国際協力事業団

ニカラグア共和国
ニカラグア上下水道庁

No. 1

# ニカラグア共和国
# マナグア市上水道施設整備計画
# 基本設計調査報告書

平成7年2月

JICA LIBRARY
J 1130183[5]

国際航業株式会社
日本上下水道設計株式会社

無調
95-021

1130183(5)

国際協力事業団

ニカラグア共和国
ニカラグア上下水道庁

# ニカラグア共和国
# マナグア市上水道施設整備計画
# 基本設計調査報告書

平成７年２月

国際航業株式会社
日本上下水道設計株式会社

# 序　　文

日本国政府は、ニカラグア共和国政府の要請に基づき、同国のマナグア市上水道施設整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成6年8月3日から9月1日まで当事業団九州国際センター所長の細野　豊を団長とし、国際航業株式会社及び日本上下水道設計株式会社の団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ニカラグア共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、当事業団無償資金協力調査部基本設計調査第一課の神内　圭を団長として平成6年11月12日から11月21日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終りに、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7年2月

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎

# 伝　達　状

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎　殿

今般、ニカラグア共和国におけるマナグア市上水道施設整備計画基本設計調査が終了しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成6年7月29日より平成7年2月24日までの7ヶ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ニカラグア共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

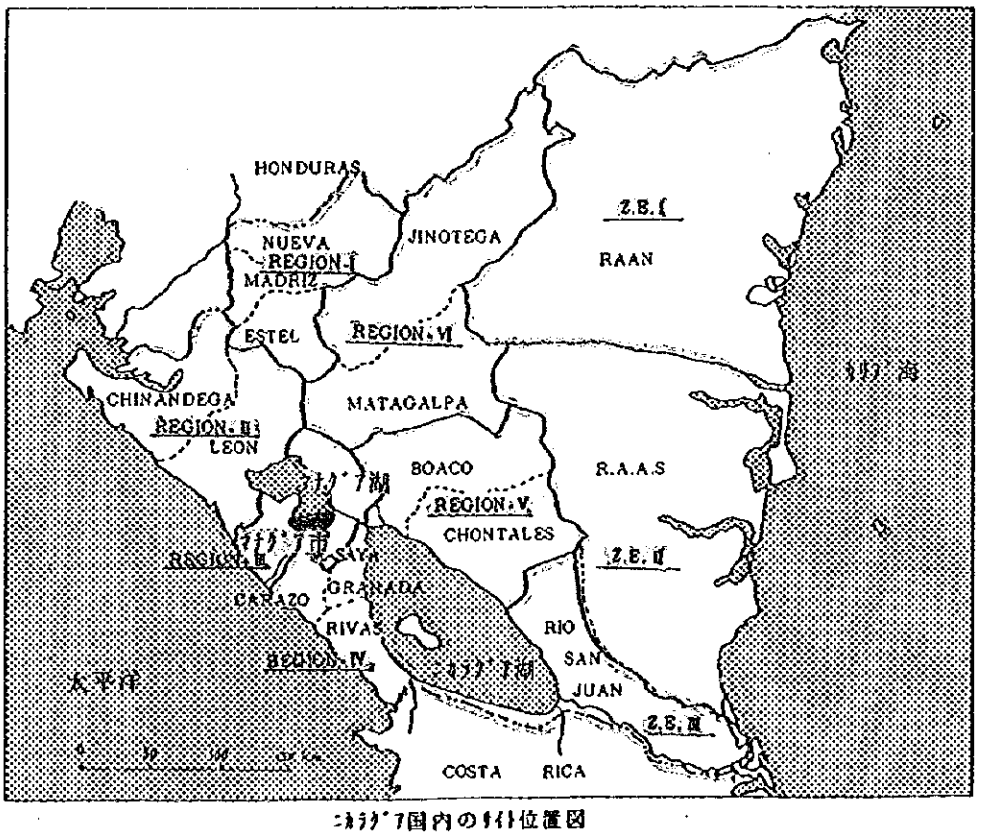
尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、御礼を申し上げます。また、ニカラグア共和国における現地調査期間中は、ニカラグア上下水道庁、在ニカラグア日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成7年2月

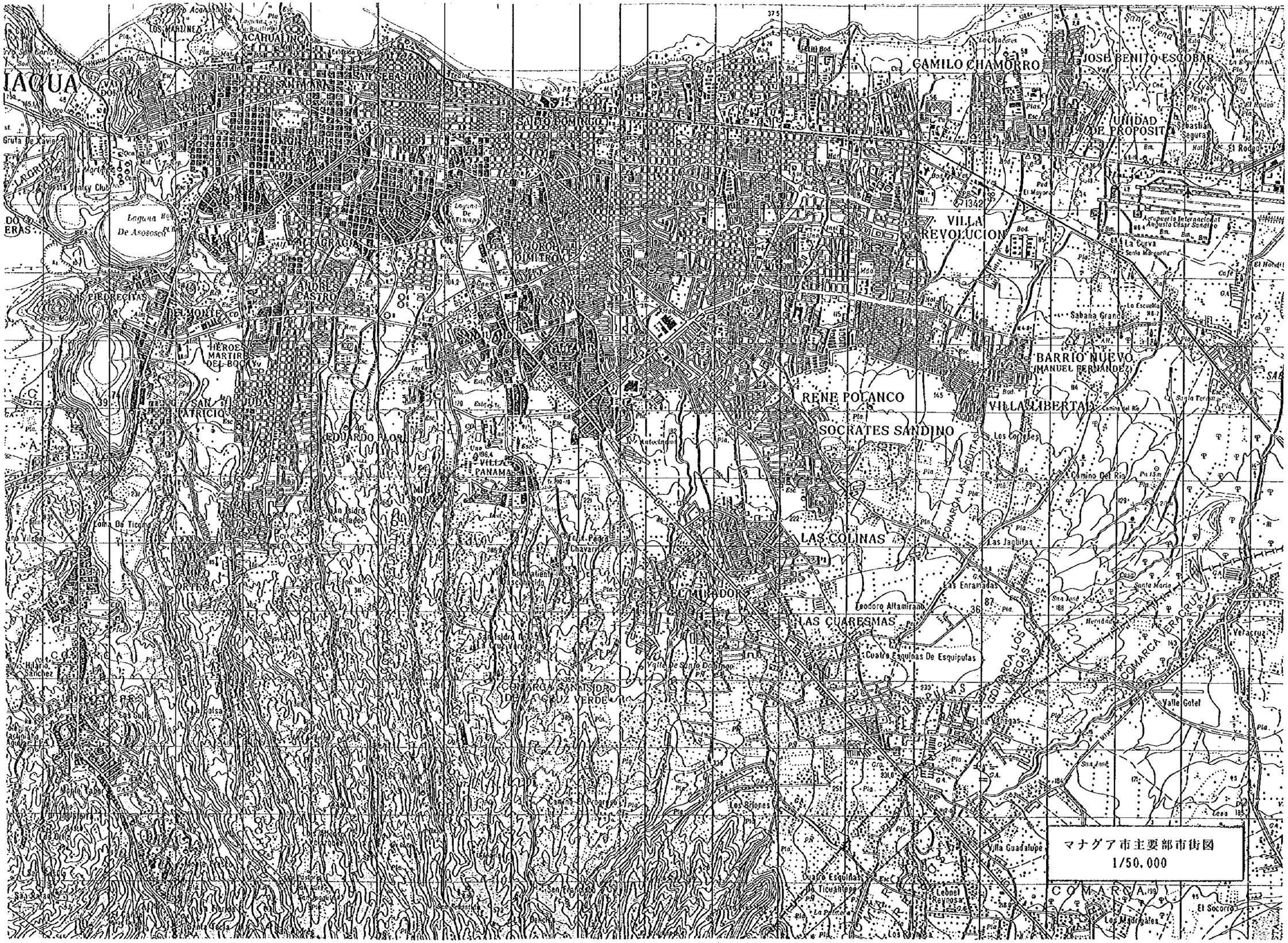
国際航業株式会社・日本上下水道設計株式会社
ニカラグア共和国
マナグア市上水道施設整備計画基本設計調査団
業務主任　直塚　昭

