

第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

本計画に係わる上位計画としては、次のようなものがある。

(A) Medium-Term Philippine Development Plan (1993-1998, by NEDA)

貧困の緩和を重要目的の一つとし、農業部門を最重要セクターとしている。

(B) North-West Luzon Growth Quadrangle Master Plan Study (by NEDA)

本プロジェクトは、農業関連中で重要プロジェクトの一つとなっている。

(C) Pangasinan Strategic and Coordinated Development Project (by NEDA Region 1)

本プロジェクトは、パンガシナン州の最優先プロジェクトの一つとしてリストアップされている。

(D) Physical Framework Plan of Pangasinan Province (1996-2026, by Pangasinan Province)

灌漑セクターの優先プロジェクトとしてリストアップされている。

これらのうち、(D) Physical Framework Plan of Pangasinan Province (1996-2026)が、最も具体的で直接的な上位計画であり、本プロジェクトについては次のようにまとめられている。

プロジェクト名	Infanta Water Impounding & Environmental Improvement Project
ロケーション	インファンタ、パンガシナン州
内容	貯水池、ダム、道路、その他の建設
資金源	JICA / GOP
プロジェクト費用	308.37百万ペソ
備考	FS終了。日本政府の無償資金援助（1995会計年度）要請済

本計画は、上記の各上位計画と整合している。特に次のような事項を確認した。

- (A) パンガシナン州が国で設定した5段階の経済レベル（政府の歳入に基づく）では最も上位のクラス1（300百万ペソ以上）に属する比較的恵まれた区域であるにもかかわらず、インファンタ地区は、面積では州内で3番目に大きい地区であるが、収入はほぼ最下位に属する特に貧しい地区である。貧困の緩和を最重要目標の一つとして掲げた国家目標に合致している。（経済レベルのクラス分けに関しては、資料（5.技術資料）に示す。）

- (B) インファンタ地区 (25,000ha) の人口は、約18,000人である。本計画は、各種コンポネントがあり裨益人口を明確にすることは難しいが、インファンタ地区全体に直接・間接の裨益があると考えられる。しかし、計画実施地区に限定すれば、約12,000人が直接の裨益人口 (農家戸数約2,060戸) となる。そして間接的にはバンガシナン州全体 (約220万人) の発展にも効果があると考えられる。
- (C) ビナツボ火山被災民は、今後発生する土砂流でさらに増加する可能性があるが、現在でも数千人の移転地が決まらず仮の被災民キャンプで生活している。一方受け入れ地は十分な見込みがたっておらず、ビナツボ火山委員会では例え小規模でも確保したい意向である。またこれまで建設された移転地のほとんどは、農業を営みたい人を対象としておらず、一部の農民を対象とした移転地は、インフラ整備が不十分なのが一般的な実態である。従って、インフラ整備をし農業で生計をたてられるようにする本計画の移転地は貴重なモデルにもなると考える。

2.1.2 財政事情

フィリピン経済は、1950年代にはアジアで最も発展性の高い国と評価されていたものの、次第に低迷し、1992年までに、ASEAN（東南アジア諸国連合）諸国及びNIES（新興工業国）諸国との間に、経済成長速度に大きな差が出るようになってしまった。その主たる要因は、政治的な混乱と、不安定な経済運営にあり、80年代には投資家の投資意欲を減退させ、資本の海外流出を助長した。

しかし、1993年から、フィリピン国の経済は穏やかな改革が進行中であり、好調である。1994年のGDPは、64,162百万ドルで、一人当りのGNP（国民総生産）は950.0ドル、経済成長率は1.6%、物価上昇率は6.8%（1993年）となっている。その後はさらに活力を増し、今年まで5～6年連続して、実質GDP成長率は前半を上回る模様である。この要因はラモス政権下での国際信用の高まり、投資規制緩和による直接投資の増加などによるものと思われる。

又、1993年に11.3%であった失業率も低下傾向にあり、雇用状況が改善されているとともに、賃金の上昇率も高まっている。しかし、フィリピン国内で比較すると、大都市と地方の経済格差は大きく、その差はむしろ拡大傾向にあるようである。換言すると非農業部門に対して、農業部門の経済・生活状況の改善が遅れているといえる。

財政事情は1980年代の半ばには一時的に改善されたものの、再び悪化し1991年まで歳出が歳入をほぼ10%以上上回る赤字が続いていた。しかし、1992年には歳入の方が上回るようになり、1995年の国家予算の記録によると歳入13,970.1百万ドルに対し、歳出は13,290.2百万ドルになっている。又、国際収支は2,327.0百万ドル（1994年）のプラス、ODAの受取額は1,057.0百万ドル（1994）、そして外貨準備総額は8,443.0百万ドル（1996）となっている。なお同国の会計年度は1月～12月であり、為替レートは1US\$が26ペソ前後と比較的安定した動きを示している。

2.2 他の援助国、国際機関等の計画

フィリピン国では、各国及び国際機関からの援助があり、バンガシナン州においても援助案件による計画は各種ある。しかし本計画及びインファンタ地区に関しては、他の援助国及び援助機関との関連はない。

つまり、バンガシナン州／フィリピン政府側が、本計画に関しての援助を打診し要請したのは、我が国政府に対してのみである。又、本計画および区域（インファンタ地区）には、他の援助機関に係わるような計画はない。

2.3 我が国の援助実施状況

近隣国の一つとして、フィリピンは、長年にわたり我が国と緊密な関係を持ち、両国関係は良好に推移しており、特に貿易・投資等の面で我が国と密接な相互依存関係を有している。また、ピナツポ火山の噴火や台風災害などの自然災害等により低迷していた経済を立て直すために、様々な経済改革努力を行うことによって、経営運営において一定の成果を上げつつあるが、同国の経済的自立を促すためには更なる支援が必要である。更に、依然として多くの貧困層を抱える国であり（1993年現在貧困層約40%）援助需要は大きい。このような理由から、フィリピンは、我が国援助の重点国の一つとなっている。

我が国は、フィリピンへの援助方針として以下を重点分野としている。

- (イ) 経済インフラ整備
- (ロ) 産業構造の再編成に対する支援
- (ハ) 貧困対策及び基礎的生活環境の改善
- (ニ) 環境保全

フィリピンへの援助の効果的・効率的実施のため、我が国は、無償資金協力・技術協力年次協議及び円借款政府調査年次協議を開催しており、個別案件の協議に加え、我が国の援助政策、フィリピンに於ける援助実施上の課題について密接な対話を行っている。

我が国はフィリピンに対して、1995年に4.16億ドルを供与しており、フィリピンは我が国二国間ODAの第5位の受け取り国になっている。また1995年までの累計額は73.95億ドルで第3位である。また、フィリピンにとり我が国は最大の援助国であり、フィリピンが受け取る二国間ODAの約6割を供与している。

有償資金協力については、電力などのエネルギー分野及び道路、港湾などのインフラ整備に関わる案件が中心となっているが、最近では環境保全、地域間格差等に重点を置いている。無償資金協力については、従来から、教育・人作り分野及国民の福祉向上に直接資する基礎生活分野や農業分野に重点をおいているが、特に最近では、地方農村地域における経済・社会インフラ整備に資するプロジェクトやピナツポ火山噴火や大型台風などの被災地復興など幅広い協力を実施している。技術協力では、従来から、農業、産業技術、医療、教育・職業訓練など幅広い分野における人作り協力を進めている。開発調査は、インフラ整備、地域開発、農業開発、河川、水資源、鉱工業、電力、環境など多岐にわたる分野において実施している。

バンガシナン州政府からの情報によると、同州で実施された灌漑セクターの主な計画としては、小規模溜池計画（SWIP）及びデイバロ及びプリンシパル灌漑システム改修計画があり、その他については、農民組合による小規模灌漑システム（CIS）が多く点在している。このうち、デイバロ及びプリンシパル灌漑システム改修計画（REHABILITATION PROJECT FOR THE DIPALO RIVER IRRIGATION SYSTEM AND PRINCIPAL COMMUNAL IRRIGATION SYSTEM）は、次のような内容になっている。

・ JICA無償資金協力援助

- ・ 予算：120 M. Peso
- ・ 実施機関：国家灌漑庁 (NIA)
- ・ 実施期間：1993～1996 (完成済)
- ・ 内容：取水施設建設及び既設水路改修

フィリピンにおける、我が国の無償資金協力援助額は、次のような実績となっている。

・ 1991年度	110.19百万ドル
・ 1992年度	112.34百万ドル
・ 1993年度	158.23百万ドル
・ 1994年度	138.41百万ドル
・ 1995年度	121.08百万ドル (国別で第5位)

またフィリピンにおける主要な農業部門の無償資金協力案件としては、次のような実績となっている。

・ 1991年度	
- カバヤス灌漑施設建設計画 (2期)	2.34億円
- 西サマル農村総合開発計画 (2期)	8.12億円
- 農業普及研修施設機材整備計画	9.20億円
・ 1992年度	
- マリンテユケ農業総合開発計画	20.28億円
- 西部バリオス溜池改修計画 (93)	4.92億円
- ハラハラ農業開発計画 (1期)	11.37億円
- ピナトウボ火山被災地灌漑用水復旧計画	5.80億円
・ 1993年度	
- 優良種子流通配布計画	14.29億円
- ハラハラ農業開発計画 (2/2-1期)	4.20億円
・ 1994年度	
- ハラハラ農業開発計画 (2/2-2期)	4.86億円
- テイバロ川地区及びプリンシバル地区 灌漑施設復旧計画 (1/2期)	5.91億円
- アガナン川灌漑地区農業開発計画	21.77億円
・ 1995年度	
- 農薬監視体制改善計画	7.76億円
- テイバロ川地区及びプリンシバル地区 灌漑施設復旧計画 (2/2期)	5.91億円
- 農地改革データベース整備計画	5.25億円

なお、バンガシナン州政府としては、本計画 (インファンタ) が我が国の無償資金協力援助プロジェクトとしては、初めての経験である。

2.4 プロジェクト・サイトの状況

2.4.1 自然条件

2.4.1.1 位置・地形

(1) 位置

調査対象区域が属するインファンタ地区は、バンガシナン州に位置する。ザンバレス山系の西側斜面に位置し、首都マニラから北西方向に直線距離で約170 km、州都のリンガイエンから南西方向に約30 kmに位置する。車両による移動時間は、マニラからリンガイエンまでが、約5時間、リンガイエンからインファンタ(町の中心地区)までは、約2時間を要する。

調査対象区域は、インファンタ地区中心部の東側に位置し、ダムサイトは直線距離で東北東方向に、約7 kmに位置しその間に灌漑予定地区が広がっている。調査対象区域の南側には南支那海のダソル湾に流入するナヨム川が西流し、ザンバレス州との州境となっている。

(2) 地形概要

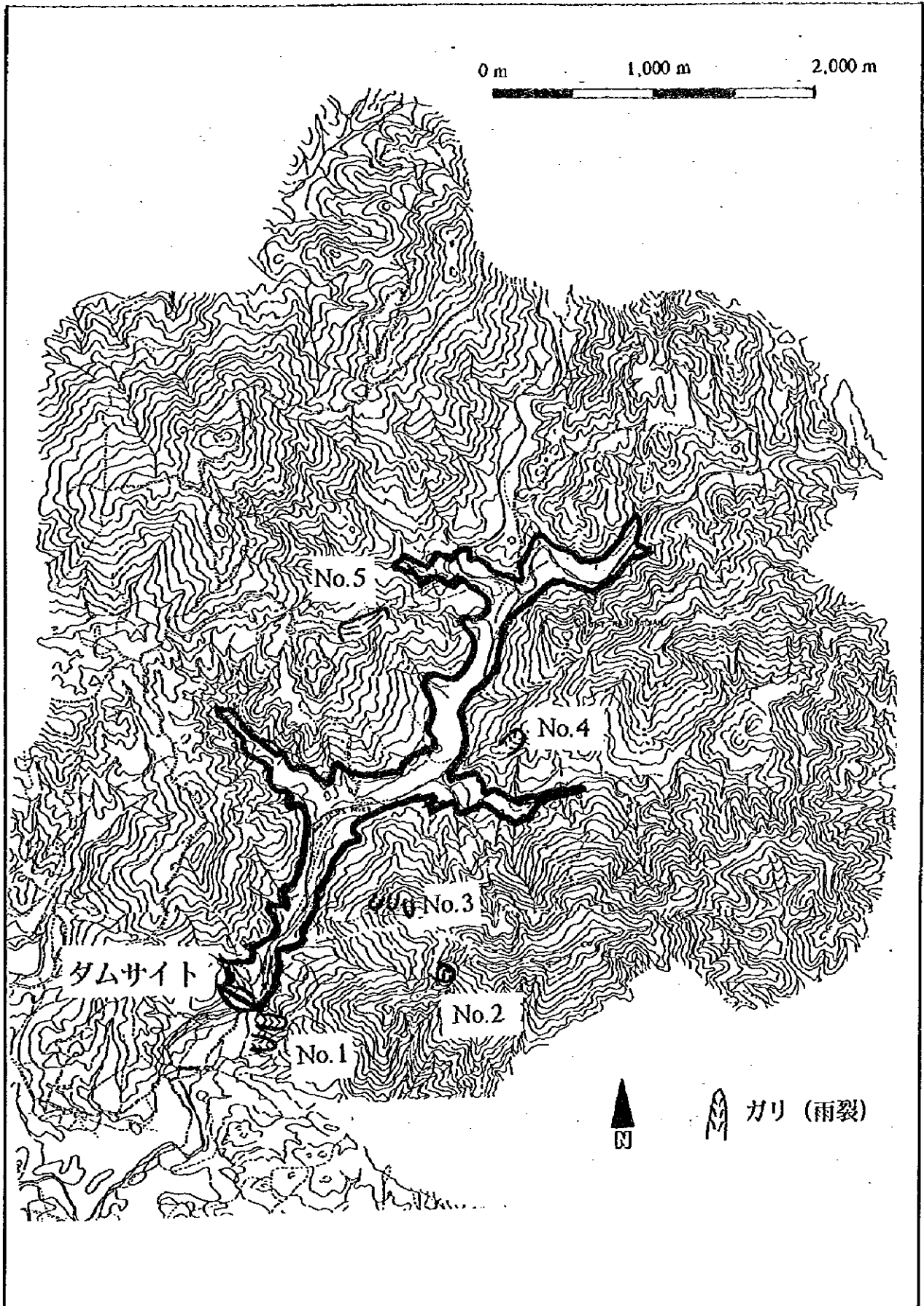
ダムが築かれる予定のサンフェリベ川は、ピーク標高150~300 m程度の比較的なだらかな山々の谷間に水源を持ち、全体的には南南西方向に流下し、途中山間部出口付近でダムサイトを通過し、灌漑予定区域を縦断した後、ナヨム川に合流している。灌漑地区は標高1.5 m~30 m程度のなだらかな傾斜の低地部に広がっているが、低地部には灌漑地区から外される標高10~40 m程度の丘陵部も広く分布している。調査対象区域及びその周辺の地形状況は、計画一般平面図に示す。

なお、今回の調査の中で、航空写真撮影による縮尺1/5000の地形図を作成した。A1サイズ 計16枚で、調査対象区域を含む約60 km²をカバーしている。

(3) 空中写真判読結果

空中写真判読によると、ダムサイト付近の斑れい岩中のリニアメントは、山地の南西側の斑れい岩と第三紀中新世のシルト岩を擁する推定断層と平行なNEN-WSW系のリニアメントの他に、NW-SE, ENE-WSW, NS系のリニアメントがみられる。これらのリニアメントは、いずれも連続性に乏しく、破砕帯を伴うような断層にはつながらない。

また、流域及び周辺区域には、中小のガリ（雨裂）が左岸側に7カ所、右岸側に1カ所（位置は図 2.4.1.1-1 参照）見られるが、約30年前に撮影された空中写真と本調査で撮影した写真を比較しても人工改変の区域を除いて明確な変化はなく、安定していると判断した。これらは位置的にも貯水池から離れていて湛水による影響はない。また、このうちダムサイト周辺に位置しているのは、上流ダム軸の下流の左岸側にある2箇所のガリ地形であり、本流域及び周辺では比較的大規模（上流側は高低差が約60mで傾斜角度約16度、下流側は高低差が約45mで傾斜角度約21度）であるが、植生から判断しても最近ガリ規模が拡大した形跡はない。しかも、いずれも採用された上流ダム軸の下流に位置するので、特に防災対策の必要はないものと考えられる。但し、道路工事等による地形の改変をする場合は、谷止め工等の小規模工事は必要と考える。また、ダムサイトを含む貯水池予定区域はなだらかな傾斜を持つ老年期の地形であり、部分的な小規模変動を除いて、地滑りや崩壊の危険はほとんどないものと判断する。



インファンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査
国際協力事業団

図 2.4.1.1-1 ガリ (雨裂) の位置図

2.4.1.2 気象・水文

フィリピンの気候は、大局的には熱帯モンスーンに属するのであるが、実際の気候は地方によって大きな違いがあり、一般に5つのカテゴリーに分けられ、本計画の位置するバンガシナン州は、雨期と乾期が最も明確な第1型に属している。(図2.4.1.2-1参照) すなわち乾期と雨期の区別が顕著で、南西モンスーンの支配する5月/6月から10月の雨期と北東モンスーンの支配する11月から4月/5月の乾期に分けられる。

- 第1型：典型的な東南アジアモンスーンの気候であり、11月/12月から5月までの乾期と6月から10月/11月までの雨期に明確に分かれる。
- 第2型：3月から5月までの短い乾期、6月から2月までは雨期であるが、降雨強度は大きくない。
- 第3型：雨期と乾期が明確に分けられない。但し、豪雨が発生するのは11月から1月までの期間である。
- 第4型：乾期が明確でない。但し、豪雨が発生するのは4月から9月までの間である。
- 第5型：雨期と乾期が明確に分けられない。又豪雨期間も特にはっきりしない。

計画地域に最も近いSta. Cruz気象観測所の最近19年間の資料によると、年間雨量は最大4,858mm(1991年)、最小1,468mm(1982年)、平均3,008mmである。これを乾期、雨期に分けると乾期6ヶ月の平均雨量は202mm、雨期6ヶ月の平均雨量は2,806mmとなり、雨期の豊富な降雨に対し、乾期は極端に減少する。

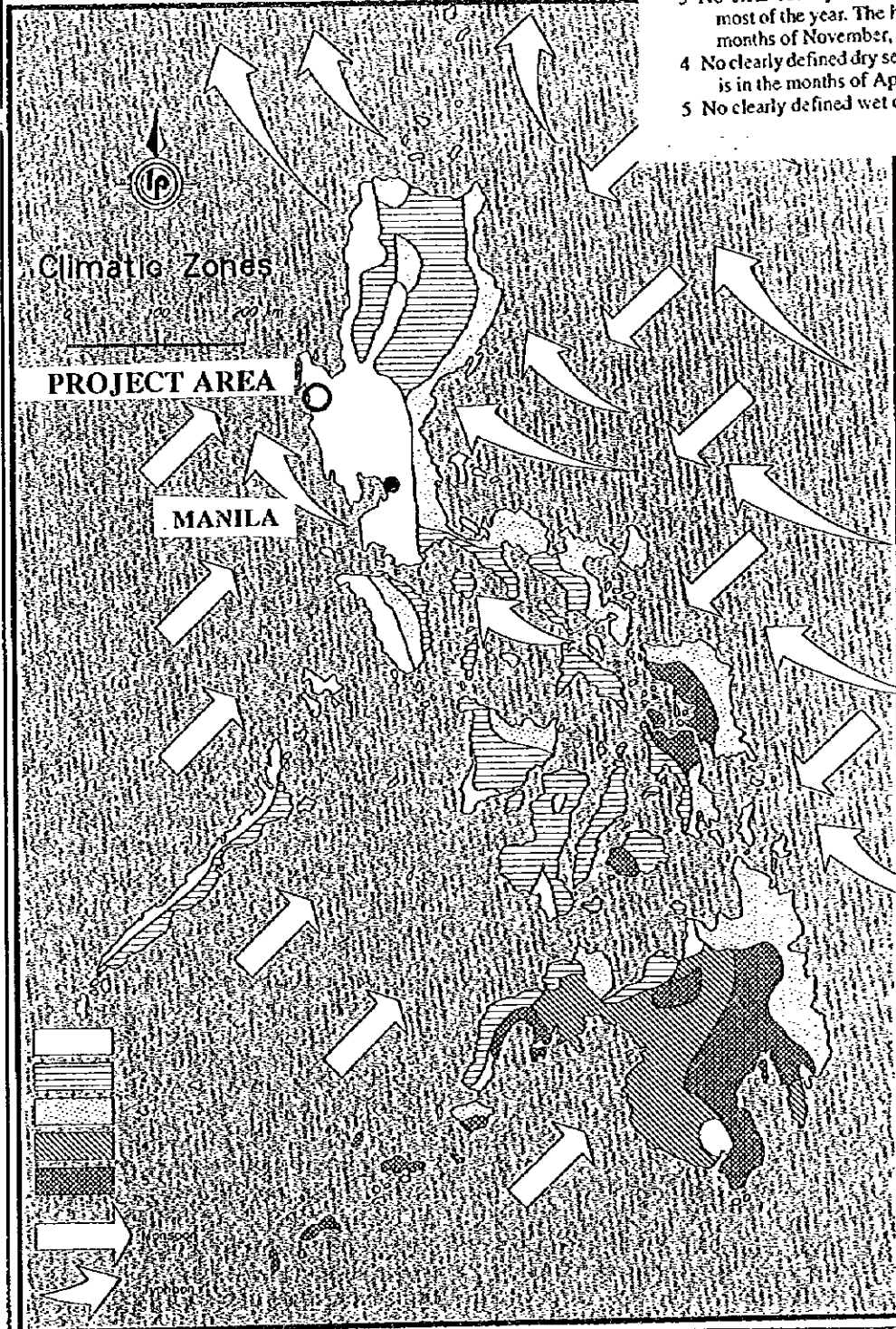
河川流量においても同様で、計画地域を流れるNayom川の流量観測所(流域面積128km²)における24年間の資料によると、同地点での年平均流入量は $236 \times 10^6 \text{ m}^3$ であるが、雨期にその82%に当る $193 \times 10^6 \text{ m}^3$ が流入している。別の表現をすれば、ナヨム川での実測データを基に、換算したサンフェリベ川のダムサイトでの流量は、年間平均で約 $1.20 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、乾期(12月~5月)の平均は約 $0.29 \text{ m}^3/\text{s}$ 、そして雨期(6月~11月)の平均は約 $2.12 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

また、この地域の年平均気温は28.9℃であり、年平均蒸発量は2,100mmである。

計画対象区域付近の降雨と蒸発量、及びダムサイト(サンフェリベ川)の流量の各々月平均変化を、図2.4.1.2-2に示す。

CLIMATE TYPE (気候の区分/タイプ)

- 1 Typical South-East Asian monsoon climate. Long dry season from November/December to May and intense rainy period from June to November/December.
- 2 Short dry season from March to May. Although the rainy season from June to February is long, it is not very intense.
- 3 No clear-cut dry season, with rain falling during most of the year. The heaviest showers are in the months of November, December and January.
- 4 No clearly defined dry season. The heaviest rainfall is in the months of April to September.
- 5 No clearly defined wet or dry season.



BASIC DESIGN FOR
INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION AND
ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

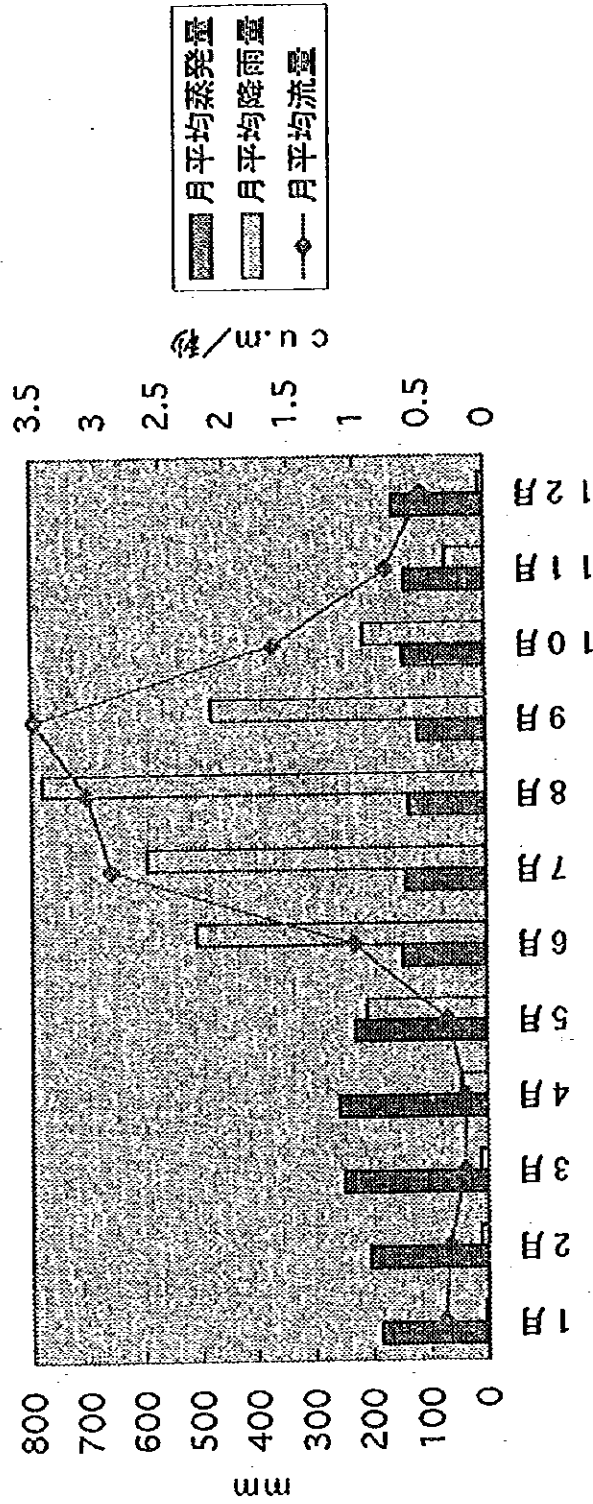
図 2.4.1.2-1

CLIMATOLOGICAL MAP
OF THE PHILIPPINES

フィリピンの気候区分ゾーン

単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月平均蒸発量	185	203	250	259	230	147	139	134	119	142	140	159
月平均降雨量	4.6	12	12	46	208	508	595	780	481	212	69	9.1
月平均流量	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	1	2.9	3.1	3.5	1.6	0.8	0.5

降雨量-蒸発量-流量



インフアンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査

国際協力事業団

図 2.4.1.2-2 計画対象区域付近の降雨量、蒸発量、及び計画ダムサイトの流量

2.4.1.3 地質・土質

(1) 対象地域の地質・土質

対象地域は、ザンバレス山脈の西縁の山地と、その南西側の丘陵地及び沖積平地からなる。図 2.4.1.3-1 に示すように、これらの山地と丘陵地の間には地形から断層が推定され、断層の北東側の山地では、基盤岩は白亜紀～古第三紀始新世の斑れい岩（塩基性深成岩）と、これを貫く第三紀漸新世～中新世の石英閃緑岩の岩株（地質図の北方外側のバヤンバン川流域に分布）からなる。また、断層の南西側の丘陵地では、基盤岩は新第三紀中新世の石灰質シルト岩層として分布する。これらの基盤岩を覆ってサンフェリベ川及びその他の水系に沿い、第四紀更新世～完新世の河岸段丘堆積物及び崩積土と第四紀完新世の現河床堆積物及び沖積扇状地堆積物がみられる。

(1.1) 斑れい岩（塩基性深成岩）

ザンバレス山脈は、主としてOphiolite (オフェオライト)である塩基性及び超塩基性の火成岩で構成される。Ophiolite は白亜期～古第三紀始新世の海洋底での火成活動により生じたもので、海洋底での海成堆積物及び玄武岩質枕状溶岩(噴出岩)、玄武岩質の岩脈及び岩床(半深成岩)、斑れい岩～輝緑岩(塩基性深成岩)及びかんらん岩(超塩基性深成岩)からなる。このうち、斑れい岩は海洋地殻の、また、かんらん岩は上部マントルの岩相を示している。斑れい岩の分布する対象地域は、海洋底下深度2～3kmの海洋地殻に相当するものと考えられる。

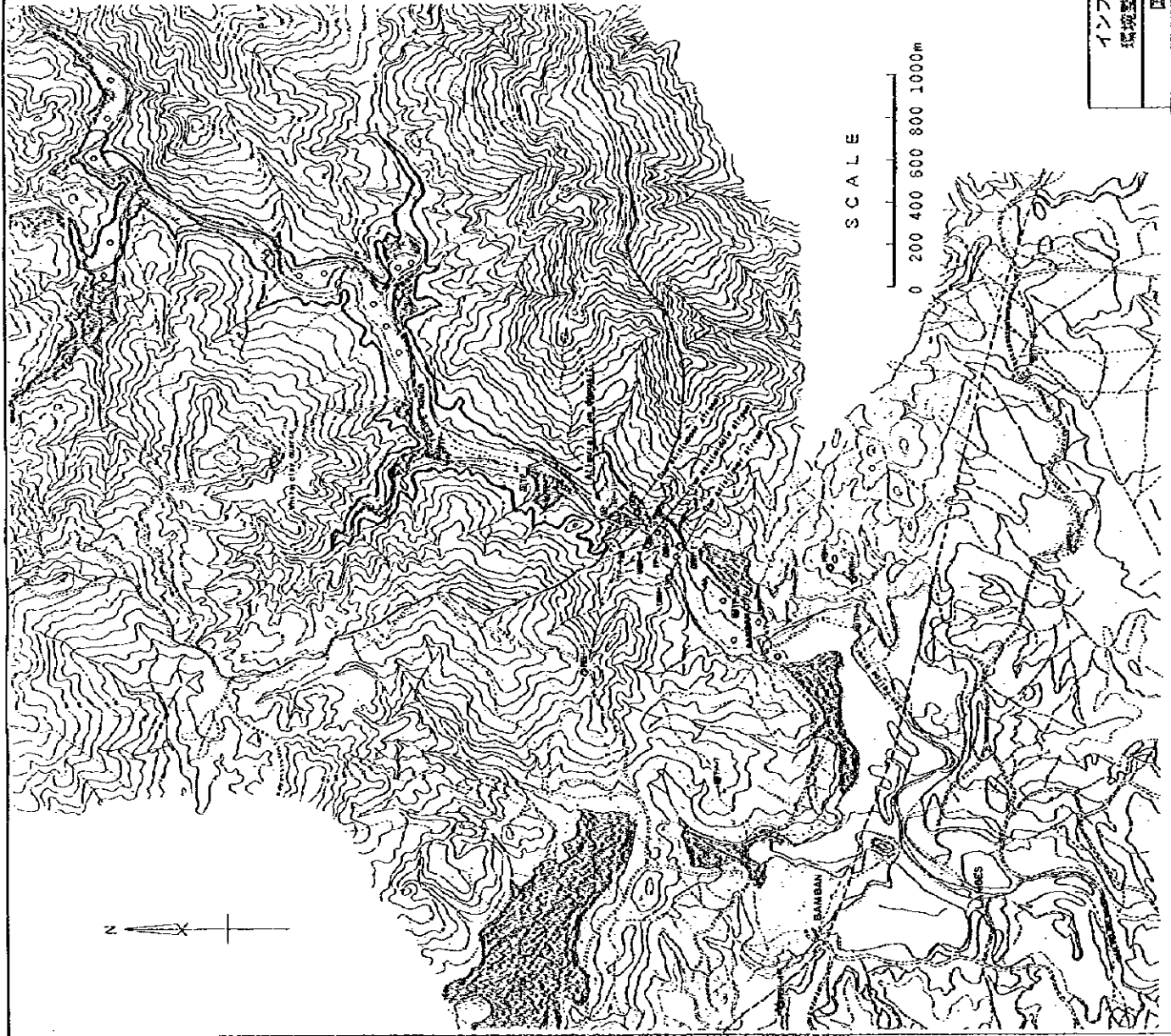
斑れい岩は新鮮なものは塊状、堅硬で割れ目も少なく、輝石・斜長石が粗粒・等粒状に結晶している深成岩で、基盤岩として当地域に広く分布する。一部岩相が細粒斑れい岩、玄武岩及び斜長岩に変化するが、いずれも塩基性の海洋地殻として、マグマ固結時に分化したもので、後期の岩脈として貫入したものではない。

