

スリランカ

2023 年度 外部事後評価報告書

円借款「国道土砂災害対策事業」

外部評価者：株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング 田村智子

0. 要旨

本事業は、スリランカにおける土砂災害リスクの高い主要国道への斜面对策を実施することにより、国道の土砂災害リスク軽減を図り、もって道路網及び周辺住民の生活の安全性強化を通じ同国の経済・社会開発に寄与することを目的に実施された。

本事業の審査時から事後評価時に至るまで、スリランカでは鉄道網が国土の一部にしかないため、道路輸送が陸上の旅客・貨物輸送の9割を担っている。そのため、道路網が経済社会活動において極めて重要な役割を果たしており、道路防災や土砂災害のリスク軽減は同国の開発政策および開発ニーズと整合している。また本事業は、審査時の日本の援助政策とも整合していた。但し連携を想定していた JICA の課題別研修との相乗効果は確認できず、他ドナーが実施する事業との連携は計画されていなかった。以上より、本事業の妥当性・整合性は高い。

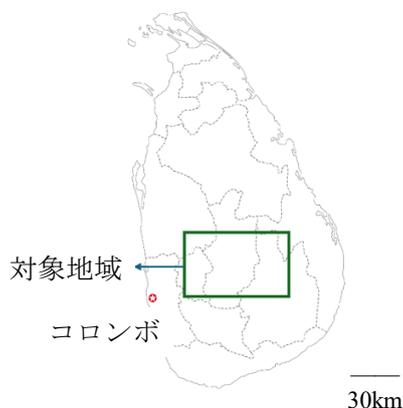
本事業のアウトプットに関し、対策工事の実施箇所が、事業費の削減により16カ所から22カ所に増加したことを除き、計画どおりであった。事業費は計画内に収まった。事業期間は計画を上回ったが、対策工事のアウトプットが大幅に増加していることから、アウトプットの増加に見合うものであったと判断する。以上より、本事業の効率性は高い。

本事業の運用・効果指標は全て達成されており、道路利用者や近隣住民の安全性の向上、実施機関職員の国道土砂災害対策能力の向上といった定性的効果も期待どおり発現している。また本事業による、経済・社会活動の円滑な実施への貢献や、本邦技術の活用、現地施工業者への技術移転というインパクトも確認できている。以上より、本事業の実施により計画以上の効果の発現がみられ、本事業の有効性・インパクトは非常に高い。

本事業の運営・維持管理に関し、関連する政策・制度、組織・体制、財務状況、環境社会配慮、リスク対応については問題ない。また技術については一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いと言える。よって、事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図

(出典： JICA 提供)



斜面对策実施箇所：A5-091 ケッピーティポラ

(出典：評価者撮影)

1.1 事業の背景

スリランカでは国土の地理的条件や気候変動の影響で、道路の斜面において、特に山岳・丘陵地帯で地滑り、斜面崩壊、落石などの土砂災害の危険性が高かった。そのため同国の国道の運用・維持管理・開発を担っている道路開発庁（RDA）は、毎年、雨季に発生する土砂災害に対し、道路を封鎖し、落石や斜面崩壊部分の除去を行ったり、斜面の整形を行ったりする一時的な対策で対応していた。スリランカ政府は、これらの災害への恒久的な対策に取り組むために本事業の実施を JICA に要請した。

1.2 事業概要

土砂災害危険地域 6 県における土砂災害リスクの高い主要国道への斜面对策を実施することにより、基礎インフラである国道の土砂災害リスク軽減を図り、もって道路網及び周辺住民の生活の安全性強化を通じ同国の経済・社会開発に寄与する。

円借款承諾額/実行額	7,619 百万円 / 6,319 百万円	
交換公文締結/借款契約調印	2013 年 3 月 / 2013 年 3 月	
借款契約条件	金利	本体部分 1.4% コンサルタント部分 0.01%
	返済 (うち据置)	25 年 7 年)
	調達条件	一般アンタイト
借入人/実施機関	スリランカ民主社会主義共和国政府 / 運輸、ハイウェイ、港湾及び航空省 ¹	
事業完成	2020 年 5 月	

¹ 実施機関の名称は、計画時は道路港湾省であったが、事後評価時は運輸、ハイウェイ、港湾及び航空省である。

事業対象地域	中部州（ヌワエリヤ県、キャンディ県）ウバ州（バドゥッラ県）、サバラガムワ州（ケゴール県、ラトナプラ県）、北西部州（クルネーガラ県）
本体契約 （10億円以上のみ記載）	R R Construction (Pvt.) Ltd. (スリランカ) / （株）ソルテック（日本）（JV） State Development & Construction Corporation（スリランカ）
コンサルタント契約 （1億円以上のみ記載）	（株）オリエンタルコンサルタンツ（日本） / 国際航業（株）（日本）（JV）
関連調査	スリランカ国災害脆弱地域における道路防災事業情報収集調査（JICA、2012年）
関連事業	土砂災害対策強化プロジェクト（JICA、2014年～2018年）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

田村智子（株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2023年11月～2025年1月

現地調査：2024年2月25日～3月22日、2024年6月24日～7月22日

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性・整合性（レーティング：③³）

3.1.1 妥当性（レーティング：③）

3.1.1.1 開発政策との整合性

(1) 国家開発計画

審査時のスリランカの国家開発計画「マヒンダ構想 2006年～2016年」は、道路セクターを重点部門としており、道路の安全性を高める必要性を強調していた。2020年に策定されたスリランカの国家開発計画「国家方針フレームワーク 2020年～2025年」では、道路セクターに加え、防災セクターも重点部門としており予防措置と早期警報システムの確立を目指している⁴。

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

⁴ 事後評価時、同国において、同計画書は国家開発計画として参照されておらず、セクターごとの計画が開発方針として参照されている。同計画を策定した首相と大統領が、経済危機の責任をとって2022年に降板したことが背景である。

(2) 道路セクター計画

審査時の同国の「全国道路マスタープラン 2007 年～2017 年」および、事後評価時の「全国道路マスタープラン 2021 年～2030 年」では、道路の安全性確保の重要性が強調されている。後者では、気候変動を踏まえ、土砂防災を含む道路防災に重点的に取り組む計画である。

(3) 防災セクター計画

審査時の同国の「国家防災計画（2013 年～2017 年）」と、事後評価時の「国家防災計画（2022 年～2030 年）」はいずれも、土砂災害を主要災害の一つとして挙げ、対策実施の必要性を強調している。また後者は、土砂災害リスク軽減のための構造物対策を優先事項として挙げている。

以上より、土砂災害リスク軽減を目的とした本事業は、審査時と事後評価時の国家開発計画およびセクター戦略と整合している。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、事後評価時ともに、スリランカでは、鉄道網が国土の一部にしかないため、道路輸送が陸上の旅客・貨物輸送の 9 割を担っており、特に国道は、経済社会活動において極めて重要な役割を果たしている。そのため、土砂災害対策を実施し国道利用者の安全性を確保する必要性は高い。また審査時、RDA は斜面防災にかかる十分な知識や技術を有しておらず、土砂災害に対する長期的な対策や、深度の深い地すべりへの恒久的な対策に取り組めておらず、日本が支援するニーズは高かった。

また本事業では、斜面調査、災害リスク、対策工実施の有無、環境社会配慮などの調査結果を踏まえて、土砂災害の危険性が高く、対策の緊急性が高い箇所が選定されたことから、対象箇所の選定は適切であった。本事業で対策工が実施された国道は、審査時、事後評価時ともに、同国の主要インフラであり、対策工実施箇所（以下「対策箇所」と略）は、運輸や観光に重要な役割を果たしている。

以上より、本事業の目的は、計画時及び事後評価時の開発ニーズと整合していた。

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業の開始後、土砂災害の特徴と原因を調査分析するための詳細な事前調査が実施され、同調査の結果をもとに、各対策箇所について、経済性と設計要件の両方を考慮した適切な対策工の組み合わせが、地質工学モデリングソフトウェアを活用して選定された。事後評価時、RDA や国家建築研究所（NBRO）⁵との協議や現地調査を通じて、各対策箇所では、課題に対応した対策工が、経済面も考慮して適用されていることが確認された。

スリランカで実施された「ベースライン道路事業 I、II」、「気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト」で得られた教訓を参考に、本事業では、図や写真を入れた使いやすいマ

⁵ NBRO は、防災省傘下の、環境科学、地すべり工学・リスク管理、住民移転計画、地盤工学、建設資材工学などの技術支援・研究開発機関である。本事業では技術パートナーとしての役割を果たした。