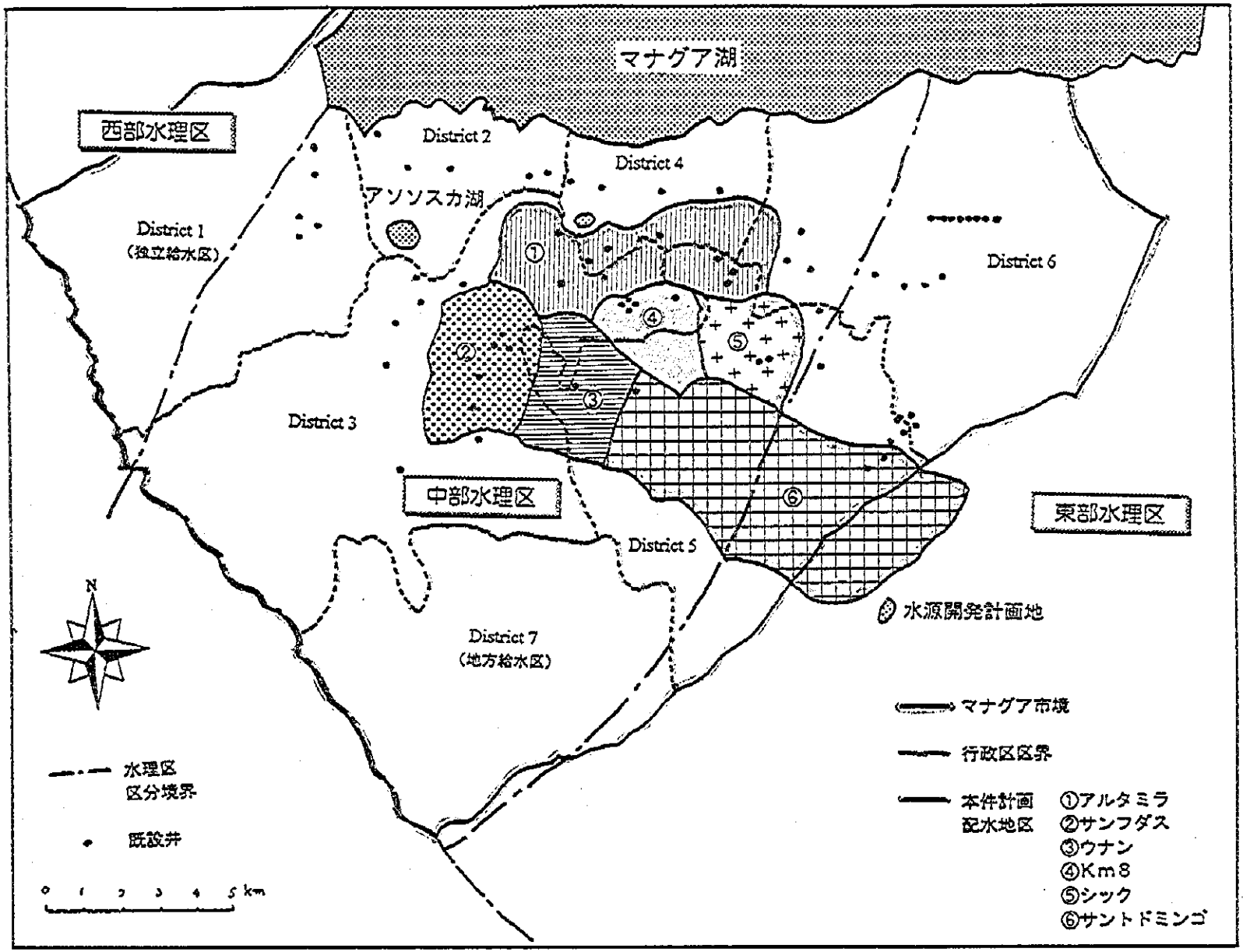
対象国位置図



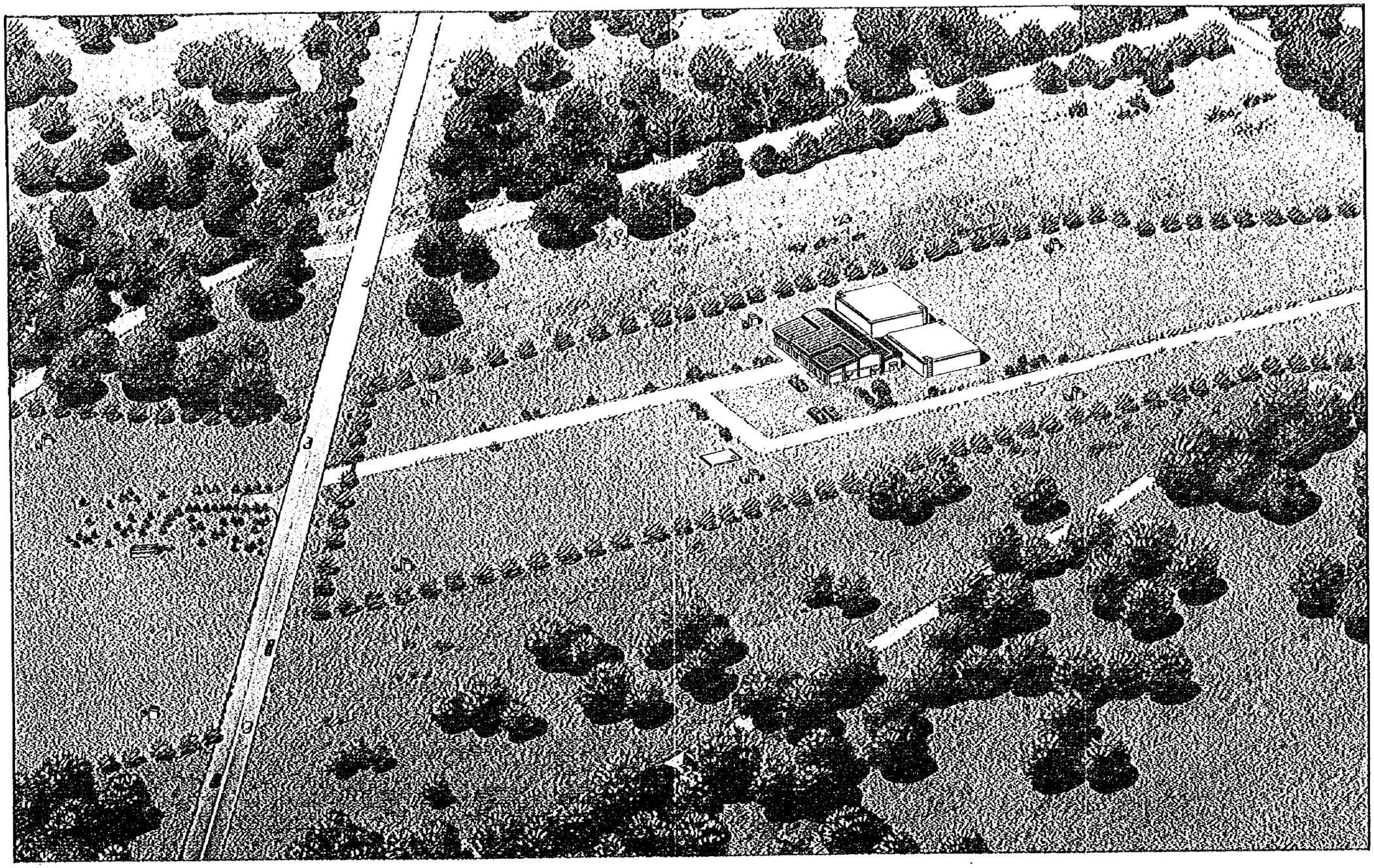

ニカラグア国内のサイト位置図

計画地位置図

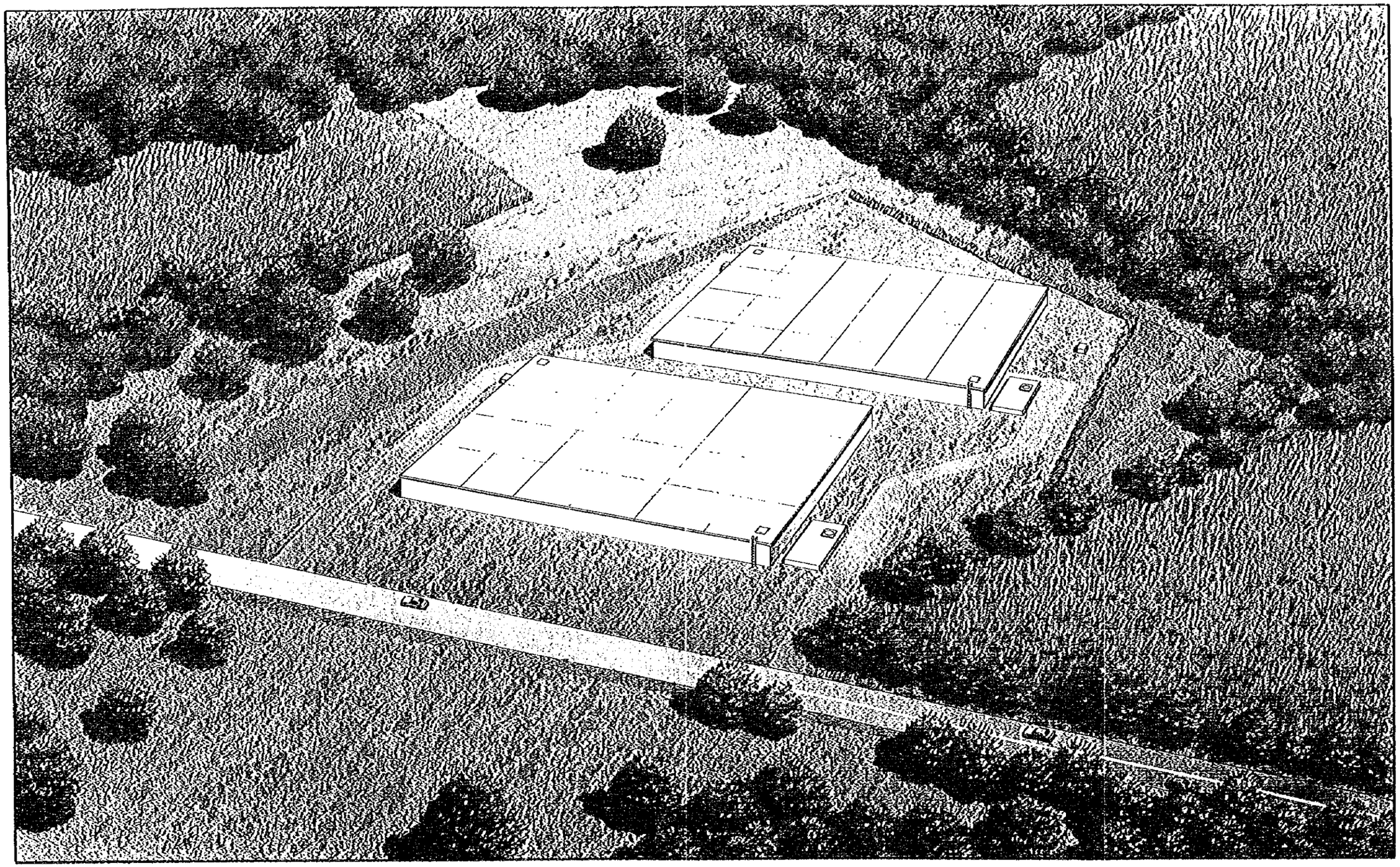

マナグア市主要部市街図
1/50,000
CAMILO CHAMORRO
JOSE BENITO ESCOBAR
UNIDAD DE PROPOSITO
VILLA REVOLUCION
BARRIO NUEVO (MANUEL FERNANDEZ)
RENE POLANCO
VILLA LIBERTAD
SOCRATES SANDINO
LAS COLINAS
LAS CUARESMAS
COMARCA SAN ISIDRO DE CRUZ VERDE
COMARCA LAS JICITAS
COMARCA LOS VELECAS
COMARCA VERACRUZ
Laguna De Asososca
Laguna De Tiscapa
ACAHUALINCA
LOS MARINES
SAN SEBASTIAN
SAN JUAN
MONSEÑOR LEZCANO
LA GRACIA
ANDRES CASTRO
LAS PIEDRECITAS
EL MONTE
HEROES Y MARTIRES DEL BOQUE
SAN JUDAS
SAN PATRICIO
EDUARDO FLORES
VILLA PANAMA
Loma De Ticomo
Cuatro Esquinas De Esquipulas
Cuatro Esquinas De Ticuantepe
Villa Guadalupe
Leonel Rugama
Los Madrigales
El Socorro
Veracruz
Valle Gotel
Las Enramadas
Las Jagüitas
Camino Del Rio
Sabana Grande
La Curva
Santa Elena
Aeropuerto Internacional Augusto César Sandino
Sebastián Segura
El Rodeo
Santa María
Hernández
Leodoro Altamirano
Los Briones
Los Cocotes
Los Vanegas
Santa Teresa
Gruta De Xavier
Hilario Sánchez
Nuevo Tapes
Los Delirios
Los Burros
Los Pastores
Los Cocos
La Calsa
Los Cuatro
Acahualinca
Acapulco
Los Carlos
Santa Isabel
Vista Linky Club
Cafe
El Hotel
Bod.
Hot.
Esc.
Pla.
Ind.
Ins.
Mad.
Ped.
Bm.
Cno.
Ga.
Pn.
Esta.
Tc.
Uno
Dos
Tres
Cuatro
Cinco
Seis
Siete
Ocho
Nueve
Diez
Once
Doce
Trece
Catorce
Quince
Dieciseis
Diecisiete
Dieciocho
Diecinueve
Veinte
Veintiuno
Veintidos
Veintitres
Veinticuatro
Veinticinco
Veintiseis
Veintisiete
Veintiocho
Veintinueve
Treinta
Treintiuno
Treintidos
Treintitres
Treinta y cuatro
Treinta y cinco
Treinta y seis
Treinta y siete
Treinta y ocho
Treinta y nueve
Cuarenta
Cuarenta y uno
Cuarenta y dos
Cuarenta y tres
Cuarenta y cuatro
Cuarenta y cinco
Cuarenta y seis
Cuarenta y siete
Cuarenta y ocho
Cuarenta y nueve
Cincuenta
Cincuenta y uno
Cincuenta y dos
Cincuenta y tres
Cincuenta y cuatro
Cincuenta y cinco
Cincuenta y seis
Cincuenta y siete
Cincuenta y ocho
Cincuenta y nueve
Sesenta
Sesenta y uno
Sesenta y dos
Sesenta y tres
Sesenta y cuatro
Sesenta y cinco
Sesenta y seis
Sesenta y siete
Sesenta y ocho
Sesenta y nueve
Setenta
Setenta y uno
Setenta y dos
Setenta y tres
Setenta y cuatro
Setenta y cinco
Setenta y seis
Setenta y siete
Setenta y ocho
Setenta y nueve
Ochenta
Ochenta y uno
Ochenta y dos
Ochenta y tres
Ochenta y cuatro
Ochenta y cinco
Ochenta y seis
Ochenta y siete
Ochenta y ocho
Ochenta y nueve
Noventa
Noventa y uno
Noventa y dos
Noventa y tres
Noventa y cuatro
Noventa y cinco
Noventa y seis
Noventa y siete
Noventa y ocho
Noventa y nueve
Cien




水理区・行政区・本件計画配水地区関係図



ポンプステーションと井戸群完成予定図



サントドミンゴ配水池完成予定図

# 要　　約

ニカラグア共和国（以下「ニ」国と記述）は、中央アメリカの東南部に位置し、人口約400万人（1994年推定）を有する。「ニ」国は、1980年代８年以上にわたった内戦のために、社会・経済基盤が疲弊の極に達したが、1990年に内戦が終結し、チャモロ新政権誕生以後、国の経済復興・社会基盤整備に取り組んでいる。

首都のマナグア市は、「ニ」国の政治・産業・経済・文化の中心地であるが、1972年の大震災からの復興が未だ十分ではなく、官庁街・商店街・繁華街と言ったいわゆる中心地がない。内戦中は、各地で展開した戦乱からの避難民の流入により、首都の人口増加率は一時7.5%を越え、内戦終結後も雇用機会を求めて流入する人口により、５%台を下らない。そのため、マナグア市の人口は過去10年間に1.6倍にも膨れ上がり、今や全国人口の1/3を集めるという異常な人口集中となっている。そのため、住宅・上水道・電気・下水衛生施設等社会基盤整備は、なかなか需要に追い付けない現況にある。

「ニ」国の上水道事業は、全国の都市給水・地方給水を含め、ニカラグア上下水道庁（以下「INAA」と記述）が所轄している。ＩＮＡＡは大統領府直属の公社的存在であるが、事業運営には国庫からの支出はなく、主として水道料金収入を基盤とした独立採算制を採っている。1979年に設立されて以来、概ね健全な運営を行っているが、財政規模は1993年の総収入が約35.5億円（197.6百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞ）、総支出が約32.3億円（182.38百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞ）と比較的小さく、大規模な事業投資は困難であり、国際金融機関やＤＡＣ諸国の援助を必要としている。全国の上下水道料金収入の内、マナグア市からの収入が約60%を占めるため、ＩＮＡＡの財政はマナグア市の水道料金収入の多寡に左右される。

マナグア市の上水道供給サービスは、市内のアソソスカ火口湖から取水することからスタートし、給水人口増加に伴い市内に井戸を掘削して水源増加を計ってきた。1990年には、アソソスカ湖から65,700㎥／日（17.36MGD）、マナグア市中の65本の井戸から202,800㎥／日（53.57MGD）、合計268,500㎥／日（70.93MGD）を揚水し、約110万人に供給している。水質は良好で、浄化システムは必要がなく、塩素滅菌のみで配水しており、井戸を掘れば容易に水が得られる（井戸１本当たり平均揚水量は3,000㎥／日以上）という恵まれた水理地質条件の下に、給水システムの拡張を計ってきた。しかし、あまりにも急激に膨張する都市にあって、給水サービスの対応が追い付かず、1990年から市全域にわたって週２日の計画断水を余儀なくされている。

1972年の大地震によるダメージや、老朽化による給・配水管網からの漏水も深刻な問題である。生産水量の約1/4以上が無駄になるばかりでなく、給・配水管破損部からの汚水侵入により衛生状態が保てない恐れがある。さらに、アソソスカ湖やマナグア市の中心部の井戸群は、過剰揚水によって水位低下を引き起こし、地下水の水質悪化も懸念されるようになった。マナグア市前面の汚染されたマナグア湖湖水の悪影響がそれである。

このような状況を打開するために、「ニ」国政府は、米州開発銀行（BID）に給・配水施設改善に係る資金協力を要請する一方、日本国政府に対して、新規水源開発を中心とした、マナグア市上水道整備計画に係る協力要請を行った。この要請に基づいて国際協力事業団（以下「JICA」と記述）が1990年から1992年にわたって調査を行った結果、マナグア市東南部と東部を包括している「東部水理区」には、188,000㎥／日（49.78MGD）の地下水開発余力があることが判明し、この水理区の中の特に有望な２ヶ所である「ティクアンテペ北側地域」と「サバナグランデ地域」からの地下水開発計画が策定された。

「ニ」国政府は、水不足が最も顕著な同市の中部・南部と、都市化が最も急ピッチで進展しつつある南部（いずれも大部分がアルタミラ配水池から給水されている区域）への水源増量を計る緊急計画を策定し、1993年に日本国政府に対し計画実施のための無償資金協力の要請を行った。要請の計画概要は、「ティクアンテペ北側地域」で71,000㎥／日の地下水を開発し、アルタミラ配水池へ送水することを骨子とするもので、要請内容は以下のように要約される。

- 14本の井戸の建設と71,000㎥／日を揚水する14台のﾎﾟﾝﾌﾟの設置
- 井戸からの水を集める導水管と集水槽の建設
- 71,000㎥／日を送水するﾎﾟﾝﾌﾟｽﾃｰｼｮﾝの建設と送水ﾎﾟﾝﾌﾟの設置
- ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ地区に大容量配水池の建設
- ﾎﾟﾝﾌﾟｽﾃｰｼｮﾝ～新設配水池～既設ｱﾙﾀﾐﾗ配水池間の送水管路の建設（一部をKm８配水池へ送水）
- 給水施設維持管理用機材の供与

この要請を受け、日本国政府は調査の実施を決定し、ＪＩＣＡが基本設計調査団を1994年８月３日から１ヶ月間、ドラフト説明調査団を1994年11月12日から10日間現地に派遣した。

基本設計現地調査の際に調査団は、ＩＮＡＡと計画の内容について協議したが、その結果、より効果的な給水を行うためには、計画の施設内容の一部を変更する必要があることを双方が確認した。

アルタミラ配水池に新規開発の水量を送水しても、この配水池以降の送・配水について大きな非効率性が内包され、本件計画の効果が十分発揮できないと判断されたためである。

様々な代替施設内容と、日本国の協力の範囲について検討を行った結果、次のような変更計画に沿って基本設計を行う方針とした。

すなわち、新設のサントドミンゴ配水池からアルタミラ配水池へ自然流下送水を行う途中で、アルタミラ配水池よりも高位置にある4配水池へ自然流下による分岐送水を行うというものである。

表－1に、送水に関する要請内容と変更計画の比較表を示す。

表－1　送水に関する要請内容と変更計画の比較

| 項　目 | 要請内容 | 変更計画 | 条件比較 |
|---|---|---|---|
| 計画の対象地域 | ﾏﾅｸﾞｱ市ﾃｨｸｱﾝﾃﾍﾟ地区及び周辺地区 | ﾏﾅｸﾞｱ市ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ、ｼｯｸ、km８、ｳﾅﾝ、ｻﾝﾌﾀﾞｽ、ｱﾙﾀﾐﾗの６つの配水地区 | 対象区域は変わらないが、計画対象配水区域名及び範囲を明確にした（図４－４参照）。 |
| 送　水　計　画 | 新設ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池から既設ｱﾙﾀﾐﾗ配水池へ自然流下で、ほぼ計画の全量（一部沿線の既設km８配水池へ分水）を送水する。ｱﾙﾀﾐﾗ配水池以降の各給水区への配水計画は、INAA側で計画、実施する。 | 新設ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池から各給水区内のそれぞれの配水池へ自然流下で送水する。各配水池から先の配水計画は、INAA側で計画、実施する。 | 送水管に各配水池までの分岐管が追加される。INAA側の配水管計画の実施がより容易になり、本計画による給水効果がより一層顕著になる。 |
| 配　水　池　計　画 | ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池を新設する。<br>容量22,700㎥ | 各給水区の既存施設に対応して配水池を新設、及び増設する。<br>新設-ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池<br>17,400㎥<br>増設-ｼｯｸ配水池4,800㎥<br>ｻﾝﾌﾀﾞｽ配水池<br>2,300㎥<br>総容量-24,400㎥ | 配水池の総容量が、約1,700㎥増量される。これにより本計画に伴うﾃｨｸｱﾝﾃﾍﾟ北部地区の効果的かつ合理的配水池計画が確立される。 |
| 維　持　監　理 | ｱﾙﾀﾐﾗ配水池より高位置にある配水池へﾎﾟﾝﾌﾟで揚水する。 | 給水区域内の配水池へ自然流下で送水される。既存配管網との合理的な連携が計られる。 | 変更計画よりﾎﾟﾝﾌﾟ揚水動力が節減され効率的な運転が計られる。 |

協力の範囲については、ＩＮＡＡは本計画の実施と平行してアルタミラ配水池以降の配水計画を早急に実施する必要があり、それに伴うＩＮＡＡの財務状況、並びに配水池の新設に伴う設計施工に関するＩＮＡＡの技術的な要請等を勘案すると共に、効率的でかつ効果的な維持監理を計るために、表－１に示した送水管路の増加分と、各配水池の増設分を我が国の協力範囲に含めることとした。

以上の方針に従い、基本設計を行った結果の概要は、表－２「施設基本設計概要表」の通りである。

表－２　施設基本設計概要表(1/2)

| 施設区分 | | 特記仕様・構造・寸法・数量等 | 主要検討要項 |
|---|---|---|---|
| 取水施設 | 井　戸 | － 16ｲﾝﾁ掘削、12ｲﾝﾁ仕上げ | 地元井戸業者の能力配慮 |
| | | － 深度180～220m、平均200m | |
| | | － 井戸本数：15本 | 内１本は予備用、あるいはﾎﾟﾝﾌﾟの負荷軽減用 |
| | | － 井戸配置：間隔70～100mの近接ｸﾞﾙｰﾌﾟ配置 | 格別良好な水理地質条件による |
| | | － 揚 水 量：各井3.3㎥／分<br>計 71,000㎥／日 | |
| | 井戸ﾎﾟﾝﾌﾟ | － 全 揚 程：137m | 自然水位GL-115mに揚水による水位低下８mとﾍｯﾄﾞﾛｽ及び集水ﾀﾝｸとの水頭差14mを見込む |
| | | － 吐出能力：上記揚程にて3.5㎥／分 | |
| | | － 電動機出力：132KW | |
| | | － ﾎﾟﾝﾌﾟ台数：15台 | |
| | 導 水 管 路 | － 井戸－集水槽間の導水管 | |
| | | － 管　　径：200～500mm | |
| | | － 管　　種：水道用塗覆鋼管 | |
| | | － 管 延 長：1,476m | |
| | 集　水　槽 | － 構　　造：角型鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造 | 耐震設計 |
| | | － 容　　量：1,500㎥×２基＝3,000㎥ | |
| | | － 滞留時間：１時間 | |

