

インドネシア国
バンジールバンドン災害対策プロジェクト
事前調査報告書

平成20年7月
(2008年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

序 文

日本国政府は、インドネシア国政府の要請に基づき、同国バンジュールバンドン災害対策プロジェクトを実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこのプロジェクトを実施することといたしました。

当機構はプロジェクト開始に先立ち、本プロジェクトを円滑かつ効果的に進めるため、平成 20 年 6 月 8 日から同年 6 月 28 日までの 21 日間に渡り、当機構地球環境部防災一課長の三村悟を団長とする事前調査団を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともに、インドネシア国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本プロジェクトに関する協議記事録（Minutes of Meeting: M/M）に署名しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定しているプロジェクトに資するためのものです。

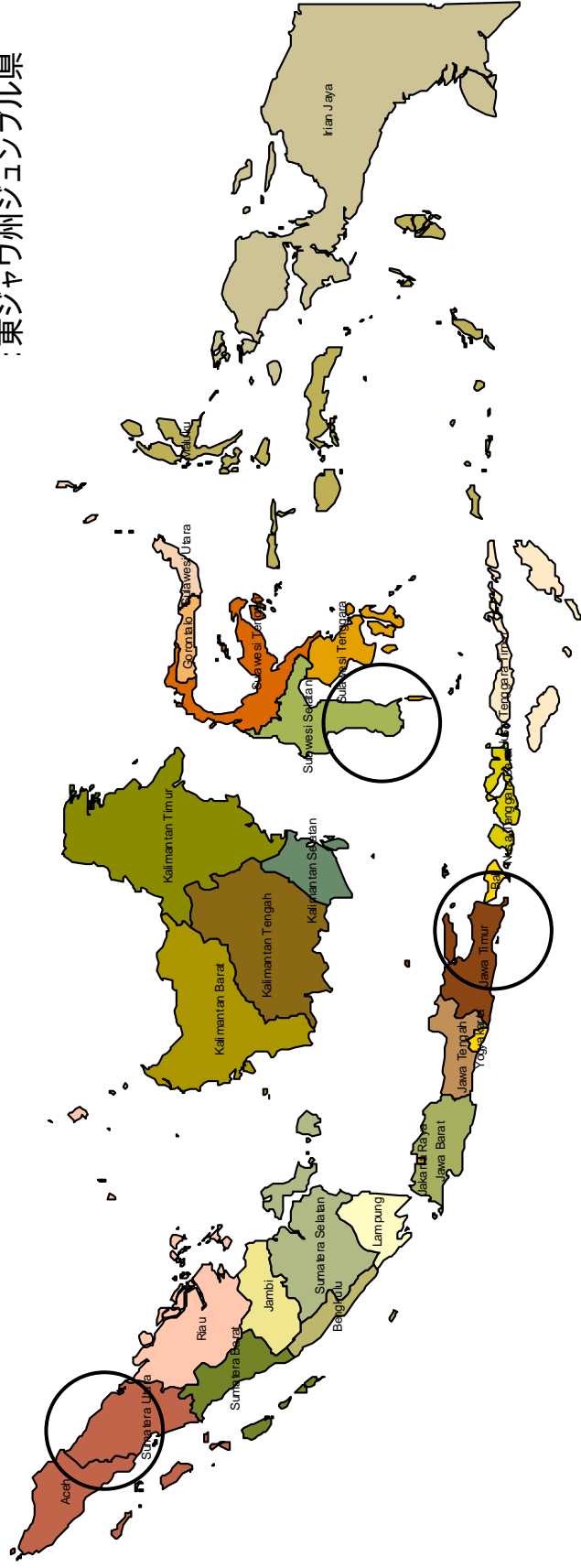
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 20 年 7 月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部
部長 伊藤 隆文

モデル事業候補地域

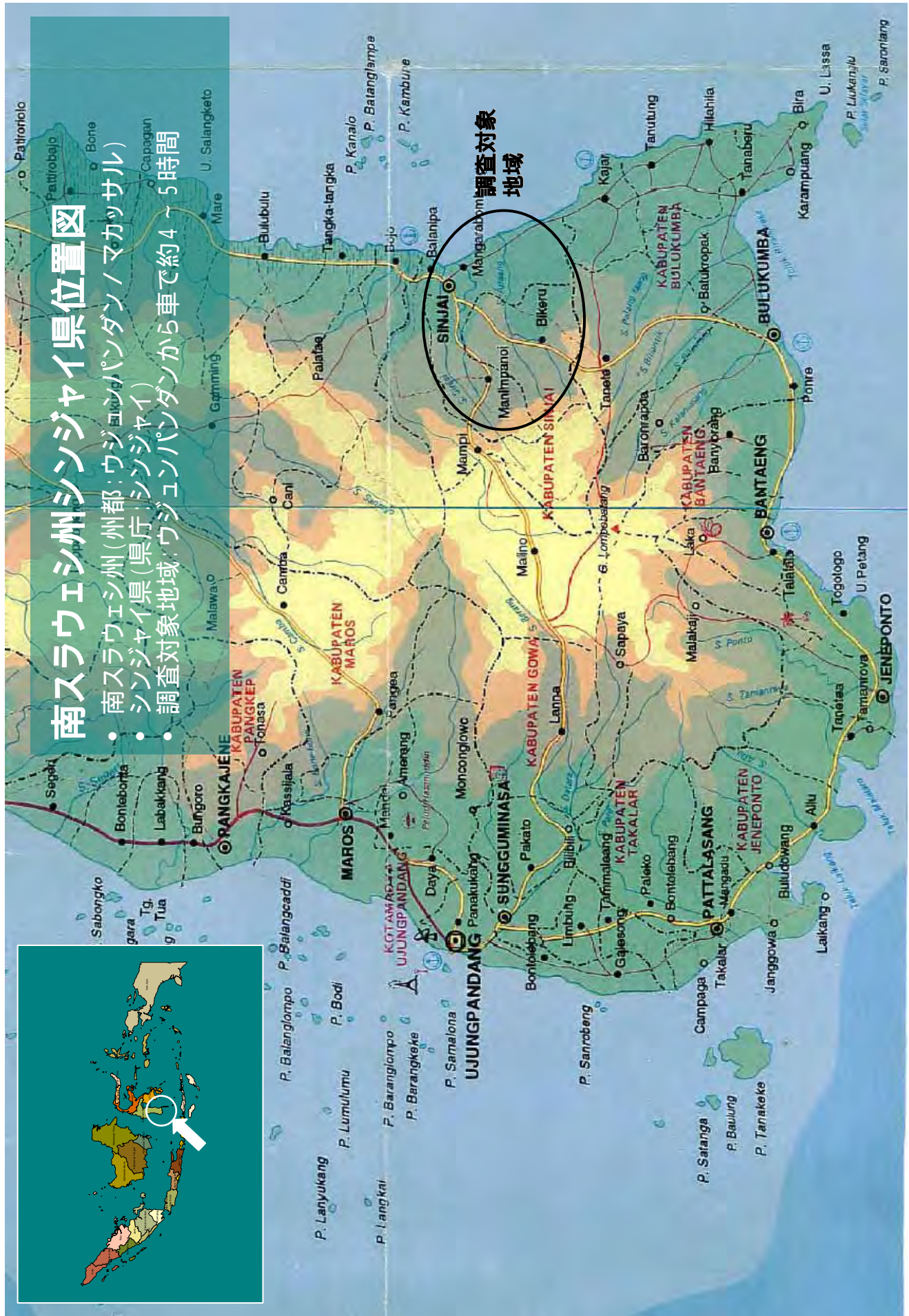
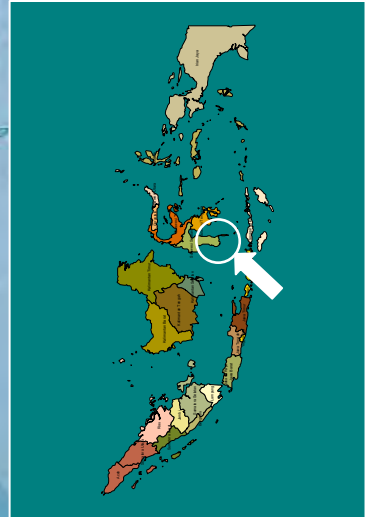
- :南スラウェシ州シジャイ県
- :北スマトラ州ランカット県
- :東ジャワ州ジュンブル県



調査対象地域位置図

南スラウェシ州シンジャイ県位置図

- 南スラウェシ州(州都:ウジエンバンタン/マカッサル)
- シンジャイ県(県庁:シンジャイ)
- 調査対象地域:ウジエンバンタンから車で約4~5時間



北スマトラ州ランカット県位置図

- 北スマトラ州 (州都:メダン)
- ランカット県 (県庁:スタバット)
- 調査対象地域:
 - メダン-スタバット-バホロ:車で約2 + 3時間
 - メダン-バホロ:車で約3.5時間

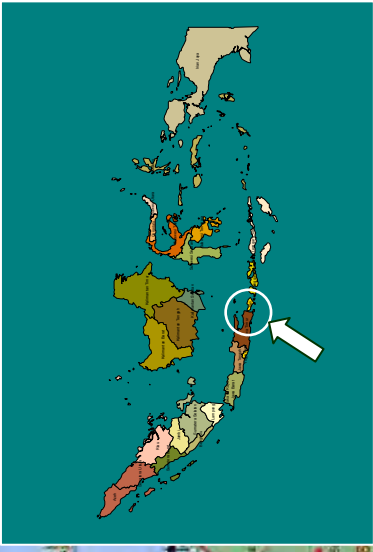


調査対象
H 地域



東ジャワ州ジュンブル県位置図

- 東ジャワ州(州都:スラバヤ)
- ジュンブル県(県庁:ジュンブル)
- 調査対象地域:スラバヤから車で約4.5時間





「イ」国関係機関との打合せ協議

- シンジャイ県 SATLAK 打合せ (左上)
- 公共事業省空間計画局打合せ (右上)
- 東ジャワ州 SATKORLAK 打合せ (左中)
- ジュンブル県 SATLAK 打合せ (右中)
- 公共事業省河川・湖沼局協議 (左下)
- MM 交換 / Widagdo 局長と三村総括 (右下)



目 次

序 文

プロジェクト位置図

現地調査写真

目 次

第 1 章	調査概要	1-1
1 - 1	背景と目的	1-1
1 - 1 - 1	調査の背景	1-1
1 - 1 - 2	調査の目的	1-1
1 - 2	調査団員構成	1-1
1 - 3	調査日程	1-2
1 - 4	主要面談者	1-2
1 - 5	面談記録	1-3
1 - 6	調査結果の概要	1-3
第 2 章	所 感	2-1
2 - 1	団長所感	2-1
2 - 2	土砂災害対策所感	2-2
第 3 章	インドネシアにおけるバンジールバンダン災害対策の現状と課題	3-1
3 - 1	バンジールバンダン災害とは	3-1
3 - 2	インドネシアにおけるバンジールバンダン災害の発生状況	3-1
3 - 2 - 1	総 論	3-1
3 - 2 - 2	南スラウェシ州シンジャイ県	3-4
3 - 2 - 3	北スマトラ州ランカット県	3-8
3 - 2 - 4	東ジャワ州ジュンブル県	3-11
3 - 3	バンジールバンダン災害対策の現状	3-16
3 - 4	バンジールバンダンに関する政策・計画等	3-17
3 - 5	日本-インドネシア防災に関する共同委員会	3-18
3 - 6	JICAおよび日本によるその他の援助	3-18
3 - 7	他ドナーの動向	3-18
第 4 章	要請内容に係る分析	4-1
4 - 1	要請内容	4-1
4 - 2	要請内容の分析	4-2
第 5 章	プロジェクト実施内容	5-1
5 - 1	概 要	5-1

5 - 1 - 1	上位目標	5-1
5 - 1 - 2	プロジェクト目標.....	5-1
5 - 1 - 3	成果と活動	5-1
5 - 1 - 4	投 入	5-2
5 - 1 - 5	外部要因（満たされるべき外部条件）	5-2
5 - 2	活動の実施戦略	5-2
5 - 3	先方の実施体制（中央・地方）	5-3
5 - 4	モデル地域について	5-5
5 - 5	工 程	5-6
5 - 6	調査用資機材	5-7
5 - 7	現地再委託	5-8
第 6 章	プロジェクトの総合的实施妥当性	6-1
6 - 1	妥当性	6-1
6 - 2	有効性	6-1
6 - 3	効率性	6-1
6 - 4	インパクト	6-1
6 - 5	自立発展性	6-2

