

5.5 非施設の方策の検討

非施設の方策の検討には地区別ごとの詳細な土地利用・社会経済資料及び詳細な洪水記録を必要とする。本調査においては、主としてこれらのデータ不足から、詳細な検討は困難であったが、以下に流域全体的観点からの予備的評価を行なうものとする。

5.5.1 非施設の方策の代替案

(1) 洪水氾濫域管理

現況氾濫域においても、将来の地域経済活動の活発化に伴って、ある程度の伸びをもって土地利用開発、農業生産、資産価値の増加があり得る。このことは、氾濫地区の被害ポテンシャルが漸増することを意味する。本案は、規制又は指導によってこれらの被害ポテンシャルの将来の伸びを抑制しようというものである。具体的な方策としては、

- 洪水氾濫地区の指定（被災度、危険度別）
- 氾濫域内開発行為の管理
- 住民への教育・指導

この方策は、基本的に全ての地区に適用可能であり、かつ将来の被害ポテンシャルの高い地区ほど有効である。

(a) 氾濫域開発の仮定

（開発規制・指導を実施しない場合）

- 人口、資産、農業生産とも、非氾濫地区の伸びの1/4の割合で伸びて行く。即ち、この率で被害ポテンシャルが増加する。

（開発規制・指導を行う場合）

- 人口、資産、土地開発の伸びが抑制され、被害ポテンシャルの伸びを規制・指導を行わない場合の約半分に押さえ得るものと仮定する。将来開発は主として非氾濫地区において実施されることになる。

(b) 便益の算定

開発規制によってもたらされる便益は、上記2ケースの被害額の差、即ち氾濫域における将来の被害ポテンシャルの伸び分に相当する。

(c) 費用の算定

i) 開発管理に要する費用

開発規制・指導業務に係る事務所員給料、建物、機器及びその他の費用が管理期間を通じ発生する。推定費用を表 5.5-1に示す。

ii) 管理用土地図作成

管理作業のために氾濫域の詳細図(1/2500程度)を作成する必要がある。

この費用は当初3年間に発生するものとする。推定費用を表 5.5-1に示す。

(2) 建物構造変更

この方策は高床式への建物構造変換、建物周りの小築堤あるいは盛土による土地嵩上げ等の施策によるものである。ここに建物嵩上げあるいは築堤は約1mと想定する。この方策の実施によって、特に浸水深1m程度の小洪水の場合建物及び資産の被害を防御できる。

この方策は下記の如き状況を呈する洪水地区で有効である。

- 人口が比較的少なく建物が点在する地区
- 農業被害が顕著でない地区
- 洪水状況が軽微な地区、即ち浸水深が浅くかつ静流洪水である地区

(a) 便益の策定

当該地区における建物・資産に対する洪水被害軽減額を、便益とみなせる。この方策による場合、農地・公共施設に対する被害、また間接被害は軽減できない。

(b) 費用の算定

本検討では、高床式への住宅構造変換又は住居地嵩上げの為の補助金を費用として見做す。推定費用を表 5.5-1に示す。

(3) 住民移転

この案は被害ポテンシャルを減少せしめる為に、土地利用変換(たとえば稲作からゴム、オイルパーム等に変換)また住民移転を積極的に行なう施策である。

通例、この案は下記の如き状況の地区に適用される。

- ・土地利用(特に稲作)が未だ小規模である地区(広大な地区にわたる土地利用変換ではないこと)
- ・移住人口が過度に多くない地区
- ・死者が出るような危険地区(住民移転の必要度が高い)

パナイ流域の場合、稲作が広い地域で既に行なわれており、耕作変換を強制することは

地域経済の観点から非实际的である。また、稲作を含め現況農地は洪水被害を受けながらも通年では純生産高がプラスとなっている。これらの事情に鑑み積極的な土地利用変換が、適当な施策とは考えにくい。従って、ここでは住民移転のみを行うことを施策とする。

(a) 便益の算定

住居及び関連する施設を非洪水地区に移転させる。従って、建物及び資産、公共施設の洪水被害及びそれに伴う間接被害の軽減額が便益となる。

(b) 費用の算定

この方策の費用としては、(i) 建物・施設の移転費用、及び(ii)移転先の土地購入費用を見込む必要がある。推定費用を表 5.5-1に示す。

5.5.2 非施設の方策の評価及び選定

第 5.5.1節で述べた3つの代替案について、防脚対象地区区分毎に費用－便益指数を算定した。結果を表 5.5-2に示してある。

同表の結果に基づき、下記事項が提言できる。

(a) 氾濫域開発管理：

幾つかの地区において経済的に成り立ち（割引率8%に基づく）、また全氾濫域平均値としても相応の効果(EIRR=8%)があるという結果になっている。この施設は大きな初期コストを伴わず実施可能であること、および住民の被災額を不要に増大せしめぬという民生的見地から、全氾濫域についてこの施設を実施することを提言する。

(b) 建物構造変換

大半の地区が1m以上の浸水を受けるので、総合的評価としては本調査では有利な施設とは判定されなかった。但し、地区内の個別の浸水深の小さい場所においては有効な施策と思われるので、次段階のF/Sの調査項目の1つとして個々の場所別に詳細検討の価値がある。

(c) 住民移転

表 5.2-2に示す予備的検討の結果、2つの地区においてこの施策が有効であると目された。よって、この2地区を計画の中にもめるが、次段階のF/Sにおいて個々の住宅別の詳細な吟味が必要である。

選定した非施設の方策を表 5.5-2の最右欄に示す。

5.6 洪水予警報施設

洪水流出を予知することによって、資産被害の一部及び死者等の人的被害を軽減できる点で、この方策は有効である。パナイ流域においては、中流部以下の地区での氾濫は比較的緩慢であるので、警報が出されてからの避難、資産移動、応急被害対策をとれる時間もある。配備施設としては、当面は上・中流部主要地点に水位標を設置し、水位相関法(stage correlation technique)による洪水予知を行なうことが、直ちに実施できる方策として適当である。数年の記録に基づき、流出形態・水位相関を把握した上で、追ってテレメーター・システムを導入することが適当である。実測に基づく警戒水位の設定、またテレメーター雨量計の設置によって、中流部以のみならず上流部における洪水予測も可能となる。

図. 5.6-1に設置すべき水位標・雨量計及びテレメーター設備配置計画案を示す。

(a) 便益の算定

洪水予警がもたらす便益効果の算定は一概に難しく、詳細な実績調査に基づく必要がある。従って、本調査においては、予備的な算定にとどまるが、算定に際し下記の事例を参考とした。

- USA における経験値として、洪水予警に基づく緊急対策によって被害額の少なくとも5%、場合によっては15%の軽減が可能という報告がある。
- マレーシア国クランタン川の調査では、家財等移動可能な資産の25%に相当する被害軽減が可能としている

本調査においては、試みに総被害額の5%、又は資産被害の25%のうち、いずれか小さい方を便益としてみなした。

(b) 費用の算定

表 5.6-1に推定費用を示す。

上記の便益、費用算定方法に基づいて、洪水予警システムの経済評価を行った。結果を表 5.5-2に示すが、内部収益率は3.2%と算定され、実施は経済的見地からは妥当化されない。しかしながら、洪水防御計画地区に施設案あるいは非施設的方法のいずれが実施されようと、それらの適切な運営の為に、洪水予測情報は不可欠である。主として、この技術的理由に基づき、施設案/非施設案の補助的施設として洪水予警システムを施すことを提言する。

5.7 洪水防御事業の策定

第 5.2 節から第 5.6 節における検討において長・中・短期別に今後の開発に値する洪水防御計画が明かにされた。各々の計画の詳細を表 5.7-1 にまとめて示し、その大要は下記のとおりである。

長・中・短期別 洪水防御計画案

計 画 事 業	長期計画案	中期計画案	短期暫定 計画案
	LP	MP	SP
計画対象洪水 施設案	100年	25年	3-10年
河川改修工事	109.4km	72.6km	22.1km
ダム計画			
- パナイBダム	*	*	*
輪中堤(4町村)	-	-	*
非施設の方策	*	*	*
洪水予警施設	*	*	*

*実施 - 考慮せず

前述した如く、長期計画案及び中期計画案の実施は現時点では経済的に見合わない (EIRR<8%)、従って、経済的に妥当化できる短期的暫定計画案をまず実施し、次いで中期計画案、さらに長期計画案のレベルまで事業を拡大するという段階的实施を行うことが適当である。

実 施 段 階

第1期工事

第2期工事

第3期工事

計 画 事 業

上表の短期的暫定計画の実施

中期計画案レベルまでの事業拡大

長期計画案レベルまでの事業拡大

事業の段階的実施についての詳細は、第10章に述べる。

第6章 農業及び灌漑開発計画

6.1 将来の開発計画

6.1.1 開発構想

バナイ川流域における、農業及び灌漑開発の基本構想は、土地の有効利用と灌漑面積の拡大により稲作の単位収穫高を上げ、生産量を増大することであろう。この基本構想は次の点を配慮して策定された。

- (a) 政府の開発計画と一貫性をもたせる。
- (b) バナイ島の外部にも市場を求める。
- (c) 農家の収入を増加させる。
- (d) 米作の収益性を増加させる。

稲作出来高増大のために立案される農業及び灌漑の対策として次のようなものが考えられる。

- (a) 灌漑農業の改善技術の導入を図る。
- (b) 適正な農業普及及び支援体制を整える。
- (c) 現在の灌漑地区のグループをより機能的で実施可能な組織に発展させる。
- (d) 灌漑可能地区に、安定・継続した水供給をするための灌漑施設を設ける。
- (e) 現存の灌漑施設を改善し、作物の生産性及び作付率の向上を図る。
- (f) バナイ川に沿って、分散している現在のPIS(灌漑システムの一つでポンプによる小規模の設備で運営している)を統合する。
- (g) 灌漑施設が完成した後の施設の運用、維持及び水管理をより有効なものにする。

6.1.2 灌漑区域の選定

灌漑計画区域を選定するために、まず第一段階として図 6.1-1に示すように、土壌、地形、土地の適用度、現在の土地利用、広さ等を考慮して流域内の10ヶ所の灌漑可能区域を選定した。

これらの灌漑可能区域は、次に、各区域の全面積、現状の灌漑状況、水需給状況、及び取水工設置可能状況等を考慮して、NIS(1単位1,000ha以上の現況で国家灌漑局(NIA)により建設され運営される)、CIS(1単位1,000ha以下で、NIAが建設するが、運営は農民の共同体で行う)及びPISに分類された。

灌漑可能面積と灌漑管轄区を区分すれば下記のようなものである。

区域内の灌漑区域

区 域 名	灌漑可能 面積(ha)	所 轄	現在の灌漑 面積 (ha)
(1) タバツ	500	CIS	190
(2) ドマラグ	500	CIS	250
(3) タオ・パニタン	1,500	PIS	790
(4) パニタン・パナイ	3,400	NIS	1,590
(5) レメリイ	700	CIS	250
(6) ドラマオ	550	CIS	90
(7) カルテロ	650	CIS	30
(8) ハグナヤ	400	CIS	90
(9) マンプリオ	2,500	NIS	1,640
(10) イラス	1,000	CIS	720
合 計	11,700		5,640

上記の可能区域の中から、パニタン・パナイ区域とマンブリオ区域がNIS 開発の候補として選択された。両区域共、現在の灌漑区域がすでに1,000ha を越えているからである。両区域の灌漑水路の配置をさらに検討した結果、パニタン・パナイ区域は、3,250ha そしてマンブリオ区域は2,145ha と見積られた。

6.2 計画灌漑区域の現況

6.2.1 自然条件

(1) パニタン・パナイ区域

パニタン・パナイ灌漑区域の検討対象区域としては全体で6,000ha を包含しており、パナイ川下流域の沖積平原に広がっている。

対象区域の土壌は、主として沖積土区域稲作に適したものであり、対象区域の78%

(4,650ha)を覆っている。農業開発にとっては、好適な土地であり、特に沖積土区域は、開発価値が高いといえる。この区域の農業圏として土地利用適性は、図 6.2-1に示す通りである。

地形条件が不利な区域及び洪水防御工事で占用される区域を差し引いて、NIS の開発区域として、合計3,250ha が推奨される。この開発区域のうち、1,600ha はPIS により開発済であるが、この開発済区域は、施設が古くなり、機能を十分果たしていない他、水配分の不敵性、塩水侵入という問題をかかえ、維持管理費を増大させる状況となっている。

(2) マンプサオ区域

マンブサオ区域は、パナイ川の支流であるマンブサオ川の兩岸に広がっており、全体面積は4,000ha である。この区域は、沖積平原、自然堤防、くぼ地、沼地及び丘陵から形成されている。全体としては、東方に低いゆるやかな勾配をもっており、現在は、中小の河川により排水されている。

