

フィリピン国
ピナツボ火山東部河川流域
洪水及び泥流制御計画調査
事前調査報告書

平成 5 年 6 月

国際協力事業団

フィリピン国ピナツボ火山東部河川流域洪水及び泥流制御計画調査事前調査報告書

平成五年六月

100
817
88

社調二

JR

93-091

JICA LIBRARY



1117518(9)

国際協力事業団

27158

序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国のピナツボ火山東部河川流域洪水及び泥流制御計画に係る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施するといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成5年2月22日より3月10日までの17日間にわたり、当事業団国際協力専門員・渡辺正幸を団長とする事前調査団（I/A協議）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フィリピン国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するI/Aに署名しました。

本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

最後に、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5年6月

国際協力事業団

理事 佐藤 清

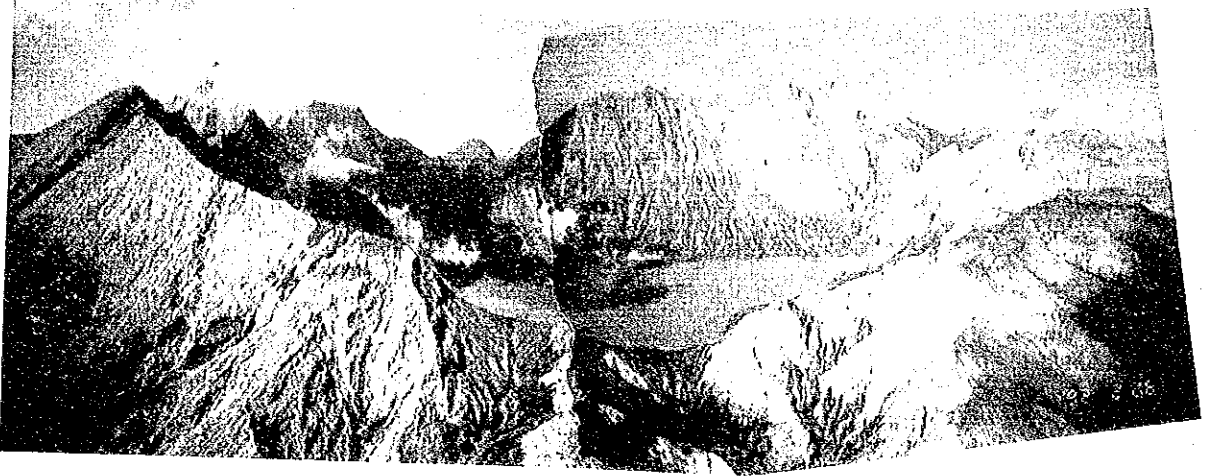


写真-1 (a) 1992年2月の火口



写真-1 (b) 1993年2月の火口



写真-2 (a) サコビア川上流火砕流堆積物 (1992年6月)



写真-2 (b) サコビア川上流火砕流堆積物 (1993年2月)



写真-3 (a) サコビア川の谷の変化 (1992年6月)



写真-3 (b) サコビア川の谷の変化 (1993年2月)

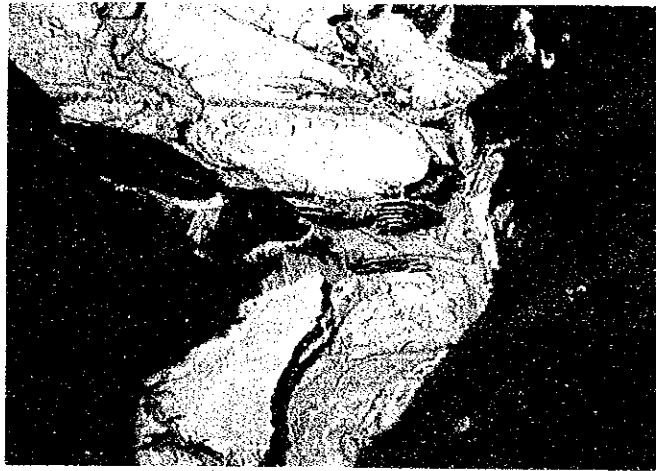


写真-4 サコビア川砂防ダム No.6 (1992年6月)

フトン箱製のダムは8月の出水で崩壊し、それまで貯留していた土砂を下流へ流出させた。



写真-5 (a) サコビア川の谷の変化 (1992年6月)
ダム上流の堆砂

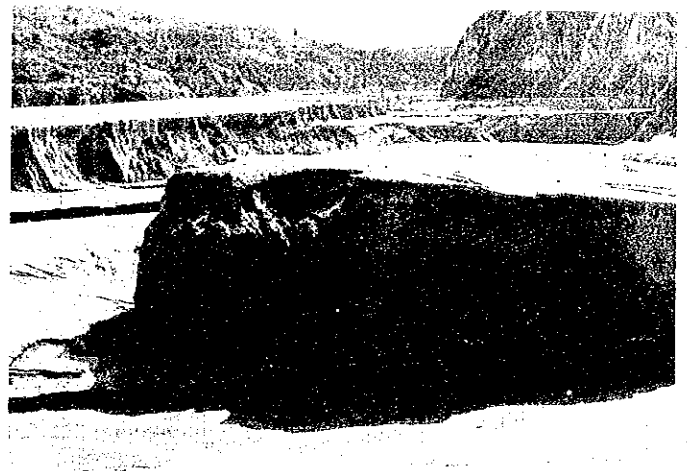


写真-5 (b) サコビア川の谷の変化 (1993年2月)
ダム破壊後の土砂流出



写真-6 (a) サコビア川扇頂部の氾濫 (1992年6月)



写真-6 (b) サコビア川扇頂部の氾濫 (1993年2月)

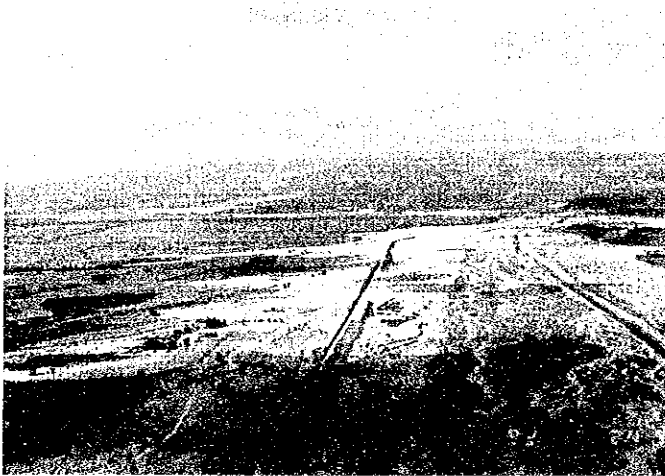


写真-7 (a) サコビア川扇中央部の氾濫 (1992年6月)



写真-7 (b) サコビア川扇中央部の氾濫 (1993年2月)

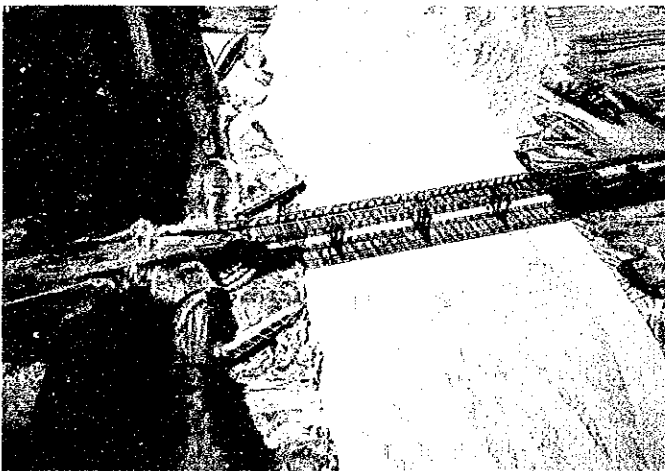


写真-8 (a) サコビア川国道3号線 (1992年6月)



写真-8 (b) サコビア川国道3号線 (1993年2月)

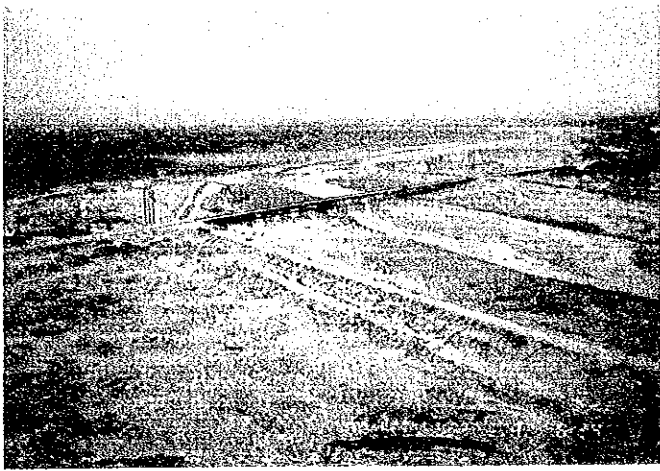


写真-9 (a) アバカン川ハイウェイ橋 (1992年6月)

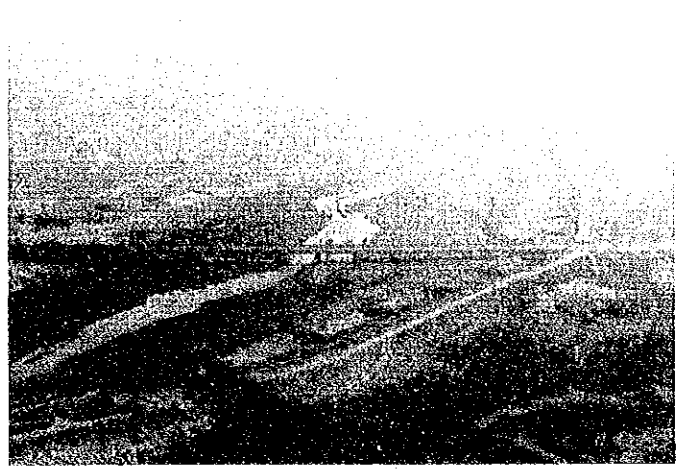


写真-9 (b) アバカン川ハイウェイ橋 (1993年2月)