(1.2) 石英閃緑岩

第三紀漸新世～中新世に、石英閃緑岩がこれらの Ophiolite 中に貫入し、サンフェリベ川流域の北西に隣接するバヤンバン川流域において、1.5×2.5km 規模の岩株として露出している。サンフェリベ川流域における斑れい岩中の石英脈は、第三紀漸新世～中新世の石英閃緑岩の火成活動による熱水変質作用によって生成されたものである。（石英閃緑岩は図 2.4.1.3-1 の範囲外にあり、位置は技術資料 2.4.1.3-1 を参照）

(1.3) 石灰質シルト岩層

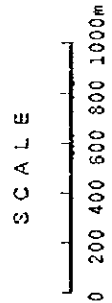
推定断層の南西側に位置する丘陵地では、浅海成堆積層である粘土岩、シルト岩、砂岩、礫岩及び石灰岩から構成される新第三紀中新世のザンバレス層群が分布する。同層群の石灰質シルト岩層が当地区バンバン部落から入植予定地にいたる区域に広く露出している。



EXPLANATION

- | | | | |
|--|------------------------|---|--|
| Quaternary | Holocene | Recent river and alluvial fan deposits (gravel and sand) | |
| | | Alluvial deposits (gravel, sand and clay) | |
| | Holocene ~ Pleistocene | Colluvial deposits (breccia, sand and clay) | |
| River terrace deposits (gravel, sand and clay) | | | |
| Tertiary | Middle | Zambales Formation (mainly massive calcareous siltstone) | |
| | Miocene | Gabbro (its rock facies partly change to fine-gabbro, basalt and anorthosite) | |
| Hydrothermal alteration | Cretaceous | Silicified gabbro (including quartz veins and networks) | |
| | | Argillized gabbro (including quartz veins and networks with white clay) | |

- DBH-1 Bore hole at dam site by this investigation (1996)
- MBH-1 Bore hole for rock material by this investigation (1996)
- TP-1 Test pit by this investigation (1996)
- Estimated fault
- Geological boundary
- Proposed dam
- Proposed dam axis
- Boundary of dam river basin
- Boundary of proposed reservoir



インファンタ地区天水農業環境整備計画基本設計図書 図 2.4.1.3-1 貯水池及びその周辺区域の地質図 国際協力事業団

同岩層は厚さ10m以上、塊状で、上下の変化の少ない岩質を示す。また、同岩層は地下水面が地表に近い、比較的低い丘陵地の平坦面では風化の程度が弱い露岩としてほぼ連続して地表で見られ、また、やや小高い丘陵地の平坦面では粘土化した風化シルト岩として露出している。

(1.4) 河岸段丘堆積物

河岸段丘堆積物は サンフェリベ川沿いに発達し、小規模な一段であり、河川からの比高は3～6mである。その平坦面は水田として利用されている。礫、砂及び粘土からなるが、礫は角礫と円礫の両者が存在し、礫・砂よりも粘土が多い。

(1.5) 崩積土

崩積土はサンフェリベ川及びその支流に沿う山裾や南西側の山麓の緩傾斜地にみられる。風化した斑れい岩が主にクリープによって序々に下方に運ばれ堆積したものである。主として角礫と粘土からなる。

(1.6) 沖積層

沖積層はサンフェリベ川及びその支流の丘陵地間の谷間に沿って分布し、礫、砂及び粘土からなり、現在水田に利用されている沖積平地を形成する。

(1.7) 現河床堆積物及び沖積扇状地堆積物

現河床堆積物は、主としてサンフェリベ川本流に沿って分布するが、河床中には全く露岩がなく、深い谷を埋没して堆積したものと考えられる。堆積物は礫と砂からなり、礫は径20cm以下の細礫・中礫・大礫が多く、ダムサイトより上流では礫が、下流では砂が卓越する。一方、沖積扇状地堆積物は急勾配のサンフェリベ川支流に累積し、径10～50cmの大礫・巨礫が多い。

また、現河床堆積物の層厚は、バンガシナン州政府によるF/S調査におけるダム軸の地質断面図では、3～5mであったが、今回のB/D調査では、10m (DBH-2)～12m (DBH-1)であることが判明した。また、この結果に基づきF/S調査におけるダム軸のボーリングIDH-2を見直したところ、現河床堆積物の層厚は8mであり、今回の調査結果とほぼ一致することが判明した。

すなわち、当地域は河岸段丘が存在することから多少の隆起(3～6m)を示しているにも関わらず、過去の河床面は現在よりも8～12mも下にあり、過去の河床面が沈降していたことを意味する。この矛盾を解く理由として、最終氷期以降の海面変動が挙げられる。地域の海面変動は、その地域の局地的な地殻変動(当地域では隆起運動)と、地球全体の海面変動との差によって定まるもので、当地域ザンパレス山脈は東方の中央コルディレラ山脈やシエラマドレ山脈にくらべて、明らかに隆起量が小さ

い。(これらの山脈の位置については、技術資料2.4.1.3-1の添付図1を参照) そのため当地域では東側の地域に比べて隆起量が小さいため最終氷期末の河床面と現在の河床面との差が8～12mにもなったものと考えられる。

(1.8) 熱水変質作用

対象地域には、第三紀漸新世～中新世の石英閃緑岩の火成活動に伴う熱水変質作用によって生じた珪化斑れい岩がダムサイトの左岸に、また、白色粘土(恐らくカオリンを含む)をもたらした粘土化斑れい岩が、白色粘土採掘場にそれぞれみられる。

また、ダムサイト付近では、斑れい岩は熱水変質作用により、珪化、緑泥石化及び粘土化を受け、それぞれ珪化斑れい岩、変質斑れい岩及び粘土化斑れい岩となる。珪化斑れい岩は、ダムサイト左岸に急崖を作って露出し、また谷にもみられる。石英細脈や網状石英脈を含み、一部に割れ目がみられるが、全体として堅硬な岩質である。これに比し、変質斑れい岩は緑泥石を生じ、やや軟質となる。また、粘土化斑れい岩は、粘土の量が多いと、極めて脆弱な岩質に変化する。

(1.9) 風化作用

また、当地域の風化作用は、きわめて厚い風化帯を形成している。その理由は次のように考えられる。

- (a) 当地域では隆起量が小さいため、侵食削剥される速度よりも風化帯を形成する速度が大きい。
- (b) 熱帯性気候のため、温かい下降水によって、風化の化学反応が促進され易い。
- (c) 当地域では雨期と乾期が明瞭に分かれ、それに伴って毎年地下水位が上下に変動するので厚い風化帯が形成され易い。

風化作用により斑れい岩は粘土化し、風化土及び風化斑れい岩となる。地表では未風化のフロートが広範囲に散在しているが、その下では激しい熱帯性気候によって深さ8～18mの風化帯が形成される。一般に地表下4～6mの深さまで風化作用によって完全に粘土化し、残留粘土(赤色粘土)と呼ばれる風化土に変わっている。それ以下も強く風化しているが、一部風化を免れた弱風化の岩片が混じる褐色～灰色(乾燥前は青みを帯びる)粘土と呼ばれる風化土となり、風化帯の最下部では未風化の岩片が次第に多くなり風化斑れい岩となる。さらに下では堅硬な斑れい岩に漸移する。

(2) 貯水池及びその周辺の地質・土質

貯水池及びその周辺の地質は、前項で述べたように第四系を除く基盤岩として、山地では主として斑れい岩(塩基性深成岩)がみられ、下流の丘陵地では新第三紀中新世のザンバレヌ層群に属する主として石灰質シルト岩層が分布している。また、これらの基盤岩を覆って、サンフェリベ川沿いに、河岸段丘堆積物、崩積土及び現河床堆積物(小規模な沖積扇状地堆積物を含む)が分布し、山地の南西側の

山麓と丘陵地間の低地に沿って崩積土及び沖積層がみられる。

空中写真によると、計画貯水池の右岸側の尾根には、道路及び白色粘土採掘場などの人工改変による裸地形がみられるが、そこから地滑りもしくは崩壊地形が発達した形跡はない。また、右岸側及び左岸側とも貯水池山腹において、顕著な地滑りもしくは崩壊地形はみられなかった。ただし、サンフェリベ川沿いで崩積土が分布している状態については、河川の浸蝕により急斜面になった山腹の裾野で、風化粘土が長い地質時代の間に、クリープによって移動したことが考えられる。

図2.4.1.3 - 1の地質図に示すように計画貯水池の範囲は計画ダム高が標高61.0mであることから、標高60mの等高線で囲む範囲とほぼ一致する。この範囲には基盤岩として斑れい岩が分布し、この岩石は堅硬で、透水性が低いため貯水池が漏水する恐れはない。

斑れい岩を覆う河岸段丘堆積物、崩積土及び現河床堆積物は最上流地点を除いて、いずれも計画貯水池の範囲内にあるので、貯水池の湛水による影響はない。また、最上流地点でも、その地形の傾斜は2~5°程度であるので地滑りの可能性は少ない。

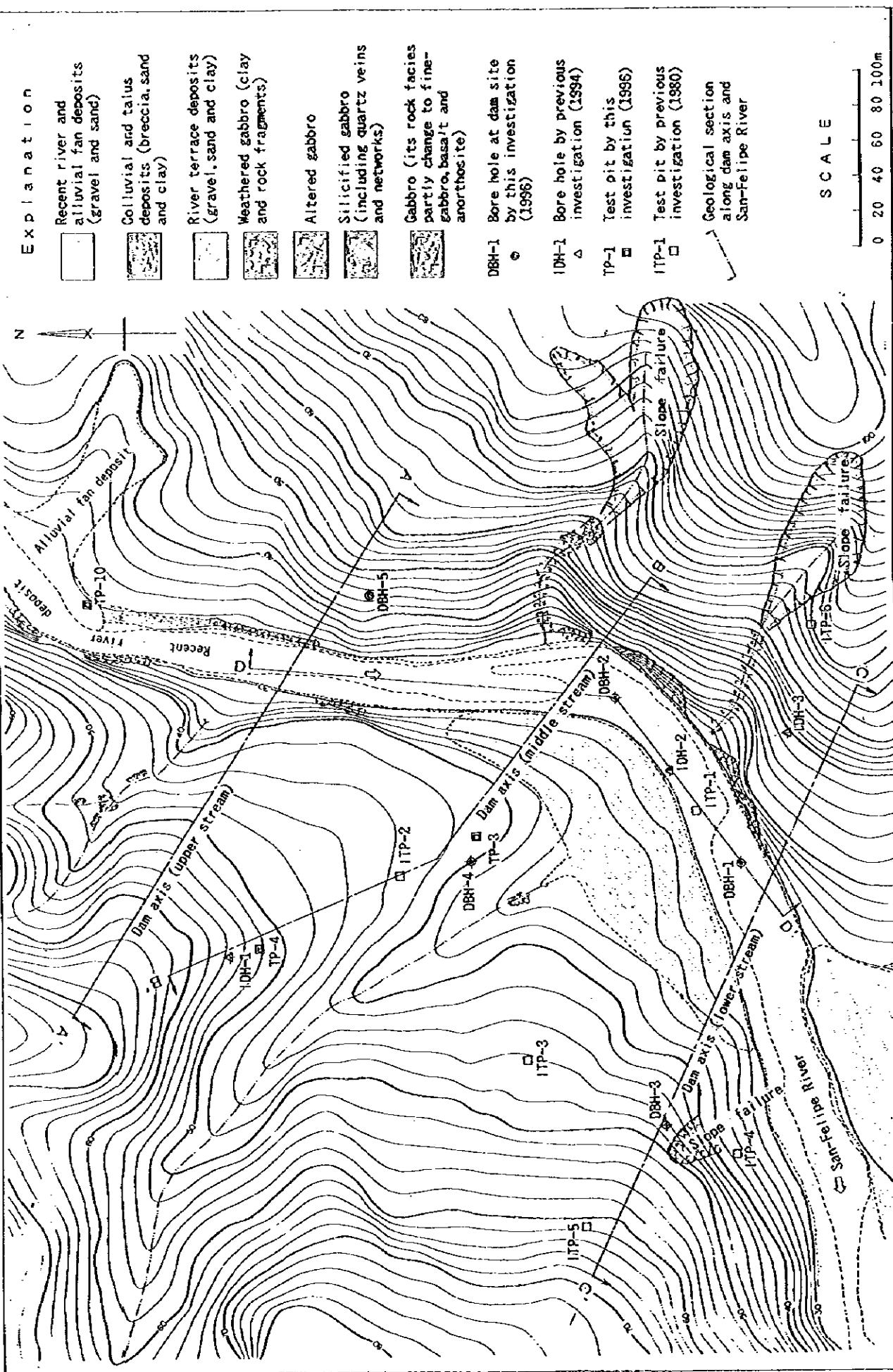
次に、風化斑れい岩のうち、粘土化が進んだ風化帯が貯水池の湛水により、どのように変化するかを検討すると、一般に、土に水が浸透し、飽和すると、土の物理的・力学的性質が変化し、地盤の強度が急速に低下し、崩壊が発生する。しかし、当地域の場合、山腹傾斜は緩く(10~20°)、風化帯のうち完全に粘土化した残留粘土の部分は厚さ4~6mであるので、小規模な崩壊にとどまるものと考えられる。

(3) ダムサイト付近の地質・土質

ダムサイト付近では、今回の地質・土質調査のため、ボーリング5孔(DBH-1~5)及びテスト・ビット2箇所(TP-3,4)を実施し資料を得た。この他に1980年にNIAにより実施されたテスト・ビット6箇所(ITP-1~6)と1996年に実施されたボーリング3孔(IDH-1~3)の資料も参考にした。(IDH-1~3の柱状図は技術資料に添付) ダムサイト付近の地質・土質は、図2.4.1.3 - 2に示すように、基盤岩として斑れい岩がサンフェリベ川とその支流に露出し、それを覆って河岸段丘堆積物と崩積土がサンフェリベ川の両岸と山裾に分布し、現河床堆積物がサンフェリベ川の本流に、沖積扇状地堆積物がその上流側支流にみられる。

ダムサイト付近の地表踏査の結果では、基盤岩の露岩の分布は余り広くないが、これらの露岩からは特に破砕帯を伴うような断層及びその徴候は確認できなかった。ダム基盤の強度を落とすような断層はダム付近では無いものと判断される。

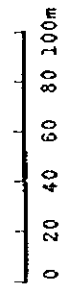
今までに実施したボーリング資料に基づき、表2.4.1.3 - 1の地質工学的分類によって、比較計画案である上流、中流及び下流の3つのダム軸に沿う地質断面とサンフェリベ川に沿う地質断面を作成した。これを図2.4.1.3 - 3及び4に示す。



EXPLANATION

- Recent river and alluvial fan deposits (gravel and sand)
- Colluvial and talus deposits (breccia, sand and clay)
- River terrace deposits (gravel, sand and clay)
- Weathered gabbro (clay and rock fragments)
- Altered gabbro
- Silicified gabbro (including quartz veins and networks)
- Gabbro (its rock facies partly change to fine-gabbro, basalt and anorthosite)
- DBH-1 Bore hole at dam site by this investigation (1996)
- IDH-1 Bore hole by previous investigation (1994)
- TP-1 Test pit by this investigation (1996)
- ITP-1 Test pit by previous investigation (1980)
- Geological section along dam axis and San-Felipe River

