

インドネシア共和国
ガルングン火山防災計画調査
報告書

1988年12月

国際協力事業団

開 二

CR(3)

88-155(1/2)

JICA LIBRARY



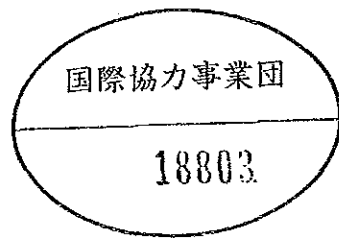
1072765[9]

18803

インドネシア共和国
ガルングン火山防災計画調査
報告書

1988年12月

国際協力事業団



国際協力事業団

18803

序 文

日本国政府は、インドネシア国政府の要請に基づき、ガルングン火山防災計画調査を行うことを決定、国際協力事業団がこの調査を実施した。

事業団は、八千代エンジニアリング株式会社 平尾公一氏を団長とし、同社より構成される調査団を選任し、1987年7月から1988年11月まで本格調査を行った。

調査団は、現地において同国政府関係者と協議を行うとともに、ガルングン火山を対象とする現地調査ならびに解析作業を実施した。現地調査終了後、国内作業を進め、今般、全ての作業を終了し、ここに最終報告書提出の運びとなった。

本報告書がガルングン火山防災計画に寄与すると共に、日伊両国間の友好親善の促進に役立つならば、これに勝る喜びはない。

最後に、今回の調査実施にあたり多大の御協力をいただいたインドネシア国政府関係機関、在インドネシア国日本国大使館、外務省および建設省の関係各位に対しここに深甚なる謝意を表すものである。

1988年12月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 柳谷謙介

ガルングン火山防災計画調査

伝達状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介殿

インドネシア共和国ガルングン火山防災計画調査の最終報告書を提出いたします。

本報告書は、国際協力事業団とインドネシア共和国公共事業省との間でとりかわされた合意書（S/W）に基づいて実施されたガルングン火山防災計画についての調査結果を示したものです。

報告書には、ガルングン火山南東斜面を対象とした防災計画の計画諸元、対策工の概要、事業費の調査結果が示されております。

報告書は、要約、主報告書、付属報告書、データ集に分冊されております。要約には、調査結果の概要を主報告書を基にまとめたものを、付属資料には、主報告書に示した計画並びに対策工諸元決定までの検討経緯の詳細、工事数量並びに事業費算出の詳細を記載しております。

本報告書を提出するに当たり多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、貴事業団ジャカルタ事務所およびインドネシア政府公共事業省、同ガルングン工事事務所等の関係各位に対し心から感謝の意を表します。

本調査の成果が、タシクマラヤ市を中心とするガルングン火山南東斜面流域の災害被害の軽減、経済発展、社会発展のために資するならばこれに優る光栄はないと考える次第であります。

1988年12月

ガルングン火山防災計画調査団

団長 平尾 公一



Photo - 1 Mt. Galunggung Eruption (July. 1982)



Photo - 2 Mt. Galunggung Eruption (Oct. 1982)



Photo - 3 Mt. Galunggung Eruption & Thunderbolt (Sep. 1982)

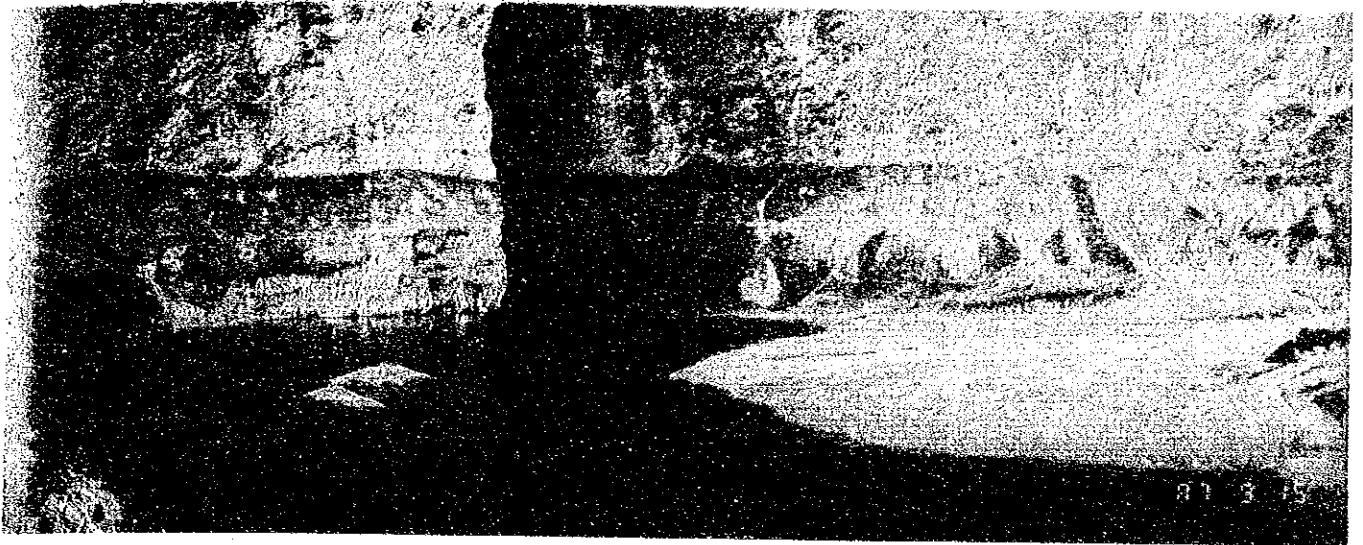


Photo - 4 Water Level of Crater Lake (As of 15. Sep. 1987)



Photo - 5 Cinder Cone (As of 27. Sep. 1987)



Photo - 6 Water Level of Crater Lake (As of 18. Feb. 1987)

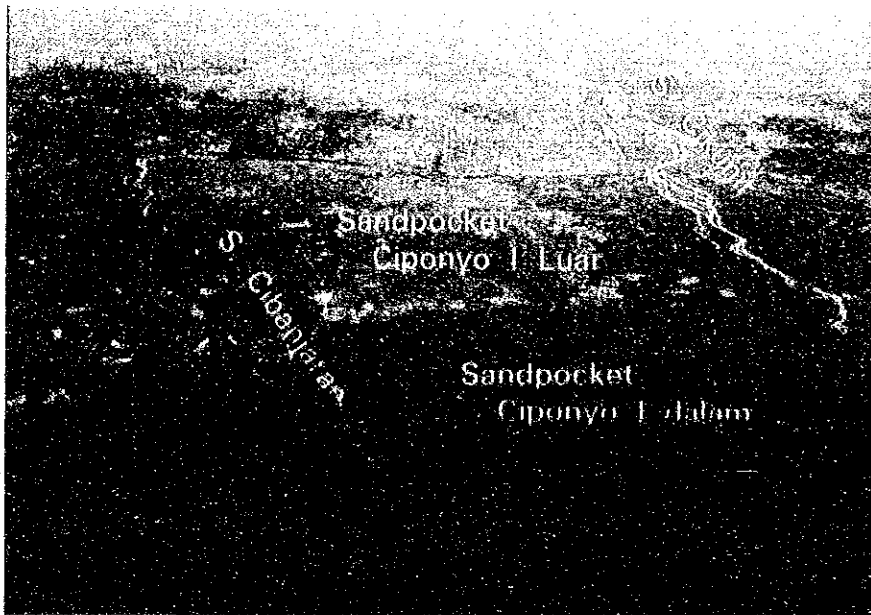


Photo - 7 Bird's-eye View of Sandpocket Ciponyo I (S.Cikunir)

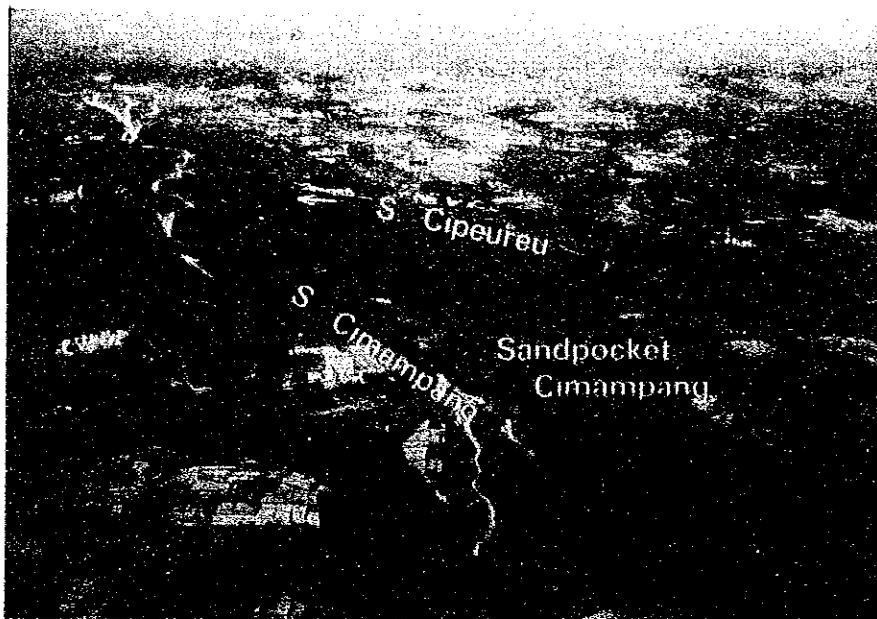


Photo - 8 Bird's-eye View of Sandpocket Cimampang (S.Ciloseh)



Photo - 9 Bird's-eye View at Confluence of S. Ciwulan & S. Cikunir



Photo - 10 Sandpocket Ciponyo I Dalam (Sinagar)



Photo - 11 Land Side View of Sandpocket Ciponyo I Dalam (Sinagar)



Photo - 12 Upstream of S. Cikunir

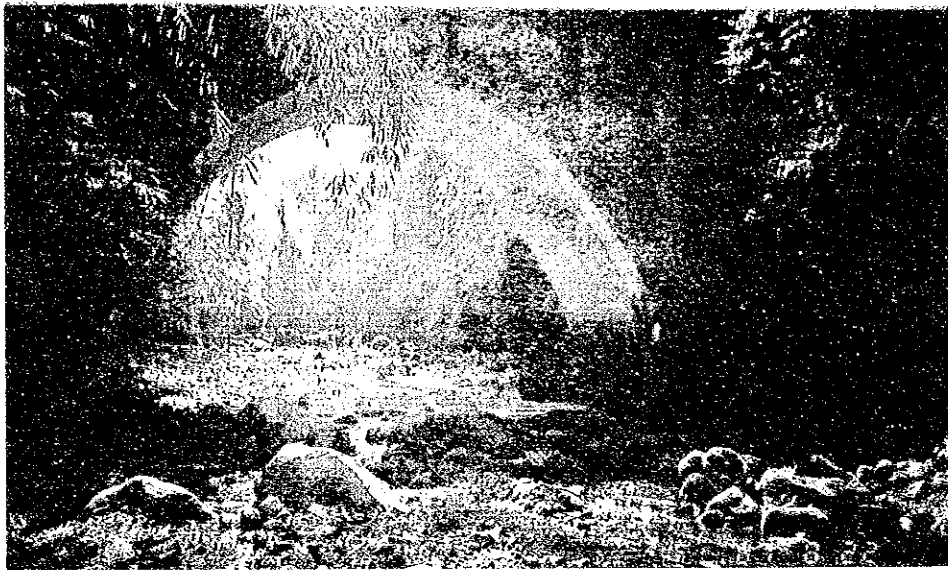


Photo - 13 Reference Point Ciloseh Bridge (S. Ciloseh)



Photo - 14 Reference Point Cikunir Bridge (S. Cikunir)

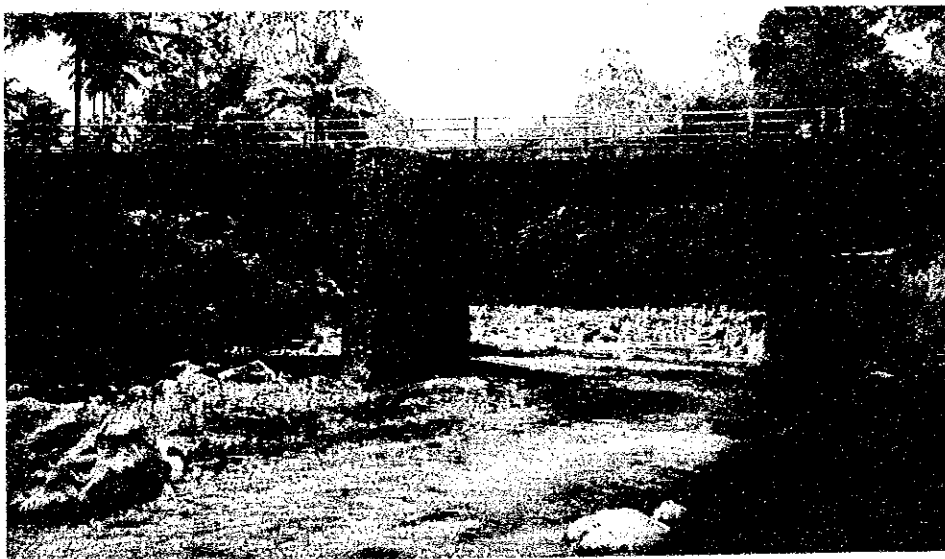


Photo - 15 Reference Point K.P Asta Bridge (S. Cikunir)

