

ニカラグア国  
マナグア市上水道整備計画調査  
事前調査報告書

平成3年7月

国際協力事業団

国際協力事業団

23412

JICA LIBRARY



1096522(6)

23412

## 序 文

日本国政府は、ニカラグァ国政府の要請に応え、同国マナグア市上水道整備計画調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなった。

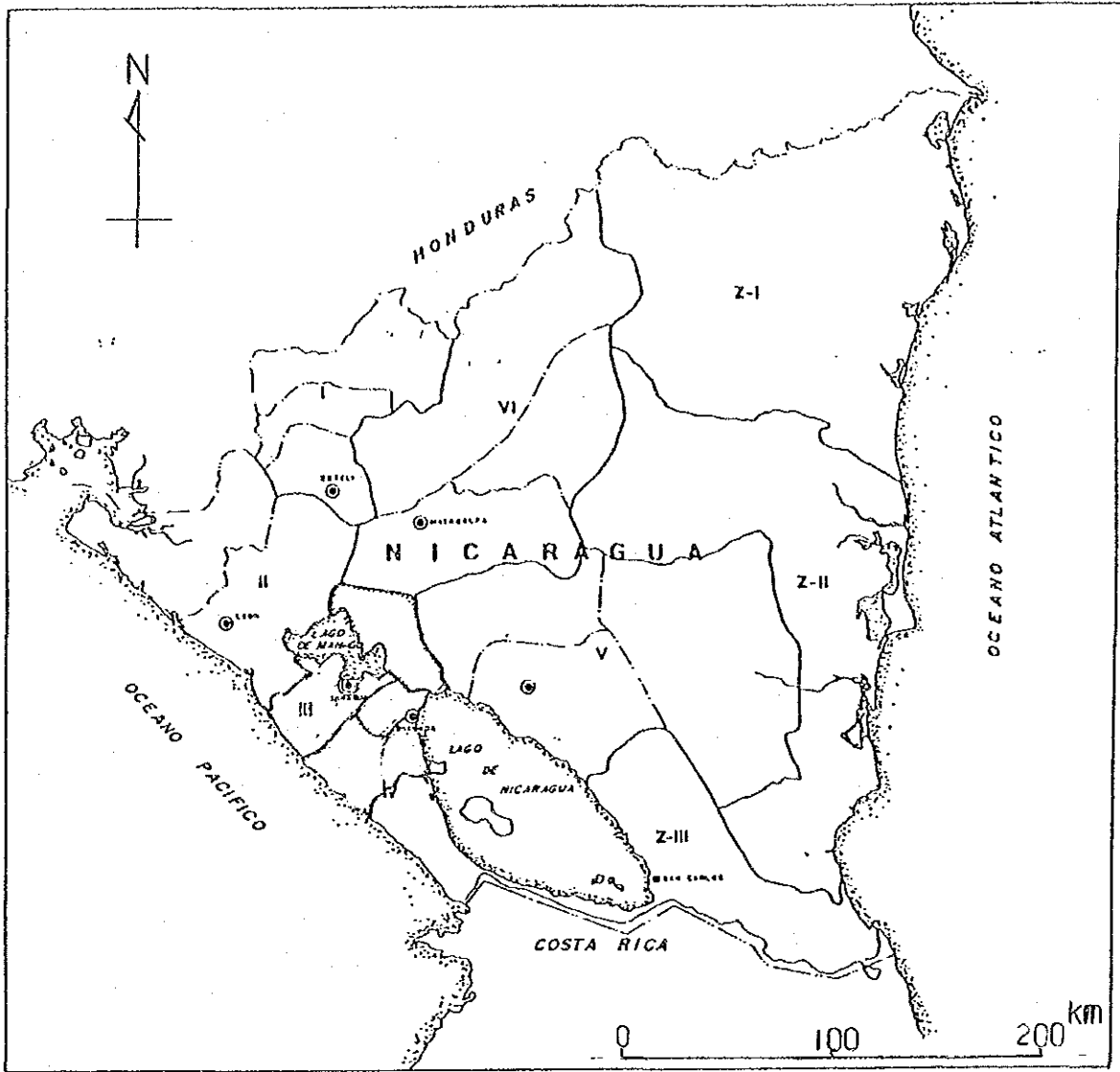
当事業団は、平成3年3月11日から同年3月25日まで当事業団社会開発調査部社会開発調査第二課課長代理・末森 満を団長とする事前調査団を同国へ派遣し、要請背景及び内容の確認、資料収集、現地踏査を行うとともに、本格調査の範囲、内容及び実施方法について十分協議した結果、Scope of Workに合意した。

本報告書は事前調査団の調査結果の概要をとりまとめたものであるが、今後の本格調査の立案、検討及び実施に際し、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ニカラグァ国政府、在ニカラグァ日本大使館並びに関係各位に対し厚く御礼を申し上げます次第である。

平成3年7月

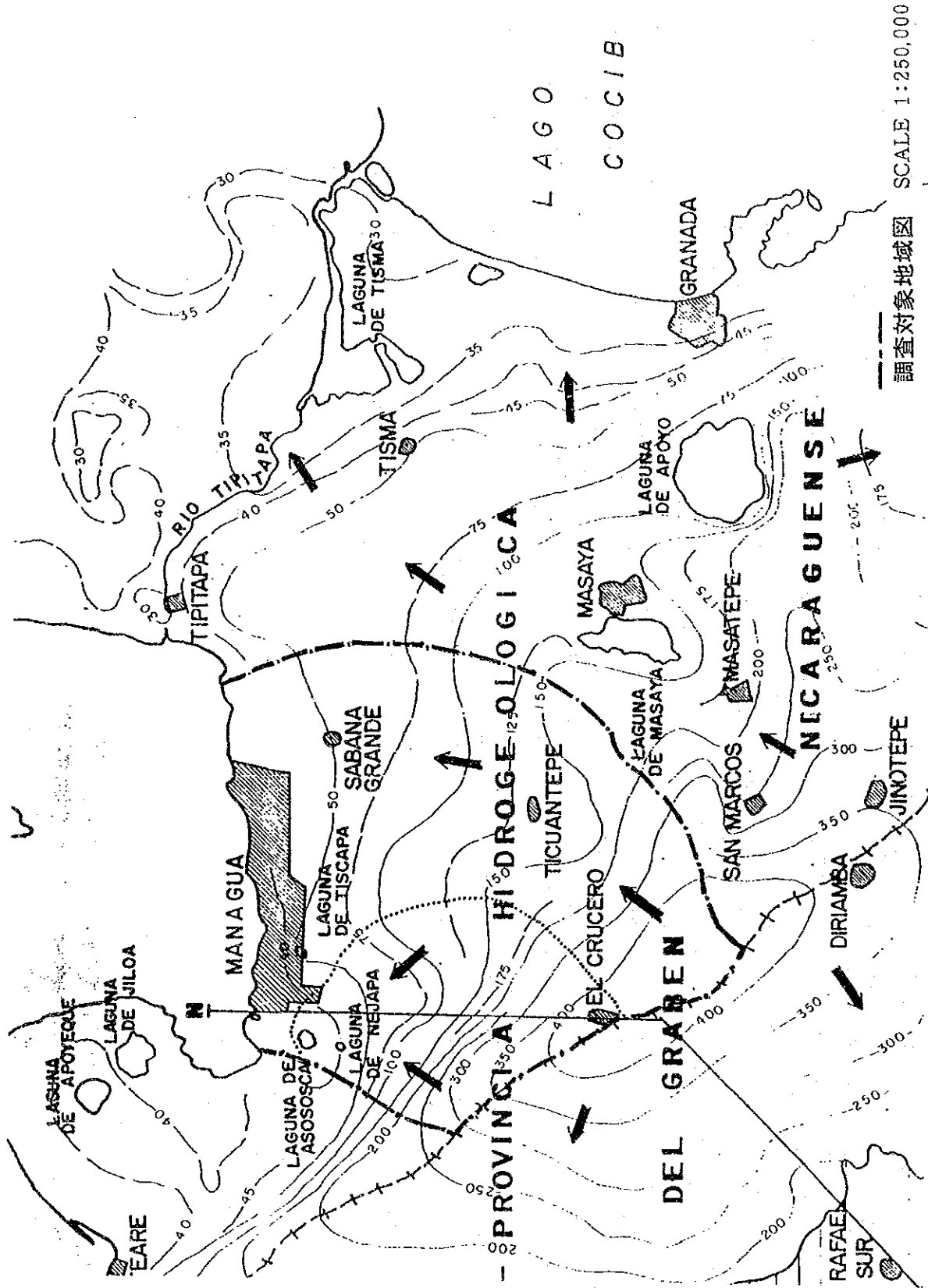
国際協力事業団

理事 玉 光 弘 明



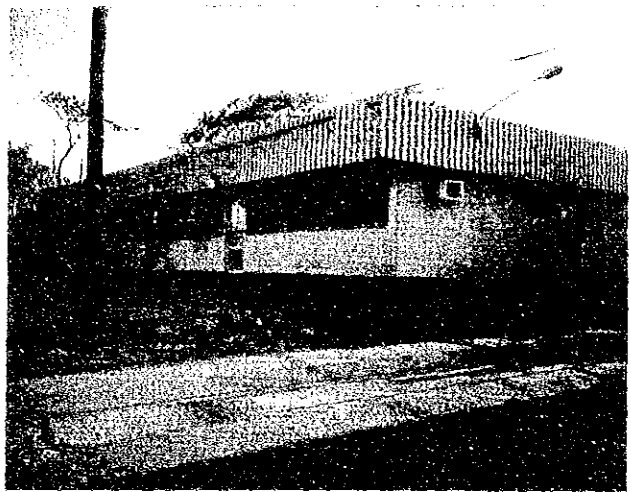
ニカラグァ国位置図





調查対象地域図 SCALE 1:250,000





INAA本社 |



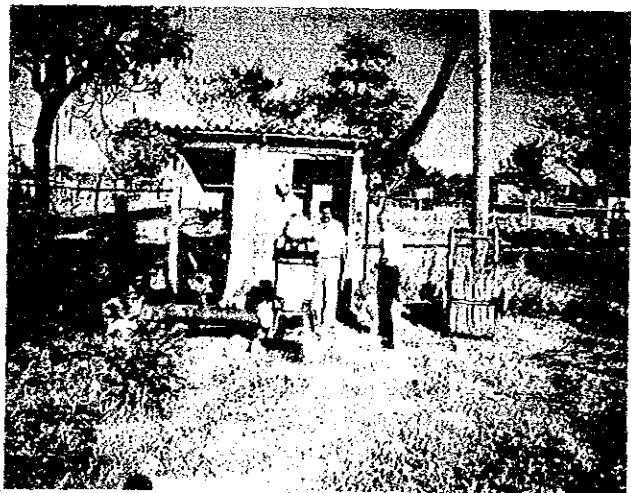
マナグア市/マナグア湖 |



マナグア市遠景 |

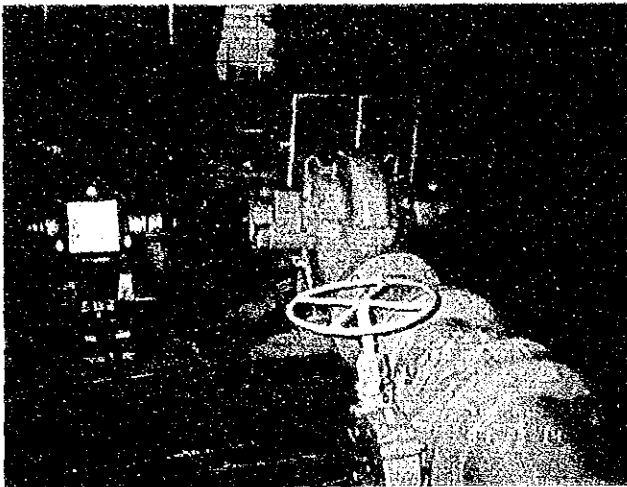


アソスカ湖 |

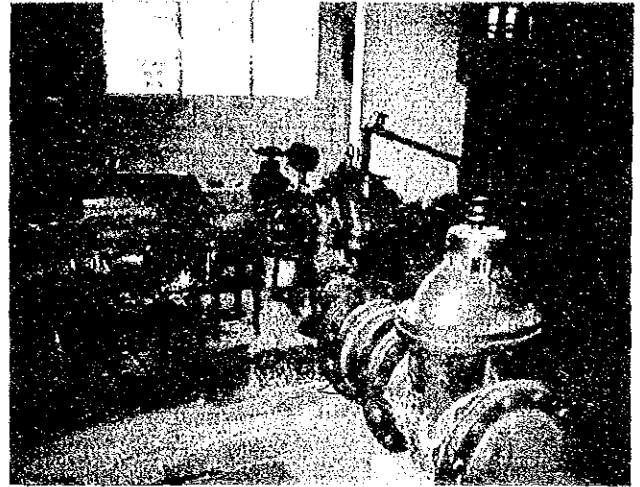


市内井戸 |

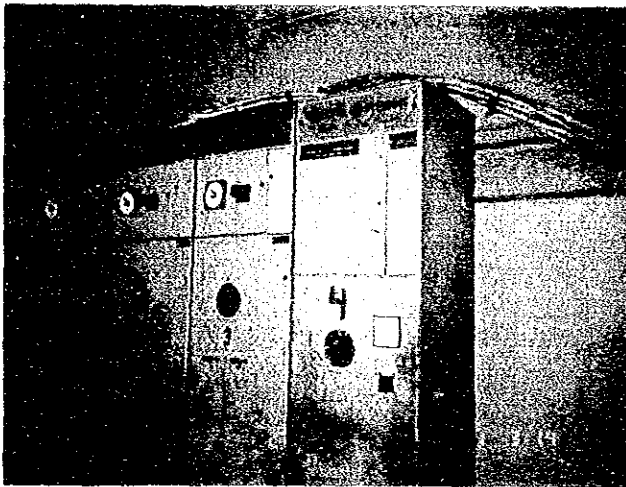




INAA給水施設(送水ポンプ)



INAA給水施設(送水ポンプ)



