厚生労働省委託事業

平成23年度水道プロジェクト計画作成指導事業

ニカラグア共和国
マナグア市上水道改善計画及びチナンデガ市給水計画

調査報告書

平成24年3月

平成23年度水道プロジェクト計画作成指導事業共同企業体

株式会社 間組 ・ 株式会社 協和コンサルタンツ

1. 背景

1.1 調査の目的

ニカラグア共和国（以下「ニ」国）は、1980年代8年間にわたった内戦のため、社会・経済が疲弊の極に達したが、1990年に内戦が終結し、その後、経済復興・社会基盤整備に取り組んできた。しかしながら、「ニ」国の財政難や技術力不足により社会インフラ整備が進まず、また安全な水供給のための施設整備の遅れにより、水因性疾患の発生や衛生環境の悪化など大きな問題になっている。

2001年に「ニ」国政府が作成した貧困削減戦略ペーパー（以下「PRSP」）において、4つの重点政策項目の一つである「幅広い経済成長と構造改革」の中で、水資源、衛生環境の確保を掲げている。また、PRSPを補完する国家開発戦略の中で、上水道アクセス人口を1999 年の66.5%から2005年までに76%（都市部92%、地方部54%）に向上し、さらに2015 年までに100%の供給を達成することを整備目標としている。

「ニ」国における水供給は、上下水道公社（以下「ENACAL」）が首都を含む都市部を管轄している。日本国は1990年代の始めからマナグア市に対する水道施設の改善のため、各種援助を実施してきた。さらに他の援助機関の支援を受け、市の水需要を十分に賄う水源量を有するまでに改善された。しかしながら、非効率な送配水システムや漏水などの無効水が多いため、十分な給水サービスができていない地区があり深刻な社会問題となっている。また、首都圏の拡大にともない周辺部の人口増加が著しい地域では、給水需要を満たすことができない状況が発生している。

一方、地方都市の上水道は、主に世銀、BID及びスペインなどの援助により実施されてきたが、非効率な送配水システムや漏水などの無効水が多いため、依然として給水サービスに問題を抱えている都市が多い。「ニ」国政府は2009年、9地方都市を対象としたFS調査を実施した。同FS調査の結果、3都市についてはスペイン国が援助することを決定した。残り6都市のうち最も人口が多く、水道事情の改善が急がれるチナンテガ市を最重要都市と選定した。

このような背景の下、「ニ」国政府はマナグア市上水道改善計画とチナンデガ市給水計画を策定し、日本国政府の無償資金協力による実施をめざし、2010年要請書を作成した。

1.2 調査の目的

対象となった2都市の上水道施設の改善計画について、「ニ」国の水道行政部局の専門官及び水道事業実施機関の担当者等との協議、質疑応答や現地視察等を通じて、両市の飲料水供給の課題解決の具体的方策を検討し、プロジェクトの妥当性、優位性、緊急性等を確認する。また、実施については日本国の援助を想定しているため、日本の無償資金援助システムに則って、必要によって適正なプロジェクトの内容・規模等を提案する。

2. マナグア市上水道改善計画について

(1)既存水道施設の概要

マナグア市はマナグア湖の南に位置し、「ニ」国の政治、経済、文化の中心として発展してきた。マナグア市の水道事業が賄う総面積は290km^{2}であり、対象地域の総人口は1.08百万人、給水人口は1.02百万人、給水率は94.3％である。2010年末現在の給水契約者数は204,240 件であり、1日平均給水量は216,495 m^3/日である。給水契約者のうち94.9％が一般家庭であり、営業者が4.7％、残り0.4％は産業用及び役所などの公共施設である。

マナグア市の水源は、市の西部に位置するアソソスカ湖のほか、合計145本の井戸である。マナグア市の2010年の生産水量は、435,405m^3/日と推定されている。

