

ドミニカ共和国
西部地下水開発計画調査
事前調査報告書

平成 2 年 3 月

国際協力事業団

社調二

90-065

ドミニカ共和国西部地下水開発計画調査事前調査報告書

平成二年三月

国際協力事業団

LIBRARY

国際協力事業団

21135

JICA LIBRARY



1082232181

21135

序 文

日本国政府は、ドミニカ共和国政府の要請に基づき同国西部に位置し、ハイティ国境と南北に接する4県（モンテ・クリスティ、ダハボン、エリヤス・ピーニャ、インデペンデンシア）を対象とした地下水開発計画調査を行うことを決定し、その調査を国際協力事業団が実施することとなった。

国際協力事業団は、平成2年2月4日から20日までの17日間にわたり国際協力事業団国際総合研修所国際協力専門員・足立隼夫氏を団長とする事前調査団を同国へ派遣した。

同調査団は、現地踏査及び資料収集を行い、併せて本格調査を行ううえで日本国及びドミニカ共和国両政府のとるべき措置と本格調査の枠組みを規定したScope of Work (S/W) についてドミニカ共和国政府と協議を行った。

本報告書は、その結果をとりまとめたものである。

本報告書が、今後の本格調査を立案・検討し実施するに際し参考となることを期待するとともに、今回の調査実施にあたり多大のご協力をいただいたドミニカ共和国政府、在ドミニカ共和国日本大使館並びに関係各位に対し厚く御礼申し上げる次第である。

平成2年3月

国際協力事業団
理事 玉光弘明

ドミニカ共和国主要指標

1) 面積	積	48, 442. 23km ² (日本の約0. 13倍)
2) 人口 (1987年央)	口	総人口 6, 716千人
3) 政 元	体 首	立憲共和制 大統領: ホアキン・バラゲール
4) 人種構成	成	混血(白人・黒人) 72.9% スペイン系白人 16.1% アフリカ系黒人 10.9% その他 0.1%
5) 言語	語	公用語: スペイン語
6) 宗教	教	キリスト教(カソリック)
7) 教育 (1986年)	育	成人識字率 : 76.3% 義務教育は7~14歳の8年間で無償(初等教育) 就学率(標準就学年齢人口に対する総就学者の比率) 初等教育(7~14歳) : 100.4% 中等教育(15~19歳) : 35.0% 高等教育(20歳以上) : 3.8%
8) 通貨 (1989年9月現在)	貨	ペソ 対米ドル公定為替レート 1米ドル=6.41ペソ
9) 貿易 (1988年)	易	貿易額(輸出入総額): 2,490.4百万米ドル 輸出額(FOB) : 890.4百万米ドル 主要相手国 : 米国、プエルトリコ、オランダ、日本、ベルギー、ルクセンブルグ、ソ連、カナダ 輸入額(CIF) : 1,600.0百万米ドル 主要相手国 : 米国、日本、西ドイツ、ヴェネズエラ
10) 外貨準備高 (1988年)	高	309百万米ドル
11) 対外公的債務残高 (1988年)	高	3,844百万米ドル
12) 債務返済比率 (1988年)	率	対GNP: 17% 対輸出比: 65%
13) GNP (1987年)	P	4,630百万米ドル 一人当たり740米ドル
14) 年平均インフレ率	率	16.3%(1980-87)
15) 会計年度	度	1月1日~12月31日

出典: JICA 経済技術協力国別資料

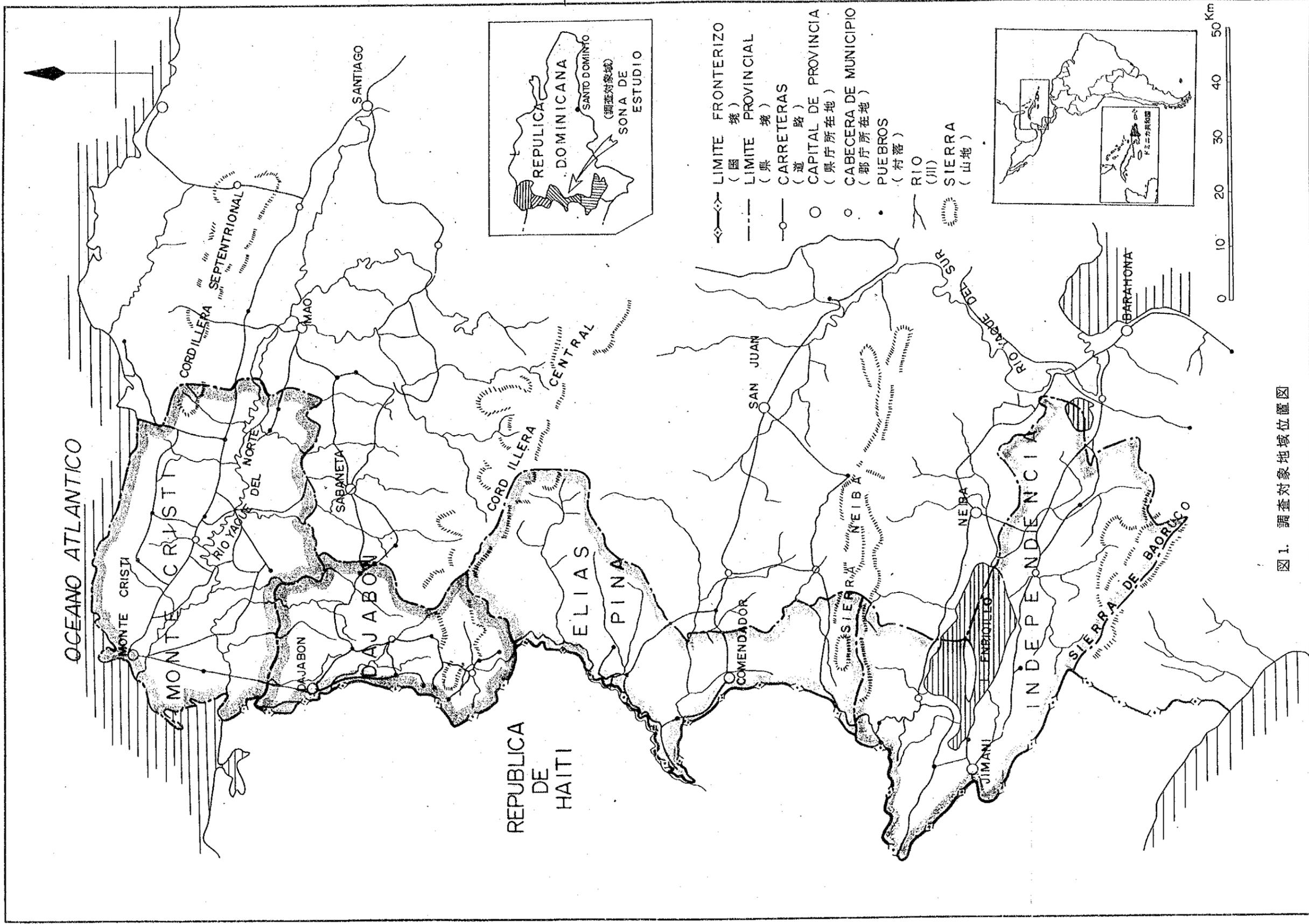


图1. 调查对象地域位置图



S/W 調印式 INAPA 事務所内にて



S/W 協議状況 INAPA 事務所内にて



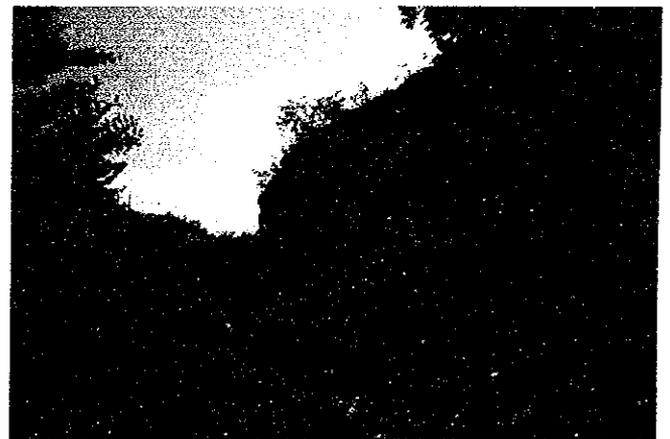
現地ボーリング業者所有のトラックマウント
ローピングパーカッション機械(修理中)



同左 業者所有の水中ポンプ及び鋼管



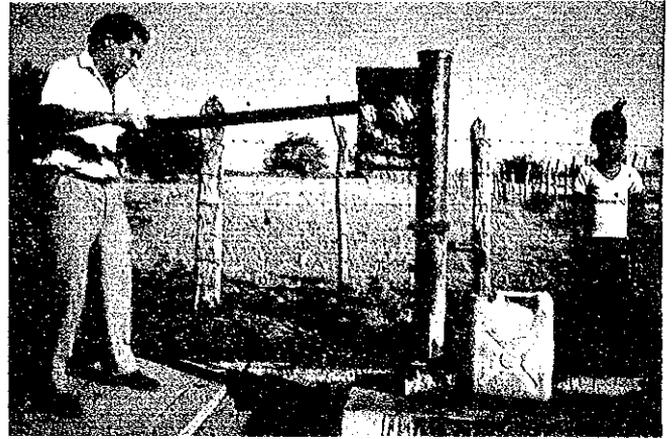
ダハボン県の北部レストウラシオン市近郊ネイタ川
河床露岩(火山岩類)。右前方は水道用水取水口



エリヤス・ピーニャ県西部山岳地帯
第三紀礫岩層、道路は水で流され路面水良



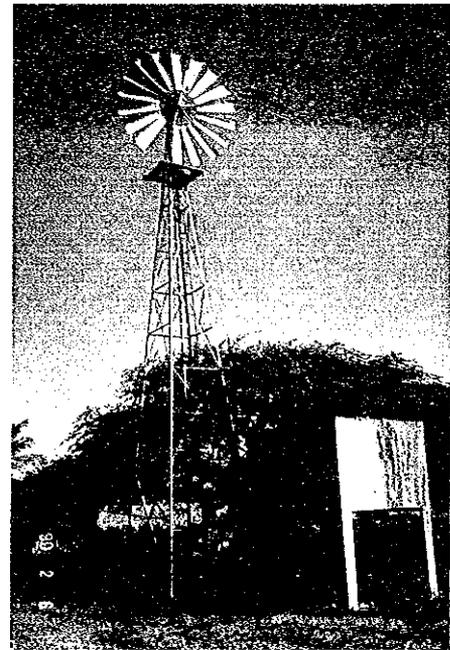
モンテ・クリスティ県東部、ラ・バイトア
ロバによる生活用水運搬



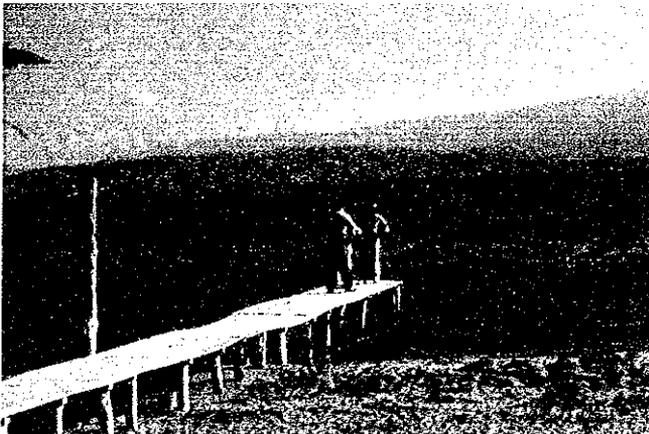
ダハボン県西部、パライソ・デ・アピアシオン
ドミニカ国製手押しポンプ井戸 1986年設置



INAPA 所有のローピングパーカッション
アスア修道院用井戸掘削中 71speed star



モンテ・クリスティ県 サバナ・クルス
風車ポンプと貯水タンク 1946年設置



インデペンデンシア県 エンリキーリョ湖(塩水)



同左
エンリキーリョ湖東部沖積平原
塩害により裸地化している

目 次

序 文

ドミニカ共和国主要指標

調査対象地域位置図

写 真

(総 論)

1. 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の目的	1
1-2 事前調査団の構成	1
1-3 相手国受入れ機関	1
1-4 調査行程	1
2. 事前調査結果の概要	3
2-1 要請の背景及び経緯	3
2-2 要請の内容	3
2-3 S/W協議の経緯及び結果	4

(各 論)

3. ドミニカ共和国の概要	7
3-1 自然条件	7
3-2 社会・経済状況	13
4. 生活用水確保に関する計画の概要と進捗状況	18
4-1 実施機関	18
4-2 計画の概要	18
4-3 ドミニカ共和国における生活用水に関する現状と問題点	19
4-4 上下水道庁 (INAPA) の実施体制	21
5. 調査対象地域の概況	27
5-1 社会・経済	27
5-2 地形・地質	31
5-3 気象・水文	33

5-4	地下水利用	35
5-5	給水体制	40
6.	本格調査の内容	41
6-1	調査の目的	41
6-2	調査の基本方針	41
6-3	対象地域及び範囲	42
6-4	調査項目及び内容	42
6-5	調査工程	57
6-6	報告書	58
6-7	要員計画案	58
6-8	調査用資機材	62
6-9	調査実施上の留意点	66

附属資料

1.	ドミニカ共和国政府からの技術協力要請書 (TOR)	69
2.	S/W (英文)	88
3.	M/M (英文)	96
4.	S/W (西文)	101
5.	M/M (西文)	109
6.	収集資料リスト	115
7.	質問書及び回答書	116
8.	面談者リスト	146
9.	現地ボーリング業者リスト及び上・下水道工事業者リスト	147
10.	西部4県の給水計画村落リスト	150
11.	西部4県の既存井戸リスト	157
12.	ドミニカ共和国を襲ったハリケーンリスト	162

付 表 一 覧 表

- 表1-1 調査工程表
- 表3-1 ドミニカ共和国の主要経済指標等
- 表3-2 ドミニカ共和国の輸出構造
- 表4-1 水質基準
- 表5-1 対象地域の人口
- 表5-2 人口の増加率
- 表5-3 都市人口と地方人口
- 表5-4 将来の人口予想
- 表5-5 耕地面積等
- 表5-6 農作物
- 表5-7 家畜
- 表5-8 対象地域の気象
- 表5-9 対象地域の月別気象
- 表5-10 対象地域の給水人口
- 表5-11 対象地域の給水設備
- 表5-12 事前調査団の実施した水質試験結果
- 表6-1 対象地域の面積と人口
- 表6-2 試掘井戸一覧表（事前調査団案）
- 表6-3 全体計画調査工程表（案）
- 表6-4 調査用資機材リスト（事前調査団案）

付 図 一 覧 表

- 図1 調査対象地域位置図
- 図3-1 ドミニカ共和国の地形
- 図3-2 ドミニカ共和国主要河川流域図
- 図3-3 ドミニカ共和国地質図
- 図3-4 ドミニカ共和国の自然条件図
- 図3-5 ドミニカ共和国国家行政組織図
- 図3-6 ドミニカ共和国行政区分図
- 図4-1 上下水道庁の組織図
- 図5-1 ドミニカ共和国主要道路図
- 図5-2 モンテ・クリスティ東部模式地質断面図
- 図5-3 SANITA 井戸柱状図
- 図5-4 EL LIMON 井戸柱状図
- 図6-1 西部地域におけるINAPA給水設備及び測候所
- 図6-2 試掘井戸位置図（事前調査団案）
- 図6-3 ケーシングプログラム
- 図6-4 西部地域地下水開発調査流れ図

總 論

1. 事前調査の概要

1-1 事前調査の目的

ドミニカ共和国政府からの要請に基づき、同国西部に位置しハイティ国境と南北に接する4県（モンテ・クリスティ、ダハボン、エリヤス・ビーニャ、インデペンデンシア）を対象とした地下水開発計画調査を実施するものである。本事前調査は本格調査に先立って要請内容の確認及び本格調査の方針、内容等を検討し調査のScope of Work (S/Wと略称)を協議・署名することを目的とする。

1-2 事前調査団の構成

足立隼夫	(総括)	国際協力事業団 国際協力総合研修所 国際協力専門員
吉元清	(調査企画)	国際協力事業団 社会開発調査部 社会開発調査第二課
亀澤稔	(水理地質)	中央開発(株)
青山孝	(ボーリング計画)	中央開発(株)
桜井左千代	(通訳)	(株)国際協力サービス・センター

1-3 相手国受入れ機関

上下水道庁 (INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ARCANTARILLADOS: 略称INAPA)

1-4 調査行程

事前調査は平成2年2月4日から16日まで13日間の日程で実施された(ただし調査関連資料収集、ボーリング調査単価調査等のため青山、亀澤、桜井団員は2月20日まで)。調査行程は表1-1に示すとおりである。

表1-1 調査行程表

日順	月日 (曜日)	行程及び調査内容
1	2月4日 (日)	東京--ロサンゼルス ANA006
2	5日 (月)	ロサンゼルス--サント・ドミンゴ PA100 (20:31着)
3	6日 (火)	日本大使館表敬、JICA事務所表敬 大統領府技術庁、INAPA表敬及び日程打合せ
4	7日 (水)	INAPAより要請内容等聴取及びS/W(案)事前説明
5-7	8日-10日	現地踏査
	*8日 (木)	第1班: Monte Cristi 県、Dajabón 県-吉元、青山団員- Santo Domingo-- <u>Villa Sinda</u> --Botoncillo--Sabana Cruz--Los Conucos--Algodones--Las Aguitas--El Monantial-- <u>Jobo Corco</u> <u>bado</u> --Villa Garcia-- <u>Bohio Viejo</u> --Guayunbincito (浄水場)-- Monte Cristi (泊)
	*9日 (金)	Monte Cristi-- <u>Proyecto de Cruz de Manzanillo</u> --Palo Viejo-- El Duro--Las Aguas-- <u>Sanita</u> --Los Conucos--Canongo--Cilónia La Vigia--Dajabon--Loma de Cabrera--Restauración--Dajabón (泊)
	*10日 (土)	<u>Dajabon</u> -- <u>Paraiso de Aviación</u> -- <u>Palo Blanco</u> --Coral Grande (ダハボン市浄水場)--Tamarindo-- <u>La Penita</u> --Pueblo Nuevo--Capocillo--La Ceiba-- <u>Piñal Claro</u> --Piedra Blanca-- <u>Los Indios</u> --Buen Gusto--Santo Domingo *注: 下線は既存井戸の水質調査を実施した地点を示す。
	*8日 (木)	第2班: Elias Pina 県、Independencia 県-足立、亀澤、桜井団員- Santo Domingo--Azua--San Juan--Matayaya--La Lajita-- Los Yareyes--Sabana Cruz-- <u>Hato Viejo</u> --Guaroa-- La Margarita--Comendador-- <u>San Juan</u> (泊)
	*9日 (金)	San Juan--Barahoana-- <u>Angostura</u> --Palma Dulce--Duverge--La Florida-- <u>El Limon</u> --Jimani-- <u>Roca de Cachon</u> --El Cachon-- Barto Lome--Los Pinos--Neiba--Barahona (泊)
	*10日 (土)	Barahona--Santo Domingo
8	11日 (日)	団員打合せ、資料整理、M/M案作成等
9	12日 (月)	INAPAとのS/W協議及びM/M案協議
10	13日 (火)	S/W及びM/M署名 日本大使館、JICA事務所報告
11	14日 (水)	資料収集、調査単価等調査17日まで(青山、亀澤、桜井団員) *サント・ドミンゴ→ロサンゼルス(足立団長、吉元団員) PA434 (08:45)
12-14	15-17日 (木)	資料収集、調査単価等調査
15	18日 (日)	サント・ドミンゴ--ロサンゼルス(青山、亀澤、桜井団員) PA432 (08:45)
16	19日 (月)	ロサンゼルス--
17	20日 (火)	→東京

2. 事前調査結果の概要

2-1 要請の背景及び経緯

調査対象地域は、ハイティ国との国境に接し重要な地域であるが、年間降雨量が700~1,100mmの半乾燥地域であり、生活用水の不足が地域開発の遅れと相俟って住民の定着率が悪くドミニカ国の中でも最貧地域となっている。対象地域の面積は6,527 km²人口は約245千人である。