付属書：

- 付属書-A 要請書
- 付属書-B 主要面談者リスト
- 付属書-C 面談記録
- 付属書-D 協議議事録（M/M）
- 付属書-E 現地調査メモ（南スラウェシ州シンジャイ県）
- 付属書-F 現地調査メモ（北スマトラ州ランカット県）
- 付属書-G 現地調査メモ（東ジャワ州ジュンブル県）
- 付属書-H P/O 案
- 付属書-I PDM 案(英文・和文)
- 付属書-J 収集資料リスト

第1章 調査概要

1-1 背景と目的

1-1-1 調査の背景

バンジールバンダンはいくつかの洪水・土砂災害形態をとるが、中でも甚大な被害を引き起こすのが大規模河道閉塞を伴う土石流である。これは、河川の狭窄部において発生した山腹崩壊が河道を塞ぎ、上流部に河川水を貯留し、水位・水圧の上昇により短時間に閉塞部を崩壊させ、下流に大規模な洪水・土石流をもたらす災害である。

インドネシア国(「イ」国)では、北スマトラ州ランカット県や南スラウェシ州シンジャイ県、東ジャワ州ジュンブル県など、近年続けて大規模なバンジールバンダン災害が発生し、そのたびに多くの人命・財産が失われている。

こうした状況の下、「イ」国は我が国にバンジールバンダン対策に関する技術協力プロジェクトを要請してきた(付属書-A)。

1-1-2 調査の目的

本調査の目的は、プロジェクトに係る「イ」国の実施体制等を確認し、現地調査及び資料収集を行い、本案件の方針や方法を検討することである。また、協議議事録(Minutes of Meetings :M/M)の署名・交換を通じ、「イ」国側とプロジェクト方針を確認する。

1-2 調査団員構成

本事前調査団は下記の4名で構成する。

- 1) 三村 悟:総括(MIMURA Satoru: Head)
国際協力機構 地球環境部 水資源・防災グループ 防災第1課/2課 課長
Director, Disaster Management Div. I and II,
Water Resources and Disaster Management Gp., Global Environment Dept., JICA
- 2) 原 義文:土砂災害対策(HARA Yoshifumi: Landslide Disaster Management Plan)
国土交通省 砂防部 砂防計画課 火山・土石流対策官
Director for Volcanic Sabo and Debris Flow Control, Sabo Planning Div., Sabo Dept., MLIT
- 3) 宇多川 祐樹:協力企画(UDAGAWA Yuki: Project Planning)
国際協力機構 地球環境部 水資源・防災グループ 防災第1課
Program Officer, Disaster Management Div. I,
Water Resources and Disaster Management Gp., Global Environment Dept., JICA
- 4) 実広 登:災害情報分析(JITSUHIRO Noboru: Disaster Information Analysis)
いであ株式会社 海外事業本部 技師長
Chief Engineer, Overseas Project Dept., IDEA Consultants, Inc.

1 - 3 調査日程

本事前調査は 2008 年 6 月 8 日から 28 日までの 21 日間にわたり実施され、ジャカルタにおける中央政府との協議に加え、南スラウェシ州シンジャイ県、北スマトラ州ランカット県、東ジャワ州ジュンブル県のバンジールバンダン被災地の調査を行った。調査の日程は次のとおりである。

表 1.1 バンジールバンダン災害対策プロジェクト 事前調査日程

No.	2008 年		活動記録		宿泊
	6 月		官団員	コンサルタント団員	
1	8	日		成田発(11:25/JL725)ジャカルタ経由マカッサル着(22:45/GA612)	マカッサル
2	9	月		マカッサルからシンジャイへ移動(車) SATLAK/シンジャイ県打合せ;現場視察	シンジャイ
3	10	火		被災地・崩壊地視察	シンジャイ
4	11	水		現場視察;資料収集;シンジャイからマカッサルへ移動(車)	マカッサル
5	12	木		マカッサル発(12:00/GA651)ジャカルタ経由メダン着(23:00/GA196)	メダン
6	13	金		メダンからスタバットへ移動(車); SATLAK/ランカット県打合せ;ハホロへ移動(車);現地視察	ハホロ
7	14	土		被災地視察	ハホロ
8	15	日		崩壊山地調査	ハホロ
9	16	月		崩壊山地調査	ハホロ
10	17	火	成田発(11:25/JL725)ジャカルタ着	ハホロからスタバットへ移動(車);資料収集;メダン発(19:25/GA147)ジャカルタ着	ジャカルタ
11	18	水	JICA 事務所打合せ;水資源総局打合せ;		ジャカルタ
12	19	木	空間計画総局打合せ;国家災害管理委員会打合せ;日本大使館打合せ		ジャカルタ
13	20	金	ジャカルタ発(9:00/GA308)スラバヤへ着;SATKORLAK/東ジャワ州打合せ		スラバヤ
14	21	土	(休日)		スラバヤ
15	22	日	スラバヤからジュンブルへ移動(車);		ジュンブル
16	23	月	SATLAK/ジュンブル県打合せ;現場視察(主に被災地)		ジュンブル
17	24	火	プティンティ/ヨ川土砂崩壊地視察		ジュンブル
18	25	水	ジュンブルからスラバヤへ移動(車);東ジャワ州/Dinas-PU 打合せ;スラバヤ発(17:00/GA325)ジャカルタ着		ジャカルタ
19	26	木	水資源総局 MM 打合せ;資料情報収集		ジャカルタ
20	27	金	水資源総局 MM 打合せ/署名;日本大使館報告;JICA 事務所打合せ;ジャカルタ発(22:15/JL726)		機内
21	28	土	成田着		

1 - 4 主要面談者

事前調査の過程で、主に下記事務所の関係者と面談し、資料・情報の提供、現地案内の便宜を受けるとともに、プロジェクトの実施に向けた協議を行った。

主要面談者のリストを付属書-B に取りまとめた。

- 1) 公共事業省
 - 水資源総局

- 空間計画総局
- 2) 国家災害管理委員会 (BNPB)
- 3) 南スラウェシ州 / シンジャイ関連
 - 公共事業省ボンペンガン - ジェネベラン河川流域事務所
 - 南スラウェシ州事務所
 - シンジャイ県事務所 (SATLAK)
- 4) 北スマトラ州 / バホロ関連
 - 公共事業省 Sumatra II 河川流域事務所
 - ランカット県事務所 (SATLAK)
- 5) 東ジャワ州 / ジュンブル関連
 - 公共事業省 Brantas 河川流域事務所
 - 東ジャワ州事務所 (SATKORLAK、DPU)
 - シンジャイ県事務所 (SATLAK)
- 6) 在インドネシア日本大使館
- 7) 国際協力機構インドネシア事務所

1-5 面談記録

上記の各関連事務所での面談の意図は、調査期間の前半部分では主に本事前調査の目的を説明し調査に必要な資料・情報を収集するもので、後半部分はおもにバンジールバンダン災害対策プロジェクトに係る「イ」国の実施体制およびプロジェクト実施方針や方法を協議するものである。各関連事務所での面談記録を付属書-C に収録した。

1-6 調査結果の概要

関連事務所での収集資料・情報および現地調査によるプロジェクト内容の確認、「イ」国 C/P 機関との協議結果を踏まえ、バンジールバンダン災害対策プロジェクトの実施に係る基本事項をミニッツ（協議議事録）に取りまとめ、公共事業省水資源総局と合意・署名した（付属書-D）。合意内容の主なポイントは以下のとおりである。

- 1) 本プロジェクトにおけるバンジールバンダンの定義を「主に天然ダムの崩壊によって発生する土石流あるいはフラッシュフラッド」とすることを確認した。
- 2) モデル地域は、東ジャワ州ジュンブル県を中心とする地域とすることを確認した。理由は、2006年に典型的なバンジールバンダンにより大きな人的被害が発生していること、また、先行する地域防災計画開発調査にて既に当地の災害に関する情報収集・分析がなされており、パイロットプロジェクトとしての迅速性、効率性が確保できる見込みが高いことである。
- 3) 2名の専門家のうち、1名はジャカルタ公共事業省水資源総局、1名は東ジャワ州スラバヤの DINAS PU に拠点を置くことを確認した。DINAS PU に関しては、東ジャワ州全体の危険地域の災害分析、ハザードマップ作成等の責任機関であり、技術者も抱えていることからメインの C/P として適当であると判断した。ただし、早期警戒、住民啓発、避難訓練等の活動においては県の防災機関 SATLAK の協力が不可欠である。

- 4) 機材についてはプロジェクト開始後に検討するが、モデル地域の早期警戒体制整備に必要な最低限の機材とする。また、カウンターパートが容易に維持管理できるものとする。たとえば簡易な雨量計、水位計など。
- 5) 先方政府からは、シンジャイ県、ランカット県を始めとして、モデル地域以外でも大きな被害を受けている地域が多いことが強調された。この点については、数箇所の危険地域を抽出した上で、モデル地域での活動結果をこれら地域にも広めていく予定であると説明し、合意を得た。

第2章 所 感

2 - 1 団長所感

本事前調査団はカウンターパートである公共事業省（PU）をはじめとする関係機関との協議、および過去にバンジールバンダン災害が発生した地域の実地踏査、関係者への聞き取りなどを行い、本件技術協力にかかる協議議事録をPUとの間で署名・交換した。

本プロジェクトの内容を検討・協議するにあたり、始めにバンジールバンダンという現象の定義についてPU側と確認した。これはバンジールバンダンという言葉自体が比較的最近使われるようになったものであり、また英訳としてのFlash Floodは必ずしもバンジールバンダンの現象を的確にあらわしていないためである。PUによると「バンジールバンダン」という用語に法的な定義はないものの、大規模な土石流、あるいは土石流を伴う洪水災害をバンジールバンダンと呼んでおり、堰止湖の形成を伴うものが多いとのことである。本件プロジェクトにおいては、対象災害を大規模な土石流災害であるバンジールバンダンとし、その中でも堰止湖形成を伴うものを主たる対象とすることとし、PU側とも合意に至った。

プロジェクトの具体的な内容に関する協議では、当方から活動の主な内容を、バンジールバンダン危険地帯の特定方法の検討、堰き止めの発生を検知するための観測および警報、適切な避難などソフト中心の対応、としたい旨を伝え、日本の知見の適用やパイロットプロジェクトを通じてこれらを確認し、全国に普及する体制を整えることであると説明し、PUおよび関係各機関の同意を得た。

本プロジェクトでは2名の長期専門家を派遣する計画であるが、1名はカウンターパートであるPU本省、もう1名はパイロットプロジェクトを実施するバンジールバンダン災害のリスクが高い地方に配置することを想定していた。パイロットプロジェクトの実施候補地としては3ヶ所を踏査したが、現在実施中の開発調査を通じて情報も多く集まっている東ジャワ州ジュンブル県を対象とする方針である。

地方派遣の専門家については、当初SATLAK、SATAKORLAKなどの組織も配属先として検討対象としていたが、これらは予警報や住民避難について責任を持っているものの、バンジールバンダン現象自体について技術的な対応を行う機関ではないことから、配属先としては適当ではないと判断された。

公共事業省のブランタス事務所（Brantas PU）は国が直轄するブランタス川を管理しており、ジュンブルの災害の対応を行っている。PUの地方事務所であり中央からの連絡もよいことから、専門家の配属先として有力な候補であることがわかった。一方、州の公共事業局であるDINAS PUは州内のほとんどの河川を管理しており、Brantas PU以上に各河川の状況を把握し、また洪水、土石流災害の対応に責任を持っている機関であることから、他の機関と比較しても当事者意識が高い。

これらの状況を勘案すると、地方派遣の専門家はDINAS PUに配置し、Brantas PUや住民避難を担当するSATLAKなどと連絡を取りつつ業務を行うことが最適と判断される。

上述のようなプロジェクトのアウトラインをPUと確認し、協議議事録を署名、交換した。プロジェクトの開始は本年11月を目途とし、長期専門家2名を派遣する。機材供与についてはパイロット

地区での雨量、水位計測の機器などを想定するが、インドネシア側が自力で維持管理できる技術・コストのレベルを勘案して適切な機材を選定する必要がある。また、専門家の地方配置先の受け入れ態勢について、プロジェクトの開始前に再度確認することが必要である。

