

国際協力事業団
ドミニカ共和国
水利庁

ドミニカ共和国
コンスタンサ畑地灌漑計画
基本設計調査報告書

平成5年12月

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

国際協力事業団
ドミニカ共和国
コンスタンサ畑地灌漑計画基本設計調査報告書

平成5年12月

株式会社
パシフィック
コンサルタンツ

無調一
CR(2)
93-222

608
833
GRF

JICA LIBRARY



1112915(2)

26247

国際協力事業団

26247

国際協力事業団

ドミニカ共和国

水利庁

ドミニカ共和国

コンスタンサ畑地灌漑計画

基本設計調査報告書

平成5年12月

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

序 文

日本国政府は、ドミニカ共和国政府の要請に基づき、同国のコンスタンサ地灌漑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5年7月31日より8月29日まで、国際協力事業団 無償資金協力調査部 基本設計調査第一課課長代理 宮本秀夫を団長とし、(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナルの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ドミニカ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、国際協力事業団 国際協力総合研修所 国際協力専門員 山中光二を団長として平成5年11月6日より11月15日まで実施された報告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。

この報告書が、本計画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す。

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

平成5年12月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

伝 達 状

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介 殿

今般、ドミニカ共和国におけるコンスタンサ畑地灌漑計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成5年7月30日より平成5年12月10日までの4.5カ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ドミニカ共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

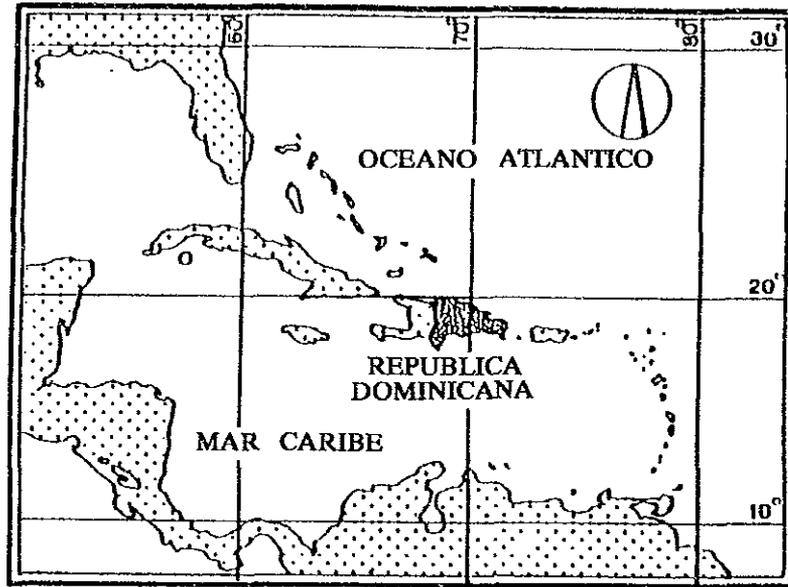
尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、農林水産省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜わり、お礼を申し上げます。また、ドミニカ共和国における現地調査期間中は、水利庁、JICAドミニカ共和国事務所、在ドミニカ日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜わったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成5年12月

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
ドミニカ共和国
コンスタンサ畑地灌漑計画基本設計調査団
業務主任 塩野 豊

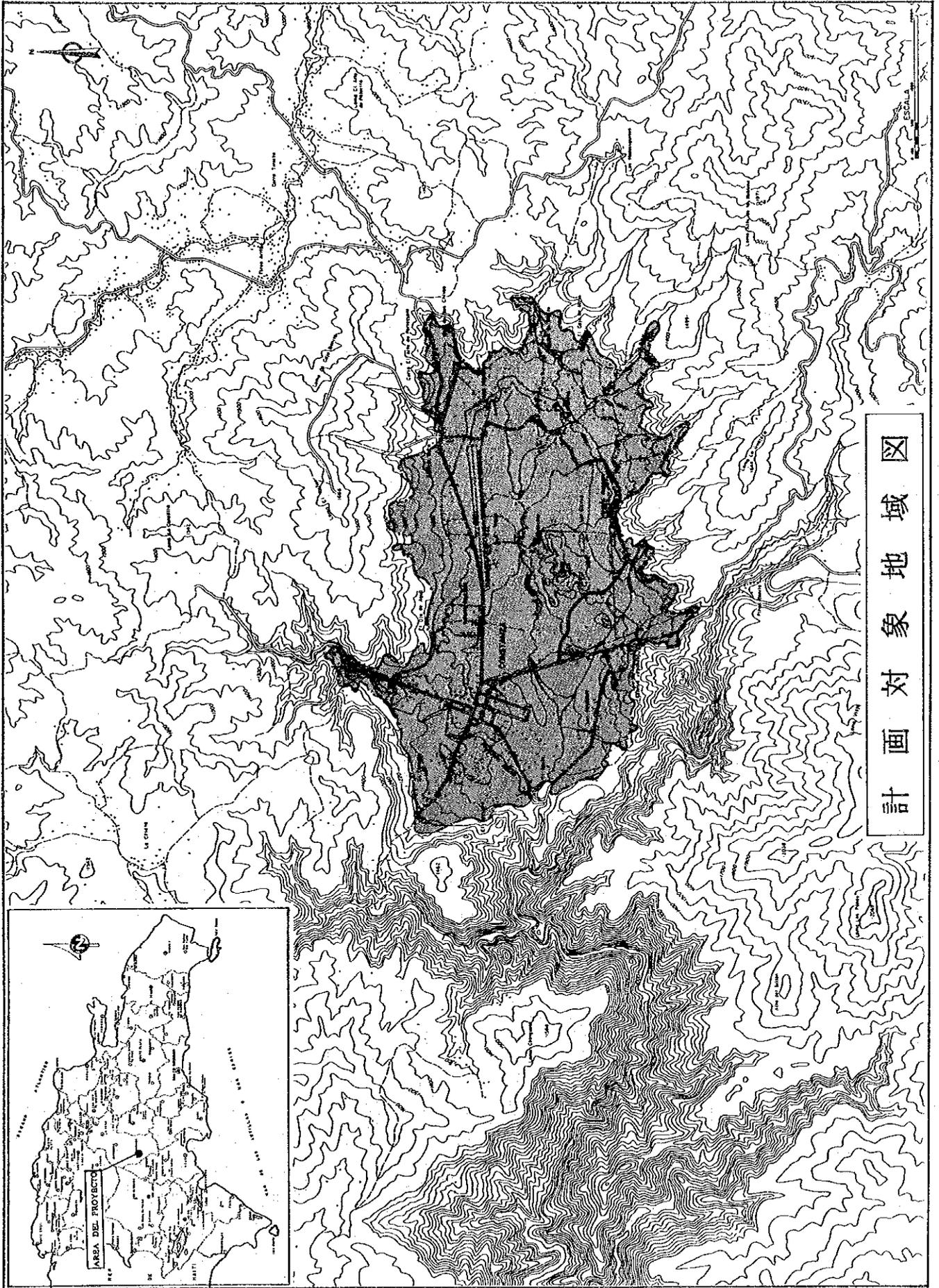
位置図



OCEANO ATLANTICO



計 画 对 象 地 域 图



要 約

要 約

ドミニカ共和国（以下「ド」国と称す）の経済は10年程前、主要輸出産品の国際価格の低迷により深刻な経済不振に陥ったが、その後の緊縮財政、IMFの要請による構造調整政策の効果が徐々に現れ、ここ数年上向き始めている。1990年の国民一人当りのGNPはUS\$820であり、ようやく低中所得国の仲間入りを果たした。

農業は「ド」国の主要産業の一つで、輸出額の半分以上、労働人口の約半分を占め、同国経済の基盤となっている。伝統的な農産物のコーヒー、カカオ、タバコ、砂糖が「ド」国の輸出の主軸で、1991年の輸出総額の約34%を占めた。しかしながら、輸出の主要相手国である米国が、国内の砂糖生産業者の保護政策により「ド」国からの輸入枠を減少させたこと、伝統的な輸出農産物の国際市場価格が低迷していること等に起因して「ド」国の農業は低迷している。

この事態に対処するため、「ド」国政府は、砂糖に変わる代替産業の開発、輸入農業資機材に係る免税措置、全国的なレベルでの灌漑システムの整備・新設による灌漑農地の拡大などにより、農業振興を図ろうとしている。特に灌漑施設の充実による農業生産の向上は、現在実施中の公共投資計画（1992～1996年）においても農業セクターの最重点課題として位置付けられている。

コンスタンサ盆地は「ド」国唯一の高原野菜の生産地で、当地域からの出荷が首都サント・ドミンゴ市をはじめとする主要都市の市民生活を支えている。当地域には約40年前に設けられた灌漑施設があるが、その後の耕地面積の拡大、施設の老朽化等により灌漑用水は極度に不足し、農業生産に重大な支障をきたしている。

以上を背景に、「ド」国政府は、用水量不足を解消し、農産物の生産拡大、振興を図るため、同地域の農業開発を決定し、日本国政府に同地域開発計画にかかる開発調査の実施を要請してきた。日本国政府は右調査の実施を決定し、1988年から1990年まで国際協力事業団（以下「JICA」と称す）が本計画のフィージビリティ調査を実施した。同調査団は「ド」国政府の農業政策に鑑み、水源施設の新設・補修、用排水施設の整備等を骨子とする農業開発計画の実施を提言した。

「ド」国政府はフィージビリティ調査結果に基づき、本計画の実施について日本国政府に当事業の実施に関わる無償資金協力を要請してきた。

「ド」国政府が無償資金協力として要請してきた内容は以下の通りである。

受益面積 1,510haの灌漑施設の整備を行なう。

- 水源施設：ダム（1体）
頭首工（新設1体、改修1体）
導水路工（3.3 km）

- 配水施設：パイプライン（4.5 km）
幹線用水路（18 km）
支線用水路（45 km）
分水工等付帯施設（一式）

- 排水施設：排水路（5 km）

この要請に対し、日本国政府は本計画の基本設計(B/D)調査を実施することを決定し、JICAが1993年7月31日より8月29日まで基本設計調査団を「ド」国に派遣し調査を実施した。調査団は、地形測量、地質調査、灌漑計画、施設計画、建設事情等に関する現地調査並びに計画資料の収集を実施するとともに、「ド」国政府関係者と要請内容等について協議を行なった。その結果、要請内容よりパントゥフラスダムを除外する事が確認された。帰国後、現地調査結果の国内解析・検討作業により、灌漑計画、施設の基本設計、維持管理計画の策定等を行い、基本設計調査のドラフトファイナルレポートを作成し、1993年11月6日より11月15日まで調査団を現地に派遣し、「ド」国側に説明の上、その内容について協議を行い、基本設計調査報告書を作成した。

本計画はコンスタンサ畑地灌漑計画の妥当性を検討し、最適な内容・規模を検討した結果、以下の施設の整備を行うものである。

1) 灌漑面積

コンスタンサ盆地の現況耕地面積 1,660haのうち、地形上灌漑に問題のない 1,510haを受益面積とする。

2) 取水計画

i. グランデ川取水計画

当水源の開発は溪流取水工の新設、既設導水路の改修・補修および渇水期の補助的取水施設として揚水機場の新設を行う。新設する溪流取水工の構造は、グランデ川の河川表流水を安定して取水可能なものを計画する。また、揚水機場は下流部のピナル・ボニート川との合流地点にて、上流地区からの落水の取水を計画する。

ii. その他

地区内小河川水源の有効利用を目的とし、既設小取水工の改修を行う。

- パントゥフラス川の既設取水工の改修を行い、パントゥフラス幹線用水路に導水する。
- バレーロ川の既設取水工の改修を行い、ヌエバ・コンスタンサ幹線用水路に導水する。

3) 灌漑計画

灌漑計画として以下の施設の新設、改修・補修を行う。

- ヌエバ・コンスタンサ幹線用水路（新設）
- コンスタンサ幹線用水路（改修・補修）
- パントゥフラス幹線用水路（　　）
- 支線用水路（新設）
- ファームポンド（　　）

4) 排水計画

地区内の排水をスムーズに行う為、排水不良と判断された地区の排水路4本の総延長 1,900m の改修を行う。

本事業を実施するための「ド」国側の実施機関は水利庁（以下「INDRHI」と称す）で、本計画の遂行に必要な要員と無償資金協力の実施に必要な処置等を講じ、これに関わる費用を負担する。

全体の工事は2期に分かれ、1期目は実施設計6ヶ月、工事期間7ヶ月、2期目は実施設計6.5ヶ月、工事期間11ヶ月が見込まれる。

本計画に必要な概算事業費は約1,587百万円で、日本側負担および「ド」国側負担はそれぞれ1,569百万円および17百万円と見積もられる。

本計画の実施による効果として、

- 灌漑システムの整備により漏水や無効放流等がなくなり灌漑効率が改善され、現在主にコンスタンサ川左岸の約500haの灌漑面積であるものが、盆地内の1,510haの耕地にまで灌漑面積が拡大される。特に乾期における用水量不足が軽減され年間240%の作付けが可能となり、安定した営農計画を営むことが可能となる。

- ファームポンドの新設、灌漑ローテーションブロックの確立等、公平な配水システムの導入により計画地区全体に公平な灌漑計画が可能となり、市上水道からの無断取水等社会的問題も改善される。

- 灌漑システムの改善により、用水の反復利用がなくなり病虫害発生による被害が軽減される。

- 農業振興組合を中心とした水管理により農民自らが限りある水資源を効率的かつ公平に使用するようになり、水管理および施設の維持管理の重要性が認識される。

その他に期待される効果として、下記の項目が考えられる。

- 国家開発計画への寄与

本計画の実施は国家開発計画で重要視している農業部門の振興を推進するものであり、また、本計画の事業効果は他の地域にもインパクトを与え、国家開発計画の推進に大きく寄与する。

- 野菜類の安定供給

コンスタンサ地域は首都サント・ドミンゴおよびサンティアゴ市等主要都市住民に供給する野菜類の一大生産地である。本計画の実施により良質な野菜類が安定的かつ低廉に供給されることになり、都市住民に豊かな食生活を保証する可能性をもたらす。

- 輸出の拡大

本計画の実施によって乾期（1～3月）の野菜類生産が可能となる。この時期は主要輸出相手国である米国の冬季にあたり、生鮮野菜類供給不足期となるため野菜類輸出の可能性が拡大される。

このことは外貨獲得によって「ド」国経済へ貢献するところが大きい。

- 雇用機会の増大

本計画土木工事期間中の雇用機会の増大の他、作付け率の向上、乾期作物栽培の可能性の拡大によって雇用機会が増大する。このことは計画地区および周辺地域の余剰労働力を吸収し、失業者を減少させ、被雇用者の生活水準を向上させると共に、地域の民生安定に寄与する。

- 生活水準の向上

本計画の実施によって農家経済余剰が増大され、生活水準の向上に寄与する他、より高水準の農業経営転換のための資本蓄積が可能となる。

- 経済的刺激

本計画による農民所得の増大は、農家の購買力を増大させ地域商業活動の活性化に寄与する。

以上のことから、本計画を日本の無償資金協力で実施することは意義があり、充分な妥当性を有すると判断できる。本計画の実施に当たっては、地域の水管理を担

う組織や施設の維持管理等ソフトと、土壌保全、種苗の改善、作付体系の改善および病虫害対策等の営農面での専門家派遣および研修員受入れ等の技術協力が望まれる。

目 次

序 文
伝 達 状
位 置 図
要 約

第1章	緒 論	1 - 1
第2章	計画の背景	2 - 1
2.1	ドミニカ共和国の概況	2 - 1
	(1) 一般国情	2 - 1
	(2) 人口	2 - 1
	(3) 経済・財政	2 - 2
2.2	農業部門概況	2 - 4
	(1) 農業	2 - 4
	(2) 灌漑農業動向	2 - 5
2.3	関連計画の概要	2 - 6
	(1) 国家開発計画	2 - 6
	(2) 農業開発計画	2 - 6
2.4	コンスタンサ畑地灌漑計画調査(F/S)の概要	2 - 8
	(1) 本業の目的及び事業計画策定にあたっての基本方針	2 - 8
	(2) 農業開発計画	2 - 8
	(3) 基盤整備計画	2 - 9
2.5	要請の経緯と内容	2 - 11
	(1) 要請の経緯	2 - 11
	(2) 要請の内容	2 - 11
	(3) 要請内容の確認	2 - 12
第3章	計画地の概要	3 - 1
3.1	位置	3 - 1
3.2	社会・経済事情	3 - 1
	(1) 人口	3 - 1
	(2) 社会・経済状況	3 - 2

	(3) 社会基盤	3 - 2
3.3	自然条件	3 - 3
	(1) 地形および地質	3 - 3
	(2) 気象	3 - 3
	(3) 水文・河川	3 - 5
	(4) 地下水	3 - 7
	(5) 土壌分類	3 - 8
3.4	農業	3 - 13
	(1) 農業の概況	3 - 13
	(2) 農民組織	3 - 14
3.5	現況施設概況	3 - 16
	(1) 灌漑排水状況	3 - 16
	(2) 圃場状況	3 - 17
	(3) 道路状況	3 - 17
	(4) 現況水源利用状況	3 - 18
	(5) 関連事業	3 - 19
第4章	計画の内容	4 - 1
4.1	事業の目的	4 - 1
4.2	要請内容の検討	4 - 1
	(1) 事業内容の検討	4 - 1
	(2) 計画の妥当性、必要性	4 - 3
	(3) 関連計画上の位置づけ	4 - 5
	(4) 実施運営機関	4 - 6
	(5) 他の援助機関との関係	4 - 8
	(6) 計画の構成要素	4 - 8
	(7) 技術協力の必要性について	4 - 9
	(8) 協力実施の基本方針	4 - 9
4.3	計画の概要	4 - 10
	(1) 実施機関及び運営体制	4 - 10
	(2) 事業計画	4 - 10
	(3) 施設計画の概要	4 - 11
	(4) 維持管理計画	4 - 13

第5章	基本設計	5 - 1
5.1	基本方針	5 - 1
5.2	設計条件の検討	5 - 2
	(1) 調査地点の地質	5 - 2
	(2) 取水施設	5 - 3
	(3) 灌漑施設	5 - 3
	(4) 設計基準等	5 - 4
5.3	基本計画	5 - 4
	(1) 取水計画	5 - 4
	(2) 灌漑計画	5 - 6
	(3) 排水計画	5 - 17
5.4	施設計画	5 - 18
	(1) 取水工の設計	5 - 18
	(2) 沈砂池の設計	5 - 20
	(3) 導水路の設計	5 - 22
	(4) ポンプ場の設計	5 - 24
	(5) 分水工の設計	5 - 26
	(6) 幹線用水路の設計	5 - 28
	(7) ファームポンドの設計	5 - 37
5.5	施工計画	5 - 40
	(1) 施工方針	5 - 40
	(2) 建設事情および施工上の留意事項	5 - 41
	(3) 施工監理計画	5 - 43
	(4) 事業実施計画	5 - 44
	(5) 概算事業費	5 - 47
第6章	事業の効果と結論	6 - 1
6.1	事業の効果	6 - 1
6.2	結 論	6 - 3
6.3	提 言	6 - 3

[資料編]

1. 調査団員氏名
2. 調査日程
3. 主要面会者（相手国関係者リスト）
4. 協議議事録（現地調査時）
5. メモランダム（現地調査時）
6. 協議議事録（ドラフト説明時）
7. 収集資料リスト
8. 地質調査
9. 設計図面集

図表リスト

[表のリスト]

表 2-1	ドミニカ共和国人口動向	2 - 2
表 2-2	貿易収支	2 - 3
表 2-3	年間インフレ率	2 - 3
表 2-4	過去4年間部門別インフレ率	2 - 3
表 2-5	主要農産物生産動向	2 - 4
表 2-6	主要プロジェクト94年度水利費	2 - 5
表 3-1	コンスタンサ市人口統計	3 - 1
表 3-2	コンスタンサ市人口推移	3 - 1
表 3-3	確率年降雨量	3 - 4
表 3-4	流量推定基本データ	3 - 6
表 3-5	5年確率推定流量	3 - 7
表 3-6	耕地の土壌目別分布面積	3 - 9
表 3-7	土地分級別面積	3 - 11
表 3-8	現況土地利用面積	3 - 13
表 3-9	水源別灌漑面積	3 - 18
表 3-10	コンスタンサ盆地の灌漑面積の内訳	3 - 19
表 3-11	エル・サルト発電所概要	3 - 19
表 5-1	5年確率月別平均流量	5 - 5
表 5-2	各地点別5年確率月別取水可能量	5 - 5
表 5-3	ポンプ場地点推定流量	5 - 6
表 5-4	月別作物消費量	5 - 7
表 5-5	有効雨量	5 - 7
表 5-6	灌漑必要水量	5 - 8
表 5-7	取水可能量と灌漑必要用水量	5 - 9
表 5-8	事業実施工程	5 - 45

[図のリスト]

図 2-1	地区別教育レベル	2 - 2
図 2-2	作付け体系	2 - 9

図 3-1	コンスタンサ地域の気象概況	3 - 4
図 3-2	土 壤 図	3 - 10
図 3-3	土地分級図	3 - 12
図 3-4	土地利用現況図	3 - 15
図 4-1	実施運営組織	4 - 7
図 4-2	維持管理組織	4 - 14
図 4-3	農業振興組合機構	4 - 15
図 5-1	灌漑ブロック分割図	5 - 11
図 5-2	計画用水系統図（豊水期）	5 - 12
図 5-3	計画用水系統図（渇水期）	5 - 13
図 5-4	灌漑システム図	5 - 16
図 5-5	排水計画図	5 - 17

