

グアテマラ共和国
農 牧 食 糧 省

モンハスかんがい計画実施調査
ファイナル・レポート



主報告書

昭和63年7月

国際協力事業団

農計技

88-37

グアテマラ共和国
農 牧 食 糧 省

モンハスかんがい計画実施調査
ファイナル・レポート



主報告書

昭和63年7月

国際協力事業団

国際協力事業団

18113

序 文

グアテマラ共和国は、その国家総人口 797万人の約6割が農業に従事しており、GDPの約25パーセントを農業生産物が占める農業国である。

このような国家経済に占める農業の重要性に鑑み、グアテマラ国政府は、1979年より農村開発に重点をおいた国家開発計画を立案し、その一環として、「モンハス地域のかんがい開発計画」を策定した。

かかる経緯を背景に、グアテマラ国政府は、1985年9月に日本国政府に対して、本件計画にかかるF/S調査の実施の要請をした。日本国政府はその要請に応えるべく、国際協力事業団を通じ、1987年7月より、数次にわたりパシフィック・コンサルタンツ・インターナショナル 中西三郎氏を団長とする実施調査団を派遣し、現地を調査するとともに国内解析業務を実施した。

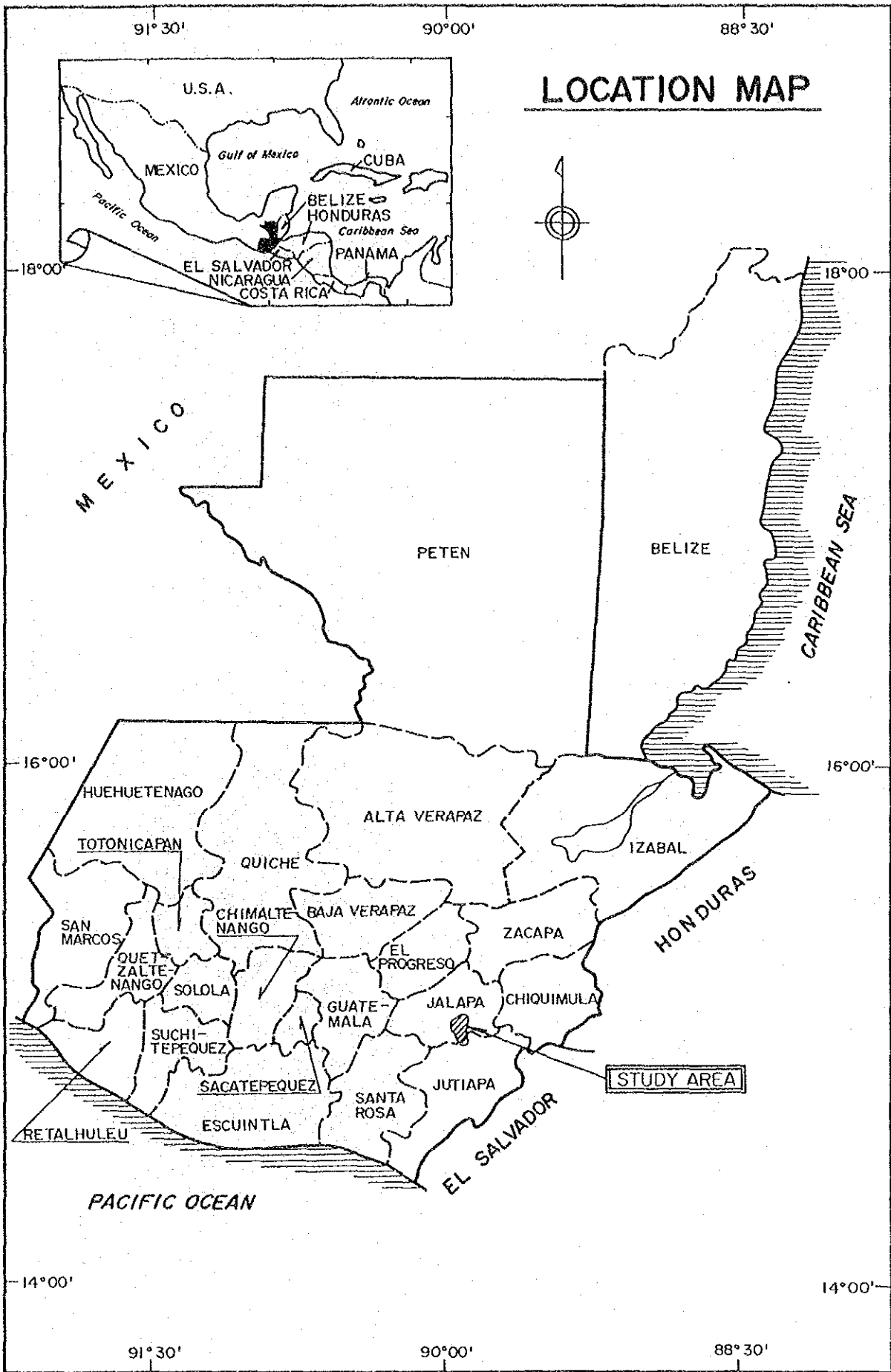
本報告書は、この調査結果をとりまとめたものであり、モンハス地域の発展と同国の農業開発に寄与することを願うものである。

最後に本調査の実施に際して御支援と御協力を賜った関係各位に深甚なる謝意を表す次第である。

昭和63年7月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介



Hoyo湖より見た調査地域

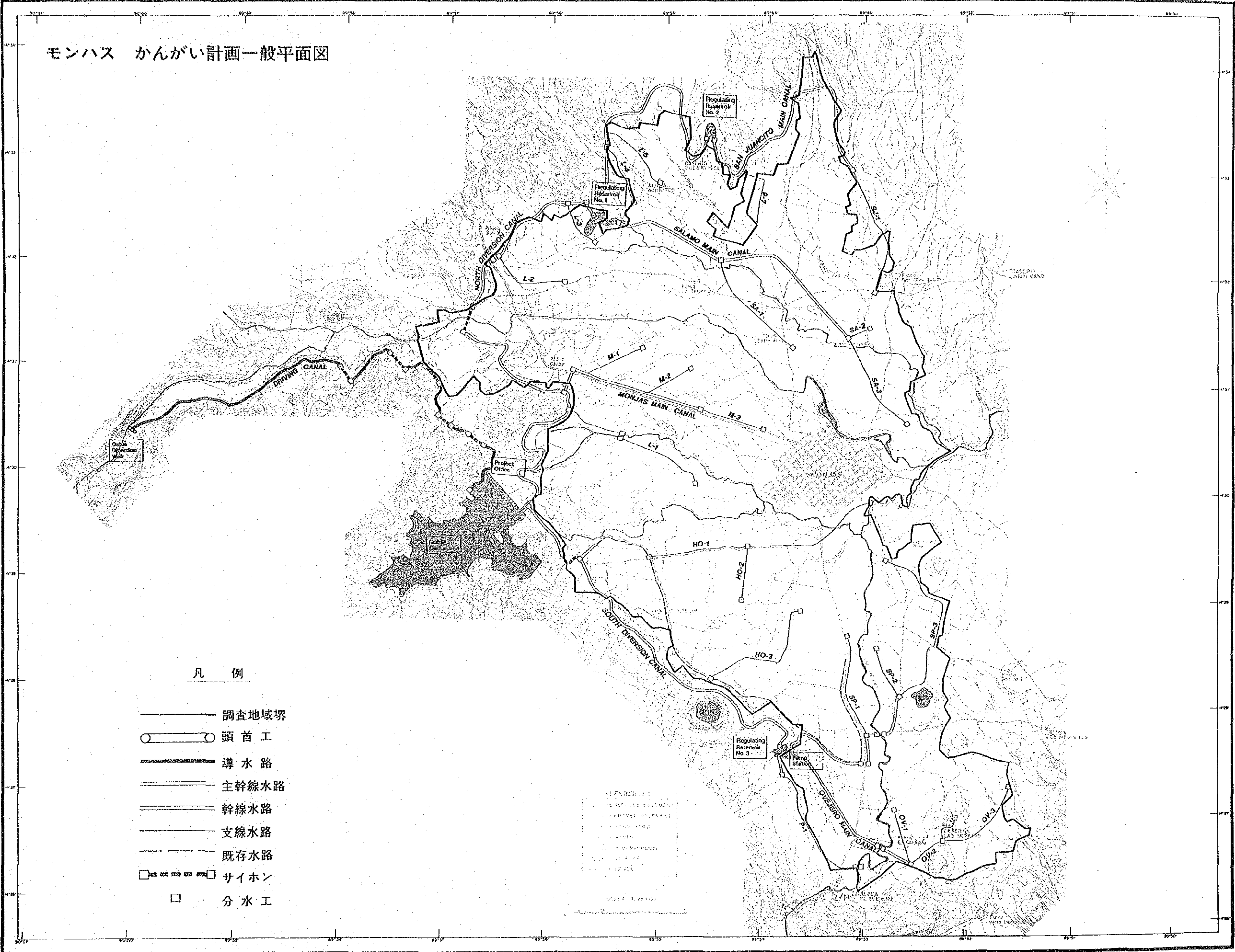


雨期 (1987年8月)



乾期 (1987年12月)

モンハス かんがい計画一般平面図



凡例

- 調査地域界
- ○ 頭首工
- 導水路
- 主幹線水路
- 幹線水路
- 支線水路
- 既存水路
- □ □ □ □ サイホン
- 分水工

AL PAMPA S. C.
 IN THE SERVICE OF THE GOVERNMENT
 OF PANAMA, CANAL ZONE
 IRRIGATION DIVISION
 MONJAS, PANAMA

要約および勧告

要約および勧告

1. 序

本報告書はグアテマラ共和国モンハスカンがい計画実施調査 (F/S)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Appendixから構成されている。

2. 調査の背景と目的

2.1 グアテマラ国の農業は国の基幹産業である。グアテマラ国政府は国家開発 5 年計画 (1987~1991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拡大のための施設整備を重点施策のひとつに位置付けている。この開発計画の達成の一環として「モンハスカンがい計画」は最優先視され、グアテマラ国政府は1985年日本国政府に対し、計画実施調査を要請した。この要請を受け、日本国政府は1987年 2月事前調査団をグアテマラ国に派遣し、本格調査の実施細則 (S/W)を協議・締結した。このS/Wに基づき1987年 8月より本格調査が実施された。

2.2 本調査の目的はグアテマラ国Jalapa州Monjas地域の農業開発を推進するための技術的・経済的・財務的および社会的に妥当な水資源の開発と利用のための計画を策定するものである。

3. 調査対象地域の概要

3.1 調査対象地域は中央高原地域の南東に位置し、首都グアテマラ市の東南東約 150kmに位置するMonjas地域である。周囲は標高1,200 ~1,500m 級の山地に囲まれた盆地 (標高 940~1000m) で総面積約9000haのうち調査対象面積は約7100 haである。

3.2 盆地の中央北側をOstua 川が西から東に流下し、Blanco川、Mojarritas川、Guirilla 川、Juan Cano 川、等の支流と合流した後、盆地の東端から流出している。これらの河川は乾期に流量が極度に低下し枯渇するものもある。

3.3 気候は 5~10月の雨期、11~ 4月の乾期に区分される。年間降雨量は約 1,000mm であり、この内約95%は雨期に集中する。年平均気温は約22℃で月較差は小さい。

3.4 火山岩が盆地の基盤および周辺山地を形成し、盆地内ではこの基盤を覆って火山噴出物と沖積堆積物が互層分布している。

3.5 土壌は農業に適した肥沃度の高いVertisolが過半分を占める。他にInceptisol、Alfisol の分布がみられる。

土地分級から大半の農用地がクラスⅢ以上で農業適地である。

3.6 調査対象地域の約75%にあたる5,350 haが農用地である。この内訳は耕地4,350ha、他は牧草地1,000ha である。

3.7 雨期の農業生産は、トウモロコシを主体にフリホール豆とトマト、タバコなどが一部作付けられているが、乾期には一部のかんがい地区を除きほとんど作付は行われていない。

現在Hoyo湖かんがい事業（かんがい面積約350ha）、井戸水かんがい（かんがい面積約460ha）河川水利用によるかんがい（かんがい面積約90ha）が実施されている。これらかんがい地区で乾期にブロッコリー、トマト、タマネギなどの野菜類の作付が行われている。

3.8 トウモロコシ、フリホール豆は、自給分を除いて、仲買人により買取られ国内市場に流通される。一方、ブロッコリー、トマト、タマネギ、タバコの多くは輸出業者、卸売業者、タバコ業者を通じてアメリカ、エルサルバドル等国外に輸出されている。

3.9 ブロッコリー、タバコは契約栽培であり、業者によって技術指導が行われている。他の作物に対する技術指導体制は、貧弱である。

3.10 調査対象地域の地形、気候、土壌等の自然条件は農業生産に好適な条件を有しているにもかかわらず、乾期のかんがい水不足のため作物の作付が行われず、土地利用率は低い。このため乾期の雇用機会は少なく、生活水準の向上、地域経済の活性化は制限されている。

4. 事業計画

4.1 事業の目的と基本方針

現在の農業生産を制限している乾期の水不足を解決するために、水資源の開発およびかんがい施設の整備により、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。

4.2 開発基本構想

4.2.1 水源計画

水源としては、雨期の表流水を貯留し乾期に利用するダム案と地下水利用案が考えられる。

① ダム案

かんがい面積4,000～4,800haから要求される必要貯水容量は約31～38MCMである。これに基づいて5ヶ所のダム候補地を比較・検討した結果、自流域は小さいが貯水容量が大きく堤高が低いGuirillaダムを選び、有効貯水容量を確保するためにOstua川より導水する。

