

フィリピン共和国

マヨン火山砂防基本計画調査

主報告書

1981年3月

国際協力事業団



フィリピン共和国

# マヨン火山砂防基本計画調査

## 主報告書

JICA LIBRARY



1045623[4]

1981年3月

国際協力事業団

本報告書は、次に示す表題の二巻より構成  
されている。

1. 主報告書
2. サポートイング報告書（英文）

国際協力事業団	
受入 月日 '84 4.24	118
	55.3
登録No. 03908	SDS

## 序

## 文

日本政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国マヨン火山砂防基本計画調査を行うことを決定し、その実施を国際協力事業団に委託した。事業団は1980年6月23日より8月30日までの期間、吉松昭夫氏を団長とする調査団を同国へ派遣した。

調査団はフィリピン共和国政府関係機関の方々と討議し、同国アルバイ州とレガスピ市において現地調査を実施した。本報告書は調査団が帰国後調査検討を行い、その成果を取りまとめたものである。

本報告書がフィリピン共和国の発展に寄与するとともに、両国の友好親善の一助となれば誠に喜ばしいことである。

最後に、調査団がフィリピン共和国の政府関係機関の方々から載いた熱意ある支援と協力に対し、心より感謝の意を表わすものである。

1981年3月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔



## 要 約

### A 全 般

1. ルソン島南東部に位置するマヨン火山(標高2,469m)は、およそ10年に1度の割合で周期的な噴火を起こしている。マヨン火山周辺およびキナリ(A)川流域は、そのマヨン火山の噴火に直接または間接的に帰因する土砂被害と洪水被害を被っている。

これらの被害を防御するための砂防および洪水防御事業の実施はこの地域の住民の永年の願望である。1979年のペバン台風による洪水被害額は、約13.4百万ペソであった。

2. 1977年に本件調査について、フィリピン国政府より日本政府に要請が出された。これに基づいて、本調査は日本政府調査団により、2度にわたり実施された。第1次調査はフィリピン国政府の要請により、1979年および1980年にわたり、ヤワ川支流のパワ・ブラボド川の砂防施設に関する詳細設計であり、第2次調査すなわち本調査は、砂防および洪水防御基本計画の立案である。

3. 砂防および洪水防御基本計画は、キナリ(A)川、キナリ(B)川およびヤワ川の主要3河川に対して立案した。

4. 全ての砂防および洪水防御計画には当該地域の重要度、フィリピンの他の河川の計画および日本の建設省河川砂防技術基準等を考慮し、50年確率洪水規模を採用した。

5. キナリ(A)川流域およびキナリ(B)川流域に対しては、砂防および洪水防御事業の一環として、土地利用の高度化を目的とした農業開発計画を立案した。

6. 当該地域の警報・避難システムについては、1976年9月6日に国防省国防部により策定された災害準備計画(Calamities and Disaster Preparedness Plan)に、さらに気象・水文監視、予測システムを付帯したシステムを作成するよう提案した。

7. 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、公共事業省の積算手法により行っ

た。

8. 実施計画は、今後行うべき調査や設計、また基本計画の各種工事の建設工程についても検討している。

#### B キナリ(A)川砂防および洪水防御基本計画

1. 砂防基本計画は、荒廃の著しいキランガイ川、ツンバ川、マニニラ川、マサラワグ川、オグソン川(ナボントン・クリーク)およびナシン川の6溪流に対し、50年確率洪水時に想定される土石流および土砂流を抑制・調節することを目的とし、それぞれの影響地区の重要度を考慮して立案した。(図-4.3.1および4.3.2参照)

1) キランガイ川に対しては6基の遊砂堤と3基の遊砂突堤を設置して、遊砂を促進させる計画とした。これらの施設により、計画基準点での流出土砂量は50年確率洪水に対して、 $260,100\text{ m}^3$ から $78,200\text{ m}^3$ に減少する。

2) ツンバ川に対しては、15ヶ所にココナツ幹の柵工を用いた床固工を設置して、溪床および溪岸の侵食を軽減する計画とした。これにより、計画基準点での流出土砂量は $43,780\text{ m}^3$ から $26,900\text{ m}^3$ に減少する。

3) マニニラ川に対しては、石詰砕工による床固工を9ヶ所に設置して、溪床および溪岸の侵食を軽減する計画とした。これにより、計画基準点での流出土砂量は $94,000\text{ m}^3$ から $36,700\text{ m}^3$ に減少する。

4) マサラワグ川に対しては、上流に13基の遊砂堤と3基の遊砂突堤を配置して、現在の自然遊砂地の機能を増大させるとともに、下流では9ヶ所に石詰砕工による床固工を設置して、河道の安定を図る計画とした。これにより、計画基準点での流出土砂量は $276,800\text{ m}^3$ から $65,300\text{ m}^3$ に減少する。

5) オグソン川(ナボントン・クリーク)に対しては、上流に6基の遊砂堤と9基の遊砂突堤を設置して、現在の自然遊砂地の機能を増大させるとともに、下流では河道安定のため、2基の床固ダムと3基の床固を計画した。これにより、計画基準点での流出土砂量は $140,500\text{ m}^3$ から $28,500\text{ m}^3$ に減少する。

6) ナシン川に対しては、上流に2基の床固ダムを設置して流出土砂の抑制および調節を行い、床固ダム下流部には3基の遊砂堤と23基の水制および延長 $2,350\text{ m}$ の堤防を設置して、河道内に大規模な遊砂地を計画した。さらに、リガオータバコ国道の越流型ポッ

クス・カルバートの改修を行うとともに、4ヶ所の水制および床固工を設置して、河道を安定させ、遊砂能力の増大を図る計画とした。これら一連の工事により、計画基準点での流出土砂量は $1,128,700\text{ m}^3$ から $107,400\text{ m}^3$ に減少する。

2. 河川改修区間は、現況河道の流下能力と影響地区の重要度を考え、以下のように選定した。(図-4.3.17および4.3.18参照)

(i) 本川 - バト湖よりSta. 27+500まで(27.5 km区間)

(ii) タリサイ川 - 本川合流点よりSta. 13+700まで(13.7 km区間)

(iii) ナンシ川 - 本川合流点よりリガオータバコ国道橋まで(7.6 km区間)

1) 河道の線形設計に際しては、2つのルート比較案を検討し、経済的なルートの選定を行った。概算工事費(物価上昇を含まない)はI案では656百万ベソ、II案では832百万ベソと見積られ、最終的にI案を計画案として採用した。(図-4.3.15参照)

2) 設計洪水量は50年確立洪水ピーク流量とした。本川では $1,730\text{ m}^3/\text{sec}$ から $4,260\text{ m}^3/\text{sec}$ 、タリサイ川では $1,970\text{ m}^3/\text{sec}$ から $1,980\text{ m}^3/\text{sec}$ 、ナンシ川では $920\text{ m}^3/\text{sec}$ から $1,660\text{ m}^3/\text{sec}$ の範囲である。(図-4.3.14参照)

3) 河道平面線形はオアスを除き、できるだけ現状に沿うようにした。オアスでは人口密集地を避けて、新河道を建設する計画とした。

4) 河道縦断は河床勾配の平衡を保持するため、できるだけ現河床に沿うように計画した。計画河床勾配は本川では $1/1,550$ から $1/550$ 、タリサイ川では $1/1,000$ から $1/800$ 、ナンシ川では $1/400$ から $1/130$ の範囲である。(図-4.3.19から4.3.21参照)

5) 河道横断形はナンシ川を除いてすべて複断面で設計した。ナンシ川については鉄道の桁高で制限を受けること、および本河道区間が砂防との遷移区間にあたることから単断面とした。

計画河道幅は本川では200 mから450 m、タリサイ川では180 mから200 m、ナンシ川では80 mから160 mの範囲である。(図-4.3.22参照)

6) 堤防は法勾配1:2、余裕高1 mから1.2 m、天端幅4 mから5 mの断面とし、法面には筋芝工を施す計画とした。

7) 排水施設としては、内水排除のため高さ2 m、幅2 mの樋門を本川に3ヶ所、タリサイ川に3ヶ所、そしてナンシ川に1ヶ所設置するものとした。

3. 砂防および洪水防御計画に関連して、かんがい2期作面積の拡張、現かんがい組織の統合、および施肥の増加を基本方針とする農業開発計画を立案した。

1) かんがい開発計画としては、既存の19のかんがい組織を3つの新かんがい組織に統合し、かんがい面積を現在の3,640 haから6,350 haに増加させる計画とした。(図-4.3.2.3参照)

2) 既設の4つの頭首工のうち、1基は取水設備を改修することにより利用可能である。さらに、可動堰付きの2基の頭首工を新設する計画とした。

3) 新かんがい組織の用水路網を完備するため、総延長76 kmの幹線用水路と支線用水路を、既設の幹線および支線用水路に連結する計画とした。また、総延長49 kmの既設の幹線および支線用水路とその関連構造物の改修も計画した。

3次および小用水路に関しては、可能な限り既設の用水路を利用するものとした。

4) 排水路網については、自然河川を排水路として利用するとともに、総延長12 kmにわたる幹線および支線排水路を新設する計画とした。さらに、水田に対しては総延長254 km(40 m/ha)の3次および小排水路を設置する計画とした。

5) 農業開発計画は、2,710 haの天水田をかんがいし、全計画かんがい面積6,350 haにかんがい年2作を導入する。また、現在70 kg N/ha程度の施肥を乾期100 kg N/ha、雨期80 kg N/haに増加する計画とした。

6) この農業開発計画により、穀の生産量は乾期では現状の約3.8 ton/haから5.0 ton/haに、また雨期では約3.5 ton/haから4.5 ton/haへ増加が見込める。

4. 本事業の全体工事期間は10年で計画した。砂防工事は10年、河川改修工事は10年、そしてかんがい工事は4年とした。(図-5.2.1参照)

5. 総工事費は、物価上昇に対する予備費と工事に対する予備費を含めて、1,087.5百万ペソと見積った。その内訳は、砂防工事は81.7百万ペソ、河川改修工事は923.2百万ペソ、そしてかんがい工事は82.6百万ペソである。(外貨分388.7百万ペソ、内貨分698.8百万ペソ)

6. 直接年便益としては、洪水被害軽減による16.0百万ペソと土地利用の高度化による29.6百万ペソ、合計45.6百万ペソが期待できる。

7. 本事業の内部収益率は6.9%とあまり高くはないが、本事業実施によりもたらされるであろう雇用機会の増大、地域経済の振興、社会不安の除去、民生安定等の計量できない便益や、また人口の密集したいくつかの市を洪水から解放できることを考えて、本事業は実施すべきである。

#### C キナリ(B)川砂防および洪水防御基本計画

1. 砂防基本計画はブアング川とブアング川の影響を受ける本川上流部に対し、50年確率洪水時に想定される土石流および土砂流を抑制・調節することを目的として、それぞれの影響地区の重要度を考慮して立案した。(図-4.4.1参照)

1) ブアング川に対しては、4ヶ所の床固工と2基の遊砂堤を設置して、浸食の軽減および河床の安定を図る計画とした。

これらの施設により、計画基準点での流出土砂量は50年確率洪水に対して、211,800 m<sup>3</sup>から67,800 m<sup>3</sup>に減少する。

2) 本川上流部に対しては、有効高8mの砂防ダムを1基設置して、流出土砂の抑制および調節を図る計画とした。これにより、ダムサイトでの流出土砂量は319,700 m<sup>3</sup>から119,700 m<sup>3</sup>に減少する。

2. 河川改修区間は現況河道の流下能力と影響地区の重要度を考え、以下のように選定した。

(図-4.4.5参照)

(i) 本川 - 河口よりオゴブまで(11.3km区間)

(ii) サンフランシスコ川 - 本川との合流点よりサンアントニオのリガオータバコ国道橋まで(6.5km区間)

(iii) サンビセンテ川 - 河口よりサンビセンテのリガオータバコ国道橋まで(4.0km区間)

1) 設計洪水量は50年確率洪水ピーク流量とした。本川では1,930 m<sup>3</sup>/secから2,420 m<sup>3</sup>/secの範囲であり、サンフランシスコ川およびサンビセンテ川では、それぞれ460 m<sup>3</sup>/secと270 m<sup>3</sup>/secである。(図-4.4.4参照)

2) 河道平面線形はできるだけ現河道に沿うようにした。

3) 河道縦断は河床勾配の平衡を保持するため、できるだけ現河床に沿うように計画した。計画河床勾配は、本川では1/1,200から1/80の範囲であり、サンフランシスコ川は1/190、サンビセンテ川は1/100とした。(図-4.4.6参照)

4) 河道横断形は本川は複断面とし、サンフランシスコ川およびサンピセンテ川は単断面とした。計画河道幅は本川では150mから270m、サンフランシスコ川は64m、そしてサンピセンテ川は42mである。

5) 堤防は法勾配1:2、天端幅4mから5m、余裕高1mから1.2mの断面とし、法面には筋芝工を施す計画とした。

3. 砂防および洪水防御計画に関連して、かんがい二期作面積の拡張、現かんがい組織の統合、および施肥の増加を基本方針とする農業開発計画を立案した。

1) かんがい開発計画としては、既存の9のかんがい組織を1つの新かんがい組織に統合し、かんがい面積を現在の560haから2,400haに増加させる計画とした。(図-4.3.2.3参照)

2) 河道堰付きの1基の頭着工を、マリナオ山に源を発するソア川と本川との合流点より2km下流に新設する計画とした。

3) 総延長2.8kmの幹線および支線用水路を既設の用水路網に連結する計画とした。また、既設の用水路を用水路網の末端水路としてできるだけ利用する。

4) 排水路網については、自然河川を排水路として利用するとともに、総延長2kmの幹線および支線排水路を新設する計画とした。さらに、水田に対しては総延長9.6km(40m/ha)の3次および小排水路を設置する計画とした。

5) 農業開発計画は1,030haの天水田をかんがいし、全計画かんがい面積を2,400haとし、かんがい年2作の稲作を導入する。

また、現在70kg N/ha程度の施肥を乾期100kg N/ha、雨期80kg N/haに増加する計画とした。

6) この農業開発計画により、籾の生産量は、乾期では現状の約3.8ton/haから5.0ton/haに、また雨期では約3.5ton/haから4.5ton/haへ増加が見込める。

4. 本事業の全体工事期間は8年で計画した。砂防工事は1年、河川改修工事は8年、そしてかんがい工事は3年とした。(図-5.2.1参照)

5. 総工事費は物価上昇に対する予備費と工事に対する予備費を含め、338.6百万ペソと見積った。その内訳は、砂防工事は3.2百万ペソ、河川改修工事は302.0百万ペソ、そし

てかんがい工事は33.4百万ペソである。(外貨分130.0百万ペソ、内貨分208.6百万ペソ)

6. 直接年便益としては、洪水被害軽減による1.6百万ペソと土地利用の高度化による11.4百万ペソ、合計13.0百万ペソが期待できる。

7. 本事業の内部収益率は4.5%と多少低いが、本事業実施によりもたらされるであろう雇用機会の増大、地域経済の振興、社会不安の除去、民生安定等の計量できない便益や、またマリナオ市を洪水から解放できることを考えて、本事業は実施すべきである。

#### D ヤワ川砂防および洪水防御基本計画

1. 砂防基本計画はアヌリン川、ブジャオ川およびパウ・ブラボド川の3溪流に対し、50年確率洪水時に想定される土石流および土砂流を抑制・調節することを目的とし、それぞれの影響地区の重要度を考慮して立案した。(図-4.5.1参照)

1) アヌリン川に対しては、5ヶ所の床固工を設置して、土砂生産と流出土砂の抑制および調節を行う計画とした。これらの施設により、計画基準点での流出土砂量は50年確率洪水に対し、415,600 $\text{m}^3$ から68,600 $\text{m}^3$ に減少する。

2) ブジャオ川に対しては8基の遊砂堤と6基の遊砂突堤を設置して、既存の広大な自然遊砂地を活用する計画とした。これにより、計画基準点での流出土砂量は234,600 $\text{m}^3$ から51,800 $\text{m}^3$ に減少する。

3) パウ・ブラボド川に対しては、1979年に第1次調査団が砂防計画を行った。すなわち、上流部に1基の砂防ダムを設置して、土砂流出の抑制および調節を図るとともに、その直下流区間には河床の安定を目的とした7基の床固工を計画した。さらに、その下流では7基の遊砂堤を設置して、既存水路や下流河川への土砂の流出の抑制および調節を図る計画とした。これにより、計画基準点での流出土砂量は440,900 $\text{m}^3$ から58,800 $\text{m}^3$ に減少する。

2. 河川改修区間は、パウ・ブラボド川と本川との合流点直下流地点より河口までの本川の2.3km区間とした。(図-4.5.7参照)

1) 設計洪水量は50年確率洪水ピーク流量2,150 $\text{m}^3/\text{sec}$ とした。(図-4.5.6参照)

2) 河道平面線形はできるだけ現河道に沿うようにした。

3) 河道縦断は現状のままとした。現況の河床勾配は $1/1,000$ から $1/300$ の範囲である。(図-4.5.8参照)

4) 河道横断形は複断面とした。低水路部は現状のままとし、築堤により高水敷部を形成するものとした。計画河道幅は $150\text{m}$ から $190\text{m}$ の範囲である。(図-4.5.9参照)

5) 堤防は法勾配 $1:2$ 、天端幅 $5\text{m}$ 、余裕高 $1.2\text{m}$ の断面とし、法面には筋芝工を施す計画とした。

3. 本事業の全体工事期間は8年で計画した。砂防工事は6年、河川改修工事は4年とした。(図-5.2.1参照)

4. 総工事費は物価上昇に対する予備費および工事に対する予備費を含め、 $80.7$ 百万ペソと見積った。その内訳は、砂防工事は $34.9$ 百万ペソ、河川改修工事は $45.8$ 百万ペソである。(外貨分 $24.5$ 百万ペソ、内貨分 $56.2$ 百万ペソ)

5. 直接年便益としては、洪水被害軽減による $2.6$ 百万ペソが期待できる。

6. 本事業の内部収益率は $3.8\%$ と多少低いが、本事業実施によりもたらされるであろう雇用機会の増大、地域経済の振興、社会不安の除去、民生安定等の計量できない便益や、また、事業地域内にあるレガスピ市がアルバイ州の州都であり、政治的にも重要である点を考えて、本事業は実施すべきである。

#### E 結論および勧告

計画全体の内部収益率は $5.4\%$ となり、事業効果を採算面のみに限定して検討するならば、経済性が高いとは判定できない。しかしながら、本事業の実施に伴い、雇用機会の増大、地域経済の振興、社会不安の除去、民生の安定等の間接的あるいは無形の効果が十分に期待でき、フィリピン国内の水準より立ち遅れているピコール地域の生活水準の向上を目的として、本事業を早期に実施すべきである。

事業を効果的に実施するにあたり、特に次の事項を勧めるものである。

(1) 現地材料の使用および簡単な構造物の採用

- (2) 十分な気象・水文資料の収集
- (3) 水源保全と植林の奨励
- (4) 河道内の骨材採取場の選定および管理
- (5) 技術専門家による指導
- (6) 模型試験の実施
- (7) パイロット工事の実施

F プロジェクトの概要

1. 水文および地形学

	河 川 名		
	キナリ(A)	キナリ(B)	ヤ ワ
流域面積	5 2 4 km <sup>2</sup>	1 5 8 km <sup>2</sup>	7 4 km <sup>2</sup>
河川の全長	5 7 km	3 1 km	1 7 km
年平均降雨量	2,400 mm (ギノバタン)	4,200 mm (マリナオ)	3,300 mm (レガスビ)

2. 砂防施設

	河 川 名		
	キナリ(A)	キナリ(B)	ヤ ワ
砂防ダム	—	1	1
遊砂堤	2 8	—	1 5
導流堤	1 5	—	—
床固工(柵工)	1 5	—	—
床固工(棒工)	1 8	—	—
床固工(練石積工)	1	—	—
床固ダム	4	—	—
床固および遊砂堤	—	4	—
床固工	—	—	1 2
袖部：遊砂堤			
本体：棒工			
護岸工	2 6 0 m	—	—
床固	3	—	—
水制工	2 3	—	—
水制工および床固	4	—	—
堤防	2,350 m	—	—
掘削	800 m	—	—

3. 砂防計画対象土砂量

(単位:  $10^3 m^3$ )

	河 川 名		
	キナリ(A)	キナリ(B)	ヤ ワ
流出土砂量(砂防施設が無い場合)	1,943.8	319.7	1,091.1
許容流砂量	350.7	143.7	213.4
超過土砂量	1,593.1	176.0	877.7
流出土砂量(砂防施設がある場合)	321.5	119.7	179.2
計画調節土砂量(減少率)	1,622.3 (83%)	200.0 (63%)	911.9 (84%)

4. 河川改修工事

	河 川 名		
	キナリ(A)	キナリ(B)	ヤ ワ
改 修 区 間	4.88km	2.49km	2.3km
計画高水流量	920-4,260 $m^3/sec$	270-2,420 $m^3/sec$	2,150 $m^3/sec$
計画河床勾配	1/130-1/1,550	1/80-1/1,200	1/300-1/1,000
河 道 幅	80-450m	42-270m	150-190m
堤 防			
法 勾 配	1:2	1:2	1:2
天 端 幅	4-5m	4-5m	5m
余 裕 高	1.0-1.2m	1.0-1.2m	1.2m
横 断 形	単断面および複断面	単断面および複断面	複 断 面
樋 門	7地点(2m×2m×26 門)		

5. 農業開発計画

	河 川 名		
	キナリ(A)	キナリ(B)	ヤ ワ
かんがい面積			
現 況	3,640 ha	1,370 ha	400 ha
計 画	6,350 ha	2,400 ha	—
堰(新設)	2	1	—
取水施設(新設)	3	1	—
かんがい用水路			
幹線用水路	45 km	11 km	—
支線用水路	80 km	41 km	—
排 水 路			
幹支線排水路	71 km	45 km	—
小排水路	238 km	95 km	—
排 水 樋 門	7	4	—
施 肥 量			
現 況	70 kg N/ha	70 kg N/ha	—
計 画			
乾 期 作	100 kg N/ha	100 kg N/ha	—
雨 期 作	80 kg N/ha	80 kg N/ha	—
単 位 収 量			
現 況			
乾 期 作	3.8 t/ha	3.8 t/ha	—
雨 期 作	3.5 t/ha	3.5 t/ha	—
計 画			
乾 期 作	5.0 t/ha	5.0 t/ha	—
雨 期 作	4.5 t/ha	4.5 t/ha	—

6. 工 事 費

	河 川 名			合 計
	キナリ(A)	キナリ(B)	ヤ ワ	
1. 請負工事費				
直接工事費 (百万ペソ)	4 2 9.7	1 4 6.6	3 5.7	6 1 2.0
仮設工事費 (百万ペソ)	4 3.0	1 4.7	3.6	6 1.3
請負業者の利益 (百万ペソ)	4 7.2	1 6.1	3.9	6 7.2
請負業者の税金 (百万ペソ)	1 4.2	4.8	1.2	2 0.2
管 理 費 (百万ペソ)	2 3.6	8.1	2.0	3 3.7
小 計 (百万ペソ)	5 5 7.7	1 9 0.3	4 6.4	7 9 4.4
2. 用 地 費 (百万ペソ)	1 4.5	3.0	0.3	1 7.8
3. 住居移転費 (百万ペソ)	1 6.8	0.6	0.8	1 8.2
4. 技術管理費 (百万ペソ)	5 5.8	1 9.0	4.6	7 9.4
5. 工事経費 (百万ペソ)	2 7.9	9.5	2.3	3 9.7
6. 予 備 費				
工 事 (百万ペソ)	1 1 1.5	3 8.1	9.3	1 5 8.9
物 価 上 昇 (百万ペソ)	3 0 3.3	7 8.1	1 7.0	3 9 8.4
総 事 業 費 (百万ペソ)	1,0 8 7.5	3 3 8.6	8 0.7	1,5 0 6.8

(註) 1) 工事期間中の金利は含んでいない。

2) 外貨分と内貨分の概略は、それぞれ543.2百万ペソおよび963.6百万ペソである。

7. 経済的事業費および便益

	河 川 名			合 計
	キナリ(A)	キナリ(B)	ヤワ	
総工事期間 (年)	10	8	8	10
防 防 工 事 (百万ペソ)	44.8	2.2	20.2	67.2
河川改修工事 (百万ペソ)	522.2	181.9	29.1	733.2
かんがい工事 (百万ペソ)	53.2	21.0	—	74.2
総 工 費 (百万ペソ)	620.2	205.1	49.3	874.6
洪水被害軽減便益 (百万ペソ)	16.0	1.6	2.6	20.2
土地利用高度化便益 (百万ペソ)	29.6	11.4	—	41.0
総 便 益 (百万ペソ)	45.6	13.0	2.6	61.2
内部収益率(%)	6.9	4.5	3.8	5.4
B/C 比 率				
割引率				
4%	1.4	1.1	1.0	1.2
6%	1.1	0.8	0.7	0.9







# 目 次

	頁
要 約 .....	i
基本計画概要図 .....	XV
I 序 論 .....	1
1.1 歴史的背景 .....	1
1.2 目的および作業範囲 .....	2
1.3 謝 辞 .....	2
II 国家ならびに地域の経済・社会条件 .....	3
2.1 国家の経済・社会条件 .....	3
2.1.1 経済諸指標 .....	3
2.1.2 長期開発計画 .....	4
2.2 地域の経済・社会条件 .....	5
2.2.1 概 要 .....	5
2.2.2 地域総生産および地域経済構造 .....	5
2.2.3 地域開発5ヶ年計画 .....	5
III 事業計画地域の概況 .....	7
3.1 地形および地質 .....	7
3.1.1 地 形 .....	7
3.1.2 地 質 .....	8
3.1.3 マヨン火山の噴火および災害の記録 .....	10
3.2 土地評価 .....	12
3.2.1 概 要 .....	12
3.2.2 地形分類 .....	12
3.2.3 土地利用 .....	13
3.2.4 荒廃現況 .....	14
3.2.5 地形計測 .....	14
3.3 気象および水文 .....	15
3.3.1 気 象 .....	15
3.3.2 水 文 .....	16