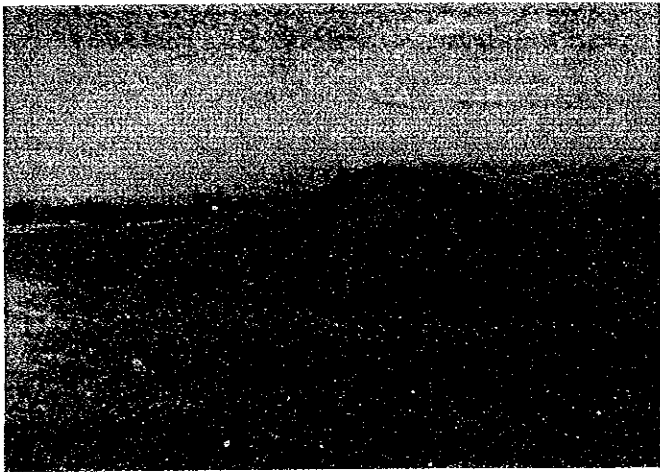


写真-10 (a) サコビア川のサンドポケット右岸堤



写真-10 (b) 堤体の状況



写真-11 アバカン川サパンバトゥー付近

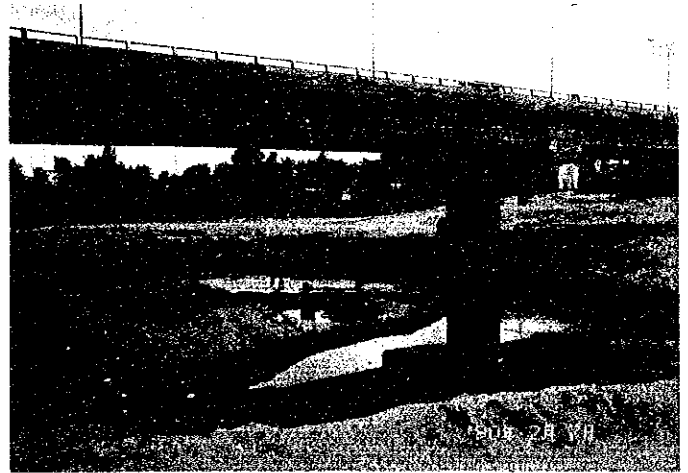


写真-12 アバカン橋付近



写真-13 被災状況



写真-14 (a) 河床掘削と堤防造成



写真-14 (b) 堤防の土質



写真-14 (c) 堤防の状況

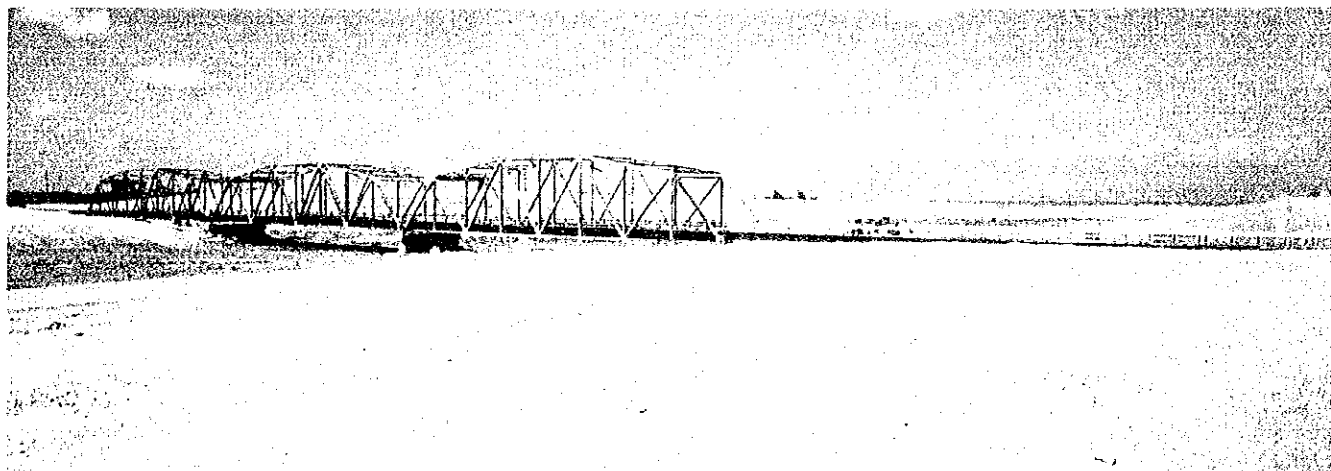


写真-15 アバカン川サンフランシスコ橋

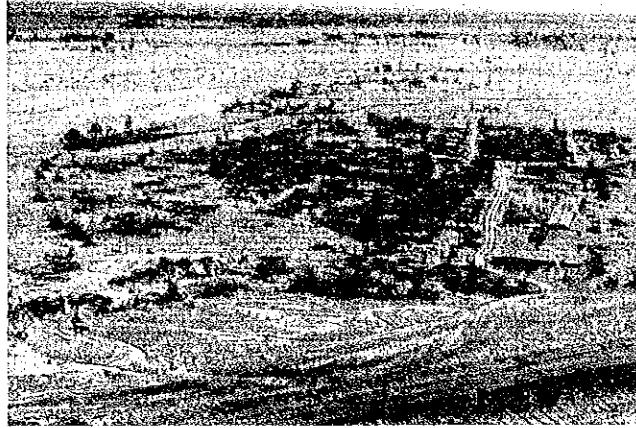


写真-16 サコビア川サンタリタ周辺の埋没



写真-17 (a) アバカン川フレンドシップ橋



写真-17 (b) アバカン川ハイウェイ橋



写真-18 アバカン川サバンバトゥー付近の流失寸前の家屋



写真-19 河床土砂の掻上げによる築堤

目 次

序 文

写 真

調査地位置図

第1章 事前調査の概要	1
1-1 調査の目的	1
1-2 調査団構成	1
1-3 相手国受入機関	1
1-4 調査日程	1
第2章 事前調査結果の概要	3
2-1 要請の背景及び経緯	3
2-2 要請の内容	3
2-3 I/A協議の内容及び結果	5
2-4 事前調査の成果	6
第3章 フィリピン国の防災事業の実態	11
第4章 調査対象地域の概要	14
4-1 フィリピンの自然条件と社会状況	14
4-2 ピナツボ火山の地形・地質並びに火山	21
4-3 調査対象地域	23
4-4 流域の概要	23
4-5 調査対象地域の社会状況	24
4-5-1 災害前の社会	24
4-5-2 災害後の社会 — 災害の影響	25
4-5-3 フィリピン国政府の対応と成果	27
4-5-4 住民の希望と行動	29
4-5-5 残された問題	30
4-6 気象・水文状況	32

4-7	対象流域の河川状況	36
4-8	洪水・泥流被害の現状	39
4-9	防災施設の現状と計画	41
4-10	環 境	52
第5章 フィリピン国におけるピナツボ火山災害対策の経緯		62
5-1	概 要	62
5-2	フィリピン国政府の対応	64
5-3	日本の対応	70
5-4	他のドナーの対応	71
5-5	NGOの活動状況ほか	72
第6章 本格調査の実施方針		74
6-1	調査の基本方針	74
6-2	調査対象地域及び範囲	76
6-3	調査項目及び内容	76
6-4	調 査 工 程	83
6-5	報 告 書	85
6-6	調査の実施体制	85
6-7	要員計画(案)	85
6-8	必 要 機 材	86
6-9	調査実施上の留意点	88
附 属 資 料		
1.	フィリピン国政府からの技術協力要請書(TOR)	89
2.	Implementing Arrangement (I/A)	103
3.	Minutes of Discussions (M/D)	113
4.	収集資料リスト	121
5.	面談者リスト	131
6.	航空写真の利用	137

第1章 事前調査の概要

1-1 調査の目的

本計画調査は、フィリピン国政府の要請に基づき、ピナツポ火山噴火による火山堆積物がもたらす洪水及び泥流の制御計画（対象地域：サコビア・バンパン／アバカン川及びその流域）を策定するものである。

事前調査は、本計画に係る要請背景・内容を確認するとともに、現地踏査・資料収集などを行い、我が国の協力内容の検討を踏まえ、本格調査実施に係る細則（Implementing Arrangement）について、フィリピン側と協議・署名することを目的として実施された。

1-2 調査団構成

1) 総括／砂防計画	渡辺 正幸	国際協力事業団国際協力専門員
2) 地質	赤桐 毅一	建設省国土地理院地理調査部地理調査第二課長
3) 土砂災害予測	原 義文	建設省土木研究所砂防部砂防研究室主任研究員
4) 河川・水文	宮川 勇二	建設省近畿地方建設局淀川工事事務所調査第一課長
5) 自然環境	佐々木 洋介	八千代エンジニアリング（株）第一事業部環境計画部
6) 社会環境	真鍋 廣近	八千代エンジニアリング（株）国際事業部業務部
7) 調査企画	松本 高次郎	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第二課

1-3 相手国受入機関

公共事業道路省

DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS (DPWH)

1-4 調査日程

事前調査は、2月22日より3月3日までの10日間の日程にて実施された。調査工程を次頁に示す。

調査日程

日順	月 日	曜	調査日程・内要
1	2月22日	月	東京→マニラ（渡辺、赤桐、宮川、真鍋、佐々木、松本） pm JICA 事務所表敬・打合せ
2	23日	火	am USAID/DPWH 表敬・打合せ pm PHIVOLCS 表敬・打合せ
3	24日	水	am ヘリコプターによる現地視察 pm UNDP/NEDA 表敬・打合せ
4	25日	木	am マニラ→アンヘレス（車による移動） pm 現地踏査
5	26日	金	am DPWH（Region III）/NEDA（Region III）表敬・打合せ pm RDCC ほか表敬・打合せ
6	27日	土	am 現地踏査 pm 現地踏査/アンヘレス→マニラ（車による移動）
7	28日	日	pm 資料整理・団内打合せ 東京→マニラ（原）
8	3月1日	月	am 大使館表敬・打合せ、DPWHにてI/A協議 pm DPWHにてI/A協議、M/M案作成
9	2日	火	am、pm DPWHにてM/M協議、資料収集
10	3日	水	am DPWHにてI/A及びM/M署名 JICA事務所/大使館に報告 pm マニラ→東京（渡辺、赤桐、原、宮川、松本）
11	4日	木	（真鍋、佐々木） 資料収集・整理（マニラ等）
↓	↓	↓	↓
16	9日	火	資料収集・整理（マニラ等）
17	10日	水	am JICA 事務所に報告 pm マニラ→東京（真鍋、佐々木）

第2章 事前調査結果の概要

2-1 要請の背景及び経緯

フィリピン国マニラ北西約90kmに位置するピナツボ火山は、1991年6月、約600年ぶりに噴火した。この20世紀における世界最大規模といわれる噴火により、半径40kmの地域に50～70億立方メートルの火山噴出物がまき散らされ、周辺地域に大きな被害を与えた。フィリピン国政府が噴火直後にまとめた被害報告によると、被災地はPampanga、Zambales、Tarlacの3州のほとんどの地域及びBataanとNueva Ecijaの2州の一部の地域に及び、被災者は約25万世帯118万人、被害総額は約1,072億円に上るとされている。ピナツボ火山はこの大噴火の後、小規模の噴火及び水蒸気爆発を何度か繰り返した後、火山活動そのものは沈静化しつつある。

しかし、火山周辺に堆積した火山灰・砂・石は雨期（5～11月）の間中、幾度となく泥流となり、河川流域の構造物を破壊し、随所で破堤による洪水を引き起こすなど、二次災害の被害が深刻化している。洪水に瀕した地域では、河川の運搬してきた大量の土砂が最大数メートルの高さにまで堆積し、ほぼ一つの街が土砂に埋めつくされるという被害も生じている。また、河川中・下流部は全般に土砂による河床の上昇が激しく、周辺地域より河床のほうが高くなる“天井川”状態となっている所も多い。これらの箇所では今後数年～数十年間、新たな氾濫や橋梁等の構造物の破壊を起し、被害を更に拡大することは確実とみられる。

ピナツボ火山噴火災害全般に対し、フィリピン国政府は噴火直後より大統領直属のタスク・フォースを設置し、救援・復旧活動を実施するなど懸命の努力を行ってきた。また、各国際機関及び日本を含む各国ドナーも、緊急援助をはじめとして援助を実施・継続しており、成果をあげつつある。しかし、火山噴出物が降雨によって流されることにより生じる二次災害については、十分な科学的予測が未だなされておらず、洪水等の直接的被害は言うに及ばず、復旧計画や援助活動も明確な指針がもてないまま対応せざるをえない状況となっている。

このような状況から、フィリピン国政府は洪水・泥流制御等の二次災害に係る調査の実施を、我が国に要請してきた。当初の要請では、調査対象地域は被災地全域となっていたが、その後フィリピン側が他のドナーと調整を図り、日本政府に対してはピナツボ火山の東側のサコピア・バンバン／アバカンの2河川に絞った要請をしてきたものである。

2-2 要請の内容

フィリピン国政府から提出された要請書（TOR）は附属資料1.のとおりであるが、要請内容の要旨は次のとおりである。

(1) 目的

- 1) サコビア・バンバン／アバカン川流域の洪水及び土石流制御計画に係るマスタープランを策定する。
- 2) 上記の計画の中で緊急に実施すべき計画を選定し、この計画に関するフェージビリティスタディを実施する。

(2) 調査内容

I. マスタープラン

- 1) 既存の洪水・砂防計画の見直し・評価
- 2) 既存のデータ・情報の見直し・分析
 - － データ（航空写真を含む）の収集・見直し・分析
 - － 調査に関連する政策・計画の見直し
- 3) 社会・経済的特性の分析
 - － 現状の全国的及び地域的特性の分析
 - － 道路・灌漑・植林等に関連する計画
- 4) 現地踏査ほか
 - － 土砂堆積状況の評価
 - － 地形
 - － 航空写真を用いた地形解析
 - － 植生
 - － 環境（自然、社会、文化）
 - － 建設材料
 - － 水質、土壌データ
 - － 周辺地域の生活基盤施設の被害状況
- 5) 自然特性
 - － 降雨
 - － 地形・地質
 - － 河川氾濫状況
 - － 土砂堆積量及び流出量
 - － 土砂堆積による問題
- 6) マスタープラン
 - － 被害及び危険度評価
 - － 砂防・洪水防御計画の選定
 - － 方針・方策・構造物概略・予備費用積算等を含む計画の明確化
 - － 被災地の開発を含む計画の確立

－施設及び計画の優先度の決定

II. フィージビリティスタディ

1) 優先事業に対するフィージビリティスタディ

- －詳細な現地踏査
- －構造物立地候補地の地形・地質調査
- －侵食・土砂崩壊・土石流防止計画策定
- －構造物の予備設計及び予備積算
- －社会・経済分析の実施
- －構造物の維持管理に関する提言

2) 環境影響評価

- －降灰により影響を受けた地域の環境影響評価

(3) 調査工程

約8か月

2-3 I/A協議の内容及び結果

事前調査団は、携行したI/A（案）に基づき、2月23日、3月1日、2日、3日、公共事業道路省（以下、DPWHと略称）と本格調査に係る協議を行い、3月3日、DPWH Assistant Secretary Mr. Manuel M. Bonoanと事前調査団渡辺正幸団長との間で、I/A及びI/A協議に係るミニッツの署名・交換を行った。

