

第3章 調査地域の現況

第3章 調査地域の現況

3.1 自然条件

3.1.1 地形・地質・地下水

(1) 地形

ヒボア川流域の地形は、大きく分けて北部の山地・丘陵地と、南部の平坦地からなる。山地・丘陵地と下流側の平坦地とは、標高100 mの等高線でおおよそ区分される。

図3.1.1.1には、5万分の1地形図に示されている1 kmメッシュの交点の標高データから作成した地形等高線図を示す。この等高線は、Kriging法により500 mメッシュの交点の標高を計算して描かせたものである。したがって、この図は、幅1 km未満の尾根や谷を平滑化した地形を表しており、接峰面図と同様にあつかうことができる。

それによると、上流部の地形は、イロパゴカルデラをとりまく外輪山、外輪山南側の山麓斜面、サンビセンテ火山の火山山麓緩斜面、およびデサクエ川左岸・ヒボア川上流部の丘陵地に区分される。

図3.1.1.2には、上述の方法により500 mメッシュ単位で補完された標高データをもとに描かせた3次元立体地形図を示す。図3.1.1.1、図3.1.1.2から、次の地形的特徴を読み取ることができる。

- 1) 地形からみた河川の侵食の規模は、ヒボア川がもっとも大きく、次は調査地域の西縁部を流れるコマラパ川が大きい。セパキアパ川とティラパ川では、セパキアパ川の方が侵食の規模が大きい。
- 2) デサクエ川からヒボア川をへて東に伸びる地形境界が明瞭に認められ、これはエルサルヴァドル共和国地質図(1978)に示されている大規模な地質構造線と一致している。これを境に、サンビセンテ火山山体側が陥没していると推定される。
- 3) 上流部のカンデラリア、サンラモン、サンクリストバル地域では、1 kmメッシュデータにより標高600~700 mの緩斜面が現れる。これは、現在の侵食地形の規模が幅1 km未満であり、侵食以前の原地形面がほぼ平坦であったことを示している。

なお、一般に地下水位の分布は、大まかな地形と調和的に分布することが知られてい

る。本地域では、後述するように山地・丘陵地の尾根部では地面からの地下水位が深くなり、標高の高いところでは地形面の傾斜と比較して地下水面の傾斜の方が緩くなるが、大きくみて地下水面は切谷面と調和的に分布していると推定される。

また、空中写真による微地形判読では、調査地域下流部のヒボア川沿いに比高1～2 mの段丘が認められるとともに、ヒボア川の旧河道や氾濫原を読み取ることができた。

(2) 地質

1) 地質層序

調査地域の地質は、第三紀～第四紀の主に火山性の堆積物から構成される。既存の文献 (Mapa Geologico de la Republica de El Salvador, 1978) によれば、調査地域の地質は下位よりバルサモ層 (BALSAMO Formacion) [第三紀中新世～鮮新世]、クスカトラン層 (CUSCATLAN Formacion) [第三紀鮮新世～第四紀更新世]、サンサルバドル層 (SAN SALVADOR Formacion) [第四紀更新世～完新世] に区分される。

2) 地質構造

本調査地域の地質構造は、イロパンゴカルデラ、サンビセンテ火山北麓の東西方向の断層、ヒボア川中流部の北東-南西方向の断層、および調査地域中流部～上流部の北西-南東方向の断層系により特徴づけられる。

a) イロパンゴカルデラ

イロパンゴカルデラは西暦 260 年に形成されたと言われている。このときの噴火で大量の火山灰が噴出し、半径約 100 km の範囲が厚い火山灰で覆われた。現在のイロパンゴ湖はカルデラの一部を占めているカルデラ湖である。その中央部にあるケマダス島は、1879～1880 年の火山活動により形成された火山ドームである。

イロパンゴ湖の平均水位は標高 440.30 m で、439.45 m から 441.15 m までの範囲で水位が変動している。イロパンゴ湖の水深は、湖の中央部で 200 m 以上あり、ケマダス島は水深 220～230 m の湖底からそびえ立っている。

b) サンビセンテ火山北麓の東西方向の断層

イロパンゴ湖東部からデサクエ川をとってサンビセンテ市北西に至る東西方向の断層が前述の地質図に示されており、地形的にもこの断層を境にして北側の丘陵地と南側のサンビセンテ火山山麓が区分される。ベラパス北部では、地形面の標高差が約 150 m あり、東に行くほど標高差が大きくなる傾向が認められる。この断層沿いの谷にはいくつもの湧水があり、この断層が周辺の地下水の流動に影響を与えていると推定される。

c) ヒボア川中流部の北東-南西方向の断層

ヒボア川とデサクエ川の合流点付近からロザリオ北西のチニューアパ川との合流点付近までの区間は、ヒボア川が北東-南西方向にほぼ直線的に流れており、これに沿って断層が示されている。この断層は、上流側では前項 b)の断層の影響を受けながら、ヒボア川上流に沿って北東に続き、調査地域外のサンセバスチャン付近に至る。

d) 中流部～上流部の北西-南東方向の断層系

調査地域中流部～上流部のサンペドロマサウアットからコフテペケにかけての地域には、北西-南東方向の断層あるいは推定断層が数多く示されている。また、サンアントニオマサウアット-サンペドロマサウアット-タパルアカ地区には、北北西-南南東方向の断層系も認められる。こうした断層は、河川の水系や地下水の分布に大きな影響を与えている。この地域の岩盤や堆積物は、高密度の断層の存在によりかなり破碎されている。

(3) 地下水

調査地域の地下地質構造を把握して、地下水のポテンシャル分布を推定するために、電気探査と既存井戸資料の収集・解析を実施した。

1) 電気探査

電気探査はウェンナー法による電極配置を採用し、調査地域内およびその周辺の合計 31 個所で探査を実施した。電気探査実施地点は、図 3.1.3.3 に示すとおりである。電気探査の測線長は全長 396 m とし、外極、内極それぞれの間隔を巻末のデータシートに示した距離にあわせて変えてゆき、一地点あたり見かけ比抵抗を 31 回測定した。本調査による理論的な探査深度は $396 \text{ m} \div 3 = 132 \text{ m}$ である。

表 3.1.1.1 には、電気探査地点のリストと、見かけ比抵抗曲線のタイプ区分を示す。

電気探査の解析には、伝統的な 2 層モデルの標準曲線と補助曲線を使用した図解法と、最近開発された逆解析プログラムによる解析法があるが、本調査では伝統的な方法により現場で大まかな解析をおこない、その結果を初期値として逆解析モデル(RINVERT)に入力してモデル解析をおこなった。

表 3.1.1.2 には、逆解析モデルによる解析結果(比抵抗層の深度と比抵抗値)を示す(図 3.1.1.4-5 参照)。なお、個々の地点のデータシートおよび見かけ比抵抗曲線は、

Annex にまとめて示す。

電気探査解析結果から、下流部 (E-07, 08, 11, 12, 21, 22, 23) では見かけ比抵抗曲線がKタイプまたはQタイプのもが多く、下位層ほど比抵抗値が小さい。海岸平野部では、地下地質は主に未固結から中程度に固結した若い地質時代の堆積物から構成される。また、表層から数mの範囲で比抵抗値が1オーダーほど小さくなるが、これは付近の河川水位や浅井戸で測定された地下水位と対応している。さらに、深度が増すにつれて比抵抗値が小さくなることは、堆積物の粒度が細かいこと、あるいは堆積物が締まっていることを示している。今回実施した電気探査地点の多くで比抵抗値が極端に低い薄い比抵抗層が認められたが、これは粘土層あるいは火山灰層の可能性がある。こうした地層は、帯水層を分断したり、局所的に宙水層を形成していると考えられる。

また、下流部のE-08やE-23地点では、海岸に近いほど比抵抗値が小さくなる傾向が認められる。これは、海岸地帯の地下水が塩水化していることと関係していると考えられるが、塩水化の範囲や塩水化の程度を確認するためにはさらにデータが必要である。

中流部のサンペドロマサウアット付近 (E-02, 18) では、地下に抵抗値の高い薄層が存在する。周辺地域やイロパンゴカルデラの地質状況から推定して、この高比抵抗層は薄い溶岩層あるいは類似した火山噴出物と推定される。

上流部では、AタイプまたはHタイプを示す地点が多く (E-09, 10, 15, 24, 25, 27)、下位層ほど比抵抗値が大きくなる。これは、表層の堆積物の下位に伏在する安山岩質または玄武岩質の溶岩に起因している。溶岩層の表層部は風化により粘土化しており、これを覆ってクスカトラン層の固結した堆積物が分布する。この地域では一般的に表層部の風化帯のなかに宙水が分布して浅い地下水面を形成している。この宙水は雨季にある程度利用可能であるが、産出量は小さい。深度の深い被圧帯水層は浅い帯水層よりも地下水の産出量が大きいと推定されるが、地下水位が深いために地下水開発が難しい。さらに、既存井戸の多くは近代的な掘削機械を使わずに手掘りで掘られており、その手法では硬岩を掘削することが難しい。

2) 既存井戸資料の収集・解析

調査地域内および周辺地区の既存井戸 54 本についての資料を収集し、それを表 3.1.1.3 に整理した。これらの井戸は、主に ANDA および PLANSAVAR で掘削したものである。

収集・整理した既存井戸の位置を図 3.1.1.6 に示すが、既存井戸は下流部および上流

部のイロパング湖北部地域に多いが、ヒボア川上流部には少なく、中流部の丘陵地帯には井戸資料がない。

このように、井戸資料の分布に偏りがあるものの、調査地域の帯水層の特徴を把握するために、比湧出量分布図を作成した(図3.1.1.7)。比湧出量は、各井戸の揚水試験または生産試験から次のように簡単に求めることができる。

$$(\text{比湧出量}) = (\text{揚水量}) \div (\text{その時の水位降下量})$$

したがって、比湧出量の値が大きいほど、帯水層の能力が高いことを示している。図3.1.1.7によると、比湧出量が500m³/day以上の地域は、中流部のロザリオ付近とイロパング湖北岸、およびサンビセンテ火山の山麓である。サンペドロマサウアット上流部およびサンアントニオ付近をはじめとするヒボア川中流部には井戸資料がなく詳細は不明であるが、電気探査結果や地質条件から推定すると、この地域の比湧出量は250~500m³/day程度であると推定される。

一方、下流部では、国際空港北西側から東に伸びる地域で比湧出量が100m³/dayと小さく、帯水層の能力が比較的劣る。また、それより下流の海岸付近では、比湧出量が100~200m³/day程度で、帯水層の能力は中程度である。ヒボア川上流のサンラモン地区やサントドミンゴ地区では比湧出量が50~100m³/dayと比較的悪い。

図3.1.1.8には、既存井戸における揚水試験から求められた透水量係数と比湧出量との関係を、上流地区、中流部のロザリオ地区、および下流地区にわけて示す。それによると、上流地区では透水量係数(T)と比湧出量(Sc)との関係式は、 $T = 1.234 Sc$ となる。また、ロザリオ地区では T 、 Sc とも他地区より大きい、関係式は、 $T = 1.165 Sc$ となる。

下流地区では、 $T = 1.189 Sc$ と計算される。透水量係数と比湧出量との関係は、次に示すローガンの経験式(Logan, 1964)がよく知られている。

$$T = 1.22 Sc$$

これと本調査地域の井戸資料を比較すると、いずれの地区とも平均的にはほぼローガンの式に合っていると判断される。

以上の検討結果から、ヒボア川流域の帯水層の能力は、次のように評価される。

- ① 帯水層能力の比較的高い地域 ($500\text{m}^2/\text{day} \leq S_c$) ; ロザリオ周辺、イロパンゴ湖北岸、サンビセンテ火山麓
- ② 帯水層能力が中程度の地域 ($100\text{m}^2/\text{day} \leq S_c < 500\text{m}^2/\text{day}$) : 中流部の丘陵地帯、下流部海岸地帯
- ③ 帯水層能力の比較的低い地域 ($S_c < 100\text{m}^2/\text{day}$) : ヒボア川上流右岸地域、下流部の国際空港周辺地域

なお、既存井戸資料および電気探査実施時の地下水位測定結果によると、下流部の地下水位は地表面から2~5m程度のところが多いが、中流部および上流部の尾根部では20~30mのところが多い。図3.1.1.9には、既存井戸資料による地表面から地下水面までの深度を示す。

また、地下水の存在形態としては、上流部~中流部では宙水および不圧地下水、下流部では不圧地下水および被圧地下水であると推定される。例えば、上流部のサンクリストヴァル地区では、尾根部の道路脇の軽石質凝灰岩中から湧水があるが、これは透水性の低い細粒な層相により宙水帯が形成され、その水が湧水として湧出しているものである。一方、丘陵地と平地の境界付近に位置するロザリオ西部では、浅井戸の水位は地表面から2~3mと浅く、セパキアパ川の水位とほぼ同じであるのに対し、深度50m以上の深井戸では地下水位が地表面から20m以上と深い。このことは、同じ地域でも帯水層により地下水位が異なることを示している。

3) 地下水と地表水との水質関係

a) 地下水

図3.1.1.10には、1996年10月にサンプリングした地下水の水質分析結果から作成したトリリニアードイアグラムを示す。ほとんどのサンプルは菱形のキーダイアグラム中のアルカリ土類炭酸塩の領域にプロットされ、一般的な地下水の種類でいう「河川水・浅層地下水」に区分される。陽イオンは主要3成分がほぼ等量で混合した状態であるが、陰イオンでは HCO_3^- が卓越している。

井戸からの採水した地下水のサンプルには、砒素(A s)とホウ素(B)が高濃度で含まれる。サンプルの大部分はWHOの飲料水基準(0.01 ppm)よりも高い砒素を含み、そのうち3サンプルはFAOのかんがい水基準(0.10 ppm)よりも高い砒素を含む。ホウ素の濃度も3サンプルがWHO飲料水基準(0.30 ppm)を超え、そのうち1サンプルはFAO基準(0.70 ppm)を上回っている。

高濃度の砒素は火山起源の岩石や土壌中に比較的良好に検出される。ホウ素は一般にひ

素に伴って含まれることが多いが、その起源および集積のメカニズムについては不明な点が多い。

b) 河川

河川の水質は、1996年に4時期にわたり分析された。図3.1.1.11には、1996年10月に採取されたサンプルの分析結果をトリリニアードイアグラムに示す。キードイアグラムではアルカリ非炭酸塩の領域にプロットされるサンプルが多く、「温泉水・油田塩水」型の水質組成を示す。また、この領域にプロットされるサンプルは、主要イオンの溶存濃度が比較的高い。

1996年10月に採取された河川水10サンプルのうち、ひ素がWHOの飲料水基準よりも高いものが8サンプル、FAOのかんがい水基準を上回るものが1サンプルある。また、ホウ素も7サンプルがWHO基準を上回り、5サンプルがFAO基準を上回っている。

c) イロパンゴ湖

イロパンゴ湖で1996年10月に採取されたサンプルのトリリニアードイアグラムを図3.1.1.12に示す。イロパンゴ湖から採取された5個のサンプルは、ほとんど同じ水質組成を示す。キードイアグラムではアルカリ非炭酸塩の領域にプロットされ、「温泉水・油田塩水」型の水質組成を示す。これに対して、イロパンゴ湖に流入する小河川(L-1)の水質組成はアルカリ土類炭酸塩の領域にプロットされ、一般的な地下水の種類である「河川水・浅層地下水」に区分される。

1996年10月に採取されたイロパンゴ湖のサンプル5個のうち、4個からはWHO基準値以上のひ素が検出され、そのうち3サンプルはFAO基準よりも高いひ素を含む。

d) 地表水と地下水の水質の関係

図3.1.1.13と3.1.1.14には、1996年2月と同年10月に採取されたサンプルの水質分析結果をもとに、主要成分のステイフダイアグラムを示す。乾季にあたる1996年2月をみると、イロパンゴ湖で見られる特徴的な水質組成パターンが下流側のデサクエ川やヒボア川で認められない。これは、乾季の河川水が主に地下水から流出するベースフローに由来するためと考えられる。

ところが、雨季の10月になると、イロパンゴ湖水のNaが突出する水質組成パターンがデサクエ川およびヒボア川下流域まで追跡される。これは、雨季にイロパンゴ湖からデサクエ川、ヒボア川に流出する水量が大きいためと考えられる。

地下水の水質組成とイロパンゴ湖の水質組成は、本調査で分析した限りでは有意な関係は認められない。すなわち、イロパンゴ湖から浸透した水がヒボア川中流域に漏出しているという証拠は水質の観点からは得られない。地下水の水質は、上流部ではデータ

が少ないものの乾季と雨季でほとんど変化が無いが、中流部から下流部では乾季に比べて雨季に主要イオンの濃度が低下する傾向にある。これは、雨季に降水からのかん養量が多く、その影響で雨季の地下水のイオン濃度が低下するためと考えられる。

4) 地下水開発あたっでの留意点

以上の調査結果から、ヒボア川流域での地下水開発上の留意点をまとめると、次のとおりである。

- ① 比湧出量の高い地域は帯水層の能力が高いことを示しているが、地下水開発計画の立案にあたっては、地下水位の分布も考慮する必要がある。例えば、山地や丘陵地の尾根部では、帯水層の能力が高くても、地表面から地下水面までの深さが大きいので、かならずしも開発に適しているとはいえない。谷部では地下水位は浅いが、揚水した水をさらに水利用地まで送水する必要がある。
- ② 本地域の地下水の賦存形態は複雑であり、開発対象となる帯水層の特徴をよく把握する必要がある。不圧帯水層の場合、地下水位は降水量や河川からのかん養量により大きく変化することがあるので、注意する必要がある。また、不圧地下水の水質は、河川水や土壌からの浸透水の影響を受けやすいので、水質にも注意を払う必要がある。
- ③ 下流部で地下水開発をおこなう場合、過剰揚水とならないように注意を払う必要がある。とくに、海岸地帯では地下水位が海水準以下に低下すると塩水侵入が発生する危険がある。また、被圧地下水頭が低下すると、漏水が発生して不圧地下水を引き込む恐れもある。

5) 今後の地下水調査課題

本調査で地下水に関する資料の収集や解析作業を行う過程で、いくつかの問題点が明らかになった。より精度の高い地下水資源の評価を行うために、以下に問題点を整理する。

a) データの不足および既存データの不完全さ

データ収集作業を通じて、とくに井戸資料および井戸柱状図資料がいくつかの異なる機関に保管されていることが判明した。いくつかの資料については、資料が良く整理されており、容易に必要な資料を見つけ出すことができたが、大半の資料は整理されておらず、その内容も不十分であった。また、既存報告書についても探し出すことが難しく、また調査内容についての記述も不完全であった。

そこで、政府機関の1つがこうした井戸資料や地下水資料の収集や保管に責任を持つ

て管理する必要がある。そして、その機関が新設井戸掘削の許可を出したり、新設井戸記録の届け出記録を管理することが望ましい。

b) 時系列データおよび長期データの欠如

本調査では、関係各機関から可能な限りの既存データの収集に努めたが、地下水に関する長期間の観測記録や実測記録がどこにもないことが判明した。将来の水資源開発計画を検討するためには、水位や水質等の時系列データが必要不可欠である。こうしたデータをもとに、水位や水質の変化状況や、開発に伴う影響を予測することができる。長期的なデータとしては、流域の特徴を把握するための代表的な地点を注意深く選定し、そこに地下水観測井を設置して、定期的にモニタリングを行うことが望ましい。従って、この計画では図 3.1.1.15 には、地下水観測井設置を計画する。予定地は図に示すとおりである。

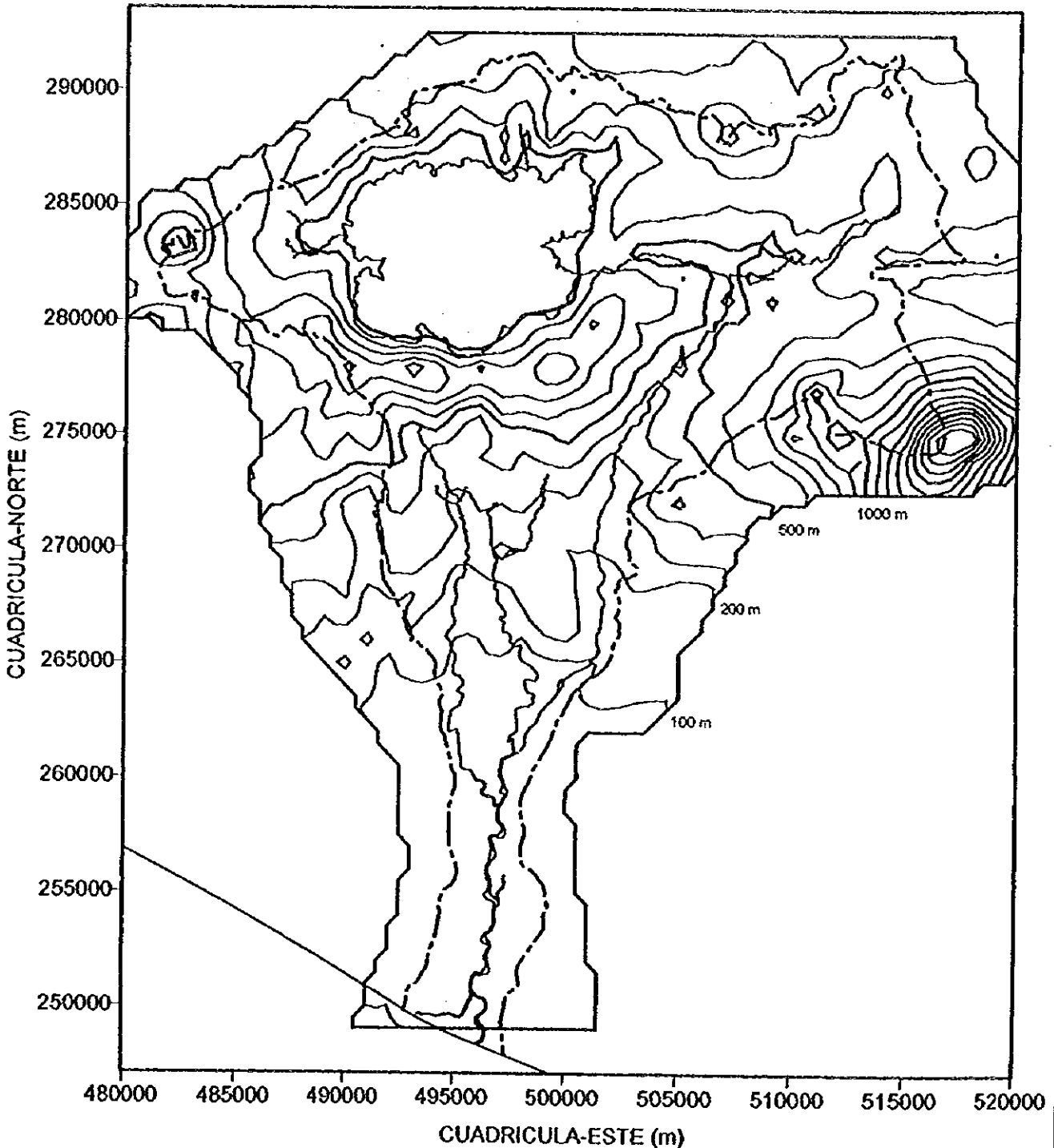
観測井設置後は、設置場所や井戸諸元、観測方法をマニュアル化して、週あるいは月ごとに調査員を派遣して地下水位を計測する。可能であれば、自記記録水位計を設置して連続記録をとることが望ましい。水質についても定期的にサンプリングと分析をおこない、水質の季節変化や水位と水質との関係を把握する。こうしたモニタリング資料は、地下水データベースに入力して整理するとともに、定期的にデータの更新をおこなう必要がある。

c) 総合的な水資源開発および管理の必要性

現地調査の結果、本調査地のいたるところで地下水や河川水の水質や水量に問題があることが明らかになった。十分な量の安全な飲料水の供給は、住民全員の健康にとって最も重要な事項である。しかしながら、多くの地域では十分な量の水を確保することが難しく、遠く離れた川や小河川の水を使うことを余儀なくされている。ところが、そうした川や小河川の水は、ひ素などの自然の有害物質で汚染されているばかりだけでなく、下水やゴミ、工場からの排水等により汚染されており、飲料用に適していない。地下水の場合も同様で、1996年10月に水質分析を行った井戸11本のうち、7本からWHOの飲料水基準であるひ素濃度 0.01 ppm を超えるひ素に汚染された地下水が検出されている。このうち、下流部に位置するW-1井戸からは、基準値の11倍に相当する 0.11 ppm のひ素が検出された。

