

社会開発調査部報告書

社会開発調査部

社会開発調査部

社会開発調査部

フィリピン共和国

公共事業道路省

アグノ川流域治水計画調査

最終報告書

要約報告書

JICA LIBRARY



1096063(1)

23329

1991年12月

国際協力事業団

国際協力事業団

23329

序 文

日本国政府はフィリピン共和国の要請に基づき、同国のアグノ川流域治水計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成元年4月から平成3年9月まで、日本工営株式会社の佐藤秀樹氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、フィリピン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成3年12月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

アグノ川流域治水計画調査団 伝 達 状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

フィリピン共和国、アグノ川流域治水計画調査の最終報告書を提出致します。本調査は1988年12月2日国際協力事業団とフィリピン政府公共事業省（DPHW）との間で取交された技術協力に関する実施協定書に基づいて実施されました。

本報告書は、Agnon川流域及びその関連河川の治水に関するマスタープラン及び選定された優先区域の治水プロジェクトのフィージビリティ調査結果を提示しております。更に当地域の社会・経済開発の障害になっている頻発する治水被害を防御軽減する優先治水事業の実施を提言いたしました。

報告書は要約、主報告書、附属書及び資料集に分冊されております。要約にはマスタープラン及びフィージビリティ調査の全体の概要を、主報告書には治水計画とその背景、状況、条件を含め記述してあります。附属報告書には計画策定に用いた条件、方法論等の詳細を記述いたしました。資料集には水文・堆砂及びボーリング調査記録を収録いたしました。

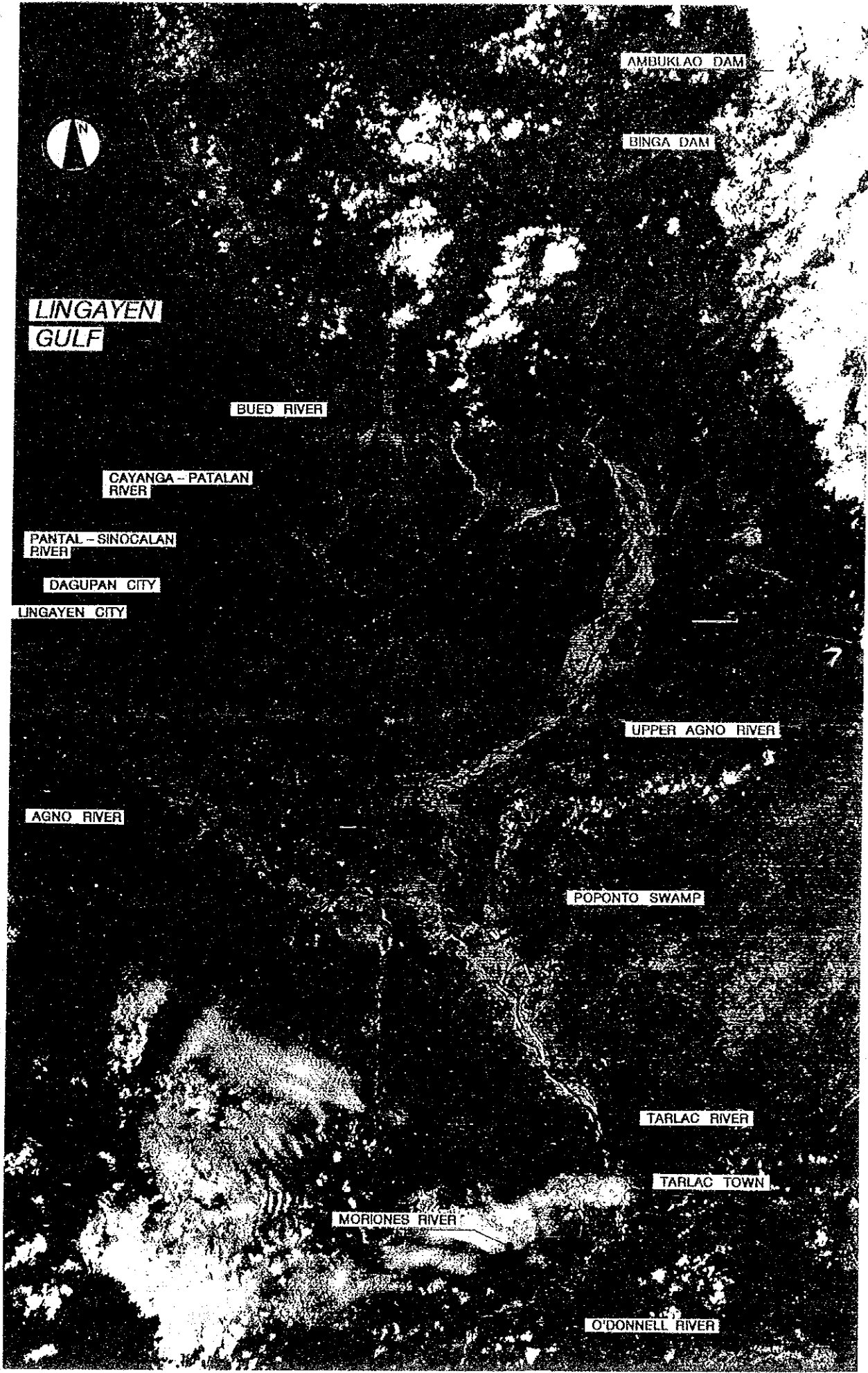
尚、主報告書と附属報告書は、Part I マスタープランとPart II フィージビリティ調査の2分冊といたしました。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間に亘り、多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在フィリピン大使館の諸賢、ならびにフィリピン政府機関の関係各位に対し、心から感謝の意を表するものであります。

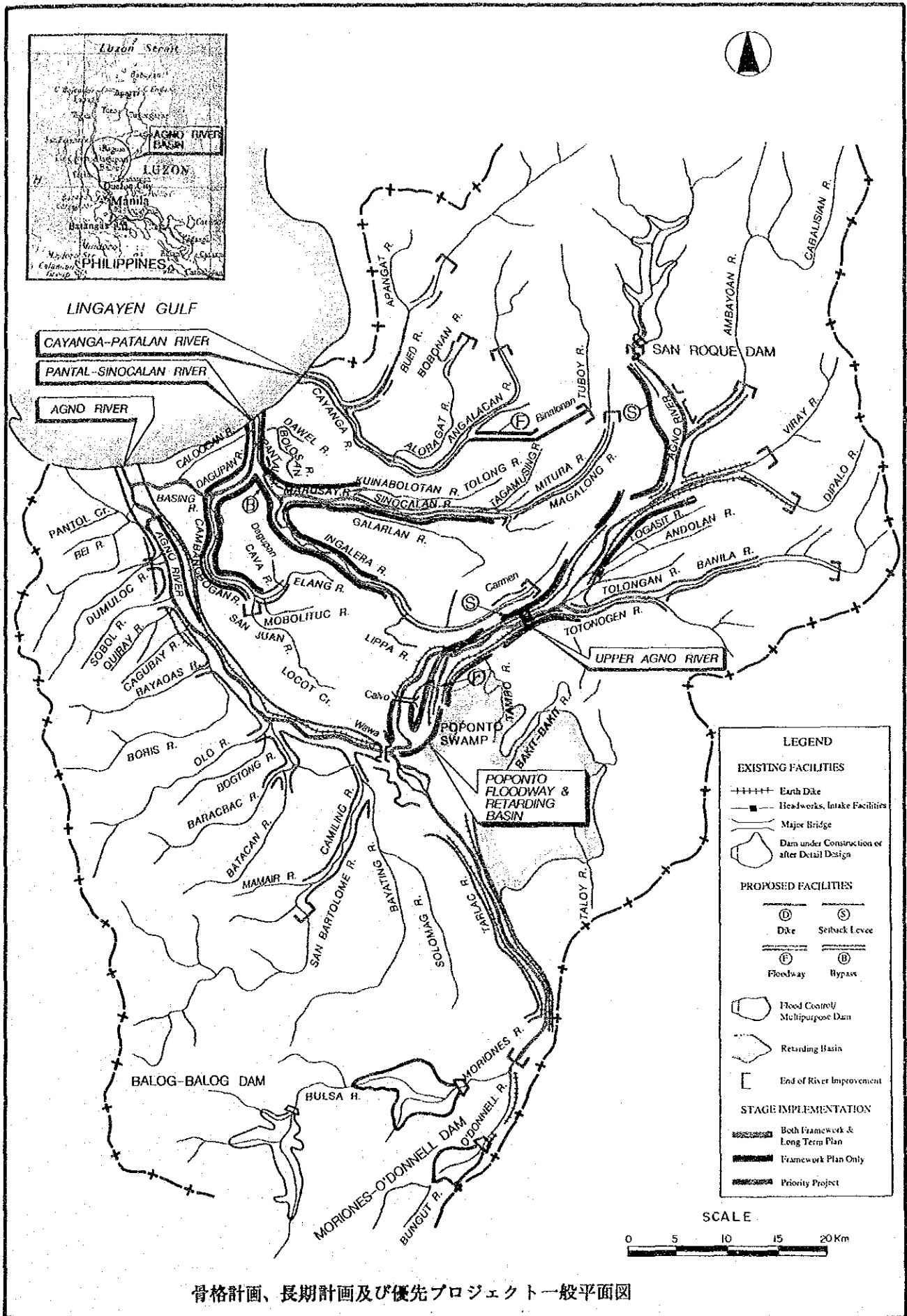
本調査の成果がアグノ川流域の今後の社会開発及び経済発展と福祉向上のために資するならば、これに優る光栄はないと考える次第であります。

平成3年12月

調 査 団 長
佐 藤 秀 樹



AGNO RIVER BASIN



骨格計画、長期計画及び優先プロジェクト一般平面図

主 要 結 論

1. 調査の目的

本調査は国際協力事業団（JICA）とフィリピン政府の担当機関となる公共事業道路省（DPWH）との間で取り交された技術協力に関する実施協定書に基づき実施された。当協定書に明記されている調査の目的は次の通りである。

- 1) Agno川流域の治水に関するマスタープランを策定し、計画の優先区域を選定すること。
- 2) 選定された優先区域の治水プロジェクトのフェージビリティ調査を実施すること。

2. 調査対象地域

2. 1 マスタープラン調査対象地域

- (1) マスタープラン調査対象地域は、中部ルソン地域の西部に位置する三つの河川系であり、Pangasinan平野と呼ばれる広大な沖積平野を後背地とする。当水系の流域面積は、Agno川流域の 5,907km²、Pantal-Sinocalan川の 1,115km²及びCayanga-Patalan 川の 618km²を合わせ計 7,640km²である。Pantal-Sinocalan 川とCayanga-Patalan 川の二川を、Agno川の関連河川と称する。

本調査地域は、Ilocos（行政区Ⅰ）、Cordillera Autonomous Region (CAR), Cagayan Valley（行政区Ⅱ）及びCentral Luzon（行政区Ⅲ）の4つの行政区と9つのプロビンス、Benguet, La Union, Pangasinan, Ifugao, Nueva Vizcaya, Nueva Ecija, Pampanga, Tarlac, およびZambalesプロビンスにまたがる。

- (2) 当調査地域内の想定最大洪水氾濫域は約 2,465km²であり、Pangasinan及びTarlacプロビンスを流下するAgno川及び関連河川の氾濫原にある耕作地域の大部分を占める。

2. 2 フィージビリティ調査対象地域

- (1) フィージビリティ調査対象地域としてAgnó川上流域とPantal-Sinocalan川とを選定した。当地域は最優先で洪水防御を行う必要がある地域であり、行政上32の自治体を含む。
- (2) Upper Agnó川プロジェクトの受益地はAgnó川の洪水が関連河川域に流入する為Pantal-Sinocalanプロジェクトの受益地と重複する。総受益面積は1,264km²であり、関連河川に沿うほとんどの低平地を含んでいる。行政上、Dagupan市とSan Carlos市及びTarlacのCamilingとLa UnionのRosarioの町を含め、中央及び北西部Pangasinanにある32の居住地区が当地域に含まれる。Pantal-Sinocalanプロジェクトの受益面積は879km²であり、Pangasinanの15の自治体と2つの市を含んでいる。

3. マスタープラン

3. 1 マスタープランの定義

- (1) マスタープランは骨格計画 (Framework Plan) 及び長期計画 (Long Term Plan) より構成されている。骨格計画は将来目標とすべき理想像となる治水計画であり、長期計画は西暦2020年 (30年長期計画) を達成目標とし骨格計画に至る段階計画と定義した。
- (2) 骨格計画の治水整備水準をAgnó川本川とTarlac川に対し100年確率洪水、Agnó川支川及び関連河川に対し50年確率洪水と設定した。長期計画に対しては経済的耐用年数を1995年建設開始後50年間としフィージブルな洪水防御規模を採用することとした。
- (3) 調査対象河川は次の様に設定した。
Agnó川：本川及びその支川Tarlac、Ambayoan、Vivay-Dipalo、Banila、Camiling
関連河川：Cayanga-Patalan川本川 (Anglacanを含む) 及びその支川 Bued、Aloragat、Pantal-Sinocalan川本川 (Tagamusingを含む) 及びその支川 Macalong、Ingalora、Dagupan

- (4) 当調査は洪水防御計画策定を主目的とし、堆砂防御計画は概念的計画にとどめる。非施設の施策のひとつとして洪水予警報システムを検討する。

3. 2 骨格計画

- (1) Tarlac川を含めたAgnó川の骨格計画は区間長 146.4kmの河川改修、Poponto 放水路と自然遊水池及びMorlones-0'Donnel 治水ダムの組み合わせより成る（一般平面図参照）。河川改修長はショートカットを含め 136.9km、堤防区間長は両岸で 258.1kmに達する。San Roque ダム（設計済）による治水効果は計画に含める事とした。

当事業のエコノミックコストは1989年価格水準で13,682百万ペソとなる。当骨格計画の主要工事諸元を当結論の末尾に示す。

- (2) Agnó川の4つの支川、Camiling、Banila、Viray-Dipalo及びAmbayoanの骨格計画は河川改修単独を採用した。当事業のエコノミックコストは1989年価格水準で 1,925百万ペソとなる。当骨格計画の主要工事諸元を当結論の末尾に示す。

- (3) 関連河川の骨格計画として、河川改修とBinalonan 放水路の組み合わせを採用した。当事業のエコノミックコストは1989年価格水準で、Pantal-Sinocalan川が 2,553百万ペソ、Cayanga-Patalan 川が 1,246百万ペソとなる。

3. 3 長期計画

- (1) 推奨する長期計画の治水整備水準をAgnó川本川及びその支川を25年確率洪水、関連河川を10年確率洪水とした。相当する事業費（ファイナンシャルコスト）は次のようになる。

河川／地域	治水整備水準	事業費 (百万ペソ)	経済的內部収益率 E I R R (%)
Agnó川本川及びTarlac川	25年確率洪水	11,048	16.6
Agnó川 支 川	25年確率洪水	1,640	15.5
関 連 河 川	10年確率洪水	3,286	33.8
全調査地域		15,974	20.5

(註) : 事業費は1989年6月価格水準で算定し、その換算率は ¥6.2/Pesoとした。

当長期計画の主要工事諸元を当結論の末尾に示す。

- (2) 骨格計画に含まれているMorlonos-O'Donnellダムは長期計画には含めないこととした（一般平面図参照）。当時水域内には約 1,600の家族と40haの農業用地が存在し、短期的に実施する場合は土地収用と移転問題が起こる可能性がある。
- (3) 関連河川のBinalonan 放水路は骨格計画に含まれるが、放水路下流 Cayanga-Patalan 川の改修後実施することとし、長期計画（10年計画洪水）には含めない計画とした（図 3.3.5参照）。ただし、計画洪水配分計画にはBinalonan 放水路を含む骨格計画の計画洪水流量配分を考慮した。

3. 4 長期計画実施計画

長期計画の全事業費は、1989年価格水準で15,974百万ペソとなる。当洪水防御事業に必要となる公共事業資金額が非常に多額の為、長期計画の対象となる全事業の運転開始を2020年とすることを提言する。この場合、必要となる公共事業資金の年額は当調査地域の地域国内総生産（G R D P）の約1%に相当する。

3. 5 洪水予警報システム

(1) 洪水予警報システム（F F W S）の骨格計画は既存のA B C（Agno, Bicoland, Cagayan Rivers）システムを高度化すること及び次に示す目的を達成する為の全国的な統合洪水予警報システムを設定することを目的とする。

- i) 住民を洪水より守る為のF F W S
- ii) 洪水防御運転（施設管理を含む）の為のF F W S
- iii) 流域の統合的洪水管理の為のF F W S

(2) 洪水予警報システムの骨格計画のシステムの構成を次に示す。

- i) 水文観測ネットワーク・システム
- ii) 通信ネットワーク・システム
- iii) 洪水予報システム
- iv) 洪水警報ネットワーク・システム
- v) 洪水防御運転の為の監視システム

Agno川の統合洪水予警報システムの全事業費は1989年価格水準で 796百万ペ

ソとなる。

(8) 洪水予警報システムの長期計画を骨格計画に至る段階計画として立案した。長期計画の目的を次に示す。

- I) 既存のAgnon川FFWS内の予報地点の洪水予報精度を改善する。
- II) 調査対象地域内の洪水警報活動を効果的に実施する。

当長期計画の総事業費は、1989年価格水準で 281百万ペソとなる。経済的内部収益率は28.9%と期待される。

3. 6 砂防計画

(1) 山岳地帯の年平均生産土砂量は約 $7,800\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ と大きく、砂防工事、植林あるいは法的土砂規制のいずれも単独で土砂流出を防ぐことはできないと考えられる。以上の背景に鑑み、砂防骨格計画を堆砂防御計画が将来次に示す条件で推進されると仮定し立案した。

a) 植 林

山岳地域の生産土砂量の50%は植林によって緩和される。

b) 鉱さい、地すべり、道路建設に伴う侵食に起因する土砂生産は全て防止される。

(2) 砂防骨格計画では、超過生産土砂が全て砂防ダム内に貯留されると仮定し、経済的耐用年数20年として立案した。必要な砂防ダムの数はSan Roque ダムと Moriones-O'Donnel ダムを含め34となる。総建設費は、1989年価格水準で26億ペソとなる。