略語および度量衡

略語

AID	: Agency for International Development	米国国際開発局
B. A	: Banco Agricola	農業銀行
E/N	: Exchange of Notes	交換公文
F/S	: Feasibility Study	フィージビリティスタディ
GDP	: Gross Domestic Product	国内総生産
GNP	: Gross National Product	国民総生産
IAD	: Instituto Agrario Dominicano	農地庁
IMF	: Internatinal Monetary Fund	国際通貨基金
INAPA	: Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado	上下水公社
INDRHI	: Instituto Nacional de Recursos Hidraulicos	水利庁
JICA	: Japan International Cooperation Agency	国際協力事業団
SEA	: Secretaria de Estado de Agricultura	農務省
SEOPEC	: Secretaria de Estado de Obras Publicas y Comunicacion	公共事業・通信省

長さ

cm	: centimeter	センチメートル
m	: meter	メートル
km	: kilometer	キロメートル
in.	: Inch (2.54 cm)	インチ

面積、体積および重量

cm ²	: square centimeter	平方センチメートル
m ²	: square meter	平方メートル
km ²	: square kilometer	平方キロメートル
ha	: hectare	ヘクタール
tas	: tarea = 0.0625 ha	タレア

l	:	liter	リットル
G	:	galon = 3.75 l	ガロン
m ³	:	cubic meter	立方メートル
kg	:	kilogram	キログラム
t	:	ton	トン
lb	:	pound = 453.6 g	ポンド
qq	:	quintal = 100 lb = 45.36 kg	キンタール

電 力

kW	:	kilowatt	キロワット
KWH	:	kilowatt-hour	キロワット時
GWH	:	Gigawatt-hour	ギガワット時

通 貨

US \$:	United States Dollar	米国ドル
RD \$:	Dominican Peso	ドミニカペソ
¥	:	Japanese Yen	日本円

その他

m/s, m/sec	:	meter per second	毎秒当たりメートル
m ³ /sec	:	cubic meter per second	毎秒当たり立方メートル
t/ha, ton/ha	:	ton per hectare	ヘクタール当たりトン
m ³ /km ²	:	cubic meter per square kilometer	平方キロメートル当たり立方メートル
mm/day	:	milimeter per day	1日当たりミリメートル
l/s, l/sec	:	liter per second	毎秒当たりリットル
°C	:	degrees in centigrade	摂氏温度
EL, GL	:	elevation	標高
%	:	percent	パーセント
No.	:	number	ナンバー

第 1 章 緒 論

第 1 章 緒 論

農業はドミニカ共和国（以下「ド」国と称す）の主要産業の一つで、輸出額の半分以上、労働人口の約半分を占め、同国経済の基盤となっている。伝統的な農産物のコーヒー、カカオ、タバコ、砂糖が「ド」国の輸出の主軸で、1991年の輸出総額の34%を占めた。しかしながら、輸出の主要貿易相手国の米国が、国内の砂糖生産業者への保護政策として「ド」国からの輸入枠を減少させたこと、伝統的な輸出農産物の国際市場価格が低迷していること等に起因して同国の農業は低迷している。

この事態に対処するため、「ド」国政府は、砂糖に替わる代替産業の開発、輸入農業資機材に係わる免税処置、全国的なレベルでの灌漑システムの整備・新設による、灌漑農地の拡大などにより、農業振興を図ろうとしている。特に灌漑施設の充実による農業生産の向上は、現在実施中の公共投資計画(1992-1996年)においても農業セクターの最重点課題として位置づけられている。

コンスタンサ盆地は同国唯一の高原野菜の生産地で、当地域からの出荷が首都サント・ドミンゴ市をはじめとする主要都市の市民生活を支えている。当地域には約40年前に設けられた灌漑施設があるが、その後の土地利用面積の拡大、施設の老朽化等により灌漑用水は極度に不足し、農業生産に重大な支障をきたしている。

以上を背景に、「ド」国政府は、用水量不足を解消し、農産物の生産拡大、振興を図るため、同地域の農業開発を決定し、日本国政府に同地域開発計画にかかる開発調査の実施を要請した。日本国政府は「ド」国の要請に基づき、1988年から1990年まで本計画のフィージビリティ調査を実施した。同調査団は「ド」国政府の農業政策に鑑み、水源施設の新設・補修、用排水施設の整備等を骨子とする農業開発計画の実施を提言した。

このフィージビリティ調査結果に基づき、「ド」国政府は1993年4月本計画の実施に付いて日本国政府に無償資金協力を要請してきた。この要請に対し、日本国政府は無償資金協力としての妥当性を検討し、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が調査団を派遣した。

現地調査団は、国際協力事業団無償資金協力調査部基本設計調査第一課課長代理宮本秀夫氏を団長とし、1993年7月31日から8月29日までの30日間にわたり、「ド」

国政府関係者との協議等を通じ、本件に対する要請内容、背景等を確認し、協力の内容・範囲、援助の効果を含めて、無償資金協力としての妥当性を検討するための現地調査の実施並びに計画関連資料の収集を行った。また、地形測量および地質調査を実施して、本基本設計に必要な調査を行った。

現地調査団および「ド」国政府関係者との協議の結果得られた基本的合意事項は、議事録としてまとめられ、1993年8月11日 宮本団長と「ド」国水利庁長官 Ing. Augusto Rodriguez Gallart との間で署名交換が行われた。

調査団は、帰国後の国内作業において、現地調査の結果をふまえて、本計画の妥当性について検討するとともに、施設の基本設計、施工計画、事業費の積算、維持管理計画の策定等を行い、その結果をドラフト・ファイナルレポートにとりまとめた。

事業団は国際協力総合研修所国際協力専門員 山中光二氏 を団長とするドラフト説明調査団を1993年11月6日より11月15日まで現地に派遣し、計画の内容等について「ド」国政府と関係諸機関に説明するとともに、協議打ち合わせを行なった。その結果得られた基本的合意事項は、協議議事録としてまとめられ、11月12日に山中団長と「ド」国水利庁長官 Ing. Augusto Rodriguez Gallart との間で署名交換がなされた。

この報告書は「ド」国政府との最終打ち合わせに基づいて必要な修正加筆を行ない、これら一連の調査結果を基本設計調査報告書としてとりまとめたものである。

調査団の構成・調査日程・「ド」国関係者リストおよび協議議事録等は資料編として巻末に添付した。

第2章 計画の背景

第 2 章 計画の背景

2.1 ドミニカ共和国の概況

(1) 一般国情

「ド」国は、面積49,000km²、人口717万人（1990年）でカリブ海アンチル諸島中央に浮かぶエスパニョーラ島東側半分に位置する。「ド」国の経済は10年程前、主要輸出品の国際価格の低落に依り、深刻な経済不振に陥ったが、その後の緊縮財政、IMFの要請に依る構造調整政策の効果が徐々に表われ、ここ数年上向き始めている。1990年の国民一人当たりのGNPはUS\$820であり、ようやく低中所得国の仲間入りを果たした。

政体は三権分立主義による共和制である。大統領、副大統領、及び国会議員は、国民の直接投票により選出される。地方行政は、首都圏と29の県に分割されており、各県の下に136の地方公共団体がある。

(2) 人口

「ド」国の人口は717万人（1990年）で、その人口密度は146.3人/km²となっている。将来の予測全人口は、1995年791.5万人、2000年には862万人とされている。人口増加率は1980年～1990年にかけて2.3%と推定されており、1970年代の2.7%に比べ低下している。平均寿命は男性64才、女性69才となっている。

1970年センサスと1981年センサスを比較すると、都市人口は全人口に対し39.7%より52%と大幅に増え都市への流入が顕著となっている。農業従事者は約43万人で経済活動人口の約22%を占めている。失業率は現在増加しており、1981年センサスによると経済活動人口の18%となっている。「ド」国の人口動向は表2-1に示す通りである。

表2-1 ドミニカ共和国人口動向

指 標	人 口 動 向		
	1975/80	1980/85	1985/90
出生率(千人当り)	34.9	33.6	31.3
死亡率(")	8.4	7.5	6.8
人口増加率(")	26.5	26.1	24.5
出生率(")	4.7	4.2	3.7
幼児死亡率(")	84.3	74.5	64.9
平均寿命	62.1	64.1	65.9
男性	60.3	62.2	63.9
女性	64.0	66.1	68.1

(出典：Encuesta Demografica y de Salud)

教育レベルは、小学校までが大半である。特にこの傾向は農村部で高く、全体の78%を占める。このうち11%は文盲となっている。

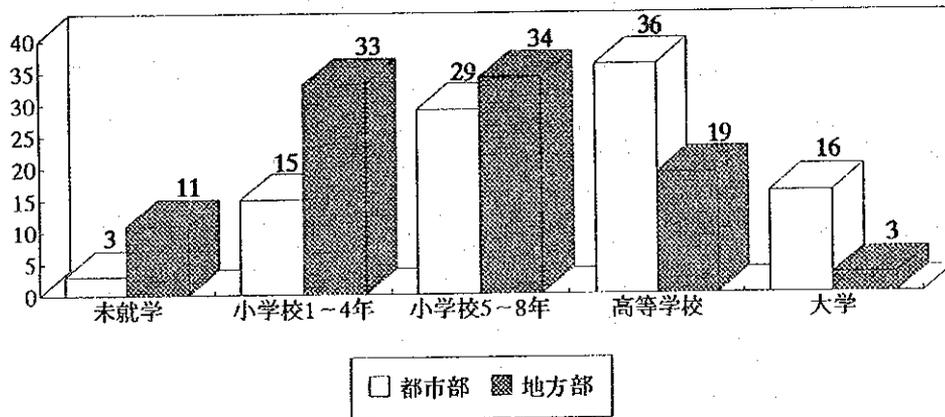


図2-1 地区別教育レベル

(3) 経済・財政

1970年から90年における「ド」国のGDPの成長率は年平均約4.43%であるが、これは1970年代の経済成長率に起因するところが大きく、1970年代には年平均6.97%の成長率を示したものの、1980年代における成長率は年平均1.89%と大きく後退した。これは同期間における人口増加率 2.4%/年を下回るものであり、1980年代には1人当りのGDPは大きく後退した。

貿易収支は下表のように毎年赤字を繰り返しており、1992年には16億ドルにも達している。

表 2-2 貿易収支 (百万ドル)

年 度	輸出 (FOB)	輸入 (FOB)	収 支
1988	889.7	1,608.0	-718.3
1989	924.4	1,963.8	-1,039.4
1990	734.5	1,792.8	-1,058.3
1991	658.3	1,728.8	-1,070.5
1992	566.1	2,178.1	-1,612.0

(出典 : Boletín Trimestral 1993)

主な輸出品は砂糖およびニッケルで、主要輸出国はベルギー、米国となっている。主な輸入品は原油および精油、穀物および食糧品である。インフレに関しては、近年沈静化してきたものの、過去5年の平均は39%に達している。

表 2-3 年間インフレ率

1988	44.4%
1989	45.4%
1990	59.4%
1991	53.9%
1992	4.6%

(出典 : Boletín Trimestral 1993)

部門別のインフレ率は以下の通りで、特に衣類物価が高い値を示している。

表 2-4 過去4年間部門別インフレ率 (1988~1992)

食糧品	36.7%
住 居	38.0%
衣 類	44.5%
その他	44.1%

(出典 : Boletín Trimestral 1993)

農牧業は、「ド」国の重要産業としての位置付けられているものの、近年における同産業の国民総生産（GNP）に占める割合は、1970年：23%、1980年：17%、1990年：15%と大きく後退した。農村人口についても、1970年：60.3%、1981年：48.0、1991年：39.3%と同様の傾向を示している。

農業生産に関しては、全部門で停滞又は減少しており、米およびカカオが増加しているにすぎない。特に輸出産品の減少が目立っている。

表 2-5 主要農産物生産動向（%/年）

砂糖	4.6%	減	米	5.3%	増
コーヒー	4.3%	減	豆類	8.8%	減
カカオ	3.1%	増	とうもろこし	0.6%	減
タバコ	8.2%	減	トマト	2.1%	減
肉（鳥）	4.2%	増	バナナ	0.3%	増
肉（牛）	1.3%	増			

（出典：Boletín Trimestral 1993）

2.2 農業部門概況

(1) 農業

近年「ド」国における農業部門のシェアは減少傾向をたどっているものの、依然として同国の経済活動に重要な位置を占めている。

近年の農牧業部門のシェアは1991年：15.2%、1992年：14.8%となっている。しかしながら、農産物の貿易収支に占める割合は高く、全輸出額の60%を占めている。さらに雇用の面ではいまだ全労働力の35%を占めている。

全土の農牧地面積は、1970年および1981年のセンサスによれば 273.7万haから267.6万haに減少している。1981年の農牧地面積は、全国土面積の55.25%を占めており、その内農地49.3%（全土に対し27.2%）、牧草地44.7%（24.7%）、山森林その他は6%（3.3%）である。

大半の農家は小規模であり、耕作面積5ha以下の農家数は全体の81.7%を占

めるが、その所有面積は全体の21%にすぎない。一方、耕作面積50ha以上の大規模な農家数は全体の1.8%を占めるにすぎないが、全面積の45.5%を所有している。

(2) 灌漑農業動向

同国の灌漑システムは250地区あり、約23万haの灌漑面積がある。このうち、14万haがダムに依存しており、約9万haが河川水により灌漑されている。250灌漑地区のうち218地区は小規模灌漑地区である。受益農家数は5.1万戸である。

灌漑事業の担当実施機関である水利庁（以下[INDRHI]と称す）は既存灌漑システムの民間移行を推進中で、現在A I Dの援助によりYSURA、PRYN-1、オザマ・ニザオ灌漑地区の一部において実施している。

水利費に関してINDRHIは、各プロジェクト別に水利費を設定し徴収している。主要プロジェクトにおける水利費は次表のとおりである。

表 2-6. 主要プロジェクト94年度水利費

単位：(RD\$/ha)

プロジェクト名	実 経 費	水 利 費	
		小 規 模	大 規 模
ダハボニ	186.21	104.74	-
マ オ	203.33	121.52	-
ラ・ベガ	128.74	97.90	123.73
コンスタンサ	1,080.83	332.21	-
ナグア	170.12	151.59	414.77
アグリボ	450.41	151.60	614.82
リモン・デル・ジュナ	181.67	175.87	-
バジャカーナ	614.88	146.77	-
バラオナ	313.27	111.11	-

(出典：INDRHI)

注： 大規模は耕地面積10ha以上

水管理のシステムは必要に応じて操作を行っており、耕作者が水管理人に連絡し、それを受けて水管理人が配水するシステムとなっている。

2.3 関連計画の概要

(1) 国家開発計画

「ド」国政府は、公共投資計画（1992～1996年）の中で以下の開発計画を掲げている。

- 開発計画

- ・ エネルギー部門の拡充
- ・ 市場経済の活性化
- ・ 社会部門の拡充
- ・ 行政部門の効率化
- ・ 既存施設利用による農業生産増大

- 具体的施策として

- ・ 電気部門の改善および拡充
- ・ 既存灌漑地区のリハビリおよび灌漑面積拡充
- ・ 森林法および水利法の改善
- ・ 低所得者への援助
- ・ 農業生産手段への援助（農業普及、新規技術の導入、流通網改善、土地取得法の改善）
- ・ 教育部門の充実化
- ・ 厚生施設の拡充

(2) 農業開発計画

同国の農業開発計画は、食糧特に米の増産を目的としたもので、農地改革、農業融資、灌漑インフラ部門投資により、この目標を達成しようとしている。その他の目標としては、輸出農産物の推進、そして自然資源の有効利用による生産性増大を目標としている。「ド」国はこの目標を達成するため以下の施策が必要であるとしている。

- ・食糧増産のための農業生産技術の向上
- ・土地、水資源の有効利用
- ・農業融資の増加
- ・土地の有効利用のための水利用効率の改善、既存灌漑システムの改善

各省庁別の目標および対策は以下の通りである。

		各省庁別目標
農務省	目標	<ul style="list-style-type: none"> ・生産農家の技術向上 ・農業開発部門における開発計画試験研究活動の活性化 ・病害虫コントロール
	対策	<ul style="list-style-type: none"> ・土地有効利用のための研修 ・土地・水利用の調整 ・開発計画の作成
農業銀行	目標	<ul style="list-style-type: none"> ・農業融資の活性化
水利庁	目標	<ul style="list-style-type: none"> ・灌漑システム維持・運営管理の改善 ・既存システムの改修および水利用状況の改善 ・システムの民間部門への移管 ・受益者の水利用手法に関する研修 ・スタディーの継続 ・進行プロジェクトの完了 ・灌漑プロジェクトの推進

2.4 コンスタンサ畑地灌漑計画調査（F/S）の概要

本調査はコンスタンサ盆地の野菜栽培に焦点をおいた畑地灌漑計画のフィージビリティ調査で、1989年から1990年の間に実施された。当調査の概要は以下の通りである。

(1) 事業の目的と事業計画策定にあたっての基本方針

現在の農業生産を制約している水不足を解決するため水資源の開発および灌漑施設の再整備を行い、①通年の安定した農業生産、②農家経営の改善と地域農業所得の増加、③農業生産の拡大、④都市への野菜供給の安定、⑤雇用機会の創出等を達成しようとするものである。

本事業計画策定にあたっての基本方針は、①国家開発計画に基づいた計画、②経済便益の優先、③安価な水源確保およびその有効利用、④現況施設の有効利用、⑤受益者主体の管理組織の育成、⑥他の開発計画に悪影響を及ぼさない計画、⑦安定的な農家経営条件の確保、⑧現在の技術水準で栽培可能な作物の選定、⑨余剰労働力の吸収および雇用機会の創出を基本方針としている。

(2) 農業開発計画

農業改善計画として以下の対策を掲げている。

- ・地力対策（有機質肥料の投与、傾斜地での等高線栽培の実行）
- ・種苗の改善（定期的な種苗更新の励行および種苗検定、増殖、配布体制の整備）
- ・作付体系の改善（輪作体系の確立、禾本科作物の導入）
- ・病虫害対策（病虫害発生生態、被害状況調査体制、農薬作用特性の解明と適正使用法等の指導體制、農薬検査体制の強化）

作付体系としては、以下の輪作体系を掲げている。

- ・5年を1サイクルの輪作とする。

- ・同一科の作物の連作を避ける。
- ・禾本科作物をクリーニング作物として導入する。その残渣は有機物として鋤込む。
- ・緑肥作物を入れ鋤込む。
- ・作付率を上げる。

提案した作付体系は図 2-2に示す通りである。

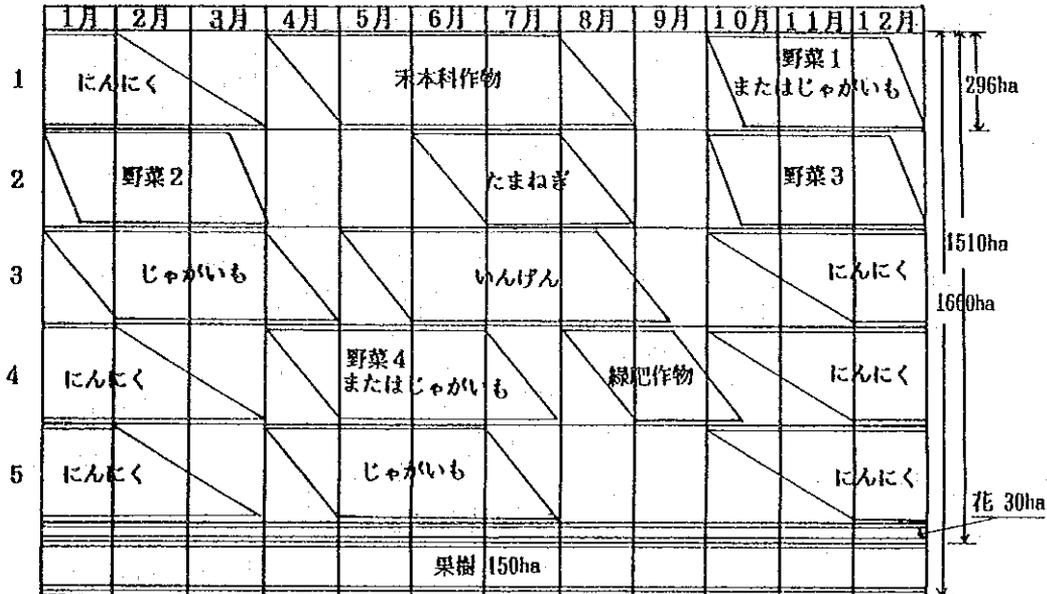


図 2-2 作付体系

(3) 基盤整備計画

基盤整備計画としては以下の計画を策定している。

1) 貯水池

パントゥフラス川上流部に中心コア型ロックフィルダムを計画する。ダムの規模は堤高30m、堤長162m、堤体積214千m³、有効貯水容量98万m³、総貯水容量105万m³とする。

2) 頭首工および導水路

グランデ川の既設頭首工の 310m 上流地点に流取水工を新設する。取水量は 1.0 m³/s を計画する。

一方、既設頭首工の老朽化の著しい部分を補修する。

新設取水工で取水された用水を既設導水路に接続させるため河川右岸に内寸法 1.0 m × 1.0 m の導水路を新設する。

3) 水路

- 標高 1,240m に主としてグランデ川を水源とするヌエバ・コンスタンサ幹線用水路を新設する。関連支線用水路を含め約 26km、灌漑面積は 469ha。

- 既設の幹線用水路であるコンスタンサ用水路を改修・補修する。当水路による灌漑面積は 884ha である。豊水期はグランデ川を水源とし、乾期は受益灌漑面積の約半分はパントゥフラスダム用水により補給する。

- 既設のパントゥフラス幹線用水路は、パントゥフラスダムの建設により一部新築し、老朽部分は補修する。豊水期はグランデ川を水源とし、乾期はパントゥフラスダム用水を利用する。灌漑面積は 157ha。