3.4	河川の現況	18
3.4.1	計画対象河川	18
3.4.2	キナリ(A)川	19
3.4.3	キナリ(B)川	23
3.4.4	ヤワ川	24
3.4.5	東一東北小溪流	26
3.5	農業の現況	30
3.5.1	農業をとりまく自然環境	30
3.5.2	社会・経済的背景	30
3.5.3	土地利用	30
3.5.4	農業生産	31
3.5.5	農産物市場および価格と農業生産支援組織	31
3.6	かんがい排水組織の現況	32
3.6.1	計画対象地域内のかんがい現況	32
3.6.2	キナリ(A)川流域のかんがい現況	33
3.6.3	キナリ(B)川流域のかんがい現況	33
3.6.4	ヤワ川流域のかんがい現況	33
3.6.5	マヨン火山東部山麓および北東部山麓のかんがい現況	33
3.6.6	政府のかんがい開発計画	34
3.7	インフラストラクチャの現況	34
3.7.1	人口および雇用構造	34
3.7.2	インフラストラクチャ	35
3.8	洪水および土砂による被害	37
3.8.1	概要	37
3.8.2	被害地域	37
3.8.3	農作物の被害	38
3.8.4	かんがい施設の被害	39
3.8.5	インフラストラクチャの被害	39
3.8.6	総被害額	42

Ⅳ 砂防および洪水防御基本計画	4 3
4.1 水文解析	4 3
4.1.1 概 要	4 3
4.1.2 洪水解析	4 3
4.1.3 濁水および低水解析	4 5
4.1.4 流砂解析	4 6
4.2 災害ポテンシャル評価と生産土砂量評価	4 6
4.2.1 概 要	4 6
4.2.2 土石流発生ポテンシャル評価	4 7
4.2.3 土石流被害ポテンシャル評価	4 7
4.2.4 洪水ポテンシャル評価	4 8
4.2.5 生産土砂量評価	4 8
4.3 キナリ(A)川の基本計画	4 9
4.3.1 概 要	4 9
4.3.2 砂防計画	5 0
4.3.3 河川改修計画	5 5
4.3.4 農業開発計画	5 8
4.3.5 洪水被害解析	6 0
4.3.6 工事費の算定	6 3
4.4 キナリ(B)川の基本計画	6 4
4.4.1 概 要	6 4
4.4.2 砂防計画	6 4
4.4.3 河川改修計画	6 6
4.4.4 農業開発計画	6 8
4.4.5 洪水被害解析	6 8
4.4.6 工事費の算定	6 9
4.5 ヤワ川の基本計画	7 0
4.5.1 概 要	7 0
4.5.2 砂防計画	7 0
4.5.3 河川改修計画	7 2
4.5.4 洪水被害解析	7 4

4.5.5	工事費の算定 .....	74
4.6	警報・避難システムの検討 .....	75
V	実施計画 .....	78
5.1	概    要 .....	78
5.2	キナリ(A)川の実施計画 .....	79
5.2.1	砂防工事 .....	79
5.2.2	河川改修工事 .....	80
5.2.3	かんがい工事 .....	82
5.3	キナリ(B)川の実施計画 .....	84
5.3.1	砂防工事 .....	84
5.3.2	河川改修工事 .....	84
5.3.3	かんがい工事 .....	85
5.4	ヤワ川の実施計画 .....	86
5.4.1	砂防工事 .....	86
5.4.2	河川改修工事 .....	87
VI	事業評価 .....	88
6.1	概    要 .....	88
6.2	事業便益 .....	88
6.2.1	直接便益 .....	88
6.2.2	間接的便益および無形の便益 .....	89
6.3	事業の費用 .....	90
6.4	事業の評価 .....	91
VII	勸    告 .....	92

## 付 表

	頁
表- 3. 6. 1 既存かんがい施設および受益面積 .....	T-1
表- 3. 8. 1 物価上昇率 .....	T-2
表- 3. 8. 2 バト湖の水位記録 .....	T-2
表- 3. 8. 3 水稲被害 .....	T-3
表- 3. 8. 4 かんがい施設の被害 .....	T-4
表- 3. 8. 5 道路施設の被害 .....	T-5
表- 3. 8. 6 鉄道施設の被害 .....	T-6
表- 3. 8. 7 河川構造物の被害 .....	T-7
表- 3. 8. 8 河川構造物の被害(内訳) .....	T-8
表- 3. 8. 9 公共インフラストラクチャの被害 .....	T-9
表- 3. 8. 10 被害総額 .....	T-10
表- 4. 1. 1 年最大確率日雨量 .....	T-11
表- 4. 1. 2 年最大確率3日雨量 .....	T-12
表- 4. 1. 3 レガスビの年最大確立短時間雨量 .....	T-13
表- 4. 1. 4 ラショナル式による確率洪水流量 .....	T-14
表- 4. 1. 5 ワイブル式による年最小確率雨量 .....	T-19
表- 4. 1. 6 ワイブル式による月最小確率雨量 .....	T-19
表- 4. 1. 7 ワイブル式による月平均確率最小流量 .....	T-20
表- 4. 2. 1 生産土砂量 .....	T-21
表- 4. 3. 1 計画かんがい施設一覧(1/2) .....	T-23
表- 4. 3. 2 計画かんがい施設一覧(2/2) .....	T-24
表- 4. 3. 3 キナリ(A)川の家屋被害 .....	T-25
表- 4. 3. 4 キナリ(A)川の公共インフラストラクチャの被害 .....	T-25
表- 4. 3. 5 キナリ(A)川のインフラストラクチャの被害 .....	T-25
表- 4. 3. 6 確率年別湛水深および湛水期間 .....	T-26
表- 4. 3. 7 キナリ(A)川およびキナリ(B)川における洪水被害別作付体系別水田面積 .....	T-27
表- 4. 3. 8 キナリ(A)川の洪水によるかんがい水稲2期作年間被害算定額 .....	T-28
表- 4. 3. 9 キナリ(A)川の洪水による天水稲作年間被害算定額 .....	T-29

	頁
表- 4. 3. 10	キナリ(A)川の工事費 ..... T-30
表- 4. 3. 11	キナリ(A)川の年次別工事費支出表 ..... T-31
表- 4. 4. 1	キナリ(B)川の家屋被害 ..... T-34
表- 4. 4. 2	キナリ(B)川の公共インフラストラクチャの被害 ..... T-34
表- 4. 4. 3	キナリ(B)川のインフラストラクチャの被害 ..... T-34
表- 4. 4. 4	キナリ(B)川の洪水によるかんがい水稻2期作年間被害算定額 ..... T-35
表- 4. 4. 5	キナリ(B)川の洪水による天水稲作年間被害算定額 ..... T-36
表- 4. 4. 6	キナリ(B)川の工事費 ..... T-37
表- 4. 4. 7	キナリ(B)川の年次別工事費支出表 ..... T-38
表- 4. 5. 1	ヤワ川の家屋被害 ..... T-41
表- 4. 5. 2	ヤワ川の公共インフラストラクチャの被害 ..... T-41
表- 4. 5. 3	ヤワ川のインフラストラクチャの被害 ..... T-41
表- 4. 5. 4	ヤワ川の工事費 ..... T-42
表- 4. 5. 5	ヤワ川の年次別工事費支出表 ..... T-43
表- 6. 2. 1	平均年間洪水被害軽減便益 ..... T-45
表- 6. 2. 2	土地涵養便益 ..... T-46
表- 6. 2. 3	経済評価用に算定した水稻純収益 ..... T-47
表- 6. 2. 4	経済評価用に算定したココナツ純収益 ..... T-48
表- 6. 2. 5	計画地域における台風によって発生した死傷者 ..... T-48
表- 6. 3. 1	経済的事業費の年間支出予定表 ..... T-49
表- 6. 4. 1	経済評価用便益、費用の流れ-計画全体- ..... T-50
表- 6. 4. 2	経済評価用便益、費用の流れ-キナリ(A)川改修計画- ..... T-51
表- 6. 4. 3	経済評価用便益、費用の流れ-キナリ(B)川改修計画- ..... T-52
表- 6. 4. 4	経済評価用便益、費用の流れ-ヤワ川改修計画- ..... T-53
表- 6. 4. 5	事業計画の費用、便益費および内部収益率 ..... T-54
表- 6. 4. 6	事業計画の感度分析 ..... T-54

付 図

	頁
図-3.1.1 地質図	D-1
図-3.2.1 地形分類図	D-2
図-3.2.2 土地利用図	D-3
図-3.2.3 荒廃現況図	D-4
図-3.2.4 傾斜区分図	D-5
図-3.2.5 傾斜方位図	D-6
図-3.2.6 河川の次数図	D-7
図-3.3.1 フィリピンの気象図	D-8
図-3.3.2 降雨観測網図	D-9
図-3.5.1 キナリ(A)川流域現況作付体系	D-10
図-3.5.2 キナリ(B)川流域現況作付体系	D-11
図-3.6.1 既存かんがい組織	D-12
図-3.8.1 台風ペバンによる洪水の被害地域	D-13
図-4.1.1 ホルトン式による日雨量-面積関係曲線	D-14
図-4.1.2 レガスビの確率降雨強度曲線	D-15
図-4.1.3 流域図	D-16
図-4.1.4 フィリピンの河川の比流量図	D-17
図-4.2.1 土石流発生ポテンシャル評価図	D-18
図-4.2.2 土石流被害ポテンシャル評価図	D-19
図-4.2.3 洪水ポテンシャル評価図	D-20
図-4.3.1 キナリ(A)川流域の砂防施設配置図 (マサラワグ川, マニニラ川, ツンバ川, キランガイ川)	D-21
図-4.3.2 キナリ(A)川流域の砂防施設配置図 (ナッシ川, オグソン川)	D-22
図-4.3.3 キランガイ川縦断図	D-23
図-4.3.4 ツンバ川縦断図	D-24
図-4.3.5 マニニラ川縦断図	D-25
図-4.3.6 マサラワグ川縦断図	D-26

図-4.3.7	マサラワグ川上流縦断図	D-27
図-4.3.8	ナボントンクリーク(オグソン川)縦断図	D-28
図-4.3.9	ナシン川縦断図	D-29
図-4.3.10(a)	ナシン川水制工一般図	D-30
図-4.3.10(b)	タンボ床固ダム	D-31
図-4.3.10(c)	ナシン川遊砂地計画断面図	D-32
図-4.3.10(d)	ナシン川越流カルバート地点の床固ダム一般図	D-33
図-4.3.10(e)	遊砂地の遊砂突堤一般図	D-34
図-4.3.11	キナリ(A)川現河道の川幅と流下能力	D-35
図-4.3.12	タリサイ川現河道の川幅と粒下能力	D-36
図-4.3.13	ナシン川現河道の川幅と流下能力	D-37
図-4.3.14	キナリ(A)川流量配分図	D-38
図-4.3.15	河道線形計画案	D-39
図-4.3.16	ボボンソラン放水路案流量配分図	D-40
図-4.3.17	キナリ(A)川およびタリサイ川河川改修計画平面図	D-41
図-4.3.18	ナシン川河川改修計画平面図	D-42
図-4.3.19	キナリ(A)川計画縦断図	D-43
図-4.3.20	タリサイ川計画縦断図	D-44
図-4.3.21	ナシン川計画縦断図	D-45
図-4.3.22	キナリ(A)川計画標準断面図	D-46
図-4.3.23	農業開発計画	D-47
図-4.3.24	キナリ(A)川流域計画作付体系	D-48
図-4.3.25	キナリ(B)川流域計画作付体系	D-49
図-4.4.1	キナリ(B)川流域砂防施設配置計画図	D-50
図-4.4.2	キナリ(B)川縦断図	D-51
図-4.4.3	キナリ(B)川現河道の川幅と流下能力	D-52
図-4.4.4	キナリ(B)川流量配分図	D-53
図-4.4.5	キナリ(B)川河川改修計画平面図	D-54
図-4.4.6	キナリ(B)川計画縦断図	D-55

	頁
図-4.4.7 キナリ(B)川計画標準断面図 .....	D-56
図-4.5.1 ヤワ川流域砂防施設配置計画図 .....	D-57
(アヌリン川, ブジャオ川, パワ・ブラボド川)	
図-4.5.2 アヌリン川縦断面 .....	D-58
図-4.5.3 ブジャオ川縦断面 .....	D-59
図-4.5.4 パワ・ブラボド川縦断面 .....	D-60
図-4.5.5 ヤワ川現河道の川幅と流下能力 .....	D-61
図-4.5.6 ヤワ川流量配分図 .....	D-62
図-4.5.7 ヤワ川河川改修計画平面図 .....	D-63
図-4.5.8 ヤワ川縦断面 .....	D-64
図-4.5.9 ヤワ川計画標準断面図 .....	D-65
図-5.2.1 工事工程表 .....	D-66
図-6.3.1 事業の内部収益率曲線 .....	D-68

1

1

1

1

# I. 序 論



# 1 序 論

## 1.1 歴史的背景

フィリピン共和国ルソン島南東部に位置する標高 2,469 m のマヨン火山は、およそ 10 年に 1 度の割合で周期的な噴火を起している。

マヨン火山周辺およびキナリ(A)川流域においては、マヨン火山から噴出した熔岩、火山灰等の噴出物が豪雨時には土石流となって流出し、家屋、水田等の埋設、鉄道、道路の破壊により、多大の被害をもたらしている。キナリ(A)川流域の平野部においては、洪水時の氾濫によって多量の土砂が堆積し、浸水による被害も多く生じている。このようなマヨン火山周辺に対する砂防は、地域住民にとって永年の願望であり、フィリピン政府の懸案であった。

1977年、日本政府は、ルソン島中部に位置するバッシングボトレロ川洪水防御、砂防計画の調査実施中であったが、同調査団に対し、マヨン火山の砂防計画について、フィリピン国政府より要望が出された。

1977年8月本件調査について、フィリピン政府より日本政府に要請が出された。これに基づいて、日本政府は1978年1月16日より1月19日まで3名の専門家からなる調査団を現地に派遣し、日本政府の協力の方向および事前調査の必要性、実施の可能性について検討した。その結果、同調査団はマヨン火山を中心に、土砂流出の防止対策の必要性および事前調査団の早期派遣を勧告した。

この勧告およびフィリピン政府の要請に基づき、1978年5月29日から6月17日まで、6名の専門家からなる事前調査団が現地に派遣された。同事前調査団は、現地踏査およびその考察ならびにフィリピン政府からの事情聴取および協議に基づき、本格調査の早期必要性と事業の実施可能性を確認した。そして調査団は、調査方針、調査内容および調査スケジュールを提案した。

この事業は2度にわたり実施された。第1次調査団は、1979年9月17日から12月18日まで派遣された。フィリピン政府の要請に基づき、ヤワ川の支流であるパウ・ブラボド川の砂防施設の詳細設計を実施した。その報告書は1980年4月にフィリピン政府に提出済である。

第2次調査団は、1980年7月23日から8月30日まで派遣された。その後日本で検討を加え、当事業の基本計画を立案した。

## 1.2 目的と作業範囲

本作業の目的は、対象地域に対する砂防および洪水防御基本計画の作成と警報・避難システムの検討である。

本調査は、マヨン火山の噴火により直接的、間接的に影響を受けるマヨン火山およびその周辺地域を対象とする。マヨン火山に源を発する支川、派川を含む河川がとりあげられた。

- (1) キナリ(A)川とその支川、タリサイ川およびボランギ川
- (2) キナリ(B)川とマリナオ山に源を発するその支川
- (3) ヤワ川とその支川
- (4) マヨン火山の東-東北斜面に源を発する11小溪流

バト湖、バト湖に流入する上記以外の河川およびバト湖より下流の河川は計画対象外とする。タリサイ川に計画中のダムプロジェクトも基本計画ではとりあげない。

砂防計画はマヨン火山山麓に対してのみ行い、マヨン火山以外のタリサイ川、ボランギ川、キナリ(B)川の支流等の山岳部に対する砂防計画は行わない。

洪水防御計画(河川計画)については、河川の中・下流部を対象とする。砂防および洪水防御基本計画は、キナリ(A)川、キナリ(B)川およびヤワ川に対して作成するが、11小溪流については、その現況、直面している問題、砂防および河川改修の必要性を述べるにとどめ、基本計画の作成は行わない。

## 1.3 謝 辞

本調査の期間中、調査団はあらゆる技術的、事務的事項について、フィリピン政府と緊密なる協力をした。またフィリピン政府は本調査に必要な多くのデータおよび情報を調査団に提供した。

本調査団は、ここに、調査団のフィリピン滞在中に親密なる協力と援助を与えてくれた公共事業者・洪水防御排水局、レガスピ市の公共事業省第5地域事務所、および他のすべての関係各当局に対して、心から感謝の意を表わすものである。

## Ⅱ. 国家ならびに地域の経済・社会条件



## II 国家ならびに地域の経済・社会条件

### 2.1 国家の経済・社会条件

#### 2.1.1 経済諸指標

フィリピン共和国は、7,107の島で構成される島国で、総面積は約300,000km<sup>2</sup>である。総人口は、1975年時点で約4,200万人で年間人口増加率は1970年から1975年の間は約2.7%であった。この年間人口増加率は、1960年から1970年の間の3.1%に比して減少傾向を示している。人口密度は1km<sup>2</sup>当り140人である。

フィリピン共和国の経済は、過去10年間堅実に成長してきた。国民総生産は、1977年に779億ペソに達した。国民総生産の成長率は、1966年から1971年の間は約5.1%、1971年から1976年の間は約6.6%、1976年から1977年にかけては6.3%であった。1977年における一人当たり国民総生産は、1,747ペソであった。

国民総生産のうち、農業セクターが1977年には26.5%を占めている。これに次いで、鉱工業セクターが34.3%、商業セクターが39.2%を占めている。

雇用構造は、農業セクターに片寄っており、全体の約53%が農業に従事している。次いで約32%の労働者がサービスセクターで、約15%が鉱工業セクターで雇用されている。失業率は労働人口の4から6%と推定されるが、農業セクターにおける不完全雇用を考慮すれば、もっと高い数字となるであろう。

農業セクターのうち、米、とうもろこし、バナナ、ココナツ、砂糖きび等の農業生産額は、1976年時点で約200億ペソであった。特に米はフィリピンにおいて最も重要な農産物であり、1976年時点で穀生産量は616万トンに達した。過去10年間の生産量は、1972年から1973年にかけての期間を除いて着実に増加しているが、米の自給は未だ達成されていない。

コブラの生産量は、国際価格の変動と自然条件により変動している。ココナツの大部分は輸出向けであり、総生産量340万トンのうちココナツは約24%を占めている。砂糖きびは、ココナツとともに重要な輸出用作物であり、その生産量は1970年の220万トンから1976年の360万トンに増加している。

輸出額は1976年には25.7億ドル、1977年には31.5億ドル、1978年には34.3億ドルであった。輸出額は1975年から1976年にかけて12.2%、1977年から1978年にかけて8.7%の年率で増加した。1976年時点で総輸出額のうち農産物

は、15.0億ドル、すなわち約60%であり、また1978年時点では16.8億ドルすなわち約50%であった。

輸入額は1972年から1976年にかけて年率31%の割合で増加し、1976年には36.3億ドルに達した。輸入品は原材料および資機材であり、1976年には、原材料は約60%、資機材は30%および消費材は約10%を占めた。特に1977年から1978年にかけて消費材は輸入額の16%を占めている。

貿易収支は、1970年から1972年にかけては、ほぼ均衡し、1973年には黒字を記録したが、1974年以来悪化して、1978年には11.8億ドルの赤字を記録した。総合の収支は1970年から1974年には黒字となっていたが、1975年から赤字に転び1975年には52億ドルの赤字を記録した。

1972年から1977年にかけて卸売価格、小売価格および消費者価格の指標は、すべて上昇傾向を示している。卸売価格は1972年から1974年の間の特別な期間を含めると年率14.9%であり、1975年から1977年の間の上昇率は年率9.5%である。

フィリピン政府の収入は年率12.3%で増加し、1977年には21.7億ペソに達した。一方支出は年率7.3%で増加し、1977年には17.4億ペソに達している。

収支はここ3年間、20億から30億ペソの黒字となっているが、これは大部分インフラ整備に使われ、フィリピン共和国の経済基盤強化に使用されている。

## 2.1.2 長期開発計画

フィリピン共和国には、現在5ヶ年開発計画(1978-1982)、10ヶ年開発計画(1978-1987)および2000年までの長期開発計画が策定されている。長期開発計画によれば、国民総生産は年率8%で成長し、2000年時点には5,000億ペソに達する。

実質国民総生産に占める農業セクターは、次の10年で14.2%もの割合が低下する、いかにすれば1976年の30.9%から2000年には16.7%に低下する。しかし、農業生産額は5.6%の割合で2000年まで増加する。

2000年には、総人口は1975年の約4,200万人から約8,300万人と推定され、15才以上の労働人口は5,200万人に達する。労働者数は、この25年間にさらに約2倍の3,300万人の増加となる。したがって失業率を4%以下におさえるために、さらに3,300万人の雇用が必要である。

## 2.2 地域の経済・社会条件

### 2.2.1 概要

ビコール地域は、ルソン島の南東に位置し、アルバイ州、カマリンノーテ州、カマリンスア州、カタンドナス州、マスバテ州およびソルソゴン州の6州とイリガ特別市、レガスピ州都およびナガ特別市の3市、および113の市で構成され、面積は17,633 km<sup>2</sup>である。人口は319万人でフィリピン総人口の7.6%を占めている。人口密度は1 km<sup>2</sup>当たり、1970年には168人、1975年には180人である。

### 2.2.2 地域総生産および地域経済構造

1971年から1975年の間の地域総生産は、平均年率7.8%で増加し、1971年には20.3億ペソ、1975年には27.5億ペソに達した。1人当たり地域総生産は、1975年には861ペソであるが、全国平均に比べて低い。

地域の最大のセクターは、漁業、林業を含む農業セクターで地域総生産の約50%を占めている。次いで商業セクターが31%で、鉱工業セクターは約16%と低い。各セクターによって吸収されている労働者数が、また地域経済の性質をあらわしている。雇用人口は、1970年には91万人、1975年には106万人に達した。農業は以前として、地域の生計の主要セクターで65万人すなわち62%を占めており、ついで商業が24%、鉱工業が15%である。

ビコール地域の消費物価指数は、1972年から1979年にかけて増加しているが、特に1972年から1974年の間は石油価格の4倍の上昇により異常に大きい。1975年から1979年の年平均上昇率は、約12.1%であった。

### 2.2.3 地域開発5ヶ年計画

地域経済のもつ問題点を解決するために、1978年から1982年の5ヶ年にわたる地域開発計画が策定された。5ヶ年計画によれば、地域総生産の成長率は年率8.3%であり、1978年に32億6,200万ペソ、1982年には45億200万ペソに達する。セクターの成長率をみると、農業セクターは年率5.2%、鉱工業セクターは11.4%、サービスセクターは12.9%である。1人当たり地域総生産は、1977年の873ペソから、1982年には1,219ペソ、1987年には1,662ペソに達する。

長期開発計画によれば、この25ヶ年の期間中、ビコール地域の開発は主に経済構造を優

先的な農業基盤からバランスのとれた農工業への転換を計画している。経済成長は、政府によって整備されたインフラストラクチャを通してさらに加速されるであろう。製米の自給自足を確立するためには、農業計画は洪水防御計画および排水計画と関連して、台風による被害を減少することである。タバコ産業の復興は、手工業への雇用機会の増進、紙製造のための原材料の増加、なわ製造の増加等、地域経済をさらに発展させるものである。

### Ⅲ. 事業計画地域の概況



### Ⅲ. 事業計画地域の概況

#### 3.1 地形および地質

##### 3.1.1 地 形

調査地はルソン島南部のアルバイ州のマヨン火山周辺部、およびマヨン火山とバト湖間のキナリ(A)川流域部である。調査地のマヨン火山は、その対称性と美しい姿で世界的に有名な火山の一つであり、ほぼ完全な円錐形のコニーデ型成層火山で、標高2,469mの活火山である。マヨン火山の西側および北西側には、標高1,328mのマサラガ火山(死火山)と、標高1,548mのマリナオ火山(休火山)があり、本調査地の南側は更新世~第三紀の砂岩、頁岩、石灰岩等の堆積岩および火山岩類より成る標高400m以下の丘陵地となっている。

調査地は、地形学上次の二つに分類される。

##### (1) マヨン火山

マヨン火山は、熔岩と火山砕屑物の互層よりなる典型的な成層火山の幼年期の地形である。等高線は山頂を中心とするほぼ同心円状であり、水系は必従谷よりなる放射状の水系が特徴的である。火山体の表層の大半は透水性の大きな火山砕屑物に覆われているため、標高200mから300m前後より上部の河川は、降雨の際または雨期にのみ水の流れる間欠河流となっている。マヨン火山の山頂から1,500m付近までは崖錐の分布する荒地で、裸地からコゴンの草地となっており、ガリ状の流路が主体である。この、ガリ状の流路は次第にV字谷からU字谷となり、標高600m付近以下では幅の広いU字谷となり、さらに標高200mから300m以下の扇状地部では、河道の定まらない底の浅い河川となっている。標高600m以下の河床堆積物は、新期の泥流堆積物と考えられるものが多く、岩塊を含む砂礫層である。特に、標高200mから300m以下では地形の勾配が緩くなっており土石流等の堆積地となっている。そのため東側のブント川下流のサンインドローリドン橋付近では、河床が橋桁近くまで上昇している。一方西側のブアング川下流のブアング橋付近では河床の洗堀が認められ、橋脚の底部が露出している。

