

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

スリランカにおける降雨による高速長距離土砂流動災害の早期警戒技術の開発

(2020年4月～2025年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：小長井一男（特定非営利活動法人 国際斜面災害研究機構 学術代表）
2. 2. 相手国側研究代表者：Asiri KARUNAWARDENA（スリランカ 国防省 国家建築研究所 所長）

3. 研究概要

本プロジェクトは、2016-2017年、豪雨時の高速長距離土砂流動災害で400人以上の死者が発生したスリランカの灌漑・水資源・災害管理省（当時）から日本側研究代表機関の国際斜面災害研究機構（ICL）に対して、豪雨時に多発する高速土砂流動による災害リスク早期警戒技術の共同開発の要請に基づき、応募、採択された研究である。

本プロジェクトでは、スリランカのみならず、同種の災害が著しい東南アジアモンスーン地帯への開発技術の普及と世界標準化を目指すこととし、2016年にスリランカのアラナヤケ地区で発生した大規模長距離土砂流動災害（死者125人）と、2017年に37カ所で同時発生し、262人を死亡させた長距離土砂流動災害の一つを試験地として、山地斜面での地形性乱流と風速の影響を反映した500m四方最大累積雨量の24時間前からの予測、熱帯強風化土森林斜面における不飽和浸透による地すべり発生・拡大・流動範囲予測、および災害情報伝達・リスク判断支援システムの開発を行い、開発した長距離土砂流動災害早期警戒技術の適用と改良を行うとともに人材育成・能力開発を目指した。

プロジェクトは下記の6つの研究題目で構成されている。

研究題目1：日錫共同研究の総括・人材育成・社会実装

研究題目2：斜面豪雨・高速長距離土砂流動の発生運動予測技術の開発

研究題目3：MSSGモデルを用いた斜面豪雨予測技術の開発

研究題目4：研究題目2の副課題（降雨の不飽和浸透による土砂移動の発生メカニズムの解明）

研究題目5：研究題目2の副課題（降雨・地下水・斜面変動観測システムの開発と設置・計測）

研究題目6：災害リスク情報伝達と住民教育の推進

4. 評価結果

総合評価：A-（所期の計画とほぼ同等の取組みが行われ、一定の成果は期待できる。）

世界的に課題となっている気候変動と東南アジア地域が抱える急激な土地被覆変化への対策、特に、スリランカにおいては多くの住民の生命や財産を奪う地すべり対策は喫緊の課題であり、この現状を改善しようとする本プロジェクトの成果には大いに期待するところである。しかしながら、中間評価段階では、当初計画に対して進捗が遅れが見られ、最終目標の成果への見通しが得られる段階にまでは到達していない。一方で、コロナ禍やスリランカ国内の政情不安の影響で現地への渡航が制限されるという状況下であり、研究者の努力のみで解決できるわけではないことを勘案すれば、総合評価としてはA-が妥当であろうと判断する。

本プロジェクトは、降雨量の予測、崩壊土砂の流動シミュレーションの開発およびその社会実装を目的とした、リスク情報伝達・住民教育が対象になっている。本研究グループでは、これまでも、降雨量の予測モデル、崩壊土砂の流動シミュレーションモデルを開発してきており、これらのモデルは予測モデルとしてよくできたものではあるものの、現在までのところ、概略、既存モデルの転用に留まっていると判断される。本プロジェクトでは、地下水の影響が重要になっており、地表面の違いによる地下水の浸透の評価、植生密度分布、土地利用分布等を考慮して崩壊の発生個所の予測に踏み込んでいくことで、新規性の高い予測法が開発されることを期待する。

また、リスク情報の伝達・住民教育においては、先行する JICA の SABO プロジェクトで得られてきた成果の反映を前提に進められている。SABO の成果を最大限に利用していくことは望まれるところではあるが、それだけでリスク情報の伝達・住民教育が解決するわけではない。我が国独自で考え出された手法も同時に利用する等により、成果をさらに高いものにしていくことが望まれる。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

