

インドネシア

2023 年度外部事後評価報告書
円借款「メラピ山緊急防災事業（Ⅱ）」

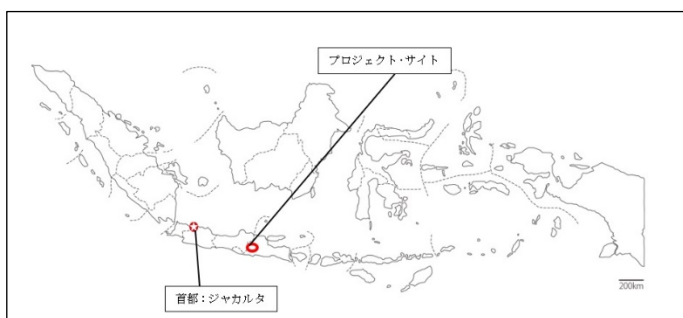
外部評価者：オクタヴィアジャパン株式会社 稲澤 健一

0. 要旨

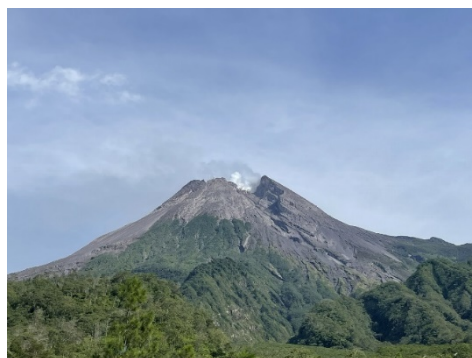
本事業は、中部ジャワ州とジョグジャカルタ特別州に跨るメラピ山の下流域において砂防施設の整備により、土石流被害の復旧と今後の被害軽減対策を行い、地域経済開発を目指すものであった。妥当性に関して、本事業は「開発計画との整合性」「開発ニーズとの整合性」が確認できる。整合性に関して、「日本の開発協力方針との整合性」は整合的といえるが、「内的整合性」「外的整合性」は具体的な連携や相乗効果は確認できない。しかし、国際的な枠組み（SDGs）の目標とは整合的であるといえる。以上より、妥当性・整合性は高い。効率性に関して、追加アウトプット工事が実施されたため当初計画以上であった。事業費は当初計画内に収まり、事業期間は当初計画を若干上回った。以上より、本事業の効率性は高い。有効性について、定量的効果指標の実績値は目標値を達成している。事業完成後、対象地域で周辺では土石流被害は生じていない。歴史的・文化的建造物の保護や地元住民による土石流氾濫への対応能力が向上していることをインタビューにより確認した。インパクトに関して、同様にインタビュー調査を通じて本事業が住民の生活基盤安定や地域経済活性化を下支えしていることを確認した。したがって、有効性・インパクトは高い。持続性に関して、政策・制度面、組織・体制面、技術面、財務面、環境社会配慮、リスクへの対応、運営・維持管理状況に特段懸念はない。したがって、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)



メラピ山噴火口
(出典：評価者撮影)

1.1 事業の背景

ジャワ島中部に位置するメラピ山は、インドネシアで最も活動的な火山のひとつである。2010年10-11月に発生した噴火は山の地形が大きく変形するほどの規模であった。山頂から約7kmの範囲では、山麓の南側から西側に至る大部分に火砕流が到達し、山の南側を流れるゲンドール川では山頂から14km地点にまで火砕流が到達した。その結果、周辺地域では甚大な人的・経済的被害を招いた。噴火によりメラピ山周辺では火山噴出物が堆積したと推定され、上流部に不安定な状態で残っている膨大な堆積物が土石流となって下流域に流下し、河川の氾濫を招き周辺地域に深刻な被害を及ぼした。当時に至るまでインドネシア政府予算や円借款による砂防施設が多く整備され土石流の氾濫防止に効果を発揮していたものの、降雨の度に発生する大量の土砂流出により埋没または破損していた。かかる状況を踏まえ同国政府は、砂防施設の整備・復旧を最重要に位置づけ、緊急性の高い砂防計画を策定し、我が国に支援を要請した。

1.2 事業の概要

中部ジャワ州とジョグジャカルタ特別州に跨るメラピ山下流域において砂防施設を整備することにより、土石流被害の復旧と今後の被害軽減を図り、もって同地域の経済開発に寄与する。

円借款承諾額/実行額	5,111 百万円 / 4,995 百万円
交換公文締結/借款契約 調印	2014年2月18日 / 2014年2月24日
借款契約条件	金利 0.01% 返済 40年 (うち据置 10年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	インドネシア共和国 / 公共事業・国民住宅省水資源総局 (Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Works and Housing ; 以下「DGWR」という) 運営・維持管理はDGWRが監督を行うセラユ・オパック流域管 理事務所 (Balai Besar Wilaya Sungai Serayu-Opak ; 以下 「BBWS-SO」という) 傘下のメラピ山運営維持管理事務所 (Pejabat Pembuat Komitmen Operation and Maintenance ; 以下 「PPK O&M」という) ¹
事業完成	2018年2月
事業対象地域	中部ジャワ州、ジョグジャカルタ特別州
本体契約 (10億円以上のみ記 載)	PT. Adhi Karya (インドネシア) ・ PT. Hutama Karya (インドネ シア) (JV) 、 Wika-Brantas Joint Operation (インドネシア)
コンサルタント契約	八千代エンジニアリング株式会社 (日本)

¹ 本事業の施設建設は主にメラピ山事務所 (Pejabat Pembuat Komitmen Pengendalian Lahar Gunung Merapi ; 以下「PPK PLG Merapi」という) が担った。

(1億円以上のみ記載)	
関連調査 (フィージビリティ・ スタディ：F/S) 等	・開発調査「メラピ火山砂防基本計画」(JICA、1977-1980年)
関連事業	<p>【技術協力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「バンジールバンダン災害対策プロジェクト」(2008-2012年) ・国際緊急援助隊専門家チーム(火山専門家、医療専門家)の派遣(2010年) ・「火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に関する総合的研究プロジェクト」(2014-2019年) <p>【円借款】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「メラピ火山緊急土石流対策事業」(借款契約調印は1985年) ・「メラピ火山及びスメル火山防災事業(II)」(借款契約調印は1995年) ・「メラピ山プロゴ川流域及びバワカラエン山緊急防災事業」(借款契約調印は2005年) <p>【その他国際機関、援助機関等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アジア開発銀行(ADB)「火山噴火被災者への無償支援」(緊急ファシリティ・アジア太平洋災害対応基金を活用)(2010年) ・米国政府による地質専門家の派遣(2010年)

2. 調査の概要

2. 1 外部評価者

稲澤 健一 (オクタヴィアジャパン株式会社)

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8月～2024年11月

現地調査：2024年1月7日～1月21日、2024年6月2日～8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

本事業開始前、インドネシア政府は「中期国家開発計画」(RPJMN：2010-2014年)を策

²A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

定し、11 の国家優先項目を掲げつつ、経済・社会成長の観点からインフラ建設の重要性を掲げていた。その中で洪水対策としての構造物整備の必要性も含まれていた。また、洪水被害軽減や災害対応を重要な施策と位置づけ、災害リスク管理を通じた自立発展的な経済成長及び福祉の向上を企図していた。加えて同政府は、「国家防災計画」（2010-2014 年）を策定し、その中でメラピ山を含む 70 の活火山での防災対策の重要性を指摘していた。