土壌は主として沖積土で肥沃であり、この沖積土は対象区域の80%(3,200ha) を覆っている。農業開発に対する土地利用適性は高く、その適性分布は図 6.2-2に示す通りである。

対象区域をさらに検討した結果、開発区域としては、2,145ha が選定された。この開発区域は、現在の河川水による自然流入による灌漑区域 (PIS の1,440ha)と、その付近の区域からなっている。灌漑計画は、現在の取水施設及び水路の修復と、それら構造物の延長工事を含んでいる。

6.2.2 土地利用の現況

パニタン・パナイ区域の現在の土地利用は、主として、航空写真を解決することによって行われた。パニタン・パナイ区域の低地は、灌漑用水を供給することによって、最大限の利用に近い稲作が行われており、稲作地は、検討対象区域6,000ha の85%にあたる5,100ha となっている。

マンブサオ地域の平地及び低地は、灌漑用水及び雨水により米の2期作が行われている。稲作地の限度は約3,400ha であり、検討対象全域である4,000ha の85%を占めている。

6.2.3 農業人口

パニタン・パナイ区域の人口は、流域人口の約 448,000人の約8%にあたる約37,700人である。そのうち農業人口は約26,000人となっている。

マンブサオ区域の人口は、流域全体の約4%にあたる約21,000人である。このうち農業人口は約11,200人となっている。

6.2.4 農業生産量

両灌漑区域の作付様式は、異なっている。パニタン・パナイ区域においては、米の3期作が、灌漑されている水田のかなりの部分で行われているが、マンブサオ区域では、ほとんどの区域で二期作行われている。両地域で行われている代表的な作付様式は図 6.2-3に示す通りである。

水田耕作は、雨季でも乾期でも、一般に直播き法により行われている。農家の家族のほとんどは、稲作に従事し、耕起には水牛をはじめとして、家畜が有効に使われている。農業機械の使用はまだ一般化していない。

高収性品種である、IR-36, IR-50, IR-52 等の稲が作付されており、これらの品種の育成期間は 105-115日間と短い。種籾は、前年に収穫し保存しておいたものか、キャピッツ州種籾生産協会から供給されるものを使用されている。農地の耕起及び整地の作業は種播き前又は、苗の移植前に家畜を利用して行われており、代かきの後、直播き又は田植が行われている。肥料は 1 haあたり 100kg の窒素の 2分割投与 150kg の燐酸施肥が行われている。収穫は、一般に鎌による刈り取り法がとられている。

現在の稲作の生産量を調査するために、水田における水稲の収量調査が行われた。この調査と解析の結果、現在の稲作産出量は、灌漑水田 3.2トン/ヘクタール、天水田で 2.8トン/ヘクタールと算定された。現在の稲作の生産量はパニタン・パナイ区域で 13,500トン/年、マンブサオ区域で 10,200トン/年である。

水牛と雄牛が、食肉用と同様に、農家作業の労働用として重要な役割を果たしている。又中小家畜及び家畜は、各家庭の食肉用として生産される他、市場においても売買されている。

6.2.5 米の市場と価格

州内の各家庭での消費量を越える米は、国家食糧庁 (NFA) の購入所及びバイヤーを通して NFA に売却されている。NFA によって集められた米は、NFA 自身の設備又は NFA と契約している設備において、精製又は再乾燥されて他の州に輸送されている。

米の価格は一般に NFA を通じて政府により管理されている。1984年 9月現在、米の政府買入れ価格は、2.65 ペソ/kg である。又、精米の放出価格は、一般市場の天井価格 4.85 ペソ/kg の時、4.65 ペソ/kg と定められている。

6.2.6 農家の収入・支出

農家における現在の経済状態を知るために、パニタン・パナイ区域とマンブサオ区域の平均的な米作農家選ばれ調査された。前者は7人家族で1.5ha、後者は8人家族で2.2haを耕作している。この標準的農家の収入・支出は、調査の結果、次表のようであった。

現在の平均的農家の収入と支出

(単位：ペソ/年)

項 目	パニタン-パナイ	マンブサオ
A. 農家収入	(1.5ヘクタール)	(2.2ヘクタール)
1. 穀物	8,830	11,440
2. 家畜	2,500	2,600
3. その他貸金	4,500	4,500
4. 臨時	200	200
収入合計	<u>16,030</u>	<u>19,540</u>
B. 農家支出		
1. 税金等	600	840
2. 生産費	14,740	17,840
支出合計	<u>15,340</u>	<u>18,680</u>
C. 支払い可能(A-B)	<u>+ 690</u>	<u>+ 860</u>

上表によると、パニタン-パナイ区域の1.5ha農家の収入は16,030ペソであり支出は15,340ペソであった。従って、支払い余剰は690ペソとなる。一方マンブサオ区域の2.2ha農家の収入は19,540ペソ、支出は18,680ペソであり、支払い余剰は860ペソであった。

6.3 灌漑計画の策定

6.3.1 予想収穫量

6.1.1節の農業の開発構想で記述したように、米作は、流域における主要作物となっている。但し、パニタン・パナイ区域の一部では、緑豆(アオアツギ)が生産の多角化のための補助作物として推奨されている。

又、検討した結果推奨された作付様式は図6.3-1に示す通りである。この作付様式を設

定するにあたっては、灌漑水路施設の維持期間を考慮して1ヶ月の休閑期間を与えた。マンブリオ区域においては、IR-38 やIR-54 のような中生種を使つての二期作を提案しているが、パニタン・パナイ区域においては、IR-36 やIR-50 のような早生品種を使つての三期作を提案している。

米産出量調査の結果から、この報告書で勧告された灌漑プロジェクトを実施した場合、乾期雨季を通して、予想目標収量は平均畝で5トン/ヘクタールとなる。この目標高はむしろひかえ目な値で、適正な耕種方法をとり入れるなら十分実現できるものである。つまり、新しい農業方法を取り入れることにより、米の生産量はほぼ2倍に増大することが期待される。具体的にいうと1㎡当りの精粗粒数を、プロジェクト完成後現在の17,000粒から30,000粒に増大することである。

6.3.2 必要灌漑用水量

単位取水用水量はマンブサオ区域については1976年から1982年の7年間の月流量そして、パニタン・パナイ区域については、1950から1983年の34年間の月平均降雨量記録を基にして、月単位で算定された。マンブリオ区域については、自然流量を有効に使用するという観点から、作付カレンダーに、よく適合するように2つの作付体系が検討された。ケース1としては、従来からとられている時期に雨季の作付をした場合であり、ケース2は雨季における作付を半月間遅らせた場合である。2つの代替案を含むマンブサオ区域とパニタン・パナイ区域における作付体系は、図 6.3-2に示す。又、算定された単位取水用水量は表 6.3-1から 6.3-3に示す。

次に河川水其自然流入形式の場合の灌漑用に使用できる河川流量を検討した。取水予定地点で80%期間確保できる月別濁水流量と例年灌漑用水が不足する5ヶ月間の灌漑用水必要量とを比較し、その結果は下表に示すとおりである。

月	使用可能河川流量と灌漑必要量		(単位: m^3/sec)		
	パニタン・パナイ区域		マンブサオ区域		
	濁水流量	灌漑必要量	濁水流量	灌漑必要量	
				ケース1	ケース2
2月	26.5	1.14	3.0	2.51	2.51
3月	20.1	2.21	1.8	0.66	0.66
4月	12.8	2.57	0.6	0	0
5月	16.4	4.75	0.8	2.10	0.64
6月	40.1	3.22	3.6	1.97	2.60

上表から、パニタン・パナイ区域では、渇水年においても安定した灌漑用水量が得られることがわかり、マンブサオ区域では、ケース2のみ新たに水源を開発しなくても十分な供給ができることがわかった。それゆえ、マンブサオ区域については、ケース2の作付カレンダーを採用するものとした。

検討の結果設定されたマンブサオ及びパニタン・パナイの両NIS区域とCISによる開発可能区域における灌漑用水必要量は、5年に1回発生する渇水年における可能取水必要量を基に算定された。算定の結果は表 6.3-4に示す通りである。

6.3.3 計画排水量

勧告された灌漑計画区域はパナイ川とその支川に沿う沖積平原上に広がっている。この区域において排水がよくない場合は、りっぱな灌漑施設ができた後でも、生産性は上昇しないものと考えられる。

計画排水量は、水田上に 100 mm の降雨があった後3日以内に5年確率の3日間降雨があるものとして計算された。計算された計画排水量は13.1リットル/秒/ha (113 mm /日) である。

6.3.4 パニタン・パナイ灌漑区域の取水方式の検討

パニタン・パナイ区域で設定された3,250haの灌漑区域は、パナイ川の下流に沿う沖積平原上に位置している。3,250ha全域に水を供給するのは、ポンプ設備が必要であるが、1,250haは、自然流取水方式による供給が可能である。表 6.3-5は両者の一般的特徴を示し、図 6.3-3は両者の灌漑区域の全体図を示す。図 6.3-4及び 6.3-5は、ポンプ場と取水工の全体計画図である。

取水施設を選択するために、表 6.3-6に示すようにヘクタール当りの取水施設の年平均費用を比較した。この結果から、ポンプ施設方式は、年平均費用で比較する限り、自然流下方式より経済的となった。この経済的有利性を別にして、ポンプ施設方式は、3,250haの全灌漑面積に水供給ができ、政府の投資が各農家に平均的に行きわたることになる。従って、パニタン・パナイ区域における取水には、ポンプ方式を採用するものとした。

6.3.5 灌漑設備

灌漑施設を決定する基本は、農作業の最適な開発のために最も効率のよい経済的な方法をとれるために十分な施設であることである。

パニタン・パナイとマンブサオの両区域の計画において必要とされる施設の主な特徴を

表 6.3-7と 6.3-8にまとめて示した。又、両区域の全体計画図は図 6.3-6と 6.3-7に示した。

6.4 開発費用の算定

開発費用は、直接費用と施設の維持管理費、土地取得費、事務経費等の間接費用と予備費から成る。これらの費用は、1984年価格をベースに算定された。両区域の見積り価格の内訳は、表10.3-4と10.3-5に示す通りであるが、そのまとめは下表に示す。

灌漑施設の建設費用

(単位：×10³ ペソ)

項 目	合 計	外 貨	内 貨
<u>パニタン・パナイ区域 (全体)</u>			
直接開発費	118,080	69,860	49,230
間接費	40,860	24,750	16,110
小 計	<u>158,940</u>	<u>93,600</u>	<u>65,340</u>
予備費	23,850	14,040	9,810
合 計	<u>182,790</u>	<u>107,640</u>	<u>75,150</u>
<u>パニタン・パナイ区域 (P-1 Pump)</u>			
直接開発費	31,880	20,270	11,610
間接費	14,810	8,890	5,920
小 計	<u>46,690</u>	<u>29,160</u>	<u>17,530</u>
予備費	7,000	4,370	2,630
合 計	<u>53,690</u>	<u>33,530</u>	<u>20,160</u>
<u>パニタン・パナイ区域 (P-2 Pump)</u>			
直接開発費	86,200	48,580	37,620
間接費	30,830	19,960	10,870
小 計	<u>117,030</u>	<u>68,540</u>	<u>48,490</u>
予備費	17,480	10,210	7,290
合 計	<u>134,510</u>	<u>78,750</u>	<u>55,760</u>

マンブサオ区域

直接開発費	48,618	24,156	24,462
間接費	20,430	13,410	7,020
小計	69,048	37,566	31,482
予備費	10,350	5,634	4,716
合計	79,398	43,200	36,198

年平均の維持管理費用は、プロジェクト職員の給与、施設の運用、維持・修理のための材料及び労務費、そしてプロジェクトの運営費からなる。

両区域における運用維持管理費は下表のように算定された。

運用、維持管理費

区 域	年平均運用管理費	
	(円×10 ³)	(円/ヘクタール)
パニタン-パナイ(全体)	6,021	1,852
パニタン・パナイ(P-1ポンプ)	1,868	1,990
パニタン-パナイ(P-2ポンプ)	4,214	1,832
マンブリオ	1,400	650

特に土木施設よりも使用期間が短い機械及び電気の設備のいくつかは、プロジェクト運用期間である50年間に、ある周期で更新する必要が生じる。この更新費と耐用年数は次のように設定された。

耐用年数と更新費

項 目	耐用年数 (年)	更新費 (円×10 ³)		
		全 体	P-1	P-2
<u>パニタン-パナイ区域</u>				
ポンプ及び関連機器	25	19,940	9,540	10,550
水路のゲート	25	1,040	310	740
維持管理設備	10	6,500	6,480	6,260
<u>マンブサオ区域</u>				
水路のゲート	25		830	
維持管理設備	10		6,260	