そのため、地下水を含む水資源を総合的に管理し、安全に利用する計画を早急に立案・実施する必要がある。そのなかには、水が不足している町や村落を優先的に選び出して詳細な水文地質調査を実施し、安全な水を確保できる場所を選定し、必要な井戸やポンプの設置するとともに可能な場所では湧水の開発を行うことも含まれる。また、下水やごみ等を処理するシステムを導入し、川や小河川の水質を改善する必要もある。なお、地表水と地下水は連続しており、両者の水位の相互間系により河川から地下水への

かん養や地下水から河川への流出が発生するので、こうした観点からも地表水と地下水を総合的に管理する必要がある。



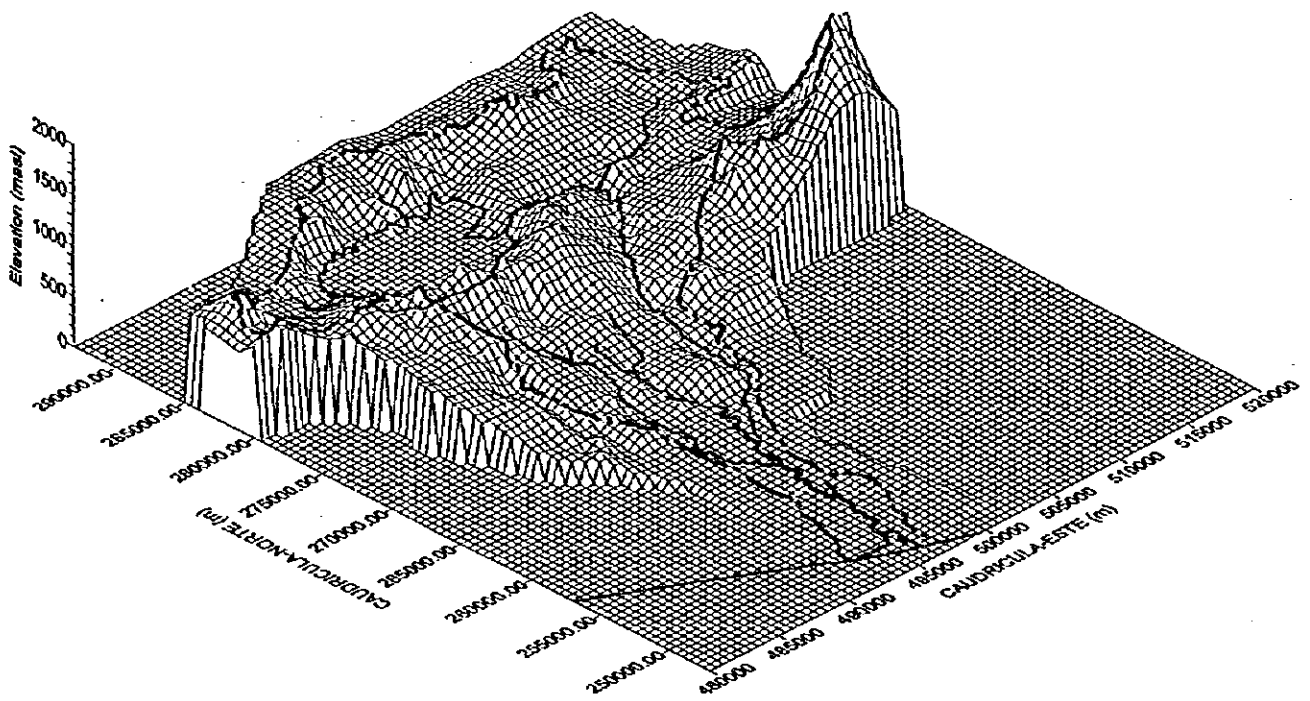
Counter line interval : 100 m

Thick counter line interval : 500 m

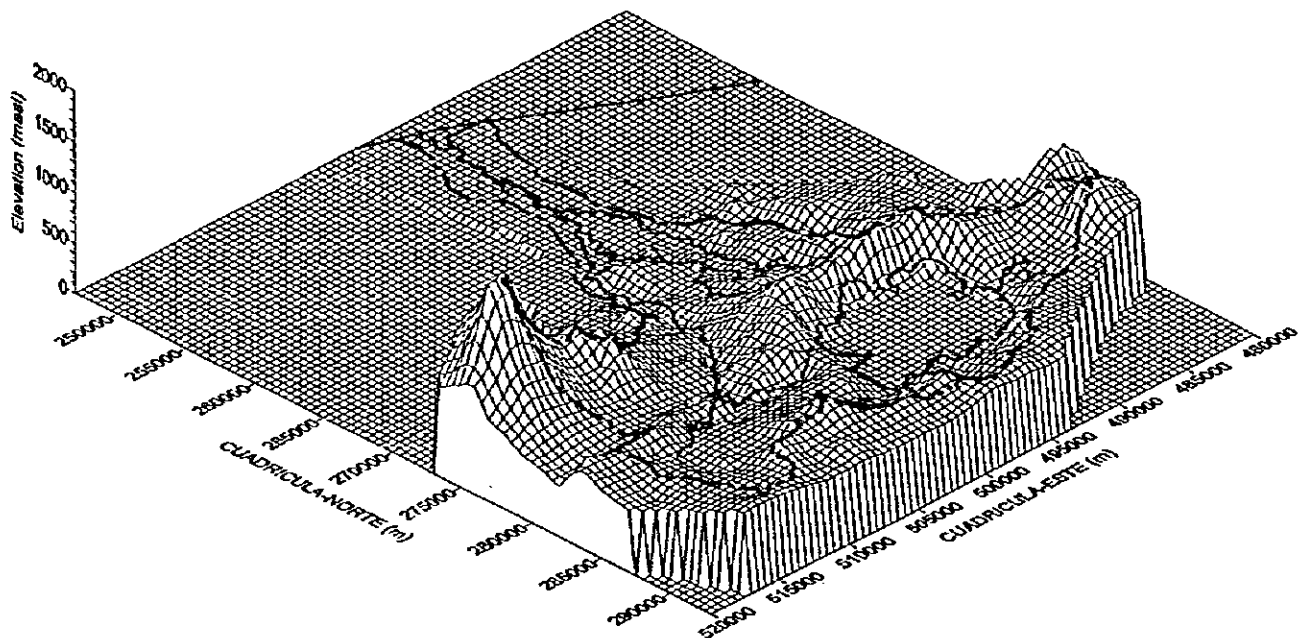
Counter lines are drawn by the Kringing's interpolation methos.

図 3.1.1.1 地形等高線図

TOPOGRAPHIC COUNTER MAP BASED ON 1km GRID NODAL DATA	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)	



a) SW View



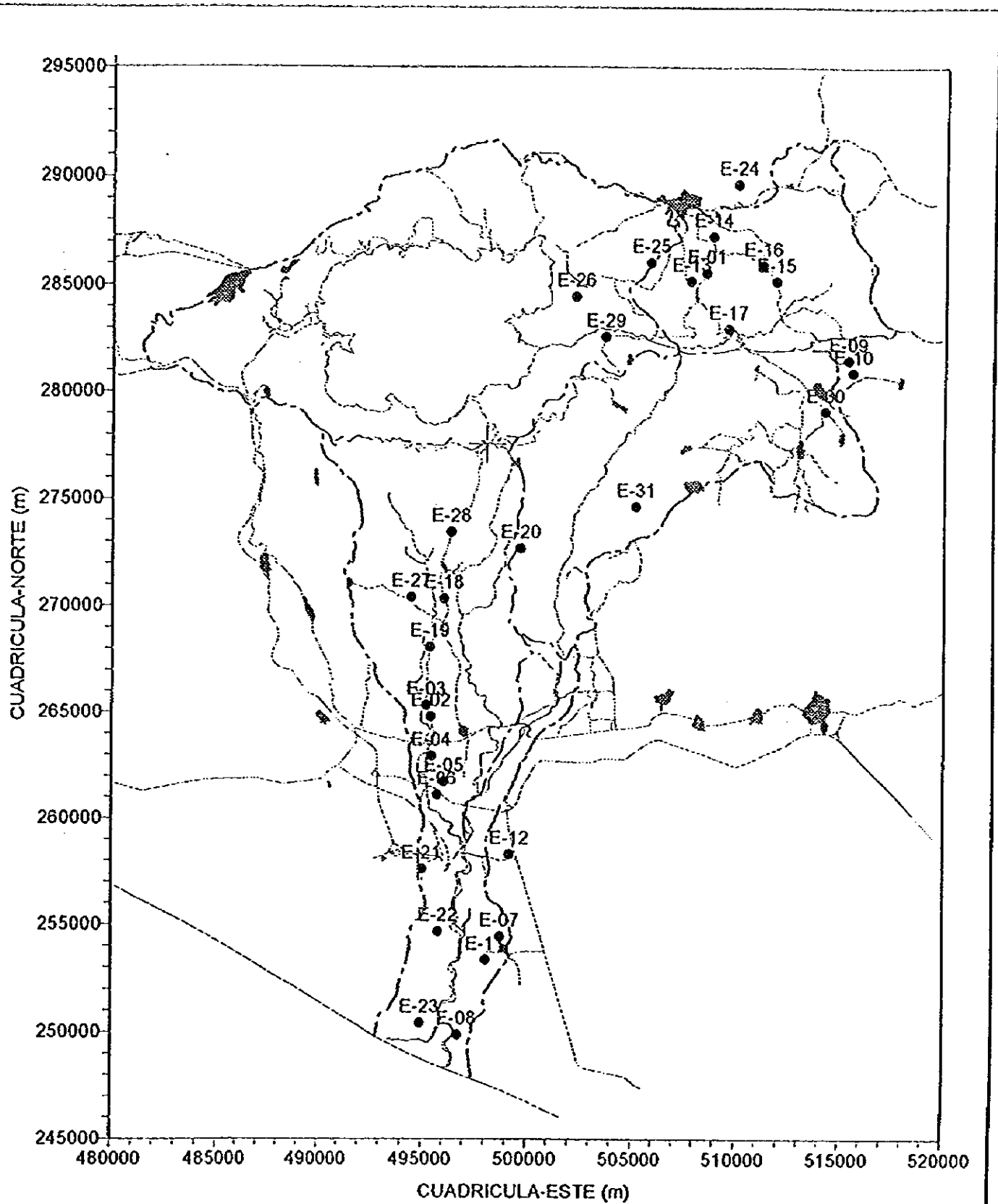
b) NE View

500 m nodal values are computed using the Kringing's interpolation method based on 1km x 1 km elevation data.

図 3.1.1.2 3次元立体地形図

3-D ORTHOGRAPHIC VIEW
OF THE STUDY AREA

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
(JICA)



E-01
 ● Location of resistivity sounding with No.

LOCATION OF RESISTIVITY SOUNDING	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)	

図 3.1.1.3 電気探査実施地点図

表 3.1.1.1 電気探査地点と見かけ比抵抗曲線のタイプ区分

No.	E (m)	N (m)	Elev (m)	Curve type	Location
E-01	508412.5	285575	633	H	Cton. San Pablo, San Ramon
E-02	495350	264812.5	82	K	Cton. El Carmen, San Pedro Masahuat
E-03	495137.5	265350	88	Q	Cton. El Carnen, San Pedro Masahuat
E-04	495400	262962.5	69	HQ	Hda. Las Flores, San Pedro masahuat
E-05	496000	261750	56	Q	Hda. San Mauricio, San Pedro Masahuat
E-06	495675	261125	46	QQ	Ctom. Las Flores, San Pedro Masahuat
E-07	498725	254450	21	Q	Cton. Las Isletas, San Pedro Masahuat
E-08	496700	249875	6	Q	Hda. La Zorra, San Pedro Masahuat
E-09	515300	281550	602	HQ	Benef. Molineros, Tepetitan
E-10	515520	280950	610	H	Benef. Molineros, Tepetitan
E-11	498050	253362.5	17	Q	Hda. Santa Emilia, San Pedro Masahuat
E-12	499150	258325	34	Q	Desvio Las Tres Puertas, San Pedro Masahuat
E-13	507650	285200	633	A	San Ramon
E-14	508737.5	287250	775	K	Cton. San Pablo, San Ramon
E-15	511762.5	285175	635	KA	Cton. San Antonio, San Cristobal
E-16	511125	285912.5	641	KA	Cton. Santa Cruz, San Cristobal
E-17	509475	282975	495	K	Cton. Santa Anita, San Cristobal
E-18	495962.5	270350	232	K	Finca El Cocal, San Pedro Masahuat
E-19	495287.5	268100	170	Q	Barrio San Jose, San Pedro Masahuat
E-20	499600	272700	287	HQ	Cton. Belen, San Antonio Masahuat
E-21	494975	257625	24	HQ	Camp. El Cacao, San Pedro Masahuat
E-22	495763	254700	16	K	Camp. San Jose Luna, San Pedro Masahuat
E-23	494925	250425	5	K	Cton. Las Hojas, San Pedro Masahuat
E-24	509912.5	289650	772	H	Cton. Concepcion, El Carnen
E-25	505687.5	286075	667	K	El Llano, Candelaria
E-26	502125	284487.5	645	K	Cton. El Rosario, Candelaria
E-27	494375	270425	352	A	Cton. Buena Vista, Tapahuaca
E-28	496275	273462.5	381	A	Cton. El Socorro, San Antonio Masahuat
E-29	503537.5	282612.5	520	K	El Planon, Santa Cruz Analquito
E-30	514190	279150	672	K	Cton. San Antonio Los Ranchos, Guadalupe
E-31	505050	274662.5	505	KA	Cton. La Comunidad, San Pedro Nonualco

Curve Type:

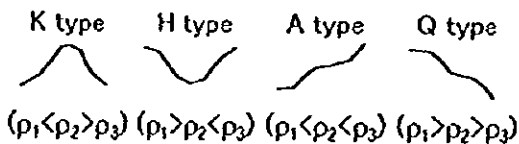




表 3.1.1.2 電気探査の解析結果




Sounding No.	Coordinates		Ground Elev. (m)	Layer-1		Layer-2		Layer-3		Layer-4		Layer-5		Layer-7			
	E (m)	N (m)		from(m)	to(m)	$\rho(\Omega\cdot m)$	from(m)	to(m)	$\rho(\Omega\cdot m)$	from(m)	to(m)	$\rho(\Omega\cdot m)$	from(m)	to(m)	$\rho(\Omega\cdot m)$	from(m)	to(m)
E-01	508412.5	283375	633	0	1.96	18.86	15.33	18.86	52.96	34.13	INFINITY	93.75	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-02	493350	264812.5	82	0	2.2	126.1	70.23	3.29	155.99	35.34	INFINITY	Low	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-03	495137.5	265350	88	0	4.27	387.1	15.58	6.8	29.77	55.47	76.05	63.6	76.05	Low	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-04	495400	262952.5	69	0	1.94	10.97	33.67	10.97	39.48	14.14	39.48	75.85	85.95	Low	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-05	496000	261750	56	0	1.8	307.8	183.9	20.94	24.37	4.71	24.37	106.3	74.46	22.07	74.46	78.13	INFINITY
E-06	495675	261125	46	0	2.38	202.8	56.99	38.64	41.98	Low	168.88	247.5	168.88	INFINITY	100.8	INFINITY	INFINITY
E-07	498725	254450	21	0	0.09	10.2	209.6	1.22	3.73	31.97	8.25	233.6	8.25	INFINITY	18.28	INFINITY	INFINITY
E-08	498700	249875	6	0	0.02	9.26	950.3	0.64	2.83	19.59	18.53	68.68	18.53	INFINITY	13.91	INFINITY	INFINITY
E-09	515300	281550	602	0	1.42	95.08	1.42	2.09	14.62	8.04	339.2	8.89	64.93	235.8	Low	INFINITY	INFINITY
E-10	515520	280950	610	0	0.82	284.6	0.82	9.45	198.98	235.4	198.98	Low	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-11	498050	253562.5	17	0	3.08	636.2	47.42	30.83	INFINITY	1.24	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-12	499150	258025	34	0	2.68	491	96.21	18.57	INFINITY	29.6	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-13	507650	285200	633	0	3.55	17.95	3.05	4.38	15.87	301.4	20.85	22.38	20.85	87.92	84.15	11.47	INFINITY
E-14	508737.5	287250	775	0	0.24	1051	84.52	8.68	40.8	210.5	40.8	8.94	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-15	511762.5	285175	635	0	0.74	43.4	95.31	3.25	7.13	176.7	7.13	1.43	7.75	INFINITY	695.2	INFINITY	INFINITY
E-16	511125	283912.5	641	0	0.03	1.57	57.49	5.56	10.89	209.2	10.89	1.92	15.51	41.71	402.6	Low	INFINITY
E-17	509475	282975	495	0	1.52	24.98	947.2	8.15	99.05	147.1	99.05	Low	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-18	495982.5	270950	232	0	1.33	36.57	85.89	9.58	11.53	10.25	18.09	High	18.09	47.34	Low	INFINITY	INFINITY
E-19	495287.5	288100	170	0	0.53	307	93.62	7.69	8.77	2.21	8.77	161.8	19.91	INFINITY	33.5	INFINITY	INFINITY
E-20	499600	272700	287	0	0.77	124.9	66.07	8.19	14.41	162.9	14.41	35.43	95.28	INFINITY	351.1	INFINITY	INFINITY
E-21	494975	297025	24	0	0.45	636.2	93.19	17.61	26.76	4.75	41.33	170.5	41.33	INFINITY	19.3	INFINITY	INFINITY
E-22	485765	254700	16	0	3.09	14.38	143.1	5.12	23.64	37.77	23.64	14.82	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-23	494925	250425	5	0	0.66	11.9	43.36	32.92	INFINITY	7.06	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-24	509912.5	289650	772	0	1.27	62.26	1.6	4.05	1.6	13.37	13.37	81.78	39.59	42.01	1.71	68.76	INFINITY
E-25	505687.5	286075	667	0	2.59	43.71	83.66	6.15	9.64	28.43	9.64	235.3	19.69	INFINITY	70.35	INFINITY	INFINITY
E-26	502125	284487.5	645	0	0.32	53.08	185.5	5.01	9.23	70.88	9.23	215.5	53.28	INFINITY	55.43	INFINITY	INFINITY
E-27	494375	270425	352	0	1.28	39.93	2.19	1.42	7.06	136.1	7.06	47.58	16.79	INFINITY	153.5	INFINITY	INFINITY
E-28	494875	279482.5	391	0	1.66	19.33	31.82	8.28	15.29	300	15.29	4.88	20.97	INFINITY	144.8	INFINITY	INFINITY
E-29	500537.5	282812.5	520	0	0	Low	2005	1.42	17.52	220.5	17.52	50.49	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-30	514190	279150	672	0	0.1	9.37	106.5	1.28	29.5	84.22	29.5	16.79	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
E-31	505050	274882.5	505	0	2.53	57.37	6.44	11.73	6.44	6.02	11.73	203.7	55.94	72.46	44.23	Low	INFINITY

EXPLANATION

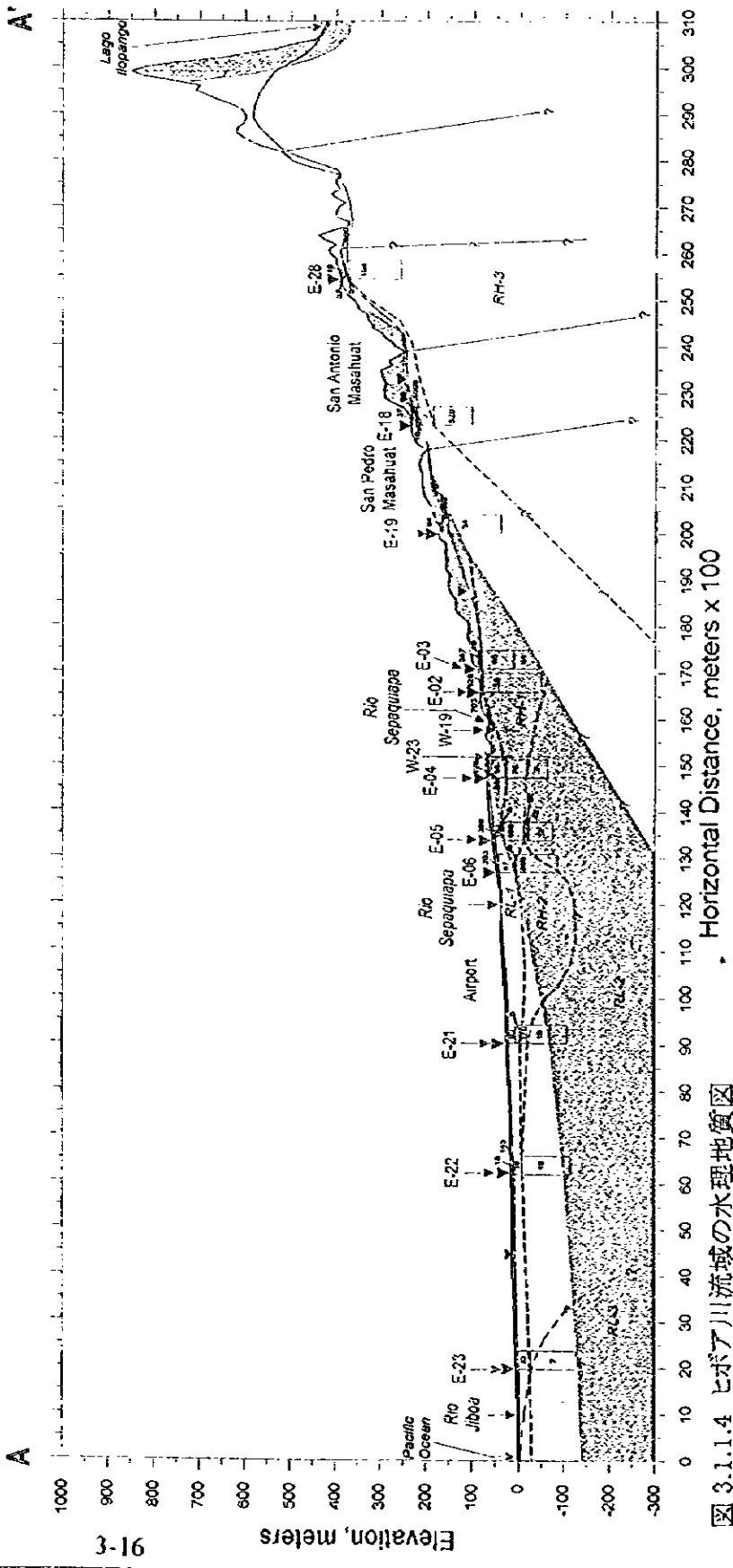
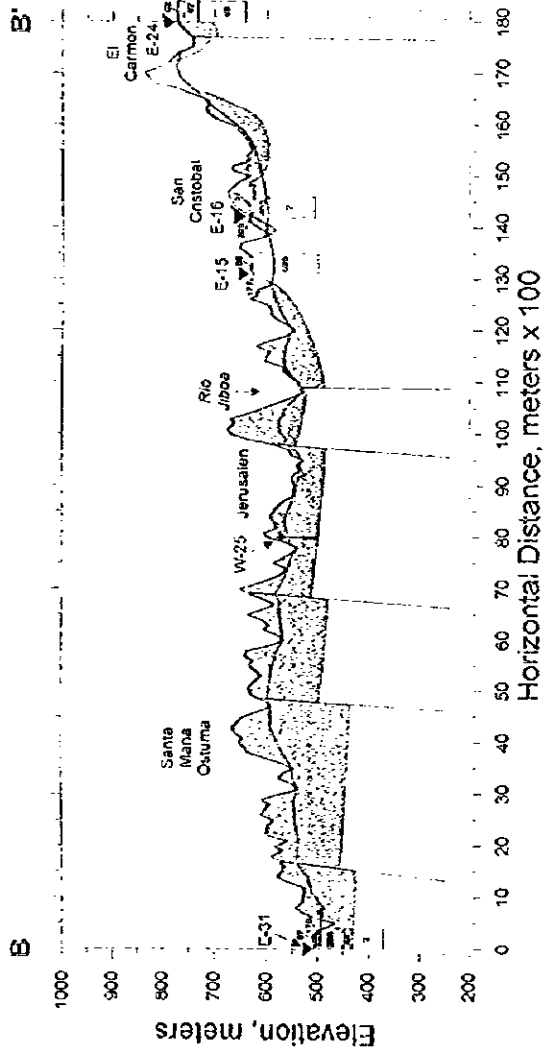
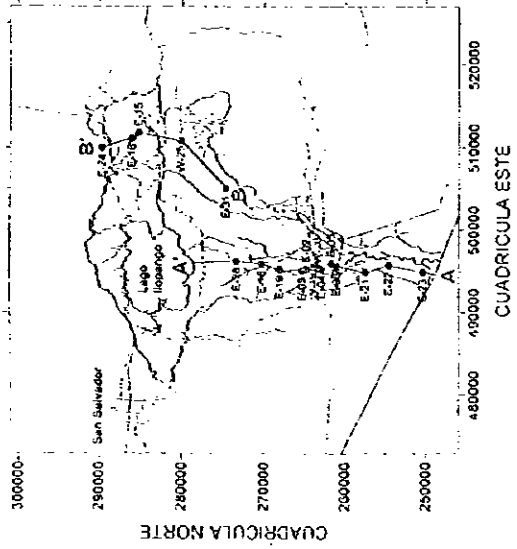
-  San Salvador Formation
-  Cuscatlan Formation
-  Balsamo Formation

