

# エクアドル国プロジェクト形成調査 (第3次) 報告書

平成2年1月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1087256(2)

21909



エクアドル国プロジェクト形成調査  
(第3次) 報 告 書

平成2年1月

国際協力事業団

国際協力事業団

21909

## はじめに

国際協力事業団はエクアドル共和国の要請に応え、同国マナビ州水資源開発計画(PHIMA)に係るプロジェクト形成調査を実施した。

当事業団は中南米地域に対する我が国の協力を効果的に実施するため、同地域に広範な援助の経験を有する米州機構(OAS)との連携を図るべく1988年6月及び10月に2次に亘りプロジェクト形成調査団を派遣し、本調査の実施につき米州機構及びエクアドル国政府の三者間で協議を行った。その後、1989年1月から同年10月まで、高橋修氏(日本工営株式会社)を団長とする調査団を現地に派遣し、米州機構及び「エ」国政府機関と共同調査を行い、今般本報告書作成の運びとなった。

本報告書が今後の同開発計画の進展に大きく資することを希望すると共に、今次調査に御協力戴いた関係者各位に対し、深甚なる謝意を表する次第である。

平成2年1月

国際協力事業団  
理事 中村 順一



エクアドル国第3次プロジェクト形成調査

1990年1月

国際協力事業団 総裁

柳谷 謙介 殿

伝 達 状

エクアドル国第3次プロジェクト形成調査に関する最終報告書をここに提出いたします。調査はエクアドル政府の意向に従い、同国マナビ州水資源総合開発計画に関して実施され、その成果をとりまとめたのが本報告書であります。

検討しました数多くの水資源開発プロジェクトの内、最も重要かつ緊急なものとして既存ダウレペリバダムよりマナビ州中央部への流域間導水計画を中心としたチョネ・ポルトビエホ統合プロジェクトを選定いたしました。また、開発の遅れています州北部の開発を促進するため、ハマ多目的プロジェクトも今後調査を続ける価値があるものと考えます。

本調査は米州機構との協調により実施されましたことを申し添えます。

終りに、貴事業団をはじめ、外務省、在エクアドル日本大使館、それにエクアドル国側の関係者各位に対し、調査団に対する序言、助力を心から感謝致します。本調査の成果がマナビ州の今後の水資源開発にとって有益なものとなるよう心から希望するものであります。

エクアドル国第3次プロジェクト形成調査団

団 長 高 橋 修



## 要 約

### (土地および人口)

1. エクアドル共和国は南米大陸の太平洋岸、赤道直下に位置し、国土面積 271,000 km<sup>2</sup> を有する。国土は太平洋沿岸部のコスタ地域(67,000 km<sup>2</sup>)、アンデス山系の高原部に位置するシエラ地域(64,000 km<sup>2</sup>)、国の東部でアマゾンの源流を構成するオリエンテ地域(140,000 km<sup>2</sup>)に大別される。1986 年全国人口 9.6 x 10<sup>6</sup> の 96 % はシエラとコスタ地域に集中している。マナビ州はコスタ地域に含まれる。州面積は約 19,000 km<sup>2</sup> で国土面積の 7 % を占める。また、州の人口は 1,000,000 人で、全国人口の 11 % に当たる。経済的活性人口は州人口の約 1/4、農業部門の雇用人口は州経済的活性人口の 45 % を占め、これは全国の 34 % に比べてかなり高い。

### (社会・経済)

2. エクアドル共和国は 1970 年代まで農業立国であった。当時マナビ州は輸出用コーヒー、カカオ、バナナ生産の中心地として、また国内消費用のメイズ、キャッサバ、綿花、果実類、野菜類の生産基地としてエ国経済にとって重要な位置を占めていた。1967 年にオリエンテ地域で初めて石油が発見され、1970 年から始まった石油の輸出は 1970 年代及び 1980 年代当初までエ国に石油景気をもたらした。石油部門の国内総生産(GDP)に占める割合は、1975、1980、1985 年にそれぞれ 11.8 %、12.4 % 及び 17.2 % であった。また、同部門の輸出総額に占める割合は 1975、1980、1985 の各年にそれぞれ 61 %、62 %、66 % であった。一方、1970 年に GDP の 25.3 % を占めていた農業生産部門は、1975 年に 18.8 %、1980 年に 12.6 %、1985 年に 13.9 % とその比率が低下していった。農業生産部門の輸出総額に占める割合は、1970 年に 72.4 % を記録していたが、1975 年に 32 %、1980 年に 27 %、1985 年に 28 % と著しく低下した。1978 年のマナビ州の農業生産は全国のその 15.7 % を占めており、また、マナビ州地域総生産(GRP)の 37.5 % であった。1985 年後半に石油国際価格が急落し、1987 年に至って石油生産部門と農業生産部門の GDP に対する寄与率はそれぞれ 6.2 %、16.1 % とそれまでとは逆

転した。ここにいたり、エクアドル国経済に対する農業部門の重要性が再認識されることとなった。それと共に、農業主導形のマナビ州の農業・農業関連工業開発に再び大きな期待が集まった。

(地形および河川)

3. マナビ州復興センター(CRM)は PHIMA 予備調査時に、水資源開発計画策定を目的として付図-1 に示す如くマナビ州を 22 流域の開発単位区に区分した。マナビ州のほぼ中央部には丘陵地帯が南北に走り、同州の水源地を構成すると共に、州西部沿岸部の小流域群(流域番号 No.1 - No.17)と州東部の大流域群(流域番号 No.18 - No.22)の分水嶺となっている。西部沿岸部流域群(合計流域面積 11,055 km<sup>2</sup>)の主な流域(開発単位区)は Chone 流域 2,267 km<sup>2</sup>(流域番号 No.8)、Portoviejo 流域 2,060 km<sup>2</sup>(流域番号 No.9)と Jama 流域 1,308 km<sup>2</sup>(流域番号 No.4)である。東部流域群の主要流域(開発単位区)は Esmeraldas 流域 2,028 km<sup>2</sup>(流域番号 No.18)、Daule 流域 3,636 km<sup>2</sup>(流域番号 No.19)と Puca 流域 1,136 km<sup>2</sup>(流域番号 No.20)である。マナビ州の地形の特徴は起伏のある丘陵地帯が州大部分を占め、まとまった沖積平野は Chone 流域(流域番号 No.8)、Portoviejo 流域(流域番号 No.9)にしか存在しないことである。

(気候)

4. エル・ニーニョ現象とフンボルト寒流に支配される海洋性気候の影響下にあるマナビ州は複雑かつ変化に富んだ気候を示している。年平均気温は約 25 °C で年間を通じてほぼ一定であり、地域格差も殆ど無い。日格差は約 10 °C である。一方、州内の降雨量は季節変化、経年変化、地域格差の何れにも富んでいる。年降雨量のほぼ 90 % は 1 月から 6 月までの 6 ヶ月間に集中している。年雨量は一般に州南西部(流域番号 No.10 - No.15)で 400 mm と少なく、州北東部(流域番号 No.18)で最も多く 2,500 mm に達する。年雨量の経年変化も大きく、Portoviejo 観測所 16 年間(1970 - 1985)の記録では最大年雨量 1,790 mm、最小年雨量 216 mm、年平均雨量 508 mm となっている。

(水文)

5. 降雨の季節変化、経年変化の影響を受ける河川流出量は降雨量とほぼ同様の変化を示す。 マナビ州のように季節変化のみならず経年変化の大きい河川流出を有効利用するためには、雨期流出を貯留するだけでなく流出の経年変化に対応できるダム建設が必要となる。 年流出量は東部開発区(流域番号 No.18、19)では極めて豊富であるが、流域番号 No.8,16,20 及び No.21 で中程度、その他の流域では極めて少ない。 マナビ州で最も人口ちよう密な Portoviejo (流域番号 No.9) と Manta (流域番号 No.10) では水資源賦存量が極めて限られている。 このことは、Daule 流域(流域番号 No.19)の水資源を流域間導水により中央開発区、特に Portoviejo、Manta に導く必要性を示唆している。

6. マナビ州の地下水賦存量は  $3.0 \times 10^9 \text{ m}^3$  と推定されているが、表流水の豊富な東部開発区に  $1.9 \times 10^9 \text{ m}^3$  が集中しており、表流水の乏しい南西部開発区では  $0.03 \times 10^9 \text{ m}^3$  に過ぎない。 現在、地下水は広域上水システムのカバーしていない主として農村部で上水源として利用されているほか、中央開発区、南西開発区では一部灌漑にも利用されている。

(土地分級)

7. マナビ州面積  $19,000 \text{ km}^2$  は灌漑適性の観点から、土地分級 "A" (制限要因が殆ど無い灌漑適地)  $1,460 \text{ km}^2$  (8%)、土地分級 "B" (制限要因あるが灌漑可能地)  $1,530 \text{ km}^2$  (8%)、土地分級 "C" (制限要因大なるも灌漑不可能で無い土地)  $4,110 \text{ km}^2$  (22%)、土地分級 "AC" (A と C の混合地)  $230 \text{ km}^2$  (1%)、土地分級 "X" (灌漑不可能な土地)  $11,670 \text{ km}^2$  (61%) に分類される。 土地資源の面から観れば、Chone 流域(流域番号 No.8)、Portoviejo 流域(流域番号 No.9) が灌漑開発のポテンシャルに最も恵まれており、Esmeraldas 流域(流域番号 No.18) と Daule 流域(流域番号 No.19) が最もポテンシャルが低い。

(土地利用)

8. マナビ州の土地利用現況は、永年作物 2,970 km<sup>2</sup>(16%)、単年作物 570 km<sup>2</sup>(3%)、牧草地 6,370 km<sup>2</sup>(34%)、混作 3,330 km<sup>2</sup>(17%) 及びその他 5,760 km<sup>2</sup>(30%) となっている。州の土地面積の約 40% が灌漑可能地として分類されているのに対して、現在すでに州土地面積の約 70% が農地として利用されている。このことは、今後農地の面的拡大の余地が無く、従って、農業生産拡大のためには灌漑農業の導入により土地の高度利用化、単位収量の増加の方向に向かう必要があることを示唆している。

(公共施設)

9. マナビ州の道路網は州北部(流域番号 No.1 - No.6)及び東部(流域番号 No.18、19)を除いてかなり良く整備されている。新規道路の建設及び既設道路の改修は活発に進められており、道路状況は年々改善されている。Manta と Portoviejo には国内線の飛行場がある。Manta にはマナビ州唯一の国際商港がある。1982年時点で、州内の都市人口の 86%、農村人口の 19% が電力供給を受けている。上水供給システムは 1986年現在都市人口の 93%、農村人口の 18% に対して配備されている。しかしながら、同システムは都市部において、需要の 60% を満たしているに過ぎない。下水システムは 1982年時点で人口の 32% に対して配備されているに過ぎない。また、都市部の下水処理能力は 1988年の下水排出量の 47% しかない。州の医療・教育施設は全国平均より劣る。

(開発区)

10. マナビ州の水資源開発計画を効率的に進めるために、州を 22 の流域(開発単位数)に区分し、それらを北部開発区(流域番号 No.1 - No.6)、中央部開発区(流域番号 No.7 - No.10)、南西部開発区(流域番号 No.11 - No.17)、東部開発区(流域番号 No.18 - No.19)、南部開発区(流域番号 No.20 - No.22)の 5 開発区にまとめた。

(水不足に係る問題点)

11. マナビ州の 1978 年の一人当り GRP は US\$ 550 相当で同年の一人当り GDP US\$ 950 相当の約 60 % となっており、経済的に後進地区である。 マナビ州は農業生産の面からエ国にとって最も重要な州の一つであるが、州経済の柱である農業は主として水不足或は不安定な水源が原因で最近 20 年間経済的に不活性な状態にある。 また、マナビ州の住民は長い間生活用水不足に悩まされてきた。 マナビ州は農業開発を通じて、輸出作物の増産、エクアドル国二大消費地(Quito、Guayaquil) に対する食料供給基地としての役割を維持することにより、州経済の再活性化を計る必要がある。 そして、マナビ州の農業生産の拡大は灌漑農業の導入によってのみ達成される。

(水資源開発の必要性)

12. これまで述べてきた問題を解決し、上水不足を解決するには水資源開発が不可欠である。 水資源開発の重要性を認識している CRM、グアヤス川流域開発委員会 (CEDEGE)、エクアドル水資源開発公社 (INERHI)、エクアドル公衆衛生公社 (IEOS) 等政府機関は数多くの水資源開発計画を検討、策定し、その一部は建設済み、または建設に取り掛かろうとしている。 既開発計画の中でマナビ州にとって最も重要な水資源開発事業は建設済みの Daule-Peripa ダムと、建設準備段階にある La Esperanza ダムである。 前者は CEDEGE の手により 1986 年に Daule 河に建設された。 同ダムは  $5,000 \times 10^6 \text{ m}^3$  の総貯水容量を持ち、その内の  $500 \times 10^6 \text{ m}^3$  はマナビ州に割り当てられている。 後者は計画貯水容量  $390 \times 10^6 \text{ m}^3$  を持ち、Chone 流域内 (流域番号 No.8) を流れる Carrizal 川に 1990 - 1993 年に CRM の手により建設される予定である。 マナビ州の社会・経済開発には、個々に計画された多数の水資源開発計画を整理し、州水資源の最も有効な利用計画を策定することが急務である。

(上水供給)

13. マナビ州の上水は 広域上水供給システム、集中上水供給システム、公営上水供給システム、私設上水供給システム、タンクローリー給水、河川・小川からの直接取水の6

種類の手段により供給されている。広域上水供給システムは最も重要で、1986年で都市人口の64%に対して配備されている。州内の既存広域上水供給システムにはCRMにより維持・運営されているPoza Hondaシステム、La Estancillaシステム及びChoneシステムと、マナビ州南部水資源委員会(JRH)により維持・管理されているPajanシステムがある。広域上水供給システムによる1988年の一人当り平均給水量は124 l/dayで、IEOSの提唱する単位給水量の60%に過ぎない。CRMはLa Estancillaシステムの上水生産能力を375 m<sup>3</sup>/hrから750 m<sup>3</sup>/hrへ、Choneシステムのそれを220 m<sup>3</sup>/hrから440 m<sup>3</sup>/hrへと強化するための上水生産施設を建設中である。また、JRHはPajanシステム(供給能力125 m<sup>3</sup>/hr)への原水供給の確保、安定化を目的としてPajanダムを建設中である。CRMはまた、既存Poza Hondaシステムの受益地であるManta及びPortoviejo両都市の上水需要増に対処するために現在の供給能力2,260 m<sup>3</sup>/hrを5,350 m<sup>3</sup>/hrに増強すべくPortoviejoとRocafuerteに新規上水処理施設の建設計画を具体化している。広域上水供給システムの水需要は以下の如く増え続けることが予想されるので、現存計画実施後も、2020年需要を満たすためには更にシステムの拡張が、その原水確保とともに必要である。

単位 ; m<sup>3</sup>/hr

システム名	2000年	2020年	2020年
Poza Honda	9,550	14,260	20,320
La Estancilla	790	1,030	1,220
Chone	980	1,430	2,060
Pajan	170	250	400

(下水処理施設)

14. マナビ州では、下水は「集中下水処理システム」か、個別の「下水処理浄化槽」或は「汚物だめ」により処理されている。一般的に、前者は都市部において、後二者は農村部で使用されている。1988年のマナビ州における「集中下水処理システム」の受益

者は約 350,000 人で、州人口の 32 % 或は都市人口の 75 % に相当する。既存の「集中下水処理システム」は下水を集める集水管網と下水を処理する浄水場からなる。浄水場は安定化池 (Stabilization Pond) とその付帯設備からなっている。都市部では、下水による河川水の汚染が部分的に観られるが、現在までのところ汚染の程度は許容範囲内にあるといえる。将来とも河川或は湖沼の水質を許容範囲に保って行くためには、下水による汚染が自然の希釈能力を越え、或は越える可能性の高い人口ちよう密な都市部に下水処理システムを拡張して行くことが不可欠である。