表－2　施設基本設計概要表(2/2)

| 施設区分 | | 特記仕様・構造・寸法・数量等 | 主要検討要項 |
|---|---|---|---|
| 送水ポンプ施設 | ﾎﾟﾝﾌﾟｽﾃｰｼｮﾝ | － 構　造：鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ平屋建<br>－ 構　成：ﾎﾟﾝﾌﾟ室・電気室・塩素滅菌室、事務室<br>－ 床面積：延499.5㎡ | 耐震設計<br>集水槽からの吸い込みを容易にするためにﾎﾟﾝﾌﾟ室は半地下構造とする |
| | 送水ﾎﾟﾝﾌﾟ | － 送水量：12.5㎥／分<br>－ 全揚程：71m<br>－ 電動機出力：220KW<br>－ 台　数：5台(内1台予備) | ｳｫｰﾀｰﾊﾝﾏｰ防止装置付 |
| 送水管<br>ﾎﾟﾝﾌﾟｽﾃｰｼｮﾝ～ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池 5,897m<br>ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ～ｱﾙﾀﾐﾗ配水池 4,437m<br>分岐5線 9,108m | | － 材　質：ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管<br>－ 形　式：ﾌﾟｯｼｭｵﾝﾀｲﾌﾟ<br>不良地盤部分、異形管部は抜け防止ｼﾞｮｲﾝﾄ<br>－ 管　径：750,500,400,350,300㎜の5種<br>－ 総延長：19,442m | 地震対策 |
| 配水池<br>ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池（新設）<br>ｼｯｸ配水池（容量拡張）<br>ｻﾝﾌﾀﾞｽ配水池（容量拡張） | | － 構　造：角型鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ<br>－ 配水容量：1日最大給水量の8時間分<br>－ 寸　法<br>ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ：36.0m×54.4m×4.5m×2池＝17,625㎥<br>ｼｯｸ：26.2m×30.7m×6.0m×1池＝4,826㎥<br>ｻﾝﾌﾀﾞｽ：17.6m×22.2m×6.0m×1池＝2,344㎥ | 耐震設計<br>km8・ｳﾅﾝ・ｱﾙﾀﾐﾗ配水池の不足配水容量はｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池に確保 |

要請の維持管理用機材の車両・無線機は、施設維持管理用に不可欠であるので、本計画の対象とした。

本計画の概算事業費は総額3,710百万円が見込まれ、日本国側負担額が3,640百万円、「ニ」国側負担額は、初年度20百万円・２年度30百万円・３年度20百万円、合計70百万円である。

施工期間は、現地準備２ヶ月を含め29ヶ月を予定する。日本国側の工事と並行して進められる「ニ」国側負担分の受電施設工事、配水施設改善工事等も、施設全体の機能性を高めるためにタイミングのよい完工が必要である。

本計画の施設が完成すると、対象の６配水地区の住民57万人は、1995年の水需要が100%満足される。完工が1998年であるため、本件緊急計画も後手に回るわけであるが、少なくとも当分の間は殆ど水に不自由しない状態が実現される。しかし、本件計画と並行して実施される「給・配水施設改善計画」が効果を発揮しない間は、当該対象地域のみが格段の給水事情改善となって、不公平サービスになりかねない。しかし、71,000㎥／日の水が本件計画によって増産されると、数字上では市域全体の90%の需要を満たすことになり、送配水コントロールの仕方によっては、著しい給水制限を撤廃することが不可能ではない。この意味では稗益人口は120万人にまで広がるわけで、本件計画は、極めて稗益効果が高いといえる。また、新規開発水量は、サントドミンゴ配水池より、全て自然流下による送水方式が採られることから、低廉な運転費で維持運営することができ、停電時の断水トラブルも少なく、給水の安定度が増す事になる。

以上のことから本件計画を我が国の無償資金協力によって実施することは極めて妥当なものであると判断される。

完成施設の運営に当たっては、受益地域を当該対象地域に限定せず、適切な送水コントロール計画により極力広い範囲の制限給水を緩和することを提言するものである。また、本件計画との相乗効果を高めるために、別途計画される「マナグア市給・配水施設改善計画」が早期完成を目指して進められることも望まれる。さらに、マナグア湖の水質環境悪化は、無処理下水の排出が一つの大きな要因であるが、本件計画の実現は下水量増大につながって水質環境悪化を促進する恐れがあるとの見方もある。従って、このような危惧を絶つために、同じく別途計画中の「マナグア市下水処理施設計画」についても早期に実現されることを提案する。

ニカラグア共和国マナグア市上水道施設整備計画

基本設計調査報告書

# 目　次

序　文

伝達状

Location Map／透視図等

計画地位置図

ﾏﾅｸﾞｱ市主要部市街図

水理区・行政区・本件計画配水地区関係図

ﾎﾟﾝﾌﾟｽﾃｰｼｮﾝと井戸群完成予定図

ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池完成予定図

要　約

第1章　要請の背景 ---------- 1

1．要請の経緯 ---------- 1

2．要請の概要・主要コンポーネント ---------- 1

第2章　調査の概要 ---------- 3

第3章　プロジェクトの周辺状況 ---------- 4

1．「ニ」国の社会・経済事情 ---------- 4

2．給水セクターの開発計画 ---------- 4

2－1　上位計画 ---------- 4

2－2　財政事情 ---------- 8

3．他の援助国、国際機関等の計画 ---------- 9

4．我が国の援助実施状況 ---------- 11

5．プロジェクト・サイトの状況 ---------- 12

5－1　自然条件 ---------- 12

5－2　社会基盤整備状況 ---------- 14

6．環境問題 ---------- 16

第4章　プロジェクトの内容 ---------- 18

1．プロジェクトの基本構想 ---------- 18

1－1　協力の方針 ---------- 18

1－2　要請内容の検討結果 ---------- 19
2．プロジェクトの目的・対象 ---------- 24
3．プロジェクトの実施体制 ---------- 25
3－1　組織・要員 ---------- 25
3－2　予算 ---------- 28
3－3　維持管理計画 ---------- 29
4．プロジェクトの最適案に係る基本設計 ---------- 30
4－1　設計方針 ---------- 30
4－2　設計条件の検討 ---------- 31
(1) 配水計画 ---------- 31
(2) 計画給水量 ---------- 31
(3) 計画給水人口 ---------- 32
(4) 井戸計画 ---------- 32
4－3　基本計画 ---------- 33
(1) 敷地・配置計画 ---------- 33
(2) 施設計画 ---------- 39
1)取水施設計画 ---------- 39
a. 井戸構造計画 ---------- 39
b. 揚水施設計画 ---------- 39
c. 導水管路計画 ---------- 40
d. 集水タンク容量及び構造計画 ---------- 40
2)送水施設計画 ---------- 40
a. 送水ポンプ室計画 ---------- 40
b. 送水ポンプ施設計画 ---------- 41
c. 送水管計画 ---------- 41
3)配水施設計画 ---------- 42
4)電気・計装設備計画 ---------- 44
a. 電気設備計画 ---------- 44
b. 計装設備 ---------- 44
5)建設資材計画 ---------- 44
(3) 機材計画 ---------- 46
(4) 基本設計図 ---------- 47
5．施工計画 ---------- 76
5－1　施工方針 ---------- 76
(1) 施設及び工事用資機材の内容 ---------- 76

(2) 各施設工事の施工方針 ---------- 78
(3) 現地建設業者の活用 ---------- 79
(4) 「ニ」国政府側の各実施段階での責任処置 ---------- 80
5－2 建設及び施工上の留意事項 ---------- 82
5－3 施工管理計画 ---------- 83
5－4 資機材調達計画 ---------- 86
5－5 実施工程 ---------- 86
6．概算事業費 ---------- 89
7．技術協力・他ドナーとの連携 ---------- 90

第5章 プロジェクトの評価と提言 ---------- 91
1．稗益効果 ---------- 91
2．妥当性に係る実証・検証 ---------- 94
3．提言 ---------- 95

[資料編]
1．調査団氏名（B／D調査） ---------- 96
〃 （D／F説明） ---------- 96
2．調査日程（B／D調査） ---------- 97
〃 （D／F説明） ---------- 98
3．「ニ」国関係者リスト ---------- 99
4．討議議事録（B／D調査） ---------- 100
〃 （D／F説明） ---------- 109
5．「ニ」国の社会・経済事情 ---------- 115
6．「ニ」国負担経費内訳 ---------- 117
7．収集資料リスト ---------- 118
8．水理地質調査結果 ---------- 119
9．地質調査結果 ---------- 142
10．水質調査結果 ---------- 174
11．計画給水人口及び計画給水量 ---------- 175
12．MCTとINAAの通信 ---------- 176
13．管敷設位置に関する条件 ---------- 177
14．B／DとF／Sの比較 ---------- 180

# 付表及び付図目次


表１－１　要請内容の概要 ---------- 2
表３－１　ＩＮＡＡバランスシート ---------- 9
表３－２　国際機関・二国間援助による上下水道関連計画 ---------- 11
表４－１　要請の施設と変更案施設の概要及び条件比較 ---------- 21
表４－２　ＩＮＡＡの予算計画 ---------- 29
表４－３　計画給水量及び供給水量内訳 ---------- 32
表４－４　資機材リスト（設備機材） ---------- 45
表４－５　〃　（工事用資機材） ---------- 46
表４－６　主な建設施設及び工事用資機材一覧表 ---------- 77
表４－７　事業実施運営責任分掌 ---------- 81
表４－８　事業実施工程表 ---------- 88
表５－１　計画実施による効果と現状改善の程度 ---------- 92

図３－１　マナグア市の水需要と供給量の関係 ---------- 6
図３－２　マナグア市の上水需要量・供給計画・地下水開発可能量の関係 ---------- 7
図４－１　各配水池の貯水量変化 ---------- 22
図４－２　ＩＮＡＡ組織図 ---------- 26
図４－３　ＩＮＡＡ第Ⅲ総局組織図 ---------- 27
図４－４　配水地区区分図 ---------- 34
図４－５　施設配置計画図 ---------- 35
図４－６　送配水基本設計図 ---------- 36
図４－７　送配水管基本設計図 ---------- 37
図４－８　マナグア市上水道施設整備計画全体フローシート ---------- 38

基本設計図－1　全体配置図 ---------- 48
〃　図－2　ティクアンテペ水源施設配置図 ---------- 49
〃　図－3　井戸構造標準図 ---------- 50
〃　図－4　集水タンク構造図 ---------- 51
〃　図－5　送水ポンプ室構造図（1/2） ---------- 52
〃　図－6　〃　（2/2） ---------- 53
〃　図－7　サントドミンゴ配水池平面図 ---------- 54
〃　図－8　サントドミンゴ配水池構造図 ---------- 55
〃　図－9　シック配水池平面図 ---------- 56
〃　図－10　シック配水池構造図 ---------- 57
〃　図－11　サンフダス配水池平面図 ---------- 58
〃　図－12　サンフダス配水池構造図 ---------- 59
〃　図－13　送水管路縦断図、平面図（1/9） ---------- 60
〃　図－14　〃　（2/9） ---------- 61
〃　図－15　〃　（3/9） ---------- 62
〃　図－16　〃　（4/9） ---------- 63
〃　図－17　〃　（5/9） ---------- 64
〃　図－18　〃　（6/9） ---------- 65
〃　図－19　〃　（7/9） ---------- 66
〃　図－20　〃　（8/9） ---------- 67
〃　図－21　〃　（9/9） ---------- 68
〃　図－22　管路埋設標準図（1/2） ---------- 69
〃　図－23　〃　（2/2） ---------- 70
〃　図－24　送水ポンプ設備平面図 ---------- 71
〃　図－25　送水ポンプ設備断面図 ---------- 72
〃　図－26　電気設備単線系統図（1/2） ---------- 73
〃　図－27　〃　（2/2） ---------- 74
〃　図－28　電気設備受配電盤外形図 ---------- 75

# 第１章　要請の背景

# 第1章 要請の背景

## 1．要請の経緯

ニカラグア共和国（以下「ニ」国と記述）の首都マナグア市は、人口約140万人（1994年推定）を擁し、全国の人口約400万人の1/3を占めている。８年余にわたった長い内戦状態は、1990年に終結し、「ニ」国政府は内戦で疲弊した社会・経済の再建のためにインフラストラクチャー整備を重点施策として鋭意努力中である。しかし、内戦中の各地で頻発した戦乱の避災民にひき続き、内戦後も雇用機会を求めて首都に移住する流入人口が後を断たないため、マナグア市における社会インフラへの対応は需要に遅れがちである。上水道供給について言えば、マナグア市はアソソスカ火口湖湖水や豊富な地下水の開発によって良質の水源を確保し、市域の拡大に伴って給水施設の拡張を計ってきたが、市域内での水源開発は、もはや限界状態に達している。

すなわち、アソソスカ湖や市の中心部の井戸群は、過剰揚水により著しい水位低下をみせ、市の前面のマナグア湖からの汚染された湖水がアソソスカ湖水や地下水に悪影響を及ぼすことが懸念されるようになったばかりでなく、供給絶対量の不足により同市全域にわたって週２日の断水という給水制限を余儀なくされる状況に立ち入っている。

このような状況を打開するために、「ニ」国政府は、1989年10月に日本国政府に対して「マナグア市上水道整備計画」についての協力を要請した。この要請により、国際協力事業団（以下「JICA」と記述）は、1991年12月より1993年９月にかけて、マナグア市を含む880km²の集水地域を対象として、地下水開発計画調査を中心とした「マナグア市上水道整備計画調査」を実施した。この調査の過程において、マナグア市の東部及び東南部地域に地下水開発有望地域の存在が明らかになり、２地域の地下水開発計画が策定された。この結果に基づき「ニ」国政府は1993年３月に、２地域の内の１つ「ティクアンテペ北側地域」における地下水開発を緊急計画として採用し、その実施について日本国政府に対し無償資金協力の要請を行った。

## 2．要請の概要・主要コンポーネント

本件要請の目的は、急増するマナグア市の上水需要に緊急的に対応するために市域近傍において地下水開発を行って給水量を増大し、給水制限の緩和、とりわけ高標高地区の著しい給水制限の解消を計ることにある。さらに、過剰揚水を強いられてきたアソソスカ湖及び市の中心部の井戸群の揚水量を削減することにより、地下水の水質保全を計ることも目的とする。

実施機関は、「ニ」国の上下水道事業を一元的に管轄するニカラグア上下水道庁（Instituto Nicaragüence de Acueductos y Alcantarillados、以下「INAA」と記述）で、首都マナグア市の

上水道は、ＩＮＡＡ第Ⅲ総局が担当している。

現在、マナグア市上水道水源は、市内のアソソスカ火口湖湖水と約70本の井戸によって供給され、これらの水源から日量約280,000㎥が生産されている。しかし、マナグア市全体の1994年の水需要量は392,000㎥／日とされ、100,000㎥／日以上の供給不足となっている。

この水源不足が市内全域の週２日の断水と高標高地区の一部では１日数時間という給水制限となって現れている。

ＩＮＡＡはこのような深刻な需要・供給のアンバランスを解消するために新たな水源開発（供給増）と供給の30%にも及ぶ漏水の対策（需要減）の両面の対応に迫られている。漏水対策については、米州開発銀行（以下「BID」と記述）のローンによる給・配水施設改善計画を推進しようとしている（1994年４月に総額47百万ﾄﾞﾙのローン契約が結ばれ、ＩＮＡＡはこの14.7百万ﾄﾞﾙをマナグア市給・配水施設改善計画に振り向ける予定である）。

一方、増水計画については、マナグア市南東部に位置する地下水開発有望地区において71,000㎥の地下水開発を行い、市中の既設の配水池へ送水する事業計画を策定し、本件の実施について日本国政府に無償資金協力を要請した。要請の事業内容の概要は、表１－１「要請内容の概要」に示す通りである。

