

## II. プロジェクトの効果



## II. プロジェクトの効果

### 2.1 プロジェクトの技術的特徴

#### 2.1.1 危険分析および土石流・泥流の危険地域区分

1980年と1982年に撮影された航空写真による判読、および現地踏査に基づいた土石流・泥流の土砂流出状況から、危険分析および土石流・泥流の危険地域区分を行った。マヨン火山の土石流・泥流による土砂流出範囲は、1980年時点で1,329haおよび1982年時点で1,767haであった。各流域別の荒廃面積を次表にまとめた。また、この兩年以前にも土石流・泥流により土砂流出があったと推定される地域については、微地形および植生状況等から判断した。

1980年および1982年の荒廃面積

流 域	1980年の 荒廃面積 (ha)	1982年の 荒廃面積 (ha)	増加分 (ha)
キナリA川	788	974	186
キナリB川	40	42	2
ヤワ川	271	430	159
東-東北エリヤ	230	321	91
計	1,329	1,767	438

(注) : キナリA川流域には、キランガイ川、ツンバ川、マニニラ川、マサラワグ川、オグソン川とナシン川を含む。ヤワ川流域にはアスリン川、ブジャオ川とパウ・ブラボド川を含む。東-東北エリヤにはブユアン川、マクナグ川とバスト川を含む。

土石流・泥流による荒廃現況は、以下の通りである。

- (a) 1981年の台風ダーリンによる災害発生前の状況からも、マヨン火山の南東から南西にかけての山腹の溪流の荒廃は、他の方位に位置する溪流の荒廃に比してより顕著である。
- (b) 台風ダーリンによる災害以前から、当地域の溪流の土砂堆積は顕著である。これは1968年および1978年の噴火に起因しているものと思われる。

- (c) 標高1500m付近から火口までに発達している熔岩および火山砕屑物は、台風ダーリンによる災害以前および以降において、ほとんど変化が認められず、当地域の有力な生産土砂源とは考えにくい。
- (d) 台風ダーリンによって、特に土砂流出が顕著である溪流はアヌリン川、ブジャオ川およびパワ・ブラボド川であり、土砂流出がやや顕著と認められる溪流はオグソン川である。
- (e) 前述の各溪流とも土砂の拡散流出地域は、標高 150mすなわち州道付近から下流側の山腹である。ただし、アヌリン2川およびオグソン川では、州道より上流域で土砂が拡散流出している。
- (f) 台風ダーリンによる土砂流出はそれ程広範囲ではないが、土砂流出の認められる溪流は、マニニラ川、キランガイ川、マサラワグ川およびナシン川である。
- (g) 各溪流とも溪床の土砂堆積が顕著となるのは、標高 350mから 500mの溪床で、こう配が10°前後の区間である。
- (h) 湧水が常時認められるのは、州道に沿った標高 100mから 200mの地域で、その溪床こう配は、ほぼ3°前後である。
- (i) マヨン火山の地質的特徴としては、比較的固結度の高い熔岩（平均2～3m）とゆるい固結状態の火山砕屑物の互層で堆積しており、特に熔岩の下位に火山砕屑物の層がある場合、その砕屑物が降雨により流れ出すと、熔岩が自重で滑落し、ガリ状の流路をより広く、深く荒廃させることである。

以上の調査結果より、マヨン火山山麓を危険区域および安全区域に分類し、また山麓の村落の周辺に20箇所の避難区域を設定した。避難区域に加えて、暫定的に緊急避難場所も選定した。地域区分は次の基準で行った。土砂流出危険地域区分図を参照されたい。

#### (a) 危険区域

危険区域は、1979年と1981年の2時期およびそれ以前の土砂流出の痕跡が比較的明瞭な地域とした。その痕跡が不明瞭な地区でも、ガリの終息点あるいは扇状地頂部から等高線の最大傾斜方向の延長線、また扇状に広が

ったこれまでの土砂流出地の延長線の範囲を、危険区域とした。危険区域の縦方向の終息点は、山麓扇状地と沖積地の境界線およびその境界線付近の鉄道・道路の盛土地点あるいは河道とした。

(b) 安全区域

安全区域は、前述危険区域の選定条件以外の区域で、かつ土石流・泥流災害に対する安全性を基準に考えた。ただし、前提条件として捨岩流、火山放出物、熱震、熱泥流等の火山災害の影響は検討外とした。

(c) 避難区域

避難区域の選定では、火山災害を除いた土石流・泥流災害に対する安全性を主体に行った。しかしながら、これは地形条件および航空写真判読を基準に検討されたものである。計画地域内の避難区域の選定にあたっては、次の条件を考慮した。

- ・原則として、避難区域を危険区域内には選定すべきではない。
- ・やむを得ず危険区域内の高地に避難区域を設ける場合には、土石流・泥流、洪水氾濫および崩壊・滑べり等の被害に対しての十分な検討が必要である。
- ・避難区域は、災害発生時の災害活動および救助活動が容易に行えるよう、町村の中に、あるいは付近に設定されるべきである。

(d) 緊急避難場所

避難区域に加えて、緊急避難場所を次の基準と、航空写真の判読のみで選定したが、これらの避難場所は暫定的なものである。

- ・土石流・泥流に対して避難するための一時的な避難場所である。
- ・避難場所は村落の中あるいはその付近とし、それらは道路で連結されている。

土砂流出が著しい地域は、アヌリン川、ブジャオ川、パウ・ブラボド川、オグソン川、ナシン川等の南東から南西の山麓斜面である。

航空写真によると、土砂流出範囲は低地部、沖積平野にまでおよんでいるが、土石流・泥流の被害が顕著な範囲は、こう配2～3°前後の山麓扇状地末端部までである。また、山麓扇状地内では河道は安定せず、災害の前後で河道の移動現象が認

められる。特に、上流に荒廃の著しいガリを有し、土砂流出の激しい河川の下流が危険である。

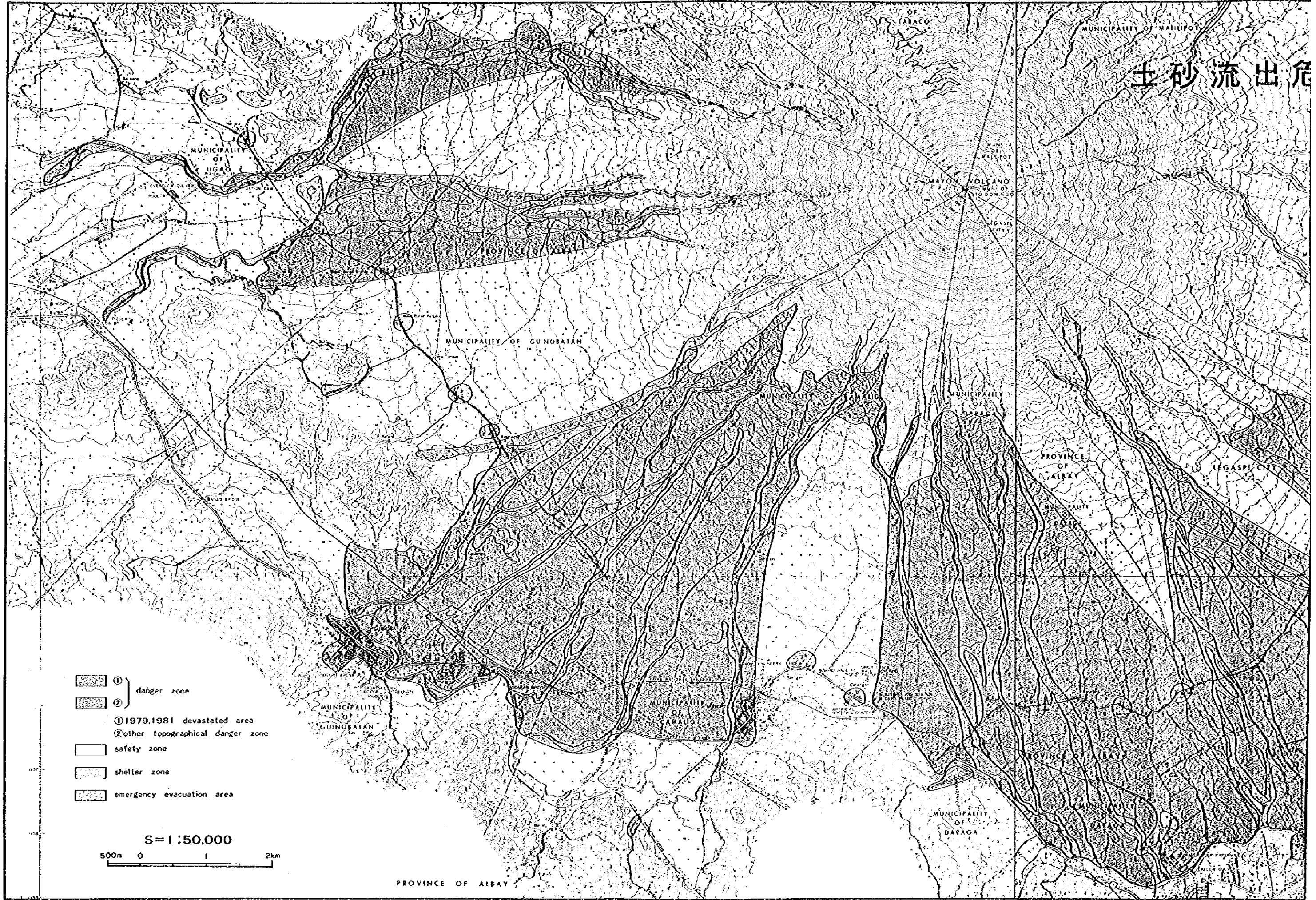
安全区域は、土石流・泥流の流出が認められない地域で、かつ上流に荒廃の激しいガリが発達していない地域とした。この条件以外に考えられる安全区域としては、北部・東部は山麓扇状地末端部、南部はヤワ川および国道付近、南西から北西にかけての山麓付近、ナシシ川およびオグソン川の標高 100m 付近である。

土石流・泥流災害の発生が予想される村落に対して、避難区域を設定した。原則としてその避難区域には、避難民を収容できる建物および施設があることが必要である。これに該当する地域がない場合でも、土石流・泥流、洪水氾濫、崩壊の危険性のない場所を選定した。しかし、避難区域および緊急避難場所の確立にあたっては、今後各省庁の避難・救助組織、既設避難センター、予警報システム計画、住民の防災意識等を充分検討することが肝要である。