#### (農業)

15. マナビ州は古くから農業を主産業とし、コーヒー、ココア、バナナ等の伝統的作物及び近年になって導入されたエビの輸出と共に、基幹作物、野菜、果実、繊維作物、魚等の Quito 及び Guayaquil に対する供給基地として国家経済に大きく貢献してきた。マナビ州における主要作物の 1981 年から 1985 年まで 5 年間平均作付面積は、牧草 780,000 ha、コーヒー 139,000 ha、メイズ 41,000 ha、ココア 39,000 ha、料理用バナナ 19,000 ha となっている。農作物のなかでその生産量が全国総生産量の 30 % 以上を占めるものに、カボチャ (98 %)、ひま (63 %)、スイカ (58 %)、メロン (55 %)、落花生 (38 %)、ミカン (38 %)、綿花 (36 %) がある。マナビ州では畜産もまた盛んで、牛 554,000 頭、豚 727,000 頭が飼われており、それぞれ全国の 16 % と 22 % に相当する。

16. 1974 年の農業統計によれば、マナビ州の全農家戸数は 62,900 戸、農地総面積は 1,107,000 ha であり、農地を持たない小作農は 1,800 戸 (2.9 %) となっている。50 ha 以上の農地を持つ農家は 3,750 戸 (6 %) で全農地の 54 % を所有しており、5 ha 以下の農地しか持たない農家は 32,100 戸 (51 %) で全農地の 5.7 % を所有する。

#### (農業開発戦略)

17. マナビ州の農業開発戦略を下記のとおりとした。

- i) マナビ州のエ国における農業生産物供給基地としての役割を従来どおり維

持してゆくために、現在の州農産物の全国に対する寄与率を将来とも維持すること。

- ii) 将来、メイズ、キャッサバ等にとってかわり主食としての需要が伸びることが予想される米の州内自給を達成すること。
- iii) マナビ州では現在以上の農地の拡大が望めないので、灌漑農業を最大限に導入し土地の生産性を高めることにより上記目標の達成を計ること。
- iv) 灌漑農業では、米、メイズ、メロン、ピーマン、すいか、トマト、かぼちゃ、落花生、大豆、綿花等の単年作物を主体とする。永年作物の中では、灌漑効果の高い柑橘類と料理用バナナに対して灌漑を行う。これらの作物は土地分級区分 "A" と "B" に適用し、土地分級区分 "C" には牧草を導入する。

上述の開発戦略に基づき、土地利用計画を灌漑農地 54,000 ha、非灌漑農地 1,191,000 ha とした。灌漑農地 54,000 ha のうち、35,500 ha には単年作物を年二回作付、残りの 18,500 ha には永年作物である柑橘類、料理用バナナ及び牧草の導入を計画した。灌漑農地の計画合計作付面積は 89,500 ha、計画作付率は 1.66 である。

#### (灌漑現況)

18. 現在、マナビ州全体で約 13,000 ha の農地が灌漑施設を有している。しかしながら、実灌漑面積はこの約半分である。この原因として、不適切な配水網、施設の不十分な運営・維持管理、乾期の水不足等がある。

#### (既存灌漑計画)

19. マナビ州ではすでに数多くの灌漑開発計画が INERHI、CRM 及びその他の政府機関により検討・策定されている。この中で、Poza Honda ダムがかり 10,500 ha の一部が

唯一建設済みである。また Chone 多目的計画に含まれる Chone 灌漑計画(2,250 ha) の基本設計が 1986 年に、Carrizal-Chone 灌漑計画(17,200 ha) についてのフィージビリティスタディが 1989 年に終了した以外はフィージビリティスタディ以前の段階にある。

Poza Honda 多目的ダム事業は有効貯水容量  $87 \times 10^6 \text{ m}^3$  を持つ Poza Honda ダム(0-13)、上水生産能力  $1,500 \text{ m}^3/\text{hr}$  の Guarumo 上水プラント、灌漑計画面積 10,500 ha を有する Poza Honda 灌漑システムからなっている。ダム及び上水プラントは計画通り完成しているが、灌漑システムは計画面積 10,500 ha のうち Santa Ana 灌漑システム 3,300 ha が完成しているに過ぎない。将来、灌漑計画全面積を灌漑するには、Poza Honda ダム以外の水源が必要となる。

(灌漑開発計画)

20. 土地分級、水源等を考慮して、18 灌漑スキームを策定した。この内、比較的開発優先度の高い 7 灌漑スキームを下表にまとめた。

スキーム名	流域 (開発単位区)	水源	灌漑面積 (ha)	用水量 ( $10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ )
Cuaque	1. Cojimies	Cuaque ダム	2,100	31
	2. Cuaque			
Jama	3. Don Juan	Jama ダム	6,600	93
	4. Jama			
	6. Briceno			
	8. Chone			
Chone <sup>1-7</sup>	8. Chone	Rio Grande ダム	2,250	29

スキーム名	流域 (開発単位区)	水源	灌漑面積 (ha)	用水量 ( $10^6\text{m}^3/\text{yr}$ )
Chone-	8. Chone	La Esperanza ダム	29,250	524
Portoviejo	9. Portoviejo	Poza Honda ダム		
統合 <sup>2/</sup>		Daule-Peripa ダム		
Sancan	10. Manta	Daule-Peripa ダム	10,000	188
	11. Sancan			
	12. Cantagallo			
Olmedo	20. Puca	Pescado ダム	1,400	21
Pajan/ Banchal	21. Colimes	Misbaque ダム	1,300	20

註： 1\_/ 既存開発計画 Chone 多目的計画

2\_/ 既存開発計画 Carrizal-Chone、Poza Honda 多目的計画及び Chico 灌漑計画からなる。

#### (洪水防御)

21. PHIMA 調査のために CRM が実施した冠水被害に関する調査によると、1983 年と 1989 年の冠水被害額はそれぞれ  $\text{US}\$.48 \times 10^6$ 、 $\text{US}\$.11 \times 10^6$  であり、また冠水面積は下記のとおりであった。

冠水地区分	冠水面積 (ha)		
	Chone 流域(8)	Portoviejo 流域(9)	Pajan 流域(21)
通年冠水地区	1,380	20	-
常習冠水地区	5,320	4,680	-
洪水時冠水地区	13,330	5,270	1,800

上述の冠水被害地区は灌漑農業適地であり、これらの地区の開発には洪水防御が必要となる。

#### (水力発電)

22. マナビ州はなだらかな丘陵地帯であり、南部開発区を除いては雨量も少なく、河川の流域も小さいため、水力開発のポテンシャルは極めて小さい。一方、エ国はアンデス山脈沿いに豊富な水力資源を有しており、その内約 800 MW が既に開発され、1990 年には更に 500 MW が追加される。従って、東部開発区以外マナビ州における水力開発のニーズは無いと言ってよい。東部開発区に 1987 年に完成した Daule-Peripa ダムにはその豊富な水量を利用して 130 MW の設備をし 600 GWh/yr の発電を行う計画となっている。

#### (ダムによる水資源開発)

23. マナビ州の水不足の問題を解決するために、CRM、INERHI 及びその他の政府機関はこれまでに 27 のダム候補地点を選定した。これに加えて、PHIMA Phase-I 調査中に 27 ヶ所のダム候補地点が新たに選定された。54 ダム候補地点の中から、ダム貯留効率(貯水容量/ダム堤体積)及び経済効果(ダム建設費 / 年平均利用可能貯水量)(US\$/m<sup>3</sup>)を考慮して建設済みの Poza Honda ダムを含む 下記 9 ダムを選抜した。この選抜に当たって、東部開発区には水需要が無いところから、この地区内のダム候補地点は選抜の対象か

ら外した。

ダム	開発区	流域 (開発単位区)	流域面積 (km <sup>2</sup> )	有効貯水量 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	貯留効率1_ 経済効率2_ (\$/m <sup>3</sup> )
P- 5 Eloy Alfaro	北部	4. Jama	182	76	168 0.31
P-25 La Union 2	南部	20. Puca	102	53	65 0.93
P-26 Pescado	南部	20. Puca	55	28	187 0.20
0- 1 Cuaque	北部	2. Cuaque	328	118	123 0.73
0- 2 Jama	北部	4. Jama	902	249	339 0.25
0- 6 Rio Grande	中央部	8. Chone	154	105	63 0.72
0- 9 La Esperanza	中央部	8. Chone	441	366	141 0.35
0-13 Poza Honda <sup>3</sup>	中央部	9. Portoviejo	170	95	125 0.37
0-16 Puca	南部	20. Puca	527	258	65 0.66
Daule-Peripa <sup>4</sup>	東部	19. Daule	4,200		596 0.05

1\_/ ダム貯留効率；貯水容量/堤体積

2\_/ 経済効率；ダム建設費/年平均利用可能貯水量

3\_/ 1971 年建設済み

4\_/ 1987 年建設済み

(流域間導水による水資源開発)

24. 流域間導水は水資源開発のための一つの手段である。 Daule-Peripa ダム或はその他のダムからの転流は自流域内にダムを建設するより効率的である場合がある。

Daule-Peripa ダムから Portoviejo 川流域への転流は Chone 川流域経由で行う方がより経済的かつ効率的となる。従って、PHIMA ではまず全転流可能量 18 m<sup>3</sup>/s を Daule-Peripa ダムから重力トンネルを通じて Chone 川流域に導流する案を提唱する。そして、

Chone 川流域から水供給が緊急課題となっている Portoviejo 川流域への転流について次のフィージビリティスタディ・ステージで検討することを提案する。

(水資源開発の環境に与える影響)

25. 水資源開発計画の実施に伴う環境への影響に関しては、各流域について、その影響をできる限り定量的に把握するよう努めた。ダム/貯水池、転流、灌漑施設、洪水防御施設の計画が環境に与える悪影響について、流域の水文特性、地形・地質、生態系、公衆衛生の面から検討した。一方、社会・経済面からみると悪影響よりむしろ好影響の方が大きいことが判明した。水資源開発に伴う環境への影響の中では流域管理が最も重要である。今回の環境影響評価は Sancang 灌漑開発計画と Ayampe 多目的計画では好影響と悪影響がほぼ同等であったが、他の開発計画に関しては好影響の方が大きいという結論に達した。但し、次の F/S の段階では特に悪影響について更に詳細に検討する必要がある。

(流域管理の必要性)

26. マナビ州では土地利用に関する規制がないために深刻な問題が起こっている。不適正な土地利用が全面積の半分以上にも及んでいる。現状では流域保全のための保護林地が急速に消滅しており、流域水資源を質・量の両面から危機に追い込んでいる。州内では土壌侵食が特に激しい箇所が多く、ダム等の大型構造物建設を契機として流域の保全計画を実施することが急務であるといえる。

(流域管理計画)

27. 流域の現状と PHIMA で設定された水資源開発計画を踏まえて、以下の如き流域管理計画を提唱したい。

流域		流域管理対象面積 (ha)				
ダム	番号 名称	農業用林地	植林地	竹等植林地	牧畜用林地	改良牧草地
Rio Grande	8.Chone	40	400	150	125	7,300
Poza Honda	9.Portoviejo	260	450	250	1,250	3,330
Jama	4.Jama	700	1,300	250	1,600	52,860
Esperanza	8.Chone	300	550	250	1,525	52,630
Pajan	21.Colimes	160	800	500	725	7,070

上記の他、Cuaque 川及び Puca 川流域にも水資源開発プロジェクトが提唱される場合には、流域管理計画を検討する必要がある。

(社会制度・法制度)

28. 水道用水、灌漑用水を含んだ水資源開発を担当する組織が多く存在し、それらの組織の活動にも、組織間の整合性にも改良すべき点が多い。中でも CRM と JRH については組織の強化策がすでに検討されているが、この組織強化策の実現により現状の大幅な改善が期待できよう。法制面では洪水防御に対する法令がないこと、灌漑施設利用者組織がないこと、水道事業を実施する半官半民の、または民間会社を設立するための法令がないこと等が早急に解決すべき問題点であろう。

(PHIMA の目的及び開発戦略)

29. PHIMA の目的は、下記分野の開発を通じてマナピ州の全体的開発を達成することにある。

- i) 上水供給、下水施設等社会基盤の整備

- ii) 灌漑用水供給による農業、畜産、漁業開発及び工業用水供給による農業関連工業開発促進
- iii) 観光用水及び基盤施設整備による観光開発促進
- iv) 水質、流域管理を含む環境整備

水資源開発は上述目的達成の鍵であり、マナビ州経済再活性化に PHIMA の効果を最大限に生かすことが肝要である。マナビ州の水資源開発の責任官庁として CRM は環境保護と調和のとれた社会・経済開発を目指さねばならない。社会・経済開発と環境保護は対立関係にあるのではなく、相互依存関係にあると考えるべきである。

PHIMA による水資源開発は農村部の総合開発の中心的役割を果たすことになる。農村開発のためには、CRM 及び 国家開発委員会 (CONADE)、農牧省 (MAG)、INERHI、IEOS、農業研究所 (INIAP)、エクアドル電力公社 (INECEL) 等の関係機関はその活動・業務について互いに協力・協調しなければならない。

(開発計画代替案)

30. 上水需要、灌漑開発の可能性と必要性、水資源賦存量を考慮して、下記 8 開発計画を優先開発代替案として取り上げた。

開発計画	開発区	流域	ダム	転流	上水供給 (m <sup>3</sup> /day)	灌漑面積 (ha)
Cuaque 多目的						
	北部	1. Cojimies	Cuaque	Cuaque→Cojimies	3,000	2,100
		2. Cuaque	(0-1)			

開発計画	開発区	流域	ダム	転流	上水供給 (m <sup>3</sup> /day)	灌漑面積 (ha)
Jama 多目的						
	北部	3. Don Juan	Jama	Jama→Don Juan	3,000	6,600
		4. Jama	(0-2)	Jama→Briceno		
		6. Briceno	Eloy Alfaro			
		8. Chone	(P-5)	Jama→San Ramon		
Chone 多目的						
	中央部	8. Chone	Rio Grande (0-6)	-	49,000	2,250
Zona Central 多目的						
Phase-I	中央部	9. Portoviejo	Poza Honda (0-13)	-	98,000	2,250
Phase-II	中央部	7. Bahia	La Esperanza (0-9)	-	79,000	15,000
Phase-III	中央部	9. Portoviejo	-	Daule-Peripa→	390,000	10,950
		10. Manta		→La Esperanza		
		13. Jipijapa		→Portoviejo流域		
Sancan 灌漑						
	南西部	10. Manta	-	Daule-Peripa→	-	10,000
		11. Sancan		→La Esperanza		
		12. Cantagallo		→Portoviejo流域 →Sancan		

開発計画	開発区	流域	ダム	転流	上水供給 (m <sup>3</sup> /day)	灌漑面積 (ha)
Ayampe 多目的						
	南西部	13. Jipijapa	Ayampe	Ayampe→	4,000	1,700
		14. Salaite	(0-23)	→Pto. Lopez		
		15. Buenavista		→Agua Blanca		
		16. Ayampe		→Salaite		
				→Pto. Cayo		
Olmedo 多目的						
	南部	20. Puca	Pescado (P-26)	-	3,000	1,400
Pajan/Misbaque 多目的						
	南部	21. Colimes	Pajan (0-19) Misbaque (0-26)	-	10,000	1,300

(開発代替案評価)

