

スリランカ民主社会主義共和国

キャンディー上水道改善計画
基本設計調査報告書

平成元年2月

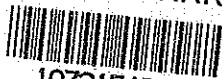
国際協力事業団

無計一

CR(2)

89-10

JICA LIBRARY



1073154[5]

18962

スリランカ民主社会主義共和国

キャンディー上水道改善計画
基本設計調査報告書

平成元年2月

国際協力事業団

国際協力事業団

18962

序 文

日本国政府は、スリランカ民主社会主義共和国政府の要請に基づき、同国のキャンディー上水道改善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した。

当事業団は、昭和63年9月29日から10月27日まで、武蔵工業大学工学部教授 綾 日出教氏 を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、スリランカ国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業、ドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

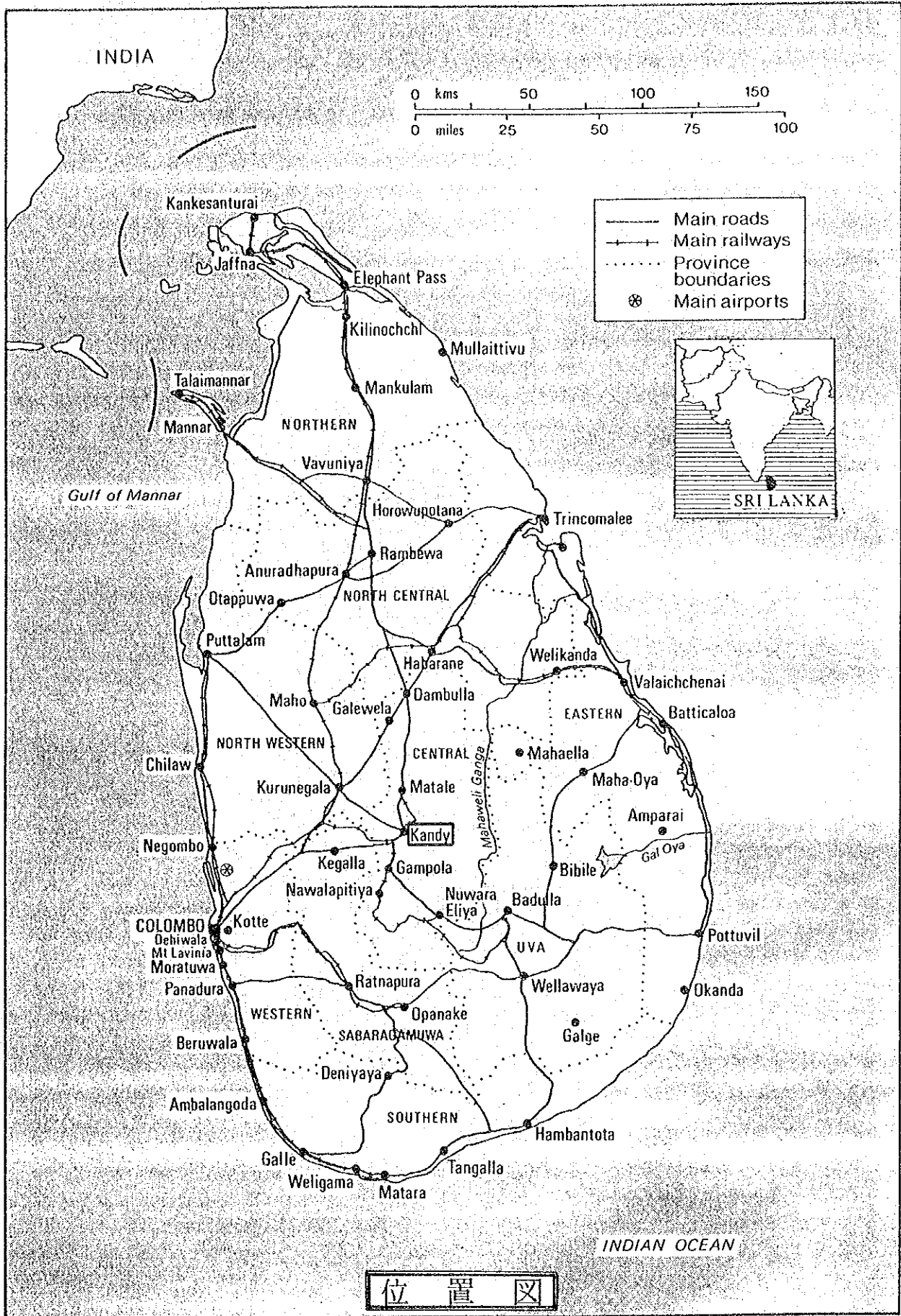
終わりに、本件調査にご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成 元年 2月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

Sri Lanka

スリランカ民主社会主義共和国
Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

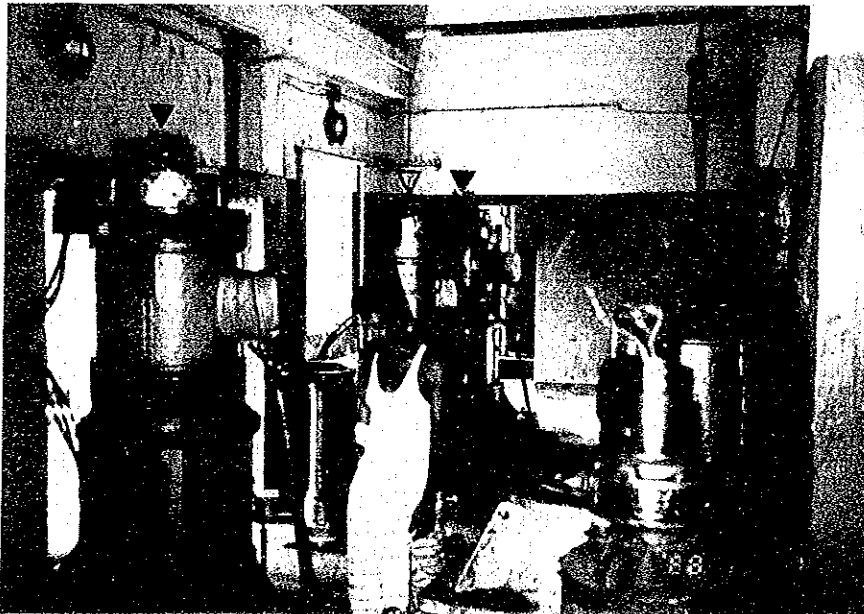


位置図

—— 取水場 ——



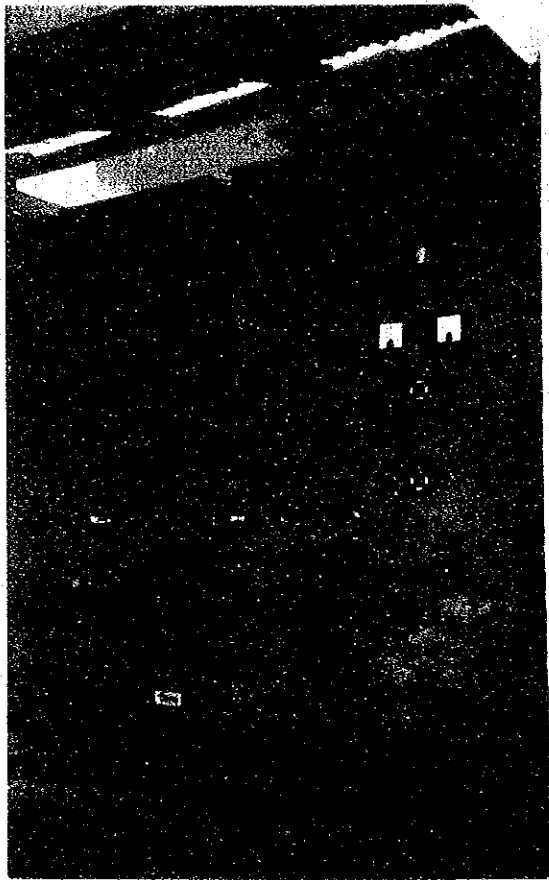
・高水位取水塔(High Water Intake)
躯体は損傷も無く良好な状態を保っている。



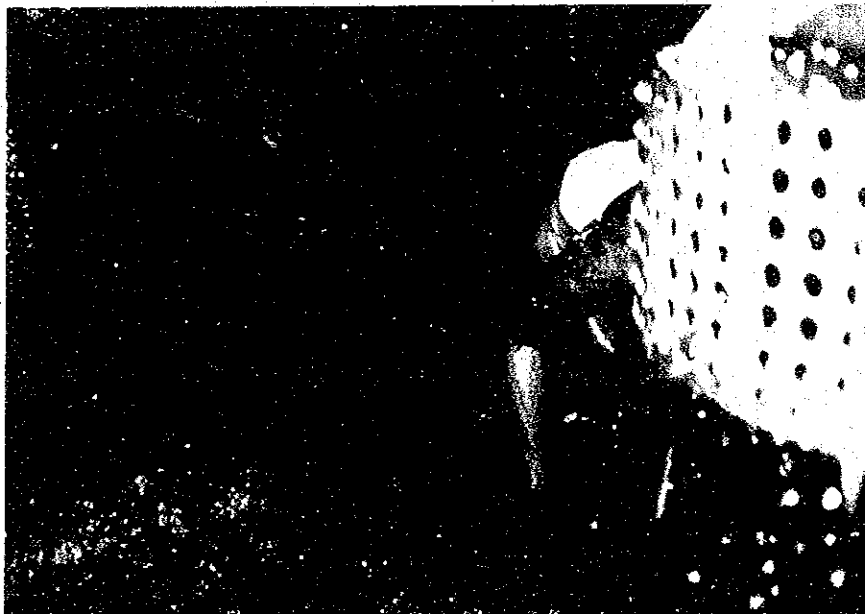
・既存取水ポンプ室内
インド製ポンプは度重なる
補修作業によって、旧型の
フランス製ポンプと同程度
の老朽状況に見うけられる。

▽フランス製ポンプ

▼インド製ポンプ

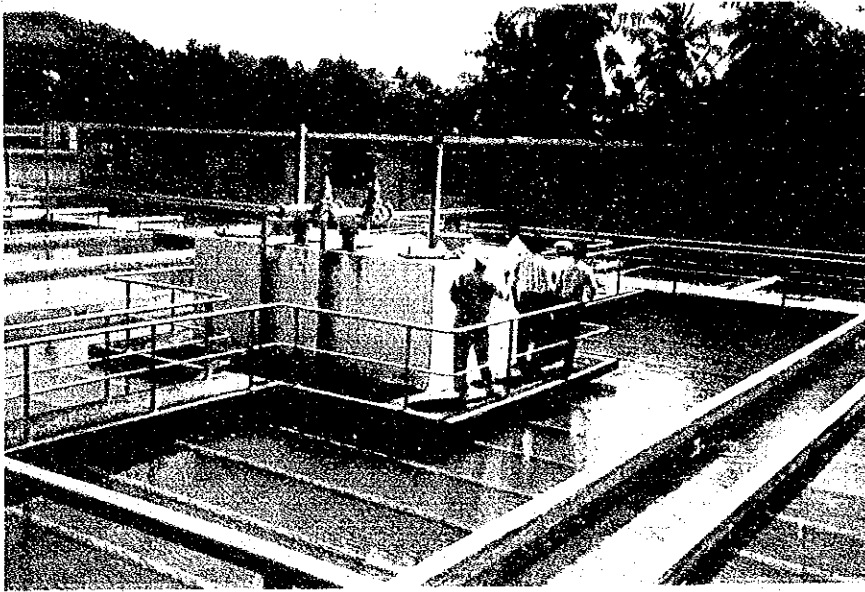


- ・既存取水ポンプの制御盤
ポンプ室が狭いため、外部に小屋を設け、仮設的に置かれている。盤の外側には錆が付着し、管理も不十分である。

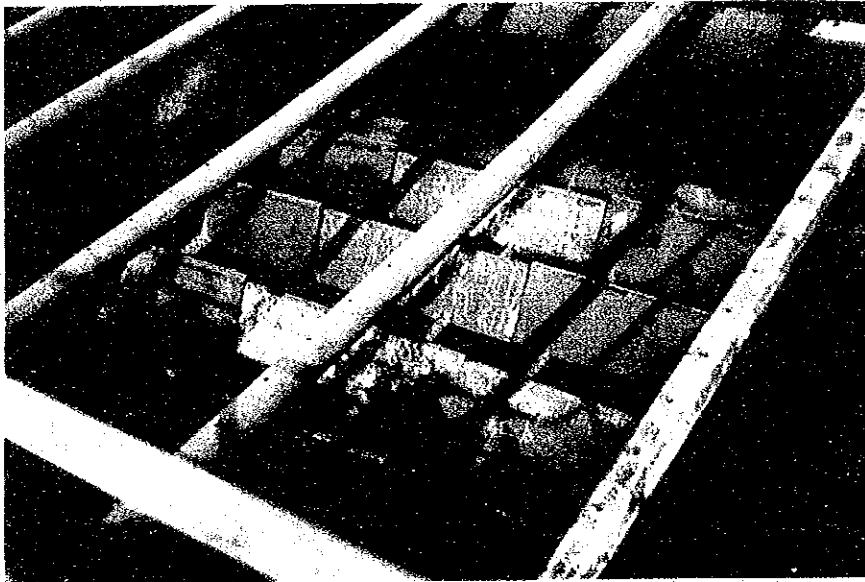


- ・既存ポンプ井での除砂作業
年間十数回繰り返されるポンプ井の除砂作業は、地下17mの狭いポンプ井で行われるため、人夫にとって危険な作業である。作業には半日の断水が伴う。