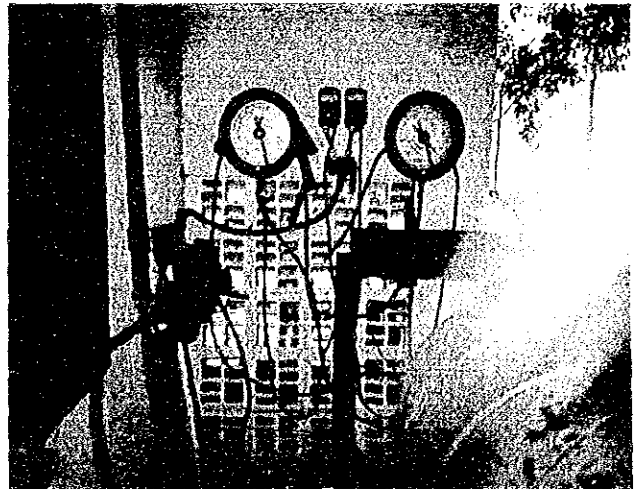
送水ポンプ電気盤



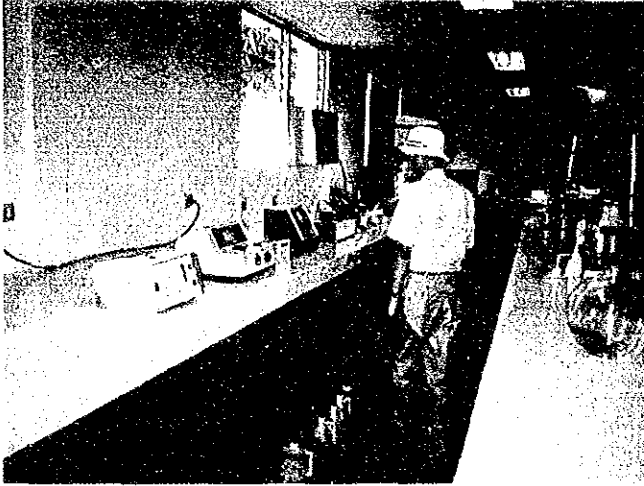
井戸揚水ポンプ



中継貯水タンク



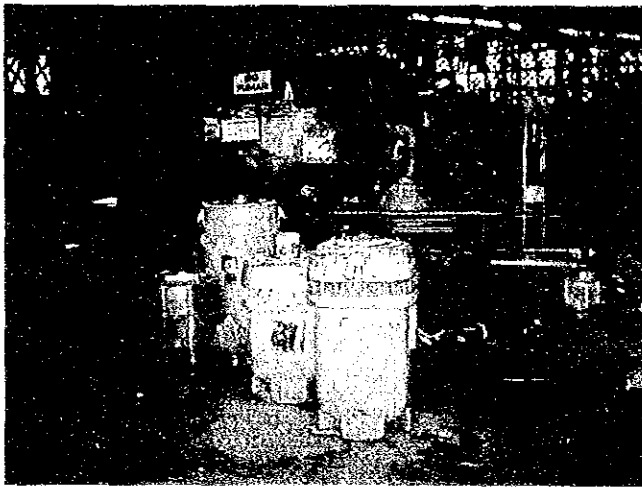
塩素減菌装置



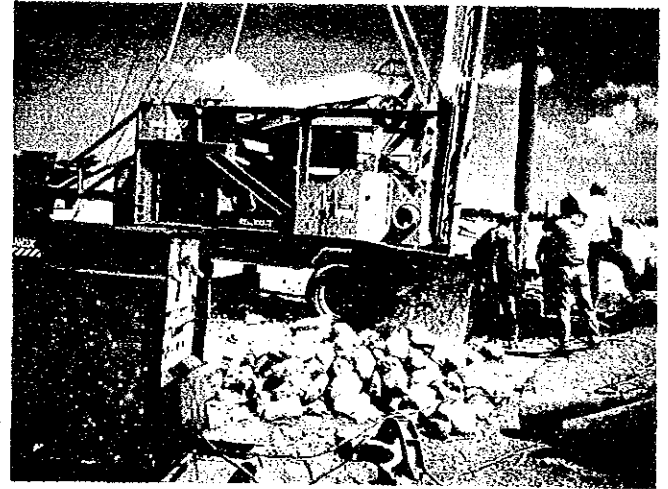
INAA化学分析室



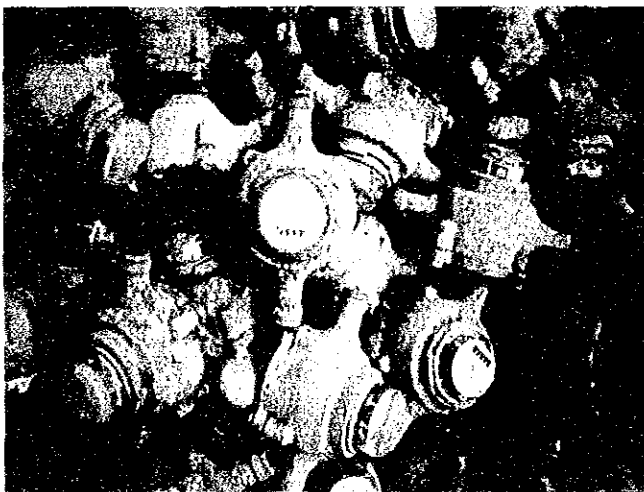
同 左



INAAメンテナンスショップ



INAA井戸掘削現場



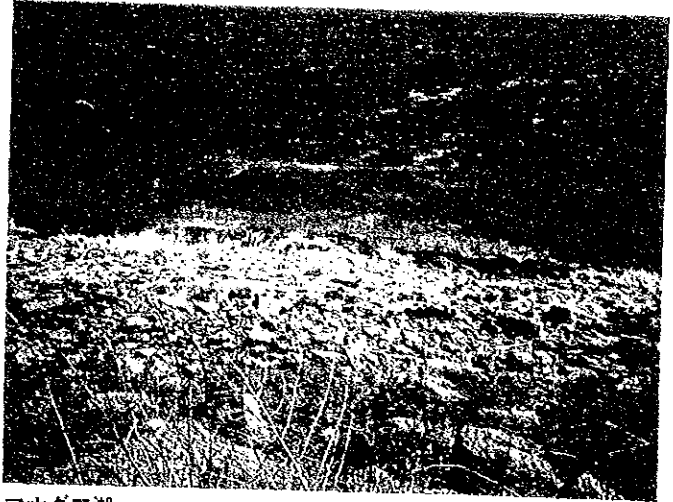
同 上



同 上



マナグア湖



マナグア湖



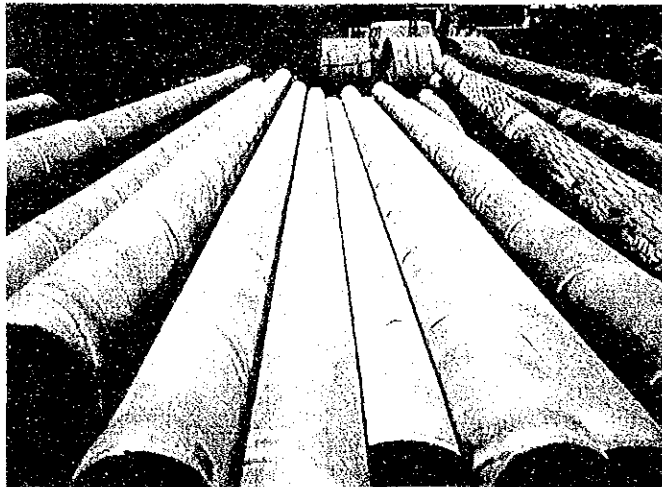
INAA村落給水井戸



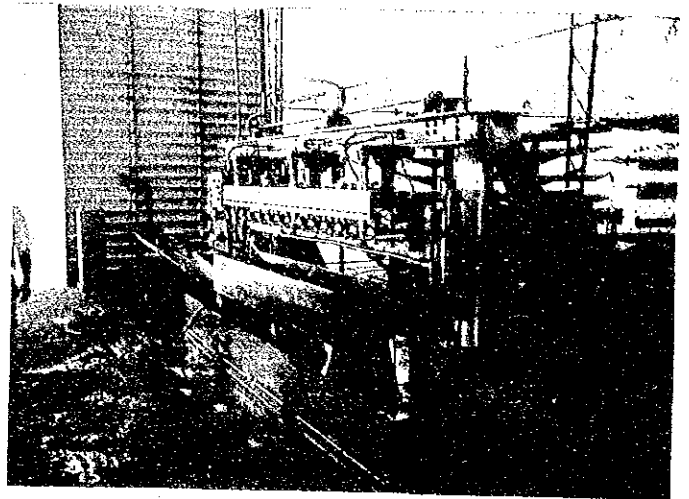
同 左



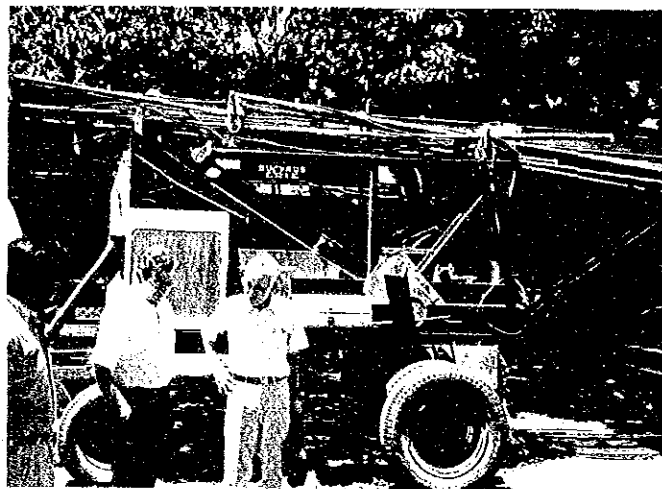
INAA給水メーター



現地入手可能ケーシング及びスクリーン



スパイラル鋼管溶接機



現地業者所有リブ



現場業者工事現場



同 左



## ニカラグァ国概要

a. 面積	積	120.3千km <sup>2</sup> (北海道と九州を合わせた広さ)
b. 首都	都	マナグア市 (人口約110万人、1990年時点)
c. 人口	口	380万人 (1989年) 人口増加率 約3%
d. 政体	体	立憲共和制
元首	首	ビオレタ・バリオス・デ・チャモロ大統領 (1990年4月就任、任期1997年まで)
e. 言語	語	スペイン語
f. 宗教	教	キリスト教
g. 教育	育	成人識字率 (57%、1971年統計) 初等教育普及率 80% 中等教育 30% 高等教育 8%
h. 通貨	貨	コルドバ・オロ (1米ドル=5コルドバ・オロ) (1991年3月現在)
i. 貿易	易	1989年 輸出額 : 298.1百万米ドル 主要輸出品目 : コーヒー、綿花、砂糖、牛肉 主要輸出国 : ドイツ、日本、カナダ、フランス 輸入額 : 710.8百万米ドル
j. 対外債務残高		1,700百万米ドル (1979年) 8,100百万米ドル (1988年)
k. GDP		3,700百万米ドル (1988年、企画予算庁)
l. GNP		一人当たり830米ドル (1987年、世銀)
m. 実質経済成長率		-0.7% (1987年) -8.0% (1988年) -3.0% (1989年)
n. インフレ率		33,600% (1988年) 1,689% (1989年)

# 目 次

## 序 文

ニカラグァ国位置図

調査対象地域図

調査写真

ニカラグァ国概要

第1章 事前調査の概要 .....	1
1-1 調査の目的 .....	1
1-2 調査団の構成 .....	1
1-3 相手国受入れ機関 .....	1
1-4 調査行程 .....	2
第2章 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 日本側の調査対処方針 .....	4
2-4 S/W協議の経緯及び結果 .....	5
第3章 INAA水道事業の概要 .....	9
3-1 INAA事業概要 .....	9
3-2 INAAの将来事業計画 .....	30
3-3 他機関によるプロジェクト援助の動向 .....	33
第4章 調査地域の概要 .....	34
4-1 調査対象地域 .....	34
4-2 地形・地質・気象の概要（全国） .....	41
4-3 既往の地下水開発調査 .....	52
4-4 水道システムの現状と問題点 .....	57
4-5 地下水開発の現況と問題点 .....	65

第5章 本格調査の概要	69
5-1 目的	69
5-2 調査対象地域及び範囲	69
5-3 調査の基本方針	69
5-4 調査の項目及び内容	70
5-5 調査工程及び作業フロー	83
5-6 報告書	84
5-7 調査の実施体制及び要員計画	85
5-8 本格調査必要機材リスト	87

#### 附属資料

1. 要請書（西文、日本語訳）	89
2. S / W（英文、西文）	137
3. 議事録（英文、西文）	157
4. 主な面会者及び面会内容	171
5. 質問状	173
6. 収集資料リスト	184
7. 現地業者見積	187
8. 関連参考資料	236
1) 世界保健機構 部門報告書 上下水道部門 1990年	237
2) INAA上下水道施設リハビリテーション計画 1990年	304
3) 2000年のマナグアの人口予測に対する水需要の調査（目次訳） 1983年	354
4) マナグア市への水供給源調査報告書（目次訳） 1981年	359
5) INETER組織表	377
6) INAA職種別人員表	379
7) INAA所有ボーリング・マシーン、車両等	380
8) INAA水質試験記録見本	383
9) ニカラガア国概観・案内（日本大使館編集）	384



## 第1章 事前調査の概要

### 1-1 調査の目的

ニカラグァ国政府の要請に基づき、次の目的により事前調査を実施した。

- 1) 相手国の要請内容の確認
- 2) 相手国の調査の実施体制の確認（実施機関、投資規模）
- 3) 既往調査、既存資料の確認、収集・予備解析
- 4) 現地の状況調査
- 5) 調査内容（対象地域、重点分野、調査期間）の意向確認
- 6) 実施調査のS/W、M/M協議・署名
- 7) その他、本格調査の実施方針を検討するのに必要なデータ、資料の収集、調査

### 1-2 調査団の構成

事前調査団は、次の6名で構成された。

<u>担当分野</u>	<u>氏名</u>	<u>所 属</u>
団長・総括	末森 満	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第二課
ボーリング計画	向井 靖雄	国際協力事業団国際協力専門員
地下水開発	丸尾 祐治	国際協力事業団国際協力専門員
調査企画	古川 光明	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第二課
給水計画	佐伯 昇	八千代エンジニアリング(株)
通 訊	芝 裕子	(財)国際協力サービス・センター

### 1-3 相手国受入れ機関

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (INAA) :

ニカラグァ上下水道公社

1-4 調査行程

日順	月 日 (曜日)	調 査 内 容
1	3月11日(月)	東京～メキシコ・シティー
2	12日(火)	メキシコ・シティー～マナグア
3	13日(水)	日本大使館表敬、打合せ INAA表敬、打合せ マナグア市長表敬、対外協力省表敬 現地踏査(マナグア・給水施設) INETERとの打合せ
4	14日(木)	現地踏査(MANAGUA-TIPITAPA-TISMA-MASAYA-GRANADA)
5	15日(金)	INETER及びINAAとの打合せ 現地踏査(ワークショップ、ラボ等) 資料収集
6	16日(土)	現地踏査(マナグア・給水施設) 資料収集
7	17日(日)	資料整理
8	18日(月)	INETER表敬、打合せ INAAにてS/W、M/M協議、資料収集 資料収集
9	19日(火)	INAAにてS/W、M/M確認 資料収集
10	20日(水)	INAAにてS/W、M/M署名 日本大使館報告
11	21日(木)	団長、向井、丸尾、古川、芝団員帰国 佐伯団員資料収集
12	22日(金)	佐伯団員資料収集
13	23日(土)	佐伯団員資料収集
14	24日(日)	佐伯団員資料整理
15	25日(月)	佐伯団員帰国

## 第2章 事前調査結果の概要

### 2-1 要請の背景及び経緯

ニカラグァ国マナグア市（面積3,368km<sup>2</sup>、1989年人口約100万人）は、当国人口の約3分の1を占め、近年の人口増加率も約7%（全国レベル約3%）と都市化が急速に進んでいる。

同市の上水道は、既存給水施設の老朽化が著しく、また、既存水源である湖水及びマナグア市内の地下水位の低下等の問題を抱え、年間を通じ週2日程度の給水制限を行わざるをえない状況にあり、現況の改善及び急増する水需要に対応するため、既存給水施設のリハビリテーション及び新規水源の確保が緊要となっている。

一方、1994年までの水需要に対応する計画は、世銀、ソ連の援助を受けてD/D（1989年）を終了し、これを早急に実現したいとしている。それ以降の水源の確保について、ニカラグァ湖水利利用、または、地下水開発は予備調査が終了しているにすぎない。

このような状況から、ニカラグァ国政府は、日本国政府へマナグア市における飲料水確保のための給水施設整備計画についての開発調査の協力を1989年10月要請してきた。

### 2-2 要請の内容

#### (1) 要請の概要

短期／長期の観点からの水源確保調査及び既存給水施設のリハビリテーション計画を策定するF/S調査

- (a) 井戸を含む既存給水施設のリハビリテーション計画の策定（ニカラグァ側は調査実施後の無償資金協力を強く希望）。
- (b) 市内及び周辺地域の地下水ポテンシャルの把握（データベースの構築を含む）及び保全を含む開発計画の策定。
- (c) 急速な都市化を考慮した水需要の見直し及び新東部地下水開発（第4期第1フェーズ）に引き続く新たな水源（ニカラグァ湖水の利用を含む）開発の策定（ニカラグァ側は新東部地下水開発に対する資金（約176百万ドル）を早急に確保すべく日本からの資金援助を希望している）。

#### (2) 項目

- (a) リハビリテーション調査
- (b) 組織・運営調査
- (c) 地質調査
- (d) 物理探査

- (e) 気象調査
- (f) 水資源評価
- (g) 水質調査
- (h) 飲料水供給調査
- (i) 水源開発計画

## 2-3 日本側の調査対処方針

### 1. 調査のスコープについて

#### (1) リハビリテーション計画の策定

盗水・漏水の多い、また、老朽化が著しいマナグア市既存給水施設の現状を把握し、リハビリテーション計画の策定を行うこととする。

また、リハビリテーションの実施は、維持管理方法と相互に関連して計画されるべきものであることから、維持管理のための組織、人員、役割を明確にした計画を策定することとする。

#### (2) 地下水を主とする水資源調査

調査対象地域（ニカラグア湖周辺を含む）における地下水を主とする水資源調査を行い、水資源ポテンシャルを把握する。調査にあたっては、既存の報告書等を出来る限り活用する。ソ連の援助による地下水調査（1989年完了）については、与条件として水資源評価を行う。

また、マナグア市及び、その周辺地域を対象とする地下水モニタリング・システムを確立し、地下水盆の地下水流動機構を把握し、将来の適正な地下水盆管理、並びに地下水開発、利用等に係る基本方針を策定する。

#### (3) 地下水開発計画の策定

マナグア市は、人口が急増しており、飲料水不足は深刻である。上記(2)の地下水を主とする水資源調査により、調査対象地域全体の地下水開発計画を策定し、短期的観点から、マナグア市及び、その周辺の地下水開発計画を策定する。

### 2. 調査対象地域

調査対象地域については、マナグア～ティピタパ～ティスマ～グラナダ、及びロス・ブラシレスに囲まれた平野とするが、行政地区、給・配水管整備地区、地勢条件等を考慮したうえ、INA Aの意向を確認し、調査対象地域の詳細について決定することとする。S/Wには地図を添付し、境界線を明示することとする。

## 2-4 S/W協議の経緯及び結果

事前調査団は、日本にて打ち合わせられた対処方針及びS/W(案)を基に3月13日、18日及び19日の計3回にわたってニカラグァ上下水道公社(INAA)とS/W協議を行い、3月20日、INAAのROGER MENDIETA ALFARO長官と末森 満事前調査団長との間で、S/W及びS/W協議にかかわるミニッツの署名・交換を行った。

主な協議内容は、以下のとおりである。

### 1. プロジェクト・タイトル

INAAより、プロジェクト・タイトルを“Study on Water Supply Improvement Projection Managua”にしてほしい旨、要望があったが、我がほうより、本件調査は既存の給水施設のリハビリテーション調査だけでなく、地下水のポテンシャル調査及び開発計画の策定も含むため、原案どおり、“Study on Water Supply Projectin Managua”とすることで合意した。

### 2. 調査目的及び調査対象地域

INAA側の要請書では、水源確保調査及び既存給水施設のリハビリ計画を策定するF/S調査として、

- (1) 井戸を含む既存給水施設のリハビリテーション計画の策定
  - (2) 市内及び周辺地域の地下水ポテンシャルの把握(データベースの構築を含む)及び保全を含む地下水開発計画の策定
  - (3) 急速な都市化を考慮した水需要の見直し及び新東部地下水開発(第4期第1フェーズ)に引き続く新たな水源(ニカラグァ湖水の利用を含む)開発の策定
- の要請が上げられてきた。

上記(3)に関しては、第4期第1フェーズに引き続く新たな水源として、ニカラグァ湖周辺の地下水開発もしくはニカラグァ湖からの直接取水につき比較検討してほしい旨の要請であった。