6.5 開発計画の評価

6.5.1 経済評価

(1) プロジェクトの経済費用

プロジェクトが経済的に妥当かどうかはまず経済的内部収益率により評価された。

経済費用は 6.4 節で算定された工事費から土地取得費を引いたものであるが、内貨部分については財務費用に標準変換係数(0.82)を乗じたものである。算定された経済費用をまとめると下表のようになる。

灌漑計画の算定経済費用

項 目	費用 (P×10 ³)		
<u>パニタン-パナイ区域</u>	<u>全体</u>	<u>P-1</u>	<u>P-2</u>
1. 直接工事費	109,244	29,790	79,434
2. 維持管理費	9,252	6,012	7,380
3. 技術費	22,770	6,138	16,614
4. 事務費	4,842	1,314	3,528
5. 予備費	22,086	6,534	16,164
計	168,174	49,788	123,120
<u>マンブリオ区域</u>			
1. 直接工事費		44,215	
2. 維持管理費		7,576	
3. 技術費		9,370	
4. 事務費		1,993	
5. 予備費		9,501	
計		72,455	

(2) プロジェクトの便益

両区域で生まれる経済的便益は米の輸入価格を基に算定された。農業生産物と農業への投入物の農家庭先経済価格は、世界銀行によって予測された1983年から1995年の長期間の予測国際価格を基に計算され、今回の算定では、1994年の予測価格が経済便益の算定に使用された。

プロジェクトの便益はプロジェクトを実施した場合と実施しない場合の直接利益の増加として定義された。プロジェクトを実施した場合と実施しない場合の平均的農家の直接利益は、表 6.5-1と 6.5-2に示すように農業開発が予定通り十分進展するものとして算定された。洪水防御計画の防御レベルを越えるような洪水により発生する残留洪水被害は、負の便益として算定にとり入れた。各洪水防御レベルにおけるプロジェクトの全増加便益は、次のようになった。

灌漑開発による増加便益

項 目	パニタン・パナイ区域			マンブサオ区域
	全体	P-1 Pump	P-2 Pump	
平均農家の規模 (ha)	1.5	1.5	1.5	2.2
全灌漑面積 (ha)	3,250	940	2,310	2,145
直接利益：プロジェクトを実施しない場合 ⁽¹⁾				
平均的農家 (P)	23,958	23,958	23,958	34,610
合 計 (P×10 ³)	55,620	16,092	39,528	35,360
直接利益：プロジェクトを実施した場合 ⁽¹⁾				
平均的農家 (P)	42,498	42,498	42,498	58,766
合 計 (P×10 ³)	98,658	28,530	70,128	60,030
各防御レベルの残留被害 (P×10 ³)				
現 況	13,824	3,996	9,828	7,128
2 年確率洪水	10,800	3,132	7,668	5,418
10 年確率洪水	3,546	1,026	2,520	1,638
25 年確率洪水	1,440	414	1,026	630
100 年確率洪水	0	0	0	0
各防御レベルの増加便益 (P×10 ³)				
現 況	29,214	8,442	20,772	17,542
2 年確率洪水	32,238	9,306	22,932	19,252
10 年確率洪水	39,492	11,412	28,080	23,032
25 年確率洪水	41,598	12,024	29,574	24,040
100 年確率洪水	43,038	12,438	30,600	24,670

記：(1) 米作のみから生じた直接利益

(3) 経済便益

経済的内部収益率(EIRR)は各々の計画における上記の便益評価を基に計算された。パニタン・パナイ区域の10年確率洪水に対する防御レベル(短期洪水防御計画)のEIRRは11.7%と見積られ、マンブサオ区域の洪水防御されない場合(短期計画では現状のまま)のEIRRは12.3%と見積られた。各防御レベルでの両区域のEIRRは次表のようになった。

格防御レベルでのEIRRの比較

防御レベル	パニタン-パナイ区域			マンブサオ区域
	全体	P-1	P-2	
現 状	7.9	9.4	8.0	12.3
2年確率洪水	9.1	8.6	9.1	13.7
10年確率洪水	11.7	11.4	11.8	16.6
25年確率洪水	12.4	12.2	12.6	17.4
100年確率洪水	12.8	12.7	13.1	17.8

上表によると、両区域ともプロジェクトによる開発は経済的に妥当である。但し両地域の開発は、より高い洪水防御レベルを伴った上で現実化へ有利性を増している。

6.5.2 農家の収入・支出

農家の収入・支出は、農家での支払い能力(収入から支出を引いたもの)の増加を評価することによって行われた。プロジェクトを実施した場合と実施しない場合の農家の予算は、1984年レベルの地方の市場価格を基に算定された。算定結果は表 6.5-3に示すが、それをさらに実現すると次表のようになる。

プロジェクトを実施した場合と実施しない場合の農家予算

(単位：ペソ)

項目	プロジェクトなし	プロジェクトあり ⁽¹⁾	増加
<u>パニタン・パナイ区域 (正味： 1.4ha)</u>			
農家収入	17,100	30,880	13,780
農家支出	15,410	16,890	1,480
支払い能力	1,690	13,990	12,300
<u>マンブサオ区域 (正味： 2.1ha)</u>			
農家収入	21,520	37,179	15,660
農家支出	18,700	20,750	2,050
支払い能力	2,820	16,430	13,610

記：(1) 100年洪水防御レベル

上記の解析結果から、両計画区域における収益ある農家の支払い能力は、灌漑計画の実施により、著しく増大することがわかった。両計画区域の農家の支払い能力は灌漑料金と維持管理費を負担するのに十分である。つまり、パニタン・パナイ区域では 1,852ペソ/haであり、マンブサオ区域では 650ペソ/haとなった。

もし、パニタン・パナイ区域に10年洪水防御の工事が実施され、マンブサオ区域は現状のままとした場合、農家の支払い能力はパニタン・パナイ区域では13,640ペソそしてマンブサオ区域では13,760ペソと減少することになる。しかし、その場合でも、農家の収入・支出バランスは依然良好であることを示している。

7章 上水供給計画

7.1 流域の水需要の推定

7.1.1 開発基準

フィリピン政府は1982年に、全国の農村地域の水道開発に関する詳細な基本計画¹⁾を作成した。この基本計画においては、下記の指標によって定義される3つのサービスレベルに基づいて水供給をする計画となっている。

- (A) レベルⅠ：内壁のある井戸か源泉を供給源とし、何ら配水システムを持たないものである。一般に、住居が分散している農産地域で、井戸あるいは源泉から 250m以内の利用者に適用されるものである。
- (B) レベルⅡ：レベルⅠの施設から単一のパイプシステムで配給され、共同水道施設を持つシステムである。人口が比較的密集した農村地域で、最も遠い利用者でも、蛇口から25m以内に住むものとしている。通常一つの蛇口で4から6軒がカバーされる。
- (C) レベルⅢ：個々の家庭に供給できるパイプシステムを持ち、住居が密集した都市域に適する。

この基本計画において、政府は、定常的な水道水の供給を迅速にかつ経済的に提供するという政策を掲げている。しかし、提案された計画の実施については、国の景気後退により、その後計画修正が行なわれ、バナイ川流域についても、給水状況の改善計画に関して、下記のように目標の修正が行われた。

(A) 短期計画（1990年末まで）

- (a) すべての部落が、少なくともレベルⅠのサービスシステムを持つ。
- (b) 現存するが機能していない公共の井戸を再生するか、修理するか、あるいは別のものと置き換える。
- (c) 都市域の約50%と農村地域の部落の10%が、少なくともレベルⅡのシステムを持つ。
- (d) 都市域の約25%がレベルⅢのシステムを持つ。

(B) 中期計画（1995年末まで）

- (a) 農村地域の部落の少なくとも30%が、レベルⅡのシステムを少なくとも1つは持つ。
- (b) 既存の井戸の修理および再生に関する要望が満足される。
- (c) 50軒以上の集落のすべてがレベルⅠのサービスシステムを少なくとも1つは持つ。
- (d) すべての都市域が、レベルⅡのサービスシステムを少なくとも1つは持つ。

(C) 長期計画

- (a) 2000年の末までにすべての部落のうち約50%が、レベルⅡのサービスシステムの少なくとも1つを持つ。
- (b) 2010年の末までに70%の集落が、レベルⅡのサービスシステムのうち少なくとも1つを持つ。
- (c) 2005年の末までにすべての都市域がレベルⅢのサービスを持つ。

上記の計画に基づいて公共水道システムの供給を受ける人口に関して次の目標が立てられている。その目標によると、都市域では大幅な改善がなされるものの、農村地域の孤立した集落においては公共水道システムによる経済的な水供給サービスは受けられないものも残り、供給を受けられない率は少なくとも15%となっている。

地域	サービスレベル	普及率（%）				
		1900	2000	2010	2020	2030
都市域	レベルⅠ	50	0	0	0	0
	レベルⅡ	25	25	0	0	0
	レベルⅢ	25	75	100	100	100
農村域	レベルⅠ	36	47	52	47	42
	レベルⅡ	0	28	33	38	43
	供給なし	64	25	15	15	15

7.1.2 水需要の推定

一般に、レベルⅢのような高レベルの水道水供給を受ける人々は、低レベルの水道水供給を受ける人々より、多くの水を消費する。従って基本計画においては、1人当りの水消

費量に関して次の基準が採用された。即ちレベルⅠに対しては 30 lpcd (一人一日当りのリットル)、レベルⅡに対しては60-75 lpcdをそしてレベルⅢに対しては100 lpcdである。

表 7.1-1に、2030年までの流域内各自治体での都市域における水道需要計画を示す。2030年における総水道需要量は $25,460\text{m}^3$ /日となっている。

7.2 ロハス上工水供給施設

7.2.1 施設の必要性と経緯

現在ロハス市の水道水はロハス市水道局(ROX-WD)により供給されている。ROX-WDは、1976年に設立されロハス市の全水道システムを所有している。

フィリピンでは、地方水道事業団(LWUA)が、20,000人以上の自治体と市に対する水道事業を統制している。1976年には優先順位の第2グループに属する10の都市域の水道水供給に関するフィージビリティ調査が、LWUAと、米国のコンサルタントであるCamp Dresser /Hckee International株式会社(CDH) によって行なわれた。ロハス市における水道水供給システムの改修事業は、推奨される計画の一つとなっていた。

このF/Sに基づいて、ROX-WDの水道水供給システムの改善が実施された。現在までに容量 $7,830\text{m}^3$ /日の新たな水処理施設が建設されパイプラインが処理場から市まで付設された。又、配水管、送水管およびポンプ施設等関連施設もまた改修された。

しかし、これらの改修にもかかわらずROX-WDの現在の水供給システムは、いまだ2つの重大な問題を抱えている。一つは、乾期中(1月-4月)の高潮時におけるローアーパナイ川にある取水口への塩水浸入であり、他の1つは配水管からの多量の漏水である。

上工水供給に関する本調査の目的は、ROX-WD水道水の供給システムが持つ問題を明確にし、これらの問題の適切な解決方法を提唱することである。

7.2.2 現存する水道水供給施設

現存する水道水供給施設を図 7.2-1に示す。

現存ROX-WDには2つの水源がある。一つはカタオ貯水池であり他の一つはローアーパナイ川である。カタオ貯水池はロハス市の8 km南西に位置し、集水面積85haの貯水池に集められた水は、アルカバロにある水処理施設に重力送水されている。しかし、供給量は貯水池への自然流入に大きく依存している。

ローアーパナイ川にあるアルカバロ取水口は、ロハス市から約4 km南に位置する。ローアーパナイ川の水は、まず取水口の際の沈砂池に貯留され、そこから標高60mの丘の上に

ある水処理施設へポンプアップされる。アルカバロにあるポンプ上には、2機のポンプがあり、各々の設備容量は、70mの全水頭で $2,725m^3$ /日であり、主動力として2機の60HPのディーゼルエンジンを備えている。ポンプの合計出力は $4,220m^3$ /日である。

水処理施設は、1983年に建設され $7,880m^3$ /日の容量を持つ。

7.3 現存システムの問題点

7.3.1 飲料水中の塩分

ローアーバナイ川は、ROX-WDシステムの主たる供給源である。乾期中（特に1月から4月まで）は、カタオ貯水池からの水供給は減少し、その結果、必要水量は主にローアーバナイ川から供給されなくてはならない。しかし、アルカバロ取水口の上流まで塩水が浸入するので、次のような問題を引き起こしている。

- (a) ROX-WDから水道水の供給を受けている住宅を含めて、ロハス市の住宅のほとんどが、飲用水のための雨水貯留タンク施設を備えている。しかし、乾期にはしばしば溜めた雨水が無くなるので、人々は殺菌されていない井戸水を利用せざるをえない。
- (b) 高い塩分濃度を持つ水が水道施設へポンプアップされるため、機器の腐蝕が著しく、維持修繕費用の増加を据えている。特に、ポンプは設置後わずか7年にしてその部分を交換しなければならなかった。

