

2. 2. 5 ピナツボ火山噴火災害復旧計画

現地調査時点における国家灌漑庁(NIA)の灌漑施設に関わる災害復旧計画は、4つの州(ターラック、バターン、バンバンガ、サンバレス)をカバーし、5カ所の国営灌漑施設(合計約25千ha)と163カ所の小規模灌漑施設(合計約21千ha)を対象にしている。この復旧計画は、レベルI(緊急復旧)とレベルII(中長期復旧)に分けて策定されている。レベルIでは火山噴出物の除去、河川流路の維持、河川内火山灰の除去等が、レベルIIでは分土工・ゲートの修理、河川内火山灰の除去等が計画されている。更に、国営灌漑施設のレベルIIの復旧計画には、建物の修理や流域保全も含まれている。これらの災害復旧に要する費用は、総額で約1.9億ペソ(約9.5億円)と見積もられている。詳細は次頁表2.3に示す通りである。図2.3にターラック州、バターン州、バンバンガ州、サンバレス州の国営灌漑システム位置図を示す。

表 2. 3 ピナツボ山噴火による灌漑システム被害状況

州及び 管理システム	被害 システム		復旧費 (金額:千ペソ)		
	被害システム数	被害面積(ha)	レベル-I	レベル-II	合計
A. バタン州					
国営/小規模灌漑システム	1	1,417	2,940	4,180	7,120
農民灌漑組合システム	20	1,555	6,182	5,327	11,509
(小計)	21	2,972	9,122	9,507	18,629
B. バンバンガ州					
国営/小規模灌漑システム	1	4,486	4,291	8,699	12,990
農民灌漑組合システム	79	12,340	26,780	38,511	65,291
(小計)	80	16,826	31,071	47,210	78,281
C. ターラック州					
国営/小規模灌漑システム*/	1	13,976	5,654	15,435	21,089
農民灌漑組合システム	14	2,504	6,165	6,476	12,641
(小計)	15	16,480	11,819	21,911	33,730
D. サンバレス州					
国営/小規模灌漑システム	2	5,155	11,176	13,841	25,017
農民灌漑組合システム	50	4,308	16,763	16,762	33,525
(小計)	52	9,463	27,939	30,603	58,542
合計					
国営/小規模灌漑システム	168	45,741	79,951	109,231	189,182
農民灌漑組合システム	5	25,034	24,061	42,155	66,216
農民灌漑組合システム	163	20,707	55,890	67,076	122,966

出典: "Summary of Extent of Damage to Irrigation Systems due to the Mt. Pinatubo Eruptions", NIA, 16 June 1991.

注) レベルI: 緊急復旧事業が必要
 レベルII: 中長期復旧事業が必要

* / レベルIIにおいて Balog-Balog Multi-Purpose Projectの計画変更事業費を含む

注) 復旧事業内容は以下の通りである。

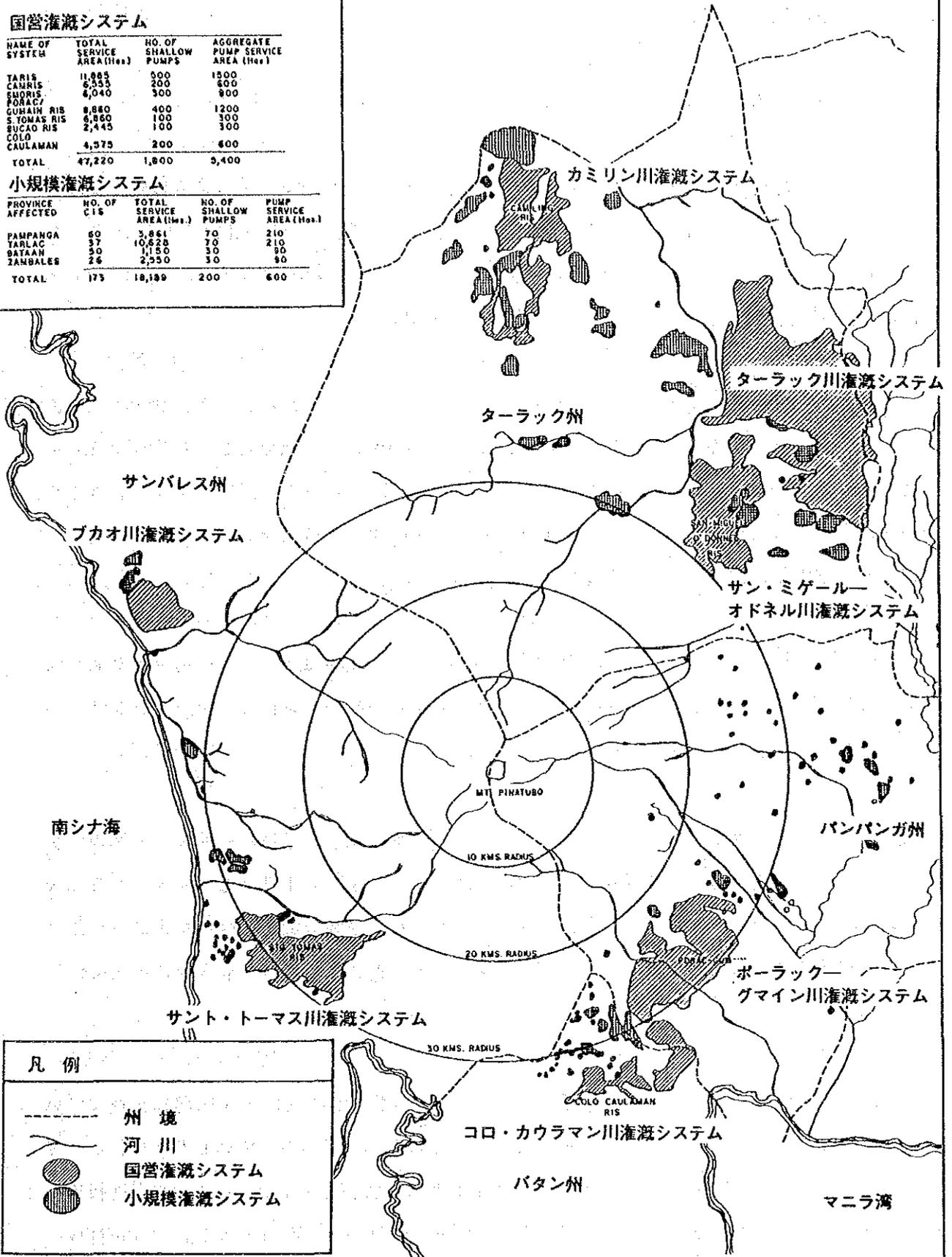
国営/小規模灌漑システム	農民灌漑組合システム
(レベルI)	(レベルII)
土石除去工事	土石の除去工事
水路改修工事	水路改修工事
火山灰除去工事	火山灰除去工事
(レベルII)	(レベルII)
取水工修復工事	取水工修復工事
取水ゲート修復工事	取水ゲート修復工事
火山灰除去工事	火山灰除去工事
建築施設改修工事	
流域保全工事	

国营灌漑システム

NAME OF SYSTEM	TOTAL SERVICE AREA (Ha.)	NO. OF SHALLOW PUMPS	AGGREGATE PUMP SERVICE AREA (Ha.)
TARIS	11,885	500	1500
CAMRIS	6,355	200	600
SNORIS	4,040	300	900
FORAC/			
GUBAHI RIS	8,860	400	1200
S. TOMAS RIS	6,260	100	300
BUCAO RIS	2,445	100	300
COLO CAULAMAN	4,375	200	600
TOTAL	47,220	1,800	5,400

小規模灌漑システム

PROVINCE AFFECTED	NO. OF C.I.S.	TOTAL SERVICE AREA (Ha.)	NO. OF SHALLOW PUMPS	PUMP SERVICE AREA (Ha.)
PAMPANGA	60	3,861	70	210
TARLAC	37	10,628	70	210
BATAAN	30	11,850	30	90
ZANBALES	26	2,550	30	90
TOTAL	173	18,189	200	600