4) 灌漑計画

灌漑計画は、スプリンクラー灌漑とする。1 回の灌水量は平均 33mm、間断日数 12 日、1 灌漑ローテーションブロックは 12ha を基準として計画する。

事業実施期間は実施事前調査を含む 12ヵ月の詳細設計期間と 24ヵ月の土木工事期間の合計 36ヵ月とする。

2.5 要請の経緯と内容

(1) 要請の経緯

「ド」国政府は、同国主要野菜生産地であるコンスタンサ盆地の用水量不足を解消し、農産物の生産拡大、振興を計るため、同地域の農業開発を決定し、日本国政府に同地域開発計画にかかる開発調査の実施を要請した。日本国政府は「ド」国の要請に基づき、1988年から1990年まで本計画のフィージビリティ調査を実施した。同調査団は「ド」国政府の農業政策に鑑み、水源施設の新設・補修、用排水施設の整備等を骨子とする農業開発計画の実施を提言した。

「ド」国政府はF/Sの結果に基づき、基盤整備計画の実施について日本国政府に無償資金協力を要請してきた。

(要請の経緯)

1987年5月：コンスタンサ畑地灌漑計画 F/S実施の要請

1988年11月：F/S実施の為のS/W協議締結

1989年8月：F/S調査の実施

1990年6月：F/Sレポートの提出

1993年4月：無償資金協力の要請

(2) 要請の内容

「ド」国政府が無償資金協力として要請してきた内容は以下の通りである。

受益面積1,510haの灌漑施設の整備を行う。

- 水源施設： ダム（1体）
頭首工（新設1体、改修1体）
導水路工（3.3km）
- 配水施設： パイプライン（4.5km）
幹線用水路（18km）
支線用水路（45km）

分土工等付帯施設（一式）

- 排水施設： 排水路（5km）

（3）要請内容の確認

要請内容については基本設計(B/D)の現地調査期間中、調査団およびINDRHIとの間で協議がなされ、要請内容よりパントゥフラスダムを除外する事が確認された。

事業内容についてはパントゥフラスダム計画の当事業よりの除外による影響を最小限に止めるため、以下の対策がとられることとなった。事業規模についてはF/S計画時通り、1,510ha灌漑可能な施設計画を立案することとなった。

- ・ 利用可能水源の最大利用（頭首工、揚水機場等）
- ・ 効率的配水システム（水路ライニング、ファームポンド等）

第3章 計画地の概要

第 3 章 計画地の概要

3.1 位 置

本計画の調査地域は「ド」国のほぼ中央部、北緯18°54'、西経70°45'に位置するコンスタンサ盆地である。盆地の総面積は約 2,340haで、そのうち調査対象面積は約 2,140haである。標高は 1,140~1,300mであり、周囲は標高1,400~1,700m級の山々に囲まれている。

調査地域の盆地およびその周囲はラ・ベガ県コンスタンサ地方公共団体に属している。盆地の西方中央部に市街地が位置し、首都サント・ドミンゴには約 140km の距離がある。

3.2 社会・経済事情

(1) 人 口

コンスタンサ市の人口は、1982年のセンサスによれば38,524人である。その内訳は以下の通りである。

表 3-1 コンスタンサ市人口統計

男	20,098	52%	都市人口	15,141	39.3%
女	18,426	48%	農村人口	23,383	60.7%
合計	38,524	100%			

1989年5月国家統計局出版の「1988年ドミニカ共和国統計」によれば、コンスタンサ市の1985年から1988年の各年央人口は、表3-2 に示す通りわずかながら増加の傾向にある。

表 3-2 コンスタンサ市人口推移

年	1985	1986	1987	1988
人 口	41,075	41,453	41,816	42,163
	(1.00)	(1.01)	(1.02)	(1.03)

調査対象地域の コンスタンサ盆地の人口は、1988年9月農務省に提出された調査報告書によれば、29,200人である。また家族数は4,859家族である（Estudio Integrados de Recursos Naturales de la Cuenca del Rio Grande o del Medio, 1988年9月）。このうち、農家戸数は約2千程度で、残りの大半は農業労働者である。

(2) 社会・経済状況

コンスタンサ盆地の主要産業は農業であり、全家長の58%が農業に従事している。主な農作物は、にんにく、じゃがいも、たまねぎ、いんげん豆、野菜等である。商業活動は、コンスタンサ経済の中心である農業に比べてわずかなものであり、商人は全家長の約15%である。農家の経営規模は一般に小さく、耕作面積1ha未満の小規模農家数は全体の60%で、1haから5haの農家数は全体の30%である。農業生産物の90%以上は、首都サント・ドミンゴ市およびサンティアゴ市に出荷されている。

経済状況は耕作面積5ha以上の農家はいいが、大半は1ha未満もしくは農業労働者であり、非常に貧しい状況にある。特に近年農業労働者が増加してきており、雇用の増大が望まれている。

小規模農家に関しては、農地の地理的条件が災いし、水利条件が悪い為、土地の生産性はその他の地区に比べ低くなっている。近年問題になってきているのは、水利用上での水利権争いが多発しており、コンスタンサ市としては早急なる水不足問題の解決を要望している。

(3) 社会基盤

コンスタンサ盆地へは首都サント・ドミンゴからの国道1号線より分岐した山岳道路により通じている。市街地および大部分の地区には、電力および水道が供給されているが、一部標高の高い地区では無灯である。また、それらの地区では井戸水および河川表流水を生活用水に利用している。水道は、1953年に設置され、上下水公社（INAPA）により管理されている。しかしながら、近年、農業用水不足の為、上水が農業用水として盗水されており、断水が多発

している。特に昼間はほとんど断水しており、コンスタンサ市としては早急の水不足解決を要望している。下水道はまだ整備されていない。コンスタンサ市街地には厚生省所轄の公共病院があり、市内には数ヶ所の診療所がある。コンスタンサ市には3小学校、1中学校および1高等学校がある。その他公共施設として、市役所、郵便局、警察、消防署、銀行、軍隊本部がある。

3.3 自然条件

(1) 地形および地質

調査地域であるコンスタンサ盆地は「ド」国のほぼ中央にある山地間盆地である。南北約4 km、東西約8 kmの地域で、盆地内の農地は標高差約100 m（標高1,150 m～1,260 m）の緩傾斜地で、地域のほぼ中央をコンスタンサ川が東西に流れている。この盆地はコンスタンサ川へ向かって、ほぼ2～3%勾配の畑地部、急峻な山地部の二つに分けられる。

調査地域内の基盤岩は、白亜系の安山岩質火山砕屑、頁岩および石英雲母閃緑岩から成る。コンスタンサ盆地には、主として安山岩質火山砕屑岩および青～緑灰色を呈する頁岩が分布している。北側の山地には、主に石英雲母閃緑岩層が分布し、その一部の小さな岩体が南側の山地にも分布する。南側の小さな石英雲母閃緑岩の岩体は、ティレオ層と断層により接している。

コンスタンサ盆地の第四紀堆積物は、礫、砂および粘土から成り、概ね10～40 mの厚さで堆積し、当盆地の帯水層を形成している。グランデ川沿いに分布する堆積物は30～50 cmの大きな巨礫によって特徴づけられ、ガジャバ層と呼ばれている。

(2) 気象

コンスタンサ地域の気象概況を図3-1に示す。最多降雨月は5月で全体の約18%程度の降雨がある。降雨は12月～3月にかけて少なく当期間中の降雨は全体の約13%程度である。降雨は5月から10月にかけて多く、当期間中に全降雨の75%程度の降雨が見られる。降雨日数は1月から3月にかけて少なく、3ヶ

月間に16日の降雨が観測されている。降雨日は特に5月に多く見られ、平均15.1日となっている。年平均気温は18.2℃で月平均気温は16.4℃から19.5℃の間で変動し、月平均気温はほぼ一定している。ただし日較差は大きく、過去の観測最低気温は-1℃で、観測最高気温は35℃となっている。湿度はほぼ一定しており、年平均湿度76%、上下3%程度にて変動している。蒸発量は3、7、8月に高い値を示し、月100mmから150mm程度で変動する。年蒸発量は1,466mmで降雨量より高い値を示している。

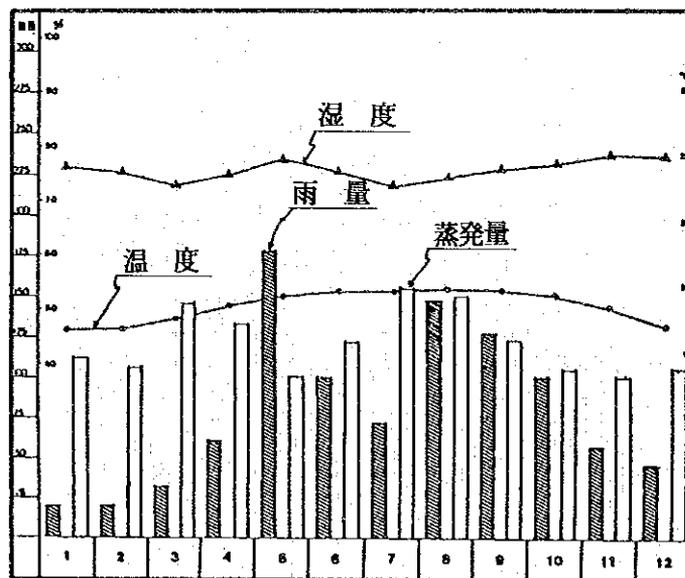


図 3-1 コンスタンサ地域の気象概況

コンスタンサ地域降雨量は地勢的要因に左右され、局地的降雨となっている。観測期間中の平均年降雨は1,015mm/年で、年降雨量は700~1,400mm/年に分布する。これらのデータを基に確率年降雨量を以下のように推定する。

表 3-3 確率年降雨量

50年確率	648mm/年
20年確率	705mm/年
10年確率	760mm/年
5年確率	832mm/年
2年確率	987mm/年

(3) 水文・河川

当調査地域に関連する水系は、地域内河川のパントゥフラス川水系とコンスタンサ川水系および地域外河川のグランデ川水系とピナル・ボニート川水系に大別される。ピナル・ボニート川水系の表流水は主として当地域の上水として利用されている。

1) パントゥフラス川水系

当河川においてはラ・シェナギータ地点、コンスタンサ川との合流部アリバ川地点において、流量観測が実施されている。

アリバ川地点の流量観測データによると、平均 $0.079 \text{ m}^3 / \text{s}$ の流量が観測されている。当地点の流域面積が約 8.0 km^2 程度であることより、当河川においては、約 $1.0 \text{ m}^3 / \text{s} / 100 \text{ km}^2$ 程度の平均比流量が期待できる。

2) コンスタンサ川水系

当河川の流域面積は 40.6 km^2 (うち山地部 19.1 km^2 、耕地および宅地 21.5 km^2) である。当地区内には、種々の山地河川が流入しているが、大半が扇状地河川であるため、地区上流部にて地下に浸透して降水時のみの一時的な河道である。

これらの河川は、地区内低位部を流れるコンスタンサ川付近にて湧水しているものと思われ、下流部に行くに従いその河川流量を増している。これらの河川表流水は地区最下流部のエル・サルト地点で発電用の用水として取水されており、灌漑用水は他流域であるグランデ川の河川表流水にその大半を依存している。地区内河川水の利用はパレーロ川のセロ・デ・モンテ地点にて簡易堰による取水が実施されているが、その量はごく僅かなものである。

その他の利用としてはコンスタンサ川のエル・バージェ付近にアプー水路があり、落水の再利用を図っている。

3) グランデ川水系

当調査地域の主水源であるグランデ川は上流部において、種々の小河川を合流し、当調査地域西方約1 kmの地点でコンスタンサ川と合流している。

当河川には、エル・ガホ川合流地点下流 300mの位置に頭首工を設け調査地域に導水している。当地点での集水面積は約 42km²で大半が山地部である。当地域の灌漑用水の大半は当水源にたよっている。当流域における流量観測は実施されていない。

4) ピナル・ボニート川水系

コンスタンサ市の上水用水源であるピナル・ボニート川は、流域面積約 15 km²を有し、ピナル・ボニート地点にてグランデ川に合流している。

水道水の取水は合流地点上流約 2 kmの地点にて取水堰を設け、コンスタンサ市の上水用水源としている。取水地点での流域面積は約12.5km²で最大0.2 m³/s 程度の取水がなされている。

5) 各河川流量の推定

各河川流量の推定は、ピナル・ボニート川の流況データをもとに表 3-4に示す値を用いて推定した。

表 3-4 流量推定基本データ

	ピナル・ボニート川	グランデ川	ハントゥアス川	パレロ川
流域面積 (km ²)	13	42	9.7	4.8
比流量 (m ³ /s/100km ²)	1.85	1.33	1.00	1.00
基底比流量 (m ³ /s/100km ²)	0.85	0.61	0.46	0.46
基底流量 (m ³ /s)	0.11	0.27	0.04	0.02
流出率	0.3	0.3	0.3	0.3

これを基に確率年5年における月平均流量を推定すると次の通りである。

表 3-5 5年確率推定流量

月	月降雨量 (mm)	平均流量 (推定値) (m ³ /s)			
		上水取水地点	既設頭首工地点		
		Pinar Bonito	Rio Grande	Pantufilas	Palero
1月	15.8	0.13	0.33	0.06	0.03
2月	24.9	0.15	0.38	0.07	0.03
3月	26.6	0.15	0.38	0.07	0.03
4月	54.0	0.19	0.51	0.10	0.05
5月	152.1	0.33	0.96	0.21	0.10
6月	83.9	0.23	0.66	0.14	0.07
7月	59.0	0.20	0.53	0.11	0.05
8月	125.6	0.29	0.84	0.18	0.08
9月	108.1	0.27	0.77	0.17	0.08
10月	89.0	0.24	0.67	0.14	0.07
11月	52.4	0.19	0.51	0.10	0.05
12月	39.9	0.17	0.44	0.09	0.04

(4) 地下水

1) 水理地質状況

コンスタンサ盆地は第四紀堆積物により構成されており、厚さは10~40m、もしくはそれ以上の層となっている。第四紀堆積物の起源は周辺の山系に分布する白亜系安山岩質火山砕屑岩、安山岩質溶岩およびトーナライトである。盆地内の第四紀堆積物は、概ね2層に区分でき、上部帯水層は2~16mの深度に分布し、層厚3~7mで、白~青緑色を呈する砂と礫を主体とする地層である。

下部帯水層は23~30m程度の深度に堆積し、その厚さは7m程度で、黄褐色を呈する砂が主体を成し、被圧水が賦存する。当層の分布は、主に盆地西側に認められる。

既設井戸は、主に盆地の周辺部に確認でき、特に盆地北側に多い。井戸の口径は4~12インチで、その深さは25~70mであり、30~40mのものが多い。盆

地周辺部に分布する井戸の口径は6～8インチのものが多く、盆地中央部では10～12インチの井戸が多い。既設井戸の産出量は130～1,300 m³/日である。しかし、盆地東側のロス・イゴス地域と盆地南西部のラス・アウヤマス地域は、井戸の産出量は極めて少ない。地下水位に関して、盆地周辺部の井戸は、概ね10～35mである。盆地中央部で、地下水位は地表面付近にあり、一部自噴井戸も認められるが、地下水の水質は細砂を含むためポンプ揚水に適しているとはいえない。

2) 滞水層の特性

当盆地内の地下水流動量は滞水層厚が薄い事に起因し0.01 m³/s程度と推定され、地下水は豊富でないと判断される。また、滞水層の透水係数は $1.0 \times 10^{-3} \sim 3.0 \times 10^{-2}$ cm/secと推定される。

地下水に関しては、ドイツの援助により1992年調査されたが、その結果によると、コンスタンサ盆地においては、地下水位の低下が発生しており、国による抑制が必要と結論づけられている。

(5) 土壌分類

調査地域の土壌は Order/(目) の段階で、Mollisols および Inceptisols の2種に分けられる。Mollisols はさらに Sub-order (亜目) の段階で Udollos と Aquolls に二分される。土壌目別分布面積を表 3-6 に示す。また、この結果を基に作成した土壌図を図 3-2 に示す。

1) Mollisols

本地域を代表する土壌である Mollisols は、有機質に富み、塩基供給力が高く、作物栽培には非常に適した土壌である。調査地域内での Mollisols 土壌は、Udollos および Aquolls の亜目に分類できる。

Mollisols/Udollos の分布面積は1.12haと、Mollisols 土壌の分布面積の内約88%を占め、黒色・黒褐色の軽埴土を示す。分布は盆地南部、中央東部、

盆地北部、南西部さらに北西部と大きい広がりを持つ。肥沃度および土中水分は潤沢である。

Mollisols/Aquolls はコンスタンサ川中下流部両岸の 159haに分布する重粘土を示し、排水性に乏しく、地下水位も高い。

2) Inceptisols

本調査地域内では Mollisolsに次ぐ広がりを持つ Inceptisolsは、盆地南東部のラ・サビーナ地区、盆地西部端およびパントゥラス川上流部の一部と川沿いの沖積地に分布し、400ha（23.8％）の面積を持つ。土性がやや粗く、礫の混入が顕著である。肥沃度が高く、排水性に富み土壌自体は作物栽培に適するものである。

表 3-6 耕地の土壌目別分布面積

目	亜目	大群	面積(ha)	割合(%)
Mollisols	Udolls	Hapludolls	1,121	66.7
	Aquolls	Argiaquolls	159	9.5
	小計		1,280	76.2
Inceptisols	Tropepts	Eutropepts	400	23.8
合計			1,680	100.0

Mollisolは盆地内で最も広く分布している土壌でもある（1,280ha、76.2％）。InceptisolsはMollisolに次いで分布する（400ha、23.8％）。

