所年報, 42B-2, 1999.

(10-5)異常気象時の大気境界層構造変化と大気災害に関する研究

研究組織

研究代表者

植田洋匡(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

桂 順治(京都大学防災研究所 教授)

岩嶋樹也(京都大学防災研究所 教授)

田中正昭(京都大学防災研究所 助教授)

石川裕彦(京都大学防災研究所 助教授)

丸山 敬(京都大学防災研究所 助教授)

奥田泰雄(京都大学防災研究所 助手)

堀口光章(京都大学防災研究所 助手)

寺尾 徹(京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

気候変動やエル・ニーニョなどに伴って大小様々なスケールの異常気象が頻発している。異常気象に伴う大気災害を回避・軽減するためには、異常気象の前兆の検知、異常気象の数値予測が必須であるが、最近の遠隔計測手法と電子計算機の発達は、これらを可能にしつつある。本研究では、

対流圏全域の全天候型遠隔計測手法の確立を目指して、まず、境界層レーダと RASS の技術を確立する。これに、従来開発してきたドップラーレーダ(音波利用、高度数 100m まで)、気象衛星データ処理の技術と、市販の降雨(ドップラー)レーダ、レーザーレーダ技術を組み合わせたシステムの構築を構想する。

また、メソ、リージョナル気象数値予測のための数値モデルの高精度化と並列計算処理システムの構築を目的とする。数値モデルの高精度化のためには、従来コミュニティモデルとして普及している ARPS、MM5、RAMS モデル等の構造、特性を詳細に検討し、それらに使用されているモジュールをこれまで開発してきた気象モデルに導入する。

(b) 研究の方法

異常気象観測用の最新の遠隔計測技術として、境界層レーダ、RASS の技術を確立する。これらを用いると、大気境界層を含む対流圏全域の風向、風速、気温の測定が可能となるが、本研究ではデータ処理技術、ハードウェアを向上させて、風速、気温、雲粒(雨滴)の時間変動成分(乱流成分)や運動量、熱、物質のフラックスの測定を可能にする。また、晴雨によらず対流圏全域が計測できる、全天候型遠隔計測手法が確立できる。

メソ、リージョナル気象数値予測のための数値モデルの高精度化のため、これまでに成層乱流の理論展開とモデリングを行ってきた。本研究では、雲物理、降水過程の計算モジュールの改良を計る。そのため、ARPS モデル、MM5、RAMS モデルなどのモデルの構造、特性を詳細に検討し、それらのモジュールをこれまで開発してきた気象モデルに導入する。計算処理システムとしては、複数のパソコンをリンクさせた並列計算処理システムの構築を行う。

(c) 研究成果の概要

(1) 全天候型遠隔計測手法の確立: 境界層レーダによる対流圏全域の風向、風速の測定法の改

良、風速、気温、雲粒(雨滴)の時間変動成分(乱流成分)や運動量、熱、物質のフラックスの測定法の確立がなされた。これを用いて、大気境界層内の乱流組織構造の検出がなされた。

(2) 大気境界層内の乱流組織構造の検出: 乱流中では、組織構造が間歇的、局所的に形成され、これが乱流エネルギーの生成や運動量・熱・物質の輸送を担っており、その他の領域では単に変動しているだけでアクティブな役割を果たさないことが、風洞や開水路実験により明らかにされてきた。本研究では、大規模乱流である大気境界層乱流(極端に高いレイノルズ数乱流)でも、組織構造が形成されていることがはじめて示され、その内部構造、スケールング法則が明らかにされた。

(3) 気象数値予測モデル: 数値モデルの高精度化と並列計算処理システムの構築が行われ、これを用いた数値研究が台風と集中豪雨について実施された。台風、集中豪雨のいずれについても、乾燥空気の貫入、成層圏との相互作用の重要性がはじめて明らかにされた。

(d) 成果の公表

- Katayama, H., Karasudani, T., Ishii, K., Marubayashi, K. and Ueda, H.: Development of a gas-liquid equilibrator for estimating CO₂ flux at the ocean surface. *J. Atmos. Ocean Technology*, Vol.16, No.10, 1450-1455, 1999.
- Sha W., K.Tsuchiya and K.Nakabayashi: The linear stability of thermally stratified rotating channel flow, *Phys. Fluid*, Vol.112, pp.439-449, 1999.
- Qian, S., Okada, K., Nagase, Y. and Ueda, H.: Direct numerical simulation of bluff body flows using non-staggered grids. *Chem. Eng. Comm.*, Vol.178, pp.157-183, 1999.
- Sha W., K.Nakabayashi and H.Ueda: An accurate second-order approximation factorization

- method for time-dependent incompressible Navier-Stokes equation in spherical polar coordinates, J. Compt. Physics, Vol. 142, pp.47-66, 1998.
- Ueda, H., W. Sha and K. Nakabayashi: Numerical study on flow pass a three-dimensional obstacle under a strong stratified condition, J. Appl. Meteor., Vol. 37, pp.1047-1054, 1998.
- Ueda, H. and S.-J. Kang: Numerical study on the tropospheric oxidants budget in East Asia and effects of intruding stratospheric ozone on it, Air Pollution VI, ed. by C.A. Brebbia et al., pp.13-24, WIT Press, Southampton, 1998.
- Carmichael, G.R., M.S. Hong, H. Ueda, L.-L. Chen, K. Murano, J.K. Park, H. Lee, Y. Kim, C. Kang and S. Shim: Aerosol composition in Cheju island, Korea, J. Geophys. Research, Vol. 102, No. D5, pp. 6047-6061, 1997.
- Chen, L.-L., G.R. Carmichael, M.S. Hong, H. Ueda, S. Shim, C.H. Song, Y.P. Kim, H. Arimoto, J. Prospero, D. Savoie, K. Murano, J.K. Park, H.-G. Lee and C. Kang: Influence of continental outflow events on the aerosol composition at Cheju island, South Korea, J. Geophys. Research, Vol. 102, No. D23, pp. 28551-28574, 1997.
- Maruyama, T. : On the Influence of Turbulence Characteristics at an Inlet Boundary for Large Eddy Simulation of a Turbulent Boundary Layer, Engineering Turbulence Modelling and Experiments 4, pp.217-226, 1999.
- Maruyama, T. : Surface and inlet boundary conditions for the simulation of turbulent boundary layer over complex rough surfaces, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 81, pp.311-322, 1999.
- 丸山勇祐, 丸山 敬: 人工的に生成した変動風を流入条件とするLESによる直方体周りの乱流場の数値計算, 日本建築学会構造系論文報告集, 第520号, pp.37-43, 1999.
- Maruyama, T.: Large eddy simulation of the turbulent boundary layer behind roughness elements using an artificially generated inflow, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 83, pp.381-392, 1999.
- 丸山 敬: 流入境界面における乱流統計量の違いがLESによる乱流境界層の計算に及ぼす影響について, 日本風工学会誌, No.74, pp.35-46, 1998.
- 丸山 敬: 複雑粗度上の乱流境界層の数値シミュレーション, 日本風工学会誌, No.75, pp.19-24, 1998.
- Maruyama, T.: Surface and Inlet Boundary Conditions for the Simulation of Turbulent Boundary Layer over Complex Rough Surfaces, Paper preprints of International Workshop on "CFD for Wind Climate in Cities", pp.255-262, 1998.
- 丸山 敬: 市街地上空における気流性状の数値計算; その2建物の密度変化に伴う平均風速および乱れの強さの変化, 日本建築学会構造系論文報告集, 第513号, pp.59-64, 1998.

(10-6) 災害環境の総合観測に関する研究

研究組織

研究代表者

関口 秀雄(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

今本 博健(京都大学防災研究所 教授)

武藤 裕則(京都大学防災研究所 助手)

馬場 康之(京都大学防災研究所 助手)

上野 鉄男(京都大学防災研究所 助手)
石垣 泰輔(京都大学防災研究所 助教授)
芹澤 重厚(京都大学防災研究所 助手)
林 泰一(京都大学防災研究所 助教授)
山下 隆男(京都大学防災研究所 助教授)
加藤 茂(京都大学防災研究所 助手)
澤田 豊明(京都大学防災研究所 助教授)
末峯 章(京都大学防災研究所 助教授)
小西 利史(京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

災害観測実験研究センターの観測所、実験所が共同して災害を発生させる自然現象の総合的観測研究を行い、観測技術の向上のみならず、観測データの同時性・総合性がもたらす災害環境の総合的解明を可能とする。

(b)研究の方法

- (1)高潮時の気象・海象の総合観測として、ADCP、海洋レーダ、ドップラーソナーおよび高潮観測塔を用いた風域場および吹送流場の3次元計測(白浜、潮岬)を行う。
- (2)土砂災害の発生機構の総合観測として、土石流観測(穂高)、GPSによる地すべり観測(徳島)及び波浪による海底地盤の液状化の観測(大湊)を行う。

(c)研究成果の概要

高潮時の気象・海象の総合観測では、高潮の発生機構を明確にするとともに、センターで開発している高潮の数値予知の精度向上、データ同化のための基礎資料が得られた。

土砂災害の発生機構の総合観測では、土石流、地すべり、地盤の液状化といった異なる観点から、水と土砂の相互作用を現地スケールで究明することができ、土砂災害の発生機構の新たな知見を多く得ることができた。

(d)成果の公表

災害観測実験研究センター研究成果報告集、関係学会の論文集およびホームページ

(10-7)活断層深部およびその周辺の不均質構造の解明

研究組織

研究代表者

住友 則彦(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

大志万 直人(京都大学防災研究所 助教授)

渡辺 邦彦(京都大学防災研究所 助教授)

渋谷 拓郎(京都大学防災研究所 助手)

中尾 節郎(京都大学防災研究所 技官)

矢部 征(京都大学防災研究所 技官)

塩崎 一郎(鳥取大学工学部 助教授)