避難区域および緊急避難場所が最終的に決定されるまでの、あるいは予警報システムが本計画地域に設立されるまでの期間については、土石流・泥流の発生の可能性およびその情報を回覧板、集会、掲示板等を利用して、計画地域内の住民に広報することが望ましい。



# 土砂流出危



- ① danger zone
- ② 1979, 1981 devastated area
- ③ other topographical danger zone
- safety zone
- shelter zone
- emergency evacuation area

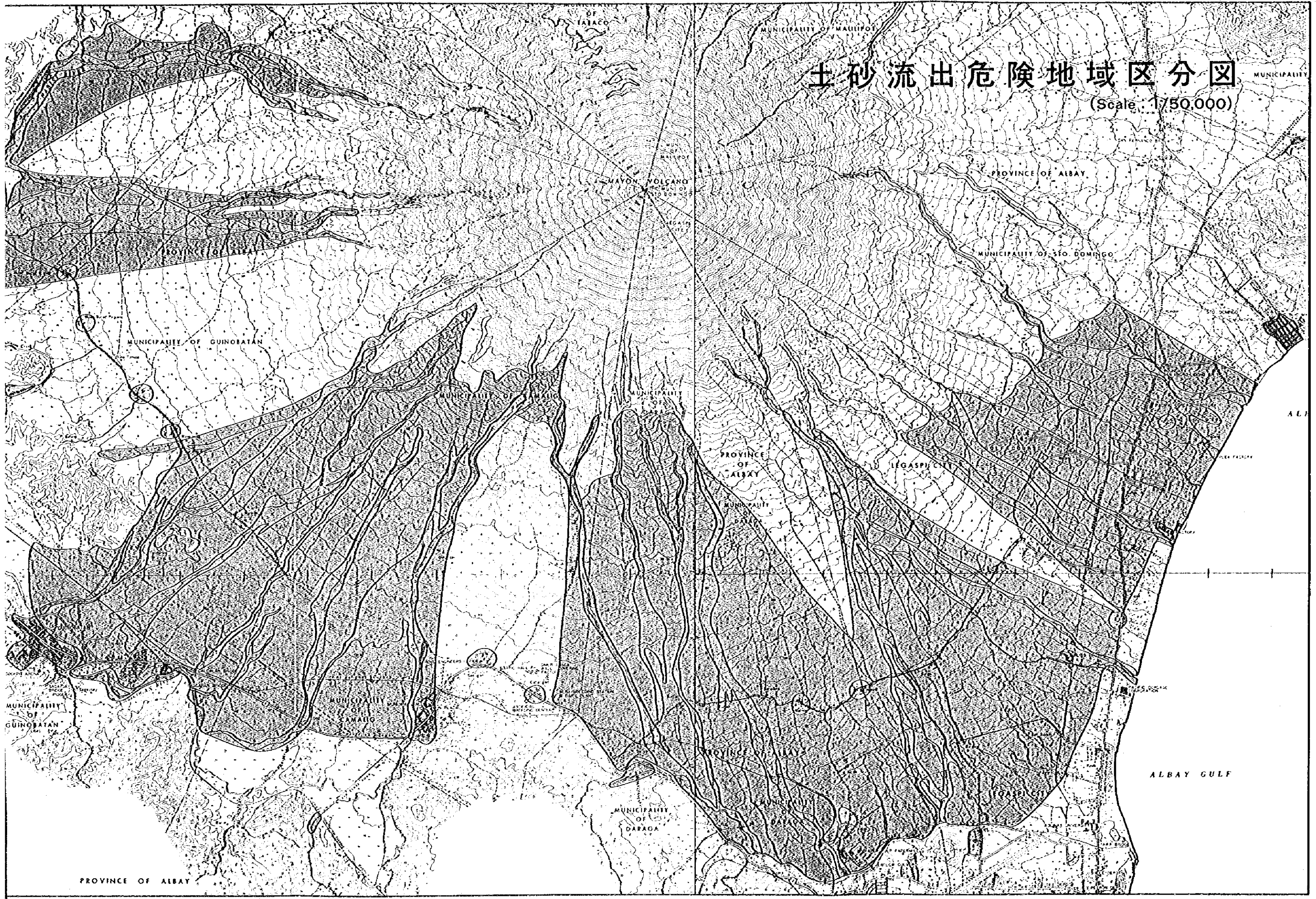
S=1:50,000  
500m 0 1 2km

PROVINCE OF ALBAY



# 土砂流出危険地域区分図

(Scale: 1/750,000)



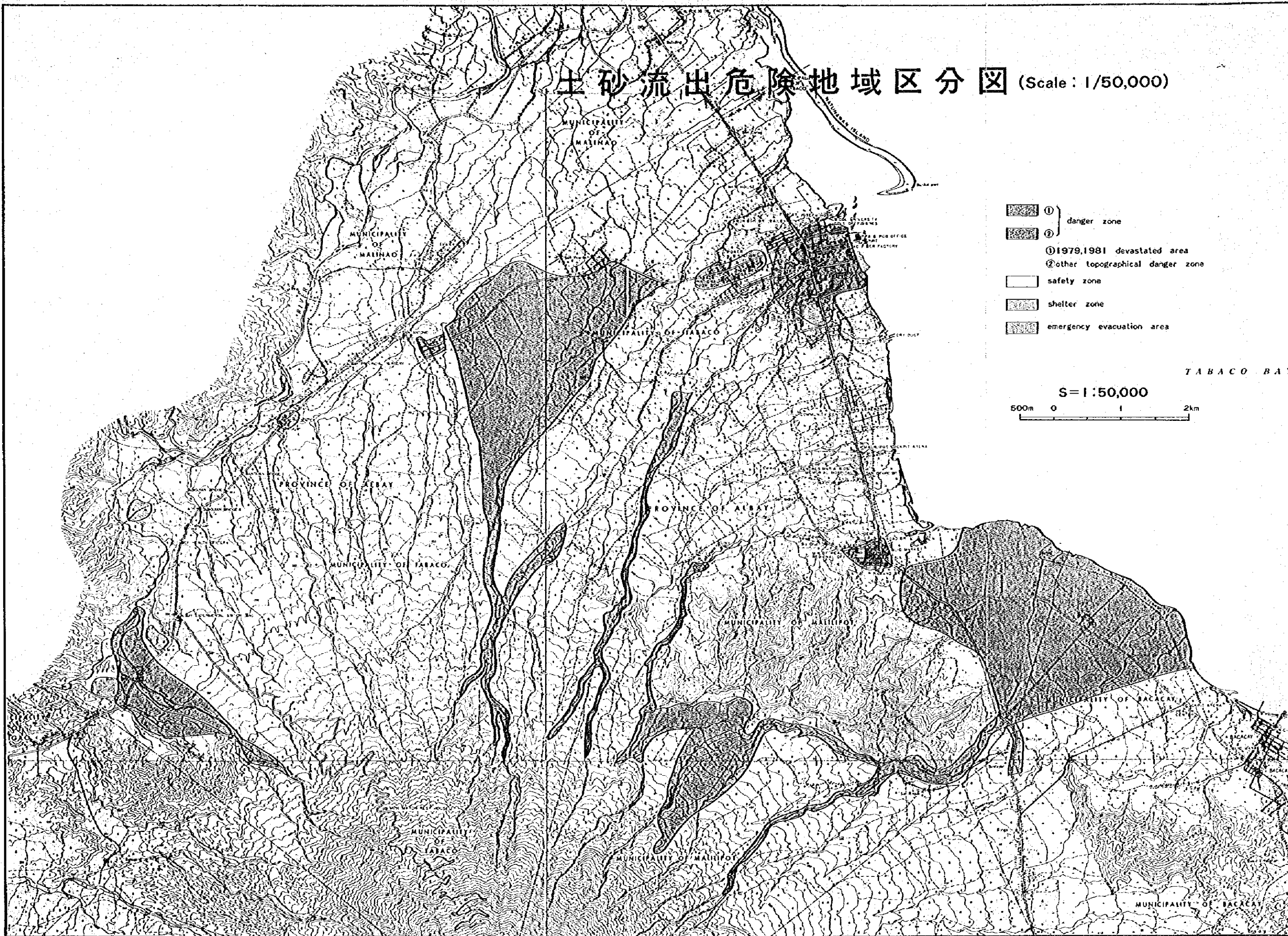
MAYON VOLCANO

LEGASPI CITY

ALBAY GULF

PROVINCE OF ALBAY

# 土砂流出危険地域区分図 (Scale: 1/50,000)



- ① danger zone
- ② other topographical danger zone
- ① 1979, 1981 devastated area
- ② other topographical danger zone
- safety zone
- shelter zone
- emergency evacuation area

TABACO BAY

S = 1:50,000

500m 0 1 2km



## 2.1.2 砂防計画

### (1) 概 要

砂防計画の最終目的は、流域全体の土砂流出に関する安全性を確保することにある。砂防計画は大きく分けて、下流河川の河道の安定等を目的とした水系砂防と、砂防工事实施流域内の保全対象物に対する防護を目的とした地先砂防である。この両者は互に密接に関連し、個々の砂防施設はその施工位置、効果で分類される。

砂防プロジェクトは、長期的に実施されるべきである。以下に述べる砂防施設は、台風ダーリン後の現状の河道および荒廃状況等に基づいて計画設計されたものである。したがって、工事着工前および実施中には、豪雨あるいは予期せぬ土石流・泥流による河道状況の変化を十分に考慮して、砂防施設の詳細設計を適時変更して、効果のある砂防施設を建設するべきである。

### (2) 計画対象溪流

第1ステージの砂防計画で問題となる対象河川は、サポーティング報告書Iでの再検討に基づいて、マヨン火山の南側山麓に位置するキナリA川流域およびヤワ川流域に属するものとした。

キナリA川流域の対象溪流は、カマリグを通過するキランガイ川、カマリグーギノバタン間の国道を通過するマサラワグ川およびリガオータパコ国道を通過するナシン川の3溪流である。