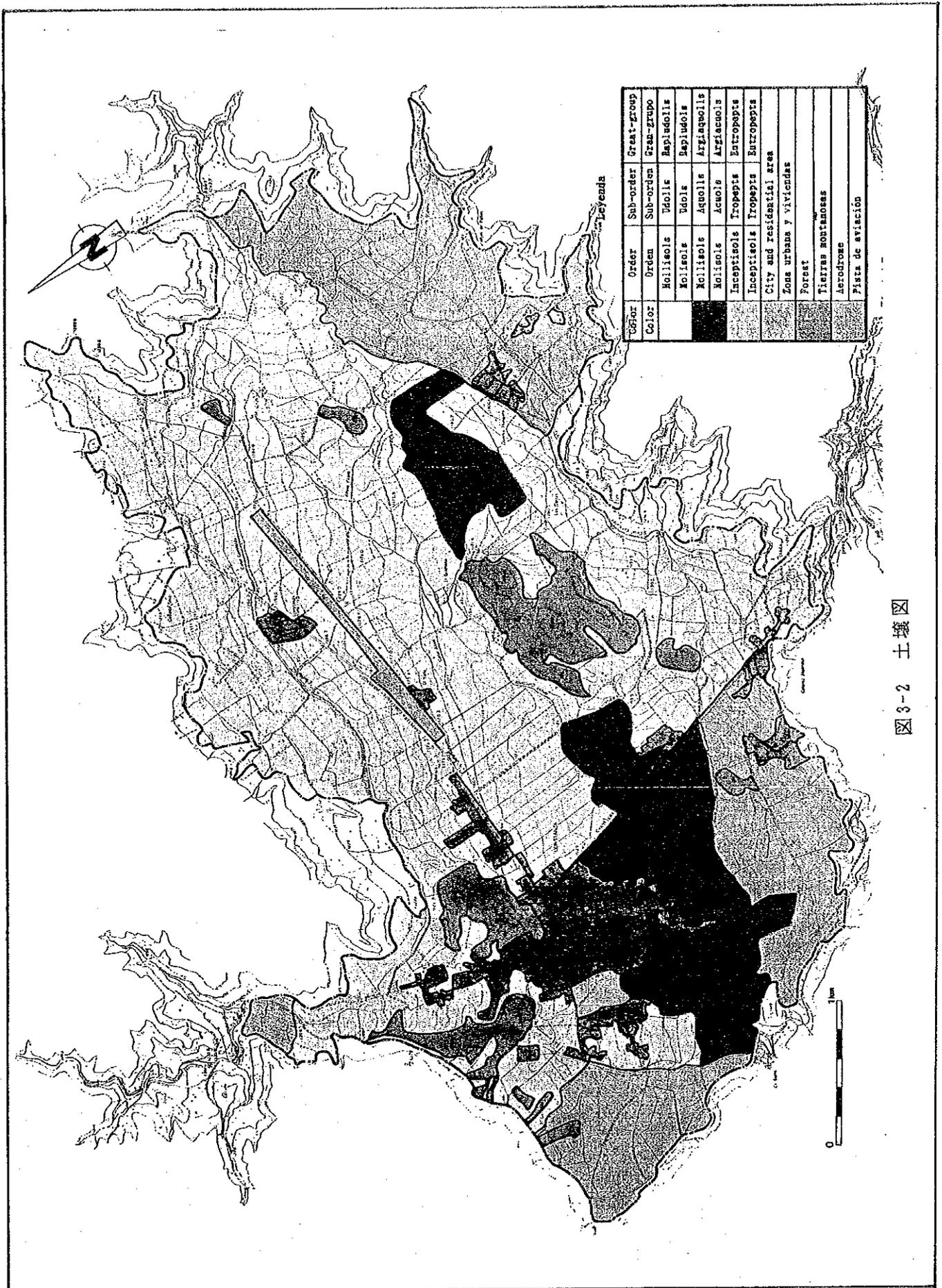


图 3-2 土壤图

3) 土地分級

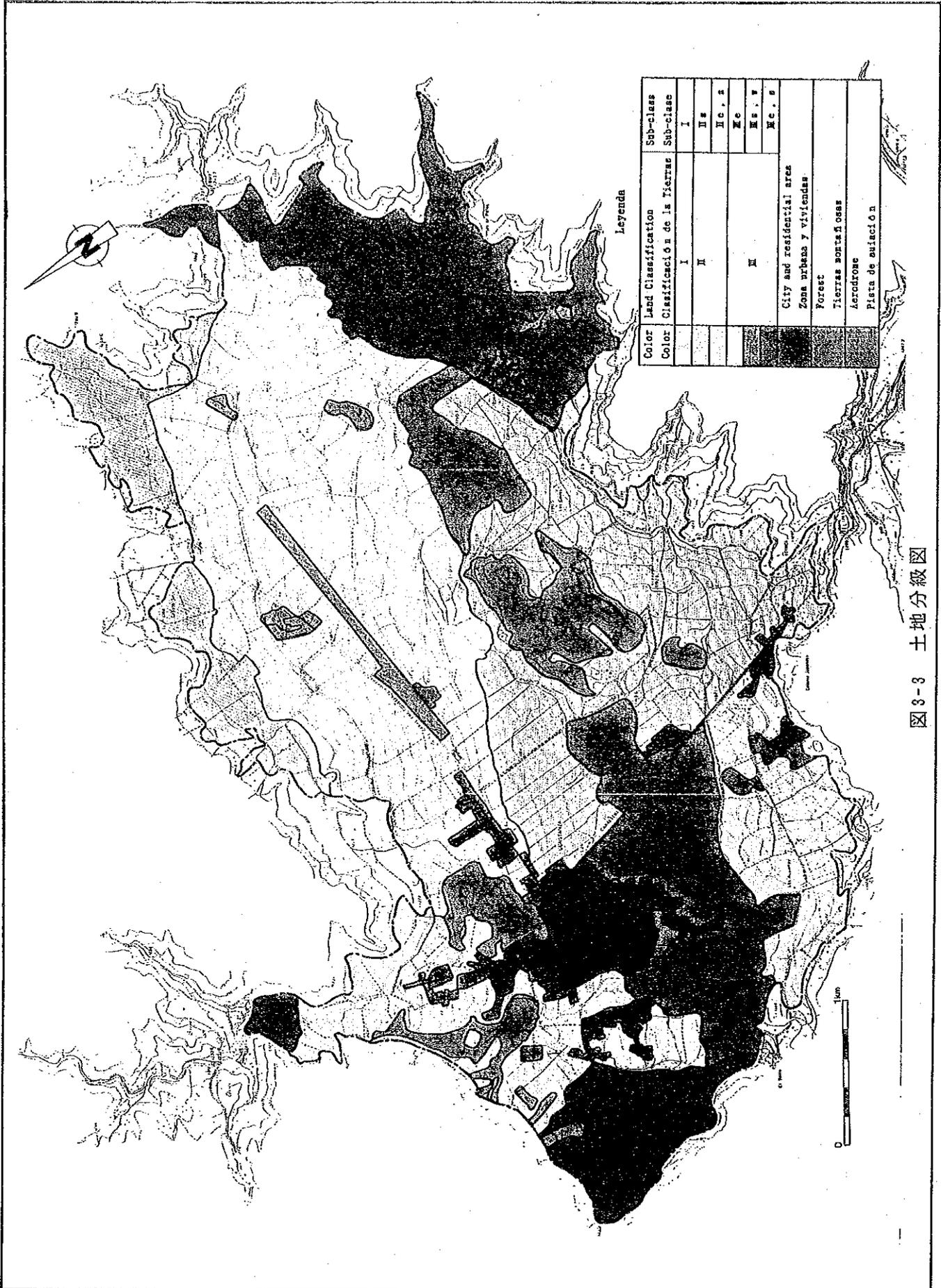
土地分級は、対象地域の地形および排水に関わる特質のほか、土壌学的特性を包括した土地そのものが持つ特質を物理的および化学的見地から判断して決定する。「ド」国では、USDA法を広く用いており、本調査でもこれに準拠する事とした。

各級位の耕地面積割合は以下の通りである。

表 3-7 土地分級別面積

土地分級		面積 (ha)	割合 (%)
I		533	31.6
II	II s	323	19.3
	II es	195	11.6
小計		518	30.9
III	III e	111	6.6
	III sw	221	13.2
	III es	297	17.7
小計		629	37.5
合計		1,680	100.0

上表に示すように、調査地域内の耕地はすべてクラス-Iからクラス-IIIまでの範囲に入る。これらのクラスは若干の制約因子はあるものの、作物栽培には大きな支障はない。計画対象地区の土地分級内容は図3-3に示す。



Color	Land Classification	Sub-class
	Clasificación de las Tierras	Sub-clase
	I	I
	II	IIa
		IIc, z
		IIc
	III	IIIa, v
		IIIc, b
	City and residential areas	
	Zona urbana y viviendas	
	Forest	
	Tierras montañosas	
	Aerodrome	
	Pista de aviación	

图 3-3 土地分級图

3.4 農 業

(1) 農業概況

調査地域における土地利用は全体の約84%が耕地として利用されている。また、施設園芸では花卉栽培（キク、バラ、カーネーション）が行われ、果樹としてはリンゴ、ブドウなどが一部地域に栽培されている。また、52,000羽を育すうする孵卵・育すう場が地域内に1ヶ所ある。

調査地域の土地利用を表 3-8および図 3-4に示す。

表 3-8 現況土地利用面積

土 地 利 用	面 積 (ha)	割 合 (%)
耕 地 面 積	1,660	78.6
畑 地	(1,625)	(96.7)
施 設 園 芸	(30)	(1.8)
果 樹 園	(5)	(0.3)
育 す う 場	20	(1.2)
小 計	1,680	78.6
山 地	140	6.5
市 街 地 宅 地	150	7.0
飛 行 場	20	0.9
そ の 他※	150	7.0
合 計	2,140	100.0

※その他には道路、河川を含む。

コンスタンサの農業は国内市場を標的に根菜類（にんにく、じゃがいも、たまねぎ、ビート、にんじん等）に豆類（いんげん、鳩豆等）を混じえ、多くの季節農業労働者を雇用し、化学肥料、農業を多用する集約的農業である。

灌漑方法はスプリンクラーによる散水灌漑と畦間灌漑が行われており、花卉栽培にはドリップや育苗用のミストも利用している。特に灌漑用水を必要とする時期は、雨量の少ない1～3月およびじゃがいもの生育中期にあたる7月が最も高くなっている。

コンスタンサ地域では作物に対する病害虫の被害は大きく、農薬散布の回数を減らすと収穫量は極端に低下する。一年を通じて温暖な気候、単純な作付体系の繰り返し、同族作物の連続作付などが病害虫の繁殖を助長しており、また、農薬の連続使用は病害虫に抵抗性をつけ、事態を悪化させていると考えられる。

(2) 農民組織

コンスタンサ盆地内の主な農民組織は下記の通りである。

- a. コンスタンサ農業生産者組合
- b. コンスタンサ野菜生産者組合 : 組合員数 95人
- c. ラス・メルセデス組合 (ロス・セロス)
- d. アマド・ペゲェロ組合 (パレーロ) : 組合員数 30人
- e. ファン・パブロ・ドゥアルテ組合 (ラス・アウヤマス)
- f. コルプス・クリスティ組合 (ラス・アウヤマス)
- g. ウニオン・トラバホ組合 (JON-UY・ISLA・ニョーラ) : 組合員数 26人
- h. ラス・メルセデス組合 (エル・セルカド)
- i. ドゥルセ・マリア組合 (エル・セルカド) : 組合員数 25人
- j. ラ・アルタグラシア組合 (エル・セルカド) : 組合員数 25人
- k. 中小規模農家組合 (エル・バージェ)

それぞれの組織が独自の活動を行っているが、共通しているのは組合を通せば農業融資が容易であることから、融資に利用するとか種子の共同購入(特にんにく)、農機具を組合で購入し、共同利用するとか、学校・道路等公共施設の改善とか、組合員に病人が出れば助け合うなどである。現在のところ組合で農産物を集荷運搬、販売している例はない。

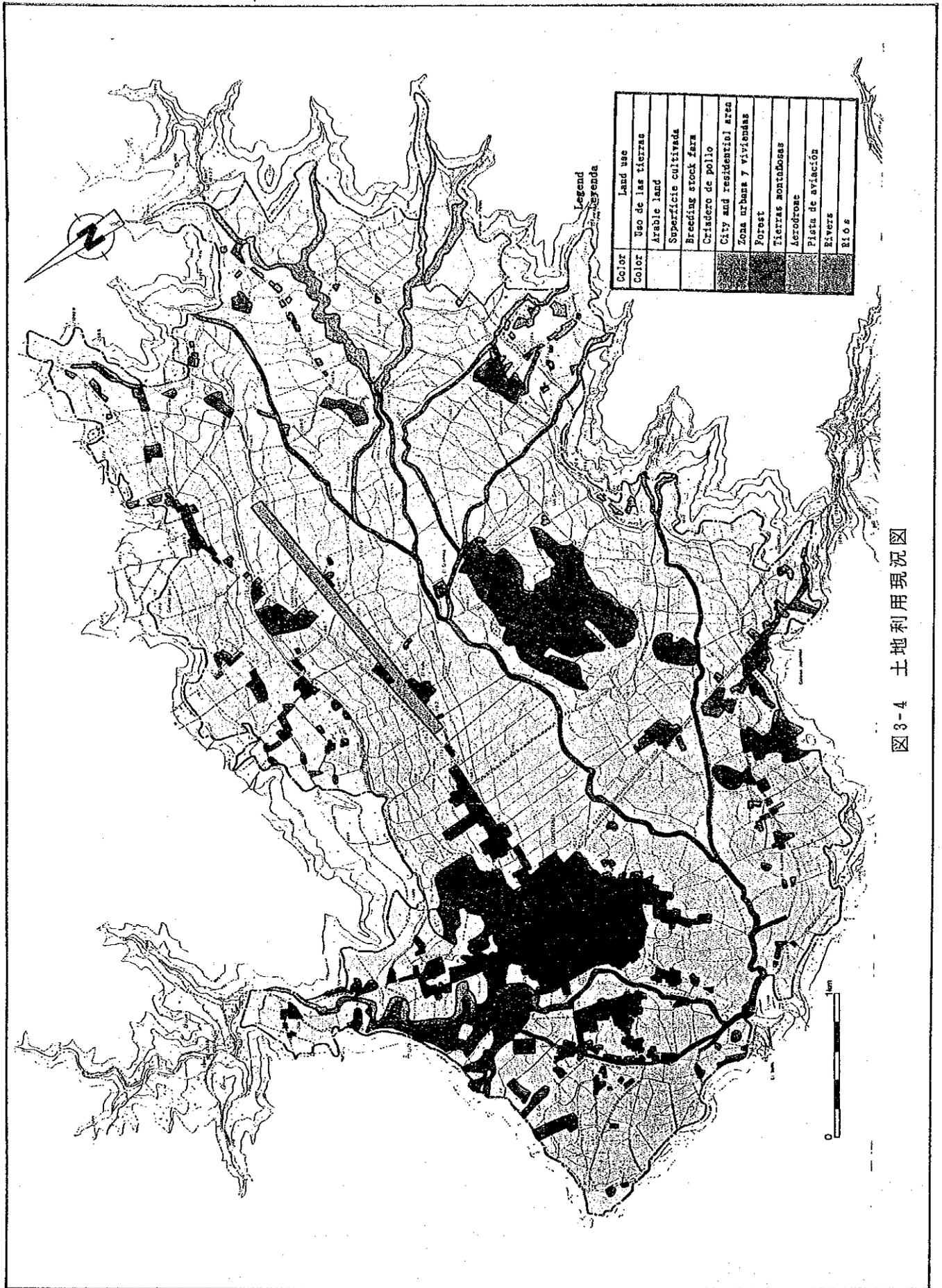


图 3-4 土地利用现状图

3.5 現況施設状況

(1) 灌漑排水状況

1) 頭首工

コンスタンサ盆地の域外、グランデ川の上流に頭首工が設けられている。これは1947年に建設されたもので、ここで取水された水は約3kmの導水路を通してコンスタンサ盆地内に導水され、コンスタンサ幹線用水路、コンスタンサ支線用水路およびその支線用水路に配水され灌漑用水として使われている。堰高6.0m、可動堰幅4.6m、固定堰幅37.0mである。しかしながら、当頭首工は土砂の堆積が著しく、ほとんどその機能を発揮できない状況にある。

2) 用水路による灌漑システム

コンスタンサ盆地内ではコンスタンサ幹線用水路が、頭首工で取水されたグランデ川の水を東側の斜面を周回して盆地に導水・配水し、パントゥフラス川まで達している。灌漑用に10本の支線用水路が設けられている。

コンスタンサ幹線用水路建設20年後、耕地の拡大に伴いコンスタンサ幹線用水路の上部にコンスタンサ支線用水路が計画され、パントゥフラス川に結ぶ用水路が建設された。しかし、現在はエル・ガホ以降の水路は埋没し、通水は行われていない。

その他に、パントゥフラス幹線用水路がパントゥフラス川から取水し北側斜面に、パレーロ用水路がパレーロ川から取水し盆地東側にそれぞれ灌漑用水を供給している。また、アブー用水路はコンスタンサ川から取水して盆地中央部の灌漑用水不足を補っている。

3) 灌漑の現況

コンスタンサ川の南側はコンスタンサ幹線用水路、コンスタンサ支線用水路およびその支線用水路により比較的良好に灌漑されているが、灌漑用水の絶対量が少なくなる冬期には水不足を生ずる。支線1(Lateral 1)の支流にあたるラス・アウヤマス西部には灌漑水は行き渡っておらず、天水および地区内小河川

からの揚水に頼っている。特に近年は、施設の老朽化が著しく、灌漑用水が容易に到達している地区はコンスタンサ幹線用水路上流部のみである。

コンスタンサ盆地東部はコンスタンサ幹線用水路、コンスタンサ支線用水路、パレーロ用水路により灌漑されている地区と、天水および地区内小河川に頼る地区に大きく分けられる。

コンスタンサ市街地の北部およびパントゥフラス川の西部は主にパントゥフラス幹線用水路により灌漑用水が供給されている。しかし、灌漑用水は用水路の末端までは行き届いていないため、下流部の河川に近い地区はパントゥフラス川からの揚水に頼っている。また、標高の高い部分は天水のみによる灌漑である。

(2) 圃場状況

コンスタンサ盆地内の耕地面積は 1,660ha で、そのほとんどが畑作地である。特徴を以下に述べる。

- ・ 傾斜沿いに長方形の区画が多く、比較的区画整備がなされている。
- ・ 傾斜勾配は 0～2% のものが多い。
- ・ 傾斜と同じ方向に畦が作られている。

上記のように、傾斜勾配は緩やかであるが傾斜に沿った圃場区画、畦作りのため土壌侵食を誘引している。

(3) 道路状況

コンスタンサ盆地には東西に主要地方道カレテーラ・コンスタンサ - ハラバコア線、南北に主要地方道カレテーラ・コンスタンサ - サン・ホセ・デオコア線の 2本の幹線道路が通っており、域外と連絡している。道幅は 7～11m でアスファルト舗装されており、公共事業省 (SEOPEC) により維持管理されている。

他には農道が盆地内を随所に走っている。道幅は 2.8～7.5m で舗装はされていない。この農道は INDRHI により維持管理されている。

(4) 現況水源利用状況

当調査地域内における水利用は、コンスタンサ市の上水、1,660haの耕地への灌漑水利用およびエル・サルト小水力発電計画による地区内河川水利用の3タイプに分割される。上水はピナル・ボニート川に設置された取水堰で取水しコンスタンサ市に導水されている。平水時の河川水の大半は上水として利用されている。

灌漑用水はグランデ川に設置されている頭首工によるグランデ川の河川表流水の地区内への導水、パントゥフラス川、パレーロ川等の地区内小河川の利用によるものおよび地下水利用の3タイプに分けられる。これに加え現在、エル・サルト地区の小水力発電所が地区内から排水された水を利用し発電を行っている。

当調査地域内には1,660haの耕作地があるが、そのうち用水路により灌漑されている地区は約1,440haで残りの約270haは地下水もしくは天水に頼っている。しかしながら、配水施設管理不備も加わり、現実に用水路用水にて灌漑している地区はコンスタンサ幹線用水路上流部のみで、その他の地区は残水を利用している状況にある。

水源別灌漑面積は表3-9のとおりである。

表 3-9 水源別灌漑面積

水 源	水 路 名	面積 (ha)	
グランデ川	コンスタンサ幹線用水路	1,063	64.0%
コンスタンサ川	コンスタンサ支線用水路	93	5.6%
パントゥフラス川	アブー用水路	166	10.0%
パレーロ川	パレーロ用水路	71	4.2%
天水または地下水		267	16.1%
合 計		1,660	100.0%

INDRHIの灌漑組織網図によると、当地域の水源毎の灌漑面積の内訳は次の通りである。

表 3-10 コンスタンサ盆地の灌漑面積の内訳

コンスタンサ幹線用水路	(グランデ川水源)	856 ha	} 76.3 %
コンスタンサ支線用水路	(グランデ川水源)	207 ha	
アプー用水路	(コンスタンサ川落水)	93 ha	6.7 %
パントゥフラス幹線用水路	(パントゥフラス川水源)	166 ha	11.9 %
パレーロ用水路	(パレーロ川水源)	71 ha	5.1 %
合 計		1,393ha	100.0 %

資料：INDRHI灌漑網図

全灌漑面積(A=1,393ha)のうち 3/4(A=1,063ha)はグランデ川水源に依存しており、地区内河川であるコンスタンサ川、パントゥフラス川およびパレーロ川への依存度は極めて低い状態にある。

コンスタンサ盆地内の地下水利用はコンスタンサ幹線用水路より外側の盆地高位部に集中し、特に盆地北部のコローニア・エスパニョーラでの利用が多い。一方、盆地中央部での地下水利用は、井戸の閉塞等によりほとんど実施されていない。

(5) 関連事業

現在、地区最下流部エル・サルト地点にエル・サルト水力発電所がある。当計画の概要は以下の通りである。

表 3-11 エル・サルト発電所概要

名 称	仕 様
取 水 堰	タイプ：可動堰 堰高：8.0m 堰長：35.0m
導 水 路	フリーム水路 延長 L = 1,560m
	管路 (φ 813) 延長 L = 170m
発 電 機	タービン最大出力 700KVA
変 圧 機	800KVA

当計画地域のエル・サルト地点に堰高 $h=8.0\text{m}$ の取水堰を設け、当施設により地区内に $11,000\text{m}^3$ の貯留を行い、取水堰より $1.00\text{m}^3/\text{s}$ の取水を行い、その後フリューム水路にて導水した後管路に落とし、その落差エネルギーを利用して年間 3.0GWH の発電量が計画されている。

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4.1 計画の目的

本計画対象地区のコンスタンサ盆地は「ド」国の主要野菜生産地として発展してきたが、約45年前に設けられた灌漑施設の老朽化およびその後の耕地面積の拡大等により灌漑用水の不足が深刻化し、同地域の農業生産に重大な支障を来している。本計画はこれら現在のコンスタンサ地域の農業生産を制約している水不足を解消し農業生産の拡大を図るため、限られた水資源を効率的に利用し得る灌漑施設の再整備を行い、合理的な水管理を可能にしようとするものである。そのために日本国政府の無償資金協力により、既存灌漑施設の改修を含む新規灌漑施設の建設を行うものである。

4.2 要請内容の検討

(1) 事業内容の検討

- 1) 要請内容に関しては調査団と INDRHI との協議を行ない、要請内容よりパントッフラスダムを今回の無償資金協力においては除外する事が確認されたが、これを補う水源計画および灌漑計画として、

- ・ グランデ川および地区内小河川水源の最大限利用
- ・ 灌漑システムの改善による灌漑効率の向上
- ・ 水管理の徹底による無効放流等の防止
- ・ 平等な配水システム

等を考慮する。

上記計画のダムに対する優位性は以下の通りである。

- 現在、灌漑用水はグランデ川より頭首工にて取水されており、地区内の水の水源の大半はグランデ川水源に頼っている。しかしながら、既設頭首工は現在その取水工としての機能を発揮できなくなりつつあり、数年中には取水不可能となる恐れがあり、ひいては盆地内での水不足が逼迫したものとなる。

緊急度および投資効果の面からも頭首工の改修もしくは新設は、当盆地にとって非常に重要である。

- 現在の用水路システムでは豊富な水源があったとしても、地区内での用水不足は以下の理由により発生すると想定される。

- ・ 不十分な水管理による無効放流および無断取水
- ・ 効率的な水管理を阻害する水路システム
- ・ 水路の老朽化による漏水

- 既存の用水路システムの改修により、これらの点が改善されたなら、グラソデ川水源による灌漑面積の拡大が可能となる。

- 既存灌漑システムの改修により節水および新規に獲得した水源を新たな地区に灌漑する事ができ、灌漑面積を増加させる事が可能である。特に豊水期に於いては、今まで用水の届かなかった地区に導水する事が可能となる。

以上の点を考慮すると、取水および灌漑施設の改修・新設は、ダム建設より事業効果の面より重要であると判断される。但し、ダム建設は絶対的水源不足地区である当地区にとっては重要である事は依然明確である。

従って、本計画の計画対象は取水施設、用水路および補助的水源施設までとし、これらの有効利用により地域の水管理が効果的になされてきた段階で、ダムの建設を検討する事が望ましいと判断される。

- 2) ダム計画についてはどの国の融資にて進められるか現在のところ未定であるため、ダムは将来計画とし、本計画では他の施設の計画を行う。
- 3) 灌漑施設の規模に関しては粗用水量によって決定され、渇水期以外は上記の計画により十分灌漑可能であり、また渇水期のためのダム建設が行なわれた場合においても対応できるよう 1,510haの灌漑が可能な規模とする。
- 4) 灌漑方法に関しては、灌漑効率を高める上から、スプリンクラー灌漑を前提に灌漑計画を行う。但し、本計画の実施範囲は幹線用水路より支線用水路を経てファームポンドに接続するまでの区間とする。ファームポンドまでの配水は

