

国際協力事業団
エクアドル共和国
水資源庁

ツムバヒロかんがい計画調査
ファイナル・レポート
(主報告書)

平成6年3月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
内外エンジニアリング株式会社

国際協力事業団 エクアドル共和国 ツムバヒロかんがい計画調査ファイナル・レポート (主報告書)

平成6年3月

株式会社
内外エンジニアリング株式会社

706
833
AFA
BRARY

農 調 農
J R
94-13

JICA LIBRARY



111896B(5)

国際協力事業団

エクアドル共和国

水 資 源 庁

ツムバビロかんがい計画調査

ファイナル・レポート

(主報告書)

平成6年3月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
内外エンジニアリング株式会社

国際協力事業団

27458

序 文

日本国政府は、エクアドル共和国政府の要請に基づき、同国のツムバピロ灌漑計画に係るフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施致しました。

当事業団は、平成4年8月から平成6年2月までの間3回にわたり、(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナルの山中誠仁氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、エクアドル共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成6年3月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

伝達状

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介殿

今般、ここにエクアドル共和国インバブラ州におけるツムバピロ灌漑計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書は、上記計画の内容はもとより日本政府関係機関ならびに貴事業団よりの助言をも包含しております。また、エクアドル政府関係機関よりのコメントについても対応しております。

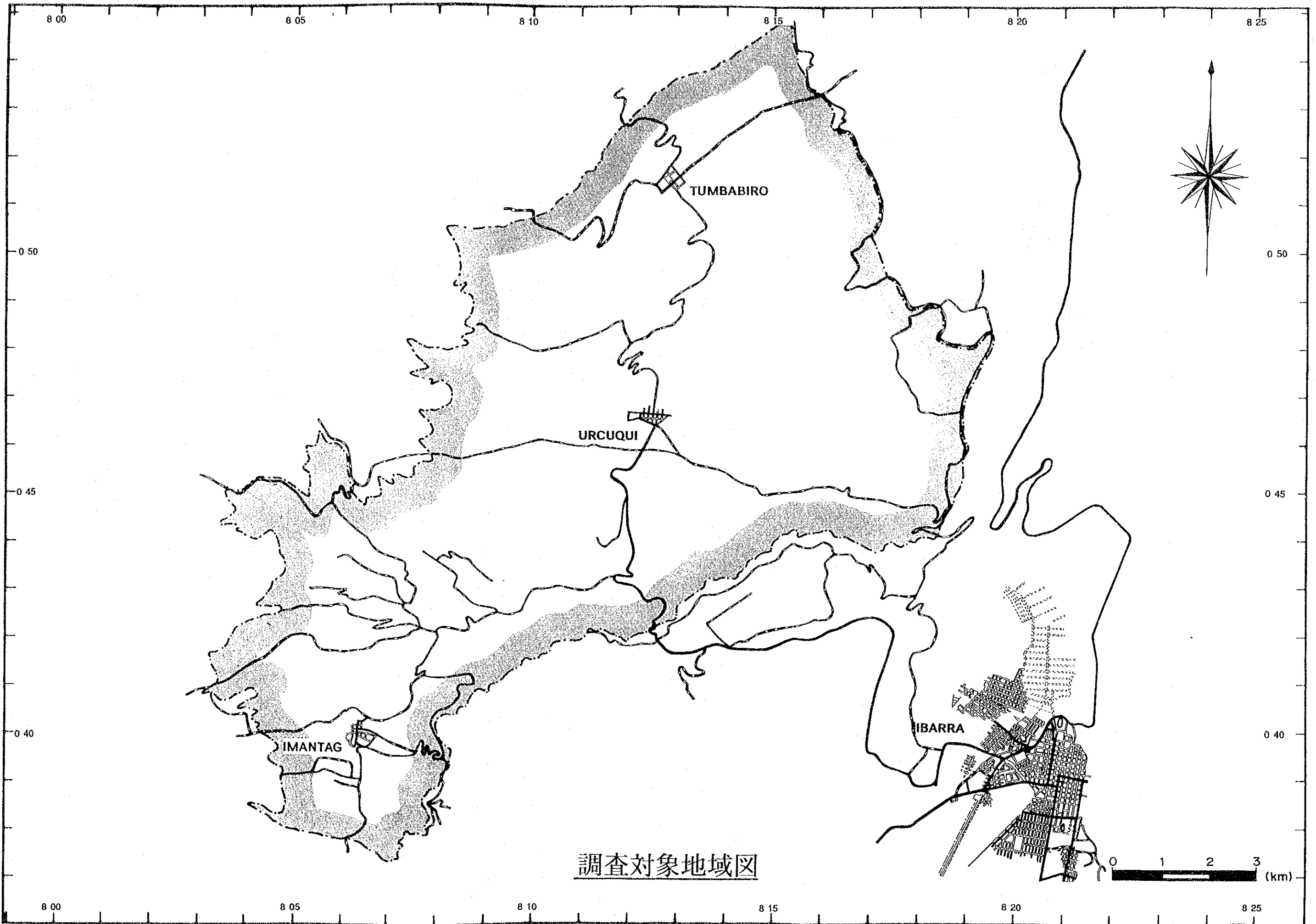
計画地区は食糧の供給基地として重要な役割をはたしてきており、本地区の灌漑システムの改良は緊急課題であります。本計画の実施のより、高い経済的便益（EIRR=22.9%）ならびに地域経済に対する種々の社会的インパクトが期待できます。さらに本計画はエクアドルの類似計画のモデルともなりうるものです。

この様な本計画の緊急性ならびにエクアドルの社会経済発展に対する重要性に鑑み、エクアドル政府が本計画を同国の最重要案件として実施することを望みます。

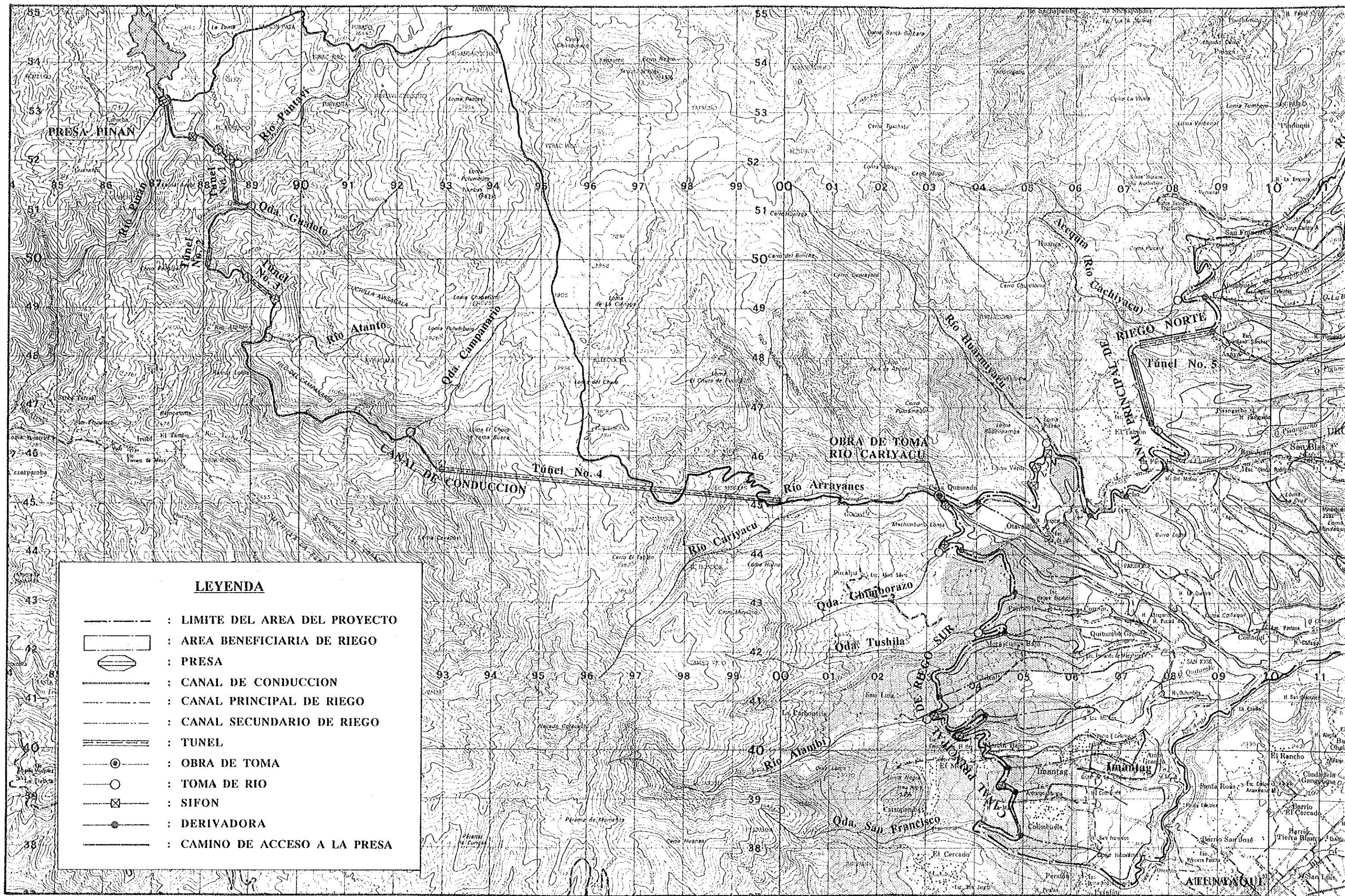
ここに、多大なご協力、ご支援をいただいた貴事業団、日本政府関係省庁ならびに在エクアドル日本国大使館に対し厚くお礼申し上げます。また、今回の調査の実施に当たり、ご協力、ご助言をいただいたエクアドル政府関係者に対しても御礼申し上げます。

平成6年3月


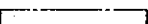
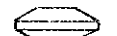