コロナ禍で現地観測が進まなかった中でも、降雨の1日前予測はほぼスケジュール通り進んでおり、高速長距離土砂流動予測はシミュレーションの見通しがつきつつあることから、全体としては、概ね、順調に進められている。しかし、順調に進んでいる項目は、現象のモデル解析や先行して行われた JICA の SABO プロジェクトで得られた成果の利用などについてであり、シミュレーションモデルを高度化させるために必須となる、現地の状況を考慮した科学的なメカニズムの解明やモデルへの反映などの新たな研究・開発が十分とは言えない。

加えて、コミュニティの性格の把握に基づいた、避難に向けた予測結果の伝達方法の開発、コミュニティレベルの避難に向けた方法の確立など、リスクコミュニケーションと防災教育について

は遅れが生じている。

本プロジェクトに携わる現地研究者のレベルは極めて高く、SABO プロジェクトでの経験などを踏まえれば、大きな不安材料はないものの、新しい発想やその展開も必要になることから、余裕をもって研究を進められたい。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

日本側研究チームについては、研究代表者の優れたリーダーシップにより、研究体制がしっかりと構築されている。また、それぞれのチームリーダーが課題に対し適切かつ効果的にプロジェクトを推進していることから、プロジェクトチーム全体の研究活動が円滑に進んでいると判断できる。さらに、研究代表者が相手国側の研究者も的確に統率していることもあって、相手国側研究者の研究に対する関心度や技術の習得などにおいて目覚ましい進展が見られる。特に、日本側研究代表機関の ICL の佐々理事長は国際的にも知名度が高く、様々な形で本プロジェクトを国際的な知名度の高いプロジェクトに押し上げている点は頼もしい限りである。加えて、スリランカ側代表の Asili KARUNAWARDENA 氏が日本で教育を受けたこともあり、よくまとまった形で進められており、今後の進展が期待される。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

本プロジェクトは、現地のニーズが大変高く、大きな減災の成果が望まれている。温暖化と降水量の変化はグローバルな問題であり、加えて、東南アジア地域では土地被覆変化が急激に進んでいることから、災害と直結することが懸念されている。特に、スリランカは日本のマサ土で見られる表層滑りではなく、深さ 10~50m 規模の深層滑りであり、甚大な被害を引き起こしている。本プロジェクトにより、同地滑りの予測手法が確立されることは、同種地域の降雨による土砂流動予測に貢献することが十分に考えられ、日本の科学技術外交に結びつけることも可能と思われる。加えて、地震によるライフライン被害の観点から、本プロジェクトの成果は日本にとっても有益と考えられる。

なお、本プロジェクトの成果として、ICL の journal である「Landslides」にいくつかの論文が掲載され、加えて、Springer から open access の本が出版されている。特に、open access は誰でもダウンロードができることから、SATREPS プロジェクトとしての成果を広く伝えることができ、日本の活動を示す上で極めて有用である。スリランカの研究者も著者に加わっていることから、途上国にも大きな影響を与えられたい。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

本プロジェクトでは、スリランカ側研究者の日本への長期派遣、短期派遣を積極的に受け入れ

ており、スリランカ側の人材育成に大きな役割を果たしている。また、現地の3大学と研究連携を行っており、これらの大学の研究者と日本の地すべり研究者とのネットワークが構築されていると考えられる。さらに、研究に参画するスリランカ側研究者の多くが日本で教育を受けており、プロジェクト終了後も人的交流は継続すると考えられる。今後は、研究交流にとどまらず、地域社会と連携し、地域社会と直結する地域行政との関係性を構築していくことが必要と思われる。

