

## 3.5 国際学術・共同研究

### 3.5.1 国際共同研究の概略

防災研究所は、日本における自然災害を研究する総合的研究機関として、文部省の国際共同研究特別事業および国際学術研究を軸として研究の国際的な推進を図っている。

「国際防災の10年」に対する防災研究所の取り組みとして文部省特別事業「中国およびインドネシアにおける自然災害の予測とその防御に関する国際共同研究」を申請し平成6年から5年間の計画が採択され研究が実施された。本共同研究ではインドネシアを対象とした「火山とテクトニクス」(I-1)、洪水と海岸災害(I-2)、および中国を対象とした地震災害(C-1)、地すべり災害(C-2)、土石流災害(C-3)、に関する予測と防災対策に関する研究を行なった。

気候変動国際協同研究計画(WCRP)の大型サブプロジェクトである「全球エネルギー水循環研究計画(GEWEX)の1部であるアジアモンスーンエネルギー水循環研究観測計画(GAME)に対する取り組みに対し、平成8年度から3年間国際共同研究等特別経費、および平成11年度から3年間文部省科学研究費(特定領域B)が採択され研究が実施された。本計画では水資源研究センターが中国淮河流域地域の観測研究と水文モデリング、大気災害部門がチベット高原地域における大気境界層の研究で中心的役割を果たした。

1996年の日米首脳会談の議題の1つとしてとりあげられた「地震災害の軽減のための共同事業」の一環として「都市地震災害の軽減に関する日米共同研究」が平成10年文部省特別事業として採択され、平成11年からは文部省科学研究費(特定領域B、3年間)として研究が実施されている。本研究は京都大学防災研究所が中心となり、全国の研究者と協力して、米国科学財団(NSF)の公募により採択される米国側研究協力者として

研究を実施するものである。

UNESCO(国連教育科学文化機関)は研究プログラムの1つとして、UNESCOとIUGS(国際地質連合)との共同プロジェクトIGCP(国際地質対比計画)に取り組んでいる。IDNDRの研究として行なった中国西安市文化遺産の地すべり災害予測の成果を基にして、防災研究所の地すべり研究グループが中心となり危機に晒されている文化遺産を守るための国際的な活動を行なっている。その1つとして「文化遺産およ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に関する国際共同研究」をIGCPプロジェクトとして申請し、1998年(平成11年)2月に、IGCP-425の5年間プロジェクトとして採択され研究を進めている。

その他の本研究所と取り組んでいる国際共同研究として、地すべり危険度軽減と文化・自然遺産の保護に関してユネスコとの研究協力、大規模高速地すべりの発生・運動機構に関するカナダとの政府間科学技術協力協定に基づく研究、東南アジア・太平洋水域の流域水利用およびデータ環境に関する国際共同調査、水・人間・地球の相互作用を考慮した持続的可能な水資源環境に関する国際水文学研究、バングラデッシュ北東部における氾濫湖の消長に関する国際的な気象・水文学的研究、などがある。

### 3.5.2 IDNDR(国際防災の10年)

#### (C-1)中国における強震動予測と地震災害の軽減・防御に関する共同研究

##### 研究組織

研究代表者

入倉孝次郎(京都大学防災研究所 教授)

安藤雅孝(名古屋大学大学院理学研究科 教授)

松波孝治(京都大学防災研究所 助教授)

赤松純平(京都大学防災研究所 助教授)

藤原悌三(滋賀県立大学環境科学部 教授)

佐藤忠信(京都大学防災研究所 教授)

中国地震局工程力学研究所

中国雲南省地震局

中国地震局地球物理研究所

ハルピン建築大学

##### (a)研究の背景と目的

地震災害の軽減・防御のためには、まず将来被害を及ぼし得る地震の発生場所・規模等を予測し、次に、対象とする地域における強震動及び地震危険度を精度よく評価した上で、被害予測に基づいた最適総合地震防災対策、都市耐震計画をたてなければならない。本研究グループは次の五つの小研究課題を設けて対象地域を選定し、相互に連携しつつ研究を進めた。(1)河北地域を対象とした地震活動予測に関する研究、(2)唐山地域を対象とした強震動予測に関する研究、(3)昆明地域を対象とした軟弱地盤に立地する都市域の地震危険度評価に関する研究、(4)巨大都市の地震災害比較と都市耐震計画、及び(5)耐震理論と構造物振動制御手法に関する研究。

##### (b)研究の方法

(1)テレメータ連続収録システムを用いた地震活動予測。(2)強震動アレー観測網の構築と観測地震動データによる強震動予測に関する基礎的研究及び過去の地震被害資料を用いた強震動予

測手法の検証。(3)脈動観測、地震探査、重力測定等による基盤岩 堆積地盤構造調査とそれによるマイクロゾーニング結果を総合した都市域の地震危険度評価。(4)日本及び他国における地震被害および復興過程の比較による新たな都市防災計画策定手法の構築と耐震安全性向上に関する新技術の開発。(5)実物大の構造実験をシミュレートできる装置の開発と最適震動制御実験を通しての適応型制御システムの研究開発。

##### (c)研究成果の概要

(1)大陸と島弧の比較研究から最大余震発生と地震繰り返し間隔の間には統計的に有意な関連が見られるが、日本ではこの種の関連は見いだされない。(2)唐山地域の地震波の減衰特性及びサイト特性を評価し、これらを用いて、ハイブリッドグリーン関数法により唐山地震の際の強震動の再現を行った。過去の地震被害資料と比較して予測手法の検証を行い、経験的グリーン関数法が広周波数帯域における強震動の再現及び予測にとって有効な手法であることを検証した。(3)麗江盆地の基盤岩構造を推定し、これらの基盤岩構造が盆地内の波動場に影響を与え、異常強震動域を生成したことを明らかにするとともに、基盤岩構造調査がマイクロゾーニングの重要な研究課題であることを示した。(4)唐山地震の被害及び復興過程と日本など他国の地震災害との比較から、地震災害を軽減・防御するための都市防災計画策定に関する研究を行い、被害の軽減と緊急対策には総合的な防災研究が不可欠であることを示した。(5)ハイブリッド震動制御シミュレータを開発し、構造物の最適な震動制御システムの研究開発を行った。

##### (d)成果の公表

都市域の地震危険度予測と検証に関する日中共同ワークショップ:平成9年10月11~13日、中国・西安市  
第2回都市域の地震危険度予測と検証に関する

日中共同ワークショップ:平成10年11月14~16日,彦根市

Proceedings of the Japan-China Joint Workshop on Prediction and Mitigation of Seismic Risk in Urban Regions,261p.1997.

Proceedings of International Symposium on Natural Disaster Prediction and Mitigation: 1997, 473p.

Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Japan-China Joint Workshop on Prediction and Mitigation of Seismic Risk in Urban Regions:250p.1998.

## (C-2)華清池の地すべり災害予測に関する共同研究

### 研究組織

研究代表者

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)

島田充彦(京都大学防災研究所 教授)

福岡 浩(京都大学防災研究所 助教授)

中国西安市城郷建設委員会

中国西安市防治驪山滑坡弁公室

中国西北総合勘察設計研究院

中国吉林大学

### (a)研究の背景と目的

中国の西安市の近郊にある華清池の裏山(驪山)斜面は大断層によって作られた崖であり、断層から湧き出る地下水(温泉水)を利用して玄宗皇帝と楊貴妃で有名な離宮(華清池)が造られている。華清池は世界的文化遺産として有名であり、中国および西安市にとって文化的・歴史的にも、また、観光資源としての経済的側面からも極めて重要である。驪山斜面は近年活発な斜面変動を示しており、地震あるいは豪雨時の滑落とそれによる華清池およびその周辺の住宅密集地の破壊と

人命の被害が懸念されている。そこで驪山地すべりが滑落する前に精密な調査・研究を実施して、信頼される災害予測を行うことを目的とした。一方、本研究は、国際地質学連合(IUGS)の高速地すべり運動予測委員会による研究の一部であり、大規模高速地すべりの予測法の開発を目的として実施した。

### (b)研究の方法

驪山地すべり調査のために西安市、陝西省の関連部局が設置した防治驪山滑坡弁公室(20 余名)と共同で、日本で開発された長スパン地すべり伸縮計、三次元せん断変位計、トータルステーション、GPS等により驪山斜面および周辺を含めた範囲において地すべり移動観測を行い、地すべり移動ブロックとその規模の推定、孔内傾斜計による地盤内の変位観測により地すべり面深度の推定、そして各種の移動観測を総合して地すべり発生危険度の推定を行った。さらに IDNDR 事業の目的に沿って、移動計測機器の他に、雨量、水位観測、地震計等の計器も提供し、中国側に対して観測技術・解析方法の指導を行った。また、地震時の地すべり発生予知のために、高圧リングせん断試験機を製作し、驪山斜面に掘削した調査用トンネル内で採取した断層破碎帯の土試料や表層のレスの繰り返し載荷リングせん断試験を京都大学と長春理工大学(現・吉林大学)とで行い、地震時のレスの不安定化の研究をおこなった。麗山斜面で地すべりが発生した場合、どこまで到達するかを調べるために、華清池苑内の土試料を採取し、高圧急速載荷リングせん断試験を行い見かけの摩擦角を測定し地すべり到達距離を推定した。さらに、これらの土質試験結果を準三次元地すべり数値シミュレーションに用いるパラメータとして用い地すべり運動範囲の面的な予測を行った。最終的に中国の国情に適した効果的な対策工法と監視システムの提案を行った。

### (c)研究成果の概要

斜面中腹にある開口クラックを地中でまたぐように設置した 10m スパンの伸縮計の 5 年間にわたる観測から移動は雨期に集中しており、この斜面変動が一部で言われていた断層運動などではなく、地すべり移動であることが明白になった。光波測距観測網を用いて平面的な移動分布を調べたところ、驪山斜面中腹はほぼ一定であるのに対し、上部との斜距離は伸びた。これは既に知られているこの地域の激しい地盤沈下に伴い、斜面の一部がひきずられて斜面下方へ移動しているためであると結論づけられた。

長スパン地すべり伸縮計の連続観測と現地踏査と移動観測から、驪山斜面ブロックには 3 つの地すべりブロックがあり、華清池苑内直上のブロックが最も活動的で危険であること、豪雨の際に推定地すべりブロック上部と下部で相互に対応する 1cm オーダーの伸びと縮みが観測された。水平調査トンネルでの潜在すべり面の確認とあわせて、この斜面が大規模岩盤地すべりの前兆段階にあることが、判明した。

リングせん断試験機を用いて斜面表層で採取したレスについて地震による地すべり発生予測のための繰り返しリングせん断試験と華清池苑内で採取した飽和沖積層試料について非排水載荷リングせん断試験を行い、見かけの摩擦角を測定した。この見かけの摩擦角と華清池付近の地形から到達距離を推定したところ、斜面内部の地下水状態に影響されるものの、930m ~ 2430m の距離を高速で運動すると推定され、華清池のみならず周辺の人口密集地が危険に晒されることがわかった。土質試験結果を用いた地すべり運動の準三次元数値シミュレーションを長春理工大学(現・吉林大学)と共同で行い、概ね想定したとおりの移動距離と移動範囲が得られた。これらの研究成果を元に、中国政府は西安市人民政府と共同で日本円で 3 億円相当をかけ、大規模地すべり対

