

## クルド火山緊急砂防事業

評価報告：2001年 3月

現地調査：2000年 9月

### 事業概要と円借款による協力



事業地域の位置図



事業地域内の砂防施設

#### (1) 背景

事業地域であるクルド火山山麓は、インドネシアの東部ジャワ州にあり、州都スラバヤ市から南西へ約 90km の位置にある。同地域はブランタス川流域にあり、行政区分では東部ジャワ州のクディリ、ブリタル及びトゥルンアグン県の 3 県にまたがっている。クルド火山の噴火により直接的災害を受けるクルド火山の西及び南斜面は、同 3 県にまたがる 1,736km<sup>2</sup> の広い範囲である。この地域の人口は 1988 年末時点（本件実施前）で 3,194,000 人であり、人口密度は 1,840 人/km<sup>2</sup> となっていた。

クルド火山の西及び南斜面を流下する河川は、すべてブランタス川へ流入するので、噴火の度に大量の土砂をブランタス川へ流出させ、その土砂により河床上昇を引き起こしブランタス川中流域における洪水災害の一因をなしている。

1966 年の大噴火時の災害を契機に、火山活動にともなう土砂災害を防止するために、1969 年にクルド火山砂防工事事務所が設立され、土砂災害防止のためのマスタープランが作成された。クルド火山は 1990 年 2 月に 24 年振りに大噴火し、大量の火山灰及び火山流を放出した事により、2 次ラハール（火山泥流）の危険性が著しく高くなった。これは社会資産等の損失など経済的な問題だけでなく、地域住民の生命をも脅かしており、民生安定上、可能な限り早急に本緊急対策事業の実施が必要とされた。

#### (2) 目的

1990 年 2 月の噴火により放出された火山砕屑物が降雨により浸食されて発生する 2 次ラハールを砂防施設によって制御することにより、山麓扇状地における直接土砂災害の軽減を図るとともに、それら土砂がブランタス川に流入して引き起こす 2 次的土砂災害の軽減を図り、かつマスタープランにおける砂防事業を促進し、地域の中・長期的な土砂災害に対する安全度の向上を図るものである。

(3) 事業範囲

1) 下記の主要な砂防施設の新設及び修復

地域	概要
バダック川	砂防ダム、導流堤、サト・ポケット
プティ川	砂防ダム、小サト・ポケット、導流堤、じゃかご <sup>(注)</sup> 、排水トンネル修復
セムト川	砂防ダム、サト・ポケット、じゃかご
ジャリ川	砂防ダム (小水力発電システムを含む)
コント川	灌漑取水堰の修復、排水トンネルの修復
テルマス川	灌漑取水堰の修復
ブンチュ川	砂防ダム

(注) 蛇籠または砂籠と漢字表記する。丸く長く編んだ籠の中に栗石や碎石等を詰めたもので、河川の護岸・水制等に用いる。

2) コンサルティング・サービス

入札手続き補助、詳細設計及び施工監理

事業図



(4) 借入人/実施機関

インドネシア共和国／居住地域インフラ省水資源総局（旧：公共事業省水資源総局）

## (5) 借 款 契 約 概 要

円借 款 承 諾 額 / 実 行 額	3,246 百 万 円 / 3,235 百 万 円
交 換 公 文 締 結 / 借 款 契 約 調 印	1991 年 9 月 / 1991 年 9 月
借 款 契 約 条 件	金 利 2.6%、返 済 30 年 (う ち 据 置 10 年)、 一 般 ア ン タ イ ド (但 し、コ ン サ ル タ ン ト は 部 分 ア ン タ イ ド)
貸 付 完 了	1997 年 10 月

## 2. 評 価 結 果

### (1) 計 画 の 妥 当 性

本事業の目的は、火山災害に対する生命・身体および財産等の安全性における信頼性向上をはかり、もって周辺住民の安心感向上ひいては経済発展のための基盤を整えるというもので、この目的は評価時点でもなお妥当と判断される。

### (2) 実 施 の 効 率 性

工期は、当初予定の2年6ヶ月のところ、用地取得の遅れから約4年を要した。具体的には、クルド山南部を流れるプティ川からブランタス川につながるバイパス水路のうち、ロドヨ・ダムに流入する土砂堆積を抑制するために計画した、ゴロンドン川からブランタス川につながるバイパス水路の建設予定地において、用地取得問題が生じたため遅延したものである。当該バイパス水路は未完成のままであるが、現在インドネシア政府が工事完成に向け、移転対象住民と用地取得に係る交渉を行っている。