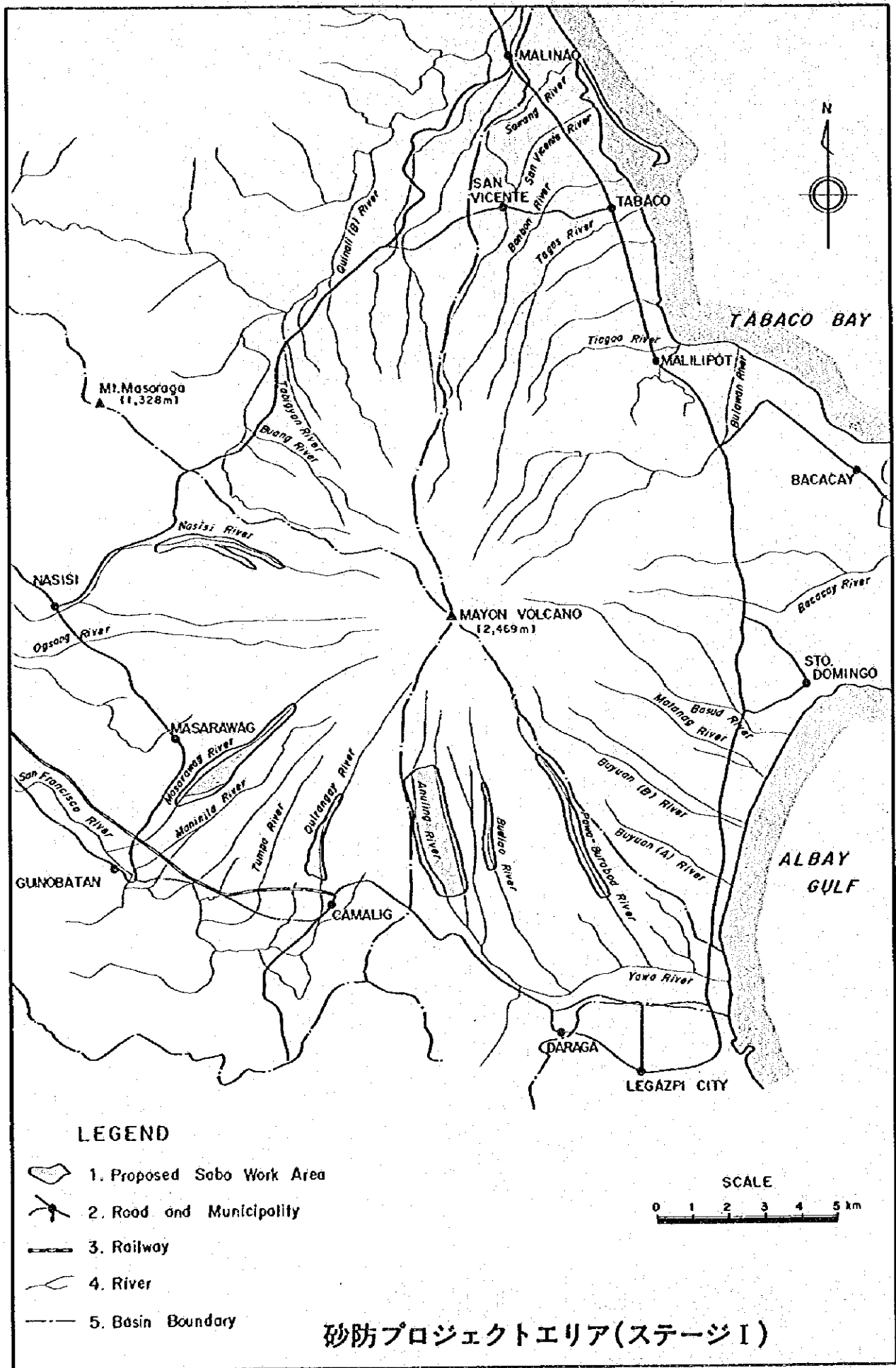
ヤワ川流域は、マヨン火山の南から南東の山麓の3主要溪流と南側の丘陵からの小溪流からなる。南側のマヨン火山以外の丘陵の小溪流は検討外とした。対象溪流は、アヌリン川（アヌリン1川とアヌリン2川が山脚で合流する）、ブジャオ川およびパウ・ブラボド川である。

### (3) 砂防工事の優先度および必要性

1981年の台風ダーリンにより、マヨン火山の南東から南西にかけての山麓で土石流・泥流が発生し、多大の被害をおよぼした。台風ダーリン前後の1980年と1982年の2時期の航空写真の判読から、各溪流の流出土砂量および荒廃状況を検討した。この資料は、砂防対象地域の流出土砂量および生産土砂量の推定に対し、非常に有

効であった。

対象溪流の砂防工事に対する優先度を3つに区分した。この優先度は、次表に示すように荒廃の程度、防御すべき対象物、砂防工事の必要性等に基づいて行った。





各河流別の砂防工事の優先度および必要性

Subject Rivers	Present River Condition (Degree of Devastation)	Main Objects to be protected	Necessity of Sabo Works			Priority of Implementation
			River Basin Management of Sediment	Sabo Works for Preventing Direct Disaster due to Sediment		
<u>Quinali (A) River Basin</u>						
1. Quirangay River	**	Camalig, PNR	B	A	I	
2. Tumpa River	*		C	C	III	
3. Maninila River	*		C	C	III	
4. Masarawag River	***		B	B	II	
5. Ogsong River	**		B	B	III	
6. Nasisi River	**	Downstream reaches	A	B	II	
<u>Yava River Basin</u>						
7. Anuling River	***	Legazpi, Salvacion	A	A	I	
8. Budiao River	***	Legazpi	A	B	II	
9. Pawa-Burabod River	***	Legazpi, Mabinit, Bonga, Buyuan and Burabod	A	A	I	

Remarks: \*\*\* - Extremely devastated  
 \*\* - Devastated  
 \* - Not much devastated  
 A - Very urgently necessary  
 B - Urgently necessary  
 C - Not urgently necessary  
 I - First priority  
 II - Second priority  
 III - Third priority



#### (4) 土砂抑制計画および砂防施設配置計画

砂防計画においては、1回の大洪水で生じる土石流あるいは高濃度の土砂流の量が重要である。流出土砂量を、基本計画で採用した芦田・奥村の式で算定した。今回の再検討では、台風ダーリン発生前後の写真判読により、上式の係数を考慮した。計画基準点での流出土砂量を、50年確率洪水に対して算定した。砂防計画で設定した計画基準点を、サポーティング報告書1に示す。

土砂の生産および流出を各種の砂防施設で抑制することにより、超過土砂量は無視できるものと考え、砂防施設の工種および配置を決定する。各渓流の砂防施設を以下のように計画した。

本砂防計画で設計した砂防施設は、主にマッシュな構造物とした。これらの施設は、大規模な土石流・泥流に対し安全に機能するとともに、その後の維持管理作業に多大の復旧費を必要としない。一方、蛇竜あるいはマットレス等の可撓性の構造物については、土石流・泥流が直接被害をおよぼさない箇所については有効な手段である。

各砂防施設の標準断面図を図-2.1.1から図-2.1.9に示す。本計画では標準寸法を記入してあるが、工事着工前に河床状況の変化を考慮して、実際の構造物の規模を決定する必要がある。

超過土砂量と許容流砂量を下表に示す。

河川名	流出土砂量 (m <sup>3</sup> )	許容流砂量 (m <sup>3</sup> )	超過土砂量 (m <sup>3</sup> )
キラングアイ	260,100	82,600	177,500
マサラウグ	276,800	77,600	199,200
ナシン	992,100	270,900	721,200
アヌリン	415,600	85,800	329,800
ブジャオ	234,600	58,100	176,500
パウ・ブラボド	252,000	69,500	182,500

##### i) キラングアイ川

台風ダーリンの豪雨のため、上流域から流出した土砂が不安定土砂となって渓床に多量に堆積している。また、扇頂部付近で左岸側の浸食が促進されてい

る。今後新たな河道が左岸堤内地に生じ、フィリピン国有鉄道を越えて土石流・泥流が、カマリグ市街を直撃する危険性がある。また、自然遊砂地の容量を増加するために、4基のAタイプ遊砂堤を配置した。第1ステージ工事完了後、上流の不安定土砂を抑制し、流出土砂量を減少するために1基のスリット型式砂防ダムを計画した。図-2.1.10に示す砂防施設により、計画基準点での流出土砂量を260,100m<sup>3</sup>から39,900m<sup>3</sup>に減少する。これは許容流砂量82,600m<sup>3</sup>以下である。

## ii) マサラワグ川

台風ダーリンによる流出土砂が、扇頂部上方の標高325mより上流側の溪床で多量に堆積している。また、扇頂部付近で左右に分岐していた旧河道のうち、流出が集中した左岸の河道が洗掘された。

3基のAタイプ遊砂堤を図-2.1.11に示すように配置して、自然遊砂地の機能を増加させるとともに、河道を東側に安定させる。第1ステージ工事完了後、上流に土砂流出および土砂生産を抑制するために、1基のスリット型式の砂防ダムと1基の遊砂堤を計画した。計画基準点での流出土砂量を276,800m<sup>3</sup>から59,500m<sup>3</sup>に減少させる計画とした。この流出土砂量は、許容流砂量77,600m<sup>3</sup>以下である。

## iii) ナシン川

当溪流では、台風ダーリン時には洪水が発生したが、流出土砂量は多くなかった。このため下流部では河床の洗掘が生じ、橋梁等の洗掘被害があった。このように下流区間においては、洪水時に際しても河床は低下傾向にあり安定化に向っていることが認められた。しかしながら、上流山地からの流出土砂は、標高200mより上流で分散堆積しており、将来これが累積して下流へ一挙に流出し、土石流・泥流による災害が発生する恐れがある。したがって、土砂の堆積区間を限定し、土砂供給を抑制することにより、下流区間の河道の安定を図る必要がある。

台風ダーリン前後の土砂流出状況から、当溪流においては、上流域の土砂流

出および土砂生産を減少抑制させることが重要である。土砂流出を通常の土砂流出形態にするために、1基の床固ダムと2個所の床固を上流に配置した。下流の国営かんがい組織が建設した取水堰は床固機能を有し、溪床の安定化に役立っている。第1ステージ工事完了後、1基の床固ダムと1個所の床固を追加するよう計画した。この結果、計画基準点での流出土砂量は992,100 $m^3$ から278,400 $m^3$ に減少するが、この流出土砂量は許容流砂量270,900 $m^3$ より若干多い。超過分の流出土砂量を、基準点の直下流の自然遊砂機能で抑制できるものとして計画した。砂防施設の配置計画を図-2.1.12に示す。

