

ニカラグア国
マナグア市中長期上水道施設
改善計画調査
予備調査および事前調査報告書

平成16年4月
(2004年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環 境

J R

04-047

序 文

日本国政府は、ニカラグア国政府の要請に基づき、同国のマナグア市上水道施設改善計画に係る調査を実施することを決定し、国際協力機構がこの調査を実施することと致しました。

当機構は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成 15 年 10 月 28 日より同年 11 月 15 日までの 19 日間にわたり、独立行政法人国際協力機構国際協力総合研修所国際協力専門員 大村良樹を団長とする予備調査団を派遣し、本件の背景を確認するとともに、ニカラグア国政府の意向を聴取しました。

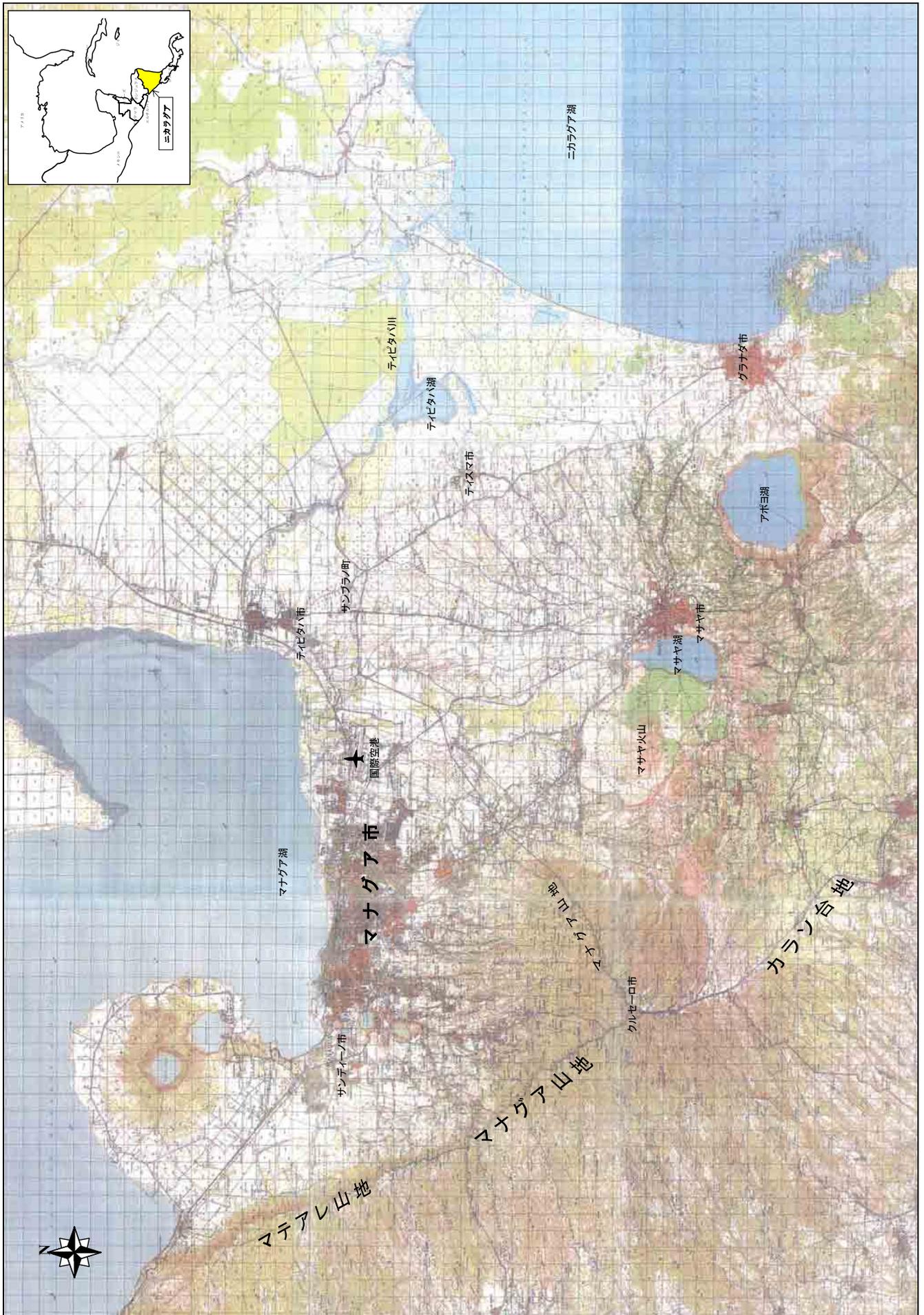
また平成 16 年 2 月 23 日より同年 3 月 5 日までの 12 日間にわたり、独立行政法人国際協力機構国際協力総合研修所国際協力専門員 大村良樹を団長とする事前調査団（S/W 協議）を現地に派遣し、本格調査に関する実施細則（S/W）に署名しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

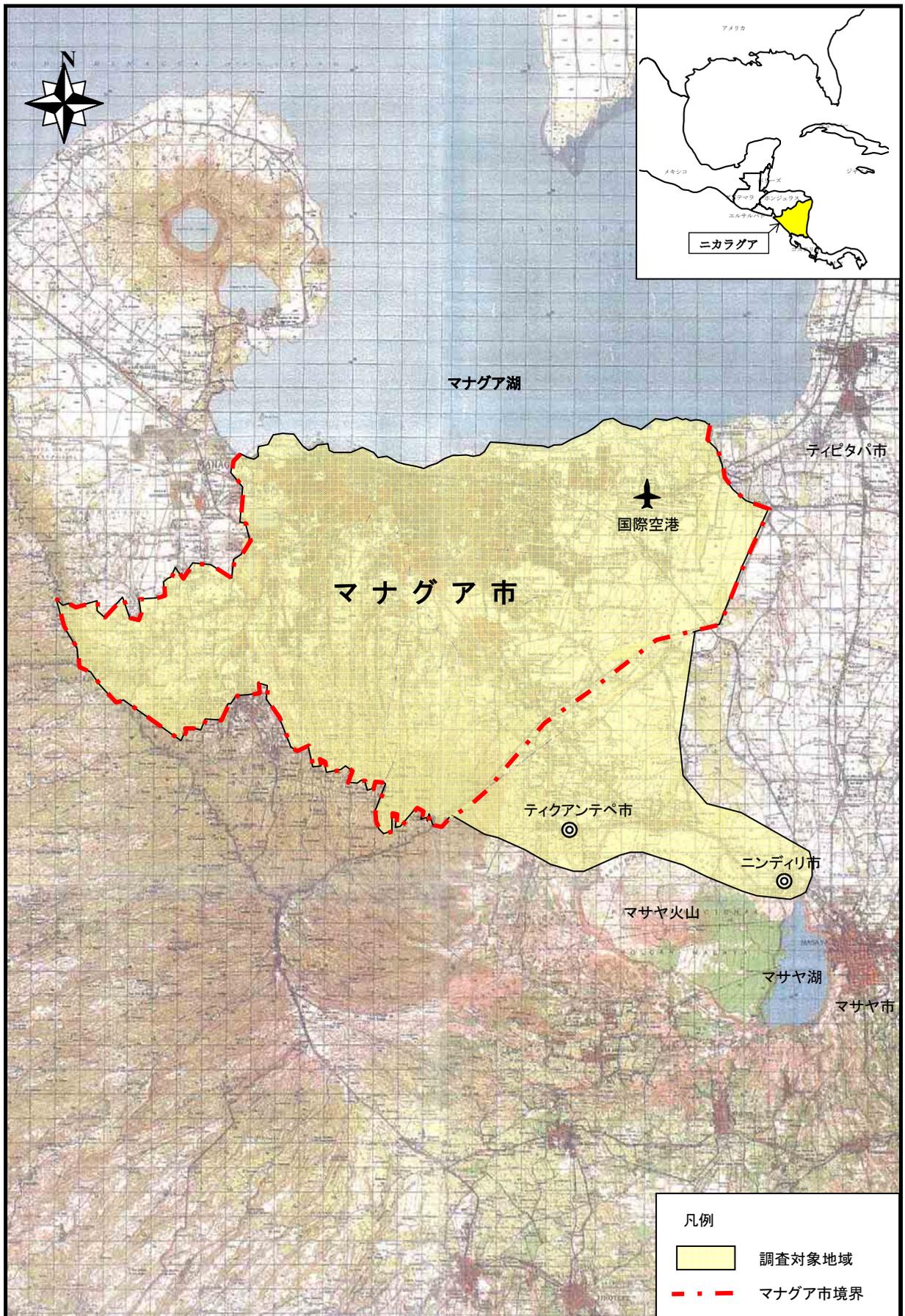
終りに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 16 年 4 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 北原 悦男



調査対象地域広域地形図



調査対象地域位置図

略 語 表

略 語	英語正式名	正式名の和訳
BD	Basic Design	基本設計調査
CAPS	Committees for Potable Water and Drainage	上下水委員会、受益者
COSUDE	Switzerland Development Cooperation	スイス開発協力庁
CONAPAS	Comisión Nacional de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (National Commission of Potable Water and Sanitary Sewer System)	大統領府国家上下水道委員会
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (Nicaraguan Company of Aqueducts and Sewer Systems)	ニカラグア上下水道公社
EU	European Union	欧州連合
FAD	Spanish Fund for Development Support	開発支援基金
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ
FISE	Social Investment Fund for Emergency	社会緊急投資基金
FSLN	Frente Sandinista de Liberacion Nacional (Sandinista National Liberation Front)	
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information Systems	地理情報システム
IC/R	Inception Report	インセプション・レポート
IDB	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos (Nicaraguan Institute of Statistics and Census)	国家統計局
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaraguan Institute of Territorial Studies)	ニカラグア国土調査庁
INIFOM	Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (Nicaraguan Institute of Municipal Development)	ニカラグア自治体連合
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (Nicaraguan Institute of Aqueducts and Sewer Systems)	ニカラグア上下水道庁
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (German Credit Institute for Reconstruction)	ドイツ復興金融公庫
NDP	National Development Plan	国家開発計画
MARENA	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (Ministry of the Environment and Natural Resources)	環境天然資源省
MINSA	Ministry of Health	保健省

OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries	石油輸出国機構
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	集中監視制御施設
UNICEF	United Nations Children's Fund	国連児童基金
WHO	World Health Organization	(国連)世界保健機関

ニカラグア国 マナグア市中長期上水道施設改善計画調査

予備調査および事前調査報告書

目 次

序 文

調査対象地域広域地形図

調査対象地域位置図

略語表

第 1 章	予備調査及び事前調査の概要.....	1
1-1	要請の背景.....	1
1-2	予備調査の概要.....	1
1-2-1	予備調査の目的.....	1
1-2-2	調査団の構成.....	2
1-2-3	調査日程.....	2
1-2-4	相手国受入れ機関.....	3
1-2-5	協議及び現地踏査の概要.....	3
1-3	事前調査の概要.....	4
1-3-1	事前調査の目的.....	4
1-3-2	調査団の構成.....	4
1-3-3	調査日程.....	5
1-3-4	協議及び現地踏査の概要.....	5
第 2 章	本格調査への提言.....	12
2-1	対象地域の概要.....	12
2-1-1	調査対象地域.....	12
2-1-2	自然条件.....	14
2-1-3	人口及び人口増加率.....	18
2-1-4	社会経済状況.....	20
2-1-5	インフラの現況.....	22
2-2	マナグア首都圏上水道分野の現状と課題.....	26
2-2-1	上位計画.....	26
2-2-2	水道事業の概要.....	28

2-2-3	水道施設整備	39
2-2-4	地下水開発	50
2-3	調査対象範囲	66
2-4	調査項目とその内容・範囲	67
2-4-1	国内準備作業	67
2-4-2	現地調査	67
2-4-3	国内作業	72
2-5	調査フローと要員構成	73
2-5-1	調査フロー	73
2-5-2	要員計画	75

付属資料

付属資料 1.	Barrios Seleccionados Para Ejecucion	79
付属資料 2.	予備調査面談者リスト	80
付属資料 3.	事前調査面談者リスト	82
付属資料 4.	為替交換レート	83
付属資料 5.	質問票	84
付属資料 6.	質問票に対する回答	96
付属資料 7.	ENACAL 事業計画	114
付属資料 8.	ENACAL 給水井戸の計画揚水量	146
付属資料 9.	ENACAL 給水井戸の月別揚水量（2002 年）	148
付属資料 10.	無償地下水開発フェーズ I および II 井戸の観測結果	152
付属資料 11.	カルロスフォンセカ井戸群の月別揚水量	184
付属資料 12.	予備調査 M/M	185
付属資料 13.	事前調査 S/W	191
付属資料 14.	事前調査 M/M	198
付属資料 15.	協議議事録	203
付属資料 16.	ローカルコンサルタントリスト	216
付属資料 17.	収集資料リスト	217

第1章 事前調査の概要

1-1 要請の背景

- (1) ニカラグア国の首都マナグア市では、上水道整備の遅れと人口流入による給水事情の悪化に対し、1993年 JICA の開発調査によって中長期地下水開発計画が策定された。同計画では、地下水開発及び送水施設整備と 2000 年以降の新規水源開発の必要性が提言された。これに基づき、地下水開発及び送水施設整備は無償資金協力で実施され、今回は新規水源開発部分に係る要請が出された。
- (2) 現在同市（人口約 108 万人）は上水道普及率約 90%に達している（水源は、75%地下水、25%アソソスカ湖）。しかし、未だ①施設・設備の問題（施設の不備及び老朽化）、②経営上の問題（無収水率約 50%）、及び③水源水質の問題（アソソスカ湖の過剰揚水と汚染の危険）を抱えている。加えて、郊外の新市街地の上水道整備が追いついていない。
- (3) 以上のような現状から、先方からの要請は水源開発であるが、配水管網等の施設整備の方が優先度が高いと判断されたため、予備調査を実施し、以下の通り整理し、先方と合意した。即ち、①補足的な水源調査を含めるが、取水施設以外の施設整備を中心とする、②対象地域を「第1および第7行政区を除くマナグア市、及びティクアンテペ地区・ニンディリ地区のマサヤ街道周辺の市街地」とする、③IDB により実施予定となっている上水道事業に係る経営改善の案件とスペインへ要請中の漏水調査を含む貧困対策案件について、本案件との整合性を図る必要がある。
なお、予備調査では調査の枠組みを固め先方と合意形成に至ったが、実施細目についてはさらに協議する必要があり、他ドナーとの役割分担を更に明確にする必要があることから、事前調査を実施することとする。

1-2 予備調査の概要

1-2-1 予備調査の目的

ニカラグア政府の要請を受けた本調査に関し、問題点を絞り込み、調査の方向性及び枠組みについて M/M の署名交換を行った。

具体的には、前述の背景の通り、先方の要請と JICA 側の問題意識との間にズレがあったことから、配水管網を中心とした上水道施設整備の方向性で合意形成することが、第一の目的であった。加えて、既存水源の持続性の確認、対象地域の選定、及び他ドナーの動向についての情報収集を行い、調査の枠組みについて先方と協議した。以上の調査をもとに、本格調査の方向性を定めた。

本格調査では、マナグア市において安全な上水の持続的かつ安定した供給を図るため、2015 年を目標年次としたマナグア市の適正な上水道施設改善計画を策定することを目標とする。

1-2-2 調査団の構成

氏名	担当	所属	派遣期間
大村 良樹	総括/上水道計画	JICA国際協力総合研修所 国際協力専門員	10月28日～11月 9日
津田 真理	調査企画	JICA社会開発調査部 社会開発調査第二課	10月28日～11月 9日
武内 正博	水道施設整備	八千代エンジニアリング株式会社	10月29日～11月15日
中村 浩	地下水開発	八千代エンジニアリング株式会社	10月29日～11月15日
菅野 善巳	通訳	(財)日本国際協力センター	10月29日～11月15日

1-2-3 調査日程

月日	曜	官団員 (大村団長、津田団員)	役務団員 (武内団員、中村 団員、菅野団員)
10月28日	火	東京発→ワシントンDC着 アメリカ合衆国事務所打合せ、世銀との協議	
10月29日	水	ワシントンDC発→マナグア着	東京発→マナグア着
10月30日	木	JICA駐在員事務所打合せ、大使館表敬、外務省(SREC/MINREX)・ 上下水道公社(ENACAL)・上下水道庁(INAA)表敬	
10月31日	金	マナグア市内現地踏査(無償資金協力「マナグアI・マナグアII」)	
11月1日	土	マナグア市内現地踏査(アソソスカ湖、既存の上水道施設他)	
11月2日	日	近郊市街地現地踏査(ティピタパ、ティスマ、マサヤ、グラナダ)	
11月3日	月	IDB・COSUDE・KfWとの協議、Agustin議員との意見交換	
11月4日	火	団内打合せ、ENACALとのM/M協議	
11月5日	水	団内打合せ、ENACALとのM/M協議	
11月6日	木	M/M署名交換、JICA駐在員事務所・大使館報告	データ収集
11月7日	金	マナグア発→ニューヨーク	データ収集
11月8日	土	ニューヨーク→	データ収集
11月9日	日	東京着	データ収集
11月10日	月	\	データ収集
11月11日	火		データ収集
11月12日	水		データ収集 JICA駐在員事務所 ・大使館報告
11月13日	木		マナグア発→
11月14日	金		ニューヨーク→
11月15日	土		東京着

1-2-4 相手国受入れ機関

上下水道公社（以下 ENACAL）が、本調査に係る責任機関であり、実施機関である。関係省庁である上下水道庁（以下、INAA）は、ステアリングコミッティの一員となるが、本調査の責任機関としての位置づけは行わない。

1-2-5 協議及び現地踏査の概要

(1) 予備調査で主に留意した点と結果概要

1) ENACAL との問題意識の共有（優先課題は水源開発ではなく、施設整備であることの確認と合意）：

施設整備を主とした方針は変更しないものの、補足的に水源に係る調査も実施し、水源の配置などの提言を視野に入れた調査とすることとした。ただし、水源に係る調査は、既存水源の持続性や水質等に係る調査、新規水源に係る予備的検討（既存データに基づく分析）に留めることとする。

水源調査を含める理由として、ENACAL は、施設整備の優先性を認めつつも既存水源の持続性に不安があり調査を要請してきたこと、大規模な水源開発を期待しているわけではないこと、また、現地踏査の結果、基本的に揚水量は豊富であるものの長期的には徐々に減少していることや、アソソスカ湖の水質モニタリングの必要性が認められたことが挙げられる。

2) 対象地域の選定：

「マナグア市*、及びティクアンテペ地区・ニンディリ地区のマサヤ街道周辺の市街地」を対象地域とした。

予備調査前は、マナグア市近郊も含む首都圏全体を調査対象の候補と考え現地踏査を実施したが、対象地域を広げる意義はあまりなく、マナグア市及び市外南東部で給水状態の悪いマサヤ街道沿いの地域のみに留めた。

3) 他ドナーの関連事業との連携もしくは重複の回避：

世銀、IDB、KfW 及び COSUDE（スイス連邦）を訪問した。また、上水道の政策に関わる Agustín 議員と意見交換した。多くのドナーがニカラグアの上下水道分野に関わっているが、ドナーの関心は、主に、水道分野への民間参入（世銀、IDB、KfW）、マナグア市の下水道整備（IDB と KfW が実施中）及び地方給水（COSUDE、UNICEF 等）に向いており、マナグア市の上水道関連で重複しているのは、IDB の ENACAL 近代化プロジェクト（経営強化）及びスペインの漏水対策に係る案件の 2 件であった。なお、ニカラグア政府は民間参入に否定的で、経営面に係る協力は難航している様子であった。

ENACAL の近代化プロジェクトは、入札書類作成中であり、2004 年 3 月～4 月頃開始予定とされている。一方、スペイン案件は帰国直前に判明し、直接協議はできなかったため、駐在員事務所に再度の接触を依頼した。2003 年 12 月現在の同事務所からの報告では、スペインは同案件を採択し、2004 年 10 月頃調査開始予定。今後同事務所を通して情報収集及び調整を進めるとともに、事前調査時にスペイン側と協議することとした。

* ただし、M/M 署名交換後、マナグア市第 1・第 7 行政区を除くこととなった。これについては、事前調査での S/W 署名交換時に訂正する予定（P.6 及び P.14 参照）。

4) 貧困層への配慮：

貧困層の居住区における給水及び衛生設備の整備といった直接的な介入を模索しようと考えていたが、今回現地踏査すらも危険ということで中止され、本格調査に取り入れる可能性は低いと思われた。EU がインフォーマル地区で住民参加による給水及び衛生設備の整備を実施済みであったため、ENACAL 職員に案内してもらったところ、一見ごく普通の住宅街であり、同職員も貧困地区との認識は持っていなかった。

世銀の中止案件である「マナグア市低所得層の上水道施設整備計画」のプロポーザルでは、末端の居住区における施設整備は大切だが、市全体の配水網を効率よく給水できるよう整備することも必要と強調されていた。本調査でも後者の領域において十分な貢献はできると考える。

5) 過去の無償資金協力における問題点の把握：

無償資金協力で整備したマナグア I・マナグア II の井戸及び配水池を視察したが、現時点では順調に稼動している様子だった。部分的な故障は見られたが、全体の揚水量は、計画量と大幅な違いはなかった。

(2) ENACAL との M/M 協議

M/M 案について、ENACAL と議論となった点及び結論は以下の通りである。

- 1) 調査内容：施設整備に係る調査を主とし、補足的に水源調査を含む。
- 2) 目標年次：「国家開発計画」（プロポーザル作成中。公式ホームページアドレス <http://www.pnd.gob.ni>）の社会セクター（「水と衛生」を含む）の目標年次は 2015 年であり、本調査の目標年次も同計画に合わせ 2015 年とする。
- 3) 報告書の言語：先方はメインレポートのスペイン語版を要望したが、必要に応じて自分たちでスペイン語版にする能力はあるため、サマリーレポートのみスペイン語版を作成する。

1-3 事前調査の概要

1-3-1 事前調査の目的

本格調査実施に係る実施細目（調査範囲・項目・工程及び実施体制等）について協議し、その結果を S/W 及び M/M に取りまとめ、署名交換を行う。また、関連案件を実施予定の IDB 及びスペインの動向について再確認する。

1-3-2 調査団の構成

氏名	担当	所属	派遣期間
大村 良樹	総括/上水道計画	JICA国際協力総合研修所 国際協力専門員	2月23日～3月5日
津田 真理	調査企画	JICA社会開発調査部 社会開発調査第二課	2月23日～3月5日
八木 優子	通訳	ロズベル通訳翻訳事務所	2月24日～3月2日

1-3-3 調査日程

月日	曜	官団員 (大村団長、津田団員)	役務団員 (八木団員)
2月23日	月	東京発→ロサンゼルス着	
2月24日	火	ロサンゼルス発→マナグア着 大使館表敬、JICA駐在員事務所打合せ 外務省(SREC/MINREX)表敬	メキシコ発→マナグア着
2月25日	水	上下水道公社(ENACAL)との協議	
2月26日	木	マナグア市内現地踏査 (貧困層居住区、メーター修理施設、下水処理場建設予定地)	
2月27日	金	ENACALとの協議、IDBとの協議	
2月28日	土	ENACALとの協議	
2月29日	日	団内打合せ	
3月1日	月	団内打合せ、ENACALとのS/W協議	
3月2日	火	スペイン大使館訪問 S/W及びM/M署名交換	マナグア発→メキシコ着
3月3日	水	JICA駐在員事務所・大使館報告 マナグア発→ロサンゼルス	\
3月4日	木	ロサンゼルス→	
3月5日	金	東京着	

1-3-4 協議及び現地踏査の概要

11月に実施した予備調査で本格調査の方向性が概ね定まったので、その結果に基づき、今回は本格調査実施に係る実施細目について先方機関である ENACAL と協議し、その結果を S/W 及び M/M に取りまとめ、3月2日(火)に署名交換を行った(付属資料の S/W 及び M/M を参照)。

また、他ドナーのうち、マナグア市を対象とした上水道関連プロジェクトを実施予定である IDB 及びスペイン大使館を訪問し、プロジェクトの概要や進捗状況について情報交換を行った。

現地踏査は、上水道関連施設については予備調査にて実施済みであったため、今回は、今後優先プロジェクトの候補地となりうる貧困層居住区を視察するとともに、水道メーターの検査・修理施設、及び下水処理場建設予定地の視察を行った。

(1) ENACAL との S/W 及び M/M 協議

S/W の内容に関しては、下記の点を主に協議し、M/M に残した。

1) 予備調査からの変更点：

予備調査にて合意していた内容に関し、下記 3 点について一部変更し、先方と合意した。第 1 に、調査の目的から F/S を削り、調査期間を 11 ヶ月に短縮することとした。これは、本調査終了後に予定されている無償資金協力を迅速に実施するためである。第 2

に、調査地域のうち、「マナグア市」を旧マナグア市の行政区域としていたが、新マナグア市に合わせるように訂正した。この結果、旧第1及び第7行政区は対象外とされる（P.14参照）。第3に、報告書の言語に関し、基本的には英語で作成し、要約のみスペイン語版も作成するというので予備調査にて合意したが、調査をより円滑にすすめるため、インセプションレポートもスペイン語版を作成することとした。

2) JICA 環境社会配慮ガイドライン：

平成16年度から施工される予定の同ガイドラインの概要を説明し、先方政府が主体となって取り組むこと、必要に応じて情報公開や利害関係者の参加を求めることについて理解を求め、了解を得た。

しかし、本調査への適用にあたっては、同ガイドラインによるカテゴリー（Bに相当）の手続きと先方政府の環境法による手続きが違い、どちらの手続きを取るべきかで議論となった。同ガイドラインのカテゴリーBではIEEレベルの環境配慮が必要とされるが、先方政府の環境法では、上水道分野はEIAの対象とならず、またIEEについては明記されていない。ENACAL側は、IEEレベルの調査について学ぶことに意欲を示したが、一方で先方が主体となって行うことは実際上無理があるという不安も表明した。また、M/Pの対象範囲全てについて配慮の手続きが必要となるのか、優先プロジェクト毎にIEEの調査項目は違うと考えられるが全て実施するのか、社会配慮は具体的にどうするのか等の疑問も投げかけられた。具体的な配慮の手続きについて現時点でのガイドライン（案）では不十分な点もあるため、先方の疑問点についてはJICA本部にもフィードバックすることとした。