しかしながら、「マナグアの飲料水基本計画の第4段階 第4部：水の供給源の開発最終報告書 1988年2月」によると、ニカラグァ湖周辺での地下水余剰水は、第1フェーズが実施されるとほとんど残されていないと指摘しているとおおり、ニカラグァ湖周辺の地下水開発が難しいことが今回判明した。また、その調査がF/Sレベルの調査で実施されていることも今回判明した。

したがって、本件調査はF/S調査であり、それ以上の調査を実施するものではなく、また、重複した調査を避けるため、要請書の調査対象地域から、第1フェーズ地域を除いた地域、すなわち分水嶺で囲まれたマナグァ市内及びその周辺地域を調査対象地域とすることで合意した。

したがって、調査目的も、(1)井戸を含む既存給水施設のリハビリテーション計画の策定、

及び(2)市内及び周辺地域の地下水ポテンシャルの把握（データベースの構築を含む）及び保全を含む地下水開発計画の策定とすることで合意した。

しかしながら、ニカラグア湖水の利用については、将来の水需要を考慮すると、避けて通れない課題であり、また、本件調査で実施する水需要予測においても第4期第1フェーズ後の水需要を満たす供給を考えるとニカラグア湖からの直接取水についての概略調査を本件調査に取り込むことも検討する必要があると思われる。

### 3. M/M記載事項及び経緯

#### 1) 調査対象地域：M/M 1

上記2のとおり、調査対象地域を分水嶺で囲まれたマナグア市内及び周辺地域とし、その地域を明確にするため、地図上に境界線を記入し、ANNEX IとしてM/Mに添付した。

#### 2) 開発計画：M/M 2

地下水開発計画では、井戸、ポンプ場、送水管及び貯水施設までの設計にとどめることで合意を得た。

#### 3) 調査工程：M/M 3

調査工程は、現時点では、試掘に係る調査期間がどれくらいかかるか読めないため、S/Wでは、調査開始から最終報告書の提出までを22カ月としているが、試掘期間の長短によっては、調査期間の変更もあり得ることで合意した。

#### 4) 給・配水システム調査：M/M 4

給・配水システムの調査範囲及びその調査方法は次のとおりとした。

- ① INAAとの共同作業により、既存の給・配水管図を利用して、給・配水施設台帳を作成する。
- ② 聞き込み調査と水量・水圧調査により、給水区域の流量パターン及び給水状況を把握する。
- ③ 上記①②の調査結果に基づき、マナグア市の低地区（同市北部に位置するソロトラン湖岸から、標高85mまでの地区）、高地区（海拔85m～135mまでの地区）、高高地区（海拔135m～195mまでの地区）より、メーターの設置している一区画当たり20個程度の給水栓を有する配水管区間を2カ所モデル地区に選定し、地区流入量、夜間流量を測定し現況の水使用パターンを把握する。
- ④ 上記①②③の結果から、給・配水システムにおけるリハビリテーションの規模と範囲を決定する。

#### 5) ボーリング：M/M 5

調査団は、INAAに対し、調査のためのボーリングの実施を要求した。INAAは、全

国をカバーしており、保有するボーリング・マシーンに制限があることから、本件調査では、INAAのボーリング・マシーンを利用することができない旨、回答があった。

6) 組織：M/M 6

INAAは、同組織の実施・管理能力強化のため、組織全体の見直しを求めたが、本件調査の範囲を越えるところ、今回調査で策定されるリハビリテーション及び地下水開発計画のための実施・管理に必要な範囲で組織の検討を行う旨、回答した。

7) 水質分析：M/M 7

調査団は、水質分析をINAAのラボでINAAにて実施するよう要望し、INAAはそれに合意した。ただし、INAAには十分な試薬・器具がないため、JICAにて本格調査時に購入することで合意した。

8) カウンターパート：M/M 8

本件調査を円滑に進めるうえで必要なカウンターパート（プロジェクトマネージャー、水理地質、水文、物理探査、ボーリング、給水計画、経済分析等）を国土庁（INETER）の協力を得て、調査期間中、各本格調査団員に対して1名ずつINAA側から配置される。また、下記の調査に対しても必要に応じて、以下のとおりカウンターパートが配置されることでINAAは合意した。

a) 一斉測水調査	10名
b) 井戸の現地盤標高	6名
c) アンケート配布及びその回収	6名
d) データベース・インプット	2名
e) 流量及び水圧調査	20名
f) サポートスタッフ（タイピスト、秘書、製図等）	

9) 事務室の提供：M/M 9

INAAは、本格調査のために必要な机、椅子、キャビネット等を含む事務室を提供することを合意した。しかしながら、予算の制約もあり、複写機、及びパソコンは、日本側で用意するよう強く要望し、その旨回答した。

10) 関連資料の収集：M/M 10

INAAは、事前調査団がINAAに提出した質問表に基づき、事前調査団滞在中に収集できなかった資料を本格調査が開始されるまでに収集することを約束した。

11) 用地確保：M/M 11

調査団は、INAAに対して、本格調査で実施される試掘及び物理探査のための用地の確保を依頼した。INAAはそれに合意した。

12) 車両及び機材の供与：M/M 12

調査団は、本格調査のために必要車両と必要機材の手配を要望した。これに対し、INAAは、これについては日本側で用意あるよう、また、調査終了後、当該機材を供与してほしい旨、強く要望した。(品目はM/M ANNEX IIに記載)

当該機材の送付先(荷受人)はINAA気付プロジェクト名とすることで確認した。

13) 報告書：M/M 13

調査団は、ドラフト・ファイナル・レポート及びファイナル・レポートのメインレポートについては、西語版、英語版両報告書を作成し、その他の報告書については、調査期間の制約、翻訳体制など困難な問題があるため、要約版を西語で作成することを約束した。ただし、図面、図表等については英語とする。

14) 研修員受入れ：M/M 14

技術移転に関し、日本における技術の研修にカウンターパートを受け入れてほしい旨INAAは要望した。

15) 無償資金協力：M/M 15

ニカラグア政府として本件調査を緊要なものとし、本件調査結果に基づき日本の無償資金協力により実施に移したいとの強い希望をもっている旨、表明した。

16) ニカラグア湖水利用：M/M 16

第4期第1フェーズ後の水需要を満たすため、INAAは、本件調査にニカラグア湖水を利用した給水計画の概略調査を取り込むことを強く要望した。帰国後、関係機関に伝える旨、回答した。



## 第3章 INAA水道事業の概要

### 3-1 INAA事業概要

INAAの事業内容について、汎アメリカ衛生機構（OPS）の財政支援により1990年8月に最近の状況が上下水道部門報告書として詳細にとりまとめられており、全文が本報告書に添付されている。以下は主要項目について、同報告書に今回調査で入手した資料・情報を加え要約したものである。

#### 1. 法制度

ニカラグア上下水道公社は、1979年7月25日付行政命令第20号により創設され、同行政命令によって、自治権、法人代理権、固有財産、永久存続、及び権利を取得し、義務を負うための法的資格を授与された。

前国家上下水道局（DENACAL）及びマナグア水道公社（EAM）の任務を中絶なく引き継いだINAAは、1979年10月23日付行政命令第123号により、飲料水の供給及び下水道に関して、当国の地方及び市町村における事業の企画、実施、管理を担当する国家機関であると認められた。したがって、その主要な目的は全国の上下水道の企画、設計、運転、管理である。

#### (1) 水資源開発・運転

1980年代前半、IRENAは水に関する法律の予備計画を作成した。しかし、これは認められず、司法権の審議の段階で行き詰まった。その結果、ニカラグアには、統一化されていない個々の規定を除き、当国の水資源の使用及び保護に関する定められた法規は存在しない。

1979年10月23日付法令第123号ニカラグア上下水道公社組織法の組織及び目的の第50条では、次のとおり規定している。

『上水道工事であれ、水利工事であれ、公的使用を目的とした地下水あるいは地表水は国家の所有に帰する。公益事業として水の管理及び使用を担当する機関であるINAAは、その使用に際し、あらゆる事柄に対し優先権を持つものとする。行政権法に従い、INAAは当機関が提供する公共サービスのために十分な水源を確保する目的をもって、公共の土地あるいは個人所有の土地を、いかなる自然人、法人であろうとその利益のためにいかなる種類の水の開発、採掘工事を行うことのできない保留地として定めることができるものとする。前項は天然資源環境庁との調整のもとに実施される。』

#### (2) 工業排水規制

1988年9月30日付法令第394号衛生規定、及び1976年10月15日付法令第39号国家上下

水道局一般規制に盛り込まれた規定を除くと、当国には工業排水の放出を規制するための特別な法規は存在しない。

しかし、IRENAは、国連環境計画（PNUMA）の援助を受けて、マナグア湖の復興計画を間もなく開始する。その第1段階として、マナグア市の下水設備で回収された水の未処理の放出、工業活動に起因する同湖の汚染要因の評価が予定されている。その目的の一つは、マナグア湖における工業排水の放出規制の予備計画を作成することである。また同時に、この規制が国家レベルにおいても1年後に適用されることとなる。

## 2. 組織・体制

INAAはニカラグア国全体の上下水道事業を所掌する行政組織であり、中央機構の下に下部組織が置かれ、またその下にニカラグア国内の既存の地方下部組織が置かれており、全職員約2,800名を擁する（技術者約140名、技工約1,900名、残り作業員）組織である。

図-3-1に組織及び下部組織を表したINAAの概略的機構図を示す。中央機構の役割と権限は、決議決定、顧問、援助、及び規準設定、執行に分けられ、決議決定は、最高首脳部、2名の副院長、及び機構開発、予算、入札、調整の各委員会に属し、合意のうえ、勧告を与え決定する。

顧問、援助活動については九つの部局が担当する。そのうち五つが部、二つが特別部、二つが室である。

規準、執行活動については、当機関の実質的活動を行う七つの局が担当する。

地域下部組織の役割は実施及び運営である。その活動は、ニカラグアを政治、行政的見地から区分けしてできた6地域、及び3特別地区にあるINAAの地方支所によって実施される。このレベルでは、各地域において1名の地域代表委員が統括する。地域代表委員は長官の代行者で、通常は管理、営業、運転保守の三つの基本分野を分担する。

地方下部組織の役割は運営である。したがって、INAAの責任の下で、上下水道施設の管理、運転、保守、及び事業の営業を直接担当する。

さらにマナグア市の水道事業のメンテナンス部実施体制は図-3-2に示される組織である。全体組織図の「第3地域局」によって管理運営されている（首都圏を管轄する局でありマナグア市、マサヤ市、グラナダ市を含む）。なお、「第4期マナグア市上水供給整備計画」の立案・実施は当局の担当である。

図-3-1 ニカラグァ国上下水道院組織図

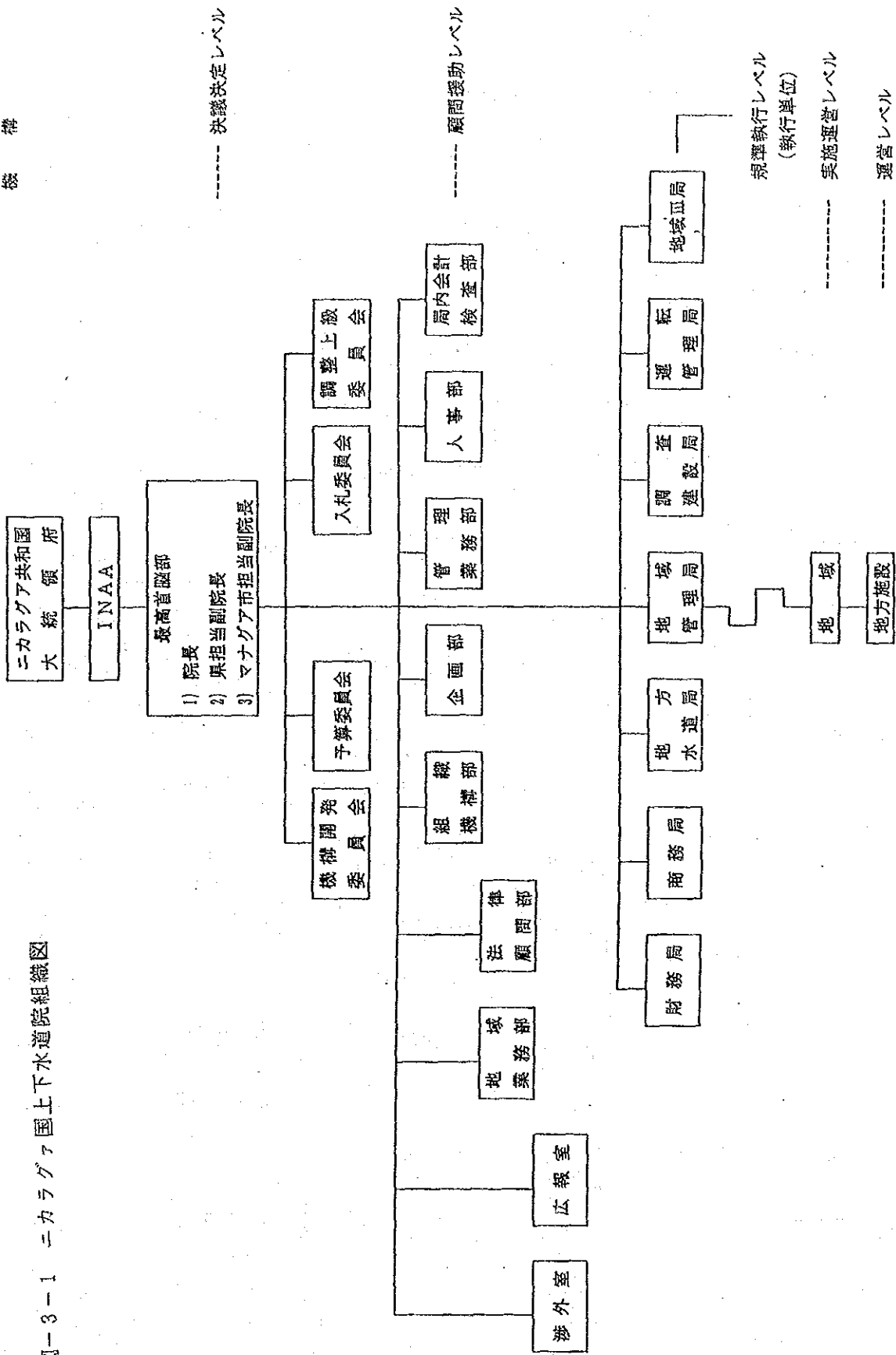
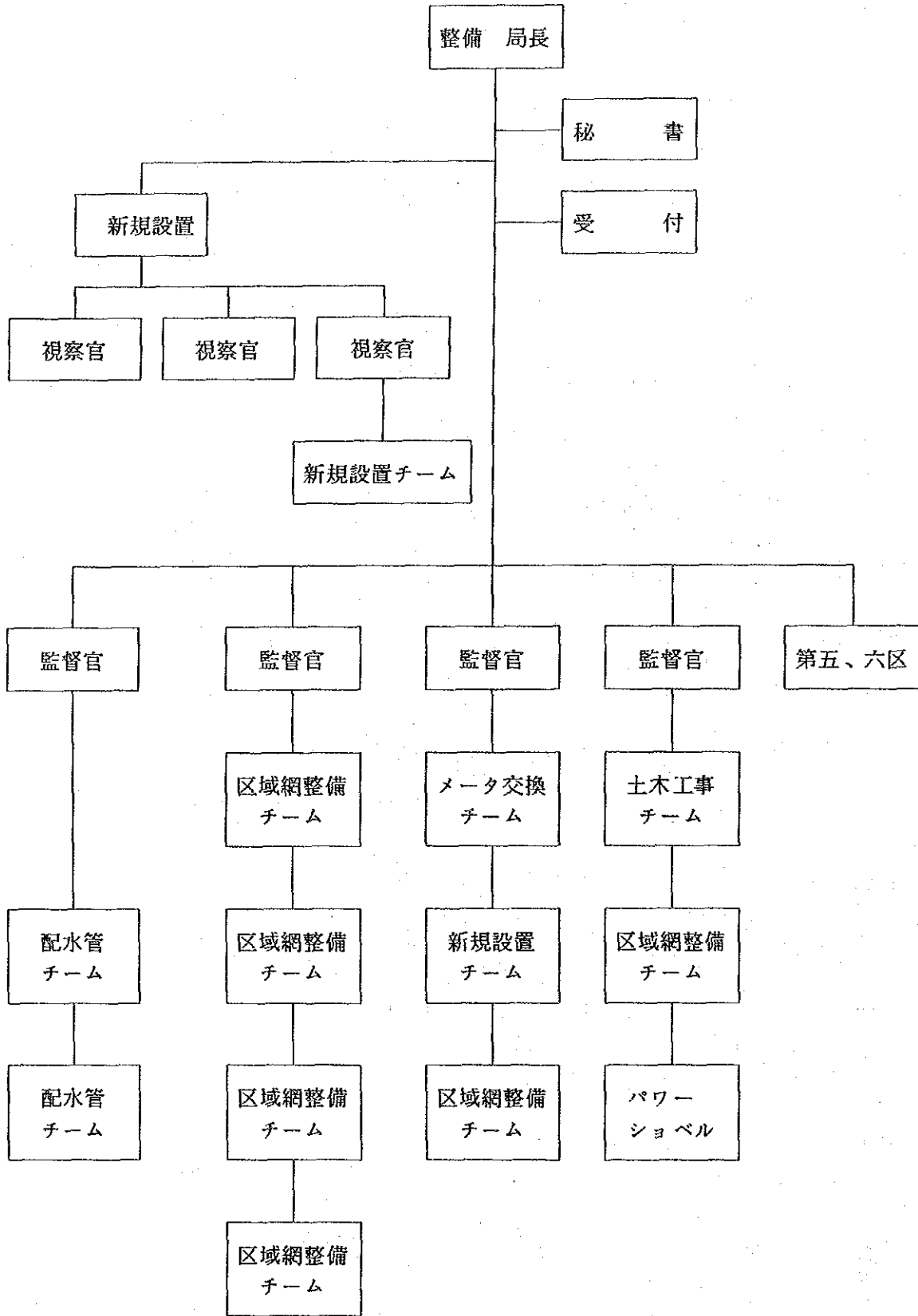