#### iv) アヌリン川

台風ダーリン時の豪雨で発生した土石流・泥流が、サルバシオン村を直撃し、13名の犠牲者を出した。また、この土石流・泥流の先端は、ヤワ川本川との合流点まで達している。この原因としては、上流水源部付近で予測できない崩壊等による多量の土砂生産が促進されたことと考えられる。上流河道には、なお多量の不安定土砂が堆積しており、災害の再発を防止する必要がある。

アヌリン1川上流で発生する土石流・泥流による災害から、アヌリン村を直接防護する目的で、1基のスリット形式の砂防ダム、2個所の床固および導流堤を計画した。アヌリン2川上流に1基のスリット形式の砂防ダムと2基のAタイプ遊砂堤を配置し、また2溪流の合流点直下流に4基のAタイプ遊砂堤と1基のBタイプ遊砂堤を計画した。図-2.1.13に示すように、これらの砂防施設により計画基準点での流出土砂量415,600 $m^3$ は、許容流砂量85,800 $m^3$ 以下の17,200 $m^3$ に減少する。

#### v) ブジャオ川

台風ダーリン時に発生した多量の流出土砂が、標高300mから標高250mの地域に堆積しており、このまま放置すれば将来扇頂部付近での河道が左岸側に転流し、土石流・泥流がバナデロ村を直撃する恐れがある。

流出土砂量を減少し、かつ土石流・泥流の流下方向を抑制するために、図-2.1.13に示すように上流から下流に向かって、1基のスリット形式の砂防ダム、

導流堤、3基のAタイプ遊砂堤および1基のBタイプ遊砂堤を配置する計画とした。これらの砂防施設により、計画基準点での流出土砂量を234,600m<sup>3</sup>から54,400m<sup>3</sup>に減少させる計画とした。許容流砂量は58,100m<sup>3</sup>であり、超過流出量を満足している。第1ステージ工事としてはブジャオおよびバナデロを防御するために、2基の遊砂堤を早期に実施する計画とした。

vi) パウ・ブラボド川

台風ダーリン時の流出土砂は、基本計画で想定した土砂濃度より低かったため、計画遊砂地内で遊砂機能が充分発揮されなかった。また、今回の洪水で標高150m付近から右岸側の新河道が形成され、下流に流路工を計画しても充分機能を発揮できないと思われる。台風ダーリン時に土石流・泥流が標高130m付近で突然右側に方向を変え、ココナツ林を破壊してマビニト村を直撃したため、18名にのぼる犠牲者を出した。台風ダーリンの洪水により、谷の出口付近の河道は非常に乱されており、粗大な転石が多量に堆積しているため、今回の再検討では基本計画でのダム地点を下流に変更するとともに、河道の安定化を促進する床固群を集約して1基の床固ダムを計画した。

上流に1基のスリット形式の砂防ダムと1基の床固ダムを配置し、さらに中流から下流にかけて流出土砂を貯砂するとともに、土石流・泥流の流下方向を抑制するために、かつ砂防施設の群としての機能を高めることを目的として、4基のAタイプ遊砂堤と3基のBタイプ遊砂堤を計画した。これらの砂防施設の配置計画を図-2.1.14に示す。計画基準点での流出土砂量252,000m<sup>3</sup>は、許容流砂量69,500m<sup>3</sup>以下となる。

### 2.1.3 予警報システム計画

#### (1) 災害予知の方法

計画地域内においては、洪水氾濫、土石流・泥流および高潮が主たる災害の直接的要因である。これらは経済的な被害のみにとどまらず、死亡、行方不明、傷害等人的被害をも引き起こしている。したがって、予警報システムの計画に当たっては、これらの災害をある程度の時間的余裕をもって予知し、人的災害を防ぐのに有効なシステムであることを、その目的とした。

災害要因を考慮して、下記の観測データおよび情報収集機能を予警報システムに持たせるものとした。

- (a) 計画地域内の雨量、特にマヨン火山山腹における雨量情報。
- (b) 台風に関する全国的規模での情報。
- (c) 河川水位。
- (d) 台風による風速および風向。
- (e) 噴火時における火山活動の情報。

#### i) 土石流・泥流

災害時において、その記録を完全な状態で保存することは非常に困難であり、計画地域内でも災害の正確な記録は皆無に等しい。しかしながら、レガスビ気象台およびリガオ観測所の観測作業が忠実に実施されたので、台風グリーンが計画地域を通過した際の正確な雨量記録が残されていた。台風グリーンの通過にともない、1981年6月30日夜半から夜中にかけて、集中豪雨が降った。土石流・泥流の被害を受けた住民は、その発生状況を比較的良く記憶しており、その被害調査によれば、最初の土石流・泥流ほどの河川でも6月30日の夕刻8時すぎに発生した。土石流・泥流は断続的に2時間から3時間にわたった。

土石流・泥流が発生したその時刻における累加雨量は、リガオで145mm、レガスビで135mmであった。その発生前の2時間、すなわち6時および7時の時間雨量は、リガオでは65mmと55mm、レガスビでは33mmおよび63mmであった。これらの雨量は、日本で考えられている危険雨量に非常に近いということに注目する必要がある。すなわち、日本では10分間雨量で20mm、時間雨量で50mm、および累加雨量で150mmの降雨強度が、土石流・泥流の危険雨量と考えられて

いる。

以上より、土石流・泥流の予知を雨量データを基に行い、以下の地点に雨量観測所を設置するものとした。

マヨン・レスト・ハウス火山活動観測所、キランガイ、マビニット、クバコ町付近の標高 300m の山腹、サンロケ、レガスビ・ゴルフ、ミセリコルディア、レガスビ气象台、ナシン、バライガングおよびマサラワグ。

## ii) 洪水氾濫

計画地域内の河川では、2年確率雨量の洪水でも河道から溢水し、氾濫している。降雨と洪水の関係より流出モデルが確立できれば、雨量情報から洪水量を推定することにより、洪水氾濫の予知が可能となる。洪水氾濫により被害を受けやすい地域は、キナリA川、キナリB川およびヤワ川等主要河川の下流域である。すなわち、その原因は豪雨の発生から洪水の発生まで、特定の時間遅れがあることを意味している。この時間遅れは、流出による時間遅れと、洪水伝播にともなう時間遅れよりなる。現在これらの水文解析を行うための十分な観測データがないので、水理的検討もいれて次のように仮定した。

河川名	流出の時間遅れ 場所	時間	伝播時間		時間	合計 遅れ時間
			自	至		
キナリA川	ナシン	1.0	ナシン	リボン	1.5	2.5
キナリB川	クリヤット	1.0	クリヤット	ヤワ橋	0.5	1.5
ヤワ川	パンタヤン	1.0	パンタヤン	バルサ橋	1.0	2.0

流出モデルに雨量の観測データが利用できれば、少なくとも上表の時間遅れ分の余裕をもった洪水氾濫の予知ができる。言い換えれば、2年確率以上の豪雨がマビニットおよびレガスビ・ゴルフで観測されたとすれば、相応の洪水が1.5時間後にレガスビ市で発生することになる。更に、洪水は各地点での初期水位および残流量にも左右される。したがって、各地点での水位データおよび残流域での降雨情報は、正確な洪水氾濫を予知する上で必要となる。

以上を考慮して、下記のテレメータ式観測局を設置するものとした。

雨量局 : (リガオ) およびリボン

水位局 : ヤワ川流域; クリヤットおよびヤワ橋

キナリA川流域; ギノバクン、ボランギ、オアス

および(バト湖)

キナリB川流域; バンクヤンおよびバルサ橋

雨量・水位局: ナシシ

前述の観測局のうち、リガオ町の雨量局およびバト湖の水位局は、既設のピコール川流域洪水予警報システムに属する局の改訂を意味する。

### iii) 高潮

高潮は、台風にもなう暴風によって起る。フィリピン領域に入った台風の経路、予想位置、風向、風速等の情報は、気象庁マニラ本部に集められる。レガスピ气象台では、マニラより伝達された台風情報を基に、その後の風向、風速を予知することができる。したがって、既存の単純なSSB回線を改良し、気象庁マニラ本部とレガスピ气象台との間の通信網を強化する必要がある。

水文学解析の結果、台風の目の位置、経路および発生した月が、豪雨の量および強度を左右する大きな要因であると考えられる。計画地域を南東から北西にぬける台風が、最も激しい雨を降らせている。また、台風目のレガスピ市の南東500~700kmの海上に位置している時に、最も高強度の雨が降っている。台風経路のうち、南東から北東あるいは南東から南西にぬける台風は、あまり大量の雨をとまなっていない。したがって、ある時刻に台風の進路が予測できれば、それ以後の降雨をあらかじめ予想することができる。言い換えれば、2年確率の豪雨または累加雨量100mmの雨を、一定時間前に予知することが可能であるということである。

以上より、気象庁マニラ本部とレガスピとの間に、データ伝達システムを計画するものとした。計画地域内の雨量をより高い精度で予測するためには、ピコール川流域洪水予警報システムとの情報交換が最も有効であろう。

## (2) 警報発令の方法

災害の警報は、国防省地区事務所より各役所および計画地域内の住民に伝達される。国防省からの第一報により、各レベルの災害対策協議会が組織されるとともに、防災活動の指揮・命令系統が設定される。警報に基づき、災害対策協議会を構成する各役所は、災害準備綱領に従って活動をするようになる。また、住民はこの警報に従い、台風襲来時の災害に対し、避難および防災の準備を行う。

各災害ごとの警報発令方法の詳細は、次のようである。

### i) 土石流・泥流

まず初めに、既往の土石流・泥流と豪雨との関係から、危険雨量を下記のように提案する。この危険雨量は日本での経験を参考とした。(前述(i)に計画された観測所において)

- (a) 累加雨量 60mm
- (b) 累加雨量 80mm
- (c) 時間雨量 50mm
- (d) 10分間雨量 20mm

各レベルの警報を上記危険雨量を参考として、発令するものとする。

(レベル1) マヨン火山の近傍で危険雨量(a)が観測された場合には、気象台および国防省地区事務所に警報を発する。この警報は、予警報システムの親局で自動的に出される。気象庁および国防省の機関は、直ちに警戒体制に入り、雨量データの観測を注意深く行う。また、雨が降らなくても台風がフィリピン領域に入った場合には、気象庁および国防省は警戒体制をとる。