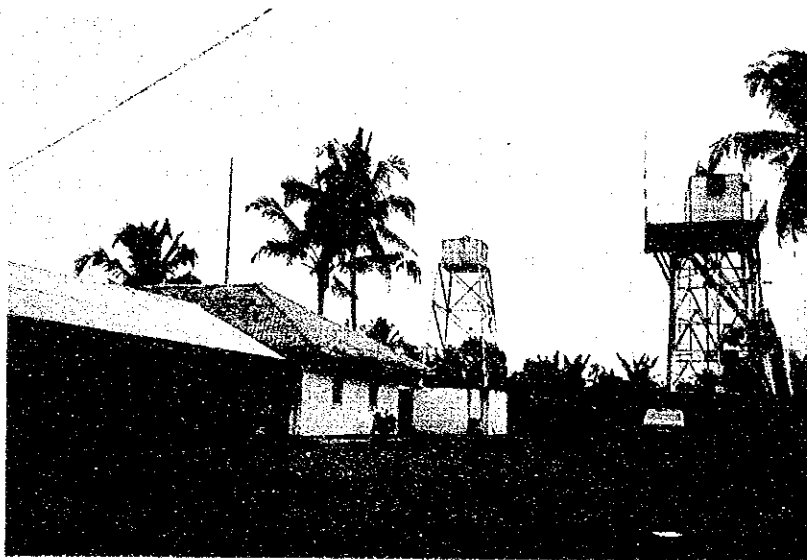


Photo - 16 Radar Rain gauge Station (Mt. Galunggung Office)

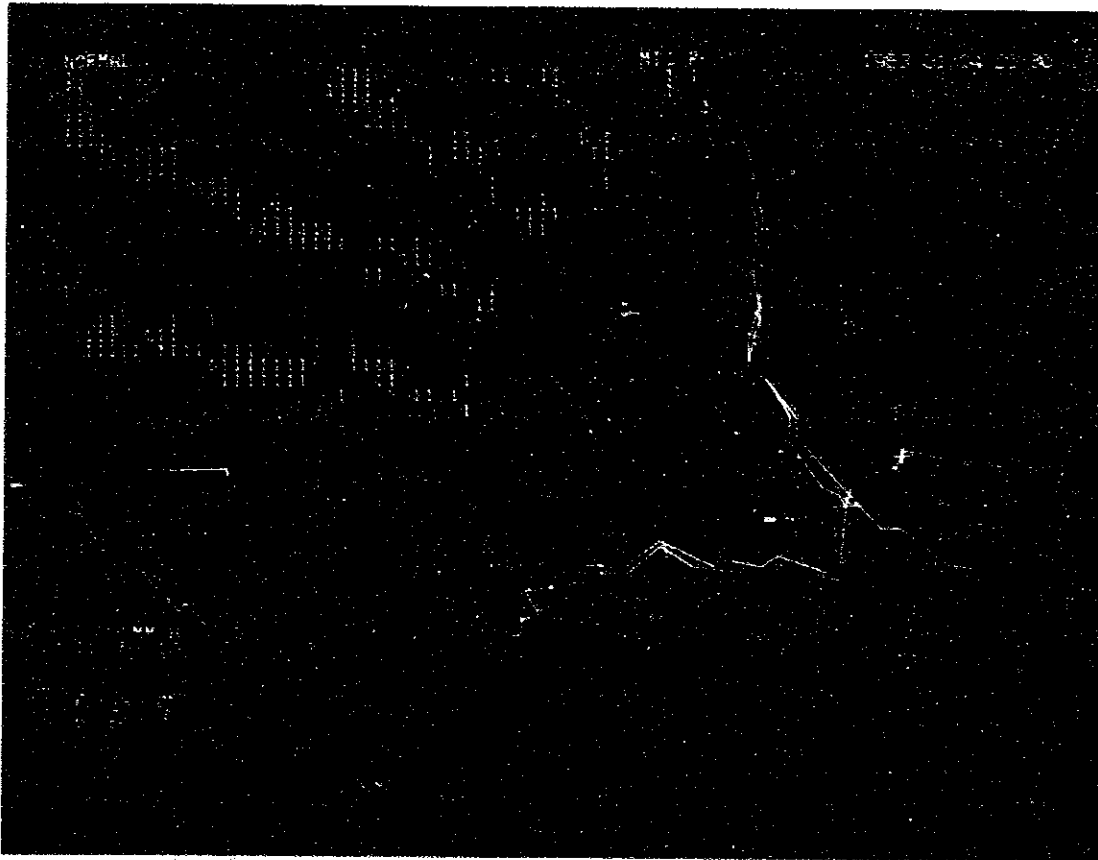


Photo - 17 Example of Rainfall Display Screens



Photo - 18 Construction Machine & Dump Truck (Pirusa Satation)



Photo - 19 Aggregate(Sand) Loading (Pirusa Satation)

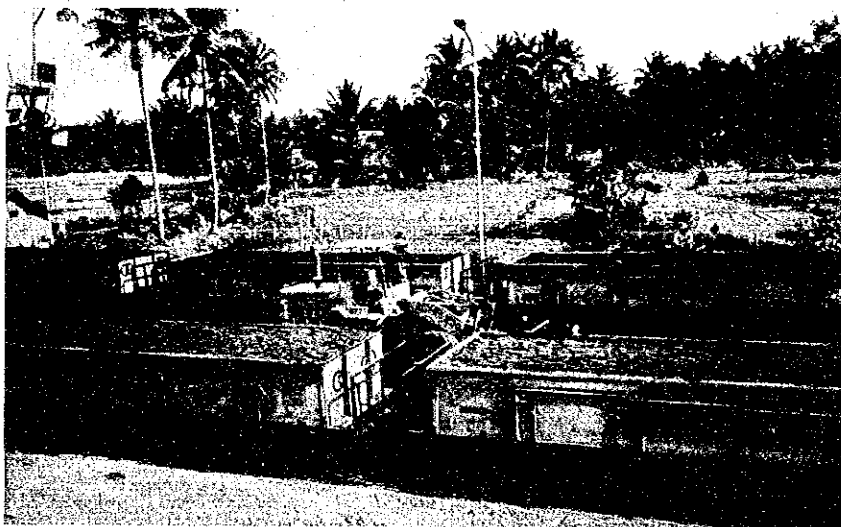


Photo - 20 Freight Car (Pirusa Station)

目 次

位置図

挿入表目録

挿入図目録

1. 序	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の概要	1
1.2.1 調査の目的	2
1.2.2 調査地域	2
1.2.3 調査工程	2
2. 調査地域の状況	6
2.1 自然条件	6
2.1.1 地形、地質	6
2.1.2 気象	12
2.1.3 河川システム	16
2.2 社会、経済条件	18
2.2.1 行政区分	18
2.2.2 人口	20
2.2.3 総地域生産額	21
2.2.4 農業	21
2.2.5 噴火に伴う被害状況	22
2.3 ガルンゲン火山の噴火	25
3. 防災計画	28
3.1 既存のBASIC PLANのレビュー	31
3.1.1 概要	31

3.1.2	既存のBASIC PLANの内容	32
3.1.3	既存のBASIC PLANのレビュー	37
3.2	防災区域の土砂流出状況	39
3.2.1	土砂流出特性と施設計画対象土砂量	39
3.2.2	防災区域の土砂流出状況	40
3.3	土砂制御計画	47
3.3.1	基本事項	47
3.3.2	チクニール川区域における土砂制御計画	52
3.3.3	チロセ川区域における土砂制御計画	60
3.3.4	南側斜面区域における土砂制御計画	61
3.4	火口湖対策計画	62
3.4.1	地質	62
3.4.2	火口湖水位の変動状況	64
3.4.3	火口湖対策工の設計水位	66
3.4.4	排水対策工	66
3.5	防災計画	68
参考-1	サンドポケット計画容量確保のための比較検討	70
参考-2	火口湖対策工代替案の検討	71
4.	ガルングン火山防災プロジェクト	74
4.1	プロジェクトの概要	74
4.2	サンドポケットの維持管理	76
4.2.1	概要	77
4.2.2	堤防改修工事	77
4.2.3	土砂処理工事	79
4.2.4	砂防ダム工事	86
4.3	サンドポケットチポニョⅡの河道安定化のための工事	88
4.3.1	概要	88
4.3.2	床固工の工事	88

4.3.3	合流点の護岸工事	89
4.4	ガルングン火山の南斜面区域の砂防ダム工事	89
4.5	火口湖排水工事	91
4.5.1	工事概要	91
4.5.2	トンネルの構造	91
4.5.3	排水トンネルの施工	92
4.5.4	構造項目	93
4.6	警戒避難システム	94
4.6.1	警戒避難システムの現状	94
4.6.2	観測システムによる降雨特性解析	99
4.6.3	今後のシステム運用に関する提言	106
4.7	工事数量	108
4.8	工事实施計画	110
4.8.1	実施計画の概要	110
4.8.2	施工計画および工事数量	110
4.9	事業費の算出	112
4.9.1	事業費の構成	112
4.9.2	事業費	113
5.	経済評価	115
5.1	概要	115
5.2	便益の算出	115
5.2.1	概要	115
5.2.2	想定災害区域とその資産	117
5.2.3	氾濫解析	122
5.2.4	年平均被害軽減額	129
5.3	経済費用	130
5.4	経済評価	131
5.4.1	経済評価のための基本条件	131

5.4.2 経済評価	131
5.4.3 土砂処理工事の代替案の経済評価	136
6. 結論と提言	139

巻末付録（英文 但し、付録6のみ和文）

付録－1 Scope of Work (業務範囲)	
付録－2 Organization and Members List (組織並びに関係者リスト)	
付録－3 Assignment Schedule (調査団員スケジュール)	
付録－4 Transfer of Technology (技術移転)	
付録－5 Minutes of Meeting (議事録)	
付録－6 サンドポケット堆積土砂の有効利用	
付録－7 Drawings (図面)	

挿入表 目録

- 表-2.1 ガルングン火山噴出物とその生成年代
- 表-2.2 調査地域の火砕岩類および泥流堆積物の層序
- 表-2.3 月平均気温
- 表-2.4 平均月雨量
- 表-2.5 年雨量, 年最大月雨量, 年最大日雨量の最大値, 最小値, 平均値
- 表-2.6 平均月雨量
- 表-2.7 調査地域の確率日雨量
- 表-2.8 人口の動向
- 表-2.9 タシクマラヤ県の総地域生産額の変化
- 表-2.10 総地域生産高の産業分類 (1986)
- 表-2.11 水稻の生産量
- 表-2.12 ガルングン火山噴火に伴う Tasikmalaya 県の被害
- 表-2.13 ガルングン火山噴火に伴う間接被害の総額
- 表-3.1 既存のベーシックプランと本調査の防災計画との比較
- 表-3.2 航空写真の判読による Lahar Deposit の堆積量
- 表-3.3 1984年5月から1985年7月までの堆積土砂量
- 表-3.4 1985年8月と1987年8月までの堆積土砂量
- 表-3.5 サンドポケットの期別堆積土砂量
- 表-3.6 保全対象区域と関連河川名
- 表-3.7 基準点, 補助基準点の諸元
- 表-3.8 施設配置計画決定に必要な基準点並びに補助基準点における計画超過土砂量と
計画洪水ピーク流量
- 表-3.9 各経過年における合計堆積土砂量
- 表-3.10 サンドポケットの空容量
- 表-3.11 サンドポケット CIPONYO 1 及び CIPONYO 2 のプロジェクト工期別の計画処理土
砂量
- 表-3.12 サンドポケットの堆積土砂処理方法の代替案

表-3.13	砂防ダム一覧
表-3.14	砂防ダムの諸元
表-3.15	サンドポケット CIMAMPANG及び NBGLAの計画処理土砂量
表-3.16	南側斜面区域における砂防ダム
表-4.1	堤防の高さ
表-4.2	堤防改修概要
表-4.3	代替案の土砂処理概要
表-4.4	堤防かさ上げ高さと堤防高
表-4.5	骨材プラントの能力
表-4.6	砂防ダムと床固工諸元
表-4.7	床固工の諸元 (サンドポケット Coponyo II)
表-4.8	護岸工の諸元
表-4.9	南斜面区域の計画砂防ダム諸元
表-4.10	排水トンネルの諸元
表-4.11	観測サブシステムと記録の種類
表-4.12	主要降雨の20分間雨量と雨域の大きさ、雨域の移動方向
表-4.13	施設別工事数量
表-4.14	S. Cikurir 区域の代替案別工事数量
表-4.15	代替案のプロジェクトコスト
表-5.1	想定災害区域の分類及びその氾濫ゾーン
表-5.2	想定災害区域内の町村名
表-5.3	想定災害区域の資産、人口
表-5.4	氾濫ゾーン内の資産、人口
表-5.5	氾濫解析の基本解析条件
表-5.6	WithプロジェクトとWithoutプロジェクトの場合の超過土砂量
表-5.7	WithプロジェクトとWithoutプロジェクトの場合の確率洪水ピーク流量
表-5.8	火口壁決壊時のピーク流量
表-5.9	被害率
表-5.10	年平均被害軽減額

- 表-5.11 プロジェクトユニット別の経済費用
- 表-5.12 人口増加率, 米の生産性伸び率
- 表-5.13 プロジェクトユニット別の経済評価
- 表-5.14 防災プロジェクトの概要
- 表-5.15 プロジェクトコスト
- 表-5.16 土砂処理工事代替案の経済評価結果
- 表-5.17 代替案Dのキャッシュフロー
- 表-6.1 土砂処理工事の代替案別の経済費用
- 表-6.2 堆積土砂有効利用案の経済評価

挿入図 目 録

- 図-1.1 調査の流れ
- 図-2.1 インドネシアの火山分布
- 図-2.2 ガルンゲン火山周辺の地形
- 図-2.3 ガルンゲン火山周辺の地質図
- 図-2.4 平均月雨量の変化の傾向
- 図-2.5 河川の構成
- 図-2.6 タシクマラヤ県の郡 (Kecamatan) 区分
- 図-2.7 泥流発生・流下状況
- 図-2.8 火砕流および泥流堆積分布図
- 図-3.1 防災計画の分類と想定される被害
- 図-3.2 防災区域の分割
- 図-3.3 危険区域
- 図-3.4 Basic Planにおいて計画された防災施設
- 図-3.5 噴出土砂の分布と堆積量
- 図-3.6 ラハール堆積物の分布と堆積厚
- 図-3.7 保全対象区域
- 図-3.8 計画ハイエトグラフとハイドログラフ
- 図-3.9 経過年と堆積土砂量との関係
- 図-3.10 サンドポケットの年間堆積土砂量の傾向
- 図-3.11 空容量と超過堆積土砂の説明
- 図-3.12 プロジェクト工期別の計画処理土砂量
- 図-3.13 チポニョIIサンドポケット内の集落
- 図-3.14 地質平面と地質断面
- 図-3.15 火口湖水位変動状況
- 図-3.16 火口湖水位の変動シミュレーション結果
- 図-3.17 排水トンネル案の概要
- 図-3.18 防災計画のプロジェクト・ユニットによる分類