表１－１　要請内容の概要

<table>
<tr><th>項　目</th><th colspan="4">概　　要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">水源開発</td><td colspan="4">ﾃｨｸﾗﾝﾃﾍﾟ北側地域に14本の井戸を建設し、揚水ﾎﾟﾝﾌﾟを設置する。<br>(71,000㎥／日の水開発)</td></tr>
<tr><td colspan="4">開発した71,000㎥／日の水量をﾏﾅｸﾞｱ市中の既設配水池へ送水する。<br>送水及びその関連の施設として、下記施設の建設を行なう。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">送水施設</td><td rowspan="2">・集水ﾀﾝｸ<br>(3,892㎥×２槽)<br>・井戸～集水ﾀﾝｸの導水管<br>(φ10ｲﾝﾁ､L＝10km)<br>・ﾎﾟﾝﾌﾟ運転管理建屋(１棟)</td><td rowspan="2">・ﾎﾟﾝﾌﾟｽﾃｰｼｮﾝ<br>(１棟)<br>・送水ﾎﾟﾝﾌﾟ<br>(16㎥／分×４基)<br>・塩素滅菌装置<br>(２基)</td><td>・配水池<br>(11,355㎥×２池)</td><td>・送水管路<br>(φ24ｲﾝﾁ､L＝10.7km)</td></tr>
<tr><td colspan="2">ﾎﾟﾝﾌﾟｽﾃｰｼｮﾝ～新設配水池はﾎﾟﾝﾌﾟｱｯﾌﾟ送水<br>新設配水池～既設ｱﾙﾀﾐﾗ配水池は自然流下送水</td></tr>
<tr><td>維持管理用資機材</td><td colspan="4">・四輪駆動ｽﾃｰｼｮﾝﾜｺﾞﾝ：３台<br>・無線機材：ﾍﾞｰｽ用１機、車輌用３機</td></tr>
</table>

要請の施設工事は、下記４種のコンポーネントに大別される。

- 土 木 工 事：井戸・送水管・集水タンク・配水池の建設
- 建 築 工 事：ポンプステーション・管理小屋の建設
- 設 備 工 事：井戸ポンプ・送水ポンプ・滅菌設備の設置
- 電気計装工事：井戸ポンプ・送水ポンプ用電気計装工事

# 第２章　調査の概要

## 第2章　調査の概要

「ニ」国政府の本件計画実施に係る無償資金協力の要請を受け日本国政府は、この要請内容を検討した上、ＪＩＣＡに対して調査の実施を指示し、ＪＩＣＡはＪＩＣＡ九州国際協力センター所長の細野　豊氏を団長とする基本設計調査団を1994年８月３日より同年９月１日まで「ニ」国に派遣した。

現地調査期間中は、「ニ」国側実施機関であるＩＮＡＡと要請の内容について協議を重ね、ＩＮＡＡの関連計画のレビューを行った。さらに1991年から1993年の間にＪＩＣＡが実施した「マナグア市上水道施設整備計画調査」の結果を踏まえつつ、その後の給水事情の変化に係る調査、給水計画上の最新情報の入手に努めると共に、施設設計に係る下記のような技術調査を実施した。

①地下水開発に係る確認調査

- 要請の地下水開発予定地域において既設井を利用した揚水試験
- 水理地質構造確認のための電気探査及び井戸掘削記録のレビュー

②施設設計のための地形測量及び地盤調査他諸調査

- 取水予定地における1/1,000平面図作成、配水池建設予定地の1/500地形図作成及び送水管敷設ルートの縦横断測量
- 配水池予定地地盤調査のためのコアボーリング及び標準貫入試験
- 配水池容量検討のための既設関連配水池の水位データ収集・レビュー
- 諸施設予定地の現地踏査

尚、当初の要請はＪＩＣＡ開発調査の際に策定された地下水開発計画に基づいた内容であったが、その後予想以上の水需要急伸があったシック・ウナン配水地区等への対応を考慮して、これらの地区への自然流下による分水送水を検討して欲しい旨「ニ」国側より要望が出された。

調査団は、開発水量がより効果的に給水されるためには、これら２地区の検討が極めて重要であるとの判断に基づき、現地調査においてはこれらの追加地区を含めた技術調査を実施した。

帰国後の国内作業において、現地調査の結果に基づき、地下水開発の具体案を策定すると共に、協力の範囲と基本設計方針に係る検討を経て、最適案に係る送配水施設の設計とその概算事業費の積算を行った。さらに、本件計画の無償資金協力の妥当性や供与機材についても十分検討を行い、報告書案を作成し、ＪＩＣＡ無償資金協力調査部の神内　圭氏を団長として1994年11月12日から同年11月21日までの報告書案の現地説明を経て、本報告書完成の運びとなった。本報告書は、本件計画の背景、計画の内容及び基本設計・施工計画等についてとりまとめたものである。

本件調査の調査団の構成、調査日程、「ニ」国関係者リスト、協議議事録、収集資料リスト及び現地調査データ等は巻末に資料編として添付した。

# 第３章　プロジェクトの周辺状況

## 第3章　プロジェクトの周辺状況

### 1．「ニ」国の社会・経済事情

「ニ」国は、中央アメリカの東南部に位置し、北部をホンジュラス国、南部をコスタリカ国に接し、東部・西部はそれぞれカリブ海・太平洋に面している。同国は中米５カ国中最大の面積（約13万km²）を有するが、国土の東側のほぼ半分は、高温多湿の熱帯性気候でほとんど原始林で覆われていて居住に適さず、西側に政治・産業の中心が置かれている。全国人口は約400万人で、平均人口密度は、ほぼ31人／km²であるが、西半分の約60人／km²に対し東半分の３人／km²という偏った人口分布である。

行政区は９区（太平洋側のRegionⅠ～Ⅵとカリブ海側の３特別区）からなり、これらは16県（Department）と142市町村（Municipality）からなる。

首都マナグア市は、太平洋岸沿い地帯にある第三区（RegionⅢ）に属するが、ここに全国人口の約1/3が集中するという極端な人口過在が特徴的である。

「ニ」国の社会・経済事情は、巻末の資料編に一般指標、経済指標として添付した。

### 2．給水セクターの開発計画

#### 2－1　上位計画

「ニ」国の上水道供給事業は、全て大統領府直轄の機関であるＩＮＡＡが管轄している。「ニ」国政府は、国家開発計画の中で給水・衛生セクターについて下記の目標を掲げ、給水・衛生事情の改善をＩＮＡＡに一任している。

1)地方給水の普及率拡大
2)給水施設の改善による漏水と水道水汚染の極小化
3)給水に係る経済的自立のための組織の強化
4)不法取水の削減と量水計設置地区の拡大
5)厳格な規則と下水施設改善による環境保護
6)地方組織を動員した地方給水・衛生施設工事の実施
7)地域住民へ廃棄物処理施設の供給
8)衛生及び保健に係る教育の普及

「ニ」国政府の目標は、上記のように都市部及び地方の上下水の全般にわたっているが、資金不足のために、いずれの分野においても十分なサービスが行き届いていない。ＩＮＡＡは独立採算制を採っており、水道料金のみで給水施設の運営を行っているため、大規模な施設の改善・拡張等の新規事業は外国の資金援助に頼らざるを得ない状況にある。

現状の給水サービスレベルは、上水道普及率で見て、全国平均で59.5%（太平洋側３区で67%、北部山岳地帯及び中部高原の３区で35%、カリブ海側３特別区で14%）という低レベルにとどまっている。

首都マナグア市の水道普及率は、81%で全国の最も高いレベルにあるが、近年の急激な人口増加により今や全国人口の1/3を抱えるマナグア市にあっては残りの15%（人口約20万人）については、不法取水によって生活を営んでいるという現況にある。しかし、マナグア市の水道料金徴収率は、1993年現在で50%未満の低率にありながら、水道料金の収入総額は他地域と比べて桁はずれに大きく、ＩＮＡＡの財源確保の意味からも、首都の上水道整備事業は常にＩＮＡＡにとって最優先事業として位置付けられている。すなわち、全国の給水サービスレベルの向上は、まず首都での改善を手掛け、財源を確保した上、余裕財源を地方都市・村落部の給水施設改善に振り向けるというのが現在のＩＮＡＡの方針であり、同時に国家方針といえる。

従って、国家開発計画に掲げられた上記８項目の目標達成のために、なによりも優先すべき事項として、マナグア市の給水に関し、ＩＮＡＡは下記３大課題を持っている。

1)不足する水源の増量
2)漏水量の削減
3)量水計の設置と不法取水削減による料金収入の増大

本件無償資金協力の要請があった計画は上記1)に該当し、地下水開発によって水源を確保することにより、給水サービスの向上を計ろうとするものである。

マナグア市全体の給水事項改善に係る本件計画の位置付けは、図３－１「マナグア市の水需要と供給量の関係」の中に他の関連計画とも関係付けて模式的に示した。また、本件計画はマナグア市行政区（District１～７）の内、独立給水区のDistrict１を除き、かつ、主としてDistrict２～６に関連するため、需要・供給の詳細については、図３－２「マナグア市上水需要量・供給計画・地下水開発可能量の関係」に示す通りである。

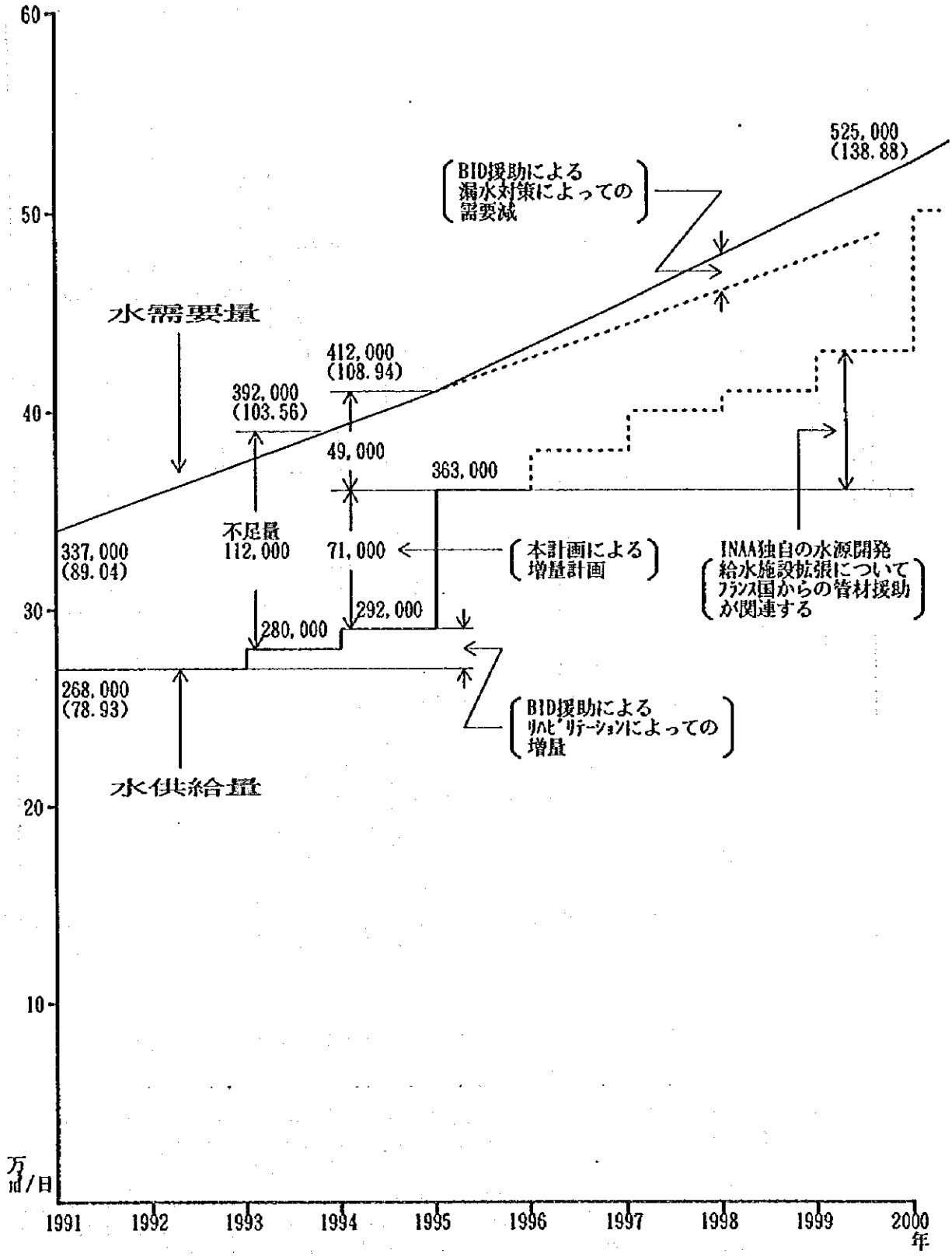



図３－１　マナグア市の水需要と供給量の関係

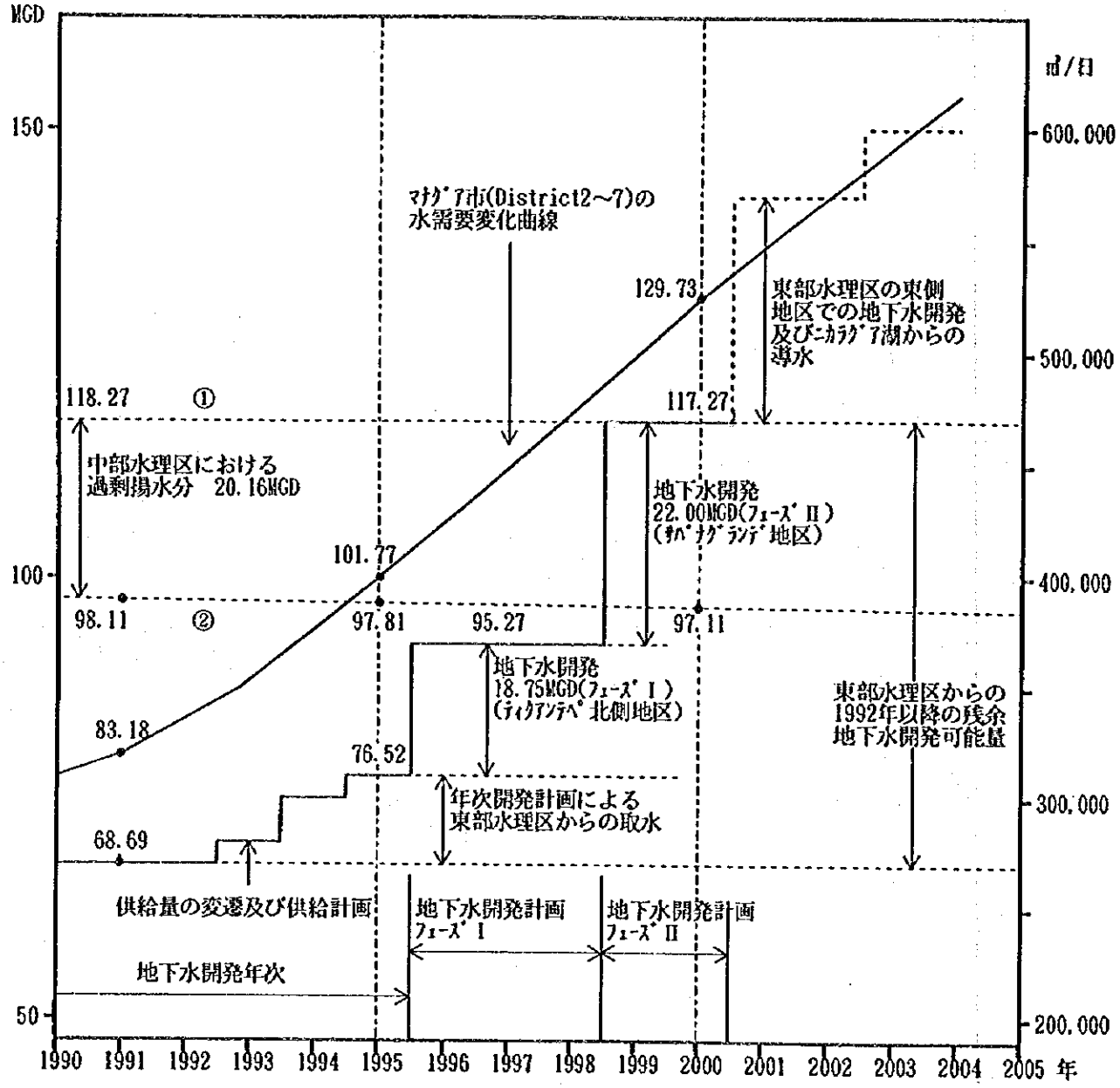



図３－２　マナグア市の上水需要量・供給計画・地下水開発可能量の関係

東部水理区の地下水開発ポテンシャルの全てを開発しても2000年の需要を満たすことが出来ないため、長期計画としてニカラグア湖の湖水利用について早い時期に計画をたてる必要がある。