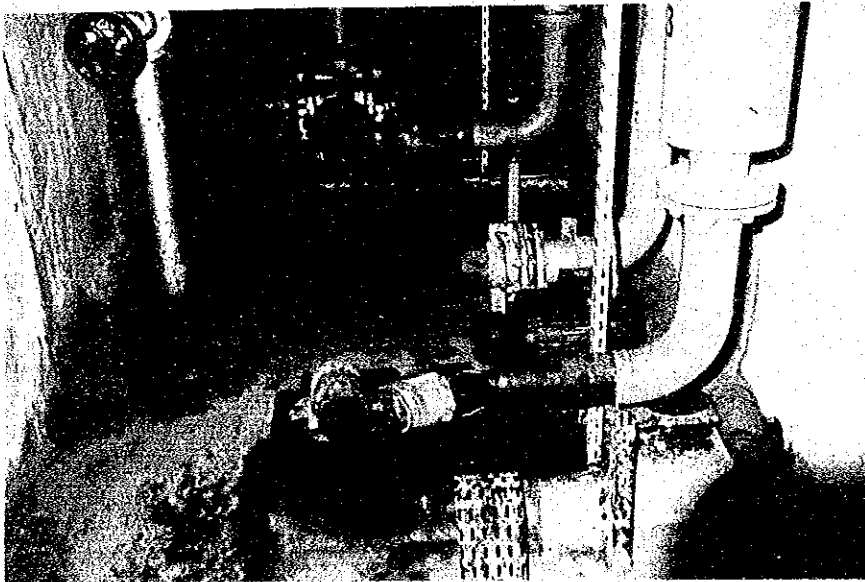
— 浄水場 —



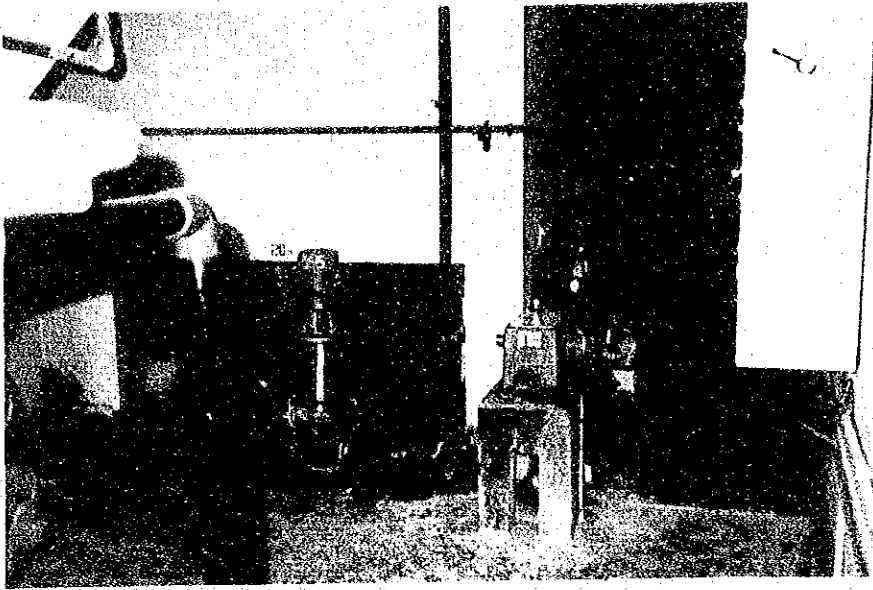
・パルセーター全景
写真中央にパルセーターの真空塔、その奥には濾過池と濾過池用制御室がある。



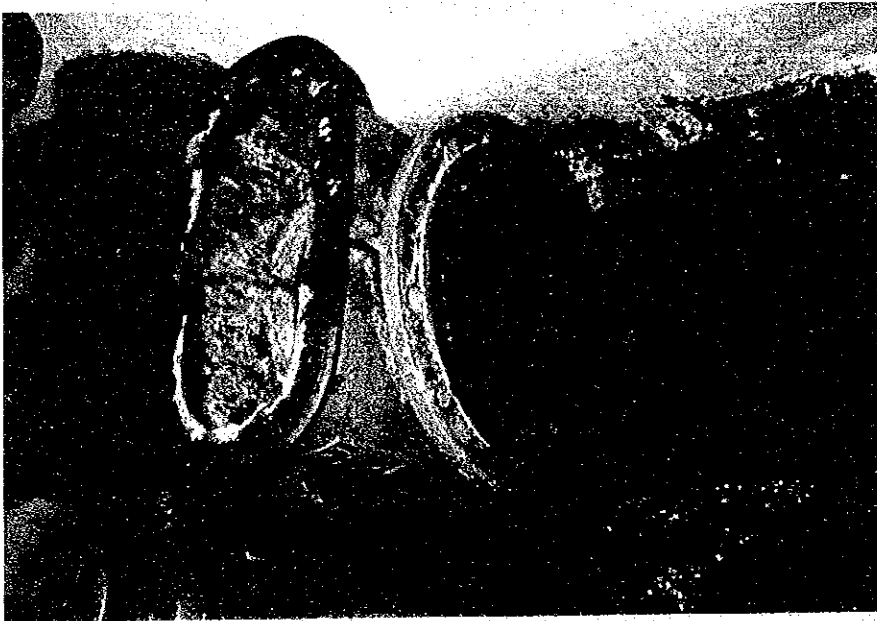
・排水後の沈澱池状況
沈澱池底に補修されたトラ
ンクライザーが見える。汚
泥の排除が円滑にできず、
池底に汚泥が溜まっている。



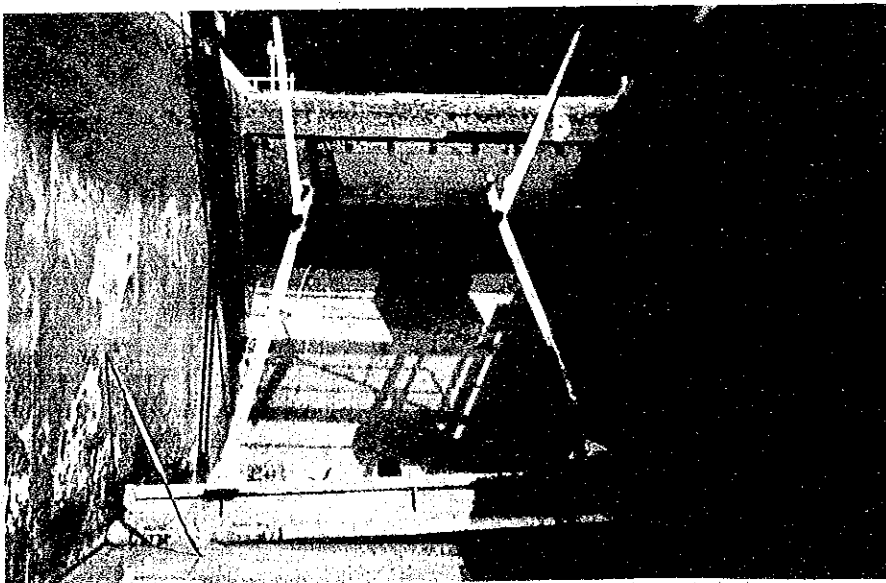
・パルセーター真空ポンプ
ポンプが故障し、補修がな
されず、取り外されたまま
放置されている。



・薬品注入室内部
ライムポンプとアラムポンプは老朽化が進み十分な運転ができない状況である。旧式の注入ポンプを補助的に使用している。



・濾過池の逆洗用自動弁故障のため取り外された弁。このため、接続されている濾過池は使用されていない。



・最初沈澱池
汚泥掻寄機のアームが故障し、正常な作動が不可能になっている。

要約

スリランカ国の総人口は 1981年に実施された国勢調査によれば 1,485万人である。そのうち78.5% (1,165万人) は農村部に居住し、21.5% (320万人) は都市に居住している。人口の増加率は年平均 1.7%で、1987年には総人口が約 1,640万人に達するものと推定されている。

スリランカ国政府は、国民の生活改善を政府の最重点政策の一つとしている。その中でも飲料水供給の改善を重要問題として取り上げ、国連提唱の「国際水道衛生の10か年計画 (1981~1990)」に沿って、経済的かつ現実的な方法により飲料水供給改善及び衛生改善事業を進めている。この計画の目的は

- i. 飲料水の量と質の改善並びに総ての国民が利用できる給水施設の提供
- ii. 尿尿処理施設の量と質の改善並びに総ての国民が利用できる同施設の提供
- iii. 教育と社会参加を通し、水道と尿尿処理施設の関連性に対する国民の認識を保健衛生面から強化する

ことにある。これに基づき、スリランカ政府は国の水道整備目標を、都市部では1990年までに 100%の水道普及を、農村部では既存水道施設の改良や共同井戸の手押しポンプ設置化による改善等によって、1990年までに 50%、1995年までに 100%の給水を達成することと定めた。

現在スリランカ国の都市部では、75%の水道普及率が達成されており、現行の水道事業は、新たな施設建設から既存施設の修復・拡充に重点が移りつつある。これによって都市部での水道普及率が 1995年に 100%に達する事は確実視されている。一方、地方農村部の普及率は現在 5%に過ぎず、その他の 58%は井戸水に頼っている。残り 36%の人々は依然として天水、湧き水や河川水等に依存している状況で、安全な給水を実現するため、農村部での飲料水供給改善事業を今後、早急に整備、拡充する必要性が高まっている。

計画対象地域であるキャンディー市は、中央高原地帯の中心都市で、茶の生産を主とする農業と観光産業によって支えられている同国の要衝である。1987年現在の人口は約 11万人、同国第5の人口を有する都市で、2000年には約 14.5万人になるものと推定される。

同市の水道施設は 1966年、フランスの借款を得て、給水能力 5.0MGD (23,000m³/日) 規模にて建設された。創設時はキャンディー市のみを給水対象としていたが、1973年から隣接するテネクンブラ、アンピィティアの2地区への給水も開始した。1983年には水需

要の増大に対応すべく、7.5MGD (34,100^m³/日) の能力へ施設拡張を実施した。しかしこの取水システムでは河川水を直接ポンプ揚水する方式であったため、混入する土砂によるポンプの摩耗や木片の流入によるポンプの噛み込み等によるポンプの故障が多発した。一方浄水施設では、主たる設備の殆どは創設時に設置されたものであり、既に25年以上を経、老朽化による設備不良が多々発生している。しかし取水、浄水施設の改善策に対する財政的裏付けが十分でないため、有効な対応が実施できていない状況にある。1988年現在の水需要は7MGD程度と推定されるのに対し、現状の供給能力は前述の理由により5MGD程度に止まっている。揚水された河川水に混入する土砂はポンプ井内に沈澱し、放置するとポンプへの影響が懸念されるため、年間十数回の排砂作業を行わねばならない。排砂作業は深く狭いポンプ井内でのバケツによる搬出を繰り返すため、人夫にとって危険を伴う作業であるばかりでなく、市内への給水は毎回約12時間に亘って停止せざるを得ない状況である。また市内の電気供給状況も十分でなく、5～10分間程度の停電が1日に数回発生することもあり、これも断水の原因となっている。このような給水量の不足や断水は市民生活ばかりでなく、産業活動へも支障をきたし、ひいては市の発展にも悪影響を与えかねない。

このような背景からスリランカ国政府はキャンディー市の水道施設の改善を目的に「キャンディー上水道改善計画」を策定し、その施設と機材について、日本国政府に対し無償資金協力を要請してきた。この要請に応え、日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団(JICA)は昭和63年9月29日から10月27日までの29日間基本設計調査団を派遣した。同調査団は、スリランカ国政府関係者と本計画の背景、目的、実施体制、計画の妥当性、協力の範囲について協議を行なうとともに、関連施設、プロジェクトサイト、関連インフラストラクチャー整備状況、建設事情に関する調査並びに計画関連資料の収集等を行なった。帰国後、現地調査結果の解析、検討により施設、機材の基本設計、維持管理計画の策定等を行ない基本設計調査ドラフト・ファイナル・レポートを作成した。JICAは同ドラフト・ファイナル・レポートを説明するため1989年1月23日から2月3日までの間、調査団を派遣し次の通り計画の内容を定めた。

本計画の目的は上述した給水能力の低下した施設を原設計レベルまで回復することであり、スリランカ国政府関係者と協議して確認された要請内容は「取水施設から浄水施設までの範囲で、既存施設の処理能力を7.5MGD (34,100^m³/日) へ回復すべく施設改善事業を実施すること」である。本計画では下表に示す改善内容を実施するのが望ましいと判断

される。これによって十分な給水量を確保するばかりではなく、頻発する短時間の停電による断水を極力軽減することが可能となる。また現在、維持管理上大きな負担となっている排砂作業を必要としない取水システムに変更することにより、施設の維持管理を大幅に改善するものである。

施設改善の概要

名 称	数量	補修	新規	改 修 対 象
<u>1. 取水施設</u>				
Low Water Intake	1 式	○		スクリーン、蓋
High Water Intake	1 式	○		穴開け
取水ポンプ室	1 棟		○	取水ポンプ3台・真空ポンプ2基
送水ポンプ室	1 基		○	送水ポンプ3台
沈砂池	1 棟		○	容量10分
自家発電設備（上屋含む）	1 台		○	400KVA、400V
その他	1 式			既存ポンプ室修理、流量計設置等
<u>2. 浄水施設</u>				
最初沈澱池	1 式	○		クラック補修、汚泥掻寄機
最初沈澱池	1 式		○	スカムスキマー、急速攪拌機
パルセーター	4 池	○		各種配管弁類等、真空ポンプ、トランスライザ
濾過池	9 池	○		各種配管弁類等、濾過砂の補充、スレーナ 濾過池操作盤
送水設備	1 式	○		直送用ポンプ、水位計、流量計
薬品注入設備	1 式	○		攪拌機、薬品ポンプ、タンク、塩素滅菌機
塩素中和装置	1 式		○	
サラン粉溶解槽、注入装置	1 式		○	
自家発電設備（上屋含む）	1 台		○	1,250KVA、400V
電気設備	1 式	○		電気計装、監視盤、受変電設備、専用電話
資機材	1 式		○	水質試験設備、ワークショップ設備 漏水調査機器搭載型車輛
建物	1 式	○		クラック、外装、照明等補修

本計画実施に必要な事業費は日本側負担工事分1.6億18百万円、スリランカ国政府側負担分2百万円と見込まれる。又、当該施設、機材に要する年間維持管理は30百万ルピー（約120百万円）と推計される。本計画実施に必要な工期は業者契約の後、資機材の

調達、輸送、工事期間を含めて 21.5 ヶ月を要する。よって本事業を日本国の無償資金協力で実施する場合には 2 期に分けて実施することが妥当と判断される。

各期ごとの工事内容は以下の通りとする。

第 1 期 浄水施設改善工事

第 2 期 取水施設改善工事

本事業のスリランカ側事業主体は N W S D B (National Water Supply and Drainage Board) である。N W S D B は地方自治・住宅・建設省 (Ministry of Local Government, Housing and Construction) の管轄下の組織であり、1975 年の設立以来、スリランカ国全域で水道事業と都市下水道事業整備を専門に担当している唯一の公営企業である。また過去、コロombo 市水道施設の改善計画を日本の無償資金協力によって実施した実績もある。事業進行上の責任は N W S D B が負うものであるが、実質的な工事に関する担当はキャンディー地方事務所 (Local Support Center) に駐在する A G M (Assistant General Manager) が当たることが予定されている。本施設の建設完了後、その維持管理、運営はキャンディー市水道部へ移管され、市は引き続き施設の管理運営を実施することとなっている。キャンディー市は既存水道の運営に四半世紀以上の経験が有り、過去の実施に鑑み、施設の運営管理面に十分信頼が出来る。

本事業で目標とする 7.5 M G D はキャンディー市と隣接する 2 地区に対する 1991 年の水需要に相当すると推定され、本事業の実施によって、これらの地区で給水状況の改善が十分に図られる。安全な飲料水を安定して供給出来る事はキャンディー市の公衆衛生の向上と生活環境の改善に寄与するのみではなく、スリランカ国が主要な目標の一つとしている国民生活の安定化に大きく寄与することとなる。また、スリランカ国の主要都市の一つとして発展が期待されるキャンディー市の都市活動の活性化にも大きく貢献するものである。よって本事業を実施する意義は極めて高く、我国の無償資金協力事業としても妥当であると判断される。尚、本事業をより実効のあるものとするために、現在不足している配水池の容量増強、配水管の補修整備、財政収支の改善、維持管理体制の充実等を図るとともに、将来に予想される人口増加、生活環境の向上等に伴う長期的な水需要の増加等を考慮し、新たな水源開発や施設の整備、拡張計画の策定作業が開始される必要があることを提言する。