7.3.2 漏水

ROX-WDの水道水供給網が持つ、もう一つの問題点は配水システムからの漏水である。

現存する配水パイプのうち、26%が55年間以上使用されているためパイプからの漏水量が大きく、特に水使用量が減少しパイプの圧力が上がる夜間に漏水が著しい。漏水を減らすために、ROX-WDは1984年5月より終日給水から限定時間給水へ切り換えた。給水時間は6:00a.m から1:00p.m と5:00p.m から8:00p.m の一日11時間である。F/S 計画において古いパイプの交換が提案されが、現在までのところ十分には実行されていない。漏水対策の一つとして、新しいパイプへの交換が実施されるまでの期間は限定時間給水を継続することが必要となる。

7.4 改修計画の基本案

7.4.1 需要

以前行なわれたF/Sでは、水道水の日需要量は1984年で約 $4,500m^3$ /日と計画されていたが、現在の $2,800m^3$ /日という実際の値と比較してかなり過大評価であったことがわかった。従って、本調査においては、改修計画に対する水需計画は、下表に示されるように見直された。

水 需 計 画

項目/年	(単位)	1985	1990	1995
1人当りの水消費量	lpcd	100	100	100
受益者数		10,000	14,380	26,430
住宅用水 m^3 /日		1,000	1,438	2,643
商業/工業	m^3 /日	700	811	941
自治体および公共用水、 消失/漏水および処理用水	m^3 /日	1,133	1,499	2,389
平均日需要量	m^3 /日	2,833	3,748	5,973
最大日需要量 ⁽¹⁾	m^3 /日	3,683	4,872	7,765

7.4.2 計画規模

基本計画によれば主要施設の容量決定に関する設計基準は次の通りであった。

- (a) 計 画 期 間：5年あるいは10年
- (b) ポンプ稼働時間：8時間あるいは16時間
- (c) 貯 水 容 量：最大日需要量の1/4

現存の改修計画では計画期間を10年と想定し、1995年を目標年とした。1995年における最大日需要水量を $7,765m^3$ /日と想定したことに基づき、各々の施設の容量は、次のように決定された。

ポンプ場

ポンプの給水時間は、ポンプ施設の容量をできるだけ小さく保つために、現在16時間である。この時間を基に必要容量は $11,650\text{m}^3$ /日と計算された。ローアーバナイ川に現存するポンプ施設の容量は $4,220\text{m}^3$ /日であるので、容量は将来増加されなければならない。

水処理施設

水処理施設の現在容量は一日 $7,880\text{m}^3$ であり、需要量の一日 $7,765\text{m}^3$ よりも大きい。従って、容量を増加させる必要はない。

貯留タンク

一日最大需要量の $7,765\text{m}^3$ を供給するために必要な貯留タンク容量は $1,940\text{m}^3$ である。この必要容量は、 $2,840\text{m}^3$ という現在の貯留タンク容量より小さく、従って容量増加の必要性は生じない。

7.5 代替取水施設の比較

7.5節においてはまず、ローアーバナイ川の塩水侵入の状況が調査され、次に、塩水侵入に対する代替水源及び取水施設が検討される。そして最後に、代替案の比較が行われ、推奨案が決定されるものとする。

7.5.1 ローアーバナイ川の塩水の逆上

ローアーバナイ川は、延長約32kmあり、潮汐の影響は、バナイ主流の分流点にまで達している。この分流点付近は、バナイ川の流砂が堆積し、主流からの流入を制限している形になっている。

塩水侵入は、乾期の潮位が高い時に著しく、ローアーバナイ川の流量はかんがい用水の取水（最大 1.8m^3 /秒）によりさらに減少してしまうことになる。このような時期にはローアーバナイ川の流水はほとんどなくなり、塩水が、ポンプ場のさらに上流まで浸入している。

7.5.2 代替取水施設

もし、ローアーバナイ川を水源とするならば、供給量を増大させるためにポンプ設備を改修することの他に、塩水浸入対策をとらねばならない。代替として、バナイ川本流を水源とするならば、水処理施設までの新たなパイプラインの敷設の他に、新しいポンプ場の設置が必要となる。

次の3つの代替案がたてられ、検討された。

代替案1 (図 7.5-1参照)

この計画は、バナイ川主流に分流堰を建設し、バナイ川の水をローアーバナイ川へ分流するものである。現在ローアーバナイ川で取水されているかんがい用水(約 $1.8m^3$ /秒)は、この分流によって十分供給され、ポンプ場付近での塩水浸入を減少させることになる。分流堰としては、比較的低価格であるゴム堰が提案され、現在の分流点の上流約1kmの地点に建設される計画である。

ローアーバナイ川は、捷水路によりバナイ川に接続するものとするが、この水路の入口に取水ゲートが設置される。又、1日 $7,450m^3$ 容量をもつポンプ場と、現在の水処理施設へのパイプライン(直径 $300mm$ 、延長 $1.4km$)も建設されることになる。

代替案2 (図 7.5-2参照)

この計画では、1日 $11,650m^3$ の容量を持つ新しいポンプ場が、バナイ川の岸上に建設され、直径 $450mm$ 延長約 $10km$ のパイプラインが取水地点と現在の水処理施設を結ぶことになる。

代替案3 (図 7.5-3参照)

この計画では、ローアーバナイ川上流区間の河床が幅 $-1.0m$ まで掘削され、かんがい用水と水道用水に必要な $2.0m^3$ /秒を通水できるようになる。又、取水ゲートが、現在の分流の上流約1kmの地点に建設され、捷水路が、ローアーバナイ川とバナイ川を連絡する。低水時のローアーバナイ川の通水容量を確保するために、ポンプ場と取水ゲート地点間でさらに何ヶ所かで河床掘削が必要となる。

図 7.5-4にローアーバナイ川の縦断図を示す。さらに潮止堰が、現在のポンプ場の下流約6km地点に建設され、塩水浸入を阻止する。旧 $7,450m^3$ の容量をもつポンプ場と直径 $300mm$ 延長 $1.4km$ のパイプラインも新たに建設される。

7.5.3 代替給水案の比較

3つの代替案の工事費は、1984年価格で計算され、次のようになった。

上水供給計算代替案の工事費

計 画	工事費 (×10 ⁶ ペソ)
代 替 案 1	87.53
代 替 案 2	49.41
代 替 案 3	55.95

上表のように、代替案2が最も低価格となった。しかし、最適計画を選択するには、技術的な検討もなされねばならない。

7.6 ロハス上水供給計画の経済評価

7.6.1 経済評価における前提条件

ROX-WDの改修計画として、3つの代替案に対して、経済評価が行われ、次の基準が採用された。

- 1) 評価対象期間は、施設完成後20年間とする。
- 2) 工事費は、解析の便宜上、1年間で使用されるものとする。
- 3) 新たな接続工事や機器交換の費用は、新たな需要が発生する1年前に発生するものとする。
- 4) 現在の供給施設の費用は、過去に発生したものとして、解析には含めないものとする。
- 5) 施設の残存価格、利益の一部とみなし、評価期間の終りに加えるものとする。

7.6.2 便益

改修工事の便益は、次の事項から発生する。

- (a) 土地価格の高騰
- (b) 健康の向上

雇用人の損失時間が減少する。

水を介しての病気が減り、死亡率が下がる。

病気にかかる率が減って、医療費が少なくなる。

(c) 火事被害の減少

(d) 水価格の上昇

供給状況が改善されることにより、水の価格が上昇する。

(消費者の満足度向上)

(e) かんがい

バナイ川からの流入量増大により、堀水浸入を阻止するので、結果として、ローア
ーバナイ川地区のかんがい用水の取水が容易になる。但し、この便益は、パニタン
ーバナイかんがい計画が実施されるまでの期間のみに発生するものである。

これらの便益は、下表にまとめてあるように、金額で表わされる。評価の詳細はAppen-
dix VIIのレポートに示されている。

上水改修によって発生する利益

(1984年価格—経済価格)

	(単位：1000ペソ)		
	(利益20年間合計)		
	代替案1	代替案2	代替案3
(a) 土地価格上昇	27,460	27,460	27,460
(b) 残存価格	28,125	28,125	28,125
(c) 健康向上	5,013	5,013	5,013
(d) 火事被害減少	1,026	1,026	1,026
(e) 水価格上昇	133,109	133,109	133,109
(f) かんがい用水	36,753	—	36,753
合計	<u>231,486</u>	<u>194,733</u>	<u>231,486</u>

20年間の評価期間の年平均便益は、経済便益計算を基に算定されるものとする。

7.6.3 費用

(1) プロジェクト費用

改修計画の建設費用（経済価格）は代替案1で 83.8×10^6 ペソ、代替案2で 46.7×10^6 ペソ、そして代替案3で 52.7×10^6 ペソとなった。

(2) 新しい接続と機器交換の費用

提案される上水供給施設が完成した場合、そのサービス地区に新たな消費者を得ることになる。完成後10年間で、水道サービスをうける増加人口は、16,830人と見積られる。新たな末端接続工事費用は、一人につき265ペソと見積られている。この費用は、メーター類の測定費用と、15年間隔の機器取り換え費用を含んでいる。

(3) 残存価値

計算された残存価格は、提案された上水供給施設の残存価格と評価期間の終りにおける新たな接続機器の設置を基に算定された。残存価値は、 25.3×10^6 となった。

(4) 運転維持費

運転維持費は、人件費、電気代、化学薬品及びその他の維持費と含む。

7.6.4 結論

経済評価は、3つの代替案の関連するを比較することによって行われた。評価結果は、下表にまとめた通りである。

上水代替案経済評価の結果

代替案	工事費 ($\times 10^6$ ペソ)	現在価値 ⁽¹⁾ ($\times 10^6$ ペソ)			B/C	内部収益率
		費用(C)	便益(B)	現在価値		
代替案1	83.3	96.6	100.5	3.9	1.04	8.7
代替案2	46.7	69.1	79.2	10.1	1.15	10.8
代替案3	52.7	67.3	100.5	33.3	1.49	16.9

注：(1) 割引率：年8%

上表は、代替案3が最も実行性の高い計画であることを示している。従って、結論として、代替案3で提案された計画と設計によりROX-HDシステムの改善をすることが推奨される。主な構造物の基本設計図 7.5-5から 7.5-8に示す。

選択された代替案3は割引率8%で、現在価値が 33.3×10^6 ペソとなり、便益・費用比率は1.49となった。又、経済的内部収益率は、16.9%となり、プロジェクトとして経済的に高い効率を持つものと判断される。

7.7 ロハス市上工水供給計画の財務評価

7.7.1 財務評価における前提条件

財務評価は、本来ロハス市上工水供給地区全体の施設にさいて行われるべきであるが、現在の施設に関する財務資料が提供されなかったことにより、財務評価は、新プロジェクトに関して、設定したローン条件における費用と便益から必要となる水価格（料金）を算定することにより評価するものとする。

財務分析は、前節で最も経済的な計画であると評価された代替案3の場合について行うものとするが、下記の前提条件を仮定する。

- (a) 評価対象期間は、プロジェクト完成後50年間とする。又、減価償却期間については、取水施設、コンクリート構造物及びパイプラインについては50年間とし、ゲート及びポンプ施設については25年間とする。
- (b) 解析に使用する初期投資額は一年間に発生するものとする。又、新設交換費は、各施設償却期間後一年間で発生するものとする。
- (c) 現在の上工水供給施設に関する費用は解析に含めないものとする。つまり埋没費用と考えるものとする。
- (d) 年平均費用は、減価償却費、施設のための積立費、金利、及び運転／維持費ら成る。
- (e) 水供給による収入は、新規施設の水供給により、売ることができる水を基に算定する。つまり売れる水の量は、配水施設の漏水を考慮して、新規施設が供給する全水量の60%であるものと設定するものとする。
- (f) 水需要は、プロジェクト完成後の予測されている水需要から、1995年まで一定率で増加するものとする。

7.2.2 評価分析のケース選定

プロジェクトに対する資金の条件は、現段階で設定することはできない。従って、次の代表的な3ケースを仮定するものとする。

(a) ケース1

内外貨共、無利子の助成金（グラント）とする。又償却期間終了後の施設交換費は、年利子8%の積立金によってまかなうものとする。

(b) ケース2

内貨は、グラントによるものとし、建設費（初期投資額）と施設交換費の外貨部分は、年金利3.5%、返却期間30年（内支払い猶予期間は7年間）のローンによるものとする。

(c) ケース3

内貨は、グラントによるものとし、建設費と施設交換費の外貨部分は、年金利10.25%、返却期間25年（内支払い猶予期間は5年間）及び年金利0.25%の委託手数料のローンによるものとする。