図-3-2 ニカラグァ上下水道院 (INAA)

第3区域網整備局組織図



### 3. 運営方法

#### (1) 予算・決算手続き

INAAの最高首脳レベル（組織図参照）で決定された目的及び目標達成のため、財務局がINAA全体の事業収支予算計画を立案し、実施する。またそのための一般会計、原価計算、現金管理を行う。立案された予算計画はそのあと再び決議決定レベルの予算委員会で審議される。

一方、事業実施、予算執行の段階では「局内会計検査部」により適正な執行が監視される。同検査部はニカラグァ国全体に支所を有する。

#### (2) 料金徴収手続き

水道料金に関しては、商務局が担当しており、消費量の計測、検査、請求書の作成、徴収、未払い料金の取立など全ての業務及び利用者からの苦情あるいは加入申請の対応を行っている。

システムとしてはあるが基本となる数字に問題があり、マナグァ市内の料金徴収の管理のために、消費水量と共にコンピューターによって行われており、毎月統計資料が整備されることになっている。

#### (3) 監査

局内検査部がINAAの一般政策実施のために承認された手続きの遂行を監視する。INAAの資産が定められたとおりに保護、記帳されているか、また日常の取引が正しくかつ適切に記録されているかを監視し、浪費、損失、虚偽などの不正に対して、INAAを正当に保護する。当国の全地域に支所を持つ。

#### (4) 資機材調達法

組織の各レベルにおいて必要とされる上下水道施設建設のための配管資材、建設用資機材等の調達は輸入、サービスの購入、供給及びその他、作業の実施のための輸送用車両の供給、保守、修理、在庫品の管理、施設設備の監視、建物の小物の保守、拡張業務を含め、管理業務部において実施される。

### 4. 財務状況

#### (1) 資金

上下水道部門における1981年から1988年にかけての投資実績は88.6百万米ドルに上る。そのうち約50百万米ドルは国内資金で約80%が都市部の上下水道施設の拡張及び改善のために、約20%が分散する地方に投資された。

1980年代の10年間の深刻な国内の社会・経済危機によって国民一人当たりの実質国民総生産が1940年代のレベルまで低下した。そのため、国家発展のための戦略としてでなく、国家生き残りの戦略として経済政策を立案しなければならなかった。

上下水道部門への投資、再投資のための外貨資金の割り当ては極めてわずかで、当部門の開発に対する大きな障害となった。何故ならば、組織運営に関しては、施設の運営、管理、改善、拡張のために必要な輸入財の獲得のためには、大半を政府間信用供与限度、寄付、その他の類似の方法を通じて得られた限定された外貨資金に頼らざるをえなかった。

I N A A は『 2000年までにすべての人に健康を』という国連のキャンペーンに対する当国の公約に基づき、1981年、以下の目標を1990年までに達成することを提起した。

① 都市人口：100%

1.1.1 個別水道 : 90%

1.1.2 公共給水施設 : 10%

② 都市人口の少なくとも50%に下水道サービスを普及させる。

1980年の物価で、上記のように設定した目標を達成するためには、1980年の物価で推定235百万米ドル必要とされた。内訳は以下のとおりである。

項 目	投 資 (百万米ドル)
① 飲料水	160.0
1.1 都市部門	104.0
1.2 地方部門	56.0
② 下水施設	75.5
合 計	235.5

目標を設定し、その達成に必要な資金の算定をした時点においては、資金は必要量の約7%しかなかった。

それらに対し、当部門の従来の資金源（米州開発銀行（BID）、世界銀行）が引き続き援助を提供してくれることが期待されたが、ニカラグァ国におけるイデオロギー的、社会的衝突の発生は国の内外に政治・経済的利害の対立を招き、その結果として経済的荒廃が生じた。

上記の経済的悪化はニカラグァ国に経済的発展の遅退をもたらし、実施可能なことは国連開発基金（UNDP）、スイス開発協力機構（CONSU D）、ユニセフ等の単発的機関の融資に頼るだけであった。

(2) 水道料金及び利益

ニカラグァにおける政治・経済的状況のもとでI N A A は存在理由はあったが、危機によって生じた社会的緊張の高まりを押さえるためにも、政府は国民のための基本的サービスの料金への助成金を公平に支出せざるをえず、こうした背景を考えると、前述した状況はやむをえない。しかし、その結果、大半の時期においては、料金で人件費を支払うのがやっとで、その他の管理、運転、保守のための支出については一部しかまかなうことがで

きなかった。そのため、事業の運転を続けるために中央政府の資金に頼らざるをえなかった。したがって、料金では事業の修理費用をまかなうこともできなければ、サービスの拡大などはできるはずもなかった。

1988年及び1989年の2年にわたり、ニカラグァ政府は過度のインフレによる深刻な経済的歪みを是正する目的で、経済の各分野に対する助成金の廃止に基づいた経済調整計画を実施に移した。その枠組みの中で、I N A A は収支均衡を出来る限り達成するためにその料金の調整を実施した。その結果は、1989年の収支、支出計画書（表-3-1）によると、運営収支によって、新規事業は一切行わないことで、ようやく運転、管理、登録、徴収費用、及び一般管理費を含む運営経費を収益でまかなうことができている。

1990年度では、新政府の措置に従い、I N A A は運営経費へ助成金を出さないという政府の方針に料金を徐々に適合させるために、料金の調整を継続して実施した。その結果、新通貨コルドバ・オロのもとでの1991年度の水道料金収支計画は添付のとおり（表-3-2）となっており、引き続き新規事業を抑え、料金収入によりI N A A の運営資金をまかなう均衡予算計画となっている。

新規事業の実施目的を持って現在、I N A A は現行の料金政策及び料金制度の見直し、適正化のためにカナダ政府からの技術援助を受けている。

表-3-3-1、2及び3にマナグァ市における水道料金制度を示した。

表-3-1 1989年収支計算書

INAA ニカラグァ上下水道院

収 支 計 算 書

1989年11月付

(単位、百万コルドバ)

---

I.	営業収益：1／	
	上水道	76,781.21
	下水道	6,858.97
	割戻額（マイナス）	<u>2,609.88</u>
	営業純収益	81,030.30
II.	営業費用：2／	
	給与	18,225.28
	電気	16,329.93
	燃料及び潤滑油	4,031.25
	化学製品	1,021.53
	保守	5,838.12
	その他	<u>6,147.34</u>
	営業費用合計	51,593.45
	減価償却費及び財政経費	
	控除前の営業利益	29,306.78

---

出所：INAA財務諸表

1／：営業収益には水道権利による収益が含まれる。

2／：営業費用には、運転保守費、登録及び集金費、及び一般管理費が含まれる。

ルシアーノ・ファリャス・B.

ACDIコンサルタント

プロジェクト 696/15861



表-3-2 1991年年操業予算

生産量 (100万立方メートル)	171,700.00
販売量 (100万ガロン)	85,850.00
総収入	43,200,000.00
コスト及び経費	
生産及び操業費	20,426,889.32
原材料費	16,996,849.61
人件費	1,666,205.35
燃料費	735,000.00
業務費	32,845.32
修理、維持費	157,999.11
リース代	20,436.33
減価/償却費	432,029.40
社会保険費	142,524.20
その他	243,000.00
販売業	2,633,142.89
原材料費	1,129,698.76
燃料費	105,000.00
修理、維持費	240,285.26
業務費	5,237.04
人件費	996,188.97
減価/償却費	38,568.50
リース代	3,001.32
宣伝費	9,949.64
社会保険費	104,829.40
その他	384.00
管理費	9,309,673.04
原材料及び供給費	4,143,058.20
燃料及び潤滑油	660,000.00
修理、維持費	761,030.20
業務費	20,433.96
人件費	3,368,781.21
減価/償却費	19,500.00
リース代	0.00
保険費	0.00
宣伝費	40,006.64
社会保険費	296,862.83
その他	0.00
総支出	32,369,705.25

単位 1コルドバ・オロ=1ドル

表-3-3 マナダア市水道料金体系 (1990年8月)

1. 家庭、住居部門

消費量 (千ガロン)	分類 I		分類 D		分類 F		使用者総数
	使用者数	料金 (コルドン/千ガロン)	使用者数	料金 (コルドン/千ガロン)	使用者数	料金 (コルドン/千ガロン)	
0.0 - 4.0	16,985	0.40	765	0.60	79	0.73	17,829
4.1 - 7.0	34,955	0.59	1,382	0.93	82	1.10	36,419
7.1 - 10.0	12,001	0.89	1,314	1.44	58	1.65	13,373
10.1 - 15.0	12,888	1.25	1,387	2.23	74	2.47	14,349
15.1 - 20.0	3,318	1.75	671	3.13	41	3.46	4,030
20.1 - 30.0	1,131	2.44	447	4.38	16	4.84	1,594
30.1 - 40.0	120	3.18	95	5.69	4	5.81	219
40.1 - 50.0	28	3.81	43	6.83	1	7.55	72
50.1 - 以上	63	4.58	61	8.20	6	9.82	130
合計	81,489	-	6,165	-	361	-	88,015

出所: INAA 商務局

2. 公共給水施設、多家族部門

消費量 (千ガロン)	公共給水施設		多家族		使用者総数
	公共給水 施設数	料金 (コロン/千ガロン)	住宅数	料金 (コロン/千ガロン)	
0.0 - 4.0	13	0.34	22	0.34	35
4.1 - 8.0	29	0.44	59	0.50	88
8.1 - 10.0	13	0.66	61	0.76	74
10.1 - 15.0	43	0.98	140	1.13	183
15.1 - 以上	553	1.47	343	1.70	896
合計	651	-	625	-	1,276

出所：I N A A 商務局

3. 政府、商業、工業部門

消費量 (千ガロン)	政 府		商 業		工 業		使用団体総数
	使用団体数	料 金 (コルドバ/千ガロン)	使用団体数	料 金 (コルドバ/千ガロン)	使用団体数	料 金 (コルドバ/千ガロン)	
0.0 - 10.0	409	1.37	478	1.49	17	1.19	904
10.1 - 15.0	163	1.85	158	2.23	7	1.66	328
15.1 - 20.0	115	2.51	124	3.35	10	2.33	249
20.1 - 30.0	178	3.44	114	5.02	10	3.26	302
30.1 - 40.0	141	4.75	50	6.53	6	4.56	197
40.1 - 50.0	89	6.60	44	8.49	1	6.39	134
50.1 - 以上	524	8.58	188	10.18	14	8.95	726
合 計	1,619	-	1,156	-	65	-	2,840

出所：I N A A 商務局

注：1) 下水道料金として、水道料金の30%が適用される。

2) 為替レートは1コルドバ=1米ドル。

## 5. INAA水道システムの概要

### (1) 水資源

ニカラグァは水文学的見地からすると二つの大きな斜面に区分される。一つは太平洋斜面で、もう一つは大西洋斜面である。前者は国土の9%に当たる地域で、後者は91%に当たる。大西洋側斜面には、太平洋地域の大部分、湖沼流域、内陸部の高地、及び太平洋平野のすべてが含まれる。

1980年、ニカラグァ天然資源環境局（IRENA）が行った評価によると、当国の水資源の量は約149,200百万 $m^3$ で、そのうち90%が地表水、10%が地下水である。

IRENAによると、同年、約1,800百万 $m^3$ （1.2%）が以下の用途に使用されている。すなわち、386百万 $m^3$ （開発水量全体の21.5%）が発電に、1,300百万 $m^3$ （72.2%）が農地用灌漑に、27百万 $m^3$ （1.5%）が工業に、87百万 $m^3$ （4.8%）が飲料水の供給に使用された。

水資源は当部門の発展の障害にはならない。何故ならば、水量は豊富で、当国全体に分布しているからである。しかしながら、主に北部中央地域内であるが、重要な人口過密地域へ供給するための水資源開発に、料金の徴収によって回収することが困難なほどの多大な投資、及び詳細な調査を必要とする地区が存在する。

他の消費項目及び水資源の総量と比較すると、消費用の水の必要性は低い。しかし、1990年には約150百万 $m^3$ となり、水資源の使用、開発、保護を規制する適切な法律の欠如によって、幾つかの地区ではその使用に関する紛争が生じる可能性がある。

### (2) 水道の普及

1980年から1989年の間に、ニカラグァにおける飲料水の供給を受ける住民数はかなり増加した。表-3-4によれば、被給水人口の割合は1980年の39%から、1989年の53%へと向上した。しかし、同時期の当国の被給水人口は964,368人で、増加して同年1,075,405人に達した全人口に飲料水を供給するには至っていない。これは何に起因するかといえば、施設、設備の運転能力の低下を回避し、住民への供給を確保し、当事業の恩恵を受ける人口の自然増加によって生じる追加需要の一部をまかなうという最低限の拡大努力にのみ組織運営が限定され、設備能力の拡大のために大規模な投資が行われていないことによるものである。

1980年から1989年の間の都市及び地方における飲料水の供給を受ける人口の増加は、表-3-4に示されるように、都市及び地方の総人口の増加に一致する。また、この表から、以下のことが明らかになる。

- ① 都市の被給水人口の割合は、1980年の67%から、1989年の78%へと増加した。
- ② 地方の被給水人口の割合は、1980年の6%から、1989年の18%へと増加した。

しかしながら、示されたデータでは各区分けでの不足量の重量性も、また供給問題も明確にされていない。したがって、以下のことを考慮しなければならない。

① 1980年、都市部の住民1,000人当たりの675人が給水を受けているが、1989年には、780人になった。被給水人口の比率は実質的に変化しておらず、したがって格差は大きく減少していないことがわかる。

② 1980年、地方の住民1,000人当たりの59人が給水を受けているが、1989年には185人になった。被給水人口は約3倍となったが、格差は依然としてかなり高い。

一方、都市部における給水施設と同様に、下水道施設も当組織の事業目的であった。同時期、その前に先立って供与された外国からの資金によって、二つの下水道設備が配備されていた。1980年から1989年の間、被給水人口の割合には変化なく32%で、1980年の約467千人から、1989年には約709千人に達した。

表3-5に、経済地域別、及び給水施設からの供給を受ける方法別に表した、ニカラグアの被給水人口状況を示す。地域によって被給水人口の強い不均衡がみられる。最も被給水人口の割合が低い地域が北部中央地域及び大西洋地域で、全体からみると各々35%、14%である。これらの地域の全人口に対する割合でみると、各々21%、13%の住民しか家庭水道から供給を受けていない事実を考慮すると、事態はより深刻であることが明らかになる。以下のことが確認される。

① 地域別にみた都市部の住民の1,000人当たりについて、被給水人口は太平洋地域で843人、北部中央地域で691人、大西洋地域で153人である。

② 地域別にみた地方の住民の1,000人当たりについて、被給水人口は太平洋地域で206人、北部中央地域で176人、大西洋地域で130人である。

都市部における被給水人口全体1.7百万人のうち約980千人が、設備能力の制限及び上水道の不完全な状態によって、水を恒常的に使用できない。そのため、公的配給施設に頼ることを余儀なくされている。

### (3) 上水道施設の現状

現在、ニカラグア上下水道公社(INAA)は148の上水道を運転管理している。そのうち105の上水道が人口501人から7,500人までの人口が集中した地方の市町村、準都市型の市町村へ水を供給している。

INAAは、また20の下水施設を運転管理しており、ニカラグアの主要都市にサービスを提供している。したがって、現在のところ128の上水道がそれに対する下水施設を備えていないということになる。

その他、INAAは過疎型の地方の市町村において、約630の飲料水事業の保守管理のために投資、援助、指導監督を行っている。

I N A A が管理する上下水道の一般的特徴を表-3-5及び表-3-6に示すが、これらの表から以下のことが明らかとなる。

- 上水道の90%が水の汲み上げ、揚水、配水のためにポンプ設備を必要とする施設である。重力を利用した上水道は施設全体の10%である。
- I N A A が管理する上水道において使用される水源については、73%が地下水を使用し、11%がカナットを通じて汲み上げられた地表水を、残る16%が地表水を使用する。
- 既存の井戸及びカナットは全部で361あり、既存の地表水の集水設備は全部で30である。既存の井戸及びカナットの約47%が使用開始から10年以上経過しており、耐用年数の限界にある。
- 49の施設において、現在開発中の給水用水源からの産出量は被給水人口の需要に一年中応じるには不十分である。その他、夏場のみ水が不足する施設が23ある。
- 38の上水道（上水道全体の25%）が供給する水の質の問題を抱えている。そのうちの17の上水道では、水が細菌で汚染されているか、鉄、マンガン、塩化物、硫酸塩、フッ化物などを高濃度に含有するため、人的使用には全く不適である。一般的に、給水用の水全体に対する処理された水の比率は59%と推定される。
- 87の施設において配水網の普及が遅れている。水道管の長さが既存の街路の全長の50%に満たない所もある。水道管の長さは3,960と推定される。そのうち約30%が老朽化、腐食、付着物などによって、物理的状態及び水圧に問題がある。バルブ、給水せん、付属品についても同じ状況にあるといえる。
- 既存の井戸及びカナットに設置されたポンプ設備は全部で387台ある。そのうち40%が使用開始から10年以上経過しており、機能を維持するためには高価な修理が度々必要となる。
- 既存の家庭水道は合計242,830カ所ある。そのうちの約39,000カ所（16%）には水道メーターがなく、水道料金の請求のためには使用量を推測しなければならない。設置されている水道メーター全体（193,000台）のうち約60,000台（30%）が故障しているか、不完全な状態、あるいは修理を必要とする状態にある。
- 水量測定器の数はごくわずかで、主要都市の上水道においては記帳されない水量は極端な場合25%から70%である。ポンプ施設全体387カ所のうち水量測定が行われているのは181カ所だけであるが、そのうち信頼し得る測定が行われているのは99カ所だけである。残りの施設では水量測定器が故障しているか、不完全な状態、あるいは修理を必要とする状態にある。