### (3) 効 果 (目 的 達 成 度)

実施機関から、施設の運用・稼働状況にかかる指標、効果にかかる指標とも適切且つ信頼に耐え得るものが得られず、信頼性にも欠けるため、下記受益者アンケート調査結果をもって、目的の達成度評価の一助としたい。

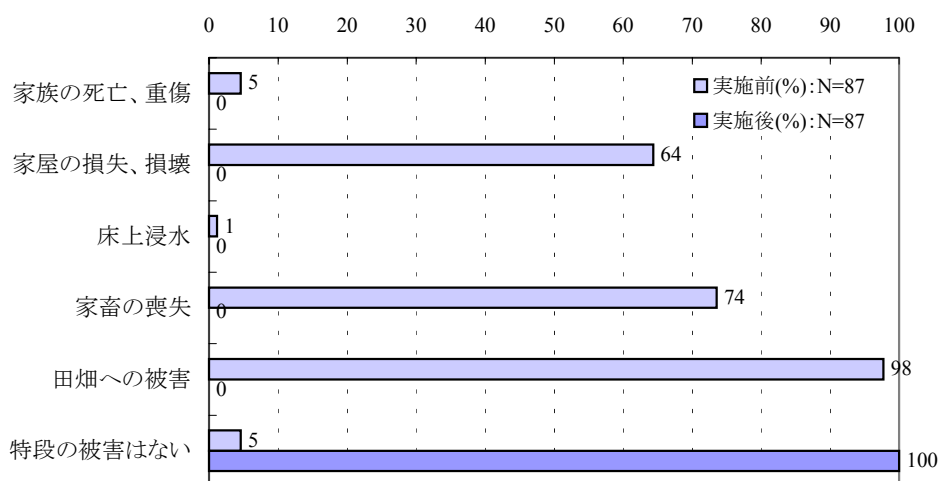
#### 1) 地 域 住 民 に よ る 評 価

今次調査では、実施機関の現地事務所（MKSP：クルド山・スメル山砂防事務所）の協力の下、事業対象地域の一般100世帯を対象（主に、本事業の建設施設が多いブリタール県から選定）に受益者アンケート調査を実施した。質問は「事業完成前後の被害状況」、「事業完成前後の地域の安全性」、および「総合評価と更なる要望」にかかる内容である。以下、順に集計結果の概要を示す。

#### < 被 害 状 況 >

100世帯中87世帯、およそ9割の世帯は、土石流による何らかの被害に遭った経験を有している。図-1に完成前後における被害内容を示した。完成前には「家族の死亡、重傷」、「家屋の損失・損壊」、「家畜の喪失」など深刻な被害内容であったところ、完成後はそういった被害は解消されたと答えている。

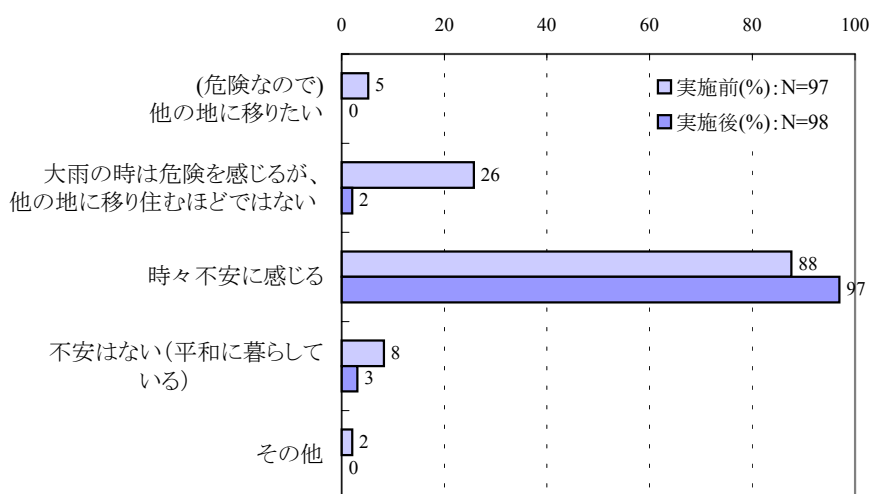
図-1：完成前後の被害内容（複数回答可）



### <地域の安全性>

図-2は、事業完成前後において、地域の安全性に対する意識がどのように変化したかを表す。完成前は、「危険なので他の地に移りたい」、「大雨のときは危険を感じる」という回答が全体の3割ほど見られたが、完成後になると、こういった恐怖感はほぼ解消されたことがわかる。しかしながら、依然として、ほぼ100%の世帯が、「時々不安を感じる」という気持ちを抱いて生活している。

