

No.

フィリピン共和国

インファンタ地区天水農業環境整備計画

基本設計調査報告書

(第2年次)

平成10年3月

UN LIBRARY



J1142455 [3]

国際協力事業団

株式会社 アイトエス・エー

内外エンジニアリング株式会社

冊数

1冊

0000







フィリピン共和国

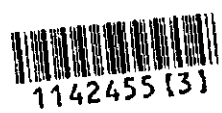
インファンタ地区天水農業環境整備計画

基本設計調査報告書

(第2年次)

平成10年3月

国際協力事業団  
株式会社 アイ・エヌ・エー  
内外エンジニアリング株式会社



1142455 {3}

## 序文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国のインファンタ地区天水農業環境整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成8年4月及び同年10月から11月にかけて、基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、フィリピン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成9年2月から3月にかけて実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、追加調査の必要性が判明いたしました。

このため当事業団は、平成9年6月16日から7月12日まで、及び8月17日から9月6日まで、基本設計調査団を再度現地に派遣いたしました。

調査団は、再度フィリピン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における追加調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成10年2月12日から2月19日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

当事業団は、この報告書が両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成10年3月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎

## 伝達状

今般、フィリピン共和国におけ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が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成9年6月5日から平成10年3月31日月までの10ヵ月間にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、フィリピン国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

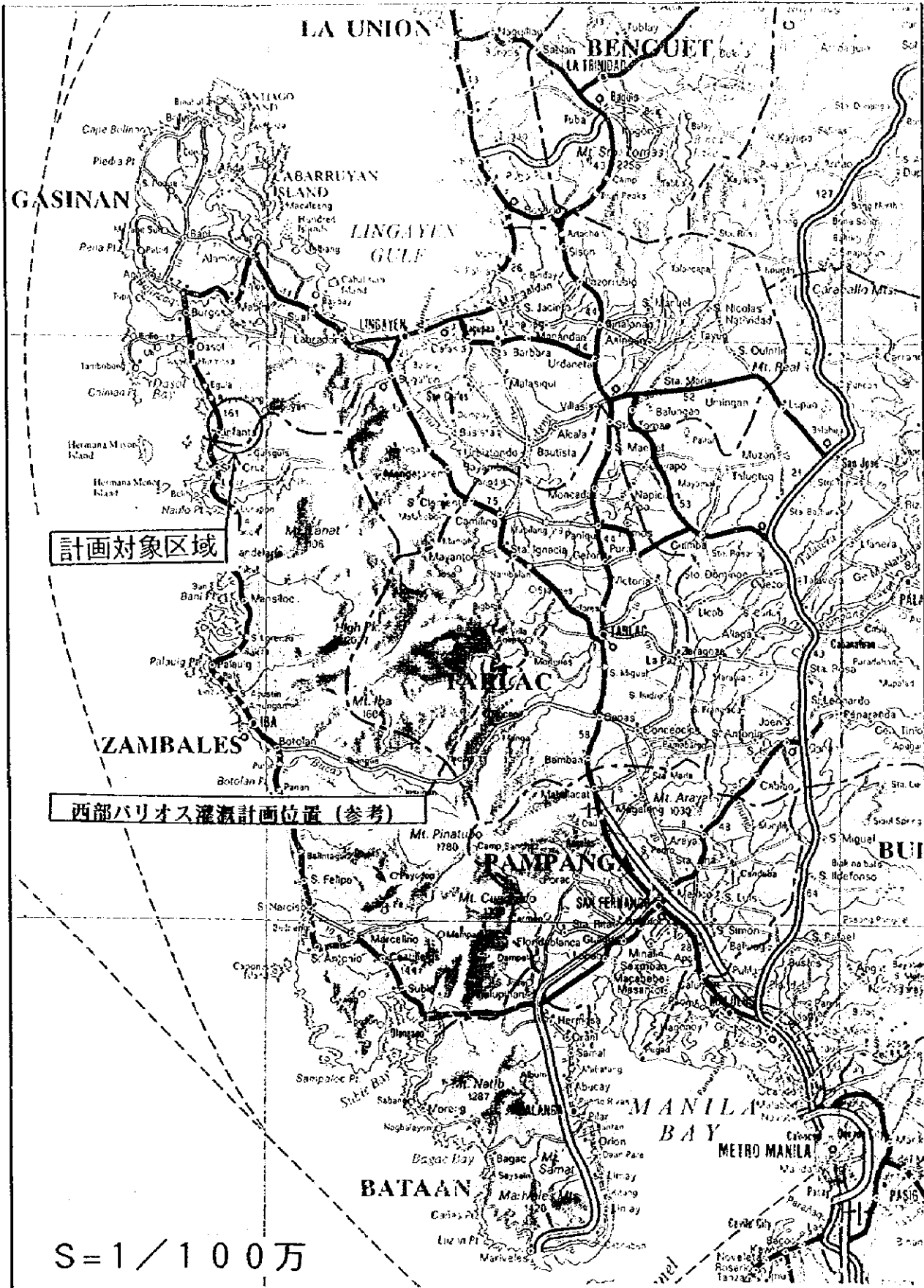
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成10年3月

(株) アイ・エヌ・エー

フィリピン共和国  
インファンタ地区天水農業環境整備基本設計調査団  
業務主任 岡田 弘





計画対象区域

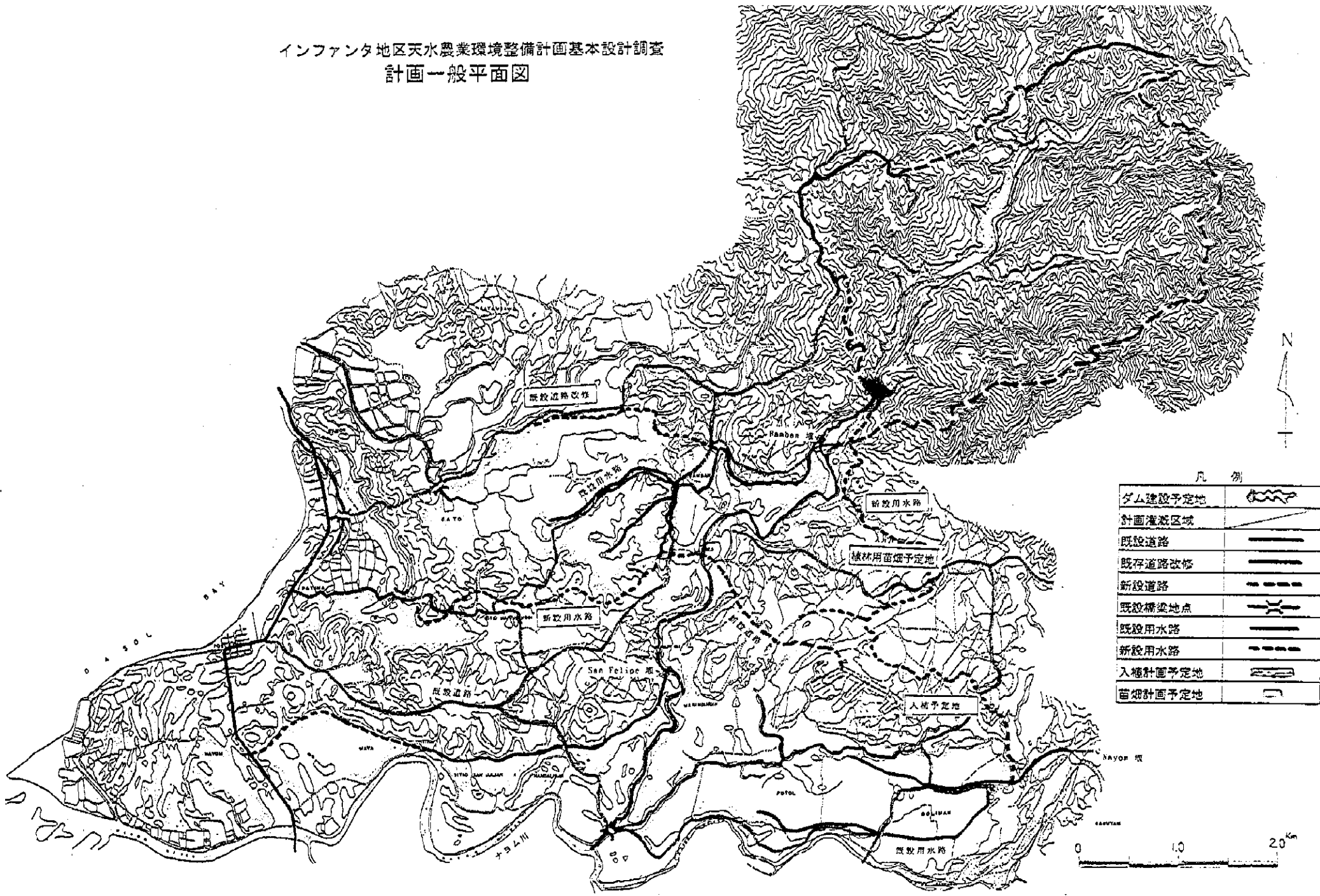
西部ハリオス灌溉計画位置 (参考)