事後評価時、インドネシア政府は「国家中期開発計画」（RPJMN：2020-2024 年）を策定し、7 つの優先課題のひとつに「環境の構築、防災への対応能力向上、気候変動対策」を掲げている。このうち防災分野に関しては、「災害や気候への耐性を高めるための強化策」を掲げ、防災対策の重要性を述べている。また、本事業の実施機関である DGWR は「戦略計画」（2020-2024 年）を策定し、その中で災害に強いインフラ施設の整備、災害に対し迅速かつ的確な対応といえる予算編成への取り組みを目指している。

以上より、事業開始前及び事後評価時においてインドネシアでは自然災害への対応や防災対策が重要な施策とされ、災害に強いインフラ施設の整備が必要とされている。したがって、事業開始前・事後評価時ともに国家計画、セクター計画等それぞれにおいて政策・施策との整合性が認められる。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

2010年10-11月にメラピ山は噴火し、南側のスレマン県を流れるゲンドール川では火砕流が流下し、周辺地域に甚大な被害を及ぼしていた。上流の河床は土砂の堆積により大きく上昇し、火砕流による氾濫面積は640万㎡に及んだ⁴。同河川流域には4,700万㎡の土砂が堆積し、砂防施設が埋没し護岸部分も損傷した。同県内の2,346世帯が家屋の損傷を被った⁵。同河川域下流に位置するプランバナン・ヒンドゥー教遺跡⁶や周辺の村落でも土砂災害によるリスクが高まった。そのため、遊砂地の建設による土石流の氾濫防止が喫緊の課題であった。近隣のプティ川では、噴火後は降雨の度に大量の土砂が流出していた。土砂の一部は堰堤を乗り越えて氾濫し、被害を受けた住民も少なくなかった。したがって、地域住民にとって安定した経済活動や被害防止対策として安全に資するインフラ施設を整備し、土石流被害の防止が急務とされた。

事後評価時、本事業の実施機関であるDGWRはメラピ山周辺地域を影響の受けやすい火山地帯のひとつに位置づけ、引き続き災害に強いインフラ施設の開発・強化に取り組む姿勢を示している。具体的には、本事業で整備された砂防施設の運営・維持管理を担うBBWS-SO/PPK O&Mによると、2017年に策定されたマスタープランにおいて整備が必要と認定された砂防施設のうち、本事後評価時まで約75%が建設済であるが、残りも引き続き整備に取り組む方針である。

⁴ スレマン県の76%に相当する規模である。

⁵ 出所は国家防災庁（Badan Nasional Penanggulangan Bencana；以下「BNPB」という）

⁶ 国際連合教育科学文化機関（UNESCO）により世界遺産に指定されている。

以上より、事業開始前及び事後評価時においてメラピ山周辺地域では引き続き砂防施設が整備されており、今後も進捗が見込まれる。したがって、事業開始前・事後評価時ともに開発ニーズとの整合性が認められる。

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

事業計画及び方針・アプローチは適切であったと判断できる。事業開始前、類似案件の事後評価を通じて「噴火により生じる砂・砂利が市場価値を有する場合には、民間砂採掘業者を政策的に誘導することによって、砂防施設に堆砂した土砂の除去等、行政側の運営・管理に対する財政負担を軽減することが可能である」ことが教訓とされていた。そして、「市場価値を有する砂・砂利については地方政府が民間砂利採掘業者による砂利採掘を登録制にし、BBWS-SOによる技術的助言のもと適正な管理を行い、河川流域の河道保護や砂防施設を効率的に活用すること」を本事業での適用策に挙げていた。事後評価時現在、事業対象地域周辺では民間砂利採掘業者（3社）が登録制度に基づきゲンドール川沿いで砂・砂利を採掘している。火山噴出物や土砂が下流に流れ、砂・砂利は建設資材として市場価値が高く、業者にとって大きな利益となる。採掘に際して、業者は地方政府が発行する許可証を取得する必要がある。その申請にはBBWS-SOからの技術的提言が必要となっている。民間砂利採掘業者は採掘する場所をBBWS-SOに要請する。BBWS-SOはその場所が適切であるかを調査し、採掘される砂利の量を推計し、出された要望の妥当性を判断する。BBWS-SOはその判断を基に技術的提言を作成し、民間砂利採掘業者に文書として明示する⁷。以上より、本事業をきっかけに砂・砂利の採掘に関して適正な管理体制が敷かれた。その結果、河道や砂防施設の保護にも結びついていると推察できる。

3.1.2 整合性（レーティング：②）

3.1.2.1 日本の開発協力量針との整合性

外務省が策定した「対インドネシア国別援助方針」（2012年4月）では、「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」を重点分野とし、防災・災害対策への支援が明記されていた。また、JICAが策定した「対インドネシア JICA 国別分析ペーパー」では、防災を協力プログラムの一つとして位置づけ、災害対策支援として河川構造物の修復・整備といった対策、上流域保全、地域住民の洪水対応能力強化等といった非構造物対策の必要性を掲げていた。

本事業は、メラピ山噴火の影響により周辺地域では土石流や土砂流といった土砂災害のリスクに晒されている中で、砂防施設等の整備を行い、土石流被害の復旧と今後の被害軽減を図るものであり、「対インドネシア共和国国別援助方針」「対インドネシア JICA 国別分析ペーパー」における防災・災害対策への対応と合致している。したがって、日本の援

⁷ 技術的提言は5年毎に更新し、延長も可能である。技術的提言には採掘可能な場所と砂・砂利の量が明記されている。採掘は地方政府が管理している。業者による採掘に潜在的な損害があると判断される場合、許可証は取り消される。事業開始前後には20-30社が登録されていたが、事後評価時に至るまで、技術的提言を得て許可証を入手できた業者は3社に絞られている。

助政策としての整合性が認められる。

3.1.2.2 内的整合性

本事業開始前までに、JICA は技術協力「バンジールバンダン災害対策プロジェクト」(2008-2012 年)を通じて、火砕流堆積量や土石流氾濫及び河床変動状況について現地調査を実施した。また、同じく技術協力「火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に関する総合的研究プロジェクト」(2014-2019 年)では、メラピ山を含むジャワ島において火山噴火早期警戒システム、土砂災害シミュレーター、浮遊火山灰警戒システムを統合した複合土砂災害意思決定支援システムを構築していた。本調査では、質問票や事業関係者へのヒアリングを通じて、これらの技術協力と本事業との間には連携や相乗効果の創出はなかったことを確認した。

本事業の先行事業である「メラピ山プロゴ川流域及びバワカラエン山緊急防災事業」(借款契約調印は 2005 年 3 月、実施期間は 2005-2014 年)はメラピ山周辺において砂防施設等を通じて災害の軽減を図るものであった。砂防施設や導流堤の建設、早期警報システムの導入、砂防施設の復旧工事が実施されていた。災害被害の軽減、住民の生活環境向上や地域経済の活性化への貢献を目指す本事業と同じ目的であったといえるが、計画・実施された時期がそれぞれ異なる。そのため、連携が構築されたとはいえない。しかし、同一地域で目指す方向が同じであったことを踏まえると、相互補完関係にある。