マヨン火山の傾斜は、顕著な地形の変換点により次のように分類される。

標	高	傾	斜
200	~ 300m以下	3°	以下
500	~ 600m "	5°	前後

900 ~ 1,000 m以下	15° ~ 20°
1,600 ~ 1,700 m "	25° ~ 27°
1,600 ~ 1,700 m以上	30° ~ 42°

上記に示すように、標高600m前後を境として、その傾斜角度の差は10°以上となっており、標高600m前後のところは非常に明瞭な地形変換点となっている。これはこの地形変換点より上部は、表層が岩屑や火山放出物で覆われたところが多いが、山体の内部は熔岩を主体とする部分であり、下部は火山砕屑物を主体とする地層が主体をなすことを示唆するものである。また一方ではこの地形変換点より上部は土石流や泥流の発生、流下区間であり、下部は泥流等の堆積地域（時には流下区間）であることを意味するものである。

マヨン火山の山脚部およびその周囲にはキラカオのタゴントン・ヒル、ブルサンのキチナン山、南西のタンカラオ・ヒル等の標高300m以下の噴石丘や石英安山岩質、火山岩尖 (Volcanic Spine) よりなる小丘が見られる。

## (2) 沖積平野部

沖積平野は調査地内ではアルバイ湾沿い、ヤワ川の北側のレガスピ市付近およびマリナオ火山およびマサラガ火山に源を発してタバコ湾に注ぐキナリ (B) 川沿いの平野部等である。これらはマヨン火山の山脚の扇状地から漸移するものである。一方バト湖に注ぐキナリ (A) 川沿いの平野部の北側は標高1,328mのマサラガ火山の山脚に接し、南側は標高400mの更新世～第三紀の堆積岩および火山岩類の丘陵地の脚部に接して、平野部の幅は約6kmである。尚この丘陵地と平野部の境界付近には活断層と考えられるサンピセンテーリガオ断層が通っており、地形的に非常に明瞭なWNW-ESE方向に延びる線構造が認められる。

キナリ (A) 川が流入するバト湖はきわめて浅く、湖底は平均海面上1.5m、平均水面位6m、平均水面積20km<sup>2</sup>で、湖周辺もきわめて低平である。

### 3.1.2 地 質

調査地が位置するルソン島を初めフィリピンを構成する諸島は、環太平洋弧状列島または環太平洋活動帯と呼ばれる地帯に位置し、火山活動や地震の活発な地帯である。

調査地を含むビコール半島は東側のフィリピン海溝と西側のフィリピン断層帯により構

成される地溝の間に位置する。マヨン火山の南側を規模の大きい活断層と考えられるWNW-ESE方向に延びるサンピセンターリガオ断層が通っている。

活火山であるマヨン火山を初めその周辺には、第三紀から現在までの島弧に特徴的な安山岩類を主体とする火山岩類が分布している。これ等の火山岩類はプレートテクトニクスによると、海洋プレート(フィリピンプレート)が深さ100~200kmもぐると高圧のために変成して脱水がおこり、この時の熱水は上のマントルにしみこみ、マントル物質の融点を下げ安山岩質マグマが発生し、これが地表に噴出したものと考えられる。

マヨン火山およびその周辺部の地質は大別すると次のように分類される。

- (1) 第三紀漸新世から中新世の安山岩、石英安山岩(一部流紋岩を含む)等の火山岩類および砂岩、頁岩、礫岩等の堆積岩
  - (2) 第三紀上部中新世から第四紀更新世の安山岩質火山岩類(一部流紋岩質火山岩尖と噴石丘を含む)
  - (3) 第三紀鮮新世から第四紀更新世の石灰岩および石灰岩を挟む砂岩、泥岩、礫岩
  - (4) 第四紀更新世から現在に至るマヨン火山の熔岩、降下堆積物、火砕流、岩屑、泥流堆積物
  - (5) 完新世の砂礫、砂、シルト等の堆積物からなる沖積層(海浜堆積物を含む)
- (1)~(3)は、マヨン火山周辺部とキナリ(A)川沿いの平野部の両側の丘陵地に分布している。

調査地域内では、サンピセンターリガオ断層より北側には石灰岩、砂岩、礫岩、泥岩等の堆積岩は分布しておらずすべて火山岩類である。マヨン火山前の堆積岩や火山岩類は軟岩~硬岩で、流水による洗掘にも比較的強く、構造物の基礎地盤としては良好であるが、その分布は非常に限られている。

マヨン火山の山脚部付近には、完全にまたは部分的にマヨン火山の火山放出物で覆われた低い丘がある。これ等のほとんどは上記(2)の安山岩質~石英安山岩質の溶岩円頂丘、火山岩尖、噴石丘である。サントドミンゴの北側の山地と、マリリポトの南側のブラカワン山に分布する火山岩類は、レガスビ市の南側の丘陵地に分布するものと同質の集塊岩を挟む安山岩と石英安山岩熔岩である。これらは(1)に相当する火山岩類と考えられる。ブラカワン山の周囲を流れるブラワン川とタビガン川の河川沿いには、硬質な安山岩類が露出している所が多い。またキナリ(B)川のバンタヤンの北側のタンカラオ丘付近やタビガンの南西付近では、(2)に相当する安山岩類が両岸に露出している。

マヨン火山の記録に残っている最初の噴火は1616年で、1928年以後は、およそ

10年に1度の割合で周期的な噴火を続けている活火山である。マヨン火山は粘性の比較的に低い安山岩～安山岩質玄武岩の火山である。今後とも粘性の大きい石英安山岩や流紋岩の火山におけるような爆発的な噴火は起らないものと考えられるが、泥流や火砕流の災害には十分な注意が必要である。

マヨン火山を構成する地質は、(a)岩屑、(b)降下堆積物、(c)火砕流、(d)泥流、(e)熔岩流に分類される。このうち(a)～(d)は未固結堆積層であるが、これらの地層の古いものはかなり締っており、小規模の砂防ダム等の基礎地盤となり得ると考えられるが流水の浸食には弱い。

沖積層は標高100m以下の平野部に分布する砂礫、砂、シルトよりなる地層である。この沖積層はキナリ(A)川、キナリ(B)川およびヤワ川沿いに分布しており、砂礫層や砂よりなる海浜堆積層がアルバイ湾とタバコ湾の海岸沿いに分布している。

### 3.1.3 マヨン火山の噴火および災害の記録

マヨン火山は普通輝石－シソ輝石安山岩を主とし、副次的にはカンラン石－普通輝石－シソ輝石玄武岩よりなる成層火山で、火山の噴火は比較的に穏やかな火山であるが、火砕流や泥流による災害の多い火山である。

マヨン火山に関する最初の記録は1616年でその後の主な噴火の記録は次の通りである。

1766年7月、1814年2月、1897年6月、1900年3月、1902年、1928年6月、1938年、1939年8月、1941年9月、1947年1月、1968年4月、1978年1月で、このうち特に大きなものは1814年、1897年、1928年、1968年の噴火である。

火山災害の要因として考えられるものに

- |              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| (a) 熱雲       | ( hot blast(nuees ordentes) )     |
| (b) 火砕流      | ( rolling incandescent material ) |
| (c) 地震       | ( earthquake )                    |
| (d) 土石流または泥流 | ( mud flow )                      |
| (e) 熔岩流      | ( lava flow )                     |
| (f) 降灰       | ( ash shower )                    |

が挙げられる。マヨン火山の場合、(a)、(c)、(e)、(f)による大きな災害はなく、災害が大きく死者の出たものは(b)の火砕流と(d)の泥流である。

これまでの記録によると、火砕流、泥流による災害はマヨン火山の東部から南部、南西部

にかけて集中している。

火砕流は火山の噴火と同時に起こるが、泥流は通常噴火後発生し、広大な地区に影響をおよぼしている。

規模の大きい噴火およびそれによって発生した災害の記録を、以下に記述する。

(1) 1766年10月

1766年7月の噴火後、その年の10月の台風に伴う豪雨により泥流が発生し、ココナツ等の木々は全て埋没し、マリナオの市街地は破壊された。カグサワ、ブジャオ、ギノバタン、リガオ、そしてボランギは大被害を被った。マリナオでは死者30人、レガスビでは死者16人の人災を被った。

(2) 1814年2月

大噴火によって生じた雲は激しい雨を降らせた。その結果、ブルサン、カグサワ、ブジャオの村落が、泥流によって10mから12mの深さで埋没した。全村における死亡者数は約1,200人に達した。

(3) 1875年

噴火は起っていないが、豪雨により発生した泥流が原因で、死亡者数は約1,500人に達した。

(4) 1897年

非常に規模の大きな噴火が起り、リボグの村落へ流出した火砕流により、死亡者数は212人に達した。

噴火の直後にはバズド川を熱い泥流が流下した。

(5) 1915年

噴火は起っていないが、豪雨により大泥流が発生し、カマリグ、ボンガボン、タバコの市街地の大部分が被害を被った。この泥流では人災はなかったが、レガスビーリボグ間の鉄道線路が埋没した。

(6) 1928年1月～8月

大噴火により、リボグ付近の標高300mの地点まで熔岩が流出した。また熱雲が発生し、サンアントニオでは1人が死亡した。

(7) 1968年4月～5月

大噴火が起こり、カマリグ側の標高500m地点まで熔岩が流下した。熱雲および泥流が発生したが、大きな災害には至らなかった。

### 3.2 土地評価

#### 3.2.1 概要

既存文献、空中写真判読、地形計測、現地調査に基づいて、土地評価に対する基礎データすなわち地形分類図、土地利用図、荒廃現況図および地形計測図を作成した。

地形分類図作成にあたっては、火山活動・地殻変動等の内的営力によって形成された地形および風化作用・侵食作用・堆積作用等の外的営力によって形成された地形の成因や発達過程を検討し、将来起り得る地形変化を予測するためのデータとした。

土地利用図は調査地の現在の土地利用状況を示したものである。また集落（定住）、農用地さらに他の特別な土地利用を示しており、将来の農地開発、砂防および河川計画に充分利用できるものである。

荒廃現況図は、マヨン火山から流出する主要な溪流について、土砂の生産、流出、堆積状況を示したものであり、砂防計画上の基本となるものである。

地形計測図は、調査地の傾斜、斜面方向、水系等の地形の特徴を示したものである。

#### 3.2.2 地形分類

図-3.2.1に地形分類図を示す。

調査地の地形を大きく山地および低地に分類する。

山地の地形を溶岩流、火山山麓扇状地、第三紀山地に区分する。

溶岩流は新期と旧期の2つに区分され、マヨン火山の周辺に分布し、主に安山岩溶岩流と火山砕屑物から構成されている。また、火山山麓扇状地は、マヨン火山裾野に分布し、主に未固結の堆積物からなる。さらに、第三紀山地はマヨン火山を取り囲むように分布し、火山岩類、石灰岩-砂岩-火山岩類、閃緑岩の3区分に分類される。

低地の地形を高位平坦地、自然堤防、沖積地、扇状地性低地、砂州、旧流路、現河床および湖面に区分する。

高位平坦地はバト湖の北東に分布し、自然堤防はレガスビ、リガオ、リボンおよびオアス等の主要市町に分布している。沖積地は低位扇状地および高位扇状地に分けられ、低地に広く分布している。また、扇状地性低地は僅かに傾斜しており、砂州はアルベイ湾やタバコ湾に分布している。さらに、旧流路は、一部沼状を呈している。調査地内の河川および湖としては、キナリ川、ヤワ川等の主要河川、バト湖等がある。

調査地の地形は、次のように要約される。

- (1) 調査地の地形は、山地と低地に大きく分けられる。
- (2) 山地では、火山山麓扇状地がマヨン火山の裾野に分布しており、多量の土砂が流出、堆積したことを示している。一方、溶岩流はマヨン火山の中腹から頂上にかけて分布している。
- (3) 低地では、沖積地が広く分布し、災害を受け易い地形を呈している。

### 3.2.3 土地利用

図-3.2.2に土地利用図を示す。

土地利用は、集落、公共施設、農用地、森林およびその他に区分される。

集落は、密集した地域と散在地域に区分され、前者はレガスビ、タバコ、リガオおよびリボン等の主要市町を表わし、一方後者は、村落を示している。公共施設は学校、教会、空港およびゴルフ場に区分する。また、農用地は、水田、畑（大豆、キャッサバ、トウモロコシ、サツマイモ等）、ココナツ、アバカ、シトロンおよび養漁場に区分する。ココナツ農場は密集地区と過疎地区に分割される。さらに森林は自然灌木（フタバガキ類、モベラ類）およびニッパヤシに区分し、その他については草地（コゴン、パラング）、裸地、造成地および水部である。

調査地の土地利用は、次のように要約される。

- (1) 低地は大部分水田に利用され、レガスビ、タバコ、リガオおよびリボン等の主要市町がこの低地に散在している。
- (2) マヨン火山の中腹以下はココナツ農園として利用されており、この農園内に村落が散在している。ココナツ農園より高い地域は自然林で覆われており、南側よりも北側がよく保存されている。また山頂から標高1,600mまでのマヨン火山の傾斜面は裸地である。

### 3.2.4 荒廃現況

荒廃現況図を図-3.2.3に示す。

荒廃現況地域を生産、流下、堆積の3区間に区分する。

荒廃区間を、土砂生産の形態に従って、崩壊地、裸地および溶岩流に分類する。

崩壊地は、さらに土砂供給の多い不安定地と、土砂供給の少ない安定地に区分され、マヨン火山の標高の高い傾斜面に分布している。裸地はまたマヨン山頂付近に分布しており、溶岩流は1978年の火山活動によるマヨン火山の南側斜面に分布している。

流下区間は、堆積物の安定度に応じ、不安定域、準安定域および安定域に区分する。

堆積区間も、堆積物の安定度に従い、不安定域、準安定域および安定域に区分する。また、土石流は堆積時期により、新期と旧期に区分する。

調査地の荒廃現況は以下のように要約できる。

- (1) 荒廃が著しい地域は、マヨン火山の西部から南西および南東部に広がっている。ナンソン川の上流域、ナボントン・クリーク、マサラワグ川、ツンベ川、キランガイ川およびパラ・ブラボト川がこの地域に含まれる。
- (2) マヨン火山の北側斜面に位置する河川はプアング川を除いて荒廃は比較的少ない。しかし、東部斜面のバスト川はかなり荒廃している。

### 3.2.5 地形計測

地形計測は、傾斜、斜面方位および水系から構成される。

#### 3.2.5.1

傾斜は山地崩壊および土地利用等に関連して重要な環境変数の一つである。

傾斜は、11~100%に対し6ランク、0~10%に対し3ランクおよび101%以上の計10ランクに定義され、その傾斜正分図を図-3.2.4に示す。

調査地の傾斜については、次のように要約される。

- (1) マヨン火山西部の低地は殆ど平坦か、0~2%の緩い傾斜である。
- (2) 傾斜は、マヨン火山の裾野の6%から山頂付近の100%まで漸次変化している。100%以上の傾斜地域は、マヨン火山の山頂付近に限定されている。

### 3.2.5.2 斜面方位

斜面方位は山地崩壊、土地利用等に関し、さらに重要な環境変数の一つであり、凹部、平坦部、さらに凸部を加えて、8方位に定義されている。その斜面方位図を図-3.2.5に示す。

調査地の斜面方位は以下のように要約される。

- (1) 低地は部分的な地形変換点を除いて、殆ど凹部か平坦である。
- (2) マヨン火山は全方向に斜面方位を有しており、典型的な円錐形を示している。

### 3.2.5.3 水 系

砂防計画、正確な水系の位置を確認しておくことは重要なことである。

水系図は航空写真を参考に、縮尺1/25,000の地形図から主要な水系を抽出し、ホルトノーストラールに次数区分に従い分類し、作成した。

水系図を図-3.2.6に示す。

調査地の水系を要約すると、“最高次の水系は6次である。マヨン火山の殆どの河川は最高3次もしくは4次である”。

## 3.3 気象および水文

### 3.3.1 気 象

#### 3.3.1.1 気 候

計画対象地域の気候は熱帯性であり、はっきりとした気候変化をもたらすモンスーンと貿易風の2つの気流の影響を受けている。

北半球の冬に発生する北東モンスーンは、10月から3月まで続き、計画対象地域が位置するルソン島南部に多量の降雨をもたらす。また5月から10月までの北半球の夏には、インド洋で発生する南西モンスーンが影響をおよぼしている。この間、ルソン島南部は温暖で降雨が増加し、また非常に湿潤である。

北東貿易風は4月と5月に卓越し、この間、気温は非常に高い。また、南西貿易風がふく5月から7月にかけては、南西モンスーンが発生する。

フィリピンに影響を与える熱帯性サイクロンは、東方の海上で発生し、一般にフィリピンを西または北西コースで通過する。熱帯性サイクロンは1年中襲来するが、多くは6月から12月にかけて発生しており、特に7月と8月に集中している。計画対象地域に影響をおよぼす熱帯性サイクロンも同様な特性を持っている。

フィリピンの気候区分は、降雨パターンに基づいて4つの型に分類される。対象地域の大部分はタイプIIに属し、顕著な乾期はなく、11月から1月にかけては、降雨量が非常に多い。

### 3.3.1.2 降 雨

降雨観測網を図-3.3.2に示す。計画地域内には11ヶ所の観測所があり、すべての観測所は主要道路に近接し、標高130m以下の低い地点にある。日雨量は通常の集水型雨量計により、観測されているが、当地域内においては時間雨量は観測されていない。

計画対象地域内の平均年降雨量は、2,000mmから4,000mmの範囲にある。マヨン火山により地域を2分すると、内陸部に位置する西側は海に面する東側より降雨量が少ない。これは、内陸部周辺の丘陵や山岳地帯の遮へい効果によるものであろう。

一般に、5月から1月までの期間は、雨期にあたり、特に11月から1月にかけて降水量が多い。比較的乾燥している時期は2月から4月である。

過去に観測された最大雨量としては、日雨量は1967年のレガスピでの484.8mm、月雨量は1975年のレガスピでの1528.8mm、そして年雨量は1976年のマリナオでの5128.1mmである。

### 3.3.1.3 気温と相対湿度

平均気温は1年を通じて25℃から28℃の範囲にあり、変動は小さく単調である。気温は、1月から5月にかけて上昇し、その後1月まで徐々に下降してゆく。最高気温は5月もしくは6月に発生する。計画対象地域内における最低気温は1月の21℃、最高気温は6月の33℃である。

相対湿度は計画対象地域内では一般に高く、その変動は1年を通じてわずかである。年間で最も乾燥するのは5月であり、地域内の相対湿度は79%から91%の範囲である。

## 3.3.2 水 文

### 3.3.2.1 河川流量

計画地域内の多くの川は、マヨン火山や他の山に源を発している。キナリ(A)川は流域面積331km<sup>2</sup>、流路延長55kmである。タリサイ川は、流域面積194km<sup>2</sup>、流路延長50kmで、キナリ(B)川およびヤワ川は流域面積、流路延長とも小さい。

流量観測網は整備されていないが、キナリ(A)川とタリサイ川には観測所があり、図3.3.2に示すように、キナリ(A)川流域に7観測所、タリサイ川流域に1観測所がある。流量は量水標により日単位で観測されている。

年平均比流量は $0.04 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ から $0.1 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ の範囲にある。流出量は6月と7月に大きく増加し、12月まで増加し続ける。

渇水期は2月から5月である。特に、タリサイ川はその流域面積に比し、流量が少いため渇水はきびしい。一方、ナシン川の流量は年間を通じて一定している。年流出係数は、サンフランスコ川の観測所の平均年流出量と、ギノバタンの平均年降雨量から検討すると0.6ないし0.7である。

洪水は計画地域に、毎年襲来する台風や熱帯性サイクロンにより発生している。山地部から流下する洪水は、キナリ(A)川流域では堤防の建設により近年ある程度制御されてきたが、河川の流下能力の不足により堤防が破壊するため、当流域ではしばしば洪水氾濫が起きている。このため、主要な洪水が、その測定方法の不備のため、また洪水氾濫の影響をうけて正確に記録されていない。

### 3.3.2.2 流 砂

マヨン火山斜面に源を発する多くの溪流の内いくつかは、多量の土砂を伴って流下する。流送された土砂の一部は、低い丘陵部に堆積し、残りは河道を通じて下流部へ運搬される。中流および下流部での流砂の堆積は、河道の通水能力不足に起因する河床の上昇を促進し、洪水を引き起こしている。計画地域での土砂生産と土砂堆積の定量的解析は、現在まだ行われていない。

1978年TAMS-TAEの提出したフィージビリティレポートとその後の1980年ASIATICの調査によれば、タリサイ川を含めたキナリ(A)川の出口であるバト湖へ流入する流砂量は、タリサイ川のアラングにおける流砂量より推定すると年間 $400,000 \text{ m}^3$ である。この流砂が湖全域 $20 \text{ km}^2$ にわたって一様に堆積するとすれば、毎年 $2 \text{ cm}$ 程度の湖底の上昇となる。

### 3.3.2.3 バト湖の水文

バト湖は、流域面積 $874 \text{ km}^2$ を有する自然の貯水池であり、タリサイ川を含めたキナリ(A)川流域はその60%を占める。その湖水面積は雨期の約 $40 \text{ km}^2$ から乾期の $6 \text{ km}^2$ まで変化

する。最高水位は1980年10月の10.48mで、最低水位は1969年5月の3.37mと記録されている。平均水位は6mで、この水位は湖水面積20km<sup>2</sup>に相当する。洪水時には水位は数日で急激に上昇し、その後1ヶ月以上にわたって非常にゆっくりと下降していく。これは、バト湖の流出口がピコール川しかないことによるものである。ピコール川のサント・ドミンゴでの流量観測データによれば、湖からの流出は平均約38m<sup>3</sup>/secである。流出量は季節により12m<sup>3</sup>/secから64m<sup>3</sup>/secまで変動している。

### 3.4 河川の現況

#### 3.4.1 計画対象河川

計画対象河川、砂防計画区間との分界点、レガスビでの潮位記録およびバト湖の水位記録を以下に要約する。計画対象河川は、1980年6月に提出した調査実施報告書に記述したマヨン火山に源を発する支川を含む主要3河川と11小溪流とした。

- (i) キナリ(A)川
- (ii) キナリ(B)川
- (iii) ヤワ川
- (iv) 東-東北小溪流

ただし、東-東北小溪流については、この節で、河川の現況および概略検討のみにとどめた。砂防計画区間と河川計画区間の分界点は、河床勾配が約1/100の地点とした。

- (i) キナリ(A)川 — オグソン川以東の支川については国道橋地点  
— ナンシ川については、リガオータバコ道路のナンシ越流型ボックスカルバート地点
- (ii) キナリ(B)川 — バンタヤンの河川
- (iii) ヤワ川 — バニャグ鉄道橋地点
- (iv) 東-東北小溪流 — レガスビ-マリナオ道路の各道路橋地点

キナリ(A)川はバト湖の水位の影響を受けており、記録された最高水位は標高約10.80mである。また、キナリ(B)川およびヤワ川は潮位の影響を受けている。レガスビで1979年1月から1980年4月までに記録された最高潮位は、平均海面上約1.3mである。タバコ湾の潮位は記録されていない。

### 3.4.2 キナリ(A)川

#### 3.4.2.1 概 要

マヨン火山の西-南斜面に源を発している多くの溪流を集めるキナリ(A)川は、西-西北の方向に流れ、最終的にバド湖に注いでいる。当河川は計画地域内の対象河川中最も大きく、流路延長150 km、流域面積365 km<sup>2</sup>である。流域は水田を主体とした農用地として利用されている。カマリグ、ギノバタン、リガオ、オアス、ポランギおよびリボン等の人口の密集した市がキナリ(A)川本川に沿って存在しており、かつ多くの財産が集中している。

#### 3.4.2.2 砂防計画区間

上流支川の殆どは、荒廃している。それらはカマリグを通るキランガイ川、カマリグとギノバタンを結ぶ国道を通過するツンパ川、マニニラ川、マサラワグ川、ナボントン・クリークとブルサン・クリークの上流のオグソン川、そしてリガオータバコ道路を通過するナンシ川である。マヨン火山の西-西南約20°の斜面は安定しており、荒廃した支川は存在していない。

##### (1) キランガイ川

キランガイ川は、最上流部に位置し、荒廃が著しく、標高400 mから600 mの区間は深い峡谷を形成している。標高160 mから350 mの区間にはコゴン(cogon)草が繁茂している扇状地が形成されており、キランガイ川はマニニラ川と合流している。標高160 m以下では、河床勾配は緩く、河川巾は数メートル程度の水路である。鉄道橋上流部には、砂質土で構築された堤防が設置されている。峡谷部における掃流土砂量は、植生が可成り回復しているので少ないようである。扇状地上流の二次的浸食作用により、掃流土砂が発生している。

##### (2) ツンパ川

ツンパ川の上流部には浸食作用による峡谷は存在していない。山麓には大きな扇状地があり、過去に莫大な量の掃流土砂の生産があったことを示している。扇状地上流部の二次的浸食作用が掃流土砂の原因ではあるが、浸食作用は著しくない。標高200 m以下では河床勾配は緩く、標高170 m以下は水田であり、河道は存在していない。

(3) マニニラ川

マニニラ川はマニニラの東側で県道を通過している。しかし、この付近の河床勾配は急ではない。標高150 m以下では二次的浸食作用が始まり、当河川はトラバンヤに流下している。河道の形成過程より、河道は不安定で、かつ将来にわたってさらに不安定になるものと思われる。