マニュアル類を整備する計画であった。本事業で作成された維持管理マニュアルについては、簡潔性を重視した箇条書きのものとなっているが、対策工や維持管理にかかる研修教材は、写真や図を使ってわかりやすく示されている。事後評価時、いずれも参照されており、教訓が活用されたといえる。

3.1.2 整合性（レーティング：②）

3.1.2.1 日本の開発協力方針との整合性

審査時の対スリランカ民主社会主義共和国 国別援助方針（2012年6月）では、後発開発地域に配慮した経済成長の促進を基本方針としており、重点分野「脆弱性の軽減」のもと、日本の有する知見を生かして洪水・土砂災害のリスク要因の削減や早期警戒体制の整備を支援する方針であった。よって、審査時の日本の援助政策と本事業の目的には整合性がある。

3.1.2.2 内的整合性

本事業実施前の2012年より実施された JICA 課題別研修「山岳道路の維持管理」では、RDA と NBRO の職員を年間数名派遣し、山岳道路維持管理にかかる土木技術を向上させる計画であった。2013年に実施された同研修には RDA 職員2名、NBRO 職員1名が参加したことが確認された。しかし、本事業への具体的な貢献に関しては情報がなく、同研修の本事業への貢献については確認できなかった。本事業の附帯プロジェクトとして「土砂災害対策強化プロジェクト（2014年7月～2018年9月）」が計画され、実施された。同プロジェクトによる本事業への貢献については有効性・インパクトの欄でとりあげた。

3.1.2.3 外的整合性

他ドナーが実施する事業との連携は計画されておらず、相乗効果は発現していない。

本事業は、スリランカの開発政策・開発ニーズと整合性があり、事業計画やアプローチも適切であった。また、審査時の日本の援助政策との整合性があった。連携を想定していた課題別研修の本事業への貢献については情報がなく確認できなかった。また他ドナーの事業との連携は計画されていなかった。以上より、妥当性・整合性は高い。

3.2 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットは、(1) 土砂災害対策工の実施（図1）、(2) 早期警報システムの機材調達、(3) コンサルティングサービスであった。(1)については、工事箇所や工事内容といったアウトプットが大幅に増加した。(2)と(3)のアウトプットは計画どおりであった。

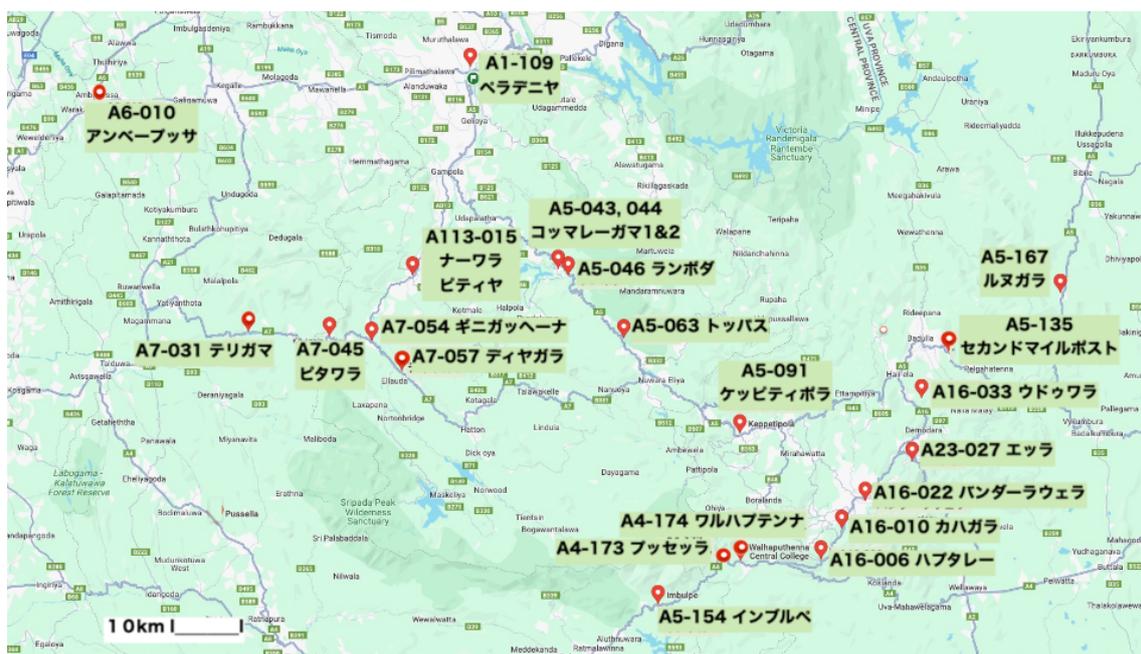


図 1：本事業の土砂災害対策箇所

出典：google map を元に評価者が作成

(1) 土砂災害対策工の実施

- ・ 対策内容の増加

本事業開始後に実施された事前調査で判明した土砂災害の特徴や原因をもとに、経済性と設計要件の両方を考慮し、適切な工種の組み合わせを再検討した結果、対策工法の種類が増加した。国際競争入札を予定していた 6 カ所で適用された工種は延べ 17 工種から 44 工種に、国内競争入札を予定していた 10 カ所で適用された工種は延べ 24 工種から 41 工種に増加した（合計 41 工種から 85 工種に 2 倍以上の増加）。

- ・ 対策面積や工事数量の増加

上述の再検討の結果、法枠工、地表排水溝、蛇籠、落石防止ネット、土砂除去の実施面積が 4 倍から 75 倍に増加しており⁶、抑え盛土、軽量コンクリート盛土、コンクリート吹付など新たに追加された対策工による数量も増加した。

- ・ 入札方法の変更

審査時、スリランカ国内の施工業者では工事が難しい 6 カ所を「モデル対策工」として国際競争入札で公示し、その他の 10 カ所を国内競争入札で公示する計画であったが、全 16 カ所が国際競争入札で公示された。事前調査の結果、対策を施す面積が増加し、また、同国の既存技術では対応できない対策工を採用することになったためであった。

⁶ 法枠工は、計画は面積（m²）で、実績は対策工の横延長（m）で表されており、そのままでは比較できないため、評価者の現地での観察に従い、便宜的に実績の縦延長を平均 10m と仮定し、実績の面積を求めた。

- 土砂災害対策箇所の増加

審査時、対策工実施箇所は上述の 16 カ所を予定していたが、効果的な競争入札により、これらの箇所の工事を完了した後に残額が見込めたため、RDA・JICA 同意の上で 6 カ所追加し、合計 22 カ所の工事が行われた。

以上のように、対策箇所が 16 カ所から 22 カ所に増加し、工種・数量ともに大幅に増加しており、対策工実施のアウトプットは計画より大幅に増加したといえる。これらの増加は、事前調査の結果や効率的な入札を反映した、合理的かつ必要な措置であり、事業効果への負の影響はなかった。

また、RDA や NBRO への質問票やサイト実査で、各対策工の位置・内容を確認したところ、対策箇所の施工状況は良好であり、問題はないことが確認された。

本事業による土砂対策の例



蛇籠、地表排水溝、集水井 (A5-167 ルヌガラ)



法砕工 (A23-027 エッラ)



グラウンドアンカー (A16-010 カハガラ)



コンクリート吹付工 (A4-174 ワルハプテンナ)



軽量コンクリート盛土 (A5-063 トップパス)

写真：評価者撮影



落石ネット (A5-043 コツマレーガマ 1)

(2) 早期警報システム用機材の調達

計画どおり、早期警報システム用機材 30 式が調達・設置された。NBRO は、スリランカ全土の地滑りが発生しやすい地域に早期警報システム用の機材を設置し、地滑り早期警報発信に必要な降雨データを取得している。本事業で調達された 30 式の機材は、これまで網羅されていなかった箇所を補完するために、主に中央州、ウヴァ州に設置された。機材の内容は、データロガー付き雨量自動測定器 30 台、ソーラーシステム 30 式、データモニタリング機器 1 式であった。

(3) コンサルティングサービス

コンサルティングサービスの内容は、地質調査、詳細設計、入札及び入札評価の補助、施工管理、早期警報システム機材調達補助、事業監理ユニット（PMU）の能力強化であり、これらは計画どおり実施された。能力強化は、PMU 職員に対しては施工管理作業やセミナーの企画・実施を通じて実施し、本事業の維持管理を担当する RDA 職員には、現場見学会やセミナーを通して能力強化が実施された。NBRO とは、工事中の課題に関する協議や意見交換などを通して技術移転を行った。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の事業費の計画は 9,590 百万円（日本側 7,619 百万円、スリランカ側 1,971 百万円）、実績は 7,352 百万円（日本側 6,319 百万円、スリランカ側 1,033 百万円⁷）であり、計画内に収まった（計画比 77%）。効果的な競争入札が、事業費が計画内に収まった主な要因であった。具体的には、日本の専門業者とスリランカの中堅施工業者が結成した共同企業体による工事費が、計画より大幅に少額であったことが事業費の減少に貢献した。

