

DPRI Newsletter

Disaster Prevention Research Institute

Kyoto University

No.14 1999年11月

京都大学防災研究所

1999年コジャエリ地震報告

かねてから空白域と指摘のあった北アナトリア断層帯の西部域にある、Izmit-Sapanca断層を地震断層とする1999年コジャエリ地震(M7.4)が、現地時間8月17日の03:01に発生した。この原稿を書いている時点で15,250名の死者という、大規模な震災となった。これは、世界のこれまでに発生した大規模な地震災害と比較しても、第16位にはいる大きなもので、もちろん、トルコ史上でも最悪の災害である。その被害地域は、西は、イスタンブール市の西の一部地域から、東は、ドゥズジェのさらに東まで及び、地震断層は、長さ150kmにも達する右横ずれ断層である。私は、地震発生前の7月30日から、今回の震源域を含む地域を対象として、現地で断層深部の構造探査を実施していた。

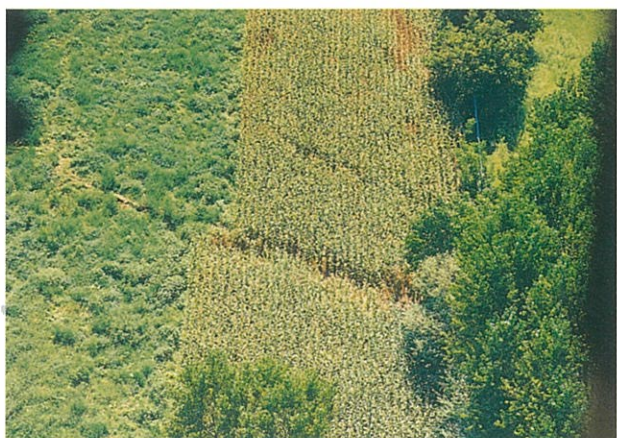
トルコ共和国は、東西に横長の形をした国土を持つ国である。その国土の北部を東西に横切るように、約1000kmにわたり、北アナトリア断層帯は、走っている。この断層帯は、北側のユーラシア・プレートと南側のアナトリア・マイクロプレートとの境界として理解されていて、アメリカのサンアンドレアス断層と同様に、陸上に存在するトランスカレント型のプレート境界である。この断層帯に沿って、1939



アダバザルの倒壊したモスク（8月31日撮影）

年エルジンジャン地震をスタートとして、1942、1943、1944、1957年とM7クラスの地震が西へと移動しながら発生して行き、1967年ムドゥルヌ地震(M7.1)の発生後、地震を発生させるポテンシャルを持っているにも関わらず、まだ地震が発生していない地域、つまり、地震空白域であるとの指摘が、Toksozなどにより指摘されるようになった。そして、この空白域は、1980年にはいり、ユネスコが地震予知のテストフィールドとして指定した全世界3ヵ所の内の1つの地域となった。日本の研究グループは1981年からこの地域に入り、1986年からは、ボアジチ大学カンディリ観測所と共同でこの空白域を対象とした調査・研究をスタートさせた。

この約20年にわたる調査・研究の一環として、今年の夏は、空白域内に存在する北アナトリア断層帯の2つのブランチ、つまり北側をはしるIzmit-Sapanca断層と、南側を走るIznik-Mekece断層を横切る南北測線でMT観測を実施していたわけである。その目的は、これらの活断層の深部までの比抵抗構造を調べ、93年以降この地域で拡充されてきた微小地震観測網（IZNETと呼んでいる）により明らかにされた、これら2つの活断層沿いでの微小地震活動の顕著な違いの原因を、深部比抵抗構造の違い



アダバザル近く、とうもろこし畑を横切って地表に現われた横ずれ断層（8月31日撮影）



イズミット市の東隣に位置するキョセキョイ市を走る地震断層
(8月31日撮影)

いから探ろうというものであった。

観測は、MT (マグネト・テルリクス法) 観測システム 5 台を用いた同時観測で、1 測点では 3～4 日の間夜間観測を行ない、その測点での観測が終了すると、観測システムを移動させると言うものである。5 台の観測システムのクロックはGPS時計を用い同期が取れるようになっている。この観測では、毎日、データの回収とバッテリーの交換のため、観