最終的に、本調査への適用にあたっては、IEEレベルの調査についてはJICAの全面的な支援の下協力して実施すること、ステークホルダー・ミーティング等が必要な場合には、ENACALが主体となって実施することで合意した。

3) 貧困対策：

本調査の中での貧困対策のあり方について予備調査の時点から模索していたが、ENACAL側も、貧困層居住区での給水状況の劣悪さの問題、一方で盗水による水のムダ使いやコスト負担の問題について何らかの対策を講じたいという意識は高い。そのため、少なくとも節水とコスト負担についての啓蒙は、ENACAL主催のステークホルダー・ミーティングを支援する形で実施していきたい旨、合意した。

4) 他ドナーとの調整：

現在までのところ、他ドナーとの致命的な重複は発生していないが、IDBやスペインの案件については、今後も適宜情報交換し、調整を図っていく必要があると考えられる。

前回の予備調査では、官団員帰国後にスペインの案件についての話が浮上してくる等、ENACAL内での情報共有や他ドナーとの調整に不安な点が見られた。そのため、今後ENACALが主体となってドナー調整するよう確認し、合意した。

5) ステアリングコミッティ：

先方政府の水セクターに係る組織として、関係省庁の大臣で構成されるCONAPASがあり、予備調査の時点では、CONAPASをステアリング・コミッティとすることとしていた。

しかし、組織の実態として、大臣クラスは多忙で召集が難しく、機能していないとの

ことであった。そのため、ENACAL からの提案で CONAPAS のメンバーと同じ関係省庁の技術者レベルを構成員としたステアリング・コミッティを設置することとし、合意した。

(2) 他ドナーとの調整に係る協議

1) ENACAL との協議

今回の協議では、まず最も懸念されていたスペインの関連プロジェクトについての情報収集と本調査との重複の有無の確認を行った。ENACAL の説明では、スペインの案件に係る入札書類の原案は ENACAL 自身が作成しているため、本調査との整合性を留意しながら内容や実施時期を検討しているとのことであった。スペインの案件の内容は、マナグア市の低地部分に位置する総配管延長約 800km の既存配管網について、メーターを設置し、漏水調査をするというものであった。長期的展望に立った本調査とは違い、短期的なオペレーション・レベルでのもので重複の心配はない、というのが ENACAL の見解であった。ENACAL が現在作成中の入札書類は、スペイン大使館に提出された後、大使館側で内容検討される予定だが、現時点での計画は熟していないように受け取れ、そのままでは技術的に実行可能なかどうか、疑問が残った。

2) IDB との協議

IDB を訪問し、予備調査時の訪問後、マナグア市における「上下水道近代化プログラム」の進捗状況とその他の関連プロジェクトの有無を確認した。また、本調査が 5 月頃に開始予定であること、今後も情報交換していきたいことを伝えた。

IDB 担当者からの情報と、ENACAL 担当者による説明とを合わせて記す。

融資番号 1049SF-NI、融資合意日付 2000 年 2 月 18 日、融資期限 4 年間（当然、期間延長の手続きをしなければならない）。金利は年 2%、償還期間 40 年（内、支払い猶予期間を 10 年間とし、この間は金利は年 1%である）。これは OPEC（US\$5 百万）との協調融資である。

変更点：当初 project components に含まれていた、レオンおよびチナンデガ上水道経営の民間委託は「ニ」国政府の民間委託を禁止する法律制定により不可能になった。この component は削除し、全国規模での経営改善を業務に含めることした。（なお本融資は appraisal 段階では Project No. NI-0097 とされていた。レオン・チナンデガにおける水道事業運営の民間委託契約が法律によって禁止されたことから融資案件の内容変更が考えられているなど、project components の不確定なものもあり、現時点で確認できたものをここに述べる）。

Component A の UFW 削減業務は水道メータ 27,500 個の購入のみである。3 月初めには L/C を開く予定である。購入に US\$1 百万を、設置に US\$50 万（ENACAL 負担）を準備している。メータ交換の対象地区は以下の通りである。

- ①La Colinas
- ②Villa Fontana
- ③Alto de Santo Domingo
- ④Planes de Altamira
- ⑤Altamina Est
- ⑥Bolonia

Component B はマナグア市低区給水区域東部の UFW 削減を目的に調査と工事を行う。対象管路長は約 200km、配水ブロック化を考えている。現在コンサルタントの事前資格審査を行っている。参加企業は以下の 5 社である。

- ①Vivendi
- ②Eaux de Marseille
- ③Aguas de Valencia
- ④Earth Tech
- ⑤Acea-Lotti

Component C は informal 地区 10 ヶ所の上下水道接続を目的にしている (US\$4.8 百万を充てる)。開札は終了し、現在二社の札を評価しているところである。この中で注目すべき点は、credit line と称して各家庭に上下水道接続のための工事費を貸し付けていることである。住民組織化等は NGO に委託する予定で、これも二社の応札があり、現在評価中である。(筆者注：informal 地区対象ということで日本側調査目的、貧困対策と重なる性格のものではあるが、対象地区選定に配慮すれば重複することはない。) 本案件の対象村落は以下の通りである。

- ①Enrique Bermudez (District III)
- ②Golfo Persico (District III)
- ③Healeah (District III)
- ④Lomas de Chico Pelon (District IV)
- ⑤Carlos Fonseca (District V)
- ⑥18 de Mayo (District V)
- ⑦Pantasma (District V)
- ⑧Anexo Villa Libertad (District VI)
- ⑨Concepcion de Maria (District VI)
- ⑩Waspan Norte (District VI)

裨益人口は上水道接続に 38,850 人、下水道接続に 48,210 人を予想している。接続予定数は上水道 6,475 件、下水道が 8,035 件である (添付資料 - 1 ENACAL2004 年選定地域実施案件 参照)。

3) スペイン大使館との協議

3月2日(火)にスペイン大使館商務部を訪問し、マナグア市における上水道関連のプロジェクトの概要と、スペインの融資案件に係る条件や手続き等について確認した。また、本調査の概要について説明し、本格調査開始時には IC/R をもって本調査の詳細について情報提供する旨伝えた。

スペイン政府融資手続き

「ニ」国政府はスペイン政府と三年に一回融資に関する協議を行い、次期三年間の融資総額と重点投資分野を決める。最近の協議は 2002 年 5 月に行われ、融資総額は 85 百万ユーロであった。その内訳は以下のとおり。

- ・ FAD (開発支援基金) : 64 百万ユーロ
- ・ 二国間技術協力費 : 18 百万ユーロ
- ・ F/S 費 : 3 百万ユーロ

該当する三年間（本協議については2002年から2004年12月の間）に事業が開始されれば良いとしている。goods と services を提供する企業をスペイン法人に限定する、完全な tied loan である。grant element は約50%強になるものと考えている。

総額が決まると「ニ」国政府は融資対象分野の関係省庁へ通知し、案件提案を求める。これを取りまとめて「ニ」国外務省からスペイン政府へ案件承認の要請を行う。スペイン政府の案件承認後、案件担当省庁は入札書類を作成、入札し、落札後、両国政府は融資合意書（loan agreement）に署名する。loan agreement の有効期間は二年間であるが、延長は可能である。

スペイン政府案件概要

本案件はスペイン政府の有償資金協力によるもので、融資規模は約9.9百万ユーロ（邦貨約13億円）である。スペイン政府への案件承認申請は概要のみで行った。入札書類は現在ENACALがコンサルタントを使わず、独自に作成中である。工期は二年間を考えている。その内容は以下のとおり。

- ・各戸給水用水道メータ10万個の供給（マナグア市向け7万個を含み全国対象）
- ・大口径水道メータ50個供給と設置（マナグア市低区給水区域*での配水ブロック化パイロットプロジェクト用）
- ・各戸給水用水道メータ10万個の供給（マナグア市向け7万個を含み全国対象）
- ・コンピュータとソフトウェア（GISを導入し、顧客と配水管の台帳管理を行う。対象地区はマナグア、マサヤ、レオンの三市）
- ・マナグア市内SCADAシステム（かつて、IDB融資により、Siemens, Norwayが工事業者として納入したもの）の修理
- ・職員研修
- ・水道メータ修理工場強化（メータ検定設備増加とメータ部品購入）

*ENACALはマナグア市低区給水区域（配水管延長1,000km）において、同延長800km（主として西部）を対象に配水ブロック化を行うことを計画している。同市内の配水管総延長は1,600kmとされているからその約半分をスペイン融資案件の対象とする。残り200kmはIDB融資により実施する。（IDBの項参照）

(3) 現地踏査（貧困層居住区、メーター修理施設、及び下水処理場建設予定地）

予備調査では把握できなかった利用者側の状況を知るため、特に給水状況に問題があると思われる貧困層居住区及び高地の新市街地を約10ヶ所視察した。それらの地域は、狭い範囲で激しい高度差がある地形で、給水状況の良い低地では盗水による水の浪費が見られる一方、高地では、地形による給水困難と、低地での盗水による給水量減少が重なり、正規の利用者であっても数ヶ月断水されている例も見られた。

1) Informal 地区の問題および同地区視察

①ENACALの対応

Vice Gerencia de Asentamientos が中心になって新興住宅地や不法占拠地区の対応に当たっている。不法占拠地区では social promoter がそれら地区の状況改善と料金徴収に向けて働いている。現在の全給水人口約120万人のうち、盗水によって給水

を受けているのは 25 万人程度に上るのではないかと ENACAL は推定している。(なお現給水人口には、正規接続者であっても数日おきにしか給水を得られない人口も含まれている。)

②本格調査や将来案件実施の可能性をさぐるためマナグア市周辺部において、informal 地区とされる集落を視察し、住民と接触する機会があった(なお記入した標高は凡その値である)。

San Judas Ortega (+250m)

squatter の問題があり、強制排除後、住民が再度移り住むのを阻むために警官が配置されていた。地区の南部から盗水している。

Camilo Ortega (+295m)

ドラム缶 7 本を道路に設けてタンク車による給水を受けていたが、この四ヶ月は車が来ない。interview した住民は月に 90 cordova を定額料金として払っているが水は来ないので低いところへ水汲みに行っている。メータは設置していない。この地区には 12 年間住んでいて、普通、午後 11 時から午前 1 時の間にパイプによる給水を受けていたが最近給水がない。

La Anntena (+280m)

周辺住民は盗水によって水を得ている。(無許可の)住宅建設も進んでいて水需要は増加しているものと思われる。周辺給水区では一日おきに計画断水しているが、本地区は二つの給水区域に挟まれているため毎日給水を受けることが出来る。

El Jogo (+270m)

水、電気すべて不正接続によっている。

San Judas Sur

午後 10 時から午前 6 時までが給水時間帯である。3 月、4 月の渇水期には一日おきに断水する。

Jocote Dulce (+290m)

一日約 3 時間の給水を夜間に受けている。日中の給水は全くない。毎月定額の水道料金を払っている家もあるが大半は払っていない。

Jocote Dulce No.2 (+320m)

各住宅の占有面積が非常に大きい。新しい住宅もいくつか建築中である。給水は一日 6 時間ほどである。

Jorge Salazar Sur

本地区では二日に一度給水がある。時間帯はおおよそ午後 10 時から午前 6 時までである。

Villa Flor Sur (+160m)

近傍の配水タンクよりも高いため水が届きにくい。ここよりもさらに高いところに **informal** 地区があり、ENACAL は、かつて給水用配管工事を行おうとしたがこの地区の給水条件が悪化することを理由に妨害を受けた。現在の給水時間帯は午前 4 時から午前 7 時程度までである。

2) ENACAL GIS 部局

同本部内に GIS を担当する部が新たに作られ、現在 input 作業中である。対象地区は現在はマナグア市のみであり、使用するソフトを **microstation** から **INFOCAD** へ変更したため 60%程度しかデジタル化されていない。ちなみに **Managua I** 地区は未完成である。顧客情報は GIS とは別個にデータベース化されているため、データを GIS 画面上に呼び出すことは出来るが図面と関連付けられてはいない。図も口径は提示されているが管種はない上、弁位置も示されていないため、緊急遮断作業などにはあまり活用できないのではないかと惜まれる。なお、マナグア市の空中写真（2002 年撮影）も本 GIS には含まれているので本格調査に有用であろう。

3) ENACAL 水道メータ修理工場

ENACAL は IDB 融資により、1997 年、全国で唯一つのメータ修理工場をマナグア市内に設立し、運営している。幹部 3 人、職員 8 人が同工場に勤務している。一日に約 45 基ないし 60 基のメータを修理・校正している。2003 年には年間約 6,000 基を修理・校正した。新しいメータは指示部がパッケージになっていて、修理作業はそれ全体を取り替えるだけであるため比較的簡単である。ENACAL が使用しているメータの半分は 25 年くらい使っていると推定されている。工場内には回収されてきたメータや購入直後でこれから校正を受けるものなどが保管されている。いろいろな製造業者の製品が使われているためか、あるいは同国内では米ガロンが広く使用されているためか、メータ表示もガロンと m^3 が混在している。現在は m^3 を使用する方向へ統一しようとしている。

第2章 本格調査への提言

2-1 対象地域の概要

2-1-1 調査対象地域

(1) ニカラグア共和国の概況

ニカラグア共和国（以下「ニ」国という）の概況は、表 2-1-1 のとおりである。

表 2-1-1 ニカラグア共和国の概況

正式国名	ニカラグア共和国 (Republic de Nicaragua)	
独立記念日	1821 年 9 月 15 日	
国土	面積	129,541 平方キロ
	首都	マナグア市 人口約 100 万人
	地域	中部山岳地域、海岸山地、太平洋岸地域、カリブ海沿岸地域に区分される
	国境	ホンジュラス、コスタリカと接する
人口	総人口	520 万人 (2001 年、ニカラグア統計局)
	人口増加率	
	識字	87% (1995 年、教育省)
	出生時の平均余命	68 歳
	乳児死亡率	42 (人口千人当たり)
	貧困層の割合	50%
人種	混血 74%、白人 16%、黒人 9%、インディオ 1%	
宗教	主宗教 カトリック	
言語 (公用語)	スペイン語	
政体	立憲君主制	
元首	エンリケ・ボリョーニョス大統領 (2002 年 1 月 10 日就任、任期 5 年)	
議会	一院制、93 議席	
通貨	コルドバ・オロ (C\$) 2003 年 10 月 1 日現在、1US ドル=C\$15.3272	
輸出品	コーヒー、魚介類、砂糖、牛肉	
会計年度	1 月 1 日～12 月 31 日	
時差	日本より 15 時間遅れ	

出典：開発途上国別経済協力シリーズ「ニカラグア」(財)国際協力推進協会 2000 年 3 月

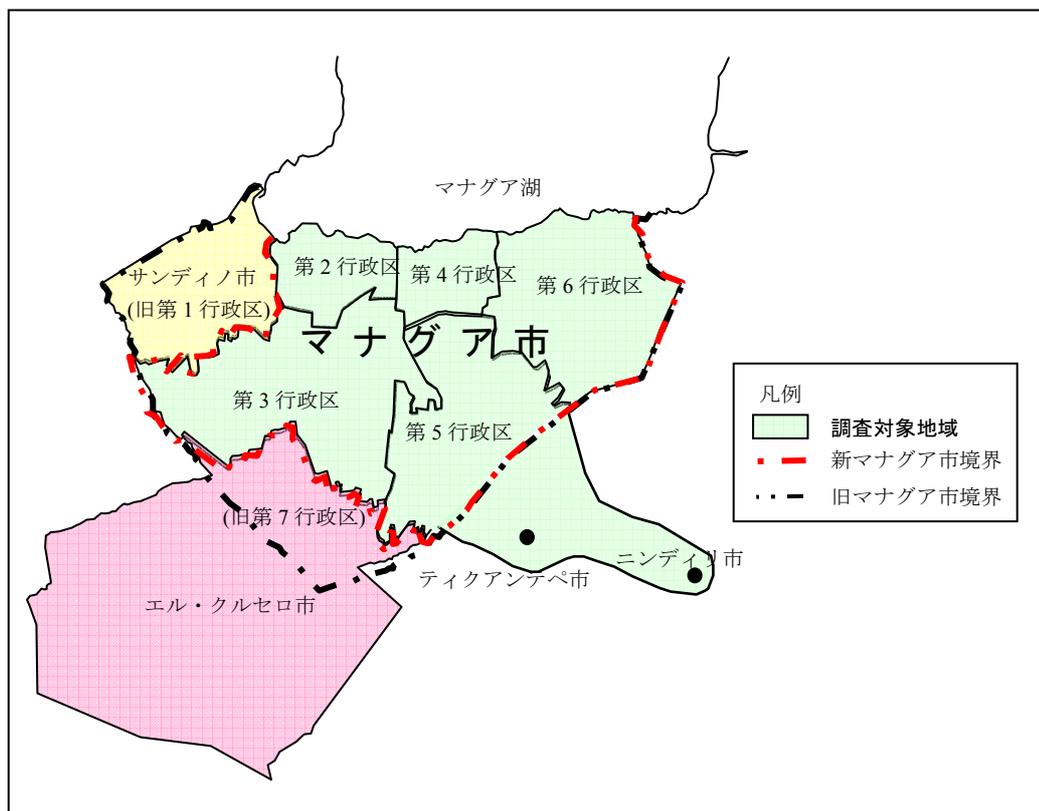
(2) 対象地域

本計画の調査対象地域は、首都マナグア市と隣接するティクアンテペ市及びニンディリ市の市街化地域である。

予備調査のミニッツ調印段階では、調査対象地域は、マナグア市 7 行政区及びティクアンテペ市及びニンディリ市の市街化地域で合意した。しかし、その後の調査において、2001 年に 7 つの行政区のうち第 1 行政区がサンディノ市として独立し、また第 7 行政区がエル・クルセロ市に合併されたことが判明した。したがって、事前調査において、対象地域を新マナグア市 5 行政区及びティクアンテペ市及びニンディリ市として先方と確認し、合意した。

なお、サンディノ市とエル・クルセロ市の上水道システムは、マナグア市の上水道システムから独立したものとなっている。

変更後の調査対象地域は、図 2-1-1 に示すとおりである。



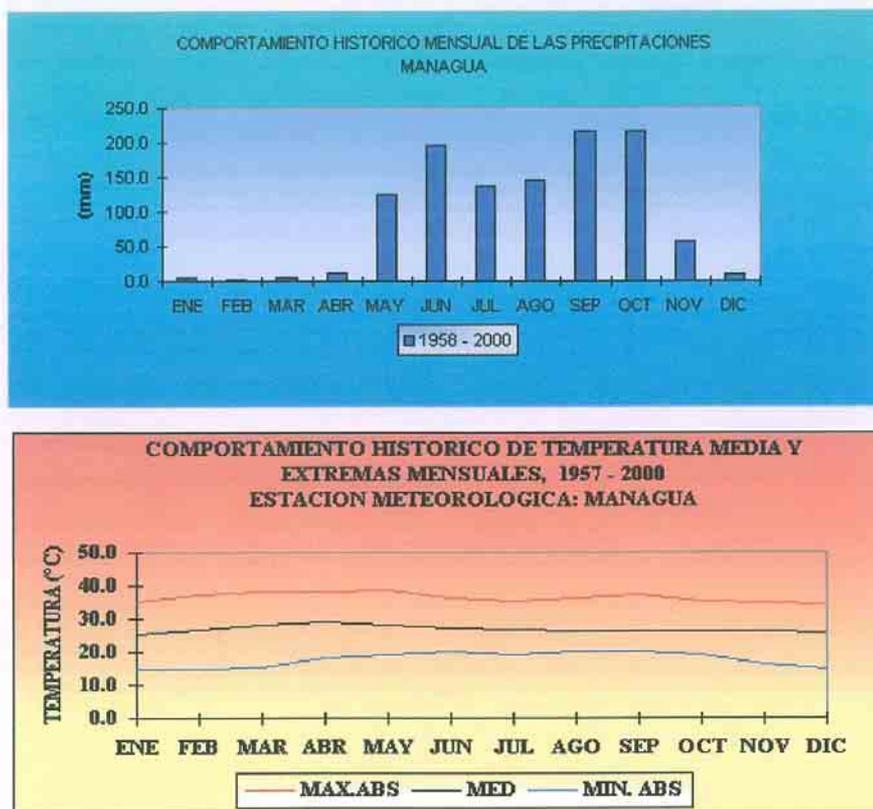
注) 国土調査庁 (INETER) 作成の行政地図より予備調査団が作成

図 2-1-1 調査対象地域

2-1-2 自然条件

(1) 気候

ニカラグア国の気候パターンは、大きく3つに区分される。すなわち、カリブ海側地域、太平洋岸地域、中部高原地帯でそれぞれ特徴ある気候状況を示す。調査対象地域のマナグア市は太平洋岸地域の気候帯に属する。1971年～2000年におけるマナグア市の平均降雨量は1,092mm/年、平均気温は26.9℃、平均湿度は74%、平均風速は3.7m/秒である。図に示すように、マナグア市の雨季（5月～11月）と乾季（12月～4月）は明瞭に分かれており、熱帯サバンナ気候に分類されている。気温は図2-1-2に示すように、年間を通じて28℃前後でほぼ一定している。



出典：INETER

図 2-1-2 マナグア市の平均降雨量（上図）および気温（下図）

(2) 地形

巻頭の広域地形図に示すように、マナグア市の北側境界はマナグア湖、また西・南側の境界は山地、そして東境界は平野となっている。マナグア市街地の大部分は標高40m～400mの地域に分布し、勾配1/27程度の緩やかな斜面の上に立地している。このマナグア市内にはアソスカ湖などの小規模な河口湖が散在している。

マナグア市の北側境界となっているマナグア湖は面積1,042km²で水面標高38.2m程度である。マナグア市の西側境界はマテアレ山地であり、マテアレ断層崖と呼ばれる急崖が北西—南東方向に伸びている。このマテアレ断層崖は南方でマナグア山地の分水界と接続し、この分水界がマナグア市の南西境界となっている。マナグア山地はその南部においてはカ

ラソ山地と接続する。カラソ山地の分水界は北西—南東方向に伸び西側に太平洋を望む。一方、マナグア山地の分水界はクルセーロ市街地においてその方向を北東—南西方向に変えマナグア市の南東境界を形成するが、マナグア市の西部に向かって分水界は不明瞭となりやがて緩やかな丘陵斜面に姿を変える。

マナグア市の南西方向にはマサヤ火山が存在し、このカルデラ中央部には新旧 3 つの噴火口が並んで分布し、噴火口の一つは現在でも噴煙を上げている。また、カルデラの南西部にはマサヤ湖が存在する。さらにその南東 6km にはアポヨ火山が存在し、そのカルデラの中はアポヨ湖となっている。

(3) 地質

調査対象域のマナグア市は、地殻の構造運動によって形成されたニカラグア低地と呼ばれる地域に位置する。この地域は地殻運動に関係した火山活動や断層運動などによって特徴的な地質構造を示している。表 2-1-2 にマナグア市の地質層序を示し、図 2-1-3 に水理地質図を示す。

表 2-1-2 査対象地域の地質層序

地質年代		地層名	岩層区分
第四紀	完新世	沖積層	火砕流堆積物、土石流堆積物を伴う砂・粘土
		完新世火山岩類	玄武岩質—安山岩質溶岩 火砕流および降下火砕堆積物
	更新世	更新世火山岩類	火砕流および溶岩を伴う降下火砕堆積物
		アポヨ火山岩類	軽石流および降下軽石堆積物
		マサヤ・グループ火山岩類	玄武岩質溶岩 火砕流および降下火砕堆積物
	鮮新世～更新世	ラス・シェラス層	上部：集塊岩、凝灰角礫岩、凝灰岩、化石表土、凝灰質砂およびシルト互層 下部：集塊岩、凝灰角礫岩、火砕流
鮮新世～更新世火山岩類		玄武岩質—安山岩質溶岩	
第三紀	鮮新世	エルサルト層	火山灰質砂岩、シルト岩
	中新世	エル・フライレ層	凝灰質泥岩、石灰質砂岩
	漸新世	マサチャパ層	凝灰質泥岩、頁岩、砂岩
	暁新世～始新世	ブリト層	グレーワッケ石灰質砂岩
白亜紀～第三紀	後期白亜紀～暁新世	リバス層	アルコーズ質砂岩、凝灰質頁岩、マール、グレーワッケ

出典：JICA 開発調査(1993 年)

(4) 水理地質

調査対象地域で帯水層を形成しているのは、鮮新世～更新世のラス・シェラス層と更新世のマサヤグループ火山岩類である。これらの帯水層の難透水性基盤となっているのは、第三紀のブリト層およびエル・サルト層である。ラス・シェラス層とマサヤグループ火山岩類によって形成されたマナグア地下水盆の形状は、1993年のJICA開発調査によって明らかにされた。

ラス・シェラス層は主に火山砕屑岩から成り、下部・中部・上部に区分されるが、帯水層となっているのは中部ラス・シェラス層であり塊状の集塊岩層から成る。本層はマナグア市の市街地のほぼ全域に分布し、給水用の井戸に地下水を供給している。一方、マサヤ火山岩は玄武岩質溶岩と火砕流堆積物によって構成され、マサヤ火山から北方のマナグア市街地の方向に向かって過去の地下谷を埋めるように堆積している。

この堆積層は地下水生産性が非常に高く、優れた帯水となっている。日本の無償援助による地下水開発（テイクアンテペ地域およびサバナ・グランデ地域）はまさにこのような地域で実施されたものである。