表-3-4 人口及び水道普及率の比較

(1980年-1989年)

年 度	国 全 体			被 給 水 人 口					
	合 計	都 市 部	地 方	合 計		都 市 部		地 方	
				人 口	%	人 口	%	人 口	%
1980	2,732,520	1,459,292	1,273,228	1,059,743	39	984,683	67	75,060	6
1989	3,807,925	2,217,895	1,590,030	2,024,111	53	1,730,082	78	294,029	18
1980年から 1989年まで の増加	1,075,405	758,603	316,802	964,368	—	745,399	—	218,969	—

出所：INAA 情報統計課



表-3-5 ニカラグア上下水道サービス状況

地域	飲料水サービス																			
	建設、改善、拡張後の使用年数			水源からの取水方法			主要な水源				集水作業				ポンプ設備					
	10-20年未満		20年以上	合計	ポンプ	電力	合計	地下水	亜地表水	地表水	合計	井戸及びカナット	地表水の集水			10年未満	10年以上	合計		
	10年未満	10-20年	20年以上	合計									10年未満	10年以上	合計					
太平洋地域	4	16	62	82	82	-	82	75	3	4	82	141	109	250	1	3	4	137	102	239
北部中央地域	2	6	54	62	46	16	62	30	12	20	62	45	56	101	8	17	25	84	49	133
大西洋地域	-	-	4	4	4	-	4	3	-	1	4	5	5	10	-	1	1	11	4	15
合計	6	22	120	148	132	16	148	108	15	25	148	191	170	361	9	21	30	232	155	387

出所：INAA 企画部 情報統計課

表-3-6 ニカラグア上下水道サービス状況

地域	飲料水サービス																		
	水源能力				普及範囲				水質				下水道サービス						
	不十分		十分		部分的	完全	合計	不適	悪い	良い	合計	管理施設総数	下水道拡大の必要性	中継ラインの強化必要性	処理				
	一年中	夏季	10年未満	10年以上												有	無	有	無
太平洋地域	26	10	47	83	38	44	82	8	5	80	93	14	12	2	12	2	2	7	7
北部中央地域	21	13	27	61	45	17	62	12	10	29	51	6	6	-	6	-	-	1	5
大西洋地域	2	-	2	4	4	-	4	1	2	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	49	23	76	148	87	61	148	21	17	110	148	20	18	2	18	2	2	8	12

出所：INAA 企画部 情報統計課

#### (4) INAAの保有機材

INAAはマナグア市にワークショップ及び資機材倉庫を持っており管理している。それらのうち地下水開発関連の機材としては、車両224台、うち稼働状態にあるのは100台に満たず、ボーリング機本体14台のうち7台（2台ロータリー式、残りパーカッション式）しか稼働可能状態になく、そのうち3台も老朽化しつつある。

これらの機材を用い、1988年マナグア市で27井、1989～90年に全国で12井を開発し、5井のリハビリテーションを実施しているが、現在の能力では年間25井（1本200m程度）が最大であり、その強化が待たれる。

INAA本部には水質分析の実験室があり13名のスタッフ（大卒4名）で90サンプル/毎月の検査（地方水道は年2回の水質検査）を実施している。特に分析機器の不備及び試薬の不足により、その実施能力は低い状態であり、検査結果の保管、管理を含めた試験室の整備が望まれる。

#### 6. INAA水道事業の課題

ニカラグアの人口は1980年に2.7百万人であったのが、1989年には3.8百万人と、最近10年間で約39%という高い伸びを示している。この伸びは強い都市化傾向と関連がある。最近10年間に、都市人口は1980年の1.4百万人から1989年の2.2百万人へと、約1.5倍増加している。一方、地方の人口は同じ期間に1.3百万人から1.6百万人へと、1.25倍増加しただけである。ニカラグアはアメリカ大陸において人口増加率の最も高い国の一つであり、全国の年間人口増加率は3.5%、都市では4.5%である。

人口は主に太平洋地域に集中しており、そこには国土の30%の面積に対し、全人口の62%、都市人口の77%が集中している。当地域にはニカラグアの工業活動の大半が集中し、総工業生産額の93%を占めている。

国土の32%を占める中部地域には全人口の32%が居住し、大半が地方人口である。一方、国土の38%を占める大西洋地域には全人口の6%が居住し、国内総生産のわずか2%を占めるだけである。

公衆衛生の点から、当国における上水道整備の状況は表-3-4及び3-7に示されており、被給水人口が全人口の53%で未だ低い状況にあり、課題は以下に述べるところと考えられる。

① ニカラグア国主要都市（人口5,000人以上）における上下水道普及率（1989年12月）は、上水道で大西洋岸のブルーフィールドを除くと70～90%の普及率である。これらの大部分は1980年以前に整備されており、その施設の老朽化と急増する需要への対応が課題となっている。

② 当国の水資源は年間1.5兆トン。うち地下水10%（1980年環境天然資源局）と豊富であ

り、全国に分布しているが、その一部が開発されているにすぎない。現在の下水道の水源としては1990年現在、150百万m<sup>3</sup>が利用され、地下水73%、地表水27%となっている。

- ③ 一方、下水道の整備状況は極めて悪く、既存のものでも処理設備を持たない下水道システムをとっており、水質汚濁等の環境問題を引き起こしているのが現状である。
- ④ このような上下水道の普及率及び施設の質が不十分な状況下で、公衆衛生上、住民の健康への影響、特に1歳より4歳未満の幼児の死亡原因の40%が下痢であることからわかるように、当国において上下水道の普及及び改善は大きな政治的課題となっている。(表-3-8)
- ⑤ また、水資源の開発利用保全にあたっての法制度の整備が不十分であり、その整備が急がれる。

表-3-7 ニカラグア主要都市における上下水道普及率

(1988年12月)

都市名	飲料水			下水施設					
	全人口 (人)	家庭水道 (C/U)	給水施設 (C/U)	被給水人口 (人)	普及率 (%)	全人口 (人)	家庭下水 (C/U)	下水サービス (人)	普及率 (%)
マナグア	1,009,588	96,392	838	835,920	83.0	1,009,588	70,876	522,135	52.0
レオン	104,145	14,292	35	90,156	87.0	104,145	8,882	53,292	51.0
グラナダ	78,564	9,446	13	58,146	74.0	78,564	2,690	16,140	21.0
マサヤ	77,180	9,436	74	67,278	87.0	77,180	3,987	23,922	31.0
チナンテガ	67,981	9,018	6	54,630	80.0	67,981	6,150	30,900	62.0
エステリ	65,812	8,618	68	61,170	93.0	65,812	3,589	23,154	36.0
マタガルバ	43,657	4,850	46	35,256	81.0	43,657	資料なし	資料なし	-
フィガルバ	29,877	1,990	104	27,066	91.0	29,877	資料なし	資料なし	-
ヒノチベ	28,141	3,676	8	22,956	82.0	28,141	資料なし	資料なし	-
ティリアンバ	27,298	3,270	25	23,370	86.0	27,298	資料なし	資料なし	-
コリント	23,258	2,820	-	16,620	72.0	23,258	960	5,760	25.0
ブルーフィールズ	23,801	292	-	1,572	7.0	23,801	下水施設なし	下水施設なし	-
リバス	22,752	2,972	9	18,864	83.0	22,752	1,634	9,804	43.0
ヒノチガ	20,382	2,111	9	13,836	68.0	20,382	資料なし	資料なし	-
オコタル	19,972	2,841	-	16,812	84.0	19,972	553	3,318	17.0
チチガルバ	16,920	2,483	4	15,420	91.0	16,920	218	1,308	8.0
ボアコ	15,905	1,661	27	13,824	87.0	15,905	1,197	7,182	45.0
プエルト・カベサス	15,519	1,412	9	9,510	61.0	15,519	下水施設なし	下水施設なし	-
ソモト	13,584	1,689	8	11,154	80.0	13,584	413	2,478	18.0
サン・カルロス	5,150	510	4	3,546	69.0	5,150	下水施設なし	下水施設なし	-

出所：INAA 企画部 情報統計課

注： 1) 各公共給水施設利用者は150人と推測される。  
2) NHD：資料なし。

表-3-8 1歳から4歳までの幼児の死亡原因

1975年--1976年及び1985年--1986年

死 亡 原 因	1975 - 1976年度		1985 - 1986年度		変 動	
	1万人当たり の比率	比 率	1万人当たり の比率	比 率	絶 対 数	比 率
すべての原因	123	100%	79	100%	-44	-36%
伝染病及び寄生虫病	83	67%	33	42%	-50	-60%
腸内汚染	48	39%	22	28%	-26	-54%
予防接種	21	17%	3	4%	-18	-86%
栄養不良	2	2%	4	5%	2	100%
急性呼吸器疾患	18	15%	15	19%	-3	-17%
変 死	6	5%	10	13%	4	67%
その他	14	11%	17	22%	3	21%

出所：データ・バンク OMS 及び厚生省作表 (Behm, 1988年)

### 3-2 INAAの将来事業計画

マナグア市の上水道事業は、1970年代後半まで、水源確保、給水施設の整備ともに、その水需要に合致しており安定していた。

具体的には、2003年までの長期計画（1971年策定し、1972年地震のため1976年見直し）に基づき、この中で4期に区分した計画のうち1980年までの3期計画まで実施された。

世銀の援助を受けて、第4期マナグア市への給水のため新規水源調査（フェーズⅠ、1979年、Ⅱ、1981年）が完了し、4期計画は、

1段階：1994年までの408千 $\text{m}^3$ /日の需要を満たす東部地下水開発計画

2段階：2003年の680千 $\text{m}^3$ /日の需要を満たすニカラグァ湖の湖水の利用または同湖北西岸域の地下水開発計画

の2段階に分けて、第1段階は1984年、第2段階は1992年までに実施される計画とされた。

しかし、さまざまな理由で、世銀の援助は1984年に打ち切れ、INAAとローカルコンサルタントを中心に第1段階のフィージビリティ調査が完了したのは1987年であった。第1段階では、技術的、経済的理由から、首都から約35km地点に位置し、グラナダ市に向かって南東に伸びる帯水層を利用することとなり、サバナグランデ、サンブラノ及びロス・プラセレスを井戸の建設地区として定めている。

この第1段階は、全部で42MGD（百万ガロン/日）の能力を有する井戸を47カ所に掘るほかに、直径54インチの導管を50km、総容量13百万ガロンの貯蔵タンク6台、ポンプ・ステーション2カ所、及び直径8インチと54インチの導管を設置し、供給網の主要回路を強化しつつ、システム全体を補強するのが目的である。

前述の設備はまだ使用可能ではないが、これにかかる工事費は、1986年現在の物価で約90M（百万）米ドルにのぼる。

また、本計画については、ソ連の援助を受けて、実施設計（D/D）が1989年に完了している。F/Sにおいては、47本の井戸であったが、D/Dにおいて72本とし、6ブロックに分けての開発に変更されており、その開発にかかる経費も1989年価格で177百万米ドルになり、現在までその資金の用途は立っていない。

一方、第2段階は、現在フィージビリティ調査の前段階にあるが、ここでは、マナグア市の南東約50kmに位置するニカラグァ湖（流域面積4万 $\text{km}^2$ 及び流域年間降雨量1,600mmを持つ中南米最大淡水湖、面積8,264 $\text{km}^2$ 、海拔31m）の湖水を利用し、2003年に推定される需要の不足分を補う予定である。この計画では、地表水を直接汲み上げるか、またはニカラグァ湖の北東湖岸に浅い、または深い井戸を建設し、そこから汲み上げることが考えられている。しかしながら、現在までに行われた調査では、この水源を利用することは決定的でなく、さらに詳細な水文地質調査を行う必要がある。

十分な水量を継続的に供給できず、第4期計画の第1段階の工事も完了せず、第2段階にいたってはフィージビリティ調査以前の段階にあるという不安定な状況の中、ニカラグァ上下水道公社（INAA）は、これ以上この問題を無視することはできないことを十分考慮し、その対策として、密接に関連する次の三つの活動の同時実施を含む計画を立案している。

- a) 水の損失と浪費を最小限にとどめ、維持するための損失管理計画を、技術、経済、財政、組織的観点からみて実現可能なプログラムを設計、実施する。
- b) 「第4期マナグァ市への給水量増進計画」の第1段階で計画されている設備に必要な工事費の資金調達を行い、損失管理計画と組合せ、問題の長期的対策の検討に必要な時間をつくる。
- c) 最低2020年に推定される需要をまかなうために必要なシステムの整備拡張の工事を決定するための調査を実施する。

1995年までのINAAによる投資計画は表－3－10とおりである。

表-3-9 1991年から1995年までのI N A A活動予定

投資計画

	計 画 名	準 備 状 況	見 積 額 (米ドル)	融 資 状 況
1.	マナグア市給水施設整備計画	概念設計	15,000,000	特定の資金源なし。
2.	マナグア上水道改善拡張計画第4期プロジェクト。初期段階	最終設計	177,000,000	ソ連との予備交渉実施。
3.	上水道施設6カ所の設備能力支援計画	最終設計終了	11,300,000	カナダ政府が 7,000,000米ドル、 ニカラグア政府が 4,300,000米ドル、 出資の予定。
4.	エステリ市上水道施設改善計画	最終設計作成中	8,100,000	特定の資金源なし。
5.	ブルーフィールズ市上水道施設改善計画	最終設計作成中	21,500,000	イタリア政府が 10,000,000米ドル出資。 残りの資金が必要。
6.	マサテペ市上水道施設改善計画	最終設計作成中	2,900,000	特定の資金源なし。
7.	ヒノテガ、マタガルバ、フィガルバ、ボアコ市上下水道拡張改善計画	事前フィージビリティ調査及び／または予備概念設計	120,000,000	ニカラグアのBID代表がこの計画のために 84,000,000米ドルの出資計画を非公式に通知。
8.	井戸掘削能力強化計画	計画文書作成中	7,745,000	日本政府と交渉中。
9.	地域I、V、VIにおける500の地方自治体への給水及び排水計画	実施中	10,000,000	UNICEF、スイス開発協力機構、ニカラグアCARE、その他からの融資確定。
	投資計画全体		373,545,000米ドル	



### 3-3 他機関によるプロジェクト援助の動向

上水道分野に対する援助として、カナダ政府借款（800万US\$、金利2.5%、返済期間40年、据置期間5年のソフトローン）によりボーリング機材3式、ケーシング、スリーン等が供与されている他、INAAは次に示す様な援助計画を策定し交渉中である。

計画名	準備状況	プロジェクトコスト(US \$)	協力見込み
1. ヒノテガ、マタガルパ、フィガルパ、ボアコ上水道施設のフィージビリティ調査及び最終設計準備	技術協力要請文書準備ほぼ終了	10,000,000	技術協力要請について1990年8月BID派遣団と討議予定。
2. 新しい料金制度設計のための調査	実施中		カナダ政府による技術援助実施中。
3. 地域Ⅲ内のマナグア市及び他の市における数箇所の施設の配水網強化拡張計画	コンサルタント契約のための条件書(TOR)準備中	200,000	特定の資金源なし。
4. マナグア市給水施設整備計画作成	コンサルタント契約のための条件書(TOR)準備中	750,000	特定の資金源なし。
5. 商業、購入及び供給、データ処理の各分野における機構改善のための技術援助	条件書準備中	300,000	特定の資金源なし。