② 地下水

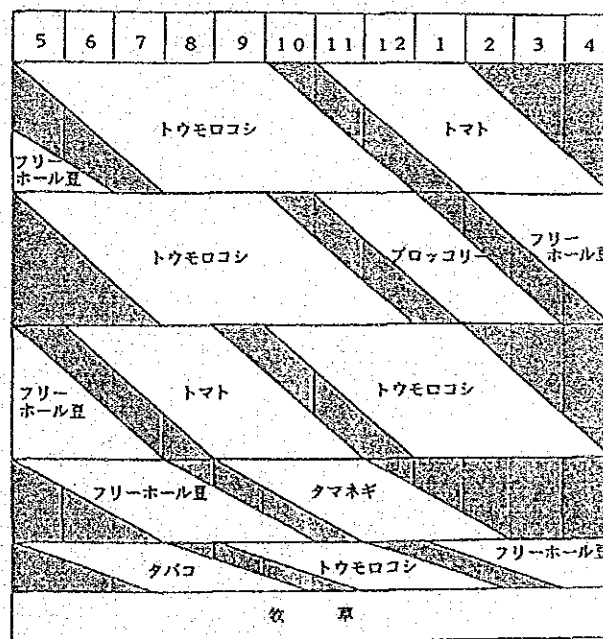
深井戸の生産性を検討した結果、MojarritasおよびSan Pedro地区が地下水開発可能地区である。

4.2.2 受益地面積

事業によるかんがい受益地は既存のかんがい地区を含む現況の耕地4,350haに牧草地から耕地への転用地450haを加えた、計4,800haである。

4.2.3 作付体系

農業生産計画のための作付体系は、耕地面積の拡大、作付率の増大、高収益作物の生産に適応したものであり、地力維持、連作障害、必要労働力に対応する輪作体系も考慮されている。主な導入作物は、雨期のトウモロコシ、フリーホール豆、タバコ、トマトおよび乾期のトウモロコシ、フリーホール豆、トマト、ブロッコリー、タマネギである。



作付計画

4.2.4 最適計画案の検討

開発計画代替案を検討する前の基本条件は以下のとおりである。

- 利用可能水量で最大かんがい面積を計画する。
- 地形、地質条件より考えて堤高は出来る限り低いものが望ましい。
- 維持管理費等の受益者負担を出来るだけ軽減するよう計画する。
- Hoyo湖かんがい事業施設の有効利用をはかる。
- 水源は地下水開発についても考慮する。

これらの基本条件を基に下記の 3 代替案が比較検討された。

ケース 1: Guirila ダム単独水源	かんがい面積4800ha
ケース 2: Guirila ダム単独水源	かんがい面積4350ha
ケース 3: Guirila ダムおよび地下水井戸	かんがい面積4800ha (内井戸800ha)

代替案ごとの技術的、経済的側面を次表のように評価すると、ケース 1 案が最適案と結論できる。

- かんがいの面積は、牧草地からの転用地を含めて、4,800ha と大きい。
- Ostua 川の水をGuirila 川に導入することにより必要な水 $3,770 \text{ 万 m}^3$ (有効貯水量 $3,960 \text{ 万 m}^3$) を確保できる。
- ha当り水源建設費がケース 2 より安い。
- 維持管理が比較的容易で費用が安い。
- Hoyo湖かんがい事業により施工された水路を有効に利用できる。
- 地下水を水源とする案(ケース 3) は、維持管理費が高く収益性が悪い。

4.3 開発計画

4.3.1 土地利用計画

農用地のうち450ha の牧草地を普通畑の耕地に転用する。

普通畑の面積は4,800ha に増加し、牧草地は550ha に減少する。

4.3.2 かんがい計画

受益地面積4,800ha を対象とするかんがい計画は、作付計画を基に策定する。年間水源依存水量は $4,930 \text{ 万 m}^3$ 、最大用水量は $3.28 \text{ m}^3 / \text{sec}$ である。かんがい方式は、うね間かんがい80%、散水かんがい20%である。1回のかん水量は、平均33mmであり、間断日数は 7日である。かんがい用水系統は、南・北主幹線で構成され、受益地は10地区に分割される。調整地は主幹線末端 3ヶ所に設置する。幹線・支線水路の単位用水量は、 $0.87 \sim 1.43 \text{ l} / \text{sec} / \text{ha}$ である。

4.3.3 貯水池計画

Guirila ダムの貯水池の規模は、総貯水容量40.9MCM、有効貯水容量39.6 MCM、設計洪水量 $461\text{m}^3/\text{s}$ 、利用水深39.50 m、満水面積 2.05km^2 である。堤体のダムてんば標高は、EL1.044mである。

4.4 農業開発計画

4.4.1 農業生産計画

農業生産計画により耕地の作付面積は、現況の約 2倍に相当する11,250haに増加し、作付率は 234%に増大する。特に、乾期の伸びが著しい。

生産量は、野菜類を中心に約 2倍から 8倍に増加する。年間の必要労働力数は、現況の 2倍の約 1,179千人となり、雇用機会が著しく増大する。粗生産額および純生産額はそれぞれ現況の約 3.1倍および 5.4倍に増加し、42,391千Q および19,773千Q になる。

4.4.2 営農計画

事業の実施により、規模別農家の農業粗収益は、事業を実施しない場合の 1.7~ 2.5倍に、農業所得は、 2.7~ 4.9倍に増加する。また、農家所得は 2.6~ 4.9倍に、農家経済余剰は、 5.6~ 7.2倍に増加する。

4.4.3 農産物流通および農業支援

農産物の増産に呼応して、流通体系の改善が期待される。また、関係機関による野菜類の試験研究、技術指導、農業融資、農民組織の育成等の効果的な実施は、事業の開発効果を高める。

4.5 施設計画

施設は貯水池および頭首工、水路等のかんがい施設等を計画する。

貯水池

堤体は主ダムと副ダムよりなる。主ダムの堤高は49m、堤長は1,072m、堤体積は 2.63 MCM、また、副ダムは堤高31mを計画する。

頭首工

取水堰の型式は固定型固定堰とする。取水位は標高1,059.1 m 取水量は $4.0\text{m}^3/\text{s}$ を計画する。

水路

頭首工からGuirilla ダムまで延長 9.5kmの導水路を計画する。

用水路は、主幹線、幹線、支線、末端の各水路よりなる。また、主幹線水路沿いに 3ヶ所の調整池を計画する。

事業実施期間は実施事前調査を含む18ヶ月の詳細設計期間と60ヶ月の土木工事期間の合計78ヶ月とする。

4.6 事業費

総事業費は 117,124千Q で、うち内貨46,161千Q 外貨70,963千Q である。価格予備費を除いた内外貨はそれぞれ28,398千Q および58,981千Q でそれぞれの割合はそれぞれ約32%および68%である

5. 事業実施および維持管理の計画

5.1 事業実施体制

工事実施にあたりDIRYA が実施機関となる。また、DIRYA は関連機関および Jalapa、Jutiapa 州と連携のもと、円滑に工事を進めるものとする。

5.2 維持管理計画

管理組織は、国の方針により受益者を主体に編成するが、DIRYA がこれら管理組織の指導・支援にあたるほか国の重要施設であるダム、頭首工、幹線水路を直接管理にする。支線水路、末端水路は受益者が維持管理にあたる。

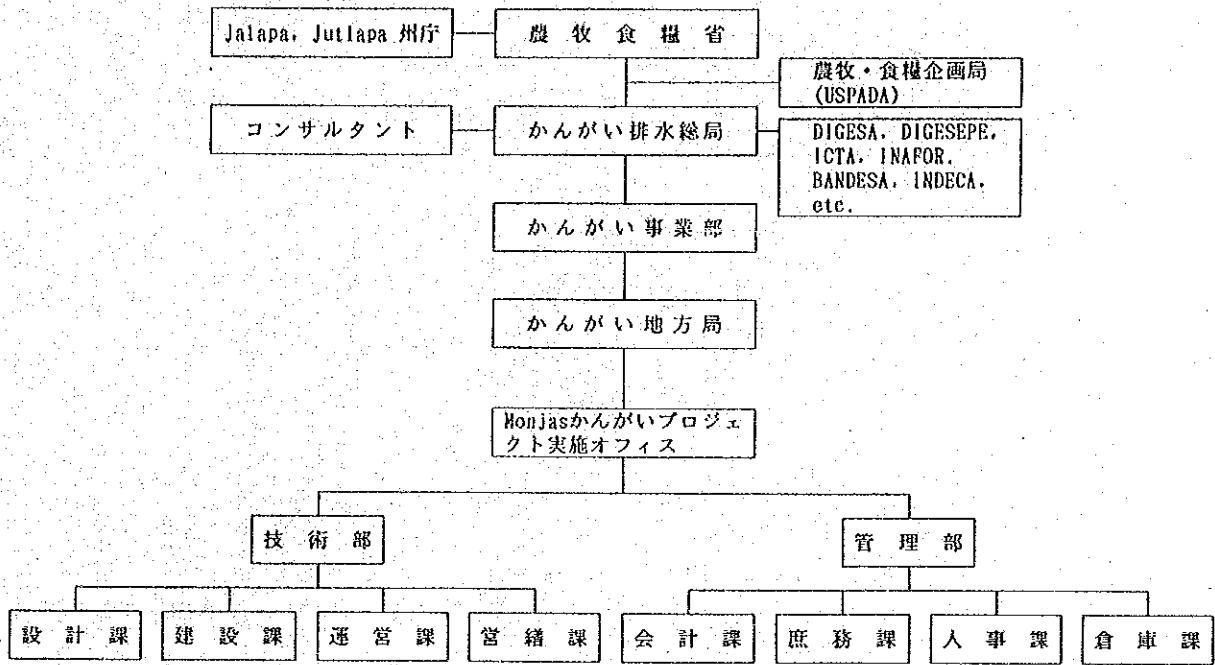
5.3 コンサルティングサービス

コンサルタントは事業実施機関と契約し技術供与を行う。コンサルティングサービスは実施事前調査、詳細設計期間の全業務および建設工事期間の入札審査ならびに品質管理、工程管理、安全管理等の監理業務よりなる。

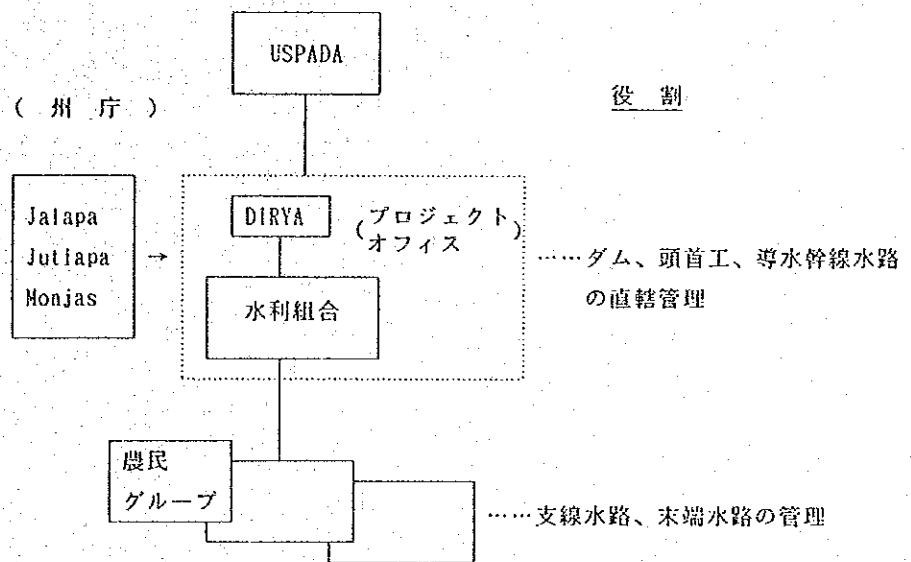
6. 事業評価

6.1 開発計画のプロジェクトライフは、詳細設計期間および建設工事期間を含め60年とする。

6.2 直接計量可能な事業便益は、農業生産の増分である。計画生産量達成時の年間事業便益は、約 2,000万Q である。



事業実施組織図



維持管理組織図

- 6.3 事業の経済内部収益率は18.5%、割引率12%での経済純現在価値は1987年価格で4,478万Qである。また、同割引率での便益・費用比率は1.72である。経済評価の結果、事業の実施は経済的に妥当であると判断される。
- 6.4 事業費および事業便益に対する感度分析の結果、工事期間の変動が事業費および事業便益の変動と比較して強く影響を受ける。
- 6.5 事業の財務内部収益率は事業費の政府補助金を40%とすると16.2%、割引率12%での財務純現在価値は1987年価格で2119万Qである。同割引率での便益・費用比率は1.43である。
- 6.6 投資および返済分析の結果、事業費は、外貨分を一般的な融資条件の外部資金で運用しても、十分に農家が負担可能な額である。
- 6.7 事業の実施により、直接便益を受ける受益者は、735家族約5,000人である。事業費の60%を農家が分担するとしても、増加する農家経済余剰と比較して十分に負担可能な額である。
- 6.8 事業の実施により、国家開発計画に対する貢献、外貨の獲得、食糧の安定供給、雇用機会の増大、生活水準の向上、農産物流通・加工の振興、地域間格差の是正、観光資源の活用、経済的刺激等の社会経済効果が期待できる。

7. 結 論

本事業の実施は、技術的に可能であり、また、経済評価および財務評価の結果、妥当であると判断される。更に、社会経済効果も十分に期待できるものと判断される。

8. 勧 告

8.1 事業の早期実施

本開発計画の実施による計画地区およびグアテマラ共和国の経済的および社会的効果を考慮すると、本事業を早急に実施することを勧告する。

8.2 今後必要な調査

詳細設計に先立って次の調査を行う必要がある。

- ① 地形調査：計画地区、水路路線・ダムサイト周辺および主要構造物地点の地形図作成
- ② 地質調査：ダム基礎地盤調査（ボーリング・物理探査、など）および試料試験
- ③ 築堤材料調査：材料調査（土取場、ランダム材および透水材）、材料試験

8.3 土木工事

- ① 工事開始前に各種計画施設用地の土地所有者と十分に調整し用地取得を行なう必要がある。
- ② 土木工事期間中Hoyo湖かんがい事業の中断を避けるため仮排水路工事を先行させる必要がある。
- ③ 不完全就業状態にある地元農民を優先的に工事の労務者として採用することを提案する。