自然流下を基本とするが、圃場でのスプリンクラー灌漑を考慮し、ファームポンドの位置は灌漑ブロック高位部に設ける。

- 5) 現在の維持管理状況からして、施設は維持管理、水管理が容易なシステムを計画し、全地区に公平に灌漑可能な施設設計を行う。

(2) 計画の妥当性、必要性

以下の諸点から本計画は無償資金協力案件として妥当であると考ええる。

1) コンスタンサ盆地の潜在能力

コンスタンサ盆地は現在収益性の高い農業を営んでおり、用水不足を解消することは地域の振興という面で大きな役割を果たしうる可能性を秘めている。一方、「ド」国は近年の貿易収支悪化に対処すべく、農業部門に高い優先度をつけ、農産物の輸入減少と輸出増大、特に非伝統的農産物の輸出拡大を図ろうとしている。当コンスタンサ盆地の開発は将来、非伝統的農産物の輸出拡大、ひいては貿易収支の改善という面でも、大きな潜在能力を有しており、「ド」国の農業開発計画の中で非常に高い優先度をもつプロジェクトである。

2) 農業の持続

- 現在、用水不足の為、上流部で使った還元水を下流部の畑で反復利用している事によって、上流部の畑で発生した病気が下流部の畑にも広がっており、このままの状況が続くとコンスタンサでの農業の持続が難しくなっている。

- 特に水路下流部での用水不足は著しく、現在は用水路の近辺に位置しながら年間を通じて用水がこない地区が多々ある。これらの地区には小規模農家が多く、自力にて用水を得られない農家がほとんどであり、これらの農家の経営を圧迫している。本計画実施により、この面が改善され持続可能な農業への道が開けてくる。

3) 安定的な農家経営条件の確保

- 現在、用水不足の解決策の一環として井戸の掘削、ファームポンドの建設等が中規模以上の農家で行われているが、この事が中規模農家の農家経営を圧迫している。

- 用水不足により適期な耕作が行われておらず、収穫高も年々減少してきている。

灌漑用水不足の解決は、これら農家経営にとっても非常に有益である。

4) 水利権問題発生への解決策

用水不足により灌漑用水を確保する為の水利用に関する事故が多発している。盗水は日常茶飯事であり、場合によっては刑事事件ともなっている。近年は市の上水の盗水も頻繁に多発しており、コンスタンサ盆地の灌漑用水事情の改善は農業事情のみならず、市の上水事情の改善、ひいては地域社会事情の改善ともなり得る。

5) 余剰労働力の吸収および雇用機会の創出

当地区には農業労働者が多く居住しており、これらの人々にとっては農業労働は貴重な収入源である。「ド」国には現在これといった産業は発達しておらず、さらに近年は砂糖きび産業の不況により余剰労働力が発生している。

当地の農業は集約的農業の為、多数の労働者を必要とする。灌漑用水供給の改善により農家の経営状態が安定すれば、さらに集約的な農業の導入が可能であり、雇用機会が創出される。

6) 近隣地区への波及効果

当地区は「ド」国における農業の先進的役割を果たしてきており、近隣地域に及ぼす影響は大きい。本計画によって灌漑用水の効率的利用が促進される事により、農業経営の安定がもたらされ、ひいては、さらに先進的な農業の展開が可能となる。この事は近隣地域にも波及し、ひいては盆地周辺地域

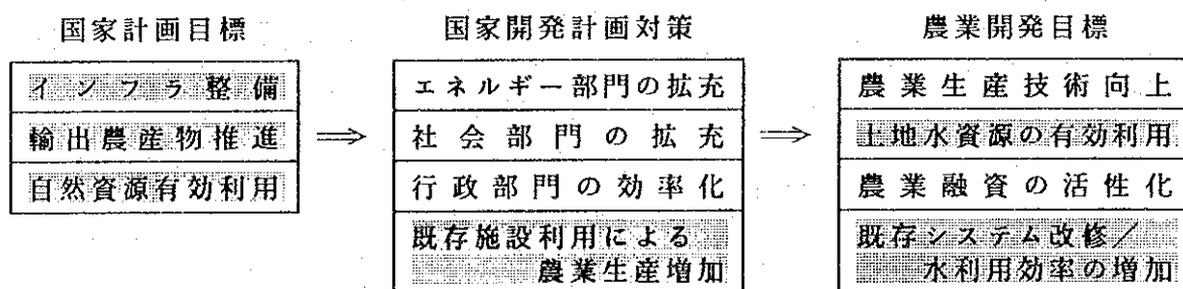
の経済の活性化にもつながると思われる。

7) 国家開発計画／農業開発計画に合致した計画

本計画はインフラの整備／輸出農産物推進／資源の有効利用という国家3大目標に合致する計画であり、さらに長い間要望されていた計画の実施である。

(3) 関連計画上の位置付け

本計画は「ド」国の国家開発計画（1990～1994年）に於ける5開発目標のうちの「既存施設利用による農業生産増加」にあたり、農業開発計画目標と一致するプロジェクトである。



実施機関である INDRHI においても、1991年度より INDRHI の上位計画として、実施が待たれていた計画である。

本計画は1990年度に、国際協力事業団により実施された「コンスタンサ畑地灌漑計画調査」のうちの一部の実施と位置付けられる。F/S時の事業構成は農業計画および農業基盤整備計画であったが、本件は次図に示す農業基盤整備計画のうちの一部の実施である。

コンスタンサ畑地灌漑計画

農業計画	土地利用計画	
	営農栽培計画	
	農産物流通・加工計画	
	農民組織・支援計画	
農業整備基盤計画	灌漑排水計画 ← 本件実施部分	
	水源施設計画	既存施設（取水工）改修
		ダム

(4) 実施運営機関

本計画の実施運営機関である INDRHI は、これまで種々の類似プロジェクトを実施してきており、実施機関としての能力は充分であると判断される。

本事業の実施運営体制・組織団を図4-1 に示す。

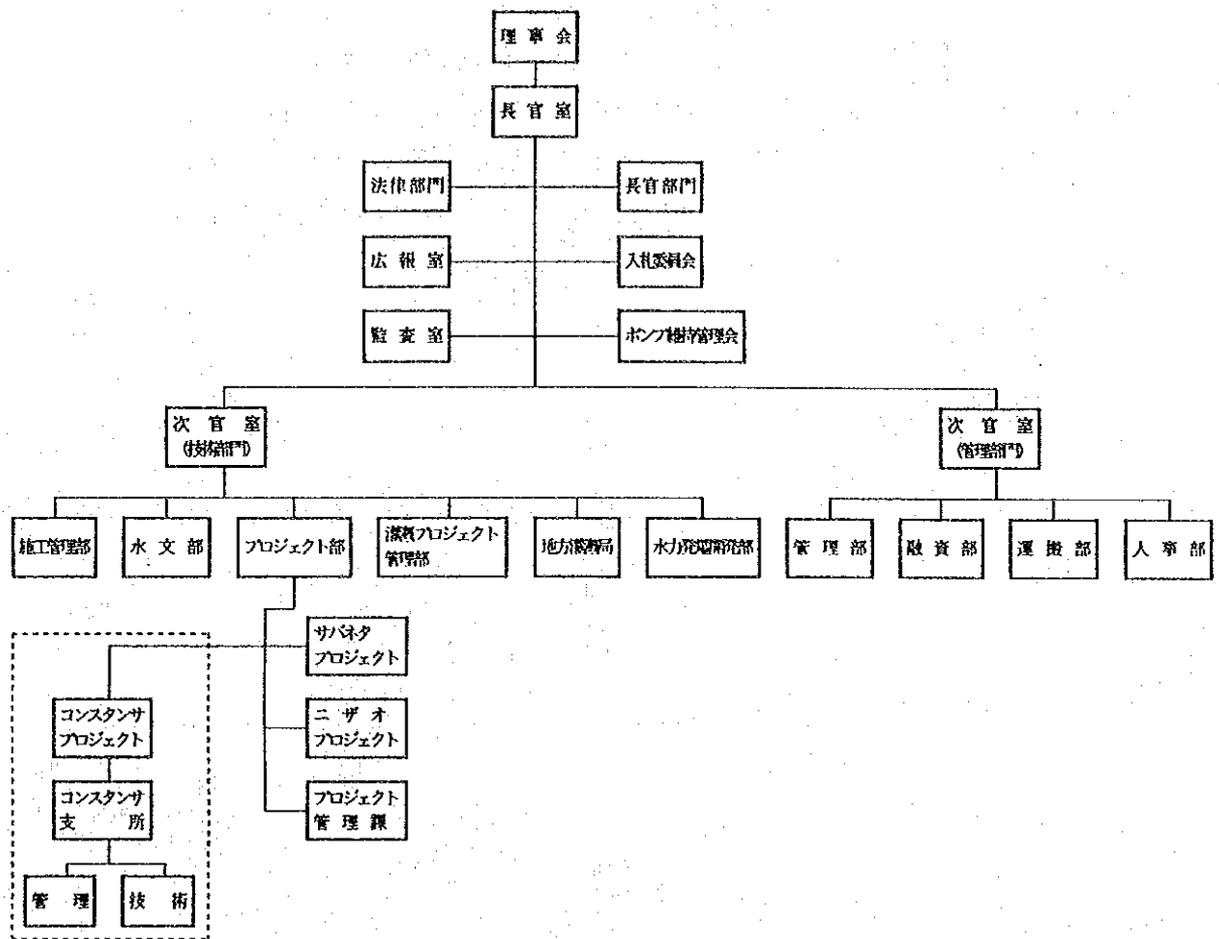


図 4-1 実施運営組織

現在、当地区の INDHRI コンスタンサ事務所の要員および年間予算は以下の通りである。

・要員

所長	1
技師	3
管理部門長	3
管理部門	5
水利運営部門	21
工事部門	9
計	42名

・予算：1,906千RDS/年

INDRHI コンスタンサ事務所は前述のスタッフ、予算で施設の管理運営を実施しているが、現地調査期間中においては適切な管理がなされているとは云い難い状態であった。よって、本計画の実施および実施後は何らかの適切な対策が必要と判断される。対策としては現在 INDRHI にて推進中である灌漑システムの民間移行プログラム「YSURA」, 「PRYN-1」等が、将来の維持管理システム構成上参考となるものと思われる。

(5) 他の援助機関との関係

コンスタンサ盆地は「ド」国における野菜生産基地として、「ド」国の大部分の野菜生産を賄っている事等にも起因し、過去当盆地へは様々な援助が行われている。

主な援助は以下の通りである。

- ・自然環境調査（リ・グランデ・オ・デル・メデロ河流域）－USAID, 1988年9月
- ・コンスタンサ盆地水文地質調査－GTZ, 1992年
- ・エル・サルト水力発電所－ベネズエラ融資－（1988～1993年）

しかしながら、それらは調査形式での援助であり、本計画との重複は基本的には考えられない。但し、エル・サルト水力発電所はコンスタンサ盆地下流部に堰を設け、導水後発電を行っているが、基本的に本計画はコンスタンサ盆地内における水源の利用は現況通りとしているので、本計画実施によるエル・サルト水力発電所への影響はないと思われる。

(6) 計画の構成要素

本計画はコンスタンサ盆地に広がる耕地約 1,660haのうち、地形的に用水の導水が可能な地区 1,510haの灌漑に必要な下記の施設の建設および改修を行うものである。

- ・取水施設の新設（グランデ川溪流取水工・揚水機場）

- ・既存取水施設の改修（パレーロ川、パントゥフラス川）
- ・ヌエバ・コンスタンサ幹線水路の新設（パイプラインを含む）
- ・コンスタンサ幹線水路の改修
- ・パントゥフラス幹線水路の改修
- ・支線水路の新設・改修
- ・排水路の改修
- ・水路付帯施設の建設

(7) 技術協力の必要性について

本計画で建設される施設は比較的簡易な施設であり、特別な操作を必要とするものでないので、機器操作のトレーニング等の必要性はないと思われる。しかし、水管理の如何により本計画の効果が発揮される事、さらに現在効率的な水管理がなされていない事を考慮すると、本計画完成後、当盆地での水管理を主体とした専門家派遣ならびに研修員受入れ等の技術協力により効果は増大すると考える。

(8) 協力実施の基本方針

本計画では、「ド」国の要請内容について、日本国の無償資金協力の基本方針に沿い、現地での協議を通してパントゥフラスダムを除外しこれにかわるできる限りの水源確保のためにグランデ川および地区内小河川の水源を確保することで構成要素の絞り込みが行われた。

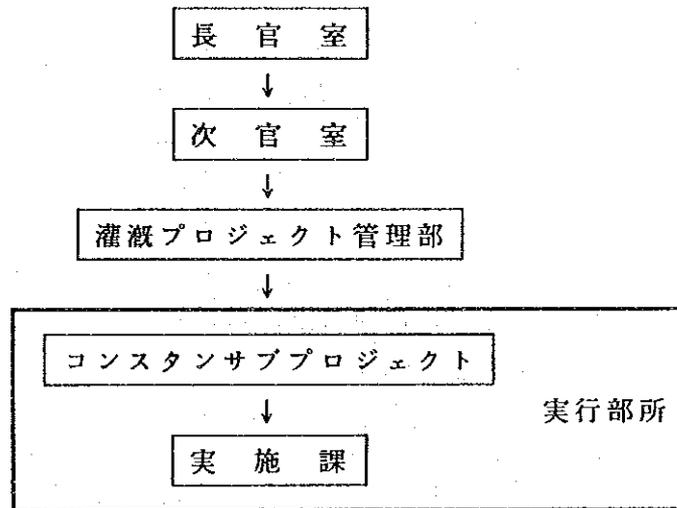
以上の検討により、その効果、現実性、「ド」国政府の積極的な対応等が確認されたこと、本事業の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本政府の無償資金協力で本事業を実施することが妥当であると判断された。

よって、日本の無償資金協力を前提として以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

4.3 計画の概要

(1) 実施機関および運営体制

本計画の事業実施機関は INDRHI で、実際の実行部隊は INDRHI 灌漑プロジェクト管理部に設置される事になるコンスタンスプロジェクト課の管轄となる。



(2) 事業計画

本事業計画の概要は以下の通りである。

1) 灌漑面積

灌漑対象面積は現況耕地利用面積 1,660haのうち、地形上配水に問題のない 1,510ha とする。

2) 水源計画

水源開発計画の基本的内容は以下の通りである。

i. グランデ川水源開発計画

当水源の開発は取水工の新設・揚水機場の新設および導水路の改修・補修

によって行う。新設する取水工の構造はグランデ川の河川表流水を安定して取水可能なものを計画し、揚水機場は下流部のピナル・ボニート川合流地点にて、上流地区からの落水の全量取水を計画する。

ii. その他の水源対策

地区内小河川水源の有効利用を目的とし、既設小取水工の改修を行う。

- パントゥフラス川の既設取水工の改修を行い、パントゥフラス幹線用水路に導水する。
- パレーロ川の既設取水工の改修を行い、ヌエバ・コンスタンサ幹線用水路に導水する。

3) 灌漑計画

- 灌漑計画は対象面積 1,510haに配水可能な施設容量とする。
- 灌漑計画として以下の施設を新設・改修する。
 - ・ヌエバ・コンスタンサ幹線用水路
 - ・コンスタンサ幹線用水路
 - ・パントゥフラス幹線用水路
 - ・支線用水路
 - ・ファームポンド

4) 排水計画

地区内の排水をスムーズに行う為、排水不良と判断された地区の排水路4ヶ所の改修を行う。

(3) 施設計画の概要

本計画に含まれる事業内容はファームポンドまでの施設とし、これに付随する圃場内施設（散水灌漑セットおよびポンプ等）および第3次水路は事業に組み込まない事とする。ファームポンド以下の水路は現況末端水路を利用する。本計画に含まれる施設概要は以下の通りである。

1) 水源施設

種類	項目	仕様
ゲリテ川取水工 a. 渓流取水工	形式	バースクリーン底部取水型 (フォルタイフ)
	落差	3.0m
b. 揚水機場	堰頂標高	EL 1294m
	取水口幅	6.0m
	計画最大取水量	$Q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$
	形式	片吸込渦巻きポンプ $\phi 150 \text{ mm}$
	能力	$Q = 3.0 \text{ m}^3/\text{min} \times 2 \text{ 台}$ 全揚程 $H = 60.0 \text{ m}$ 、実揚程 $h = 50.0 \text{ m}$
導水路工	水路形式 延長	ホックスカルハートおよび練石積三面張水路 ホックスカルハート新設 310m ホックスカルハート補修 1,400m 練石積三面張水路 1,600m
分水工	形式 分水量	越流式分水工 $Q = 0.591 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $Q = 0.353 \text{ m}^3/\text{s}$

2) 灌漑施設

	メリア・コンスタンサ 幹線用水路	コンスタンサ 幹線用水路	パントウフラス 幹線用水路
灌漑用水路網			
a. 幹線用水路			
パイプライン $\phi 600$	1,000 m	—	—
" $\phi 450$	3,750 m	—	—
" $\phi 300$	250 m	—	—
開水路	9,400 m	5,700 m	1,600 m
b. 支線用水路	2,550 m	16,900 m	2,300 m
計画最大流量	$0.35 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.59 \text{ m}^3/\text{s}$	$0.10 \text{ m}^3/\text{s}$
付帯施設			
a. 分水工	12ヶ所	12ヶ所	2ヶ所
b. 道路横断工	16ヶ所	—	—
c. ファームポンド	13ヶ所	30ヶ所	5ヶ所
d. 水路橋	6ヶ所	—	—
e. その他	1式	1式	1式

3) 排水施設

施設	項目	仕様
排水路	水路型式 本数 総延長	土水路 4本 1,900 m

(4) 維持管理計画

本計画の効果発現には受益農民が主体となった適正な水管理および施設管理が重要であることから、図 4-2に示すような管理体制を提案する。

- 1) 管理主体はコンスタンサ農業振興組合とし、水利庁からの委託を受け農業用水施設全体の一元的な管理を行なう。
- 2) 水利庁は、取水工、導水路等基幹的部分の管理を直接行なうほか、農業振興組合への行政指導および財政的支援を行なう。水利庁の実務担当機関は、コンスタンサ支所を母体に体制を強化する。なお、将来的には全ての管理を農業振興組合に委託することが望ましい。
- 3) 農業振興組合の下部組織として、幹線用水路あるいは支線用水路毎に農民組合を組織し、その管轄区域内の施設管理および水利用に関する意見調整等水管理の実務を行なう。
- 4) さらにその下部組織としてファームpond毎に灌漑区を設定し、pond以下の施設の管理と末端給水ローテーション等水利用調整を行なう。

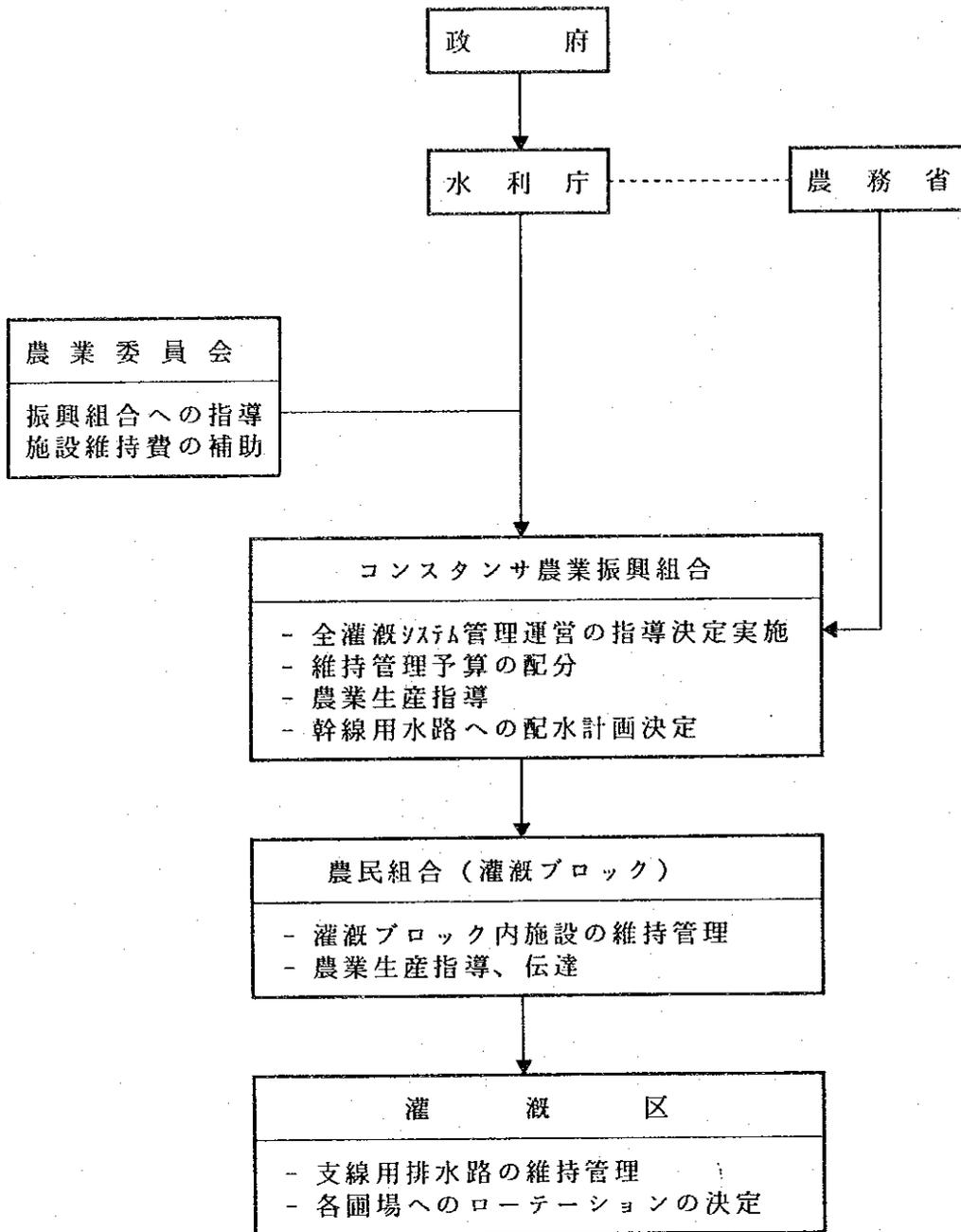


図 4-2 維持管理組織

この他、地域と行政の協議の場として水利庁、農務省、農地省およびコンスタンサ農業振興組合より構成される農業委員会を設置し、水管理、維持管理も含めた地域農業の振興に関する諸課題の解決のための協議を行なう。維持管理費は受益者負担を原則とするが、当分の間は国の補助を必要とすることから、このような国の補助のあり方についても委員会で協議する。

