

地球規模課題対応国際科学技術協力

(防災研究分野「開発途上国のニーズを踏まえた防災科学技術」領域)

ベトナムにおける幹線交通網沿いの斜面災害危険度評価技術の開発

(ベトナム)

平成 24 年度実施報告書

代表者：佐々 恭二

特定非営利活動法人アイシーエル・研究部 学術代表

<平成 23 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

ベトナムやラオス・ミャンマー等の大メコン圏の山岳地域では、脆弱な地盤と雨期の激しい降雨、熱帯特有の強風があいまって斜面災害が多発している。近年国土開発が進むベトナムでは、道路等のインフラに被害を及ぼす斜面災害の克服は重要課題である。この課題解決に向け、斜面災害の核となる地すべりの研究において世界をリードする日本の科学技術をもって、斜面災害危険度の評価技術を開発し、ベトナムの持続的発展を支援する。

平成 23 年度に4回(6, 7, 11, 3 月)ベトナム中部、東部、西北部の地すべりの調査を実施した。また、平成 24 年度に4回(7, 10, 12, 3 月)ベトナム中部の地すべり調査を実施した。また、平成 24 年秋から京都大学博士課程に1名、島根大学修士課程に1名の留学生を受け入れ、地すべり災害軽減のための勉強を始めている。さらに平成 25 年 4 月から京都大学修士課程に2名、東北学院大学博士課程に1名を受け入れ、本プロジェクトの核となる地すべり災害軽減のための人材育成を実施する。

カウンターパートであったベトナム交通省の副大臣が退官したことを受けて、共同研究計画が再度検討され、技術開発のパイロット試験地として、平成 23 年度に選定したベトナム西北部のソンラ省にある地すべり地から、ベトナムにおける交通・流通の大動脈であるベトナム国有鉄道の南北ベトナム中間駅「ハイバン駅」裏山の地すべりに移すことになった。平成 24 年度には、ベトナム中部においてハイバン駅の地すべりと国道1号線、ホーチーミン道路沿いの地すべりに関して、地すべり調査を開始した。

日本においては、JST経費を用いて深さ 100mの大規模地すべりの試験も可能な高圧地すべり再現試験機的设计・製作を実施し、3MPaまでの載荷と間隙水圧に耐えられる非排水リングせん断試験に成功した。現在、より安定的な試験のための改良を実施中である。国内の地すべり現場に於いてハイバン駅の現場に適し、かつ早期警戒に使える長スパン伸縮計を開発中である。また、年度内にベトナムでの地すべり計測の中核となる世界最高性能のライカのトータルステーション(Total Station)を購入し、平成 25 年度にその適用方法を検討する。

平成 23 年 6 月にJST契約、平成 23 年7月にMM締結、平成 23 年 11 月にRD締結、平成 24 年 3 月にJICA 契約、平成 24 年 12 月にベトナム政府によるProject document承認を経て、現在、ベトナムJICA事務所において機器・空中写真の購入のための手続きが進行中である。平成 25 年度には、地形、計測、予測班とも全面的な計画遂行が可能であり、初期の目標を達成できるものと考えている。

2. 研究グループ別の実施内容

総括及び予測グループ

① 研究のねらい:

土質試験とコンピューターシミュレーションに基づく斜面災害危険度評価技術を開発することおよび開発された斜面災害危険度評価技術の応用のためのガイドラインを策定することを目指している。

② 研究実施方法:

100m の深さの大規模地すべりの危険度評価を実施するために高圧地すべり再現試験機を開発し、開発した試験機を用いて、地形・計測班が抽出した活動中の対象地すべりに関して発生・運動機構を解明する。また、地形班・計測班とともに前兆段階にある地すべりの判定技術を開発し、前兆段階にある危険斜面の災害予測技術の構築の研究を行う。若手研究者の日本の大学院への入学、中心的研究

者の論文博士、ベトナムでの共同研究作業を通じた人材育成活動を計測班、地形班とともに実施する。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況:

大規模(深さ100m)地すべり試験機の開発の一部として平成 23 年度に製作した「高圧載荷せん断装置」と「油圧サーボ応力制御・計測装置」両装置を組み合わせることにより大規模地すべり再現試験機を製作し、基礎試験を実施し、当初の設計通り 3MPa までの非排水リングせん断試験が実施できることを確認した。そして現在、基礎試験に基づいて試験機の改良を実施している。若手研究者の日本の大学院への入学、中心的研究者の論文博士、ベトナムでの共同研究作業を通じた人材育成活動の一部として、ベトナムから研究者を招聘し、平成 24 年秋から博士課程1名、修士課程1名を受け入れた。さらに3名が大学院の受験に合格し、平成 25 年 4 月から博士課程1名、修士課程2名が地すべり災害軽減のための学習と研究を開始する。