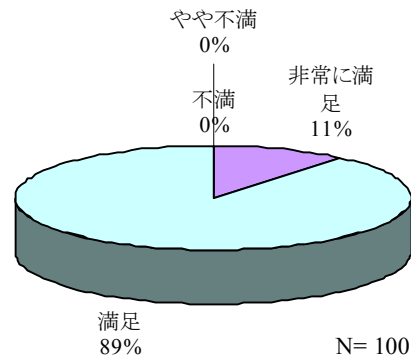
図-2：地域の安全性に対する意識（複数回答可）



### <総合評価と更なる要望>

図-3は、本事業に対する総合的な満足度を4段階にて尋ねた結果を示している。全員が“非常に満足”、あるいは“満足”と回答した。しかしながら、本事業にかかる更なる要望として、運営・維持管理体制（人、資金）の強化のほか、施設をさらに拡充し一層の安全性向上を図るべきであるといった声も聞かれた。地域の安全性については、依然ほぼ全員が、「時々不安を感じる」と回答していたことにも一致している。

図-3：本事業に対する総合評価



## 2) 経済的内部収益率 (EIRR) の再計算

本件に関する経済的内部収益率 (EIRR) を再計算した結果、16.2%となり、アプレイザル時の 18.4%と比較すると、若干下回る結果となった。EIRR 再計算にあたっては、実施機関より入手したデータ等に記載されている実際の事業費支出を用い、維持管理コストについては過大に試算しないようにアプレイザル時の値を用いた (支出額実績はこれより少ない)。便益に関する実績データがないため、当初の期待値を基準年価格に換算し、かつアプレイザル時と供用開始時点における人口の差異を考慮して再計算した (人口増加にしたがい、被害軽減額が増える)。したがって、再計算に用いた便益は、アプレイザル時と同様の災害発生確率・規模にもとづき、周辺の開発状況を加味した値である。

## (4) インパクト

### 1) 環境へのインパクト

環境にかかる特段の負のインパクトはない。

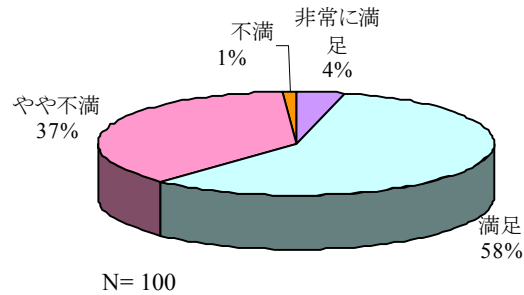
### 2) 社会へのインパクト

本事業は砂防施設整備を主たる目的としているが、一部、河川横断道路整備や小水力発電システム設置等の範囲が含まれ、これらは以下のような地域コミュニティの生活利便性向上の効果をもたらした。

#### a) 河川横断道路について

クルド山を南西方向に流下するバダック川を横断するように建設された沈砂地施設の上部は同河川を横断するためのコミュニティ道路 (区間距離 1~1.5km) として整備・利用されている。受益者アンケート調査において、河川横断道路に対する満足度を尋ねたところ、6割強の回答者が“満足”あるいは“非常に満足”という評価を下した (図-4)。このように、河川両側地域の分断が解消され、交通利便性向上が図られた。

図-4：河川横断道路に対する満足度



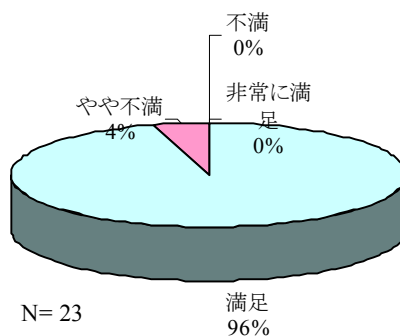
b) 小水力発電システム

クルド山南麓を流れるジャリ川上流に位置する多目的ダムからの水流を利用して水力発電を行なうシステムも整備された。毎秒 210 リットルの小水力タービンにより、周辺地域 61 世帯に電力供給している (12kW)。この施設は既にブリタル県に移管され、ブラウイジャヤ大学 (Malang : マラン市) の地方電化研究開発チームの協力を得て運転・維持管理されており、設置後 3 年を経た今も良好な状態にある。なお、本システムの導入は地域コミュニティに対し、以下のようなインパクトを与えたものと認められる。