S=1/100万

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

計画位置図

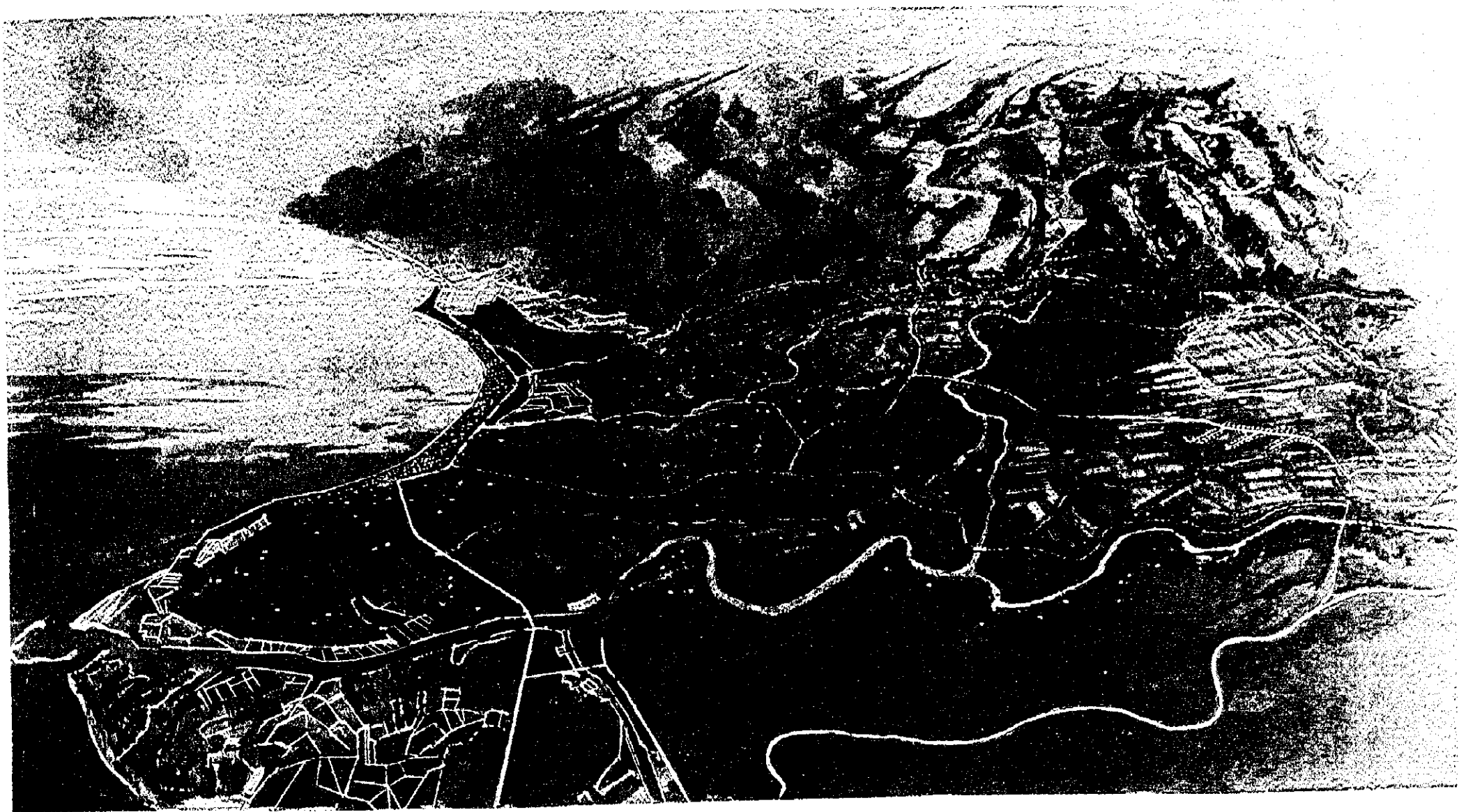
インファンタ地区天水農業環境整備計画基本設計調査  
 計画一般平面図

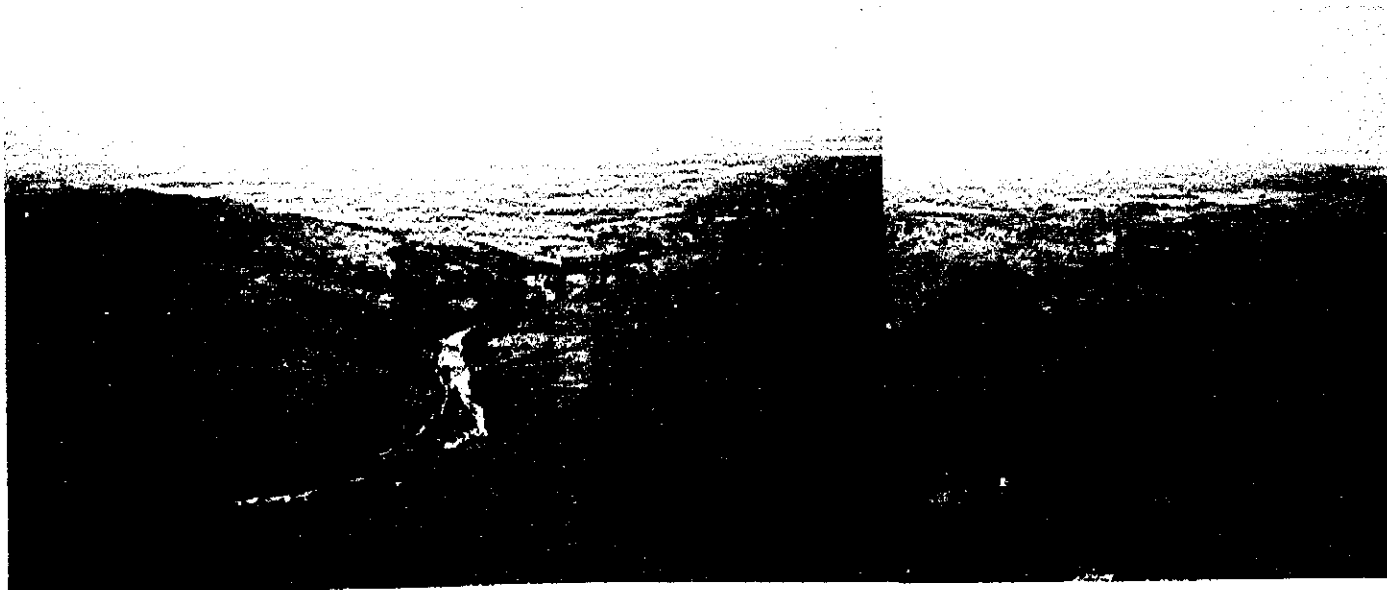


凡例

ダム建設予定地	
計画灌漑区域	
既設道路	
既存道路改修	
新設道路	
既設橋梁地点	
既設用水路	
新設用水路	
入植計画予定地	
苗畑計画予定地	







ダムサイト上流側からのプロジェクトサイトの眺望



ナヨム川とサンフェリベ川の合流点付近及び灌漑予定地区の眺望



ダムサイト右岸側からのプロジェクトサイトの眺望



ダムサイト直上流右岸の丘からのダムサイトの眺望



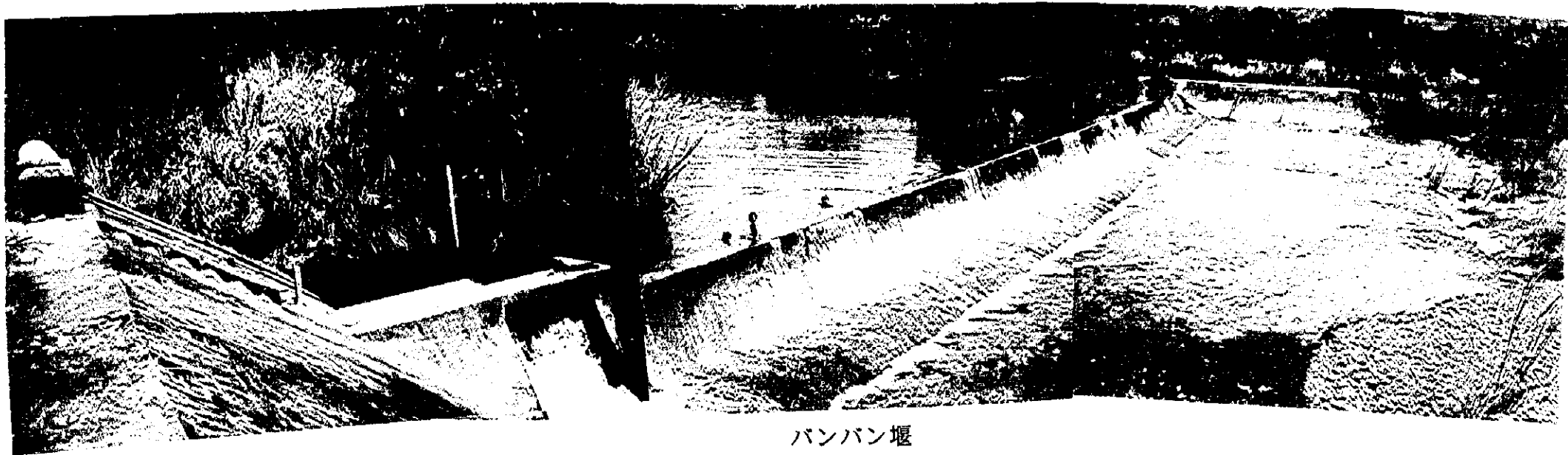
ダムサイト右岸から左岸の眺望



ダムサイト左岸から右岸の眺望



サンフェリベ堰



バンバン堰



付け替え予定の橋



改修予定の道路状況（雨期）



貯水池周辺道路（改修予定区間）



## Abbreviation (略語集)

ASEAN	Association of Southeast Asian Nations (東南アジア諸国連合)
BGY	Barangay (Village) (バランガイ、村/部落)
BHN	Basic Human Needs (人類の基本的な必要物)
BSWM	Bureau of Soils and Water Management (土壌水利管理局)
CIS	Communal Irrigation System (共同灌漑システム)
DA	Department of Agriculture (農業省)
DAR	Department of Agrarian Reform (農地改革省)
DENR	Department of Environment and Natural Resources (環境天然資源省)
DFA	Department of Foreign Affairs(外務省)
DOF	Department of Finance (財務省)
DPWH	Department of Public Works & Highways (公共事業道路省)
DSWD	Department of Social Welfare & Development (社会福祉開発省)
ECA	Environmental Critical Area (環境重要区域)
ECC	Environmental Compliance Certificate (環境認可証明)
ECP	Environmental Critical Project (環境重要プロジェクト)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EIS	Environmental Impact Statement (環境影響報告書)
EMB	Environmental Management Bureau (環境管理局)
EN	Exchange Note (交換公文)
GDP	Gross Domestic Production (国内総生産)
GNP	Gross National Production (国民総生産)
IA	Irrigator's Association (灌漑組合)
ICC	Investment Coordination Committee (投資調整委員会)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
LGU	Local Government Unit (地方政府機関)
MAFF	Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery (Japan) (農林水産省-日本)
MFA	Ministry of Foreign Affairs (Japan) (外務省-日本)
MG	Municipal Government (州内の地区政府/ミュニシパリティ政府)
MPC	Mount Pinatubo Commission (ピナツホ山委員会)
MPDO	Municipal Planning and Development Office (計画開発地区事務所)
NAPCOR	National Power Corporation (国家電力公社)
NEDA	National Economic & Development Authority (国家経済開発庁)
NIA	National Irrigation Administration (国家灌漑庁)
NIES	New Industrial Economics (新興工業国)
O&M	Operation and Maintenance (維持管理)
OMAG	Office of Municipal Agriculturist (農業地区事務所)
OMM	Office of Municipal Mayor (市長事務所)
OPAG	Office of the Provincial Agriculturist (農業州事務所)

PANELCO I	Pangasinan Electric Cooperative I (ハンガシナン第一区域電力公社)
PAO	Provincial Assessor's Office (州税務事務所)
PARO	Provincial Agrarian Reform Office (州農地改革事務所)
PCA	Philippine Coconut Authority (フィリピンココナツ庁)
PD	Project Description (プロジェクト概要)
PENRO	Provincial Environment and Natural Resources Office (環境天然資源州事務所)
PEO	Provincial Engineer's Office (州技術者事務所)
PG	Provincial Governor (州知事)
PGO	Provincial Governor's Office (州知事事務所)
PGP	Provincial Government of Pangasinann (ハンガシナン州政府)
PHO	Provincial Health Office (州保健事務所)
PHUDC	Provincial Housing Urban Development Center (州住宅市街化開発センター)
PLO	Provincial Legal Office (州法律事務所)
PM	Project Manager (プロジェクトマネージャー)
PMG	Project management Group (プロジェクト管理グループ)
PNP	Philippine National Office (フィリピン国家事務所)
PP	Project Proponent (プロジェクト支持者/提案者)
PPDO	Provincial Planning and Development Office (州計画開発事務所)
PPO	Provincial Population Office (州人口事務所)
PSU	Pangasinan State University (ハンガシナン州立大学)
PTO	Provincial Treasurer's Office (州財政事務所)
RDC	Regional Development Council (地域開発協議会)
SWIP	Small Water Impounding Project (小規模溜池灌漑プロジェクト)

# 目 次

序文	
伝達状	
計画位置図	
計画一般平面図	
透視図	
写真	
略語集	
要約	

第1章 要請の背景	1-1
第2章 プロジェクトの周辺状況	2.1-1
2.1 当該セクターの開発計画	2.1.1-1
2.1.1 上位計画	2.1.1-1
2.1.2 財政事情	2.1.2-2
2.2 他の援助国、国際機関等の計画	2.2-1
2.3 我が国の援助実施状況	2.3-1
2.4 プロジェクト・サイトの状況	2.4.1.1-1
2.4.1 自然条件	2.4.1.1-1
2.4.1.1 位置・地形	2.4.1.1-1
2.4.1.2 気象・水文	2.4.1.2-1
2.4.1.3 地質	2.4.1.3-1
2.4.1.4 土質・材料	2.4.1.4-1
2.4.1.5 土壌	2.4.1.5-1
2.4.1.6 植物・動物	2.4.1.6-1
2.4.1.7 土地利用	2.4.1.7-1
2.4.2 社会基盤整備状況	2.4.2.1-1
2.4.2.1 社会・経済	2.4.2.1-1
2.4.2.2 行政・人口	2.4.2.2-1
2.4.2.3 農業・灌漑	2.4.2.3-1
2.4.2.4 道路・橋梁	2.4.2.4-1
2.4.2.5 苗畑・植林活動	2.4.2.5-1
2.4.2.6 入植予定地	2.4.2.6-1
2.4.2.7 その他公共施設	2.4.2.7-1
2.4.3 既存施設・機材の現状	2.4.3-1
2.4.3.1 農業用施設機材	2.4.3-1
2.4.3.2 維持管理用機械	2.4.3-3
2.4.4 運営維持管理の現状	2.4.4.1-1
2.4.4.1 関連機関・組織	2.4.4.1-1
2.4.4.2 予算・資金	2.4.4.2-1
2.4.4.3 運営維持管理状況	2.4.4.3-1
2.5 環境への影響	2.5-1
2.5.1 環境関連法と環境行政	2.5-1
2.5.2 現地政府側の環境調査	2.5-3
2.5.3 環境影響の調査、予測及び評価	2.5-3

2.5.4 環境影響軽減対策と配慮事項	2.5-11
第3章 プロジェクトの内容	3.1-1
3.1 プロジェクトの目的	3.1-1
3.2 プロジェクトの基本構想	3.2-1
3.3 基本設計	3.3.1-1
3.3.1 設計方針	3.3.1-1
3.3.2 基本計画	3.3.2.1-1
3.3.2.1 農業・灌漑計画	3.3.2.1-1
3.3.2.2 ダム・貯水池計画	3.3.2.2-1
3.3.2.3 ダム施設設計	3.3.2.3-1
3.3.2.4 道路・橋梁計画	3.3.2.4-1
3.3.2.5 ポストハーベスト施設計画	3.3.2.5-1
3.3.2.6 入植地計画	3.3.2.6-1
3.3.2.7 苗畑・植林計画	3.3.2.7-1
3.3.2.8 運営維持管理計画	3.3.2.8-1
3.3.2.9 調達機材計画	3.3.2.9-1
3.3.3 基本計画の評価	3.3.3-1
3.4 プロジェクトの実施体制	3.4.1-1
3.4.1 組織	3.4.1-1
3.4.2 予算	3.4.2-1
3.4.3 要員・技術レベル	3.4.3-1
第4章 事業計画	4.1.1-1
4.1 施工計画	4.1-1
4.1.1 施工方針	4.1-1
4.1.2 施工上の留意事項	4.1-2
4.1.3 施工区分	4.1-4
4.1.4 施工監理計画	4.1-4
4.1.5 資機材調達計画	4.1-7
4.1.6 実施工程	4.1-7
4.1.7 相手国側負担事項	4.1-8
4.2 概算事業費	4.2-1
4.2.1 概算事業費	4.2-1
4.2.2 運営維持・管理計画	4.2-3
4.3 事業計画の検討	4.3-1
第5章 プロジェクトの評価	5.1-1
5.1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果	5.1-1