策工を施工した。このように大規模地すべりの発生前に対策工が実施できるだけの説得力のある地すべり災害予測ができたことが世界的に評価され、UNESCO の国際地質対比計画への採択(1998 年)、UNESCO と防災研究所間の研究協力覚え書きの締結(1999 年)につながった。

また、中国の経済状況を考慮して、水平深礎杭工法の提案を行い、驪山地すべりについて具体的な設計を行った。さらに、近い将来潜在すべり面が臨界状態に達する場合に備えて、斜面の変動を連続的かつ正確に観測し警告を発することの出来るモニタリングシステムを提案した。なお、本 IDNDR プロジェクトは、平成 10 年度で終了したが、現在は、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」のなかの「地盤災害の抑止技術の開発」の一部として、また、ユネスコ - 国際地質学連合同事業である国際地質対比計画 IGCP-425「文化遺産と地すべり災害予測」(3.5.5 節 IGCP425 を参照)のサブテーマとして研究を続けている。

### (d)成果の公表

成果については、Proc. of Special session, Prediction of Landslides in Lishan, China, WP/WLI (1994)、Proc. Int'l Symp. on Natural Disaster Prediction and Mitigation, Kyoto (1996)、Proc. Int'l Symp. on Landslide Hazard Assessment, Xian (1997)、Landslide News、ワークショップ、防災研究所年報、地すべり、新砂防などで広く報告している

## (C-3)粘性土石流の機構およびその対策に関する共同研究

### 研究組織

研究代表者

高橋 保(京都大学防災研究所 教授)

澤田豊明(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)

水山高久(京都大学農学部 教授)

新井宗之(名城大学理工学部 助教授)

中国科学院成都山地災害環境研究所

### (a)研究の背景と目的

土石流はそれが発生する地域の環境条件に支配されて、特性と発生規模が様々に変化するので、その多様性を考慮して災害対策を講ずる必要がある。中国の西南地方では規模の大きい粘性型の土石流が頻発している。わが国でも、地すべり地や火山地域の一部で粘性型の土石流が発生することがあるが、観測・調査事例が非常に少ないため、そのメカニズムの解明と災害対策の研究が遅れていた。そこで、毎年数回粘性土石流を発生する中国雲南省において、観測研究、流域条件及び対策効果の調査研究を行うと共に、国内での理論的・実験的研究によって、粘性土石流の解明を行うことを目的とした。

### (b)研究の方法

雲南省東川市の蒋家溝において土石流観測を行い、粘性土石流の発生条件、流動過程、堆積過程、土石流に伴う地形変動を計測して、メカニズム解明を行うと共に、対策の検討と評価を行った。また、粘性土石流中での礫の支持機構と、それに関連する流速分布、濃度分布、抵抗則、堆積機構等に関する基礎的な研究を行い、土石流の流動と氾濫・堆積予測のシミュレーションモデルを構築した。

### (c)研究成果の概要

i)現地土石流材料の透水性は小さく、土石流の発

生は水を含んで膨潤したガリ近傍の土塊の崩壊による可能性が高い。ii)土石流の観測を継続する中で、表面流速測定にビデオ画像解析が有用であることを示した。iii)従来、粘性土石流にはビンガム流体モデルが広く使われてきたが、詳細な現地観測と水路実験の結果、ビンガム流体に必須のプラグが流れの内部に存在していないことが判明し、ビンガム流体モデルの妥当性が否定された。iv)粘性土石流の特性が定量的に記述できるニュートン流体モデルを新しく提案した。これにより、粘性土石流は含有砂礫濃度が著しく高いにも関わらず、高い流動性を持っていること、また、その反面、流量の低減によって完全に停止するという顕著な特性が説明された。さらに、この流動モデルによる流動・堆積過程のシミュレーションモデルが開発された。v)土石流の流下に伴う河道の変形や側方移動など、地形の動的特性の実態が明らかにされた。vi)現地周辺流域の土石流対策の実態を調査し、緑化が有効な手段になっているが、将来の大雨には不安が残ることから、現地に即した構造的対策を提言した。

### (d)成果の公表

Disaster Prevention Research Institute and Institute of Mountain Hazards and Environment: Japan-China Joint Research on the Mechanism and the Countermeasures for the Viscous Debris Flow, Research Report of Group C3 of Special Project Associated with IDNDR, 206p.1999.

Takahashi, T., H. Nakagawa and Y. Satofuka: Newtonian Fluid Model for Viscous Debris-flow, Debris-Flow Hazards Mitigation, Balkema, pp.255-262, 2000.

## (I-1) インドネシアの火山噴火機構とテクトニクス

### 研究組織

研究代表者

田中寅夫(京都大学防災研究所教授)

石原和弘(京都大学防災研究所 教授)

井口正人(京都大学防災研究所 助教授)

平林順一(東京工業大学 教授)

伊藤 潔(京都大学防災研究所 助教授)

インドネシア火山調査所

バンドン工科大学

### (a) 研究の背景と目的

インドネシアはわが国と同様にプレートの沈み込み地域に位置し、地震活動及び噴火活動が活発であり、人口密度の高いジャワ島では大災害がしばしば引き起こされてきた。防災上、噴火機構の研究、更に噴火予知の研究の必要性の高いジャワ島西部のグントール火山と中部のメラピ火山を対象に火砕流発生機構の解明及びその予測手法の確立、噴火の前駆地震・微動の発生様式の解明を目的とした研究を行う。また、地質学的、地形学的に顕著なレンバン、チマンデリ両断層の現在の活動並びに周辺の広域地殻変動を観測して、ジャワ島西部のテクトニクスを明らかにする。

### (b) 研究の方法

グントール火山において 4 点からなるテレメータ地震観測網を構築し、火山性地震の発生域を決定した。また、グントール火山およびジャワ島西部において GPS 観測網の基点設置及び繰り返し測量並びに地磁気測定を行った。メラピ火山において火山物理学的・火山化学的調査研究を行い、火砕流流動のメカニズムの研究を行った。地上設置型傾斜計 2 台を設置し、火砕流発生予測の研究を行った。

### (c) 研究成果の概要

グントール火山の火山性地震は山頂火口周辺

の深さ 5 km までと西部のカモジャンカルデラ周辺の北東から南西に伸びる断層に沿って分布することが分かった。山頂では、正断層または逆断層、カモジャンカルデラ周辺の地震は、右横ずれの発震機構を持つ。平成 9 年の地震活動の活発化に伴い、顕著な火口周辺の地盤の隆起・伸張が傾斜計および水準測量、GPS によって観測された。この地震活動の活発化はマグマの貫入あるいは熱水活動の活発化を示唆するものと考えられる。

メラピ火山では、火山ガスの調査研究が行われ、マグマ中の揮発性成分の定量的評価がなされた。山頂の溶岩ドーム付近に設置した傾斜計により、平成 6 年 11 月、平成 9 年 1 月の爆発的噴火、平成 10 年 7 月の火砕流噴火に先行する地盤の傾斜変動が検出され、火砕流発生の予測に傾斜変動の観測が有効であることが示された。また、火山性地震の日別の発生回数と傾斜変化から、メラピ火山の活動度を定量的に評価する方法を開発した。

西ジャワにおける GPS 観測により、チマンデリ断層、レンバン断層の南側は南からの圧縮、北側は西からの圧縮を受けていることを示唆するインド・オーストラリア・プレートのジャワ島下への沈み込みから予想される地殻変動と調和的な結果が得られた。また、重力測定を行い、断層両側の地下構造を求めた。

### (d) 成果の公表

Proceedings of Symposium on Japan-Indonesia  
IDNDR Projects - Volcanology, Tectonics,  
Flood and Sediment Hazards - , Bandung 1998  
September

Ann. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.,  
Vol.40, 1997

Program and Abstract of Merapi Decade Volcano  
International Workshop, 1995

Program and Abstract of Merapi Decade Volcano  
International Workshop , 1997

## (1-2) 洪水及び地形変動による災害とその防御に関する共同研究

### 研究組織

研究代表者

高山知司(京都大学防災研究所教授)

江頭進治(立命館大学 教授)

澤井健二(摂南大学 教授)

寶 馨(京都大学防災研究所 教授)

田中丸 治哉(神戸大学 助教授)

里深好文(京都大学防災研究所 助手)

藤田正治(京都大学農学部 助教授)

河田恵昭(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)

吉岡 洋(京都大学防災研究所 助手)

インドネシア公共事業省水資源開発研究所

### (a)研究目的

インドネシア諸島は火山島の連なりであり、地形は急峻で崩壊し易い地質である。また、気象条件は、モンスーンの影響を受ける熱帯気候で、雨期乾期のはっきりした降雨特性をもっており、集中豪雨による洪水や斜面崩壊を生じやすい。このように、この国の河川流域は洪水・土砂災害を受け易い特性を持っている。一方、インドネシアにおける主な海岸侵食は、河川のショートカットおよび河川からの流送土砂の減少に起因する河口デルタの縮小過程としての地形変化による災害であり、その汀線の後退量は2~3kmに及ぶ。これらの洪水、地形変動による災害は、インドネシア政府が緊急課題として苦慮している問題であり、本研究においてはこのような災害を予測し、その防止・軽減法の科学的な基礎を確立することを目的とする。

### (b)研究方法

1)ジャワ島東部における洪水・土砂流出の評価と水害に関する研究:ジャワ島東部の人口密集地であるプランタス川流域を研究対象とし、降雨の時

空間分布の予測法、洪水流出予測法を確立すると共に、この方法をソロ川へ適用し、その一般化を図る。また、以上の研究および中・上流域の土砂流出と河床変動の予測法を基礎として、流域条件を考慮した洪水災害対策を立案する。

2)インドネシアにおける海岸侵食に関する研究:ジャワ海に面するスマラン海岸とインド洋に面するパタン海岸に海象観測システムを設置し波浪外力特性を明らかにすると共に、海浜変形の予測法を確立し、海岸侵食対策工法の提案を行う。また、パリ島のクタ、サ・ヌール、ヌサ・ドウワ海岸においては、侵食対策工が施工されるので、これにともなう海浜環境変化のモニタリング体制を構築する。