凡例

- 州境
- ~~~~ 河川
- 国营灌漑システム
- 小規模灌漑システム

図 2.3 国营灌漑システム位置図

2. 3 要請の経緯と内容

2. 3. 1 要請の経緯

日本国による無償資金協力事業として、1991年3月ターラック州サンホセ町に完成した西部バリオス溜池灌漑システムは、この地域の経済を活性化し、地域振興を図ることを目的し、1,030 haの水田への灌漑施設として、総貯水量690万 m^3 に達する4つの貯水池と、総延長23.86 kmの灌漑水路の建設、また延長175mの橋梁建設が行われた。

この施設の利用開始を目前にした同年6月中旬、ルソン島中央部、ターラック、バンパンガ、サンバレス3州の州境に位置するピナツボ山（標高1,745m）が、今世紀最大と言われる大噴火を起こし、50億 m^3 とも推定される火山噴出物は、火山の周囲50km以上を覆い、さらに、その後の雨期の降雨により山腹から流出した泥流は、ピナツボ火山にその源流を発する河川、沿岸に広がる水田を完全に埋め尽くし、甚大な被害を与えている。

この噴火によるサンバレス、バンパンガ、ターラック3州の被害に対して、日本を始め世界各国から、被災民の生活援助、道路、橋、学校、市場などの復旧、移住地の建設に緊急援助がなされており、本事業もその一環と位置付けられる。

西部バリオス溜池灌漑システムの受益地域では、火口から比較的近距离に位置するバルンゲス、バンガサンの両ダム流域の降灰量が5～10cmに達し、流域内の山腹斜面に堆積した火山灰は雨期に流出し、流域内の河川、貯水池に流入・堆積した。現在も流域内の山腹斜面には多量の火山灰が残留しており、今後、この流出にともなって、貯水池の埋没、取水機能の喪失などの被害の発生が想定される。

この灌漑システムはフィリピン国政府が、1991年より国家的施策として全国的に推進している小規模溜池灌漑整備事業(SWIM)に先行するモデル事業として期待されているだけに、この運営・管理を行っている国家灌漑庁(NIA)は、今後予想される被害を最小限に止め、貯水池機能を維持するために必要な緊急の対応策の実施を強く希望し、計画をとりまとめた。これを受け、フィリピン国政府は1992年3月、日本国政府に対して、無償資金援助を要請してきたものである。

2. 3. 2 要請の目的

ピナツボ山の大噴火は雨期の初めに起きたため、降灰のあったバルンゲス、パンガサンの両ダム流域では、降灰直後から降雨による貯水池への火山灰の流入が観測され、現在、貯水池、流域河川内にその堆積が見られるほか、流域の山腹斜面にもまだ多量の火山灰が残留している。今後もこの火山灰が降雨により、貯水池内に流下堆積することを考えれば、貯水量の低下、灌漑受益面積の減少、更に貯水池取水設備の埋没による取水機能の喪失などの被害が想定される。

1992年4月の調査によると、流域内の残留火山灰は、バルンゲス流域では山腹斜面に 120万 m^3 、河道内堆積 45万 m^3 、貯水池内の堆砂が 20万 m^3 である。パンガサン流域では山腹斜面に 32万 m^3 、河道内堆積 7万 m^3 、貯水池内堆砂が 12万 m^3 となっている。また5年後の堆砂量はバルンゲスダムにおいて総貯水容量の約 58%、パンガサンダムにおいて約31%に達すると推定される。このような事態に至れば、灌漑受益面積の減少は勿論のこと、堆砂により取水口は閉塞され、灌漑用ダムとしての機能は完全に失われる。その上、これらのダムの貯水位を低下させるための緊急放流機能も損なわれることから、ダムの安全管理の点にも大きな障害が生ずる。このような事態発生の回避が本事業の実施要請の目的である。

2. 3. 3 要請の内容

フィリピン国政府から日本国政府への要請内容は以下の通りである。

対象灌漑施設は火山灰の貯水池への流入堆積が顕著であるバルンゲスダム、パンガサンダムの2ダムである。

1) 火山灰の貯水池流入抑制工

流域斜面、河道における火山灰の固定 (床止工建設)

2) 貯水容量の確保・増大

貯水池内流入土砂の除去による貯水容量確保

3) 取水施設機能の確保

取水施設の改良 (斜樋形式取水施設、排砂ゲート設置工事)

灌漑水路内火山灰の除去

4) 火山灰除去に使用する重機の供与

フィリピン国政府からの要請内容は上記の通りであるが、4.2要請内容の検討に示すように灌漑水路内火山灰の除去、及び火山灰除去に使用する重機の供与は本計画の範囲から削除することをフィリピン国政府の合意の基、これを決定した。

建設要請施設はその目的に応じて以下のようにまとめられる。

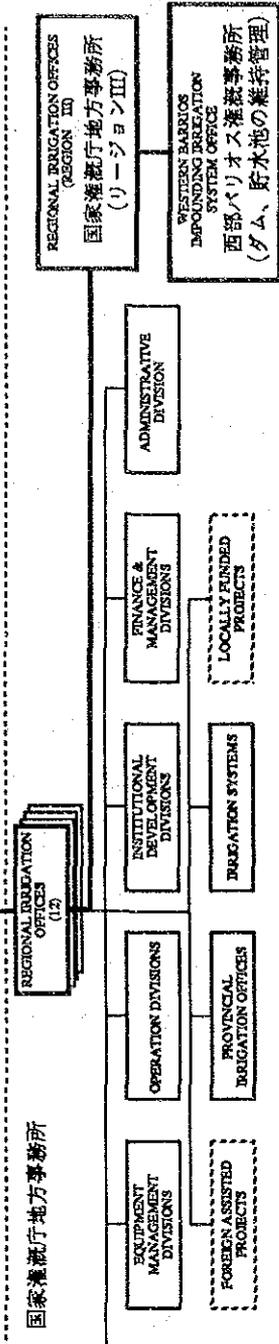
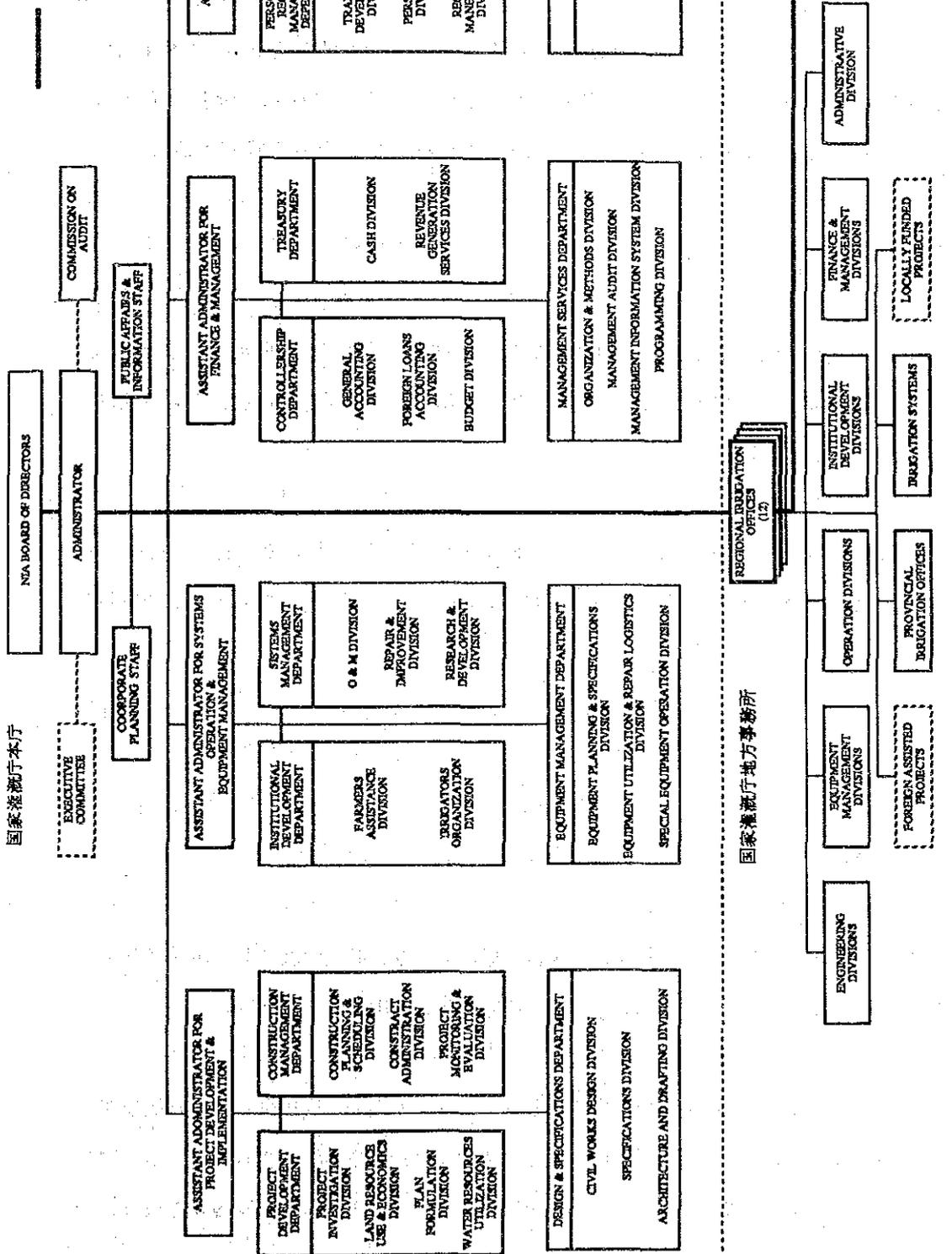
表 2.4 要請施設の建設目的による分類

		バルングスダム	バンガサンダム
取水機能の維持		取水ゲート設置	取水ゲート設置
		排砂ゲート設置	排砂ゲート設置
貯水容量の減少に 対する対策工	残留火山灰流出抑制工	床止工	床止工
	堆積火山灰対策工	植生工	植生工
		火山灰除去	火山灰除去

2.3.4 プロジェクトの実施機関

本プロジェクトの実施機関は建設完了灌漑施設の維持管理主体である国家灌漑庁(NIA)である。NIAはフィリピン国における灌漑施設の事業実施主体であり、灌漑事業の計画、設計、施工監理、また建設施設の運営・管理、モニタリング、事業評価を行っており、本案件実施に対する技術力、実施能力について問題はない。国家灌漑庁(NIA)の組織図を次頁図2.4に示す。

国家灌漑庁本庁
 本灌漑システム、及び本計画建設
 施設致の維持管理組織を示す。



(注) ダム、貯水池の維持管理は西部パリオス灌漑事務所
 が国営灌漑事業としてこれを行ない、灌漑水路等に
 ついては農民組合が国家灌漑庁の指導のもとこれを
 行なう。(図 4. 5 参照)

図 2. 4 国家灌漑庁組織図

第3章 計画地域の概要

3.1 計画地の位置及び社会経済事情

3.1.1 位置

計画地域はリージョンIII、ターラック州のほぼ中央に位置するサンホセ町域内に位置する。マニラからの経路は国道3号線でターラック市に至り（マニラ-ターラック間125km）、これより西方に向かうラワガ(Lawaga)-ブルゴス(Burgos)州道で20kmの経路を経て到着する。

3.1.2 行政・人口

ターラック州の土地面積は3,053.4 km²、人口は859,651（1990年）、人口増加率は2.25%である。人口密度は州平均で281.5人/km²である。ターラック州には18の町があり、その下に約509のバランガイ（行政の最小単位：村）が存在する。

事業計画地域であるサンホセ町は1990年にターラック町から分割したもので、通常西部バリオス地域と呼ばれる。土地面積は州内で最も大きく574.81 km²、人口は20,483人（1990年）である。

3.2 自然条件

3.2.1 地形・地質

ターラック州の北部及び東部は砂質・シルト質に富む沖積平野が広がり、計画地域である西部バリオス地域の位置する州西部及び西北部はサンバレス山脈の東部を構成する丘陵山岳地帯である。

計画地域には、ターラック州の西部及び南西部を広く覆っている石英安山岩、安山岩の貫入岩脈を伴う火山碎屑岩、凝灰角礫岩が分布する。また同地域は広く段丘堆積物及び沖積堆積物に覆われている。段丘堆積物はブルサ川に沿った平坦部を形成している。これらの堆積物は、シルト質～砂質礫層から成り、表

層はシルト質砂、シルト質粘土により被覆されており、耕地として利用されている。沖積堆積物は巨礫を多く含むが、淘汰の良い砂礫からなり、細粒分に欠ける。

3. 2. 2 気象・水文

本地域はフィリピンの気象区分で第1型に属し、南西モンスーンの卓越する5月～10月の雨期と、北東モンスーンの卓越する11月～4月の乾期に分けられる。以下に気象観測資料を示す。

(観測所：PAGASA, ハシエンダ・ルイシタ, ターラック州)

・年間平均降雨量	：	1,857 mm
・6カ月平均降雨量(雨期)	：	1,688 mm
・6カ月平均降雨量(乾期)	：	189 mm
・年平均気温	：	27.2 ℃
・年間蒸発量	：	1,780 mm
・年平均相対湿度	：	70 %

3. 3 社会環境

(1) 道路

ターラック州内の道路状況は公共事業省の1985年資料によると、国道211 km、州道561 km、町道140 km、バランガイ道路3,627 km、合計4,539 kmとなっている。コンクリートまたはアスファルトによる道路舗装率は、国道で78%、州道で25%、町道で54%、バランガイ道路では1%に満たない。砂利敷込率は州道で65%、町道で34%、バランガイ道路で54%である。

計画地域内をリンクするバランガイ道路は、次のとおりである。

ブルゴス	：	13路線	9.75km	イバ	：	22路線	12.52km
モリオネス	：	10路線	5.24km	ルピガン	：	5路線	6.00km
ヴィラ・アグリバイ	：	9路線	13.50km	スラ	：	6路線	12.38km

(2) 交通手段

本地域の交通手段は、水牛車、トラクター、ジブニー、ジープまたはトラックなどである。ターラック町とマニラその他の主要都市間には高速バスが利用できる。

(3) 電話・電報等

マニラ、ターラック町間には電話が通じており、電話電信局がターラック町にある。郵便は政府管掌の郵便システムと民間のLBC、CALGO社の二種類がある。

(4) 水道

ターラック町ではターラック水道事業所があり、2,220戸の住宅と少数の工場に給水しているが、計画地域はそのサービス地域には含まれていない。地域住民は、生活用水として手押しポンプによる井戸水の利用と渓流水、泉又は河川水を利用している。

(5) 電力

ターラック町には、ターラック電力会社が50,000kVA/日の能力で電力供給している。ターラック町内の55%のバランガイは電化されているが残りの45%は未電化となっており、計画地域内においても未電化である。

(6) 教育

ターラック町には、公立小学校89校、私立小学校6校、公立高校2校、私立高校5校、大学4校がある。病院は10ヶ所、バランガイ保健センターは24ヶ所ある。小学校は一つのバランガイに1校の割合で建設されている。

3. 4 当該農業セクターの概要

(1) 農業

ターラック州においてはその気候、肥沃な土壌から農業は基幹産業となっている。農産物の自給自足を目的として種々の国営事業が行われており、この結果、特に土地利用政策の強化により主要食料である米と、さとうきびなどの商品作物の生産量は非常に高い。

ターラック州には稲作地77,325haと果樹、豆類、トウモロコシ、根菜、玉ねぎ、タバコ、綿花、さとうきび等の農地が27,397ha存在する。稲作地の内、灌漑されている農地面積は43,542ha、天水田面積は33,783haであり、その生産高は1990年において166,580トン（2.15トン/ha）に上る。図3.1にターラック州内小規模灌漑システムを示す。

当該プロジェクト灌漑地域（1,030ha）は、1991年3月の日本国による無償資金協力により貯水池、灌漑水路の建設工事完了後、灌漑組合が組織され、NIAによるダム管理、灌漑技術指導が行われており、雨期、乾期ともに作付が行われるようになった。

建設4ダムの合計灌漑面積は以下の通りである。

表 3. 1 ダム別灌漑面積

マンギログダム	:	360 ha
ブレラティンダム	:	120 ha
バルンゲスダム	:	350 ha
パンガサンダム	:	200 ha
合 計	:	1,030 ha

灌漑地域に関係するバランガイは、ヴィラ・アグリバイ、マババナバ、モリオネス、ルビガン、イバの5バランガイである。また、この地域の人口は1990年においてヴィラ・アグリバイ3,100人、マババナバ2,880人、モリオネス1,764人、ルビガン700人、イバ3,171人、合計11,617人である。灌漑組合加入農家数は以下の通りである。

表 3. 2 灌漑組合加入農家数

ヴァマステック（マンギログダム）灌漑組合	85 世帯
ヴァマステック（ブレラティンダム）灌漑組合	58 世帯
モリサ（バルンゲス）灌漑組合	127 世帯
バダミア（パンガサン）灌漑組合	91 世帯
合 計	361 世帯

（ ）内は当該ダム名称を示す。

この地域は、従来雨期における天水田であり、乾期には休耕地となっていたが、灌漑施設の完成後には灌漑組合および国家灌漑庁(NIA)の指導のもとに雨期、乾期ともに、稲及びトウモロコシが作付されるようになった。灌漑地域内農家の平均土地保有規模は2.1haである。

西部バリオス溜池灌漑計画においては、全域の農地を灌漑するために必要な期間（計画便益が発生するに必要とする期間）を5カ年と予定している。現在は灌漑組合の指導のもとに、試験的に一部が灌漑され、その灌漑面積は、パンガサンダムにおいて約50ha、バルンゲスダムにおいて約70haである。また、とうもろこし等の乾期作が可能になるため、収入も2倍近くになることから、農民の灌漑施設に対する期待は、非常に大きい。貯水池では、テラピアの養殖も行われており、地域住民の貴重な蛋白源になるとともに、大きな収入源ともなっている。

灌漑地域（1,030ha）における土地保有の状況は次表の通りである。また土地保有形態は、自作農が約30%、小作農が約50%、償還農約20%となっている。（償還農：農地改革に伴い、自己所有農地取得のための資金をLand Bankから借入れ、その借入金返済途中の農民を言う。土地所有権は借入金返済後得られる。）

表 3. 3 農家土地保有面積分布

(単位：%)

保有面積(ha)	自作農	小作農	償還農	小作農/償還農	合計
-0.5	0.7	1.3	0.7	-	2.6