3.2.2.2 事業期間

事業期間の計画は 2013 年 3 月～2017 年 12 月の 58 カ月であったが、実績は 2013 年 3 月～2020 年 5 月の 87 カ月であった。本事後評価では、両者合意のうえ追加された 6 カ所を追加アウトプットとみなし、追加アウトプットの工事期間を除いた、当初計画工事箇所の事業期間を実績とみなし、計画と比較し、事業期間の効率性を評価した。また、2019 年 4 月にスリランカで起きたイースターサンデーテロ事件の影響で日本業者職員が渡航できなかった 2 カ月間と、新型コロナ対策によるスリランカ全土ロックダウン（2020 年 3 月 20 日～5 月 11 日）の約 2 カ月間の、合計 4 カ月間を不可抗力として実績から差し引いた。その結果、実績での事業期間は 83 カ月であった。

⁷ JICA 提供資料にスリランカルピーで記載のスリランカ側事業費を、IMF の各年平均レートにて日本円に換算した。

このように当初計画工事部分の事業期間の実績は計画を上回っている（計画比 143%）。しかし、アウトプット欄に記した通り、当初計画工事部分の工種が延べ 17 工種から 44 工種へと 2.5 倍以上増加し、対策工の実施数量（体積、面積、延長）も数倍に増加している。事業期間は当初計画を上回ったが、アウトプットの増加に見合うものであったと判断する。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

審査時、モデル対策工 6 カ所の経済的内部収益率（EIRR）が算出された。事後評価時、同 6 カ所の EIRR を、審査時と同じ条件で再計算したところ以下の通りとなった。

審査時 EIRR : 8.1%

- ・ 費用：事業費（税金除く）、運営・維持管理費
- ・ 便益：災害時迂回ルートと比較した際の走行時間短縮、走行費用減少、人的物的損害減少、災害復旧費用減少、道路修復費用減少、精神的ストレス軽減
- ・ プロジェクトライフ：50 年

事後評価時 EIRR : 19.1%

- ・ 費用・便益の項目、プロジェクトライフは審査時と同じ。

本事業の便益については、交通量と GDP の実績が計画よりやや低くなったため計画よりやや減少したが、費用については、建設費用の実績が計画より大幅に減少したことから、再計算した EIRR は計画より大幅に高くなった。

財務的内部収益率（FIRR）は計画時に算出されていなかったため、事後評価でも算出できなかった。

以上より、効率性は高い。

3.3 有効性・インパクト⁸（レーティング：④）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

事業実施後、対策箇所において、土砂災害による道路封鎖および応急作業が発生しないことが期待されており、これらが指標として設定された。いずれも、目標年は事業完了 2 年後、目標値はゼロであった。

工事完了以降、本事業の対策箇所では土砂災害は発生しておらず、従って道路封鎖の日数、応急作業費もゼロであった。両指標はいずれも 100% 達成されている。NBRO による事業完了後の斜面計測・モニタリングにおいても斜面の安定が確認されている⁹。

⁸ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

⁹ NBRO は、複数の対策工を組み合わせ実施され規模も大きい A16-010、A5-135、A5-091、A5-167、A113-015 と、工事中に地すべりが起きた A7-057 の合計 6 カ所で、間隙水圧計、傾斜計、可動杭を使って年 2 回、ポストモニタリングを実施した。斜面は安定しており、地下水の水圧上昇もないと判断されたため、NBRO は 2023 年末にモニタリングを終了した。

表 1：本事業の運用・効果指標の目標と実績

指標	基準値	目標値	実績値			
	1993年～ 2012年の 平均値	2022年 事業完成 2年後	2020年 事業完成 年	2021年 事業完成 1年後	2022年 事業完成 2年後	2023年 事業完成 3年後
指標 1：各対策箇所での土砂災害道路封鎖の日数（日/年）	1.75	0	0	0	0	0
指標 2：各対策箇所での土砂災害応急作業費（百万ルピー/年）	0.9	0	0	0	0	0

出典：目標値は事前評価表、実績値は実施機関提供資料及び現地調査

対策箇所の審査時と事後評価時の例

審査時	事後評価時
<p>A16-010 カハガラ</p>   	
<p>A5-167 ルヌガラ</p>   	
<p>A5-135 セカンドマイルポスト</p>   	



出典：審査時は情報収集調査、事後評価時は評価者撮影

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

本事業では、(1) 道路利用及び近隣住民の安全性の向上、(2) RDA および NBRO の国道土砂災害対策能力の向上が、定性的効果として期待されていた。

(1) 道路利用及び近隣住民の安全向上

現地調査で、本事業の対象国道を通行する、石油タンクローリーや木材輸送トラック、長距離バスの運転手にインタビューしたところ、以前、雨季に本事業の対策箇所を通行するのは怖かったが、本事業の実施後、安心して通行できるようになったと述べていた。また対策箇所付近の住民を訪問したところ、本事業の実施後、地すべりや落石の不安が払拭され安心して生活していた。審査時、移転を警告されていたが、土砂災害リスクがなくなったため移転が不要になった世帯もあった。このように、本事業の実施により、道路利用および近隣住民の安全性が向上した例が確認された。

(2) RDA 及び NBRO の国道土砂災害対策能力の向上

本事業において RDA は、実施機関としての役割を果たした経験、コンサルタントが実施したセミナーへの参加などを通じて、土砂災害対策工にかかる専門的な知見を蓄えた。「3.4 持続性」の欄で述べるとおり、PMU 職員は、事後評価時に実施された維持管理訓練で講師の役割を果たしていることから、PMU 職員の能力向上が有効かつ持続的に実現したことがわかる。また NBRO は、本事業の技術パートナーとして、事前調査の実施や、工事中の課題解決のためにコンサルタントに協力した。これらの作業を通じて、NBRO にも土砂災害対策にかかる技術移転が実現した。NBRO は、本事業の附帯プロジェクト「土砂災害対策強化プロジェクト（2014年7月～2018年9月）」でも、主要な地すべり対策に関する包括的な技術的ノウハウを習得した。

事後評価時、NBRO は、本事業の経験と、附帯プロジェクトで得たノウハウを活用し、本事業で導入された、法枠工、ロックボルト、コンクリート吹付工、ロックネットなどの対策工を、AIIB（アジアインフラ投資銀行）支援事業¹⁰、世界銀行の支援事業¹¹で活用してい

¹⁰ Reduction of Landslide Vulnerability by Mitigation Measures Project

¹¹ Climate Resilience Improvement Project

る。以上のとおり、本事業と附帯プロの実施により、RDA 及びNBRO の国道路砂災害対策能力が向上した。

(3) AIIB や世界銀行の支援事業との相乗効果

上述の AIIB や世界銀行の支援事業で実施された対策箇所の中には、本事業の対策箇所と同じ国道に位置しているものがある。例えば、世界銀行の支援事業で対策工が実施されたハッガラは、本事業の対策箇所 A5-063 と A5-091 の間に位置し、ともに A5 国道の防災に貢献している。このように、本事業とこれら支援事業の相乗効果により、同国の国道の土砂防災がさらに強化されたといえる。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業のインパクトとして、経済・社会開発活動の円滑な実施が促進されることが期待されていた。このようなインパクトの発現例があるか確認するために、RDA 職員 5 名、対策箇所の周辺住民 11 名、道路利用者 5 名の合計 21 名にインタビューした（以下のケーススタディ参照）。その結果、以下のケーススタディが示すとおり、本事業は経済・社会活動の円滑な実施に貢献していることを確認した。

<ケーススタディ>

木材トラック運転手 (A16-010 付近でインタビュー)

土砂災害で道が封鎖されて、トラックの中で3~4時間待機したり、近くの町に泊まったりした経験がある。待機の結果、運搬日が変わると、警察と村落行政官に届出をして運搬許可を再取得する必要があり面倒であった。対策工が実施された箇所では土砂災害は一度も起こっていない。木材の運搬が遅れることもなくなった。他の箇所でも実施してほしい。



インタビューした運転手のトラック
写真：評価者撮影

外国人観光ガイド (A5-045 近くでインタビュー)

以前は、地滑りで道が封鎖され、迂回した経験が何度もある。大型バスなので、細い道は通れず、大回りしなければならない。迂回が必要になると観光地訪問の予定を調整しなければならない。予定していた訪問先を諦めなければならない。観光客をがっかりさせてしまう。本事業で主要な地滑り地点が保護されたので、このような事態は減った。