8.4 事業の運営および維持管理組織

- ① 開発計画の効率的な運営のためには、諸施設の運用と維持管理が重要であり DIRYA を中心に関係機関および、受益者から構成される維持管理組織を確立する必要がある。
- ② 開発効果を高めるために、維持管理組織内に農業指導体制と関連づけた部門が設置されることが望ましい。
- ③ 基幹施設（ダム、調整池、幹線用水路）の維持管理は DIRYA が担うが、支線および末端水路については受益者が維持管理を実施する体制の整備が必要である。

8.5 農業振興対策

開発効果をより高めるために以下の振興対策が必要である。

- ① 継続的および総合的に技術指導が行われるように農業技術指導および試験研究部門を一元化する体制の再編強化が必要である。
- ② 作付率の拡大にともない、農民に対する融資が必要となるので DIRYA は BANDESA などと連携し、農民の要請に対応できるよう対策を講ずる必要がある。
- ③ 生産量の増加に伴い効率的な流通組織の運営が必要であり、今後とも、農民組織の育成に努める必要がある。

8.6 観測の継続

気象・水文観測は本事業の実施にあたり、重要な資料を提供するのみならず他の類似プロジェクトへの貢献は大きなものがある。供与設置された水位計等を利用して今後共継続して観測する必要がある。

主報告書 目 次

位置図・一般計画図	
要約および勧告	
略語・度量衡	
関係者名簿	頁
第1章 調査の背景と目的	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	2
第2章 社会経済的背景	3
2.1 国土・人口	3
2.1.1 位置・面積・地勢・気候	3
2.1.2 政治・地方行政	3
2.1.3 人 口	3
2.2 国家経済と農業	4
2.2.1 国家経済	4
2.2.2 農 業	5
第3章 調査地域の現況	7
3.1 位置・地勢・気候・行政	7
3.2 社会・経済条件	7
3.2.1 人 口	7
3.2.2 社会・経済状況	8
3.2.3 社会基盤	8
3.3 自然条件	9
3.3.1 地形および河川	9
3.3.2 気 象	11

3.3.3	水 文	20
3.3.4	地質および地震	23
3.3.5	土壌および土地分級	27
3.4	農 業	33
3.4.1	土地利用および土地所有	33
3.4.2	農業概況	35
3.4.3	農業生産	35
3.4.4	牧畜生産	38
3.4.5	農業経営	38
3.4.6	農産物の流通と加工	39
3.4.7	農業支援体制	40
3.4.8	農民組織	43
3.5	現況施設状況	43
3.5.1	かんがい排水状況	43
3.5.2	道路状況	49
3.6	関連事業	52
3.7	現状の問題点と課題	53
第4章	事業計画	54
4.1	事業の目的と基本方針	54
4.1.1	目 的	54
4.1.2	事業計画策定の基本方針	54
4.2	開発基本構想	55
4.2.1	水源計画	55
4.2.2	受益地面積	61
4.2.3	作付体系	63
4.2.4	最適開発規模の決定	66

4.3	開発計画	81
4.3.1	土地利用計画	81
4.3.2	かんがい計画	82
4.3.3	貯水池計画	96
4.4	農業開発計画	98
4.4.1	農業生産計画	98
4.4.2	営農計画	105
4.4.3	農産物流通・加工	109
4.4.4	農業支援制度	110
4.4.5	農民組織	110
4.5	施設計画	112
4.5.1	施設の概要	112
4.5.2	貯水池および調整池計画	114
4.5.3	かんがい施設計画	122
4.5.4	施工計画	125
4.6	事業費の積算	129
4.6.1	積算の方法	129
4.6.2	事業費	129
第5章	事業実施および維持管理計画	136
5.1	事業実施計画	136
5.1.1	事業実施体制	136
5.1.2	事業実施方法	136
5.1.3	事業実施計画	138
5.2	維持管理計画	138
5.2.1	維持管理の方針	138
5.2.2	維持管理体制	140
5.2.3	維持管理費	141
5.3	コンサルタンツの技術供与	142

第6章 事業評価	143
6.1 評価方針	143
6.2 事業便益	143
6.2.1 便益の算定	143
6.2.2 農業生産の便益	143
6.2.3 便益発生を経年変化	143
6.3 経済評価	144
6.3.1 評価基準	144
6.3.2 価格修正	144
6.3.3 経済内部収益率、 経済純現在価値および便益・費用比率	146
6.3.4 感度分析	146
6.4 財務評価	148
6.4.1 財務内部収益率、 財務純現在価値および便益・費用比率	148
6.4.2 投資および返済	150
6.4.3 農業経済分析	158
6.5 社会経済評価	158
6.6 総合評価	160
第7章 勸告	175

表 目 次

		頁
Table 3.3.1-1	主要河川の諸元	9
Table 3.3.2-1	気象資料所在一覧	12
Table 3.3.3-1	水文資料所在一覧	21
Table 3.3.3-2	ダムサイト洪水流量の推定	21
Table 3.3.5-1	土壌分類と分布面積	28
Table 3.3.5-2	土地分級別面積	31
Table 3.4.1-1	現況土地利用	33
Table 3.4.3-1	主要作物の作付面積、単収および生産量	37
Table 3.4.7-1	農業支援機関	41
Table 3.5.1-1	かんがい面積	44
Table 3.5.2-1	道路状況	51
Table 3.5.2-2	道路密度	51
Table 4.2.1-1	ダム候補地の比較表	57
Table 4.2.4-1	水源開発量	66
Table 4.2.4-2	Guirila ダム貯留可能水量	67
Table 4.2.4-3	水収支	69
Table 4.2.4-4	必要貯水容量	70
Table 4.2.4-5	事業規模別貯水容量	70
Table 4.2.4-6	開発計画代替案比較表	76
Table 4.2.4-7	代替案の評価表	78
Table 4.3.1-1	土地利用計画	82
Table 4.3.2-1	計画作付面積	82
Table 4.3.2-2	Penman法による蒸発散量	84
Table 4.3.2-3	月別作物消費水量	85
Table 4.3.2-4	作物係数	84
Table 4.3.2-5	有効雨量	87
Table 4.3.2-6	かんがい効率	87
Table 4.3.2-7	かんがい必要水量	89
Table 4.3.2-8	作物別必要水量	90
Table 4.3.2-9	ベーシックインテクレート	91
Table 4.3.2-10	全容易有効水分量	92
Table 4.3.2-11	作目別間断日数	93

		頁
Table 4.3.2-12	配水ブロック	94
Table 4.4.1-1	計画作付面積	99
Table 4.4.1-2	計画収量	99
Table 4.4.1-3	計画生産量	100
Table 4.4.1-4	作物別必要労働力	101
Table 4.4.1-5	月別必要労働力	102
Table 4.4.1-6	庭先価格	103
Table 4.4.1-7	計画生産額、生産費	104
Table 4.4.1-8	総生産額・生産費	103
Table 4.4.2-1	営農規模別作付面積	105
Table 4.4.2-2	農業経営費	106
Table 4.4.2-3	農業所得	107
Table 4.4.2-4	農外所得	107
Table 4.4.2-5	農家所得	108
Table 4.4.2-6	農家経済余剰	109
Table 4.5.3-1	用水路諸元	125
Table 4.6.2-1	全体事業費	130
Table 4.6.2-2	事業投資計画	130
Table 4.6.2-3	事業費の内訳	133
Table 4.6.2-4	事業費投資計画	134
Table 6.2.3-1	懐妊期間の便益達成率	144
Table 6.3.3-1	経済費用と経済便益の流れ	147
Table 6.3.4-1	感度分析	148
Table 6.4.1-1	事業費負担割合と財務内部収益率	149
Table 6.4.1-2	財務費用と財務便益の流れ（政府補助割合0%）	152
Table 6.4.1-3	“（政府補助割合20%）	153
Table 6.4.1-5	“（政府補助割合40%）	154
Table 6.4.1-5	“（政府補助割合60%）	155
Table 6.4.1-6	事業費負担割合と財務的感度分析	149
Table 6.4.2-1	投資および返済計画	156
Table 6.4.3-1	受益者年間負担額	158

目 次

		頁
Fig. 3.3.1-1	流域図	10
Fig. 3.3.2-1	等降雨量線図	13
Fig. 3.3.2-2	気象特性 (La Ceibita観測所)	14
Fig. 3.3.2-3	月別降水量	16
Fig. 3.3.2-4	降雨強度-時間曲線	17
Fig. 3.3.2-5	月平均日射量、日照時間および風速	18
Fig. 3.3.2-6	月平均気温および相対湿度	19
Fig. 3.3.2-7	月平均蒸発および蒸発散量	19
Fig. 3.3.3-1	月別平均流量	22
Fig. 3.3.3-2	年別洪水流量確率計算	22
Fig. 3.3.5-1	土 壌 図	29
Fig. 3.3.5-2	土地分級図	32
Fig. 3.4.1-1	現況土地利用図	34
Fig. 3.4.3-1	現況作付体系	36
Fig. 3.5.1-1	かんがい排水システム	45
Fig. 3.5.1-2	Hoyo湖かんがい事業地区のかんがいシステム	47
Fig. 3.5.2-1	道 路 網	50
Fig. 3.6-1	関連事業地区	52
Fig. 4.2.1-1	ダムサイト候補地	56
Fig. 4.2.3-1	作 付 計 画	65
Fig. 4.2.4-1	Ostua 川の月平均流量	67
Fig. 4.2.4-2	代替案ケース 1	73
Fig. 4.2.4-3	代替案ケース 2	74
Fig. 4.2.4-4	代替案ケース 3	75
Fig. 4.2.4-5	ダムの運用水位	80
Fig. 4.3.1-1	計画土地利用図	83
Fig. 4.3.2-1	作物蒸発散量	86
Fig. 4.3.2-2	用水系統図	95
Fig. 5.1.1-1	事業実施組織図	137
Fig. 5.1.3-1	事業実施計画工程表	139
Fig. 5.2.1-1	維持管理組織図	140

	頁
Fig. 5.2.2-1 維持管理機構	141
Fig. 6.3.4-1 感度分析	151
Fig. 7.6-1 ボーリングおよび物理探査位置図	168

III 略語及び度量衡

略語

BANDESA	:	Banco Nacional de Desarrollo Agropecuario	国立農業開発銀行
BID	:	Banco Interamericano de Desarrollo	米州開発銀行
BIRF	:	Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento	国際復興勸業銀行
CAMINOS	:	Dirección General de Caminos	道路総局
CEPAL	:	Comisión Económica para América Latina	ラテンアメリカ経済委員会
DIGESA	:	Dirección General de Servicios Agrícolas	農業サービス総局
DIGESEPE	:	Dirección General de Servicios Pecuarios	牧畜サービス総局
DIRYA	:	Dirección Técnica de Riego y Avenamiento	かんがい排水技術局
EC	:	Electric Conductivity	電気伝導度
EIRR	:	Economic Internal Rate of Return	経済内部収益率
ENPV	:	Economic Net Present Value	経済純現在価値
FADES	:	Fundación para Análisis y Desarrollo de América Central	中米開発分析機関
FAO	:	Food Agriculture Organization of the United Nations	国連食糧農業機関
FIRR	:	Financial Internal Rate of Return	財務内部収益率
IMF	:	International Monetary Fund	国際通貨基金
FNPV	:	Financial Net Present Value	財務純現在価値
GDP	:	Gross Domestic Product	国内総生産
GNP	:	Gross National Product	国民総生産
ICTA	:	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola	農業技術科学研究所
IGM	:	Instituto Geográfico Militar	軍地理院
INAFOR	:	Instituto Nacional Forestal	国立森林公社
INDECA	:	Instituto Nacional de Comercialización Agrícola	国立農業生産物流通公社
INE	:	Instituto Nacional de Estadística	国立統計局
INTA	:	Instituto Nacional de Transformación Agraria	農地転換公社
INSIVUMEH	:	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología	国立地震、火山、気象、水理研究所
INDE	:	Instituto Nacional de Electrificación	国立電力公社
IRR	:	Internal Rate of Return	内部収益率
JICA	:	Japan International Cooperation Agency	国際協力事業団
MAGA	:	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	農牧食糧省
MCC	:	Mercado Común de Caribe	カリブ海諸国共同市場
CACM	:	Central American Common Market	中米共同市場
MCTOP	:	Ministerio de Comunicación, Transporte y Obras Públicas	通信、運輸、公共事業省

NPV	:	Net Present Value	純現在価値
OEA	:	Organization de Estados Americanos	米州機構
ODECA	:	Organization de Centro Americano	中米機構
pH	:	Hydrogen-ion Concentration	水素イオン濃度
SEGEPLAN	:	Secretaria General del Consejo Nacional de Planificacion Economica	国家経済企画庁
USA	:	United States of America	アメリカ合衆国
USAC	:	Universidad San Carlos de Guatemala	サンカルロス大学
USPADA	:	Unidad Sectorial de Planificacion Agricola de Alimentacion	農牧、食糧企画庁

長さ

mm	:	millimeter	ミリメートル
cm	:	centimeter	センチメートル
m	:	meter	メートル
km	:	kilometer	キロメートル
yd	:	yard = 0.9144 m	ヤード
vara	:	0.835906 m	バラ
pie	:	0.3048 m	ピエ
pulgada	:	0.0254 m	ブルガダ
milla	:	1.609344 km	マイル

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 = 10 ⁶ m ²	平方キロメートル
ha	:	hectare = 10 ⁴ m ²	ヘクタール
l	:	liter = 1.000 cm ³	リットル
G	:	galon = 3.75 l	ガロン
m ³	:	cubic meter	立方メートル
g	:	gram	グラム
kg	:	kilogram	キログラム

MCM	:	million cubic meter	百万立方メートル
t	:	ton = 1,000kg	トン
lb	:	pound = 453.6g	リブラ、ポンド
Mz	:	manzana = 0.7ha	マンサーナ
qq	:	quintal = 100 lb = 45.36kg	キンタール