コンスタンサ農業振興組合は地域農業の振興を担う団体として位置付け、土地、水の管理および営農指導の2つの機能を持つ機関として育成する必要がある。

i. 水管理

- 灌漑可能面積および水需要量のとりまとめ
- 水利費の徴収ならびに管理に必要な情報の収集
- 情報の処理ならびに配水計画の立案
- 配水管理および維持管理予算の配分
- 農民組合への指導・指示
- 水源施設および幹線用水路の維持管理

ii. 農業生産指導

- 作物生産技術改善指導
- 生産資材共同購入指導
- 農業生産物共同販売指導
- 市場情報の収集

なお、将来的には上記のような機能を持つことが必要であるが、当面は管理組織として設置されることもやむを得ない。農業振興組合機構および職員構成を図 4-3 に示す。

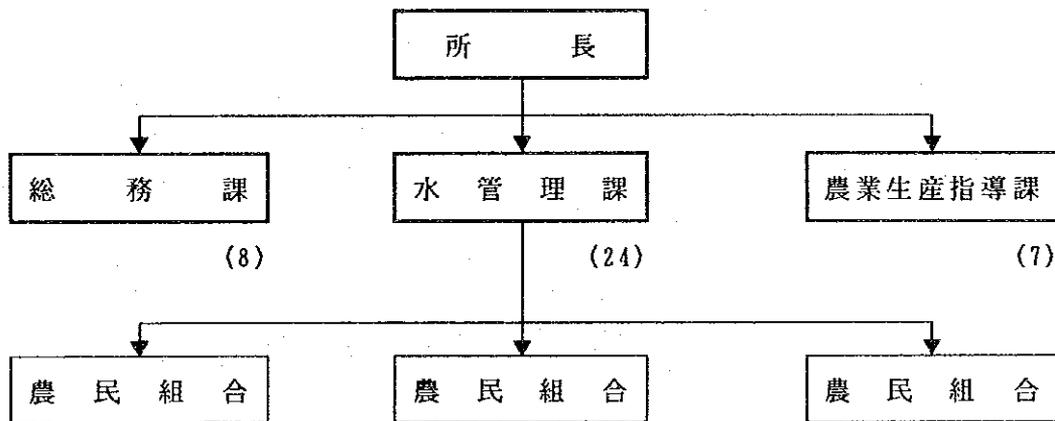


図 4-3 農業振興組合機構

参考として、上記の機構に基づいて年間の管理費を試算すると約 2,107 千 RD\$ で、1 作ha当り 581 RD\$ である。

年間維持管理費

項 目	金 額 (RD\$)
1. 人 件 費	1,335,100
2. 施設償却費等	523,950
3. 資 機 材 費	47,490
4. 諸 経 費	200,265
計	2,106,805
1 作ha当り	581

注： 年間の作付率は 240%

第5章 基本設計

第 5 章 基本設計

5.1 基本方針

本計画は、コンスタンサ盆地の農業生産基盤施設整備の一環として、取水施設、配水施設を日本の無償資金協力案件として建設するものである。当計画の F/S は日本政府の援助により 1990 年に実施されている。

基本設計実施上の基本方針は以下の通りとする。

- 本事業に対する基本設計は F/S 時の基盤整備計画より除外されたパントゥフラスダムが将来実施されるという前提にて計画する。
- 「ド」国における灌漑施設に係る国家政策、規則基準に適合させる。
- 将来計画であるダム建設の当事業への位置付けを明確にする。
- 施設の計画に当たっては、以下の点を考慮して現地条件に適合した設計を行う。
 - ① 自然条件
 - ② 維持管理における技術レベル
 - ③ 設置場所および設置規模
 - ④ 経 済 性
 - ⑤ 運営・維持管理の容易さ
- 施設の構造および材料等の選定に当たっては、現地の建設事情を考慮し、極力、現地調達が可能なものを採用する。
- 施設および資機材等は、「ド」国における既存の類似設備等から判断して、過大なスペックとならないよう、また、高度な運転技術を必要としないものを選定する。
- 実施工程の作成に当たっては、現地の気象条件や作業能率を充分考慮し、工期を設定する。

5.2 設計条件の検討

(1) 調査地点の地質

1) 取水工計画地点

取水工計画地点の地質は白亜期後期の安山岩を基盤とし、その上部に分布する河床堆積物（砂礫）により構成されている。現場透水試験の結果によれば、河床堆積物の透水係数は $K=1.8 \times 10^{-2}$ cm/secであり、その下部の岩盤の透水係数は $K=6.4 \times 10^{-4}$ cm/sec $\sim K=3.5 \times 10^{-5}$ cm/secとなっている。

従って、取水施設の基礎形式の選定に当たっては、河床堆積物の層に遮水壁を構築するか、その下部の透水係数が低い岩盤まで達する底版を構築かを、構造物の寸法等を考慮して決定する。

2) 分水工計画地点

分水工計画地点の地質は、白亜期後期の緑～青灰色を呈する頁岩を基盤とし、その上部に分布する粘土（暗灰色～褐色を呈し、間に頁岩質および安山岩質の径1～10mm程度の礫を混入する。）で構成されている。

上部粘土層の標準貫入試験結果のN値は、この礫の影響で10～50の間にバラックが、この影響の少ない粘土の値は10程度である。粘性土でN値が10程度ある地層は、分水工の基礎地盤として十分な地耐力があるものと判断される。

3) 水路橋計画地点

水路橋計画地点の地質は、上部に褐灰色を呈する砂質粘土～粘土（安山岩質の径1～5mmの礫を多量に混入する。）を主体とする層が分布し、その下部（深度20.3mまで）に褐灰色を呈する密な粘土～砂質粘土（安山岩質の径1～3mmの礫を多量に混入する。）が分布する。標準貫入試験結果のN値は34～50の範囲にあり、最大は57/15（15cm貫入するのに57回打撃したことを示す。換算するとN=104となる。）である。

本計画で建設する水路橋の規模は比較的小さいものであり、30以上のN値があれば基礎地盤として問題はないものと判断される。

(2) 取水施設

1) 施設の規模

取水施設の規模は、計画基準年（5年確率渇水年）における必要用水量の最大値（6月）が取水可能なものとした。

2) 計画位置

溪流取水工の位置は、兩岸の地形条件および川道状況を考慮し、渇水期においても河川表流水の取水が可能で、かつ施設規模が極力小さくなるよう河川狭搾部に計画した。

3) 施設の構造

取水施設を計画するグランデ川の状況からすると、各施設へ多量の土砂が流入することが考えられる。したがって、施設の構造は、土砂の流入を極力防止できるものとするか、土砂の流入があった場合でも維持管理が容易なものとする。また、洪水時に河床に堆積している転石等が流下した場合でも、これらに対して安全な構造とする。

(3) 灌漑施設

1) 施設の規模

灌漑施設の規模は取水施設規模と同様に、計画基準年（5年確率渇水年）で算定された必要用水量の最大値に基づいて計画する。

2) 計画位置

各施設の計画位置については、灌漑ブロック分割に基づく灌漑面積および現況地形・勾配等を十分に考慮して決定する。

3) 施設の構造

灌漑施設の構造は当該国の技術レベルを考慮し、施工および維持管理が容易で経済的なものを選定する。

(3) 設計基準等

本計画の施設の設計に当たって準拠した基準等は下記の通りである。

- 土地改良事業設計基準（頭首工、ポンプ場、水路工）
- 土地改良事業標準設計（パイプライン）
- 農業土木ハンドブック
- 日本工業規格（JIS）

5.3 基本計画

(1) 取水計画

取水計画は以下の地点での取水を計画する。

- ① グランデ川溪流取水工設置地点（流域 42km²）
- ② グランデ川ポンプ場設置地点（全流域 61.7km²）
- ③ パレーロ川取水地点（流域 18.7km²）
- ④ パントゥフラス川取水地点（流域 10.0km²）

各地点での5年確率渇水年における月別平均流量は、表5-1に示す通りである。

表 5-1 5年確率月別平均流量 (ml / s)

	① 溪流取水工 計画地点	② ポンプ場 計画地点	③ パレーロ川	④ パントウ フラス川
1月	0.33	0.48	0.03	0.06
2月	0.38	0.56	0.03	0.07
3月	0.38	0.56	0.03	0.07
4月	0.51	0.75	0.05	0.10
5月	0.96	1.41	0.10	0.21
6月	0.66	0.97	0.07	0.14
7月	0.53	0.78	0.05	0.11
8月	0.84	1.24	0.08	0.18
9月	0.77	1.14	0.08	0.17
10月	0.67	0.99	0.07	0.14
11月	0.51	0.75	0.05	0.10
12月	0.41	0.61	0.04	0.09

取水計画としては、各地点での取水可能量を5年確率渇水流量の90%として計画する。グランデ川に建設する溪流取水工、パントウフラス川、パレーロ川よりの地区内導水可能量は以下の通りである。

表 5-2 各地点別5年確率月別取水可能量 (ml / s)

	① グランデ川	② パレーロ川	③ パントウフラス川	合計
1月	0.30	0.02	0.05	0.37
2月	0.34	0.03	0.05	0.42
3月	0.34	0.03	0.05	0.42
4月	0.46	0.04	0.08	0.58
5月	0.86	0.08	0.15	1.09
6月	0.57	0.06	0.10	0.73
7月	0.48	0.04	0.18	0.60
8月	0.76	0.07	0.14	0.97
9月	0.69	0.06	0.13	0.88
10月	0.60	0.06	0.11	0.77
11月	0.46	0.04	0.08	0.58
12月	0.37	0.03	0.05	0.45

グランデ川ポンプ場取水地点では、全流出量に対し上流部に計画する溪流取水工およびピナル・ボニート川からの上水道取水量を除いた流出量の90%を取水可能量として計画する。計算結果は表 5-3に示す通りである。

表 5-3 ポンプ場地点5年確率推定流量 (ml / s)

	グランデ川	取水工 取水量	上水取水量 (推定値)	残水	取水可能量 (推定)
1月	0.48	0.30	0.10	0.08	0.07
2月	0.56	0.34	0.12	0.10	0.09
3月	0.56	0.34	0.12	0.10	0.09
4月	0.75	0.46	0.15	0.14	0.13
5月	1.41	0.86	0.20	0.35	0.32
6月	0.97	0.57	0.18	0.22	0.20
7月	0.78	0.48	0.16	0.14	0.13
8月	1.24	0.76	0.20	0.28	0.25
9月	1.14	0.69	0.20	0.25	0.23
10月	0.99	0.60	0.19	0.20	0.18
11月	0.75	0.46	0.15	0.14	0.13
12月	0.61	0.40	0.14	0.07	0.06

本計画では、この取水可能量を補給水源として計画し、既設の導水路へ補給する。

(2) 灌漑計画

計画用水量の算定にあたっては、計画基準年を5年確率渇水年とし当計画地区内の気象観測所のデータを用い、ペンマン法にて算定した。灌漑計画の詳細は以下の通りである。

1) 作物消費量

月別作物消費水量は表 5-4に示す通りである。

表 5-4 月別作物消費水量 (mm/月)

	ET _o	K _c	ET _{crop}
1月	77.5	0.68	52.7
2月	75.6	0.76	57.5
3月	105.4	0.48	50.6
4月	99.0	0.26	25.7
5月	108.5	0.51	55.3
6月	105.0	0.77	80.9
7月	117.8	0.68	80.1
8月	111.6	0.37	41.3
9月	99.0	0.15	14.9
10月	93.0	0.32	29.8
11月	72.0	0.76	54.7
12月	71.3	0.74	52.8

(ヨスタン畑地灌漑計画 F/S ANNEX M: 参照)

2) 灌漑必要水量の算定

灌漑必要水量は、作物消費水量、有効雨量および灌漑効率を考慮して算定する。有効雨量および灌漑効率の基準は次のとおりである。

i. 有効雨量

入手した降雨資料の降水特性等を考慮して、Evaporation and Precipitation Method (U. S. D. A法) により有効雨量を決定した。

表 5-5 有効雨量 (mm/月)

	降 雨 量	有 効 雨 量
1月	15.8	10.3
2月	24.9	16.5
3月	26.6	17.2
4月	54.0	25.3
5月	152.1	55.3
6月	83.9	55.9
7月	59.0	40.8
8月	125.6	41.3
9月	108.1	14.9
10月	89.0	29.8
11月	52.4	34.1
12月	39.9	25.8
計	831.3	367.2

ii. 灌漑効率

灌漑効率は地形、水路構造、配水方式、灌漑方式等を考慮し、FAOの指針（FAO：Irrigation and Drainage Paper 24 Crop Water Requirements）を参考にして決定した。

- ・圃場適用効率（E a） 0.7
- ・水路効率（E b） 0.8
- ・搬送効率（E c） 0.9
- ・灌漑効率（E p） 0.5

iii. 灌漑必要水量

作物消費水量、有効雨量、作付面積および灌漑効率より算定した灌漑必要水量は以下の通りである。

表 5-6 灌漑必要水量（mm/月）

	E T c r o p	有 効 雨 量	純 用 水	粗 用 水
1月	52.7	10.3	42.4	84.8
2月	57.5	16.5	41.0	82.0
3月	50.6	17.2	33.4	66.8
4月	25.7	25.3	0.4	0.8
5月	55.3	55.3	—	—
6月	80.9	55.9	25.0	50.0
7月	80.1	40.8	39.5	79.0
8月	41.3	41.3	—	—
9月	14.9	14.9	—	—
10月	29.8	29.8	—	—
11月	54.7	34.1	20.6	41.2
12月	52.8	25.8	27.0	54.0

iv. 取水可能量と灌漑必要水量

前述の取水可能量と灌漑必要水量の比較を表 5-7に示す。

表 5-7 取水可能量と灌漑必要用水量 (m³/s)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
灌漑必要水量		0.47	0.51	0.38	0.05	-	0.30	0.29	-	-	-	0.29	0.30
取水可能量	ゲンジ川溪流取水工 ポンプ場計画地点	0.30 (0.07)	0.34 (0.09)	0.34 (0.09)	0.46 (0.13)	0.86 (0.32)	0.57 (0.20)	0.48 (0.13)	0.76 (0.25)	0.69 (0.23)	0.60 (0.18)	0.46 (0.13)	0.37 (0.06)
	パレーロ川	0.02	0.03	0.03	0.04	0.08	0.06	0.04	0.07	0.06	0.06	0.04	0.03
	パントゥラス川	0.05	0.05	0.05	0.08	0.15	0.10	0.18	0.14	0.13	0.11	0.08	0.05
	計												
	ポンプ非運転時	0.37	0.42	0.42	0.58	1.09	0.73	0.70	0.97	0.88	0.77	0.58	0.45
	ポンプ運転時	(0.44)	(0.51)										
不足用水量		0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3) 灌漑方法

当地区の灌漑方法は自然条件、営農条件、そして経済条件を考慮して散水灌漑とした。

4) 計画灌漑用水量の決定

当地域の灌漑は灌漑ブロック内でローテーションを組むこととし、間断日数は12日とする。灌漑用水の配水は幹線水路からは直接行わず、ファームポンドを通して行なう。

施設容量は以下の必要容量に基づいて決定する。

- 純灌漑水量 = $80.9/30 \times 12 = 32.4\text{mm} = 3.75 \text{ l/s/ha}$

- 圃場灌漑水量 = $32.4\text{mm}/0.7 = 46.2\text{mm} = 5.36 \text{ l/s/ha}$
(3次水路容量)

- 支線水路容量 = $80.9/30/0.5 = 5.4\text{mm} = 0.625 \text{ l/s/ha}$
(幹線、支線水路容量)

5) 配水計画

i. 灌漑用水系統

当盆地の計画灌漑ブロックを図5-1、計画用水系統を図5-2および図5-3に

示す。当計画地区の用水路網は既設水路網および水源の有効利用を考慮し、計画全域に均等に用水が配分される用水路網を計画した。

灌漑受益地区は大きく以下の三系統に分類される。

- ① ヌエバ・コンスタンサ幹線用水路掛り : 407ha
- ② パントゥフラス幹線用水路掛り : 157ha
- ③ コンスタンサ幹線用水路掛り : 946ha

現況の灌漑システムでは、常に配水可能な地区はコンスタンサ幹線用水路の上流部 526ha程度で、コンスタンサ幹線用水路の末端部 420haは時々配水されるのみであった。

本計画では新設の溪流取水工により河川表流水を取水した後、峠部に新設する分水工にて新設のヌエバ・コンスタンサ幹線用水路および既設のコンスタンサ幹線用水路に分水するが、河川表流水の少ない1月、2月はグランデ川とピナル・ボニート川の合流点下流部に新設するポンプ場にて流域からの落水を揚水し分水工直前の導水路に補給する。分水工にて分水後、ヌエバ・コンスタンサ幹線用水路はパイプラインにて地区南部のコロニア・ハンガリー地区の標高約 240m地点迄導水され、N-1、N-2 の灌漑ブロックに分水後、パレーロ川の既設取水工より取水された用水を加え、N-3～N-6の各灌漑ブロックに分水する。その後パントゥフラス川の既設取水工からの用水を補給しPブロックに分水する。コンスタンサ幹線用水路は C-1～C-9 の各灌漑ブロックに分水した後、パレーロ川を水路橋にて横断し C-10～C-13の各灌漑ブロックに分水する。

本計画により新たにヌエバ・コンスタンサ幹線用水路掛かりの 407haが灌漑可能となる。

本配水計画では、渇水期の1月を除いては全地区に灌漑可能な計画としている。1月においては地区全体の必要水量 0.47ℓ/s に対して 0.44ℓ/s しか取水できず 0.03ℓ/s の不足水が生じるので、この時期は地区全体で計画必要水量の93%の灌漑用水量に調整し節水灌漑を行なう等何らかの水管理上の対策が必要である。