E-03
 Location and number of electrical sounding
 Resistivity (Ω-m)

W-08
 Location and number of well or boring
 Screen

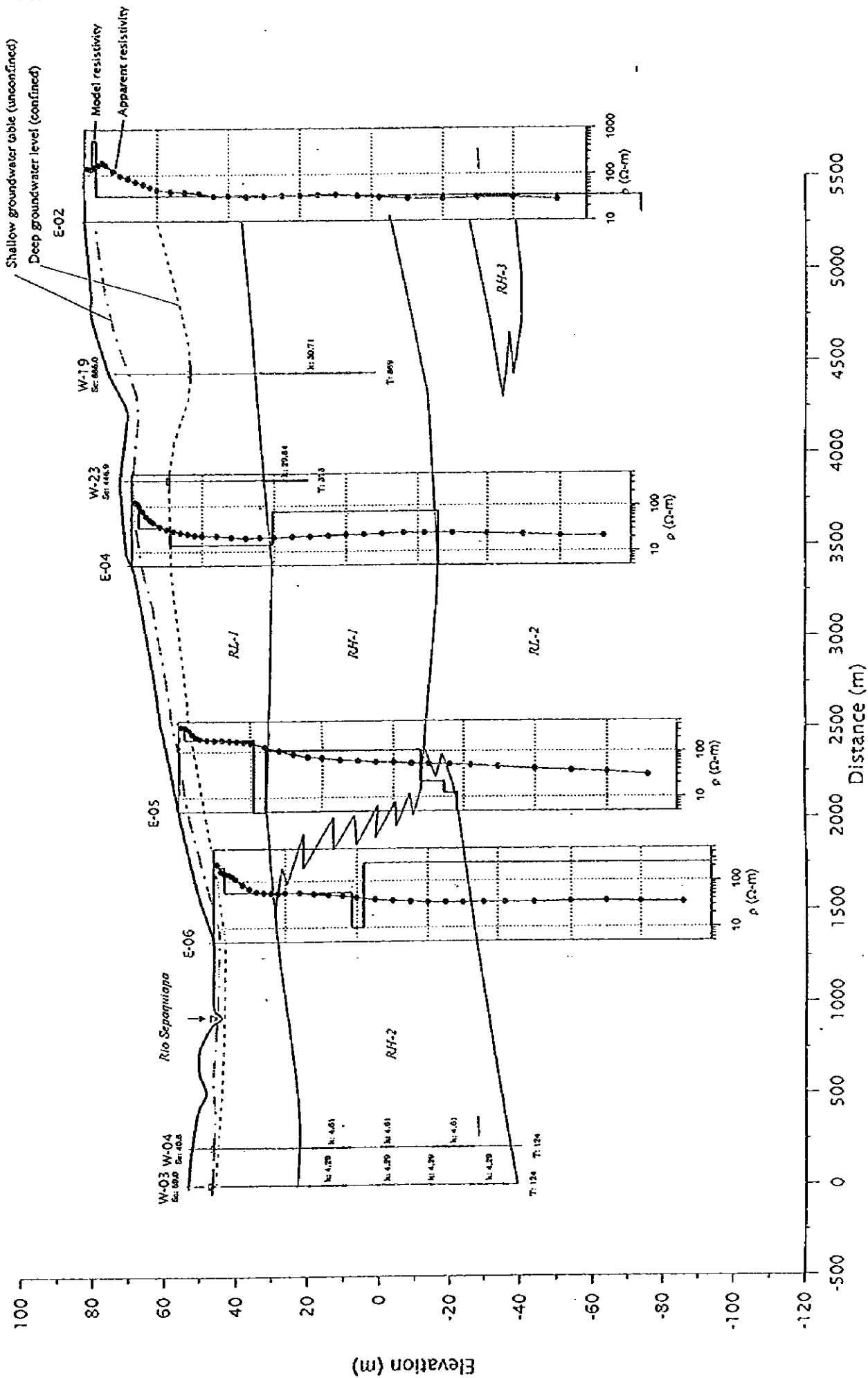
 Static water level
 RH-5
 High and low resistivity zones
 RL-5
 Probable salt water interface

INDEX MAP



**HYDROGEOLOGIC PROFILES
 OF THE JIBOA RIVER BASIN
 AGENCIA DE COOPERACION
 INTERNACIONAL DEL JAPON**

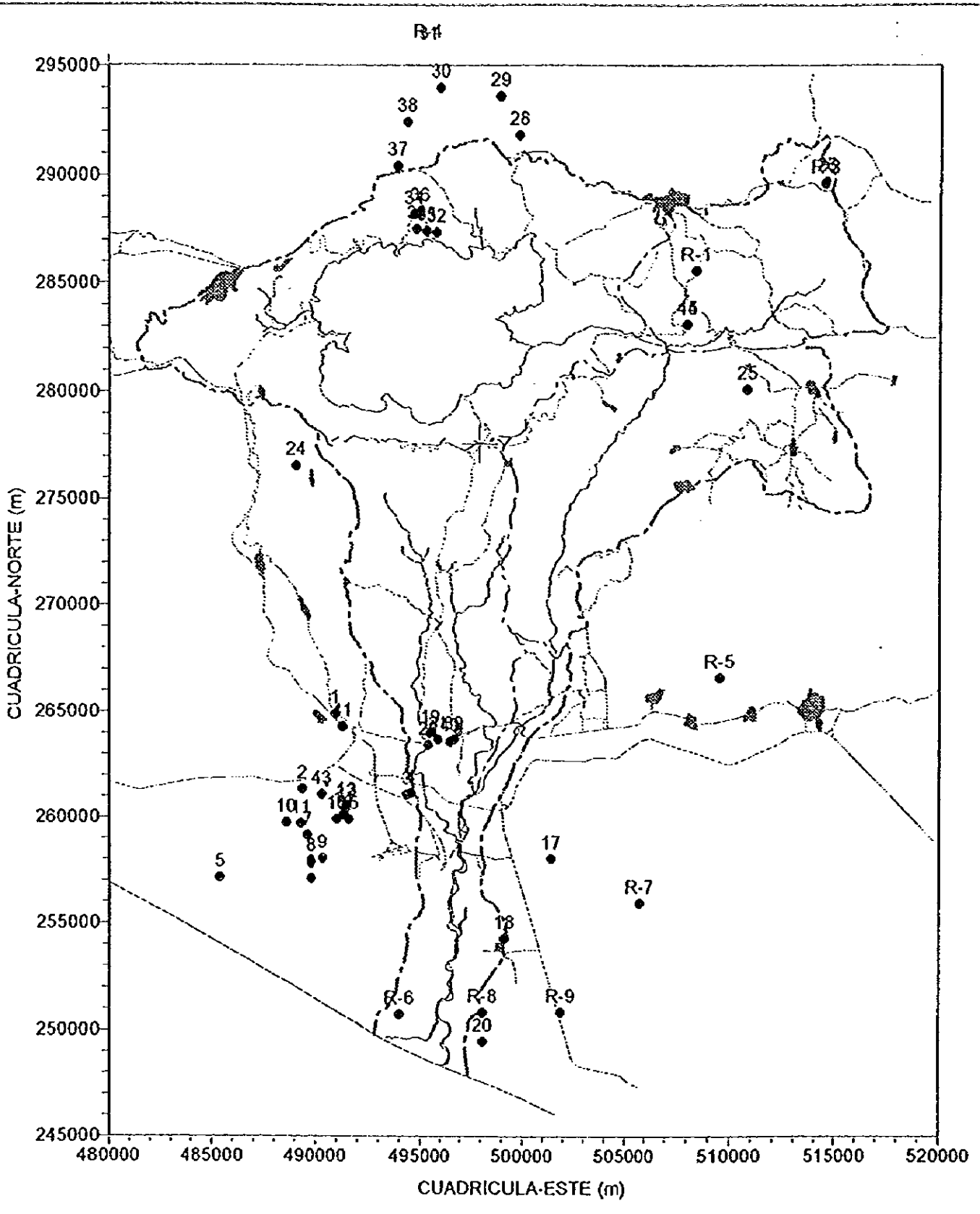
図 3.1.1.4 ヒボア川流域の水利地質図



Sc: Specific capacity (m^2/d)
 T: Transmissivity (m^2/d)
 k: Hydraulic conductivity (m/d)

RH: High resistivity layer
 RL: Low resistivity layer

図 3.1.1.5 灌溉計画地区の水理地質図



10 ● Location of existing well with No.

LOCATION OF EXISTING WELLS	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)	

図 3.1.1.6 既存井戸の位置図

表 3.1.1.3 既存井戸の資料整理結果

Well No.	Original Well No.	QUADRICULA (m)		WELL DEPTH (m)	STATIC W.L. (m)	G.L. (m)	Discharge (l/s)	Drawdown (m)	Sc (l/s.m)	Sc (m ² /d)	T (m ² /d)	S	Pumping time (minute)
		NORTE	ESTE										
1	518	264900	489350	43.72	13.11	50	16.21	9.14	1.77	153.23	174		4320
2	660	261350	489350	65.84	11.36	35	22.9	30.53	0.68	59.01	124		1800
3	658	261100	494350	92.66	6.55	50	22.52	47.72	0.74	63.89	124		360
4	657	261150	494550	92.66	6.11	7.2	18.93	25.6	3.64	314.11	93		1080
5	656	261150	495400	79.55	1.83	15	63.15	17.31	1.47	127.28	373		1800
6	550	257100	488800	65.53	4.72	27	50.47	34.26	0.30	25.84	155		720
7	549	259150	489620	64.62	5.49	20							
8	548	257900	489800			20							
9	547	258050	490350			20							
10	546	259750	489600	60.96	4.45	35	12.3	41.12			37		1300
11	545	259700	489300			30							
12	544	260480	491470			33							
13	543	260550	491500			34							
14	542	260120	491550			31							
15	541	259600	491600	89.61	3.73	31	25.99	77.72	0.33	28.89	26		1800
16	540	259900	491050	71.02	4.57	30	12.74	56.63	0.22	19.42	14		1440
17	667	259050	501430	60.96	2.8	23	30.22	48.77	0.62	53.54	435		300
18	663	254300	499150	31.4	6.61	17	3.5	2.58	1.30	117.21	88		180
19	661	264000	495500	74.26	22.68	80	3.79	0.37	10.24	885.02	869		180
20	659	249400	499100			6							
21	653	263700	495900			70							
22	652	263430	495410	91.44	18.29	70	18.93	2.84	6.67	575.90	931		1650
23	651	263430	495400	52.12	13.72	70	12.62	2.44	5.17	446.87	373		4320
24	517	276550	489050	106.68	9.14								
25	403	260100	510900	78	23.66	500	5.05	0.6	8.47	727.20	595		360
26	358	289670	514570	115.6	11.58	637	50.52	73.76	0.75	65.03	79		2880
27	359	289670	514570	68.9	18.29	637	25.24	19.51	1.29	111.78	136		1440
28	372	291825	499825	90	40	700							
29	371	293600	498925	39.99	16.41	820	3.09	10.31	0.29	25.39	37		180
30	370	294000	496000	118.67	55.75	720	6.31	4.08	1.55	133.87	162		1440
31	369	295750	485575	101.5	0.61	580	22.08	50.01	0.44	38.15	60		4680
32	714	267350	495775	165.93		480							
33	713	267500	494800	79.25	5.49	455	41.01	4.52	9.07	783.91	1093		1800
34	712	268700	494675	56.4	11.5	520	53.63	9.3	5.77	498.24	605		
35	711	287425	495275			490							
36	710	288325	494975	158.5									
37	367	290425	493875	86.87	76.5	736.6	9.46	10.36	0.91	78.69			480
38	366	292425	494350	112.78	39.93	691	11.55	24.08	0.48	41.44	50		
39	ROSARIO DE LA PAZ #1	283700	496700	52.10	18.28	75	12.62	2.44	5.18	47.19			
40	ROSARIO DE LA PAZ #2	263600	496500	85.32	18.28	75	18.93	4.30	4.40	380.26	600		
41	SAN JUAN TALPA	264300	491300	45.71	13.71		15.77	9.14	1.73	149.06			
42	POZO-2 SAN JUAN TALPA	261100	490300	73.13	20.57		19.18	14.08	1.36	117.70	195.47		3300
43	SAN LUIS	283100	508000	77.16	6.71		20.47	30.19	0.68	58.58			
44	CACAHUATAL-2	283100	508000	31.38	0	450	8.71	13.64	0.64	55.10	119.09		
45	POZO-1 EL CACAHUATAL	283100	508000	46.31	0		56.96	14.81	3.85	332.36	911.37		
R-1	Sr. Ramon	285575	509413	151.45	34.4								1.52E-03
R-2	Sr. Ramon Pozo-1	289575	514500	103.63	11.58	637	55.5	73.76	0.75	65.01	79		2880
R-3	Sr. Ramon Pozo-2	289575	514500	66.9	18.29	637	22.2	19.51	1.29	111.60	136.00		1440
R-4	Chalapan	295850	495330	103.63			22.1	50	0.44	38.19	60.41		4320
R-5	Sr. Ramon	266600	509625	110	63.58	218		23.41	1.06	18.45	18.63		1440
R-6	Sr. Ramon	257150	494000	39.9	-1.84	9	4.72	4.46	1.06	91.44	118		720
R-7	Sr. Ramon	255950	503750	42	4.56	18	12.66	17.06	0.74	64.12	90		180
R-8	Sr. Ramon	250825	498100	39.65	0.23	8	13.68	9.28	1.50	129.23	223.54		720
R-9	Sr. Ramon	250850	501900	61.89	1.99	7	12.68	4.51	2.81	242.97	135.98		770

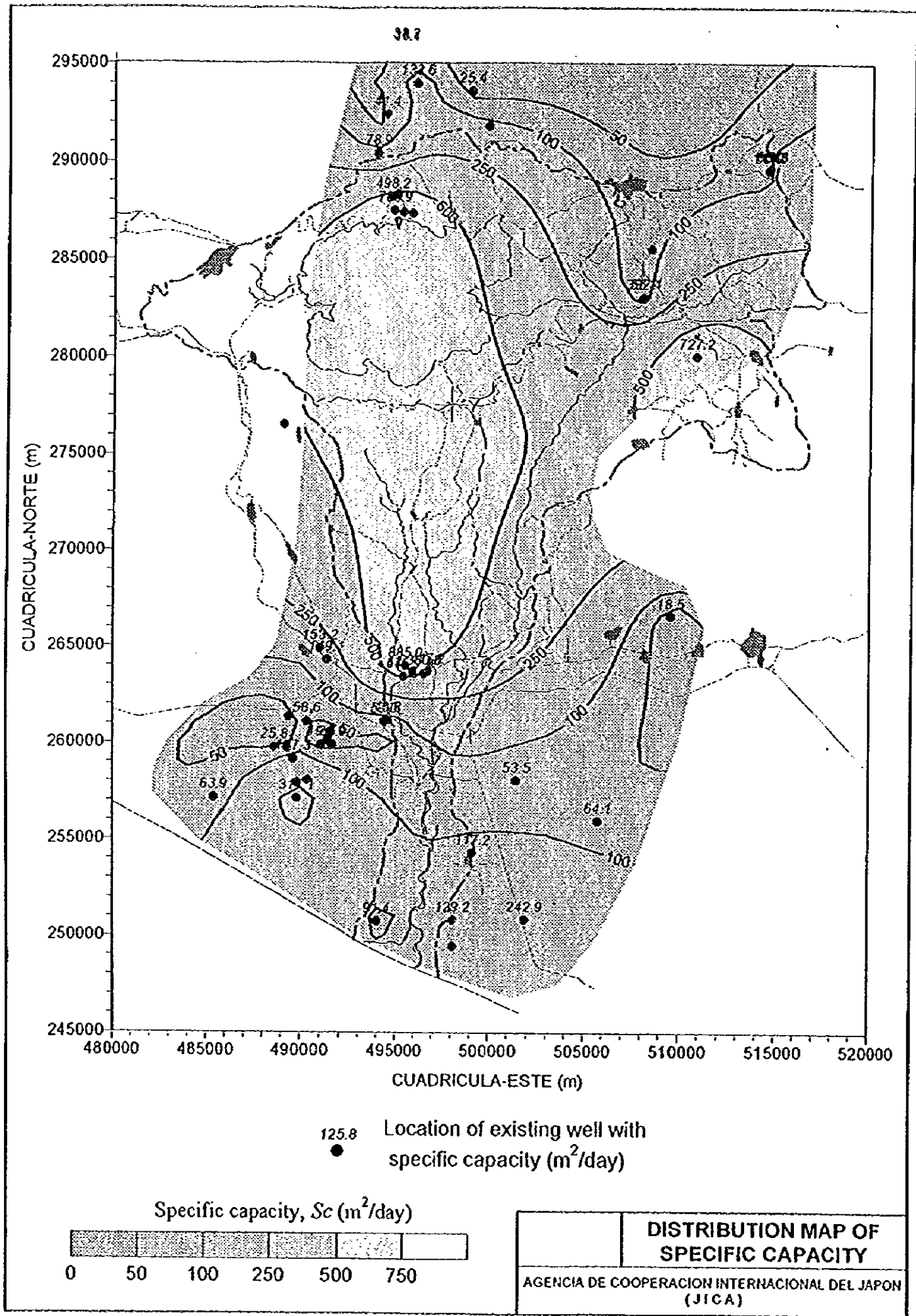
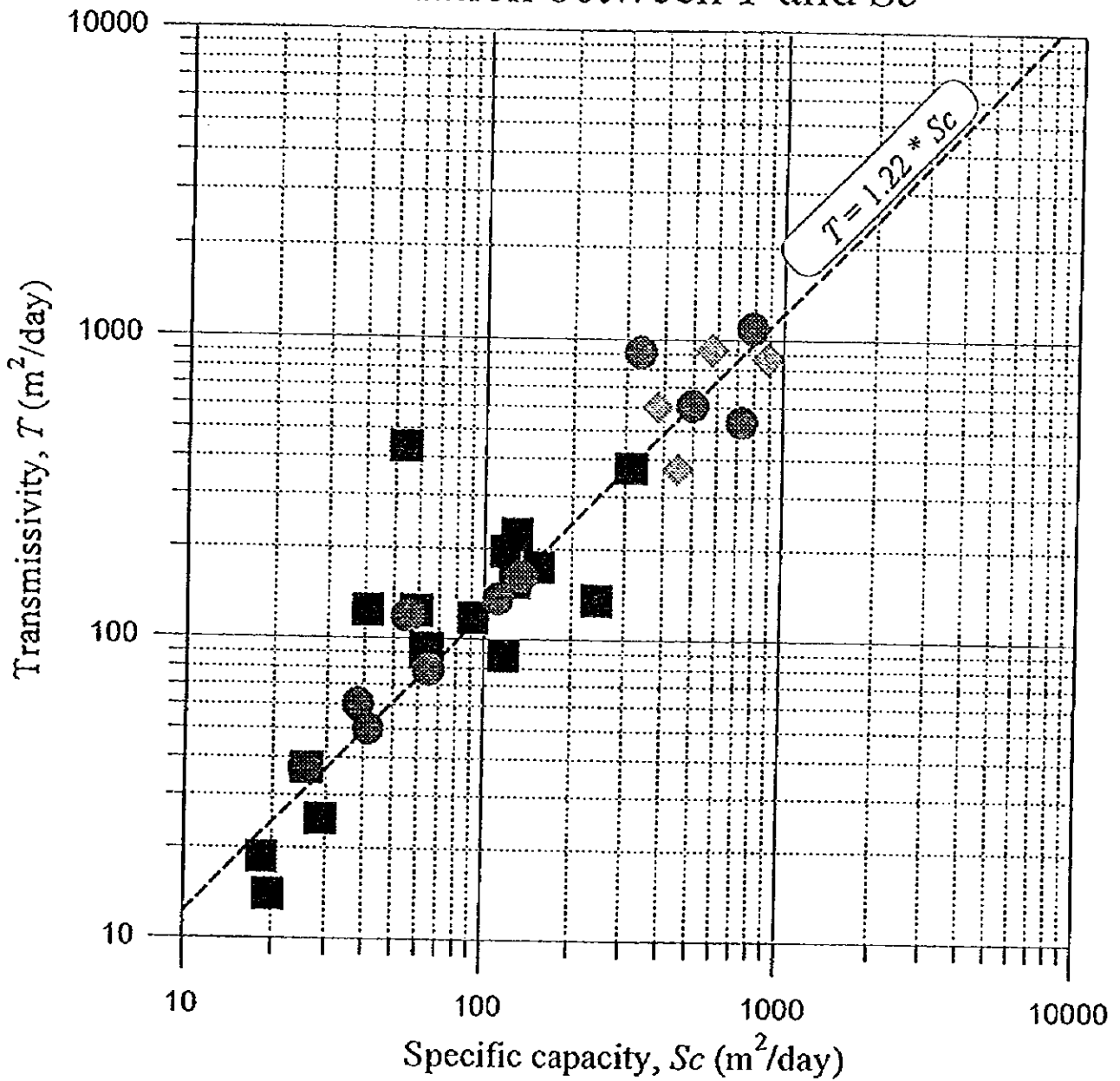


図 3.1.1.7 ヒボア川流域の比湧出量図

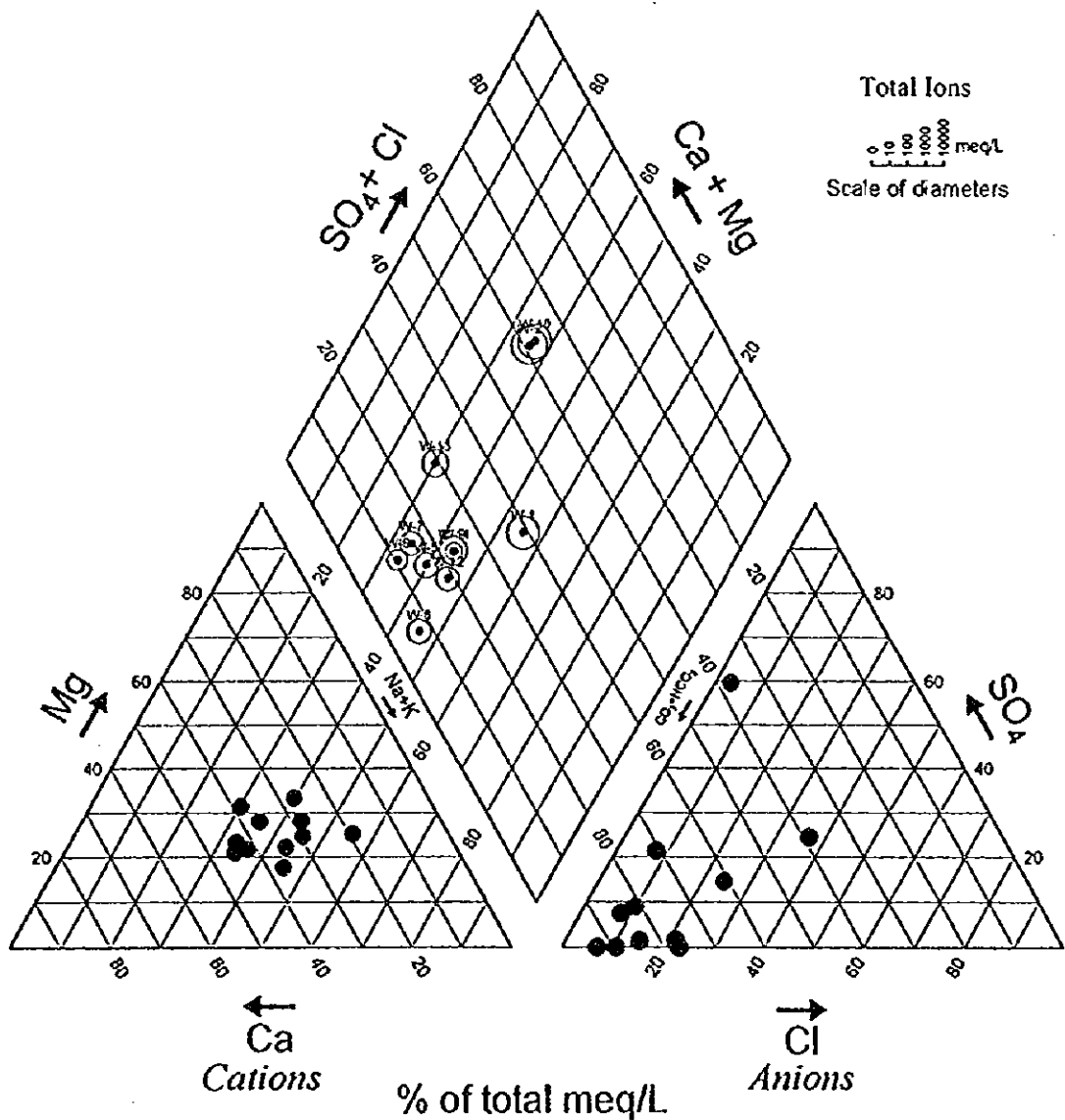
Relation between T and Sc



- Wells located in upstream area ($T = 1.234 Sc$)
- ◆ Wells located in El Rosario area ($T = 1.165 Sc$)
- Wells located in downstream area ($T = 1.189 Sc$)