電力

KW	:	kilowatt	キロワット
KV	:	kilovolt	キロボルト
KWH	:	kilowatt-hour	キロワット時

通貨

US \$:	United States Dollar	米国ドル
Q	:	Guatemalan Quetzal	グアテマラ ケッサル
¥	:	Japanese Yen	日本円

その他

m/s, m/sec	:	meter per second	毎秒当りメートル
m ³ / s, m ³ / sec	:	cubic meter per second	毎秒当り立方メートル
t/ha, ton/ha	:	ton per hectare	ヘクタール当りトン
m ³ / km ²	:	cubic meter per square kilometer	平方キロメートル当り立方メートル
mm/day	:	millimeter per day	日当りミリメートル
m ³ / km ² / year	:	cubic meter per square kilometer per year	年-平方キロメートル当り立方メートル
l/s, l/sec	:	liter per second	毎秒当りリットル
qq/Mz	:	quintal per manzana	マンサーナ当りキンタル
Q/qq	:	quetzales per quintal	キンタール当りケッサル
Q/kg	:	quetzales per kilogram	キログラム当りケッサル
°C	:	degrees in centigrate	摂氏温度
A.S.L.	:	above sea level	標高
EL.GL	:	elevation	地表高
%	:	percent	パーセント
HP	:	horsepower	馬力

作業監理委員会

委員長	川上和夫	農林水産省北陸農政局建設部長
委員	宮島吉雄	農林水産省中国四国農政局計画部 資源課 地質官
委員	石堂隆憲	滋賀県 農林部 耕地課長
委員	大澤敬之	農林水産省食品流通局野菜振興課 係長

調査団員およびグアテマラ国関係者

総括 / 団長	日本国調査団 中西三郎	<u>グアテマラ国カウンターパート</u> Mr. Ricardo Masaya A.
副団長 / かんがい・排水	伊勢野大蔵	Mr. Cesar de la Cerda Mr. Fernando Garrido Mr. Manuel del Valle
気象・水文	望月誠美	Mrs. Marta Lidia Samayoa Mr. Israel Hernandez A.
水文地質 / 地質調査管理	吉田克人	Mr. Rafael Giron M.
ダム地質	池田精寿	Mr. Antonio Galtan
ダム計画 / 積算・施工	村山宗久	Mr. Antonio Salvatierra M.
施設計画 / 測量管理	高田一樹	Miss. Mirna Luin Monzon Mr. Louis William Overall

營農・栽培

尾崎 薫

Mr. Antonio Galtan
Mr. Maximiliano Vidaurre

土壤・土地利用

千葉 守男

Mr. Wilfredo Diaz Lima
Mr. Antonio Carballo
Mr. Hector Samayoa

農業組織・流通

伊野波 秀房

Mr. Cesar de la Cerda
Mr. Jose Mateo Pinzon
Mr. Manuel del Valle

農業經濟/
事業評価

野崎 裕

Mr. Emilio Rene Saldana
Mr. Oscar Lopez Cermeno

第1章 調査の背景と目的

第1章 調査の背景と目的

1.1 調査の背景

グアテマラ共和国（以下「グアテマラ国」と称する）の農業は、国内総生産（GDP）の約25%を占め、経済活動人口の約56%を雇用している。また、輸出額の約70%が、農産物およびその二次産品で占められている。農業部門の国内経済に対する依存度が高いため、農業生産の動向が国内の経済・社会に与える影響は極めて大きい。

しかしながら、近年農業生産指数は年々低下し、特に1人当りの食糧生産指数は1983年以降1974～76年水準を下回っている。

この問題を解決するため、グアテマラ国政府は国家開発5カ年計画（1987～1991）の中で、農業部門に高い優先度を置き、農牧食糧省は農業開発の大きな柱としてかんがい農業を推進している。

グアテマラ国のかんがい耕地の面積比率は未だ低いが、1961～65年かんがい実施耕地は3.8万ha、1980年6.8万ha、1983年7.4万haと顕著な伸びを示している。

グアテマラ国政府は、かんがいシステムを拡大および整備することにより、次の目標の達成を意図している。

- ① 農産物の生産増加、多様化による地域住民の生活水準の向上
- ② 雇用機会の増大による失業問題の解消
- ③ 農産物加工業等の導入による地域経済の活性化
- ④ 農産物および農産加工品の輸出による外貨獲得
- ⑤ 国内消費農産物の生産増加による食糧事情の改善

同国政府は、かんがい事業拡大の一環として「Monjasかんがい計画」を推進している。同計画はDIRYAが1960年代に調査を行っており、またイタリアの技術援助によりプレフィジビリティ調査が実施されている。

グアテマラ国政府は1985年9月日本国政府に対し同計画の再調査を要請してきた。これに対して日本国政府は、本格調査に先立ち1987年2月に事前調査団をグアテマラ国に派遣して、本格調査の実施細則（S/W）を協議、締結した。その結果、1987年8月より本格的なフィジビリティ調査（F/S）が行われることとなった。

1.2 調査の目的

本調査は、前述のグアテマラ国政府の要請に基づき、同国東南東Jalapa州Monjas地域の農業開発推進のため、かんがい計画のF/S調査を実施し技術、経済、社会的妥当性を検討するものである。

特にグアテマラ国政府は本F/S調査を通じて次の点を期待している。

- ① 経済的なかんがい用水の確保および維持管理システムの見直し
- ② 既存作物の生産性の向上および新規作物の導入
- ③ 農業関連組織および農産物流通機構の見直し

第 2 章 社会經濟的背景

第2章 社会経済的背景

2.1 国土・人口

2.1.1 位置、面積、地勢、気候

グアテマラ国は、中米の北緯 $13^{\circ} 45'$ ~ $17^{\circ} 44'$ および西経 $88^{\circ} 13'$ ~ $92^{\circ} 14'$ に位置し、北部、西部はメキシコ合衆国、南部は太平洋、東部はベリーズおよびカリブ海、南東部はホンジュラス共和国とエルサルバドル共和国と接している。国土面積は約 10.9万km^2 で南北約 440km、東西約 420kmである。

国土は、その地勢から中央高地、南部沿岸低地、北部低地に大別される。

中央高地は、国土の南部をほぼ東西にSierra Madre山脈等により形成された山岳地帯で、山間盆地では、熱帯高地気候で雨期（5~10月）、乾期（11~4月）が明瞭に分かれ温暖または冷涼で、居住に適し、人口の大半が集中している。調査地域のMonjas盆地もこの中央高地に属している。

南部沿岸低地は太平洋側に位置し熱帯サバンナ気候である。北部低地は平坦な森林地帯で、湿潤な熱帯雨林ないしサバンナ気候で、グアテマラ国の中で最も未開発の地域が広がっている。

2.1.2 政治、地方行政

グアテマラ国の政体は共和制である。1986年に民政移管され、新憲法が発効され、セレン現大統領が就任した。対外関係としては、米国等の自由主義諸国および中南米諸国との連体の強化を推進している。

地方行政は、知事の統治する22の州 (Departamento) に分割されており、州は市町村の地方公共団体 (Municipio) 330で構成されている。内訳は、市 (Ciudad) 31、町 (Villa) 30、村 (Pueblo) 269である。

2.1.3 人口

グアテマラ国の総人口は約 804.1万人であり、うち都市人口は37.5%である。全国の平均人口密度は $75\text{人}/\text{km}^2$ である。最近の人口増加率は、約 2.8%である。1995年には 1,000万人を突破し、2,000年には 1,222万人、2,025年には 2,000万人を突破すると推測される。

人種構成はインディオの比率が高く約42%、インディオと白人との混血および白人が約58%を占めている。

近年、出生率および死亡率共に減少傾向にあり、1980～85年の平均は、それぞれ 4.27 % および 1.05 % である。また、平均余命は年々増加しており1980～85年の平均は59.0才である。出産数は年々減少しているが、産児数は 6.1人で、中南米諸国のうちでも最多産国の 1つである。

経済活動人口は約 260万人で全人口の約32%である。経済活動人口のうち農林水産部門が最大で、全体の約56%を占めている。失業率は増加しており、完全失業率は10%を越す高水準となっている。不完全就業率29.7%を合わせた総失業率は44.2%に達している。文盲率は56.4%である。

2.2 国家経済と農業

2.2.1 国家経済

1985年の国内総生産 (GDP) は、約96.9億US\$ で、1人当りの国内総生産額は約 1,220US\$ である。経済成長率は1980年以後下降を続け、1980～85年の累積減少率は18.8%である。この原因として輸出の減少、財政緊縮政策、実質所得の減少があげられる。農林水産部門のGDP に占める比率は近年ほとんど変化なく、1985年で約25%で、全生産部門中最大である。

輸出に占める農産物の割合は高く1985年の総輸出額約10.8億Q (FOB 価格) の70%近くを占めている。この内コーヒーが約43%を占めるが、綿花、バナナ、カルダモン、砂糖、等を含めた伝統的産品が主で、価格低下、需要の停滞により輸出は減少している。一方、輸入における農業原材が1985年の総輸入額約11.8億Q (CIF 価格) の半分以上を占めている。輸出入相手国は米国、中米諸国、EEC 等である。

貿易収支は近年改善されつつあるが、前述の農産物輸出の停滞により1985年で 1.7千万Q (FOB 価格) の赤字である。

政府財政は、近年恒常的に赤字を計上しているが、1985年の歳入は 8.62 億Q となり赤字幅は改善されつつある。

1987年度の国家予算は 2,556.2百万Q である。各省別予算では文部、通信運輸、国防、社会福祉等が重視され、国の基幹産業である農牧食糧関係予算は全体の 4.4% にすぎない。物価指数は1985年から大きく増加し、同年18.7%、1986年 36.9% を記録した。卸売物価指数も同様の傾向を示す。インフレ率は1985年以降 30% を超過した。この急速なインフレと高い失業率は、実質賃金の低下をもたらし、国民一人当りの消費水準は70年代前半と同程度に低下した。

2.2.2 農 業

(1) 土地利用、規模、生産

グアテマラ国の農用地面積は全国土面積の約29%に相当する 314.8万ha (1983年)である。農用地の約42%の 133.0万haでは一年性作物、約15%の48.4万haでは永年性作物が栽培されており、残りの 133.4万haは牧草地である。かんがい面積は 7.4万haであり、全農用地の約 2.4%である。

大半の農家は小規模であり、7ha以下の農家数は全体の約88%であるが、所有面積は全体の16.5%にすぎない。一方、45ha以上の大規模農家数は、全体の2.6%であるが、全面積の約65%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37%、コーヒー14%、フリホール豆 9%、ソルガム 4%、その他(綿花、小麦、カルダモン等) 36%である。トウモロコシ、コーヒー共に近年の増減は少ない。フリホール豆、モロコシは増加傾向にあり、綿花は減少傾向にある。生産量はトウモロコシ、フリホール豆、コーヒーの順である。国内消費用の基礎作物であるトウモロコシ、米、フリホール豆、小麦等は増大する国内需要を賄い切れず一部を輸入に頼っている。とくに小麦は全食糧輸入額の約30%を占めている。

各種農業生産指数は、全て減少傾向にある。特に 1人当りの食糧生産指数は大きく減少し、1983年以降は1974~76年の水準を下回っている。

生産性の低さおよび年による生産の大きな変動は、生産体制およびかんがい等基盤整備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、融資制度の未整備、零細経営、技術指導の不足等の問題も大きい。

グアテマラ国の農業は地域ごとに特徴が見られる。調査地域を含む中央高地は同国の農業の中心である。農用地は山間盆地、傾斜地に分布し相対的に小規模農家が多く、トウモロコシ、フリホール豆等の伝統的作物の他コーヒー、輸出用野菜が栽培されている。南部沿岸低地では扇状地上の低地で、大規模農家が多く綿花、サトウキビ、バナナ、畜産が中心である。北部低地でも、大規模農家が多く、サトウキビ、畜産、林業が見られるが、大部分は未開発である。

(2) 農業開発計画

グアテマラ国政府は、国家経済に占める農業の重要性を認識し、国家開発 5カ年計画で、同部門に高い優先度を置いている。従来、グアテマラ国政府は農業生産物、生産資材等の価格支持政策を推進して来たが、経済的限界に鑑み、近年の開発戦略の重点をかんがい農業の発展、作物の多様化、農産加工および流通の整備拡大等の制度的改善および基盤整備においている。戦略の焦点は、また、農産物輸出拡大による外貨獲得、小規模農家の生産性の向上、雇用機会の創造、食糧事情の改善に置かれている。

国家開発計画での農業部門の戦略は以下のとおりである。

- 土地および水資源の確保
- 中小規模農家の組織化
- 技術開発および技術普及の再編
- 資金源の分配
- 農産物価格の安定
- 農業生産の基盤整備
- 農産物加工の振興および推進
- 輸出の振興および促進
- 食糧生産体系の強化、等

グアテマラ国政府は、上記の戦略のうち、特に土地、水資源を有効利用するため、かんがい基盤整備に重点を置いている。現在、政府が管轄しているかんがい区は、中央高地を中心に、DIGESA-DIRYAの5管区25地区に約15,000haある。今後、政府は1990年までに、全国で新たに約28,000haにかんがい事業を実施したい意向を持っている。現在政府は当Monjasかんがい計画を、かんがい農業開発プロジェクトの最優先計画として位置付け、今後の開発のモデルとしたい意向をもっている。

第3章 調査地域の現況

第3章 調査地域の現況

3.1 位置・地勢・気候・行政

調査地域はグアテマラ国の東南東、北緯14° 30' 西緯89° 52' に位置するMonjas盆地である。盆地の総面積は約 9,000haで、うち調査対象面積は約 7,100haである。標高は 940~ 1,000m であり、周囲は標高 1,200~ 1,500m 級の山地にかこまれている。盆地の中央北側をOstua 川が西から東に流下しており、Guirila, Mojarritas, Juan Cano 川等の支流と合流した後、盆地の東端から流出している。

年平均気温は約22℃で日・月較差は小さい。年平均降水量は約 1,000mmで降雨日数は約95日である。降雨量の95%が 5~10月の雨期に集中し、11~ 4月は乾期となる。