31. 上記 8 開発代替案の事業費・便益の予備的検討結果をしめす。

開発計画	事業費 (US\$ x 10 <sup>6</sup> )	便益 (US\$ x 10 <sup>3</sup> /yr)		内部収益率 (%)
		上水	灌漑	
Cuaque	47.0	510(2020)	2,110	3.0
Jama	104.5	870(2020)	7,980	6.6
Chone	42.0	2,480(1991) 8,510(2020)	2,360	14.2
Zona Central	843.0	24,800(1991) 97,500(2020)	33,500	14.9
Sancan	279.2	-	12,500	1.8
Ayampe*註	84.1	740(2020)	2,300	0.5
Olmedo	20.5	520(2020)	1,530	7.0
Pajan/ Misbaque	57.3	1,480(1991) 3,270(2020)	1,620	8.8

\*註；後述のごとく(38.参照) 今後の計画の対象から除外する。

32. 上記開発代替案の総合評価、開発優先順位及び優先順位に基づく実施計画を下表に示す。

評価項目	Cuaque	Jama	Chone*註	Zona Central	Sancan	Olmedo	Pajan/ Misbaque
技術面	D	D	A(C)	B	D	C	A
経済・財務面	D	C	A(D)	A	D	C	B
社会面	D	B	C	A	B	D	C
環境	B	B	B	B	B	B	B
組織・法制面	B	C	C	C	C	B	C
緊急度	D	B	A(C)	A	D	C	A
得点	4	8	13(6)	14	5	7	12
優先順位	7	4	2	1	6	5	3
計画実施時期 (年)	2012- 2015	2000- 2003	2008- 2011	1990-1994 <sup>1/</sup> 1994-1999 <sup>2/</sup>	2016- 2019	2004- 2007	1989-1990 <sup>3/</sup> 2000-2003 <sup>4/</sup>

註；Zona Central が先に実施され Chone の上水供給のための原水手当の必要が無くなると Chone の内部収益率は 4.5 % となり、かつ緊急度も消滅する。( )内評価参照。

1\_/ ; Phase-II

2\_/ ; Phase-III

3\_/ ; Pajan ダム

4\_/ ; Misbaque ダム

(投資計画)

33. 上記 7 開発代替案の投資計画をエクアドル国水資源開発投資計画とともに下記する。

(単位 ; Sucre x 10<sup>9</sup>)

	1990- 1994	1995- 1999	2000- 2004	2005- 2009	2010- 2014	2015- 2019
(1) 水資源開発投資計画						
i) マナピ州	189	165	73	123	26	161
ii) エ国	557	681	833	1,019	1,246	1,524
(2) 投資比率(%)						
(i / ii x 100)	34	24	9	12	2	11
(3) 投資資金源(含借款)	2,421	2,961	3,622	4,430	5,319	6,628
(4) 政府資本支出(含借款)	403	493	603	738	902	1,103
(5) 国家予算(含借款)	3,569	4,691	6,182	8,143	10,733	14,154
(6) 政府資本支出比率(%)	11	11	10	9	8	8
(4 / 5 x 100)						

註 ; 1989 価格 (S/.530 = US\$ 1.0)

(Zona Central 多目的開発計画)

34. Zona Central 多目的開発計画は 3 段階開発からなる。Phase-I は建設済みの Poza Honda 多目的開発計画である。Phase-II は基本設計済みの La Esperanza ダムと フィージピリティスタディの完了している Carrizal-Chone 灌漑開発(15,000 ha) からなる Carrizal-Chone 多目的開発計画である。Phase-III は Daule-Peripa ダムからマナ

ピ州中央部への転流である。転流の目的は Portoviejo 及び Chico 川流域の灌漑開発 11,000 ha と Manta、Portoviejo、Jipijapa 等をカバーする Poza Honda 上水供給システムへの用水供給である。Phase-III に関する早急なフィージビリティスタディが望まれる。もし、Phase-II が建設資金上の問題で予定どおり実施されない場合、Phase-III に関するフィージビリティスタディに Phase-II 計画を含めることになる。即ち、La Esperanza ダムと Daule-Peripa ダムからの転流の複合案、La Esperanza ダム或は転流単独案が比較検討されねばならない。Phase-II のフィージビリティスタディが完了しているため、この何れの場合にも調査業務量は殆ど同じとなる。

(Pajan/Misbaque 多目的計画及び Chone 多目的計画)

35. JRH はすでに Pajan/Misbaque 多目的計画の実施に着手した。Pajan ダムは建設中であり、Misbaque ダムは現在フィージビリティスタディ中である。CRM は Chone 多目的計画の基本設計まで終了している。しかし、Zona Central 多目的計画に Chone への上水供給計画が含まれると、Chone 多目的計画の緊急性は薄れることになる。

(Jama 多目的計画)

36. Jama 多目的計画は開発が遅れ、人口流出の顕著な北部開発区の社会・経済に多大な影響を与えることが期待されている。Jama 川の河口近辺の農地は近年エビ養殖池への転換が進んでいる。Jama 流域の水資源開発計画は 1965 年 UNDP により始められているものの、その後の進展を観ていない。より詳細かつ信頼できる地形、地質、土壌、水文に関する情報・資料を基に、同計画のプレ・フィージビリティスタディを実施することを提唱する。

(Olmedo 多目的計画、Cuaque 多目的計画及び Sancan 灌漑計画)

37. Olmedo 多目的計画及び Cuaque 多目的計画は貯水ダムと灌漑スキームからなる。これらの計画は Zona Central 多目的計画の完成後に実施に着手すべきである。Sancan 灌漑計画は、その水源を Daule-Peripa ダムに頼るところから Zona Central 多目的計画

の Phase-IV として位置づけることができる。Sancan 灌漑計画を含んだ Zona Central 多目的計画の水収支は以下のとおり。

Phase	水資源 ( x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	水需要 ( x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
Phase-I	Poza Honda ダム ; 107	Poza honda 上水供給システム ; 36 Santa Ana 灌漑システム (3,300 ha) ; 71
Phase-II	La Esperanza ダム ; 290	Chone/La Estancilla 上水供給システム ; 29 Carrizal-Chone 灌漑システム (15,000 ha); 236 河川維持用水 ; 26
Phase-III	Daule-Peripa 転流; 550	Poza Honda 上水供給システム ; 142 Chico/Portoviejo 灌漑システム (11,000 ha) ; 217
Phase-IV	-	Sancan 灌漑システム (10,000 ha) ; 188
合計	947	945

Sancan 灌漑計画は現時点では経済的にフィージブルではないので、限られた水資源を有効に利用するために、同灌漑地区への水を利用した Chone 及び Portoviejo 川河口のエビ養殖への灌漑についても検討すべきであろう。

(Ayampo 多目的計画)

38. 南西部開発区の社会及び観光開発の重要性に鑑みて、Ayampo 多目的計画を策定した。しかし、現時点では同計画を進めるには、その経済性は余りにも低い。従って、南西部開発区への上水・観光用水については、Jipijapa への上水源が Pajan 上水供給システムから Poza Honda 上水供給システムに切り替えられた後、Pajan 上水供給システムを通じて供給することを Pajan/Misbaque 開発計画の中で検討すべきであろう。

(PHIMA 実施計画)

39. PHIMA に続くステップとして、Zona Central 多目的計画 Phaso-III のフィージビリティストアディと Jama 多目的計画のプレ・フィージビリティストアディを同時に実施することを勧告する。必要な調査期間は合計 18 ヶ月でその内訳は下記のとおりである。

インセプション	2 ヶ月
現場調査	6 ヶ月
基本計画策定(最適代替案の選定)	4 ヶ月
フィージビリティストアディ/プレ・フィージビリティストアディ	6 ヶ月



CUENCAS HIDROLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE MANABÍ

Nº	CUENCAS	AREA (km <sup>2</sup> )	ZONA DE DESARROLLO
1	COJIMIES	712	NORTE
2	CUAQUE	715	
3	DON JUAN	204	
4	JAMA	1,308	
5	RIO CANOA	366	
6	RIO BRICENO	342	CENTRAL
7	BAHIA	544	
8	CHONE	2,267	
9	PORTOVIEJO	2,060	
10	MANTA	1,024	ORIENTE
11	SANGAN	348	
12	CANTAGALLO	82	
13	JIPIJAPA	260	
14	SALAITÉ	126	
15	BUENAVISTA	280	
16	AYAMPE	332	
17	SALANGO	85	
18	ESMERALDAS	2,028	SUDORIENTE
19	DAULE	3,636	
20	PUCA	1,136	
21	COLIMES	980	
22	GUANABANO	165	

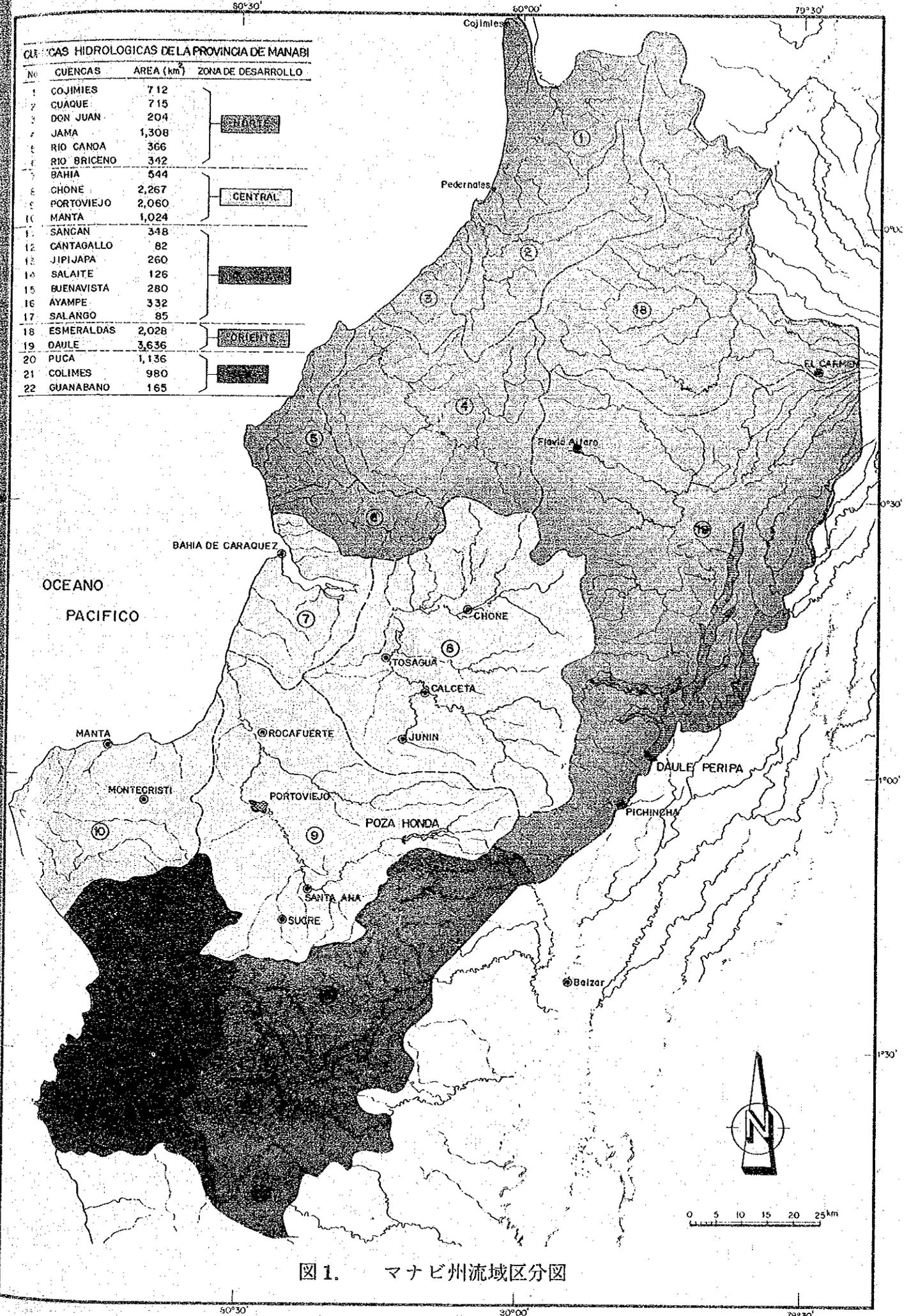


図1. マナビ州流域区分図



CUENCAS HIDROLÓGICAS DE LA PROVINCIA DE MANABÍ

No.	CUENCAS	AREA (km <sup>2</sup> )
1	COJIMIES	712
2	CUAQUE	713
3	DON JUAN	204
4	JAMA	1,308
5	RIO CANOA	366
6	RIO BRICENO	342
7	BAHIA	544
8	CHONE	2,267
9	PORTOVIEJO	2,060
10	MANTA	1,024
11	SANCAN	348
12	CANTAGALLO	82
13	JIPIJAPA	260
14	SALAITÉ	126
15	BUENAVISTA	280
16	AYAMPE	332
17	SALANGO	85
18	ESMERALDAS	2,028
19	DAULE	3,636
20	PUCA	1,136
21	COLIMES	980
22	GUANABANO	165
TOTAL		19,000

LEYENDA

- Presa Existente
- Presa Propuesta
- Area de Riesgo
- Tránsito
- Proyecto Propuesto
- Limite Provincial
- Limite de cuenca

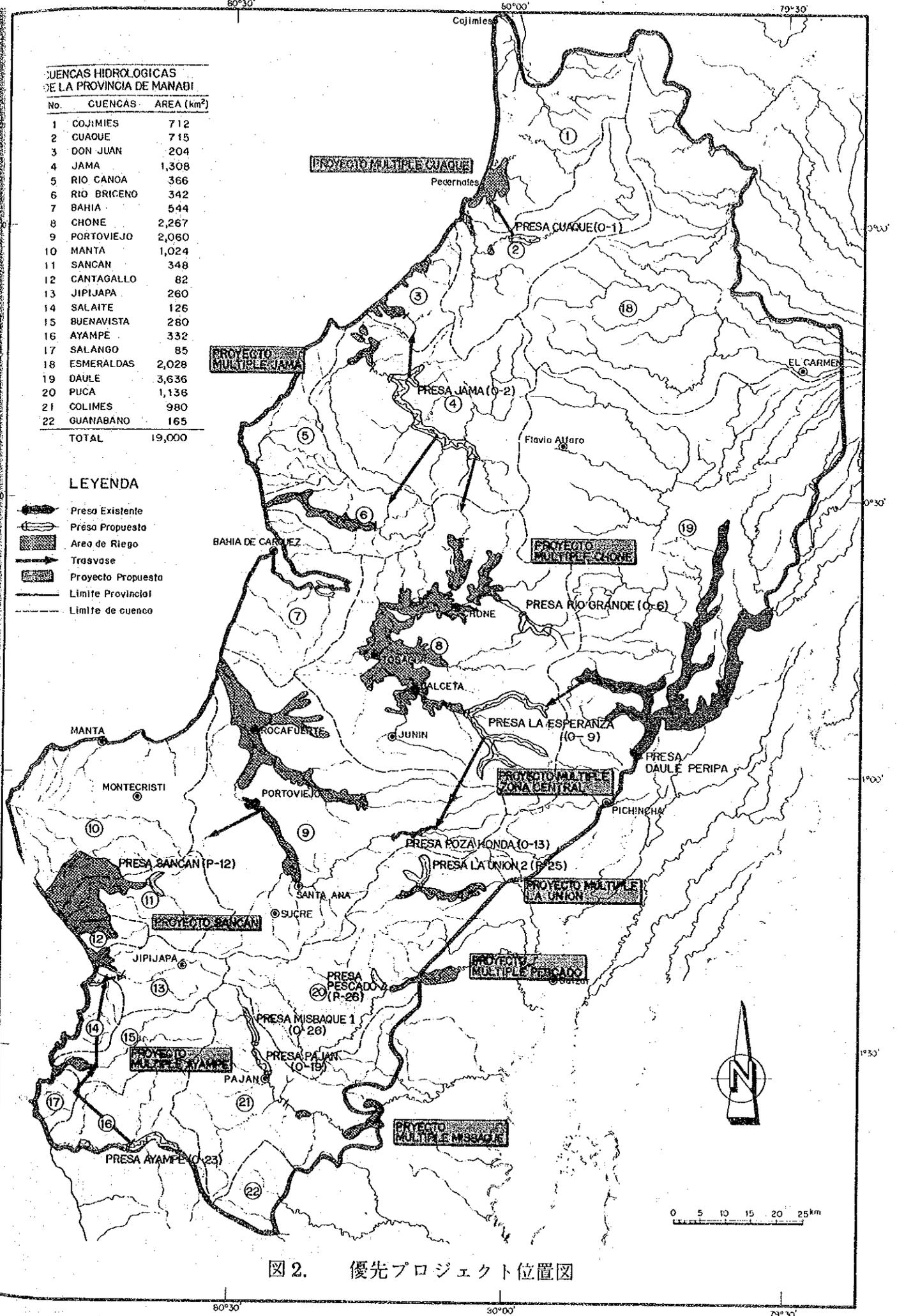


図2. 優先プロジェクト位置図



エクアドル共和国  
プロジェクト形成調査(III)  
(マナビ州水資源開発調査)