(株) パシフィック コンサルタンツ
インターナショナル
内外エンジニアリング(株)
共同企業体
調査団長 山中誠仁

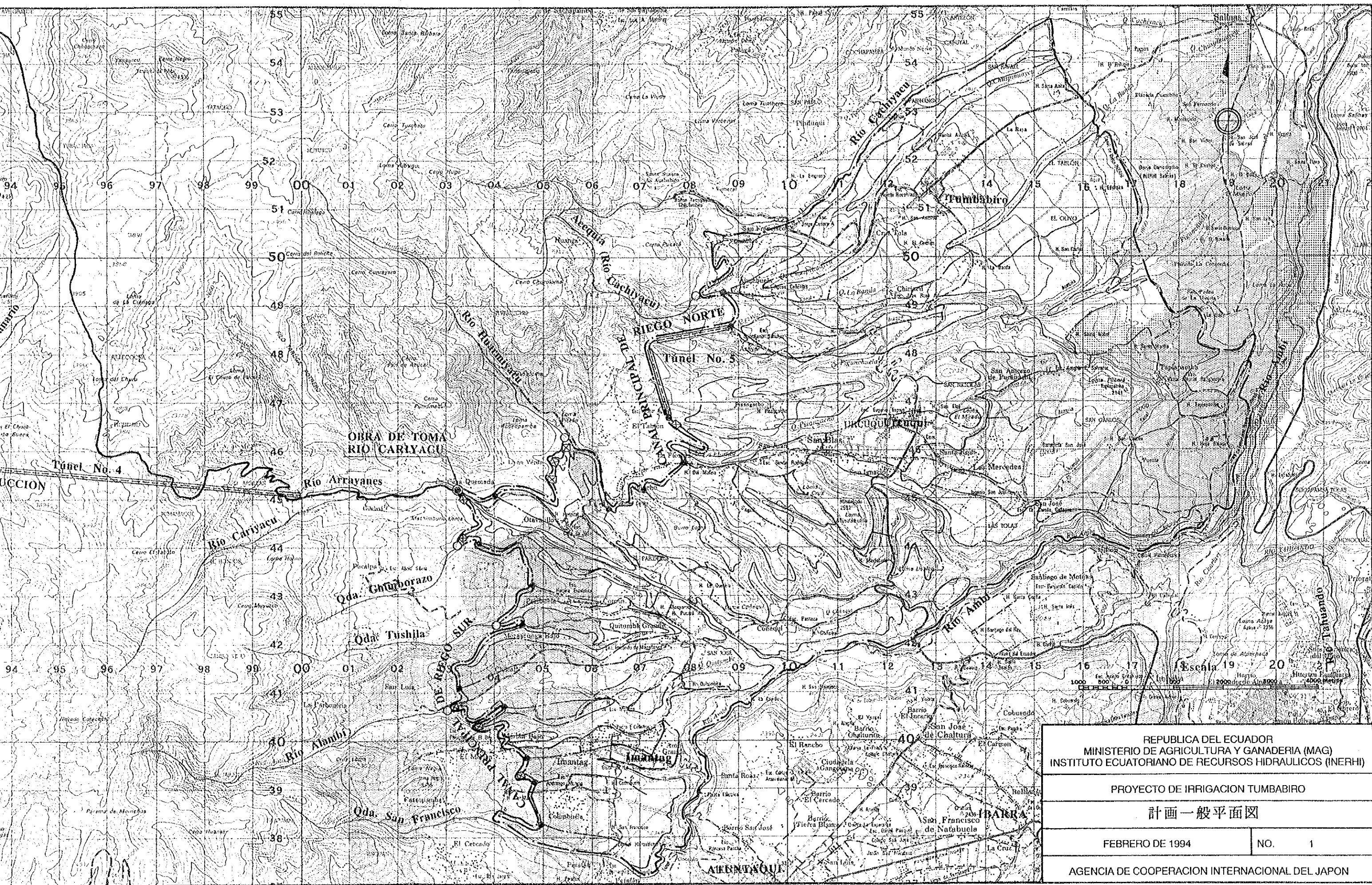


調査対象地域図



LEYENDA

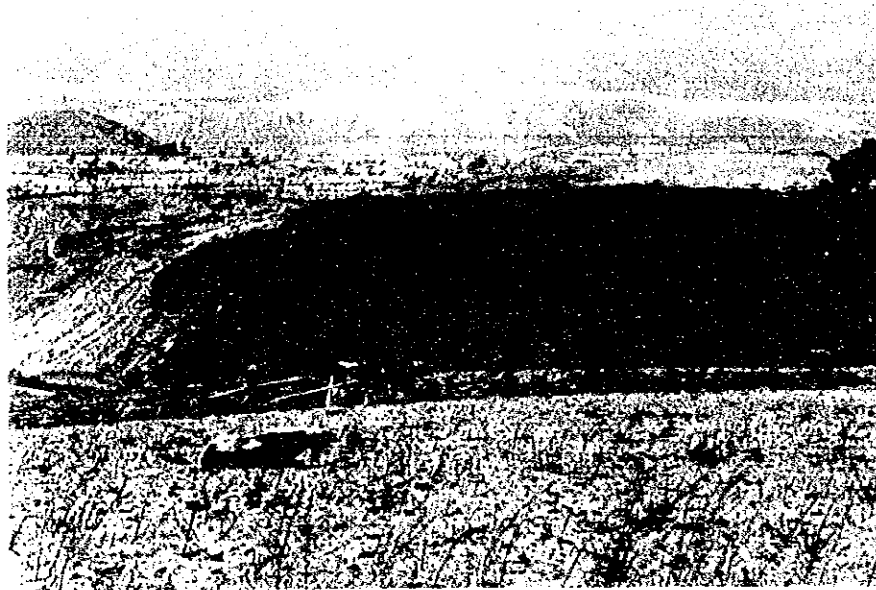
-  : LIMITE DEL AREA DEL PROYECTO
-  : AREA BENEFICIARIA DE RIEGO
-  : PRESA
-  : CANAL DE CONDUCCION
-  : CANAL PRINCIPAL DE RIEGO
-  : CANAL SECUNDARIO DE RIEGO
-  : TUNEL
-  : OBRA DE TOMA
-  : TOMA DE RIO
-  : SIFON
-  : DERIVADORA
-  : CAMINO DE ACCESO A LA PRESA



REPUBLICA DEL ECUADOR MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG) INSTITUTO ECUATORIANO DE RECURSOS HIDRAULICOS (INERHI)	
PROYECTO DE IRRIGACION TUMBABIRO	
計画一般平面図	
FEBRERO DE 1994	NO. 1
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



1.
受益地風景
えんどう豆収穫後の残
査を飼料として利用し
ている
ーウルクキ付近



2.
受益地風景
牛による耕起作業
ーウルクキ付近



3.
受益地風景
除草作業
ーウルクキ付近



4.
貯水池全景
一下流左岸側高位部
より望む



5.
ダムサイト予定地左岸
高位部より下流を望む



6.
ダム軸予定地付近河床



7.
ダムサイト予定地左岸
より原石山候補地を望
む



8.
ピトゥラ川とパンタビ
川の合流点付近



9.
カリヤク川取水工予定
地点付近

要 約

要 約

1. 調査の背景と目的

1.1 調査の背景

エクアドル政府は国家開発計画(1989-1992)の中で食糧生産の拡大に目標を置き、輸出農産物の生産振興により輸出増進を図るとともに、国内消費用農産物の生産拡大に努めようとしている。

このような状況から、エクアドル政府は農業生産へのポテンシャルが高いにもかかわらず、かんがい水の不足のため農業生産が低いインバブラ州のツムバピロ地区を、かんがい農業により農産物の供給地として開発し、併せて地域農家の生活の安定と向上を図るため、1990年4月にわが国に対し本地区のフィージビリティ調査に関する技術協力を要請した。

これを受けて、日本政府は国際協力事業団を通じ、1992年4月事前調査団を派遣し、本調査に関するS/Wが締結された。このS/Wに基づいて、1992年8月よりフィージビリティ調査(F/S)が実施された。

1.2 調査の目的

本調査の目的は、ツムバピロ地区について新規水源開発、かんがい施設整備を中心とした農業開発計画のフィージビリティ調査を実施するとともに関係機関、関係職員にかんがい計画策定を重点とした技術移転を行うことにある。

2. エクアドル国およびインバブラ州の概況

2.1 エクアドル国の概況

エクアドル国の総人口は9,648千人(1990年)で、過去10年間の人口増加率は年率1.6%であった。経済は農業を基盤としていたが、1970年代の始めに石油の産出が始まり、国内総生産(GDP)に占める農業部門の比率(17.4%, 1990)は低下したものの農業部門に従事している人口は国民全体の半数近くを占めていることから、依然として農業が重要産業であることに変わりがない。主要農産物は、バナナ、コーヒー、カカオ、米、とうもろこし、大豆、綿、野菜、果実等である。

2.2 インバブラ州の概況

調査対象地域が属するインバブラ州は、エクアドルの北部の山岳部に位置し、州都イバラ市は首都キトから約140Kmの距離にある。総人口は265千人で、国の全人口の2.8%を占め、経済活動人口(91千人)の内農業部門に従事しているのは33%である。州の経済は農業を基盤としており、主な農産物は小麦、とうもろこし等の穀類が多く全栽培面積の60%を占め、その他にフリフォーレス、さとうきび、馬鈴薯が多い。

3. 調査対象地域の現況

3.1 概況

調査対象地域は、イバラ市の北西約20Kmに位置している。人口は12千人で、農家戸数は1,491戸、一戸当たり平均家族数は6.8人である。

3.2 自然条件

(1) 調査対象地域

受益地は標高1,700mから2,540m間の高原地帯に位置し、深い溪谷が北西から南東にかけて発達しているため、いくつかの丘陵地に分断されている。年平均降水量は590mmで、降雨分布は、10月から4月までの雨期と、5月から9月までの乾期とに別れ、年間降水量の77%は雨期に集中している。月平均気温は、年間を通じて18.0~18.8℃と変化が少ない。月最高平均気温および月最低平均気温はそれぞれ23.3~24.9℃、11.9~13.7℃で、日較差は9.6~12.0℃の範囲にある。

(2) 水源地域

ダム予定地は調査対象地域から直線距離で約22Km離れた標高約3,000mのピニャン川である。上流は広く緩やかな形状を呈するが、下流は狭く急な河谷で、河川勾配はそれぞれ1/150, 1/12程度である。集水域は、流域界を形成する稜線付近だけはやや急峻な地形をみせるが、ほとんどがなだらかな丘陵状を呈している。

アプエラ観測所のデータより推定した気象概況は以下のとおりである。

気温 : 年平均気温12℃、最高平均18℃、最低平均7℃

降水 : 年間1,800~2,000mm、日最大120mm、降雨日数150日/年

ダム、導水路予定地の地質は、古期基礎岩盤とこれを被覆する火山岩類が卓越する。古期基礎岩盤は、砂岩、石灰岩、マクチ層、これを併入する花崗閃緑岩類から構成される。火山岩類は、プママキ火山岩類、ヤナウルコ火山岩類、コタカチ火山岩類、ネグロプニョ火山岩類から構成される。

(3) 土 壤

調査対象地域の土壌の母材は、全て火山灰で、土性はほとんどが壤土からなり、排水は良好である。化学的性質は、土壌pHは塩基飽和度が高いため中性から弱アルカリ性と高く、一方、土壌中の有機物、窒素、リン酸含有量は低い。

土壌調査結果を基に調査対象地域の土地分級を行った結果は下表に示すとおりである。

土地分級別面積

等級	1	2	3	4	5	6	TM	Total
面積(ha)	0	5,562	1,695	2,185	206	2,141	1,011	12,800
比率(%)	0	43	13	18	2	17	8	100

TM: 河川等

3.3 農 業

(1) 土地利用

現況土地利用別面積を下表に示す。

現況土地利用面積

	畑地	草地	林地	荒地	市街地	合計
面積(ha)	7,373	2,396	443	2,553	35	12,800
比率(%)	57.6	18.7	3.5	19.9	0.3	100.0

現況の土地利用分布の特色は、以下のとおりである。

- 1) 畑地：比較的平坦な地域に分布している。
- 2) 草地：草地は自然草地と改良草地に分けられる。自然草地は主に急傾斜地に、改良草地は比較的平坦な地域に分布している。
- 3) 林地：林地のほとんどはユーカリの植林である。
- 4) 荒地：荒地は農地として利用不可能な河川沿いの急傾斜地に分布している。

(2) 栽培作物

調査対象地域の作物栽培面積および作物生産量は、下表に示すとおりである。主な栽培作物はメイズ、小麦、大麦等の穀類で全栽培面積の約70%を占め、基本食糧生産地として重要な役割を果たしてきた。

作物栽培面積および生産量

作物	栽培面積 (ha)	単位収量 (ton/ha)	生産量 (ton)
メイズ	1,602	0.91	1,457.6
小麦	1,148	1.53	1,757.1
大麦	1,028	0.85	873.4
フリフォーレス	761	0.89	676.9
馬鈴薯	186	11.61	2,163.7
さとうきび	106	45.40	4,802.3
エンドウ豆	55	0.54	29.9
果樹	111	19.65	2,181.2
野菜	40	30.62	1,224.6
計	5,037	-	15,166.7

注) 果樹はアグアカテ、野菜はトマトで代表させた。

(3) 作付体系

調査対象地域の主要作物の作付体系は、かんがい農地と非かんがい農地とは異なる。それぞれの代表的な例を下图に示す。

作物	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I. 非かんがい農地												
メイズ												
フリフォーレス												
小麦												
大麦												
II. かんがい農地												
メイズ												
フリフォーレス												
馬鈴薯												
”												