(a)研究の背景と目的

吉岡・鹿野断層周辺での深部およびその周辺の不均質性を比抵抗構造という観点から明らかにし、地震発生準備過程に深く関わっていると推測されている断層周辺での流体の挙動解明のための基礎となる知見を得る。

(b)研究の方法

吉岡・鹿野断層近傍で断層をまたぐ多測線で広帯域 MT 観測、及び、吉岡・鹿野断層を含む広い領域での長基線電場観測を用いる Network-MT 法の観測データを加えて、吉岡・鹿野断層周辺の深部までの比抵抗構造を明らかにし、その構造の不均質性と微小地震分布を比較し、地殻流体の存在を明らかにする。

(c)研究成果の概要

非常に単純な比抵抗構造モデルを用い、既に Miyakoshi and Suzuki (J.Geomag. Geoelectr., 30, 549-560, 1978)により、断層を境に南側では比較的浅部まで低比抵抗領域が盛り上がっている可能性のあることが指摘されていたが、本研究により実施した広帯域 MT 法による各測点での1次元構造の対比から、吉岡・鹿野断層そのものよりも、鳥取をほぼ東西に線状分布する地震帯の南端を境界として、地殻浅部の比抵抗構造に極端なコントラストが存在している事がわかった。地震帯の

南側ではかなり浅部までが低比抵抗値を示す。一方、地震帯内では、約 20km 以浅は非常に高比抵抗値であるのに対して、20km 以深の地殻の比抵抗値は非常に低いことが判明した。そして、微小地震はこの高比抵抗領域内で発生していることが明らかになった。

(d) 成果の公表

研究成果は、地球惑星科学関連合同大会、及び、地球電磁気・地球惑星圏学会で発表されるとともに、以下の形で公表された。

塩崎一郎, 大志万直人, 藤原茂樹, 福本隆史, 西垣俊宏, 矢部征, 住友則彦: MT 法を用いた山陰地方東部の深部比抵抗構造の概要, 京都大学防災研究所年報, 第 42 号, B-1, 189-201, 1999.

塩崎一郎, 大志万直人: 山陰地方東部の深部比抵抗構造探査の意義, 月刊地球, 22 No. 1, 22-28, 2000.

(10-8) 火山体浅部の物理的状态と噴火様式に関する基礎研究

研究組織

研究代表者

石原和弘(京都大学防災研究所教授)

研究分担者

井口 正人(京都大学防災研究所 助教授)

味喜大介(京都大学防災研究所 助手)

山本圭吾(京都大学防災研究所 助手)

神田 径(京都大学防災研究所 助手)

宇都 浩三(地質調査所 主任研究官

非常勤講師)

(a) 研究の背景と目的

火山噴火災害軽減のためには、将来起こり得る噴火の様式を事前に評価することも重要である。噴火様式は火山体の浅部の構造や物理的状态にも関係していると推定されているが、組織的な検討はなされていない。南九州には、桜島、薩摩硫

黄島、口永良部島、諏訪之瀬島など多様な噴火様式と活動度の異なる活火山が有り、火山体浅部における物理的状态の特徴と噴火様式、活動度との関係を検討する絶好のフィールドである。本研究の目的は、諏訪之瀬島火山等をテストフィールドとして各種観測を実施し、それぞれの手法で火山体浅部の物理的状态がどのようにみえるか、比較検討を行う。

(b) 研究の方法

諏訪之瀬島火山において、地震、地殻変動、自然電位、火口活動、浅部水環境、地形・地質の観測および調査を行い、それぞれの方法で諏訪之瀬島火山の浅部の物理的状态を推定するとともに、それぞれの成果を総合して推定される物理的状态を考察する。また、桜島でも自然電位分布調査を実施し、熱水対流系評価における自然電位測定の有効性を検証する。なお、1998 年 2 月から火山活動の高まりが認められた岩手山において、緊急に水準測量を実施して、火山体浅部の物理的状态変化を調査した。

(c) 研究成果の概要

桜島における自然電位分布調査により、南岳山頂を上昇域とする全島規模の熱水対流系の存在が推定された。

諏訪之瀬島での自然電位分布調査から、現在の活動火口から南西方向へ、1813 年噴火口を經由して、古い火口丘に至る約 3km の範囲に正の電位を示す領域が連なっていることが分かった。同島の地質と水環境の調査、桜島での自然電位分布の調査結果と併せ考えると、これら火口群を中心に帯状の熱水対流系の存在が推定される。観測期間中に活動火口と 1813 年噴火口の間で、深さ約 1km を震源とする火山性地震が多発し、それ以後、微動発生に対応して地下 500m 前後で開口性割れ目が膨張・収縮したことを示す傾斜変化が幾例か観測された。以上のことから、諏訪之瀬島火山では、活動火口から南西方向の地下浅部に熱水系が存

在し、その部分で様々な火山現象が生起されると考えられる。

岩手山では、火山活動の高まりに対応した地盤の隆起が観測され、その変動を引き起こした力源の位置の変化が捉えられた。深さは2~3kmと変化はないものの、火口丘の東西方向の配列に沿って数km移動することが分かった。なお、測定実施中に1998年9月の岩手県内陸北部地震(M6.1)の地震に伴い、推定断層を挟む局所的な上下変動を捉えた。北側が約20cm上昇、南側は変動なしという逆断層の特徴を有していることが分かった。

(d)成果の公表

石原和弘(編):第3回諏訪之瀬島火山の集中総合観測(平成10年10月),108p.2000.1.

神田 径,他:諏訪之瀬島火山における自然電位分布,京都大学防災研究所年報,42B-1,pp.11-18,1999.

橋本武志・他:桜島火山の自然電位と熱水系(第2報),京都大学防災研究所年報,42B-1,pp.19-25,1999

木股文昭・他:水準測量による岩手山南山麓における上下変動(1998年7月~11月),京都大学防災研究所年報,42B-1,pp.35-43,1999.

(10-9)琵琶湖水資源・水環境調査研究 研究組織

研究代表者

池淵 周一(京都大学防災研究所 教授)

所内研究分担者

岡 太郎(京都大学防災研究所 教授)

小尻 利治(京都大学防災研究所 教授)

友杉 邦雄(京都大学防災研究所 助教授)

中北 英一(京都大学防災研究所 助教授)

大石 哲(京都大学防災研究所 助手)

石井 将幸(京都大学防災研究所 助手)

研究分担者

全国の大学・政府研究機関の研究者(92名)

(a)研究の背景と目的

本センターは設立当初より全国共同利用的に運営されてきたが、平成8年の改組後はその役割が一層鮮明になった。即ち、専任・客員教官が中心となり全国の水文・水資源に係る研究者のネットワークを組織し、わが国の水資源問題の解決に当たっている。特に、本特別事業では、琵琶湖及びその周辺流域を対象として水文観測網を整備し、連続・集中観測を行い、水文現象の解明を進めると共に、水資源の定量的評価法に関する研究及び水質・生態系の調査に基づく水資源の質に関する基礎研究を行っている。

(b)研究の方法

水資源研究センターの運営協議会で、本特別研究事業に係る研究テーマを年度ごとに審議し、プロジェクト研究として推進する方法が採られている。平成10年度は、次の6課題が承認された。(括弧内の数字は研究参加者数)/琵琶湖プロジェクト(28)/地下水の利用と保全(14)/AI技術による水資源システムの管理支援(19)/災害危険度情報と住宅立地に関する研究(11)/21世紀の水利用のあり方(5)/流域における水量・水質・生態系評価手法の開発(15)/

(c)研究成果の概要

本特別事業では、琵琶湖を含む淀川水系を中心に各地に水文観測網を整備して、水資源に関する研究の基本である水文資料の収集に鋭意努力している。特に、「琵琶湖プロジェクト」では第2ステージ phase 2 とし、陸面過程モデル・局地循環モデルによって領域全体を対象とした解析・検証を通してのスケール効果の解明をはかることを目的に観測の時系列データとモデルとのタイアップをめざしている。そのため水田域常時観測システム及び森林域タワー常時観測システムを立ち上げると共に分布型流出モデルとのタイア

ップに関しては防災研究所宇治川水理実験所の人工降雨装置の基に高時川流域模型を作成した。地下水の利用と保全については高知県春野町に調査・試験地域を設定し、地下水の塩水化の実態調査を行うと共に、二次元系ではあるが水理モデルの開発を行った。

AI 技術による水資源システムの管理支援では、支援システムの基本概念を構成するとともに、統計的カオスによる流入量予測、実ダムでの知識ベース化を試みた。

災害危険度情報と住宅立地に関する研究では災害危険度情報の有無に関する家計の立地行動をモデル化し、災害危険度情報の提供の便益を計量化するための基礎的な枠組みを提示した。

21 世紀における水利用のあり方では、健全な水循環系の創造に向けて、地球温暖化に伴う洪水や渇水の頻度の変化、原子力発電の持続的リスクの存在とクリーンエネルギーとしての水力発電の再整備等を取り上げフリートークした。

流域における水量・水質・生態系評価手法の開発では、モデル化手法、方法論のレビューをするとともに、現象解析ならびにサブモデルの開発を検討した。そして、庄内川における水量・水温・水質モデル並びのそれらの統合モデルを作成した。

(d)成果の公表

本特別事業の成果は、年 1 回開催される水資源セミナーで報告される共に、水資源研究センター研究報告に掲載され全国の関係機関に配布される。また、研究成果がまとまった段階で水文・水資源学会誌・水工学論文集などに投稿されている。

(10-10)市街地火災における風下側の 気流性状に関する実験的研究

研究組織

研究代表者

田中 喆義(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

丸山 敬(京都大学防災研究所 助教授)

石川 裕彦(京都大学防災研究所 助教授)