④ カウンターパートへの技術移転の状況:

ベトナム人の英語能力は極めて限られており、日本人の専門家が現地で英語で教育する形では大きな成果は得られない。そこで地形、計測、予測班とも日本への留学による留学生の教育、並びに留学生がベトナムでの現地調査・観測に参画することによるベトナムでの実地訓練、および留学中および帰国後における彼らによるベトナム語でのベトナム在住の技術者への技術移転が、効果的である。JICAのこれまでのシステムでは日本留学生が、母国において研究を実施することを想定していないが、ベトナムでの地すべり災害軽減の技術を習得するには、下記の理由から現地での実地研修が不可欠であることが、JICAでも理解され、留学生が、日本人専門家と共に現地調査に参加することが認められた。

1. ベトナムの地すべり調査地域(ダナンーフェ間の海岸からホーチミンルート間の地域)の年間降雨量は4000-5000mmの熱帯豪雨地帯であり、日本の平均降雨量の2-3倍に達し、地すべりのメカニズム、発生予測、早期警戒とも日本のものでは役に立たないと思われる。
2. ベトナムの地盤は熱帯風化地帯であり、温帯に属する日本の風化機構、風化の進行速度、風化度の斜面土層の深さに関する分布は、全く異なると推定される。
3. 調査対象のホーチミンルートは、ベトナム戦争で用いられた山岳道路を舗装したものである。ベトナム国有鉄道は、他の迂回路がない南北ベトナムをつなぐ唯一の単線の鉄道である。ベトナムの経済状態、交通の重要性、地すべりの素因と誘因などは日本と根本的に異なり、可能な斜面保全対策やその維持方法も全く異なる。

1-3の日本と異なる要因が、日本の科学技術を活用しつつ、ベトナムとの共同研究により、ベトナムに適した交通網沿いの斜面災害危険度評価技術の共同開発を目指し、採択された理由であるが、ベトナム留学生はベトナムの地すべり災害軽減の技術を身につけるために留学しており、その修士論文、学位論文の内容もベトナムと日本の地すべり両方を対象としたものになる。

地すべりはベトナムの自然条件の下で発生し、地すべり災害とその軽減対策は、発生する地すべりの特性とベトナムの社会経済的条件によって規定される。その意味で地すべり災害軽減技術の共同開発と人材育成は、交通手段、電子機器、衣服など工業製品の生産技術の移転とは全く異なる。

本プロジェクトによる日本の科学技術外交が成果を上げ、人材の育成と、留学生の帰国後にプロジェクト成果をベトナム国内に根付かせるためには、留学生の帰国による現地実習が不可欠である。

- ⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)：
1. 当初計画では、ベトナム中部のホーチミン道路と国道一号線沿いの地すべりを調査地としていたが、共同研究者が多数いるハノイから車で行ける範囲で対象地を選ぶこと、現在、活動中であり、比較的短期間に計測結果がでることなどから、ベトナム西北部のソンラ省を試験地とすることにした。しかしカウンターパートの交通省の副大臣、ベトナム交通科学技術研究所(ITST)所長が退官したことから、共同研究計画が再度検討され、ベトナム社会や交通省に影響の大きな南北ベトナム中間の山岳地域を通るベトナム国鉄、国道1号線、ホーチミン道路をプロジェクトの最重要地点として、その中にパイロット試験地をもうけることになった。また、ベトナム交通省側の経費負担が交通省の当初の想定額の8倍に及んだことからその減額のための調整に時間を要し、ベトナム政府による Project document の承認が、平成 24 年 12 月になった。
 2. 当初計画では、地すべり教材作成をベトナムでの人材育成の経験を通じてプロジェクトの後半に実施する予定であったが、文部科学省の平成24年度政府開発援助ユネスコ活動費補助金「アジア・太平洋地域等における開発途上国の教育、科学、または文化の普及・発展のための交流・協力事業」に応募し、「アジア地域を対象とする地すべり災害軽減のための教材開発—2006 年東京行動計画推進のための UNESCO-ICL 覚書の一環として—」とのテーマで経費を得ることができたことから、ベトナム研究グループを中心に、アジア諸国(インドネシア、タイ、ベトナム、インド、台湾)、ニュージーランド、クロアチア、イタリア等の研究者の協力をえて、ICL Landslide Teaching Tools (フルカラー405頁)を平成24年度中に製作することができた。これは新たに作成した文章(Text tool)、すでに作成されているガイドライン、マニュアル、テキスト、法律などの PDF(PDF tool)、講義用のパワーポイント(PPT tool)からなり、PDF tool と PPT tool は、DVD に収録している。今後本プロジェクトで、これを基礎として改良・拡充し、世界で広く使われうる実用的な地すべり教材に発展させる。

