

昭和十一年調査
フイナルレポート

平成三年

国務院

010
093
171



JICA LIBRARY



1090391 (2)

22335

ホンデュラス共和国

コヨラルダムかんがい復旧計画調査

ファイナルレポート

平成3年2月

国際協力事業団

国際協力事業団

22335

序 文

日本国政府はホンデュラス共和国政府の要請に基づき、同国のコヨラルダムかんがい復旧計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、平成2年1月8日より11月25日まで3回にわたり株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル萩原泰朗氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、ホンデュラス共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

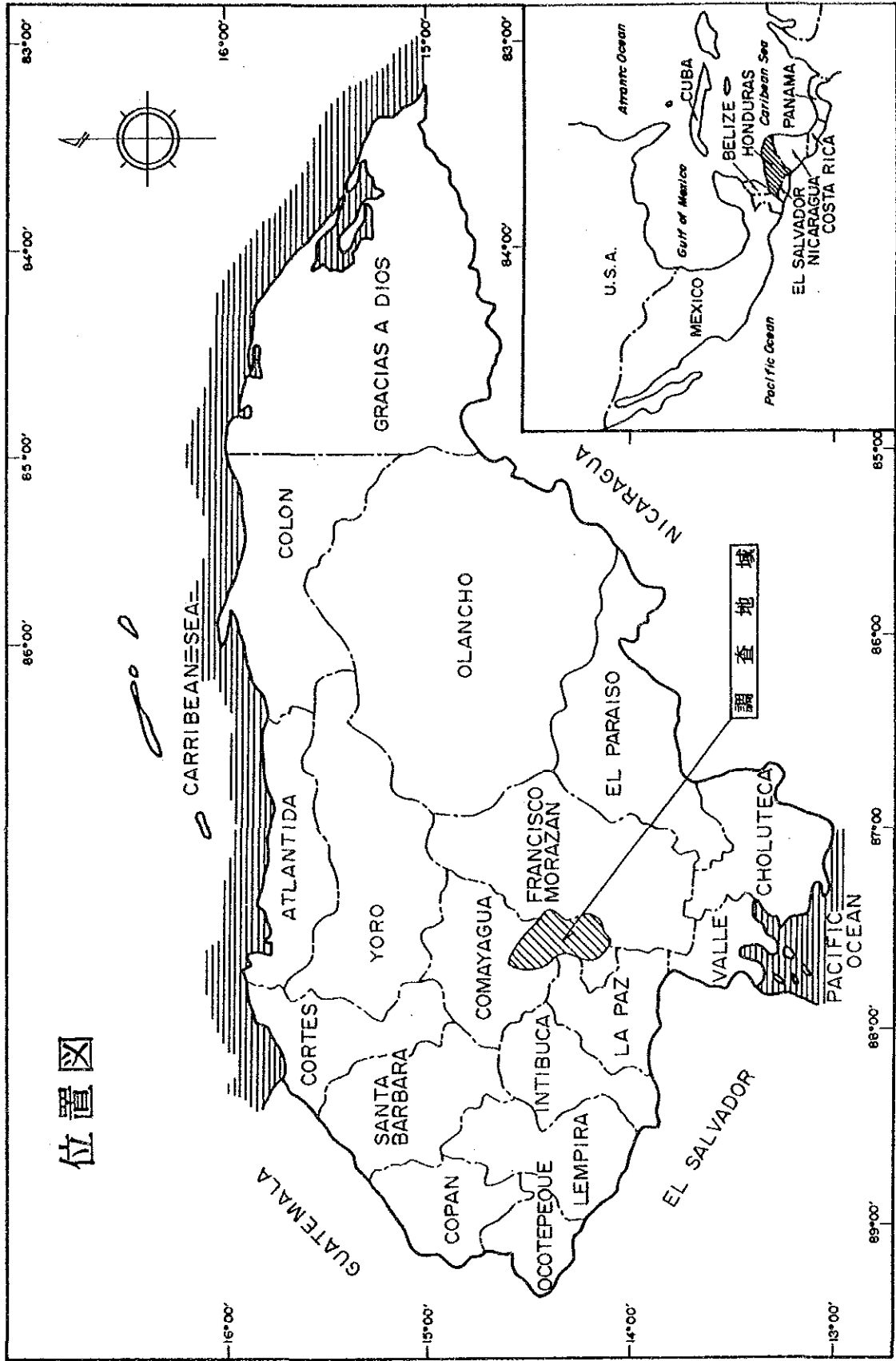
終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

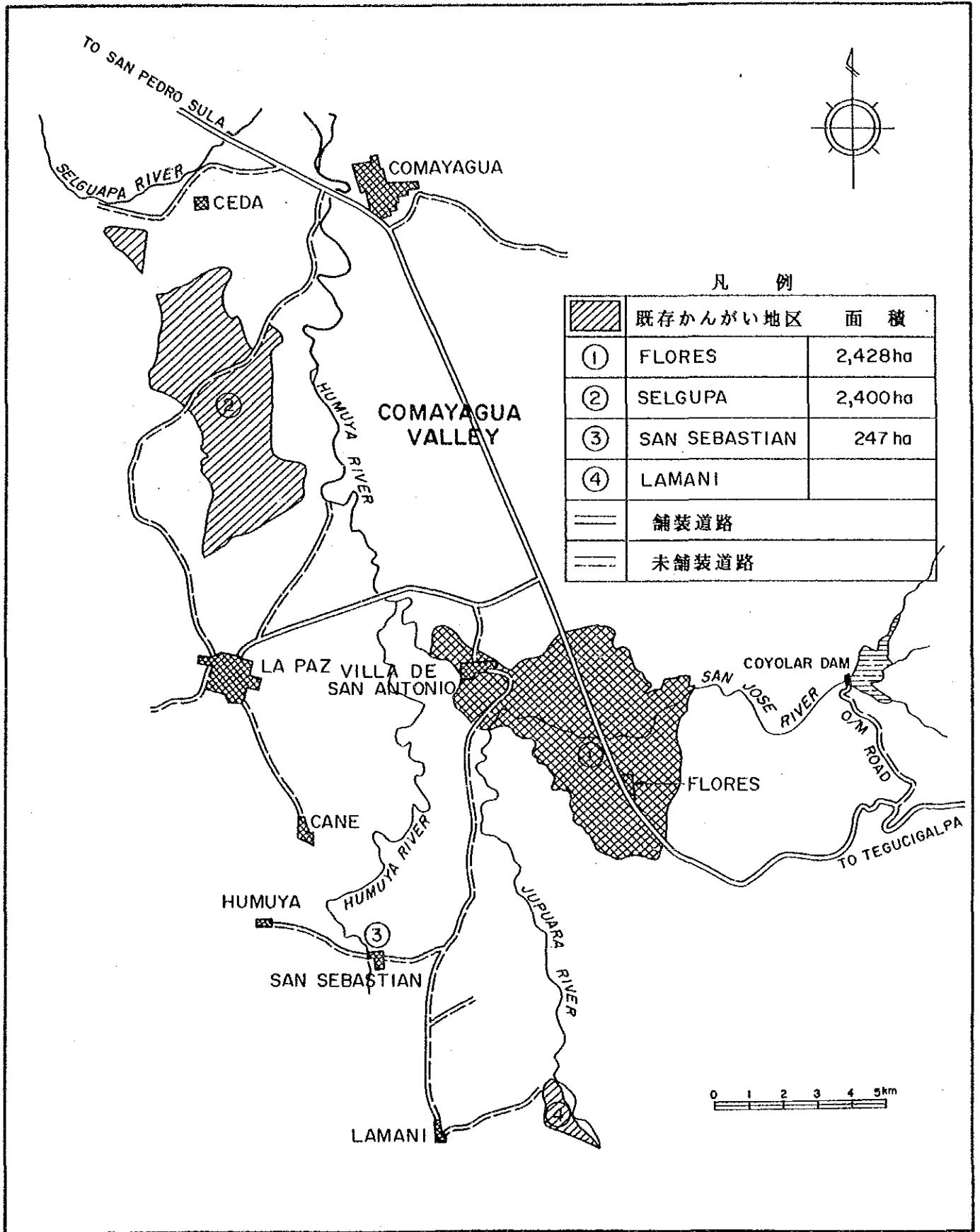
平成3年2月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

位置图



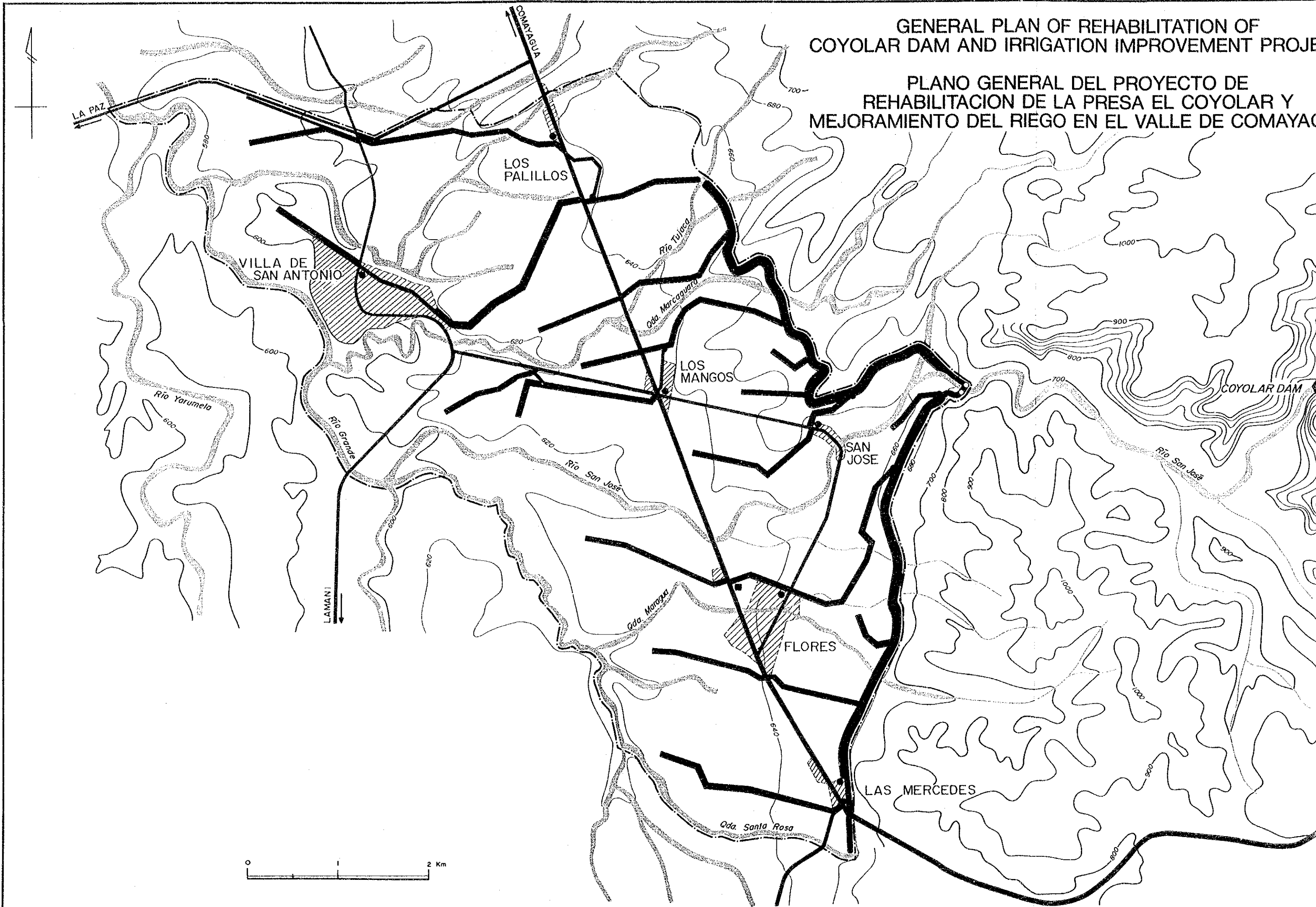




コヨラダム全景(下流側より)

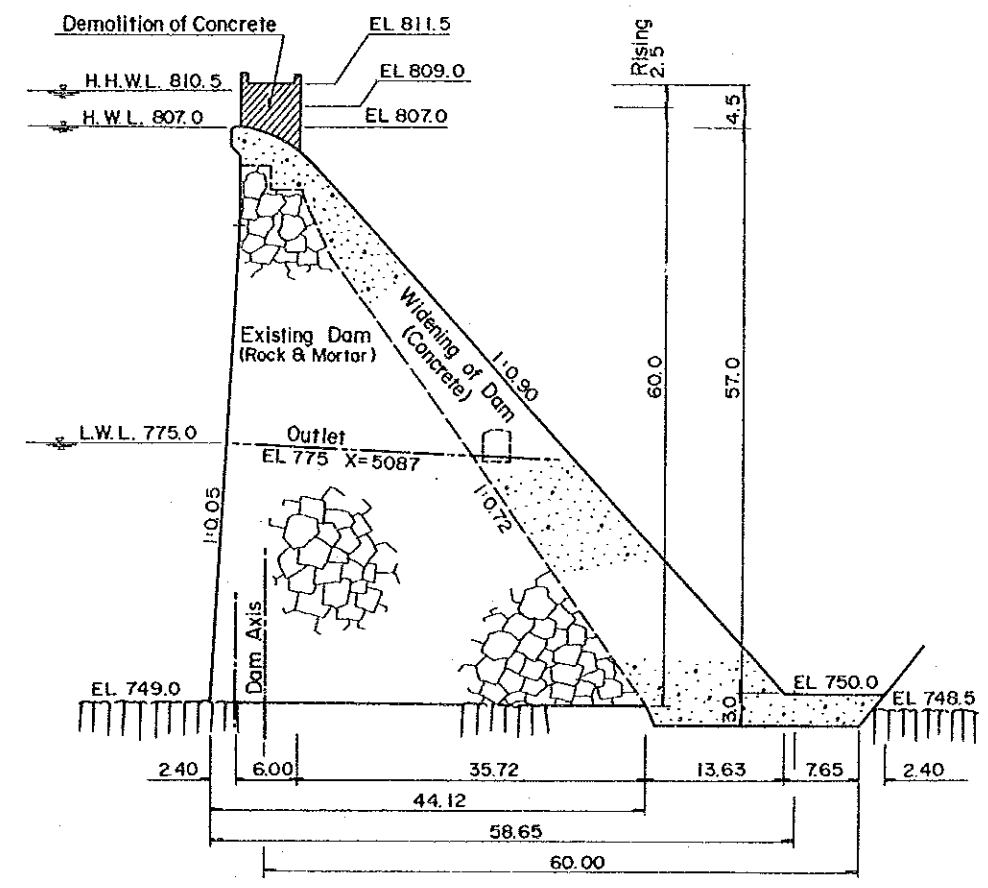
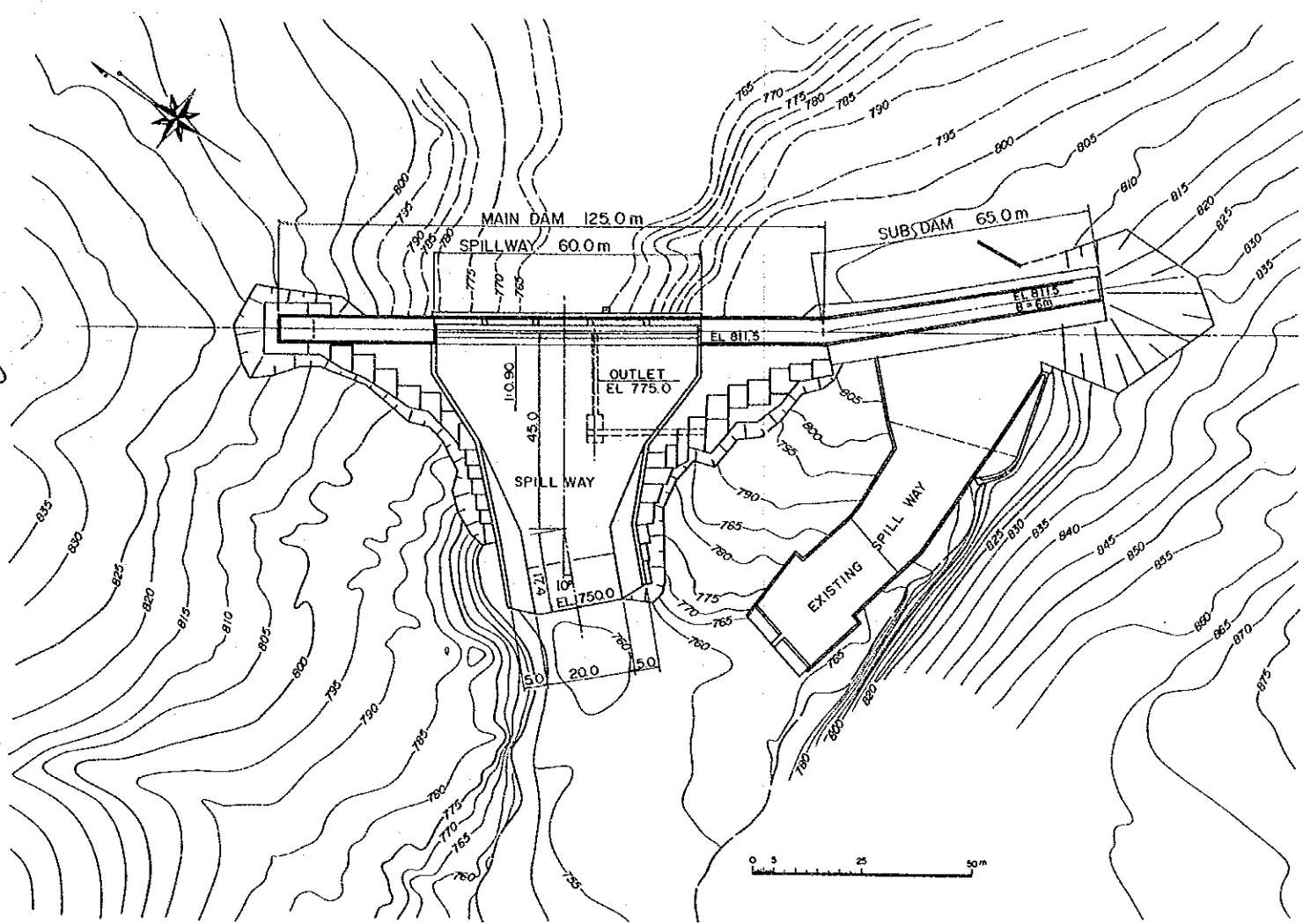
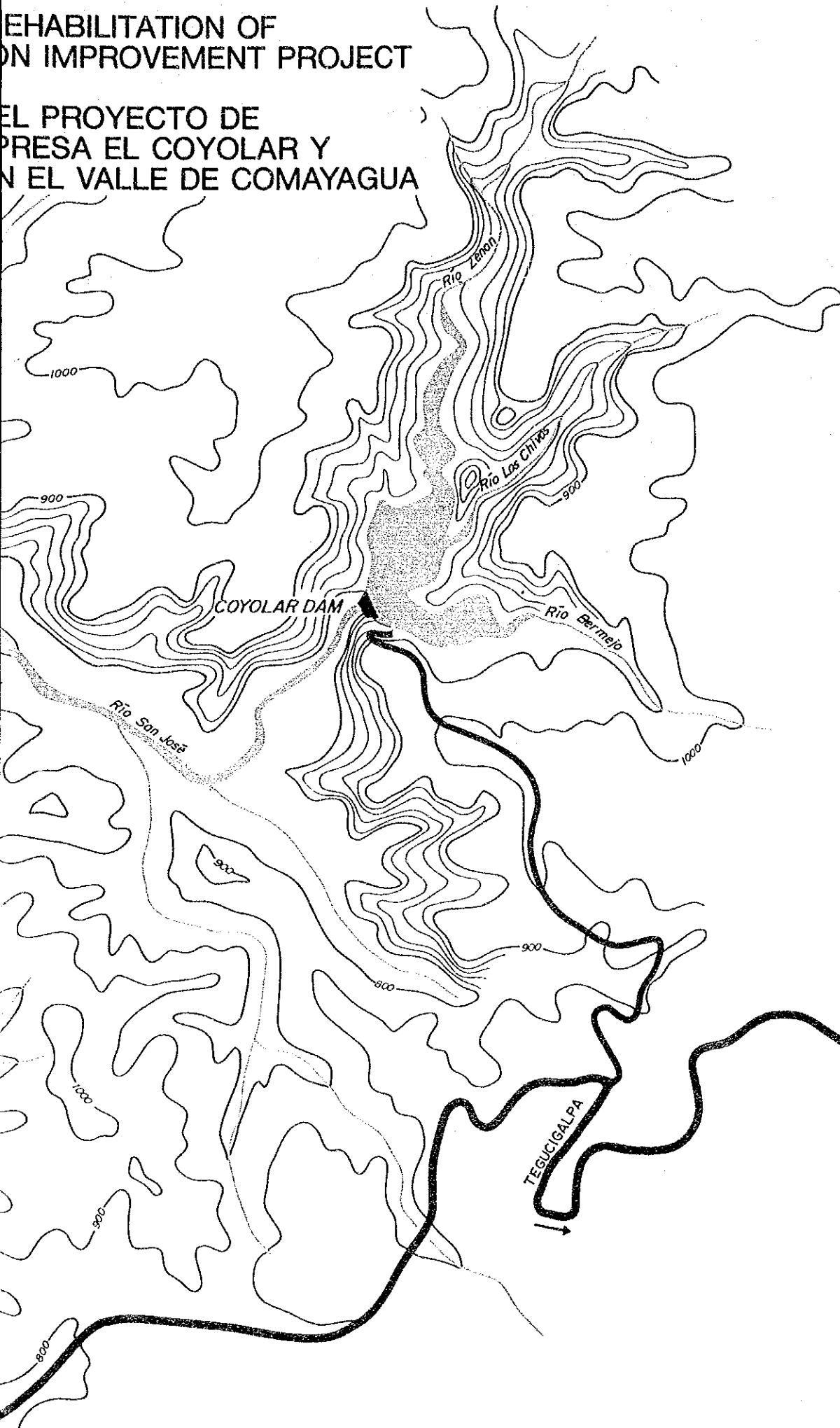
GENERAL PLAN OF REHABILITATION OF
COYOLAR DAM AND IRRIGATION IMPROVEMENT PROJE