ドミニカ共和国政府は同地域の開発の推進により経済の地域格差の是正を図り、国土の均衡ある発展を目指しており、このため同地域から強く要請されている地下水開発による生活用水の安定供給が急がれている。同地域の生活用水供給は、風車ポンプ、手押しポンプ等小規模のものが主体であり、散在して行われている。

かかる状況下、1988年4月中米・カリブ経済協力調査が実施された折、ドミニカ共和国政府より西部地域地下水開発事業に対する無償資金協力要請が出され、これを受けて1989年3月実施されたプロジェクト形成調査の結果、開発調査による地下水賦存量等調査の必要性が指摘された。

今般1989年11月、ドミニカ共和国政府は開発調査にかかわる技術協力を我が国に要請してきた。

2-2 要請の内容

ドミニカ共和国政府から提出された要請内容の要旨は次のとおりである。

(1) 目的

- ① 西部4県における地下水賦存量の推定
- ② 西部4県を対象とした地下水開発計画及び給水計画の策定
- ③ 調査を通じてのカウンターパートへの技術移転

(2) 調査の内容

① 西部4県の一般調査

社会・経済、水利用の現況、地形・地質、気象・水文、航空写真等既存資料の収集、調査解析

② 西部4県の地下水賦存量調査

既存井戸の地質データ、地下水位、揚水量、水質、電気・物理探査、空中写真判読、地下水の水収支

③ 試験井戸ボーリング実施計画の策定

試験井戸ボーリング位置の選定、実施計画（案）の策定

④ 風向・風力の測定

試験井戸ボーリング選定地点における自記風向・風力計の設置及び観測

- ⑤ 試験井戸ボーリング及び揚水テスト
電気探査（掘削地点）、掘削、検層、揚水試験、水質調査
- ⑥ 給水設備計画の策定
揚水計画、給水計画、ポンプ形式、能力の選定、給水施設設備の設計
- ⑦ 西部4県の地下水開発計画の策定
削井実施計画及び実施工程、実施体制の整備計画、維持管理体制、事業費の積算
- ⑧ 評価調査
環境影響調査、社会・経済的評価

2-3 S/W協議の経緯及び結果

事前調査団は、携行したS/W（案）に基づき、2月7日、12日、13日の計3回にわたって上下水道庁（INAPA）のIng. INFANTE技術部長及びその他の関係者とS/Wに係る協議を行い、2月13日、INAPA Ing. MANUEL GARCIA 総裁と事前調査団の足立隼夫団長との間でS/W及びS/W協議にかかわるミニッツ（M/Mと略称）の署名・交換を行った。

S/Wについては字句の修正もほとんどなく、ほぼ日本側原案のとおり合意された。また、ドミニカ共和国側からの強い要望に応えS/W、M/Mの英語版及び西語版を作成し、英語版を正文とすることで合意した。

(1) 調査の位置付け

INAPA（上下水道庁）はドミニカ共和国関連機関（厚生省、水利庁、サント・ドミンゴ、サンチアゴ両水道公社）との協力のもと、国連の「農村水利の年」宣言に則り全国約8,250村落のうち生活用水供給施設のない約6,750村落を対象に西暦2000年を目標年とする「全国生活用水及び衛生計画」により生活用水を供給することを検討中である。これら対象村落地域のうちドミニカ共和国西部国境地帯に位置し、本計画調査対象地域である4県は地政学的に重要であるが、他の地域に比べ特に生活用水不足が深刻で、これがネックで開発が最も遅れている。

INAPAは調査対象地域4県の約800村落（約82%は供給施設なし）のうち生活用水不足が深刻な人口300人以上の154村落を対象に地下水開発を中心とした生活用水供給を計画しており今回の日本の協力による地下水賦存量調査に多大な期待を抱いている。INAPAは日本側協力による調査結果に基づきこれら村落に対する給水計画事業を実施していくとともに、将来引き続き残る村落を対象とする生活用水供給計画を策定し逐次実施することとしている。

また、INAPAは本計画調査を同国における地下水開発による生活用水供給事業のモデルとして位置付け調査経験・手法等を他の県へも積極的に活用していきたいとの強い意向を有している。

(2) 協議過程及び議事録記載事項

1) 既設設備の維持管理

対象の4県を中心とする現地調査を実施した結果、既設の手押しポンプまたは風車による井戸からの揚水による生活用水の供給は、必ずしも有効に働いているとは言い難い。それは主として揚水設備の故障によるもので、利用者からの連絡の不的確、修理要員及び維持管理予算の不足、日常点検の不徹底等がその原因と考えられる。この点に関し調査団は、INAPAに対してその対応の方針を明らかにするよう説明を求めた。現地の維持管理組織、国際機関の援助による総合的な機能回復計画について説明があったが、本件開発調査の一環として、既設設備の機能回復計画の策定が重要であることを説明した。その結果、INAPAは、調査開始までに修復計画の全容を明らかにし、これを本格調査団に説明することに同意したので、その旨議事録に記し、双方確認した。

2) 試験井の必要本数及びその配置

西部4県、154村落を対象とした地下水の賦存量確認並びに生活用水供給計画策定のために、地質踏査、物理探査等の広域調査のほか、確認のための試験ボーリングが必要となる。このボーリング計画は、前半の総合的な調査の結果に基づいて、本格調査団によって提案されることとなるが、現段階においては、調査対象地域が広域にわたること並びに地形・地質が複雑なことを考慮すると、全域に広く分布した30本程度の試験ボーリングが必要であることで双方の技術的意見が一致した。この位置の決定にあたっては、調査の主たる目的のほか、試験井を生産井に転換できるよう考慮することで合意したので、本格調査団の調査留意事項として議事録に記して、双方確認した。なお、INAPAの生産井への転換に対する要望は強く、先方の計画と調整のうえ、当方としても位置の決定のほか必要機材の準備等、事前の対策が必要と考えられる。

3) 表流水利用の可能性

本案件は、地下水開発を主体とする生活用水の供給計画の策定を目的としているが、現地調査を実施した結果、ある集落は山脈の山麓部分に位置しており、このような集落に対しては、山脈から発する地下水を水源とした湧泉が、地下水開発の代替案として考えられることが判明した。この湧泉は、水質的にも大規模な浄水設備は必要ないと考えられるので、小規模集落に対しても有効な供給手段となるものと考えられる。この湧泉の可能性のある地域は、エリヤス・ピーニャ、インデペンデンシアを中心とした南部の山麓地域である。さらに、河川表流水を灌漑のために導水している地域があり、このことも考慮して、もし簡単な処理で河川表流水が飲料水に転換できる場合には、有力な代替手段となるものと考えられる。これらの点は、既にS/Wにも盛り込まれているが、本格調査団は、これらの広範な水源を対象とした総合的な調査を実施する必要がある。

4) 関連機関供給設備との調整

対象地域への水供給に関しては、INAPAのほか、厚生省、水利庁（INDRHI）等の設備がそれぞれの目的に応じて混在しており、これらを総合的に把握して対策を立てる機能を持った機関は、INAPA以外には考えられない。調査団は、特にこの点に関してINAPAの注意を促し、既設関連設備のデータベース手法による情報の一元化の推進を強く勧告した。本格調査団の効率的な調査活動を助けるためには、これらの点に関するINAPAの事前の作業が必要であるが、現在INAPAは、コンピューターの導入による一般的な情報整理の計画を推進中であり、本格調査団としても、この計画に整合した形で協力する必要があるものと思われる。INAPAが約束した事前の関連機関を含めた既存設備調査を基礎として、本格調査団は、カウンターパートの協力を得て、この既設設備台帳を、現場調査を含めて完成し、供給計画策定の基礎資料とする必要があるものと思われる。

5) 調査用機材の供与に関する協議

事務所設備、車両を含めた本格調査に必要な機材についての、INAPA側の対応について協議した。この結果、先方は、事務所設備のうちパーソナルコンピューター及び付属プログラム、タイプライター、コピー機等の特殊機材の供与、調査に必要な車両の供与、ボーリング機械及びその付属品・電探機器・気象観測用機器・水質検査用機器の供与を強く希望した。調査団は、INAPAの所有機材の実態、現地調査対象地域の現状、調査活動への必要性を考慮して検討した結果、一部のものについて日本政府と協議のうえ対処すべく、この旨議事録に記して、双方確認した。

6) 技術移転に関する協議

先方は、S/Wに基づいてカウンターパート・チームを編成するが、特に、ボーリング技術の移転のため、カウンターパートによる掘削班を編成することで合意した。この旨を議事録に記し、双方確認した。また、水文地質及び井戸掘削技術の分野に関し、カウンターパートの日本における研修を希望した。調査団は、この点に関し、日本政府と協議のうえ対処することとし、その旨議事録に記して、双方確認した。

各 論

3. ドミニカ共和国の概要

3-1 自然条件

1) 位置

ドミニカ共和国は、カリブ海に浮ぶアンティール諸島、(Las Antillas, 西インド諸島とも呼ばれる)の中で、キューバ島に次いで大きいイスパノラ島の東部3分の2を占め、国土面積は48,442km²であり、西はハイティ共和国と隣接している。地理的位置は、北緯17度36分~19度58分、西経68度19分~72度01分と、赤道と北回帰線に囲まれた海域にあるため、亜熱帯海洋性の気候である。

2) 地形

ドミニカ共和国は、図3-1に示すとおりその地勢が複雑であり、地域により気候も異なる。すなわち、気候を規制する山脈をみると、国の北西から南東に向かって四つの山脈 - 北部山脈、中央山脈、ネイバ山脈、パオルコ山脈が、ほぼ平行に走っている。このうち、北部山脈は最北部に位置して大西洋との間に細長い丘陵地帯を形成し、北東からの風を受け止めてほぼ半年間はこの地域に豊富な降雨をもたらし、同国の重要なコーヒー栽培地帯となっている。



出典: Oficina Nacional de Estadística, 1986, República Dominicana en Cifras 1986, Vol. XI.

図 3-1 ドミニカ共和国の地形

中央山脈は、この国最大の山脈で、ハイティから首都サント・ドミンゴ付近にまで達しており、最も高いデュアルテ山 (PICO DUARTE、標高 3,175m) をはじめ 3,000m 級が 2 峰、2,000m 級は 22 峰もある。同山脈の北方の裾野に広がるシバオ地区 (CIBAO) と呼ばれるベガリヤル (VEGA REAR) 盆地は、同国で最も肥沃な農地地帯である。また、同山脈の支脈が東方に延びてジャマス山脈と東部山脈をなしているが、この両山脈は標高 1,000m 以下の丘陵山脈である。

ネイバ、バオルコの両山脈系は、ハイティ山脈の延長として南西に延びており、標高 2,000m 以上の峰は少ない。同両山系の間には湖面海拔 マイナス 40m のエンリキーリョ湖 (LAGO ENRIQUILLO) がある。

前述の 4 山脈の間には、北から順にシバオ (CIBAO)、サンファン (SAN JUAN)、エンリキーリョ流域 (CUENCA DE ENRIQUILLO) の盆地がそれぞれ発達している。また、大西洋に面したサマナ半島は、細長く延びた丘陵地帯で、この国で最も湿潤な地域である。

前述した四つの主要な山系は、気候にも大きく影響を及ぼしている。すなわち、北部、中部の山脈間に位置するシバオ盆地は、ドミニカ共和国で最も重要な 2 大水系であるヤケデルノルテ (YAQUE DEL NORTE)、ジュナ (YUNA) の両河川をとり込んでいる。

この地域は、同国屈指の穀倉地帯であることから中小都市が散在し首都サント・ドミンゴに次ぐ人口を擁している。

これらに次いで重要な水系は、サンファン盆地を潤すヤケデルスール (YAQUE DEL SUR) とその支流で、この一帯の灌漑に大きく貢献している。ドミニカ共和国主要河川流域の区分を図 3-2 に示す。

3) 地質

ドミニカ共和国の地質は図 3-3 に示すとおり、主として中生代白亜紀、第三紀、第四紀の地層から成り、北部山脈の一部及び中央山脈の一部には、時代未詳の変成岩類が分布している。これらの地層は一般に主要山脈の伸長方向である北西-南東の方向性を示している。
〔変成岩類〕

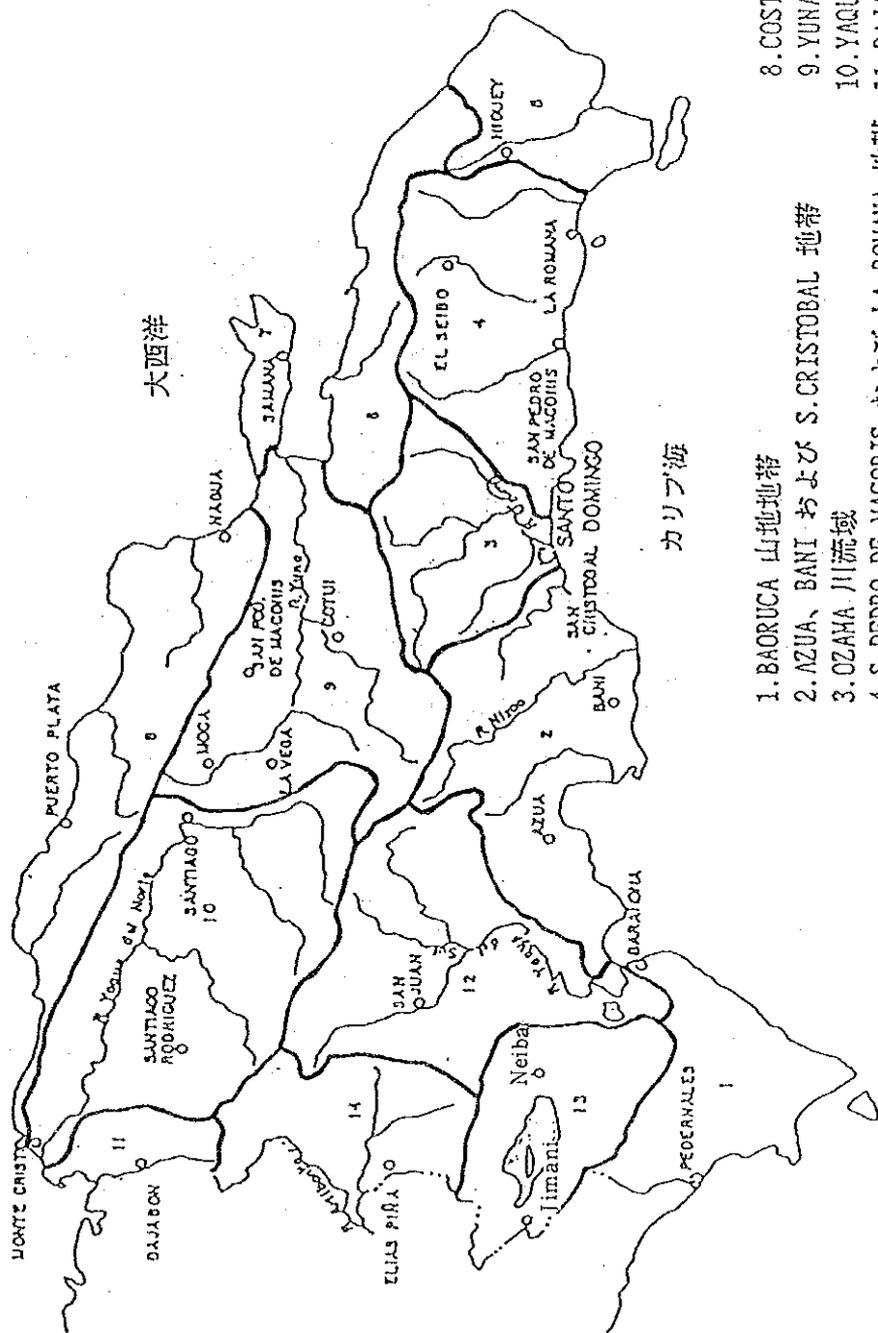
大部分は緑色片岩相の白雲母-緑泥石亜相に属する。北部山脈、中央山脈の一部に分布する。
〔白亜紀層〕

中央山脈付近及び東部山脈に主として分布する。石英安山岩・安山岩等の火山岩類と同質の凝灰岩、低変成度の堆積岩、泥岩、砂岩、石灰岩から成り、一般に著しく褶曲し、断層が発達する。

〔第三紀層〕

始新世～鮮新世までの地層が分布する。始新世の地層は、北部山脈、中央山脈南麓に主として分布し、礫岩、砂岩、泥岩などの浅海性堆積物と安山岩質の熔岩流を伴う。漸新世、中新世の石灰岩層は地溝に沿って分布し、一部浅海性の砂岩、泥岩と互層を成す。

中新世の一部には岩塩及び石膏の厚い層がみられ、インデペンデンシア県南東部では、岩



- | | |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| 1. BAORUCA 山地地帯 | 8. COSTA NORTE 地帯 |
| 2. AZUA、BANI および S. CRISTOBAL 地帯 | 9. YUNA 川流域 |
| 3. OZAMA 川流域 | 10. YAQUE DEL NORTE 川流域 |
| 4. S. PEDRO DE MACORIS および LA ROMANA 地帯 | 11. DAJABON 川流域 |
| 5. HIGUEY 地帯 | 12. YAQUE DEL SUR 川流域 |
| 6. NICHES および SABANA DE LA MAR 地帯 | 13. ENRIQUILLO 湖の窪地 |
| 7. SAMANA 半島地帯 | 14. ARTIBONITO 川流域 |

図 3-2 ドミニカ共和国主要河川流域図

塩の採掘が行われている。

鮮新世の地層は、石灰岩、泥灰岩から成り、北部山脈の東部及びサンファン盆地西部に分布する。

[火成岩類]

超塩基性岩としては、中央山脈東北部で北西-南東方向に延びる蛇紋岩化したかんらん岩が分布し、地表部で含ニッケルラテライトが発達している。酸性~中性の貫入岩は、中央山脈地帯に底盤状岩体のほか大小の岩株状岩体が分布する。最も大きな岩体であるロマデカブレラ (Loma de Cabrera) については、K-Ar年代測定で48Maが与えられている。(Cox et al. 1973)

4) 気 候

同国の島しょ性と、変化に富んだ地勢が気候にも反映され、湿潤多雨な地域もあれば、極めて少雨の乾燥地帯もある。

全国平均の年間平均降雨量は図3-4に示すとおり、約110日の降雨日で1,400mm強であるが、NEIBA地区の350mmからラグーナデリモン (LAGUNA DE LIMON) の2,750mmと、地域によって極めて差があるばかりでなく、季節的分布にも大きな変異がある。

一般に、3月が最も乾燥し、5月に最も雨が多い。12月から3月までの期間は、通常、北部山脈 (SEPTENTRIONAL山脈) を除いて全国的に乾燥している。また、4月から11月までは雨が降り易い気候である。夏には、しばしばハリケーンが襲来する。

年間降雨量1,000mm以下の半乾燥地域は、ヤケデルノルテ川の中・下流流域、ヤケデルスール川流域の中下流からエンリキーリョ湖に至る地域及び東部半島の突端付近、南西半島のペデルナーレス (PEDERNALES) 県などである。