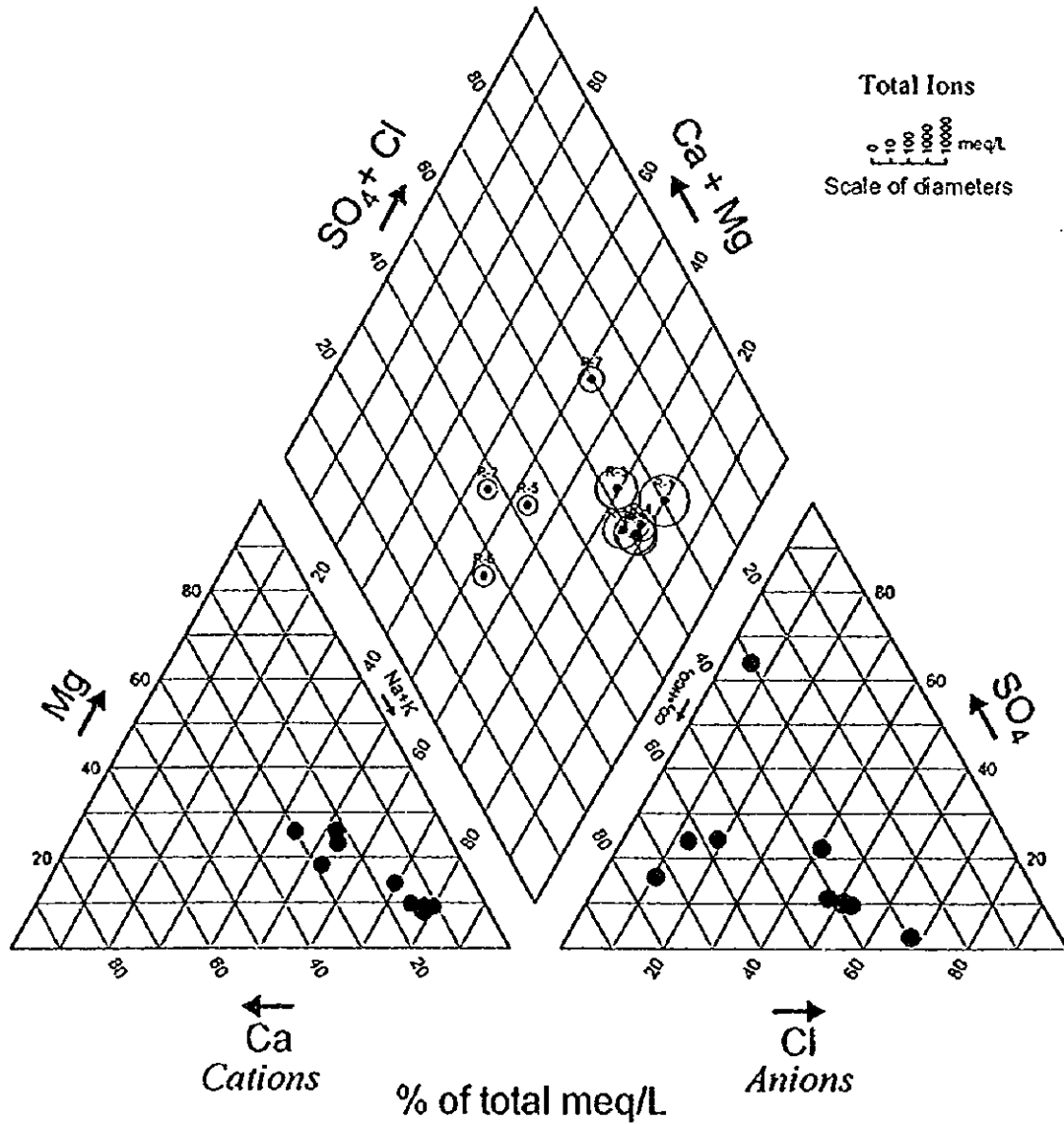
RELATION BETWEEN TRANSMISSIVITY AND SPECIFIC CAPACITY	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)	

図 3.1.1.8 透水量係数と比湧出量の関係図



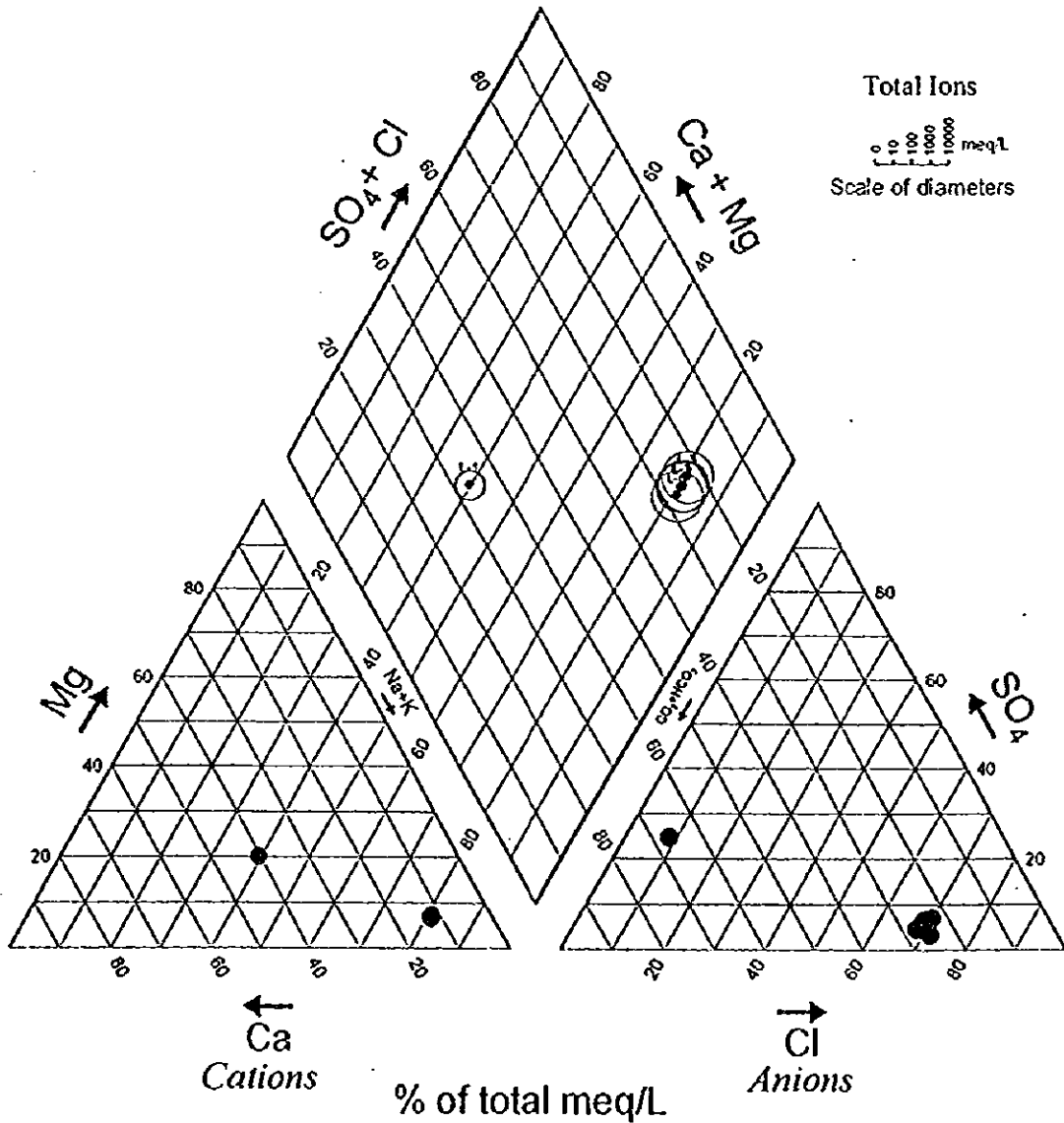
TRILINEAR DIAGRAM OF GROUNDWATER
 (October 1996)
 AGENCIA COOPERATION INTERNACIONAL DEL JAPON

図 3.1.1.10 地下水のトリリニアードイアグラフ (Oct. 1996)



	TRILINEAR DIAGRAM OF RIVER WATER (October 1996)
AGENCIA COOPERATION INTERNATIONAL DEL JAPON	

図 3.1.1.11 河川水のトリリニアードイアグラフ(Oct.1996)



	TRILINEAR DIAGRAM OF ILOPANGO LAKE WATER (October 1996)
AGENCIA COOPERATION INTERNACIONAL DEL JAPON	

図 3.1.1.12 湖水のトリニアードイアグラフ(Oct.1996)

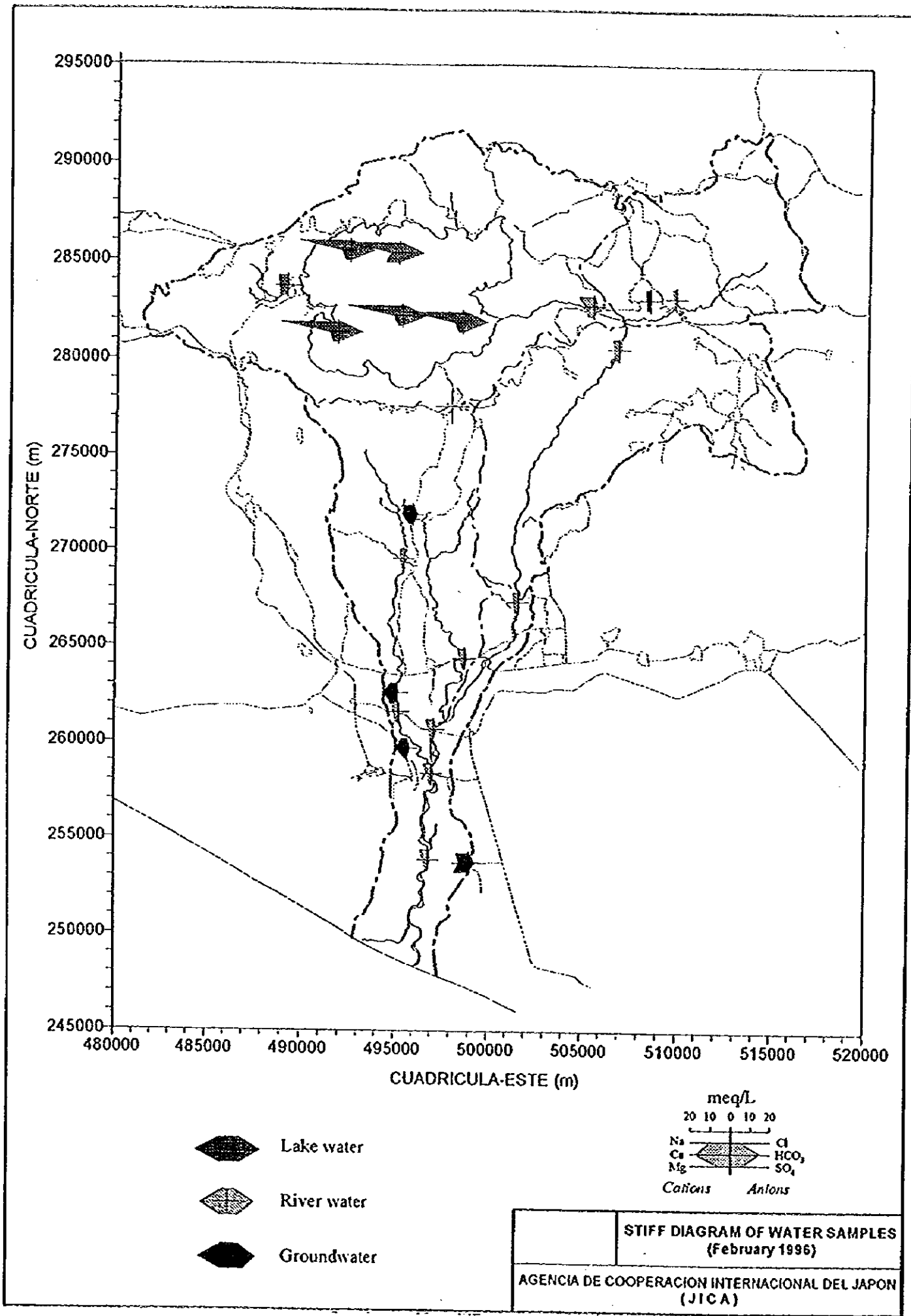
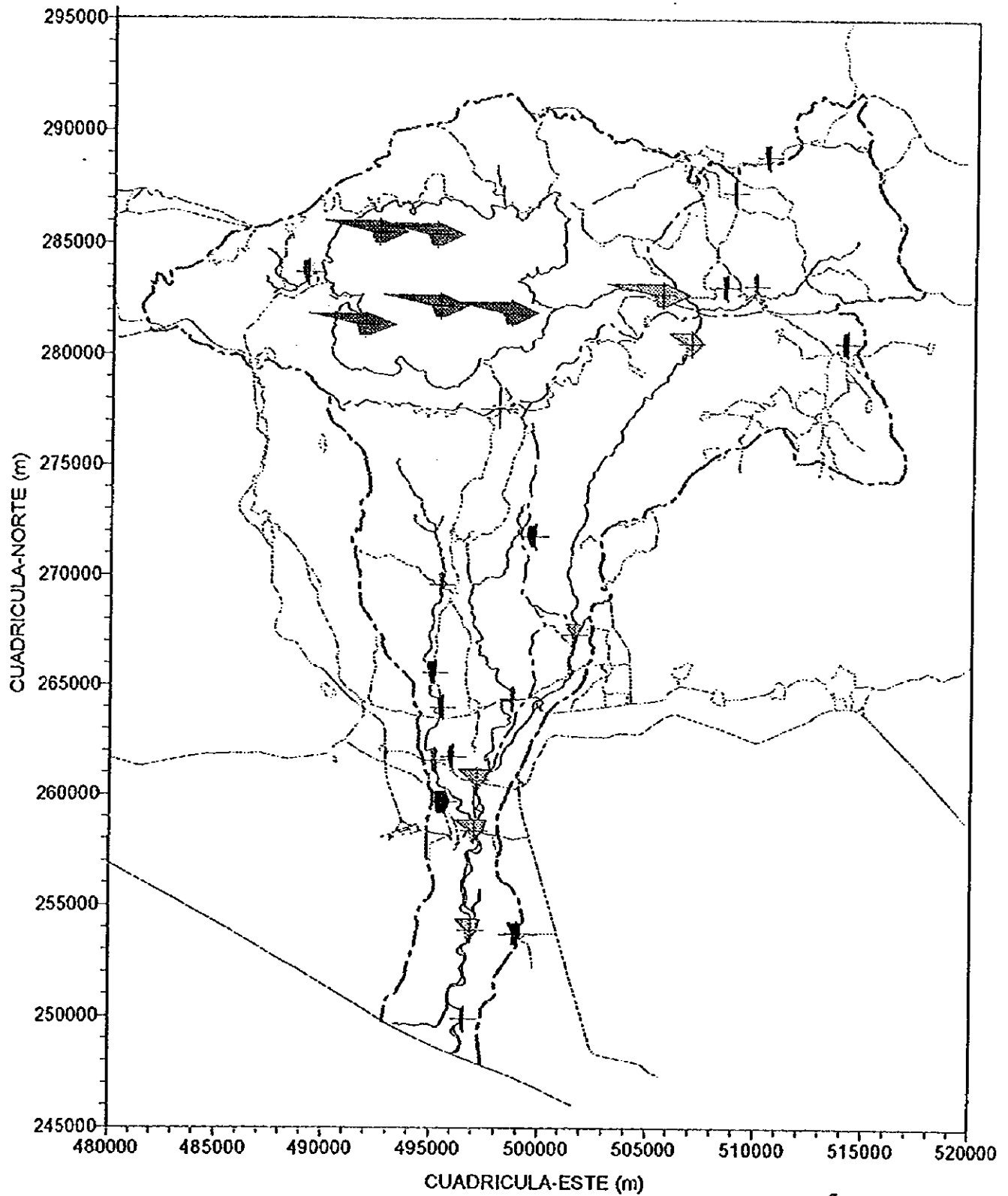





図 3.1.1.13 スティフダイヤグラム (Feb.1996)



-  Lake water
-  River water
-  Groundwater

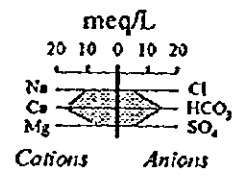


図 3.1.1.14 スティフダイヤグラム(Oct.1996)

STIFF DIAGRAM OF WATER SAMPLES
(October 1996)

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
(JICA)

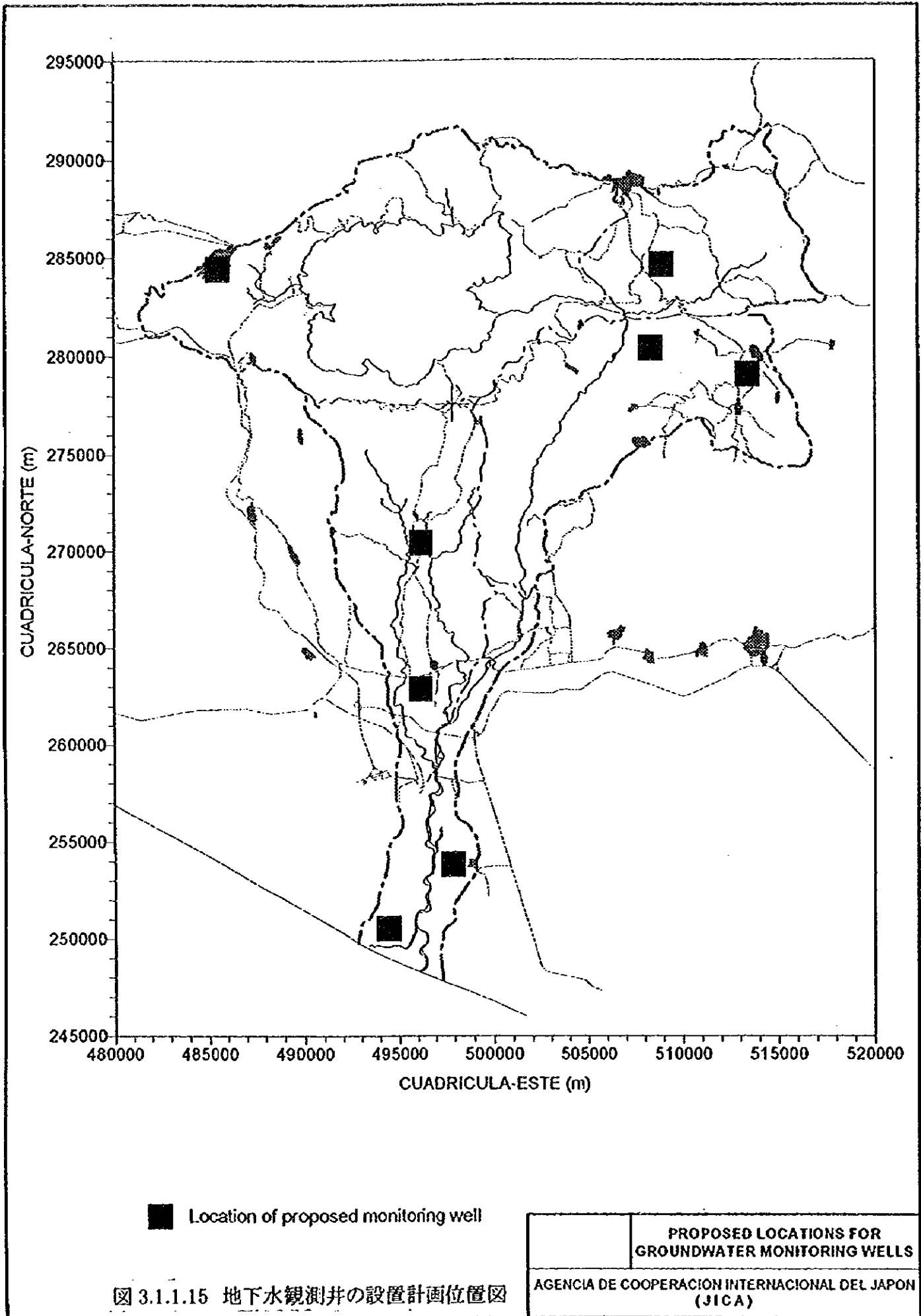


図 3.1.1.15 地下水観測井の設置計画位置図

3.1.2 気象・水文

(1) 気象

調査対象地域の気候は、5月～10月の雨季と11月～4月の乾季に分かれる。年間の平均降雨量（ティーセン法を用いた計算値は1,753 mmであるが、最高年間雨量の記録としては、コフテペケ気象観測所における1,936 mm、また、最低年間雨量としては、イロパンゴ気象観測所の1,373 mmがある。乾季の降水量は年間降水量の6%以下である。

年間温度は標高によって異なるが、下流部の新国際空港で、年平均温度 26.5℃、最高 39.8℃、最低 14.0℃である。また、上流のイロパンゴでは年平均温度 23.0℃、最高 36.2℃、最低 10.2℃である。3月から8月が比較的気温が高く9月から2月は比較的涼しくなる。最も暑いのは乾季の終わり頃の3月から4月で、乾季始め頃の12月が最も涼しくなる。

平均年間湿度は76%となっていて、5月から11月が高くなり、12月から4月に低くなっている。これは乾季と雨季にほぼ対応している。

表 3.1.2.1 イロパンゴ気象観測所の気象データ

イロパンゴ	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
雨量 (mm)	4	3	9	44	152	285	327	305	341	239	36	9	1754
温度 平均 (°C)	22.1	22.6	24	24.4	24.2	23.3	23.2	23.1	22.8	22.7	22.3	21.9	23.0
最低 (°C)	10.2	10.5	12.0	13.4	15.3	16.6	12.5	12.6	15.0	14.1	12.0	10.8	10.2
最高 (°C)	34.4	34.6	35.6	36.2	36.0	33.2	33.4	34.0	33.2	33.7	34.5	32.5	36.2
湿度 (%)	67	68	70	71	82	85	82	83	86	83	76	70	76

調査対象地域周辺の気象観測は、農牧省天然資源局気象水文部、レンパ川水力発電委員会(CEL)、コーヒー振興協会及び国立エル・サルヴァドル大学で行われている。各気象観測所における観測体制は雨量観測のみ、一般気象の一部、主要項目のほとんどを網羅する等、一様ではない。対象地域近辺には15の気象観測所があったが、現在は10観測所が稼働している(図3.1.2.1参照)。