0.5-1.0	5.5	12.8	2.4	-	20.7
1.1-2.0	8.4	24.0	6.8	0.2	39.5
2.1-3.0	6.4	9.5	5.1	0.7	21.6
3.1-4.0	2.2	2.0	2.2	1.3	7.7
4.1-5.0	1.8	0.7	0.4	0.7	3.5
5.1-6.0	1.1	1.5	0.7	0.1	3.5
6.1-	0.7	-	-	0.1	0.9
合計	26.8	51.8	18.3	3.1	100.0

フィリピン国の農村部における平均年収21,875ペソ（1985年）に対し、ターラック州中央部、当該事業隣接地（バログ・バログダム灌漑地区）での平均農家収入は10,649ペソ（1986年）である。本事業の灌漑事業実施前での灌漑地区での年間収入は農家経済調査の結果によれば、下表に示す通り9,573ペソ（1989年）、15,000ペソ（1990年）となっており、貧困ラインの年収24,792ペソを大きく下まわっている。（注：1990年の年収は当該事業建設工事からの農業外収入が含まれ、また農業収入については家畜による収益増が特徴である）

表 3. 4 平均農家収入 (単位：ペソ)

灌漑地区	1989年			1990年		
	農業収入 (1)	農業外 収入(2)	合 計	農業収入 (1)	農業外 収入(2)	合 計
マンキ'ロク'	10,175	3,451	13,626	12,161	12,470	24,631
ブ'レラティン	5,044	3,509	8,553	13,048	7,153	20,201
ハ'ルンカ'ス	4,861	4,049	8,910	9,723	2,700	12,423
ハ'ンガ'キ	2,966	4,737	7,703	2,715	3,576	6,291
加重平均	5,674	3,899	9,573	9,064	5,936	15,000

(1)作物及び家畜

(2)労務賃金収入及び竹材加工、竹細工等

(2) 土地利用

ターラック州の土地分類調査によれば土地分類・土地利用は次の通りである。

表 3. 5 土 地 分 類

1.	公共森林地	123,738 ha	(40.5%)
2.	作物栽培地	104,768 ha	(34.3%)
3.	養 魚 場	852 ha	(0.3%)
4.	湿 地	672 ha	(0.2%)
5.	放 牧 地	4,668 ha	(1.5%)
6.	そ の 他	70,647 ha	(23.2%)
	合 計	305,345 ha	(100.0%)

(3) プロジェクト計画地域の噴火による農業への影響

事業実施の対象となっている2つのダムの貯水池流域はピナツボ山から北西25~35km、また受益農地は35~40kmの距離に位置する。噴火により噴出した大量の火山灰は図3.2に示すように貯水池流域において5~10cm、受益農地において2cm程度の降灰厚となった。水源をピナツボ山麓に発するオドネル川や、ターラック川における火山噴出物の流出は河川を完全に埋め尽くし、一部では沿岸の農村居住地域、農耕地に流出し、大きな被害を与えているが、本計画地域内の農地に降った火山灰はその降灰厚が2cm程度と小さかった事から、その後の農耕作業により農地土壌にすきこまれ、噴火による被害は殆ど起きていない。計画地域の中心部を流れるブルサ川は、噴火後の数ヶ月間は流域に降った火山灰が流下し、河原には火山灰が30cm程度堆積したが、この流域、及び事業実施の対象となっている2つのダムの貯水池流域は大規模な火山噴出物が堆積するピナツボ火山山腹から遠方に位置することから、今後降雨により流出してくると想定される泥流による被害はない。

上記の通り、本地域の噴火の直接の影響は小さく、また今後においても泥流の被害は予想されない。プロジェクト地域を含んだサンホセ町はリージョンIIIの農業省(DA)による農業復旧開発プログラム実施地域に指定され、資料編5、表(7)に示すとおり、畜産、飲料水、内水面漁業から成る、総額1,925,000ペソ(9.6百万円)の事業が実施されることになっている。ターラック州小規模灌漑施設の噴火による構造物被害復旧費一覧表を併せて資料編5、表(4)に示す。

EXISTING COMMUNAL SYSTEMS OF
TARLAC PROVINCE

TOWN	NAME of SYSTEM	POTENTIAL IRREG. AREA (Ha.)	WATER SOURCE
ANAO			
1 ANAO CS		912	OURARUNTOX CREEK
2 CAPATAAN CS		312	CAPATAAN CREEK
BAMBAN			
3 BAMBAN CS		1,085	BAMBAN RIVER
4 MAGONTO CS		329	BAMBAN RIVER
CAMLINE			
5 BACAY CS		162	BACAY CREEK
6 BANAGULL CS		81	BACAY CREEK
CAPAS			
7 LAB CS		347	OPORNEL RIVER
8 OORNEL #1		247	OPORNEL RIVER
9 OORNEL #2		33	BANKOT CREEK
10 SUSURA (CUT-CUT)		40	SUSURA CREEK
CONCEPCION			
11 LIBIBANGAN CS		155	PAPUA RIVER
12 LUCONG CS		2,330	LUCONG RIVER
13 MAGAO CS		790	BAJICO CREEK
14 SAN BARTOLOME		309	SAN PANG BALAN CREEK
15 SAN ISIDRO CS		609	DALANDANING CREEK
16 STA MONICA CS		740	CAAGUISAN CREEK
17 STA RITA CS		189	QUARTEL CREEK
18 TELABANCA CS		328	PAPUA RIVER
19 TINANG CS		314	TINANG CREEK
20 TOTO ROSARIO CS		190	CAAGUISAN CREEK
21 MARITA CS		100	PAPUA RIVER
22 SAN MARTIN CS		230	PAPUA RIVER
23 BALUTO CS		468	PAPUA RIVER
GENERALA			
24 PANGSUNAN CS		51	PANGSUNAN CREEK
LAPAL			
25 ANUCIO CS		206	MASALASA CREEK
26 MASALASA CS		146	MASALASA CREEK
MAYATOC			
27 AMBALINGIT CS		276	AMBALING RIVER
28 BAYBAYOGAS		119	AMBALING RIVER
29 BIGINGA CS		41	CURONG-CURONG CREEK
30 MAUNTI CS		134	SAGAGAT CREEK
31 MAPANDAY CS		209	SAGAGAT CREEK
32 JOSE CARABAGAN		289	TETE RIVER
MONCADA			
33 MONCADA PUMP #1		36	SAN ISIDRO RIVER
		10	-DO-
		10	-DO-
		10	-DO-
		40	-DO-
		44	-DO-
		44	-DO-
		44	-DO-
		213	BAKTI BAKTI CREEK
34 SAN RIAN CS		213	BAKTI BAKTI CREEK
35 TOLEGA MONTE CS		140	BAKTI BAKTI CREEK
36 TOLEGA SUR CS		300	-DO-
SAN CLEMENTE			
37 MASIN CS		700	BATAVAN RIVER
38 BAMBAN CS		174	-DO-
39 DALDALAYAN CS		158	-DO-
40 PETAO CS		98	-DO-
STA IGMACIA			
41 BALDIOS CS		110	SAPANG TARLA
42 PUNONG DANUM CS		470	SAPANG TARLA
43 TALAGNACA CS		30	CABATUAN
TARLAC			
44 TRASELA CS		230	MARILLO CREEK
45 LANG CS		130	BANGCO CREEK
46 SAN ISIDRO CS		30	TARLAC RIVER
47 STAMARIA CS		416	TARLAC RIVER
48 PANG MANGUL		205	SAPANG MANGUL
49 BAIT COLOS		130	TARLAC RIVER
50 LUMBANGAN CS		135	MONONIS RIVER
TOTAL		15,492	
No. of Pumps		708	Units
Irregular Area		2,539	Hect.

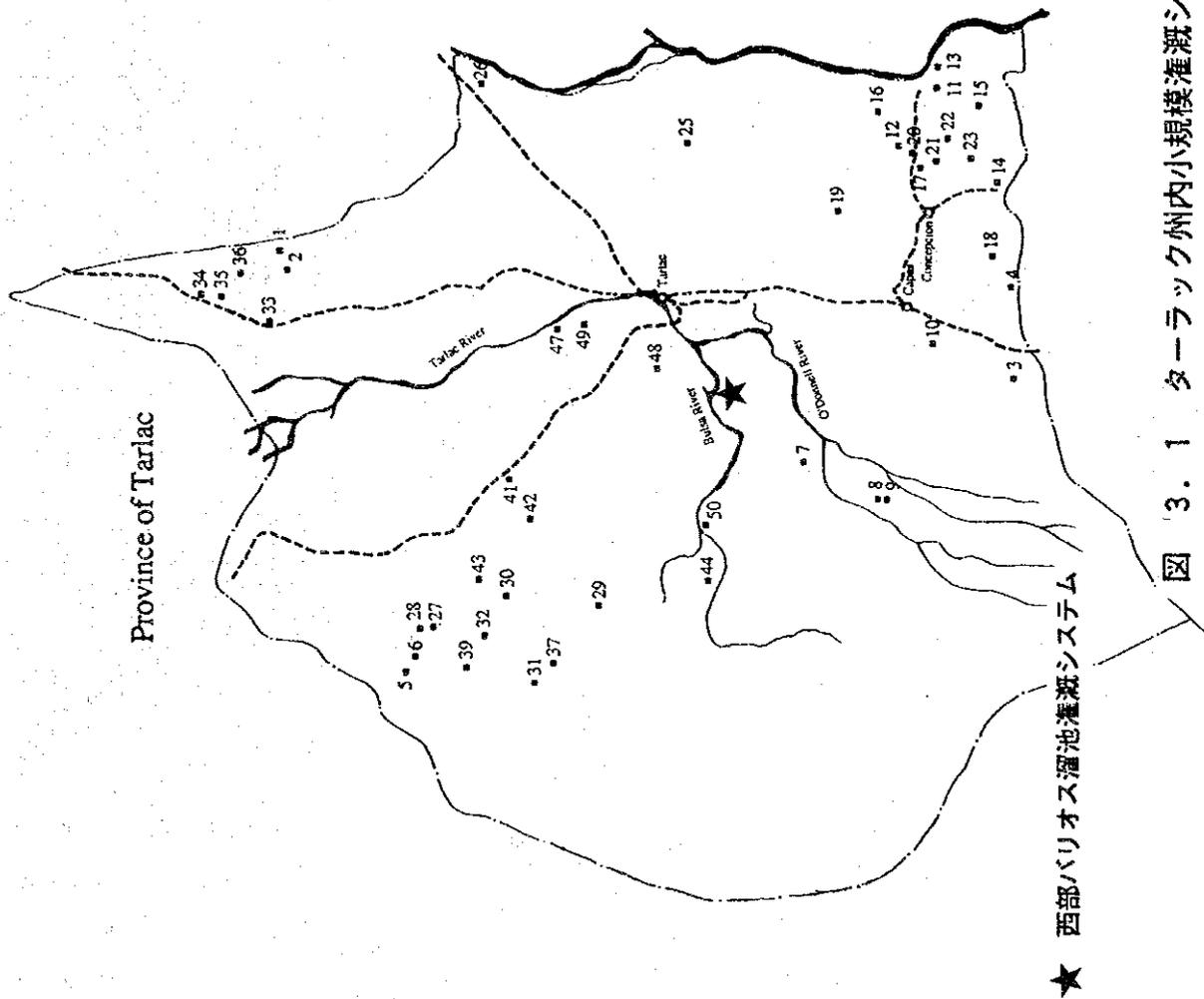
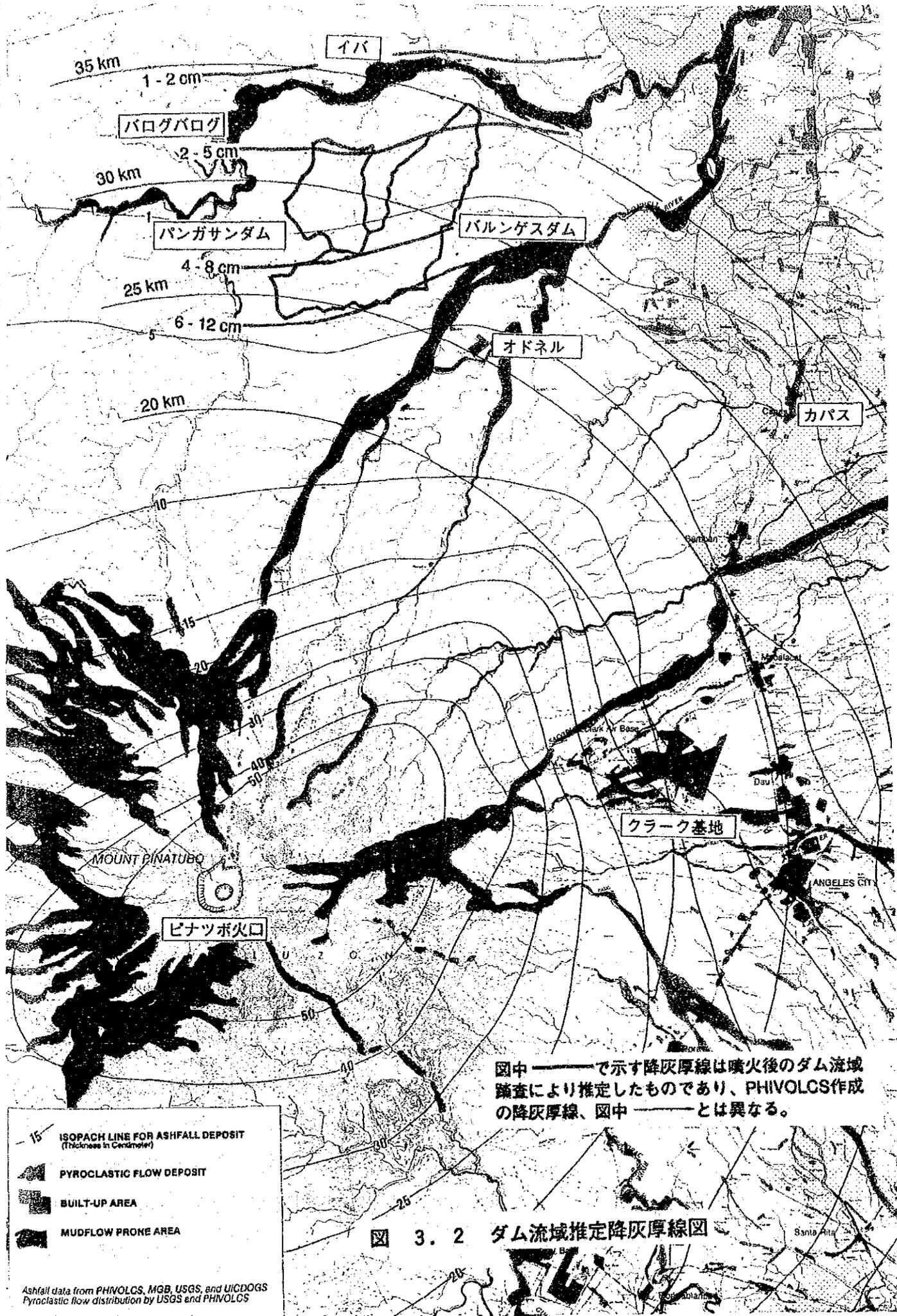


図 3. 1 ターラック州内小規模灌漑システム位置図

★ 西部バリオス溜池灌漑システム



35 km

1 - 2 cm

バログバログ

30 km

2 - 5 cm

パンガサンダム

バルンゲスタム

25 km

4 - 8 cm

6 - 12 cm

オドネル

20 km

カバス

10

15

20

30

40

50

MOUNT PINATUBO

ピナツボ火口

クラーク基地

ANGELES CITY

図中 **——** で示す降灰厚線は噴火後のダム流域
 踏査により推定したものであり、PHIVOLCS作成
 の降灰厚線、図中 **——** とは異なる。

15 ISOPACH LINE FOR ASHFALL DEPOSIT
 (Thickness in Centimeter)

PYROCLASTIC FLOW DEPOSIT

BUILT-UP AREA

MUDFLOW PRONE AREA

Ashfall data from PHIVOLCS, MGB, USGS, and UICDOGS
 Pyroclastic flow distribution by USGS and PHIVOLCS

図 3. 2 ダム流域推定降灰厚線図

第4章 計画の目的及び内容

4.1 計画の目的

建設工事の完了している西部バリオス溜池灌漑計画は、国家中期計画、セントラル・ルソン地方開発計画の推進目標である貧困の緩和、社会的公正等を、農業基盤整備を通じ積極的に実現することを目標として実施されたものである。事業実施前は、同地域は天水のみに依存した生産性の非常に低い農業が営まれているにすぎなかったが、前述の灌漑事業の実施により、フィリピン国政府が全国的にその実施を促進している小規模溜池整備事業(SWIM)の先行指標としての役割をも担う当事業は、地域の農業生産性の向上、農家の生活水準の向上を通して地域の活性化に大きく寄与するものである。乾期の水田畑作の導入をも含めた同灌漑事業は貯水池を水源としてはじめてその効果を発揮するものである。火山灰が貯水池へ流入することにより貯水池容量は減少し、この貯水池容量の減少は直接灌漑受益面積を減少させることとなる。このことは本灌漑事業の受益者である農民の収入増大に大きく影響し、計画を根底から揺るがすものである。このことから、要請に挙げられている施設建設を実施することにより、貯水池の貯水容量及び取水・放流機能を維持することは当該灌漑事業の目標達成に不可欠なものである。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 計画の妥当性・必要性の検討

当該灌漑建設工事は日本国の無償資金協力により実施されたものである。工事完了後、フィリピン国側への施設引き渡しが行われ、灌漑が開始された直後のピナツボ火山の噴火は、事業実施運営の初期において既に灌漑施設の建設目的を喪失させるものである。灌漑が不可能となった場合の経済的損失は年間約600万ペソに及ぶ。現地調査において、噴火は既に鎮静化しているが、流域斜面及び河道内に残留する火山灰は今後とも貯水池内へ流入することが明かにされ、緊急に火山灰流入に対する対策工事を実施することにより、貯水池容量を確保し、また灌漑水取水のためのダム取水機能を維持することは非常に重要であるとの結論を得た。更に貯水池水位の管理等、ダムの放流機能を確保することについても堤体盛土の安全性維持の面から重要であるとの結論を得た。

前記計画の目的でも述べたように本灌漑事業は、小規模溜池整備事業(SWIM)の先行モデル事業として、1)地域農民の生活水準向上、2)事業実施を通じての雇用機会の総出、3)水資源、土地資源の開発、及び利用の促進、等の事業実施効果が期待されていることから、今後予想される被害を最小限に止め、貯水池機能を維持するために必要な対策工事を日本国による無償資金協力で実施することはその緊急性、必要性の点から、妥当であると判断される。対策工が実施される灌漑施設の裨益人口は2ヶ村、1,640人(304戸)にのぼり、直接の受益者である農民においても対策工事の実施への期待は非常に高いものである。

実施工事内容については、フィリピン国側からの要請項目について検討をした結果、技術的に十分対応が可能であるとの結論を得た。但し、灌漑水路内の火山灰の除去、及び火山灰除去に使用する重機の供与については、現地調査の結果、フィリピン国政府側の同意のもと、以下の理由で本計画の範囲から削除した。

1)灌漑水路内の火山灰の除去

通常の灌漑水路維持管理作業にて除去が可能と判断された。作業の実施は農民灌漑組合である。

2)火山灰除去に使用する重機の供与

火山灰除去は本事業において実施されることから、重機の供与は必要ないと考える。