計測グループ

- ① 研究のねらい：

降雨—地下水—斜面変動を統合した自動計測システムを開発するとともに、地すべり変動モニタリングにより熱帯モンスーン地域に最適化した地すべり危険度評価と早期警戒システムを構築する。
- ② 研究実施方法：

人工斜面と降雨装置による崩壊実験施設を設置し、降雨—地下水—斜面変動を統合した自動計測システムを開発するとともに、当所計画で先行調査することとなったソンラ省の2箇所の地すべり地において、トータルステーションにより地すべり全体の挙動モニタリングを行うとともに、特に活動的な箇所に伸縮計を設置して早期警戒システムを構築する。
- ③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況：

試験地の再変更のため現地での観測開始は実現していない。そのため、ベトナム交通科学技術研究所ハノイにおける崩壊実験施設の建設計画を前倒しにして、平成 25 年度当初から具体的な設計に着手し、年度内の施設の完成を目指すこととし、これらによって全体的な計画の進捗の挽回を試みる。
- ④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)：

現地観測体制についてカウンターパートと協議を開始するとともに、計測グループから島根大学に留学中のカウンターパートを国内で伸縮計の検討を開始した森林総合研究所九州支所に派遣し、観測

技術の習得を開始した。また、さらに1名を静岡大学へ留学させるため、ベトナム交通科学技術研究所の若手技術者を選定して、4月と5月に日本に派遣して入学試験を受験させるとともに、研究計画を立案することとした。

- ⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)：
当初計画では、ベトナム中部ホーチミン道路と国道一号線沿いの地すべりを調査地としていたが、平成23年度中にベトナム北西部のソンラ省の地すべり地に変更され、さらに平成24年度当初にダナン近郊の地すべり地に再変更された。これにあわせて観測体制の計画をも再変更し、平成25年中の観測の開始を実現する予定である。

地形グループ

- ① 研究のねらい：
活動的な地すべりの背後には、その数十倍の地すべり危険個所が存在する。急速に幹線交通網が整備されるベトナムで、潜在的な、また前兆段階にある危険個所の活動可能性を把握し、その危険度の評価手法を開発する。
- ② 研究実施方法：
空中写真と各種衛星画像を併用して、ベトナム側からの強い要望が寄せられた中部地区(ダナン市近郊ハイバン峠周辺地区、ホーチミンルート沿いタンミーアルオイ間)を対象に、広域地すべり地形マッピングを先ず実施する。その中から特に活動度が高く対策が必要な数か所を抽出し、予測グループ・計測グループへの情報提供を行う。地形グループは、判読精度の向上、AHP・Fuzzy などリモートおよびダイレクトセンシングによる危険度評価手法を開発・改良する。このために、現地調査と判読作業・意見交換を繰り返して、湿潤熱帯強風化地域に適用可能な地すべり危険度評価手法を構築するために必要なパラメータを特定する。この過程で、現地側への技術移転が実現することが期待され、平成24年度から学位取得を志す大学院博士後期課程に1名が留学し、論文博士希望の短期研修生2名の受け入れが開始される。
- ③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況：
計画調書作成の時点で、ベトナム側から寄せられた優先調査地域の提案は、中部地帯であり、その幹線ルートの現地調査を重ねた。しかし、その後ベトナム国全体への技術的インパクト、緊急性、交通の利便性などの観点から、国北西部のソンラ省を先行調査することとなった。地形グループの日本側主要メンバー3名は、中部・ソンラ省ともに2回ずつ現地調査を行い、緊急度の高い数か所の地すべりは、その活動様式や微地形の特徴をほぼ把握している。また、ベトナム、日本での、文献情報の収集も進んでいる。空中写真の取得は、それが現在も国家機密であることから難航したが、平成24年度末には平成25年度マッピング計画地区の空中写真が取得された。平成25年度の活動に支障はなくなった。衛星画像などのデータ取得は、国内外で可能なことから、ALOS 画像は取得済みである。実質的な研究遂行の準備は概ね順調に進捗していると判断している。
- ④ カウンターパートへの技術移転状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)：
現地側研究者・技術者との現場での意見交換、日本側グループリーダーによる2回のレクチャー、留学希望若手技術者・院生へのヒヤリング審査などを実施している。次年度5月に実施予定の現地調査時には、日越混成の調査チームを複数組織し、現地踏査とそれに続くWSを行って、共同で調査カルテの試作版を作成する計画を構築した。ベトナム側若手技術者1名が東北学院大学大学院後期課程