[資料]

1. 調査団員氏名、所属
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 当該国の社会・経済事情
5. 技術資料
6. 参考資料リスト



## 要約

フィリピン国において農業部門は、全労働人口の過半数を占める基幹産業であり、国民の生活に直結した重要産業であるが、農村地域の所得及生活レベルは低く、都市部との経済格差は拡大傾向にある。フィリピン国政府は、国家中期開発計画（1993～1998）の中で、地方の生産性の向上と貧困の撲滅を重要目標の一つとして掲げているが、これを達成するためには、その計画の中で最重要セクターとして位置づけられている農業部門の生産性の向上と安定が必須である。

本計画の対象地域となるインファンタ地区は、REGION 1内のパンガシナン州の南西端に位置している。産業は大部分が米作中心の農業であるが、他に海岸地帯での魚養殖、塩田及び外洋での漁業も行なわれている。しかし全体的には経済活動は停滞しており、また地区内の道路等のインフラ設備も貧弱である。また同地区は、森林の激減と流域の荒廃等の環境問題を抱えている。さらに、インファンタ地区及びその周辺には、ピナツポ火山被災民の一部が移住して仮住居にて生活をしているという状況もある。

上記のような状況に対して、パンガシナン州政府は、①同地区の灌漑施設の整備、②植林用苗畑の整備、③ピナツポ火山被災者及び計画実施に必要な住民移転地の整備、④周辺道路の整備、⑤建機の調達、をコンポーネントとする計画を策定したが、資金不足によって具体的な実施には至っていない。このような背景から、フィリピン国政府は、本計画の実現のために日本政府に無償資金協力の要請をしてきたものである。

これに対して、JICAは1995年11月～12月に事前調査団を派遣し本計画の必要性及び要請内容を確認した。その後、適正な内容・規模を設定するために、1996年3月から基本設計調査が行われた。まず1996年4月に第一次現地調査団を派遣し、要請内容及びフィリピン側の実施事項の確認をした。そして、10月初め～11月中旬の第二次現地調査では、設計業務に必要な自然条件及び社会・経済条件を把握するために各種現地調査を実施した。帰国後、調査結果の解析及び設計作業を進め、基本設計概要書を取りまとめ、基本設計概要説明を、1997年2月下旬から3月上旬に行った。しかしその後、本計画のコンポーネントの一つである、灌漑施設の整備に係るダムについて検討した結果、ダム軸の位置を変更することになり、それに伴う地質及び材料調査を追加する必要性が生じた。このため、JICAは1997年6月上旬から7月上旬及び1997年8月中旬から9月上旬に再度基本設計調査団を現地へ派遣した。現地調査においては主にダム建設予定地点の基礎地盤状況を確認するためボーリング調査（13本（ダム軸 8本、洪水吐 4本、河床 1本））を行うとともに、フィリピン国関係者と協議し、ECC（Environmental Compliance Certificate）、ICC（Investment Coordination Committee）、住民との移転同意書等の準備作業の進捗を確認した。また、ピナツポ被災民のための入植予定地の土壌状況を確認するため、土壌調査を行うようフィリピン国側へ提言した。帰国後国内において、これら地盤状況についての解析及び設計作業を進め、その結果に基づき基本設計調査概要書案を作成し、1998年2月中旬にフィリピン国に対し説明を行った。

本計画は、要請に基づきその目的を次の4点に区分し、これらを達成すべく各コンポーネントの設計作業を進めてきた。

① 灌漑施設の整備

ダム・貯水池により灌漑用水供給量を増加し、農業・灌漑施設を新設・改修することにより、作付率の増大と灌漑区域の拡大が可能となり農作物の生産高を向上させる。

② 植林用苗畑の整備

荒廃した丘陵地に、森林を復活させ、表土の侵食を防ぐとともに、森林資源を育成し保全する。

③ 入植地の整備

ピナツボ山の噴火と土砂流による被災者に対し、入植地を提供し、生活の基盤を与える。

④ 道路建設・改修

貯水池周辺及び地区内の道路を新設／改修し、貯水池周辺斜面の植林活動に役立てるとともに、住の生活・通行状況の改善と流通・経済状況の向上に資する。

上記目的を達成するために実施した調査・検討の結果得られた本計画の各コンポーネントの概要は次の通りである。

計画施設諸元及び計画機材

① 灌漑施設の整備

ダム・貯水池建設

流域	集水面積	23.68km <sup>2</sup>
貯水池	有効貯水容量	4,500,000m <sup>3</sup>
ダム	型式	中央遮水壁型ロックフィルダム
	堤高	34.0m
	堤体積	304,000m <sup>3</sup>
洪水吐	型式	自由越流側水路型
取水工	形式	斜樋型

灌漑水路建設

灌漑面積	約 1,180 ha
主水路及び付帯施設	9路線、総延長 約 21.6 km

ポストハーベスト施設建設

天日乾燥施設	875 m <sup>2</sup> (25m×35m) 8ヶ所
--------	----------------------------------

②植林用苗畑の整備

面積	約 2.35 ha
----	-----------



付帯施設 育苗施設、建物施設、道路施設

③入植地（ピナツポ火山被災民用）整備

対象面積 計約 12 ha

付帯施設／工事 道路、給水施設

④道路建設・改修

村落地区内道路改修 総延長 7.2 km

(付帯構造物：道路橋 (片ノ18.0m) 2ヶ所、潜水橋(San Felipe川横断 2ヶ所)

貯水池周辺道路整備計画 総延長 16.8 km

⑤建機の調達 (①～④ 関連)

モーターレーダ (3.7m 級) 1台

ダンプトラック (11t 級) 1台

ブルドーザ (15t 級) 1台

バックホー (0.35 m<sup>3</sup> 級) 1台

上記のコンポーネントによる計画が実施された場合、計画対象地域（人口約18,000人）および周辺地域に、次のような社会的かつ経済的な裨益効果をもたらすことが出来るものと想定された。

①農業の生産性を高め（雨期の灌漑面積620haから1,180haに増加、乾期の灌漑面積250haから620haに増加により米の作付率113%から153%に向上）、農家収入を安定的に増大させることになり、国家開発計画の重要課題である貧困の緩和政策にも合致する。

②苗畑造成計画による植林（対象面積約23km<sup>2</sup>）は、地元の自然環境整備と保全に寄与し、植林を促進している国家の政策に適合する。

③入植計画は、ピナツポ火山被災者の生活基盤を与え、国家として実施中の被災者入植計画に寄与する。

④道路整備は、地区の経済活動の活性化に寄与すると共に、住民の生活環境・利便性を向上させる。

ただし、本基本設計調査の結果、以下の問題点が判明した。

・州側が負担する項目である、土地収用及び移転等の補償に関して、土地所有者及び移転住民からの合意取得が完了しておらず、対応が遅れている。また、ICCの取得も遅れている。

・州側が負担する項目である、2・3次水路等の建設、ダムを含む施設の運営維持管理等について、州側の経験能力が不足していると判断される。

- ・ピナツボ被災民の入植用農地として予定した約220haが、土壌調査の結果農地造成を断念することになり、入植者への農地配分は行われないことになった。従って、入植者の生計基盤を確保できないことになる。つまり、本計画の主要目的であるピナツボ被災民の入植というコンポーネントの実施が困難となる。
- ・ダムの地質調査の結果、基礎に高透水性の層が確認され、この層に対して最適な処理工法を決めるためには、さらに追加調査が必要であり、その結果によっては、基礎処理の事業費が増大する可能性がある。

このような状況から、本計画を日本の無償資金協力により実施することには、多くの困難が想定されると判断せざるを得ない。

## 第1章 要請の背景

フィリピン国において農業部門は、全労働人口の過半数を占める基幹産業であり、国民の生活に直結した重要産業であるが、同国の農村地域の所得及生活レベルは低く、都市部との経済格差は拡大傾向にある。

フィリピン政府は、国家中期開発計画（1993-1998）の中で、地方の生産性の向上と貧困の撲滅を重要目標の一つとして掲げている。その中で、農業部門は最重要セクターとして位置づけられており、目標達成のためには農業生産性の向上と安定が必須となっている。

バンガシナン州は、ルソン島中西部に位置し、首都マニラから、北西方向に約200kmの距離に位置する。州の西側は南シナ海に直接に面し、北側中央部はリンガイェン湾に面している。州の面積は、フィリピンの州としては最大規模となる、約5,368Km<sup>2</sup>であり、人口は約202万人（1990）である。また州都はリンガイェンであり、第一の商業都市はダグバンである。同州は、国家計画に沿って州の5カ年開発計画を作成し、その中で農業及び林業の開発を最重点課題としている。同時に、観光開発、商工業の発展及びインフラ整備にも力を入れている。

バンガシナン州は経済的には比較的恵まれた州であるが、本計画の対象地域となる面積約250Km<sup>2</sup>、人口約1.8万人のインファンタ地区（Municipality）は、州の中で最も貧しく、国で設定した経済レベルでは最も低いクラス5と評価されている。本計画が提案された背景/状況は次の通りである。

### 農業生産性が低いこと（灌漑用水源不足）（経済的に貧しいこと）

バンガシナン州インファンタ地区（Municipality）の耕地面積は、現在約1,650 haであり、その中には、サンフェリベ川から取水しているバンバン灌漑地区、サンフェリベ灌漑地区及びナヨム川灌漑地区が含まれている。しかし、3地区を合わせた灌漑面積は、雨期に約620 haであり、乾期には約250 haとなっている。インファンタ地区としては、農業生産が最も重要な経済セクターであり、乾期も含めた灌漑面積の増大を望んでいる。しかし、灌漑用水源が不足しているために、大部分の耕地は、天気に頼らざるを得ない状況である。特に、乾期は、既存灌漑区域を含めて水不足が深刻である。つまり、農業生産性が低いために、大部分の農民は経済的に貧しく、生活水準も低い状態である。

### 森林の減少と流域の荒廃

インファンタ地区は、全面積約25,000 haのうち、土地区分上は約80%が公有林となっており、かつて森林は住民のための燃料材及び建材として利用されてきた。しかし、計画性のない樹木の伐採や森林地斜面上での農耕活動が、樹木の減少をもたらした。その結果、土地の風化/侵食を発生させ、山地斜面は多くの部分が、草地となっている。そして、以前は十分にあった木材が、現在は、域外から調達しなければならない状況となっている。一方州政府は、多年の乱伐で荒廃したザンバレス山系（インファンタの山地部を含む）の植林に意欲的である。

### ピナツボ被災者の移転地候補

ピナツボ山は、インファンタの南方へ直線距離で約85kmの地点に位置しており、火山活動及びそ

れに伴う土砂流により、バンガシナン州に隣接するザンバレス州及びターラック州で多くの被害が発生している。現在は火山活動がおさまっているが、堆積している土砂の流出により、土砂流の発生は、長期に渡って続くものと予測されている。ピナツポ山周辺地域では、多くの住民が居住地を失っているが、被災地域の復旧は非常に困難であり、多くの住民は移転地を必要としている。そのために、フィリピン政府は、被災者に対して半永久的な定住地となる入植地を準備しているが、需要に対して十分な供給が出来ないのが現実となっている。フィリピン国の政策として、被災を受けた州に隣接しているバンガシナン州にも、ピナツポ被災者の移住地をつくる考えをもっており、環境天然資源省を通じて、同州政府に対して入植地を準備するように指示している。そして、同州は、インファンタ地区を同州の移転地の一つの候補地とし、インファンタ町との間で同意書を交わしている。

#### 地区内道路状況の悪化

インファンタ地区内の道路は、ほとんどが舗装されておらず、雨期になると不通または通行困難な箇所が多く発生し、生活の不便さを増大し、円滑な経済・流通活動の支障となっている。