PLANO GENERAL DEL PROYECTO DE
REHABILITACION DE LA PRESA EL COYOLAR Y
MEJORAMIENTO DEL RIEGO EN EL VALLE DE COMAYAGUA



REHABILITATION OF
DRAINAGE IMPROVEMENT PROJECT

EL PROYECTO DE
RECONSTRUCCIÓN DE LA
PRESA EL COYOLAR Y
DRENAJE EN EL VALLE DE COMAYAGUA



LEGEND
LEYENDA

- Existing Road
Camino Existente
- River/Stream
Río/Quebrada
- Resident Area
Area Residencial
- Main & Lateral Canal with Inspection Road
Canal Principal y Lateral con Camino de Inspección
- Agricultural Extension Facility
Instalación de Extensión Agrícola
- Rural Water Supply Facility
Instalación de Provisionamiento de Agua
- Diversion Weir
Presa Derivadora
- Boundary of Study Area
Limite de Area del Estudio

換算率、度量衡等

1. 換金率

1 米ドル(US\$)	=	2.0 レンピラ(Lps.)	=	150.0 円(Yen)
1 レンピラ	=	0.5 米ドル	=	75.0 円

2. 度量衡

長さ

1 ミリメートル(mm)		
1 センチメートル(cm)	=	0.394 インチ
1 メートル(m)	=	3.281 フィート(foot)
1 キロメートル(km)	=	0.6215 マイル(milla)
1 インチ	=	2.54 cm
1 フィート	=	30.48 cm
1 マイル	=	1.609 km

面積、体積、重量

1 平方センチメートル(cm ²)	=	0.155 平方インチ
1 平方メートル(m ²)	=	10.76 平方フィート
1 平方キロメートル(km ²)	=	100 ヘクタール(ha) = 10 ⁶ m ²
1 ヘクタール(ha)	=	1.435 マンサナ(Mz) = 10 ⁴ m ²
1 平方フィート	=	0.0929 m ²
1 マンサナ(Mz)	=	0.697 ヘクタール(ha)
1 平方マイル	=	2.59 平方キロメートル(km ²)
1 立方センチメートル(cm ³)	=	0.061 立方インチ
1 立方メートル(m ³)	=	35.3 立方フィート
1 百万立方メートル(MCM)	=	10 ⁶ 立方メートル
1 リットル(l)	=	0.001 立方メートル(m ³) = 0.264 US ガロン
1 立方フィート	=	28.32 l = 0.0283 m ³
1 US ガロン	=	3.785 l
1 グラム(g)	=	0.0353 オンザ(oz)
1 キログラム(kg)	=	2.205 ポンド、リブラ(libra, lb)
1 トン(ton, t)	=	22.05 キンタール(qq)
1 キンタール(qq)	=	100 lb = 45.36 kg

その他

m/s, m/sec	= 毎秒メートル
m ³ /s, m ³ /sec	= 毎秒立方メートル
lb/Mz	= 毎マンサーナポンド = 6.506 kg/ha
qq/Mz	= 毎マンサーナキンタール = 0.651 ton/ha
kg/ha	= ヘクタール当りキログラム = 153.7 lb/Mz
t/ha, ton/ha	= ヘクタール当りトン = 15.37 qq/Mz
m ³ /km ²	= 平方キロメートル当り立方メートル
mm/día	= 日当りミリメートル
m ³ /km ² /año	= 年・平方キロメートル当り立方メートル
ℓ/s, ℓ/sec	= 毎秒当りリットル
Lps/qq	= キンタール当りレンピラ
Lps/kg	= キログラム当りレンピラ
kgf/cm ²	= 平方センチメートル当り重量キログラム

温度、高さ、土壌、水質等

EL., GL.	= 地表高
A.S.L.	= 標高
H.W.L	= 高水位
L.W.L	= 低水位
%	= パーセント
No, N°	= ナンバー
°C	= 摂氏温度
pH	= 水素イオン濃度
EC	= 電気伝導度
meq	= ミリグラム化学当量
ppm	= 百万分の1
dS/m	= メートル当りデシメーン
TRAM	= 総迅速水分有効量
CEC	= 陽イオン交換容量

経済

GDP	= 国内総生産
GNP	= 国民総生産
EIRR	= 経済内部償還率
FIRR	= 財務内部償還率
NPV	= 純現在価値

略 語

- ANACH : Hondurean National Association of Farmers
Asociación Nacional de Campesinos de Honduras
ホンデュラス農民組合連合
- BANADESA : National Bank of Agricultural Development
Banco Nacional de Desarrollo Agrícola
農業開発銀行
- BCH : Hondurean Central Bank
Banco Central de Honduras
ホンデュラス中央銀行
- CEDA : Agricultural Development Training Center
Centro de Entrenamiento de Desarrollo Agrícola
農業開発研修センター
- CONADI : National Investment Corporation
Corporación Nacional de Inversiones
国家投資公団
- CONSUPLANE : National Economic Planning Council
Consejo Superior de Planificación Económica
経済企画庁
- DGA : General Directorate of Agriculture
Dirección General de Agricultura
農業局
- DGG : General Directorate of Livestock
Dirección General de Ganadería
畜産局
- DGRH : General Directorate of Water Resources
Dirección General de Recursos Hídricos
水資源局
- ECLA or
CEPAL : Economic Commission for Latin America and The Caribbean
Comisión Económica Para America Latina y El Caribe
ラテンアメリカ経済委員会

- ENEE : National Power Corporation
 Empresa Nacional de Energía Eléctrica
 電力公社
- FAO : Food and Agricultural Organization of the United Nations
 Organización de los Naciones Unidas para la Agricultura
 y Alimentación
 国連食糧農業機関
- IBRD : International Bank of Reconstruction and Development (World
 Bank)
 Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco
 Mundial)
 世界開発銀行
- IDB : International Development Bank
 Banco Internacional de Desarrollo
 米州開発銀行
- IHMA : Hondurean Institute of Agricultural Marketing
 Instituto Hondureño de Mercadeo Agrícola
 農産物流通庁
- IICA : Inter-American Institute for Agricultural Cooperation
 Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricul-
 tura
 米州農業協力機構
- INA : National Agrarian Institute
 Instituto Nacional Agrario
 農地改革庁
- JICA : Japan International Cooperation Agency
 Agencia de Cooperación Internacional del Japón
 国際協力事業団
- PRORIEGO : Irrigation Development Project
 Proyecto Desarrollo de Riego
 かんがい開発プロジェクト
- SECPLAN : Planification, Coordination and Budget Bureau
 Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto
 経済企画省

SRN or : Ministry of Natural Resources
RRNN : Secretaría de Recursos Naturales
天然資源省

USAID : United States of Agency for International Development
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo
Internacional
アメリカ合衆国国際局

USBR : Bureau of Reclamation of United States
Agencia de Explotación de Terreno de los Estados Unidos
アメリカ合衆国開拓局

USDA : United States Department of Agriculture
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de
América
アメリカ合衆国農務省開拓局

作業監理委員会名簿

担当	氏名	現職
総括	山村宗仁	農林水産省構造改善局計画部地域計画課計画調整室長
委員	宮島吉雄	農林水産省近畿農政局計画部資源課長
委員	柴田知広	農林水産省構造改善局建設部設計課課長補佐
委員	横田一利	農林水産省農蚕園芸局畑作振興課課長補佐

調査団員およびカウンターパート名簿

担当	氏名	ホンデュラス側カウンターパート
総括	萩原泰朗	Mrs. Leslie Burgos de Flores
副総括/ かんがい排水	高田一樹	Mrs. Leslie Burgos de Flores Mr. Guillermo Daccarett Mr. Efraín Ordóñez
ダム復旧計画	工藤常夫	Mr. Efraín Ordóñez Mr. Guillermo Daccarett
水文・気象	前田志伸	Mr. Roberto Hernández Camacho Mr. Jorge A. Enriquez
地質・土質	吉田克人	Mr. Antonio Morales Flores
栽培・土壌	石川 尚	Mr. Javier Velásquez
農業経済・組織	松元信之	Mrs. Leslie Burgos de Flores
施設設計・積算	松本富士夫	Mr. Guillermo Daccarett Mr. Efraín Ordóñez
事業評価	柴田俊英	Mrs. Leslie Burgos de Flores

要約、結論、勧告

序

本報告書はホンデュラス共和国コヨラルダムかんがい復旧計画調査の内容について記載したものである。

本報告書は、主報告書およびANNEXから構成される。

1. 調査の背景と目的

ホンデュラス共和国政府は第四次国家開発計画（1986～90年）の中で農業部門に高い優先度を置き、特にかんがい農業の進展を重点施策の一つに位置づけている。この施策の内でも、同国中西部に位置するコマヤグア盆地内のかんがい事業を重要視している。本調査対象地に当たるフローレスかんがい地区は、コマヤグア盆地内で最も計画かんがい面積が大きい地区である。同地区の水源として、1965年にサンホセ川上流にコヨラルダムが完成した。しかし、本ダムは、老朽化、強度上の問題、洪水吐の構造および地質上の問題、堤体の安全の原因から、貯水量を制限せざるを得ない状況にあり、下流受益地への安定したかんがい用水の供給に支障を起たしている。

本調査の目的は、コヨラルダムおよび同受益地であるフローレスかんがい地区を主体としたかんがい施設の改善・復旧計画に係るフィージビリティ調査を実施するものである。

2. ホンデュラス国の概況

2.1 国の概要

ホンデュラス共和国は、中央アメリカのほぼ中央に位置し、国土面積は112,088km²で、全国土の65%に当たる地域は山岳地帯である。高原地帯は亜熱帯性気候で温暖であり、平地地帯は熱帯性気候で高温多雨である。いずれも雨期(5～10月)と乾期(11～4月)に明瞭に分けられる。人口は約4.37百万人で、年平均人口増加率は3.63%、人口密度は39人/km²である。

2.2 国家経済と農業

2.2.1 国家経済

1989年の実質GDPは9,299百万レンピラ、国民一人当りのGDPは2,019レンピラで、年平均成長率は3.4%であった。1989年の輸出額は1,880百万レンピラで、この内農産物が占める割合は70%である。主要な輸出農産品はコーヒーとバナナで、全輸出額の約56.8%を占めている。1989年の経常収支は543百万レンピラ、対外収支は4,557百万レンピラの欠損が生じた。また、1989年で国家支出2,998百万レンピラの内779百万レンピラが赤字分である。卸売物価指数は1987年まで一定であったが、近年の上昇率は高く1989年には18.6%を示し、1990年でも同じ傾向を示している。

2.2.2 農業

農業部門はバナナおよびコーヒー等の輸出により、外貨の2/3を獲得し、経済活動人口の約半数を雇用している。農用地面積は280万ヘクタールで、集約的農業生産に適した土地は約110万ヘクタール分布する。開発されている農用地は約65万ヘクタールで、かんがい可能面積は約40万ヘクタールと言われている。既かんがい面積は約6万ヘクタールで、主として畑地に利用されている。農家戸数は全国で195千戸、農業就業人口は、約673千人である。一戸当りの平均所有面積は、13.5ヘクタールで、5ヘクタール以下の小規模農家数は、全体の64%を占める。

3. 調査対象地域の現況

3.1 地勢・気候・人口

コマヤグア盆地のフローレスかんがい地区を主体とする約3,600ヘクタールおよびその水源地のコヨラルダムが調査対象地域となっている。標高は前者が約600-670m、後者が約800mである。盆地の気候は雨期と乾期に明瞭に分けることができる。

調査対象地域はコマヤグア県のビジャデサンアントニオ郡に属する。1988年に実施された人口センサスによると、ビジャデサンアントニオ郡の人口は11.4千人で、家族数は2,123戸である。人口統計によると、調査対象地域の人口は約8,570人で、戸数は1,670戸である。経済活動人口は約2,570人と推定される。

3.2 自然条件

3.2.1 地形・地質

コマヤグア盆地はホンデュラス地溝帯に当たり、周辺の山地は標高1,300m内外の比較的開析の進んだ地形である。これらの山地に続く山麓緩斜面は、扇状地および崖すい地より成り、標高670~650m、地形勾配2~3%で波状地形を示し平地に接している。平地はウムヤ川に沿って南北に長い船底形の分布を持ち標高650~600m、地形勾配0.2~2%である。

地質は、周辺山地に分布する第三紀の火砕流堆積物を基盤岩類として、その上に洪積世の湖沼堆積物と沖積世の扇状地堆積物が盆地内に分布している。湖沼堆積物がフローレス地区の大半に分布している。

3.2.2 気象

雨期は5月に始まり10月に終る。年間の全雨量の90%は雨期に集中し、残り10%が乾期に降る。調査対象地域の平均年間降水量は約900mmである。気温は、年間を通じて22~26℃、年平均相対湿度は62%で非常に安定している。

3.3 農業

3.3.1 土地利用および土地所有

土地利用

フローレスかんがい地区はセクターI地区、セクターII地区あわせて全体面積で3,600ヘクタールからなる。耕作地は2,230ヘクタールで全体面積の62%を占めており、一年性作物(1,120ヘクタール)、多年性作物(140ヘクタール)および改良草地(970ヘクタール)の3つのカテゴリーに分けられる。非耕作地は自然草地、林地、市街地等から成り、1,370ヘクタールで調査地域の38%を占めている。自然草地と林地のほとんどはかんがい水の不足のため、牛の放牧に利用されている。

フローレスかんがい地区では、かんがい水の不足のため、農地を十分に活用できない。そのため、草地が耕作地の43%を占め、かんがい適地の内、かなりの面積で生産性の低い土地利用が行われている。

土地所有

412戸の個別農家と11の小農民組合（構成農家数131戸）がある。土地所有の規模は、5ヘクタール以下の土地しか持っていない小農が、全土地所有者の2/3を占めるが、その土地面積はわずか17%にすぎない。

3.3.2 農業生産

コマヤグア盆地は野菜の主要生産地として知られている。野菜類の多くはテグシガルパの市場に出され、一部はアメリカ合衆国や近隣諸国に輸出されている。フローレス地区の主な作物はトウモロコシ、米、タバコ、トマトおよびその他の野菜類である。野菜類は農家の重要な換金作物である。

乾期のかんがい面積は830ヘクタールと推定される。雨期および乾期の休閑地はかんがい水の不足のためそれぞれ240ヘクタール（全耕作地の11%）、420ヘクタール（全耕作地の19%）と推定される。

3.3.3 農家経済

代表的小規模農家、小農民組合員および中規模農家の農業所得は、それぞれ4,130、7,780、12,930レンピラである。小規模農家と小農民組合員はこの他に農業労働者として、それぞれ1,080、540レンピラの賃金収入を得ているが、最低の生活水準にある。

3.3.4 農産物の流通

基本食用作物（トウモロコシ、米、ソルガム、菜豆）は主として仲買人、農業協同組合および農産物流通庁によって集荷され、卸売業者を通じて国内市場に出荷される。基本食用作物以外の野菜、果実、畜産物は、主として仲買人が集荷している。他にコマヤグア盆地内の2農協、加工会社、輸出業者が直接農家から集荷販売している。

3.3.5 農業支援

調査対象地域が位置するコマヤグア盆地には、農業および畜産の開発と振興を図るために、天然資源省中西部地域事務所、農地改革庁コマヤグア地域事務所、農産物流通庁コマヤグアセンター、農業開発研修センターの政府機関が置かれている。その他の試験研究機関としては、国立畜産センター、ブラジタス農業試験場が設置されている。

ホンデュラスの農業普及は、天然資源省の下で各農牧開発支所が行っている。フローレス支所の農業課で普及サービスが実施されている。農業融資は農業開発銀行および市中銀行が行っている。農業開発銀行は、主に小農を対象に、市中銀行は大中農を対象に融資を行っている。しかし、農民の融資利用率は低い。

3.3.6 農民組織

フローレス地区には131戸の農家が11の小農民組合をつくり、385ヘクタールの土地に入植している。1組合当りの平均土地所有面積は35ヘクタール、1農家当り2.9ヘクタールである。コマヤグア盆地にはカルコマル、フルタデソルの2つの地域農業協同組合が組織されている。フローレスかんがい地区では、水利用者組合が1957年に設立され、フローレス支所とともに、かんがい施設の維持管理を行っている。

3.4 コヨラルダムの現状

3.4.1 ダムの概要

コヨラルダムはコマヤグア県南東方のコマヤグア山脈中部のサンホセ川上流に位置し堤高60m、堤長125.4m、有効貯水量1,260万 m^3 の粗石コンクリートダムである。本ダムは経年変化による老朽化が進んでいる上、堤体および基礎岩盤より漏水が著しく、ダムの安全性が以前から懸念されている。

3.4.2 ダム地質

ダム地点の地形は、浸食の進んだ幼年期の谷である。岩盤等級に基づいて、ダム地点の基礎岩盤を区分すると、ダム直下流の両サイドの壁および洪水吐南側の壁ではCH級が見られるが、ダム堤体付近にはCM級が大半を占める。一方、洪水吐基礎および断層帯沿いには、CL級～D級が分布する。

3.4.3 ダムの現状

堤体の現況

軀体はⅠ期工事とⅡ期工事に分けて施工された。洪水吐は3段階に分かれて実施され、1971年に終了している。軀体は粗石を充填した後、モルタルを流し込む手法で構築された。軀体部の表面は堤頂部を除きモルタルで覆われているが、広範囲にわたり剥がれており粗石の面が露出している。堤体上流面では、2つのほぼ垂直の亀裂が認められる。

洪水吐の現況

洪水吐は特異な形を呈し、その形状から水理的に安定とはいえない。また、軟弱な断層帯に位置し問題が多い。

漏水

漏水量の合計は最大約80 l/secに達するが、貯水位の低下により指数的に減少し、貯水位が790mに達すると消滅する。

堤体の安全度

予想される外力（地震を見込む）に対して、底部でのせん断摩擦抵抗が不足するだけでなくほぼ全高にわたって合力作用点がMiddle Thirdに収まらず引張力を生ずる結果となっている。すなわち、地震を考慮すると計画水位（HWL=807m）に対して、現況ダムは安定ではなく、水位を現況より下位（HWL=797m以下）に制限しなければ危険であると判断される。

3.5 フローレスかんがい地区の現状

フローレスかんがい地区はサンホセ川を挟んで左岸即ちセクターⅠおよび右岸側セクターⅡの二つの地区から成り立っている。かんがい期間は、通常11月より5月までの7ヶ月間および7月半ばより8月半ばまでの1ヶ月間の小乾期である。

4. 事業計画

4.1 事業の目的と事業構成

現在の農業生産を制限している水不足を解決するために、かんがい水源であるコヨラルダムの復旧およびかんがい施設の改善により、通年の作付を可能にし、農業生産を増大させる農業開発計画を策定する。

本事業は施設計画（コヨラルダム復旧計画、フローレス地区かんがい施設改修計画）と農業改良計画から成っている。各々の事業構成は以下のとおりである。

施設計画

- ーコヨラルダム復旧計画 : ダム堤体の止水工、堤体の腹付け、洪水吐の建設
- ーフローレス地区かんがい施設改修計画: 頭首工の新設、既存水路の改修および一部の新設、維持管理道路の整備、村落給水施設の建設

農業改良計画

- ーかんがい農業計画: 十分な水管理のもとで、自給作物、輸出用作物換金作物栽培を行う新しい農業技術の導入
- ー農業技術普及計画: 展示圃場を備えた訓練施設を通じて、かんがい農業の技術指導を行う。

4.2 計画の策定

計画代替案を検討するための基本事項は以下のとおりである。

- ー技術的に復旧工法が無理なく可能なこと
- ー工事費が安価で、投資効果が十分期待できること
- ーかんがい可能面積の拡大が期待できること
- ー既存施設をできる限り有効利用できること

計画代替案は、コヨラルダムの安定度、有効貯水量、利用可能水量、受益地の規模等を考慮して、満水位標高および堤体の改修度に基づい

た以下の3案を技術的妥当性、経済性等を総合的に検討して、最適案を選定する。

ケース A: 満水位標高を現況ダムの安定を確保できるEL.797 mまで下げ、堤体に対策工を講じず堤体の安全性を確保する。

ケース B: 満水位標高を当初計画貯水位のEL.807 mとし、計画貯水容量を12.6 百万 m^3 に回復する。

ケース C: かんがい面積を増やすため満水位標高を現況EL.812 mに上げ、貯水容量を増大させる。

4.3 最適計画

計画代替案の技術的、経済的側面を以下のように評価すると、ケースBが最適案と結論できる。

- かんがい可能面積は自然草地からの転用地を含めて、2,140ヘクタールとなり、現フローレス地区の土地資源（級位1～4）を最大限に活用できる。
- ダム復旧は技術的に可能で、当初の計画有効貯水量12.6百万 m^3 を確保できる。
- 財務、経済内部償還率が三案の中で最も高い。