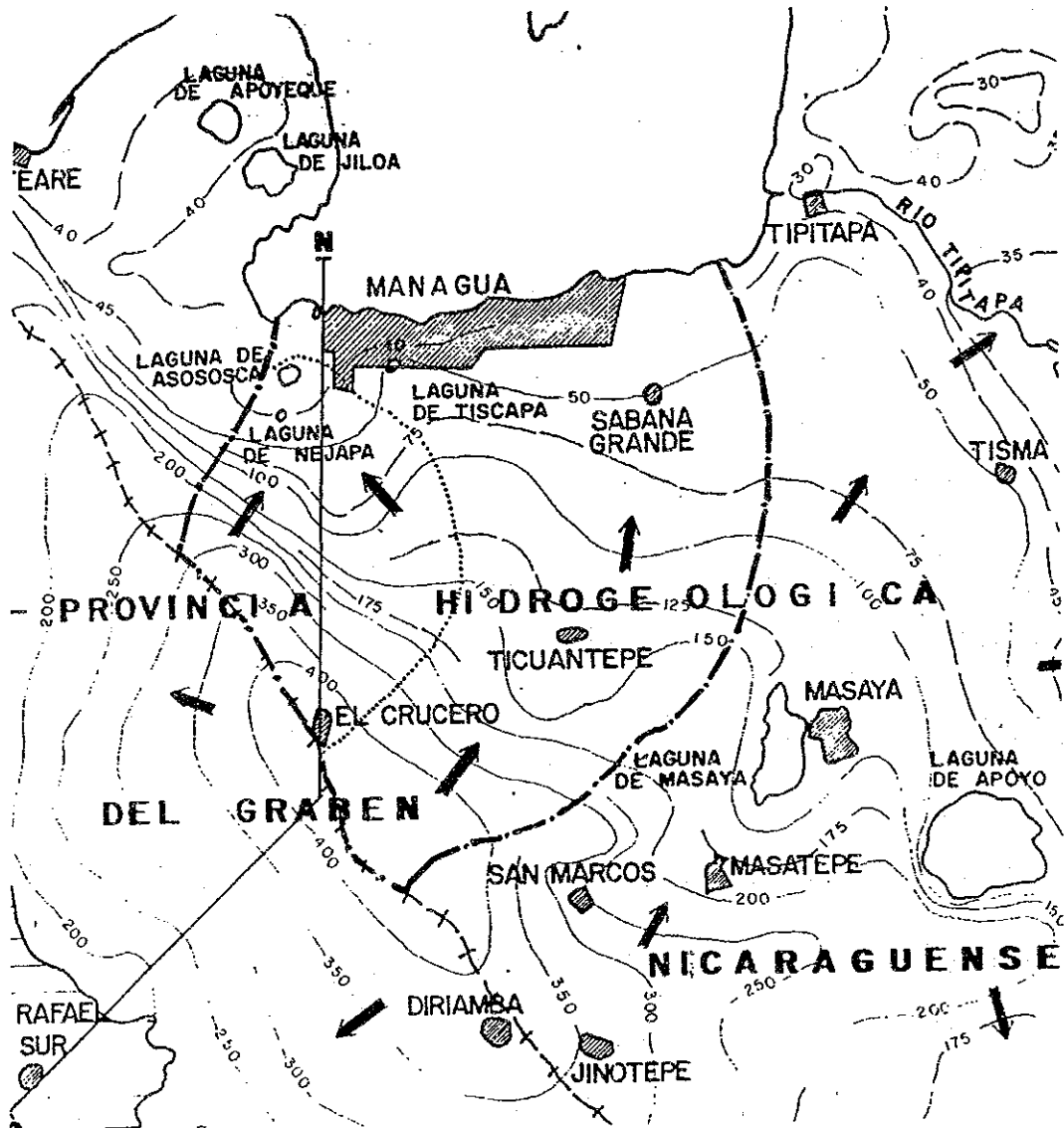
## 第4章 調査地域の概要

### 4-1 調査対象地域

調査対象地域はニカラグァ国の首都マナグア市及びその南部周辺地域であり、図-4-1に示される北部をマナグア湖に接し、南部を地形上の流域で囲まれた全域とする。

ただし、リハビリテーション計画調査の範囲はマナグア市内の給水管網による給水施設の存在範囲とする。したがって調査対象地域の西側にあるサンディーン及びコントレラス地区の独立系の給水施設は含まれない。

図-4-1 調査対象地域図



1) マナグア市の概要

a. ニカラグァ共和国の首都であるマナグア市は、太平洋火山山脈の東側の带状に横たわるニカラグァ低地の中央部で、ソロトラン湖（マナグア湖）の南側に位置し、面積は3,635 km<sup>2</sup>あり、平均の標高は83 mである。気候的にはサバンナ熱帯気候に分類され、11月から4月までの6カ月間は乾期、残りの期間は雨期の特徴を持っている。

マナグア市の歴史的な背景としては、18世紀半ばに植民地都市として形成が始まり、1852年の共和国の発足とともに都市機能の集中が始まった。1931年と1972年の二度にわたって、大地震に見舞われ壊滅的な打撃を受けているが、首都として活動を続けている。人口は1950年に約10万人、1971年に約50万人、1990年に約110万人（推定）と、この10年間で約7%の割合で増加しており、全国人口の約30%を占めている。

経済面では、食品工業及び繊維工業が主な産業で、その他、紙・木材・鉄鋼等の、軽機械工業がある。ニカラグァ国の工業は、マナグア市に集中しており、全国の約80%を生産している。

b. マナグア市の気温、湿度及び雨量

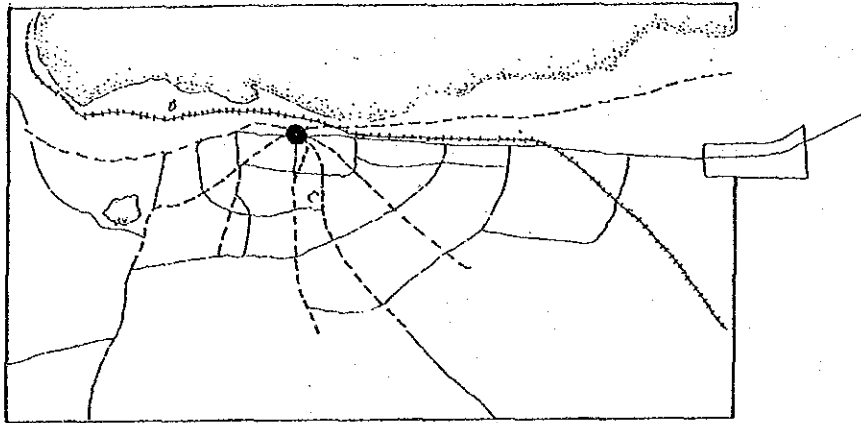
表-4-1 マナグア市の気温、湿度及び雨量

	月平均気温 (°C)	月平均湿度 (%)	月降水量 (mm)
1月	25.4	70	6
2月	26.3	66	0
3月	27.7	65	1
4月	28.6	64	5
5月	28.2	73	135
6月	26.5	83	168
7月	26.4	80	130
8月	26.2	81	160
9月	26.1	84	218
10月	25.9	80	187
11月	25.9	80	64
12月	25.2	75	11
年間	26.5	75	1,085

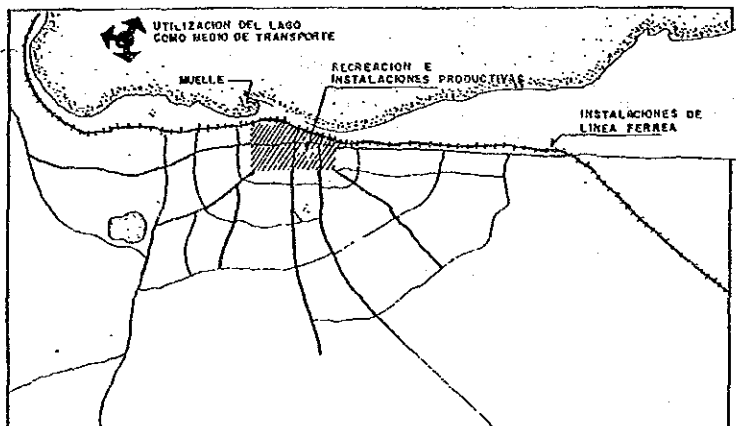
A. C. サンディーノ空港地点記録

c. マナグア市の発展状況

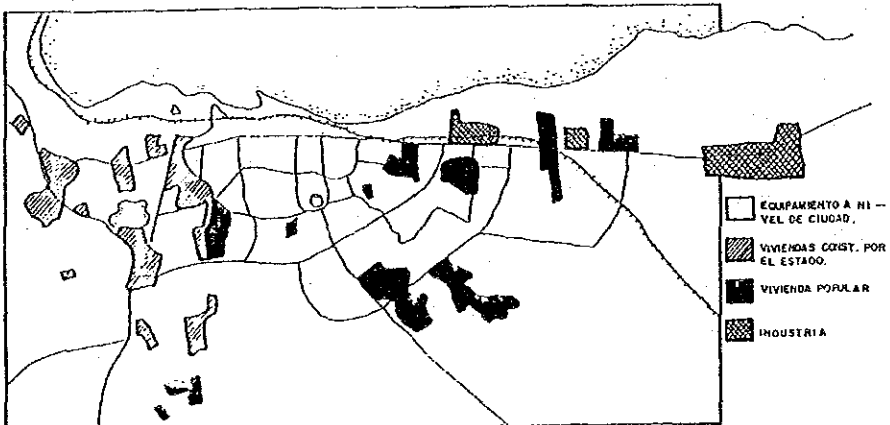
EL asentamiento pre-hispánico (hasta 1524 aprox)  
The Pre-Hispanic Settlement



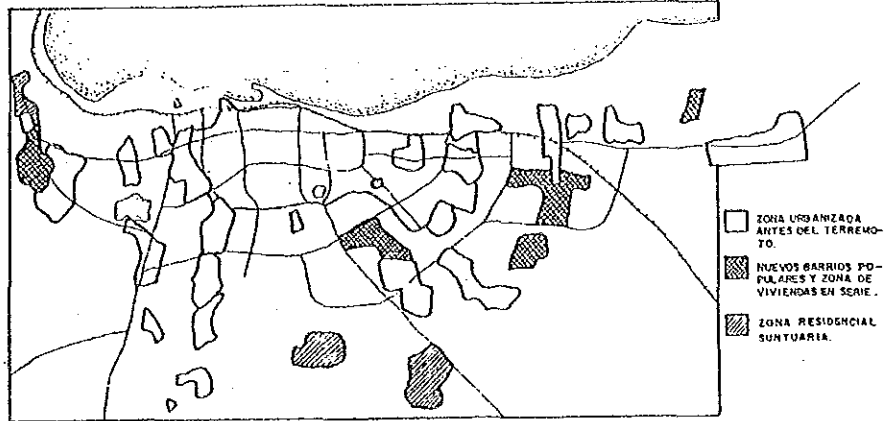
La ciudad de 1852 a 1899  
The City between 1852 and 1899



La ciudad pre-terremoto de 1972 (1961 - 1972)  
The City before the 1972 earthquake



La ciudad pos-terremoto 1972  
*The City after the 1972 earthquake*







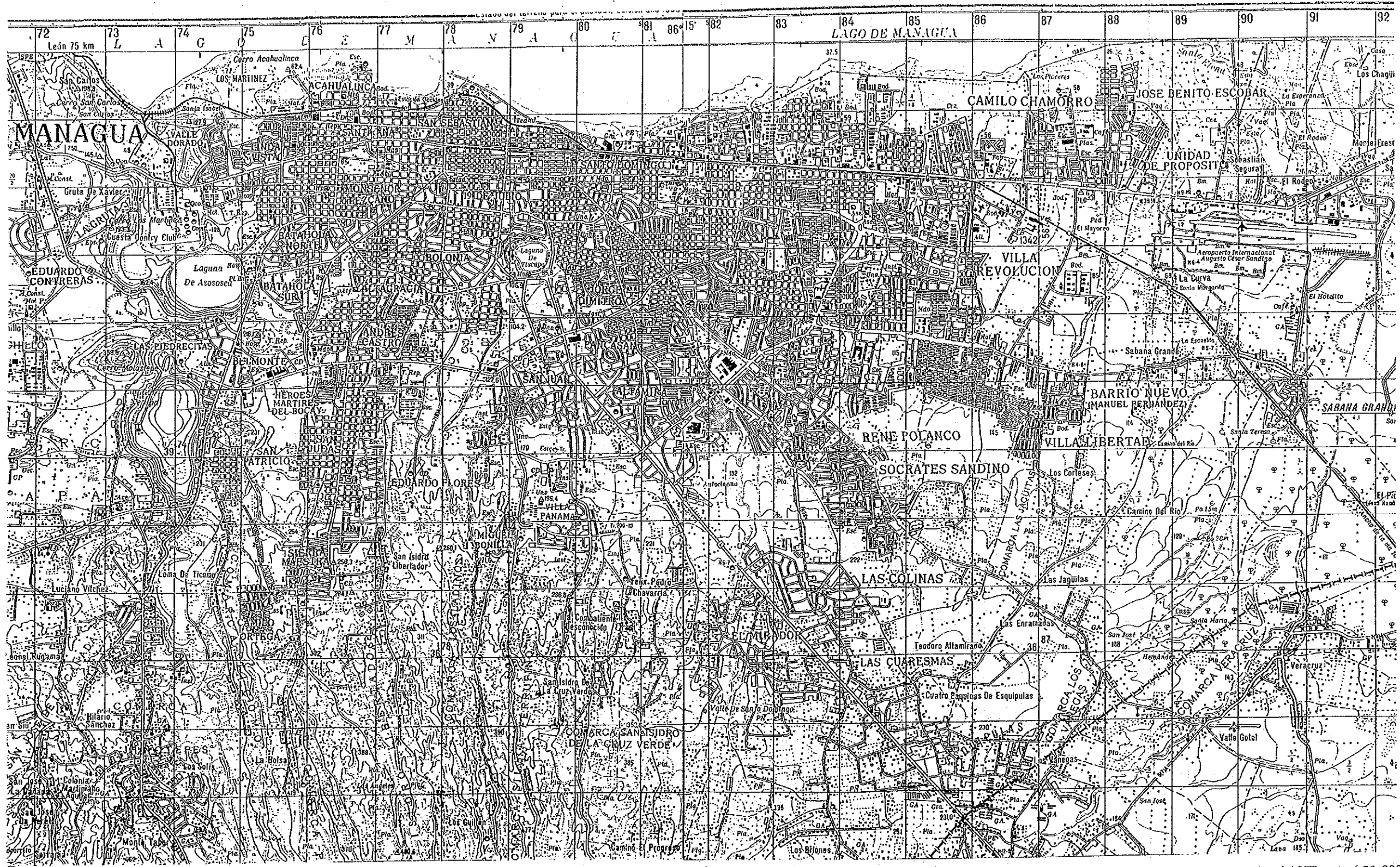


図-4-2 マナグア市域図 1/50,000





#### 4-2 地形・地質・気象の概要（全国）

##### 1) 気候及び水系

##### a. 降雨量

雨量測定によると、2,000 mm 推移線のイソジェタで、ニカラグァは主に2地帯に分けられる。

1. 太平洋気候地帯は、平均降雨量は1,420 mmで乾燥地帯と降雨地帯との差がはっきりと区分されている、熱帯サバンナ気候（イソジェタ 2,000 mの西方）に分類される。降雨量の90%は5月と8月に記録されているが、「大暑」と呼ばれるものが7月と8月にあって中断される。
2. 大西洋気候地帯は密林及び季節風熱帯密林（イソジェタ 2,000 mの東方）に分類されていて、年間の平均降雨量は2,210 mmである。ここでは乾燥地帯及び降雨地帯との差はあまりない。

表-4-2 月別・年間平均雨量（mm）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
チナンデガ	0	0	9	21	241	289	201	279	415	323	69	14	1,861
A. C. サンディノ	6	0	1	5	135	168	130	160	218	187	64	11	1,085
リバス	10	5	6	14	154	243	156	206	340	341	108	34	1,517
フィガルバ	10	3	6	16	121	191	118	159	247	215	83	17	1,187
コンデガ	8	2	6	11	112	104	75	83	141	129	129	12	712
ヒノテガ	38	15	15	37	125	138	140	140	203	159	85	44	1,139
オコタル	4	2	5	35	145	149	69	81	178	129	21	7	1,130
ブルフィエル	245	105	78	154	262	688	773	649	366	413	438	355	4,526
プエルトカベサ	144	70	44	75	200	389	398	349	331	339	317	216	2,872

資料：1970 / 1980 統計年鑑

##### b. 気温・相対湿度・蒸発量

水文年度において計算された年間の平均気温は取るに足らない変動しかみられない。最高気温は、太平洋の低地帯と大西洋平野で35℃と40℃が記録されており、最低気温は内部高地（ヒノテガとマタガルバ）で14℃と17℃が記録されている。（表-4-3）

雨量測定の分類と、それぞれの気候地帯の特質によれば相対湿度については二つの異なった動向をみせる地帯がある。乾燥地帯と降雨地帯がはっきりしている。太平洋地帯では大きな湿度の年間変動がみられ、乾燥時期と最も暑い時期（2月、3月、4月）には、最低湿度を示している。反対に大西洋地帯では相対湿度は年間の変動はわずかである。

また、ニカラグァ国の地域別蒸発量を表-4-4に示す。

表-4-3 月別・年間平均気温(°C)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
チナンデガ	26.3	27.1	30.6	28.8	27.7	26.7	27.0	26.9	26.1	26.0	26.0	25.9	27.1
A.C.サンディノ	25.4	26.3	27.7	28.6	28.2	26.5	26.4	26.2	26.1	25.9	25.9	25.2	26.5
リバス	25.3	25.7	26.9	27.5	27.5	26.4	26.4	26.2	26.1	26.1	26.0	25.1	26.3
フィガルパ	25.4	25.8	27.2	27.9	27.6	26.1	26.1	26.0	25.7	25.6	25.9	25.5	26.2
コンデガ	22.3	23.1	22.9	26.2	26.5	24.8	24.3	24.6	24.8	24.6	23.5	22.6	24.3
ヒノテガ	19.0	19.4	20.8	21.8	22.3	21.5	21.2	21.2	21.3	21.1	21.4	19.4	20.8
オコタル	22.2	22.9	24.9	26.0	26.2	24.8	24.0	24.5	24.4	23.3	22.4	22.4	24.1
ブルフィエル	24.6	24.9	26.0	26.6	27.0	25.9	25.5	25.3	25.6	25.3	25.4	24.6	26.0
プエルトカベサス	24.5	24.7	26.1	26.6	2.3	27.1	26.8	26.6	26.6	25.6	25.1	24.6	26.0