(3) 経済的耐用年数を50年と設定した場合、堤高25m程度のダムがさらに72地点必要になる。当地域の砂防を砂防ダムの建設に限定せず、植林を並行実施することを提言する。

4. フィージビリティ調査

4. 1 優先事業の定義

(1) 優先事業とは長期計画に至る緊急性の高い最優先事業と定義し、10年計画洪水を防御目標とする。

(2) 優先事業地域は経済効果及び治水上の地域的重要度を考慮し、Agnó川上流区間及びPantal-Sinocalan川と選定し、当地域に対しフィージビリティ調査を実施した。フィージビリティ調査の結果次に示す2つの河川区間が優先プロジェクト河川区間として選定された。

A. Upper Agnó川：Poponto 遊水池及びBayambang (AG180) からSan Manuel区間 (AG473)、Wawa橋よりAgnó川上流San Roque 橋までの69km区間

B. Pantal-Sinocalan川：Dagupan 市、Calasiao及びSanta Barbara 市街を防御する為の河口部からSanta Barbara の上流部までの区間、本川下流部27.5km区間、Dagupan 川19.5km区間及びIngalera川区間10.7km区間

4. 2 Upper Agnó川洪水防御計画（優先事業）

(1) Upper Agnó川優先プロジェクトはBayambang ~Alcala区間及びAlcala~Asingang 区間の河川改修、Poponto 放水路の改修及びPopont自然遊水池の建設より成る（図4.1.2 一般平面図参照）。Poponto 自然遊水池は、上流区間破堤部の改修により河川内を流下する洪水を放水路で遊水池内に導流し、再調整後、下流区間に放流することを目的としている。

河川改修計画

(2) Agnó川上流区間の河川改修計画は河川形態と河道整備状況より主に次に示す3つの上区に分ける（図 4.6.2参照）。

a) Bayambang ~Alcala区間 (AG181 ~AG321 22.5 km)

b) Alcalá~Asingan 区間 (AG321 ~AG414 30.85 km)

c) Asingan-San Manuel区間 (AG414 ~AG473 15.66 km)

(3) Bayambang~Alcalá区間の河川改修は次に示す主工事より成る。

- Calvo 橋より下流の堤防の新設
- 既存のPoponto 放水路の既設取水堰の撤去及び、河道改修を含めた新しい1,200 m幅のPoponto 放水路の建設
- 放水路の分流点からBayambang 区間に至る分水施設の新設

(4) Alcalá~Asingan 区間 (30.85km) の河川改修は次の主工事より成る。

- 既存堤防のかさ上げ、低水路の拡張 (設計河床幅 150m) 及びショートカット
 - Carmen区間 2.8kmの右岸堤防引堤 (計画河幅 900m)
 - Carmen区間 3.6km長の左岸コンクリート堤防の改築
- 当区間はCarmen橋地点で最小河川幅 650mのボトルネックを形成している。

(5) Asingan ~San Manuel区間の河川改修は次の主工事より成る。

- 上流部7 km間の右岸引堤の新設
- 既存堤防のかさ上げ
- 既存低水路改修

Poponto 遊水池計画

(6) Poponto 遊水池はWawa橋兩岸の築堤以外の特別な治水施設の建設を必要としない。しかしながら、遊水池内計画高水位が既存の標高14.5mから 16.00m (10年計画洪水) に上昇することにより影響を受ける遊水池内の住民の防護、移転、避難対策及び既存の道路及び橋梁のかさ上げと改築を必要とする。

(7) 影響を受ける67,800人の住民のうち44,000人 (65%) を輪中堤により防御する。残る23,800人 (35%) は新設する土壘、輪中堤内又は遊水池外の地域へのいずれかへの移転を行うものとし、遊水池設置に伴う社会的影響を極力取り除く計画とした。

- (8) 道路のかさ上げ及び橋梁の改築を計画する。鉄道は現時点では廃線となっており具体的将来計画が存在しない為、現状のままとする。

4. 3 Pantal-Sinocalan川洪水防御計画（優先事業）

- (1) Pantal-Sinocalan川優先プロジェクトは、Dagupan 市、Calaclao町及びSanta Barbara 町並びにその近隣地域の洪水防御を主目的とする（図4.1.2 一般平面図参照）。

- (2) 次に示す工事より成るPantal-Sinocalan川河川改修計画を推奨する。

- 1) Pantal-Sinocalan川本川：河口よりCatablan川合流点の上流まで27.5km区間の河川改修
- 2) Dagupan 川：バイパス路合流点よりElang 川合流点の上流まで19.5km区間の河川改修
- 3) Ingalera川：Pantal川合流点よりBagtong 橋の下流（Sta.18+0.8 km）までの10.7km区間の河川改修

- (3)Dagupanバイパス放水路計画は支川Ingalera川との合流点下流でSinocalan 川の洪水流をDagupan 川に転流し、最終的にDagupan 市の下流部で本川Pantal川へ流下することを目的とする。このバイパスを設けることにより、既存の市街部河川の拡張に伴う移転と補償問題は回避される。推奨するバイパス放水路の長さ、河川幅及び低水路床幅をそれぞれ 3.2km、 220m及び40mとした。

- (4) Sinocalan 川の市街区間（Marusay 区間）の排水及び維持流量確保の為に2つの水門を計画した。下流側はゲート幅10mの水門をPantal川合流点に1門、上流側はバイパス低水路からの取水口部に1門設置する。これらの水門を低水時に開き、取水口での流量が95日流量（約30m³/s）を越える洪水時に閉じることとした。

- (5) 既存のコミュニティー舟運と小型漁船の交通は10m幅の水門部を通し維持されなければならない。一方、海軍警備艇と浚渫船には水門の鉛直開口部高さが不十分な為、Pantal川合流点より約 100m上流に下流側水門を設け、当水門下流部に荷役作業用の敷地と棧橋を設ける必要がある。

4. 4 事業費及び経済評価

- (1) Upper Agno川の事業費及びエコノミック・プロジェクト・コストはそれぞれ 3,913.2 百万ペソと 3,475.9百万ペソとなる。経済的内部収益率 (EIRR) は、将来開発条件下で20.6%となり、経済的に妥当と評価する。
- (2) Pantai-Sinocalan川の事業費及びエコノミック・プロジェクト・コストはそれぞれ 3,895.7百万ペソと 3,306.9百万ペソとなる。EIRRは将来開発条件下で17.0%となり、経済的に妥当と評価する。

4. 5 優先プロジェクト実施スケジュール

- (1) Upper Agno川に最優先順位を、Pantai-Sinocalan川に第2位の順位を与え、10年の建設期間中にそれぞれ2段階で実施し、かつ全ての事業を2010年迄に完了することとした (図4.6.1 参照)。当プロジェクトの段階別事業費は次の通り。

単位：百万ペソ (1991年 5月価格水準)

プロジェクト	第1期	第2期	計
a. Upper Agno川	1995年～1999年	2000年～2004年	
	2,923.4	989.8	3,913.2
b. Pantai-Sinocalan川	2000年～2004年	2005年～2009年	
	1,977.4	1,918.4	3,895.7

(注：事業費は1991年 5月の価格水準で算定し、換算率を¥5/Peso とした)

- (2) Upper Agno川プロジェクトの第1期工事は既存の堤防システムを10年計画洪水で整備すること及び新しいPoponto 放水路と遊水池を同時に建設することを目的としている。第2期工事は、低水路の掘削、護岸の設置及び他の諸工事より成る (図 4.4.2参照)。
- (3) Pantai-Sinocalan川プロジェクトの第1期工事は、Dagupan 市及び二つの自治体、Carasiao及びSanta Barbara を10年計画洪水で防御することを目的とする。当工事は、推奨するバイパス路、Sinocalan 川の右岸堤の河口部よりSanta Barbara 上流区間までの建設、Sinocalan 川、Santa Barbara 地区の左岸堤及

びPantal川の護岸工より成る。第2期工事は、Sinocalan川、Dagupan川及びIngarela川の堤防、低水路改修、護岸並びに他の諸工事より成る（図4.6.8参照）。

- (4) 優先プロジェクトは第1期及び第2期工事が一体となり目的とする洪水防御を達成できるものであるので、継続して事業を実施することを提言する。

5. 環境影響評価

5. 1 マスタープラン調査地域の初期環境影響評価（IEE）

- (1) 骨格計画で推奨する諸施設のうち、San Roqueダム（既存と仮定）、Moriones-0'Donnelダム、堤防の新設及びPoponto遊水池の拡張は農業用地の土地収用と住民の移転に関連した社会環境に大きな影響を与えることが予想される。したがって、これらの予想される社会経済的影響に特に注意深い対応が必要となる。
- (2) 他の環境影響要素に関しては、骨格計画と長期計画の両者とも特に大きな影響は予想されていない。しかし、低ないし中位の自然環境へ影響が存在するので、予想される影響を予測し、適切かつ可能な対策を見出す為にさらに詳細な環境調査が必要となる。

5. 2 優先プロジェクトの予備環境影響調査

- (1) Upper Agno川及びPantal-Sinocalan川プロジェクトでは、影響があると認定された環境項目のうち、社会環境が自然環境よりも大きな否定的負荷を受けることが明らかになった。土地価格の変化（高位）、病原菌媒介者病の危険（低位）及び公衆衛生の危険（低位）は肯定的影響が予想される。想定される自然環境及び社会環境は次の様に相対的評価で示される。

環境項目	Upper Agno川	Pantai-Sinocalan川
<u>自然環境</u>		
・地下水への影響	無影響	低 位
・水質の悪化	低 位	低 位
・海水の侵入	無影響	低 位
<u>社会環境</u>		
・移 転	高 位	高 位
・土地利用の侵害	高から中位	高から中位
・舟運の侵害	無影響	低 位
・共同生活体の消失	中から低位	低 位
・労働者及び近隣住民への危険	低 位	低 位
・病原菌媒介者病の危険	低 位	無影響
・公共衛生の危険	低 位	無影響

(2) Upper Agno川プロジェクトでは、堤防の新設、Poponto 放水路の建設及び Poponto 遊水池の拡張等は農耕と居住地を占有し、移転等の大きな社会環境への影響をもたらすと予想される。共同生活体の消失も移転に起因する悪影響である。影響を受けると認定された地域を次に示す。

- a) Poponto 放水路及び遊水池
- b) Carmen区間及びAsingan ~ San Manuel 区間の引堤部

(3) Pantai-Sinocalan川プロジェクトでは、Dagupan バイパス水路及びDagupan 市とCalasiaoとSanta Barbara 市街地域での堤防の新設は移転及び農耕地と居住地の収用による大きな社会環境への影響をもたらすと予想される。共同生活体の消失も移転に起因する悪影響である。影響を受けると認定された地域を次に示す。

- a) Pantai-Sinocalan川河口部より上流区間及びその支川Dagupan 川及び Ingalera川
- b) Dagupan バイパス路

(4) 工事中の影響、海水の侵入、舟運、病原菌媒介者病及び公共衛生の影響の重要度は全て低位である。Sinocalan 川の市街部区間及びDagupan 川に沿った養魚池の水質への影響は小さいと評価されているが、水質に関する情報及び測定データが不十分であり、不明確な点が存在するので、これを明らかにする為にさらに詳細な調査を行う必要があるだろう。

6. 勧告

6. 1 推奨プロジェクト

- (1) 長期計画、優先プロジェクトともその内部収益率（エコノミック）が充分高く経済的妥当性が高い。Upper Agno川に最優先順位を、Pantal-Sinocalan川に次の順位を与え、優先プロジェクトを緊急洪水防御対策として第1期工事より順次実施することを提言する。優先プロジェクトの第1期及び第2期の事業費（ファイナンシャル・コスト）をそれぞれ次に示す。

単位：百万ペソ（1991年 5月価格水準）

	Upper Agno川	Pantal-Sinocalan川
第1期	2,923.4	1,977.3
第2期	989.8	1,918.4
計	3,913.2	3,895.7

優先プロジェクトに引き続き、西暦2020年運転開始を目標とし、長期計画を実施することを提言する。

- (2) 推奨する長期計画が実施され、調査地域の洪水防御により被害を防止軽減することが実現すれば、PangasinanとTarlacの地域経済はその生産性をより高めるであろう。結論を言えば、当地域の洪水防御はPangasinan及びTarlacプロビンスの地域経済が、その潜在生産力を発揮することを可能とし、この結果、当プロビンスがIlocosリージョンの経済成長を加速することに寄与する。最終的には、当地域の経済は計画される地域総生産（GRDP）の成長の達成を、あるいは目標以上の成長を可能とするだろう。

6. 2 今後の調査のための勧告

- (1) 調査団が実施した環境影響評価は予備調査レベルであるので、環境影響評価声明報告書（EIS）を作成する為に詳細な環境影響評価（EIA）をフィリピン政府が実施することを提言する。調査及び評価を要する主な項目を以下に示す。

- 1) Upper Agno川及びPantal-Sinocalan川地域の土地収用及び移転問題に関する社会環境への影響
 - 2) Agno川のBayambang 区間、Sinocalan 川市街区間及びDagupan 川沿いの養魚池における水利用、乾期、雨期の水質及び関連する問題
- (2) 関連する河川施設の線型と設計諸元を決定する為に、また河道と堤防の安定性を確認する為に次に示す水理模型実験を実施することを勧告する。
- a) Upper Agno川：Alcala区間、Poponto 放水路及びCarmen～San Manuel区間
 - b) Pantal-Sinocalan川：Dagupan バイパス路及び関連分流施設
- (3) 当調査で実施した耐震調査及び設計は予備調査レベルであるので、詳細設計段階で、さらに詳細な調査と耐震設計を実施することを勧告する。

洪水防御事業の主要諸元

1. 骨格計画

1. 1 事業費

単位：百万ペソ（1989年 6月価格水準）

• Agno川本川 (Tarlac川を含む)	13.682
• Agno川支川	
Camiling川	451
Banila川	1.023
Viray-Dipalo川	278
Ambayoan川	173
• Pantal-Sinocalan川	2.553
• Cayanga-Patalan 川	1.246
計	19.406

1. 2 計画洪水量

• Agno川本川 (Tarlac川を含む)、100年確率洪水 (図3.3.3 参照)

河 口	13,800m ³ /秒
Nawa橋	11,200m ³ /秒
Tarlac川合流点	2,600m ³ /秒
Alcala	9,200m ³ /秒
Poponto 放水路	8,200m ³ /秒
Bayambang 区間	1,000m ³ /秒
Ambayoan	6,400m ³ /秒

• Agno川支川、50年確率洪水 (図3.3.3 参照)

Camiling川 (Agno川合流点)	1,750m ³ /秒
Banila川 (Agno川合流点)	1,400m ³ /秒
Viray-Dipalo川 (Agno川合流点)	750m ³ /秒
Ambayoan川 (Agno川合流点)	1,750m ³ /秒

• Pantal-Sinocalan川、50年確率洪水 (図3.3.4 参照)

本川 (河口)	2,900m ³ /秒
Dagupan 川 (Pantal川合流点)	2,700m ³ /秒
Ingatera川 (Sinocalan 川合流点)	600m ³ /秒

・Cayanga-Patalan 川、50年確率洪水 (図3.3.4 参照)

本川 (河口)	3.100m ³ /秒
Bued川 (Cayangaa川合流点)	1.300m ³ /秒
Anglacan川 (Binalonan 放水路付)	1.250m ³ /秒

1. 3 治水工事諸元及び工事数量

(1) Agno川

河川改修工事及び治水ダム

洪水防御工事	Agno 川本川	Tarlac 川	Agno 川支川
a) 河川改修区間長 (km)	109.4	37.0	79.7
b) 河道改修 (ショートカットを含む) (km)	99.9	37.0	71.5
c) 背水影響区間を含めた堤防区間長			
両岸 (km)	201.3	56.8	127.9
・新規堤防	(87.0)	(1.3)	(90.1)
・かさ上げ	(98.5)	(45.5)	(12.8)
・既存堤防	(15.8)	(10.0)	(24.2)
d) 排水施設 (水門等) (箇所)	18	2	26
e) 橋梁改築 (箇所)	5	3	14
f) 治水ダム (箇所)	0	1	0

工事数量

工事項目	単 位	Agno 川本川	Tarlac 川	Agno 川支川
掘 削	1,000m ³	28,875	4,300	2,083
浚 渫	1,000m ³	17,075	0	0
堤 防	1,000m ³	20,370	1,355	3,370
護 岸	1,000m ³	588	96	190
水 制 工	箇所	958	244	1,070
排 水 施 設	箇所	18	2	26
橋 梁	箇所	5	3	14
取 水 施 設	箇所	0	0	4
治 水 ダ ム	箇所	0	1	0

(2) 関連河川

河川改修工事

洪水防御工事	Pantal-Sinocalan川	Cayanga-Patalan川
a) 河川改修区間長 (km)	142.2	77.0
b) 河道改修 (ショートカットを含む) (km)	131.7	72.3
c) 背水影響区間を含めた堤防区間長 (km)	246.3	99.9
d) 排水施設 (水門等) (箇所)	41	22
e) 橋梁改築 (箇所)	24	9

工事数量

工事項目	単位	Pantal-Sinocalan川	Cayanga-Patalan川
掘削	1,000m ³	5,712	2,361
浚渫	1,000m ³	38	440
堤防	1,000m ³	6,515	1,773
護岸	1,000m ³	470	194
水制工	箇所	754	1,095
排水施設	箇所	41	22
橋梁	箇所	24	9
取水施設	箇所	4	0

2. 長期計画

2. 1 事業費及び内部収益率

(1989年 6月価格水準)

河川 / 地域	治水整備水準	事業費(百万)	内部収益率 EIRR (%)
Agno川本川 (Tarlac川を含む)	25年確率洪水	11,048	16.6
Agno川支川	25年確率洪水	1,640	15.5
関連河川	10年確率洪水	3,286	33.8
調査地域全体		15,974	20.5