(レベル2) 危険雨量(b)が観測された場合には、気象庁と国防省は第2レベルの警報を各役所および住民に発する。避難作業を担当する役所は、直ちに災害救助活動の体制に入る。住民は家に待機し、避難の準備を行い、次の警報を注意深く待つ。

(レベル3) 危険雨量(c)または(d)が(b)にひき続いて観測された場合には、国防省は第3レベルの警報を計画地域内の住民および役所に発令する。全ての役所は災害対策協議会の指令に従って、災害救助活動を開始する。住



民は近くの避難センターに避難し、災害対策協議会からの次の指示を待つ。

## ii) 洪水氾濫

雨量、洪水および氾濫域等の記録から、洪水氾濫の危険条件を下記のように設定した。(前述(i)に計画された観測所において)

- (a) 2年確率豪雨(時間)
- (b) 5年確率豪雨(時間)
- (c) 1.5年確率洪水流量に相当する水位

(レベル1) 危険条件(c)が観測された場合には、公共事業・道路省および水資源委員会等の機関は、水位変動の観測を継続して行う。予警報システムに導入したデータ処理装置で、洪水流出のシュミレーションを実施する。その結果、2年確率洪水が予想される場合には、次の第2レベルの警報を発する。もし2年確率洪水に達しない場合には、避難担当の役所を除いて、警戒体制には移らない。住民は家で避難の準備をするとともに、次の情報を待つ。

(レベル2) 危険条件(a)および(c)が観測された場合には、国防省は各役所および住民に第2レベルの警報を発する。すべての役所は、災害対策協議会の指令に基づき、災害救助活動の体制に入る。

(レベル3) 危険条件(b)および(c)が観測された場合には、各役所は直ちに災害救助活動を開始する。住民は自らの命を守ることを最優先して避難を行う。

## iii) 高潮

高潮は台風によって発生するので、国防省は国際機関からの情報を入手するために、マニラとの通信網を強化する必要がある。国防省は気象庁と協力して、計画地域内の住民および役所に対し警報を発する。

## iv) 警報局の設立

ここに記述した災害の発生に対する危険条件は、いずれも限られた情報をもとに暫定的に定めたものであり、今後の詳細な予警報システム計画の検討によ

り、変更されるべきものである。特に、台風の情報と組み合わせることにより、効果的かつ精度の高い警報が確立できる。

警報局として、次の地点を提案する。

レガスビ地域 : 国防省レガスビ地区事務所、レガスビ市役所、サント・ドミンゴ、カマリグ、ドラガ、マクナグ、ボンガ、ミイシ、ブジャオ、キランガイおよびマラボグ  
マヨン火山北東地域 : ミセリコルディア、タバコ、マリナオおよびオソ  
リガオ地域 : リガオ、ギノバタン、オアス、リボン、サン・アグステン、ポランギ、ナシシおよびマサラワグ

上記警報局の他に、局を配置していない地区への警報活動を迅速に、かつ確実にを行うため、警報車を配置するものとして計画した。

### (3) 情報伝達システムの計画

予警報システム計画での情報伝達システムの検討に当っては、地形図を主体に検討しており、実際の予警報プロジェクトの実施の際には、事前に伝播試験を行い、既設局よりの干渉も考慮する必要がある。予警報システムの系統図を図-2.1.15および図-2.1.16に示す。

#### i) 150MHzバンド無線通信システム（テレメータ式観測システムに関して）

150MHzバンド無線通信システムは、雨量・水位観測所と各地域に設置される基地局間のテレメータ信号伝送のために設置される。各ホップのプロファイル・マップをサポーター報告書Ⅱに示す。これらのプロファイル・マップから明らかなように、各ホップの伝播状況は良好である。したがって、空中線高はいずれの局でも、20m以下で十分に機能を発揮するものと考えられる。レガスビ無線通信局では、飛行場の至近距離内に位置しているため、空中線高は10m以下で計画する必要がある。

#### ii) 400MHzバンド無線通信システム（警報システムに関して）

400MHzバンド無線通信システムは、警報局と各地域に設置される基地局間の音声信号伝送のために設置される。これらの基地局は、前述 150MHzバンド

無線通信システムの基地局も兼ねるものとして計画した。

各ホップのプロファイル・マップをサポートリング報告書Ⅱに示すが、伝播上問題となるホップはない。レガスビ無線通信局とカマリグ間のホップは、山岳回折型式のものが必要であるが、回線性能上の問題はない。

### iii) 800MHz バンド無線通信システム (多重送信システムに関して)

800MHz バンド無線通信システムは、各地域の基地局とレガスビ警報局間の音声信号およびテレメータ信号を電送するために設置される。当無線通信システムの電送能力は、電話チャンネル24CHであり、通信の幹線として高性能なサービスの提供が可能である。各ホップのプロファイル・マップおよび雑音性能は、サポートリング・レポートⅡに示すように回線性能上問題はない。

なおレガスビ地域の基地局であるレガスビ無線通信局と気象観測センターが設置されるレガスビ気象台とは、至近距離であるため通信ケーブルで連結するよう計画した。

ピコール川流域予警報システムで設置されたナガ(カマリガン)無線通信局と計画予定のリガオ無線通信局間の800MHz無線通信システムの検討は、地形図が不足しているため検討を省略した。しかし、ナガ無線通信局とリガオ無線通信局の間に、新たに中継局を1ヶ所設置すれば、伝播上特に問題はないと予想される。

## (4) 予警報システム機器

予警報システム計画での機器としては、テレメータ式観測システム用、警報システム用、多重送信システム用およびHF無線通信システム用のものに分類される。各局に設置される局内機器構成を図-2.1.15から図-2.1.19に示す。使用機器リストの詳細を、サポートリング報告書ⅠおよびⅡに示す。

### i) テレメータ式観測システム機器

システム系統図および機器構成図を図-2.1.15と図-2.1.17に示す。

(a) 気象観測センターに設置する機器

テレメータ式監視装置

本装置は、各観測所の機器の監視制御用として設置され、20観測所の監視制御が可能である。なおユニットを増加することにより、最大30ヶ所の観測所の監視制御も可能となる。

操作盤

本装置は、各観測所に対し定時的に、または随時に観測データを送信させる機能をもつ操作盤である。

ディスプレイ装置

本装置は壁面タイプで、各観測所より送信された水位、雨量記録をデジタル表示する。表示は観測データの他に観測月日、時刻、観測所名等も含む。本装置は20ヶ所の観測所のデータを表示できる。

C V C F 発電装置

本装置は商用電源停電時にも、瞬断なしにA C 電源を機器に供給する。入力はA C 220V、出力はA C 100Vであり、容量は5 KVA とした。

(b) 観測所に設置する機器

雨量計

雨量計は転倒枳タイプとした。この計測記録はテレメータ装置を経由して、気象観測センターに伝送される。

水位計

水位測定はウェル式とした。本装置は、フロートにより水位の増減を検知し、その変化量をアナログ/デジタル変換器によりデータ処理し、テレメータ装置を経由して気象観測センターに水位情報を伝送する。

テレメータ装置

本装置は、雨量計および水位計のデータをF/S信号に変換し、送伝機に送出す。また、気象観測センターより伝送されて来た制御信号を検知し、必要データを気象観測センターに伝送する。

無線通信機器およびアンテナ

本機の周波数バンドは150MHzであり、送信出力は、10W、3W、1Wの

いずれかを選択する。送信出力の決定に当っては、現地にて伝播試験を実施する必要があるが、この計画では余裕を見込んで10Wとした。アンテナはスリプタイプとした。

#### 局舎

雨量観測所は人家より離れた場所に設置される場合が多くなるので、シェルター・タイプの局舎とした。

#### 太陽電池電源

雨量、水位観測所の電源は、太陽電池で計画した。

### ii) 警報システム機器

多重通信システムの系統図および機器構成図を、図-2.1.16と図-2.1.18に示す。

#### (a) レガスビ警報局に設置する機器

##### MCAコントロール装置

レガスビ警報センターと町・村に設立された地区警報局間の通話回数は、台風の接近にともなう災害対策時以外は、極めて少ないと判断される。したがって、通信方式としてはマルチ・チャンネル・アクセス方式として計画した。

##### 警報車のコントロール装置

警報局と警報車（移動局）間および警報車間の通話は、各地区の基地局を経由して行う。本機は、これら基地局の無線機のコントロールを行う機能を有している。

##### 電話交換器

本機の設置により、警報局間の通話が可能である。幹線としては、レガスビ局に3チャンネル、リガオ局に3チャンネル、マヨン・レスト・ハウスに2チャンネルが収容される。増設分は30である。なお災害発生時に対処するため、手動交換台の設置を考慮した。

##### 遠隔監視装置

マヨン・レスト・ハウスを除き、レガスビ局およびリガア局は無入局であり、それらの機器の作動状況を遠隔監視するために本機を設置する。

(b) レガスビ局、リガオ局およびマヨン・レスト・ハウスに設置される機器

MCAシステム用無線通信機器

本機の周波数バンドは 400MHz バンドであり、送信出力は 5Wとした。

150MHz バンドの場合と同様、既設 400MHz バンドとの干渉の詳細検討および伝播試験の実施後、周波数、送信機出力、空中線型式等を決定する必要がある。

警報車用無線通信機器

本機の周波数バンドは、150MHz バンドとした。通信方式は単信方式とした。送信出力は通信相手が車両であるので、10Wとした。

(c) 警報局に設置する機器

通信制御装置

本機は無線機およびコントロール・ユニットより構成されている。コントロール・ユニットは、通信チャンネルの選択の機能を有する。空中線は八木式アンテナとした。

電源装置

警報局が設置される町・村の大部分は、商用電源の利用が可能であり、通信回数増大時にも対処できるよう、浮動充電方式電源とした。なお各警報局には、予備発動充電機を設置せず、長時間停電時には携帯用発動充電機をレガスビ、リガオ、タバコより輸送するものとした。

iii) 多重送信システム機器

本システムは、警報センター—レガスビ局—リガオ局—マヨン・レスト・ハウス間およびリガオ局—ナガ局（カマリガン）間に設置される。本システムでは最高、電話24チャンネルの伝送が可能である。各区間のチャンネル収容計画を図-2.1.19に示す。無線機の周波数は 800MHz バンドとし、送信出力は 5Wとした。電源供給は、全局が商用電源の利用が可能であり、かつ本システムは 24時間連続運用であるので、浮動充電方式を採用した。

iv) HF無線通信システム機器

HF無線通信機器は、気象庁マニラ本部、国防省マニラ本部、レガスビ气象台、国防省レガスビ地区事務所およびピラク局に設置される。無線機は 2.0MHz

～18.0MHz の周波数のものとした。送電出力は、A 3 J、A 3 A、A 1 モデル  
で 150W (PEP)、A 3 H モデルで 40W とした。電源は DC 24V である。ア  
ンテナは、マニラーレガスビ間は対数周期アンテナとし、リガオービラク間は  
3 バンド・ダイポールアンテナとした。