自然植生は亜熱帯性乾燥林であるが、平坦地の大半は農用地に利用されている。平坦地の土壌は比較的肥沃な土地で農業生産に適している。

盆地の大半はJalapa州Monjas地方公共団体 (Municipio)に属し、南側の一部はJutiapa 州El Progreso およびSanta Catarina Mita 地方公共団体に属する。盆地の中央にMonjas市街地が位置し、首都との距離は約 150kmで、国道で結ばれている。

Monjas地方公共団体は行政的には3級の村 (Pueblo) に格付けされており、市街地、12部落 (Aldea)、13小部落 (Caserito) で構成されている。

3.2 社会・経済条件

3.2.1 人 口

Jalapa州とJutiapa 州の人口は、1986年でそれぞれ約16.9万人と31.9万人である。近年の人口増加率はそれぞれ 2.2%および 1.9% (1980~85年) であり、全国平均の 2.8%を大きく下まわっている。出生時の平均余命はそれぞれ55.9才および56.7才で全国平均より 3.0~ 2.3才短い。

人口予測によると、Jalapa州とJutiapa 州の 2,000年の人口はそれぞれ24.1万人および43.3万人と推定されている。

調査地域の人口は、1981年の調査によると14,130人である。うち、Monjas地方公共団体11,728人、El Progreso 地方公共団体 1,657人およびSanta Catarina Mita地方公共団体 745人である。また、家族数は 3,334家族である。全体の約40%がMonjas市街地に居住している。経済活動人口は総人口の約37%で全国平均より割合が大きい。

3.2.2 社会・経済状況

Monjas盆地では、総面積の75%が農用地であり、経済活動人口の80%以上が農業人口である。また、農村部では経済活動の人口の99%が農業人口であり、本地域は純農業地帯といえる。農作物は雨期を中心としてトウモロコシ、フリホール豆等基礎作物が主に栽培されているが、乾期野菜を中心として商品作物の生産が主にHoyo湖かんがい事業地区、地下水かんがい地区で増え、水源開発後の農業生産の方向を暗示している。この様に調査地域は農業地帯であるにもかかわらず、Monjas地方公共団体の農業振興関係予算は少ない。一方、農家の大半が天水に依存した非かんがい小規模農家で零細経営に甘んじている。このため、この種の農家の余剰労働力は、大規模農家に雇用労働者として吸収されるが、乾期には雇用機会も減少し、潜在失業者が増える。しかし、余剰労働力が地域外に流出することはまれである。さらに、調査地域内には、集出荷を行う組合組織や農業共同利用施設は見あたらない。農業支援組織であるICTAの試験圃場、INDECA、DIGESAの出張所はあるが、未だ、その機能を十分果たしているとは言えない。

農業地帯である本地域発展には、まず、地域農民の長年に亘る課題であるかんがいを主とする農業基盤の整備が急務であるとともに、農業ソフト面の充実も重要な柱である。

3.2.3 社会基盤

Monjas盆地の中央を南北に舗装された国道19号線が設置されている。Monjas市街地から首都までは約150km、エルサルバドルの国境までは約60kmである。また、州都のJalapa市およびJutiapa市まではそれぞれ約22kmおよび30kmである。主な交通手段はバスであり、首都および州都間を比較的頻繁に運行しているが、幹線道路に通じる農道の多くは車輛の運行が出来ず、雨期に使用不可能な農道もみられる。また、幹線県道の多くは車輛運行可能な橋梁が殆んどなく雨期の増水時に河川横断が不可能となるものもある。

市街地および一部の部落には電力と水道が供給されているが、大半の農村部は無灯であり、井戸水および河川水を生活用水に利用している。排水施設は整備されていない。

Monjas市街地、Llano Grande部落およびEl Ovejero部落には診療所があり、医師および看護婦が勤務しているが、設備は貧弱で職員は不足している。農村部では生活環境の悪さから呼吸器感染、胃腸病、寄生虫感染等の罹病率が高い。

各部落には、小学校があり、市街地には中・高等学校および国立師範専門学校、私立商業専門学校等がある。就学率は小学校で50%強、中学校で10%強である。

特に農村部の就学率は低く、就学年齢層が家事および雇用農業労働に従事する
 場合が多い。文盲率は約54%である。

市街地には、警察署、郵便局、電話局、INDECA、DIGESA等の公的機関の事務所
 およびタバコ会社、トマト卸売運送業者等の事務所がある。

3.3 自然条件

3.3.1 地形および河川

(1) 地 形

調査地域はグアテマラ国南部をほぼ東西方向に、70~80km巾で帯状分布する火
 山山脈中央部の山地間盆地に当り盆地総面積は約90km²である。

盆地およびその周辺は、地形から①山地、②山麓緩斜面、③平地の3地区に分
 類される。調査地域は、この内の平地に相当する。山地は、東方で標高1,100~
 1,500m、他方で標高1,200m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、標高990~1,050m、地形勾配5~8%でさらに開析
 が進み波状地形を示し平地に接している。平地は南北に長い船底形の分布を持ち、
 いくつかの残丘、小火山体を除いて標高940~990m、地形勾配1~0.3%であ
 る。河川沿いには小規模段丘の発達が見られる(Appendix 3.2.1)。

(2) 河 川

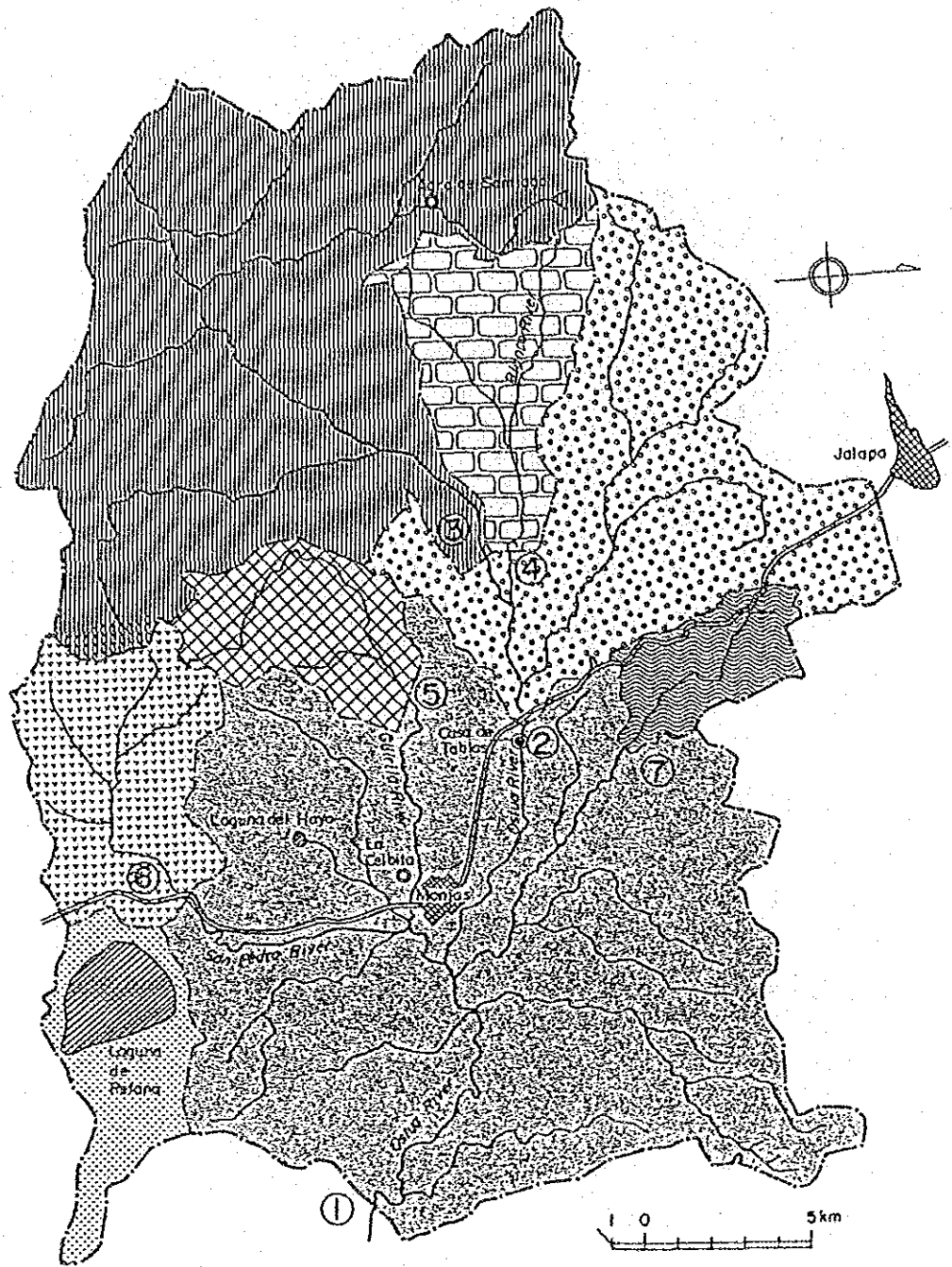
調査地域内の主要河川は、Ostua川で西方山地のAstillero 附近の標高約
 2,400m 地点に源を発し、南東方向に流下しエルサルバドルとの国境に位置する
 Guja 湖に注ぎ総延長距離は103.5kmである。Ostua川は源流より数多くの急流
 小河川と合流し、山地を深く刻んでいる。約31.5km流下した後、本地域西端に位
 置する支流のBlanco川と合流する。さらに、盆地内では西よりJutiapilla川、Gu
 irila川(San Pedro川を含む)、Mojarritas川、Juan Cano川等と順次合流後、
 東方の山地に溪谷を刻んで盆地外に流下している。Ostua川の流域面積は盆地出
 口地点で約665km²である(Fig.3.3.1-1)。

調査地域内の主要河川の諸元はTable 3.3.1-1 に示す。

Table 3.3.1-1 主要河川の諸元

河川名	Ostua川	Blanco川	Guirila川	San Pedro川	Mojarritas川
河川級	主流	1次支流	1次支流	2次支流	1次支流
流域面積 (Km ²)	665.0	39.0	80.4	101.0*	74.0
標高 (m A.S.L.)	源流部	EL+2500m	EL+1600m	EL+1700m	EL+1500m
	平地部	EL+1000~940m	EL+1020m	EL+980~940m	EL+1000~950m
流路延長 (km)	47.5	10.0	22.0	16.7	16
河床勾配	山地部	1/5~1/20	1/5~1/10	1/8~1/10	1/4~1/15
	平地部	1/100~1/200	1/50~1/70	1/150~1/200	1/400~1/500
					1/150~1/180

* Retana湖流域含む。



NUMBER	RIVER	POINT	BASIN	REMARKS
①	Ostua	Monjas	665.0 km ²	--
②	Ostua	Casa de Tablas	321.3 km ²	Gauging Station
③	Ostua	Finca Jicaltepeque	177.0 km ²	Ostua Dam
④	Blanco	Finca Esperanza	231.3 km ²	Blanco Dam
⑤	Güirilla	Piedra de Fuego	26.0 km ²	Güirilla Dam
⑥	San Pedro	San Pedro	40.0 km ²	San Pedro Dam
⑦	Los Achiates	Los Achiates	13.0 km ²	Los Achiates Dam

◎ 氣象觀測所 ● 測水所

Fig. 3.3.1-1 流域圖

3.3.2 気象

(1) 気象観測所および既存資料

本調査地域内およびOstua川上流にはそれぞれLa Celbita (標高961m)、AlzateのAgro Santiago (標高1,700m)の気象観測所がある。La Celbita観測所は1963年に設置され蒸発散量、日射時間、相対湿度、日平均気温、風速、降雨量が観測されている。Agro Santiago 観測所では1958年から1971年まで日雨量が観測された。

この他にLaguna del Hoyo, Jalapa に観測所があるが、観測期間が短く有効な資料とはならない。両観測所の資料一覧表をTable 3.3.2-1 に示す。

(2) 一般気象

本調査地域の気候はThorthwaite の分類によると亜熱帯性気候にあたる。年間を通じて雨期 (5~10月) と乾期 (11~4月) に明瞭に分かれグアテマラ国でも最も降水の少ない地域に属する (Fig.3.3.2-1)。

気温、湿度については時経変化や場所的差異は少ない。

本地域の月別平均、最高・最低気温、相対湿度、蒸発量、雨量はFig.3.3.2-2に示す如くである。

(3) 気象特性

1) 降雨

La CelbitaおよびAgro Santiago 観測所の降水量資料より年降水量は標高が高くなるにつれて増加することが解る。それぞれの年平均降水量は約 900mmおよび 1,400mmで各年統計を基に降水相関曲線を得て量的関係を求めると山地部 Agro Santiago の降水は平地La Celbitaの 1.35 倍となる。また、Ostua川 Casa de Tablas地点での流域平均降水量はTheisen 法を用いて求めた結果、La Celbita およびAgro Santiago 観測結果のそれぞれ 1.286倍、0.95 倍となった。

観測所毎の雨期および乾期の降水量の比率は以下に示すとおりである。

	雨 期	乾 期
La Celbita	95	5
Agro Santiago	93	7

Table 3.3.2-1 氣象資料所在一覽

項 目	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87		
PAN 觀測所 放射量 LA CEIBITA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	X	
日射時間 觀測所 LA CEIBITA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X	
相對溫度 觀測所 LA CEIBITA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	X	
日平均氣溫 觀測所 LA CEIBITA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	X	
風 觀測所 LA CEIBITA													△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	X	
降雨量 觀測所 LA CEIBITA	X	X	X	X	X	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X
降雨量 觀測所 AGRO SANTIAGO	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87			