(a)研究の背景と目的

弱風時に火災が発生した阪神大震災に比較し、強風時に火災が発生した関東大震災の火災による被害の規模は 60~70 倍も大きい。一般に、市街地火災における熱気流は輻射や飛び火と並んで延焼の重要なメカニズムの一つであり、また、熱気流の広がり方はそのときに吹いている風に左右されて消火や避難にも大きな影響を及ぼす。したがって、強風時の市街地火災における熱気流の性状を解明することは、延焼速度の予測および火災時の消火活動や避難計画を立てる上で非常に重要である。本研究では、火災気流の予測を相似則及び数値計算の両面から行うためのデータを模型実験から得るために、市街地のような粗度面上に発達した接地境界層内における基本的な熱気流場の定量的把握のための計測システムの構築を目指す。また、ここで得られたデータにより、火災及び熱輸送を含む乱流場のモデル化、火災源を含む境界条件の与え方を検討することができ、上空の気流性状を含んだ市街地火災の延焼問題の数値シミュレーション法の開発が期待できる。

(b)研究の方法

市街地上に発達した接地境界層内における火災源を含む高温熱気流場の性状を明らかにするため、風洞実験によって火災源下流の速度・温度変動や、地表面・建物表面の温度分布を測定するための計測システムの構築し、測定を行う。

(c)研究成果の概要

風洞内における火災源を含む熱流場の計測システムが完成し、火災源下流の速度・温度変動や、地表面・建物表面の温度分布を測定できることを確認し、本研究の目的である計測システムの構築の完成をみた。今後、引き続きこのシステムを使って、解析用のデータを蓄積する予定である。

(d)成果の公表

現在引き続き実験・計測を継続中であり、また、解析に必要なデータの蓄積および、計算手法を開発中である。研究成果は平成 13 年度中に公表する予定である。

(11-1)災害に対する「都市診断」科学の確立のための総合的研究

研究組織

研究代表者

亀田 弘行(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

萩原 良巳(京都大学防災研究所 教授)

田中 聡(京都大学防災研究所 助手)

岡田 憲夫(京都大学防災研究所 教授)

多々納 裕一(京都大学防災研究所 助教授)

鈴木 祥之(京都大学防災研究所 助教授)

清水 康生(京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

阪神・淡路大震災は、近代化した大都市の脆弱性を露わにするとともに、社会基盤整備のありようを都市の安全性や健全性の面から根本的に問い直すこととなった。本事業では、このような問題意識の下に、(1)都市には災害などの様々な安全性や健全性を脅かすリスクが存在すること、(2)近代的な大都市であっても、長い間には安全性や健全性が低下していく危険性ははらんでおり、社会や環境の変化に即応した再点検と新陳代謝のマネジメントが不可欠であること、に着目する。本研究は、自然科学・工学のアプローチに加え、経済学や心理学等の社会科学的なアプローチを加えた総合的アプローチによって、「都市診断」科学の確立を目指す研究である。

(b)研究の方法

都市を複合的な災害から守るための予防的で総合的な「都市診断」の科学の確立のため、シス

テム科学的方法論と地震工学的的方法論を結合した総合的な研究を行った。

(c)研究成果の概要

阪神・淡路大震災におけ都市災害データを GIS 上に展開し、災害事象の時空間的特性と物理的・機能的な脆弱性特性を定量評価した。長田区の建物の個別更新状況調査により、時空間 GIS を用いて更新状況モデルを開発した。

木造建物の動的耐震性能実験等を実施し、性能規定化に対応した耐震信頼性解析法や設計法について検討した。

大地震時に都市重要構造物の安全性と機能性を保持する地震応答制御法のための制御アルゴリズムを開発した。

災害弱者地域との関連で高齢者の日常生活行動の分析を行った。

移転費用や認知リスクが居住地行動に及ぼす影響に関する理論的解析をおこなった。

「リスク対応型地域空間情報システム」の概念構築とそのシステム技術基盤を示した。

大都市域における水辺整備計画代替案の選定手法と水辺環境の評価構造モデルを構築した。アメニティからみた着目した都市構造変化過程・淀川流域の人工系水循環システムのモデル化を行った。

(d)成果の公表

土木学会論文集、地理情報システム学会論文集、建築学会研究報告集、環境科学学会誌などの、学会等で発表している。

(11-2)構造物のヘルスマニタリング技術と補修技術の開発

研究組織

研究代表者

佐藤 忠信(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

野中 泰二郎(京都大学防災研究所 教授)
國枝 治郎(京都大学防災研究所 教授)
入倉 孝次郎(京都大学防災研究所 教授)
松波 孝治(京都大学防災研究所 助教授)
中島 正愛(京都大学防災研究所 助教授)
澤田 純男(京都大学防災研究所 助教授)
岩田 知孝(京都大学防災研究所 助手)
諸岡 繁洋(京都大学防災研究所 助手)
本田 利器(京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

防災拠点となる建築施設や、都市機能を支える都市重要構造物は、地震直後においてもその機能を失うことが許されない。従って、これら施設・構造物の損傷状態を常にモニターしつつ、地震直後にはその健全度を速やかに検出するとともに、万一損傷を被った場合には速やかに補修することが必須となる。これらは、地震災害に対する社会の備えという急務の課題をなすもので、それを目指す基礎研究として、本研究では、(1)構造物の健全度をモニターする計測・解析システムと、地震時における構造物損傷度検出法を開発すること、(2)迅速な補修と継続的機能確保が可能となる構造物補修技術を開発することを目的とし、開発技術の基盤となる解析的背景を明示すると共に、実験・観測を通じてその妥当性を検証する。

(b)研究の方法

非線型構造同定アルゴリズムとそれを内蔵した構造物の自動損傷検出システムを開発するために、まず、光ファイバーを用いた地盤の動的ひずみ計測システムの開発する。更に、カルマンフィルター、H無限大フィルター、モンテカルロフィルターを用いたシステム同定技術の確立を図る。迅速な補修と継続的機能確保が可能となる構造物補修技術の開発については、補修時間が短い、わずかな材料で大幅な強度と適度な剛性の向上が期待できるという長所を有する低降伏点鋼製

履歴ダンパーを用いた補修技術を想定する。この種のダンパーが有する復元力特性を小型モデルによる載荷実験結果を参照して同定すると共に、ダンパーの強度、剛性、配置に対する簡便な設計手順を、一連の数値解析結果を通じて提案する。

(c)研究成果の概要

センサーシステムとして、構造物直下の地盤特性や土構造物の経年変化を計測するために光ファイバーを利用した地盤内多点動的歪計測システムを開発した。構造同定手法の開発としては、構造システム同定に利用されている既存のアルゴリズムの現状を調査し集大成した後、適応型カルマンフィルター、適応型H無限大フィルター、適応型モンテカルロフィルター等の開発を行った。開発した構造同定解析システムを用いて、常時微動や起振器強制振動に対する地盤 構造系の動的応答を計測することにより、開発したシステムの有効性を検証した。低降伏点鋼製ダンパーが繰り返し載荷時に呈する顕著な歪硬化特性を適切に再現しうる、等方硬化と移動硬化を結合した履歴モデルを考案した。またこの履歴モデルを組み込んだ弾塑性地震応答解析から、主構造とダンパーが有する相対強度と相対剛性を変数として、向上強度、剛性増加、そして応答低減量を簡便に推定しうる設計手順を提案した。更に迅速な補修技術に関する世界の動向についても分析した。

(d)成果の公表

Sato, T., Honda, R. and Shibata, S.: Ground Strain Measuring System using Optical Fiber Sensors, Proceedings of the SPIE's 6th Annual International Symposium on Smart Structures and Materials, Vol.3670, pp.470- 479, 1999.
Nakashima, M., Roeder, C. W., and Maruoka, Y.: Steel Moment Frames for Earthquakes in the United States and Japan, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.126, No.8,

(11-3)地盤災害メカニズムに関する研究

研究組織

研究代表者

千木良 雅弘(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

嘉門 雅史(京都大学防災研究所 教授)

佐々 恭二(京都大学防災研究所 教授)

奥西 一夫(京都大学防災研究所 教授)

三村 衛(京都大学防災研究所 助教授)

諏訪 浩(京都大学防災研究所 助教授)

福岡 浩(京都大学防災研究所 助教授)

勝見 武(京都大学防災研究所 助手)

齋藤 隆志(京都大学防災研究所 助手)

竹内 篤雄(京都大学防災研究所 助手)

中川 鮮(京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

地盤災害は、低平地の環境地盤災害から丘陵地や山岳地の斜面災害など多様であり、地盤災害の軽減のためには、災害発生の際の特性、及び、場に応じた災害発生メカニズムを明らかにして、それに基づいて適切な対処をとってゆくことが不可欠である。本研究では、下記の4つのテーマをあげ、場に応じた災害発生メカニズムの解明を目的とした。

1) 環境地盤災害

2) 岩石の急速風化と崩壊の免疫性

3) 高速地盤崩壊

4) 傾斜地災害に関わる水文地形学的研究

(b)研究の方法

1) 環境地盤災害

環境地盤災害のパターンを分類、解析し、それに基づいて環境地盤災害低減技術を提案する。

2) 岩石の急速風化と崩壊の免疫性

岩石の風化の速度と崩壊の発生間隔との関係を求めるために、花崗岩の風化帯構造調査および風化速度調査を行う。

3) 高速地盤崩壊

崩壊した土砂の高速移動による災害を評価するために、動的載荷の可能なリングせん断試験装置を用いた高速長距離移動のモデル実験を行う。

4) 傾斜地災害に関わる水文地形学的研究

急傾斜地の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・観測する。

(c)研究成果の概要

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して、廃棄物の有効利用に伴う環境影響の評価を行うと共に、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行った。

深層風化したある種の花崗岩は、地表にさらされると再び急激に風化することを、人工法面において明らかにし、崩壊の免疫性評価の見通しが得られた。

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結果、マサ、凝灰岩、風化安山岩は、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。

地震動は花崗岩を断層破碎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。

(d)成果の公表(主要論文のみ)

Kamon, M., Katsumi, T. and Sano, Y.: MSW fly ash stabilized with coal ash for geotechnical applications, Journal of Hazardous Material, Vol.76, No.2-3, pp.263-283, 2000.