(4) マサラワグ川

マサラワグ川は標高270 m付近で2つに分かれ、約1 km下流の標高160 mの地点で県道を通過している。2つの河道の間の紡垂形の地形は最大巾1 km、長さ3 kmで自然遊砂池として機能している。左側の河道に沿って長さ500 mの左岸堤防が土砂の掘削によって構築されている。現在、左側の河道は本流となっている。しかし、右側の河道に沿って、莫大な量の土石流跡がみられる。その土石流の跡はマイポンの狭さく部より先にまで到達している。そして下流部では多量の土砂の生産が行なわれている。

(5) ナボントン・クリーク

ナボントン・クリークの上流部の区間は、ナシン川の左岸側の支流であるブガ川と隣接している。標高300 m付近のナボントン・クリークの流域面積と、ブガ川の流域面積との境界は明白でない。このため送流土砂は、送流土砂の量と特徴により両方の河川に流れ込む。県道より上流部の河床勾配は急峻である。1つのかんがい用取水口が存在し、現在修理中である。しかし下流の河床勾配は約1/40であり、高さ2 mから3 mの段丘が存在する。河道は蛇行しており、河床の二次的浸食は流砂量によるものである。パウログ橋の約1.6 km上流でブブルサン・クリークが加わり、橋梁の上流1 kmの区間に、自然遊砂池が存在する。

(6) ナシン川

マヨン火山の西の斜面に源を発する荒廃の著しいバリガン川の下流部であるナシン川はキナリ(A)川の最大の支流である。ナシン川に沿って県道橋、ナシンかんがいダム、リガオータバコ国道橋のような重用な構造物がある。これらの構造物は多かれ少かれ、浸食と送流土砂の堆積による被害を受けている。ナシンの近くで河道は、丘と丘の間に狭さく部を形成する。その狭さく部は、自然遊砂池として作用している。ナシンの500 m下流には、床固として作用する土砂吐付固定越流堰の国営かんがい用のナシンドムがある。河床勾

配は浸食により、 $1/70$  から  $1/40$  に変わる。しかし河床材は大礫が主であるので河床の洗掘は更に進行しないと思われる。ダムの  $500\text{ m}$  下流には、リガオータバコ国道橋がある。

その下流域では浸食が著しく、河床はこの数年の間に  $3\text{ m}$  程度洗掘されている。国道橋の  $800\text{ m}$  下流では、河床勾配は  $1/200$  となり、巾  $100\text{ m}$ 、長さ  $1,500\text{ m}$  の自然遊砂池が存在する。また、かんがい用ダム、国道橋よりタバコ側の道路工事用の河床材の掘削、およびその橋梁自身が流送土砂に対し、平衡を阻害したり、あるいは平衡を促進する効果を引き起している。

#### 3.4.2.3 河川計画区間

中・下流区間では、マヨン火山に源を発するナッシ川、ポランギ川、およびタリサイ川が本川に合流している。洪水調節ダムと遊砂池のための適地は見当たらない。

##### (1) キナリ本川の上流区間

本川に沿って位置しているギノバタンが現況河道の流下能力不足により、洪水氾濫の被害を受けている。これに対して現在の堤防の嵩上げと延長が効果的である。

サログ川、イラヤ川、カマリグ川、スア川そしてマニニラ川に沿って、中・下流区間の限られた地域が、流下能力の不足により洪水氾濫が起っている。

##### (2) カピロガン川

カピロガン川はバナオ橋を通過すると、左岸側の2つの支流と合流して深い谷に流れ込む。この谷を通過後、カピロガン川は蛇行を始め、特に、タグポーカバン地点では蛇行が著しい。練石積で法面保護されていた左岸の堤防は、部分的にその地点で破壊されている。河川のショートカットはこの地点で適切に実施されるべきである。

##### (3) オグソン川

オグソン川は、中・下流区間では可成り安定している。

##### (4) ナッシ川

ナッシ川に沿って、国鉄橋、国道橋等の重用な構造物がある。これらの構造物は送流土

砂をせき止め、河床を高くしている原因となっている。

(5) ポランギ川

ポランギ川に沿って、小規模な土砂吐付固定越流堰がキナリ左岸およびキナリ右岸に位置している。ダムの高さは約3mで、かつ河床を高くしているため、これはポランギの洪水氾濫の原因の1つとなっている。

(6) タリサイ川

バコロド橋上流のタリサイ川の河道は、大洪水の流下に対して、広くかつ深い河道を持つ。しかし、橋梁を通過すると、急に浅くなり、タリサイ川付近で洪水氾濫を引き起している。また、タリサイ川付近はベイリイ橋の手前で、リボン川と合流し、バト湖の手前約2kmの地点でキナリ本川に合流する。

(7) キナリ(A)川

キナリ(A)川と呼称した本川の中・下流区間では、タリサイ川、ポランギ川、その他多くの支流が錯綜している。そのほとんどは、マヨン火山よりも周辺の山や丘を源として流下している。これらの支流は、豊富な流出量を持ち、マヨン火山から流れ出る河川よりも、表面土砂浸食による流砂を多く含んでいる。キナリ(A)川の約80%にあたる河道は築堤されている。しかし、既設堤防は、主に河道の流下能力の不足により、多くの個所でしばしば破壊されている。また、左岸側堤防は、右岸側堤防よりも、計画的に堤高を低くして建設されている。

リボド、バリウ、サウスキナリ、サンアグステン、マゴスーサンタクルス等の4つの永久かんがい用取水ダムが、キナリ本川にある。これらの取水ダムは、小規模な土砂吐を持つ固定越流堰であるが、これらのダムは河川の洪水防御の観点からは逆の効果を生じている。すなわち これらの取水ダムは洪水時の流下能力を減少するとともに、送流土砂により、河床の上昇を促進している。現在、キナリ(A)川とタリサイ川を結ぶ3本の水路がある。この水路は、オアス上流部のボボンソランおよびオアス下流のサウスキナリダムを始点としてタリサイ川へ流下するもの、また、ブサク橋下流のリボン川である。初めの2つの水路は、タリサイ川に流入する前に、1本に合流する。現在、キナリ(A)川の低水流量の1部分は、タリサイ川へこれらの水路を通じて流下している。この水路は洪水時の水路としての機能

を持っているが、この2河川には含まれた地区では、洪水氾濫は避けられない。

#### (8) バト湖

現在バト湖は洪水時の遊水池として利用されている。このため、バト湖付近の下流区間は、バト湖の影響で洪水時に浸水を受けており、その浸水面積は、約2,000haに達する。これはキナリ(A)川の中流区間での洪水現象とは異なる。従って、現在計画中のバト湖ーパンタオ湾放水路計画等によるバト湖の人工的調節が加えられなければ約2,000haの浸水地域は、キナリ(A)川の洪水防御工事によっても改善され得ない。

### 3.4.3 キナリ(B)川

#### 3.4.3.1 概要

キナリ(B)川は、マヨン火山の西-西北斜面に源を発し、マヨン火山、マサラガ山およびマリナオ山からの支流が当河川に流入している。キナリ(B)川流域は、マリナオ付近の平地、タバコ、マリナオ等を含み、かつ広大な米作地帯を含んでいる。当河川は河口付近で、国道橋を通過している。

#### 3.4.3.2 砂防計画区間

バラポト川、ナモトンガ川、タビギアン川、ブアング川等の支流がマヨン火山に源を発している。これらの支流は、ブアング川を除いて、河道は非常に安定している。

##### (1) バンタヤンの上流

バンタヤンの上流区間は深い谷を形成しており、バンタヤン付近の標高155mの個所は、狭さく部である。狭さく部の川幅はわずか25mで、河床勾配は約1/40であり、主にブアング川からの転石が堆積している。マヨン火山の他の支流は、深い森林でおおわれており、送流土砂量は将来とも小さいと思われる。

##### (2) ブアング川

ブアング川は深い峡谷で、マヨン火山の北東斜面から流下し、ブアングで本川に合流している。ブアングの300m上流に位置するブアング橋の橋脚は、土石流の影響を受け、橋脚のコンクリートは損傷を受けている。橋脚の基礎は河床の洗堀で露出している。これ

は土石流の堆積と洪水による浸食が原因である。河床変動は4 mから5 mの範囲である。この河床変動のため、合流点から500 mないし1,000 m下流までの区間は荒廃を受けており、高さ1 mから5 m程度の段丘が二次的浸食を起すと思われる。

### 3.4.3.3 河川計画区間

本川の中・下流区間で、右岸からマヨン火山に源を持つサンフランシスコ川、左岸からマリナオ山に源を持つタキ川が本川に合流している。マヨン火山の支流は、流出量は少ないが、マリナオ山の支流の流出量が多い。

マリナオ山のブランサ川とタキ川は、特にマリナオの水田の洪水被害の1つの原因となっている。サンフランシスコ川は、マヨン火山の大きな支流であり、下流区間は蛇行しており、河道は安定していない。本川に沿って、オゴブ付近の浅瀬まで続く狭さく部によって、河床は土砂で高くなっている。本川とサンフランシスコ川の右岸に数年前に構築された堤防は、洪水からマリナオの平地を防御するためのものである。しかしこの堤防は台風時の洪水によって、しばしば堤防の破壊等の被害を受けている。従って、堤防の補強あるいは拡張、または新設堤防の建設等が必要である。本川は中流区間で蛇行しているが、水路はかなり広く、自然遊砂池としての機能を持っている。キナリ(B)川の河口では砂洲が発達しているが、洪水時には流送される。

### 3.4.4 ヤワ川

#### 3.4.4.1 概要

ヤワ川には、マヨン火山の南-南東斜面から流下する3支流と、計画対象範囲外の南側にある丘陵からの小支流が合流している。(このうちブサイ川は規模が大きく、国道橋を通過して、レガスピ空港に沿って東方に流れ、最終的に州都レガスピの北側のポリキ湾に注いでいる。)3支流は西から東へ、アヌリン川、ブジャオ川およびパワ・ブラボト川である。

#### 3.4.4.2 砂防計画区間

アヌリン川、ブジャオ川およびパワ・ブラボト川の荒廃状況は、ナンシ川よりも少ない。

##### (1) アヌリン川

南斜面の標高1,100 mに源を発する2つの急流は、平行に流下し、この急流はカグサ

ワ遺跡付近でヤワ川の最上流部となっている。標高400mから1,200mの間の斜面は、森林で覆われている。標高350mから600mの間の峡谷の斜面は草木で覆われていて、現在土砂は生産されていない。右側の急流の堤防は、左側の急流のものよりも高く構築されている。当河川は標高140mの県道より下流側では、水田の小水路となり、大部分の流水は地下に浸透している。

## (2) ブジャオ川

ブジャオ川はマヨン火山の南斜面に位置し、その上流は急峻で、かつ崩壊が激しい。そして南東方向に流下している。上流部では、明らかに大規模な地滑りがあり、活発な土砂の生産を引き起こしている。しかしながら、標高600mの滝の上流では、河床勾配は比較的緩く、かつ河道は土砂の調節と堆積の機能をはたしているため、下流に対し直接的な脅威とはなっていない。標高500mと300mの間では、深さ20mの峡谷を形成し、岩屑区間では小規模の横浸食が発生している。標高300mと100mの間の3kmの区間で川幅は、100mから200mの範囲で変化している。土砂の堆積地の幅は1.5kmで、河床勾配は約1/15である。河道の両岸に、凸面状に突出した堆積地形は、過去に莫大な量の土石流があったことを示している。流出土砂は標高180m以下では見受けられず、大部分の流水は地下へ浸透している。この伏流現象は、マヨン火山において一般的な現象であるが、当支流では最も顕著である。土砂堆積個所の下流側には、隣接して水田が広がっている。

## (3) パワ・ブラボト川

パワ・ブラボト川はヤワ川の支流の中で最も活発で激しい流れであり、その上流区間で多くの土砂を生産している。パワ・ブラボト川は、マヨン火山の南斜面の崩壊地から流下している。2つの深い峡谷は標高500m地点で合流し、以下標高340m地点まで急勾配で流下している。標高300mで右岸の支流と合流する。現河道の堤防は、十分な堤高を有していないため、豪雨時に流出した土砂および洪水は、標高270mから230mの間の右岸堤防を越流する。ボンガ付近の土砂流出の痕跡から判断して、ボンガは背面からも被害を受けるであろう。流出土砂は中流域で分散堆積し、扇状地を形成しており、県道に沿って底辺はマビニトとマタングの間の約3kmの長さには達している。ボンガの300m上流から、パワに到るまでの練石積の堤防が、左岸側1.6km、右岸側0.3km、建設され

た。ボンガ、ブラボドとパワの村落および水田を洪水から守るために、現在堤防の新設が公共事業省の管轄下で、市建設局の監督のもとに実施されている。パワの下流区間では大部分の流水は地下に浸透し、河床勾配は緩く、水路幅は狭くなっている。最終的にボタンで本川に合流する。この河川に対しては、国際協力事業団によって、1980年に砂防施設の詳細設計が実施された。

#### 3.4.4.3 河川計画区間

ヤワ川本川の中流区間では、礫や転石が河床に堆積しているが、河道は安定している。洪水による堤防の浸食は、中流区間で見受けられ、築堤工事が必要である。キリカオの製紙工場によって建設された取水施設を兼ねた橋および堰堤は、洪水の流下の妨げとなっており、可動堰付きの取水施設に変更すべきである。キリカオからレガスビ空港までは堤防が両岸に構築されているが、ヤワ川の下流区間の2.5 kmは、洪水時に0.5 mの深さでしばしば、洪水氾濫を起している。従ってこの区間には、人口の密集した州都レガスビと、その近郊を洪水から守るために、築堤が必要である。

漂砂による砂洲は、河口で形成されているが、洪水時には流送される。

#### 3.4.5 東-東北小溪流

##### 3.4.5.1 概要

ヤワ川とキナリ(B)川の間、アルバイ湾とタバコ湾に流れ込む多くの独立した溪流がある。これらのうち、11小溪流をこの計画で対象とした。これらの小溪流は、南から北へ向かって、1から11と番号をつけて示した。この地域に関しては、砂防計画に十分な配慮をするとともに、洪水防御計画を主に、マリリポト、タバコ、バラデン、マリナオに対して実施すべきである。これらの溪流の内、4、6、10の溪流は、他の溪流よりも重要である。11小溪流を基本的に2つのグループに分ける。1から6までの溪流はヤワ川と古マヨン火山の間にある。長い河道を持つ5の溪流を除いて、他の溪流は、扇状地のの上流側では急勾配である。これらの溪流のうち、3、4、6は荒廃している。7から11の溪流は古マヨン火山とキナリ(B)川の間にある。これらの小溪流は北東-北に流れ、標高100 m付近で東へ河道を変えている。堆砂量はこの付近で著しく、ある溪流では大きな扇状地を形成している。河道を変えた後、河床勾配は緩くなり、タバコ湾に流入する。これらのうち、10の溪流のみが荒廃している。

### 3.4.5.2 小溪流の現況とその将来計画

#### (1) №1 (ブユハン(A)川)

上流の河道は小さな峡谷を形成して、ヤワ川の支流であるパウ・ブラボト川に接近する。峡谷を通過すると、パウ・ブラボト川とともに、大きな扇状地を形成する。国道との合流点でみると、流砂量は著しくはなく、河床は安定している。砂防計画に対しては、扇状地における遊砂地の建設の必要性を検討する必要がある。

#### (2) №2 (ブユハン(B)川)

この溪流は、マヨンゴルフ場の南側に沿って、平行に流れている2つの支流から構成されている。上流の峡谷は可成り深い。北の支流は、ゴルフ場の南端に沿って流れているが、土石流はゴルフ場に浸入するとは思われない。南の支流に沿って、ココナツと灌木が生えている。下流側は土石流の被害はないと思われる。

砂防計画に対しては、堤防および床固工の設置を検討する必要がある。洪水防御計画に対しては、ゴルフ場の南端の左岸堤防の浸食を避けるために、石積護岸工が必要である。

#### (3) №3 (マタング川)

標高500m地点に比較的新しい溶岩流が分布しているが、部分的に、溶岩の赤かっ色の表面を草木がおおっている。溶岩より下流の最上流部分での浸食は、顕著ではない。また溶岩の影響で草木は少い。しかし河道は浸食の進行により荒廃するであろう。堆積土砂は、下流の標高80m付近の水田まで達している。

洪水防御計画に対しては、住宅および工場等の開発地区を洪水から防護するための排水路の建設が必要であろう。

#### (4) №4 (バスト川)

この溪流は最も荒廃しているものの1つである。右岸側の支流が№3と同じ溶岩流の左側から流入している。左岸側の支流は比較的安定している。右岸側の支流は、標高230mから120mの間で扇状地を形成している。1968年の洪水では、土砂の大量移動が起り、国道橋の左岸側の支流との合流点に堆積した。

砂防計画に対しては、土砂の移動を調節するために扇状地の頂点に、数箇所低い砂防ダムを建設する必要がある。洪水防御計画に対しては、橋脚の保護、および洪水量と流送

土砂に対して安全な流下能力を持つ河川横断面であることが必要である。下流の水田の浸食を防止するために、堤防を石積みで保護する必要がある。

(5) №5 (バカカイ川)

草木が他の溪流よりも高い標高まで繁茂している。峡谷を形成する浸食作用は極めて小さく、河道は安定している。5つの支流が国道を通過するが、流下能力は十分でないように思われる。南から4番目の支流は、現在流出量は大きく、洪水時の流送土砂量は著しく多い。流送土砂塊と遊砂地の形成が国道の下流で見られ、河道が古い時代には荒廃していたと思われる。しかし現在遊砂地は水田で、かつ安定している。

砂防および洪水防御計画は不必要と思われる。

(6) №6 (ブラウン川)

ブラウン川は中流区間の狭い河道を通過し、平坦な地形を形成している。流送土砂は平坦部で堆積している。河道は東へ向きを変え、国道を通過後北東に変へ、そして急勾配でタバコ湾に流入する。扇頂は国道地点にあり、多量の転石の堆積と比較的大きな低水量が流れている。その後流水は地下に浸透している。草木は上流の平地では見られないので、著しい量の流送土砂量があると思われる。

下流の被害は考えられないので、砂防および洪水防御計画は不要と思われる。

(7) №7 (ティガオ川)

ティガオ川はマヨン火山に源を発し、北東に流れ、標高100mで東方へ流路を変え古マヨン火山から流れ出る幾つかの小さな支流と合流して、マリリポトの北側に沿って流れている。河床は現在安定状態にある。低水流量に関する限り、マリリポトの南側に沿って流れる古マヨン火山から流れ出ている東側の支流はもっとも大きい。

砂防および洪水防御計画は不必要と思われる。

(8) №8 (タガス川)

この溪流の源は、№7の溪流に非常に近い。しかし一方は北に向って流れ、他方はタバコの南側に沿って流れる。水田が他の溪流よりも高い標高の所まで存在することから、河道は古い時代にすでに安定したと思われる。河道の縦断はきわめて滑らかである。

(9) 169 (ボンボン川)

この溪流の源は、標高100mの地下滞水層である。源流周辺には、小規模の峡谷を形成する浸食が見られるが、流送土砂の生産は少く、下流に対する影響は無視できる。水源が地下にあるにもかかわらず、低水量は比較的大きい。また河床勾配は、緩やかで、河道は蛇行し、国道橋の上流の右岸堤防を侵食している。

洪水防御計画に対しては、国道橋の上流部の右岸堤防に石積護岸工を設置し、浸食の進行と蛇行を防止することが有効である。

(10) 1610 (サンビセンテ川)

上流の河道は11溪流の中で最も荒廃しており、上流の部分では深い峡谷を形成している。明らかに河道が168溪流に達していたことが、痕跡より明らかである。大きな扇状地が標高180mから160mで始まり、大規模な土石流が扇状地の左側に沿って流れ、サンビセンテとサンアントニオの間の国道を越流したことがある。泥と岩屑の堆積後、河道は狭くなり、サンフランシスコ川に流入している。同時に大部分の流出量は扇状地の右側に沿って、侵食しながら流れている、そして主に、1611へ、一部は1610へ流れる。下流区間はサンビセンテからの古い河道であり、洪水はサンビセンテから、この溪流の下流区間へ向って流れることが起こり得る。現河道はかんがい用であり、洪水時の流下能力は十分でない。

砂防計画に対しては、サンビセンテに対する土砂流出と洪水氾濫を防止することが必要である。従って、流出土砂抑制のために遊砂堤を設置した遊砂地を建設する必要がある。また、これは扇状地の右側に沿う洪水流を調節する役割を兼ねる。植林は等高線療法により実施すべきである。洪水防御計画に対しては、洪水を迂回するための水路の整備が必要である。兩岸の堤防の新設および河道の拡巾が必要である。この放水路計画にあたり、タバコ港に影響を与える漂砂には十分配慮する必要がある。漂砂の卓越する方向は北-北西から、南-南西であると思われる。MPWの地方建設局はこの河川の築堤およびショートカットを計画中である。

(11) 1611 (サワン川)

サワン川はサンビセンテの現河道であり、現在かんがい用水路として利用されている。洪水防御計画は不必要と思われる。

### 3.5 農業の現況

#### 3.5.1 農業をとりまく自然環境

計画対象地域内の沖積平野は、大部分が土壌条件からみて稲作好適地である。土壌は比較的新しいマヨン火山砕屑物を母材とし、その土性はシルト質埴土から壤土である。自然、肥沃度は比較的高く、表層土の土性は、シルト質壤土から埴土となり、水田のしろかき作業には支障がない。

既存かんがい組織の純かんがい面積は、9,400 haで、かんがい用水の水源は、計画対象地域内の河川表流水に依存している。キナリ(A)川中流部の平均流量は雨期で $8.30 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、乾期で $5.75 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、他方キナリ(B)川の推定流量は雨期で $1.78 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、乾期で $1.03 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。両河川ともかんがい用水として使用する場合に水質上の問題はない。

#### 3.5.2 社会・経済的背景

1980年のセンサスによれば、計画対象地域内の総戸数は73,400戸、そのうち農家戸数は39,200戸を占める。農家1戸当りの平均経営面積は1.2haであるが0.9ha以下の農家数が全体の60%に達する。

自作農は全農家の18%にすぎず、残りは17%が農地改革で自作農に転換中の農家、45%が定額小作、16%が分益小作、4%が混合形態をとる農家である。水稻栽培の場合の小作料納付方式は分益と定額の2種類がある。分益納付の場合は、小作人は通常生産費を全額負担し、生産物の50~60%を取得する。いっぽう定額納付の場合は、小作料設定は法律で定められており、小作契約成立直前の3ヶ年平均純収益の25%を超えてはならないことになっている。

#### 3.5.3 土地利用

計画対象地域内の総面積は、70,000 ha、そのうち44,800 haが農用地、25,200 haが非農用地である。農用地の内訳は水田21,700 ha、畑地1,900 ha、ココヤシ20,950 ha、マニラ麻130 ha、柑橘120 haである。水田のうちかんがい面積は13,000 haで、純作付面積は9,900 haである。天水田は8,700 haで、純作付面積は6,600 haである。

非農用地には森林10,200 ha、草地7,700 haが含まれているが、土壌が劣悪で、かつ傾斜が急なために農用地として新規開墾するには適さない。

#### 3.5.4 農業生産

計画対象地域内で広く行なわれている水稲作付体系は、降雨型と台風および洪水の時期に適応したものになっている。かんがい水田では二期作が普及している。キナリ(A)川流域では、雨期作は4月から6月にかけて始まり、8月から10月の間に収穫時期を迎える。乾期作では10月から翌年月にかけて播種・田植えが行なわれ、収穫時期は3月から5月の間となる。

稲作作業は歩行型耕うん機で、部分的に機械化されているが、大半はいぜんとして畜力に頼っている。病虫害防除には自動噴霧機を使用している。

IR-36やIR-42等の高収量改良品種が、計画対象地域内全般に導入されている。農家調査の結果によれば、ha当り平均施肥量はキナリ(A)川流域で成分量換算で窒素76kg、リン酸16kg、カリ8kg、キナリ(B)川流域で窒素67kg、リン酸19kg、カリ6kgの水準に達している。水稲の病虫害は軽微であり、農民は通常、予防処置として殺虫剤を3~4回散布している。

今回の質問票による水稲収量聴き取り結果の集計によれば、聴き取り調査地域の籾平均収量は、雨期作でha当り3.2 ton、乾期作で3.5 tonであるが、この収量は洪水を被らぬ水田で、良好な普及指導体制のもとに得られたものと考えられる。計画対象地域内全体の平均推定収量は、かんがい栽培の雨期作で3.0 ton、乾期作で3.2 ton、天水栽培の雨期作で1.6 tonにとどまり、年間総生産量は約70,900 tonで計画対象地域内の域内消費量の1.3倍相当となる。

ココヤシは水稲に次ぐ計画対象地域内の主作目であり、この他にトウモロコシ、キャッサバ、サツマ芋、葉菜類、バナナ、柑橘類が栽培されている。ココヤシの栽培面積は21,200 ha、年間生産量はコブラ換算で約20,000 tonである。マニラ麻とトウモロコシの作付は、病害のためここ数年ほとんど増加していない。

#### 3.5.5 農産物市場および価格と農業生産支援組織

水稲改良品種の種籾・苗の生産と配布業務は、農業者植物生産局が担当している。米の農家庭先売渡し価格は、1975年籾1kg当り88セントボから1ペソの間を上下している。一方、尿素肥料価格は同期間に1kg当り1.44ペソから1.93ペソに、顧用労賃は2.4倍にまた、消費者物価指数は90%上昇した。

ピコール地域には、植物生産局管轄下の試験場が2ヶ所あり、ピコール試験場では野菜、根菜、水稲以外の穀類の品種試験、肥料試験、病虫害防除試験などを実施している。1975

年より、FAOとUNDPは計画対象地域内で、肥料実地試験を共同で行なっている。560ヶ所の試験地での平均収量は、ha当り施肥量、窒素105kg、リン酸20kg、カリ20kgの場合で両期作5.6ton、乾期作6.9tonに達し、計画対象地域内の潜在土地生産力が高いことを示している。