月別・年間平均相対湿度(%)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
チナンエガ	70	67	69	69	82	85	80	84	89	89	84	77	79
A.C.サンディノ	70	66	65	64	73	83	80	81	84	80	80	75	75
リバス	79	76	74	72	78	84	87	83	85	87	87	70	80
フィガルパ	74	72	72	73	78	83	83	83	82	78	78	75	78
コンデガ	69	63	59	55	65	75	74	72	76	73	73	69	69
ヒノテガ	82	79	74	72	76	83	80	85	85	84	84	84	81
オコタル	69	65	61	60	67	77	76	80	80	76	76	72	72
ブルフィエル	88	86	84	83	86	90	90	89	89	89	89	88	88
プエルトカベサス	85	82	80	81	84	86	86	87	88	87	87	86	85

資料：1972/1981統計年鑑

表-4-4 月別・年間の蒸発合計(mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
チナンデガ	165	191	226	220	145	117	138	125	109	109	115	139	1,779
A.C.サンディノ	208	230	277	275	231	161	174	170	158	147	155	173	2,359
リバス	188	192	242	250	198	145	142	139	126	128	129	159	2,038
フィガルパ	238	207	281	266	194	123	169	148	149	136	178	189	2,278
コンデガ	171	193	257	251	215	147	154	146	140	140	137	149	2,100
ヒノテガ	122	148	190	188	159	113	122	113	112	110	102	107	1,586
オコタル	190	220	278	281	236	178	204	201	177	166	156	174	2,459

資料：1970/1980統計年鑑

### c. 風向・風速

ニカラグァで風は北東、東北の方向へ吹いて、風速は 2.2 と 3.2 m/s の間にある。低い風流は、南東の方へ吹き、風速は 2.0 と 3.2 m/s とマタガルパ、サン・カルロス、グラナダとマナグァで記録されている。

北西地帯、コリント、チナンデガと国全体では、つりあいのとれた風速の低い風（2.7 ～ 1.8 m/s）が吹いている。

### d. 気候地帯

W. KOPPEN 氏によるとニカラグァの気候区分は四つの地域に分けられる。

1 雨林熱帯気候：当国の南東地帯、ブルフィエルから南方を占めている。等質な気候で降水雨量は年間 4,000 mm 以上であり、そして月々の平均気温は 1 月で 25.4℃から 4 月と 5 月は 29.3℃の間である。

#### 2 密林季節風気候

国内の 60% を占めていて、カリブ平野全体をおおっている。この地域は前の地帯と似ているが、年間降水量は 2 月と 4 月の間に数週間も止まり、短い乾燥期間をつくる。

年間降水量は沿岸側に増して 2,400 から 4,000 mm となる。平均温度は約 27℃ である。

#### 3 サバンナ熱帯気候

標高が海拔 0 から 1,000 m の高さまでも含む西部の中央山脈と太平洋地域を占めている。

主な特質は 11 月から 4 月の 6 カ月間の乾燥地帯である。降水雨量は中央山脈の高地で 0 ～ 200 mm と異なる。温度は中央山岳の高地で 21℃ から太平洋沿岸地域は 29℃ と異なる。

#### 4 山岳亜熱帯地域

標高 1,000 m 以上を占めていて、降水雨量は年間 2,000 mm であり、平均温度は 10℃ と 20℃ である。

### e. 河川・湖

ニカラグァは水理学的にみて、大きく二つの区域に分けることができる。つまり、太平洋側の斜面（12,072 km<sup>2</sup>、国土の 9%）と大西洋側の斜面（116,882 km<sup>2</sup>、全国土面積の約 91% に当たる）である。

ニカラグァの主要な河川 94 のうち、23 は大西洋に注ぎ、18 は太平洋、45 はニカラグァ湖（コシボルカ）、8 はマナグァ湖（ソイクトラン）に流れ注いでいるが、これら二つの湖に流れ込んでいる 53 の川は、その後サン・ファン川となって大西洋に注ぎ、間接的に大西洋と連結している。

太平洋側斜面の河川は八つの小さな流域の地表を流れているが、エステロ・レアル川以外の川は、いずれも長さ 20 km 以下である。その大半は間欠的に流れる川で、その状態は一定せず、渇水期の水量は極めて少ない。大西洋側の河川は長く、その流域も比較的大きな

13の流域に分かれており、水量は多く、しかも1年中絶えることはない。大部分の川の下流は船の航行が可能で、潮の干満の影響も受け、多くの場合、河口から数km上流の地点でも潮の干満の影響がみられる。

そして、ニカラグァには国土面積に比べて非常に大きな二つの湖がある。マナグア湖(1,040 km<sup>2</sup>、国土の0.85%)とニカラグァ湖(8,200 km<sup>2</sup>、6.77%)である。アパナス湖(51 km<sup>2</sup>、0.042%)とラス・カノアス湖(15 km<sup>2</sup>、0.01%)は水力発電と灌漑用に造られた人造湖である。つまり、ニカラグァの国土面積の7.6%は上記の四つの湖で占められている。

その他に、マダヤ、アポヨ、シロア、アポイエケ、ティスカパ、ネハパ、アソソスカ、アカウアリンカといった、火山活動によって出来た数多くの湖(ラグーン)がある。

ティピタパ川は、マナグア湖(年間平均水位38.20 m)の水位が40.75 mに達すると、マナグア湖とニカラグァ湖(年間平均水位31.21 m)を結んで流れる天然の連絡路となるが、こうしたことは1927年以降2回起こっている。

大西洋・太平洋の二つの海に流れ込む水の総流量は、推定で年間約135,000百万m<sup>3</sup>で、これは年間降水量の約43%、河川の継続的な流量にして毎秒約4,200 m<sup>3</sup>に相当する。この総流量のうち、我が国の総流量の3.6%に当たる4,855百万m<sup>3</sup>(連続流量にして毎秒153 m<sup>3</sup>相当)が毎年太平洋に流れ込み、120,422百万m<sup>3</sup>(総流量の96%に当たる)が大西洋に注いでいる。

我が国の単位流量(河川湖沼の全流域面積に対する計算値。ホンデュラスのココ川、コスタ・リカのサン・ファン川の流域も含む)は、1 km<sup>2</sup>当たり毎秒約30リットル(30 l/s/km<sup>2</sup>)で、大西洋側では32.51 l/s/km<sup>2</sup>、太平洋側で11.761 l/s/km<sup>2</sup>である。

#### 河川流域

水路流域に関して入手できる水文気象学的な資料やデータは、内容の濃さや質的にみて、かなりばらつきがある。

太平洋側については、我々の目的からみて水文学的にも気象学的にも満足すべき調査記録があるが、大西洋側の地域については、主要な水資源がそこにあるにもかかわらず、継続的な水理学的、水文気象学的データの記録がないのである。

#### 太平洋側

浸透水量(I=Infiltration)のデータと総流出量(E S T=Total Drainage)の大部分のデータを正確に計算できるように、入手可能な実際の蒸発散量の実値(E T R=Real Evapotranspiration)と降水量(P=Precipitation)からなるグラフ(E T R、%)=f(P、mm/年)が使われてきた。それによって太平洋側の各河川の流域について、年間平均降水量(mm/year)からE T R(蒸発散量実値)、I(浸透水量)、E S T(全流出量)の概算が可能になった。

## 2) 地形・地質

### a) 地形

ニカラグァ国の地形は、大きく次に示す五つの地形区に区分される。これらの地形区を示した地形分類図を図-4-3に示す。

#### -太平洋沿岸平野

太平洋岸に沿って細長く伸びる平野であり、その幅は10~35kmである。南東に向かい標高が高くなり、山丘地の様相を呈する。

#### -太平洋火山山脈

太平洋火山山脈は、太平洋沿岸平野の東側に、北西-南東方向へ伸びる火山列であり、その長さは300kmにも及ぶ。これらの火山の中で最も高いものは、サン・クリストバル火山であり、その標高は1,745mである。太平洋火山山脈の中の火山の中には、上述のサン・クリストバル火山をはじめとする多くの火山が、活動を継続中である。

#### -ニカラグァ低地

ニカラグァ低地は、太平洋火山山脈の東側に帯状に横たわる盆地であり、その幅は30~45kmである。ニカラグァ低地は、起伏のゆるやかな溪谷であり、その中にはマナグア湖及びニカラグァ湖が分布する。ニカラグァ低地は、地殻の造構造運動により形成された構造性の盆地であり、一部堆積物や火山噴出物により埋積されている。調査地域は、図-4-3に示されるように、ニカラグァ低地の中央部に位置する。

#### -内陸高地

内陸高地は、解析の進んだ起伏の激しい火山性台地より成る。内陸高地は、ニカラグァ国の中央部に位置し、全国土の33%を占める。内陸高地は、北側で標高が高くなっており、南側の標高が500m程度であるのに対し、北側のホンデュラスとの国境付近では標高2,000mにも及ぶ。

#### -大西洋沿岸平野

大西洋沿岸平野はカリブ沿岸平野とも呼ばれ、第三系を基盤として沖積地が広がっている。大西洋沿岸平野は国土の約37%を占める。大西洋沿岸平野は海成の準平原であり、隆起した後、解析はそれほど進んでいない。大西洋沿岸平野の標高は全体に低く、最高点でも100m以下である。

### b) 地質

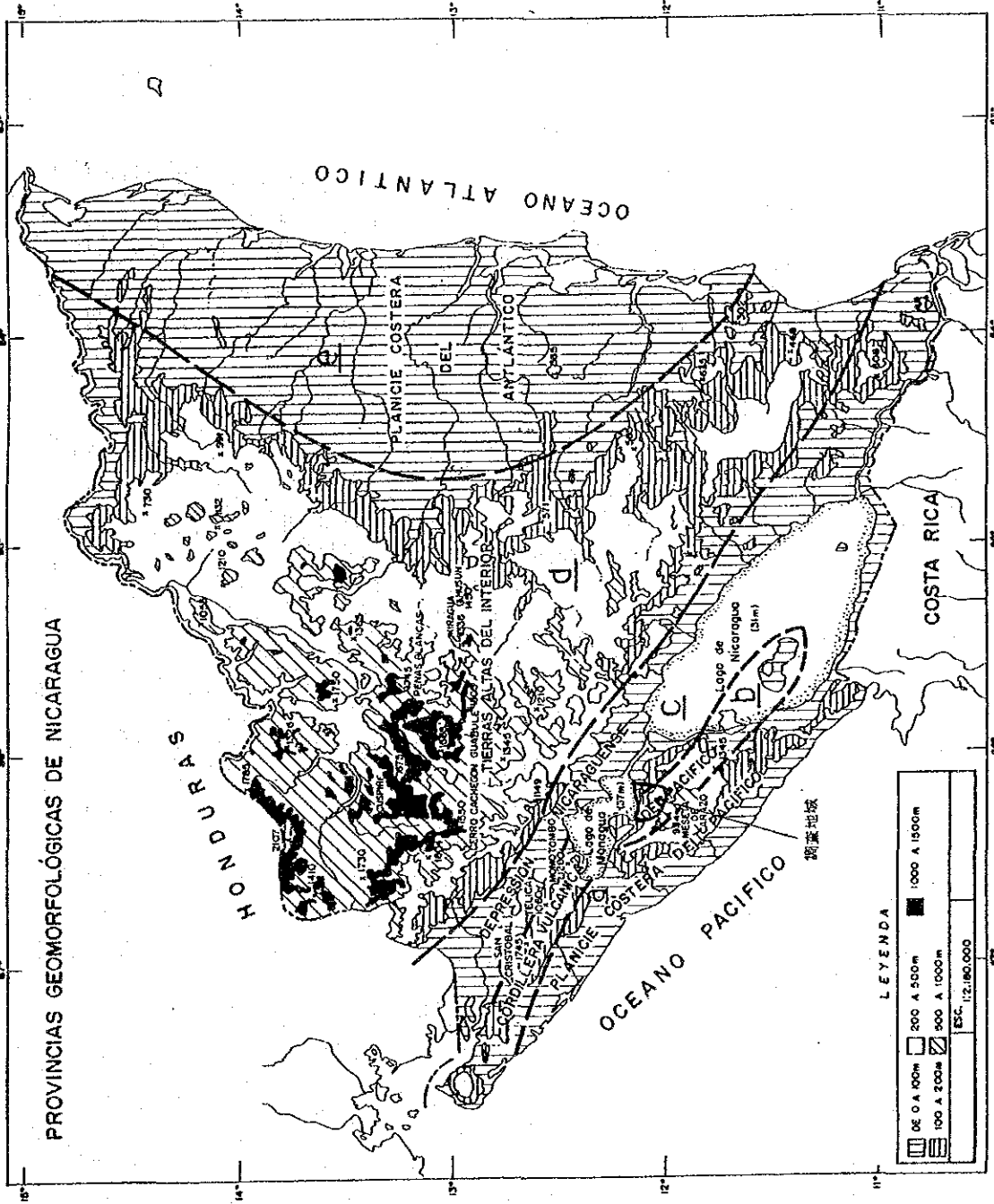
#### 1. 地質分布

ニカラグァ国の地質は、図-4-4の地質図に示すように、古生代の変成岩類から第四紀の沖積層にかけての地質から構成される。

図-4-5に示すように、ニカラグァ国は五つの地質区に分けられ、各地質区毎に層

相・地質構造が異なる。表－４－５に各地質区毎の地質層序を示す。なお、地質区は前述した地形区と次のような対応がある。

地形図	地質区
・太平洋沿岸平野……………	・大太平洋岸堆積盆地
・太平洋火山山脈	}……………
・ニカラグァ低地	
・内陸高地……………	[
	・中・古生代台地
・大西洋沿岸平野……………	・大西洋岸堆積盆地