バンジールバンダンは近年になって注目を集めるようになった災害だが、広くインドネシア国内で発生するリスクがあると考えられる。しかし発生箇所が住民の居住する地域よりも上流域の山中であることが多く、発生状況の把握が困難である。本件プロジェクトにより、災害発生リスクの高い地点が抽出できるようになり、また発生を捉えて避難できる態勢が整えられることに、インドネシア側も大きな期待を寄せていることが感じられた。

(以上、総括 三村悟)

2-2 土砂災害対策所感

これまでの調査結果や今回の調査により、バンジールバンダンとは、山地流域において発生する、土砂や流木を含んだ、ピークの流量が非常に大きい段波状の泥流であることがほぼ共通した認識と考えられ、山地流域の村や灌漑施設等に大きな被害をもたらしている。このバンジールバンダンは、ジュンブル県での事例のように、大規模な崩壊により発生した土砂が川をせき止め天然ダムを形成し、これが決壊することによって発生する場合や大規模な崩壊によって発生した土砂が河川に入り、河川の流水を取り込み連続して流下して発生する場合が考えられており、まずは、この二つの発生過程を中心に調査及び対策の検討を進めるべきであると考えられる。

バンジールバンダンへの対策としては、まず、バンジールバンダンが発生しやすい地域を抽出し、一定の条件を設定してハザードマップを作成する。この情報を行政や住民間で共有することにより、大雨の発生や河川での異常事態を察知した際に、速やかな住民の避難に結びつけることが重要と考えられる。このためには、バンジールバンダンが発生しやすい地形、地質などを調べる簡易なマニュアルを作成する必要があると考えられる。

また、天然ダムの形成が確認された場合は、住民の避難とともに、適切なモニタリングと情報提供、また、可能ならばダム決壊防止対策が必要となる。これらは、行政機関の重要な役割となる。天然ダム対策のマニュアルは既に日本に存在するが、本年6月に発生した岩手宮城内陸地震において国土交通省、岩手県、宮城県などが対応した天然ダム対策の経験が非常に役に立つと考えられる。新たに得られた知見を加え、インドネシアにおいて、検知 警戒避難、検知 モニタリング 決壊軽減対策、を適切に行うための、分かりやすい簡易なマニュアルを作成し、これらを対策に関わる行政機関及び関係住民に広く、情報共有することが重要と思われる。また、情報伝達訓練などを実施することも有効と考えられる。

なお、今回調査したジュンブル県でのバンジールバンダン発生地域では、多くの崩壊残土や多くの不安定斜面が存在し、再度災害の危険性が非常に高いとともに、天然ダムの形成に多くの知見が得られると考えられるので、最初の段階でジュンブル県の詳しい調査を行うことが必要と思われる。

(以上、土砂災害対策担当 原義文)

第3章 インドネシアにおけるバンジールバンダン災害対策の現状と課題

3-1 バンジールバンダン災害とは

バンジールバンダン (banjir bandang) に類似した災害現象として、flash flood、土石流、鉄砲水などがあるが、現象に微妙な違いがあって、バンジールバンダンの適切な訳語を見出すのは困難である。本調査ではバンジールバンダン (banjir bandang) というインドネシア語をそのまま用いている。

バンジールバンダンという言葉はインドネシアにおいても、比較的近年になってから使われ始めた言葉のようで、一般住民の知名度は低く、災害関係者の間においても明確に統一された概念になっていないようである。神野・野呂(「河川」2007年5月号)によると、インドネシア語大辞典(Kamus Besar Bahasa Indonesia、第3版)では『突然来襲し、迅速に流れ、流木などの大きなものを流し去る洪水(Banjir yg datang dng tiba-tibe dan mengalir deras menghanyutkan benda-benda besar (kayu dsb))』とあり、公共事業省内の勉強会でもインドネシア側はバンジールバンダンを『突然発生する水や土石流を伴った洪水で、上流域における地すべりや斜面崩壊で生じた土砂と高強度の雨水による土砂移動を原因とする土砂災害の形態である。』と説明しているとのことである。

今回、南スラウェシ、北スマトラ、東ジャワのバンジールバンダン被災地およびジャカルタの公共事業省で、「バンジールバンダン」とはどのような洪水を指すのかを尋ねたが、概ね、上記説明の範疇に属する返答であった。

本案件では、業務範囲を明確にする観点から、バンジールバンダンを『主に大規模河道閉塞による天然ダムの崩壊によって発生する土石流あるいはフラッシュフラッド』とする。これは、河川の山地斜面において発生した崩壊土が河道を塞ぎ、上流部に河川水を貯留し、水位・水圧の上昇により短時間に閉塞部を決壊し、下流に大規模な洪水・土石流をもたらす災害である。

3-2 インドネシアにおけるバンジールバンダン災害の発生状況

3-2-1 総論

国家防災委員会(BNPB)から収集した2002年から2007年の6年間の災害集計表(表3.1)により、インドネシアにおけるバンジールバンダンの発生状況を他の諸災害と対比して概観する。

この災害集計表は、諸災害を13種類に分類して、その発生件数(Jumlah kejadian)、死者(Meninggal)、行方不明者(Hilang)、被災者(Menderita)、避難者(Mengungsi)、および損壊家屋数(Rumah Rusak)を年毎に取りまとめたものである。

表 3.1 インドネシアにおける年別災害 (1/2)

DATA KEJADIAN BENCANA DI INDONESIA TAHUN 2007

Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Korban (jiwa)				Rumah Rusak (unit)
		Meninggal	Hilang	Menderita	Mengungsi	
Aksi Teror/Sabotase	3					-
Angin Topan	83	23		17,363	740	10,384
Banjir	156	116	10	341,300	1,221,656	41,312
Banjir dan Tanah Longsor	47	303	44	35,848	79,474	7,916
Gelombang Pasang/Abrasi	29	3		17,835	5,944	1,713
Gempa Bumi	12	102		52	204,395	145,595
Kebakaran	19	3		1,659	1,977	506
Kegagalan Teknologi	6	213	35			-
Kerusuhan/Konflik Sosial	1	15				-
Letusan Gunungapi	4				19,818	-
Tanah Longsor	62	70	3	2,253	5,771	2,813
Total	422	848	92	416,310	1,539,775	210,239

DATA KEJADIAN BENCANA DI INDONESIA TAHUN 2006

Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Korban (jiwa)				Rumah Rusak (unit)
		Meninggal	Hilang	Menderita	Mengungsi	
Gempa Bumi	20	5,784	-	1,625	2,179,328	305,060
Gempa Bumi dan Tsunami	1	650	33	-	6,727	2,362
Letusan Gn. Api	5	2	-	-	45,263	1
Tanah Longsor	73	196	52	4,006	9,489	2,392
Banjir dan Tanah Longsor	31	448	26	207,862	168,143	55,282
Banjir	328	95	4	394,430	245,564	18,667
Angin Topan	84	11	-	8,358	1,203	7,869
Gelombang Pasang/Abrasi	14	-	-	-	9,114	1,039
Kegagalan Teknologi	18	189	373	-	13,463	10,426
Kebakaran	50	11	-	3,826	1,892	3,511
Konflik/Kerusuhan Sosial	4	6	-	127	3,556	634
Aksi Teror/Sabotase	2	8	-	-	-	-
Perubahan Cuaca	1	95	-	-	-	-
Total	631	7,495	488	620,234	2,683,742	407,243

DATA KEJADIAN BENCANA DI INDONESIA TAHUN 2005

Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Korban (jiwa)				Rumah Rusak (unit)
		Meninggal	Hilang	Menderita	Mengungsi	
Gempa Bumi	9	952	1	-	119,386	87,954
Letusan Gn. Api	2	-	-	1,050	23,251	-
Tanah Longsor	50	207	5	1,081	2,449	1,018
Banjir dan Tanah Longsor	13	48	29	35,114	3,452	13,374
Banjir	248	68	-	23,962	166,705	22,495
Angin Topan	47	4	-	4,322	1,465	4,071
Gelombang Pasang/Abrasi	6	-	-	675	573	281
Kegagalan Teknologi	7	277	-	840	-	-
Kebakaran Hutan dan Lahan	2	-	-	-	-	-
Kebakaran	49	17	-	3,191	4,804	3,294
Aksi Teror/Sabotase	3	53	-	-	-	-
Total	436	1,626	35	70,235	322,085	132,487

(備考) 表中のインドネシア語の和訳は本文中に示す。

表 3.1 インドネシアにおける年別災害 (2/2)

DATA KEJADIAN BENCANA DI INDONESIA TAHUN 2004

Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Korban (jiwa)				Rumah Rusak (unit)
		Meninggal	Hilang	Menderita	Mengungsi	
Gempa Bumi	11	150	-	173,284	7,442	40,441
Gempa Bumi dan Tsunami	1	128,858	37,087	-	522,462	179,312
Letusan Gn. Api	5	2	-	-	35,916	-
Tanah Longsor	54	131	4	3,508	3,965	2,259
Banjir dan Tanah Longsor	9	41	4	95,350	41,032	2,894
Banjir	285	92	8	701,599	206,867	28,013
Angin Topan	65	11	-	102,582	2,615	11,356
Gelombang Pasang/Abrasi	8	-	-	43	1,045	924
Kegagalan Teknologi	8	66	12	527	1,646	2
Kebakaran Hutan dan Lahan	10	-	-	-	-	-
Kebakaran	86	28	-	289	16,795	3,957
Konflik/Kerusuhan Sosial	11	1,370	-	-	25,630	478
Aksi Teror/Sabotase	4	22	-	-	-	-
Total	557	130,771	37,115	1,077,182	865,415	269,636

DATA KEJADIAN BENCANA DI INDONESIA TAHUN 2003

Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Korban (jiwa)				Rumah Rusak (unit)
		Meninggal	Hilang	Menderita	Mengungsi	
Gempa Bumi	10	47	19	2,300	2,977	2,249
Letusan Gn. Api	4	-	-	-	1,722	-
Tanah Longsor	70	168	38	307	10,050	2,314
Banjir dan Tanah Longsor	37	151	54	28,508	85,749	11,823
Banjir	159	318	165	261,189	329,275	55,377
Angin Topan	30	3	-	1,807	1,946	2,208
Gelombang Pasang/Abrasi	6	-	-	-	217	230
Kegagalan Teknologi	13	216	42	-	-	-
Kebakaran Hutan dan Lahan	21	-	-	-	1,460	-
Kebakaran	61	29	-	-	17,303	4,441
Konflik/Kerusuhan Sosial	12	796	-	-	23,168	77
Aksi Teror/Sabotase	4	25	-	-	-	-
Total	427	1,753	318	294,111	473,867	78,719

DATA KEJADIAN BENCANA DI INDONESIA TAHUN 2002

Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Korban (jiwa)				Rumah Rusak (unit)
		Meninggal	Hilang	Menderita	Mengungsi	
Gempa Bumi	6	6	-	-	3,095	5,583
Letusan Gn. Api	3	2	-	-	21,534	6
Tanah Longsor	48	40	-	-	1,095	1,456
Banjir dan Tanah Longsor	17	111	21	-	11,939	3,046
Banjir	51	165	73	68,484	907,616	23,113
Angin Topan	14	4	-	-	3,844	2,076
Kegagalan Teknologi	4	2	-	-	4,400	-
Kebakaran Hutan dan Lahan	4	8	-	1,690	-	-
Kebakaran	21	-	-	-	10,377	2,079
Konflik/Kerusuhan Sosial	9	57	-	-	-	-
Aksi Teror/Sabotase	9	201	-	-	4	-
Total	186	596	94	70,174	963,904	37,359

(備考)表中のインドネシア語の和訳は本文中に示す。

集計表に基づき、過去 6 年間の合計災害発生件数と犠牲者数（死者 + 行方不明者）を集計すると次のとおりである。なお、バンジールバンダンは「洪水 + 地すべり（Banjir dan Tanah Longsor）」に該当すると思われる。

表 3.2 インドネシアにおける過去 6 年間の災害発生件数と犠牲者数（2002 年から 2007 年）

災害の種類	発生 件数	犠牲者 数(人)	年間平均		1 件当 犠牲者
			件/年	人/年	
地震(Gempa Bumi)	68	7,061	11	1,177	104
地震 + 津波(Gempa Bumi dan Tsunami)	2	166,628	0	27,771	83,314
火山噴火(Letusan Gn. Api)	23	6	4	1	0
地すべり(Tanah Longsor)	357	914	60	152	3
洪水 + 地すべり(Banjir dan Tanah Longsor)	154	1,280	26	213	8
洪水(Banjir)	1,227	1,114	205	186	1
台風(Angin Topan)	323	56	54	9	0
大波/侵食(Gelombang Pasang/Abrasi)	63	3	11	1	0
技術的破壊(Kegagalan Teknologi)	56	1,425	9	238	25
山火事と野火(Kebakaran Hutan dan Lahan)	37	8	6	1	0
火災(Kebakaran)	286	88	48	15	0
社会騒乱(Konflik/Kerusuhan)	37	2,244	6	374	61
テロ/破壊行為(Aksi Teror/Sabotase)	25	309	4	52	12
気候変動(Perubahan Cuaca)	1	95	0	16	95