SCALE

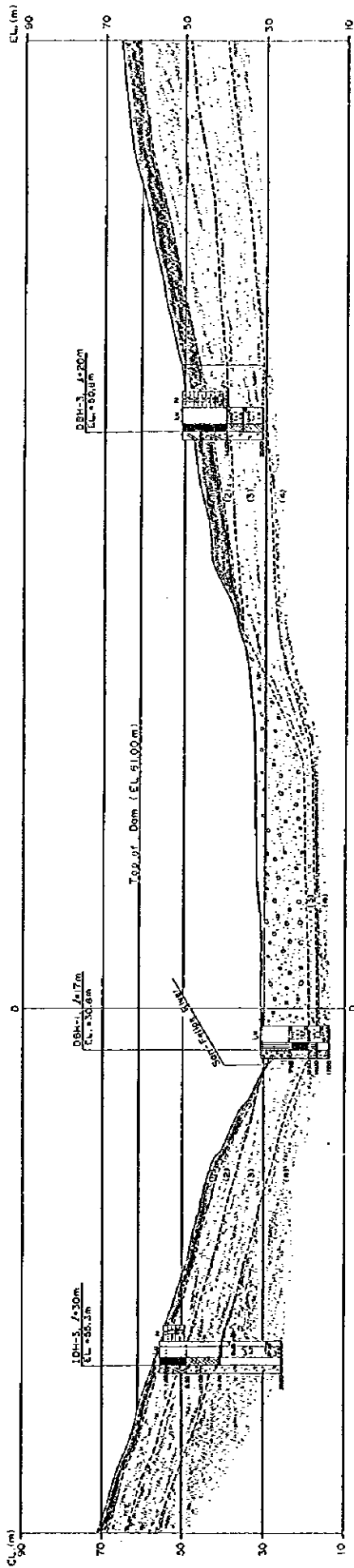


インフアンタ地区天水農業
 環境整備計画基本設計調査
 国際協力事業団

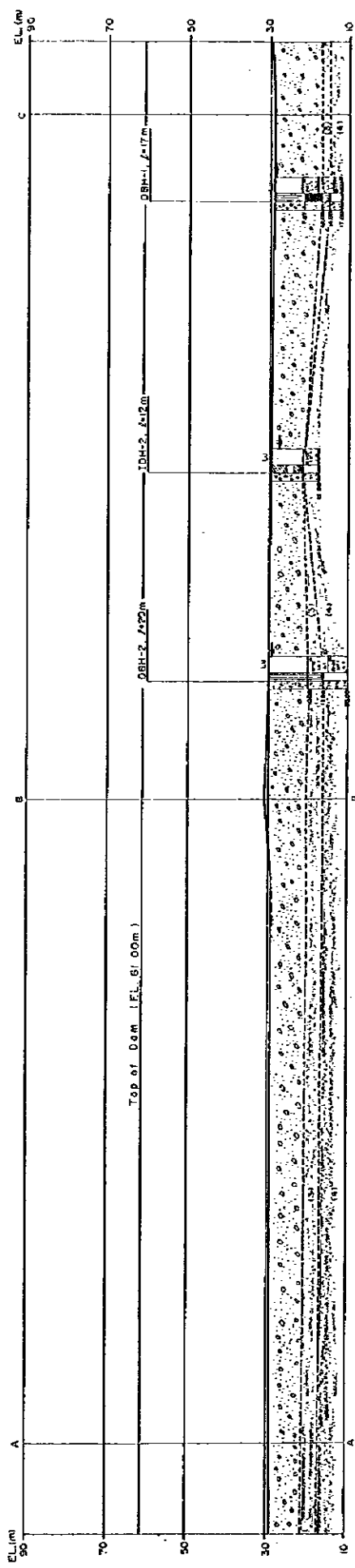
図 2.4.1.3-2
 ダムサイト付近地質平面図

表 2.4.1.3-1 地質工学的分類

分類	地質工学的分類	地質内容	岩級区分	コア採取率	N値	Lu値
被覆土	現河床堆積物	現河床堆積物：主として斑れい岩玄武岩、石英の礫と砂からなる。	D	—	—	Lu >10
	酸化帯	残留粘土 (1) 風化斑れい岩：完全に粘土化した残留粘土（ほとんど赤色粘土からなる）。	D	<40%	N ≤30	—
	風化土	完全風化帯 (2) 風化斑れい岩：ほとんど粘土化した褐色粘土（乾燥前は青味を帯びる）、弱風化の斑れい岩の岩片を含む。	D	<40%	N >30	—
	盤元	風化岩 (3) （崩壊粘土、もしくは、全粒砕粒目の砕石） 粘土化斑れい岩：一部割れ目に沿って粘土化し、割れ目が多い。 変質斑れい岩～斑れい岩：一部割れ目に沿って緑泥石化し、割れ目が多い。	C _L	<70%	N >50	Lu >3
岩帯	堅硬な岩石 (4) 珪化斑れい岩：石英細脈～網状脈を含む、多少割れ目があるが、堅硬な岩石。 斑れい岩：多少割れ目があるが、塊状で堅硬な岩石。	C _M ～C _H	≥70%	N >50	Lu ≤3	



SECTION C-C' (Along dam axis of lower stream side)

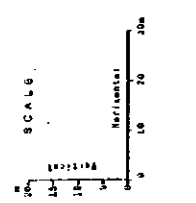
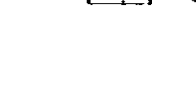


SECTION D-D' (Along Sen - Felipe River)

EXPLANATION

- | | | | |
|---------|------------------|------------------------------|--|
| 0-10% | Gravelly sand | Gravelly sand with pebbles | Gravelly sand with pebbles and cobbles |
| 10-20% | Sand with gravel | Sand with gravel and pebbles | Sand with gravel and pebbles and cobbles |
| 20-40% | Coarse sand | Coarse sand with pebbles | Coarse sand with pebbles and cobbles |
| 40-70% | Medium sand | Medium sand with pebbles | Medium sand with pebbles and cobbles |
| 70-100% | Coarse gravel | Coarse gravel with pebbles | Coarse gravel with pebbles and cobbles |

- | | |
|---|---|
| Gravelly sand with pebbles and cobbles | Gravelly sand with pebbles and cobbles and shells |
| Gravelly sand with pebbles and cobbles and shells and coarse gravel | Gravelly sand with pebbles and cobbles and shells and coarse gravel and coarse sand |
| Gravelly sand with pebbles and cobbles and shells and coarse gravel and coarse sand and coarse gravel | Gravelly sand with pebbles and cobbles and shells and coarse gravel and coarse sand and coarse gravel and coarse sand and coarse gravel and coarse sand |



インフアンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査
国際協力事業団

図 2.4.1.3-4
ダムサイト付近地質断面図(C-C', D-D')

この地質工学的分類は次のように判断される。

(A) 力学的性質

現河床堆積物：岩級区分 D で、脆弱であるので、遮水ゾーンの基礎にはなり得ない。

残留粘土 (1)：岩級区分 D で、N 値30以下であり、強度が低く、遮水ゾーンの基礎にはなり得ない。

完全風化帯(2)：岩級区分 D で、N 値30以上であるが、粘土分が多く、強度に不安があるので、遮水ゾーンの基礎にはなり得ない。

風化岩 (3)： 岩級区分 CL で、N 値50以上あり、比較的粘土分が少なく、強度的には問題はなく、遮水ゾーンの基礎になり得る。

堅硬な岩石(4)：岩級区分 CM～CH で、N 値50以上あり、強度的に良好であり、充分遮水ゾーンの基礎になり得る。

なお、岩級区分の定義は、技術資料資料2.4.1.3-6に参考として示す。

(B) 水理学的性質

現河床堆積物：ルジオン値10以上で、透水性が高く、遮水ゾーンの基礎にはなり得ない。

残留粘土(1)及び完全風化帯(2)：いずれも粘土分がきわめて多いため、遮水性は良い。

風化岩 (3)： ルジオン値3以上で、透水性が高い。グラウチングによって遮水性が上がれば、遮水ゾーンの基礎になり得る。

堅硬な岩石 (4)：ルジオン値3以下で、遮水性が良好であるので、充分遮水ゾーンの基礎になり得る。

したがって、現河床堆積物、残留粘土 (1) 及び完全風化帯 (2) は遮水ゾーンの基礎になり得ないので、掘削除去する必要がある。風化岩 (3) はグラウチングによって遮水性が上がれば、遮水ゾーンの基礎になり得る。堅硬な岩石 (4) は強度・遮水性とも良好であるので、充分遮水ゾーンの基礎になり得る。

次に、上流、中流及び下流の3つのダム軸に沿う地質断面の比較を表2.4.1.3-2に示す。

表 2.4.1.3-2 各ダム軸に沿う地質断面比較

ダム軸	左岸側				San-Felipe川の 現河床堆積物の 断面の規模	右岸側				記 事
	山腹 傾斜	各分帯の厚さ				山腹 傾斜	各分帯の厚さ			
		(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)	
上流案	20°	6m	5m	11m	川幅：30m 深さ：8m	10° ～ 28°	3m	5 ～ 10m	7m	1) 現河床堆積物の断面の規模が小さい 2) 左岸の(1)+(2)+(3)が薄い
中流案	32° ～ 53°	2m	5m	8m	川幅：85m 深さ：10m	3° ～ 17°	3m	5 ～ 10m	8m	1) 現河床堆積物の断面の規模が大きい 2) 左岸の山腹の傾斜が急である 3) 左岸の(1)+(2)+(3)が薄い
下流案	17° ～ 30°	2m	5m	8m	川幅：105m 深さ：12m	11° ～ 25°	4.5m	6.5m	9m	1) 現河床堆積物の断面の規模が最も大きい 2) 左岸の(1)+(2)+(3)が薄い

この表によれば、上流案は、左岸の風化帯は厚いが、川幅/谷幅の狭く、現河床堆積物深さも中/下流案と比較すると浅い。したがって、同規模の高さのダムの場合に、上流案の掘削量及び盛立量が少なくなり、経済的に有利と考えられる。(具体的な比較は、ダム計画の節で示す)

(4) 材 料 調 査

今回の材料調査は図 2.4.1.3.5 に示すように、ダムサイト周辺の山地及び丘陵地において、ロック材料調査を目的にボーリング5孔(MBH-1~5)、コア材料調査を目的にテスト・ビット7箇所(TP-1~4,7,8,11)、また、フィルター材/ランダム材調査を目的としてサンフェリペ川の河床砂礫を対象にテスト・ビット4箇所(TP-5,6,9,10)を実施した。これらのテスト・ビット計11箇所から、それぞれ上・下2個ずつ計22個の試料を採取した。このうちコア材を目的とする試料14個は、比重、粒度分析、含水比、標準突き固め、コンシステンシー、透水試験、有機物含有量及び一軸圧縮試験の計8項目の室内試験を、また、フィルター/ランダム材を目的とする試料8個は、比重、粒度分析、含水比及び

一軸圧縮試験の計4項目の室内試験を実施し、それぞれ試験結果を得た。この他に、1980年にNIAで行われたテスト・ピット6箇所(ITP-1~6)の資料も参考にした。

なお、各盛立材料の適否は総合的な技術的判断に基づくものであるが、盛立材料として一般的に必要な性質を、技術資料2.4.3.1-7に参考として示す。

(4.1) コア材

コア材は、一般に粒径0.074mm以下の細粒分の含有率が10~20%程度のものが、遮水性を確保し、かつ水分が少なく、盛立施工を容易にすることから、最適とされている。今迄に実施されたテスト・ピットの試料は、細粒分が最も少ないものでも37%であり、いずれも細粒分が多く、粘土質であるため、コア材として単独にそのまま使用すること出来ない。今迄の試料のうち、細粒分含有率が70%以下の試料の性質を表2.4.1.3-3に示す

表 2.4.1.3-3 コア材試料の室内試験結果(比較的細粒分の少ないもの)

項 目		TP-2 2.5~3.0m	TP-5 0.5~1.0m	TP-7 4.5~5.0m	TP-8 1.0~1.5m	ITP-3
地 質		崩積堆積物	河岸段丘堆積物	風化斑れい岩	風化石灰質シルト岩	風化斑れい岩
自然含水比 (%) 比 重		22.0 2.69	27.8 2.80	36.0 2.58	37.0 2.65	21.28 2.77
粒度	最大粒径 (mm)	25.4	4.8	19.1	9.5	12.7
	細粒分含有率 (%)	53	46	57	69	37
コソク ソウ	液性限界 (%)	53	-	62	70	53
	塑性限界 (%)	24	-	29	31	28
	塑性指数 (%)	29	-	33	39	25
突き 固め	最大乾燥密度 (gf/cm ³)	-	-	1.540	1.475	1.705
	最適含水比 (%)	-	-	33.50	29.00	16.50
透 水 係 数 (cm/s)		2.453×10 ⁻⁵	-	1.650×10 ⁻⁷	1.086×10 ⁻⁶	7.699×10 ⁻⁶
有機物含有量 (%)		1.66	-	2.20	2.19	-
一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)		*0.823	*0.142	*0.263	*0.353	4.135

注：1)*印は繰り返し試料で試験した 2)細粒分含有率の細粒分とは粒径0.074mm以下のものをいう

ダムのコア材として使用可能な材料の性質は、自然含水比6～27%、比重2.5～2.8、細粒分含有率10～20%、液性限界27～53%、塑性限界15～28%、塑性指数11～27%、最大乾燥密度

1.75～2.2g/cm³、最適含水比8～25%及び透水係数 $1.0 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-7}$ である。これらを表2.4.1.3 - 3と比較すると、大部分の試料が細粒分含有率が高く、すなわち粘土分が多いため、自然含水比、液性限界、塑性指数及び最適含水比が高くなっている。これらの性質を改善するためには、砂質材料を混ぜて細粒分含有率を10～20%程度までに落とす必要がある。コア材はブレンドすることでより適した品質になる。このブレンド用の砂質材料を採取する場所としては、河床砂の使用を考え、ダムサイトの下流側のサンフェリベ川左岸区域 (TP-5付近) を予定している。

なお、これらのコア材の採取場所の位置、岩質及び推定採掘可能量を表2.4.1.3 - 4に、コア材採掘範囲を図2.4.1.3 - 5に示す。コア材の必要量は約79,000m³であり、このうちコア材本体は、約30,000m³で、ブレンド材は約49,000m³と計画されている。コア材の採掘可能量は、範囲を限定した計算でも、TP-2付近で、約30,000m³、TP-3,4付近区域で、約50,000m³、TP-7付近区域 (州立大学裏) で、約100,000m³、TP-8付近区域で、約40,000m³以上あり、またブレンド材として考えているTP-5付近区域には約50,000m³、またブレンド材の予備区域として考えているサンフェリベ川床の砂は、100,000m³以上の採取が可能である。したがって量的な問題はないものと判断する。なお、品質及び採取可能量の確認に関しては、詳細設計時に追加調査を実施することを予定している。

有機物含有量に関しては、一般に4%を超える場合はせん断強度や圧縮性に問題が出てくるので好ましくなく、2%～4%でも影響が出る可能性がある。表2.4.1.3 - 3によると、TP-7とTP-8で2%をやや超えている。しかし、これは、これらの材料は、有機物がほとんど含有していない材料と混合されて使用する計画になっているので、実際には問題ないと判断する。

(4.2) フィルター/ランダム材

フィルター/ランダム材共通の調査は、調査の内容の項で述べたように、サンフェリベ川の河床砂礫を対象にダムサイトの上流側に2箇所(TP-9,10)、下流側に2箇所(TP-5,6)のテスト・ピットを実施した。深さはいずれも約2.0mである。但し、TP-5は、結果として、コア材のブレンド用材として使用可能と考えられるので、フィルター材の対象から外した。

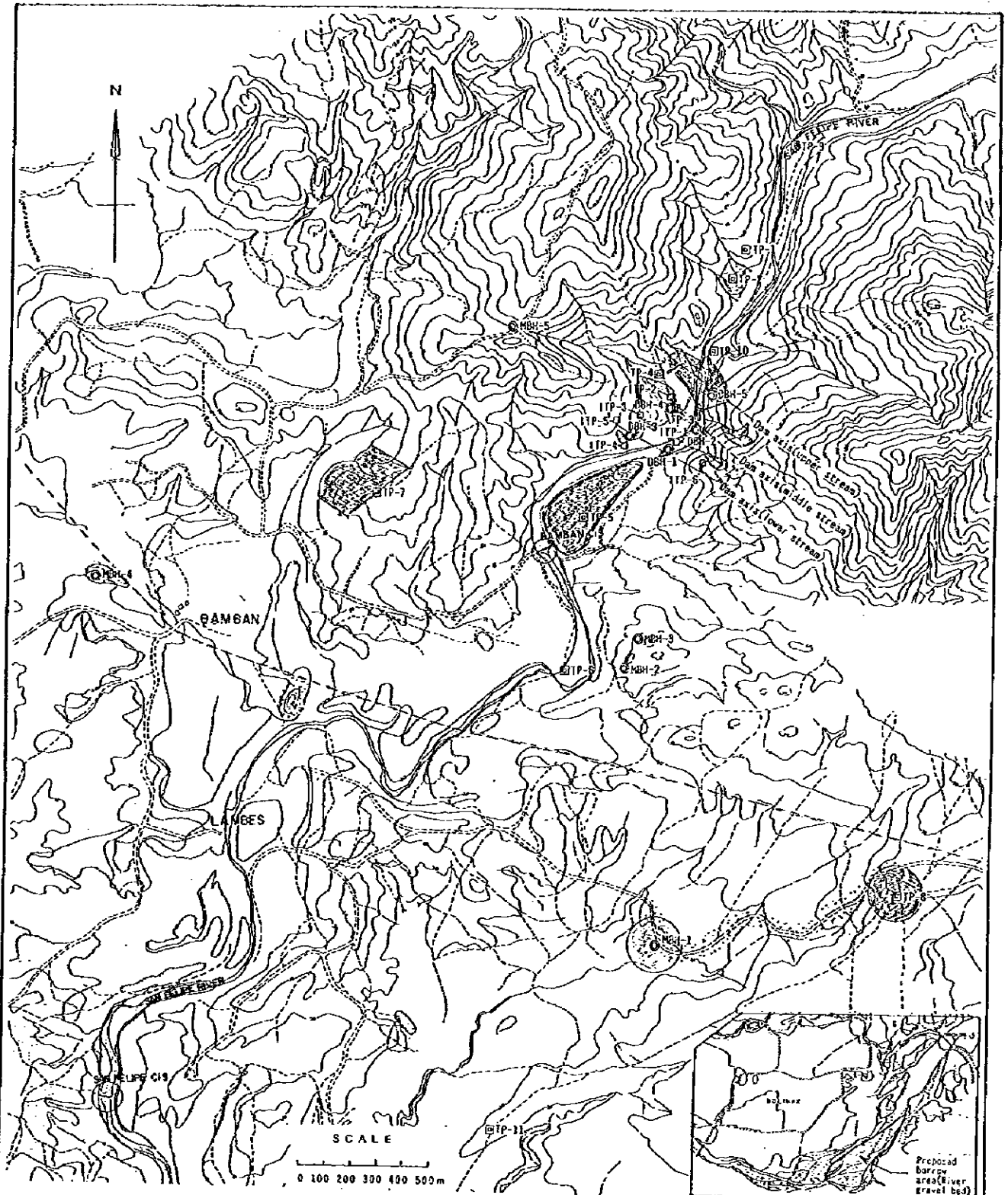
(フィルター材: 必要量 約28,000m³)