本事業では、天端を道路として活用する砂防施設(参照：写真 3)⁸、灌漑用水を取水する機能を持つ放水路(参照：写真 4)といった多機能型砂防施設が整備された。その後、インドネシアでは「中部スラウェシインフラ復興セクター・ローン」の円借款契約が調印された(2020 年 1 月)。事業関係者によると、同セクター・ローンでは二次災害である土砂災害対応(河川系事業)が進められている中で、本事業で導入された多機能型砂防施設の情報共有と技術提案が取り入れられた⁹。しかし、本事後評価時点で具体的な連携や相乗効果等は創出されていない。

⁸ メラピ山地域において住民にとって交通アクセスが困難な遠隔地に限って建設された。3.3.2.1 インパクトの発現状況にて詳述する。

⁹ 事業関係者へのヒアリングによると、「本事業との関係性について、直接的な技術移転がないものの、① DGWR 中央河川灌漑局内において、インフラ復興セクター・ローンの設計及び施工会議に、本事業に携わっていた職員が参加し、技術的提案を行っている。②インフラ復興セクター・ローンは、道路、河川、建物と 3 つの総局が共同で実施している。これを束ねる組織が創設されているが、その担当が大臣官房の最高技術顧問であり、かつ、本事業関係者でもあった。右組織は砂防施設の必要性や対策の方向性など、多機能施設(道路・灌漑・水資源開発)に関する技術指導を行っている。③本事業に参画した BBWS-SO 職員がインフラ復興セクター・ローンの被災現場で視察を行い、土砂の流出状況、必要な施設、周辺の社会環境から多機能型施設に関する提案を行っている」とのことであった。今後、インフラ復興セクター・ローンでの工事が進むにつれ、本事業の成果が徐々に注目される可能性はある。

3.1.2.3 外的整合性

事業開始前、アジア開発銀行（ADB）は「火山噴火被災者への無償支援¹⁰」（2010年）を実施していた。米国政府は地質専門家を派遣し、2010年10月のメラピ山噴火の活動状況やその後の見通しにつき調査を行い、インドネシア政府に対応に関する助言を行っていた。かかる実績についてDGWRにヒアリングを行ったところ、「火山噴火被災者への無償支援」も米国専門家による調査・助言も本事業とは関連性がなかったとこのことを確認した¹¹。

国際的な枠組みとの関連について、本事業は洪水対策工事による洪水被害の軽減を目指し、地域経済の活性化や住民の生活環境の改善、気候変動への対応に貢献する観点から、SDGsの「目標9.産業と技術革新の基盤をつくろう」「目標11.住み続けられるまちづくりを」「目標13.気候変動に具体的な対策を」といった目的に整合するといえる。

本事業の妥当性に関して、「開発計画との整合性」「開発ニーズとの整合性」は確認される。整合性に関して、「日本の開発協力方針との整合性」は整合的といえるが、「内的整合性」「外的整合性」は具体的な連携や相乗効果は確認できない。その一方、国際的な枠組み（SDGs）の目標とは整合的であるといえる。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

表1に本事業のアウトプット計画と実績を示す。

表1：本事業のアウトプット計画及び実績

審査時計画	実績
1) 土木工事の内容 ・遊砂地建設 ¹² （ゲンドール川） ・放水路建設 ¹³ （プティ川）	1) 土木工事の内容 ・遊砂地建設（ゲンドール川） ・放水路建設（プティ川） ⇒おおむね計画どおり実施された。 *追加アウトプットとして、メラピ山地区では緊急砂防施設の建設（5基）と改修（6基）、マゲラン地区では緊急砂防施設の建設と改修（それぞれ1基）が行われた ¹⁴ 。

¹⁰ 緊急ファシリティ・アジア太平洋災害対応基金を活用していた。

¹¹ その一方、エネルギー・鉱物資源省への情報提供としては有益であったとのコメントは得られた。

¹² 遊砂地は、河川に広い流路を確保し、上流から一気に流れる土砂を分散させ土砂の勢いを弱めつつ、一時的に受け止め下流部まで土砂が流れ込まないようにする。サンドポケットともいう。

¹³ 放水路は、洪水を放流するために川から分派させ新たに開削する水路である。

¹⁴ ここでいう砂防施設は堰堤（ダム）を指す。

2) コンサルティング・サービス ・詳細設計、入札補助、施工監理支援 ・マスタープランの見直し ・砂防の広報活動等	2) コンサルティング・サービス ・詳細設計、入札補助、施工監理支援 ・マスタープランの見直し ・砂防の広報活動等 ⇒おおむね計画どおり実施された。
--	--

出所：JICA 資料（審査時計画）、事業完了報告書・質問票回答（実績）

1) 土木工事の内容

本事業では、中部ジャワ州とジョグジャカルタ特別州においてゲンドール川（スレマン県）では遊砂地、プティ川（マゲラン県）では放水路が整備された。工事はおおむね計画どおりであった。事業サイト位置を図1に示す。

本事業では、追加アウトプットとしてメラピ山地区にて緊急砂防施設の建設（5基）と改修（6基）、マゲラン地区にて緊急砂防施設の建設と改修（それぞれ1基）が行われた。これらは2017年にマスタープランの見直しが行われた際に、メラピ山噴火による過剰な土砂流出量が想定され、土石流による土砂や川床の変動をより抑える目的で工事が実施された¹⁵。

2) コンサルティング・サービス

おおむね当初計画どおり実施された。2010年10-11月、メラピ山では大規模な火砕流や土石流が発生したことにより、流域の地形に大きな変化が生じた。本事業に際して、施工監理コンサルタントはメラピ火山砂防基本計画（2001年策定）の見直しや地域住民向けに砂防の理解増進のための広報活動等を実施した。同コンサルタント及びBBWS-SO/PPK PLG Merapiへのヒアリングを通じて、これらの活動は円滑に実施されたことを確認した。

<参考情報：事業完成後における砂防施設周辺での土石流や洪水発生状況>

ゲンドール川では、2020年1月1日、同年2月6日に小規模な噴火に伴う土石流が発生した。土石流はいずれもメラピ山頂から上流地域（7-8km地点の付近）で止まった。当初計画で整備された遊砂地周辺まで土石流は到来しなかった。他方、追加アウトプットとして整備された砂防施設（1基、施設番号はGE-D5）に土石流が到来したが流れは止まった。氾濫被害は発生していない。

プティ川沿いに整備された放水路周辺では、事業実施中及び完成後に土石流の到来や氾濫は発生していない。

¹⁵ その結果、3.3.1.1.有効性・定量的効果（運用・効果指標）で述べるとおり、メラピ山地区及びマゲラン地区の砂防施設周辺では、土砂調整量 812,900 m³（最大捕捉量）の確保が着実となった。氾濫想定面積も減少した（3,000,000 m²→0）。