- 現在のかんがい施設はかんがい面積2,400ヘクタールに対して計画されたもので、現況の施設を有効利用できる。

4.4 農業改良計画

4.4.1 土地利用計画

耕作適地である自然草地270ヘクタールを耕地に転用し、耕作地面積は2,500ヘクタールとする。この内、重力かんがい可能な純かんがい面積は、2,140ヘクタールとする。

4.4.2 農業生産計画

作物は土壌適性、国内自給必要度、市場性、技術的近親性、収益性を考慮して基本食用作物、野菜および果物類、工芸作物、果樹、牧草の17種類を選んだ。耕地の作付面積は、現況の約2倍に相当する5,010ヘ

クタールに増加し、作付率は200%に増大する。

農業生産量は現況に対して、基本食用作物は9,500トン（現況の約4倍）、野菜・果物類は46,000トン（12倍）、果樹は1,000トン（1.7倍）に増加する。畜産生産物は牛乳1,300トン、牛肉（生体）は65トンで現況レベルは維持できる。

年間の必要労働力数570千人・日となり、地区内の供給可能労働力でほぼ対応できる。

粗生産額および純益額はそれぞれ現況5.36百万レンピラ、3.88百万レンピラの約5.6倍および5.1倍に増加し、30.00百万レンピラおよび19.82百万レンピラになる。

4.4.3 農家経済

事業の実施により、代表的農家の農業所得は25,100～59,700レンピラ（現況の4.6～6.1倍）、農家所得は25,600～59,700レンピラ（4.4～4.9倍）に増加する。

4.4.4 農産物の需要予測

基本食用作物は主に国内自給作物として流通するものとし、野菜類は生食用、加工用および輸出向けとする。

4.4.5 農業普及

事業の開発効果を高めるために、展示圃場を伴った農業技術指導の普及を計画する。

4.5 かんがい計画

受益地面積2,140ヘクタールを対象とするかんがい計画は、作付計画を基に策定する。かんがい必要水量は、年間約26.5百万 m^3 、乾期約16.6百万 m^3 となる。かんがい方式は畝間かんがいを適用する。かんがい用水系統は現況と同じセクターIとセクターIIに分割され、幹線・支線水路の最大用水量は各々1.1 m^3 /secおよび1.8 m^3 /secで、単位用水量は1.38 l /sec/haである。

4.6 施設計画

4.6.1 コヨラルダム復旧計画

堤体および洪水吐よりの漏水、浸透を止めるとともに堤体と基礎岩盤との一体化のためグラウトを実施する。躯体の安定性確保には、基礎幅を広げる腹付け工法を背面に施工し既存構造物との一体化を図る。現況洪水吐は堤体の延長部としてコンクリートで閉鎖し、洪水は堤体中央部に設けられた洪水吐より越流する。

4.6.2 その他の施設計画

その他の施設としては、かんがい施設、村落給水施設および維持管理（普及）施設である。

かんがい施設：既存の頭首工を固定型固定堰とし一箇所に統合する。取水水位は667.80 m、取水量は3.5 m³/secを計画する。幹線・支線水路40.2 kmはレンガによるライニングを施工する。一部水路断面の拡大、改良を行う。さらに、管理用道路を幹線・支線水路沿いに整備する。

村落給水施設：支線水路より導水し、6村落に給水システムおよび水浴、洗濯施設を備えた村落水利用共同施設を整備する。

農業普及施設：フローレス維持管理事務所に隣接した展示圃場および維持管理事務所を建設する。

4.7 事業費

価格予備費を除いた総事業費は、内貨約4.07千万レンピラ、外貨1.73千万米ドルである。

5. 事業実施計画

天然資源省が事業実施機関となり、同省下の水資源局のかんがい排水課が直接事業の実施に当たる。また、現場にはプロジェクト事務所を設立し、地域レベルで諸官庁の協力を得る。実施は請負方式とする。

事業実施期間は実施事前調査を含む12カ月の詳細設計期間（フェーズⅠ12カ月、フェーズⅡ12カ月）、18カ月の入札、評価、契約期間と41カ月の土木工事期間（フェーズⅠ41カ月、フェーズⅡ31カ月）の合計66カ月（一部重複期間ある）とする。

6. 維持管理計画

維持管理組織は農業普及までを含めた組織とし、現在のフローレス維持管理事務所の機能を十分に活用する。維持管理能力および農業普及活動を向上するために、職員の増員を含む組織の育成強化、維持管理機械の配備を計画する。

7. 事業評価

経済価格ベースでの費用・便益比率は7.25、経済内部償還率は15.71%となり、ホンデュラス国の機会費用である12%を上回る。財務価格ベースでの費用・便益比率は6.8、財務内部償還率は15.0%となり、財務的にも健全である。財務価格ベースでの感度分析においては、事業費の30%増しでもホンデュラス国の機会費用と同じ12%が得られる。

8. 結論と勧告

8.1 結論

本事業の実施は、技術的に可能であり経済、財務評価の結果妥当と判断される。また、社会経済的効果も充分期待できるものと考えられる。

8.2 勧告

事業の早期実施

コヨラルダムを現在のまま放置する事により起こる崩壊災害を想定すると、地域経済はおろか地域住民の人命すら損なう可能性がある。また、下流受益地のかんがい農業の推進は、ホンデュラス国の経済的、社会的効果を考慮すると多大な効果がある。このような理由で、本事業を早急に実施することを勧告する。

土木工事

- 土木工事はコヨラルダム復旧とフローレス地区かんがい施設改修に大別される。工事規模および国家予算を考慮すると、第一期工事として緊急を要するコヨラルダム復旧工事、第二期工事としてフローレス地区かんがい改修工事を分けて行うことが望ましい。

- ダム工事期間は下流のかんがい事業に多少の制限が生じる可能性があるため、フローレス維持管理事務所による作付調整が必要となる。
- 工事労務者として地域農民を優先的に雇用し、工事期間中の配水不足による農家所得を低下させないように配慮する。

事業の運営および維持管理

- 本事業の効果的な運営のためには、施設の運用と維持管理が重要となる。現在の維持管理組織を活用し、受益農民も含めた機能的で効果的な維持管理組織を確立する必要がある。
- ダム、頭首工、幹支線水路等の基幹施設の維持管理は、天然資源省水資源局が担うが、末端施設の維持管理のための受益者による維持管理体制の整備が必要である。

農業普及

- 農業技術の普及を効果的に押し進めるために、CEDA等の試験機関の支援が必要である。
- 作付率の増大に伴う農民の資金需要が増えるので、天然資源省は農業開発銀行等の融資機関と連携し融資要請に対応できる対策を講じる必要がある。
- 農家所得を向上させるため、農業協同組合に属していない個別農家を強化育成して組織率の向上を図る。

観測網の整備強化

- ダムの効果的な運用を推進するには、貯水池に流入する三河川の水文資料および流域の降雨資料を得る事が重要である。このため、水文、雨量観測所の設置が望まれる。

本事業の実施に当たっては測量、地質等の調査がさらに必要となる。必要調査の詳細はANNEX E、Fに記した。

報告書目次

位置図

調査位置図

一般計画平面図

換算率・度量衡等

略語

作業監理委員会名簿、調査団員およびカウンターパート名簿

要約、結論、勧告

報告書目次

表図目次

	頁
第1章 調査の背景と目的	1- 1
1.1 調査の背景	1- 1
1.2 調査の目的	1- 2
第2章 社会経済的背景	2- 1
2.1 国の概要	2- 1
2.1.1 地勢・気候	2- 1
2.1.2 政治・行政	2- 1
2.1.3 人口	2- 1
2.2 国家経済と農業	2- 2
2.2.1 国家経済	2- 2
2.2.2 農業	2- 2
2.3 国家開発計画と農業	2- 3
2.4 外国援助の実績	2- 4
第3章 調査地域の現況	3- 1
3.1 概要	3- 1
3.1.1 地勢・気候	3- 1
3.1.2 行政	3- 1
3.1.3 人口	3- 1
3.1.4 社会基盤	3- 2

	頁
3.2 自然条件	3- 3
3.2.1 地形・地質	3- 3
3.2.2 気象	3- 3
3.2.3 水文	3- 6
3.2.4 洪水解析	3-11
3.2.5 土壌および土地分級	3-13
3.2.6 水質	3-18
3.3 農業	3-19
3.3.1 土地利用および土地所有	3-19
3.3.2 農業生産	3-22
3.3.3 農家経済	3-28
3.3.4 農産物の流通と加工	3-28
3.3.5 農業支援体制	3-30
3.3.6 農民組織	3-32
3.4 コヨラルダムの現状	3-34
3.4.1 ダムの概要	3-34
3.4.2 ダム地質	3-34
3.4.3 ダムの現状	3-46
3.5 フローレスかんがい地区の現況	3-57
3.5.1 かんがい排水	3-57
3.5.2 かんがい施設の状況	3-61
3.6 かんがい関連事業	3-63
3.7 調査対象地域現況の問題点	3-64
第4章 事業計画	4- 1
4.1 事業の目的と事業構成	4- 1
4.1.1 事業の目的	4- 1
4.1.2 事業構成	4- 1
4.2 計画の策定	4- 2
4.3 最適計画	4- 4

	頁
4.4 農業改良計画	4- 6
4.4.1 土地利用計画	4- 6
4.4.2 農業生産計画	4- 8
4.4.3 農家経済	4-17
4.4.4 農産物の需要予測	4-18
4.4.5 農業普及	4-19
4.5 かんがい計画	4-20
4.6 施設計画	4-24
4.6.1 施設の概要	4-24
4.6.2 コヨラルダム復旧計画	4-26
4.6.3 フローレス地区かんがい施設改修計画	4-36
4.6.4 村落給水整備	4-39
4.7 事業費等の積算	4-41
4.7.1 積算の方法	4-41
4.7.2 総事業費	4-41
第5章 事業実施計画	5- 1
5.1 事業実施機関	5- 1
5.2 事業実施方法	5- 1
5.3 事業実施計画	5- 2
第6章 維持管理計画	6- 1
6.1 維持管理の方針	6- 1
6.2 維持管理組織	6- 2
6.3 維持管理機械および施設	6- 4
6.4 維持管理費	6- 6
第7章 事業評価	7- 1
7.1 評価の方法	7- 1
7.1.1 評価の考え方	7- 1
7.1.2 評価の前提条件	7- 1
7.1.3 計測可能な社会便益	7- 3

	頁
7.2 経済・財務評価結果	7- 3
7.3 社会評価	7- 5
7.3.1 計測可能な社会評価	7- 5
7.3.2 間接的社会便益	7- 6
7.4 総合評価	7- 7
第8章 結論と勧告	8- 1
8.1 結論	8- 1
8.2 勧告	8- 1

表 目 次

		頁
3.1-1	調査地域の人口	3- 2
3.2-1	フローレス地区の蒸発散量	3- 4
3.2-2	フローレス観測所の月別気象数値	3- 5
3.2-3	調査地域内の土壌	3-14
3.2-4	土地分級別面積	3-16
3.3-1	調査地域の現況土地利用	3-19
3.3-2	土地所有規模別階層区分（個別農家）	3-21
3.3-3	調査地域の作付面積	3-23
3.3-4	調査地域の農業生産	3-25
3.3-5	調査地域内の家畜頭数	3-26
3.3-6	ヘクタール当り粗生産額、生産費および純益額	3-27
3.3-7	代表農家の経済	3-28
3.4-1	コヨラルダムの諸元	3-35
3.4-2	コヨラルダムの地質構成	3-40
3.4-3	岩石試験結果	3-44
3.4-4	年別最大流下量	3-52
3.4-5	現況ダムの安定計算総括	3-55
3.5-1	取水工の諸元	3-61
3.5-2	幹線水路と支線水路	3-62
4.2-1	水収支解析結果概要	4- 3
4.3-1	代替案比較表	4- 5
4.4-1	土地利用計画	4- 6
4.4-2	作付計画面積	4-11
4.4-3	標準営農計画の概要	4-13
4.4-4	主要営農資材の年間必要量	4-14
4.4-5	農業生産計画	4-15
4.4-6	総生産額および純益額	4-17
4.4-7	農家の経営収支	4-18
4.4-8	計画農産物の需要予測	4-18
4.5-1	有効雨量	4-20
4.5-2	かんがい必要水量	4-22
4.6-1	洪水吐復旧／改善方法検討表	4-28
4.7-1	総事業費内訳	4-42
4.7-2	投資計画	4-43
6.2-1	フローレス維持管理事務所人員計画	6- 3
6.4-1	年間維持管理費	6- 6
7.2-1	事業の財務・経済分析結果	7- 4
7.3-1	ダム決壊による推定	7- 6

目 次

		頁
3.2-1	フローレス地区の気象特性	3- 5
3.2-2	調査地域周辺の水系	3- 7
3.2-3	流出量の計算値と観測値の比較	3-10
3.2-4	土壌図	3-15
3.2-5	土地分級図	3-17
3.3-1	現況土地利用図	3-20
3.3-2	現況作付体系	3-24
3.3-3	農業支援系統図	3-30
3.4-1	コヨラルダム一般平面図	3-36
3.4-2	コヨラルダム縦断図	3-37
3.4-3	コヨラルダムの地質図	3-39
3.4-4	コヨラルダムの地質断面図	3-41
3.4-5	ルジオンマップ	3-43
3.4-6	水位容量曲線	3-47
3.4-7	貯水位の変化	3-48
3.4-8	組成キータイヤグラム	3-50
3.4-9	貯水位一漏水量相関	3-53
3.4-10	現況ダムの安定計算	3-55
3.4-11	洪水吐の流下能力	3-56
3.5-1	フローレスかんがい地区	3-58
3.5-2	フローレスかんがい地区水路システム	3-59
4.4-1	土地利用計画図	4- 7
4.4-2	計画作付体系	4-10
4.5-1	配水模式図	4-23
4.6-1	計画標準断面図	4-27
4.6-2	計画平面図	4-30
4.6-3	工事施工フロー	4-32
4.6-4	計画頭首工横断図	4-37
4.6-5	村落給水システム	4-40
4.6-6	共同水利用施設概要図	4-40
5.1-1	事業実施組織図	5- 2
5.3-1	事業実施工程	5- 3
6.2-1	維持管理組織図	6- 2
6.3-1	農業普及施設の概要	6- 5

第1章 調査の背景と目的

1.1 調査の背景

ホンデュラス共和国（以後ホンデュラス国と称す）の経済構造は、バナナ、コーヒー、木材等の農業産品に基本を置くモノカルチャー経済である。国民総生産（GNP）は3,627百万ドル（1987年）、1人当りのGNPは671ドル（1987年）である。近年の国際的な農産物価格の低迷の影響を受け経済活動も伸び悩み、国家財政も厳しい状況下にある。

第四次国家開発計画（1986～90年）における農業政策は；

- ① 天然資源の有効利用
- ② 輸出用農産品の生産拡大
- ③ 生産技術向上による生産性、生産量の増大

を基本方針としている。

この政策の中で、ホンデュラス国政府は同国中西部に位置する唯一の国営直轄管理のかんがい地区があるコマヤグア盆地内のかんがい事業を重要視している。本調査対象地域内のフローレスかんがい地区は、この中で最も計画かんがい面積が大きい地区である。同地区の水源として1965年にサンホセ川上流にコヨラルダムが完成した。

しかし、本ダムは

- 建設後25年が経ち、通常の経年変化（老朽化）が見られる。
- 堤体が石積みモルタル表層止水のため、強度上の問題がある。
- 洪水吐の構造および地質上の問題が指摘されている。
- 堤体の安全上から、貯水量を制限せざるを得ない状況にある。

等の問題を抱えており、下流受益地への安定したかんがい用水の供給に支障を来している。

これらの諸問題を踏まえて、ホンデュラス国政府は、コヨラルダムの復旧およびフローレス地区を中心とするかんがい整備計画に係る技術協力を日本政府に要請した。これを受けて平成元年4月事前調査団が現地に派遣され、本格調査の実施細則（S/W）を締結したものである。

1.2 調査の目的

ホンデュラス国政府の要請に基づき、同国コマヤグア県コマヤグア盆地南東部に位置するコヨラルダムおよび同受益地であるフローレスかんがい地区を主体としたかんがい施設の改善・復旧計画に係るフィージビリティ調査を実施するものである。

第2章 社会経済的背景

2.1 国の概要

2.1.1 地勢・気候

ホンデュラス国は、中央アメリカのほぼ中央、北緯13°00'～16°32'、西経83°10'～89°25'に位置する。北はカリブ海とホンデュラス湾、東から南をニカラグア、南はホンセカ湾と太平洋、南西をエルサルバドル、そして西はグアテマラと接している。

国土面積は112,088km²で、全国土の65%に当たる地域は山岳地帯である。気候は高原性と平地性に区分できる。高原地帯は亜熱帯性気候で温暖であり、平地地帯では熱帯性気候で高温多雨である。いずれも雨季(5～10月)と乾期(11～4月)に明瞭に分けられる。年間の平均気温は、21.6°C、年降水量は1,264.4 mmである。

2.1.2 政治・行政

ホンデュラス国は1838年に独立国として誕生した。1982年に民政移管されて以来、立憲共和制を施行している。

地方行政は、連邦区(テグシガルバとコマヤグエラ)と知事の統治する18県に分割されており、さらに、県は282の郡で構成されている。

2.1.3 人口

1988年に実施された人口国勢調査によると、人口は約4.37百万人で1974年時点の1.6倍となっており、年平均人口増加率は3.63%(1974-1988年)である。人口密度は39人/km²である。ホンデュラス中央銀行(BCH)の資料によれば、1989年の人口は4.6百万人で、都市部の人口が40%を占めている。経済活動人口は1.4百万人で全人口の30.5%である。そのうち農業部門は最も多く673千人で全体の47.9%を占めている。1988年の実質失業率は11.5%である(ECLA)。

2.2 国家経済と農業

2.2.1 国家経済

1989年の現在価格による名目国内総生産（GDP）は8,641百万レンピラ、年平均成長率は8.5%（1984-89年）であった。一方、同期間の実質年平均成長率は3.7%であった。農業部門がGDPに資する割合が大きく、約28.6%を占める。

1989年の実質GDPは9,299百万レンピラ、国民一人当りのGDPは2,019レンピラ、同期間の年平均成長率は3.4%であり、1988年の4.2%より大幅に下降した。

1989年の輸出額は1,880百万レンピラで、この内農産物が占める割合は70%である。主要な輸出農産品はコーヒーとバナナで、全輸出額の約56.8%を占めている。

1989年の輸入額は1,962百万レンピラ（CIF価格）であった。農業消費財の輸入資料は整備されていないが、肥料、農業等はほとんどが輸入に依存している。

近年国際収支は悪化しており、1989年の経常収支で543百万レンピラ、対外収支で4,557百万レンピラの欠損が生じた。また、国家財政も近年悪化し、1989年の国家支出2,998百万レンピラの内779百万レンピラが赤字分である。

1989年の国家予算は2,173百万レンピラで、この内天然資源省には全体の3.7%に当たる111百万レンピラが割り当てられた。

卸売物価指数は1987年まで一定であったが、近年の上昇率は高く1989年には18.6%を示し、1990年でも同じ傾向を示す。

ホンデュラス国政府は現在政府機関の民営化、金融引締め、外貨交換率の自由化等を含む新しい経済政策を実施中である。

2.2.2 農業

農業はホンデュラス経済にとって、最も重要な部門である。また、農業部門はバナナおよびコーヒー等の輸出により外貨の2/3を獲得し、経済活動人口の約60%を雇用している。

ホンデュラス国の農用地面積は、全国土面積の約25%に当たる280万ヘクタールである。農用地の約48%の134万ヘクタールは牧草地として使われている。集約的農業生産に適した土地は、約110万ヘクタール（全国土のほぼ10%）であり、このうち開発されている農用地は約65万ヘクタールである。かんがい可能面積は約40万ヘクタールと言われている。既存のかんがい面積は約6万ヘクタールで、主として畑地にかんがいされていて、かんがい率は16.7%である。これは、主として土地および水資源を有効に利用するためのかんがい基盤が整備されていないためと考えられる。かんがい面積の大半は北部のパナナ園や南部のサトウキビ畑で、会社経営のプランテーションである。

農家戸数は全国で195千戸、農業就業人口は約673千人である。一戸当りの平均所有面積は13.5ヘクタールで、大半の農家経営規模は小規模である。5ヘクタール以下の小規模農家数は全体の64%を占めるが、所有面積は全体の9%に過ぎない。一方、50ヘクタール以上の大規模農家数は全体の4%であるが、全耕地面積の55%を所有している。

全作付面積に占める主要作物の割合は、トウモロコシ46%、コーヒー17%、菜豆12%、ソルガム8%、サトウキビ6%、その他（米、バナナ、綿花等）11%である。生産額は、バナナ、トウモロコシ、柑橘類、菜豆の順である。近年、米、菜豆、コーヒーは生産増加傾向が見られるが、トウモロコシは生産が停滞し、タバコや砂糖は減少している。一方、基本食用作物の年平均生産増加率は1.4%にとどまり、年により国内需要を賄い切れず、一部を輸入や外国援助に頼っている。この背景には、基本穀類の生産農家の大半は中小規模で生産性が低いことが挙げられる。