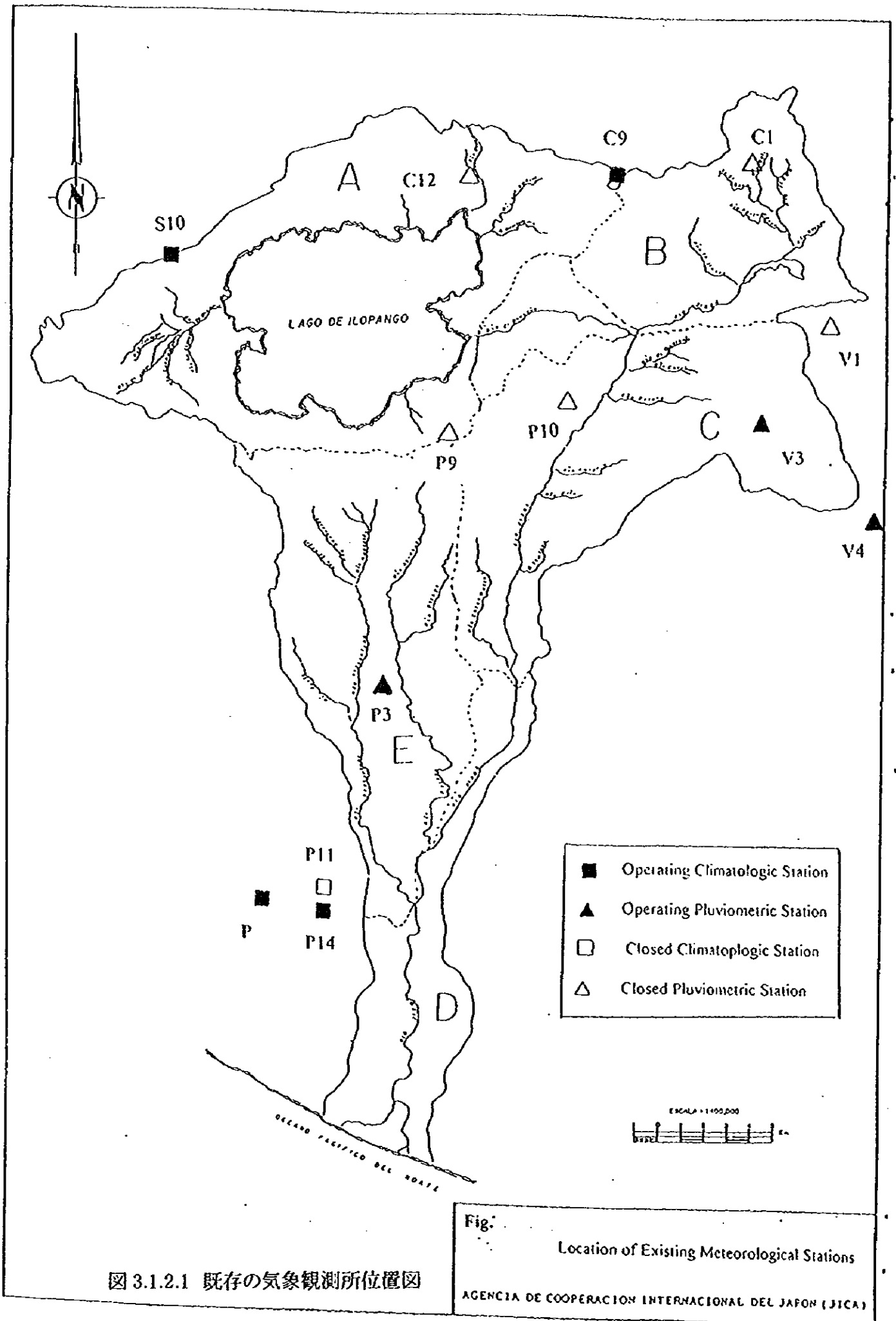


図 3.1.2.1 既存の気象観測所位置図

Fig. Location of Existing Meteorological Stations
 AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

稼働中のエル・ロサリオ、エル・カルメン及びサン・ハシントの農牧省気象部観測所は簡易雨量計のみ設置されていて、民間ボランティア観測員しか配置されておらず、管理運営面から見てデータの信頼度はかなり低い。CELが1995年末に設置したエルカルメン気象観測テレメーターは機器調整中であり既存のデータは殆どない。新国際空港近辺のラ・プロビデンスシア大学観測所を除いて調査対象地域ではイロパango、コフテペケ及び新国際空港の観測所が信頼できるデータを観測、収集している。ただし、コフテペケは無人自記記録観測機器の観測所で維持管理面や設置場所の条件などでやや信頼性にかける。

調査対象地域で使用できる気象観測所を基に流域ティーセン分割を行うと、流域は3ヶ所に分割され、その年平均雨量は1,753 mmと算定される。

表 3.1.2.2 気象観測所の状況

記号	名前	ランク	流域	設置場所	設置年	状況
S10	イロパango空港	CP3	A	サン・サルヴァドル	1953	観測中、しかし観測機器はかなり老朽化、取り替え必要
P	プロビデンスシア農業試験所	CP3	D	ラ・パス	1972	観測中、全国観測網に組み入れ、自動化が望ましい
C1	サン・ラファエル・セドロス	P	B	クスカトラン	1932	1979年に閉鎖
C9	コフテペケSM	CO3	A・B	クスカトラン	1969	観測中、しかし観測機器はかなり老朽化、取り替え必要
C12	カントン・ブエナ・ビスタ	P	A	クスカトラン	1972	1977年に閉鎖
P3	ロサリオ・デ・ラ・パス	P3	E	ラ・パス	1960	1977年に閉鎖
P9	サン・ミゲル・テベソネス	P	A・C・E	ラ・パス	1968	1978年に閉鎖
P10	バライソ・デ・オソリオ	P	C	ラ・パス	1968	1980年に閉鎖
P11	アシエンダ・アストリア	CO3	D	ラ・パス	1970	1979年に閉鎖
P14	エル・サルヴァドル国際空港	CP3	D	ラ・パス	1980	観測中
V1	モリネロス	P	C	ラ・パス	1936	1980年に閉鎖
V3	フィンカ・サン・ハシント	P	C	ラ・パス	1951	観測中、自記雨量計を設置するのが望ましい
V4	フィンカ・エル・カルメン MAG	P	C	ラ・パス	1951	観測中、廃止すべき
	フィンカ・エル・カルメン EL	CP3	C	ラ・パス	1995	器機調整中
	フィンカ・エル・カルメン PRO-Café	CP3	C	ラ・パス	1996	観測中

注: CP3; 主要気象観測所
CO3; 普通気象観測所
P; 雨量観測所

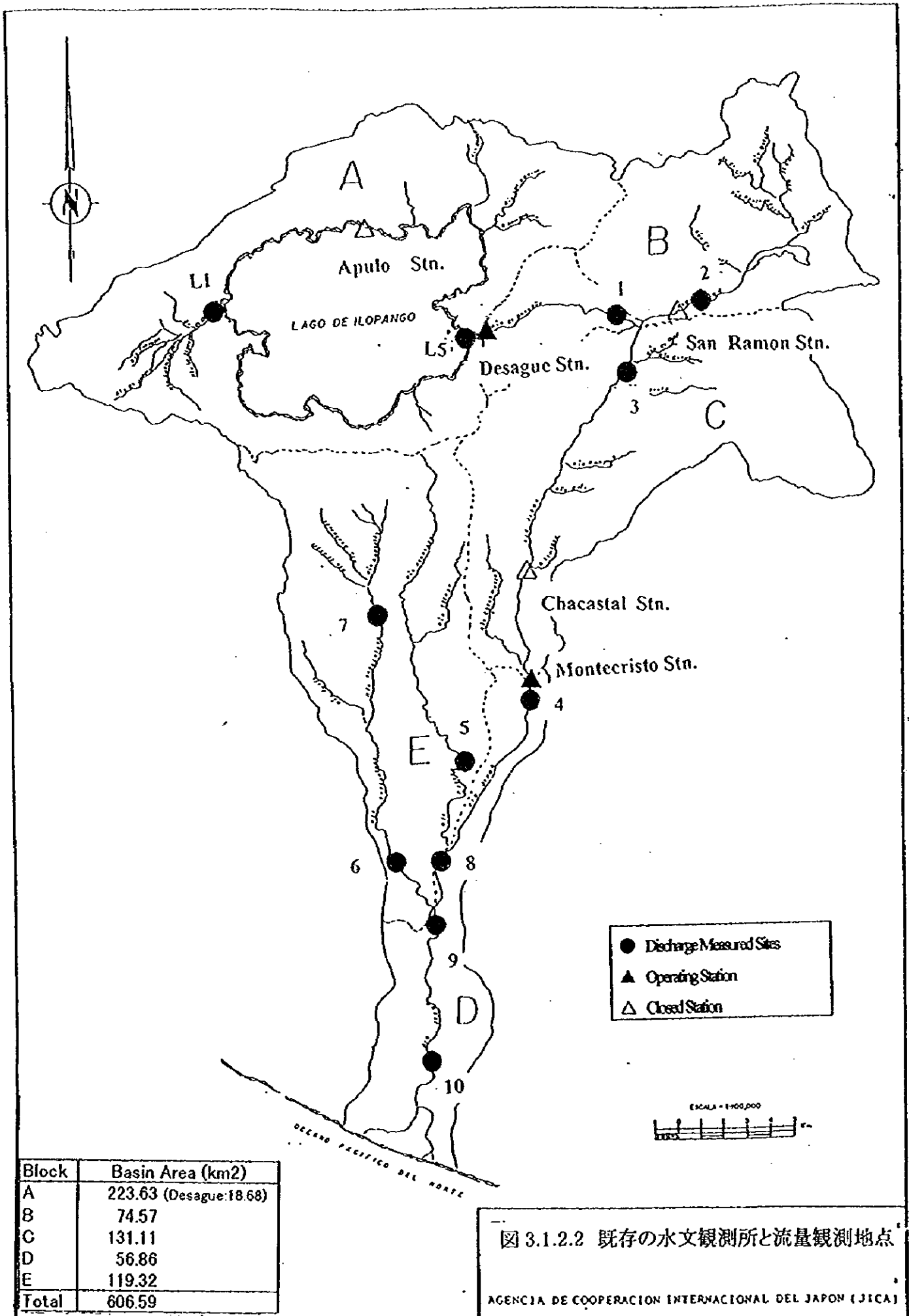


図 3.1.2.2 既存の水文観測所と流量観測地点

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

(2) 水文

ヒボア川本流は海拔 700 m のサン・ラファエル・サドロス市付近から発生し、新国際空港付近の太平洋に注ぐ流路延長 61.5 km、流域面積 605.6 km²、河川密度 0.92 である。イロパンゴ湖流域は唯一の流出河川であるデサグエ川によりヒボア川本流と結ばれている。イロパンゴ湖はカルデラ湖であり流域は 223.73 km² である。ヒボア川的主要な支川としてサン・ビセンテ火山で生まれるチェロン川及びイロパンゴ南部で生まれるテイラパ川及びセパキアパ川がある(図 3.1.2.2 参照)。

ヒボア川の水位及び流量観測は中流部のモンテクリスト流量観測所で 1978 年から行なわれているが、1985 年から 1992 年間の観測データはない。1972 年から 1982 年まで上流のサンラモン流量観測所でヒボア川の水位・流量観測データが収集されている。支川の水位・流量観測はデサグエ川のみである。モンテクリスト流量観測所での年平均流量などの一般概況は以下のとおりである。

観測所名	支配流域面積	年平均流出量	年平均面積雨量	流出率
モンテクリスト	429.41 km ²	142.62 MMC	1.753 mm	18.95%

注: MMC、百万 m³

モンテクリスト流量観測所の月平均流出量を下表に示す。月間降雨量の分布と一致して、ヒボア川の月間流出ピークは 8 月、9 月、10 月に出現する。流量観測所の記録では年間の総流出量は 105 MMC から 237 MMC まで変動する。年流出率は、降雨量の変化に追従して 0.14 から 0.26 と変動する。

モンテクリスト流観所における月平均流出量 (単位: MMC)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年計
4.76	3.11	3.15	3.15	5.46	11.82	13.63	20.48	30.57	27.78	11.95	6.76	142.62

イロパンゴ気象観測所における年降水量の頻度解析結果から、1) 5 年の超過確率値に近い降雨の発現する年の流量を豊水年流量、2) 5 年の非超過確率値に近い降雨の発現する年の流量を渇水年流量、3) 資料の単純平均値を平水年流量とすると、平水年、豊水年、渇水年のモンテクリスト流量観測所における月間流量及びそれに対応する比流量は以下の様に推定される。

表 3.1.2.3 モンテクリスト流量観測所における月間流量及び比流量

月	月間流量 (MMC)			比流量 $m^3/s/Km^2$		
	平水年	豊水年	渇水年	平水年	豊水年	渇水年
1	4.76	5.81	5.72	0.00414	0.00505	0.00498
2	3.44	3.98	3.98	0.00331	0.00383	0.00383
3	3.15	3.63	3.45	0.00274	0.00315	0.00300
4	3.25	3.78	3.79	0.00292	0.00339	0.00340
5	5.46	7.75	9.21	0.00474	0.00673	0.00801
6	12.22	25.27	11.98	0.01098	0.02271	0.01076
7	13.63	11.15	10.64	0.01185	0.00970	0.00925
8	20.48	17.48	11.70	0.01780	0.01520	0.01017
9	31.58	35.84	25.00	0.02838	0.03220	0.02246
10	27.78	22.17	24.50	0.02415	0.01927	0.02130
11	12.35	11.50	10.27	0.01110	0.01033	0.00922
12	6.76	7.98	5.96	0.00588	0.00694	0.00518
年	144.87	156.33	126.18	0.01067	0.01154	0.00930

ヒボア川流域 $605.6km^2$ の平均年における面積雨量及びモンテクリスト流量観測所における平均流出率 0.19 から、平均年での流域流出量は流域全体で約 200.96MMC が見込まれる。モンテクリスト流量観測所での比流量の算定結果及び本支川水源かん養面積から本支川流域で利用可能な水量を算定すると表 3.1.2.4 の様である。平水年では年間流出を乾季及び雨季に分割すると乾季は 23% を占める。

表 3.1.2.4 ヒボア川及び支川の利用可能水量

河川名	水源かん養面積 km^2	平水年 (MCM)		豊水年 (MCM)		渇水年 (MCM)	
		乾季	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季
ヒボア上流	74.57	5.86	19.30	6.37	20.78	5.76	16.15
チョレロン川	42.12	3.31	10.90	3.60	11.74	3.25	9.12
アモハバ川	13.25	1.04	3.43	1.13	3.69	1.02	2.87
テイミアヤ川	10.49	0.82	2.72	0.90	2.92	0.81	2.27
チコムリング川	10.01	3.64	12.00	3.96	12.92	3.58	10.04
テイラパ川	44.15	3.47	11.43	3.77	12.30	3.41	9.56
セパキアパ川	65.47	5.14	16.95	5.59	18.24	5.06	14.18
計	206.06	23.28	76.72	25.31	82.60	22.89	64.21

(3) 洪水解析

洪水解析は岩井法を用いて確率雨量を求め、合理式により解析した洪水時ピーク流量

は表 3.1.2.5 の通りである。

表 3.1.2.5 洪水時ピーク流量

記号	流域名	流域面積 (km ²)	流路(km)	ピーク流量(m ³ /s)				
				1/5	1/10	1/30	1/50	1/100
B	ヒボア川上流	74.57	18.44	99	112	133	143	157
A-1	イロパンゴ湖	205.05	-	6	7	8	9	11
A-2	デサグエ川	18.68	7.30	16	18	22	23	26
C-1	チョレロン川	42.12	14.31	52	59	70	75	82
E-1	テイラパ川	53.85	21.24	78	86	98	104	111
E-2	セパキアパ川	65.47	23.78	87	97	114	121	131
	河口	605.59	61.51	490	548	637	679	736

この洪水解析結果からみるとヒボア上流(B)、テイラパ川(E-1)及びセパキアパ川(E-2)が全体洪水量の半分以上を占めることになる。

(4) 長期流出解析

長期的な流出解析には、植林及び土壌保全による流出抑制効果を表現するため、長期的な流量の流出変化も表現できるタンクモデル法で検討した。タンクモデル法は、洪水流量と雨量の記録があり、モデルの検証ができる場合に用いられ、世界的にも広範に適用されているモデルである。それゆえ、計画降雨量を流量に変換するための流出計算モデルとしては、資料の所在状況・精度、流域状況及び既往計画との整合性から、タンクモデルを選定した。

このタンクモデル法ではモンテクリスト観測所における解析で行った。モンテクリスト観測所におけるヒボア川流量は、ヒボア川流域からの流出とイロパンゴ湖からの流出(デサグエ川流量)によるものと考えられる。タンクモデルによりヒボア川流量を再現するためには、これらの2つの流出成分を再現する個別のモデルが必要であることから、以下に示す2つのタンクモデルを作成した。

1) ヒボア川タンクモデル

ヒボア川タンクモデルの検証は以下に示す条件で行った。

- a) 計算期間 1993年5月～1994年4月の1年間
- b) 降雨量 イロパンゴ観測所
- c) 蒸発散量 イロパンゴの月別可能蒸発散量

- d) 検証方法 ヒボア川流量（モンテクリスト観測所）実測値にモデルによる計算流量が十分近似するまでパラメーター（流出孔係数、流出孔高さ）を調整し試行計算を繰り返す
- e) 流域面積 224.36 km²
- f) モデルの構造 図3.1.2.3及び図3.1.2.4のモデルの構造に示すとおり。
側面の流出孔からの流出は河川への流出を表し、底面の流出孔からの流出は地下への浸透を示す。

2) イロパング湖タンクモデル

イロパング湖およびその集水域をモデル化し、イロパング湖の水位およびイロパング湖からの流出量（デサグエ川流量）を再現するモデルを作成した。

イロパング湖タンクモデルの検証は以下に示す条件で行った。

- a) 計算期間 1971年5月～1973年4月の2年間
- b) 降雨量 イロパング観測所
- c) 蒸発散量 イロパングの月別可能蒸発散量
- d) 検証方法 デサグエ川流量とイロパング湖水位の実測値とモデルによる計算値が十分近似するまでパラメーターを調整しながら試行計算を繰り返す。
- e) 流域面積

イロパング湖	70.48 km ²
イロパング湖集水域	134.57 km ²
- f) モデルの構造 図3.1.2.3及び図3.1.2.4モデルの構造に示すとおり。イロパング湖集水域（モデルA）とイロパング湖（モデルB）の2つのモデルの並立とした。モデルAの側面の流出孔からの流出はモデルA（イロパング湖）へ流入し、底面の流出孔からの流出は地下への透を表す。また、モデルBの側面の流出孔からの流出はイロパング湖からデサグエ川への流出を表し、底面の流出孔からの流出は地下への浸透を表す。
タンクモデルによる計算値及び実測値の比較は図3.1.2.8及び図3.1.2.9に示す通りであった。

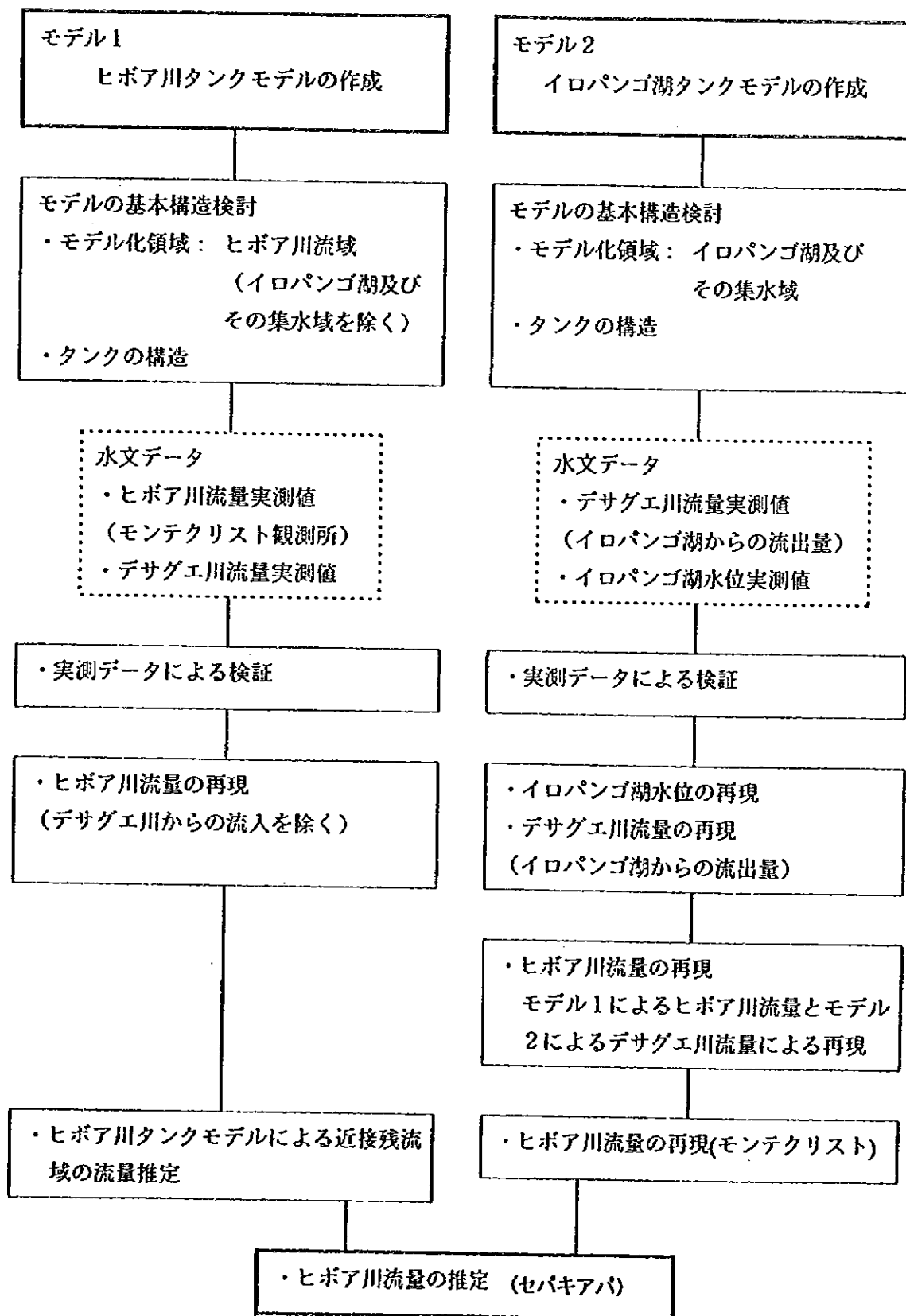
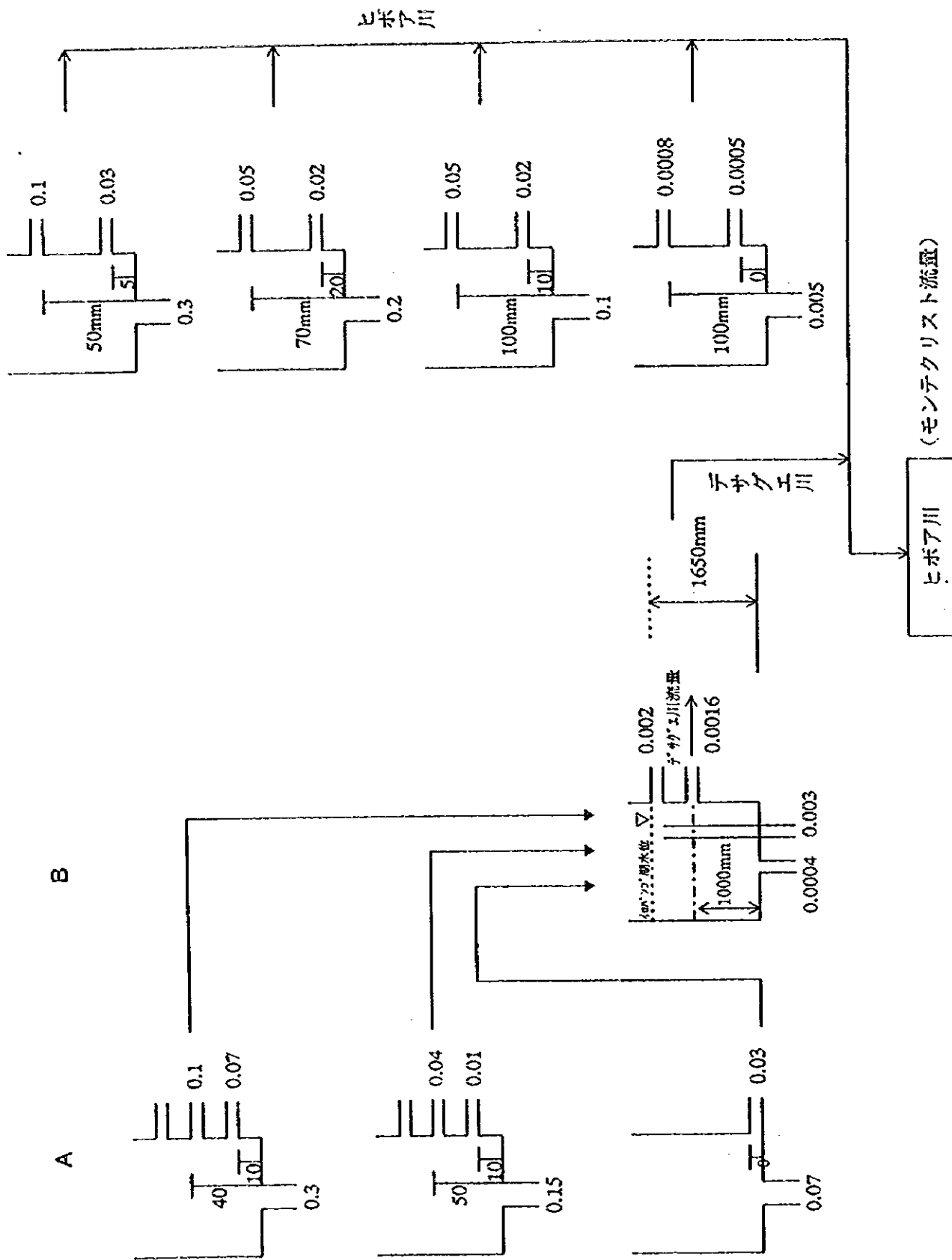