2. 2 計画洪水量

・ Agno川本川 (Tarlac川を含む)、25年確率洪水 (図3.3.7 参照)

河口	10,100m ³ /秒
Wawa橋	8,400m ³ /秒
Tarlac川合流点	2,600m ³ /秒
Alcala	5,800m ³ /秒
Poponto 放水路	5,200m ³ /秒
Bayambang 区間	600m ³ /秒
Ambayoan	3,800m ³ /秒

・ Agno川支川、25年確率洪水 (図3.3.7 参照)

Camiling川 (Agno川合流点)	1,650m ³ /秒
Banila川 (Agno川合流点)	1,000m ³ /秒
Viray-Dipalo川 (Agno川合流点)	550m ³ /秒
Ambayoan川 (Agno川合流点)	1,350m ³ /秒

・ Pantal-Sinocalan川、10年確率洪水 (図3.3.7 参照)

本川 (河口)	2,000m ³ /秒
Dagupan 川 (Pantal川合流点)	1,850m ³ /秒
Ingalera川 (Sinocalan 川合流点)	360m ³ /秒

・ Cayanga-Patalan 川、10年確率洪水 (図3.3.7 参照)

本川 (河口)	1,500m ³ /秒
Bued川 (Cayanga 川合流点)	750m ³ /秒
Anglacan川 (Binalonan 放水路付)	400m ³ /秒

2. 3 河川改修工事諸元及び工事数量

(1) Agno川

河川改修工事

洪水防御工事	Agno川本川	Tarlac川	Agno川支川
a) 河川改修区間長・Poponto 放水路及び ショートカットを含む (km)	109.4	37.0	79.7
b) 河道改修・Poponto 放水路及び ショートカットを含む (km)	99.9	37.0	71.5
c) 背水影響区間を含めた堤防区間長 (km)	201.3	56.8	126.7
・新規堤防 (km)	68.5	1.3	88.7
・かさ上げ (km)	98.6	45.5	13.4
・既存堤防 (km)	34.2	10.0	24.6
d) 排水施設 (水門等) (箇所)	18	2	26
e) 橋梁改築 (箇所)	5	3	14

工事数量

工事項目	単 位	Agno川本線	Tarlac川	Agno川支川
掘 削	1,000m ³	24,673	4,300	1,200
浚 深	1,000m ³	13,027	0	0
堤 防	1,000m ³	15,269	1,355	2,581
護 岸	1,000m ³	514	96	190
水 制 工	箇所	958	244	1,070
排 水 施 設	箇所	18	2	26
橋 梁	箇所	5	3	14
固定堰	箇所	1	0	0
取 水 施 設	箇所	0	0	4

(2) 関連河川

河川改修工事

洪水防御工事	Pantal-Sinocalan川	Cayanga-Patalan川
a) 河川改修区間長 (km)	129.6	77.0
b) 河道改修 (ショートカットを含む)	119.1	72.3
c) 背水影響区間を含めた堤防区間長 (km)	210.2	99.7
・新規堤防 (km)	206.4	99.7
・かさ上げ (km)	3.8	—
・既存堤防 (km)	—	—
d) 排水施設 (箇所)	39	22
e) 橋梁再建 (箇所)	22	9

工事数量

工事項目	単位	Pantal-Sinocalan川	Cayanga-Patalan川
掘削	1,000m ³	4,216	1,842
浚渫	1,000m ³	38	260
堤防	1,000m ³	4,012	718
護岸	1,000m ³	373	193
水制工	箇所	952	1,095
排水施設	箇所	39	22
橋梁	箇所	22	9
取水施設	箇所	4	0

3. 優先プロジェクト

3. 1 事業費及び内部収益率

(1991年 5月価格水準)

優先プロジェクト	治水整備水準	事業費(百万円)	内部収益率 EIRR (%)
Upper Agno川	10年確率洪水	3,913.2	20.6
Pantal-Sinocalan川	10年確率洪水	3,895.7	17.0

3. 2 計画洪水量

・Upper Agno川、10年確率洪水 (図4.1.1 参照)

Wawa橋	6,200m ³ /秒
Tarlac川合流点	1,700m ³ /秒
Aicala	4,000m ³ /秒
Poponto 放水路	3,500m ³ /秒
Bayambang 区間	500m ³ /秒
Ambayonan	2,400m ³ /秒

・Pantal-Sinocalan川、10年確率洪水 (図4.2.1 参照)

河口	2,000m ³ /秒
Dagupan 川	1,850m ³ /秒
バイパス路入口	1,250m ³ /秒

3. 3 河川改修工事諸元及び工事費

(1) Upper Agno川

工事諸元

(1) 河川改修工事

-新規堤防建設	: 46.00 km	土堤及び7.70km引堤
-堤防のかさ上げ	: 29.50 km	土堤及び
	2.50 km	コンクリート堤
-土堤の押え盛土	: 42.00 km	
-河道改修	: 48.20 km	
-護岸	: 23.20 km	低水路用
	37.30 km	土堤用
-水制工	: 10.55 km	
-排水施設	: 18樋門	

- 分流施設 : Bayambang 分水路
- かんがい施設 : 2 LATSのゲート付ボックスカルバート
- 橋 梁 : 3 道路橋 (Calvo / 放水路 / Plaridel) 及び 2 鉄道橋の破壊

(II) 遊水池工事

- 輪中堤 : 11箇所、堤長累計 36.71km、総築堤量 940,400m³
- 土塁 (移転用) : 2箇所、総築堤量 469,000m³
- 道路かさ上げ : 国道 5.3km、プロビンス道 6.0km、自治体道 6.9km
- 橋梁改修 : 3橋、San Ishidro, Camangahan 及び Morong

工事数量及び事業費

工事項目	単 位	第 1 期		第 2 期		計	
		工事数量	コスト (百ペソ)	工事数量	コスト (百ペソ)	工事数量	コスト (百ペソ)
掘 削	1,000m ³	4,784.0	213.0	3,634.0	243.5	8,418.0	456.5
浚 渫	1,000m ³	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
築 堤	1,000m ³	4,852.0	466.0	446.0	34.8	5,293.0	500.8
護 岸	km	32.0	343.0	20.0	175.7	52.0	518.7
水 制 工	箇所	54	12.2	61	13.8	115	26.0
樋 門	箇所	12	72.7	6	10.2	18	82.9
水 門	箇所	0	0	0	0	0	0
橋 梁	m ³	8,524.0	126.6	2,046.0	30.4	10,570.0	157.0
他	ロット	1	178.8	1	54.2	1	233.0
準 備 工	ロット	1	141.1	1	56.2	1	197.3
諸 工 事	ロット	1	232.9	1	92.7	1	325.6
主 工 事			1,786.3		711.5		2,497.8
補 償			398.0		14.0		412.0
管 理 費	(直接工事の約5%)		109.2		36.3		145.5
予 備 費	(" の約15%)		344.0		114.3		458.3
エンジニアリングサービス	(" の約16%)		285.5		113.8		399.6
事 業 費			2,923.4		989.8		3,913.2

(2) Pantal-Sinocalan川

河川改修工事諸元

洪水防御工事	Pantal-Sinocalan川	Dagupan 川	Ingaterra川
・新規上堤 (km)	48.50	41.90	19.00
・河道改修 (km)	15.85	7.00	10.70
・低水路護岸工 (km)	0.25	0.55	0.80
・堤防及び基礎護岸工 (km)	7.06	2.87	0.93
・排水水門 (箇所)	17	11	3
・橋 梁 (箇所)	5	5	4
・取水施設 (箇所)	5	16	0

工事数量及び事業費

工事項目	単 位	第 1 期		第 2 期		計	
		工事数量	コスト (百万円)	工事数量	コスト (百万円)	工事数量	コスト (百万円)
掘 削	1,000m ²	1,243.0	35.5	2,105.0	82.2	3,348.0	117.7
浚 深	1,000m ³	160.0	5.6	20.0	0.7	180.0	6.3
築 堤	1,000m ³	1,806.0	189.6	1,482.0	260.6	4,288.0	450.2
護 岸	km	12.0	171.0	12.0	141.2	24.0	312.2
水 制 工	箇所	0	0.0	39	5.2	39	5.2
樋 門	箇所	14	32.4	29	87.8	43	120.2
水 門	箇所	4	236.5	5	178.5	9	415.0
橋 梁	m ²	11,048.0	164.1	8,609.0	127.8	19,657.0	291.9
他	ロット	1	76.0	1	80.5	1	156.5
準 備 工	ロット	1	91.1	1	96.4	1	187.5
諸 工 事	ロット	1	150.2	1	159.1	1	309.4
主 工 事			1,151.9		1,220.0		2,371.9
補 償			333.0		207.0		540.0
管 理 費			74.2		71.4		145.6
予 備 費			233.9		224.8		458.6
エンジニアリングサービス			184.3		195.2		379.5
事 業 費			1,977.3		1,918.4		3,895.7

アグノ川流域治水計画調査

和文要約報告書

目 次

	頁
主要結論	
目 次	i
付表目録	iii
付図目録	iv
略 語	v
1. 序 章	
1. 1 調査の目的	1
1. 2 調査の背景	1
1. 3 調査中断及び再開	2
1. 4 報告書の構成	2
1. 5 謝 辞	4
2. 調査地域の概況	5
2. 1 位置及び河川流域	5
2. 2 社会経済	6
2. 3 受益地及び影響地域	7
2. 4 Agno川及び関連河川の現況	10
2. 5 洪水被害算定	12
3. マスタープラン	15
3. 1 マスタープラン策定基準	15
3. 2 洪水防御計画代替案	16
3. 3 骨格計画及び長期計画	18
3. 4 事業費積算	28

3. 5	経済評価	29
3. 6	実施スケジュール	31
4.	フィージビリティ調査	34
4. 1	Upper Agno川洪水防御計画	34
4. 2	Pantai-Sinocalan川洪水防御計画	41
4. 3	非施設の施策	45
4. 4	事業費見積り	47
4. 5	プロジェクト評価	49
4. 6	プロジェクト実施スケジュール	54
5.	環境影響評価	56
5. 1	マスタープラン調査区域の初期環境影響評価	56
5. 2	優先プロジェクトの予備環境影響調査	58
6.	勧告	63
6. 1	推奨プロジェクト	63
6. 2	今後の調査のための勧告	64

付録-A

付 表 目 録

表番号

- 2.2.1 調査対象地域の社会経済概要
- 3.3.1 Agno川骨格計画・河道計画諸元
- 3.3.2 Tariat川及びAgno川支流骨格計画・河道計画諸元
- 3.3.3 関連河川骨格計画・河道計画諸元
- 3.3.4 Agno川長期計画・河道計画諸元
- 3.3.5 Tariat川及びAgno川支流長期計画・河道計画諸元
- 3.3.6 関連河川長期計画・河道計画諸元
- 3.3.7 Agno川統合洪水予警報システム事業費
- 3.3.8 Agno川長期計画洪水予警報システム事業費
- 3.5.1 Agno川長期計画事業費
- 3.5.2 関連河川長期計画事業費
- 3.6.1 優先洪水防御地域経済評価結果
- 4.1.1 Upper Agno川河道計画諸元
- 4.1.2 Upper Agno川堤防及び河道改修工事数量要約
- 4.2.1 Pantai-Sinocalan川・河道改修計画諸元
- 4.4.1 Upper Agno川ファイナンシャル・プロジェクト・コスト要約
- 4.4.2 Upper Agno川エコノミック・プロジェクト・コスト要約
- 4.4.3 Pantai-Sinocalan川ファイナンシャル・プロジェクト・コスト要約
- 4.4.4 Pantai-Sinocalan川エコノミック・プロジェクト・コスト要約
- 4.4.5 Upper Agno川プロジェクト建設工区及び段階工事別ファイナンシャル・プロジェクト・コスト（1期工事）
- 4.4.6 Upper Agno川プロジェクト建設工区及び段階工事別ファイナンシャル・プロジェクト・コスト（2期工事）
- 4.4.7 Pantai-Sinocalan川プロジェクト建設工区及び段階工事別ファイナンシャル・プロジェクト・コスト（1期工事）
- 4.4.8 Pantai-Sinocalan川プロジェクト建設工区及び段階工事別ファイナンシャル・プロジェクト・コスト（2期工事）
- 4.6.1 Upper Agno川プロジェクト年支出スケジュール（予備積算）
- 4.6.2 Pantai-Sinocalan川プロジェクト年支出スケジュール（予備積算）
- 5.1.1 事業の初期環境審査結果
- 5.2.1 優先プロジェクトの予備環境影響評価結果

付 図 目 録

図番号

- 2.1.1 調査対象地域及びフィージビリティ調査地域
- 2.3.1 マスタープラン最大想定洪水氾濫域
- 2.4.1 調査対象地域内河川系
- 2.4.2 河川水系模式図
- 2.4.3 既存河川施設及び構造物位置図
- 3.2.1 ダム地点及び遊水池候補地位置図
- 3.3.1 Agno川骨格計画一般平面模式図
- 3.3.2 関連河川骨格計画一般平面模式図
- 3.3.3 Agno川骨格計画流量配分図
- 3.3.4 関連河川骨格計画流量配分図
- 3.3.5 骨格計画及び長期計画一般平面図
- 3.3.6 Poponto 遊水池地域図
- 3.3.7 長期計画洪水流量配分図
- 3.3.8 Agno川統合洪水予警報テレメーター・ネットワーク・システム
- 3.3.9 統合洪水警報システム位置図
- 3.3.10 Agno川洪水予警報システム長期計画
- 3.3.11 砂防ダム計画位置図
- 3.4.1 河川改修河川及び河川工区
- 3.6.1 想定される優先洪水防御河川改修計画地域
- 3.6.2 推奨長期計画実施スケジュール
- 4.1.1 Agno川計画洪水流量配分図（10年確率洪水）
- 4.1.2 優先プロジェクト一般平面図
- 4.1.3 Upper Agno川一般計画平面図・標準断面図
- 4.1.4 Poponto 遊水池計画高水位及び流量配分比較図
- 4.1.5 Poponto 遊水池防御対策工位置図
- 4.1.6 Poponto 遊水池移転計画流れ図
- 4.2.1 関連河川優先事業計画洪水流量配分図
- 4.2.2 Pantal-Sinocalan川一般計画平面図・標準断面図
- 4.2.3 Dagupan 川一般計画平面図・標準断面図
- 4.2.4 Ingalera川一般計画平面図・標準断面図
- 4.4.1 Upper Agno川プロジェクト建設工程計画
- 4.4.2 Pantal-Sinocalan川プロジェクト建設工程計画
- 4.6.1 優先プロジェクト実施スケジュール
- 4.6.2 Upper Agno川プロジェクト段階実施計画概要図
- 4.6.3 Pantal-Sinocalan川プロジェクト段階実施計画概要図

略 語

AFCS	:	Agno Flood Control System
ARIS	:	Agno River Irrigation System
ARFFO	:	Agno River Flood Forecasting Office
ARFC	:	Agno River Flood Control
BP	:	Base Point
DAF	:	Department of Agriculture and Food
DENR	:	Department of Environment and Natural Resources
DPWH	:	Department of Public Works and Highways (公共事業道路省)
EIA	:	Environmental Impact Assessment
FFWS	:	Flood Forecasting and Warning System
FFWSDO	:	Flood Forecasting and Warning System for Dam Operation
GDP	:	Gross Domestic Product (国内総生産)
GF	:	Growth Factor
GOJ	:	Government of Japan (日本国政府)
GOP	:	Government of Philippines (フィリピン国政府)
GRDP	:	Gross Regional Domestic Product
IEE	:	Initial Environmental Examination
JICA	:	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
LARIS	:	Lower Agno River Irrigation System
LATRIS	:	Lower Agno and Totonogen River Irrigation System
NAPOCOR	:	National Power Cooperation (国家電力公社)
NEDA	:	National Economic Development Authority (国家経済開発庁)
NFFO	:	National Flood Forecasting Office
NIA	:	National Irrigation Administration
NWRB	:	National Water Resources Board (国家水資源庁)
OCD	:	Office of Civil Defense
OECF	:	Overseas Economic Cooperation Fund, Japan (海外経済協力基金)
PAGASA	:	Philippine Atmospheric Geophysical and Astronomical Services Administration (フィリピン気象庁)
PM	:	Project Manager
PMO	:	Project Management Office

単 位 略 号

(長さ)

mm millimeter(s)
 cm centimeter(s)
 m meter(s)
 km kilometer(s)

(重量)

gr(grs) gramme(s)
 kg(kgs) kilogramme(s)
 ton(s) ton(s), 1,000 kg 相当

(面積)

mm² square millimeter(s)
 cm² square centimeter(s)
 m² square meter(s)
 km² square kilometer(s)
 ha(has) hectare(s)

(時間)

sec. second(s)
 min. minute(s)
 hr(hrs) hour(s)
 yr(yrs) year(s)

(体積)

cm³ cubic centimeter(s)
 m³ cubic meter(s)
 ltr liter(s)

(他)

% percent(s)
 ° degree(s)
 10³ thousand
 10⁶ million
 10⁹ billion

1. 序 章

1. 1 調査の目的

フィリピン共和国は、国家の経済発展に不可欠となる各種治水計画の実施に努力をしてきた。そして、フィリピン政府は主要河川の内、特にその緊急性が高いと判断し、Agnó川とその関連河川の修復及び改修の実施に高い優先順位をつけている。フィリピン政府の要請をうけ、日本政府はAgnó川流域治水計画調査の実施を決定し、国際協力事業団（JICA）はこれを実施した。

国際協力事業団とフィリピン政府の担当機関となる公共事業道路省（DPWH）との間で取り交された技術協力に関する実施協定書に明記されている調査の目的は次の通りである。

- 1) Agnó川流域の治水に関するマスタープランを策定し、計画の優先区域を選定すること。
- 2) 選定された優先区域の治水プロジェクトに対しフィージビリティ調査を実施すること。