Chigira, M. and Ito, E.: Characteristic weathering profiles as basic causes of shallow landslides. Yagi, Yamagami, and Jiang eds.

Slope Stability Engineering Vol.2, Balkema, Rotterdam, 1145-1150,1999.
Okunishi, K. and Suwa, H.: Assessment of Debris-Flow Hazards of Alluvial Fans, Natural Hazards (in press),2000.
Sassa,K. (ed.): Landslides of the World, Kyoto University Press, 413p.1999.

(11-4)流域一貫した統合型水象シミュレーションシステムの構築

研究組織

研究代表者

寶 馨 (京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

高橋 保 (京都大学防災研究所 教授)

井上 和也 (京都大学防災研究所 教授)

高山 知司 (京都大学防災研究所 教授)

間瀬 肇 (京都大学防災研究所 助教授)

中川 一 (京都大学防災研究所 助教授)

戸田 圭一 (京都大学防災研究所 助教授)

立川 康人 (京都大学防災研究所 助教授)

吉岡 洋 (京都大学防災研究所 助手)

里深 好文 (京都大学防災研究所 助手)

市川 温 (京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

水災害の予測・防止・軽減を図るため、山地部、平野部、湾域部、海岸・海域全体を包括して流域一貫した視点から捉え、来襲する大型台風や集中豪雨によって引き起こされる土砂流出、洪水流出、高潮・高波浪の推算を行うための統合的水象シミュレーションシステムの構築とその実用化を目的とする。即ち、多種多様な観測・実験データ、地形・地理情報、リモートセンシングデータ、災害資料・文献情報、災害統計などを包含するデータベースの拡充を行うとともに、従来各専門分野で開発され予測精度の向上が図られてきた土砂

流出、洪水流出、河川・河床変動、氾濫流、高潮・波浪推算等のサブモデルを統合して、広域水象の数値シミュレーションシステムを開発する。

(b)研究の方法

それぞれの専門領域ごとに閉じた形で利用されてきた各種データや物理・数値シミュレーションモデルを共有の資産として相互に利用し合うとともに、互いに関連する領域の知識・知見・モデルを結集して、もう一段上位の水災害研究の方法論を確立することが、これからの新しい時代において是非とも必要である。こうした認識のもとに、研究所内外の研究者とのネットワークを重視してそれぞれのサブモデルの統合化を図る。データやシミュレーションにおける時間・空間分解能、質・精度などが領域ごとに異なる部分があるが、境界領域におけるこのような問題を解決し、総合的な流域管理・防災計画・治水対策の新たな展開を図る点に特色がある。

(c)研究成果の概要

それぞれの研究分野における水象解析モデル(サブモデル)の精度向上を図った。それらの一例として、分布型洪水流出システムの集中化手法を開発した。また、高瀬ダム流域を対象とし、粒径分布の変化を考慮した土砂移動形態の数値シミュレーション手法を構築した。一方、それらを統合的に扱うモデルとして、流域全体の土砂移動・水移動を予測することを念頭においた土砂・洪水流出モデルの開発を進めた。更に、都市域近郊の山地からの流出解析法と道路網・市内河川網を考慮した都市域の氾濫解析法および幹線下水道による下水排水モデルをリンクした都市域豪雨氾濫解析モデルの開発を試み、京都市域にそのモデルを適用した。また、波の回折を考慮した多方向不規則波の変形計算モデルを構築し、それによって河口部の流れのある場での波浪変形計算を行うことが可能となった。

(d)成果の公表

市川 温,小椋俊博,立川康人,椎葉充晴,宝 馨:山腹斜面流出系における一般的な流量流積関係式の集中化,水工学論文集,44,pp.145-150,2000.

高橋 保,井上素行,中川 一,里深好文:山岳地域における土砂流出の予測,水工学論文集,44,pp.717-722,2000.

戸田圭一,井上和也,村瀬 賢,市川 温,横尾英男:豪雨による都市域の洪水氾濫解析,土木学会論文集,663/II-53, pp.1-10,2000.

間瀬 肇,高山知司,国富将嗣,三島豊秋:波の回折を考慮した多方向不規則波の変形計算モデルに関する研究,土木学会論文集,628/II-48,pp.177-187,1999.

(11-5)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

研究組織

研究代表者

岩嶋 樹也(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

桂 順治(京都大学防災研究所 教授)

植田 洋匡(京都大学防災研究所 教授)

田中 正昭(京都大学防災研究所 助教授)

石川 裕彦(京都大学防災研究所 助教授)

丸山 敬(京都大学防災研究所 助教授)

奥田 泰雄(京都大学防災研究所 助手)

堀口 光章(京都大学防災研究所 助手)

寺尾 徹(京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

将来の大気災害を回避あるいは軽減するための対策を立案するには、これまでに発現した異常気象・異常天候時における大気災害の実態を精確に把握しておかねばならない。更に災害発現時前後の大気環境に関する基本的データを十分に確

保・整理・集約しておかねばならない。これは、最も重要な研究課題である異常気象・異常天候の発現機構を解明するためにも不可欠である。特に大きな災害をもたらす台風・豪雨時の大気環境の研究は極めて重要である。しかしながら、これまでの国内外の研究の殆どは、台風・豪雨による災害発現時の個々の事例についての研究であり、これらを総合して解析モデル(災害大気モデル)を作成するに至ったものは殆どない。また野外観測や風洞実験、更に解析モデルに基づく数値実験などをあわせ行い、異常気象発現時の大気環境及び構造物に対する影響を総合的に解明する試みはなされていない。

(b)研究の方法

これまでに当部門で収集保持している、いくつかの大きな台風襲来や豪雨による災害発現時前後の気象観測資料と、観測網・観測機器の、より整った最新の資料に基づいて、災害発現時の事例を解析し、災害大気環境のモデル化を行った。大気境界層内の情報を追加するために、当部門や関連施設で保有している観測機器や実験設備を活用して、野外観測と風洞を用いた室内実験を行った。また、解析に基づく「災害大気環境モデル」に対する数値モデルを構築して、構造物に対する実験を実施し、風に起因する災害発生機構を調べた。この数値モデルの構築と実験実施には、1997年度特別事業で開発してきたモデリング技術を利用した。

(c)研究成果の概要

台風の力学的メカニズムに関しては、数値モデルと気象衛星、レーダーなどのデータ解析をもとに、乾燥貫入、成層圏との相互作用の重要性、極渦域への侵入時の減衰と再発達メカニズムが明らかになった。さらに、数値モデルにより、台風の内部構造、発達、温帯低気圧化などについて新しい知見を得た。また、台風に伴って生じる竜巻の予測可能性が示された。

集中豪雨についても、気象データ、数値モデルを用いた事例解析を進め、豪雨の維持・発達機構として乾燥貫入による蒸発冷却と冷氣外出流の強化機構を提唱し、その予測可能性を検証した。

(d)成果の公表

Ueda, H., Takemoto, T., Kim, Y.P. and Sha, W.: Behavior of volatile components in urban aerosols. Atmospheric Environment, Vol.34, pp.353-361, 2000.

Ueda, H. and Andoh, K.: Kelvin-Helmholtz billows associated with double diffusion effects. Turbulence, Heat and Mass Transfer 3", Edt. By Nagano, Y., Hanjalic, K. and Tsuji, T., pp.291-295, Aichi Shuppan, Nagoya, 2000.

Qian, S., Okada, K., Nagase, Y. and Ueda, H.: Direct numerical simulation of bluff body flows using non-staggered grids. Chem. Eng. Comm., Vol.178, pp.157-183, 1999.

Ueda, H. and S.-J.Kang: Numerical study on the tropospheric oxidants budget in East Asia and effects of intruding stratospheric ozone on it, Air Pollution VI, ed. By C.A. Brebbia et al., pp.13-24, WIT Press, Southampton, 1998.

Ueda, H., W.Sha and K.Nakabayashi: Numerical study on flow pass a three-dimensional obstacle under a strong stratified condition, J.Appl.Meteor., Vol.37, pp.1047-1054, 1998.

Maruyama, T.: On the Influence of Turbulence Characteristics at an Inlet Boundary for Large Eddy Simulation of a Turbulent Boundary Layer, Engineering Turbulence Modelling and Experiments 4, pp.217-226, 1999.

Maruyama, T.: Surface and inlet boundary conditions for the simulation of turbulent boundary layer over complex rough surfaces, Journal of Wind Engineering and Industrial

Aerodynamics, Vol.81, pp.311-322, 1999.

丸山勇祐, 丸山 敬: 人工的に生成した変動風を流入条件とするLESによる直方体周りの乱流場の数値計算, 日本建築学会構造系論文報告集, 第520号, pp.37-43, 1999.

Maruyama, T.: Large eddy simulation of the turbulent boundary layer behind roughness elements using an artificially generated inflow, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol.83, pp.381-392, 1999.

丸山 敬: 流入境界面における乱流統計量の違いがLESによる乱流境界層の計算に及ぼす影響について, 日本風工学会誌, No.74, pp.35-46, 1998.

丸山 敬: 複雑粗度上の乱流境界層の数値シミュレーション, 日本風工学会誌, No.75, pp.19-24, 1998.

Maruyama, T.: Surface and Inlet Boundary Conditions for the Simulation of Turbulent Boundary Layer over Complex Rough Surfaces, Paper preprints of International Workshop on "CFD for Wind Climate in Cities", pp.255-262, 1998.

丸山 敬: 市街地上空における気流性状の数値計算; その2建物の密度変化に伴う平均風速および乱れの強さの変化, 日本建築学会構造系論文報告集, 第513号, pp.59-64, 1998.

堀口光章, 光田 寧: 山岳地における風の分布と乱流特性(第2報), 京都大学防災研究所年報, Vol.41 B1, 1998.

Sha W., K.Nakabayashi and H.Ueda: An accurate second-order approximation factorization method for time-dependent incompressible Navier-Stokes equation in spherical polar coordinates, J. Compt. Physics, Vol.142, pp.47-66, 1998.