「洪水 + 地すべり」は年平均 26 件発生しており、年平均犠牲者 213 人/年は「洪水」或いは「地すべり」による数を上回っている。しかも 1 件当たりの犠牲者数が多いのが顕著な特徴で、「洪水 + 地すべり」の発生が人災に直結していることを物語っている。

同じく国家防災委員会（BNPB）から収集した 2007 年の災害総括表によると、この年、「洪水 + 地すべり」は 14 の州で発生し、中部スラウェシ州モロワリ県の 7 月災害では 76 人が死亡し 14 人が行方不明、さらに、中部ジャワ州カラングニャル県の 12 月災害では 62 名が死亡したと報告されている。

このように、バンジールバンダンは人命損失を伴うことの多い重大な自然災害で、特に人命救済の観点からその対策が待たれている。バンジールバンダンは、「イ」国全土ではかなりの頻度で発生している災害であるが、個々の地域・住民にとっては、現地調査でほとんどが初体験と述べているように、きわめて稀な災害であるのもその特性である。

今回、バンジールバンダン災害対策プロジェクトのモデル候補地域として、近年大きな災害を経験した、南スラウェシ州シンジャイ県、北スマトラ州ランカット県および東ジャワ州ジュンブル県の現場を調査した。これらの調査結果に基づき、各候補地域の災害状況を以下に記述する。

3 - 2 - 2 南スラウェシ州シンジャイ県

被災地の立地：被災地は主に南スラウェシ州シンジャイ県のシンジャイ川、バリガン川およびブア川流域に位置する。シンジャイ県の県庁所在地はシンジャイ（概ね南緯 05 度 07 分、東経 120 度 15 分）は、州都ウジュンパンダン（マカッサル）から車で 4～5 時間の距離にあり、州都とは半島を挟んで反対側の東海岸に位置している。降雨は西シンジャイ Arango 観測所の記録によ

ると、年度による変動が大きい、11月～翌7月までが比較的雨量の多い月で、中でも4月～7月が多雨月である。8月から10月は毎年雨の少ない月である。

災害の概要：公共事業省（当時の省名は『KIMPRASWIL:居住・地域インフラ省』）のWeb-サイト情報によると、南スラウェシ州のバンジールバンダンは2006年6月20日02:00（インドネシア西部時間）に発生し、シンジャイ、ブルクンバ、バンテン、ジェネポントの各県で248人の死者（2006年6月24日現在；洪水による死者150人、地すべりによる死者98人）が出たと報じている。中でも、シンジャイ県は最も大きな被害を受け、北シンジャイ（ピリングレ地区）および中シンジャイ（コンパン村、ガタラン村）等で、洪水および地すべりによる死者が184人に達した。併せて、マリノ-シンジャイ道路等の幹線道路が、土砂崩れによる埋没や損傷、橋梁の流失や破損等のため不通となった。このような大災害は住民にとって初めての経験とのことである。

降雨量：シンジャイ地域諸河川の水源に位置する西シンジャイArango観測所の最近10年間の雨量記録に基づき、2006年災害時の降雨状況を概略把握する。下表に示すように、年最大月雨量で見ると2006年の降雨(567mm/月)は2000年および2002年にも同程度或いはそれ以上の月雨量があり、特に大きな雨とは言えない。しかし、日雨量で見ると2006年6月19日の記録(255mm/日)は他の年最大日雨量をはるかに上回る大きな豪雨であったことが分かる。さらに、6月19日前後の日雨量の推移を見ると、災害の前後には比較的平凡な日雨量記録が並んでいる。このことから6月19日の降雨がシンジャイの洪水、地すべり、バンジールバンダンの原因になったと推定される。さらに、この日の降雨のうちでも、山地斜面の土砂崩壊の引き金になるような強い強度の降雨が夕方から夜半にかけて降ったと思われるが、想像の域を出ない。降雨と土砂災害発生との関係を検討するには、時間雨量記録のようなもっと短時間の降雨観測記録が必要である。

（年最大雨量：Arango/1998年～2007年）

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
年最大月雨量(mm/月)	369	338	563	308	743	383	279	309	567	491
年最大日雨量(mm/日)	69	89	118	70	165	85	38	38	255	45

（災害前後の日雨量推移：2006年6月17日～23日）

2006年6月	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日
日雨量(mm/日)	0	20	255	40	32	9	0

災害の形態：2006年6月8日から同月11日まで、シンジャイ県の災害現場を調査した。調査対象地域の位置図を図3.1に示す。また、現地調査のメモを付属書-Eとして巻末に収録する。現地調査および収集資料・情報から判断すると、シンジャイ県の2006年6月の災害は強い豪雨によるもので、災害は山地部（コンパン村、ガタラン村）の斜面崩壊による土砂災害、シンジャイ低平地の（ピリングレ地区）の洪水氾濫、およびバンジールバンダンによるパナイカン村の災害の3形態で発生したと思われる。



図 3.1 シンジャイ調査対象地域位置図

山地部の斜面崩壊：斜面崩壊は、中シンジャイのコンパン村、ガタラン村等で、いずれも6月19日の23時頃から翌20日の2時頃の間には発生した。これらの地域は、未固結の土壌で覆われた起伏の多い山地で、その山地斜面の樹木を伐採して段々畑にしたり民家を建てたりしている。この山地斜面の崩壊により、民家や農地が被災し多くの犠牲者を出した。また、この山地の集落を結ぶ幹線道路が山地斜面に建設されており、土砂崩壊により幹線道路がいたるところで寸断され、地域経済活動に重大な被害を与えたばかりでなく、災害復旧活動の大きな障害となった。



シンジャイ低平地の洪水氾濫：日付が6月20日に変わった深夜1時頃、北シンジャイのピリングレ地区を中心に発生し、朝明るくなる頃には洪水は去っていた。これはシンジャイ川、バリンガン川などの洪水によるもので、洪水と満潮が時間的に重なったことも被害を大きくしたといわれている。低平地とはいえ、この地域の河川の勾配は急で、この洪水により、多くの犠牲者、建物損壊、橋梁流失が発生し、大量の土砂が低平地に堆積した。



(前夜の雨のせいか、土砂濃度が高く流れの速い河川)

パナイカン村の災害：地形図を見ると、村は周辺を高台で囲まれた盆地状を呈しており、バリンガン川が蛇行して盆地を流れている。災害は村の上流にある河道窄部が上流からの流送物で閉塞し天然ダムを形成し、これが決壊したことによるバンジールバンダンと推測される。被災地の土砂堆積が少ないことから考え、主に、土砂の少ない流木等による閉塞ではなかったかと思われる(上流閉塞地状況は未確認)。また、満潮と重なったことも洪水位(地盤上約3m)を高くした要因と考えられる。この災害により、パナイカン村の民家39戸が流失し、35人の犠牲者(33人死亡+2人行方不明)が出た。



全民家(39戸)が流失した Panai Kang 村の跡：民家の土台が土砂に埋もれず残っている。

今後の防災対策：施設の・構造的に防護すべき道路・橋梁等は別として、山地部全体を施設の対策で崩壊から護るのはあまりにサイトが多く、費用対効果の観点からも実施は困難と思われる。

警報避難体制、民家移転計画、土地利用規制等の推進を主体に対策を立てるのが現実的である。このうち、および 項の対策はすでに政府が実施中とのことである。したがって、下流平地部の防災は、現状の山地部からの土砂供給が有る状態を前提に防災対策を検討する必要がある。災害発生メカニズム分析、山地崩壊情報および流路状況(特に河道の閉塞)の監視、これらの監視情報に基づく警報避難体制の確立が現実的・基本的な対策と思われる。

3 - 2 - 3 北スマトラ州ランカット県

被災地の立地：バホロ川はSimpang Dua地点上流で 2000m級の山々に発する支流の流れを集めた後、約 14kmの峡谷部河道を東方へ流下し、山地流域の出口に位置するブキットラワン村へ達する。被災地はそのブキットラワン村（北スマトラ州ランカット県バホロ郡：概ね北緯 03 度 33 分、東経 98 度 08 分）で、村上流の山地流域には防護対象物は無く、大部分が国立公園/自然保護区になっている。ランカット県の県庁所在地はスタバット（州都メダンから北西へ車で約 2 時間）で、ブキットラワン村はスタバットから南西へ約 3 時間、メダンからは西方へ約 3.5 時間の距離にある。この地域は東西 2 方向からの季節風を受けるため、乾期が明瞭でなく年中降雨があるが、7 月～翌 1 月までが比較的多雨である。

災害の概要：ブキットラワン村を 2003 年 11 月 2 日 22:00（WIB）に、バンジールバンダンが襲った。この災害により、民家 400 戸、ホテル・ロッジ 35 戸、一般施設・商店等 400 戸、その他の公共施設が多大な被害を受けた。この災害の犠牲者は 2003 年 11 月 20 日現在、死者 156 人、行方不明者おおよそ 87 人（未登録旅行者は把握できないため）である。死者の中には 5 人の外国人が含まれている（ドイツ人 2 人、オランダ人、シンガポール人、オーストリア人各 1 人）。【以上、ランカット県保健事務所報告書による】

2008 年 6 月 13 日から同月 17 日まで、ランカット県の災害現場を調査した。調査対象地域の位置図を図 3.2 に示す。また、現地調査メモを付属書-F として巻末に収録する。

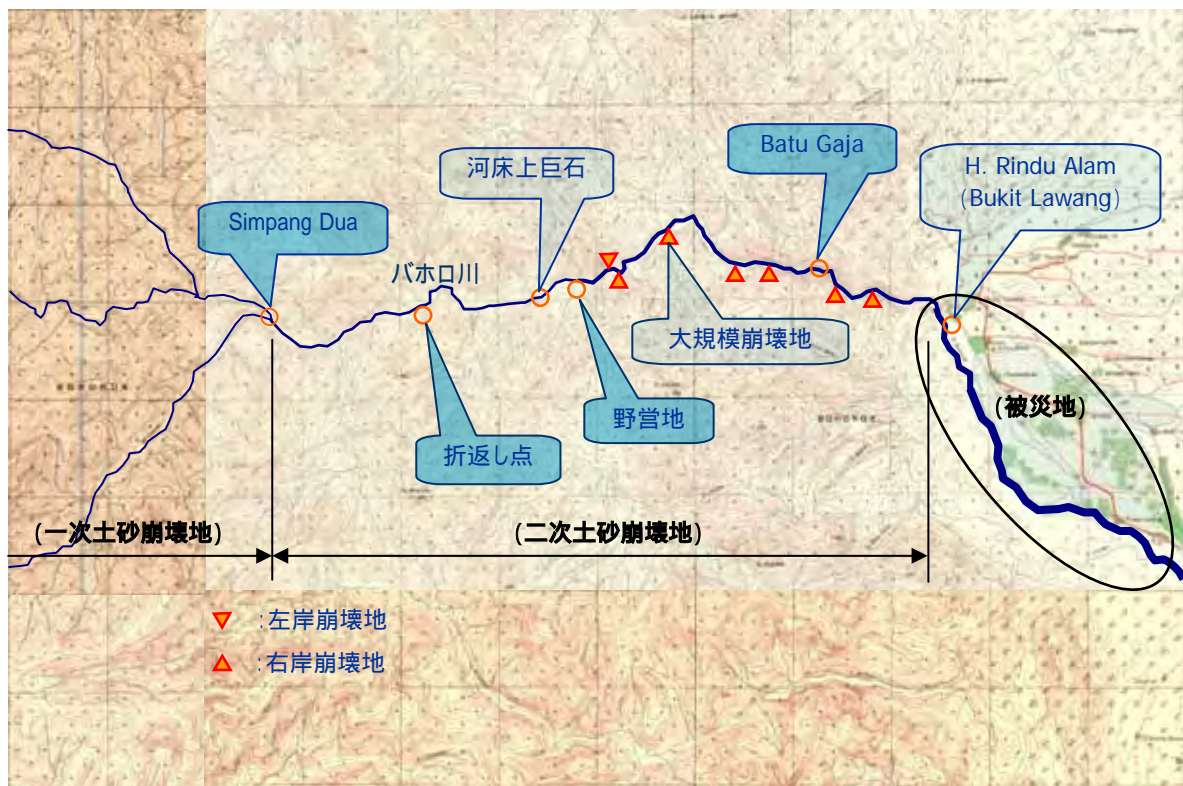


図 3.2 バホロ調査対象地域位置図

バホロ川バンジールバンダンのメカニズム：地形図で見るとバホロ川はSimpang Duaより上流の幾つかの山地支川流域に分かれている区間、その下流のほとんど大きな支川の流入しない峡谷河道区間、および山地から出て平地移行する区間に分けられる。ランカット県の資料によるとこれらの区間を上流から、一次土砂崩壊地、二次土砂崩壊地および被災地と称している。Simpang Duaより上流の一次土砂崩壊地が主たる土砂崩壊地でありバンジールバンダンの発生地でもある。