上水道施設の最も緊急な課題は45％を超える漏水及び無駄水とされ、標高が低地区から高地区になるにしたがって漏水や無駄水が多くなっている。市内の給水時間は、低地区では24時間もあるが、標高が高くなるにつれ給水時間が減少し、1日3時間程度しか給水できない地区もある。市内の送・配水管は総延長2,400km、そのうち塩ビ管（PVC管）が52％、石綿管が37％、残りが鋳鉄管、鋼管で11％である。塩ビ管、鋳鉄管、鋼管等は概ね良好な状態で維持されている。

貧困層の居住区では漏水、無駄水が特に高く、無許可接続や盗水を含め、特に各戸給水接続部からの漏水が多いとされる。また、既存水道メーターの16％が不良であり、既存接続の約6％が無許可または違法接続であるとされている。

マナグア市の給水地域は図2.1に示す通り、地域の標高により、低地配水区（0m～85m）、高地配水区（85m～135m）及び高高地配水区（135m～185m）の3つの配水地区に分けて運営されてきた。日本国政府は、マナグア市の上水道整備のため、1995年～2002年にマナグアI、IIプロジェクトを実施し、市の水道事情の改善に大きな貢献をした。2005年には、将来の施設整備の基本方針を定めた「中長期上水道施設改善計画調査」（以下「JICA-FS調査」とする）を実施した。この調査により、マナグア市の水需要と供給の不均衡、給水サービスの低下、漏水や無駄水等への対策を実施するためには、従来の標高別の管理運営では困難となってきているため、各配水区の地形や都市化特性に合わせたマクロ・セクターよる運営管理が不可欠とされた。この結果を受け、ENACALは全給水地域を19のマクロ・セクターに再分化し、同調査により提案された計画を基に、国際機関からの支援を受け、各マクロ・セクター毎に改善計画を策定し施設整備に努力してきている。

本案件は、①低地配水区（アソソスカ低地区、サン・クリストバル地区及びメルセデス地区の3マクロ・セクターで構成する）と高高地配水区のマクロ・セクターである②Km8マサヤ街道-Pumping地区（以後、「Km8CM-P地区」とする）が対象である。

なお、既存水道施設において、以下の問題が発生している。

- 既存井戸の老朽化による生産能力の低下
- 一部の井戸水の水質汚染（ヒ素、硝酸）
- 配水管や水道メーターの老朽化や故障、貧困地区の違法接続による漏水や無駄水等に起因する45％を超える無収水の発生。
- 住民の節水、水使用に対する低い意識
- 配水管網における各配水区の給水制御が困難であり、低地配水区におけるミクロ・セクター化事業を進行中である。