序文
位置図
現場写真
要約

目 次

	頁
第1章 緒論	1
第2章 計画の背景	3
2.1 スリランカ国の概況	3
2.1.1 国土と人口	3
2.1.2 国家経済	7
2.1.3 国家開発計画の概要	9
2.2 スリランカ国の水道事業	11
2.2.1 水道普及率	11
2.2.2 水道関連行政の現状	12
2.2.3 水道事業計画	16
2.2.4 水道事業への国際協力	18
2.3 キャンディー市の水道事業の概要	20
2.3.1 組織と事業内容	20
2.3.2 施設の変遷と概要	23
2.3.3 施設の維持管理体制	30
2.4 要請の経緯と内容	31
2.4.1 要請の経緯	31
2.4.2 要請の内容	32
第3章 計画地の概況	33
3.1 計画対象地域	33
3.2 社会経済状況	33
3.3 自然条件	34
3.4 社会基盤の状況	35
3.5 一般建設事情	36

第4章 計画の内容	37
4.1 計画の目的	37
4.2 要請内容の検討	37
4.2.1 計画の範囲	37
4.2.2 要請内容の検討	37
4.3 計画の内容	43
4.3.1 実施機関	43
4.3.2 施設機材の概要	43
第5章 基本設計	50
5.1 基本設計方針	50
5.2 基本設計条件の検討	50
5.2.1 設計条件	50
5.2.2 機材の選定条件	51
5.3 施設の基本計画	51
5.3.1 取水施設	51
5.3.2 浄水施設	53
5.4 施設の基本設計	55
5.4.1 取水施設	55
5.4.2 浄水施設	62
5.4.3 電気施設	70
5.4.4 付帯施設	71
5.4.5 基本設計図	72
5.5 資機材計画	73
5.5.1 資機材計画	73
第6章 事業実施計画	75
6.1 事業実施体制	75
6.2 事業実施の負担区分	76
6.3 事業実施計画	77
6.3.1 詳細設計	77
6.3.2 施工、管理計画	77
6.3.3 資機材調達計画	78
6.3.4 資機材輸送計画	78
6.4 実施スケジュールと概算事業費	79

第7章	維持管理計画	81
7.1	維持管理体制	81
7.2	維持管理費	82
第8章	事業評価	85
8.1	事業実施の効果と妥当性	85
第9章	結論と提言	86
9.1	結論	86
9.2	提言	86

付属資料

1.	協議議事録（基本設計調査）	A-1
2.	基本議事録（現地説明）	A-5
3.	調査団の構成	A-7
4.	調査日程	A-7
5.	主要面会者リスト	A-8
6.	収集資料一覧表	A-10
7.	施設現況調査	A-12
8.	日本国内での試験結果	A-21
9.	二段揚水方式を採用した理由	A-35

基本設計図面集

第1章 緒論

第1章 緒論

スリランカ国における飲料水給水長期計画は国連提唱の「国際水道と衛生の10カ年計画（1981～1990年）」に沿って進められている。スリランカ政府は、国民の生活改善を最重点政策の一つとしており、経済的かつ現実的な方法により飲料水給水改善及び衛生改善事業を進めている。現在、都市部で実施されている水道事業は、既存施設の修復・拡充に重点が置かれ、これにより水道普及率は、現在の75%から1995年までに100%に達するものと想定されている。一方、地方農村部ではわずかに5%の住民が水道を利用するに止まっている。その他の住民は58%が井戸水に、残りの36%の人々は天水、湧水及び河川等に依存している。従って、今後は地方農村部での水道施設の整備の拡充が急務とされている。

調査対象地域となるキャンディー市は、古くはシンハリ王朝の首都として栄え、現在、約11万人（1987年）で当国第5番目の人口を有する都市である。人口増加率は2.3%で2000年には14.5万人に達すると推定されている。

キャンディー市の水道は1887年、英国によってその礎が築かれた。この施設は18万 m^3 の容量をもつダム式貯水池、塩素滅菌設備及び市内に敷設された配水管網から構成されていた。1966年には、マハウェリ川を水源とする近代的水道施設がフランスの借款を得て完成された。その後、1980年、市の増加する水需要に対応すべく、日給水量7.5MGD（34,100 m^3 /日）の施設拡張計画が策定され、工事は1983年に完成した。しかしこの計画によって設置されたインド製の取水ポンプは、砂分を多量に含む河川水の揚水対応型でなかったため、運転開始後約半年の間に次々と運転不能となった。現在稼働している浄水施設は建設後すでに20年以上を経、機械や電気設備類の老朽化が顕著である。また資金不足、技術の未熟さから、設備が故障しても補修できず放置されたままのものもある。以上のような厳しい施設運営環境にも拘らず、市水道部は市民生活への影響を考慮し、ポンプ井に吸い込んだ砂の除去作業を始め、取水ポンプや各種機械類の補修等に不断の努力を続けている。また本年3月、現在進行中の浄水場送水ポンプの設置工事で、1台目の据付終了後の運転時、既設配管との接続不備が原因で、配水池への送水本管が破裂した。この時、市内は5日間の断水に見舞われ、市民生活に多大な影響を与えるにおよび、同市の水道施設改善計画の早期実現を求める機運が市当局及び市民の間に一層高まった。

このような状況の下、スリランカ国政府はキャンディー上水道改善計画を、国家計画の上で、優先度の極めて高いものと判断し、日本国政府に対し、無償資金協力援助による実施を要請してきた。これに対し、国際協力事業団は 1988年 9月29日から 10月27日まで武蔵工業大学教授 綾 日出教 工学博士を団長とする基本設計調査団をスリランカ国へ派遣し、スリランカ国政府の要請内容の確認、既存施設の機能調査、資料収集を実施した。現地調査にてスリランカ国政府と協議を行い合意した事項は、議事録としてまとめ、双方の代表者が署名を行った。また調査団は帰国後、現地調査の結果をもとに、本計画の妥当性を吟味し、諸施設の基本設計、資機材の選定、事業費の概算及び維持管理計画などを検討のうえ、本計画を実施するための最適案を策定し、キャンディー上水道改善計画基本設計調査報告書（案）として取りまとめた。

国際協力事業団は、報告書をスリランカ国政府に説明するため、1989年 1月23日から 2月3日までの間、基本設計調査団を再度スリランカ国へ派遣し、同国政府関係者に説明するとともに協議を行い、その結果を合意議事録として調印した。

本報告書は以上の経過のもとで作成されたものである。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 スリランカ国の概況

2.1.1 国土と人口

(1) 国土の概況

スリランカ国は北緯6～10度、南緯80～81度のインド洋に位置し、インド大陸から約30 km 離れた熱帯の島国である。国土の面積は 65,000 km² (北海道の84%に相当する) で、島の周囲に広がる低地平野と、標高 900 m～2,100 mの中南部の山岳地帯の2つに大別される(図-2.1参照)。

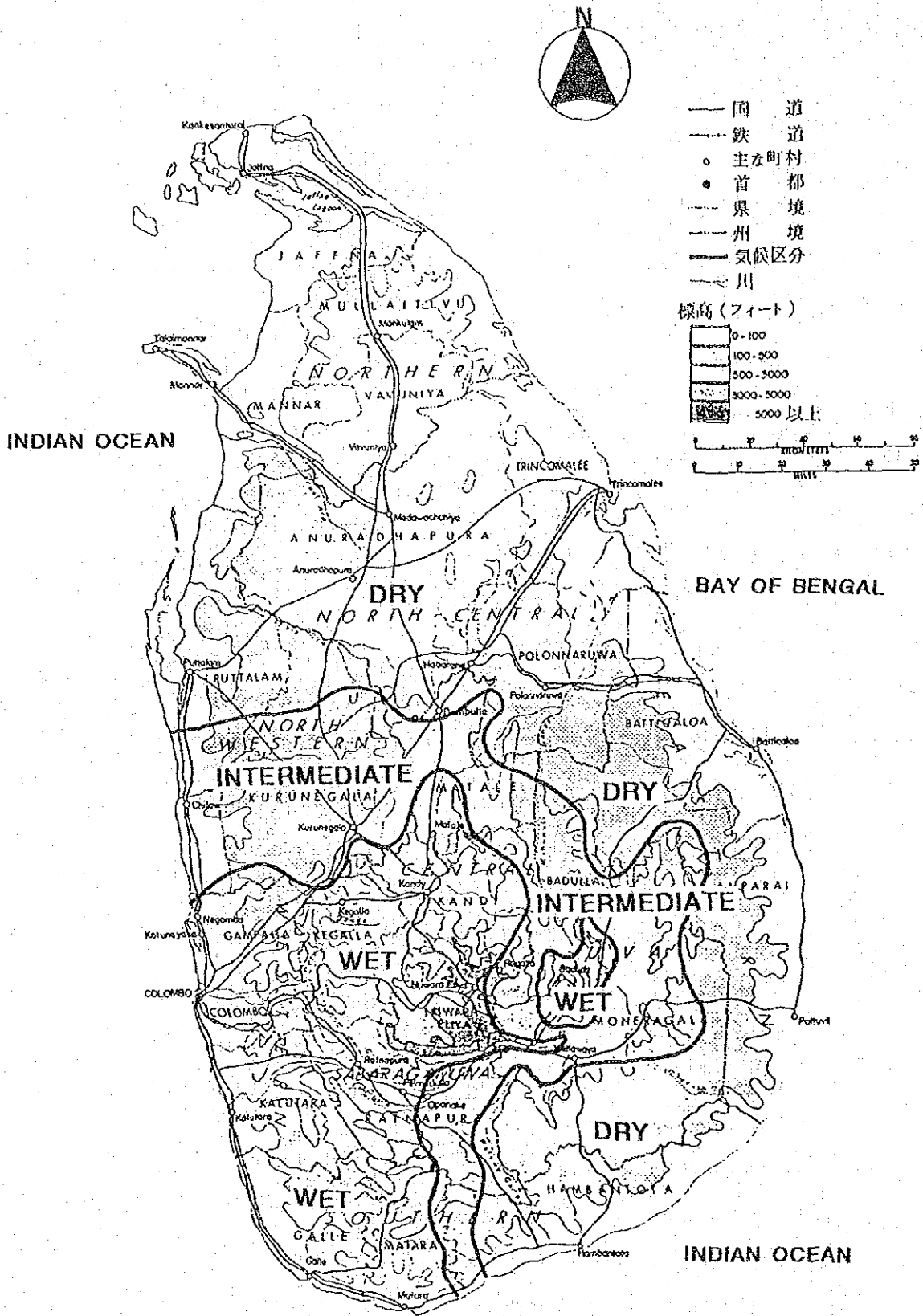
スリランカ国は概ね熱帯に属し、平野の月平均気温は、ほぼ26～28度である。島は南西部に広がる湿潤地帯(Wet zone)とその他の地区の乾燥地帯(Dry zone)に大別される。島の気候は4期に分かれ、それぞれ下記に示す通りである。

- (a) 南西モンスーン期; 5月～9月、島の南西部を中心に降雨をもたらし、その他の地区では乾燥する。
- (b) 間モンスーン期; 10月～11月、サイクロンの影響で広い範囲に互り局地的雷雨をもたらす。スリランカの主たる雨期である。
- (c) 北東モンスーン期; 12月～2月、島の北東部を中心に弱い降雨をもたらす。
- (d) 間モンスーン期; 3月～5月、島の広い地域でやや強い降雨ある。

島の約4分の1を占める湿潤地帯では年間平均降雨量は約2,400 mm、乾燥地帯では約1,400 mmである。スリランカの河川は中南部の山岳地帯を源流とし、放射線状に四方の海へ流れ込んでいる。年間降雨量は全島で約1,100億トン、このうち47%は103の河川によって周囲の海へ流出している。

(2) 人口動向

スリランカ国は図-2.2に示す通り9州、24県に分割されている。この下に12のMunicipal Councils、39のUrban Councils、83のTown Councils及び24のDistrict Development Councils (DDC)等の行政機関によって構成されている。さらにDDCの管轄下には約25,000の村落がある。1981年の国勢調査によれば、スリランカ国の総人口は1,485万人、その内78.5%(1,165万人)は農村部に居住し、21.5%



出所: World Bank, Sri Lanka: Recent Economy.

図-2.1 スリランカ国の国土概況

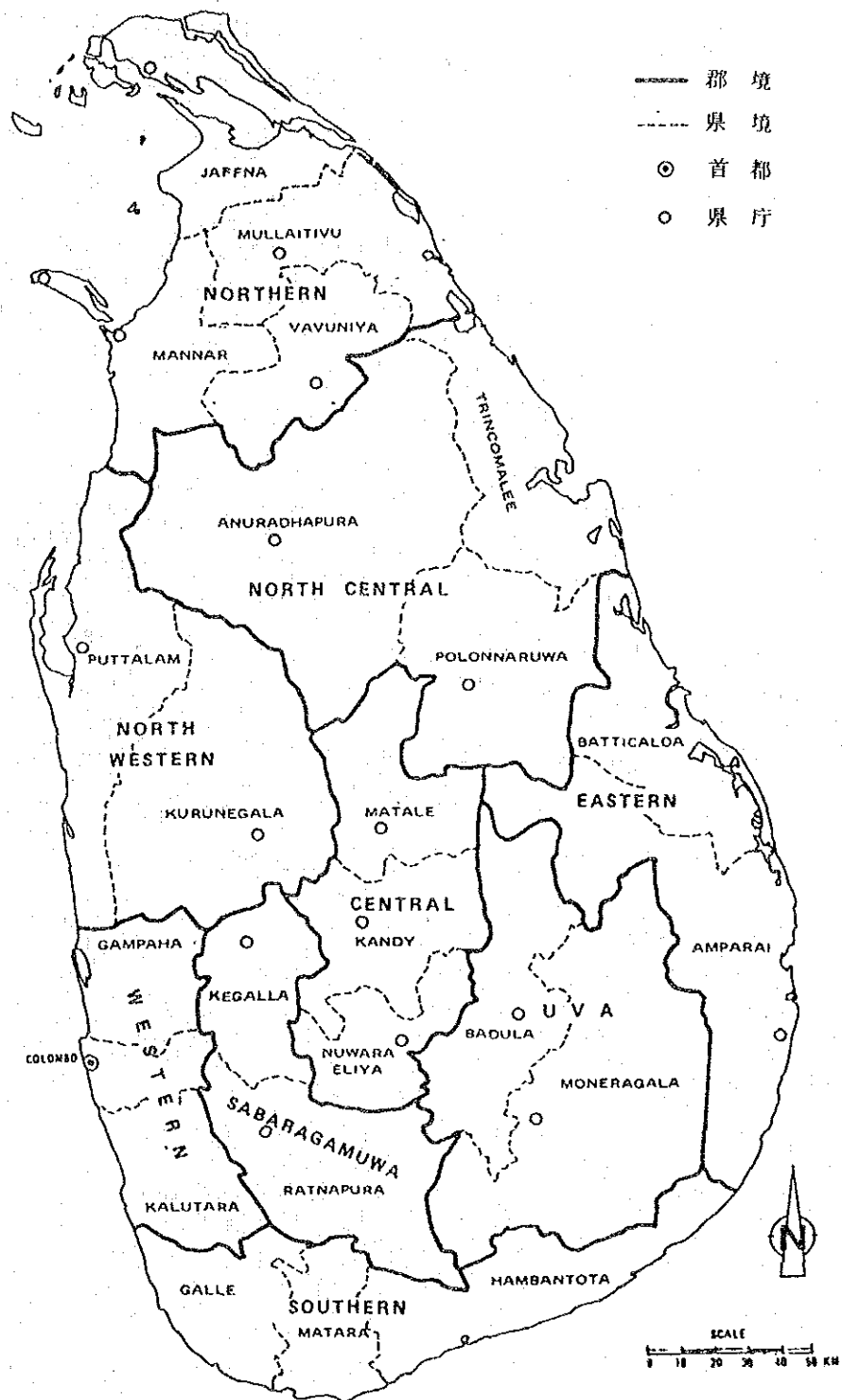


図-2.2 スリランカ国の行政区分図

(320万人)は都市部に居住している。人口増加率は全国平均で年1.7%、1987年中期には、総人口約1,610万人に達すると推定されている。

表-2.1 スリランカの人口推移(単位:1,000人)

	1963	1971	1981
全人口	10,582	12,690	14,849
都市人口	2,016	2,848	3,195
都市人口比率(%)	(19.1)	(22.4)	(21.5)

出典: Dept. of Census and Population,
Ministry of Plan Implementation.