1. 2 調査の背景

台風又は熱帯性低気圧に起因する洪水が頻繁に発生し、ほぼ毎年Pangasinan平野の農作物、資産及び住民の生命に深刻な被害を与えている。国家及び地域の開発目標に沿って、農作物、資産及び公共施設に対する被害及び生命の危機を軽減するための各種防御対策を構築、促進することが非常に重要であると認識されている。

Agnó川流域及び関連河川流域はLuzon 島中央部の西側に位置している。Agnó川の流域面積は 5,910km²であり、関連河川の全流域面積は 1,730km²である。これらの河川の流域及び隣接するPaopanga川流域は、フィリピン国の重要な穀倉地帯となっている。そしてこの事が、この地域が洪水防御を実施すべき最も重要な地域のひとつとして優先的な注目を浴びる理由のひとつとなっている。

これらの河川の洪水氾濫潜在地域は、Pangasinan、Tarlac及びNueva Ecija の各州（プロビンス）であり、全氾濫面積は洪水規模による差はあるが、150,000ha ~ 250,000ha と算定されている。氾濫潜在地域の人口は約 150万人と見積られている。Agnó川流域は1935、1936、1937、1938、1943、1950、1960、1968、1972、1980、1984、1985及び1986の各年に大きな洪水被害を受けた（1935年洪水は最大の氾濫面

積であったが、被害記録は残っていない。第二の規模であった1972年洪水では、上記氾濫潜在地域の80%以上が冠水し、被害額は中央Luzon 地方の集計で20億ペソ（1972年価格）に達した。このような頻発する洪水と不十分な洪水防御施設は計画対象区域の経済的発達を著しく阻害している。

現在、Ago川流域及び関連河川流域は、灌漑及び定住地として広範にわたって使用されており、洪水による経済面での潜在被害が増大している。破損している堤防の緊急補修と改修及び河道と遊水地の容量増加を含む既存洪水防御施設の修復と改修は早期に実施されなければならない。

1. 3 調査中断及び再開

当調査は1989年5月25日に開始され、マスタープランは1990年2月に中間報告書として提出された。フィージビリティ調査は1990年5月1日に開始され、1991年1月末に完了する予定であったが、1990年7月16日の地震発生後、1990年8月中断された。当調査は1990年11月下旬に再開され、ドラフト・ファイナル・レポートは1991年9月中旬に提出された。

一方、Pinatubo山は1991年6月9日、600年の休眠の後噴火し、火山性泥流が山腹を流下しAgo川の支川、Tarlac川に注いだ。

以上の状況下で、調査結果には次に示すような制約があることを付記する。

- a) 事業費見積り上の価格水準はマスタープラン（1989年6月）とフィージビリティ調査（1991年5月）で違っているが、2つの調査間の価格水準の調整は行わなかった。これは調査時期の相違によるインフレ率は材料（平均50%）、機械（平均30%）及び労務（平均80%）により異なりかつ、工事数量及び工事費見積り精度がそれぞれ違っている為、一律に価格調整ができなかった為である。
- b) フィージビリティ調査では、液状化及び耐震調査を追加し、1990年7月の地震の影響を施設設計に考慮した。しかし、Pinatubo山の噴火活動による影響は、調査範囲に含まれていなかったこと、並びに火山活動が現在も継続し、かつ未知の要素が多い為、調査の対象外とされ、考慮されなかった。

1. 4 報告書の構成

本調査に関し、調査団が作成する最終報告書は、次の報告書（全7巻）から構成される。

要約報告書（英文及び和文）

パート1：マスタープラン

主報告書（英文）

付属報告書（英文）

パート2：フィージビリティ調査

主報告書（英文）

付属報告書（英文）

データブック（英文）

要約報告書はパート1及びパート2の主報告書の要点をまとめたものである。主報告書は、全調査結果をまとめたものであり、付属報告書は各分野別の調査の詳細を示したものである。データブックは付属報告書に含まれない調査に使用されたデータをまとめたものである。

付属報告書は、次のような調査分野で構成されている。

略語	調査分野名	パート 1	パート 2
		マスタープラン	フィージビリティ調査
SE	社会経済	*	*
HY	水文	*	*
GL	地質	*	*
LF	液状化調査	調査対象外	*
SR	耐震調査	調査対象外	*
SV	測量	*	*
FD	洪水被害	*	*
SD	堆砂制御計画	*	*
RV	河川改修計画	*	*
DM	ダム及び遊水池計画	*	*
FF	洪水予警報システム	*	*
DS	構造設計	*	*
CP	施工計画及び積算	*	*
EI	環境影響評価	*	*

*：調査対象

パート1及びパート2の各々の主報告書の目次を付録Aに示す。

1. 5 謝 辞

フィリピン政府諸機関の関係者から得られた各種の好意的援助協力に対し、調査団は深く感謝の意を表す。Ago川流域洪水防御に関するマスタープランとフィージビリティ調査が納得のいく成果をもって完了したのは、これら関係者の協力のたまものであると言えよう。

2. 調査地域の概況

2.1 位置及び河川流域

2.2.1 マスタープラン調査対象地域

マスタープランの調査対象地域は、中部ルソン地域の西部に位置する三つの河川系とPangasinan平野と呼ばれる広大な沖積平野を含んでいる。これらの河川は、Cordillera及びZambalesの山地に源を発し、平野部を通過した後にLingayen湾に流入している。三河川のうち最大のもはAgno川であり、全長 275kmのこの河川の源は、Baguio市の北東55km（北緯16° 51'、東経 120° 52'）に発し、Cordilleras山地の南斜面を流下する。水源より南下した当河川はTayug で南西方向に流路を変えVillasisとBayambang を流下しPoponto 湿地に流入する。その後Zambales山地の東斜面を迂回して北東へ進み、最終的にLingayen湾に流入している。Agno川的主要支川はTarlac、Camiling、Ambayaoan、Viray-Dipalo及びBanilaの各河川である。調査地域の南端はPinatubon山（北緯15° 10'）近傍で、Tarlac川の流域が境界となっている。

Pangasinan平野の北西部には、Agno川の関連河川として知られる中規模河川群があり、同様にLingayen湾に流入している。関連河川は大きくPantal-Sinocalan川及びCayanga-Patalan 川の二水系に分けられる。

マスタープラン調査対象地域を図2.1.1 に示す。流域面積は、Agno川が5,907km²、Daguapan川を含むPantal-Sinocalan川が1,115 km²、Bued川を含むCayanga-Patalan 川が 618km²で、合計 7,640km²となる。

これらの河川流域は、主に稲作と魚の養殖からなる多様な農業生産の経済的基盤となっているが、頻発する洪水のために、その潜在的生産能力を十分に開発できない状況にある。

マスタープラン調査対象地域は、Ilocos（行政区Ⅰ）、Cordillera Autonomous Region (CAR) Cagayan Valley（行政区Ⅱ）及びCentral Luzon（行政区Ⅲ）の4つの行政区の9つのプロビンスにまたがる。これらはBenguet、La Union、Pangasinan、Ifuago、Nueva Vizcaya、Ueva Ecija、Pampanga、Tarlac及びZambalesプロビンスである。これらの9プロビンスには計 189の自治体（ミニシパリティ）があるが、対象地域に含まれるのは、計83である。

2.1.2 フィージビリィ調査対象地域

図2.1.1 に、Upper Agno川及びPantal-Sinocalan川内に選定された優先的洪水

防衛地域より構成されるフィージビリティ調査対象地域を示す。フィージビリティ調査対象地域は、行政上32の自治体を含み、合計面積は 2,530㎢となる。

2. 2 社会経済

2.2.1 人口

マスタープラン調査対象地域の人口は、1970年の 172万人から1980年の 205万人に増加しており、この10年間の平均増加率は1.75%である。この増加率は、行政区Ⅰの 1.70 %に近いが、全国平均の 2.75 %に比べると相当低い。対象地域の1989年の人口は 241万人と推定され、2010年には 318万人に増えると予測されている。洪水氾濫潜在地域の人口は、1989年の 156万人から2010年の 205万人に増加すると予測されている。対象地域の人口密度は1980年に 246人/㎢であり、全国平均の 160人/㎢より高い。調査対象地域の平均家族数と住居当りの居住者数は1980年で、各々 5.6人/家族及び 5.7人/住居と算定されている。対象地域の都市部人口は1980年で 529,000人であり、全人口の26%を占めている。これは全国平均の37%と比べると低い値となっている。

2.2.2 雇用

調査対象地域の就労人口は69.4万人で、就労可能人口である 124万人の56%を占める。これは、全国平均の60%より低い。

調査対象地域の就労人口は、1980年の67万人から1987年の80万人に増加している。1987年には、農業部門は40.5万人の就労人口を持ち全就労人口の51%を占めたが、1980年には55%であった。工業部門の就労者はこの間約15%と変化していない。対象地域の産業は、農業を基盤としているものの、経済活動の構造は、徐々にサービス関連部門へ移行している。

2.2.3 国内総生産（GDP）及び所得

調査対象地域の国内総生産（GDP）は、1987年に 175億ペソで、全国の2.5%を占めた。実質経済成長率は、1980年から1987年の期間で調査地域では年平均 2.95%成長しているが、全国平均では0.44%であった。一人当たりのGDPは、1987年に調査地域では、 7,539ペソであり、行政区Ⅰの平均とほぼ同じであったが、全国平均の12,300ペソと比べると低かった。（表2.2.1 参照）

2.3 受益地域及び影響地域

2.3.1 想定最大洪水氾濫域

図2.3.1は、マスタープランの対象となる想定最大洪水氾濫域であり、氾濫解析と過去の氾濫実績を基に想定したものである。最大潜在洪水氾濫域は、2,465 km²であり、Pangasinan及びTarlacプロビンスのAgnon川及び関連河川の氾濫原にある耕作地域の大きな部分を占める。

2.3.2 優先プロジェクトの受益地域

フィージビリティ調査の対象となる優先プロジェクト地域は、マスタープラン調査地域よりAgnon川下流、Agnon川の支流、Cayanga-Patalan川及びPantal-Sinocalanの上流を除外した地域、即ち、Agnon川上流とPantal-Sinocalan川下流域である。

計画洪水量は、マスタープランでは100年又は50年確率洪水を対象としたが、フィージビリティ調査では10年確率洪水を対象としている。優先プロジェクトの受益地は、合計1,264km²となっている。

Upper Agnon川プロジェクトの受益面積は、1,264km²であり、関連河川に沿う低平地を含んでいる。このプロジェクト地域にはDagupanとSan Carlosの市及びTarlacのCamilingとLa UnionのRosarioの町を含む、中央及び北西部Pangasinanにある32の居住地区がある。当プロジェクト地域は、Pangasinanの15の自治体と2つの市を含むPantal-Sinocalanプロジェクトの受益地（879km²）と、重複している。

2.3.3 影響地域の定義

“成長センター理論”の骨格を基本として見られるように当洪水防御事業は直接的便益を受ける地域の外輪にも社会経済上の影響を及ぼす潜在力を有する。Pangasinan市街中心部とそれを取り囲む地域と定住地の体系をもとにDagupan市～San Carlos市、Urdaneta, Tayug, Lingayen及びAlaminosの5つのグループに分けた。

優先プロジェクト地域は、Dagupan市、San Carlos市、Lingayen、Urdaneta及びTayugという、Pangasinanプロビンスの経済発展の中心地のほとんどを含む。Dagupan市は、当プロビンスの商業と交易の中心地であり、San Carlos市は農作物加工の中心地である。又、Lingayenは当プロビンスの行政都市であり、Urdaneta及びTayugは、重要な商業中心地として、また比較的小さな自治体の中

心市場的な町となっているが、Tayug は徐々に重要度を下げRosales がそれに代わろうとしている。以上のような地域経済を背景として、2つの優先プロジェクトは、Dagupan 市とSan Carlos市のグループそして多少程度は下がるが、Urdanetaのグループに対し、最も大きな関係を持っている。

したがって、Pangasinanプロジェクトの影響地域と考えるのは適当であろう。同様に、Pangasinanで生じる便益は、行政上属しているIlocosリージョン（行政区）にも影響を及ぼすことになる。Pangasinanは、Ilocosリージョンの先導的役割を持つので、プロジェクトは、当リージョン全体の経済に重要な影響を及ぼすといえる。したがって、Ilocosリージョンはプロジェクトの広域的影響地域となる。

2.3.4 IlocosリージョンにおけるPangasinanの経済状況と役割

Pangasinanには、次のような社会経済上の特徴がある。

- (a) 経済上は、農業と漁業に従属しているが、農産物関連の工業に大きな潜在的発展性を持っている。
- (b) 労働者を吸収する第一次産業に主に依存しているものの、重要かつ成長しつつある第二次及び第三次産業部門を持つ人口の多い州である。
- (c) おおむね農村社会であり、農業収入に依存するものの充足した生活水準を達成している。

地域開発の枠組みに沿って、貿易工業省（DTI）は、Pangasinanが以下のようになるとする開発ビジョンを描いている。

- (i) 1992年にまでにIlocosリージョンの工業と商業の第一の中心となる。
- (ii) 2000年までにフィリピン国の主要な輸出プロビンスの一つとなる。

当開発ビジョンに沿って、貿易工業省はPangasinanの開発目標を次のように決定した。

- (a) 農業生産性の高揚
- (b) 生計と工業の発展
- (c) 健康と栄養の改善
- (d) 平和と秩序の向上
- (e) 歳入の生成

上記の開発ビジョンは、Pangasinanの保有する資源の特質に完全に一致している。貿易工業省は、当プロビンスが持つ比較的優越する条件として、広大な農地、豊富な水資源、Lingayen湾の豊富な海産資源、養魚池開発の広い用地、鉱物資源

の入手のしやすさ、熟練工職人の技量の高さ及び地理的な好位置をあげている。

2.3.5 地域総生産 (GRDP) 計画

(1) Master Plan の為の地域総生産 (GRDP) 予測

フィリピンの国民総生産 (GDP) とIlocosリージョンの成長率の傾向は (a) ひかえめな成長期(1975-1982)、(b) 縮小期(1983-1985)、(c) 回復期(1985-1989)、(d) スローダウン初期(1989-1992) の4期に分けられる。

高度成長シナリオと低成長シナリオの中間を現実的な成長のシナリオを表わしているものとして、マスタープランの社会経済予測に使用した。この修正成長のシナリオは、GDPの成長率を1992-2000年の期間で5.1%そして2000-2010年で5.9%としている。

当シナリオでは、IlocosリージョンのGRDPは、1992-2000年の期間では4.3%、そして2000-2010年の期間では4.6%と予測されている。

(2) フィージビリティ調査の為のGRDP予測

最近の数年間、Ilocosリージョンの高成長予想は実現されなかった。1991年から1992年にかけて、IlocosリージョンそしておそらくPangasinanでは経済成長の低下がありうるであろう。

上述の社会経済予測は、基本的には同様の経済状況にあるのでPangasinan及び事業の受益地にも適用する。但し、PangasinanがIlocos地方の他の州に比べて、比較的高い成長率、速い工業化、より大きな投資需要、より高い人口増加、そしてより高い生活水準を成しとげる可能性は大きい。Pangasinanの地域より高めの成長シナリオの地域総生産は、下表のように算定採用された。

高めの成長ケース	1990	2000	2010	成長率
一人当りGDP	943	1,362	1,891	3.5
人口(千人) : NEDAの中間仮定予測				
Pangasinan	2,081	2,255	2,506	1.1
受益地	991	1,152	1,283	1.3
GRDP : 1972年価格(百万ペソ)				
Pangasinan	1,903	3,071	4,739	4.7
受益地	935	1,569	2,426	4.9

2. 4 Agno川及び関連河川の現況

2.4.1 河川の現況

(1) 水系

調査対象地域は、Agno川水系（流域面積 5,907km²）、Pantal-Sinocalan川水系（流域面積 1,115km²）及びCayanga - Patalan 川水系（流域面積 618km²）の3つの河川系に分けられる。各水系の位置を図2.4.1に示す。各河川系の模式図及び、その流域面積と河川長を図2.4.2に示す。

(2) 河道状況

Agno川本川、主要支川及び関連河川の河道の現況諸元は下表の通りである。

河川区間	河川幅 (m)	低水路幅 (m)	水路深 (m)	河床勾配
Agno (河口-Tarlac)	4,000-1,500	550-100	8.0-4.0	1/7,000-1,650
(Tarlac-ARISダム)	2,400-450	350-75	5.5-3.0	1/1,650-200
Tarlac (8km上流-Tarlac市)	1,500-600	550-60	3.5-2.5	1/1,200-750
Ambayoan (Ds.end-9km上流)	450-150	75-60	2.5-1.5	1/200-250
Viray-Dipalo (下流端-8km上流)	450-250	120-60	4.0-3.0	1/400-250
Banila (下流端-30km上流)	120-30	120-25	4.0-1.5	1/850-100
Camiling (Camiling-Mayantoc)	120-50	120-50	6.0-5.0	1/2,000-250
Pantal-Sinocalan-Tagamusing	300-35	160-10	7.0-1.5	1/1,750-70
Cayanga-Patalan-Angalacan	300-35	170-20	6.0-2.0	1/1,300-140

(3) 流下能力

Agno川河口から40km区間の左岸側は、無堤である。この区間の河道流下能力は、1～2年確率洪水流量程度であるが、河口部区間では2～3年確率洪水流量に対応する容量をもっている。

既存堤防区間の平均流下能力は、10年確率洪水流量程度でありその縦断的变化は大きい。Tarlac川との合流点上流のBayambangの河道区間及びCarmen橋の区間では、水理的狭さく部をなし、流下能力は5年確率洪水のピーク流量程度であると算定されている。

関連河川に関しては、河道流下能力を増大させるような河川改修工事は特に実施されていない。したがって、流下能力は河川の両岸の地盤高による。

Sinocalan 川に沿う Santa Barbara から Calasiao に至る地域は、本川の流下能力不足により、頻繁に洪水氾濫している。この地域は部分的な排水路不整備による氾濫が毎年発生している所でもある。