図 3.1.2.3. タンクモデル作成のフローチャート



タンクモデルの構造 モデル1

(ヒボア川)

タンクモデルの構造 モデル2

(イロパンゴ湖)

図 3.1.2.4 タンクモデルの構造

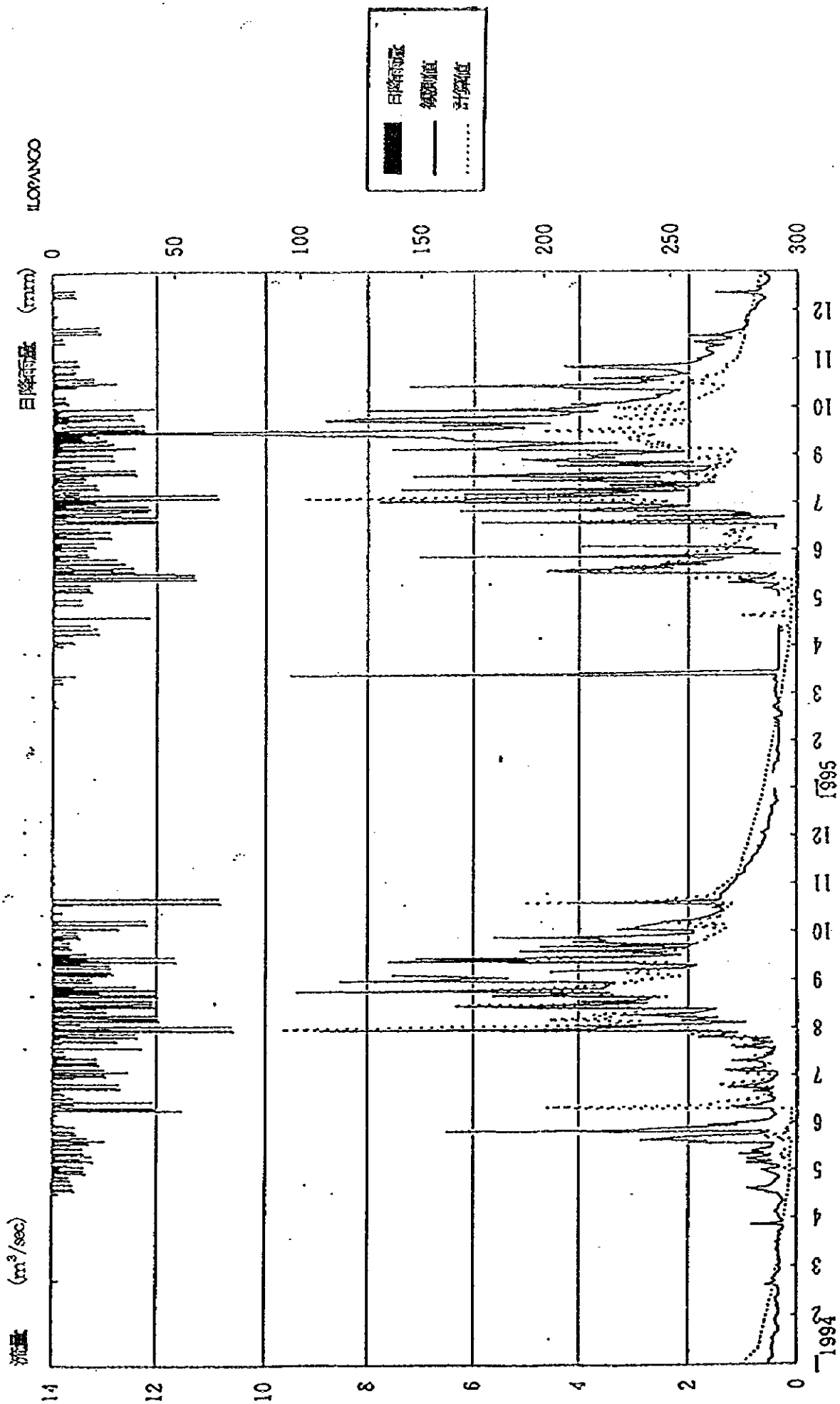


図 3.1.2.5 計算流量及び実測流量の比較(デサクエ川を含む)1995-96年

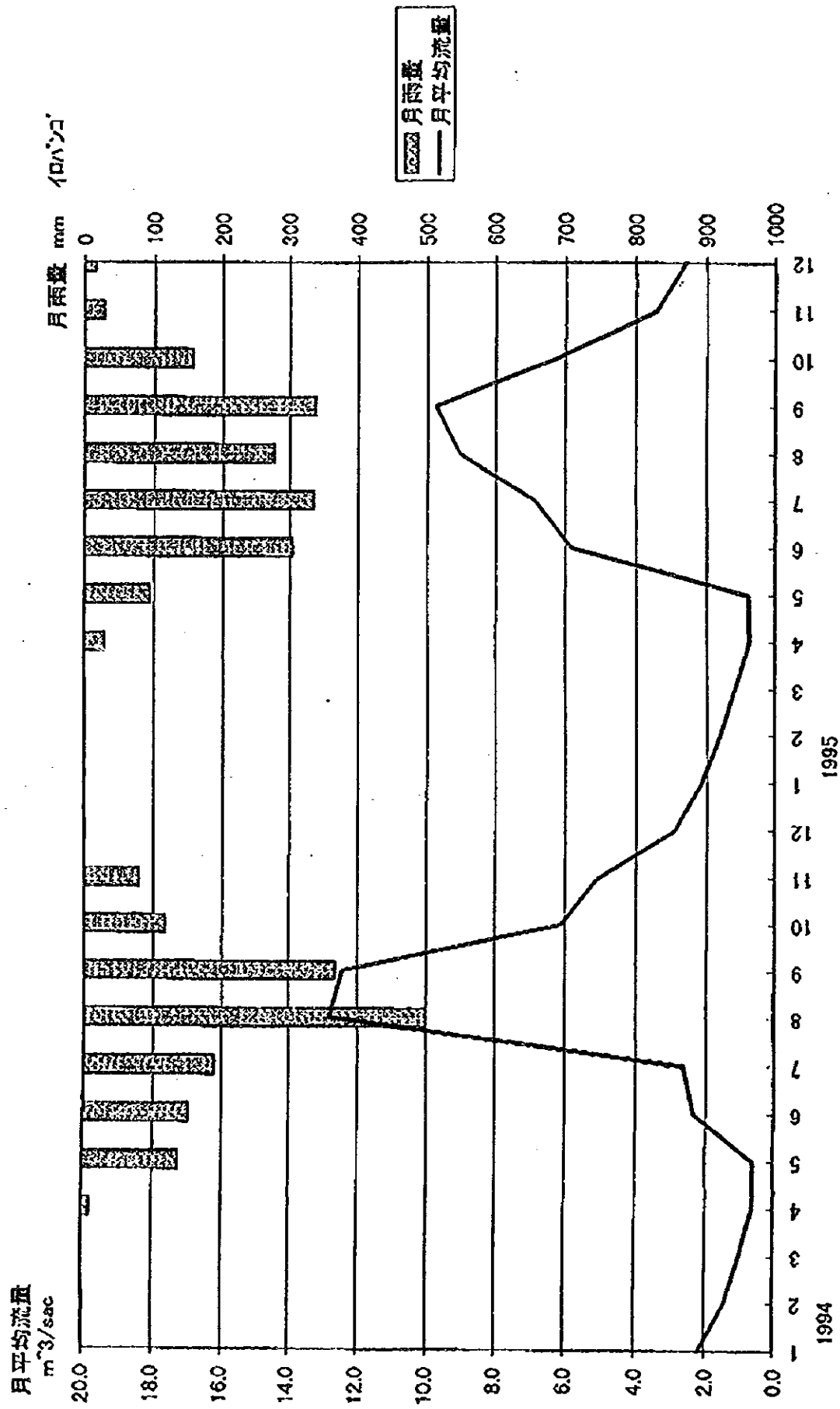


図 3.1.2.6 ヒボア川の月平均推定流量(セバキアパ川の合流点の下流地点)

3.1.3 土地利用・土壌

(1)土地利用

1996年1月15日にスポットで撮影された画像と地上踏査で得た情報を用いて現況土地利用図(図 巻頭図参照)を作成し、同時に傾斜区分図と組み合わせて、各傾斜区分毎の現況土地利用図を作成した(図 巻頭図参照)。

調査対象ブロック内の耕地、草地(自然草地、造成草地)、林地(コーヒー、果樹を含む)、施設等、湖沼・河川は、それぞれ全面積の36%、9%、40%、4%、12%を占めている(表3.1.3.1)。湖沼・河川(71.2 km²)の大部分は面積、調査地区の12%を占めるイロパンゴ湖である。

1) 耕地、草地および林地の傾斜度の異なる地形への分布

傾斜区分毎の耕地、草地および林地の分布状況を表3.1.3.2に示した。

耕地は傾斜度が0-10%の地形(緩傾斜地)に53%、11-25%の地形(急傾斜地)に21%、26%以上の地形に26%分布している。DGRNRによれば、傾斜度が11%以上の土地には土壌侵食を防ぐ何らかの対策が必要とされている。耕地はA、C、Eブロックに多く分布し、傾斜度が26%以上の急傾斜地形上の耕地もA、C、Eブロックに多く分布している。すなわち、これらのブロックは耕地に対する圧力が強いと判断される。

草地は傾斜度が0-10%の地形に75%、11-25%の地形に14%、26%以上の地形に11%分布している。草地はD、Eブロックに多く分布している。特に、雨季にヒボア川の氾濫で湛水する土地のあるDブロックでは、1,820 ha、Dブロックの32%に相当する土地が草地として存在する。

林地は傾斜度が0-10%の地形に34%、11-25%の地形に25%、26%以上の地形に40%分布している。林地はA、Cブロックに多く分布し、Dブロックには全森林の2%しか存在していない。

以上のことから、調査対象地域内には森林がかなり残り、全森林の65%が傾斜度11%以上の土壌侵食を防ぐ何らかの対策を必要とする地形に分布しており、傾斜地は禿げ山にはなっていない。しかし、傾斜度が26%以上の急傾斜地が耕地として利用され、また草地も傾斜地11%以上の土地に25%も分布していることから、耕種法による何ら

かの土壌侵食防止対策が必要であると考えられる。特にEブロックは林地が少なく草
地が多く、26 % 以上の地形も耕地に多く利用されているため、特に注意を払わなけれ
ばならないブロックと思われる。

2) 地形と現況土地利用状況

調査地域の地形は、以下のように分類できる（巻頭 流域区分図参照）。

- 1) イロパango火山のカルデラ湖、カルデラ崖
- 2) ビセンテ火山
- 3) ビセンテ火山山麓の平野
- 4) 海岸平野
- 5) 開析台地

A ブロック： このブロックの地形の特徴は、イロパango火山のカルデラ湖、カルデ
ラ崖、外輪山である。Aブロックの北西端に首都の San Salvador が位置し、San Salvador
首都圏を構成する Ilopango、San Marcos、San Martin は都市化が進み、保税工場や住
宅団地が多く造られている。エル・サルヴァドル国際空港へ向かう高速道路沿いの
Santo Tomás 周辺は、トウモロコシ、インゲンマメに加えて首都の市場に出荷する野菜、
バラの栽培が行われている。カルデラ湖の San Salvador 寄りの湖畔にはホテル、レス
トラン、ゴルフ場、ボート乗り場が有り、観光地を形成している。イロパango湖の南半
分のカルデラ崖および外輪山周辺にはコーヒー、果樹が栽培されている。特に、イロパ
ango湖東岸の Candelaria は質の良いオレンジ等の柑橘類の生産地として有名である。
また、イロパango湖西岸および Cojutepeque 周辺に大規模な養鶏場がある。この大規模
養鶏場から出る鶏糞が周辺の野菜・果樹を栽培する一部の農家で有機質肥料として利用
されている。

B ブロック： このブロックの地形の特徴は、開析の進んだ開析台地である。調査地
域の北縁に沿って走るパン・アメリカ・ハイウエーに沿って、Cojutepeque、San Rafael
Cedros、Santo Domingo の各市が位置する。なかでも Cojutepeque は周辺で生産される
野菜、果実の集散地都市として機能している。開析の進んだ開析台地上の San Cristbal、
San Ramón ではトウモロコシ、インゲンマメ、ソルガムに加えて一部で野菜の栽培が行
われている。特に、San Ramón では Río Jiboa およびその支流から乾季に、灌漑水をビ
ニルパイプで上流から導入あるいはポンプで揚水して野菜の栽培を行っている地域が
ある。

C ブロック： San Vicente 火山、北面山麓の平野および開析台地よりなる。San Vicente

火山山腹ではコーヒーが栽培されている。北西面山麓の Verapaz、Guadalupe 周辺の平野では主にサトウキビが栽培され、一部でトウモロコシ、インゲンマメが栽培されている。開析台地上ではトウモロコシ、イネ、インゲンマメ、野菜類、果樹、コーヒー、バナナ等が栽培され、その中心都市は San Pedro Nonualco である。また、Santa Maria Ostuma 周辺では古くからパイナップルが栽培されている。

D ブロック：このブロックの地形の大部分は海岸平野よりなる。海岸平野では農地改革以前に大地主によって綿が栽培されていた。しかし、現在は、協同組合と土地を削減された地主によってサトウキビ、ゴマが栽培され、一部でスイカ、トウモロコシが栽培されている。

E ブロック：開析台地よりなる。イロパンゴ外輪山の南面から San Antonio Masahuat の間にはコーヒー、果樹が栽培されている。San Pedro Masahuat 周辺ではトウモロコシ、ソルガムが主に栽培され、一部で野菜が栽培されている。

前述のように開析台地は、調査対象地域内で最も農業に利用されている地形である。図 3.1.3.1 に示すように、開析台地面および台地面に続く緩傾斜地は、住居地として利用され、道路が敷設されている。同時に、農業生産にとっても重要な場所で、トウモロコシ、イネ、インゲンマメ、野菜類、果樹、コーヒー、バナナ等が栽培されている。緩傾斜地から川面に向かう急傾斜地には、森林が残るとともに、コーヒー、バナナが栽培されている。所々に認められる河岸段丘上には、野菜が栽培され、特に乾季にはポンプあるいは上流からビニルパイプで灌漑水を導入して栽培されている。

上流域と中流域で大きく異なるのは以下のとおりである。

- a) 中流域では、河岸段丘につながる急傾斜地の傾斜度が小さくなって、一部の斜面で野菜が栽培されている。
- b) 中流域では、河岸段丘の面積が大きくなり、川面に近づくことである。
- c) 中流域以下（標高が約 400 m 以下）では台地面および傾斜地でコーヒー、インゲンマメ、果樹の栽培が認められなくなる。

3) 現況作物栽培面積

現況土地利用図と現地踏査、農家経済調査および普及所の資料等を参考にして農用地（耕地、果樹園、コーヒー園）における現況作物栽培面積を推定した（表 3.1.3.3）。

調査対象地域内で栽培面積が大きい作物は基本穀物であり、トウモロコシ、ソルガム、フリホレスを合わせると約 60% を占め、イネも約 2% 栽培されている。次いで果樹、コーヒー、サトウキビが多く栽培されている。

Aブロック：他ブロックに比較して、相対的に果樹、コーヒーの栽培面積が大きい。

Bブロック：他ブロックに比較して、相対的に野菜の栽培面積が大きく、次いで果樹、サトウキビ、コーヒーの栽培面積が大きい。

Cブロック：他ブロックに比較して、相対的にコーヒー、果樹、サトウキビの栽培面積が大きい。

Dブロック：他ブロックに比較して、相対的にサトウキビ、ゴマ、スイカの栽培面積が大きく、基本穀物の栽培面積は小さい。

Eブロック：他ブロックに比較して、相対的に基本穀物の栽培面積が大きい。

(2) 土壌

調査地域内の土壌は、主にイロパンゴ火山の噴火堆積物を母材とする土壌、およびこれを母材とした沖積土壌である。これらの土壌は、大きくレゴソル、ラトソル、リトソル、沖積土壌に分類されており、レゴソルが最も大きい面積を占めている。レゴソル、ラトソル、リトソルは主に傾斜地の A、B、C、Eブロックに、一方、沖積土壌は海岸平野の Dブロックに分布し、沖積土壌の土性（Soil Textura）は砂質土壌、粘土質土壌、シルト質土壌に分類される。また、マングローブ林に由来する土壌が、ヒボア川の河口にわずかに分布する。

これら土壌の特性は以下の通りであり、いずれも生産性が低い土壌である。

レゴソル：非固結で厚い火山灰母材の上に発達する土層が薄くて、極めて透水性のよい土壌。

リトソル：連続的な固結した硬い岩石の上に発達する土層が極めて薄い土壌。

ラトソル：生成が古く、土層が深く、透水性が極めて高い赤色の土壌。雨水により塩類、珪酸は溶脱されている。

沖積土壌：沖積土壌の主な母材が火山灰に由来するため、透水性が極めて良い土壌である。

これらの土壌は透水性に優れているために、灌漑をする場合は、畦間灌漑よりもスプレインクレー灌漑あるいはドリップ灌漑が適していると思われる。

調査地域内のイロパango湖の湖水には砒素が含まれているとの指摘があったので、調査地域内6カ所、周辺1カ所より土壌を採取し、砒素の分析を行った。供試土壌は、San Jose Luna と Santa Emilia がヒボア川の沖積土壌、La Calzada が調査対象地域に隣接するレンパ川の沖積土、他はヒボア川の河川水の影響を受けない台地上の土壌である。分析結果を下表に示した。

土壌採取地点 (市)	栽培作物	砒素(As) 含有率 (ppm)
San Jose Luna	トウモロコシ	1.90
San Jose Luna	スイカ	3.25
Santa Emilia	ゴマ	1.60
Santa Anita	トウモロコシ、ピピャン、パパイヤ、ロロコ	1.92
El Socorro	トウモロコシ	0.82
San Francisco	トウモロコシ、サイトウ	1.60
La Calzada	トウモロコシ、ピピャン	1.40

調査対象地域内の砒素含有率は、最高で3.25 ppmであり、この値は、日本の水田土壌に設定された15 ppmよりも低く、作物栽培上なんら制限要因とはならない。また、このように、調査地域内の広範な土壌に砒素が含有されていることから、砒素はイロパango火山の噴火堆積物に由来すると推定される。

表 3.1.3.1 現況土地利用

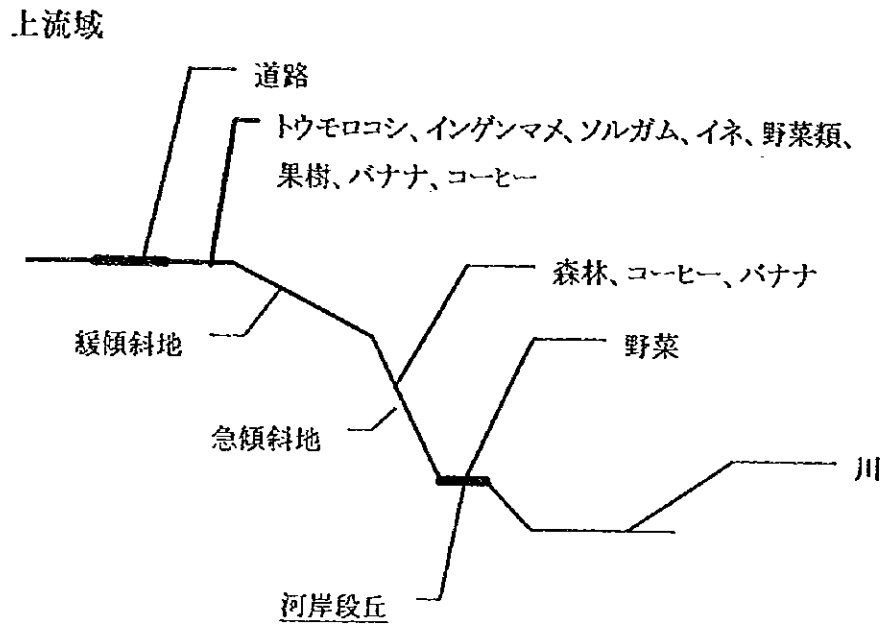
土地利用	傾斜区分 (%)			合計
	0-10	11-25	> 25	
	面積 (km ²)			
耕地	113.4	46.1	55.7	215.2
草地	38.8	7.3	5.5	51.6
林地	83.5	60.9	97.8	242.1
施設等	16.7	2.9	2.6	22.2
湖沼河川	73.8	0.3	0.2	74.4
合計	326.2	117.5	161.9	605.6
	割合 (%)			
耕地	34.8	39.3	34.4	35.5
草地	11.9	6.2	3.4	8.5
林地	25.6	51.8	60.4	40.0
施設等	5.1	2.5	1.6	3.7
湖沼河川	22.6	0.2	0.2	12.3
合計	100.0	100.0	100.0	100.0

出典: CNES, 1996.01.15, Spot Image, JICA 調査団の地上踏査 (1996)

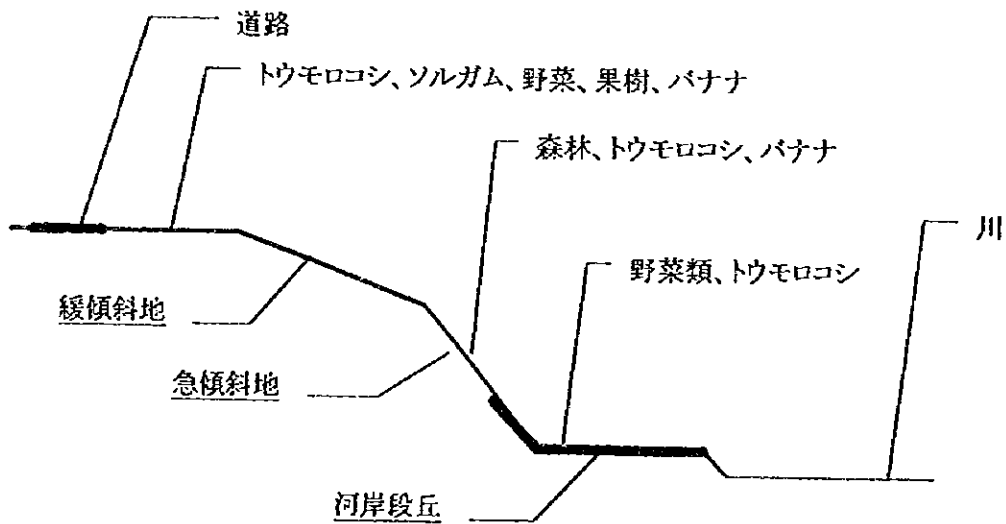
表 3.1.3.2 耕地、草地、および林地の傾斜度の異なる地形への分布

ブロック	傾斜区分			傾斜区分			傾斜区分			合計		
	0-10	11-25	>25	合計	0-10	11-25	>25	合計	0-10		11-25	>25
	耕地			草地			林地					
	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)	面積 (km ²)
A	16	11	18	45	3	1	5	27	22	40	89	
B	13	10	6	29	4	2	6	15	11	10	36	
C	25	14	16	55	5	2	9	20	18	28	65	
D	27	1	1	30	17	0	18	5	0	1	6	
E	32	10	14	57	10	1	13	17	10	19	46	
全体	113	46	56	215	39	7	52	83	61	98	242	
	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	
A	14	24	31	21	7	16	10	32	36	41	37	
B	12	22	11	14	9	27	12	18	18	10	15	
C	22	30	29	25	12	32	17	24	29	28	27	
D	24	3	3	14	45	5	35	6	1	1	2	
E	28	22	26	26	26	20	25	21	16	20	19	
全体	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	耕地			草地			林地					
	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	割合 (%)	
A	36	24	39	100	54	21	100	30	25	45	100	
B	46	34	21	100	58	32	110	41	31	28	100	
C	45	25	30	100	55	27	100	31	27	42	100	
D	90	5	5	100	95	2	100	82	8	10	100	
E	56	18	25	100	77	11	100	37	21	42	100	
全体	53	21	26	100	75	14	100	34	25	40	100	

出典: CNES, 1996.01.15, Spot Image, JICA 調査団の地上踏査



中流域 (川面の標高が約 400 ~ 500 m)



出典：JICA 調査団による現地踏査 (1996)