4. 2. 2 実施・運営計画の検討

当該灌漑システムの運営、維持管理に関しては、現在、国家灌漑庁(NIA)が直接の管理事務所をプロジェクトサイトに置き、貯水池施設の維持管理はもとより、地元農民灌漑組合の営農、農業経済活動を技術的に支援している。

現在の維持管理事務所の人員構成は、事務所長・1人、その下に各ダム管理責任者・計4人、及びその助手・計4人の構成となっている。本事業で建設される施設の維持管理は、貯水池取水施設、放流施設のゲート管理及び点検補修、床止工の点検、堆砂火山灰の土捨場の管理等が挙げられるが、これらの運営、維持管理は現在の維持管理事務所職員で十分可能である。

国家灌漑庁の全体の年間予算は、1987年2,708百万ペソ、1988年2,949百万ペソ、1989年4,799百万ペソ、1991年3,482百万ペソ、当該事業への予算は、1990年20百万ペソ（用地買収費、末端用水路建設費、人件費等）、1991年百万ペソ（末端用水路建設費、人件費等）である。後述4.3.4.(2)に示す通り、本対策工事施設を含んだ灌漑施設の年間維持管理費は約611千ペソと見積もられるが、この維持管理費は直接の受益農民からの水利施設費で十分負担可能である。尚、水利施設費はNIAの国営事業においては、基本水利費として、1ha当たり2カバン（粉100kg）が定められており、本プロジェクトにおいてもこの水利費はNIAと受益農民との間で既に合意されている。

4. 2. 3 国際機関等の援助計画との関係・重複等の検討

国家灌漑庁では、ピナツボ火山噴火による被災地域のうち、現在の段階で対策が可能な地域に対して、主に灌漑取水施設の修復を計画している。

本プロジェクト地域に隣接するバログバログ多目的計画では、火山灰流下・堆積による被害の著しいターラック川に建設されており、現在取水不能に陥っているターリス取水工（Tarlac River Irrigation System）を火山灰流下の影響の殆どないブルサ川へ移設することを計画している。その他ターラック、パンパンガ、サンバレス3州の同様な火山灰堆砂被害を受けている取水施設の修復工事が計画されているが、これらの工事の内容は、今後継続的に流下する多量の泥流に対する被害を完全に抑制できるものではなく、応急的に取水施設の機能を維持することを目的とするものである。

一方、国際機関による援助計画については、被災民の避難、移住に関する援助等は行われているものの、直接の灌漑施設への具体的な援助計画は現在策定中である。資料編5、表(3)に国際機関による援助計画を示す。

国家灌漑庁が策定したターラック州内の小規模灌漑システムに対する修復計画は、降下火山灰の直接被害を受けている農地及び、圃場内水路の火山灰除去等の修復工事が中心であり、その復旧費は資料編5、表(4)に示す通り約10.5百万ペソ（約52.5百万円）である。泥流の発生等、今後増大すると考えられる取水施設への被害に対しては十分な予算処置も難しく、また新規の

開発事業実施も今後数年間は延期せざるを得ない状況である。当該灌漑施設に対しては、30万ベソ（約150万円）が配分され、灌漑水路内に堆積した火山灰の除去工事に充てられた。

4. 2. 4 計画の構成要素の検討

本溜池改修計画は、貯水池への火山灰流入に起因し発生するダム取水機能の喪失、及び貯水容量の減少等の被害防止を目的とする。要請施設は、その建設目的から第2章、表2.4のように分類できる。取水、放流施設改良工事ゲートの設置はダム建設本来の目的である灌漑取水機能、またダムの維持管理を確実にを行うために不可欠なものであり、また床止工建設、流入火山灰除去、及び流域斜面の植生工はダム有効貯水量の確保という本来のダム建設目的である農業便益を確保する上で非常に重要である。

上記の対策工の具体的策定に当たっては、現在及び数年後の火山灰の流出によりもたらされる被害を的確にとらえた上で、その防止対策工を同火山灰の流出、堆積残留予測のもとに、決定する必要がある。

このことから、本事業の構成要素については各対策工についてその有効性を検証し、適正規模を決定する。

4. 2. 5 要請施設内容の検討

1992年4月の調査をもとにした、バルングス、バンガサン両ダムの流域の残留火山灰量、および貯水池内の堆砂量は表4.1、また図4.1～4.4の通りである。現在、貯水池に堆積している火山灰量は、バルングスダムにおいて計画堆砂量の60%、またバンガサンダムでは80%に達している。更に1992年の雨期後の貯水池内の堆砂量は、バルングス、バンガサン両ダムにおいて設計時に見込んだ堆砂容量を上回ることになり、有効貯水量が減少し、ひいては灌漑面積の減少を引き起こす。また5年後には、バルングスダムにおいて堆砂量が総貯水容量の58%、バンガサンダムにおいては31%に達する。このような事態に至れば、堆砂により取水口は閉塞され灌漑用ダムとしての機能は完全に失われる。その上、貯水位を低下させるための緊急放流機能にも影響を与えることから、ダムの安全管理の点でも大きな障害を生じる。また、貯水容量の減少に

については、バルングスダムでは流域に残留する火山灰の60%が今後5年間で貯水池へ流入堆積し、計画受益地350haのうち約50%が灌漑不可能に、パンガサンダムでは今後3～4年のうちに計画受益地200haのうちの約15%が灌漑不可能となる。

表 4. 1 今後の堆砂量予測

	バルングスダム	パンガサンダム
1992年4月		
山腹斜面堆砂量	120万 m^3	32万 m^3
河道内堆砂量	45万 m^3	7万 m^3
貯水池内堆砂量(砂)	15万 m^3	10万 m^3
貯水池内堆砂量(シルト)	5万 m^3	2万 m^3
1992年雨期後		
山腹斜面堆砂量	100万 m^3	25万 m^3
河道内堆砂量	44万 m^3	7万 m^3
貯水池内堆砂量(砂)	35万 m^3	17万 m^3
貯水池内堆砂量(シルト)	6万 m^3	2万 m^3
5年後 (事業を実施しない場合)		
貯水池内堆砂量	105万 m^3	35万 m^3
貯水量減少率	58%	31%

予期される被害を防ぐため、取水機能の維持を目的とする斜樋形式による高位取水ゲート、排砂ゲートの設置を計画する。また貯水池への流入火山灰量を最小限に抑え、必要貯水容量を確保する目的で、流域の山腹に残留する火山灰の流出を抑制する植生工、また火山灰、流域生産土砂の貯水池への流下・堆積防止のための床止工の建設、貯水池内に堆積した火山灰の除去を計画する。

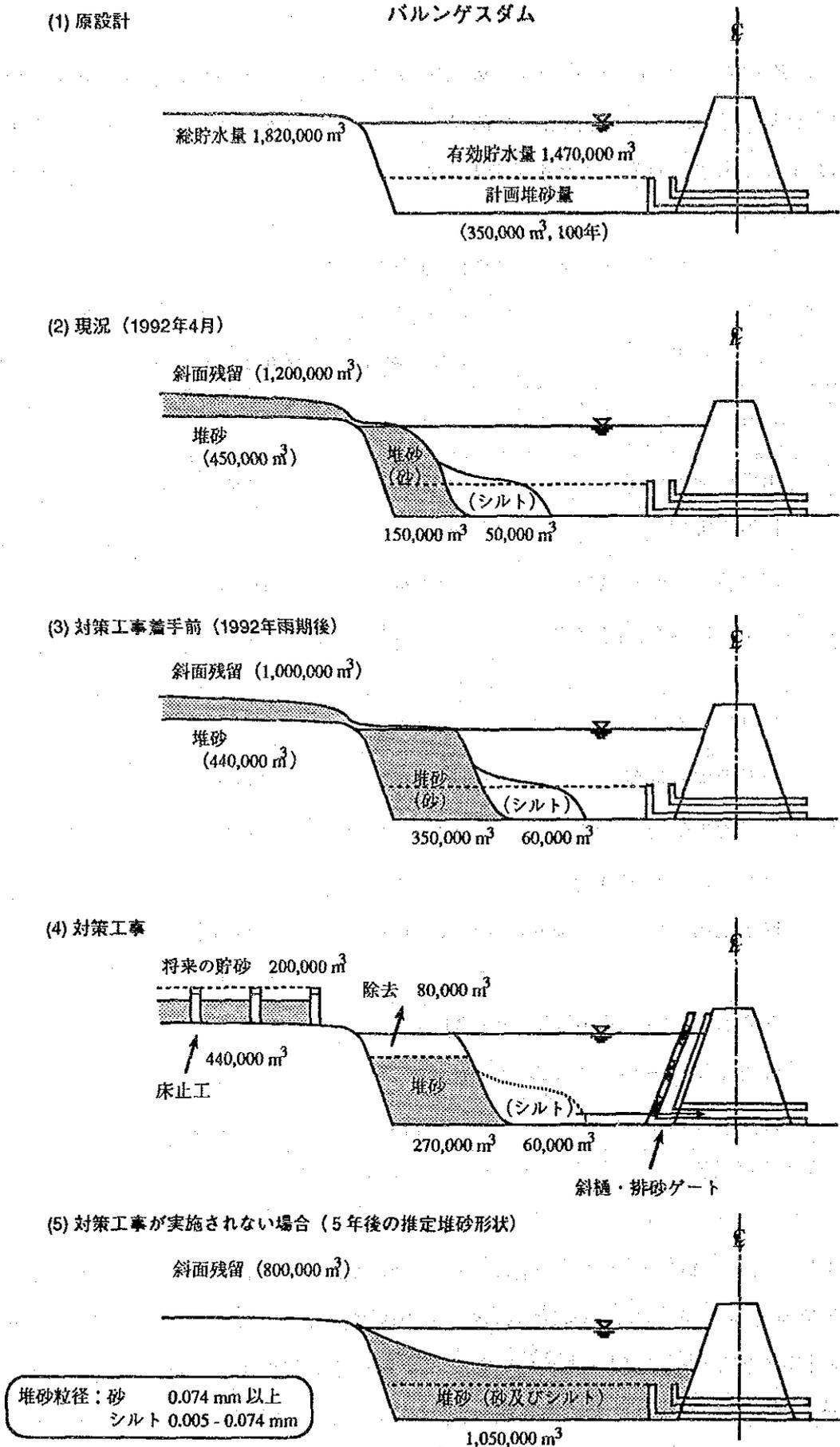
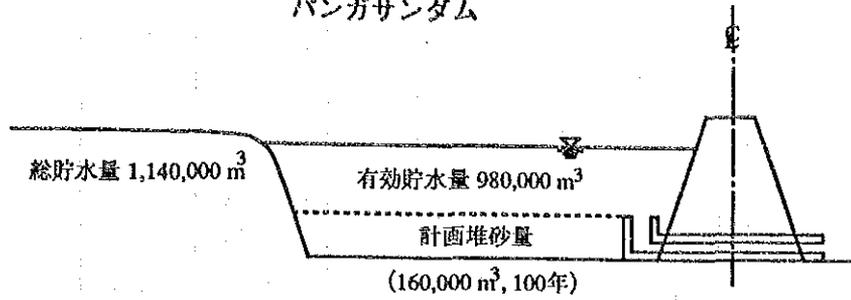


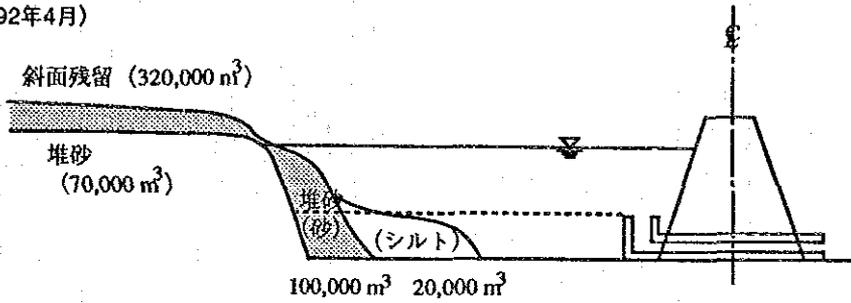
図 4. 1 バルンゲスダム流域及び貯水池内火山灰の分布説明図

(1) 原設計

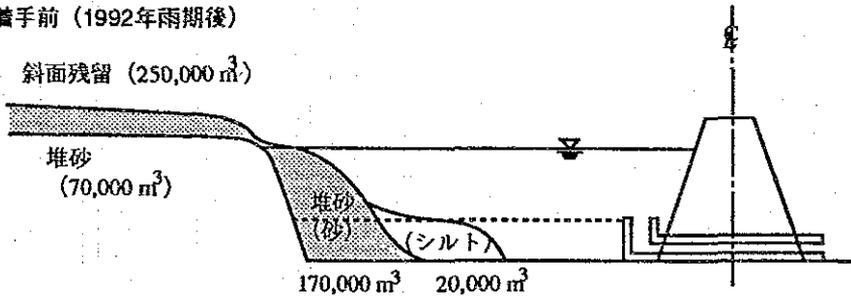
バンガサンダム



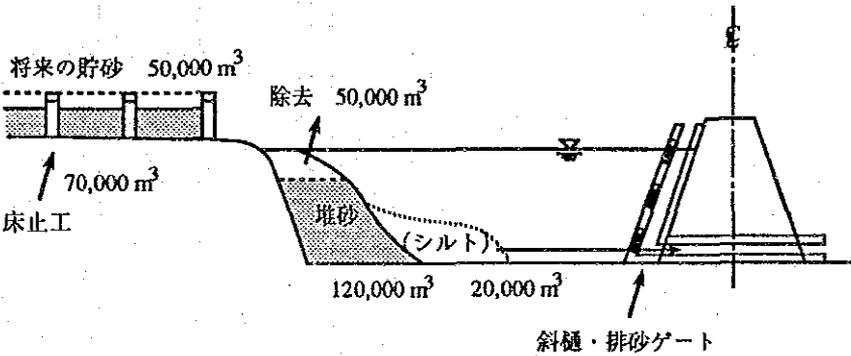
(2) 現況 (1992年4月)



(3) 対策工事着手前 (1992年雨期後)



(4) 対策工事



(5) 対策工事が実施されない場合 (5年後の推定堆砂形状)

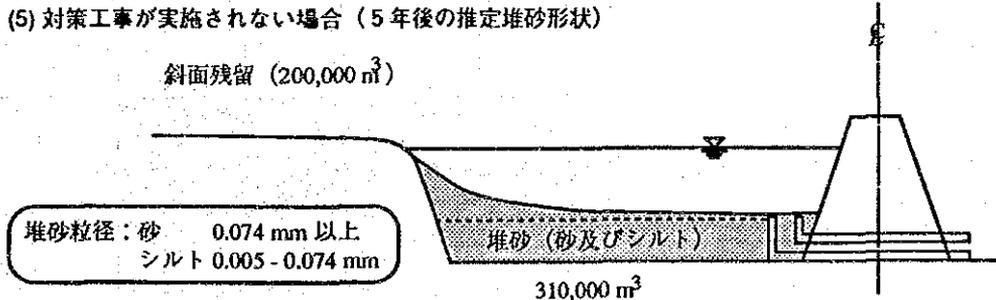


図 4. 2 バンガサンダム流域及び貯水池内火山灰の分布説明図

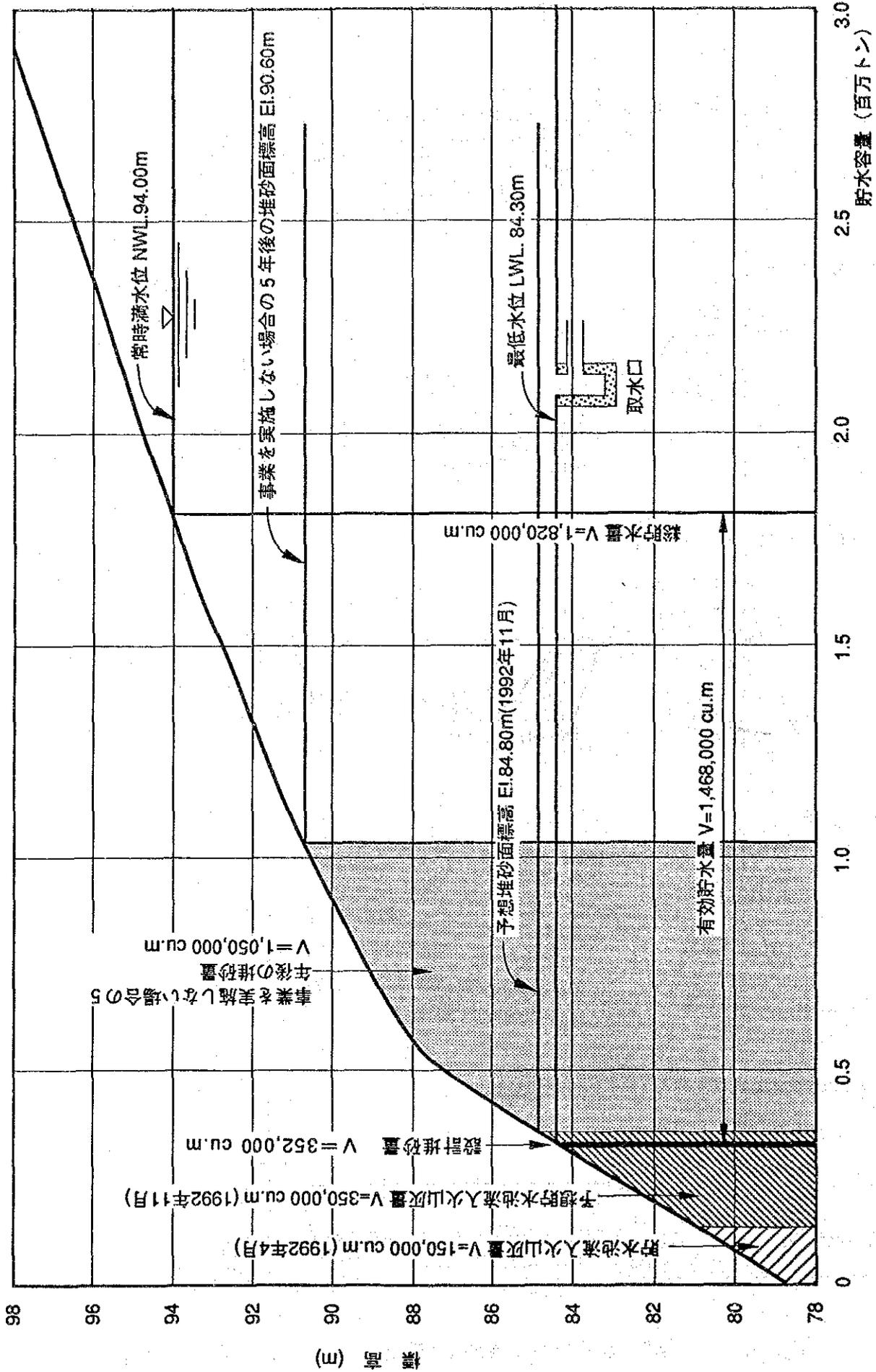


図 4. 3 バルンゲダム 貯水池標高-貯水量 及び予想堆砂面図 (事業を実施しない場合)

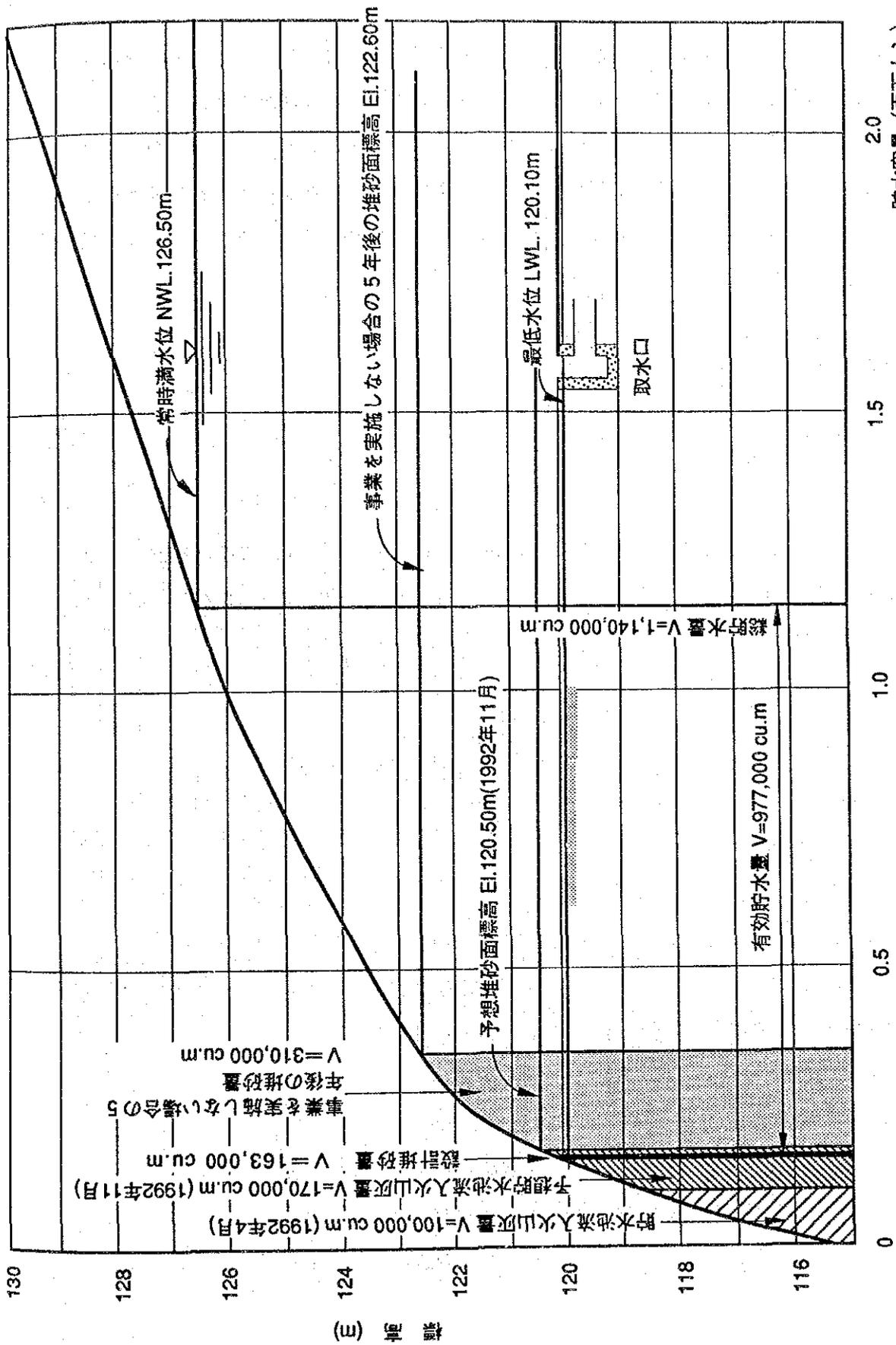


図 4. 4 パンガサンダム 貯水池標高-貯水量、及び予想堆砂面図 (事業を実施しない場合)

4. 2. 6 協力実施の基本方針

本案件の実施については、上記計画施設内容からその効果、技術的容易性、フィリピン国側の実施、維持管理・運営能力が確認されている。火山灰の貯水池流入の防止は緊急にこれを行わなければ、今後とも継続して流入する火山灰により、貯水池の建設意義までが損なわれることとなる。これらのことから、本対策工事を日本国の無償資金協力で行うことが妥当であると判断される。従って、本事業を日本の無償資金協力による実施を前提にし、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施する。

4. 3 計画の概要

4. 3. 1 実施機関及び運営体制

本事業の建設工事実施、運営管理のフィリピン国側の実施機関は、国家灌漑庁、西部バリオス溜池灌漑維持管理事務所である。図4.5に西部バリオス溜池灌漑維持管理事務所の組織図を示す。構成人員は以下の通りである。

表 4. 2 維持管理事務所人員構成

建設工事実施時		施設完了後の運営・維持管理時	
国家灌漑庁（本庁）			
プロジェクトマネージャー	1人		
予算運営	1人		
国家灌漑庁（地方事務所）		国家灌漑庁（地方事務所）	
技術管理担当者	1人	技術管理担当者	1人
国家灌漑庁（州事務所）		国家灌漑庁（州事務所）	
営農指導者	1人	営農指導者	1人
維持管理事務所		維持管理事務所	
事務所長	1人	事務所長	1人
ダム管理者	4人	ダム管理者	4人
ダム管理者助手	4人	ダム管理者助手	4人

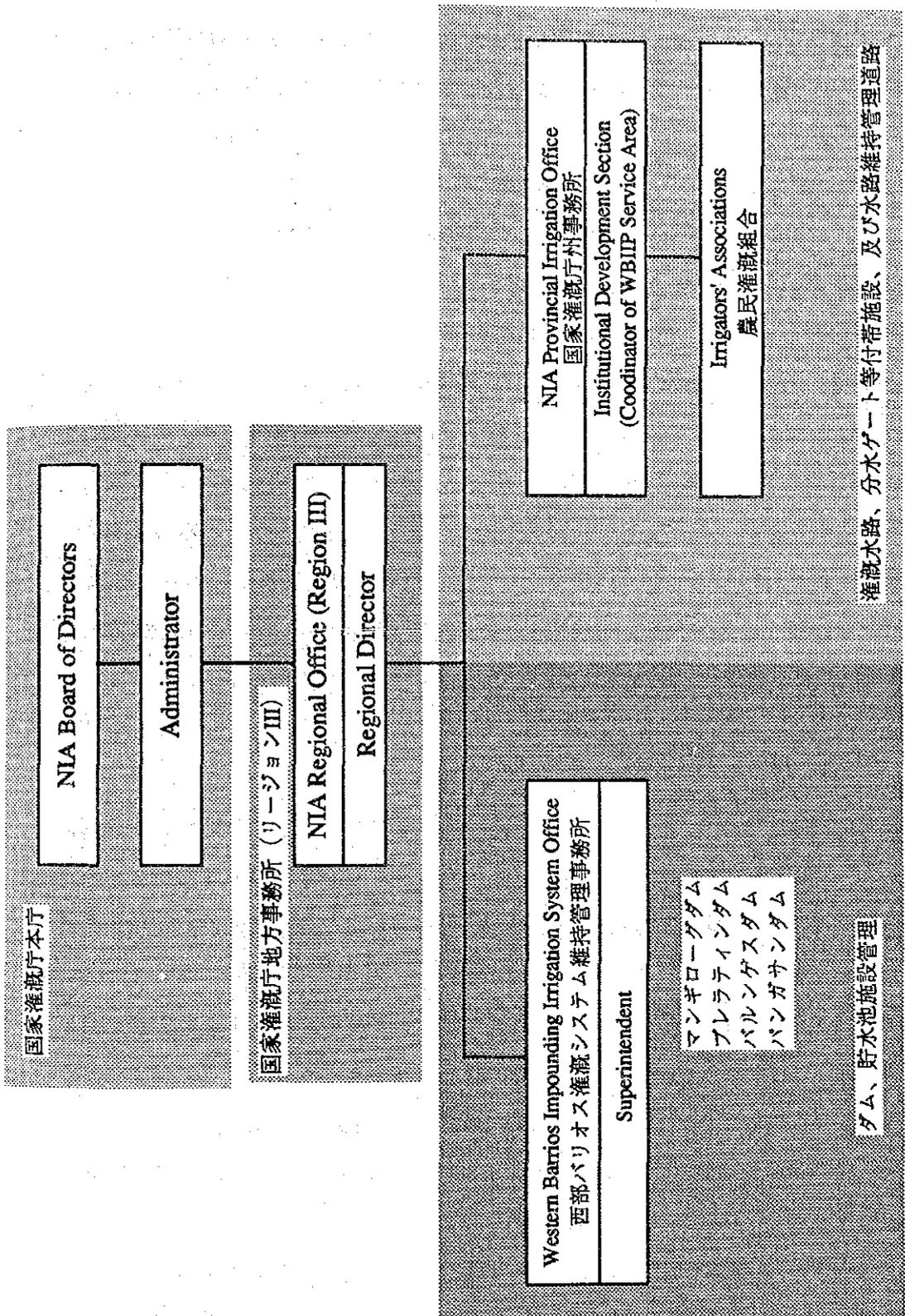


図 4. 5 西部バリオス溜池灌漑計画維持管理組織図

4. 3. 2 計画地の位置及び状況

事業計画2ダムはブルサ川右岸に位置し、標高約100mから760mにわたる比較的急峻な山岳地形の流域を持つ。両ダムの流域諸元、受益面積は以下の通りである。

表 4. 3 ダム流域諸元表

	バルングスダム	バンガサンダム
流域面積	27.9 km ²	10.8 km ²
流域標高差	94 - 764 m	126.5 - 639 m
受益面積	350 ha	200 ha

当該貯水池に関係するバランガイはバルングスダム；モリオネス村、バンガサンダム；イバ村（サンベドロ部落）で各々1,150人、490人の住民からなり、殆どが農業従事者である。両地域ともに電気、水道、電話等の施設はなく、住民は稲作の他、地域の特産物である竹製の壁用家屋資材を作り日常生活必需品の購入に充てている。小学校は両バランガイにある。

4. 3. 3 施設の基本計画

バルングス、バンガサン両ダムの流域内に残留する火山灰量、および貯水池内の堆砂量は以下の通りである。

表 4. 4 バルングスダム堆砂量分布推移表

	1992年雨期後	5年後（1997年雨期後）
山腹斜面堆砂量	100万m ³	80万m ³
河道内堆砂量	44万m ³	—
貯水池内堆砂量（砂）	35万m ³	95万m ³
貯水池内堆砂量（シルト）	6万m ³	10万m ³

注）5年後の堆砂量は本事業を実施しない場合の流域内火山灰分布を示す。

表 4.5 バンガサンダム堆砂量分布推移表

	1992年雨期後	5年後(1997年雨期後)
山腹斜面堆砂量	25万 m^3	20万 m^3
河道内堆砂量	7万 m^3	—
貯水池内堆砂量(砂)	17万 m^3	28万 m^3
貯水池内堆砂量(シルト)	2万 m^3	3万 m^3

注) 5年後の堆砂量は本事業を実施しない場合の流域内火山灰分布を示す。

上表及び図4.1~4.4に示すように、当該ダムにおいて何等対策工が行われなければ、バルングスダムにおいて堆砂量が貯水容量の58%(105万 m^3)、バンガサンダムにおいては31%(31万 m^3)に達し、貯水容量の減少は勿論のこと、堆砂により取水口は閉塞され灌漑用ダムとしての機能も完全に失われる。その上、貯水位を低下させるための緊急放流も不可能となる。

以下に各要請施設の施設内容、及び規模決定根拠を示す。

(1) 取水工施設

既設の取水口は両ダムともに最低取水口に締切ゲートを持たない開口部があるのみで、堆積火山灰除去によっても除去されない火山灰量(砂)、バルングスダム：27万 m^3 、バンガサンダム：12万 m^3 の貯水池堤体付近への移動堆積、更に床止工対象外流域からの土砂による取水工閉塞を防止するため、既設取水口標高位置及び高標高部に取水ゲートを建設する。ゲートは各ゲート単独の開閉機能、またほぼ完全なる止水性が要求される。ゲート設置標高は貯水池の利用水深、またゲート設置標高での堆砂容量を考慮し、これを決定する。

(2) 放流工施設

貯水池底部の取水工付近に堆積した火山灰、土砂の排除、及び貯留水の緊急放流を目的とした放流工を計画する。既設放流バルブは排砂に適さないことから、新規に放流バルブ施設を設置する。排砂対象粒径は細粒土が主体となるが、その放流は貯水池の無効放流を避け、雨期の

余剰水を用い、3～4カ月に亘る長時間の連続放流を計画する。放流水の減勢池は流出土砂の自然除去を図るため、空中放流式とし、更にこれに続く下流水路は流速を排出土砂の水路内堆積が防止でき、自然流下が促進できる水理諸元を与えることとする。

(3) 床止工

下記(4)に示す通り既に貯水池に流入した火山灰は、全流入量の約25%に相当する量が浚渫除去される計画であり、貯水池内に残存する火山灰量は貯水池計画堆砂量の約75%に匹敵する。このことから可能な限り貯水池の堆砂容量を確保するため、床止工による堆砂容量は今後貯水池内へ流入する火山灰の全量とし、その建設基数、位置を決定する。両ダム床止工の堆積火山灰容量はバルングスダムについて64万 m^3 、パンガサンダムについて12万 m^3 となる。建設位置はバルングスダムについては流域河川内が適地となるが、パンガサンダムについてはその流域河川には床止工建設の適地が存在しないことから、既に貯水池内に流入した火山灰を除去後、その位置に床止工を設置する。