- 廉価で十分な電力の供給
- 街灯、モスク、見張り小屋などの公共施設への電力供給
- 子どもたちが夜間でも学習出来る環境の提供
- 周辺地区における学校設置や技術トレーニングセンター設置の計画活性化
- 日中の余剰電力を活用した周辺地域への上水供給

今次調査にて実施した受益者アンケート調査において、小水力発電システムに対する満足度を尋ねたところ、該当する 23 世帯のうち 22 世帯 (96%) が“満足である”との評価を下した (図-5)。このことから、本システム整備が地域に好ましいインパクトを与えたことがわかる。

図-5：小水力発電システムに対する満足度



c) 用地取得

ゴロンドン川からブランタス川へつながるバイパス水路建設において、移転の対象となっているのは 21 世帯の農民である。現在、実施機関が用地取得に関する交渉を行っている。

d) その他のインパクト

また、前述の受益者アンケート調査において、本事業によりもたらされたインパクトについても質問した。本事業では、土砂災害による人命・資産へのダメージを抑制するという直接的な効果のほか、民生・地域経済の安定化という間接的な効果も期待されていた。これについて、「本事業は経済活動を支えていると思いますか」との問いに対し、回答者全員が肯定している。具体的には、建設資材調達目的の砂採掘活動、農業など雇用機会の増加により、住民の収入が増加したことが窺える。

## (5) 持続性・自立発展性

### 1) 運営・維持管理体制

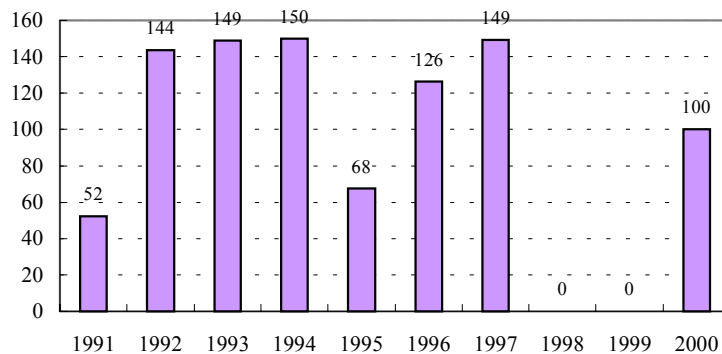
本事業にて整備される砂防関連施設は、当初、完成後はブランタス川流域の水管理公団として設立されている PJT (Perum Jasa Tirta) により管理されることになっていた (政府規則 PP No.5)。しかしながら、完成施設はすでに移管されたものの、実際の維持管理活動は、今なお居住地域開発省地方開発総局下のクルド山・スメル山砂防事務所 (MKSP: Mount Kelud Semeru Project、職員約 60 名) が担っている。例えば、クルド火山からブランタス川に流入した堆積土砂を除去する必要がある場合、PJT は砂防事務所に対し、非公式に対象箇所の視察および中央政府への予算請求を要請する。その後、PJT は砂防事務所に対し正式な土砂除却作業を依頼する手続きをふむ。このような状況ではあるが、クルド山・スメル山砂防事務所と PJT の協力関係は良好に維持されている。

### 2) 運営・維持管理現況

施設維持管理にかかる予算は、年間国家予算 (APBN) の枠組のもと、プロジェクトの年間活動計画 (DIP) にもとづいて配分される仕組みとなっている。年間活動計画では、維持管理主体の運営、土地取得、施設維持管理 (業務委託分を含む) にかかる所要金額を提示する。しかしながら、実施機関側は、実際に措置される金額では施設維持管理に全ての費用を賄うことは困難であると見ている。

本事業の維持管理に対し、中央政府から配分される予算を図-6 に示した。プロジェクト事務所としては、毎年、施設修復費用を含む 2,000 百万ルピアを要求し続けているところ、実際の配分はその 10 分の 1 に満たない状況であり、またアプレイザル時に想定していた建設費 (本事業費) に対する割合よりも低い。特に、1997 年の東南アジア通貨危機以降は、中央政府の財政困難により、1998 年、1999 年の 2 年間は予算手当がなされなかった。この 2 年間における維持管理活動は困難となり、砂防施設の損傷・劣化が進行した。予算不足を補う目的で、施設周辺の農民等の維持管理活動への協力を仰いでいるが、施設の完全修復を期待することはできない。

図-6：本事業にかかる運営・維持管理予算実績（百万ルピア）



※プロジェクト事務所データ

各施設の維持管理については、担当者が週に一回程度、いくつかの砂防施設を訪問し、状況確認を行なっている。なお、砂防事務所の技術スタッフは中央政府の教育研修機関（DIKRAT）にて定期的なトレーニングを受けており、その技術レベルは充分である。