注　①中部と東部水理地区を合わせた地下水開発可能量の内、マナグア市上水道源に振り向けられる開発可能量（マナグア市以外の地区での上水道源・農業用水等の地下水開発が東部水理区で進められるため、マナグア市向けの開発ポテンシャルは減少する）。
中部水理区は、20.16MGDの過剰揚水となっている。
②1991年までに開発された水量に東部水理区での開発可能量を加えた量（中部水理区の過剰揚水状態の解消は考慮されていない）。

## 2－2　財政事情

「ニ」国は、1980年代の８年にもわたった内戦のために、経済社会機構・インフラストラクチャー・社会サービス等が大きく損なわれ、激しいインフレーションの昂進に見舞われた。内戦終結後、「ニ」国政府は1991年３月より市場原理導入のための経済自由化と金融・財政引き締めによるインフレーションの抑制を意図して、一連の安定化及び調整プログラムを実施してきた。その結果、公共部門の赤字が減少し、公営企業の民営化が完了すると共に、民間部門による外国為替への全国的な参入が確立された。

改革プログラムの効果は、下記のように数年来続いたハイパーインフレーションの終息となって現れたが、恒常的な赤字財政は大幅な改善が見られず、累積対外債務は重く国民経済を圧迫している。1992年の国家財政は、歳入が約56.7百万ﾄﾞﾙで、歳出が約114.2百万ﾄﾞﾙであり、約57.5百万ﾄﾞﾙの赤字であった。

累積対外債務は歳入の約200倍に当たっている。

| | ｲﾝﾌﾚ率 | 累積対外債務 |
|---|---|---|
| 1989年 | 689.0% | ―――― |
| 1990年 | 13,490.0% | 86.5億ﾄﾞﾙ |
| 1991年 | 755.0% | 85.7億ﾄﾞﾙ |
| 1992年 | 2.2% | 112.0億ﾄﾞﾙ |
| 1993年 | 28.3% | 109.1億ﾄﾞﾙ |

このような国家の赤字財政にも関わらず、独立採算制を採っているＩＮＡＡは、表３－１「ＩＮＡＡバランスシート」に見られるように、かろうじて黒字運営を維持しており、1994年には、5.97百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞ（約90.45百万円）の黒字が見込まれている。また、1994年度予算の中で、全国の上下水関連の投資額として38百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞが予定されているが、この中から本件計画の用地取得分として既に1.33百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞ（約20百万円）が支出されている。

表３－１　ＩＮＡＡバランスシート

（1991～1993年及び1994年予測）　　単位：百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞ

| | | 1991年 | 1992年 | 1993年 | 1994年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 水道料金他の収入 | | 142.26 | 160.01 | 197.63 | 227.99 |
| 支出 | 予定施設運転費 | 44.65 | 66.23 | 90.87 | 98.53 |
| | 原価償却費 | 2.87 | 21.52 | 19.38 | 19.78 |
| | 料金徴収経費 | 7.19 | 21.46 | 24.96 | 24.98 |
| | 管理費 | 14.85 | 29.58 | 28.84 | 29.54 |
| | 超過施設運転費/投資 | 60.15 | 20.08 | 0.78 | ** 38.00 |
| | 利息 | 9.41 | 0.00 | 1.05 | 2.20 |
| | その他支出 | 0.90 | 0.00 | 16.50 | 8.99 |
| | 支出合計 | 140.02 | 158.87 | 182.38 | 222.02 |
| 収支のバランス | | ＋ 2.24 | ＋ 1.14 | ＋ 15.25 | ＋ 5.97 |

**：投資予定額

## ３．他の援助国、国際機関等の計画

1990～1997年の８年間に実施、あるいは計画中の上下水道関連事業の内、国際機関及び二国間開発援助は、下表に示す12件である。援助（予定）総額は約1.2億ﾄﾞﾙであり、援助国はドイツ、カナダ、イタリア、ノルウェー、オーストラリア、スイス、フィンランド等である。国際機関は、ＢＩＤ、国連児童基金(UNICEF)、国連開発計画(UNDP)、国連資本開発基金(UNCDP)等の国連機構である。これらの内、本件計画と密接に関わりのあるマナグア市向けの計画は、ＢＩＤ援助による「上下水道システム改善／再建計画」及びフランス国援助が含まれる「マナグア市上水道改善・拡張計画」がある。

「上下水道システム改善／再建計画」は、総事業費58.52百万ﾄﾞﾙの内、マナグア市向けの事業費が60%、地方都市向けが40%であり、1991年にＢＩＤとの47百万ﾄﾞﾙのローン契約が締結されている。ＩＮＡＡは総事業費の約９％の5.3百万ﾄﾞﾙを1995年から1997年までに出資予定である。尚、本計画には下水施設向けにノルウェー国からの協調融資約6.5百万ﾄﾞﾙが含まれている。マナグア市の「上下水道改善拡張計画」には、約35百万ﾄﾞﾙの投資が予定され、上水道と下水道にほぼ半々

に割り振られる。両者共に、現在実施設計調査が進行中である。「マナグア市上水道改善／再建計画」は当初、漏水対策と井戸のリハビリテーションによる水源増量が組み込まれていたが、現在は漏水対策に重点を置いてスタディが進められている。マナグア市の給水事業にとっては、水源開発と全生産量の1/4以上もの無効水量の削減とが同比重の重要課題であるが、ＢＩＤ関連の計画では給・配水施設のリハビリテーションを主体とし、水源開発については日本国政府の無償資金協力に期待している。給・配水施設リハビリと水源開発の両事業は、1995年に工事を開始し、それぞれ1997年と1998年に完結させる計画で、両計画の成果の相剰効果によりマナグア市の給水事情が大巾に改善されることが期待されている。

フランス国の援助は、「マナグア市上下水道改善・拡張計画」に係るもので、上水道の送・配水管網整備に関連して1992年に延べ約40kmの管材が無償供与されている。ＩＮＡＡが水源開発を行って、この資材を用いて既設配水池へ送水すると共に、配管網の拡張を計る計画であったが、資金不足のために水源開発の進捗がはかばかしくなく、従って、供与管材は未だ延べ５km程度しか使われていない。しかし、この管網整備計画は、ＢＩＤプロジェクトと協調的に進められる予定で、ＩＮＡＡはフランスのソフトローンを利用して、さらに70～80km分の管材を購入する予定である。ＩＮＡＡ独自の水源開発は、主としてマサヤ市方面へ拡張しつつある給水地域向けのものであり、マナグア市全体の水源確保という意味においては、我が国の援助による水源開発とは補完関係にあるといえる。

表３－２に「国際機関・二国間援助による上下水道関連計画」を示す。

表３－２　国際機関・二国間援助による上下水道関連計画

（1990～1998年）

| | 計画名又は援助内容概要 | 実施(予定)期間 | 事業費（千US$） | 援助機関/援助国 |
|---|---|---|---|---|
| 実施済 | 滅菌装置供与 | '91.10～'92. 7 | 709.0 | ﾌｨﾝﾗﾝﾄﾞ |
| | ﾎﾟﾝﾌﾟ・量水計・変圧機等の供与 | '92. 7～'92.12 | 835.2 | 東独 |
| | ﾒｴﾊﾞﾄﾞﾆｱ27ｺﾐｭﾆﾃｨにおける地方給水計画（受益人口27,000人） | '90. 7～'93.12 | 237.3 | UNCDF |
| | 水と衛生施設供給ｻｰﾋﾞｽのための技術強化 | '92. 7～'94. 6 | 900.0 | UNDP |
| 実施中 | Region I 地方給水計画 ﾌｪｰｽﾞIV | '90. 7～'94.12 | 1,654.0 | ｽｲｽ |
| | ﾏﾀﾞｶﾞﾙﾊﾟ県地方給水及びﾄｲﾚ供給計画（受益人口32,000～42,000人） | '91. 2～'96. 2 | 4,267.3 | ｶﾅﾀﾞ |
| | ６都市（ﾏﾀｷﾔ・ｸﾞﾗﾅﾀﾞ・ﾚｵﾝ・ﾁﾅﾝﾃﾞｶﾞ・ｴｽﾃﾘ・ﾃｨﾌﾝﾊﾟ）における給水改善計画 | '91. 5～'96. 8 | 11,272.0 | ｶﾅﾀﾞ |
| | ﾏﾅｸﾞｱ市上下水道改善・拡張計画 送・配水管網整備（ｽﾃｰｼﾞI） | '92. 8～'96.12 | 5,267.3 | ﾌﾗﾝｽ |
| | 水と衛生 Region I，V，VIにおける地方給水及びﾄｲﾚｯﾄ施設の普及（受益人口75,000人） | '89. 6～'95.12 | 8,486.0 | UNICEF |
| | 水源開発年次計画における技術協力及び井戸掘削機材の供与 | '93. 1～'94.12 | 2,800.0 | ｵｰｽﾄﾘｱ |
| 実施予定 | 上下水ｼｽﾃﾑ改善／再建計画 ﾏﾅｸﾞｱ市及び地方都市の上下水道ｼｽﾃﾑの改善 | '94. ～'97. | 58,520.0 | BID |
| | ﾏﾀｶﾞﾙﾊﾟ市・ﾋﾉﾃｶﾞ市の給水・衛生改善拡張計画（目標年次2005年） | '96. 8～'98.12 | 24,242.4 | ﾄﾞｲﾂ |

## ４．我が国の援助実施状況

給水セクターにおける我が国の援助実施としては下記２件がある。

1)マナグア市上水道整備計画調査　　1990年12月～1993年8月

マナグア市及びその周辺の地下水開発計画を中心とした上水道整備計画調査を行った。この調査で策定された地下水開発計画の緊急改善計画に基づき本件無償資金協力の要請が出された。

2)カラソ台地地下水開発計画

1992年8月に基本設計調査が行われ、1993年7月から1995年2月の間に、無償資金協力による井戸建設（12本延べ4,460m）、水源－既設配水池への送水施設の建設工事、大深度用井戸掘削機材その他の供与を行うものである。

## 5．プロジェクトサイトの状況

### 5－1　自然条件

「ニ」国は地勢的に見ると中央部に火山脈を伴う高原山岳地帯があり、その南側の太平洋岸地域の中間部には幅70～110kmで北西－南東方向に延びるニカラグア地溝帯が発達しており、その中にニカラグア湖とマナグア湖の２つの湖ができている。ニカラグア湖は面積8,264km²（琵琶湖の約12倍）、水面海抜標高32m、流出河川であるサン・ファン川はコスタリカ国との国境沿に蛇行してカリブ海に流入している。マナグア市前面のマナグア湖は面積1,024km²、水面海抜標高はかつて38.2mであったが、近年の雨量減少傾向により36.5m（1992年）に低下している。そのため、かつてはティピタパ（Tipitapa）川が唯一の流出河川となってニカラグア湖に流入していたが、現在は、マナグア湖近傍でのティピタパ川には全く水流がなく、現在マナグア湖は、いわゆる閉鎖水域となっている。

プロジェクトサイトであるマナグア市はマナグア湖の南西部湖畔にあって、勾配1/30～1/40の緩やかな火山傾斜面上に位置しており、マナグア市（面積約200km²）及びその周辺地域を含む居住区は標高40～500mの範囲に広がっている。市街地東部域の国際空港の北側周辺には、多数の地下水の湧水が分布しており、それらを源流部とする小規模通年河川がマナグア湖に流入している。火山斜面上には多数の谷筋が分布するが、通年流水谷は皆無であり、降水量の多くが地下に浸透する新規火山地帯特有の水文条件になっている。

「ニ」国の気候は、中央の高原地帯を境にして、太平洋岸地域とカリブ海側地域に分けることができる。マナグア市を含む太平洋岸地域は、高温多湿の熱帯性気候で、平均気温は28℃、年間降雨量は約500～1,800mm程度である。カリブ海側地域の平均気温は26℃、年間降雨量は約3,000～6,000mmと多く、高温多湿の熱帯性雨林となっている。

地下水開発の予定される「ティクアンテペ北側地域」は、マナグア市の東南部に位置し、マサヤカルデラからマナグア湖に至るゆるやかな火山山麓上にあって、地下水開発にとって絶好の水理地質条件を備えている。地質構成は、難透水性の基盤層と考えられる暁・始新世のブリト層の上に透水性と貯留性の高い、新第三期鮮新世より第四紀更新世～完新世にかけての火山性堆積岩層及び火山岩類が厚く（200～300m）堆積しているという好条件にある。地形的にも背後に200

km²以上にわたる集水地域をひかえていることと、この集水地域の降雨が地下に浸透し流下する水みちを形成し易い形状となっている等の好条件下にある。

「マナグア市上水道整備計画調査」（1991～1993年、JICA）の中で実施された水収支解析によれば、マナグア市を含む約880km²の集水区は、３つの水理区に区分され、それぞれの水理区における地下水収支は下記の通りである。

| 水理区 | 面積（km²） | 水理区分毎の水収支（㎥／日） | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 開発可能量 | 1991年までの開発量 | 1992年以降の開発余力 |
| 西　部 | 85 | 24,400 | 8,500 | ＋ 15,900 |
| 中央部 | 235 | 114,000 | 190,300 | － 76,300 |
| 東　部 | 560 | 295,900 | 107,500 | ＋188,400 |
| 計 | 880 | 434,300 | 306,300 | ＋128,000 |

1991年までの開発水量306,300㎥／日の内、マナグア市上水道源として開発された量は、268,700㎥／日で、地域内開発量の87.7%を占める。残りの12.3%は、マナグア市以外の水道水源（5.9%）、工業用水（5.3%）及び農業用水（1.1%）である。

アソソスカ湖及び約40本の井戸から取水している中央部水理区は、開発可能量（安全揚水の範囲の）を76,300㎥／日上回る水源開発を行っており、地下水位（アソソスカ湖水位も含め）の低下による水質劣化（汚染されたマナグア湖湖水の逆侵入による水質低下）が危惧される状態であった。そのため、アソソスカ湖からの取水量の削減と井戸揚水量の漸減が提言された。漸減は、中央部水理区での井戸の新設は当分行わず、かつ老朽化井戸のリハビリテーションも見合わせることによって達成され、そのために不足する水源は、開発余力のある東部水理区からの送水で補われるべきである。

東部水理区は、マサヤカルデラ（面積約60km²）を含む約300km²の広い地下水涵養区とマサヤカルデラ以北の地下水貯留・流下区域とに大別され、マサヤカルデラ以北での地下水開発が特に有望である。

とりわけ、地下水涵養区域から流下する地下水が集中的に流下し易い地形と地質構造を持つ「ティクアンテペ北側地区」及び「サバナグランデ地区」では、効率の良い地下水開発を行うことができる。すなわち、この２つの地区において、東部水理区全体の地下水開発余力である、約188,000㎥／日の大部分を集中的に開発することができる。本件計画は、一方の有望地である「ティクアンテペ北側地域」より、71,000㎥／日の地下水を開発する計画である。

マナグア市及びその周辺地域の地下水の水質は良好で、原水は塩素滅菌の処理のみで給水されている。ティクアンテペ北側地域の地下水はとりわけ良質である。地区内のＩＮＡＡ試験井２井から４資料を採取し、20項目の理化学分析を実施したところ、硝酸イオンが１試料のみ50mg／ℓを示して、ＷＨＯの基準値である40mg／ℓを越えているが、許容値80mg／ℓの範囲内である。

他の項目は全て通常の基準値を下回って、当該地域の井戸水は飲料水の基準値に適合するものと判定される（資料編10．水質調査表参照）。

## ５－２　社会基盤整備状況

マナグア市は、1858年にレオン市から遷都されて以来、「ニ」国の政治・経済・文化の中心である。しかし、同市は２度の大震災（1931年、1972年）に見舞われており、ことに1972年の震災は壊滅的な打撃であった。

また、1980年代の８年にもわたった内戦のために国の経済が疲弊し、震災で壊滅した市街は、まだ十分に復興されず、市内には商店街や繁華街といったものがない。そのため同市は、中心地なき首都と呼ばれている。

マナグア市は現在約140万人（1994年推定）の人口を擁するが、1984年には82万人程度であった。10年間で1.6倍にも膨らみ、「ニ」国全人口の約1/3を占めるという異常なまでの人口集中となっている。