現況作付体系図

技術的には、肥料、農業の普及割合は比較的高くなっているものの、改良種子の普及割合は低いため、病害が多発している。

(4) 土地所有

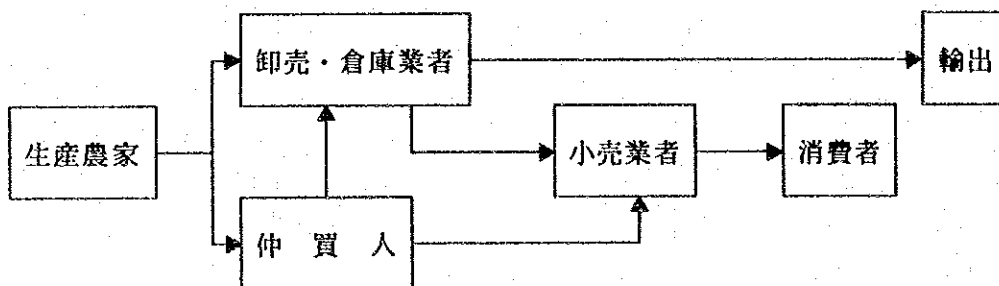
現況の土地所有状況を下表に示した。調査対象地域の戸当りの平均土地所有面積は、8.6haである。調査対象地域の総農家戸数は1,491戸で、3ha以下の小規模農家は72%も占めるが、その占める面積はわずかに6.8%である。

現況土地所有

規模 (ha)	農家数		占有面積		
	(戸)	(%)	(ha)	(%)	(ha/戸)
小規模農家					
1.0 以下	781	52.4	315	2.5	0.4
1.1 - 3.0	297	19.9	553	4.3	1.9
小計	1,078	72.3	868	6.8	0.8
中規模農家					
3.1 - 10.0	280	18.8	1,529	11.9	5.5
大規模および企業農場					
10.1 以上	133	8.9	10,403	81.3	78.2
合計	1,491	100.0	12,800	100.0	8.6

(5) 農産物流通

調査地域の農産物流通経路は、下図のように示すことができる。



農産物の流通経路

地域農民への農業支援サービスは、州農牧局の技術部の担当課の協力のもとで農牧サービス事務所が実施している。調査対象地域は、イバラ事務所およびコクカチ事務所が担当している。農業改良普及活動は、1990年に開始された技術移転プロジェクトのプログラムに沿って実施されている。

3.4 現況かんがい施設

調査対象地域内にはかんがい水路（土水路）が24本あり、いずれも標高の高い位置にある溪流から長距離を導水している。水路総延長は約240Kmで、かんがい面積は2,520ha、水利費支払者数は1,730名である。かんがい方法は、ほとんど全てが畝間かんがいであるが、中・大規模農家の中にはスプリンクラーかんがいを行っている農家もある。

これらのかんがい施設の維持管理は各水路毎の受益農家が水利組合を組織し、実施している。水路は、地形勾配が急なうえに、ほとんど全て土水路であるため侵食されている箇所が多い。したがって、現況かんがい施設の管理は余りよくない。

4. 開発計画

4.1 開発基本計画

(1) 現況の問題点

調査対象地域は穀類の主要生産地として重要な役割を果たしてきた。しかしながら、近年降雨量が減少し天水での作物栽培が困難になっている。現在、調査対象地域内においては、全農地の26%がかんがいされているのみで、しかも、その水量は十分ではない。また、周辺に利用可能な水源が少なく、これ以上のかんがい面積の拡大は困難である。

地域内の大規模農家および企業農場は一般にその水量は充分ではないもののかんがい施設が整備されている。さらに、金融機関からの融資を受けるのも容易で、近代的な設備を備え、技術力も高く、農業生産性も比較的高い。一方、小中規模農家の営農は天水あるいはかんがいされていてもその水量は少なく、農業生産は不安定で生産性も低い。

この様な状況により地域経済が停滞し、かんがい施設が整備されていない小中規模農家の都市への出稼ぎあるいは移住が目立っている。

技術的には肥料、農薬等は比較的普及しているものの、小中規模農家では改良種子の普及はきわめて低く、技術普及等の支援サービスを受けるのも困難であり、低生産性の大きな原因の一つとなっている。

大規模農家は組合（Centro Agricola）を組織し、組合から生産資材を安く購入できるが、小規模農家はほとんど組織化されていないため、生産資材の購入、技術普及、出荷等に不利になっている。

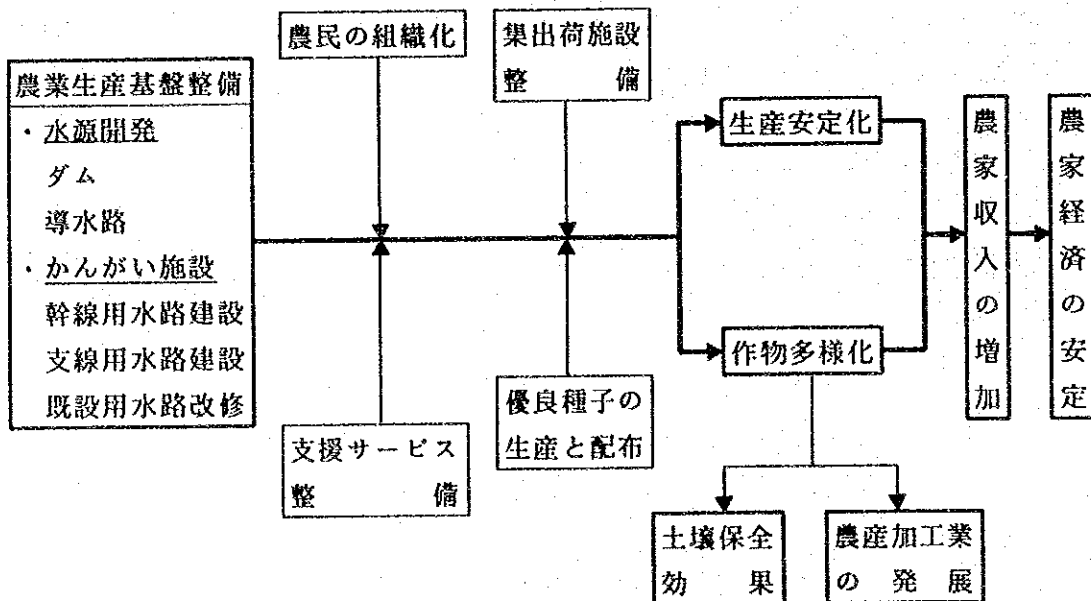
(2) 開発基本構想

調査対象地域の開発の目的は、水源開発により開発阻害要因となっている水不足問題を解決し、かんがい施設を整備しかんがい用水を安定して供給し、農業生産の安定化により地域経済の安定化を図るものである。

かんがい効果を最大限に生かすためには、小規模農家の低生産性の要因となっている技術普及サービス、農民の組織化、集出荷施設整備、優良種子の生産配布等の強化も重要である。

これらの生産基盤の改善は、栽培作物の多様化を可能にし、土地条件に適した作物の導入と合理的な作付計画、ひいては、土地資源の有効利用を可能とし、同時に土壌保全対策を可能とする。

上記農業開発の基本構想を要約すると、下図のとおりである。



開発基本構想図

(3) 土地利用計画

INERHIによって実施されたPre-F/S 報告書では、土地分級の制限因子がほとんどの場合「傾斜」であるので、4等級までを農地とするよう提案している。本土地利用計画においても、同様に、原則として4等級までの土地を農地として利用するものとする。また、6等級の農地であっても、現況のかんがい農地は計画に取り入れるものとする。

土地利用計画は、土地分級の結果から、土地の特性を分類して策定した。その結果、本計画での開発対象面積は、ゾーン6、8および市街地（計3,273ha）を除いた9,527 haとする。総作付面積（かんがい対象面積）は、開発対象面積の90%、すなわち8,574 ha とする。

(4) かんがい計画

対象地域の地形勾配はややきついが、かんがい実施農家では、長年にわたって畝間かんがいを行っており、圃場はそれに適した形状に整備されている。栽培物の種類も、畝間かんがいで十分な生産性を上げられると想定されることから、本地区のかんがい方法は、地元農民が適用方法に十分精通している畝間かんがいを採用する。

FAOの基準により算定したかんがい必要水量は下表のとおりである。

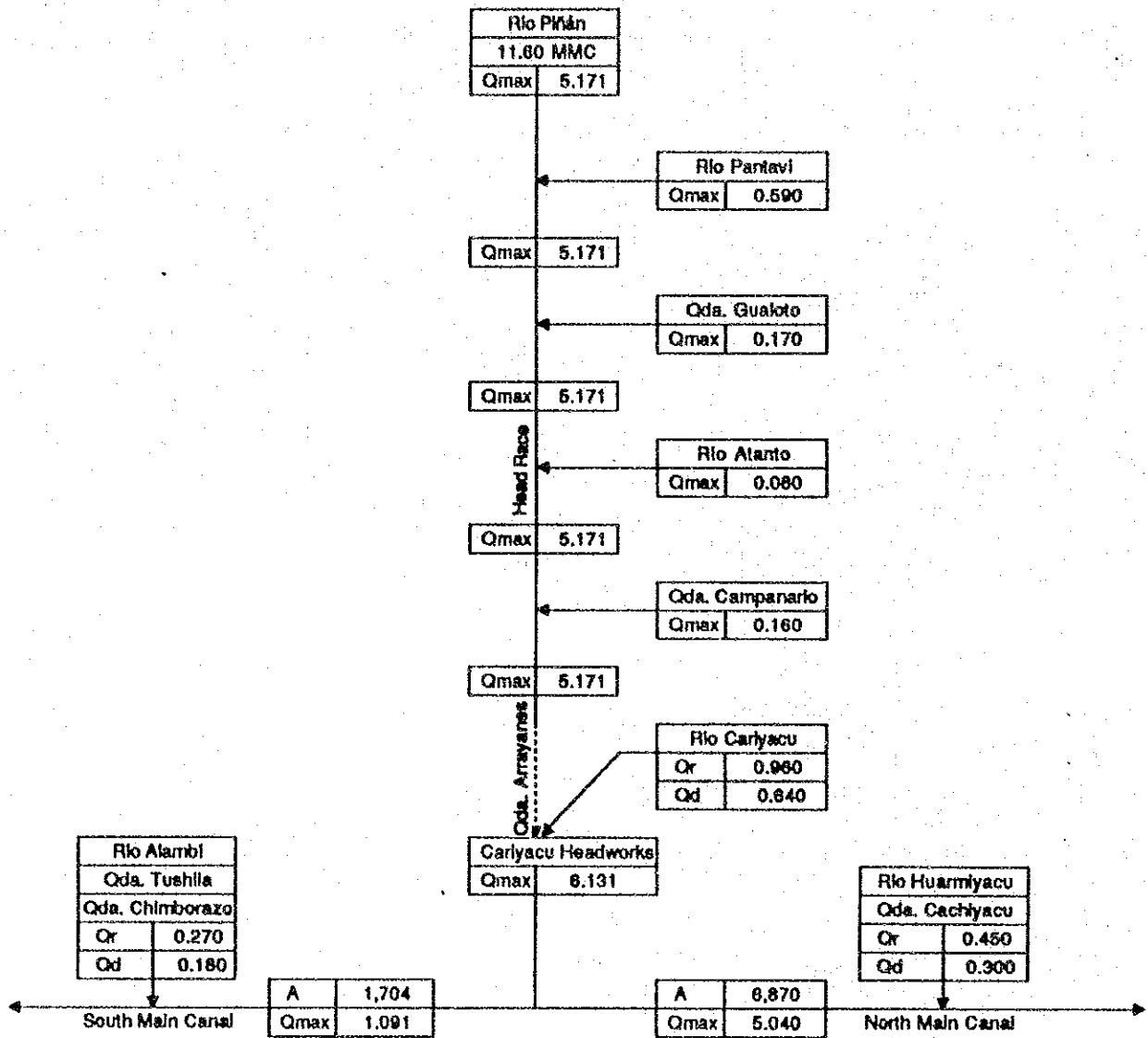
月別かんがい必要水量 (Wrq)

(単位: mm/ month)

月	Wrq	月	Wrq
1 月	107.2	7 月	177.4
2 月	119.8	8 月	110.8
3 月	49.2	9 月	46.4
4 月	11.6	10 月	34.0
5 月	21.6	11 月	137.2
6 月	181.4	12 月	214.0
平均 100.9mm/month			
" (3.4mm/day)			