(11-6)災害環境の総合観測に関する研究

研究組織

研究代表者

今本 博健(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

武藤 裕則(京都大学防災研究所 助手)

馬場 康之(京都大学防災研究所 助手)

上野 鉄男(京都大学防災研究所 助手)

石垣 泰輔(京都大学防災研究所 助教授)

芹澤 重厚(京都大学防災研究所 助手)

林 泰一(京都大学防災研究所 助教授)

関口 秀雄(京都大学防災研究所 教授)

山下 隆男(京都大学防災研究所 助教授)

加藤 茂(京都大学防災研究所 助手)

澤田 豊明(京都大学防災研究所 助教授)

末峯 章(京都大学防災研究所 助教授)

小西 利史(京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

災害観測実験研究センターの観測所、実験所が共同して災害を発生させる自然現象の総合的観測研究を行い、観測技術の向上のみならず、観測データの同時性・総合性がもたらす災害環境の総合的解明を可能とする。

(b)研究の方法

高潮時の気象・海象の総合観測では、高潮の発生機構を明確にするとともに、センターで開発している高潮の数値予知の精度向上、データ同化のための基礎資料を得る。

土砂災害の発生機構の総合観測では、土石流観測(穂高)、GPSによる地すべり観測(徳島)及び波浪による海底地盤の液状化の観測(大湊)を行う。

(c)研究成果の概要

高潮時の気象・海象の総合観測では、極浅海域での高潮の発生機構として、大気、波浪、高潮の相互作用を白波砕波せん断応力で定義し、数理モデルを構築した。

土砂災害の発生機構の総合観測では、土石流、地すべり、地盤の液状化といった異なる観点から、水と土砂の相互作用を現地スケールで究明することができた。

(d)成果の公表

災害観測実験研究センター研究成果報告集

関係学会の論文集、ホームページ

(11-7)活断層端部構造の地震学的観測研究

研究組織

研究代表者

島田充彦(京都大学防災研究所教授)

研究分担者

梅田 康弘(京都大学防災研究所 教授)

渡辺 邦彦(京都大学防災研究所 助教授)

伊藤 潔(京都大学防災研究所 助教授)

松村 一男(京都大学防災研究所 助教授)

澁谷 拓郎(京都大学防災研究所 助手)

(a)研究の背景と目的

活断層の端部では、断層が終結し消滅する場合と、別の断層に乗り移って継続する場合に大別できる。

前者は断層の走向が変わったり分岐したりして、構造的にも応力的にも拡散する。後者は乗り移る領域に応力や歪が集中する。断層端部に発生する地震の発生機構と応力解放量を解析することで、断層端部を構造的に解析し、更にそれを規定する地殻物性について知見を得る。

地震予知研究では応力の蓄積過程の解明が主要課題となっているが、内陸活断層の端部の地震の精密観測・解析を行うことで、この課題に対する基礎的知見を得ることができる。更に岩石実験や地殻物性の観点から地震発生機構と断層構造を説明することで、地震発生場の状況と応力蓄積過程に関する知見を得ることができる。

これは活断層における地震活動の予測に有用な情報を与え、地震の予知にも寄与する。

(b)研究の方法

兵庫県・山崎断層系を研究対象とした。活断層としての山崎断層の微細構造は、地質調査・地震分布・電磁気調査・重力探査などの調査があり、山崎断層観測室では断層破碎帯の挙動の観測解析も実施されている。本研究ではこれらを基礎資料としたうえで、現在、山崎断層系で最も地震活動が活発な暮坂峠断層の東端部の加西市古法華地区に中周期地震計観測室(固有周期 10 秒、現地収録方式)を新たに設置した。これにより既存の三日月観測室、泉観測室の中周期地震計と併せて、中周期地震計による山崎断層周辺の稠密観測網を構築し、断層の端部に発生する地震の発震機構から起震応力の解析を実施した。

解析の方法は Kosuga(1996)によるもので、1箇所の地震観測波形から発震機構を求める手法である。

この方法は近距離に発生したある規模以上の地震にしか適用できないものであるが、稠密観測結果および微小地震観測結果と比較することで、その適用可能限界を求めることを試みた。

(c)研究成果の概要

従来からの微小地震観測による初動押し引きによる発震機構解との比較により、観測点から 20km 程度以内の M2 級地震に関して本解析手法の結果は、ほぼ有効であることが確認された。

発震機構解析の結果、山崎断層に沿って発生する地震は比較的断層の走向に依拠するメカニズムを有する場合が多いのに対し、断層端部ではそれが乱れる傾向が認められる。ただ現状では解析結果の含む誤差は個々の場合でマチマチであり、個別の地震と断層構造の関連を解析する段階にない。また地震数が不足しており、統計的に結果を云々するには至っていない。解析結果の制度の評価が今後の課題である。山崎断層の周辺には広

帯域基盤観測網もあり、それらと比較することで、解析方法の精度と可能性の更なる検討を行っている。

この手法によれば、小地震の応力解放機構を容易に推定することが可能となり、地震発生機構と応力の蓄積・解放機構の解明に有効と考えている。

平成 12 年度も観測を継続実施しているが、10 月に鳥取県西部地震が発生した。鳥取観測網の多里、久米両観測点の 10 秒地震計に上記の解析手法を適用し、手法の精度の検討を実施している。

(d)成果の公表

高橋繁義, 渡辺邦彦:山崎断層の微細構造と発震機構から求めた応力分布, 日本地震学会, 秋季大会, p074, 2000

(11-8)火山体浅部構造に関する比較研究

研究組織

研究代表者

石原和弘(京都大学防災研究所教授)

研究分担者

井口 正人(京都大学防災研究所 助教授)

西 潔(京都大学防災研究所 助手)

味喜 大介(京都大学防災研究所 助手)

山本 圭吾(京都大学防災研究所 助手)

神田 径(京都大学防災研究所 助手)

宇都 浩三(地質調査所主任研究官非常勤講師)

(a)研究の背景と目的

平成 11 年度に諏訪之瀬島火山及び桜島火山において自然電位等多項目の観測調査を行い、火山体浅部の物理的状态、特に熱水対流系の存在範囲や発達の度合いを評価する手法として、自然電位の調査が有効であることが裏付けられた。本研究では、長期間にわたり活発な噴気・地熱活動を続け山頂直下の浅い場所までマグマが上昇している薩摩硫黄島を対象に自然電位分布調査を実施

し、他の火山と比較検討することにより薩摩硫黄島の熱水対流系の分布とその特徴について評価する。また、南九州の活火山を中心に、火山性地震の震源分布・発震機構及び発生する地震の種類と活動度を比較検討し、火山体浅部の火道の状態評価を試みる。

(b)研究の方法

薩摩硫黄島は、約 6300 年前の巨大噴火噴火で生じた鬼界カルデラの北西縁部に位置し、島の北西部はカルデラ外輪山、南東部は新規噴出物と硫黄岳等新規火口丘で構成される。カルデラ外輪山から硫黄岳山頂火口に至る範囲で自然電位を測定する。また、桜島や南西諸島の火山性地震の分布・発震機構と火山活動度を調査し、火山活動度と比較検討する。

(c)研究成果の概要

薩摩硫黄島全島の自然電位分布を調査した結果、外輪山からカルデラ内の平坦地及び硫黄岳の中腹に至る地域では、標高が高くなるにつれ電位が低下するという標高と電位の間に負の相関が認められ、地形に沿って、地下水・熱水が流下していると推定された。これに対し、硫黄岳の中腹より上部、山頂から約 1km の範囲では山頂に向かって電位が顕著に増加する。また、局所的な正の電位異常と地温の間に相関が認められた。硫黄岳の活発な噴気・噴煙活動と考え合わせると、硫黄岳山頂周辺の半径約 1km の範囲に、熱水の顕著な上昇域が存在することが推定される。電位分布データを基に、熱水の上昇率を推定すると 1 日数千 t と求まった。この値は硫黄岳裾野からの熱水の湧出率すると概略一致する。

桜島や南西諸島の活火山、及びインドネシアの火山の火山性地震・微動の種類、震源分布の特徴を火山活動度と比較検討した。噴気・噴火活動を長期に継続している火山では、火口直下浅部にマグマや熱水の動きを反映した低周波地震や微動が発生する領域が存在し、せん断破壊によって生

じる A 型地震はそれより下部或はその周辺で発生する。一方、長期間噴火活動を休止している火山では、低周波地震が発生せず、火口直下浅部から火山体深部まで、全て A 型地震で占められる。このような違いは、火道内にマグマ・熱水等の火山流体の貫入・存在の有無によって生じると結論される。

(d)成果の公表

井口正人: 火山性地震の発生と火山爆発発生場としての火道内の状態変化, 月刊地球, 22, pp.315-323, 2000 .

Kanda, W. and Mori, S: self-potential anomaly of Satsuma-Iwojima, EPS, 2000(submitted).

森 真陽, 神田 径, 井口正人: 薩摩硫黄島の自然電位, 京都大学防災研究所年報, 43B-1, 2000.

井口正人, 他: 薩摩硫黄島の火山活動, 京都大学防災研究所年報, 42B-1, pp.1-10, 1999 .