インタビューした外国人観光
ガイドのバス
写真：評価者撮影

RDA バドゥッラ県テクニカルオフィサー

事業実施前、A5-135 は、雨季に継続して地滑りが起こり、毎年、補修工事を1～3 カ月間実施していた。A5-167 は地滑りにより頻繁に道路が起伏して通行不可になっていた。以前は夜中によく警察から連絡を受け、これらの地滑り地点に駆けつけた。対策工が施された後は、地滑りは一度も起こっていない。本事業により担当地域内の最も深刻な土砂災害問題が解決した。

RDA スラワエリヤ県エンジニア

以前は、A5-046、A5-043・044 において、斜面上の風化した石が崩れて道路に落下することがよくあった。斜面が切り立っているので落下のスピードが早く、通行車両が事故にあうリスクが高かった。本事業で落石防止ネットが設置されてから、このようなリスクがなくなり、通行の安全性が確保されるようになった。

NBRO は、本事業で調達された 30 式を含む、早期警報システム用の雨量測定器 30 式を全国に配置し、観測された降雨量に従い、地滑り、斜面崩壊、落石、切土斜面崩壊、地盤沈下についての早期警報を発信している。警報は、注意喚起、退避準備、退避勧告の 3 つのレベルで発信され、地域住民の安全確保や人命損失回避に役立っている。

(右写真は本事業で設置された早期警報システム用雨量測定器。出典：評価者撮影)



3.3.2.2 その他、正負のインパクト

1) 環境へのインパクト

本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2010 年 4 月公布)に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大ではないと判断されるため、カテゴリ B に該当すると判断された。

本事業の環境社会配慮モニタリング報告書を確認したところ、工事中の粉塵・振動、大気質、水質、地下水は、観測値は基準を超えておらず、廃棄物についても必要な対策が取られており問題はなかった。建設中の騒音は、2020 年 6 月に 3 カ所で日中の観測値が基準値を超えていたが、これら箇所への重機は使用されていなかったことから、周囲の騒音が測定に影響した可能性がある。これらの対策箇所は森林地帯で、周囲に住宅や公共施設はなく、住民への影響はなかったため、苦情、問題は発生していない。本事業の完了以降、2023 年末まで、年 2 回、6 カ所の対策箇所で、NBRO による地表・地下・地下水位のモニタリングが実施された。その結果、いずれの項目についても、周辺環境に影響を及ぼすような変動はないことが確認された。粉塵・振動、大気質、水質については、対策実施箇所においてこれらに影響を与えるような行為は行われていないことから、観測は不要と判断された。

以上より、本事業による環境への負のインパクトは発生していないと判断する。

2) 住民移転・用地取得

2世帯4名の住民移転が発生した。住民には土地が無料で提供され、家屋の再取得価格で査定された補償額が支払われた。また店舗つき土地（1軒）、牛小屋（6カ所）、マリア像（1カ所）、ゴム園（1カ所）、紅茶園（1カ所）の恒久的な用地取得が発生した。いずれも取得前に再取得価格で査定された補償額が支払われた。対策工実施に伴い一時的な用地取得が16カ所（公有地8カ所、私有地8カ所）で発生した。所有者との合意文書に従い一時取得が実施され、工事完了後、土地は各所有者に返還された。苦情申し立てはなかった。本事業の住民移転・用地取得はJICAガイドラインに従い問題なく実施されており問題は確認されなかった。

3) 及び4) ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々

特にインパクトはなかった。

5) 社会的システムや規範、人々のウェルビーイング、人権

定性的効果の欄に記載のとおり、本事業の実施により、地すべりや落石の不安が払拭され、住民が安心して生活していたり、移転や避難の必要がなくなったりした例がある。

6) その他正負のインパクト

本事業では、以下のようなインパクトも発現した。

(a) 本邦技術活用

本事業では、法枠工、軽量コンクリート盛土、ロックボルト、グラウンドアンカー、集水井、水平地下排水管などの対策工が実施された。これらの対策工は、日本では一般的であるが、スリランカでは実施されていなかった、これらの技術が本事業により導入され、長年の問題であった国道の主要な土砂災害が起きなくなったことは、同国の国道土砂防災における画期的な出来事として特筆できる。

(b) 現地施工業者への技術移転

本事業では、中央州を中心としたロット1と、ウヴァ州を中心としたロット2に分けて工事が実施された。ロット1では、スリランカの施工業社が工事を請負い、イタリアおよび日本の専門業社が下請けとして工事に協力した。ロット2では、日本の専門業者とスリランカの施工業者の共同事業体が工事を実施した。このように、現地工事業者と海外の専門業者が本事業で協力しながら工事を実施し、また、現地の小規模施工業者も下請けとして工事に従事した結果、現地の施工業者の対策工にかかる知識や経験が強化された。RDAの中央州所長によれば、土砂災害対策にかかる工事入札の公示をみると、以前は2社独占であったが、本事業により地元の施工業者が育ち、6社～7社の入札が確保できるようになり、工事費用の低減効果が発現しているとのことである。また、このような地元施工業者の技術習得は、本事業で導入された対策工のスリランカ各地

での活用を促進している。

本事後評価では、有効性や持続性の検証の一環として、対策箇所の地形の変化を、衛星データを解析して検証した。検証結果については20ページのコラムを参照のこと。

上述のとおり、本事業実施後、対策箇所では一度も土砂災害、道路封鎖、応急作業が発生しておらず、運用・効果指標は全て達成されている。計画どおり、道路利用及び近隣住民の安全性の向上と、RDA及びNBROの土砂災害対策能力の向上という定性的効果も発現した。インパクトとして期待した、経済・社会活動の円滑な実施への貢献例も確認できた。さらに、本邦技術活用、同技術の地元施工業者への普及による国道土砂防災のさらなる強化というインパクトも発生している。

以上より、本事業の実施により計画以上の効果の発現がみられ、有効性・インパクトは非常に高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 政策・制度

事後評価時の「全国道路マスタープラン（2021年～2030年）」では、道路の安全性の重要性、気候変動を踏まえた土砂防災を含む道路防災に重点的に取り組む計画である。国家防災計画（2022年～2030年）は、土砂災害対策を重要視しており、土砂災害リスク軽減のための構造物対策を優先事項としている。これらの政策は今後も継続し、本事業の効果の持続性を支える見込みである。

以上のとおり、本事業の持続性にかかる政策・制度面の問題はない。

3.4.2 組織・体制

(1) RDA

本事業の対策箇所の運営・維持管理を担当しているのはRDAである。RDAは交通道路省傘下の組織で、国道及びそれに付随する橋梁、高速道路の開発・建設・維持管理を担当している。職員数は約10,057人である（2023年）。対策箇所を含む道路および橋梁の維持管理をRDA本部で担当しているのは道路維持管理部である。同部は各州の維持管理業務のモニタリングや予算管理を行っている。対策箇所の維持管理実務を担当しているのはRDAの各州の事務所である。州事務所の傘下にある地区事務所に配置されている、エンジニア、テクニカルオフィサー、作業監督、作業員が、対策実施箇所の維持管理作業に従事している。

本事業の対策箇所の日常維持管理作業を実施しているのは作業員であり、施工面積が広いA16-010、A5-135、A4-174には、専任の作業員が2名ずつ配置されている。その他の箇所は、道路・橋梁の維持管理を担当する作業員が実施している。作業の実施や進捗の確認は作業監督が担当し、定期点検はテクニカルオフィサーが3カ月に一回実施している。定期維

持管理は、エンジニアとテクニカルオフィサーの指導のもと、作業監督と作業員が作業を実施している。スリランカでは、経済危機による財政緊縮の影響で、公務員の新規採用を制限しており、RDA も人員不足の傾向にあるが、本事業の維持管理作業については、必要な人員が配置されており、人員不足による問題は起こっていない。

(2) NBRO

本事業で調達した早期警報システム用機材の運用・維持管理を担当しているのは、NBRO の地すべり研究・リスク管理部の地すべり早期警報センターである。同センターには同機材の運用・維持管理に必要な人員が配置されている。