へ進学することが許可された。

- ⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)：
当初は、ベトナム中部での先行調査研究を行い、その成果を北西部や南部に展開する計画であったが、ベトナム側の希望により北西部ソラ省の研究を先行させることとした。この決定にあっては日本側主要メンバーによる現地調査による合意も踏まえている。また、平成 24 年 3 月にハノイで開催されたキックオフ会議の席上、交通省副大臣から、他の 3 幹線道路沿いの地すべりマッピングについての希望が挙げられた。これは本研究の有用性の認識の高まりを示唆することとして歓迎されるが、期間・経費の点で一朝一夕には実施できない。しかし、本研究成果の本格的な社会実装に大きな展望が示された点で有意義であろう。

3. 成果発表等

(1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 0 件、国際 4 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 8 件)
- ③ 論文詳細情報

Minh Tam Doan (2011). National landslide treatment programme and technical assistant project with ODA fund “Development of landslide risk assessment technology along transport arteries in Viet Nam”. Proceedings of Science and Technology Seminar on the spread of new technology on landslide survey, early warning and treatment of road network, Son La, Viet Nam, pp:1-20(発表は英語—ベトナム語通訳付き。論文集はベトナム語の PPT)

Kyoji Sassa (2011). Landslide risk assessment technology and early warning. Proceedings of Science and Technology Seminar on the spread of new technology on landslide survey, early warning and treatment of road network, Son La, Viet Nam, pp.21-53 (発表は英語—ベトナム語通訳付き。論文集は PPT の英語とベトナム語翻訳)

Huynh Dang Vinh (2011). Overview of landslide situation at Chen Pass in Son La Province along the national highway No.37. Proceedings of Science and Technology Seminar on the spread of new technology on landslide survey, early warning and treatment of road network, Son La, Viet Nam, pp.54-98 (発表は英語—ベトナム語通訳付き。論文集は PPT の英語とベトナム語の翻訳)

Minh Tam Doan, Van Tien Dinh (2012) Landslide situation in Vietnam and Cooperation with the International Consortium on Landslides in enhancement of research and treatment for landslides on road network. Proceedings of IPL Symposium, Kyoto, pp.136-140.

Dinh Van Tien (2012) Technical Cooperation Project to Develop Landslide Risk Assessment Technology along Transport Arteries in Vietnam. Proceedings of the IPL Symposium, UNESCO, Paris, pp.86-88.

Quang Khang Dang, Kyoji Sassa, Duc Do Minh, Van Tien Dinh (2013) Landslides in Vietnam and the JICA - JST joint research project for landslide disaster reduction. Proceedings of the 1st Regional Symposium on Landslides in the Adriatic-Balkan Region, Zagreb, Croatia, in print.

Bin He, Kyoji Sassa, Osamu Nagai, Kaoru Takara (2013) Manual of LS-RAPID Numerical Simulation Model for

Landslides Teaching and Research. Proceedings of the 1st Regional Symposium on Landslides in the Adriatic–Balkan Region, Zagreb, Croatia, in print.

Do Minh Duc (2013) Rainfall-triggered large landslides on 15 December 2005 in Van Canh District, Binh Dinh Province, Vietnam. Landslides, Vol.10, No.2 (12 pages) in print.

(2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1) 予測グループ(土質試験とシミュレーションに基づく斜面災害予測技術の開発及び研究総括・教育・広報)

①グループリーダー名: 佐々恭二(アイシーエル・学術代表)

②研究項目

- ・ 高圧地すべり再現試験機の開発
- ・ 抽出された対象地すべりにおける発生・運動機構の解明
- ・ 前兆段階にある地すべりの災害予測技術の構築
- ・ プロジェクトの研究総括・教育・広報

(2) 計測グループ(地すべり計測による危険度評価と早期警戒システムの構築)

①グループリーダー名: 落合博貴(森林総合研究所・研究コーディネータ)

②研究項目

- ・ 現地調査に基づく最適計測試験地の決定
- ・ 降雨・地下水・斜面変動統合自動計測システムの構築
- ・ モデル試験装置を用いた地すべり再現試験による地域の条件に適した早期警戒技術の構築

(3) 地形グループ(広域地すべりマッピングによる地すべり危険斜面の抽出)

①グループリーダー名: 宮城豊彦(東北学院大学・教授)

②研究項目

- ・ 衛星写真・空中写真からの既往地すべり地形の判読
- ・ 前兆段階にある地すべり危険斜面の抽出
- ・ 現地精査及び階層構造分析法等による地すべり危険斜面分布図の作成
- ・ 地すべり特性、内部の可視化技術の構築

以上