主な協議内容（ミニッツ記載事項）は次のとおりである。

- (1) DPWHは、本格調査の完了時期がデータ収集期間を含み約36か月後になることを考慮して、1994年の雨期が来る前に実施すべき、当面の洪水・泥流制御緊急対策に関する提言を、本格調査団が行うよう要請した。
- (2) DPWHは、また、雨期中にDPWHが調査対象地域にて実施する、洪水・泥流制御対策に対する助言・勧告を、本格調査団が行うよう要請した。
- (3) DPWHは、他のグループ/ドナーと協調した形のセミナー/トレーニングプログラム（UNDPが中立的立場で主導し、可能であれば費用も提供することを想定）の開催を要請した。このセミナー/トレーニングは、本格調査の適当な時期に、フィリピン国内あるいは他のドナー国において行われることを望む。
- (4) DPWHは、技術移転の一環として、カウンターパート研修員の研修を日本で行うよう要請した。

事前調査団は、上記(1)～(4)の要請を国際協力事業団（JICA）本部に持ち帰り、検討することとした。

- (5) 事前調査団は、本格調査に関係のある諸機関（フィリピン及び他のグループ／ドナー）と本格調査団を結ぶ、コーディネーターの役割を DPWH が果たすよう要請し、DPWH は、これに同意した。
- (6) 環境調査のフィリピン側関係機関及び実施手順等について双方が確認した。（詳細は省略する）
- (7) I/A に記載したフィリピン側の履行すべき便宜供与等に関する条項は、団員の所持するパスポートの種類（一般または公用）にかかわらず、本格調査団に適用されることを双方が確認した。
- (8) 事前調査団は、マニラ及びサンフェルナンドに、本格調査団が使用する事務所（事務用品等を備えたもの）を1か所ずつ提供するよう要請したところ、DPWH は、これを承諾した。

2-4 事前調査の成果

2-4-1 概要

事前調査はフィリピン国政府機関・米国国際開発援助局（USAID）・スイス連邦事前調査団に対するインタビューと現地視察等を団員が手分けして行い、成果をまとめて討議し、更に調査を続けるという方法で実施した。

調査に当たってはフィリピン国政府の職員並びに現地の JICA 長期派遣専門家岩切・大野両氏の全面的な協力を得た。

災害に対する取組みについては第5章に述べているので、ここでは復旧並びに開発のための取組みについて述べる。

2-4-2 フィリピン国政府の取組み

ピナツボ火山災害に関連して存在するフィリピン国政府の重要な課題は、中部ルソン地域の開発の進め方である。特に、米軍の基地があったクラークとシュービックがあるパンパンガ州とバタアン州の問題がある。米軍の撤退は基地で働いていた労働者の失業問題だけでなく、関連産業の衰退をもたらした。

基地を何に転換するかを考える組織は全体としても個々の基地に関しても作られていて台湾資本の参画がとりざたされているが、誘拐等の社会不安、電力不足に象徴される弱体のインフラ等が計画が煮詰まるのを妨げている。特にクラークの場合は、ピナツボ火山周辺の河川の洪水の氾濫の危険性と交通の確保に問題があるとされて展望が開けないと思われる。

中部ルソン地域の中に占める当該地区の位置付けを明確にすることと、併せて当該地域の可能性を明らかにする調査が必要である。

2-4-3 米国国際開発援助局（USAID）の取組み

2-4-3-1 米国工兵隊（USACE）との協定

USAID は災害直後から援助計画を実行に移した。それは1980年のセントヘレンズ火山災害の経験をもつUSACEの力を使うものであった。

USAID はUSACEに「復旧のための作業計画」（Recovery Action Plan：RAP）の策定を要請している。

RAPは、

(A) 河川改修計画予備調査と

(B) 総合河川改修計画調査

に分けて構成されている。

河川改修計画予備調査は、総合河川改修計画調査の準備として、航空写真の撮影、地図の作成、対象とする流域の選定、本格調査に必要な情報とデータの収集、関連省庁との調整を行うとしている。フィリピン国政府は対象流域として、パングボトレロ川の改修計画を1993年の雨期に間に合わせて作るよう要請した。

総合河川改修計画調査は予備調査の成果を用いて、ピナツボ火山から発する3河川全てについて改修計画を立てるとしている。この調査は1994年の雨期に間に合わせるものとされている。

USAIDはこの業務の経費として、600万ドルを支出した。

USACEは自ら技術計画に関する調査を行う一方、ルイス・バージャー・インターナショナルに委託して環境に関する調査を実施している。その結果、1991年12月に調査(A)の成果が提出され、調査(B)の報告は今年中に完成することになっている。

協定には環境・社会条件の項目が落とされているが、調査(B)の報告書にはそれらに関する詳細な検討がなされている。

2-4-3-2 河川改修計画予備調査（案）

河川改修計画予備調査の報告は、1992年12月に完成している。その提案は次のような四つのケースの可能性を検討している。

(1) 何もしない場合

(2) 河道掘削

(3) サンドポケット

(4) 堤防強化

(5) 非施設対応

施設計画は5年程度の期間中の土砂流出現象に対応できるとしているが、高濃度土砂を含む流れとそれが形成する地形の解釈が不十分であると思われる。特に、サンドポケット

の場合、河床のインターセクションポイントの変動と河床上昇の危険性が検討されていないように思われる。

また、どの施設対応も少なからず土地を占有するが、当然に起きる用地問題にどのように対応するかを考察するために必要な情報と論理が全く欠けている。

それぞれの対応が地形学的にどのような変化をもたらし、どのような意味をもち、地域社会にどのような展望・可能性を与えるのか——生きた人間を相手にして話し合いながら実行していく過程を考慮に入れていない。

日本の調査で行うべきは、この点に関することであろう。

2-4-3-3 環境評価報告書（ルイス・バーガー・インターナショナルの報告書（案））

環境評価報告書は調査（A）の一部として1993年1月に完成している。その内容は、自然環境・社会環境・歴史並びに文化的背景に関する分析を含む。

このような環境分析を基に、2-4-3-2のそれぞれの手法がもたらすインパクトが丁寧に解説されている。放置するにせよ施設対応をするにせよ住民が土地を離れる事態は不可避であるが、そのような事態にどのように住民を適応させることができるかが最大の問題であると指摘している。

そのうえで、住民の不適応状態を極力軽減するための配慮を挙げている。これらは現地の住民に現地語でインタビューするなど卓越した調査手法を用いてはじめて可能なことであり、敬意を表すべきであろう。住民に対して語りかけ、事業目的を理解してもらい、そのうえでとるべき補償的な施策のいくつかを提案している。しかし、これらは全て「移住が不可避」であることを前提にしている。

本当に移住は不可避なのか？

どれだけの規模の移住が必要になるのか？

移住先はあるのか？

といった最も基本的なことを問題にしていないのは理解し難い。

日本の調査はこのような基本的な問題を詰めるとともに、もし不可避であるならば、移住も含めて事業の内容を提案し、そのフィージビリティを議論すべきである。

報告書は、これからの自然・社会を含む物事の推移・変化を詳しく観察し、手法は変えていくべきであると述べている。「ダイナミックなプロジェクトである」との認識は同感である。

2-4-3-4 USAID の取組みから帰結すること

地形情報を除く基本的なデータのほとんどを推定に頼りながらも、USAIDの成果は極めて優れたものであるといえる。

被災者が最も望むもの——早期に具体的でわかりやすい提案——を与えたことになるか

らである。いくら精緻な画を描いても、遅くなってほとぼりが冷めてからでは有難味は薄れる。

1993年6月に着手が期待される日本調査団に期待されるものはどのようなものであろうか？

日本調査団はI/Aで合意された調査のルーチンを踏みながらもフィリピン側のニーズに次のような方法で対処することが求められる：

- 1) 日本の経験を基に米国の成果をレビューし、蓄積されたデータによる解釈を加えて肉付けし、改訂する。これはUSACEの報告書が述べる“Rolling Assessment”でもある
- 2) 米側の計画に日本の計画を加味したものをブレイクダウンし、1年単位の実施計画のレベルで優先度・施工法・施工管理・維持管理並びに計画へのフィードバックが行えるよう指針を作る
- 3) M/Pとその下位・関連計画及び日常のオペレイショナルな手続きに関連して必要となる住民の啓蒙・教育並びに説得のための計画を現地の実情に合わせて作る

コンサルタントの契約が1993年12月限りなので、それ以降にUSACEがサービスを継続することはないと考えられるが、USAIDの計画を基にして世界銀行やアジア開発銀行が資金援助を行うとすれば、それらが指名するコンサルタントが事業計画の作成や実行にわたって助言・指導をすることが考えられる。

そうなったとしても、上に述べた対処方針は有効である。その理由として次の点が挙げられる：

- 4) 米側には1991年11月以降の航空写真がなく、今後も追加して撮影する計画はない。一方、源頭部並びに谷や扇面の地形は雨期ごとに変化するため、1991年に撮影した写真からは、その後の変化が読み取れない。したがって、米国が誇るGISシステムは1991年限りで停止することになる。これでは現地の実情に合った計画は作れない
- 5) フィリピン側の当局者並びに住民には計画の優先度・維持管理の目のつけどころ・事態の変化に即応した計画の修正を行う能力が乏しいと思われる。したがって、議会や住民への説明も関係する地方自治体からの協力の取りつけにも困難を感じる事が予測される。このマイナスの影響は本調査を引き継ぐフィージビリティ調査や他の計画（中部ルソン開発・クラーク基地の再開発・移/定住）にも及ぶ
- 6) 米側の計画には地形を動くものとして捉える視点が——少なくとも中期計画に関する限り——弱い。したがって、同じ視点で長期計画を作ると破綻する可能性が大きい。また、この視点がないかぎり中・長期いずれの場合でも施工の優先度が決め難い

この欠点を補い、かつ日・比・米の協力を緊密にするために、

7) 少なくとも毎雨期後に航空写真の撮影を行う。大きな変化があったときは部分的にでも撮影する

8) 航空写真から得られるデータを用いて、日米が協力してGISを維持していく諸権利は日米で協議して平等になるように決める

9) 被災者、防災企画担当者、土地所有者等に対する調査の成果や改革の妥当性の説明・証明を簡単な水理実験で実証的に行う

見ることは信じ納得することであるからであり、レポートの目的は相手に理解させ事業を円滑に進めることにあるからである。

第3章 フィリピン国の防災事業の実態

3-1 最近5年間の主要自然災害

フィリピンは、太平洋火山帯に位置し、台風発生地域のため、1年を通じて火山噴火、地震、台風及び、それらが引き起こす複合ないしは二次の自然災害が大小の差こそあれ連綿と発生している。

最近5年間の主要自然災害を列挙すると以下のとおりである。

(1) マヨン (Mayon) 火山噴火

1993年2月2日に1984年以来9年ぶりの噴火があり、農作物等を主体とする経済的損失は未詳であるが、少なくとも35人が行方不明となり30人が負傷している。なお、現在も2,462mの山頂から噴煙を上げており、断続的な微振動が続いている。

(2) ウリン (Uring) 台風

1991年11月5日にビサヤ地方、特にレイテ島中西部のオルモック市 (Ormoc) を襲い、死者・行方不明約5,000人及び約3,000人の負傷者が出た。主として鉄砲水と泥流による。

(3) ピナツボ (Pinatubo) 火山噴火

1991年6月12日～17日の間に611年ぶりの大噴火を起こし、ルソン島中西部6州約118万人が被災、死者は617名に上り、被害総額は約1,072億円と推定される。5月～10月のモンスーン季には洪水及び泥流による二次災害を引き起こしている。現在もなお被災額は約1,072億円と報じられた。5月～10月のモンスーン季には洪水及び泥流による二次災害を引き起こしている。現在もなお山頂噴火口で蒸気を吐き、微振動は断続的にあるも、落ち着いている。

初期警報体制は警察軍が担当し、フィルボルクス (火山地震研究所) は24時間観測体制を敷いている。噴火直後より USAID 委託の米軍工兵隊を中心に米国コンサルタントが対策調査を開始し M/P ができている。現在、関係主要河川で堆積物浚渫により防災堤建設、橋周辺での保籃構築を公共事業道路省が部分的に行っている。被災地域を7区分し、EC 及び日米はじめ先進6か国で抜本的対策の調査を行う取り決めができている。

(4) イライアン (Iliang) 台風

1990年9月4日、1週間続いたモンスーン雨に引き続きイライアン台風がルソン島を襲い、ダルトン Pass で随所に地滑りが発生し、地滑りと泥流がコンクリート高速道路を破壊した。

(5) ヘリング (Heling) 台風

1990年8月25日に熱帯低気圧暴風ヘリングが中部ルソンを襲った。Region IIIのタルラック州17地方自治体にある54の村落 (Barangan) が被害を受け、随所で堤防が決壊し、道路が寸断された。

(6) キラー・クエーク (Killer Quake) 地震

1990年7月16日のルソン島のキラー・クエーク地震は8.0マグニチュードで、ルソン北部殊にカガヤン峡谷地域に大災害をもたらし、少なくとも5,000人以上の人が死亡し、数万人が避難した。幾多の橋梁が落ちたが、外国援助で再建された。