(4) 堆積火山灰除去工

貯水池内へ流入した火山灰量(砂)はバルングスダムについて35万 m^3 、パンガサンダムについて17万 m^3 と推定できる。この量はほぼ貯水池計画堆砂量に匹敵する量であり、ダム本来の100年相当の流域からの流出土砂量を考えれば、全量を除去することが必要となる。しかし、堆積火山灰の全量を除去することは約3カ年の工期と多額の工事費を必要とすることから、この工事における適正除去量を1乾期での除去可能量とし、またこの除去量が、対策工実施の緊急性に鑑み、貯水池の堆砂容量に20～25年程度の堆砂容量を確保できるように計画する。この結果、バルングスダムにおいて80,000 m^3 、パンガサンダムにおいて50,000 m^3 の火山灰除去がその適正量となる。

(5) 植生工

現地調査の結果、両ダム流域の草地については火山灰の流出が非常に抑えられている一方、開畑等を目的とした裸地における火山灰の流出が非常に高いことが判明した。このことから、

両ダム流域内の裸地において植生工を計画する。植生工は、流域内で火山灰が多く残留堆積している緩斜面の裸地約200ha（バルンゲスダム：150ha、バンガサンダム：50ha）に対して実施する。これによって、流出土砂量を30%に減ずることができる（世銀、ベチベル草による生産土砂量に関わる報告書 [1991年] による）。

4. 3. 4 維持・管理計画

(1) 維持管理計画

建設が完了している貯水池、灌漑施設及び維持管理用道路の維持管理は現在、ダム、貯水池について国家灌漑庁(NIA)、灌漑水路、維持管理用道路について農民灌漑組合が行っている。

NIAによる維持管理組織図は図4.5の通りである。灌漑水路、維持管理用道路についてはNIAの技術管理指導のもと、各貯水池毎に組織された農民灌漑組合がこれを行っている。

本建設工事対象構造物と既存の建設完了構造物の具体的維持管理内容を以下に示す。

(a) 既設灌漑施設

i) ダム施設（4箇所）

灌漑用水の取水についてはダム管理規定に基づき、バルブ操作及び送水管理を行う。ダム（堤体）及び貯水池、貯水池周辺地山の点検についてはダム構造物管理基準に沿った点検管理を行う。管理主体は現状の通りNIAである。

ii) 灌漑施設（4系統）

水路施設の維持管理は、同施設管理・操作規定に基づき行なわれ、水路及び分土工の補修がその主な内容である。管理主体は各貯水池毎の農民灌漑組合である。

iii) 維持管理用道路

貯水池、灌漑水路の補修用道路としての機能を維持するために必要な維持管理を行う。管理主体は各貯水池毎の農民灌漑組合である。

(b) 本事業建設工事構造物

i) ダム取水・放流施設 (2ダム)

灌漑用水の取水、また排砂時の斜樋ゲート、取水及び放流ゲートの開閉操作を行う。また維持管理はゲート、スクリーン等の鋼構造物の塗装、ゲート開閉機の点検修理である。管理主体はダム施設であることから、NIAとする。

ii) 床止工 (バルンゲスダム:13箇所、パンガサンダム:2箇所)

熔接作業等、鉄筋棒の簡単な修理点検を行う。管理主体はNIAである。

iii) 火山灰除去工 (土捨場管理)

自然、人的行為による火山灰の流出を防止するため、定期的に見回りを行う。土捨場は公有地であることからNIAが管理主体となる。

iv) 植生工

植生状態及び効果の確認のため定期的にモニタリングを行う。植生工施工対象地は公有地であることから、管理主体はNIAとなる。

(2) 維持管理費

既設の建設施設及び本建設施設の運営維持管理に要する年間経費は、以下に示す通り合計611,000ペソとなる。これは、現在当該プロジェクトにおけるNIAと農民灌漑組合との間で合意している年間水利費、1ha当たり2カバン (1カバン=50kg) により賄われるものである。これは総受益面積当たりペソ換算で、 $1,030\text{ha} \times 100\text{kg} \times 6\text{ペソ} = 618,000\text{ペソ}$ となる。年間の水利費は、農家一戸当たり約350ペソであり、これは事業実施後の農家平均所得16,900ペソの5%以下となり、支払能力は十分であると判断できる。

1) 貯水池・取水・放流施設：

プロジェクト事務所職員の人件費を計上する。プロジェクト事務所は本灌漑事業実施時に既に組織されており、4ダムの送水操作管理、施設点検管理が主要業務である。人員構成は事務所

長1人と各ダムの主任技術者、助手各1人から成る。

人件費 所長	6,000ペソ/月×12カ月	=	72,000ペソ
主任	4,000ペソ/月×12カ月×4人	=	192,000ペソ
助手	2,000ペソ/月×12カ月×4人	=	96,000ペソ
合 計			360,000ペソ

2) 灌漑施設

コンクリートライニング及び分水工、余水吐の鋼製ゲートの更新費（20年更新）、年2回の灌漑水路整備費（ $23.83\text{km} \times 2\text{回/年} \div 0.5\text{km/人日} = 96\text{人} \cdot \text{日}$ ）を見積もる。

人件費	96人・日×118ペソ/日	=	11,300ペソ
更新費	1,303,000ペソ×0.05	=	65,150ペソ
諸経費	(上記計の10%)		7,650ペソ
合 計			84,100ペソ

3) 維持管理用道路

フィリピン国の道路標準維持管理費用17,100ペソ/年/km（道路幅は2m）から本計画の道路幅（0.5）、舗装仕様（敷砂利、0.55）を考慮し、見積もる。

人件費、資機材費	$23.83\text{km} \times 17,100 \times 0.55 \times 0.5$	=	112,100ペソ
諸 経 費	(上記の10%)		11,210ペソ
合 計			123,310ペソ

4) ダム取水・放流施設

斜樋鋼構造物の塗装費を計上する。放流ゲートは再塗装は殆ど必要としない。

人件費、資機材費	$100\text{m}^2 \times 400$	=	40,000ペソ
諸 経 費	(上記の10%)		4,000ペソ
合 計			44,000ペソ

4. 4 技術協力の必要性の検討

本計画で建設される施設のうち、取水施設、放流施設については貯水池底部の堆積火山灰を排砂するため、確実なるゲート開閉操作を必要とする。また特に同取水・放流ゲートについては定期的に操作性の検査、維持補修を行う必要があることから、コンサルタントは貯水池及び取水・放流施設の運営、維持管理に関するマニュアルを作成する必要がある。一方、この運転・維持管理作業内容はフィリピン国での通常のダム管理と同レベルであることから、建設工事期間中においてコンサルタントからダム管理者であるNIA職員への技術指導が十分可能であり、技術協力の必要性はないと考える。

第5章 基本設計

5.1 設計の基本方針

工事対象構造物は斜樋式取水工、放流ゲート工、床止工、火山灰除去及び除去に伴う土捨場造成工、植生工からなる。構造物基本計画において、取水工斜樋、放流ゲートについては既設ダム施設の取水・放流設計条件に準拠し、ゲート等の規模を決定するものである。建設資機材はコンクリート、鉄筋、鋼材等のフィリピン国において容易に入手可能である一般土木資機材を用いるものであり、構造については、特に既設取水施設との位置関係、また施設の操作性、維持管理の容易性に留意し、これを決定する。床止工についてはその建設目的が、河川流下火山灰の貯留であることを基本に、構造的に洪水の流下による河床洗掘等を抑制できる断面形状とすることが重要である。更に建設現場が貯水池上流域4～6kmの自然河川内であることによる資機材の輸送の困難さを考慮し施工性のよい構造とするとともに、経済性の面においても現場にて採取可能な材料（玉石等）を流入する計画とする。また掘削火山灰の土捨場については、その経済性から可能な限り、掘削地点から近距離、且つ平坦な場所を選択し、掘削火山灰流出に伴う二次災害の発生を防止することが重要である。

施設設計を行う上では、各施設の工事期間が河川水量の減少する乾期（11月～6月）に限られること、また特に、取水工斜樋施設については貯水池水位を最低水位まで下げその工事を行う必要があるが、この場合において、地域住民に対し、灌漑による便益の発生を優先的に考え、同工事实施による貯留水の無効放流を最小限に抑えることを目的として施工期間を4月～6月の3ヵ月間とすること、等が重要である。

第4章に述べた主要施設計画に基づいて策定した各施設の設計基本方針は以下の通りである。

1) 取水工

床止工設置流域以外の残流域から流入する火山灰、及び自然地山からの生産土砂に対し高位取水ゲートを設置し、今後のダム取水、放流機能に障害を与えないよう計画する。

2) 放流排砂ゲート工

貯水池底部取水ゲート付近に堆積した土砂、火山灰の排除及び貯留水の緊急放流を兼ねた排砂ゲートを設置する。排砂対象土砂は火山灰土（粘土、シルト、砂等の細粒土砂）とする。

3) 床止工

現河床に堆積する火山灰及び流域斜面に残留する火山灰の貯水池への流入を防止することを目的とし、河床内に床止工を計画する。床止工は洪水流下時において現河床を洗掘することのないよう構造、建設地点を決定する。

4) 堆積火山灰除去工

火山灰除去は工事期間が乾期の5カ月程度に限られることから、貯水池の水位変動に留意し、適切なる工事用道路計画、機械配置計画を策定する。搬出火山灰の土捨場については降雨等により火山灰が流出しないよう、適切なる斜面保護、排水工を計画する。

5) 植生工

効率的に火山灰の流出を抑制するため、植生工計画地点の選定に当たっては斜面勾配、土質に留意すると同時に、植生形状、植生間隔について十分検討を行う。

5. 2 基本設計

5. 2. 1 基本事項の検討

(1) 取水工

貯水池灌漑計画に基づいて定められている最大取水量の取水が可能となることが条件となる。ゲート据付け標高については各ダムの貯水深を考慮した上でゲート間隔を2.5~3.0mとして決定する。計画最大取水量は次の通りである。下表の流量調節バルブ径は既設のバルブ径を示す。

表 5. 1 既設ダム取水工最大取水量

ダム名	取水	摘要
バルンゲスダム	0.7 m ³ /sec	流量調節バルブ径 600mm
パンガサンダム	0.4 m ³ /sec	流量調節バルブ径 500mm

(2) 放流排砂ゲート工

既設の取水ゲート施設は取水流量調節を目的として計画されており、排砂機能を有していないことから、排砂専用のゲートを設置し、貯水池底部に堆積する火山灰を貯水池外へ排出する計画とする。また排砂ゲートの他に同ゲートの補修・点検を目的とした副ゲートを設置する。

(3) 床止工

両ダムの流域河川、斜面に残留している火山灰の貯水池内への流入防止を目的として、流域河川断面内に床止工を計画する。床止工の対象火山灰量は以下の通りである。

表 5. 2 床止工対象火山灰量

バルングスダム	640,000 m ³
バンガサンダム	120,000 m ³
合 計	760,000 m ³

(4) 貯水池内堆積火山灰除去工

両ダムの貯水池内流入火山灰除去量は以下の通りである。

表 5. 3 流入火山灰除去量

バルングスダム	80,000 m ³
バンガサンダム	50,000 m ³
合 計	130,000 m ³

(5) 植生工

流域植生面積は以下の通りである。

表 5. 4 流域内植生対象面積

バルングスダム流域	150 ha
バンガサンダム流域	50 ha
合 計	200 ha

5. 2. 2 取水工の設計

(1) 取水工の形式及び位置

(a) 形式

取水工は大別して傾斜式（斜樋形式）と取水塔式がある。取水工は下表の理由により傾斜式とする。

表 5. 5 取水形式比較表

	取水塔形式	傾斜式
構造物の基礎条件	塔体を支持する堅固な基盤が必要となるが、取水工計画地点での岩盤は両ダムともに現況地盤以下約5m程度と推定され、基礎工事費の増大を招く。	取水塔形式に比べ堅固な岩盤を必要とせず現地表下1~2mで良好な基礎が得られる。基礎工事費は取水塔案に比べ小さい。
構造及び工事費	管理橋等の付帯構造物を必要とし、工事費も傾斜式に比べ高い。また維持管理費も傾斜式に比べ高額となる。	取水工計画地点の地山傾斜は1:3.0と緩く傾斜式に適する。構造は簡単で、また維持管理費も少額である。
その他	バンガサンダム取水工計画地点は洪水吐の接近水路となることより、取水塔式は流木の衝突等が考えられ不適となる。	バンガサンダム傾斜式取水工は堤体盛土上に建設されるが、取水工基礎は比較的堅固な地山基礎に建設されることから堤体の安定性に与える影響は殆どないと考える。

取水ゲートはゲート構造も簡易で、維持管理も容易である斜樋ゲート式（スルースゲート）を採用する。ゲート操作は手動スピンドル方式とする。同斜樋ゲート式は $0.5\sim 2.0\text{m}^3/\text{sec}$ 程度の小流量取水では最も実績が多い。

(b) 位置

取水工は既設の取水呑口に隣接して設けることを原則とする。これは火山灰等の流入に際し、導水管長を長くすることは管内に堆積すると考えられる火山灰量の増大を招き、また同導水管内の火山灰除去等の維持管理にも支障をきたすことによる。

バルングスダムについては既設の取水流入口に隣接した堤体アバット右岸地山に斜樋式取水工を建設する。斜樋躯体の安定に必要な基礎は現況地盤より1~2m下方でえられる。バンガサ

ンダムについては既設の取水流入口に隣接した堤体盛土上となる。斜樋の基礎地盤は堤体基礎地盤となり、斜樋躯体の安定に必要な基礎は現況地盤より1~2m下方である。斜樋上部はコンクリート床版からなり、その自重は1.0ton/m²と小さく堤体盛土の沈下を招くことはない。但し、堤体盛土の自重による圧密沈下に対し、ゲート開閉のためのスピンドルに偏圧が作用しないように配慮をする必要がある。