上記のような状況に対して、バンガシナン州政府は、同地域の灌漑施設の整備、植林用苗畑の整備、ピナツポ火山被災者及び計画実施に必要な住民移転地の整備、周辺道路の整備等をコンポーネントとする計画を策定し計画の推進をはかるべく努力してきたが、主として資金不足が障害となり、具体的な実施には至っていない。このような背景から、フィリピン国政府は、国家経済開発庁 (NEDA) を通して日本政府に無償資金協力援助の要請をしてきたものである。当初の要請内容は次のようなものである。

#### 当初の要請内容

##### ダム建設

形式	フィルタイプ
高さ	28 m
天端長	267 m
有効貯水量	950万m <sup>3</sup>

##### 灌漑水路建設

灌漑面積	約1,290 ha
主水路総延長	約19 km

##### 入植地 (ピナツポ火山被災民用) 整備

造成面積	約220 ha
------	---------

##### 植林用苗畑整備

面積	約5 ha
----	-------

##### 道路建設・改修

貯水池周辺	約17 km
水路管理用	約4.5 km
既存道路改修	約5 km

これに対して、JICAは1995年11月～12月に事前調査団を派遣し本計画の必要性及び妥当性を確認した。その後、適正な内容・規模を設定するために、1996年3月から基本設計調査を行った。



## 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、各種コンポー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) ピナツポ火山被災民は、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又は各地の仮住居で生活している。ピナツポ火山委員会によると、今後新たに発生する増加分については未定であるが、現在被災地周辺 (バンバンガ州) に居住している現在までの被災民については、入植計画が具体化しているので問題はないとのことである。しかし、知人や親戚を頼って各地に分散している被災民に対しては、具体的な対応計画はなく、彼等の多くが仮住居に生活しているため、(小規模でも) 移転地を確保する支援プロジェクトに期待している。



## 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、フィリピン国の経済は、1993年から穏やかな改革が進行中で、好調である。この要因はラモス政権下（1992年6月～1998年6月）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。GNP（国民総生産）は、1995年には762億USドルで、1996年には869億USドルである。一人当たりのGNPは1,209USドル（1996年）であり、経済成長率は1995年には5.0%、1996年には6.8%である。また、物価上昇率は、1995年には8.1%、1996年には8.4%となっている。経済はその後さらに活力を増し、失業率は8.4%（1996年）と依然高いものの低下傾向にあり、雇用状況が改善されている。しかし、1997年の半ばから、アジア諸国全域の経済財政金融状況の悪化により、フィリピンペソの下落等に見られるように、現在は不安定な調整期にある。また、外貨準備高は120億ドル（1997年1月）に達している。

一方、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が、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。

しかし、1997年の半ばから、タイバートの価値急下落に端を発したアジア諸国全域の財政金融状況の悪化により、フィリピンペソも約40%下落して、経済財政状況は再び不安定な状態に急変している。従って、フィリピンは1998年にIMFの支援体制から離脱する予定であったが、引き続き支援は続行される予定である。

## 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、様々な改革努力を行うことによって、経済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		
-マリンデ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
-ピナツ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		
-農業監視体制改善計画		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、パ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170km、州都のリングアイエンから南西方向に約30kmに位置する。車両による移動時間は、マニラからリングアイエンまでが、約5時間、リングア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7km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150~300m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1.5m~30m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10~40m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60km<sup>2</sup>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、ダムサイトを含む貯水池予定区域は、地表付近で斑れい岩が強風化していることを反映して、なだらかな傾斜をもつ老年期の地形となっている。写真判読図を図2.4.1.1-1に示す。

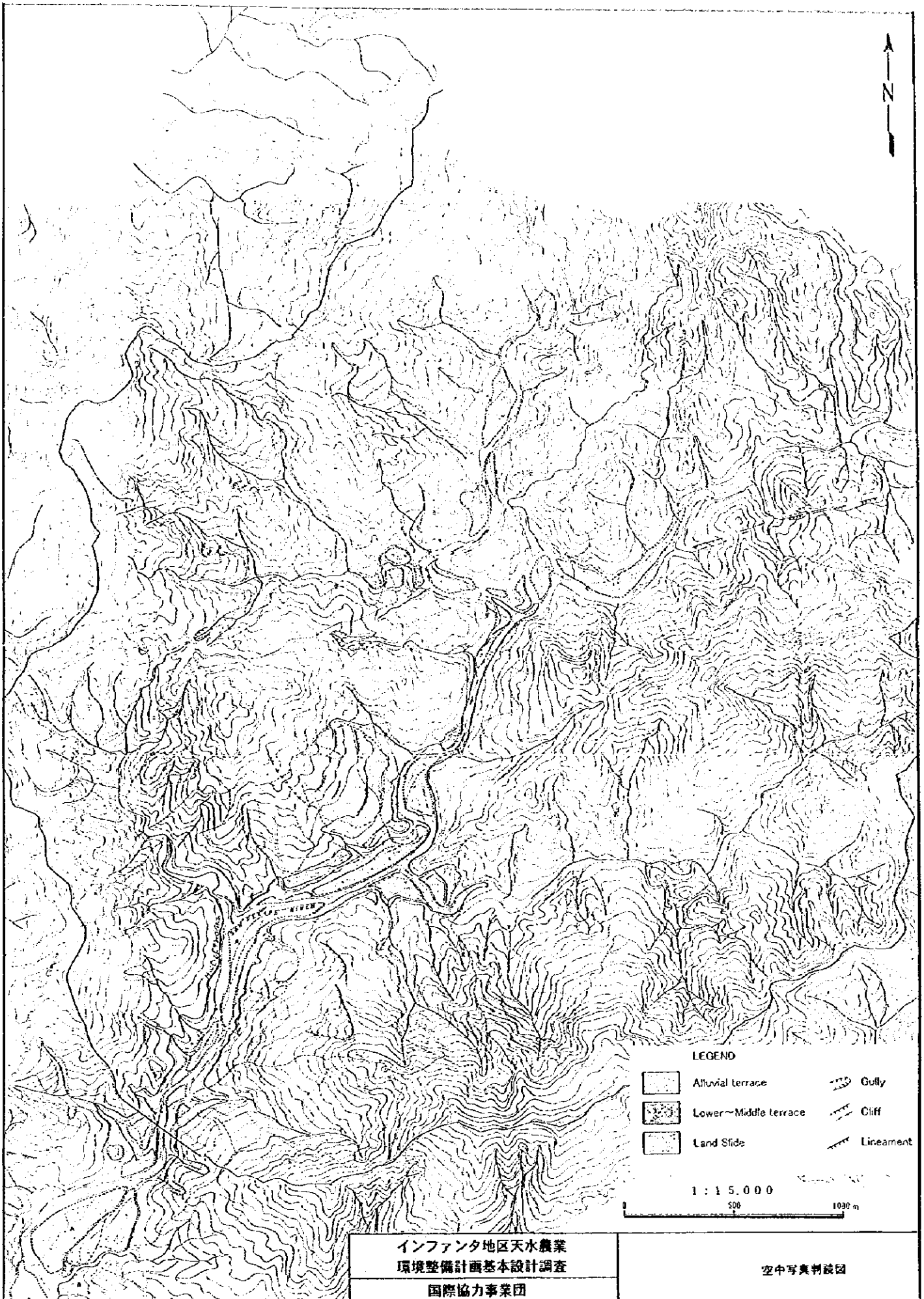
流域及び周辺地域には中小のガリ(雨裂)が発生している。これらは小沢源頭部において斑れい岩の強風化部からなる急斜面が不安定となり崩壊し、さらにこの凹部が選択的に侵蝕を受けることによって形成された

と推定される。したがって、いずれも貯水池から離れた位置で高標高に位置しているため、湛水による影響を受けない。また、約30年前に撮影された空中写真と本調査において撮影した写真とを比較しても崩壊や侵蝕は進んでおらず、現時点では安定していると判断される。

このうち、ダムサイト左岸下流には2箇所の小沢源頭部にガリが発生している。上流側のものは高低差が約60m、傾斜角度約16°、下流側では高低差約45m、傾斜角度約21°と比較的大規模であり、将来的に道路工事等による掘削時には谷止め工等の小規模工事が必要となる可能性がある。

このほか、貯水池域周辺には階段状の斜面や弧状の傾斜変換部からなる地すべり地形が2箇所認められる。これらの斜面は周辺のなだらかな地表面とくらべて異質であり、地すべりである可能性が高いものの、斜面内に沢が刻まれており形態的にも古く浅いものであると推定される。右岸上流側のものは湛水面より高標高にある段丘面のさらに上方に位置しているため湛水の影響を受けない。左岸下流側の地すべりについては現地調査を実施し、検討結果を2.4.1.3章に記した。

ダムサイト付近に認められるリニアメントとしては、山地の南西側において斑れい岩と第三紀中新世のシルト岩との境界に対応した傾斜変換部の連続として判読されるものの他、尾根上の凹部が直線状に点在するものが集水域上流部の数箇所で認められる。このうち、前者は地層の硬さの差を反映したもので、両者の境界に推定される断層を直接的に現していない。また、後者はN-S方向およびENE-WSWの方向を有し、最大延長300～700mと連続性に乏しいことから貫入岩脈等の風化を反映したものである可能性が高い。



#### 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、本計画の位置するパンガシナン州は、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、計画地域を流れるナヨム川の流量観測所(流域面積128km<sup>2</sup>)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。

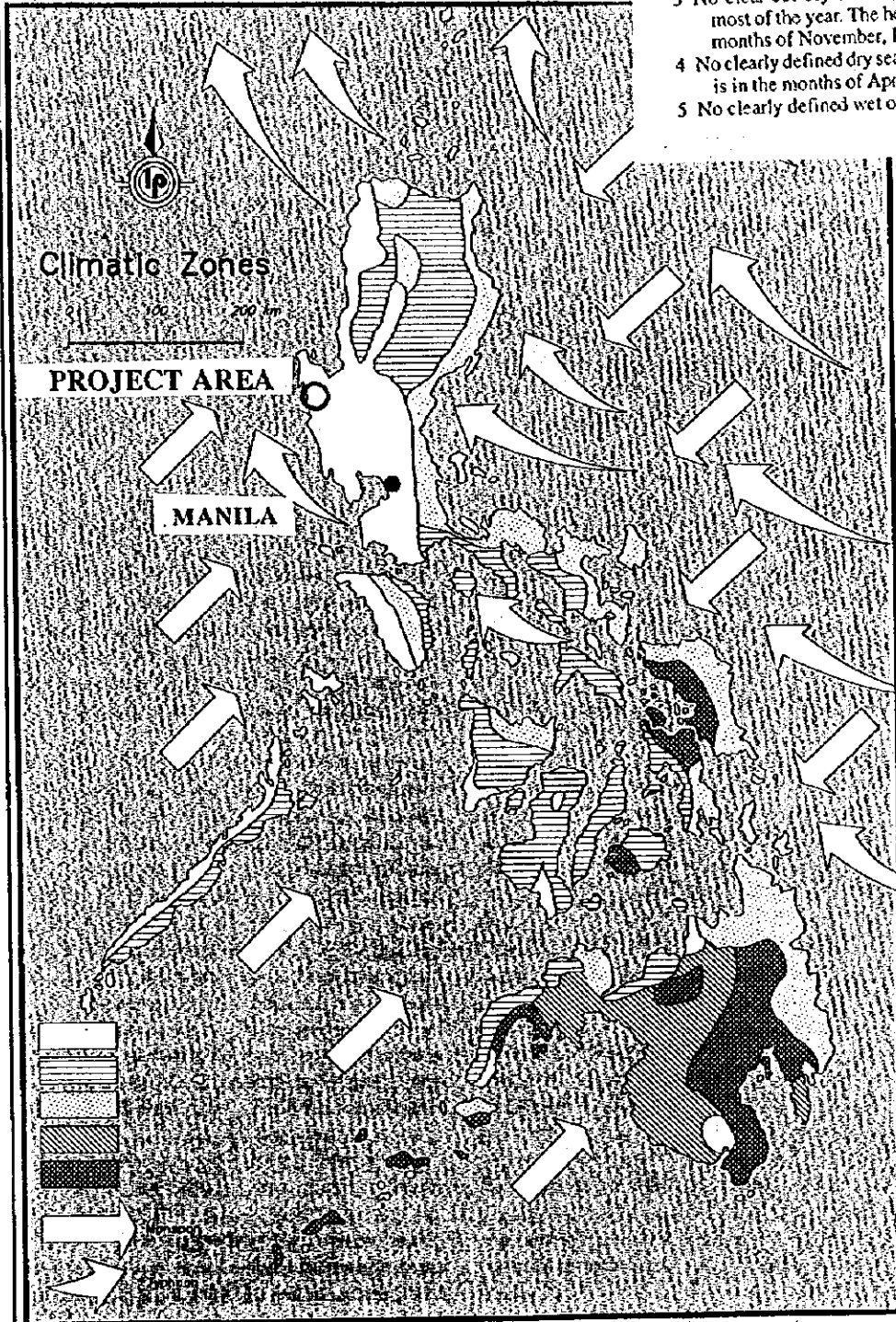
また、この地域の年平均気温は28.9℃であり、年平均蒸発量は2,100mmである。