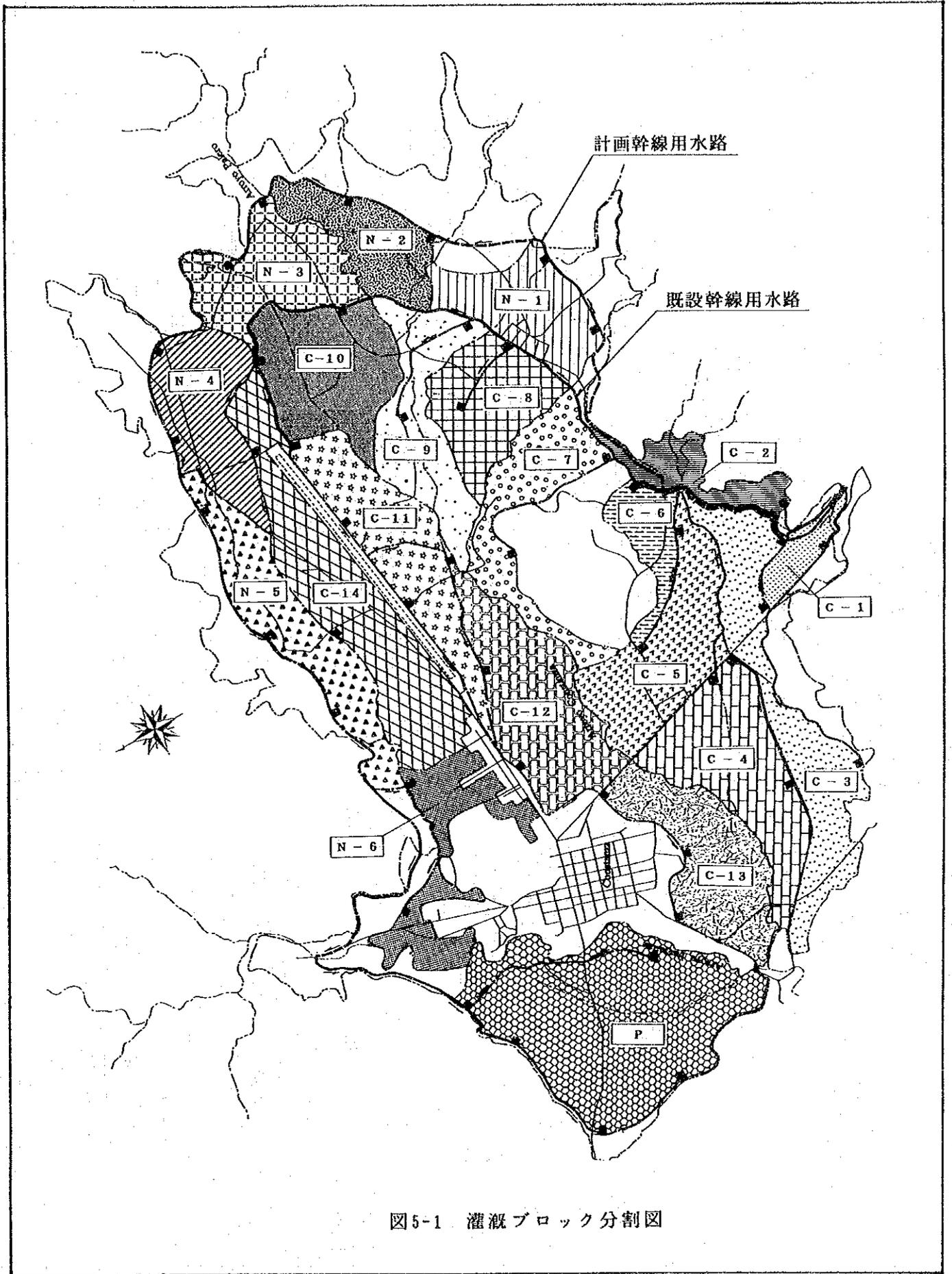


図5-1 灌漑ブロック分割図

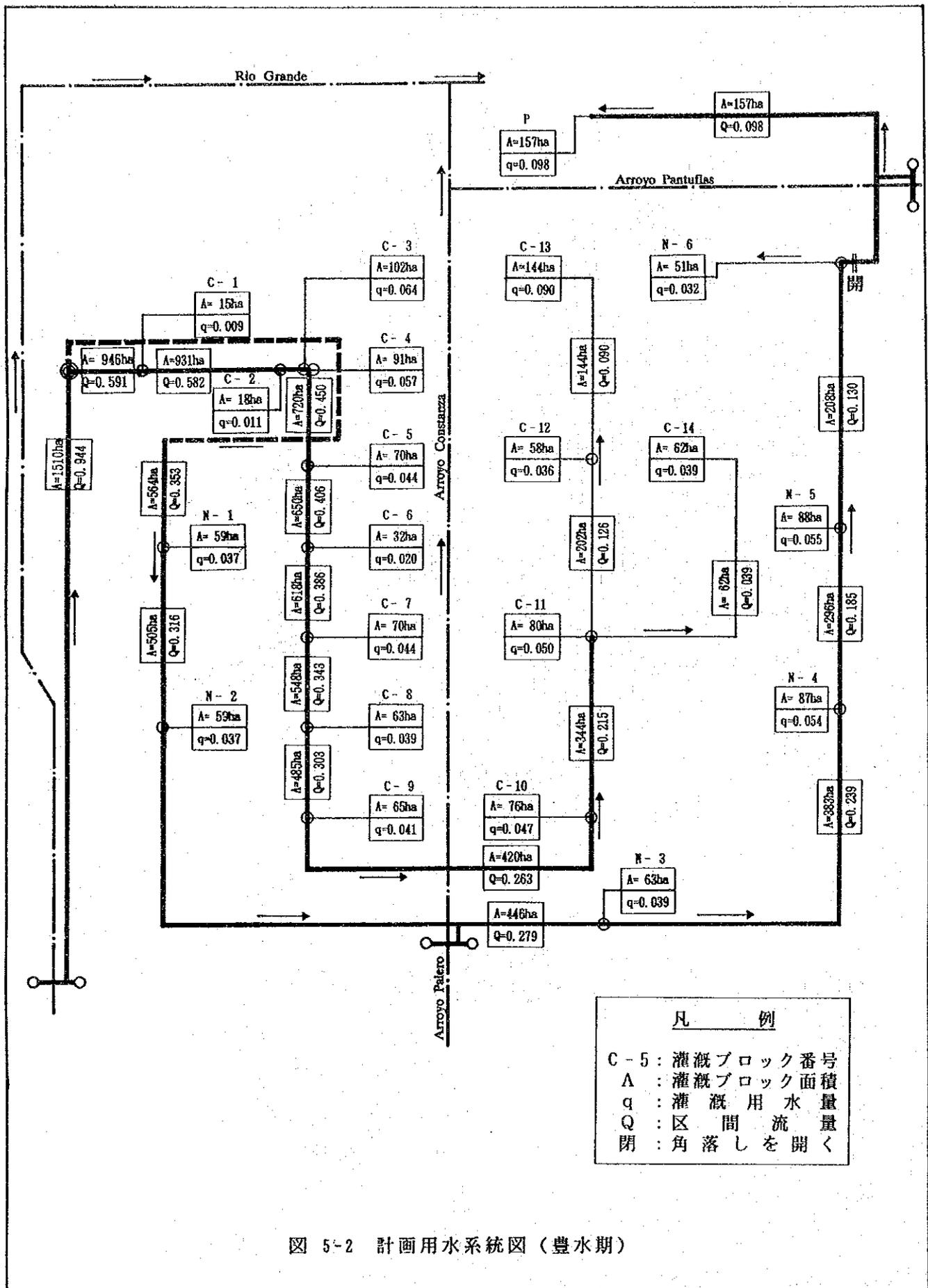
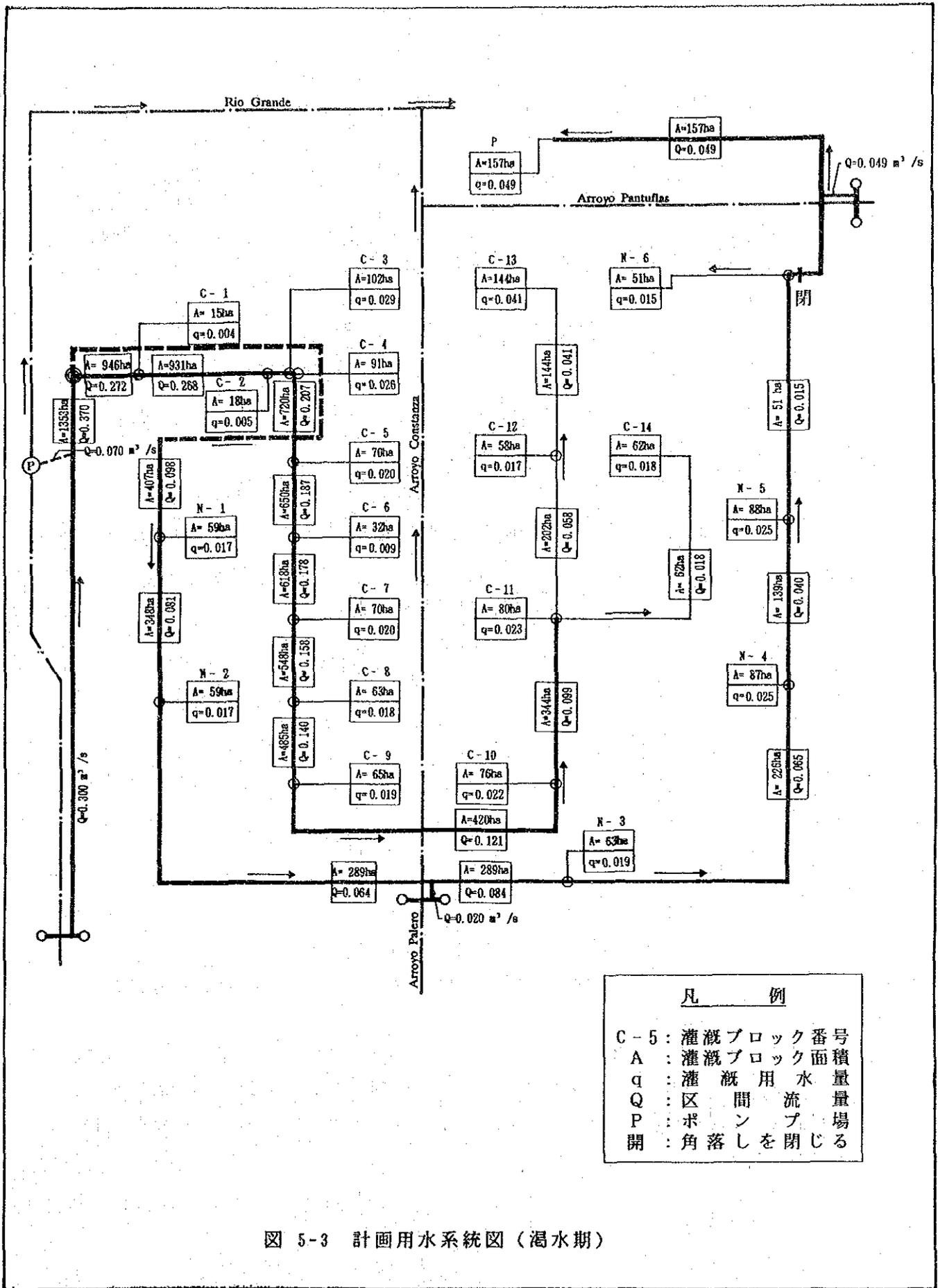


図 5-2 計画用水系統図 (豊水期)



凡 例

C-5 : 灌溉ブロック番号
A : 灌溉ブロック面積
q : 灌溉用水量
Q : 区間流量
P : ポンプ場
開 : 角落しを閉じる

図 5-3 計画用水系統図 (渇水期)

各水路の計画概要は以下の通りである。

i. スエバ・コンスタンサ幹線用水路

- 分水後はコンスタンサ盆地北側の急峻な山地を避けるためコロニア・ハンガロ付近まではφ450mmのパイプラインで導水する。
- 開水路部は盆地東側を周回し、パントゥフラス川を水路橋で横断しパントゥフラス幹線用水路に接続する。練石積の三面張水路で平均勾配は1/1,000で計画する。
- 開水路の途中に水路橋6ヶ所と分水工12ヶ所を設ける。
- 道路横断部に暗渠を設ける。
- パレーロ川の既設取水工を補修し水源として利用する。

ii. コンスタンサ幹線用水路

- 既設水路の清掃、破損部の補修および土水路部を練石積の三面張り水路への置き換えを行う。
- 開水路の途中に分水工12ヶ所を設ける。

iii. パントゥフラス幹線用水路

- 既設水路の清掃および破損部の補修を行う。
- 開水路途中に分水工2ヶ所を設ける。
- パントゥフラス川の既設取水工を補修し水源として利用する。

iv. 支線用水路

本計画では無効放流を防止するため支線用水路にファームポンドを設置する。ファームポンドの位置は各圃場への取水容易な位置とし、さらに、地形的に水頭エネルギーを利用した灌漑可能な地区では、その点も考慮に入れ計画した。

ファームポンドの位置および支線用水路の位置は図5-4に示す通りである。ファームポンドの容量は乾期における労働時間（8時間）以外の16時間の貯溜可能量を目安として計画した。灌漑面積に対するファームポンドの容量は以下の通りである。

灌溉面積	容 量 (ml)
20 ~ 30 ha	538
30 ~ 40 ha	717
40 ~ 50 ha	897

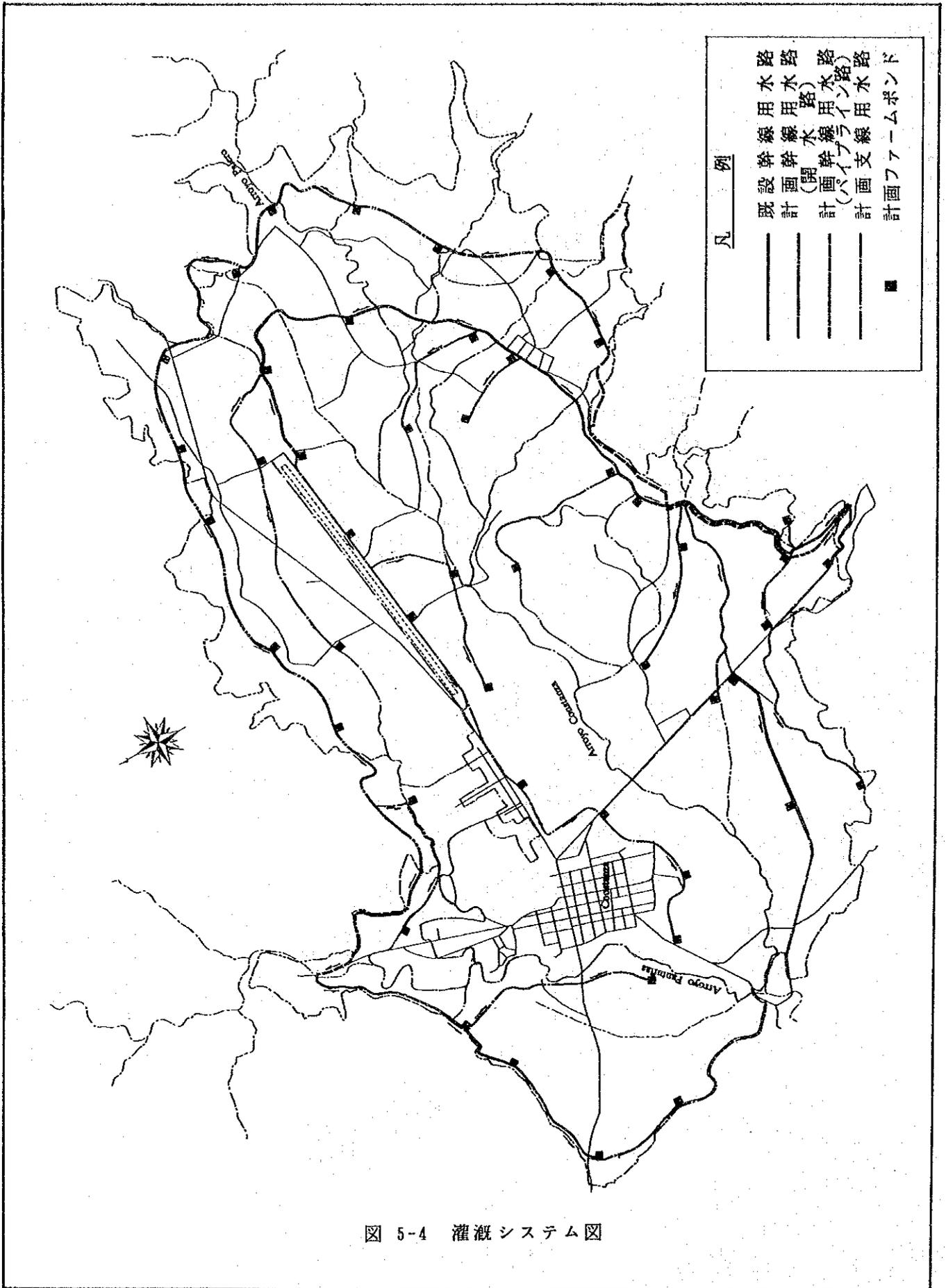


図 5-4 灌漑システム図

(3) 排水計画

図 5-5に示すように、本計画地区の低地部にある排水不良地区の現況排水路の改良工事を行う。水路は台形断面の土水路とし平均深さを 1.0mとする。

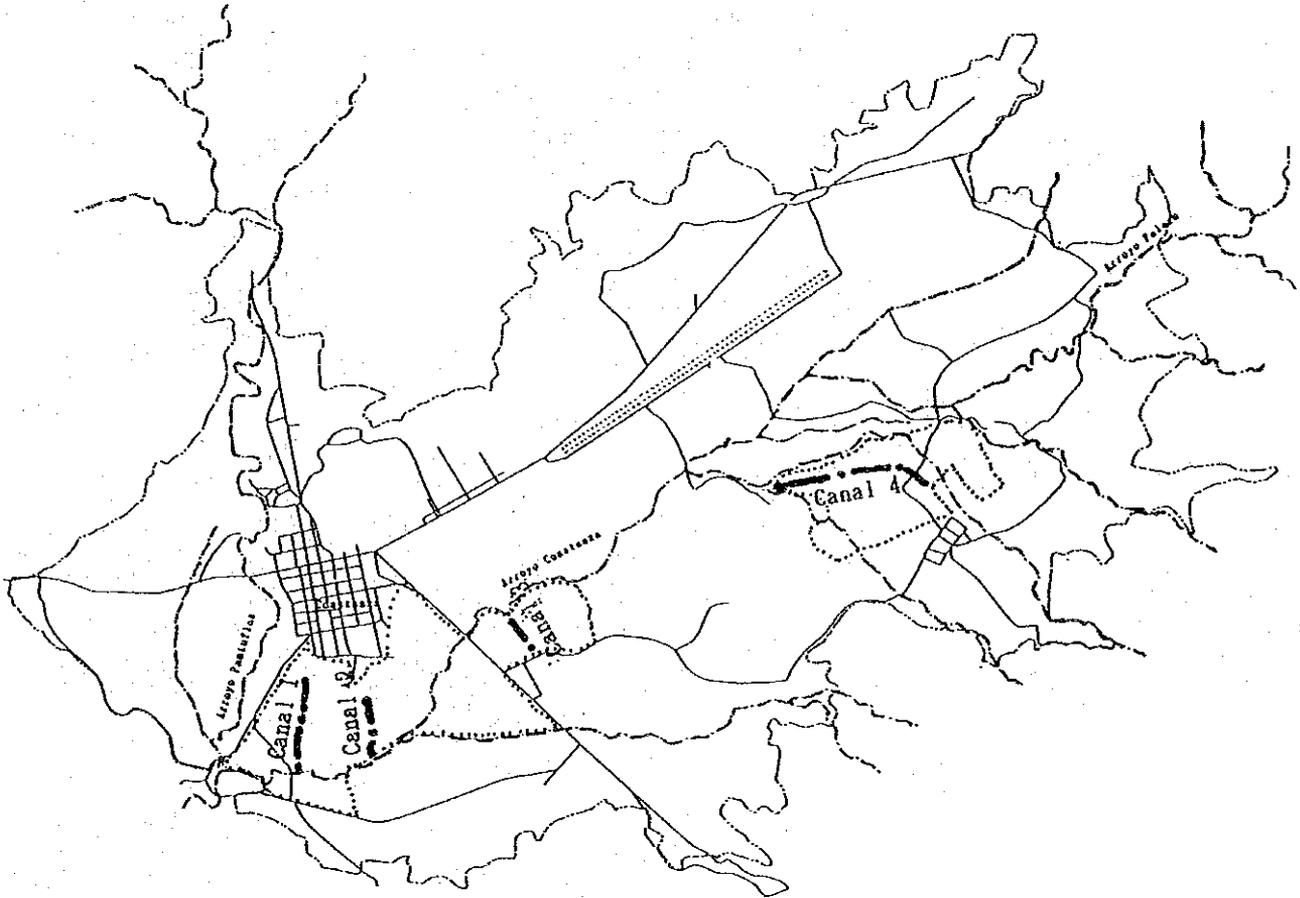


図 5-5 排水計画図

5.4 施設計画

本計画で計画する施設は以下の通りである。

・ グランデ川溪流取水工	:	新 設
・ グランデ川沈砂池	:	”
・ グランデ川導水路	:	”
・ ポ ン プ 場	:	”
・ 導 水 路	:	改修・補修
・ 分 水 工	:	新 設
・ ヌエハ・コンスタンサ 幹線用水路	:	”
・ コンスタンサ 幹線用水路	:	改修・補修
・ パントゥフラス 幹線用水路	:	”
・ 支 線 用 水 路	:	新 設
・ ファームポンド	:	”
・ 付 帯 施 設	:	新 設

各施設の詳細は以下の通りである。

(1) 取水工の設計

1) 設計条件

- ・ 形 式：取水工の形式は、上流からの転石等が取水工内に堆積することがなく、安全に流下させることができる「バースクリーン底部取水型溪流取水工（チロルタイプ）」とする。
- ・ 設計取水量： $Q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$
- ・ 設計基準：設計基準「頭首工」の溪流取水工による。

2) 取水工の寸法

i. 取水工の幅

取水工の溝幅は、計画取水量および計画地点の現況の河川断面より検討を行い、 $B = 6.0 \text{ m}$ とする。

ii. 取水工の長さ

取水工の長さは、下式によって求めるものとする。

$$L_o = \frac{Q_o}{\mu \Psi B \sqrt{2gE_o}}$$

ここに、

L_o : 全量取水に必要なバーの長さ

Q_o : 計画取水量 $Q_o = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$

μ : 流入係数

格子の取付勾配を1/5として、流入係数は、

$$\mu = 0.441 \sim 0.519 \text{ とする。}$$

Ψ : 流入部の開度 $\Psi = 8\%$ とする。

B : バースクリーンの設置幅 (通水幅)

$$B = 6.00 \text{ m}$$

E_o : 上流水路底より測ったエネルギー水頭

エネルギー水頭は、流入部に限界水深を与えて

算出する。

$$E_o = h_c + \frac{V^2}{2g}$$

g : 重力の加速度 $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$

$$h_c = (Q^2 / g B^2)^{1/3}$$

$$= (0.944^2 / 9.8 \times 6.00^2)^{1/3} = 0.136 \text{ m}$$

$$V = 0.944 / 6.0 \times 0.136 = 1.157 \text{ m/s}$$

$$E_o = 0.136 + (1.157^2 / 2 \times 9.8) = 0.204 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \therefore L_o &= \frac{0.944}{0.441 \sim 0.519 \times 0.07 \times 6.00 \times (2 \times 9.8 \times 0.204)^{0.5}} \\ &= 2.549 \sim 2.166 \rightarrow 3.00 \text{ m} \end{aligned}$$

3) 基礎形式

地質調査結果によれば、取水工計画地点では現況河川敷より約3mの深度に岩盤が存在することが確認されている。したがって、基礎形式は、構造物の底版を基盤岩盤まで構築し岩着させるものとする。

なお、基礎岩盤の透水係数は 10^{-4} オーダーであることから、基礎を岩着さ

せることによって河川表流水が伏流することを防止できるので、渇水期においても確実に表流水の取水が行なえる。

(2) 沈砂池の設計

1) 設計条件

i. 除去対象粒径

本沈砂池で除去の目標とする土粒子の最小粒径は、既存導水路施設の摩耗による老朽化を防止することを考慮して 0.3mmとする。

ii. 設計通水量： $Q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$

iii. 沈砂池溝の底勾配

沈砂池底に堆積した土砂等を完全射流排砂で排除することを目的として、沈砂池溝の底勾配は 1/100以下とする。

2) 沈砂池の幅

本沈砂池では完全射流排砂を行うので、沈砂池の通水幅は下式により求めるものとする。

$$B = \left(h^2 + \frac{\alpha Q^2}{\kappa h^2} \right)^{1/2} - h$$

ここに、

B : 沈砂溝の幅

h : 沈砂許容限界における所定の最小粒子が沈積を完了する点における滞砂面上の水深 $h = 1.40 \text{ m}$

Q : 一沈砂溝の設計通水量 $Q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$

α : 沈砂溝内の流速を考慮した係数 $\alpha = 1.0 \sim 1.2$

κ : $\kappa = \tau_c / (\rho i)$

τ_c : 沈砂すべき最小粒子の限界掃流力 (t/m^2)