主報告書

目 次

1. 緒言	1
1.1 典拠	1
1.2 マナビ州水資源開発調査(PHIMA)の背景	1
1.3 業務仕様	3
1.4 調査体制	4
1.5 ファイナルレポート	6
1.6 謝辞	7
2. マナビ州の現況	9
2.1 社会経済的背景	9
2.2 地形および地質	13
2.3 気象および水文	15
2.4 土地資源および土地利用現況	16
2.5 公共事業および社会基盤設備	17
2.6 水資源開発の必要性	18

3.	分野別開発計画	21
3.1	上水供給	21
3.1.1	上水供給施設の現況	21
3.1.2	広域上水供給システム	21
3.1.3	将来上水需要予測	21
3.1.4	広域上水供給システム拡張計画	22
3.2	下水処理	22
3.2.1	現況	22
3.2.2	河川の汚染状況	23
3.2.3	下水処理基本計画	24
3.2.4	集中下水処理システム拡張計画	25
3.3	農業開発	26
3.3.1	マナピ州農業概況	26
3.3.2	農業開発計画	27
3.3.3	灌漑便益	29
3.4	灌漑・排水	30
3.4.1	灌漑現況	30
3.4.2	既存灌漑開発計画	30
3.4.3	灌漑開発計画	31
3.4.4	灌漑用水	32
3.5	洪水防御	32
3.5.1	洪水被害現況	32
3.5.2	洪水流量	34
3.5.3	既存洪水防御計画	34
3.5.4	洪水防御計画	35
3.6	水資源開発	38
3.6.1	ダム計画	38
3.6.2	流域間導水計画	39
3.7	環境に与える影響	42

3.8	社会組織・法制度	43
3.9	流域保全・管理	44
4.	PHIMA 基本計画および水収支	46
4.1	水資源開発の目標及び開発戦略	46
4.2	水需要	51
4.3	利用可能水資源	52
5.	総合水資源開発計画	56
5.1	開発代替案	56
5.2	事業評価基準	58
5.3	経済評価	60
5.3.1	事業費	60
5.3.2	事業便益	61
5.3.3	内部収益率	62
5.4	事業の総合評価	63
6.	開発計画代替案の優先順位付	64
6.1	開発計画優先順位	64
6.2	投資計画	65
6.3	優先開発計画	65
6.3.1	フィージビリティスタディの必要な優先開発計画	65
6.3.2	Zona Central 多目的計画	66
6.3.3	Jama 多目的計画	68
6.4	優先開発代替案実施計画	69
6.4.1	Zona Central 多目的計画	69
6.4.2	Jama 多目的計画	72

付 表 目 次

2. 1	全国及びマナビ州における経済的活性人口の産業別雇用人口	75
2. 2	産業別国内総生産額及びマナビ州地域総生産額	75
2. 3	生産物輸出額の推移	76
2. 4	月平均気温 (Portoviejo)	77
2. 5	月平均気温 (1985)	77
2. 6	気温の日格差 (1985)	77
2. 7	月別降水量	78
2. 8	流域別長期流出解析結果	79
2. 9	マナビ州の土地分級	80
2.10	マナビ州の土地利用状況 (1987)	80
2.11	全国及びマナビ州の作物栽培面積 (1981 - 1985 年の平均)	81
2.12	道路整備状況 (1988)	81
2.13	生活用水供給施設整備状況 (1986)	82
3. 1	既存上水道施設の供給システム別人口 (1986)	82
3. 2	広域上水供給システム (1988)	83
3. 3	流域別上水需要予測 (家庭用水、産業及び観光用水)	83
3. 4	広域上水供給システム対象地区の上水需要予測	84
3. 5	広域上水供給システム拡張計画	84
3. 6	集中下水処理システム整備状況	85
3. 7	県庁所在地における安定化池方式ラグーンの拡張計画	86
3. 8	Portoviejo、Manta 及び Jipijapa の 2000 年以降における安定化池と曝気 式を併用したラグーンの拡張計画	87
3. 9	マナビ州の主要農産物生産高	88
3.10	マナビ州における農家の土地所有規模別分布	89
3.11	作物のヘクタール当り純収益 (現状)	90
3.12	農産物の国内需要予測及び将来の必要生産量	91
3.13	2020 年の国内必要生産量に対するマナビ州の占有率	92

3.14	マナピ州に期待される農産物目標生産量と同州において水資源開発計画を実施 しなかった場合の農産物生産量のバランス(2000 - 2020) . . . . .	93
3.15	マナピ州の 2020 年における作物別計画生産量及び土地利用計画 . . . . .	94
3.16	作物のヘクタール当り純収益(計画を実施しない場合) . . . . .	95
3.17	作物のヘクタール当り純収益(計画を実施した場合) . . . . .	96
3.18	灌漑便益 . . . . .	97
3.19	既存灌漑施設及び灌漑面積 . . . . .	98
3.20	既存灌漑開発計画 . . . . .	99
3.21	土地資源及び水資源からの灌漑開発可能地の選定と評価 . . . . .	100
3.22	灌漑開発計画 . . . . .	101
3.23	各灌漑計画地区の灌漑用水量 . . . . .	103
3.24	州内主要河川の現況疎通能力 . . . . .	104
3.25	主要河川の確率洪水量 . . . . .	105
3.26	ダム計画経済効率 . . . . .	106
3.27	有望ダムの選定 . . . . .	108
4. 1	マナピ州 2020 年における水需要 . . . . .	109
5. 1	マナピ州水資源開発計画一覧表 . . . . .	110
5. 2	ダム計画事業費 . . . . .	112
5. 3	転流計画事業費 . . . . .	113
5. 4	洪水防御計画事業費 . . . . .	113
5. 5	上水計画事業費 . . . . .	114
5. 6	灌漑計画事業費 . . . . .	115
5. 7	開発代替案事業評価 . . . . .	116
6. 1	投資計画 . . . . .	117

付 図 目 次

2. 1	位置図	119
2. 2	マナビ州流域区分図	120
2. 3	マナビ州地質図	121
2. 4	年平均等雨量線図	122
2. 5	マナビ州土壌図	123
2. 6	マナビ州土壌分級図	124
2. 7	マナビ州土地利用現況図	126
3. 1	灌漑開発計画位置図	126
3. 2(1/3)	冠水地域図 (Chone 流域)	127
3. 2(2/3)	冠水地域図 (Portoviejo 流域)	128
3. 2(3/3)	冠水地域図 (Colimes 流域)	129
3. 3	Chone 川水系確率洪水量	130
3. 4	Portoviejo 川水系確率洪水量	131
3. 5	Pajan 川確率洪水量	131
3. 6(1/2)	Chone 川水系河道改修位置図 (Chone 川)	132
3. 6(2/2)	Chone 川水系河道改修位置図 (Carrizal 川)	133
3. 7(1/2)	Portoviejo 川水系河道改修位置図 (Santa Ana - Portoviejo)	134
3. 7(2/2)	Portoviejo 川水系河道改修位置図 (Portoviejo - 河口)	135
3. 8	ダム候補地点位置図	136
3. 9	Zona Central 転流計画 (代替案 - 1)	137
3.10	Zona Central 転流計画 (代替案 - 2)	138
3.11	Zona Central 転流計画 (代替案 - 3)	139
3.12	Zona Central 転流計画 (代替案 - 4)	140
3.13	Zona Central 転流計画 (代替案 - 5)	141
3.14	Zona Central 転流計画 (代替案 - 6)	142
5. 1	Cuaque 多目的計画概要図	143
5. 2	Jama 多目的計画 (代替案 - 1) 概要図	144
5. 3	Jama 多目的計画 (代替案 - 2) 概要図	145

5. 4	Chono 多目的計画概要図	146
5. 5	Zona Central 多目的計画 (代替案 - 1) 概要図	147
5. 6	Zona Central 多目的計画 (代替案 - 2) 概要図	149
5. 7	Zona Central 多目的計画 (代替案 - 3) 概要図	151
5. 8	Zona Central 多目的計画 (代替案 - 4) 概要図	153
5. 9	Zona Central 多目的計画 (代替案 - 5) 概要図	155
5.10	Zona Central 多目的計画 (代替案 - 6) 概要図	157
5.11	Sancan 灌溉計画 (代替案 - 1) 概要図	159
5.12	Sancan 灌溉計画 (代替案 - 2) 概要図	161
5.13	Ayampe 多目的計画	163
5.14	La Union 多目的計画	164
5.15	Pescado 多目的計画	165
5.16	Pajan/Misbaque 多目的計画	166

関 係 書 目 目 次

I.	PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA PROVINCIA DE MANABI (PHIMA) (PREDIAGNOSTICO) . . . . .	167
II.	PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA PROVINCIA DE MANABI (PHIMA) (DIAGNOSTICO) . . . . .	168
III.	OTROS REPORTES Y PUBLICACIONES . . . . .	172

## 略 語

### (1) エクアドル国内組織

- CEDEGE Comision de Estudios para el Desarrollo  
de la Cuenca del Rio Guayas; グアヤス川流域開発委員会
- CONADE Consejo Nacional de Desarrollo; 国家開発委員会
- CRM Centro de Rehabilitacion de Manabi; マナビ州復興センター
- IEOS Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias; エクアドル公衆衛生  
公社
- INECEL Instituto Ecuatoriano de Electrificacion; エクアドル電力公社
- INERHI Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidraulicos; エクアドル水資源開  
発公社
- INIAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias; 農業研究所
- JRH Junta de Recursos Hidraulicos de Jipijapa y Pajan; マナビ州南部  
水資源委員会
- MAG Ministerio de Agricultura y Ganaderia; 農牧省

### (2) 国際組織

- JICA Japan International Cooperation Agency; 国際協力事業団
- OAS Organization of American States; 米州機構
- UNDP United Nations Development Programme; 国連開発計画

### (3) その他

- GDP 国内総生産
- GRP 地域総生産
- PHIMA Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hidricos  
de la Provincia de Manabi; マナビ州水資源開発計画

単 位

(1) 長さ

mm ; ミリメートル  
 m ; メーター  
 km ; キロメートル

(2) 面積

ha ; ヘクタール  
 km<sup>2</sup> ; 平方キロメートル

(3) 体積

l ; リッター  
 m<sup>3</sup> ; 立方メートル

(4) 重量

kg ; キログラム  
 t ; トン

(5) 電力

kW ; キロワット  
 MW ; ギガワット (千キロワット)  
 GWH ; ギガワット時 (百万キロワット時)

(6) その他

% ; パーセント  
 °C ; 度(気温)  
 10<sup>3</sup> ; 千  
 10<sup>6</sup> ; 百万

(7) 時間

s, sec ; 秒  
 min ; 分  
 hr ; 時  
 day ; 日  
 yr ; 年

(8) 通貨

S/. ; スクレ  
 US\$. ; 米ドル  
 US\$1.0=s/.530 (1989年1月)





## 1. 緒 言

### 1.1 典拠

我が国は中南米地域に対するODAの効果的実施を図るため同地域に広範な援助の経験を有し、中南米地域諸国の開発計画に深く関わっている米州機構(OAS)との連携の可能性について1987年以来検討を進めてきた。

国際協力事業団(JICA)は、1988年6月に米国及びエクアドル国へ第1次プロジェクト形成調査団を派遣し、検討案件のひとつである「マナビ州水資源総合開発計画」(PHIMA)の連携の可能性を協議した。

JICAは、エクアドル国の正式要請を受けて、PHIMAに係わるプロジェクト形成調査をOASとの連携により実施すべく1988年10月に第2プロジェクト形成調査団を上記2カ国に派遣した。調査団は具体的連携方法、調査内容についてOAS及びエクアドル国政府と各々合意文書及びS/Wを締結するに至った。

第3次プロジェクト形成調査団は、上述のS/W及び合意文書に基づいて1989年1月よりPHIMA Phase 2 調査に参画した。

本報告書は、エクアドル政府OAS及びJICA本調査団の共同作業により検討・策定された最終報告書である。

### 1.2 PHIMA の背景

マナビ州復興センター(Centro de Rehabilitacion de Manabi - CRM)はPHIMAの実施機関として、国家開発委員会(Consejo Nacional de Desarrollo - CONADE)及びエクアドル水資源開発公社(Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidraulicos - INERHI)の支援のもと1986年6月に以下の目的を持ってPHIMA予備調査に着手した。

- i) 生活用水、灌漑用水、水質保全用水等の将来水需要予測、
- ii) 土地及び水資源賦存量の評価、
- iii) 既存開発計画を含めた各水資源開発スキームの策定、及び

- iv) 水資源開発事業の系統的かつ効率的実施のための、各開発スキームの優先順位評価にもとづいた総合水資源開発計画の策定。

PHIMA 予備調査段階に於て、エクアドル政府は OAS に対して 予備調査の完結及びそれ  
に続く第一次 PHIMA 本調査 (PHIMA Phase-I) に対する技術協力を要請した。1987 年  
3 月 13 日、同技術協力に関する合意文書がエクアドル政府と OSA の間で締結された。  
OAS の PHIMA 調査団 (OAS 調査団) は、上記合意文書に基づき、1987 年 11 月に PHIMA  
調査のために CRM、CONADE、INERHI の専門家により構成されているエクアドル政府調査団  
(エ調査団) に合流した。

OAS 調査団及びエ調査団からなる共同調査団は 1988 年 3 月に、「関係書目」に示され  
ている 7 分冊からなる予備調査報告書の CRM への提出をもって PHIMA 予備調査を完了し  
た。当共同調査団は引続き PHIMA Phase-I 調査に着手し、1989 年 6 月に「関係書目」に  
示す 26 分冊からなる調査報告書を CRM に提出することにより PHIMA Phase-I を終了した。

PHIMA 予備調査が、基本資料と情報の収集に留っていたのに対し、PHIMA Phase-I は下  
記に示す毎く水資源総合開発計画に必要な基礎調査を殆ど網羅している。

- 水需要将来予測、
- 土地及び水資源賦存量の評価、
- 水資源開発スキームの策定、及びそれに基づく水収支計算。

### 1.3 業務仕様

#### (1) 調査の目的

エクアドル政府と JICA の間で締結された S/W に示される如く、PHIMA Phase-II(本調査)の目的は以下の通りである。

- i) マナビ州全域を対象とした総合水資源開発計画の策定、
- ii) 個別開発計画の選定及びその優先順位付、及び
- iii) エクアドル PHIMA 技術者に対する技術移転。