表-2.2 主要都市の人口推移(単位:1,000人)

都市名	1978	1981
Colombo	579	592
Dehimala-Mount Lavinia	168	175
Jaffna	114	120
Moratuwa	123	136
Kandy	99	103
Kotte	100	102
Galle	75	79
Negombo	60	62
Trincomalee	44	46
Batticaloa	41	43

出典: Dept. of Census and Population,
Ministry of Plan Implementation.

2. 1. 2 国家経済

スリランカ国の主たる産業は国内総生産（GDP）の25%以上を占める農業で、茶、ゴム、ココナツが同国の3大農産物である。農林水産業部門の就業人口は国全体の労働人口の50%を占めている。

スリランカ国では1986年、ここ25年間で最悪の気象条件といわれる異常乾燥に見舞われ、農業生産は著しく低下した。この異常気候は1986年8月から始まり、13県、2.4百万の農民に深刻な打撃を与えた。1986～87年、米の減収は30万トンと報告されている。輸出用農産物やその他の農産物の減収は農家の収入ばかりではなく、他の産業の収益や失業率にも深刻な陰を落とした。この異常気象にも拘わらず、茶、ゴム、ココナツの生産が飛躍的に増加した反面、これら農産物の国際価格が低下し、国家予算に占めるこれら3大輸出農産物の貢献度は、1978～83年の18%から1986年には3.7%に低下した。この年、輸入産品である原油、小麦、砂糖等の国際価格が低下し、財政支出の低減に少なからず貢献したにもかかわらず、これを上回る輸入産品の増加と輸出農産物の不振による収益の減少によってスリランカ国の財政は急激に悪化した。

スリランカ北・東部で展開されているテロ活動の影響も深刻である。1982年以前、スリランカ国の全漁獲量の約半数を占めていた北・東部の漁業は、当時の55%まで落ち込んでいる。多くの政府系建物、教育施設、銀行、電気・電信・電話施設、道路、橋梁等の社会基盤がテロ活動によって破壊されたり、寸断されている。特に北部の大規模公共事業は厳しい状況で、事業縮小や停止を余儀なくされている。政府が講じたテロ対策費用は、総予算に対して、1982年の3.2%から1986年には13.6%に達するものと推定されている。テロによる最も深刻な影響を受けたのは観光産業である。1978～82年の5年間に、年平均増加率27.5%を示していた観光産業の外貨獲得は、急激に減少し、1986年には82年の半分に低下した。

これらの諸要素は国内総生産の成長を阻害し、雇用機会の創出も減少させた。国内総生産の成長率4.3%（1986年）は、1977年以来の最低値を記録し、失業率も1984年には約14%だったものが16～17%に拡大した。ここ5年間の経済活動の主要動向は表-2.3に示す通りである。これによると、1986年の国民総生産額（GNP）は1,599億ルピー、一人当たりの名目国民総生産は9,918ルピー（約4万3百円）である。

近年、スリランカ政府は外貨獲得のため、伝統的な農業を主体とする産業構造から、工業、サービス業を重視する政策へ脱皮しようとしている。具体的政策として、輸入制

限の全廃、価格の統制、食糧生産に関する助成削除等を実施しつつ、経済成長を促し、雇用機会の増大と消費型から投資型経済への転換を目指している。1987年に公表された財政計画においても、財政赤字の削減を最重点課題に位置付け、インフレの抑制、ルピーの国際市場での価格維持、銀行の借り入れ利率の軽減等を背景に、民間の経済活動を刺激し、これによって得られた資本を国内投資に向けさせようとしている。

表-2.3 スリランカ経済指標

経済指標	単位	1982年	1983年	1984年	1985年	1986年
人口(推定値)	百万人	15.2	15.4	15.6	15.8	16.1
増加率	%	1.3	1.3	1.3	1.5	1.8
消費者物価指数	%	10.9	14.6	16.6	1.5	8.0
外貨交換率	Rs/US\$	20.8	23.5	25.4	27.2	28.0
名目GNP	百万Rs	92,720	110,664	136,638	144,921	159,852
実績GNP(82年基準)	同上	92,720	96,439	101,399	106,741	111,565
名目GNP(1人当)	Rs	6,104	7,179	8,759	9,151	9,918
実績GNP(1人当)	Rs	6,104	6,256	6,500	6,740	6,922
デフレーター	%	-	2.5	3.9	3.7	2.7

出典: Central Bank Reviews of the Economy 1985 and 1986

Economic Intelligence Unit (EIU) Country Reports 1986 and 1987.

2. 1. 3 国家開発計画の概要

スリランカの家開発は「開発5カ年計画 (the Five Year Development Plan)」に従って実施されている。この計画はそれまでの実績を踏まえて、毎年修正されていくローリング・プランである。この計画で推し進めようとしている公共投資は、海外からの借款や無償資金援助に大きく依存するもので、

- ①現在の人種抗争が緩和に向かうこと
- ②期間中、異常気象に見舞われないこと
- ③世界貿易が徐々に改善され、危機的状態が生じないこと
- ④先進工業諸国のインフレーションが安定化に向かい通貨の大巾変動がないこと

などを前提に立案されている。

「1987-1991年 公共投資計画」では、発電、灌漑、マハウェリ川計画関連、道路補修、水道及び電信・電話事業等の継続プロジェクトの完成に重点が置かれている。政府は、財政支出を抑える一方、マハウェリ川総合開発、その他の灌漑事業、電信・電話事業及び水道事業など大規模投資を伴うプロジェクトを実施してきた。その反面、教育、保健衛生等の社会資本への投資が抑制され、関連の諸施設の多くは故障や老朽化の影響で、適切な機能を維持できなくなっているなど、施設整備の立ち遅れが目立ってきている。北・東部の人種抗争の沈静化を前提とすれば、国家財政投資の大部分を建造物や公共施設等の公共財産へ向けていく必要がある。社会基盤整備の必要性は近年一段と増加し、今次計画で設定された国内総生産の平均成長率を遥かに上回る勢いである。

1987~1991年の国内総生産の予想成長率は4.6%でこの値は1977年以来設定された中でもかなり低い値となっている。また工業部門の成長率も4.7%とかなり控え目に設定している。しかしながら、この計画を推進して行くためには輸出拡大と雇用創出に直接影響する工業部門の成長率を、ここ数年に亘って達成された平均5.6%以上に維持する事が不可欠とされる。今次5カ年計画で設定された他の部門の成長率は、農業部門3.0%、建設業4.9%、その他のサービス部門5.3%等である(表-2.4参照)。

このような認識の下、政府は官民両セクターの代表からなる特別委員会を組織し工業発展の具体的戦術を検討している。この委員会によって工業の保護政策、関連設備増強、工業技術の移転・定着化等を推進する制度整備が答申され政府によって承認された。また、これら提言を実現するため、大臣工業開発議会(Industrial Development Council of Ministers)が発足し、大統領自らその委員長に就任した。

表-2.4 国内総生産（GDP）に占める産業生産額（単位：百万ルピー）

	1985	1986	1987	1990	1991	1986-91年 平均成長率
1. 茶生産	5,269	5,203	5,269	5,466	5,540	1.3
2. ゴム生産	1,164	1,172	1,202	1,227	1,244	1.2
3. ココナツ生産	3,342	3,414	2,954	3,247	3,461	0.3
4. 粳米（加工も含む）	9,379	9,004	7,724	9,931	10,299	2.7
5. その他の農業生産	21,915	22,770	23,908	26,533	27,541	3.9
農業生産合計	41,069	41,563	41,058	46,404	48,084	3.0
6. 鉱業生産	3,328	3,397	3,594	4,540	4,766	7.0
7. 茶・ゴム・ココナツ加工	5,646	5,604	5,636	5,850	5,947	1.2
8. その他の工業生産	16,203	17,013	17,864	21,075	22,551	5.8
工業生産合計	21,849	22,617	23,500	26,926	28,497	4.7
9. 建設業	11,640	12,106	12,675	14,630	15,362	4.9
10. サービス業	70,435	74,661	78,991	91,700	96,743	5.3
GDP	148,321	154,344	159,818	184,199	193,453	4.6

(1985年一定基準)

出典：Public Investment, 1987-1991

2. 2 スリランカ国の水道事業

2. 2. 1 水道普及率

1980年、スリランカ国政府は国連提唱の「国際水道と衛生の10カ年」に従って、自国の整備すべき達成目標を定めた。ここで定められた目標に従えば、安全で十分な飲料水供給を都市住民に対しては1990年までに100%、一方農村住民に対しては1990年までに50%、1995年には100%の給水率を達成するとしている。1981年の統計によれば、都市人口の27%は各戸給水を受け、同23%は共同水栓によって給水されている。その他の都市人口は井戸等に頼っている。一方、農村部では人口の2%が各戸給水に、3%は共同水栓に、その他（スリランカ国全人口の75%に相当）は井戸のほか、非衛生的な天水や湧水等から水を得ている。

表-2.5 スリランカ国の給水状況

分類	人口配分 (千人)	配管による給水		密閉井戸	その他
		各戸給水	共同水栓		
都市部	3,007.0	27.2%	23.4%	41.9%	7.5%
農村部	10,666.0	1.9%	3.4%	29.0%	35.7%
プランテーション	957.0	28.7%	37.1%	16.2%	18.0%
合計	14,630.0	8.8%	9.8%	52.7%	28.7%

出典：Census of Population and Housing 1981

現状の水道普及率は、1988年発表の公共投資5カ年計画（1988～1992年）によれば、都市部では75%が水道給水を受け、その他は井戸にて供給を受けている。一方、農村部では5%が水道による給水、58%は井戸、残りの36%の人々は天水、河川水等から飲料水を得ている状態である。

2. 2. 2 水道関連行政の現状

スリランカ国の水道事業に関連する行政機関の主だったものは、厚生省 (Ministry of Health)、地方自治・住宅・建設省 (Ministry of Local Government, Housing & Construction)、NWSDB (National Water Supply and Drainage Board) 及び各地方自治体 (Local Authorities) の4機関である。衛生部門の関連機関を加えれば、図-2.3に示すように政府省庁、自治体、公社等、多岐に亙る組織によって構成されている。この中で地方の水道整備に関して最も重要な役割を担っているのは、NWSDBと地方自治体である。しかし、各々の機関での権限の不明朗化、責任関係の重複、整備基準の不統一等の問題が発生し、調和のとれた事業推進を妨げている。以下に主な関連機関の概要を簡単に説明する。

・NWSDB

NWSDBは地方自治・住宅・建設省の直轄下の国営公社であり、1975年、同省のDWS (Department of Water Supply & Drainage) を母体として形成された。NWSDBの組織は図-2.4に示すとおりである。NWSDBの主たる役割は、都市・地方の水道事業、都市下水道事業、井戸を水源とする地方水道等の開発と整備である。図-2.5に示す通り全国9州を4ブロックに分割し、それぞれに地方事務所 (Regional Support Center) を設置している。キャンデー事務所はその一つで、中部から東部にかけて8県を担当している。

一般的に、水道の配水部門の運営維持は地方自治体が担当し、NWSDBは取水施設、浄水施設の運転管理を担当する。小規模水道の場合には、取水から配水まで一貫してNWSDBが管轄している例が多い。また技術力のない自治体に対しては、設計計画、施工管理等の技術提供を行っている。

NWSDBは独立採算性をとっているが、恒常的な赤字体質で赤字分は政府の一般会計から補填されている。しかし近年、採算性向上を目的とする経営改善計画を進め、そのなかで料金徴収の強化や経費削減の努力がなされている。1987年の財政収支は、歳入 (料金徴収) 191.4百万ルピーに対し、歳出 (維持運営費) 314.2百万ルピーで、歳入が歳出に対し61%を占める赤字であった。一方、1988年の予算によれば、歳入 273百万ルピーに対し歳出 366百万ルピーを予定し、歳入の歳出に占める割合が75%へ改善されるとしている。