地形区分

- a: 太平洋沿岸平野
- b: 太平洋火山山脈
- c: ニカラグァ地溝帯
- d: 内陸高地
- e: 大西洋沿岸平野

図-4-3 ニカラグァの地形分類図



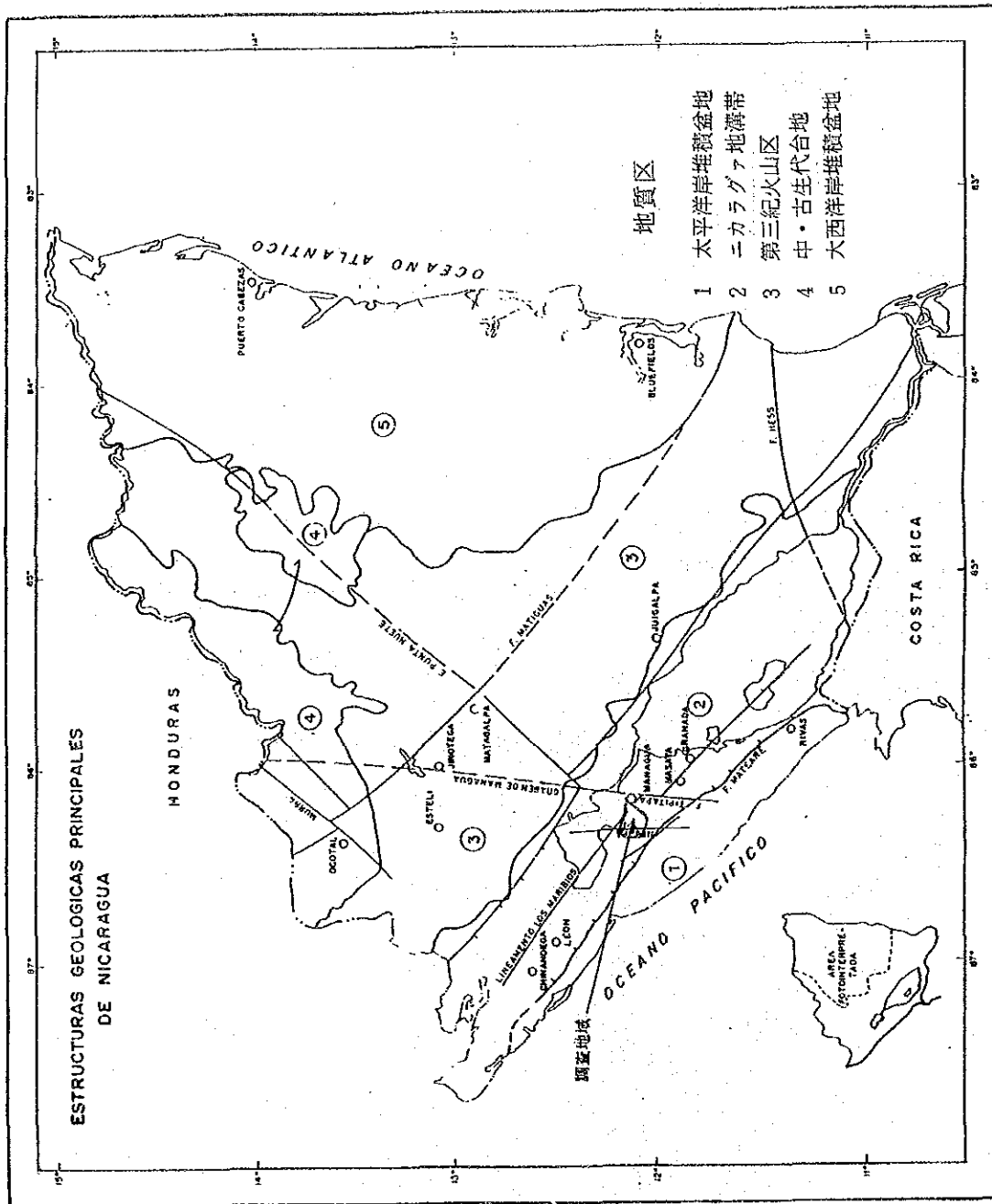


図-4-4 ニカラグア国の地質図



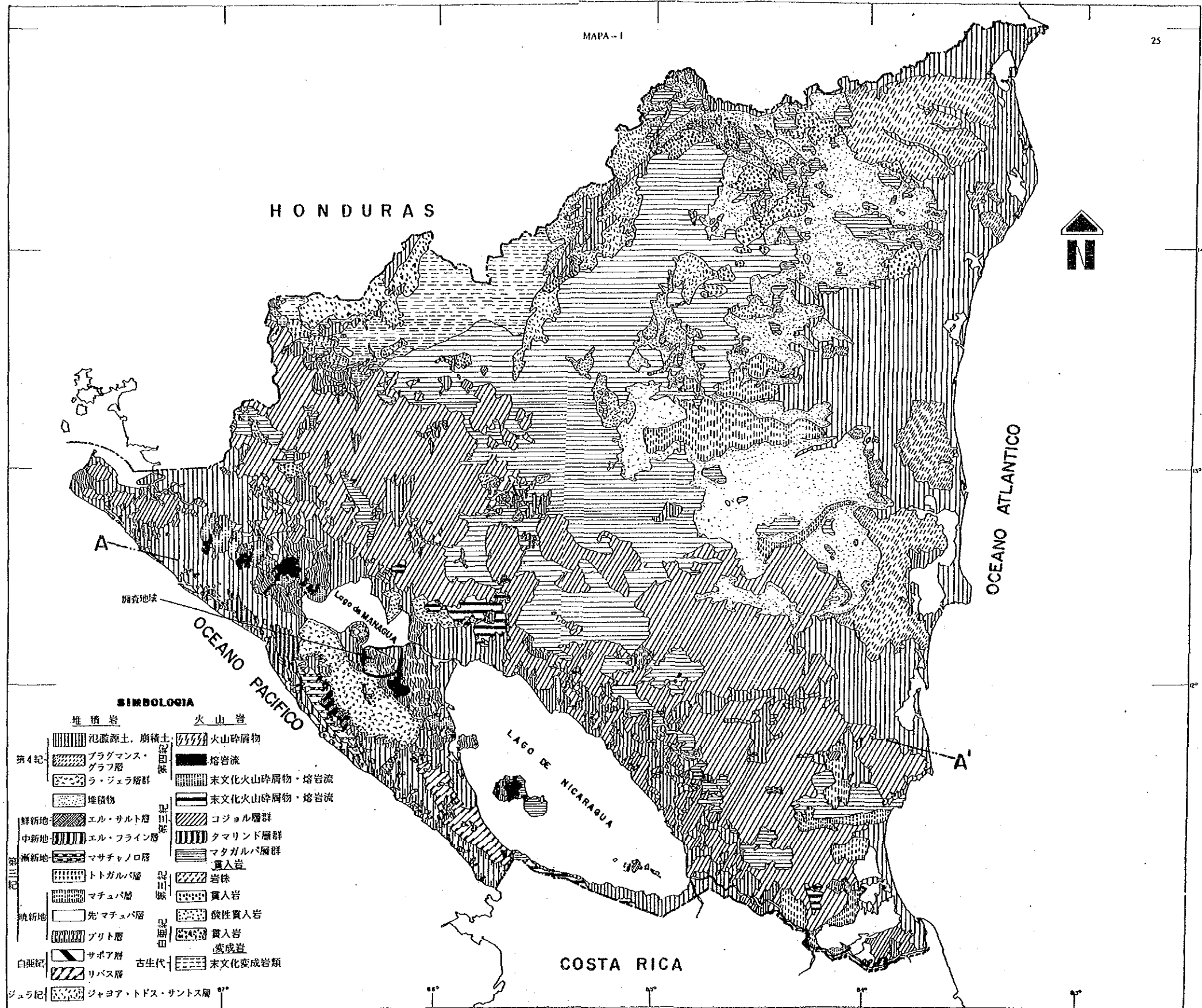


図-4-5 ニカラグア国の地質区



表-4-5 ニカラグァ国の地質層序

時代	太平洋岸堆積盆地	ニカラグァ地溝帯	第三紀火山区	中・古生代台地	大西洋岸堆積盆地
現世 完新世	沖積層 (礫, 砂, 粘土)	同左 現世火山性堆積物 (火山碎屑物, 溶岩) マナグァ層群 (火山碎屑物)	同左	同左	同左 氾濫源堆積物 崩積性堆積物
更新世	ラ・シェラ層 (固結凝灰岩, 集塊岩, 軽石層)	同左	マナグァ火山 (集塊岩を挟在す る玄武岩溶岩)	——	ラ・マヌス・グァ層 (礫岩及び粘土)
鮮新世	エル・サイト層 (マールを挟在す る軟質砂岩, 貝化 石濃集石灰岩)	——	コジョル層上部 (集塊岩, 玄武岩 安山岩, 凝灰岩, イグニフイト)	——	貫入岩 (花崗岩)
中新世	タマリンド層 (イグニフイト, 凝灰 岩, 安山岩) フライレ層 (砂岩, 砂質凝灰 岩, シルト岩)	同左 ——	コジョル層下部 (イグニフイト/流紋岩 凝灰岩, 安山岩, 集塊岩) マタガルバ層上部 (安山岩, 玄武岩)	——	——
漸新世	マサチャパ層 (凝灰質泥岩, シ ルト岩)	——	マタガルバ層中部 (凝灰質イグニフイト) マタガルバ層下部 (火山碎屑物, 火 山岩)	トトガルバ層 (礫岩, 珪質泥岩)	——
晩・始新世	ブリト層 (砂岩, 礫岩, 泥 岩, 石灰質, 凝灰 質砂岩) カバ・サボア層 (塊状石灰岩)	——	先マタガルバ層 (塩基性岩, 酸性岩) マチュカ層 (珪質石灰岩, 泥岩)	——	先マタガルバ層 (玄武岩, 安山岩 凝灰岩, イグニン ブライト)
白亜紀	リバス層 (砂岩, 凝灰岩, シルト岩, 泥岩, 礫岩)	——	貫入岩 (花崗閃緑岩, 閃 緑岩, 火崗岩)	ボカイ盆地 (泥岩, 砂岩, 集 塊岩, 塊状石灰岩) 貫入岩 (花崗岩, 閃緑岩)	——
先白亜紀	貫入岩 (閃緑岩)	——	——	トス・サントス層 (片岩, 千枚岩, 粘板岩, 代理石, チャート)	——

調査地域は、図-4-4に示すようにニカラグァ地溝帯に位置している。ニカラグァ地溝帯は、図-4-4に示すように両側を北西-南東方向の断層で画された、典型的な地溝帯であり、北西方向の断層の他に南東方向及び南-北方向の断層が卓越し、地溝帯内の地質構造を規制している。断層沿いの沈降運動により地溝帯が形成されるとともに、北西-南東方向の主断層沿いに火山活動が活発となった。この結果、周辺からもたらされた堆積物とともに、火山性の堆積物により堆積され、現在に至っている。

## 2. 水文地質

図-4-6にニカラグァ国の水文地質図を示す。この図によると、透水量係数が高い。つまり地下水の開発ポテンシャルの高い地域は、1（透水量係数：高）、2（透水量係数：中～高）で示されており、これらは地下の地層より構成される。

透水量係数	地 層
1 透水量係数：1,000 m <sup>3</sup> /日以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沖積層、氾濫源堆積物</li> <li>・崩積性堆積物</li> <li>・現世火山性堆積物（火山砕屑物）</li> </ul>
2 透水量係数：500～1,000 m <sup>3</sup> /日以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ラ・シェラ層</li> <li>（更新世 凝灰岩、集塊岩、軽石層）</li> </ul>

以上の地層は、多孔質な帯水層を形成する。これらの地層の主な分布範囲は、地質図に示すように大平洋岸堆積盆地及びニカラグァ地溝帯であり、ここが地下水の開発ポテンシャルが高い地域とされている。

今回の調査地域は、図-4-6に示すように地下水の開発ポテンシャルの高い、ニカラグァ地溝帯の中央部に位置している。

ニカラグァ国においては、地下水の水質に関するデータは多いとは言いが、全体的な傾向として太平洋岸では重炭酸塩系の地下水が多いのに対し、大西洋岸では塩化ナトリウム型の地下水が多いといえる。

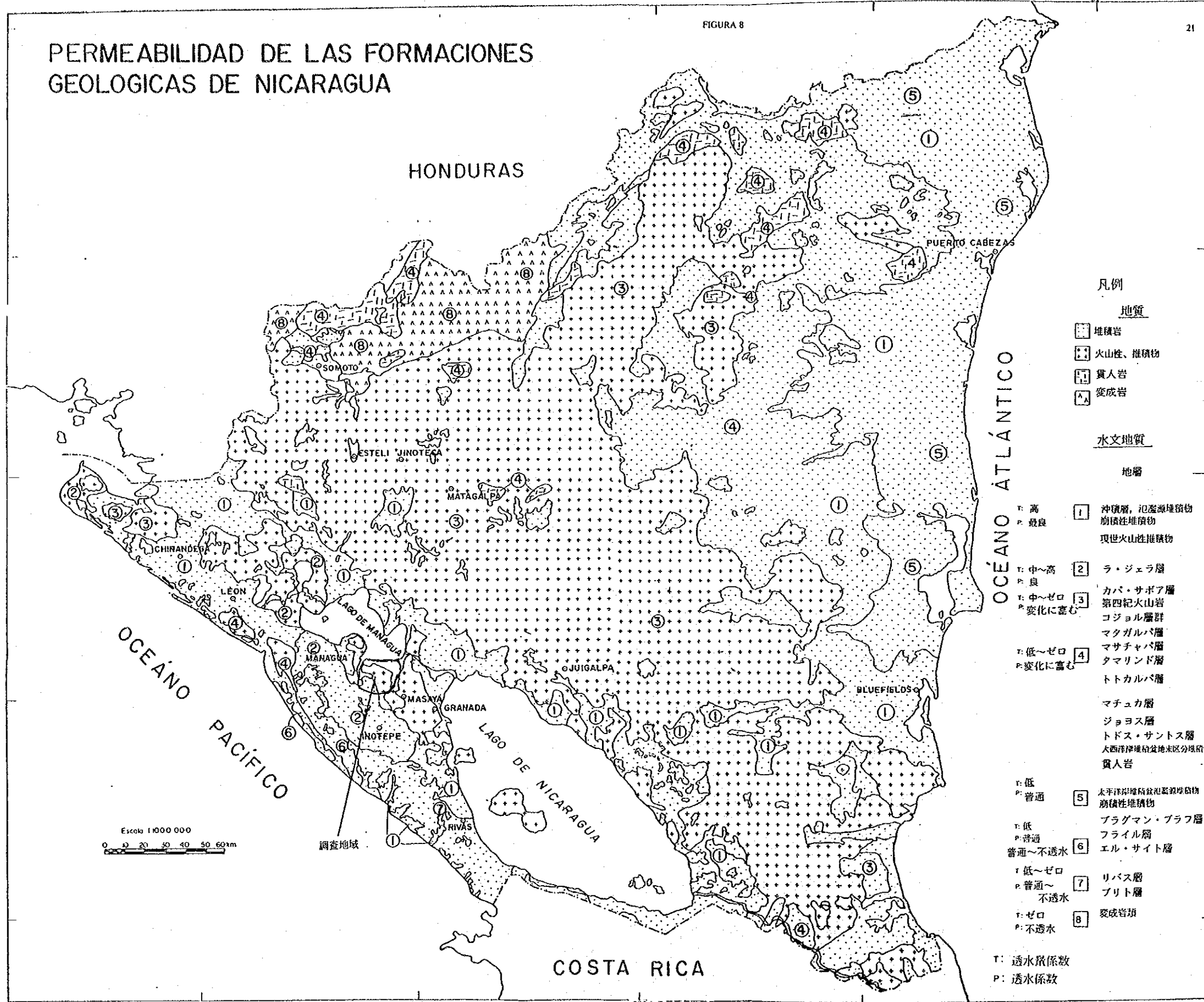
### 4-3 既存地下水調査

表-4-6に1964年以来マナグァ市上水道に関して実施された地下水調査及び、それに関連する調査を示す。№1はアソスカ湖の湖水を揚水する場合の適正揚水量の推定（推定値32mgd）、及び国際空港周辺のラ・メルセデス地区での地下水開発の可能性を調査し、その地区での試験井の掘削と揚水試験を実施している。また№2はアソスカ湖の水位低下の度合が予想以上に著しかったため、64年調査の見直しを行ったものである。数年来の小雨現象や、周辺の岩盤の推定透水量係数を考慮して、アソスカ湖からの適正揚水量を20mgdと推定している。さらに国際空港南西方のアルタミラ地区で3本の試験井の掘削と揚水試験を実施することによって、



PERMEABILIDAD DE LAS FORMACIONES GEOLOGICAS DE NICARAGUA

FIGURA 8



凡例

地質

- 堆積岩
- 火山性、堆積物
- 貫入岩
- 変成岩

水文地質

地層

- T: 高  
P: 最良
- 1 沖積層、氾濫源堆積物  
崩壊性堆積物  
現世火山性堆積物
- T: 中~高  
P: 良
- 2 ラ・ジェラ層
- T: 中~ゼロ  
P: 変化に富む
- 3 カバ・サボア層  
第四紀火山岩  
コジョル層群  
マタガルバ層
- T: 低~ゼロ  
P: 変化に富む
- 4 マサチャバ層  
タマリンド層  
トトカルバ層  
マチュカ層  
ジョヨス層  
トドス・サントス層  
大西洋沖積盆地未区分堆積物  
貫入岩
- T: 低  
P: 普通
- 5 太平洋沖積層氾濫源堆積物  
崩壊性堆積物
- T: 低  
P: 普通
- 6 ブラグマン・ブラフ層  
フライル層  
エル・サイト層
- T: 低~ゼロ  
P: 普通~不透水
- 7 リバス層  
プリト層
- T: ゼロ  
P: 不透水
- 8 変成岩類

T: 透水量係数  
P: 透水係数

図-4-6 ニカラグァ国の水文地質図





この付近での地下水の開発可能量を推定している。

また、1971年に最終目標年を2003年としたマナグア市上水道のマスタープランを実施した(3)。これは72年にマナグア市を襲った大地震によって、マナグア市中心部が大きな被害を受けたため、76年にマスタープランの見直しがなされた(4)。この計画は4期に区分され第3期までの計画が80年までに実施された。

79、81年に世界銀行の協力によりマナグア市の給水のための新規水源調査(マスタープラン)が実施され(5、6)、2段階の開発計画が策定された。第1段階(Phase I)は1994年を目標として、468,千 $\text{m}^3$ /日の需要を満たすため、マナグアのグラナダ地区から東方、ニカラグァ湖畔までの地域での地下水開発計画である。

また第2段階(Phase II)は2003年を最終目標として、680千 $\text{m}^3$ /日の需要に対応するため、マナグア市南東方50kmに位置する中南米最大の淡水湖であるニカラグァ湖の湖水を取水し、マナグアまで送水する計画である。この第1段階は1984年、また第2段階は1992年までに実施される計画とされた。

しかし、さまざまな理由によって世界銀行からの援助は84年に打ち切れ、I N A A とローカルコンサルタントによって、第1段階のフィージビリティ調査が1988年までに実施された(7、8、9、10、11)。この第1段階はサバナグランデからグラナダ市に向かって南東に延びる滞水層に全部で47本の井戸を建設し、42百万ガロン/日(160万 $\text{m}^3$ /日)の地下水を取水し、50kmの導水管、貯水タンク、送水ポンプ場の建設によりマナグア市に送水する計画である。また本計画についてはソ連の援助を受けて、実施設計が89年に完了している。フィージビリティ調査においては、47本の井戸の建設であったが、この実施設計では72本とし、6ブロックに分けての開発計画に変更されている。この開発計画はソ連援助顧問団の引き揚げとともに、実施の目処がたらず宙に浮いた状態となっている。

一方、第2段階は現在フィージビリティ調査の前段階にあるが、ニカラグァ湖の湖水の直接取水か、北東岸に井戸を建設し、2003年に予想される需要の不足分を補う計画である。しかしながら現在までに行われた調査によれば、この水源を利用することは決定的でなく、さらに詳細な調査を行う必要がある。

表 4-6 マナグア市地下水開発 既存の地下水開発関連調査

番号	発行年	報告書名	調査者名
1	1964	既存水源の確実な収益性に関する報告書	Hazen and Sawyer
2	1971	Recurso De Aguas Subterranas Para Managua	Hazen and Sawyer
3	1971	Mas Aguas Para Managua	Hazen and Sawyer
4	1976	1971年マスタープランの72年地震後の見直し調査	Hazen and Sawyer
5	1979	Proyecto Mas Agua Para La Nueva Managua Fase I	Montgomery Chan
6	1981	Proyecto Mas Agua Para La Nueva Managua Fase II	Montgomery Chan
7	1984	Part 1 Plan Maestro de Mejora y Ampliaciones Al Sistema de Distribucion	Hidrotecnica S.A., Hazen and Sawyer
8	1984	Part 2 Revision Esquema Tisma y Factibilidad de Otras Fuentes de Sumistro	Hidrotecnica S.A., Hazen and Sawyer
9	1984	Part 3 Primera Etapa del Plan Praquesto	Hidrotecnica S.A., Hazen and Sawyer
10	1988	Part 4 Desarrollo de Fuentes de Sumistro de Agua	Hidrotecnica S.A., Hazen and Sawyer
11	1985	Part 5 Implementation y Factibilidad del Proyecto	Hidrotecnica S.A., Hazen and Sawyer