2.4.2 既存の河川施設及び構造物

1930年代の初期に、フィリピン政府は、Pampanga川及びAgno川両流域の洪水防御計画調査を開始した。1930年代のAgno川の常習的な洪水に対して、1938年にAgno川の下流区間で土堤築造工事が始まった。1960年までに、延長 100kmの土堤工事、65kmの河道改修、そして10kmの護岸工事が完了した。

1989年には、Agno川及び関連河川の既存の河川施設及び構造物として、土堤防、コンクリート堤防、水制、護岸及び分水路が存在する。主要な河川施設及び構造物の位置を図2.4.3 に示す。

堤防システムは、Agno川の最も進んでいる洪水防御施設の一つである。主要河川の既存堤防長を下表に示す。

河川名	区 間	堤防延長 (km)	
		右 岸	左 岸
<u>Agno川</u>			
Main Agno	河口 - Bayambang (50km上流)	40.50	16.30
	Bayambang - ARISダム (99km上流)	47.80	28.80
Ambayoan	合流点 - 8.7km 上流	0.00	3.50
Viray-Dipalo	合流点 - 8.5km 上流	5.70	7.40
	Viray River 区間 (L=3.9km)	3.30	7.00
	Dipalo River区間 (L=8.1km)	0.00	0.00
Banila	合流点 - 30.9km上流	0.00	9.30
Tarlac	合流点 - TARIS ダム (37.0km上流)	29.60	25.50
	Camiling	合流点 - Mayantoc (20.8km上流)	0.00
計		126.90	97.80

関連河川

Cayanga-Patalan 川	河口～37.5km上流	0.00	0.00
	支川	0.00	0.00
Pantal-Sinocalan川	河口～49.4km上流	2.50	1.30
	支川	0.00	0.00
計		126.90	97.80

2. 5 洪水被害算定

2.5.1 洪水被害記録

(1) 洪水記録

フィリピン気象庁 (PAGASA) 及び防災庁 (OCD) は1962年以来大規模な台風と各流域の洪水に関する調査を実施している。調査結果によると、最近の20年間で最大の洪水は1972年に発生した確率規模が10年程度のものである。近年の洪水としては、1984年8月及び1986年7月に発生した洪水は、各々確率規模で約4年及び約7年であった。

洪水発生年及び既存の氾濫地図に基づく氾濫面積を下表に示す。

洪水発生年	氾濫面積 (km ²)	洪水確率年 (年)
1935	2,100	記録なし
1972	2,040	10年
1973	900	—
1980	1,550	—
1984	1,670	4年

(2) 洪水被害記録

Pangasinanプロビンスの洪水記録によると1972年洪水では53万人の住民 (1972年当時の全人口 125万人の約43%に相当) が被害を受けているが、そのうち46万人は氾濫時に避難した。一方、近年の大きな洪水としては、1984年 (台風Maring) 及び1986年 (台風Gading) の洪水では、それぞれ約30万人及び約16万人が被害を受けたと記録されている。相当する被害人口はそれぞれ1984年 150万人の20%、1986年 155万人の10%に相当する。1984年及び1986年の各洪水被害額は、それぞれの価格レベルで、9,900万ペソ及び1億3,400万ペソと算定されている。

2.5.2 最大氾濫面積の算定

1972年、1984年、及び1986年の各洪水時の氾濫域の広がり、冠水深、及び冠水期間を確認するために、聞き取りによる洪水痕跡調査を氾濫潜在地域内の240地点で実施した。図2.3.1は、調査対象地域での過去の洪水による実際の冠水地域をとり囲んだ地域を示しており、洪水被害の算定において予測最大氾濫域としてとり扱われるものである。当最大氾濫面積は2,465km²となる。

2.5.3 確率洪水被害額

現況治水整備のままの場合の洪水被害額の算定を洪水発生確率が、1.05年から100年までの間で冠水深と冠水時間に基づいて行った。直接被害額に対する間接被害額の割合は、確率規模によって異なり10%～35%の間となっている。

調査対象地域の確率被害額を下表に示す。

単位：百万ペソ					
洪水確率年（年）	2	5	10	50	100
氾濫面積（km ² ）	1,448	1,665	2,038	2,183	2,465
被害人口（百万人）	1.05	1.17	1.37	1.44	1.56
直接被害	956	1,512	1,970	3,001	3,493
農業部門	315	486	586	762	877
非農業部門	516	739	908	1,382	1,558
公共施設	125	287	476	857	1,058
間接被害	114	299	489	966	1,208
(直接被害に対する割合：%)	(11.9)	(19.8)	(24.8)	(32.2)	(34.6)
被害額計	1,070	1,811	2,458	3,968	4,700

100年間の代表的確率洪水に基づいて算定された、調査対象地域全体の年平均確率被害額は、12億6,200万ペソである。下表に代表的期間の年平均予測被害額を示す。

洪水確率年（年）	年平均洪水被害額（百万ペソ）
1.05	0
2.0	361.8
5.0	765.0
10.0	973.0

25.0	1.145.9
50.0	1.218.4
100.0	1.261.8

3. マスタープラン

3. 1 マスタープラン策定基準

3.1.1 基本方針

(1) 洪水防御計画と堆砂防御計画の定義

マスタープランは、洪水防御計画と堆砂防御計画の二つにより構成されるが、本調査では、洪水防御計画を主目的とし、堆砂防御計画は概念的計画にとどめる。非施設の施策のひとつとして、洪水予警報システムを検討する。

(2) マスタープランの対象となる洪水防御対策

マスタープランの対象となる施設の及び非施設の洪水防御対策を以下に示す。

河川施設による洪水防御／調節

- a. 治水ダム
- b. 遊水池
- c. 河川改修
- d. 放水路

堆砂防御／調節

- a. 流域内の堆砂制御
 - －砂防及び関連施設
 - －植 林
 - －鉦さい流出に対する施設対策及び法的規制
 - －道路建設に伴う崩壊土及び土壌浸食に対する施設対策及び法的規制但し、植林及び法的規制に関する調査は今後のスタディに関する提言にとどめる。
- b. 河川改修

非施設の対策

- a. 洪水予警報システム

3.1.2 骨格計画及び長期計画の定義

(1) マスタープランは二つの段階計画、骨格計画 (Framework Plan) 及び長期計画 (Long Term Plan) より構成される。骨格計画を将来目標とすべき理想像となる不特定将来治水計画とし、長期計画を西暦2020年 (30年長期計画) を達成目標とする骨格計画に至る段階計画と定義した。

(2) 骨格計画の目標洪水防御規模をAgno川本川とTarlac川に対し 100年確率洪水、Agno川支川及び関連河川に対し50年確率洪水と設定した。長期計画に対しては1995年建設開始後50年間のプロジェクト期間にフィージブルな洪水防御規模を採用することとした。

(3) 調査対象河川は次の通りである。

Agno川 : 本川及び支川 Tarlac、Ambayoan、Viray-Dipalo、Banila、Camiling川

関連河川 : Cayanga-Patalan 川本川及び支川Buod、Aloragat、Angalacan 川
Pantal-Sinocalan川本川及び支川 Tagamusing、Macalong、Ingalera、Dagupan 川

3. 2 洪水防御計画代替案

3.2.1 河川改修及び放水路

調査対象河川をAgno川本川、Agno川支川及び関連河川の三つの地域に分類し、それぞれの河川系統に対し、河川計画改修案を策定した。Agno川本川と関連河川に関しては、河川改修に対する代替案として放水路及び締切堤を比較検討した。代替案検討結果を以下に要約する。

Agno川 改修計画

Agno川本川ではAgno川本川放水路案と河川改修単独案が検討された。Agno川本川放水路案は、Agno川本川をSan Roque ダム下流地点で洪水流量 $6,400\text{m}^3/\text{秒}$ を関連河川の洪水の一部とともにLingayon湾に転流することを目的とし、河川改修単独案は、既存河川施設の改修を目的とする。

検討の結果、Agno川放水路案は、洪水転流排水効果は大きい、建設費が河川

改修単独案より高く棄却され、河川改修単独案を採用した。Agnon川支川に対し、予備検討段階で河川改修単独案を採用した。

関連河川改修計画

関連河川に対し、Aloragat、San Manuel及びBinalonan の三つの放水路が検討され、Binalonan 放水路のみが採用された。Binalonan 放水路はTuboy 川をAngalacan川に転流する計画である。Bued川の左岸にAloragat川への洪水流が侵入するのを防ぐ目的で締切堤を計画し、Bued川の河川改修計画の一部として採用した。

3.2.2 治水ダム

既存、実施段階にある、及び当調査で認定されたダム地点を図 3.2.1に示す。既存の地点を除いた14の候補治水ダム地点より、San Roque、Lower Ambayoan、Lower O'Donnel、Moriones及びCamilingダム地点が治水効果が高いと評価された。しかし、いずれの地点も治水単独では経済的にフィージブルではなく、Moriones地点とO'Donnel地点を開水路で連結したMoriones-O'Donnel ダムを唯一の統合治水計画の代替施設として選定した。

3.2.3 遊水池

Poponto 遊水池は自然遊水池、囲い堤による遊水池及び囲い堤を用いない遊水池の三つのタイプより自然遊水池型を採用した。Camiling遊水池として自然遊水池タイプと越流タイプを検討したが、いずれも河川改修案より劣る為棄却した。Poponto 遊水池及びCamiling遊水池の位置を図 3.2.1に示す。

3.2.4 骨格計画に選定した治水施設

河川改修、放水路、治水ダム及び遊水池の四つ施設のそれぞれに対し、次に示す施設を統合骨格計画の候補要素として選定した。

- i) 河川改修単独 : Agnon川、Pantal-Sinocalan川及びCayanga-Patalan 川の河川改修
- ii) 放 水 路 : Pantal-Sinocalan川のBinalonan 放水路
- iii) 治 水 ダ ム : Tarlac川のMoriones-O'Donnel ダム
- iv) 遊 水 池 : Agnon川とTarlac川のPoponto 遊水池

3.3 骨格計画及び長期計画

3.3.1 骨格計画

(1) 統合骨格計画代替案

予備検討段階で選定した河川改修、放水路、Moriones-0'Donnel ダム及び Poponto 遊水池を組み合わせ、以下に示す統合骨格計画の代替案を策定した。

Agno川本川及びTarlac川

- ケース 1 : 河川改修単独
- ケース 2 : 河川改修及びPoponto 自然遊水池組合せ
- ケース 3 : 河川改修、Poponto 自然遊水池及びMoriones-0'Donnel ダム組合せ
- ケース 4 : 河川改修及びMoriones-0'Donnel ダム組合せ

Agno川支川

- ・ Ambayoan川 : 河川改修単独
- ・ Viray-Dipalo川 : ”
- ・ Banila川 : ”
- ・ Camiling川 : ”

関連河川

- ・ Pantal-Sinocalan川
 - ケース1 : 河川改修及びBinalonan 放水路の組合せ
 - ケース2 : 河川改修単独
- ・ Cayanga-Patalan 川
 - Bued川締切堤を含めた河川改修単独

(2) 推奨骨格計画

Agno川本線とTarlac川の4つの代替案のうちケース2、河川改修とPoponto 自然遊水池との組合せが、建設費が最小である。ケース3、河川改修、Poponto 自然遊水池及びMoriones-0'Donnel ダムの組合せ案は、低水路の堆砂浚渫による年経費減を考慮すると最少プロジェクトコストとなり、骨格計画として提案する。相当するプロジェクト・エコノミック・コストを以下に示す。

	ケース2 河川改修及び遊水池	ケース3 河川改修、遊水池及びダム
建設費	12,338百万ペソ	13,682百万ペソ
建設費より放流経費を減じた場合	12,338百万ペソ	12,043百万ペソ

Moriones-O'Donnel ダムは現在は貯水池内の土地取得及び移転問題が予想されるが、長期的には影響をうける小規模かんがい及びダムのプロジェクト・ライフが完了し、当ダムのニーズが高くなることを考慮し、骨格計画に組み入れた。

Ago川支川の骨格計画は全て河川改修単独とした。相当するエコノミック・コストを以下に要約する。

Comiling川	451	百万ペソ
Banila川	1,023	〃
Viray-Dipalo川	278	〃
Ambayoan川	173	〃
計	1,925	〃

関連河川は、最少コストとなるケース1、河川改修とBinalonan 放水路の組み合わせを骨格計画として採用する。Bued川上流部の締切堤は河川改修の一部として設ける。Binalonan 放水路とBued締切堤の位置を図 3.3.2に示す。ケース1とケース2のエコノミックコストの比較を以下に示す。

	ケース1：河川改修	ケース2：河川改修単独 及びBinalonan 放水路
Pantal-Sinocalan川	2,553百万ペソ	2,824百万ペソ
Cayanga-Patalan 川	1,246 〃	1,158 〃
計	3,799 〃	3,982 〃

(3) 骨格計画諸元

Ago川と関連河川の推奨する骨格計画の平面計画のイラストをそれぞれ図 3.3.1 と図 3.3.2に示す。計画洪水流量配分図をそれぞれ図 3.3.3と図 3.3.4に示す。全体計画平面図を図 3.3.5に示す。新しいPoponto 遊水池地域図を

図 3.3.6に示す。

Agno川本川の骨格計画では、河口部よりBayambang 区間までの高水路幅 1.5 kmでLingayen市地域防御の為、左右両岸に新築堤を計画した。この区間は現在AG-45 から右岸堤が存在する。左岸はごく一部を除き無堤である。当区間AG-45 からAG-83 までの既存の高水路幅は 2.5kmから 3.5km幅で変化する為、右岸新堤は既存堤の内側に建設することとした。

この為、新堤と旧堤の間の土地利用が可能となるが、既存堤は長期計画による嵩上げ後も同地点に残し、新堤計画後は二線堤として利用する計画とした。この計画により、新しい土地利用が可能となり、かつ既存堤と同レベル又はそれ以上の安全性を当地域で確保できることとなる。

設計流量、河川勾配、河川幅、堤防高、水深等の主たる計画諸元をAgno川、Agno川支川及び関連河川に対し、それぞれ表 3.3.1、表 3.3.2、表 3.3.3に示す。

3.3.2 長期計画

(1) 計画規模の最適化

長期計画を骨格計画に至る計画目標年2020年までの段階計画として立案した。当計画の開発規模の最適化の為、次に示す治水施設の組合せを採用した。

Agno川及びTarlac川	:	河川改修及びPoponto 遊水池
Agno川支川	:	河川改修単独
関連河川	:	河川改修及びBinalonan 放水路

Moriones-O'Donnel ダムは、骨格計画に含めたが、短期的には土地収用と移転問題が残ると予想される為、長期計画より除外した。貯水池内で影響を受ける家族は 1,600 (Moriones側90%、O'Donnel側10%)、農業用地は40haと見積られる。

10年から50年計画洪水の範囲で治水規模の最適化を行った結果、河川系ごとの最適規模は次のように算定された。

河川/地域	最適開発規模	EIRR (%)
		(将来開発レベル)
a. Agno川及びTarlac川	25年計画洪水	16.6
b. Agno川支川	25年計画洪水	15.5
c. 関連河川	10年計画洪水	33.8
d. 調査対象地域全体	25年計画洪水	20.5

(2) 推奨長期計画

推奨する長期計画の治水規模と事業費（1989年6月価格）を以下に示す。

	治水規模	事業費（百万ペソ）
・ Agno川及びTarlac川	25年計画洪水	11.048
・ Agno川支川	25年計画洪水	1.640
・ 関連河川	10年計画洪水	3.286
計		15.974

関連河川の長期計画を、骨格計画（50年洪水）計画流量配分に基づき10年計画洪水で設計した。この際、Binalonan 放水路は含めないものとした。長期計画の全体平面図を図 3.3.5 (2)に示す。計画洪水流量配分図を図 3.3.7に示す。

設計流量、河川勾配、河川幅、堤防高、水深等の計画諸元をAgno川、Agno川支川、関連河川のそれぞれにつき、表 3.3.4、表 3.3.5及び表 3.3.6に示す。

3.3.3 洪水予警報システム

(1) 洪水予警報システムの目的

洪水予警報システム（FFWS）を洪水防御マスタープランの非施設的施策のひとつとして取り上げた。

洪水予警報システムの骨格計画は、既存システムの質の向上並びに次に示す目的を有する全国統合システムの設立を目指す。

i) 住民を洪水より守る為のFFWS

迅速な洪水防御活動を実施することにより、洪水氾濫潜在地域内の住民の生命を守り、かつ洪水被害を最少にすることを目的とするFFWS。この為には、既存の河川施設の容量を超える超過洪水の事前の予測を含め、関連諸

官庁に通じ、充分かつ正確な情報を入手する必要がある。

ii) 洪水防御運転の為の F F W S

ダム、放水路、遊水池等の洪水防御施設の運転を該当する施設に流入する洪水規模を事前に予測することにより、迅速にかつ効果的に実施することを目的とする。また、関連施設からの放水情報等を事前に住民に宣伝又は連絡することにより、人工的な洪水被害を防ぐことを目的とする。

iii) 流域の統合的洪水管理の為の F F W S

流域内の全ての洪水防御施設をリアルタイムで統合運転をすることにより効果的な洪水運転管理と行政管理を実施することを目的とする。この為には河川及び流域情報をリアルタイムで入手する必要がある。

統合洪水予警報システムの対象地域は調査対象地域内の全ての洪水氾濫潜在地域である。

(2) 既存の洪水予警報システム

Agno川流域には1982年に設置されたA B Cシステム (Agno、Bicol及びCagayan 川) 及びBinga 及びAmbukulao ダム流域の為の実施段階のシステムが存在する。しかしながら、これらの施設は現在何らかの運転上の問題点を有している。

(3) 洪水予警報システムに関する骨格計画

F F W S 骨格計画

以下に示すシステム構成となる洪水予警報システムを骨格計画として推奨する。

(a) 水文観測ネットワーク・システム

・水位観測所 : 17地点 (既存の7地点を含む)