本調査対象地域の西部4県については、標高の高い山岳部には1,000~1,600mmの降雨があるが、平坦部では700~1,000mmの年間降雨量である。

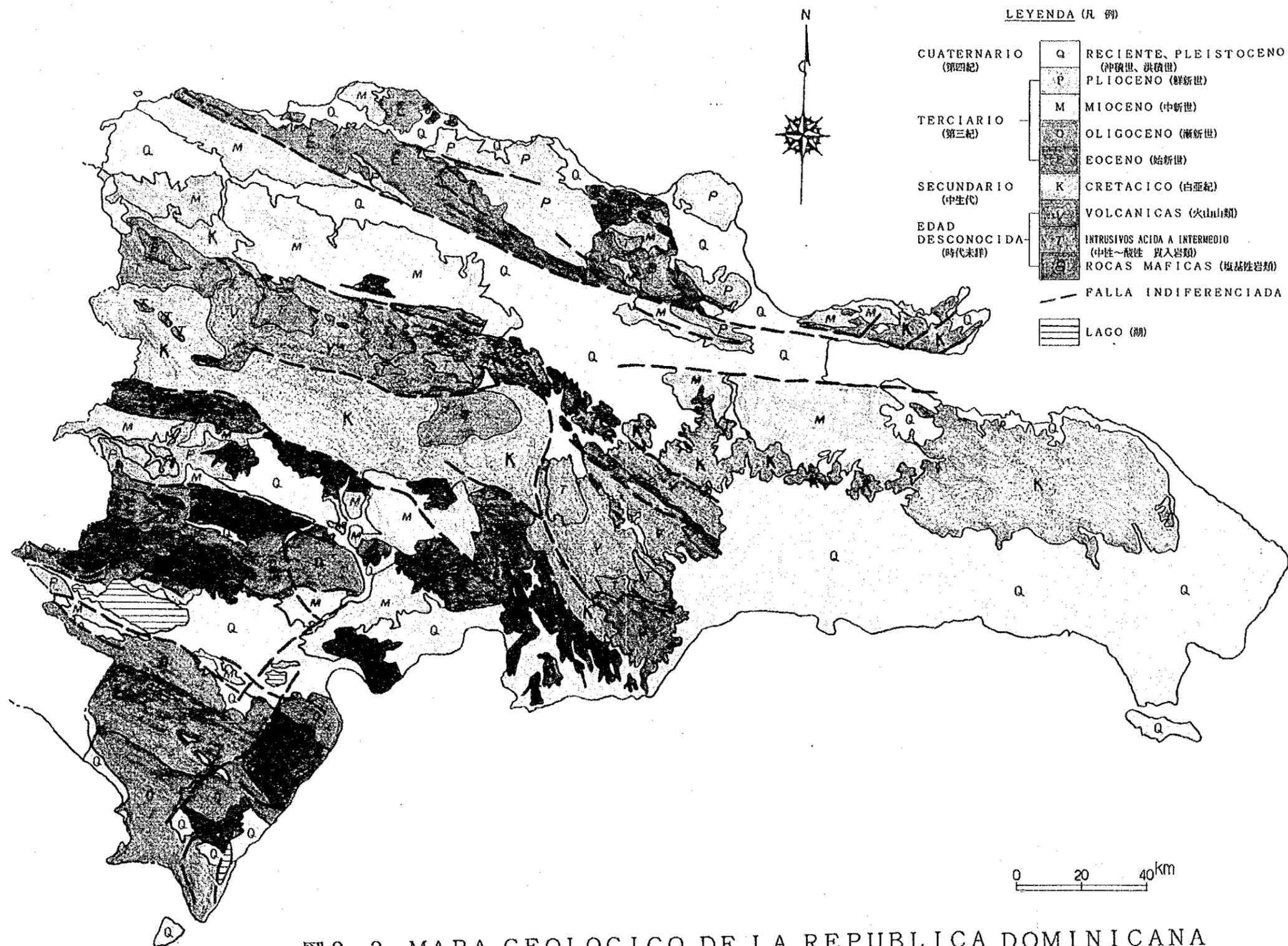


図3-3 MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA DOMINICANA

ドミニカ共和国地質図

出典: INDRHI 1:250,000

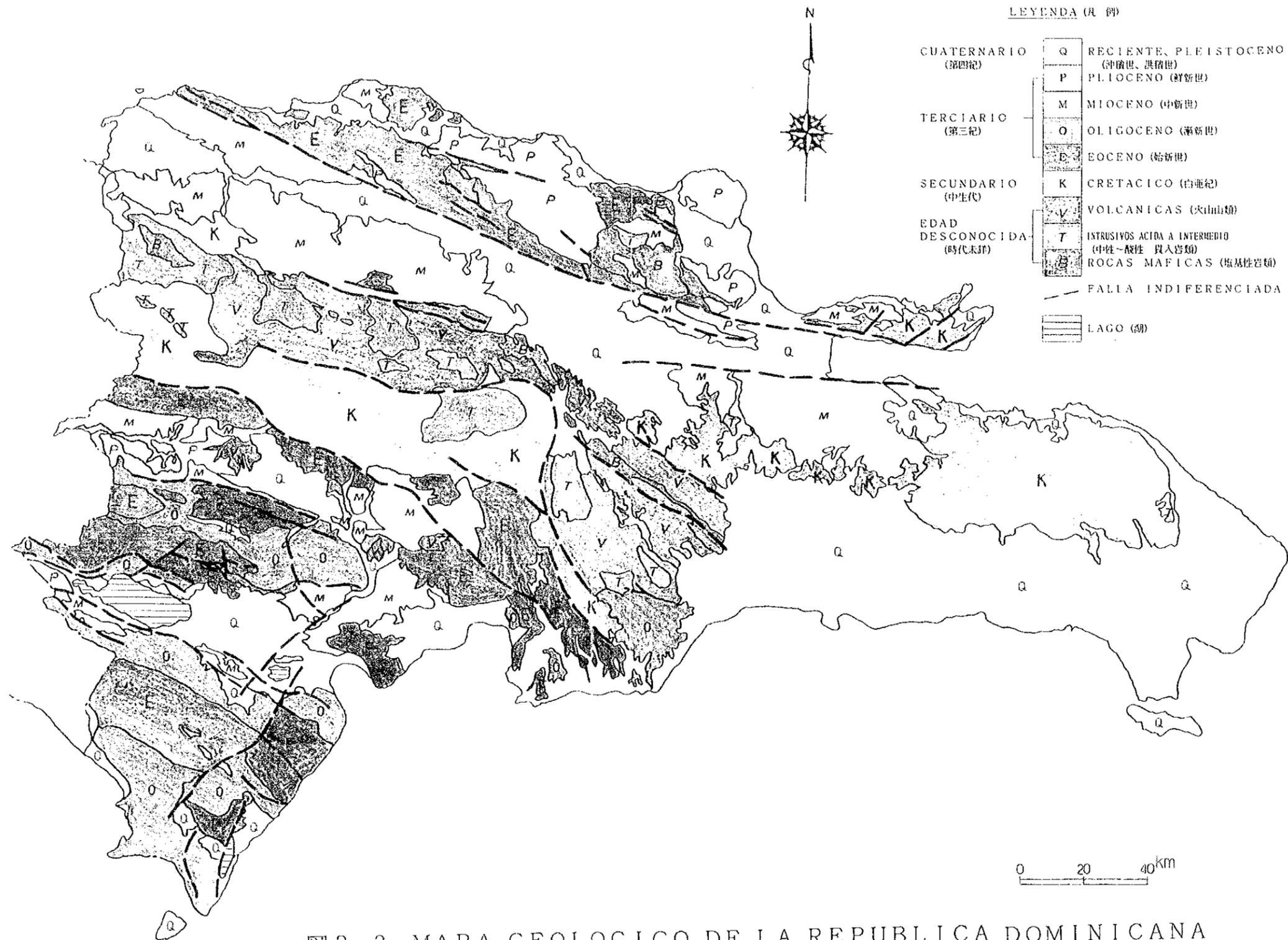


図3-3 MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA DOMINICANA

ドミニカ共和国地質図

出典: INDRHI 1:250,000

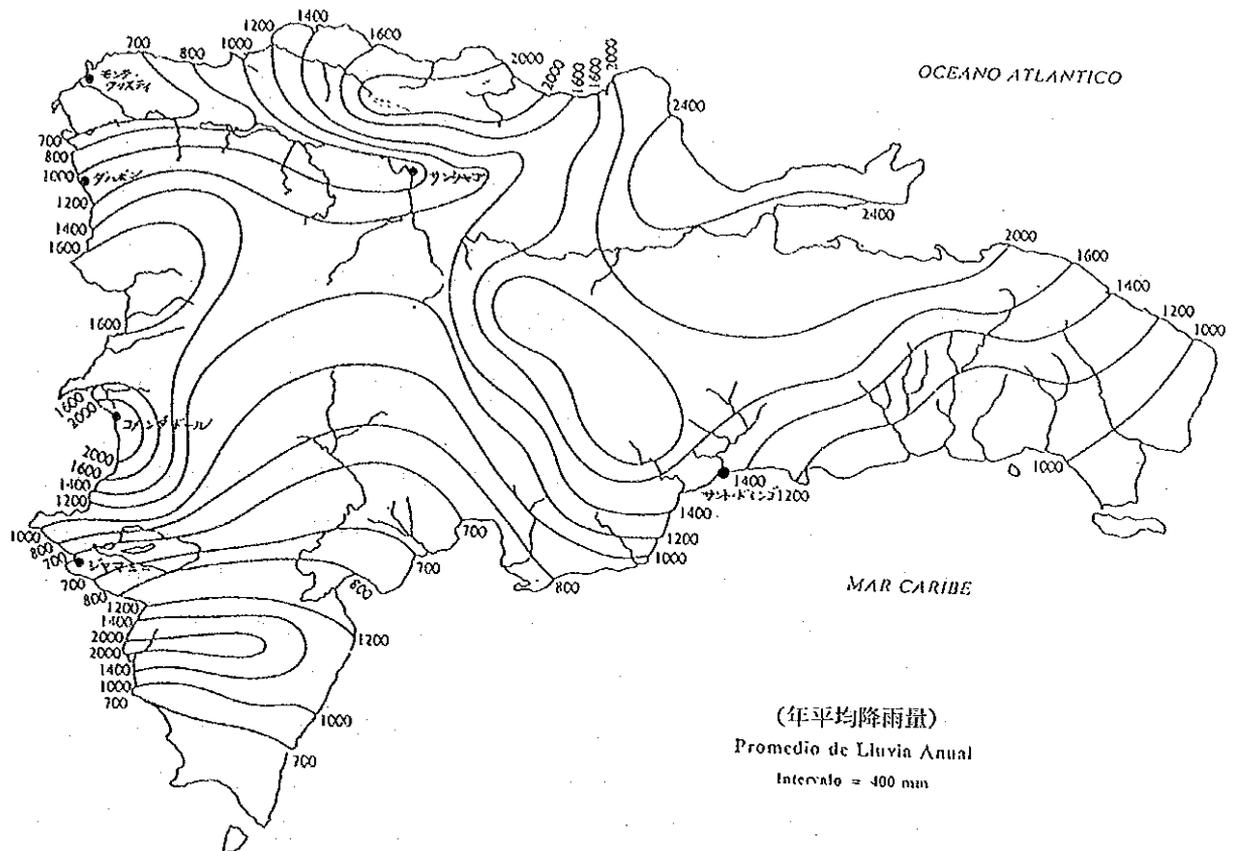


図3-4 ドミニカ共和国の自然条件図

3-2 社会・経済状況

- (1) 人口 6,716 千人 (1987年)
- (2) 人種構成

混血 (白人・黒人)	72.9%
スペイン系白人	16.1%
アフリカ系黒人	10.9%
その他	0.1%
- (3) 言語 公用語：スペイン語
- (4) 首都 サント・ドミンゴ
- (5) 政体 立憲共和国制 (1844ハイティから独立、ドミニカ共和国成立)
- 元首 大統領 ホアキン・バラゲーール
(1986.8より政権担当、任期 4年、1990年5月選挙)
- (6) 通貨 ドミニカペソ (1 US\$ = 6.28、1990.2)
- (7) 宗教 キリスト教 (カソリック)
- (8) 教育 成人識字率 (1986年) 76.3%
義務教育は、7~14歳の8年間の無償 (初等教育6年、中等教育2年) 就学率
(標準就学年齢に対する総就学者の比率)

初等教育 (1986)	100.4%
中等教育 (1986)	35.0%
高等教育 (1986)	3.8%

(9) 行政 行政機関は、図3-5に示すとおり大統領府と12省からなり、その他に省とは独立した多数の庁等がある。

地方行政は30 Provincia (県) に区分されている。県知事は大統領が任命するが、市長は直接選挙により選出される。

国会は、上下二院制で、上院定数29名、下院定数120名。任期はいずれも4年。

(10) 経済 基本的に農業と鉱業に依存する経済構造をもち、農業と鉱業がGDPの約20%をそれぞれ算出する。主要な農産物はサトウキビ、コーヒー、タバコであり、主要な鉱産物はフェロニッケル、金である。また工業は砂糖精製、精米、食品生産を主体としている。近年は、観光業の比重が上昇してきている。

経済は、80年代初めの石油価格の上昇、世界的な景気後退、対外支払い利子の増大等の影響を受けて低迷した。83年、84年には経済の建て直しのための政策が取られたが、成果は思わしくなく、85年にはIMFとの間でスタนด์・バイ協定を結び、構造調整が行われたほか、債務繰延べ措置もとられた。しかし、交易条件の悪化と早魃のため、85年の経済成長率は-3.6%となった。86年には工業及び建築部門が堅調な回復を示したため、成長はプラスに転じ、以後経済成長が持続している(86年、87年の経済成長率はそれぞれ3.2%、8.1%)。ただし、政府が高めの経済成長を企図していることもあって、外貨不足とインフレに悩んでいる(我が国の政府開発援助-下巻、1989年、外務省経済協力局編より抜粋)。

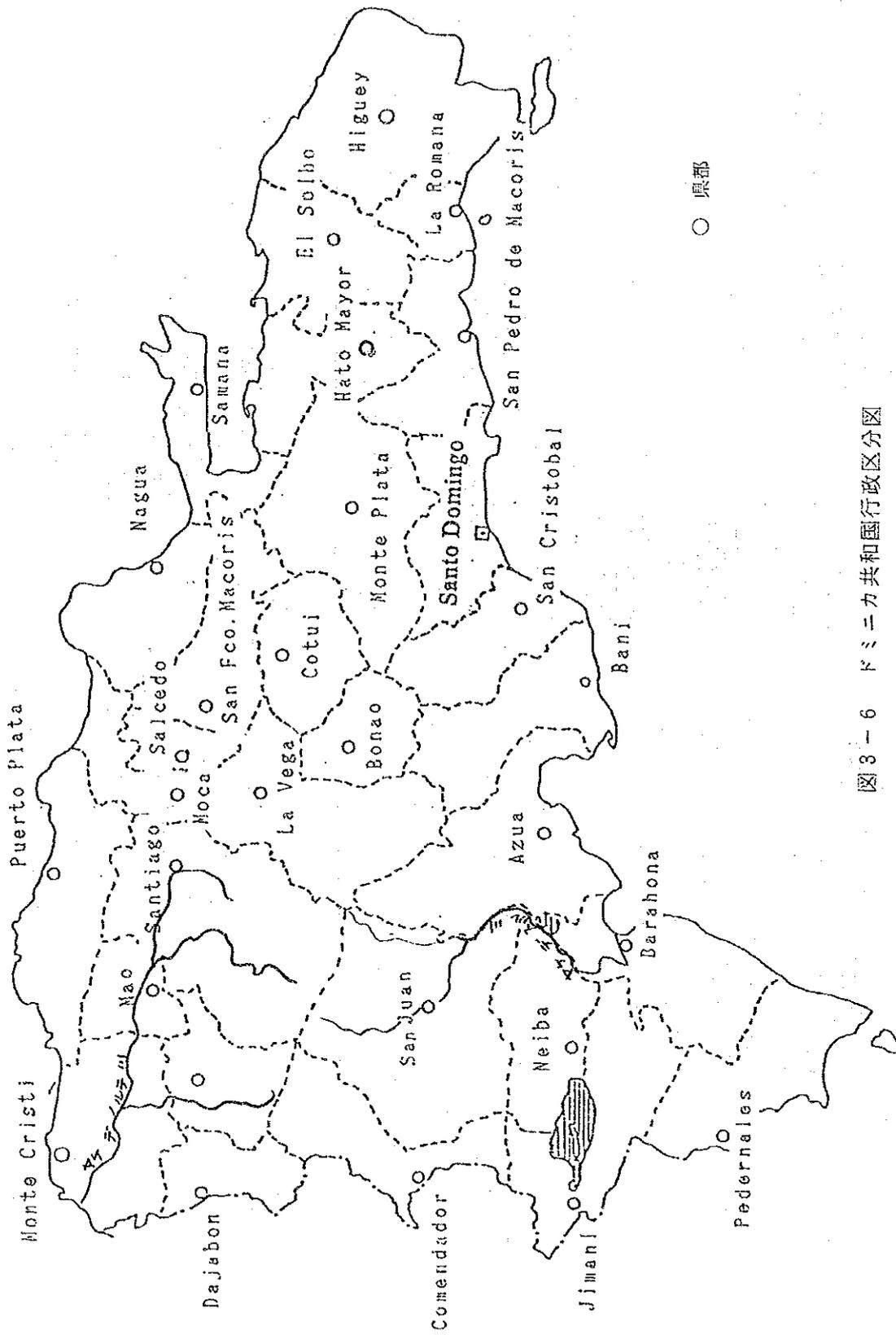


图 3-6 多米尼加共和国行政区划图

表3-1 ドミニカ共和国の主要経済指標等

		85年	86年	87年	増加率 (80~87年平均)
人	口(千人)	6,416	6,568	6,716	2.4%
G N P	総額(百万ドル)	4,870	4,671	4,930	0.9%
	一人当り(ドル)	760	710	730	-1.4%
経常収支(百万ドル)		-108	-99	-270	-
財政収支		-262	n. a.	n. a.	-
(百万ドミニカペソ)	海外	274	n. a.	n. a.	-
	国内	-12	n. a.	n. a.	-
消費者物価上昇率(%)		37.6	9.7	16.0	-
D S R (%)		12.7	16.3	n. a.	-
対外債務残高(百万ドル)		2,782	2,904	3,071	-
為替レート(年平均、1USドル=ドミニカペソ)		3.1126	1.9043	3.8448	-
分類(D A C / 国連)		低所得国/-			

出典：我が国の政府開発援助-下巻、1989年、外務省経済協力局編

表3-2 ドミニカ共和国の輸出構造

1987 1月~11月				
砂糖	153.2	百万ドル	23.3	%
コーヒー	59.2		8.8	
カカオ	71.9		10.8	
タバコ	15.0		2.2	
鉱石	221.0		33.1	
水産物	1.1		0.2	
農産物	35.3		5.3	
その他	100.2		15.2	
計	657.1		100.0	

出所：Boletin Mensual, Dec. 1987

Banco Centra de la Republica Dominicana

4 . 生活用水確保に関する計画の概要と進捗状況

4-1 実施機関

ドミニカ共和国において生活用水の開発・供給に係る政府機関は、次の5機関がある。

- (1) 厚生・社会福祉省 (SECRETARIA DE ESTADO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL : SESPAS.)
- (2) 水利庁 (INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIRAUICOS : INDRHI.)
ドミニカ共和国の水資源全般を取り仕切っているが灌漑用水の開発を主とする。
- (3) 上下水道庁 (INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS : INAPA.)
サント・ドミンゴ市、サンチアゴ市の2大都市圏を除く地域の生活用水の開発及び供給並びに下水道整備を行う。本計画調査のドミニカ共和国側実施機関である。
- (4) サント・ドミンゴ上下水道公社
(CORPORACION DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE SANTO DOMINGO : CAASDO.)
サント・ドミンゴ都市圏の上下水道の開発、整備を行う。
- (5) サンチアゴ上下水道公社
(CORPORACION DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE SANTIAGO : CORAASAN.)
サンチャゴ都市圏の上・下水道の開発、整備を行う。
INAPA、CAASDO、CORAASAN は、いずれも厚生・社会福祉省が監督する。

4-2 計画の概要

国連による「農村水利の年」宣言に則り、全国約8,250村落のうち生活用水供給施設のない約6,750村落を対象に2000年を目標とする全国生活用水及び衛生計画により、生活用水の供給を検討中である。

水利庁 (INDRHI) は、1981～1983年に米国開発銀行との技術協力協定下で実施した全国地下水利用調査 (PLANICAS) に続く第2次調査として国内の表流水、地下水の有効利用を図るための水資源開発にかかわるマスタープランの作成を計画しているが、具体的な進展はみえていない。