#### (2) 調査対象地域

調査対象地域はエクアドル国西部に位置するマナビ州全域、約19,000 km<sup>2</sup>である。同州は、予備調査段階に於て 22 流域の開発単位区に区分され、それらは 5 開発区にまとめられている。開発単位区及び開発区を付図-2.2 に示す。

#### (3) 調査の範囲

PHIMA Phase-II (本調査)の範囲は以下の項目を含む。

- i) PHIMA 予備調査、PHIMA Phase-I 及びその他既存調査結果の検討・解析、
- ii) 水資源開発のための開発目標及び戦略の検討・評価、
- iii) 現場踏査及び補足調査、
- iv) 下記開発要素に対する開発戦略の策定、
  - 上水供給
  - 灌漑
  - 洪水防御
  - 排水
  - 地下水開発

- 水質保全
- 流域管理及び保全
- v) 既存水資源開発計画の評価、
- vi) 既存開発計画を含めた水資源開発代替案の策定、
- vii) 技術、経済、財務、環境、社会制度等の観点からみた開発代替案の総合評価
- viii) 個別開発計画の実施優先順位設定及び優先開発計画の実施計画策定。

#### 1.4 調査体制

PHIMA Phase-II 調査の実施に当たっては、CONADE がエクアドル政府を代表し、CRM が調査の実施機関を努めた。

調査に関する政策決定機関として、CONADE コーディネーター、CRM 総裁、OAS 地域開発部長あるいはその代理、JICA 代表からなる運営委員会が設立された。また、調査にかかわる技術上の問題に関する意志決定機関として、下記構成員よりなる技術委員会も設立された。

- CONADE コーディネーター、
- 本調査に対するエクアドル側総括責任者、
- OAS 調査団長、
- JICA 調査団長、
- CRM コーディネーター、
- その他エクアドル政府関連機関の代表者（必要な場合のみ）。

エクアドル側総括責任者、OAS 調査団長及び JICA 調査団長は、それぞれの調査団の業務進捗及び成果に対して責任を負い、PHIMA Phase-II 調査に対する総括責任は JICA 調査団長が負うこととなっている。

PHIMA Phase-II 調査の従事者は以下の通りである。

(1) 運営委員会

Ing. Carlos Patino	CONADE コーディネーター
Ing. Manuel Sarmiento	CRM 所長
Sr. Gaston Urriolagoitia	OAS 代表
Ing. Juergen Oelsner	OAS 代表
岩堀 春雄	JICA 代表
半谷 良三	JICA 代表
芳賀 克彦	JICA 代表

(2) エクアドル側カウンターパート

Ing. Antonio Mantilla	CRM コーディネーター
Ing. Guido Becerra	エクアドル側総括責任者 (CRM)
Geo. Gonzalez Guitierrez	地質・地質水文担当 (CRM)
Ing. Patricio Chonlong	水資源担当 (CRM)
Ing. Rafael Plua	農業担当 (CRM)
Ing. Ramon Macias	公衆衛生担当 (CRM)
Ing. Jorge Toala	水資源担当 (CRM)
Ing. Carlos Falcony	公衆衛生担当 (INERHI)
Ing. Marcero Parra	ダム担当 (INERHI)
Ing. Patricio Moncayo	流域管理担当 (INERHI)
Ing. Ramiro Navas	流域管理担当 (INERHI)
Ing. Alex Salazar	社会制度担当 (INERHI)
Eco. Lelia Oquendo	社会・経済担当 (CONADE)

(3) OAS 調査団

Dr. Alfred De Leon	団長
Sr. Richard Saunier	環境評価担当
Ing. Juergen Oelsner	水資源担当
Sr. Richard Huber	環境評価担当
Sr. Gustavo Manrique	社会制度担当
Sr. Oswaldo Guevara	流域管理担当
Sr. Carlos Bastidas	流域管理担当
Eco. Macarena de Montalvo	社会・経済担当

(4) JICA 調査団

高橋 修	団長／地域開発計画担当
小柳 清嗣	水文・灌漑担当
室野 忠温	農業・農業経済担当
柳沢 公彦	経済担当
有沢 俊明	洪水防御・排水担当
岡崎 敬介	上下水道担当
畔上 重春	施設計画・積算担当

1.5 ファイナル・レポート

PHIMA Phase-II 調査に於て取りまとめられたファイナル・レポートは、下記 3 分冊よりなる。

第一巻 主報告書 ; 西文、和文

第二巻 付属書 (I) ; 西文のみ

- A. 社会・経済
- B. 気象・水文および地質
- C. 上水
- D. 下水
- E. 農業開発
- F. 灌漑・排水
- G. 洪水防御

第三巻 付属書 (II) ; 西文のみ

- H. 水資源
- I. 積算
- J. 環境評価
- K. 社会制度
- L. 流域管理

ファイナル・レポート作成にあたっては、PHIMA 予備調査、PHIMA Phase-I およびその他水資源開発計画に関して作成された報告書より数多くの情報・資料を引用した。それら報告書一覧を「関係書目」に示す。

#### 1.6 謝辞

PHIMA Phase-II (本調査) は エ調査団、OAS 調査団及び JICA 調査団の共同作業により多面的に検討され、成功裡に完了した。本調査の完了は、ひとえに合同調査団団員の努力、プロフェッショナル意識、協力及び協調に負うものである。

また、合同調査団はその調査期間中、関係諸機関の多くの方々から変わる事のない協

力と支援を頂いた。特に下記の方々からは特段の配慮を頂いた。ここに名前を挙げて謝意を表明する。

Ing. Luis Parodi	エクアドル共和国副大統領 兼 CONADE 総裁
Econ. Cornelio Marchan	CONADE 計画局長
Econ. Galo Salvador	CONADE 計画局長代理
Sr. Jose Delgado	CONADE 技術協力部長
Ing. Horacio Mendoza	CRM 総裁
Sr. Jacinto Lopez	CRM 総合コーディネーター
Ing. Bolivar Avila	前 CRM 所長
Ing. Marco Dominguez	CEDEGE Daule-Peripa Dam プロジェクト所長
Ing. Eduaudo Garcia	INERHI 総裁
Ing. Hugo Rivadeneira	INERHI 計画局長
中山 昭	在エクアドル特命全権大使
打村 晋三	在エクアドル大使館参事官
芳賀 克彦	在エクアドル大使館二等書記官
Mr. Kirk P. Rodgers	OAS 地域開発部長
Mr. Patricia Chellew	OAS 地域開発部
五十嵐 禎三	ICA ワシントン事務所所長

## 2. マナビ州の現況

### 2.1 社会経済的背景

エクアドル共和国（エ国）はラテン-アメリカ諸国の一つで赤道直下に位置する。西は太平洋に面し、北部から北東部はコロンビア、南東部から南部にかけてペルーとそれぞれ国境を接している。また、海岸から約 1,000 km 沖の太平洋上にガラパゴス (Galapagos) 諸島を領有している。国土面積は 270,700 km<sup>2</sup> で 21 州からなる。地勢上下記の 3 地域に大別される。位置図を 付図-2.1 に示す。

#### i) シエラ (Sierra)

エ国中央部を南北に縦断するアンデス山脈沿いの高原部をシエラと呼び、10 州がこの地域に含まれる。

#### ii) コスタ (Costa)

コスタはシエラの西部から太平洋岸の間に広がる比較的平坦な地域で、5 州を有し、マナビ州 (Manabi) はここに含まれる。

#### iii) オリエンテ (Oriente)

オリエンテはシエラの東側から東部国境の間の地域でアマゾン源流域の一部を構成し、5 州からなる。

各地域及びマナビ州の面積と人口を下表に示す。

地域名	面積		人口		人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
	(km <sup>2</sup> )	(%)	( x 1,000人 )	(%)	
シエラ	64,000	23	4,500	47	70
コスタ	67,000	25	4,700	49	70
オリエンテ	140,000	52	400	4	3
合計	271,000	100	9,600	100	35
マナビ	19,000	7	1,000	11	53

註：オリエンテにはガラパゴス諸島の面積・人口が含まれている。

上の表から明らかなように、マナビ州は面積において全国土面積の 7 % を占めているのに対し、人口では全国の 11 % を占めている。人口の多い順に上位 5 州を下表に示す。

州名	主要都市名	人口(1986)	人口占有率(%)	地域名
Guayas	Guayaquil	2,490,000	26	コスタ
Pichincha	Quito	1,710,000	18	シエラ
Manabi	Portoviejo, Manta	1,040,000	11	コスタ
Los Rios	Babahoyo	530,000	5	コスタ
Azuay	Cuenca	510,000	5	シエラ
5 州合計		6,280,000	65	
全国合計		9,650,000	100	

最近 4 回 (1950、1962、1974、1982 年) の国勢調査結果によれば、全国及びマナビ州の人口増加は下記の通りとなっている。

年次	人口 (x 1000人)		年人口増加率 (%)		マナビ州
	全国	マナビ州	全国	マナビ州	人口占有率 (%)
1950	3,310	401	-	-	12.1
1962	4,700	613	2.95	3.58	13.0
1974	6,830	818	3.17	2.44	12.0
1982	8,610	907	2.93	1.30	10.5
1985	10,200	1,090	2.87	3.11	10.7

註：1985 年は推定値を示す。

1982 年における経済的活性人口は、全国で 2,350,000 人、マナビ州で 207,000 人となっており、これらはそれぞれ全国人口の 27.3 %、マナビ州人口の 22.8 % に相当する。

1982 年における全国及びマナビ州の経済的活性人口の産業別雇用状況を 付表-2.1 に示す。

マナビ州は1960年代後半まで農業立国のエ国において、輸出用コーヒー、カカオ、バナナ及び国内消費用のメイズ、キャッサバ、果実、野菜等の主要生産地として国家経済の中で重要な位置を占めていた。

1967年にオリエンテで石油が発見され、1970年より石油の輸出が始まった。1973年に石油の国際市場価格はそれまでのバレル当り約 US\$.3 から US\$.12 へと急騰した(第一次石油ショックとして知られている)。1979年には石油国際価格はバレル当り約 US\$.15 から US\$.30 へと再び急騰した(第二次石油ショック)。この間(1970 - 1980年代前期)エ国は OPEC の一員として石油価格高騰の恩恵を受けたといえる。このことは、

下表に示す国内総生産(GDP)及び輸出総額に対する石油生産部門の寄与率からも明かである。

年次	対GDP寄与率(%)	対輸出総額寄与率(%)
1975	11.8	61
1980	12.4	62
1985	17.2	66

上述の石油景気の間、農業部門の国家経済に対する重要性は下表に示す如く、主要農産物国際価格の低下とあいまって相対的に低下した。

年次	対GDP寄与率(%)	対輸出総額寄与率(%)
1970	25.3	72
1975	18.8	32
1980	12.6	27
1985	13.9	28

そしてこのことは、農業生産活動に頼るマナビ州の国家経済に対する重要性を低下させる結果となった。

全国及びマナビ州の産業構造を付表-2.2に示す。産業部門別の年次別輸出総額を付表-2.3に示す。

1985年にいたり、石油国際市場価格はそれまでのバレル当り US\$.36 から US\$.18 へと

一転して急落し、エクアドル国を始めとする石油輸出国は経済危機に直面することとなった。1987年のエ国石油生産部門と農業部門のGDPに対する寄与率はそれぞれ6.2%、16.1%となり、それまでとは逆転した。ここに至って、エ国経済における農業部門の重要性が見直されることになり、農業州であるマナビ州の農業、農産加工業開発に対する期待が必然的に高まった。

マナビ州を始めとしてコスタ地域では、1980年代当初よりそれまでの伝統的な輸出品であるコーヒー、バナナ、ココアに加えてエビの輸出が始まった。1986年には、海老の輸出額はコーヒー、バナナのそれとほぼ同レベルのUS\$.270 x 10<sup>6</sup>に達している。

エクアドル国の主要金融指標を下表に示す。

指 標	1970	1975	1980	1985	1988
対外債務(US\$, x 10 <sup>6</sup> )	240	510	4,650	7,440	9,710
一般物価指数(1978/79 = 100)	40	71	122	423	1,326
自由市場外国為替レート(対 US\$.1.00)	23	25	28	116	435
1人当り GDP (US\$.)	269	613	1,444	1,268	950

## 2.2 地形及び地質

マナビ(Manabi)州はエ国の西部のコスタに位置しており、西は太平洋に面し、北はエスメラルダス(Esmaldas)州、東はピチンチャ(Pichincha)州、南東から南はグアヤス(Guayas)州にそれぞれ接している。

マナビ州のほぼ中央部に標高400 - 600 mの丘陵が南北に走り、同州の水源地域を構成すると共に、州西部沿岸部の小流域群(流域番号 No.1 - No.17)と州東部の大流域群(流域番

号 No.18 - No.22) の分水嶺となっている。各流域の流域界を 付図-2.2 に示す。西部沿岸部流域群(合計流域面積 11,055 km<sup>2</sup>) の主な流域(開発単位区) は Chone 流域 2,267 km<sup>2</sup>(流域番号 No.8)、Portoviejo 流域 2,060 km<sup>2</sup>(流域番号 No.9)、及び Jama 流域 1,308 km<sup>2</sup>(流域番号 No.4) である。東部流域の主な流域群は Esmeraldas 川の上流部を占める Esmeraldas 流域 2,028 km<sup>2</sup>(流域番号 No.18)、Daule 側上流部を占める Daule 流域 3,636 km<sup>2</sup>(流域番号 No.19) 及び同河川中流部右岸に位置する Puca 流域 1,136 km<sup>2</sup>(流域番号 No.20) である。

マナビ州の地形の特徴は起伏を伴う丘陵地帯が大部分を占め、農業生産及び生活に適した平野部が Chone 流域(流域番号 No.8)、Portoviejo 流域(流域番号 No.9)、Briceno 流域(流域番号 No.6)、Sancan 流域(流域番号 No.11)、Jama 流域(流域番号 No.4)、及び Pajan 流域(流域番号 No.21) にしか存在しないことにある。

マナビ州は地質的にみて 4 地域に分割される。第四紀層が分布する平地及び緩傾斜地、水平の地質及び堆積構造を示す第三紀層上位層の分布地域(この層には Angostura 層、Onzole 層、Borbon 層、Balzar 層、Canoa 層の各層が含まれる)、第三紀層の中及び下位層が緩い傾斜(しゅう曲構造)を示しつつ分布する地域(Tosagua 層、San Mateo 層、Punta Blanca 層、Cerro 層、San Eduardo 層の分布域)、更に、白亜紀に形成された古い基岸(Cayo 層、Pinon 層の各層)の露出した急傾斜地域である。

マナビ州の地質上の特徴は第三紀の末期に始まった沈下が第四紀の現在も続いていることである。マナビ州の中央部では、白亜紀層は新規の堆積物で覆われているが、北部及び南部では白亜紀層が直接地表に露出している。特徴的な露頭は、例えば南部では Puerto Lopez や Ayampe で認められ、北部では Jama と Cijimies に見いだせる。また、Manta、Portoviejo 両流域間に存在する Rio de Oro と Cerro de Hojas にも認めることができる。白亜紀層を構成する地層の内、Pinon 層は火成岩で、Cayo 層は堆積岩である。

マナビ州の地質図を 付図-2.3 に示す。

### 2.3 気象及び水文

エル・ニーニョ現象と呼ばれる暖海域の出現及びフンボルト寒流に支配される海洋気候に直接かつ強い影響を受けるマナビ州は複雑かつ変化に富んだ気候を示している。

Portoviejo の月平均気温、州内主要観測所の 1985 年の月平均気温及び日格差を 付表-2.4、-2.5、-2.6 に示す。月平均気温の季節変化は小さく、Portoviejo では 4 月の 26 °C から 8 月の 23.7 °C と約 2 °C の年格差となっている。年平均気温の経年変化も小さく、Portoviejo 観測所 30 年間(1959-1988 年)の記録では平均年 24.9 °C、最高年で 26.4°C、最低年で 23.8 °C となっている。気温の地域格差も極めて小さい。また、日格差は約 10 °C である。