・降雨観測所 : 32地点 (既存の6地点を含む)

(b) テレメーター・ネットワーク・システム

・システム・コントロール・センター : Rosales のDPWH内

・リピーター・ステーション : 2地点

Ampucao 山 (既存ステーションの拡張)

Bamban 山 (新規)

(c) 洪水予報システム

・Rosales コントロール・センター内のコンピューター・システム

(d) 洪水警報ネットワーク・システム

- ・ Rosales コントロール・センター及び29の関係諸機関を結ぶ2回線（送受信）リンク
- ・ 河川に沿った31の警報ネットワーク・システム

(e) 監視システム：Rosales コントロールセンターの4モニター

a. 洪水防御運転システム

- ・ Balog-Balog ダムの運転システム（新設）
- ・ San Roque ダムの運転システム（ダム建設後・新設）
- ・ Moriones-O'Donnell ダムの運転システム（ダム建設後・新設）

b. DPWHセントラル・オフィス内での監視

推奨する水文観測ネットワーク・システム、テレメーター・ネットワーク・システム及びコントロール・センターの位置を図 3.3.8に示す。洪水警報システムの位置を図 3.3.9に示す。Ago川流域の統合洪水予警報システムの総事業費は1989年価格で、表 3.3.7に示すように 796百万ペソと見積られる。

制度上の施策

推奨する統合洪水予警報システムをスムーズに運転する為に必要な制度上の施策を下記項目に対し、詳細に調査検討することを提言する。

- (a) 現地で実施する洪水予警報活動を現地機関に委譲する。
- (b) 公共事業道路省（DPWH）は河川管理上の責任と関連した現地の洪水予報及び水文観測所の通常の維持管理業務を管轄とする。
- (c) 洪水警報活動はOCDの管轄とする。また、災害、統括委員会の活動の改善プログラムを作成する役務を持つ。
- (d) テレコミュニケーション訓練センターをマニラのPAGASA、NAPOCOR、NIA、DPWH及びNTCの協同作業により設立する。当センターはスタッフの訓練及びテレメーター施設の部品の供給を目的としている。当センター設立後は迅速な補修が可能となると期待される。
- (e) 新設するダムの洪水運転システムの設置はダムを所有する機関が責任を持つものとする。

(4) FFW S長期計画

FFWS長期計画の基本条件

長期計画は最終的に骨格計画の統合洪水予警報システムを目指す、目標年2020年までの段階開発計画である。

調査対象地域内の長期FFWS計画を立案するに当り、下記二つの目的を検討考慮した。

- i) 既存のAgnoc川FFWS内の予報地点の洪水予測精度を改善する。
- ii) 調査対象地域内の洪水警報活動を効果的に実施する。

FFWS長期計画

以下に示すシステム構成となる洪水予警報システムを長期計画として推奨する。

(a) 水文観測ネットワーク・システム

- ・水位観測所 : 7地点 (既存の7地点を含む)
- ・降雨観測所 : 14地点 (既存の6地点を含む)

(b) テレメーター・ネットワーク・システム

- ・システム・コントロール・センター : Rosales のDPWH内
- ・リピーター・ステーション : 2地点
Ampucao 山 (既存ステーションの拡張)
Bamban 山 (新設)

(c) 洪水予報システム

- ・Rosales コントロール・センター内のコンピューター・システム

(d) 洪水警報システム

- ・Rosales コントロール・センターと5つの現地関係諸機関を結ぶ2回線リンク

(e) 監視システム

- ・既存のBinga-Ambuklao FFWSDO 補助システムに対する洪水防御運転システム
- ・既存のコミュニケーション・リンクを利用したDPWHのセントラル・オフィスにおける監視

推奨するシステムの位置を図3.3.10に示す。洪水予警報システムの総事業費は表 3.3.8に示すように 281百万ペソと見積られる。エコノミック内部収益率は28.9%を期待できる。

3.3.4 砂防計画

(1) 砂防の目的と定義

調査対象地域内の活発な土砂生産の主因を 7,460km²の調査対象地域の55%を占める約 4,200km²の山岳地域の植生の悪さと評価する。道路建設に起因する斜面の浸食及び鉱山のくず鉱のある部分は流域の生産土砂の1部となっている。

山岳地帯の年平均生産土砂量は約 7,800m³/年と大きく、砂防工事、植林あるいは法的土砂生産規制のいずれも単独で土砂生産を防ぐことはできないと評価される。

以上の背景に鑑み、砂防骨格計画を堆砂防御計画が将来次に示す条件で推進されると仮定し立案した。

a. 植 林

山岳地域の生産土砂量の50%は植林によって緩和される。当目的を達成する為に、半森林 800km²、裸地の60% (200km²) 計 1,000km²が植林されなければならない。

b. 鉱山及び道路

鉱さい、地すべり、道路建設に伴う侵食に起因する土砂生産は全て防止される。

c. 砂防工事

上記対策で防止できない残りの生産土砂量を砂防ダムを含めた砂防工事により防止する。

河道の堆砂掃流力の不均衡に起因する在留堆砂は浚渫又は掘削等の維持運転工事の一貫として処置する。

(2) 砂防骨格計画

砂防ダム

砂防骨格計画は超過生産土砂が全て砂防ダム内に貯留されると仮定し、有効事業期間20年として立案した。計画の概要を次に示すように必要な砂防ダムの数はSan Roque ダムとMoriones-0'Donnel ダムを含め34となる。

ダム地点	ダム地点の生産 土砂量 (千 m^3 /年)	必要な砂防ダム数	
		有効事業期間20年の場合	50年の場合
Ambuklaoダム	1,681	Ambuklaoダム	同左
Binga ダム	960	Binga ダム	"
San Roque ダム	2,550	San Roque ダム	"
Ambayoan	1,126	6	33
Dipalo	13	1	1
Viray	74	4	6
Balog-Balog ダム	1,344	建設中	同左
Morionesダム	1,042	Moriones-O'Donnel ダム	"
Lower O'Donnelダム	1,349	Moriones-O'Donnel ダム	"
Camiling	373	3	5
Olo	376	4	11
Bayaoas	191	1	3
Tuboy	267	3	9
Angatacan	39	2	3
Bued	346	8	33
計	11,731	34地点	104

20年計画のダム地点の位置を図3.1.11に示す。総建設費は26億ペソ（1989年価格）と見積られる。

有効事業期間を50年と設定した場合、標高25m程度のダムがさらに72地点必要になる。砂防計画は砂防ダムの建設に限定せず、植林を並行実施することを提言する。

砂防ダム以外の施設

a) 床固め

床固めの設置の必要な河川区間を次のように提言する。

河川名	河川区間
Agno川	San Roque から上流
Tarlac川	Lower O'Donnell ダムからTarlac川合流点 MorionosダムからTarlac川合流点

b) 沈砂池

かんがいシステムに流入する土砂を捕捉する為に取水口の全面に沈砂池を設ける必要がある。また、沈砂池の維持の為に浚渫を行う必要がある。推奨される骨格計画（河川改修、Morionos-O'Donnell ダム）に砂防ダムを設けた状態での堆砂バランス分析の結果に基づき、かんがいシステムに流入すると予測される堆砂量を以下に示すように求めた。

かんがいシステム	堆砂流入量 (m ³ /年)
ARIS	208,000
LATRIS	22,000
Ambayoan RIS	71,000
Dipalo RIS	11,000
SMORIS	4,000
Tarlac RIS	3,000
Camiling RIS	64,000
計	383,000

(3) 河道維持

骨格計画の条件下で、堆砂バランスをシュミレーションした結果、Agno川及びその支川の年間堆砂量は以下に示すように約 1,400,000m³と見積られる。

堆砂地点	堆砂量 (千m ³ /年)
1) 生産土砂量	15,481
2) ダム貯水池内堆砂量	8,823
3) 砂防ダム内堆砂量	2,334
4) Poponto 遊水池内堆砂量	244
5) かんがいシステム流入土砂量	383
6) Lingayen湾への排砂	2,291

7) 河道内堆砂量

1.406

(15.481 - 14.085 = 1.396)

この 1,400,000m³の年間超過堆砂量は浚渫により除去維持されなければならない。

(4) ダムの維持

既存のダム、即ちAmbuklaoダム及びBinga ダムの残る堆砂容量は、予想以上に多い生産土砂量の為充分ではない。したがって、これらの貯水池内の堆砂を取り除く為の浚渫を実施しなければならない。Binga ダムの残留堆砂容量は約18年、Ambuklaoダムはほぼ満ばいの状態と見積られる。

3. 4 事業費積算

3.4.1 事業費積算基準

(1) 事業費の構成

基本条件

事業費積算に際し、下記基本条件を仮定した。

- i) 建設工事は競争入札により調達する。
- ii) 各建設工事項目の単価はランブサム又は比率方式で見積られている1部の工事項目を除き、ユニット・プライスを基本とする。
- iii) 工事単価(ユニット・プライス)は1989年6月の価格レベルに基づく
- iv) 外貨及び現地価の交換レートは 1.0米ドル=21.30 ペソ=132.0円とする。

事業費の構成

事業費は主建設費、補償費、管理及びエンジニアリングサービス費及び予備費より構成される。

(2) 通貨比率

ファイナンシャル・プロジェクト・コスト(事業費)を、主要な事業費は国際融資機関より融資されると仮定し、適切な通貨比率により積算した。

3.4.2 費用算定

これらの事業費及び工事数量は、図 3.4.1に示す河川系及び区間の構成により見積られた。

洪水防御長期計画の事業費を以下に要約する。

単位：百万ペソ（1989年価格）

河 川	外貨分	現地貨分	計
I. Agno川（25年計画洪水）			
1. Lower Agno川	4.048	2.248	6.296
2. Poponto 区間	761	366	1.127
3. Upper Agno川	1.393	811	2.204
小 計	6.203	3.424	9.627
4. Tariac川	903	518	1.421
5. 支 川	937	703	1.640
Agno川 計	8.043	4.645	12.688
II. 関連河川（10年計画洪水）			
1. Pantal-Sinocatan川	1.311	849	2.160
2. Cayanga-Patalan 川	615	511	1.126
関連河川計	1.926	1.360	3.286
総 計	9.969	6.005	15.974

事業費の河川区間及び支川ごとの内訳を表 3.5.1及び表 3.5.2に示す。

3. 5 経済評価

3.5.1 便 益

1989年時点のプロジェクト実施前の現況下における年平均確率洪水被害累計を確率1.05、2、5、10、25、50及び100年に対し求めた。

これらの年平均確率洪水被害額は、洪水防御施設（河川改修、ダム、遊水池、放水路）により軽減され、1989年定率価格で洪水防御便益として計上する。

当調査では、有効事業期間50年間の便益フローに対し次の2ケースを想定したが、事業の可能性評価には後者を採用した。

a) 現時点の開発レベル（評価期間内便益を一定と仮定）

b) 将来の開発レベル（将来便益が増加すると仮定）

評価期間内の被害の対象となる資産と地域の経済レベルが1989年以後も不変とする前者の仮定は、非現実的であるので感度分析に用いられた。

将来の便益フローを予測する為に、高成長と低成長の2ケースを検討した。高成長ケースは洪水氾濫域内の被害の対象となる資産と間接被害がNEDAの目標とするGRDP成長率と同率で成長すると仮定し、低成長率は、当地域のGRDP成長率が1975年から1982年の期間の実績により近い率で成長すると仮定した、それぞれのケースの成長率を次に示す。

	1989	1990	1991	2000	2001	2010	2044
<u>高成長ケース</u>							
・GRDP成長率(%/年)	5.9	5.9	5.2	5.2	5.6	5.6	5.6
<u>低成長ケース</u>							
・GRDP成長率(%/年)	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2

調査対象地域内の将来の洪水被害をより現実的に反映すると予想される低成長ケースを便益の予想に採用した。

3.5.2 事業評価

エコノミック費用便益分析の結果、長期計画の調査対象地域全体の内部収益率(EIRR)は20.5%と社会的内部収益率15%を上回り、経済的にフィージブルと評価された。

	E I R R (%)
Agnoc川 (Tarlac川を含む)	16.6 (3.9)
Agnoc川 支川	15.5 (3.1)
関連河川	33.8 (15.2)
調査対象地域全体	20.5 (6.5)

現時点の開発レベルの場合のEIRRを()内に参考値として示す。

長期計画の全ての河川改修工事が、西暦2009年末までに実施された場合、財務的及び非財務的便益は次に要約するように達成されるだろうと予測される。

洪水防御水準

- Agno川本川及び支川 : 25年計画洪水
- Pantar-Sinocalan川及びCayanga-Patalan 川 : 10年計画洪水

便益を受ける地域面積（防御される面積）

- 1,400 km² : 潜在氾濫域の57%

便益を受ける住民

- 西暦2010年で 210万人 : 調査対象地域内住民の65%又は潜在氾濫域内住民の90%

年平均エコノミック便益

- 1989年時点 : 1.03 百万ペソ/年
- 2010年時点 : 3.31 百万ペソ/年（1989年価格）

非財務的便益

- 水に浮遊する寄生虫病（大洪水の後多量発生する傾向がある）の低減
- 洪水による死亡者の低減
- 社会経済の安定性の増強
- 現地雇用機会の増加
- 治水対象地域及び周辺地域の国民所得の増加

3. 6 実施スケジュール

3.6.1 フィージビリティ調査対象優先事業地域

(1) 優先洪水防御地域代替案

長期計画の対象となる地域よりフィージビリティ調査を実施する地域を選定する為に、優先的に洪水防御を行う必要がある地域を次のように定義した。

- a) 既存および潜在的洪水被害が大きく、かつその洪水防御対策を最優先で緊急に実施する必要がある地域
- b) 経済効果及び社会・経済的影響が治水効果として高く期待できる地域
- c) 既存河川施設の計画洪水量が10年計画洪水量より小さい地域

洪水防御長期計画地域を10年計画洪水における治水の経済効率（EIRR：エコノミック・内部収益率）を基準として評価した。Agnó川を4区間、下流区間（河口よりAG180 まで）、Bayambang ～Poponto 遊水池地域（AG180 よりAG309 まで）、上流区間（AG309 よりAG473 まで）及びTarlac川（AG180 よりTA265 まで）に分割した。Agnó川の4支川（Camiling, Banlla, Viray-Dipalo, Ambayoan）、Pantal-Sinocalan川及びCayanga-Patalan 川は単独で評価した。

表 3.6.1に示す経済評価結果に基づき次の3地域を緊急治水候補地域として選定した。

優先順位

- No.1 Upper Agno 川：ケース2、Poponto 遊水池及びBayambang から上流端まで
- No.2 Pantal-Sinocalan 川
- No.3 Bued 川を含めたCayanga-Patalan 川

これらの3地域により、経済効果及び治水上の地域的重要度を考慮し、プロジェクトA、Upper Agno川及びプロジェクトB、Pantal-Sinocalan川をフィージビリティ調査対象地域として選定した。

- A. Upper Agno川：Poponto 遊水池及びBayambang（AG180）からSan Manuel（AG473）までの区間
 - ・ Agno川本川Bayambang 区間の河川改修
 - ・ Poponto 放水路の改修
 - ・ Upper Agno川区間の改修

- B. Pantal-Sinocalan川：Dagupan 市、Calasiao及びSanta Barbara 市街を防御する為の河口部から上流部
 - ・ Pantal-Sinocalan川本川の河川改修
 - ・ Dagupan 川の改修
 - ・ Ingalera川の改修

プロジェクトA及びプロジェクトBのエコノミック・内部収益率を将来の開発レベル下で試算した結果、それぞれ24%と40%と求められた。

3.6.2 実施スケジュール

長期計画の総事業費は1989年価格で15,974百万ペソとなる。当調査団は図3.6.2 に示すように、長期計画を最適化を行った西暦2010年ではなく、2020年頭初運転開始を目指し、実施することを提言する。

4. フィージビリティ調査

4.1 Upper Agno川洪水防御計画

4.4.1 河川改修計画

(1) プロジェクト概要

Agno川上流区間Wawa橋からSan Roque 橋までの河川長69kmの河川改修区間をマスタープランと調和する最低10年の計画洪水で緊急に防御する必要がある優先洪水防御プロジェクトとして選定した。計画洪水流量配分を図 4.1.1に示す。

この河川改修は、既存の破堤部より関連河川地域に恒常的に洪水が氾濫するAsingan からSan Manuelまでの右岸堤を再築並びに補強することを第1の目的とする。しかし、この工事は上流区間の洪水流量を河川内に閉じ込め、下流区間の洪水流量を増加させる為、下流部Bayambang ~Alcala区間及びAlcala~Asingan 区間の補強、並びにPoponto 放水路と自然遊水池の建設を同時に実施する必要がある。Poponto 放水路と自然遊水池は、この閉じ込められた増加洪水を許容範囲内に調整し、下流区間に放流することを目的としている。当プロジェクトの一般平面図を図 4.1.2に示す。

(2) 河川改修計画

推奨する河川改修計画を河川形態と河道の状態より主に次に示す3つの工区に分ける。

- a) Bayambang-Alcala区間 (AG181 ~AG321 22.5 km)
- b) Alcala-Asingan 区間 (AG321 ~AG414 30.85 km)
- c) Asingan-San Manuel区間 (AG414 ~AG473 15.66 km)

(a) Bayambang ~Alcala区間

Bayambang ~Alcala区間は次に示す3つの工事より構成される。

- ・Calvo 橋より下流の堤防の新設
- ・既存のPoponto 放水路の取水堰の取りこわし及び河道改修を含めた新しいPoponto 放水路の建設
- ・放水路との分流地点からBayambang 区間に至る分水路の新設

当区間の平面図と代表的標準断面を図 4.1.3 (1/5)に示す。河川幅と堤防高等の諸元を表 4.1.1に要約する。

放水及び分流施設

Bayambang 区間の越流を防ぐ為に当区間とPoponto 放水路への分流配分を次のように計画した。

洪水防御計画	計画洪水量 ($\text{m}^3/\text{秒}$)	洪水分流量 ($\text{m}^3/\text{秒}$)	
		Bayambang 区間	Poponto 放水路
骨格計画 (100年洪水)	9,200	1,000	8,200
優先プロジェクト (10年洪水)	4,000	500	3,500