7.7.3 分析結果

上記3ケースについての財務分析を行い、必要な給水価格は、下表のようになった。

水道料金

年 ⁽¹⁾ (期間)	料金 (円/ m ³)					
	ケース1		ケース2		ケース3	
	A ⁽¹⁾	B ⁽³⁾	A	B	A	B
1-5	2.92	2.92	8.64	8.64	14.38	14.38
6-10	2.68	2.52	7.35	6.47	11.50	9.51
11-15	2.54	2.35	6.41	5.17	9.38	6.61
16-20	2.48	2.35	5.92	4.78	8.19	5.45
21-25	2.53	2.35	5.56	4.38	7.29	4.29
26-30	2.50	2.35	5.38	4.61	6.98	5.66
31-35	2.48	2.35	5.26	4.60	6.81	5.87
36-40	2.46	2.35	5.16	4.53	6.60	5.31
41-45	2.45	2.35	5.06	4.33	6.38	4.74
46-50	2.44	2.35	6.96	4.14	6.14	4.17

注) (1: サービス開始後の手数
 (2: 各期間末までの平均料金
 (3: 各5年間毎の平均料金

上表で見ると、必要な水料金は、ローンの条件と対象とする期間によってことなっている。前述しているように、この計算結果は、ある設定条件でのものである。従って、現状の全施設を含めたROX-WD全体の財務分析については、上記の計算例を参考にして、行うことが望まれる。

8章 水力発電計画

8.1 配電網と電力需要予測

8.1.1 パナイ島の電力供給の現状

パナイ島における電力供給は、3.8.1節で述べたように発電および送電サービスがNPC（全国電力公団）に委ねられており、配電サービスが地方の電力公社に委ねられている。

キャピッツ県における電力供給状況は未だ初期段階といえる。1983年において、74,289軒の潜在的需要者数に対し、配電家屋数は26,621軒であり、電化率は36%であった。さらに同年の年間電力供給量は27,100MWhであり、配電家屋一軒にあたり約1MWhであった。送電時および配電時の損失（1983年には40%）が大きいため、実際の電力販売量は15,473MWhにとどまり、その内、72,43MWh（47%）が住居用、28,28MWh（18%）が商業用、そして2,900MWh（19%）が工業用であった。

住居用電力の補償金消費水準はかなり低く、一軒平均ではわずか年間約272KWhが消費されているにすぎない。

8.1.2 既存の発電設備

(1) 発電設備

パナイ島の発電設備はNPCとPECOによって所有されている。NPCの設備としてイロイロ県ディングル町にディーゼル発電機4台（パナイディーゼル発電所I：POPP1）と、キャピッツ県パニタン町に、2台のディーゼル発電機（パナイディーゼル発電所II：POPP2）、およびイロイロ県ラバツ町にガスタービン機4台（発電船2：PBP-2）がある。発電船は以前セブ島で組み立てられたものを修復したもので、1984年にパナイ島での運転を委託されたものである。NPCが所有している設備の総設備容量は72,200kwであり、PECOのそれは19,750kwである。PECO所有の発電設備は旧式で効率が低いものである。

又パナイ高圧送電網の総設備容量は91,950kwであり、総供給能力（発電所容量）は72,120kwと見積られている。

(2) 発電および配電設備

NPCはパナイ島において、高圧送電網（138kvおよびそれ以上）設置の実施機関となっている。NPCの送電線は、パニタン町（流域内）の発電所とバルバラ町の変動所とを

PDPPI(ディングル) 経由で結んでいる。そしてパナイ島にある6つの地方電力公社は、この主要送電網から各公社所有の69KV支線を通して電力を供給している。パナイ島は電力供給に関して相互に連結した高圧送電網を構成している。

8.1.3 電力需要予測

NPC は電力施設に関する抱括的なプロジェクトを確立するために、1984年に電力需要計画を準備した。

この中にパナイ高圧送電網も含まれている。それとは別に、NPC は1983年にパナイ高圧送電網における販売計画を立てた。後者の場合電力需要に関しては年間約10%の成長率を想定したが、前者の場合それよりやや低い成長率を想定している。本調査においては、より控え目な評価をしているために主として1984年に作成された需要経過を使用した。但し、相関解析により部分的修正や外挿を行っている。両者の需要計画は表 8.1-1に示されている。

NPC は、130kw の海底ケーブルを設置することによって1989年までにパナイ高圧送電網とネグロス高圧送電網とを結ぶ計画を立てている。この計画が実施された場合、2つの島の電力需要を複合して使用することが可能になる。ネグロス高圧送電網についての需要予測が、ネグロス-パナイ島連結プロジェクトに関するフィージビリティ調査見直しの一部として、NPC によって1983年に行なわれている。

8.2 水力発電計画の策定

8.2.1 パナイB多目的ダム

パナイBダムサイトは、タバツ町から約4km上流のパナイ川上流部に位置している。ダムサイトでの流域面積は 239km^2 であり、平均流量は $14.3\text{m}^3/\text{sec}$ 、年間流出量は $451 \times 10^6 \text{m}^3$ である。ダムサイトの地形、特に右岸の地形が、将来のダム天端高さを El. 74.5 以下に制限している。ダムサイトの基礎岩盤は安山岩質火山岩であり、その下に安山岩の厚い層がある。基礎岩盤は、固く圧密しており、水密性である。

パナイBダムは、高さ52.4mの重力式ダムとして計画され、総貯水容量は $96 \times 10^6 \text{m}^3$ である。堤体内に短い管路を埋め込むことにより、落差27~35mの水頭を得られ、ダム直下流左岸に発電所が設置されることになっている。

23年間の流出データに基づいて貯水池運用シミュレーションが行われた。その結果、年間90%の期間確保可能な供給流量は $6.8\text{m}^3/\text{s}$ 、つまり年平均流量の56%を供給できることが確認された。発電所の最大使用流量は $27.2\text{m}^3/\text{sec}$ と計画され、設備容量は7,100kw となった。年間発生電力量は31.4 GWhである。

パナイB発電所で発電された電力は、現存している138kwの送電線に接続しているパニタン変電所へ送電される計画となる。このために発電所とパニタン変電所との間で、クウルタ口経由延長46kmの69kwの送電線が必要とされている。

8.3 水力発電計画の実施計画

8.3.1 パナイ配電網内の電力負荷・供給量

パナイ高圧送電網内の電力需要は1984年から1996までの12年間で41MWから84MWへと2倍になるものと予測されている。一方供給側から見るとパナイ高圧送電網内の常時発生電力 (dependable output) は、ディグル町にある7.3MWディーゼル発電機と1985年に稼働される32MW発電船1機による現在の41MWから1989年までには75MWへ増加するものと計画されている。

一方ネグロス高圧送電網との連結計画が実施された場合、ネグロス高圧送電網からの電力供給が可能となる。電力の需要供給に関する基礎的調査によると、ネグロスシステムは、常時余剰電力が50MWありパナイ高圧送電網に対して40MWを配給することができるということが示されている。

上記の条件に基づいたパナイ高圧送電網における電力の需要と供給のバランスは、図8.3-1に示されている。同図によると、たとえパナイとネグロスの送電網結合が実現されても、1995年には新たな電力源が必要となることになっている。そして、ネグロス高圧送電網が供給する予定の余剰電力が上記の推定により小さい場合は、新たな電力開発が必要となる時期は、早くなることになる。

8.3.2 推薦案

上述の電力状況から判断して、パナイBダムは、電力供給と需要のバランスを考慮して1994年度末までにおいて完工することが望ましい。パナイBダムに関する経済評価の結果 (5.2.3(6) 節参照) EIRR値は11.0%と評価された。従ってパナイBダムによる洪水調節と水力発電による多目的開発プロジェクトは、経済的に妥当であると判断される。F/Sレベルの調査が、早期に実施されることが期待される。

9章 環境評価

9.1 水質

バナイ川の水は、中流および下流区間においては、常時黄濁色をしている。そして豪雨が2,3日続くと焦茶色に変わる。水温は調査団によって行れなわれた測定によれば、26.5℃から31.8℃の間に分布している。水質評価については、各河川区間から採水されたリンブルの水質試験結果を基にした。

バナイ川の水は濁っているが、灌漑用水、生活用水及び工業用水として許容し得る水質である。又、バナイBダムサイト予定地では、流域のほとんどが雑木林と森林によって覆われているにもかかわらず、有機物質の流入は小さく、貯水池内での富栄養化の可能性はごく小さいものと判断される。

塩水浸入問題は、ローアーバナイ川流域において特に重要である。乾期(1月から4月)にはバナイ川の水位が低くローアーバナイにはごくわずかの流入水しかない。さらに最大 $1.8m^3/sec$ の水が灌漑用として取水されるため、ローアーバナイの水量はより小さくなり塩水浸入を阻止するほどの流量はない。

従って満潮時には、塩水がロハス市水道局のポンプ場の上流にまで到達することになる。この塩水浸入が、市街や近郊に供給される水道水を汚染している。

9.2 土壌侵食

9.2.1 土砂流出と土壌侵食

バナイ川流域は、かなり風化が進んだ火成岩で、広い地域が覆われている。標高400mから500mまでの丘陵地は、トウモロコシ、マメおよびカッサバの畑かあるいは灌木地となっている。流域における自然の植生はまばらであり、森林は標高600m以上の産地のみ存在している。従って、侵食されやすい土壌で被われた流域といえる。

侵食速度は流水で運ばれる流砂量から推定され流域の年間露出率は、1.44 mmと見積られた。バナイ川流域における土壌侵食による露出はかなり速いものと判断される。

従って土壌保全は長期にわたって行われるべきものである。土壌保全の必要性に関する包括的な評価をするために、バナイB、バナイC、バドバラン、マンブサオの各ダムサイトに対応した4つの小分割流域について作成した適正土壌地図と土地利用図を用いて比較検討が行なわれた。まず、1976年に土壌局が作成した「土地可能分類ガイド」にある基準に基づいて、侵食災害分類地図が作成された。図9.2-1に示す通りである。一方同時に、

作成された図 9.2-2に示す土地利用図により各分割流域の土地利用構成が分析された。その結果、土壌保全の必要性が侵食災害の程度と現在の土地利用状況から評価された。土壌保全必要性の分類と現在の分類と現在の土地利用状況内訳が各々表 9.2-1と 9.2-2に示されている。

包括的評価をすると、土壌局の基準から判断すれば小分割流域は侵食され易いということになる。現在、灌木林となっている地域での再植林は、小分割流域の土壌保全のために明らかに望ましい事であり、さらに現存する限られた森林の保全に対しては政治的配慮が払われるべきである。

9.2.2 河床変動

河道を直線化すると、その上流区間の河床低下と下流区間の河床上昇を引き起こすケースが多い。パナイ川においても蛇行がはげしく、河床勾配は全体として緩く中下流域では平均的に約1/4,000 であるので、捷水路の必要性は高いものと考えられ、河床低下および河床上昇問題には十分留意することが必要となる。

9.2.3 地すべり

航空写真の判読と地質調査の結果、流域内での地すべり箇所はほとんどないことがわかった。

9.3 魚とその他の野生動物

流域の河川に生息する魚に関する調査が、即存の報告書⁽¹⁾、SEAFDEC⁽²⁾の専門家に対するインタビュー及び、各町の役所と住民からの情報に基づいて行なわれた。SEAFDEC の専門家によれば、パナイ島には淡水魚としては特別の種類は全く生息していないとのことである。従って予定された貯水池の開発については特に問題は生じないものと判断される。

淡水魚は、現在の所、市場ではほとんど取り引きされておらず、一部の家庭で消費されているにすぎない。しかし、貯水池の創造は、大きな水表面積を持つ閉鎖的水塊を生み出すので新しいタイプの養魚開発が可能となり、積極的な利益計画も意義をもつものと考えられる。テラピア、通常見られる鯉、中国鯉のようにプランクトンを食べられる魚が、手はじめとしては適当な淡水魚であると考えられる。

パナイ川流域の野生生物については、特記するような情報は得られなかった。パナイ川の中流から下流区間に沿う地形は、開発が進みかつ平坦なので、注目すべき動物の生態は見られない。貯水池開発計画は、パナイ川流域における野生生物に対して特に問題が発生

するようなことはないものと考えられる。

注 (1) 出 所：アムライ多目的プロジェクトに関するフィージビリティ調査、リブ
ヤン、オクシデンタル、ミンドロ

(2) SEPFDEC：東南アジア、漁業開発センター

9.4 船運

バナイ川流域においてはポンテベドラ川の河口付近とリンアントン川を除いては、定期的な河川輸送は行われていない。河川水位が高い時は、発動機付きのボートならば、河口からクウルテロ町やドゥマラグ町まで上ることが可能であるが、定期的なサービスは行なわれていない。

渡し船は数ヶ所であって、バド balan 川を渡るドゥマラオ町におけるもの、マンブリオ川を渡るハグナヤ町におけるもの、バナイ川を渡るバナイ町におけるもの等である。