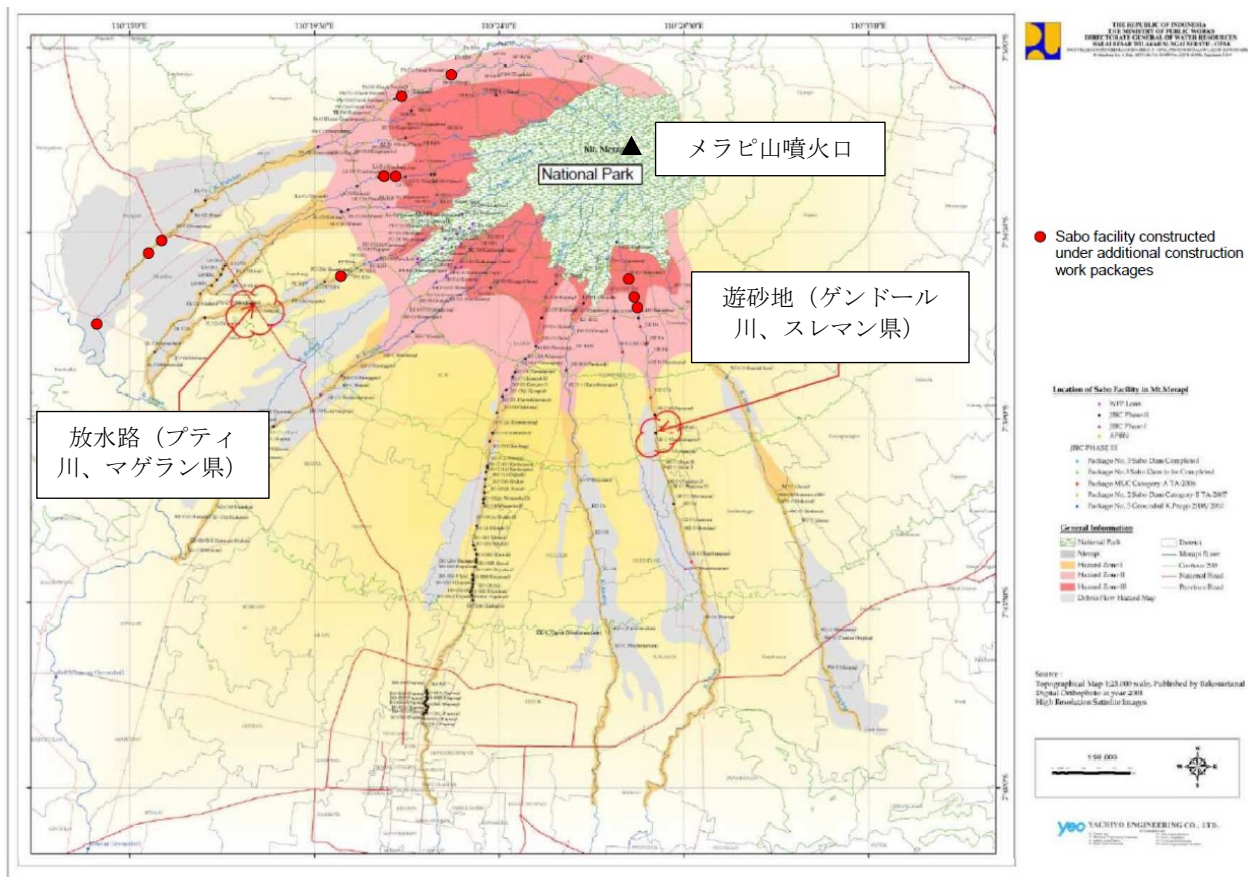


図1: プロジェクトサイト位置図 (小さな赤丸箇所は追加アウトプット工事の砂防施設を示す)
(出典: 事業完了報告書)

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

審査時の計画では総事業費 6,364 百万円 (うち円借款対象は 5,111 百万円) であったのに対し、実績額総額は 5,150 百万円 (うち円借款対象は 4,995 百万円) と計画内に収まった (計画比約 81%)。収まった主な理由として、(a) 施工業者の選定に際して価格競争が働いた受注となったこと、(b) 事業管理が徹底 (資金管理含む) されたこと、(c) 用地取得予算について、当初計画として対象地周辺の土地では高い路線価が採用されて積算されていたが、実際は幹線道路から少し離れた場所での取得実績が多かった、すなわち、立地条件に応じて用地取得交渉が行われた結果、取得費用が抑えられたこと等が挙げられる。

3.2.2.2 事業期間

審査時、事業期間は 2014 年 2 月～2017 年 9 月までの 3 年 8 カ月 (44 カ月) と計画されていた¹⁶。一方、実績は 2014 年 2 月～2020 年 12 月までの 6 年 11 カ月 (83 カ月) であり、

¹⁶ 審査時、本事業の完成時期は「施設供用開始時」とされていた。

当初計画を上回り、対計画比では約 189%であった。しかしこれは、3.2.1. 効率性・アウトプットにて述べた「追加アウトプット工事としてメラピ山地区及びマゲラン地区において緊急砂防施設の建設」が実績期間に含まれている。この追加アウトプット工事は、コンサルティング・サービスの一環として実施予定であったマスタープランの見直しが前提であったことを考慮する必要がある。実態として、2017年にマスタープランは見直しされ、新たな工事（上記の緊急砂防施設建設）が実施された。その点は効率性評価を毀損するものではないといえる。同マスタープラン見直しが行われた際に追加アウトプット実施に係る計画期間は定められなかったものの、実際の工事には大きな遅れを伴わなかった。そこで、仮に追加アウトプット工事が未実施であった場合と当初計画期間との比較／検証することも吝かではないと考える。表 2 に事業期間の当初計画及び実績を示すが、審査時の期間計画である追加工事を伴わない供用開始時期（2017年9月）と追加アウトプット工事を伴わない工事完了時期（2018年2月）（表 2 のそれぞれ下線部）とを比較すると、約 111%である。これは計画をやや上回る程度であり、大きな遅れを伴わなかったといえる。

表 2：事業期間の当初計画及び実績

	当初計画	実績
(事業全体)	2014年2月～2017年9月 (44カ月)	2014年2月～2020年12月 (83カ月)
1) 用地取得	2013年1月～12月 (12カ月)	2013年1月～2018年9月 (69カ月)
2) コンサルタント選定	2014年2月～9月 (8カ月)	2015年2月～11月 (10カ月)
3) コンサルティング・サービス	2014年10月～2018年3月 (42カ月)	2015年11月～2021年1月 (63カ月)
4) 入札・契約	2014年2月～9月(8カ月)、 2015年1月～2016年5月(17カ月)	2015年2月～11月(10カ月)、 2015年4月～2016年2月(11カ月) ¹⁷ <追加アウトプット工事分> 2018年1月～8月(メラピ山地区の緊急砂防施設建設)、 2020年7月～8月(マゲラン地区の緊急砂防施設建設)
5) 建設工事等	2014年10月～ <u>2017年9月</u> (36カ月)	<u>2015年11月～2018年2月</u> (42カ月) <追加アウトプット工事分> 2018年10月～2020年3月(メラピ山地区の緊急砂防施設建設)、 2020年9月～12月(マゲ)

¹⁷ 当初計画も実績も、プティ川の放水路建設とゲンドール川の遊砂地建設の入札・契約手続きに係る期間をそれぞれ示している。

3. 2. 3 内部収益率（参考数値）

経済的内部収益率（EIRR）

審査時、土石流による被害の軽減等を「便益」、事業費と維持管理費を「費用」、プロジェクトライフを 50 年として、EIRR は 15.8%と算出されていた。本調査では、審査時と同条件にて事後評価時の再計算を試みたところ、18.2%と審査時の想定を若干上回った。その理由として、既出のとおり追加アウトプット工事が実施されたことによる効果の高まり等により想定以上の便益が発生していることが挙げられる。