コジャエリ (イズミット) 大学の造営中の新キャンパス内の建物の被害 (7月17日撮影)

測点に通わなければならない。このような観測を、この南北測線の南側から開始し、Izmitに向かい北上し、まさにIzmit-Sapanca断層の挟むほぼ真上の 4 観測点で測定を開始した時に、コジャエリ地震は発生した。

Izmit市およびその周辺では、Izmitがトルコ国内でも 5 番以内に入る規模の都市であり、しかも有数の工業都市であるため、商用電源からの漏洩電流によると思われるノイズが、特に電場に混入し、観測

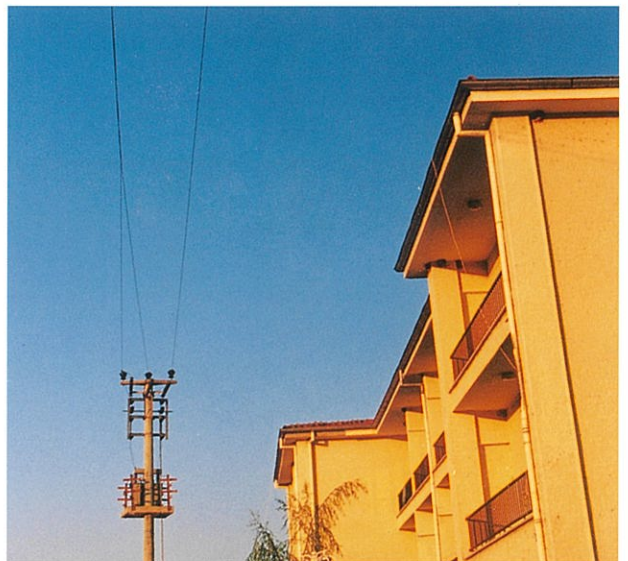
環境は必ずしも良好ではなかった。そのため、観測期間中基地としていた観測施設に近くアクセスの容易な、Izmitから約40km南に位置するIznik湖の南東岸にリモート点を設け、ノイズ除去の処理を行なう観測を実施していた。測点間隔は平均 2 kmでその総数は32点となり、測線長は約60kmに達する。観測時間帯は、現地時間で夕方の17時から翌日の朝の9時までである。地震発生時には、断層近傍で4観測点、さらに約40km南の1地点で観測していたことになる。

地震発生後、Izmit市およびその周辺は甚大な被害を受けたが、このため、4～5 日間は都市機能が麻痺し、送電等がほぼ完全に止まったと見られ、断層近傍の観測点では、地震発生前と比較して、ほぼ完全にノイズ・フリーのデータを取得することが出来た。この期間に、この地域内でのノイズ状況のため当初予定していなかった測点でのMT観測を実施することが可能になり、断層周辺でかなりちゅう密に観測点を配置した測線を設けることができ、地震発生直後の断層深部までの比抵抗構造を推定するための精密な情報を得られた。

(地震予知研究センター 大志万直人)



イズミット市での被害の例。このアパート群の建っていた敷地内を断層が走っている (8月31日撮影)



震央から40km離れたイズニック市内で地震発生後の停電の原因となった電線のよじれ (8月17日撮影)。市内の各所でこのようなよじれが発生していた。

防災研究所：研究会等の成果報告

平成11年度防災研究所特定研究集会（11S-1）
**山地斜面、河川水系、海岸を通じての
 物質移動の環境・防災的意義に関するシンポジウム**

コンピーナー：

杉 本 隆 成（東大海洋研）sugimoto@ori.u-tokyo.ac.jp

奥 西 一 夫（京大防災研）okunishi@slope.dpri.kyoto-u.ac.jp

諏 訪 浩 浩（京大防災研）suwa@slope.dpri.kyoto-u.ac.jp

会 場 ：木質ホール（京都大学宇治キャンパス内）

日 時 ：1999年8月10日（火）・11日（水）

1. シンポジウムの企画

中国南部から韓国、西日本等では、梅雨期の降雨で、1998年に続いて今年も、大洪水や土石流災害に見舞われ、防災施設の強化の必要性を感じさせている。しかし、一方では戦後建設されてきた砂防・利水用のダムや河川・海岸の堤防が、流域河川・河口周辺域の環境および生態系に与えている打撃の大きさが顕在化してきた。その結果、最近では治水目的だけでなく、河口周辺域の漁場環境の改善のために植林が行われたり、河川の生態系回復のための環境修復事業が試みられている。