また、防災活動の一環として、住民に避難警告等を行なう場合、その責任は地方政府にあるが、その際、砂防事務所は地方政府の判断や住民の避難活動を技術面でサポートする。災害の予知から避難警告発令までの一連の手続きは下記のとおり。

- ① 火山周辺に設置されている震度計で捉えられた初期異常値は、西ジャワ州バンドン市にある火山局（DVB: Directorate Volcanology in Bandung）に送られる。同局は鉱物・エネルギー省（DGME）の下部組織である。
- ② 火山局は、火山の活動状況を鉱物・エネルギー省、地方政府（県）および砂防事務所に連絡する。
- ③ 地方政府（県）から住民に警報が発令される。その後、砂防事務所は地方政府や住民の避難活動を側面支援する。

### 3) 効果の持続性・自立発展性

砂防事務所は、当該地域の砂防効果を持続及び増大させるために、既存施設のリハビリや追加の砂防工事等について計画を用意しているものの、インドネシア政府の財政困難のため、十分な予算措置がなされない状況にあり、既存施設の損傷が進行している。本件の効果持続性・自立性を向上させるために解決されるべき、現在の具体的課題を以下に示す（現地訪問および維持管理機関のモニタリング結果から）。

- 施設損壊の激しい砂防施設の修復
- 砂防施設の追加整備
- 噴火口周縁部の管理用道路の付け替え・修復
- 無許可かつ非合法的な川砂採掘を禁ずるための規制強化

これらは、本来、維持管理主体の自助努力により実施されるべきものである。しかしながら、インドネシア政府の財政困難の背景から、損傷施設の修復に関しては、既往円借款事業のリハビリに係る円借款がインドネシア政府から我が国政府に対して要請されたところ、当該案件の補修計画の技術的妥当性や補修後のサステナビリティの確保等について追加調査（援助効果促進調査）を行うことになっている。



主要計画／実績比較

項目	計画	実績
<b>①事業範囲</b>		
<b>I. 災害予防施設の建設／改善</b>		
1. 砂防ダム		
a. 建設		
河川流域別施設数		
	バダク川 3か所	同 左
	プティ川 2か所	同 左
	スムト川 1か所	同 左
	ジャリ川 2か所	ジャリ川 1か所
	スティン川 1か所	同 左
	スムト川 1か所	同 左
	コント川 1か所	同 左
b. 補強		
c. 修復		
2. 堤防		
a. 建設		
	バダク川 1か所	同 左
	プティ川 1か所	同 左
	スムト川 1か所	同 左
	プティ川 2か所	プティ川 1か所
	スムト川 1か所	同 左
b. 補強		
3. 沈砂池		
a. 建設		
	バダク川 1か所	同 左
	プティ川 1か所	同 左
b. 補強		
	-	バダク川 1か所
4. 排水トンネル改善		
	-	火口部排水トンネル
5. アクセス道		
	-	バダク川 1か所
	-	プティ川 1か所
6. 排水路改善		
	プティ川 1か所	同 左
7. 排水路整備（バイパス水路）		
	-	ゴロンドン川ーブランタス川 1か所（一部未完成）
<b>II. コンサルティング・サービス</b>		
-入札手続補助	外国人: 105M/M	外国人: 118.53M/M
-詳細設計	現地人: 227M/M	現地人: 281.80M/M
-工事監理		
<b>②工期</b>		
1. 交換公文締結	1991年9月	1991年9月
2. コンサルティング・サービス		
(1) コンサルタント選定	1991年7月 - 1992年6月	1991年7月 - 1992年8月
(2) 設計および調達	1992年7月 - 1993年6月	1992年9月 - 1995年12月
(3) 工事監理	1994年1月 - 1996年6月	1994年1月 - 1997年10月
3. 用地取得	1993年4月 - 1994年3月	1993年4月 - 1998年10月
4. 建設工事		
(1) 入札	1993年1月 - 1993年12月	1993年5月 - 1995年12月
(2) 施工	1994年1月 - 1996年6月 [☆]	1993年9月 - 1997年10月 [★]
	[☆]完成予定	[★]完成
<b>③事業費</b>		
外貨	1,170 百万円	278 百万円
内貨	2,649 百万円	2,957百万円
	(38,935百万 Rp.)	(71,426 百万 Rp.)
合計	3,819 百万円	3,235 百万円
うち円借款分	3,246 百万円	3,235 百万円
換算レート	1Rp. = 0.068円 (1991年4月)	1Rp. = 0.041円