フィルター材は、使用するコア材との関係で必要となる品質条件もあるが、サンフェリベ川の河床砂礫(TP-5,6,9,10)の粒度分布を見ると、フィルター材として一般的に使用されている分布に近く、せいぜい5～10%程度の細粒分 (径 0.074mm以下) 及び10～20%程度の大粒径分 (10cm以上) を除去すればよく、少なくとも河床砂礫全体量の70%程度は使用可能と判断した。





サンフェリベ川の河床砂礫の推定採掘可能量は、その厚さを、テストピットで確認した深さ2mまでとしても、河岸段丘を除いた河床面積より次のように計算される。




表 2.4.1.3-4 コア材の推定採掘可能量





テスト・ピット No.	テスト・ピット 位置	細粒分 含有率	テスト・ピット 深度	岩 質	推定採掘可能量	記事
TP-2	ダムサイトから北北東 へ600m、上流右 岸山腹	53%	3.0m	崩積土	概算 面積 100m x 100m x 厚さ 10m x 1/3 = 30,000m ³	尾根の先端部を 採掘、計画貯水 池内に入るので 問題なし。
TP-3&4	ダムサイト、下流軸の 右岸	78・ 90%	5.0m	風化土 (崩積土 の可能性 あり)	概算 面積 67,050m ² x 厚さ約 3m x 1/4 = 50,000m ³	F/S 時のテスト・ピット ITP-3 (細粒分 37%) も同区 域。距離が近 い。
TP-7	ダムサイトから西南西 へ1.2km、のバング ラジール国立大学 (PSU)の裏山	57%	5.0m	風化土	概算 面積 127,800m ² x 厚さ 2.5m x 1/3 = 約 100,000m ³	州立大学の裏山 であるので用地 使用の確認が必 要である。
TP-8	ダムサイトから南南東 へ1.9kmの入植予 定地入口	69%	3.5m	石灰質シ ルト岩か らの風化 土	概算 面積 40,000m ² x 厚さ 2m x 1/2 = 40,000m ³	入植予定地は平 坦な大地からな り、距離は遠い が、採掘上問題 はない。
コアブレンド材						
TP-5	ダムサイトから南西へ 600m、下流左岸 の河岸段丘	46%	1.5m	河岸段丘 の表層土	概算 面積 25,000m ² x 厚さ 2.0m = 50,000m ³	河岸段丘の水田 の下の表層土 で、炭質物が多 い可能性あり
TP-6	ダムサイトから下流約 1.0 km	5・8%	2m	砂利	概算 面積 59,200m ² 厚さ 2m 摂取率 0.7 x 0.5 40,000m ³	範囲を限定した が、摂取量を増 加させること可 能。バングラ 川河 床。



Explanation

-  Miocene, Zambales Formation (mainly massive calcareous siltstone)
-  Proposed borrow area (Core material)
-  Proposed borrow area (Calcareous siltstone)
-  Proposed borrow area (River gravel bed)

-  Estimated fault
-  DBH-1 Bore hole at dam site by this investigation (1996)
-  MBH-1 Bore hole for rock material by this investigation (1996)

-  IP-1 Test pit by this investigation (1996)
-  IIP-1 Test pit by previous investigation (1980)
-  Proposed dam
-  Proposed dam axis

インファンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査
国際協力事業団

図 2.4.1.3-5
材料調査説明図

2.4.1.3-15

上流ダム軸より上流側…平均川幅50m×河川長1,000m×厚さ2m=100,000m³

下流側…平均川幅37m×河川長1,600m×厚さ2m=118,000m³

計218,000m³ x 0.7 = 152,600m³

注：実際には、地元の業者が取水目的に掘削したピット（深さ5、6m）からも、平均深さは5m以上はあるものと推定される。

したがって、フィルター材として必要な、約28,000m³に対して、5倍以上（一部をコアのブレンド材に使用しても約4倍）の採掘可能量がある。

（ランダム材：必要量 約300,000m³）

ランダム材については、距離は遠く（ダムサイトから直線距離で約5km）なるが、図2.4.1.3-5の右下に示すNayon川からの採取を計画している。ナヨム河床材料でのテストは今回は実施しなかったが、サンフェリベ川の河床砂礫より粗粒分の割合が多く、ランダム材として使用出来る割合は多少多いと判断した。使用可能量は、目詰まりを起こす可能性のあるせいぜい20%程度の細粒分（径0.5mm以下）と5%未満の大粒径（30～40cm程度以上）を除去すればよく、安全側を想定して、河床砂礫の全体量の75%程度は使用可能と判断した。距離が近いサンフェリベ川の河床砂礫も品質には問題ないが、本計画では、予備の採取地とした。サンフェリベ川の河床砂礫は、フィルター材及びコア材のブレンド材に優先的に使用する計画になっており、また大量に採取するのは、細長い区間となるので効率的でなくまた環境上の問題も生じる可能性があるからである。

またこの他に、ランダム材として使用が考えられるものに、当初ロック材を目的に実施したボーリングMBH-1及びMBH-4によって確認された、新第三紀中新世の浅海成層である石灰質シルト岩層がある。ボーリングMBH-1付近では丘陵地の平坦面上に位置し、原野であり、MBH-4はバンバン部落の北西側にある。2孔のボーリングによって、厚さ10m以上が確認され、かつ両孔とも岩質も同様で、地表から数mまで風化がみられるが、それ以深は風化も弱く、塊状均質であり、比較的硬い。従って、この地層はかなり広範囲に分布しているものと推定される。しかし、この岩石は、当初想定したロック材としては軟質で、かつ比重も低いので、ランダム材としての使用を考えるものとした。現地では、この岩石の比較的硬い部分を水に浸してみたが変化はなかった。しかし、D/Dでの補足調査で、この岩石の室内試験（浸水崩壊試験等）を実施し、ランダム材としての適否を確認する必要がある。

約300,000m³必要なランダム材の採取地は、上述したように、サンフェリベ川から採取することも可能であるが、現段階では予備の採取地とし、ナヨム川及びMBH-1（MBH-4周辺も予備区域）から採取する計画とした。その場合の採取可能量は、ナヨム川（但し、ある限定した範囲を想定したが、必要ならば、範囲拡大可能）で、約440,000m³、MBH-1区域で、約550,000m³となり、必要量は十分に確保できると推定されるが、今後の調査でランダム材としての適否及び賦存量を確認する必要がある。なお、MBH-1及びMBH-4区域に分布する石灰質シルト岩が浸水に弱い性質である場合は、ダムの下流側のみ（浸水線より上部）の使用も考えられる。

なお、これらのフィルター材、ランダム材、リップラップ材の採取場所の位置、岩質及び推定採掘可能量を表2.4.1.3-5に、採掘位置を図2.4.1.3-5に示す。

(4.3) ロック材及び骨材

ロック材調査のため斑れい岩を対象にボーリング3孔(MBH-2,3,5)を実施したが、いずれも厚い風化帯のため硬質な斑れい岩を確認出来なかった。従って、原石山で硬い斑れい岩をロック材として調達することは困難となった。今のところ硬質な斑れい岩は、ダムサイト左岸の珪化斑れい岩しかなく、これを原石山として採掘すると、採掘数量は次のようになる。

93,000m³ (40m間隔の断面で計算)

洪水吐け等で使用するコンクリート用骨材は、サンフェリベ川か、ナヨム川の河床砂礫が考えられるが、業者から購入することも可能である。

(4.4) リップラップ材

リップラップ材は、約10,000m³ 必要であるが、サンフェリベ川の上流河道から、径が大きい礫(径30cm程度より大きいものを想定)を採取して使用するものとする。但し、各大塊の間隙には小塊をてん充する必要がある。ダムサイトから上流へ300m程の左岸に流入する支流の扇状地(テスト・ピットTP-10)、径30cm以上の斑れい岩の礫が堆積している。その扇状地周辺及びさらに上流のサンフェリベ川河道沿いから広範囲で採取すれば、20,000m³以上の採取が可能と概算している。

(4.5) 材料調査の結論

今回の材料調査のうち、コア材については、細粒分が多いためそのまま使用することは困難であり、砂と混合する必要がある。コア材の採掘候補地はTP-2,TP-3&4,TP-7及びTP-8の各周辺区域であり、ブレード材の採取候補地はTP-5周辺である。TP-7とTP-8が量的に多く、優先的な候補地であるが、TP-7は州立大学の所有地であり、用地取得可否の確認が必要である。フィルター材については、サンフェリベ川の河床砂礫を予定しているが、ナヨム川の河床砂礫も使用可能である。ランダム材については、石灰質シルト岩がランダム材として使用できれば、ナヨム川の河床砂礫とともに使用する。もし、ランダム材として適していない場合は、ナヨム川の河床砂礫を主として使うことになる。いづれにせよ、ナヨム川の河床砂礫の場合は多少遠距離という不利はあるが、量的にも施工計画にも現状では問題はないものと考え、今後の調査で更に確認する必要がある。

ロック材及び骨材は、風化帯が厚いため硬い斑れい岩を原石山から採取することは出来ない。ダムサイト左岸の風化斑れい岩の採掘は上を覆っている風化粘土の崩壊防止工事が必要となる。従って、これも、両川の河床砂礫を対象とせざるを得ない。すなわち、石灰質シルト岩がランダム材として使えるかどうか、また、河床砂礫をナヨム川から運搬するための工事費の上昇が今後の検討課題となる。

表 2.4.1.3-5 フィルター材/ランダム材/リップラップ材の推定採掘可能量

テスト・ピット No.	テスト・ピット 位置	細粒分 含有率	テスト・ピット 深度	岩 質	推定採掘可能量	記事
フィルター材						
TP-6	ダゲバから下流約 1kmのナヨム川 河床	5・8%	2m	砂利 (河床堆積物)	概算 面積 592,000m ² 厚さ 2m 採取率 0.7 x 0.5 40,000m ³	範囲を拡大すれば採取量増加可能
TP-9	ダゲバの上流約 1kmの河床	10・ 13%	2m	砂利 (河床堆積物)	概算 面積 50,000m ² 厚さ 2m x 0.7 70,000m ³	貯水池内なので採取した量だけ貯水量増加する。
ランダム材						
MBH-1	ダゲバから南方へ 2km	-	10m	石灰質 シルト岩	概算 面積 109,200m ² 厚さ 5m 546,000m ³	浸水に対する耐力があるかの確認が必要。
MBH-4	ダゲバから西南西 に約2.5km。 ハンガン村落の裏	-	10m	石灰質 シルト岩	概算 面積 50,000m ² 厚さ 5m 250,000m ³	MBH-1の方がやや硬質。
-	ダゲバから南南東 へ4~5kmのナヨム川河床	-	-	砂利 (河床堆積物)	概算 面積 219,200m ² 厚さ 2m 438,400m ³	今回テスト・ピットなし。次回調査で物性を確認する必要あり。
リップラップ材						
TP-10	ダゲバの上流 200~300mの左 岸扇状地。	7・9%	2m	礫 (河床堆積物)	概算 面積 50,000m ² 厚さ 2m 採取率 0.1~0.2 約 20,000m ³	リップラップ材として使用

材料調査の数量に関する結果総括を表2.4.1.3-6に示す。盛立て材料は数量的に十分採掘出来る。

なお、材料採取候補地はすべて未利用地であり、バンガシナン州政府及びインファンタ市は、用地使用は可能であるという見解であり、今後の調査で更に確認することとする。

表 2.4.1.3 - 6 材料調査結果総括表

調査地点	調査対象材料 (調査前)	使用可能な材料 (調査後)	適用材料 (検討後)	採掘可能量	備考
TP-1	コア材	コア材			
TP-2	コア材	コア材	コア材	約30,000m ³	
TP-3	コア材	コア材	コア材	約50,000m ³	TP-4と同区域
TP-4	コア材	コア材	コア材		
TP-5	フィルター材	コア (ブレンド用) / フィルター材	コア (ブレンド) 材	約50,000m ³	
TP-6	フィルター/ランダム材	コア材 (ブレンド用) / フィルター/ランダム材	フィルター/コア (ブレンド) 材	約80,000m ³	各材料は、50%づつと設定する
TP-7	コア材	コア材	コア材	約100,000m ³	
TP-8	コア材	コア材	コア材	約40,000m ³	
TP-9	フィルター/ランダム材	コア (ブレンド用) / フィルター/ランダム材	フィルター材	約70,000m ³	
TP-10	フィルター/ランダム材	コア (ブレンド用) / フィルター/ランダム材/リップラップ材	リップラップ材	約20,000m ³	周辺区域を含む
TP-11	コア材	コア材			
MBH-1	ランダム材	ランダム材	ランダム材	約550,000m ³	ロック材としては、強度不十分
MBH-2	ランダム材				良好なランダム材なし
MBH-3	ランダム材				良好なランダム材なし
MBH-4	ランダム材	ランダム材			ロック材としては、強度不十分
ナヨム川河床	フィルター/ランダム材	コア (ブレンド用) / フィルター/ランダム材	ランダム材	約440,000m ³	

- 注： (1) 採掘可能量は、ある範囲で算定したもので、必要に応じて範囲拡大は可能。
 (2) 適用材料は、使用可能な材料の中から、品質、量、位置/距離等から判断して選択した。

(数量表)

対象材料	設計数量	採掘可能量 (上記の表の範囲)
コア材	約79,000m ³	計約310,000m ³ (但し、粘性材は約220,000m ³ 、ブレンド用粗粒材は、約90,000m ³)
フィルター材	約28,000m ³	約110,000m ³
ランダム材	約306,000m ³	約990,000m ³
リップラップ材	約10,000m ³	約20,000m ³

2.4.1.4 土壌

(1) 母材、堆積様式

標高がおおむね 10m 以上の段丘面は、固結火成岩を母材とする崩積土壌若しくは残積土壌である。また、標高がおおむね 10m 以下の扇状地と ナヨム 川沿いの低地部は、固結堆積岩を母材とする河成堆積土壌である。

(2) 土壌

(A) 標高がおおむね 10m 以上の段丘面に分布する土壌

表層 (A₁) は厚さ 30cm 内外で、湿土の色は暗褐 (7.5 YR 3/4)、褐 (7.5 YR 4/4-4/6) または暗赤褐 (5 YR 3/4-3/6) で、腐植を含むか、または有する。土性は中粒質 (FSL, L, SiL) または細粒質 (CL) で、礫の含量は地域により異なり、「有り～含む」から「頗る富む」までの範囲に及んでいる。細孔を有し、細粒状構造を有する。ち密度は中、可塑性は「弱～中」、粘着性は「弱～中」、透水性は「中～大」である。