(11-9)琵琶湖水資源・水環境調査研究 研究組織

研究代表者

岡 太郎(京都大学防災研究所 教授)

所内研究分担者

池淵 周一(京都大学防災研究所 教授)

小尻 利治(京都大学防災研究所 教授)

友杉 邦雄(京都大学防災研究所 助教授)

中北 英一(京都大学防災研究所 助教授)

大石 哲(京都大学防災研究所 助手)

石井 将幸(京都大学防災研究所 助手)

研究分担者

全国の大学・政府研究機関の研究者(92名)

(a)研究の背景と目的

本センターは設立当初より全国共同利用的に運営されてきたが、平成 8 年の改組後はその役割が一層鮮明になった。即ち、専任・客員教官が中心となり全国の水文・水資源に係る研究者のネッ

トワークを組織し、わが国の水資源問題の解決に当たっている。特に、本特別事業では、琵琶湖及びその周辺流域を対象として水文観測網を整備し、連続・集中観測を行い、水文現象の解明を進めると共に、水資源の定量的評価法に関する研究及び水質・生態系の調査に基づく水資源の質に関する基礎研究を行っている。

(b)研究の方法

水資源研究センターの運営協議会で、本特別研究事業に係る研究テーマを年度ごとに審議し、プロジェクト研究として推進する方法が採られている。平成 11 年度は、次の 6 課題が承認された。

(括弧内の数字は研究参加者数)

/琵琶湖プロジェクト(28)/地下水の開発と保全(14)/AI 技術とダムの弾力的管理運用(19)/レーダを用いた豪雨の構造解析と予測(11)/流域における水量・水質・生態系評価手法の開発(5)/水資源の環境のリスクマネージメント(15)/

(c)研究成果の概要

本特別事業では、琵琶湖を含む淀川水系を中心に各地に水文観測網を整備して、水資源に関する研究の基本である水文資料の収集に鋭意努力している。特に、「琵琶湖プロジェクト」では、滋賀県高時川支流の落葉樹林帯・滋賀県高月町井の口の水田域・琵琶湖北湖の中心・長浜市街地に観測塔を設置し、地被条件が異なる場所での熱収支・フラックス等の連続観測を実施している。これらの連続観測結果に全国研究者の参加を得て夏に行われる集中観測調査及び衛星・パルーンによるリモートセンシングデータを加え、地表面 - 大気系の水文循環過程の相互作用に関する研究を進めている。これらの結果は、水文素過程の解明と水資源保全の立場より社会に還元されることが期待される。

更に、琵琶湖北東部の田川流域及び高知県春野町に地下水観測網を整備して地下水流況と塩水化機構の解明と対策について研究を進めている。田

川流域での観測は昭和 43 年より継続されており、最近 30 年間の土地・水利用の変化と地下水流動との関連性が捉えられている。一方、春野町における観測では、水文観測と平行して水質調査、電気探査による塩淡境界面の挙動調査が行われている。特に、1999 年には、ハウス園芸における作付けサイクルと揚水量との関連を調査し、地下水と塩水浸入の三次元流動解析に反映して、塩水化対策の基礎資料を提供した。

水資源統合管理システムのための、AI 技術とマルチメディアの応用によるシステムインテリジェンスの構築を進めている。特に、近年貯水池操作に関して固定方式ではなく予備放流を含めた不定率操作の必要性が再認識されている。また、制御工学の観点より、ファジィ推論やニューラルネットワーク等のいわゆる人工知能技術の開発が進んでおり、実問題への適用が図られている。特に、ここでは AI 技法を応用して、実時間での貯水池制御支援システムの構築と流出予測・操作規則のルール化を行うとともに、ダムの操作支援システムの提案を行っている。

全国各地に設置されているレーダ雨量計データを収集整理して、日本全土の年降水量分布、豪雨時の降雨特性、レーダによる降雨予測精度の向上について検討するとともに、雲物理モデルの構築、GPS を用いて積乱雲内部での水蒸気構造に関する分析を行っている。これらの結果は、将来、豪雨・湧水発生予測に有益な情報を与えるものと期待されている。

(d)成果の公表

本特別事業の成果は、年 1 回開催される水資源セミナーで報告されるとともに、水資源研究センター研究報告に掲載され全国の関係機関に配布される。また、研究成果がまとまった段階で水文・水資源学会誌・水工学論文集等に投稿されている。

(11-10)防災研究の社会的貢献度向上に関する研究

研究組織

研究代表者

河田 恵昭(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

田中 哮義(京都大学防災研究所 教授)

林 春男(京都大学防災研究所 教授)

佐藤 忠信(京都大学防災研究所 教授)

竇 馨(京都大学防災研究所 教授)

嘉門 雅史(京都大学防災研究所 教授)

土岐 憲三(京都大学工学研究科 教授)

中川 一(京都大学防災研究所 助教授)

林 泰一(京都大学防災研究所 助教授)

西上 欽也(京都大学防災研究所 助教授)

橋本 学(京都大学防災研究所 助教授)

田中 聡(京都大学防災研究所 助手)

高橋 智幸(京都大学防災研究所 助手)

田中 重好(弘前大学人文学部 教授)

山崎 文雄(東京大学生産技術研究所 助教授)

宮野 道雄(大阪市立大学生活科学部 教授)

岡田 恒男(芝浦工業大学 教授)

新野 幸次郎(メモリアルカンファレンス
組織委員長)

高木 不折(名古屋大学 教授)

岩垣 雄一(京都大学 名誉教授)

(a)研究の背景と目的

本研究では、大学における研究成果を社会に役立てるための方法を開発しようというものであって、幾つかの具体的なプロジェクトを通して、実行した。阪神・淡路大震災までは、研究の成果が社会に使われるかどうかは 2 次的な問題であるとされてきた。しかしながら、防災研究の目的が被害の抑止・軽減であることを考えるとき、従来の研究成果と現実の社会への適用の間には大きな隔たりがあることに気がつく。そこで、平成 11 年度に実施した大規模災害対策セミナーやメ

モリアル・カンファレンス・イン神戸、東京、災害対応研究会などの現場を通して、どのようにすれば研究成果が社会に受け入れられるかを検討し、実行した。

(b)研究の方法と成果の概要

ここでは、代表として、大規模災害対策セミナーとメモリアル・カンファレンス・イン神戸、東京を取り上げて報告する。前者は伊勢湾台風 40 年ということで三重県桑名市で 9 月 23 日に実施した。三重県知事、北川正恭等の挨拶の後、体験者の真に迫った経験談や、当時のニュース素材、映像資料等を用いて伊勢湾台風の正確な被害状況を振り返り、自然災害の恐ろしさ、それ以後の治水・防災への取り組みをビデオで紹介した。ついで、『あの伊勢湾台風が今来たら～地域の安全と危機管理』と題してパネルディスカッションを行った。メンバーは、次の通りである。

コーディネーター：藤吉洋一郎(NHK 解説委員)、
パネリスト：河田恵昭、高木不折(名古屋大学教授)、大西晴夫(気象庁予報部通信課無線通信室長)、山田 昌(女優)、門松 武(建設省中部地方建設局河川部長)である。

次に、後者は、2000 年 1 月 17 日(月)、18 日(火)、建築会館ホールで開催され、課題は「ボクの不思議、私の疑問」、「神戸に汗したあの頃...お元気ですかみなさん」、「- ・あの日・ - ・未来、おもいを音楽と言葉に託して」、「セキュリティ確保のヒミツ」、「震災復興を検証する - まだ神戸は終わっていない」及びパネルディスカッション「社会全体の保険としての災害対策」である。なお、神戸でも 1 月 22 日(土)に神戸海洋博物館ホールで「あなたの体験を伝えませんか」をテーマとして開催した。

(c)成果の公表

伊勢湾台風 40 年のシンポジウムの模様は、1999 年 10 月 29 日(金)の NHK 教育テレビ「金曜フォーラム」にて全国放映された。また、報告書が

出版された。メモリアル・カンファレンスについては、報告書を印刷し、関係機関に配布した。

3.1.2 地震予知計画

1. これまでの経緯

京都大学は、1969年の地震予知研究計画開始よりこの計画に参画し、防災研究所及び理学部地震予知観測地域センターを中心に地震活動、地殻変動等の各種観測研究を実施してきた。平成2年6月にこれらの組織が防災研究所地震予知研究センターに統合され、同センターがこれらの研究を継承し、実施している。平成5年度～10年度までに実施された第7次地震予知計画では、

- (1) 地震予知の基本となる観測研究の推進
- (2) 地震発生のポテンシャル評価のための特別研究の実施
- (3) 地震予知の基礎研究の推進と新技術の開発
- (4) 地震予知のための体制の整備

を柱として、全国の国立大学及び政府関係機関の協力の下、研究が進められてきた。ただし、第7次計画実施中の平成7年1月17日に兵庫県南部地震が発生し、同計画が見直されている。その後、兵庫県南部地震の経験に基づいて、同計画のレビュー、学術会議地震学研究連絡会地震予知小委員会における議論や研究者有志グループによる「新地震予知研究計画」において地震予知研究の大幅な改革が提言された。平成11年度からは「地震予知のための新たな観測研究計画」として5年計画で研究が実施されている。この計画では、

- (1) 地震発生にいたる地殻活動解明のための観測研究の推進
- (2) 地殻活動モニタリングシステム高度化のための観測研究の推進
- (3) モデリング
- (4) 本計画推進のための体制の整備

を柱として進められている。ここでは、平成7年以降に本研究計画事業費により実施された研究について、自己点検を行う。

2. 第7次地震予知計画における研究と主な成果

防災研究所は、地震予知研究センターにおいて、第6次計画までに整備された上宝、北陸、阿武山、鳥取、徳島、屯鶴峯、逢坂山、宮崎の各観測所において地震、地殻変動、地磁気、地下水等の諸観測を継続実施すると共に、以下の研究を実施した。

(1) 地震予知の基本となる観測研究の推進

(ア) 観測強化地域、特定観測地域等における観測研究の実施

地殻活動総合観測線

北近畿、近畿山陰および日向灘の3観測線において、地殻変動や地下水の連続観測を実施した。平成7年以降、兵庫県南部地震、日向灘の地震や滋賀県南部の地震などが発生し、これらの観測線が地震前後の異常変化を捉えている。特に、逢坂山観測所は兵庫県南部地震と滋賀県南部の地震前後に良く似た変化を観測したことが特筆される。一方、この地震の前年の1994年後半から近畿地方の各観測点で歪の変動パターンに変化を捉えていた。また、1996年秋に日向灘でM6級の地震が連発したが、地震の前年から南北伸張歪を宮崎観測所が観測していた。このように、中長期的な異常変動が地震前に観測されていることは、連続観測の有効性を示すものである。