このような、災害現象の自然的側面や、生態系の構造とその変化を規定している物理的基礎過程は、水と土砂・物質の輸送である。そこでまず、(1) 山

地斜面から河川、河口・海岸域までの土砂・物質の移動過程の解明に重点を置いて、非専門家のための基本的なプロセスの解説に加えて、最新の研究に関する情報交換を行う。つぎに、(2) 山地、河川、湖沼、海岸域における地形・底質・水質・生物相の時空間変化の相互の関連性に関する最前線の研究例をいくつか紹介していただき、さらに(3) 山地斜面の崩壊や洪水のようなイベント的な現象および土地利用や防災・利水施設の構築が、流域の土砂収支や生物相の数年・数10年スケールの長期的変化に及ぼす影響、およびその対策について突っ込んだ議論をしたいと考え、本シンポジウムを企画した。

2. 社会的歴史的背景

周知の通り、戦後の20年近くは国土の復興や食糧増産のため、防災対策や農林水産業に力が注がれた。1960年代後半以降は、高度経済成長ということで、製鉄、石油化学や、自動車・電子産業等の工業開発が猛烈な勢いで進められ、臨海工業地帯建設のために東京湾や瀬戸内海等の多くの干潟・浅海域が埋め立てられた。これらに伴い、各種の産業廃水や下水が大量に沿岸域に流され、埋め立てと水質汚染は沿岸域の生態系に大きな打撃を与えてきた。一方、工業製品の輸出による外貨で、穀物や肉・魚類、材木等が大量に輸入されるようになった。その結果、我が国の農林水産業は急速に縮小し、山林は荒れ、多くの田畑が宅地化され、大量の廃棄物処分のために沿岸海域の埋め立てが一層進行した。

1970年代には公害に対する住民運動が活発になり、行政や企業も水質汚濁の防止に力を入れた結果、見た目の汚れは少なくなった。しかし、埋立や港湾建設、ダムや堤防等の建設、都市下水の流入負荷のさらなる増大により、自然の景観が著しく損なわれ、河川や沿岸域の生態系に対する影響は年とともに顕在化した。1980・1990年代になると、酸性雨や大気中の炭酸ガス濃度の増加に伴う地球温暖化が気象や生態系に及ぼす影響の深刻さが世界の政治問題になり、情報科学や分子生物学の進展に伴い、脱工業化社会への動きが顕著になってきた。そして、国土総合開発を進めてきたバブル経済が崩壊し、日本経済の今後のあり方に抜本的な検討が求められている。

3. 防災科学と環境科学の連繫

このような時代状況下で、防災科学や環境科学の研究においても、高度成長期に進めてきた考え方

に変革が求められており、地域の環境保全や生態系の修復を念頭に置いた取り組み、さらには一次産業

を再度組み込んだ循環型の生産・消費システムの構築との連繋が、強く求められている。そのためには、関連する諸分野の研究者・行政担当者、住民による学際的な協力が不可欠である。すでに地球規模の温暖化問題や環境保全については、IPCCやIGBP等の組織によって、気候変動や物質循環、生態系の変動機構に関する研究、数値モデルによる予測研究が進められている。また、我が国の地域規模の環境改善については、環境庁、その他の省庁、自治体、住民等による取り組みが活発になっている。

そこで、今回の研究集会では、流域の山地・平

野・河川・湖沼・海岸・海洋をトータルに捉え、防災科学と環境科学・生態工学を総合した学際的な取り組みの諸課題について、討論をおこなった。縦軸に山から海にかけての場の変化を、横軸に水と土砂・生態系、および防災・利水施設と土地利用等の事柄を取って示した諸問題の中で、今回は特に「山地から沿岸海域までの土砂・物質輸送の問題と、河川および沿岸海域での防災・利水施設や汚濁負荷の増大が環境および生態系に及ぼしている影響とその軽減方策の問題」に絞って、研究の現状と今後の課題を明確にできればと考え、プログラムを編成した。