注) X: 資料不全
△: 資料不全
○: 資料不全

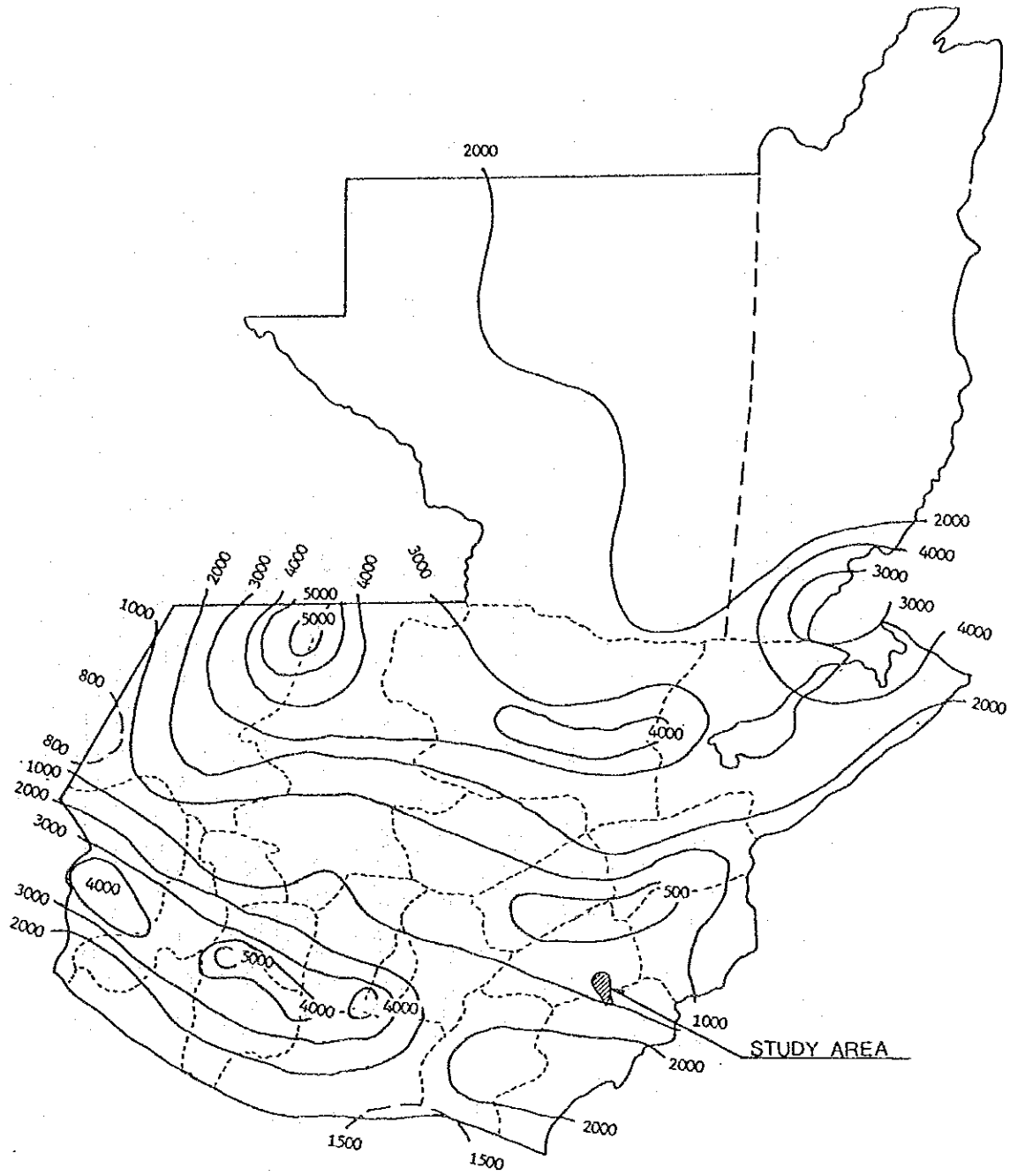
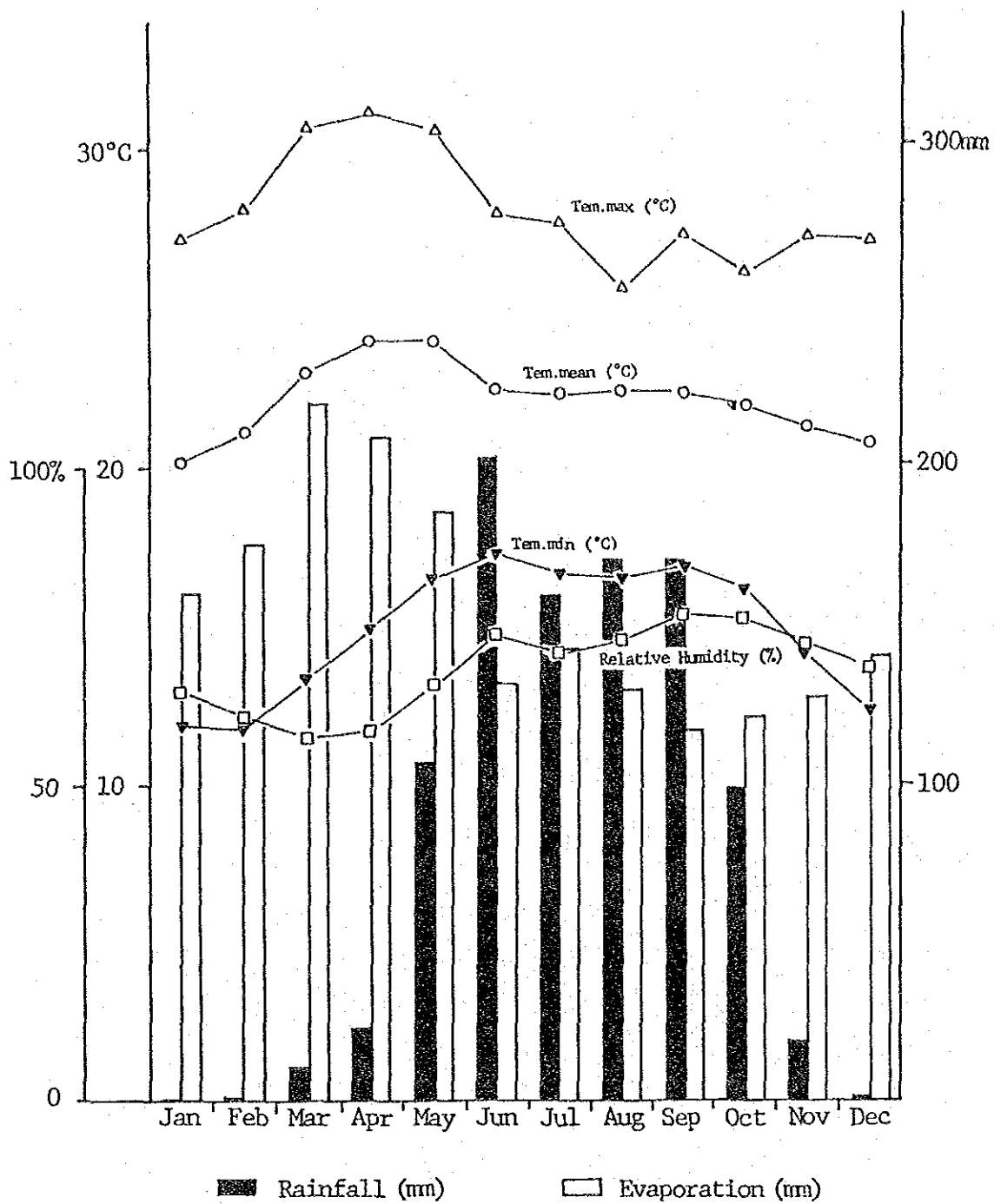


Fig. 3.3.2-1 等降雨量線図

Unit ;mm



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ten.mean (°C)	20.2	21.1	23.0	24.0	24.0	22.5	22.3	22.4	22.3	21.9	21.2	20.6
Ten.max (°C)	27.2	28.1	30.7	31.2	30.6	28.0	27.7	25.6	27.2	26.0	27.1	27.0
Ten.min (°C)	11.9	11.8	13.4	15.0	16.5	17.3	16.6	16.5	16.8	16.1	14.1	12.3
Relative Humidity (%)	65	61	58	59	66	74	71	73	77	76	72	68
Rainfall (mm)	0.67	1.04	10.96	23.88	107.05	203.38	159.52	171.81	170.38	98.32	18.29	0.96
Evaporation (mm)	161.2	176.4	220.1	210.0	186.0	132.0	142.6	130.2	117.0	120.9	126.0	139.5

Fig. 3.3.2-2 気象特性 (La Ceibita観測所)

雨期の降水量は年ごとにばらつきが大きい。このことは雨期における降水量の量的偏差が大きいことから言える (Fig.3.3.2-3)。また、La Ceibita観測所の資料によると雨期でさえ短期間、降水量の少ない時期が見られる。このことは雨期にもかんがいが必要となることを示している。

本地域の降雨の特徴は局所的な短時間の強雨である。La Ceibitaの時間雨量資料より確率解析を行なった結果をFig.3.3.2-4 に示す。

2) 日射量・日照時間

日射量は日照時間の資料を基に植物の受ける量を求めた。

日射量は短波輻射量と長波輻射量の和であり、本地域の日平均日射量は $120 \text{ w/m}^2 \sim 170 \text{ w/m}^2$ で植物の光合成には十分な量である (Fig.3.3.2-5)。

月別一日当りの日照時間は 5.8時間～ 8.6時間で、乾期には日照時間は長い (Fig.3.3.2-5)。

3) 風

La Ceibita観測所の月別平均風速は 4.1～ 7.6km/hr で微風である (Fig.3.3.2-5)。

風速は乾期に増す傾向にある。

4) 気温、相対湿度

La Ceibita観測所の月別日平均気温 (1966～1986年) は、 $20^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$ で年間を通じて温暖である (Fig.3.3.2-6)。

また、同観測所の日平均相対湿度 (1966～1986年) は58～78%で乾期でも比較的高い値を示している (Fig.3.3.2-6)。

5) 蒸発、蒸発散

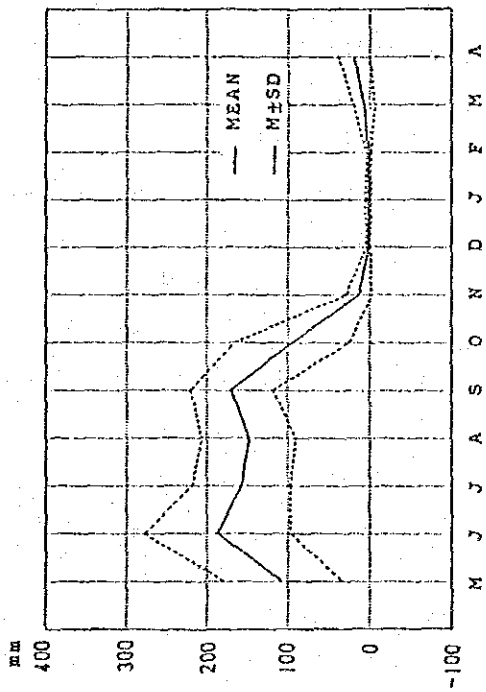
La Ceibita観測所のA級パンによる測定値 (1970～1986年) によると日平均蒸発量は 3mm～ 7.8mmであり、3月、4月に大きい値を示す。

可能蒸発散量 (E_{To}) はPenman式による計算より求めた (Fig.3.3.2-7)。

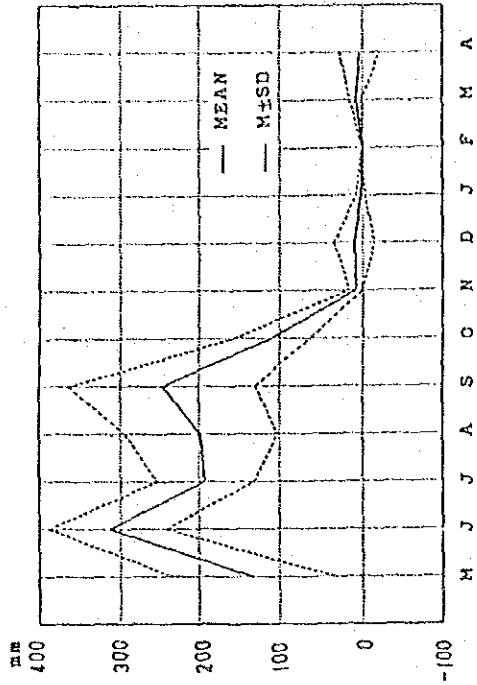
Penman式による可能蒸発散量とパン蒸発量とは $E_{To} = 0.81 E_{pan}$ の関係が得られた。また、La Ceibita観測所ではパン蒸発量の他にPiche Atomometerによる観測も行なわれており、Penmanによる可能蒸発散量とこの観測値との関係は $E_{To} = 1.00 E_{piche}$ となった。