### (c)研究成果の概要

)プランタス川上流域のスタミダム流域での長短期の降雨流出予測及び水収支:同流域にVIC水収支モデルを適用して、日流出高ハイドログラフを再現するとともに、モデルの適用結果から直接流出に寄与する飽和面積率や蒸発散比の季節変化について考察した。 )数値地形情報(GIS)と衛星画像の分布型降雨流出モデルへの導入:降雨流出モデルと地表面状態とを組み合わせた巨視的な土砂流出予測法を開発することを目的として、流域地表面の広域的情報を得るのに有効な衛星画像とGISとを組み合わせた流域地被状態の分類について検討した。 )プランタス川への土砂供給条件を評価:クルード火山を源流とし、大量の土砂流出の見込まれる代表的な支川を抽出し、各支川の河床勾配と流砂形態について検討した。 )洪水や河川変動に伴う災害に対する弱点部の抽出:河床変動の実態を説明し、かつ、流路幅の変化、流路平面形状に対応した河床変動を評価し得るような1次元及び2次元河床変動計算法について検討した。 )スマラン海岸における海象観測と海浜変形予測:ジャワ海に面するスマラン海岸に海象観測システムを設置し、西からのモ

ンスーンによりジャワ海で発達した波浪および吹送流がこの海岸の侵食の主外力であること明らかにした。 )ジャワ海における長期海底地形変形予測モデルの開発：吹送流・潮流計算のための3次元数値モデルを開発した。 )津波による災害：津波を引き起こす巨大地震の発生確率と、それによって発生した津波ハザードの大きさを組み合わせて環太平洋沿岸域における津波リスクを評価した。

#### **(d)成果の公表**

**ワークショップ**:1996年夏にジョグジャカルタにて、本研究グループ(12)のワークショップ(参加者50人)を開催し、報告書(ISBN:979-8656-01-06, 253ページ)を刊行した。

**シンポジウム**:1998年9月バンドンで11及び12グループの合同の日本-インドネシア合同シンポジウムを開催し、これまでの研究成果の発表と報告書へのとりまとめ及び今後の共同研究についての討議を行った。

### 3.5.3 GAME

#### 国際共同研究 GEWEX アジアモンスーンエネルギー水循環観測研究計画

池淵周一(水資源研究センター 教授)

石川裕彦(大気災害部門 助教授)

この研究は、地球のエネルギー水循環におけるアジアモンスーンの役割を解明するとともに、モンスーンの変動を引き起こす機構を明らかにし、モンスーンによる降水量の長期予測とそれに基づく水資源への影響評価の基礎を築くことを目的としている。国際的には、気候変動国際協同研究計画(WCRP)の大型サブプロジェクトである「全球エネルギー水循環研究計画(GEWEX)」の一部として位置づけられている。

特に、熱帯から北極域にまたがるアジア大陸の複雑多様な地表面系が、このアジアモンスーンのエネルギー・水循環系においてどのような役割を果たしているかは、観測データの不足・欠除のため、まだ定性的な理解すら不十分である地域が広がっている。アジアでの各地域・流域の視点からみれば、このような広域スケールでのアジアモンスーンの変動が、その地域・流域での水循環過程のフィードバックを通して、水資源量の変動や水

災害にどのように関わっているかという問題も、緊急かつ重要である。

GAME の具体的な研究項目は、シベリア地域、チベット高原地域、中国淮河流域地域、熱帯地域の4地域におけるエネルギー水循環とそのフィードバック過程の観測的研究、アジア各地域における放射・熱収支の長期モニタリング研究、これらの観測的研究にもとづく大気・陸面相互作用、水循環および気候のモデリング、及びデータ情報のアーカイブである。研究実施にあたって、複数の国立大学、気象庁・科学技術庁などの関連省庁の研究機関を含む国内研究体制が構築され、国内研究機関、共同研究相手であるアジア諸国や国際機関との間で研究計画の立案と調整を行いながら研究を推進してきた。

京都大学防災研究所では、大気災害研究部門がチベット高原地域における大気境界層観測を、また水資源研究センターが中国淮河流域地域の観測研究と水文モデリングを担当した。研究は平成8年度に開始され、最初の3年間は国際共同研究等特別経費により、また平成11~13年度は文部省科学研究費(特定領域B)で実施されている。

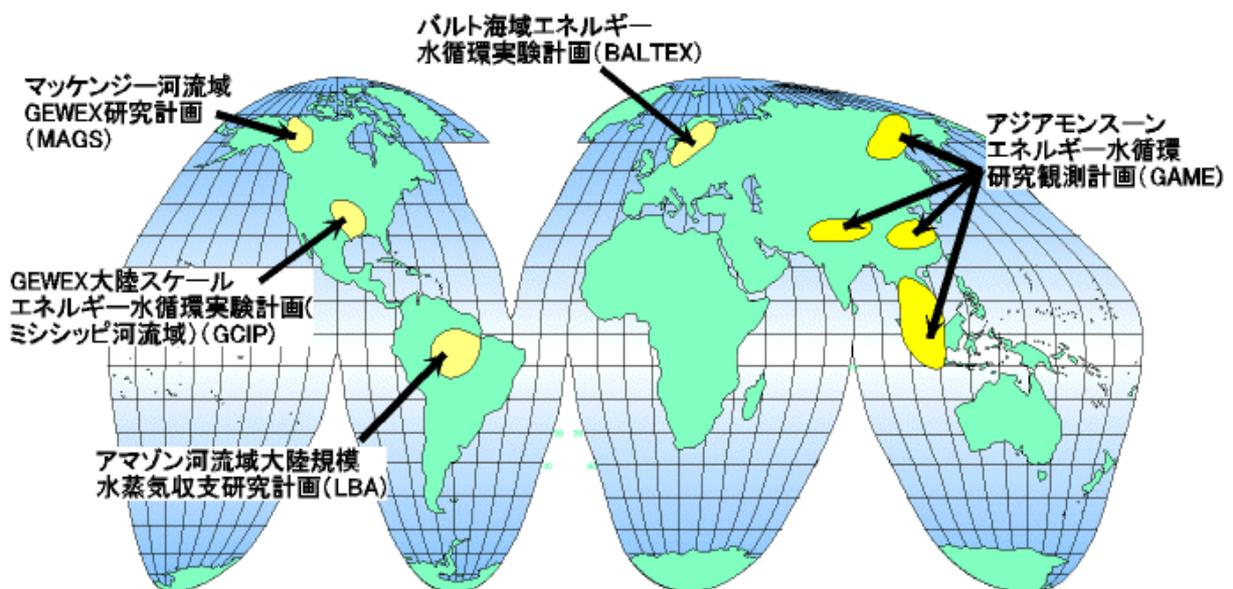


図-1 GEWEX の大陸スケールプロジェクト(Continental Scale Projects)

### (a)チベット高原地域

大気災害部門では、HEIFE(1989～1993)、AECMP(1994～1995)等の中国における観測研究を共同で実施してきた蘭州高原大気物理研究所をカウンターパートとし、岡山大学、筑波大学、長岡技術科学大学の研究者と協力して観測を実施した。チベット高原観測は中国気象局が国内プロジェクトとして実施したTIPEX(Tibetan Plateau Experiment)とも連動して実施された。

1995年のAECMPの終了時に、中国甘粛省の河西回廊地域に展開していた観測設備を、一部を残して撤収しGAMEに備えた補修を開始した。1996年夏には、高原北麓のゴルム(格納木)から高原中部のナチュ(那曲)まで踏査し、観測地点の予備調査を実施した。1997年夏には、青蔵公路沿いの4地点(北から、D66、沱沱河、D110、MS3608)に自動気象観測装置を設置し、自動気象観測を開始した。また、高原中部のアムド(安多)に14mの気象鉄塔、乱流輸送計測装置、放射計測装置、観測小屋を設置し、観測拠点とした。

1998年には、5月中旬から9月中旬までの4ヶ月間に渡り集中観測を実施した。自動計測装置による観測に加え、アムドでは4ヶ月に渡りほぼ連続して大気乱流の観測を行い、膨大な乱流データを得た。これらのデータから、陸面から大気への顕熱と潜熱の輸送量を算出した。この乱流観測データとタワー観測データ、放射観測データを合わせて解析し、地表面熱収支の評価を行った。集中観測では、これらの観測の他、ゾンデによる高層データ観測、3次元ドップラーレーダ観測、GPS観測、土壌水分観測などが実施され、これらのデータを総合した、大気陸面相互作用の研究が進行中である。これまでの成果は、1999年1月11～13日に中国西安で開催された第1回GAME/Tibet国際WS、1999年6月16～19日に北京で開催された第3回GEWEX国際会議、2000年7月20～22日に中国昆明で開催された第2回TIPEX-GAME/Tibet

国際WS等の国際会議で発表された。また、1997年に実施された予備観測のデータ、1998年の集中観測のデータは、他の観測グループのデータとともにCDROM版が作成されているとともに、webで公開されている。

集中観測期間終了後は、自動気象観測所4地点とアムドサイトの観測を継続し、すでに3年間以上のデータが蓄積されている。これらの観測結果により、2000年夏までのフラックス算定が行われている。この観測は5～10年間継続する計画であり、このデータを用いて、大気陸面相互作用の年変動、年々変動の実態を解明する計画である。



図-2 チベット自治区アムドの観測拠点



図-3 アムドのPBLタワー

#### (b) 淮河流域

水資源研究センターでは、中国水利部淮河水利委員会をカウンターパートとし、名古屋大学、北海道大学、北京大学等の研究者と協力して観測を実施した。1994年3月に北京で開かれた第1回GAME国際研究集会の後、淮河流域を訪れ、共同観測についての協議を開始した。1996年には水文サイドの試験流域であり、後に京大によるフラックス集中観測サイトとなった史灌流域を訪れ、流域内の観測設備を見学するとともに、フラックス観測候補地の選定を行なった。観測システム(KU-AWS)には多くの測器が組み込まれ、総合的な観測ができるが、予算の制約上1セットしか用意できなかった。そこで、異なった地表条件(水田、畑地、森林、水体)のデータを得るために、それぞれの土地利用でシステムの設置、撤収、移動を繰り返す巡回移動観測という形態をとった。1997年には観測機材を現地に搬入し、予備観測を実施した。1998年には、この移動観測を春季(5/6-6/4)、夏季(8/3-9/5)、秋季(10/23-11/21)の3回実施した。また1999年にはKU-AWSを蚌埠



図-4 D66のAWS

の近郊の畑地に設置し、6/26から8/24の期間連続的に熱収支観測を実施した。また、AAN(Asian AWS Network)計画のもと、長期フラックス観測ステーションとしてHUBEXの集中観測点である寿县にGAME-PAMが1台配備され、1998年8月12日より観測を開始した。しかしながら、このPAMに関してはトラブルが続いており、データ取得状況はあまりよくない。HUBEXではこれらの観測の他、高層ゾンデ観測(21地点)、地上気象観測(144地点)、x-bandドップラーレーダ観測(3地点)、史灌流域内の毎時雨量観測(48地点)、土壌水分観測(3地点)等が実施された。現在は集中観測データ、地上気象データ、衛星データを総合して、陸面過程モデル(SiBUC)による陸面データ同化、メソスケール気象-陸面結合モデル(JSM-SiBUC)による領域4次元データ同化等、数値モデルによる高精度データセットの作成が進められるとともに、HUBEXの中心的研究課題である、梅雨前線にともなうメソスケール雲・降水システムのエネルギー・水循環過程の解明に向けた研究が精力的に展開されている。