4. プログラム

セッション1. 土砂礫の生成・輸送特性と時間変化

1. 近畿地方の水文と地形土壌・山腹崩壊特性
2. 河川への土砂流入に対する人間活動の影響の歴史
3. 上流から河口までの土砂礫の移動と粒径変化
4. 高瀬ダム流域での土砂流出過程の諸問題
5. 討論

奥西一夫・諏訪 浩（京大防災研）
道上正規（鳥取大工学部）
池田 宏（筑波大地球科学系）
高橋 保（京大防災研）
座長 芦田和男（河川環境総合研究所）

セッション2. 河川流域の物質収支と生態系影響

6. 琵琶湖流域における物質流入変化と生態系影響
7. 多摩川水系における有機物負荷の増大と生態系影響
8. 河川構造物が魚類資源に及ぼす影響
9. 水系スケールの土砂の動態と河川生態系とのかかわり
10. 討論

山田佳裕（水産庁養殖研）・中西正己（京大生態C）
小倉紀雄（東京農工大）
立川賢一（東大海洋研）
藤田光一（土木研究所）
座長 和田英太郎（京大生態学研究C）

セッション3. 沿岸域の物質・土砂収支と生態系影響

11. 河川から海域への濁水の流入が沿岸生態系に及ぼす影響
12. ダム建設等による流出土砂量減少に伴う沿岸地形変化
13. 熊野川河口周辺域の海岸浸食－その原因と対策
14. 陸棚と陸棚斜面における物質輸送研究の動向
15. 討論

前川行幸（三重大生資）・栗藤和治（尾鷲市水産課）
宇多高明・山本幸次（土木研究所）
岩田好一朗（名大工学部）
斎藤文紀（地質調査所）
座長 奥田節夫（岡山理科大）

セッション4. 総合討論

16. セッション座長等からのコメントと質疑応答
17. 課題討論

座長 奥西一夫・杉本隆成

- (1) 河川砂防と海域環境の調和－総合的な土砂管理のあり方
- (2) 防災と都市生活と生態系保全の調和－技術開発の方向
- (3) 今後の研究課題、その他

5. 成果

各セッションでは、話題提供の後、座長のコメントを含めて熱心な討論がおこなわれた。また、シンポジウム終了後、話題提供者と座長らが、本シンポジウムの成果発表と今後の活動について話し合った。それを受けて、本シンポジウムのプロシーディングを「月刊海洋」の特集号として出版することに

なった。また、いくつかの研究領域についてさらにリサーチし、特定地域でのケーススタディを通じて問題点を明らかにし、環境保全策を提案するため、防災研究所の平成12年度共同研究を始め、いくつかの共同研究を立ち上げることを申し合わせた。

ユネスコ・国際地質学連合同プロジェクト 国際地質対比計画（IGCP）No.425「文化遺産および社会的 価値の高い地区の地すべり災害予測と軽減」パリ会議

平成11年 9月20日～22日

於：国連ユネスコ本部 ボンバンビル 第13会議場

会議の目的

20世紀は経済の拡大と開発の世紀であったが、世界各地で自然環境の破壊や貴重な文化遺産の破壊・損傷が生じてきた。世界の指導的立場にある経済先進国においては、さらなる経済発達もさることながら、過去の人々から受け継がれてきた歴史的な文化遺産の将来の子孫への継承が、より大きなテーマとなってきている。これらの文化遺産は、一旦破壊されれば、いかなる費用をかけても修復が不可能であり、その損失は、その国、地域の人々のみならず、人類全体の心の財産の喪失である。

文化遺産は、風化、侵食、人間自体による破壊などの他に、地すべり、斜面崩壊、土石流、岩盤崩落、地盤液状化、地盤の水平流動など各種の土砂災害による壊滅的な破壊の危険性に晒されているものが少なくない。世界第2位の経済大国であると共に、豪雨・地震の多発する急峻な傾斜地に1億を超える人々が居住している日本は、土砂防災の研究において、最先端の国であり、その国際貢献が強く求められている。日本、中国、カナダはこれまでに巨大地すべり災害の予知と災害予測を行うための研究を協力して行ってきた。特に中国西安市の文化遺産を危

機に晒されている華清池地すべりの災害予測の研究は本研究所の文部省IDNDR特別事業によって成功を収めてきており、佐々がリーダーとなって申請したユネスコ・国際地質学連合同プロジェクトであるIGCP（国際地質対比計画）No.425「文化遺産および社会的価値の高い地区の地すべり災害予測と軽減」が平成10年度より開始され、15年まで実施される予定である。