(7) セブを襲った台風

1989年にセブ島を襲った台風はセブ市の約8割に損害を与えた。

(8) ザンボアングの津波

大津波が1989年に西ミンダナオ島ザンボアング及びその周辺を襲い、5,000人を超える死者・行方不明が出た。

3-2 防災事業

火山噴火、地震、台風等フィリピンの災害は年中どこかで起こっているが、二次災害を含め水害が一番多く、その防災事業は主として公共事業道路省 (DPWH) が担当しているが、国軍及びその他幾多の関係省庁が関係している。したがって、これまでの各災害対策を集大成したものはない。

(1) 洪水対策工の概要 (1977年現在)

若干古いが、対策の参考として示す。

表3-1 洪水対策工の概要

NAME AND LOCATION OF PROJECT	Dikes Levees	Revet- ment Bank Prote- ction	C-O-C/ Diver- sion Chann- els	Dredg- mg/ Cl	Spur Dikes	Timber Pile Hurdl- es	Contr- ol Gates	River Walls/ Gravi- ty Walls	Closing Dikes	Pump- ing Sta- tions	Cost 1000
	(km)	(km)	(km)	(km)	(m)	((m))	(Units)	(km)	((m))	(Units)	
REGION I	11.6	7.4	13.6	11.8	4510	1245	—	2060	1781	—	16,077
II	2.5	6.1	5.2	0.9	1006	—	—	75	200	—	7,693
III	500.5	97.8	44	2.3	19750	—	140	—	—	—	296,720
IV	6.6	9.8	2.3	13	89	—	1	1960	—	—	9,717
MetroManila	—	46.4	—	31.6	—	—	7	18899	—	7	229,166
V	15.2	6.2	16	3.7	285	—	—	100	—	—	5,086
VI	12.9	11.2	13	—	1568	—	1	4654	—	—	14,985
VII	11.6	1.5	11.2	12.4	350	—	—	360	—	—	4,107
VIII	4.2	6.1	9.2	3.9	—	—	—	120	12	—	3,754
IX	0.5	1.1	5.5	—	—	—	—	—	—	—	1,476
X	17.4	7.4	12.9	20	128	318	4	—	—	—	10,025
XI	2	2.4	12.3	—	650	100	—	6200	—	—	4,874
XII	18	0.9	26.8	11	250	—	—	—	—	—	7,334
TOTAL	603	204.3	172	110.6	28586	1663	153	34428	1993	7	611,014

(2) ピナツボ火山の防災事業

現在、国家経済開発庁（NEDA）で 350 億ペソ（約 1,750 億円）の予算を計上し防災事業を開始している。このうち、本調査地域であるサコビア・バンバン川及びアバカン川には Part I と Part II に分け、それぞれ以下のとおり配分されている。

表 3 - 2 防災事業費の配分

（単位 = 100 万ペソ）

河川名	Part I (緊急)	Part II	合計
サコビア・バンバン	406	467	873
アバカン	193	281	474
合計	599	748	1,347

両河川で合計約 67 億円投入される予定で、現在、緊急部分の約 30 億円を逐次支出されている。両河川とも主に浚渫・堤防建設が USAID の設計に基づき行われている。

本格調査に当たっては、これらの設計を見直し、整合性を考慮する必要がある。

第4章 調査対象地域の概要

4-1 フィリピンの自然条件と社会状況

4-1-1

(1) 地理・地形

フィリピン群島は7,100の島々から成り、北緯4°23'~21°25'、東経116°~117°に位置し、南北1,851km、東西1,107kmにわたり、面積約300,000km²、海岸延長34,600kmの、世界で最も大きい群島の一つである。

群島は、旧来より大きく三つの地域に分類されている。それらは北からルソン、ビサヤ、ミンダナオである。群島の中でルソン及びミンダナオの2島のみが80,000km²を超え、2,500km²から15,000km²は9島、250km²から2,500km²が20島、2.5km²から250km²が75島、その他は2.5km²以下の小島となる。

大部分の島は、その海岸線に狭い平野しか持たず（一般に、その幅は15km以下）、山地については、そのほとんどが500m以上の高度を持つ。したがって、一般に河川流域はその面積が小さく、かつ河川は急峻である。

フィリピンには106の火山があり、そのうち19が活火山である。1991年6月に噴火して大災害をもたらしたピナツボ火山のほか、マヨン火山、タール火山が最も活動的である。また、日本ほどではないが地震がある。

(2) 気候

フィリピン列島は熱帯モンスーン気候に属し、全国は大きく四つの気候型に分類される（表4-1及び図4-1参照）。

表4-1 フィリピンの気候区分

気候型	地 区	特 徴
TYPE I	シナ海に面する地方	乾期（11~4月）と雨期（5~10月）が明確
TYPE II	太平洋岸地方	乾期がなく、11~1月に大量の降雨
TYPE III	シナ海と太平洋との中間地方	季節はあまり明確でなく、比較的11~4月に雨が多く、5~10月に雨が少ない
TYPE IV	その他の地子	年間を通じて十分な雨量がある

フィリピンの洪水災害に大きく影響するのは台風である。台風は5月から10月の間に多く、群島またはその付近を通過し洪水や高潮を招来している。年間平均では約20回の台風

CLIMATE MAP OF THE PHILIPPINES BASED ON MODIFIED CORONAS CLASSIFICATION

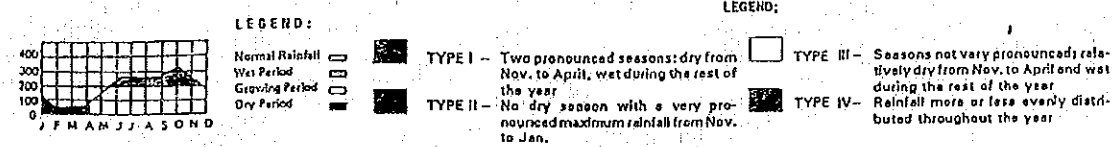
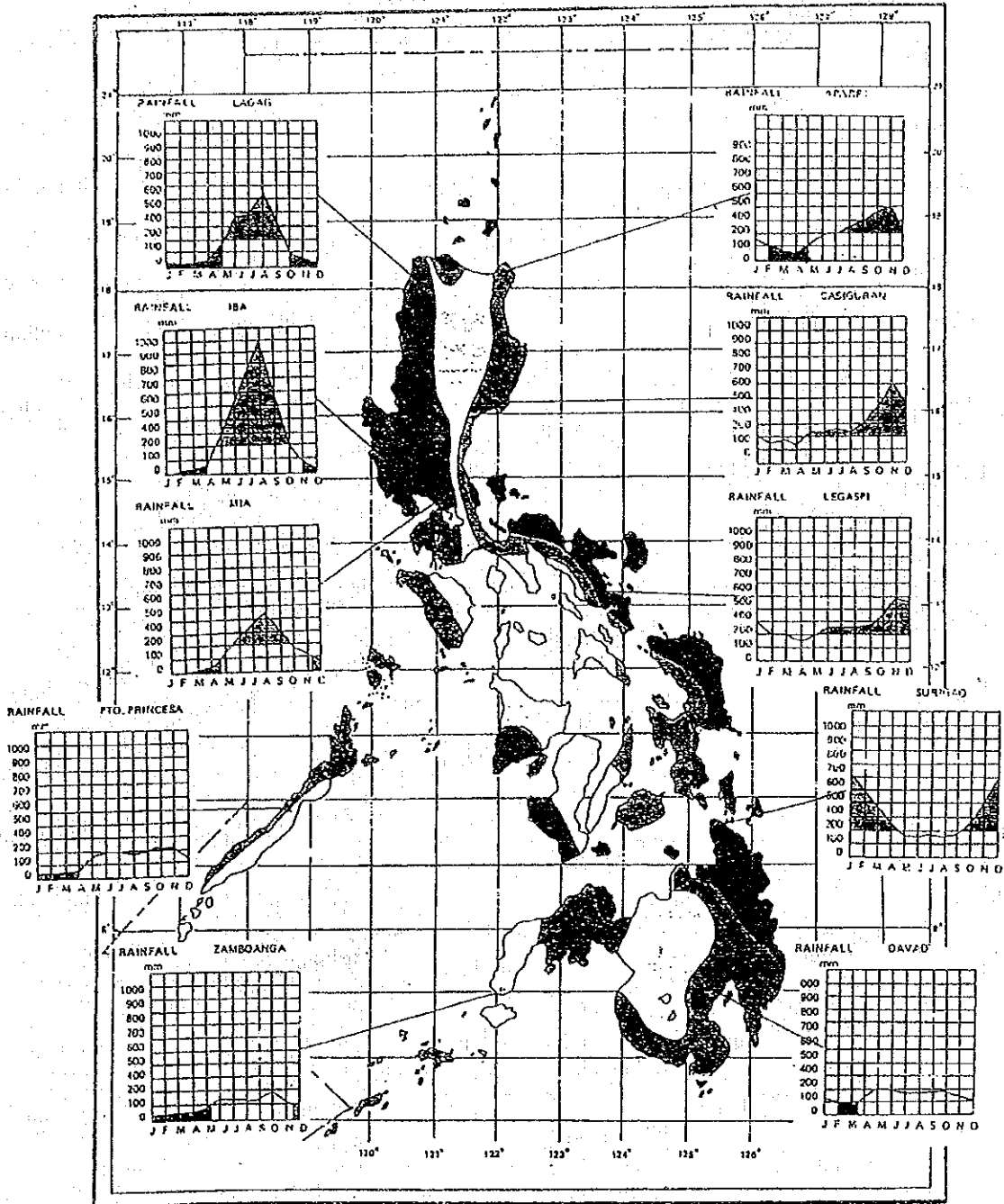


図 4-1 フィリピンの気候区分と各地の月別降水量

出典: "RAINFALL AND TROPICAL CYCLONE CLIMATOLOGICAL NORMALS OF THE PHILIPPINES (1961-1990)", PAGASA

が群島に影響を及ぼす範囲を通過し、過去最大は1952年の29回となっている。月別では8月に最も通過頻度が多く平均して4回となる。台風の通過コースは月別に一定の分布があり、5月～11月はルソン地域、12月～4月はビサヤ地域が多く、ミンダナオ地域では台風の影響は稀である。

(3) 平均気温・降水量

フィリピンの年間平均気温は、最低20.8℃、最高33.3℃で、年間を通じてあまり差はないが、3月～5月が最高気温35℃程度と比較的高く、フィリピンの夏となる。11月～1月は最高気温31～33℃程度と比較的低く、最低気温は時折20℃前後まで下がることもある。

年平均降水量は2,546mmで、地域によって1,000～4,000mmの間である。図4-1に示したように、月別降水量は地域によって明らかに異なり、東シナ海側と太平洋側では雨期と乾期が逆転し、ルソン、ビサヤで雨が多く、ミンダナオでは比較的少ない。また、年平均湿度は82%と非常に高い。

表4-2 フィリピンの平均気温・平均降水量

項目 月	平均気温 (°C)		平均降水量	
	最低	最高	降水量 (mm)	降水日数 (日)
1	20.3	32.8	121.0	12
2	21.4	34.2	104.5	11
3	20.8	34.8	65.2	6
4	21.9	35.8	126.8	11
5	21.3	35.1	156.2	12
6	21.8	34.1	255.3	19
7	22.5	32.5	281.2	18
8	21.0	32.7	174.5	14
9	20.7	31.8	242.0	15
10	20.5	31.7	471.9	22
11	19.2	33.0	411.8	14
12	18.7	31.2	135.7	15
全年	20.8	33.3	2,546.1	169

注) 出典; "1991 Philippine Statistical Yearbook", NSCB

(4) 河川と流域

国家水資源審議会 (NWRC) では全国を12の水資源区に分け更に河川流域については、流域面積40km²以上を基本河川流域 (Principal River Basin)、その中で1,400km²以上を主

要河川流域（Major River Basin）として分類している。流域面積で分類した流域の分布は以下のとおりである。

流域面積 (km ²)	流域数
50 ~ 100	51
101 ~ 200	113
201 ~ 500	155
501 ~ 1,000	63
1,001 ~ 2,000	22
2,001 ~ 5,000	9
5,001 ~ 10,000	5
10,001 ~ 以上	3
計	421

(注) 流域数の中には若干の主要河川の支川流域が基本河川流域として含まれている。

主要河川流域は全国で18河川流域（表4-3）あり、合計の面積は108,678km²で、全国土面積の3分の1以上を占める。

表4-3 主要河川流域

No	流域名	流域面積 (km ²)	水資源地域
1	Cagayan	25,649	(II) Cagayan Valley
2	Mindanao	23,169	(XI) Southern Mindanao
3	Agusan	10,921	(X) Northern Mindanao
4	Pampanga	9,759	(III) Central Luzon
5	Agno	5,952	(III) Central Luzon
6	Abra	5,125	(I) Ilocos
7	Pasig-Laguna Bay	4,678	(IV) Southern Luzon
8	Bicol	3,771	(V) Bicol
9	Abulug	3,372	(II) Cagayan Valley
10	Tagum-Libuganon	3,064	(XI) Southern Mindanao
11	Ilog-Hilabangan	1,945	(VI) Western Visayas
12	Panay	1,843	(VI) Western Visayas
13	Tagoloan	1,704	(X) Northern Mindanao
14	Agus	1,645	(XI) Southern Mindanao
15	Davao	1,623	(XII) Central Mindanao
16	Cagayan	1,521	(X) Northern Mindanao
17	Jalaur	1,503	(VI) Western Visayas
18	Buayan-Malungun	1,434	(XII) Central Mindanao
	合計	108,678	