図-5 水田における熱収支観測



図-6 森林における熱収支観測

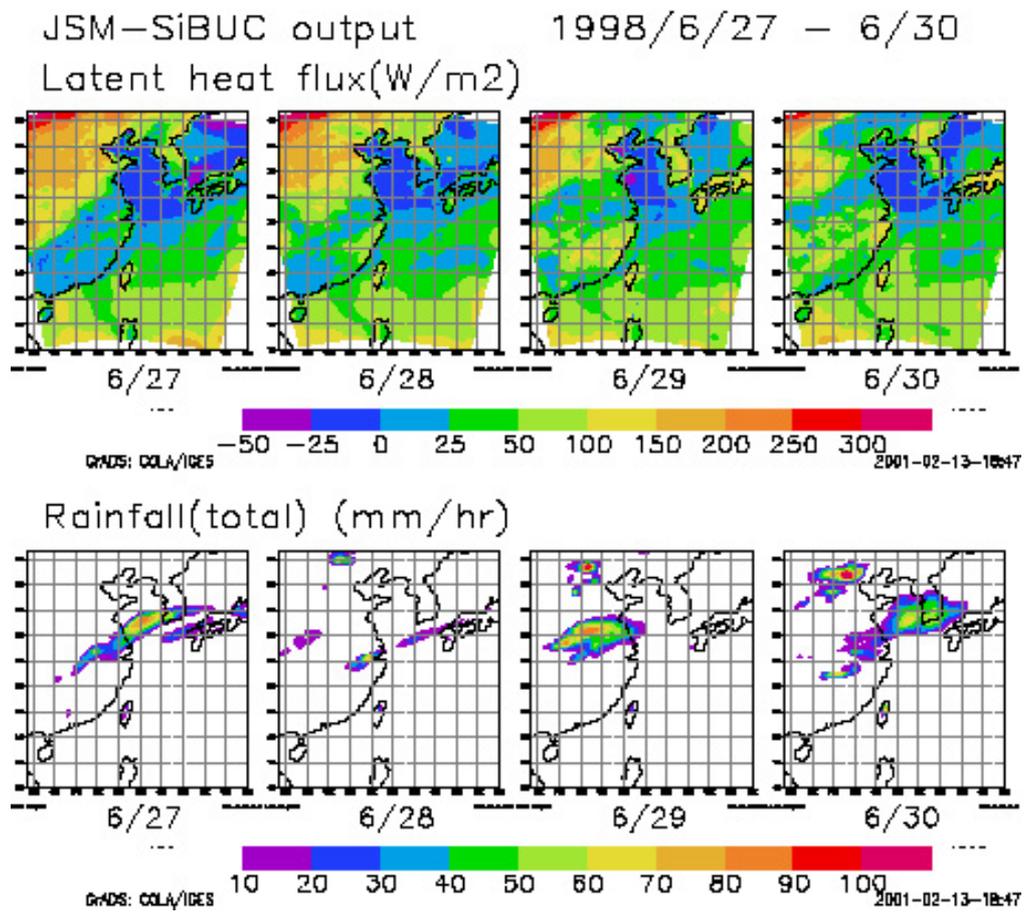


図-7 JSM-SiBUC による梅雨のシミュレーション(上：蒸発量、下：降雨量)

### 3.5.4 UEDM

#### 文部省科学研究費特定領域研究(B) 日米共同研究による都市地震災害の 軽減

代表：亀田弘行（総合防災研究部門 教授）

##### 1. 研究の目的・発足の経緯

1995年兵庫県南部地震と1994年ノースリッジ地震による災害は、マグニチュード7クラスの地震が大都市圏の直下で発生すると甚大な被害をもたらすという、日米共通の課題を明らかにした。大都市直下に発生する地震に対する都市基盤施設の脆弱性が浮き彫りになったことを受けて、1996年4月に東京で開催された日米首脳会談において、都市地震災害を軽減するための研究の重要性が共通議題の一つとして取り上げられた。

日米首脳会談の議題となった「地震災害の軽減のための共同事業」を実施に移すための研究課題の候補として1996年6月の次官級会合で以下の9項目が決定された。1)地震ポテンシャルの定量化、2)地震災害による損失の推定法、3)震源過程に関する基礎理論の検証、4)震源近傍の地震動と地質・地盤の影響ならびに構造物の応答特性、5)鉄骨構造に係わる地震危険度の軽減、6)既存構造物と社会基盤施設の補強と耐震性評価、7)性能規定型耐震設計法の開発、8)実時間地震情報システムの開発、9)地震火災の制御。

日米首脳会談を受けて、1996年9月に米国科学アカデミーにおいて、日米地震政策会議が開催された。日本国国土庁長官ならび米国連邦危機管理局(FEMA)長官の出席のもとに地震防災に関わる省庁の代表者が首脳会談の共通議題を具体化する方策について話し合ったものであり、文部省からも日米の大学間における研究協力についての提案がなされた。

共通議題「地震災害の軽減のための共同事業」を実行するために、文部省として何を研究課題とし、具体的な機構をどのように構築するべきかを

検討するために、文部省科学研究費と米国科学財団研究費の援助の下に「第2回都市地震災害軽減のための共同研究に関する日米ワークショップ」が1997年2月27日-3月1日に東京で開催された。このワークショップにおいて、4つの分科会の討議に基づき重点研究課題が選定され、また、今後日米共同研究を推進するうえで、両国の政府機関と大学の相互関係の整理、双方に国内委員会によるコーディネーション機能を持つべきことなどの方針が合意された。

以上の経緯に基づいて、米国側では平成10年10月から米国科学財団のプロジェクト(5年間)として、年間150万ドルの予算で「都市地震災害の軽減に関する日米共同研究」が開始されている。

日本側においては平成10年度から平成15年度までの6年間の文部省特別事業として、「都市地震災害の軽減に関する日米共同研究」を京都大学防災研究所が実施機関となり開始したが、一旦この事業を終了し、平成11年度からは競争的な研究費である文部省科学研究費特定領域研究(B)の補助の基に「日米共同研究による都市地震災害の軽減」として、平成15年までの5年間の研究を新しく発足することとなった。この特定領域研究では、研究課題に関する日米間の入念な討議の結果、ならびに全国の大学と協力し、米国の大学との緊密なパートナーシップのもとに、5研究項目を設定した。各研究項目は以下に示すように、各々2つの計画研究より構成されている。この研究には、研究分担者と研究協力者を含めて全国の大学から、合計約100名の研究者が参加している。研究項目(1)強震動予測と地盤の地震危険度評価  
計画研究1-1 都市域における破壊的強震動の高精度予測に関する研究

(京都大学防災研究所・岩田知孝)

計画研究1-2 強地震動と液状化に対する地中構築物の耐震性に関する研究

(早稲田大学理工学部・濱田政則)

研究項目(2)構造物の地震応答性能の向上  
計画研究 2-1 性能基盤型設計法の開発  
(東京大学地震研究所・壁谷澤寿海)  
計画研究 2-2 構造物の脆性破壊防止と靱性  
向上 (京都大学工学研究科・井上一朗)  
研究項目(3)都市施設の高度耐震技術の開発  
計画研究 3-1 先端技術及び高機能材料を利用し  
た都市施設の耐震性向上  
(東京工業大学工学部・川島一彦)  
計画研究 3-2 構造物のモニタリングと損傷度検  
出システム(京都大学防災研究所・鈴木祥之)  
研究項目(4)都市地震災害防御のための高性能社  
会基盤システムの構築  
計画研究 4-1 社会基盤システムの地震時性能規  
範評価法の開発  
(京都大学防災研究所・岡田憲夫)  
計画研究 4-2 社会基盤施設のリスク分析と先端  
技術の応用  
(神戸大学都市安全研究センター・沖村 孝)  
研究項目(5)都市地震災害に関する危機管理の比  
較災害論的研究  
計画研究 5-1 都市地震災害過程のモデル化と総  
合的な損失の定量化  
(京都大学防災研究所・河田恵昭)  
計画研究 5-2 マルチメディアによる地震災害の  
事後対応過程の検討(東京大学国際災害軽減  
工学研究センター・須藤 研)

## 2. 研究実施体制

この研究では、都市地震災害の軽減に関する日米間の共通の課題解決に向けて、新たな研究課題を、決められた期間内に推進し達成することを目的としている。前述の各計画研究の大半については米国側の対応する研究課題が NSF によって採択されている。今後もこの共同研究を有効に機能させるための支援活動を行うと共に、研究成果を取りまとめ、日米両国へは勿論、国際的な場で都市地震災害の軽減に貢献する活動を行うために

総括班を設けた。

総括班としては以下のような活動を行っている。1)総括班連絡委員会:京都及び東京で年3回開催する。2)コーディネーション委員会:米国側コーディネーション委員会と合同の委員会を年に1回、日米で交互に開催する。3)ワークショップの開催:各計画研究において、米国側の対応研究者との間で適宜ワークショップが開催される計画である。4)若手研究員の交流:日米共同研究の成果を挙げるうえで、若手の研究者が共同研究のパートナーである米国の研究機関に1ヶ月程度以上の期間滞在して共同研究に従事する事が極めて効果的である。これは各計画研究の状況を考慮して必要なテーマについて重点的に実施することが重要である。このため、平成12年度に総括班経費の中に若手研究者派遣経費を計上し、10名の若手研究者を米国へ派遣する計画を立て現在派遣中で、平成13年度には4名の派遣を予定している。また、この特定領域研究は開始後2年目になるので、各計画研究間の情報交換を緊密にし、研究の重複を避けると共に日米間で新しく必要とされるようになった研究項目に関する意見交換を行っている。

平成13年度に総括班としては日米共同研究の参加者が一同に会し、研究成果を発表するためのシンポジウムを8月に米国において開催する計画である。また、米国側との共同シンポジウムに備えて平成13年4月5・6日に日本側研究者だけのシンポジウムを開催し、各計画研究の調整を計ると共に共同研究の意義を確認する予定である。

### 3.5.5 IGCP425

#### UNESCO-IUGS 国際地質対比計画

##### 「文化遺産と地すべり災害予測」

代表 佐々恭二（地盤災害研究部門 教授）

#### 1. 共同研究の経緯

UNESCO(国連教育科学文化機関)が実施している研究プログラムの中に、IUGS(International Union of Geological Sciences:国際地質学連合)との共同プロジェクトである IGCP (International Geological Correlation Programme:国際地質対比計画)がある。京都大学防災研究所では、1991 年より文部省の IDNDR 特別事業の一環として、「中国西安市の楊貴妃の宮殿(華清池)の地すべり災害予測」の研究を実施し、1997 年 7 月には国際地すべり災害予測シンポジウムを西安市に於いて実施した。このプロジェクトの成果は、危機に晒されている文化遺産を守るために事前に地すべり災害を予測し、何らかの災害軽減対策を実施することが現実的に可能であることを示したものであり、これをさらに推進するとともに、世界的なレベルで推進すべきであるとの合意に達し、1997 西安アピール「西安市の文化遺産(華清池宮殿)の保護および地すべり災害予測と危険度軽減の世界的推進」を発表した。そして、このアピールを実現するための一つの手段として IGCP プロジェクトに申請した結果、1998 年 2 月の科学委員会で 1998～2002 年の 5 カ年のプロジェクトとして採択された。プロジェクトの正式名称は、IGCP-425「文化遺産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に関する国際共同研究(略称:文化遺産と地すべり災害予測)」である。