この結果から、かんがい対象面積に必要な最大必要水量は $6.851\text{m}^3/\text{s}$ (12月)となる。なお、かんがい確率は、エクアドル国で採用されている $4/5$ (80%)とする。

必要水量を基にした通水量を模式的に示すと、下図のとおりである。



LEGEND

A : Irrigation Area (Net), ha
 Qmax : Max Discharge, m³/s
 Or : Discharge in Rainy Season, m³/s
 Qd : Discharge in Dry Season, m³/s

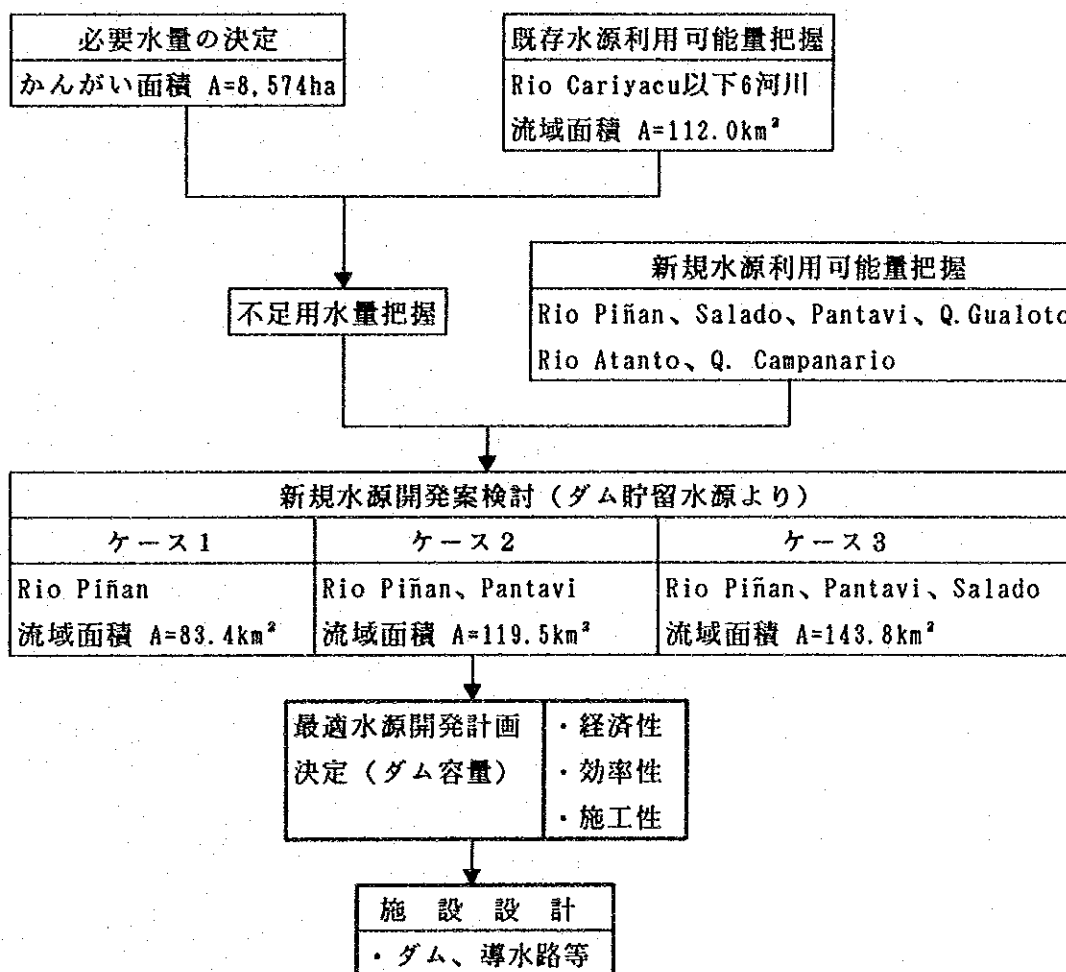
導水路・幹線用水路用水系統図

(5) 水源計画

水源計画策定にあたっては、以下の2水源についてその可能性と問題点を検討し、それらの組み合わせによる水源開発計画を策定した。

- 1) 現在利用水源の再配分（地区内水源）
- 2) 不足用水手当としての新規水源開発

水源開発計画は下図に示すフローチャートに基づき決定した。



水源開発計画策定フローチャート

新規水源開発計画としては、主水源であるピニャン川にダムを建設することを基本とし、ダムの検討を行う。この場合、検討する組み合わせは、以下のとおりとする。

ケース1：ピニャン川を対象としたダムおよびパンタビ川の直接取水

ケース2：ピニャン川およびパンタビ川の2河川を対象としたダム

ケース3：ピニャン川およびパンタビ川およびサラド川の3河川を対象としたダム

ただし、いずれのケースにおいても、導水路が横断する3河川水(Gualoto、At-anto、Campanario)は導水路に直接取水して利用するものとする。また、河川流量の5%を河川維持流量として確保することとする。

ケース別ダム水収支計算の結果、必要ダム有効貯水容量は以下のとおりとなる。

ケース別ダム有効貯水容量

ケース	ダム有効貯水容量
1	$11.22 \times 10^6 \text{ m}^3$
2	$11.54 \times 10^6 \text{ m}^3$
3	$10.55 \times 10^6 \text{ m}^3$

これより、パンタビ川の流水をダムに導水しても効果はまったくないこと（ケース2）、サラド川の流水をダムに導水するとダム容量は $0.67 \times 10^6 \text{ m}^3$ 少なくなること（ケース3）がわかる。しかし、ケース3の場合この程度ではダム建設費の減少より流域変更のための2kmのトンネルを含む導水路12kmの建設費のほうが高い。したがって、ダムはピニャン川の流水のみを対象とし、パンタビ川および3河川水は導水路に直接取水するケース1が最適案と判断される。

4.2 農業開発計画

(1) 導入作物

本地域は現況で広く栽培されているメイズ、フリフォーレス、馬鈴薯、小麦、大麦等、基本食糧の生産地としての役割は大きい。将来的にもその役割を強化するとともに、かんがい面積の拡大により栽培作物を多様化する計画とする。

かんがい施設の整備後の導入作物は、以下の点を考慮し選定した。

1) 本地域の自然条件に適した作物

調査対象地域の標高は1,700 mから2,540 m と広範囲のため、標高への適応性が作物選定の重要な要因となる。

2) 収益性が高い作物

3) 傾斜地の土壌侵食防止に役立つ作物および作付

本地域は傾斜地が多く土壌侵食の恐れがあり、混作（果樹と牧草等の作付により裸地期間を少なくする）による侵食防止が事業の成功にとって重要である。

4) 国内外での市場性の高い作物

輸出用作物については特にアンデス協定諸国での市場性を考慮した。

5) 輸入代替作物

6) 農家の技術力に見合う、あるいは今後十分な技術指導が期待できる作物

上記の基本条件を考慮して選定した導入作物を次表に示す。

導入作物の選定

作物	国内需要	輸出の可能性	輸入代替	農産加工の可能性	収益性	栽培経験*
穀物						
メイズ(Seco)	◎					A
メイズ(Choclo)	◎				○	A
馬鈴薯	◎				○	A
フリフォーレス	○	◎			○	A
エンドウ豆	○			○		A
小麦	◎		◎			A
大麦	◎		◎			A
さとうきび	◎	○	○	◎	○	A
野菜						
トマト	◎	○		◎	◎	A
とうがらし	○			◎		A
人参	○			○		A
キャベツ	○				○	A
アスパラガス	○	○		◎		B
ネギ	◎				○	A
キュウリ	○	○		○	○	B
カリフラワー	○			○	○	B
ビート	○				○	A
二十日大根	○				◎	A
玉葱	◎				○	A
果樹						
葡萄	◎		○	◎		B
アボガド	◎	○			○	A
パパコ	○			○	◎	A
イチジク	○			○		A
チリモジャ	○				○	A
木トマト	◎			○	◎	A
桃	◎		○	◎	◎	B
木イチゴ	○			◎		A
リンゴ	◎		○	◎	◎	B
牧草						
アルファルファ	◎			◎	◎	A

◎>○

*: A = 一般的に栽培されている

B = 一部農家で試験的に栽培されている

(2) 計画作付体系

これらの導入作物の計画作付体系は、天水の有効利用を考慮し下図に示すとおりとする。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	作付面積	
77777777		野菜			77777777		77777777		77777777		77777777		142 ha
77777777		野菜			77777777		77777777		77777777		77777777		142 ha
77777777		77777777(エドム豆)			77777777		77777777		77777777		77777777		1,091 ha
77777777		77777777(エドム豆)			77777777		77777777		77777777		77777777		545 ha
77777777		77777777(エドム豆)			77777777		77777777		77777777		77777777		1,636 ha
77777777		小麦(大麦)			77777777		77777777		77777777		77777777		1,498 ha
77777777		野菜			77777777		77777777		77777777		77777777		723 ha
77777777		果樹 + 牧草			77777777		77777777		77777777		77777777		428 ha
77777777		果樹			77777777		77777777		77777777		77777777		1,018 ha
77777777		牧草			77777777		77777777		77777777		77777777		1,201 ha
77777777		さとうきび			77777777		77777777		77777777		77777777		150 ha
												Total 8,574 ha	

計画作付体系図

各作物の栽培面積は、農家規模を考慮して以下のように設定した。

1) 小規模農家 (3 ha以下)

- ・ 1 ha 以下の農家

前期は自給用作物を栽培し、後期は換金用作物として野菜を栽培する。

- ・ 1.1 ha - 3 ha の農家

平均作付面積は 1.7 ha である。0.25 ha を野菜、0.5 ha を果樹栽培地とし、残りの 0.95 ha で基本食糧の生産を行う。果樹栽培地は、農家の土地収益性の向上および土壌侵食防止のため、牧草との混作とする。

2) 中規模農家 (3.1 - 10 ha)

平均作付面積は 4.9 ha である。0.5 ha を野菜、1.0 ha を果樹栽培地とし、残りの 3.4 ha で基本食糧の生産を行う。果樹栽培地は牧草との混作とする。

3) 大規模農家 (10.1 - 20 ha) および企業農場 (20.1 ha 以上)

平均作付面積は 70 ha 、総作付面積は 6,440 ha である。砂糖きびの作付面積は現況を維持し、草地面積は現況の天水栽培からかんがいにより生産性が向上することから、現況の 50 % とする。残りの面積を現況のインパブラ州の作付面積比どおりに野菜 10 %、果樹 20 %、基本食糧 70 % とする。

なお、基本食糧の栽培は、標高 2,200 m 以下をメイズ、以上を馬鈴薯とし、その面積比は、各々 50 % とする。

計画作付面積

作物	面積 (ha)	作物	面積 (ha)
メイズ + フリ	142	小麦	749
フォーレス		大麦	749
メイズ (Seco)	1,091	野菜	1,730
メイズ (Choclo)	545	果樹 + 牧草	428
馬鈴薯	1,778	果樹	1,018
フリフォーレス	3,180	牧草	1,201
エンドウ豆	1,590	さとうきび	150
		計	14,354

(3) 計画生産量

これに基づいた計画生産量は次表に示すとおりである。

計画作物生産量

(単位：ton)

農産物	現況	計画	増減
メイズ(Seco)	1,458	3,660	2,202
メイズ(Choclo)	-	7,247	7,247
馬鈴薯	2,164	32,004	29,840
フリフォーレス	677	8,714	8,037
小麦	1,757	4,719	2,962
トマト	-	44,115	44,115
玉葱	-	18,165	18,165
桃	-	12,321	12,321
アボガド	-	10,678	10,678
リンゴ	-	14,375	14,375
アルファルファ	-	191,295	191,295
さとうきび	4,802	22,500	17,698