(5) 水文状況

調査対象域は3つの流域に区分される（巻頭の広域地形図を参照）。

流域Ⅰ：マナグア市の西端部分のみを含む。流域面積 120km²

流域Ⅱ：マナグア市の中核部分を含む。流域面積 222km²

流域Ⅲ：マナグア市の南東部の境界部分のみを含む。流域面積 136km²

マナグア市の大部分は流域Ⅱに属する。この流域には常時流水がある河川は存在しない。流域Ⅰと流域Ⅱの境界は、旧マナグア市第1行政区（現在のサンデーノ市）とマナグア市とを隔てる流域界にもなっており、両者が地形・水文の面で異なる地域に属していることを示す。

調査地域内には大小4つの湖がある。この中で最大であるマナグア湖は「ニ」国で第2の面積を持っている。マナグア湖は「ニ」国で最大の湖であるニカラグア湖とテイピタパ川で結ばれている。しかし、マナグア湖からニカラグア湖への流出は極めて稀であるため、マナグア湖は実質的に閉鎖湖と見なすことができる。一方マナグア市から無処理の下水がマナグア湖へ流入するため、マナグア湖の水質汚染が進行し大きな社会問題となっている。この対策としてマナグア市は現在、下水処理場を建設中である。アソソスカ湖はマナグア市街地の西部に位置する火口湖であり、湖水が清浄であるため、マナグア市で給水のための最初の水源となり現在に至っている。

2-1-3 人口及び人口増加率

「ニ」国では、1995年を最後に、1996年から2003年11月現在まで国勢調査が実施されていない。IDBをはじめとする各国際機関は、この1995年までの人口データをもとに人口を推定している。現在、IDBがKfWと共同で実施中の「マナグア湖及びマナグア市衛生環境改善計画」において、表2-1-3に示すような人口予測を行っている。

同計画では、以下の2つのシナリオを設定している。

- ・シナリオ1：新マナグア市の人口を国全体の人口増加率と同じと仮定
- ・シナリオ2：旧マナグア市（7行政区）の1971年～1995年の増加率を新マナグア市（5行政区）の増加率として適用

結論として、シナリオ2が新マナグア市（第1と第7行政区を除いた5行政区からなる）の人口増加率として妥当としている。すなわち、マナグア市の人口は、2010年以降は飽和状態に近づき、自然増に漸減すると予想している。

上記の人口予測は、国家統計局（INEC）が推定した1996年から2000年までのマナグア市の人口増加率（2.37%）がベースになっている。

表 2-1-3 IDB によるマナグア市の人口予測

年	ニカラグア全国		マナグア市 (シナリオ1)		マナグア市 (シナリオ2)	
	人口	年増加率 (%)	人口	年増加率 (%)	人口	年増加率 (%)
1996	4,426,700		916,300		916,300	
		2.67		2.67		2.37
2000	5,049,200		1,045,200		1,030,400	
		2.59		2.59		2.28
2005	5,737,100		1,187,600		1,153,100	
		2.38		2.38		2.07
2010	6,452,700		1,335,700		1,277,600	
		2.14		2.14		1.83
2015	7,173,700		1,485,000		1,398,900	
		1.93		1.93		1.61
2020	7,893,000		1,633,900		1,515,500	
		1.69		1.69		1.37
2025	8,583,800		1,776,900		1,622,300	

出典：「マナグア湖及びマナグア市衛生環境改善計画」IDB及びKfW援助プロジェクト報告書

また、本計画の調査対象地域としてマナグア市周辺のティクアンテペ市とニンディリ市の市街地が含まれるが、上記の IDB レポートで推定している旧第 1 行政区と旧第 7 行政区の人口増加率が参考になるとと思われる。同レポートでは、特にマナグア市の西端に位置する旧第 1 行政区を発展的なマナグア市近郊都市とみなし、表 2-1-4 に示すようにマナグア市の人口増加率よりかなり高い値を採用している。

表 2-1-4 マナグア市周辺都市の人口増加率

年	旧第 1 行政区 (サンディノ市)		旧第 7 行政区 (エル・クルセロ市)	
	人口	年人口増加率 (%)	人口	年人口増加率 (%)
1995	56,800		16,500	
		5.80		2.64
2000	75,300		18,800	
		5.28		2.62
2005	97,400		21,400	
		4.76		2.32
2010	122,900		24,000	
		4.27		2.16
2015	151,500		26,700	
		3.85		1.95
2020	183,000		29,400	
		3.45		1.71
2025	216,800		32,000	

出典：「マナグア湖及びマナグア市衛生環境改善計画」報告書

調査対象地域であるティクアンテペ市とニンディリ市は、マナグア市から十数 km と通勤圏内に位置することから、将来の発展が見込まれる。したがって、上表のサンディノ市の人口増加率及び INEC が設定した人口増加率を参考に設定することを提案したい。

なお、1995年の国勢調査におけるティクアンテペ市とニンディリ市の市街地の人口及び2002年現在の人口推定値は、表 2-1-5 のとおりである。

表 2-1-5 ティクアンテペ市とニンディリ市の人口（1995 年）

年	ティクアンテペ市		ニンディリ市	
	市街地	農村部	市街地	農村部
1995	7,953	12,486	7,832	22,084
2002	9,474	14,770	9,494	26,442

出典：ENACAL

2-1-4 社会経済状況

(1) 行政区分と主要都市

国土は太平洋地域、中央地域、大西洋地域の 3 地域に大別され、さらに 16 の行政区域（Departamento：以下、県という）に分けられる。首都マナグア市の人口は 110 万人（2002 年推計）で、経済的にも国の中心都市である。レオンは、宗教・文化の中心地である。グラナダを起点とする鉄道が、太平洋岸の代表的な海港コリントまで通じている。各県別の人口を表 2-1-6 に示す。

表 2-1-6 各県別の人口（2002 年）

県名	都市部人口	農村部人口	総人口
Nueva Segovia	85,000	92,000	177,000
Madriz	34,000	87,000	121,000
Esteli	123,000	90,000	213,000
Chinandega	268,000	168,000	436,000
Leon	227,000	161,000	388,000
Managua	1,220,000	126,000	1,346,000
Masaya	181,000	126,000	307,000
Granada	121,000	67,000	188,000
Carazo	106,000	72,000	178,000
Rivas	66,000	102,000	168,000
Boaco	58,000	108,000	166,000
Chontales	100,000	77,000	177,000
Jinotega	78,000	250,000	328,000
Matagalpa	190,000	283,000	473,000
RAAN* ¹	74,000	179,000	253,000
RAAS* ²	140,000	195,000	335,000
Rio San Juan	21,000	69,000	90,000
合計	3,092,000	2,252,000	5,344,000

出典：ENACAL

注) 1. RAAN：Region Autonoma Atlantico Norte（大西洋岸北部自治区）

2. RAAS：Region Autonoma Atlantico Sur（大西洋岸南部自治区）

(2) 教育

初等・中等教育は義務教育で無償だが、施設の整備が遅れているため、中等学校に進学しない者も多い。初等学校の入学者数は 783,002 人（1998 年）、中等学校への入学率は 57% にすぎない。高等教育機関の入学者数は合計 56,558 人（1997 年）で、主要な大学は、マナグアの中央アメリカ大学（1961 年創立）、ニカラグア工科大学（1967 年創立）など。15 歳

以上の国民の識字率は74%（2001年推計）である。

(3) 文化

他の中央アメリカ諸国と同様、ニカラグア文化には、植民地時代以来のスペイン文化とアメリカ先住民文化の要素が混在している。各地方ゆかりの聖人を祭る行事や、キリストに起源をもつ祭事が多い。

(4) 経済

1970年代末に政情不安が深刻化するまでは、かなりの経済成長がみられた。表2-1-7に示すように、2002年におけるGDP（国内総生産）は約26億USドルで、国民1人当たりでは、472USドルにとどまっている。

農業が経済を支えているが、マナグア市内や近郊では近代的な製造業も始められている。代表的な地下資源は、金である。政府が経済運営に大きく関与するが、海外援助への依存度も大きい。

表 2-1-7 主要経済指標の推移

年	1998	1999	2000	2001	2002
GDP（百万USドル）	2,068	2,212	2,333	2,475	2,570
一人当たりGDP（USドル）	431	448	478	486	472
実質GDP成長率（%）	41	7.4	5.9	3.2	1.0
消費者物価上昇率（%）	18.5	7.2	9.9	4.8	3.9
失業率（%）	13.2	10.7	9.8	10.5	--
貿易収支（百万ドル）	△829	△1,152	△1,010	△1,015	△1,040
輸出額（FOB）（百万ドル）	573	546	643	605	596
輸入額（CIF）（百万ドル）	1,492	1,862	1,805	1,779	1,796
主要輸出入相手国（2002年）	輸出	1. 米国（32%）、2. エルサルバドル（15%）			
	輸入	1. 米国（27%）、2. ベネズエラ（11%）			
経常収支（百万ドル）	△820	△1,090	△925	△946	△888
対外債務残高（百万ドル）	6,287	6,549	6,660	6,374	6,363
外貨準備高（百万ドル）	357	513	497	383	454

出典：ニカラグア中央銀行

(5) 産業

労働人口の13%が農業などの第1次産業従事者である。主な商品作物はサトウキビ、綿花、バナナで、他にはコーヒー、トウモロコシ、米、豆類、オレンジが栽培されている。牛の飼育も盛んである。

国土の27%（2000年）が森林におおわれ、カリブ海にそそぐ主要河川の流域で林業が営まれている。

漁業（漁獲量16,130トン：1997年）は、1961年に国営化された。各種エビ類の漁獲量が大きい。

製造業は、国内総生産の22.2%（1999年）を占め、セメント、化学製品、石油、消費財などが生産されている。コーヒー加工工場、精糖所などがあり、紡績工場では国内市場向けの綿布が作られている。

(6) 通貨と貿易

通貨単位は、コルドバ・オロで、1 コルドバ・オロが 100 センタボに相当する。主要輸出品は、コーヒー、綿花、肉、バナナ、金など 86 品目である。輸入品は、燃料、機械類、消費財などである。

(7) 政治

1979 年、臨時政権の国家再建委員会により 74 年憲法は廃止され、人権宣言が発せられた。84 年 11 月の選挙で、民主政権が復活した。87 年には新憲法が発効し、95 年に改正された。

行政の最高責任者は大統領で、任期は 5 年である。大統領は国家元首で、政府を統轄し、軍最高司令官をかねる。副大統領 1 名が大統領を補佐する。選挙権は、16 歳以上の国民に与えられる。1974 年から 1984 年は、国家評議会が統治した。

1985 年以後の国民議会の審議をへて、87 年 1 月に公布された憲法により、任期 6 年、定数 93 名の立法議会が発足した。その後、1995 年のチャロモ政権の改正により、任期は 5 年となった。

1980 年代には、61 年結成のサンディニスタ民族解放戦線 (FSLN) が政権を担当した。84 年の選挙に参加したのは、そのほとんどが FSLN と友好関係をもつ勢力で、野党勢力のいくつかは選挙そのものをボイコットした。96 年 10 月の選挙では自由連合 42、FSLN35、ニカラグア・キリスト教の道 4 などの議席配分となった。

2001 年 11 月の選挙で、エンリケ・ボラーニョスが大統領に就任 (2002 年 1 月) した。次の国政選挙は、2006 年 11 月 5 日に実施される。

2-1-5 インフラの現況

(1) 衛生・下水施設

現在、マナグア市には、分流式の排水管網は整備されているものの下水処理場がなく、同市の全ての下水 (雨水・汚水) は、現在 13 ヶ所の排水口からマナグア湖に直接放流されている。このため、閉鎖水域であるマナグア湖の水質は年々悪化している。

IDB と KfW の援助で、現在、下水処理場を含む「マナグア湖水質改善及びマナグア市下水道改善計画」が実施されている。IDB が下水遮集管の建設を担当し、既に建設が進んでいる。一方、KfW は下水処理場建設を担当しており、まもなく建設業者の入札選定が実施される予定である。

下水処理場は、マナグア市東端のマナグア湖畔に建設される予定である。同処理場の処理能力はマナグア市全体の下水をカバーする約 25 万 m³/日 (2020 年) で、1 次処理に嫌気性池 (6 池) を、2 次処理に散水ろ床方式を採用している。

図 2-1-4 に下水排水・処理施設配置図を、図 2-1-5 に下水処理場配置図を示す。

(2) 電力

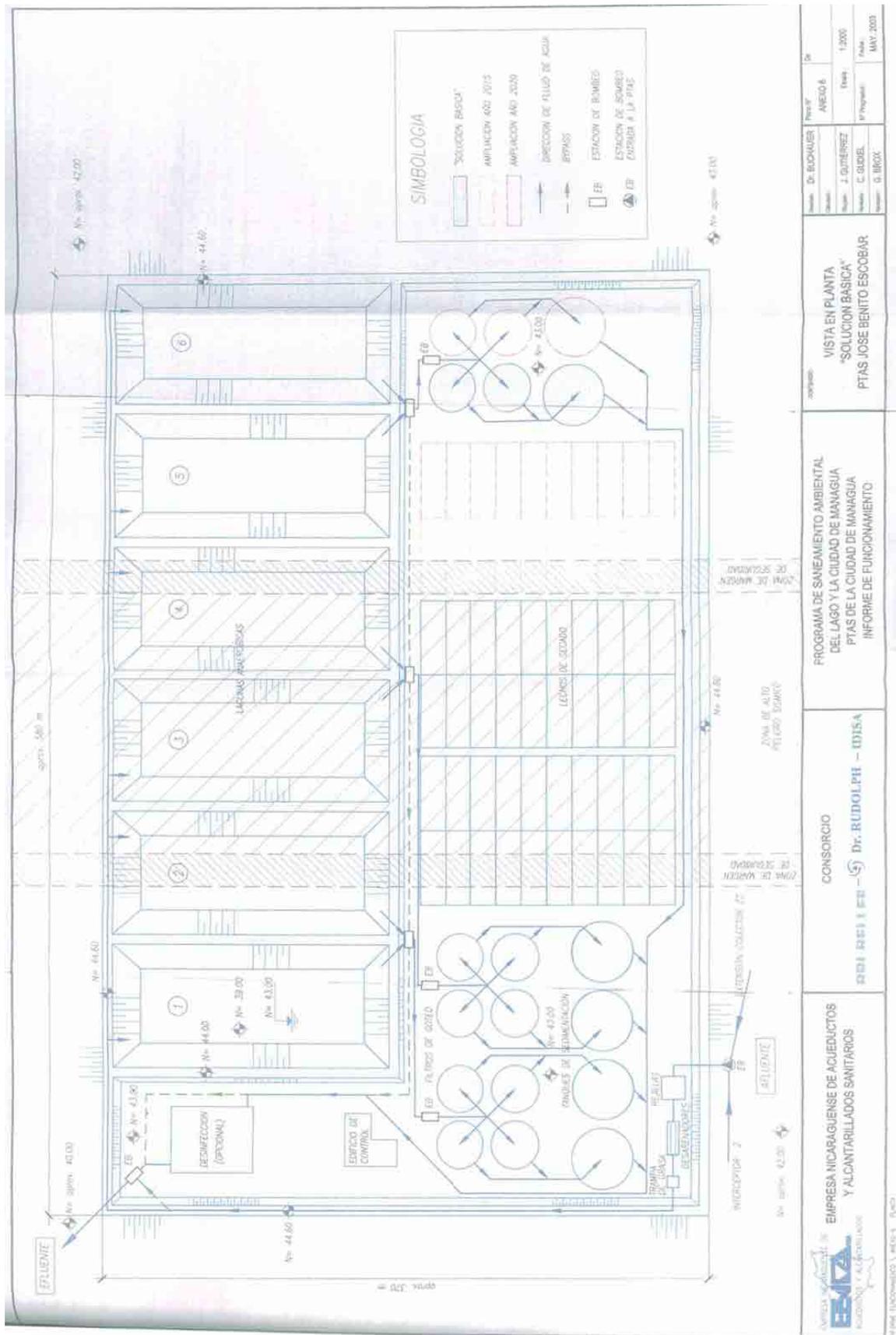
マナグア市住民の 95%以上がサービスを受けているが、貧困層の居住区 (インフォーマル地区) においては、不法に電気を引き込み、電気料金の未払いも多い。

(3) 道路・運輸

マナグア市内の道路は、公道が総延長で約 1,100km で、そのうち未舗装道路は 45%以上である。1994 年には鉄道が財政難のために廃止されたため、市民の交通手段は主に公営・市営バス及びタクシーである。

(4) 廃棄物処理

マナグア市内から排出される廃棄物は、900～950 トン/日と推定されている。この廃棄物はマナグア湖畔のアカウアリンカ最終処分場に運搬され、埋立処分されている。この処分場も現在満杯状態であることから不法投棄が横行し、市内の 150 ヶ所以上に散在し社会問題化している。



出典：「マナグア湖及びマナグア市衛生環境改善計画」報告書：KfW 2003 年 7 月

図 2-1-5 下水処理場配置図

2-2 マナグア首都圏上水道分野の現状と課題

2-2-1 上位計画

(1) 国家開発計画

「ニ」国では、現在、2015年を目標年次とした国家開発計画(National Development Plan: 以下、NDP という)を策定中であり、すでにインターネット上で、英文ドラフトが公開されている。(同政府のサイト www.pnd.gob.ni)

NDP で設定されている、各分野の2015年における目標値を表2-2-1に示す。

表 2-2-1-1 新規国家開発計画における目標値

項目	現状 (2002年)	目標値 (2015年)
初等教育就学率 (%)	71.0	100.0
文盲率 (%)	21.8	10.0
妊婦死亡率 (人: 10万人当り)	67.0	0.0
幼児 (5歳以下) 死亡率 (1000人当り)	32.0	22.0
小児死亡率 (1000人当り)	27.0	21.0
安全な水の給水可能人口 (%: 対都市部人口)	78.0	100.0
衛生設備利用人口 (%: 対都市部人口)	87.0	95.0

出典: 国家開発計画

NDP において設定された水セクターの基本方針は、表2-2-2のとおりである。

表 2-2-2 水セクターの基本方針

No.	水セクターの基本方針
1	水セクター法規の責任機関である INAA と上下水道の運営・維持管理機関である ENACAL の近代化と組織強化をはかる。
2	村落部の高人口密度地域の普及率を向上させるために、インフラ投資プロジェクトを増加させる。
3	既存システムの拡張と改善を図り、普及率を向上させる。
4	最高の経営方法及び運転管理の導入により、水セクターへの新事業参入を奨励する。
5	水の浪費及び汚染に対する処罰を可能にするための法律を改正する。
6	INAA と ENACAL との間で、料金システムについて協議を進める。
7	漏水の監視改善と水道メータ未設置ユーザーの管理を通して、営業損失の改善を図る。
8	飲料水の無駄使いを止めさせ、また水の大切さを理解させるために学校やマスコミを通じて住民意識向上キャンペーンを実施する。
9	予防的維持管理や市民へのサービス向上のために、水セクター関係機関の職員の OJT を推進する。
10	水質基準を満足することを確保し、地下や湖沼への排水による環境への負荷を減少させるため水処理施設を改善する。

出典: 国家開発計画

(2) 水セクター開発計画

ENACAL は、2003 年 5 月に 2007 年までの中期的開発計画を策定した。同開発計画において、今後 5 年間（2003 年～2007 年）の上下水道普及率の目標を表 2-2-3 のように設定している。

表 2-2-3 上下水道普及率の目標値（2003 年～2007 年）

（単位：％）

項目	地域	年				
		2003	2004	2005	2006	2007
飲料水供給	都市部	90	91	92	92	93
	村落部	51	53	54	55	56
	全 体	74	75	76	77	78
衛生設備	都市部（下水道）	33	37	43	44	44
	都市部（下水道以外）	63	60	55	53	50
	村落部（下水道以外）	76	78	78	80	80

出典：ENACAL

また、無収水率、各戸接続数、職員数等の水道事業指標の目標を表 2-2-4 のように設定している。

表 2-2-4 水道事業指標の目標値（2003 年～2007 年）

指 標	年				
	2003	2004	2005	2006	2007
無収水率の低減（％）	---	3.0	5.0	7.0	9.0
各戸接続数（軒）	363,000	376,630	392,260	410,890	426,520
職員数（人）	2,850	2,550	2,550	2,550	2,550
1000 接続当り職員数（人）	7.85	6.77	6.50	6.20	5.98

出典：ENACAL

ENACAL が計画している、2004 年～2007 年までの上下水道プロジェクトへの投資計画は表 2-2-5 のとおりである。同投資計画によれば、今後 4 年間の投資予定額は、72,064 千 C\$（4.7 百万ドル=約 5.2 億円）となっている。

なお、現在、日本及び外国援助機関に要請中のプロジェクトは、本投資計画には含まれていない。

表 2-2-5 ENACAL の上下水道プロジェクト投資計画 (2004 年～2007 年)

No.	プロジェクト名	事業費 (1,000C\$)	2004	2005	2006	2007
1	レオン県配水池リハビリ	585	585			
2	エル・サル配水池建設	293	293			
3	塩素注入機取替え	1,665	1,000	665		
4	地方都市水道リハビリ	1,561	1,561			
5	マサヤ市資機材調達	15,000		5,000	9,000	1,000
6	km8-カンガス管路布設	3,360		3,360		
7	マナグア I 機器取替え	5,250	5,250			
8	マナグア小給水区割	3,350	1,100	750	750	750
9	北部地域水道リハビリ	6,000	1,500	1,500	1,500	1,500
10	南部地域水道リハビリ	6,000	1,500	1,500	1,500	1,500
11	西部地域水道リハビリ	6,000	1,500	1,500	1,500	1,500
12	東部地域水道リハビリ	6,000	1,500	1,500	1,500	1,500
13	マナグア水道リハビリ	6,000	1,500	1,500	1,500	1,500
14	下水処理施設リハビリ	8,000	2,000	2,000	2,000	2,000
15	技術訓練所計画	3,000	750	750	750	750
	合計	72,064	20,039	20,025	20,000	12,000

出典：ENACAL

2-2-2 水道事業の概要

(1) 水セクター関連機関

「ニ」国における水セクターには種々の組織が関係している。表 2-2-6 に水セクター関連機関とその役割を示す。

表 2-2-6 水セクター関連機関と役割

機関名	略称	役割
大統領府国家上下水道委員会	CONAPAS	上下水道政策
ニカラグア上下水道庁	INAA	上下水道行政
ニカラグア上下水道公社	ENACAL	都市部における上水道事業の運営・維持管理
上下水委員会、受益者	CAP	都市部以外の上下水道施設の運営
保健省	MINSA	住民への給水の水質監視
ニカラグア自治体連合	INIFOM	自治体の支援、促進
環境天然資源省	MARENA	環境保護
社会緊急投資基金	FISE	事業実施資金の拠出
国家水資源委員会		各関連機関の調整

注) 入手データをもとに予備調査団が作成

ニカラグア上下水道庁 (INAA)

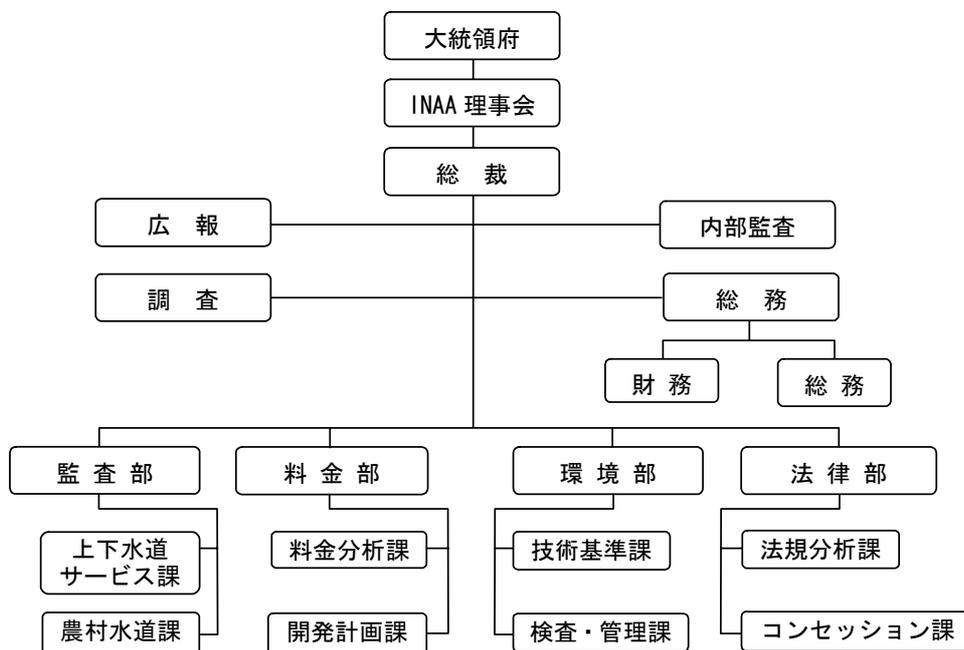
「ニ」国における上下水道行政は、1998年7月1日に施行された INAA 設立改訂法により、ニカラグア上下水道庁 (以下、INAA という) が行っている。INAA の権限は表 2-2-7 のとおりである。

表 2-2-7 ニカラグア上下水道庁 (INAA) の権限

No.	権限の内容
1	上下水道サービス業務の監督
2	消費者の保護
3	水道施設使用权・譲渡の入札業務
4	上下水道サービスに関する法令、料金についての大統領令などに基づくサービス料金の計算方法規定の制定申請、料金の承認
5	上下水道施設設計基準の制定
6	水質の監視、環境保護監視 (厚生省、環境天然資源省と共管)
7	行政処分、サービス業者への強制捜査