(2) 地震発生のポテンシャル評価のための特別研究の実施

(ア) 海・陸プレート境界域のダイナミクスに関する観測研究の推進

広域かつ高性能地震観測

インテリジェント化テレメータシステム及び衛星テレメータシステムの整備により、北陸、阿武山、鳥取、上宝及び徳島の観測網から高感度短周期地震計データ、中周期および長周期地震計データの送信が可能となった。この結果、北陸地方から近畿・中国及び四国東部に至る広域の地震活動を統合して見ることが可能となった(図1)。これ

と平行して、過去の各観測網の震源データを統合したデータベースを構築した。このデータベースのうち、高精度のデータと検測データを用いて、震源の深さの分布を広域に解析し、地震発生層の深さの地域的な分布を初めて明らかにすることができた。また、GISを用いて、活断層からの距離と地震数の関係を解析し、山崎断層などでは約5kmまで断層の影響が及んでいることを明らかにした。

平成7年以降、兵庫県南部地震をはじめ、1997年鳥取県西部の群発活動、1998年飛騨山脈の群発活動、1999年滋賀県南部および山崎断層の地震などがあり、これらについて精密な震源分布等のデータを提供した。

広域地球電磁氣的構造調査(活断層深部構造調査を含む)

全国の大学と共同で、四国東部から鳥取県に至る地域で Network-MT 観測を実施し、広域比抵抗構造を明らかにしてきた。また、えびの地震、長野県西部地震の震源域でローカルな Network-MT 観測に参加して、比抵抗の不均質構造を明らかにした。さらに、花折断層や跡津川断層近傍でも小規模 Network-MT 観測を実施し、比抵抗構造や比抵抗・電場変化などの検出を行っている。特に、花折断層近傍朽木村では、兵庫県南部地震に伴う電場変動を観測した。

兵庫県南部地震後、野島断層周辺で各種電磁氣的調査を行い、断層の破碎帯と思われる低比抵抗帯の幅が、地域により40~120mと変化があることを明らかにした(図2)。また、野島断層における注水実験に伴う電位変動の観測に成功し、透水率の定量的な見積もりを行った。

全磁力観測を鳥取ほか6ヶ所で継続している。また、伊豆半島東部において高密度観測を実施しており、この地域のマグマ活動に伴う局所的な変化を検出した。

GPS 固定観測

1990年以降西日本各地域で連続観測を行い、プ

レート運動の検出など成果を挙げたが、国土地理院 GEONET の整備に伴い、ローカルな観測網による短期的な連続観測や高速サンプリングや精度向上技術の開発に重点を置いた観測を行った。

1995年兵庫県南部地震後に、全国の大学と協力し、余効変動の観測を行い、その時空間変化を明らかにした。また、1996年奄美大島近海の地震では、コサイスマックな変動を検出したが、余効変動は検出されていない。

高速サンプリング実験では、160kmの距離まで1cmの精度で観測可能であることを実証した。また、水蒸気ラジオメータ等を用いて大気の水蒸気分布を推定する実験観測を各地で行い、基線解析精度向上のための最適なマッピング関数を導いた。

山崎、花折などの近畿の顕著な断層近傍に観測網を設け、繰り返し観測を開始した。これまでのところクリープ運動などは検出されていない。

海底諸観測

海底における地殻変動を測定することを目的として、GPSと音響測距を組み合わせた海底測位システムの開発を行った。これまで、6~70mの浅海と約1350mの深海での実験を行い、水平方向15cm、鉛直方向10cmまで誤差を減少させることに成功した。

室戸海盆と沖縄トラフにおいて海底地震観測を行った。室戸海盆では、応力場の時間変化を捕らえるための、予察的な観測を行った。沖縄トラフでは、気象庁観測網では捉えられない局所的な極微小地震の群発活動を観測することに成功した。

(イ) 内陸の地震テクトニクスに関する研究

西南日本内帯観測網による波形デ

ータの総合処理

広域レベルの地震データベースの構築とその利用を目的として、西南日本内帯の観測網を SATARN システムにより統合処理している。平成8年度に、各観測網のインテリジェント化と衛星通信の導入が行われ、岐阜県上宝から鳥取・徳島に至る広域の

地震観測データを統合処理することが可能となった。平成9年度からは、各大学と各管区気象台間のデータ交換がリアルタイムで行えるようになり、現在気象庁および関連機関の観測波形データを用いて解析を実施している。具体的には、自動処理のほか、各観測所において検測及びデータ・チェックを行い、最終的な統合データベースを構築するものである。並行して波形データのCD-ROM化を行っている。なお、これらの波形データはインターネットを通じて提供できるようになっており、全国の研究者は一定条件下で利用できる。

飛騨地域における総合観測研究

全国の大学は、年度ごとに地域を定めて合同稠密観測を実施している。1994～1996年度は飛騨地域で実施し、自然地震と人工地震の観測により、この地域の地震波速度構造、減衰構造、散乱帯や反射面の分布などを明らかにした。特に、地震発生層は飛騨山脈下では3～7kmと非常に浅いことを示し、広域にS波の反射面が分布することもあわせて、熱構造と地震発生の関係が深いことを示唆した。1998年夏には飛騨山脈で群発地震が発生した。この活動に際して、上宝観測網と臨時観測点を加えることにより、詳細な震源分布を決定し、震源の移動速度の見積もりやメカニズム解の決定を行った。

跡津川断層付近では、国土地理院の光波測量でクリープが検出されている地域で、地震が深さ7～18kmと周囲より深いところで発生していること、クリープ領域の両端で地震活動が活発なこと、など興味深い観測結果を得た。

総合移動観測班

1995(平成7)年1月の地震発生直後から1年5ヶ月にわたり全国の大学の合同観測として稠密地震観測を実施した。この観測により精密な余震分布の決定がなされた。また、3次元速度構造が決定され、本震の破壊開始付近に高いポアソン比の場所が見いだされるなど、破壊過程と不均質構造

の関連の研究が進められた。また、多数の地震についての発震機構、S波のスプリッティングなどの決定によって地震後の応力場の変化についての研究がなされている。また、淡路島における高密度アレー観測により断層破碎帯を伝わる地震波を捉えることにより、断層の形状を推定した。平成8年度に可搬型衛星データ受信装置を導入し、総合移動班の観測データも衛星テレメータにより処理できるようになり、稠密地震観測の展開が長期間にわたって可能となり、余震の震源決定精度や地震波速度構造の解像度向上に貢献した。1984年長野県西部地震震源域において、1996年観測を実施したところ、S波の反射面が地震前に比べ、2km程度深くなっていることを明らかにした。この他、カリフォルニア・ノースリッジやコロンビア・キンディオなど海外の地震の現地被害調査も行った。

さらに、東海地方や紀伊半島などプレート沈み込み帯において重力測定も実施している。東海地方では、重力変化と地殻上下変動との明瞭な相関を得た。近畿地方平野部でも重力測定を実施し、精密な重力異常図を完成した。人工地震による地下の速度構造調査を全国の大学の共同研究として行っている。各年度と調査地域は次の通りである。1994年大分県庄内町 - 宮崎県串間町測線、1995年京都府京北町 - 兵庫県西淡町測線、1996年大分県安心院町 - 宮崎県田野町測線、1997、1998年東北脊梁横断測線。

地下水・地球化学観測

鳥取県湯谷温泉など3ヶ所で湧水量・水温・電気伝導度などの連続測定を行った。湯谷温泉では、湧水量と水温の地球潮汐や地震・気圧変化などに対する応答を明らかにし、更にこれを帯水層の体積歪変化と関連させモデル化した。特に、5Hz サンプリング観測結果から、地震に伴う水温変化は表面波の到来後に起きることを示した。

兵庫県南部地震に際しては、アンケート調査を実施し、地震前後の地下水異常と断層運動との関

係を議論した。しかし、必ずしも地下水の湧水量や水位変化は断層運動による体積歪変化のみでは説明できず、複数の要因が組み合わさっているものと判断した。

野島断層の 500m 孔の湧水量を連続測定しており、注水実験時に湧水量が増加することを観測し、これから透水係数を推定した。

層掘削計画

野島断層近傍小倉地区で、500m 孔、800m 孔および 1500m 孔の 3 本のボアホールを掘削し、これらのボアホールを用いて各種観測や注水実験を行っている。

地震観測により同じ波形を持つ地震群を検出し、これらのうち注水実験により誘発された地震群の震源が系統的に移動していることを明らかにし、これより水の移動との関連性を議論することを可能にした。震源過程を調べたところ、誘発地震と自然地震との間には大きな違いを認めなかった。1800m 孔を用いたアレー観測で、破碎帯トラップ波の可能性がある波を捉え、ボアホール地震観測のメリットを示した。

ボアホール掘削から得られたコアのフィッシュョントラック分析を行ったところ、地下深部では断層に沿った幅数～数 10m の範囲で、断層運動による摩擦熱の発生や熱水等による地殻深部からの熱輸送が存在したことを明らかにした。

なお、電磁気学的調査結果については、広域地球電磁氣的構造調査の項に述べた。

(3) 地震予知の基礎研究の推進と新技術の開発 (ア) 岩石破壊実験

実験研究として、高温高压下の岩石変形破壊実験と封圧下の断層形成・成長の実験を行った。

高温高压下の変形破壊実験で、封圧 1.5GPa で乾燥状態の花崗岩の強度の温度変化を調べたところ、200 ～ 280 の範囲でこれまでに得られている傾向より、強度が著しく低いことを明らかにした。この結果を実際の地殻の温度分布に適用すると、

低強度域が深さ 8～14km に存在することが示唆され、この領域で破壊核形成される可能性があるとの新たな解釈を与えた。

封圧 100MPa のもとで準静的な断層面形成実験を行い、CT スキャンにより断層面の形成過程を非破壊的に観察することに成功した。また、断層端における歪変化が非弾性の応力レベルにおいても弾性論から期待されるパターンと調和的であることを明らかにした。