この急激な人口増加は、内戦中は各地の戦乱を逃れた避難民、内戦終結後は地方から雇用機会を求めて流入する膨大な移住者数に起因する。ここ数年の人口増加率は5.6％と推定されているが、市域内の自然増の比率は1.8％に過ぎず、流入による人口増加率が3.8％にも上っている。1991年の調査では、この移住者数は266,000人で、マナグア市人口の23％を占めていた。1994年現在は、30％近くに膨らんでいると推定される。「ニ」国政府は地方からの人口流出を最小限にすべく、地方の生活基盤整備に力を入れる一方で、首都に流入した移住者対策も講じなければならず、人口移動対策は「ニ」国政府にとってもマナグア市当局にとっても最大の懸案事項である。

マナグア市への移住者の居住区は、128ヶ所の進行性居住区（Progressive Settlement Areas：マナグア市が指定しており、将来の都市計画に組み込まれている）と163ヶ所の自然発生的居住区（Spontaneous Settlement Areas：不法に居住する地区）があり、進行性居住区に対しては、住宅（仮設住宅、共同住宅等）、道路・給水施設（共用水栓）・電気の供給・下水排水施設・ゴミ収集等公共サービスが及んでいるが、自然発生的居住区にはそれらが全くといってよいほどなく放置されている。地区によってはＮＧＯによる衛生整備・生活援助が行われている。

マナグア市の都市部（人口比で約94％）における社会基盤整備の概要は、次の通りである（いずれも自然発生的居住区を除く）。

(1) 上水道

約74%の家屋が各戸給水、20%が共用水栓による給水サービスを受け、残りの6%は公共サービスが及んでいない。給水状況は急激な市域の拡大に伴い、応急的に給水システムの拡張を重ねてきた結果、計画的な配水管網の整備が遅れ、非効率的な配水が行われており、水源開発の不足と給・配水施設老朽化による漏水も加わって、現在全域で週2日の計画断水が行われている。

(2) 衛生・下水施設

約43%の家屋がフラッシュ・トイレットで、54%が地中浸透式の便所を備えている。下水管網は都市部のほぼ全域に雨水・汚水別個に整備されているものの、下水の処理施設は全くなく、13ヶ所の排水口によりマナグア湖に直接排出されている。

(3) 電気

95%以上の家屋が電気の供給を受けているが、貧困層の居住区においては多くが不法に電線引き込みを行い、電気料金の支払いを拒んでいる。

(4) 道路・運輸

マナグア市の街路は、公道の総延長が1,077kmで、内650kmが舗装されている。公共の輸送手段は公営・私営のバスに限られ、わずか1本あった鉄道は1994年に全廃された。

(5) ゴミ処理施設

50台のゴミ収集車により日量900トンのゴミをマナグア湖畔のアカウアリンカ最終処分場に運び堆積処分しているが、この処分場は満杯となり、不法投棄箇所は市内150ヶ所に及んでいる。

プロジェクトサイトは、ティクアンテペ北側地域の取水計画地域（国道4号線通称マサヤ街道の近傍）からマナグア市の中心部にある既設アルタミラ配水池に至る約10kmの主要送水管路（マサヤ街道沿い）と分岐送水管路（延長約8km、国道が主体で一部市道）でありアクセスは良好である。用地については、地下水開発予定地、配水池新設予定地等の取得が殆ど完了（INAAの1994年度予算にて購入）しており全く問題がない。主要送水管路敷設予定のマサヤ街道は、現在の舗装幅員7mから30mに拡張する計画があって、現在道路計画調査が進められている段階にあるが、ＩＮＡＡと建設運輸省（以下「MCT」と記述）の間で行われた協議では、管の埋設は道路センターから11mの地点とすることとなった。

電気は、本計画で約5MVA（ﾐﾘｵﾝ ﾎﾞﾙﾄ ｱﾝﾍﾟｱ）の消費が見込まれているが、ニカラグア電力庁（以下「INE」と記述）の1997年の供給計画の中に既に組み込まれているため供給は保障されている。ＩＮＡＡからＩＮＥに対する正式要請に基づいて、ＩＮＥはマサヤ街道17km地点にある電力ステーションの配電容量を拡張することとなる。

プロジェクトサイトは、以上のように本件実施の大きな障害となるものはなく、スムーズな工事施工が期待できる。

## 6．環境問題

マナグア市の抱える最大の環境問題として、同市前面のマナグア湖の汚染が挙げられる。マナグア湖は、面積1,024km²を有する大きな湖であるが、流出河川のない閉鎖水域である（近年の降雨減少傾向に伴い、湖面標高が38.2mから36.5mまで低下し、その結果唯一の流出河川であったティピタパ川からは、わずかに伏流流出があるだけとなった）。

主な汚染源としては、工場排水・営業汚水・家庭汚水等の下水、臨湖のゴミ最終処分場等が挙げられる。大小2,000の製造・加工工場の廃液・汚水、及び下水管に連結されている10万戸以上の家屋からの家庭汚水等は、全く処理されることなくマナグア湖へ直接排出されている。また、湖畔埋立同様の形式で埋積処分される日量900トンもの廃棄物は、既に15mの厚さに堆積し、その浸透汚水も直接マナグア湖へ浸出している。これらの汚染源から、マナグア湖南岸一帯の湖水の汚濁が加速度的に進行し、悪臭さえ漂うようになった。1991年にニカラグア天然資源環境庁（以下「IRENA」と記述）は、マナグア市及びマナグア湖の環境汚染初期診断調書を作成し、「ニ」国政府はこの結果に基づいて、ＩＲＥＮＡとマナグア市役所を中心とし、関係省庁・大学等を構成員とするマナグア湖流域委員会を結成した。同委員会は、1992年にマナグア湖の衛生・浄化アクションプランを作成し、その中で次の提案を行っている。

- 工場とマナグア市は1994年までに有機物排出量を17%削減するための予備浄化施設を備えること。
- 1997年までにＢＯＤ負荷を35%減らし、2000年までに80%以上減らすべく浄化施設整備を行うこと。

対応は遅れがちであるが、主要汚染発生源排出の法規制（工場排水内部処理の義務付け等）、下水処理施設の建設、ゴミ最終処分場の改善（環境を考慮した処分場の新設）等の具体的な検討に入っている。ＩＮＡＡによる下水処理マスタープラン作成（1994年９月に開始し、施設工事はＢＩＤローンを利用して1996年に開始予定）、マナグア市廃棄物処理システムマスタープラン及びＦ／Ｓ（1993年３月開始、JICA開発調査）等がその例である。

尚、本件「マナグア市上水道施設整備計画」の実施によって上水道供給量の増量が計られると、これに伴って下水量も増大し、マナグア湖の汚染を促進する恐れがあるとする見方もあるが、上記の下水処理施設計画は、将来の下水量増量も見込んだ形で進められれているために問題はない。

マナグア市には、もう一つの水質環境問題がある。マナグア市上水道水源であるアソソスカ湖や市の中・西部に位置する井戸群の水質低下の問題である。この地域では、過剰揚水によって大幅に水位低下を来たしているが、このままの状態で揚水を続ければ、汚染されたマナグア湖湖水

が逆流入し、アソソスカ湖水や井戸水に悪影響を及ぼすことが懸念されるわけである。しかし、この問題の解決に対しては、本件計画の実施が大いに寄与することを特筆しなければならない。

すなわち、市の東南部地域で開発した地下水を市中に送水することによって、市中の過剰揚水に歯止めを掛けることができ、この地域の水質保全を計ることができるからである。

# 第４章　プロジェクトの内容

# 第4章 プロジェクトの内容

## 1．プロジェクトの基本構想

### 1－1 協力の方針

マナグア市の上水道事情は、急速に増大しつつある水需要のために、危機的な局面を迎えているといって過言ではないが、この局面に対処するために、ＩＮＡＡは、給水量の増量計画と漏水量の削減や送水容量増量のための管路敷設替といった施設改善計画を同時並行的に進める必要に迫られている。さらにマナグア湖水質環境改善に関連して、ＩＮＡＡは下水の処理施設整備への対応も緊急事項として抱えている。これらの大規模な計画は、国際金融機関のローンの適用、並びにＤＡＣ諸国の二国間援助を得て遂行されることとなるが、それぞれの計画の中で、「ニ」国側負担工事は、全て限られたＩＮＡＡの上下水道料金収入の中から捻出しなければならない。

従って、第一の方針として、我が国の「ニ」国に対する無償資金協力にあっては、極力「ニ」国側の負担が少なくなるよう配慮すべきであることが挙げられる。

第二として、我が国の無償資金協力が本件計画に適用された場合、その効果がより顕著に現れ、かつ、より効果的な施設運転が行えるよう、施設設計に十分配慮すべきことが挙げられる。

そのために、「ニ」国側とは十分協議を行った上、要請の施設内容について一部変更（自然流下送水管路、及び配水池容量の拡張）を行ったが、この変更により、現行の低地より高地の配水地区への送水という非効率な送配水システムは改善され、低廉な施設運営維持が実現されるであろう。

第三に本計画の緊急性に則り、本計画実施の効果がより早く現れる施工計画を立てることが肝要である。すなわち、計画施設の全てが完工するまでは、配水池へ全く送水されないという事態は避けなければならない。開発された水量が極力早期に配水されるよう、施設建設の施工順序を配慮した施工計画を立案する必要がある。

第四の協力方針は、「ニ」国側負担工事分への積極的な技術関与を行うことである。我が国の無償資金協力が適用された場合は、工事の施工段階において、ＩＮＡＡと契約を結ぶ日本国のコンサルタントは、施工業者の工事監理を行うのみならず、「ニ」国側の工事についても技術的助言と工程管理上の助言を行う。日本国側工事・「ニ」国側工事の双方が完了してはじめて本件計画の効果が発揮できるからである。

第五の方針として、施設完成後の運営（特に水の配分のコントロール）に関して提言を行うことである。本件計画の対象地域は、アルタミラ配水地区とそれに関連する５つの配水地区（受益者合計57万人）であって、そのための施設の設計が行われるわけであるが、ＩＮＡＡの運営の仕方によっては、受益地域を如何ようにも広げることが可能なためである。すなわち、現行の給水総量は、275,200㎥／日であるが、これに計画開発水量の71,000㎥／日が加われば、1995年の市全

域の需要量384,700㎥／日には38,500㎥だけ足りないという状態、すなわち全体でほぼ90%の需要を満たす状態にこぎつけることができる。１人当たりの計画給水量を10%削減すれば、計算上は、全市の断水を解消することができ、受益人口は約120万人となる。

開発水量71,000㎥／日は、本件計画の主たる対象地域であるアルタミラ配水地区（高標高地区のサブ配水地区を含む広義のアルタミラ配水地区）へ全量配水される。アルタミラ配水池へは現在カルロス・フォンセカ井戸群他から送水されており、これに開発水量が加われば、この地域では1995年の水需要が100%満たされることになるわけであるが、現行の送水量を削減して他の配水地区に振り向ければ、同市の東部においても給水制限が緩和される。さらに、アルタミラ配水池に入った水を、その北部側の配水地区に分配すれば、北部地域でも給水制限が緩和される。このようにして、本件計画の受益地域が広がるわけである。ＩＮＡＡは、公平的な給水サービスの見地から、当然このような送水コントロール措置を採るが、我が国の無償資金協力の性格上からも不公平給水は好ましくなく、かつ、より多い受益者数であることが妥当であると判断されるため、開発水量の配分について提言を行う方針とする。

ＩＮＡＡの送・配水コントロールの能力は高い水準にあることから、このような運用の仕方は、十分可能であると思われる。

## １－２　要請内容の検討結果

本件計画は、地下水開発の余地が残されているマナグア市の東南部において地下水を開発して、マナグア市内の既設配水池に送水しようとするものである。マナグア市の東南部及び東部地域には、第３章５－１に述べたように今後総量188,000㎥／日の開発余力があり、これを全て開発すれば、1998年頃までのマナグア市の水需要量を満足するとされている。しかし、本計画は少なくとも市全域にわたる週２日の断水と、高標高地区における１日数時間の給水という著しい制限給水を緩和することを目的とした緊急計画であり、マナグア市東南部のティクアンテペ北側地域から71,000㎥／日の水を開発するものである。

開発される71,000㎥／日の地下水は、下記の６配水地区へ給水される。これらの配水地区は、現在大部分をアルタミラ配水池からの送水を受けており、当該地域内の1995年の計画給水人口は、570,100人である。需要量は178,000㎥／日（１人当たり日最大計画給水量312ℓ）であるのに対して現行給水量は107,000㎥／日である。

１人１日当たりの現行給水量は、ｋｍ８地区が最も不足しており、40ℓ／人／日が給水されているだけに過ぎない。次いで、シック・ウナン配水地区がそれぞれ150ℓ／人／日を割っており、当該高標高地区における給水計画の緊急性を物語っている。

| 給水地区<br>（配水池名） | 給水人口<br>（人） | 需要量<br>（㎥／日） | 現行給水量<br>（㎥／日） | （ℓ／人／日） | 不足量<br>（㎥／日） |
|---|---|---|---|---|---|
| ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ（新設） | 68,000 | 21,240 | 18,430 | 270 | 2,810 |
| ｼｯｸ | 74,812 | 23,360 | 9,050 | 120 | 14,310 |
| km８ | 59,321 | 18,530 | 2,410 | 40 | 16,130 |
| ｳﾅﾝ | 48,691 | 15,210 | 7,360 | 150 | 7,850 |
| ｻﾝﾌﾀﾞｽ | 86,945 | 27,150 | 20,170 | 230 | 6,980 |
| ｱﾙﾀﾐﾗ | 232,339 | 72,560 | 49,660 | 210 | 22,900 |
| 計 | 570,108 | 178,050 | 107,070 | 平均 187 | 70,980 |

アルタミラ配水池へは、現在アソソスカ湖とカルロス・フォンセカ井戸群から送水（アソソスカ湖からは既に減量）されているが、ティクアンテペ北側で開発された水がこの配水地区に入ることによって、圧倒的に不足が見られるシック・ｋｍ８・ウナン配水地区及びアルタミラ配水地区の給水事情が大幅に改善されることとなる。見掛け上は、当該地域においては、水需要を100%近く満たすことができ、稗益人口は57万人である。しかし、本件計画は、市全域にわたる制限給水を極力緩和することとアソソスカ湖の水質保全を主要目的とした緊急計画であるため、上記配水地区のみを優遇させるわけには行かない。マナグア市の東部において新たな水源が開発されるか、あるいは、漏水対策が実現されるまでは、当分の間本計画の水源増量分が、広い範囲の給水サービスレベルアップにつながるよう配慮することが必要である。それは、アルタミラ配水池へ東部のカルロス・フォンセカ井戸群から送水されている水量を削減し、その分量を東部の配水地区給水へ振り向けたり、アルタミラ配水池からシック配水地区への送水を低減すること等によって可能となる。このようにして、同市のほぼ全域の制限給水を緩和することもでき、少なくとも週２日の断水を撤廃することができる。この意味では、本件計画の稗益人口は、120万人に及ぶといえる。

また、アソソスカ湖からの揚水は、1991年に40%の削減を行った結果、水位は36.5mまで回復し、マナグア湖の水位を上回って、湖水の汚染が回避される見通しである。