このように、低い生産性および年毎の生産量の大きな変動は、生産体制、流通体制およびかんがい施設等生産基盤の不足によるところが大きい。また、農業部門における資本不足、融資制度の不備、零細経営、技術指導の不足等も大きな問題である。

2.3 国家開発計画と農業

ホンデュラス国政府は1987～90年の第四次国家開発計画を策定し、以下の5大目標を掲げている。

- ① 経済成長の維持
- ② 国際収支の均衡
- ③ 雇用機会の創出

- ④ 整合性のとれた地域開発
- ⑤ 食糧の完全自給

国家開発計画における農業政策は、土地および水資源、人的資源の有効利用による、

- ① 農業生産量の増大
- ② 生産性の向上
- ③ 国内食糧事情の改善
- ④ 農産物輸出の拡大等

が重要視されている。

特に、基本食用作物の増産を唱えておりまた、パインアップル、トマト、メロン、キュウリ等も倍増することが計画されている。トウモロコシ、豆類、米の一部および果物の大半は輸出用作物とされている。

さらに、国家開発計画の中で水資源開発も重要な課題として捉えられている。新規のかんがい施設の整備とともに、既存かんがい地区の水利施設の改修が実施されている。一方、かんがい開発プロジェクト（PRORIEGO）も、現在推進されている。

2.4 外国援助の実績

技術協力の77%は、農林水産業、厚生、教育、工業部門に集中している。二国間ベースの技術協力の大半は、アメリカ合衆国によるもので1988年で81.57百万米ドルにのぼり、全体の資金援助の80.1%を占める。つづいて、国際連合による資金援助で16.63百万米ドルにのぼり、食糧援助計画が特筆される。

資金援助の83%は農業開発に仕向けられた。この内、無償資金援助が1987～88年で0.31百万米ドルから19.66百万米ドルに増えた。一方、有償資金援助は同期間に90.88百万米ドルから42.94米ドルに減少した。この傾向は開発計画がおもに無償資金援助でなされることもあり、今後も変わらないものと考えられる。

日本国政府は1990年のDGRHの持つ8プロジェクトに対して援助し、総プロジェクト費用(575.6百万レンピラ)の約77%に当たる444.6百万レンピラの資金援助を行った。

第3章 調査地域の現況

3.1 概要

3.1.1 地勢・気候

調査対象地域はホンデュラス国の中西部に位置するコマヤグア盆地のフローレスかんがい地区を主体とする約3,600ヘクタールおよびその水源地のコヨラルダムである。標高は前者で約600-670m、後者で約800mである。盆地は、東方のコマヤグア山脈と西方のモンテシジョス山脈（いずれも標高1,200-1,500m級）に囲まれている。

自然植生は亜熱帯性乾燥林であるが、平坦地は広く農用地に利用されている。

コマヤグア盆地はウルア水系に属し、盆地南端で Cholteca 水系と接している。盆地中央をウムヤ河が多くの支川を併合しながら南から北へ流下し、盆地北側でカホンダムに流入する。ウムヤ河は、カホンダム下流約40kmの地点でウルア河と合流する。コマヤグア盆地の気候は、雨期(5月～10月)、乾期(11月～4月)と明瞭に分けることができ、年降水量平均約900mmのうち雨期にその90%が集中する。盆地内年平均気温は約24℃、平均相対湿度は63%で、いずれも年較差は小さい。

3.1.2 行政

調査対象地域はコマヤグア県のビジャデサンアントニオ郡に属し、郡都は地域の東方にあるビジャデサンアントニオである。調査対象地域はビジャデサンアントニオ郡内のビジャデサンアントニオ、フローレス、ラスメルセデス、サンホセ、ロスパリジヨス等の部落で構成されている。

3.1.3 人口

1988年に実施された人口センサスによると、ビジャデサンアントニオ郡の人口は11,400人で、家族数は2,123戸である。フローレス農牧開発支所の資料および農業普及員からの聞き取りを基に得た人口統計によると、調査対象地域の人口は約8,570人で、戸数は1,670戸（表3.1-1）である。経済活動人口は、約2,570人、農業従事者は約1,800人と推定される。

表 3.1-1 調査地域の人口

地域	人口	戸数
ビジャデサンアントニオ郡全体	11,429	2,123
調査地域合計	8,570	1,670
市街地 (ビジャデサンアントニオ、フローレス)	5,746	1,160
農村部	2,820	510

出典：人口センサス（1988年）および現地調査

3.1.4 社会基盤

フローレス地区の中央部を南北に舗装された幹線道路5号線が走っている。フローレスから首都テグシガルバまでは約63kmであり、また、県都のコマヤグアまでは約20kmである。交通手段はバスが一般的であり、首都および他の国内主要都市間を頻繁に連絡している。しかし、幹線道路に通じる道路、農道の多くは車輛の運行に支障を生じ、雨期に通行不可能な道路もある。

市街地および大半の部落には電気が供給されている。水道はビジャデサンアントニオおよびフローレスで供給されており、他の地区ではかんがい水路あるいは井戸より得ている。なお、下水道は整備されていない。

ビジャデサンアントニオおよびフローレスには各々1ヶ所の診療所があり、看護婦が簡易な医療サービスを施している。しかし、施設は貧弱である。農村部では、生活環境の悪化による胃腸病、寄生虫感染、呼吸器感染等の罹病率が高い。

調査地域には6ヶ所に小学校があり、ビジャデサンアントニオとフローレスには各々中学校と専門学校がある。就学率は、修学児童が家族労働の一員と数えられているため、必ずしも高いとは言えない。文盲率は約48%と報告されている。

市街地には、警察署、郵便局、電話局、官公庁事務所等があり、公共サービスを提供している。

3.2 自然条件

3.2.1 地形・地質

コマヤグア盆地はホンデュラス地溝帯に当たり、周囲を2,000m級の山地に囲まれている。盆地およびその周辺は、地形区分から山地、山麓緩斜面、平地に大きく分けられる。ダム以外の調査対象地域は、この内の平地に相当する。山地は標高1,300m内外の比較的開析の進んだ地形である。これらの山地に続く山麓緩斜面は、扇状地および崖すい地より成り標高670~650m、地形勾配2~3%で波状地形を示し平地に接している。平地はウムヤ川に沿って、南北に長い船底形の分布を持ち、いくつかの残丘（モナドノック）を除いて、標高650~600m、地形勾配0.2~2%である。

周辺山地に分布する第三紀の火砕流堆積物を基盤岩類として、その上に洪積世の湖沼堆積物と沖積世の扇状地堆積物が盆地内に分布している。湖沼堆積物は調査対象地域の大半に露頭し、白色~灰色のシルトおよび粘土で構成されている。一方、扇状地堆積物は山地から供給された砂レキ質堆積物より成り、調査地域東方の山麓に分布する。

3.2.2 気象

調査対象地域内の気象観測所は、コヨラルとフローレスの2か所にある。コヨラル観測所はコヨラルダム付近に位置しており、コヨラルダム集水域の代表的気象特性を有する。フローレス観測所は、フローレスかんがい地区の気象特性を代表する。以下に調査対象地域の気象特性を概説する。

(1) 降水

コヨラルおよびフローレス観測所のデータから、雨期と乾期は明確に区分できる。雨期は5月に始まり10月に終る。年間の全雨量の90%は雨期に集中し、残り10%が乾期に降る。調査対象地域の年間平均降水量は、約900mmである。月別降水量によると、雨期にふたつの降水量のピークが見られ、7月がこのピーク間の雨の少ない月に当たる。

(2) 気温および相対湿度

調査対象地域の気温は、年間を通じて22~26℃と安定しており、相対湿度も50~70%、年平均62%で非常に安定している。作物の生育に十分な水が確保されれば、これらの安定した気候条件は作付に有利である。

(3) 日射量および日射時間

調査対象地域の日射量は、植物の生育には十分な量である。月別平均日射時間は、各月およそ200時間となっており、雨期においても十分な日射が確保されていることを示している。

(4) 風速および風向

調査対象地域における風速は一般的に穏やかであり、特に雨期には風速が小さい。月別平均風向は、年間を通じて北-北東で一定している。

(5) 計器蒸発量および蒸発散量

計器蒸発量はコヨラル観測所およびフローレス観測所で計測が行われている。計器蒸発量は1月から3月にかけて増大し、以降5月にかけて減少する。6月から12月にかけては、ほとんど変化がない。フローレスかんがい地区における蒸発散は、FAO方式の計算法に基づいて天然資源省によって算出されている。この数値はフローレスかんがい計画の標準値として採用されている。

表3.2-1 フローレス地区の蒸発散量（ペンマン法による）
(単位：mm/日)

暦日	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1-10	3.4	4.1	4.2	5.3	5.1	4.3	4.4	4.5	4.1	3.9	2.4	3.3
11-20	3.6	4.1	5.1	5.2	5.0	4.3	4.5	4.4	3.9	3.9	3.4	3.2
21-31	4.1	4.4	5.4	5.2	4.4	4.3	4.5	4.4	3.8	3.7	3.4	3.4

フローレス観測所における各種の月別気象数値を表3.2-2に、また、気象特性を図3.2-1に示す。

表3.2-2 フローレス観測所の月別気象数値

月	降水量 (mm)	気温 (C°)	蒸発量 (mm)	相対湿度 (%)	風速 (m/s)	日射時間 (hr)
1	1.8	22.1	160.8	59.7	5.3	215.2
2	6.2	23.2	183.4	55.6	4.2	232.7
3	7.2	24.7	239.8	51.9	4.6	265.4
4	33.4	25.8	221.2	53.3	3.6	198.6
5	129.3	25.9	181.5	59.0	2.8	211.5
6	170.3	25.0	144.4	66.6	2.0	175.3
7	104.3	24.8	153.4	63.5	3.0	185.2
8	125.8	24.9	154.3	64.4	2.4	204.7
9	171.8	24.5	127.6	67.8	1.8	175.6
10	106.9	23.9	130.8	68.6	3.5	190.1
11	25.2	22.9	123.2	66.5	3.4	185.5
12	6.2	22.5	139.2	62.7	3.8	207.6
合計	888.4		1959.6			2447.4
平均	74.0	24.2	163.3	61.6	3.4	204.0
観測期間	1945-88	1958-88	1945-88	1945-88	1945-88	1945-88

(出典：ホンデュラス共和国コマヤグア盆地地下水開発計画調査報告書、
ホンデュラス政府貸与)

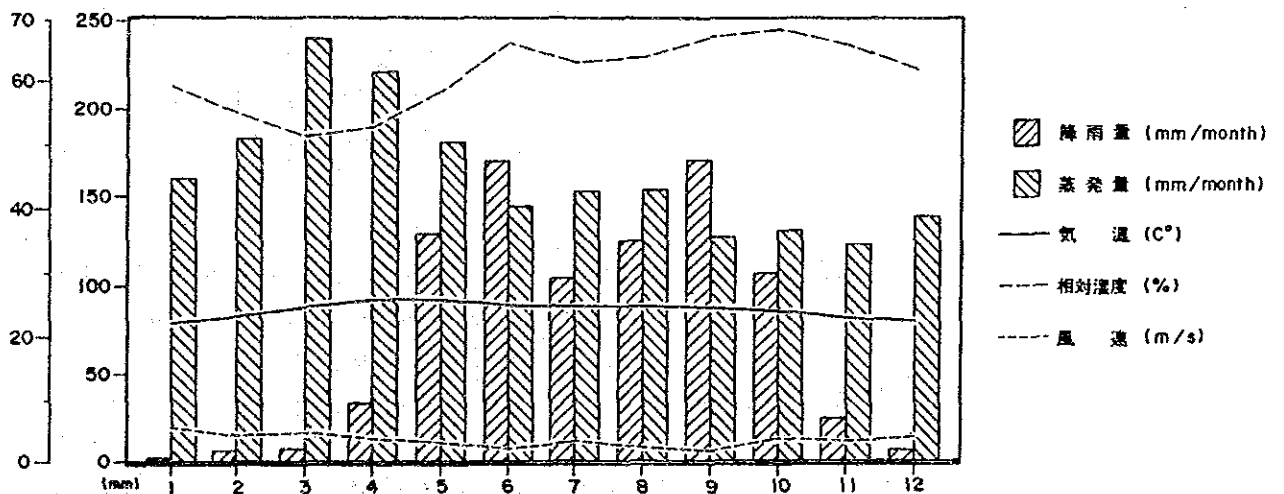


図3.2-1 フローレス地区の気象特性

3.2.3 水文

(1) 降水量

1990年現在における調査対象地域内の降水量観測所で稼働中のものは、コヨラル観測所およびフローレス観測所である。両観測所とも、時間雨量および日雨量を記録している。

コヨラル観測所の日雨量データは、サンホセ川上流域からフローレス頭首工地点までの流出解析に用い、フローレス観測所の日雨量データはフローレスかんがい地区の用水量計算に用いる。これらの目的にあわせ、欠測データを補完する必要があり、両観測所の日雨量記録の相互相関係数をとる。両者の相関係数は、0.68に過ぎないが、調査対象地域内外の観測所の日雨量記録の相互相関係数のなかでは最もよい相関を示している。それぞれの観測所の、補完後の降雨データの月別合計をANNEX B、Tables B.2-2、B.2-3に示す。

(2) 河川

1) 河川流量

調査対象地域は、サンホセ川流域、ツハカ川流域、およびその他小河川流域に広がっている。河川流域位置を図 3.2-2に示す。

調査対象地域の河川では、近年の流量観測は行われていない。わずかに、コヨラル流量観測所（現在のコヨラルダム地点）におけるサンホセ川の月平均流量記録（1954-1959）が、天然資源省の旧かんがい局発行、「水文気象部調査紀要 第6号、1954-59 および 1964-66 概要」に掲載されているのみである。コヨラル流量観測所は、1960年まで稼働したが、以降はコヨラルダム建設に伴い撤去・観測中止されている。観測記録のある1954-1959年の日雨量観測記録は、現在では入手することができない。

コヨラル流量観測所におけるサンホセ川の比流量は、年平均 $0.34\text{m}^3/\text{km}^2$ で、流出率は0.37となる。乾期の基底流量を推定する一助として、セノン、ベルメホ、チボス、サンホセ、ツハカ、マメグア、アグアフリア、セカの河川で流量観測を実施した。計測結果によると、セノン、ベルメホの両河川で $0.6\sim 0.4\text{m}^3/\text{sec}$ の流量があるが、他の河川での流量は $0.1\sim 0.0\text{m}^3/\text{sec}$ と非常に少ない。測定結果の詳細をANNEX B、Table B.2-5に示す。

2) 貯水池流入量

コヨラルダムは、セノン川、ベルメホ川、チヴォス川の流入河川を持つが、これら3河川の流量観測は実施されたことはない。しかし、1981年以降は、貯水位が一日2回(6:00 および18:00)計測されており、この記録からコヨラルダムへの流入量を推定することができる。

ダムの貯水面蒸発量は、コヨラル気象観測所の計器蒸発量に基づいて算出した。降水量に基づいて流出量を算出するには、降水量と流出の関係式が必要であるが、前述のように、コヨラルダムへの実測流入量が測定されていないので、貯水位の変化から求めた推定流入量を、実測値として取り扱うこととする。

ダムの貯水位は、流入量、放流量、および貯水面蒸発などの貯水池損失の関数と考えることができる。雨期の貯水位が上昇している期間のみについて解析をおこない、これから流入量を求めるよう関数を決定する。この期間を特に選定したのは、

- ① 放流が抑制されている(雨期の初め)。
- ② 流入量が大きいため、貯水位の上昇が明白である

という利点があり、計算結果に出来る限り誤差が生じないからである。したがって、この期間に関しては、貯水位は流入量と貯水面蒸発量をもって表現し得るものとしてよい。計算結果より洪水時の流出率は、24.8%と計算される。なお、この計算結果は流域全体に降雨があると、する仮定で算出したもので、本地域の降雨特性である局地降雨のファクターは入っていない。

(3) 流出解析

- 流出モデル

コヨラルダムにおいては、流入量の長期間にわたる実測資料がないので、降雨から流出を導出するモデルの構築が必要である。

ここでは、コヨラルダム地点、およびフローレス頭首工地点の流出量を算出する。

コヨラル地点での洪水記録より、洪水の直接流出は以下の式で算出される。

$$Q_{ao} = f \times (a_0 R_0 + a_1 R_1)$$

Q_{ao} : 当日の直接流出量 (mm)
 f : 洪水流出率 (0.248)
 a_0, a_1 : 回帰係数 (各々 0.85, 0.15)
 R_0 : 当日の降雨量 (mm)
 R_1 : 昨日の降雨量 (mm)

日流出量は、上述の直接流出量と基底流量との和として得られる。
すなわち、

$$Q = Q_{ao} + Q_b$$

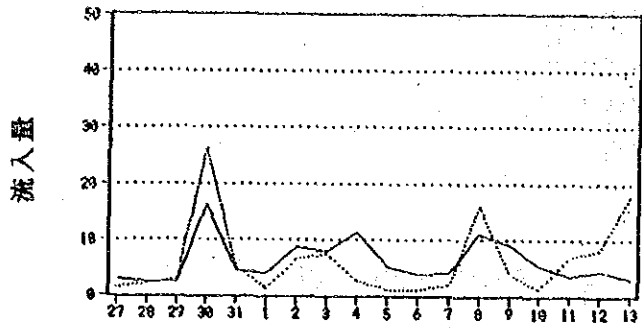
Q : 日流出量 (mm)
 Q_{ao} : 洪水直接流出量 (mm)
 Q_b : 基底流量 (mm)

降雨より算出した流出（コヨラルダムへの流入量）と、貯水位から換算した実測流入量との比較を、図 3.2-3に示す。これらはそれほど大きな相違はないが、パターンにはっきりした違いが現れる場合は、局地的な降雨によるものであると考えられる。

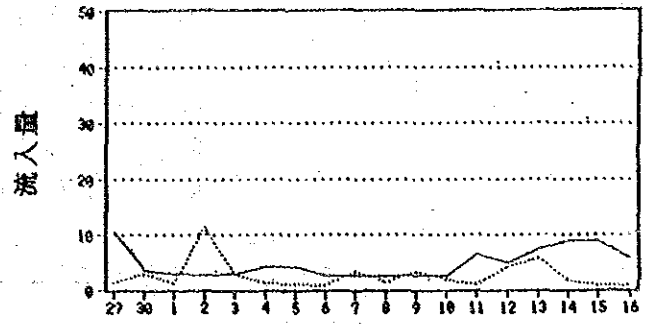
(4) 流出量の推定

コヨラル観測所の日雨量記録は、1963年から1989年までが利用可能ではあるが、1963年および1989年のデータには、フローレス観測所のデータでは補完できない欠測データがある。これを勘案して、流出量の推定に用いるコヨラルの日降雨データは、1964年から1988年までのものとする。この結果、年間の流出量は平均69百万 m^3 である。詳細はANNEX Bに示す。

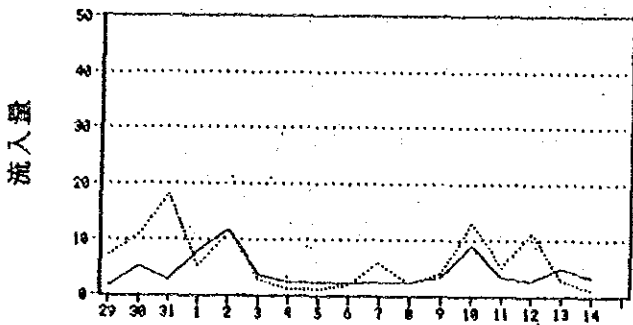
一方、コヨラルダムとフローレス頭首工との間に流出する量は、コヨラル地点での流出量の比流量を用いて算出する。この流域面積は48 km^2 である。また、コヨラル観測所地点とフローレス観測所地点の年間降雨量の差を考慮すると、フローレス頭首工地点の比流量は、コヨラルダム地点の比流量の90%と見ることができる。この地点での年間流出量は平均15百万 m^3 である。



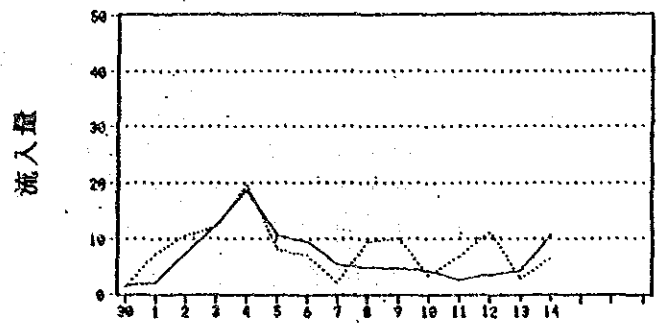
1984(5月-6月)



1987(6月-7月)

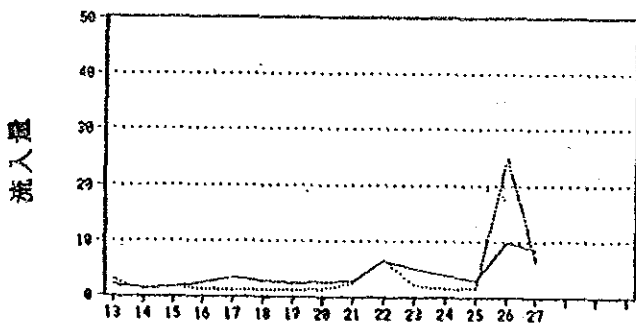


1985(5月-6月)



1988(6月-7月)

— 観測値 推定値



1986(9月)