- 図-3.19 ガルングン火山防災プロジェクトの概要とプロジェクト・ユニット
- 図-4.1 プロジェクト・ユニットの概要
- 図-4.2 堤防標準断面
- 図-4.3 サンドポケットからの運土計画
- 図-4.4 骨材製造フロー（代替案A）
- 図-4.5 警戒避難情報伝達システム
- 図-4.6 警戒避難システムの情報収集並びに伝達システムの概要
- 図-4.7 降雨観測区域とモニタリング観測所
- 図-4.8 降雨域とその移動状況（1988年2月19日）
- 図-4.9 " （1987年12月12日）
- 図-4.10 " （1987年10月31日）
- 図-4.11 建設工程
- 図-5.1 事業の経済効果、社会効果の評価体系
- 図-5.2 想定災害区域と氾らんゾーン
- 図-5.3 建設スケジュール

用語の解説

I) 社会経済一般

1) バンドン (BANDUNG) :

西部ジャワ州 (PROVINCE OF JAVA) の州都, 人口 146万人 (1980)

2) タンゲラン (TANGBRANG) :

ジャカルタの西方に位置する都市。JAKARTA 区域への建設骨材の供給基地となっているが, 近年, 環境破壊 (地下水位の低下, 道路劣化 etc) が著しく, 掘削禁止の指令が政府より出ている。

3) PJKA (PERSAHAAN JAWATAN KERETA API) :

インドネシア国鉄の略称。ガルングン火山の噴出土砂より製造した砂をジャカルタまで最大1日5便ずつ輸送している。

4) クルー火山 (KERUT) :

東部ジャワ州に位置する火山。ガルングン火山と同様な火口湖が火山活動によって形成され, その対策工 (排水トンネル工) が実施された。

5) カブパテン (Kabupaten) :

日本の県に相当する自治体。首長は Bupati と呼ばれる。Kabupaten の下に Kecamatan がある。

6) ケチャマタン (Kecamatan) :

日本の郡に相当する自治体。首長は Camat と呼ばれる。Kecamatan の下に Desa がある。

7) デサ (Desa) :

日本の村に相当する自治体

II) 防災計画 (Disaster Prevention Plan)

1) 暫定防災計画 (Existing Basic Plan) :

ガルングン火山の噴火に伴う災害防止を目的に公共事業省によって1984年に作成された防災計画。

2) 土砂制御計画 (Sediment Control Plan) :

ガルングン火山南東斜面流域における土砂の生産並びに流出の制御を目的とす

る計画。

3) 一洪水による計画流出土砂量 (Design Runoff Sediment Volume by Flood) :

ある確率規模を持つ洪水の一洪水期間に、計画基準点に流出する土砂量。本報告書では、年間流出土砂量 (Annual Runoff Sediment Volume) に対応する用語として使用している。確率規模は50年を採用している。

4) 計画許容流砂量 (Design Allowable Sediment Volume) :

計画基準点 (Reference Point) から下流河川に対して無害かつ必要な土砂として流送すべき土砂量。

5) 計画超過土砂量 (Design Excess Sediment Volume) :

土砂制御計画の対象となる土砂量であり、計画流出土砂量から計画許容流砂量を差し引いた量である。

6) 計画土砂調節量 (砂防ダム) (Design Sediment Control Volume of SABO Dam) :

計画生産抑制土砂量 (Design Yield Suppression Sediment Volume) と計画流出調節土砂量 (Design Runoff Control Sediment Volume) とを合計した量。

7) 生産抑制土砂量 :

砂防施設が土砂源において土砂生産を減少させる効果量

8) 流出調節土砂量 :

砂防施設が洪水時に一時的に流出土砂を堆積させ、その後の流水によって安全に下流に流下させる量

9) 年間堆積土砂量 (Annual Accumulated Sediment Volume of Sandpocket) :

サンドポケット上流域から流出し、サンドポケット区域に流入し、堆積した土砂量の年間当りの堆積量。

10) 計画空容量 (Design Spare Capacity of Sandpocket) :

サンドポケットの計画貯砂容量に対する空 (あき) 容量。計画貯砂容量から堆砂土砂量を差し引いた容量。

11) 計画処理土砂量 (Design Management Sediment Volume of Sandpocket)

サンドポケットの防災計画の基本量となる土砂量。計画堆積土砂量に計画空容量を加えた量とする。

12) 計画超過処理土砂量 (Design Excess Management Sediment Volume of Sandpocket) :

計画処理土砂量（年間）を超過する土砂量。

13) 骨材 (Aggregate) :

ガルングン火山の噴出物より製造された砂、砂利 (Gravel) を言う。骨材は、骨材プラントで製造される。

14) 砂防ダム (SABO DamまたはCheck Dam) :

川を横断して建設（築造）される土砂制御のための施設で高さが5 m以上のもの。

15) 床固工 (Consolidation Dam, Check Dam) :

川を横断して建設されるたて浸食防止、溪床安定のための施設で高さか5 m未満のもの。

16) 護岸工 (Revetment Work) : 流水による溪岸崩壊の防止のための施設。

17) VSI (地質調査所) : Volcanological Survey of Indonesia の略称

18) DPW (公共事業省) Departmen Pekerjaan Umum : Ministry of Public Worksの略

19) ラハール (Lahar) :

水と土砂の混合体の流れに対するインドネシアにおける呼び名。泥流 (Mud Flow)、土石流 (Debris Flow)に相当する。

20) S. : 河川 (Sungai-River) の略語

21) 計画排水位 (Design Drainage Water Level) :

火口湖排水計画において排水工の対象となる水位。

22) 警戒避難システム (Warning and Evacuation System) :

Laharの発生と発生に対する予警報を発令するためのシステム。レーダー雨量計、テレメータシステムを含む観測システムとアマチュア無線による情報伝達システムから構成される。

III) 経済評価 (Economic Evaluation)

1) プロジェクトユニット (Project Unit) :

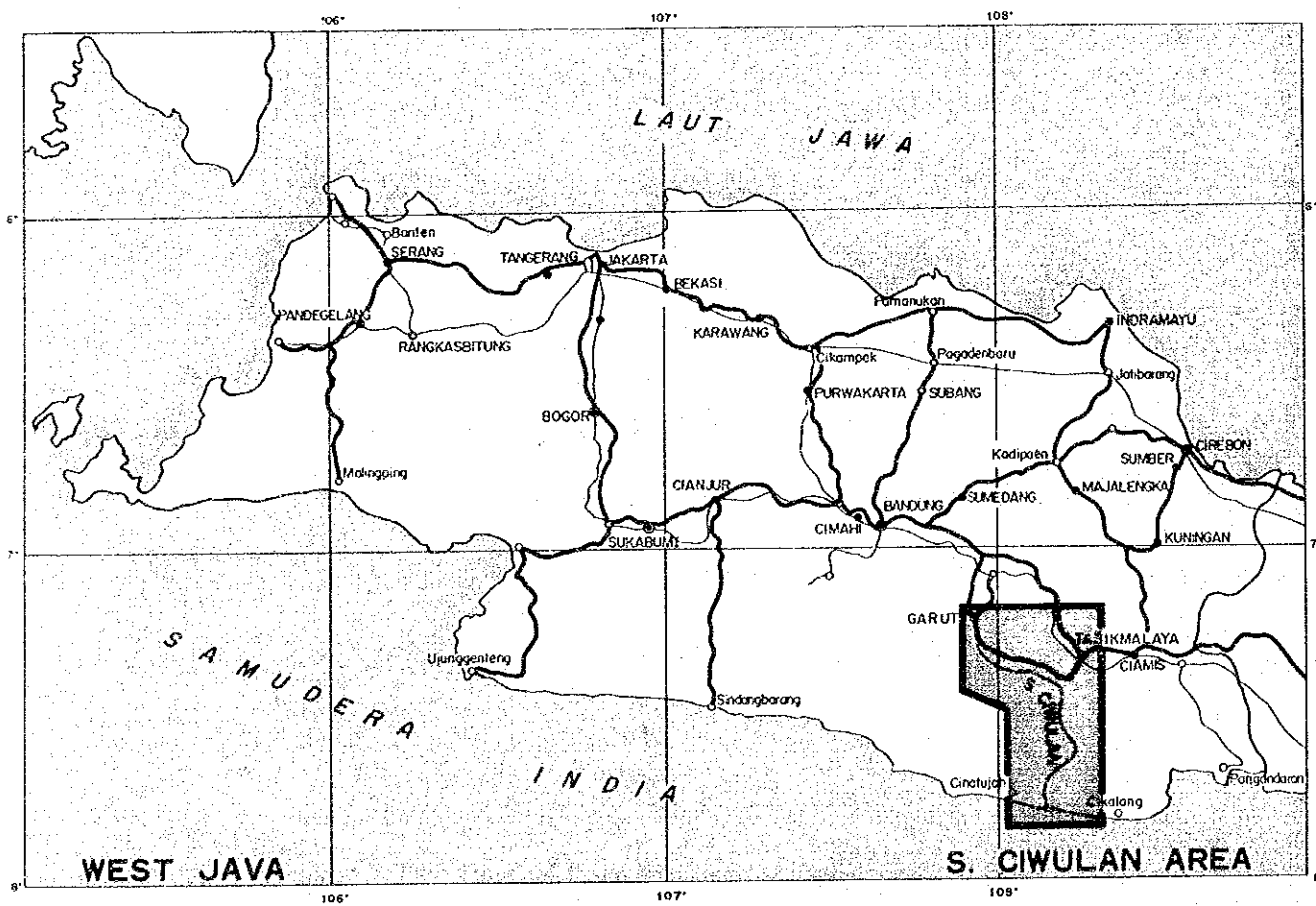
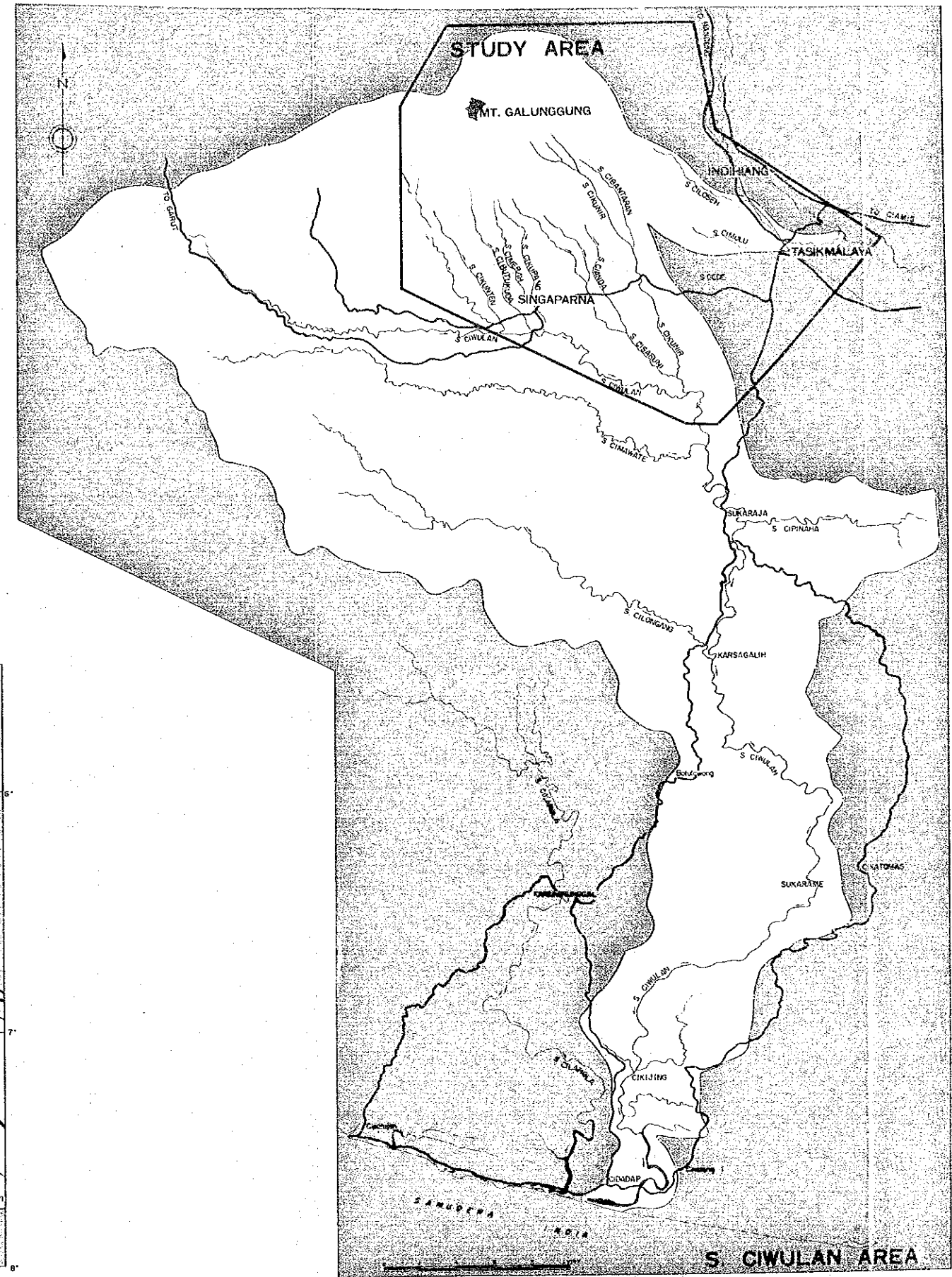
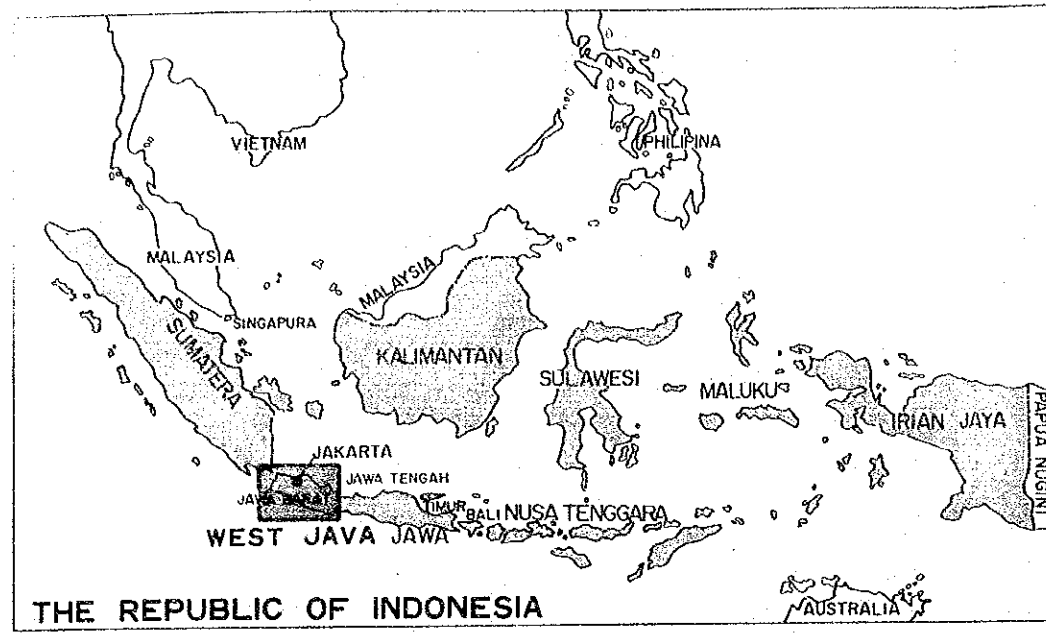
プロジェクトの目的、地域的特性、プロジェクトの特性等を考慮したプロジェクトのまとめり。