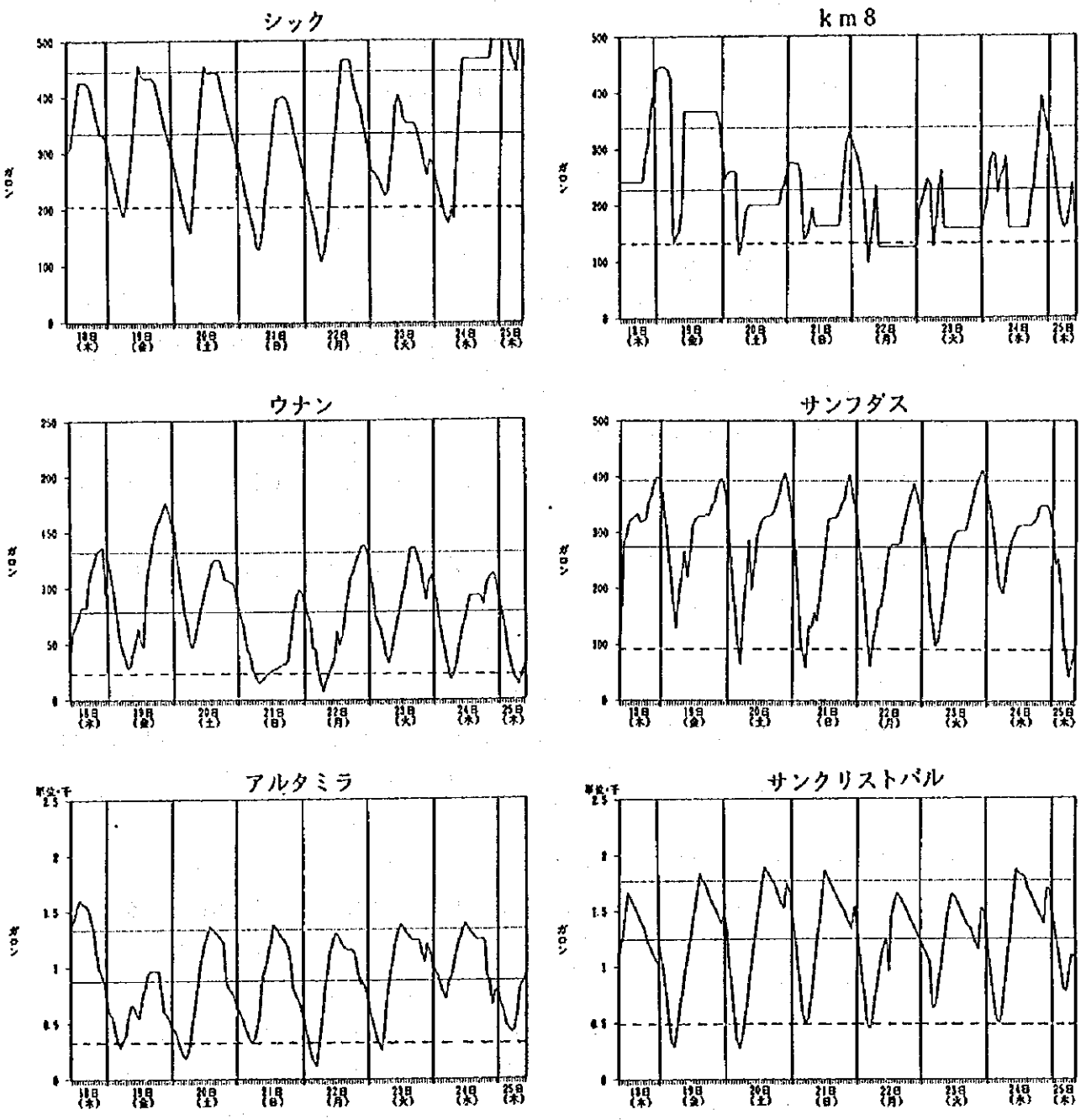
尚、要請の計画内容は、開発水量71,000㎥／日の全てをアルタミラ配水池とｋｍ８配水池とに送水するというものであり、それ以降の配水計画についてはＩＮＡＡが実施した「マナグア市配水計画マスタープラン」に基づいて、水源計画と並行してＩＮＡＡが実施するというものであった。しかし、マスタープランの検討、並びに現地調査の結果、シック配水地区、ウナン配水地区等の高標高地区の水需要が近年急伸していることが判明し、かつ、これらの地区へアルタミラ配水池からの送水量を増加させるためには、既設管径・ポンプ容量が共に不足していることも判明した。本件計画の中で新設されるサントドミンゴ配水池から、自然流下方式で一旦既設のアルタミラ配水池に送水したものを、ポンプ送水で高位置の配水池へ送水する非効率性とまた、送水量増量のためにわざわざ既設管の敷設替え及びポンプの据え替えを行わなければならない非合理性が表面化したわけである。従って、本件計画の実施効果をより高めるために、新設のサントドミ

ンゴ配水池からアルタミラ配水池へ送水する途中において、高標高地区に分布するウナン・シック・サンフダス等の配水池へ分岐送水する代替案の検討がせまられた。検討の結果、これらの配水池へ送水するためには、送水管延長が若干大きくなるものの、全て自然流下方式で分流可能であるとの結論を得て、さらに、この代替案が維持管理費の低減の観点からはるかに合理的であるとの結論を得た。この代替案によれば、アルタミラ配水池からポンプアップ送配水していたものが全く不要になり、煩雑なポンプの運転管理と運転費用とを節約することができる。当初要請の施設と代替案の施設の比較は、表４－１のようにまとめられる。

表４－１　送水に関する要請内容と変更計画の比較

| 項　　目 | 要請内容 | 変更計画 | 条件比較 |
|---|---|---|---|
| 計画の対象地域 | ﾏﾅｸﾞｱ市ﾃｨｸｱﾝﾃﾍﾟ地区及び周辺地区 | ﾏﾅｸﾞｱ市ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ、ｼｯｸ、km８、ｳﾅﾝ、ｻﾝﾌﾀﾞｽ、ｱﾙﾀﾐﾗの６つの給水区 | 対象区域は変わらないが、計画対象配水区域名及び範囲を明確にした（図４－４参照）。 |
| 送　水　計　画 | 新設ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池から既設ｱﾙﾀﾐﾗ配水池へ自然流下で、ほぼ計画の全量（一部沿線の既設km８配水池へ分水）を送水する。ｱﾙﾀﾐﾗ配水池以降の各給水区への配水計画は、INAA側で計画、実施する。 | 新設ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池から各給水区内のそれぞれの配水池へ自然流下で送水する。各配水池から先の配水計画は、INAA側で計画、実施する。 | 送水管に各配水池までの分岐管が追加される。INAA側の配水管計画の実施がより容易になり、本計画による給水効果がより一層顕著になる。 |
| 配　水　池　計　画 | ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池を新設する。<br>容量22,700㎥ | 各給水区の既存施設に対応して配水池を新設、及び増設する。<br>新設-ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水池<br>17,400㎥<br>増設-ｼｯｸ配水池4,800㎥<br>ｻﾝﾌﾀﾞｽ配水池<br>2,300㎥<br>総容量-24,400㎥ | 配水池の総容量が、約1,700㎥増量される。これにより本計画に伴うﾃｨｸｱﾝﾃﾍﾟ北部地区の効果的かつ合理的配水池計画が確立される。 |
| 維　持　監　理 | ｱﾙﾀﾐﾗ配水池より高位置にある配水池へﾎﾟﾝﾌﾟで揚水する。 | 給水区域内の配水池へ自然流下で送水される。既存配管網との合理的な連携が計られる。 | 変更計画よりﾎﾟﾝﾌﾟ揚水動力が節減され効率的な運転が計られる。 |

また、計画給水区域内に設置されている配水池の時間的な貯水量の変化を観測して、現行の給水の現状と配水池の機能を検討した。図４－１に1994年８月18日から同年８月25日までの１週間の「各配水池の貯水量変化」を示す。




実　線：貯水量平均
上点線：貯水量平均を上回った部分の平均
下点線：貯水量平均を下回った部分の平均

図4－1　各配水池の貯水量変化
(1994. 8.18～8.25)

図４－１から以下のように考えられる。

①ｋｍ８・ウナン・アルタミラの各配水池は、使用水量が少ない夜間においても大きな貯水量の増加が見られない。これは上記の各配水池へ送水しているポンプが、吸込側の貯水量不足によって運転が停止されて送水されていないためと推定される。

②従って、これらの配水池からは、時間的な使用水量の変化に対応して給水することができずに、地区によっては慢性的な断水をきたしている。

③シック・サンフダスの各配水池は夜間においても送水ポンプは運転されており、配水池が満水になれば停止されていると推定され、時間的な使用水量のピーク時には人為的な操作によってバルブの開閉が行われ、配水池の機能を果たしている。

④総体的に給水の絶対量が不足していることは否めないが、アルタミラ配水池における送水ポンプの運転が、既存施設における断水に大きく関わっており、運転管理を困難にしている。

従って、この調査結果からも本計画においては要請計画を改め、自然流下によって各配水池へ分水する代換案が妥当である。

尚、この代替案については、さらに下記３通りの実施案が検討の対象となったが、いずれの場合もシック・ｋｍ８・ウナン・サンフダス等４配水池の容量不足を補う必要があり、配水池の増設、あるいはサントドミンゴ配水池の容量増等の検討項目が含まれる。

①シック配水池・サンフダス配水池の増設工事、及びシック・ウナン・サンフダス配水池への分岐送水管路敷設工事等、要請内容の変更に係る工事は、全て「ニ」国側負担とする。ただし、シック配水池増設についてのみは、ＩＮＡＡに大容量配水池の建設技術がなく財政面でも負担が大きすぎるため、無償資金協力の範囲に含める。

②上記工事を全て日本国側工事に含めるが、当初要請になかった分岐送水ルートの延べ8.2 km については、送水管材料をＩＮＡＡが在庫のパイプを提供する。

③代替案の施設は送水管材料の調達を含め、全ての工事を我が国の無償資金協力の範囲に含める。

①の送水管敷設他の工事を「ニ」国側負担とした場合の実施案は、ＩＮＡＡの本計画に割り振られる1995年以降の年次予算では、３年以内に工事完了が難しく、従って、日本国政府の協力による施設工事が完了しても施設全体の機能が発揮できず、緊急改善計画の主旨と合致しない。

また、②案のＩＮＡＡ在庫のパイプ類の使用については、既にＩＮＡＡの別件計画「マナグア市上下水道改善・拡張計画」の中に組込まれているため、これも妥当ではないと判断される。

③案については、全体の工事費が10%程度増えるものの、工事完了後、直ちにその効果が発揮

できること、かつ、ＩＮＡＡの計画する他の重要な計画が支障なく推進されて本件計画との相乗効果が期待しできること等から、③の実施案が最も現実的なものであると判断された。

ＩＮＡＡは本件計画の実施に向けて、「ニ」国側の実施すべき事項である用地取得を既に大半完了した他、電力供給に関してはＩＮＥと道路沿いの管路敷設に関してはＭＣＴ及びマナグア市役所と協議を終える等、いち早く準備を整えている。また、ＩＮＡＡは本件計画と同時並行的に進められる給・配水施設改善並びに拡張計画も早期開始を目指して鋭意努力中である。1994年２月には、両計画並びに下水処理施設計画の効率的な実施のために、第Ⅲ総局事務所（マナグア市向けプロジェクト管理事務所）を新設している。

本計画の実施については、上述の検討結果から、その効果、現実性、「ニ」国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致している等のことから、日本国の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって、我が国の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。ただし、計画の内容については、要請の内容を一部変更するのが適当であると判断されたため、変更（追加）分を含めた基本設計を行うこととする。

## ２．プロジェクトの目的・対象

本件計画は、「ニ」国の首都マナグア市の逼迫した給水事情の改善措置として、①供給量の増量、②漏水の削減　の二つの措置が挙げられるが、その前者に関連して計画されたものであり、地下水開発を行って市中の既設配水池に送水し、週２日の断水という著しい給水制限の緩和を計ることを目的とする。さらに、過剰揚水によって水位低下を来たしたアソソスカ火口湖（マナグア市上水道の最も重要な水源）の水質保全を計ることも目的とする。すなわち、新水源開発によってアソソスカ湖の過剰揚水分を肩替わりし、マナグア湖の汚染された湖水の侵入を間接的に防止することにある。尚、アソソスカ湖からの揚水は、1991年までの65,700㎥／日（17.4MGD）から36,000㎥／日（9.5MGD）へ既に削減（1992年）されているが、その結果として、アソソスカ湖から送水を受けていた配水地区は他地区よりさらに悪い給水事情を強いられている。

計画の対象地区は、地下水開発については、マナグア市東部・東南部の開発ポテンシャルの高い地域の中からティクアンテペ北側地区が計画され、配水対象地区は主としてアルタミラ配水地区とアルタミラ配水池から送水を受けているシック・ウナン・ｋｍ８・サンフダス配水地区等マナグア市の南部に位置する高標高給水地区である。これらの対象地域内では1995年の需要を100%満足できる水量が送られることとなるが、緊急計画の性格上、当該地域のみ給水サービスの格段の向上は不公平サービスにつながるため、配慮が必要である。すなわち、アルタミラ配水池には、マナグア市の東部の水源からも送水を受けているが、この送水分を削減して東部の配水地区に振

り向け、マナグア市全域の週２日の断水という制限給水の緩和を東部、北部に広げる等の配慮である。東部での水源開発が進んだ時点で、アルタミラ配水池への送水増量を計るべきであり、このような配慮を行うことによって、市域のほぼ全域にわたって給水事情の改善を計ることができる。

## ３．プロジェクトの実施体制

### ３－１　組織・要員

本件計画の実施主体は、1979年10月に発布の政令123号によって設立された大統領府直属公社のＩＮＡＡである。ＩＮＡＡは、中央の企画・管理部門及び事業実施部門と５つの地域総局を持ち全国の上下水道事業の全てを管轄している。図４－２に「ＩＮＡＡ組織図」を示す。首都マナグア市を担当する第Ⅲ総局は、図４－３「ＩＮＡＡ第Ⅲ総局組織図」に示すように他の地域総局（第Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ及びⅤ総局）とは別格扱いであり職員数は783人を数える（他の地域総局の職員数は、その下部機構の複数の地方事務所を含め100名内外である）。

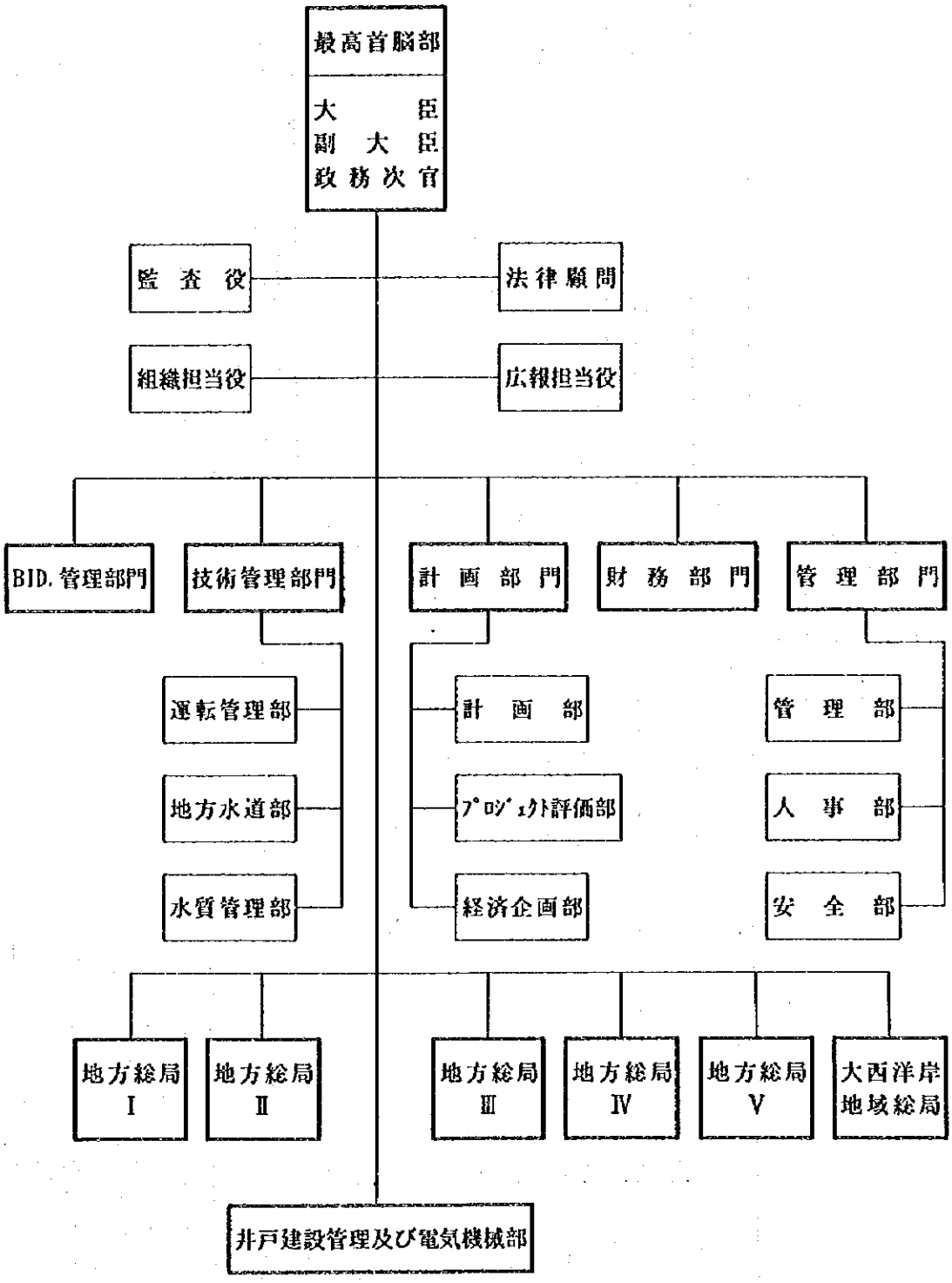

最高首脳部
大臣
副大臣
政務次官
監査役
法律顧問
組織担当役
広報担当役
BID.管理部門
技術管理部門
計画部門
財務部門
管理部門
運転管理部
地方水道部
水質管理部
計画部
プロジェクト評価部
経済企画部
管理部
人事部
安全部
地方総局 I
地方総局 II
地方総局 III
地方総局 IV
地方総局 V
大西洋岸地域総局
井戸建設管理及び電気機械部