上下水道庁 (INAPA) は、国家予算の中で下記の4計画を実施中であるが、その総額は358百万RD\$で計画の遂行には十分とはいえない。

1. 工事に係る一般計画
2. 水路 (水道) の運転改善計画
3. 遠隔地水路 (水道) 国家計画
4. 遠隔地における風車計画

本件（西部地下水開発計画調査）はINAPAが上記計画の一環として、特に生活用水不足が深刻で開発が遅れた西部4県において、人口 200人～400人の154村落を対象とし、1993年を目標に生活用水供給を計画したもので、本計画による地下水賦存量調査に多大の期待を抱いている。

4-3 ドミニカ共和国における生活用水に関する現状と問題点

(1) 現 状

ドミニカ共和国の2大都市サント・ドミンゴ市及びサンチアゴ市は、それぞれサント・ドミンゴ上下水道公社（CAASD）、サンチアゴ上下水道公社（CORAASAN）による供給施設がほぼ完備しているが、最近は人口の都市への集中化が進み水不足の傾向を示している。これら2大都市を除く全国地方都市及び農村は、INAPAが管轄し、生活用水供給の責任を負うが、厚生・社会福祉省も地方農村の飲料水供給設備の整備を行っている。同省は、1979年以來約 580地方において手動ポンプ設置及び小規模な動力式水道設備計画の実行に関与している。

580カ所のうち、544カ所は手動ポンプ式で、残り36カ所は水道であり、手動式ポンプ設置事業はINAPAとの共同事業となっている。

現在INAPAが飲料水供給の責任を負う地区は、都市地区130地区、地方地区 8,615地区で、1988年時点でINAPAの飲料水供給の恩恵を受けている地区は、都市地区 128地区、地方 671地区であり、地方地区の開発が遅れている。

地方地区8,615地区の1988年時点の開発状況は次のとおりである。

飲料水供給をしていない地区	7,108 地区
配管給水をしている地区	671 地区
手押しポンプ井戸給水地区	553 地区
風車ポンプ井戸給水地区	185 地区
その他の手段で給水をしている地区	98 地区

なお、INAPAの下水道施設は全国で25カ所である。

(2) 問題点

地方地区の給水率は17.5%と低水準にあり、しかも手押しポンプ井戸・風車ポンプ井戸による給水地区では、手押しポンプ・風車ポンプの故障により全く給水施設が機能していないケースが度々見受けられる。これは給水施設の老朽化によるものもあるが大半は設備の維持・管理が悪く一度故障するとそのまま放置されている場合が多い。

給水設備の実施機関は、厚生・社会福祉省、INDRHI、INAPA等、複数であり、維持・管理組織が統一されていないことや、維持管理予算の不足、また利用者からの連絡の不徹底などが修復を困難にしている。

水理地質的には、第三紀中新世の地層の一部に岩塩・石膏を含む層準があり、これらの地層の分布地域では、せっかく掘削された井戸も塩水のため飲料水とならない地点もある。



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS
DIVISION DE INVESTIGACION Y CONTROL CALIDAD DE AGUA
LABORATORIO
-- REPORTE DE ANALISIS DE AGUA GENERAL --
(FISICO-QUIMICO-MICROBIOLOGICO-PLANKTON)

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS	ANALISIS	NORMAS
Turbiedad Und.		5-25 (a) (b)
Color Und.		5-50 (a) (b)
pH		6,5-9,2 (a) (b)
Olor		Ninguno
Temperatura °C		
Cloro residual		0,2-1,0 (a) (b)
Sólidos totales		500-1500 (a) (b)
CO ₂		
Calcio (CaCO ₃)		187,5-500 (a) (b)
Magnesio (CaCO ₃)		125-600 (a) (b)
Hierro (Fe)		0,1-1,0 (a) (b)
Manganeso (Mn)		0,05-0,5 (a) (b)
Sodio (Na) Calc.		
Carbonatos (CaCO ₃)		
Bicarbonatos (CaCO ₃)		
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)		200-400 (a) (b)
Cloruros (Cl ⁻)		200-600 (a) (b)
Fluoruros (F ⁻)		0,5-1,7 (a) (b)
Nitratos (NO ₃ ⁻)		45
Dureza Total (CaCO ₃)		100-500 (a) (b)
Dureza Carbonato		300
Alcalinidad (F)		
Alcalinidad Total		400

表 4 - 1 水 質 基 準

井戸掘削地点の選定には、周辺の地質状況を十分考慮する必要がある。

水質については、INAPAの定めた水質基準（表4-1）があるが、一般細菌数、大腸菌群等の基準が含まれていない。

ドミニカ共和国では他の開発途上国と同様、下痢性疾患が多く、1986年の年齢5歳以下の小児死亡数は1,740人、そのうちの65%が脱水症である。急性下痢疾患の罹患率は1,288,064回で、これは1年間に小児1人が5.3回罹病したことになるとの報告もある。

(Dr. Jose Selig Ripley 1987)

これらの下痢性疾患は、不衛生な生活環境に起因するものであり、飲料水の汚染についても細心の注意が必要で、定期的な水質検査が望まれる。

4-4 上下水道庁（INAPA）の実施体制

サント・ドミンゴ市及びサンチアゴ市を除く全域の給水と下水道に関する計画立案、調査、設計、建設、管理、運営及び保守の基本的責任を持っており、本計画調査のドミニカ側実施機関である。

(1) INAPAの組織

図4-1に示すとおりであり、庁当局の下に大きく、業務部、技術部、管理部の3部から成り、地方事務所は業務部の管轄となっている。

本調査のカウンターパートは、主として技術部が担当する。

(2) INAPAの財政

a. 1988年の収入

中央政府からの交付金	RD \$	110,571,646
(一部外資貸付金を含む)		
上下水道事業収入	RD \$	20,801,149
合計	RD \$	136,838,831

b. 1988年の支出

投資事業費	RD \$	86,541,718
外資への返済及び金利	RD \$	3,829,450
管理・運営費	RD \$	38,167,237
合計	RD \$	128,538,405

(注 1989年3月のドル為替レート 1US \$ = 6.28 RD \$)

(3) INAPAの水道料金（標準的なもの）

a. 家庭用

蛇口数	月使用量 (m ³)	月料金 (RD\$)	単価 (RD\$/m ³)
1~2	20	4.5	0.23
3~4	25	7.0	0.28
5~7	30	9.0	0.30
8以上	35	13.0	0.37

b. 商業用

蛇口数	月使用量 (m ³)	月料金 (RD\$)	単価 (RD\$/m ³)
1~3	25	8.0	0.32
4~7	30	11.0	0.37
8以上	35	15.0	0.43

c. 工業用

年使用量 (m ³)	単価 (RD \$ / m ³)
1~ 100	0.45
101~ 200	0.50
201~ 400	0.55
401~ 800	0.60
801~1000	0.65
1000以上	0.80

(4) 上水道供給の年間収益 (上記 (2) a.の一部) RD \$ 15,298,644.23

料金回収率 73%

(5) INAPA の風車ポンプ井戸の建設 (1988年)

	井戸数	建設費	1基当り建設費
設置された井戸	19	RD \$ 832,175.41	RD \$ 43,798.71
建設中の井戸	17	RD \$ 701,464.21	RD \$ 41,262.60

(6) 風車ポンプ設置手続き

a. INAPA への申請

集落の決議 ⇨ 村民組合及び牧畜組合の承認 ⇨ INAPA へ申請

b. INAPA の現地調査

現地踏査及び関係資料収集による地点選定

c. 飲料水委員会 (Comité de Agua Potable) の設置

d. 井戸掘削、揚水テストの実施

e. 風車ポンプ及び給水タンクの設置

f. 飲料水委員会への引渡し

(7) 風車ポンプ井戸の設置及び維持経費 (1基当り)

建設経費	井戸掘削	RD \$	21,000
	風車ポンプ	RD \$	22,680
	計	RD \$	43,680 (≒ 90万円)
住民の維持費	1戸当り月額	RD \$	0.75 負担
	1井戸当り 400戸とすると月額	300RD \$	

(8) INAPAの手持ちボーリング機械

a. 所有機械数 6基

b. 所有機械の状況

①	F-403	Speed Star 55 (1950年製)	廃棄
②	F-408	Speed Star 71 (1952年製)	修理中
	掘削径	φ6" ~ φ12"	掘削深 1,000 フィートまで
③	F-308	Speed Star 71 (1952年製)	稼働中 (Azuaにて)
	能力;同 上		
④	F-417	Walker Neer (1975年製)	稼働中 (Dajabonにて)
	掘削径	φ6"	掘削深 500 フィートまで
⑤	F-411	Speed Star 71 (1952年製)	稼働中 (Dajabonにて)
	掘削径	φ6" ~ φ12"	掘削深 1,000 フィートまで
⑥	F-410	Speed Star 71 (1952年製)	修理中

(9) 井戸掘削ボーリング実施体制 (INAPAのボーリング・チーム)

3人体制×4チーム

責任者

助手

補助

いずれかがボーリング機械積載トラックの運転手を兼ねる。

上記のほか溶接工と機械工が必要に応じて現場支援を行う。

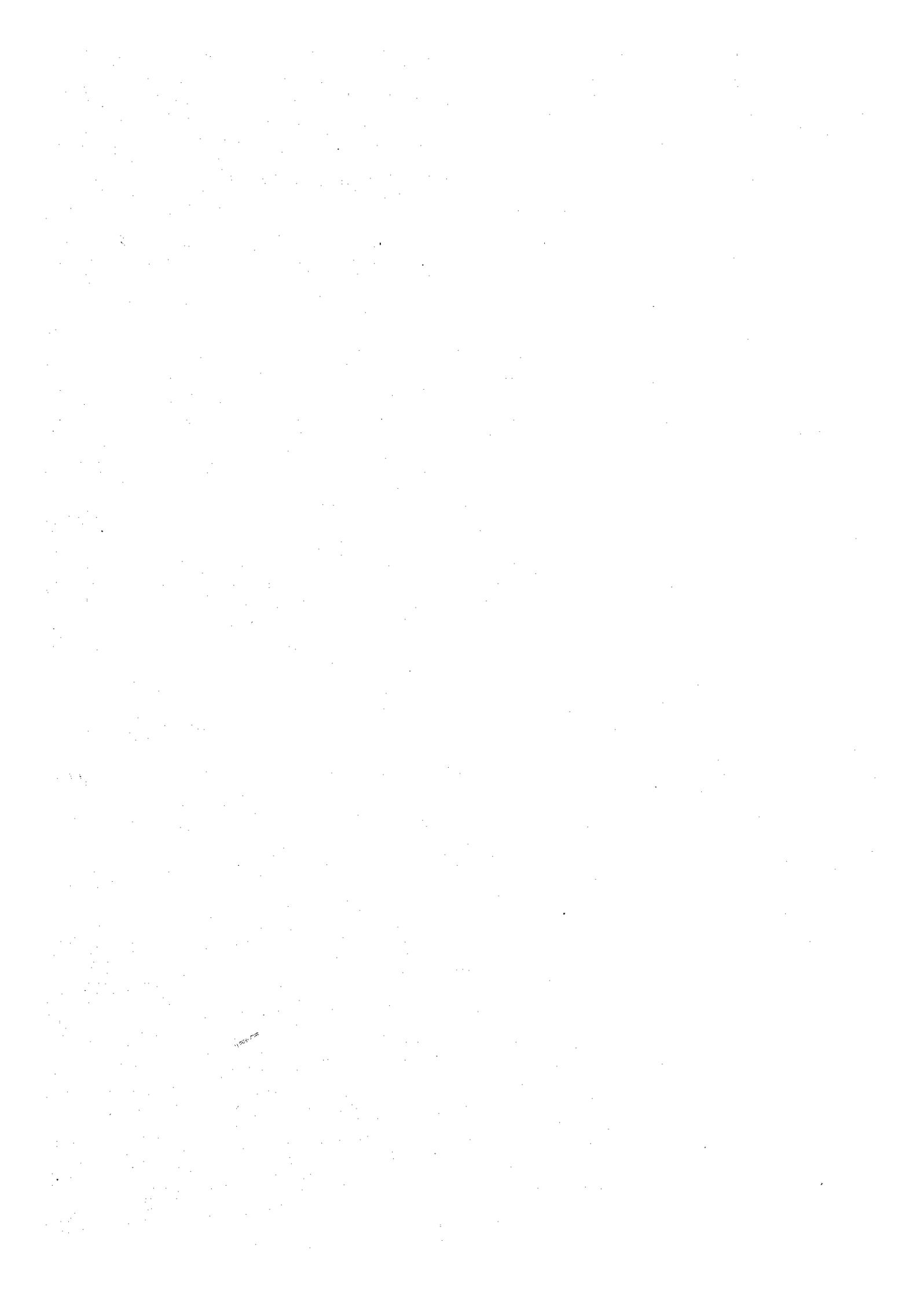
(10) INAPAの技術者の数(1988年3月)

a. 技師

土木	104人	} 計 111人
地質	5人	
化学	2人	

b. 職工

ボーリング	5人	} 計 218人
機械	22人	
熔接	8人	
電気	6人	
化学分析	5人	
その他修理工等	172人	



ORGANIGRAMA DEL INAPA

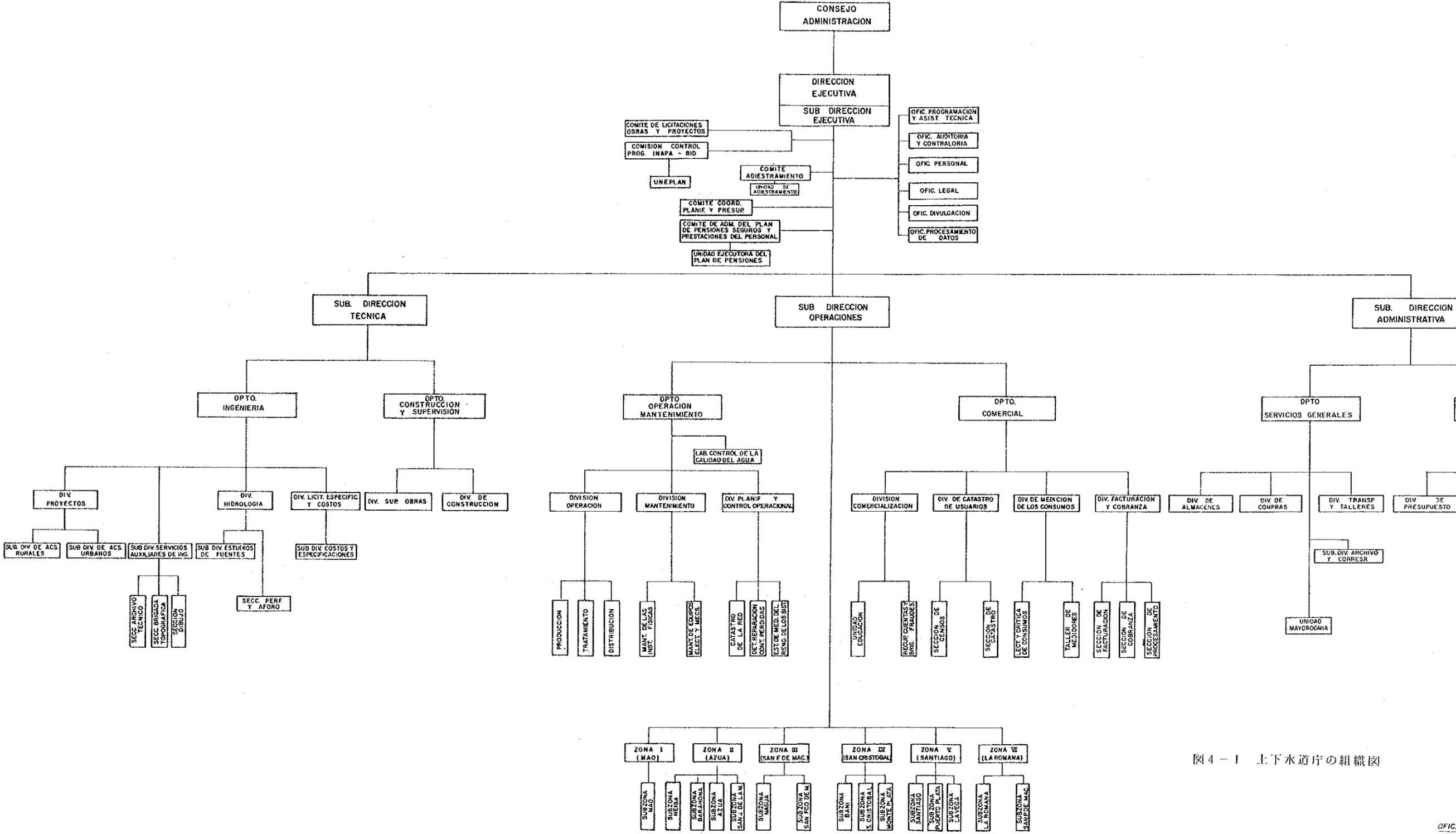


图 4-1 上下水道庁の組織図

ORGANIGRAMA DEL INAPA

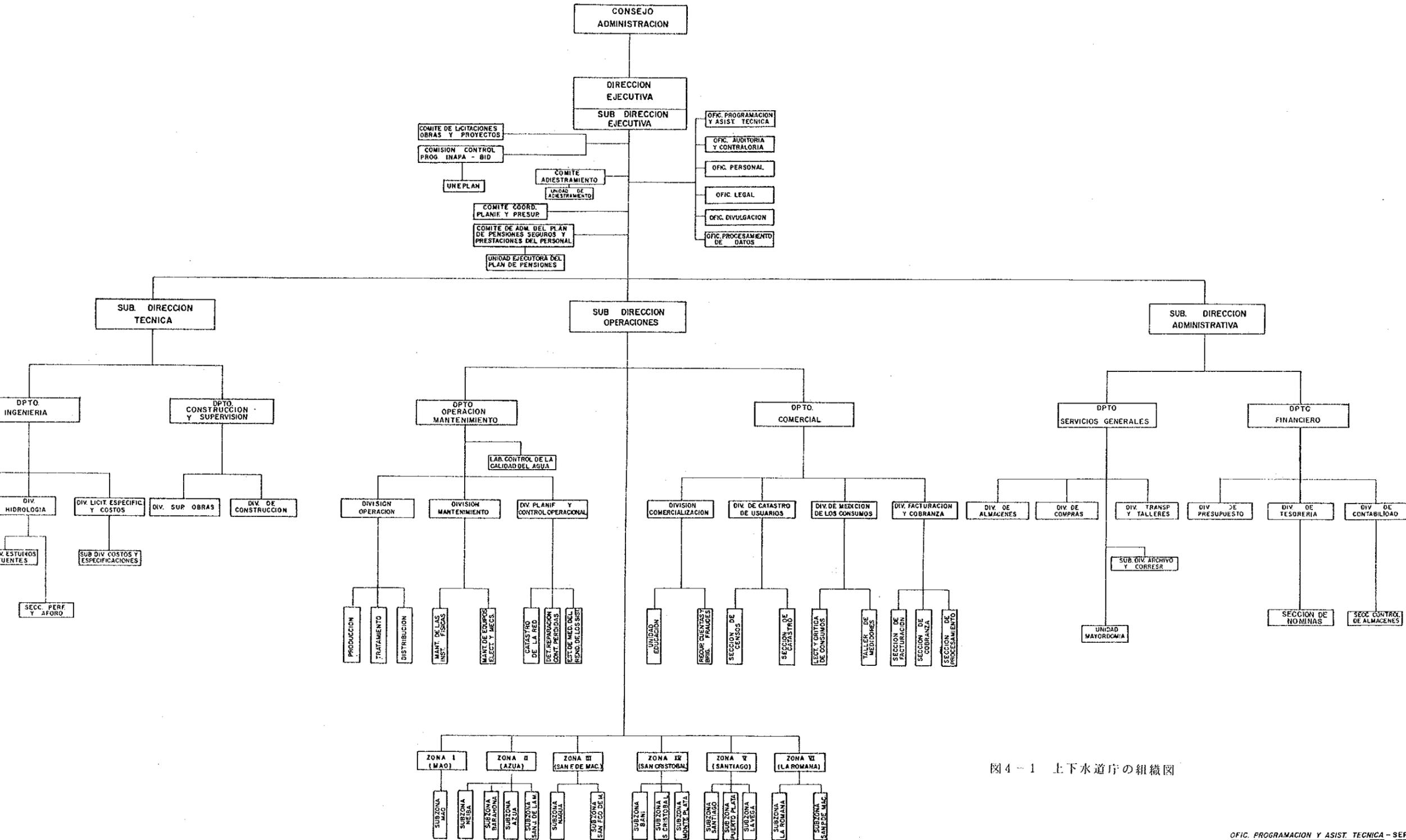


图 4-1 上下水道庁の組織図

5. 調査対象地域の概況

5-1 社会・経済

対象地域である西部地域は、ハイティ共和国との国境に接したモンテ・クリスティ県、ダハボン県、エリヤス・ピーニャ県及びインデペンデンシアの4県から成り、合計面積は6,527km²である。北部のモンテクリスティ県は大西洋に面しているが、他の県は内陸に位置する。この対象地域は南北約200km、東西約30kmの南北に細長い範囲であるが、西北西-東南東方向の三つの山脈によって分けられ、盆地と山脈が交互に繰り返す複雑な地形をなしている。