以上のとおり、RDA と NBRO の責任や役割は明確で、本事業の効果の持続に必要な人材も配置されており、組織・体制上の問題はみられない。

3.4.3 技術

本事業で適用された対策工の日常維持管理は、特別な技術を必要とせず、定期点検についても研修で得た知見を活かして実施されており、技術的な課題はなかった。

定期維持管理については、水平地下排水管の点検・清掃と、落石防止ネット内の落石や樹木の除去が、本事後評価の第1回現地調査時、実施されていなかった。本事業で調達された水平地下排水管の清掃作業用の高圧洗浄機、管内検査用カメラ、発電機も一度も使われていなかった。本事業の実施期間中に、これら作業にかかる研修が実施されたものの、同調査時、RDA 職員は、これらの作業の必要性や実施方法について十分に理解していないようであった。この問題について評価者が RDA 本部に指摘したところ、2024年6月、RDA の元 PMU 職員が講師となり、中央州とウヴァ州の RDA 職員 29 名を対象に、これらの作業にかかる研修が実施された。



2024年6月にRDAにより実施された維持管理研修

出典：RDA 提供

第2回現地調査では、両州の職員がこれらの作業を実施できるようになっていること、調達機材や維持管理マニュアルも活用されていることが確認できた。今後、同作業を必要に応じて実施することで、技術の定着が見込まれる。

NBRO の担当職員は、早期警報システム機材の運営・維持管理に必要な技術や知識を持っている。

以上のとおり、運営・維持管理の技術にかかる問題が認められたが、研修実施により、職員は技術を習得したため、同問題は解決する見込みが高い。

3.4.4 財務

RDA の近年の支出実績は、115 億ルピー（2021 年）、96 億ルピー（2022 年）、96 億ルピー（2023 年）であった。このうち、維持管理の支出は、41 億ルピー（2021 年）、24 億ルピー（2022 年）、60 億ルピー（2023 年）であった。2022 年は経済危機の影響で維持管理への予算配賦を減少させざるを得なかったが、2023 年は予算、支出ともに増加し、状況が回復したことがわかる（図 2）。RDA 本部によると、2024 年についても 2023 年とほぼ同額の維持管理予算が確保されているとのことであった。



図 2：RDA の年間維持管理予算・支出
出典：RDA 提供資料

本事業で実施した対策工 22 カ所のうち 10 カ所の維持管理を担当する RDA ウヴァ州の維持管理予算を調べたところ、全国の予算と同様、2022 年は顕著に減少したが、2023 年は予算、支出ともに大幅に増加している（図 3）。2024 年も 2023 年と同程度の 5 億ルピーの予算配賦が予定されているとのことである。中央州の予算と支出についても調べたところ、ウヴァ州と同様の傾向にあり、2023 年は回復している。

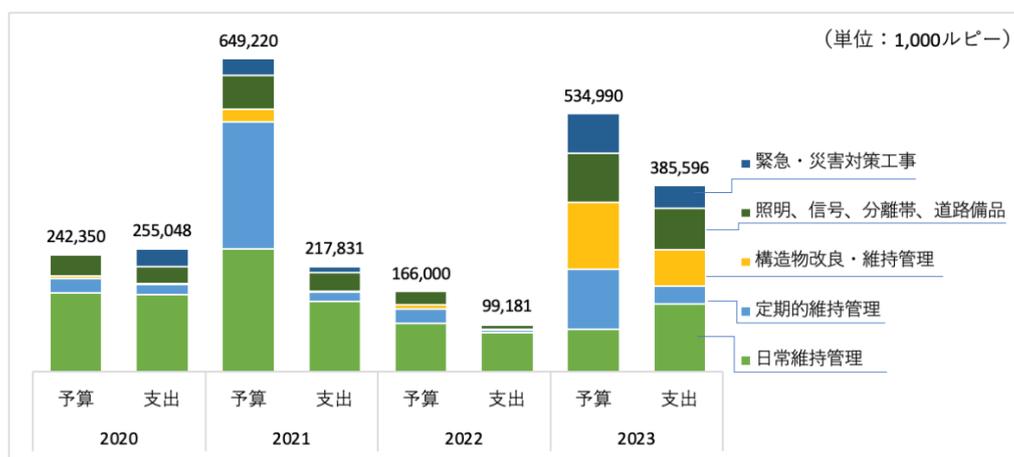


図 3：RDA ウヴァ州の予算・支出

出典：ウヴァ州提供資料

事後評価時、各州には、対策箇所の維持管理に必要な予算が配賦されており、財務による問題は起こっていない。各州の責任者は、本事業の対策箇所の維持管理は、多くの費用を必要としておらず、今後も予算内で実施可能とのことであった。

「3.4.7 運営・維持管理の状況」に記すとおり、中央州4カ所の落石ネット内の落石や堆積物の点検・除去作業については、専門業者による実施が望ましい。この作業に必要な予算が確保できるか、評価者がRDA本部に確認したところ、中央州からの申請に基づき、同作業の実施にかかる予算を配賦することができるとのことであった。

NBROの2023年の歳入は約7.9億ルピーであり、うち6億ルピーがコンサルタントサービスや試験サービスによる自己財源である。2020年は新型コロナの影響で歳入・利益ともに減少したものの、2021年以降はいずれも増加している。NBROの営業収支は近年一貫して黒字であり、2023年の税引前営業利益は約1.4億ルピーであった。早期警報システム機材の運用や更新に必要な予算も確保されている。

以上のとおり、本事業の持続性にかかる財務面での問題はみられない。

3.4.5 環境社会配慮

本事業による環境への負の影響はなく、経済・社会活動の円滑な実施に貢献しており、今後、環境や社会に負の影響を及ぼす可能性は認められなかった。

3.4.6 リスクへの対応

本事業の効果の継続にリスクとなる要因は、同国の経済・社会・政治状況を鑑みても特に認められなかった。

3.4.7 運営・維持管理の状況

本事業の対策箇所と、早期警報システムの運営・維持管理の状況は以下のとおりである。

(1) 対策工

(a) 日常維持管理・点検

対策箇所の主な日常維持管理・点検項目は、排水溝・水抜き孔・排水孔の清掃、植生の管理である。ウヴァ州(10カ所)と中央州(8カ所)では、これらの日常維持管理が丁寧に実施されていた。サバラガムワ州(2カ所)と北西部州(1カ所)は、第1回現地調査の際に排水溝の掃除が不十分であったため指摘したところ、第2回現地調査では、適切に清掃が行われていることが確認できた。

(b) 定期維持管理・点検

対策工の主な定期維持管理・点検項目は、コンクリートのひび割れの点検・修理、水平地下排水管の点検・清掃、落石防止ネット内の落石や堆積物の点検・除去である。

・ コンクリートのひび割れの点検・修理

対策箇所のうち、A5-135とA16-010の状況を詳細に観察したところ、排水溝の側壁などのコンクリート部のひび割れが数カ所確認された。コンクリートの膨張や地盤のわずかな歪みが原因と思われる。第2回現地調査時、これらの不具合のうち、急を要するものは修理済みであり、その他の箇所も順次、修理を予定していた。

A5-135 で、アンカープレート脇と排水溝壁面に数カ所、ヒビが入りわずかに漏水していた。これについては、漏水発生後、すみやかに元 PMU 職員が視察しており、対策工の構造上・機能上の問題はなく、修理不要と判断されている。評価者が本事業のコンサルタントに確認したところ同意見であり、問題ないと判断できる。

- 水平地下排水管の点検・清掃

「3.4.3. 技術」で述べたとおり、維持管理担当職員を対象とした研修が事後評価実施中に実施された。同研修では、水平地下排水管の点検と清掃の実技研修も実施された。第2回現地調査で、RDA ウヴァ州職員に確認したところ、研修受講後すみやかに、州内の3カ所で検査用カメラによる管内の点検を実施しており、不純物が確認されたため、清掃を実施したことがわかった。A5-135 と A5-167 については効果的に清掃が実施された。A16-010 については、第2回現地調査で、排水管からの排水量が少なくなっていることが確認され、管の閉塞が疑われた。高圧洗浄機による清掃を実施したが排水量は回復せず、管内に異物が残っている可能性があった。その後、同カメラによる管内の再検査を行った結果、使用済みのペットボトルが管内に発見され、これを除去したところ、排水量が回復し、問題は解決した。RDA ウヴァ州職員は、本件を教訓として、今後は、排水量や集水井の水位のモニタリングを実施し、排水管への異物混入や閉塞の早期発見に努める計画である。



RDA ウヴァ州職員による集水井内の水平地下排水管の点検・清掃

出典：RDA 提供

- 落石防止ネット内の落石や堆積物の点検・除去

事後評価での指摘を受けて、2024年6月、RDA 中央州による落石防止ネット内の落石や堆積物の点検・除去が州内4カ所で実施された。なお、作業を実施したところ、除去作業を開始する際にネットを緩める作業は、RDA 職員による手作業で実施が可能であるが、作業完了後のネットの緊張は、手作業では十分できないことがわかった。現在、ネットはある程度緊張されているため、落石防止の役割は果た