気温と対比的に、州内の降雨量は季節変化、経年変化、地域格差の何れにも富んでいる。雨期は 1 月から 5 月、乾期は 7 月から 11 月で、6 月と 12 月はそれぞれ雨期・乾期の移行期間となっている。年降雨量のほぼ 90 % は 1 月から 6 月までの 6 ヶ月間に集中している。州内の年降雨量は南西部の 400 mm から東部の 2,500 mm と場所により大きく異なる。年平均等雨量線図を 付図-2.4 に示す。最近 16 年間(1970 - 1985 年)における渇水年、平均および豊水年別の月降雨量を 付表-2.7 に示す。

降雨量の季節変化及び経年変化の影響を受ける河川流出量は降雨量とほぼ同様の变化を示す。付表-2.8 に 16 年間(1970-1985 年)の流域別(開発単位区別)の長期流出解析結果を示す。マナビ州のように季節のみならず、経年変化の大きい水資源を有効利用するためには、雨期流出を貯留するだけでなく、流出の経年変化に対応できるダム建設が必要である。年流出量は東部開発区(流域番号 No.18、19)では極めて豊富であるが、流域番号 No.8、16、20 及び No.21 では中程度、他の流域においては極めて少ない。特に、人口密集地を有する Portoviejo 流域(流域番号 No.9)と Manta 流域(流域番号 No.10)においては水資源が極めて限られている。このことは Daule 流域(流域番号 19)の水資源を流域間導水により中央開発区、特に Manta 流域、Portoviejo 流域で活用することの必要性を示唆している。

マナピ州の地下水賦存量は北部開発区に  $260 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、中央開発区に  $385 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、南西部開発区に  $34 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、東部開発区に  $1,908 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、南部開発区に  $413 \times 10^6 \text{ m}^3$  有り州全体で  $3,000 \times 10^6 \text{ m}^3$  に達すると推定されている。現在、地下水は生活用水として州全域で、また灌漑用水として Chone 流域（流域番号 No.8）と Cantagallo 流域（流域番号 No.12）で僅かに利用されている。

#### 2.4 土地資源及び土地利用現況

マナピ州の土壤図を付図-2.5 に示す。マナピ州の土地は付表-2.9 および付図2.6 に示す如く、灌漑適性の観点から 5 区分に分類される。灌漑開発のための土地資源は中央開発区が最も多く、東部開発区が最も少ない。

マナピ州の土地利用現況を付表-2.10 及び付図-2.7 に示す。マナピ州全面積の約 40 % が灌漑適地であるのに対し、全面積の約 70 % が現在農業に利用されている。このことは、現在農業に利用されている面積のほぼ半分が土地分級上灌漑不適地であることを意味している。この灌漑不適地は現在、主として牧草地として利用され、一部は天水耕地として利用されている。これらの事実は、マナピ州においては現在以上の農地の拡大は望めず、従って今後のマナピ州の農業開発は灌漑農業の導入及び集約農業の導入により土地の高度利用化、単位収量の増加の方向へ向かう必要のあることを示唆している。

マナピ州及び全国の作付現況を付表-2.11 及び -3.9 に示す。付表から明らかな如くマナピ州は、コーヒー、ココア、キャッサバ、野菜類（スイカ、メロン、キュウリ、カボチャ等）、繊維作物（綿花等）、バナナ、柑橘類等の生産の中心地となっている。

エ国の太平洋沿岸部では 1976 年よりエビ養殖が急激に増加してきた。マナピ州はエビの主生産地の一つで、エビ養殖池面積は 1977 年の 200 ha から、1984 年には 8,400 ha、1987 年には 11,000 ha へと増加した。州内のエビ生産地は Cojimies 流域（流域番号 No.1）、Jama 流域（流域番号 No.4）、Bahia 流域（流域番号 No.7）及び Porobiejo 流域（流域番号 No.9）である。（付図2.7参照）

## 2.5 公共施設および社会基盤設備

州内の道路網はかなり良く整備されているが、鉄道は全く付設されていない。開発区毎のアスファルト舗装、砂利舗装及び未舗装道路の道路延長と道路密度を付表-2.12に示す。道路の新設及び改良は公共事業省の手により活発に進められており、マナビ州の道路事情は年々良くなってきている。

州内には Portoviejo と Manta の 2ヶ所に国内線飛行場がある。1983年に143,000人であった年間飛行機利用客は年々増加している。Mantaには州内唯一の国際商港がある。この商港の貨物取扱能力は年間700,000トンである。しかしながら、実際の年間貨物取扱量は、主として輸入貨物量の減少のために1977年の460,000トンをピークにして1987年には100,000トンまで落ち込んでいる。

1982年時点で、州内都市人口の86%、農村人口の19%が電力の供給を受けている。州の電力需要は年々増加しており、1981年には130GWhであったものが、1986年には176GWhとなっている。これは年増加率6.2%に相当する。電力送・配電網はエクアドル電力公社(Instituto Ecuatoriano de Electrificación - INECEL)の努力により年々拡充されている。

生活用水供給施設は1986年時点で都市人口の93%、農村人口の18%に配備されている。都市部では、生活用水は「広域上水供給システム」により供給されている。各開発区毎の生活用水供給施設配備状況を付表-2.13に示す。しかしながら、実際の用水供給は1986年に総需要の30%を、1988年に60%を満たしているに過ぎず、都市部のみならず農村部においても水不足が生じている。

一方、下水処理システムは1982年で人口の32%に対して配備されている。また、都市部の下水処理能力は1988年において下水総排出量の47%に過ぎない。

マナビ州の教育・医療サービスは全国平均に比べると劣っている。1982年のマナビ州の文盲率は21%で、全国平均の15%比べるとかなり高い。病院のベッド数は全国平均が1,000人当たり1.6ベッドあるのに対し、マナビ州のそれは全国平均の半分の0.8ベッドに過ぎない。

## 2.6 水資源開発の必要性

マナビ州の一人当たり地域総生産(GRP)は一人当たり国内総生産(GDP)の60%に過ぎず、全国の中で経済的後進地域である。州人口の増加率は全国のそれを下回っており、このことはマナビ州から州外への人口流出を物語っている。マナビ州は全国で3番目の人口を有し、輸出用或は国内消費用の農産物の生産地として最も重要視されているにもかかわらず、主要農産物価格の世界的下落と農業生産の伸びが人口の伸びを下回っていることにより、州経済は最近20年間に亘り不活性な状態にある。水不足或は不安定な水資源が農業生産低滞の大きな原因の一つと考えられている。

マナビ州住民は上水不足に悩まされている。エクアドル公衆衛生公社(Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias - IEOS)、CRM、マナビ州南部水資源委員会(Junta de Recursos Hidraulicos de Jipijapa y Pajan - JRH)等責任諸官庁のあらゆる努力により上水供給施設の配備率は全国平均に達しているにもかかわらず、上水そのものの供給量は1987年で需要の半分を満たしているに過ぎない。上水供給は最も重要な生活基盤の一つであり、社会・経済開発に欠くことの出来ないものである。

州経済を農業生産に支えられてきたマナビ州は、伝統的或は非伝統的な輸出用農産物の増大と、経済活動の二大中心地であるGuayaquilとQuitoに対する食料供給基地の役割を維持してゆくことにより州経済の再活性化を計らねばならない。畜産、漁業、エビ養殖を含めた農業生産適地が全部利用されているマナビ州では、面的農業開発はこれ以上望めず、土地の立体的開発、即ち農業技術の改善により既開発地の土地生産性を向上させることが残された農業開発の道である。この意味に於て灌漑農業の導入は州農業開発を成功に導く鍵であるといえる。

州内の水資源は、絶対量が充分でない上に、年内の季節変化が大きいこと、経年変化が大きいこと、地域格差が大きいこと等の問題のために充分活用されていない。この不安定な水資源を開発することは、上述の水不足の解消及び農業生産の活性化の何れに取っても不可欠である。

勿論、マナビ州の社会経済開発は水資源の開発によってのみ達成されるものではない。小数の土地所有者が大部分の土地を所有している開発区においては、土地所有現況が見直され、農地改革を実施することにより小農に対して農業生産意欲を持たせなければならない。農業開発のための試験研究機関と共に農民に対する普及活動も強化されるべきである。

農業所得の向上に結び付かない流通機構もまた農民の生産意欲をそぐものである。また、上水、電力、灌漑用水供給等の現行公共料金はこれらの公共施設を維持し十分なサービスを提供していくには余りにも低過ぎるために、責任諸官庁は施設の維持管理資金に不足を来している。これらも法制度の点から見直し、改善して行かなければならない。

水資源開発の重要性を認識している CONADE、INERHI、IEOS、等の政府関係機関及び GRM、グアヤス川流域水資源開発委員会 (Comision de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Rio Guayas - CEDEGE)、等の地方政府機関は、それぞれ独自に個別の水資源開発計画をマナビ州内に多数策定し、その一部は建設済み、建設中或は建設に取り掛かろうとしている。既存開発計画の中で、マナビ州に関係する最も重要な水資源開発事業は建設済みの Daule-Peripa ダムと建設準備段階にある Esperanza ダムである。前者は  $5,000 \times 10^6 \text{ m}^3$  の貯水容量を持ち、そのうち  $500 \times 10^6 \text{ m}^3$  はマナビ州の中央開発区での利用に割り当てられている。後者の貯水容量は  $386 \times 10^6 \text{ m}^3$  である。Daule-Peripa ダムは 1986 年に CEDEGE によりマナビ州とピチンチャ州の州境を成す Daule 川に建設された。Daule-Peripa ダム集水域の約半分は Daule 流域 (流域番号 No.19) に含まれる。La Esperanza ダムは Chone 流域 (流域番号 No.8) 内を流れる Carrizal 川に 1990 - 1993 年に GRM の手で建設される予定である。

いずれにしても、上述した州経済発展の阻害要因を克服し、社会・経済開発を進めて行くためには水資源開発が不可欠である。この意味に於て、個々に計画された多数の水資

源開発計画を整理し、最も有効な水利用計画を策定することが急務である。

### 3. 分野別開発計画

#### 3.1 上水供給

##### 3.1.1 上水供給施設の現況

マナビ州全体で、上水供給施設の普及率は人口で見ると 1974 年に 11 %、1982 年に 28 %、1986 年で 55 % となっている。上水施設はそのシステムにより 6 種類に分けられ、その中で「広域上水供給システム」と呼ばれるシステムが最も多くの受益者を持ち、1986 年で都市人口の 64 % に対して上水を供給している。付表-3.1 に上水供給システム別の普及率を示す。

##### 3.1.2 広域上水供給システム

付表-3.2 に示す如く、広域上水供給システムは主として都市住民を受益者に持っている。1988 年における上水供給量は一日当たり 71,600 m<sup>3</sup> で、その受益者は 577,400 人である。一人当たり日供給量は 124 リッターで、IEOS の提唱する必要日供給量のほぼ 60 % に当たる。このシステムは主として流域番号 No.7、No.8、No.9、No.10、No.13 及び No.21 の都市部に配備されている。将来の都市部人口の伸びに伴う上水需要量の増加を考えれば、現システムの拡張は不可欠である。

##### 3.1.3 将来上水需要予測

人口増加予測と IEOS の提唱する単位上水供給量をもとに、工業用水、観光用水を含めた上水需要予測を州全域について行った。結果を付表-3.3 に示す。上水需要の大半は、現在広域上水供給システムの配備されている流域番号 No.7、No.8、No.9、No.10、No.13 及び No.21 で発生することが予測される。広域上水供給システム拡張計画策定のために同システムの対象地区について上水需要予測を別途行った結果を付表-3.4 に示す。

### 3.1.4 広域上水供給システム拡張計画

既設の Poza Honda、Chone、La Estancilla 及び Pajan 広域上水供給システム拡張計画を 付表-3.5 に示す。

Chone システムと La Estancilla システムは現在、それぞれ独立してたシステムとして主として流域番号 No.8 に上水を供給している。これらシステムの拡張計画はそれぞれの水源を持つ独立したシステムを基本としている。しかしながら、水資源開発による可能原水供給量の変化によっては現在の独立した Chone 及び La Estancilla の上水場を統合することにより容易にシステムも統合することが可能となる。この点を考慮して、La Estancilla に上水場を統合した場合の拡張計画についても検討した。

## 3.2 下水処理

### 3.2.1 現況

マナビ州では、下水は「集中下水処理システム」か、個別の「下水処理腐敗槽」或は「汚物だめ」により処理されている。一般的に、前者は都市部において、後者は農村部において利用されている。

付表-3.6 から明らかなように、「集中下水処理システム」は 州内 15 県の内 13 の県 (Canton) 庁所在地及び一つの郡 (Parroquia) 庁所在地に配備されている。これらのシステム受益者は、約 350,000 人と推定される。これは州人口の 32 % 或は都市部人口の 75 % に相当する。

「集中下水処理システム」は下水を集める集水管網と下水を処理する浄水場からなる。浄水場は安定化池 (Stabilization Pond) 及びその付帯設備とからなっている。

### 3.2.2 河川の汚染状況

河川の汚染度を評価するために、PHIMA Phase-1 調査期間中に、州内の 37 河川において下記項目について水質調査が実施された。

- i) 有機物質含有量
- ii) バクテリア汚染度
- iii) 固形浮遊物濃度
- iv) 溶存酸素量

調査の結果は下記のとおりである。

- i) 有機物質含有量については、Portoviejo 川で高い値を示しているが、その他の河川では低い値となっている。
- ii) バクテリア汚染度は Canoa 流域(流域番号 No.5)、Chone 流域(流域番号 No.8)、Portoviejo 流域(流域番号 No.21)及び Colimes 流域(流域番号 No.21)の河川で高い値を示した。
- iii) 固形浮遊物質濃度は、Briceno 流域(流域番号 No.6)と Colimes 流域(流域番号 No.21)の河川で高い値を、Cuaque 流域(流域番号 No.2)、Don Juan 流域(流域番号 No.3)、Jama 流域(流域番号 No.4)、Chone 流域(流域番号 No.8)及び Portoviejo 流域(流域番号 No.9)の各河川でやや高い値を示している。
- iv) 溶存酸素量については何れの河川においても問題はない。

また、Portoviejo、Chone、Calceta の既存浄水場の排水が流入している Portoviejo 川、Chone 川、Carrizal 川の流入地点直下流においても水質調査が実施された。何れの地点

においてもバクテリア汚染度が、許容範囲内ではあるが高い値を示した。このことは上述 3 都市の浄水施設の容量不足を示唆している。

### 3.2.3 下水処理基本計画

将来とも河川の水質を許容範囲に維持して行くために、下水による汚染が河川による浄化能力をすでに超え、或は超える可能性の高い県庁所在地及び郡庁所在地では、「集中下水処理システム」を拡張・強化し、人口密度の希薄な農村部においては「下水処理腐敗槽」或は「汚物だめ」により個別に下水を処理してゆくことが必要である。

PHIMA Phase-I 調査によれば、Esmeraldas 流域（流域番号 No.18）と Daule 流域（流域番号 No.19）を除いた州全体の河川水の BOD を許容範囲の 4 mg/l まで希釈するのに必要な水の量を下記の如く算定している。