次表層 (A₂ または AB) は厚さ 15-30cm 程度で、湿土の色は褐 (7.5 YR 4/6) または赤褐 (5 YR 4/6-4/8) で、腐植を有するか、またはほとんど有しない。土性は大部分が細粒質 (CL)、一部が中粒質 (L) で、礫の含量は地域により異なり、含むから頗る富むまでの範囲に及んでいる。細孔を有し、構造はほとんど発達していない。ち密度は「中～強」、可塑性は「中～強」、粘着性は「中～強」、透水性は「小～中」である。

第 3 層 (B または BC) はおおむね深さ 50-60cm 以下で、湿土の色は褐 (10 YR 4/6)、黄褐 (10 YR 5/6)、赤褐 (5YR4/8) または明赤褐 (5 YR 5/6-5/8) で、腐植をほとんど有しない。土性は細粒質 (CL) または微粒質 (LC) で、礫の含量は富む～頗る富むの範囲にある。構造はほとんど発達していない。ち密度は強、可塑性は「中～強」、粘着性は「中～強」、透水性は「小～中」である。有効土層の深さはおおむね 30-50cm 程度と考えられる。表層と次表層の境界または地表面に未風化の中大半角礫 (長径 5-20cm) を伴う場合がある。

(B) 標高がおおむね 10m 以下の扇状地とナヨム川沿い低地部の土壌

低地部の固結堆積岩を母材とする土壌 (沖積土壌) については、断面の観察を行っていないので、詳細は明らかでないが、深さ 40cm 内外から下層の次表層 (B) は、湿土の色は暗褐 (10 YR 3/3) または黄褐 (10 YR 5/6) で、土性は中粒質 (SiL) 乃至細粒質 (CL) である。腐植を含むか、または有し、礫含量はなし、または有り程度、ち密度は「弱～中」または強、可塑性は「中～強」、粘着性は「中～強」である。

次表層の下層 (B または BC) は、土性が微粒質 (LC-HC) で、ち密度が中～強、可塑性と粘着性はともに強と推定される。

BSWM (土壌水利管理局) の調査に基づく土壌分類 (Soil Taxonomy、目、亜目、大群) は次の通りである。

・ 湛水による水没予定区域

Inceptisols, Tropepts, Ustropepts-Dystropepts の Association (共存)

傾斜度 25% 以上、浸食強度

・ 入植予定地および灌漑区域周辺の丘陵部および段丘面

Inceptisols, Tropepts, Ustropepts

傾斜度 8-18%、浸食中度

Inceptisols, Tropepts, Ustropepts-Dystropepts の Association

傾斜度 25%以上、浸食強度

Inceptisols-Alfisol, Tropepts-Ustalfs, Ustropepts-Haplustalfs の Association

傾斜度 18-40%、浸食中度

・ 灌漑区域

Inceptisols, Aquepts, Tropaquepts (Aeric, clayey)

傾斜度 0-3%、軽度の季節的な流出湛水あり

Inceptisols, Aquepts, Tropaquepts (Lithic, clayey)

傾斜度 0-3%、軽度の季節的な流出湛水あり

Entisols, Aquepts, Endoaquepts

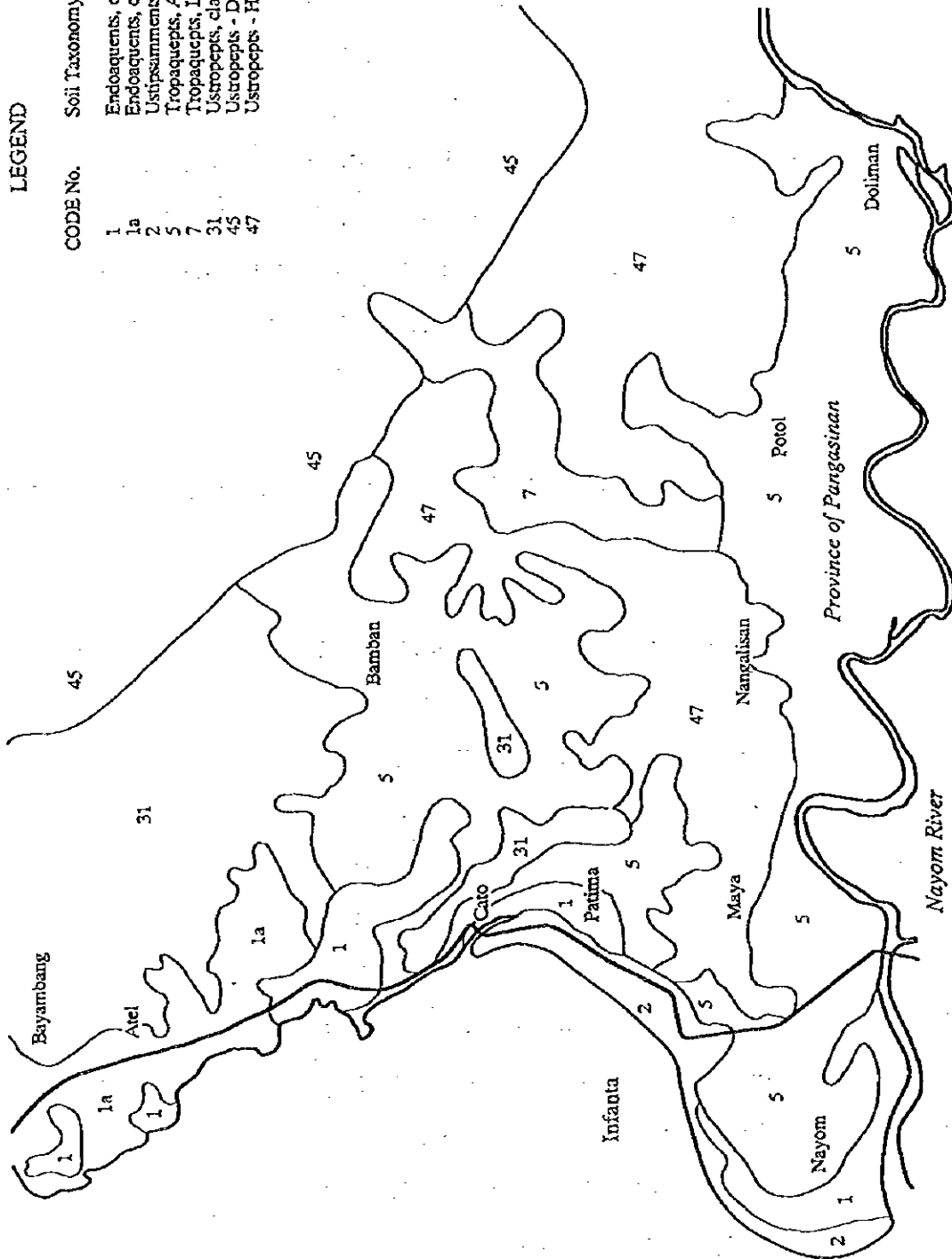
傾斜度 0-3%、中度の潮水による湛水あり

土地利用可能性 (land capability) を U.S.D.A. (アメリカ合衆国農務省) の基準により定性的に評価すると、おおむね II 級 (作物の選択に若干の制限があり、若干の土壌保全措置を要する)、III 級 (作物の選択及び土壌保全に強い制限因子がある)、IV 級 (かなり強度の制限因子があり、作物の選択が不自由で、注意深い土壌管理が必要である)、V 級 (浸食の恐れはほとんどないが、除去困難な制限因子があり、土地利用が限定される) の範囲にある。土地利用の制限因子は傾斜、浸食、有効土層の厚さ、表土の礫含量、自然肥沃土、気候因子等と考えられる。I 級 (土地利用を制限する因子がほとんどない) 及び VI 級 (耕地として不的確で、草地、林地としての利用も制限を受ける) 以下の土地はほとんど存在していない。

LEGEND

CODE No. Soil Taxonomy

- 1 Endoaquents, coarse loamy, severe tidal flooding
- 1a Endoaquents, coarse loamy, moderate tidal flooding
- 2 Ustipsamments, coarse loamy, no apparent flooding
- 5 Tropaquepts, Aeric, clayey
- 7 Tropaquepts, Lithic, clayey
- 31 Ustropepts, clayey
- 45 Ustropepts - Dystrypepts Association
- 47 Ustropepts - Haplustalfs Association



Province of Zambales

インファンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査

国際協力事業団

図 2.4.1.4-1 土壌分類

2.4.1.5 植物・動物

(1) 植物

プロジェクトサイトはルソン島北西部のパンガシナン州インファンタ市に位置している。この地域はフィリピン国の気候区分における第1型の区域に属し、明確な雨期と乾期を有している。主要な森林植生は平地から標高 1,200m 以下の湿潤な谷部、丘陵部及び山地に分布しているフタバガキ科 (*Dipterocarpaceae*) の植物と、乾期と雨期が明確に分かれている地域に分布しているモンスーン林のクマツズラ科 (*Verbenaceae*) の植物が主である。フタバガキ科の林型は *Shorea* 属、*Pashorea* 属、*Hopea* 属、*Dipterocarpus* 属、*Pentacme* 属等により構成され、クマツズラ科の林型は *Verbena* 属、*Gmelina* 属、*Tectona* 属等により構成されている。定期的に冠水する海岸地帯には *Rhizophora* 属等により構成されているヒルギ科の植物のマングローム林が分布している。海水が侵入しない海岸地帯にはヤシ科 (*Palmae*) のココヤシ (*Cocos* 属) が植栽されている。

プロジェクトサイト内の湛水による水没予定区域及び灌漑区域周辺の広葉樹林の主要樹種 (和名) (現地名、学名、科名、属名) は次のとおりである。

レッドラワン	(Red lauan, <i>Shorea negrosensis</i> , 798°カキ、797)
マヤピス	(Mayapis, <i>Shorea squamata</i> , 798°カキ、797)
タンギル	(Tangile, <i>Shorea polysperma</i> , 798°カキ、797)
ヤカ	(Yakal, <i>Shorea astylosa</i> , 797°ウ、797)
ヤカギソク	(Yakal gisok, <i>Shorea gisok</i> , 798°カキ、797)
ホワイトラワン	(White lauan, <i>Pentacme contorata</i> , 798°カキ)
アピトン	(Apitong, <i>Dipterocarpus spp.</i> , 798°カキ、 <i>Dipterocarpus</i>)
モラベ	(Molave, <i>Verbena parviflora</i> , 797°ウ、797°ウ)
ギメリーナ (Gmelina, <i>Gmelina philippinensis</i> , 797°ウ、 <i>Gmelina</i>)	
ナラ	(Narra, <i>Pterocarpus indicus</i> , 797)
アカシア・マンギウム	(Acacia mangium, <i>Acacia mangium</i> , 797)
アカシア・アウレ	(Acacia aurie, <i>Acacia auriculiformis</i> , 797)
アゴホ	(Agoho, <i>Casuarina equisetifolia</i> , 797ウ、797ウ)

マホガニー	(Mahogany, <i>Swietenia macrophylla</i> , セリノ、マホガニー)
サントル	(Santol, <i>Sandoricum indicum</i> , セリノ、サントル)
ユーカリ	(Eucalyptus, <i>Eucalyptus spp.</i> , ガトク、ユーカリ)
ムラサキガタ	(Duhai, <i>Syzygium cumini</i> , ガトク、ガトク)
カウヤンキキ	(Kauayan kiking, <i>Bambusa vulgaris</i> , イネ、竹、 <i>Bambusa</i>)
カウヤンリニク	(Kauayan linik, <i>Bambusa blumeana</i> , イネ、竹、 <i>Bambusa</i>)
カウヤンバンブー	(Kauayan bammbuoo, <i>Dendrocalamus asper</i> , イネ、竹、 <i>Dendrocalamus</i>)
ボト	(Botong, <i>Dendrocalamus latiflorus</i> , イネ、竹、 <i>Dendrocalamus</i>)
ボロ	(Bolo, <i>Gigantochloa levis</i> , イネ、竹、 <i>Gigantochloa</i>)
ブホ	(Buho, <i>Schizostachyum humanpao</i> , イネ、竹、 <i>Schizostachyum</i>)

入植予定地及び灌漑区域周辺の自然草地の主要草種は、イネ科の草本類である。主要な草種(和名)(現地名、学名、科名、属名)は次のとおりである。

コゴナ	(Cogon grass, <i>Imperata cylindrica</i> , イネ、コゴナ)
キョウキシバ	(Bermuda grass, <i>Cynodon dactylon</i> , イネ、キョウキシバ)

以上の他に、Samon grass (Itch grass), Pagay-pagay (Jungle rice), Bain-bain など数種のイネ科植物が存在しているが、いずれも現地名で、学名は詳らかでない。

(2) 動物

インファンタ市の広葉樹林、自然草地または河川で一般的に観察される野生動物について、聞き取りを行った結果、以下のような解答が得られた。ただし、現地踏査時にはほとんど観察されず、野生動物の生息密度は低いと考えられる。

哺乳類	シカ (Deer), ブタ (Wild pig), モリス (Molit*, rat),
鳥類	キアウ (Kiaw*, Oriole), パパ (Papa*, Wild duck), ニトリ (Wild chicken), マルトリ (Maltines*, Starling), ウスラ (Pugo*, Quail),
魚類	ドシヨ (Mudfish), ナス (Catfish), ウナギ (Eel), イビ (Shrimps), テラ (Tilapia),

インファンタ市の北方約 10~15km に位置している パンガシナン州 Mangatarema, Malabobo の Manleluag Springs 国立公園内で、一般に観察されている野生生物（鳥類）は次のとおりである。

トトリ (Peroka*, Philippine bulbul), サイソー (Saw-saw-it *, Sunbird)
ハチドリ (Perperiw*, Bee-eater), カリ (Kali*, Philippine eagle),
ハト (Punay*, Green pigeon), ウスラ (Pugo*, Quail), アサギ (Fangad*, Heron),
キアウ (Kiaw*, Oriole), カッコウ (Chacoo*, Gray-feathered cuckoo),
オス (Panal*, Shrike), マルトリ (Maltines*, Starling),

また、同公園内に生息していると考えられるが、DENR による現地調査時に確認されなかった種は次のとおりであった。

バトバト (Batobato*, Turtle dove), クワゴウ (Kuwago*, Owl),
タリキ (Tariktik*, Woodpecker), カラウ (Kalaw*, Hornbill),
カキシ (Salaksak*, Kingfisher), パパ (Papa*, Wild duck), クラシシ (Kulasisi*, Parrot)

(注) 動物名は推定される和名（現地名、一般名）で記載した。学名が詳らかでないので、和名は便宜的なものである。*印は現地名である。

このような状況から、プロジェクトサイト及びその周辺地域における野性動物の生息密度は低く、貴重種または重要種の動物は存在しない。

2.4.1.6 土地利用

(1) パンガシナン州の土地利用

パンガシナン州の全面積は約54万haであり、その土地分類及び土地利用状況は以下の通りであり、農業用地が45%を占めている。

表2.4.1.6-1 パンガシナン州の土地利用

土地利用	面積 (ha)	比率(%)
1. 農業地	239,687	44.7
2. 牧野・草地	207,282	38.6
3. 林地	41,187	7.7
4. 湿地	16,779	3.1
5. その他	31,883	5.9
合計	536,818	100.0

農業生産用地の категория から見た土地利用分類は下表のような利用状況にある。

表2.4.1.6-2 農地利用状況

種別	面積 (ha)	生産種別	面積 (ha)
生産農地	373,720	穀類生産地	238,070
		牧畜生産地	122,608
		養魚池	13,042
非農地	32,675	市街地	19,375
		その他	13,300
		自然林地	59,394
生産林地	68,079	再生林地	4,496
		放牧地	4,189
保全林地	62,344	保全林地	62,344
合計	536,818	合計	536,818

(2) 本計画地域の土地利用

本計画地域はインファンタ市の行政区にあり、関係バラングイは8つに及んでいる。インファンタ市を中心とする海岸計画地域、サンフェリッペ川の下流域は低平地で現在既に天水耕作、灌漑耕作などによって米作が行われている。地域的にはバヤンバン、アテル、カト、ファテマの各西側地域、ドリマンのナヨム川沿岸の低平地区である。海岸沿いには現在小規模ではあるがフィシュボンド、塩田等の土地利用が行われている。

標高30m以上の土地はそのほとんどがグラスランド及び灌木地である。北部のダムサイトに近い地区で一部マンゴを含む森林とみなせる植生が見られる。本計画地域の土地利用状況は下表になっている。