首都のサント・ドミンゴ市から北部のモンテ・クリスティ及び南部のコメンダドール（エリヤス・ピーニャ）までは舗装された幹線道路（図5-1）が通じており共に約250km、車で4時間の行程である。ダハボン、エリヤス・ピーニャの県境を中央山脈が走るため、対象地域の中ではあるが北部から南部へ通ずる道路はなく、北部から南部への移動は、首都サント・ドミンゴを迂回することになる。

西部4県の人口は表5-1に示すとおり252,425人（1981年）、面積は6,527m²であり、ドミニカ共和国全体に占める比率はそれぞれ4%及び13%である。人口密度は37.6人/km²であり、ドミニカ共和国全体の平均人口密度117人/km²に比べ著しく低い。

西部4県の1970~81年の11年間における人口増加率は表5-2に示すとおり年率1.58%であり、全国平均の同期間の年率2.87%に比べ約55%と低い。このことは人口の自然増加率2.87%の45%が他地域に流出していることを示している。すなわち、1981年時点の人口252,425人に対して年間3,000人強の人口流出があったと推定される。表5-3に都市人口と地方人口の割合、表5-4に将来の人口予想を示す。

産業は、他県と同様ほとんどが農業に依存しており、ベガリヤル盆地の西部を占めるモンテ・クリスティ県及びサンファン盆地の西部に当るエリヤス・ピーニャ県の南部などの大河川沿い低地では稲作、サトウキビの栽培が盛んであるが、山地ではキャッサバ、トウモロコシ、豆類などの畑作と放牧による牧畜業が行われている。

なお1956~1959年にドミニカ共和国への日本人移住者があり、本対象地域のモンテ・クリステア県、ダハボン県、インデペンデンシア県にも、当初合計100家族、525人の入植者があったが、1987年11月現在ではダハボン県の17家族、61人のみとなっている。

表5-1 対象地域の人口

県名	人口	面積 km ²	人口密度
Monte Cristi	83,407	1,988.54	42人/km ²
Dajabon	57,709	889.64	65
Elias Pina	65,384	1,787.97	37
Independencia	38,768	1,861.08	21
西部4県計	245,268	6,527.23	37.6
全 国	5,647,977	48,422.23	117

表5-2 人口の増加率 (1981/1970)

県名	1970	1981	人口増加率
Monte Cristi	69,056	83,407	1.58%/年
Dajabon	51,069	57,709	1.03
Elias Piña	53,598	65,384	1.67
Independencia	32,632	38,768	1.45
西部4県計	206,355	245,268	1.58
全 国	4,009,458	5,647,977	2.87%

表5-3 都市人口と地方人口 (1981年 CENSUS)

県名	Urban		Rural		Total	
	人口	比率	人口	比率	人口	比率
Monte Cristi	31,298	37.5	52,109	62.5	83,407	100
Dajabon	17,810	30.9	39,899	69.1	57,709	100
Elias Piña	13,640	20.9	51,744	79.1	65,384	100
Independencia	21,210	54.7	17,558	45.3	38,768	100
全 国	2,935,860	52.0	2,712,117	48.0	5,647,977	100

表5-4 将来の人口予想

(1970~1981の増加率による。)

県名	1981		1990		2000	
	農村	都市	農村	都市	農村	都市
Monte Cristi	52,109	31,298	59,000	36,000	67,000	44,000
Dajabon	39,899	17,810	41,000	21,000	42,000	26,000
Elias Piña	51,744	13,640	57,000	18,000	63,000	25,000
Independencia	17,558	21,210	18,000	23,000	18,000	30,000
全 国	161,310	83,958	175,000	98,000	190,000	125,000

表5-5 耕地面積等

単位：ha

	耕地	人工牧草地	天然牧草地	山岳農地	計
Monte Cristi	22,133	12,183	6,831	686	41,833
Dajabon	22,139	12,208	11,673	2,440	48,460
Elias Pina	20,333	1,422	749	1,780	24,284
Independencia	11,447	3,139	3,567	2,050	20,203

出所：Evaluacion de Recursos Naturales, OEA 1967

表5-6 農作物 (1982)

単位：キントール

	Dajabon	Monte Cristi	Independencia	Elias Pina
米	122,747	530,082	1,460	90,427
トウモロコシ	96,500	20,210	8,398	193,450
いんげん豆	30,203	13,500	36,952	136,980
ピーナッツ	127,400	7,500	-	157,420
ソルゴ(もろこし)	-	74,200	-	-
ユカ(タピオカ)	153,706	48,659	3,750	268,580
コーヒー	10,500	2,900	8,850	7,700

表5-7 家畜 (1981)

単位：頭

	Dajabon	Monte Cristi	Independencia	Elias Pina
山羊	10,306	52,303	9,384	20,976
羊	3,060	5,302	428	1,215
馬	7,626	4,674	2,214	6,150
ロバ	6,669	8,349	3,829	7,262
牛	38,307	43,689	11,789	9,138
計	65,968	144,317	27,652	44,741

5-2 地形・地質

1. モンテ・クリスティ県

対象地域のほぼ中央を、東から西へドミニカ共和国最大の河川であるヤケデルノルテ川が流れ、南北系の支流が発達する。このヤケデルノルテ川の流域は、東部のジョナ川流域と共にベガリヤル盆地と呼ばれ、標高50m以下の広大な沖積平野を形成している。

北部海岸沿いは、北部山脈の西延長部が西北西-東南東に走り標高300m~500mの丘陵性山地となっている。全体に低地が多いことから道路は比較的良く発達している。

本県の地質は、主として第三紀始新世~現世までの堆積岩類から成り、構造は主要山脈の伸長方向で示されるドミニカ共和国全体の主要構造である北西-南東の構造に強く規制されて、地形的特徴と調和した分布を示す。

すなわち、北部海岸に沿った北部山脈には、第三紀始新世とされるエルマメイ層 (Fm. EL MAMEY) の礫岩、頁岩、砂岩が分布し、内陸部に向かって中新世の下位から上位の地層 (Fm. CERCADO、Fm. GURABO、Fm. MAO) いずれも礫岩、砂岩、頁岩、石灰岩などの浅海性の堆積岩類が分布する。

中央部のヤケデルノルテ川沿いは、第四紀沖積層が上記の第三紀層を被って広く分布している。本地区の南北模式断面は図5-2のように推定される。

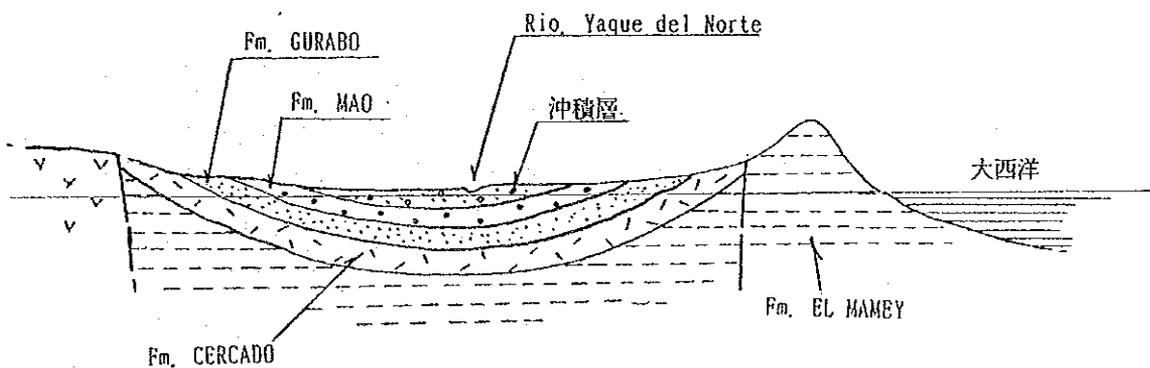


図5-2 モンテ・クリスティ東部模式地質断面図

2. ダハボン県

中央山脈が南接するエリヤス・ピーニャ県との県境を北西-南東方向に走るため、南部は標高 600~1,000m の山地となっている。北部もダハボン市の周辺を除き、中央山脈の北麓を占めるため丘陵性山地が多い。

主要な水系は、ハイティ共和国との国境を北流するダハボン川とその支流で南東部の中央山脈を源流とし、北西に流れている。また北東部は、モンテ・クリスティ西部の大西洋に注ぐチャケイ川とその支流及びヤケデルノルテ川の支流が北流している。道路は、ダハボン市周辺を除き砂利道であるが路面状況は比較的良好である。

地質は、中生代白亜紀の火山岩類及び堆積岩類と時代未詳の弱変成火山岩類と、これらを含む中性~酸性火成岩類（トータル岩）から成る。トータル岩は、県の中央部に底盤状をなす岩体のほか、南部には岩株状の小岩体が分布する。白亜紀層は中央のトータル岩を挟んで南北に分布し、時代未詳の火山岩類は、同トータル岩の東部に接して分布する。

第四紀沖積層はダハボン市周辺の低地にのみ分布する。

3. エリヤス・ピーニャ県

県都のコメンダドール周辺は、サンファン盆地の西部に位置し、コメンダドール北部を西流するマカシア川流域の低地帯となっているが、北部は中央山脈、南部はネイバ山脈の山地で占められる。県内の最高峰は、南部ネイバ山脈中の 2,163m で、北部中央山脈地帯では 1,500m 級の山が点在する。

水系は、ハイティ共和国との国境を流れるアルティボニート川の支流が数本西流するが上記マカシア川以外の川は山地内を流れる溪谷となっている。

道路は、サンファンからコメンダドールに至る幹線道路以外は砂利道で路面状態は一般に不良で、特に国境沿いのサバナクルス (Sabana Cruz) からガロア (Guaroa) 間は、雨で路面が流されており、四輪駆動車でなければ通行不能であった。北部の中央山脈地帯（本県の約 1/3）にはこれを横断する道路はない。

地質は、中生代白亜紀の火山岩類及び堆積岩類と第三紀始新世~鮮新世の堆積岩類から成る。白亜紀の火山岩類は、主として玄武岩、堆積岩は緑色砂岩と頁岩から成り、共に北部中央山脈地帯に分布する。第三紀始新世はネイバ層 (Fm. NEIBA) と呼ばれ、主として石灰岩から成り、南部ネイバ山脈及び中央北寄りのペドロサンタナ (Pedro Santana) 東方に分布している。漸新世のトレンチェラ層は、頁岩、シルト岩、砂岩から成りネイバ山脈の北斜面に分布し、礫岩、砂岩、頁岩から成る中新世のアロージョブランコ層、アロージョセコ層及びビア層 (Fm. Arroyo Blanco, Fm. Arroyo Seco, Fm. Via) 等と呼ばれる地層と鮮新世の石灰岩、泥灰岩、砂礫層がサンファン盆地に分布している。

西北西-東南東系の断層が発達し、同系の褶曲軸を示す褶曲構造が見られ、地質構造は複雑である。

4. インデペンデンシア県

北西部をネイバ山脈、南東部をバオルコ山脈に囲まれ、中央やや西寄りには延長約 25m、幅約 10km のエンリキーリョ湖（湖水面 - 40m、塩水湖）がある。エンリキーリョ湖はネイバ盆地の西部を占め、湖の東西は平地が連続するが、北部及び南部は急峻な山地となる。

中小水系の大部分は、エンリキーリョ湖に注ぎ、湖の周辺山麓には扇状地が発達しているが、流水は山麓部で伏流するものが多い。エンリキーリョ湖周辺の低地の道路は、ほとんど舗装がされており、良好であるが、山地では北西部の一部を除き道路はない。

第三紀始新世～鮮新世及び第四紀の各地層が分布する。始新世及び漸新世の地層は、主として石灰岩から成り、北部ネイバ山脈及び南部のバオルコ山脈地帯に分布する。下位からプライサンセ層 (Fm. PLAISANCE)、ネイバ層、ソンプレリート層 (Fm. SOMBRERITO) 等に分けられている。

中新世のアロジョブランコ層は、礫岩、砂礫、頁岩から成り、エンリキーリョ湖周辺の山麓に分布し、ラスサリーナス層は、赤色砂岩、礫岩、頁岩及び岩塩からなり南東部に分布する。本層からは現在も岩塩の採掘が行われている。

エンリキーリョ湖周辺低地は、第四紀湖底堆積層、沖積層から成り、山麓部には、山地から流出した砂礫による扇状地が発達している。エリヤス・ピーニャ地区と同様、北西-南東系の褶曲、断層が発達している。

5-3 気象・水文

(1) 気象

調査対象地域は、三つの山脈と三つの盆地を横断する細長い地域から成り、標高は 0m の低地から 2,000m を超える山地まで変化に富んでいる。このため気候も場所による変化が大きい地域である。

1931 年から 1980 年まで 50 年間の平均気象データは、表 5-8、表 5-9 のとおりである。

表 5-9 対象地域の気象

	年平均気温	年間降雨量	年間蒸発量
	℃	mm	mm
Monte Cristi	26.4	677	1,752
Dajabon	24.7	1,744	1,950
Elias Pina	25.6	1,649	1,408
Independencia	27.4	779	1,739

出典: Plan de Desarrollo de la Zona Fronteriza OEA 1987

これらのデータは、各県とも一つの観測所によるもので、本地域のように地形的変化の大きい所では必ずしも地域を代表する資料とはいえない。

風向・風力については統一した測定資料はないが、モンテ・クリスティ、ダハボンなど北部では北東の風が多く平均風力10km/h、南部のインデペンデンシアでは東～東南東の風、風力10km/hである。

なお、夏季（6月～11月）には、ハリケーンが東から西へ通過するが、その頻度は多くない。最近では1987年のエメリー（Emely）ハリケーンがあり、INAPAの水道施設に被害を与えている。附属資料12にハリケーンリストを示す。

表5-9 対象地域の月別気象

a. 年間降雨量（1931～80年 50年間平均）

単位：mm

県名	年間計 (mm)	月別降雨量											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monte Cristi (Monte Cristi)	677	53	46	41	54	61	41	24	29	39	78	105	101
Dajabon (Restauración)	1,744	56	53	66	116	235	206	147	202	243	210	106	99
Elias Piña (Elias Piña)	1,649	13	31	65	144	295	177	156	219	228	210	76	30
Independencia (Jimaí)	779	16	26	35	88	140	41	29	75	89	144	61	28

注：（ ）は観測所の地名

b. 年間気温（1931～80年 50年間平均）

単位：℃

県名	年平均	月平均気温											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monte Cristi	26.4	23.9	24.2	25.1	25.9	27.0	28.1	28.4	28.5	28.3	27.5	26.0	24.5
Dajabon	24.7	22.9	23.3	24.1	24.7	25.5	25.6	25.7	25.9	25.4	25.6	25.3	23.3
Elias Piña	25.6	24.4	25.5	25.6	25.8	26.1	26.3	26.5	26.4	26.2	25.9	25.1	24.3
Independencia	27.4	25.6	26.0	26.8	27.3	27.6	28.4	29.1	29.2	28.6	27.8	27.0	25.9

5-4 地下水

対象地域が地形、地質とも変化に富んでいることから、地下水の賦存状態も場所により大きく変化するものと考えられ、これまでの調査結果及び資料から地下水賦存状況をまとめると次のようになる。また、事前調査団は簡易水質検査器を携行し既存井戸の水質調査を行った(表5-12)。

- 1) 砂礫層(沖積層)及び扇状地堆積物を帯水層とする不圧地下水
- 2) 第三紀 砂岩、礫岩層中の不圧ないし被圧地下水
- 3) 第三紀 石灰岩中の不圧ないし被圧地下水
- 4) 花崗岩類、火山岩類の風化帯または裂か中の不圧ないし被圧地下水

(1) モンテ・クリスティ県

中央部を流れるヤケデルノルテ川の流域には沖積層が発達し、本層の砂礫層は良好な帯水層と考えられる。既存資料によると本層中で掘削された9本の平均掘削長は82.4フィート(25.1m)、平均静水位は20.4'(6.2m)である。しかしこの9本の井戸中塩分を含むものが3井戸あり、今後は含塩分地下水の分布とその原因を調査する必要がある。

なお本砂礫層中の南部 SANITA で1949年グラナダ社(Granada Company)の実施した深井戸(図5-3) 深度1,675'(510.7m)は現在真水が自噴している。

今回測定した水質は表5-12に示すとおり、PH8.1、電気伝導度 100 μ s/cmであった。

第三紀中新世の中では、21本の井戸資料があり平均掘削長は179.1'(54.6m)、平均水位は98.1'(29.9m)である。本地区の中新世は、主として砂岩、頁岩、珊瑚質石灰岩と礫岩の互層から成り、帯水層としては砂岩層、石灰層、礫岩層などと考えられるが現時点では不明である。また本層中には岩塩、石膏等から成るエバポライト層を挟むといわれ、上記21井戸中、11井戸が塩分を含んでいる。今後の調査ではエバポライト層の層位的な位置を明確にし、井戸深度及びストレーナーの位置等を地質技師が慎重に検討する必要がある。

北部山脈に分布する第三紀始新世の地層(砂岩、頁岩、礫岩)中には、7本の井戸資料があり、平均深度 185.4'(56.5m)、平均静水位44'(13.4m)であるが、6本の井戸は塩分を含む。地質調査により岩塩層の有無及び所在を明らかにする必要がある。

以上のように本地区では、地下水位も浅く地下水は比較的豊富と考えられるが、塩分の含有が問題であり、既存井戸及び地表水の水質検査とともに地質層序的に塩分の原因となる地層の割り出しと地質構造の解明が必要であろう。