農業普及局と植物生産局は、作物生産、家畜、農業協同組合、営農資金貸し出しなどを含めた総合農業普及計画を共同推進しているが、そのなかでマサガナ99やマサガナメイザンと呼ばれる融資事業の運営管理に重要な役割を果たしている。1980年現在、アルバイ州農業普及局所属の普及員数は118人、植物生産局所属の普及員数は56人である。

マサガナ99は稲作を、マサガナメイザンはトウモロコシ、ソルガム、大豆を、グルカンサカルスガンは野菜をそれぞれ対象とした農業融資制度である。農家1戸当りの平均融資額は2,600ペソで、1979年の実績によれば融資償還率は85%に達している。

### 3.6 かんがい排水組織の現況

#### 3.6.1 計画対象地域内のかんがい現況

計画対象地域内の農用地44,700haのうち、水田は21,700haを占め、キナリ(A)川、キナリ(B)川、ヤワ川およびマヨン火山部の東側山麓と北東側山麓に分布している。現在、13,000haが、かんがいされている。

計画対象地域内のかんがい水田は、国営かんがい組織4地区と共同かんがい組織63地区から成り、それぞれの受益面積の合計は2,400haおよび10,600haである。表-3.6.1に純かんがい面積の一覧、図-3.6.1にかんがい地区の位置を示す。

国営かんがい組織では、国家かんがい庁が計画から施工、さらに工事完成後の運用と管理も担当している。

共同かんがい組織の場合は、計画から施工まで国家かんがい庁が担当するが、工事完成後の運営管理業務は農民組織に受けつがれている。共同かんがい組織には恒久的な頭首工、水路構造物を備えたものもあるが、大半は仮取水堰と簡易水路網のみで、維持管理も農民が組織的でなく個々に実施している。

水路形状は、ほとんどがライニングされていない台形水路であるが、管理状況は比較的良好である。

既存かんがい地区では、自然河川を排水路網として利用しているが、排水容量が十分でなく、豪雨の直後には局部浸水がしばしばおこる。

### 3.6.2 キナリ(A)川流域のかんがい現況

流域内の水田総面積は12,400ha、そのうち8,530haが国営かんがい組織4地区と共同かんがい組織27地区の受益地区となっており、純かんがい面積は6,320haである。

かんがい用水の水源は、キナリ(A)川本支流の表流水に大部分を依存しているが、一部はマヨン火山山腹の湧水を利用している。

国営かんがい組織はナンシ、オグソン、マハバ、ヒビガの4地区、いずれもキナリ(A)川の右岸にあり、総受益面積は2,400haである。9ヶ所の頭首工はすべて恒久的施設となっており、幹線および支線水路の総延長は75km、そのほとんどはライニングされていない台形水路である。かんがい水路の維持管理状態は比較的良好といえる。

共同かんがい組織27地区の受益面積は合計6,130haで、現在、恒久的頭首工がキナリ(A)川本・支流の5ヶ所に設けられているが、他の取水施設は仮取水堰か自然取入れ工である。幹線および支線水路の大部分は用排兼用の未ライニング台形水路となっている。

### 3.6.3 キナリ(B)川流域のかんがい現況

流域内の水田総面積は3,950ha、そのうち1,990haが共同かんがい組織4地区の受益地区である。かんがい水田はキナリ(B)川下流のサンアントニオからマリナオにかけて分布しており、純かんがい面積は1,370haである。

取水工は1地区のみ恒久的頭首工で、残りは仮取水堰もしくは自然取入れ工となっている。幹線および支線水路は用排兼用の未ライニング台形水路である。

### 3.6.4 ヤワ川流域のかんがい現況

流域内の水田総面積550haのうち、380haが共同かんがい組織3地区の受益地区となっている。純かんがい面積は310haで、取水工はいずれも仮取水堰である。水路網は用排兼用、農民の手で良く手入れされている。

### 3.6.5 マヨン火山東部山麓および北東部山麓のかんがい現況

水田総面積4,800haのうち、2,100haが共同かんがい組織27地区の受益地区となっており、純かんがい面積の合計は1,900haである。これら29地区のかんがい水田は、マヨン山麓の標高20mから120mの間に散在している。

いずれの地区も仮取水堰と用排兼用の簡易水路網を備えているが、施設容量は十分でない。

### 3.6.6 政府のかんがい開発計画

国家かんがい庁が策定したかんがい開発5ヶ年計画には、計画地域内の既存共同かんがい組織の再開発計画と新規かんがい開発計画を、1981年から着手することが予定されている。

再開発計画の対象は、キナリ(A)川流域の共同かんがい組織3地区(総面積1,664ha)とキナリ(B)川流域の2地区(総面積585ha)である。

新規開発はキナリ(A)川流域で3地区合計受益面積1,030ha、マヨン火山麓で1地区、312haを目標としている。

## 3.7 インフラストラクチャの現況

### 3.7.1 人口および雇用構造

計画地域内のインフラストラクチャの現状を、アルバイ州と12の市およびレガスピ州都の資料に基づいて以下に述べる。

計画地域内の総人口は、1975年には377,000人、1980年には419,000人に達し、アルバイ州の総人口の約52%にあたる。人口統計によれば、年間人口増加率は1970年から1975年の間は2.2%、1975年から1980年の間は2.7%であった。人口密度は1km<sup>2</sup>あたり599人、アルバイ州では286人であり、大部分の人口が計画地域内に集中している。計画地域内の人口は大部分が地方に分散しており、総人口の約20%が都市地域に居住している。全村数の約50%にあたる307村が計画地域内に存在している。

計画地域内の世帯数は、1980年には73,400世帯、平均家族構成は5.7人であった。1975年から1980年の間に世帯数は17%増加した。

年齢構成によれば、総人口の47%が0-14才若年層、約50%が15-64才の労働層、残りの3%が老人層で構成されている。

アルバイ州の人口のうち、1975年には10才以上の人口の43%が雇用されており、学生、主婦等の非労働力人口は53.8%であった。労働力人口のうち、53.8%を農業、林業、漁業が占めており、一方、製造業、建設業、商業のそれは、各々18.5%、3.1%、6.0%であった。

### 3.7.2 インフラストラクチャ

#### 3.7.2.1 道路網

計画地域内の村、町、市等は国道、州道、市道、町道、村道により連絡されている。国道は総延長171.63 kmの21の道路網で構成されており、特にダン・マハラカ高速道路（マニラ南部道路）は幹線道路としてアルバイ州を横断して、カムリンスア州およびソルソゴン州を連結している。

州道、市道および町道、村道はそれぞれ延長138.96 km、139.77 km、238.37 kmであり、村は全ていずれかの道路で連結されている。

現在、計画地域内の道路延長は688.73 kmでアルバイ州の総道路延長の44.7%を占めている。これらのうち60.5%が砂利又は土の道路であり、国道を除くと76.3%が砂利又は土の道路である。

国道および州道の橋梁のうち、数ヶ所の橋梁はスペイン時代に建造されたものである。道路網の橋梁の区分は、コンクリート構造物が12%であり、残りは木橋、ベイリー橋、人道橋、吊橋、スピルウェイ橋である。

#### 3.7.2.2 鉄道網

マニラ市からアルバイ州を連結している南部鉄道は延長474.05 kmである。この鉄道はアルバイ州の4つの市、ポランギ、オアス、リガオ、ギノバタンを通過して終着駅のカムリグにいたる。以前のターミナル駅のレガスビは1975年の洪水により、ダラガの鋼橋が倒壊してから、使用不能となっている。

バト駅からカムリグ駅までの鉄道延長は40.06 kmであり、カムリグ駅からレガスビ駅までの延長13.63 kmは1975年以来廃線となっている。新設鉄道（変更線プロジェクト、ギノバタン-カムリグ-ダラガ）が1977年から建設中であり、1981年12月に完成予定である。この新設鉄道は延長18.8 kmで、マヨン火山の土石流、洪水による被害をさけるためにマハラカ高速道路の南側に路線選定がされている。

現在、アルバイ州とマニラ間の上り、下り列車とも1日3回の運行が確保されている。

計画地域内の鉄道橋は41ヶ所に位置し、主にIビームと木杭の構造物である。特にリガオ駅とカムリグ駅間の橋梁は、仮設用橋梁として架設されている、これは洪水および土石流の洪水被害をたびたびこうむるため、洪水後短期間に通行可能にするための処置である。

### 3.7.2.3 洪水防御施設

計画地域内のあるエリアは毎年、キナリ(A)川、キナリ(B)川およびヤワ川の洪水によって冠水しており、マヨン火山周辺の地域も過去に冠水および土砂堆積の被害を受けた。また道路、鉄道、河川防御施設等のインフラストラクチャも洪水により被害を受けている。

現在、計画地域内に、公共事業省が17ヶ所の洪水防御プロジェクト、州都建設局が4ヶ所の洪水防御プロジェクトを管轄している。

公共事業省管轄のもとに実施された洪水防御施設は1977年には堤防延長約1.1km、堤防の修復は延長約1.1kmであり、現在も継続中である。

1975年から1979年にかけてキナリ(A)川およびキナリ(B)川の洪水防御施設に対し、4.74百万ペソが投資され、またヤワ川に対し1.49百万ペソが投資された。

### 3.7.2.4 通信網

マヨン電話公社により、レガスピ州都、ダラガ市およびタバコ市に電話局が開設されている。アルバイ州の電話普及台数はピコール地域総数の29.8%におよび、電話加入者数は1977年では1,320戸で、人口100人当たり0.17台と低い普及率である。

アルバイ州の全市および州都には公共事業通信省の直轄のもとに電報局が開設されている。一方、6ヶ所の私設電報会社が電報サービスを行っている。

郵便サービスは政府管轄下の郵便局が市および州都に開設されている。また全村の1.6%にあたる村には郵便代理店がある。これは人口10万人に対し0.04人の郵便局員の割合である。

### 3.7.2.5 上水道施設

アルバイ州の上水供給は、主に湧水、浅井戸、ポンプ浅井戸等で行なわれている。全市および州都の上水システムは水道管網ではあるが、水道管布設延長は非常に少ない。

### 3.7.2.6 電力設備

アルバイ州の電力供給は計画地域内に位置する13の市および州都にのみアルバイ電力公社により行われている。電力は、全世帯数の16%にあたる18,300世帯、2,500の商業用消費者、69の工業用消費者に供給されている。

### 3.8 洪水および土砂による被害

#### 3.8.1 概 要

洪水と土砂の被害は、一般に有形のものと無形のものに分類できる。有形のものには、直接的、物理的な被害と、間接的な被害—たとえば収入や賃金の損失、電話・電気・水道など公共事業の停止、交通の遮断、流通の混乱等がある。無形のものには、例えば人命の損失、個人の傷病等がある。

計画地域における洪水と土砂の被害についての最初の現地調査は、1979年に実施された。基本計画のための2度めの調査は、1980年に1/25,000の地形図を用いて行われた。計画地域内の洪水と土砂の被害に関するデータは主に次の3つの観点から集めた。すなわち、インフラストラクチャ、農業経済、かんがい施設の3点である。

洪水と土砂の被害に関するデータは、1975年から1979年までの5年間のものが入手可能であった。その中で1979年のペパン台風による洪水と土砂の被害のデータを、今回の調査検討に利用した。

これらの現地調査と検討により、洪水の主な原因は次のように考えられる。

- (1) キナリ(A)川やキナリ(B)川では、個々の河川の構造物、一橋、カルバート、頭首工など一に土砂が部分的に堆積している。この堆積が、個々の川の区間で流下能力を低下させる。
- (2) 主な河川の支流につくられたカルバートや小橋梁のような排水路に付帯した構造物の地点では、水田からの排水の量に比較して流下能力が充分ではない。従って、氾濫した水がキナリ(A)川、キナリ(B)川およびその支流に沿って存在する水田や市や町へ流れ込む。この洪水による浸水期間は2日から数週間続く。

#### 3.8.2 被害地域

現地調査と考察の結果によれば、被害は主に洪水による浸水が原因である。浸水地域は、特に浸水の深さと期間を重点とした現地調査から得たデータと水文学的・水理学的解析の結果とを照らし合わせることにより、推定した。その結果、ペパン台風による被害地域は、図3.8.1に示したように計画地域内で約113km<sup>2</sup>である。それぞれの流域については下記の通りである。

##### (1) キナリ(A)川流域

キナリ(A)川下流域、すなわちバト湖付近では、毎年雨季に1週間以上、湖からの背

水で浸水する。1974年から観測されているバト湖の水位記録によれば、表3.8.2に示したように最高水位は毎年平均海拔8.30m以上の高さまで上がっている。背水の原因は明らかに、バト湖に端を発するピコール川の排水能力と湖の出口としての機能が不十分であることによる。流域の中流部でも浸水がおこるが、これは道路等の横断部分での流下能力が小さいこと、堤防も欠損した部分があることによる。浸水の深さは0.3mから0.5mまでであり、浸水は2日から1週間続く。多くの市や町、村落、道路網等のインフラストラクチャがこの地域に集中しているので、これらの施設への被害は重大である。

キナリ(A)川上流とその支流の洪水は、主に土砂を含む急流となって流れる。洪水の主な原因は、河道の流下能力不足と河川につくられた橋やカルバート等による流れの阻害にある。この地域では、河川堤防の侵食や、水田、河川構造物、道路等への砂の堆積のような部分的な被害のみである。

#### (2) キナリ(B)川流域とヤワ川流域

どちらの流域においても洪水は、ほとんど下流域で発生しており、河川の、特に構造物地点の流下能力に原因がある。

氾濫した水はしばしば州道に沿って、市や町、村落、水田へと流れ込むが、浸水時間はあまり長くなく、長くても1日である。

#### (3) マヨン火山の東-北東部地域

洪水は主に堆積しやすい砂を含んだ急流によるもので、これは河川堤防の、食や、水田、河川構造物地点、路上等への砂の堆積のような局部的な被害のみをひき起こしている。

### 3.8.3 農作物の被害

農作物に対する洪水被害は台風襲来時に生じ、その都度各町村の農業普及員が被害調査を実施している。普及員によれば、ココヤシやマニラ麻の被害は主に台風時の強風で生じ、洪水による被害は無視できるくらい小さいとのことである。水稻の被害も洪水以外に強風による不稔脱粒による減収が含まれている。計画地域内の農業普及所には、1979年のパパン台風の被害記録しかないので、この調査結果を表-3.8.3に示した。これによればキナリ(A)川流域では4,100haの水田が被害を受け、推定減収量は籾換算で9,130tonに及んだ。一方、キナリ(B)川流域では、1,410haの水田が被害を蒙り、籾減収量は480tonと推定されている。

### 3.8.4 かんがい施設の被害

1975年から1979年までの5年間に発生した台風とモンスーンによる洪水被害記録を収集した。この記録は、国家かんがい局で作成されたもので、国営および共同かんがい組織の被害額を示し、その要約を表3.8.4に示した。

キナリ(A)川流域で発生する主要被害状況は、(1)恒久頭首工の下流エプロン浸食および保護壁の洗堀、(2)取水ゲート正面の砂利の堆積、(3)仮取水堰の崩壊、(4)河川構造物の基盤の部分的浸食、(5)水路の土手の浸食と洗堀、(6)水路網の部分的な土砂の堆積、(7)キナリ(A)川に沿った水田の砂と泥の堆積、(8)キナリ(A)川の上流域の水田の部分的な浸食、などである。

キナリ(B)川流域で発生する主要被害状況は、(1)恒久頭首工の下流エプロンの浸食、(2)仮取水堰の崩壊、(3)河川構造物付近の部分的浸食と砂利の堆積、(4)水路の土手の浸食と洗堀、(5)水路網の部分的な土砂の堆積、(6)急流に沿った水田の部分的な浸食、などである。

マヨン火山の東部山麓および北東部山麓で発生する主要被害状況は、(1)仮取水堰の欠損、(2)水路網と水田における部分的な砂の堆積、(3)急流に沿った水田の部分的な浸食、などである。

### 3.8.5 インフラストラクチャの被害

インフラストラクチャに対する被害としては、家屋および公共建物、国道、州道、市道、村道、鉄道、河川構造物等がある。これらの被害状況および被害額を1980年7月から8月にかけての現地調査で収集した。

家屋および公共建物の被害調査にあたっては、過去に甚大な被害を受けた村、あるいは毎年洪水による冠水を受けている地域等を最初に確認した。これらの被害情報を公共事業省、公共事業省建設局、州都建設局、州開発局、各市から収集した。

公共インフラストラクチャの被害額は、アルバイ州全地域の台風および異常降雨による洪水から生じた被害の見積被害額である。これら被害額の資料を公共事業省、公共事業道路省、州建設局、市、州都建設局、地方建設局およびフィリピン国有鉄道から収集した。

#### 3.8.5.1 家屋の被害

##### (1) 洪水被害調査

##### 1979年の洪水被害調査

1979年のペパン台風による洪水被害を算定するために、計画地域内の13の市

およびレガスビ州都の全域にわたり調査を実施した。

家屋への被害は直接的被害についてのみであり、間接的被害および洪水の社会に対する影響は調査外とした。洪水被害資料は主に村長および市の担当官より収集した。

調査期間中、洪水被害データを村長および各市の職員とのインタビューから聴取するとともに、商業施設および公共建物の被害を、州開発局(PDS)から収集した。しかし、このデータは、リボン、オアス、ポランギおよびリガオの4つの市のみで、かつ数村のみのデータであった。

小学校および官公庁の建物に対する被害データは、レガスビ市のみ記録されているが、この被害は台風の暴風雨による被害で、洪水被害ではない。

#### 過去の洪水被害調査

洪水被害の過去の記録および現地調査によれば、最大の洪水被害は1969年から1970年にかけて発生しており、次いで1975年のシサン台風による洪水被害が確認された。

#### 家屋の被害

現地調査期間中、洪水形態、洪水発生状況、湛水深、洪水面積、被害程度等を約50人の村長とのインタビューを通して確認した。

1979年のペパン台風の洪水により、冠水した村は計画地域内で50村以上におよぶと見込まれる。特に、キナリ(A)川流域のポランギ、リボン、オアス、リガオ、ギノバタンおよびカマリグの市は、堤防の溢流あるいは堤防破壊により毎年河川沿いの地区が冠水している。

家屋への被害額は、洪水解析および現地調査をもとに算定した。

### 3.8.5.2 公共インフラストラクチャの被害

#### (1) 道路施設の被害

洪水による道路施設の被害額は、1975年から1979年に発生した各台風ごとの洪水被害額である。この被害額は国道、州道、市道、町道および村道に分類されている。

洪水被害の原因は、基層および表層材料の侵食流亡、石積の破壊、舗装材料のクラック、ボックスカルバートやコンクリート管の破壊、木橋の破壊流失等である。

橋梁および道路に対する被害額は、見積洪水被害額として算定した。この被害額は各台風通過後、公共事業道路省、州建設局、市建設局、市が災害復旧費として積算した政府提出用のものである。

これらの洪水被害額は全て、ピコール地域の消費物価指数の年間上昇率を12.1%として、1979年価格に換算した。洪水被害額は1975年には316万ペソ、1976年には106万ペソ、1977年には391万ペソ、1978年には157万ペソ、そして1979年には210万ペソである。各河川別流域の洪水被害額を表-3.8.5に示す。

## (2) 鉄道施設の被害

レガスビ市からタバコにいたる鉄道路線は、1938年の火山噴火により廃線となっている。ダラガからカマリグにいたるマヨン火山山ろくの路線は、1968年の火山噴火直後の1969年の土石流により多大な被害を受け、また1975年の洪水および土石流により多くの鉄道橋が破壊転倒した。現在、カマリグからレガスビ間の路線は廃線となっている。最近の被害としては1979年のペパン台風による洪水被害が記録されており、S.T. 8881-8882のナシン川横断橋が破壊流失した。

軌道および橋梁に対する洪水被害額は、フィリピン国有鉄道が算定した被害額である。洪水被害額は表-3.8.6に示すように1979年価格で、1975年には611万ペソ、1979年には32万ペソである。

## (3) 河川構造物の被害

計画地域内のキナリ(A)川、キナリ(B)川およびヤワ川等主要河川の洪水により、堤体の破損、浸食および法面保護石積の破壊等の洪水被害が発生している。マヨン火山の東-東北部に位置する11小溪流の洪水被害は、1968年の噴火後の土石流被害を除いて、記録されていない。

洪水被害額は見積洪水被害額として算定した。この洪水被害額は、公共事業省建設局、州都建設局が災害復旧費として積算した政府提出用の被害額である。洪水被害額は1975年には88万ペソ、1976年には7万ペソ、1977年には15万ペソ、1978年には63万ペソ、そして1979年には97万ペソである。各河川別流域の洪水被害額を表-3.8.7に示す。

#### (4) 公共インフラストラクチャの被害

1975年から1979年に発生した公共インフラストラクチャの洪水被害を表-3.8.9に示す。間接被害額を直接被害額の15%として算定した。この率は過去の洪水被害額の算定において、公共事業省が採用している率である。

洪水被害額は1979年価格で、表-3.8.9に示すように1975年には1,167万ペソ、1976年には130万ペソ、1977年には466万ペソ、1978年には253万ペソ、そして1979年には390万ペソである。

#### 3.8.6 総被害額

1979年のペパン台風による洪水被害を、表3.8.1に示すピコール地域の物価上昇率を用いて、1979年価格に換算した洪水被害額で示した。その総被害額を表-3.8.10に示す。

## IV. 砂防および洪水防御基本計画



## IV 砂防および洪水防御基本計画

### 4.1 水分解析

#### 4.1.1 概要

砂防、河川およびかんがい計画の基礎データを得るため、洪水解析、流出解析および流砂解析等の水分解析を行った。

対象地域は、マヨン火山に源を発するすべての河川、およびマリナオ火山、マサラガ山とその周辺の山々に源を発する支流を含んでおり、全流域面積は約1000 km<sup>2</sup>である。

#### 4.1.2 洪水解析

##### 4.1.2.1 基本方針

水分解析では、以下の理由で、確率降雨から確率洪水ピーク流量のみを算定した。

対象地域内では、時間雨量、時間流量および洪水ピーク流量の記録がないため、洪水ハイドログラフの解析を除いた。洪水ハイドログラフの解析は、今回の砂防および洪水防御基本計画にとっては、必ずしも必要ではない。従って、確率降雨に基づく確率洪水ピーク流量で計画した。

確率洪水ピーク流量を以下の合理式で算定する。

$$Q = \frac{1}{3.6} A \cdot I \cdot f$$

ここに、Q：洪水ピーク流量 ( m<sup>3</sup> / sec )

A：流域面積 ( km<sup>2</sup> )

I：洪水到達時間内平均降雨強度 ( mm / h )

f：流出係数

##### 4.1.2.2 確率雨量

ガンベル法、ハーゼン法および岩井法の3方法を用いて、地域内の年最大地点雨量と面積雨量を求めた。

表4.1.1と表4.1.2に、地域内の観測所の各確率年毎の確率地点雨量と、タリサイ川流域を含めたキナリ(A)川流域(流域面積523 km<sup>2</sup>)の確率流域平均雨量を示す。

#### 4.1.2.3 降雨量—面積—継続時間解析

合理式の平均降雨強度を算定するため、降雨量と流域面積および継続時間との関係を解析した。

地域内の実際の降雨量と面積の関係を決定する等雨量線図がないので、降雨量と面積の関係をホートン式で定義した。

ホートンの式を次に示す。

$$P = P_o \cdot \exp(-KA^n)$$

ここに、 $P$  : ある流域面積における継続時間内平均降雨量 (inch)

$P_o$  : 地点雨量の最大値 (inch)

$A$  : 流域面積 (mile<sup>2</sup>)

$K, n$  : 定数

$P_o$  は実測値に基づき、代表的雨量観測所の地点雨量の5割増とした。定数 $K$ と $n$ は、ホートンによれば、アメリカ合衆国においては24時間雨量に対して、それぞれ経験的に0.1と0.2となる。本解析では前述のタリサイ川を含めたカナリ(A)川流域の確率流域平均日雨量を用いて、 $K$ の値を0.1で一定とし、 $n$ の値を0.3とした。

図4.1.1にホートンによる降雨量と面積の関係を示す。

次に、レガスビ観測所の6時間雨量より、雨量と継続時間との関係を求めた。対象流域の洪水到達時間は6時間以内と考えられるので、6時間以内の継続時間で降雨強度を推定するためにタルボット式を採用した。

$$I = \frac{b}{t+a}$$

ここに、 $I$  : 降雨強度 (降雨量) (mm/hr)

$t$  : 継続時間

$a, b$  : 定数

定数 $a$ 、 $b$ は、レガスビにおける6時間、12時間、18時間、24時間確率雨量から最小自乗法により決定した。

図4.1.2にレガスビの確率降雨強度と継続時間の関係を示す。

この関係を全ての流域に適用する。

#### 4.1.2.4 流出係数

合理式における流出係数は、地域内にデータがなく、またフィリピンの規定がないことから、日本の基準を適用して、全域にわたり一律0.7とした。0.7は地域の大部分を占める山々、水田に対する流出係数である。

#### 4.1.2.5 洪水到達時間

洪水到達時間の推定には、クラーフェンの式を用いた。この式は、洪水が流域の最速点から河道に流入するまでの時間、および懸案地点まで河道を流下する時間の両方の推定に対して適用可能である。