RDA 中央州職員による落石ネット内の落石や堆積物の除去作業

出典：RDA 提供

しているが、防止機能をより高めるためには、専門業者が、専用の機材を用いて、均等で

十分な緊張を施すことが望ましい。RDA 中央州もこれを認識しており、今後、専門業者を調達する計画である。

(2) 早期警報システム

事後評価時、本事業の 30 式の早期警報システム用機材のうち、24 式については問題なく稼働しているが、6 式については、雨量の測定値が常時送信されていないことがわかった。これらの機材は設置から 8 年が経過しており、通信用のセンサーや太陽光パネルが老朽化したことが原因である。NBRO はこれらの機材の不具合を認識しており、事後評価時、世界銀行の支援により、事後評価時、機材の更新を進めていた。2025 年前半には、本事業の機材を含む全国の機材の更新が完了する予定である。

以上のとおり、本事業の運用・維持管理の状況は概ね良好である。

以上より、本事業の運営・維持管理には技術に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いと言える。事業によって発現した効果の持続性は高い。

<衛星データを活用した対策箇所の地形変動の分析>

本事業では、有効性や持続性の検証の一環として、対策箇所の地形の変化を、衛星データを解析して検証した。衛星データ分析は、スリランカのアーサーC クラーク近代技術研究所の協力を得て、対策工が広範囲に適用された A16-010（カハガラ）と A5-135（セカンドマイルポスト）について実施した。

分析手法

- 衛星 SENTINEL-1 のワイドスワスモード¹²のシングルルック複素画像¹³を、審査時から事後評価時までの期間、時系列で取得した。詳しい分析ができるよう、上昇軌道方向と降下軌道方向¹⁴の両方の画像を取得した。
- これらの画像を、PS InSAR 解析¹⁵により処理し、地形の隆起と沈降を読み取った。さらに、GECORIS ツール¹⁶を用いて隆起や沈降の高さを算出した。なお、この高さは、隆起や沈降の実際の高さではなく、地表と衛星を結ぶ視線方向に沿った長さ（Line-of-sight: LOS）である¹⁷。

¹² SENTINEL-1 の作動モードの一つで、広い観測幅（250km）をカバーするモードのこと。

¹³ 合成開口レーダ（SAR）の画像フォーマットのひとつで、振幅と位相の情報を併せ持つデータ。

¹⁴ 衛星が、北極から南極に向かって移動する方向を降下軌道といい、南極から北極に向かって移動する方向を上昇軌道という。

¹⁵ PS In SAR 解析とは、多数の SAR 画像から、恒久散乱体と呼ばれる統計的に精度の良いピクセルだけを用いて地表の変動を空間分布や時系列変化で推定する手法である。

¹⁶ InSAR を用いた時系列解析のためのオープンソースツール。

¹⁷ LOS と地表が形成する角度を用いて、実際の高さを算出しようとしたが、本調査の観測対象が凹凸の多い斜面であり、角度が多様であったため、算出は困難であった。

分析結果

以上のようにして得た隆起や沈降の高さを年単位で合成し、地図上に表したのが図 4 (A16-010) と図 5 (A5-135) である。いずれの箇所も 2019 年と 2020 年は比較的安定していることがわかる。これは、対策工事の完成 (2020 年 5 月) の前後は、斜面は安定した状態であったことを示している。しかし 2021 年以降、A16-010 は、LOS 300mm 程度の隆起 (赤色の部分) および、LOS 130mm 程度の沈降 (濃い緑色の部分) が発生した可能性がある。A5-135 については、工事完了後も動きが少ない。また、両箇所とも、上昇軌道データと下降軌道データの隆起・沈降状況が一致していない。これは、地形が水平方向に移動した可能性を示唆している¹⁸。

以上の分析に加えて、各箇所の対策工実施地域内の 6 地点を選び、隆起・沈降状況を時系列グラフに示した (図 6 と図 7)。これらの図も斜面の隆起と沈降の可能性を示唆している。

しかし、これらの示唆が、土砂災害対策の観点からどれくらい重要なのか、隆起と沈降の原因は何なのかについては、本分析のみをもって結論づけることはできず¹⁹、地質工学調査や現地情報の収集・モニタリングにより確認する必要がある。

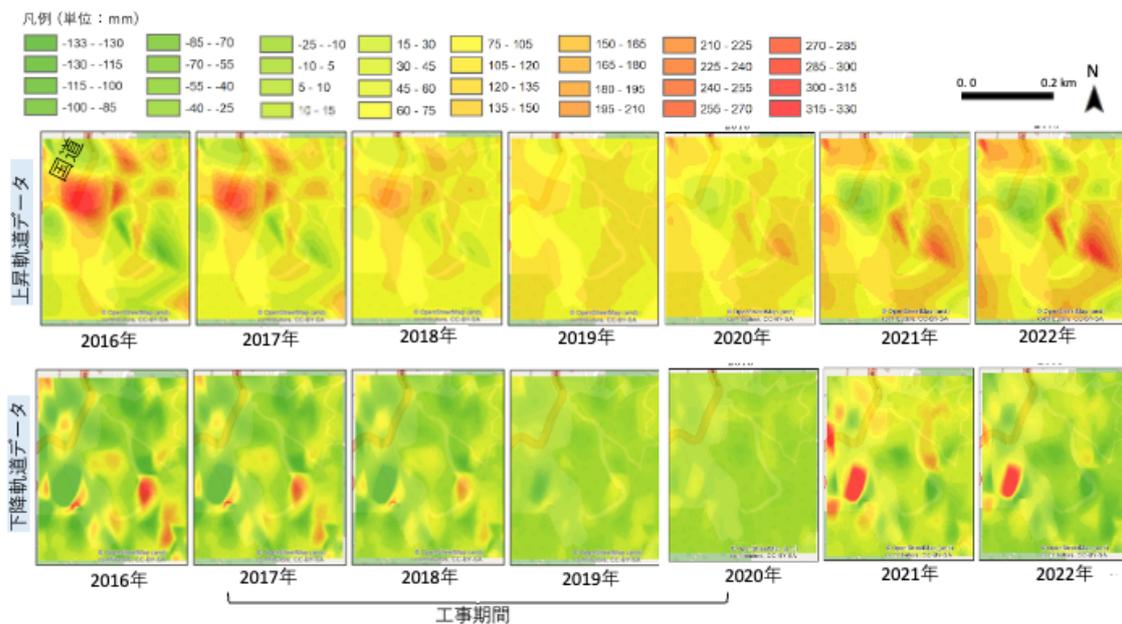


図 4：衛星画像から作成した A16-010 の隆起・沈降地図

¹⁸ 地表に水平方向の動きがある場合は、衛星の方向によってレーダー信号の位相のずれが引き起こされ、上昇軌道のデータと下降軌道のデータに不一致が生じることがある。しかし、このような不一致は、大気の擾乱、信号処理エラーなどのノイズ源の影響を観測値が受けたために発生した可能性もある。

¹⁹ 地質の変化、降雨量など自然の影響、人間や動物の活動などが原因である可能性がある。なお、集水井や水平地下排水管は、地下水位の上昇を防止する機能がある。この機能が働いて地下水が低下して地表面の沈下や隆起が発生している可能性もある。