出典：INAA

INAA の組織図は、図 2-2-1 に示すとおりである。



出典：INAA

図 2-2-1 ニカラグア上下水道庁 (INAA) 組織図

INAA の職員数は 50 人で、監査部、料金部、環境部及び法律部の 4 部体制である。それぞれの部の業務内容は、以下のとおりである。

- ・ 監査部：各事業者のサービス指導、監督及び消費者のクレーム処理

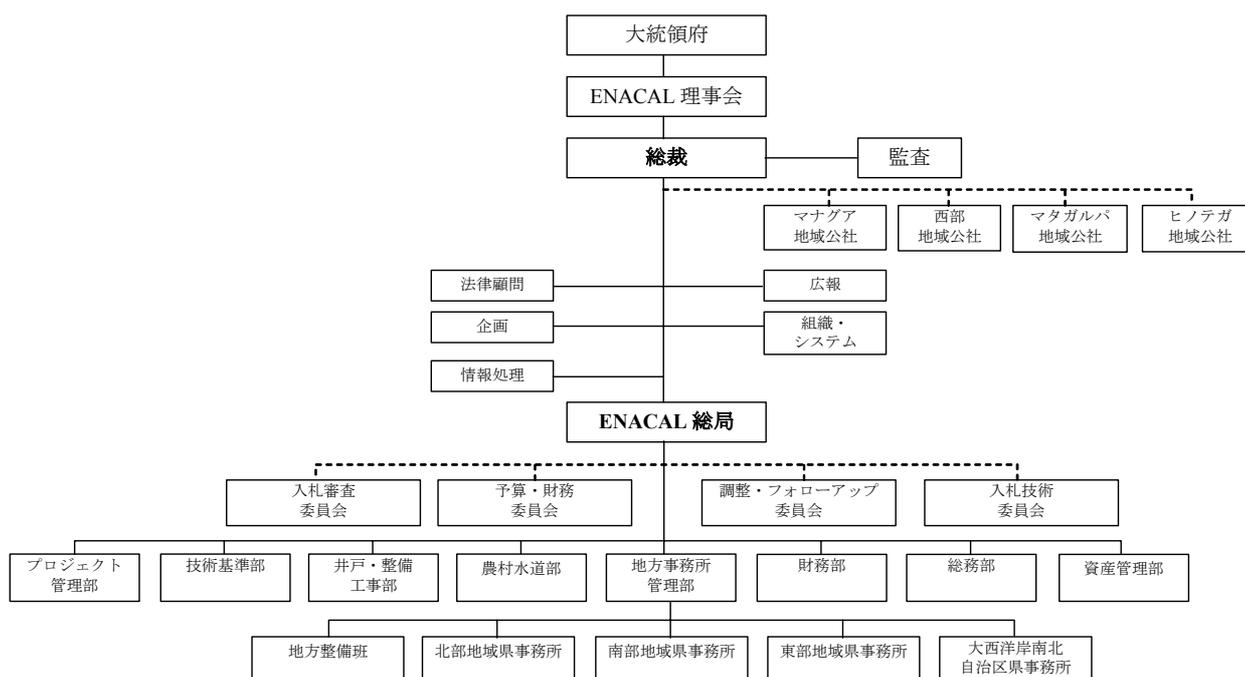
- ・ 料金部：上下水道料金の計算方法の制定及び各事業者から申請される料金の承認
- ・ 環境部：上下水道施設的环境アセスメント審査
- ・ 法律部：各事業者へのコンセッション入札、交付・更新業務及び事業者への必要な罰則の適用

ニカラグア上下水道公社 (ENACAL)

ニカラグア上下水道公社（以下、ENACAL という）は、1998年7月、国有上下水道施設の運営・管理を担当する機関として設立された。同公社は、大統領が任命する7人の理事会で運営される。

ENACAL 設立法により、旧 INAA のほぼ全職員及び資産が ENACAL に譲渡され、上下水道施設の建設、運営、維持管理業務を行っている。

ENACAL の組織図は、図 2-2-2 に示すとおり、8 部、5 地域支局及び 4 地域公社により構成され、2002 年末現在の職員数は 2,850 人となっている。



出典：ENACAL

図 2-2-1 ニカラグア上下水道公社 (ENACAL) 組織図

ENACAL の業務内容は、同公社設立法に以下のように規定されている。

- ・ 浄水供給及び下水道の公共サービスを提供する。
- ・ 必要な水資源開発、調査及び水の供給、処理を行う。
- ・ コンセッションが行われない上下水道施設について、その運営を行う。

(2) 運営・維持管理の現状と課題

1) 上水道接続状況

ENACAL は、2001 年に分離独立したヒノテガ県上下水道公社、マタガルパ県上下水道公社及び村落部の小規模システムを除いた全国の上下水道施設の運営・維持管理を実施している。表 2-2-8 に、2002 年 12 月時点での上水道接続状況を、また表 2-2-9 に上水道普及率を示す。

表 2-2-8 上水道接続状況 (2002 年)

県名	有効接続数					給水中止 (未支払)	無効接続	上水道接続 合計	下水道接続
	メータ有り			メータ無し (定額)	小計				
	良好	不良	小計						
Esteli	11,573	1,753	13,326	8,132	21,458	2,159	277	23,894	9,412
Madriz	4,071	379	4,450	670	5,120	1,332	148	6,600	1,215
Nueva Segovia	2,862	3,055	5,917	2,932	8,849	1,641	1,635	12,125	833
Leon	13,214	873	14,087	18,015	32,102	551	5,292	37,945	18,599
Chinandega	17,172	788	17,960	13,693	31,653	4,740	600	36,993	10,524
Managua	102,563	20,435	122,998	62,804	185,802	15,230	5,779	206,811	108,153
Granada	8,874	312	9,186	7,523	16,709	3,077	503	20,289	3,274
Masaya	12,655	5,965	18,620	7,431	26,051	4,924	1,736	32,711	9,108
Carazo	7,555	4,845	12,400	7,477	19,877	3,387	290	23,554	2,083
Rivas	4,940	1,598	6,538	4,771	11,309	1,308	256	12,873	2,392
Chontales	9,260	2,869	12,129	1,858	13,987	1,181	155	15,323	0
Boaco	3,835	801	4,636	1,822	6,458	1,129	130	7,717	1,961
Zelaya	2,516	0	2,516	1,677	4,193	1,310	344	5,847	0
RAAN	820	1	821	1,476	2,297	739	199	3,235	0
RAAS	12	5	17	348	365	298	65	728	0
Rio San Juan	1,027	0	1,027	605	1,632	133	42	1,807	194
合計	202,949	43,679	246,628	141,234	387,862	43,139	17,451	448,452	167,748

出典: ENACAL

表 2-2-9 上水道普及率 (2002 年)

県名	都市部			農村部			県全体		
	人口 (人)	給水人口 (人)	普及率 (%)	人口 (人)	給水人口 (人)	普及率 (%)	人口 (人)	給水人口 (人)	普及率 (%)
Nueva Segovia	85,000	70,000	82	92,000	63,000	68	177,000	133,000	75
Madriz	34,000	33,000	97	87,000	56,000	64	121,000	89,000	74
Esteli	123,000	121,000	98	90,000	68,000	76	213,000	189,000	89
Chinandega	268,000	250,000	93	168,000	82,000	49	436,000	332,000	76
Leon	227,000	216,000	95	161,000	108,000	67	388,000	324,000	84
Managua	1,220,000	1,178,000	97	126,000	77,000	61	1,346,000	1,255,000	93
Masaya	181,000	179,000	99	126,000	103,000	82	307,000	282,000	92
Granada	121,000	118,000	98	67,000	37,000	55	188,000	155,000	82
Carazo	106,000	105,000	99	72,000	38,000	53	178,000	143,000	80
Rivas	66,000	65,000	98	102,000	33,000	32	168,000	98,000	58
Boaco	58,000	51,000	88	108,000	36,000	33	166,000	87,000	52
Chontales	100,000	93,000	93	77,000	34,000	44	177,000	127,000	72
Jinotega	78,000	45,000	58	250,000	68,000	27	328,000	113,000	34
Matagalpa	190,000	143,000	75	283,000	158,000	56	473,000	301,000	64
RAAN	74,000	39,000	53	179,000	18,000	10	253,000	57,000	23
RAAS	140,000	72,000	51	195,000	41,000	21	335,000	113,000	34
Rio San Juan	21,000	17,000	81	69,000	28,000	41	90,000	45,000	50
合計	3,092,000	2,795,000	90	2,252,000	1,048,000	47	5,344,000	3,843,000	72

出典: ENACAL

上記の表によれば、ユーザー数は約 45 万戸であるが、その内、正常な水道メータが

取付けられているユーザー数は、わずか44%（約20万戸）にすぎない。

上水道普及率は、都市部で90%、村落部で47%、全国平均で72%である。中央部から太平洋岸にかけての西部地域で高く、中央部から大西洋岸にかけての東部地域は低い普及率となっている。

2) 給水状況

ENACAL のマナグア市に対する一日平均生産（配水）量は、2002年現在で約36万m³である。市南西部及び市周辺部の新居住地には給水施設がなく、浅井戸や給水車などを利用している。また、市内のインフォーマル地区（1972年の大地震で土地を無くした人や内戦時に地方から逃れてきた人々が市内の空き地に住みついた地区をいう）では共同水栓が主な給水施設で、時間給水、断水が多く安定した給水が行われていない。

こうした状況は、人口急増による市街地の急速な拡大に対して、適切なマスタープラン無しに無計画に給水施設建設を行ったことが原因と思われる。送・配水管の布設は、送水管と配水管の区別及び配水本管と配水支管の区別も明確ではなく、口径が適切でないなどの理由により送水量、水圧不足をきたし、安定給水の障害となっている。

特に、石綿セメント管は全配水管延長の約50%を占め、布設時期が1970年代と古く、かつ1972年の大地震の影響を受けており、経年劣化と合わせて布設替えが必要な時期と考えられる。

マナグア市及び全国の配水量及び有収水量を、表2-2-10に示す。

表2-2-10 全国の配水量と有収水量（2001年）

県名	年間配水量 (m ³ /年)	日配水量 (m ³ /日)	有収水量 (m ³ /年)	無収水量 (m ³ /年)	無収水率 (%)
Esteli	7,738,090	21,200	4,466,978	3,271,112	42.3
Madriz	1,405,690	3,851	991,160	414,530	29.5
Nueva Segovia	4,496,863	12,320	1,448,038	3,048,825	67.8
Leon	16,111,657	44,142	7,845,560	8,266,097	51.3
Chinandega	13,956,179	38,236	7,182,983	6,773,196	48.5
Managua (市部)	131,662,733	360,720	61,245,253	70,417,480	53.5
Managua (村落部)	8,397,765	23,008	5,172,664	3,225,101	38.4
Granada	10,181,913	27,896	4,232,765	5,949,148	58.4
Masaya	14,403,701	39,462	5,763,091	8,640,610	60.0
Carazo	10,424,538	28,560	3,820,227	6,604,311	63.4
Rivas	5,007,427	13,719	2,324,198	2,683,229	53.6
Chontales	4,418,664	12,106	2,449,067	1,969,597	44.6
Boaco	1,691,299	4,634	881,611	809,688	47.9
Zelaya	1,705,523	4,673	684,842	1,020,681	59.8
RAAN	844,801	2,315	511,521	333,280	39.5
RAAS	169,551	465	87,876	81,675	48.2
Rio San Juan	466,214	1,277	331,948	134,266	28.8
合計	233,082,608	638,582	109,439,782	123,642,826	53.0

出典: ENACAL

表 2-2-10 に示すように、マナグア市の水道事業における無収水率は 53.5% と大きく、赤字経営の最大の原因となっている。無収水量は、有効無収水量（有効にユーザーによって使用されてはいるが何らかの理由で水道料金が支払われていない水量）と、無効水量（無効となった水量：漏水量がほとんどで水道管の破裂等の事故による損失も含む）から構成される。本報告書では、無効水量・率を漏水量・率と呼ぶこととする。

これまで、無収水量についての本格的な調査は実施されていないが、過去の報告書によれば、表 2-2-11 のように推移している。最新の無収水量の内訳に関するデータとしては、フランスの技術協力における調査結果があるが、これによれば、マナグア市の漏水率は 16.5% になっている。この値は、日本の地方都市の漏水率と大差がなく良好な値といえる。しかしながら、マナグア市の配水管網の約 50% が経年劣化や施工不備が問題となっている石綿管であるという事実を考えると、実際の漏水率は、相当に大きな値である可能性がある。

したがって、本格調査においては、マナグア市全体の平均的な漏水率を把握するために、漏水調査対象地域として同市の給水区域の代表的な地域を幾つか選定し、現実的な漏水率を推定し、それによって目標年次の 2015 年までに達成しうる有効率を設定する必要がある。

たとえば、漏水調査の結果、漏水率が 30% 前後であれば、2015 年における漏水率は 15% 程度に改善されることが期待できるので、有効率を 85% に設定することが可能と考えられる。

表 2-2-11 マナグア市の無収水率の推移

項 目	1991 年 (m ³ /日) *1	割合 (%) *1	1995 年 (m ³ /日) *2	割合 (%) *3	1998 年 (m ³ /日) *4	割合 (%)
生産（配水）量	268,000	100.0	275,200	100.0	327,948	100.0
有収水量	125,620	46.5	149,158	54.2	172,220	52.5
無収水量	143,380	53.5	126,042	45.8	209,732	47.5
有効無収水量	72,628	27.1	73,754	26.8	155,728	31.0
・スラム街供給量	---	---	---	---	53,445	16.3
・水道メータの計測誤差・ミス	---	---	32,198	11.7	30,139	9.2
・盗水	---	---	41,555	15.1	17,150	5.2
・井戸へ注入	---	---	---	---	990	0.3
無効水量（漏水量）	70,752	26.4	52,288	19.0	54,004	16.5
合 計	268,000	100.0	275,200	100.0	327,948	100.0

出典： 1. マナグア市上水道整備計画調査（1993 年 9 月）報告書
 2. マナグア市上水道施設整備計画（1995 年 2 月）最終報告書
 3. 第二次マナグア市上水道施設整備計画（1998 年 12 月）最終報告書
 4. フランスの技術協力による無収水量調査の実績（1998 年 9 月）

3) 維持管理機材の保有状況

ENACAL が現在（2003 年 11 月）保有しているマナグア市用の維持管理機材は、表 2-2-12 のとおりである。

表 2-2-12 ENACAL 保有のマナグア市維持管理機材

購入年	タイプ	メーカー	モデル	現状		
				良好	普通	不良
1989	ダブルキャビン	Toyota	Hilux	○		
1991	小型トラック	Toyota	Hilux			○
1992	トラック	Toyota	Dina			○
1996	小型トラック	Isuzu			○	
1992	トラック	Toyota	Dina			○
1992	四輪駆動車	Toyota	Land Cruiser			○
1991	トラック	Toyota	Dina			○
1992	トラック	Toyota	Dina			○
1991	トラック	Toyota	Dina			○
1992	トラック	Toyota	Dina	○		
1992	トラック	Toyota	Dina			○
1992	トラック	Toyota	Dina			○
1992	トラック	Toyota	Dina			○
1991	トラック	Toyota	Dina			○
1996	トラック	Isuzu				○
1996	バックホー					○
1984	小型トラック	Toyota				○
1995	バイク	Honda	XL185	○		
1995	小型トラック	Isuzu				○
1995	小型トラック	Isuzu				○
1991	トラック	Toyota	Dina			○
1991	トラック	Toyota	Dina			○
1991	小型トラック	Toyota	HZJ-75		○	
1991	小型トラック	Toyota	HZJ-75-LP-MR		○	
1991	トラック	Toyota	BU-91-DINA		○	
1995	小型トラック	Isuzu	N/R95	○		
1995	マイクロバス	GMC	N/R	○		
1996	トラック	Scania	P93HLXX4821		○	
1991	トラック	Toyota	LN-85			○
1994	バイク	Suzuki	P5125			○
1991	バイク	Yamaha	DT-125			○
1991	トラック	Toyota	BU-91-DINA		○	
1992	トラック	Ford	N/R		○	
1995	小型トラック	Toyota	Hi Lux		○	
1991	トラック	Toyota	Dina		○	
1991	四輪駆動車	Toyota	Land Cruiser		○	
1996	トラック	Toyota	DA116-LH3		○	
1996	トラック	Toyota	DA116-LH3		○	
1990	小型トラック	Toyota	Hi Lux		○	
1992	四輪駆動車	Toyota	Land Cruiser		○	
1986	小型トラック	Toyota	Hi Lux			○
1989	トラック	International	N/R			○
2000	クレーン	Tadano	CE Crevo		○	
1989	クレーン	KP-3	N/R			○
1991	トラック	Toyota	Dina			○
1995	小型トラック	Toyota	Hi Lux			○
1995	小型トラック	Toyota		○		
1995	四輪駆動車	Isuzu	Land Cruiser			○
1992	四輪駆動車	Toyota	Land Cruiser		○	
1991	小型トラック	Toyota	Hi Lux	○		
1989	ジープ	Toyota		○		
1990	四輪駆動車	Toyota	Land Cruiser			○

購入年	タイプ	メーカー	モデル	現状		
				良好	普通	不良
1987	小型トラック	Toyota	Hi Lux	○		
1991	小型トラック	Toyota	257			○
1991	トラック	KP-3	257	○		
1991	トラック	MAZ				○
1991	トラック	MAZ		○		
1986	トラック	NISSAN	125			○
1992	バイク	Yamaha	DT-125			○
1992	バイク	Yamaha	DT-175	○		
2002	バイク	Yamaha	DT-175	○		
2002	バイク	Yamaha	DT-125			○
1992	バイク	Yamaha	JH125			○
1997	バイク	Jialing	100			○
1994	バイク	Yamaha	125			○
1992	バイク	Yamaha	XT-225			○
2000	バイク	Yamaha	DX-125			○
1992	バイク	Yamaha				○
1992	船外機 30HP	Suzuki		○		
1992	船外機 9.9HP	Yamaha		○		
1992	船外機 30HP	Yamaha				○
1992	船外機 48HP	Yamaha		○		
1992	発電機			○		
	漏水探知機					○
	漏水探知機					○

出典：ENACAL

本計画の本格調査においては、漏水率を把握するために漏水調査が必要であるが、上表の中の ENACAL 保有の漏水探知器 2 台は、JICA 専門家の話によれば、性能に問題があり現在は使用されていないとのことである。

(3) 水道料金システム

「ニ」国の水道料金は、2002 年 2 月に改定された。表 2-2-13 に示すように、マナグア県と他の地域に分かれている。

表 2-2-13 ニカラグアの水道料金システム

地域別	ユーザー	消費量 (m ³)	固定料金 (C\$/接続)	従量料金 (C\$/m ³)	
				上水	下水
[マナグア県]	生活保護家庭	0~20	1.06	1.99	0.77
		<20	1.06	2.50	0.99
	一般家庭	0~20	4.24	3.54	1.05
		21~50	4.24	5.88	1.46
		<50	4.24	10.48	3.45
	ホテル	0~50	8.56	5.88	1.69
		<50	8.56	13.20	4.27
	公共施設	0~50	8.56	6.75	1.69
<50		8.56	14.49	4.27	
[その他地域]	生活保護家庭	0~20	1.06	2.13	0.64
		<20	1.06	2.83	0.86
	一般家庭	0~20	4.24	4.85	1.45
		21~50	4.24	6.20	1.78
		<50	4.24	13.04	3.57
	公共施設	0~50	8.56	7.72	2.38
		<50	8.56	14.68	4.00

出典：ENACAL

(4) 予算・財務状況

ENACAL の過去 3 年間の財務状況は、表 2-2-14 の損益計算書に示すとおりである。

表 2-2-14 ENACAL の過去 3 年間の損益計算書

(単位：C\$)

項 目		2000 年	2001 年	2002 年	
収益	料金収入	607,633,882	635,065,699	621,381,360	
	その他収入	19,458,459	39,729,965	145,422,323	
	中央政府からの補助金	32,032,451	---	---	
	合 計	659,124,792	674,795,664	766,803,683	
支出	営業費用	人件費	116,301,830	227,548,586	201,646,762
		薬品費	2,269,607	4,078,160	4,461,940
		動力費	187,083,987	203,233,017	232,698,319
		修繕費	5,574,224	6,652,526	3,236,257
		施設建設費	12,993,843	40,006,400	18,886,441
		減価償却費	119,504,911	120,726,193	115,341,911
		その他	208,156,947	139,153,010	164,147,737
		小 計	651,885,349	741,397,892	740,419,367
	営業外費用	支払利息	25,113,279	75,270,202	91,835,220
		その他	1,678,565	10,141,444	190,146,455
		小 計	26,791,844	85,411,646	281,981,675
	合 計	678,677,193	826,809,538	1,022,401,042	
	純利益または損失		△19,552,401	△152,013,874	△255,597,359

出典：ENACAL

同計算書によれば、この 3 年間で料金収入が横ばいにもかかわらず、動力費等の維持管理費や営業外費用が増加しており、2002 年度で約 2.56 億 C\$（約 18 億円）の赤字となっている。

また、ENACAL の今後 5 年間の財務計画は、表 2-2-15 のとおりである。

表 2-2-15 ENACAL の今後 5 年間の財務計画

No.	項目	2003	2004	2005	2006	2007
1	収入	616.5	705.6	745.6	772.5	834.3
	・水道料金	609.0	668.6	712.8	735.9	797.7
	・水道料金（後日支払）	7.5	10.0	12.5	15.0	15.0
	・水道料金（政府機関からの支払）	---	8.0	---	---	---
	・井戸掘削からの収入	---	1.0	1.0	1.0	1.0
	・水道料金（教育機関からの支払）	---	18.0	19.3	20.6	20.6
2	支出	608.1	618.7	634.2	703.0	761.9
	・人件費	237.4	220.8	234.0	248.0	262.9
	・電力費	241.0	260.6	281.7	304.5	329.1
	・薬品費	7.0	7.4	7.9	8.3	8.8
	・車両維持管理費	13.8	14.6	15.5	16.4	17.4
	・上下水道維持管理費	12.1	12.8	13.6	14.4	15.2
	・情報管理費	3.0	4.0	4.2	4.5	4.8
	・広報費	10.7	11.4	12.0	12.8	13.5
	・警備・清掃費	11.0	11.7	12.4	13.1	13.9
	・一般管理費	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0
	・INAAへの支払（収入の2.5%）	15.2	16.1	17.1	18.1	19.2
	・利子支払い	2.1	3.4	2.1	2.1	0.0
	・借金返済	15.0	24.0	15.0	15.0	0.0
	・下水処理施設維持管理費	---	---	---	26.5	57.0
	・その他	4.5	4.7	5.0	5.3	5.6
	・未返済金	30.5	22.3	8.3	8.3	8.3
3	収支（1-2）	8.4	86.9	111.4	69.5	72.4
4	ローン借入	56.3	59.6	59.6	14.6	14.6
5	ローン借入後の収支（3+4）	64.7	146.5	171.0	84.1	87.0
6	水道施設改善	30.0	70.5	59.3	30.1	23.0
	・上水道施設改善費	20.0	20.0	20.0	20.0	12.0
	・車両買換え	---	7.5	8.3	9.1	10.0
	・広報費	3.0	6.0	1.0	1.0	1.0
	・一時返却金	7.0	7.0	---	---	---
	・メータ購入	---	30.0	30.0	---	---
7	収支（5-6）	34.7	76.0	111.7	54.0	64.0
8	公共投資額	473.3	640.4	621.6	580.0	580.0
9	自己資金	423.1	560.4	523.4	523.4	523.4
10	投資の収支（9-8）	△ 50.2	△ 80.0	△ 98.2	△ 56.6	△ 56.6
11	総収支（10+7）	△ 15.5	△ 4.0	13.5	△ 2.6	7.4

出典：ENACAL

(5) 主要水道事業指標

本予備調査において入手した水道事業データをもとに、ENACAL の旧マナグア市（7 行政区）における水道事業指標について予備的な検討を行った。日本の水道事業者の平均値と比較した結果を、表 2-2-16 に示す。

表 2-2-16 旧マナグア市の主要水道事業指標（2002 年）

No.	指 標	単位	ENACAL	日本 (平均)
1	負荷率（1 日平均配水量／1 日最大配水量）	%	89.1	80.3
2	施設利用率（1 日平均配水量／1 日配水能力）	%	84.4	67.4
3	最大稼働率（1 日最大配水量／1 日配水能力）	%	94.7	84.0
4	有収率（年間総有収水量／年間配水量）	%	46.5	88.3
5	供給単価（給水収益／年間総有収水量）	C\$/m ³	5.7 (40.8 円)	--- (127.5 円)
6	給水原価（経常費用／年間総有収水量）	C\$/m ³	9.3 (67.0 円)	--- (136.1 円)
7	職員 1 人当り給水人口（給水人口／所属職員数）	人	755	2,724
8	職員 1 人当り有収水量（年間総有収水量／所属職員数）	m ³	39,260	278,790

注) 入手データに基づく予備調査団による予備的検討結果

1 日平均配水量	= 375,700m ³ /日
1 日最大配水量	= 421,600m ³ /日
1 日配水能力	= 445,000m ³ /日
年間総配水量	= 131,662,700m ³ /日
年間総有収水量	= 61,245,300m ³ /日
給水収益	= C\$347,973,600
営業収益	C\$429,410,100
経常費用	= C\$572,544,600
給水人口	= 1,178,000 人
所属職員数	= 1,560 人

（マナグア市水道事業の関係職員数で、マナグア市総配水量の割合が全体の 56%であることから、ENACAL 全職員数の 56%とした）

上表から、ENACAL の上水道事業経営に関して、以下の点がいえる。

- ・ 負荷率及び施設利用率が高く、施設は効率的に使用されている。
- ・ 最大稼働率が 100%に近く、施設能力に余裕がない。
- ・ 有収率が 50%と低く、供給単価が低い。
- ・ 給水原価が供給単価を大幅に上回っており、水を売れば売るほど損失が大きくなる赤字体質である。
- ・ 職員一人当り給水人口及び有収水量が小さく、職員数の削減が必要と思われる。