## 2.2 経済・社会におよぼすプロジェクトの効果

### 2.2.1 砂防プロジェクト

#### (I) 工事費の算定

##### i) 工事費積算の前提条件

砂防工事の工事費を、砂防施設の概略設計および工事工程に基づいて積算した。工事費積算にあたっては、フィリピン国内の施工条件たとえば入手可能な建設機械および資材、実施可能な施工方法、労働法規等を十分勘案した。工事費積算では、以下の前提条件および公共事業・道路省の積算手法により行った。

- (a) 労務費、資材費および機械費の基準価格は、1982年中旬の価格とした。
- (b) 為替交換比率は、1米ドル=8ペソ=240円とした。
- (c) 工事数量を、概略設計図面より算出した。
- (d) 輸入資機材のフィリピン国内価格には関税、税金を含めた。
- (e) 建設資材はフィリピン国内の市場より調達するものとしたが、鉄製品、鉄筋、セメント、油脂・燃料等については、外貨分および内貨分に分けて計上した。
- (f) 直接労務賃金は、アルバイ州での1982年中旬の労務賃金とした。
- (g) 機械費はC I F 価格をもとに、償却率、整備修理費率、維持管理費率を想定して算出した。
- (h) 工事費は、請負工事費、用地費、技術管理費、工事経費および予備費から構成されている。
- (i) 請負工事費には直接工事費、仮設工事費、管理費、利益および税金を含む。
- (j) 直接工事費には、労務費、資材費および機械費を含む。
- (k) 仮設工事費は、資機材の搬入・搬出、車両、事務所・宿舍等の建屋、工事用道路およびその他の仮設工事に要する費用で、直接工事費の10%として算定した。
- (l) 管理費および雑費は、それぞれ直接工事費と仮設工事費の合計の5%、1%として算定した。



- (h) 利益は、直接工事費、仮設工事費、管理費および雑費の合計の10%として算定した。
- (i) 税金は、直接工事費、仮設工事費、管理費、雑費および利益の合計の3%として算定した。
- (j) 工事着工前および工事期間中の地形測量、設計、土質調査、工事監理等の技術管理費は、請負工事費の10%として算定した。
- (k) 公共事業・道路省によって設立された当該プロジェクトの工事事務所の工事経費は、請負工事費の5%として算定した。
- (l) 工事に対する予備費は、請負工事費の15%として算定した。物価上昇による予備費は、物価上昇率を外貨分に対して7%、内貨分に対して13%として、年次別工事費支出表から算定した。

## ii) 工事費

砂防プロジェクトのうち、第1ステージ砂防工事の工事費総額は、1億6,150万ベソで、そのうち外貨分は4,400万ベソ、内貨分は1億1,750万ベソである。工事費内訳を表-2.2.1に示すとともに、次表にとりまとめた。物価上昇による予備費を、建設期間5ヶ年(1983年から1987年)の年次別工事費支出に基づいて算定した。

項 目	外貨分 (千ベソ)	内貨分 (千ベソ)
請負工事費	31,209	58,028
用地費	—	25
技術管理費	—	8,923
工事経費	—	4,462
予備費 工事	4,681	8,704
物価上昇	8,074	37,390
総事業費	43,964	117,532

年次別工事費支出算定にあたっては、フィリピン政府より提示された5年間の砂防予算を十分考慮して算定した。その年次別工事費支出計画を表-2.2.2に示す。工事費および単価の詳細な積算については、工事費積算報告書を参照されたい。

### iii) 経済評価に用いる事業費

第1ステージ砂防工事の経済評価に用いる事業費としては、前述工事費総額から請負業者の利益と税金、建設資機材にかかる税金、用地費および物価上昇による予備費を差し引いた額を計上した。経済評価用事業費の総額は9,290万ペソで、そのうち外貨分は3,170万ペソ、内貨分は6,120万ペソである。経済評価用事業費とその年次別費用支出計画を、表-2.2.3と表-2.2.4に示す。経済評価用事業費を次表にとりまとめた。

項目	外貨分(千ペソ)	内貨分(千ペソ)
請負工事費	27,542	43,966
用地費	—	—
技術管理費	—	7,152
工事経費	—	3,575
予備費 工事	4,132	6,595
物価上昇	—	—
総事業費	31,674	61,288

### iv) 維持管理費

第1ステージ砂防工事の年間維持・管理費を、一律0.5%として1982年中旬の基準価格で58万ペソと算定した。

### (2) 砂防プロジェクトの評価

本計画事業の経済性を評価するにあたり、基本方針を「計画事業の実施によって、計画対象地域で期待しうる効果を判定すること」に定めた。すなわち、計画対象地域における事業実施前後の経済・社会状態の変化を、計画事業実施によって発生す

る直接便益および間接便益の増加便益としてとらえる。便益・費用とも1982年基準価格で表し、1米ドル=8ペソの交換レートを用いた。

事業実施によって発生する増加便益に加えて、事業実施に付随する無形便益、社会経済におよぼす効果も十分に考慮する必要がある。

計画対象地域で期待される便益としては、家屋被害、土石流・泥流で埋没した水田の復旧費用、被害を受けたココナツ等農作物の再移植費および生産減少額、災害救助活動に要した費用、災害時の死傷者に対する医療費等の軽減額を考慮した。これらの各便益を表-1.3.3、表-2.2.5と表-2.2.6に示すとともに、増加便益の合計を表-2.2.8に示す。また、これらの便益に加えて、砂防工事を実施することにより期待できる土砂流出軽減便益も考慮した。この土砂流出軽減便益としては、砂防工事を実施しない場合の流出土砂量の浚渫に用する費用として計上した。この軽減便益を表-2.2.7に示す。

第1ステージおよび第2ステージ砂防工事を含み、全体計画での年被害軽減便益の算定額は506万ペソであるが、大部分の便益は直接的に第1ステージ砂防工事で期待できる。

第1ステージ砂防工事の経済評価に用いる事業の費用は計画全体で、表-2.2.8に示すように、9,300万ペソで、その維持管理費は58万ペソである。

事業の経済性評価を、内部収益率を指標として行うために、図-2.2.9に示すように、便益および費用の流れとしてとりまとめた。その検討結果を図-2.2.1に示した。第1ステージ砂防工事の内部収益率は、3.5%となる。直接便益を基に算定した経済評価の結果から明らかなように、単に経済性のみで砂防プロジェクトの妥当性を見出すことは困難である。

台風ダーリンによる災害により、マヨン火山とその周辺地域で死者・行方不明154人および死傷者107人、計261人の被害が記録された。そのうちの約60%にあたる159人が、土石流・泥流の災害により発生した。マヨン火山山麓の砂防計画対象地域には、36の村落が点在しており、約5万人の人々が生活を営んでいる。また、その対象地域に隣接して、レガスピ州都、グラガ、カマリグ、ギノバクンおよびリガオ等の市街地が存在している。計画対象地域に砂防工事が実施されなければ、土石流・泥流による災害から地域住民を防御することは不可能である。

この観点から、砂防プロジェクトを地域の社会安定を確保するために、社会事業として実施すべきである。砂防プロジェクトの実施にあたっては経済性の評価よりもむしろ無形の便益および社会におよぼす効果が重要である。砂防プロジェクトを実施することにより期待しうる効果としては、次のとおりである。

- (a) 人命の防御：1982年の土石流・泥流災害で52人もの人命が失われた。また、この災害により傷害を受けた者は、100人以上にも達した。これらの人命損失は、当然のことなら、砂防プロジェクトの実施により、大巾に減少することは明らかである。
- (b) 社会安定および民生安定：マヨン火山山麓の人々は、土石流・泥流による多大の被害を今でも被っている。これらの人々は、土石流・泥流災害の不安にさらされており、社会的不安および民生安定上問題となっている。砂防プロジェクトの実施により、地域住民の生活基盤を災害から強化することは明らかである。

上記の社会におよぼす効果により、地域の災害防止対策として、かつ地域の総合開発計画での基盤を強化するために、砂防プロジェクトは評価されるものである。また、砂防プロジェクトの実施により、地域住民のより良い生活環境が確保されるものである。

## 2.2.2 予警報システムプロジェクト

### (1) 工事費の算定

#### i) 工事費積算の前提条件

(a) 工事費を1982年中旬の基準価格で算定した。為替交換比率を1米ドル=8ペソ=240円とした。予警報システムの資機材は、全て税金が免除されるものとして積算した。

(b) 工事費の外貨分・内貨分の内訳は、次のとおりである。

#### (イ) 外貨分

- ・ 無線装置、搬送装置、電源装置、鉄塔、空中線装置、テレメータ装置、雨量計、水位計、広報用車輦、その他関連装置。
- ・ シェルター型式局舎設備。
- ・ 工事用資材およびその据付け作業。
- ・ 海上輸送費・保険。
- ・ 訓練および運用・保守の指導。
- ・ 技術管理費（コンサルタント・フィー）。

#### (ロ) 内貨分

- ・ 工事サイトまでの内陸輸送費。
- ・ 現地据付け作業。

(c) 次の工種については、フィリピンの本工事実施主管省庁が行うものとした。

本システム計画は、限定された情報および資料に基づいて立案されたものである。実際の施工場所の設定にあたっては、詳細な現地踏査および地形図により、さらに調査が必要である。