(注) () 内は水資源地域番号。

最も流域面積の大きな河川は北部ルソンにあるカガヤン川であり、流域内人口及び産業生産高が大きいのは、首都マニラ市を抱えたパシッグ・ラグナ湖流域である。一般にルソン島内に位置する河川では産業や農業開発が進んでおり、パンパンガやアグノ川の下流域はフィリピンでも有数の穀倉地帯となっている。

水資源地域別の河川流域数は表4-4に示すとおりであり、これより、国土の3分の1に当たる約10万km²は集水面積が40km²以下の小河川、排水路及び海岸域によって占められていることがわかる。

表4-4 河川流域数

水資源地域	流域面積 (km ²)	主要河川流域	他の基本河川流域	合計
I	10,631	1	11	12
II	32,014	2	11	16
III	23,328	2	15	17
IV	23,116	1	90	91
V	5,248	1	28	29
VI	10,154	3	27	30
VII	4,617	0	19	19
VIII	11,181	0	34	34
IX	9,529	0	34	34
X	18,655	3	15	18
XI	18,082	3	31	34
XII	29,092	2	11	13
計	195,647	18	326	344

4-1-2 社会状況

(1) 行政区分

フィリピンの地方行政区は、マニラ首都圏 (National Capital Region; NCR)、山岳行政区 (Cordillera Administrative Region; CAR) 及び12の地域 (Region) に分けられ、12地域は、それぞれ4~7の州 (Province) を持っている。NCR、CAR及び州は、市 (City) と郡 (Municipality) に分かれ、市及び郡は更に最小行政単位であるバラングイ (Barangay) に分けられる。

1988年現在、州は73、市は60、郡は1,532、バラングイは40,904である。

(2) 人口

1990年現在のフィリピン全人口は60,685千人であり、1980年の人口が48,098千人であることから、この10年間の年平均人口増加率は2.35%である。さらに、これを地域別にみていくと表4-5のようである。マニラ首都圏では人口増加率は高く、特に郡部での増加率が4.06%と非常に高い。マニラ首都圏以外では、逆に都市域での人口増加率2.64%と高く、郡部で小さくなっており、各地方都市への人口の集中化を裏付けている。

表4-5 人口の推移

地 域	人 口 (千人)		年平均増加率 (%)
	1980年	1990年	
全国	48,098	60,685	2.35
マニラ首都圏 (NCR) 計	5,926	7,929	2.95
・市計	3,552	4,394	2.15
・郡計	2,374	3,535	4.06
マニラ首都圏以外計	42,172	52,756	2.26
・市計	6,630	8,606	2.64
・郡計	35,542	44,150	2.19

出典: "1991 Philippine Statistical Yearbook", NSCB

(3) 土地利用

表4-6にフィリピンの土地利用状況を示した。

フィリピン全国の農業地面積は約123千km² (全国土の41%)であり、米、とうもろこし及びココナッツで84%の面積を占める。また、米作地はそのほとんどが河川の下流域及び洪水氾濫域に集中している。

森林面積は159千km² (全国土の53%)であり、材木用森林地がその74%を占め、保全林地及び国立公園を合わせて17%を占める。

表4-6 フィリピンの土地利用状況

種 別	面積 (比率)	摘 要
農業面積	123千km ² (41%)	米 (28%)、とうもろこし (29%) ココナッツ (27%)
森林面積	159千km ² (53%)	材木用森林地 (74%)、保全林地 (9%) 国立公園 (8%)
全国土面積	300千km ² (100%)	

出典: "PHILIPPINE YEARBOOK 1989", NSO

(4) 産業・経済

豊富な雨量と良好な気候に恵まれ、フィリピンの産業経済の中心は米作を主とする農業生産に置かれている。しかしながら、近年では海外からの投資もあり、種々の製造業及び商業の国内生産に占める割合も増加している。主な産業の国内総生産に占める割合は、農林水産業 23.2%、製造業 24.7%、商業 19.8%である。

1990年における国民一人当たりの国内総生産は 18,377 ペソ、国内総生産 18,419 ペソ、国民所得は 15,307 ペソである。

表 4 - 7 産業別国内総生産 (1990年)

産 業	生産額 (百万ペソ)	占有率 (%)
全 産 業	1,129,817	100.0
1. 農 林 水 産 業	261,940	22.2
2. 鉱 業	17,039	1.5
3. 製 造 業	278,953	24.7
4. 建 設 業	49,733	4.4
5. 電気・水道・ガス	26,192	2.3
6. 運 輸 ・ 通 信 業	59,757	5.3
7. 商 業	223,916	19.8
8. 住 宅 ・ 金 融	80,463	7.1
9. サ ー ビ ス 業	131,824	11.7

出典：“1991 Philippine Statistical Yearbook”, NSCB

農業生産高に占める米作は全体の36%で、果実及び野菜の26.5%を大きく超えており、米作がフィリピン経済の大きな柱の一つであることは明らかである。また、製造業の中で食品加工業は24%占め4位となっている。農業の他産業部門に与える影響は大きい。

(5) 開発計画

1987年から1992年の5年間を対象とした中期開発計画は、その達成すべき目標として次の4点を挙げている。

- ① 貧困の軽減
- ② 生産的雇用機会の創出
- ③ 社会的公平と正義の促進
- ④ 持続する経済成長の達成

これらの目標を達成するための重要な戦略の一つとして、各地域及び地方単位での国家開発計画における役割を強化しようとしている。すなわち、各行政区が自らの開発プログラムを持ち、従来、開発が2、3の行政区に集中し、行政区の間で非常に不均衡であった開発進捗と、その結果としての所得の偏在をなくそうとするものである。開発プログラムの基本方針は、農業及び地方における生産や生活水準の向上を図り、国全体としての農業経済の活性化を企図している。

政府では各行政区の開発戦略と目標指標を設定し、各地域の天然及び人的資源を十分に活用することを示した。“MEDIUM-TERM PHILIPPINE DEVELOPMENT PLAN 1987-1992”によれば、1992年においてフィリピンの国内総生産を135,331百万ペソ(基準年1972年の価格)、人口を64,260千人、就業率を95.1%と設定し、これらを各地域にブレイクダウンして地域の目標を定めている(後述の表4-10参照)。

これらの地域別(行政区別)開発目標の達成のため、政府では地域開発審議会(Regional Development Council)及び国家経済開発庁(National Economic Development Board)と地方政府との間の密接な協議と、それを基にした地域開発投資プログラムの策定を義務付けている。

この中期開発計画に盛り込まれた社会資本整備の基本は、建設された構造物や施設の維持管理を強化徹底することによって既往施設の機能を十分に活用し、生産目標の達成や基本的な生活基盤の整備に必要な地域に対して、新規事業は選択別に着手されるべきであるとしている。社会資本整備における洪水防御計画については、農業地や財産を洪水から守るため、さらには、より高い生産高を確保するため、首都マニラ及び地方中核都市の洪水被害の軽減が目標として挙げられている。

4-2 ピナツボ火山の地形・地質並びに火山

4-2-1 火山活動

1991年6月15日、ピナツボ火山は、今世紀最大の噴火をした。この噴火により、50ないし70億 m^3 の火山噴出物(火山灰、火山砂、溶岩、火砕流)の堆積があった。また、2億 m^3 の火山灰の降下があった。これらは、火山から40km圏内の周辺地域を襲い、ちょうど同時期に襲ってきた台風Didingにより、火山灰は、Luzon島以外の島々にも降下した。

火山活動は、6月15~16日の突発的な一連の噴火の後、6月の定期的な爆発の後には次第に衰えた。何回かの爆発が間欠的にあり、その最後の爆発は、9月2日であった。しかし、火砕流堆積物の大規模崩壊は、8月12~13日及び9月の4日に発生した。場所は、Maraunot valley及びMarella riverであった。事例によっては、二次的な火砕流が出た。所により、熱いままの火砕流が噴煙を上げて噴火と間違われたが、オロンガポ市のように離

れた所にも火砕流の煙が到達した。

Scott の見積りによると、噴出物総量は $5 \sim 7 \text{ km}^3$ であり、堆積物の厚さは 220 cm くらいであり、広い谷を埋め、120 km² に広がっている。この堆積物の量は前述のように非常に大量であり、現在までに流下した量は全体からみて、まだ一部であるとされている。

表 4 - 8 不安定土砂の分布

	Abacan river	Banban river	Total
pyroclastic flow deposits	0.1 ~ 0.2 km ³	0.6 ~ 0.9 km ³	4.8 ~ 7.1 km ³
delivered to lowlands	0.6 ~ 0.9	0.26 ~ 0.40	2.51 ~ 3.62

出典; by Kelvin S. Rodolfo, Jesse V. Umbal (1992)

4 - 2 - 2 地形

この地域は、火山の形成した地形である。火口丘とその周辺に広がる裾野及び、火山堆積物が河川営力により、下流域低地に流送されて形成した沖積平野から成る。また、この周辺地域は、独立峯を持つ火山地形の山地が多数分布する。

火口の周辺は、溶岩、火砕流、火山灰の堆積物とその侵食されて形成された地形から成る。火山本体及び火山麓扇状地部分には、上流部部分では火砕流及び、火山灰堆積物が堆積している。これが、激しい降雨による侵食で、悪地——バッドランド——地形が急速に発達している。この地形は、下流域に対しての土砂の供給元になり、植生で被覆されないかぎり、この地形の流域では侵食が激しくなりやすい。

ピナツボ山は、8本の河谷により、高密度にかつ深く開析されている。膨大な量の火砕流が河谷の上流域を経て下流域へどっと流下した。その深さは共通して約 200 m 以上あり、部分的あるいは完全に、これらの堆積物で埋められた。

ピナツボ山の高さは、Pinatubo-Mariveles で 1991 年の噴火以前には、1,745 m あった。新しいカルデラの縁の高さは、大体 1,200 ~ 1,400 m である。カルデラの底で 1,100 m である。所によっては、頂上は傾斜 65 度くらいある。

4 - 2 - 3 地質

ピナツボ山は (hornblend dacite ホルンブレンド) 石英安山岩の複合ドームから成り、南北に数十 km 続く (カルクアルカリ) 玄武岩火山群の北端に位置している。この火山群は、早期鮮新世 early Pliocene から完新世 Holocene と年代測定された岩石から成る。しかし、最も古いピナツボの岩石は、晩期鮮新世 late Pliocene の安山岩の溶岩流であり、また、安山岩と玄武岩のテフラ (火山砕屑物) である (Rodolfo : 1992)。1991 年以前の最近の火山活動

は、珪質で激しいものであることが、この山の東側、北側、南側の山腹に見られる火山灰と軽石流の被覆により示されている。地点により、深さ 300 m に達している。

過去の 4 回の噴火は、木炭の放射年代測定により、大体 400、635、2100、4600 ybp(1950 年基準：400 は 440～450 年前になる) の噴火であることが確認されている。急速に堆積した火山砕屑物の中に埋まっていた木の切株は、アバカン川に沿った侵食により、この年代を現し、2860 年±80 年であった。

4-3 調査対象地域

本調査が対象とする地域は、ピナツボ火山東側の山麓にあって互いに隣接するサコピアとアバカン両河川の流域である。南側に隣接するパシグボトレロ川を米国が担当しているが、その理由はパシグボトレロ川のプライオリティが最も高いということにあるらしい。プライオリティの高さに関しては、サコピアとアバカン両河川とパシグボトレロ川との間で甲乙は付け難い。

集落の配置・道路網・土地利用等の社会的な側面からも不安定土砂の存在・河川の特異性・水文条件等自然的な側面からも、これらの河川流域及び更に隣接する他の河川が形成する流域相互には互いに類似点が多い。また、どの一つについてもそれだけが良ければ他はどうでもよい、というものではなく、本来一体として扱われるべき性質をもっていると考えるほうが妥当である。

調査手法・計画手法・工事計画等多くのプロセスで互いに協力が必要であることが自明である。

4-4 流域の概要

4-4-1 アバカン川

アバカン川はサパンバトー地先を経る本川が、その南側に位置するサパンバヨククリークをクラーク基地の南側中央部で合流したあとアンヘレス市を貫いて東へ流れている。

噴火直後に発生した洪水は、高濃度に土砂を含む段波を形成してアバカン橋下流を流下するのが映像に収められている(USGS)が、主たる材料は山頂の火砕流堆積物ではないようであった。事実、サパンバト周辺の河道は激しく下刻されており、河床堆積物の中に根を張っていた樹木は根を洗われて浮き上がり、洗い越しは破壊された。また、クラーク基地が乗っている段丘が侵食されて基地周辺の民家を多数流失させたのは、洪水泥流被害の項で記述されているとおりである。アンヘレス市街付近の河道も侵食がひどく、橋梁はことごとく失われた。