『一次土砂崩壊地の崩壊土と倒木が作る天然ダムの決壊によりバンジールバンダンが発生し、その濁流が峡谷河道区間で二次的崩壊土や流木を伴って、延長約 14kmの河道を一気に駆け下り、山の出口に位置するブッキトラワン村に災害をもたらした』のがバホロ川バンジールバンダン災害のメカニズムと思われる。

被災地（ブッキトラワン村）の状況：被災者からの聞き取り情報によると、2003年11月2日21時頃から河川水位が急激に上昇し始め、20分から30分で川沿いにある全てのものが流失してしまったとのことである。洪水は、土石というよりむしろ大量の流木を伴った洪水で、バホロ川沿いブッキトラワン村の多くの民家や観光客用宿泊施設を破壊した。川沿いの民家や取水施設、河川に架かる橋梁なども流失した。今回調査団が宿泊したHotel Rindu Alamでは洪水位が平屋客室の天井（河岸上2～2.5m）まで達した。しかし洪水の流れた範囲はあまり広くなく、地盤の高い河岸地域では被災しなかった。災害後、河川の泥流が約1年続き、河川水が清流に復帰するのに約2年を要したという。住民は言々に、バンジールバンダンは初めての経験だと言っている。



被災した Hotel Rindu Alam (2003.11)



現状の Hotel Rindu Alam (2008.06)

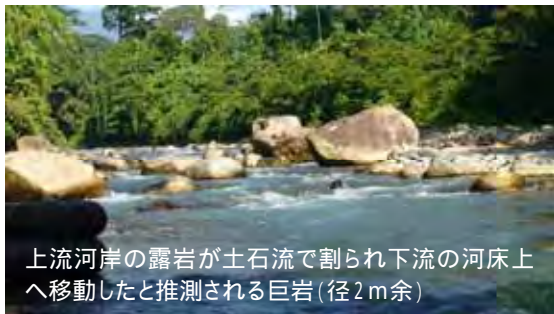
谷河道区間（二次土砂崩壊地）：土砂崩壊地および天然ダム決壊地の状況を調査するため、1泊2日の行程でSimpang Duaを目指してバホロ川沿いに踏査を行った。この河道区間は谷底の河道幅員が狭く、低水期といわれる踏査時点でも河岸に長い歩行路を確保するのが難しく、渡河を重ね砂礫堆から砂礫堆をつないでゆく行程となった（平均速度概略1km/時）。約1.5日の行程で図3.2の折返し点と記した地点まで遡行したが、Simpang Dua地点より上流（一次土砂崩壊地）へ到

達することはできなかった。

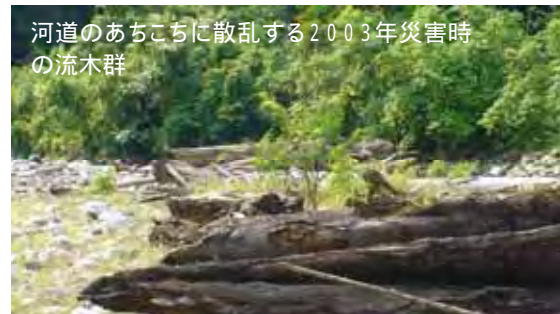
踏査した河道の河岸には崩壊斜面が多数見出された。ガイドの説明によれば 2003 年災害時のものがほとんどである。上流からの土石流により河岸法先が洗掘され斜面が崩壊したものと思われる。河岸崩壊により一次河道が閉塞しその後決壊したと思われるサイトもあるが、全般的に規模の小さな崩壊である。土石流により露岩の突起した河岸が削られたり、土石流が運んだ大量の流木が河岸や河道砂礫堆上に散在していた（下記写真参照）。ランカット県の資料が指摘するように、この河道区間は土砂の流送を主たる機能としており、土砂や流木の主たる生産地ではないと思われる（二次的な土砂供給地であることはもちろんであるが）。



崩壊土砂で一時河道が閉塞し、決壊したと推測される河岸崩壊地



上流河岸の露岩が土石流で割られ下流の河床上へ移動したと推測される巨岩(径2m余)



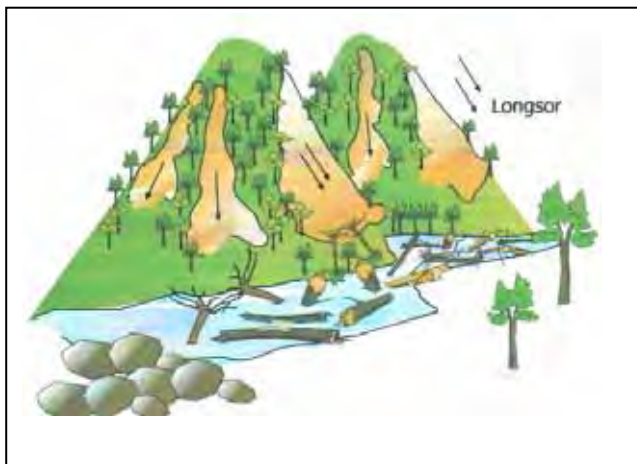
河道のあちこちに散乱する2003年災害時の流木群

一次土砂崩壊地：Simpang Duaはバホ口川がほぼ同規模のLandak川と合流する地点である。さらに、バホ口川はSimpang Duaのすぐ上流で2河川に別れている。Simpang Duaの上流では急な急流山地斜面の雨水と土砂を受けた3河川が合流することになる。2003年災害時、この山地斜面のいたるところで斜面崩壊が発生した。



Bukit Lawang から約 20km 上流の Buluh 山の斜面崩壊状況 (2003.11)

流木による天然ダムの形成：ランカット県の資料ではバンジールバンダンにつながるパホロ川の天然ダム形成過程を次のように説明している（下図参照）。強い豪雨などにより急な斜面上の土砂と樹木が谷底へ崩落する。崩落した土砂と樹木は洪水によって下流へ運ばれる。その過程で、流木は流れの淀みや河道の狭窄部で滞留し流木郡を成長させ、それがさらに他の流送物と交互にかみ合い小さな天然ダムを作る。天然ダム上流にはさらに多くの流送物が集まり、やがてダムの決壊とともにおおきな流木郡は下流へ移動する。このように滞留と決壊を繰返し、雪だるま式に大きくなった流木郡は益々大きな天然ダムを形成し、やがて重大なバンジールバンダン災害をもたらすような天然ダムの決壊が起こる。天然ダムは複数形成されており、その形成時期も災害の5年～10年前に既にあったとの情報もある。古い天然ダムと新しくできた天然ダムがともに決壊したとも考えられる。



今後の防災対策：パホロ川流域はほとんどが国立公園の指定を受けその自然が保護されている。この流域はオランウータンの生息地としても有名で、ブキットラワンは観光地になっているが、小さな村である。上流山地は土砂流出の多いところではあるが、防護対象のブキットラワンから14kmも離れている。被災地は一部を除き比較的地盤が高く、河川も洪水時を除き清流を保っている。以上を総合的に考えると、土砂制御のための施設的対策は、環境保全、費用対効果の観点から現実的な対策ではない。

問題は、きわめて稀に発生するバンジールバンダン災害である。上流の河道状況、特に、Simpang Dua上流の土砂崩壊と堰止湖の状況を監視し、大規模堰止湖の形成およびその決壊を予知することによって、下流ブキットラワン村の警報・避難活動を確実にを行うのが実効性の高い対策と考えられる。パホロ川の場合、幸い災害原因地（一次土砂崩壊地）と災害発生地（ブキットラワン村）の間に14km以上の距離があり、減災のため有効に使える予知時間がかなり期待できる。

3-2-4 東ジャワ州ジュンブル県

被災地の立地：東ジャワ州の州都はスラバヤで、ジュンブル県の県庁所在地はジュンブルでスラバヤ南東方向へ車で約4.5時間のところにある。被災地は東ジャワ州ジュンブル県のプティ川およびディノヨ川流域にある。プティ川とディノヨ川はアルゴプロ山の南斜面を南下して合流し、下流でベダドゥン川へ合流している。ベダドゥン川は最終的にインド洋へ注いでいる。被災地の

Kemiri村役場は概ね南緯 08 度 05 分、東経 113 度 38 分にある。この地域は雨期と乾期が明確で、10 月から翌 4 月までの 7 ヶ月が雨期で、5～6 月の遷移期を挟んで、7 月から 9 月が乾期である。

災害の概要：災害直後の 2006 年 1 月 19 日に東ジャワ州が作成した災害報告書 Mitigasi: Bencana Alam Banjir Bandang di Kabupaten Jember(以後、東部ジャワ州災害報告書と略称)によると、2006 年 1 月 1 日(2005 年 12 月 31 日/2006 年 1 月 1 日)ジュンブルのディノヨ川およびプティ川流域で降雨量 178 mm/日 (Klatakan 観測所)を記録したと記されている。この雨により、バンジールバンドンの引金となる地すべりが発生し、多くの犠牲者および資産やインフラ施設の被害が発生した。最も大きな災害を受けたのはディノヨ川およびプティ川流域にあるPanti郡のSuci、Panti およびKemiri村である。この災害で少なくとも 98 人が死亡し、約 200 ha の水田が被災し、285 の家屋が流失或いは損壊した。さらに、6 箇所の橋梁、21 箇所の堰、21 の灌漑施設と水路、その他のインフラ施設が損傷した(以上、東部ジャワ州災害報告書による)。

降雨記録：上記の州報告書に災害発生時の降雨記録が下記のとおり示されており、災害時の降雨量がこの地域の平年雨量(平均 32 mm/日)を大きく上回っていると述べている。

日付 観測所	Dec. 28, 2005	Dec. 29, 2005	Dec. 30, 2005	Dec. 31, 2005	Jan. 01, 2005
Klatakan (流域内)	55	68	90	45	178
Candi (流域外)	44	10	56	4	75

また、2006 年 01 月 01 日のディノヨ川およびプティ川流域周辺の 5 観測所における日雨量記録は次のとおりである。

観測所	Ranbipuji	Klatakan	Dam Makam	Semanpir	Pono
日雨量(mm/日)	115	178	127	120	107

【注】州報告書では雨量を(mm/hr)と表記しているが、これはインドネシア語の日(hari)を hr と略記したと思われるので(mm/hr)を、(時間雨量ではなく)日雨量(mm/日)と解釈した。

対象地域の地質：被災地のPanti郡は休火山アルゴプロ山の斜面上にあり、地質的には古い火山噴出物と新しい噴出物が複合している。これら噴出物は未固結で、その層厚は比較的厚く、2m から 10m 余である。

現地調査：2008年6月13日から同月17日まで、ランカット県ジュンブルの災害現場を調査した。調査対象地域の位置図を図 3.3 に示す。また、現地調査メモを付属書-Gとして巻末に収録する。



図 3.3 ジュンブル調査対象地域位置図

プティ川天然ダムの決壊と災害：プティ川上流にはジアワティという大規模農園関連の工場（Manggis集落）とその労働者のための住宅地（Kaliputih集落）があった。これら集落のさらに上流（Kaliputihから約2km、Manggisから約3.5km）の河道で2005年末から2006年始めにかけての豪雨による大規模な河岸の崩壊があり天然ダムが形成され、やがてそのダムが決壊した。この決壊により、Kaliputih集落では全民家（約50戸）の流失・損壊と27名の犠牲者を出し、ジアワティ工場では13名（うち3名は行方不明者）の犠牲者を出した。さらにプティ川下流の犠牲者を含めると合計78名（Kemirin村情報）にも達したという。