表 2.4.1.6-3 計画地域の土地利用

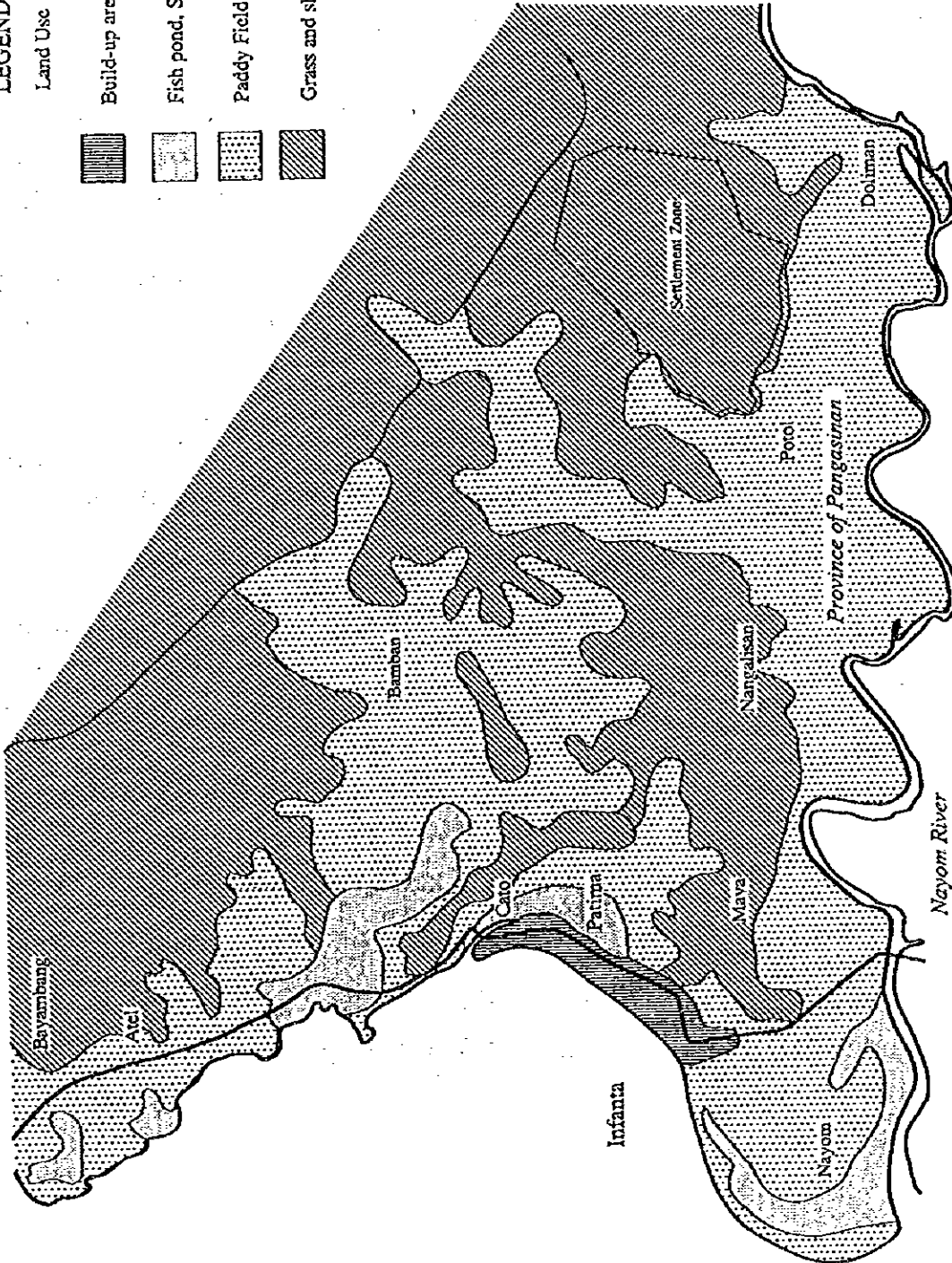
バラングイ名	既存水田 (ha)	草地・灌木地 (ha)	林地 (ha)	養魚池 (ha)	合計 (ha)
1. Bamban	417	2,061	70	0	2,548
2. Doliman	216	954	135	0	1,305
3. Potol	140	199	0	0	339
4. Nangalisan	154	252	0	0	406
5. Patima	99	299	0	0	398
6. Cato	62	178	0	90	330
7. Maya	117	216	0	0	333
8. Nayom	180	7	0	80	267
合計	1,385	4,166	205	170	5,926

又、インファンタ地区の土地利用状況を、図 2.4.2.6-1 に示す。

LEGEND

Land Use

-  Build-up area (市街地)
-  Fish pond, Salt bed (養魚池)
-  Paddy Field (既存水田)
-  Grass and shrub lands (草地・灌木及び林地)



インファンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査

国際協力事業団

図 2.4.1.6-1 土地利用

2.4.2 社会基盤整備状況

2.4.2.1 社会・経済

バンガシナン州は、1990年の統計によると人口2,020,273人、家屋数366,908戸（平均5.5人/戸）となっており、就業者の約44%が農林水産業に従事している。失業率は9.5%となっている。又、一家族当りの平均月収は4,406ペソで賃金による収入は37%程度である。支出は3,471ペソ/月であるが、平均55%程度が飲食費として使用されている。インフレ率は、1994年には9.2%となっている。

州の社会・経済は全体的には活性化しており、多くの開発計画が立案され実施されている。州政府機関はリンガエンにあるが、経済活動は、ダクバン市、ウルダネタ、アラミノス、サンカルロスの方が中心地である。産業としては農産物関連等の各種工場も多く、運輸通信サービス等の商業活動も市街地を中心に盛んである。

バンガシナン州は、他の州と比べて経済的には比較的恵まれた州で、REGION 1 の5つの州の中で2番目に収入が高く、フィリピン国内での経済レベル評価で、5段階のトップクラス（次ページの表を参照）に属している。

一方インファンタはバンガシナン州の48市町の中で、面積では3番目に大きい町（地区）である。しかし、そのわりに経済的には低迷しており、フィリピンでの経済レベルの6段階のうち、最下位の第6クラス（次ページの表を参照）に属する貧しい地域となっている。

インファンタ地区には、250 km²に約18,000人が居住しているが、海岸線に沿った地区が中心地帯となっている。産業は大部分が米作中心の農業である。他に海岸地帯でのフィッシュポンド、塩田及び海洋での漁業も行なわれている。カオリンという白陶土（岩）の採取は、以前は相当規模で行われていたが、最近では小規模生産の一業者が続けている。全体的には経済活動は低レベルで地区の中央市場も活気がなく、いまだに電話設備がなく（外部とは無線による交信）、地区の一部には配電されていない。また地区内の道路等のインフラ設備も貧弱である。またインファンタ地区は13のバラングイから構成されるが、海岸地帯及び低地のバラングイの方が、丘陵/山地のバラングイよりも平均的には経済的に高いレベルにある。

又インファンタ地区には、他の地区と違った特別の風習や慣習は特にない。住民の間の交際関係は良く、互いに必要に応じ協力するような関係であり、各バラングイ及び地区全体のフェスティバルは、ほとんどの住民が参加して行われている。また、すでに一部（約30家族）のピナツボ難民が同地区に移って生活しているように、閉鎖的な社会ではない。

CRITERIA OF CREATION

LGU	Income minimum Million	Population minimum	Land Area minimum sq km
Barangay For Metro Manila and Other Metropolitan Political sub-Divisions		2,000.00 5,000.00	
Municipalities	2.50	25,000.00	50.00
City	20.00	150,000.00	100.00
Highly Urbanized City	50.00	200,000.00	
Provincial	20.00	250,000.00	2,000.00

CRITERIA OF CLASSIFICATION

LGU	Income		Population	Land Area sq km
	Over	But not Over		
	Million	Million		
Barangay (Metro Manila Area and Other Metropolitan Political Sub-Divisions)			2,000 5,000	
Municipal				
First Class	17.00	20.00	130,000 - 150,000	95.00 - 100.00
Second Class	14.00	17.00	110,000 - 130,000	85.00 - 95.00
Third Class	11.00	14.00	80,000 - 110,000	75.00 - 85.00
Fourth Class	8.00	11.00	60,000 - 80,000	66.00 - 75.00
Fifth Class	5.00	8.00	40,000 - 60,000	55.00 - 65.00
Sixth Class	2.50	5.00	25,000 - 40,000	50.00 - 55.00
City	20.00		150,000	100.00
Highly Urbanized City	50.00		200,000	
Provincial				
First Class	300.00		450,000 or more	6,000 or more
Second Class	200.00	300.00	400,000 - 450,000	5,000 - 6,000
Third Class	100.00	200.00	350,000 - 400,000	4,000 - 5,000
Fourth Class	50.00	100.00	300,000 - 350,000	3,000 - 4,000
Fifth Class	20.00	50.00	250,000 - 300,000	2,000 - 3,000

2.4.2.2 行政・人口

バンガシ州はルソン島のほぼ中央西側にあり、リージョン1に属し、北はラウロス、ベンゲット州東はタガ・イサ州、南はターラック、サンガレイ州、西はルソン海に隣接している。

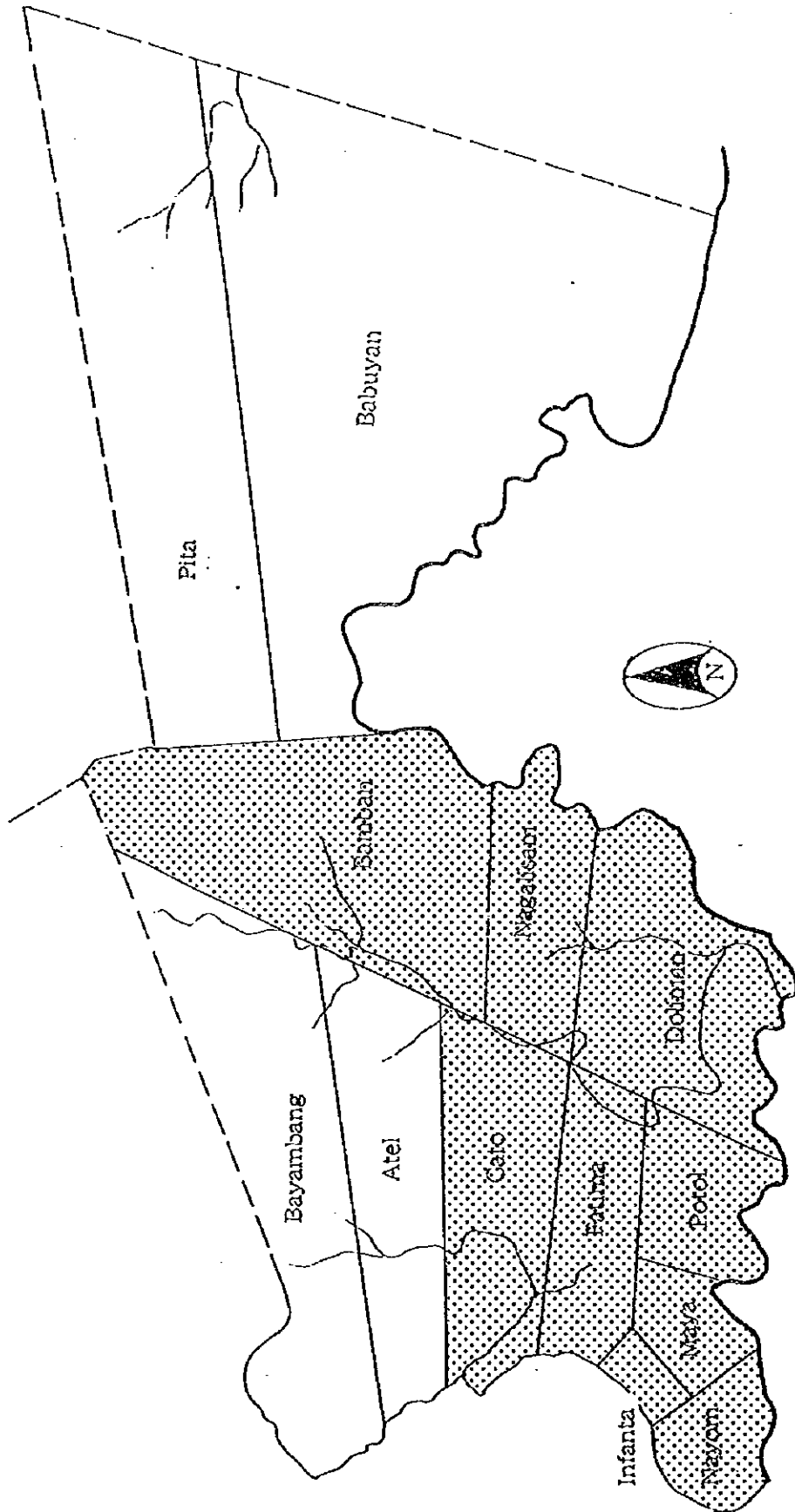
州都はリガイン市であり、マニラから約250km（直線距離）に位置している。州の土地面積は5,368.2km²で、人口は2,020,273人（1990年）、人口密度は376人/km²である。人口の80%以上は農村部に生活している。州には主として3種類の行政区分があり、6つのSIAD（ディストリクト：区）に分かれており、48のMunicipality（地区・市）、及び1,364のBarangay（バランガイ：村）に分割されている。バンガシ州の行政区分図を図2.4.2.2-1に示す。

イファタ市はSIAD Iの10市（地区）のうちの一つであり、13のバランガイから構成されている。その位置は、ザンバレス州とバンガシ州の州境を流れるナヨム川の支流であるサマリパ川の下流両岸に展開している。海拔標高は10m～60mの範囲にある。本計画地へのアクセスは、一般的にはマニラから国道3号線でターラックを経由し、州都リガイン及びラミスを経てイファタに入る。イファタ市の行政区分図を図2.4.2.2-2に示す。

イファタ市の行政面積は約250 km²、人口18,839人（1995年）で、人口密度は約75人/km²である。計画に含まれるのは8バランガイで、各バランガイの人口及び家族、農家の戸数は下表の通りである。

表2.4.2.2-1 バランガイと人口（計画対象区域）

バランガイ	人口 (人)	家族 (戸数)	農家 (戸数)	水田面積 (ha)
1 Bamban	2,310	501	384	417
2 Cato	3,985	791	576	216
3 Doliman	1,099	216	150	140
4 Fatima	1,794	346	272	154
5 Maya	990	186	168	99
6 Nangalisan	953	176	173	62
7 Nayom	1,274	240	236	117
8 Potol	555	112	101	180
合計	12,960	2,568	2,060	1,385



BASIC DESIGN FOR INFANTA IMPOUNDING IRRIGATION
 AND ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROJECT
 JAPAN INTERNATIONAL CORPORATION AGENCY

図2.4.2.2-2 インファンタ市行政区分図

2.4.2.3 農業・灌漑

(1) パンガシナン州の農業及び灌漑状況

農業はパンガシナン州の主要産業であり、労働力雇用の45%を占めている。主要農産物の栽培面積及び生産は下表のようになる。

表2.4.2.3-1 主要農産物

種類	栽培面積(ha)	生産量 (t)	種類	栽培面積(ha)	生産量 (t)
穀類			菜根類		
米	191,283	571,505	スイートポテト	584	3,340
イロ-コーン	28,068	42,486	キャッサバ	655	3,726
ホワイトコーン	19,329	15,689	カビ	120	480
野菜			ジンジャー	50	120
アスパラ	504	1,785	果樹		
ホウチキ	645	7,720	マンゴ	4,500	45,000
パチイ	207	495	カラマンソ	400	4,000
タマリ	543	5,430	商業作物		
トト	1,510	16,986	ワタ	1,250	1,562
ナ	1,722	16,753	バナナ	5,168	8,797
スバ	551	6,502	ココナツ	9,148	24,713,892(nuts)
豆類			肉類		12,110
ソウ	5,820	6,373	魚		50,400
マ	3,423	6,597			
ピーナツ	2,993	2,511			

農業の主要生産物である米の生産に対し、灌漑と非灌漑の土地利用は以下のようなものである。

表2.4.2.3-2 米の栽培と生産量(パンガシナン州)

項目/生産地目	雨期灌漑地区	天水地区	乾期灌漑地区	合計
栽培面積(ha)	58,480	109,586	31,159	199,225
生産量(Ton)	3,450	284,924	93,477	381,851
平均生産量(Ton)	2.95	2.60	3.00	(平均)2.85