土砂収支は、アバカン川の河床変動による割合が大きいようにみえるが、北側に隣接するサコピア川の流域に属する火砕流堆積物の部分でパイラシーが発生して、河況を一変させる

ような事態もなしとしない。

アンヘルズ市の下流で沖積地になる。河道は天井川の状態であり、破堤とそれに伴う氾濫の可能性は極めて大きい。メキシコ市が土砂堆積の範囲に入るのは時間の問題である。

4-4-2 サコビア川

サコビア川は左支川マリムラ川を国道3号線の地点で合流している。本川の水源地は火砕流堆積物を下刻しつつあるため、流出は膨大な量の土砂を輸送する。1991年6月時点までは本川狭窄部に建設された砂防ダムが顕著な効果をあげ、土砂を源頭部に貯留していたが、ダムの崩壊とともにそれまで貯留されていた土砂は総崩れの状態になって流下した。その結果、河床は数メートル以上の規模で上昇し、クラーク基地が乗る段丘面に達するまでになった。国道3号線の橋梁も完全に埋没した。

同時に、扇面の氾濫地域は急激に拡大し、マバラカットの集落も砂糖きび畑も全滅した。

土砂輸送は今後も降雨の度ごとに継続し、河道のシフトと氾濫地点の変化に応じて土砂氾濫地域は拡大を続けることは必至である。ダムの建設に好適な地点は、まだ残されているので、それを活用するとともに、扇状地形成過程を詳細に検討して、動的な計画で対処すべきであろう。なお、クラーク基地の跡地利用については、ラモス大統領は1993年3月11日、訪日して宮沢首相と会見し、日本企業の進出を要請している。

4-5 調査対象地域の社会状況

フィリピンの行政区分は13の地域 (Region)、73の州 (Province) に分けられており、58の市 (City) と1,562の地方自治体 (Municipality) に加え約41,000村落 (Barangay) から成っている。ピナツボ火山 (1,745 m) は、マニラ首都圏の北方約80 kmに位置し、中部ルソンと呼ばれる第3地域 (以下、Region IIIと呼ぶ) にある。Region IIIは6州から成り、調査対象地域は、ピナツボ山から東 (ないしは東南) へと流れる北側のサコビア・パンパン川と南側のアバカン川流域と、これら河川が東側で南へと流れる主流のパンパンガ川との合流する所まで、行政区分上はパンパンガ州とその北にあるサコビア・パンパン流域に面するタルラック州の一部である。パンパンガ州の面積は2,181 km²であり、537村落及び1市 (アンヘルズ市) から成る21地方自治体に分かれている。

4-5-1 災害前の社会

Region IIIはマニラ首都圏に次ぐ高人口密度 (340人/km²) の地域で、パンパンガ州は首都圏に100 km前後と近く、伝統的農産物である米、砂糖きび、とうもろこし等も円滑に流れ、精糖や林産及び家具・玩具など木工品の製造も盛んであった。1970年のパンパンガ州におけ

る都市・農村の人口比は20%対80%であったが、1990年センサスでは35%対65%となって都市部への人口流入が目立つ。1980年以降のパンパンガ州人口増加率は年平均2.6%を示し、1990年の同州人口は約150万人（約27万世帯）であった。

国家統計局等から災害以前の資料を入手し、調査対象地域の災害前社会を把握することが、被災後の住民意識を知るうえでも必要なことである。

4-5-2 災害後の社会——災害の影響

(1) 人的・社会的経済被害

1992年3月31日現在の社会福祉・開発省（Department of Social Welfare and Development : DSWD）Region IIIの報告では、火山災害で932人が死亡、184人が負傷、23人が行方不明となっている。

同DSWDの報告では全被災人口は1,180,132人で、ピナツボ山周辺の山間部に住む少数民族アエタ（Aeta）の35,115人（7,841家族）も含まれている。

殊にパンパンガ州は多く、噴火の影響を蒙った人口は831,184人と報告されている（Task Force Mt. Pinatubo, 1992）。

マクロ経済指標にみる被害の状況は次のとおりである。

表4-9 マクロ経済指標による被害

項 目	被 災 前	1991被災後予測
失業人口（率）	290,000（11.31%）	405,800（15.8%）
GRDP	685.8億ペソ（1990）	683.6億ペソ（1991予測）
GRDP成長率	4.71%	-0.32%（1991予測）
GRDPのシェア	9.62%（1990）	8.7%（1991予測）

出典；NEDA, REGIONAL OFFICEの予測に基づく

Region IIIの経年別（1987～1991年）分野別地域国内総生産（Gross Regional Domestic Product : GRDP）の成長率（%）を別の資料でみると次のとおりで、ピナツボ山が噴火した年にはマイナス成長を示している。

表 4 - 10 Region IIIにおける分野別国内総生産

分 野	1987～1988	1988～1989	1989～1990	1990～1991
GRDP	9.29	4.46	7.87	- 2.64
農 業	2.30	9.22	9.59	1.02
工 業	14.47	- 0.29	11.84	- 5.21
サービス業	7.84	7.79	2.50	- 1.91

出典；国家統計調整局 NSCB, 1992

Region III全体として、林野約18,000haが灰で埋没したのをはじめ、農業は86,869haが影響を受け、流通・産業では1991年に45%の減産、保健医療施設97か所で被害、教育施設658か所に影響が出た。

アバカン橋（1992年12月再建）をはじめ橋梁の流失は物流を停滞させ、約13万人に上る、主に土地を失った第一次産業従事者は避難センターへ収容され、産業構造までも変えつつある。

本格調査においては、収集資料を噴火直後と1991年モンスーン季後と調査時に分け、二次被害も含めた被害の進行と現状を把握する。この際、資料が複数のソースで作成されているため比較検討を要する。

(2) 災害後の社会——災害の影響

Region III全体の家屋損害は、全壊41,976戸、半壊78,257戸に上り、住居の被災世帯は276,748戸である。被災世帯数はパンパンガ州が158,454戸と全地域の57%を占め、移動を余儀なくされた。パンパンガ州、タルラック州等、本調査対象地域では21の村落（Barangay）が完全に崩壊し、5万人以上が居住地を放棄している。その中には家屋や教会が今も軒先まで埋没したままの、消失した村落を随所に見ることができる。

住居も流失した泥流が農地を覆ったままで生計も断たれた農民は、電気もない避難センターで最低限度の生活を続けるか、縁者を頼っての寄食か、物乞いで暮らすほか生活の途はない現状である。村落が崩壊すると地縁社会は潰れリーダーが定まらぬ社会となり、生活共同体の中で生きてきた人々にとって戸惑う日々が続くことになる。

被災した製造業、商業とて結果的には類似した苦境に立たされている。周囲の市場そのものがこわれたことに加え、既存流通機構の中で相手がいなくなったり、橋梁・道路の崩壊・流失をはじめ社会インフラストラクチャーの破壊・寸断による物流の停滞で、事業を進められなくなっている零細企業も多いと聞く。

Region III 6州の中で調査地域であるパンパンガ州は、他州と比較し復旧可能な二次、三

次産業が多いが、サコビア・バンバン川及びアバカン川流域隣接地及び近郊ではモンスーン季（5月～10月）の泥流到来を危惧し、復旧の意欲はみられない。

それでも長年住み慣れた土地及び地域社会への住民の執着は強力で、災害前の社会構造と災害後の状況を対比し現状の中で可能なかぎり災害前の社会へ戻す諸策を模索・検討することは、本格調査において重要な課題といえる。

土地管理局（Land Management Bureau：LMB）には、納税の観点から土地所有区分が明確に登録されている。泥流で境界が不明になったままの土地も、図面上元の区分はあり所有権は誰が有しているかもわかる。泥流対策を立てるに当たり、土地所有関係を明確にし所有者に対する対応策を打ったうえで、ハード面の立案をすることとし、社会的問題あるいは地域的な政治問題の発生を未然に防ぐ配慮が必要である。

4-5-3 フィリピン国政府の対応と成果

(1) 防災当局の緊急時の対応

被害予測に責任をもつ機関PHIVOLCS（フィリピン火山地震研究所）はピナツボ火山を24時間体制で観測している。Region IIIのフィリピン国家警察（PNA）は現在7か所の監視点をピナツボ火山の山中に置き、常時、火山動向を監視している。緊急時には直ちに関係先、特に国家災害協議会（NDCC）に通報される体制にあるが、実際にその体制が有効機能するかについては調査を要する。現場インタビューでは第一報はラジオであった。

この体制の中で1991年6月の噴火があった。当局は直ちにActionを起こし、泥流が襲来する前に被災地の村落ヘトラック等緊急退避手段を手配し住民の避難を促した（避難センターでのインタビューで聴取）。被災人口は100万を超えるが、死傷者をその0.1%にとどめたことは大いなる成果があったといえる。

(2) 防災当局の被災後の対応

ピナツボ火山噴火後（1991/6/26）大統領府タスク・フォース（TF）が発足し、災害対策への本格的取組みを開始した。公共事業道路省（DPWH）は復旧の87%を占める道路、橋梁、学校等公共施設を担当、同様に他6官庁も担当に従い対応策を講じ始めた。このほか農地改革省（DAR）を主管としたCABINET TASK FORCE（CTF）は再定住計画を主任務として活動した。

TFは現在は解散しており、CTFの活動は未詳なるも、これらタスク・フォースの権限はピナツボ・コミッションに移している。

被災民の対応には政府、外国政府、国際機関ほか赤十字はじめNGO団体が活躍した。

被災後の対応につき、避難センター、再定住計画の推進等直接に住民へ対応するものと、公共施設の復旧といった間接的な対応とを考慮することが肝要である。

社会福祉・開発省 (DSWD) Region III の Mt. Pinatubo Operations CY 1992 Year-End Report は、1992年8月15日に中部ルソンを襲った GLORING と ISANG 台風による二次災害と住民への対応を詳報している。

この二次災害で55地方自治体、566の村落 (バランガイ)、Region III 人口の13%を占める803,972人 (164,400家族) が被災している。ことにパンパンガ州の人的被害が最大で20%を超え164,400人に上る。当局は直ちに対応し、1992年8月15日以降、被災者の71%に当たる588,095人 (116,552家族) の救済を行い、その10%の避難者を105か所の避難センターに収容している。被災地にはNGO諸団体及びUSAID等他国からの支援も仰ぎ、BUNKHOUSE (高床簡易住宅) 623戸、6,123家族収容を目標として計画し既に363戸を完成、3,330家族を収容している。

このほか再定住地 (Resettlement) を高地定住地及び低地に分け、それぞれ13か所5,874家族及び11か所1,533家族、合計24か所で7,407家族の再定住を、DSWDを調整機関として、フィリピン国政府は実行している。

前述のとおり噴火時の1991年6月以降、上記二次災害までの間にも既述の避難センターへの収容、BUNKHOUSE建設の促進、Region III内の安住な地域への再定住地への斡旋のほか、ミンドロ島、ミンダナオ島、パラワン島等 Region III以外の遠隔地域、主として外島への再移住 (Relocation) も進めてきた。この計画の定住地 (Resettlement) は被災地3州 (パンパンガ、タルラック、ザンバレス) 内の移住地と同3州以外の地に区分される。前者はTFが推進し、後者はCTFが担当していた。前者の Location Map は USAID (Louis Berger 米コンサルタント) 作成のものがある。タスク・フォースの権限がピナツボ・コミッションに移った現在、促進の実態につき調査する必要がある。CTFの主管機関である農地改革省 (DAR) での促進状況及び再定住計画の実施現状は社会福祉・開発省 (DSWD)、ことに同省の Region III 事務所がよく把握しているので、進捗と実態を調査することができる。

また、NGOが再定住計画を支援しており、ソリアーノ (ANSCOR) グループをはじめ7団体の活動実態を併せて調べる必要がある (Resettlement Assistance Program, Nov. 1992等がある)。このように抜本的民生安定政策として、フィリピン国政府は被災者の避難センターから再定住地移転を促進しているが、近在の定住移転先で好条件であっても土地をローンで購入せねばならないとか、ルソン島以外の遠隔再移住 (Relocation) 地ではマラリア、飲料水不足等生活条件が悪く、円滑に進んでいない。1991年、東ミンドロ島に入植した224家族のうち、早くも27家族が同地を棄てている (Manila Bulletin 1993/3/2)。

土地は泥流に覆われたまま村落も消失し、かつての社会はないが、長年住み慣れた土地

への住民の執着は強く、再定住移転計画は必ずしもうまく機能していない。

しかしながら、NGO諸団体及び他国政府・国際機関の不断の援助が寄せられているとはいえ、このような大規模な被災民に対応しているフィリピン国政府の努力は高く評価でき、その成果も出ているというべきであろう。