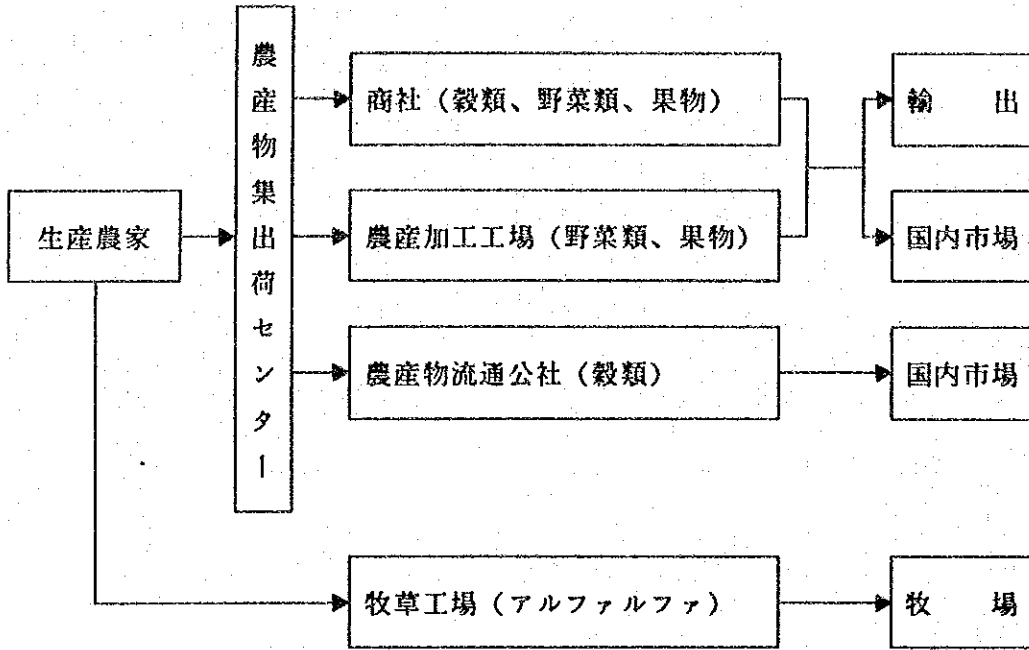
上記のとおり事業の実施により、作物の生産量は現況と比較し、飛躍的に伸びる。

(4) 農業支援計画

これら農産物の流通について、現況流通システムにおける中間業者等による小、中規模農民の不利益を避け、農民の所得を確保するために、次頁に示す流通システムを提案する。小、中規模農家の農民組織をベースとした農産物集出荷センターをツムバピロ、ウルクキ、イマンタグの3ヶ所に設置する。

計画作物生産量を達成するためには、小、中規模農家への営農支援が十分に実施されることが重要である。このためには、種子生産（種子生産農場の設立）、農業普及（デモンストレーションファームの増設等）のような支援体制を強化する。

さらに、小、中農民が公的機関からの営農支援サービスを受けるためには、小、中規模農家の組織化が不可欠な条件である。このために、現在組織化されていない小、中規模農家の組織を各集落に設立する。



計画農産物流通システム

4.3 施設計画

本事業において計画された主な施設名とその諸元の概要は以下のとおりである。

(1) ピニャンダム

型式	表面遮水型 ロックフィルダム
堤高	48.0m
堤頂長	220.0m
天端幅	10.0m
堤体積	$350 \times 10^3 \text{ m}^3$
設計洪水量	$200 \text{ m}^3/\text{s}$
流域面積	83.4 km^2
常時満水位	EL 3,001.5m
総貯水容量	$13.1 \times 10^6 \text{ m}^3$
有効貯水容量	$11.6 \times 10^6 \text{ m}^3$
満水面積	$870 \times 10^3 \text{ m}^2$
最大取水量	$5.171 \text{ m}^3/\text{s}$

(2) カリヤク頭首工

河川幅	75m
設計洪水量	$65.0 \text{ m}^3/\text{s}$
堤高	6.5m
堤長	56.5m
取水ゲート	$3.50 \text{ m} \times 3 \text{ 連}$
最大取水量	$6.131 \text{ m}^3/\text{s}$
土砂吐ゲート	$3.00 \text{ m} \times 2 \text{ 門}$

(3) 水路工

1) 導水路

水路延長	23.31km (内トンネル8.89km)
最大通水量	$5.171 \text{ m}^3/\text{s}$
水路形式	コンクリートフリューム水路

2) 幹線用水路

水路延長	29.37km (内トンネル3.13km)
最大通水量	$5.295 \text{ m}^3/\text{s}$
水路形式	コンクリートフリューム水路

3) 支線用水路

水路延長	110.58km
最大通水量	$2.534 \text{ m}^3/\text{s}$
水路形式	コンクリートフリューム水路

5.3 事業費

事業費は、土木工事費、用地買収費、維持管理用機械調達費、環境整備費、一般管理費、事前調査費、コンサルティングサービス費、物的予備費および価格予備費からなる。なお、総事業費は、135.9百億スクレで、うち外貨分26.8百億スクレ(19.2%)、内貨分112.9百億スクレ(80.8%)である。ただし、価格予備費を除く事業費は27.1百億スクレ、うち外貨分20.3百億スクレ(75.0%)、内貨分6.8百億スクレ(25.0%)である。

事業費

(単位：百万スクレ)

項目	内貨	外貨	合計
1. 土木工事費	46,596	167,371	213,967
2. 用地買収費	100		100
3. 維持管理用機械調達費		1,104	1,104
4. 環境整備費	4,279		4,279
5. 一般管理費	802		802
6. 事前調査費	2,592		2,592
7. コンサルティングサービス費	7,038	16,215	23,253
小計 (1-7)	61,407	184,690	246,097
8. 物的予備費(10%)	6,141	18,469	24,610
小計 (1-8)	67,547	203,159	270,706
9. 価格予備費	1,061,307	65,007	1,126,313
合計 (1-9)	1,128,854	268,166	1,397,020
9'. (価格予備費)	8,828	65,007	73,834
(合計) (1-9')	76,375	268,166	344,541

注) (価格予備費)は、US\$に対するスクレの為替レートの予測変動率(過去10年間の為替変動率の平均)を加味して(43.8% - 1.7%)、その内貨分を修正した値である。

5.4 維持管理計画

本事業において維持管理が必要な施設は、ダム、頭首工、導水路、幹支線用水路、三次水路およびそれらの付帯施設である。このうち、支線用水路および三次水路は、受益者で組織される水利組合によって管理され、その他の施設はINERHIによって管理される。

6. 事業評価

6.1 評価基礎

本事業の評価期間は、事業開始後60年間とする。評価に使用する為替レート（1\$= 1,883スル）、農業資材、農産物価格は1993年7月現在のものを使用する。

6.2 事業便益

本事業によって生じる事業便益は、農業生産便益および事業によって建設される幹線水路維持管理用道路による便益である。

(1) 農業生産便益

農業生産便益の目標達成年は、一般農産物は工事完成後3年目、果樹についてはそれぞれの生産年とする。管理用道路の利用効果の発現は、農業生産による輸送量の変化に応じて計算される。

農業生産便益は、かんがい用水の供給と農民への支援サービスによってもたらされる純増加農業生産価値により構成される。事業完成後、農業生産計画にて述べられた計画作付体系の生産計画が実施される。これを前提とした作物便益を算定する。

農業生産計画に基づく農業生産便益（経済・財務便益）は下表の通り算定される。

農業生産便益（経済価格）

（単位：1,000 スル）

項目	事業を実施した場合	事業を実施しない場合	増加額
総生産額	222,711,707	11,214,987	211,496,720
生産費	17,060,701	3,098,769	13,961,932
純生産価値	205,651,006	8,116,218	197,534,788

農業生産便益（財務価格）

（単位：1,000 スル）

項目	事業を実施した場合	事業を実施しない場合	増加額
総生産額	104,754,964	10,260,479	94,494,485
生産費	18,599,757	3,651,662	14,948,095
純生産価値	86,155,207	6,608,817	79,546,390

(2) その他の便益

幹線水路維持管理用道路の利用効果をその他の便益とする。

維持管理用道路によって期待される効果（年間）

（単位：スクレ）

経済価格	財務価格
15,088,000	20,845,000

6.3 経済・財務評価

経済的内部収益率(EIRR)およびは財務的内部収益率(FIRR)は以下のとおりである。

経済的内部収益率(EIRR) = 22.9 %

財務的内部収益率(FIRR) = 14.5 %

エクアドル国の社会割引率は14.25%と見積もられていることから、本事業は経済的に妥当であるとともに財務的にも健全であると判断される。

各規模別の代表的農家の収益性を下表に示した。この結果から、いずれの農家においても事業実施により大幅な農家経済の改善が期待され、事業費の返済は十分可能である。さらに、単位面積当たりの収益性が小規模農家(3ha)で高くなるため、小規模農家での改善効果が高くなる。

代表的農家の収益性

(単位：1,000スル)

農家規模	1 ha	3 ha	10 ha
現況	- 2,834	- 1,475	2,275
計画	6,673	53,567	99,499
収益/ha	6,673	17,856	9,950

6.4 総合評価

本事業の実施により、主に農地の作付率の増加、単位収量の増加等の農業生産性の向上が可能となり、建設工事および農業生産のための雇用機会の創出、関連部門への波及など、以下に述べる様な副次的な便益が期待される。

- 1) 建設に伴う雇用機会の増大。
- 2) 自家営農に対する作付面積の増加により雇用機会の増大。計画が実施された場合の就業機会の増大量は、969,101人・年（80,758人・月）となる。
- 3) 農産物および農業投入資機材の増加による農産加工、流通部門の拡大。特に、換金作物（果実）の導入によるその取扱量は37,400ton が期待される。
- 4) 農家経済の安定化による生活水準の向上、農業関係資材の流通量の拡大によるインバブラ州およびシェラ地方の経済に対する活性化の促進および社会基盤の充実。
- 5) かんがい用水が各農場へ引かれることによる女性の家事労働の軽減。
- 6) 地域の民生の安定、農業生産活動に対するインパクトおよび国家経済への寄与。
- 7) エクアドルの他の農業開発プロジェクトの促進。

以上から、本事業の実施は、経済・財務評価の結果、妥当であり、社会経済効果も十分に期待できるものと判断される。したがって、本事業が早期に実施されることが望まれる。

7. 初期環境影響評価結果

本事業に関連する地域、すなわち水源地域（水源予定地域、ダム建設予定地、導水路予定地域）および受益地について、社会的、自然的環境に対する影響を調査した。

水源地域は居住する住民が極度に少ない地域であり、本事業の実施が住居移転等住民に与える影響は少ない。この地域は自然草地が主体であり、水没する草地はあるが全体から見るとその面積は少ない。また、事業の実施が影響を与えると考えられる特別な動植物は存在しない。したがって、ダムの建設がこの地域に与える影響は少ないと判断される。ただし、貯水池予定地域内には住民が使用している幅1～2m程度の道路および小屋があるため、ダム建設に際しては付け換え道路および代替小屋を建設する等の配慮が必要である。

導水路は地形上、急傾斜地の山腹に建設せざるを得ない。予定地の多くは森林地帯であり樹木の伐採は避けられないが、特別な樹種は存在しない。導水路の建設に際しては、急峻な斜面を掘削することになるが、既設水路の法面状況から判断して完成後も掘削法面は安定していると予測される。

ダム、導水路および工事用道路はコタカチ・カヤパス生態系保護区、野生生物保護区内に建設されることになるが、本事業の実施を前提にダムサイトへの調査用道路の建設が認可されたことから判断して、調査用道路建設に関する協定書内容を厳守すれば法的問題はないものと判断される。

なお、工事中に切土面が崩落するのは避けられない。建設に際しては、樹木の伐採および斜面の掘削を可能な限り少なくし、環境に与える影響を最小にする配慮が必要である。

受益地は既耕地であり、本事業の実施による農産物の生産増等の効果は生じるが、環境に与える悪影響はほとんど発生しないと判断される。

以上のように、本事業が環境に与える影響は無いとは言えないが、社会的、自然的条件から評価して、その影響は小さいと思われ、現時点では本格的環境影響調査の必要性はないと判断される。しかし、将来環境に対する国としての対処方針が変われば、本格的影響調査が必要になることも考えられる。