図 3.2-3 流出量の計算値と観測値の比較

3.2.4 洪水解析

(1) 設計洪水量算定方法

コヨラルダム地点およびフローレス頭首工地点において洪水観測が実施されていないので、両地点における洪水解析は、確率洪水量の推定により行う。ここで、時間雨量、日雨量のデータは、コヨラル観測所のものを用いる。

確率洪水量を求めるために、ここではハイドログラフ法のバリエーションである流出関数法を用いる。前述の流出解析において、計算流出パターンと観測流出パターンに差異が生じている。これは、洪水時の局地降雨によるもので、本計画においては局地降雨のファクターを取り入れ洪水量の計算を行うこととする。洪水直接流出は次のように表すことが出来る。

$$\begin{aligned} Q &= 0.2778 A \cdot f \cdot r \cdot [e^{-at'}(at'+1) - e^{-a't}(at+1)] \cdot s \\ &= 0.2778 A \cdot f \cdot r \cdot D \cdot s \end{aligned}$$

$$t' = t - t_0$$

ここで、

A : 集水面積 (km²)

f : 流出係数

r : 単位時間 t₀ における降雨 (有効雨量 : 総降雨量 x 65%)

D : 流出配分比

t₀ : 計算上の単位時間 (= 1.0 hr)

s : 低減係数 (実降雨面積 = 総流域面積 x 60%)

a : 下記の式で定義される洪水係数

$$a = 2.303 \log [Tp / (Tp - 1)]$$

Tp : ルチハの式による洪水到達時間 (hr)

$$Tp = L / (3600 V)$$

$$V = 20(H/L)^{0.6}$$

L : 河川の起点からの延長距離 (m)

V : 河川の平均流速 (m/s)

H : 河川の起点との標高差 (m)

長時間の降雨による洪水については、単位時間の直接流出を重ね合わせることによって表現し得る。

コヨラルダムおよびフローレス頭首工における設計降雨を算出するためには、降雨強度式を算出しなければならない。

(2) 降雨強度

降雨強度式の算出に当たり、コヨラルダム、フローレス頭首工地点における200年、50年の確率降雨量を求める。

コヨラル観測所の日雨量データを基に岩井法により年最大確率日雨量を求めると、50年確率および200年確率で各々117mm/日、140mm/日となる。同様に年最大確率時間雨量を求めると、50年確率および200年確率で各々53mm/hr、60mm/hrとなる。

前述の確率降雨を用いて、降雨強度式を求めると次表のようになる。なお、詳細はANNEX Bに示す。

降雨強度式		(単位: mm/hr)
地点	200年確率	50年確率
コヨラルダム	$149/(t+1.5)$	-----
フローレス頭首工	-----	$123/(t+1.3)$

日雨量は中央集中型分布として、時間単位に分配した。有効降雨としては、設計降雨の65%をとることとした。

(3) コヨラルダムとフローレス頭首工での設計洪水量

50年確率および200年確率における設計洪水量は、設計雨量と単位図から導かれる。

コヨラルダムとフローレス頭首工での設計洪水量は、次表のように算出される。

設計洪水量		(単位: m ³ /sec)
生起 確率年	コヨラル ダム地点	フローレス 頭首工地点
50	--	520
200	685	--

3.2.5 土壌および土地分級

(1) 土壌

土壌調査は「コマヤグア盆地半詳細土壌調査報告」(1982,土地登記局)を基本に、その検証と追加の現地調査と土壌分析を行った。

調査地域の土壌のほとんどは、凝灰岩を起源とする段丘堆積物と沖積扇状地堆積物が母材である。段丘上の土壌の多くは孔隙が少なく、透水性の低い粘土質の下層土を持つ細粒質の土性である。このような土壌は、不適切な土地利用により、土層内の排水不良や土壌浸食を引き起こすことがある。土壌のコンシステンシーは、乾燥状態で強く固結し、逆に湿潤状態では泥ねい状になる。一方、新しい沖積土壌の透水性やコンシステンシーは農用地としてより良好であるが、その面積は限られている。

調査地域内では表3.2-3に示す16の土壌統が確認された。その分布を図3.2-4の土壌図に示す。また、土壌の分析・試験結果をANNEX Cに示す。土壌の分析・試験結果から下記の特性が明らかとなった。これらの結果から、調査地域内の土壌は中～良の生産力が期待できる。

化学性

- pHは微酸性～微アルカリ性である。
- ECは1.0 dS/m以下で、土壌の塩類化の恐れはない。
- 陽イオン交換容量(CEC)は、15-40meq/100gで中～良の保肥力がある。
- 全窒素は少ない。
- 可溶性のカリウムは多～中、リン酸、カルシウム、マグネシウムは少～中である。
- 微量要素のうち、鉄、マンガン、銅は中程度、亜鉛は少ない。

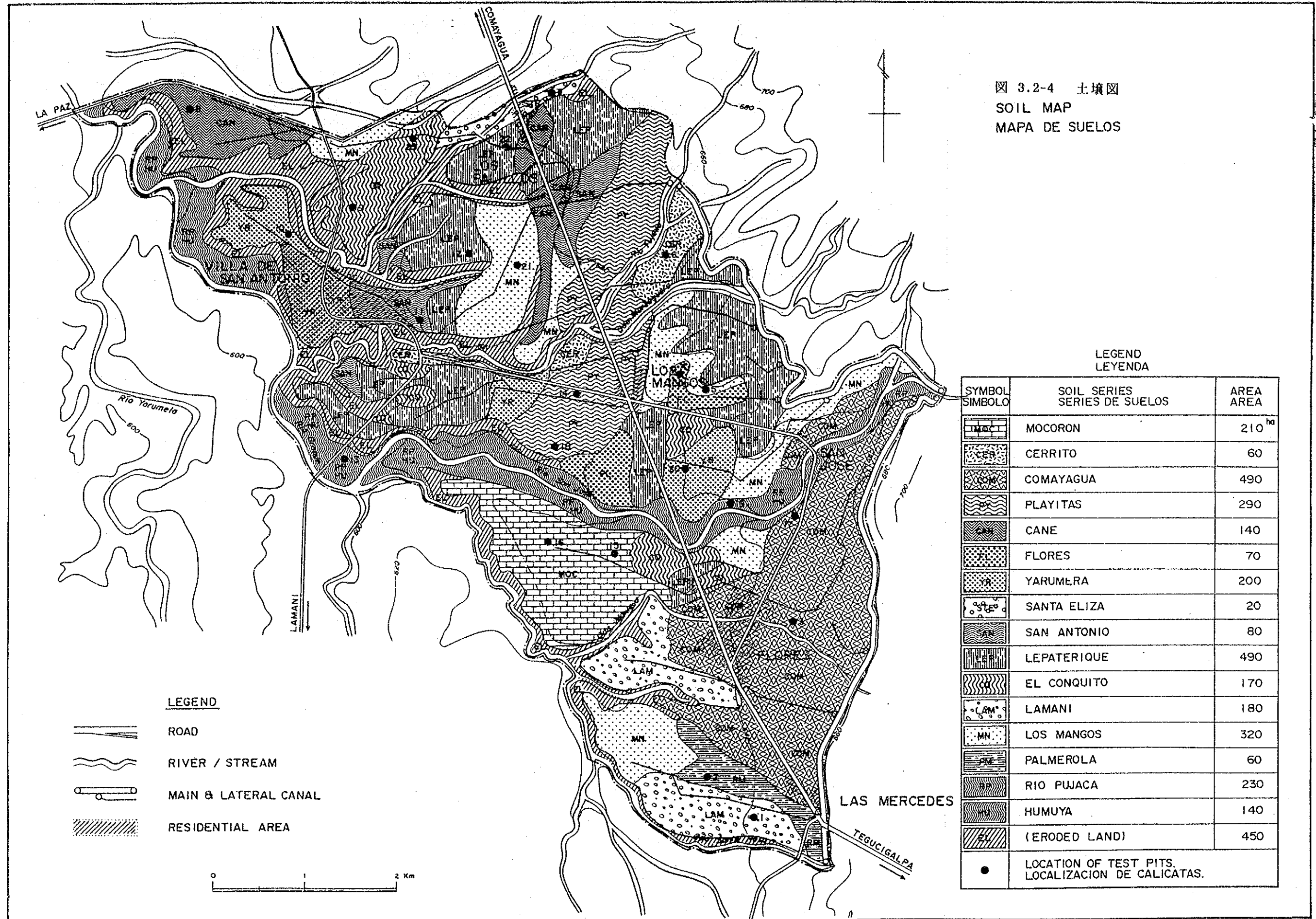
土壌水分

- 根圏域(0-80cm)の有効水分量は平均103mmである。
- 総迅速有効水分量(TRAM)は平均60mmである。
- ベーシックインテクレートは16-67mm/時間、平均31mm/時間である。

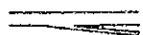

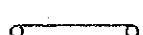

表 3.2-3 調査地域内の土壌

土壌統	記号	土壌分類名	面積 (ha)	比率 (%)	地形	排水	土性 (表土/下層土)	
A. 段丘堆積物を母材とする土壌								
1	Mocoron	MOC	Mollic Haplustalf	210	6	平坦-やや起伏	やや不良	中粒質/中粒質
2	Cerrito	CER	Uitic Haplustalf	60	2	やや起伏	やや不良	中粒質/細粒質
3	Comayagua	COM	Mollic Ustifluvent	490	14	平坦	やや不良	細粒質/中粒質
4	Ployta	PY	Mollic Ustifluvent	290	8	平坦	不良	細粒質/細粒質
5	Cane	CRN	Typic Ustifluvent	140	4	平坦-やや起伏	不良	細粒質/細粒質
6	Las Flores	FL	Typic Ustifluvent	70	2	起伏地	良	中粒質/細粒質
7	Yarumora	YR	Typic Ustifluvent	200	6	平坦	やや不良	中粒質/中粒質
8	Santa Eliza	STE	Typic Ustrocept	20	1	やや起伏	中	中粒質/中粒質
B. 火成岩を母材とする土壌								
9	San Antonio	SAN	Lithic Ustrothent	60	2	起伏地	不良	中粒質/細粒質
10	Lecatarique	LEP	Lithic Ustrothent	490	14	起伏地	良	中粒質/礫質
11	El Coquito	CQ	Typic Ustrocept	170	5	やや起伏	中	中粒質/中粒質
C. 扇状堆積物を母材とする土壌								
12	Lamari	LAM	Mollic Ustifluvent	180	5	平坦	不良	中粒質/細粒質
13	Los Hargos	HN	Mollic Ustifluvent	320	9	やや起伏地	良	中粒質/礫質
14	Palmerola	PM	Typic Chromudert	60	2	平坦	中	中粒質/中粒質
D. 沖積堆積物を母材とする土壌								
15	Rio Pujaca	RP	Mollic Ustifluvent	230	6	ほぼ平坦	中	細粒質/中
16	Humbaya	HU	Typic Ustifluvent	140	4	ほぼ平坦	良-中	中粒質/中粒-礫質
受陸地形	EL			450	12			
合計				3,600	100			

图 3.2-4 土壤图
SOIL MAP
MAPA DE SUELOS





















LEGEND

-  ROAD
-  RIVER / STREAM
-  MAIN & LATERAL CANAL
-  RESIDENTIAL AREA

0 1 2 Km

LEGEND
LEYENDA

SYMBOL SIMBOLO	SOIL SERIES SERIES DE SUELOS	AREA AREA
	MOCORON	210 ha
	CERRITO	60
	COMAYAGUA	490
	PLAYITAS	290
	CANE	140
	FLORES	70
	YARUMERA	200
	SANTA ELIZA	20
	SAN ANTONIO	80
	LEPATERIQUE	490
	EL CONQUITO	170
	LAMANI	180
	LOS MANGOS	320
	PALMEROLA	60
	RIO PUJACA	230
	HUMUYA	140
	(ERODED LAND)	450
	LOCATION OF TEST PITS. LOCALIZACION DE CALICATAS.	

(2) 土地分級

土地可能性分級はアメリカ合衆国開拓局(USBR)の基準によった。土地の級位はこの基準によって次のように評価される。

- 級位 1 : 制限となる因子がなく、かんがい農業に最適な土地。
級位 2 : 土性が細粒、傾斜がやや急あるいは下層土の透水性の不良など軽度の制限因子はあるが、かんがい農業に中程度に適する土地。
級位 3 : 土層が浅い、礫質土壌あるいは肥沃性にかけるなどの制限因子はあるが、かんがい農業は可能である。
級位 4 : かなり土層が薄い、傾斜が急あるいは排水性が不良などのかかなり大きな制限因子のため、かんがい農業には極限地あるいは条件により可能である。
級位 5,6 : 重大な制限因子のためかんがい農業には適さない土地。

調査地域の土地可能性分級は級位1から級位6に分類される。級位1は一年性作物、多年性作物のいずれにも適する。級位2および3は重粘な土性、礫質、土層が浅い、傾斜が急などのいくつかの欠点を持っているが、これらの土地もかんがいを行うことによって一年性作物や果樹等の栽培に適している。級位4の土地はかんがいを行って果樹やコーヒーの栽培に、また非かんがいの草地として利用可能である。級位5および6は、自然草地としての放牧利用や林地として利用されねばならない。土地分級別面積を表3.2-4に、土地分級図を図3.2-5に示す。

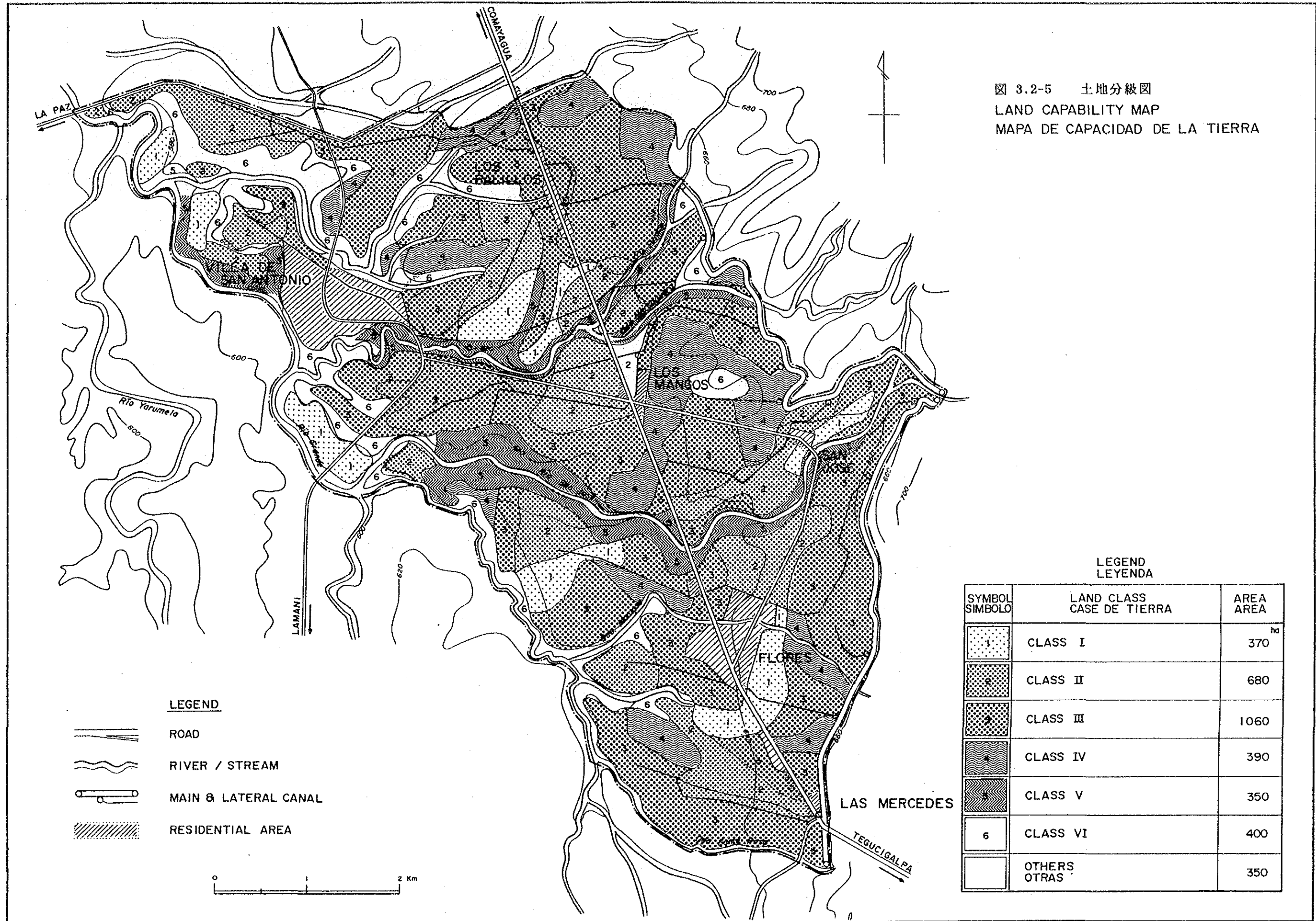
表 3.2-4 土地分級別面積

級位	面積 (ha)	比率 (%)
級位 1	370	10
級位 2	680	19
級位 3	1,060	30
級位 4	390	10
級位 5	350	10
級位 6	400	11
その他*	350	10
合計	3,600	100

* 居住地、道路、水路、水面など

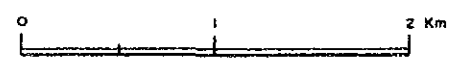
(注) ANNEX C 参照

图 3.2-5 土地分級圖
 LAND CAPABILITY MAP
 MAPA DE CAPACIDAD DE LA TIERRA



LEGEND

- ROAD
- RIVER / STREAM
- MAIN & LATERAL CANAL
- RESIDENTIAL AREA



LEGEND
 LEYENDA

SYMBOL SIMBOLO	LAND CLASS CASE DE TIERRA	AREA AREA
	CLASS I	370 ^{ha}
	CLASS II	680
	CLASS III	1060
	CLASS IV	390
	CLASS V	350
	CLASS VI	400
	OTHERS OTRAS	350

3.2.6 水質

調査対象地域内のかんがい水路の水は、かんがいの他に住民の生活用水としても利用されている。ダム、サンホセ川に位置する水路の取水地点およびかんがい水路の水質試験結果、かんがい用水と飲料水の評価基準をANNEX Cに示す。

これらの水質は、かんがい用水として良質であり、またバクテリアと大腸菌による汚染を除き飲料水にも適している。

3.3 農業

3.3.1 土地利用および土地所有

(1) 土地利用

フローレスかんがい地区はセクターⅠ、セクターⅡ合わせた全体面積で3,600ヘクタールからなる。地区の現況土地利用を表3.3-1に、現況土地利用図を図3.3-1に示す。耕作地は2,230ヘクタールで全体面積の62%を占めている。この耕作地はさらに一年性作物、多年性作物および改良草地の三つのカテゴリーに分けられる。

一年性作物の耕作地はおもにトウモロコシ、米を主とした基本食用作物、およびトマト、スイカ、タマネギ等の野菜類が植付られている。多年性作物は、バナナ、コーヒー、パパイヤ、アボカド、マンゴー、オレンジと改良草地である。

非耕作地は自然草地、林地、市街地、道路、水路からなり1,370ヘクタールで調査地域の38%を占めている。自然草地と林地のほとんどは牛の放牧に利用されている。

表 3.3-1 調査地域の現況土地利用

(単位：ヘクタール)

	セクターⅠ	セクターⅡ	合計
耕作地	850(65%)	1,380(60%)	2,230(62%)
一年生作物	400(31%)	720(31%)	1,120(31%)
多年性作物	90(7%)	50(2%)	140(4%)
改良草地	360(28%)	610(27%)	970(27%)
自然草地	160(12%)	300(13%)	460(13%)
林地	160(12%)	400(17%)	560(16%)
市街地、居住地	60(5%)	110(5%)	170(5%)
道路、水路、川、その他	70(5%)	110(5%)	180(5%)
合計	1,300(100%)	2,300(100%)	3,600(100%)