川の上流から下流へと輸送される唯一のものは、筏に組まれた竹である。竹はタバツやドゥマラグ町の産地から、ロハス市まで筏に組まれて輸送されている。竹の生産はその地区の住民にとっては重要な産業であり、家の屋建築の材料としての広範な需要によってささえられている。もしバナイCダム地点に貯水池が開発されれば、この竹の輸送に障害を与えることになる。その場合、代替輸送手段を考えねばならないことになる。

9.5 公衆衛生

ロハス市保険衛生事務所によれば、地域住民は、土地の言葉で「ルガイ」と称せられる寄生虫病に罹り易い。この疾病はフィリッピンにおいて頻繁に報告されているものであり、その伝染は非衛生的な飲料水や病ウイルスが混入した食物によるものと報告されている。

魚や蛇に寄生している吸虫類や回虫類によって伝染される、住血吸虫のような風土病は報告されていない。またマラリヤ、デング熱および日熱のようにハエやダニのようなビールスやバクテリアを持っている昆虫によって感染する流行性の疾病に関する報告書は、県保険衛生事務所によると、いまだ作成されていないとのことである。つまり、この地域においてそのような疾病発生に関しての詳細な調査は未だ行なわれていないものと考えられる。

流域の衛生状態は、給水計画が実施されれば改善されるものと予想される。つまり飲料に適した水が十分あれば飲料水によって媒介される疾病は完全には防げないにしても、減少させることは確かである。

第 10 章 流域開発計画

10.1 開発プロジェクトの総括

10.1.1 全体事業の概要

第5章から第8章において、下記のプロジェクトが開発に値する有望なプロジェクトであることが明らかにされた。

(a) 洪水防御計画：

第5章において、長・中・短期ベースに考慮し得る洪水防御事業の概要が明らかにされた。本調査の提言としては、洪水防御事業は段階的に実施されていくべきという考え方にある。各々の段階における事業の詳細については、表10.1-1に示しているが、その要約は下記のとおりである。

洪水防御プロジェクトの段階的实施

項 目	第1期 (短期的暫定事業)	第2期 (中期計画 レベルま での拡張)	第3期 (長期計画)
河川改修計画			
- ボンテベドラ河道改修	6.1km	-	-
- 新規改修	16.0km ⁽¹⁾	56.6km	36.8km
- 前期工事改修河道の拡築	0	16.0km	72.6km
計	22.1km	72.6km	109.4km
多目的ダム計画 (洪水調節+発電)			
- パナイBダム	*	-	-
輪中堤計画 (5か所)	*	-	-
非施設の方策 (氾濫域開発管理)	*	-	-
洪水予警システム	*	-	-

注 (1: コゴン放水路を含む。

*: 実施

-: 前記工事で実施済み。

上記の3期にわたる事業のうち、第1期工事については、現時点で既に経済的収益性が高いと判定されること、また民生安定の観点からも早期に実施されることが望ましい。

他方、第2期及び第3期工事の実施時期については、長期的に将来の被害ポテンシャルが増大し、各々の工事の収益性が向上（EIRR \geq 8%）した時点で実施されるという仮定の基に、以降の計画立案を行なうこととした。試算によれば、第2期工事は2010年頃竣工（2005年着工）、第3期工事は2030年頃竣工（2022年着工）する場合、経済的に妥当化できる。

(b) かんがい計画：

- パニタン-パナイかんがい計画 : 3,250ha
- マンブサオかんがい計画 : 2,145ha

(c) 上水供給計画：

- ロハス上水供給計画 : 7,450 m^3 /day

(d) 水力発電計画：

- パナイBダム : 7,100Kw

10.1.2 開発プロジェクトの概要

提案されたプロジェクトの概要、実施の目的及び実施時期についての基本的考え方を以下に記述する。

(1) 洪水防御事業

(a) 第1期工事（短期的暫定事業）

河川改修

この段階における河川改修は下記の工事から成る。

(i) コゴン放水路（9.5Km）：

パニタンから下流約4Kmの地点からラムラウオン河口に至る放水路を新設する。既存のポンテベドラ川の無害流量500 m^3 /Sを越える洪水量は、この放水路で流下させる計画である。

(ii) ポンテベドラ川改修（6.1Km）

コゴン放水路分岐点からポンテベドラ町に至るポンテベドラ川の部分改修を行う。

工事は、疎通能力が500m³/Sを下廻る箇所の拡幅および既存洗滌箇所の改良である。

(iii) パニタンーコゴイン放水路流入口区間 (6.5Km)

現況河道を改修し、低水路部の疎通能力を高め、また、兩岸に築堤を行なう。

この改修工事によって、パニタンから下流部(パニタンーパナイかんがい計画地区を含む)は、10年確率洪水まで無害とし得る。パニタンから上流部についても、パニタン洪水位を現況氾濫水位より低減し得るので、氾濫状況は改善できる。計画河道位置を図10.1-1に示す。

多目的ダム建設

下流域の洪水流出量を低減させるために、パナイ川上流部にパナイBダムを建設する。同ダムは出力 7,100kwの発電所を併設した多目的ダムとして計画されている。計画ダム位置を図 5.1-26 に示し、施設計画図を図10.1- に示す。

輪中堤計画

被害ポテンシャルの大きい4町村(ダオ、カルテロ、マンブサオおよびシグマ)の洪水被害を軽減する為に、輪中堤を設置する。輪中堤内地の流出水はポンプ排水する計画としている。輪中堤計画地点は図 5.1-22 に示し、各地点別の輪中堤概略のレイアウトを図10.1-3から図10.1-6に示す。

非施設の方策ー氾濫域開発管理

当面、施設の方策による洪水防御事業が実施されるパニタンより上流地区(氾濫域 220km²)において、将来の洪水被害が不用意に増大させぬよう開発規制あるいは指導を実施する。パニタンより下流部(氾濫域 118km²)については、短期的暫定事業が実施されるが、防御レベルが10年確率洪水相当と低いので、この地区についても適切な開発指導を行うことが必要である。

洪水予警システム

上記の施設および非施設の方策の適切な運営のために洪水予測情報が必要である。当初は、図 5.6-1に示す 地点に普通水位標を設置し水位相関による洪水予警を行い、追ってテレメーター施設を設置する。

(b) 第2期工事(中期的将来計画)

河川改修

この段階で実施する工事は、河道容量の増加(計画対象洪水量:25年確率洪水)を全区間に施すこと、及び防御対象地区を新たに拡大することを意図している。

実施される工事は以下のとおりである。

(i) コゴン放水路～バトバラ合流点 (51.4km) :

・第1期工事で施工した河道の低水路拡幅を含め、既設堤防拡築(コゴン放水路～パニタン)及び新堤築堤(パニタン～バトバラ合流点)を実施する。但し、総延長51.4kmのうち中流部の20km区間については築堤を行わず既存河道狭さく部の改良のみとする。

(ii) マンプサオ川下流部 (21.2km) :

・この区間も新規改修区間である。上記(ii)と同様の改修工事を実施する。改修区間位置は図10.1-7に示されている。

(c) 第3期工事(長期的将来工事)

第3期工事の意図するところは、計画防御対象地区全区間に改修工事を完備し、かつ防御レベルを100年確率洪水レベルまで高めようというものである。改修工事は下記の工事から成る。

(i) 第2期工事区間の河川通水容量増加 (72.6km) :

第2期工事改修区間全長にわたり、堤防拡築によって河道通水容量を100年確率洪水容量まで引き上げようという計画である。工事には、堤防拡築に伴う付帯施設の改築工事を含む。

(ii) 上流部本・支川改修工事 (36.8km)

第2期工事時点まで未了であった(イ)パナイ川上流部(ドマラグ地区)、(ロ)マーヨン川下流部及び(ハ)マンブサオ川上流部の改修がこの時点で実施される。この工事をもって、流域内氾濫域の殆どが(内水流出による一部の堤内地浸水地区を除き)防御されることになる。

改修区間位置を図10.1-8に示す。

(2) かんがい計画

(a) パニタン～パナイかんがい計画

本計画は、パニタン～パナイ地区(位置:図6.1-1参照)の既設PISかんがい施設⁽¹⁾を統合し、新規のかんがいシステムを設置しようというもので、計画かんがい面積は3,250haである。計画収穫量は5.0ton/ha(paddy)と設定された。

この計画地区における1つの制約条件は、この地区が洪水氾濫域に位置していることである。従って、新規かんがい施設工事に先だって、何らかの洪水防御事業が

先行実施されることが必要である。6.5.1節で検討した結果によれば、10年確率洪水を計画対象とする洪水防御事業が実施されれば、パニタン-パナイかんがい計画は十分の経済性を有する（EIRR=11.7%）ことが判明している。

従って、このかんがい計画は、第1期洪水防御計画の実施後に操業開始するような計画とする。

注（1：ポンプかんがいシステム）

(b) マンプサオかんがい計画

この計画はマンブサオ川下流部の既存かんがい施設の改良と耕作地拡張を意図としている（計画地区位置：図 6.1-1参照）。計画かんがい面積は 2,145haである。

上述(a) のパニタン-パナイ計画地区と同様、この地区も洪水氾濫域に位置している。マンブサオ川の河川改修が実施されるのは、第3期洪水防御工事段階であるので、このかんがい計画の実施はそれ以降の時点まで見送ることが賢明である。現時点でかんがい施設を設けることは洪水被害ポテンシャルを拡大する結果となる為、現況判定される経済性は低くならざるを得ない。

(3) ロハス上工水供給計画

提案するロハス上工水供給計画は次の2つの目的を有する。

(i) 現況設備の取水口は下流パナイ（Lower Panay）川に位置するが、取水口地点まで塩水遡上が及ぶため水質劣化の問題を抱えている。上流パナイ川より河水を導入し、塩水混入の問題を解消することが本計画の第1の目的である。

(ii) 第2の目的は、施設能力の増加である。現況の取水容量は $4,200\text{m}^3/\text{day}$ であるが、他方1995年時点の需要は約 $11,650\text{m}^3/\text{day}$ と見込まれている。本計画において、新規に $7,450\text{m}^3/\text{day}$ の取水及び送水施設を設置する計画である。

上記のうち、(i) の問題は早急に解決すべき問題であるので、本計画は優先的に早期に実施される必要がある。

(4) 水力発電計画

第1期洪水防御事業の一環として、パナイBダムは1994年頃の竣工が可能である。

8.3.1節で行なった電力需給収支の検討結果によれば、パナイ電力系統は1995年頃供給力不足を生じる（図 8.3-1参照）。従って、この時点でパナイB発電所を系統に投入することは妥当化できる。パナイB発電所の電力は、既設のパニタン変電所（138/69kv）に送電され、系統に組みこまれる計画である。

10.2 実施工程計画

前節10.1.2の中で各々のプロジェクトの実施時期に関する基本的考えを述べた。それらの考え方に基づいて立案した流域全体開発計画の実施工程案を、図10.2-1の "Master Schedule" に示す。

10.3 開発事業費及び経済評価

10.3.1 開発事業費

流域開発の総事業費は、Peso $5,600 \times 10^6$ (1984 base price) と算定された。事業別費用は下記に示すとおりである。

事業別開発費用

事業項目	(1984 base price)		
	事業費 (10^6 peso)	内・外貨区分(1)	
		外貨 (10^6 US\$)	内貨 (10^6 peso)
洪水防衛事業			
a) 河川改修			
- 第1期工事 ⁽²⁾	821	15.9	534
- 第2期工事	2,270	43.9	1,480
- 第3期工事	1,980	38.3	1,290
小計	5,071	97.8	3,310
b) 多目的ダム			
- パナイBダム ⁽³⁾	471	15.4	194
c) 非施設の方策			
- 氾濫域開発管理	60	-	60
d) 洪水予警システム	112	5.1	20
かんがい計画			
- パニタン-パナイ計画	183	6.0	75
- マンプサオ計画	79	2.4	36
小計	262	8.4	111
ロハス上工水供給計画	56	2.1	18.1

注 (1: 概略算定。為替レート: US\$ 1 = Peso 18)

(2: 輪中堤計画を含む)

(3: 発電施設を含む。)

事業別費用内訳を、表10.3-1から表10.3-6に示した。

10.3.2 事業別経済評価

(1) 事業の経済評価

開発事業別に算定した経済評価指標値を以下に示す。

開発事業別経済評価

事業項目	事業費 (10 ⁶ P)	現在価値(1 (10 ⁶ ペソ))			便 益 /費用	EIRR (%)
		費 用	便 益	純便益		
洪水防御計画						
a)河川改修/輪中堤						
- 第1期工事	821	539	776	237		
・輪中堤						
・河川改修						
- 第2期工事	2,270					
- 第3期工事	1,980					
b)多目的ダム計画						
- パナイBダム	471	346	476	130	1.4	11.2
c)非施設的方法						
- 氾濫域開発管理	60			9.2		
d)洪水予警システム	112	108	43	-65	0.4	3.2
かんがい計画						
- パニタン-パナイ計画	183	170	248	78	1.5	11.7 ⁽²⁾
- マンプサオ計画	79					17.0 ⁽³⁾
ロハス上工水供給計画	56	67	100	33	1.5	16.9
(参考) 第1期河川改修+パ ニタン-パナイかんがい計画						11.0