本プロジェクト研究の目的は、以下の通り。1）都市域および周辺地域における顕著な文化遺産に関する潜在地すべりの斜面を監視する有効な手法の開発。2）信頼できる高速地すべり運動予測法、および災害範囲と被害予測手法の開発。3）途上国の各種条件に見合う安価でかつ信頼性の高い斜面安定化工法の開発。

これまでに、会議をバンクーバー（平成10年9月）、と東京（平成10年12月）において開催し、サブプロジェクトの採択と研究成果の討論、研究打ち合わせを行ってきた。今回は、パリのユネスコ本部において、研究成果の討論と新たなサブプロジェクトの検討を行った。

研究成果の概略

会議はユネスコ本部の第13会議場で開催され、12ヶ国から33名が出席した（写真－1）。オープニングセッションにおいて、ユネスコ地球科学部長のW. EDER氏、ユネスコ文化遺産部の野口英雄氏、IGCP科学委員長のE. DERBYSHIRE氏、IGCP-425リーダーの佐々が各々ユネスコ、IGCPプロジェクトの役割、IGCP-425の目的と内容について報告した。そのあと、表1のような14件のサブプロジェクトリーダーらによる研究発表及び、7件の新規サブプロジェクト申請の紹介が行われた。その後サブプロジェクト採択の投票と議論が行われ、7件とも採択された。その結果、現在IGCP-425は表－2にあるような合計24のサブプロジェクトから構成されることとなった。なお、本会議参加者には発表予稿集（ユネスコ公式資料 CLT-99/CONF.806/proceedings）が印刷され、配布された。

また、会議後にユネスコ地球科学部、文化遺産部との研究打ち合わせの中で、ユネスコと防災研究所により、「21世紀の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」のための合意覚え書きを交わすことで合意し、覚え書きのドラフトを作成した。本年11月中旬以降に調印式を持ち、協力活動を開始すると共に、その核として国際地すべりプログラム（International Landslide Program：ILP）を創設するべく努力する予定である。



表-1 発表者およびタイトル

Landslide Hazard and Risk Assessment in Archaeological Sites

Paolo CANUTI, University of Firenze, Italy

Conservation from Rockfall of the Engraved Wall in the Fugoppe Cave, Hokkaido, Japan

Hiromitsu YAMAGISHI, Geological Survey of Hokkaido, Japan

Tadashi YASUDA, Public Consultant Co., Ltd., Japan

Hideji KOBAYASHI, Shin Engineering Co., Ltd., Japan

Geotechnical Landslide Risk Analysis around and inside some Egyptian Historical Monuments

M. Yasser EL-SHAYEB & M. Thierry VERDEL, Laboratoire Environnement, Geomechanique, et
Ouvrages (LAEGO), France

Slope Stability Conditions of the Rockmass at the Foundation Areas of the Monasteries of Mount Athos, in N. Greece

Basile CHRISTARAS, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Slope Deformation and Other Geohazards Endangering the Stability of Historic Sites in the Western Carpathians

Jan VLCKO, Comenius University, Slovakia

The evaluation of the risk of deep-seated mass movements to the cultural heritage sites of Hallstatt-Dachstein / Upper
Austria

Michael MOSER, University of Erlangen

Kurt A. CZURDA, Karlsruhe University, Germany

Low impact stabilization measures for the safeguard of historical hilltop towns: the case of Civita di Bagnoregio in Italy

Claudio MARGOTTINI, Italy

Landslide Risk Evaluation for the Protection of Cultural Heritage: Case of Old Quebec, Canada

Rejean COUTURE, Geological Survey of Canada

Jacques LOCAT, Laval University, Canada

Quantitative Analysis of Natural Landslide Hazards Affecting the Rocky Mountain Parks of Canada

Rejean COUTURE, Geological Survey of Canada

Stephen EVANS, Geological Survey of Canada, Canada

Oldrich HUNGR, University of British Columbia, Canada

The Present and Past Geomorphologic Hazards in The Archeological Sites of Sicily and Calabria (South Italy)