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

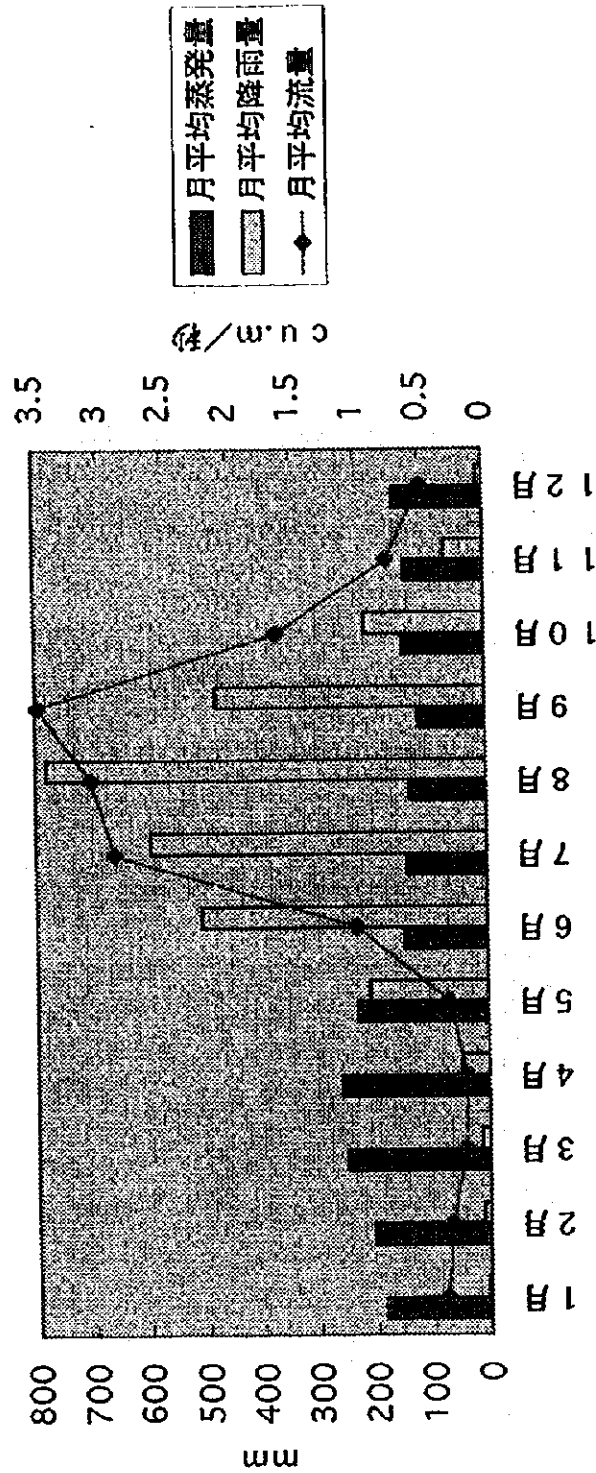
図 2.4.1.2-1

CLIMATOLOGICAL MAP  
OF THE PHILIPPINES

フィリピンの気候区分ゾーン

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
単位												
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
	cu.m/sec											

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

#### (1) 地質調査内容

これまでに実施された地質調査は以下に述べる通りである。調査位置は図 2.4.1.3-1 に示す。

##### (1.1)1995年度以前の調査

1980年にNIAにより設定されたダム軸(B/D段階の中流ダム軸付近)において調査ボーリング5孔(DDH-1~5)と原位置透水試験が実施されている。

その後、1991年度にBSWMにより同地点付近において調査ボーリング3孔(IDH-1~3)とこれを利用した標準貫入試験、ルジオンテストおよびテストピット6箇所(ITP-1~6)が実施されている。

##### (1.2)1996年度の調査

1996年度には、JICAの基本設計調査(B/D)により上・中・下流の3軸案を設定し、下流ダム軸河床と右岸に調査ボーリングを2孔(DBH-1,3)、中流ダム軸河床と右岸に2孔(DBH-2,4)、上流ダム軸右岸について1孔(DBH-5)削孔し、これらの孔において標準貫入試験、ルジオンテストを実施した。あわせて、ダムサイト、貯水池周辺の地形・地質について踏査、検討を行った。

##### (1.3)1997年度の調査

1997年度には、基本調査設計の追加調査として、1996年度B/D調査で選定されたダムサイト(上流案)において調査ボーリング実施した。これらは、ダム軸沿いに9孔(UBH-1~8,11)、洪水吐沿いに3孔(UBH-9,10,12)、堤体敷上流端河床に1孔(UBH-13)の計13孔からなる。また、これらの孔において標準貫入試験、原位置静水圧透水試験及びルジオンテストを実施した。さらに、ボーリングコアから試料を採取し、一軸圧縮試験を行った。これらに伴い、ダムサイトおよび貯水池周辺の地形・地質について補足踏査を実施した。

1996年度および1997年度のB/D調査数量一覧を表 2.4.1.3-1 に示す。

#### (2)対象地域全体の地質

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 2.4.1.3-2 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、これを買く第三紀漸新世～中新世の石英閃緑岩の岩株(地質図の北方外側のバヤンハン川流域に分布)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。

以下に、代表的な地質性状および地質現象に関して特徴を記述する。

#### (2.1)斑れい岩(塩基性深成岩)

ザンバレス山脈は、主として Ophiolite(オフィオライト)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と考えられる。

斑れい岩は輝石・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。新鮮なものは塊状、堅硬で割れ目も少ない。一部で細粒斑れい岩、玄武岩及び斜長岩様の岩相に変化するが、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。

#### (2.2)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ハン川流域において、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および珪化斑れい岩は、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と推定される。(石英閃緑岩の分布は図 2.4.1.3-1 の範囲外に位置する。分布位置は技術資料 を参照)

#### (2.3)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。

同層は厚さ数 10m 以上、貝殻片や有孔虫殻を多く含み塊状で上下の変化の少ない岩質を示す。また、同層では地下水位面が地表近くに位置している。低い丘陵地の平坦面では表層風化の程度が弱く地表にほぼ連続して露岩として認められ、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。

#### (2.4) 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小規模な 1~2 段の平坦面を形成して発達している。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。

#### (2.5) 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ブ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り、岩盤としての構造を残していない。

#### (2.6) 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。

#### (2.7) 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、河床には表面を除いて全く露岩がなく、深い谷を埋没して堆積したと推定される。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・巨礫を多く含む。

現河床堆積物の層厚は、バンガシナン州政府による F/S 謝査におけるダム軸の地質断面図では 3~5m であったが、1996 年度における B/D 謝査では、10m(DBH-2)~12m(DBH-1)であることが判明した。今回の上流ダムサイトにおけるボーリング調査では 5.9m(UBH-4)~8.9m(UBH-11)とやや浅いもののほぼ同様の結果が得られている。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、今回の調査結果とはほぼ一致することが判明した。

当地域では河岸段丘が存在することから相対的な隆起(3~6m)を示す一方、過去の河床面は現在よりも8~12mも下にあり、ある時期に河床が低下していたことを示唆している。相対的な海面変動は、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、最終氷期末(地球規模で最も海水面が低下した時期)の河床面と現在の河床面との高度差が8~12mに及ぶザンパレス山脈の地局的な隆起量は、東方の中央コルディレラ山脈やシエラマドレ山脈(位置については技術資料 2.4.1.3-1の添付図1を参照)に比べて、明らかに小さいと判断される。

#### (2.8)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周辺に、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、貯水池右岸上流の白色粘土採掘場にそれぞれ認められる。

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するほか、支沢河床にも分布している。これは灰緑色を呈する粗粒塊状岩で、石英細脈や網状石英脈を含み、一部に割れ目がみられるものの全体として堅硬な岩質である。一方、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、粘土の量が多い場合には極めて脆弱な岩質に変化する。

#### (2.9)風化作用

当地域における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、その下部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ている。一般に地表下4~6mの深さまでは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。それ以深で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。これらの部分は軟質化しているにもかかわらず、岩石としての構造を残している。これよりさらに深部では堅硬な斑れい岩に急変する。

### (3)貯水池およびその周辺地域の地形・地質

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パレス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、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。しかし、右岸側1ヶ所及び左岸側1ヶ所の貯水池山腹において、滑落崖とその下方に階段状の緩斜面が連なる地すべり地形が認められた。このうち右岸側地すべり地形は貯水地上流端部に位置し、貯水位標高よりも高所にあるため湛水による影響は受け得ない。一方、ダムサイト上流約1km左岸側の地すべり地形については斜面下部が湛水域内に及ぶため、今回の調査対象に含め地表踏査を実施した。調査結果については(4.3)節に後述する。

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、河川の侵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中に、クリープによって移動したことが考えられる。

また、いくつかの支沢源頭部ではすり鉢状のガリー(雨裂)が発達している。これらは沢の侵蝕により急斜面となった源頭部において斑れい岩強風化部が斜面崩壊を起こし、さらに降雨侵蝕により拡大したものであると推定される。

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天端標高56.0m、設計洪水水位が標高57.0mであることから、標高54m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から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、その他形の傾斜は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。

#### (4)ダムサイト付近の地質

##### (4.1)ダムサイト地質一般状況

ダムサイト付近の地質・土質は、図 2.4.1.3-3 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兩岸と山裾に分布し、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ある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。また、ボーリングにおいても小断層や古い破砕の痕跡はみられるものの大規模な破砕を伴う断層は確認されていない。ダムサイト付近にはダム基盤の強度を落とすような断層は無いと判断される。

##### (4.2)ダム基礎地質

ダム基礎には、基盤岩として斑れい岩が広く分布しており、斑れい岩内に石英脈(あるいは閃緑岩脈)が貫入している。また、斜面上には崩積土、右岸低標高部には段丘堆積物が、河床には現河床堆積物が、基盤岩を覆って分布している。

##### (A)地盤強度について

斑れい岩は地表付近で深度10m余りの深さまで強風化しマサあるいは粘土状になっている。また、珪化斑れい岩部、閃緑岩脈部は風化しやすく、深度20mまで粘土化した[D]級岩盤となっている。これらの強風化部は、原岩の組織を残しており、岩着面から3~5mの深さでN値30以上の締まったマサとなっている。N値と地盤のせん断強度との間の関係は十分には明確ではないが、一般的にはN値20以上の支持力があればダムの安定上十分な地盤強度を有する。

一方、基盤岩内には閃緑岩脈の貫入に伴って熱水変質が局部的に認められるものの、断層等に伴



う大規模な劣化部は認められていない。

これまでに実施したボーリング資料に基づき、表 2.4.1.3-2 に示す地質工学的分類を策定した。さらにこれらにより作成した上流ダム軸沿い、洪水吐中心沿い、ダム軸横断方向についての地質断面図、岩級区分断面図を図 2.4.1.3-4 及び 5 に示す。また、比較計画案である中流及び下流の 2 つのダム軸に沿う地質断面図とサンフェリベ川に沿う地質断面図を図 2.4.1.3-6 に示す。

#### (B)透水性状について

今回、ダム軸でのボーリング孔におけるオープンエンド方を用いた透水試験結果によれば、河床堆積物において  $10^2$ 、風化岩部において  $10^3$  および  $10^6$  オーダーの透水係数が示された。このうち、 $10^6$  オーダーを示す難透水部は、地表に近い粘土状強風化部と岩着面に近いよく締まった風化部からなる。一方、 $10^3$  オーダーの高透水部におけるボーリングコアは礫状ならびに礫まじり土砂状を呈することから、地盤内を移動する地下水はダルシー則に従う浸透流であると推定される。ただし、地表からの風化が及ぶ過程を考慮すると、岩盤内部に亀裂性の透水路が内在している可能性も否定できない。

一方、強風化岩より深部の岩盤内におけるルジオンテスト結果によれば、これらの区間ではいずれも 5 Lu 以下の難透水性岩盤となっている。

ダム軸沿い、洪水吐中心沿い、ダム軸横断方向における各ルジオンマップを図 2.4.1.3 - 7 に示す。

#### (C)河床堆積物について

河床において実施した UBH-4, UBH-11, UBH-13 各孔における河床堆積物の基底面深度はそれぞれ 5.9m, 8.9m, 7.0m とほぼ予想された位置にあり、所定の河床掘削により河床堆積物を除去できると判断される。