2) 経済便益 (Economic Benefit) :

防災プロジェクトを実施しない場合 (Without the project) と実施する場合 (With the project) の土砂災害、洪水氾らん被害による生起確率別の被害額の平均値に生起確率の差を乗じた額の総トータル。

3) 災害想定区域 (Possible Disaster Area) :

既往の土砂・洪水災害、地形条件等を考慮して定めた土砂氾らん、洪水氾らん、浸水等が発生すると予想 (想定) される区域。



1. 序

1.1 調査の背景

西ジャワ州の州都バンドン(Bandung)市の南東約100 kmの東経 108度, 南緯 7度に位置するガルングン(Galunggung)火山は, 1982年 4月噴火し, 周辺に大きな被害をもたらした。噴火は周辺のタシクマラヤ (Tasikmalaya)県, ガルート (Garut) 県, チアミス (Ciamis)県に被害をもたらし, 翌年の1月にほぼ終息した。

噴火活動による噴出土砂は, 約 3億 7,000万 m^3 と見積られ, インドネシア政府は, これらの対策として現地に工事事務所を設立し, 緊急防災事業として, サンドポケット, 砂防ダム等の防災施設を1985年までに完成させた。

土砂の流出はその後も続き, 特に雨期においては, 山腹に堆積している土砂がラハールとなって流下し, サンドポケットの容量も, これらの堆積により限界に近づきつつある。またガルングン火山の火口に溜まった水は, 上昇の傾向を示しており, 火口壁の決壊, 爆発時における熱水の越流が懸念され, その対応策が必要となっている。

こうした背景を受け, インドネシア政府から, 既存のBASIC PLANのレビューを含む防災計画の検討に関する協力要請が, 1986年11月22日付, 公共事業省水資源総局長の書簡をもって日本政府に対してなされた。要請を受けて, 日本政府は本調査を, 国際協力事業団(JICA)で実施することを決定した。JICAは1983年 3月に, 事前調査団(団長; 建設省河川局傾斜地保全課長渡辺義正氏ほか 3名)を派遣すると共に, 本格調査のためのS/W(SCOPE OF WORK)を締結した(巻末資料-1 SCOPE OF WORK 参照)。

1.2 調査の概要

本格調査(F/S調査)はJICA作業監理委員会(委員長; 益子恵治氏)の指導の下で, 平尾公一氏を団長とする調査団により, 1987年 7月より1988年11月までの17か月に渡って実施された。監理委員ならびに調査団員のリストを, 巻末資料-2に示す。

1.2.1 調査の目的

調査の目的は、災害の危険に直面しているガルングン火山南東斜面における緊急防災計画を作成すること、及び調査の実施を通じてインドネシア側カウンターパートに対して技術移転を図ることである。

1.2.2 調査地域

調査地域は、西部ジャワ州の南東部のタシクマラヤ県(Kab. Tasikmalaya)に位置する面積が、約550 km²の地域である。調査地域の主要河川は、チウラン(Ciwulan)水系のチクニール(Cikunir)川とチタンデュイ(Citanduy)水系のチロセ(Ciloseh)川である。チクニール川は、ガルングン火山を水源、土砂源に持つ河川であり、ほかの河川に比べて流出土砂が多い(位置図 参照)。

調査地内の主要都市は、タシクマラヤ、シンガバルナ(Singaparna)、インディヒアン(Indihian)であり、これらの都市を含む地域人口は、約41万人(1986年)と県人口約161万人(1986年)の25%を占めている。

調査地域の主要産業は、農業であり、主要耕作物は、水稲、砂糖きびであるが、かんがい施設が発達していることもあり、耕作地の70%は水稲栽培が占めている。

気候は、熱帯性気候であり、気温は月平均で見ると、24℃-25℃とほぼ一定している。年間の降雨量は、1,900 mmから5,000 mm(タシクマラヤ)と変動が大きいですが、平均的に見ると、約3,300 mmとなっている。雨期は、10月から5月までの8ヶ月、乾期は、6月から9月までの4ヶ月となっている。

1.2.3 調査工程

本格調査は、1987年7月より1988年11月までの17ヶ月に亘って実施された。調査工程は、おおきく分けて、次の6工程になる。

- 1) 第一次現地調査(FIRST WORK IN INDONESIA)
- 2) 第一次国内解析(FIRST ANALYSIS IN JAPAN)
- 3) 第二次現地調査(SECOND WORK IN INDONESIA)
- 4) 第二次国内解析(SECOND ANALYSIS IN JAPAN)
- 5) DRAFT FINAL REPORTの現地協議

6) FINAL REPORTの作成

各工程の作業目的、主要作業項目をまとめると、次のとおりとなる。

- 1) 第一次現地調査 (1987年7月から1987年11月まで)
 - a) インセプションレポートの作成と、現地における調査内容の決定。
 - b) 防災計画立案のための資料収集ならびに現地調査の実施。
 - c) 防災計画立案のための測量、河床材料調査、ボーリング、物理探査の実施
 - d) PROGRESS REPORT の作成
- 2) 第一次国内解析 (1987年11月から1988年2月まで)
 - a) 防災計画の基本検討
 - b) 概算プロジェクトコストの算出
 - c) 優先的なプロジェクトの選出
 - d) INTERIM REPORT (案) の作成
- 3) 第二次現地調査 (1988年2月から1988年3月まで、水文観測は1987年12月から1988年2月まで)
 - a) INTERIM REPORTの作成
 - b) F/S 対象とする防災プロジェクトの選定
 - c) 警戒避難システムの維持管理に関する指導ならびに水文データの収集。
- 4) 第二次国内解析 (1988年5月から1988年8月まで)
 - a) 防災プロジェクトを構成する施設の設計、工事実施計画の立案
 - b) 工事数量の算出と事業費の積算
 - c) 防災プロジェクトによる経済便益の算定
 - d) プロジェクトの経済性の評価
 - e) DRAFT FINAL REPORTの作成
- 5) DRAFT FINAL REPORTの現地協議 (1988年9月)
 - a) インドネシア政府に対する防災プロジェクトの説明。
 - b) DRAFT FINAL REPORTの提出
- 6) FINAL REPORTの作成 (1988年11月)
 - a) FINAL REPORTの作成・提出

以上の調査工程ならびに調査の流れを示したものを、図-1.1に示す。

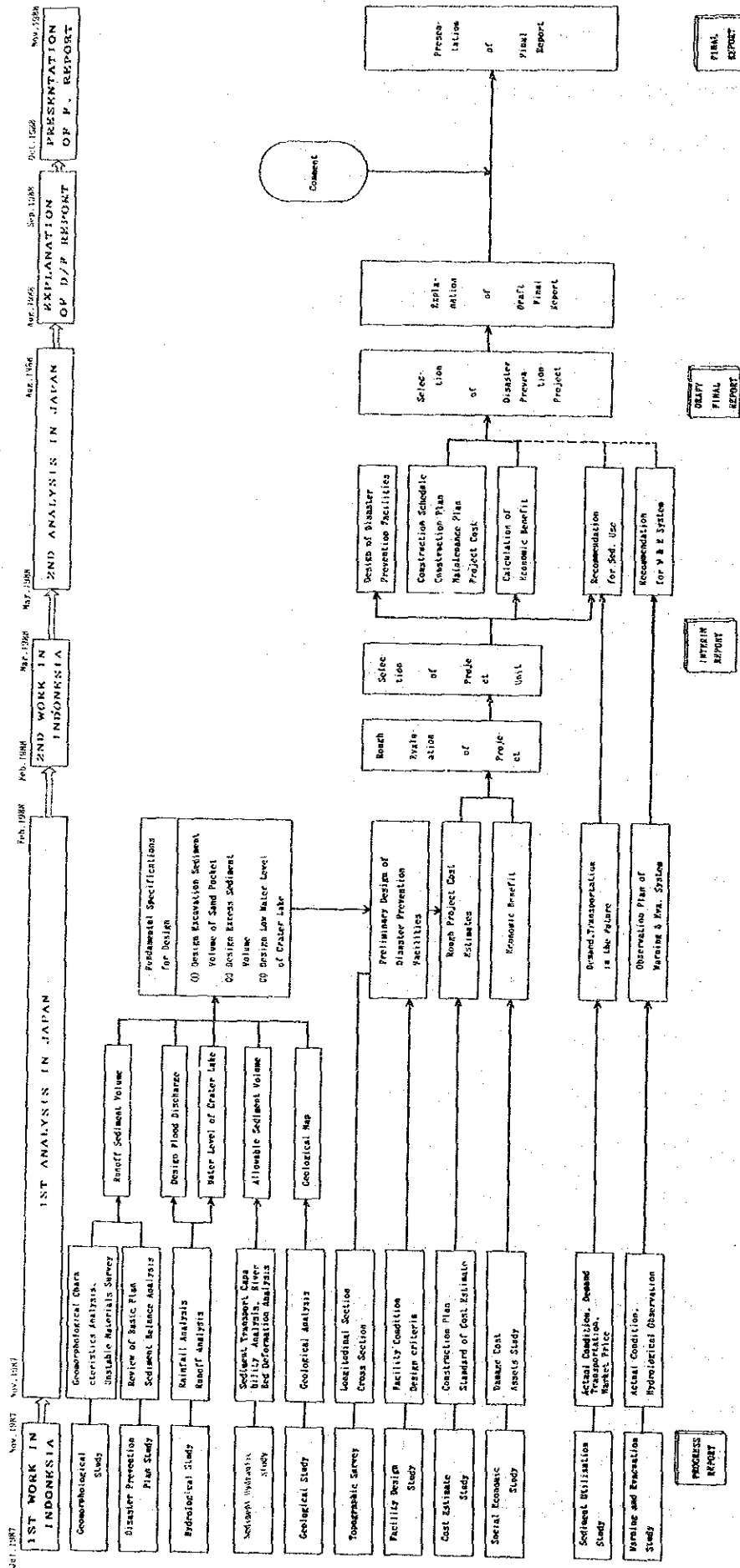


図-1.1 調査の流れ

調査結果については、次の報告書にまとめてある。主報告書に記載されている事項の検討の詳細については、サポーターングレポートⅠ～Ⅴに示している。サポーターングⅠは、主として主報告書に記載されている計画諸量並びに計画、設計のための基礎データをまとめている。サポーターングⅡは、主報告書の第3章「防災計画」に記載されている内容の詳細が記載されている。同様にサポーターングⅢ、Ⅳは、第4章「ガルングン火山防災プロジェクト」、サポーターングⅤは、第5章「プロジェクト評価」の内容の詳細が、記載されている。

i) 主報告書(MAIN REPORT)

ii) サポーターング レポートⅠ (解析・調査)

- (1) 地形 (2) 地質 (3) 堆積土砂量調査 (4) 水文 (5) 土砂水理
- (6) 堆積土砂有効利用 (7) 警戒避難システム (8) 社会経済 (9) 測量
- (10) 河床材料調査 (11) ボーリング (12) 弾性波探査

iii) サポーターング レポートⅡ (防災計画)

- (1) Basic Planのレビュー (2) 土砂調節計画
- (3) 火口湖対策工計画 (4) 防災プロジェクトを構成するプロジェクト
ユニット

iv) サポーターング レポートⅢ (設計および施工計画)

- (1) 設計基準 (2) サンドポケットの改良 (3) サンドポケットの維持計画
- (4) 骨材プラントのレイアウト (5) 砂防ダム (6) 河道整正
- (7) 火口湖排水工 (8) 工事数量 (9) 施工計画

v) サポーターング レポートⅣ (積算および実施計画)