クラーフェンは、河床勾配に応じた洪水の流速の経験値を次のように与えている。

クラーフェンの流速			
河床勾配	1/100以上	1/100~1/200	1/200以下
洪水流速	3.5 m/sec	3.0 m/sec	2.1 m/sec

#### 4.1.2.6 確率洪水ピーク流量

砂防計画および河川計画等との関連を考慮するとともに、代表的な雨量観測所を、観測期間および降雨記録の信頼性を検討して基準点を選定した。

流域面積、流出係数および洪水到達時間内平均降雨強度より、合理式で各地点毎に確率洪水ピーク流量を算定した。その結果を表4.1.4に示す。

フィリピン全域の既応最大洪水ピーク流量から作成した比流量図により、本解析で算定した確率洪水ピーク流量は妥当である。

#### 4.1.3 渇水および低水解析

渇水および低水解析はかんがい開発計画には不可決なもので、本解析では年最小値の統計的解析に対して通常用いられるウェイブルの極値頻度解析法により求めた。

表4.1.5および表4.1.6に確率渇水、年雨量と確率年最小月雨量を示す。また、表4.1.7に確率年最小月平均流量を示す。

さらに、流量観測記録のない流域の渇水流量を推定するために、局地渇水頻度解析を行った。流域面積の変化による平均年渇水流量を解析し、キナリ(A)川流域内の数観測所の記録を用いて、局地渇水頻度曲線を作成した。

上記2つの図を組み合わせることにより、観測所のない流域の確率洪水流量が容易に算定できる。

また、流域面積と低水流量の関係は、年平均流量で解析した。観測所のない流域での低水流量は、この関係を用いて観測所のある流域の低水流量から算定できる。

#### 4.1.4 流砂解析

現況河川の流砂の状況を把握するため、実測値をもとに浮流砂量を算定した。また、河床材料の粒度分析の結果から、アインシュタイン式で掃流砂量を算定した。流量-浮流砂量曲線により、平均年浮流砂量は、流域面積 $232\text{ km}^2$ のキナリ(A)川のブサク地点で、 $86,400\text{ m}^3$ 、また $90\text{ km}^2$ のタリサイ川のアランク地点で $131,000\text{ m}^3$ と推定された。また年比浮流砂量は、それぞれ $370\text{ m}^3/\text{year}/\text{km}^2$ 、 $1,460\text{ m}^3/\text{year}/\text{km}^2$ となる。両者の値の差は大きい、これは、アランクでの流量-浮流砂量曲線が有効な範囲を越えて、利用されたためアランクでの浮流砂量が過大に算定されたものと考えられる。ブサクで推定された浮流砂量は、ルソン島内の他の河川の実測値と比較して、妥当な値といえる。

他方、平均年掃流砂量を、キナリ川のブサク地点で $16,600\text{ m}^3$ 、サンアグスチン川のサンアグスチン地点で $1800\text{ m}^3$ 、タリサイ川のパコロド地点で $1,100\text{ m}^3$ と算定した。これは、浮流砂の場合と同様に、現況河川においてアインシュタイン式より作成した流量-掃流砂量曲線で求めた。

計算結果は、河床材料の平均粒径の大きさの影響を非常に受けており、65%粒径はサンアグスチン地点およびパコロド地点の方が、ブサク地点よりも相当に大きくなっている。推定された浮流砂量とのバランスを検討すると、ブサク地点の方が妥当であろう。これは、掃流砂量を経験的に、実測データのない河川に対して浮流砂量の10%から20%の範囲で考えることによる。年流砂量は概算でキナリ(A)川のブサク地点で約 $100,000\text{ m}^3$ 、比流砂では $440\text{ m}^3/\text{year}/\text{km}^2$ となる。その他の河川の流砂計算は、流量、流砂量の観測記録がないため検討しない。

## 4.2 災害ポテンシャル評価と生産土砂量評価

### 4.2.1 概要

Ⅲで記述した基礎データ(地形分類・土地利用・荒廃現況)と地形計測データをオーバーレイすることにより、土地の評価を行った。

#### 4.2.2 土石流発生ポテンシャル評価

土石流の発生ポテンシャルに係る環境変数としては、水系（次数）、荒廃現況、地形分類、傾斜が考えられる。

土石流は、水系（次数）によれば、1次、2次水系に起り易く、5次あるいは6次以上の高次水系では、起っていない。地形分類からみると、新期溶岩流について旧期溶岩流、第三紀山地に起り易い。また荒廃現況からは、土石流は、不安定な崩壊・不安定な溪床・不安定な堆積物に起り易く、ついで裸地、やや不安定な溪床・やや不安定な堆積物が続く。そして安定した崩壊地・溶岩流・安定した溪床がこれに続く。また9%（5°）以下の傾斜では、土石流は発生していない。

図-4.2.1に土石流発生ポテンシャル評価図を示す。

計画地域内の土石流発生ポテンシャルを次のように要約する。

- (1) マヨン火山西側・低地では、土石流は発生しないか、発生する確率は、非常に低い。
- (2) マヨン火山周辺では、ほとんどの沢で土石流が発生する確率は高い。
- (3) マヨン火山周辺の山地では、土石流の発生する確率は低い。

#### 4.2.3 土石流被害ポテンシャル評価

土石流被害ポテンシャルに係る環境変数として、水系、地形分類、荒廃現況、傾斜が考えられる。

土石流の被害は、水系（次数）からみると、1次・2次水系は起り易く、5次・6次の水系では起っていない。地形分類からみると、新期溶岩類、旧期溶岩類、火山山壤扇状地、ついで第三紀山地さらに沖積扇状地の順に起りにくい。高位平坦面、自然堤防、扇状地性低地では、ほとんど起っていない。荒廃現況からみると、土石流の被害は不安定な崩壊地、不安定な溪床、不安定な堆積物、旧期土石流、新期土石流に起り易く、裸地、やや不安定な溪床、やや不安定な堆積物さらに安定した崩壊地、溶岩流、安定した溪床、安定した堆積物の順に起りにくい。

図-4.2.2に土石流被害ポテンシャル評価図を示す。

計画地域内の土石流被害ポテンシャルを、次のように要約する。

- (1) マヨン火山西側の低地では、土石流による被害は、ほとんどない。
- (2) マヨン火山周辺では、ほとんどの沢で土石流による被害を受ける。被害は標高1000mから1600mの範囲におよんでいる。

(3) マヨン火山周辺の山地では、土石流によって受ける被害は少ない。

#### 4.2.4 洪水ポテンシャル評価

洪水のポテンシャルに関係する環境変数としては、水系（次数）、地形分類、傾斜である。

洪水は、水系（次数）によれば、6次、5次の水系について4次さらに3次の順に起りにくく、2次、1次ではほとんど起っていない。地形分類からみると、沖積地（微低地）、旧流路、湿地、現河床、湖面について火山山麓扇状地、沖積地（扇状地）、沖積地（微高地）、扇状地性低地、さらに自然堤防、砂州が洪水を受けやすく、高位平坦面、溶岩流、第三紀山地では、ほとんど洪水を受けない。また傾斜については、0-2%が洪水を受けやすく、6%以上では、ほとんど洪水を受けない。

洪水ポテンシャルを図-4.2.3に示す。

計画地域内の洪水ポテンシャル評価を、次のように要約する。

- (1) マヨン火山周辺では、洪水ポテンシャルは低い。
- (2) マヨン火山西側の低地では、現在の主要河道周辺が洪水ポテンシャルが最も高い。次いでポテンシャルが高いのは、沖積地である。
- (3) レガスビ、カマリグの南、タバコ周辺にも、洪水を受けやすいところがあるのは、注目すべきである。

#### 4.2.5 生産土砂量評価

荒廃現況図から、生産土砂量を主要流域毎に算出した。生産土砂量を、将来溪床に流出してくる崩壊土砂量と溪床に堆積している不安定な土砂量を加えたものとした。

崩壊深や堆積深は、現地調査と写真判読から推定した。なお生産土砂量は、50年程度の期間に生産される土砂とした。

生産土砂量を表-4.2.1に示す。

前述のように算定した生産土砂量は、潜在的な流出土砂量であり、このため生産土砂量は直接砂防計画には使われない。しかし、これは荒廃の程度をよく示すものである。

計画地域内の生産土砂量の評価を、次のように要約する。

生産土砂量の大きな川としては、ナシシ川、ナボントン・クリーク、マサラワグ川、キラソガイ川、パウ・ブラボド川、バスド川、およびブラウン川がある。

### 4.3 キナリ(A)川の基本計画

#### 4.3.1 概 要

キナリ(A)川流域で洪水の都度冠水する地域は、現在主に水田として利用されており、しかも冠水水田が流域内の水田全体10,400haに占める比率は83%(8,580ha)におよんでいる。本計画の基本方針は洪水防御事業を実施することにより、この地区の農業生産性を向上させ、農家経済の強化と地域経済の安定化に資することとする。

流域内の気象および土壌は、いずれも水稻栽培に好適な条件を具備しているが、かんがい施設の整備が十分ではなく、現況かんがい2期作比率は43%、現況平均収量は粍換算でha当たり年間4.6tonにとどまっている。

キナリ(A)川の改修工事をせず、かんがい施設を完備した場合、かんがい2期作比率100%、平均収量粍換算 ha 当たり年間8.5tonになり、理論的にはha 当たり年間3.9tonの増収となる。

しかしながらキナリ(A)川が未改修のままでは、かんがい水田の大部分が常時洪水をかぶることになり、施肥水準も現状のままにとどまるであろうから、平均増収はha 当たり年間2.7tonにすぎない。また、かんがい施設の復旧費として洪水毎に平均ha 当たり年間76ペソを要し、さらに年間維持・管理費としてha 当たり250ペソを要する。したがって、かんがい事業を単独先行させる効果は著しく小さくなって、農民の意欲もあまり向上しないと考えられる。

仮に、10年確率程度の洪水を防ぐことができる堤防を設置し、かんがい施設を完備すればha 当たり年間4.9tonの増収となる。しかし、この案を河川改修工事計画の観点から検討すると、キナリ(A)川流域の地形条件から工法が制約され、10年確率程度の堤防規模では河川改修工事費を大幅に節約することにはつながらない。

キナリ(A)川流域における人命および家屋への被害は、洪水の規模が10年確率以上になると急増するので、河川改修計画には、地域住民が不安なく就業し、日常生活を営めることを保障し得る規模をもたせなければならない。以上の諸条件を勘案し、キナリ(A)川改修計画は50年確率規模の洪水に対応出来るものとするを、基本方針とする。

流出土砂を放置しておく、かんがい取水施設の取水容量が年々減少するので、毎年約50万ペソの費用をかけてしゅんせつ作業を行う必要を生ずる。この経費節減と施設の機能維持のために砂防工事を実施することとする。

#### 4.3.2 砂防計画

##### 4.3.2.1 対象河川

キナリ(A)川流域の内、砂防計画としての最重点溪流はナシン川であり、次いでマサラワグ川およびキランガイ川である。

ナシン川中流域では、リガオータバコ道路が河道に隣接しており、ナシン川の下流にはリガオおよびオアスの市街地が位置している。

マサラワグ川、キランガイ川の下流には、各々ギノバタンおよびカマリグの市街地があり、当市街地は土砂被害の脅威を受けている。

オグソン川上流のナボントン・クリーク、マニニラ川およびツンバ川に対しても、何らかの砂防対策を施す必要がある。ナボントン・クリークにより、ナンシーマサラワグ間の洲道の橋梁や路面が破壊しており、また下流では国営かんがい組織のかんがい施設に脅威を与えている。マニニラ川およびツンバ川は土砂の二次生産の拠点となっている。

##### 4.3.2.2 計画基準点

砂防計画立案のための計画基準点を図-4.3.1および図-4.3.2に示す。

土砂流出の抑制および砂防施設の配置計画にあたっては、基準点での流出土砂量を基に決定した。

##### 4.3.2.3 流出土砂量

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。ただし、判断の基礎となる観測記録や実測記録が、計画地域内においても、かつフィリピンにおいても、皆無である。したがって、流出土砂量を芦田・奥村の公式により算定する。

上述の6溪流の流出土砂量と比流砂量は下表の通りである。

図-4.3.1および図-4.3.2に示す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。

#### 流出土砂量 (確率50年)

河川名	流域面積 (Km <sup>2</sup> )	流出土砂量 (m <sup>3</sup> )	比流砂量 (m <sup>3</sup> /Km <sup>2</sup> )
キランガイ川	10.0	260,100	26,000
ツンバ川	5.7	43,700	7,700
マニニラ川	4.9	94,000	19,200
マサラワグ川	9.7	276,800	28,500
オグソン川	8.3	140,500	16,900
ナシン川	35.7	1,128,700	31,600

#### 4.3.2.4 超過土砂量

流出土砂量から許容流砂量を差引いた量を超過土砂量と定義する。砂防計画では、この超過土砂量を計画対象土砂量とした。

許容流砂量は、下流の河川改修計画や下流の河道状況に密接にかかわり、かつ、非常に複雑な要素に支配される。本計画では掃流砂量は、下流河川に対する許容値と大差ないと考え、50年確率計画洪水での現河道の掃流砂量を、許容流砂量とした。

このことは、基準点より下流域の河川の土砂堆積状態は、あまり深刻ではないし、また河道内の自然調節作用も大いに期待されるという認識にもとづいている。掃流砂量を、芦田・高橋・水山の式で算定した。超過土砂量と許容流砂量を下表に示す。

超 過 土 砂 量

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> )
キラングアイ川	260,100	82,600	177,500
ツンバ川	43,700	35,200	8,500
マニニラ川	94,000	36,700	57,300
マサラワグ川	276,800	77,600	199,200
オグソン川	140,500	32,700	107,800
ナッシ川	1,128,700	85,900	1,042,800

#### 4.3.2.5 土砂抑制計画

各種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。各溪流の砂防施設を以下のように計画した。

##### (1) キラングアイ川

6基の遊砂堤および3基の遊砂突堤を、図-4.3.1に示すように設置して、自然遊砂地の容量を増加させ、基準点での流出土砂量を260,100 m<sup>3</sup>から78,200 m<sup>3</sup>に減少させる計画とした。

砂防施設完成後には基準点での流出土砂量は、許容流砂量82,600 m<sup>3</sup>以下に減少する。

また、左岸の遊砂堤は、遊砂地の形成だけでなく、カマリグの市街地を土砂被害から防護する上で非常に有効である。

##### (2) ツンバ川

15個所のココナツ幹の床固工を、図-4.3.1に示すように設置して、溪床および溪岸の侵食を

緩和させ、基準点での流出土砂量を  $43,700\text{ m}^3$  から  $26,900\text{ m}^3$  に減少させる計画とした。この計画流出土砂量は許容流砂量  $35,200\text{ m}^3$  以下である。

(3) マニエラ川

9 個所の床固工（枠工）を図－4.3.1 に示すように設置して溪床および溪岸の侵食を緩和させ、基準点での流出土砂量を、 $94,000\text{ m}^3$  から  $36,700\text{ m}^3$  に減少させる計画とした。

この計画流出土砂量は、許容流砂量  $36,700\text{ m}^3$  と同じである。

(4) マサラワグ川

上流には 12 基の遊砂堤および 3 基の遊砂突堤を、図－4.3.1 に示すように設置して、自然遊砂地の機能をさらに増大させ、また下流には 9 個所の床固工（枠工）を設置して、溪床の安定化を促進する。

さらに、上流の遊砂堤は、マサラワグおよびマニエラの 2 村落を土石流および土砂流から防護する機能を効果的に果たす。基準点での流出土砂量は  $276,800\text{ m}^3$  から  $65,300\text{ m}^3$  に減少させる計画とした。

この流出土砂量は、許容流砂量  $77,600\text{ m}^3$  以下である。

(5) オグソン川

上流には 6 基の遊砂堤および 9 基の遊砂突堤を、図－4.3.2 に示すように設置して、自然遊砂地の機能を増大させ、また下流には 2 個所の床固工（枠工）と 3 個所の床固を設置して、溪床の安定化を促進する。

さらに、この遊砂堤および遊砂突堤は、土石流から近接した村落を防護する。床固工により、破損した州道橋の改修は、一部の護岸の施工で十分である。

基準点での流出土砂量を、 $140,500\text{ m}^3$  から  $28,500\text{ m}^3$  に減少させる計画とした。

(6) ナシン川

最上流部の土石流の流下を阻止するために、床固ダムと遊砂堤を複合した 2 個所の床固工を、バリガン川に計画した。アラムビヨ橋とナシンベイリー橋の間の河道には、3 基の遊砂堤と 10 個所の水制工を設置するとともに、右岸側には全長  $2,350\text{ m}$  の堤防を新設して、約  $400,000\text{ m}^3$  以上の人工の大遊砂地を計画した。

リガオータバコ道路の越流型ボックスカルバートを改造して、床固ダムに変更する計画とした。

基準点での流出土砂量を、 $1,128,700\text{ m}^3$  から  $107,400\text{ m}^3$  に大幅に減少させる計画とした。この流出土砂量  $107,400\text{ m}^3$  は、許容流砂量  $85,900\text{ m}^3$  を超過しているが、基準点直下流部に、枠工本体と水制袖部を複合した床固工を設置して超過土砂量を阻止する計

画とした。

ナシン川の右岸の水制工の設置および堤防の新設により、既設の道路面は嵩上げされ、その結果、ナシン川の洪水による交通遮断は解決される。

また、現在通行不能となっているナシンベイリー橋の改修および維持も容易となる。さらにナシンベイリー橋の下流側500mに位置する国営かんがい組織の農業用取水堰も土砂被害を免れるであろう。

砂 防 施 設

河 川 名	工 種	規 模	備 考
キランガイ川	遊 砂 堤 (練石積)	6 個所 全長：300m	左岸
	遊 砂 突 堤 (練石積)	3 個所 全長：450m	右岸
ツ ン パ 川	床 固 工 (柵 工)	15 個所 全長：350m	高さ：1.0 - 1.5 m
マ ニ ニ ラ 川	床 固 工 (枠 工)	9 個所 全長：450m	高さ：1.0 - 2.0 m
マサラワグ川	遊 砂 堤 (練石積)	6 個所 全長：380m	左岸
	遊 砂 突 堤 (練石積)	2 個所 全長：300m	河床部
	遊 砂 堤 (練石積)	3 個所 全長：150m	左岸
	遊 砂 突 堤 (練石積)	1 個所 全長：250m	河床部
	遊 砂 堤 (練石積)	4 個所 全長：600m	右岸
	床 固 工 (枠 工)	5 個所 全長：300m	高さ：1.0 - 2.0 m
	床 固 工 (枠 工)	4 個所 全長：400m	高さ：1.0 - 1.5 m

河川名	工種	規模	備考	
オグソン川	遊砂突堤 (練石積)	9個所 全長：900m	最上流部	
	遊砂堤 (練石積)	6個所 全長：360m		
	床固ダム (練石積)	高さ：3m	旧河道	
	護岸工 床固ダム (練石積)	全長：160m 高さ：2m		
	護岸工 床固	延長：100m 3個所	支流	
	(枠工)	全長：220m		
	床固ダム (練石積)	有効高：5m		右岸
	床固ダム (練石積)	堤長：240m		遊砂堤を含む
	ナシシ川	床固ダム (練石積)	有効高：3m	左岸
		床固ダム (練石積)	堤頂長：300m	遊砂堤を含む
遊砂堤 (練石積)		3個所 全長：420m		
水制工 (練石積)		10個所 全長：180m	Aタイプ	
堤防 (空石積)		延長：1,650m		
水制工 (練石積)		13個所 全長：310m	Aタイプ	
堤防 (空石積)		延長：700m		
掘削 床固工 (練石積)		延長：800m 有効高：5m 堤頂長：75m	50-100巾 越流型ボックスカルバート	
水制工 (練石積)		4個所 全長(水制工) 220m	Bタイプ	
床固 (枠工)		全長(床固) 400m		

#### 4.3.3 河川改修計画

##### 4.3.3.1 概要

3.4.1で述べたように、防砂計画区間と洪水防御計画区間との分界点は次の地点とする。

- (a) ナンシ川はリガオータバコ国道の越流型ボックスカルバート地点
- (b) オグソン川までの東側の支流に対しては、マハリカ国道の各橋梁地点

##### 4.3.3.2 現河道の川幅と流下能力

川幅と流下能力を、現河道の縦断図と横断図より計算して、図-4.3.11から図-4.3.13に示す。流下能力の算定は、等流でマンニングの式を用い、粗度係数は一律0.035とした。

##### 4.3.3.3 計画高水流量

計画高水流量は、地域の重要度、フィリピン国内の他の河川の計画高水流量、および日本の河川計画基準を考慮して、50年確率洪水とした。水文解析の結果より、計画高水流量配分図を図-4.3.14に示す。

##### 4.3.3.4 河川改修区間

図-4.3.11から図-4.3.13と図-4.3.14を比較すると、現況河道には十分な流下能力がないことがわかる。洪水氾濫により特に重要な6つの町、カマリグ、ギノバタン、リガオ、オアス、ポランギそしてリボンを含む地域では、人命、農作物、家屋、鉄道、道路、河川構造物、かんがい施設等の被害が顕著である。したがって、これらの洪水被害を軽減するために洪水防御計画を立案する必要がある。河川改修区間を、現況河道の流下能力と関連地域の重要度を考慮して、以下のように設定した。

- (a) 本川 — バト湖からSta. 27+500 (27.5 kmの区間)
- (b) タリサイ川 — 本川合流点からSta. 13+700 (13.7 kmの区間)
- (c) ナンシ川 — 本川合流点からリガオータバコ国道橋 (7.6 kmの区間)

本川とタリサイ川の合流点より下流域は、自然の遊水池としての機能を有するバト湖からの背水の影響を受けている。この下流域2 kmの区間は、バト湖—パンタオ湾放水路計画等のバト湖の調節効果が回復した後に改修すべきである。

##### 4.3.3.5 河川改修計画

###### (1) 平面計画

本川に沿って人口の集中した市町村、特にオアス市、あるいは他の多くの財産があり、実際には河川改修によって移転することは不可能である。基本的に地形、土地利用およ

び用地取得の難易度等を考慮して、河道の線形を現況河道に沿って選定した。しかし、オアスのような重要な市に対しては、オアス放水路および本川からタリサイ川への放水路の2線形を検討した。

2つの平面計画案を図-4.3.15に示し、また以下に述べる。I案はオアス放水路案で、オアス市街地を避け現況河道に沿って選定した。II案はボボンソラン放水路案で、本川のボボンソランからタリサイ川へ放水路を新設するものである。河川改修工事費（II案はI案より約27%工事費増である）、環境に与える影響および改修後の維持、管理等を考慮して、I案を本計画で選定した。

(i) I案（オアス放水路計画案）

図-4.3.15に示すように基本的には、オアス市街地の河道を避け、かつ現河道に沿って本川を改修する計画とした。既設堤防を全て除去し、計画河道に堤防を新設するものとした。オアス放水路計画では用地取得が困難であり、かんがい用の既設の3つの固定堰（サウスキナリ、サンアグステン、アゴスサンタクルス）を、可動堰型式のアゴスサンタクルスーサウスキナリ頭首工に統合する計画とした。

一般的に本川に設置する堰は可動堰型式であることが望ましい。

また、かんがい組織の統合のためにカピロガン頭首工を、アゴスサンタクルスーサウスキナリ頭首工と共に計画した。河道横断形は、ナンシ川の台形単断面を除き、全て複断面で設計した。I案での総工事費は約656百万ペソ（物価上昇は含まず）と見積られた。

(ii) II案（ボボンソラン放水路計画案）

図-4.3.15に示すように、直接計画高水流量をボボンソランからタリサイ川に流下させるために、越流部（長さ220m、高さ2.5m、堤頂幅3m）と水平水叩型減勢池（長さ20m、幅220m）を有するコンクリート固定堰を設置し、川幅170m、延長4.4kmの新川開削を計画した。河床勾配をタリサイ川と一致するように $\frac{1}{800}$ とした。（キナリ本川とタリサイ川の間の高差によると約 $\frac{1}{320}$ である）

ボボンソランからオアスを通るボランギ川との合流点までの1.05km区間の河道には、既設堤防、サウスキナリ頭首工とその上流のスピルウェイ放水路があるので現状のまま残すが、低水路として機能させる。洪水時に現河道からの洪水氾濫を避けるために、現河道の上流にゲートを設置する。（延長1.05kmの堤防の嵩上げは、ゲート設置よりも工事費増となる）

河道横断形は、ナンシ川の台形単断面を除き、全て複断面で設計した。計画高水流量を、キナリ(A)川の流量から算定した。計画高水流量配分図を図-4.3.16に示す。

Ⅱ案での総工事費は約832百万ペソ(物価上昇を含まず)と見積もられた。

## (2) 河道の線形計画

河道の線形は、以下のことを考慮して計画した。

- (i) 線形は、極力現況河道に一致させる。
- (ii) 河道の曲線部の曲率は、極力大きくする。
- (iii) 既設堤防を、新設堤防に全て変更する。
- (iv) 鉄道、国道等の主要幹線交通網を避けて線形を選定する。
- (v) 居住地区を避けて線形を選定する。

計画案の堤防の線形を、図-4.3.17および図-4.3.18に示す。

## (3) 縦断計画

原則として計画縦断勾配は、平衡河床勾配を保ち、かつ総工事費が最小となるよう現況の河床勾配に合わせて計画した。縦断勾配は、図-4.3.19から図-4.3.21に示すように、本川では $\frac{1}{1,550} \sim \frac{1}{550}$ 、タリサイ川では $\frac{1}{1,000} \sim \frac{1}{800}$ 、ナシン川では $\frac{1}{400} \sim \frac{1}{130}$ の範囲として計画した。

## (4) 横断計画

計画高水流量は $300\text{ m}^3/\text{s}$ を越えるので、横断形はナシン川を除いて複断面とした。ナシン川は、鉄道の軌道面高で制限され(現在計画中の永久構造物としての橋梁の規準では、設計高水位に対して設計余裕高 $1.0\text{ m}$ である)、また砂防計画との分界点である。

堤内敷の現況の河床高を考慮すると、高水敷の高さは、タリサイ川のSta.8+000より上流を除いて計画河床から $2.5\text{ m}$ で計画した。高水敷の幅は、年間1ないし3回の冠水頻度となるよう設計した。