8. 勧告

(1) 事業実施

本事業は、経済的にも財務的にも実施可能であるとの結論を得ている。本地区は、首都キトの食糧基地としての役割が大きいこと、地域の活性化に対する貢献が大いに見込めること等を考慮して、早期に実施すべきである。

本事業の実施により、エクアドル国の農業開発に対する取り組み方の方向が確認されることが期待される。

(2) 現況水利権

本事業は、現在開発地域において大規模農家により所有されているかんがい用水の水利権を一度白紙に戻し、用水を再配分する事を前提に計画されている。したがって、この前提がくずれると計画そのものが成立しなくなるので現況水利権の放棄を事業実施前に水利権者と文書で明確にする必要がある。

(3) 用地

本事業に関する施設のうち、ダム、導水路、頭首工はHacienda El Hospitalの所有地内に建設することになる。さらに、工事实施に伴い数本の工事用道路が所有地内に建設されることになる。したがって、Hospital農場の協力なくしては工事の実施は不可能である。事業実施前にHospital農場の土地に対するINERHIの使用権又は所有権を文書で明確にする必要がある。また、受益地内の支線用水路および三次水路は私有農地内を通過することになるので、水路の使用権をINERHI、地主間で文書で明確にしておくことが必要である。

(4) 小規模農家に対する農業金融

小規模農家においても事業実施により大きな便益を生み出すが、本事業では小規模農家に対しても初期投資の必要な果樹の導入が計画されている。したがって、計画を推進させるには小規模農家への営農資金の融資が必要となるため、BNFから小規模農家への融資基準の緩和および融資資金の拡大が強く望まれる。

(5) 余剰水の利用

本事業は、本報告書に示す計画対象地区に対するかんがい用水の供給を前提に計画されている。しかし、開発地域内の降雨が計画より多い場合は、ダムから導水されたかんがい用水の一部を頭首工よりカリヤク川に放流することが可能である。したがって、この余剰水をサリナス事業のかんがい用水の不足分の一部として利用することが可能であり、この点からも本事業の実施は有意義である。

(6) 地質調査

本事業に含まれる工事のうち、ダムおよびトンネルに関しては詳細設計前のボーリング等の詳細な地質調査が不可欠である。また、工事施工中に必要なに応じて追加調査を行うことも避けられず、特にトンネル工事においては設計時点では予知出来ない地質の変化を知る上で不可欠で、その結果によっては、施工方法の変更が必要になる。また、ダム左岸の透水性についても充分調査する必要がある。

(7) 掘削土砂

本事業の工事はダム、トンネル工事に伴い、掘削土砂が多量に発生するだけでなく、水路工事でも地形的制約のため切土工のみとなり発生土砂が多い。このため、事業の実施に当たっては、詳細設計ならびに工事実施において出来るだけ掘削土砂の発生が少なくなるよう努め、環境面に配慮することが重要である。

さらに、これら流出土砂の影響についてモニタリングを実施し、随時その対策が立てられる体制を確立することが望ましい。

(8) 水文資料

水源地域、開発地域とも水文資料が充分でなく限られた期間の水文資料により水文解析を実施し、施設設計の基礎としている。したがって、これからも継続して資料の収集を行い、詳細設計時には、それらの資料も加味してダム設計洪水量の確認等水文解析の再検討を行うことが重要である。

(9) 支援サービスの強化

本事業で導入されるかんがいの効果をより高め生産性を向上させるためには、改良種子の生産・普及、農業技術普及組織の強化が重要である。さらに、生産物を農家、特に小農に対して有利な価格で出荷させるために本事業で建設される集出荷センターの運営を強化する必要がある。

目 次

序 文

伝達状

調査対象地域位置図

調査対象地域図

一般計画平面図

現場写真

要 約

報告書目次

表 目 次

図 目 次

換算率・度量衡

略 語

第1章 序 論

1.1 調査の背景	1 - 1
1.2 調査の目的	1 - 1
1.3 調査対象地域	1 - 1
1.4 調査の範囲	1 - 2
1.5 報告書の構成	1 - 2

第2章 エクアドル国およびインバブラ州の概況

2.1 エクアドル国の概況	2 - 1
2.1.1 自 然	2 - 1
2.1.2 社会・経済	2 - 1
2.1.3 農 業	2 - 3
2.2 インバブラ州の概況	2 - 5
2.2.1 位置および地形	2 - 5
2.2.2 社 会	2 - 5
2.2.3 経 済	2 - 6
2.2.4 農 業	2 - 7

第3章 調査対象地域の現況

3.1 概 況	3 - 1
3.1.1 位 置	3 - 1

3.1.2	行 政	3 - 1
3.1.3	人 口	3 - 1
3.1.4	社会インフラ	3 - 2
3.2	自然条件	3 - 3
3.2.1	地 形	3 - 3
3.2.2	気 象	3 - 4
3.2.3	水 文	3 - 8
3.2.4	地 質	3 -13
3.2.5	土 壌	3 -26
3.2.6	土地分級	3 -26
3.3	農 業	3 -31
3.3.1	土地利用	3 -31
3.3.2	農業生産	3 -33
3.3.3	畜 産	3 -35
3.3.4	営農状況	3 -36
3.3.5	農家経済	3 -40
3.3.6	土地所有	3 -41
3.3.7	農産物流通、市場	3 -42
3.3.8	農産加工	3 -44
3.3.9	農業支援組織	3 -45
3.3.10	農民組織	3 -47
3.4	現況かんがい施設	3 -49
3.4.1	かんがい施設	3 -49
3.4.2	現況施設の維持管理	3 -49

第4章 開発計画

4.1	開発基本計画	4 - 1
4.1.1	現況の問題点	4 - 1
4.1.2	開発基本構想	4 - 1
4.1.3	土地利用計画	4 - 2
4.1.4	かんがい計画	4 - 5
4.1.5	水源計画	4 -13
4.2	農業開発計画	4 -21
4.2.1	作物生産計画	4 -21
4.2.2	農産物流通計画	4 -28
4.2.3	農産加工計画	4 -30
4.2.4	農業支援計画	4 -31

4.2.5	農民組織計画	4 -33
4.3	施設計画	4 -35
4.3.1	概要	4 -35
4.3.2	ダム	4 -36
4.3.3	導水路	4 -44
4.3.4	頭首工	4 -46
4.3.5	幹線用水路	4 -48
4.3.6	支線用水路	4 -50
4.3.7	三次水路	4 -51
4.3.8	保安・安全施設	4 -51

第5章 事業実施および維持管理計画

5.1	工事実施計画	5 - 1
5.1.1	詳細設計	5 - 1
5.1.2	土木工事	5 - 3
5.2	事業実施体制	5 - 3
5.2.1	事業実施方法	5 - 3
5.2.2	事業実施機関	5 - 3
5.3	事業費	5 - 5
5.3.1	算定条件	5 - 5
5.3.2	事業費	5 - 5
5.4	維持管理計画	5 -10
5.4.1	維持管理方針	5 -10
5.4.2	維持管理組織	5 -11
5.4.3	維持管理費	5 -12

第6章 事業評価

6.1	評価基礎	6 - 1
6.1.1	評価基準	6 - 1
6.1.2	農産物および農業資材価格	6 - 2
6.2	事業便益	6 - 3
6.2.1	農業生産便益	6 - 3
6.2.2	その他の便益	6 - 4

6.3 経済・財務評価	6 - 5
6.3.1 経済評価	6 - 5
6.3.2 財務評価	6 - 7
6.3.3 財務分析	6 - 9
6.4 総合評価	6 -14

第7章 初期環境影響評価

7.1 プロジェクト立地環境	7 - 1
7.1.1 社会環境	7 - 1
7.1.2 自然環境	7 - 2
7.2 関連機関および法規	7 - 3
7.2.1 関連機関	7 - 3
7.2.2 関連法規	7 - 3
7.3 環境保護の現況	7 - 6
7.4 環境変化の予測と影響評価	7 - 6
7.4.1 ダム／導水路建設に伴う影響	7 - 6
7.4.2 受益地整備ならびに事業運営に伴う影響	7 - 9
7.5 初期環境影響評価結果	7 -11

第8章 勸告	8 - 1
--------------	-------

APPENDIX

A.1 Scope of Work	A - 1
A.2 作業監理委員、調査団員およびカウンターパート名簿	A -12

ANNEX

VOLUME 2 詳細（別冊）
VOLUME 3 図面集（別冊）

表 目 次

表 2.1.1	産業分野別国内総生産	2 - 3
表 2.1.2	エクアドル国の農業生産	2 - 4
表 2.2.1	インバブラ州の行政区分	2 - 5
表 2.2.2	カントン別人口分布	2 - 6
表 2.2.3	インバブラ州の製造業	2 - 7
表 2.2.4	インバブラ州の土地利用	2 - 7
表 2.2.5	インバブラ州の農業生産	2 - 8
表 2.2.6	インバブラ州の家畜飼育頭数と牛乳生産	2 - 8
表 3.1.1	調査対象地域の人口	3 - 1
表 3.2.1	対象地域標高別面積	3 - 3
表 3.2.2	対象地域傾斜別面積	3 - 3
表 3.2.3	確率年降雨量	3 - 5
表 3.2.4	確率年降雨強度	3 - 5
表 3.2.5	流量観測所一覧	3 - 8
表 3.2.6	ピニャン測水所観測流量	3 -10
表 3.2.7	パンタビ測水所観測流量	3 -10
表 3.2.8	ピニャン川推定比流量	3 -12
表 3.2.9	調査地の地質層序	3 -17
表 3.2.10	土地分級別面積	3 -26
表 3.2.11	調査対象地域の土壌の性質	3 -29
表 3.2.12	土地分級基準	3 -30
表 3.3.1	現況土地利用面積	3 -31
表 3.3.2	作物別栽培面積および生産量	3 -33
表 3.3.3	州全体と調査対象地域の作付	3 -34
表 3.3.4	調査対象地域内の畜産物生産	3 -35
表 3.3.5	調査対象地域内の養鶏場	3 -36
表 3.3.6	アンケート調査農家数	3 -36
表 3.3.7	標高別栽培作物	3 -37
表 3.3.8	栽培奨励品種	3 -38
表 3.3.9	農業資材投入農家比率	3 -39
表 3.3.10	農家規模別家畜飼育数	3 -40
表 3.3.11	平均的小規模農家の経済状況	3 -40
表 3.3.12	現況土地所有	3 -41
表 3.3.13	農産物市場価格（イバラ市場）	3 -43
表 3.3.14	調査地域周辺の農産加工工場	3 -45
表 3.4.1	現況かんがい水路一覧表	3 -50

表 4.1.1	特性別面積	4 - 3
表 4.1.2	月別蒸発散量 (ETo)	4 - 5
表 4.1.3	月別作物消費水量 (ETc)	4 - 6
表 4.1.4	有効雨量	4 - 7
表 4.1.4	月別かんがい必要水量	4 - 7
表 4.1.6	既存水源河川流量	4 -14
表 4.1.7	新規水源河川流量	4 -15
表 4.1.8	各ケース別ダム容量	4 -16
表 4.1.9	各ケース別ダム規模	4 -16
表 4.2.1	導入作物の選定	4 -23
表 4.2.2	計画作付面積	4 -25
表 4.2.3	計画作物生産量	4 -26
表 4.2.4	食糧需給状況	4 -26
表 4.2.5	農産物の生産量	4 -28
表 5.2.1	一般管理要員	5 - 4
表 5.2.2	コンサルティング・サービス要員	5 - 4
表 5.3.1	土木工事費	5 - 6
表 5.3.2	維持管理用機械	5 - 7
表 5.3.3	コンサルティング・サービス費	5 - 8
表 5.3.4	事業費	5 - 8
表 5.3.5	事業費投資計画	5 - 9
表 5.4.1	維持管理組織要員	5 -11
表 5.4.2	年間維持管理費	5 -12
表 5.4.3	ゲート更新費	5 -12
表 6.2.1	農業生産便益 (経済価格)	6 - 4
表 6.2.2	農業生産便益 (財務価格)	6 - 4
表 6.2.3	維持管理道路によって期待される効果	6 - 4
表 6.3.1	事業費 (経済価格)	6 - 5
表 6.3.2	感度分析による経済的内部収益率の変動	6 - 7
表 6.3.3	事業費 (財務価格)	6 - 7
表 6.3.4	感度分析による財務的内部収益率の変動	6 - 8
表 6.3.5	年次別事業費支出	6 - 9
表 6.3.6	外貨資金返済計画	6 -10
表 6.3.7	代表的農家の計画営農形態	6 -11
表 6.3.8	代表的農家の損益分析結果	6 -12
表 6.3.9	モデル農家資金繰り	6 -13
表 7.1.1	スクリーニングおよびスコーピング	7 -13