本格調査に当たっては、1991年6月の噴火から1992年8月の二次災害までとそれ以降とに分け、被災民に対する避難センターへの収容、BUNKHOUSE建設、再定住地（高地及び低地定住地）並びに再移住等の現状を把握することが肝要である。

4-5-4 住民の希望と行動

住民の希望と行動を調査するに当たり、主として地域の構造と土地利用の社会環境を検討する必要がある。

(1) 社会環境

1) 地域の構造

調査対象地域の社会構造を政治、宗教、社会、経済、また、土地及び水利用の観点から、さらには、歴史的視点から把握することは、今後の民生にかかわる方向付けをするために重要な要素である。

フィリピンは国民の約8割がカトリック教徒であることから宗教上の祭典・行事が多く、イースター・クリスマス等は盛大に行われる。また、スペイン人到来前の原始宗教に由来する迷信も多い。当地域の山岳少数民族アエタ族はピナツボ火山を信仰の対象としている。このようなことは、住民意識調査を行うに当たっての基礎地域となろう。

政治は中央集権から地方分権へと移行させようとしている。地域（Region）での裁量は大きく、関係官庁の地域情報は影響力を増している。

地方の社会構造は村落（Barangay）単位が主流であり、村長またはそれに類するリーダーの下に結束している。このたびの噴火でこの枠組みが物理的にこわれた所もあり、避難センター、再定住地移動等と流動する中で変化してきている。

土地は、調査地域でもフィリピンの他地域同様に大地主が存在する。地域経済及び水利用の観点からも調査する必要がある。

2) 土地利用

土地登録関係は大蔵省の土地登録局（Land Registration Authority：LRA）で、納税関係は環境・天然資源省（Dept. of Environment and Natural Resources：DENR）の土地管理局（Land Management Bureau：LMB）が管掌している。森林は主として国有で、個人／法人へはリース（入会権？）の形態である。ちなみに、河床は国有とのことであるが、泥石流氾濫河床は検討を要する。土地にかかわる法制等はLMBにある。

土地利用については、上記 2 政府機関のみならず国家経済開発庁 (NEDA)、公共事業道路省 (DPWH)、国家灌漑局 (NIA)、農地改革省 (DAR)、ほか多くの省庁が絡む。そのうえで対象地の所有者、関係官吏、関係住民等の啓蒙・理解を促進し、被災地に合った利用を提案しなければならない。農作であるとしたら、土壌に鑑み、何が根づくのか難しいところである。

(2) 希望と行動

(a) 緊急時の行動

今後の緊急時対策を講ずるうえで予め検討する必要がある。現場インタビューでは、家族によって異なるが、家長だけが残り、他は安全な地へ移動させたという事例もあった。地方社会に照らし、バランガイ単位で緊急行動した所が多いと見なす。被災民は救助隊のトラックで避難センターに移動している。

(b) 被災後の行動

被災住民は被災対策としての行動はとれず、自然状態が安定するのを避難センター等で、ただ待つことであった。その後再定住・再移住政策に従った行動をとっている。

(c) 希望

再定住への住民意識調査は USAID 等で行われている。一般的に移動はしたがる傾向にあるが、移住する主な三つの理由は以下の示例のとおりである。

— Availability of work	47 %
— Minimal adjustment	40 %
— Safety from lahar	13 %
Total	100 %

生計を確保することが最優先しているが、被災民の希望は元の社会に戻ることである。発生した災害地に元通りの社会を再建することは、二次災害が既に起こっている現実及び再噴火がなしと保証できないピナツボ山の現状では、不可能に近い。したがって、地域の 1 地区を犠牲にしても、残った地区に元の社会に近い安全な環境を再現することが大事である。

4-5-5 残された問題

調査対象地域で、残された社会環境上の問題点として、次のものが挙げられる。

(1) アエタ族

アエタ族はピナツボ火山山麓の森林地帯に住んでいた山岳少数民族で、“Highlander” と呼ばれている。アエタ族はピナツボ火山噴火前までは、焼畑農業を主体とする農耕を営

んでいた。アエタ族は平地に定住する民族とはほとんど交流をもたず、ピナツボ信仰をはじめとする独自の生活様式を堅持してきた。しかし、ピナツボ火山噴火により、アエタ族の生活の場は失われ、いわゆる“低地（Lowland）”に下らざるをえず、今まで交流のなかった低地住民（Lowlander）に混じり生活をせざるをえない状況となった。

アエタ族の被災民の数は約35,000人にも及び、これは被災民全体の約10%に相当する。フィリピン国政府は、このような特性をもったアエタ族に対し、専用の移住地を用意している。アエタ族用の移住地は全てで13か所用意されており、約6,000家族を収容する能力があり、フィリピン国政府はアエタ族の移住地に対し、水開発、道路、マーケット、学校、植林、医療サービス等を与え、徐々に低地住民に溶け込ませようとしている（Presidential Task Force, 1992）。

しかし、前述したとおり独自の生活文化を維持してきた民族であり、このような民族を分散、消失させてしまうことは、社会環境上の大きな問題であるといえる。

(2) 住民移住

現在、DSWD Region IIIが中心となって被災民の移住が進められているが、被災住民にとって移住は必ずしも彼らの意に沿うものではなく、次のような問題が生じてきている。

- a. 移住先は政府より無償で支給されるものではなく、被災民が土地、家屋等を購入しなければならない。このため、裕福ではない被災民は生活環境の悪い避難センターに留まらざるをえず、移住したとしてもローンの返済に苦しめられることとなる。
- b. 移住先の生活環境が決して十分であるとはいえず、学校や病院等の公共施設や飲料水の確保等ができていない場合がある。1993年3月2日の新聞報道によれば、ミンドロ島に入植した224家族の被災民のうち、27家族が飲料水不足、マラリア等の原因で入植地を離れている。
- c. 移住先の職業は主として農業であるが、被災民のうち農業に従事していた人は20~30%程度であり、他はサービス業に従事していた。このため、移住先での生計に不安を抱く人が多い。
- d. 被災民の多くは、生まれ育った土地に非常に強い愛着をもっており、荒地に変わり果てた土地ではあっても、条件が許すならば帰りたいという希望をもっている人が多い。DSWD Region IIIではこのような人々の希望をかなえるべく“Balik Probinsiya”と呼ばれる活動をしており、輸送と食料供給の援助を行っている。この活動で1992年末までに59家族が自身の土地へ帰っている。このように条件が改善されれば戻りたいというのが大方の被災民の希望であり、住民の安全確保のための移住は当然大切なことではあるが、なるべく早い時期に被災民が戻れるような環境を作ることが最も重要なことであろう。

4-6 気象・水文状況

4-6-1 気象・水文状況の概要

フィリピンの年平均降水量は約 2,500mm で、地域によって約 1,000～4,000mm の差がある。

フィリピンにおいては、月別降水量は地域によって大きく異なり、ピナツボ火山周辺においては、年平均降水量の約 80% が 6 月から 9 月の雨期に集中している。

平均すると、ピナツボ火山の東側の降雨量は約 1,900mm 前後であり、火山西側の降雨量約 3,700mm に比べて降雨量が少ない。

表 4-11 (Tarlac, Tarlac)

月	平均降雨量 (mm)	月	平均降雨量 (mm)	月	平均降雨量 (mm)
1	7	5	191	9	291
2	11	6	260	10	165
3	22	7	408	11	83
4	60	8	401	12	32
				計	1,932

表 4-12 (IBA, Zambales)

月	平均降雨量 (mm)	月	平均降雨量 (mm)	月	平均降雨量 (mm)
1	7	5	265	9	649
2	5	6	578	10	229
3	18	7	936	11	91
4	43	8	959	12	36
				計	3,818

4-6-2 雨量観測所

(1) 雨量観測所の状況

現地の雨量観測所については、PHIVOLCS (PHILIPPINE INSTITUTE OF VOLCANOLOGY & SEISMOLOGY) が行っており、その位置は図 4-2 のとおり 6 か所である。

しかし残念ながら、これらの雨量観測所は、ピナツボ火山爆発後の 1991 年 7 月に設置されたものであるため、爆発以前の雨量データは計測していない。

なお、データは雨量データとフローセンサーデータが混合して IBM で処理されており、雨量データのみ抽出、整理はできないとのことであった。なお、その書式は表 4-13、4

-14のとおりであり、1991年7月からのデータが記録されているフロッピーについては、コピーさせてもらい、日本に持ち帰ることができた。

表 4-13 最初に出力される表 (総括表)

ファイル期間	ファイルサイズ		

表 4-14 以下出力される表 (個別表)

時 間	位置ナンバー	数 値	

注1) データは、Rainfall data と Flow Sensor data が混在しており、その区別は、位置ナンバー (別紙位置図の表下に示すとおり) で判別する。

2) Rainfall data の数値は、1 単位: 0.025 インチである。

3) Flow Sensor data の数値は、単位は不明。

なお、Flow Sensor の位置ナンバーが3桁になっているが、末尾の数字は、0-10-300HZ total, 1-10-100HZ low, 2-100-300HZ high を表している。

これらのデータはDPWHに時々刻々送付されているとPHIVOLCSでは聞いたが、DPWHでは受け取っていないとしており、河川整備を行ううえで最も必要かつ基礎データである雨量データの取扱いがシステムティックになっていないところに、今後指導していくべき大きな余地がある。

(2) 今後の雨量観測について

ピナツボ火山全流域の調査を先行して行っているUSAIDや、ピナツボ火山爆発以後、精力的にデータの収集を行っているPHIVOLCSとも、新たに雨量観測所を設置する計画は現在のところ持ち合わせていなかった。

今後の雨量観測の方法としては、毎正時ごとに確実に雨量データを観測・整理することに加えて、雨量と洪水のおおまかな相関関係を把握し、河川整備を行ううえでの基礎データとするとともに、ソフトな対応としては、累積雨量を目安にした洪水予警報体制、避難システムをまず確立していくことが必要であろう。

また、河川整備・管理を担当するDPWHは、自ら雨量データの観測・解析を行っておらず、PHIVOLCSやPAGASAに依存しており、今後は基礎的なデータの収集・解析は自ら行うように改善していくことが必要であろう。

なお、現在のところの予警報システムとしては、洪水流や泥流が上流で発生して、初めてラジオにより避難勧告を行うシステムとなっており、今後はこれらの改善を行うことが是非とも必要である。そのためには、レーダー雨量計の設置による予測を行うことが最も的確であると考えられるが、現在の政情では十分な維持管理体制が確保できそうにないこと、また、設置の適地と考えられるアラヤト山が反政府軍の拠点となっていることなどから、早急な設置は困難であると考えられるが、我が国と同様な島国であり、台風、火山のメッカであるフィリピン国において、十分な火山・泥流対策を行うためには、必要不可欠なものであると考えられ、将来的な設置に向けて検討を進めることが是非とも必要であろう。

なお、降雨状況とラハールの発生状況（1991年6月～9月）について、以下のようなデータがある。

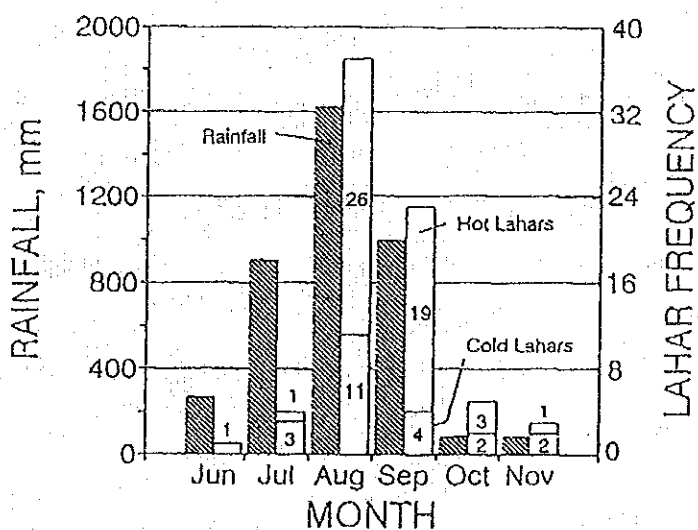


図4-3 マレラーサントトマス河流域の降雨とラハールの頻度

4-6-3 水位・流量観測所

(1) 水位・流量観測所の状況

現地においては、水位・流量観測所は存在しなかった。現地には、水位観測のための、ポール、支柱さえなく、観測は全く行っていない。我々が調査に入った2月下旬は、乾期であり、アバカン川、サコビア・バンバン川とも、水は全く流れていなかったが、河川整備を行ううえで雨量データとともに最も基礎的なデータである水位・流量の把握は、早急に必要であると考えられる。