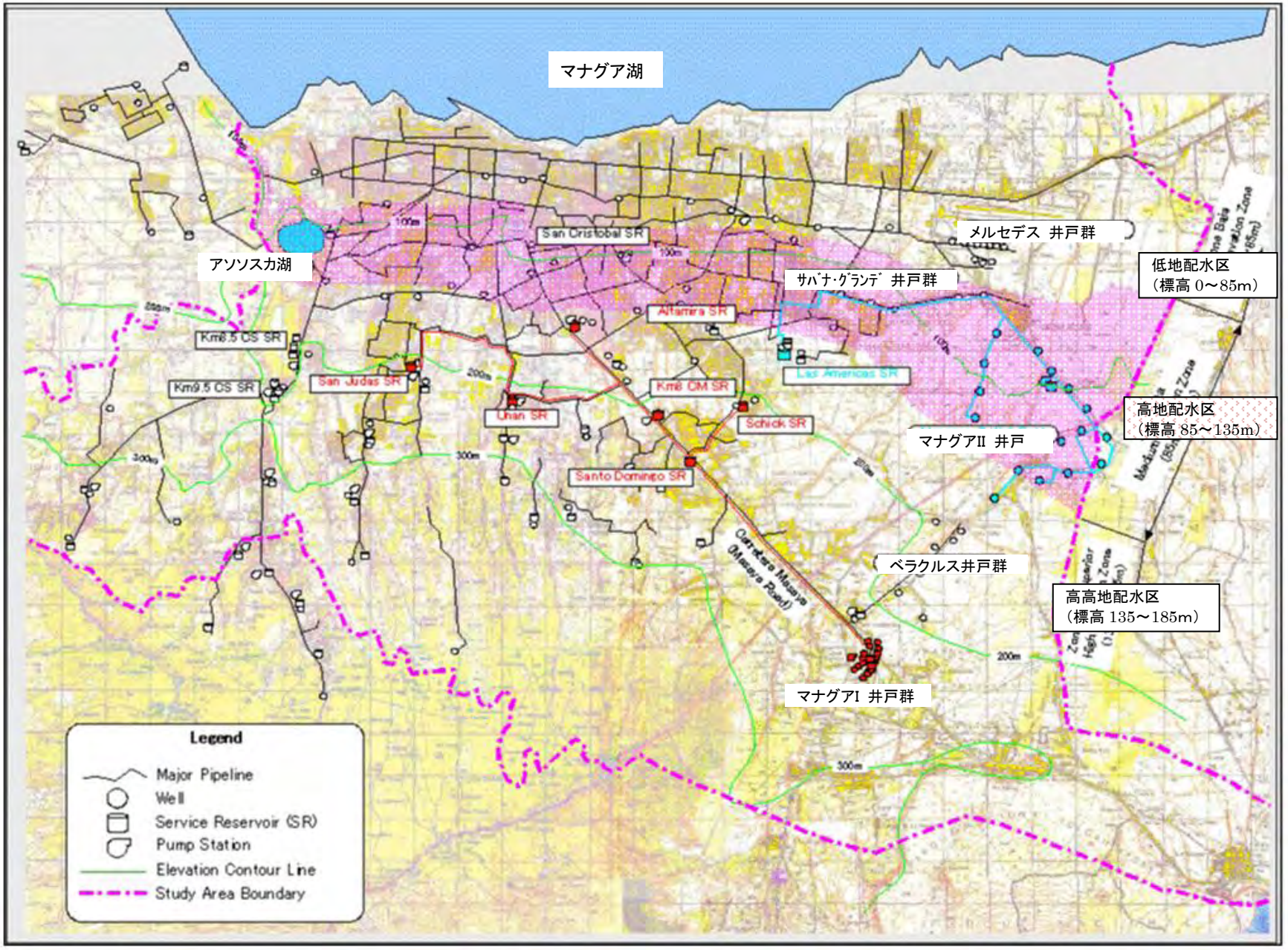

図2.1 マナグア市の給水施設状況

(2)計画の概要

1)目的

・低地配水区のマクロ・セクターにおいて給水の制御・管理システムを構築し、水資源の有効利用を促進する。

・Km8CM-P地区において、水源水量、タンク容量を増加し、当該地区の水需要を満たし、上水道サービスを改善する。

2)計画施設の内容

ア)低地配水区の計画概要

a)漏水・無駄水削減対策として

・老朽化の進んだ送・配水管(φ2"～8"PVC管)の更新　36.4Km

・各戸給水管接続(接続管の交換を含む)　455ヶ所

・各戸給水管用の流量計の調達及び設置　47,000ヶ所

・上記工事に伴う道路舗装　1式

b)水源水量補強対策として

・井戸ポンプの交換及び接合配管　13基

・低地区中央部の給水改善策:

ラファエラ・エレラ中継ポンプ場改修-1式、配水池(容量1000m^3)建設-1基、

同ポンプ場～既存サン・クリストバル配水池の送水管敷設-4.4km

イ)Km8CM-P地区の計画概要

a)水源水量の増加策として

・サン・アントニオ・スル地区に深井戸掘削-2本

・既存中継ポンプ場2か所の中継ポンプ交換-6基

・既存井戸ポンプの交換-6本

b)給水状況改善策として

・配水池の建設-2基

・井戸～配水池～配水管網の配管の敷設-9.7km

・セクター化のための制水弁室の設置-7基

なお、計画施設の配置図は、低地配水区を図2.2に、Km8CM-P地区を図2.3～2.4に示す。

3) 概算事業費

概算事業費総額は、30.56百万ドル(約24.4億円、80円/ドルで換算)と算定される。

表2.1　概算事業費

分野	事業費　(単位:千US$)		
	合計	日本	ニカラグア
1.　低地配水区の施設改善分野	18,629.0	18,629.0	0
2.　Km8CM-P地区の施設改善分野	7,135.8	7,135.8	0
3.　調査、手続き調整、施工監理	4,800.0	4,200.0	600.0
合計	30,564.8	29,964.8	600.0

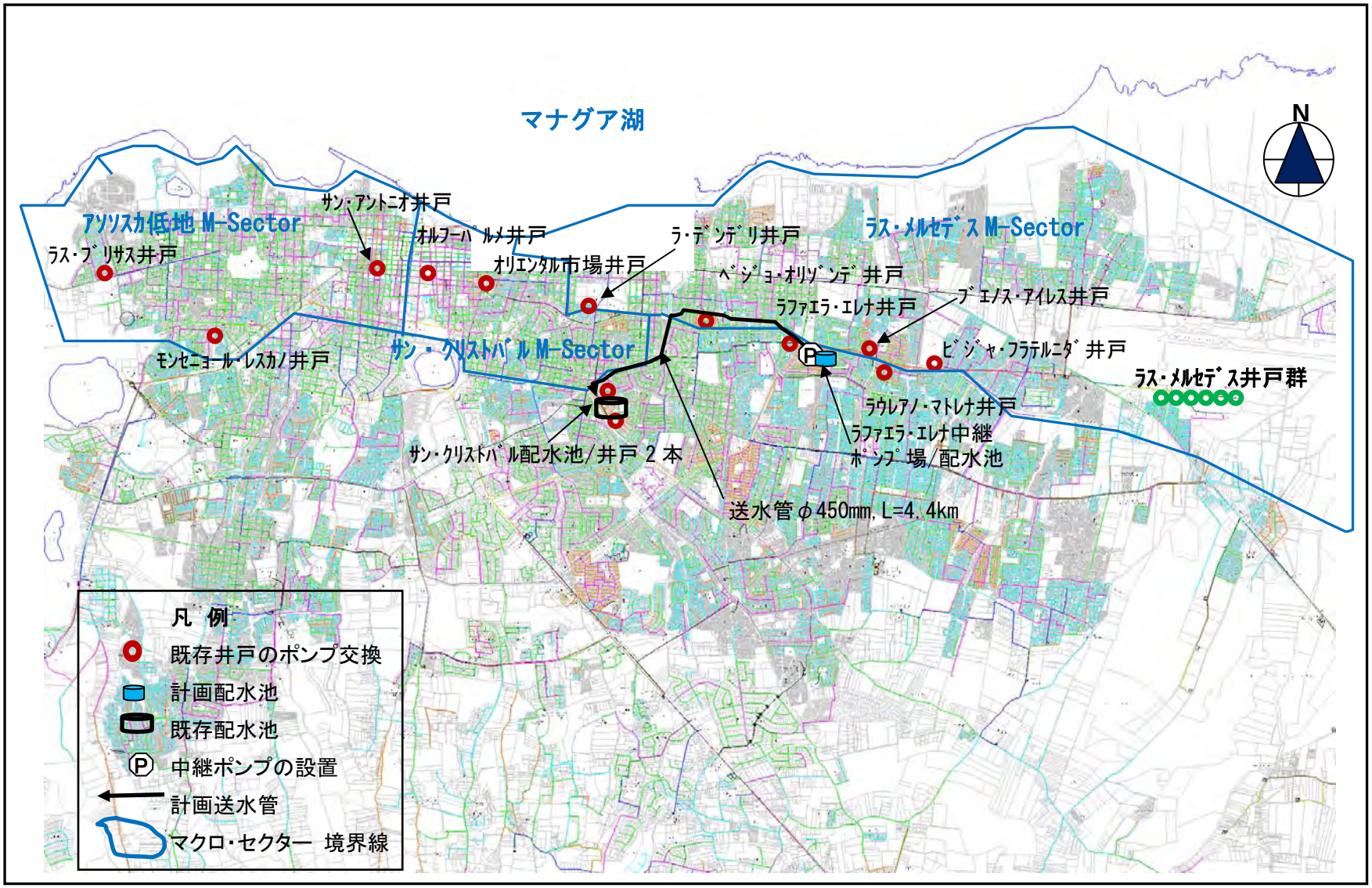

図 2.2 低地配水区の計画施設

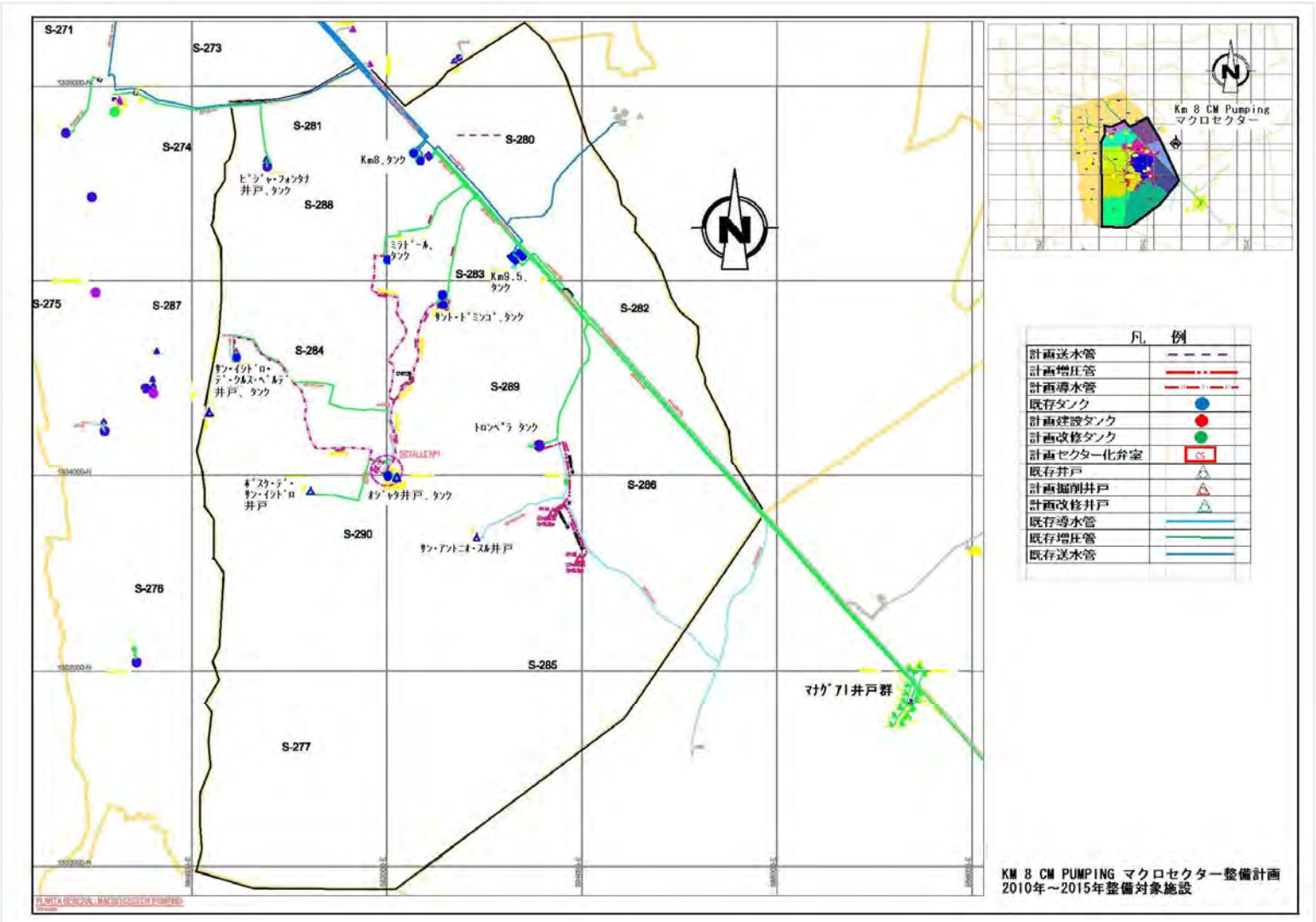

図 2.3 Km8CM-P 地区計画施設配置図 1/2

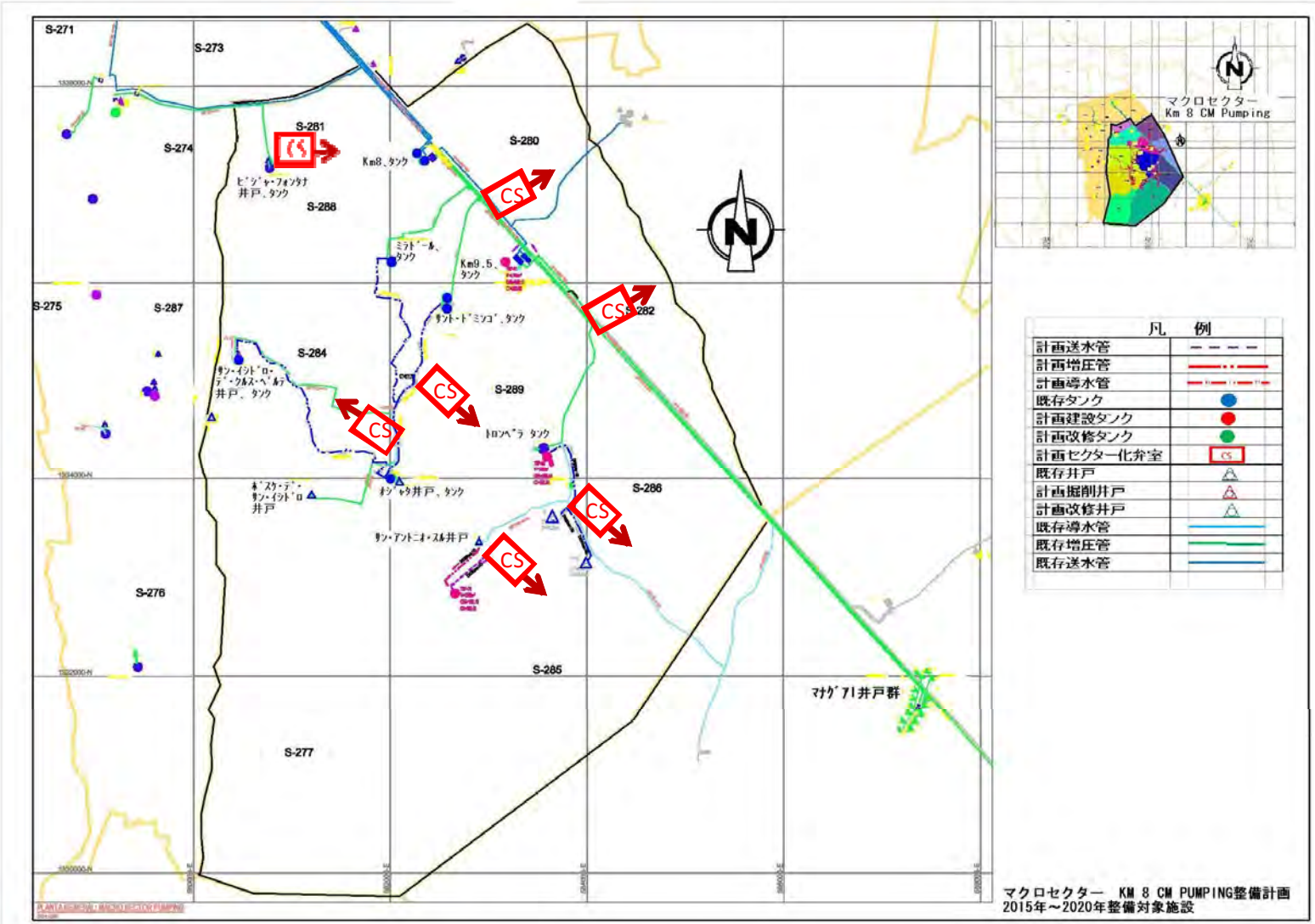

図 2.4 Km8CM-P 地区計画施設配置図 2/2

4） 本案件の実施により期待される効果

本案件の実施により期待される改善効果は表2.2に示す通りである。

表2.2期待される改善効果

項目		実施前	完成後	改善度
低地配水区	生産水量	水量、水圧の不足が恒常的に発生している。	水量、水圧不足の解消	生産水量が増加。
	給水時間	13～24時間、但し無収水が他ｾｸﾀｰより多い	24時間	安定的な給水サービスの実現。
	給水水質	一部に井戸水の汚染がある	水量増により井戸水質の改善を図る	安全な飲料水の供給。