資料：調査団の現地調査、空中写真の判読による。

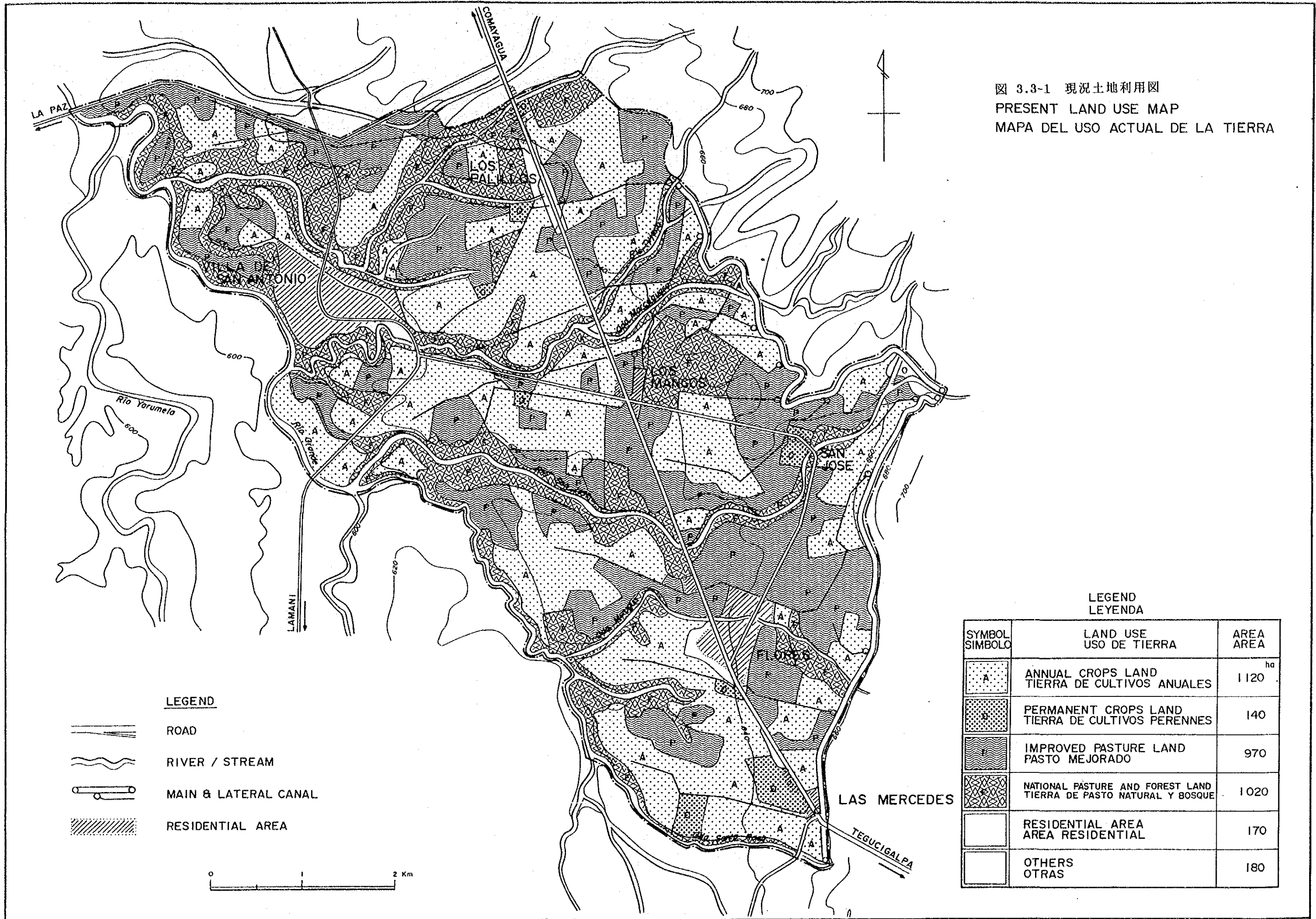


图 3.3-1 現況土地利用図
 PRESENT LAND USE MAP
 MAPA DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA

LEGEND

- ROAD
- RIVER / STREAM
- MAIN & LATERAL CANAL
- RESIDENTIAL AREA

0 1 2 Km

LEGEND
 LEYENDA

SYMBOL SIMBOLO	LAND USE USO DE TIERRA	AREA AREA
	ANNUAL CROPS LAND TIERRA DE CULTIVOS ANUALES	1120 ^{ha}
	PERMANENT CROPS LAND TIERRA DE CULTIVOS PERENNES	140
	IMPROVED PASTURE LAND PASTO MEJORADO	970
	NATIONAL PASTURE AND FOREST LAND TIERRA DE PASTO NATURAL Y BOSQUE	1020
	RESIDENTIAL AREA AREA RESIDENTIAL	170
	OTHERS OTRAS	180

(2) 土地所有

調査地域の土地所有の状況は、フローレスかんがい地区の土地所有者リストをベースに推定される。412戸の個別農家と合計131戸の組合員で構成される11の小農民組合がある。小農民組合は土地改革政策の下に農地改革庁により組織化されており、共同経営を行っている。

土地所有の規模は、個別農家では表 3.3-2 に示すように変化に富む。わずか2%の50ヘクタール以上の大土地所有者が全体の22%の面積の土地を占めている一方、5ヘクタール以下の土地しか持っていない小農は、全土地所有者の2/3を占め、その所有面積はわずか17%にすぎない。小農民組合の所有面積は、組合員当り1.5~4.6ヘクタール、平均2.9ヘクタールでその経営規模は小さい。小農組合員も含めた地域内の戸当り平均土地所有面積は、7.0ヘクタールと推定される。

土地所有農家の他に、調査地域内の人口(8,600人)と農業従事者数(1,800人)から推定して、調査地域内には250-300戸の土地無し農民がいると推定される。

表 3.3-2 土地所有規模別階層区分 (個別農家)

土地所有規模	所有者数 (比率)		所有面積 (比率)	
	戸数	(%)	(ha)	(%)
小規模	1 ha 以下	63 (15)	37	(1)
	1 - 2 ha	65 (18)	98	(3)
	2 - 3 ha	81 (20)	193	(6)
	3 - 5 ha	61 (15)	249	(7)
中規模	5 - 10 ha	55 (12)	391	(11)
	10 - 20 ha	48 (12)	674	(20)
	20 - 30 ha	16 (4)	392	(12)
	30 - 50 ha	16 (3)	627	(18)
大規模	50 - 100 ha	4 (1)	291	(9)
	100 ha 以上	3 (1)	455	(13)
合計	412	(100)	3,407	(100)

(注) :フローレスかんがい地区土地所有者リスト(DGRH)をもとに調査団が整理した。小農民組合(11組合、131組合員、385ha)は含まない。

3.3.2 農業生産

コマヤグア盆地はホンデュラスの農業生産において重要な役割を担っている。1974年の農牧業センサスによれば、全国のトマト生産量の約86%はコマヤグア盆地内で生産されている。そのほかに大きな割合を占める作物はトウガラシ86%、キュウリ39%、タマネギ41%である。野菜類の多くはテグシガルバの市場に出荷される。さらに、キュウリやトマト加工品の一部はアメリカ合衆国や近隣諸国にも輸出されている。

調査対象地域内の主な作物はトウモロコシ、米、タバコ、トマトおよびその他の野菜類である。トウモロコシは伝統的穀物の1つとしてかんがいされ広く作付されている。米の作付面積は農家の志向によって、最近増加しているが、かんがい用水が不足しているため、乾期の稲作は禁止されている。野菜類は農家の重要な換金作物である。

(1) 作付面積

フローレスかんがい地区内の作付面積を表3.3-3に、作付体系を図3.3-2に示す。米、タバコ、コーヒーは全作付面積がかんがいられている。トウモロコシの一部とソルガムのほとんどは、雨期にはかんがいられていない。コーヒーとマンゴー、パパイヤ、オレンジ、アボガドなどの果樹は一般に乾期にはかんがいられている。改良草地は乾期に約30ヘクタールがかんがいられているにすぎない。

乾期のかんがい面積は延べ830ヘクタールと推定される。雨期および乾期の休閑地はかんがい水の不足のため、それぞれ240ヘクタール(全耕作地の11%)、420ヘクタール(全耕作地の19%)と推定される。

(2) 農業生産

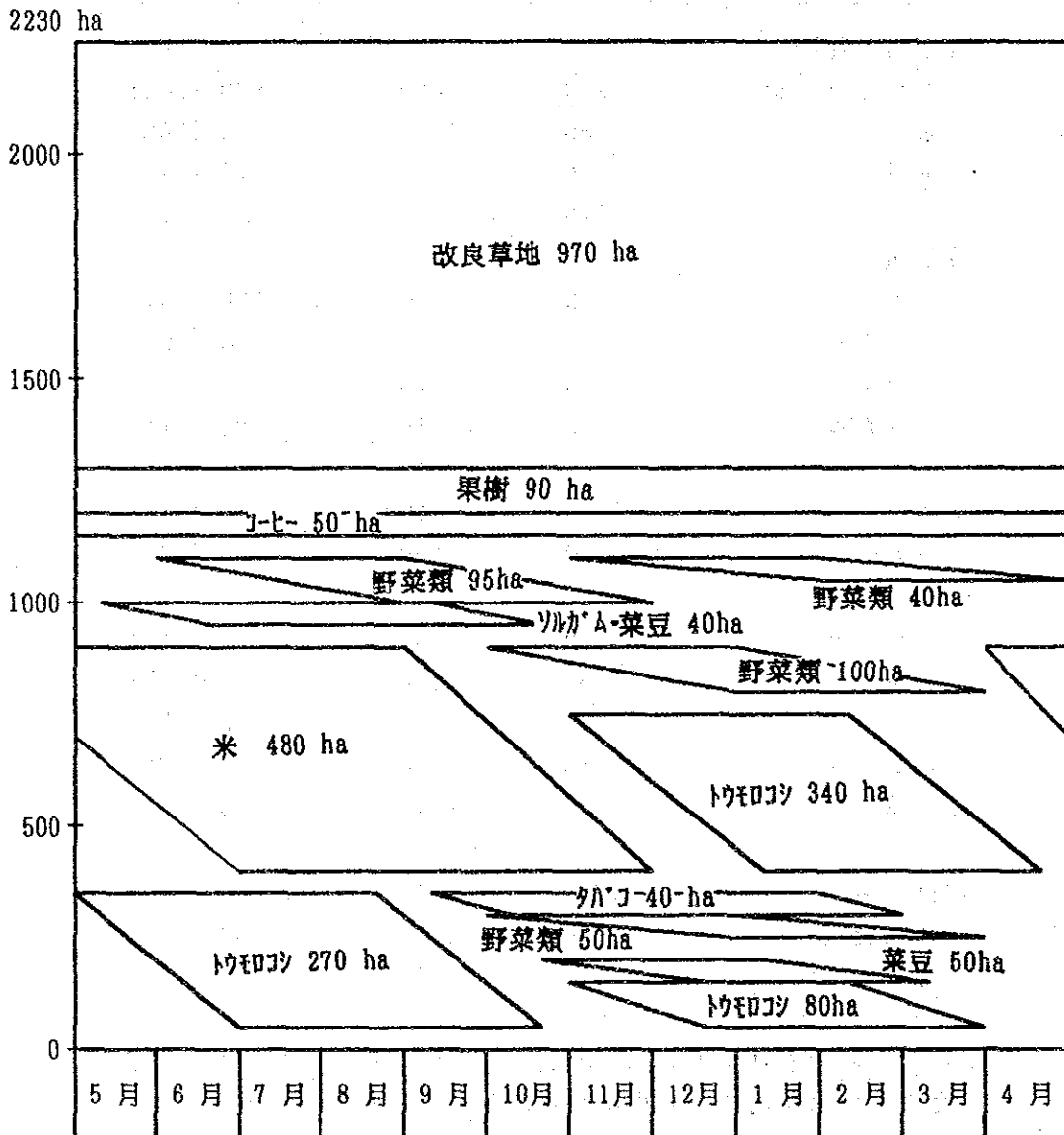
調査地域の単位収量は統計データ、調査団が行った農家調査および農業普及員からの聞き取りから推定した。単位収量は気象条件、農家の営農技術や肥料、農薬等の使用によって大きな幅がある。

表 3.3-3 調査地域の作付面積

(単位：ヘクタール)

	雨期	乾期	計
基本食用作物			
トウモロコシ	270	420	690 (26%)
米	480	-	480 (18%)
菜豆	20	50	70 (3%)
ソルガム	20	-	20 (1%)
野菜類			
トマト	70	150	220 (8%)
キュウリ	5	5	10 (0%)
タマネギ	5	10	15 (1%)
トウガラシ	10	15	25 (1%)
スイカ	5	10	15 (5%)
タバコ	-	40	40 (1%)
コーヒー	50	(50)	50 (2%)
果樹			
パパイヤ	30	(30)	30 (1%)
アボカド	30	(30)	30 (1%)
マンゴー	20	(20)	20 (1%)
オレンジ	10	(10)	10 (0%)
改良草地	970	(970)	970 (36%)
作付面積計	1,995	1,810	2,695 (100%)
耕作地面積	2,230	2,230	2,230
作付率	89%	81%	121%

注：これらの面積は土地利用現地調査、空中写真、フローレス農牧開発支所に水利用者から申請されたかんがい面積から推定した。



果樹 : ハナイヤ、アホカト、マソコ、オレンジ
 野菜類 : トマト、キュウリ、タマゴ、トウガラシ、スイカ

図 3.3-2 現況作付体系

表 3.3-4 調査地域の農業生産

作物	作付面積 (ha)	単位収量 (ton/ha)	生産量 (ton)
トウモロコシ	690	1.6	1,104
米	480	2.6	1,248
菜豆	70	0.6	42
ソルガム	20	1.2	24
トマト	220	15.5	3,410
キュウリ	10	10.5	105
タマネギ	15	8.0	120
トウガラシ	25	4.3	108
スイカ	15	10.0	150
タバコ	40	1.6	64
コーヒー	50	1.0	50
パパイヤ	30	12.0	360
アボカド	30	4.0	120
マンゴー	20	5.0	100
オレンジ	10	3.5	35
改良草地			
(牛乳)	970	1.38	1,339
(肉牛・生体)	970	0.069	67

(3) 畜産

畜産部門も調査地域内で、重要な役割を担っている。農家の約 1/3は乳用牛あるいは肉用牛を飼養している。乳用牛と肉用牛の比率は7:3と推定される。調査地域内のヘクタール当りの牧養力は2~3頭である。耕作地の約43%(970ヘクタール)は改良草地となっている。さらに、460ヘクタールの自然草地が存在する。調査地域内の家畜頭数を表3.3-5に示す。

表 3.3-5 調査地域内の家畜頭数

家畜	頭羽数
牛	2,234
馬	174
豚	327
にわとり	16,900

資料：フローレス農牧開発支所(1988年)

牛は一年中、改良草地あるいは自然草地で放牧される。畜産部門での主な問題は乾期の飼料不足にある。このため雨期明けにはかなりの牛が地域外に販売される。また、乾期の牛乳の生産量は雨期の半分に減少する。乾期にはトウモロコシ、米、ソルガムの収穫後、圃場に残った茎や葉を家畜に採食させている。

肉牛の屠殺時の平均体重は、4年飼育で約400kgである。また、牛乳の生産性は、搾乳牛一頭当たり一日3~5リットルである。このように、地域内の畜産の生産性は低い。

(4) 農業労働力

農家調査の結果から、農家当りの農業労働力は平均2.2人と推定される。農繁期には一部の主婦や児童も圃場労働に駆り出される。小農は自己農地の農作業の他に余剰労働力を近隣の中~大農の雇用労働力として現金収入を得ている。調査対象地域内の労働バランスは年間従事可能労働力526,000人・日に対し必要労働力は301,000人・日である。

(5) 農業機械

農作業は人力による場合が多く、農業機械の利用はあまり一般的ではない。調査地域内ではトラクター10台があり、主に耕起と碎土に使われている。播種、移植、収穫はほとんどは人力で、碎土、畝立、除草などは畜力で、防除は背負い式防除機によっている。地域には農業機械化計画による農業機械の賃耕組織が農民にサービスを行っていたが、機械の維持管理やマネジメントの不慣れからすでに解散した。大~中農にトラクターが導入されつつあり、機械の遊休時には近隣農家への賃耕サービスも行っている。しかし、トラクターは不足しておりコマヤグア市周辺からもサービスを受けている。

(6) 営農資材

農家調査と現地調査より得た営農資材の使用量をANNEX Dに示す。肥料、農薬の投入量が少ないため、単位収量は低く、病害虫が多発している。防除が適期に適切に行われていない例もある。

(7) 農産物・営農資機材価格

1989/90年のコマヤグアにおける農産物の庭先価格と営農資機材の価格をANNEX D、Tables D.2-16および-18に取りまとめた。

(8) 現況生産額および収益

ヘクタール当りの粗生産額、生産費および純益額は、表3.3-6のように要約される。調査地域内の総粗生産額は5,359千レンピラ、総純益額は3,882千レンピラと推定される(ANNEX D)。

表 3.3-6 ヘクタール当り粗生産額、生産費および純益額
(単位 :レンピラ/ヘクタール)

作物	粗生産額	生産費	純益額
トウモロコシ	992	465	527
米	1,664	867	797
菜豆	840	556	284
ソルガム	576	309	267
トマト	6,975	1,159	5,816
キュウリ	2,310	1,001	1,309
タマネギ	7,840	1,256	6,584
トウガラシ	6,020	1,147	4,873
スイカ	3,100	908	2,192
タバコ	7,040	1,141	5,899
コーヒー	4,200	1,141	3,059
パパイヤ	7,920	3,173	4,747
アボカド	4,000	845	3,155
マンゴー	3,000	852	2,148
オレンジ	3,360	895	2,465
改良草地	1,021	123	898

ANNEX D 参照

3.3.3 農家経済

代表的個別農家と小農民組合員の経済状況は、60戸の農家調査の結果と先に述べた農産物の収益性から表 3.3-7のように整理できる。小規模農家と小農民組合員は、余剰労働力を農業労働力として賃金収入を得ているが、生活水準は低い。

表 3.3-7 代表農家の経済

	小規模農家	中規模農家	小農組合員*
経営面積 (ha)	1.67	10.14	2.59
農家所得 (Lps)	5,210	12,930	7,780
農業所得 (Lps)	(4,130)	(12,930)	(7,240)
賃金収入 (Lps)	(1,080)	(0)	(540)
生活費 (Lps)	4,950	10,730	7,130
農家余剰額 (Lps)	260	2,200	650

* 11組合員、戸当り平均経営面積は30.9ヘクタール

注: ANNEX D 参照

3.3.4 農産物の流通と加工

(1) 農産物の流通

基本食用作物（トウモロコシ、米、ソルガム、菜豆）は主として仲買人、農業協同組合および農産物流通庁（IHMA）によって集荷され、卸売業者を通じて国内市場に出荷される。IHMAは、国民の主要な食糧の安定的供給を図るため、基本食用作物市場に介入する権限を持っている。また、毎年生産費を勘案した基本食用作物の支持価格を設定して、卸売価格の低落時には支持価格で購入し、高騰時には保有穀類を市場に放出して、価格変動の抑制を図っている。

基本食用作物以外の野菜、果実、畜産物は、主として仲買人が集荷している。他にコマヤグア地区内の2農協、加工会社、輸出業者が直接農家から集荷している。

1988年のコマヤグア地区における基本食用作物以外の農産物の価格変動は大きかった。特に野菜の卸売価格は、年間の最高価格が最低価格の3~4倍に達した。仲買人および加工会社との取引は、農家が個々に

行っておりグループを組織して取り引きしているものは殆どない。地域内に農家が利用できる集出荷施設もない。

コマヤグア盆地の中心地であるコマヤグア市には、卸売市場施設がない。市営の小規模な市場はあるものの、施設が十分整備されていない。このため、生産者が直接販売する手段を持たず、貯蔵施設もない。

トマト加工品はコマヤグアの加工会社により中米諸国に輸出されている。
キュウリは輸出会社により米国に輸出されている。

(2) 農産物の加工

コマヤグア盆地の農産物は、盆地内の加工業者ばかりでなく、首都およびサンペドロスーラ市周辺の業者により、加工製品化されている。コマヤグア盆地内の主な業者はトマトおよび果実加工の2工場、トウモロコシの製粉、精米の各1工場がある。トマト加工工場は原料供給が不十分なため稼働率は30%にとどまっております、特に雨期の大半は操業を休止している。

3.3.5 農業支援体制

農業支援は農業技術普及、農産物流通、試験研究、農業融資に対して行われている。農業支援の系統図は図3.3-3に示すとおりである。

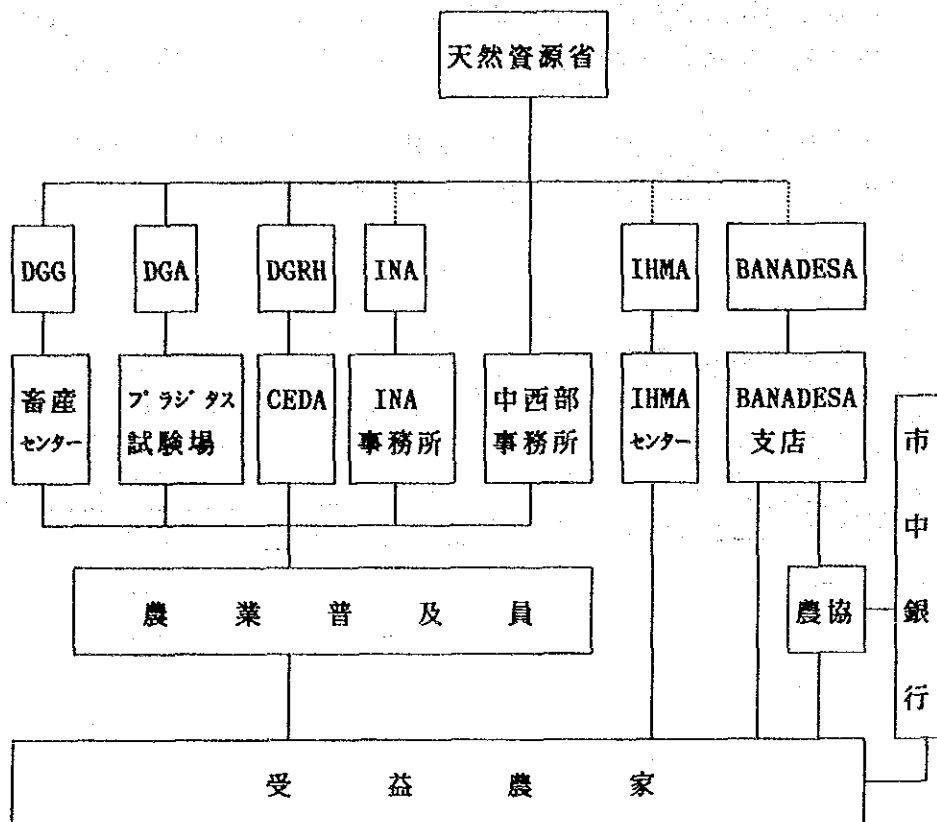


図3.3-3 農業支援系統図

(1) 農業支援機関

一 天然資源省(SRN)中西部地域事務所

天然資源省は全国を11地域に分割し、各地域の農業調査と農業支援を行っている。コマヤグア市にある中西部地域事務所はコマヤグア県とラバス県を管轄しており、計画部門とともに農業、畜産、農業普及、水資源、開発プロジェクト、天然資源および国営プロジェクトの各部署がある。SRNの地域事務所はさらに農業普及と調査のために盆地内の4カ所に農牧開発支所を置き、その内の一つのフローレス農牧開発支所は調査対象地域内に位置する。フローレス支所は、フローレスかんがい地区の施設と水の管理を担当するかんがい課と、コマヤグア南東部の農業普及と農業調査を担当する農業課より構成されている。