財務的内部収益率（FIRR）

審査時、施設利用料など料金収入といった財務的収益が発生しないと想定され、計算されていなかった（収益性を高めるという性格の事業ではなかったと考えられる）。事後評価時においても再計算を行わなかった。

本事業では、追加アウトプット工事が実施されたため当初計画以上であった。事業費は当初計画内に収まり、事業期間は当初計画を若干上回った。以上より、効率性は高い。



写真 1：遊砂地（ゲンドール川）
（出典：評価者撮影）



写真 2：放水路（プティ川）
（出典：評価者撮影）



写真3: 通行可能な砂防施設
(天端に道路が敷設されている)
(出典：評価者撮影)



写真4: 放水路 (プティ川) 左側に
灌漑用分水路が設置
(出典：評価者撮影)

3. 3 有効性・インパクト¹⁸ (レーティング：③)

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果 (運用・効果指標)

審査時、本事業の効果としてメラピ山噴火の影響により土石流や土砂流など土砂災害のリスクに晒されている中で砂防施設等を整備し、土石流被害の復旧及び今後の被害の軽減が見込まれていた。表3に本事業の定量的効果指標 (基準値・目標値・実績値) を示す。

表3：本事業の定量的効果指標 (基準値・目標値・実績値)

指標名 (当初計画分)	基準値 (2010年)	目標値 (2019年)	実績値 (2022年)
指標 1) 年間最大流下能力 (プティ川)	237 m ³ /秒	635 m ³ /秒	635 m ³ /秒
指標 2) 遊砂地の土砂調整量 (ゲンドール川) *注1	N/A	当初目標：800,000 m ³ 、 設計変更後の目標： 589,000 m ³ (それぞれ最大捕捉量)	589,000 m ³ (最大捕捉量)
指標 3) 土石流出による 氾濫面積 (プティ川)	530,000 m ²	0	0
指標 4) 既堆積土砂の氾 濫面積 (ゲンドール川)	800,000 m ²	0	0
指標名 (追加アウトプット分)	基準値	目標値	実績値 (2022年)
指標 5) 緊急砂防施設建	N/A	812,900 m ³	812,900 m ³

¹⁸ 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。

設による土砂調整量（メラピ山地区及びマゲラン地区）		（最大捕捉量） *注 2	（最大捕捉量）
指標 6) 既堆積土砂の氾濫面積（同上）	3,000,000 m ² *注 2	0	0

出所：JICA 資料（基準値・目標値）、質問票回答・ヒアリング・現場視察・事業完了報告書（実績値）

*注 1：指標 2) ゲンドール川遊砂地の土砂調整量の目標値は、マスタープランの見直し（2017年）により変更となった。現地踏査により詳細に地形条件等が考慮された結果、より正確な数値（589,000 m³）が算定された。

*注 2：追加アウトプット分にかかる基準値・目標値は事業完了報告書より引用している。

目標値は完成 2 年後に達成を目指していた。本調査では、追加アウトプット工事完了時から 2 年後に当たる 2022 年の実績値について、質問票、現場視察、ヒアリングにより確認した。各指標の目標値と実績値について以下に説明する。

プティ川では放水路が建設されたことにより、河積¹⁹が拡大し流下能力が拡大した。指標 1) が示すとおり 237 m³/秒から 635 m³/秒となった。また、指標 3) が示すとおり氾濫面積は解消した。

ゲンドール川での遊砂地建設に際して、事業開始後に設計変更が生じ、目標値が変更となった。指標 2) が示すとおり最大補足量（589,000 m³）が確保できている。また、指標 4) が示すとおり、既堆積土砂の氾濫面積も解消した。

追加アウトプット工事分（メラピ山地区及びマゲラン地区における緊急砂防施設建設）に関して、マスタープランの見直し（2017年）時に厳密には基準値と目標値は設定されていなかったものの、指標 5) が示すとおり、完成により両地区では土砂調整量 812,900 m³（最大補足量）が確保された。指標 6) が示すとおり、既堆積土砂の氾濫面積も解消した。

次に、表 4 にプティ川とゲンドール川周辺地域の全世帯数と浸水戸数を示す。

表 4：事業開始時（2014年）～事後評価時（2023年）迄のプティ川、ゲンドール川周辺地域の全世帯数（上段）、浸水戸数（下段）

<プティ川周辺地域>

	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
全世帯数	6,963	7,099	7,236	7,372	7,509	7,646	7,782	7,919	8,055	8,192
浸水戸数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<ゲンドール川周辺地域>

	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
全世帯数	15,238	15,321	15,403	15,486	15,569	15,651	15,734	15,816	15,899	15,982
浸水戸数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

出所：PPK PLG Merapi

プティ川及びゲンドール川とも世帯数が増加傾向²⁰にあり、土石流や土砂災害に起因す

¹⁹ 一般的に河川の横断面での水が占める面積を指す。

²⁰ 特にプティ川下流域では幹線道路が走っており、近年は物資輸送や商業活性化が顕著となっている。定

る浸水戸数は皆無であるが、本事業の効果とは必ずしもいえない。その一方、3.2.1 効率性・アウトプットにて述べたとおり、2020年の小規模噴火の際には、ゲンドール川沿いで土石流が発生したが、噴火口から7-8km地点にある砂防施設（本事業の追加アウトプット工事として改修された施設番号GE-D5）で土石流の流下は止まった。上流域に当たるがその周辺には住宅はほぼないため、人的・物的被害はなかった。PPK PLG Merapiによると、「昨今、ゲンドール川下流域では住宅、礼拝所、学校、市場、商店、宿泊施設、医療施設等が増えている。上流域～下流域にわたり追加アウトプット工事分を含め砂防施設が整備されていることで、周辺住民の間では安心感が高まっていると思う」とのコメントが得られた。かかるコメントを踏まえると、本事業は土石流被害の軽減に寄与しているといえると考えられる。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

土石流被害からの復旧や被害の軽減、歴史的、文化的建造物保護の推進、地元住民による土石流氾濫への対応能力の向上

現地調査では放水路建設地（プティ川）と遊砂地建設地（ゲンドール川）周辺地域に住む住民代表と住民に対し、土石流被害からの復旧や被害の軽減、歴史的・文化的建造物保護の推進、地元住民による土石流氾濫への対応能力に関する状況についてインタビュー調査を行った²¹。以下は得られたコメントの一部である。

<土石流被害からの復旧や被害の軽減>

- 「ゲンドール川流域周辺には20年以上住んでいる人間が多い。土石流氾濫による住宅地区への浸水リスクは下がったと感じている。それは本事業（砂防施設や遊砂地の整備）によるものと理解している。自然災害に対する不安は減っている」（スレマン県の住民代表）
- 「本事業完成以降、顕著な土石流被害は生じていない。2020年にゲンドール川の上流部（定住者が少ない地区）で土砂・石・倒木等が流れたが、本事業で整備された砂防施設で止まった。下流部までに流れることはなかった」（スレマン県の住民）
- 「プティ川の放水路は、高い堤防（約5m）と幅広の河道（約70m）からなる。機能性は高いと思う。付近の住民は安心感を抱いている」（マゲラン県の住民）