維持管理が容易な非ゲート式分流路を採用した。

この放水分流施設により、乾期の月平均流量 ($33\text{m}^3/\text{秒}$) の15% ($5.0\text{m}^3/\text{秒}$) をBayambang 区間に分流し、当区間の既存のかんがい用水約 $2\text{m}^3/\text{秒}$ を供給することが可能となる。

放水路

既存の 850m 幅の放水路の右岸堤の外側と下流部左岸に引堤を新設することにより、幅 1,200m の放水路を計画した。放水路の拡幅は、侵蝕による河床変動の緩和及び右岸堤導流壁の安定性を欠く恐れを有する動的水衝圧を緩和する為に必要となる。

(b) Alcalá~Asingan 区間内のCarmen区間

当区間は、30.85km 長のAlcalá-Asingan区間内のCarmen橋地点で最小河川幅 650m のピンの首状の狭さく部を形成している。該当する河川改修工事は次のようになる。

- ・既存の低水路の拡張；設計河床幅150m
- ・既存堤防より 0.3m 高い引堤を右岸に新設し、既存の河川幅を 900m へ拡張する；区間長 2.8km
- ・既存の 3.6km 長の左岸コンクリート堤防を0.6mかさ上げする

骨格計画では、100年洪水で平均約 2 m の河床低下が予測される為、既存の河床幅を最低 900m へ拡張する必要がある。右岸部の新規の引堤は優先事業完成後は土地収容と移転問題がより難かしくなると予測される為、優先事

業の一環として実施する必要がある。左岸コンクリート堤のかさ上げは土地収用と移転を必要とする土堤案と比較検討し、採用した。河川幅、堤防高等の諸元を表4.1.1に示す。

(c) Asingan ~ San Manuel区間

Asingan ~ San Manuel区間の河川改修は次のようになる。

- ・左岸部、7 km長の引堤の新設
- ・既存堤防のかさ上げ
- ・Viray-Dipalo川合流点 AG416より下流部の既存低水路の改修

当区間の一般平面図及び代表的標準断面図を図 4.1.3 (4/5)~(5/5) に示す。河川幅、堤防高等の諸元を表 4.1.1に示す。ARIS取水ダム下流AG470 と Ambayoan川との合流点 AG453との区間の右岸引堤は、旧河道部の外側の稲田に下記の技術的条件を考慮し、新しい路線を選定した。

- a) 当区間の流速は10年確率洪水で 3.6m/秒から 5.5m/秒の範囲内にある。
- b) 既存右岸堤の破堤部に沿った旧河道部 (AG421-AG470) の基礎は卓越する砂礫層の為透水性が高い。

既存の破堤部を含めた堤防システムは洪水流が新設される引堤へ直接衝突するのを防ぐ、導流堤として利用する計画とした。

Viray-Dipalo川合流点の上流部は、沖積扇状地端に位置し、砂質礫が厚く推積しているが、当区間の低水路の維持工事は上流域よりの供給土砂が多く困難と考えられる。したがって、当区間の低水路の改修斉整工事は、上流より供給される堆砂の大半を貯留すると期待されるSan Roque ダムの建設後に実施することを提言する。

(3) 主要計画諸元

表 4.1.1に示される主な河道設計諸元を以下に要約する。

河川区間	Bayambang ~ Alcala区間	Poponto 放水路	Alcala~ Asingan 区間	Asingan ~ San Manuel区間
設計洪水量 (m ³ /秒)	500	3,500	4,000~3,500	3,500~2,400
河川幅 (m)	1,300~250	1,200	3,000~900	3,000~300
低水路床勾配	1/1,850	1/1,600	1/1,800~1/665	1/665~1/230

低水路幅 (m)	100	150	150	既在のまま
設計水深 (m)	7.85 ~ 3.79	8.78 ~ 5.85	5.85	5.85 ~ 3.30

代表的標準断面図を図 4.1.5 (1/3)~(3/3) にそれぞれ示す。当優先事業の河川改修工事項目と数量を以下に要約する。

- 新規堤防 : 46.0kmの土堤及び 7.7kmの引堤
- 堤防かさ上げ : 29.5kmの土堤及び 2.5kmのコンクリート堤
- 押え盛土 : 42.0km (液浄化対策)
- 河道改修 : 48.2km
- 護岸 : 23.2kmの低水路護岸及び37.3kmの土堤護岸
- 水制 : 10.55 km
- 水門 : 18橋門
- 分流施設 : Bayambang 分水路
- かんがい施設 : LATIS のゲート付ボックスカルバート 2基は付替
- 橋 : 道路橋 3 (Caivo、放水路、Plaridel) 及び鉄道橋の取りこわし 2基

堤防及び河道改修工事量を河川区間ごとに表 4.1.2に示す。

(4) Alcala地域の内水排水

Poponto 放水路の右岸堤及びBayambang の左岸堤の建設により約12km²のAlcala地域の内水が閉じ込められる。

当地域の土地利用の大半は水田と住宅である。水田は標高13.0mから17.0mの間に位置し、住宅地域は標高15.5mから16.0m (平均海面)の間に位置する。一方Poponto 遊水池内の確率洪水5年及び10年の水位はそれぞれ14.1mと15.6mとなっている。したがって4つの内水排除樋門と天端標高15.0m土塁堤防内低地に建設し、水浸による被害を軽減することを提言する。

4.1.2 Poponto 遊水池計画

(1) 遊水池計画

遊水池計画の概要

Poponto 遊水池は、Agno川上流及びTarlac川より流入する洪水量をWawa橋の兩岸に設ける堤防以外に特別な治水施設を建設せずに自然に調節する。当工事は、遊水池内水位が既応の水位より上昇することになる為、影響を受ける住民

の防御と避難対策工事並びに既存の道路と橋梁のかさ上げを含む。

既応の遊水池水位はシュミレーション結果によると、Agno川上流の破堤部を放置した状態で10年計画洪水が来た場合、標高約14.5mに達すると推定される。Agno川上流の河川改修を実施した場合、図 4.1.4に示すように新設の堤防内に洪水流量が梗塞されるため、設計洪水位、標高 16.00mまで遊水池水位は上昇すると予測される。これにより湛水面積は 124km²から 203km²に増加する。影響を受ける建物及び家屋は公共施設を含め 4,420戸から11,390戸へ増加し、影響される人々は26,000から68,000に増加する。湛水地域の内訳は、農業用地と湿地が全体の97%を、居住及び商業地域が3%を占める。

68,000人の影響人口のうち、44,000人（65%）を輪中堤により防御する計画とした。残る24,000人（35%）は新設する土塁、輪中堤内又は遊水池外の地域への移転のいずれかにより守られる。これらの対策工の一般平面図を図 4.1.5に示す。

遊水池の設計高水位及び余裕高

Poponto 遊水池の設計高水位を標高 16.00mと設定した。輪中堤の天端標高は設計高水位 16.00mに 1.2mの余裕高を取り標高 17.20mに設定した。土塁の天端標高は風による波浪高 0.6mの余裕高を取り標高 16.60mとした。

(2) 土地利用、移転及び補償

遊水池内の湛水により影響を受ける土地利用、住民及び資産を設計高水位（16.00m）に対し概算したものを以下に要約する。

影響を受ける住民

自治体	湛水面積 (km ²)	家屋数	人口
Moncada	104.1	5,530	33,180
Bautista	39.3	780	4,680
Paniqui	32.4	4,260	25,740
Camiling	21.7	440	2,640
Bayambang	2.5	370	2,220
Alcala	1.7	10	60
Anao	1.3	0	0
計	203.0	11,390	68,340

影響を受けるインフラ施設

道 路	国	9.0km
	プロビンス	7.5km
	自治体	10.5km
	バラシガイ (村)	24.5km
橋	San Isidro (長さ62.4m、幅 6.9m)	
	Camangahan (ボックス・カルバート)	
	Morong (長さ30.0m、幅 6.9m)	
鉄 道	(未利用)	23.3km

影響を受ける土地

農 業	かんがい水田	8.7km ²
	非かんがい水田	122.0km ²
	砂糖きび	7.5km ²
	コーン	25.8km ²
	タバコ、根採類、他	32.7km ²
養魚池		0.8km ²
住宅/商業地		5.5km ²

(3) 防御対策工及び移転

遊水池内住民を以下に示す輪中堤か移転のいずれかにより防御する。

防御対策工	家屋数	住民数	専有率(%)
1) 輪中堤	7,430	44,580	65
2) 移 転			
a) 土塁への移転	640	3,840	6
b) 輪中堤内への移転	2,120	12,720	19
c) 遊水池外への移転	1,200	7,200	10
計	11,390	68,340	100

道路及び橋梁のかさ上げ及び改修を計画したが、鉄道は現在利用されていない、かつ具体的将来計画が存在しない為、改修計画の対象より外した。

輪中堤

輪中堤を次に内訳を示すようにBautista, Moncada 及びPaniqui自治体に対し計画した。位置と配置を図 4.1.5に示す。

自治体	自治体・村	防御面積 (km ²)	輪中堤長 (km)	防御される家屋
Bautista	Poponto	0.11	1.49	240
Moncada	Moncada	5.07	9.76	3,530
	Tuboctubang	0.12	1.40	240
	San Julian	0.69	4.20	430
Paniqui	Paniqui	2.09	3.78	360
	Ines	0.14	1.92	250
	Pance	0.10	1.98	550
	Salomague	0.39	3.70	500
	Baladang	0.20	1.70	450
	Ventemilla	3.17	6.78	880
計		12.08	36.71	7,430

移転プログラム

輪中堤で防御されない住民に対し移転プログラムを策定した。輪中堤対象外の冠水地域を14のブロック (AからN) に分割し、それぞれのブロックごとに適切なプログラムを策定した。移転先の流れ図を図 4.1.6に示す。

移転用上塁

Spang 及びSan Isidroバラングイの住民に対し土塁の建設を下記のように計画した。位置と配置を図 4.1.5に示す。

自治体	バラングイ	土塁の面積 (m ²)	移転家屋数 (戸)
Moncada	Spang	111,000	480
Paniqui	San Isidro	40,000	160
計		151,000	640

道路のかさ上げ

次に示す主要道路システムに対し、かさ上げを計画した。かさ上げ対象区間

を図 4.1.5に示す。

道路クラス	ル ー ト	長 さ (km)	路 幅 (m)	舗装の タイプ	最大かさ上げ高 (m)
国 道	Moncada-Paniqui	5.3	7.3	Asphalt	1.40
カピス 道	Babilang-Paniqui	4.4	6.1	Concrete	1.45
	Aman Casiling				
	-San Vicente	1.6	7.3	Asphalt	3.60
自治体道	Sapang-Moncada	6.9	5.5	Gravel	2.60

橋梁の改修

San Ishidro 橋の延長、及びCamangahan橋とMorong橋の付け変えを計画した。Wawa橋の付け変えは骨格計画が実施されない限り必要とならない。これらの橋の位置を図 4.1.5に示す。

4. 2 Pantal-Sinocalan川洪水防御計画

4.2.1 優先事業計画概要

骨格計画に至る段階計画として、長期計画を最適開発規模10年確率洪水で策定した。一方、長期計画に至る第一歩として、Pantal-Sinocalan川 (27.5km)、Dagupan 川 (19.5km) 及びIngaler川 (10.7km) の下流域を緊急に実施する必要がある優先洪水防御事業として選定した。

河川改修の対象となるPantal-Sinocalan川下流区間はDagupan 市の市街部を貫流する。代替河川改修案を比較検討し、河川改修と関連し発生すると予測される技術上及び社会経済上の問題を最少にできるバイパス路案をフィージビリティ調査を実施する対象として選定した。

この方針に沿い、優先事業の計画洪水流量配分を図 4.2.1に示すように改新した。

4.2.2 優先事業計画

次に示す工事より成る河川改修計画をPantal-Sinocalan川に推奨する。

- i) Pantal-sinocalan川本川：河口よりCatablan川との合流店の上流まで (27.5 km) ・上下流部の河川改修

- ii) Dagupan 川 : バイパス路合流点よりElang 川合流点の上流まで (19.5km)
iii) lngalera川 : Pantal川合流点よりBogton橋の下流 (Sta. I + 8 + 0.8 km) 下流まで (10.7km)

a) Pantal -Sinocalan 川本川

下流区間の河川改修

Pantal-Sinocalan川下流区間の河川改修計画は次に示す二つの工区より構成される。

- ・Pantal川河口部よりSinocalan 川との合流点までの区間
- ・Sinocalan 川の市街区間 (Marusay 川) に対するバイパス路

Pantal川

Pantal川の最小計画河川幅を単断面の 400mとした。左岸支川のCaloocan川と右岸支川のBolosan 川の合流点処理は水門方式とする。当区間の平面図を図 4.2.2(1/4)に示す。

当事業はPantal川の河口部に既存の状態を上回る堆砂による河床上昇をもたらさないと評価する。

バイパス放水路

当バイパス放水路は支川lngalera川との合流点でSinocalan 川の洪水流をDagupan 川に転流し、最終的にDagupan 市の下流部でPantal川へ排水することを目的とする。バイパスを設けることにより、既存の市街部河川の拡幅に伴う移転と補償問題は回避される。

推奨するバイパス放水路の長さ、河川幅及び低水路床幅をそれぞれ 3.2km、220 m及び40mとした。当区間の平面及び断面を図 4.2.2(1/4) に示す。

Marusay 区間の水門

Sinocalan 川の市街区間 (Marusay 区間) 洪水調節の為に、2つの水門を計画した。下流側水門をPantal川合流点の上流川に、下流側水門をバイパス低水路からの取水口部に設置する。これらの水門を低水時には開き、取水口での流量が95日流量 (約30m³/s) を超える洪水時に閉じることとなる。Marusay 区間の既存の流下能力は満潮時まで約 300m³/秒である。

バイパスの低水路幅40mに対し、取水路と上流側水門のゲート幅を10mとし

た。下流側ゲート幅は10mとする。

Marusay 区間の乾期の水質は、潮位による海水の出入と部分的には真水（約 $3.0\text{m}^3/\text{秒}$ の低水流量）とにより良く保たれていると評価される。

Marsay区間の水利用

Marusay 区間の既存の水利用は、舟運に限定されている。かんがい及び上水道用の取水は当区間の河川水が海水の侵入の影響を受けている為全く無い。

当区間の舟運は一部の海軍警備艇と浚渫船を除き、大半が小舟によるコミュニティー交通（約 $5,000\text{人}\cdot\text{回}/\text{日}$ ）と小型漁船である。コミュニティー舟運と小型漁船の交通は10m幅の水門部を通して維持されなければならない。一方、海運警備艇と浚渫船には水門の鉛直開口部高さが不十分な為、Pantal川合流点より約 100m上流に下流側水門を設け、当水門下流部に荷役作業用の敷地と棧橋を設ける必要がある。

上流区間の河川改修

Sinocalan 川上流区間の河川改修は、次の工事より成る。

- ・計画河川幅 200m～100 m、低水路幅30m～25mを有する27.5km長の堤防システム
- ・9地点の道路橋と接続する道路の改修又は付け替え
- ・1地点の鉄道橋の取りこわし
- ・N I Aにより計画中のSanta Barbara 地点のかんがい用ラバー型取水堰用のカルバート水路の建設

b) Dagupan 川

Dagupan 川の河川改修は次の工事より成る。

- ・計画河川幅 400m～100 mを有する19.5km長の堤防システム（バイパス放水口よりSan Carlos近傍区間D.27+0.5 kmまで）
- ・既存の低水路の設計水路幅25mへの拡張及びショートカット

当河川の10年計画洪水による河川改修区間は、Pantal-Sinocalan川本川の計画洪水量の背水の影響を受ける上流端まで延長する。平面計画を図4.2.3(1/2)～(2/2) に示す。

c) Ingalera川

Ingaleran川の河川改修は次の工事より成る。

- ・計画河川幅 120m~100 mを有する10.7km長の堤防システム (Sinocalan 川との合流点より区間 I・18+0.8 km、Malasiqui の上流部 Bogtong 橋の下流まで)
 - ・既存の低水路の設計水路幅20m~15mへの拡張及びショートカット
- 当河川改修区間はDagupan 川と同じ計画方針により決定した。平面計画を図4.2.1(1/2)~(2/2) に示す。

4.2.3 主要計画諸元

a) 河川改修計画の河道設計諸元

表 4.2.1に示される推奨する河川改修計画の主要な設計諸元を以下に要約する。

Pantal-Sinocalan川本川

河川/区間	Pantal-Sinocalan		
	河 口 - Ingaleran川	Ingaleran川 - Catablan川 (P59)	P 59 - P 70
計画洪水量 (m ³ /s)	2,000 - 1,250	1,250 - 650	650 - 350
河 川 幅 (m)	600 - 220	200 - 150	100
河道床勾配 (m)	1/2,350	1/1,850	1/1,150
低水路床幅 (m)	60 - 40	30	25
計画水深 (m)	6.6	6.6 - 5.95	5.95 - 5.14

Dagupan and Ingaleran川

河川/区間	Dagupan 川		Ingaleran 川	
	バイパス - Capangbogan 川	Capangbogan 川 - Elang 川	Sinocalan 川 - Marasiqui	Marasiqui 川 - I.
計画洪水量 (m ³ /s)	700 - 550	400	300	260
河 川 幅 (m)	450 - 150	100	120	100
河道床勾配 (m)	1/10,000	1/5,800	1/5,000 - 2,500	1/1,800
低水路床幅 (m)	既 存	25	20	15
計画水深 (m)	6.6 - 6.0	6.0 - 6.6	6.6 - 6.0	6.1

b) 工事項目

対象となる主な河川改修工事項目と数量を以下に要約する。

主要工事項目	Pantal-Sinocalan川	Dagupan 川	Ingalera川
・新規上堤 (km)	48.50	41.90	19.00
・河道改修 (km)	15.85	7.00	10.70
・低水路保護工 (km)	6.25	0.55	0.80
・堤防及び堤防基礎保護工 (km)	7.06	2.87	0.93
・水 門 (個)	17	11	3
・橋 梁 (個)	5	5	4
・取水口 (個)	5	16	0