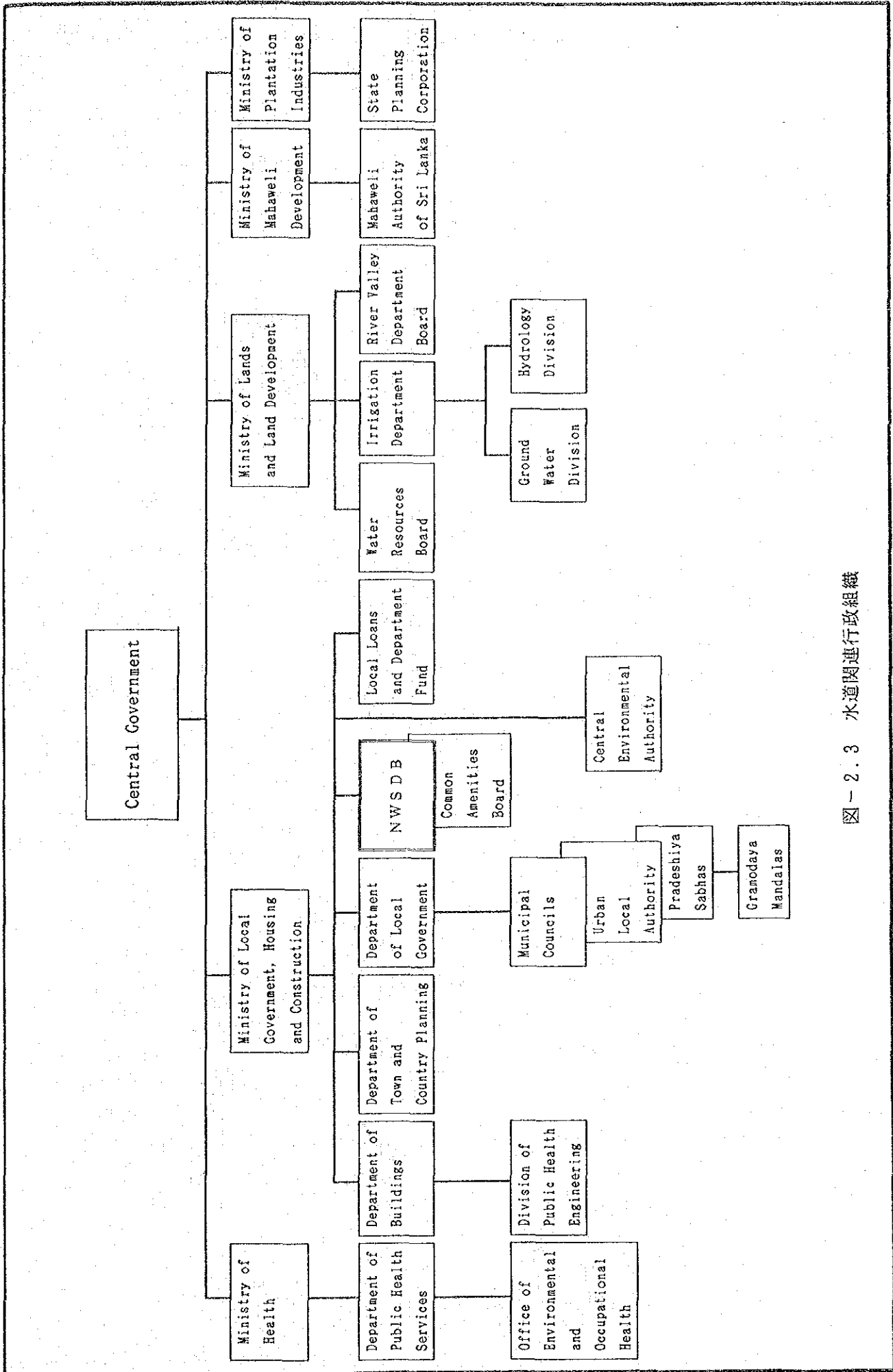


図 - 2.3 水道関連行政組織

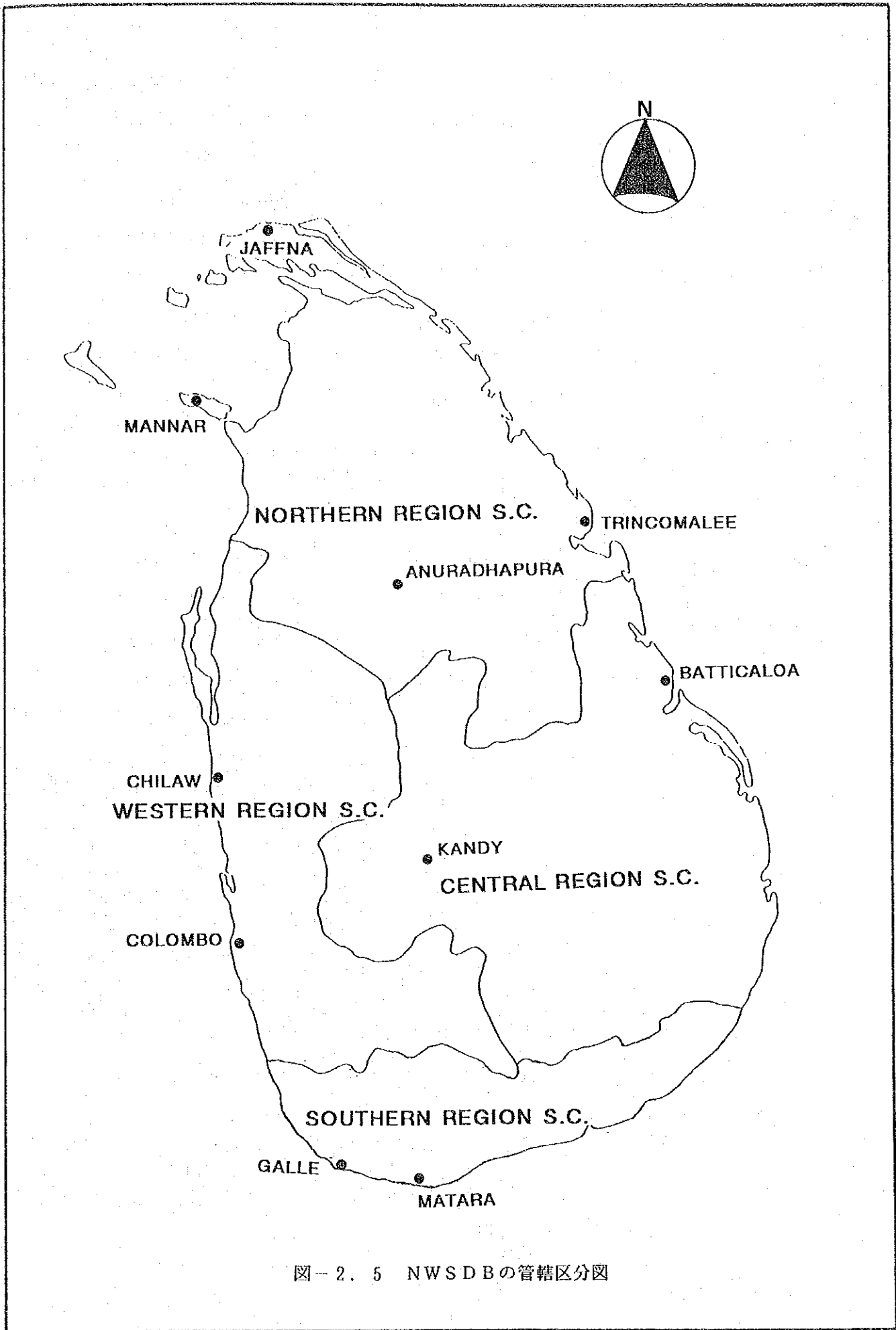


図-2.5 NWSDBの管轄区分図

・地方自治・住宅・建設省

地方自治・住宅・建設省は、地方自治体、NWSDB等を管轄している。地方自治体の上下水道の普及に関し、本省は財政的・技術的援助を実施する責任を有している。地方の水道や衛生事業を推進するために、各地に事務所を設け、専門の職員（Assistant Commissioner）を配備し、地方自治体のスタッフと直接連絡を取れる体制になっている。地方自治体から提出される水道施設の拡張や補修工事等に関する要望は全て本省に集められる。本省では事業の優先度や実施方法を検討し、現状の調査、事業内容等の技術検討に関しNWSDBへ指示することとなる。事業実施が決定された場合、NWSDBは施設設計、施工管理、予算執行等を担当し、施設完了後、自治体へ引き渡すまでを担当する。

・地方自治体

地方自治体には Municipal Council、Urban Council、Town Council、D D C（District Development Councils）等が含まれる。多くの地域で、住民への水道サービスを行う責任を担っているのは、これら地方自治体である。通常、地方自治体は設計施工を専門とする技術者を擁してなく、これを補佐する役目を担っているのがNWSDBである。水道料金の集金は、給水サービスを直接担当するこれらの機関が実施する。配管によらない井戸等を水源とする集落給水は無料である。

2. 2. 3 水道事業計画

現在実施されている上水道整備計画は、ほとんどが都市部に集中している。1995年にはこれらの計画が完成し、都市の水道普及率はほぼ 100%に達すると予想されている。よって今後、新たな投資は農村部の整備へと重点が移行される予定である。新規投資に関し、現在最も大きな課題となっているのはNWSDBの財政再建である。1983年時点でNWSDBの料金収入は経常支出のわずかに 19.3%であった。1984年にはメーターの取付け拡大、料金改定等により料金収入の割合は 38%、1987年には 61%にまで改善されたが、決して十分な水準とは言えない。収支の赤字分は政府からの補助金によって補填されている。しかし現在進行中の料金徴収改善計画を継続していけば、1989年には 5%の黒字に転換すると見込まれている。

現在進行中の代表的な水道整備計画は、都市部では、世界銀行及びサウジアラビア基金の援助による大コロンボ圏上下水道計画（Greater Colombo Area Water Supply and Drainage Scheme）、農村部ではフィンランド、ノルウェー、西ドイツの援助による農村給水・衛生計画（Rural Water Supply and Sanitation Programme）が進行中である。NWSDBでは、効率的な地方の上下水道整備を目的として、本部集中型の決済権を地方事務所へ分散すべく、各地方事務所の職員や資機材の補充をUSAIDの援助によって実施中である。なお、1985年から1995年までの10年間に予定されている上下水道の整備に関する投資額の推移は表-2.6に示す通りである。

表-2.6 上下水道投資予定額 (単位：100万ルピー)

年	都 市		農村部上水道			合計
	上水道	給水管	非給水管	都市下水	その他	
1985...	375	89	27	520	80	1,091
1986...	650	154	77	250	80	1,211
1987...	862	179	109	100	80	1,330
1988...	862	220	109	100	80	1,371
1989...	698	286	109	100	80	1,273
1990...	563	246	109	225	50	1,193
1991...	100	370	232	225	30	957
1992...	100	370	232	225	25	952
1993...	100	370	232	225	25	952
1994...	100	246	232	225	15	818
1995...	100	246	220	240	10	816
合 計	4,510	2,776	1,688	2,435	555	11,964

出典：A Strategic Plan for the NWSDB. October, 1984.

2. 2. 4 水道事業への国際協力

1982年から1987年までに実施されたスリランカ国に対する国際援助協力は、借款、無償援助を含め、表-2.7の通りである。一時の落ち込みはあるものの、援助金額の合計は概ね順調に増加している。1986年にはこの値が最高額に達したが、1987年にはやや減少し、前年比85%に止どまった。

表-2.7 国際援助の動向 1982-1987 (単位:百万ドル)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Loans	425.8	216.8	250.0	339.3	473.5	333.4
Grants	129.5	135.0	229.4	173.8	149.3	200.9
	555.3	351.8	479.2	573.1	623.8	534.3

出典: Department of External Resources.

1987年にスリランカ国に対して供与された無償援助は63案件にのぼり、主たる援助国はカナダ、日本、スウェーデン等であった。なお、国別の実績は以下の通りとなっている。

カナダ	6件	44.16
日本	7件	30.10
スウェーデン	1件	25.00
オランダ	2件	21.20
アメリカ	11件	17.02
フィンランド	2件	11.80
西ドイツ	8件	11.19
ノルウェー	1件	8.78
デンマーク	1件	2.79
その他	24件	28.87

計 63件 200.91百万ドル

出典: PERFORMANCE 1987, Ministry of Plan Implementation

1987年、地方自治・住宅・建設省にて実施中の外国援助協力による水道関連プロジェクトは、以下の通りである。

1. Kuruegala W. S. S	借款	西ドイツ
2. Matale/Plolonnaruwa W. S. S	無償	デンマーク
3. Plolonnaruwa W. S. S	借款	中国
4. Chilaw/Puttalam W. S. S	借款	中国
5. Badulla W. S. S	借款	フランス
6. Kandy District W. S. S Programme	無償	フィンランド
7. Golagedara Electorate Ground Water Scheme	無償	フィンランド
8. Water Supply Rehabilitation Project	借款	A D B
9. Great Colombo Area Sewerage Scheme	借款	サウジ基金
10. Great Colombo Area W. S. S Stage II	借款	I D A
11. Great Colombo Area W. S. S Stage III	借款	I D A
12. Harispattuwa W. S. S	無償	フィンランド
13. Kurunegala W. S. S (拡張)	無償	フランス

注) W. S. S : Water Supply Scheme

I. D. A : International Development Association

P. D. B : ASIA Development Bank

出典 : PERFORMANCE 1987, Ministry of Plan Implementation

2. 3 キャンディー市の水道事業の概要

2. 3. 1 組織と事業内容

キャンディー市水道部 (Water Works Department) は、水道部長 (Water Works Engineer) のもと、図-2.6 に示す各部門により構成されている。水道部は、取水施設、浄水施設、配水施設等の全ての水道施設を管理運営している。水道部の職員は技術職、事務職、人夫等を含め 1987年現在、196名である。料金徴収業務は水道部から離れ、市の会計部が担当している。水道の財政事情は安価な水道料金の為、毎年赤字運営を強いられているが、この赤字分は市財政全体で調整されており、形の上では、他部門の黒字が水道部の赤字分を補っていることとなっている。最近5年間の水道部の収支推移は図-2.7 に示す通りである。支出に対する収入の割合は徐々に下降しており 1987年には 50%を割っている。1987年の水道事業の財政状況は表-2.8 に示すとおりである。

表-2.8 キャンディー市水道事業の収支状況、1987年 (単位: ルピー Rs.)

収入		支出	
メーター貸出料	307,246	総務部門	1,113,127
給水接続料金	25,855	取水浄水場部門	14,482,670
保証料	277,170	給水部門	1,759,153
水道料金徴収	7,772,397	給水サービス部門	1,101,691
(小計)	8,382,668		18,456,641
外部保填	750,000		-
合計	9,132,668		18,456,641

出典: キャンディー市水道部

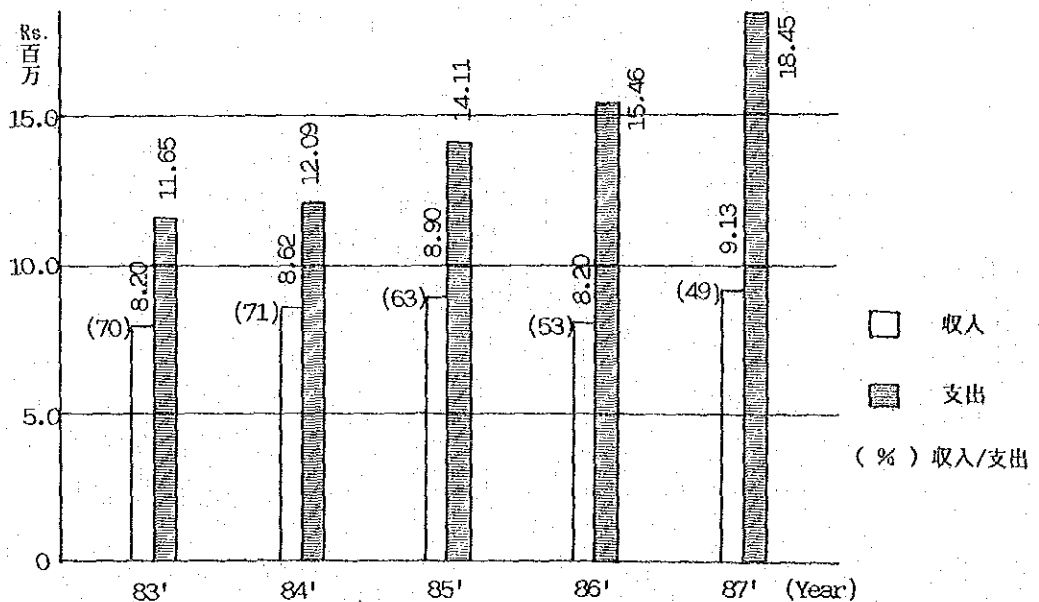


図-2.7 キャンディー市水道部財政状況

水道部門の健全運営のために、料金改訂案が水道局や財務当局から要請されているが、市民への影響を考慮する市議会との調整はしばしば難行している。表-2.9に示す水道料金は1988年1月、8年ぶりに改定されたもので、それまでの料金のほぼ1.5倍に相当する値上げとなっている。

表-2.9 キャンディー市の水道料金（毎3カ月の徴収制）

料金制		1,000 ガロン当りの料金
家庭用	3,000 ガロンまで	Rs 0
	~15,000 ガロン	Rs 2.00
	~25,000 ガロン	Rs 7.50
	上記以上	Rs 12.50
その他	ゲストハウス	Rs 25.00
	ホテル	Rs 50.00
産業用	10,000 ガロンまで	Rs 12.50
	~15,000 ガロン	Rs 13.50
	~20,000 ガロン	Rs 18.00
	上記以上	Rs 20.00