図 3.1.3.1 上、中流域の現況土地利用

表 3.1.3.3 現況作物栽培面積 (ha)

作物	地 域					合計
	A	B	C	D	E	
基本穀物						
トウモロコシ	2,453	1,557	2,395	1,126	4,222	11,753
ソルガム	456	139	1,197	212	1,885	3,677
フリホレス	1,647	694	898	16	1,093	4,348
イネ	35	31	389	0	113	568
小計	4,591	2,420	4,880	1,354	7,313	20,346
換金作物						
サトウキビ	-	462	1,168	1,214	-	2,844
ゴマ	-	-	30	625	75	730
ラッカセイ	-	-	-	100	-	100
果樹	1,717	586	1,377	47	980	4,708
コーヒー園	1,483	400	1,841	6	285	4,015
野菜	245	308	120	-	264	937
スイカ	-	-	-	136	-	136
小計	3,446	1,757	4,536	2,128	1,604	13,470
作付け面積	8,037	4,177	9,415	3,482	8,918	33,817
耕地面積	4,451	2,944	5,478	2,995	5,654	21,523
作付け強度	1.81	1.42	1.72	1.16	1.58	1.57
割 合 (%)						
基本穀物						
トウモロコシ	30.5	37.3	25.4	32.3	47.3	34.8
ソルガム	5.7	3.3	12.7	6.1	21.1	10.9
フリホレス	20.5	16.6	9.5	0.5	12.3	12.9
イネ	0.4	0.7	4.1	0.0	1.3	1.7
小計	57.1	57.9	51.8	38.9	82.0	60.2
換金作物						
サトウキビ	-	11.1	12.4	34.9	-	8.4
ゴマ	-	-	0.3	17.9	0.8	2.2
ラッカセイ	-	-	-	2.9	-	0.3
果樹	21.4	14.0	14.6	1.4	11.0	13.9
コーヒー園	18.5	9.6	19.6	0.2	3.2	11.9
野菜	3.1	7.4	1.3	-	3.0	2.8
スイカ	-	-	-	3.9	-	0.4
小計	42.9	42.1	48.2	61.1	18.0	39.8
作付け面積	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

出典: CNES, 1996.01.15, Spot Image, JICA 調査団の地上踏査 (1996)

3.1.4 自然環境

(1) 調査地域の生態系

ヒボア川流域は生態的に2つに分類されている。一つは高温亜熱帯湿潤森林帯でイロパング湖周辺及び中・下流域で海拔600m以下の地域である。二つめは冷涼亜熱帯湿潤森林帯に属し海拔600m以上の上流域である。

(2) 重要な野生動植物

豊富な動植物の種が同流域で確認されており、河口付近にはマングローブ種も僅かながら自生している。現在、天然資源局国立公園課で確認している動物の種は哺乳類24種、爬虫類46種、鳥類179種、両生類18種である(Annex H-1 参照)。この中、ワシントン条約付属書に規定されているものは哺乳類19種(Annex H-2-1 参照)、爬虫類39種(Annex H-2-2 参照)、鳥類66種(Annex H-2-3 参照)、両棲類が10種(Annex H-2-4 参照)である。植物は156種(Annex H-3 参照)がヒボア川流域で確認されており、この中でワシントン条約付属書に含まれる種は存在しない。

3.2 社会条件

3.2.1 行政

本開発調査対象地域には4県が部分的に関わっている。流域に関与する郡を、各県毎に示すと次のような構成になっている。その位置は、図3.2.1のとおりである。

LA PAZ (297.69km²)

- | | | |
|--------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1)El Rosario | 7)San Francisco Chinameca | 12)San Pedro Masahuat |
| 2)Jerusalén* | 8)San Juan Nonualco | 13)San Pedro Nonualco |
| 3)Mercedes La Ceiba* | 9)San Juan Tepezontes* | 14)Santa María Ostuma |
| 4)Paraiso de Osorio* | 10)San Luis | 15)Santiago Nonualco |
| 5)San Antonio Masahuat* | 11)San Miguel Tepezontes* | 16)Tapalhuaca |
| 6)San Emigdio* | | |

CUSCATLAN (123.87km²)

- | | | |
|----------------|------------------------|--------------------------|
| 1)Cojutepeque | 4)San Cristóbal* | 7)San Ramón* |
| 2)Candelaria* | 5)San Pedro Perulapan | 8)Santa Cruz Analquito* |
| 3)El Carmen | 6)San Rafael Cedros | 9)Santa Cruz Michapa |

SAN VICENTE (49.41km²)

- | | | |
|------------------|--------------|------------|
| 1)Guadalupe | 3)Tepetitán | 4)Verapaz |
| 2)Santo Domingo | | |

SAN SALVADOR (64.14km²)

- | | | |
|---------------|-------------------------|----------------|
| 1)Ilopango | 3)San Martín | 5)Santo Tomas |
| 2)San Marcos | 4)Santiago Texacuangos | 6)Soyapango |

ヒボア川流域関連の郡は35、郡の土地が100%流域内に属しているのは*印をつけた11郡である。全流域605.6km²の内70.5km²がイロパンゴ湖で、湖以外は535.1km²である。表3.2.1.1は支流域別の面積を示している。イロパンゴ湖を抜かした面積比率では、La Paz 県が全流域の55.6%、Cuscatlan 県が23.2%、San Salvador 県が12.0%、San Vicente 県が9.2%を占めている。

郡は下部の行政区分として村(canton)を持っているが、実質的な行政機能はなく、村の境界は住民の帰属意識によって左右される。郡によっては、郡内の村の名前も数も不確かな所もある。人口センサス原データによると、パイロット地域のSan Cristóbalには7村、San Antonio Masahuatには6村、San Pedro Masahuatには18村がある。しかし、郡役所等は、これらには村より小さい単位も加えられていると述べている。

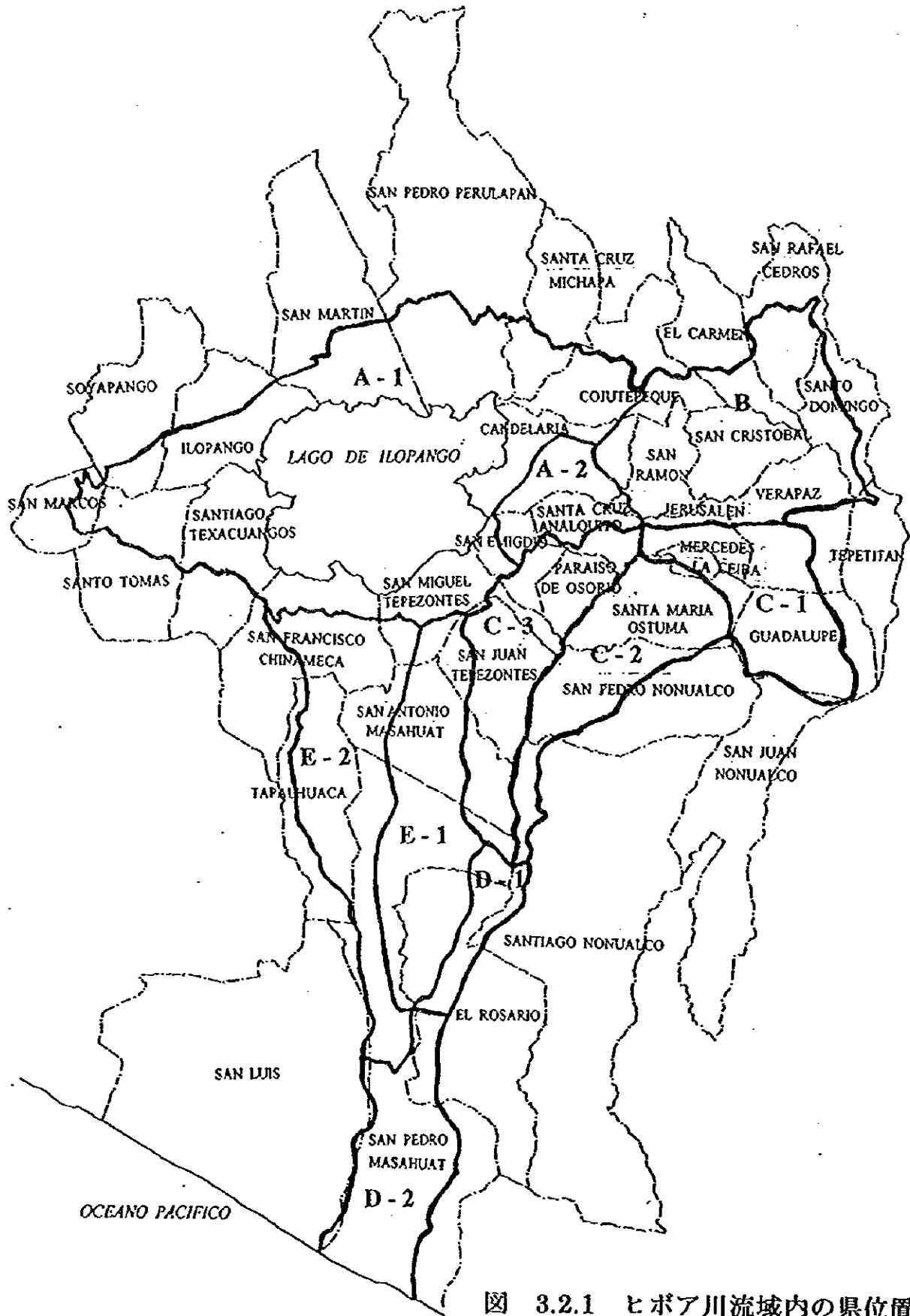


図 3.2.1 ヒボア川流域内の県位置図

3.2.2 人口

(1) ブロック別人口

表 3.2.2.1 は、ヒボア川流域内の人口とその増加予測を示している。1992 年人口センサスのデータに流域内面積の比率をかけて算定している。1992 年における流域人口は、273,650 人と推測される。ISDEM による人口予測に従うと、1996 年の流域人口は 322,644 人、2000 年には 345,557 人、2005 年には 376,502 人、2010 年には 410,213 人となる。

1996 年の支流別人口を示したのが表 3.2.2.2 である。首都サン・サルヴァドルを含む A ブロックが流域内総人口の 65.6%、パン・アメリカン・ハイウェイ沿いの B ブロックが 13.3%、C ブロックが 10.1%、D ブロックが 4.0%、E ブロックが 6.9% を占めている。県別では、面積比では 12.0% の San Salvador が 51.2% の人口、Cuscatlan が面積比 23.2% とほぼ同じ 24.3%、面積の 55.6% を占める La Paz が 20.2%、9.2% の面積の San Vicente が 4.3% を占めている。

このような状況を反映して、1996 年の人口密度は、A ブロックが 1 番多く 1,382 人/km²、次は B ブロックが 576.7 人/km²、C ブロックと D ブロックは大体同じで 247.4 人/km² と 229.2 人/km²、E ブロックが一番少なく 187.5 人/km² である。県別では、San Salvador 県が 2,568.8 人/km²、Cuscatlan が 632.7 人/km²、San Vicente が 282.5 人/km²、La Paz が 218.8 人/km² を占めている。1992 年の人口密度は全国平均では 243.3 人/km² で、1996 年は 260.6 人/km² であるので、支流域では A ブロックと B ブロック、県別では San Salvador 県、Cuscatlan、San Vicente の流域内ブロックが全国平均人口密度より多くなっており、ヒボア川流域は相対的に人口圧力が高い地域と言える（表 3.2.2.3）。

1992 年の全国での都市人口と農村人口の比率は都市 50.4%、農村 49.6% であった。流域全体では San Salvador 首都圏を反映し都市 67.1%、農村 32.9% だった。San Salvador は都市 84.9%、農村 15.1% と圧倒的に都市人口が多いが、他は La Paz が都市 30.4%、農村 69.6%、Cuscatlan が都市 40.4%、農村 59.6%、San Vicente が都市 41.3%、農村 58.7% と農村人口が多くなっている（表 3.2.2.4）。

1992 年の全国での男女比率は男性 48.6%、女性 51.4% であった。流域全体では男性 48.1%、女性 51.9% で女性の比率が全国より多くなっている。県別では、La Paz の女性人口比率が 51.2% と全国平均より低いが、他県は全国平均より少しづつ高くなってい

る。都市部のほうが農村部より女性人口比率が高い傾向は全国でも流域に属する郡でも同様に見られる。農村部女性人口は、全国平均の 50.1%より流域に属する郡のほうが 50.6%と高くなっている。流域内のどの県も、農村部は女性の比率が高い地域となっている（表 3.2.2.5）。

年齢構成は若年齢層が多く年齢層が高くなるほど人数が少なくなる円錐形の構成をしている。男性より女性のほう、農村より都市のほうが、平均年齢が高い傾向があり、この傾向は流域関連地域にも当てはまっている。1992 年の平均年齢の概算は全国で男性 25.4 才、女性 27.0 才であるのに対して、流域全体では男性 24.3 才に女性 25.8 才と全国平均より平均年齢が少し低くなっている。同様に、都市部でも全国平均（男性 25.7 才、女性 27.7 才）に比べて流域全体（男性 24.6 才、女性 26.4 才）のほうが低い。農村部では全国平均（男性 23.6 才、女性 24.1 才）に流域全体（男性 23.6 才、女性 24.5 才）を比べると、男性はまったく同じで、女性は僅かながら全国平均より高くなっている。これは、流域農村部の女性は、都市女性にはかなわないが、他の地域の農村女性よりは、相対的に僅かながら恵まれていることを示している。その一般的理由としては、内戦の激戦地から離れていたこと、首都の医療機関に比較的近いので医療サービスが他の地域より受けやすいことが挙げられる。

(2) 識字率

識字率は、農村より都市のほうが、女性より男性のほうが高い。1992 年の全国平均では、都市部男性の識字率は 86.8%、都市部女性は 82.3%、農村男性は 59.5%、農村女性は 57.5% だった。流域に属する 4 県の都市部で全国平均を超えるのは、San Salvador（男性：91.4%、女性：87.1%）だけである。農村部では San Vicente の農村男性の識字率が全国平均より僅かに低い（59.4%）ことを除けば、他は全て全国平均を超えている（表 3.2.2.6）。識字率だけから見れば、他の地域よりは教育水準が幾らか高い地域と言える。

しかし、1992 年における 10 才以上の農業経済活動人口（EAP）の教育水準を見ると、流域において初等・中等での中途退学者と非就学者が多い。流域全体で、農業 EAP の初等・中等での中途退学者は 49.9%で非就学者は 22.7%となっている。女性農業 EAP の場合は、初等・中等での中途退学者が 46.7%で非就学者が 24.6%となっている。非就学者は全国平均（男性 26.0%、女性 26.6%）より少ないが、初等・中等での中途退学者は（男性 45.9%、女性 44.9%）より高くなっており、行くことは行ったが途中で止める人間が少し多くなっている。そして、全国でも流域内でも男性より女性の教育機会が少ないことを示している（表 3.2.2.7）。

表 3.2.1.1 県別及び支流域別の流域内面積

	(km ²)						
	A	B	C	D	E	TOTAL	
LA PAZ	23.36 0.6%	1.68 0.6%	96.47 32.4%	56.86 19.1%	119.32 40.1%	297.69 92.7%	55.6%
CUSCATLAN	65.75 53.1%	53.43 43.1%	4.69 3.8%			123.87 100.0%	23.2%
SAN VICENTE		19.46 39.4%	29.95 60.6%			49.41 100.0%	9.2%
SAN SALVADOR	64.14 100.0%					64.14 100.0%	12.0%
TOTAL	153.25 28.6%	74.57 13.9%	131.11 24.5%	56.86 10.6%	119.32 22.3%	535.11 100.0%	100.0%

表 3.2.2.1 県別流域内将来人口予測

	(人)				
	1992	1996	2000	2005	2010
LA PAZ	60,820	65,139	69,764	76,014	82,819
CUSCATLAN	73,181	78,377	83,944	91,460	99,649
SAN VICENTE	13,411	14,363	15,383	16,761	18,261
SAN SALVADOR	153,840	164,765	176,466	192,267	209,484
TOTAL	301,252	322,644	345,557	376,502	410,213

表 3.2.2.2 県別及び支流域別の流域内人口：1996年

	(人)						
	A	B	C	D	E	TOTAL	
LA PAZ	5,548 8.5%	411 0.6%	23,773 36.5%	13,031 20.0%	22,376 34.4%	65,139 100.0%	20.2%
CUSCATLAN	41,482 52.9%	35,821 45.7%	1,074 1.4%			78,377 100.0%	24.3%
SAN VICENTE		6,180 44.3%	7,777 55.7%			13,957 100.0%	4.3%
SAN SALVADOR	164,765 100.0%					164,765 100.0%	51.2%
TOTAL	211,795 65.6%	43,003 13.3%	32,439 10.1%	13,031 4.0%	22,376 6.9%	322,644 100.0%	100.0%

表 3.2.2.3 県別及び支流域別の人口密度：1996年

	(人/km ²)					
	A	B	C	D	E	TOTAL
LA PAZ	237.5	244.5	246.4	229.2	187.5	218.8
CUSCATLAN	630.9	670.4	229.0			632.7
SAN VICENTE		317.6	259.7			282.5
SAN SALVADOR	2,568.8					2,568.8
TOTAL	1,382	576.7	247.4	229.2	187.5	602.9

表 3.2.2.4 ヒボア川流域における都市人口と農村人口：1992年

	都市人口		農村人口	
	(%)			
La Paz	30.4		69.6	
Cuscatlan	40.4		59.6	
San Vicente	41.3		58.7	
San Salvador	84.9		15.1	
Total	67.1		32.9	
El Salvador	50.4		49.6	

表 3.2.2.5 ヒボア川流域における都市人口と農村人口：1992年

	合計					
	都市人口		農村人口			
	男性	女性	男性	女性	男性	女性
La Paz	48.8	51.2	47.2	52.8	49.6	50.4
Cuscatlan	48.0	52.0	46.4	53.6	49.1	50.9
San Vicente	48.4	51.6	46.7	53.3	49.6	50.7
San Salvador	47.9	52.1	47.6	52.4	49.4	50.6
Total	48.1	51.9	47.5	52.4	49.4	50.6
El Salvador	48.6	51.4	47.3	52.7	49.9	50.1

表 3.2.2.6 ヒボア川流域における識字率：1992年

	就学率	識字率 (%)			
		都市部		農村部	
		男性	女性	男性	女性
La Paz	26.4	82.3	76.6	67.8	62.6
Cuscatlan	25.3	84.0	80.1	66.7	60.7
San Vicente	27.0	79.8	77.1	59.4	59.2
San Salvador	31.2	91.4	87.1	77.0	71.2
Total	27.5	84.4	80.2	67.7	63.4
El Salvador	26.5	86.8	82.3	59.5	57.5

表 3.2.2.7 ヒボア川流域における農業経済人口の教育水準：1992年

		教育水準 (%)				
		初等・中等教育		高等学校		非就学
		中退	卒業	中退	卒業	
La Paz	men	54.8	5.2	0.5	1.1	22.8
	women	36.0	3.0	0.4	1.3	25.9
Cuscatlan	men	51.4	7.0	0.4	0.8	19.3
	women	48.5	5.7	0.4	0.7	19.3
San Vicente	men	45.2	6.0	0.5	0.9	21.1
	women	44.9	3.9	0.2	0.4	25.2
San Salvador	men	47.5	53.8	0.8	2.8	26.1
	women	42.2	4.7	0.1	7.4	25.6
Total	men	49.9	20.3	0.6	1.5	22.7
	women	46.7	4.3	0.3	3.8	24.6
El Salvador	men	45.9	4.3	0.4	1.0	26.0
	women	44.9	3.5	0.5	2.1	26.6

3.2.3 経済

(1) 農業

ヒボア川流域の主要産業は、San Salvador 以外では農業である。1996 年における経済活動人口 (EAP) で農業に従事しているのは全国では全 EAP 中の 35.5% であり、ヒボア川流域では 24.5% である (表 3.2.3.1)。これは極端に農業従事者 (農業 EAP) が少ない San Salvador (6.4%) が属しているためであり、La Paz (58.8%) や San Vicente (69.4%) では農業従事者が多数を占めている。Cuscatlan (36.3%) は全国平均より少し多い程度である。郡レベルでは、農業を基幹産業としている郡が圧倒的に多い。農村部だけで見ると農業従事者の割合はもっと多くなる。農業の割合が少ない場所では、製造業や商業の比率が大きくなっている。漁業従事者は流域に属する郡全体で 546 人で、その約半分がイロパンゴ湖で漁業を営んでいる。San Salvador 以外の農村部の男性 EAP は、ほとんどが農業従事者である。農村女性 EAP の職業としては、どの県も商業が 20% 弱を占め、Cuscatlan と San Salvador では製造業が 30% を越えている。

1996 年における流域内の推定農業従事者数は、La Paz が 10,929 人、Cuscatlan が 8,427 人、San Vicente が 2,403 人、San Salvador が 3,803 人で、合計 25,562 人である。農業従事者中の女性の比率は、全国では女性 4.9% だった。La Paz (5.0%) は全国平均とほぼ同じだが、Cuscatlan (女性 3.9%) と San Vicente (3.6%) では少なく、San Salvador (7.5%) では幾らか多かった (表 3.2.3.2)。

人口センサスによると農業従事者に分類されていても全員が農民というわけではない。産業として農業に携わっていても、農園維持管理者、農園警備員、農園事務員等がいる。日本的な農民のイメージに合うのは、人口センサス上で農民及び農牧漁業における熟練技術者 (以下では熟練農民と略す) と呼ばれる人々と、農業従事者中の未熟練労働者 (以下では未熟練農民と略す) の 2 つである。後者については、土地なし農民や季節農園労働者が大部分を占めていると判断される。

1996 年の流域内の熟練農民は、La Paz で 5,049 人、Cuscatlan で 4,129 人、San Vicente で 1,177 人、San Salvador で 1,616 人、合計で流域内の全農業従事者の 46.8% に当たる 11,971 人と推定される (表 3.2.3.2)。未熟練農民は、La Paz で 5,705 人、Cuscatlan で 4,214 人、San Vicente で 1,204 人、San Salvador で 1,616 人、合計で 12,739 人だった。これは全農業従事者の 49.9% に当たっている。男女別に見ると、男性農業従事者における熟練農民と未熟練農民の比率は、どの県でも半分位づつであり、女性農業従

事者では、未熟練農民が6割から7割を占めている。

1992年人口センサスには別の農業従事者の区分があり、それに従って1996年の流域内の農業従事者を分類したのが、表3.2.3.3である。流域内の農民の84.9%に当たる21,699人が独立労働者であり、80人が大農園主に相当する雇用者が0.3%、1,597人が常勤の農業労働者に相当する被雇用者が5.9%、6.4%に当たる1,656人が協同組合員である。その他は、家族労働者等であり割合が少ないので表では省略している。県別に言えば、San Salvadorでは被雇用者が他県よりも比較的多く、La Pazでは協同組合員が比較的多くなっている。

土地にアクセスを持つ熟練農民(46.8%)から、雇用者(0.3%)、協同組合員(6.4%)を引いた40.1%が自作農に相当し、独立労働者(84.9%)から熟練農民を引いた38.1%が常勤でない農業労働者に相当すると見られる。

MAGの農業統計には、今までは、畜産に関しては県別データがあったが、作物生産に関しては県別や郡別のデータはなく、地域別データのみであった。MAGは、きめこまかい現地密着型の農業政策を考案していくために、1997年からはこれらにも県別データを発表していく予定である。現状では、それを利用できないので、ヒボア川流域の農業一般事情を説明するために、地域面積における流域面積の比率を地域の作物生産額にかけた数値で説明する。地域IIにおける流域内面積は3.5%、地域IIIにおける流域内面積は9.9%になる(表3.2.3.4)。これらの数値は、あくまで流域内農業の概況を見る一つの目安に過ぎず、より詳細な分析は営農や畜産の部分で行われている。

表3.2.3.5は、1994-5年の主要農産物の生産状況を示している。ヒボア川流域におけるメイズ栽培面積は10,736Mzで、これは全国におけるメイズ生産面積の2.39%に相当する。ヒボア川流域の土地面積はエル・サルヴァドル国の国土面積の2.58%に当たるので、土地比率から言ってメイズ栽培面積は全国平均より少ないことになる。しかし、メイズ生産量は全国生産量の2.78%で土地比率からみて高くなっている。それは単収が全国平均が23.2qq/Mzなのに、流域内が27.1qq/Mzと高いためである。

フリホーレスは、面積比(3.04%)、生産量比(2.91%)ともに、土地比率より高いが、単収は全国平均が12.6qq/Mzなのに、流域内は12.1qq/Mzと低くなっている。