Penman式は変数として多くの気象要素を用いる。欠測により計算不可能な場合は上記の関係式を用いて可能蒸発散量を求めた。

MONTHLY PRECIPITATION AT LA CEIBITA



MONTHLY PRECIPITATION OVER RIO OSTUA CATCHMENT AT CASA DE TABLAS



MONTHLY PRECIPITATION AT AGRO SANTIAGO

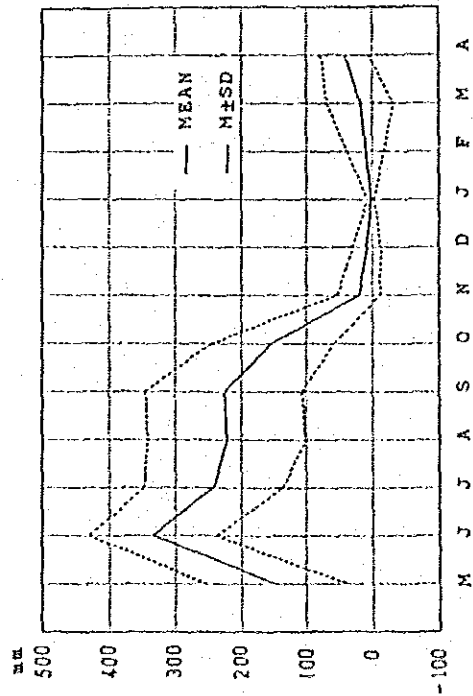


Fig. 3.3.2-3 月別降水量

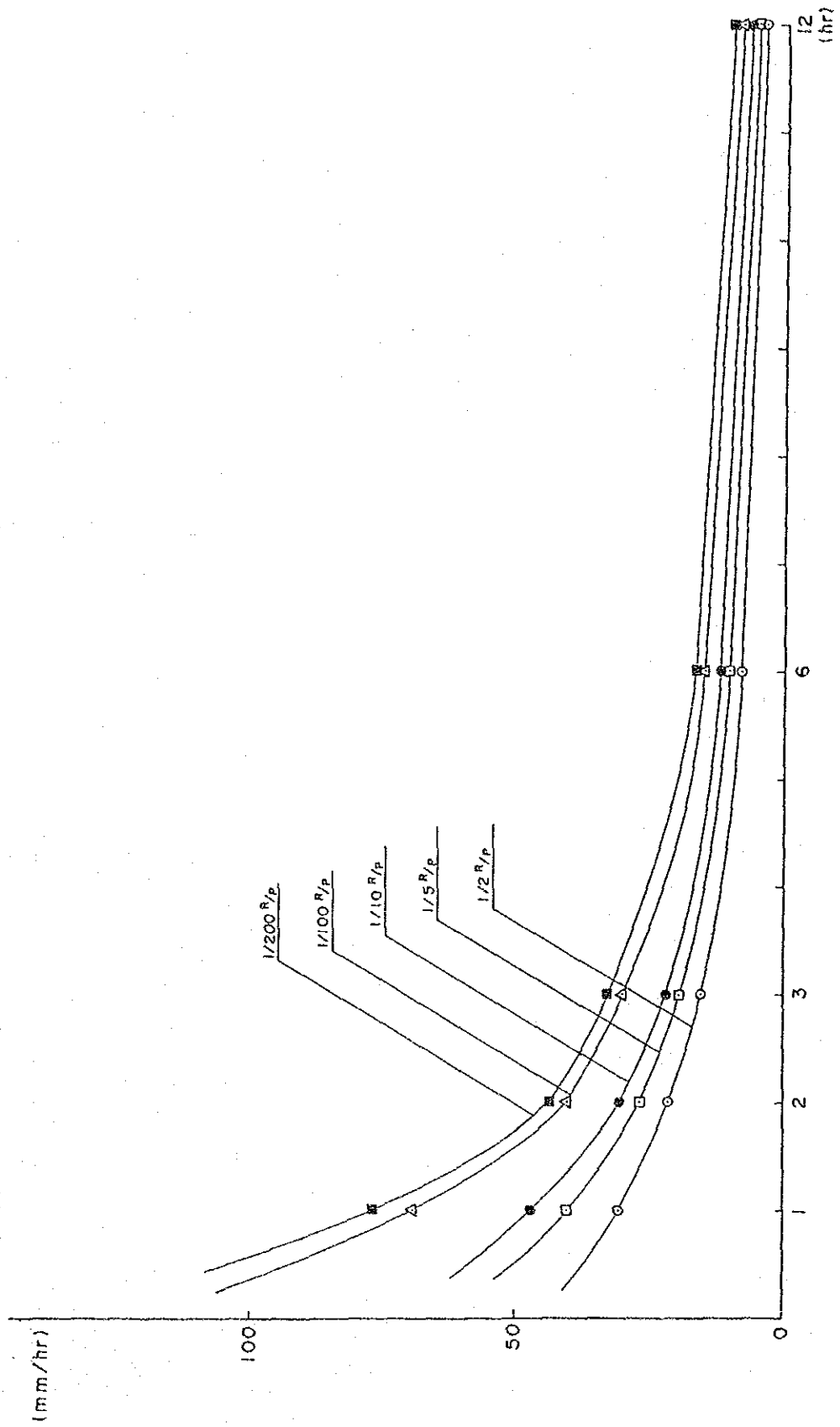
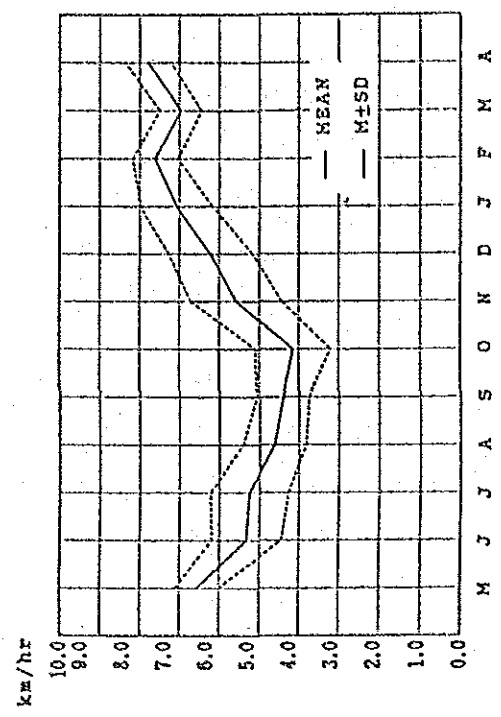
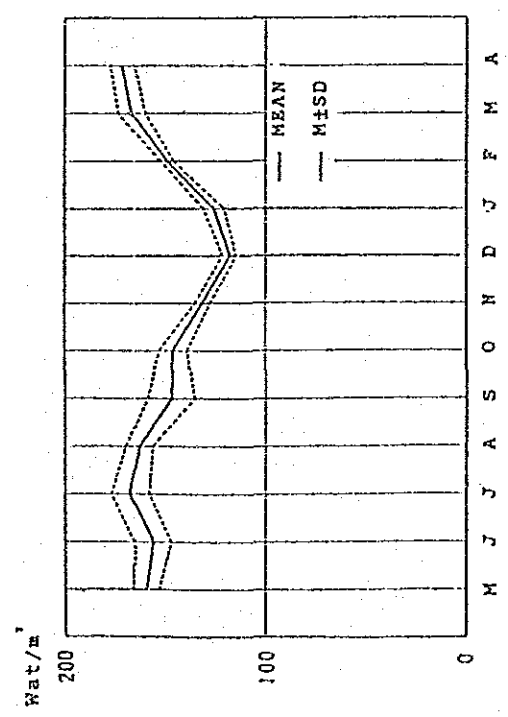


Fig. 3.8.2-4 降雨強度—時間曲線

MONTHLY WIND VELOCITY



MONTHLY AVERAGES OF DAILY MEAN NET RADIATION



MONTHLY AVERAGES OF DAILY SUNSHINE DURATION

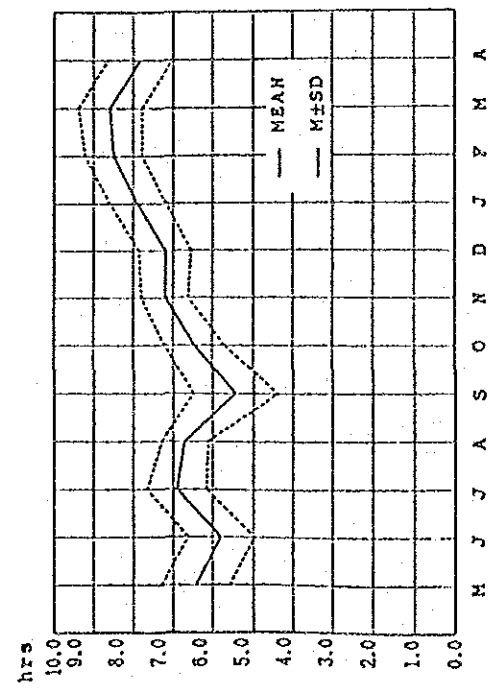
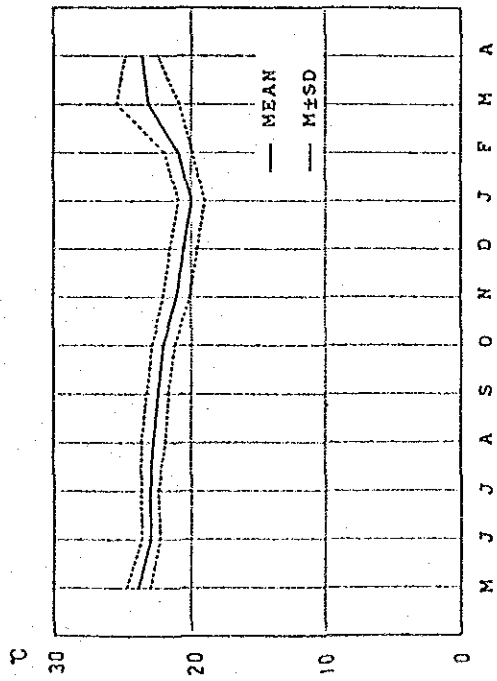
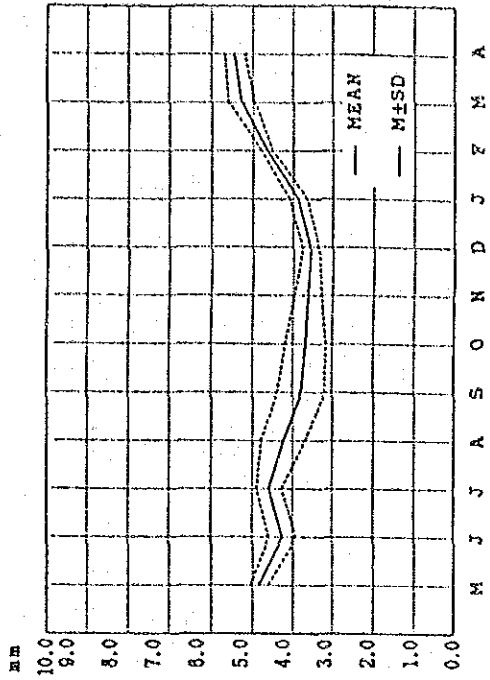


Fig.3.3.2-5 月平均日射量、日照時間および風速

MONTHLY MEAN TEMPERATURE



MONTHLY AVERAGES OF DAILY REFERENCE CROP EVAPOTRANSPIRATION (ETO)



MONTHLY RELATIVE HUMIDITY

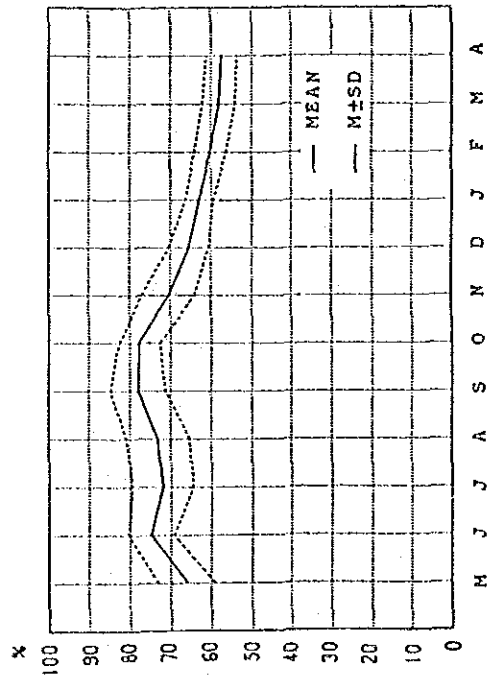


Fig. 3.3.2-6 月平均気温および相対湿度

MONTHLY AVERAGES OF DAILY EVAPORATION BY PICHE ATMOMETER

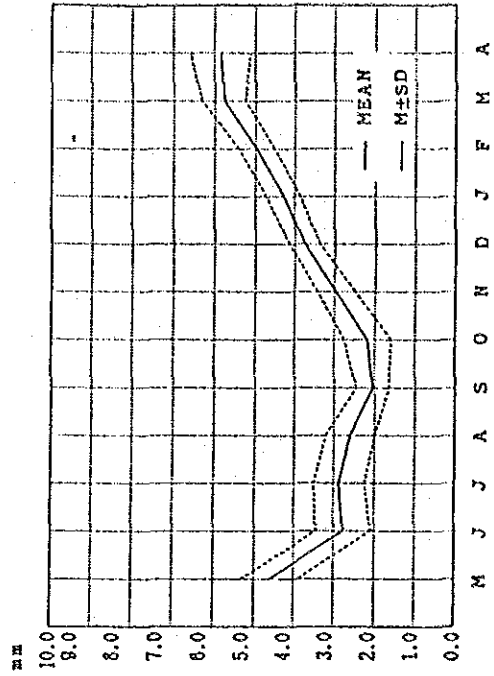


Fig. 3.3.2-7 月平均蒸発および蒸発散量

3.3.3 水 文

(1) 水文観測所および既存資料

本調査地域内の水文観測所はOstua 川のCasa de Tablas 1ヶ所のみである。観測所はMonjas市街の西北西に位置し観測は1970～1982年の大洪水まで続けられた。

Casa de Tablas測水所では1970年以降低水位の流量観測資料が多くある。資料所在一覧表をTable 3.3.3-1 に示す。

(2) 流出特性

本地域において流出解析の対象となるのは観測所のあるCasa de Tablasより上流域である。年流出量と流域平均降水量についての1967年から1981年までの累加曲線関係をみると、1970年を境に1970年以前は湿潤年以降は乾燥年と推定できる。年平均流出は観測所地点で $170 \times 10^6 \text{ m}^3$ と推定できるが、標準偏差は $88 \times 10^6 \text{ m}^3$ と大きく年ごとの変動が顕著であることを示している (Fig. 3.3.3-1)。また過去の最大流量について調べると最高流量を示した1982年は確率年 200年以上の流出量であると推定される (Fig. 3.3.3-2)。

(3) 流出解析

流出解析には合理式を用いた。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : 流出量 (m^3/sec)

A : 流域面積 (km^2)

f : 流出率

r : 洪水到達時間内雨量強度 (mm/hr)

Casa de Tablas地点での流出に大きな影響を与えるAgro Santiago の時間雨量は皆無のためLa Ceibitaにおける時間雨量より前述の相関関係を用いて時間雨量強度を求め確率処理した (Appendix 3.2.3)。また、流出率はOstua 川Casa de Tablasで求められた 0.72 を使用し各確率年のダムサイトでの洪水量をTable 3.3.3-2 の様に推定した。