この値上げにも拘らず、水道運営の健全化は難しいと言われている。それは以下の試算から推定できる。

1987年の年間総給水量約9.2百万 m^3 （実績）に対する水道収入は約8.38百万ルピー、また支出は18.5百万ルピーであった（表-2.8）。これらから給水量 $1m^3$ 当たりの収入と支出を比較するとそれぞれ0.9ルピー（4.1ルピー/1,000ガロン）、2.0ルピー（9.1ルピー/1,000ガロン）となっている。つまり $1m^3$ の水の単価が支出と収入の割合では1:2.2となっている。このことはキャンディー市の水道財政を改善するためには、さらなる水道料金の改定と、より一層効率的な維持管理運営による経費の削減が必要となる事を意味している。また給水量の約13%（水道部による試算）を占める共同水栓利用者の有料化や漏水対策等、改善されなければならない課題は多い。

2. 3. 2 施設の変遷と施設概要

キャンディー市の水道は 1887年、英国によってその礎が築かれた。この施設は 18 万 m³の容量を持つ貯水池、塩素滅菌設備及び市内に敷設された配水管網から構成されていた。1963年、増加する水需要に対応すべく、市はマハウェリ川を水源とする近代的水道施設の建設を決定した。この計画は対象人口 10 万人、日給水量 5 MGD (23,000 m³/日)の規模を有するもので、1966年フランスの借款を得て完成した。このとき建設された取水塔、送水ポンプ場、浄水場及び両者間の送水管等の施設は、既存施設の原型となるもので、一部の改修や補修工事を経ながら、その殆どは現在でも使用されている。更に 1983年、取水施設と浄水施設の機械設備の交換等によって、7.5MGDの能力を有する施設へと改修された。この計画によって以下の内容が実施された。

① 取水施設に対して

- ・取水ポンプ 3 台のポンプを新規 4 台のポンプと交換
- ・砂攪拌・除去装置の設置

② 浄水施設に対して

- ・施設の容量アップ（構造物は含まず）
- ・塩素滅菌装置の設置

しかしこの計画によって取り替えたインド製の 4 台の取水ポンプは、砂分を多量に含む河川水の揚水対応型でなかったため、運転開始後半年の内に次々と運転不能の状態となった。現在取水場では、インド製ポンプ 2 台に拡張工事前に使用していたポンプ 1 台を加え、計 3 台が稼働している。部品交換等の補修を繰り返しながら、どうにか日最大取水量 5 MGD 程度を維持している状態である。以上の概要を表-2.10 に記載する。

表-2.10 既存施設拡張の変遷

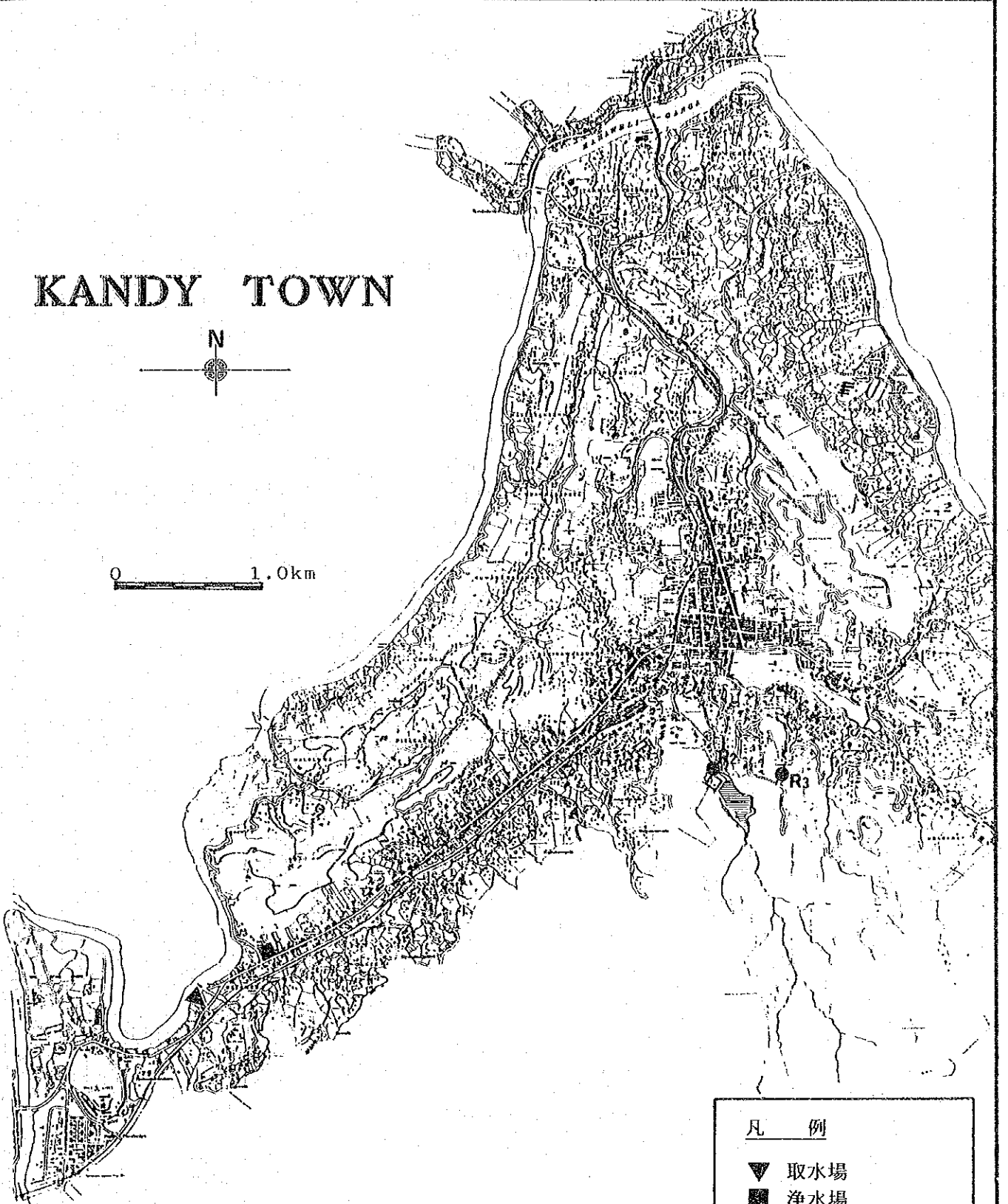
	1966年	1983年	現 状
公 称 能 力	5MGD	7.5MGD	5MGD程度に低下
取 水 構 造 物	低水位取水樹 取水井、ポンプ井	変更なし	変更なし
取 水 ポ ン プ	仏製ポンプ 3台	イノ製ポンプ 4台	仏製ポンプ 1台 イノ製ポンプ 2台
砂攪拌機 及び揚砂ポンプ	無し	設置	機能していない
浄水物構造物	沈澱池、ろ過池 和室、薬品注入室 操作室	塩素注入室新設 他は変更なし	配管、弁類の老朽化 一部運転不能
池澱池機械設備	パルセーター型 4池	変更なし	排泥装置不調 一部運転不能
ろ 過 機 械 設 備	アカズール型 9池	変更なし	弁類不調 1池、運転不能
薬品注入設備	アラム、ライム 簡易消毒設備	アラム、ライムは 注入ポンプ取替 消毒設備は塩素系 設備を新設	注入ポンプ、配管等 老朽化 一部運転不能
送 水 ポ ン プ	仏製ポンプ 3台 5MGD	仏製ポンプ 4台 7.5MGD	英製ポンプ 4台 7.5MGD 現在工事中

キャンディー市の既存水道は、マハウェリ川を水源としている。市の西部、ゲタンベ地区の取水施設から取水した河川水は送水管によって約 600m 東にある浄水場へ送水される。浄水施設で処理された水道水は、ここから約 4.1 km 離れた、市の南の高台にある配水池 (R₂) へ送水され、自然流下方式で市中に敷設された配水管により、市民へ給水している。R₂配水池からは一部を更に高台に設けられた配水池 (R₃) へポンプ送水し、標高の高い地区への給水を行っている。このほかに、緊急用として、R₂配水池の隣接地に、40百万ガロン (約 18万m³) の貯水池 R₁ (1887年完成) とこの貯水を処理して R₂配水池へ送水するスタンバイ浄水場がある (図-2.8、2.9 参照)。以上の施設配置を踏まえ、それぞれの施設概要を以下に記述する。

KANDY TOWN



0 1.0km



- 凡 例
- ▼ 取水場
 - 浄水場
 - 配水池
 - ☞ 貯水池
 - スタンバイ浄水場

図-2.8 既存水道施設配置図

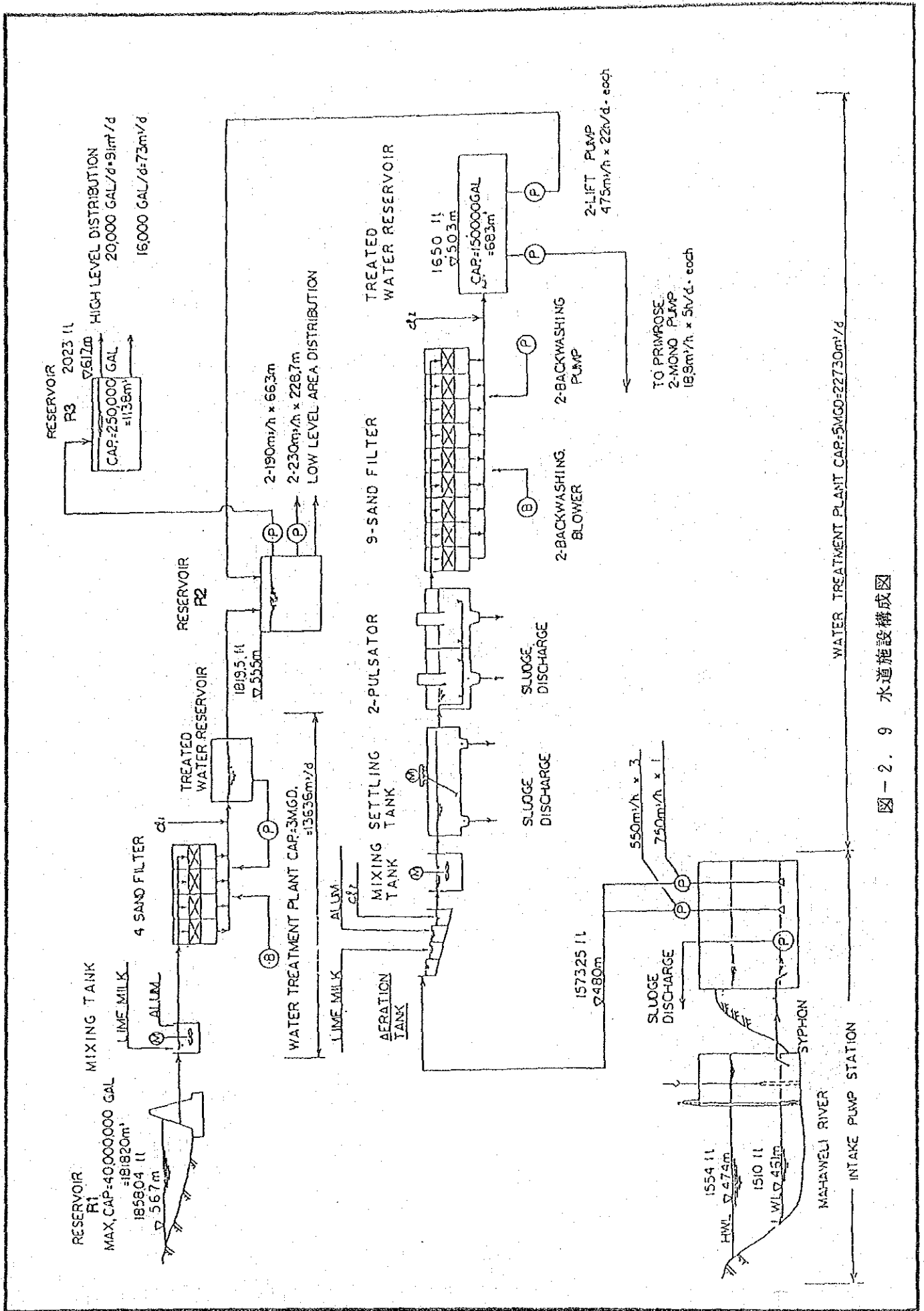


図 - 2. 9 水道施設構成図

(1) 取水施設

既存取水施設は低水位取水樹、取水塔及びポンプ室から構成されている。低水位取水樹と取水塔の使用は河川水位の変化に対応して選択されている。河川水を有効に利用するため、河道内に鋼矢板を連続して横断方向に打ち込み、河川水位を維持するとともに、河床からの浸透流出を防止している。低水位取水樹と取水塔さらに、ポンプ井は、それぞれサイフォン管で連結され、サイフォンの起動はポンプ室にある真空ポンプで操作されている。ポンプ室には現在3台の縦型ボア・ホールポンプが設置され、このうち1台は1966年に設置されたフランス製、2台は1983年の拡張時に設置されたインド製である。フランス製のポンプは1983年に一度取り外されたものであるが、インド製ポンプの故障によって、再使用されているものである。取水ポンプ井の内部には、1983年に設置された砂攪拌除去装置があるが、砂の粒径が大きいため全く機能していない状況である。取水ポンプは河川水の砂混入による摩耗にさらされ、部品の消耗が激しいため、部品の取り替えや補修作業が頻繁に行われている。

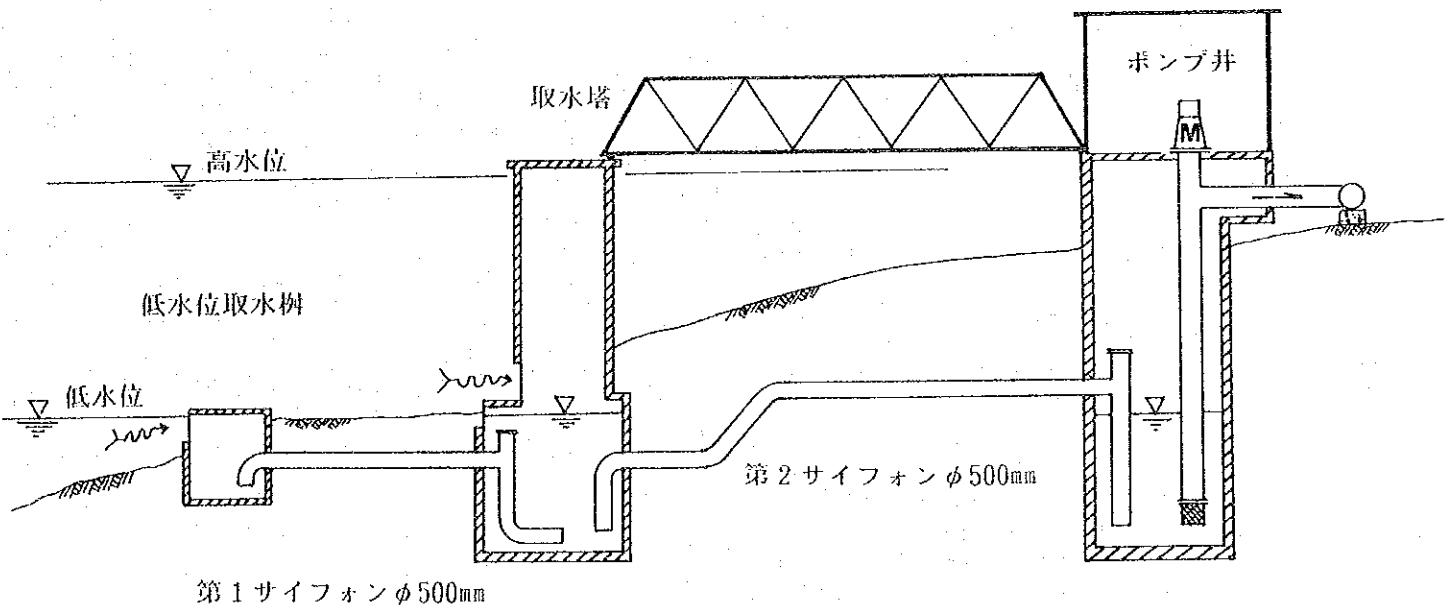


図-2.10 既存取水システム

(2) 浄水施設

キャンディー上水道には、二つの浄水施設がある。一つは取水場から送水される河川水を処理するゲタンベ浄水場、もう一つは、緊急時に貯水池の水を処理するスタンバイ浄水場である。ゲタンベ浄水場は 1983年、それまでの 5.0MGDから 7.5MGDへ浄水能力を改善した。このとき実施された工事には土木工事は一切含まれてなく、薬液注入装置の設置と関連設備と電気機器の設置が実施されたのみであった。スタンバイ浄水場は 1966年に完成されたもので、濾過池、薬液注入のみで構成され、浄水能力は 3.0MGDである。