(2) 今後の水位・流量観測について

少なくとも、水位状況を把握するため、アバカン橋のピア等をポール替わりとして活用することが最も簡便かつ迅速に行うことができる方法である。

なお、流速計を設置することも重要であるが、近年、土石流などの観測に活用されている空間フィルター流速計については、綿密な維持管理体制を確保する必要があること、解析は日本に持ち帰って行う必要があること等の問題点があること、さらに、現時点において水位データさえ確保できていない状況であることから、とりあえず水位計の設置を早急に行うことが重要であると考えられる。

水位計の設置は、アバカン川、サコビア・バンバン川とも、2か所程度は必要であり、アバカン川については、掘り込み河道の形態をしており、河積も小さいサバンバトー地点及びアバカン橋近辺で行うことが好ましいと考えられる。

また、サコビア・バンバン川については、更に地下水位の観測も必要である。ラハールの堆積により、地域の地盤は急速に上昇しており、おおむね井戸に生活水を依存している現状においては、地下水位の変化は、地域生活に大きな影響を与えることとなる。

このため、地下水位の観測システムの確立、及び現況の井戸などの調査を行うことが必要である。なお、水利用の実態については、政府灌漑局において、灌漑システムの台帳が作成されており（コピー可）、さらに、噴火後の農業開発の概要図にも灌漑システムについて触れられている。

また、パンパンガ川流域については、国家水供給研究所において、表面水の利用記録が保管されている。

4-7 対象流域の河川状況

4-7-1 対象流域の被害状況

(1) 被害の概要

特にサコビア・バンバン川において、沿川の被災状況は極めて著しいものがある。本調査の目的となる洪水及び泥流制御対策は、長期的な視点から行うことが必要であることは言うまでもないが、現地では本年の雨期に対する対策が、緊急かつ最大の関心事項（現にDPWHのピナツボ対策部局であるPMOにおいては、クラーク空軍基地付近に2か月で砂防ダムを造ることができないかと質問をしてきた）であり、早急な対策が望まれている。また、アメリカでは、ピナツボ噴火に対するアクションレポートを既に作成している（パッシング・ポトレロ川）状況にあり、これらの観点からすると、我が国の調査開始時期は全く遅きに失している感が拭えない。

河川は、ピナツボ火口からの急勾配の山付け区間を過ぎると、すぐに勾配が緩やかな平

地の市街地区間にすりつき、氾濫が拡散する地形となるため、河川の河床上昇はもちろんのこと、市街地においても、3 m以上の地盤上昇を引き起こしている。特にサコピア・バンバン川流域においては、拡散地形となるクラーク空軍基地からダウ市近辺から下流一体が被害を受け、たとえば、コンセプション市においては、従前各々2階、3階であった部屋が、氾濫による河床上昇により1階が埋没してしまったために、各々1階、2階に変わってしまった状況にある。

なお、河床上昇のデータについては計測されておらず、PHIVOLCSのレポートにおいて、1991年の雨期による河床上昇記録が見い出されたが、それが最新のデータであるとの説明を受けた。なお、河川管理はDPWHの所管であるが、DPWHでも計測しておらず、今後は定期的な計測が必要であろう。

(2) 対策の状況

① 堤防等の状況

現地においては、河床の切り下げと堤防造成を図るため、ブルドーザーにより河床掘削した土砂を堤防に積み上げるといった作業を繰り返している。このため、堤防の土質は削られやすく、崩れやすい砂で延々と造成されている状況であり、また、断面構成も天端幅10 m程度の通常の堤防スケールのため、雨期に洪水、泥流が発生した場合には、十分効果を発揮するとは考えられない。現に、アバカン川下流においては堤防が削られている。

② 橋梁の状況

これまでの洪水により流出した橋梁の一部は復旧されておらず、交通の幹線ルートにおいてさえ建設されていない。このため、乾期は河川の水がないため、河川の敷地上をそのまま横断しているが、雨期は横断することが不可能となるため、幹線ルートの一部は遮断されることとなる。

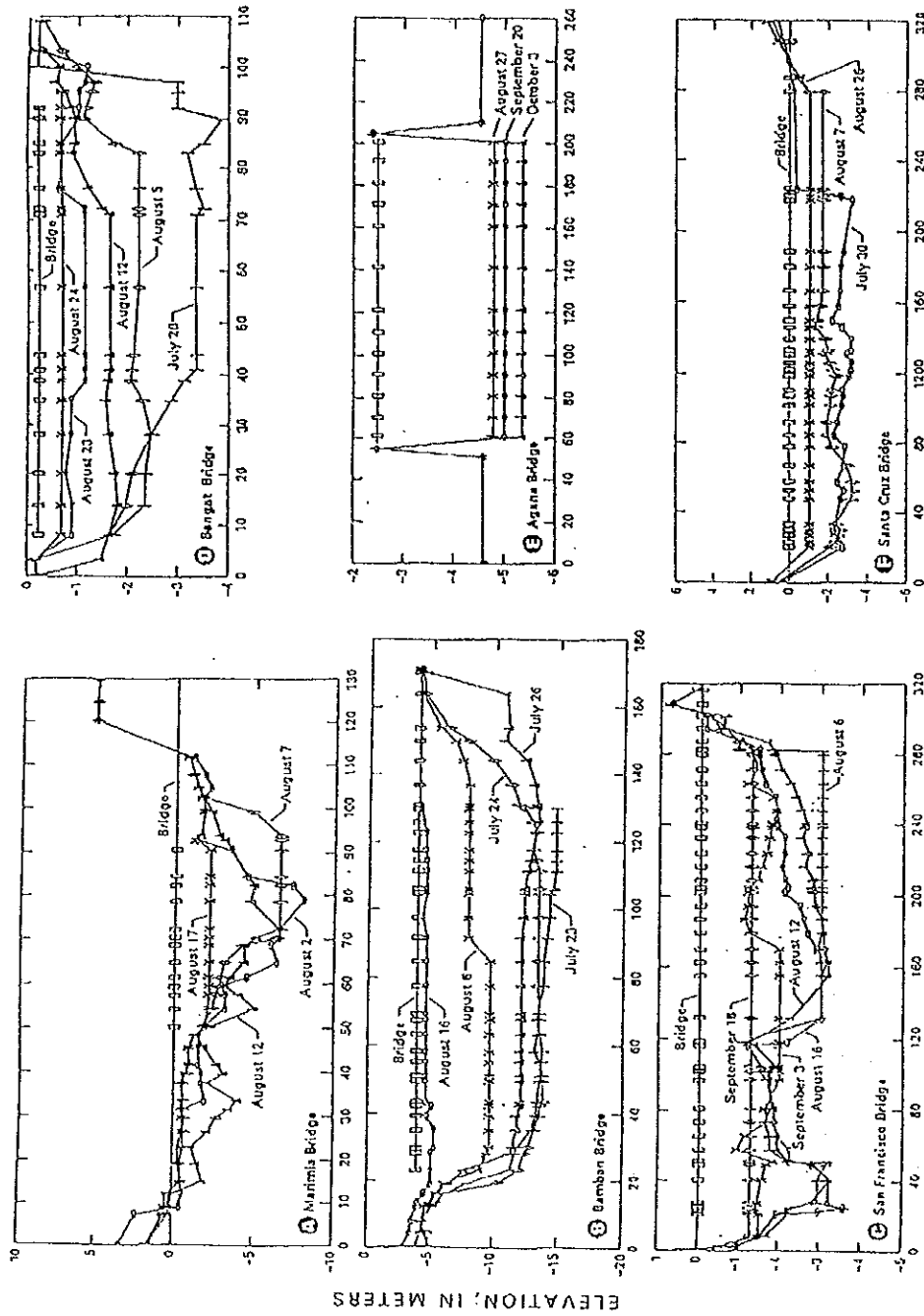
また、残存する橋梁についても、河床の上昇によりクリアランスがほとんどなくなってきており、早晚流失する可能性は著しく高い。

しかし、対策はほとんど何も行われていない状況にある。

③ サンドポケット計画等

現地のPMOのR3事務所においては、サコピア・バンバン川において、本年雨期開始までの2か月間で、巨大なサンドポケット（幅4 km（上流側）、6 km（下流側）；延長11 km）を築造しようと計画していた。

しかしながら、工期が非常に短いこと、土地所有権の問題があること等から、著しく困難ではないかという印象を受けたが、泥流被害の拡大傾向をみると緊急に必要とされる。



HORIZONTAL DISTANCE, IN METERS

図 4-4 河川横断面の変化
(PHIVOLCS)

また、アバカン川においては、砂防ダムの建設計画が作成されているが、ほとんど、じゃ籠による簡易な堰堤であるため、効果をあげるためには維持管理の努力を相当必要とする。

(3) 今後の対応

① 今回の被災への対策は、事前の準備が不十分であったことから後手々にまわっており、このため土木構造物などの施設の建設のみの対応ではなく、生活環境の再建などを含めた総合的な対策が必要となっている。

このため、施設による対応によらず、移住などのソフト的な対応のみで対処を行うべきだという極論があるが、ピナツボ火山流域においては、今回の爆発による火山灰の流出が相当懸念されていることに加え、今後の更なる新たな爆発に対しても十分対策を行っておくことが必要であり、それらに備えて、今回の被災の二の舞を踏まぬよう、砂防ダム、堤防建設等による洪水防御、泥流制御等のハード面での対策をしっかりと行っておくことが必要不可欠である。

② 河川に関する基礎的なデータがないため、現地を十分把握することに努めるとともに、平面図、横断図、縦断図等の作成を行うとともに、流域面積等の諸元を把握することが必要である。

③ 堤防については、構成土質として砂層は好ましくないが、現実には土砂で対応せざるをえない状況にあるため、少なくとも川表側には流出を防ぐための護岸（コンクリート等が望ましい）等の設置や、セメント等の混合による対応などを実施することが望ましい。

また、従来の堤防断面にこだわらず、我が国におけるスーパー堤防のような大断面の堤防を築造することも一つの方策として考えられる。

④ また、河川の整備、管理は、基礎的な水文データの把握から始まるものであり、水文データの収集・解析の実施と一体となった整備を行うシステムを作ることが必要であると考えられる。

⑤ なお、アメリカでは、パッシング・ポトレロ川を対象に、流出モデルの作成、検討を行っており、これらの調査検討と整合を合わせた調査を行い、ピナツボ火山流域全体として整合を図ることが必要である。

4-8 洪水・泥流被害の現状

4-8-1 概況

1991年9月時点のピナツボ山周辺地域への土砂氾濫状況を図4-5に示した。図からわかるように、サコビア・バンバン川及びアバカン川の下流では、ラハールや洪水による土砂は、

既に大きく堤内地に氾濫している。土砂が大きく氾濫している地域は、河床勾配が数百分の1と緩くなった地域で（図4-6参照）、火砕流堆積物による数mmから数cmの軽石により1mから2mの堆積を起し、多くの民家が埋没した。土砂流出は、1991年6月15日の大噴火後から始まり、5月から11月までの雨期の大雨により上流の火砕流堆積物が侵食され、ラハールとなって流下することにより発生する。サコビア・バンバン川の上流には6～9億 m^3 、アバカン川の上流には1～2億 m^3 の火砕流堆積物が当初堆積し、徐々に流出している。ラハールは、旧堆積物も侵食しながら10年以上の長きにわたって、濃度の高い土砂流出を続けると考えられる。

1992年9月16日現在の情報によると、台風 Gloring/Huaning/Isang/Lusing による全体被害は、死者・行方不明19人、重傷者7人、全壊家屋3,140戸、半壊家屋3,072戸、避難者総数125,836人に上っている。この多くは、8月29～30日にかけてのサコビア川での新たな氾濫によるものである。

4-8-2 サコビア・バンバン川の状況

バンバン川下流部の土砂の氾濫は、1991年9月までに発生した。コンセプション付近の氾濫では、コンセプションに隣接するサンタ・リタの集落の大半が埋没し、現在でも復興されていない（写真6参照）。また、国道3号線がバンバン川を渡るバンバン橋は1991年8月下旬に発生したラハールにより流失した。この時の河床変動状況は図4-4に示されている。この国道は、マニラとターラック、バギオを結ぶ、社会・経済上非常に重要な動脈であり、国道の不通により、これより北の地域が受けた社会・経済的な打撃は大きいものがあつた。この橋は、1991年12月から1992年5月までの乾期の間仮橋による復旧がなされたが、1992年8月29～30日にかけての大規模なラハールの流下によって再び流失し、1993年3月時点でも、応急的に河床路を確保しているのみで、今後、雨期を迎えると3度、通行不能になることが予想される。

1992年8月29～30日にかけて、サコビア川で起きたラハールの氾濫は、これ以前の氾濫地点（バンバン付近）より数km上流で氾濫開始し、新たな扇状地上に土砂を大きく氾濫させた（図4-7参照）。この氾濫により、マバラキャットの家屋の多くが埋没した。（写真6参照）。予想もしなかった地域への氾濫だったため死者が出ている。このラハールの氾濫開始地点での河床上昇の概略を図4-8に示した。この2年間の急激な河床上昇がうかがわれる。河床は現在も上昇したままであり、今後の土砂流出により更に広い地域への土砂氾濫が予想される。