	配水網コントロール	ﾐｸﾛ･ｾｸﾀｰ化による無収水削減のための事業の準備段階	老朽管が更新され無収水が低減する	水源やエネルギー使用の効率化が発現し、ENACALの財務状況の改善に寄与する。
Km8CM-P地区	生産水量	11,050m3/日	33,710 m3/日	生産水量が増加。
	給水時間	10～17時間	24時間	安定的な給水サービスの実現。
	給水水質	断水が多く、水質悪化が懸念される	良好	無収水の削減、24時間給水等で安全な飲料水の供給。
	配水網コントロール	セクター化は未構築	セクター化が完成される。	エネルギー使用の効率化が発現し、ENACALの財務状況の改善に寄与する。

(3)結論

1） 既存水道施設の老朽化対策等による水道水の需給バランスの改善

現在、低配水区では、地形的特性から高地の配水区からの流入水があるため、マナグア市の中で最も給水条件に恵まれている。その一方で、送配水管が老朽化していたり住民の節水意識が低いため、漏水や無駄水も多い地区である。本件及び現在進行中のミクロ・セクター化事業の実施に伴い、低地配水区において漏水や無駄水が低減されることにより、当該地区の給水量が適正化される。その結果、他地区からの余分な流入量を抑制することができるようになり、他地区においては供給水量が増加し、水需給のバランスの改善に寄与する。

Km8CM-P地区では本案件の実施により水供給が改善され、当該地区の開発が促進される。

2） 水資源の有効利用の促進

上述の通り、低地配水区における漏水や無駄水の削減により、水資源の有効利用を促進する。

3） 財政状況の改善

本案件の実施により低地配水区において漏水や無駄水が低減することにより、電力消費が低減される。また、現在低地配水区では井戸ポンプから配水管網へ直送しているため、非効率なエネルギー使用となっている。そのため、本案件ではその状況を改善するため、使用されていない中継ポンプ場を復旧し、現在十分に活用されていない既存配水池まで送水管を敷設し、この配水池から配水することにより、ポンプ直結式から重力式配水方式へ変更する計画である。その結果、井戸ポンプの負荷を軽減し、電力消費の削減が図られ、ENACALの財政状況の改善につながることが期待される。