<歴史的・文化的建造物保護の推進>

- 「ゲンドール川下流部の近くにプランバナン寺院群がある。2010年10-11月の噴火では、土石流がその近くまで到達した。ゲンドール川上流部で土石流を止めなければ、

住人口も増加傾向にある。

²¹ 放水路周辺（プティ川）の住民10名、遊砂地周辺（ゲンドール川）の10名、住民代表2名を対象にインタビュー調査を行った。

寺院周辺に土石流が押し寄せる可能性がある。本事業で整備された砂防施設が周辺地域と寺院を守っていると思う」(スレマン県の住民)

<地元住民による土石流氾濫への対応能力向上>

- 「メラピ山噴火や土石流災害が起こる場合、周辺住民は自覚を持って行動する。一例として、迅速に避難できるよう重要書類その他をいつでもバッグにまとめている。BBWS-SO/PPK O&Mや自治体(スレマン県、マゲラン県)にはいつでも連絡できるようにしている。自治体はメッセージング・アプリ(WhatsApp等)を用いて早急に避難関連情報を提供する体制が備わっている」(スレマン県、マゲラン県の住民代表)
- 「防災政策の策定・調整を担う地方防災庁(BPBD)²²は早期警報システムを導入している。メラピ山周辺地域を管轄する事務所からサイレンを鳴らして周辺地域に危険を知らせる。サイレンは最大4km離れた場所からでも聞こえる。2010年10-11月のメラピ山噴火以来、周辺住民を対象とした減災ボランティア活動が実施されている。その他、災害に強いスレマン情報システム(SIMANTAB)というアプリケーションソフトを開発し、メラピ山に関する最新情報をスマートフォン端末向けに提供している」(スレマン県、マゲラン県の担当者)。
- 「長年、警報システムの導入・拡充、被害軽減策に取り組んでいる。地域住民は起こりうる災害に対して行政機関(近隣の地方政府、火山学・地質災害軽減センター(PVMBG)、公共事業省(MOPWH)等)と連携・協力体制を構築している。2010年10-11月のメラピ山噴火以降、地域住民は防災や避難への意識を高めている。砂防施設の機能に安心しきるのではなく、行政機関や地域住民は迅速な復旧に備えている」(スレマン県、マゲラン県の担当者)

以上のコメントを踏まえると、土石流被害からの復旧に関して、本事業により周辺地区の住民は土石流被害への不安を減らし、整備された砂防施設への信頼・安心感を抱いていると考えられる。事業完成後に顕著な被害実例がないものの、住民も行政組織も噴火・土石流災害への備えや対応能力への意識を高めていることがうかがえる。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

砂防施設整備に伴う土石流氾濫の被害抑制を通じた生活基盤の安定化、地域経済活性化への貢献

事業サイト周辺地域の住民代表、地元自治体、BBWS-SO/PPK O&Mに対して、住民の生活環境や経済活性化の状況、本事業との関連性についてインタビュー調査を行った²³。以

²² 各州・県・市に設置されている。BNPBの地方組織。

²³ スレマン県の水資源部門所属職員6名、マゲラン県の公共事業・空間計画部門所属の3名、住民代表2

下は得られたコメントの一部である。

- 「ブランバナシ寺院には多くの人を訪れ、寺院周辺では商業活動が盛んである。土石流災害の心配が少ないため、安心して商売ができると思う」（スレマン県の住民代表）
- 「建設された遊砂地（ゲンドール川）は地元社会に大きな恩恵をもたらす。周辺住民は安心して生活していると思う。2010年のメラピ山噴火から現在まで、周辺では住宅着工数が増えている。商取引機会や雇用も増え、周辺の寺院をはじめ観光を訪れる人も増えている。地元住民は収入を得る機会を増やしていると思う」（スレマン県の担当者）
- 「整備された砂防施設から分水路（プティ川）を経て農地に水が引かれている。水の供給は安定化し、米など農作物の生産性向上も少なからずある」（マゲラン県の担当者）
- 「一部の砂防施設の天端部分では、地元住民は徒歩、車両で通行できるようになっている。これは多機能型施設としてインドネシアで始めて採用された。土石流の氾濫リスクの軽減に寄与している。人・車両の往来が円滑となり物流や経済の活性化も期待できる。緊急災害時の避難路としても活用できる」（PPK O&M 維持管理職員）

以上のコメントを踏まえると、本事業は土石流災害から住民の生活圏を守り、対象地域の雇用促進や経済活性化を下支えしていると考えられる。

コラム. 砂防技術発展に資する「内外一元化」への期待に関する考察

1960年代以降、我が国はメラピ山をはじめインドネシアの火山・砂防分野への技術協力支援を行っている。その中で、メラピ山復旧事業で培われた砂防技術が我が国の火山・砂防分野にも活かされる事例も少なくない。一例として、雲仙・普賢岳噴火後の復旧事業（1991年）が挙げられる。遊砂地の建設に際して、それまでメラピ山周辺の復旧事業（1980年代）で整備された遊砂地の設計・工法が取り入れられた。桜島（鹿児島）の防災対策にもメラピ山の復旧事業で培われた技術（遊砂地整備）が取り入れられ、火山・防災対策に活かされている。

本事業実施に際しても、火山防災への協力を通じて得た知見を我が国に還元し、砂防技術発展に資する「内外一元化」への期待は高かった。事業関係者へのインタビューによると、事後評価時まで特定の砂防技術に活かされた実績はないものの、高温の火砕流堆積物が生じる開削工事や噴火後の緊急対策に関するノウハウを蓄積できたこと、今後日本で活かされる可能性があることを確認した。特に本事業の施工監理コンサルタント

名、PPK O&Mの維持管理担当職員2名に対してインタビュー調査を行った。

トは国内学会で発表に取り組み、噴火後における土石流（主に雨季）の発生頻度、砂防施設の被災形態や河床低下対策、土石流捕捉後の除石管理、高温の火砕流堆積物の開削・築堤工事、安全対策・課題など砂防技術発展に資する内容、すなわち、本事業で得られた知見・技術の事例等を積極的に紹介した。また、マスタープランの見直し（2017年）を通じて土砂動態に関する知見・技術はインドネシア側と共有された。加えて本事業では、灌漑用水路（分水路）が設置され、一部の砂防施設の天端部分には交通アクセス改善を目的とした道路が設置されるなど多機能型砂防施設の導入が進んでいる。今後、このような知見や技術の事例等が日本や他国に導入される可能性はあるかもしれない。

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）に掲げる砂防セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への影響は重大でないと判断され、かつ、同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないと判断された（カテゴリ B）。

本事業に係る環境影響評価（EIA）に関して、本事業開始前、インドネシア国内法では作成が義務付けられていなかった一方で、環境マネジメント計画（UKL）及び環境モニタリング計画（UPL）を作成する必要があった。放水路（プティ川）については、マゲラン環境管理局により、遊砂地（ゲンドール川）はスレマン環境管理局によりUKL及びUPLが承認された²⁴。また、追加アウトプット建設（メラピ山地区の緊急砂防施設の建設・改修、マゲラン地区の緊急砂防施設の建設・改修）に関しても両環境管理局より承認され、承認後に建設工事が開始された。