G. Marino SORRISO-VALVO, IRPI, Italy

Rice-Paddy Terrace and Landslides

Toshitaka KAMAI, Nihon University, Japan

Haruo SHUZUI, Nippon Koei Co. Ltd., Japan

Development of Quantitative Prediction Models for Landslide Hazard

Andrea FABBRI, ITC, Netherlands

Chang-Jo, F. CHUNG, Geological Survey of Canada

Research on the Slope Stability of the Block II of the Lishan Landslide, Lintong County, Xian, China (VIDEO SESSION)

QingJin YANG, Lishan Landslide Prevention & Management Office, China

Baoer SONG, Lishan Landslide Prevention & Management Office, China

Prediction of Rapid Landslide Motion for Lishan, China, Unzen, Japan
Kyoji SASSA, Kyoto University, Kyoto, Japan

Seismogenic Landslides and Rockfalls in the Vicinity of the Horeseman of Madara (NE Burgaria)
Margarita MATOVA & Gueorgui FRANGOV, Geological Institute, Sofia, Bulgaria

Monitoring of a Large-Scale Landslide Threatening the Zentoku Historical Settlement in the Iya-Valley, Tokushima, Japan.
Hiroshi FUKUOKA, Kyoji SASSA, Kyoto University, Kyoto, Japan

Development of a Spatial Database System for Landslide Information Management and Analysis
Venkatesh RAGHAVEN, Shinji MASUMOTO, Kiyoji SHINO, Osaka City University, Japan
Takashi FUJITA, Osaka Institute of Technology, Japan

Landslide Hazard and Mitigation Measures in the Area of Medieval Citadel of Sighisoara.
Christian MARUNTEANU, University of Bucharest, Romania
Mihai COMAN, ISPIF, Romania

Guidelines for the Safeguard of Cultural Heritage against Natural Risk
Claudio MARGOTTINI, Italy

Disaster of Rock Avalanches and Landslides in Tianchi Lake Tourist Area of Changbai Mountain (Volcano), Northeast China (VIDEO SESSION)
Binglan CAO, Changchun University of Science and Technology, China

Sturzstroms in mountainous areas and associated hydrological hazards : the case of the Flims Holocene sturzstrom and Ilanz dammed lake (POSTER PRESENTATION)
Patrick WASSMER, Universite Louis Pasteur, France

表ー2 IGCP-425 サブプロジェクト一覧（平成11年10月現在）

1. Research on the Slope Stability of the Block II of the Lishan Landslide, Lintong County, Xian (China)
2. The Archaeological Site of Delphi, Greece - A Site Vulnerable to Earthquakes and Landslides - (Greece)
3. Slope Stability Conditions of the Rockmass at the Foundation Areas of the Monasteries of Mount Athos, in N. Greece (Greece)
4. Conservation from Rockfall of the Engraved Wall in the Fugoppe Cave, Hokkaido (Japan)
5. Slope Deformation and Other Geohazards Endangering the Stability of Historic Sites in the Western Carpathians (Slovakia)
6. Landslide Hazard and Risk Assessment in Archaeological Sites (Italy)
7. The evaluation of the risk of deep-seated mass movements to the cultural heritage sites of Hallstatt-Dachstein / Upper Austria (Germany)
8. Geotechnical Landslide Risk Analysis around and inside some Egyptian Historical Monuments (France)
9. Landslide Hazard Assessment for the Places of Historical Heritage in the north-eastern Azov Sea coastal region (Taganrog city and the area of ancient Greek town of Tanais, Rostov district) (Russia)
10. Assessment and Mitigation of the Landslide Hazard to Cultural and Historical Monuments in the Central Russia (Russia)
11. The Present and Past Geomorphologic Hazards in The Archeological Sites of Sicily and Calabria (Italy)
12. Development of Quantitative Prediction Models for Landslide Hazard (Canada)
13. Rice-PaddyTerrace and Landslides (Japan)
14. Quantitative Analysis of Natural Landslide Hazards Affecting the Rocky Mountain Parks (Canada)
15. Protection of Inca Cultural Heritage on Landslide Zones at Cusco (Peru)
16. Landslide Risk Evaluation for the Protection of Cultural Heritage: Case of Old Quebec (Canada)