ρ : 通水の密度 $\text{t} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4$

i : 沈砂池溝の勾配 $i = 1/100 \geq 1/100$

岩垣公式によると $0.0065 \leq d \leq 0.0565$ cm の範囲の限界掃流力 (U_{*c}) は、
 $U_{*c}^2 = \tau_c / \rho = 8.41 d^{11/32}$ (cm^2/s^2) で与えられる。

したがって、沈積最小粒径 $d = 0.03$ cm の限界摩擦速度 U_{*c} の 2 乗は、

$$U_{*c}^2 = \tau_c / \rho = 8.41 \times 0.03^{11/32} = 2.52 \text{ cm}^2/\text{s} \quad \text{となる。}$$

よって、

$$\kappa = \frac{\tau_c}{\rho i} = \frac{2.52}{1.0 \times 1/100} = 0.0252 \text{ m}^2/\text{sec}^2$$

となる。

故に、沈砂池の溝幅は、

$$B = (1.40^2 + \frac{1.0 \sim 1.2 \times 0.944^2}{0.0252 \times 1.40^2})^{1/2} - 1.40 \\ = 3.072 \sim 3.459 \rightarrow 3.50 \text{ m}$$

とする。

3) 沈砂池の長さ

沈砂池の必要長さは、沈降理論に基づいた計算式である下式により求めるものとする。

$$L = K \cdot \frac{h}{Vg} \cdot U = K \cdot \frac{Q}{B \cdot Vg}$$

ここに、

L : 沈砂池の長さ

K : 安全率 $K = 1.5 \sim 2.0$

h : 沈積すべき最小粒子が沈積を完了する位置における滞砂面上の水深 $h = 1.40 \text{ m}$

B : 沈砂池の幅 $B = 3.50 \text{ m}$

U : 沈砂池溝内の平均流速 $U = 0.19 \text{ m/s}$

Vg : 沈砂すべき最小粒子の限界沈降速度

設計基準「頭首工」183頁の図-3.2.134より、

$d = 0.3$ mmの時の値を求めると $Vg = 0.39$ cm

/secとなる。

Q : 沈砂溝内の設計通水量

$$Q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$$

故に、本沈砂池の長さは、

$$\begin{aligned} L &= 1.5 \sim 2.0 \times \frac{0.944}{3.5 \times 0.039} \\ &= 10.374 \sim 13.831 \rightarrow 14.00 \text{ m} \end{aligned}$$

とする。

(3) 導水路の設計

1) 暗渠断面

i. 設計条件

- ・設計流量：計画最大用水量の $Q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。
- ・水路勾配：暗渠部の底勾配は、溪流取水工～沈砂池までを $I=1/1,000$ とし、それ以降は $I=1/200$ とする。

ii. 水理検討

新設する暗渠の内空断面を、既設導水路部の暗渠の内空断面に合わせて、 $B = 1.25 \times H = 0.75 \text{ m}$ と仮定してマンニング公式によって水理検討を行う。

$$Q = A \cdot V$$

ここに、

Q : 流下能力 (m³/s)

A : 通水断面積 (m²)

V : 平均流速

$$V = \frac{1}{n} \cdot I^{1/2} \cdot R^{2/3} \quad (\text{m/s})$$

n : 粗度係数 $n = 0.015$

I : 動水勾配 $I = 1/1,000$

R : 径 深 $R = A/P$

P : 潤 辺 (m)

ここで、水深を0.74mとして流下能力を計算すると、

$$\begin{aligned}
 A &= 1.25 \times 0.74 &= 0.925 \text{ m}^2 \\
 P &= 1.25 + 0.74 \times 2 &= 2.730 \text{ m} \\
 R &= 0.925 / 2.730 &= 0.33883 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{0.015} \times \left(\frac{1}{1.000} \right)^{1/2} \times 0.33883^{2/3} = 1.025 \text{ m/s} \\
 Q &= 0.925 \times 1.025 &= 0.948 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

となり、仮定した $B = 1.25 \times H = 0.75\text{m}$ の断面で計画最大取水量の $Q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$ を安全に流下することができる。

2) 開水路断面

i. 設計条件

- ・設計流量：計画最大用水量の $Q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。
- ・水路勾配：開水路の底勾配は、既設の導水路の平均勾配 ($1/682$) を考慮して $i = 1/700$ とする。
- ・法勾配：土留壁の構造を石積みとし、護岸の法勾配は用地幅を極力小さく押さえる為に $1:0.5$ とする。

ii. 水理検討

断面決定の条件に基づき、マニング公式によって水理検討を行うものとする。ここで、水路の底幅を 1.00m 、水深を 0.70m と仮定して、流下能力を計算すると、

$$\begin{aligned}
 A &= 1/2 \times (1.72+1.00) \times 0.72 &= 0.979 \text{ m}^2 \\
 P &= 1.00 + 0.805 \times 2 &= 2.610 \text{ m} \\
 R &= 0.979 / 2.610 &= 0.37510 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{0.020} \times \left(\frac{1}{700} \right)^{1/2} \times 0.37510^{2/3} &= 0.983 \text{ m/s} \\
 Q &= 0.979 \times 0.983 &= 0.962 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

となり、計画最大取水量の $Q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下することができる。また、水深は新設の暗渠部の 0.74 m より小さいので水理的に問題ない。

(4) ポンプ場の設計

1) 設計条件

i. 一般事項

- ・計画位置：ポンプ場の計画地点は、グランデ川とピナル・ボニート川が合流した下流で、概ね既存のポンプ場の付近とする。
- ・計画揚水量：ポンプの計画揚水量は、必要用水量($Q=0.47 \text{ m}^3/\text{s}$)と取水施設での取水可能量($Q=0.37 \text{ m}^3/\text{s}$)の差から $Q=0.10 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。

ii. ポンプ設備

- ・設置台数：計画揚水量からするとポンプ台数は1台で充分であるが、ポンプの設置台数は危険分散を考え2台とする。
- ・実揚程：吸込み水位をEL. 1,235、吐出し水位をEL. 1,284として、ポンプの実揚程は $h = 49.0 \text{ m}$ とする。
- ・全揚程：全揚程は、実揚程に吸込みロス、ポンプ回りのロス及び送水管路のロスを加え $H = 60 \text{ m}$ とする。
- ・原動機：本ポンプが稼働するのは渇水期の1月、2月の2ヶ月間と短期間であることから、原動機はディーゼルエンジンとする。

iii. 取水施設

- ・取付工形式：取水施設の形式は、洪水時の土砂がポンプの吸込槽に流入しないような構造とすることを条件に検討を行った結果より、現況河床の堆積層に有孔のライナープレート等を設置する浅井戸形式のものを採用する。

2) ポンプ設備の設計

i. 形式および口径

全揚程が 60 m で、1台当りの揚水量が $Q = 3.0 \text{ m}^3/\text{min}$ に対応するポンプの形式および口径は、「土地改良事業計画設計基準 ポンプ場」より下記のものを選定した。

- ・ポンプ形式：片吸込多段渦巻ポンプ

・ポンプ口径：D = 150 mm

ii. エンジン出力

ディーゼルエンジンの出力は下式によって求める。

$$P = \frac{K \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{\eta_p \cdot \eta_r \cdot \eta_s} \cdot (1 + R)$$

ここに、

P : 原動機の出力	(Ps)
K :	K = 0.222
γ : 水の比重	$\gamma = 1.0$
Q : ポンプ吐出量	Q = 3.00 ml / min
H : ポンプ全揚程	H = 60.0 m
η_p : ポンプ効率	$\eta_p = 63 \%$
η_r : 減速機の伝導効率	$\eta_r = 94 \%$
η_s : 継手の伝導効率	$\eta_s = 96 \%$
R : 原動機の余裕係数	R = 15 %

$$\begin{aligned} \therefore P &= \frac{0.222 \times 1.0 \times 3.00 \times 60.0}{0.63 \times 0.94 \times 0.96} \times (1 + 0.15) \\ &= 80.8 \text{ Ps} \end{aligned}$$

以上の計算結果より、本ポンプの原動機には 72~95 Ps級のディーゼルエンジンを選定する。

3) 取水工の設計

i. 取水量の計算

浅井戸の取水可能量は、井底が不透水層まで達する完全浅井戸として下式によって求める。

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h^2)}{2.3 \log (R / r_0)}$$

ここに、

Q : 揚水量 (ml/sec)

r_0 : 井戸の半径 (m)

h : 井戸の水深 $h = 1.50$ m

H : 原地下水深 $H = 3.50$ m

k : 透水係数

当該地点では河床堆積物の透水試験を行っていないので、透水係数は $k = 6 \times 10^{-3}$ m/sec と仮定する。

R : 影響半径 $R = 40.0$ m

ここで、井戸の半径を 1.00 m として取水可能量を求める。

$$Q = \frac{\pi \times 6 \times 10^{-3} \times (3.50^2 \times 1.50^2)}{2.3 \times \log(40.0/1.00)}$$
$$= 0.0512 \text{ m}^3/\text{sec}$$

となる。

ii. 井戸の設置本数

本ポンプ場の計画最大揚水量が $Q = 0.1$ m³/sec であり、井戸の直径を 2.0 m とした場合の取水可能量が $q = 0.051$ m³/sec であることから、井戸の設置本数は 2 本とする。

(5) 分土工の設計

1) 設計条件

- ・ 設計流量 : 本分土工への全流入量は、灌漑計画より $Q = 0.944$ m³/s とする。また、各水路への分水量は下記のとおりとする。
- ・ 分土工幅 : 分土工の幅は、現況地形および既設構造物の規模より 3.00 m 程度とする。
- ・ 分水形式 : 分水形式は既設水路への取付を考慮し、越流堰を設置した越流式流量調節分土工とする。

2) 越流幅

全流入量に対する全越流幅 (B) を 3.0 m として、各水路への分水量との比例配分で越流幅を求める。

$$W = \frac{B}{Q_0} \cdot q$$

ここに、

W : 分水量に対する越流幅

B : 分水工全体の越流幅 B = 3.00 m

Q₀ : 分水工に流入する全流量 Q₀ = 0.944 m³/s

q : 分水量

ゆえに、各水路の分水量に対する必要越流幅は以下のとおりとする。

- コンスタンサ幹線用水路

$$W = \frac{3.000}{0.944} \times 0.591 = 1.878 \rightarrow 1.880 \text{ m}$$

- ヌエバ・コンスタンサ幹線用水路

$$W = \frac{3.000}{0.944} \times 0.353 = 1.122 \rightarrow 1.120 \text{ m}$$

3) 導水路との取付

既設導水路との取付は、現況地形を考慮して既設の開水路を暗渠に改修して行うものとする。既設導水路の改修仕様は下記の通りとする。

- ・改修断面：導水路の改修断面は、上流部と同じ B = 1.25 × H = 0.75m とする。
- ・横断勾配：導水路の縦断勾配は、上流部と同じ I = 1/1,000 で改修するものとする。
- ・改修区間：導水路の改修区間は、主要地方道カレテーラ・コンスタンサ - サンホセ・デ・オコア線と既設導水路が交差する地点 (0K+0) から分水計画地点までとする。

(6) 幹線用水路

1) パイプラインの設計

i. 管口径の決定

a. 決定条件

パイプラインの管口径は、分水地点の水位と吐出し地点の水位のヘッド差と、全損失水頭が概ね釣り合うように決定するものとし、決定条件は下記の通りとする。

- ・設計流量： $Q = 0.353 \text{ m}^3/\text{s}$ (MIN・コンスタント幹線用水路の計画用水量)
- ・分水地点水位：EL. 1,283 m
- ・吐出し水位：EL. 1,244 m
- ・許容損失水頭： $H = 39.0 \text{ m}$
- ・管路長： $l = 3,750 \text{ m}$
- ・使用公式：ヘーゼン・ウィリアムス公式

b. 損失水頭の計算

パイプラインの管口径を $D = 450 \text{ mm}$ として各種損失水頭を求める。

- 摩擦損失

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

ここに、

h_f : 摩擦損失水頭 (m)

f : 摩擦損失係数

L : 管路長 $L = 3,750 \text{ m}$

D : 管口径 $D = 0.45 \text{ m}$

V : 平均流速 (m/s)

g : 重力の加速度 $g = 9.80 \text{ m/sec}^2$

I : 動水勾配

$$\begin{aligned} I &= 10.67 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85} \\ &= 10.67 \times 130^{-1.85} \times 0.45^{-4.87} \times 0.353^{1.85} = 0.00932 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= 0.355 C D^{0.53} I^{0.54} \\ &= 0.355 \times 130 \times 0.45^{0.53} \times 0.00932^{0.54} = 2.23450 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$f = 133.7 / C^{1.85} D^{0.17} V^{0.15}$$

$$= 133.7 / (130^{1.86} \times 0.45^{0.17} \times 2.23450^{0.16}) = 0.01667$$

$$\therefore h_f = 0.01667 \times \frac{3.750}{0.45} \times \frac{2.2345^2}{2 \times 9.8} = 35.388 \text{ m}$$

- 流入による損失水頭

$$h_e = f_e \cdot \frac{V^2}{2g}$$

ここに、

$$f_e : \text{流入損失係数} \quad f_e = 0.5$$

$$V : \text{流入後の流速} \quad V = 2.2345 \text{ m/s}$$

$$\therefore h_e = 0.5 \times \frac{2.2345^2}{2 \times 9.8} = 0.127 \text{ m}$$

- 流出による損失水頭

$$h_o = f_o \cdot \frac{V^2}{2g}$$

ここに、

$$f_o : \text{流出損失係数} \quad f_o = 0.5$$

$$V : \text{流出前の流速} \quad V = 2.2345 \text{ m/s}$$

$$\therefore h_o = 0.5 \times \frac{2.2345^2}{2 \times 9.8} = 0.127 \text{ m}$$

- 屈折による損失水頭

$$h_{be} = f_{be} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

ここに、

f_{be} : 屈折損失係数

屈折角度	損失係数	箇所数	損失水頭
10°	0.03	32	0.245
20°	0.06	20	0.306
30°	0.12	17	0.520
40°	0.19	8	0.387
50°	0.30	3	0.229
60°	0.45	2	0.229
70°	0.64	1	0.163
80°	0.88	1	0.224
90°	1.13	2	0.576
合計			2.879m

- 全損失水頭

$$\begin{aligned}\Delta h &= h_f + h_e + h_o + h_{se} \\ &= 35.388 + 0.127 + 0.127 + 2.879 = 38.521 \text{ m}\end{aligned}$$

c. 管口径の決定

パイプラインの管口径を $D = 450\text{mm}$ として損失水頭を算定した結果は $\Delta h = 38.521\text{m}$ であり、分水地点水位と吐出し地点水位の差 $H = 39\text{m}$ より下回っている。

したがって、管口径を $D = 450\text{mm}$ とすれば、計画用水量を通水することが可能であり、かつ減圧バルブ等を必要としないので経済的である。

ii. 埋設深の決定

a. 標準埋設深

本パイプラインは、そのほとんどを既存の道路（農道）下に埋設することから、管路の埋設深は 1.0m を標準とする。「土地改良標準設計 第4編パイプライン（解説書）による。」

b. 浮上りの検討

浮上りを防止するために必要な埋設深は下式によって求めるものとする。

$$H \geq \frac{\pi D_c}{4} \cdot \frac{S - \left\{ 1 - \left(\frac{D}{D_c} \right)^2 \right\} \gamma_F}{\omega - 1}$$

ここに、

$$D_c: \text{管外径} \quad D_c = 0.477 \text{ m}$$

(ダクタイル鋳鉄管 $D = 450\text{mm}$)

$$D: \text{管内径} \quad D = 0.450 \text{ m}$$

$$S: \text{安全率} \quad S = 1.2$$

$$\omega: \text{埋戻し土の飽和単位体積重量} \quad \omega = 1.80 \text{ tf/m}^3$$

$$\gamma_F: \text{管材の単位体積重量} \quad \gamma_F = 4.00 \text{ tf/m}^3$$

$$\therefore H \geq \frac{\pi \times 0.477}{4} \times \frac{1.2 - \left\{ 1 - \left(\frac{0.450}{0.477} \right)^2 \right\} \times 4.00}{1.80 - 1.00}$$

$$H \geq 0.35\text{m}$$

c. 埋設深の決定

浮上り防止のために必要な埋設深が 0.35 m であることから、本パイプラインの埋設深は標準値の 1.0 m とする。

iii. 管種の決定

a. 設計水圧の計算

- 静水圧

分水地点水位 EL. 1,283 m から、最低管底標高 EL. 1,205 m (排泥工設置地点) を差し引いて静水圧は 78 m (7.8 kg f/cm²) とする。

- 水撃圧

本パイプラインは静水圧が 3.5 kg f/cm² 以上であり、クローズドタイプのパイプラインであることから、水撃圧は経験則より 3.5 kg f/cm² 又は静水圧の 40% のいずれか大なる方を採用することとし、

$$3.5 \text{ kg f/cm}^2 \geq 7.8 \times 0.4 = 3.12 \text{ kg f/cm}^2$$

より 3.5 kg f/cm² とする。

- 設計水圧

以上の計算より、設計水圧は静水圧に水撃圧を加え、

$$7.8 + 3.5 = 11.3 \text{ kg f/cm}^2$$

とする。

b. 管種の決定

管口径が D = 450 mm で、設計水圧が 11.3 kg f/cm² に対応する管種としては一般的に、ダクタイル鋳鉄管 (DCIP)、鋼管 (SP) 及び強化プラスチック複合管 (FRPM) が考えられる。

以上の各管種について、安全性、施工性及び経済性から検討を行った結果より、本パイプラインの管種には以下に述べる理由から「ダクタイル鋳鉄管 (DCIP)」を採用する。

- ダクタイル鋳鉄管は、他の管種に比し施工に優れている。また、腐食が発生しないので、鋼管に比し耐久性に優れている。
- 鋼管の継手方法は現地での溶接作業を必要とし、施工性及び施工の確実性に係わる安全性においてダクタイル鋳鉄管に比し劣る。
- 強化プラスチック複合管は経済性に最も劣る。また、計画地点のように礫等を混入する土質には適さない

なお、ダクタイル鋳鉄管には継手の形状によって、T形、A形、K形管があるが、管口径及び設計水圧から「DCI-DB T形管」を採用する。

2) 開水路の設計

i. 設計条件

- ・設計流量：灌漑計画に基づく区間流量より、設計流量は下表のように設定する。

水路断面	設計流量 (m ³ /s)
I	0.30 ~ 0.40
II	0.20 ~ 0.30
III	0.10 ~ 0.20

- ・設計水深：設計水深は 0.50 m を基本とする。
- ・水路勾配：開水路の底勾配は、現況地形の勾配を考慮して $I = 1/1,000$ とする。
- ・法勾配：土留壁の構造を石積みとし、護岸の法勾配は用地幅を極力小さく押さえるために $1:0.5$ とする。

ii. 水路断面の決定

a. 水理検討

水路断面決定の条件に基づき、マンニング公式によって水理検討を行うものとする。

$$Q = A \cdot V$$

ここに、

Q：流下能力 (m³/s)

A：通水断面積 (m²)

V：平均流速 (m/s)

$$V = \frac{1}{n} \cdot I^{1/2} \cdot R^{2/3}$$

n：粗度係数 n = 0.025

I：動水勾配 I = 1/1,000

R：径 深 (m)

$$R = A / P$$

P : 潤 辺 (m)

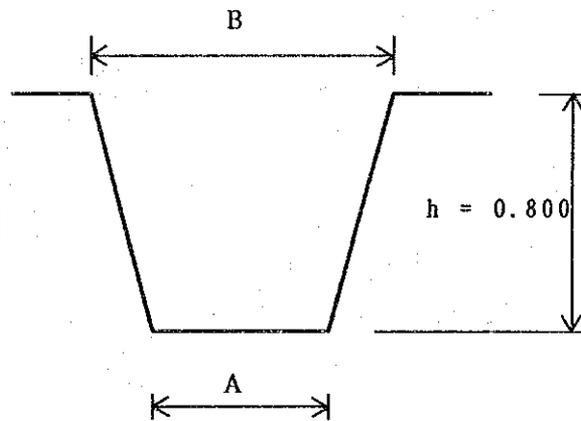
水深を 0.50 m とし、水路の底幅を任意に設定して計算を行った結果は下表の通りとなった。

水路断面	底 幅 (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
I	1.000	0.625	2.118	0.295	0.561	0.351
II	0.750	0.500	1.928	0.258	0.513	0.257
III	0.500	0.375	1.618	0.232	0.478	0.179

b. 水路断面の決定

水理検討結果より、水路断面は以下のように設定する。

水路断面	A (m)	B (m)
I	1.000	1.800
II	0.750	1.550
III	0.500	1.300



3) 管渠の設計

i. 管口径の決定

a. 決定条件

管渠の管口径は、入口地点の水位と吐出し地点の水位のヘッド差と、全損失水頭が概ね釣り合うように決定するものとし、決定条件は下記のとおりとする。

- ・ 設 計 流 量 : $Q = 0.316 \text{ m}^3/\text{s}$
- ・ 入口地点水位 : EL. 1,238 m (4k + 150付近)
- ・ 吐出し水位 : EL. 1,235 m (5k + 250付近)