5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

- (1) NBRO は日本の企業と連携を行っているが、そうした企業においても SATREPS についての認知は低いと思われる。したがって、本プロジェクト終了後のことを考え、事業継続中から、こうした企業と話し合っ、事業を継続させる仕組みを検討されたい。
- (2) 崩壊において間隙水圧が重要なパラメータと位置づけられているが、そうであれば、降雨分布に対応する間隙水圧のマッピングのようなものが必要と思われる。
- (3) SATREPS が求める科学技術の高度化、新しい技術革新降雨量および地すべりの可視化は進捗していると思われる。しかしながら、総合的な防災の視点に立ち、地形分野、ECOsystem、ECO DRR 等の概念などを検討することも重要であり、土地利用計画、植生復活等も検討されたい。
- (4) 本プロジェクトでは避難行動に向けた迅速な防災行動に向けた降雨予測と地すべり予測の精度を高め、時間軸を早めることが重視されているが、避難行動の迅速化に向けた、地域社会の防災ポテンシャルを高めるため、社会科学およびガバナンスの検討も必要であり、専門家の配置を検討されたい。
- (5) 防災計画を着実に遂行するためには十分な時間が必要であるが、現況の地域社会が変化しない、土地利用も変化しないと考えた場合、避難活動の迅速化を目指して、地域社会に密接に関係する地方行政との連携を構築することは非常に重要である。また、防災計画の策定にあたっては現地のステークホルダーを交えた計画と議論が重要であり、加えて、スリランカの母語を用いた防災のための冊子を刊行することも必要であると考えられる。
- (6) 層厚の大きい強風化片麻岩の地すべり発生及び地すべり流動予測は極めて難しいと思われる。今後、収集する計測データを反映し、各種実験・解析を重ね、最適なパラメータを選定し、予測精度の向上に努めていただきたい。

以上

表1 JST成果目標シート

研究課題名	スリランカにおける降雨による高速長距離土砂流動災害の早期警戒技術の開発
研究代表者名 (所属機関)	小長井 一男 (特定非営利活動法人国際斜面災害研究機構(ICL) 学術代表)
研究期間	2019年6月1日～2025年3月31日
相手国名/主要相手国研究機関	スリランカ民主社会主義共和国/国防省・国立建築研究機構
関連するSDGs	目標11 安全かつ強靱で持続可能な都市及び人間居住の実現、目標13 気候変動とそのインパクトへの対応策の推進、目標17 持続可能な開発に向けて実施手段を強化し、グローバルパートナーシップを活性化

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 土砂災害軽減研究と技術の先進国である日本の科学技術外交に資するとともに、世界的リーダーシップ強化と防災産業の国際展開推進に資する。
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 過去の統計の少ない発展途上国にも適用可能な当該地域の斜面の物理特性に基づく高速長距離土砂流動発生および災害危険範囲予測法の開発 高速長距離土砂流動災害の早期警戒技術の開発
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 24時間前降雨予測と現地地盤特性に基づく高速長距離土砂流動発生予測法の国際標準化の推進 地すべり危険範囲予測と事前対応の国際標準化の推進
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際組織・機関において当事者能力を持って欧米をはじめ世界の国々と対等に議論できる日本人技術者育成 国際組織運営、国際会議主催、国際ジャーナルへの論文執筆などの能力向上
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 国際斜面災害研究機構の95会員機関と仙台パートナーシップに署名した国連、日本、イタリヤなど22の国際機関に跨る世界的ネットワークの構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> 仙台パートナーシップに基づいて出版されたISDR-ICL地すべり教材(Vol.1と2)の改良とVol.3の作成 第5回(京都)2020斜面防災世界フォーラムにおける土砂災害予測と早期警戒セッションの開催と出版

上位目標
第3回国連防災世界会議で採択された「仙台防災枠組み2015～2030」および国連の持続可能な開発目標11と13への日本の防災国際協力の成果になる。

高速長距離土砂流動災害が激化しつつある国々に対して、経済的かつ汎用性の高い日本発世界標準の技術が提供される。

プロジェクト目標
スリランカ国内の2つのパイロット地域において、熱帯雨林山岳地の累積降雨量の予報、現地斜面土層への降雨浸透と土砂流動の発生、流動土砂の運動予測技術を統合し、長距離土砂流動発生リスクの1日前予測を行い、この情報を地域住民、行政機関に伝達し、早期避難と必要な行政対応を促すためのリスクコミュニケーションシステムを開発・実装し、さらにその技術を継続的に活用するための人材育成を目指す