図4－2　INAA組織図

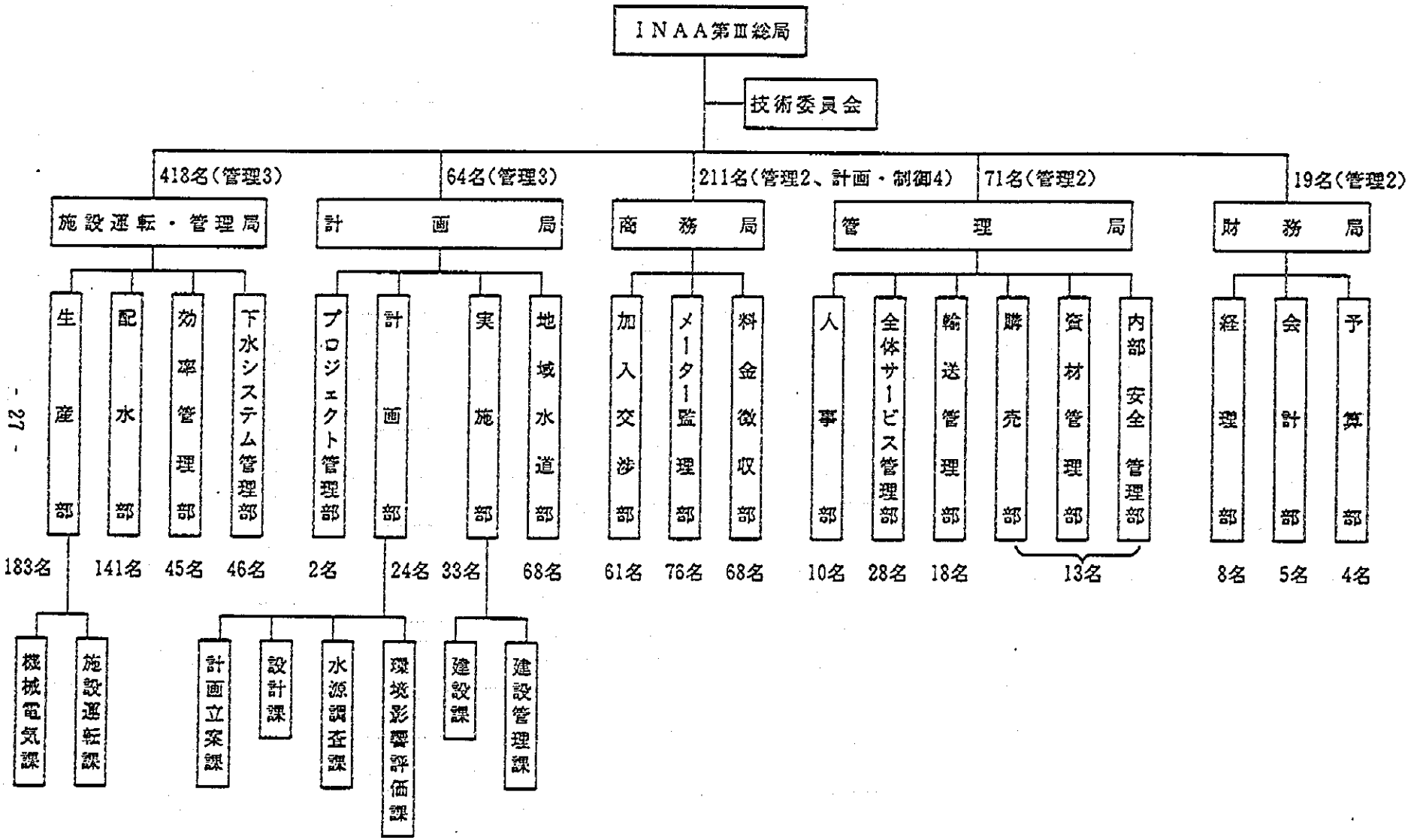



図４－３　ＩＮＡＡ第Ⅲ総局組織図

## 3－2　予算

ＩＮＡＡの財務状況は、第３章２－２で触れたように、ここ数年黒字を保っているが、事業運営費は、全て上下水道料金収入で賄われているため、開発事業投資の増額や、より良い施設維持管理を行うためには、料金徴収率の向上を計らなければならない。特にマナグア市における料金収入はＩＮＡＡの全国の料金収入の50%以上を占めるために、マナグア市での料金収入がＩＮＡＡ財政を左右するといって過言でないが、現状では徴収率が48%に止まっている。そのため、黒字巾はわずかで、大規模な事業は、独自の予算内で実施することが難しい。しかし、本件計画の「ニ」国側負担分については、1994年度は約1.33百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞ（約23万ﾄﾞﾙ）を用地取得費として支出しており、1995年から1997年までの３年間は、本件計画への投資額としてそれぞれ２百万、３百万、２百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞ／年、合計７百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞ（約1.1億円）を予定している。

ＩＮＡＡは、マナグア市において本件計画のほかに、マナグア市上下水道システムの改善に係る大規模事業をＢＩＤローンで、また、給配水施設改善・拡張計画をフランス国の援助を得て行うべく計画しているが、それぞれに相当額の独自予算を割かなければならない。そのため、ＩＮＡＡは財源確保のために、マナグア市における上水道料金の徴収率を1993年の48%から毎年10%以上改善して、1996年には80%を確保する目標を掲げ鋭意努力中である。

ＩＮＡＡは1992年の一時期、ＢＩＤの勧告に基づいて、料金徴収に全力傾注した結果、徴収率を一気に86%にまで引き上げた実績を持つ。この際の徴収率拡大キャンペーンは、料金徴収システムの改善を伴わなかったため、わずか２～３ヶ月で挫折したが、この実績は80%目標を現実的な数字として裏付けるものである。

マナグア市の料金徴収率80%が達成されれば、市全域の1993年の料金収入が約106百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞから約138百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞへと約32百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞの増収が期待される。一方、支出を見ると、1993年には施設の運転維持費は約41.3百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞが支出されている。本件計画実施後は、水源増量分の施設運転・維持管理費として約７百万ｺﾙﾄﾞﾊﾞ／年が見込まれているが、これは料金徴収率の改善によって十分カバーできる範囲内にある。

表４－２に、ＩＮＡＡの1995年から1998年の歳入歳出計画を示す。これは全国の上下水道事業の予算計画であるが、マナグア市向けの上下水道事業への投資は、全国分の約60%が予定されている。

表4－2　ＩＮＡＡの予算計画

（1995～1998年）　　単位：百万ｺﾙﾄﾊﾞ

| | | 1995年 | 1996年 | 1997年 | 1998年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 歳入 | 料金収入 | 206.0 | 230.0 | 253.0 | 265.0 |
| | ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ外国援助資金 | 154.0 | 160.0 | 170.0 | 140.0 |
| | 歳入合計 | 360.0 | 390.0 | 423.0 | 405.0 |
| 歳出 | 徴収不能料金 | 13.0 | 25.0 | 34.0 | 34.0 |
| | 施設運転経費 | 134.0 | 142.0 | 156.0 | 164.0 |
| | 負債償還、借款返済 | 2.0 | 3.0 | 3.0 | 4.0 |
| | 利息 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| | 外国援助ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ投資 | 154.0 | 160.0 | 170.0 | 140.0 |
| | INAA負担分ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ出資額 | 32.0 | 35.0 | 40.0 | 35.0 |
| | 固定資産の取得 | 14.6 | 17.0 | 12.0 | 17.0 |
| | 歳出合計 | 353.6 | 386.0 | 419.0 | 398.0 |
| ﾊﾞﾗﾝｽ | | ＋ 6.4 | ＋ 4.0 | ＋ 4.0 | ＋ 7.0 |

注　－1998年の外国援助ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ投資額の減少は、BID関連ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄが1977年で完了見込みのためである。

－ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ投資の歳出の内、ﾏﾅｸﾞｱ市向けは約60%を占める。

## ３－３　維持管理計画

マナグア市上水道施設の運転維持管理は、５局で構成されるＩＮＡＡ第Ⅲ総局（総勢783名）の内施設運転管理局（418名）が担当し、同局の生産部と給水（配水）部の２部が実務を行っている。生産部は、アソソスカ湖及び井戸群からの揚水コントロール、揚水ポンプ類の補修に当たり、配水部は、配水池からの配水コントロール、並びに配水管網の維持管理に当たっている。1994年にＩＮＡＡは、ＩＮＡＡ本庁とマナグア空港の中間付近の北街道沿いに、第Ⅲ総局の支局を設けて各部の主要メンバーを配置し、本件計画並びにＢＩＤ関連の上下水道システム改善計画の実施に向けて準備態勢を整えつつある。本計画の施設建設期間中は、この支局を建設管理本部として「ニ」国側負担分の工事管理を行い、完成後は、増員を計って維持管理本部とする計画である。施設完成後は、特に新設サントドミンゴ配水池から自然流下による５配水池への分配コントロールと市域全体の制限給水緩和に向けて、広い視野での送配水コントロールを行う計画である。

## 4．プロジェクトの最適案に係る基本設計

### 4－1　設計方針

本件計画の施設設計に当たっては、「ニ」国の以下のような諸事情を勘案した設計方針で臨むこととする。

1)特殊地質条件の考慮

マナグア市は、ニカラグア地溝帯の中に位置し、ニカラグア湖からフォンセカ湾に通ずる火山列の線上にあって、地震多発地である。1931年と1972年の直下型地震で２度の壊滅的な打撃を受けた経歴もある。市中には20ヶ所以上の爆裂火口・火山丘が存在し、いつ火山活動が起こっても不思議はない地質条件にある。従って、建造物の設計及びパイプラインの設計は耐震設計とする。

2)本計画に関する他省庁との関連事項の考慮

ＭＣＴは、1995年又は1996年からマサヤ街道の道路拡幅を計画しているが、ＩＮＡＡ－ＭＣＴ間の協議結果に従い、送水管は既存道路のセンターより11.0m地点に埋設することとする。しかし、大規模な切土計画のある地点については、とりあえず現道路脇敷設の設計とし、切土工事後に敷設替えを行う方針とする。

電力行政は、ＩＮＥが所管するところであるが、本計画における電力供給計画、設計条件、施工範囲等については、ＩＮＡＡ－ＩＮＥの協議結果に基づき、受電施設までは「ニ」国側負担とし、本計画ではそれ以降の設計を行う。

3)建設業に関する特殊条件の考慮

「ニ」国の公共事業における土木建設工事は、数年前までは、全て公社組織による直営によって進められていたために、現在においても民間企業は建設の経験と建設用機械が不足している。

本計画においては、地元の建設業者をサブコントラクターとして最大限活用する方針であるが、井戸建設についていえば、口径16インチ以上の大口径掘削に適した掘削機械がない。

管路工事については、開削を迅速に行える大型トレンチャーや大口径管の敷設を容易にするクレーン等、重機の保有台数が極端に少ない。そのため、建設用重機械は、日本国からの持ち込みあるいは近隣諸国からのリース等を考慮する他、井戸掘削や配水池のコンクリート構造物建設等については地元業者の建設能力を配慮した設計とする。

4)維持管理上の問題点の配慮

本計画においては維持管理に関連して、特に配慮をしなければならない問題点として「ニ」国の電力事情がある。電力の供給量不足のための地域別計画停電と施設不備がもたらす不定期停電が高頻度に出現するため、ポンプのウォーターハンマー対策を始めとして、電気作動による機器類並びに計器類は、停電に対応した適切な設計を行うこととする。

5)機材及び建設資材の調達方針

「ニ」国では、本件計画に適応したポンプ類、電気製品、塩素滅菌機、並びに鋼管類等を製造していないので、これらの機材は日本国又は第三国調達とするが、「ニ」国内で調達可能な建設資材（コンクリート、鉄筋等）は全て「ニ」国調達とする。

6)主要送配水施設グレード

送配水管は、施工性並びに耐触性からダクタイルモルタルライニング鋳鉄管とし、配水池は現地産コンクリートの強度設計上から矩形鉄筋コンクリート構造とする。

各施設のグレードは、既存施設のグレードを参考として、我が国の無償資金協力事業として妥当な設計とする。

7)工期に対する方針

工期は、現地準備及び施設の運転調整、並びに運転マニュアル作成のための２ヶ月を含めて29ヶ月とする。

井戸掘削は、１井当たり４～５ヶ月を要するので掘削機械を４～５台動員することとし、管路掘削及び管の敷設には重機械を調達して６工区同時進行を計画する等、工期の短縮を計る。

## ４－２　設計条件の検討

(1)配水計画

計画給水区域は、６つの配水地区からなり、それぞれの配水地区は、区域内に設置された配水池とこれに連結された配水管網を持つ。従って、本計画では、これらの配水池へ各配水地区での不足水量を送水することによって、給水状況の改善を計ることが出来るが、配水池以降の配水施設整備は「ニ」国側の実施範囲であり、「ニ」国は日本国側の工事と並行して、配水管網の整備及び給水コントロール施設整備を行うことが必要である。

(2)計画給水量

計画給水量は、給水計画人口に１人１日当たりの平均使用水量を乗じて、１日当たりの平均

使用水量を算定し、有効率を80%、1日最大給水量の係数を120%として算出したものである。

1人1日平均使用量：208ℓ／人／日（55ｶﾞﾛﾝ／人／日）

1日平均給水量＝計画給水人口×208ℓ／0.8

計 画 給 水 量＝1日最大給水量＝1日平均給水量×1.2

（1人当たり1日最大給水量：312ℓ/人/日）

(3)計画給水人口

設計対象の計画給水区域内人口は、現行の給水台帳を基準として算定された。マナグア市域南部の高標高地区においては、住宅の建設が急速に増加しつつあり、給水の伸び率が特に高く、サントドミンゴ配水地区では、1991～1995年の間に給水戸数が52%増加するものと見込まれている。

表4－3として「計画給水量及び供給水量内訳」を示す。

表4－3　計画給水量及び供給水量内訳

| 配水地区 | 計画給水量 | | | 供給水量内訳（㎥／日） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 給水人口（人） | 1人1日最大給水量（ℓ/人/日） | 1日最大給水量（㎥/日） | 新規供給量 | 既往施設からの供給量 | 計 |
| ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ | 68,000 | 312 | 21,220 | 2,800 | 18,430 | 21,230 |
| ｼｯｸ | 74,812 | 312 | 23,340 | 14,320 | 9,050 | 23,370 |
| Km8 | 59,321 | 312 | 18,510 | 16,130 | 2,400 | 18,530 |
| ｳﾅﾝ | 48,691 | 312 | 15,190 | 7,850 | 7,360 | 15,210 |
| ｻﾝﾌﾀﾞｽ | 86,945 | 312 | 27,130 | 6,980 | 20,170 | 27,150 |
| ｱﾙﾀﾐﾗ | 232,339 | 312 | 72,490 | 22,900 | 49,660 | 72,560 |
| 計 | 570,108 | —— | 177,880 | 70,980 (18.75MGD) | 107,070 (28.28MGD) | 178,050 (47.03MGD) |

注）1．ｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞの既設施設からの供給量は、ﾍﾞﾗｸﾙｽの既設井戸及びｻﾝﾄﾄﾞﾐﾝｺﾞ配水地区内にある既設井戸1井からとする。
2．Km8の既設施設からの供給量は、当該配水地区内の既設井戸1井のみからとする。
3．ｱﾙﾀﾐﾗの既設施設からの供給量は、当該配水地区内の既設井戸3井及びｶﾙﾛｽ・ﾌｫﾝｾｶ井戸群（42,460m³／日）からとする。

(4)井戸計画

掘削口径16ｲﾝﾁ以上、仕上げ口径12ｲﾝﾁ、深度180～220mの井戸を15本建設するものとする。工程上、掘削機械を4～5台動員することとして、掘削機及び井戸機材の調達能力のある業者を選択する。