(2) 導水方式

斜樋管を既設の底樋導水管（鋼管、管径1,000mm）に接続し、導水する。

(3) 取水口基数

(a) 利用水深

表 5. 6 貯水池水位諸元表

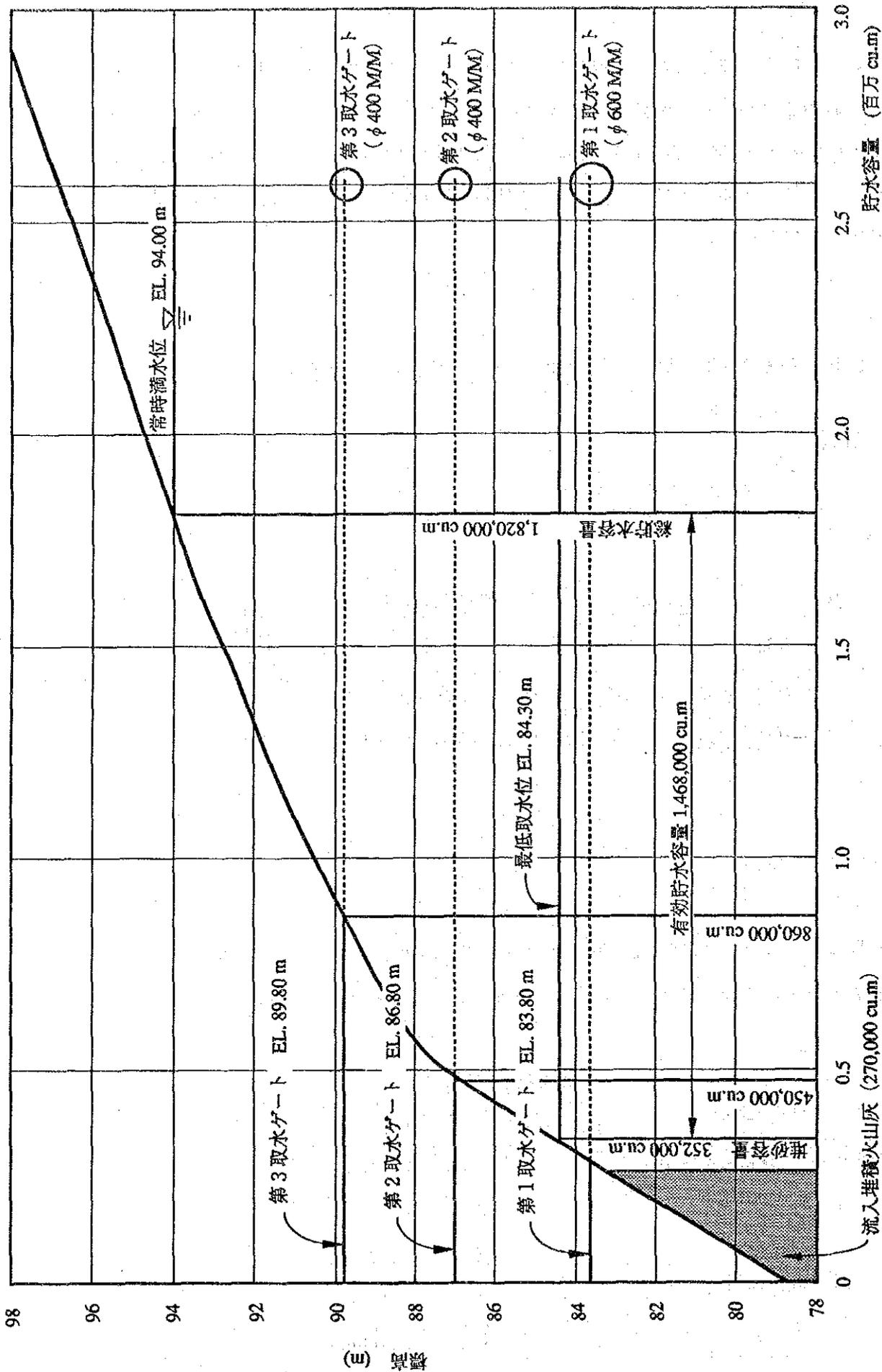
ダム名	常時満水位	低水位	最大利用水深
バルンゲスダム	FWL. 94.00m	LWL. 84.30m	9.70m
バンガサンダム	FWL. 126.50m	LWL. 120.10m	6.40m

(b) 取水口の配置間隔

取水口は間隔を3mとして計画する。また取水孔口径は小オリフィスとして計算しこれを決定する。両ダムの取水口諸元は以下に示す通りである。取水口配置を図5.1,5.2に示す。

表 5. 7 計画取水口諸元表

	取水孔口数	口径
バルンゲスダム	3	第1ゲート;600mm
		第2ゲート;400mm
		第3ゲート;400mm
バンガサンダム	2	第1ゲート;600mm
		第2ゲート;400mm



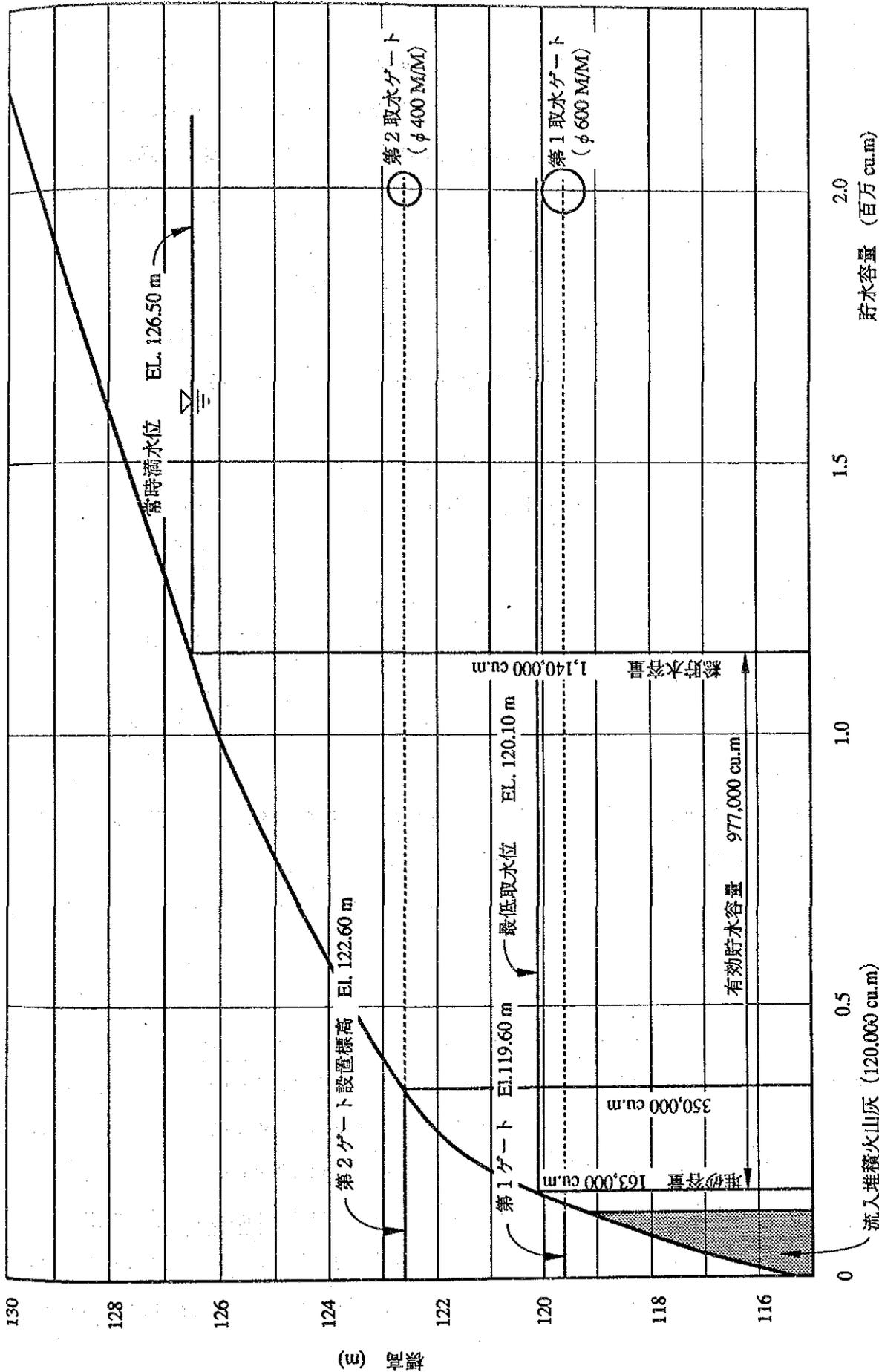


図 5. 2 パンガサンダム貯水池容量曲線及び取水ゲート設置標高

(c) 取水機能

両ダムにおいて最大取水量取水時の必要水位差(H) (貯水池水位と流量調節ゲートとの標高差) は、現計画の斜樋ゲート設置後において以下の通りとなり、斜樋ゲート設置後においても取水機能に及ぼす影響は殆どない。(下式については技術資料編(5)取水施設損失水頭計算書参照)

バルングスダム	$H = (Q / 0.659)^2$ $Q = 0.7 \text{ m}^3/\text{sec}$ から、 $H = 1.13 \text{ m}$
パンガサンダム	$H = (Q / 0.482)^2$ $Q = 0.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ から、 $H = 0.69 \text{ m}$

ここに、
H: 必要水位差(m)
Q: 取水量(m^3/sec)

5. 2. 3 放流工の設計

(1) 放流工の形式及び位置

(a) 形式

放流工は排砂ゲート及び放流水の減勢工からなる。排砂ゲートはスルースゲートを用いる。減勢工はコンクリート製水路とする。

両ダムの放流工諸元は以下に示す通りである。

表 5. 8 放流工諸元表

バルングスダム	副ゲート : スルースゲート (ゲート口径500mm)
	主ゲート : スルースゲート (ゲート口径500mm)
パンガサンダム	副ゲート : スルースゲート (ゲート口径500mm)
	主ゲート : スルースゲート (ゲート口径500mm)

(b) 排砂機能

同計画放流工で排砂可能火山灰最大粒径（最も流速の遅くなる底樋導水管〔φ1,000mm〕内において土粒子が移動するその最大粒径）は、バルングスダムにおいて、16mm、パンガサンダムにおいて11mmと計算され、排砂目的である火山灰等の細粒土の排砂が可能となる。（排砂可能粒径の計算は技術資料編(3)排砂能力の計算参照）

(c) 減勢工

減勢池長は最大放流時の流況から必要長さが決定される。減勢池諸元は以下の通りである。（減勢池長の計算は技術資料編(4)減勢工長参照）

表 5.9 減勢池諸元表

バルングスダム	減勢工	水路長 (L=9.0 m)	空中放流式
パンガサンダム	減勢工	水路長 (L=7.5 m)	空中放流式

5.2.4 床止工の設計

(1) 床止工の形式及び位置

(a) 形式

玉石を詰めた鉄筋籠を3～4段積み重ねる構造とする。更に火山灰のパイピングを防止するため、サンドバッグを用い遮水性の改善を図る。洪水は床止工天端を越流することより、天端はコンクリートにより保護する。

(b) 位置

床止工による堆砂容量をバルングスダム流域・640,000 m³、パンガサンダム流域・120,000m³とし位置を決定する。位置の決定に当たっては、更に洪水流下による河床の侵食を防止するため、河川幅の広い断面を選定する。

床止工建設地点は両ダムについて効率的に堆砂を促進できる支線河川内とする。但し、パンガサンダム流域については、流域支線幅も10m程度と狭小であり河川勾配も1:10と急峻であることから、貯水池湛水域内最上流部を選定する。

(c) 床止工諸元

床止工は添付図面集7、8に示す通り、計画河床断面等を考慮し3タイプ計画する。

表 5. 10 床止工諸元表

支線水路	測 点	タイプ	床止工長	堆砂容量
バルングスダム右岸支線				
	STA.0+100	タイプ B	35 m	26,000 m ³
	STA.0+300	タイプ B	50 m	30,300 m ³
	STA.0+500	タイプ B	50 m	29,200 m ³
	STA.1+700	タイプ A	25 m	21,700 m ³
	STA.2+100	タイプ B	35 m	205,000 m ³
	STA.3+400	タイプ B	50 m	121,900 m ³
	STA.4+500	タイプ A	35 m	44,300 m ³
	STA.5+300	タイプ A	30 m	31,600 m ³
	合計(1)			510,000 m ³
バルングスダム左岸支線				
	STA.0+100	タイプ B	25 m	24,800 m ³
	STA.0+500	タイプ B	20 m	27,000 m ³
	STA.0+900	タイプ B	25 m	22,700 m ³
	STA.1+400	タイプ B	20 m	26,800 m ³
	STA.1+700	タイプ B	20 m	28,700 m ³
	合計(2)			130,000 m ³
	合計(1)+(2)			640,000 m ³
パンガサンダム				
	STA.0+400	タイプ C	110 m	74,200 m ³
	STA.2	タイプ C	95 m	45,800 m ³
	合計(3)			120,000 m ³
	合計(1)+(2)+(3)			760,000 m ³

5. 2. 5 流入火山灰除去工

(1) 流入火山灰除去対象地点

バルンゲスダム除去対象地域は貯水池最上流端とする。一方パンガサンダムについては貯水池へ流入する2支線河川の内、顕著に堆砂がみられる右岸側支線河川の貯水池流入部とする。

(2) 堆砂除去方法

堆砂除去はバックホー、ダンプトラックにより掘削・運搬を行う。捨土はバルンゲスダムにおいて堤体下流平地（面積：40,000 m²）、パンガサンダムにおいて貯水域右岸丘陵地（面積：30,000 m²）とする。パンガサンダムについては丘陵地沢部に閉め切り盛土を行い、その上流に捨土する。捨土量は各々80,000 m³、50,000 m³である。

5. 2. 6 植生工

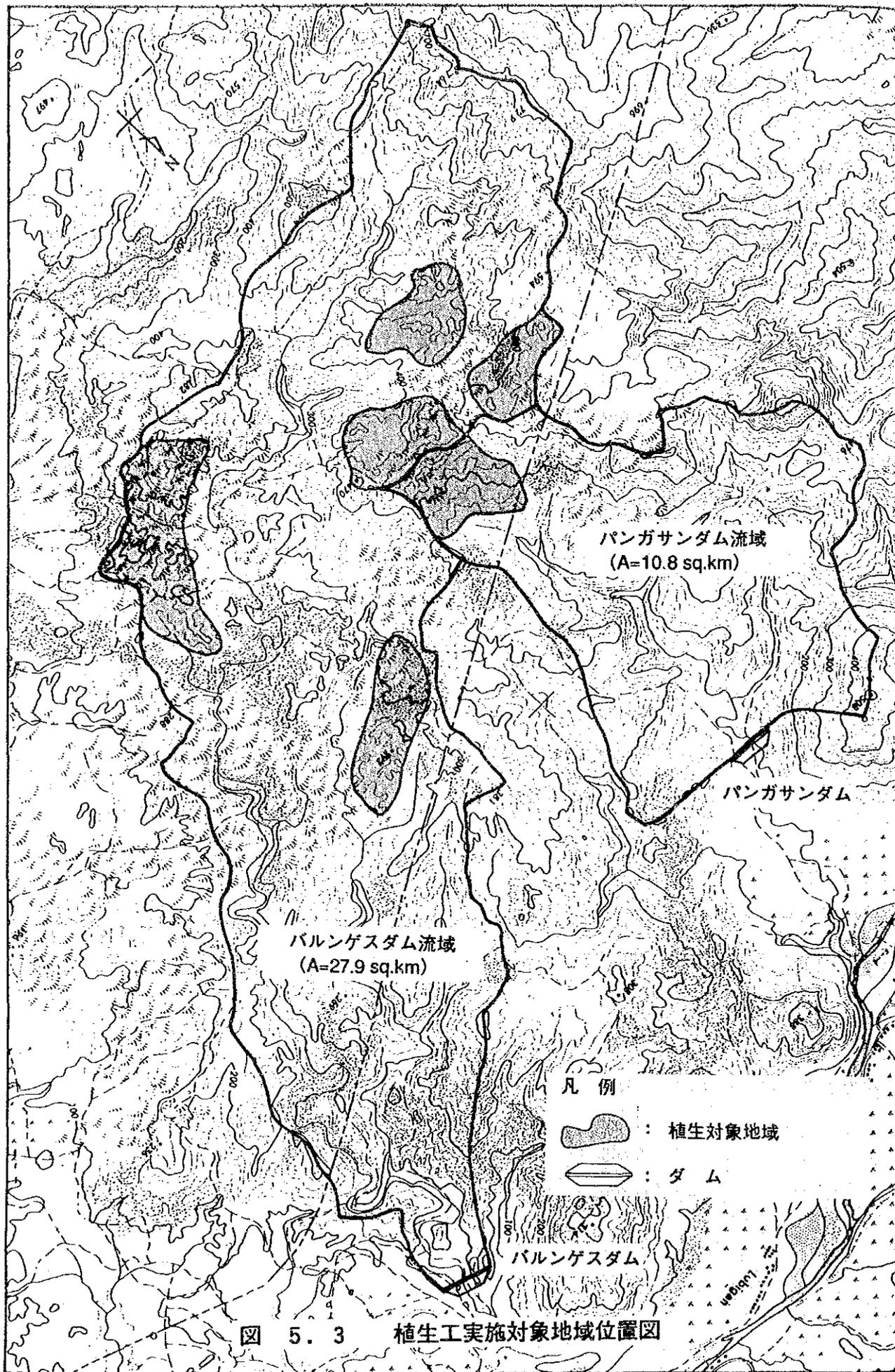
(1) 植生工対象地点

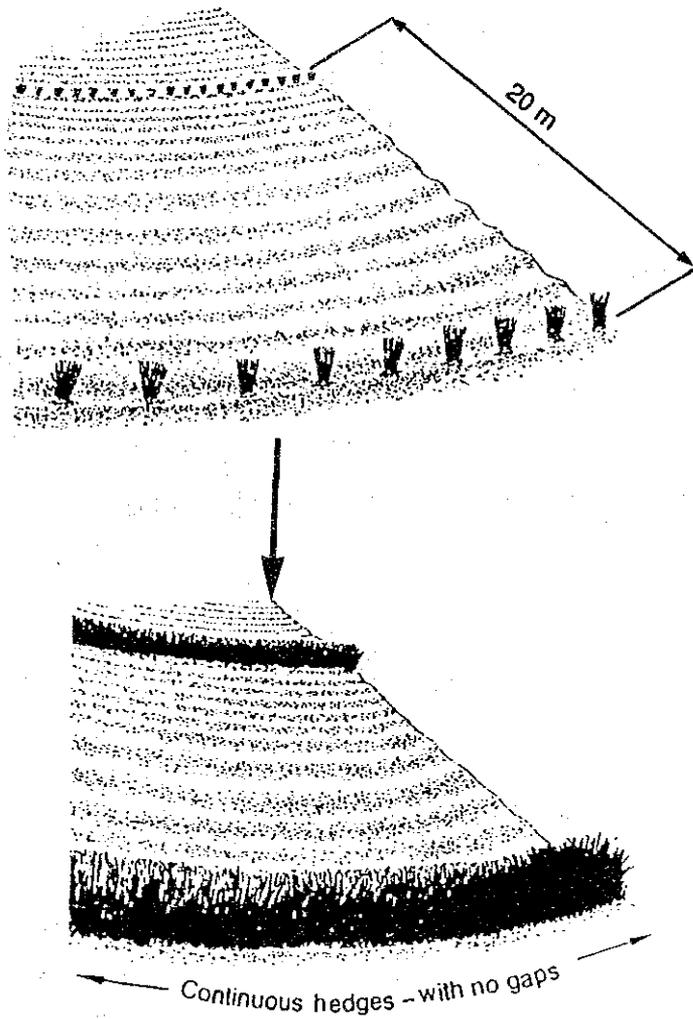
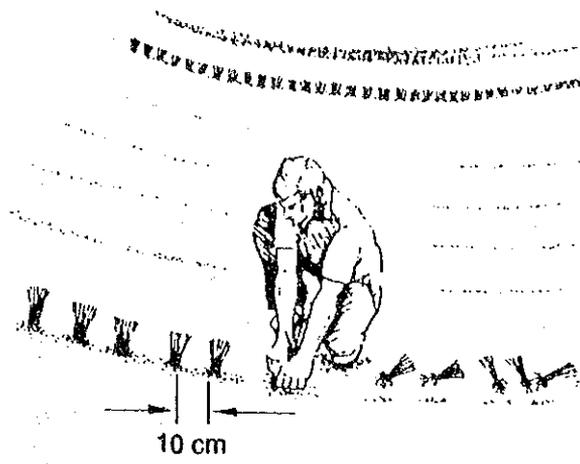
植生工対象地域は両ダム流域の図5.3に示す地域である。全植生対象面積200haの内バルンゲスダム流域、150ha、パンガサン流域、50haを選定する。

(2) 植生方法

植生にはベチベル草を用い、植生形状は1ha当たり800m（20m間隔の帯状植生）とする。移植間隔は10cmである。図5.4に植生形状を示す。

建設施設の一覧表を表5.11に示す。





出典：Method of Vegetative Soil and Moisture Conservation
(世銀)

図 5. 4 植生形状説明図

表 5. 11 建設施設一覧表

計 画 施 設	バルンゲスダム	パンガサンダム
a) 取水施設の機能維持		
1. 斜樋設置 (取水口の閉塞防止)	1式	1式
(設置取水ゲート数)	($\phi 600\text{mm}$:1基)	($\phi 600\text{mm}$:1基)
	($\phi 400\text{mm}$:2基)	($\phi 400\text{mm}$:1基)
2. 放流ゲート設置 (排砂及び緊急放流用)	1式	1式
(設置放流ゲート数)	($\phi 500\text{mm}$:2基)	($\phi 500\text{mm}$:2基)
b) 貯水池への流入火山灰量の抑制及び貯水容量の確保		
3. 床止工 (河道の残留火山灰の流出抑制)	13箇所	2箇所
(堆砂可能火山灰量)	(64万 m^3)	(12万 m^3)
4. 貯水池内火山灰の除去	8万 m^3	5万 m^3
5. 植生工 (流域の残留火山灰の流出抑制)	150ha	50ha

5. 3 施工計画

5. 3. 1 施工方針

(1) 実施主体

本事業を無償資金協力で実施する場合の実施主体は国家灌漑庁(NIA)であり、プロジェクトの実施及び推進に関わる全ての業務を担当する。

事業実施に関わるコンサルタント役務契約、建設工事契約、銀行取決めなどの諸手続き、また実施設計の入札書類の承認及び支払受権書に関する出来高証明の発行などがその主な任である。

NIAはフィリピン国での灌漑事業実施主体であり、数多くのダム、灌漑施設の計画、工事管理を行っている。本事業の工事実施期間中は、当該ダム工事に参加した経験を持ち、現在ダム、灌漑施設の維持、運営管理を行っているNIA職員が施工管理の実施作業に当たり、事業実施体制の充実を図る。NIAの本事業実施体制案は図5.5の通りである。

(2) 工事範囲

本事業によって実施される工事範囲は以下に示す諸施設の建設工事及び工専用道路等の仮設工事である。

a. 取水工工事

1) バルングスダム斜樋式取水工工事 1 式

2) バンガサンダム斜樋式取水工工事 1 式

b. 放流工工事

1) バルングスダム放流工工事 1 式

2) バンガサンダム放流工工事 1 式

c. 床止工工事

1) バルングスダム床止工工事	13 基
2) バンガサンダム床止工工事	2 基

d. 火山灰除去工事

1) バルングスダム火山灰除去工事	80,000 m ³
2) バンガサンダム火山灰除去工事	50,000 m ³

e. 植生工工事

1) バルングスダム植生工工事	150 ha
2) バンガサンダム植生工工事	50 ha

(3) 建設事情及び施工上の留意点

建設地点はマニラから150kmと比較的近距离にあるが、ピナツボ火山の噴火により、マニラからのアクセスは、パンパンガ州アバカン川、ターラック州バンバン川、更に建設現場近傍のターラック川に架かる橋梁が土石流により倒壊した場合、100km以上迂回する必要がある。また同噴火に伴う土石流、泥流による火山灰の河川内堆積により、コンクリート骨材（砂、碎石）の採取地が不足しており、価格の高騰、必要数量の確保が困難となることも予想される。

ダムサイトは山間に位置し、また既設の道路整備状態も悪いことより、資材運搬について困難を極める。また電気、水道、通信施設も未整備である。ダム建設時に施工された工事用道路もその路盤強度が小さいことより、雨期には脆弱化し、多額の補修費を必要とする。貯水池上流部での工事の殆どは床止工建設資材の運搬、堆積火山灰の掘削・運搬からなることから、工事用道路の維持管理状態が全体工期に及ぼす影響は非常に大きいものである。

更に貯水池施設、灌漑施設は既にフィリピン国へ引き渡しが行われ、貯水池を利用した灌漑も既に実施運営されていることから、工事に当たっては、ダム貯留水の無効放流をできるだけ抑え、これを行うことが要求される。

以下に工事別の施工に関する留意点を示す。

(a) 取水施設工事

斜橋施設は貯水池底部で行われることから、排水については十分な設備を計画することは勿論のこと、ダム貯留水の無効放流を最小限に抑えるため、両貯水池の灌漑計画を熟考し、適切な工事工程計画をたてる必要がある。またゲートの作製、運搬にも4～5か月かかることが予想されることより、工程計画、仮設計画、機械配置計画を立案するに当たっては雨期の降雨量、ダム放流能力をも考慮し、慎重にこれを行う必要がある。

(b) 放流施設工事

工事については特に問題はないが、貯留水の排水において、既設のダム取水施設を使うことも予想されることから、この点については全体工事工程をよく検討し、適切な工程計画を立案する。

(c) 床止工工事

建設地点は貯水池上流域となることより、建設資材運搬のための工事用道路の路線計画、整備水準、維持補修計画については慎重にこれを決定する必要がある。

(d) 堆積火山灰除去工事

除去の対象火山灰は貯水池内堆積火山灰であることから、工事工程の検討に当たっては貯水池水位の変動を的確に把握しこれを行う必要がある。更に使用する重機のうち運搬用のダンプトラックは常時15台程度とその台数が多いことから、運搬用道路の路線計画、整備水準については建設機械の作業能力検討を含め、これを適切に決める必要がある。

(e) 植生工

ベチベル草は株分け後、植生計画地点において植付けを行う。他の工事工程に直接影響を受けることはないが植生時期は降雨の始まる5月に限定される。

5. 3. 2 施工監理計画

無償資金協力制度に則り、日本国法人コンサルタントと先方国家灌漑庁(NIA)との間で設計監理契約を締結し、工事施工監理を行う。監理内容は、適正な工事契約の締結に協力し、設計指針を徹底させ、施工が契約に合致するよう、公正な立場に立って工事施工者の指導を行うことであり、下記の諸業務の実施が必要である。

(a) 工事契約に関する協力

工事施工業者の選定、工事契約方式、工事契約書案の作成、工事内訳明細書の内容審査、工事契約時の立会い等。