一 農地改革庁 (INA) コマヤグア地域事務所

INAのコマヤグア地域事務所は、コマヤグア、ラパスおよびインチブカの3県を管轄し、地方事務所4カ所、出張所3カ所を統轄している。この地域事務所は、農地改革によって入植した地域内256の小農民組合に対し、組織の育成、営農指導、農業融資などを行っている。

一 農産物流通庁 (IHMA) コマヤグアセンター

IHMAは基本穀物の支持価格を決定し、基本穀物の買い上げ、貯蔵および販売業務を行っている。

一 農業開発研修センター (CEDA)

農業開発とかんがいの技術者を養成することを目的として、日本政府の援助によって、1985年に完成した。水資源局の下部機関としてコマヤグア市に位置し、ホンデュラス全国の農業および農業土木技術者、農民の訓練を行うための研修コースを開設している。

(2) 試験研究機関

一 国立畜産センター

国立畜産センターはコマヤグア市郊外に試験研究施設と約1,000ヘクタールの牧草地を持っており、牛の品種改良、凍結精液の生産、飼養技術の改善のための技術指導を行っている。

一 ブラジタス農業試験場

天然資源省農業局の下部機関で、コマヤグア市の郊外に設置されている。おもに基本食用作物の品種試験や施肥試験を行っている。

(3) 農業普及

ホンデュラスの農業普及は、SRNのもとに各地域事務所が行っている。調査地域にはフローレス農牧開発支所の農業課に3人の普及員が配置されている。3人の普及員は、フローレスかんがい地区および周辺地域の農家約1,500戸のうち、600戸の小農と17の小農民組合（組合員数240名）を重点に作物栽培と畜産に関する技術指導を行っている。普

及員の数が少ないこと、普及活動のための交通手段（車輛）が不足しているなどの問題がある。

INAは農地改革で入植した小農民組合に対し、SRNと連携し農業普及を行っている。農業協同組合は、上部団体と連携して組合員に対し独自の技術普及活動を行っている。

(4) 農業融資

農業融資は農業開発銀行（BANADESA）および市中銀行が行っている。BANADESAは農業融資を担当する国立銀行で、コマヤグア市に支店があり、国内新規融資承諾額の28%を占め、主に小規模農家に融資を行っている。一方、市中銀行は大中農を対象に融資を行っている。融資対象は作物栽培や畜産に必要な資機材の購入、農地の購入、かんがい施設の建設費などを目的としている。作物別にはコーヒー、米、トウモロコシの順に融資金額が多い。農業融資の問題として、金利が高いこと、資金量が不足していること、また、小規模農家では返済率が低い（約70%）等の問題がある。農家調査結果によれば、融資を受けている農家は調査農家の16%と低い。

(5) 営農資機材の供給

営農資機材は下記の経路によって、コマヤグアあるいはテグシガルバで供給されている。

- 米の種子、果樹の苗木：天然資源省
- その他の種子：自家生産または農業資機材商
- 肥料・農薬：BANADESA、農業協同組合、農業資機材商
- 農業機械・器具：BANADESA、農業協同組合、農業資機材商

3.3.6 農民組織

(1) 小農民組合

農地改革によって入植した小農民の組合組織で10-20戸の共同経営を行い、農地改革庁により指導・育成されている。フローレス地区には131戸の農家が11の小農民組合をつくり、385ヘクタールの土地に入植している。1組合当りの平均土地所有面積は35ヘクタール、1農家当り2.9ヘクタールである。各組合とも土地の取得、共同経営の運営および農業技術の向上という問題を抱えている。

(2) 農業協同組合

コマヤグア盆地には下記の2つの地域農業協同組合が組織されている。

- カルコマル農業協同組合
- フルタデソル農業協同組合

前者はコマヤグア盆地内の農地改革による25小農民組合を組織化したもので、フローレス地区の11組合も加入している。この農業組合はホンデュラス農民組合連合（ANACH）に所属し各種の指導を受けている。主な事業は次のとおりである。

- 組合員への農業融資
- 組合員への農業機械の貸与および受託機械耕作
- 生産物の受託販売（米、トマト）
- 営農資機材の供給（肥料等）

後者はコマヤグア盆地内の個別農家170名の組合員で組織され、フローレス地区の農家約30戸も加入している。本組合は他地域の7組合と連合会を組織して、全国協同組合連合会に加入している。この連合会は先進国の技術指導を受けている。この組合は資金力および組織力に問題がある。組合の主な事業は次のとおりである。

- 組合員への農業融資
- 組合員への技術指導
- 農業機械化の促進
- 農業消費財の販売
- 農産物の輸出（キュウリ、うり類）
- 農産物の受託販売（米、トマト、大豆）

(3) コヨラルダム水利用者組合

水利法によって、国管かんがい地区には水利用者組合の組織化が義務づけられており、フローレスかんがい地区では1957年に設立された。水利用者組合はフロレス農牧開発支所とともに、かんがい施設の維持管理を行うことになっているが、経費の不足、組合員の施設管理意識の欠如のため、機能を十分發揮していない。

3.4 コヨラルダムの現状

3.4.1 ダムの概要

粗石の産地は？

コヨラルダムはコマヤグア県南東方のコマヤグア山脈中部のサンホセ川上流に位置する粗石コンクリートダムである。首都テグシガルパの北方約40km、フローレスかんがい地区の東方約7kmの距離に位置する。本ダムは下流のフローレス地区のかんがい用に1965年に建設されたが、近年ビジャデサンアントニオの上水も供給するようになった。このように本ダムは、かんがい農業および地域住民の生活に不可欠な基幹施設と言える。

本ダムは経年変化による老朽化が進んでいる上、堤体および基礎岩盤より漏水が著しく、ダムの安全性が以前から懸念されている。ホンデュラス政府は安全性を確保した上、フローレス地区を主体とした、下流受益地に安定したかんがい用水を供給することを急務と認識している。

本調査はダムの堤体および基礎岩盤を地質学、工学的に検討しダム復旧計画に資するものである。

コヨラルダムの諸元を表3.4-1に、一般平面図および縦断図を各々図3.4-1、3.4-2に示す。

3.4.2 ダム地質

(1) 調査・試験概要

堤体およびその基礎地盤について次のような調査・試験を実施した。

- 現場調査
- ボーリング調査および孔内試験
- 岩石試験

現場調査は1985年に作成された縮尺1/200、1/500の地形図を基にダムおよび貯水池をマッピングし、地表地質調査を実施した。

ボーリング調査は8孔、総掘削深600mを行った。また、1985年にカナダのLAVALIN-GATESAが実施した10孔、総掘削深702.15mのボーリング調査結果も参照した。

表3.4-1 コヨラルダムの諸元

貯水池

流域面積	: 192km ²
満水位	: 807m
低水位	: 775m
有効容量	: 1,260万m ³
死水容量	: 78万m ³
貯水池面積	: 75.6 ヘクタール

堤体軀部

型式	: 重力式粗石コンクリートダム
堤高	: 60m
堤長	: 125.4m
堤頂標高	: EL.809m(1m高のパラペットあり)
天端幅	: 6 m
法面勾配	: 上流 1:0.05、下流 1:0.72 (上部9mは垂直)

放流設備

放流管	: φ 750mm
バルブ	: φ 600mm (ハウエルバンガーバルブ)
最大放流量	: 約 4.7m ³ /sec

洪水吐

呑口標高	: EL.807m
型式	
上部	: 緩傾斜水路 呑口幅 39m
下部	: バケット状急勾配の斜路 (2段に存在)

工期

I 期工事	: 堤高749m~782m (1956~1957年)
II 期工事	: 堤高782m~809m (1964~1965年)

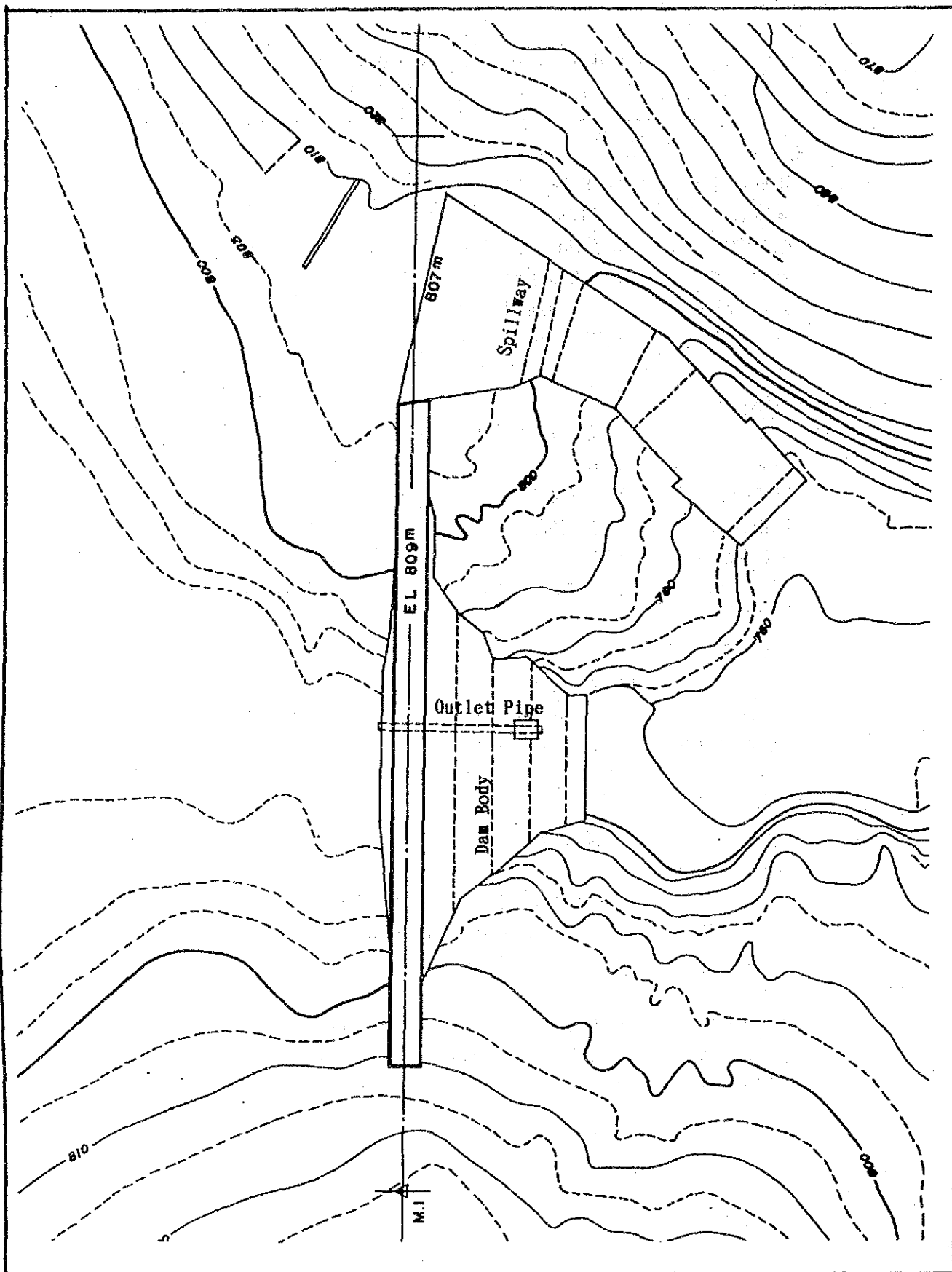


図 3.4-1 コヨラルダム一般平面図

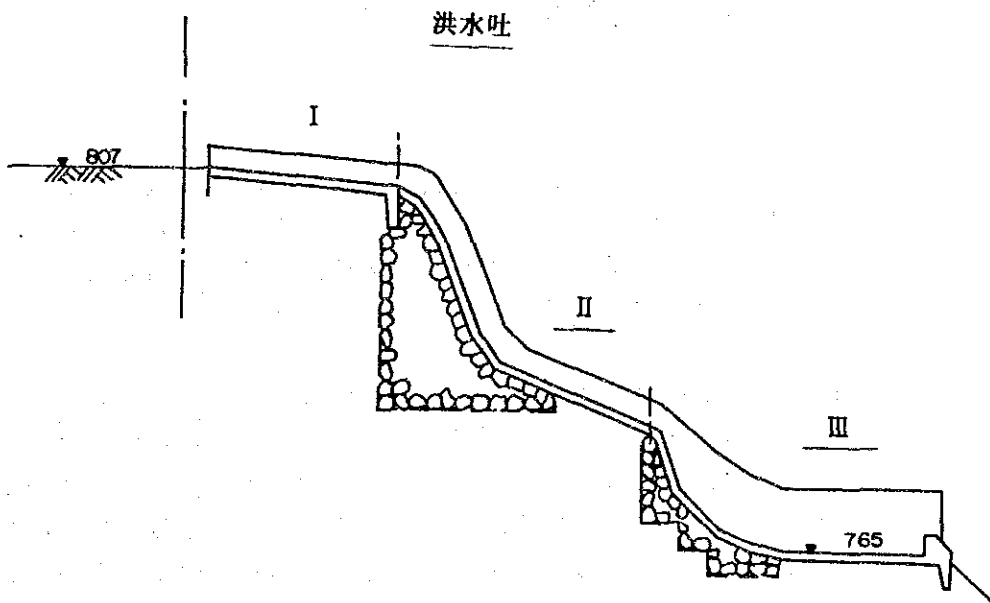
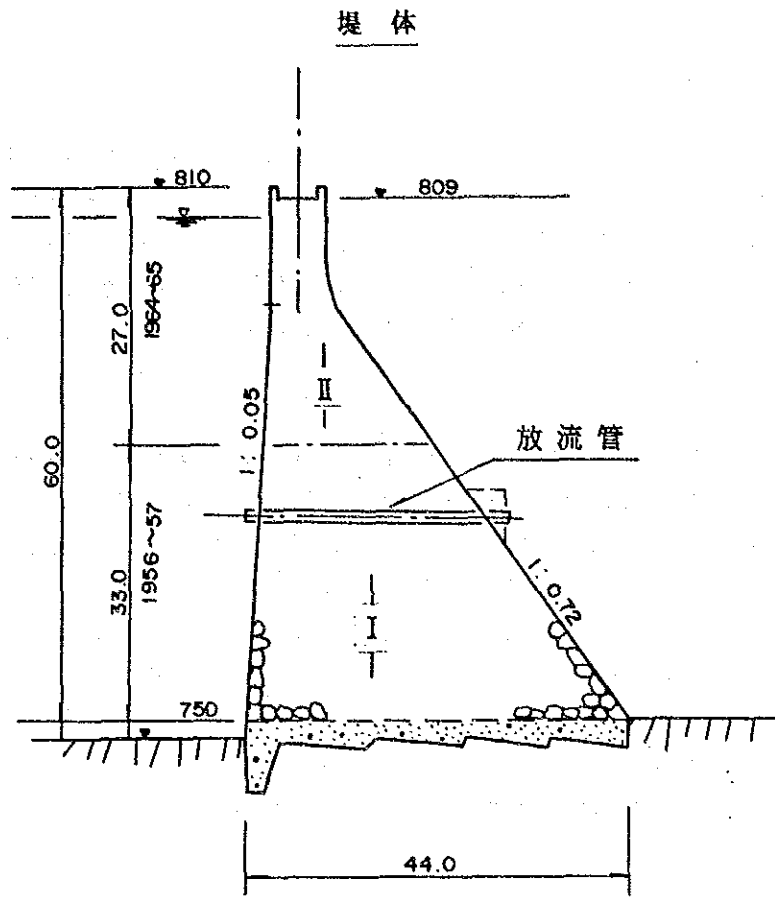


図3.4-2 コヨラルダム縦断図

(2) 地形・地質概要

ダム地点の地形は、標高800m地点で深さ50m、川幅75mのV字谷で侵食の進んだ幼年期の谷である。ダムはセノン川、ロスチボス川とベルメホ川の合流直下流に位置し、左岸は約70°近くの急傾斜壁を持ち、右岸は約30°の傾斜面を持つ。また、ダムと洪水吐の間に小丘が分布する。河川の線方向は主要な構造線、割れ目および岩盤の軟弱帯に沿って分布していると考えられる。

ダム流域の地質構成は熔結凝灰岩、凝灰岩、火山角レキ岩、流紋岩等より構成されている。ダム付近は熔結凝灰岩が広く分布している。これらの地層は、第三紀（中新世～鮮新世）の、主として火砕岩より成るパドレミゲル層群の一部と考えられている。熔結凝灰岩は、堆積時の温度の違いから熔結度、粒度、間隙率等が異なり、いくつかの冷却ユニットが形成されているが、各々の境界は漸移する。

なお、本調査の地質工学的岩盤分類は、日本で一般的に使用されている電力中央研究所の岩盤分類法を適用する。

(3) 地質構成

ダム付近の地質図は図3.4-3に、地質構成は表3.4-2に整理し、また、ダム軸沿いの地質断面図を図3.4-4に示す。

(4) 地質構造

熔結凝灰岩の層理面は、偏平な軽石や凝灰質の縞状構造より認識される。大局的に、右岸上流（北東）から左岸下流（南西）にかけて、20°程度の緩やかな単斜構造を示すが、一部は旧地形の凹凸を反映し、やや急傾斜を呈する部分もある。

割れ目の分布は広域に認められる。割れ目には堆積時に形成された冷却節理と断層等構造運動により形成された断裂がある。前者はあらゆるタイプの熔結凝灰岩に認められる。特に、CH級より構成されている左右岸の急な崖にみられる柱状節理が特徴的なものである。数十cmに開口したものから粘土基質、二次鉱物で充填されたものまである。多い順より、東-西、北東-南西、北-南、北西-南東の方向を持ち、垂直～ほぼ垂直に傾きを持つ。また、断層沿いに分布する後者の断裂は、断層とほぼ平行な走向傾斜を持ち、短い雁行配列が一般的である。1-2mに開口しているもの、および粘土基質に充填されているものがある。