4. 3 非施設の施策

4.3.1 洪水調節運転維持システム

洪水予警報システム (FFWS) を洪水防御計画の非構造的施策のひとつと定義する。優先事業計画の為の洪水予警報システムは、主に洪水調節運転機能、即ち優先事業計画で建設する洪水防御施設の洪水調節の為の運転維持を対象とする。

当洪水調節運転維持システムは施設費を最少に押える為、既存のFFWSの拡張計画とする。当システムを実施する為には次に示す制度上の取り決めが必要になる。

- a) PAGASAはAFCS-DPWH(Agno川洪水防御システム) に対しRosales FFWSサブ・センターにある既存のテレメーター機器と結合して、新しいデータ通信と監視装置をAFCS-DPWH 事務所内に設置することを許可する。
- b) AFCS-DPWH は、新設するコミュニケーションシステムと洪水調節運転システムの運転維持及び洪水防御河川施設の安全性の確保に関し責任を持つ。

既存のシステムの拡張に必要な各装置を以下に示す。

a) AFCSコントロール・オフィス

AFCSコントロール・オフィスはRosales に設けられ、洪水調節運転及び施設の維持に関連する全ての活動を統括する。設置を要する装置を以下に示す。

- ・Rosales のFFWSサブセンター内の既存のテレメーター装置と連絡するデータ

通信及び監視装置

- ・多重送信・遠距離通信装置
- ・運転維持の為の遠距離通信装置
- ・電源装置

b) Dagupan 支部オフィス

当オフィスをDagupan 市近傍に設置される関連システムを運転維持する為に新設する。設置を要する装置を以下に示す。

- ・データ通信及び監視装置
- ・多重送信・通信装置
- ・運転維持の為の遠距離通信装置
- ・空中線装置
- ・水位観測所及び監視装置

c) 洪水調節施設

主要な洪水調節施設に運転室を設ける。設置を要する施設を以下に示す。

- ・無線電話装置
- ・空中線装置
- ・水位観測所及び監視装置

AFCsと洪水防御施設を結ぶ遠距離通信網は洪水の状況、降雨量、水位、洪水調節施設の運転状況等の情報を交換する目的を有する。

推奨するシステムの装置と施設のコストは1991年価格で約38百万ペソと見積られる。

4.3.2 堆砂量の監視

Poponto 遊水池

Poponto 遊水池の計画堆砂量は堆砂観測記録が無い為、安全側を考慮した仮定条件で求められた。将来洪水防御計画を実施に移す段階で必要となる信頼性の高い定量的なデータを得る為にPoponto 湿地帯の堆砂の観測を実施することを提言する。

Pontal-Sinocalan川河口閉塞

Pantal川の河口の変化を監視する為に、毎年乾期末に最低1回河川横断測量を実施することを提言する。

4.4 事業費見積り

4.4.1 積算基準

基本条件

下記条件を除き、第3.4節でマスタープランに適用した同じ積算基準を用いた。

- a) 価格水準を1991年5月とする。
- b) 外貨交換率を 1.0米ドル=27.8ペソ=139.00円とする。

物価上昇

マスタープラン策定時(1989年6月)に用いた工事項目単価(ユニットコスト)とフィージビリティ調査で採用した工事項目単価(1991年5月)を比較した結果、当単価の平均物価上昇率は約40%となる。資材、装置、労賃の単価の平均上昇率はそれぞれ50%、30%及び80%である。

4.4.2 事業費

推奨する優先事業、Upper Agno川及びPantal-Sinocalan川の工事数量を以下に要約する。

工事項目	単 位	Upper Agno川			Pantal-Sinocalan川		
		1期	2期	計	1期	2期	計
掘削	1,000m ³	4,784	3,634	8,418	1,243	2,105	3,348
浚深	1,000m ³	0	0	0	160	20	180
土堤	1,000m ³	4,852	446	5,298	1,806	2,482	4,288
護岸	km	32	20	52	12	12	24
水制	個	54	61	115	0	39	39
樋門	個	32	6	38	14	30	44
水門	個	0	0	0	4	5	9
橋梁	m ²	8,524	2,046	10,570	11,048	8,609	19,657

補 償							
家 屋	戸	4,692	188	4,880	1,442	1,084	2,526
土 地	ha	1,179	28	1,207	273	299	572

Upper Agno川プロジェクト

Upper Agno川プロジェクトのファイナンシャル・プロジェクト・コスト及びエコノミック・プロジェクト・コストはそれぞれ 3,913.2百万ペソ及び 3,475.9百万ペソとなる。それぞれの内訳を表 4.4.1と表 4.4.2に示す。

(単位：百万ペソ)

事 業 費	1期工事	2期工事	計
ファイナンシャル・コスト	2,923.4	989.8	3,913.2
エコノミック・コスト	2,522.6	923.3	3,475.9

Pantal-Sinocalan川プロジェクト

Pantal-Sinocalan川プロジェクトのファイナンシャル・プロジェクト・コスト及びエコノミック・プロジェクト・コストはそれぞれ 3,895.7百万ペソ及び 3,306.9百万ペソとなる。それぞれの内訳を表 4.4.3と表 4.4.4に示す。

(単位：百万ペソ)

事 業 費	1期工事	2期工事	計
ファイナンシャル・コスト	1,977.3	1,918.4	3,895.7
エコノミック・コスト	1,628.3	1,678.6	3,306.9

建設工区及び段階工事別のファイナンシャル・コストの内訳を表 4.4.5から表 4.4.8に示す。

4.4.3 建設計画

推奨する優先事業をそれぞれ2期で実施するように計画したが、Upper Agno川プロジェクトとPantal-Sinocalanプロジェクトの建設工程計画をそれぞれ図 4.4.1 及び図 4.4.2に示すように作成した。

これらの工程表は第4.6節に述べられる段階実施計画に基づき、予備的に作られたものであるので詳細な推この対象となる。

4.5 プロジェクト評価

4.5.1 プロジェクト便益

(1) 便益分析のわく組み

洪水防御による便益は直接便益とその他の実質的な洪水防御効果による便益の2つに分けられる。直接便益は洪水防御又は軽減による防止効果であり、直接被害及び間接被害の防止と軽減を含む。

直接被害は(a) 穀物、家畜類、水産等の農産物被害及び(b) 家屋、建造物及び下部構造等の被害を含む。間接被害は(c) 交通途絶に起因する追加交通費及び(d) 救助及び救済活動費用を含めた経済活動の停止による被害である。

洪水防御の結果生ずる他の便益は短期的には(a) 土地利用の高度化、(b) 農業生産の拡大及び(c) 農業の生産性の向上等である。長期的には(d) 農業及び水産工業の発展、(e) 経済及び雇用構造の変化、(f) 個人所得及び消費の増加、さらに(g) 生活環境の向上等が含まれる。これらの効果はそれ自体を可能ならしめ、高揚させ、あるいは発生又は発展を加速するという意味で、洪水防御便益に帰することができる。

(2) 直接便益

Upper Agno川及びPantal-Sinocalan川の年平均洪水防御直接便益は1991年価格でそれぞれ 283.4百万ペソ及び 207.0百万ペソとなる。両者の合計は 490.4百万ペソである。

(3) 他の便益の算定

産業連関（インプット・アウトプット）分析及び仮設分析の結果は、連鎖効果及び金銭的に計算される効果に見られるように、上述のような経済的間接効果による成長が大ききなものであることを示している。これらの間接的経済効果の潜在価値は控えめに見積って年間11億ペソとなり、直接便益を上回るものである。従って、将来の開発を考慮した洪水防御便益を算定する為に、当地域の経済成長率を用いることは控えめであると言える。この成長係数を予測されるGRDP実質成長率と同じ 4.9%と仮定した（第 2.3.5節参照）。

4.5.2 経済的費用便益分析

(1) 評価法

経済評価では費用便益分析により洪水防御事業の正当性を検討した。経済的
内部収益率（EIRR）が社会的割引率を超えるかまたは等しい場合、あるい
は純現在価値（NPV）がゼロより大きい場合に事業は妥当であると評価する。
社会的割引率は資本の機会コスト又は回収率と定義されるが、NEDが設定す
る15%を採用した。

(2) プロジェクト・エコノミック・コスト

推奨する優先事業のエコノミック・コストの内訳を次に示す。

(単位：百万ペソ)

	Upper Agno川	Pantal-Sinocalan川
主建設費	2,324	2,246
他の費用		
補償費	246	195
管理費	129	122
物質的予備費	405	384
エンジニアリングサービス	372	359
総事業費	3,476	3,307

(3) 費用便益分析の条件

分析ケース及び便益フロー

費用便益分析を次の4ケースに対し行った。

- (i) ケースA：Upper Agnoプロジェクト単独
- (ii) ケースB：Pantal-Sinocalanプロジェクト単独
- (iii) ケースC：Upper Agno及びPantal-Sinocalanプロジェクト両者の同時実
施
- (iv) ケースD：Upper Agno及びPantal-Sinocalanプロジェクト。第4.6節
に提言するスケジュールで前者を5年先に実施する。

最も実現性が高いシナリオはケースD：両事業の段階実施案である。

当調査は将来の開発レベルの便益フローを予想されるGRDP成長率と同じ
年率4.9%で成長すると仮定した。

費用便益分析の条件

費用便益分析を下記条件にて実施した。

(I) 基準年	1990年頭初
(II) 事業有効期間	50年間 (1995年～2044年)
(III) 経済評価期間	50年間 (1995年～2044年)
(IV) 建設期間	10年間 (1995年開始)
(V) 運転維持年経費	完成工事区間の建設費及び物質的予備費の 0.5 %
(VI) 価格水準	1991年
(VII) 便益フローの成長係数	1.049 (GRDP成長率と同じ)
(VIII) 社会的割引率	15%
(IX) 外貨交換率	1.0 米ドル = 27.8ペソ = 137 円

(4) 費用便益分析の結果

分析ケース	費用及び便益
ケースA : Upper Agno	
費用 (百万ペソ)	3.476
便益 (百万ペソ/年)	283
E I R R (%)	20.58
N P V (百万ペソ)	976
ケースB : Pantal-Sinocalan	
費用 (百万ペソ)	3.307
便益 (百万ペソ/年)	207
E I R R (%)	16.96
N P V (百万ペソ)	318
ケースC : 組み合わせ同時実施	
費用 (百万ペソ)	6.783
便益 (百万ペソ/年)	490
E I R R (%)	18.83
N P V (百万ペソ)	1.295
ケースD : 組み合わせ段階実施	
費用 (百万ペソ)	6.783

便 益 (百万ペソ/年)	490
E I R R (%)	20.47
N P V (百万ペソ)	1,393

ケースAはエコノミック内部収益率 (E I R R) 20.58 %と最高となり、ケースBは 16.96%となった。従って、Upper AgnoプロジェクトをPantal-Sino-calán プロジェクトに先行することを正当とする。

ケースDの段階実施はE I R Rが20.47 %とケースCの同時実施案、18.88 %より高いと評価された。ケースDはE I R Rは2番目であるが、純現在価値 (N P V) は最も高く段階実施の正当性を示している。ケースDはまた、比政府の予算上の見地より最も好ましく、最適の選択となるであろう。

(5) 感度分析

ケースDを最適案として、将来の経済状態のありうる変化に対する感度分析を実施した。結果を以下に要約する。

感 度 分 析	E I R R (%)
基本ケース	20.47
ケース1：費用10%増	19.07
ケース2：成長率を 3.9%に低下した場合	18.10

4.5.3 事業の社会経済的影響評価

(1) 社会経済への影響

a) 社会的損失

優先事業実施により発生する社会的損失は第5. 2節で述べるが、土地の侵害、浸水、土地取得と移転にかかわる社会的係争、インフラ (下部構造) への損傷、病気の発生、水利権の係争及び海水の侵入を含む。

b) 社会的便益

下記する社会的便益は社会的損失を上回ると評価される。

居住地への影響

治水工事を実施することにより河川流域内の共同生活体は台風被害が軽減されることになる。洪水被害分析によると洪水規模により61,000人から1,589,000人が洪水の影響を受けていると見積られる。さらに、洪水による死傷者数、死亡率及び罹病率が顕著に軽減され、経済活動も飛躍的に改善されるであろう。

労働及び雇用機会への影響

洪水防御は各種の影響を労働機会と雇用機会へ与えるだろう。1次的な影響は、治水事業に関連する建設工事の機会である。事業実施期間中は多数の熟練工を必要とするだろうし、建設後は関連諸機関はその運転維持の為に追加要員の雇用が必要になる。

2次的な影響は、農業生産の増加に伴う雇用機会であるが、これらは農地や養魚池を侵害することにより失われる労働機会を上回るものである。3次的な影響は最も大きな影響を与えるものと推定されるものであるが、経済及び雇用構造の変化に伴う労働機会増である。

(2) 伝播効果：地域及びマクロ経済への影響

a) 地域経済への影響

洪水防御により被害を軽減することができれば、Pangasinanの対象流域内の経済の生産性は向上するであろう。プロビンスの農産物の剰余生産はその加工と取引の経済基盤を強化するだろう。洪水防御の伝播効果は、生産、加工ならびに商品の流通に対し、地域間の連結の強化として現われるであろう。

結論を言えば、洪水防御はPangasinanの流域経済がその潜在力を達成し、その結果Ilocosリージョンの経済成長を可能ならしめる。最終的には当地域の経済は期待される将来のGRDPの成長を達成し、あるいは超えることが可能になるであろう。

b) 国家経済への影響

強化されるPangasinan主導の経済成長は、Ilocosリージョンが、経済的停滞状態から脱却しながら国家開発目標を達成することに寄与することになるだろう。このことは、開発が進んだ地域との間に存在する隔たりを結合することに寄与し、地域間交易及び流通を増加させる。拡張する消費経済は地域経済の利益に寄与するはずであろう。

一方、当河川流域はUrdanetaとDagupan市を通過し、Luzon島の北部基点と南部の起点とを連結する重要な基幹道路にまたがっている。この地理空間的重要性により、治水効果の影響は当地域内に限定せずLuzon島の他の地域へも与えることになるだろう。

4.6 プロジェクト実施スケジュール

4.6.1 段階実施スケジュール

Upper Agno川プロジェクト及びPantal-Sinocalanプロジェクトの事業費（ファイナンシャル・プロジェクト・コスト）はそれぞれ3,913百万ペソ及び3,896百万ペソとなる。仮に二つの優先事業を1995年から5年間で同時に実施する場合、必要となる年平均事業資金は1,560百万ペソとなり、調査対象地域内の1995年に計画されるGRDP 408億ペソ（1990年価格）の3.8%に相当する。Ilocosリージョンの1990年におけるインフラ（下部構造）への公共投資はGRDPの約1.9%の実績がある。

Upper Agno川に最優先順位を、Pantal-Sinocalan川に第2番目の順位を与え、それぞれを10年間で2段階に実施し、かつ全ての事業を15年間で完了する実施計画を策定した。この場合、年投資資金は当地域のGRDPの1%の水準に相当する。図4.6.1に示す実施スケジュールはUpper Agno川の建設開始を1995年、Pantal-Sinocalan川のそれを2000年と設定し作成された。当スケジュールは下記条件を前提としている。

- 1) Upper Agnoプロジェクトの第1期工事の詳細設計が最終報告書（フィージビリティ調査）提出に引続き行われる。
- 2) 当事業は、国際融資機関より融資される為、折衝と同意に要する所定の期間が必要となる。
- 3) フィリピン共和国と融資機関との借款協定は詳細設計完了時までには締結されている。
- 4) 土地取得と補償費の支払いが建設工事開始前に完了している。

Upper Agno川プロジェクトの第1期工事は、既存の堤防システムを10年計画洪水で再建補強すること及び新しいPoponto放水路と遊水池を同時に建設することを第一の目的としている。第2期工事は低水路の掘削、護岸の設置及び他の諸工事より成る。第1期と第2期工事の位置を図4.6.2に示す。

第1期及び第2期の事業費はそれぞれ 2,923百万ペソ及び 890百万ペソである。それぞれの事業費の内訳と工事数量を表 4.4.5と表 4.4.6に示す。

Pantal-Sinocalanプロジェクトの第1期工事は三つの自治体Dagupan 市、Carasiao及びSanta Barbara を10年計画洪水で防御することを目的とする。当工事は推奨するバイパス路、Sinocalan 川の右岸堤の河口部よりSanta Barbara 上流区間までの建設、Sinocalan の右岸、Santa Barbara 地区の土堤及びPantal川の両岸の護岸工より成る。第2期工事はSinocalan 川、Dagupan 川及びIngarela川の残る堤防、低水路改修、護岸並びに他の諸工事より成る。第1期と第2期工事の位置を図 4.6.3に示す。

第1期及び第2期の事業費はそれぞれ 1,977百万ペソ及び 1,918百万ペソである。それぞれの事業費の内訳と工事数量を表 4.4.7及び 4.4.8に示す。

第4.1節で述べたように河川上流部での新しい堤防システムの建設は、洪水流量を新河川敷内に閉じ込め、下流域の洪水量の増加をもたらす。この観点より、これらの事業の第1期工事の実施、とりわけUpper Agno川の実施には、増加洪水に起因する悪影響を及ぼす洪水事故を防ぐ為に特別の配慮を必要とする。要するに、Poponto 放水路と遊水池を含めたBayambang-Alcala区間、Alcala~Asingan区間及びAsigan-San Manuel 区間は同時に実施されなければならない。

4.6.2 必要事業資金

前述の2段階実施計画に基づき、Upper Agno川プロジェクト及びPantal-Sinocalan 川プロジェクトの年支出スケジュールを1991年5月価格水準で予備的に求め、その結果をそれぞれ表 4.6.1及び表 4.6.2に示す。