(b) 施工図面等の検査及び承認

工事施工業者から提出される施工図、資機材、仕上げ見本の検査、承認等。

(c) 工事の指導

工事計画、工程等の検査、施主側への工事進捗状況の報告等。

(d) 支払承認手続きの協力

工事中、及び工事完了後に支払われる工事費に関する請求書等の内容検討及び手続きの協力等。

(e) 検査立会い

工事着工から完成までの建設中の工事出来形に関する検査、及び工事施工者の指導等。

コンサルタントは、工事が完了し、契約条件が遂行されたことを確認の上、契約の目的物引き渡しに立会い、施主の受領承認を得、業務を完了する。尚、コンサルタントは、建設中の進捗状況、支払手続き、完成引渡しに関する必要事項についても日本国政府関係機関に報告する必要がある。

5. 3. 3 資機材調達計画

本建設工事は大別して、(1)土工事、(2)コンクリート工事、(3)鋼構造物設置工事、(4)床止工
 工事からなり、主要資機材は以下の通りとりまとめられる。

表 5. 12 主要建設資機材

	建設資材	建設機械
(1) 土工事	—	ブルドーザ、バックホー等、掘削機械 ダンプトラック等、運搬機械 振動ローラー等、締固め機械 コンプレッサ等、給気機械
(2) コンクリート工事	セメント、骨材、 鉄筋 仮設用資材 (足場、型枠)	ポータブルミキサ等、コンクリート製造機械 ジェネレータ等、発電機械 水中ポンプ等、排水機械
(3) 鋼構造物設置	鋼製ゲート 戸当たり鋼材 仮設用資材 (足場、型枠)	トラッククレーン等、運搬機械 溶接機、ジェネレータ、 水中ポンプ等、排水機械
(4) 床止工工事	石材 鉄筋	ブルドーザ、バックホー等、掘削機械 ダンプトラック等、運搬機械 コンプレッサ等、給気機械 溶接機、ジェネレータ等

フィリピン共和国では、一般的な建設資機材は殆ど国内で生産または輸入販売されているが、
 上表の内、当該建設工事实施に関わる事情、また資材の機能上要求される特殊性に鑑み、日本
 からの調達される資機材を下記の通り選択した。

(a) 建設資機材

1) 取水施設

斜樋ゲート (600mm x 2基、400mm x 3基)

ゲート開閉機 (スピンドルを含む)

スクリーン

フィリピン国では同種ゲートの施工実績が殆どなく、またゲートの止水性を確保するためには日本国での作製が必要である。

2) 放流施設

放流ゲート (500mm x 2基)

調整管 (500mm x 2基)

フィリピン国で調達できる同種ゲートではゲートの止水性の確保が困難であることから日本国での作製が必要である。

(b) 工事建設資機材

1) 水中ポンプ (5.5kW x 10台)

2) 発動発電機 (35kVA x 2台)

3) 溶接機 (200A x 2台)

4) コンプレッサ (5m³/分 x 2台)

上記機械はフィリピン国においても入手可能であるが、故障が多く、特に排水作業の際のポンプ、発電機は24時間排水するに要求される信頼性に欠ける。また溶接機、コンプレッサについても同様に故障が多く、短期間で工事を完了するためには日本国からの調達が不可欠である。

5. 3. 4 実施工程

本事業では下記の段階を経て工事を完了する。

コンサルタント契約

NIAは設計監理を行うコンサルタントと契約を結ぶ。コンサルタントは日本国政府に契約承認の手続きを行う。

実施設計

基本設計報告書を基に実施設計を行い、更に入札図書を作成する。所要期間は約2カ月である。

入札・工事契約

NIAから入札図書の承認を得た後、日本国法人の施工業者に対し入札図書説明に続いて入札を行う。入札は入札公示、入札業者の資格審査、入札書類の内容審査・評価、契約締結までの期間であり、所要期間は約1カ月である。

建設

工事契約締結後、日本国政府の承認を経て工事に着手する。工事期間は約8カ月である。

本案件の実施設計、及び工事工程計画を図5.6に示す。

5. 3. 5 概算事業費

本事業の全体事業費は次の通りである。

(a) 日本国側負担概算事業費

(単位：百万円)

1. 建設費	450.0
直接工事費	285.8
直接仮設費	60.6
共通仮設費	23.8
輸送梱包費	3.8
現場経費	41.4
一般管理費	34.6
2. 設計監理費	49.4
合 計	499.4

但し、積算条件は以下の通りである。

- a) 事業費積算時点 : 1992年4月
- b) 外国為替交換率 : US\$1.00=130.55円=26.10ペソ
- c) 工事期間 : 8ヵ月
- d) 施工業者 : 日本国法人による一括工事契約
- e) その他 : 日本国政府が行う無償資金協力の範囲での現地における建設用資
機材の輸入に関わる関税及び日本国法人会社にかかる事業税等の
免除事項を含む。

(b) 相手国負担概算事業費

直接工事に関するフィリピン国側の負担はないが、事業実施に伴い必要となる用地買収及び補償費はフィリピン国側の実施項目であり、このための費用は以下のように見積もられる。

(単位：千ペソ)

1. 用地買収費		
火山灰除去工事（土捨場）	3 ha	600
2. 灌漑水路補修費	8,000 m	400
3. 本部、現場事務所経費	1 式	750
合 計		1,750 千ペソ
		(約8.75百万円)

上記の費用は既に国家灌漑庁により予算措置が行われており、事業実施上の問題点はない。

5. 4 計画の実施体制及び機関

日本国による無償資金協力事業により完成した西部バリオス溜池灌漑システムは、ダム及び貯水池はNIAにより、また灌漑水路及び水路維持管理用道路は農民灌漑組合により管理されている。本計画において建設される各種構造物は、ダム施設に付属し貯水池に影響を与えるものであるため、ダムと同様にこれらの管理もNIAが行う。

現在の管理体制は、ダム及び貯水池施設の維持管理に関してはNIA本庁の直轄下に灌漑システム維持管理事務所が設置され、本庁のプロジェクトマネジャーのもとに、現場維持管理事務所に所長を配し、さらに各ダムに主任技術者、助手がそれぞれ1名ずつ配置されている。水路はNIAターラック州事務所の指導下に、マンガログおよびブレラチン水路はヴァマステック灌漑組合、パンガサン水路はバダミア灌漑組合、バルングス水路はモリサ灌漑組合によってそれぞれ管理されており、各灌漑組合に、それぞれ1名の管理人がおかれている。これらの施設管理費は、ダム管理のために年間1ha当たり籾1.5カバン(75kg)、水路管理のため年間1ha当たり籾0.5カバン(25kg)を各灌漑組合に所属する農民が負担することになっている。

尚、今後のダム管理は、2~3年間の初期事業運営期間を経た後、NIAリージョンIII地方事務所が直接西部バリオス溜池灌漑システム維持管理事務所の運営を行なうことになる。(図4.5参照)

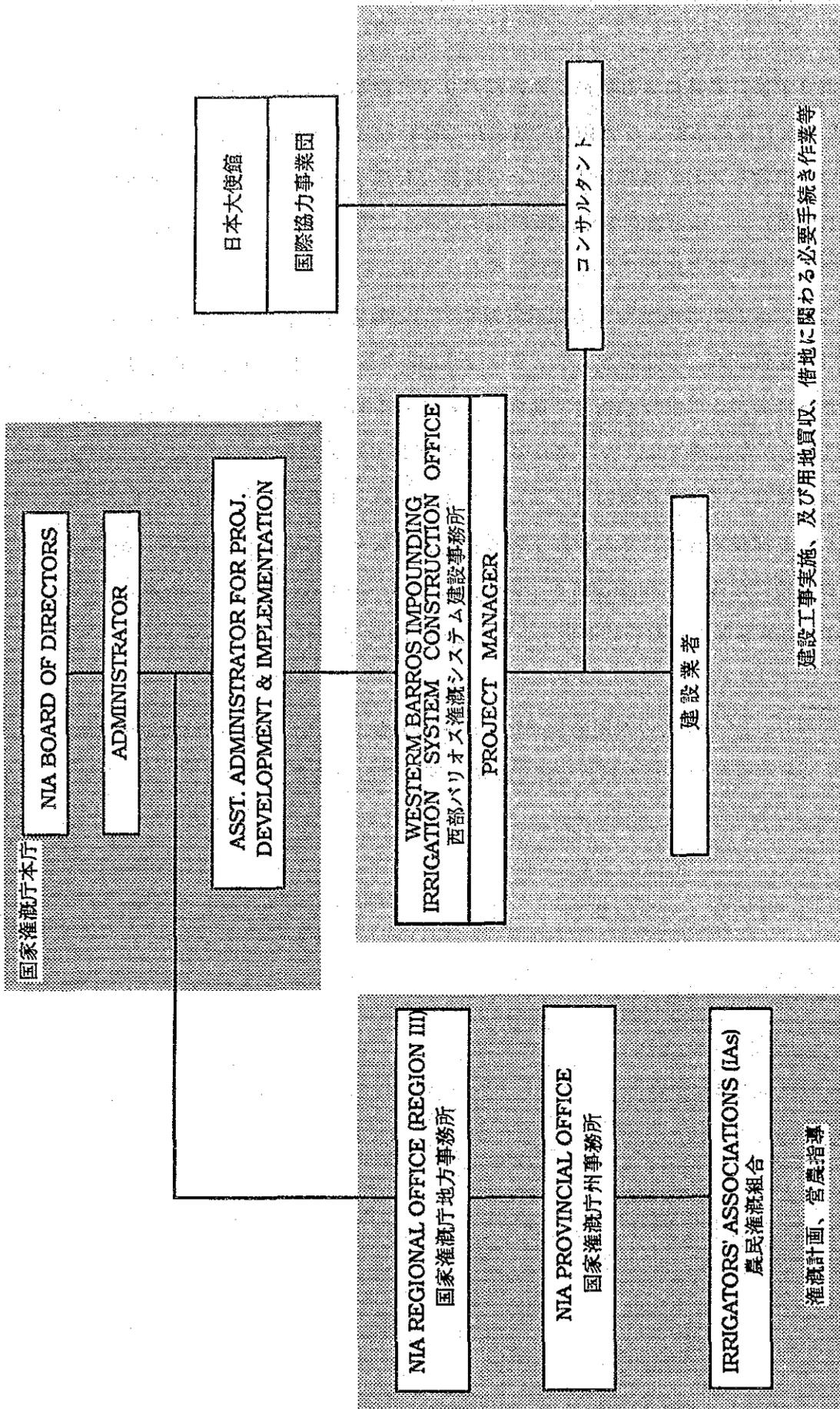


図 5. 5 西部バリオス溜池改修計画事業実施体制

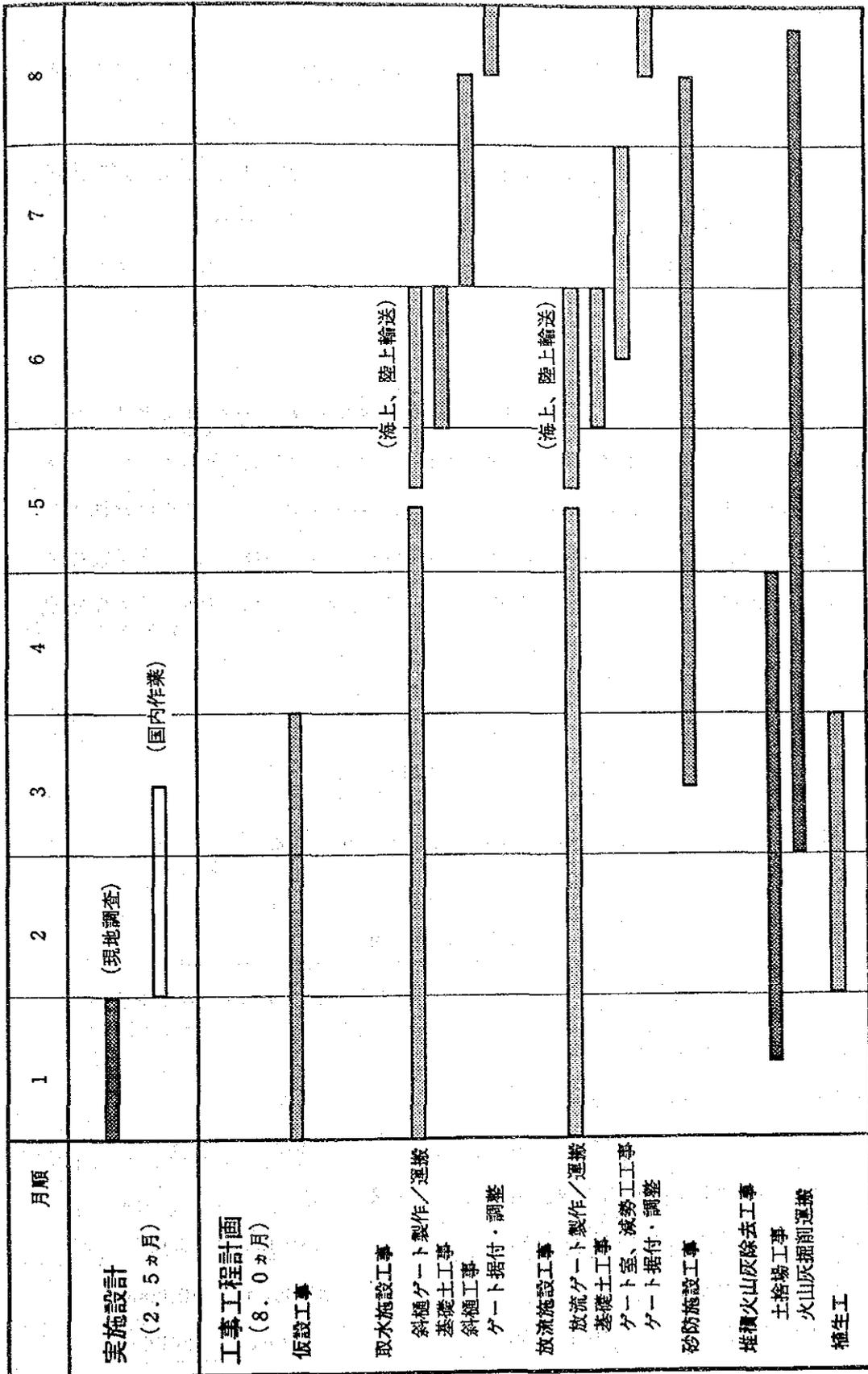


図 5.6 西部バリオス溜池改修計画実施工程表

第6章 事業効果

6.1 事業効果

本計画が実施されることにより達成もしくは期待される効果と、本計画による現状問題点の解決程度を以下のように把握した。

(1) 現状の問題点

バルングスダムとバンガサンダムは、西部バリオス溜池灌漑システムの水源地であり、1991年3月に完成した。しかるに、1991年6月のピナツポ山噴火による火山灰がバルングスダムとバンガサンダムの流域を覆い、その後の雨期の流出により大量の火山灰が河川や貯水池内に堆積した。今後、流域に残留している火山灰の流出にともない、貯水池の埋没、取水機能の喪失、貯水量の低下による灌漑面積の減少、ダムの安全管理（緊急放流）上の障害、等の問題点が生ずる。

(2) 本計画での対策

以上の問題点に対する、本計画での対策とその目的は以下の通りである。

表 6.1 対策工とその目的

対策工とその目的	バルングスダム バンガサンダム	
a) 取水施設の機能維持		
斜樋設置（取水口の閉塞防止）	1式	1式
放流ゲート設置（排砂及び緊急放流用）	1式	1式
b) 貯水池への流入火山灰量の抑制及び貯水容量の確保		
床止工（河道の残留火山灰の流出抑制）	13箇所	2箇所
貯水池内火山灰の除去	80,000m ³	50,000m ³
植生工（流域の残留火山灰の流出抑制）	150ha	50ha

(3) 計画の効果と改善程度

現状の問題点に対する、本計画による対策の効果と改善程度は以下の通りである。

a) 裨益対象の範囲と規模

バルングスダムの灌漑面積は350ha、パンガサンダムのそれは200haであり、合計550haの農地が裨益面積となる（技術資料編(6)、表6.1参照）。灌漑の裨益対象は以下の農民である。

バルングスダム；モリオネス村	1,150人 (213戸)
パンガサンダム；イバ・サンベドロ村	490人 (91戸)
合 計	1,640人 (304戸)

その他、本事業の実施に伴い多数の農民が建設労務者として雇用される。これに関わる裨益対象としては、以下の村の住民が考えられる。

イバ村	：	2,771人
モリオネス村	：	1,542人
バオ村	：	1,111人
ヴィラ・アグリパイ村	：	2,993人
合 計		8,417人

b) 技術的効果

降下火山灰の配分とダムの貯水量変化を、表6.4、6.5のように解析した。検討の結果、本対策により前述の問題点はすべて解決されることが明かになった。ここに、両貯水池の機能は、各々の対策工がそれぞれの効果・機能を実現することにより維持できるものである。

表 6. 4 火山灰配分と確保貯水量 (事業を実施しない場合)

(単位:万m³)

項目	バルンゲスダム	バンガサンダム	合計
a. 残留火山灰量(1992.4時点)	185	51	236
b. 火山灰の配分			
・流域内残留量	82	20	102
・貯水池内残留量	103	31	134
合計	185	51	236
c. 貯水量			
・総貯水量	182	114	296
・計画死水量	35	16	51
・計画有効貯水量	147	98	245
・確保有効貯水量		取水不可能	0

注) 推定時期は1995年の雨期明け10月。

表 6. 5 火山灰配分と確保貯水量 (事業を実施する場合)

(単位:万m³)

項目	バルンゲスダム	バンガサンダム	合計
a. 残留火山灰量(1992.4時点)	185	51	236
b. 火山灰の配分			
Ⅷ・植生工流域の残留火山灰の流出軽減			
対・床止工	64	12	76
策・貯水池内火山灰の除去	8	5	13
効・斜樋		取水口閉塞防止	
果・排砂ゲート(シルト排砂)	6	2	8
Ⅴ 小計	78	19	97
・流域内残留量	80	20	100
・貯水池内残留量	27	12	39
合計	185	51	236
c. 貯水量			
・計画総貯水量	182	114	296
・計画死水量	35	16	51
・計画有効貯水量	147	98	245
・対策後死水量	35>27	16>12	51
・確保有効貯水量	147	98	245

c) 経済的効果

両ダムの貯水池としての機能は、本計画での対策により当初の計画通り維持でき、受益地での安定的な灌漑農業が可能になる。一方、何も対策を行わないならば、両ダムの貯水池機能は失われ、ついには旧来の天水農業に逆戻りする事になる。このような事態は年々顕著となり、5回の雨期を経た後（1997年の雨期明け10月）には流出すると考えられる火山灰のほぼ全量が貯水池内に流入すると予想される。従って、本事業の直接的な経済的効果は、灌漑システムの火山災害の防止による、農業生産損失の回避効果となる。この経済的効果の算定結果は次の通りである（技術資料編(6)、表6.3参照）。

表 6. 6 災害防止効果の総括

項目	パルンガス	バンガサン	合計
1. 被害（灌漑）面積（ha）	350	200	550
2. 年生産損失回避量（トン）			
水稻	735	420	1,155
コーン	1,400	800	2,200
3. 年効果額（千ペソ）			
水稻	2,353	1,345	3,698
コーン	1,480	846	2,325
（合計）	3,833	2,191	6,023

注) 以上の効果は、将来における、事業を実施した場合と実施しない場合の差である。

d) 農業所得効果

上述の経済的効果が、典型的な灌漑裨益農家の農業所得に及ぼす効果を、経営規模1haの小作について検討した。事業を実施しない場合の農業所得は約7.9千ペソとなるのに対し、事業実施後は約13.8千ペソと改善される。また、年間の可処分所得も約5.5千ペソの増加が見込まれ、灌漑裨益農民の生活水準は大きく向上することが期待できる（技術資料編(6)、表6.4参照）。

6. 2 事業評価

効果の程度、計画の性質、計画の運営・管理の現実性から判断した、本計画の無償資金協力としての妥当性の検討結果を以下に示す。

(1) 計画の裨益対象

計画の裨益対象は、そのほとんどがフィリピン国における農村部の貧困ライン（月支出額2,066ペソ）を下回る貧困農民層である。

(2) 計画の目的

本計画は、農村生活の安定・向上を目的とする西部バリオス溜池灌漑システムの重要な水源施設であるバルングス・バンガサンダム貯水池機能を、ピナツポ山の火山灰による被害から守るものであり、噴火後の民生安定や受益農民生活の改善に緊急的に求められる計画である。

(3) 実施機関の維持・管理能力

a) 実施機関

西部バリオス溜池灌漑システムは、ダム・貯水池施設は国家灌漑庁(NIA)、水路並びに維持管理用道路は灌漑組合により管理されている。本計画において建設される各構造物はダム・貯水池施設に付属するものであり、NIAが管理を行う。1994年まではNIA本庁・計画部直轄の現場維持管理事務所が、それ以降はNIAリージョンIII地方事務所の下に西部バリオス溜池灌漑システム維持管理事務所が置かれ維持・管理が行われる。