#### 2. 研究目的

(ア)20 世紀は経済の拡大と開発の世紀であったが、非経済的な価値を持つ自然環境や文化遺産などの保全に必ずしも十分な注意が払われてこなかった。今日、世界の指導的立場にある経済先進

国においては、更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、大きなテーマとなっている。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。

(イ)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・水平流動など各種の土砂災害(英語での Landslide に対応する)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ともに豪雨・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世界の最先進国であり、その国際貢献が強く求められている。

(ウ)IGCP-425 は、1994～1998 会計年度に京都大学防災研究所が、斜面災害関連の他の大学・国立研究機関・調査会社の協力を得て実施してきた「IDNDR 特別事業:中国及びインドネシアにおける自然災害の予測とその防御に関する研究」の中の 1 プロジェクトである「C-2:華清池(楊貴妃の宮殿)の地すべり災害予測」の研究努力と成果が、世界的に高く評価された結果である。この研究で培った国際共同研究の経験と、その海外からの評価に基づいた国際的ネットワークを基礎として、防災研究所(佐々恭二)が提案したものであり、文化遺産地区における土砂災害の予測とその防御に関する研究」は、21 世紀の防災研究の先駆けとなるものであり、日本政府ことに文部省・大学の国際貢献として極めて重要なものである。この研究は、一体として総合的に実施するが、主要な研究内容は下記の 4 項目である。

- 1) 危険斜面の抽出と前兆現象の判定法の研究
- 2) 崩壊斜面の規模と危険度を判定するための高精度かつ耐久性の高い斜面監視システムの開発

3) 実験・計測に基づいた信頼性のある地すべり発生・運動予測法と危険度評価法の研究

4) 経済的かつ実用的な斜面保全技術の開発と防災対策の研究

### 3. 研究の方法

IGCP-425 は、各サブプロジェクト実施グループが、各々の経費で研究を実施し、年に1度、各グループが集まり、研究についての報告会を実施するものである。

これまで開催された IGCP-425 の会議及びシンポジウムは、1998年9月22～24日カナダ・バンクーバー(Hyatt Regency Hotel)、同11月30日～12月1日(東京・カナダ大使館)、1999年9月20～24日(パリ・ユネスコ本部)、2000年8月8～9日(ブラジル・リオデジャネイロ)であり、最新のもののが2001年1月15～19日に日本学術会議において、ユネスコ、IGCP-425、IUGS共催、日本ユネスコ国内委員会、外務省等の後援を得て、シンポジウム「地すべり危険度軽減と文化・自然遺産の保護」である。

参加するサブグループは次第に増大し、次の31に達している。

List of IGCP-425 Sub-projects 2001

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

QingJin YANG and Baoer SONG, Lishan Landslide Prevention and Management Office, China

2) The Archaeological Site of Delphi, Greece - A Site Vulnerable to Earthquakes and Landslides -

Paul MARINOS, National University of Athens, Greece

3) 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

4) 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

5) Slope Deformation and Other Geohazards Endangering the Stability of Historic Sites in the Western Carpathians  
Jan VLCKO, Comenius University, Slovakia

6) Landslide Hazard and Risk Assessment in Archaeological Sites  
Paolo CANUTI, University of Firenze, Italy

7) 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  
8) 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

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)

Eugene A. VOZNESENSKY, Moscow State University, Russia, Oleg V. ZERKAL, Federal Center for Geocological Systems, Russia

10) Assessment and Mitigation of the Landslide Hazard to Cultural and Historical Monuments

- in the Central Russia (the Golden Ring of Russia)  
Victor I. OSIPOV, Institute of Environmental Geoscience, Russia
- 11)The Present and Past Geomorphologic Hazards in The Archeological Sites of Sicily and Calabria (South Italy)  
G. Marino SORRISO-VALVO, IRPI, Italy
- 12)Development of Quantitative Prediction Models for Landslide Hazard  
Chang-Jo F. CHUNG, Geological Survey of Canada, Canada
- 13)Rice-Paddy Terrace and Landslides  
Toshitaka KAMAI, Kyoto University, Japan, Haruo SHUZUI, Nippon Koei Co. Ltd., Japan
- 14)Quantitative Analysis of Natural Landslide Hazards Affecting the Rocky Mountain Parks of Canada  
Oldrich HUNGR, University of British Columbia, Canada, Stephen G. EVANS, Geological Survey of Canada, Canada
- 15)Protection of Inca Cultural Heritage on Landslide Zones at Cusco, Peru  
Raul CARRENO, PROEPTI-EPFL, Peru
- 16)Landslide Risk Evaluation for the Protection of Cultural Heritage: Case of Old Quebec, Canada  
Jacques LOCAT, Laval University, Canada
- 17)Prediction of Rapid Landslide Motion for Lishan, China, Unzen, Japan  
Kyoji SASSA, Kyoto University, Kyoto, Japan
- 18)Seismogenic Landslides and Rockfalls in the Vicinity of the Horesman of Madara (NE Burgaria)  
Margarita, MATOVA and Gueorgui, FRANGOV, Geological Institute, Sofia, Bulgaria
- 19)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
- 20)Development of a Spatial Database System for Landslide Information Management and Analysis  
Venkatesh RAGHAVAN, Shinji MASUMOTO, Kiyoji SHINO, Osaka City University, Japan, Takashi FUJITA, Osaka Institute of Technology, Japan
- 21)Landslide Hazard and Mitigation Measures in the Area of Medieval Citadel of Sighisoara.  
Christian MARUNTEANU, University of Bucharest, Romania, Mihail COMAN, ISPIF, Romania
- 22)Disaster of Rock Avalanches and Landslides in Tianchi Lake Tourist Area of Changbai Mountain(Volcano), Northeast China.  
Binglan CAO, Jiling University, China
- 23)Guidelines for the Safeguard of Cultural Heritage against Natural Risk  
Claudio MARGOTTINI, ENEA(Italian Agency for New Technology, Energy and Environment), Italy
- 24)Rock Slope Monitoring for Environment-Friendly Management of Rock Fall Danger.  
Jiri ZVELEBIL, Institute of Rock Structure and Mechanics, Academy of Sciences, Czech Republic and H. D. PARK, Seoul National Univ. Korea
- 25)Slope Stability in a Context of Progressive Environmental Change  
Edward DERBYSHIRE, University of London (UK)  
Tom DIJKSTRA and Rens van BEEK, Coventry University (UK)
- 26)An Integrated Approach to Sustainable

Management of Landslides Along the Black Sea Coast

Mihail POPESCU, Illinois Institute of Technology (USA)/Univ. of Civil Eng., Romania)

27) Protection of Cultural Heritage Sites from Landslide in the Hindu Kushi- Himalayan Region

Li TIANCHI, International Centre for Integrated Mountain Development (Nepal)

28) Assessment of Mass Movement Hazard to the Natural Heritage Sites of Akha Area, Northern Tehran, Iran

Zieaoddin SHOAEI (Soil and Water Conservation Center, IRAN)

29) Monitoring Unstable Cultural Heritage Sites with Radar Interferometry

Paolo CANUTI and Carlo ATZENI, University of Firenze (Italy)

Dario TARCHI, Institute for Systems, Informatics and Safety (Italy)

30) Landslide Hazard and Mitigation Measures in the South Gippsland Highlands, Victoria, Australia

John BRUMLEY, RMIT University (Australia)

31) Landslide Hazard Mapping along the Prithwi Highway to Protect Seven World Heritage Sites in Kathmandu Valley, Nepal

Tiwari BINOD (Disaster Prevention Technical Centre, Nepal)

Hideaki MARUI (Niigata University, Japan)

Note:

Sub-Projects No.1 ~ 16 は 1998 年 12 月の東京シンポジウムのに採択。 Sub-Projects No.17 ~ 24 は、1999 年 9 月の UNESCO 本部で開催した会議で採択。 Sub-Projects No.25 ~ 31 は、2001 年 1 月の東京シンポジウムで採択。

#### 4. 研究成果

(a) 国際共同研究の全体としての具体的な成果の一つは、ユネスコと防災研究所間の研究協力覚え書き「21 世紀の最初の四半世紀における環境保護と持続できる開発の鍵としての地すべり危険度軽減と文化・自然遺産保護の為の研究協力地すべり危険度軽減と文化・自然遺産の保護」の締結である。また、この合意書にそって開催した東京シンポジウムにおいて、ユネスコ地球科学部長、ユネスコ文化遺産部主幹、IUGS(国際地質学連合)会長、IAEG(国際応用地質学会)会長、ISSMGE(国際地盤工学会)会長、ペルー文化庁長官などを含む IGCP-425 に結集した研究者が、この研究をさらに発展させる枠組みとして、防災研究所を事務局として、ユネスコと国際地質学連合(IUGS)を中核とする各種の地すべり関連研究組織の連合体としての「国際地すべりコンソーシアム」の設立に合意したことである。これまで地すべり(landslides)に関する研究は、地形・地質・地球物理、土木・鉱山・土質、農学・林学など理工農の種々の分野で研究されていたものの総括的な国際組織はなかった。本組織は、21 世紀における都市開発、山地開発の進展にともなって更に激化すると想定される斜面災害の予測と防御を国際的に協力して推進するものであり、まさに防災研究所の使命と合致するものである。

(b) 本研究の実施により、文化遺産地区あるいはその裏山など文化遺産に影響を及ぼす大規模地すべりの予測が、詳細の地表変動計測と地すべり再現試験による土質試験により可能であることが、次第に認知されてきたことである。そして、防災研究所が中心として実施してきたインカの世界遺産「マチュピチュ」の地すべり危険度予測を国際地すべりコンソーシアムの最初の重点研究課題に選択した。

(c) 研究成果の公開は、以下の通りである。

Canuti, P., Casagli, N., Catani, F. & Fanti, R.:

2000. Hydrogeological hazard and risk in archaeological sites: some case studies in Italy. *Journal of Cultural Heritage*. Elsevier Science, Amsterdam.1 (2000):117-125.
- Canuti, P., Catani, F., Casagli, N. & Fanti R.: 2000. GIS for hydro-geological hazard and risk assessment in archaeological sites. In: A. Guarino (ed.), 'Proceedings of the 2nd International Congress on Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin'. Paris, 5-9 July 1999. Elsevier, 1: 51-65.
- Canuti, P., Casagli, N., Fanti, R. & Lollino, G.: 2000. Le condizioni di dissesto idro-geologico nell'area archeologica di Tharros (Oristano). In: G. Lollino (ed.), 'Geological and Geotechnical Influences in the Preservation of Historical and Cultural Heritage'. Proceedings International Conference GeoBen2000. Torino, 7-9 June 2000. CNR-IRPI: 49-60.
- Canuti, P., Casagli, N., Catani, F. and Fanti, R.: 2000. Il contributo della Geologia Applicata nella ricerca archeologica: pericolosità e rischio di frana in aree archeologiche, 'L'Archeometria in Italia: la Scienza per i Beni Culturali'. Verona, 2-4 Dicembre 1999. Patron, Bologna: 43-55.
- Canuti, P., Casagli, N., Falorni, G. & Fanti, R.: 2000. The IGCP-425 Project on Landslide Hazard in Cultural Heritage Sites: General Framework and European Experiences, '5th International Congress on Restoration of Architectural Heritage.' Firenze, 17-24 September 2000. CICOP, CD-ROM.
- Fujita T., and Raghavan V.: 1999, Geologic Information on GIS-Application to Slope Analysis of Landslides, Proc. '99 Geoinformatics Symp., Tokyo, Japan, pp.49-58 (in Japanese).
- Furuya, G., Sassa, K., Hiura, H., and Fukuoka, H.: 1999. Mechanism of creep movement caused by landslide activity and underground erosion in crystalline schist, Shikoku Island, southwestern Japan. *Engineering Geology*, Vol.53, pp.311-325.
- Furuya, G., Sassa, K., Hiura, H., and Fukuoka, H.: 1999. The mechanism of creep movement caused by landslide activity and underground erosion in crystalline schist, Zentoku, Shikoku, Japan. In Proc. Int'l. Symp. on Slope Stability Engineering- IS-SHIKOKU '99, Matsuyama (N. Yagi, T. Yamagami, and J.C. Jiang, eds.), Balkema, Vol. 2, pp.1169-1174.
- IGCP-425. 1999. IGCP-425 Reports and Sub-Project Proposals, Meeting at Bonvin Building, UNESCO, Paris, 20-22 September 1999, (CLT-99/CONF.806/proceedings), 156P.
- Matova, M., N. Dobrev and B. Kostak. 2001. Certain Extensometric Data for the Influence of the 1999-2000 Turkish Earthquakes in Bulgaria. Proceedings of the Fourth International Symposium Turkish-German Joint Geodetic Days, Berlin, Germany, 2001 (in print)
- Noumi N., Shiono K., Masumoto S. and Raghavan V., 1999, Generation of DEM from Topographic Maps Utilization of Inter-Contour Information, *Geoinformatics*, Vol.10, No.4, pp.235-246.
- Okada, Y., Sassa, K. and Fukuoka, H.: 1999. Stress condition and consequence of liquefaction on weathered granitic sands. In Proc. Int'l.

- Symp. on Slope Stability Engineering - IS - SHIKOKU ' 99, Matsuyama (Yagi, N., Yamagami, T., and J.C.Jiang, eds.), Balkema, Vol.2, pp.577-582.
- 岡田康彦, 佐々恭二, 福岡 浩: 大阪層群砂質土の液状化挙動, 地すべり, Vol.36, No.3, pp.91-98, 1999.
- Raghavan V., Masumoto S., Sibayama S. and Shiono, K.: 1998, Online GIS-An Information Technology Framework for Disaster Reduction, Proc. Intl. Symp Application of Remote Sensing and GIS for Disaster Reduction, Tsukuba, Japan, pp.65-73.
- Raghavan V., Masumoto S., Sibayama M., and Shiono K., Development of an Online GIS for a Network Environment: Possible Applications in Hazard Risk Management and Environmental Monitoring, Proc. Intl. Symp. Information Technology Tools for Natural Disaster Risk Management, Bangkok, Thailand, pp.347-355.
- Raghavan V., Sibayama S. and Masumoto S., 1999, Development of an Internet based Geographic Information Server, Information Processing Society of Japan, SIG Notes 99-CH-43, p.59-66.
- Raghavan, V., T.Nemoto, S. Masumoto, H. Fukuoka. 2000. Development of SLIDELinks - A prototype landslide database. Geoinformatics, Vol.11, No.2, pp.112-113.
- Sassa, K. 1999. Progress of IGCP-425. Landslide News, No.12, pp.27-29.
- Sassa, K. 2000. Progress of IGCP-425 (Landslide Hazard Assessment and Cultural Heritage) in 1999. Landslide News, No.13, pp.35-37
- Sassa, K., H. Fukuoka, H. Shuzui. 2000. Field Investigation of the Slope Instability at Inca ' s World Heritage, in Machupicchu, Peru. Landslide News, No.13, pp.37-41.
- Sassa, K., et al. 2001. Earthquake resistant technology for landslides Landslide Hazard Assessment in Lishan, Xian, China, Proceedings RIKEN-EQTAP Symposium, Manila (in press)
- Sassa, K. (editor), 2001. Proc. UNESCO/IGCP Symposium on Landslide Risk Mitigation and Protection of Cultural and Natural Heritage. ISBN 4-9900618-3-7 C3051, 268P.
- Sassa, K. (editor), 2001. Cultural Heritage at Landslide Risk. UNESCO/Springer Book Series, "Natural Disasters and Society", No.1 issue (in print).
- Sheridan, M.F., C. Bonnard, R. Carreno, et al. 1999.30 October 1998 rock fall/avalanche and breakout flow of Casita Volcano, Nicaragua, triggered by Hurricane Mitch. Landslide News, No.12, pp.2-4.
- Vankov, D.A. and K. Sassa. 1999. Dependence of pore pressure generation on frequency of loading at sliding surface. In Proc. Int ' l. Symp. on Slope Stability Engineering-IS-SHIKOKU ' 99, Matsuyama (N. Yagi, T. Yamagami, and J.C.Jiang, eds.), Balkema, Vol.2, pp.601-606.
- Vankov, D.A. and K. Sassa. 2000. Mechanism of earthquake-induced landslides at almost flat slopes by means of ring shear apparatus. Journal of Natural Disaster Science, Vo.21, No.1, pp.23-35.
- Vlcko, J. and R. Holzer. 1999. Natural and man-made hazards endangering the stability of historic sites and monuments, Landslide News, No.12, pp.29-34.

- Vlcko, J., R. Holzer. 1999. Natural and Man-made Hazards Endangering the Stability of Historic Sites and Monuments in the Western Carpathians, Slovakia, *Landslide News*, No.12, pp.29-34.
- Wang, F.W., K. Sassa, and H. Fukuoka. 1999. Real seismic-wave loading ring-shear test on the Nikawa landslide. In *Proc. Int 'l. Symp. on Slope Stability Engineering- IS-SHIKOKU '99*, Matsuyama (N. Yagi, T. Yamagami, and J.C. Jiang, eds.), Balkema, Vol.2, pp.583-588.
- Wang, F.W., K. Sassa, and H. Fukuoka. 2000. Geotechnical simulation test for the Nikawa Landslide induced by 1995.1.17 Hyogo-ken Nanbu Earthquake. *Soils and Foundations*, Vol.40, No.1, pp.35-46.
- Wang, G.H., and K. Sassa. 1999. Effects of density, stress state and shear history on sliding-surface liquefaction behavior of sands in ring-shear apparatus. In *Proc. Int 'l. Symp. on Slope Stability Engineering - IS - SHIKOKU '99*, Matsuyama (N. Yagi, T. Yamagami, and J.C. Jiang, eds.), Balkema, Vol.2, pp.583-588.
- Wang F. and K. Sassa, 2000. A modified geotechnical simulation model for the areal prediction of landslide motion. *Annual of DPRI, Kyoto University*, No.43 B-1, pp.129-139.
- Yamagishi, H., T. Yasuda, and H. Kobayashi. 1999. Preservation of engraved walls endangered by rockfall in the Fugoppe Cave, Hokkaido, Japan. *Landslide News*, No.12, pp.34-36.
- Yamagishi, H., T. Yasuda, H. Kobayashi. 1999. Preservation of Engraved Walls Endangered by Rockfall in the Fugoppe Cave, Hokkaido, Japan. *Landslide News*, No.12, pp.34-36.
- Yu.A.Mamaev, I.B. Grachev. 2000. Estimation of landslide hazard to historical places and settlements in the area of Upper Volga water reservoirs// Abstracts of the 1st International Scientific and Practical Symposium "Environmental Conditions of Construction and Preservation of the Russian Orthodox Cathedrals", Sergiev Posad, pp. 132-134.

### 3.5.6 その他の国際共同研究

#### ユネスコと防災研究所間の研究協力覚 え書き「地すべり危険度軽減と文化・ 自然遺産の保護」

IGCP-425 研究グループは、1998 年 9 月にバンクーバーで最初の会議を開き、続いて同年 12 月に東京のカナダ大使館で「文化遺産と防災」シンポジウムを開催し、そのパネルディスカッションでの議論に基づいて 1999 年東京アピール「自然災害、社会および文化遺産 - 次の千年に向けてのアプローチ」を発表した(<http://landslide.dpri.kyoto-u.ac.jp/j-tokyo.htm> または Landslide News No.12, p.28)

そして、東京アピールを推進すべく、平成 11 年 9 月 20-24 日には、ユネスコ本部のボンバンビル第 13 会議室において IGCP-425 の会議が開催し、IGCP-425 のサブプロジェクト実施国の代表者を中心に 12 ヶ国から 33 名が参加した。この会議に出席した研究者の間で、地すべり危険度軽減と文化遺産を地すべりから守るための研究をより一層強力に推進するための基盤整備として、斜面災害研究の推進のための国際的協力組織やその核となりうる斜面災害研究センター構想等について議論された。種々の議論の結果、直ちに取り組む課題として、ユネスコと IGCP-425 の研究代表の所属する京都大学防災研究所あるいは日本の斜面災害研究グループの間で研究推進に関する合意書をとりまとめるよう努力することが合意された。この合意に基づいて、ユネスコ地球科学部 Eder、同文化遺産部・野口英雄、IGCP 委員長 Derbyshire 教授、佐々恭二が、その合意書案の検討を行い、その際、ユネスコ科学セクター(地球科学部、水科学部、環境計画調整局、生態科学部)、文化セクター・文化遺産部、世界遺産センターの支持も得て、最終案(前掲)が作成され、ユネスコ事務局長のサイン(1996 年 11 月 26 日と池