#### (4.3)貯水池周辺区域の地すべり地形

上流ダム軸より約 1 km 上流の貯水池左岸には地すべり地形が認められる。図 2.4.1.3 - 8 の地すべり地平面図に示すように、空中写真判読によると、尾根直下斜面に滑落崖様の弧状急斜面が分布し、斜面下部に逆向き低崖を伴うマウンド状の緩斜面が認められる。また、途中の斜面には薄い堆積物が付着した形状を呈している。地表踏査の結果、明確な地すべりの露頭は観察できなかったが、緩斜面上部の平坦地に逆向き傾斜部や小さい池や水のしみ出しが確認され、地すべり

地形である可能性が非常に高いと判断された。

地すべり地形末端部の緩斜面には滑落した土塊が斜面下部に堆積しており、一方、地すべり地形の上下流を限る沢には基盤岩が露出している。とくに下流側では堅岩となっており、地すべり土塊は薄いと推定される。図 2.4.1.3 - 9 の断面図に示したとおり、地すべり土塊は斜面下部に乗ったように堆積していると推定され、底面の形状を上部からの斜面傾斜の延長により推定すれば、土塊の厚さはせいぜい10 m以下と判断される。

表 2.4.1.3-1 B/D 調査数量一覧

実施年度	孔名	位置	孔口標高 (m)	延長 (m)	標準貫入 試験(回)	静水圧透 水試験 (回)	ルジオン テスト (回)	一軸圧縮 試験(回)
1996	DBH-1	下流ダム軸河床	29.4	17.0	1	0	3	0
	DBH-2	中流ダム軸河床	30.6	20.0	0	0	2	0
	DBH-3	下流ダム軸右岸	49.4	20.0	10	0	2	0
	DBH-4	中流ダム軸右岸	44.1	20.0	8	0	2	0
	DBH-5	上流ダム軸左岸	45.7	20.0	6	3	1	0
1997	UBH-1	ダム軸左岸上部	70.1	30.0	12	3	2	2
	UBH-2	ダム軸左岸	60.0	30.0	10	4	3	2
	UBH-3	ダム軸左岸下部	41.8	30.0	10	2	3	2
	UBH-4	ダム軸河床	31.7	40.1	0	0	6	2
	UBH-5	ダム軸右岸下部	45.4	30.0	11	3	4	2
	UBH-6	ダム軸右岸	52.4	30.0	19	4	2	2
	UBH-7	ダム軸洪水吐交点	65.4	35.0	23	5	2	2
	UBH-8	ダム軸右岸上部	73.4	30.0	15	4	2	2
	UBH-9	洪水吐上流端	65.9	30.0	14	4	2	2
	UBH-10	洪水吐越流部	51.7	30.0	11	3	3	2
	UBH-11	ダム軸河床	32.2	30.0	0	2	4	2
	UBH-12	洪水吐減勢部	42.8	30.0	6	3	3	2
	UBH-13	堤敷上流端河床	32.7	30.0	0	1	5	2

表 2.4.1.3 - 2 地質工学分類表

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
被覆帯 土化土 基盤元 岩帯	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 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	—
	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	—
	風化岩 (局部的に粘土、もしくは、鉄酸鉄の付着) (3)	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 <sub>L</sub>	<70%	N >50	Lu >3
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 <sub>x</sub> ～ C <sub>u</sub>	≥70%	N >50	Lu ≤3	

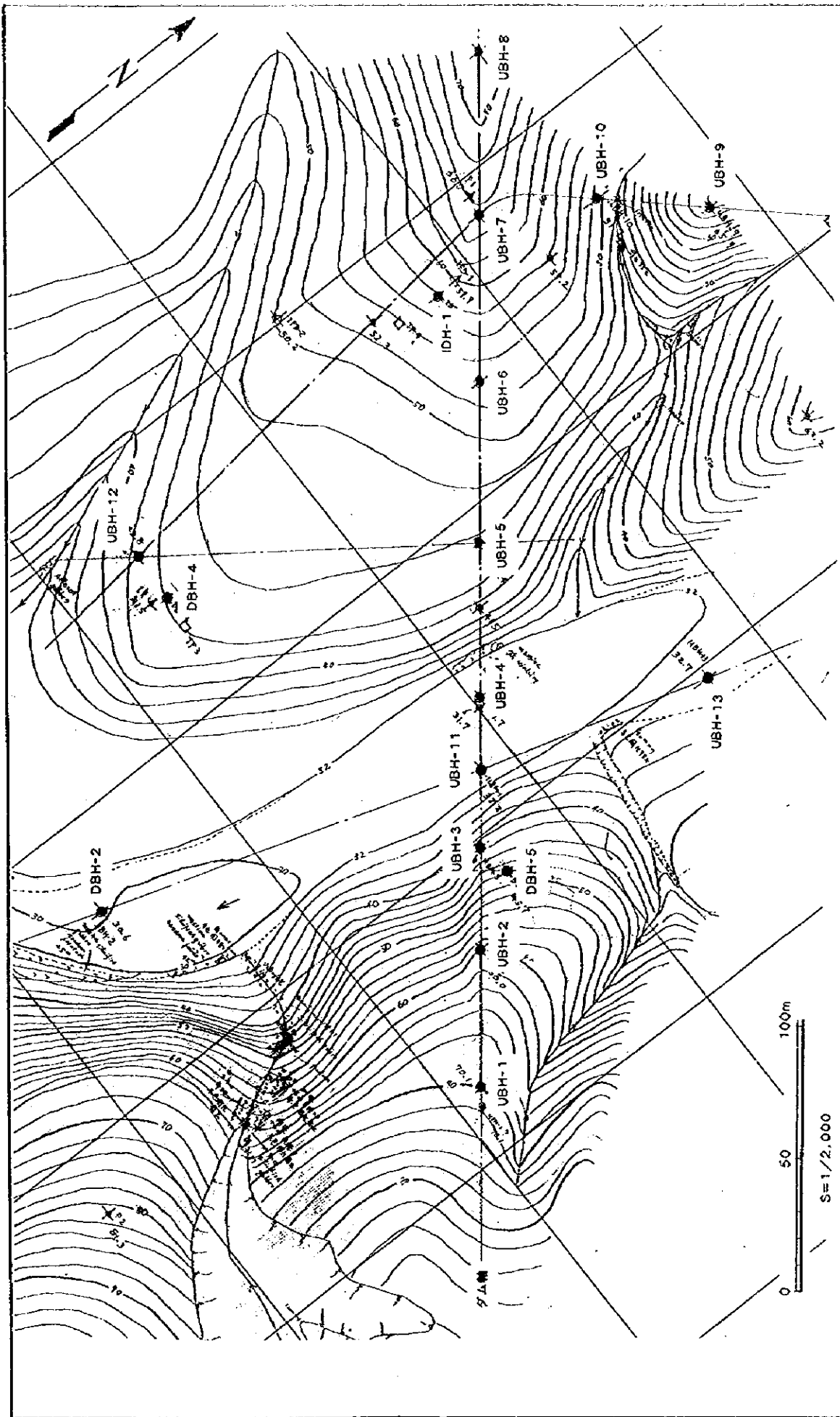
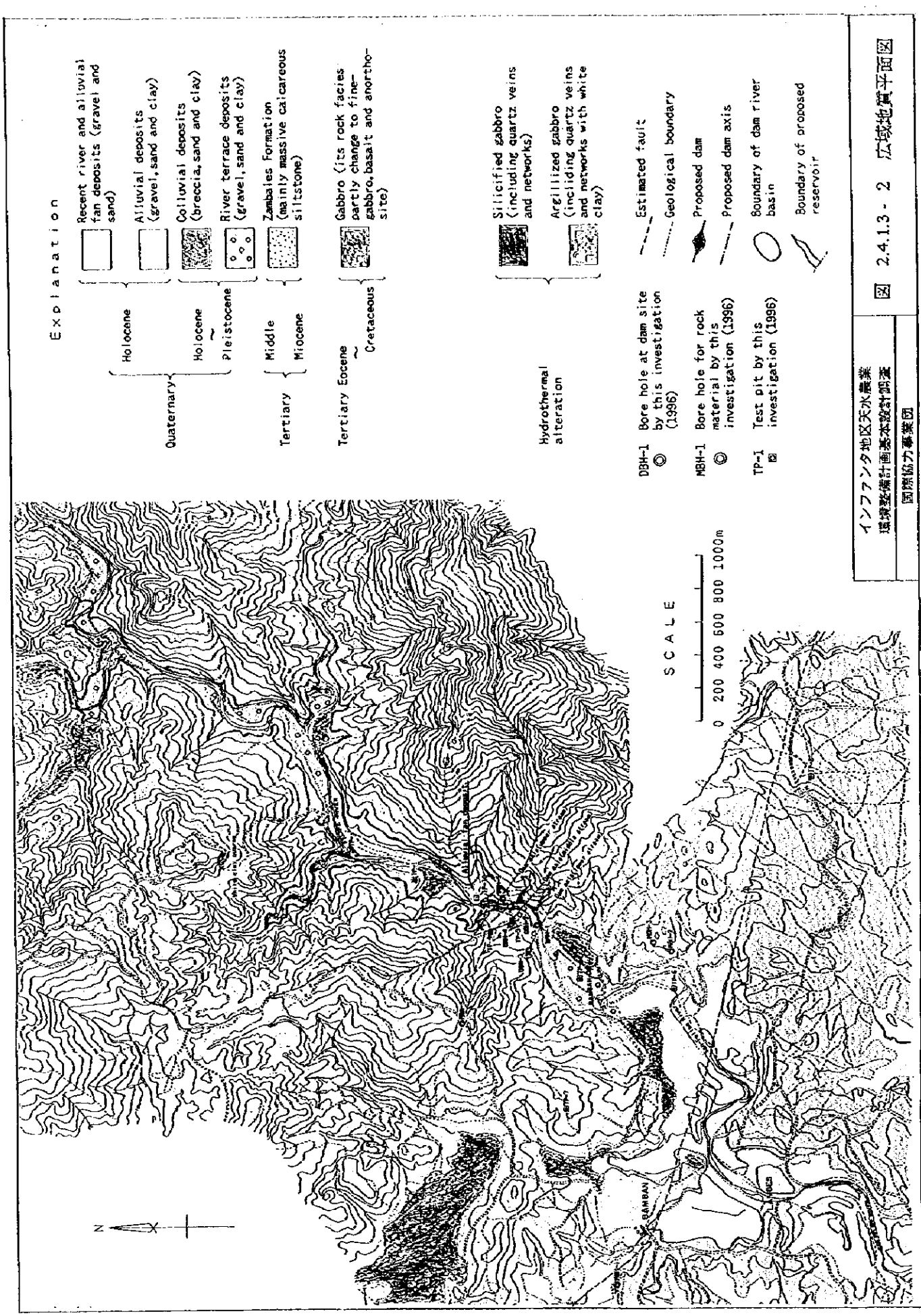