17. Prediction of Rapid Landslide Motion for Lishan, China, Unzen, Japan (Japan)
18. Seismogenic Landslides and Rockfalls in the Vicinity of the Horseman of Madara (Bulgaria)
19. Monitoring of a Large-Scale Landslide Threatening the Zentoku Historical Settlement in the Iya-Valley, Tokushima (Japan)
20. Development of a Spatial Database System for Landslide Information Management and Analysis (Japan)
21. Landslide Hazard and Mitigation Measures in the Area of Medieval Citadel of Sighisoara. (Romania)
22. Guidelines for the Safeguard of Cultural Heritage against Natural Risk (Italy)
23. Rock Slope Dilatometric Monitoring of Joints to Assess Rock Fall Risk and to Secure Places of Cultural Heritage (Czech)
24. Disaster of Rock Avalanches and Landslides in Tianchi Lake Tourist Area of Changbai Mountain (Volcano) (China)

防災研究所：研究会等の案内

日米共同研究

「Nonlinear System Identification and Health Monitoring of Structural System」

- 1) 日 時 平成11年11月19、20日
- 2) 開催場所 防災研究所大会議室
- 3) 連絡先 京都大学防災研究所 佐藤忠信 TEL：0774-38-4069

第3回環境地盤工学シンポジウム

- 1) 日 時 11月25日（木）～27日（土）
- 2) 開催場所 シミズホール（東京都港区）
- 3) 連絡先 地盤防災解析分野（4090嘉門、4092勝見）

防災研究所研究集会

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」開催について

- 1) 日 時 平成11年12月4日（土）～6日（月）

12月4日（土） 14：00～17：00 特別講演会、研究発表会 18：00～20：00 懇親会 5日（日） 9：00～17：00 特別講演会、研究発表会	● ● ● ● ●	6日（月） 9：00～12：00 特別講演会、研究発表会 12：00～13：00 昼食 13：00～15：00 NKK福山製鉄所見学の 後解散
---	-----------------------	---
- 2) 開催場所 広島県福山市鞆町鞆 鞆シーサイドホテル Tel.0849-83-5111（瀬戸内海国立公園）
- 3) 連絡先 京都大学防災研究所教授 野中泰二郎（Nonaka, Taijiro）
世話人 （京都府）宇治市五ヶ庄 〒611-0011
電話 0774-38-4085 FAX 0774-38-4030（緊急時 31-5970）
E-mail：nonaka@steel.dpri.kyoto-u.ac.jp
福山大学工学部建築学科 中山昭夫
〒729-0292 広島県福山市学園町1番地三蔵
Tel 0849-36-2111 Fax 0849-36-2023
E-mail：nakayama@fucc.fukuyama-u.ac.jp
参加予定者：40名

水災害セミナー

——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に向けて——

- 1) 日 時 1999年12月15日（水）13時～18時
- 2) 開催場所 京都大学宇治キャンパス
- 3) 連絡先 水災害研究部門 寶 馨(4125)・立川康人(4126)

Chichi, Taiwan Earthquake (Mw 7.7)

Report of a Quick Investigation

J. Mori, A. Ando, H. Katao, S. Ohmi
Research Center for Earthquake Prediction,
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

In the early morning (01:47 Taiwan Time) of September 21, 1999, the largest earthquake of the century in Taiwan ($M_w=7.7$, $M_L=7.3$) struck near the small town of Chichi (23.87°N , 120.75°E). There was significant damage in the towns of ChungLiao, Nantou, Taichung, FengYuen, and Dongshi, with over 2000 people killed and 7000 injured. The earthquake occurred on the Chenlonpu fault which is a north-south trending thrust that dips shallowly toward the east.

Surface Faulting

There was surface rupture for about 60 km on a north-south trend of the active Chelongpu fault beginning near Chushan in Nantou County in the south and extending to Fengyuen in Taichung County in the north. Generally 1 - 4 meters vertical displacement was observed along this portion. The faulting appeared to be nearly pure thrust in most places.

Northeast of Fengyuen at the northern end of the rupture, the faulting is complicated and distributed on a number of smaller faults. In this region the trend of the faulting bends toward the east-northeast for about 25 km. There were very large offsets of 4 to 8 meters vertical displacement and 1 - 9 meters of lateral displacement at scattered sites. The displacements may be occurring on several short sub-parallel faults.