公共事業省で入手した調査報告書によると、2006年01月01日（日）17時頃から雨が強くなり、アルゴプロ山に源を発するプティ川の水位が1mにまで上昇した。しかし、21時には住民が避難を思い留まる程度にまで河川水位が低下した。そして、翌1月2日（月）0時15分、雷鳴のような土石流の音が聞こえ、民家を襲い、多くの住人を流れに巻き込んだ。

当時、雨のためプティ川の水位が上昇し、クチャマタン職員が村人に避難を呼びかけ、多くは避難したが、なかには避難しない人もいた。加えて、一時河川水位が下がった（おそらく天然ダムの形成による洪水の堰き止め）ため、避難した人の一部も自宅に戻った。そこへ、土石流が襲ったとの聞き取り情報もある。

天然ダム決壊地（プティ川）：



プティ川の天然ダムの決壊はさらに下流の集落にも大きな被害を与えた。天然ダムから約11km下流のBunut地区の堰の直上流には、500m上流から流されてきたという直径4mを超える巨大な転石があり、土石流の営力の巨大さを実感させられる。堰付近の学校は一階部分が破損し、さらに約1km下流のKemiri村の市場や橋梁、民家も損壊した。



ディノヨ川天然ダム決壊地：プティ川とほぼ時を同じくしてディノヨ川でも河岸法崩壊による天然ダムの形成とその決壊が起こった。幸い、ディノヨ川下流の川沿いには大きな集落や工場が無く、大きな災害には至らなかった。



今後の防災対策：ジュンブルの河川、特にプティ川上流の河床上には巨礫がいたるところに転がっている。これらの巨礫は河川の掃流作用で運ばれるには大きすぎ、土石流によって運ばれたものと思われ、過去に繰り返し土石流があったことを物語っている。一方、これらの河川の流域斜面は未固結な火山噴出物で構成されており豪雨などによって崩壊しやすい地質である。事実、上流部流域では大小の斜面崩壊地が多く見られる。このようなことから、今後、バンジールバンダンがこの流域に再発する可能性は高い。この流域の下流には多くの集落と農地が広がっている。

広大な流域の土砂崩壊を施設的に食い止めるのは経済的に実現困難と思われる。上流山地の森林を保全し崩壊リスクを緩和するとともに、下流部の危険地に住宅や重要施設を設けないよう土地利用を規制し、人命損失や重大被害を回避することが現実的な対応と考えられる。

そのための基礎資料として、まず、地形、地質、過去の崩壊・災害履歴を勘察し、土砂崩壊危険地とバンジールバンダン被災予想地域を示す災害危険地図を作成する必要がある。次に、バンジールバンダン発生の予知、および予知情報に基づく警戒避難体制の構築、さらにその一般住民への周知と住民を動員した警戒避難訓練の実施が必要である。予知手段としては、豪雨が山地斜面崩壊の引金になることから上流山地での降雨観測(できれば時間雨量観測)が考えられる。また、下流の防護地域における河川の流況観測も重要な手段である。下流河道の洪水濁度の変化から上流での崩壊発生を知り、洪水位の異常な低下から上流河道での天然ダム形成を知ることができる可能性がある。2006年災害時のバンジールバンダン発生前の水位低下の例は、河川水位の観測が上流における天然ダム形成の検知に役立つことを示唆するものである。

3-3 バンジールバンダン災害対策の現状

「イ」国では大小合わせて年平均26件のバンジールバンダン災害が発生している。中でも、先に述べた2003年11月の北スマトラ州ランカット県、2006年1月の東ジャワ州ジュンブル県、および2006年6月の南スラウェシ州シンジャイ県における災害は特に多くの犠牲者と多大な被害をもたらした。

「イ」国政府がこれまでに実施してきたバンジールバンダン対策は、いずれも災害後の対症療法的なものである。災害が発生すると、災害地の県政府は災害の規模に応じ、国軍、州政府、中央政府などの関係機関の技術的・資金的な支援を得て災害救助活動、災害復旧事業を実施してきた。以下に、上記の三大災害地において実施された災害復旧事業について、現地調査で得た情報に基づき紹介する。

南スラウェシ州シンジャイ県の災害復旧事業：災害後、ランカット県は州および中央政府の支援を得て、流失したり破損した橋梁、道路、灌漑施設の復旧・再建を行った。さらに、約400戸の災害復興住宅を建設し被災者に供与すると共に、家屋再建に必要な住民には1世帯あたりRp.23,000,000の資金的支援を行った。



北スマトラ州ランカット県の災害復旧事業：災害後、ランカット県は州および中央政府の支援を得て、総額 500 億ルピアの災害復旧事業を実施した。主な復旧施設は次のとおりである。

- 取水堰復旧：オランダ時代に建設された取水堰が 2003 年災害で破損し、2005 年から 2007 年の 3 年度にわたり、総額 62 億ルピア（地方及び中央政府予算）で、旧堰の約 50m 下流に再建した。
- 災害復興住宅建設：356 戸の住宅を建設し、被災者へ供与した。事業費は 112 億ルピアで、家屋のほか、道路、バスターミナルを含む。
- 人道吊橋建設：取水堰の上流に、バホ口川を横断する人道吊橋を建設した。



東ジャワ州ジュンブル県の災害復旧事業：1 月の災害後、ジュンブル県は州および中央政府の支援を得て、破損した橋梁や灌漑施設の復旧を行った。被災者の住宅としては、災害直後まず被災者用のテントを用意し、5 月に、6 箇所に合計 230 戸の災害復興住宅を建設し、Kemiri 村の被災者に供与した。



3-4 バンジールバンダンに関する政策・計画等

「イ」国政府の新国家中期開発計画（REPENAS 2004-2009）では、安全で平和な社会の実現、公正で民主的な社会の実現、繁栄の実現が主要な柱となっており、持続的な経済回復を促進するためには、自然災害の発生により損失・劣化する自然資源や公共インフラを守り、被災による住民の貧困化を防止することが必要とされている。また、公共事業省 5 ヵ年計画（2005-2009）では、洪水・土砂災害の発生要因となる環境劣化防止の必要性、洪水・土砂災害被害軽減に関する住民啓発の必要性が明記されている。

一方、「イ」国は 2004 年 12 月スマトラ沖地震とこれに伴う津波により大災害を経験した。これを契機に、災害時活動の管理調整に関して、2005 年に大統領令（No.83-2005）が発令され、中央政府に BAKORNAS（国家災害管理調整委員会）、州レベルに SATKORLAK（州災害管理調整委員会）、さらに県レベルに SATLAK（県災害管理調整委員会）を設け、それぞれのレベルで組織横断的に災害時活動の管理調整を行うことになった。行政機能の地方分権化の推進とあいまって、災害管理に関する組織の改変が、国、州、県それぞれのレベルで実施されることになり、現在、その体制整備が進行中の段階である。なお、BAKORNAS は 2007 年 10 月をもって BNPB（国家災害管理委員会）と改称し組織を改編した。

BNPB では 2008 年 10 月を目処に防災対策に向けたガイドラインを作成中とのことである。「イ」国では 2005/6 年にも中部ジャワ地震やメラピ火山の噴火など大災害が発生した。新体制の下で災害対策への具体的な取り組みを始めたばかりで、バンジールバンダン対策は今後の課題というのが実情

のようである。このような状況下で実施される本プロジェクトは、「イ」国のバンジールバンダン災害対策の最初の具体的な取組みで、今後の取組みの先例となるものである。

3-5 日本-インドネシア防災に関する共同委員会

「イ」国における自然災害の予防及び被害軽減のための体制整備に向けた協力強化を目指した「日本・インドネシア防災に関する共同委員会」が2006年に開催され、その中で、バンジールバンダン対策に関する両国協力の必要性が確認された。

このバンジールバンダン災害対策は、自然災害による民生や社会開発の阻害を絶つ観点から、わが国政府の開発援助大綱の理念に沿うものである。また、JICA 国別事業実施計画で掲げる「人間の安全保障」に関する取り組みコンポーネントの「恐怖（紛争・災害等）や欠乏（貧困）からの解放に関する支援」にも合致するものである。

3-6 JICA および日本によるその他の援助

(1) インドネシア国火山地域総合防災プロジェクト (ISDM project “ The Integrated Sediment-related Disaster Management Project ” 2001年4月～2007年3月)

インドネシア国地方部における土砂災害による被害の増大を背景とし、「火山地域の村落において、行政と住民が連携し、土砂災害による危険を軽減するための事業を計画・実施できるようになる」ことを目標として実施された。主な成果はモデル地区における住民の土砂災害リスク軽減、行政と住民が連携して実施する「地域総合防災事業ガイドライン」の作成、防災事業を推進する技術系公務員の育成等である。

(2) インドネシア国自然災害管理計画調査 (The Study on Natural Disaster Management in Indonesia 2007年3月～2009年2月)

インドネシア国の国、地域両レベルにおける防災計画を策定する開発調査である。併せて、防災関連組織の能力強化を行うことにより、「イ」国が全国的に統一した防災に関する指針と組織体制を確立し、自然災害に対する管理能力を向上させることを目的とする。国家防災計画においては、防災上必要とされる諸施策を、国、地方政府、住民等の役割を明らかにしつつ定めるとともに、地域防災計画において重点を置くべき事項を示す。地域防災計画については、2箇所モデル地域において州レベル地域防災計画概要と県レベル地域防災計画を策定するとともに、特定の災害発生が顕著あるいは発生の危険性がある市町村をパイロット地区として選定し、その地区において、市町村レベル防災計画の策定、災害特性の把握とリスクの評価、ハザードマップの作成、住民レベルの早期警戒体制の構築、コミュニティ防災活動等を行う。

3-7 他ドナーの動向

公共事業省、ならびに今回訪問した南スラウェシ、北スマトラおよび東ジャワの各州から得た情報によると、バンジールバンダンを含む大規模災害に際しては、多くの国および支援団体からの災害救助活動の面で、支援を受けている。しかし、将来のバンジールバンダン対策に関しては、我が国を除いて、他ドナー国・機関による調査、計画および事業は実施されていないとのことである。

第4章 要請内容に係る分析

4-1 要請内容

バンジールバンダン災害対策プロジェクトに対するインドネシア国政府から日本国政府への技術協力の要請書を巻末に付属書-Aとして添付した。以下にその内容を取りまとめる。

(1) 要請の背景

「イ」国では地震、津波、火山噴火など多くの自然災害を受けている。バンジールバンダンは英語で通常フラッシュフラッドと訳されている。バンジールバンダンは河川の上流部における大規模斜面崩壊に起因し、突然発生し、水、砂、岩等を巻き込んで流下する。バンジールバンダンがインドネシアで知られるようになったのは最近のことである。2003年11月2日に北スマトラのランカット県ブキットラワンに起こったバンジールバンダンは、Lauser山国立公園の観光地を襲い、外国人を含む155人の死者と80人以上の行方不明者を出した。雨期のたびに、多くのバンジールバンダン災害が「イ」国、特にスマトラ島、ジャワ島およびスラウェシ島で発生し、住民やその資産は被災してきた。

インドネシア政府はこれらの問題に取り組んできたが、バンジールバンダンがいつ、どこで発生するのかを知り、その対策を検討するのが困難な状況にある。

さらに、日本国首相とインドネシア国大統領が、2005年に「日本・インドネシア防災に関する共同委員会」を開催することに合意した。これは両国が地質的・地理的に類似しており、防災に関する日本の経験と技術を学ぶことがインドネシアの災害軽減に役立つためである。2006年にジャカルタで開催された第2回の委員会では、バンジールバンダンが津波や地震同様、「イ」国の重大な災害の一つであることが確認された。

以上の「イ」国における防災分野の状況を勘案し、「イ」国政府は、バンジールバンダンに対する次の技術協力を日本政府へ要請してきた。

(2) プロジェクトの概要

- 1) 目標：「イ」国の災害危険地で防災規則が広く普及される。
- 2) 目的：バンジールバンダン災害の軽減管理を通じて、この事業の対象危険地における地方政府職員および住民が防災に対する意識を向上させ、日常的な防災活動を構築する。
- 3) 成果：本事業対象地域の被災地において、
 - a) バンジールバンダン災害危険地の抽出方法の確立
 - b) 警戒・避難システムの確立
 - c) 避難訓練
 - d) 防災意識の向上
- 4) プロジェクト活動：
 - a) バンジールバンダン災害危険地の抽出方法の確立（地形・地質図の利用；被災可能地域の人口等を考慮した優先度の決定；現地調査による危険地域の決定）