2-2-3 水道施設整備

(1) 過去の水道整備プロジェクト

1) 我が国の援助

マナグア市及び周辺地域における、水セクターに係る我が国の援助は、表 2-2-17 に示すとおりである。

表 2-2-17 水セクターに係る我が国の援助

調査・計画名	援助形態	実施期間	概要
マナグア市上水道整備計画調査	開発調査	1991～1993年	マナグア市における 2000 年を目標とした市全域とその周辺の地下水開発量の評価及び地下水開発計画の策定
第 1 次カラソ台地地下水開発計画	無償	1995～1997年	マナグア市南東部のカラソ台地上のヒノテペ市、サン・マルコス市、ラ・コンセプション市及びその周辺地域を対象にした、12 本の深井戸建設及び給水施設建設 取水量は 11,600m ³ /日、裨益人口は約 156,000 人
マナグア市上水道整備計画（マナグア I）	無償	1995～1997年	マナグア市南部のティクアンテペ地区における、15 本の井戸群、送水ポンプ場受水槽、配水池及び送水管路の建設 取水量は 71,000m ³ /日、裨益人口は 227,000 人
第 2 次カラソ台地地下水開発計画	無償	1998～2000年	第 1 次カラソ台地に隣接する地区を対象とする、7 地区 7 給水システムに係る深井戸建設及び給水施設建設 取水量は 7,955m ³ /日、裨益人口は 125,900 人
第 2 次マナグア市上水道整備計画	無償	1999～2001年	マナグア I に隣接する地区を対象とする深井戸 15 本、取水施設、導水・送水施設及び送配水施設の建設 取水量は 60,000m ³ /日、裨益人口は 374,681 人

出典：上記調査・計画の最終報告書より予備調査団が作成

2) 他国・機関の援助

マナグア市及び周辺地域における他の援助国・機関による援助実施状況は、表 2-2-18 のとおりである。

表 2-2-18 他国の援助国・機関による援助実施状況

計画名	援助国/ 機関名	実施期間	概要
全国都市上水道施設リハビリ計画	IDB	1992～ 1998 年	マナグア市送水ポンプ場改修、配水管網整備及び 20 地方都市水道整備
水道料金算定要領計画	IDB	1997～ 1998 年	マナグア市及び全国の水道料金制度の見直し
マナグア市低所得層上水道施設整備計画及び ENACAL 組織強化	世銀	1999～ 2004 年	マナグア市低所得層の水道整備を行い、盗水を解消し、ENACAL の財務状況の強化を行う
マナグア市インフォーマル 8 地区上水道計画-1	デンマーク	1999～ 2000 年	インフォーマル地区 8 ヶ所の上水道整備計画
マナグア市インフォーマル 8 地区上水道計画-2	スペイン	1999～ 2002 年	インフォーマル地区 8 ヶ所の上水道整備計画
マナグア市下水道整備計画調査	IDB	1995～ 1996 年	マナグア市下水道整備計画マスタープランの策定と 4 フェーズの実施計画の提案
マナグア市下水道整備計画（フェーズ I）管布設	IDB	1999～ 2003 年	フェーズ I のうち、下水道管布設工事
マナグア市下水道整備計画（フェーズ I）ポンプ場建設	NDF	1999～ 2003 年	フェーズ I のうち、5 ヶ所のポンプ場建設
マナグア市下水道整備計画（フェーズ I）下水処理場建設	KfW	2003～ 2005 年	フェーズ I のうち、下水処理場の建設
マナグア湖南部流域管理計画	NDF	1995 年	環境省が策定したマナグア湖南部流域保全計画にしたがった、水源涵養地であるマナグア市南部の林業開発の実施

注) 入手データをもとに予備調査団が作成

(2) 上水道システムの現状

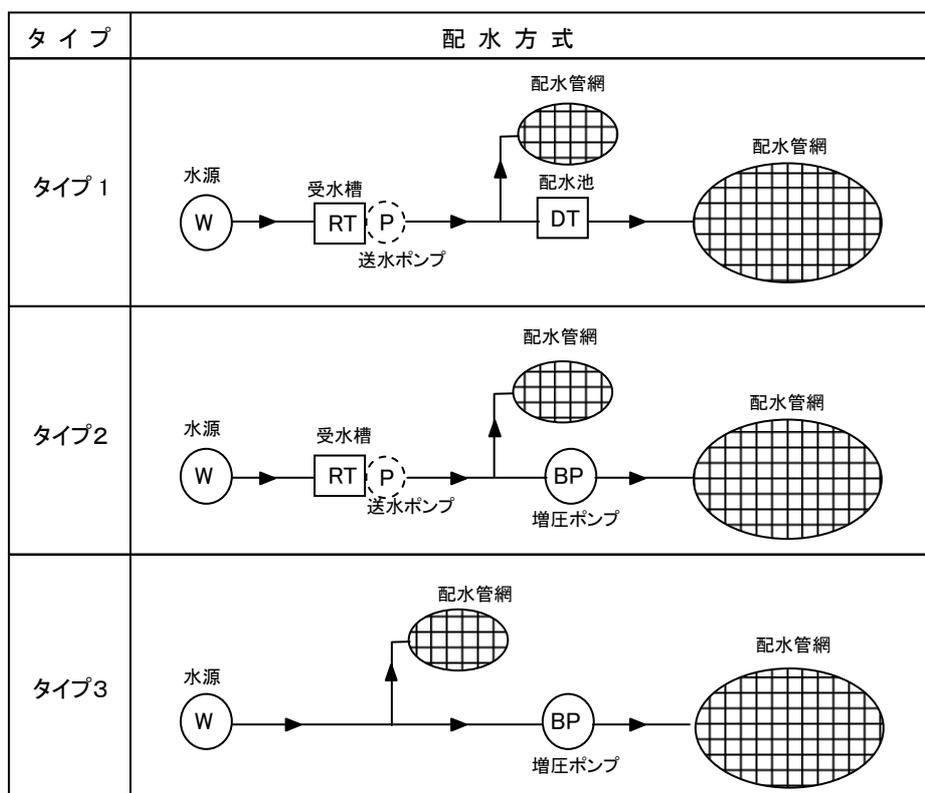
マナグア市の上水道は、ENACAL のマナグア地域公社により運営されている。2002 年度におけるマナグア市の水道事業の現状は、表 2-2-19 とおりである。

表 2-2-19 マナグア市水道事業の現状 (2002 年末現在)

項目	数 値	備 考
人 口 (人)	1,078,000	旧第 1、旧第 7 行政区を除く
給 水 率 (%)	97	
給 水 人 口 (人)	1,045,700	
平均配水量 (m ³ /日)	330,700	
有 収 水 率 (%)	46.5	

注) マナグア市の人口は、IDB の人口予測 (シナリオ 2) に従って予備調査団が推計した。給水率は、マナグア県の都市部の給水率と同一とした。

マナグア市上水道システムの現況は、図 2-2-4 に示すとおりである。また、同上水道システムの模式図を図 2-2-5 に示す。図 2-2-3 に示すように、配水方式は大きく 3 つのタイプに分かれる。



注) 入手データをもとに予備調査団が作成

図 2-2-3 マナグア市の配水方式

これらの図から分かるように、マナグア市の上水道システムは、市街地の山手方向への拡大に伴って拡張されてきたことから、明確な配水ブロックが形成されておらず、増圧ポンプ場による配水システムになっており、ENACAL の維持管理費への支出が大きい要因となっている。

前述のように 53.5%と高い無収水率を削減するため、既存施設の再構築を行う必要があるが、改善策としては、これまでの日本の専門家の助言をもとに、ENACAL は以下の方法を考えている。

- ① 合理的な配水を行うために配水区域を明確にする（配水区域を低地区、高地区、高高地区の3つに分ける）。
- ② 必要な配水施設（配水池、減圧設備など）を建設する。
- ③ 適切な配水管口径の設計及び配水管の適正配置により水量・水圧を安定させる。

マナグア市における既存の主要上水道施設（ENACAL より入手した 2002 年のデータに基づく）は、次のとおりである。

取水施設

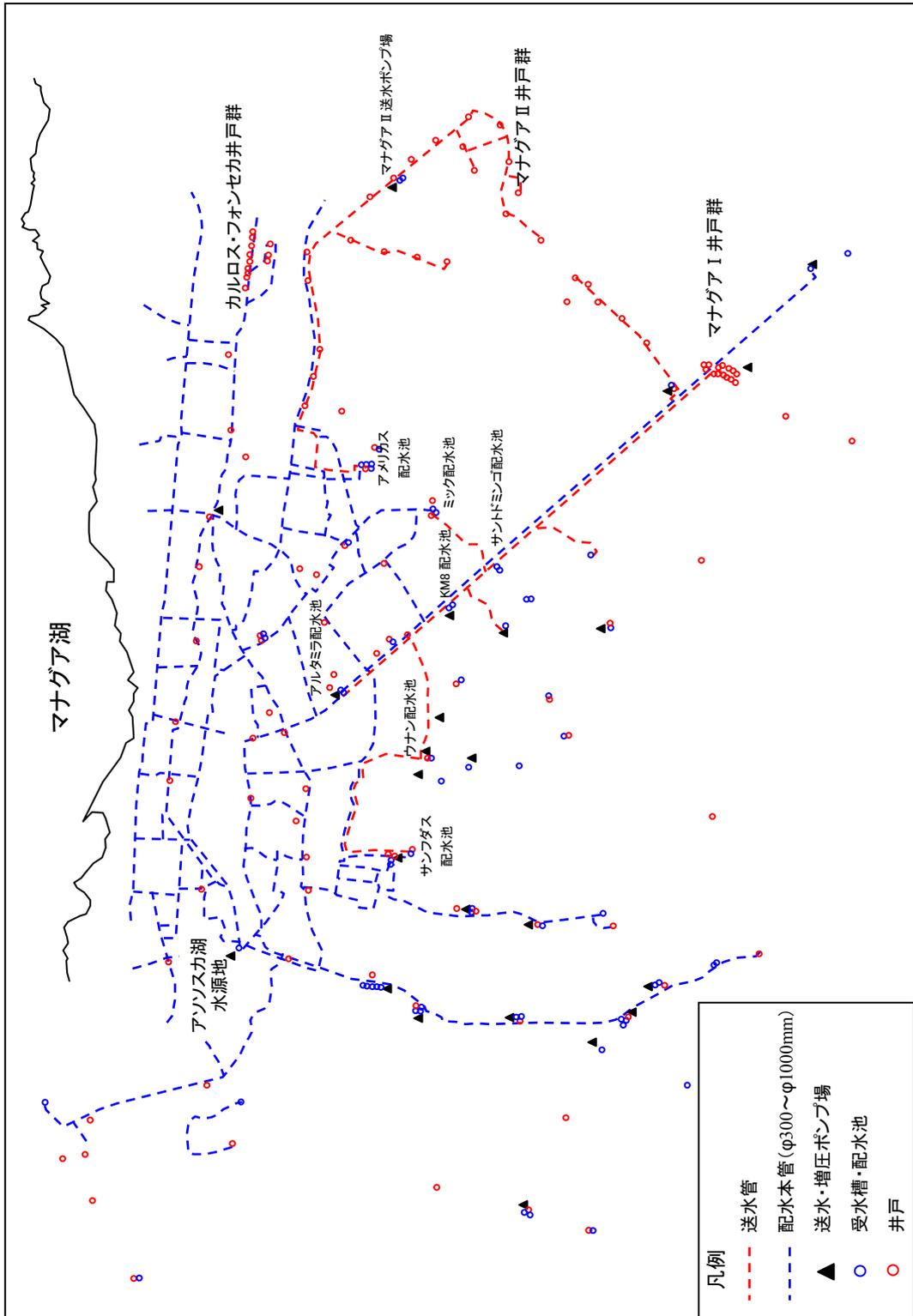
- ◆ アソソスカ湖水源地
- ◆ カルロス・フォンセカ井戸群：井戸 16 本
- ◆ マナグア I 井戸群：井戸 15 本
- ◆ マナグア II 井戸群：井戸 16 本
- ◆ 市内に分散している独立井戸：井戸 70 本

浄水施設

- ◆ いわゆる浄水場はないが、塩素による消毒を行っている。
- ◆ 原水の消毒設備として、塩素注入設備が送水ポンプ場及び配水池に設置されている。

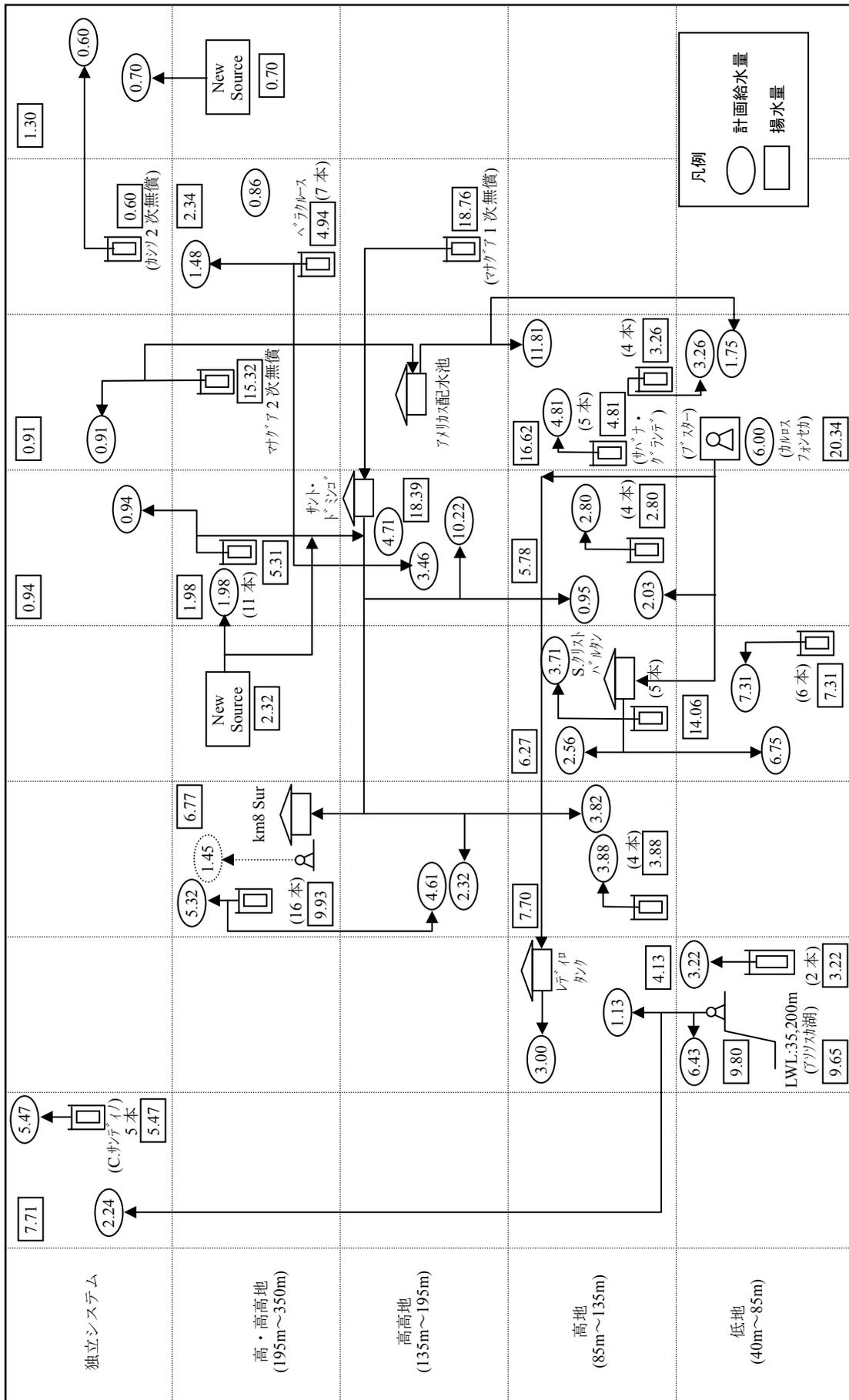
導水・送配水施設

- ◆ 管路総延長：1,407km
- ◆ 配水池：80 基（総容量 57,521m³）
- ◆ 送水・増圧ポンプ場：25 ヶ所



注) 入手データをもとに予備調査団が作成

図 2-2-4 マナグア市の上水道システムの現況



出典：「第二次マナグア市上水道整備計画」基本設計調査報告書

図 2-2-5 マナグア市上水道システム模式図

1) 取水施設

主な水源地は上述のとおり、アソソスカ湖、カルロス・フォンセカ（別称ラス・メルセデス）、マナグア I 及びマナグア II の 4 ヶ所で、井戸の総本数は、121 本である。

表 2-2-20 に各井戸の揚水量を示す。同表によれば、全揚水量は 290.01m³/分（444,974m³/日）であり、これが井戸の 1 日配水能力である。

表 2-2-20 マナグア市の井戸揚水量

No.	井戸名	揚水量 (m ³ /分)	No.	井戸名	揚水量 (m ³ /分)	No.	井戸名	揚水量 (m ³ /分)
1	Managua-I W-1	3.40	42	Las Mercedes #7	0.49	83	Nicarao	1.69
2	Managua-I W-2	3.00	43	Las Mercedes #8	0.97	84	Rafaela Herrera	4.92
3	Managua-I W-3	3.70	44	Las Mercedes #9	0.31	85	Los Gauchos	3.03
4	Managua-I W-4	2.90	45	Las Mercedes #14	0.56	86	Rene Cisnero	1.97
5	Managua-I W-5	3.50	46	Las Mercedes #15	0.85	87	Col.14 de Sept.	1.59
6	Managua-I W-6	3.70	47	Las Mercedes #16	0.63	88	Shell Metrocentro	3.29
7	Managua-I W-7	3.53	48	Las Mercedes #17	0.56	89	San Cristobal #3	1.30
8	Managua-I W-8	2.40	49	Las Mercedes #18	0.76	90	Villa Fratemidad	1.70
9	Managua-I E-1	3.10	50	Sabanagrande #1	1.70	91	Torres Molina #2	1.14
10	Managua-I E-2	3.50	51	Sabanagrande #1	3.41	92	Laureano Mairena	1.51
11	Managua-I E-3	2.90	52	Sabanagrande #2	3.22	93	Km13.5 C. Sur	1.70
12	Managua-I E-4	2.80	53	Sabanagrande #3	4.16	94	JICA #5	1.14
13	Managua-I E-5	3.00	54	Sabanagrande #4	4.54	95	Alpes #1	0.15
14	Managua-I E-6	3.10	55	Valle Gothel #2	3.03	96	Alpes #3	0.23
15	Managua-I E-7	3.20	56	Valle Gothel #3	2.84	97	San Carlos	3.03
16	Hospital Velez Paiz	1.88	57	Valle Gothel #4	3.03	98	Centroamerica #4	2.65
17	Pozo UNAN	1.08	58	Valle Gothel #5	2.37	99	Managua-II P1	2.60
18	Villa Panama	2.65	59	Parque Las Madres	2.54	100	Managua-II P2	2.60
19	Repart Shick #3	1.51	60	ENEL	4.16	101	Managua-II P3	2.60
20	Torres Molina #1	1.80	61	Las Brisas	4.54	102	Managua-II P4	2.60
21	San Patricio	1.51	62	Olof Palme	3.79	103	Managua-II P5	2.60
22	Sierra Maestra	1.80	63	Los Alpes #2	0.32	104	Managua-II P6	2.60
23	Julio Martinez	6.84	64	Plaza El Sol	4.16	105	Managua-II P7	2.60
24	Km9.5 C. Sur	1.50	65	San Judas #2	2.00	106	Managua-II P8	2.60
25	Km11.5 C. Sur	---	66	Villa Austria	1.51	107	Managua-II P9	2.60
26	Hospital Berthal	1.85	67	Hospital La Mascota	3.03	108	Managua-II P10	2.60
27	Villa Libertad	1.20	68	San Judas #1	2.57	109	Managua-II P11	2.60
28	Km14.5 C.Sur	1.70	69	Tenderi	3.79	110	Managua-II P12	2.60
29	Vista Hermosa	2.39	70	San Isidro de la C.	1.31	111	Managua-II P13	2.60
30	Altamira #4	1.20	71	San Antonio	3.41	112	Managua-II P14	2.60
31	Km14.5 C. Vieja	1.89	72	Buenos Aires	4.16	113	Managua-II P15	2.60
32	Altamira #5	1.51	73	San Cristobal #1	1.73	114	Managua-II P16	2.60
33	Francisco Javier #2	3.03	74	Manolo Morales	1.89	115	Altos de Santo D.	1.59
34	Valle Gothel #5	2.27	75	Villa Cuba #2	2.27	116	Nueva Vida	2.27
35	Km7.5 C. a Masaya	1.89	76	Padre Fabrero	0.13	117	Anexo Villa Lib.	1.90
36	Satelite Asososca	2.69	77	Fco. Javier #1	1.70	118	17.5 C. Sut	2.27
37	Las Mercedes #1	1.89	78	Fco. Javier #3	3.03	119	Cedro Galan	1.80
38	Las Mercedes #3	6.62	79	Bello Horizonte	3.79	120	Chiquilistagua	1.95
39	Las Mercedes #4	4.92	80	Mercado Oriental	3.03	121	Planetarium	2.27
40	Las Mercedes #5	1.53	81	Monsenor Lezcano	4.54			
41	Las Mercedes #6	0.66	82	Reparto Schick #4	0.95		合計	290.01

出典：ENACAL

2) 送水・増圧ポンプ設備

マナグア市の送水・増圧ポンプ場は、表 2-2-21 に示すように 25 ヶ所である。送水可能量は約 454m³/分（65.4 万 m³/日）であるが、予備を除けば、約 50 万 m³/日と想定される。

表 2-2-21 送水・増圧ポンプ場の能力

No.	ポンプ場名	吐出量 (m ³ /分/台)	台数	送水量 (m ³ /分)	ポンプ揚程 (m)
1	Laguna de Asoscosca (succion)	19.68	5	98.40	10.67
2	Asoscosca zona alta	9.08	4	36.32	45.72
3	Asoscosca zona alta superior	5.68	2	11.36	106.68
		12.11	1	12.11	118.87
4	Altamira	4.54	1	4.54	60.96
		4.54	1	4.54	115.83
		10.60	1	10.60	115.83
		10.60	1	10.60	152.40
5	Rafaela Herrera	11.92	3	35.76	83.82
		11.92	1	11.92	152.40
6	Zogaib	0.47	2	0.94	42.67
7	Villa Panama	1.89	2	3.78	60.96
8	Unan	0.76	2	5.68	28.96
9	KM8 Carretera Masaya	5.68	1	5.68	106.68
		5.68	1	5.68	91.44
10	San Judas	1.14	2	2.28	106.68
		3.41	1	3.41	106.68
11	KM8.5 Carretera Sur	4.16	2	8.32	50.90
		3.41	1	3.41	50.90
12	KM9.5 Carretera Sur	3.41	3	10.23	106.68
13	Torres Molina	1.04	1	1.04	85.35
		0.95	1	0.95	85.35
14	El Mirador	3.41	3	0.28	109.73
15	Jocote Dulce	0.28	1	0.28	64.01
		0.76	1	0.76	64.01
16	Pochocuape	0.76	1	0.76	83.82
		0.19	1	0.19	83.82
17	KM14.5 Carretera Vieja a Leon	1.51	1	1.51	106.68
		1.89	1	1.89	106.68
18	KM11.5 Carretera Sur	1.51	3	4.53	109.73
19	Serrania (succion)	0.57	2	1.14	121.92
20	KM13.5 Carretera Sur	0.57	3	1.71	83.82
21	KM14.5 Carretera Sur	1.89	1	1.89	121.92
		1.89	1	1.89	97.54
22	KM14.5 Carretera Masaya	1.70	1	1.70	106.68
		7.57	3	22.71	106.68
23	KM18.5 Carretera Masaya	1.89	1	1.89	91.44
		2.27	1	2.27	91.44
24	Managua Uno (KM15.5 C.Masaya)	12.50	5	62.50	64.01
25	Proyecto Managua Dos	13.25	4	53.00	72.24
	合 計			454.24	

出典：ENACAL

3) 配水池

マナグア市の配水池は、表 2-2-22 に示すように 80 ヶ所あり、その容量は 57,521m³で、日最大給水量 (36 万 m³/0.8=45 万 m³) の約 3 時間分である。しかし、同表の配水池には、送水ポンプ場の受水槽も含まれている。したがって、配水池容量としては、8~12 時間分を標準とすれば、5 時間分以上の不足と考えられる。

表 2-2-22 マナグア市の配水池容量

No.	配水池名	容量 (m ³)	形式	構造
1	Asososca	435	地上式	鋼製
2	San Cristobal-1	9,463	地上式	コンクリート製
3	San Cristobal-2	9,463	地上式	コンクリート製
4	Altamira-1	9,463	地上式	コンクリート製
5	Altamira-2	9,463	地上式	コンクリート製
6	KM 8.5 Carretera a Masaya-1	1,893	地上式	コンクリート製
7	KM 8.5 Carretera a Masaya-2	1,893	地上式	コンクリート製
8	Rpto Schick-1	1,893	地上式	コンクリート製
9	Rpto Schick-2	1,893	地上式	コンクリート製
10	UNAN	1,893	地上式	コンクリート製
11	Las Sierritas-1	477	地上式	鋼製
12	Las Sierritas-2	477	地上式	鋼製
13	Jocote Dulce-1	57	地上式	鋼製
14	Jocote Dulce-1	57	地上式	鋼製
15	San Judas-1	1,893	地上式	コンクリート製
16	San Judas-2	1,893	地上式	コンクリート製
17	Torres Molinas-1	379	地上式	鋼製
18	Torres Molinas-2	379	地上式	鋼製
19	Pochocuape	379	地上式	コンクリート製
20	La Bolsa	57	地上式	鋼製
21	KM 8 Carretera Sur-1	477	地上式	鋼製
22	KM 8 Carretera Sur-2	477	地上式	鋼製
23	KM 8 Carretera Sur-3	477	地上式	鋼製
24	KM 8 Carretera Sur-4	477	地上式	鋼製
25	KM 8 Carretera Sur-5	477	地上式	鋼製
26	KM 9.5 Carretera Sur-1	511	地上式	鋼製
27	KM 9.5 Carretera Sur-2	511	地上式	鋼製
28	KM 9.5 Carretera Sur-3	511	地上式	鋼製
29	KM 14.5 Carretera Vieja a Leon-1	477	地上式	鋼製
30	KM 14.5 Carretera Vieja a Leon-2	477	地上式	鋼製
31	KM 11.5 Carretera Sur-1	477	地上式	コンクリート製
32	KM 11.5 Carretera Sur-2	477	地上式	コンクリート製
33	KM 13.5 Carretera Sur-1	477	地上式	鋼製
34	KM 13.5 Carretera Sur-2	477	地上式	鋼製
35	KM 13.5 Carretera Sur-3	477	地上式	鋼製
36	KM 14.5 Carretera Sur-1	477	地上式	鋼製
37	KM 14.5 Carretera Sur-2	477	地上式	鋼製
38	KM 16 Carretera Sur-1	530	地上式	鋼製
39	KM 16 Carretera Sur-2	379	地上式	鋼製
40	El Mirador	1,893	地上式	鋼製
41	Villa Panama (Villa Fontana)	379	地上式	鋼製
42	Colonia Zogaib	379	地上式	鋼製
43	Planetarium	477	地上式	鋼製
44	La Trompera	1,893	地上式	鋼製
45	Altos de Santo Domingo (Hollada)	1,893	地上式	コンクリート製
46	Americas No.4-1	9,463	地上式	鋼製
47	Americas No.4-2	1,893	地上式	コンクリート製
48	Serranias No.1	2,422	地上式	鋼製