- (1) 積算条件 (2) 単価 (3) プロジェクトコスト (4) 実施計画

vi) サポーターング レポートⅤ (プロジェクト評価)

- (1) 氾濫解析 (2) 経済便益 (3) プロジェクト評価

2. 調査地域の状況

2.1 自然条件

2.1.1 地形, 地質

(1) 広域地質

北スマトラから東バング海に至る 5,000kmに亘って伸びるインドネシア弧状列島は, インド洋に面した多数の細長い島々により構成されている。

この弧状列島の外側には, 約60°の角度でユーラシアプレートの下にもぐり込むインド-オーストラリアプレートのサブダクションゾーン(沈み込み帯)が, 列島に平行に分布, 発達する。

インドネシアの火山は図-2.1に示すように, プレートの縁辺部に鎖状又は弧状に分布し, ガルングン火山も紀元1600年以降活動している100余りの活火山のひとつである (Source:1985, I.Suryo & Clark)。

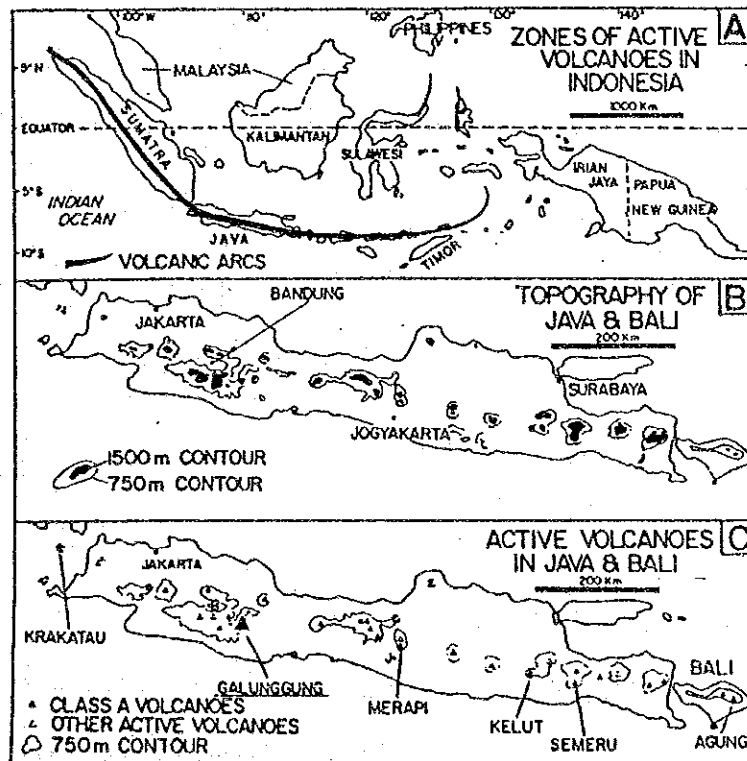


図-2.1 インドネシアの火山分布

ジャワ島における活火山前線は、全体的には、東西方向に連続して分布するが、局部的現象として、ガルングン-トラガボ-ダス火山帯は、概ね、南北に直線状に分布する。

(2) 調査地域の地形・地質

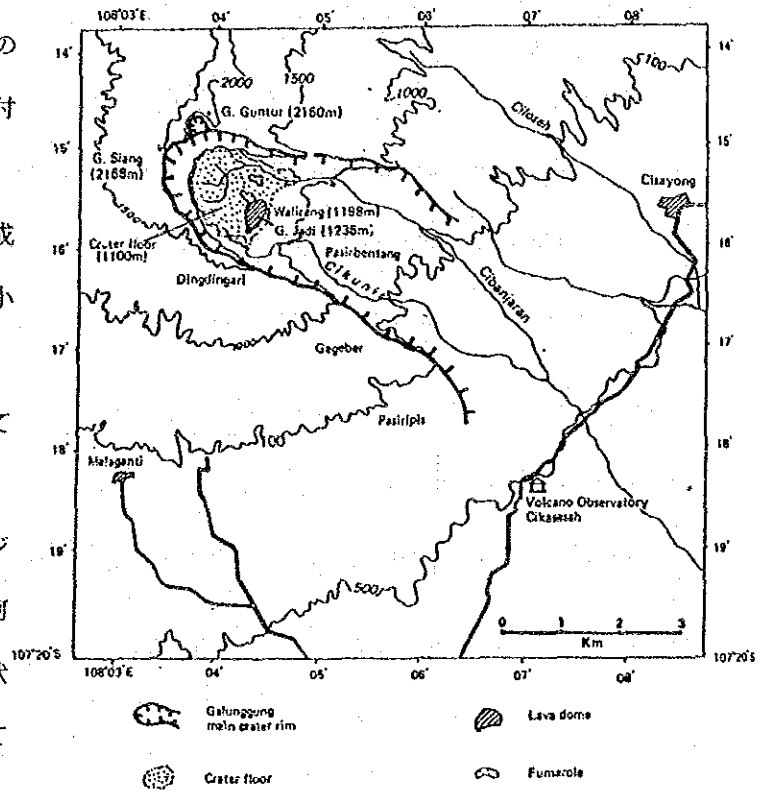
1) 地形

ガルングン火山は、図-2.2 に示すような馬蹄形の火口縁 (crater rim) を有する。この火口縁が消滅 (breach) する付近から南東方向の緩斜面には、数千年前の土石流によって形成された小丘が存在する。この小丘が自然の障壁となって住民、資産をラハール災害から守っている。

火口縁の内側には、チバンジャラン川とチクニール川の2河川が南東方向に流れ、沖積扇状地 (Alluvial Fan) を形成している。

チバンジャラン川の北側には、チロセ川とその支流のチマンパン川が流れ、チロセ川は、タシクマラヤの市街地を流れた後、チタンデュイ川に合流する。

これらの河川の河床勾配は、上流部で1/10程度、下流部で1/70~1/100である。



Location sketchmap of Galunggung crater and its vicinity, showing lava dome of G. Jadi (G = gunung, volcano), 1235 m and Walirang ridge 1198 m. Temporary volcano observatory was erected in Cikarah, 7 km southeast of the crater.

図-2.2 ガルングン火山周辺の地形

2) 地 質

図-2.3 および表-2.1 に示すように、当調査地域には、多数の火山岩類が分布する。このうち、最も古い基礎岩類は、グントゥール火山形成前に活動したトラガボーダス、カラチャックおよびサワル火山等に由来する安山岩溶岩流 (Andesite lava flow) および火砕岩類 (Pyroclastic rocks) である。古グントゥール火山に由来する砕屑岩は、上記の火山岩類を覆って広く分布する。

馬蹄形の内壁にみられるように、ガングングン火山の上部 (高標高部) は、固結度の良い溶岩流 (Lava flow) と空中降下堆積物 (Air fall deposits) の互層になり、降下堆積物は、火山灰～スコリヤ質火山礫凝灰岩 (Ash to scoriaceous lapilli) よりなる。

古グントゥール火山形成後、ガングングン火山南東斜面において、側方大爆発が発生し、その時代は、23,100年前と、推定されている (1986 H. Juwana et al)。馬蹄形クレーターは、この大爆発の産物であり、この時、流れ山を伴う多量の泥流堆積物 (Galunggung lahar deposit 1) が、ガングングン火山の南東斜面に、広範囲に分布した。

火口湖周辺には、輝石安山岩溶岩 (Pyroxine andesite lava flow) よりなるワリラン溶岩 (Walirang lava) が分布する。

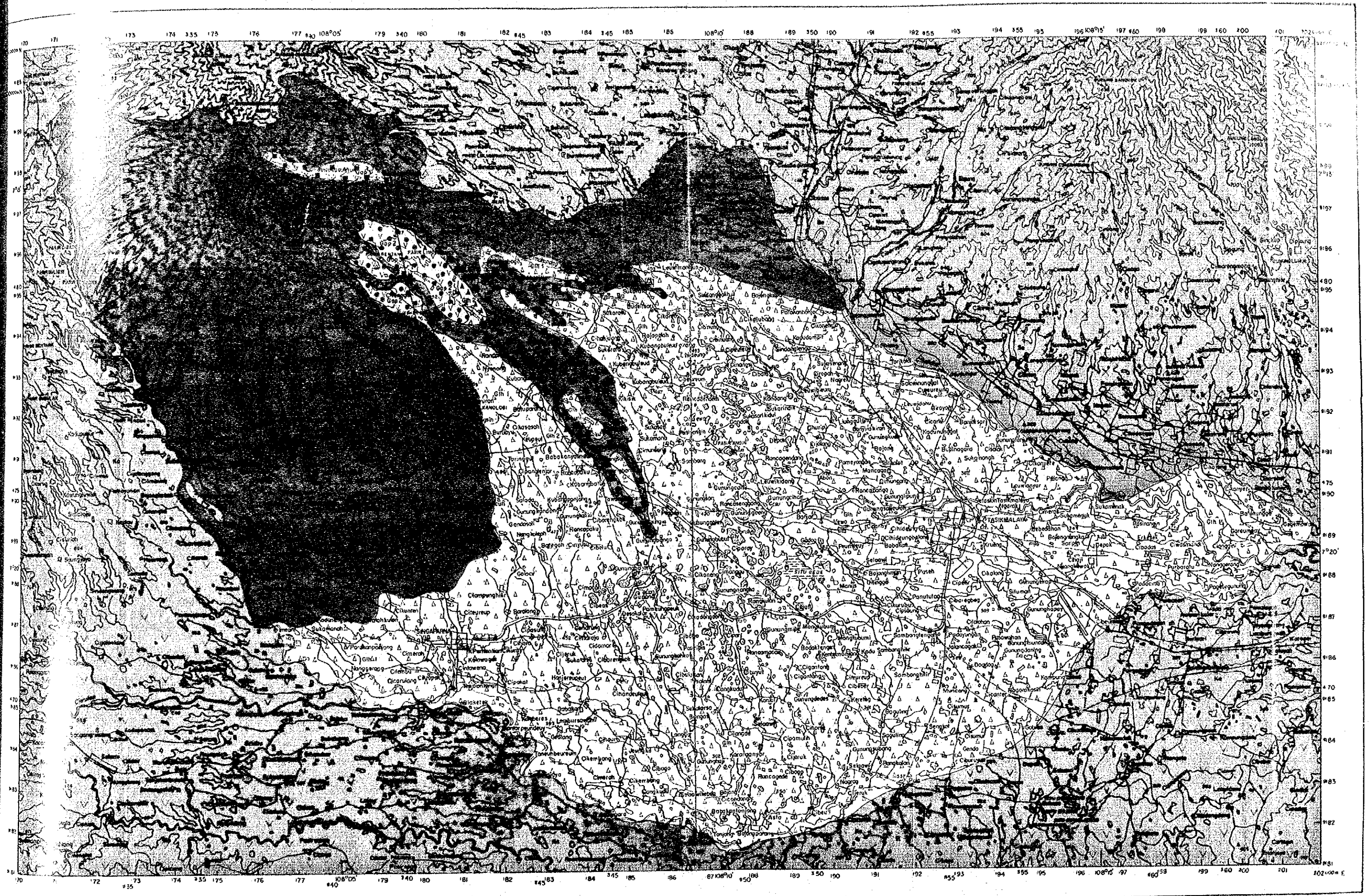


図-2.3 ガルグン火山周辺の地質図













Scale: 1/50,000

KORELASI SATUAN PETA
CORRELATION OF MAP UNITS

UMUR / AGE TAKUN / YEARS	ENDAPAN VULKANIK GALUNGGUNG/GALUNGGUNG VOLCANIC DEPOSITS						ENDAPAN PIROKLASTIK TALAGABODAS	ENDAPAN LAHAR KARACAK	ENDAPAN LAHAR SAWAL
	ENDAPAN VULKANIK KAWAH GUNTUR GUNTUR CRATER VOLCANIC DEPOSITS			ENDAPAN VULKANIK KAWAH GALUNGGUNG GALUNGGUNG CRATER VOLCANIC DEPOSITS					
	PRIMER / PRIMARY		SEKUNDER / SECONDARY	PRIMER / PRIMARY		SEKUNDER / SECONDARY			
	ERUPSI PUSAT/CENTRAL ERUPTION		ERUPSI LAMBAT	ERUPSI PUSAT/CENTRAL ERUPTION		ERUPSI LAMBAT			
ALIRAN LAVA LAVA FLOW	ENDAPAN JATUHAN PIROKLASTIKA PYROCLASTIC AIR FALL DEPOSITS	ENDAPAN LAHAR LAHAR DEPOSITS	LAVA	ENDAPAN JATUHAN PIROKLASTIK / PYROCLASTIC FLOW DEPOSITS	ENDAPAN JATUHAN PIROKLASTIK / PYROCLASTIC FLOW DEPOSITS	ALIRAN LAVA LAVA FLOW			
1150									
1100									
1050									
1000									
950									
900									
850									
800									
750									
700									
650									
600									
550									
500									
450									
400									
350									
300									
250									
200									
150									
100									
50									
0									

KETERANGAN
EXPLANATION

ENDAPAN PERMUKAAN
SURFICIAL DEPOSITS

-  KOLUVIUM
COLLOVIUM
-  ENDAPAN JATUHAN PIROKLASTIKA 2 GALUNGGUNG
GALUNGGUNG PYROCLASTIC AIR FALL 2 DEPOSITS
-  ENDAPAN LAHAR 3 GALUNGGUNG
GALUNGGUNG LAHAR 3 DEPOSITS
-  ENDAPAN JATUHAN PIROKLASTIKA 1 GALUNGGUNG
GALUNGGUNG PYROCLASTIC AIR FALL 1 DEPOSITS
-  ENDAPAN ALIRAN PIROKLASTIK 3 GALUNGGUNG
GALUNGGUNG PYROCLASTIC FLOW 3 DEPOSITS
-  ENDAPAN LAHAR 2 GALUNGGUNG
GALUNGGUNG LAHAR 2 DEPOSITS
-  LAVA GUNUNG JADI
LAVA OF GUNUNG JADI
-  LAVA WALIRANG
LAVA OF WALIRANG
-  ENDAPAN ALIRAN PIROKLASTIKA GALUNGGUNG 2
GALUNGGUNG PYROCLASTIC FLOW 2 DEPOSITS
-  ENDAPAN LAHAR 1 GALUNGGUNG
GALUNGGUNG 1 LAHAR DEPOSITS
-  ENDAPAN ALIRAN PIROKLASTIKA 1 GALUNGGUNG
GALUNGGUNG PYROCLASTIC FLOW 1 DEPOSITS
-  ENDAPAN LONGSORAN VULKANIK GALUNGGUNG
DEBRIS AVALANCHE DEPOSITS OF GALUNGGUNG VOLCANO