注 (1: 割引率: 年率 8%, 1984経済価格)

尚、上表の数値は下記の設定条件に基づいたものである。

(i) 各事業の実施時期は図10.2-1に示すとおりとする。

(ii) 洪水防御事業のうち、第2期及び第3期工事の洪水便益は、各々の先行工事分便益を越える増分便益をとった。

上表において、第1期河川改修工事のEIRRが8%以下であることが注記される。しかしながら、この洪水防御事業は、パニタン-パナイかんがい計画の実施を可能とし得る便益効果を有し、従って両プロジェクトはパッケージ・プロジェクトとして評価することが適当である。河川改修+かんがい計画のEIRRは11.0%と算定される。

(2) 感度分析

感度分析は次の3ケースについて吟味してみた。

- (i) 将来の洪水便益の伸びがゼロの場合： 但し、短期的暫定計画に対してのみこの条件を想定する。
- (ii) 費用20%アップ
- (iii) 便益20%ダウン

感度分析結果を以下に示す。

感 度 分 析 結 果

(単位：EIRR %)

感 度 分 析

事業項目	基本値	感 度 分 析		
		将来被害 伸びゼロ	費用 20% up	便 益 20% down
洪水防衛計画				
a)河川改修／輪中堤				
－ 第1期工事				
・輪中堤				
・河川改修				
－ 第2期工事	8.0	－		
－ 第3期工事	8.0	－		
b)多目的ダム計画				
－パナイBダム				
c)非施設の方策				
－氾濫域開発管理				
かんがい計画				
－ パニタンーパナイ計画	11.7	－	9.8	9.4
－ マンブサオ計画	14.4	－		
口ハス上工水供給計画		－		
(参考)				
第1期河川改修＋				
パニタンーパナイかんがい計画				

10.4. 洪水防衛計画案の技術的考察

10.4.1 第1期計画案

(1) パニタン下流部河道の疎通容量

パニタン下流の河道（コゴン放水路を含む）は10年洪水量に対して計画される。築堤を伴うので、10年確率以上の洪水が生じた場合、破堤による人的被害を起こす危険要因はある。よって、次の施策を講ずる必要がある。

- 通常時には、既存ポンテベドラ川への流入は無害流量以下に押さえられる。但し、非常時にはコゴン放水路の容量を越える流量をポンテベドラ川に放流する。従って、ポンテベドラ地区にはなお洪水氾濫があり得る。
- 竣工後の堤防施設維持は十分入念に行ない、過度の沈下による堤頂の不陸は常に矯正されるべきである。
- 第5章に述べた洪水予警報システムを確立し、極力事前に対応策がとれるようにする。

万一 100年洪水が堤内地氾濫しても、湛水位は現況とほぼ変わらず、また堤頂が冠水することはない。本計画では堤防の余裕高を 1.0m としている。計画の前提条件として解すべきことではないが、仮に堤頂一杯までの流量を許すとすれば、河道は約30年洪水量まで流下させることができる。

(2) パナイ中流部氾濫条件

第1期工事においてパニタン下流部に設けられる堤防は上流端（パニタン地点）で山付けされることになるので、パニタン下流の河道の流下能力が充分でないと中流部氾濫状況が現況より悪化する危惧がある。この点について、パニタンの水位を指標として吟味してみると下表のとおりである。

パニタン地点洪水位および洪水量

確 率 洪 水 (年)	現 況		第1期工事实施後	
	洪水量 (m^3/s)	洪水位 (EL. m)	洪水量 (m^3/s)	洪水位 (EL. m)
2	790	5.8	790	5.8
10	1,370	7.6	1,340	7.5
25	1,830	8.7	1,790	8.6
50	2,270	9.6	2,220	9.4
100	2,670	10.3	2,610	10.2

上表にみるとおり、中流部への悪影響はないと判断される。

(3) 上流部の部分改修

比較検討の結果第一期工事では、パニタン町の下流区間に限定して河川改修を行うものとし、上流区間での改修は行わないものとしている。(参照：5.4.4節のSP-1B ケースとSP-1A ケース)。しかし、上流区間での蛇行部のカットや狭さく部の拡幅による部分改修は、河道通過容量を増加させ、上流側の洪水位を早く低減するのに効果があるものと考えられる。従って部分改修に関する検討は、次のフィージビリティスタディの段階で行うことが望ましい。この検討は、現在ある河道断面図より、さらに区間長を短くした、より詳細なデータに基づいて行うべきであろう。

(4) パニタン地点河道

第1期工事段階におけるパニタン地点の河道改修は現況河道沿いに行うことにしている。この案によればパニタン右岸域の集落の一部を移転させる必要がある。計画河道を集落右岸に近接させず、東方の右岸台地に放水路を設けて処理する案(放水路FH-3)も検討したが、必ずしも有利な案とは判定されなかった。但し、詳細については以降のフィージビリティ調査で再吟味されることが望ましい。

(5) シグマ地区輪中堤

第2期計画案において、シグマ町右岸部に河道拡幅を行う計画としているため、いずれその地区の住民移転が必要である。従って、輪中堤は右岸地区には計画せず、左岸地区のみとしている。

(6) 第一期洪水防御工事の洪水流量及び水位に対する影響

第一期洪水防御工事においては、次の工事が行われることになっている。

- パナイBダム建設
- 4つの町に輪中堤を築造
- パニタン町下流域間の河川改修（コゴン放水路を含む）

上記3つの工事の中で、輪中堤の築造は、各町を洪水被害から防御するのが目的であり、洪水位を下げる効果はない。それに対し、パナイBダムは、上流域に築かれるために下流域での効果は小さいものの、洪水位を低減する効果がある。パナイBダムによる洪水流量と洪水位の低減効果は次表に示す通りである。

パナイBダムの洪水流量及び洪水位に対する効果

上欄：流量 (m³ / 秒)

下欄：水位 (標高 m)

位 置 (基準点)	10年確率洪水			25年確率洪水			100年確率洪水		
	現 況	ダム付	効 果	現 況	ダム付	効 果	現 況	ダム付	効 果
パナイCダム	853	746	-107	1,282	1,105	-177	2,153	1,858	-295
(BP-1)	26.78	26.31	-0.47	28.42	27.78	-0.64	31.09	30.26	-0.83
ドラマオ町	868	760	-108	1,305	1,125	-180	2,189	1,890	-299
(BP-2)	23.23	22.86	-0.37	24.54	24.03	-0.51	26.67	26.01	-0.66
バド balan 川合流点	843	761	-82	1,240	1,099	-141	2,048	1,807	-241
(BP-3)	19.89	19.66	-0.23	20.93	20.59	-0.34	22.56	22.12	-0.43
カルテロ	1,104	1,064	-40	1,554	1,480	-74	2,383	2,257	-126
(BP-7)	15.92	15.76	-0.16	17.52	17.28	-0.24	19.91	19.58	-0.33
マンプリオ川合流点	1,117	1,076	-41	1,567	1,494	-73	2,382	2,258	-124
(BP-8)	13.74	13.63	-0.11	14.85	14.68	-0.17	16.46	16.24	-0.22
マーヨン川合流点	1,290	1,264	-26	1,803	1,750	-53	2,684	2,595	-89
(BP-13)	10.40	10.34	-0.06	11.44	11.34	-0.10	12.84	12.72	-0.12
パニタン	1,365	1,340	-25	1,832	1,789	-43	2,668	2,612	-56
(BP-17)	7.55	7.53	-0.02	8.66	8.57	-0.09	10.29	10.19	-0.10

注：パナイBダム貯水池の洪水量制限効果（ m^3/S ）

	10年洪水	25年洪水	100年洪水
流入量	602	1,013	1,995
流出量	351	557	1,047

上表によると、輪中堤の製造される中流域での水位低減効果は小さく、輪中堤の必要性は変わらない。たとえば、カルテロ及びダオにおける、100年確率洪水時の水位低減は各々33cmと22cmである。

一方パニタン下流区間の河道改修は、パニタンより上流の区間の河道水位をある程度下げる効果を持つものの上流区間は現況のままとなり氾濫するので、大きな洪水に対しては、水位低減効果はほとんど期待できないものと考えられる。但し、氾濫時間の短縮効果はある。

第一期洪水防御工事の洪水流量と洪水位に対する効果は図10.4-1に示す。

10.4.2 第2期および第3期計画案

(1) 高堤防施設の危険要因

中・長期計画では、25年あるいは100年という大洪水を対象とするため高堤防施設の建設を含むことになるが、ここで次の点に留意する必要がある。

- ・計画高水流量以下の洪水に対してのみ安全であること。
- ・築堤されれば周辺地区の開発が進むので被害ポテンシャルは増大する。従って、計画高水流量の決定には十分慎重であることが必要である。
- ・前述したとおり、水文量算定に含む不確定要因、また今後の土地開発による流出形態の変移に因し、確率洪水流量は変り得るもので、不変のものではないこと。よって、高築堤工事を実施する場合、たとえば下記の如き応分の将来対応策を施せる余地を残しておく必要がある。
 - a) 堤防拡張又は引堤による疎通能力の増強。但し、用地確保、社会的問題を伴う為、実際には実施は困難であり、費用もかかる。
 - b) 上流部に遊水池、ダムを造ることによって、流出量の増大を防ぐ施策の余地を残すこと。上流部の改修は下流への影響を配慮の上、十分慎重であること。

高堤防施設が設けられる場合、基本的に計画洪水流量以上の流量を流さないということが鉄則である。

(2) マアヨン川合流点処理

マアヨン川の集水面積は合流地点で 367km^2 でありかなり大きい。下流部左岸地区には比較的広い田地が分布しており、この地区は低地であるため、主として本川からの背水による洪水常襲地区となっている。流域自身の流出も多量である為（100年洪水時 $1,100\text{ m}^3/\text{s}$ ）、本川からの逆流防止の為の水門工設置による対処では効果が薄い。この低地区の防御の為に、第3期計画では総延長16kmの背水堤の築造を提案した（マアヨン川及び左岸2次支川のイラス川沿い）。

他方、第2期計画におけるバナイ本流堤防は、マアヨン川合流点では不連続堤としている。従って、本川からの背水はマアヨン川下流部に及び、この地区は洪水氾濫地区として残される。この地区が洪水防御されるのは第3期工事実施後ということになる。従って、この地区においては、ここ当面高度な土地開発は推奨できない。

(3) バラクアン川（マンブサオ川支川）の合流点処理

マンブサオ川との合流点におけるバラクアン川の集水面積は約 50km^2 である。下流部では田地が広く開発されているが、この地区も洪水常習地区である。合流点における100年洪水位は EL. 15.5m であるが、他方この洪水位より低い田地はほぼ 2,200ha で、この地区全体の田地面積の約60%に相当する。この地区の最低地部は EL. 8.0~ 8.5m で周辺の約 800ha が現況自然遊水地（土地無利用）となっている。

この地区は盆地状の低地になっていることに鑑み、背水堤による洪水防除は非実際的と考えられる。

よって、バラクアン川合流点には水門工を設置し、マンブサオ川からの背水を防止する計画とし、これを第3期工事段階で実施する。このことは田地低部では内水による湛水がその時点までなお残留することを意味し、この湛水地区での活発な土地利用は当面推奨できない。長々期的には水門工地点でポンプ排水することが経済的に妥当化される時点もあろうが、第3期計画案にはこれを考慮していない。

(4) 内水処理

上述したマアヨン及びバラクアン川以外の支川については集水面積が小さいので、樋門あるいは樋管工による内水処理が可能である。ただし、内水地区の一部に湛水

が生じることは避け得ない。以降実施されるフィージビリティ・スタディにおいて、
 浸水範囲の詳細な吟味（1:2,500 程度の詳細図に基づく）が必要である。

(5) 第3期洪水防御工事の洪水流量及び洪水位に対する効果

第3期工事において、河川改修は、バドバラン川との合流点の上流区間まで行わ
 れる。第3期洪水防御工事の洪水流量及び洪水位に対する効果は、下表のようにな
 る。

第3期洪水防御工事の洪水流量および洪水位に対する効果

単位流量： m^3 / 秒
 水 位：標高 m

基準点ND. 及び地点	現 況		河道改修のみ		河道改修+ダム	
	流 量	水 位	流 量	水 位	流 量	水 位
パナイCダム	2,153	31.09	2,153	31.09	1,860	30.26
ドマラグ	2,189	26.67	2,189	26.67	1,890	26.01
バドバラン川合流点	2,048	22.56	2,244	22.57	1,940	22.01
カルテロ	2,383	19.91	3,330	19.28	3,090	18.95
ダ オ	2,382	16.46	3,346	18.40	3,110	18.02
マーヨン川合流点	2,684	12.84	4,457	13.48	4,230	13.24
パニタン	2,668	10.29	4,524	11.99	4,380	11.82