計画河道に沿っては、オアス市街地のような人口密集地区はないので、用地取得は差程困難とは思われない。したがって河道の川幅は、河川基準の範囲で設計した。

横断形の寸法は、等流状態としてマンングの式より決定した。基本的に堤防は、河川基準に準拠し、計画高水位より余裕高を $1\text{ m}$ から $1.2\text{ m}$ 、堤頂幅を $4\text{ m} \sim 5\text{ m}$ とした。堤防の法勾配は $1:2$ を標準とし、堤防高が $4\text{ m}$ を越える場合には、高さ $3\text{ m}$ 毎に幅 $3\text{ m}$ の裏小段を設ける。また、堤防高が $6\text{ m}$ を越える場合には、高さ $4\text{ m}$ 毎に同じ幅の表小段を設ける。堤防高は、バト湖付近で最大約 $6.5\text{ m}$ 、タリサイ川との合流点で最大約 $5.3\text{ m}$ である。川幅は、バト湖で $450\text{ m}$ 、タリサイ川との合流点で $360\text{ m}$ である。バト湖での堤防の天端は、標高 $12\text{ m}$ で、バト湖の最高水位から $1.2\text{ m}$ の余裕高である。場合によっては、内水排除に対し適切な処置をする必要がある。河道標準断面を図-

4.3.22 に示す。

(5) 主な河川構造物

以上述べた河川改修計画に関連して、次の河川構造物が必要である。

- (i) 芝張り堤防
- (ii) 堤防の根固および練石積
- (iii) 排水用樋門

排水路は全て自然流下とした。以下にボックスカルバート樋門の一覧を示す。樋門は、地形および排水面積を考慮して計画した。

本 川

サグタド・クリークとの合流点	2 m × 2 m × 4
オアス放水路との合流点	2 m × 2 m × 5
オアス放水路合流点	2 m × 2 m × 5

タリサイ川

スピルウェイ右側の支川との合流点	2 m × 2 m × 3
リボン川との合流点	2 m × 2 m × 2
本川との合流点の直上流部の右側のクリーク	2 m × 2 m × 2

オグソン川

ナシン川との合流点	2 m × 2 m × 5
-----------	---------------

4.3.4 農業開発計画

4.3.4.1 農業開発計画

(1) 基本方針

キナリ(A)川流域の砂防・河川改修工事に伴って解消する洪水冠水農地を高度に利用することを目的として、農業開発計画を策定した。

計画地域内の気象と土壌はいずれも稲作に適した条件を備えているものの、洪水が多大な被害をもたらすため、現状では、集約農業の発展が妨げられている。一旦、洪水が生ずるとそれまでの農業投資が水泡に帰するので、農民自身も冠水農地への積極的な施肥などの投資活動を差し控えている。さらに、計画地域内のかんがい用水管理も、洪水によって悪影響を蒙っている。既存かんがい組織の取水施設もその多くが、粗朶や土のうでできており、洪水で簡単に壊されてしまう。取水工の機能が停止すると、翌乾期には随所で用水不足が生ずるにもかかわらず、現況の河川流況では洪水の危険度が非常に

高いため、恒久施設への建設投資はまったく行なわれていない。これに加え、排水網が貧弱なため水田低位部は豪雨後に内水が停滞し、減収の一原因となっている。

上述の問題点を考慮し、農業収入と社会的福利の公平な配分、国家の安定および経済成長という国策にそい、次のような農業開発基本方針を樹立した。

- かんがい農地面積の拡大
- 既存かんがい組織の統合
- 肥料などの農業資材の増投

## (2) 開発地区の選定

現在、キナリ(A)川流域では10,500 ha が農耕地として利用されているが、バト湖岸沿いの低地にある水田は、毎年雨期に標高8.3 m以上の部分まで冠水する。この冠水状況は、キナリ(A)川のバト湖下流域で施工中の河川改修工事が完成するまでにはほとんど改善されない。登熟期の稲の平均草丈が80 cm程度であることを考慮し、標高7.5 m以下の水田1,000 ha は本計画のかんがい開発対象地区から除外する。

既存かんがい組織のうち、ナシシーヒビガ地区については世界銀行の資金援助を得て、国家かんがい庁のNISIP計画に採択済みであるので、本計画のかんがい開発面積を6,350 ha とした。図-4.3.23に示すようにカピロガン地区(1,400 ha)、キナリ地区(600 ha)、アゴス地区(4,350 ha)の3地区から成る。

## (3) 将来の土地利用と計画作付体系

総開発面積は、冠水水田6,720 ha を含む6,900 ha、そのうち現況かんがい水田の面積は3,640 ha である。非冠水地180 ha はココヤシ林となっている。計画河川改修工事のため水田550 ha が河川敷に転用され、一方、現況ココヤシ林の180 ha は新規に開田される。従って、農業開発計画実施後のかんがい水田面積は3,640 ha から6,350 ha へ増加する。

計画作付体系は図-4.3.24に示すように、現況作付体系を改良した水稻のかんがい2期作とする。農作業従事労働力の点から検討して、計画作付体系の実施は技術的に問題なく、また役用水牛の畜力利用に際しても不足を来たす恐れはない。

## (4) 農業資材および農作業体系

現況かんがい水稻栽培の施肥量および農作業体系においては、窒素肥料投入量を除きあまり問題点はない。現況窒素肥料施用量(ha当り成分換算70kg)は、FAO/UNDPの肥料試験成績からみると十分ではなく、冠水状態が解消されたならば乾期作で100kg 雨期作で80kgの施肥水準に引き上げることが可能である。

#### 4.3.4.2 かんがい開発計画

カピロガン地区はキナリ(A)川上流の両岸に位置し、地区内には現在仮取水堰で取り入れた表流水に依存する小規模かんがい組織が少数ある。開発計画ではカピロガン川の村落上流1.5km地点に頭首工を新設する。幹線用水路および支線用水路の新設延長は、それぞれ12kmおよび19kmとなる。地区内低位部の内水排水のため幹線排水路10km、支線排水路40kmを掘削し、幹線排水路末端はキナリ(A)川につなぐこととする。

キナリ地区はキナリ(A)川上流右岸に位置し、北側境界は鉄道線路と接している。現在、既設のキナリ頭首工および数箇所の仮取水堰から、必要かんがい水量を手当しているが、計画河川改修工事実施後もキナリ頭首工を引続き活用することとし、キナリ地区のかんがい用水は当頭首工から一括取水する。幹線水路2本と支線水路3本を新設し、それぞれの総延長は、6kmおよび7kmとなる。さらに幹線および支線排水路合計12kmを掘削する。

アゴス地区の大部分はキナリ(A)川下流の左岸に位置し、地区内を貫流するタリサイ川で二分されている。現在、地区内4箇所に既設頭首工があるが、現行総取水量では本かんがい開発計画の必要用水量を充足できないので、既設のサウスキナリ頭首工より50m上流に頭首工を新設し、これに取水を一本化する。既設用水路網を転用するとともに、幹線水路2本延長27km、支線水路26本延長54kmを新設する。排水路は幹線および支線合計49kmを新規に掘削、タリサイ川およびバト湖に排出する。

設計流量はカピロガン地区が $2.34\text{ m}^3/\text{sec}$ 、キナリ地区が $1.00\text{ m}^3/\text{sec}$ 、アゴス地区が $5.57\text{ m}^3/\text{sec}$ である。

#### 4.3.4.3 想定収量および増加生産量

窒素肥料施用量とかんがい施設の新設改良によって、水稻の収量は、雨期作で収換算ha当たり4.5ton、乾期作で5.0tonに向上するものと想定した。年間収総生産量は現況の23,700tonから34,300tonに増加する。この増収分は、河川改修工事が実施されて洪水が軽減された後に、投資可能となるかんがい事業の効果と見なせる。

#### 4.3.5 洪水被害解析

##### 4.3.5.1 概要

河川改修、砂防事業の効果を判定するため、洪水被害軽減額を算定した。キナリ(A)川の改修に伴い、世界銀行資金で事業実施中を予定している。ナシンかんがい開発計画地区で期待し得る洪水被害軽減額も一括計上してある。

洪水被害額はインフラストラクチャ、家屋、作物、かんがい施設について、2年、10年、20年、50年、100年の各確率洪水規模ごとに算定した。

#### 4.3.5.2 インフラストラクチャの被害

##### (1) 家屋の被害

台風および異常降雨による洪水被害の算定にあたっては、学校、教会、公共建物および工場等の洪水被害は検討外とし、家屋の洪水被害のみとした。また、風あるいは降雨による影響および家庭用品に対する被害は検討外とした。ベバン台風による洪水面積および湛水深は1980年の現地調査で確認した、また洪水規模は洪水解析より推定した。

家屋の被害額は、浸水家屋数と家屋資産額と浸水深に応じた被害率を乗じて算定した。商業用事業所の被害額は、家屋被害額の10%として算定した。

家屋への被害額は表-4.3.3に示すように、確率年2年、10年、20年、50年、100年に対し、それぞれ1,093万ベソ、1,858万ベソ、2,230万ベソ、2,736万ベソ、そして3,249万ベソである。

##### (2) 公共インフラストラクチャの被害

###### (a) 道路施設の被害

道路施設の洪水被害額は、1975年から1979年に発生した各台風ごとの見積被害額（災害復旧費）として算定した。1979年換算の被害額は表-4.3.4に示すように、1975年、1976年、1977年、1978年、1979年の洪水に対し、それぞれ206万ベソ、31万ベソ、267万ベソ、76万ベソ、そして83万ベソである。

###### (b) 鉄道施設の被害

鉄道施設の洪水被害は表-4.3.4に示すように、1975年および1979年の見積被害額（災害復旧費）として算定した。1979年換算の被害額は、1975年には89万ベソ、1979年には32万ベソである。

###### (c) 河川構造物の被害

河川構造物の洪水被害は1975年から1979年に発生した各台風ごとの見積被害額で算定した。1979年換算の被害額は表-4.3.4に示すように、1975年、1977年、1978年、1979年の洪水に対し、それぞれ72万ベソ、15万ベソ、37万ベソ、そして80万ベソである。

###### (d) 公共インフラストラクチャの被害

1975年から1979年にわたる公共インフラストラクチャの洪水被害額を表-4.

3.4に示す。この見積洪水被害額は、直接的被害額の15%にあたる間接的被害額を含んで算定した。

1979年換算の洪水被害額は表-4.3.4に示すように、1975年、1976年、1977年、1978年、1979年の洪水に対し、それぞれ416万ベソ、36万ベソ、32万ベソ、130万ベソそして225万ベソである。

### (3) インフラストラクチャの被害

インフラストラクチャの洪水被害額の算定は、確率年2年、10年、20年、50年および100年の5ケースについて、以下の算定条件に基づいて行った。

(i) インフラストラクチャの被害額は、確率年2年および20年に対応して実際に発生した洪水による被害額である。洪水解析の結果、1976年から1979年に発生した洪水は確率年2年にあたる洪水規模と考えられるので、確率年2年の洪水に対する被害額は1976年から1979年に発生した洪水による見積被害額のうち最大の被害額として算定した。確率年20年に対する被害額は、1975年のシサン台風による洪水被害として算定した。

(ii) 確率年10年、20年、50年および100年に対する被害規模は洪水深の函数と仮定して、確率年2年の洪水被害に対して被害率をそれぞれ1.2、1.28、1.3、1.4として被害額を算定した。

確率年2年、10年、20年、50年および100年に対する1979年換算の被害額は、それぞれ1,417万ベソ、2,247万ベソ、2,645万ベソ、3,158万ベソそして3,703万ベソである。これらの被害額を表-4.3.5に示す。

### 4.3.5.3 作物の被害

計画地域における作物の洪水被害記録が経年的に整理されていないため、日本の農林水産省が作成した冠水、倒伏被害算定基準に準拠し、水稻の洪水被害額を求め、これを作物に対する洪水被害額とした。

計画地域内の既存水田を図-3.8.1に示した湛水地域分布図、表-4.3.6に示した湛水湛水期間にもとづいて分類し、その結果を表-4.3.7に取りまとめた。キナリ(A)川流域の推定水田冠水面積は水田全面積9,400haのうち7,500haである。かんがい水田6,320haと天水田3,080haは全面的に冠水する。

作物に対する洪水被害は、同じ洪水規模であっても洪水の発生時期によって被害額が異なるので、水稻作付期間中の作付面積比率、台風発生頻度、水稻被害率をそれぞれ月別に定め、

これらの定数を月別の水稻生産費既支出額および各作期の純収益額に乗じて、月別被害額を算出、これを集計して年間洪水被害額とした。キナリ(A)川流域における現況洪水被害算定額は、表-4.3.8に示すように2年確率洪水の場合332万ペソ、10年以上の確率洪水の場合503万ペソとなる。

#### 4.3.5.4 かんがい施設の被害

かんがい施設に対する洪水被害額は、インフラストラクチャに対する被害と同質と考え、1975年から1979年にかけて発生した各台風ごとの見積被害額の中から、最大被害額を選び出し、これを2年確率規模の洪水被害額と見なした。さらに、インフラストラクチャと同じ被害率を適応して確率年10年、20年、50年、100年に対する被害額を求めた。表-4.3.9に示すように、確率年2年、10年、20年、50年、100年に対する1979年換算の被害額はそれぞれ43万ペソ、52万ペソ、55万ペソ、56万ペソ、61万ペソとなる。

#### 4.3.6 工事費の算定

##### 4.3.6.1 工事費

6溪流を含む砂防工事、キナリ(A)川、ナンシ川、タリサイ川を含む河川改修工事およびかんがい工事の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省の積算手法により行った。

(1) 工事費は請負工事費と間接工事費から構成され、請負工事費には資材費、労務費、PD #390および機械費からなる直接工事費、仮設工事費、請負業者の利益、税金および管理費を含む。

間接工事費には用地費、住居移転費、技術管理費、工事経費および予備費を含む。

(2) 仮設工事費には、機械の搬入搬出、管理用車輛、仮設建物および他の仮設用施設を含む。仮設工事費は直接工事費の10%で算定した。

(3) 請負業者の利益および税金は、直接工事費と仮設工事費の合計の各々10%、3%として算定した。同様に、管理費は5%として算定した。

(4) 工事着工前および工事期間中の地形測量、設計、土質調査、工事監督費等の技術管理費は、請負工事費の10%として算定した。

(5) 工事経費は請負工事費の5%として算定した。

(6) 工事に対する予備費は請負工事費の20%として算定した。物価上昇による予備費は物価上昇率を7%として、年次別工事費支出表から算定した。

(7) 工事費算定にあたっては、1980年2月に提出した報告書「マヨン火山砂防および洪水防御事業計画」を参考とした。工事単価および工事費はペソおよびセントボの内貨で行った。

2種類の予備費を含んだ工事費総額は表-4.3.12に示すように10億8,750万ペソで、その内砂防工事費は8,170万ペソ、河川改修工事費は9億2,320万ペソ、そしてかんがい工事費は8,260万ペソである。

#### 4.3.6.2 維持管理費

砂防工事および河川改修工事の年間維持・管理費は本計画では、一律工事費の0.5%として算定した。

かんがい工事の年間維持・管理費はヘクタール当り250ペソと算定した。

工事終了後の年間維持・管理費は、砂防工事では29.2万ペソ、河川改修工事では327.8万ペソ、かんがい工事では158.8万ペソである。

### 4.4 キナリ(B)川の基本計画

#### 4.4.1 概 要

マヨン火山の西-北西側斜面から流下するキナリ(B)川の支流は、その大部分が土石流で荒廃している。キナリ(B)川中下流域のかんがい開発対象地区への土石流被害を防ぐことを、砂防計画の目的とした。

キナリ(B)川の中流部トリリュ-・ラブニグ間の河道侵食が激しく、さらに下流域の6村およびマリナオ市において、過去に大きな洪水被害が発生している。農作物、家屋、道路、河川構造物、かんがい施設等の被害を軽減し、地域社会の安定を保つことを、キナリ(B)川の河川改修計画の基本方針とした。

#### 4.4.2 砂防計画

##### 4.4.2.1 対象河川

キナリ(B)川流域では砂防計画としてはブアング川のみを対象とした。

キナリ(B)川の上流部のタビガン付近の本川は、ブアング川の荒廃の影響を受けており、本地点も砂防計画の対象とした。

他の溪流は、砂防計画では対象外とした。

#### 4.4.2.2 計画基準点

砂防計画立案のための計画基準点を図-4.4.1に示す。

#### 4.4.2.3 流出土砂量

基準点での流出土砂量を、キナリ(A)川と同様に、芦田、奥村の式で算定した。

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。

#### 流出土砂量 (50年確率)

河川名	流域面積 ( $km^2$ )	流出土砂量 ( $m^3$ )	比流砂量 ( $m^3/km^2$ )
キナリ(B)川	19.2	319,700	16,600
ブアング川	4.7	211,800	45,100

#### 4.4.2.4 超過土砂量

流出土砂量から許容流砂量を差引いた量をキナリ(A)川流域と同様、超過土砂量と定義する。許容流砂量は、現河道における50年確率洪水での掃流砂量とした。

#### 超過土砂量

河川名	流出土砂量 ( $m^3$ )	許容流砂量 ( $m^3$ )	超過土砂量 ( $m^3$ )
キナリ(B)川	319,700	143,700	176,000

#### 4.4.2.5 土砂抑制計画

土砂抑制を主にブアング川で計画した。

4基の床固工を、リガオータバコ道路橋の直上流部に設置する計画とした。この砂防施設で $144,000m^3$ の流出土砂量を抑制し、ブアング川の国道橋での流出土砂量は $211,800m^3$ から $67,800m^3$ に減少する。

基準点付近のダビガンのキナリ(B)川本川に8m高の砂防ダムを設置し、 $56,000m^3$ の流出土砂を抑制する計画とした。

最終的に、基準点での流出土砂量を $319,700m^3$ から $119,700m^3$ に減少させる計画とした。この流出土砂量は、許容流砂量 $176,000m^3$ 以下である。

砂 防 施 設

河川名	工 程	規 模	備 考
プアング川	床 固 工 (練石積)	4 個所 全長: 300 m	2 個所 = 100 m 2 個所 = 40 m
	遊 砂 堤 (練石積)	2 個所 全長: 100 m	床固工付帯
キナリ(B)川	砂 防 ダ ム (練石積)	袖部高 = 10 m 水通し部高 = 8 m 堤頂長 = 55 m	標高 155 m 地点

4.4.3 河川改修計画

4.4.3.1 概 要

3.4.1で述べた様に、砂防計画および洪水防御計画の分界点を3.4.1で記述したようにバンタヤンの狭窄部に設定した。

4.4.3.2 現況河道の川幅と流下能力

川幅と流下能力を現河道の縦断図と横断図より計算して、図-4.3.3に示す。流下能力の算定には、等流でマンギンの式を用い、粗度係数は一律0.035とした。

4.4.3.3 計画高水流量

計画高水流量は、地域の重要度および、フィリピン国内の他河川の計画高水流量および日本の河川計画基準を考慮して、50年確率洪水とした。水文解析の結果より、計画水流量配分図を図-4.4.4に示す。サンビセンテ川の計画高水流量を $270\text{ m}^3/\text{sec}$ とした。

4.4.3.4 河川改修区間

図-4.4.3と図-4.4.4を比較すると、現況河道には十分な流下能力がないことがわかる。洪水氾濫により特に重要な2つの町、タバコ、マリナオを含む地域では、人命、農作物、家屋、鉄道、道路、河川構造物、かんがい施設等の被害が顕著である。したがって、これら洪水被害を軽減するために洪水防御計画を立案する必要がある。河川改修区間を、現況河道の流下能力と関連地域の重要度を考慮して、以下のよう設定した。

- a) 本川-河口からオゴブ(バンタヤン狭窄部の2km下流)までの11.3kmの区間
- b) サンフランシスコ川-本川との合流点からサンアントニオのリガータバコ国道橋までの6.5kmの区間
- c) サンビセンテ川-河口からサンビセンテのリガータバコ国道橋までの4.0kmの区間

\*この河川は基本計画の対象外である。

#### 4.4.3.5 河川改修計画

##### (1) 河川の線形計画

河道の線形は、以下のことを考慮して計画した。

- (i) 線形は、極力現況河道に一致させる。
- (ii) 河道の曲線半径は、極力大きくする。
- (iii) 既設堤防を、新設堤防に全て変更する。
- (iv) 居住地区を避けて線形を選定する。

計画案の堤防の線形を、図-4.4.5に示す。サンフランシスコ川およびサンピセンテ川に関しては、測量を実施していないので、図-4.4.5に点線で計画河川を示す。

##### (2) 縦断計画

原則として計画縦断勾配は、平衡河床勾配を保ち、かつ総工事費が最小となるよう、現況の河床勾配に合わせて計画した。縦断勾配は、図-4.4.6に示すように、本川では、 $1/1,200 \sim 1/80$ 、サンフランシスコ川とサンピセンテ川では各々 $1/190$ および $1/100$ で計画した。

##### (3) 横断計画

計画高水流量が $300 \text{ m}^3/\text{sec}$ を越えるので、本川の横断形は複断面とした。サンフランシスコ川およびサンピセンテ川の横断形は単断面とした。

堤内地と現況の河床高を考慮すると、高水敷の高さは、計画河床から $2.5 \text{ m}$ で計画した。高水敷の幅は、年間1ないし3回の冠水頻度となるよう設計した。

計画河道に沿っては、人口密集地区はないので、用地取得は差程困難ではないと思われる。したがって河道の川幅は、河川基準の範囲で設計した。

横断形の寸法は、等流状態としてマンニングの式より決定した。基本的に堤防は、河川基準に準拠し、計画高水位より余裕高を $1 \text{ m}$ から $1.2 \text{ m}$ 、堤頂幅を $4 \text{ m} \sim 5 \text{ m}$ とした。堤防の法勾配は $1:2$ を標準とし、堤防高が $4 \text{ m}$ を越える場合には、高さ $3 \text{ m}$ 毎に幅 $3 \text{ m}$ の裏小段を設ける。堤防高は河口付近で、約 $4 \text{ m}$ であり、川幅は約 $270 \text{ m}$ である。河口での計画高水位 $5.1 \text{ m}$ は、1979年1月から1980年4月までの朔望平均満潮位 $1.3 \text{ m}$ より高いので、特に潮位の影響に対しては検討していない。場合によっては、内水排除に対し適切な処置をする必要がある。河道標準断面を図-4.4.7に示す。

##### (4) 主な河川構造物

以上述べた河川改修計画に関連して、次の河川構造物が必要である。

- (i) 芝張り堤防
- (ii) 堤防の根固と練石積み

#### 4.4.4 農業開発計画

##### 4.4.4.1 農業開発計画

キナリ(B)川流域の農業開発計画は、キナリ(A)川流域開発計画と同様の手順で策定した。流域内の既存水田全面積3,950 haのうち、1,370 haがかんがいされているが、仮取水施設および不完全な用水路網故に、満足すべきかんがい効果があがっていない。農業開発対象地域はキナリ(B)川の中下流に2,400 haを選定した。対象地区は既存かんがい水田1,370 haと天水田1,030 haから成り、かんがい水田のうち810 haが洪水時に冠水する。図-4.3.25に示した水稻計画作付体系は、キナリ(A)川流域と同様である。農業資材投入量、耕種法いずれもキナリ(A)川流域の計画に準じた。

##### 4.4.4.2 かんがい開発計画

開発対象地域の既存水田は、水源をサワンおよびサンフランシスコ川に依存しているが、いずれも乾期にはほぼ干上がるので、新規水源はキナリ(B)川の表流水で手当することにした。可動堰付きの頭首工をキナリ(B)川とソア川の合流点から2 km下流に新設し、計画地区南側に沿って延長1.1 kmの幹線水路で導水する。支線水路の総延長は3.0 km、既存用水路は末端用水路網として活用する。さらに、現有自然排水路2.8 kmに加え、幹線支線排水路1.7 kmと圃場排水路9.5 kmを新設する。

##### 4.4.4.3 想定収量および増加生産量

窒素肥料の増投とかんがい施設の改善・増強によって、米作収量は粍換算でha当り雨期作4.5 ton、乾期作5.0 tonに増加するものと期待し得る。開発対象地区内の年間総生産量は、粍換算で現況1,260.0 tonから2,280.0 tonに増える。この増収分1,020.0 tonは、河川改修工事後にかんがい開発事業を実施した場合の便益となる。

#### 4.4.5 洪水被害解析

##### 4.4.5.1 インフラストラクチャの被害

###### (1) 家屋の被害

キナリ(B)川流域の家屋の被害額を、4.3.5項と同じ条件で算定した。

被害額は表-4.4.1に示すように、確率年2年、10年、20年、50年、100年の洪水に対し、それぞれ75万ベソ、154万ベソ、188万ベソ、365万ベソそして422万ベソである。

## (2) 公共インフラストラクチャの被害

道路、河川構造物等の公共インフラストラクチャの被害額は表-4.4.2に示すように、1975年、1976年、1977年、1978年、1979年の洪水に対し、それぞれ31万ペソ、14万ペソ、49万ペソ、43万ペソをして54万ペソである。

## (3) インフラストラクチャの被害

インフラストラクチャの被害額は、4.3.5項と同じ条件で、5ケースの洪水に対して算定した。

1979年換算の被害額は表-4.4.3に示すように、確率年2年、10年、20年、50年、100年に対し、それぞれ129万ペソ、219万ペソ、255万ペソ、435万ペソをして497万ペソである。

### 4.4.5.2 作物の被害

キナリ(B)川流域における洪水による作物被害は、キナリ(A)川流域の場合と同様な手順で算出した。キナリ(B)川流域の推定水田冠水面積は、水田全面積3,210haのうち880haである。このうち810haがかんがい水田、70haが天水田となっている。表-4.4.4に示すように、洪水被害額は、2年確率洪水の場合39万ペソ、10年以上の確率洪水の場合61万ペソとなる。