ゲタンベ浄水場にはエアレーション水路、最初沈殿池、パルセーター型沈殿池 4池、急速砂濾過池 9池及び塩素、アラム、ライムからなる薬液注入設備等の一連の施設がある。これらの浄水施設は、フランス、デグラモン社が設計、施工したものである。主たる既設施設は、以下の通りである。

①最初沈殿池 (長さ120ft×幅12ft×深さ12ft) ----- 1池

沈殿池の上に栈橋型集泥装置が上下流方向へ移動し、池底に設置された3カ所の排泥ホッパーへ栈橋の下に装着されたレーキによって汚泥が集められる。ホッパーに溜まった泥は排泥弁により排出される。

②パルセーター型沈殿池 (長さ30ft×幅51ft×深さ12ft) ----- 4式

パルセーターはスラッジ・ブランケット型上向流沈殿池である。水は池底から入り、スラッジ・ブランケットを通過後、池上部に設置された集水管に、管頂に開けられた集水孔を通して、集水される。

③濾過池 (長さ25ft×幅12ft) ----- 9池

濾過池はアカズール式Nフィルター形式で、施設の形態は以下の通りである。

- ・ 濾過池は石綿セメント床版によって上下に仕切られ、床版には1m²当たり80個の小ノズルが取り付けられている。
- ・ 逆洗用の空気配管は床版の下に設置されている。
- ・ 濾過砂は均一な粒度である。
- ・ 逆洗は始め空気と水の混合洗浄、その後水洗浄に移る2段階方式である。
- ・ 水位は濾過砂の上 0.5mに保たれている。

浄水は、浄水場内の送水ポンプによって約 4.1 km離れた配水池 (R₂) へ送られる。現在、この送水ポンプは新規 4 台のイギリス製ポンプに交換中で、1989年 6 月までに

工事は完成される。送水能力は、1台当たり 2.5MGD、3台稼働・1台予備であり、完成後は 7.5MGDを確保できることになる。

(3) 配水施設

キャンディー水道施設には、40百万ガロンの貯水池 (R_1) とは別に、80万ガロンの R_2 配水池と 25万ガロンの R_3 配水池がある。 R_2 は市内の比較的低地区域への配水を賄い、 R_3 は R_2 より更に 62m 高地に設置されているため R_2 でカバーできない高地区域への配水を賄っている。また R_3 からは市外地区であるアンピティア、テネンブラの 2 地区へ NWSDB を通じて給水している。 R_3 へは R_2 に隣接して建設されている S_2 ポンプ場から 4 台の送水ポンプによって揚水されている。このほかに、市内には地形上、ポンプ直送方式でなければ給水できない地区が幾つかあり、浄水場内から別系統で送水している。市内に敷設されている配管網は総延長約 90km で、管径は 80mm から 700mm である。700mm の配管はダクタイル鉄管であるが、それ以外は鉄管である。市民への給水は、約 470 の共同水栓、約 8,100 の家庭用接続管と 2,000 の非家庭用接続管によって行われている。市内には 208カ所の消火栓が給水配管と接続されている。

2. 3. 3 施設の維持管理体制

1966年に完成されたキャンディー市の水道施設は、市が独自にフランスから借款して建設した市独自の資産である。市は現在も、その返済を水道部の年間予算の中に盛り込んでいる（年間 205,000ルピー）。

施設の管理運営は図-2.6に示す組織構成に従い、配水場、浄水場、スタンバイ浄水場、配水施設に1名ずつの管理責任者を配し、それぞれの部所で、数名から10数名の補助員、人夫等を配置している。主施設となる取水場、浄水場では、機械運転、ポンプ運転、ろ過池、水質試験、電気にそれぞれ担当者を決め、1組10名程度の人夫とによって、24時間運転体制を敷いている。キャンディー市水道部では、施設運転、小規模の補修等の日常作業を総て、独自で行っている。しかし高度な水道技術を有するのは水道部長（Water Works Engineer）のみであるため、計画・設計・施工等は、独自には賅い切れない状況である。よって施設の改修計画、設計業務、入札、施工管理等はNWSDBに依存している。幸いNWSDBの地方事務所がキャンディー市内にあるため、NWSDBの技術者から協力を得られ易い環境にある。

NWSDBキャンディー地方事務所が管轄するするキャンディー県、アンパライ県、バンダラウェラ県の3県には大小178の水道事業が運営されている。これらの管理形態の内、取水・浄水施設と配水施設の両施設をDDC（District Development Council）が担当するもの44%、両施設ともNWSDBが担当するもの41%、取水・浄水施設をNWSDB、配水施設をDDCが分割して担当するもの12%となっている。キャンディー市のように大規模な水道を、取水から配水までを市当局が所有し、運営も独自に担当している形態はただ1つしかなく、特殊な形態となっている。

2. 4 要請の経緯と内容

2. 4. 1 要請の経緯

1966年建設された水道施設は、5MGDの浄水能力を有する取水施設と浄水施設、3MGDの能力をもつスタンバイ浄水場等からなり、既存の施設も、この時に建設されたものが大半である。1980年には、キャンディー市の人口増加に対処するため、新たに2000年を目標として日給水量7.5MGDへ拡張する計画が策定された。

1982年6月、浄水場の拡張工事は、1966年の原設計工事を担当したフランスのデクラモン社によって完成されたのに続き、同年10月、パーフェクトエンジニア社（インド）によって取水場の拡張工事も完成された。しかし、それから約6カ月後、新規に設置されたインド製取水ポンプに、多量な砂の吸込みによるシャフトの摩耗と異常用安全スイッチの欠陥が原因と思われる故障が発生した。1984年から1985年にかけて、インド製の取水ポンプはつぎつぎに故障し、3.8MGDの取水能力しか発揮できない状態に至った。この間、キャンディー市水道部はNWSDB、ペラデニア大学工学部の協力のもと、必要部品の追加、取水ポンプ補修等を繰り返し、更に取りはずされたフランス製ポンプを再使用するなどして、取水能力の維持を図って来た。しかし取水、浄水施設の改善策に対する財政的裏付けが十分でないため、有効な対応が実施できていない状況にある。そのため1988年現在の水需要は7MGD程度と推定されるのに対し、現状の供給能力は5MGD程度に止まっている。揚水された河川水に混入する土砂はポンプ井内に沈殿し、放置するとポンプへの影響が懸念されるため、年間10数回の排砂作業を行わねばならない。排砂作業は深く狭いポンプ井内でのバケツによる搬出を繰り返すため、作業を実施する人夫にとって危険を伴う作業であるばかりでなく、市内への給水は毎回約1.2時間に亘って停止せざるを得ない状況である。また市内の電気供給状況も十分でなく、5～10分間程度の停電が1日に数回発生することもあり、これも断水の原因となっている。

スリランカ政府はかかる事態の改善のため、キャンディー上水道改善計画を策定すると共に、本計画の実施を極めて高い優先度に位置付け、本年1月、日本国政府に対し無償資金協力による事業実施を要請してきた。本年3月には、浄水場にて工事中の送水ポンプ（1台目のみ完了し、残り3台は1989年6月までに据付完了予定）を運転したところ、送水配管の接続不良から配管が破裂し、配水池への送水が停止し、5日間にわたって全市が断水した。この様に供給能力不足による減断水や、保守、停電のための断水は

市民生活に多大な影響を及ぼし、市民から市水道の不備に対する批判を誘発させるとともに、本件実施を待望する機運が一層高まった。

2. 4. 2 要請の内容

スリランカ国政府から日本政府への要請は、既存施設の処理能力を取水施設から浄水施設までの範囲に対し 1983年の拡張工事時点の 7.5MGD (34,100 m³/日) に回復すべく改修工事を実施することである。要請された各施設の改修内容は表-2.11に示す通りである。

表-2.11 要請内容

施設名	現況	要請された補修案
1. 取水施設 ポンプ 攪拌機 シルト除去機 サイフォンパイプ スクリーン	原水に混入している砂と、木片等による、インペラーの摩耗と破損 機能していない シルト除去機 (エプロン、エディューサー、水中ポンプ) の能力低下 漏水 低水位取水樹、取水塔に設置されたスクリーン	耐摩耗型インペラー式ポンプに取替 水中攪拌機を取付、砂の沈澱防止 新規機械と取り替え、仕様の見直し 漏水対策、パイプ補修 目幅を小さくした固定型構造とする
2. 浄水施設 急速攪拌機 排泥溝 汚泥掻き寄せ機 ろ過機 薬品注入施設 石灰注入施設 塩素滅菌装置 フィルター洗浄措置	老朽化 老朽化 一部破損 弁類の不良 老朽化 老朽化 操作不良 一部破損	取り替え 集泥機の取り替え 破損機械の補修 不良部の取り替え モーターの補修、攪拌機、注入ポンプの取り替え ポンプ、攪拌機、パイプの補修 取り替え 破損部の補修
3. 配水施設 配水ポンプ 4. その他 維持管理・運営上に必要な資機材の供与	老朽化によるポンプの操作不良と故障	浄水場内の全ポンプ取り替え 補助ポンプの増設 水質試験設備、ワークショップ設備 漏水調査用車両、補助変圧器 配水ポンプ用制御盤、緊急用ディーゼル発電機、照明設備、上屋の補修 取水場～浄水場の専用電話設備

第3章 計画地の概況

第3章 計画地の概況

3.1 計画対象地域

本事業の対象となるキャンディー市はセイロン島のほぼ中央に位置し、スリランカ国24県の中の一つ、キャンディー県の中心都市である。キャンディー市はコロンボ市の東約150kmにある。コロンボ市からの交通手段は、車輛による方法と列車による方法があり、道路は全線舗装された幹線道路である。所要時間は車で約3時間、列車では約2時間半である。

3.2 社会経済状況

キャンディー市はスリランカ国の第5の人口を有する都市である。豊かな自然環境に恵まれ、古くはシンハリ王朝時代の首都として栄え、市内には王室植物園 (the Royal Botanic Garden) やペラデニヤ大学等を始め、史跡や文化施設が数多い。またスリランカ仏教の中心としても重要で、市の中心部に仏歯を奉納した荘厳なダラダ・マリガワ寺がある。

キャンディー市の産業は農業と観光である。主たる農産物は茶で、キャンディー県全面積の内、茶畑の占める割合は、約16%に上っている。また清涼な気候と史跡に富んだ町であること、シギリヤやヌアラエリヤ等の観光地へ隣接していることから、スリランカ観光の拠点として位置付けられ、年間を通して多くの観光客が訪れている。そのため観光施設も整備され、市内には近代的なホテルが多い。

キャンディー市の人口は約11万人(1987年現在)で、キャンディー県の人口の1割を占めている。キャンディー市の人口推移は表-3.1に示すとおりである。1978年から1987年の人口増加率は年率2.3%(ただし、1982~1984年の浮動人口を含む人口データは無視する)となり、将来も同程度の人口増加率で推移すると仮定すれば、西暦2000年には、約145,000人に達するものと推定される。1981年の統計によれば全就業人口に対し、農業に従事するのは43%、サービス業35%、手工業は11%となっている。

民族構成は、キャンディー県の統計によれば、約75%のシンハリ族、10.5%のムーア族、9.4%のインドタミール、5%のスリランカタミールで構成されている。また宗教では全体の74%は仏教徒、11%のイスラム教、13%のヒンドゥー教、2%のカトリック教となっている。

表-3.1 キャンディー市の人口推移

年	人口	備考
1978	88,146	
1979	89,945	
1980	91,780	
1981	91,779	
1982	137,700	浮動人口を含む
1983	137,700	同上
1984	137,700	同上
1985	106,918	
1986	106,478	
1987	108,288	

出典：キャンディー市役所でのヒアリング調査による

3.3 自然条件

キャンディー市は中央高原に属し、標高は約 500m である。キャンディー市の降雨と気温は表-3.2 に示す通りである。高地であるため低地に比べ平均で約 3 度低く、年間を通じて過ごしやすい気候である。キャンディー市はマハウェリ川の右岸に発達しており、市の南、4~5 km に位置するハンタネ山（標高 1,100m）、マティナパタナ山（標高 960m）の北側斜面に発達した都市である。市の広がり東西、南北ともほぼ 7 km で、北側へ大きくはり出したマハウェリ川の蛇行により、南側以外をマハウェリ川に囲まれた三角形状となっている。面積は 28.5km² である。

表-3.2 キャンディー市の平均降雨と平均気温

月	降雨 (mm)	降雨日数	気温 (°C)
1月	79.6	9	23.6
2月	58.8	6	24.7
3月	80.8	10	25.9
4月	167.2	14	26.4
5月	178.8	15	26.3
6月	156.5	18	24.8
7月	126.8	16	24.5
8月	84.0	14	24.4
9月	160.6	15	24.4
10月	248.7	18	24.6
11月	299.2	19	24.2
12月	153.8	14	24.0
Total	1,794.8	168	-

*1977年から1987年までの月平均値 (Dep. of Meteorology)

キャンディー市付近の地質は、おおむね水晶、長石、片麻岩等の硬岩及びこれらの変成岩の混合層を基盤としている。この辺り一帯に、存在する断層や褶曲の影響により基盤岩層は複雑に変化している。マハウェリ川がキャンディー市付近で極端に蛇行している理由は、まさにこの基盤岩の複雑な構成による影響である。表土は茶色の粘土混り砂質土で場所により1～3m位の層厚を有している。表層の下には風化した基盤岩層があり、この層厚は基盤の褶曲の影響を受け、場所によって数mから50mの幅で変化している。

3. 4 社会基盤の状況

古くからスリランカの要衝として栄えてきたキャンディー市は社会基盤が良く整備され、市民は他の地方都市に比べ、快適な都市環境を享受していると言える。市内には電気、電話線が架設され道路、保健衛生施設も良く整備されている。キャンディー市が担当する主な関連事業から本市の社会基盤整備状況を表-3. 3に記述する。