(4) その他

(ア) 国際協力

南アフリカ金鉱山における地震

発生の半制御

実験

至近距離から地震を捉えることを目的として、南アフリカ金鉱山において地震、歪、比抵抗観測を現地の大学および企業とともに共同研究として行った。WDL 鉱山における地震観測では、伝播経路やサイトの影響を受けない観測波形が得られ、地震の発生過程を見ることができた。これらの中に、主破壊に先行し、その継続時間が主破壊の規模に依存するイニシャル・フェーズを持つものを観測した。また、金鉱山の微小および極微小地震は、自然地震の相似則を外挿したものとほぼ同じであることを明らかにした。更に、S 波のスプリッティング観測から、クラックの定方向配列を確認した。なお、新たに Welcom 鉱山においても観測を開始した。

南アフリカの研究者が育ったポーランドとのワークショップの開催準備のため、現地視察を行った。

3. 地震予知のための新たな観測研究計画 における研究と主な成果

防災研究所では、地震予知研究センターを中心に、前記の各観測所における諸観測の継続とともに、下記の研究を実施している。但し、数項目は

予算化されておらず、各担当者及び地震予知研究センター内の他項目の予算により実施されている。

(1) 地震発生にいたる地殻活動解明のための観測研究の推進

(ア) 定常的な広域地殻活動

地殻不均質構造の評価と大地震発生のモデリング

北海道日高衝突帯や四国・中国地域における人工地震地下構造調査に参加し、後者では新たな反射面を検出した。また、自然地震による速度構造等も前計画より継続して実施している。

(イ) 準備過程における地殻活動

広域長期にわたる地殻活動の量的評価

内陸活断層周辺の地震データを用いて、地震活動度の定量的評価を実施し、西南日本の主な活断層では、断層の影響範囲を約 5km であることを明らかにした。さらに、全国の 98 起震断層に適用し、活動度の比較を行った。

花折断層周辺精密 GPS 観測

春秋の 2 回の観測を実施し、花折断層周辺の地殻変動を推定した。また、連続観測化を進めつつある。

中部地方北部における内陸地震発生過程の研究

既存観測網データを用いて予備的調査を実施した。

断層の回復過程の研究 - 野島断層および周辺活断層の深部構造の研究 -

野島断層観測孔を用いて、2000 年 1~3 月に注水実験を行い、これに伴う変化を捉えるため、各種観測を実施した。主なものとして、800m 孔の歪、自然電位、S 波走時、極微小地震活動の変化を検出した。これらの結果を用いて、透水係数の変化をモデル化した。この他、アクロスの送信実験、温度分布計測、Network-MT 観測、掘削コアの解析等を行った。

南海トラフ沿いの巨大地震の予知

南海トラフ地域との比較研究のため、種子島当方沖において海底地震観測を実施した。また、GPS - 音響結合方式による海底地殻変動観測システムの高精度化を計るため、音響信号にチャープ波を導入し、実験観測を行った。

(ウ) 直前過程における地殻活動

アフリカ金鉱山における地震予知の半制御実験

金鉱山の掘削に伴う地震の S 波の偏光異方性と b 値の時間変化が、応力状態とよく対応することを明らかにした。また、M2 の地震を震源距離 100m で観測し、発生前の応力低下の兆候を捉えた。より高精度の多項目観測を行うため、石井式歪計を設置した。

(エ) 地震時及び地震直後の震源過程と強震動

直下型地震の地震環境評価

最近の近畿地方の地殻活動の推移を、地震観測、地下水観測などに基づき調査し、兵庫県南部地震前の地殻活動と類似する現象が現れていることを確認した。また、コロンビアのキンディオ地震や野島断層注水実験に伴う地震活動の初期破壊を観測した。

(3) 計画推進のための体制の整備

(オ) 地震に関する各種資料の広範な活用と保存

広域地震データの処理解析体制の整備

気象庁とのデータ交換を実施し、これに伴うセンターのデータ処理体制の改善を進めつつある。

4. 成果の公表

本計画において実施された調査・研究の成果は、各担当者が学会・論文発表するほか、年 4 回開催される地震予知連絡会および毎月開催される地震調査委員会に適宜報告している。更に、これらの資料は、それぞれ地震予知連絡会会報および地震調査委員会報告集に公表されている。

3.1.3 火山噴火予知計画

(1) 事業の概要

火山噴火予知計画が発足した昭和 49 年度に火山活動研究センターの前身である桜島火山観測所に九州地区火山活動移動観測班が設置され、そのための事業費が配当された。移動観測班は薩南諸島諸火山の調査、および昭和 52 年の有珠山噴火等の緊急調査を行ってきた。昭和 50 年の火山噴火予知計画の見直しにより、昭和 51 年以降、全国共同研究としての活火山の集中総合観測が出発し、毎年 2 火山で集中総合観測が実施されてきた。集中総合観測は、近い将来噴火する可能性の高い火山を中心に、活動のベースラインを把握することを目的に実施してきた。

平成 6 年度に始まった第 5 次火山噴火予知計画からは、火山体構造探査および集中総合観測を、それぞれ、毎年 1 火山を選定して、実施することとなった。対象火山は火山噴火予知研究委員会で、火山活動度等を考慮して、選定してきた。対象火山に近い大学がホストとなり調査研究計画を立案し、全国の研究者が参加して実施してきた。平成 8 年度以降の事業費配当予算は以下の通りである。

	旅費(千円)	校費(千円)
平成 8 年度	2,269	3,631
平成 9 年度	2,042	3,496
平成 10 年度	2,269	2,743
平成 11 年度	2,743	2,743

平成 8 年度以降の集中総合観測および火山体構造探査対象火山は以下の通りである

	集中総合観測	火山体構造探査
平成 8 年度	桜島	霧島山
平成 9 年度	道南 3 火山*	磐梯山
平成 10 年度	諏訪之瀬島	阿蘇山
平成 11 年度	岩手山	伊豆大島

*北海道駒ヶ岳、有珠山および樽前山

(2) 成果の公表

集中総合観測および火山体構造探査については、対象火山の担当大学が中心となって、成果を報告書として取りまとめている。当センターでは、桜島および諏訪之瀬島火山の調査報告書を 400~500 部出版、大学、学会、研究機関、国および地方の防災関係機関に配布している。また、個別成果については、学会誌等で公表している。

(集中総合観測)

火山活動研究センター(編)(1998):第 9 回桜島火山の集中総合観測(平成 8 年 10 月~平成 9 年 4 月),132p.

山本圭吾・他(1998)桜島および始良カルデラ周辺における重力変化,京都大学防災研究所年報,41B-1, pp.153-160.

江頭庸夫・他(1997)始良カルデラの地盤の再隆起 1991 年 12 月~1996 年 10 月,京都大学防災研究所年報,40B-1, pp.49-60.

火山活動研究センター(編)(2000):第 3 回諏訪之瀬島火山の集中総合観測(平成 10 年 10 月),108p.

神田 径・他(1999)諏訪之瀬島火山における自然電位分布,京都大学防災研究所年報,42B-1, pp.11-17.

Ishihara, K.(1999) Activity of Sakurajima Volcano, IUGG Report on Volcanic Activities and Volcanological Studies in Japan for the period from 1995 to 1998, pp.4-8.

(火山体構造探査)

松島健他(1997):雲仙火山における人工地震探査、地震研究所彙報,72 号,pp.167-183.

西 潔(1997):構造探査データを用いた霧島火山体浅部の 3D 速度構造,火山,第 42 巻, pp.165-170.

筒井智樹・他(2000):阿蘇火山中央火口丘の地震波速度構造 - 初動到来時刻による屈折法解析 - ,

- 活動火口におけるマグマ熱水系構造探査法の実用化実験(文部省科学研究費成果報告書), pp.43-66.
- Nishi, K.: (2001) A three-dimensional robust seismic ray tracer for volcanic regions, *Earth, Planets and Space*, 53 (in press).
- (九州地区火山活動移動観測)**
- 山本圭吾・他(1997):1996年口永良部火山の地震活動の活発化について,京都大学防災研究所年報, 40B-1, pp.39-47.
- Hendrasto, M and others(1997):Magma Transport at Mt. Unzen associated with the 1990-1995 activity inferred from leveling data, *Ann. Disast. Prev. Res. Inst. Kyoto Univ.*, 40B-1, pp.61-81.
- 井口正人・他(1999):薩摩硫黄島の火山活動 1995年~1998年 京都大学防災研究所年報 42B-1, pp.1-10.
- 石原和弘(1996):地盤変動からみた雲仙普賢岳のマグマ供給システム,月刊地球,号外 15, pp.26-30.
- NISHI, K., H. Nishino and H. Mori(1999): Global positioning system measurements of ground deformation caused by magma intrusion and lava discharge: the 1990-1995 eruption at Unzendake volcano, Kyushu, Japan. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, Vol.89, pp.23-34.
- 京都大学防災研究所・他(1996):雲仙岳周辺におけるGPS測量(1995年2月~10月),火山噴火予知連絡会会報,65,pp.108-109.
- 京都大学防災研究所(1996):霧島火山帯および桜島におけるGPS観測、火山噴火予知連絡会会報, 65,pp.118-122.
- 京都大学防災研究所(1996):薩南諸島における火山活動,火山噴火予知連絡会会報,65,pp.123-127. 地質調査所,京都大学防災研究所(1998) 1998年3月までの薩摩硫黄島火山の硫黄岳の活動状況,火山噴火予知連絡会会報,71,pp.111.
- 京都大学防災研究所(1999):薩南諸島における火山活動,火山噴火予知連絡会会報,74,pp.118-124.
- 西 潔,小野博尉,中坊 真,平林順一(1996):地殻変動観測から推定される九重火山の浅部力源,1995年10月九重火山の水蒸気爆発の発生機構と火山活動推移の調査・研究(文部省科学研究費突発災害調査研究成果),pp.105-113.