図 2.4.1.3-1 地質調査位置図

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

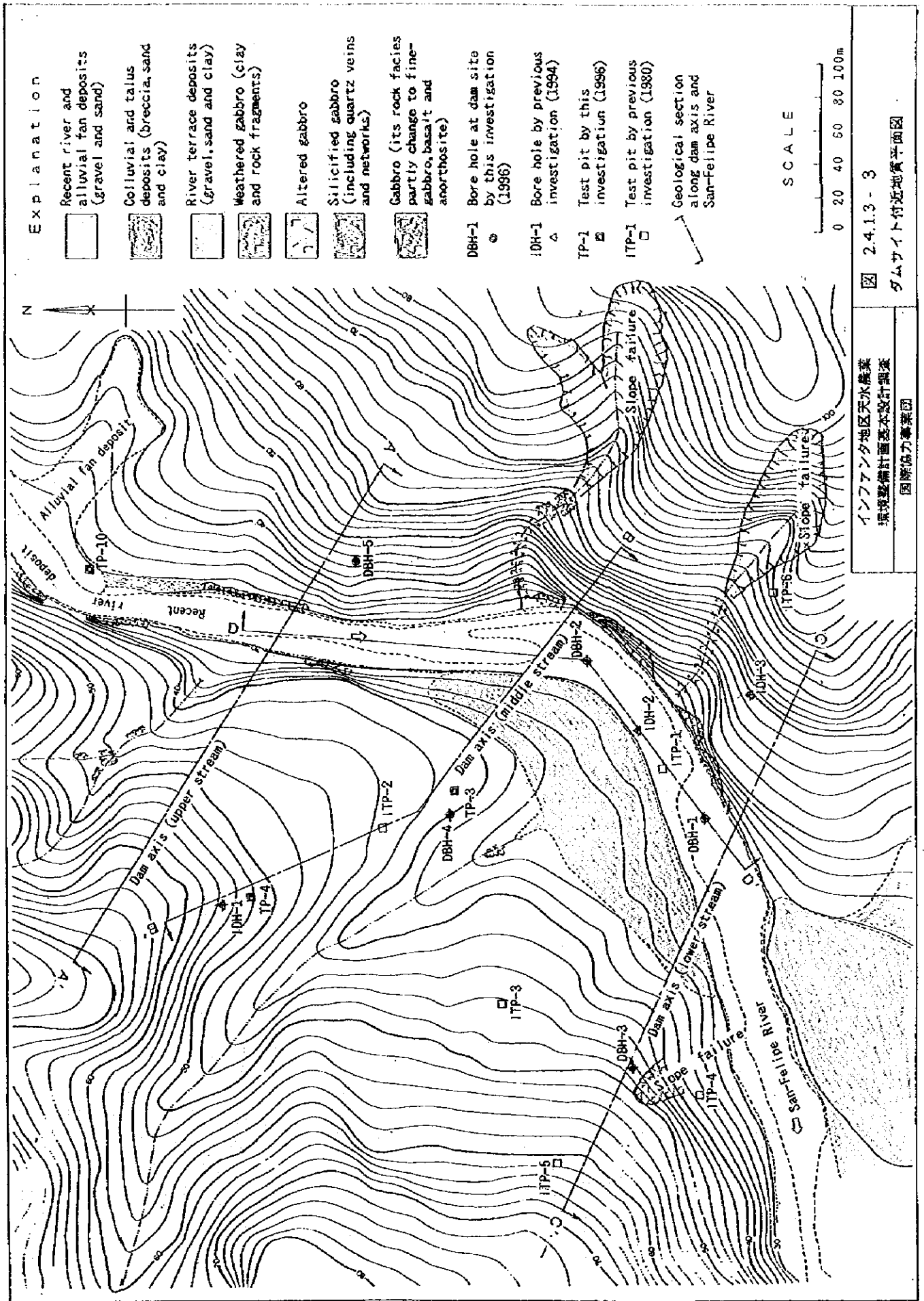


Explanation








- |  |                         |   |  |
|--|-------------------------|---|--|
| 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 Miocene          | Zambales Formation (mainly massive calcareous siltstone)                      |  |
|  |                         | Gabbro (its rock facies partly change to fine-gabbro, basalt and anorthosite) |  |
| Tertiary Eocene ~ Cretaceous                   | Hydrothermal alteration | 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                           |  |






インフアンタ地区天水農業  
 環境整備計画基本設計部彙  
 国際協力事業団

図 2.4.1.3 - 2 広域地質平面図



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)
-  IOH-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-Fei-be River