希釈による下水 処理達成度 (%)	年間必要希釈用水 ( $10^6 \text{ m}^3$ )		
	2000 年	2010 年	2020 年
100	6,400 (203 $\text{m}^3/\text{s}$ )	9,200 (292 $\text{m}^3/\text{s}$ )	12,900 (409 $\text{m}^3/\text{s}$ )
50	3,100 (98 $\text{m}^3/\text{s}$ )	4,400 (140 $\text{m}^3/\text{s}$ )	6,400 (203 $\text{m}^3/\text{s}$ )
5	280 (9 $\text{m}^3/\text{s}$ )	420 (13 $\text{m}^3/\text{s}$ )	600 (19 $\text{m}^3/\text{s}$ )

上表から明らかな如く、下水処理を希釈に頼れば莫大な希釈用水が必要となり、付表-2.8 に示すマナビ州の推定年間表面流出量と比べてみても、希釈による下水処理方式

は現実的でない。従って、マナビ州における下水処理基本計画を下記のとおり策定した。

- i) 都市部では「集中下水処理システム」による処理を主体とする。一方、農村部では、個別処理方式を主体とする。
- ii) 県庁所在地では、下水総排出量の 75 % を「集中下水処理システム」により、残りの 25 % は「個別処理施設」によるものとする。
- iii) 郡庁所在地では、50 % を「集中下水処理システム」で、50 % を「個別処理施設」によるものとする。
- iv) 人口密度の希薄な農村部においては、「集中下水処理システム」は導入せず、下水総排出量の 70 % を「個別処理施設」により、残り 30 % は希釈によるか或は自然の浄化能力に期待するものとする。

#### 3.2.4 集中下水処理システム拡張計画

上記基本計画に基づき、県庁所在地（15 ヶ所）及び郡庁所在地（22 ヶ所）の「集中下水処理システム」の拡張計画を立てた。付表-3.7 に県庁所在地のための拡張計画を示す。浄水場は、安定化池方式ラグーンによるものとした。この方法を採用すると Portoviejo と Manta のラグーン面積は 2000 年には 78 ha と 71 ha、2020 年にはそれぞれ 189 ha、142 ha 必要となる。

そこで、2000 年に必要なラグーン面積以上の面積が何等かの理由により確保出来ない場合を想定し、2000 年以降安定化池に曝気式ラグーンを併用した場合のラグーン拡張計画を Porto-viejo、Manta 及び Jipijapa について行った。結果を付表-3.8 に示す。

### 3.3 農業開発

#### 3.3.1 マナビ州農業概況

マナビ州は古くから農業を主産業とし、コーヒー、カカオ、バナナ等の伝統的作物及び近年になって導入されたエビの輸出と供に、基幹作物、野菜、果実、繊維作物、魚等の Quito 及び Guayaquil に対する供給基地として国家経済に大きく貢献してきた。

州の主要農産物を 付表-3.9 に示す。マナビ州における主要作物の 1981 年から 1985 年まで 5 年間平均作付面積は、牧草 780,000 ha、コーヒー 139,000 ha、メイズ 41,000 ha、カカオ 39,000 ha、料理用バナナ 19,000 ha となっている。農作物のなかでその生産量が全国総生産量の 30 % 以上を占めるものに、カボチャ(98 %)、ヒマ(63 %)、スイカ(58 %)、メロン(55 %)、落花生(38 %)、ミカン(38 %)、綿花(36 %)がある。マナビ州では畜産もまた盛んで、牛 554,000 頭、豚 727,000 頭が飼われており、それぞれ全国の 16 % と 22 % に相当する。

メイズは主として雨期(冬季)に天水により耕作されている。トマト、スイカ、落花生等の野菜類は乾期(夏季)に灌漑下で耕作されている。また、キャッサバと綿花は雨期の終わりに天水を利用して作付され、通常灌漑は行われていない。

1974 年の農業統計によるマナビ州の土地保有状況を 付表-3.10 に示す。州の総農地は 1,107,000 ha である。また、総農家戸数は 62,900 戸で、その内の 2.9 % に相当する 1,800 戸は農地を所有していない。50 ha 以上の土地を所有している農家は 3,750 戸(6 %) で、その合計所有面積は 602,000 ha (54.4 %) に達する。また、5 ha 以下の農地を所有している農家戸数は 32,100 戸(51.0 %) に達するが、その合計所有農地は 64,000 ha で全農地面積の 5.7 % に過ぎない。

作物 1 ha 当りの純収益を 付表-3.11 に示す。付表で純収益が赤字になっているのは損失を出していることを意味するのではなく、農家の労働力を出費として計算した場合に農業所得で賄いきれていないことを意味する。

### 3.3.2 農業開発計画

#### (1) マナピ州農業開発基本目標

マナピ州の農業開発目標を下記のとおりとした。

- i) マナピ州のエ国における農業生産物供給基地としての役割を従来どおり維持してゆくために、現在の州農産物の全国に対する寄与率を将来とも維持すること。
- ii) 将来、メイズ、キャッサバ等にとってかわり主食としての需要が伸びることが予想される米の州内自給を達成すること。

#### (2) マナピ州に期待される農産物生産量(目標生産量)

上述開発目標の(i)に沿って、マナピ州の目標農産物生産量を下記の手順で見積った。

- i) 一人当り消費実績及び人口増加予測に基づき、農産物の国内需要予測を2020年まで行った。結果を付表-3.12に示す。
- ii) 予測国内需要に変換係数を乗じて自給達成に必要な国内生産量を見積った。
- iii) マナピ州の各農産物の全国生産高に対する占有率実績を必要国内生産量に乗じて、マナピ州の目標農産物生産量とした。結果を付表-3.13に示す。

また、開発目標(ii)に述べた、米の州内自給達成に必要な生産量は下記の如く見積った。

年次	人口一人当り 米消費量 (kg/yr)	マナピ州 人口	州内 米消費量 (1000 ton)	変換 係数 (%)	米必要 生産量 (1000 ton)
2000	53	1,390,000	73.7	12	84
2010	58	1,700,000	98.6	12	112
2020	62	2,040,000	126.5	12	144

### (3) マナピ州農産物自然増加予測と目標生産量

一方、過去の農産物生産実績及び傾向からマナピ州の農産物自然増加量を付表-3.14の如く予測した。付表-3.13と-3.14から明らかなように、ソラマメ、キャッサバ、バナナ、パイナップル、ココナッツパーム、マリーゴールド、コーヒー等は2020年までの自然増加量が目標生産量とほぼ均衡しているか、目標生産量を上回っている。しかし、その他の作物については、その自然増加量がかなり目標生産量を下回っており、目標達成するために相当の努力が必要となる。

### (4) マナピ州農業開発基本計画

上述の一連の検討結果を踏まえ、2020年のマナピ州の農業開発基本計画を下記のとおり策定した。

- i) 各作目の計画生産量は前項(2)で述べたとおりとする。
- ii) マナピ州では現在以上の農地の拡大が望めないため、灌漑農業を最大限に

導入することにより土地の生産性を高めることにより上記目標の達成を計ること。

- iii) 灌漑農業では、米、メイズ、メロン、ピーマン、すいか、トマト、カボチャ、落花生、ソイヤ、綿花からなる単年作物を主体とする。永年作物の中では、灌漑効果の高い柑橘類と料理用バナナに対して灌漑を行う。これらの作物は土地分級区分 "A" と "B" に適用し、土地分級区分 "C" には牧草を導入する。

上記開発基本計画を満たすための土地利用計画は以下のとおりである。

- i) 灌漑農地 54,000 ha、非灌漑農地 1,191,000 ha とする。
- ii) 灌漑農地 54,000 ha のうち、18,500 ha には永年作物である柑橘類、料理用バナナ及び牧草を導入、残りの 35,500 ha は単年作物を年二回導入する。
- iii) 作目別の計画作付面積及び計画生産量を 付表-3.15 に示す。

### 3.3.3 灌漑便益

灌漑農業による便益は灌漑開発計画を「実施しない場合」と「実施した場合」の純収益の差として算定した。灌漑開発計画に導入される各作物の開発計画を「実施しない場合」と「した場合」の作物のヘクタール当り純収益を 付表-3.16、-3.17 に示す。

マナピ州の灌漑開発計画地区ごとの灌漑便益を 付表-3.18 に示す。単位面積当りの灌漑便益は US\$.460 /ha から US\$.1,420 /ha まで開発計画地区の農業現況及び土地利用計画により大きく異なる。

### 3.4 灌漑・排水

#### 3.4.1 既存灌漑施設

マナビ州全体で約 13,300 ha の農地が灌漑施設を有している。その殆どは Chone 流域（流域番号 No.8）と Portoviejo 流域（流域番号 No.9）に含まれる。しかしながら、実灌漑面積はこの約半分で 付表-3.19 に示すとおり 1988 年には 6,250 ha しか灌漑されていない。この原因として、不適切な配水網、施設の不十分な運営・維持管理、乾期の水不足等がある。

#### 3.4.2 既存灌漑開発計画

付表-3.20 に示すとおり、マナビ州ではすでに 14 の灌漑開発計画が INERHI、CRM 及びその他の政府機関により検討或は策定されている。この中で、Portoviejo 流域（流域番号 No.9）内の Poza Honda ダムがかり 10,500 ha の一部が唯一建設済みである。また Chone 流域（流域番号 No.8）に含まれる Rio Grande ダム(0-6)を水源とした 2,250 ha の基本設計が 1986 年に、同流域内の La Esperanza ダム(0-9)を水源とした 17,200 ha についてのフィージビリティスタディが 1989 年に終了している以外はフィージビリティスタディ以前の段階にある。

Poza Honda 多目的ダム事業は有効貯水容量  $87 \times 10^6 \text{ m}^3$  を持つ Poza Honda ダム(0-13)、上水生産能力  $1,800 \text{ m}^3/\text{hr}$  の Guarumo プラント、灌漑計画面積 10,500 ha を有する Poza Honda 灌漑システムからなっている。ダム及び上水プラントは計画通り完成しているが、灌漑システムは計画面積 10,500 ha のうち Santa Ana 灌漑システム 3,250 ha が完成しているに過ぎない。将来、灌漑計画全面積を灌漑するには、Poza Honda ダム以外の水源が必要となる。

### 3.4.3 灌漑開発計画

PHIMA の灌漑開発計画は以下の手順で策定した。

- i) 農業開発における土地資源の検討・評価
- ii) 土地資源の面から見た灌漑開発可能地の選定
- iii) 灌漑開発可能地に対する水資源面からの評価
- iv) 灌漑開発計画の策定

灌漑開発可能純面積は縮尺 1:50000 の地形図上で計測した粗面積に下記の変換係数を乗じて算定した。

- i) 土地分級 " A " ; 80 %
- ii) 土地分級 " B " ; 70 %
- iii) 土地分級 " C " ; 30 %

土地資源の面から見た灌漑開発可能純面積は合計 69,400 ha である。灌漑可能地区別内訳を 付表-3.21 に示す。

また、灌漑開発可能地区ごとに、その上流域に想定したダムによる灌漑開発可能面積を下記前提に基づき予備的に検討した。結果を 付表-3.21 に示す。

- i) 異常豊水年 (1983 年) を除いた年平均流出量の 80 % はダムにより調節され灌漑に利用可能とする。
- ii) 灌漑用水供給の保証率を 80 % とする。

灌漑用水資源として灌漑開発可能地と同流域内だけでなく、近隣流域の水資源の流域間導水の可能性についても検討を加え、最終的に 付表-3.22 に示すように 18ヶの灌漑開発計画を策定した。これら 18ヶ所の開発計画地区の位置を 付図-3.1 に示す。また、これらの中で、Don Juan-Jama、Briceno、San Ramon、Chone - Portoviejo Integrated、

Sancan の 5 開発計画については水源の面から複数の代替案を検討した。

#### 3.4.4 灌漑用水

作付計画及び気象条件に基づき、各開発計画地区の灌漑用水量を 付表-3.23 に示すとおり算定した。

### 3.5 洪水防御

#### 3.5.1 洪水被害現況

マナピ州では、下記河川流域内の沖積平野部で湛水を受け易い。

流域番号/流域名	河川名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	河川延長 (km)
8 Chone	Chone/Carrizal	2,267	90
9 Portoviejo	Portoviejo/Chico	2,060	132
21 Colimes	Pajan/Banchal	598	31

註： (1) Carrizal、Chico 及び Banchal 川はそれぞれ Chone、Portoviejo、Pajan 川の最も大きな支流である。

(2) Pajan 川の流域面積及び河川延長は Campozano 地点におけるもの。同川は Daule 河の支流の一つで、その下流部は Guayas 州を流れ、Colimes 川と呼ばれる。

これら 3 河川の現況疎通能力を河川断面と河川縦断勾配より 付表-3.24 のとおり算定した。河川は概して平野部を流れる中・下流部において疎通能力が小さくなっている。

CRM は 1989 年に PHIMA のために冠水地域と冠水被害に関するアンケート調査を実施した。冠水地域を付図-3.2、冠水面積を下記に示す。

冠水地区分	冠水面積 (ha)		
	Chone 流域(8)	Portoviejo 流域(9)	Pajan 流域(21)
通年冠水地区	1,380	20	-
常習冠水地区	5,320	4,680	-
洪水時冠水地区	8,010	590	1,800

通年冠水地区は沼沢或は窪地で乾期中も冠水している。常習冠水地区は雨期の出水時毎に冠水する地域である。洪水時冠水地区は大洪水が起こった場合に短期間冠水する地区を意味する。

冠水被害に関する同調査結果を下記に示す。

単位： US\$ X 10<sup>6</sup>

分野	1983 年被害額		1989 年被害額		
	マナピ州全域	Chone 流域	Portoviejo 流域	Pajan 流域	合計
社会施設	6.91	0.20	6.59	0.07	6.86
交通機関	20.65	0.22	0.55	0.09	0.86
生産物	14.30	0.22	2.56	0.20	2.98
その他	6.10	0.05	0.33	0.01	0.39
合計	47.96	0.69	10.03	0.37	11.09

註： 1989 年 US\$ 価格

### 3.5.2 洪水流量

確率降雨量を基に確率洪水量を算定した。主要河川の確率洪水量を 付表-3.25 及び 付図-3.3、-3.4、-3.5 に示す。付表-3.24 の現況疎通能力と 付表-3.25 の確率洪水量から明らかなように、Carrizal 川の La Estancilla 市から上流部と Portoviejo 川の Portoviejo 市上流部以外の河川は 10 年確率洪水量に対する疎通能力もない。

ダムによる洪水ピーク流出量軽減が期待されることから、ダム計画がある場合の洪水ピーク流出量軽減効果について検討した。

### 3.5.3 既存洪水防御計画

CRM は マナピ州の洪水防御に関する計画、設計、建設及び施設の維持管理の監督官庁と

して、下記多目的開発計画の中で Chone 川と Carrizal 川の洪水防御計画を推進してきた。

i) Chone 川多目的開発計画

Chone 川多目的開発計画の中で検討されている洪水防御計画は Chone 市及びその近郷を洪水被害から守ることを目的としており、下記の 3 改修事業からなっている。

改修事業	改修区間距離(km)	設計流量(m <sup>3</sup> /s)
Garrapata 川流域間導水路	0.8	195
Chone 川放水路	12.1	520
San Antonio 放水路	5.5	425

(2) Chone-Carrizal 川多目的開発計画

Chone-Carrizal 川多目的開発計画に含まれる洪水防御計画は下記のとおり。

- San Lorenzo 川放水路
- Estero Matapalo 川放水路
- Canuto 川放水路
- Carrizal 川改修(Tosagua - Bachillero 間)
- Carrizal と Chone 川合流点付近の遊水池

3.5.4 洪水防御計画

PHIMA Phase-II において、Chone 川、Portoviejo 川及び Pajan 川水系の洪水防御長期

(基本)計画を策定し、それに沿った短期洪水防御計画を策定した。

基本計画は 50 年確率洪水流量に対応するもので、2020 年までに実施されることを目標としている。短期計画は 10 年確率洪水流量を計画流量としたもので、基本計画の第一段階である。