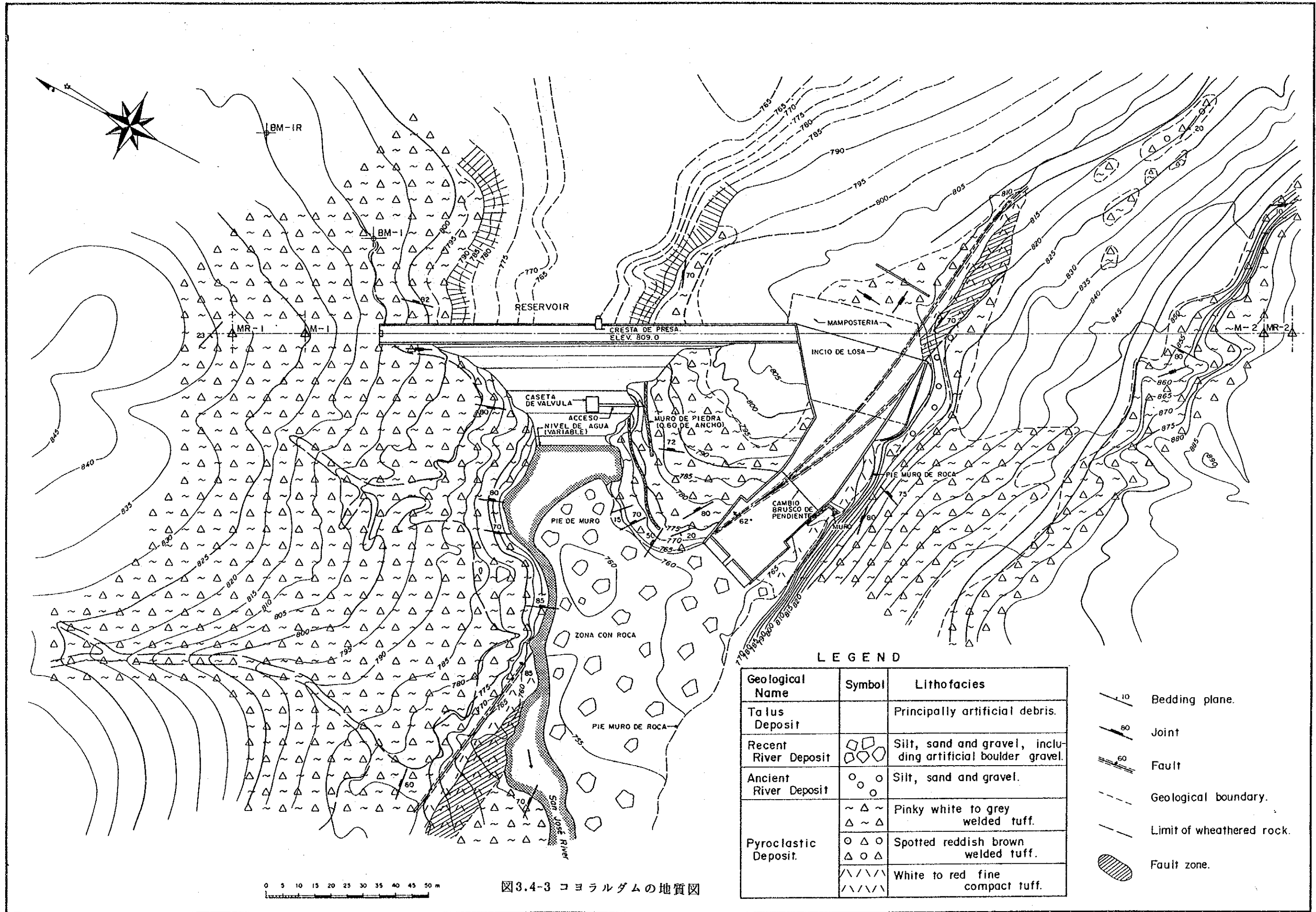


図3.4-3 コヨラルダムの地質図

表3.4-2 コヨラルダムの地質構成

地質名	層厚	記号	分布地点	特徴
新期河川堆積物	約10m	Rrd	サホホ川河床	主に砂、 レキ 、巨 レキ より成る。砂は中～粗粒でルーズである。 レキは楕結凝灰岩、安山岩、チャートで新鮮で硬質な円～角レキ 状で、径1～20cmである。巨 レキ は建設時のズリと考えられ、径2mのものまである。
古期河川堆積物	約10m	Ard	右岸アバット	主にシルト、 レキ 、巨 レキ より成る。シルトは レキ 間を充填し、 レキ は新鮮硬質の楕結凝灰岩、安山岩の円～亜円 レキ で径5～15cmのものが多い。巨 レキ は同種の円 レキ で、最大径1.5mである。断層沿いに洗堀された凹部に堆積したもので、分級は悪い。
焙結凝灰岩	細粒 最大100m	Wt I	堤体基礎及びダム周辺	明桃色、明赤色、ベージュ色、灰色、白色を呈し、一般的に細粒緻密である。大半がCM級で、堤体直下流の急崖部及び左岸アバットには、割れ目の発達したCH級が分布する。凝灰質の縞状バンド、茶色安山岩質 レキ の包有がある。割れ目の発達は、普通～多。地表付近白色に風化した軟質のゾーンが約5m厚で分布する。
	多孔質 最大30m	Wt II	右岸アバット及び堤体基礎	薄茶色、赤茶色を呈し、細粒緻密で層理面に沿い楕円状凝灰質部が5～10mmの空隙と成っている。層理面に平行、ほぼ垂直な割れ目が発達している区間がある。一般的に割れ目に沿い酸化物、粘土の充填が見られる。
灰岩	粗粒 最大30m	Wt III	洪水吐基礎及び堤体基礎	弱い変質を受け赤茶色、黄色、茶色、オレンジ色を呈し、粗粒CL級で1～2mm径の空隙が多い。割れ目は少ない。
凝灰岩	最大20m	Tf	右岸アバット及び堤体基礎	明桃色、赤茶色、白色を呈し、細～粗粒緻密なCM～CL級で、ほぼ垂直な割れ目の多い区間がある。
砂岩	2m	Ss	右岸アバット及び堤体基礎	灰色を呈し、細～粗粒なCM～CL級で分級がみられる。割れ目の発達はない。
変質岩		Az	洪水吐基礎	断層付近に分布する熱水変質を受けたもので、断層粘土、断層角 レキ 及び強く変質を受けた凝灰岩、楕結凝灰岩より成る。CL～D級に当り、数多くの割れ目が発達している。

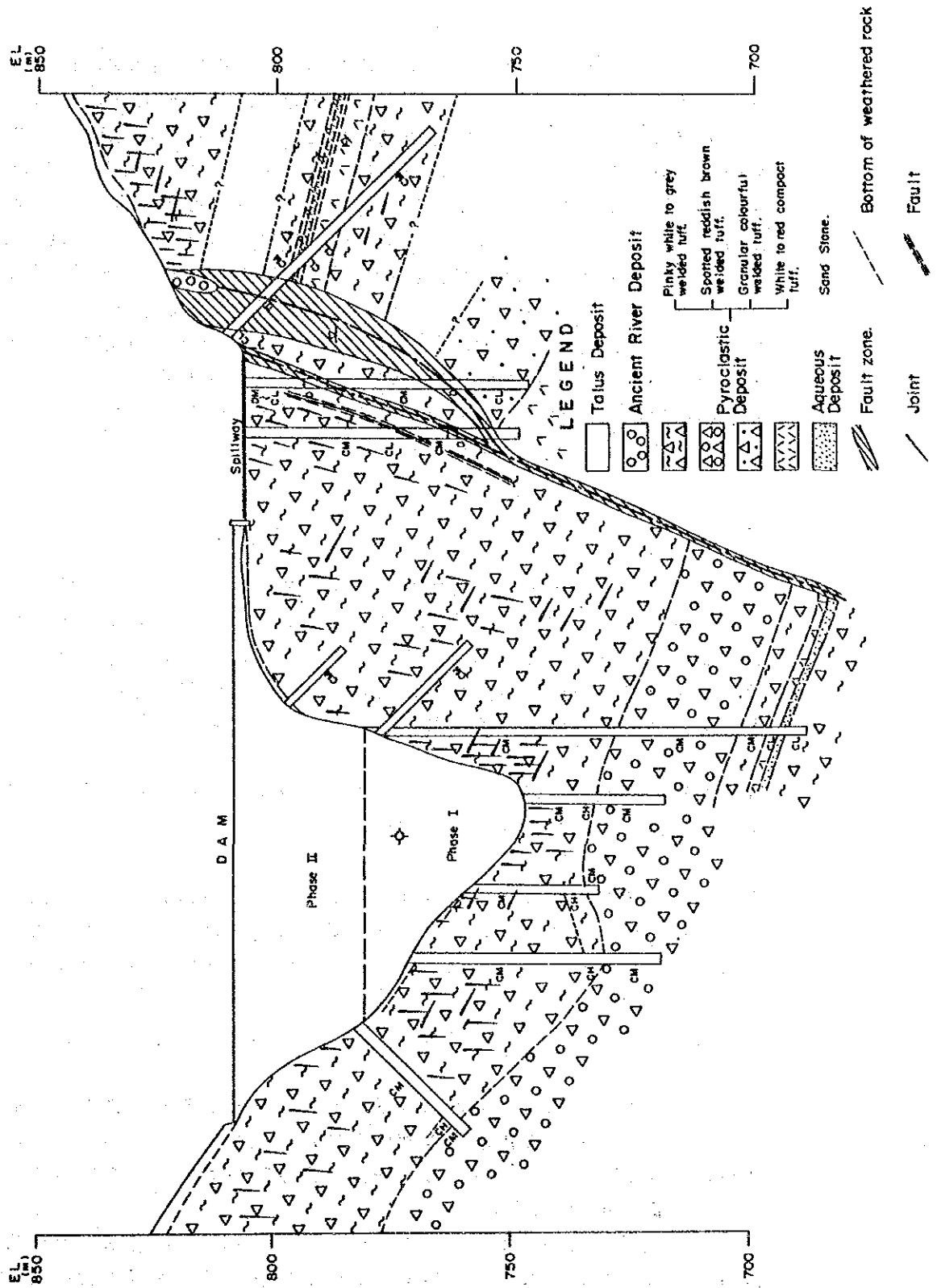


図3.4-4 コヨラルダムの地質断面図

いずれのタイプも、基盤に見られる漏水や崩壊地形の形成に密接な関連を持つものと考えられる。

洪水吐減勢工末端北側には、ほぼ東西走向、60～65°の北東傾斜に鏡肌を持つ断層が確認された。また、この断層は洪水吐上部および左岸アバットでのボーリング調査でも認識された。本断層は、洪水吐下の基盤を斜め方向に切って東方に延びている。一方、下流右岸には、ほぼ垂直な断層面および断層帯が確認され、サンホセ川を斜交して西方に分布しているものと考えられる。洪水吐下では、少なくとも2断層帯が分布し、最大10m程度の幅で断層粘土、断層角礫および熱水変質を受けた軟弱層となっている。地形解析より、この断層は正断層と判断され、数10mの垂直移動があったものと判断される。左岸アバット沿いの断層帯に沿って分布する古期河川堆積物には、割れ目や小断層の分布は認められない。このため、本断層は地質学的近年は少なくとも大きな動きは生じてないものと考えられる。

(5) 水理地質

ダム軸沿いの地下水位は、堤体軀部左岸側で高く、右岸側では低い傾向にある。一方、洪水吐下部では降下する。このことは堤体軀部左岸側では比較的高い揚圧力が生じているものと考えられる。ダム直下流の地下水位は、河床から離れるに従い水位の上昇傾向が確認され、貯水池から横方向への透水は少ないものと考えられる。

基礎岩盤の透水性を評価するため、ボーリング孔を利用して透水試験を実施した。この結果をルジオンマップに示す(図3.4-5)。

ダム地点基礎岩盤のルジオン値は、ほぼ10～20の範囲を示し、半透水性基盤に分類できる。この透水性は岩盤の亀裂および節理によるものと考えられる。なお、深さによるルジオン値の変化は認められない。

(6) 基礎岩盤の物理的・力学的性質

岩盤等級に基づいて、ダム地点の基礎岩盤を区分すると、ダム直下流の両サイドの壁および洪水吐南側の壁ではCH級が見られるが、ダム堤体付近にはCM級が大半を占める。一方、洪水吐基礎および断層帯沿いには、CL級～D級が分布する。

ルジオン試験の結果、洪水吐基礎(No.3ボーリング)の粗粒熔結凝灰岩以外のほぼ全ての試験区間で岩盤は破壊しておらず、限界圧力は8kgf/cm²以上である。

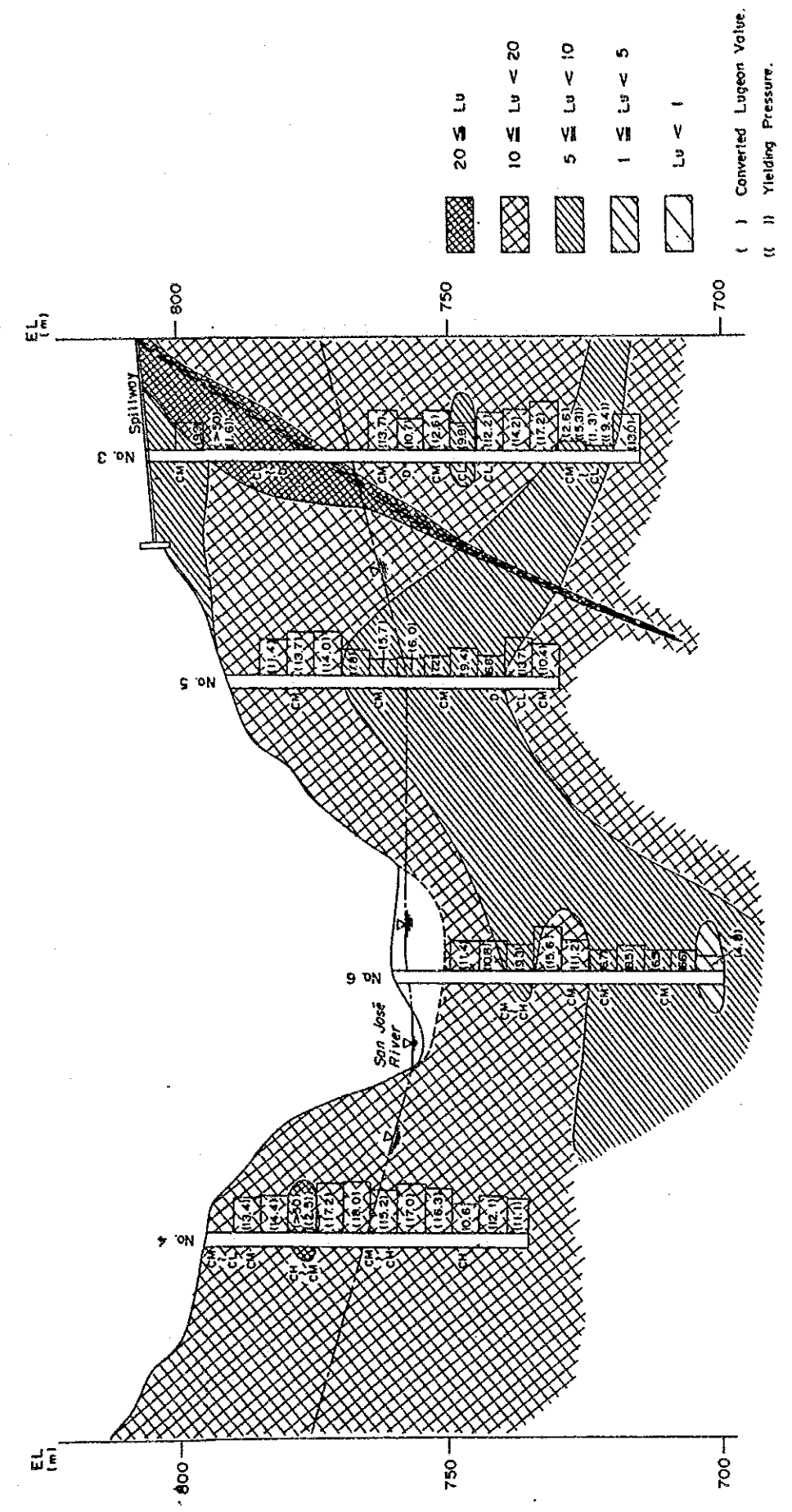
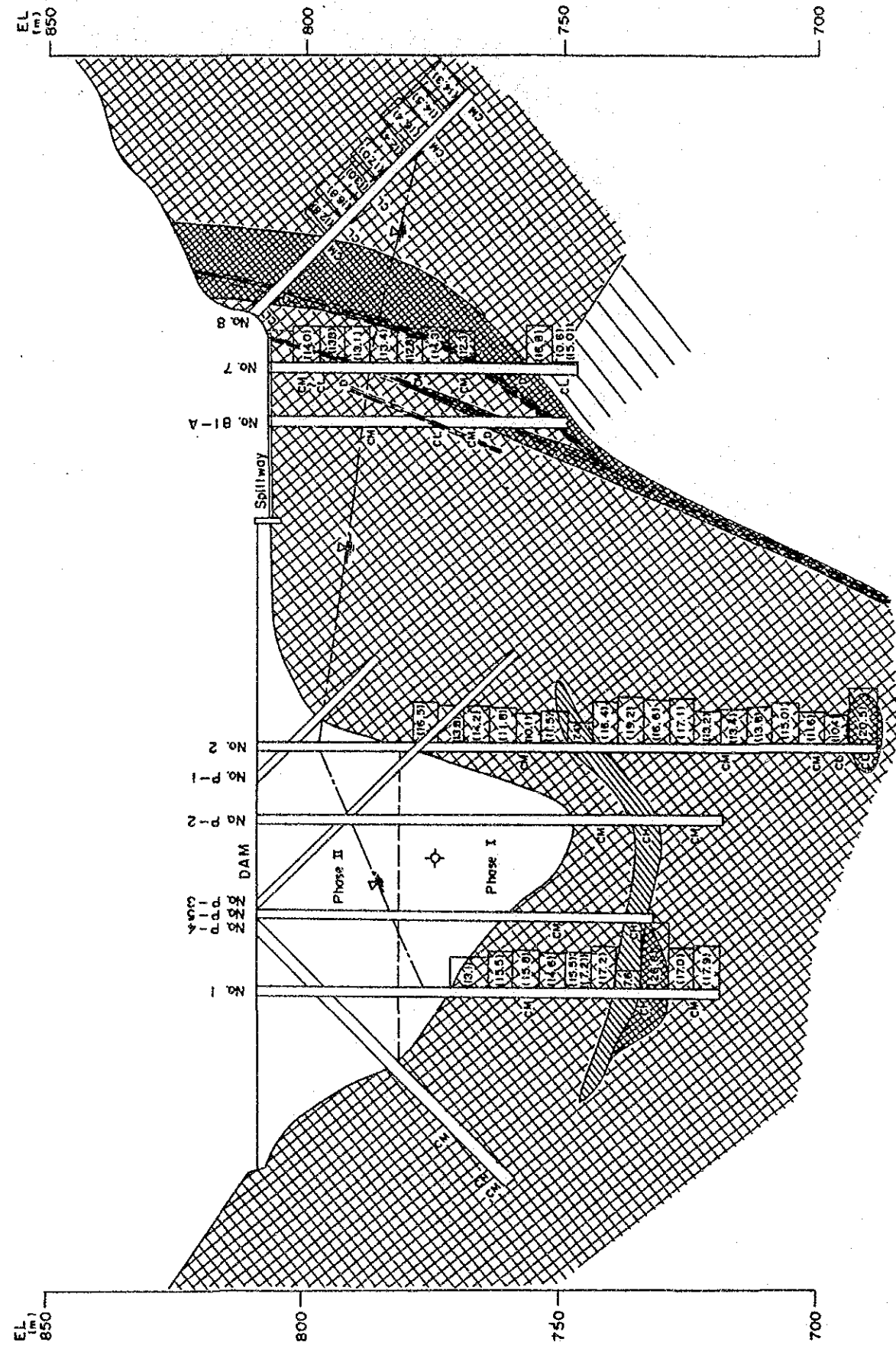


図 3.4-5 ルジオンマップ

本調査では、定性的、経験的評価を踏まえて、岩盤の物理常数を取得し、計画設計に資する目的で、変形試験の一手法である孔内水平載荷試験を実施した。また、ボーリングコアによる岩石試験も行った。岩石試験の結果をまとめると表3.4-3に示すとおりである。

孔内水平載荷試験結果より、岩盤が良好になるほど変形係数および接線弾性係数は大きくなる関係が得られる。しかし、これらの物理常数は平板載荷試験、せん断試験等他の変形試験も併用実施して初めて詳細な検討が可能になる。

モルタルはあらゆる物理常数において変化が顕著である。相対的に、I期区間はII期区間と比べてやや良好な数値を示す。一方、熔結凝灰岩は岩級が上位になるにしたがい良好な物理常数を示す。

表3.4-3 岩石試験結果

	比重 (自然状態)			吸水率 (%)			一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
軀体粗石	2.2	2.3	2.2	5.0	6.2	3.7	392	642	180
” モルタル	1.9	2.3	1.5	12.0	23.0	3.7	163	574	71
基盤CH級	2.3	2.4	2.2	5.4	7.9	2.0	486	724	334
” CM級	2.1	2.3	1.6	8.3	14.4	4.9	254	508	93
” CL級	1.9	2.0	1.7	14.8	17.9	12.4	65	85	36
” D級	1.8	1.9	1.5	16.8	25.0	12.7	46	64	34

(7) 貯水池の地質

貯水池を取り囲む地形は旧地形の山岳傾斜部を、ほぼそのまま残している。南側の斜面は10°程度の勾配を持つが、北側斜面は5°以下の緩い斜面で、一部旧河岸段丘の痕跡を示す円レキの層状分布を持つ平頂丘の分布がみられる。植生は粗から中庸程度の密度であるが、湖岸沿いの侵食はほとんど無い。また、注入河川河口には三角州の発達は見られない。なお、これらの河川の河床堆積物はシルトおよび粘土質で、レキの堆積はみられない。

湖岸沿いには断続的に露頭が分布している。大半は塊状のCM,CL級の白色熔結凝灰岩よりなる。南側の切り立った露頭は柱状節理が発達したCH級のアズキ色熔結凝灰岩よりなる。

(8) 崩壊地

ダム地点の左岸側約150m上流より、幅約150mの土砂崩れ跡がみられる。
この現象により工事用道路が分断され、ダムへのアクセスは脆弱な仮設階段に頼らざるを得ない。南側にはダム建設時の石切り場の壁が約50mの高度差で切り立っていて、ズリ石が壁基部に20°程度の角度で貯水池側に堆積している。元工事用道路付近より不均質な崩積堆積物が急角度の勾配を示し、貯水池湖岸に向かい徐々に緩い勾配になる。

この土砂崩れは1982年12月22日に滑り始め、1983年1月28日に流動を終えている。当初は貯水池に平行な数本の亀裂が徐々に広がり、ブロック状に滑ったとの報告を得た。

この土砂崩れの主要な原因として以下の事項が考えらる。

一 工事用道路沿いの排水不良

崩壊地付近までの道路壁側には道路側溝が設置されている。しかし、崩壊地地点では石切り場の作業利便を考慮して、道路側溝が設置されていなかった。集積した水は径80cmの埋め込みドラム管で道路の反対側に排水されており、強雨時には工事用盛土および風化した熔結凝灰岩が流動崩壊したと思われる。

一 工事用路盤材と採石ズリとの堆積不安定

工事用路盤材は軽量のシルト、砂および巨レキが使われているが、十分締め固められておらず、わずかの流動でひび割れが生じ下方に滑った。このため、上部の比重の大きい採石ズリが不安定になり滑り落ちたものと考えられる。

さらに、

① この地点は洪水吐より伸長する断層の延長部である。

② 1982年6月から8月の約2カ月間に約29mの急激に貯水位が低下した。

等もこの現象に係わるものとして重要である。

しかし、現在崩積地には樹齢7~8年の木々が繁っており、新たに顕著な滑りは生じておらず安定しているものと考えられる。