淵周一防災研究所長のサイン(1999 年 12 月 3 日)により、合意覚え書きが発効した。

上記合意覚え書きに基づく研究協力として、現在、IGCP-425 の主要なサブプロジェクトであるペルー国にあるインカのマチュピチュ遺跡(文化と自然の両面から世界遺産に登録されている)が、中心的協力研究プロジェクトとして検討されている。平成 12 年 3 月 12 日から 23 日までペルー国文化庁(INC)、ペルー地球物理学研究所(IGP)の協力を得て、佐々恭二、福岡 浩、守随治雄の 3 名が IGP の石塚睦氏とともにマチュピチュ遺跡の現地調査を行った。ペルー文化庁の特別許可を得て、マチュピチュ上空にチャーター・ヘリコプターを飛ばせて写真、ビデオ等貴重な資料を撮影した。調査の結果、険しい岩山の尾根部に建設されているこのインカの都市遺跡が、実は大規模岩盤地すべりで形成された土壌と滑落崖から吹き出した地下水を利用して建設されていると推定されること、前面斜面は層すべり、背面斜面は岩盤崩落の危険に晒されていること、都市遺跡中央の平坦部は、地すべり前兆現象として知られる二重山稜地形をしており、その延長上では遺跡が破壊されていることから、変形が現在進行中である可能性がある。平成 12 年 11 月 6 日～20 日、福岡 浩、釜井俊孝、ペルーからの留学生 Luis Angel Dalguer の 3 名でペルーを訪れ、ペルー文化庁、自然資源庁、地球物理研究所の協力を得て、自記伸縮計 2 台、簡易伸縮計 10 台を設置した。また、この合意書に沿って、平成 13 年 1 月 15～19 日に東京で開催されるユネスコと IGCP-425、IUGS 共催によるシンポジウム「地すべり危険度軽減と文化・自然遺産の保全」において、このマチュピチュ地すべりの危険度予測のための調査研究計画と取り組みについての検討とこのイニシアティブを世界的に推進するための新たなプログラムの設立が検討される予定である。

## 「大規模高速地すべりの発生・運動機構に関するカナダ - 日本共同研究」

研究期間:平成 8～17 年度

### 研究組織

研究代表者

佐々恭二(京都大学防災研究所 教授)

研究分担者

Oldrich HUN(プリティッシュコロンビア大学 助教授)

Peter BOBROWSKI(プリティッシュコロンビア州政府 地質官)

### 研究の目的

- (1) 地震や豪雨によって引き起こされる大規模高速地すべりの発生・運動機構を調べ、特に人口急増地域の土地利用計画、災害軽減に必要な地すべり災害予測の技術開発を行う。
- (2) 日本、カナダの主要な地すべり研究者、大学院生、学生の交流を伴う人材交流、
- (3) 地すべり研究のための実験、共同現地調査、合同研究会開催、人物交流、研究情報の交換。

### 成果の概要

本共同研究は、日本 - カナダ政府間科学技術協力協定(FY1992-1995 年、FY1996-2005 年)に基づいて実施しているものである。また、IUGS 地すべり作業部会(2000 年より国際地盤工学会地すべり委員会に移行)の中の高速地すべり運動予測委員会の活動でもある。1998 年 12 月に東京のカナダ大使館に於いて、ユネスコ・国際地質科学連合の国際地質対比計画 No.425「地すべり災害予測と文化遺産」の重要研究項目として、大規模高速地すべりの発生・運動予測に関する研究協力を実施した。また、1999 年 9 月にはパリのユネスコ本部に於いて開催した同 IGCP-425 の会議に於いて、佐々が全体の司会を、Bobrowski 氏が座長をつとめ、研究発表および研究打ち合わせを行った。

## 「文化遺産地区における地すべり災害予測の研究」

研究期間:平成 10～14 年度

### 研究組織

研究代表者

佐々恭二(京都大学防災研究所 教授)

所内担当者

千木良雅弘(京都大学防災研究所 教授)

福岡 浩(京都大学防災研究所 助教授)

研究分担者

松浦晃一郎(ユネスコ 事務総長)

野口英雄(ユネスコ 文化遺産部 主幹)

Oldrich HUNGR(カナダ・プリティッシュコロンビア大学 助教授)

Edward DERBYSHIRE(英国 ロンドン大学 ユネスコ国際地質対比計画委員長)

曹 炳蘭(中国 吉林大学 教授)

### 研究の目的

本研究は、科学研究費(FT1999-2000)、ユネスコ国際地質対比計画(FY1998-2002)等によって実施しているものである。「環境と持続可能な開発」についての問題は、21 世紀に新たなピークを迎える。世界の人口は次世紀の最初の四半世紀で倍増すると推定されている。この人口増加と避けられない都市化と山地開発の進展を受け入れるためには、地すべり危険度の軽減と文化・自然遺産及びその他の脆弱な(人類にとっての)宝の保護が不可欠であり、そのための研究、調査の拡大・強化に向けた世界的な協力が緊要である。

### 成果の概要

1999 年 12 月上旬にユネスコ事務総長と京都大学防災研究所長の間で、合意覚え書き「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」が交わされた。この合意を推進するための中核として、まず、多国間あるいは複数の二国間、

また、ユネスコを介しての国際共同研究として、どの機関のどのようなフレームが実施可能か予備的調査と資料収集を行った。この研究計画の研究上の中核である地すべり発生運動予測のための土質試験法、地すべり危険度監視法、危険にさらされた文化遺産の調査法について、日本の事例をもとに現在のレベルをまとめるための調査研究を以下の2カ所について行った:(1)天守閣が現存する山城として有名な岡山県高梁市の国史跡・備中松山城(基礎岩盤が変形し始めている)(2)平家の落ち武者の部落であり、葛と天然の立木をそのまま利用したつり橋で有名な徳島県西祖谷山村の大規模な結晶片岩地すべり「善徳」。

### 「中国西安市華清池の地すべり災害予測と軽減に関する研究(京都大学防災研究所と西安市建設委員会との共同研究推進に関する合意書)」

研究期間:平成11年6月～16年3月

#### 研究組織

研究代表者

佐々恭二(京都大学防災研究所 教授)

所内担当者

古澤 保(京都大学防災研究所 教授)

島田充彦(京都大学防災研究所 教授)

福岡 浩(京都大学防災研究所 助教授)

古谷 元(京都大学防災研究所 非常勤研究員)

汪 発武(京都大学防災研究所 非常勤研究員)

#### 研究の目的

本研究は、科学技術庁科学技術振興調整費(FY1999-2003)の一環として実施している共同研究であり、ユネスコ地質対比計画IGCP-425の一つのサブプロジェクトでもある。中国西安市周辺には、近畿地方と同じく数多くの活断層が走っており、西安市郊外にある楊貴妃の宮殿「華清池」は近年の地下水汲み上げによる地盤沈下等によ

り、華清池裏山が大規模岩盤地すべりの前兆段階にあり、地震、豪雨などによる滑落の危険性があることが8年間の日中共同研究で推定された。この華清池裏山斜面において、現場の調査用トンネル内から採取した試料および、岩盤崩壊が発生した場合の被災域と推定される地域の土砂試料を日本に運搬し、リングせん断型地すべり再現試験機により、大規模崩壊の発生条件、運動範囲の推定を行っている。また、最も活発な変位を示している斜面部分に順次、電子伸縮計を設置し、自動記録データを現地の観測所と日本へ自動転送するシステムを開発・運用し、準リアルタイムでの斜面の危険度監視と解析を行う。

#### 成果の概要

平成11年6月、西安市人民政府建設委員会委員長他2名を招聘し、京都大学防災研究所長他と共同研究合意書の調印式を行った。また、長期招聘した防治驪山滑坡弁公室職員1名に観測データの処理法に関する技術移転を行った。地すべりデータ送信装置の開発を行い、防治驪山滑坡弁公室に依頼して電源及び電話設備等、設置に必要な準備を進め、平成11年11月と12年1月に電子式伸縮計の自動観測装置を長スパン伸縮計に併設する作業を行い、来年度に電子伸縮計を設置する予定地の調査と準備作業を行った。岩盤崩壊が発生した場合の運動範囲の推定を行うため、被災域と推定される地域の土砂(黄土)試料を日本に運搬し、リングせん断型地すべり再現試験機を用いて非排水載荷試験を行い流動化特性を調べた。

### 「マチュピチュ・インカ遺跡の地すべり災害予測」

研究期間:平成12年3月～

#### 研究組織

研究代表者

佐々恭二(京都大学防災研究所 教授)

所内担当者

福岡 浩(京都大学防災研究所 助教授)

研究分担者

Pflucker BENZA(ペルー文化庁 長官)

Josefina TAKAHASHI-SATO(ペルー自然資源庁  
長官)

石塚 睦(ペルー地球物理学研究所 教授)

釜井俊孝(日本大学理工学部 講師)

守随治雄(日本工営大阪支店 課長)

### 研究の目的

マチュピチュ遺跡は大規模な古地すべりの地形の上に建設され、極めて不安定な地盤の上に形成されている。また、遺跡周辺は、地すべり、岩盤崩落、河川浸食等により、観光資源が危機にさらされており、観光客への直接的被害も懸念されている。また、マチュピチュへの観光アクセスは、極めて未整備である。本開発調査は、ペルー国の貴重な観光資源であるマチュピチュ遺跡、その周辺地域の保全と観光客の安全確保、及びマチュピチュへのアクセスの大幅な改善計画を立案するための調査と遺跡の崩壊の前兆現象をとらえるための観測設備の設置を実施する。

### 成果の概要

本研究は、科学研究費、(FY2000、FY2001-2004申請中)によって実施している研究である。佐々、福岡、守随の3名がペルーに赴き、ペルー文化庁(INC)、ペルー自然資源庁(INRENA)、ペルー地球物理学研究所、PROEPTI(傾斜地保全 NGO)および日本大使館と共同研究の打ち合わせを行った。国土地理院等から航空写真、地形図、地質図等の資料を収集するとともに、地上踏査を行い、地すべり活動を起こしていると見られる地域に伸縮計測線を設置するための準備作業を行った。さらにヘリをチャーターして INC に飛行許可をもらった上で空中からマチュピチュ遺跡周辺の地質地形調査を行った。空中写真より潜在地すべりブロックの判読を行い、当該地すべり地の発達

過程を推定し、今後起こりうる斜面不安定の予測を行った。また、福岡、釜井、ペルー留学生が、平成12年11月に伸縮計12台の設置を行った。

## 「国際地盤工学会(ISSMGE)アジア地域技術委員会(ATC-9:文化遺産の地すべり災害からの保全)」

研究期間:平成11年4月～

### 研究組織

研究代表者

佐々恭二(京都大学防災研究所教授)

所内担当者

福岡 浩(京都大学防災研究所 助教授)

千木良雅弘(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)

研究分担者

Bhandari, R.K. (インド科学技術委員会委員長)

Shoaei, Z. (イラン土砂保持流域管理研究  
センター センター長)

他, 計13カ国35名。

### 研究の目的

アジア地域において、人類が引き継いできた貴重な文化遺産を始めとする自然遺産、歴史的な都市・集落など社会的価値の高い地域を地すべり(Landslides)から守るための調査・研究を行う。また、地すべり危険斜面の抽出と前兆現象の判定、斜面危険度監視システムの開発、地すべり運動予測法など、より信頼度の高い地すべり災害予測法の基礎的研究を行うとともに、アジア地域に適した実用的な災害予測と防御方法の開発を行う。