(2) ダハボン県

砂礫層中の地下水は、ダハボン市周辺に限られ、その他の地区においては、白亜紀-第三紀の堆積岩類及び花崗岩類(トータル岩)中の地下水が対象となる。

沖積層の砂礫中では11本の井戸資料があり、平均深度 128.1'(39.1m)、平均静水位23.6'(7.2m)で水質はすべて良好である。

POZO DE SANITA

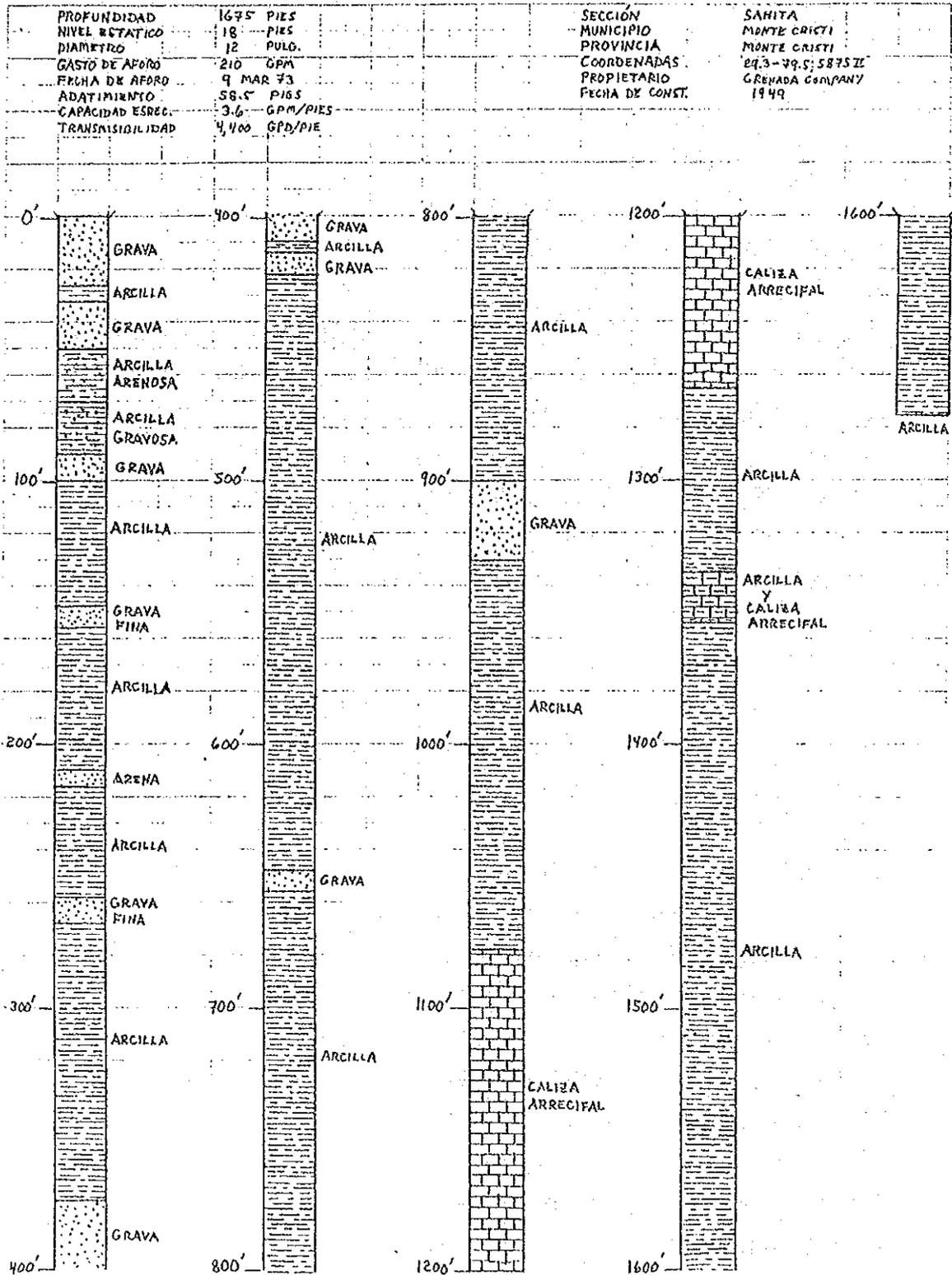


图 5 - 3 SANITA 井戸柱状图 (深さの単位はフィート)

第三紀堆積岩類中では、7井戸があり平均深度 124' (37.8m)、平均静水位64.7' (19.7m)、このうち4井戸は塩水との記録がある。これは、モンテ・クリスティ県と同様第三紀中新世中のエバボライトに起因するものと思われ、岩塩層の位置、構造を明確にする必要がある。白亜紀の火山岩中の1井戸では、深度79' (24.1m)、水位44' (13.4m)である。

トータル岩中では、2本の資料があり、1本は深度 250' (76.2m)、水位69' (21.0m)、他の1本は、深度58' (17.7m)、水位17' (5.2m)と場所による水位の変動が大きいようである。これら火山岩中、トータル岩中の水質は、いずれも良好である。

(3) エリヤス・ピーニャ県

県都のコメンダドール市周辺に合計 145井戸の記録があり、このうち41井戸からは水が得られなかったとのことであるが、掘削深度、水位などの判明しているものは19井戸のみである。なおこれら19井戸の正確な位置は不明である。

本県内の地下水は、北部中央山脈地帯においては主として中生代白亜紀の火山岩類中の裂か水、中央～南部は第三紀堆積岩類中の帯水層及び裂か水が対象となる。ただし北部山地にはほとんど人家はなく、道路も全くないことから、本地下水開発計画の対象からは除外されるであろう。

中央～南部に分布する第三紀堆積岩類は、砂岩、頁岩、石灰岩から成るが、今回の調査で道路沿いに見られる地層では礫岩が卓越し、風化が進んでいることから固結度が不良で十分帯水層となり得るものと判断される。上記の地下水位の判明している19井戸は、ほとんどこれら第三紀堆積岩類中のもので、深度100' (30m)までに水の出なかった井戸は3本だけであり、着水した14本の平均静水位は41' (12.5m)である。

水質はいずれも良好で、本地区では地質構造と地形を考慮した位置の選定を行えば、比較的容易に地下水が得られるものと考えられる。

(4) インデペンデンシア県

本県の地下水は、第四紀沖積層及び扇状地の砂礫層の帯水層と第三紀始新世～中新世の主として石灰岩層中の裂か水(空洞水)と考えられる。

本県では、従来井戸は少なく、エルリモン (El Limon) 部落の1風車井戸の資料があるだけである。この井戸は、沖積層から掘削されているが深度 7.7mから孔底の36.6mまで石灰岩で静水位は20mである。(図5-4)

エンリキーリョ湖の周辺及び東部に発達する沖積平原は、湖成堆積物から成り、粘土質が多いと考えられることから、あまり良い帯水層とはいえない。また東部～南東部には、岩塩層があることからこの沖積平原は塩害のため草木も生長の悪い場所が多く、地下水も塩分を含む可能性がある。

エンリキーリョ湖の北岸沿いは、ネイバ山脈から流出した扇状地が発達し、扇状地の末端付近からは良質な湧水があり、飲料水として利用されている。今後この地区での生活用水開発には、これら扇状地堆積物中の地下水、湧水が有効な水源となり得る。

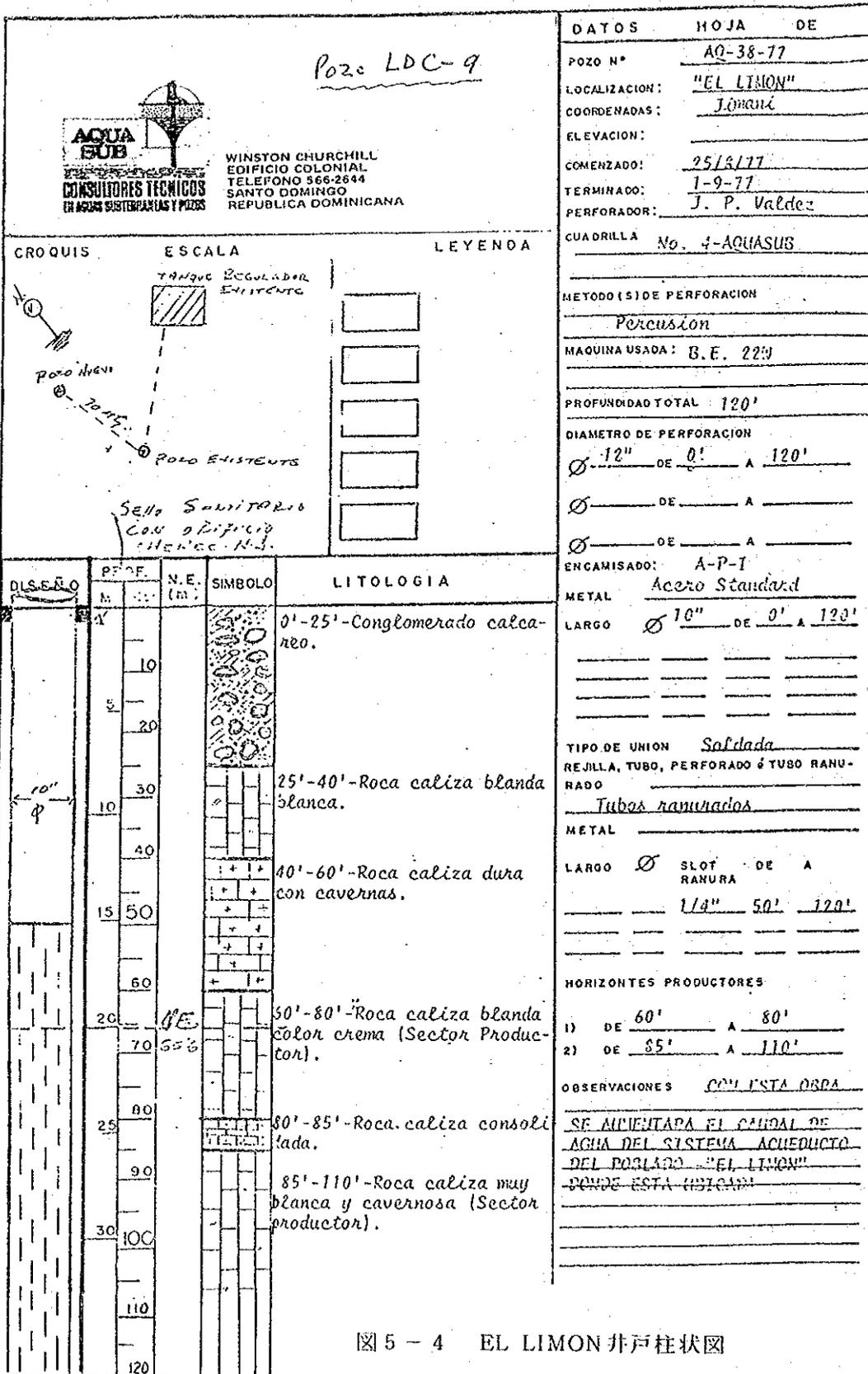


图 5 - 4 EL LIMON 井戸柱状图

表5-12 事前調査団が実施した水質試験結果

県名	村落名	井戸標高 (水面) m	地下水位 m	導電率 ms/cm	塩素イオン 濃度 mg/L	濁度 ppm	温度 ℃	pH
Monte Cristi	Villa Sinda	20	?	22.6	>1990	-	28.9	7.0
	Jobo Corcobado	20	?	0.2	-	8	30.2	7.4
	Bohio Viejo	10	?	1.3	-	4	29.1	7.6
	La Cruz de M	30	?	0.2	-	51	27.3	7.7
	Sanita	40	自噴	0.8	-	7	30.9	8.1
Dajabon	Dajabon	0	浄水	1.2	-	7	26.0	8.2
	Dazabón KM #	20	?	1.2	-	13	28.3	7.4
	Paraiso	30	?	0.9	-	13	28.1	4.6
	Cayuco Arriba	20	?	0.7	-	-	22.6	4.3
	Palo Blanco	40	?	0.3	-	9	27.7	7.5
	Cayuco	10	?	1.0	-	4	28.2	7.7
	Peynita	125	?	1.2	-	15	27.7	7.4
	Piñal Claro	235	?	1.4	-	6	29.5	7.0
	Los Indios	190	?	1.4	-	7	29.2	7.7
Elias Piña	Hato Viejo	250	14	0.8	-	-	29.5	7.2
Independencia	Angostura	40	?	0.6	-	-	28.5	7.7
	El Limon	20	20	0.8	-	-	29.5	7.4
	Roca Cachon	0	水路水	0.7	-	-	28.8	7.3
	Tierra Nueva	50	湧水	0.7	-	-	29.7	7.1
San Juan	Pedro Corto	430	4.5	0.9	-	-	31.2	7.4
	Pajonal	400	?	1.0	-	-	28.8	7.7

備考：測定機器は水質チェッカーU7（堀場）である。

第三紀石灰岩地帯の地下水は、時として特定層準あるいは裂か沿いの溶蝕による地下空洞が形成され、大規模な帯水層となり得る。本地区では、褶曲、断層が発達していることから、このような帯水層存在の可能性は高いと考えられる。

5-5 給水体制

1988年現在の給水人口は、対象地域全体で約46%であるが受益者の大部分は、町または大きな集落の住民であり、地方住民のほとんどは給水を受けていない。

このため地方住民は、1週間に一度の給水車から水を買ったり、ロバで遠くの沢水を運搬するなどにより生活用水を得ている。また井戸はあっても、風車ポンプ、手押しポンプの故障しているものが多く、遠くの井戸からのポリタンクによる水運びが婦女子の日課となっており、幹線道路でも頭上に水タンクを乗せて歩く婦人の行列が見られる。

表5-10 対象地域の給水人口

県名	人口 (1981)	給水人口(1988)		
		配管給水	風車ポンプ	手押しポンプ
Monte Cristi	83,407	34,184	-	2,554
Dajabon	57,709	31,875	不明	6,497
Elias Piña	65,384	12,605	1,785	不明
Independencia	38,768	27,295	-	-

表5-11 対象地域の給水設備

県名	配管給水	風車ポンプ	手押しポンプ
Monte Cristi	3	3	27
Dajabon	7	1	109
Elias Piña	2	9	169
Independencia	2	1	0

6. 本 格 調 査 の 内 容

6-1 調査の目的

- 1) 西部4県全域を対象とした地下水賦存量の推定
- 2) 西部4県の154村落（付属資料参照）を対象とした地下水開発計画の策定
- 3) カウンターパートへの技術移転

6-2 調査の基本方針

本件調査は、フェーズⅠ、フェーズⅡの2期に分けて実施するものとし、調査の目的を果たすために次の内容を基本方針として調査・解析・計画の策定を行う必要がある。

(1) 目標の設定

ドミニカ共和国における生活用水開発に関する基本政策の中で、本件計画の位置付けを検討し、その目標を明らかにする。目標は定量的手法で設定するが、特に信頼度、即ち、水文確率を基礎とした供給信頼度、維持管理の難易度、水質に関する信頼度、受益者からみた水源との距離を中心とした受益の難易度、受益者負担にかかわる経済的難易度についての検討も必要である。なお、先方が開発計画策定を提案している154村落の全体に対する位置付けを明確にするため、全域の生活用水供給計画のマスタープランをフェーズⅠの段階で作成するものとする。

(2) 地下水賦存量推定

既存資料及び現地調査を基礎に水源の種類とその分布を把握する。水源の種類は、浅井戸を前提とした浅部の地下水、深井戸を前提とした深部地下水、並びに伏流水、湧水等の地下水群のほか、湖沼・河川等の表流水も検討の対象とする。

特に、塩分を含んだ地下水の賦存地区につき、分布範囲と深度を明確に把握する。

(3) 試掘井戸

推定された地下水賦存量を確認するため試掘井戸を掘削する。対象地域は、南北延長約200km、東西幅約30km（最小10km最大70km）で一般的地質構造を横断するように設定されているため、場所により水理地質条件の変化が大きい。したがって試掘井戸の位置は対象地域全体に配置する必要があるが、生活用水供給の緊急度が高い村落の位置をも考慮し、INAPAと協議のうえ選定する。

試掘井戸の成功井については、最適揚水施設を策定、設置し、生産井としての設備の適応性を検討する。

(4) 地下水開発計画の策定

地下水賦存量と需要から対象地域の対象154村落のすべてについて最適給水計画を含む地下水開発計画を策定する。これには井戸掘削プログラム、給水施設の概略設計、維持管理体

制を含め、開発、操業、維持管理費及び受益者負担の可能性を含め検討を行う。

(5) 計画の評価

計画の社会・経済、環境衛生に及ぼす影響等を総合的に評価し、将来計画の資料とする。

6-3 対象地域及び範囲

ハイティ国境に接した西部4県（下表）とする。

表6-1 対象地域の面積と人口

県名	面積 (km ²)	人口 (1981)
Monte Cristi	1,988.54	83,407
Dajabon	889.64	57,709
Elias Pina	1,787.97	65,384
Independencia	1,861.08	38,768

6-4 調査項目及び内容

(1) 調査項目

A. フェーズ I：地下水賦存量の概算と開発可能地域の選定

1) 既存資料の収集

- i. 社会・経済指標
- ii. ランドサット画像、空中写真
- iii. 地形図、地質、水理地質図
- iv. 既存井戸資料
- v. 既存調査報告書
- vi. その他関係資料

2) 既存資料の解析・検討

- i. ランドサット画像解析
- ii. 空中写真判読
- iii. 既存資料・報告書の解析・検討
- iv. 地質図、水文図、水理地質図の整理・コンパイル
- v. その他

3) 現地調査

- i. 地質踏査

- ii. 水文調査
 - iii. 物理探査
 - iv. 既存井戸の水質調査
 - v. 地下水位観測
 - vi. 給水施設調査
 - vii. その他
- 4) 地質図、水理地質図作成
- i. 地質図
 - ii. 水理地質図
 - iii. その他
- 5) 地下水開発可能地域の抽出
- i. 試掘井戸の位置・実施方法の策定
 - ii. 調査予定の修正
 - iii. ボーリングを含めた詳細実施計画の策定
 - iv. その他
- B. フェーズ II：地下水開発賦存量の確認と開発計画の策定
- 1) 第2次現地調査と収集資料の解析
- i. 地質調査
 - ii. 地下水位の測定
 - iii. 水質分析
 - iv. 物理探査（電気探査）
 - v. 試掘井戸掘削及び揚水試験
 - vi. その他
- 2) 地下水賦存量及びその他水源の解析と評価
- i. 地形、地質の解析
 - ii. 水文循環と水収支の解析
 - iii. 地下水賦存量の評価
 - iv. 表流水水源の評価
 - v. 水需要計画
- 3) 地方給水施設計画を含む地下水開発計画の策定
- i. 地方給水のための最適開発計画の策定
 - ii. ボーリング実施計画と工程
 - iii. 給水施設の概略設計
 - iv. 地方自治体を含めた維持・管理体制の策定
 - v. 建設・操業・維持管理費の推定

vi. 社会・経済評価

vii. 環境衛生に対する効果

viii. 提言

(2) 調査内容

A. フェーズ I

1) 既往資料の収集・検討

西部地域における地下水のかん養・貯留・流動機構並びに水質変化等の状況を明らかにするため、次の項目について資料を収集し、検討する。

i) 人口密度・集落数・給水状況

対象地域内の集落、人口、給水状況等を入手済みの地形図や既往資料から分布状況を把握し、給水の緊急性の高い集落につき検討を行う。

ii) ランドサット画像解析・空中写真判読

リモートセンシング手法により、地形、地質、地質構造、植生、土地利用などをマクロ的に把握し、現地調査の資料とする。使用データはランドサット TM データ（1985 5/2 雲量 10%）とし、調査対象地域をカバーする 4 シートの解析を行い 1/500,000 の図面にとりまとめ、水理地質図作成のための基礎資料とする。

空中写真は白黒 1/50,000（約 180 枚）にて、地質、地質構造判読のほか、水系、水頭、谷の傾斜変換点、谷の拡幅部、カルスト地形、地滑り等の微地形及び山地、台地、扇状地、氾濫平地、低地等の地形分類を行う。植生、土地利用、道路もできるだけ判読し、現地調査の資料とする。

判読結果は 1/100,000 の図面にとりまとめ、地質図、水文地質図作成のための基礎資料とする。

iii) 水文資料

水収支等の計算に必要な降雨量、気温、蒸発散量、河川流量などの基礎資料を整理し、補足資料の収集リストを作成する。

気象観測所の分布状況は図 6-1 に示すが、既往観測データは不完全であり、河川流量に関する資料はほとんどない。これらのデータは、水利庁（INDRHI）が整理・保管しており、INAPA を通じ INDRHI から入手することになる。現在 INAPA が収集・整理中である。

iv) 既存井戸資料

既存井戸資料を収集・整理し、掘削深度、静水位、水質などから地下水賦存状況及び水質の地域特性を把握し、現地調査のための資料とする。

v) 地質図・水文図・水理地質図

既往図面としては、地質図（1/250,000）のみで、水文図、水理地質図はない。部分的な水理地質図は INDRHI にある可能性があるため、INAPA を通じ、入手の依頼を