- b) 警戒・避難システムの確立（ハザードマップの作成；雨量計・水位計、情報システムなどによるバンジールバンダンの予報、）
 - c) 防災システムを確立し維持するための避難訓練（防災意識の啓発と普及）
- 5) 受入国（インドネシア国）政府の投入：
- a) カウンターパート職員
 - b) 水資源総局およびプロジェクト地域における必要設備（電気、電話、エアコン等を含む）付きの適切な事務所
 - c) 現地調査に必要な手配（車、省職員の出張旅費）
- 6) 日本国政府の投入：
- a) 日本人専門家（長期専門家 2 名および必要に応じ短期専門家）

4 - 2 要請内容の分析

この要請書の内容を検討した結果、プロジェクトに係る対象国の実施体制を確認し、現地調査および資料収集を行い、本案件の取組み方針や実施方法を検討すべきと判断した。主な確認事項は次のとおりである。

- 「イ」国の本件に対する意向
- バンジールバンダン災害の現状
- 上位 / 関連計画との整合性
- 他援助機関の本分野援助動向
- プロジェクト内容（成果、範囲、規模、期間、要員など）
- プロジェクト実施における留意事項
- モデル候補地域の状況と選定（自然状況、施設、住民など）
- 必要資料、入手可能資料
- 先方政府の実施体制および関係機関と能力（カウンターパート機関、ステークホルダーなど）

これらの事項を調査、確認するため、事前調査を実施し、「イ」国政府と協議した結果を、協議議事録(付属書-D：Minutes of Meeting)に取りまとめ、その署名・交換を通じ、対象国側とプロジェクト方針を確認した。

第5章 プロジェクト実施内容

5-1 概要

5-1-1 上位目標

全国のバンジールバンダン危険地域においてバンジールバンダン警戒避難体制が整備される。

5-1-2 プロジェクト目標

公共事業省水資源総局および主要な危険地域の防災関連機関のバンジールバンダン対応能力が強化される。

5-1-3 成果と活動

「成果1」：モデル地域においてバンジールバンダン危険地域調査手法が確立される

- 「活動 1-1」：モデル地域において、地形図・空中写真判読、既存資料を用いた災害履歴調査、地質特性調査等を行なう
- 「活動 1-2」：モデル地域において、地形地質調査を行い、災害履歴図を作成する
- 「活動 1-3」：モデル地域において、バンジールバンダン危険地域の抽出を行う
- 「活動 1-4」：モデル地域におけるバンジールバンダンハザードマップを作成する
- 「活動 1-5」：上記活動結果を反映した「バンジールバンダン危険地域調査マニュアル（ドラフト）」を作成する

「成果2」：モデル地域においてバンジールバンダン警戒避難体制が整備される

- 「活動 2-1」：モデル地域において、過去の災害で確認された前兆現象を整理する
- 「活動 2-2」：1-1、1-2 の結果等から、雨量計の設置場所を検討する
- 「活動 2-3」：雨量計を設置し、観測を開始する
- 「活動 2-4」：水位・雨量とバンジールバンダン発生の関係を分析し、警報判断基準を検討する
- 「活動 2-5」：地方政府と住民の双方向の情報伝達ルールおよび責任者を決定する
- 「活動 2-6」：住民の防災意識向上のためのセミナー、ワークショップを実施する
- 「活動 2-7」：防災訓練を実施する
- 「活動 2-8」：上記活動結果を反映した、「バンジールバンダン警戒避難マニュアル」を作成する

「成果3」：全国の主要な危険地域においてバンジールバンダン危険地域調査能力が強化される

- 「活動 3-1」：「イ」国全国に関して、地形図、空中写真判読、既存資料を用いた地質特性調査等を行い、バンジールバンダン発生可能地域を抽出する
- 「活動 3-2」：3-1 で抽出したバンジールバンダン危険地域のうち、主要地域数箇所について、地形地質調査を行い、災害履歴図を作成する
- 「活動 3-3」：主要地域についてバンジールバンダンハザードマップを作成する
- 「活動 3-4」：3-1～3-3 の活動において、1-5 で作成したマニュアルを活用し、課題点について改訂した「バンジールバンダン危険地域調査マニュアル（最終版）」を作成する
- 「活動 3-5」：「イ」国全国のバンジールバンダン危険地域への対応能力を向上するためのアクションプランを作成する

「活動 3-6」: 上記マニュアルおよびアクションプランを周知するためのワークショップ、セミナーを開催する

5-1-4 投入

日本側（総額 0.9 億円）

- 1) 下記分野の専門家派遣
 - チーフアドバイザー
 - バンジールバンダン災害対策
- 2) 機器供与
 - 水文観測に必要な機材（雨量計など）
- 3) 在外事業強化費
 - ローカルコンサルタント備上費
 - プロジェクト実施運営経費等

インドネシア国側

- 1) プロジェクト・オフィスの提供
- 2) カウンターパートの配置
- 3) カウンターパート予算の負担（カウンターパート人件費、施設・設備、その他）

5-1-5 外部要因（満たされるべき外部条件）

成果達成のための外部条件

- 1) カウンターパートが予定通り配置されること
- 2) プロジェクト予算が当初予定通り確保されること

プロジェクト目標達成のための外部条件

- 1) 技術移転を受けた職員が現在の職場に留まること

上位目標達成のための外部条件

- 1) インドネシア国の防災政策に大幅な変更がないこと
- 2) 公共事業省および地方防災機関に対して予算・人員が適切に配分されること
- 3) 急激な自然環境変化が発生しないこと

5-2 活動の実施戦略

プロジェクトの自立展開：本プロジェクトの実施に当たっては、プロジェクトの終了後に「イ」国側関係機関が自立的にバンジールバンダン対策を同様な危険地域にプロジェクトを展開して行くことを常に念頭におき、「イ」国側の自助努力で実施できるレベルの設定とそれに必要な技術的な知識と思考手順を移転することが重要である。

ハザードマップと警戒避難体制の構築：本件はバンジールバンダン災害対策プロジェクトであり、本件で対象とするバンジールバンダンは『主に大規模河道閉塞による天然ダム崩壊によって発生する土石流或いはフラッシュフラッド』である。降雨により発生する天然ダム湖は短時間に洪水で満たされやすく、天然ダム崩壊までの予知時間はあまり期待できないのが一般的である。したがって対策

は、被害を軽減するためのソフト対策の基礎となるハザードマップの作成と下流危険地における警戒避難体制の構築とその運営が中心となる。

多様な災害に対応可能な警戒避難体制：バンジールバンダンはひとたび発生すると多くの人的損失を伴う悲惨な災害ではあるが、過去の事例から考え、一地域に特定すると洪水などよりはるかに稀に発生する災害である。構築される警戒避難体制が活きた体制として維持・運営されるよう、バンジールバンダン災害ばかりでなく他の災害時にも有効に機能できるよう配慮すべきである。災害時の対応は災害のタイプによって異なる部分もあるが、住民の警戒避難行動などは共通性が高い。既存の防災組織とその活動を最大限活用し、これにバンジールバンダン災害で必要とされる対応を加えるのが現実的である。

災害管理委員会と密な連携：国、州、県のレベル毎に災害関連の多くの機関が組織横断的に一元化して災害対策に取り組めるよう大統領令(No.83-2005)により、中央に国家災害管理委員会(BNPB)、州レベルにSATAKORLAK (州災害管理調整委員会)、県レベルにSATLAK (県災害管理調整委員会) が組織されている。災害発生時には公共事業省、および州や県のDinasも委員会のメンバーとして委員会の管理調整の元で活動することになる。したがって、本プロジェクトが地域の防災対策として定着し有効に機能するためには、それぞれのレベルで災害管理委員会と密に連携を取り、情報を共有しなければならない。ジュンブル県の災害管理調整委員会の組織構成を図 5.1 に示す。

5 - 3 先方の実施体制 (中央・地方)

本プロジェクトの実施機関は公共事業省水資源総局(Directorate General of Water Resources : DGWR) である。また、全国の河川は管理流域 (Wilayah Sungai : WS) に区分して管理されており、モデル対象地域であるジュンブルは WS Bondoyudo-Bedadung に属し、この管理流域は東部ジャワ州がジュンブル県と連携して管理することになっている。

従って、本プロジェクトの実施のため JICA から派遣される 2 名の長期専門家のうち 1 名はジャカルタの公共事業省水資源総局 (Directorate General of Water Resources : DGWR) に配置し、もう 1 名は主にモデル地域における事業実施のための東ジャワ州水資源事務所 (Dinas PU-Pengairan) /スラバヤに駐在することを「イ」国側と合意したものである。

さらに、大規模災害で公共事業省の支援を要する場合には、公共事業省の出先機関であるブラントス河川流域事務所 (Badan Besar Wilayah Sungai : BBWS Brantas) が支援することになっており、この事務所も本プロジェクトの実施に関係する。

一方、上記の公共事業省および Ninas PU を軸とした縦割り組織に加え、国家災害管理委員会 (BNPB) を軸とする組織横断的な災害管理委員会が中央(BNPB)、州(SATLORLAK)、県(SATLAK) に設置され、各レベルにおける防災関連機関の活動を調整することになっている。当然、公共事業省および Dinas PU もこの委員会のメンバーになっており、委員会の管理調整の元で活動することになる。その意味において、BNPB、SATAKORLAK および SATLAK も本プロジェクトの重要な実施機関である。

**COMPOSITION OF MEMBERSHIP
DISASTER RESPONSE AND HANDLING OF EVACUEE
(SATLAK Organization Chart)**

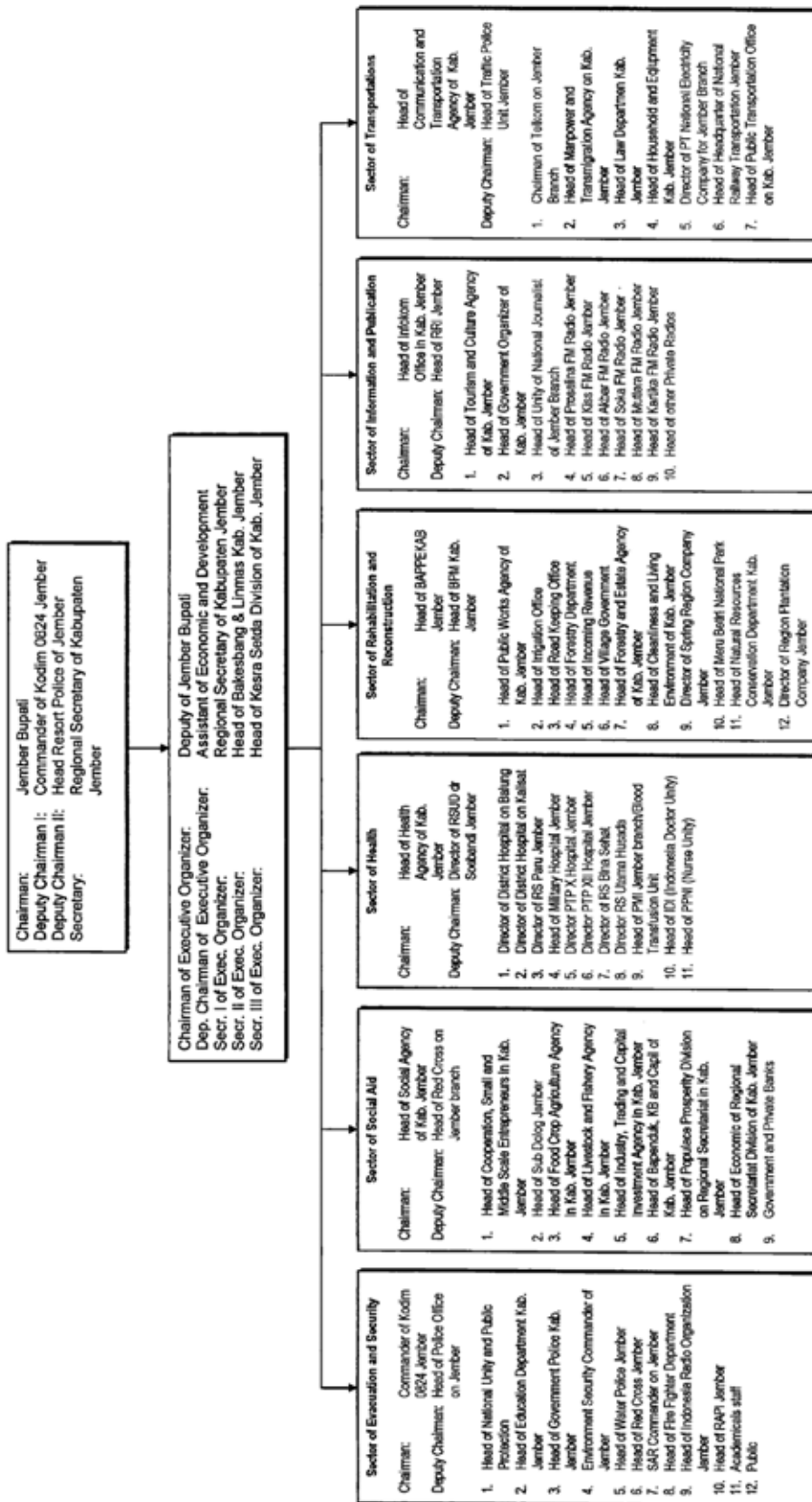


図 5.1 SATLAK/ジュンフル県の組織構成

5 - 4 モデル地域について

本プロジェクトでは、バンジールバンダン危険地域抽出手法および警戒・避難体制を、まずモデル地域において確立し、これを全国の主要なバンジールバンダン危険地域に展開することとしている。そのモデル地域として、近年重大なバンジールバンダン災害の被害を受けた南スラウェシ州シンジャイ県、北スマトラ州ランカット県および東ジャワ州ジュンブル県の3地域を候補地域として選定し、各地域の状況を調査した。