水田約16万8千haの内乾期灌漑栽培が行われているのは約3万1千ha(20%)である。

(2) 計画地域の農業と灌漑状況

(A) 農業状況

計画対象地域であるインファンタの主要農業生産物は米が主で、稲作面積は8バラングイでは1,385haである。各バラングイにおける灌漑栽培面積及び天水栽培面積の状況は以下の通りである。

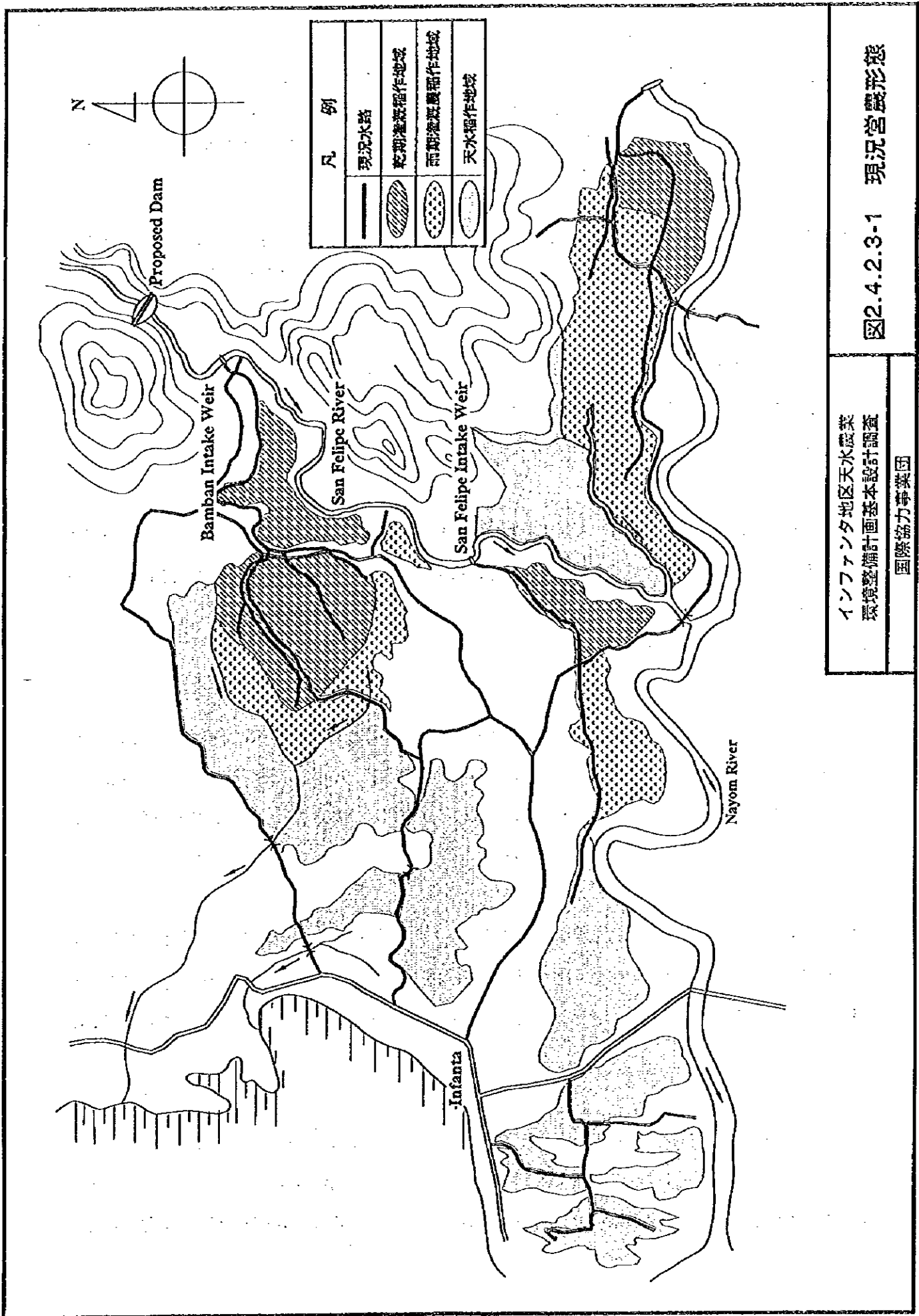
表2.4.2.3-3 各バラングイの稲作面積

Barangay 名	雨期灌漑栽培面積(ha)	乾期灌漑栽培面積(ha)	天水栽培面積(ha)	合計 (ha)
1. Bamban	220	200	197	417
2. Nangalisan	80	40	74	154
3. Maya	30	60	87	117
4. Doliman	131	-	85	216
5. Potol	115	-	25	140
6. Fatima	24	-	75	99
7. Cato	20	-	42	62
8. Nayom	-	-	180	180
Total	620	250	765	1,385

上表の内、山地部や用水の配水が出来ない地域 (205ha) を除くと、本計画の灌漑対象面積は 1,180ha (1,385ha - 205ha) となる。農民の生活の基礎をなしている米作は、灌漑施設を持つ地域では2期作を行っており、天水による耕作地では雨期の1期作である。しかしながら、天水地区は雨期においても十分な水源を得られず、耕作は不安定な状態に置かれている。各栽培条件における稲作営農形態を図2.4.2.3-1、また、生産量は表2.4.2.3-1に示す通りである。

表2.4.2.3-4 現況水田の生産量

灌漑方法	灌漑栽培地域				天水栽培地域	
	雨 期		乾 期		雨 期	
季 節	栽培面積	単位生産量	栽培面積	単位生産量	栽培面積	単位生産量
面積/生産量	(ha)	(Ton/ha)	(ha)	(Ton/ha)	(ha)	(Ton/ha)
単 位	(ha)	(Ton/ha)	(ha)	(Ton/ha)	(ha)	(Ton/ha)
現況の耕作面積 と生産量	620	3.0	250	3.5	560	2.0~2.5



インファンタ地区天水農業
環境整備計画基本設計調査
国際協力事業団

図2.4.2.3-1 現況営農形態

米以外の農産物として、野菜類、畜産は家庭消費分を耕作している程度であり、米に続く収入となっているのはマンゴ栽培である。マンゴは各農家の庭先に植えられており、重要な副収入になっている。これらのマンゴはマニラへも出荷されている。因みに樹齢25年相当の木であれば、6,000~8,000Psを取穫すると云われており、近年マンゴの栽培が本地域を含めて丘陵山地部に高まっている。

しかしながら、野菜、豆類、根菜類は自家消費及びインファンタ市民の供給程度で、近隣の中都市となるリンガイエン、ダグパンまでは出荷してはいない。商業的ベースで生産されていないと云える。

(B) 灌漑状況

本計画地区に関係する8 バランガイ(集落)には約1,385 haの稲作既耕地があり、その内地形的高位部及び小さな谷地田等で計画後もポンプを使わなくてすむ重力灌漑のできない地域を除いた、1,180 haの既耕地が計画地区内にある。

本地区の気候は雨期(5月~10月)と乾期(11月~4月)に明確に分かれており、乾期はほとんど降雨がないため、無かんがいでは稲作の栽培は出来ない状況である。また、雨期においても天水に頼っているため降雨の多少によって生産性は不安定な状況にあり、農民は乾期の栽培はもとより、雨期においても田植え時期の補給灌漑水を望んでいる。

灌漑施設を持つ1部の地域では、灌漑による2期作又は3期作が行われているが、水源は乾期に減少するナヨム川及びサンフェリッペ川の河川の自流水に頼っているため、かんがい水路が建設されているものの、灌漑できる面積は年によって変化し、河川に近い地域のみが灌漑による水稻栽培が行われている。その他の地域は雨期の天水による年間一期作のみである。

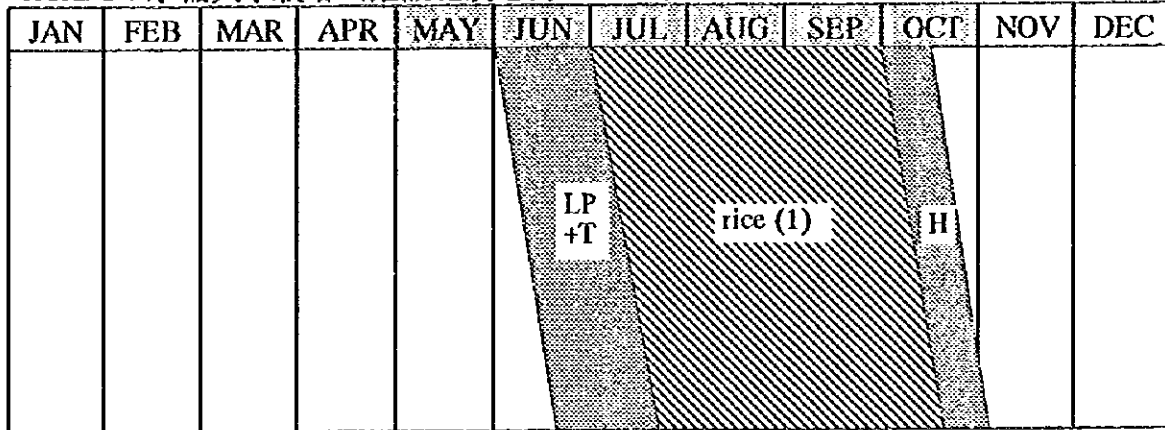
現況の計画対象地域の土地利用率は上表-2.4.2.3-4より $(1,180+250)/1,180\text{ha} \times 100 = 121\%$ である。なお、現況の作付け時期は、天水による単作の場合は、雨期の降雨を待ってシロカキ・田植えを行い、10月頃の雨期明け時期に収穫されている。また、2期作地域では、比較的河川水の多い11月から2月にかけて乾期作が行われている。

当地では、水稻一作当りほぼ4ヶ月で栽培出来るため、既存灌漑水路に沿った比較的用水確保のしやすい地域(バンバン、サンフェリッペ堰直下流)では、豊水年には1部で3期作も行われている。これら現況のクロッピングパターンをまとめれば、図2.4.2.3-1の通りである。第1栽培期が7月~10月半、第2栽培期

が11月～3月半となっている。

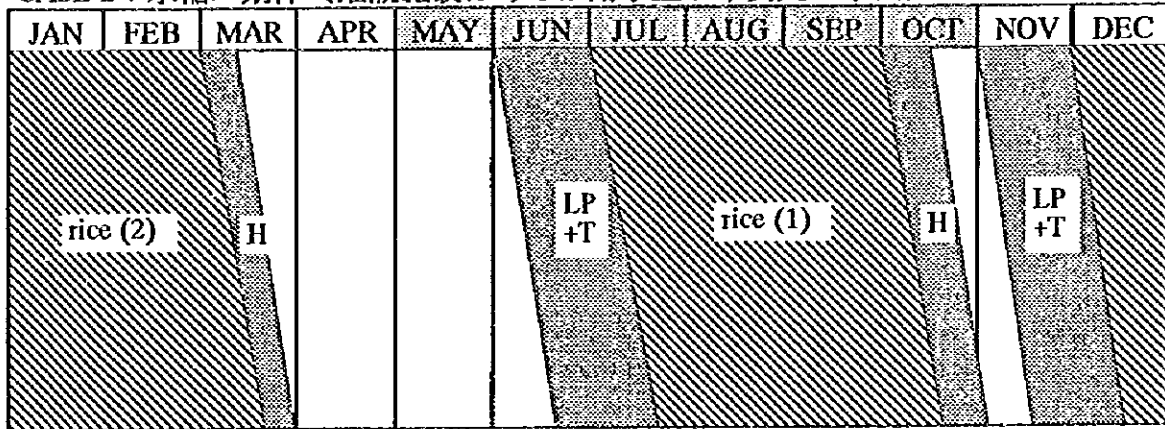
図 2.4.2.3-2 現況灌漑状況図

CASE 1 : 水稲天水栽培 (灌漑施設を持たない水田)



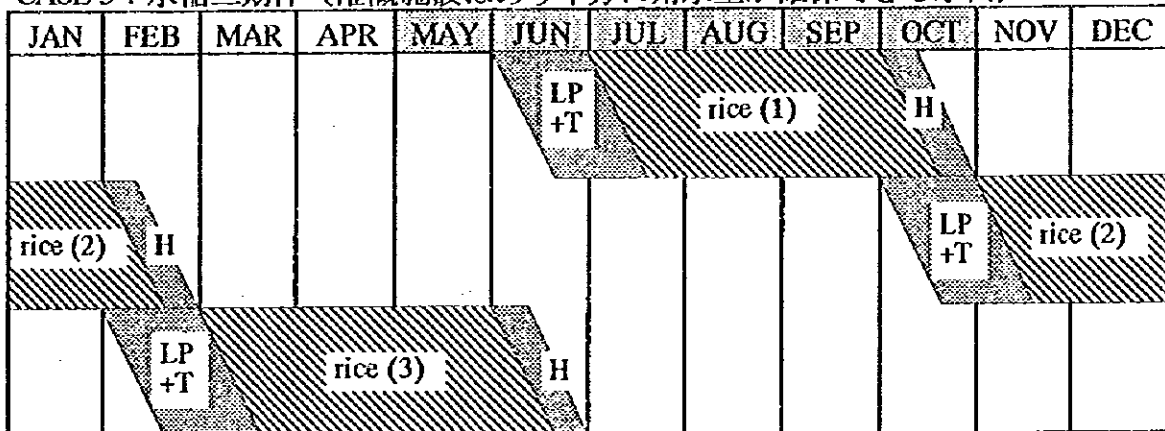
LP = Land Preparation +T = Transplant H = Harvest

CASE 2 : 水稲二期作 (灌漑施設はあるが用水量が不安定な水田)



LP = Land Preparation +T = Transplant H = Harvest

CASE 3 : 水稲三期作 (灌漑施設はあり十分に用水量が確保できる水田)



LP = Land Preparation +T = Transplant H = Harvest

(C) 既存灌漑システムの状況

現在地区内には、サンフェリペ川及びナヨム川の河川水を水源とした下表に示す3地区の既存の灌漑システムが存在する。3地区全体の雨期、乾期ともに灌漑可能となる面積はおよそ560haで計画されているが、現実には河川水量の変動、水利施設の維持管理、不適正な水配分等が原因で、乾期には半分以下（平均250ha）しか灌漑出来ない状況にある。サンフェリッペ川からの取水によるバンバン灌漑区では乾期灌漑面積は約150ha、サンフェリッペ灌漑区では約40ha程度となっている。また、ナヨム灌漑区は、ナヨム川からの取水によるもので乾期灌漑面積は約60haである。この堰は、左岸地域のザンパレス州側に約1,000haの優先灌漑地域を有しており、右岸取水となる本地域とは水利権的にも3:1の割合であり、渇水年でナヨム川の水量少ないときにはインファンタ側ではほとんど取水できない年や時期がある。3地区の既存灌漑システムの状況は以下の通りである。

地区名	水源	計画灌漑面積	乾期灌漑状況	維持管理組織
Bamban 灌漑区	San Felipe 川	220ha	約 150ha	C.I.S
San Felipe 灌漑区	San Felipe 川	90ha	約 40ha	C.I.S
Nayom 灌漑区	Nayom 川	250ha	約 60ha	NIA
計		560ha	約 250ha	

これら3地区以外の地域では、付近にあるクリーク又は渓流水を頼って、農民が自力でポンプ揚水または小用水路を建設して灌漑農業をしている地域が60ha程ある。

(D) 水利施設の状況

サンフェリペ川及びナヨム川に建設されている3ヶ所の堰は、何れもNIAが建設したもので、コンクリート固定堰ゲート取水タイプで、取水量のコントロールが出来る比較的良好な施設である。

既存の灌漑用水路は、ナヨム灌漑区内の一部のコンクリートライニング水路を除いて全て土水路で建設されており、所々雑草の繁茂、土砂の堆砂等あり、用水の通水阻害を生じている区間が見られる。また、幹線水路の分岐点には一応コンクリート造の背割り分水工が設置されているが、ゲートが無いと適切な配水管理ができない状況にある。

(E) 水利組合の現況

現在、地区内には3つの灌漑区(CIS: Communal Irrigation System))があり、それぞれのCISには農民によって水利組合 (IA : Irrigated Association)) が組織されている。これらの概要は以下の通りである。

CIS 名	バンバン	サンフェリッペ	ナヨム
水利組合	IA	IA	IA
灌漑面積	220 ha	90ha	250ha
創設年	1980年	1992年	1982年
NIAへのローン返済基準	P4/kg/year	P6/kg/year	P5/kg/year

各 IA は水利施設の水管理（取水ゲート、分水配分等）、維持管理（土水路の補修）、水利費の徴収等を行っている。