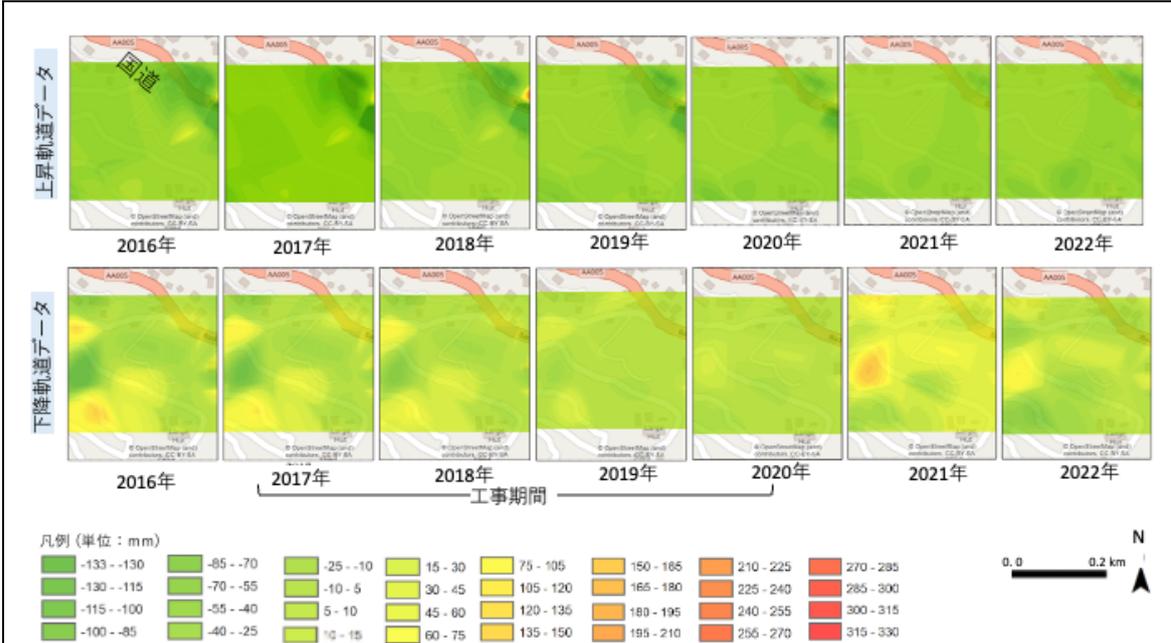


図 5 : 衛星画像から作成した A5-135 の隆起・沈降地図

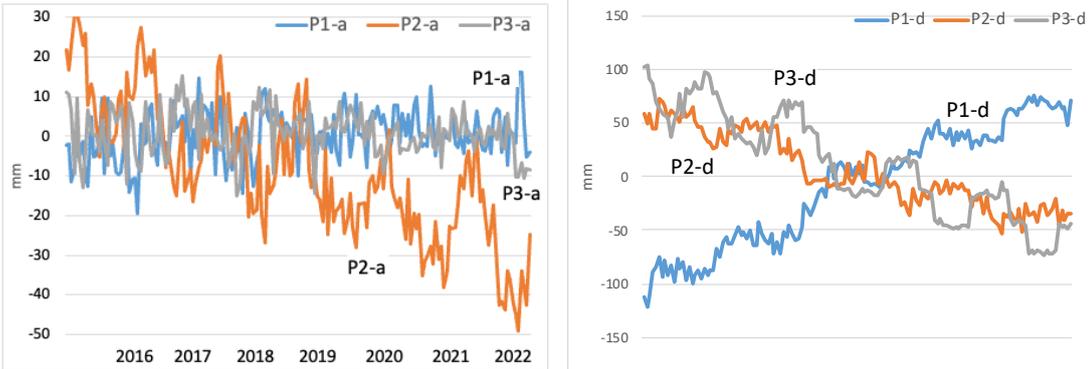


図 6 : A16-010 の特定地点の高さの変化 (左は上昇軌道のデータ、右は下降軌道のデータ)

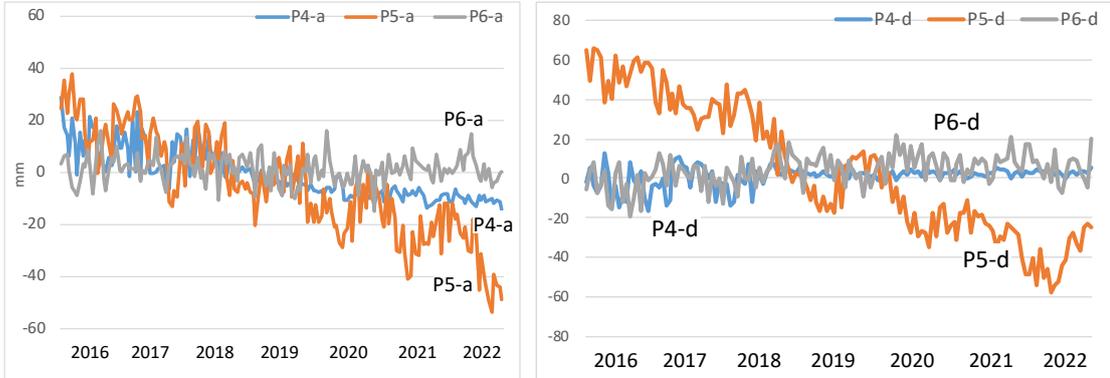


図 7 : A5-135 の特定地点の高さの変化 (左は上昇軌道のデータ、右は下降軌道のデータ)

注 : P1-a、P2-a、P1-d など で示した特定地点の位置は図 8・図 9 を参照のこと。

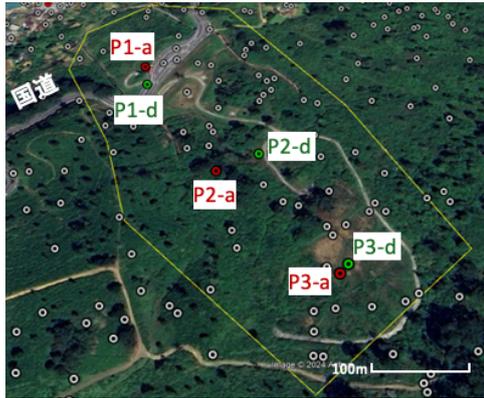


図 8 : A16-010 の特定地点

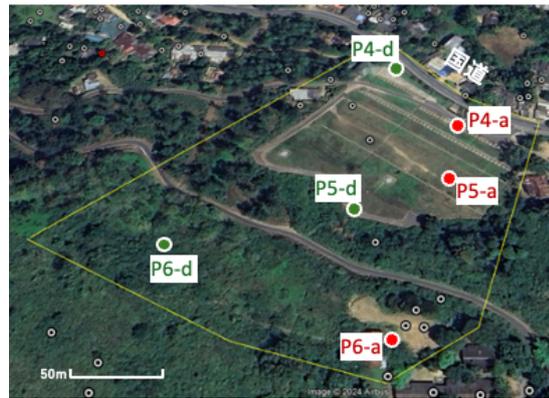


図 9 : A5-135 の特定地点

図の出典はいずれもアーサーC クラーク近代技術研究所

斜面防災事業における衛星データの分析対象や手法

斜面对策事業において、対策箇所の地表を対象に、衛星データを InSAR 解析することにより、同箇所の地表の動きを時系列に分析することができる。

斜面防災事業における衛星データの活用可能性

上述の SAR 分析を、斜面防災事業において以下のように有効活用することができる。

(a) 対策工の選定にかかる事前調査における衛星データの活用

「3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ」で述べたとおり、本事業では最適な対策工を採用するため、審査後約 1 年間にわたり詳細な事前調査が実施された。同調査において地質工学的調査に加えて衛星データの分析を実施すれば、過去の地表の動きを参照することができる。

(b) 事後評価調査のはじめに衛星データ分析を実施し、現地調査を効率的に実施

事後評価調査のはじめに衛星データ分析を実施し、動きのある可能性の高い地点を把握できれば、現地調査において、これら地点の地表や構造物の変化を重点的に調査することができる。これは、調査の効率性を向上させるのに有用である。また、分析結果と現地調査の情報を組み合わせて、変化の原因やその影響を確認できる可能性もある。

(c) 工事後のモニタリングや点検の優先箇所の判断に活用

衛星データ分析結果は、モニタリングや点検を優先的に実施する箇所や地点を特定するためにも有用である。衛星データ分析の後、その他の調査を実施して変化の発生が確認されれば、追加工事の必要性について検討したり、今後の対策工実施の際に参考にしたりすることもできる。

(d) 実施機関による長期的なモニタリングの効率性向上

衛星データ分析は、実施機関が、対策箇所の長期間なモニタリングを効果的に実施するためにも活用できる。「3.3.1.2.1 環境へのインパクト」の欄に記したとおり、本事業では工事後、NBRO が斜面計測・モニタリングを実施していたが、3 年間で終了された。

全国に分散する 6 カ所の調査実施に交通費や人件費がかかることも、NBRO が調査終了を判断した背景であった。工事後、衛星データ分析も実施されていれば、NBRO は、優先的に計測・モニタリングが必要な箇所や地点が特定でき、同調査の効率的な継続に活用できたと思われる。

斜面防災事業における衛星データ分析の限界や課題

衛星データの InSAR 分析は、斜面防災事業において上記のように活用することが可能であるが、分析から導き出される示唆の重要性や原因については衛星データ分析のみでは断定できない。そのため、同類事業で衛星データをより有効活用するには、地質工学調査や現地情報の収集・モニタリングを計画・実施する必要がある。

4 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、スリランカにおける土砂災害リスクの高い主要国道への斜面对策を実施することにより、国道の土砂災害リスク軽減を図り、もって道路網及び周辺住民の生活の安全性強化を通じ同国の経済・社会開発に寄与することを目的に実施された。