No.	配水池名	容量 (m ³)	形式	構造
49	Serranias No.2	182	地上式	鋼製
50	Satelite Asososca	757	地上式	鋼製
51	Ciudad Sandino	1,893	地上式	コンクリート製
52	KM 14.5 Carretera a Masaya	189	地上式	鋼製
53	KM 18.5 Carretera a Masaya	189	地上式	鋼製
54	KM 19.5 Carretera a Masaya	379	地上式	鋼製
55	Los Alpes	57	地上式	鋼製
56	Managua-Uno KM 15.5 C. Masaya-1	1,122	地上式	コンクリート製
57	Managua-Uno KM 15.5 C. Masaya-2	1,122	地上式	コンクリート製
58	Managua-Uno KM 9.5 C. Masaya-1	8,814	地上式	コンクリート製
59	Managua-Uno KM 9.5 C. Masaya-2	8,814	地上式	コンクリート製
60	Managua-Uno Rpto Schick	4,826	地上式	コンクリート製
61	Managua-Uno San Judas	2,344	地上式	コンクリート製
62	San Isidro de la Cruz Verde		地上式	コンクリート製
63	Managua Dos 受水槽 No.4	53	地上式	鋼製
64	Managua Dos 受水槽 No.6	53	地上式	鋼製
65	Managua Dos 受水槽 No.7	53	地上式	鋼製
66	Managua Dos 受水槽 No.8	53	地上式	鋼製
67	Managua Dos 受水槽 No.9	53	地上式	鋼製
68	Managua Dos 受水槽 No.10	53	地上式	鋼製
69	Managua Dos 受水槽 No.11	53	地上式	鋼製
70	Managua Dos 受水槽 No.14	53	地上式	鋼製
71	Managua Dos 受水槽 No.16	53	地上式	鋼製
72	Managua Dos Sabana Grande-1	1,140	地上式	コンクリート製
73	Managua Dos Sabana Grande-2	1,140	地上式	コンクリート製
74	Managua Dos Villa Austria-1	9,123	地上式	コンクリート製
75	Managua Dos Villa Austria-2	9,123	地上式	コンクリート製
76	Nueva Vida	227	高架式	鋼製
77	Chiquilistagua	227	地上式	鋼製
78	Cedro Galan	227	高架式	鋼製
79	Anexo Villa Libertad	757	地上式	鋼製
80	KM 17 Carretera Sur	76	高架式	鋼製
	合計	57,521		

出典：ENACAL

4) 送配水管路

送配水管路の総延長は、表 2-2-23 に示すように 2002 年 8 月現在で 1,407km となっている。そのうち、石綿管が 696km と約 50% を占めている。

石綿管は、その多くが 1970 年代に埋設されており、経年劣化及び 1972 年の大地震による損傷により、漏水をはじめとした高い無収水量をもたらしていると考えられることから、ENCAL では布設替えを検討する必要があるとしている。

表 2-2-23 送配水管路の管種別送延長 (2002 年 8 月)

(単位 : m)

口径 (mm)	硬質塩化ビニル管	石綿管	ダクタイル鋳鉄管	亜鉛メッキ鋼管	合計
19	1,734			80	1,814
25	12,834			2,976	15,810
38	3,457				3,457
50	368,371	1,990	2,107	54,068	426,536
75	29,634	26,481		7,312	63,427
100	41,431	347,718	24,417	24,418	437,984
150	10,696	154,551	97	15,645	180,989
200	4,842	54,313	204	7,043	66,402
250		1,431	741		2,172
300		103,712	9,267		112,979
350			7,087		7,087
400		5,443	36,447		41,890
450			968		968
500			4,733		4,733
550					
600			24,190		24,190
700			2,121		2,121
800			11,440		11,440
900			3,186		3,186
合計	472,998	695,639	127,005	111,542	1,407,184

出典 : ENACAL

5) 給水設備

マナグア市の給水接続数は、前述の表 2-2-8 に示すように 20.7 万件であるが、そのうち良好な水道メータは約 50% (10.3 万件) にすぎない。

給水設備は、配水管から分岐する給水管に設置される水道メータまでを ENACAL が設置し、水道メータから家庭までの給水設備はユーザー負担で、工事は ENACAL が実施する。

(3) 既存上水道システムの問題点

上述したように、既存上水道システムの現状と問題点は、表 2-2-24 のように集約される。

表 2-2-24 既存上水道システムの現状と問題点

	現 状	問題点
井戸（揚水ポンプ）	流量計が設置されていないか、または設置されていても機能していない井戸が多い。	正確な生産（揚水）量が管理できていない。
送・配水システム全般	低地にある水源（井戸）から高地区及び高高地区へ配水するために、多くの増圧ポンプが必要なシステムとなっている。	動力費が高く、経営を圧迫している。
	送水管路と配水管路の区別がない。	配水池に送水される途中で配水されるために、配水池が十分機能を果たしていない。
	給水のピーク時に、水量・水圧が低下する。	配水池容量の不足もしくは配水ポンプ及び配水管路が時間最大給水量に対応していないと考えられる。
配水池の容量	容量が一日最大給水量の約 3 時間分しかない。	一般的に 8～12 時間が標準であり、最低 8 時間としても、5 時間分が不足している。
送・配水管路の管種	管路の約 50%が石綿管である。	石綿管の大部分は 1970 年代に布設されたもので、経年劣化と施工不備により漏水の大きな原因となっていると想定される。
給水設備	接続件数 20.7 万件のうち、良好な水道メータは、約 50%しかない。	有収水率が低い（46.5%）原因となっている。

上表からも分かるように、マナグア市の既存上水道システムには種々の問題点がある。したがって、本格調査においては、効率的で安定した給水を図るための既存システムの改善と、目標年次（2015 年）の水需要を踏まえた上水道施設整備計画の策定が必要である。

2-2-4 地下水開発

(1) 過去における地下水開発に係わる調査・計画

マナグア市の給水を目的とした地下水開発に関する既往の調査・計画を表 2-2-26 に示す。同表に示すように、1970～1980 年代にかけて実施されたマスタープランおよびフィージビ

リテイ調査では、地下水開発の有望地域として、テイピタパ - テイスマ - ニカラグア湖北岸に至る平野部を推薦している。一連の計画はフェーズ I とフェーズ II に分かれている。フェーズ I ではテイスマ市を中心とする沿道に沿って井戸を多数配置し、マナグア市に送水する計画である。この計画の中では、ニカラグア湖北岸における井戸設置も検討されている。またフェーズ II ではニカラグア湖からの直接取水によるマナグア市への導水・送水が提案された。しかし、このような大規模な地下水開発は未だに実現していない。

一方、1993 年の日本の援助による地下水開発調査において、マナグア市の南部地域における地下水開発可能性が評価され、また地下水開発計画が提案された。その後、開発調査の提案に基づき、1995 年（フェーズ I）と 1998 年（フェーズ II）に日本の無償資金協力による地下水開発事業が実施された。日本の開発調査が提案した地下水開発地域は、1970～1980 年代の「ニ」国側が提案した開発候補地域ではなく、マナグア市に近接しまた地盤標高が高い地域であったため、施設の建設費と揚水コストが節約できる点が特筆される。

(2) 地下水開発の現状と問題点

1) 既往地下水開発

マナグア市の給水のための水源は表 2-2-25 に示すように 5 つに大別することができる。アソソスカ湖はマナグア市街地の西部に位置し、湖水が直接取水されている。この水源はマナグア市の給水のための最も古い水源である。この水源開発を出発点とし、その後、マナグア市内の各所において井戸建設による地下水開発がなされ、市街地の発展とともに地下水生産量が次第に拡大されていった。

井戸群として設置されているのは、カルロス・フォンセカ井戸群、日本の無償援助によるフェーズ I 井戸群（テイクアンテペ地域、井戸 15 本）とフェーズ II 井戸群（サバナ・グランデ地域、井戸 15 本）であり、他の多くの井戸は独立井戸としてマナグア市内の各所に分散して設置されている。今回の入手したデータによると、全体揚水量は表 2-2-25 に示すように約 37 万 5 千 $\text{m}^3/\text{日}$ である。また最大揚水量可能性は 44 万 4 千 $\text{m}^3/\text{日}$ 程度である。ただし、現在の揚水量の測定法・頻度・精度は必ずしも満足のいくものではないとの印象を調査団は受けており、今後十分な精度による揚水量の把握が課題である。

表 2-2-25 マナグア市給水のための水源と取水量（推定値）

取水施設	現在の取水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)
アソソスカ湖	27,360
カルロス・フォンセカ井戸群（井戸 16 本）	29,880
マナグア市内に分散している独立井戸 70 本	189,853
日本の援助フェーズ-I 井戸群（テイクアンテペ地域、井戸 15 本）	68,731
日本の援助フェーズ-II 井戸群（サバナグランデ、井戸 15 本）	59,904
合 計	375,728

出典：予備調査団作成

表 2-2-26 マナグア市地下水開発に係わる既往調査・計画

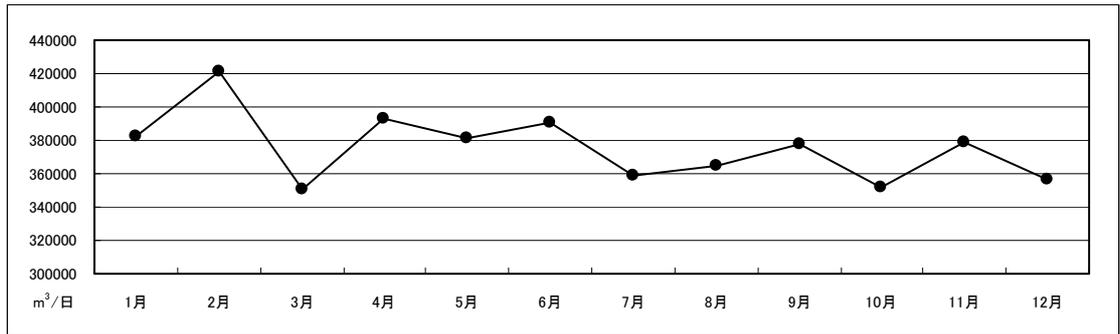
番号	発行年	報告書名	調査機関	調査概要
1	1964	既存水源の確実な収益性に関する報告書	Hazen and Sawyer	アソソスカ湖からの適正揚水量の検討。ラ・メルセデス地区における地下水開可能量の推定。
2	1971	Recurso de Aguas Subterranas para Managua		アソソスカ湖からの適正揚水量の見直し。アルタミラ地区における地下水開発可能量の推定。
3	1971	Mas Aguas para Managua		マナグア市上水道のマスタープラン。
4	1976	1971年マスタープランの72年地震後の見直し調査		1972のマナグア市大地震によって、上記マスタープランを見直した。
5	1979	Proyecto Mas Agua para la Nueva Managua Fase I	Montgomery Chan	マナグア市の給水を目的とした新規水源マスタープラン調査。フェーズ I ではマナグア市の東方に位置するテイスマ市～マナグア湖北岸地域における地下水開発 (47 万 m ³ /日) を提案している。フェーズ II ではニカラグア湖からの導水を提案(68 万 m ³ /日)している。
6	1981	Proyecto Mas Agua para la Nueva Managua Fase II		
7	1984	Part-1 Plan Maestro de Mejoral y Ampliaciones al Sistema de Distribution	Hidrotecnica S.A., Hazen and Sawyer	上記調査「5」「6」のフィージビリティ調査である。フェーズ I ではテイスマ地域における47本の井戸建設と160m ³ /日の地下水取水、マナグア市への導水・送水施設建設が計画された。フェーズ II ではニカラグア湖からの取水か北東岸における井戸掘削が計画された。
8	1984	Part-2 Revision Esquema Tisma y Factibilidad de Otras Fuentes de Sumistro		
9	1984	Part-3 Premera Etapa del Plan Praquesto		
10	1988	Part-4 Desarrollo de Fuentes de Sumistro de Agua		
11	1985	Part-5 Implementation y Facibilidad del Proyecto		
12	1993	ニカラグア国マナグア市上水道整備計画調査	JICA	マナグア市地域における地下水開発ポテンシャルの評価と地下水開発計画の策定、給水計画の策定。
13	1995	ニカラグア共和国マナグア市上水道施設整備計画		「12」の調査で提案された、「テイクアンテペ北側地域」における71,000m ³ /日の地下水開発と導水・送水・配水施設の建設。
14	1998	ニカラグア共和国第2次マナグア市上水道施設整備計画		「12」の調査で提案された、「ザバナグランデ地域」における57,996m ³ /日の地下水開発と導水・送水・配水施設の建設。
15	2001	テイスマ-マサヤ地域の水理地質調査	Enacal	テイスマ地域の水理地質調査。電気探査によって帯水層を区分し、また井戸揚水能力を整理した。

出典：予備調査団作成

2) 既往水源の将来性と問題点

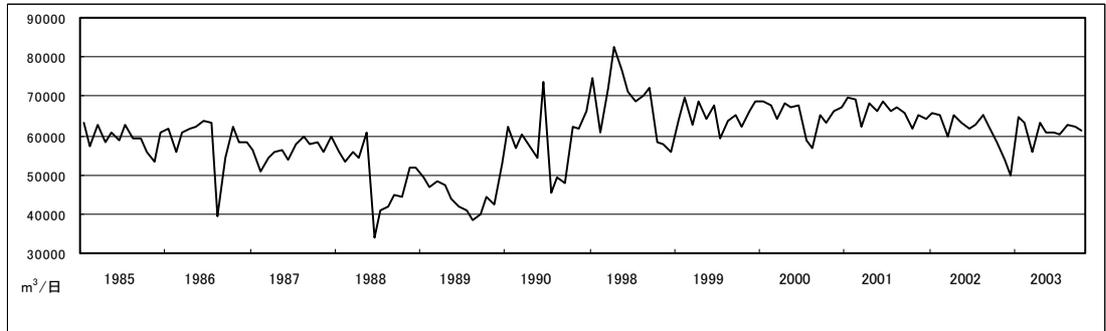
a) 揚水量の変化

2001年の1月～12月のマナグア市給水の全揚水量の変化を図2-2-6に示す。同図に示すように、2001年全体の平均揚水量は約376千 m^3 /日であったが、月ごとの揚水量はかなり異なり、最大で20%程度の変動をしている。また、図2-2-7にカルロス・フォンセカ井戸群の月別揚水量（1985年～1990年、1995年～2003年）の変化を示す。平均揚水量は59千 m^3 /日であるが34千～82千 m^3 /日の間で揚水量は大きく変化している。観測期間においては同井戸群からの揚水量は多少増加傾向にあるが、あまり明瞭ではない。



出典：予備調査団作成

図 2-2-6 マナグア市の地下水揚水量の月別変化（2001年）



出典：予備調査団作成

図 2-2-7 カルロス・フォンセカ井戸群の揚水量の年変化

b) 地下水位の変化

モニタリング井の水位変化

マナグア市内では3ヶ所において地下水がモニタリングされている。モニタリング結果を表2-2-27と図2-2-9に示す。3ヶ所のモニタリング結果に示された地下水の変動状況は一見して異なるパターンを見せているが、良く見ると多くの共通点を持っている。

表 2-2-27 地下水位モニタリング結果

井戸	位置	帯水層	地下水位の長期変動状況 (1992年～1999年)	地下水の季節 変化
No.1	マナグア市中央部	ラス・シェラス層	1992年から水位が低下し1995年～1996年に地下水位は最低となるが、その後地下水位は上昇を始めた。特に1998年後半に水位は急上昇した。	地下水位の季節変動は明瞭でない。
No.2	マナグア市西部のカルロス・フォンセカ地区	マサヤグループ火山岩	1992年から地下水位は低下傾向にあるが、1998年後半に地下水位は急上昇した。	地下水の季節変化が僅かに認められる。
No.3	マナグア市西部のサバナグランデ地区	マサヤグループ火山岩	1992年～1998年は地下水位が低下傾向にあるが、1998年後半に地下水位が大きく上昇した。	地下水の季節変化が明瞭である。

出典：予備調査団作成

数年単位の地下水位の長期的変動傾向と地下水位の季節変化がモニタリング結果から読み取れる。地下水位の長期的変動パターンとしては、地下水位が年々少しずつ低下していることが認められる。そして5～6年間に一回程度の大量の降水によって地下水位が急上昇し、過去数年間の水位低下分が回復している。一方、雨季と乾季に対応して地下水位が周期的に変化していることが認められる。

日本の無償援助による地下水開発地域の地下水位変化

日本の無償資金援助による地下水開発地域における地下水位の変化は以下の通りである。

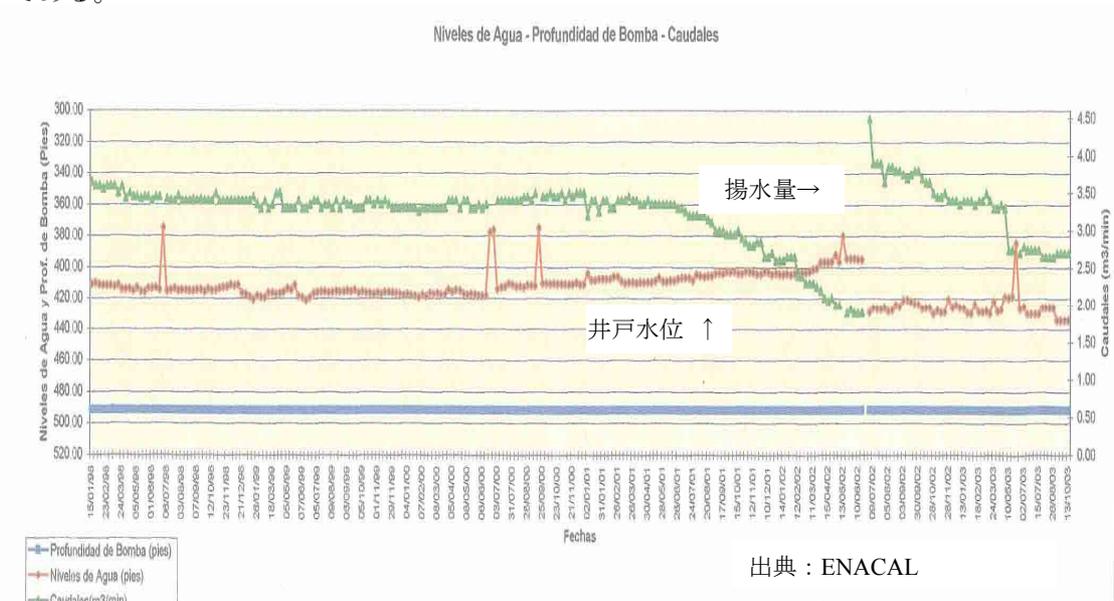
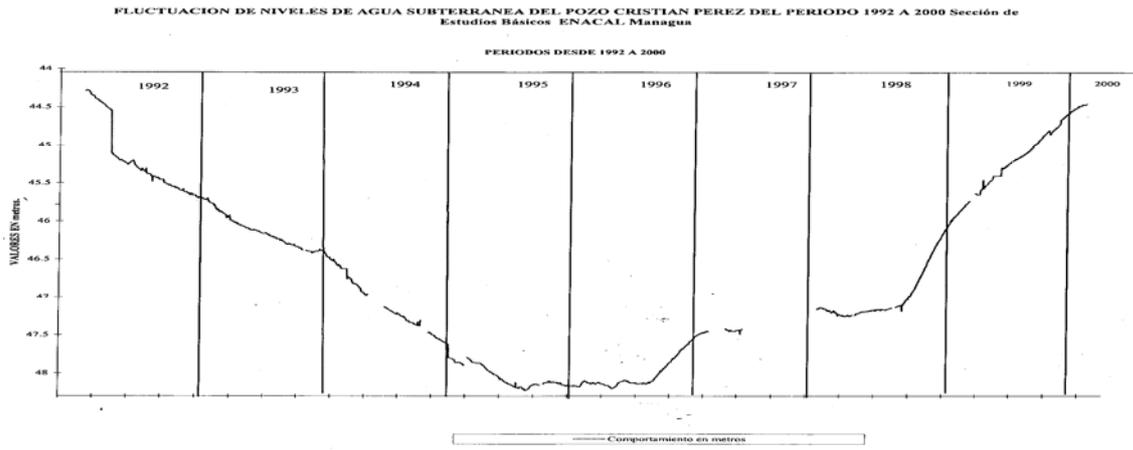
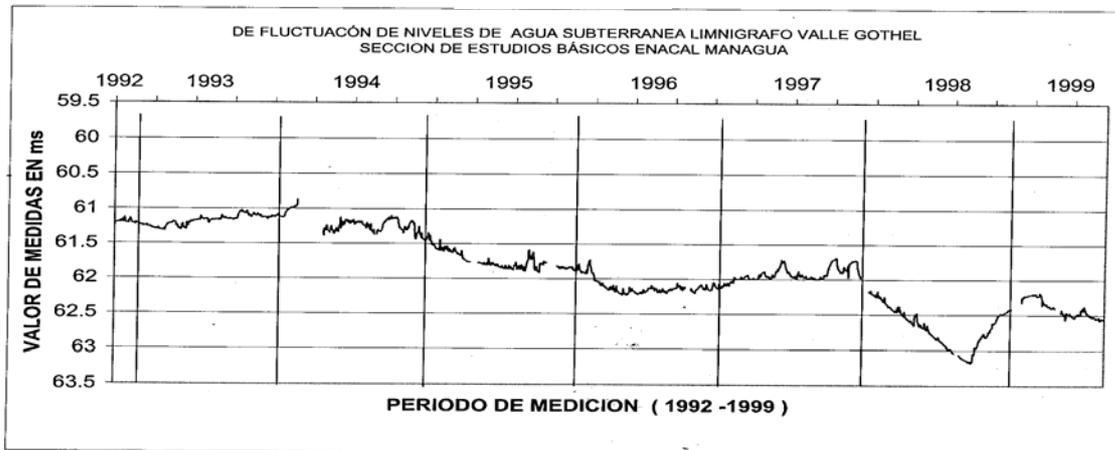


図 2-2-8 日本無償資金協力フェーズ I 井戸水位

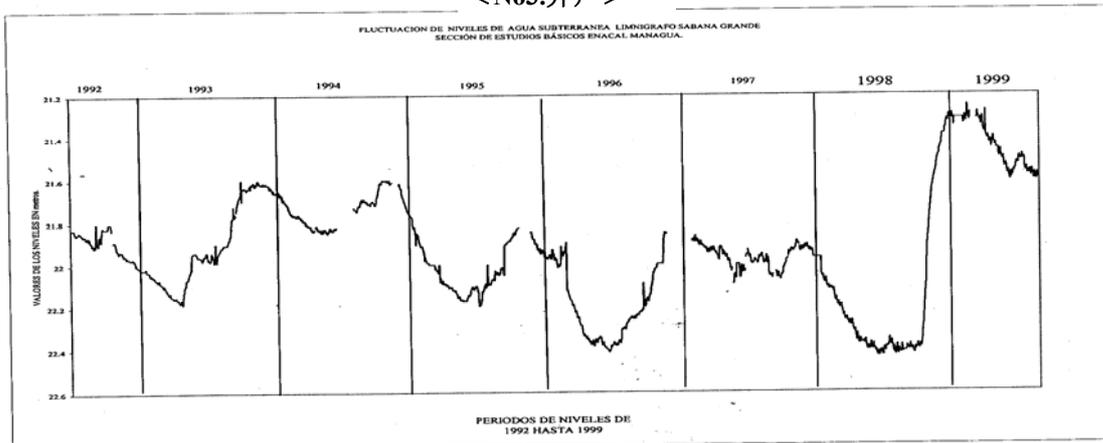
<No1.井戸>



<No2.井戸>



<No3.井戸>



出典：ENACAL

図 2-2-9 地下水位モニタリング結果

<フェーズⅠ 井戸群>

図2-2-8に示す様に、1998～2003年にかけて継続的に井戸水位が観測されている。井戸群の静水位はGL-130m程度で、揚水による平均水位低下は19mであり、B/D実施時に想定した水位低下8mよりも大きい。1998～2003年の間で揚水量が変化したため、それに応じて井戸水位も変化しており、井戸水位の長期的変動状況が明確ではない。しかし、井戸水位の低下傾向のようなものが幾分認められなくもない。今後も水位の観測を継続する必要がある。