事業実施中、大気・水質汚染、廃棄物による問題、騒音、生態系への影響がなかったことを質問票、事業関係者へのヒアリング、現場視察により確認した²⁵。工事現場から生じる土砂廃棄物も適正に処理された。

事業完成後、同様に負の影響はないことも質問票、事業関係者へのヒアリング、現場視察により確認した。排気ガス増大や騒音の懸念、生態系への影響、土砂廃棄物処理の問題等といった事象も見られない。事業サイトはメラピ山自然保護地区から遠く離れたところに位置するため、生態系への影響も限定的である。実施された対策や環境モニタリングは事後評価時までに行われていない。周辺地域住民からは苦情や不満が出ていないことも確認した。

²⁴ 事業実施中は定期的（6カ月毎）に施工監理コンサルタント（環境専門家）がUKL及びUPL実施報告書をPPK PLG Merapiに提出し承認に至った。事後評価時まで全書類・資料が保管されている。

²⁵ 具体的なモニタリング結果は提示されなかった。BBWS-SO/PPK PLG Merapiによると工事実施中にはわずかに騒音や振動が発生したが、顕著なものではなかったとしている。

2) 住民移転・用地取得

本事業で用地取得の対象となった土地保有者数、取得面積、支払われた補償金額を表 5 に示す。インドネシア側（BBWS-SO/PPK PLG Merapi）は用地取得計画を立て、諸手続きを行った。

住民移転は発生しなかった。生計支援に関する資金配賦等もなかった。

表 5：対象となった土地保有者数、取得面積、支払われた補償金額

事業サイト	土地保有者数	取得面積	補償金額
遊砂地建設（ゲンドール川）	23 人	15,212 m ²	1,550 百万 IDR
放水路建設（プティ川）	122 人	118,161 m ²	19,078 百万 IDR
緊急砂防施設建設（メラピ山地区）* 注	20 人	11,384 m ²	1,702 百万 IDR
緊急砂防施設建設（マゲラン地区）*注	0 (発生せず)	0 (発生せず)	0 (発生せず)

出所：質問票回答、事業完成報告書

*注：追加アウトプット分

BBWS-SO/PPK PLG Merapiによると、土地保有者との交渉、取得手続き、補償金の支払いについて、インドネシアの法律（土地法）に則り適切に行ったとのことである。取得手続きに際しては、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」の内容にも基づいていたとのことである²⁶。追加アウトプット工事に係る用地取得を含め、事後評価時までには補償金の未払いや対象者からの苦情等はないことも確認した。

3) ジェンダー平等、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範、人々のウェルビーイング、人権

本事業は、中部ジャワ州及びジョグジャカルタ特別州に跨るメラピ山下流域において砂防施設の整備を通じて、土石流被害の軽減や地域経済の発展に貢献するものである。ジェンダーへの影響や平等の実現、公平な社会参加を阻害されている人々への影響、社会システムや人々のウェルビーイング・人権について特筆すべき点は確認できなかったが、整備された砂防施設は土石流被害を阻止する機能を持つことに加え、周辺住民は砂防施設の天端部分に敷設された道路を日常的に活用し、市場、病院、保健施設、宗教施設へのアクセスが改善している。また、既出のインタビュー結果が示すとおり周辺住民は土石流災害や洪水からの避難、防災への意識を高めている。すなわち、本事業のような砂防施設の整備

²⁶ 「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」では、対象プロジェクトには適切な環境社会配慮が行われることが原則とされ、用地取得に際しても対象者と社会的合意が必要とされる。一例として、本事業の用地取得にかかる交渉は事業実施側と対象者との間で双方合意に基づき行われ、土地譲渡のプロセスが特段大きな問題がなく実施されたことを用地取得活動報告書で確認した。

により（弱者を含む）地域住民は安全・安心度を高め、幅広く経済活動に参加できる環境が備わったと考えられる。それにより、生きる上での選択も増やすことになり、ウェルビーイングにつながる事象を生み出すと考えられる。本事業はその一助を担っていると考えられる。

本事業の実施により期待されたアウトカムやインパクトはおおむね計画どおりに達成され、長期的にも社会（人権やジェンダー平等を含む）、環境面や経済面でマイナスのインパクトはほとんどないといえる。以上より、本事業の実施により計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 政策・制度

インドネシア政府が策定した「国家中期開発計画」（RPJMN：2020-2024）では、環境の構築、防災への対応能力向上、気候変動対策を重要課題に掲げられている。特に防災分野では、災害及び気候への耐性を高めるための強化策として防災対策の重要性を指摘している。これは、事後評価時においても同国政府の政策や方向性に合致するものといえる。

3.4.2 組織・体制

実施機関は DGWR である。DGWR の地方組織である BBWS-SO はメラピ山周辺の砂防関連施設の運営・維持管理に責任を有している。実際の運営・維持管理は BBWS-SO 傘下の PPK O&M により行われる体制である。

本事業で整備された砂防施設にかかる維持管理担当職員（技術系職員）は 7 名である。質問票回答、BBWS-SO/PPK O&M へのヒアリングを通じて、過不足なく適材適所に職員が配置されていることを確認した。近年、職員数は減少傾向にあるとのことである²⁷。一方で、運営・維持管理の測量・設計などの業務を外部に発注するなど効率的な組織運営に取り組んでいる。

整備された砂防施設²⁸は定期的な維持管理業務を必要としない。しかし、仮に火砕流や土石流被害の発生時には、砂防施設の点検や補修等が迅速に行われる。また、PPK O&M 職員は溶岩流・土石流被害や施設への被害状況の確認、被害データの収集、必要な対策のため関係機関との調整・報告等を行う体制を構築している。

以上より、本事業の運営・維持管理の体制面には特に問題はないと判断される。

²⁷ 本事業開始前の職員数は 64 名であった。BBWS-SO/PPK O&M によると、本事業開始以降は組織内で職務の兼務化が進んだこと、IT 技術の業務への適用が進んだことにより組織運営の効率化が進んだことを理由に挙げている。

²⁸ 追加アウトプット工事で整備された施設も含む。

3.4.3 技術

PKK O&M で維持管理業務に従事する職員は 10 年以上の業務経験を有する。新規職員が採用される際、職務実施研修 (OJT) が実施されている。先輩職員と若手職員と一緒に現場に行き、自然災害の被害状況の確認方法やデータの収集・計測方法を習得する機会もある。

PKK O&M では職員向け研修が定期的開催されている。直近の事例として、「河川工事の品質管理・監督の技術指導」「洪水モデリング向け水理モデル作成に関する技術ガイダンス」といったテーマの研修が行われている。

整備された砂防施設に関する維持管理に係るマニュアルは PKK O&M に配備されている。必要に応じて活用されることを、同スタッフへのヒアリングにより確認した。

以上より、本事業の運営・維持管理に係る技術レベルに特段問題はないと判断される。

3.4.4 財務

表 6 に本事業施設の維持管理分も含む BBWS-SO/PPK O&M の予算額を示す。

表 6 : PKK O&M の維持管理予算の推移

(単位：百万ルピア)

2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
1,889	12,025	2,845	2,779	3,350

出所：質問票回答

参考情報：1 ルピア=0.0092 円 (2024 年 1 月の為替レート)