ソルガムは、流域内の単収は22.8qq/Mzと全国平均と同じだが、面積費、生産量比ともに土地比率より少なくなっている。

稲作は、流域内の単収 (70.3qq/Mz) が全国平均 (66.0qq/Mz) より高いだけでなく、面積比 (15.09%)、生産量比 (16.07%) とともに土地比率からみて非常に高い割合となっている。棉栽培は、農業統計によれば全国で5県のみで行われており、そのうちの2県が La Paz と San Vicente である。棉単収は全国平均の 23.5qq/Mz より、流域内は 36.0qq/Mz と高くなっているが、面積比 (0.18%)、生産量比 (0.28%) は非常に小さい。ヒボア川流域内には精糖工場が1つあり、そこが近隣の農民と契約を結びサトウキビ栽培を委託し、収穫物を買収している。1993-4年におけるヒボア精糖工場のサトウキビ契約栽培面積は 7,912Mz で、これは全国面積の 12.0% に相当する。そこからのサトウキビ生産量は 553,855s. t. で、全国生産量の 15.5% に当たる。面積費よりも生産費が高いのは、単収が 70s. t/Mz と全国平均の 53.95s. t./Mz から見てかなり高いからである。工場における砂糖生産量は 1,116,470qq で、全国砂糖生産量の 15.9% に当たる。サトウキビからの生産される砂糖の歩留まりは 10.08% と、これも全国水準 (9.86%) より高くなっている (表 3.2.3.6)。

(2) 畜産

畜産に関しては農業統計が幾つかの項目に関して県別データを纏めている。1994年における流域内の牛屠殺数は 8,065 頭で全国の 4.99% に当たっている (表 3.2.3.7)。流域内の豚屠殺数は 4,543 頭で全国の 3.38% である (表 3.2.3.8)。卵用鶏は 412,266 羽で全国の 9.13% (表 3.2.3.9)、ブロイラーは 134,784 羽で全国の 3.60% が流域内で飼育されている (表 3.2.3.10)。

主要作物生産に関して纏めると、ヒボア川流域は、サトウキビ及び稲の生産が盛んな地域であり、メイズ生産は単収こそ高いが栽培面積は比較的少なく、フリホーレス栽培面積は全国平均より大きい単収は幾らか低く、そして、ソルガムの栽培面積は全国平均より少なくなっている。畜産に関しては、流域内の牛の屠殺数、豚の屠殺数、鶏飼育数のどれもが全国水準から見て多い。特に、卵用鶏飼育数は全国の 9% と特に多い。これは国内最大の販路である首都圏に隣接した地域であるためと判断される。これら以外にも、流域内で、非伝統的作物の果樹や野菜栽培等も盛んになっているが、統計上のデータとしては現れていない。

表 3.2.3.1 ヒボア川流域における農業経済活動人口率：1996年

	全経済活動人口	農業経済活動人口	%
La Paz	18,576	10,929	58.8
Cuscatlan	23,216	8,427	36.3
San Vicente	3,465	2,403	69.4
San Salvador	59,239	3,803	6.4
Total	104,496	25,562	24.5
El Salvador	1,776,472	630,294	35.5

注：1992年センサスの人口比に基づき計算。

表 3.2.3.2 ヒボア川流域における熟練農民数及び未熟練農民数：1996年

	農業経済活動人口 (A. EAP)		農民及び熟練農民 対A. EAP比		未熟練農民 対A. EAP比	
	男女比(%)	人数	(%)	人数	(%)	人数
La Paz		10,929	46.2	5,049	52.2	5,705
男性	95.0	10,383	47.3	4,911	51.1	5,305
女性	5.0	546	25.3	138	72.6	400
Cuscatlan		8,427	49.0	4,129	50.0	4,214
男性	96.1	8,098	49.9	4,041	49.2	3,984
女性	3.9	329	27.2	88	69.1	230
San Vicente		2,403	49.0	1,177	50.1	1,204
男性	96.4	2,316	49.6	1,149	49.4	1,143
女性	3.6	87	32.3	28	67.0	61
San Salvador		3,803	42.5	1,616	49.8	1,616
男性	92.5	3,518	44.1	1,551	48.9	1,552
女性	7.5	285	22.1	65	61.1	64
Total		25,562	46.8	11,971	49.8	12,739
男性	95.1	24,315	47.9	11,652	49.3	11,984
女性	4.9	1,247	25.6	319	60.6	755

注：1992年センサスの人口比に基づき計算。

Table 3.2.3.3 ヒボア川流域における農業経済活動人口の雇用状態別区分

	総農業 経済活動人口		独立労働者		被雇用者及び 労働者		農園主及び 雇業者		協同組合員	
	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
La Paz	10,929	81.6	8,918	6.6	721	0.3	32	10.1	1,104	9.5
男性	10,383	82.3	8,545	6.4	665	0.2	32	29.6	986	11.8
女性	546	55.6	373	11.9	56	0.2	0	3.0	243	5.0
Cuscatlan	8,427	91.8	7,736	3.9	329	0.2	17	3.0	253	2.9
男性	8,098	92.0	7,450	3.9	316	0.2	17	3.0	243	2.9
女性	329	83.9	286	6.9	13	0.4	0	5.0	10	3.1
San Vicente	2,403	91.4	2,196	2.2	53	0.3	7	2.9	67	10.2
男性	2,316	91.9	2,128	2	49	0.3	7	5.9	196	5.6
女性	87	74.3	68	7.6	4	0.3	0	13.3	28	6.5
San Salvador	3,803	74.9	2,848	13.0	494	0.6	24	6.1	1,656	6.1
男性	3,518	75.8	2,666	12.4	436	0.7	24	6.1	1,492	6.1
女性	285	52.7	182	29.4	58	0.3	0	13.1	164	13.1
Total	25,562	84.9	21,699	6.2	1,597	0.3	80	6.5	1,656	6.1
男性	24,315	85.5	20,790	6.0	1,465	0.3	80	6.1	1,492	6.1
女性	1,249	72.8	909	10.6	132	0.0	0	13.1	164	13.1

注：1992年センサスの人口比に基づき計算。

表 3.2.3.4 農業地域におけるヒボア川流域の面積比

	総面積 (km ²)	ヒボア川流域	
		(km ²)	(%)
地域 II			
Chalatenango	2,016.6		
La Libertad	1,652.9		
San Salvador	886.2	64.1	7.233
Cuscatlan	756.2	123.9	16.385
計	5,311.9	188.0	3.539
地域 III			
La Paz	1,223.6	297.7	24.330
Cabanas	1,103.5		
San Vicente	1,184.0	49.4	4.172
計	3,511.1	347.1	9.886
El Salvador	20,720 *	535.1 *	2.583

注：* = 土地面積。

表 3.2.3.5 ヒボア川流域における主要作物の推定生産状況：1994-5年

		全国	地域II		地域III		ヒボア川流域		対全国比 (%)
			全体	全体	地域II	地域III	合計		
メイズ	Mz	450,000	89,100	76,700	3,153	7,583	10,736	2.39	
	QQ	10,449,000	2,525,400	2,037,100	89,374	201,388	290,762	2.78	
	QQ/Mz	23.2	28.3	26.6	28.3	26.6	27.1	116.74	
フリホーレス	Mz	106,100	43,900	16,900	1,554	1,671	3,224	3.04	
	QQ	1,334,300	510,700	210,500	18,074	20,810	38,884	2.91	
	QQ/Mz	12.6	11.6	12.5	11.6	12.5	12.1	95.71	
ソルガム	Mz	173,800	30,000	30,900	1,062	3,055	4,116	2.37	
	QQ	3,956,900	759,000	676,700	26,861	66,899	93,760	2.37	
	QQ/Mz	22.8	25.3	21.9	25.3	21.9	22.8	99.90	
稲初	Mz	21,300	11,100	5,200	2,701	514	3,215	15.09	
	QQ	1,405,200	803,700	306,800	195,540	30,330	225,870	16.07	
	QQ/Mz	66.0	72.4	59.0	72.4	59.0	70.3	106.46	
		全国	LA PAZ	S. VICENTE	ヒボア川流域		合計	対全国比 (%)	
棉	Mz	2,575	127	4.0	4.5	0.2	4.7	0.18	
	QQ	60,526	4,605	120	163	5.0	168	0.28	
	QQ/Mz	23.5	36.3	30.0	36.3	30.0	36.0	153.34	

出所：「農業統計年報 1994-1995」に基づき計算。

表 3.2.3.6 ヒボア精糖工場のサトウキビ及び砂糖生産 1993-4年

	サトウキビ			砂糖		
	面積 (Mz)	生産量 (s. t.)	単収 (t/Mz)	生産量 (QQ)	歩留まり量 (lb/s. t.)	歩留まり率 (%)
ヒボア精糖工場	7,912	553,855	70.00	1,116,470	201.53	10.08
全国	66,036	3,562,845	53.95	7,029,078	197.29	9.86
対全国比 (%)	12.0	15.5	-	15.9	-	-

注：s. t.=2,000 lb. QQ=100 lb.

出所：MAC, "Informe de Coyuntura," Oct. 1994.

表 3.2.3.7 ヒボア川流域における牛屠殺推定数 : 1994年

	総数	流域面積率 (%)	流域内 屠殺数 (頭)
SAN SALVADOR	65,662	7.23	4,749
CUSCATLAN	14,924	16.38	2,445
LA PAZ	3,191	24.33	776
SAN VICENTE	2,250	4.17	94
計	86,027		8,065
全国	161,772	4.99	

出所: 「農業統計年報 1994-1995」に基づき計算。

表 3.2.3.8 ヒボア川流域における豚屠殺推定数 : 1994年

	総数	流域面積率 (%)	流域内 屠殺数 (頭)
SAN SALVADOR	30,393	7.23	2,198
CUSCATLAN	3,793	16.38	621
LA PAZ	5,921	24.33	1,441
SAN VICENTE	6,773	4.17	283
計	46,880		4,543
全国	134,488	3.38	

出所: 「農業統計年報 1994-1995」に基づき計算。

表 3.2.3.9 ヒボア川流域における卵用鶏飼育数 : 1994年

	総数	流域面積率 (%)	流域内 屠殺数 (羽)
SAN SALVADOR	947,437	7.23	68,529
CUSCATLAN	264,568	16.38	43,348
LA PAZ	1,234,648	24.33	300,388
SAN VICENTE	-	4.17	-
計	2,446,653		412,266
全国	4,517,898	9.13	

出所: 「農業統計年報 1994-1995」に基づき計算。

表 3.2.3.10 ヒボア川流域におけるブロイラー飼育数 : 1994年

	総数	流域面積率 (%)	流域内 屠殺数 (羽)
SAN SALVADOR	480,524	7.23	34,757
CUSCATLAN	564,591	16.38	92,506
LA PAZ	21,830	24.33	5,311
SAN VICENTE	52,970	4.17	2,210
計	1,119,915		134,784
全国	3,744,643	3.60	

出所: 「農業統計年報 1994-1995」に基づき計算。

3.2.4 社会環境

(1) 住民

調査対象地域には、先住民族がスペイン人が上陸する以前から主に中下流域のサンチャゴテキサクワンゴ (Santiago Texacuango), サンミゲルテペゾンテス (San Miguel Tepezontes), サンフアンテペゾンテス (San Juan Tepezontes), サンペドロノヌアルコ (San Pedro Nonualco), サンアントニオマサフアット (San Antonio Masahuat), サンペドロマサフアット (San Pedro Masahuat) 郡に居住している。しかしながら文部省の CONCLTURA によれば調査地域はプロジェクト実施に問題が発生するような少数民族に係わる問題は存在しないと云うことである。これらの先住民族は伝統的に独自の慣習、文化を維持しているにも拘わらずグアテマラの少数民族と違って西語を共通語としている。従って、エル・サルヴァドル国の文化は先住民族とスペイン文化の融合したものと云える。

(2) 制度・慣習

1) 漁業権

エル・サルヴァドル国における漁業は1980年に発効した漁業法第799条によって規制され、CENDEPESCA がその法的な実施機関となっている。従って、商業的に漁業を営むものはCENDEPESCA が交付する操業免許、漁船免許、漁師身分証明書を得ることが義務付けられている。河川での漁業は沿線に居住するものが優先権を与えられているが現実には規制されていない。上記の漁業権は主にイロパング湖の小規模漁業とヒボア川河口沿海の大規模エビ漁を対象としている。魚類のサイズでは捕獲規制はあるが漁獲高制限はない。漁業法第799条は5つの条項が既に改正され、1996年3月27日に公式に改正条項が通達された。改正の主な狙いは資源保全のため抱卵雌エビ及び雌エビの保護を強化するところにある。

2) 水利権

水利権は1970年に発効した灌漑及び排水に関する法律の第17条及び153条によって規制されている。この法律の主官庁は農牧省であるが経済省、公共事業省、厚生省も水資源の安定化で関係している。水資源の使用権は申請手続きを関係機関に行い、関係機関はその水資源の地権者である地主を召喚して意向を確認して処理する。この一連の手続きは各自治体で進められる。地下水に関しては人間・家畜の飲料水用の井戸掘削に関しては地主の自由であるが、灌漑目的で利用する場合には農牧省の許可が必要である。

この法律は改正中で天然資源局内の各部で改正案を検討している段階である。改正の主な狙いはこれまで水管理費は個人ユーザーにのみ義務付けられていたのを水管理組合にも義務付けるところにある。

3) 入会権

調査地域には国有地のような共有地が存在せず、入会権に関する制度は無い。即ち、調査地域の土地の殆どは ISTA が抵当権を有する土地も含めて私有地である。

4) 土地制度

これまでの大土地所有制度の弊害から零細農民の生活改善の為に農地改革 (Agrarian Reform) が 1980 年代から 1990 年代にかけて実施された。そして農地改革第 153 条により、土地分級クラスで I, II, III, IV に入る 100ha 以上の個人所有農地、並びに V, VI, VII クラスの 150ha 以上の個人所有農地が 1980 年の農地改革の対象となった。しかしながら、憲法 105 条は個人の私有地財産の保全として 245ha を越えないことと定めている。第 1 回目の農地改革では憲法に抵触しない 500ha 以上の地主所有の土地が対象と定めた第 154 条が制定された。農地改革の推進と共に農民の耕作権に対する不公正な所有形態を排除するために第 207 条が制定された。第 207 条は不在地主の土地を耕作農民に分与することを目的とし、この法律施行を円滑に進めるために農地金融機関 (FINATA) が設立され、零細農民や農場労働者に融資及び農地の分与を実施している。FINATA による農地の分与は上限を 7 ha (10 m²) に限定し、この土地返済代金は 30 年を最大償還期間として返済し、償還期間中はこの土地の名義変更もしくは売却は名義人の死亡以外は禁じられている。

(3) 風土病及び流行病

厚生省による 1995 年度の罹病患者処置数統計 (表 3.2.4.1 参照) によるとマラリアやデング熱の罹病患者処置数は非常に少なく、最も多い疾患は扁桃腺、風邪、原因不明並びに寄生虫による下痢、気管支炎との肺炎併発、栄養失調、狂犬病などである。上流と下流域では統計からは明らかな相違は見られない。USAID の報告書によると、調査対象地域を含む地方では水因性の疾患が幼児の下痢・脱水症による死亡率を高めており、特に農村地域では顕著であると言うことである。

表 3.2.4.1 流域別の主要な疾病患者処置数/1995

ブロック	A		B		C		D		E		全体比率 (%)
	処置数	比率(%)	処置数	比率(%)	処置数	比率(%)	処置数	比率(%)	処置数	比率(%)	
疾病											
Faringo Amigdalitis aguda	13390	32.5	3273	30.0	3988	29.9	488	36.6	204	33.6	31.8
Cataro Corneo	11409	27.7	3769	34.6	4193	31.5	408	30.8	212	34.9	30.1
Infecciones Intestinales	4951	12.0	1750	16.0	1655	12.4	63	4.8	85	14.1	12.7
Bronconeumonia	3858	9.4	699	6.4	712	5.3	108	8.2	3	0.8	7.4
Parasitosis Intestinal	4416	10.7	1324	12.1	2158	16.2	204	15.4	66	10.9	12.0
Aniviasis sin Abceso	1495	3.6	93	0.9	151	1.1	54	4.1	12	2.1	2.6
Animal transm de rabia	1014	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4
Desnutricion leve	690	1.7	0	0	471	3.5	0	0	22	3.7	1.9

出典：Ministry of Public Health/1995

(4) 衛生状況

1) 飲料水

飲料水供給に法的責任を持つ政府機関の上下水道公社 (ANDA) は都市部及び都市周辺に限定し飲料水を供給している。ANDA の飲料水供給網から外れる地域は厚生省の実施する農村給水ユニット (PLANSABAR: Plan Nacional de Saneamiento Basico Ual)、掘り抜き井戸、ポアホール、河川水などで飲料水を賄っている。都市の上水道へのアクセシビリティは農村に比較して高く、5対1の比率である。エル・サルヴァドル国には法的な飲料水の水質基準は定められておらず、CAPRE (中米及びパナマ、ドミニカ飲料水衛生地域調整委員会) のガイドラインを準用している。従って、ANDA は現在、汚水規制、水資源、汚水システムや国家水資源保全に関する新しい組織の創設などに関して法案の整備、見直しを進めている。

2) 人間及び家畜の汚物処理

調査対象地域内でイロパango湖西側の首都圏域と主要都市は殆どが水洗トイレを備えている。農村地域では簡易便所 (Pit latrin) が主要であり、ごく希に浄化槽を備えた水洗トイレを見かけるに過ぎない。家畜の糞尿に関しては大規模養鶏場がイロパango湖周辺やBブロックにあるが、そこから出る鶏糞は隣のグアテマラに輸出する他、国内で、有機肥料として利用されている。また下流域の集団農場では牛糞を有機肥料として利用している。

3) 工場廃液・家庭汚水・固形廃棄物処理

イロパango湖流域の西側は首都圏域に含まれ、人口稠密で工業団地もサンマルコスや

パンアメリカンハイウェイに沿って位置している。製紙、化学薬品、プラスチック、塗料、冶金、繊維などの工場は何らかの工場廃液を同流域に排水している。

UEDA/ANDA より入手した工場リストには全国で約 450 が登録されており、その中、ヒボア川流域の調査対象地域に含まれる工場の数は 84 である。厚生省に登録されている工場数は全国では約 1500 にも上る事から、UEDA/ANDA のリストに含まれていない工場が可成り存在すると推定される。都市化が進むサント・トーマス、サン・マルコス、マタサノなどから排出する都市汚水は浄化処理なしでイロパング湖に流入している。一方、農村地域では家庭雑排水は直接、地面に排出されている。首都圏域（サン・サルヴァドル市は 460 t/日の排出量）や地方都市から出される生活廃棄物の野外処分場がイロパング湖周辺を始めとする調査対象地域内に散在し、そこで焼却されている。これらの焼却灰にはダイオキシン、重金属等の有害物質が含まれていると推定され、雨水にとけて流域に流れ込んでいる。工場排水、生活雑排水及び廃棄物焼却灰などの無規制は人間の健康、河川の生態系、地下水の汚染などに重大な危惧を与えている。

(5) 農業・肥料

2-5 の(3)で述べたように 1988 年までに 15 種類の農業が使用規制されている。1992 年に出版された年 2 回の農牧省経済局の農業レビュー報告書に載っている主要農業 16 種類の中、9 種類が禁止されている。残留農業に関して世銀が 1987-88 年に実施した沿岸の平地で以前、綿花が栽培された地帯の調査結果によると、許容量を越える 3 種類の有機燐系の残留農業が 28 の河川及び 26 の井戸から検出されている。現在、エル・サルヴァドル国で使用されている作物別の主要な農業を表 3.2.4.2 に示す。

表 3.2.4.2 エル・サルヴァドル国で使用されている作物別主要農業

作物名	主要散布農業
トウモロコシ	Phoxim, Methamidophos, Paraquat, Terbufos, Atrazine, Carbosulfan
フリホレス	Endosulfan, Terbufos, Carbosulfan, Methyl Parathion, Methamidophos, Fenpropathrin
米	Methomyl, Methamidophos, Propanil, 2,4-D
ソルガム	Phoxim, Methamidophos, Paraquat, Terbufos, Atrazine, Carbosulfan
砂糖黍	Malathion, Terbufos, Carbofuran, Phoxim, Methyl Parathion, Atrazine, Paraquat, Diuron, 2,4-D
コーヒー	Endosulfan, Propoxur, Aldicarb, Carbofuran, Phoxim, Terbufos, Methyl Parathion, Malathion, 2,4-D

農薬の使用比率は1994年度で殺虫剤、除草剤及び殺菌剤別それぞれ、68%、28%、4%となっており殺虫剤が圧倒的に多い。一方、農薬使用量と作物については統計的にモニターする制度が無く、生態系への影響を定量的に論ずることは困難である。しかしながら、エル・サルヴァドル国は世銀報告書（1993年）によれば中米で単位面積当たりの使用量が最も高く、農薬汚染が広がる恐れがある。肥料についてはエル・サルヴァドル国全体ではここ15年間は24～25万トン/年の消費水準で推移しているが、基本穀物や他の作物が作付けされた735,000haから単位面積当たりの施用量を概算すると325kg/haとなり、流亡や人間の排泄物と相俟って湖沼の富栄養化を促進している。

(6) 川砂採取

建設資材を得るためにヒボア河流域のアクセス容易な河川数は頻りに川砂採取が行われている。過剰採取は橋桁の洗掘による沈下などを引き起こしているが先に述べた灌漑排水法による規制が十分に施行されていない。

(7) 歴史的遺跡・文化遺産

マヤ文明に由来する考古学的な遺跡は調査対象地域に含まれる5ヶ所を含む334カ所が全国で公式に記録されている。しかしながら、実際には全国で遺跡は約5,000カ所に上ると推定されている。表3.2.4.3は調査対象地域内にある5ヶ所の遺跡及び所轄の郡及び県名を示したものである。

表3.2.4.3 調査対象地域に含まれる遺跡サイト

遺跡サイト	ムニシピオ/デパートメント	面積 (ha)
Texas Instruments	Soyapango/San Salvador	1.0
Xalozinagua	Tapalhuaca/La Paz	25.0
La Finquita	Cojutepeque/Cuscatlan	1.0
Petrograbados	Cojutepeque/Cuscatlan	0.1
Los Naranjos		
Piedra Herrada	San Rafael Cedros/Cuscatlan	0.1

出典：CONCLUTULA/Ministry of Education

現在、人的不足の為に正確な遺跡の位置を地図上に記録した資料は作成されていない。従って、本プロジェクトの開発行為が上記関係行政区で行われる場合は各関係郡の事務

所で正確な位置を確認する必要がある。これらの文化遺跡は文化遺跡保護法第 513 条によって保護されているが罰則が明文化されて居らず、現在、既成法案の改正を検討中である。遺跡サイトは公開されて居らず、殆どが私有地内にあるので地主と政府が共同で管理する方式が取られている。

(8) パイロット地区の社会環境

1) Verapaz 地区 (図 3.2.1 参照)

- IEE/EIA 制度は無い。
- 人口 : 6,315 人、(男性 : 3,117 人、女性 : 3,198 人)
- 行政区分 : 8 カントン、2 カセリヨ
- 住民自治組織 : 6 ADESCO
- 良く使用されている農薬類 : グラモキソン、ランネート、ホリドール、マラチオン、化成肥料 (20-20-0)
- 主要経済活動 : 住民の 9 割以上は農業従事者
- 疾病 : 下痢、気管支炎、マラリヤ (希)、デング熱 (少々)
- 農村衛生環境 : 世帯の大多数は簡易便所を持っているが下水施設はない。
- 文化遺産・歴史的遺跡など : 無し

2) San Cristobal 地区

- IEE/EIA 制度は無い。
- 人口 : 7130 人 (男性 : 3501 人、女性 : 3629 人)
- 行政区分 : 6 カントン
- 住民自治組織 : 6 ADESCO
- よく使用されている農薬 : マラチオン、クマロン、ランネート、グラモキソン、クロラックス
肥料は鶏糞、化成 (20-20-0)、硫酸など。
- 疾病 : デング熱 (少し)、コレラ (少々)、気管支炎、下痢など
- 農村衛生環境 : 共同水栓はあり、下水施設はなし。
- 文化遺跡 : なし。

3) San Antonio Masahuat 地区

- IEE/EIA 制度はなし。
- 市の人口 : 4047 人 (男性 : 1953、女性 : 2,043)
- 行政区分 : 6 カントン
- 住民自治組織 : 2 ADESCO

2) 4つの基本的な環境保全分野（環境汚染、自然資源、制度的強化、環境教育）に関する法的・経済的・保健衛生・調査／情報に関する適切な環境政策の未整備および環境影響評価制度の欠如。

3) 環境教育に関する研修・啓蒙及び普及に関する実施体制の未整備による住民の環境への認識の欠如。