目 次

図 3.2.1	年間降雨量	3 - 4
図 3.2.2	調査対象地域の気温	3 - 6
図 3.2.3	調査対象地域の降雨量と蒸発量	3 - 7
図 3.2.4	水源と集水域の全体図	3 - 9
図 3.2.5	ピニャーンパンタビ流量相関図	3 -11
図 3.2.6	ボーリング位置図	3 -15
図 3.2.7	水源地域の地質図	3 -16
図 3.2.8	原石山候補地	3 -23
図 3.2.9	土壌図	3 -27
図 3.2.10	土地分級図	3 -28
図 3.3.1	現況土地利用図	3 -32
図 3.3.2	現況作付体系図	3 -37
図 3.3.3	卸売り市場価格の推移	3 -42
図 3.3.4	農産物の流通経路	3 -43
図 3.4.1	現況用水系統模式図	3 -51
図 3.4.2	現況かんがい水路位置図	3 -52
図 4.1.1	開発基本構想図	4 - 2
図 4.1.2	計画土地利用区分図	4 - 4
図 4.1.3	かんがいブロック配置図	4 -10
図 4.1.4	導水路・幹線用水路用水系統図	4 -11
図 4.1.5	支配地域別用水系統図	4 -12
図 4.1.6	水源開発計画策定フローチャート	4 -13
図 4.1.7	水源開発計画代替案概略図	4 -17
図 4.1.8	ダム貯留量変化図(ケース1～3)	4 -18
図 4.1.9	水源計画用水系統図	4 -20
図 4.2.1	標高別栽培可能作物	4 -22
図 4.2.2	計画作付体系図	4 -24
図 4.2.3	計画農産物流通システム	4 -29
図 4.2.4	計画農業支援体制	4 -31
図 4.2.5	計画農民組織	4 -34
図 4.3.1	ダム候補地位置図	4 -38
図 4.3.2	ダム計画平面図	4 -42
図 4.3.3	ダム標準断面図	4 -43
図 4.3.4	導水路標準断面図	4 -44
図 4.3.5	トンネル標準断面図	4 -45

図 4.3.6	頭首工横断面図	4 - 47
図 4.3.7	幹線用水路標準断面図	4 - 49
図 4.3.8	幹線用水路第5号トンネル標準断面図	4 - 49
図 5.1.1	事業実施工程表	5 - 2
図 7.1.1	コタカチ・カヤパス生態系保護区域の 主な動物の生息範囲図	7 - 4

換算率・度量衡

長さ

cm	: centimeter	センチメートル
m	: meter	メートル
km	: kilometer	キロメートル

面積、体積および重量

cm ²	: square centimeter	平方センチメートル
m ²	: square meter	平方メートル
km ²	: square kilometer	平方キロメートル
ha	: hectare	ヘクタール
l	: liter	リットル
G	: gallon = 3.75 l	ガロン
m ³	: cubic meter	立方メートル
kg	: kilogram	キログラム
t	: ton	トン
lb	: pound = 453.6 g	ポンド
qq	: quintal = 100 lb = 45.36 kg	キンタール

通貨

US\$: United States Dollar	米国ドル
S/.	: Sucre	スクレ
¥	: Japanese Yen	日本円

その他

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

田各 語

ASA	農牧サービス事務所	Agencia de Servicios Agropecuarios
BNF	国立勸業銀行	Banco Nacional del Fomento
CEPE	エクアドル石油公社	Corporacion Estatal Petrolera Ecuatoriana
CONADE	開発庁	Consejo Nacional de Desarrollo
DINAC	土地登記局	Direccion Nacional de Avalos y Catastros
DPA	インバブラ州農牧局	Direccion Provincial Agropecuaria de Imbabura
EMELNORTE	北部電力公社	Empresa Electrica del Norte
ENAC	流通公社	Empresa Nacional de Almacenamiento y Comercializacion
FODERUMA	農村開発基金	Fondo de Desarrollo Rural Marginal
FONADE	開発基金	Fondo Nacional de Desarrollo
FONAPRE	事前調査基金	Fondo Nacional de Preinvestingacion
IEOS	衛生事業庁	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
IERAC	農地改革庁	Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonizacion
IGM	軍地理院	Instituto Geografico Militar
INAMHI	気象庁	Instituto Nacional de Meteorologia y Hidrologia
INEC	統計庁	Instituto Nacional de Estadistica y Censos
INECEL	電力庁	Instituto Ecuatoriano de Electrificacion
INEMIN	鉱業庁	Instituto Nacional de Energia y Minas
INEN	工業企画院	Instituto Ecuatoriano de Normalizacion
INERHI	水資源庁	Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidraulicos
INIAP	農牧研究所	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
JUNAPLA	経済企画庁	Junta Nacional de Planificacion y Coordinacion Economica
MAG	農牧省	Ministerio de Agricultura y Ganaderia
MOP	公共事業省	Ministerio de Obras Publicas
PROTECA	技術普及計画	Programa de Desarrollo Tecnologico Agropecuario

第1章 序 論

第1章 序 論

1.1 調査の背景

エクアドル（ECUADOR）政府は1989年に「国家開発計画 1989-1992」を制定した。この計画では、以前の国家開発計画においても掲げられていた食料生産の再活性化と拡大に目標を置き、輸出農産物（コーヒー、カカオ、バナナ）の生産振興により輸出増進を図るとともに、国内消費用農産物の生産拡大にも努めようとしている。

このような状況から、エクアドル政府は農業生産性のポテンシャルが高いにもかかわらず、かんがい用水の不足のため周辺地域に比べ農業生産が上がっていないインブラ（Imbabra）州東北部の高地にあるツムバピロ（Tumbabiro）地区を、かんがい農業により農産物の供給地として開発し、併せて地域農家の生活の安定と向上を図るため、1990年4月にわが国に対し本地区のフィジビリティ調査に関する技術協力を要請した。これを受けて、日本政府は国際協力事業団を通じ、1992年4月8日から4月21日にかけて事前調査団を派遣し、本調査に関するS/W（実施細則）が締結された。

このS/Wに基づき、国際協力事業団は（株）パシフィックコンサルタンツ インターナショナル/内外エンジニアリング（株）で構成された調査団を現地に派遣し本調査を実施した。第一次現地調査および第二次現地調査は、それぞれ1992年8月17日～11月29日、1993年5月27日～8月24日にかけて実施された。

1.2 調査の目的

本調査の目的は、エクアドル政府の要請に基づきツムバピロ地区について新規水源開発、かんがい施設整備を中心とした農業開発計画のフィジビリティ調査を実施するとともに関係機関、関係職員にかんがい計画策定を重点とした技術移転を行うことにある。

1.3 調査対象地域

調査対象地域は、エクアドル国北部のインブラ州の東北部山岳高原地帯に広がるツムバピロ地区およびその周辺地域であり、現地調査およびエクアドル側との協議の結果、調査対象面積は12,800 haとした。

1.4 調査の範囲

1.4.1 フェーズ I 調査

(1) Work 1 (現地調査)

調査対象地域の現地踏査、資料・情報の収集を行い、対象地域の現状を把握する。さらに、かんがい、営農を含めた農業開発上の問題点を整理する。

なお、現地調査期間中に、ダム、トンネル予定地の地質調査および水路路線、ダム地点、主要構造物予定地の測量を実施した。

(2) Work 2 (国内作業)

現地調査で得られた資料・情報の分析を行い、本プロジェクトの基本となる各種問題点を明確にし、かんがい農業開発計画を概定する。

1.4.2 フェーズ II 調査

(1) Work 3 (現地調査)

フェーズ I の調査結果をもとに詳細な現地調査を実施し、本計画の基本計画を確定する。なお、ダム地点の補足地質調査および調査対象地域内の現況水路網の測量を実施した。

(2) Work 4 (国内作業)

Work 1, 2, 3 の調査結果をもとに国内解析を行い、かんがい農業計画を策定する。さらに、事業実施計画の策定、プロジェクト評価を実施する。

1.5 報告書の構成

本調査に関して、調査団より提出された報告書は下記のとおりである。

・インセプション レポート	和文	12部	西文	15部
・プログレス レポート (I)	和文要約	12部	西文	15部
・インテリム レポート	和文	12部	西文	15部
・プログレス レポート (II)	和文要約	12部	西文	15部

・ドラフト ファイナル レポート

主報告書	和文	12部	西文	15部
付属資料			西文	15部
図面集		27部		

・ファイナル レポート

主報告書	和文	15部	西文	32部	英文	32部
付属資料			西文	32部		
図面集		47部				

第2章 エクアドル国および インバブラ州の概況

第2章 エクアドル国およびインバブラ州の概況

2.1 エクアドル国の概況

2.1.1 自 然

エクアドル国は北緯1°、 から南緯5°、西経75° から81° に位置し、首都キトの郊外を赤道が通過している。北および北東部はコロンビアに、南および南東部はペルーに接し、国土面積は約27万km²である。

国土の中央をアンデス山脈が南北に縦断し、明確な差異のある四つの地域、コスタ（海岸地帯）、シェラ（山岳地帯）、オリエンテ（東部平原地帯）、ガラパゴス諸島に分けることが出来る。これらの地域の占める面積は夫々、25.6%、26.9%、44.5%、3.0%である。

コスタ（海岸地帯）は西アンデス山系から太平洋岸にかけて広がっており、比較的平坦で標高はほとんど300m以下である。コスタの北部は高温多雨で熱帯雨林が発達しているが、南部に行くにしたがって乾燥気候となっている シェラ（山岳地帯）は幅が100～200kmあり、アンデス山脈が南北に 2列走っており、その中間に標高2,000～3,000mの地域があり、都市や耕地が広がっている。シェラは標高が高いため赤道直下にもかかわらず気候は比較的温暖である。オリエンテ（東部平原地帯）はアンデス山脈東部からアマゾン地帯に広がる熱帯性気候の地域である。

以上のような地形の複雑さやフンボルト海流等の影響を受け、気候の地域的な差異が大きい。このような多様な地形と気候のため、エクアドル国は他の太平洋岸諸国（ペルー、チリ）に比べて雨量には恵まれており、地域的ばらつきはあるものの全体的には水資源は豊富であるといえる。

2.1.2 社会経済

エクアドル国の総人口は1990年センサスによると約9,648,000人であり、その人口分布は都市部55.4%、農村部44.6%である。年齢構成を見ると15才以下が38%、15才～24才が20.3%、25才～64才が36.6%、65才以上が4.3%となっている。経済活動人口は総人口の44%を占め、そのうち失業者率は1.3%である。また、1980～1990年の人口増加は年率1.6%であった。なお、人口密度は35.5人/km²である。

国の経済は伝統的に農業を基盤としていたが、1970年代の初めに石油の産出が始まり国内総生産（GDP）に占める農業の比率は低下したものの農業部門に従事している人口は国民全体の半数近くを占めていることから、依然として農業が最重要産業であることには変わりがない。エクアドル中央銀行の資料によると、1990年の国内総生産は約95億ドルで、そのうち農業部門は17.4%、石油部門12.5%、工業製造部門16.3%、電気ガス水道部門1.6%、建設部門3.3%、商業部門14.8%、金融部門10.8%、その他23.3%となっている。また、総輸出額はFOB価格で約27億ドルであった。そのうち農業部門は約6億8千万ドルであり、その内バナナ、コーヒー、カカオが95%を占めていた。近年では海産エビが新しい輸出品目に加わり、その輸出額はバナナの輸出額と並ぶようになっている。一人当たり国内総生産は16,783ヌーヴ(996ドル)であった。