3. チナンデガ市上水道改善計画について

(1)既存水道施設の概要

チナンデガ市はチナンデガ県の県都であり、首都マナグア市の北西約130kmに位置し、太平洋から約10kmの内陸にあり、面積は約750haである。市街地の標高は海抜50～85mで、地形は北東から南西に向かって1.5%程度の緩やかな下り勾配となっている。2010年の市の人口は114,200人、家屋数約21,300戸であり、将来人口は2020年に140,800人、2030年には162,000人に増加すると予測されている。2005年の住居調査によれば、住宅の31%は平屋の家屋であり、16%は貧困層の家屋で居住性が悪い。9%は水道サービスがなく、3.7%は電気供給もない。さらに、17%は不法居住者とされる。

市の水道はENACALが運営しており、施設の運転管理、検針、請求、広報などを実施している。既存水道施設は図3.1に示す通り、市の中心部をカバーするメイン・システムと市の北部をカバーするサブ・システムによって構成されている。メイン・システムは18,500か所の給水接続と31か所の公共施設を賄い、給水サービスの94%を占め、サブ・システムは1,059か所の給水接続を賄い、給水サービスの6%を占めている。2010年の給水人口は93,600人、給水率81.6%と推定されている。

水道水源は市の東部と北部に分布する6本の井戸である。メイン・システムは、①ラ・モラ井戸/ラス・ピラス井戸系統(水源井戸－配水池－配水網で重力式給水)と②ロス・アンヘレス井戸/エル・カルバリオ井戸系統(水源井戸－配管網で井戸ポンプからの直結方式)の2系統から成り、両系統の給水量はほぼ等しい。一方、サブ・システムはメイン・システムから分離され、エル・ヒロン井戸、12デ・セプティンブレ井戸とも井戸ポンプからの配水網への直結方式である。なお、市内には小規模な私有水道が3か所(625戸に給水)ある。

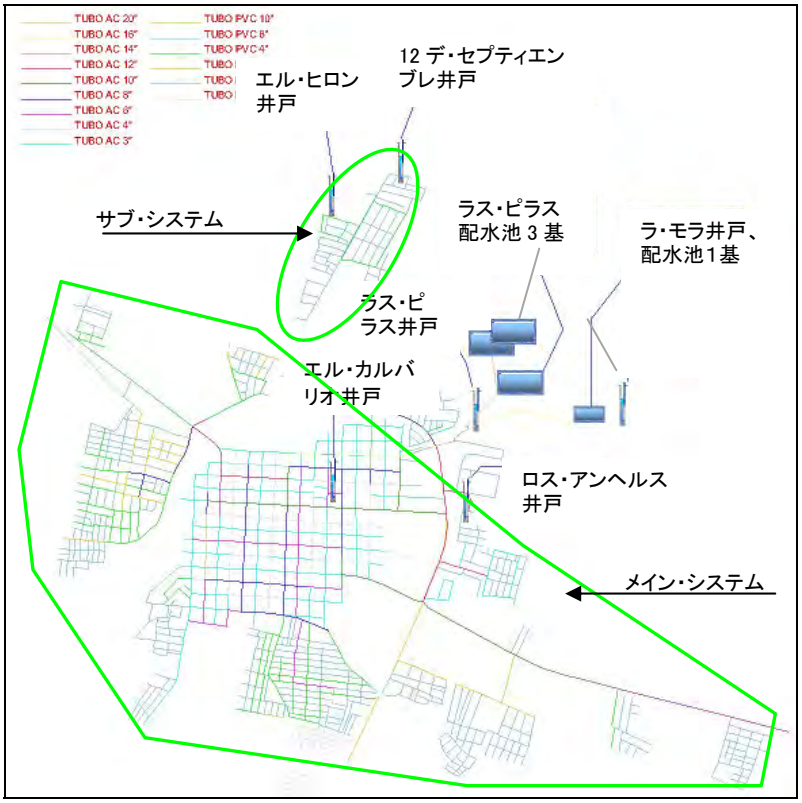

図3.1　チナンデガ市の既存給水システム