注：パナイ川主流に沿う代表地点での流量および水位

上表から、次のようなことがわかる。

- (a) 現況での洪水流量は、洪水氾濫原の遊水効果により、下流区間での増加が小さい。
- (b) 河道改修後の洪水流量は、上、中流域での遊水効果が小さくなるために、下記区域
 間で著しく増大する。例えば、パニタンにおいて、現況での $2,668m^3$ / 秒は、
 $4,524m^3$ / 秒になる。従って、下流区間での水位上昇することになる。しかし、
 河道改修効果によって、水位の上昇は、流量が増加する程大きくはない。例えば、
 パニタンにおいて、現況の水位標高 $10.29 m$ が、改修後 $11.09 m$ となる程度である。

(c) パナイBダムは、水位及び流量を低減する。しかし、下表に示すように、特に下流区間においては、その低減効果は比較的小さくなる。

第3期工事後のパナイBダムの洪水低減効果

位置 (基準点)	流量 (m^3 / 秒)	水位 (m)
ドマラグ(BP- 2)	299	0.66
カルテロ(BP- 7)	240	0.33
パニタン(BP-17)	144	0.17

第3期洪水防御工事の洪水流量及び洪水水位に対する効果をFig. 10.4-2に示す。パナイBダムと河道改修の各々の効果を同じ図に示してあるので、各工事別の流量及び水位に対する効果を見ることができる。

10.5 養殖漁業および地下水開発

10.5.1 養殖漁業開発

パナイ流域では既に10,560haの養魚池が開発され、海岸地区低湿地に残されるマングローブ、ニッパ林はわずか1,850ha となっている。生態系保全の観点から、養魚池のこれ以上の面的拡大は望ましくなく、従って今後の開発は面積当り収穫高の向上に重点がおかれるべきと思われる。収穫増産は、稚魚生産の為のふ化場設置、適切な飼育および漁獲法の導入等によって可能である。

ミルクフィッシュ養殖池に比し、エビ養殖池では約3倍の収入をあげ得ると報告されている。現況ミルクフィッシュの養殖池は約7,750ha あるが、これがエビ養殖池に転換される場合、約1億3千万ペソの生産高増が可能である。この魚種転作を積極的に進める為に、養魚池オーナーおよびCAFOA メンバーに対し、技術的指導および財政的援助を行うことが望ましい。

10.5.2 地下水開発

本調査において、既存資料の検討・既設井戸の目録調査・井戸水／河川水の伝導度測定等を通じパナイ河流域の地下水ポテンシャル算定を行うための予備的調査を行った。その結果、地下帯水層の分布が貧弱であること、また既設井戸水の水質が優れぬこと等に鑑み、パナイ川流域の地下水開発ポテンシャルはさほど有望ではないことが判明した。

さりながら、上記は特定の地区における小・中規模の地下水開発のポテンシャルまで否定するものではない。それらのポテンシャルは個別のプロジェクト毎に詳細調査に基き明らかにできよう。この場合、調査は、電気探査、コアボーリング等の現位置地下調査に基くものである必要がある。

地形および地質状況から判じ、開発可能地区としては、各々ドマラグ、ドマラオ、マーヨン、ハミンダンより下流部のパナイ川、バドバラン川、マーヨン川およびマンブリオ川沿いの平地部に限られることになる。ポンテベドラより下流部については塩水混入が顕著であることに鑑み、有望な地下水層の存在は期待できない。

第 1 1 章 勧 告

前章までにおいて、バナイ川流域開発の将来性の高さが確認され、実施性の高い優良計画が選出された。本章では、今後の事業実施に関し幾つかの提言を行うものである。

(1) 優先度の高い計画案の早期実施

(a) 経済性および社会的要求の視点から、緊急性の高い計画は、(i) 洪水防御計画の第1期案（バナイBダムと輪中を含む案）と(ii) ロハス上工水供給計画である。これら両計画については、建設に向けての次段階の調査が早期に実施されるべきである。予定される調査内容を以下に示す。

- 洪水防御計画 : 第1期計画に関するフィージビリティ調査
- ロハス上工水供給計画 : 既存調査の再検討を含めた詳細設計

(b) 洪水防御計画の第1期案の完成後、続いてパニタン-バナイかんがい計画が完成されるよう、パニタン-バナイかんがい計画についてもフィージビリティ調査が、上記2件の調査と平行して実施されることを併せて提言する。

(2) 中・長期洪水防御計画の実施

本Studyでは、将来の洪水被害があるレベルまで増加し、各計画の経済性が資本の機会費用である年率8%に達した後で、洪水防御計画の第2期・第3期を実施することとしている。この仮定にしたがって、第2期・第3期の実施は、それぞれ2005年頃、2022年頃と提案してある。しかし、フィリピン政府が社会面（地域住民の民生安定）或いは地域開発に、より重要性を置く場合、この実施計画を変更し得る。

本調査に提案する第2期・第3期計画は比較的遠い将来計画となっている。実施にあたっては、その時点レベルでの実際の地域開発状況を勘案の上、計画を再吟味することが望ましい。

(3) パナイCダム、バド balan AダムおよびマンブサオBダム

本調査においては、パナイB地点におけるダム計画の提言を行っている。パナイCダムについては、経済性が劣ること、およびタバス町をはじめ約40km²の土地を水没させることに伴う社会的問題の観点から、最終提案には含めていない。また、バド balan AダムとマンブサオBダムについては、経済性の面から、有利な計画では魅力ないため、同様に最終提案から外してある。しかしながら、将来の洪水流出特性は、上流域における土地利用あるいは開発により、変化する可能性があり、また、将来の下流域の活発な開発に伴うより高度の洪水防衛事業のニーズが起り得る。この場合、これら3つのダムの洪水防衛機能が新たに役立つ時が来るかもしれない。よって、これら3つのダムの建設は、現時点において、全く棄却されるべきでなく、将来再び検討されることが望しい。

(4) 将来土地利用

将来の洪水防衛事業の有無、実施される事業の種類によって将来の土地利用が異って来る。個々の小地区別の将来土地利用に関しては、以降のフィージビリティ調査で吟味されるものとし、本調査では下記の3つのカテゴリーの土地利用に関し予備的提言を行っている。

- (a) 施設案による洪水防衛事業が実施される地区
- (b) 当面、施設案による洪水防衛事業が実施されない地区
- (c) 将来、河川敷として利用される地区

上記カテゴリー別の地区の概略位置を図11.1に示し、また土地利用に関する提言事項を表11.1に記述している。

上記のうち、(c)についてはいずれ用地取得を行う必要がある。社会的な観点から、土地利用規制の法制化を直ちに実施することは困難であるとしても、将来の土地利用を活性化させないための適切な指導が行われることが望まれる。これは、地域住民に洪水リスクを衆知せしめる等の方法により可能であろう。また、今後築造される橋梁、諸用水取水口施設、その他河川構造物は将来の河道改修計画を考慮に入れた施設計画にする必要がある。

(5) 水文観測

本Study 実施に際して、洪水流量、洪水水位、流砂量、及び豪雨時の雨量記録などの基本的なデータが、不十分であった。今後の調査、設計に十分なデータをそろえ

るためにも、以下に示す観測作業が引き続き、実施されるべきである。

- 本Study 中に新設された雨量観測地点における観測を継続する。豪雨時の雨量の詳細観測を実施するためにも、自記雨量計を設置する。現在あるのは手動式の雨量計のみである。
- 現在稼働中の流量観測所（このうち、3ヶ所が自記水位計、4ヶ所が普通水位標）における水位、流量及び流送土砂量を継続して観測すること。
- 河道の代表地点での流砂量の観測をすること。

(6) 洪水予警報システム

洪水防御計画の第1期案では、2年確率洪水から10年確率洪水までの洪水を対象にして防御案が設計されており、大きな洪水の場合には、なお洪水が発生し得る。従って、住民には実際に発生する洪水について、無害洪水であるか、氾濫を伴う洪水であるかを予知せしめる為にも、流域内に洪水予警報システムを確立することが勧告される。（第5章 5-6節参照）このシステムの概略案は図 5.6-1に示してある。

(7) 電力供給の経済評価

本報告書においては、マスタープラン段階として、代替電力としての火力発電の価格を基とした初期的な経済評価がなされている。次段階のフィージビリティスタディでは、本報告書の結果を再検討し、パナイ島電力網全体の開発計画として最適な計画であることを確認すべきである。

(8) 貯水池の堆砂

本報告書において、パナイ上流域での流出土砂量、パナイ島第一の河川である。ハロール川での流砂観測記録を基に算定し、年間の単位流域面積(1km²) 当り 1,400 m³ と設定した。限られた貯水池容量に対する流入土砂量の問題は重大であり、次の検討段階では、さらに精度のよいデータを入手して、貯水池堆砂量を算定しなおすことが必要と考える。

(9) 貯水池操作のガイドライン

今回のマスタープラン段階では、洪水防御と水力発電に対する貯水量の割り当てをすることによって、単純化した操作を設定し、各種解析を行った。次の段階では、ダムによる計画を経済的により有利にするために、さらにきめ細かな貯水池操作基準を設定して計算することがのぞましい。

(10) 現存発電所の劣化

本報告書では、電力系統の開発計画については、古いディーゼル発電所の廃棄を考慮した。しかし、送電線及び配電の損失の他、現存発電所の効率低下も考慮する必要がある。この点については、現存施設のさらに詳細な調査を行った上でフィージビリティスタディ段階で明確にしていくことが望ましい。

(11) 水需要予測

将来の水需要予測に関しては、上水供給プロジェクト実施後の一人当りの消費量の増加が見込まれている。

次の検討段階では、この予測に関し、より詳細な検討をすることが望まれる。

(12) 植 林

現在の森林面積は、灌木林地域の面積に比べて非常に小さい。現在の森林保護と植林は、環境保全降雨の保水機能による洪水防御及び森林関連産業の発達のために必要と思われる。バナイ川流域の植林計画は全国レベルでの植林計画の一貫として考える必要がある。現在の森林状態を詳細に調査し、将来の検討段階で植林計画基本案をたてることが望まれる。

(13) 灌漑プロジェクトのフィージビリティスタディの時期

本報告書においては、マンブリオ地区の灌漑プロジェクトは、パニタンーバナイ地区のプロジェクトより約1年間先行してフィージビリティスタディを実施する計画となっている。しかし、事務、管理の便宜性や規模の適正に関して、両地区の検討を同時に行うことも考慮することが必要と考える。

(14) 洪水危険度地図

非施設的手段の一つとして、洪水危険度地図の作成が必要となる。ウンダン台風による洪水に関しては、1985年6月の追加調査においては、かなり詳細な資料が収集された。次の検討段階でさらに詳細な調査をし、精度のよい洪水危険度地図を作成することが望まれる。この洪水危険度地図は単に洪水被害を軽減するのに有効というだけでなく、適切な土地利用の育成にも重要性を持つものと考えられる。

(15)河相の長期的観察

河相は、各河川及び時間的経過によって異なるのが普通である。従って、将来の洪水防御計画のために、河床変動、蛇行、及び水文観測を含む、長期的な河相の観察が必要となる。特にバナイ川のような自然河川の状況変化を知ることは重要である。

(16)上工水供給プロジェクトの費用割り当て

本報告書において、上工水供給プロジェクトの費用は全額上工水の受益者側で負担するものとしている。しかし、本プロジェクトの実施により、灌漑にも副次的便益をもたらしており、上工水供給プロジェクトの負担を多少でも少なくするために、費用の割り当てを考慮する必要もあるものとする。

しかし、その場合、灌漑1の便益は、パニタンーバナイ地区の灌漑計画が実施されれば、解消されることを付記しておく。

(17)上工水供給プロジェクトの段階的施工

上工水供給プロジェクトの計画では、プロジェクトの段階的実施は考慮されていない。しかし、本プロジェクトの予算獲得に困難が予測される場合、段階的実施計画を検討する必要があると考える。段階的実施については、例として次の区分が考えられる。

(a) 潮止堰の建設

(b) 捷水路を含むローアバナイ川の河床掘削とバナイ本流からの流入口における取水門の建設

(c) 新しい揚水用パイプを含める追加ポンプ施設の建設

(18)非施設的施策に関する詳細調査

本調査における非施設的施策の検討は限られたデータに基づくこと、また地区区分(23の河川区間)ごとの検討としているために、未だ予備のと検討に留まっている。次段階のF/Sでは施策案の細分のさらなるグレードアップが必要である。またF/Sにおいては、法制を含む施策の具体的運営法についての検討を行う必要がある。

1

1

1

1