- ・ 観測所、警報局等の建設用地費、およびその土木工事。
- ・ 搬入路、工事用道路等の仮設用地費、およびその土木工事。
- ・ 局舎の増設、新設工事。
- ・ レガスビ局の通信ケーブル布設工事。
- ・ 観測所、警報局等の建設地点までの商用電源引込み工事。

## ii) 工事費

第1ステージ予警報システムの工事費は、外貨分13億9,400万円、内貨分225万3千ペソである。工事費およびその年次別工事費支出計画を表-2.2.10と表-2.2.11に示す。

項 目	外貨分 (千円)	内貨分 (千ペソ)
テレメータ式観測システム	156,802	—
警報システム	300,083	—
情報伝達システム	249,348	—
H F 通信システム	9,800	—
建設用資材費	93,560	—
機器据付け費	211,803	2,048
訓練費	27,000	—
維持管理費	73,000	—
技術管理費	145,676	—
予備費	126,707	205
総事業費	1,393,779	2,253

### (2) 予警報システムプロジェクトの評価

予警報システムプロジェクトは、総合的災害対策の一環として、社会事業として実施されるべきである。計画対象地域には、レガスピ州都、12の市町および307の村落が点在し、その総人口は約42万人である。対象地域内の災害の主要因は、土石流・泥流、洪水、高潮等で、社会経済に影響をおよぼしているとともに、死者、行方不明、損傷等の人命にも多大の被害をもたらしている。

予警報システムプロジェクトの実施により、直接便益あるいは間接便益もある程度は期待できるが、大部分の便益は次に示すように無形の効果である。

- (a) 計画対象地域内の人々に、事前に台風等の襲来予報をすることにより、強風による家屋被害を軽減する。

- (b) 予警報システムを確立することにより、大洪水の予報が可能となり、安全な、かつ円滑な避難活動が実施できる。
- (c) 計画対象地域に襲来する台風情報を、事前に人々に周知することにより、社会安定および民生安定上良好な結果をもたらす。
- (d) 警報システムで確立された通信ラインにより、関連機関の効率的な避難救助活動を促進する。
- (e) 砂防プロジェクトあるいは洪水防御プロジェクトの実施期間においても、この予警報システムにより、土石流・泥流、洪水による災害を事前に察知し、それらに起因した被害を最少減に防御することができる。

### III. プロジェクト実施計画





### Ⅲ. プロジェクト実施計画

#### 3.1 概要

砂防プロジェクトおよび予警報システムプロジェクトは、総合的防災対策の整備の一環として実施される必要がある。しかしながら、この2つのプロジェクトを、それぞれ単独の事業として実施することも可能である。

砂防プロジェクトには、第1ステージ砂防工事（建設期間5ヶ年）と第2ステージ砂防工事（建設期間3ヶ年）を含む。土石流・泥流による直接的な被害を防御するために、かつ計画対象地域の民生安定の観点より、第1ステージ砂防工事を早期に実施するべきである。第1ステージ砂防工事で建設する砂防施設は、次のものである。

- (a) キランガイ川の導流堤と4基の遊砂堤。
- (b) マサラワグ川の3基の遊砂堤。
- (c) ナンシ川の1基の床固ダムと2個所の床固。
- (d) アヌリン1川の1基の砂防ダム、2個所の床固、導流堤と5基の遊砂堤。
- (e) アヌリン2川の1基の砂防ダム、2基の遊砂堤。
- (f) ブジャオ川の2基の遊砂堤。
- (g) パワ・ブラボド川の1基の砂防ダム、1基の床固ダムと7基の遊砂堤。

予警報システムプロジェクトは、砂防工事対象地域を含み全計画地域内の住民に対し、土石流・泥流、洪水氾濫および高潮による予期せぬ災害発生に関する情報を適時適切に流し、警戒避難対策を効果的に行うために実施されるべきものである。予警報システムは、砂防工事あるいは下流域の河川改修工事の実施の有無にかかわらず、民生安定上、非常に効果的なものである。

予警報システムプロジェクトには、第1ステージ工事（建設期間3ヶ年）、第2ステージ工事（建設期間2ヶ年）と第3ステージ工事（建設期間2.5ヶ年）を含む。第1ステージ予警報システム工事を早急に実施することが望ましい。第1ステージ工事に含まれるシステム施設の建設には、必要最少限の雨量観測所、気象観測センサー、警報局、警報センサー、気象庁マニラ本部とレガスピ気象台間のHFシステムの改良がある。

### 3.2 砂防プロジェクト

#### 3.2.1 工事実施計画および工事工程

第1ステージ砂防工事は、フィリピンで通常行われている土木建設工事の実施方法を考慮して、競争入札方式によるフィリピン国内の建設業者によって施工されるべきである。

第1ステージ砂防工事の工事実施期間は、詳細地形測量、詳細設計、契約およびその他の準備作業を含めて、5年間とした。

第1ステージ砂防工事の建設は、1983年中旬から1987年下旬までの5年間にわたって完成するものとした。工事実施工程および各砂防施設の年次別建設順序を図-3.2.1に示す。

##### (1) 1年次砂防工事 (1983年)

1年次実施の砂防施設の詳細設計および契約書類の作成は1983年3月末に完了するものとして計画した。

移転補償および土地収容等の準備作業は、工事契約前に公共事業・道路省によって実施されるものとした。工事契約完了後、直ちに次の砂防工事の建設に着手する。

(a) アヌリン川：サルバシオン村および国道沿いの家屋を直接土石流・泥流災害から防護するためにNo.3およびNo.4遊砂堤を建設し、また緊急に上流域の河床の不安定土砂を抑制するために、No.1砂防ダムとNo.1床固を建設する。

(b) パワ・ブラボド川：台風ダーリンにより変化した河道を、緊急にもとの河道に固定して、直接的にマビニト村を防護するために、No.5およびNo.6遊砂堤を建設する。

1年次砂防工事と併行して、2年次砂防工事の詳細測量、詳細設計および契約書類の作成を1983年末までに完了する。

##### (2) 2年次砂防工事 (1984年)

1984年初旬に2年次の工事契約を完了し、次の砂防工事の建設に着手する。

(a) アヌリン川：No 1 砂防ダムとNo 3 遊砂堤を継続して完成し、ブジャオ村を防護する。これら遊砂堤群を完成することにより、河道の遊砂機能の増大を図る。

(b) パワ・ブラボド川：No 5 遊砂堤を継続完成する。No 5 およびNo 6 遊砂堤を補完して、No 3、No 4 およびNo 7 遊砂堤を建設して、遊砂堤群としての遊砂機能を増大させる。これらの遊砂堤群によって、マビニト村、ボンガ村、ブラボド村およびヤワ川本川への土石流・泥流による直接的な被害を防御するものとする。

(c) キランガイ川：標高 200m 付近で河道が左側に変化して、土石流・泥流がマリグ市街を直撃する恐れがあるので、流路を右側に固定するためにNo 2 砂堤を建設する。

3 年次砂防工事の詳細測量、詳細設計および契約書類の作成を1984年末までに完了する。

### (3) 3 年次砂防工事 (1985年)

1 年次および2 年次の砂防工事は、2 年次末に全て完了するので、新たに3 年次の砂防工事に着工する。

(a) アヌリン川：アヌリン村を直接防護するとともに、カバンガン村を保全するためにNo 1 導流堤を建設する。2 年次以前に完成した遊砂堤と一緒に遊砂機能を促進するために、No 1、No 2 およびNo 5 遊砂堤を建設する。

(b) パワ・ブラボド川：水系砂防上特に重要であり、上流の不安定土砂を安定させ、かつ土砂流出を抑制するために、No 1 床固ダムを建設する。

(c) キランガイ川：No 2 遊砂堤の効果をさらに促進するために、No 3 およびNo 4 遊砂堤を建設し、遊砂堤群としての機能を早期に確保する。

(d) ナシン川：水系砂防上特に重要であり、標高 280m から標高 200m 区間の河床不安定土砂を抑制するとともに、土石流の流下を抑止し、安全な状態で土砂を流下させる機能を確保するため、No 2 床固ダムを建設する。

4 年次砂防工事の詳細測量、詳細設計および契約書類の作成を1985年末までに完了する。

(4) 4年次砂防工事 (1986年)

- (a) アヌリン川：No 1 導流堤を継続完成する。上流の不安定土砂を抑制するとともに、流路が左方向に変化するのを防止するために、No 2 床固を建設する。
- (b) パワ・ブラボド川：No 1 床固ダムを継続完成する。また、水系砂防上特に重要であるNo 1 砂防ダムを建設する。
- (c) キランガイ川：前述遊砂堤群の効果による河道状況の変化を確認しつつ、No 1 遊砂堤を建設する。
- (d) マサラワグ川：台風ダーリンにより被害を受けた既設の土堰堤にかわる施設として、No 2、No 3 およびNo 4 遊砂堤を建設する。これらの施設で、直接的にマニラ村を防護するとともに、遊砂機能の確保および流路固定を図る。
- (e) ブジャオ川：ブジャオ村に対する土石流・泥流の災害を直接的に防護するために、No 4 遊砂堤を建設する。
- (f) ナシシ川：第3年次に継続して、No 2 床固ダムを建設する。

5年次砂防工事の詳細測量、詳細設計および契約書類の作成を1986年末までに完了する。

(5) 5年次砂防工事 (1987年)

- (a) アヌリン2川：水系砂防（流域砂防）上特に重要であり、長期的に土砂流出を防止するために、アヌリン2川上流にNo 1 砂防ダムを建設する。また、中流域の流路蛇行を規制するためにNo 1 およびNo 2 遊砂堤を建設する。
- (b) パワ・ブラボド川：No 1 砂防ダムを継続完成する。砂防ダムと床固ダムの設置による河状変化を確認しつつ、流路の左方向への蛇行を防止するために、No 1 およびNo 2 遊砂堤を建設する。
- (c) キランガイ川：No 1 導流堤を、河状変化をみて建設する。この施設もカマリグ市街への土石流・泥流による災害を防御するものである。
- (d) マサラワグ川：第4年次に継続して、No 2 からNo 4 の遊砂堤を建設する。
- (e) ナシシ川：不安定土砂を抑制調節するために、No 3 床固とNo 2 床固の右側部分を建設する。
- (f) ブジャオ川：バナデロ村を防護する目的で、No 3 遊砂堤の左側部分を建設す