表-3. 3 キャンディー市の社会基盤整備状況

社会基盤	担当場所	内 容
電 気	電 力 部	セイロン電気公社（CEB）からの買電、供給戸数 15,000戸、外灯個数 4,200個
道 路	建 設 部	道路延長約 150km、9割はアスファルト舗装
雨水排水	建 設 部	排水渠の延長 73 km
ゴミ処理	公衆衛生部	道路清掃区間 131km、1日の収集量 60トン
衛 生	公衆衛生部	ハエ、カの駆除を目的として、自然水路
水 道	水 道 部	30kmの清掃、伝染病の予防、汚染防止業務 90kmの配管網、各戸給水約1万戸、共同水栓約 470カ所、普及率推定約 90%

3. 5 一般建設事情

(1) 建設業者

スリランカ国の建設業者は、ある程度の施工能力を有しており、今までホテル等の建設も行っている。技術者レベルでは海外留学や地元の工科大学出の優秀なものもいるが、労働者の熟練度は、日本のレベルと比較して高くない。1979年から1980年頃にかけて中近東への出稼ぎが多かったが、近年は少なくなっている。キャンディー市には、総合的な建設技術を有する建設会社はなく、大規模な工事の場合、コロンボの業者が請け負うのが一般的である。

(2) 建設資材

砂、砂利は国内で入手可能であるが、鉄筋等の鋼材は輸入に頼っている。また工事中重機械のリースも少なく、汎用機種以外の入手は困難となるケースが多い。また仮設材料は木材を利用するのが一般的で、大規模な工事中のスティール仮設材料は極めて少ない。

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4.1 計画の目的

計画の目的は、老朽化や故障によって低下した既存の水道施設能力を、取水施設から浄水施設までの範囲に対し、設備の改良、補修等を実施し、1983年の拡張工事時点の能力である 7.5MGD (34,100 m³/日) に回復することによって、キャンディー市の飲料水供給事業の改善と将来の発展に寄与することである。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 計画の範囲

本計画は、キャンディー上水道の取水施設、浄水施設、送水施設、配水施設等からなる一連の既存給水システムのうち、特に取水施設と浄水施設を対象としている。また本計画で検討する内容は、現地調査によって必要性が明らかとされた取水施設の砂混入対策、浄水施設の処理水量の増加対策及び水道システムの円滑な維持運営上具備すべき資機材と施設である。そのために既存施設や設備の機能、老朽度及び能力等を検討し、計画の目的に合致する最適な施設形態と適正規模を定め、施設改善計画を策定するものである。

4.2.2 要請内容の検討

現地調査に着手するに当り調査団は現地到着と同時にスリランカ国側と協議を行い、要請内容を確認した。その内容は前掲「2.4.2 要請の内容」に記述した通りである。この要請内容とその後、現地にて実施した施設の現況調査の結果を踏まえ、取水施設及び浄水施設の改修工事を通して原設計の浄水能力 7.5MGDを回復するために、以下の通り検討する。

(1) 計画給水量の検討

キャンディー上水道の給水地区はキャンディー市全域と隣接するアンピティア、テネクンプラ地区である。1987年の人口はキャンディー市では約 108,200人、アンピティア、テネクンプラ地区は 15,000人と推定される。1978年から10年間のキャンディー市の人口増加率は 2.3%で、将来とも同程度で推移すると仮定すれば、当地の将来人口は表-4.1の通りとなる。

表-4.1 将来人口

年	キャンディー市	アンピティア テネクンプラ地区	合計
1987	108,200	15,000	123,200
1990	115,900	16,000	131,900
1995	129,900	18,000	147,900
2000	145,500	20,100	165,600

各年次の水需要計算は、スリランカ国の水道基準に従って、人口の70%を各戸給水(40gal/人日)、残り30%を共同水栓(10gal/人日)とすれば1人1日当たり平均31gal(140ℓ/人日)となる。また配管からの漏水と生活用水以外の産業用水分として1987年ベースで3MGD、2000年で4MGDと仮定すれば(NWSDBキャンディー事務所の推定)、当地域での将来水需要は図-4.1の通りとなる。これによれば本計画の給水改善目標の7.5MGDは1991年の水需要に相当する。ただしここで仮定した漏水量と産業用水量は、生活用水の78%に相当する高い割合となっており、この値の設定如何によって水需要がかなり変化する予測となっている。しかし現状では、キャンディー市水道局には漏水量を把握する設備もなく、また産業用水に関する詳細なデータも無いのが実情で、本プロジェクトの実施を契機に、今後これらのデータの蓄積を行い、より適切な施設維持管理が望まれるところである。

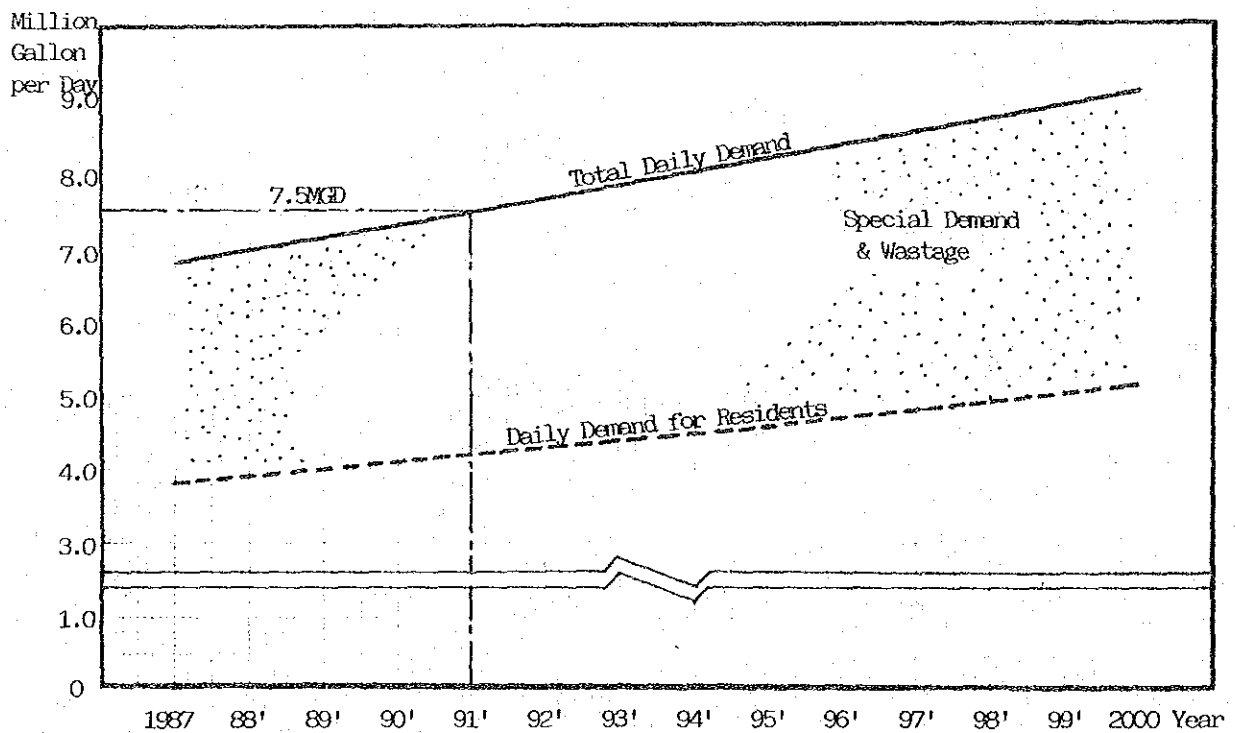


図-4.1 水需要予測

(2) 取水施設の検討

要請では既存ポンプと同形式のポンプを引き続き使用することを前提にしていた。しかし、以下の理由により既存ポンプ井と同型式ポンプの使用は適切でない判断し、砂の除去を目的とした沈砂池を新設する事とした。よって取水ポンプによる河川水の揚水と沈砂池の後に設置する送水ポンプによる2段階ポンプ方式とする。

- ・ 既存ポンプ井は度重なるポンプ補修や据え付け工事のため、コンクリート床版に欠損や鉄筋の露出等があり、また構造体内部の鉄筋量不足が懸念された。
- ・ 既存ポンプ井に同形式のポンプを設置した場合、原水に混入している砂が原因で再度、同様の問題の発生が想定される。
- ・ 既存ポンプは常時、浄水場へ送水しなければならないため、ポンプ井の構造変更工事に伴う長期間の取水停止は不可能な状況である。

なお、要請された施設内容と現地調査の結果を踏まえ、本計画で実施する改修内容は以下の通りとする。

①取水塔

躯体は風化、破損等は見られず、今後の使用に耐え得ると判断し、本計画でも使用する。取水口に設置されているスクリーンは老朽化が顕著であるため要請に従って交換する。

②ポンプ

既存施設はたび重なる補修と砂の吸い込みのため、摩耗が激しく、今後の使用に耐えないと判断される。また前述の理由によって現状と同様のポンプ方式は採用しないこととした。このためポンプは砂を混入した河川水を揚水する取水ポンプと沈砂池によって砂を除去した後の送水ポンプの2段階ポンプ方式とする。よって第1段階ポンプは河川水内の砂による摩耗を考慮し、耐摩耗型ポンプとする。

③攪拌機及び砂除去装置

既存ポンプ井内での滞砂防止を目的とするものであるが、砂の粒子径が大きく、攪拌機では砂を浮遊、流動化することは困難で、設置する効果はないと判断した。砂の除去は取水方式の変更に伴い、沈砂池で対応するため本設備は不要とする。

④サイフォン管

低水位取水樹と取水塔との間に布設されている1段階目サイフォン管は、今回の現

地調査期間中は水面下に没していたため、状況を確認できなかった。2 段階目サイフォン管には漏水が想定されたが、取水方式の変更に伴い使用しない。なお、既存真空ポンプは、老朽化による能力の低下が著しいため、今後とも使用する 1 段階目サイフォン管を対象に交換する。

⑤ 既存ポンプ室及び取付橋梁

取水方式の変更によって既存ポンプ井は使用しない。ただし地上部はワークショップ、電気室、事務室等に使用する。取付橋梁は今後とも取水塔へ渡って行く必要があるため使用するが、既存ポンプ井側の鋼性部材に腐食が進み、危険な状態であったため補修を要し、また木製踏板も老朽化しているため将来の使用に耐え得るよう、鋼製のものに取り替える。

(3) 浄水施設の検討

浄水施設は 1983 年にそれまでの 5 MGD から 7.5 MGD に拡張されたものである。現地で実施した施設機能調査、水質試験及び拡張時の計画書を検討した結果、当時の計画がほぼ妥当であると判断された。よって本浄水施設の主たる問題は、設備の老朽化と故障等による施設運転不能にあるとし、本改善計画では、新たな施設の増設を実施しない事を前提とした。浄水施設で実施する改善内容は以下の通りである。

① 急速攪拌設備

攪拌機は現在、取り外されたままである。現地で実施した凝集試験の結果、薬品注入点を最初沈澱池の下流部に変更し、その後に攪拌機の設置位置を変更する。

② 最初沈澱池

集泥機の上部構造はしっかりしているが、下部レーキ部が破損しているため一部補修する。また薬品注入点の変更に伴って、池の下流部に仕切りを設置し混和槽に改造する。

③ 沈澱池

真空ポンプ、排泥井、集水管、トランクリライザー等に破損、老朽化がみられ補修、取替を行う。

④ ろ過池

弁類の取替及び操作台内部収納切換弁の取替を行う。

⑤薬品注入設備

全体に老朽化が著しく、新のものと交換する。なお、消毒設備には塩素ガス漏洩に対するの保安設備を新設する。またサラン粉注入設備を塩素注入装置のバックアップとして設置する。これは不安定なスリランカ国の情勢に鑑み、塩素ガスが危険物であること、また現在、塩素はシンガポールからの輸入に頼っており、入手が困難となる事態発生も想定される。水道はいかなる事態にも長期間の給水停止避けなければならない公共施設であるため、安全で取り扱いが簡易、しかも入手の容易な消毒設備を設置する事の意義が大きいと判断されるためである。

⑥ろ過洗浄設備

ブロー、送洗ポンプとも問題なく動作しているので既存設備を使用する。

⑦その他

各種設備の配管、弁等老朽化したものの取り替えを実施する。

(4) 送水施設の検討

現在NWSDBの設計、施工管理のもとに浄水場からR₂配水池への送水ポンプの設置工事が実施されている(1989年6月完工予定)。完成後は7.5MGDの計画目標に十分対応できるため今回の事業内容から除外した。

(5) 試験機器及び関連設備の検討

①試験設備

現在、3項目程度しか試験出来ない設備である。飲料水としての水質分析設備としては物理的検査及び基礎的の化学検査の出来る設備は不可欠であるため、不足している設備の追加を行う必要がある。

②ワークショップ設備

現在、この種の設備は皆無である。水道施設のメンテナンスを十分行い、また良好な運転状態を保つために、現地スタッフでも使用できる簡易な機械加工、ガス切断、溶接工具等を具備すべきと判断する。

③漏水調査用車輛

既存配水管網における漏水は敷設年度、管種を考えると相当量に上ると想定され

るが、ほとんど把握出来ない状態である。本調査には配管の漏水対策は含まれていないが、漏水対策が平行して実施されなければ、送水量の増加に見合う水量を市民は十分に得ることはできない結果となる。よって将来の良好なシステム運営と水道部の管理強化の為に、本事業にて漏水探知器及び必要な機器、工具を搭載した車両を整備すべきであると判断する。

④変圧機

既存変圧器は維持管理が適切でなく、絶縁油の汚れが顕著であった。調査の結果、設備容量は十分であったが、2次側配電用スイッチ容量が不足となることが判明したため、本設備の管理者であるキャンディー市電力部に対し設備の改修を依頼した。その結果、電力部では改良措置を講ずることとなったため、本事業では変圧器の絶縁油の交換のみを行うこととし、既存設備の本体は将来とも使用する事とした。

⑤緊急用ディーゼル発電機

現在、発電機は設置されていないが、電気は市電力部から供給されている。しかし供給状況が悪いため、5～10分程度の停電が頻繁に発生し、これが時として2～3時間継続することもある。そのため断水を余儀なくされる状況である。よって、今回ディーゼル発電機を新設し、より安定的な水道サービスを可能とする。

⑥上屋及び照明設備

上屋及び照明設備は建設以来補修がなされていなく、特に照明設備の老朽化が著しい。よって照明、窓枠、上屋、外装の補修を行うこととする。

⑦取水場～浄水場用の専用電話設備

専用電話線は現在も設置されているが、既に老朽化が進んでいるため両者の連絡が途絶える事態が発生している。取水施設、浄水施設は一体で運転されなければならないもので、今回の改善計画の実施にも両者の連絡は不可欠となる。よって電話設備を新規に取り替えることとする。また両者間には、送水用表示・監視用連絡線の敷設が設計されるため、電話設備の併設に伴い、より一体化された運営が可能となるものと判断される。

(6) 配水施設の検討

現状の配水池総容量は110万ガロンで、本事業完成後の浄水能力の約3.5時間に相当している。スリランカ国の基準によれば、一般的に配水池の必要容量は、本施設の