b) 人員配置

現場維持管理事務所では本庁のプロジェクトマネージャーのもとに所長を配し、さらに各ダムに主任技術者、助手がそれぞれ1名ずつ配置されている。西部バリオス溜池灌漑システム維持管理事務所に移管の後、同様な人員配置が行われる。水路はNIAターラック州事務所の指導下に、マンガログとブレラチン水路はヴァマステック灌漑組合、バンガサン水路はバダミア灌漑組合、バルングス水路はモリサ灌漑組合により維持・管理されており、各灌漑組合にそれぞれ1名の管理人がおかれている。

c) 維持・管理費の資金

施設の維持・管理費は、各農民灌漑組合に所属する農民が負担することになっている。ダム施設の管理には年間1ha当たり粉 1.5カバン（75kg）、水路の管理には年間 1ha 当たり粉 0.5カバン（25kg）が徴収されている。

d) 維持・管理の技術

NIAは独自のダム管理規定を策定しており、これにより全国の直轄ダムの維持・管理を行っている実績がある。本事業で建設される施設を含む4ダム（バルングス、バンガサン、プレラティン、マンガログダム）も、この規定に準じて維持・管理される。

(4) 中期国家開発計画との合致性

西部バリオス溜池灌漑システムの目的は、共同灌漑施設の設置による農村の生活の安定・向上である。一方、本計画はこの灌漑システムの重要な水源施設であるバルングス・バンガサンダムの貯水池機能を、ピナツボ山の火山灰による被害から守るものであり、中期国家開発計画に合致している。

(5) 事業の収益性

本計画は1991年3月に完成した灌漑システムの、火山灰による今後予想される被害を予防し、その本来の機能を将来に渡って確保するものであり、収益性の向上を目的とした計画ではない。

(6) 日本の無償資金協力制度での実施可能性

実施設計から工事完了までに要する期間は約11カ月であり、事業の範囲は12カ月以内で完了する。従って、日本の無償資金協力制度での実施が可能である。

表 6.7 事業効果整理表

種類	効果の内容	裨益対象の範囲	効果の規模
<p>1. 経済的効果 (作物生産効果)</p>	<p>パルンゲスタム、及びパンガサ ンダム受益地の雨期水田作、乾 期畑作(コーン) 550haの生産の 安定、及び収量の増加が見込ま れる。</p> <p>また貯水池の付加的效果であ る内水面漁業も継続して実施可 能となる。</p>	<p>i) 灌漑対象地域 (雨期作・水田) パルンゲスタム : 350ha パンガサスタム : 200ha</p> <p>(乾期作・コーン) パルンゲスタム : 350ha パンガサスタム : 200ha</p> <p>ii) 対象農家 農家世帯数 パルンゲスタム : 213 世帯 パンガサスタム : 91 世帯 合 計 : 304 世帯</p> <p>農家人口 パルンゲスタム : 1,150 人 パンガサスタム : 490 人 合 計 : 1,640 人</p>	<p>i) 灌漑便益 (表6.3参照) 作物生産量 (年生産損失回避量) 米 : 1,155トン コーン : 2,200トン</p> <p>年効果額 (年生産損失回避額) 米 : 3,698千ペソ コーン : 2,325千ペソ 合 計 : 6,023千ペソ</p> <p>ii) 農業所得効果 経営規模1haの小作農についての検討 事業を実施しない場合の年間農業所得 : 7.9千ペソ 事業を実施する場合の年間農業所得 : 13.8千ペソ 上記の差額 (増収額) : 5.9千ペソ</p> <p>可処分所得の年間増加額 : 5.5千ペソ</p> <p>iii) 建設労務を含めた全体裨益人口 : 8,400 人</p>
<p>2. 社会的効果 a. 生活環境の改善 b. 定住条件の改善</p>	<p>年間を通じ、安定した農業経営が達成 される事より、農家収入が安定且つ上 昇し、フィリピン国政府が、灌漑事業 等の実施を通じて達成を目的としてい る農村部の生活環境の改善を図る事が 可能となる。</p> <p>乾期においても農作業が行なえる事か ら、出稼きをする必要がなくなる。</p>	<p>社会的便益の裨益対象範囲として 本灌漑事業計画対象地域全体を考 える。</p> <p>世帯数 : 2,100 世帯 人口 : 11,000 人</p>	

第7章 結論及び提言

前述のように本計画実施により農業生産性に多大な効果が期待されると同時に本計画が広く住民の生活向上に寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。一方、フィリピン国政府が、1991年以来推進している全国レベルの小規模溜池整備事業(SWIM)はその事業実施目的を、1)開発の遅れた地域の経済成長促進、及び地域農民の生活水準の向上、2)建設及び維持管理等の事業実施を通じての雇用機会の創出、3)水資源、土地資源の効率的な開発と利用の促進、等に置いており、本灌漑システムはこれに先行するモデル事業として期待されている。従って、今後予想される被害を最小限に止め、貯水池機能を維持するために必要な緊急の対策工事を無償資金協力により実施することは妥当であると判断される。本計画の運営・維持管理は、事業実施機関である国家灌漑庁、及び直接の受益者で組織される農民灌漑組合が当たり、これらの事業実施体制は人員・資金面共に十分であり問題ないと判断される。

本計画の円滑なる実施と適切な運営、維持管理を図るために、フィリピン国政府に対し以下の提言をする。

一施設用地、工事用道路用地の確保をする

一作付時期の確認等、工事に伴い発生する灌漑、営農活動に影響を与える事項について農民に事前に説明を行ない、必要な体制作りを行なう

更に工事完了後の効果的な本灌漑システムの運営は、国家灌漑庁をはじめとするフィリピン国政府、及び受益者である農民の自助努力に負うところが大きいことから、以下の項目にも留意し事業を実施することを提言する。

一国家灌漑庁は専門の技術者を現場に置き、貯水池施設の操作、維持管理、また水利用管理を行なうとともに、農民灌漑組合を通じ、灌漑水路内に堆積した火山灰の除去作業を実施する。また貯水池への火山灰流入について常時モニタリングを行ない、ダム放流排砂ゲートにより、適切なる火山灰の排砂作業を行なう。

一国家灌漑庁は、農民灌漑組合との協力体制を更に充実し、貯水池、灌漑水路の維持管理、水利費徴収制度等、本灌漑システムの維持管理に関わる細目規定の立案及び実施、指導を行なう

一方、ピナツボ山噴火により土地を失った農民が、本計画の対象流域内に入植し、開墾を行ないつつある。森林伐採による山林の裸地化が進む事となると、流域内に残存する火山灰や土壌流亡の加速化につながる懸念される。現地調査により、草本類が堆積火山灰の流出、及び土壌侵食の抑制に有効であることが確認されていることから、火山灰の流出防止は勿論の事、ダムの流域保全対策として植生工を広い範囲に実施することが必要であると提言する。入植農民に対して農業省等により植生工に関わる適切な指導がなされれば、本計画はより持続的に効果を発揮するものと期待される。

技術資料編

技術資料編

	頁
(1) 取水孔口径の決定-----	2
(2) 斜樋管口径の決定-----	3
(3) 排砂能力の計算-----	3
(4) 減勢工長-----	4
(5) 取水施設損失水頭計算書-----	4
(6) 事業効果	
表6.1 ダム別土地所有面積-----	8
表6.2 作物生産費-----	9
表6.3 作物別生産高（財務価値）-----	10
表6.4 財務分析-----	11
(7) ダム諸元表-----	12

(1) 取水孔口径の決定

取水孔口径は小オリフィス式による。

$$Q = C \times A \times \sqrt{2 \times g \times H}$$

Q : 取水量 (m³/sec)

A : 取水孔断面積 (m²)

C : 流量係数 (C=0.62)

H : 取水深 (m)

取水孔口径600mm (第1ゲート) の場合

$$\begin{aligned} Q &= 0.62 \times \pi/4 \times 0.62 \times \sqrt{19.6 \times 1.0} \\ &= 0.78 \text{ m}^3/\text{sec} \end{aligned}$$

バルングスダム、バンガサンダムの最大取水量は各々0.7m³/sec,0.4m³/secであり、取水孔口径を600mmとした場合、最大取水量の取水は可能である。

最低標高ゲートが使用不可能となった場合、取水は高位ゲート (第2、第3ゲート) により行われる。高位ゲートは口径を400mmとする。この場合の取水孔からの流入量は下式から0.6m³/secとなる。バルングスダムにおいて最大取水量0.7m³/secを下回るが貯水池有効貯水量減に伴い、受益面積も減少し、これに伴い最大取水量も0.6m³/sec程度まで減少することから最大取水量の取水は可能である。

$$\begin{aligned} Q &= 0.62 \times \pi/4 \times 0.42 \times \sqrt{19.6 \times 3.0} \\ &= 0.60 \text{ m}^3/\text{sec} \quad (\text{水位差(H)はゲート間隔3.0mとする}) \end{aligned}$$

(2) 斜樋管口径の決定

斜樋取水管の通水断面積 (D_1) は取水孔からの流入を阻害されないことを条件として、通常取水孔断面 (D_2) の2倍程度として決定される。

$$\begin{aligned} D_1 &= \sqrt{2 \times D_2^2} \\ D_1 &= \sqrt{2 \times 0.40^2} \\ &= 0.56 \approx 600 \text{ mm} \end{aligned}$$

これより600mmの鋼管が採用される。

(3) 排砂能力の計算

両ダムの排砂能力は、既設の取水施設導水管路内流速により計算される。以下に計算を示す。

(バルンゲスダム)

$$\begin{aligned} Q &= 0.608 \sqrt{H} = 1.9 \text{ m}^3/\text{sec} \\ H &: \text{水位差 (WL.94.00 - WL.84.30 = 9.70 m)} \\ V_{1000} &= Q/A = 1.9 / (\pi / 4 \times 1.0^2) = 2.42 \text{ m/sec} \\ I &= f / D \times V^2 / 2g = 12.7 \times g \times n^2 / D^{(1/3)} \\ I_1 &= 12.7 \times 9.8 \times 0.013^2 \times 2.42^2 / 19.6 = 0.0062 \\ \tau_0 &= 1000 \times 1.0 / 4 \times 0.0062 = 1.55 \text{ kg/m}^2 \\ U_* &= \sqrt{(1.55 / 100)} = 0.12 \text{ m/sec} = 12 \text{ cm/sec} \\ U_{*2} &= 12.0^2 = 89 \times d: \quad d = 12.0^2 / 89 = 1.6 \text{ cm} = 16 \text{ mm} \end{aligned}$$

(バンガサンダム)

$$Q = 0.612 \sqrt{H} = 1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$H: \text{水位差 (WL.126.50 - WL.120.10 = 6.40 m)}$$

$$V_{1000} = Q/A = 1.5 / (\pi / 4 \times 1.0^2) = 1.91 \text{ m/sec}$$

$$I = f / D \times V^2 / 2g = 12.7 \times g \times n^2 / D^{(1/3)}$$

$$I_1 = 12.7 \times 9.8 \times 0.013^2 \times 1.91^2 / 19.6 = 0.0039$$

$$\tau_0 = 1000 \times 1.0 / 4 \times 0.0039 = 0.98 \text{ kg/m}^2$$

$$U_* = \sqrt{(0.98 / 100)} = 0.10 \text{ m/sec} = 10 \text{ cm/sec}$$

$$U_{*2} = 10.0^2 = 89 \times d \quad d = 10.0^2 / 89 = 1.1 \text{ cm} = 11 \text{ mm}$$

(4) 減勢工長

空中放流減勢工として算出する。

$$\text{流速: バルンゲスダム} \quad 9.67 \text{ m/sec}$$

$$\quad \quad \quad \text{: バンガサンダム} \quad 7.64 \text{ m/sec}$$

$$\text{減勢池長 } L = 1.2 + v\sqrt{h}$$

$$\quad \quad \quad \text{: バルンゲスダム} \quad 8.21 \text{ m} \approx 9.0 \text{ m}$$

$$\quad \quad \quad \text{: バンガサンダム} \quad 6.48 \text{ m} \approx 7.5 \text{ m}$$

(5) 取水施設損失水頭計算書

次頁にバルンゲスダム、バンガサンダム取水施設の損失水頭計算書を示す。