There were spectacular vertical offsets in the river northeast of FengYuen. At one site near a collapsed bridge, a new waterfall formed from an estimated 8 meter vertical fault offset (Photo 1). About a kilometer from



New waterfall created by fault offset. The vertical displacement is estimated to be about 8 m. (Photo1)



Road along the top of a dam that is vertically offset by fault. (Photo2)

this site, a dam was cut by the fault. The road running along the top of the dam was vertically offset by 8 meters (Photo 2). These displacements are some of the largest surface fault movements observed for earthquakes world-wide.

Earthquake Damage

Throughout the entire region shaking damage was generally greater on the hanging wall (east-side) of the fault. Also, there was greater shaking damage in the southern region than in the north. It is interesting that the surface faulting in the north had the largest displacements but did not cause the strongest shaking damage. The areas near the 8m vertical displacements showed much less shaking damage than expected. Also, instrumental records show that the peak ground accelerations were lower in the northern region compared to the southern region. Most of the structural damage in the north was limited to areas directly on the surface trace of the fault and often caused by ground deformations rather than strong shaking. This intensity distribution is very different from the extensive strong shaking damage caused by the Kobe earthquake. The lack of extensive shaking damage in the north might be explained by vertical movements of the hanging wall that are rather smooth and

slow. The observed strong motion data recorded along the fault trace are consistent with this explanation. The stations from south to the north show a significant change of dominant frequency with stations in the south recording higher frequency radiation and stations in north recording lower frequency radiation.

In the southern region, there were many collapses of the first story in 2 to 4 story buildings. This was largely due to a soft first story. The first floors had fewer walls with more open areas and were used for parking or businesses. There were many of these collapses in ChungLiao (Photo 3).

Many tall buildings in Taichung did not have damage, although there were a few large structural failures



Collapse of the 1st floor in a 3 story building located in Chungliao. (Photo3)

and collapses that caused casualties. Most large buildings were built in and after the mid 1970's, which is after the improved building codes were established in 1975.

Aftershocks

More than 7000 aftershocks were recorded within five days after the mainshock, including over 200 felt events and five aftershocks of magnitude greater than 6.0. This is one of the stronger aftershock sequences and rather unusual for an earthquake of this size. These large aftershocks affected the people in Taiwan causing panic, damage, and sometimes casualties. During our investigation there was a M6.8 while we were in a large hotel in Taichung. Since we were on the 19th floor we felt a long duration sway of the building.

Rapid Earthquake Information and Strong Motion

The Taiwan Rapid Earthquake Information Release System operated by the Central Weather Bureau (CWB) performed quite well for the Chichi earthquake. Despite the fact that some of the stations were temporarily not operating because of telemetry problems (not related to the earthquake) the system was still able to get a reasonable location, and magnitude (7.25), and distribution of seismic intensities (intensity 5 or 6 at 9 major cities). An email went out to government emergency response centers in Taipei and the provinces within 2 minutes. Although the intensity distribution map was rather sparse because of the problem of missing stations, there was enough essential information for government emergency response to begin quickly. This demonstrated the robustness of the system.

Acknowledgements

This study would not have been possible without the help of Prof. Chyi-Tyi Lee, Institute of Applied Geology, National Central University and Prof. Kuo-Fong Ma, Institute of Geophysics, National Central University.

編集後記

今年は例年になく天災・人災、事件・事故が多い。地球も人間も病んできたからかもしれない。天災・人災、事件・事故が起こるたびに、過去の事例を教訓とし現在にいかすことがいかに難しいか考えさせられる。災害や事故が起こった直後は、その原因究明が慌ただしく調査され、その反省がなされ、今後の再発防止に向けての対策が図られる。しかし、数十年（数年かもしれない）も経ると過去の一つの出来事となり、大抵の人は忘れる。そしてまた、同様の被害を被ることになる。歴史に学び現在に活かす、心に留めておきたい。

編集：防災研究所ホームページ

ニュースレター編集委員会

編集委員：石川裕彦、太田喜隆、小泉 誠、小尻利治（委員長）、高田賢三、多河英雄、田中 聡、西村幸江、間瀬 肇、松波孝治、吉田義則

発行：京都大学防災研究所

連絡先：京都大学防災研究所総務課

〒611-0011 宇治市五ヶ庄

TEL：0774-38-4005 FAX：0774-38-4030

ホームページ：http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/