BBWS-SO/PPK O&M によると、「毎年十分な維持管理予算が充当されている。土石流被害状況や各地区で整備された砂防施設のモニタリング、施設の点検、データ収集等に要する費用が中心である。それらは基本的に多額の予算を必要としない。予算不足による維持管理の低下といったことも生じていない。仮に砂防施設等に緊急的かつ大がかりな修復が必要となる場合は、DGWR 本部が状況を吟味して予算措置を行う」とのことである。

2021 年の予算額が他の年より大きい理由は、既出の小規模噴火 (2020 年) と土石流発生に際して配賦されたことによる。ゲンドール川上流部 (K. Kuning 周辺) の砂防施設²⁹のうち、6 箇所が損傷し、修繕・補強を行う必要があったためである³⁰。これは、必要な補修予算が配賦されていることを示す事例といえる。

以上より、本事業の運営・維持管理の財務面には特段大きな問題はないと見受けられる。

3.4.5 環境社会配慮

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で述べたとおり、事後評価時までには環境面で大きな負の影響は生じていない。

²⁹ 先行事業である「メラピ山プロゴ川流域及びバワカラエン山緊急防災事業」により整備された。

³⁰ BBWS-SO/PPK O&M によると、修繕・補強は 2021 年中に行われた。

3.4.6 リスクへの対応

審査時、特に外部条件・リスクコントロールとされる事象は定められなかった。事業実施中に外部条件・リスクとなるような事象はなく、噴火、洪水、火砕流・土石流、地震等により工期に影響は出なかった。

3.4.7 運営・維持管理の状況

今次調査では、現場視察や BBWS-SO/PPK O&M へのヒアリングを通じて整備された砂防施設の機能に問題はなく、破損や不具合がないことを確認した。維持管理業務の内容は 3.4.2 組織・体制で述べたとおりである。雨季の前後に砂防施設の点検等を重点的に行っていることを確認した。総じて運営・維持管理状況はおおむね良好と見受けられた。

砂防施設はコンクリート製の構造物であるため、スペアパーツの調達・保管は求められていない。事後評価時迄にパーツが購入された実績もない。他方、作業用重機に関するパーツは調達・保管されている。

以上より、政策・制度面、組織・体制面、技術面、財務面、環境社会配慮、リスクへの対応、運営・維持管理状況に特段懸念はない。したがって、事業によって発現した効果の持続性は高い。



写真 5：民間砂利採掘業者の貯砂場
(プティ川の放水路沿い)
(出典：評価者撮影)



写真 6：2010年11月の噴火と土石流により破壊された家屋 (ゲンドール川の遊砂地近くに遺跡公園として整備されている)
(出典：評価者撮影)

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、中部ジャワ州とジョグジャカルタ特別州に跨るメラピ山の下流域において砂防施設の整備により、土石流被害の復旧と今後の被害軽減対策を行い、地域経済開発を目指すものであった。妥当性に関して、本事業は「開発計画との整合性」「開発ニーズとの整合性」が確認できる。整合性に関して、「日本の開発協力方針との整合性」は整合的と

いえるが、「内的整合性」「外的整合性」は具体的な連携や相乗効果は確認できない。しかし、国際的な枠組み（SDGs）の目標とは整合的であるといえる。以上より、妥当性・整合性は高い。効率性に関して、追加アウトプット工事が実施されたため当初計画以上であった。事業費は当初計画内に収まり、事業期間は当初計画を若干上回った。以上より、本事業の効率性は高い。有効性について、定量的効果指標の実績値は目標値を達成している。事業完成後、対象地域で周辺では土石流被害は生じていない。歴史的・文化的建造物の保護や地元住民による土石流氾濫への対応能力が向上していることをインタビューにより確認した。インパクトに関して、同様にインタビュー調査を通じて本事業が住民の生活基盤安定や地域経済活性化を下支えしていることを確認した。したがって、有効性・インパクトは高い。持続性に関して、政策・制度面、組織・体制面、技術面、財務面、環境社会配慮、リスクへの対応、運営・維持管理状況に特段懸念はない。したがって、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

環太平洋火山地域に位置する日本とインドネシアは長年に亘り火山地域での砂防技術を培い、防災対策に活かしている。本事業では、砂防施設に灌漑用水路（分水路）を設置し、平常時には農地への水を供給、緊急時には土石流の流れを抑える機能を導入した。また、天端に道路を設置し地元住民の交通アクセス改善を図った砂防施設も導入した。本事業以前には、メラピ火山で培われた砂防技術の知見が日本の火山・防災対策に活かされている。これはすなわち、一方通行の技術協力や支援ではなく、両国による砂防技術の継承と活用が行われている証左である。砂防技術の継承には人材交流や技術能力の向上が核といえるが、今後も相互協力により砂防技術向上が積み重なり、さらに効果の高いといえる砂防・防災対策や技術が生まれる可能性を秘めている。今後も両国はインフラ技術の継承と活用を進めることが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

事業アウトプット設計時に現地社会からの要望を可能な限り取り入れ、完成後の効果・インパクトを高めることの重要性

本事業では、砂防施設に灌漑用水路（分水路）を設置し、平常時には農地への水を供給、緊急時には土石流の流れを抑える機能を導入した。また、天端に道路を設置し地元住民の交通アクセスを改善できる砂防施設も導入した。その結果、砂防施設への理解も一層進み、防災への意識も高まっていると考えられる。今後、類似案件の形成に際しても、援助国

側・被援助国側双方は事業アウトプット設計時に可能な限り現地社会が求めていること、受益者ニーズが何であるかを考慮して取り入れることが望ましい。それにより、完成後の効果やインパクトを高める可能性がある。

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

3.1.2.2 内的整合性にて述べたとおり、実施中の円借款事業「インフラ復興セクター・ローン」では、本事業関係者が当該事業に技術的提案や指導、情報共有を行っている。これは将来、本事業の成果が他事業で活用の可能性が考えられる事例である。特筆に値する関係性といえる。継続あつての成果や価値が創出される可能性を示すものである。

5.2 付加価値・創造価値

なし。

以上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	<p>1) 土木工事の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遊砂地建設（ゲンドール川） ・放水路建設（プティ川） <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・詳細設計、入札補助、施工監理支援 ・マスタープランの見直し ・砂防の広報活動等 	<p>1) 土木工事の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遊砂地建設（ゲンドール川） ・放水路建設（プティ川） <p>⇒おおむね計画どおり実施された。</p> <p>*追加アウトプットとして、メラピ山地区では緊急砂防施設の建設（5基）と改修（6基）、マゲラン地区では緊急砂防施設の建設と改修（それぞれ1基）が行われた。</p> <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・詳細設計、入札補助、施工監理支援 ・マスタープランの見直し ・砂防の広報活動等 <p>⇒おおむね計画どおり実施された。</p>
②期間	2014年2月～2017年9月 (44カ月)	2014年2月～2018年2月 (49カ月)
③事業費		
外貨	466百万円	254百万円
内貨	5,898百万円	4,896百万円
合計	6,364百万円	5,150百万円
うち円借款分	(5,111百万円)	(4,995百万円)
換算レート	1USD = 83.64円 1ルピア=0.0087円 (2013年2月時点)	1USD=110.59円 1ルピア=0.0082円 (2014年～2020年（主な事業コンポーネント実績期間中のIMFの国際財務統計（IFS）の平均値）
④貸付完了	2021年6月	