ENDAPAN VULKANIK GUNTUR
GUNTUR CRATER VOLCANIC DEPOSITS







-  ENDAPAN JATUHAN PIROKLASTIKA GUNTUR
GUNTUR PYROCLASTIC AIR FALL DEPOSITS
-  ENDAPAN LAHAR GUNTUR
GUNTUR LAHAR DEPOSITS
-  ALIRAN LAVA GUNTUR
GUNTUR LAVA FLOWS
-  ENDAPAN VULKANIK GUNUNG TALAGABODAS
TALAGABODAS VOLCANIC DEPOSITS
-  ENDAPAN VULKANIK GUNUNG KARACAK
KARACAK VOLCANIC DEPOSITS
-  ENDAPAN VULKANIK GUNUNG SAWAL
SAWAL VOLCANIC DEPOSITS

表-2.1

ガルンゲン火山噴出物とその生成年代

ガルンガン火山南東斜面の標高 1,000m～ 500mには、チバンジャラン川およびチクニール川に沿って、火山灰、火山砂礫、火山弾等からなるガルンゲン火砕流堆積物(2) (Galunggung pyroclastic flow (2) deposits)およびガルンゲン泥流堆積物(2) (Galunggung lahar (2) deposits) が分布する。

これらの火山堆積物は1822年の噴火に由来するものである。

当地域の最も新しい火山堆積物として、チロセ川、チバンジャラン川およびチクニール川に沿って、ガルンゲン火砕流堆積物(3) (Galunggung pyroclastic flow (3) deposits) , ガルンゲン空中降下堆積物(2) (Galunggung air fall (2) deposits) 及びガルンゲン泥流堆積物(3) (Galunggung lahar(3) deposits) が分布する。

これらの堆積物は、1982-1983年の噴火に由来するものである。

1896年に形成された溶岩ドーム (Lava dome) よりなるジャディ山溶岩 (Lava of Mt. Jadi) もまた1982-1983年の噴火で破壊されている。

表-2.2に、当地域の火山岩類の層序を示す。

表-2.2 対象流域の地質層序

Age	Volcanic Period	Years	Volcano	Primary			Secondary
				Lava	Pyroclastic Flow	Pyroclastic air Fall Deposits	Lahar & Debris Avalanche
IV		1983	Galunggung		Pyroclastic flow 3	Pyroclastic air flow 2 and 1	Galunggung lahar 3
		1982					
III		1918	Galunggung	Lava of G. Jadi	Pyroclastic flow 2		Galunggung lahar 2
		1822		Lava of Walirang (1822)			
II		23,100 B.P.	Galunggung		Pyroclastic flow 1		Galunggung lahar 1 (Volcanic debris avalanche)
I		?	Guntur	Lava flow		Pyroclastic air fall dep.	Lahar
		?	Talagabodas	Lava flow	Pyroclastic flow		Lahar
			Karacak				
			Sawal				

2.1.2 気 象

(1) 気 温

調査地域は熱帯性気候の区域に属しており、気温の年間変動も小さい。タシクマラヤにおける月平均気温を示すと、表-2.3のとおりとなる。

表-2.3 月平均気温
(Station ; Tasikmalaya, °C)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1982	25.0	25.2	25.3	25.8	25.0	24.9	24.0	23.4	24.5	27.0	26.6	25.0
1983	25.6	25.0	26.3	26.0	25.5	25.2	23.7	24.0	25.5	25.3	24.8	25.5
1984	24.7	24.7	25.2	25.4	25.1	25.0	24.5	24.9	23.7	24.0	25.4	24.7
1985	25.4	25.8	25.1	25.3	25.4	24.4	24.5	24.2	24.5	24.7	25.1	25.2
1986	25.2	25.2	24.3	24.7	24.7	24.0	22.9	22.5	23.6	25.0	24.3	26.7
Mean	25.2	25.2	25.2	25.4	25.1	24.7	23.9	23.8	24.4	25.2	25.2	25.4

表-2.3より、タシクマラヤにおける月平均気温の年間の変動状況を見ると、最高で25.4℃、最低で23.8℃と、最高気温と最低気温との差は小さい。

(2) 降 雨

調査地域で、長期の雨量資料が得られる観測所は、タシクマラヤとシンガバルナである。これらの2観測所における各年の年雨量、年最大月雨量、年最大日雨量を表-2.4に、これより最大値、最小値、平均値をまとめたものを表-2.5に示す。

表-2.4 タシクマヤラ, シンガバルナにおける年雨量, 年最大月雨量, 年最大日雨量

Year	Tasikmalaya			Singaparna		
	Annual	Max. Month	Max. Day	Annual	Max. Month	Max. Day
1942	3,744	505	125	3,752	496	144
1943	4,255	598	106	4,091	585	150
1944	-	(461)	94	2,357	365	148
1945	2,844	582	151	2,754	469	83
1946	-	-	-	-	469	87
1947	-	-	-	-	-	-
1948	-	-	-	-	-	-
1949	-	-	-	-	-	-
1950	-	(548)	164	-	-	-
1951	3,118	591	109	3,231	601	105
1952	3,704	792	101	2,934	474	103
1953	2,609	417	101	-	-	-
1954	4,100	632	234	3,521	452	89
1955	3,900	616	90	3,810	562	120
1956	-	-	-	3,654	461	97
1957	3,397	985	214	-	-	-
1958	-	586	186	-	-	-
1959	3,233	472	84	-	-	-
1960	3,483	647	138	3,117	445	140
1961	1,872	329	89	-	614	73
1962	-	-	131	4,095	676	125
1963	1,920	558	90	1,922	378	104
1964	3,027	666	96	4,589	1,039	145
1965	-	563	97	-	-	-
1966	3,098	594	90	-	-	-
1967	2,062	661	81	-	-	-
1968	2,062	642	193	-	-	-
1969	2,701	424	79	-	(383)	51
1970	3,218	580	98	-	397	100
1971	3,399	625	164	2,825	485	86
1972	2,550	422	212	-	532	100
1973	4,238	534	111	3,836	621	138
1974	3,393	521	110	-	414	111
1975	3,622	1,032	139	2,787	581	133
1976	2,480	638	101	-	-	385
1977	-	-	165	2,772	646	119
1978	3,568	458	132	5,114	585	100
1979	3,792	703	213	4,106	804	140
1980	3,088	464	68	2,975	913	80
1981	3,953	477	117	2,656	432	135
1982	2,228	685	90	1,670	450	125
1983	3,267	486	120	1,737	399	167
1984	4,548	661	165	-	(664)	-
1985	3,669	525	112	-	-	-
1986	2,480	638	101	-	-	385
1987	-	-	165	2,772	646	119

表-2.5 年雨量, 年最大月雨量, 年最大日雨量の最大値, 最小値, 平均値

Station Item	Tasikmalaya			Singaparna		
	Annual	Max. Month	Max. Day	Annual	Max. Month	Max. Day
Maximum	4,548	1,032	234	5,114	1,039	385
Minimum	1,872	329	68	1,670	365	51
Mean	3,294	586	127	3,231	546	123
Number of Data (years)	33	37	39	23	30	30

表-2.4, 2.5より, 両観測所の雨量を比較してみると, シンガパルナに比べてタシクマラヤの方が, 若干, 多いものの, 両者の間には, それほどの差は, みられない。タシクマラヤにおける最大値をみると, 年雨量で, 4,548mm, 月雨量で1,032mm, 日雨量で234mmとなっている。シンガパルナでは, それぞれ, 5,144mm, 1,039mm, 385mmとなっている。

調査流域内のタシクマラヤとシンガパルナにおける平均月雨量を見ると, 表-2.6のとおりとなる。

表-2.6 平均月雨量

(mm)

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Tasikmalaya	360	364	379	266	269	162	170	121	170	324	328	346	3,294
Singaparna	321	312	350	351	257	173	147	129	160	274	316	374	3,231

Note) Period; 1942-1985

表-2.6より, 調査地域の平均年雨量は, 約3,200mmから3,300mmとなっている。月別に見ると, 1月から5月までと10月から12月までは, 両観測所とも250mm以上になっているのに対し, 6月から9月までは, 200mm以下と違いが見られる。これらから, 雨期は1月から5月までと10月から12月までの期間, 乾期は, 6月から9月までの期間と明確に区別される(図-2.4 参照)。

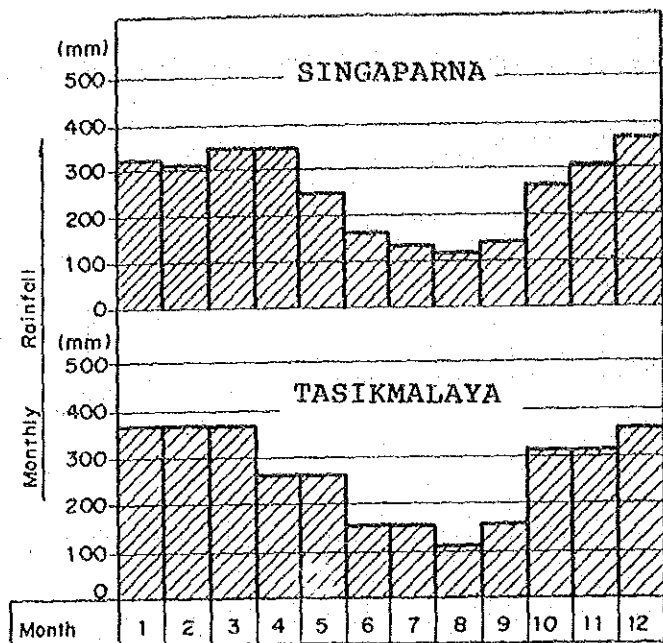


図-2.4 平均月雨量の変化の傾向

タシクマラヤの年最大雨量から岩井法により確率計算した調査流域の確率日雨量は、表-2.7のとおりである。

表-2.7 調査地域の確率日雨量

Return Period	Probable Rainfall
years	mm
200	310
100	280
50	250
30	230
25	220
10	185
5	160
3	130
2	120

Note) By Iwai Method

表-2.7により 100年確率日雨量は 280mm, 50年確率日雨量は 250mmとなる。

2.1.3 河川システム

調査地域内の主要河川はチクニール(Cikunir)川, チロセ(Ciloseh)川, チメラ(Cimerah)川等である。(位置図 参照)。

チクニール川は、ガルングン火山を、水源に持つ川であり、調査地域内の中央部を南東方向に流れ、途中、サンドポケットチボニョIIのチジェルク(Cijeruk)付近で、チバンジャラン(Cibanjuran)川を合わせ、さらに、ボジョン(Bojong)付近で、チサルニ(Cisaruni)川を合わせ、ボジョンバラン(Bojong Parang)付近で、チウラン(Ciwulan)川に合流している。流域面積は、88km²、河川延長は、22kmであり、河床勾配は、上流部で、1/10程度、下流部で、1/70程度である。

チロセ川は、調査地域の北側を東方向へ流れる川であり、上流部のサンドポケットチマンパン(Cimampang)付近でチマラ(Cimara)川、チベルム(Cipereum)川、チマンパン(Cimampang)川が合流し、チマンパン川となり、さらに下流のサンドポケットネグラ(Negra)付近で、このチマンパン川と合流し、東南方向へ流れ、タシクマラヤ市を通じた後、チタンデュイ(Citanduy)川へ合流している。流域面積は64km²、河川延長は25kmであり、河床勾配は、上流部で1/10程度、下流部で1/90程度である。

チメラ川は、対象流域の西側を南東方向へ流れる流域面積28km²の川であり、上流部で、チバダ(Cipada)川、チパリギ(Ciparigi)川、チセラ(Ciserah)川、チアンボ(Ciampo)川を合わせつつ、南下し、シンガパルナ付近にて、チクパン(Cikupang)川を合わせた後、チウラン川へ合流している。

チウラン川は、上記の3河川のうち、チクニール川とチメラ川が合流している河川であり、チクニール川が合流するボジョンバラン付近で、流れの方向を東方向から南方向へ転じた後、南下し、途中で、チマワテ(Cimawate)川、チピナハ(Cipinaha)川、チロンガン(Cilongan)川、チカロバ(Cikalopa)川、チキジン(Cikijing)川、チソドン(Cisodong)川を合わせ、インド洋に流入している。流域面積は1,050km²(チウラン合流点では、380 km²)、河川延長はチウラン川合流点までで81kmであり、河床勾配は、チウラン川合流点付近で1/150程度、スカラジャ(Sukaraja)付近で1/220程度、スカラメ(Sukarame)付近で1/360程度、河口部で1/600-1/900となっている。

主要3河川の河川構成を以下に示す。

2.2 社会・経済条件

2.2.1 行政区分

インドネシアの地方行政制度は、まず第1級自治体として27州 (Propinsi) 及び特別区 (JAKARTA, ACEH, YOGYAKARTA) があり、その下に第2級自治体として県 (Kabupaten) および市 (Kotamadya) がある。

調査地域は、西部ジャワ州 (Propinsi West Java) の東側に位置するタシクマラヤの県 (Kabupaten Tasikmalaya) にすべて属している。