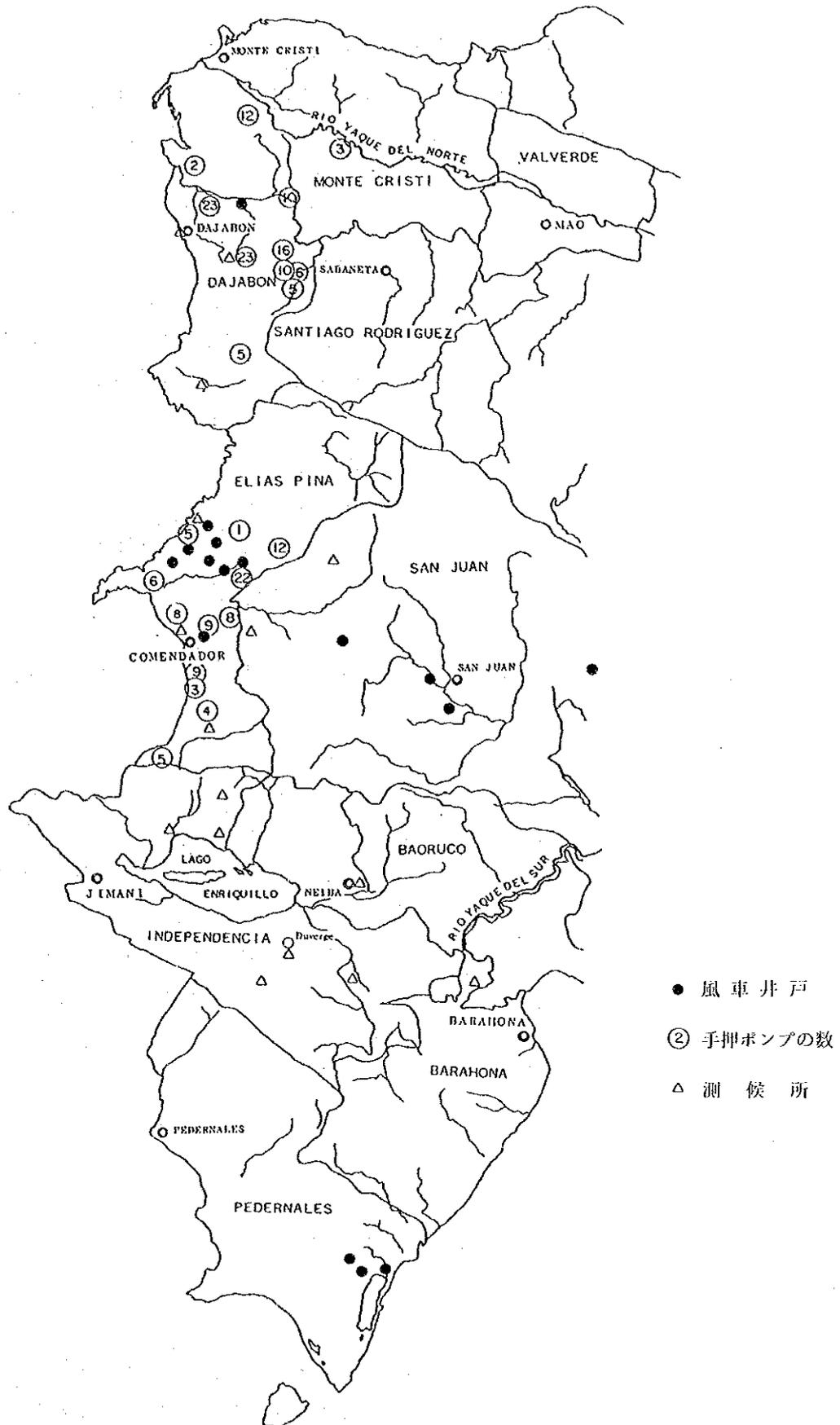


図6-1 西部地域におけるINAPA給水設備及び測候所

する。

地質踏査には、1/50,000地形図を利用するのがよいと考えられるので、あらかじめ1/250,000地質図から主要なチェックポイントを選出し、1/50,000地形図上に転記するなどして現地調査のための資料とする。

2) 現地調査

i) 地形・地質

前項の既往資料の収集・検討で得られた結果の補足を行う。

地形図(1/50,000)はINAPAが作成する購入申請書を持って、地理調査所(INSTITUTO GEOGRAFICO UNIVERSITARIO)で購入可能である。地質図は鉱山局(Dirección de Mina)で1/100,000を作成中であるが、対象地域については未だ発売されていない。

INDRHI作成の1/250,000が利用可能である。

地質調査にあたっては、特に北部 Monte Cristi、Dajabon 地域に分布する中新統中の含塩分層(エバロライト)の分布と構造に注意する必要がある。地質調査は1/50,000地形図を使用し、調査結果は、1/100,000にとりまとめる。

ii) 水文調査

観測施設の視察と資料補填、及び補足観測点の位置選定とその方法及び実施計画の策定・実施を行う。

iii) 物理探査

今回の調査では、西部4県全体の生活用水として利用できる水資源(地下水・地表水)のポテンシャルを推定して最適生活用水供給システムを明らかにする必要がある。このためには、集水盆ごとの地下水量把握のための水理地下構造断面及び岩盤の露出地域における風化帯の深度、裂か水の分布可能地域の抽出などが必要である。これが集水盆ごとの水収支の計算資料となる。しかし、対象地域が南北に細長い範囲であり、地質構造を横断しているため、場所による水理地下構造の変化が大きく複雑と推定される。

したがって、フェーズIの物理探査では、広域的な水理地下構造が把握できるような調査を実施する。

① 調査方法 垂直比抵抗探査(シュランベルジャー法)

岩盤露出地域 EM法

② 測点数 20地点×10点=200点

岩盤露出地域 EM法 100点

③ 探査深度 200m

④ 調査日数 3.5ヵ月

電磁探査法については、調査範囲が広範囲であること、道路状況・地形などを考慮すると効率の良い調査方法が望まれる。このため今回はコイル-コイル法でEM法の導入

を検討するが、PLMT法、VLF-MT法などの導入も考えられる。

iv) 既存井戸の水質調査

水質分析は、計画水源の利用価値判断や検討するための基礎資料を得るために実施する。

調査地域内で、地表水及び既設井戸等については調査の早期に採水分析を行う。既存地質図を参考に塩分を含んだ地下水の分布状況を把握する。

分析は、事前調査で使用した水質チェッカーU7（堀場）、塩素イオンメーターUC41型（セントラル科学）を活用し現地で、pH、水温、導電率、溶存酸素、濁度、塩素イオンを測定するほか、下記項目について現地業者へ依頼する。

(a) 採水資料数

地表水候補	30検体程度
既存井戸	50検体程度
計	80検体程度

(b) 分析項目

一般項目	HCO ₃ 、Cl、SO ₄ 、K、Na、Ca、Mg
水道項目	NO ₃ 、NO ₂ 、NH ₄ 、F、PO ₄ 、Cr、Fe、Cu、Zn、Mn、Pb、総硬度
その他	pH等必要項目

v) 地下水位観測

既存井戸の代表的井戸につき、自記水位計による地下水位変動の長期観測を行う。自記水位計は、日本から携行し、調査の初期段階で調査を始めるべきである。

vi) 給水施設調査

既往資料を参考に、給水施設の様式、稼働状況、利用の難易、故障頻度、故障原因等について地域住民からの聴取を含めて調査し、最適給水施設策定の資料とする。

3) 水理地質図の作成

i) 地質図

既往地質図を基礎にランドサット画像解析結果、空中写真判読結果、現地調査結果を加えて1/100,000地質図、地質断面図を作成する。地層名、地質凡例、記号等は、原則として1/250,000 (INDRHI) に従うものとし、カウンターパートの意見を尊重する。

ii) 水理地質図

既往の水理地質図はないが、上記の地質図に水文資料（井戸位置、地下水位、湧泉、水質 etc.）を加え、水理地下構造を検討し、水理地質図、水理地質断面図を作成する。水理地質図に含まれる内容としては、地形に関する情報、地表地質及び地下地質に関する情報、地表水、地下水に関する情報、地盤の水理特性に関する情報等である。項目及び色彩としては、地形-灰色系、地質-黒色系、岩質-褐色系、水文要素及び地下水-青色系、水質要素-紫色系、井戸-赤色系を提案する。結果は縮尺1/100,000 図にとりま

とめ、必要に応じ任意縮尺で部分図を作成する。

4) 地下水開発可能性地域の抽出

i) 試掘井の位置選定と実施方法の策定

フェーズⅠの調査結果に基づいて推定された対象地域内の地下水賦存可能地区については、フェーズⅡにおいて、地下水賦存確認のための試掘井戸を掘削する。

試掘井戸の位置選定にあたっては、対象地域全体の地下水賦存量を検討できるよう異なった水理地質的条件の地点を網羅するよう配点するとともに、INAPAの希望している村落給水も考慮して選定する。また、各試掘井戸ごとに掘削予定深度、機種、クルー、作業時間、機材の搬入・搬出などの実施計画を策定する。

なお事前調査団の想定した試掘井戸の位置を表6-2及び図6-2に示した。

ii) 調査スケジュールの修正

試掘井戸掘削の難易を検討し、必要があればフェーズⅡの調査スケジュールの修正を行う。

iii) ボーリングを含めた詳細実施計画の策定

フェーズⅠの調査結果を踏まえ、フェーズⅡにおいて補足すべき調査項目を挙げ、上記試掘井戸の掘削を含め、詳細な実施計画を策定する。

表6-2 試掘井戸一覧表（事前調査団案）

番号	県名	村落名	備考
1	Monte Cristi	Los Conucos	
2		Los Aguitas	
3		El Duro	
4		Sanita	
5		La Baitoa	
6		Sabana Cruz	
7	Dajabon	La Vigia	日本人入植地 ※
8		Cayuco	
9		La Cienaga	
10		Los Indios	
11		Buen Gusto	
12		Piñal Claro	
13		Tamarindo	
14		La Ceiha	
15		Carrizal	
16		La Pocilga	
17	Elias Pina	La Joya	
18		Hato Viejo	
19		Los Yareyes	
20		La Lajita	
21		Guaroa	
22		La Margarita	
23		San Rafael del Yano	※
24		Los Batados de Victorino	
25	Independencia	Los Pinos Del Eden	
16		Tierra Nueva	※
27		Bartolome	
28		Florida	※
29		Palma Dulce	
30		Angostura	

※印 INAPAの給水計画村落リスト外

事前調査団の試掘井戸候補地選定の基準

1. 対象地域全体の地下水賦存量が検討できるよう全域に配置すること。
2. ボーリング機材搬入のための道路があること。
3. 水理地質的にできるだけ異なった条件の地点とすること。
4. INAPAの給水計画村落（200人～400人）とできるだけ一致させること。

B. フェーズ II

1) 第2次現地調査と収集資料の解析

i) 地質調査

地表地質についてはフェーズ I の補足調査を行い、地質図の精度向上に努める。試掘井戸については、全井戸の地質柱状図を作成する。スラッチの岩質鑑定にあたっては、地表地質を参考にし、対比可能な精度とする。

ii) 地下水位の測定

既往井戸及び試掘井戸の地下水位を測定し、水理構造検討の資料とする。

iii) 水質分析

今回実施予定の試掘井戸については連続揚水試験後に採水・分析する。

分析は日本から携行する機材で簡単な水質チェックは現地で行うほか、下記分析項目については現地業者に分析を依頼する。

a) 採水資料数

試験井 30検体程度

b) 分析項目

一般項目 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}

水道項目 NO_3^- 、 NO_2^- 、 NH_4^+ 、 F^- 、 PO_4^{3-} 、 Cr 、 Fe 、 Cu 、 Zn 、 Mn 、 Pb 、
総硬度

その他 pH等必要項目

iv) 物理探査

試掘井戸掘削予定地点付近の水理地質構造を調査するために実施する。予定される井戸掘削地点は広範囲に散在する。このため効率よい調査方法が望まれる。このため垂直探査に加えて効率よく比抵抗探査ができ、また鉛直型裂か帯水層の検出に優れた電磁探査法の導入を考える。今回の調査ではコイル-コイル法でのEM法の導入を検討する。

調査は、50m以上の深井戸掘削地点については垂直探査（シュランベルジャー法）を主として、この周辺部にEM法を展開する。浅井戸掘削地点についてはEM法を中心に、垂直探査を補助的に用いる。

① 調査方法	EM法及びシュランベルジャー法
② 測点数	
深井戸掘削地点	シュランベルジャー法 5点/地点
	EM法 10点/地点
浅井戸掘削地点	シュランベルジャー法 2点/地点
	EM法 20点/地点
③ 調査日数	4日/地点×30地点 120日

v) 試掘井戸掘削及び揚水試験

a. 削井

水理地質構造調査、物理探査の結果及び社会・経済的ニーズから選定された地点において試験ボーリングを行う。

掘削口径は、井戸揚水試験の実施を考慮して10"～8"とし、ケーシング及びストレーナ径で6"仕上げとする。掘削深度及び本数は、既往井戸の資料から深さ60m程度が20本、深さ150m程度が10本と想定される。

掘削後、比抵抗、自然電位の各検層を行い、ストレーナ設置位置を決定する。ボーリング機1台と付属品、ケーシング及びストレーナは、日本から送付して使用する。なお、現地業者とボーリング機2台を契約し、掘削工事を行う。

日本から送付するボーリング機材による掘削作業は、カウンターパートを機長とし、日本人専門家の指導のもとに実施し、アシスタントは現地住民を雇用する。

このほか、現地ボーリング業者と契約し、ローピングパーカッション機2台を導入して試験井戸の掘削にあてる。

工程は、岩質によって異なるが現地の地質状況から下記のように想定される。

ローピングパーカッション 10m/日×2台 = 20m/日

ロータリーダウンザホール 25m/日×1台 = 25m/日

計 45m/日

したがって全掘削日数は（準備・仮設工事を除く）60日となる。

$(60\text{m} \times 20\text{本}) + (150\text{m} \times 10\text{本}) = 2,700\text{m}$

$2,700\text{m} \div 45\text{m/日} = 60\text{日}$

図6-3にケーシングプログラムを示す。

b. 揚水試験

揚水試験は揚水量と水位降下量との関係から、透水係数、透水量係数、比湧出量、可能揚水量を求める。

試験方法は、段階試験、連続試験及び回復試験の3とおりを実施する。

地下水の賦存からみて、大部分は不圧地下水と推定されるが、その解析方法は、対象地下水が比較的深い位置にあることを想定して、試験を揚水井のみによるものとし、DUPUITやVERIGINの式によるもので目的は達せられるであろう。

c. 生産井設備設置

試験井のうち成功井については、揚水、給水設備を策定し、レベル1（手押しポンプ）または、レベル2（高架槽・共同栓）の設備を設置する。

vi) その他

試掘井戸の掘削に係る各種検層、揚水試験を含め1試掘井戸の完成までの工程は、下記のとおり想定される。

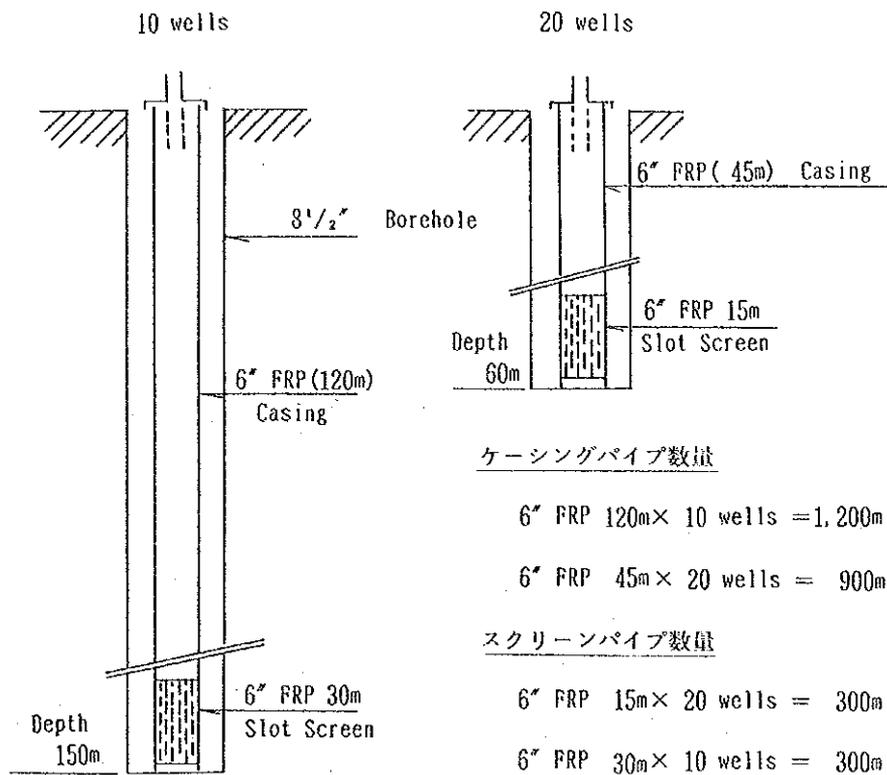


図 6 - 3 ケージングプログラム

仮設工事	1日
掘削工事	6日
電気検層	1日
ケーシングパイプ、ストレーナ挿入	1日
砂利・粘土充填	1日
井戸内洗浄	3日
揚水試験	3日
機械類撤去	1日
移 動	1日
計	18日

したがって、30本では、延べ540日（18日×30本）となり、これを3台の機械で実施すれば180日（6ヵ月）となる。準備期間等を含めると約7ヵ月が想定される。

2) 地下水賦存量及びその他水源の解析と評価

i) 地形・地質の解析

対象地域内における地形的特徴と地質的条件を水理地質の観点から解析し、地下水、表流水の賦存状況を把握する。

ii) 水文環境と水収支の解析

本地域の地形・地質・気象条件を理解したうえで、降水、河川水、湖沼水、自由地下水、被圧地下水の循環に関する一般的なシステムの概念を確立し、賦存量推定のための枠組みを構築する。水収支については、まだ十分なデータが得られないと考えられるが、各集水域ごとにタンクモデルを作成するなどして解析する必要がある。

iii) 地下水賦存量の評価

フェーズⅠ、フェーズⅡの調査、データ解析を総合して、西部地域全域を対象とした地下水資源の評価を行う。特にINAPAが当面の給水対象としている154村落については、水理地質的条件のグループ分けを行うなどして地下水開発の可能性を個々に評価する。

iv) 表流水源の評価

地域内の水系について、年間低水流出量の推定を行い、灌漑用水への利用量、水質などを考慮して、生活用水として利用可能表流水源の評価を行う。

v) 水需要計画

供給は、ある程度の将来需要動向を見込んだものである必要がある。ドミニカ共和国政府の政策、福祉レベルの向上、人口の増加等を考慮した水需要の量的な動向、質的な動向を把握して、需要計画を策定する。

3) 地方給水施設計画を含む地下水開発計画の策定

i) 地方給水のための最適開発計画の策定

対象地域の地下水、表流水資源の賦存量と需要から、154村落に対する給水を地下水利用、表流水利用に分け、集落構成、人家の分布状況などを考慮して最適な開発計画を策定する。

ii) ボーリングの実施計画と工程

地下水利用の村落については、井戸掘削の予定深度をそれぞれ想定し、各村落の水供給の緊急度、道路状況、地下水開発の難易度等を検討し、工程を含めた年度別ボーリングの実施計画を策定する。

iii) 給水施設の概略設計

表流水または井戸を水源とした給水施設について、手動ポンプ、風車ポンプ、動力ポンプ（内燃機関、電動）などの揚水施設、貯水タンク、配管、給水場等レベル1またはレベル2までの給水施設の概略設計を行う。また、成功井については生産井への転換を行う。

iv) 地方自治体を含めた維持・管理体制の策定

給水施設の設置村落には、村長を代表とする利用者組合を組織させるなどして、維持・管理を徹底させる。故障の場合のINAPA 地方事務所、INAPA 本部への速やかな連絡方法とINAPA 側の対処方針等をカウンターパートとともに策定する。

v) 建設・操業・維持管理費の推定

全給水村落に対するボーリング掘削、給水施設の建設費、操業費、修理用部品を含めた維持、管理費を推定する。

vi) 社会・経済、プロジェクト評価

策定された西部地域の地下水開発計画について、計画の実施によるドミニカ共和国国家財政への影響、地域住民の受益者負担を含めた地域社会への影響、環境衛生に対する効果等につき総合評価を行う。

6-5 調査工程

本調査の全体工程は、約20ヵ月が見込まれる。調査地は5月に最も雨が多いが、調査の妨げになるほどではないと予想される。

また、調査の性格から全体を次のように2フェーズに分けて実施することとする。

- ・ フェーズ I : 地下水賦存量の概算と開発可能地域の選定
 - － 資料整理; 水文・地質調査, 物理探査等
- ・ フェーズ II : 地下水賦存量の確認と開発計画の策定
 - － 物理探査, 試掘ボーリング, 揚水試験等