<フェーズⅡ 井戸群>

2002～2003年までの観測結果によると、井戸群の静水位はGL-38m程度、揚水による井戸水位の低下量は11.6m程度であり、B/D実施時に想定した水位低下量12mとほぼ一致している。この井戸群は揚水開始からまだ1年3ヶ月程度しか経過していないため、水位データもあまり蓄積されていないが、僅かながら水位低下傾向が認められる。しかし観測期間が長くないため結論づけることはできない。今後の継続的水位観測が必要である。

c) 地下水資源の持続性

1993年のJICA開発調査は、現在のマナグア市の給水に係わる帯水層を3つの水理区に区分し、その開発可能量を表2-2-28に示すように評価した。この調査では降雨量の18%が地下水として涵養されると推論している。

表2-2-28 JICA開発調査の結果による地下水開発可能量（単位 m³/日）

水理区	開発可能量	現在の開発量	開発余裕量
西部	24,400	8,500	15,900
中央	114,000	163,191	-49,191
東部	296,000	204,037	91,963
合計	434,400	375,728	58,672

出典：予備調査団作成

表2-2-28によると、地下水開発可能量は現在の地下水開発量を6万m³/日程度上回っている。したがって今後とも現在の地下水開発は持続可能であると言えることができる。しかし、地下水開発量の算定値はあくまでも地下水開発に当たっての一つの目安であり、地下水開発後においては地下水位の観測結果からその妥当性を判断すべきである。今回収集した地下水位の観測結果の中には、異常な水位低下を示すデータはないため、現在の地下水利用は今後とも持続可能であると推測できる。しかし、これだけで結論付けることは危険であり、今後とも地下水位の観測を継続していく必要がある。また、表2-2-28によると、帯水層全体としては開発可能量に余裕が残っているが、中央地区の過剰揚水状態がまだ解決されていないため、中央地区で揚水量を削減しこれを東部地区における増量によって補う必要がある。

(3) 新規水源開発

1) 新規水源開発の要否

現在までの調査結果から、現在のマナグア市における地下水生産量と開発可能量は、ほぼ均衡しており、今後も持続的な地下水の生産が可能であると考えられる。しかし、地下水生産量を増大させる場合は、現在の帯水層は生産量増大の余地があまり残っていないため、現在と異なる地域で地下水を開発する必要がある。すなわち、新規水源開発の要否は地下水生産量の増大の要否に依存している。

一方、地下水生産量増大の要否は現在および将来の水需要に依存している。水源を新たに開発しなくとも、水道システムの改善・リハビリによって無効水量を低減することは、水源開発と同様の効果を持っていることは言うまでもないことである。

本予備調査において得られた人口データをもとに、将来の水需要予測の予備的検討を行った。本計画で適用する人口増加率は、INEC や他の援助機関が設定している将来人口予測を考慮して決定する必要がある。前述 (2-1-3) したように、本予備調査の段階では、IDB が実施中の「マナグア湖及びマナグア市衛生環境改善計画」で採用されている人口増加率を参考に、将来の水需要予測について検討した。

IDB の上記計画では、人口増加率は、表 2-1-3 に示したように以下の値が適用されていることから、本検討では 2.0% を適用する。

- ・ 2005 年～2010 年：2.07%
- ・ 2010 年～2015 年：1.83%

表 2-2-24 に、1991 年から現在まで、我が国がマナグア市の上水道整備に関して実施してきた開発調査、マナグア I 及びマナグア II の水需要予測との比較検討結果を示す。

表 2-2-29 水需要予測の予備的検討

調査名	調査形態	調査実施年	年	給水人口	人口増加率 (%/年)	一人一日 平均給水量 (ℓ/人日)	一人一日 最大給水量 (ℓ/人日)	日平均 水需要量 (m ³ /日)	日最大 水需要量 (m ³ /日)
1. マナグア市上水道整備計画調査	開発調査	1993年9月 *1	1991年	1,164,103		260	312	277,554	333,065
			第7地区	96,588	5.0	32	38	3,091	3,670
			1995年	1,414,102		260	312	339,947	407,936
			第7地区	106,615	5.0	32	38	3,412	4,051
			2000年	1,789,346		260	312	433,867	520,641
2. マナグア市上水道施設整備計画	無償	1995年2月	1984年	820,000		260	312	213,200	255,840
					5.5				
			1994年	1,400,000		260	312	364,000	436,800
3. 第二次マナグア市上水道整備計画	無償	1998年12月	1997年	1,165,476		260	312	303,024	363,629
					2.9				
			2002年	1,345,693		260	312	349,880	419,856
					2.6				
予備調査団による推定			2002年	1,080,000		260	312	280,800	336,960
					2.4				
			2005年	1,159,641		260	312	301,507	361,808
					2.0				
			2010年	1,280,337		245	294	313,683	376,419
		2.0							
		2015年	1,413,596		245	294	346,331	415,597	
注) 1. 第7地区は、地域給水区として一人一日最大給水量を10ガロン(約38リットル)としている。				有効率	2002年まで	80%	実使用水量(家庭)	173 ℓ/人日	
					2005年まで	80%	実使用水量(産業等)	35 ℓ/人日	
					2015年まで	85%	一人一日使用水量	208 ℓ/人日	

上表のように、2015 年におけるマナグア市の水需要量は、日平均で約 34.6 万 m³、日最大で約 41.6 万 m³ となる。また、ティクアンテペ市及びニンディリ市の需要量は

1～2 万 m³/日と想定されるので、調査対象地域の水需要量は日平均需要量で 36 万 m³/日程度であり、現在の地下水開発量で十分賄えると考えられる。

従って、本計画調査においては、本格的な新規水源開発の必要性は少ないと判断される。

2) 地下水開発の有望地点

地下水を新規に開発する場合、現在の帯水層は開発余裕があまり残っていないため、異なる地域で地下水を開発する必要がある。1993 年の JICA 開発調査ではその候補地として、テイピタパーテイスマ-ニカラグア湖北岸に至る地域における地下水開発を示唆した。この地域は 1970 年代～1980 年代にかけて「ニ」国側が旧ソ連の援助のもとで計画した地下水開発地域でもある（図 2-2-10 参照）。この計画に係わる一連の調査・分析・計画は表 2-2-26 の文献 5～11 に記載されている。以上の経緯から、新規に水源を開発する場合は、テイピタパーテイスマ-ニカラグア湖北岸に至る地域における地下水の開発が最適であると考えられる。テイスマ周辺で実施された ENACAL の最新の水理地質調査結果を以下に示す。

地 形

巻頭の広域地形図に示すように、この地域はマサヤ火山やアポヨ火山の東側斜面である。この極めて緩やかな斜面の山麓部分にはテイピタパからテイスマを経由しグラナダ方面に至る街道が北西-南東方向に伸びている。山麓地域の東側はテイピタパ川の氾濫原平野となっており、湖沼が分布し湿地帯が広がっている。山麓と低地帯との境界部分には多くの湧水地が分布している。

帯水層

図 2-2-11 に示すように、テイピタパーテイスマ-マニカラグア湖北岸に至る地域の帯水層はラス・シェラス層、アポヨ火山岩、沖積層で形成されている。ENACAL は電探査によってテイスマ地域の地質状況を探査した（図 2-2-12 参照）。その結果によると、主要な帯水層となっているのはラス・シェラス層の中で比抵抗 30～100 Ωm を示す部分であり、この部分は GL-20～GL-100m に分布している。その下位の比抵抗 20 Ωm 以下のラス・シェラス層は難透水基盤となっていると推定されている。

帯水層の性質

テイスマ地域における井戸の地下水位は斜面山麓部で GL-60m（標高 80m）、低地部に向かって地下水位は次第に浅くなり、テイスマ湖で GL-1m（標高 32m）程度となる。帯水層に井戸を掘った場合の比湧出量（井戸の水位 1m 低下させるに必要な揚水量）は 10～40m³/日程度と評価されている。

3) 河川・湖水の新規開発

マナグア市内を流下する河川の中で水源として期待できるものは存在しない。一方、マナグア市の東方域のテイピタパ-テイスマ-ニカラグア湖北岸に至る地域にはテイピタパ川が流れている。テイピタパ川はマナグア湖とニカラグア湖を結ぶ河川であり、河川の両岸には湖（テイスマ湖）や沼沢・湿地帯を伴う氾濫原平野が広がっている。この地域にダムを建設することは地形の面から不可能である。マナグア湖からニカラグア湖へ向か

うテイピタパ川の流量は極めて微々たるものであることと、マナグア湖の水質に問題があることから、「ニ」国側はテイピタパ川の河川水を水資源として利用することに期待していないようである。テイピタパ川の流量は INETER がモニタリングしている。

またニカラグア湖からの直接取水しマナグア市へ送水するという構想は 1970 年～1980 年代の開発計画で既に提案されていた。この構想は壮大ではあるが具体性・現実性に乏しいものと考えられる。テイスマ地域には未開発の帯水層が豊富に存在し開発の優先度が高いと見られるため、少なくとも今後 10 年はニカラグア湖からの取水を検討する必要はないと考える。

4) 水利権

地下水の利用は経済産業省への届出制となっているが、井戸からの揚水に対する料金の支払の義務はない。また湖水および河川水の利用に対しては環境天然資源省と経済産業省への届出が必要である。河川水や湖水の利用に係わる水利権に関しては法制度化が現在進められている。本件調査に係わる表流水水資源としてテイピタパ川があるが、この河川において現在まで水争いがあったことはないとのことである。

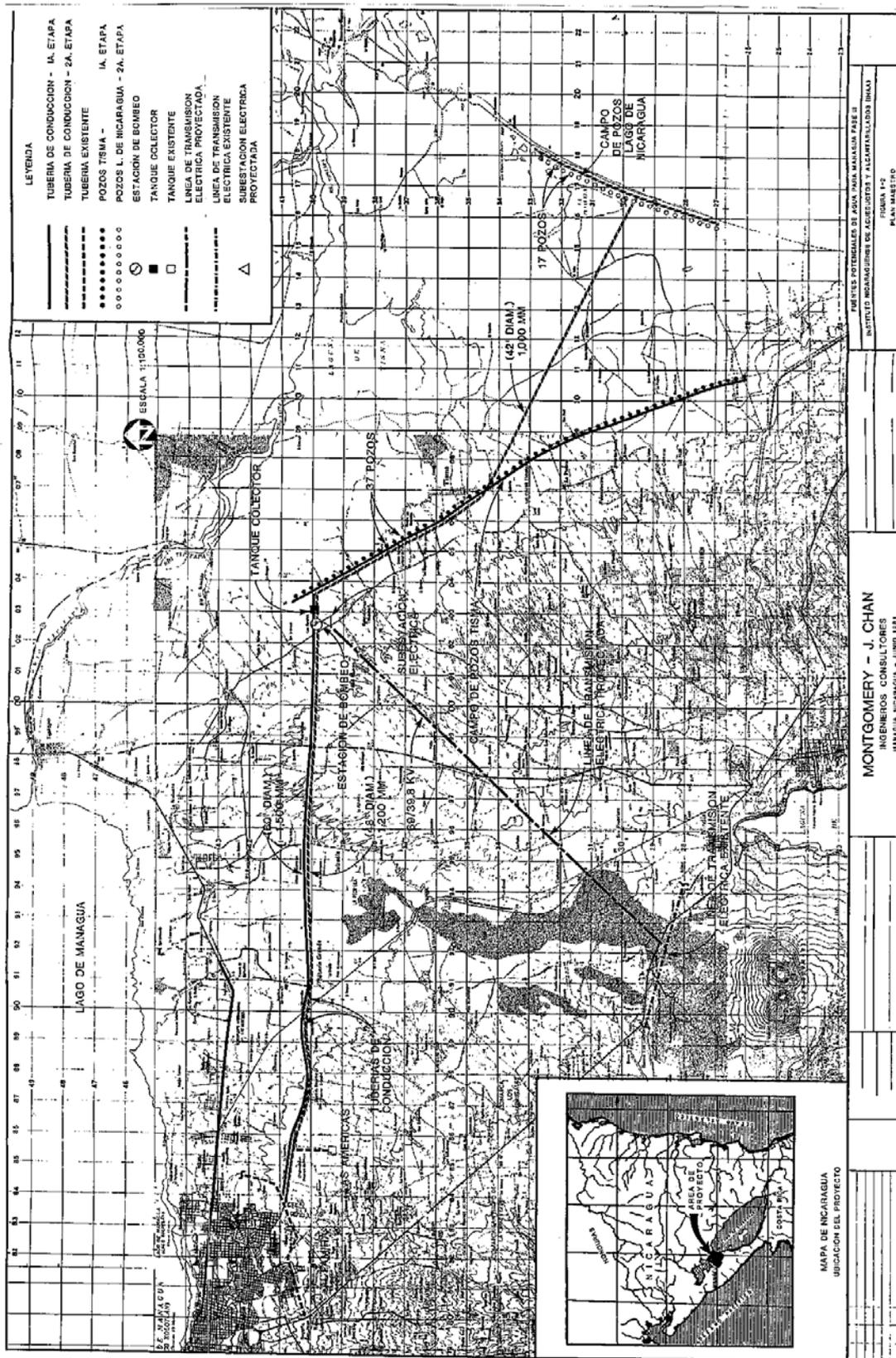
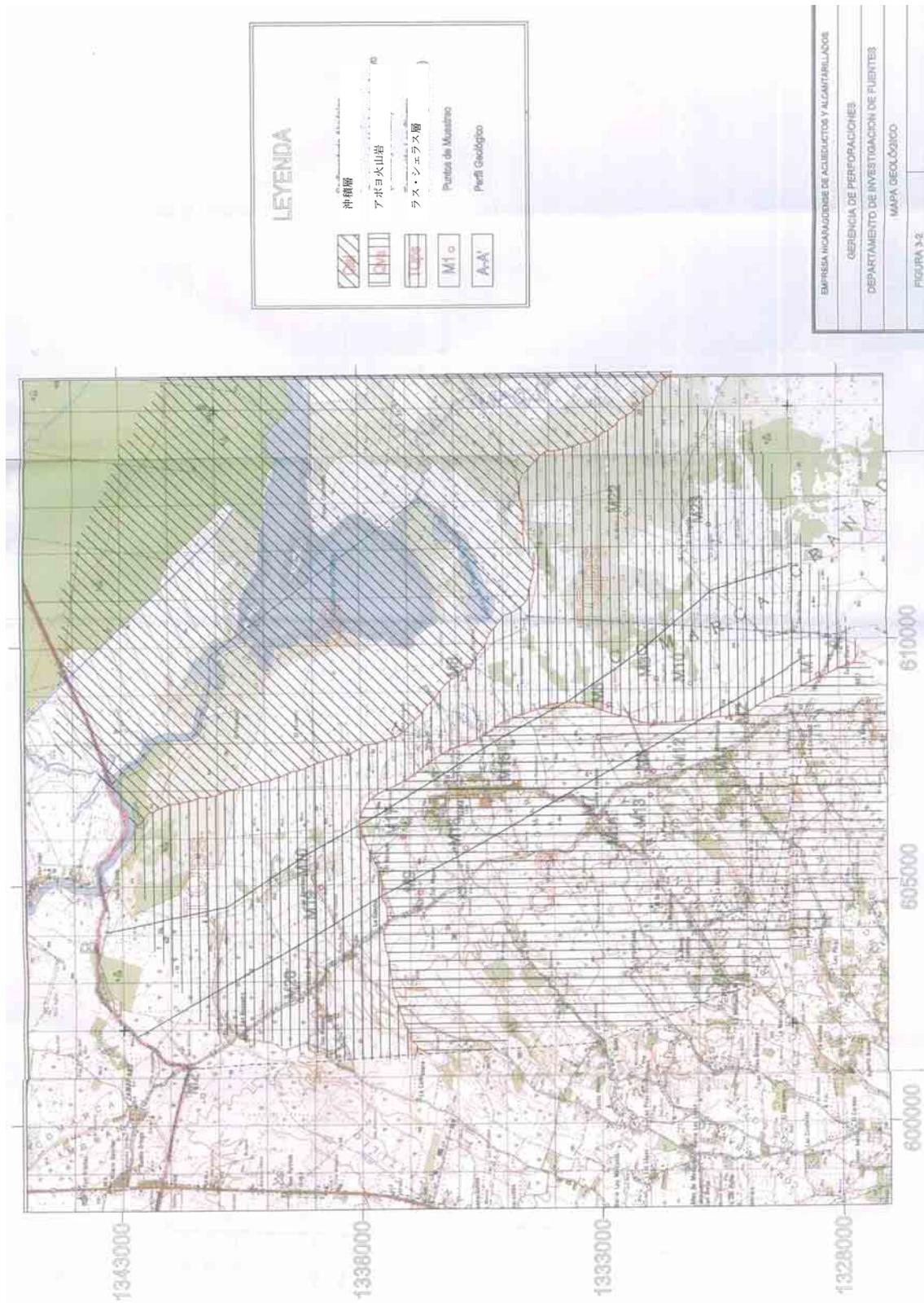


図 2-2-10 ティピタパーティスマーニカラグア湖北岸地域における地下水開発計画

(Proyecto Mas Agua la Nueva Managua Fase II, 1981)



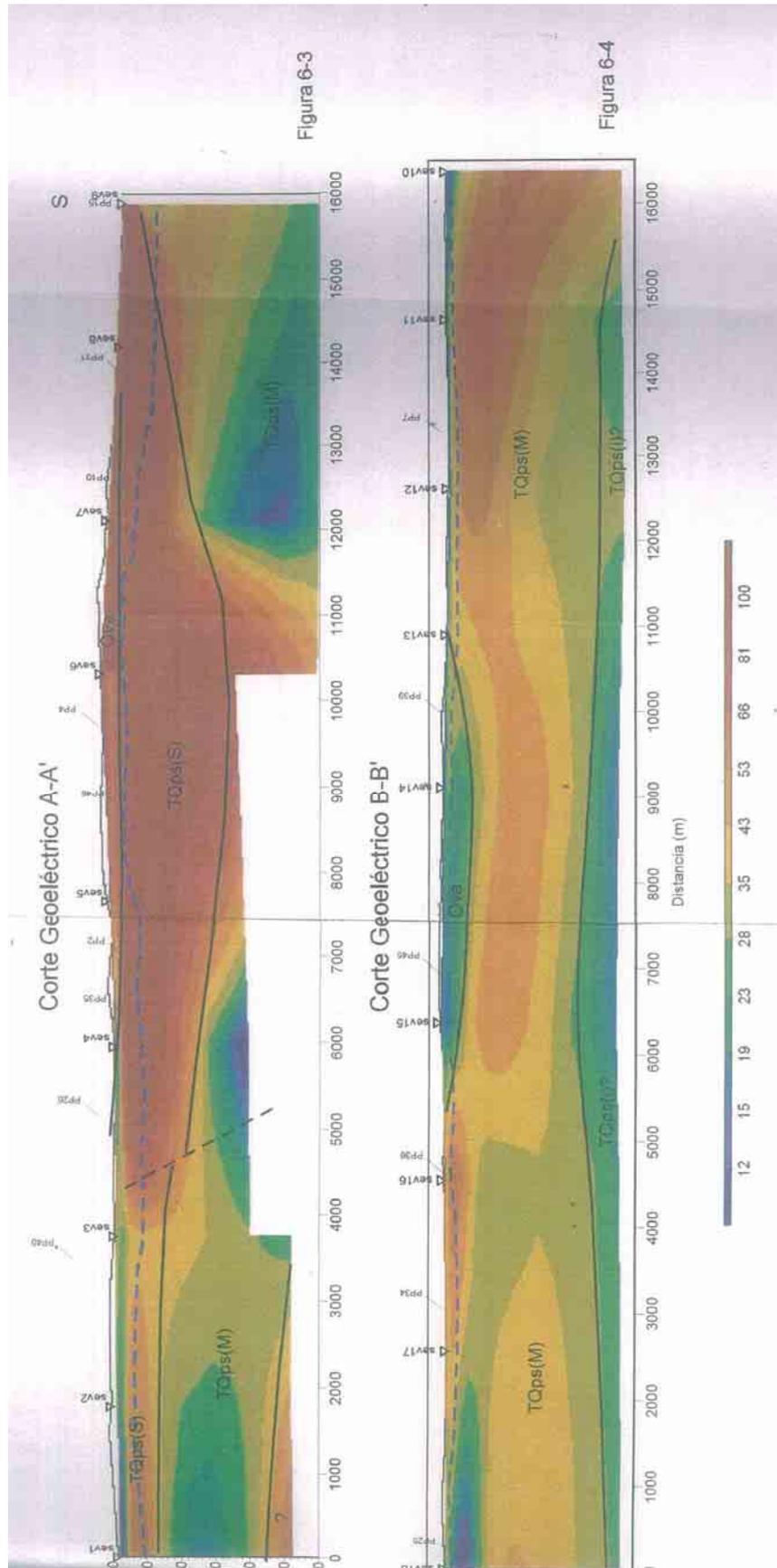


図 2-2-12 テイスマ地域の電気探査結果 (Ωm) (ENACAL 2001 年)

(4) 水質

1) 地下水の水質

マナグア市の給水に利用されている地下水の水質は、過去の調査や地下水開発事業によって詳細に調査されている。1993年のJICA開発調査、1995年および1998年の日本の無償資金協力による地下水開発においても井戸水の水質分析試験が実施されている。調査地域の地下水の水質はWHOの水質基準に適合していることが、過去の一連の調査において証明されている。井戸から揚水された地下水は塩素殺菌だけで給水に利用されており地下水は飲料水として問題はない。

しかし、水理地質的観点からは、調査地域の地下水は帯水層の地質（火山岩）を反映し、溶存イオンの合計値が若干高めであることが指摘されている。それに関連して、日本の無償援助のフェーズI（テイクアンテペ地区）において水中ポンプや揚水管に電蝕現象が発生した。この原因は複雑でありそのメカニズムはまだ解明されていないが、井戸水の水質にも関係していると言われている。

2) 河川水、湖水の水質

マナグア湖の面積は1,042km²で平均水深は7mである。湖の水位はほぼ一定しているが、長期的には低下傾向であると言われている。マナグア湖にはマナグア市の全ての排水が無処理で流入しているため水質環境は劣悪である。また湖からの流出が殆どないため実質的に閉鎖湖と見なせるため、塩分濃度の上昇や富栄養化が進行している。とりわけBrの濃度が高いとのことである。また西岸にある工場から水銀が排出されていたという情報がある。閉鎖湖であるため、汚染物質は湖水中や湖底に蓄積されていくことになる。マナグア湖の水質はINETER（ニカラグア国土調査庁）がモニタリングしている。

マナグア湖からニカラグア湖に向かって流れるテイピタパ川の水質はINETERがモニタリングしている。テイピタパ川の水質はマナグア湖の水質を反映し劣悪であるとのことである。

3) アソソスカ湖の水質

アソソスカ湖はマナグア市街地の中に位置しその水質が良質であったため、マナグア市の給水のための最初の水源となった。現在でもマナグア湖の湖面から直接取水が行われており、取水された湖水は塩素処理のみで給水に利用されている。近年、アソソスカ湖の水位は低下を続け、図2-2-13に示すように、ついに約2km北方にあるマナグア湖の湖面水位（標高38.5m前後）よりも3m程度低くなってしまった。マナグア湖の水質は不良であるため、マナグア湖の湖水が地下水となってアソソスカ湖へ流入した場合はアソソスカ湖の水質に重大な問題が発生することになる。これに対してENACALはアソソスカ湖からの取水量を段階的に減らすことにより湖面水位の回復を図っている。

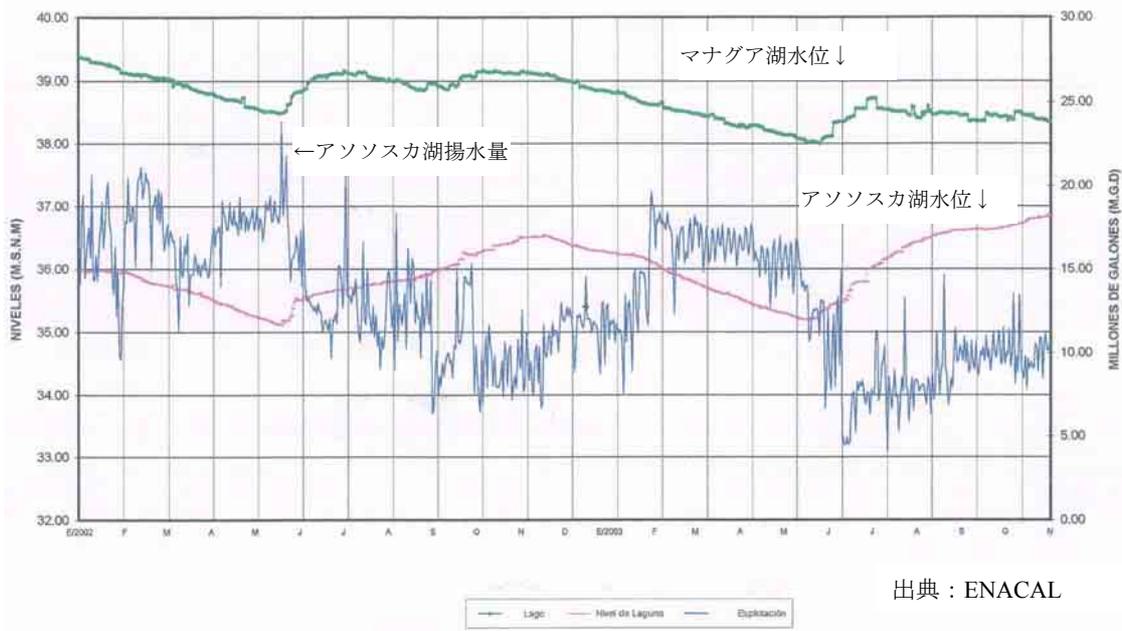


図 2-2-13 アソソスカ湖とマナグア湖の水位

マナグア湖からアソソスカ湖への地下水流入の可能性

マナグア湖水が地下水となってアソソスカ湖へ到達するのに必要な時間を概算する。マナグア湖からアソソスカ湖に向かって移動する地下水の速度はダルシーの法則で求める。

地下水の流速(m/日)=透水係数(m/日)×アソソスカ湖マナグア湖間の動水勾配

$$v = k \times dh/dx = (8.64 \sim 0.864 \text{ m/日}) \times (3\text{m}/2,000\text{m}) = (1.3 \sim 0.13) \times 10^{-2} \text{ m/日}$$