本事業の審査時から事後評価時に至るまで、スリランカでは鉄道網が国土の一部にしかないため、道路輸送が陸上の旅客・貨物輸送の 9 割を担っている。そのため、道路網が経済社会活動において極めて重要な役割を果たしており、道路防災や土砂災害のリスク軽減は同国の開発政策および開発ニーズと整合している。また本事業は、審査時の日本の援助政策とも整合していた。但し連携を想定していた JICA の課題別研修との相乗効果は確認できず、他ドナーが実施する事業との連携は計画されていなかった。以上より、本事業の妥当性・整合性は高い。

本事業のアウトプットに関し、対策工事の実施箇所が、事業費の削減により 16 カ所から 22 カ所に増加したことを除き、計画どおりであった。事業費は計画内に収まった。事業期間は計画を上回ったが、対策工事のアウトプットが大幅に増加していることから、アウトプットの増加に見合うものであったと判断する。以上より、本事業の効率性は高い。

本事業の運用・効果指標は全て達成されており、道路利用者や近隣住民の安全性の向上、実施機関職員の国道土砂災害対策能力の向上といった定性的効果も期待どおり発現している。また本事業による、経済・社会活動の円滑な実施への貢献や、本邦技術の活用、現地施工業者への技術移転というインパクトも確認できている。以上より、本事業の実施により計画以上の効果の発現がみられ、本事業の有効性・インパクトは非常に高い。

本事業の運営・維持管理に関し、関連する政策・制度、組織・体制、財務状況、環境社会配慮、リスク対応については問題ない。また、技術については一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いと言える。よって、事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

(1) 点検・維持管理作業の確実な継続

対策工の維持管理は、本事業の効果を維持する上で大変重要である。本評価実施まで未実施であった維持管理項目があったこと、衛星データ分析では地表の動きが示唆されたこと、現地調査でコンクリートのひび割れや、水平地下排水管の閉塞などが観察されたことから、RDA は、特に以下の点に留意して、今後も点検・維持管理を確実に実施する必要がある。

- (a) 日常点検・維持管理：排水溝、排水穴、排水孔の清掃、植生管理を徹底する。
- (b) 定期的維持管理：落石防止ネット内の落石や堆積物、樹木の点検と除去、水平地下排水管の点検と清掃に特に注目する。落石防止ネットについては専門業者に依頼して適切な緊張を維持する。水平地下排水管については排出流量や集水井内の水位を点検し、閉塞や異常がないか確認する。
- (c) 年次合同点検：RDA と NBRO による合同年次点検の実施。水平地下排水管と落石防止ネットのある対策箇所を中心に、対策工の完成図や維持管理マニュアルも参照しながら、上記(a)(b)について不具合がないか点検を実施する。両組織の本部職員も参加し、点検結果を、今後の維持管理の計画策定や、将来の対策工施工計画策定に反映させる。
- (d) 対策工の維持管理実施計画の策定と予算項目の導入：RDA 本部は、各州の年間維持管理計画に、対策工の維持管理作業が含まれているか確認し、作業実施をモニタリングすることが重要である。また、今後、落石防止ネットの緊張作業、落石ネット内の高所作業などについて、外部専門業者への委託の必要性が生じると予想されるため、対策工の維持管理に特化した予算小項目を設置し、委託作業の実施を促進することが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

(1) RDA 維持管理担当職員の JICA 課題別研修への参加

本事業で導入された対策工の維持管理には、道路や橋梁の維持管理業務とは異なる、特殊な技術や作業項目が含まれる。対策工はスリランカに導入されたばかりであり、維持管理技術の訓練の国内での受講機会はない。山岳道路や斜面对策工の維持管理に関連する JICA 課題別研修に、RDA の中央州やウヴァ州の維持管理担当技術者を参加させることができれば、対策工の維持管理技術の向上に有用である。

4.3 教訓

(1) 特殊な作業を要する維持管理項目の実技訓練の実施

本事業実施中に、落石防止ネットと水平地下排水管の維持管理作業にかかる研修が実施され、必要な機材も調達されたものの、事後評価時まで同作業は未実施であった。この理由を RDA の職員に聞いたところ、研修には参加したものの、自分で実際に作業をしたことがない、特殊な作業を安全に実施できるかどうか自信がない、と述べていた。

落石防止ネットの維持管理は、ネットの留め具を緩め、重機を使ってネットを持ち上げ、ネット内に入ったり、斜面を登ったりして岩石や樹木を取り払い、作業が終わったら再度ネットを緊張するという作業工程がある。水平地下排水管の維持管理は、集水井内のガス濃度の測定、カメラを使った管内の点検の後、集水井内に降りて管を高圧洗浄機で清掃する。これらの作業は、RDA 職員が通常、道路や橋梁で実施している維持管理作業とは全く違うため、見学だけでは習得が困難であったと考えられる。

排水管については、事後評価時まで管が閉塞しておらず、洗浄の必要性はないと認識されていた。ウヴァ州では、完了後、一度も維持管理作業を実施しないうちに研修に参加した職員が異動した。このため、後任者は作業のイメージが掴めなかったようであった。日常的に実施する作業項目でなかったため、研修での学びや教材が受け継がれにくかった可能性がある。

これより、維持管理作業のうち、実施機関がこれまで実施したことがない特殊な作業や、特殊機材の使用が要求される作業項目については、事業完了前に、担当職員が自信を持って作業ができるようになるまで、重点的に研修を行う必要があることがわかる。また、実施頻度が低い維持管理作業については、実施機関は、研修での学びの引き継ぎに特に注意を払い、必要に応じて再訓練を行う必要がある。

(2) 日本の専門業者の海外進出や技術の普及を可能にするビジネスモデル

本事業では、日本の斜面对策工専門業者が、スリランカの施工業者と共同事業体を結成して施工を行った。同事業体は効率的な事業実施や、施工の品質確保に貢献した。事業費の低減への貢献や、対策工にかかる技術移転も実現した。防災工事のように高い専門性が必要となる工事の場合は、このような日本と相手国のJVによる工事請負が可能であり、これは日本の専門業者の海外進出や、日本の技術の普及を可能にするビジネスモデルとして参考になる。

5. ノンスコア項目

5.1 適応・貢献

5.1.1 客観的な観点による評価

(1) 日本の施工業社の技術や専門性が本事業の工事品質や効率性に貢献

本事業の工事は、施工箇所が点在しており、工種も多様であり複雑であった。RDA やコンサルタントは、本事業の施工を担当した日本の専門業者の技能作業員の能力が高く、手戻りや大きな失敗なかったことが、効率的な施工実施に貢献したと述べている。NRBO も、同業者の工事品質は際立っていたと高く評価している。

(2) 関係者のチームワークが効果的な事業実施に貢献

JICA 関係者と RDA および NBRO のチームワークの良さと献身的な働きが本事業のスム

一貫した実施と質の高い設計や施工に貢献した。PMU 職員によれば、チーム内の意思疎通が良好で、良い協力関係にあり、問題を共有・協議して解決し、目的に向かって進むことができた。本事業のコンサルタントは、NBRO の地質工学にかかる専門性や地滑り要因の分析にかかる知見が、本事業実施にあたり直面した課題の解決や問題の分析に有用であったと述べている。例えば、A7-057 における工事中の予想外の斜面崩壊への対応や、斜面の動態観測の解析等、高度な専門性が要求される業務を、NBRO とともに協議し、解決策を決定したことにより、事業を効果的に実施することができた。

5.2 付加価値・創造価値

NBRO 所長は、本事業の事前調査および実施を通じて得た経験をもとに、「スリランカの国道沿いの深部緩動地すべりの構造的対策」と題した論文を国際土質工学会で発表した。これにより、本事業の実績が海外にも広く紹介された²⁰。

²⁰ *Structural mitigation of a deep-seated slow-moving landslide along a major national road in Sri Lanka*, Asiri Karunawardena, M. Toki, T. Thlakarathne and W. Galhena, 20th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Sydney), May 2022

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土砂災害対策工：16カ所 ・ 早期警報システム機材：30式 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土砂災害対策工22カ所 ・ 早期警報システム機材：30式
② 期間	2013年3月～2017年12月 (58カ月)	2013年3月～2020年5月 (87カ月)
③ 事業費		
外貨	6,450百万円	3,724百万円
内貨	3,140百万円	3,628百万円
	(5,304百万ルピー)	(4,999百万ルピー)
合計	9,590百万円	7,352百万円
うち円借款分	7,619百万円	6,319百万円
換算レート	1ルピー＝0.592円 (2012年11月時点)	1ルピー＝0.726円 (2013年～2020年の IMF 平均 レート)
④ 貸付完了	2020年5月	

以 上