国家開発庁および中銀の報告書によると、国家財政は1988年に外貨収支と為替相場の危機に見舞われ、インフレーションはその年の12月には85.7%に達し、1990年から1992年6月まではほぼ50%のインフレーション率で推移している。これを反映して、1992年の農産物の価格は、1988年を100とすると380まで上昇した。

なお、1960年にアンデス諸国（ベネズエラ、コロンビア、エクアドル、ペルー、ボリビア）間で同意されたカルタヘナ協定により、社会経済の開発および統合が各部門において協議されており、一部では実現している。経済部門ではこれら諸国に強いインパクトを与える自由市場構想が進んでおり、現在、関税問題が将来の完全な自由市場を目指して協議されている。

表 2.1.1 産業分野別国内総生産(1975年価格)

(単位：百万Sucre)

項 目	1980	1985	1990
農業・狩猟・林業・漁業	21,198	24,178	31,525
石油・鉱業	15,070	23,875	22,484
工業・製造業	26,807	28,710	29,474
電気・ガス・水道業	1,115	1,833	2,984
建設業	6,906	6,742	5,914
商業	24,789	24,268	26,854
交通・通信	10,038	11,506	15,438
金融・保険業	17,694	18,162	19,574
社会サービス	7,612	9,529	10,618
銀行記帳サービス	- 5,006	- 4,519	- 5,048
産業別小計	126,223	144,284	159,817
政府機関サービス	13,709	14,842	15,609
国内サービス	675	723	819
総累計額	140,607	159,849	176,245
関税等	7,015	4,205	4,707
国内総生産(GDP)	147,622	164,054	180,952

出典：Cuentas Nacionales 1965-1990, Banco Central de Ecuador

2.1.3 農 業

エクアドル国はベネズエラに次ぐ南米第2の石油産油国であり、石油が最大の産業であるが農牧業のGDPに占める割合が近年17%に低下したとはいえ最大の労働人口を擁し、農村部人口が48%であることが示すように基本的には農業国である。農産物は伝統的な熱帯産物であるバナナ、カカオ、コーヒー、砂糖きびが多く、輸出もされているが、小麦等の穀物は輸入に依存している割合が多い。国土の約27%を占める山岳地帯では零細農家による伝統的な農業が主体であり、さらにか

んがい施設の不備のため生産性は低く、生活苦のため離農して都市に移住する農民も多い。

エクアドルの農業は地形的条件の差異により、大きく二つに分けることができる。一つは赤道直下でありながら標高2,000~3,000 mの位置にあるため、比較的温暖な地域にあるシェラ地域の農業であり、一つは低地の熱帯性気候の下で営まれているコスタ地域の農業である。

コスタはエクアドル国の中でも気候、土壌、水資源に恵まれた主要農業地帯であり、主要農産物は、バナナ、コーヒー、カカオ、米、とうもろこし、大豆、綿、野菜、果実等であり、輸出も多い。シェラは気候、水資源、土壌条件において制限があるが、穀物、とうもろこし、豆、野菜等が栽培され畜産も盛んである。なお、オリエンテ地域はほとんど熱帯雨林であるため、農業に関してはわずかに畜産が行われている程度であり、農業的には他の地域に比べて比重が小さい。

表 2.1.2 エクアドル国の農業生産

	作付面積 (1,000ha)	収穫面積 (1,000ha)	生産量 (ton)	単位収量 (ton/ha)
穀類				
水稲	294.74	283.90	848,181	2.99
大豆	62.21	60.25	44,518	0.74
メイズ(Dulo)	315.20	293.29	408,124	1.39
(Choclo)	21.58	20.83	41,436	1.99
(Seco)	187.31	180.96	110,608	0.61
小麦	37.61	37.04	24,614	0.66
芋類				
馬鈴薯	56.63	52.16	372,291	7.13
キャッサバ	21.56	19.12	90,279	4.68
豆類				
いんげん豆	66.47	59.69	37,112	0.62
その他	27.26	25.65	8,569	0.33
油用植物				
大豆	92.63	90.70	171,761	1.89
椰子	83.87	68.63	872,741	12.72
綿花	32.85	30.42	33,983	1.12
輸出作物				
バナナ	186.16	186.50	3,525,302	20.92
カカオ	343.32	331.98	100,454	0.30
コーヒー	427.33	403.87	138,579	0.34
さとうきび	100.69	88.53	3,661,246	74.91
プラタノ	102.28	92.19	920,535	9.97
その他	169.58	127.13		

2.2 インバブラ州の概況

2.2.1 位置および地形

調査対象地域が属するインバブラ（Imbabura）州は、エクアドルの北部にある。同州の州都であるイバラ（Ibarra）市は エクアドル国の首都キト市（Quito）から約140kmの距離にある。

州の面積は4,463km²で、シェラ地区10州の中では平均的な広さである。同州は山岳地域にあり、標高4,944mのコタカチ山を始めとして多くの高山があり、平均標高は約2,000mである。地形は山地が多く、その中の平地部に都市、農地が広がっている。傾斜地も農地としてかなり利用されている。

2.2.2 社 会

インバブラ州は、北部および東部をコロンビアと国境を接するカルチ州およびスクンビオ州、南部をピチンチャ州、西部を太平洋に面するエスメラルダス州に接している。その行政区分は次の通りである。

表 2.2.1 インバブラ州の行政区分

Canton（郡）	市 町 村
Ibarra	1 市、7 村
Antonio Ante	1 町、4 村
Cotacachi	1 町、8 村
Otavalo	1 町、9 村
Pimampiro	1 町、3 村
San Miguel de Urcuqui	1 町、5 村

行政組織は、州の内務行政を執行する州庁(Consejo Provincial de Imbabura)がイバラ市(Ibarra)に置かれている。その他、政府機関が各々の支局をイバラ市に設置して行政を行っている。各カントン(郡)には州の行政執行機関が置かれ、州の代表者(Jefe Politica)が任命されている。また、各村(Parroquia)には選挙で選ばれた行政代理執行人(Teniente Politica)が置かれている。村の運営は村委員会(Junta Parroquia)が行っている。また、コムナ(共同体区)と呼ばれる組織では区委員会(Cabildo)がその運営を行っている。

インバブラ州の総人口は 265,499人(1990年センサス)であり、国の全人口の約 2.8%を占めている。人口密度は58.2人/km²である。人口分布は市街地129,174人(48.3%)、農村部 136,325人(51.3%)である。州の経済活動人口(90,831人)の内、一次産業、すなわち農業部門に従事している人口は33.3%である。

表 2.2.2 カントン別人口分布

カントン (Canton)	人 口		
	市街地	農村部	合 計
Ibarra	80,991	38,502	119,493
Antonio Ante	13,764	13,611	27,375
Cotacachi	6,051	27,199	33,250
Otavalo	21,548	34,738	56,286
Pimampiro	4,950	10,409	15,359
San Miguel de Urququi	1,870	11,866	13,736
合 計	129,174	136,325	265,499

2.2.3 経 済

インバブラ州の経済は農業を基盤としており、農産物生産とそれに関連した製糖、醸造、食品加工等の農産工業によって成り立っている。オタバロ周辺の農村部では民芸織物生産が盛んで、コタカチは皮革産業の町として小規模工業が発達している。これら農産工業の他オタバロに国営セメント工場"Selva Alegre"がある。

州の農産物生産は、生産高においてサトウキビが最優位にあり、トマト、トウモロコシ、インゲンがこれに続いている。サトウキビの多くは製糖工場に向けられている。製糖は国内の砂糖不足(年間40,000 ton)のため増産が期待されている。

トマトはケチャップ等の加工用に向けられ、トウモロコシは国内消費用として生産されており、その大部分はインバブラ州で消費されている。インゲンはコロンビア向けの農産物として大きな位置を占めているが、その輸出取扱量およびその額は把握されていない。これはコロンビアとの国境は自由商業協定のために解放されており、その取引外貨はドル建てでなくコロンビア・ペソであることによる。しかし、その年間輸出货量はインバブラ州生産量の約60%(2,985 ton)と推定されている。

1990年工業センサスによると、州の工業総生産額はS/. 19,393,371,000 で全国の総生産額の0.5%である。また、商業活動を見るとS/. 4,452,633,000であり、全国レベルで0.3%、山岳地方(Sierra)レベルにおいても0.6%を占めているに過ぎない。また、経済活動人口の内、第二次産業に従事している人口は23.6% (21,456人)である。

表 2.2.3 インバブラ州の製造業

業 種	工 場	従業員数 (人)	生産額(S/.)
食 品 加 工	6	394	4,316,728,000
織 維 ・ 皮 革	5	550	2,365,675,000
製 紙 ・ 印 刷	1	47	146,609,000
化学製品加工	2	41	164,544,000
セ メ ン ト	1	512	12,327,728,000
製 缶	1	26	72,087,000

出典：1990年工業センサス

2.2.4 農 業

インバブラ州の全面積の約 40 % が農用地として利用されているが、その地形条件から草地としての利用が最も多い。近年は農用地のなかで、耕地面積が急速に拡大する傾向にある。

表 2.2.4 インバブラ州の土地利用

(単位：1,000 ha)

単年性 作物	永年性 作物	草 地	休耕地	遊休地	小 計	農用地 以 外	合 計
25.2	12.5	100.3	30.2	5.3	173.5	272.7	446.2
5.6%	2.8%	22.5%	6.8%	1.2%	38.9%	61.1%	100.0%

出所：Sistema Estadístico Agropecuario Nacional 1991

栽培作物はメイズ(42%)、大麦(8%)、小麦(7%)等の穀類が多く、全栽培面積の約 60%を占めている。その他にはフリフォーレス(18%)とさとうきび(6%)が多い。

近年は、さとうきび、馬鈴薯、フリフォーレスの栽培面積が拡大する傾向にあ

馬鈴薯は栽培面積が拡大しているにもかかわらず、単位収量が年々低下しているため、その生産量は減少している。一方、メイズ等穀類の栽培面積は減少する傾向にあり、その生産量も年々低下している。

畜産は牛の飼養が主で、牛飼養頭数は 10 万頭で、標高が高い地域は乳牛が多く、その他は兼用種で、牛乳および肉の生産性は全国平均より高い。その他の畜産で大規模に企業化された養鶏場が3ヶ所、クーイ（てんじくねずみ）飼育場が1ヶ所ある。

豚、羊、クーイ、鶏は主に小規模あるいは自家消費用に飼育されている。インバブラ州の近年の家畜飼育傾向は、豚、羊等が増加し、牛が減少傾向にある。しかしながら、乳牛の飼養頭数は増加傾向にあり、牛乳の生産性も向上し、牛乳生産の伸びが著しい。

表 2.2.5 インバブラ州の農業生産

作物	作付面積 (1,000ha)	収穫面積 (1,000ha)	生産量 (ton)	収量 (t/ha)
穀類				
大 麦	4.95	4.47	2,482	0.55
メイズ				
Duro	3.50	3.47	3,449	0.99
Choclo	1.32	1.32	3,658	2.77
Seco	21.50	20.17	9,343	0.46
小 麦	4.33	4.28	3,374	0.79
芋類				
馬鈴薯	2.49	2.46	5,818	2.35
豆類				
フリフォーレス	11.22	11.05	7,199	0.65
輸出作物				
さとうきび	3.60	2.50	211,594	84.67
プラタノ	1.44	1.35	7,300	5.39
その他	7.71	6.45		

出所：Sistema Estadístico Agropecuario Nacional 1991

表 2.2.6 インバブラ州の家畜飼育頭数と牛乳生産

全牛頭数 (1,000頭)	乳牛頭数 (1,000頭)	牛乳生産量 (1,000L)	豚頭数 (1,000頭)	羊頭数 (1,000頭)
100	17	92	52	65