タシクマラヤ県は、西側をガルト (Garut) 県に、東側をチアミス (Ciamis) 県に接しており、28の郡 (ケチャマタン: Kecamatan) から構成されており、総面積は 589km²、総人口は約 160万人 (1986年) となっている (図-2.6 参照)。

調査地域は、タシクマラヤ県の中央部に位置し、次の6郡を含んでいる。

- | | |
|--------------------|---------------|
| 1) Kec. Leuwisari | |
| 2) Kec. Singaparna | |
| 3) Kec. Indihiang | |
| 4) Kec. Cipedes | } Tasikmalaya |
| 5) Kec. Cihideung | |
| 6) Kec. Tawang | |

上記のうち、市街地を形成し、一般にコタ (kota) と呼ばれるタシクマラヤ市は、4)、5)、6) の3つの郡から成り立っている。タシクマラヤ県の行政区図を郡毎に示したものを、図-2.6 に示す。

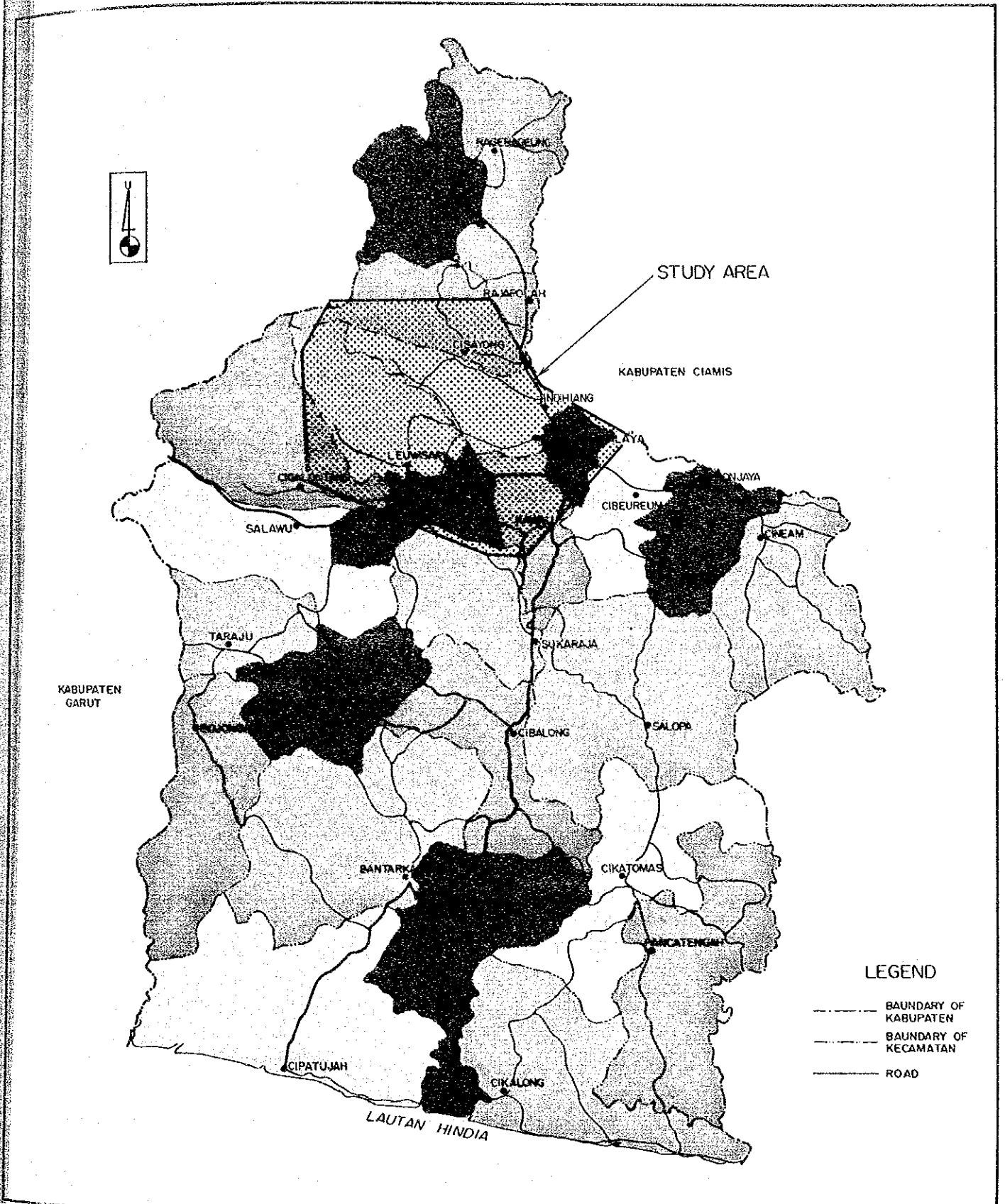


図-2.6 タシクマラヤ県の郡 (Kecamatan)区分

2.2.2 人口

調査地域に属する6つの郡の1980年以降の人口の動向をまとめたものを、表-2.8に示す。

表-2.8 人口の動向

(人)

Year	Study Area (6 Kecamatan)		Tasikmalaya		Kab. Tasikmakaya	
	population	index	population	index	population	index
1980	387,687	100	151,184	100	1,514,565	100
1981	422,815	109.0	164,338	109.7	1,594,650	105.2
1982	411,321	106.1	160,472	106.1	1,586,762	104.7
1983	411,464	106.1	162,150	107.3	1,584,108	104.6
1984	409,225	105.6	159,684	105.6	1,587,606	104.8
1985	407,250	105.0	159,035	105.2	1,589,466	104.9
1986	407,659	105.2	159,415	105.4	1,609,386	106.3

Note) Index ; 1980=100

調査地域の人口動向をみると、1980年から1981年にかけては、増加が見られたが、災害のあった1982年以降、1985年まで減少の傾向にある。1985年からは、若干ではあるが増加傾向を示している。

1986年現在の調査地域の人口は 408千人、タシクマラヤ市の人口は 159千人となっている。

2.2.3 総地域生産額

タシクマラヤ県の総地域生産額 (GRDP) は、表-2.9 に示すとおりである。
(百万Rp)

この表によると、1987年の総地域生産額は、6,080 億ルピアとなっており、その内訳を産業別にみると、1次産業と2次産業が30%づつ、3次産業が40%となっている。(表-2.10参照)

Year	GRDP	Index	Growth rate (%)
1983	391,608.7	100.0	-
1984	478,743.5	122.3	22.25
1985	519,552.6	132.7	8.52
1986	607,875.7	155.2	17.00

表-2.10 総地域生産額の産業分類 (1986)

Classification	GRDP	Portion (%)
1. Primary	181,763.4	29.9
2. Secondary	167,032.4	27.5
3. Tertiary	259,074.9	42.6
Total	607,870.7	100

年毎の増加率をみると、4年間の平均で、約18%となっている。

2.2.4 農業

調査地域内のガルングン火山南東斜面区域には、チクンテン (Cikunten) 川から取水する Cikunten I かんがい水路とチウラン川から取水する Cikunten II かんがい水路の2大水路が東西方向に横断しているため、かんがい網が発達しており、標高500 m以下のほとんどの区域で水稲 (Paddy) の栽培が、可能となっている。

水稲は、全耕作地のほぼ7割で栽培され、通常は2期作であるが、水の供給が豊富な区域は、3期作も可能となっている。

調査地域の6 Kecamatanの総水田面積は、16,380haであり、1ha当りの生産高は、5.7tとなっている(表-2.11参照)。

表- 2.11 水稲の生産量

Kecamatan	Paddy field (ha)	Production (ton)	Production / ha (ton / ha)
Singaparna	4,021	22,720	5.65
Leuwisari	7,403	43,051	5.82
Indihiang	3,073	16,643	5.42
Cipedes	1,122	6,114	5.45
Cihideung	360	1,944	5.40
Tawang	401	2,214	5.52
Total	16,380	92,686	5.66

Source ; "Tasikmalaya dalam Angka 1986"

Kantor Statistik Kabupaten Tasikmalaya

Note ; Production measured by Gabah Kering.

水稲の他の栽培作物としては、キャッサバ、フルーツ等である。また山間部においては、湧水を利用した魚の養殖も盛んである。

2.2.5 噴火に伴う被害状況

1982年のガルングンの噴火に伴う被害は、噴火による直接被害（一次被害）と噴火による噴出物が堆積し、この堆積物が降雨によって泥流となって流下することによって生じる被害（二次被害）、さらには、洪水による被害の3つがある。

タシクマラヤ県の被害は、次の表に示すとおり総額で、約520億ルピアであるが、隣県のガルト県では約190億ルピア、チアミス県では約40億ルピアとなっており、これら3県で750億ルピアとなる。

表-2.12 ガルングン火山噴火に伴うタシクマラヤ県の被害

(単位:百万Rp)

Sector	Item	Quantities	Amount of Damage
Social Sector	Elementry School	237	3,359.7
	High School	3	27.0
	Mosque	103	141.4
	Islamic School	116	45.2
	Islamic College	21	13.0
	Public Health Center	10	21.4
	Public Utilities	189	12.0
	House	7,740	4,199.2
	Sub Total		7,818.9
Economic Sector	Agriculture	-	18,141.0
	Plantation	-	3,645.8
	Forestry	-	11,761.7
	Fishery	-	2,664.2
	Livestock	-	1,713.8
	Commercial	-	232.6
	Industry	-	195.2
	Road, Bridge, Irrigation Cha	-	3,372.6
	Sub Total	-	42,727.3
General Sector	Loss of Government Income	-	1,641.7
	Government	-	110.5
	Sub Total	-	1,752.2
Grand Total		-	52,298.4

Period; April 1982 ~ October 1982

表-2.12は、噴火による直接被害をまとめたものであるが、表-2.13には避難民に対する簡易住宅の設置、食料の支給、政府収入等の減収等の間接被害に関する費用をまとめるである。

表-2.13 ガルングン火山噴火に伴う間接被害の総額

Item	Description	Amount of Cost (10 ⁹ Rp)
Construction of Temporary Housing	1) Temporary Housing (251) 2) Kitchen (66) 3) bath room (123) 4) excrement pool (162)	310,215
Distribution of Rice	1,220 t	450,708
Distribution of Money	—	1,614,678
Rehabilitation Cost, Voluntary Rescue Activities Cost, etc	—	568,000
T o t a l		2,943,601

表-2.13より、間接被害の総額は、約29億ルピアと推定される。

2.3 ガルンゲン火山の噴火

ガルンゲン火山は、1982年の噴火以前に、歴史に残る噴火が3回記録されている。

古くは1822年の噴火で、この時は、ラハール (LAHAR) によって4,000人以上が死亡したと伝えられている。1894年の噴火では、約50部落が破壊されたが、死者はなかつと伝えられている。三番目は、今世紀の1918年であり、噴火の規模は、小さいものにとどまった (表-2.14参照)。

1982年の噴火は、4月から翌年の1月までの約9ヶ月に及び、その間の大噴火は、60回を越え、小規模な噴火は、300回以上起こっている。前3回の噴火における活火活動の期間はそれぞれ1日間、2日間、14日間であり、今回の噴火は、その活動期間の長さが特徴的であった。

表-2.14 ガルンゲン火山の噴火記録

Date of Eruption	Lava Flow Ash Fall	Muse Ardentes	Labars	Remarks
October 8, 1822 between 13:00 h and 14:00 h	As ash column rose to several thousand meters, and devastated the area as far as 40 km east and south of the volcano.	Travelling distance of 10 km along the S. Cibangaran and S. Cikunir	Flowing the river course in the south east sector and devastated this area.	Total casualties were estimated to exceed 4,011 human lives, mostly killed by Muses Ardentes.
17:00 h ceased	A lava dome later developed in the same year.			
October 17, 1894 (The first)	Ash fell on Tasikmalaya and Banjar some 30 and 80 km east of the volcano.	No Muse Ardente occurred	Flowing, the river course in the south east sector, similar to those of 1822.	A lava dome was entirely destroyed.
October 18-19, 1894 (The second)	The thickness of ash fall was 0.5 cm - 1 m on Galunggung slope.			No human died
July 7, 1918 22:00	Ash fall was very limited on the southeastern slope with only 1 cm in thickness. Three days later, a lava dome (Gunng Jadi) emerged.	No Muse Ardente occurred.	Unknown	No appreciable damage.