る。

### 3.2.2 工事の実施体制

砂防プロジェクトの実施にあたっては、公共事業・道路省が主体機関として遂行するものとした。工事実施前に、公共事業・道路省は公共事業・道路省第5地域事務所と協同して、独立した工事事務所を設立するものとした。この工事事務所は、工事実施に伴うあらゆる業務、すなわち計画、設計、契約、工事監理等を責任をもって行う。工事事務所の構成は、公共事業・道路省から任命されたプロジェクト・マネジャ、同省の職員であるプロジェクト・エンジニアおよび同省によって雇用された技術者および職員である。

また、工事実施に際し、フィリピンのコンサルタントが全期間を通じて、工事事務所の指示のもとに技術的助言および技術サービスを行うものとした。技術サービス提供には、地形測量、計画、設計、契約書類の作成、契約作業、工事監理等の業務を含む。

砂防工事完成後、その砂防施設の維持管理は、公共事業・道路省第5地域事務所によって実施されるものとした。

工事事務所の組織を図-3.2.2に示す。

### 3.2.3 工事費の年次別支出

第1ステージ砂防工事実施にともなう総工事費の年次別工事費支出を、表-2.2.2に示すように計画した。また、年次別工事費支出を下表にまとめた。

#### 年次別工事費支出

工事年次	外貨分 (千ペソ)	内貨分 (千ペソ)	合計 (千ペソ)
1983年	4,590	10,936	15,526
1984年	7,151	17,803	24,954
1985年	9,144	23,655	32,799
1986年	10,072	27,529	37,601
1987年	13,005	37,611	50,616
合計	43,962	117,534	161,496

### 3.3 予警報システムプロジェクト

#### 3.3.1 工事实施計画および工事工程

予警報システムプロジェクトの第1ステージ工事には、予警報の緊急度を考慮した以下の工事を含む。予警報システムの建設は、国際的な競争入札方式で実施されるものとした。

本予警報システムを計画するにあたっては、かなりの不確定要素を含んで行った。まず第1に、予警報システムの運用・保守体制を明確にする必要がある。また水位観測所の建設は雨期に制約されることが予想されるので、この建設にかなりの期間を見込む必要がある。

工事工程表に示すように、システムの詳細設計および契約書類の作成業務を、予警報システム工事の建設開始前に終了することが望ましい。特に全プロジェクトを対象として行えば、総合的計画の面から効果的であろう。

無線通信経路に関する検討は、既存の地形図を主体に行っており、詳細設計段階では既設の無線通信システムとの干渉調査および伝播試験を実施し、最適な周波数を決定する必要がある。

第1ステージ予警報システム工事の工事实施期間は、3年間とした。工事实施工程を図-3.3.1に示す。

##### (1) 気象観測センター

各地区に設置された観測所から送信されて来た観測データを収集解析し、災害発生の危険が予測される場合、警報局に警報を発する。気象観測センターの設置場所としては、レガスビ市にあるレガスビ気象台が最適と思われるが、局舎スペースが不足するので同局舎の増築が必要である。

##### (2) 雨量観測所

雨量観測所の設置場所は、マヨン火山山腹とした。設置箇所数は同火山の第1から第4象限に、各1ないし2ヶ所ずつとした。これらの局舎は、工期短縮を考慮シェルター型式のものとした。

### (3) 警報センター

災害の予測される町・村に対する避難発令および災害時の対策指示のためにも、レガスビ市に警報センターを設置することが望ましい。警報センターを国防省レガスビ地区事務所に設置することが最適と思われるが、同局舎はスペースあるいは構造上不適当であり、別の場所に新たに建設する必要がある。

### (4) 警報局

災害の予測される町・村には警報局を設置し、地域住民に対する警報伝達を行う。第1ステージでは、特に災害発生危険度の高いと思われる地区があるマクナグ村、リガオ町、リボン町に警報局を設置するよう計画した。上記警報局の他に、災害発生時に警報センターとレガスビ市内の政府機関との連絡のために、これら各機関内にも警報局を設置する。警報局を設置する機関としては、レガスビ市内の2ヶ所を計画した。

### (5) 警報車

警報局より、当該地域の住民に対する避難発令等の警報伝達は、住民が広範囲に散在しているため非常に困難と思われる。レガスビ市、リガオ町およびタバコ町に、広報用スピーカと無線機を搭載した車輛を配置するものとした。これらの警報車は、住民に対する警報伝達、および災害発生時にその被害状況を警報センターに報告することを目的として使用される。警報車はレガスビ市に4台、リガオ町およびタバコ町に各2台として計画した。

### (6) HF無線通信施設の更新

現在、レガスビ気象台および気象庁マニラ本部には、HF無線機が設置されており、情報の交換を行っている。しかし、その無線機は老朽化しており、また外来電波による干渉のため、十分な通信が行われていない。したがって、これら2ヶ所の無線機および空中線等の設備更新を計画した。



#### (7) UHF/VHF無線通信局

各観測所と気象観測センター間および各警報局と警報センター間を接続するため、UHF/VHF無線通信局の設置を計画した。

### 3.3.2 工事の実施体制

現在計画地域内には、予警報システムは設置されていないので、計画された予警報システムの運用・保守・維持・管理に際しては、まず運用、保守の組織体制の早期確立、運用・保守要員の早期の訓練が必要である。

工事の実施は、国際的な競争入札による契約方式で行うものとした。ただし、その他の必要な準備工事については、フィリピンの本工事实施主管省庁が実施するものとした。フィリピン側が実施すべき工事は次のものである。

- (a) 観測所、警報局等の建設に必要な用地、その整地作業およびフェンス等の土木工事。
- (b) 搬入路および工事用道路等の土地収容、補償および土木工事。
- (c) レガスビ局の通信ケーブル布設工事。
- (d) 観測所、警報局等の建設地点までの商用電源引き込み。

本工事の実施にあたっては、円滑な工事進捗を図るためにも、経験豊富な外国のコンサルタントの参加が必要である。特に、予警報システムには、気象観測システムのみならず各種災害対策用通信設備の建設が含まれているので、従来の気象観測システムのみでの経験では不十分と思われる。

### 3.3.3 工事費の年次別支出

第1ステージ予警報システム工事実施に伴う総工事費の年次別工事費支出を表-2.2.11に示すように計画した。また、年次別工事費支出を下表にまとめた。

#### 年次別工事費支出

<u>工事年次</u>	<u>外貨分 (千円)</u>	<u>内貨分 (千ペソ)</u>
第1年次	55,000	—
第2年次	508,899	—
第3年次	829,880	2,253
合計	<u>1,393,779</u>	<u>2,253</u>



## IV. 勸告



## Ⅳ. 勸 告

事業を効果的に実施するにあたり、基本計画の再検討、緊急砂防計画の立案および予警報システム計画の検討等を通して、特に次の事項を勧めるものである。

### 1. 気象水文資料の収集

基本計画の再検討作業において、既存の気象水文資料は十分な技術的解析を行うには、かならずしも満足すべきものではなかった。より詳細な水文の検討解析のためには、予警報システム計画で設定された観測所を早期に建設し、資料収集の強化を図る必要がある。

### 2. 砂防プロジェクト

砂防計画の再検討の結果、直接的な土石流・泥流の被害を防御するために、特に第1ステージ砂防工事の早期実施を勧めるものである。

計画された年次別の各砂防施設は、遅延することなく実施されるべきである。この砂防工事を効果的に実施するにあたり、早期に工事事務所を設立する必要がある。

砂防工事は長期間にわたり実施されるものである。本砂防計画は、現状の河道状況および台風ダーリンによる災害状況を考慮して立案されたものである。したがって、豪雨あるいは予期せぬ土石流・泥流により地形条件が変化した場合には、砂防工事の着工前およびその建設期間中でも、適時適切にその砂防計画・設計を修正して実施する必要がある。

### 3. 河川改修工事

河川改修工事は、洪水被害軽減便益と土地かん養便益等を考慮して、基本計画に基づいて実施されることが望ましい。

基本計画の再検討を通して、緊急洪水防御工事としてオアス放水路、タグポーカバシショートカット、ギノバタン市街地の河川改修、タガス川の河川改修、ピナタガン橋付近の河道拡巾、リガオークパコ国道橋付近の河道拡巾等を、公共事業・道路省の河川改修計画の範囲の中で実施することを勧める。

#### 4. 予警報システム

本予警報システム計画は、限定された情報および資料に基づいて立案されたものである。したがって、実際にシステム建設を実施する前に、水文および予警報システムに関して、特に次の項目について詳細に検討を行う必要がある。

- (1) 計画対象地域内の雨量と台風の関係
- (2) 雨量と土石流・泥流との関係
- (3) 洪水流出解析
- (4) 洪水追跡解析
- (5) 警報組織の設立
- (6) 新設避難センターの設定
- (7) 予警報システム計画およびその機器の詳細計画

予警報システムプロジェクトの実施にあたっては、段階的計画を考慮するとともに、砂防工事の進捗に合わせて、各ステージのシステム機器を設置する必要がある。

#### 5. 避難区域と緊急避難場所

避難区域と緊急避難場所を、航空写真判読に基づいた危険分析で暫定的に選定した。これらの区域の最終的な決定にあたっては、公共事業・道路省、国防省、災害対策協議会、気象庁、火山委員会等の関係機関の協議のもとに行う必要がある。また、これらの区域設定の基準を満足する地点を選定するための詳細な現地踏査、既設避難センターとの関連、本計画で立案された予警報システムとの関連、住民の防災意識等について、さらに詳細な調査検討が必要である。

#### 6. 水源保全

砂防工事を捕うものとして、かつ流域保全の機能をさらに増加するために、マヨン火山山麓の再植林を積極的に考慮すべきである。

私有地あるいは公有地にかかわらず、森林伐採を禁上すべきである。計画対象地域内で森林伐採が行われた場合には、組織的な再植林を義務づけるべきである。特に、計画性のない伐採を規制するとともに、造林および再植林を積極的に進めるために、関係機関によって必要な方策がとられるべきである。

マヨン火山山麓に広がる広大なコゴン草原は、砂防にとっては好ましくない状況にあるので、土壌侵食を防止するために積極的に植樹を実施すべきである。フィリピンでの実績から、樹種としてはアゴホやジャイアントイビルーイビルが適当と思われる。