モデル地域としては、事業の実施に必要な条件が比較的整い、事業の確実な実施と効果が見込める地域に選定すべきである。検討の結果、主に次の理由で東ジャワ州ジュンブル県を選定した。

- 先行する地域防災計画開発調査によって既に当地の災害に関する情報収集・分析がなされており、モデル事業としての迅速性、効率性の確保が見込める。
- 典型的な大規模バンジールバンダン災害の被災地で、2006年に大きな人的被害が発生している。さらに、地形・地質状況から判断して、災害の再発が危ぶまれる地域である。
- 地理的に上流の崩壊地と下流の被災地の関連が明瞭で調査対象を比較的特定しやすく、また、調査対象地域へのアクセスも良い。
- 派遣専門家の駐在環境が比較的整っている。

5-5 工程

プロジェクトの工期を3カ年(36ヶ月)とする。この3カ年の間にPDMで計画したプロジェクト活動をカウンターパート機関と共同して実施する。プロジェクトの開始を2008年12月初めと想定したバンジールバンダン災害対策プロジェクトの工程(案)を表5.1に示す(付属書-H参照)。

表 5.1 バンジールバンダン災害対策プロジェクトの工程(案)

活動 No.	2008年		2009年		2010年		2011年	
	1月	12月	1月	12月	1月	12月	1月	12月
1. モデル地域においてバンジールバンダン危険地域調査手法を確立する。								
1.1			■	■				
1.2				■				
1.3				■	■			
1.4					■	■		
1.5			■	■	■	■		
2. モデル地域においてバンジールバンダン警戒避難体制を整備する。								
2.1			■	■				
2.2				■				
2.3					■	■		
2.4					■	■	■	■
2.5						■	■	
2.6						■	■	■
2.7							■	■
2.8						■	■	■
3. 全国の主要な危険地域においてバンジールバンダン危険地域調査能力を強化する。								
3.1			■	■				
3.2				■				
3.3					■	■	■	■
3.4					■	■	■	■
3.5						■	■	■
3.6						■	■	■
(雨期)	■	■	■	■	■	■	■	■

【備考】 1. 図中の活動番号は、上記5-1節で述べた活動番号に対応する。
 2. 雨期はモデル地域に選定されたジュンブル県におけるものである。

以下に、工程計画の概要を説明する。

(1) モデル地域においてバンジールバンダン危険地域調査手法を確立する

このための活動に、プロジェクト工期前半の概ね18ヶ月間を予定する。まず、既存資料に基づきモデル地域の災害履歴調査、地質特性調査を行う(活動1-1)。既存資料のレビュー結果を踏まえ、補足的な地形地質調査を実施し、活動1-1の成果と併せて、災害履歴図を作成する(活動1-2)。これらの基礎調査に概ね6ヶ月を予定する。

上記調査成果を踏まえ、バンジールバンダンの危険地域を抽出し(活動1-3)、バンジールバンダンハザードマップを作成する(活動1-4)。活動1-3と1-4に概ね12ヶ月を予定する。

これら一連の活動を危険地域調査マニュアル（案）として取りまとめる（活動 1-5）。

(2) モデル地域においてバンジールバンダン警戒避難体制を整備する

このための活動は多岐にわたるため、プロジェクトの全期間を通して実施する。まず、聞き取り調査等を経て災害の前兆現象を整理する（活動 2-1）。降雨および流況の観測計画を検討し、観測機器を設置する（活動 2-2）。これらの基礎的な準備作業に概ね 10 ヶ月を予定する。

これらの機器を使って、雨期の降雨と流況を観測する（活動 2-3）。通常、雨期は 10 月から翌年 4 月までの 7 ヶ月間なので、この間に観測データを収集し、バンジールバンダン発生の誘因である斜面土砂崩壊と降雨との関係および降雨と洪水流出の関係等を分析するなど、警報判断基準について検討する（活動 2-4）。以上の警報発令に関連する体制をプロジェクト開始後概ね 24 ヶ月目までに概成する。

一方、警報・避難情報の伝達体制の構築（活動 2-5）、危険地域住民への防災意識向上のためのセミナー/ワークショップの開催（活動 2-6）、防災訓練の実施等（活動 2-7）などの警報を受けてから地方政府、地域住民の取るべき活動のルールとその啓発活動を、プロジェクト工期後半の概ね 18 ヶ月で実施する。これら一連の活動を警戒避難マニュアル（案）として取りまとめる（活動 2-8）。

(3) 全国の主要な危険地域においてバンジールバンダン危険地域調査能力を強化する

このための活動は上記（1）項および（2）項の活動と平行して、プロジェクトの全期間を通して実施する。まず、既存の災害発生情報、地形・地質資料等に基づき、バンジールバンダンの発生可能地域を抽出し（活動 3-1）、この内から主要地域数箇所を選定し、災害履歴図を作成する（活動 3-2）。これらの作業に概ね 12 ヶ月を予定する。

さらに、主要地域に対してバンジールバンダンハザードマップを作成する（活動 3-3）。これらの作業を踏まえ、（1）項で作成したマニュアルを改訂し、「バンジールバンダン危険地域調査マニュアル（最終版）」を作成する（活動 3-4）。活動 3-3 および 3-4 に概ね 18 ヶ月を予定する。

プロジェクト工期後半の 18 ヶ月に、インドネシア全土のバンジールバンダン対応能力向上のためのアクションプランの作成（活動 3-5）およびこれまでに作成したマニュアルやアクションプランを周知するためのセミナー/ワークショップを開催する（活動 3-6）。

5-6 調査用資機材

調査用の資機材については、プロジェクト開始後に検討するものとするが、モデル地域における迅速な警戒体制の整備に必要な最低限の機材とする。また、カウンターパートが容易に維持管理できるものとする。現時点で、下記の資機材が想定される。

- **雨量計**：降雨が山地斜面崩壊の引き金になっていると思われるので、降雨量と下流洪水位の関係ばかりでなく、降雨量と土砂崩壊の関係を検討することは警報基準の設定、あるいは、天然ダムの決壊予知の観点から重要である。雨量計としては、日雨量よりもっと短時間の降雨が観測できる機種が必要である。また、降雨記録は防災対策担当機関へ即刻伝達する手段も併せて必要である。

- **水位計**：洪水危険地（防護地）の水位情報は周辺地域住民に対する警戒・避難活動の指標となる基本情報である。加えて、異常な洪水位の変化は上流河道に生じた天然ダム形成などの変化を示すもので、この変化を感知する重要な情報である。洪水時の水位観測は、時間或いはもっと短時間間隔の観測が必要であろう。

5 - 7 現地再委託

プロジェクト実施の過程で必要な調査については、プロジェクト開始後に検討するものとするが、現時点では下記の基礎調査が想定される。これらの調査は、地元技術者育成の観点からも、可能な限り現地再委託によって実施するものとする。

- **河川測量**：河道の洪水流および土砂流の解析或いは斜面崩壊および天然ダムの規模推定などの検討に必要な河川および周辺河岸斜面の測量。
- **地質調査**：対象流域の地質分布、流域の地質性状、特に崩壊の恐れのある地域の特定および崩壊土量の検討に必要な地質調査。

第6章 プロジェクトの総合的实施妥当性

6-1 妥当性

本プロジェクトは、以下の理由から妥当性が高いと判断される。

- インドネシア国新国家中期開発計画(REPENAS2004-2009)では、安全で平和な社会の実現、公正で民主的な社会の実現、繁栄の実現が主要な柱となっており、持続的な経済回復を促進するためには、自然災害の発生により損失・劣化する自然資源や公共インフラを守り、被災による住民の貧困化を防止することが必要とされており、土砂災害への対応力強化を目的とする本プロジェクトはインドネシア国政府の開発計画、政策と整合する。
- 日本の政府開発援助大綱によれば、自然災害は毎年世界各国に様々な形で深刻な被害を及ぼす地球規模の問題であり、度重なる被害により人々の生活や経済社会の開発が阻害される悪循環を断つことは、貧困削減、持続可能な開発を実現する上で最も重要な前提条件の一つであるとされている。また、インドネシアに対する国別事業実施計画では人間の安全保障への取組みの一つとして、恐怖や欠乏からの開放に関する支援を明記しており、災害リスクの軽減を目的とする本プロジェクトはこの方針に合致する。
- インドネシア国各地で発生するバンジールバンダンによる人的、経済的損失は深刻であり、持続的経済復興と健全な社会の実現のためにバンジールバンダン対策は不可欠である。

6-2 有効性

本プロジェクトは、以下の理由から有効性があると予測される。

- バンジールバンダン対策のためには、危険地域の抽出と危険地域における警戒避難体制の確立等のソフト対策が有効であり、それらを成果とすることで、目標達成の確度は高い。
- 公共事業省水資源総局では、長年 JICA の砂防専門家が指導しており、一般的な土砂災害対策に関する能力は十分高いと考えられる。また、ハザードマップに関しても過去の災害履歴から作成したものを既に有しており、基本的な能力は高い。

6-3 効率性

本プロジェクトの効率性は、以下の理由から高くなると見込まれる。

- 上記 6-2 の通り、公共事業省水資源総局が十分な能力を有していることから、彼らが主体的にプロジェクトを進めていくことを基本方針としている。日本側の投入は 2 名の専門家派遣のみとし、最小限の投入による目標達成を目指す。
- 基礎データの収集・分析には相当な作業量が見込まれることから、現地の大学や民間コンサルタント、NGO 等に委託することで対応する。
- 本プロジェクト実施にあたっては既存の施設・機器を最大限に活用し、新規機材の導入は必要最低限に留める。

6-4 インパクト

本プロジェクトの実施によるインパクトは、下記のように予測される。

- バンジールバンダンはインドネシア各地で頻発している災害であり、発生のたびに多数の犠牲者を出している。本プロジェクトの活動により、モデル地域のバンジールバンダン被害を軽減することができれば、インドネシア各地でバンジールバンダン被害に苦しむ危険地域の住民や防災関連組織に対し大きなインパクトを与えることが期待できる。
- 災害に対して脆弱な地区には貧困層が居住する傾向があるため、警戒避難体制の確立等のソフト対策によってバンジールバンダン対応能力が向上し、被害が軽減されれば、貧困層に対して大きなインパクトを与えることが期待される。
- 本プロジェクトの実施により発生する環境面、社会面その他における負のインパクトは、現在のところ想定されない。

6 - 5 自立発展性

以下の観点から、自立発展性は確保されると期待できる。

- 実施機関である水資源総局は、河川管理に関する政策の企画・立案に関し中央政府機関としての責任を担っており、プロジェクトを円滑に実施するのに十分な組織能力を備えている。
- 本プロジェクト実施によって得られた成果が、河川管理に係る政策の企画・立案を担当する水資源総局によって有効と評価されれば、バンジールバンダン被害を受けているモデル地域以外の地方自治体へと普及していく可能性は高い。