1982年4月から1983年1月までの噴火活動を整理すると、次のとおりとなる。

1982年4月5日早朝：第1回、熱震が発生

4月8日：第2回、同規模の噴火

第1回目よりも大きな熱震が発生

(20, 21日 小規模噴火)

4月25日

5月6, 13日

第1, 第2につぐ大規模噴火

5月17日：最大の噴火、3日間続く。

(この後、一回の噴火が長くなり、一週間近くとなる)

7月28日：この噴火の前後から噴出物が灰から粒径の粗い火山礫、熔岩片に変わる。

1982年8月～11月：中小の噴火を繰り返す。

12月：終息期に入る。

1983年1月：活動終止

噴火活動の過程で、1982年4月に発生した泥流の発生、流下状況を示すと図-2.7のとおりとなる。

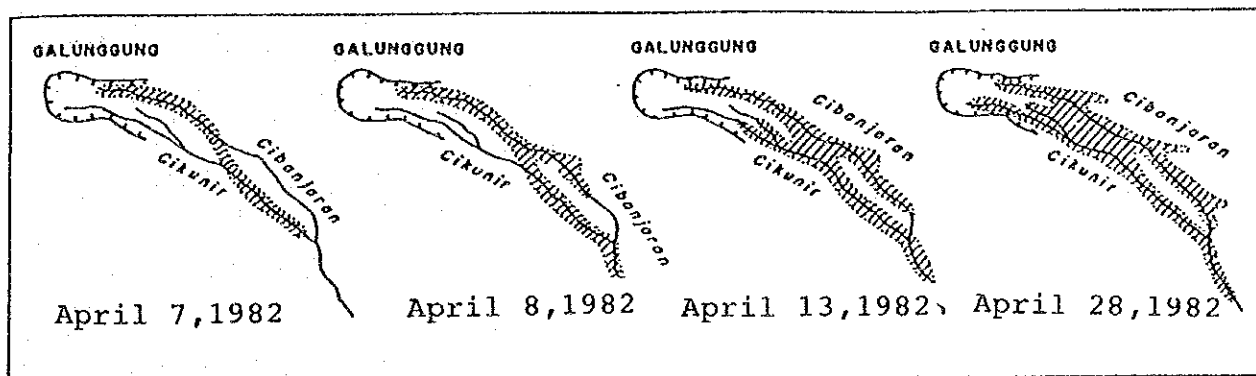


図-2.7 泥流発生・流下状況

1回目の大爆發後、3日目には、その時の強雨によってチバンジャラン川水源部で泥流が発生している。やがてチクニール川も泥流が発生し始め、土砂の氾濫堆積により双方が同一の氾濫原をつくり出している。4月28日の時点ではチバンジャランの泥流が左岸側の方に溢流しており、タシクマラヤ市内を流れるチロセ川流域に、一部、泥流が入

りこんでいる。

図-2.8は、爆発時発生した火砕流の流下、堆積状況(LADU DEPOSITS)及び泥流の流下、堆積状況(LAHAR DEPOSITS)を图示している。

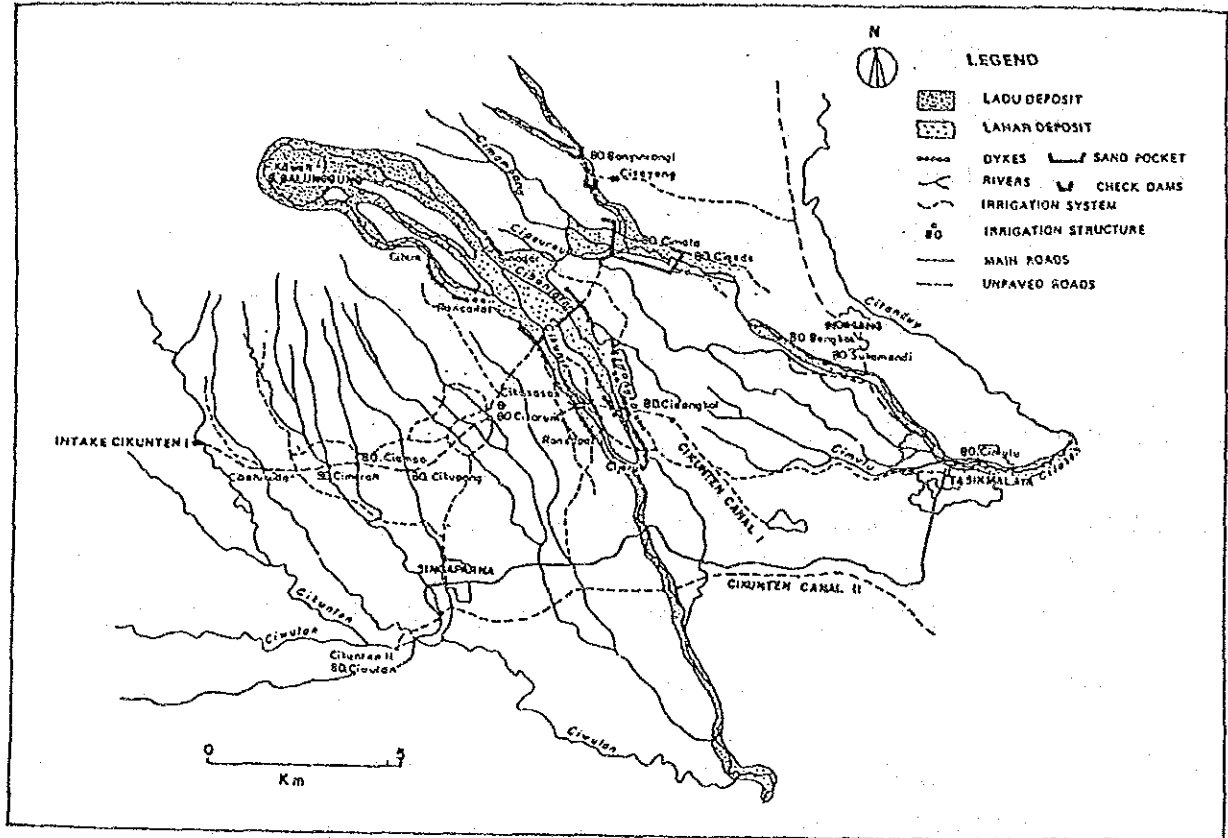


図-2.8 火砕流および泥流堆積分布図

3. 防災計画

ガルングン火山の防災計画は、想定される被害状況、災害の頻度を考慮すると、南東斜面地域を対象とした防災計画と火口湖を対象とした防災計画に分けられる。(図-3.1参照)

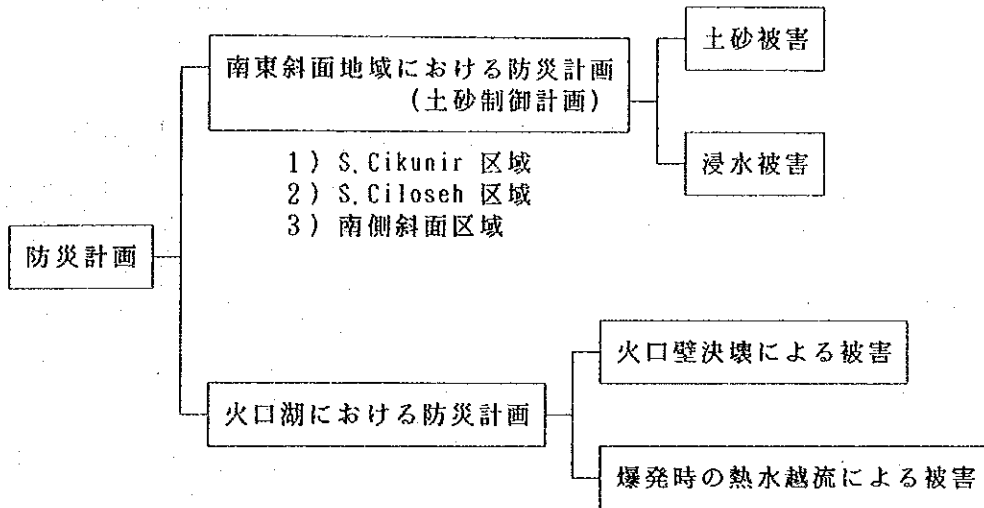


図-3.1 防災計画の分類と想定される被害

南東斜面地域における防災計画においては、1982年のMt. Galunggung の爆発により噴出し、山腹、河道に堆積した土砂の再移動による土砂災害、並びに洪水流による浸水被害の防止を目的とする。

火口湖における防災計画においては、火口湖に流入し、貯留した水による火口壁の崩壊とこれに伴う土砂流による被害の防止、貯留水の爆発時における熱水越流に伴う被害の防止を目的とする。

南東斜面地域における防災計画は、土砂量、洪水量によってその被害の大きさ、被害の頻度が把握できるのに対し、火口湖における防災計画は、火山の爆発の予測が不可能なこと、決壊箇所とその程度が特定できないことから、被害の大きさ、頻度等の把握が困難である。これらの理由から、防災計画の検討に当たっては、南東斜面地域と火口湖を分けて検討した。

また防災計画の検討に先立って、インドネシア政府により作成された暫定防災基本計画(ここでは、「Existing Basic Plan」と呼ぶ)をレビューした。

南東斜面区域においては、土砂の堆積状況、流出状況、プロジェクトの特性、プロジェクト区域の位置等を考慮して、さらに次の3区域に分類して、防災計画を検討した（図-3.2参照）。

- 1) S.Cikunir-S.Cibajaran 区域（以下、「S.Cikunir 区域」と略す。）
- 2) S.Ciloseh-S.Cimampang 区域（以下「S.Ciloseh 区域」と略す。）
- 3) S.Cianda以西のガルングン火山南側斜面区域（以下、「南側斜面区域」と略す。）

以上の区域並びに火口湖における防災計画の検討結果について、以下に示す。なお、南東斜面区域における防災計画は、土砂生産・流出の抑制調査のための計画であるため「土砂制御計画」と称して検討を進める。

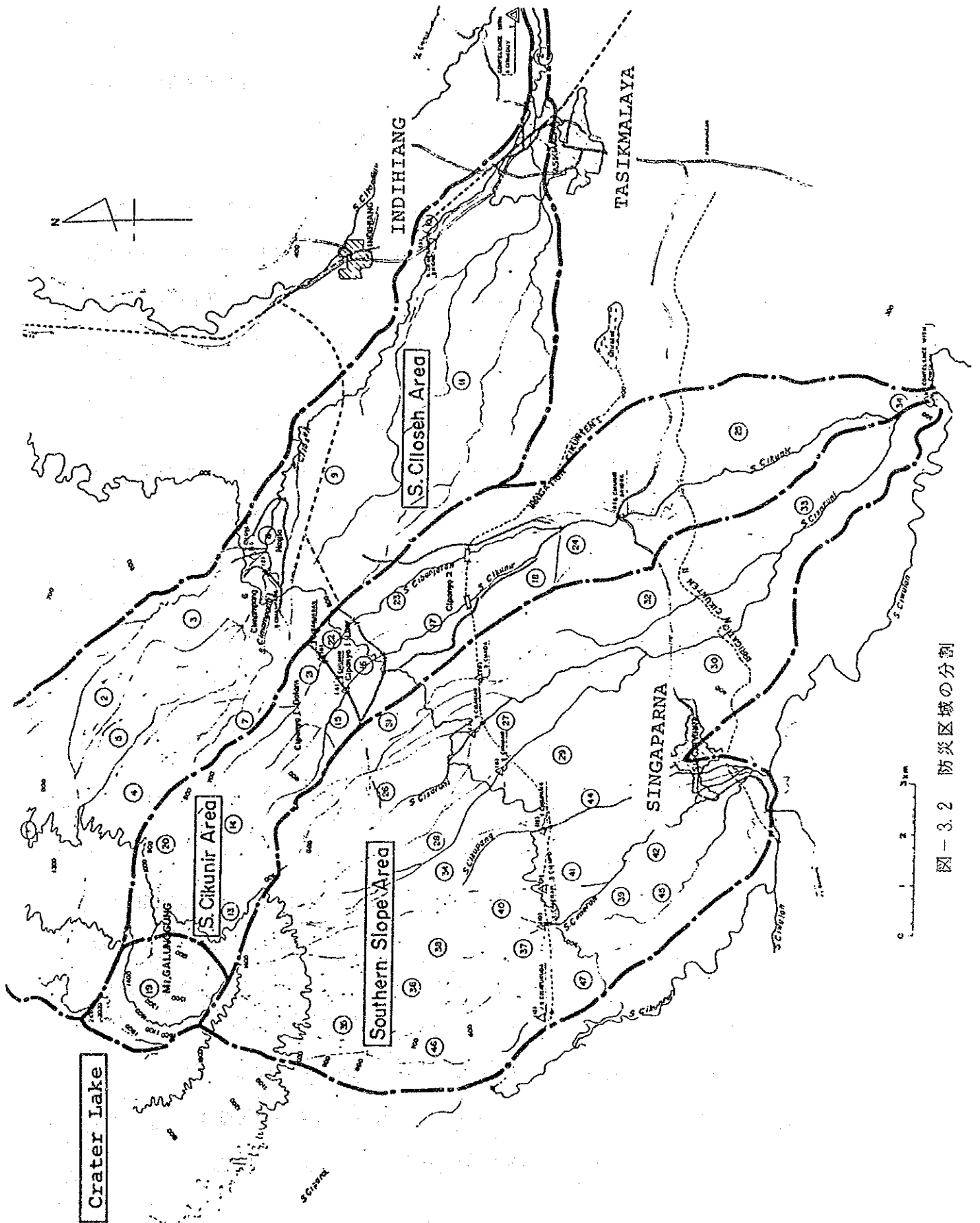


图-3.2 防災区域の分割

3.1 既存のBasic Planのレビュー

3.1.1 概要

(1) Basic Plan作成の経緯

インドネシア政府公共事業省は、1982年4月のガルングン火山の爆発後、応急の災害復旧対策として、チバンジャラン川上流部における築堤工事、サンドポケット工事に着手した。

これらの応急対策の経緯と火山活動の鎮静化を見定めて、1982年9月に、ガルングン火山砂防工事事務所が開設され、公共事業省の直轄事業として、ガルングン火山爆発による河川災害復旧及び緊急防災事業が、実施されることとなった。

上記の応急工事と並行して、1983年8月に公共事業省河川局において作成された計画が、暫定防災基本計画（「PERBENCANAAN MENYELURUH DAERAH BENCANA GUNUNG GALUNGGUNG」）（以下「既存のBasic Plan」と称す。）である。

この既存のBasic Planにおける防災対策の基本方針として、泥流に対しては、その規模に応じて人家並びに集落の保全、かんがい施設、社会基盤施設等の保全、農耕地の保全を図るべきとしており、さらに泥流対策の具体策として、周辺の集落に被害がなく、出来るだけ速やかに土砂を分散させることとしている。基本方針として以下の5項目をあげている。

- 1) 泥流の流向規制
- 2) 土砂生産域における泥流発生抑制
- 3) 泥流の一時貯留
- 4) 下流河道の土砂流送能力に応じた流砂の調節
- 5) 河床勾配の維持

以上を実現させるためには、砂防ダム、遊砂地（サンドポケット）、床固工を実施することであるとしている。

この計画の方針に沿って、逐次、対策工事がガルングン火山砂防工事事務所によって実施されて来た。

(2) 既存のBasic Planの内容

既存のBasic Planの報告書の構成は、主として次の7項目より成る。

- 1) ガルングン火山の地震及び活動状況