Table 3.3.3-1 水文資料所在一覧

項目	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
日平均水位 観測所 CASA DE TABLAS	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
日平均流量 観測所 CASA DE TABLAS	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	

(注) ×: 資料無

△: 資料不完全

○: 資料完全

Table 3.3.3-2 ダムサイト洪水流量の推定

ダムサイト	流域 (km ²)	到達時間 (hrs)	降			雨 (mm)			ピーク流量 (m ³ /sec)				備考
			5年	10年	100年	200年	5年	10年	100年	200年			
Ostua	177.0	1.9	29	31	42	48	1027	1037	1487	1700			
Bianco	36.0	0.9	42	49	72	81	302	352	518	583			
Culrila	26.0	1.1	38	44	65	74	198	229	338	384			
S.Pedro	40.0	0.6	48	56	86	96	384	448	688	768			
Achiotes	13.0	0.5	50	59	91	101	130	153	237	263			

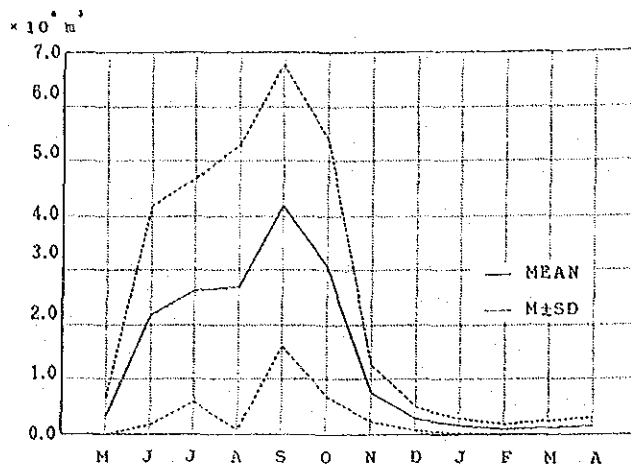
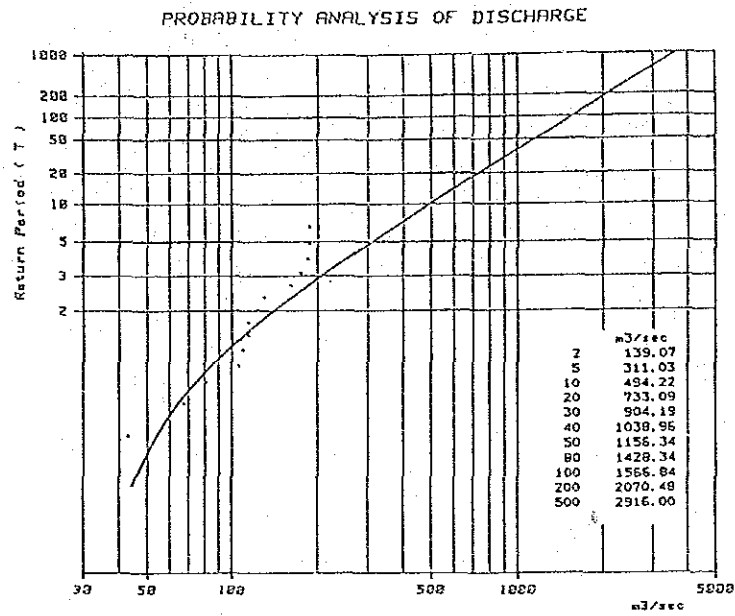


Fig. 3.3.3-1 月別平均流量



Yearly Maximum Water Level and Discharge at Casa de Tablas

Year	Date	Water Level (m)	Discharge (m ³ /s)
1967	6, Oct	2.024	123.27
1968	25, Oct	2.340	173.98
1969	2, Jul	2.400	184.76
1970	2, Sep	2.410	186.60
1971	2, Oct	3.500	452.66
1972	25, Jul	2.260	160.18
1973	14, Oct	2.410	186.60
1974	28, May	1.960	114.21
1975	7, Oct	2.070	130.03
1976	4, Sep	1.920	108.83
1977	26, Sep	1.960	114.21
1978	16, Jul	1.900	106.08
1979	3, Jun	1.700	81.45
1980	28, Jul	1.300	43.08
1981	16, Sep	1.570	67.43
1982	19, Sep	6.700	2116.90

Fig. 3.3.3-2 年別洪水流量確率計算

3.3.4 地質および地震

(1) 地質概要

盆地周辺の山地は、火山起源の岩石により、また盆地は河川堆積物および火山砕屑物より構成されている。具体的は山地では、第三紀末から第四紀にかけて噴出・堆積した火砕岩（火山角礫岩、凝灰角礫岩、凝灰岩）、火砕流堆積物（軽石流、溶結凝灰岩）、火山砕屑物（火山灰、軽石・スコリア）、および火山岩類が広く分布し、これらが盆地の基盤を構成している。この基盤を覆って火山砕屑物と沖積堆積物（砂、礫、シルト、粘土等）が互層分布して盆地を構成している。概略地質図をFig. A. 3.2.4-1に、また各地質单元ごとの分布および特徴はAppendix 3.2.4に示す。

(2) 水文地質

1) 帯水層の分布と性質

調査地域の水文地質单元は大きく不透水性基盤岩類および沖積堆積層により構成されている。現在、揚水が実施されている地区は、沖積堆積物が卓越する河川近くおよび扇状地の扇端に当る。

既存ボーリング柱状図から得た水文地質断面図および電気探査の結果から判断すると、地表から5~20mまでは礫、砂、シルト層の間に粘土、砂質粘土、火山灰、軽石層が数層互層している。この砂礫層が浅井戸による対象帯水層となっている。この層の下には、比較的層厚の大きい砂、礫の2層が確認される。上位の層は30~40m、下位の層は30~90mの層厚を持つ。これらの層の上下には、わずかに細粒の砂を含んだ粘土層が分布している（Fig. A.3.2.4-4）。地区別の地層分布をみると、盆地中央では、多くの断続分布した砂礫層が分布する一方、やや地形勾配のある地区では比較的連続性を持つ砂礫層が分布すると考えられる。

地区ごとの水文地質概要および電気探査の結果はAppendix 3.2.4に述べる。

帯水層の性質は、さく井時の簡略連続揚水試験および今回実施した揚水試験より、以下の結果を得た（Tables A.3.2.4-1~3, Figs A.3.2.4-8~10）。

	比湧出量 (m^3 /day/m)	透水量係数 (m^2 /sec)	貯留係数
Mojarritas地区	125~ 623	7.3×10^{-5} (4.3×10^{-4}) ¹⁾	3.6×10^{-1}
San Pedro 地区	890 ²⁾	1.2×10^{-3}	9.7×10^{-1}
その他 (Guirilla, Ostua 川周辺)	38~ 190		

1) 回復法による。

2) 一井の試験値のみ

2) 地下水の流動状況

調査地域に分布する地下水は、基本的に雨期の降雨により涵養される。しかし、その涵養方法は、地下水分布位置により異なる。浅層地下水は、盆地内の降雨により、深層地下水は山地の降雨により供給される。

地下水の流動は河川分布、地形勾配、帯水層の地質特性等により影響を受ける。本地域は盆地全体が、自然の遮水壁地下貯水池と考えられ、涵養された地下水が“排水路”である河川方向に流下する。地下水の流動状況をまとめると次のようになる。

- 山麓緩斜面の地下水面は、平地方向へ1/3 ~ 1/240 の勾配で傾斜している。
- 扇状地では地下水面が扇頂で浅く、扇央では深くなり扇端では再び浅所を流下する。
- 平地の地形勾配が1/100 程度の緩い地区では、1/600 の動水勾配で流動は緩慢である。
- 地下水は最終的にOstua 川に流入し、調査地域は南北 2ブロックに分けられる (Fig. A.3.2.4-11)。

3) 地下水収支

Monjas盆地全体の地下水収支は土湿の増減はないとすると次式により表わされる。

$$P = D + E + G$$

ここに P : 降雨量、D : 表流水流出量、E : 蒸発散量

G : 地下水浸透量

流域年平均降雨量は山地 (Agro Santiago 400.3 km²) と平地 (La Ceibita 264.7 km²) の10年間のデータより、夫々1,387mm、955mm となる。これより流域年平均雨量は次のようになる。

$$1,387\text{mm} \times 400.3\text{km}^2 + 955\text{mm} \times 264.7\text{km}^2 = 80,800\text{万 m}^3$$

Casa de Tablasにおける年間の流出量は15年間(1967 ~ 1981年)の流量データより17,400万 m³ と算出される。今、Casa de Tablasにおける流域の条件を第三紀層山地流出率(f_1 =)0.75とし、下流域の条件を平らな耕地流出率(f_2 =)0.5とすると、次にMonjas盆地出口のOstua 川流出量は、流出量の関係は以下の式で表わされる。

$$Q_{ct} = R_1 \times A_1 \times f_1 \dots\dots \text{Casa de Tablasにおける} \\ \text{山地よりの年間平均流出量}$$

$$Q_{out} = R_2 \times A_2 \times f_2 \dots\dots \text{盆地出口における} \\ \text{平地よりの年間平均流出量}$$

$Q_{outt} = Q_{ct} + Q_{out}$ ……盆地出口での年間平均流出量

R_1 : Agro Santiago の年平均降雨量

R_2 : La Colbita の年平均降雨量

$$A_1 = 400.3 \text{ km}^2 \quad A_2 = 264.7 \text{ km}^2$$

$$R_1 = 1.35 R_2 \quad f_1 = 0.75 \quad f_2 = 0.5$$

$$\frac{Q_{ct}}{Q_{out}} = \frac{R_1 \times A_1 \times f_1}{R_2 \times A_2 \times f_2} = \frac{R_1 \times A_1 \times 0.75}{\frac{R_1}{1.35} \times A_2 \times 0.5}$$

$$= \frac{0.75 R_1 \times A_1}{0.370 R_1 \times A_2} = 2.027 \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

$$Q_{out} = \frac{Q_{ct} \cdot A_2}{2.027 A_1}$$

$$Q_{outt} = \frac{Q_{ct} \cdot A_2}{2.027 A_1} + Q_{ct}$$

上式に定数 $A_1 \cdot A_2$ を代入し計算すると

$$\begin{aligned} Q_{outt} &= 0.326 \cdot Q_{ct} + Q_{ct} = 1.326 Q_{ct} \\ &= 1.326 \times 17.400 \text{ 万 m}^3 = 23.100 \text{ 万 m}^3 \end{aligned}$$

流域全体の年間の浸透量は山地の熔結凝灰岩、堅質火山灰等の不透水層分布地域で50mmとすると、 $50\text{mm} \times 400.3\text{km}^2 = 2.000\text{万 m}^3$ と推定できる。よって、水収支は $80,800\text{万 m}^3 - 23.100\text{万 m}^3 - 2.000\text{万 m}^3 = 55,700\text{万 m}^3$ となる。この量を年間の蒸発散と考えれば838mmとなる。一方、本地域の年間降雨日数を5月から10月までの6ヶ月間(180日)とすると、Penman式による年平均蒸発散量は1.838mmであり、この期間の蒸発散量は799mmとなる。したがって、本地域においては上記の期間に降雨が集中し蒸発散が起こることから、水収支によって得た蒸発散量は現実的なものと考えられる。このため水収支によって得た蒸発散量も概略妥当と考えられる。この事により盆地内の平均年間涵養量は約 2.000万 m^3 と見られる。この水量は、湧泉(Agua Tibia 附近)による約 100万 m^3 を引くと現在の揚水量約 650万 m^3 は涵養量の約34%に相当する。

4) 地下水の水質

本調査地域内の浅井戸および深井戸地下水の水質分析結果をTable A.3.2.4-4 示し、これをキーダイアグラムにプロットする(Fig.A.3.2.4-13)。この結果によると、ほぼすべての地下水はCarbonic-Calcium型に属している。また、アルカリ度、ECを基にかんがい用水を分類すると、アルカリ度は S_1 (低アルカリ) に、ECは C_1 (低塩分水) - C_2 (中塩分水) に分類される。

このことより、あらゆる地下水はかんがいに適し、無処理のまま利用出来ることを物語っている。

5) 地下水利用

調査地域内の地下水のうち、大規模な湧泉は上水道、浅井戸による家庭用水、深井戸によるかんがい用水に利用され、調査地域内の重要な水資源の一つである。

浅井戸は本地域内に1000井余り広汎に分布している。あらゆる浅井戸は手掘りで口径70~90cm、深度 6~20m、10m 前後のものが多い。水層厚は 1~3mが一般的である。揚水方法は手動汲み上げ方式である。この種の地下水は乾期の水位低下、塩水化、汚濁が生じ、利用上問題となる地区が一部にある。深井戸による地下水開発は15年前から始まり、現在、大中規模農家によりかんがい利用されている。主な開発地区は①Mojarritas地区、②San Pedro 地区③その他(Guirila、Ostua 川周辺)である(Fig.A.3.2.4-3 Table A.3.2.4-5)。

調査地域内の総深井戸数は37井で、この内稼働井戸は31井である。総揚水量は約 650万 m^3 と推定される。井戸深度はGL-55 ~90m でケーシング口径は約 200mm、井戸口径は約100mm である。スクリーンはすべてスロットタイプで、砂利充てんが十分なされていず、目づまりを生じ、初期の揚水可能量より大巾に低下したものがある。また、スクリーン位置が帯水層厚と一致していないものもあり、さく井技術に問題があり、改修が必要な深井戸が数井ある。ポンプ型式は、一井を除きすべて水中電動ポンプを設置している。

既存深井戸で300m距離に隣接している井戸では、急激な水位降下による排砂が認められるものもある。

地下水開発にかかわる費用は、一井あたり固定費(さく井費、揚水機の費用など)は約 7万Q、変動費(電気代、保守管理費など)がhaあたり年間 220~330 Qである。初期投資額に較べ維持管理費が高価につくため、現在、地下水かんがいは大中規模農家に限られ、高収益が期待される野菜類の集約栽培が行なわれている。

なお、1987年末に政府決定された40%の電気代値上げにより、本資源の将来的利用は、農家経営の観点から問題が多いと考えられる。