洪水防御基本計画は下記に述べる洪水防御手段の中からそれぞれの河川状況に最も適した組合せからなっている。

- i) 河道改修
  - 河道掘削及び拡幅
  - 蛇行部分の河道変更
  - 築堤
  - 法面保護
- ii) 放水路
- iii) 治水ダム
- iv) 遊水池

河道改修計画は Chone 川、Portoviejo 川、及び Pajan 川の何れの水系にも取り入れた。Chone 川及び Portoviejo 川水系の河道改修位置図をそれぞれ 付図-3.6、-3.7 に示す。

河道改修計画に加えて下記代替案について検討した。

(1) Chone 川水系

代替案 Ch-1 : 下記の 3 計画複合案

- i) Garrapata 川導水路、Chone 放水路、San Antonio 放水路
- ii) Chone 川河道改修(San Ramon 川との合流点下流部分)
- iii) Chone 川、Carrizal 川合流点付近の遊水池

代替案 Ch-2 : Ch-1 と Rio Grande ダムの複合案

代替案 Ch-3 : Ch-2 と San Ramon ダムの複合案

代替案 Ch-4 : Ch-2 と San Ramon 放水路の複合案

代替案 Ca-1 : 下記 3 計画の複合案

- i) La Esperanza ダムを考慮した Carrizal 川河道改修
- ii) Canuto 川河道改修
- iii) Carrizal 川、Chone 川合流点付近の遊水池

代替案 Ca-2 : Ca-1 と Canuto ダムの複合案

代替案 Ca-3 : 下記 3 計画の複合案

- i) La Esperanza ダムが建設されない場合の Carrizal 川河道改修
- ii) Canuto 川河道改修
- iii) Carrizal 川、Chone 川合流点の遊水池

(2) Portoviejo 川水系

代替案 Po-1 : 下記 2 計画の複合案

- i) Poza Honda ダムを考慮した Portoviejo 川河道改修
- ii) Chico 川河道改修

代替案 Po-2 : Po-1 と Chirijos ダムの複合案

(3) Pajan 川水系

代替案 Pa-1 : 下記 2 計画の複合案

- i) Pajan ダムを考慮した河道改修

## ii) Banchal 川河道改修

代替案 Pa-2 : Pa-1 と Banchal ダムの複合案

代替案 Pa-3 : Pajan ダム、Banchal ダムの何れも考慮しない場合の  
Pajan、Banchal 川河道改修

水資源開発計画代替案策定に当たって、上記代替案の中から適正な洪水防衛代替案を選定した。

## 3.6 水資源開発

### 3.6.1 ダム計画

マナビ州は昔から水不足に悩まされてきた。水不足の問題を解決するために、CRM、INERHI 及びその他の政府機関はこれまでに 付表-3.26(1/2)、付図-3.8 に示すとおり 26 のダム候補地点につき検討してきた。これらの計画の中で、Poza Honda ダム(0-13) は CRM の手により 1971 年に完成した。以来、同ダムは Portoviejo 及び Manta 市への上水供給と Santa Ana 灌漑システムを通じて 3,250 ha に対する灌漑用水供給を続けてきた。JRH は Jipijapa 及び Pajan 市に対する上水供給を目的として現在 Pajan ダム(0-19) を建設中である。また、CRM は La Esperanza ダム(0-9) の建設を 1990 - 1993 年に建設する予定である。

PHIMA Phase-I 調査中に 27 のダム候補地点が現場踏査の結果縮尺 1:50000 の地形図上に選点された。これら追加ダム候補地点の一覧及び位置を 付表-3.26(2/2)、付図-3.8 に示す。

ダムの経済効果を予備的に評価するために上述の 53 (= 26 + 27) について、ダムの経済効率(ダム建設費 ÷ 年平均利用可能貯水量) (US\$/m<sup>3</sup>) を 付表-3.26 の如く計算した。

ダムの経済効率とダムに期待される水需要を踏まえ、付表-3.27 に示す 20 ダムを選定し、これらについて、ダムの建設費を更に詳しく算定した。

### 3.6.2 流域間導水計画

Daule-Peripa ダムは1987年 CEDEGE の手により Daule 河に建設された。同ダムの概要は下記のとおり。

流域面積： 4,200 km<sup>2</sup>(うち 3,300 km<sup>2</sup> はマナピ州内の流域番号 No.19 : Daule 流域 3,640 km<sup>2</sup> に含まれる。)

貯水池容量；

総貯水容量 5,300 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

有効貯水容量 4,000 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

容量配分；

発電 3,500 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

灌漑 1,800 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

上水 500 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

マナピ州 500 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

死水容量 1,300 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>(堆砂容量 300 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>を含む)

常時満水位； EL.85 m

最低水位； EL.60 m

堤頂標高； EL.90 m

堤高； 78 m (河床部より)

ダムタイプ； ゾーン型ロックフィルタイプ

堤体積； 3,000,000 m<sup>3</sup>

洪水吐容量；

流入量 14,350 m<sup>3</sup>/s

流下量 3,480 m<sup>3</sup>/s

発電設備(1989年現在未設置)；

設備容量	130 Mw
定格発電量	510 Gwh/year
副ダム	;
ダム長	18 km
平均ダム高	10 m
ダム体積	$5.9 \times 10^6 \text{ m}^3$

前述のとおり、Daule-Peripa ダムの目的の一つにマナビ州中央部への年間  $500 \times 10^6 \text{ m}^3$  の用水供給が含まれている。Daule-Peripa ダムのマナビ州中央部に対する容量配分は  $500 \times 10^6 \text{ m}^3$  であるが、実際に利用可能水量としては、固定流量  $18 \text{ m}^3/\text{s}$  (年間  $568 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) が割当てられている。Daule-Peripa ダムからマナビ州中央部への用水供給に関して注目すべきは、La Esperanza ダムの常時満水位及び最低水位がそれぞれ EL.66 m、EL.37 m であるところから、Daule-Peripa ダムから La Esperanza ダムへの転流は約 8 km の自然流下トンネルで可能となることである。

CRM は 1986 - 1987 年に Daule-Peripa ダムからマナビ州中央部への転流について検討した。同検討を通じて、CRM は La Esperanza ダムの建設計画が未確定である点を考慮して、Daule-Peripa ダムから La Esperanza ダムへ自然流下により  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、Daule-Peripa ダム下流部 Daule 河から既存 Poza Honda ダムへポンプアップにより  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  の転流を計画した。この計画は、近い将来、Portoviejo 川流域の水需要の増加に対し、Daule-Peripa ダムから Portoviejo 流域への転流が La Esperanza ダムの建設如何に拘束されないように配慮したものである。

CRM がエ国政府の同意を得て La Esperanza ダムの建設着工を決定した今、同転流計画を取り巻く状況は一変した。即ち、La Esperanza ダムが現在の計画どおり 1993 年までに建設されるならば、Daule-Peripa ダムから Portoviejo 川への転流は La Esperanza ダム経由で行う方がより経済的かつ効率的となる。また、例え La Esperanza ダムの建設が何らかの理由で延期された場合でも、Daule-Peripa ダムから La Esperanza ダム建設予定の Carrizal 川経由で Portoviejo 川流域に転流する方が Daule 川から 150m の揚程で Portoviejo 川流域に転流する案より経済的に有利となることが判明した。従って、

PHIMA ではまず全転流可能量 $18 \text{ m}^3/\text{s}$ を Daule-Peripa ダムから重力トンネルを通じて La Esperanza ダム又は Carrizal 川に導流する案を提唱した。そして、La Esperanza ダムから水供給が緊急課題となっている Portoviejo 川流域への転流のための下記代替案 (付図-3.9 ~ -3.14 参照)について技術的・経済的検討を行った。

代替案	転流計画	転流容量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	備考
(1)	Daule-Peripa ダム - La Esperanza ダム	18	自然流下
	La Esperanza ダム - Poza Honda ダム	11	ポンピング (H=75m)
	La Esperanza ダム - Rocafuerte	4	ポンピング (H=55m)
(2)	Daule-Peripa ダム - La Esperanza ダム	7	自然流下
	Daule 川 - Poza Honda ダム	11	ポンピング (H=150 m)
	La Esperanza ダム - Rocafuerte	4	ポンピング (H=55m)
(3)	Daule-Peripa ダム - La Esperanza ダム	18	自然流下
	La Esperanza ダム - Chico 川	13	ポンピング (H=50m)
	Chico 川 - Portoviejo 川	4	自然流下
	La Esperanza ダム - Rocafuerte	4	ポンピング (H=55m)
(4)	Daule-Peripa ダム - La Esperanza ダム	18	自然流下
	La Esperanza ダム - Rocafuerte	14	自然流下
(5)	Daule-Peripa ダム - La Esperanza ダム	18	自然流下
	La Esperanza ダム - Poza Honda ダム	13	ポンピング (H=75m)
	Poza Honda ダム - Chico 川	2	自然流下
	La Esperanza ダム - Rocafuerte	4	ポンピング (H=55m)
(6)	Daule-Peripa ダム - La Esperanza ダム	5	自然流下
	Daule 川 - Poza Honda ダム	13	ポンピング (H=150m)
	Poza Honda ダム - Chico 川	2	自然流下
	La Esperanza ダム - Rocafuerte	4	ポンピング (H=55m)

Daule-Peripa ダムからの転流計画以外に、自流域内にダムを建設するよりも他流域からの転流がより経済的であると考えられるケースとして、下記につき検討した。

流域番号	流域名	灌漑地区	転流元ダム	流域間導水トンネル(km)
1	Cojimies	Pedernales	Cuaque (0-1)	7
3	Don Juan	Don Juan	Jama (0-2)	12
6	Briceno	Briceno	Jama (0-2)または、 Eloy Alfaro(P-5)	20 20
8	Chone	San Ramon	Jama (0-2) または、 Eloy Alfaro (P-5)	14 10
13	Jipijapa	Joa	Ayampe (P-27)	40
14	Salaite	Salaite	Ayampe (P-27)	30
15	Buenavista	Julcuy	Ayampe (P-27)	16

註； 流域間導水はすべて自然流下による。

### 3.7 環境に与える影響

水資源開発計画の実施に伴う環境への影響に関しては、各流域について、その影響をできる限り定量的に把握するように努めた。

ダム・貯水池、転流、灌漑施設、洪水防御施設の計画が環境に与える好・悪影響について、流域の水文特性、地形・地質、生態系、公衆衛生の面から検討した。社会・経済の面では、一般的に悪影響よりもむしろ好影響の方が大きいことが判明した。

水資源開発に伴う環境への影響の中では流域管理が最も重要であり、環境影響評価項目の殆ど全てと関連する。評価項目の主なものは生活下水・工場廃水の処理、灌漑効率上

界と農業使用の問題、常習的冠水地の保全、マングローブ林など自然林の保護・回復、流域の侵食による流出土砂量の軽減、河口部及び湖沼部の生態保全等である。

今回の環境影響評価では Sancan 灌漑計画と Ayampe 多目的計画では好影響と悪影響がほぼ同等であったが、他の開発計画に関しては好影響の方が大きいと言う結論に達した。但し、次の フィージビリティスタディの段階では更に詳細に検討する必要がある。

### 3.8 社会組織・法制度

生活用水、灌漑用水を含んだ水資源開発を担当する多くの組織が存在し、それらの組織の活動にも、組織間の整合性にも改良すべき点が多い。

要員構成に欠陥が多いこと、要員が多過ぎること、能力のあるスタッフが少ないことなど既存組織共通の問題は、PHIMA に最も関連の深い CRM にも典型的にみられる。更に、上下水道事業、灌漑事業の運営における膨大な赤字は正当な水料金制度がないことと要員が多過ぎることに起因しているが、上記事業運営に当たって多額の政府補助金を必要とする結果となっている。

CRM と JRH については組織の強化策が既に検討されているが、この組織強化策を実現することにより現状の大幅な改善が期待できよう。

他の組織、INNERHI、IEOS等はマナピ州ではその活動が限られている。しかし、各組織のマナピ州支局を強化することが望まれる。

法制面では洪水防御に対する法令がないこと、灌漑施設利用者組織がないこと、水道事業を運営する半官半民の、または民間会社を設立するための法令がないこと等が早急に解決すべき問題点であろう。

水道事業に関してはこれを CRM から切り離し、半官半民または民間の会社を設立し

IEOS の管轄のもとで実施させるのも一案であろう。灌漑事業に関しては長期的展望にた  
って実施、評価してゆくことが、また、特に小規模灌漑事業はこの維持・管理を施設利用  
者に移管することが望まれる。

更に、CRM に流域管理を担当する部門を新設することが必要となろう。そして、流域  
管理に関する諸機関の活動を統合し、緊急対策工事を実施し、また市町村が作成する都市  
開発は往々にして農地から市街地への安易な転換が含まれるのでこれを CRM が流域管理の  
観点から見直すことが望まれる。また、法制面では、エビ養殖業者の水利権を明確にし、  
河口部の生態系に対する配慮を義務付けることが望まれる。最後に、農地所有の現状か  
らみて、これが灌漑開発計画を実施する上で障害になるとは思えないが、農地再配分を促  
進するため、法制面での整備は必要であろう。Daule-Peripa ダムからの転流計画につい  
ては、これが州間に跨る計画であるので法令による追認が必要であり、水利権に関する紛  
争が将来起こらないようにしておくべきである。

### 3.9 流域保全・管理

既設、建設中及び既計画の 6 ダム ; Jama, Esperanza, Rio Grande, Poza Honda,  
Pajan, Misbaque, Ayampe, についてその保全計画を立案した。また、Sancan, Cuaque,  
Puca, Pescado の 4 ダムについては、前記 6 ダムの流域との類似性からその流域保全の  
ための費用及び保全による効果を類推した。

検討された 6 ダムの流域における土地利用の現状をみると、不適正な土地利用が全面積  
の半分に及んでいる。流域保全のための保護林地が急激に減少しており、耕作地、特に  
牧草地が増加している。このような状況下でマナビ州は土壌侵食が激しい地域として位置  
付られる。

土壌流亡を軽減するための方策として、牧草地を林地に戻すことが考えられる。検討  
の結果、対象流域内の全牧草地約 120,000 ha を以下の如く利用転換することが望まれる。

農業用林地	1,500 ha
植林地	4,300 ha
竹等植林地	1,500 ha
牧畜用林地	5,500 ha
改良牧草地	103,700 ha
合計	116,500 ha

上記の土地利用転換と平行して、斜面保護柵、22 か所の砂防ダムを建設するほか、住民に対する教育、技術指導、及び流域の保全監視のために 9 グループを編成することが必要との結論に達した。

流域保全計画の実施には 10 年を要し、その後の 30 年間に効果が現れると計画した。貯水池への土砂流入量が減少すること、農業生産の増加、雇用の促進等が流域保全による便益である。10 年に亘る計画実施の投資額は大略  $S/.50 \times 10^9$  である。

各流域について、割引率 11 % で流域保全計画の便益/費用比(B/C 比)を試算してみると、Rio Grande 2.89、Poza Honda 1.66、Jama 2.56、Esperanza 1.66、Pajan 1.26、Ayampe 1.14 という結果となった。始めの 4 流域に対しては B/C 比も高く流域保全計画の実施が望まれるが、Pajan と Ayampe の各流域では B/C 比が低くその実施は余り勧められない。

流域の類似性より流域保全計画を検討した 4 ダムの流域では Sancan を除く Cuaque、Puca、Pescado の 3 流域についてはダム計画のフィージビリティスタディ実施する場合には、その流域保全計画を更に詳細に行う必要があると思われる。

流域保全計画は水資源開発計画の環境に与える影響を左右し、保全計画の実施は事業実施による環境への悪影響を大いに改善することができる。