### 4.4.5.3 かんがい施設の被害

キナリ(B)川流域におけるかんがい施設の被害額は、キナリ(A)川流域の場合と同様の手法で出し、その結果を表-4.4.5に示す。想定被害額は、確率年2年、10年、20年、50年、100年に対し、それぞれ8万ペソ、9万ペソ、10万ペソ、10万ペソ、11万ペソとなる。

### 4.4.6 工事費の算定

砂防工事、河川改修工事およびかんがい工事の工事費および維持・管理費の積算にあたっては、4.3.6項と同じ条件で行った。

2種類の予備費を含んだ工事費総額は表-4.4.6に示すように、3億3,860万ペソで、その内砂防工事費は320万ペソ、河川改修工事費は3億200万ペソ、そしてかんがい工事費は3,340万ペソである。年間維持・管理費は、砂防工事では1.5万ペソ、河川改修工事では114.7万ペソ、かんがい工事では60万ペソである。

#### 4.5 ヤワ川の基本計画

##### 4.5.1 概要

ヤワ川は、マヨン火山から流下した土石流の影響を大きく受け、特にいくつかの支流では荒廃が顕著に進んでいる。

この点を考慮し、二次的侵食による土砂被害を防止することを砂防計画の基本とした。ヤワ川の現況河道の流下能力が不足しているため、下流区間で洪水氾濫を引き起こし、州都レガスピを含む地域で、小規模ではあるが、家屋、道路、河川構造物および他の公共施設に被害を与えている。洪水被害を軽減し、地域住民の生活環境を安定させることを、ヤワ川の河川改修計画の基本方針とした。

##### 4.5.2 砂防計画

###### 4.5.2.1 対象河川

ヤワ川流域のうち、最も荒廃の著しい溪流は、パワ・ブラボド川であり、流れの方向には州都レガスピが位置している。過去に、カグサワおよびブジャオ遺跡にみられる大災害を引き起こしたブジャオ川は、中流部に広大なコゴン草の荒廃地を持ち、二次侵食が進行中である。当該流域の最上流部のアヌリン川もまた、ブジャオ川と同様荒廃が著しく、上中流部では現在二次侵食が進行中である。

前述の3溪流を除き、他の溪流は砂防としては差程深刻ではない。

砂防計画の対象河川としては、パワ・ブラボド川、ブジャオ川およびアヌリン川の3溪流とした。

###### 4.5.2.2 計画基準点

砂防計画立案のための計画基準点を図-4.5.1に示す。

###### 4.5.2.3 流出土砂量

基準点での流出土砂量を、キナリ(A)川と同様に、芦田、奥村の式で算定した。

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。

河川名	流出土砂量 (50年確率)		
	流域面積 ( $km^2$ )	流出土砂量 ( $m^3$ )	比流砂量 ( $m^3/km^2$ )
アヌリン川	9.4	415,600	44,200
ブジャオ川	7.5	234,600	31,300
パワ・ブラボド川	7.6	440,900	58,000

#### 4.5.2.4 超過土砂量

流出土砂量から許容流砂量を差引いた量をキナリ(A)川流域と同様、超過土砂量と定義する。許容流砂量は、現河道における50年確率洪水での掃流砂量とした。

超 過 土 砂 量			
河 川 名	流 出 土 砂 量 ( $m^3$ )	許 容 流 砂 量 ( $m^3$ )	超 過 土 砂 量 ( $m^3$ )
アヌリン川	415,600	85,800	329,800
ブジャオ川	234,600	58,100	176,500
バワ・ブラボド川	440,900	69,500	371,400

#### 4.5.2.5 土砂抑制計画

土砂の生産および流出を抑制するために設置する砂防施設は、基準点での流出土砂量が許容流砂量にほぼ等しくなるように計画した。

各溪流の砂防計画を、以下に述べる。

##### (1) アヌリン川

土砂の生産および流出を抑制するために、図-4.5.2に示すように、床固と遊砂堤を複合した床固工を西側の溪流に3ヶ所、東側の溪流に2ヶ所設置する計画とした。この砂防施設により、基準点での流出土砂量は、 $415,600 m^3$ から $68,600 m^3$ に減少する。この流出土砂量は、許容流砂量 $85,800 m^3$ 以下である。

##### (2) ブジャオ川

ブジャオ川の中流部には、広大な自然遊砂地があり、流出土砂をより広範囲に、かつ厚く貯留するために8基の遊砂堤と6基の遊砂突堤を設置する計画とした。

基準点での流出土砂量を、遊砂地が十分な容量を有することから、 $234,600 m^3$ から $51,800 m^3$ に急激に減少させる計画とした。許容流砂量は $58,100 m^3$ であり、超過流出量を十分に満足している。

##### (3) バワ・ブラボド川

流出土砂量 $1,089,800 m^3$ を $913,800 m^3$ に減少させるために、上流部に1基の砂防ダムおよび4ヶ所の床固と遊砂堤を複合した床固工を設置する計画とした。中流部には遊砂地に流出土砂を極力貯砂するために図-4.5.1に示すように、7基の遊砂堤を設置する計画とした。下流部では、河川改修計画がすでに立案されており、かつ計画の一部を実施中であり、この河道の土砂抑制計画は検討外とした。

基準点での流出土砂量を、前述の砂防工事で $440,900 m^3$ から $58,800 m^3$ に減少させる計画とした。流出土砂量 $58,800 m^3$ は、許容流砂量 $69,500 m^3$ 以下である。

砂防施設一覧を次表に示す。

砂 防 施 設

河 川 名	工 程	規 模	備 考
アヌリン川	床固工	5 箇所；西側 3 箇所 ：東側 2 箇所	標高 300 - 400 m
	袖部：遊砂堤 (石積工)	全長 = 420 m	有効高 = 約 2 m
	本体：枠工	全長 = 400 m	
ブジャオ川	遊砂突堤 (石積工)	6 箇所 全長 = 900 m	河道両側に設置
	遊砂堤 (石積工)	4 箇所 全長 = 600 m	標高 160 - 230 m
バワ・プラボド川	砂防ダム (石積工)	高さ = 10 m 堤頂長 = 79.5 m	詳細設計は 1979 年 の設計報告書を参照。
	床固工	7 箇所	
	袖部：遊砂堤 (石積工)	全長 = 480 m	
	遊砂堤 (石積工)	7 箇所 全長 = 1,210 m	1979 年の設計報告 書に記述している、 No.1 および No.2 遊砂 堤を含む。

#### 4.5.3 河川改修計画

##### 4.5.3.1 概 要

砂防計画区間と洪水防御計画区間の分界点を 3.4.1 で述べたようにバナグ鉄道橋とした。

##### 4.5.3.2 現況河道の川幅と流下能力

川幅と流下能力を、現河道の縦断図と横断図より計算して、図-4.5.4 に示す。流下能力の算定は、等流でマンニングの式を用い、粗度係数は一律 0.035 とした。

##### 4.5.3.3 計画高水流量

計画高水流量は、地域の重要度、フィリピン国内の他の河川の計画高水流量、および日本

の河川計画基準を考慮して、50年確率洪水とした。水文解析の結果より、計画高水流量配分図を図-4.5.5.に示す。

#### 4.5.3.4 河川改修区間

図-4.5.4と図-4.5.5を比較すると、現況河道には十分な流下能力がないことがわかる。洪水氾濫地域は他の河川流域に較べ狭く、洪水規模は小さいが、州都レガスビを含む地域では、人命、農作物、家屋、鉄道、道路、河川構造物、かんがい施設等の被害が起っている。したがって、これら洪水被害を軽減するために洪水防御計画を立案する必要がある。河川改修区間を、現況河道の流下能力と関連地域の重要度を考慮して、河口からパウ・ブラボド川との合流点までとした。

#### 4.5.3.5 河川改修計画

##### (1) 河川の線形計画

河道の線形は、以下のことを考慮して計画した。

- (i) 線形は、極力現況河道に一致させる。
- (ii) 河道の曲線半径は、極力大きくする。
- (iii) 既設堤防を、新設堤防に全て変更する。
- (iv) 国道等の主要幹線交通網を避けて線形を選定する。
- (v) 居住地区を避けて線形を選定する。

計画案の堤防の線形を図-4.5.6に示す。

##### (2) 縦断計画

縦断勾配は、平衡河床勾配を保ち、かつ総工事費が最小となるよう現況の河床のままとした。

##### (3) 横断計画

計画高水流量が、 $300\text{ m}^3/\text{sec}$ を越えるので横断形は複断面として設計した。現況河道は、低水路として用い、高水敷には新しい堤防を新設する計画とした。

人口の密集した州都レガスビが近接しており、用地取得は他の河川より困難であるため、川幅は河川基準の範囲内でできるだけ狭くした。

堤防高は、等流状態としてマンニングの式より決定した。基本的に堤防は、河川基準に準拠し、計画高水位より余裕高を $1.2\text{ m}$ 、堤頂幅を $5\text{ m}$ とした。堤防の法勾配は $1:2$ を標準とし、堤防高が $4\text{ m}$ を越える場合には、高さ $3\text{ m}$ 毎に幅 $3\text{ m}$ の裏小段を設ける。また、堤防高が $6\text{ m}$ を越える場合には、高さ $4\text{ m}$ 毎に同じ幅の表小段を設け

る。堤防高は河口付近で約4mであり、川幅は190mである。河口での計画高水位7.1mは、1979年1月から1980年4月までの朔望平均満潮位1.3mより高いので、潮位の影響に対しては特に検討していない。

河道の標準横断面を、図-4.5.8に示す。

#### (4) 主な河川構造物

以上述べた河川改修計画に関連して、次の河川構造物が必要である。

##### (i) 芝張り堤防

##### (iii) 堤防に対する根固と練石積み

#### 4.5.4 洪水被害解析

ヤワ川流域の被害額算定にあたっては、農作物およびかんがい施設の被害は微々たるものであり、ここではインフラストラクチャの被害のみを算定した。

##### (1) 家屋の被害

ヤワ川流域の家屋の被害額は、4.3.5項と同じ条件で算定した。

被害額は表-4.5.1に示すように、確率年2年、10年、20年、50年、100年の洪水に対し、それぞれ126万ベソ、450万ベソ、815万ベソ、1,276万ベソそして1,520万ベソである。

##### (2) 公共インフラストラクチャの被害

道路、河川構造物等の公共インフラストラクチャの被害額は表-4.5.2に示すように、1975年、1976年、1977年、1978年、1979年の洪水に対し、それぞれ649万ベソ、25万ベソ、29万ベソ、57万ベソそして65万ベソである。

##### (3) インフラストラクチャの被害

インフラストラクチャの被害額は、4.3.5項と同じ条件で、5ケースの洪水に対して算定した。

1979年換算の被害額は表-4.5.3に示すように、確率年2年、10年、20年、50年、100年に対し、それぞれ190万ベソ、528万ベソ、898万ベソ、1,360万ベソそして1,619万ベソである。

#### 4.5.5 工事費の算定

3つの溪流を含む砂防工事およびヤワ川の河川改修工事、および維持・管理費の積算にあたっては、4.3.6項と同じ条件で行った。

2種類の予備費を含んだ工事費総額は、表-4.5.4に示すように、8,070万ペソで、その内砂防工事費は3,490万ペソ、河川改修工事費は4,580万ペソである。年間維持・管理費は、砂防工事では13.3万ペソ、河川改修工事では18.6万ペソである。

#### 4.6 警報・避難システムの検討

フィリピン共和国は、ミンダナオ島の南部を除き国土の大半がしばしば台風の脅威を受けている。台風は、主に海岸付近の地域で強い風を、平野部で洪水を伴う。

計画対象地域では、これらに加えて土石流、泥流の被害を被る。マヨン火山は計画対象地域内にそびえ、計画対象河川の上流部に位置している。山の斜面は急峻でその表面は、比較的新しい火山性の岩および泥よりなり、それらはゆるい固結状態にある。これらの物質は、高強度の豪雨によって容易にすべり、流れだす。

この国における災害対策制度の頂点に立つのは、1976年9月6日に制定された災害準備計画(Calamities and Disaster Preparedness Plan)であるといえよう。

この計画の主要目的は人命を守り、不必要な被害を防ぎ、財産を守り被災時の損害を最小限にとどめることにある。

この計画にもとづき、国家災害統合会議が国防省(Office of Civil Defence)の中に招集される。

地方、州、市、町および村落の災害統合会議は、国家災害統合会議の下に招集される。会議を構成するのは、あらゆる関係省庁を代表する職員である。

この計画では、実際の防災活動に参加している民間企業、団体に公的立場を与えるよう規定している。計画および作業は、資源の有効利用をはかるため、各機関、部門を超越して実施される。

この計画は、災害活動の多くの分野を網羅している。即ち、監視、報道、警報、救助、輸送その他である。

火山委員会は、火山の活動に関する情報を公衆に知らしめるべく義務づけられている。PAGASAは、気象状況、地震、津波、洪水等が災害時の行動に影響を与えるので公衆に対する勧告を行うことになっている。国防省は、通信網を確立し、これを保持する。一方、公共事業、通信、運輸省は、上記通信網を補助するために、公共の通信施設と、民間の施設との統合をはかることになっている。

警報は、公共の放送施設、鐘およびサイレン等の種々の施設を通して伝えられる。教育および文化省は、特に遠方の地域において、さし迫った災難を、人々に知らせることを他の機関

と協同して行う。火山委員会は火山地域周辺の人々に警報を出す。また国防省(Office of Civil Defence)を補助するために、警報システム委員会が設立されている。この委員会では、警報活動のための標準作業を定めている。

教育文化省は、関連地域に最も近い学校の施設を、緊急センターとして、利用出来るように提供する。

国防省は、多くの人々の救助、避難作業にあたる。

社会福祉省は、救助物資と食糧を提供する。

国防省は、救命食料、救助員および被災者の避難を迅速に行なうために輸送施設を提供する。公共道路省は、救援物資の輸送に関し、国防省の支援にあたる。地方輸送会社は、公共事業、通信、運輸省の要請にもとづき、輸送手段を提供する責務を負っている。

輸送活動を統合化するために、緊急運輸委員会がもうけられることになっている。

災害時の被害を軽減するための準備は、以上述べたようにすでに十分に整備されている。今後は、被害を前もって防ぐための準備を強化する必要がある。特に、さし迫った災害に対する監視と予報システムを確立することは、被害を更に軽減するために必要と思われる。

台風の発達と移動に対する巨視的な情報は、PAGASAを通して得られている。洪水予報システムは、ピコール川およびその他の流域に設立されている。しかし、対象河川の流域に関する既存の情報収集および伝達システムは、洪水および泥流、土石流に関しては不十分である。

この国における流量データは、公共事業局に集中管理されている。しかし、集められたデータは計画地域内では、必ずしも十分ではない。また集められたデータの解析となると、これまでのところ未だ研究段階である。

こうした事情から気象水文学的監視および予報システムを、既設のデータ収集システムを考慮して、確立するべきであろう。

このシステムにたずさわるスタッフが行なうべき事項は、

- 1) 雨量、水位計を設置し、気象水文観測所を設立する。観測所からはデータが自動的に監視所に伝送される。
- 2) 水位計設置位置での流量測定の実施。
- 3) 水位-流量曲線の作成。
- 4) 送流土砂量、土石流および泥流観測。
- 5) 雨量、洪水流量、送流土砂量および土石流、泥流相互の関係を分析、モデル化し、洪水、土石流予測システムを確立する。

COWSの警報および避難に対する基準と手段を見直し、もし必要であれば計画地域に特に当てはまるように変更を加える。

気象学と水文学における研究は、PAGASA、国家電力公団、かんがい管理事務所、水資源委員会および他の機関や大学によって行われている研究の結果を見直し、予測システムに反映せしめる。

提案した監視および予測システムは、予測した結果を当該の災害統合会議に通報するための通信手段を持つべきであろう。

警報および避難活動は、当該の災害統合会議の統制下に行われるべきであろう。

監視および予測システムからの情報は、上記会議の機能を効果的にすると考えられる。なぜなら、それは、災害に対する準備と、避難のための時間を与えるからである。

8

8

8

8

## V. 実施計画



## V 実 施 計 画

### 5.1 概 要

この報告書の前章までは、計画地域内における砂防工事、河川改修工事およびかんがい工事の基本計画について述べて来た。この章では、この基本計画の実施についての暫定的なプログラムについて検討した。これは、今後行うべき調査や設計、また基本計画に含まれている各種工事の建設の工程についても提案している。

砂防工事は緊急性があり、比較的簡単な構造物で構成されており、各溪流毎に独立して行う事が出来る。この工事は公共投資として実施されるべき性質のものである為、財政的妥当性を時間をかけて検討するまでもないと思われる。従って、フーズビリティ・スタディの段階を踏まずに直ちに、建設のための詳細調査と詳細設計へ進んでよいと考える。

一方、河川改修工事については、種々の工事との関連性を考え、および工事規模も非常に大きいので、まずフーズビリティ・スタディを実施し、その後詳細設計、建設へと進むべきと考える。

建設に関しては、次の事項を考慮した。

- (1) 工事量に応じて、適切なかつ妥当な工事の進捗を考えるべきである。
- (2) 工事は、フィリピンで通常行われている競争入札による請負方式で、フィリピンの請負業者によって行われるものとする。
- (3) 準備作業として、移転補償および移転地の提供、土地収用等の問題があるが、これらは工事が開始されるまでに行われるものとする。

この実施計画は、あくまでも暫定的なもので将来の状況変化によって、さらに修正されるべき性質のものである。

## 5.2 キナリ(A)川の実施計画

キナリ(A)川流域の工事には、キランガイ川、ツンバ川、マニニラ川、マサラワグ川、オグソン川およびナンシ川の砂防工事、キナリ(A)川、ナンシ川およびタリサイ川の河川改修工事、およびかんがい工事が含まれる。

本工事の実施は、全体工事期間を10年とし、そのうち砂防工事および河川改修工事は10年、かんがい工事は4年として計画した。本工事の概略実施工程を図-5.2.1に示す。

### 5.2.1 砂防工事

砂防施設は、主に砂防ダム、床固ダム、遊砂堤、遊砂突堤および床固等から構成されている。

主要6河川の砂防工事は、実施期間を通じて河川改修工事と併行して実施するものとした。

#### (1) 今後の調査および詳細設計

建設工事の実施にあたっては、以下に述べる調査および詳細設計が必要である。

##### • 詳細調査

ナンシ川の床固ダム建設予定地でのボーリングによる地質調査の実施

砂防施設の建設予定地での詳細な地形測量の実施(オグソン川およびナンシ川に関しては、1980年に実施された縮尺 $1/5,000$ の平面図を参照されたい。)

##### • 詳細設計

前述の地質調査および地形測量に基づく詳細設計の実施(床固ダムの設計に関しては、1980年提出の設計報告書を参照されたい。)

##### • 契約書類

砂防工事の契約書類の作成(契約書類に関しては、1980年提出の契約書類を参照されたい。)

##### • 詳細設計に要する期間

詳細調査、および契約書類の作成を含めた詳細設計の実施期間としては、1年程度が必要であろう。

#### (2) 工事の実施

工事用道路、仮設建物、仮設備等の準備工事および用地取得は、各河川の砂防工事の建設開始前に実施するものとする。

キランガイ川の砂防工事は、カマリグ中心街を土石流から防護するために最初に実施する

ものとした。遊砂堤を下流から上流に向かって建設し、その後、遊砂突堤を下流に向かって建設する。

次いでオグソン川の砂防工事を3年次および4年次にかけて実施するものとした。ナポントン周辺の床固工を上流に向かって建設した後、上流部の遊砂堤および遊砂突堤を下流に向かって順次建設する。その後、残りの床固工を建設する。

ナシン川の砂防工事は、キランガイ川およびオグソン川の工事完了後、工事期間3年で実施するものとした。上流部の床固ダムおよび遊砂堤を最初に建設した後、標高100mから標高170mの間に設置された水制、堤防および遊砂堤を下流に向かって建設する。その後、残りの床固工を建設する。

マサラワグ川の砂防工事は8年次に実施するものとした。上流部の遊砂堤および遊砂突堤を下流に向かって建設した後、マニニラ周辺の遊砂堤を建設する。その後、マサラワグ周辺の遊砂堤および残りの床固工を下流に向かって順次建設する。

ソンバ川およびマニニラ川の床固工は、工程表に示すように最終年次に実施するものとする。

#### 5.2.2 河川改修工事

主要3河川の河川改修工事は、主に既設水路の拡幅、オアス放水路の掘削、堤防盛土および橋梁から構成されている。

河川改修工事は、図-5.2.1の工程表に示すように10工区に分けて実施するものとした。工区は、キナリ(A)川で6工区、ナシン川で1工区、タリサイ川で3工区とした。

##### (1) フィージビリティ・スタディおよび詳細設計

建設工事の実施にあたっては、以下に述べるフィージビリティ・スタディおよび詳細設計が必要である。

基本計画での水文解析は

##### ・フィージビリティ・スタディ

追加水文調査の実施

降水量の調査：レガスビ州都の6時間降雨記録を除いて、日降雨量記録のみが利用可能であるが、さらに詳細な設計を行うには時間降雨量記録が必要である。

降雨量は平地部および山地部の両地域で実施すべきである。

河川流量の調査：時間単位での河川流量が、降雨量および流出量の解析において必要である。下記の流量観測所で行うことが望まれる。

ーキナリ(A)川、本川、バナオ橋地点(自記水位計がすでに設置されている。)

ーキナリ(A)川、本川、ナシン川との合流点の直下流の地点

#### 河川の流量および水位の再検討

基本計画での水文解析は、降雨ー流域ー時間等の関係を、ある仮定で行っている。従って追加の水文調査後、再度、水文解析を行うべきである。

1981年提出の基本計画を再検討すると同時に、キナリ(A)川流域の事業計画の詳細なフィージビリティ・スタディの実施(フィージビリティ・スタディの検討にあたっては、バト湖を含めた河川改修計画、バト湖下流域の河川改修計画、およびバト湖ーバンタオ湾放水路計画等を勘案して実施すべきである。)

#### ・詳細調査

橋梁、頭首工および樋門等の建設予定地での詳細な地質調査の実施

1979年に実施された縮尺 $\frac{1}{5,000}$ の平面図に追加して、計画河道の詳細な地形測量の実施(地形測量として、平面測量、縦横断測量を実施すべきである。)

堤防盛土材の土質調査の実施

前述の地質調査、地形測量、土質調査および追加の水文調査に基づく土木構造物の詳細設計の実施

#### ・契約書類

河川改修工事および橋梁工事の契約書類の作成

#### ・フィージビリティ・スタディおよび詳細設計に要する期間

詳細なフィージビリティ・スタディの実施期間としては1.5年程度、詳細設計の実施期間としては1.5年程度が必要であろう。

#### (2) 工事の実施

河川改修工事は、各河川の優先度・重要度からキナリ(A)川、ナシン川、タリサイ川の順に実施するものとした。

河川水路の掘削および堤防の盛土は、各工区とも下流から上流に向かって施工する。

工事用道路、仮設建物、仮設備等の準備工事、用地取得および建物等の移転は、本工事の建設開始前に実施するものとする。

#### キナリ(A)川

最初にSta.17+074-21+892間のオアス放水路として計画された区間の河川改修工事を、1年次および2年次にかけて実施するものとした。

次いで、Sta. 2+341-27+500の区間の河川改修工事を3年次から6年次にか

けて実施するものとした。

タリサイ川との合流点から下流側の Sta. 0+000-2+341 の区間の河川改修工事をタリサイ川の河川改修工事の完了後の最終段階の10年次に実施するものとした。この工区の河川改修工事実施にあたっては、バト湖による洪水の影響を考慮して計画されるべきである。

各工区に計画された橋梁は、河川改修工事と併行して順次建設するものとした。

#### ナ シ シ 川

キナリ(A)川の Sta. 2+341-27+500 の区間の河川改修工事完了後、引続いてナシシ川の河川改修工事を、7年次に実施するものとした。

橋梁工事は河川改修工事と併行で実施する。特にマハリカ国道のピナタガン橋およびナシシ鉄道橋の建設にあたっては、交通遮断を引き起さないように実施する必要がある。

#### タリサイ川

タリサイ川の洪水による浸水区域は、当河川沿いの水田に限定され、かつ洪水被害はキナリ(A)川およびナシシ川に比して少いことから、タリサイ川の河川改修工事を最終段階の8年次および9年次に実施するものとした。

### 5.2.3 かんがい工事

事業計画区域内に、総面積6,350haのかんがい組織の統合を計画した。これには3ヶ所の地区が含まれ、アゴスサンタクルス・サウスキナリ地区は4,350ha、キナリ地区は600ha、そしてカピロガン地区が1,400haである。

かんがい工事は、河川改修工事の進捗および実施工程に合わせて実施するものとした。工事期間を4年で計画した。

#### (1) 今後の調査および詳細設計

建設工事の実施にあたっては、以下に述べる調査および詳細設計が必要である。

- 詳細調査

かんがい利用可能水量のための追加水文調査の実施

1979年に実施された縮尺 $1/5,000$ の平面図に追加して詳細な地形測量の実施。

- 詳細設計

前述の地形測量および追加水文調査に基づくかんがい施設の詳細設計

- 契約書類

かんがい工事の契約書類の作成

- 詳細設計に要する期間

詳細調査および契約書類の作成を含めた詳細設計の実施期間としては、1年程度必要であろう。

(2) 工事の実施

カピロガン地区を最初に、キナリ(A)川のSta. 17+074-21+892の河川改修工事と併行で実施するものとした。

アゴスサントクルス・サウスキナリ地区およびキナリ地区は、Sta. 12+200-17+074の区間の河川改修工事の開始前、すなわち4年次までに完了するように計画した。

頭首工および樋門等の付帯構造物は、河川改修工事の堤防盛土工と併行で実施するものとした。