### 成果の概要

本研究は、国際地盤工学会のアジア地域技術委員会として、地盤工学会の委員会経費を得て実施されている。1999年9月にUNESCO-IUGS共同事業・国際地質対比計画(IGCP)425「文化遺産と地すべり」パリ会議(於:ユネスコ本部)を共催。2000

年 1 月に国内の地すべりの危機に瀕する文化遺産についての研究事例紹介と今後の活動方針を検討した。具体的には、(1)アジア地域の地すべりの危機に瀕する文化遺産のリストを作成する、(2)2001 年度に国際シンポを主催するための準備作業を開始した。

## 「地すべり地下水探査についての共同研究」

**研究期間:**平成 10 年～

### 研究組織

研究代表者

竹内篤雄(京都大学防災研究所助手)

所内担当者

古谷 元(京都大学防災研究所 非常勤研究員)

研究分担者

Zieaoddin SHOAEI(イラン・水土保持流域管理研究センター)

### 研究の目的

1m深地温探査を乾燥地域における地すべり地に適用し地すべり活動に影響を与える地下水の状態を探査するとともに、地下水の水みちの調査法、地下水排除工の設計法を確立する。

### 成果の概要

本研究は、イラン建設省水土保全研究センターとの共同研究である。1m深地温探査をイランの乾燥地の地すべり地数カ所で試験し、地下水の水みちをとらえる試みを行った。深い地すべり地であるにもかかわらず、水みちをとらえることができた。実際に地下水排除工を実施したところ、被圧地下水を排除することができ、排水工事の設計に利用できることがわかった。

## 「東南アジア・太平洋地域の流域水利用実態及びデータ環境の国際共同調査 Water Use and Data Environment in Southeast Asia and the Pacific」

**研究期間:**平成 9 年度

### 研究組織

研究代表者

池淵周一(防災研究所京都大学 教授)

所内担当者

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)

宝 馨(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)

中北英一(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)

市川 温(京都大学防災研究所 助手)

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

国内 椎葉充晴(京都大学工学研究科 教授)

他 33 名、

国外 Ibbitt, Richard(ヴィクトリア大学工学部 教授(ニュージーランド))他 15 名

### 研究の目的

東南アジア・太平洋地域における持続的で健全な水資源環境のあり方を明らかにすることを最終目標として、本研究では次のように研究目的を設定する。すなわち、  
(1)各国河川流域の自然的、社会的条件、水資源利用の実態と、それを表すデータの所在、形態、質、アクセス等を調査・特定する。地域内各国の代表河川を多数の研究者が同時に調査し、種々の情報交換を行って、重点課題の 共通性・相違点を明らかにする。

(2)水文・水資源に関わる各種データを収集し、国際共同利用データベースの構築と通信ネット

ワークによる共有化を図る。

(3)現地調査及び情報交換による知見と、収集したデータを利用して、洪水及び渇水特性の地域比較、水文過程のモデル化、持続可能な水資源環境の解析法の確立、地中水・地下水の流動及び森林域における雨水流出過程の実態と影響の評価などを行い、今後推進すべき重点課題を明らかにする。

### 成果の概要

**1. 各国流域の現地調査** 各国河川流域に多数の研究者が同時に訪れ、流域水資源利用実態及びデータ環境について学術的調査を行う。自国の河川と対比するとともに、種々の情報交換を行う。今年度の主な調査対象は、タイ及びラオス(平成9年12月)、中国及び韓国(平成10年2月)、オーストラリア及びニュージーランド(平成10年3月)、マレーシア及びインドネシア(平成10年3月)である。

**2. 国際的河川水文データベースの構築** 各国で河川流量ならびに水文・水資源に関わる各種データを収集する。データベース管理システムの仕様、データの書式仕様(フォーマット)を検討し基本型を提案する。関係各国間のデータ共同利用ネットワークのあり方について提言をまとめる。

**3. データベース利用による水文学的研究** 現地調査及び情報交換による知見と、収集したデータを利用して、各国において河川の洪水・渇水の流況・時系列特性を統計的・水文学的に調査検討する。また、洪水及び渇水特性の地域比較、水文過程のモデル化、持続可能な水資源環境の解析法の確立、地中水・地下水の流動と水資源、森林域における雨水流出過程の実態と影響評価などを行う。

## 「水・人間・地球の相互作用を考慮した持続可能な水資源環境に関する国際水文学研究」

研究期間：平成10～12年度

### 研究組織

研究代表者

池淵周一(京都大学防災研究所 教授)

所内担当者

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)

宝 馨(京都大学防災研究所 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)

研究分担者

国内 椎葉充晴(京都大学工学研究科 教授)

他 26 名

国外 Das Gupta, Asim(アジア工科大学工学部 教授(タイ)) 他 11 名

### 研究の目的

人口増、環境変化、社会の成長、気候変動などに伴い、水の問題はますます多様化、複雑化、深刻化してきている。来る21世紀において、水問題はエネルギーや人工の問題と共に人類の持続的な発展のために極めて重要な課題である。

そこで、我が国およびアジア・オセアニア地域における多数の水文学研究者を結集し、当該地域内の種々の水問題の解決に向けて国際共同研究を組織的に強力に推進しようとする。そのために、東アジア・オセアニア地域における各国河川流域の水文観測データを系統的に収集しデータベース化すると共に、そのデータを用いて、水文循環過程ならびに水資源に及ぼす人為的影響、環境変化、気候変化の影響を局地的・広域的にとらえ、水・人間・地球の相互作用を考慮することにより、当該地域における21世紀の水の持続発展可能な利用と保全の方法を明らかにしようとするを目的とする。

## 成果の概要

1. 国際的河川水文データベースの構築 各国で河川流量並びに各種水文データを収集する。それと平行してデータベース管理システムの仕様、データの書式仕様(フォーマット)を検討し確定する。また、GAMEの集中観測年に相当するので、GAMEの観測項目とデータ利用可能性を検討する。

## 2. データベース利用による水文学的研究

(1) 各国において河川の洪水・渇水の流況・時系列特性を統計的・水文学的に調査検討する。

また、洪水・低水の極値を抽出し極値データセットを作成する。

(2) 人間活動及び環境・気候変動が水資源に与える影響評価のため、水・人間・地球の相互作用を考慮した影響評価モデルを構成する。アジアモンスーン地域における人口増加、気候変動のシナリオを描く。

(3) 洪水流出・土砂流出・地下水汚染等に伴う災害を解析・予測するモデルを構築する。

## 3. 外国人分担者および日本人研究分担者の派遣

(1) 韓国において、データベース構造の方針と洛東江流域の調査、資料収集を行う。

(2) ベトナム、メコンデルタにおいて人間活動による土砂流出・河川環境への影響に関して調査を行う。

(3) 中国・南京で IHP/FIREND の RSC およびワークショップに参加させる。

(4) アジア・オセアニア地域における水文循環過程、水資源に及ぼす人為的影響、環境変化、気候変化の影響の調査を行う。

## 「バングラデシュ北東部における氾濫湖の消長に関する気象・水文学的研究」

研究期間:平成 11～13 年度

### 研究組織

研究代表者

岡 太郎(京都大学防災研究所 教授)

所内分担者

城戸由能(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)

研究分担者

大久保賢治(岡山大学環境理工学部 助教授)

吉田 勲(鳥取大学農学部 教授)

松本 淳(東京大学理学系研究科 助教授)

寺尾 徹(大阪学院大学情報学部 講師)

石井将幸(島根大学生物資源科学部 講師)

### 研究の目的

バングラデシュでは国土の 50%が標高 7m 以下の低平地である。これらの低平地には多数の河川が網目のように張り巡らされており、合流部には大小様々な氾濫湖(現地ではハオールと呼ばれている)が分布している。国内外で豪雨が発生するとガンジス・ブラマプトラ・メグナの三大河川を通して国外より膨大な洪水が長期にわたって流入すると共に、メガラヤ山脈などの国境沿いの高地(インド)より鉄砲水が押し寄せる。この時、氾濫湖の水位は異常に上昇し、氾濫湖は拡大して住宅地・農地を飲み込み甚大な災害をもたらす。一方、モンスーン季の降雨が平年規模の場合には、洪水は水資源・環境浄化・農業・漁業・船運・砂礫などの建築器材の補給などの面で住民に多くの恵みをもたらしている。

バングラデシュの洪水対策を策定するためには、ガンジス・ブラマプトラ・メグナ河流域の気象概況・メガラヤ山脈の豪雨特性を解明すると共に、氾濫湖の消長過程を降雨規模と河川流入量を考慮して明らかにすることが必要である。

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・メガラヤ地方の気象特性を明確にすると共に洪水災害発生機構・洪水と住民生活との関連を究明し、同国の洪水・水資源・環境対策の基礎資料を得ることを目的としている。

### 成果の概要

初年度は次の4課題について調査を行った。

#### (1) 南アジアの気象特性の解明

インド気象局等よりインド国内及び南アジアの気象資料を収集し、南アジアの気象特性を吟味するとともに、バングラデシュに隣接するアッサム・トリプラ・メガラヤ地域の豪雨発生機構を解明するための基礎資料を整備した。

#### (2) メガラヤ山脈南斜面の豪雨発生機構の解明

降水発生に密接に関連しているモンスーン気流・積雲対流活動の生成メカニズムを解明するために、ダッカにおいて1日4回のゾンデ観測を延べ10日間実施した(写真-1)。なお、バングラデシュ気象局は1日1回のゾンデ観測を行っている。その結果、気温変動は対流圏全層にわたってほぼ同位相であり、00Zと12Z頃極小と極大がそれぞれ現れ、とくに対流圏下層と対流圏界面直下で顕著であることなどが明らかになった。

#### (3) 氾濫湖の消長に関する調査

バングラデシュの低平地には、ハオールと呼ばれる氾濫湖が多数分布している。バングラデシュ最大のハカルキハオールにおいてGPSとエコーサウンダーを用いてその規模と水深分布を測定した。その結果、氾濫湖は比較的浅くもっとも深いところで周辺の地表面より-7m程度であることなどが明らかになった。これらの資料は氾濫湖の開発・保全のために役立てられる。

#### (4) 氾濫湖の資源的役割に関する調査

氾濫湖は資源供給・環境浄化・運輸(写真-2)等の面で重要な役割を担っている。今年度は氾濫湖およびその周辺部の漁業(写真-3)について聞き取り調査を行った。その結果、モンスーン季の最盛期には漁民一人の漁獲量は300TK~3000TKであ

り、貴重な収入源になっていることが判明した(1USドル=50TK、1TK=約2円)。



写真-1 バングラデシュ気象局の協力を得て行った高層気象観測



写真-2 氾濫湖を利用した竹材の運搬(筏)



写真-3 内水面漁業