SCALE

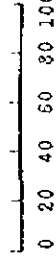


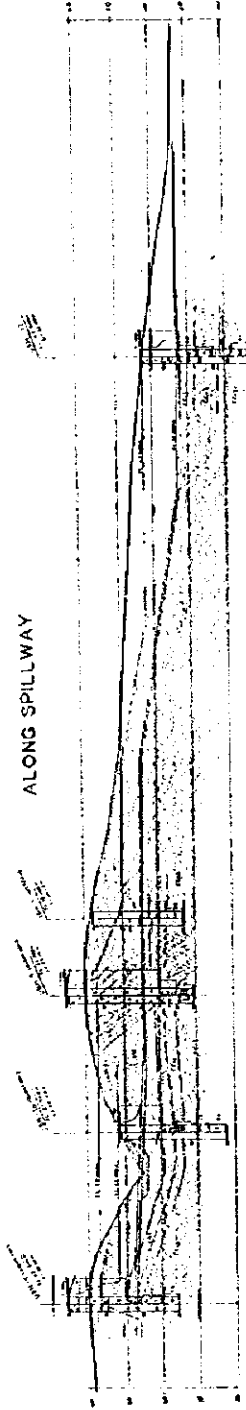
図 2.4.1.3 - 3  
ダムサイト付近地質平面図

インフランク地区天水農業  
環境整備計画基本設計調査  
国際協力事業団

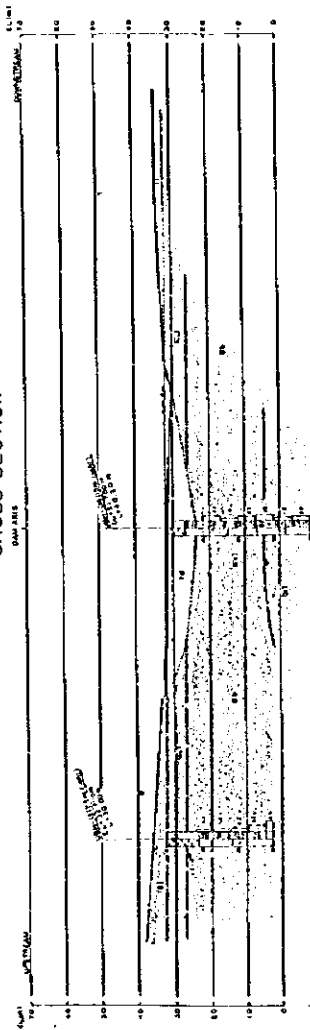
PROFILE ALONG DAM AXIS








ALONG SPILLWAY



CROSS SECTION



LEGEND

-  soil
-  Recent river deposit
-  detrital deposit
-  Granodiorite
-  Gabbro

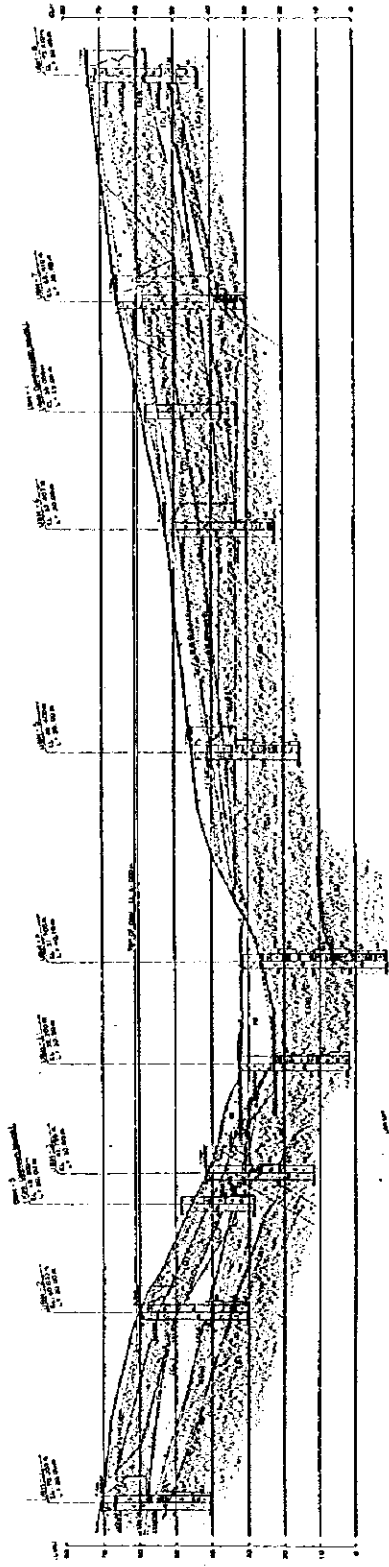
インファンタ地区天水農業  
環境整備計画基本設計調査

国際協力事業団

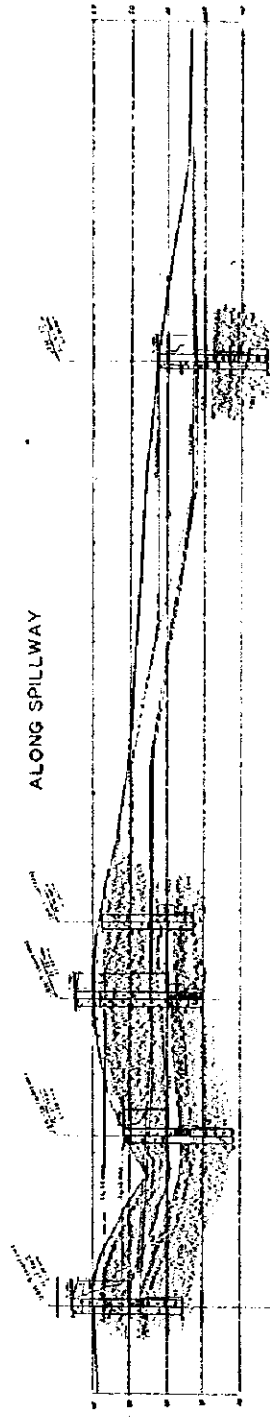
図 2.4.1.3 - 4 ダムサイト地質断面図



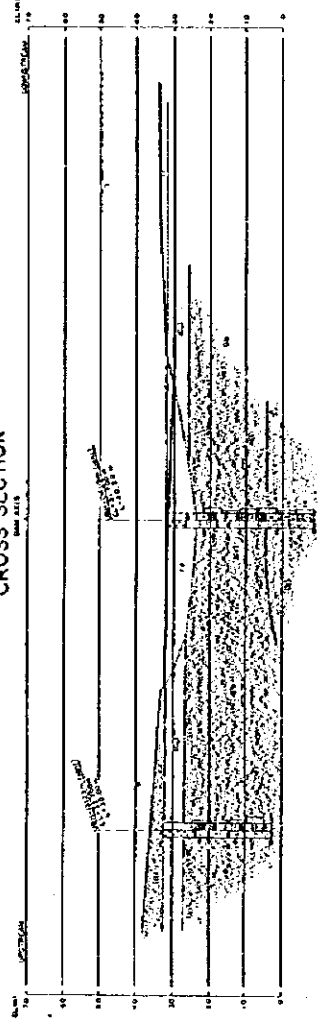
PROFILE ALONG DAM AXIS



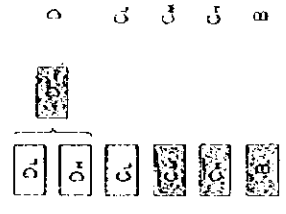
ALONG SPILLWAY



CROSS SECTION



LEGEND  
of Rock Classification



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 ダムサイト岩級区分断面図

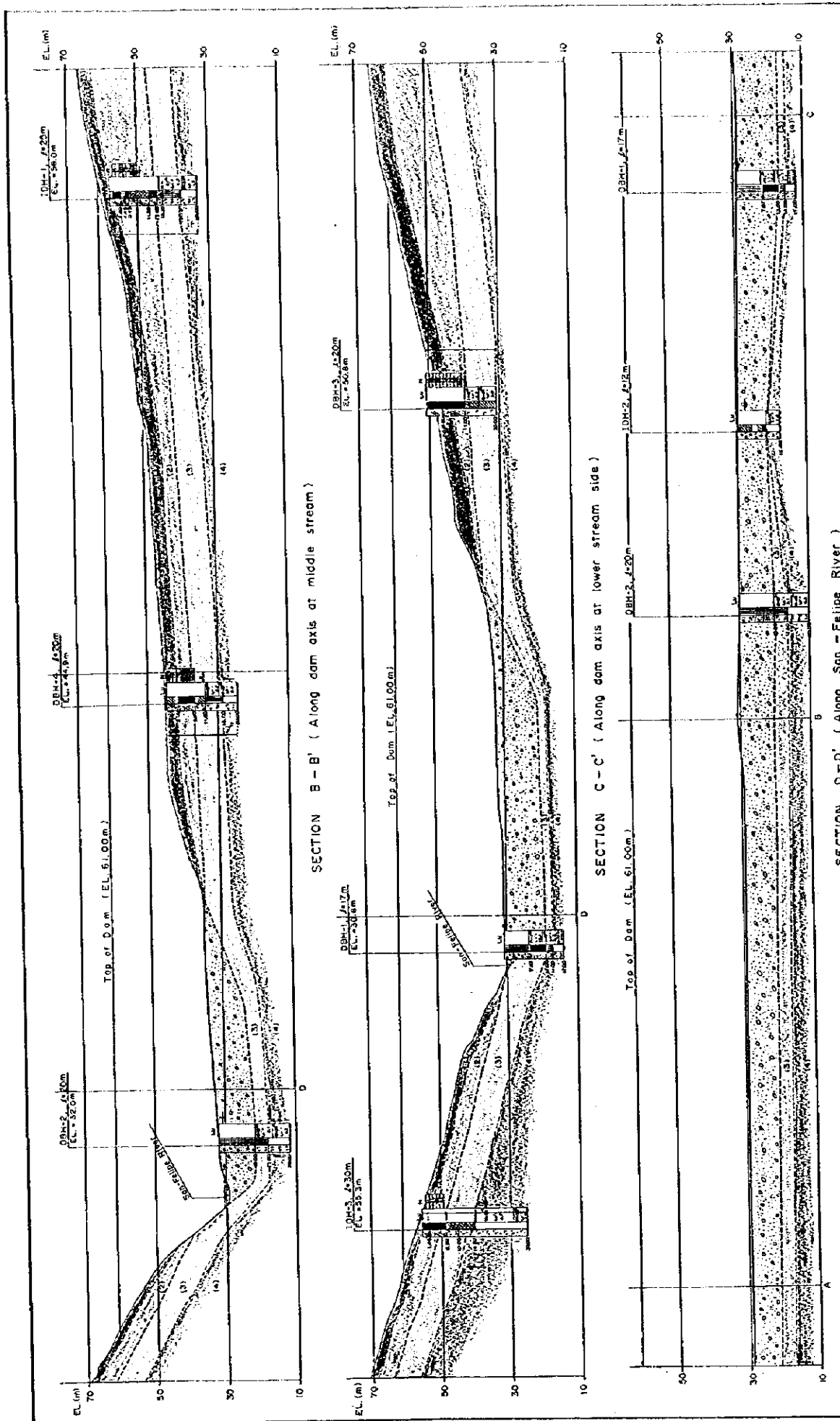
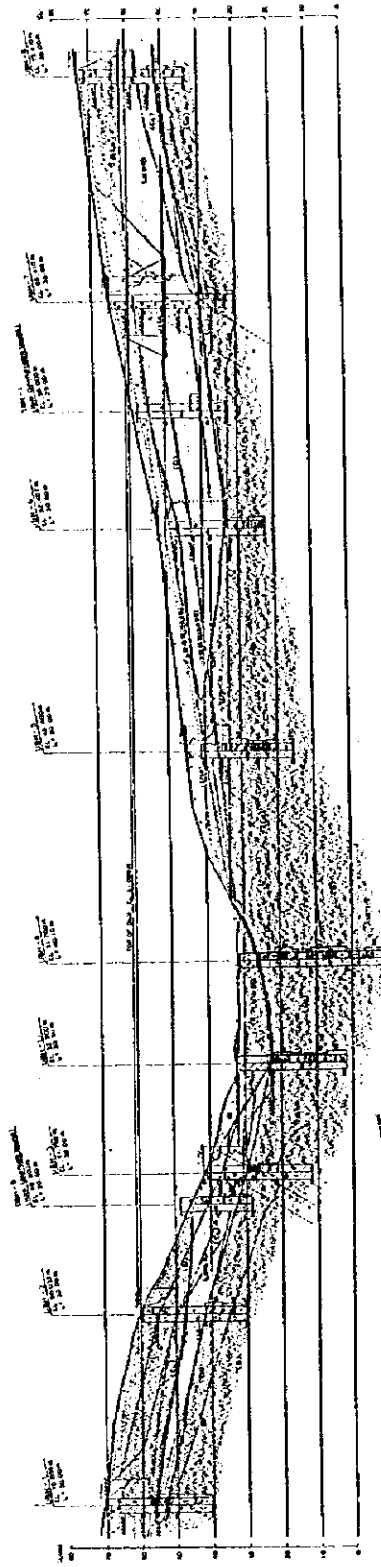


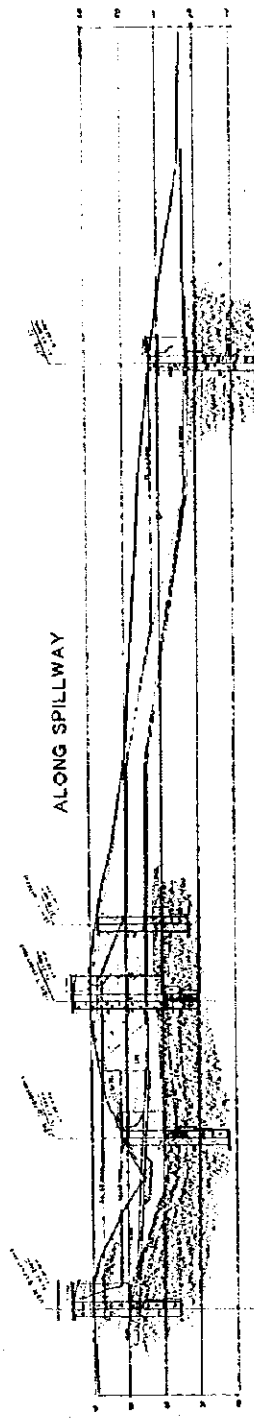
図 2.4.1.3 - 6 代替ダムサイト地質断面図  
(比較検討した3代替ダムサイト案)

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

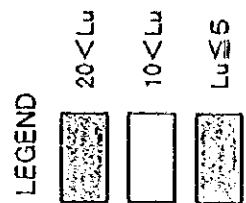
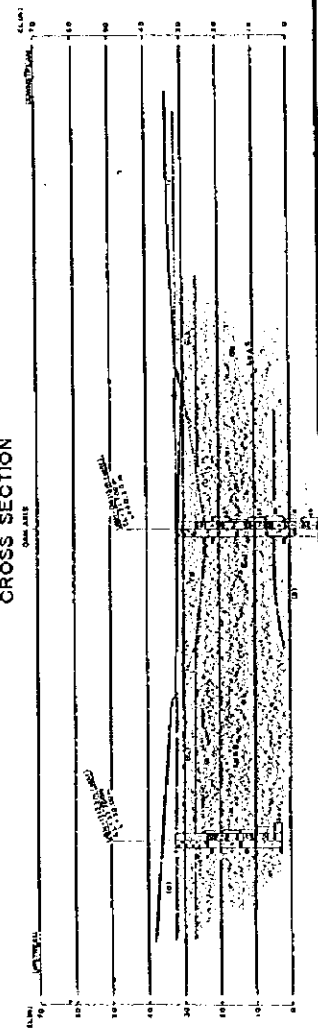
PROFILE ALONG DAM AXIS



ALONG SPILLWAY

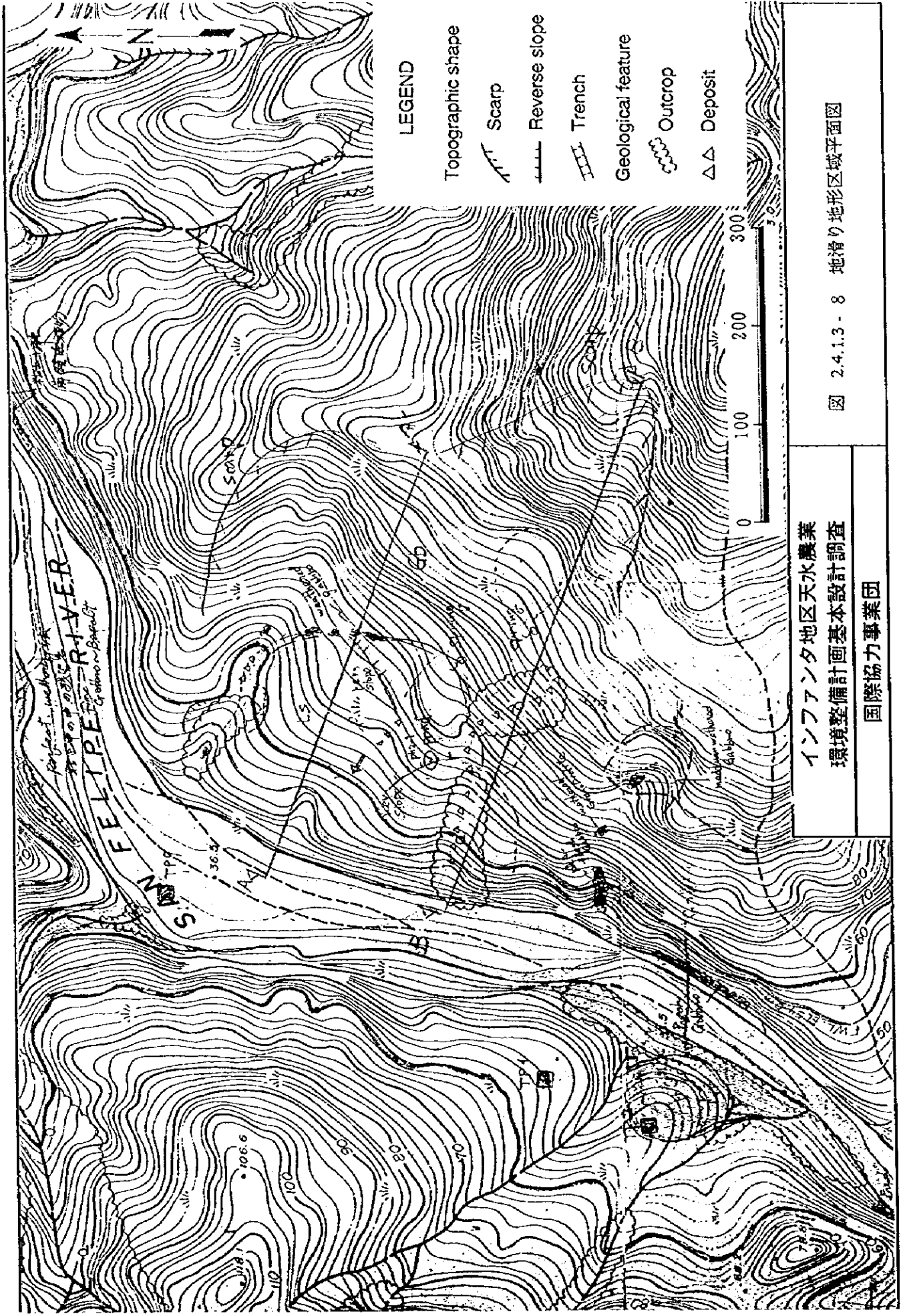


CROSS SECTION



インフアータ地区天水農業  
環境整備計画基本設計調査  
国際協力事業団

図 2.4.1.3-7 ダムサイトルジオンマップ



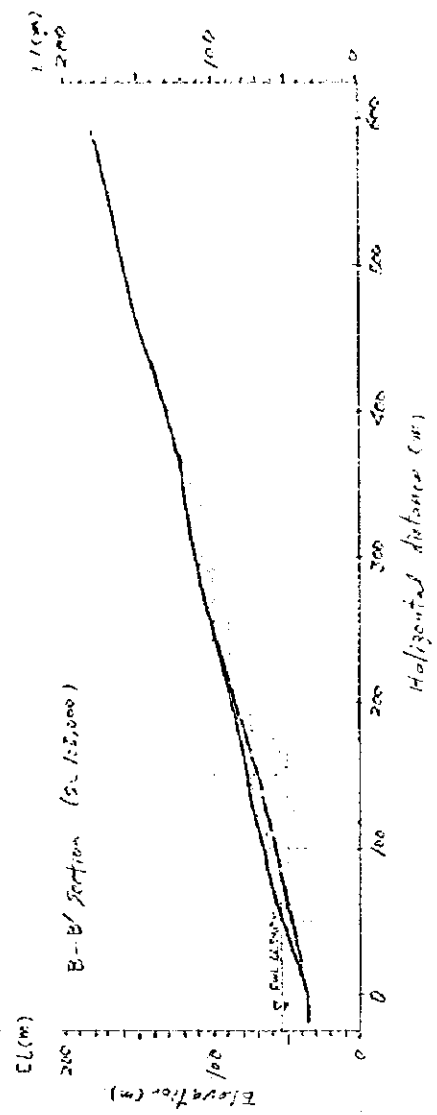
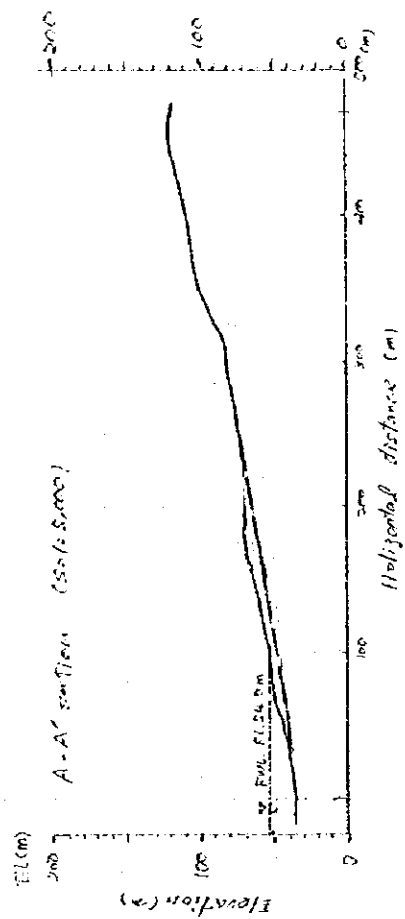
LEGEND

- Topographic shape
- Scarp
- Reverse slope
- Trench
- Geological feature
- Outcrop
- Deposit

インプ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 - 8 地滑り地形区域平面図



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 - 9 地滑り地形区域断面図