本調査の暫定的な全体工程は表6-3に、また想定される調査の流れ図は図6-4に示すと

りである。

6-6 報告書

本調査において作成される報告書は、次のとおりである。これらの報告書は英文で作成されるが、別途西文翻訳版を作成し、INAPAに提出する。

- | | |
|-------------------------------------|-----|
| 1) インセプション・レポート | |
| 現地調査着手時 | 20部 |
| 2) プロGRESS・レポート | |
| 第1次現地調査終了時 | 20部 |
| 3) インテリム・レポート | |
| 第2次現地調査開始時 | 20部 |
| 4) プロGRESS・レポート | |
| 第2次現地調査終了時 | 20部 |
| 5) ドラフトファイナル・レポート | |
| 第2次現地調査終了後4ヵ月以内 | 20部 |
| 6) ファイナル・レポート | |
| ドラフトファイナル・レポートに対するコメント
を受領後2ヵ月以内 | 50部 |
| 7) 要約版 | |
| 主要報告書を要約したものを作成 | |

6-7 要員計画案

(1) 日本側調査体制

本調査は、日本側より携行する調査機材とドミニカ共和国で調達可能な機材を用いて、ドミニカ側カウンターパートと共同で実施するが、その過程でハード、ソフト両面から技術移転を図るものとする。

ここで、各担当ごとの役割及び必要な資格をまとめると次のようになる。

1) 総括/団長

本調査全般にわたる企画、調整、運営の全責任を持ち、本開発調査の総括を行う。地下水資源全般についての知識があり、プロジェクトの社会・経済性についても視野を開くことのできる水文地質家が望ましい。

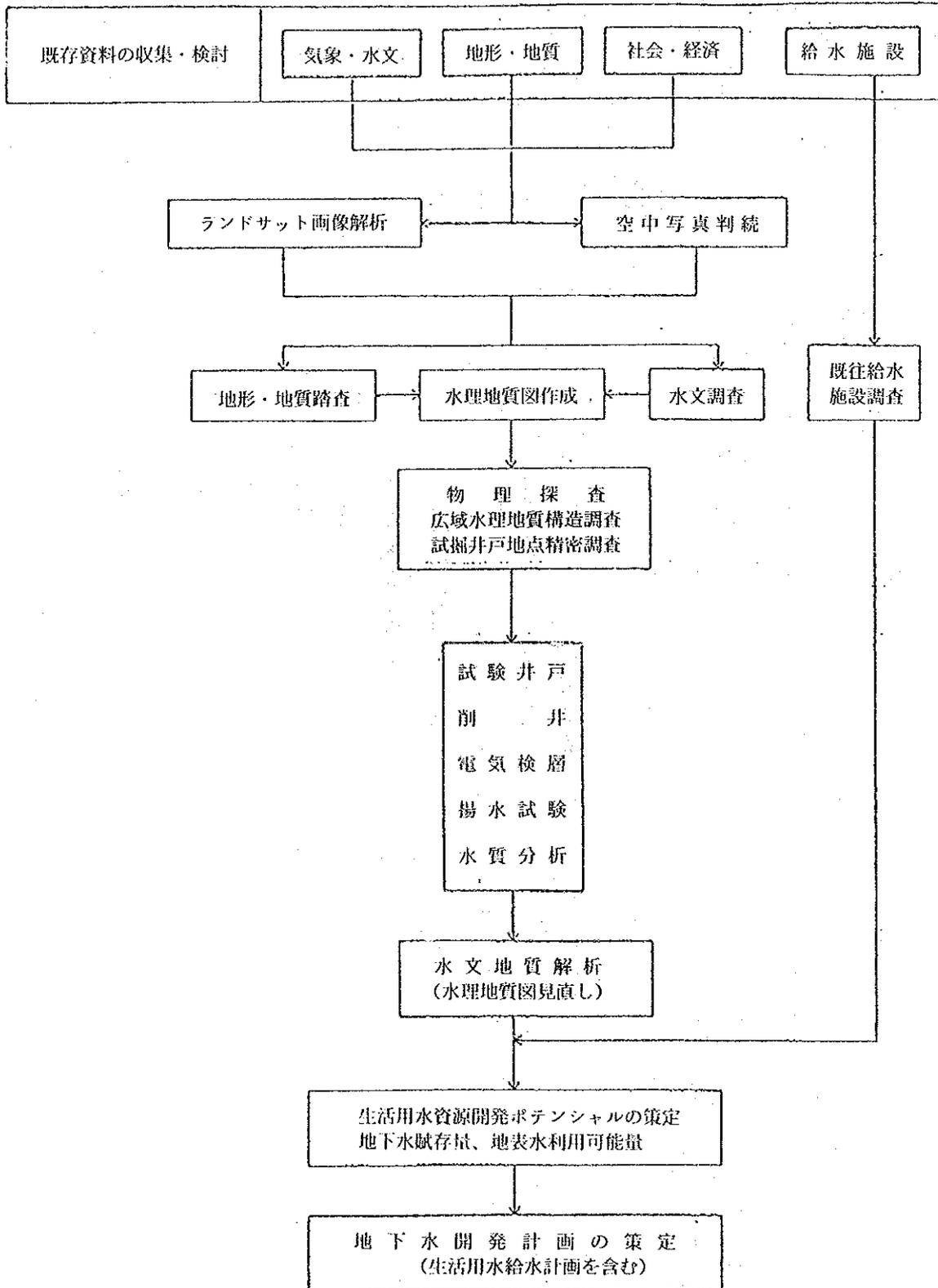


図 6 - 4 西部地域地下水開発計画調査流れ図

2) 水文地質

水資源開発のための水文地質調査及び解析を担当する。物理探査、削井、揚水試験、水質分析、地表水・地下水観測及び流量シミュレーション等の作業を各担当と共に企画し、ドミニカ共和国側を指導しながら実施する。それらの各調査結果を総合して水理地質図、断面図等の生活用水資源評価の基礎資料を作成し、生活用水資源開発ポテンシャルの算定を行う。また、水源地の評価をも担当し、給水計画、施設設計積算、社会・経済担当等と共同で、本調査地区の生活用水開発計画をとりまとめる。

3) 水文・水質

調査地域内の代表的な箇所に自記雨量計を設置するとともに既存井戸及び試掘井戸の水位観測、河川流量測定と水質試験を行い、水質分析のための試料水を採取する。既存の気象資料及び調査結果による水収支を行い、水文地質の専門家と共に生活用水資源開発の可能性を検討する。

4) 物理探査 (2名)

電気探査を担当し、ドミニカ共和国側に機器の操作方法、探査手法、解析手法を技術指導する。また、各種探査結果について解析・評価を実施し、水文地質担当へ資料を提供する。物理探査のハード、ソフト両面に詳しい地球物理技師が望ましい。

5) ボーリング調査／削井 (4名)

試掘井の掘削計画を立案し、ドミニカ共和国側のカウンターパートを指導して、掘削の管理を行う。また、掘削終了後の孔内検層、揚水試験も併せて担当し、ドミニカ共和国側に試験方法、解析、評価方法を技術指導する。具体的には、4名の専門家のうち、2名は日本から送るボーリング機械を担当し、他の2名は、現地ボーリング業者の2クルーに1名ずつ付き、掘削の管理及び、検層、揚水試験を指導する。

6) 給水計画

既存生活用水施設等の詳細調査を行い、本調査で判明した結果から、水文地質、社会・経済、及び施設設計積算担当と協力し、これらを参考として生活用水供給基本計画の策定を行う。給配水計画及び建設に経験のある設計技師が望ましい。

7) 施設設計積算

給配水設計を担当し、水源地からの取水・給配水施設の設計、建設費の積算、受益者負担の可能性を含めた運転・管理計画等を立案し、ドミニカ共和国側と協議して、生活用水供給の設計を行う。設計技師が望ましい。

8) 社会経済・プロジェクト評価

調査地域の水利用体系、給水組織と管理体制、法体制等を主に社会・経済面から評価し、給水計画担当と協力し、現地での最も現実的で効果的な生活用水供給計画を策定する。

(2) ドミニカ共和国側調査体制

本調査を実施するに際してのドミニカ共和国側担当機関は、上下水道庁 (INAPA) である。

その組織図は図4-1に示したとおりであり、長官が総括責任者である。実際の調査にあたっては、技術部長が指揮をとり、水文地質、物理探査、削井戸、給水計画等のカウンターパートが参加する。

6-8 調査用資機材

本調査の実施にあたっては、調査項目と内容に照らして必要な調査機材を携行し、短期間のうちに精度の高い調査データを取得し、生活用水資源開発の促進を図る必要がある。

ドミニカ共和国内で調達可能な機材としては、手押しポンプ、風車ポンプとセメント類、油脂・燃料などである。

日本から現地へ持ち込む必要があると判断される機材リストを表6-4に示した。

表6-1 調査用資機材リスト (事前調査団案)

品名	数量	仕様	備考
(ボーリング調査用) 1. トラック搭載型掘削機	1セット	①掘削機械 型式=トップヘッドドライブ型、マッドロータリー/DTH掘削用削井機 掘削能力=200m以上-4-3/4" FJ (3-1/2" 1Fジョイントジョイント) 駆動方式=トラックエンジンP.T.O マッドポンプ=複駆動2連ピストン型 500ℓ/min×25kg/cm ² ②削井用ツールズ ダウンザホールハンマー削井用7-8ス 泥水掘削用ドリリングツールズ ケーシング装置 事故回復用具、工具類 調泥剤、消耗品 ベントナイト、CMC、発泡剤	4WD ディーゼルトラック 140PS以上 1台 掘削井 150m×6本 トリコンビット他 10本延 1,500m
2. 可搬式コンプレッサー	2台	スクリー回転型、4輪トレーラー搭載型 ①吐出空気量=21.0m ³ /min以上 吐出圧力 7kg/cm ² 4サイクル水冷ディーゼルエンジン、 195PS以上 ②吐出空気量: 3.5m ³ /min以上 吐出出力 7kg/cm ² 4サイクル水冷ディーゼルエンジン	DTH掘削用 35PS 揚水試験用
3. 井戸ケーシング・スクリーン	1式	井戸ケーシング用FRP パイプ プラスチック複合管 (FRP) 口径6"、肉厚 4mm以上 ボトムプラグ ネジ、ビス止 井戸スクリーン用FRP パイプ プラスチック複合管 (FRP) 口径6"、肉厚 4mm以上 開孔率 12%以上	60m×20本=1,200m 150m×10本=1,500m 計2,700×80%=2,160m 2,160×110%=2,400m 2,700m×20%=540m 540×110%=600m
4. ディーゼル発電機	1台	ボンネット型、けん引車付 出力:15kVA、AC380/220V以上 エンジン:水冷、4サイクル、ディーゼルエンジン	60Hz 13.5PS以上

品名	数量	仕様	備考
5. 溶接装置1式	2セット	型式：ディーゼルエンジン駆動 直接溶接電源 出力：8.12KVA以上 電流：250A以上 交流電源 出力：9.9kVA以上 エンジン：水冷ディーゼル	適用溶接棒 2.6~6mm 18PS以上
6. カーゴトラック	1台	平床式 6ton 積み 4×2 ディーゼルエンジン 4サイクル 最大出力：160~180PS	水冷式
7. 給水タンク車	1台	最大積載量：5,000ℓ エンジン型式：水冷ディーゼルエンジン	出力 140PS以上
8. クレーン付トラック	1台	最大積載量：6.0ton 水冷ディーゼルエンジン 4×4 最大出力：185PS以上 クレーン能力：3ton/2.5m以上	4輪駆動貨物トラック
9. 4WD ワークアップトラック	1台	水冷ディーゼルエンジン 185PS以上 ハードトップ、乗車定員3人	修理用工具及び機器1式 装備
10. 水中モーターポンプ	1式	揚程：100m 揚水量：200ℓ/min 揚水管：50m/m モーター出力：7.5kW	液面リレーキット、低水位、ケーブル付、三相電源
11. 電気検閲機	3セット	検閲項目：比抵抗、自然電位 適用深度：200m 適用温度：0℃~50℃ 地上装置：ワイヤード 200~1Kcps フルスケール 比抵抗：ノーマル法 16"、64" レコーダ型式：カラープロック (4色) 記録紙：4チャンネル アクセサリ：1式 比抵抗：ノーマル法 16"、64" レコーダ型式：カラープロック (4色) 記録紙：4チャンネル アクセサリ：1式	10~10k Ω m 100mm幅以上 ケーブル210m 10~10k Ω m 100mm幅以上 ケーブル210m
12. 孔内水質計	3セット	EST-3ケーブル 150m、ウインチ付	

品 名	数 量	仕 様	備 考
13. 孔内PH計	3セット	TH-301 ケーブル 150m、ウインチ付	
14. 手押しポンプ (一般調査用)	20 台	揚程 40m、吐出 500 ℓ/h以上	
15. 電気探査機	1 式	出力電圧：400V・p-p 出力電圧：200mA (最大) 分解能：16ビット デジタルインターフェース：RS:232C アクセサリ：1式	比抵抗探査装置 ケーブル400m
16. EM探査器	1 式	EM34-3DL スペアパーツキッド及びバッテリー付	または同等品
17. トランシーバー	3セット	水平距離 1km程度	
18. 水質分析器具	2セット	ポータブル水質計 PH、水温、溶存酸素、導電率、濁度	水質チェッカーU7または同等以上
19. 自記風向、風速計	6 台	プロペラ発電式 0~70m/s、AC、110VまたはDC12V	
20. 自記雨量計	6 台	受水器 内径 200mm 転倒ます 0.5mm	
21. 流速計	2 台	0.08~3m/sec	CMIB型または同等品
22. 自記水位計	6 台	1ヵ月巻	測定範囲 50m
23. 地下水水位計	2 台	ロープ式	150m
24. 4WD ジープ	4 台	ステーションワゴンタイプ 乗車定員：5~6人 エンジン型式：水冷ディーゼルエンジン	
25. 4WD ピックアップ	2 台	最大積載量：700kg以上 エンジン：水冷ディーゼルエンジン 駆動方式：4×4 キャブ全部にウインチを装備 乗車定員：2~3人	出力70PS以上
26. 複 写 機	2 式	富士ゼロックス 5055 または同等品	メンテナンスが問題のため現地購入が望ましい
27. タイプライター	1 台	IBM 1960 電動または同等品	現地購入
28. パソコン コンピューター	3 台	東芝J-3100または同等品	IBM システム36のターミナルとしても使用可能なもの

6-9 調査実施上の留意点

(1) 調査対象範囲には多くの既設給水設備が存在している。その多くは、維持管理の欠如による故障により、その機能が停止している。今回調査は、この故障した設備の修復を目的としたものではないが、これらの不良設備の修復計画を把握しなければ次の計画の段階へ進むことはできない。既に先方へは、これらの故障設備の完全な把握と修復計画の確立を提案してあるので、調査団は、現地到着と同時に先方の調査の進捗状況を把握し、もし、先方の準備が十分でない場合は、これを補完する必要がある。

(2) 試験井の必要本数及びその位置については、S/Wの中では特に決定していなくて、本格調査団のフェーズI調査結果に基づいて先方と協議のうえ決定することとなっている。しかし、議事録には、双方とも30本の試験井が必要と判断し、その旨記述した。本格調査団は、これらの事情を理解して、試験井の位置を決定する必要がある。

試験井の本来の目的は、確実に地下水の賦存量を把握することが目的であるが、同時に、できるだけ試験井が生産井に転換できるよう、集落の配置状況を踏まえて立案する必要がある。なお、生産井への転換は、レベル1及びレベル2までの設備に対して本調査で実施する必要がある。

(3) 試験井の必要本数を30本と想定しているが、これを実施するに際しては、3チームの掘削班を想定している。そのうちの1チームはJICAの供与機材として日本から持ち込むボーリング機械と、先方のカウンターパートによって組織されるクルーによるものと考えるが、他の2チームは現地請負業者との契約を必要とする。事前調査団は、現地候補業者の調査を実施し可能と判断した。本格調査団は、さらに詳細な候補業者の調査を実施して、JICAと緊密な連絡のもとに契約を行う必要がある。また、契約に際しては、接近路の建設等の付帯工事についても漏れのないようにする必要がある。

(4) 本案件は、地下水開発を主体としたものであるが、事前調査団の現地踏査の結果によると、対象地域では湧水、表流水等の利用が可能である地域が存在する。特に、山脈の麓近辺では豊富な湧水及び表流水の利用がみられる。本格調査団は、本調査の目的が対象村落に生活用水を供給する計画を策定することにあることを十分理解し、これらの湧水及び表流水利用計画についても調査及び計画の立案を行う必要がある。

これらの表流水の利用については、集落の規模からみて大規模な浄水装置を建設することは適切でないが、水源、水質の如何により、大規模な浄水装置を作らずに生活用水が得られる可能性が残されているものと判断した。

(5) 事前調査団の現地踏査によると、INAPAにより建設または管理された以外の給水設備が

多数存在する。INAPAはこれらの他の機関により建設または管理されている設備を十分把握していないように思われる。この点は、議事録で指摘したとおりであり、本格調査団が現地へ立ち入りするまでに、INAPAによって調査され、インベントリーが作成されているとの約束である。これが十分成果を挙げていない場合は、本格調査団は、先方と協力してこのデータベースを完成する必要がある。このデータは、地形図上で把握されていなければならないことは当然である。

(6) Dajabon を中心とした北部地域とElias Piñaを中心とした南部地域は、山脈にさえぎられ互いに通行不可能である。この点を考慮して試掘計画を立てる必要がある。特にElias Piña 県西部国境山岳地帯のSabana CruzからGuaroa間の道路は極端に悪い。ジープ等の中型車両の通行には問題はないが、ボーリング機械を運搬する大型車両の通行には注意が必要である。道路の損傷状況から判断すると、雨季には相当の被害が生じているものと判断される。乾季における道路修理の計画を把握したうえで、この地域の試験井の掘削についての計画及び業者との契約を行う必要がある。

(7) INAPAの既存設備の維持管理体制は、必ずしも適切とはいえない。したがって、これを使用している地域住民とINAPAの担当者との間で再三トラブルが発生している。この現状を考慮して地域住民とは、常に友好的な態度で接し、トラブルを起こさぬよう、調査団全員が心がける必要がある。

(8) 地下水開発計画は、先方が選定した緊急度の高い154村落(300~400人)について策定するものである。併し、これらの村落の選定については、その緊急度を本格調査団が調査し、その取捨選択、追加について必要あれば案を作成して、先方と協議のうえ決定する必要がある。

(9) 技術上の留意点

1) 地下水に含まれる塩分

対象地域に広く分布する第三紀中新世の堆積岩類には岩塩層を含むところがあり、地下水に塩分を含む地域がある。特に Monte Cristi、Dajabon及びIndependencia の南東部である。

しかし、これらの地域のうち岩塩層の所在がはっきりしているのは、Independencia 南東部だけで Monte Cristi、Dajabon地域では詳細不明である。したがって、これらの地域での地質踏査では、岩塩層の抽出と地層の走向、傾斜、断層などの地質構造開発に留意する必要がある。

2) 帯水層

対象地域内で帯水層となり得る第四紀砂礫層が分布する区域は、北部 Monte Cristi, Dajabon の一部で、他の地域の大部分は中生代～第三紀の堆積岩類、火山岩類、貫入岩類などから成る岩盤地域であり、帯水層の賦存状況把握には細心の注意が必要である。

したがって、これらの地域では裂か水を想定して、岩石の風化状況、割れ目の発達状況に留意した調査が必要である。

3) 給水施設

INAPA は、給水設備として風車ポンプ井戸を計画しているが、風車は、風当りのよい高所がよいが、井戸は地下水賦存の可能性が高い低地（谷底など）となるので井戸掘削地域の風向・風力と地形の関係をあらかじめ検討しておく必要がある。対象地域全体の風向は東風が多いようなので、特に南北系の地形をなす地域では、手押しポンプを考慮するなど必要となろう。

また、風車ポンプについては、故障頻度、故障原因を把握し、改良、改善の余地を検討することも重要と考えられる。