ただし、

V (流速) : アソソスカ湖～マナグア湖間の帯水層を流れる地下水の流速 (m/日)

k (透水係数) : アソソスカ湖～マナグア湖間の帯水層の透水係数。透水性の高い砂を仮定し、 $k = 8.64 \sim 0.864 \text{ m/日}$ ($10^{-2} \sim 10^{-3} \text{ cm/秒}$) とする。

dh/dx (動水勾配) : アソソスカ湖とマナグア湖の距離は 2,000m、水位差は 3m とする。したがって動水勾配は $3\text{m}/2,000\text{m}$ となる

従って、アソソスカ湖とマナグア湖の距離 2,000m を地下水が流速 $(1.3 \sim 0.13) \times 10^{-2} \text{ m/日}$ で移動する場合、地下水がマナグア湖からアソソスカ湖に到達するのに 421 年以上必要である。ただし、この推算はアソソスカ湖とマナグア湖の間の帯水層が均質であることを仮定しており、もしも局所的に透水性が高い「みず道」が存在する場合は地下水の移動速度が大きくなる危険性がある。したがって、今後ともアソソスカ湖の水質監視が必要である。

湖水の水質変化

ENACAL はアソソスカ湖の水深 10m の部分から取水し給水に利用している。アソソスカ湖の深度方向の水温分布は、湖面部で最も高く、深度方向に水温が減少していくパターンとなっている。しかし毎年 12 月頃に、湖の表面付近で水温分布の一時的な逆転現象が発生するため、深層の湖水が湖表面に向かって上昇する。深層の湖水は溶存酸素に乏しく

また H₂S を含み好ましくない水質である。この現象は冬季（12 月）にのみ発生し、近年になって観測され始めた。また、アソソスカ湖では 4 年に一回程度のサイクルで藻が発生している。ENACAL はこの藻を詳細に調査した結果、藻を含む水は健康に影響がないことを確認した。

石油精製所の影響

アソソスカ湖の北西部に石油精製所が立地している。ENACAL では、この精製所のアソソスカ湖に対する影響を懸念し、継続的に水質監視を実施している。湖面の各地点において湖水の採取と分析を行っている。分析項目は温度、溶存酸素、pH、電気伝導度、フェノール化合物濃度である。過去水深 60m のサンプルからフェノール 4ppm が観測されたことがあるが、基準値は 100ppm であり今のところ問題となっていない。

(5) 環境影響評価の実施状況

「二」国における環境影響評価の実施に関する事項は、1991 年の法律 217 号（環境法）や法令 4495（環境許可規制）において規定されている。

環境影響評価実施の手順

「二」国の環境影響評価実施の手順は次のとおりである。まず事業を申請する者が所定の様式に従って事業の概要を MARENA(環境天然資源章)に報告する。これに対して、MARENA が環境影響評価実施のための TOR を作成し事業申請者に提示する。事業申請者はこの TOR に従って環境影響評価を実施し、その結果を MARENA に提出し審査を受ける。そして審査に合格した場合に事業実施の許可が MARENA から申請者に与えられる。

環境影響評価が必要となる上下水道事業

下水処理事業は環境影響評価実施の対象となるのに対して上水道事業は水源からの取水方法に応じて、環境影響評価実施の要否が異なる。上水道の水源施設として、ダム建設や河川取水堰の建設を行う場合は環境影響評価が必要となる。また、湖からの直接取水は環境影響評価の対象とならないが、湖に堰を設置しこれから取水する場合は環境影響評価の対象となる。一方、水源として地下水を利用する場合は、法令上は環境影響評価の対象とはならない。しかし ENACAL によると、地下水源の開発に当たっても、事業の円滑な進行を図るために、MARENA に事前に報告し事業実施の許可を得ることが重要であるとのことである。また、水道施設のリハビリ事業の場合は、地下水源の開発の場合と違って MARENA から事業実施の許可を得る必要はないが、やはり事前に MARENA に事業内容を報告しておくべきであるというのが ENACAL の見解である。

環境影響評価の実施状況

環境アセスメントに関する法令が整備されたのは 1991 年以降であるため、それ以前の水道水源開発や施設建設にあたって環境影響評価は実施されていない。1991 年以降に実施されたマナグア市の給水にかかわる主な事業としては、日本の援助による「マナグア上水道施設整備計画（1995 年）」と「第 2 次マナグア市上水道整備計画（1998 年）」があるが、両者とも地下水を水源としているため、先に述べた理由によって環境影響評価実施の対象とはならなかった。

2-3 調査対象範囲

調査対象地域を、巻頭の調査対象地域位置図に示すようにマナグア市の全域とする。ただし旧第1行政区（現在のサンディノ市）と旧第7行政区（現在のエル・クルセロ市）を除く。また、ティクアンテペ地区とニンディリ地区のマサヤ街道周辺の市街地部分を調査対象地域に含める。ただし、水源開発調査に関しては、マナグア市の東方に位置するテイピタパ - テイスマ - ニカラグア湖北岸に至る地域を調査対象地域に加えるが、水源開発の調査内容は主に既存文献調査とする。

調査内容の範囲は以下のとおりである。

(1) 長期計画の策定

まず第1段階として、マナグア市及びティクアンテペ地区とニンディリ地区のマサヤ街道周辺の市街地を範囲とした調査対象地域について、既存上水道施設の現状と問題点を把握するとともに、送配水調査、水圧調査、漏水調査、水質調査等を実施し、既存施設の改修計画を策定する。また、経営面や人材育成・維持管理に係る提案も含める。

次に、上記調査結果をもとに計画諸元を設定し、2015年を計画目標年次とした上水道整備計画を策定する。同時に同計画で提案されたプロジェクトの経済的、社会的、技術的評価及び初期環境影響調査（IEE）を実施する。また、各プロジェクトの段階的な事業実施計画を策定する。

(2) 優先プロジェクトの概略設計・事業費概算

最終段階として、長期計画で提案されたプロジェクトのうち、施設改善に係る優先度の高いプロジェクトを選定し、各プロジェクトについて概略設計を行い、概算事業費の積算及び評価を実施する。

(3) 既存水源の持続性の検証

現在マナグア市の給水源として利用されているマナグア市内の約120本の井戸およびアソンスカ湖の持続的な利用可能性に関して、水量および水質の両面から検討を行う。この作業には、地下水位・水質の既存モニタリング結果や既存調査報告書類を活用する。

(4) 新規水源の可能性の検討

水道施設のリハビリを実施した場合は、2015年までは新たな水源開発は不要と予想されているが、将来の水需要の予測結果を踏まえ、本調査において水源開発に関して予備的な検討を行う。

検討の対象となる地域は、現在の水源であるマサヤ市内の地下水資源と、マサヤ市の東方に位置するテイピタパ - テイスマ - ニカラグア湖北岸に至る地域の地下水資源および表流水資源とする。これらの地域では、過去から現在にかけて水理地質・水文・水質に関するデータが蓄積されており、これらの既存データの解析と地形・地質踏査によって開発可能性を検討する。したがって、本格調査においては井戸試掘調査や物理探査は実施しない。

2-4 調査項目とその内容・範囲

2-4-1 国内準備作業

(1) 既往資料の収集・分析及び質問票案の作成

予備・事前調査団が収集した資料を含む既存の資料を分析し、現地調査における作業内容、重点項目を把握する。また、長期計画策定において必要となるデータ類を整理し、現地で追加収集する必要があるものを抽出する。また質問票を作成し、効率的なデータ収集を図る。

(2) 調査の基本方針・内容の検討

長期計画の策定に必要なデータ類やその精度を整理し、調査方法を検討するとともに、調査計画・手法の詳細を取りまとめる。

2-4-2 現地調査

(1) 既存資料の収集・分析

以下の項目について、既存収集資料・データ等を分析するとともに、追加的な情報・資料の収集が必要なものについては、さらに情報の確認・補充を行う。これらの分析により現状の課題を抽出する。

- a) 自然状況
- b) 社会経済状況
- c) 土地利用状況及び将来計画
- d) 関連法規・組織・制度
- e) 既存計画・調査結果

(2) 先方政府の水道事業に係る政策・方針、ENACAL の上水道計画等について現況調査

PRSP、国家開発計画、及び ENACAL の上水道計画等の内容を把握し、長期計画策定にあたってはこれらの計画との整合性をはかる。また、2004年3月に先方政府と関係ドナー（WHO、世銀、IDB等）が共同で、「ニ」国の水分野に係るレビューと行動計画の作成を行っており、事前調査時にはドラフトができた段階であった。この行動計画についても、最終報告書を入手し、長期計画との整合性をはかるようにする。

(3) 既存給水施設現況調査・現地踏査

以下の項目に関して現地踏査を行う。

- a) 取水・導水施設
- b) 浄水施設
- c) 送水・配水施設
- d) 給水設備
- e) 給水事業状況
- f) 水利用状況等

(4) 実査

以下の項目について実査を行う。

1) 送配水量／水圧調査

各水源（井戸）の揚水量を既存データの収集により把握する。また、各配水池からの配水量を既存データの収集により把握する。また、市内配水管の主要地点において、ENACAL との共同作業により、同時流量及び水圧測定を実施し、給水区域の流量パターン及び給水状況を把握する。

2) 漏水調査

調査団の監督・指導のもと、ENACAL との共同作業により、マナグア市の低地区（同市北部に位置するマナグア湖岸より海拔 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、それぞれメータが設置されている 1 区画あたり 100 戸程度の配水区域を低地区で 4 ヶ所、高地区 3 ヶ所及び高高地区 3 ヶ所の計 10 ヶ所をモデル区域として選定し、各モデル区域を水理的に締め切り後、48 時間流量測定を実施し、夜間最小流量、水圧等を確認する。流量測定は、超音波流量計によるものとする。

漏水調査においては、上記 3 地区のうち各 1 ヶ所をモデル区域（計 3 モデル区域）に選定し、目視及び音聴棒と漏水探知機による音聴調査を実施して漏水ヶ所を発見し、それらを修理する前の漏水量と修理した後の漏水量を測定し、漏水修理後の漏水率改善の将来予測の判断データとする。

3) 水質調査

既存水源の水質を調査し、水質面における水源の持続性を検討する。10ヶ所の既往水源から調査期間中に各1サンプルを採取し水質分析試験を行う。また、将来的に水源開発が有望な地域から5サイト程度を選び、各1サンプルを採取し水質分析試験を行い、水質の観点から開発可能性を検討する。水質項目決定の基本方針は以下のとおりとする。水質項目は原則として表2-4-1に示す項目とする。

表 2-4-1 水質分析項目

<無機物>	18) Aluminium	1) a-BHC
1) Arsenic	19) Chlorine	2) b-BHC
2) Boron	20) Hardness	3) d-BHC
3) Cadmium	21) Hydrogen sulfide	4) Lindano
4) Chromium	22) Iron	5) Heptaclora
5) Cyanid	23) Dissolved oxygen	6) Heptaclora epoxido
6) Fluorine	24) pH	7) a-Endasulfano
7) Lead	25) Sodium	8) b-Endasulfano
8) Total mercury	26) Sulphates	9) Aldrin
9) Nitrates	27) Dissolved total solid	10) Dieldrin
10) Nitrites	28) Zinc	11) Endrin
11) Copper	<物理・化学特性>	12) p,p' -DDE
12) Manganese	1) Color	13) p,p' -DDD
13) Magnesium	2) Turbidity	14) p,p' -DDT
14) Calcium	3) Temperature	15) Toxafeno
15) Potassium	4) Langelier index	<細菌>
16) Carbonates	5) Electric conductivity	1) Pathogenic coli
17) Bicarbonates	<農薬>	2) Other pathogen

(5) 水使用実態調査および住民意識調査

1) 水使用実態調査（用途別）

メータ検針及びヒアリングにより、生活用水、業務・営業用水（官公庁、学校、病院、事務所、ホテル・レストラン・スーパー等）、工場用水等の用途別使用水量を調査する。土地利用状況とその将来計画を調査し、地区別人口、地区ごとの水使用量等の水需要予測に必要な項目について調査する。

ヒアリングのサンプル数は、以下を目安とする。

- ① 生活用水：450軒（高所得層：150、中所得層：150、低所得層：150）
- ② 業務・営業用水：100ヶ所
- ③ 工場用水：50ヶ所

なお、上記の生活用水調査における低所得層は、インフォーマル地区が主体となるが、危険地域があるので、対象地区選定に当たっては、調査開始前に十分に先方実施機関と協議し安全性を確認すること。

2) 住民意識調査

水使用実態調査における生活用水のヒアリングと同時に、水利用に関する住民意識調査を合わせて実施する（したがって、サンプル数は450軒）。

(6) 水需給の将来予測

計画人口の設定にあたっては、水需要量を過大に設定しないよう注意を払う必要がある。本調査においては、他の援助機関が近年の調査で適用した人口増加率と整合をとるとともに、国家統計局（INEC）及び関連機関と協議し、妥当性のある数値を採用する。

また、給水原単位（一人一日最大給水量、平均給水量等）については、これまでは ENACAL の水使用量に関するデータのみに基づいて設定しているが、本調査においては、このデータとともに漏水調査、水使用実態調査、住民意識調査等の結果を踏まえ総合的に判断して設定する。

日変動係数及び時間変動係数については、配水に関する年間変動及び一日の時間変動を調査し、妥当性のある数値を採用する。

(7) 水源評価

1) 井戸水源の持続性

既存水源の持続性に関して水量・水質の面から再評価を行う。持続性の評価は、過去の地下水開発ポテンシャル評価の見直しと、地下水位の既往モニタリング結果の検討によって行う。地下水開発ポテンシャル評価は 1993 年の JICA 開発調査報告書をレビューし、また既存モニタリング結果として以下の情報を活用する。

- ・無償資金協力フェーズ I およびフェーズ II の揚水量と井戸水位のモニタリング結果
- ・市内 3 ヶ所に設置された地下水位モニタリング結果
- ・カルロス・フォンセカ井戸群の揚水量と井戸水位のモニタリング結果
- ・その他の井戸のモニタリング結果

2) アソソスカ湖からの取水持続性

アソソスカ湖は重要な水源の一つであるが、湖面水位の低下によるマナグア湖からの汚染や、周辺市街地からの汚染が懸念されている。アソソスカ湖の湖面水位データや水質データおよびマナグア湖の湖面水位データは長期にわたって蓄積されており、これを活用しアソソスカ湖を水源として継続的に活用するための保全対策を提案する。

3) 新規水源開発

新規水源開発として、テイピタパーテイスマーニカラグア湖北岸に至る地域の水源開発の可能性や、現在の給水源となっているマナグア市内の帯水層からの揚水増大の可能性に関して検討を行う。また、水質調査を行い、水質面における既存水源の持続性や水源候補地の適否を検討する。

テイピタパーテイスマーニカラグア湖北岸に至る地域の水源開発に関しては、1970 年代～1980 年代に「ニ」国側が作成した地下水開発計画調査報告書が残されており、また最近の ENACAL の水文地質調査報告書もあるので、これを参考として検討する。

(8) 組織・財務調査

長期計画で提案された事業を実施可能とする組織・制度の在り方を提案し、そのための人材育成計画を提案する。また、ENACAL の財務状況を調査し、問題点を明確にし、改善策を提案する。

現在、ENACAL の経営改善を目的とした IDB プロジェクトの実施が予定されていることから、組織・財務調査の担当者は、上記プロジェクトの内容を十分に把握し、IDB との協調体制を築き効果的な調査の実施を図る。

(9) 現状評価及び課題の抽出

既存の取水施設、導水施設、送水施設、配水施設及び給水設備を調査し、それぞれの施設・設備の評価と課題を抽出する。

(10) 計画諸元の設定

計画目標年次を 2015 年とした施設規模の計画に必要な計画諸元を設定する。特に、計画人口、人口増加率、給水原単位、有効率等は、施設の規模設定に大きく影響することから、上述 (6) を考慮し設定すること。

有効率については、漏水調査の結果から得られる漏水率を基に目標年次までに達成しうる漏水率を推定し、設定する。

(11) 長期計画の策定

下記項目につき長期計画を策定する。

1) 上水道事業計画

既存施設の改修及び計画目標年次である 2015 年の水需要に見合った新規送配水施設整備を考慮した全体施設整備計画を策定する。また、経営面、人材育成面等で必要な提言を盛り込む。

2) 既存施設改修計画

既存施設について、それぞれ必要な改修計画を策定する。

3) 新規送配水施設整備計画（管網解析を含む）

現状の送配水施設を精査し、現状の送水管及び配水管網の問題点を管網解析により把握する。その結果に基づき、最適な送水管及び配水システムを計画し、管網解析により妥当性を検証する。

4) 漏水防止計画

漏水調査により漏水の実態を把握し、漏水量削減のための防止計画を策定する。

5) 運営・維持管理計画

現状の運営・維持管理の問題点を把握した上で、適正な運営・維持管理計画を策定する。

6) 事業費概算

事業費積算のために、各プロジェクト完了までに必要となる全ての概算費用を算出する。

7) 事業実施計画

長期計画で提案された各プロジェクトについて、年次ごとに概算事業費を配分した段階別実施計画を策定する。

(12) プロジェクト評価

評価を行う際の基準を明確にした上で、以下の項目に対する評価を行う。

- a) 経済評価
- b) 社会評価
- c) 技術評価
- d) 初期環境調査 (IEE)支援

(13) 優先プロジェクトの選定

長期計画で提案されたプロジェクトの中から、優先的に実施すべきプロジェクトを選定する。

(14) 優先プロジェクトに係る概略設計、事業費概算、評価

優先プロジェクトとして選定されたプロジェクトについて、概略設計、概算事業費の積算及び評価を行う。

2-4-3 国内作業

ドラフト・ファイナル・レポートに対する先方政府からのコメントを検討の上、必要なヶ所については改訂を施し、これをファイナルレポートとして取りまとめる。

2-5 調査フローと要員構成

2-5-1 調査フロー

調査は、日本国内における準備作業によって開始し、データ収集－解析－長期計画の策定－ドラフトファイナルレポートの作成までをニカラグアにおいて実施する。ファイナルレポートは国内において完成する。

調査開始からファイナルレポートの作成まで合計 11 ヶ月の工程である。調査工程は図 2-5-1 のとおりである。

年度	2004												2005			
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5		
本格調査			■						■						-	
報告書			IC/R				IT/R						DF/R	F/R		

IC/R:インセプションレポート

IT/R:インテリムレポート

DF/R:ドラフトファイナルレポート

F/R:ファイナルレポート

図 2-5-1 調査工程

また、本調査フローは、図 2-5-2 の通りである。

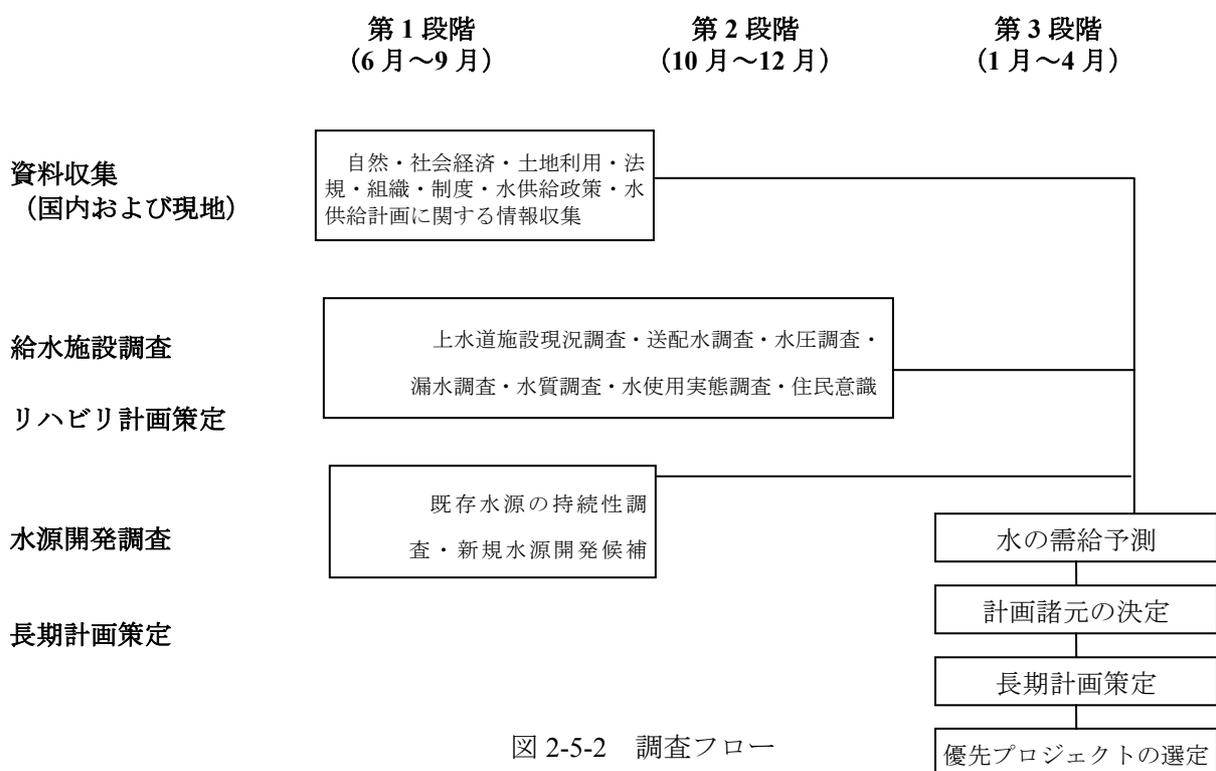


図 2-5-2 調査フロー

上記調査フローの概要は、以下のとおりである。

国内準備作業

国内準備作業として既存資料の収集・分析を行い、各関係省庁別にまとめた質問票を作成する。また、調査の基本方針・内容を検討するとともに、インセプションレポートを作成する。

現地調査（第1段階）

国内作業で収集した資料・情報に加えて追加的な資料・情報の収集が必要なものについて、確認・補充を行う。これらの資料・情報を分析し現状の課題を抽出する。また、自然状況、社会経済状況、土地利用状況及び将来計画、関連法規、組織・制度等、先方政府の水道事業に係る政策・方針、ENACALの上水供給計画等について現況調査を実施する。

現地調査（第2段階）

既存上水道施設の現況調査及び現地踏査を実施する。また、送配水量・水圧調査、漏水調査、水質調査、水使用実態調査及び住民意識調査等の実査を行う。

現地調査（第3段階）

①水源評価・水需給の将来予測

既存水源の持続性に関する検討を行うとともに、水源開発に関する予備的検討を行い、水源開発地域と水源種別（地下水資源か表流水資源か）を特定し開発可能量を概算する。

一方、目標年次 2015 年における水需予測結果と給水量（上水施設のリハビリ事業の実施により増大している）とを比較し、更に水源の開発が必要と判断された場合は、2015 年の水需要を満たすべく取水施設の種別・位置・規模を計画するとともに、導水・送水・配水システムの増強を計画する。水源開発の可能性は水量と水質の両者に関して検討する。

②計画諸元の設定

人口調査、水使用実態調査、漏水調査等の調査結果より総合的に分析・検討し、目標年次における計画諸元を設定する。

③長期計画の策定

既存上水道施設の改修計画とともに 2015 年を計画目標年次とした上水道整備長期計画を策定する。同時に長期計画で提案されたプロジェクトの経済的、社会的、技術的評価及び初期環境影響調査（IEE）を実施する。また、各プロジェクトの段階的实施計画を策定する。

④優先プロジェクトの選定・概略設計等

最終段階として、長期計画で提案されたプロジェクトのうち、優先度の高いプロジェクトを選定し、各プロジェクトについて概略設計を行い、概算事業費の積算及び評価を実施する。

2-5-2 要員計画

本調査に必要な要員とその役割は、以下のように提案される。

① 総括／上水道施設計画

本調査全体を統括するとともに、既存上水道システムの現状と問題点を把握し、既存施設の改修計画を検討する。計画諸元の検討を行い、現状のシステム改善を含めた目標年次における長期計画を提案する。

② 管路設計・積算

既存送水管及び配水管網について管網解析を行い、既存送配水システムの問題点を把握する。また、目標年次における送配水システムについて管網解析を実施し、最適な送配水システムを計画する。さらに、提案された上水道施設についての概算事業費の積算を行う。

③ 無収水対策

漏水調査と平行して、無収水の内訳を調査し、漏水防止対策を含めた漏水量の削減対策、営業ロスの削減対策等について提案する。

④ 漏水調査

ENACAL との共同作業により、モデル区域を選定し、漏水調査を実施する。漏水調査結果を分析し、調査対象地域の漏水率の現状と目標年次における漏水率を設定する。

⑤ 地下水開発／水文

現在の水源の持続性を検討するとともに、新規水源の開発可能性に関する解析を行う。また 2015 年の水需要予測結果に基づき、必要であれば新規水源施設を計画する。調査に当たっては既存モニタリング結果や既存調査報告書を活用する。

⑥ 環境配慮／水質管理

既存水源の水質における問題点や持続性を検討するとともに、水質面における新規水源開発の可能性を検討する。また、長期計画で提案された事業の実施が自然環境や生活環境に与える影響を評価した上で、「ニ」国の環境法に基づき環境対策を提案する。

⑦ 社会配慮／意識調査

水使用に係る住民の意識調査や実態調査を行い、使用者側からみた上水道事業の問題点や改善すべき点を明らかにするとともに、長期計画の実施に際して必要になると思われる社会配慮（貧困層への配慮等）の課題と対応策もしくは代替案を提案する。また、ENACAL が必要に応じ開催するステークホルダー・ミーティングを支援する。

⑧ 組織・制度

長期計画で提案された事業を円滑に進める上で望ましい組織の在り方や法制度を提案する。

⑨ 経済・財務分析

水需要予測、経済調査を行うとともに、現在の ENACAL の経営面における問題点を分析し改善策を提案する。また長期計画の事業評価を行う