

国際協力事業団
スリ・ランカ国
住宅・建設省

スリ・ランカ民主社会主義共和国
アンバタレ浄水場整備計画
基本設計調査報告書

平成 4 年 12 月

日本上下水道設計株式会社

無調一
CR (2)
92-172

JICA LIBRARY



1102570171

24602

国際協力事業団
スリ・ランカ国
住宅・建設省

スリ・ランカ民主社会主義共和国
アンバタレ浄水場整備計画
基本設計調査報告書

平成 4 年 12 月

日本上下水道設計株式会社

国際協力事業団

24602

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、同国のアンバタレ浄水場整備計画に係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4年6月15日から8月13日まで当事業団国際協力専門員の岩堀春雄を団長とし、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、スリ・ランカ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、平成4年10月29日から11月7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いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年12月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

伝達状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

今般、スリ・ランカ民主社会主義共和国におけるアンパタレ浄水場整備計画基本設計調査が終了致しましたので、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より、弊社が、平成4年6月8日より平成4年12月18日までの6ヵ月に亙り実施してまいりました。今回の調査に際しましては、スリ・ランカの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組み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、厚生省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、スリ・ランカにおいては、上下水道局関係者、スリ・ランカJICA事務所、在スリ・ランカ日本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。

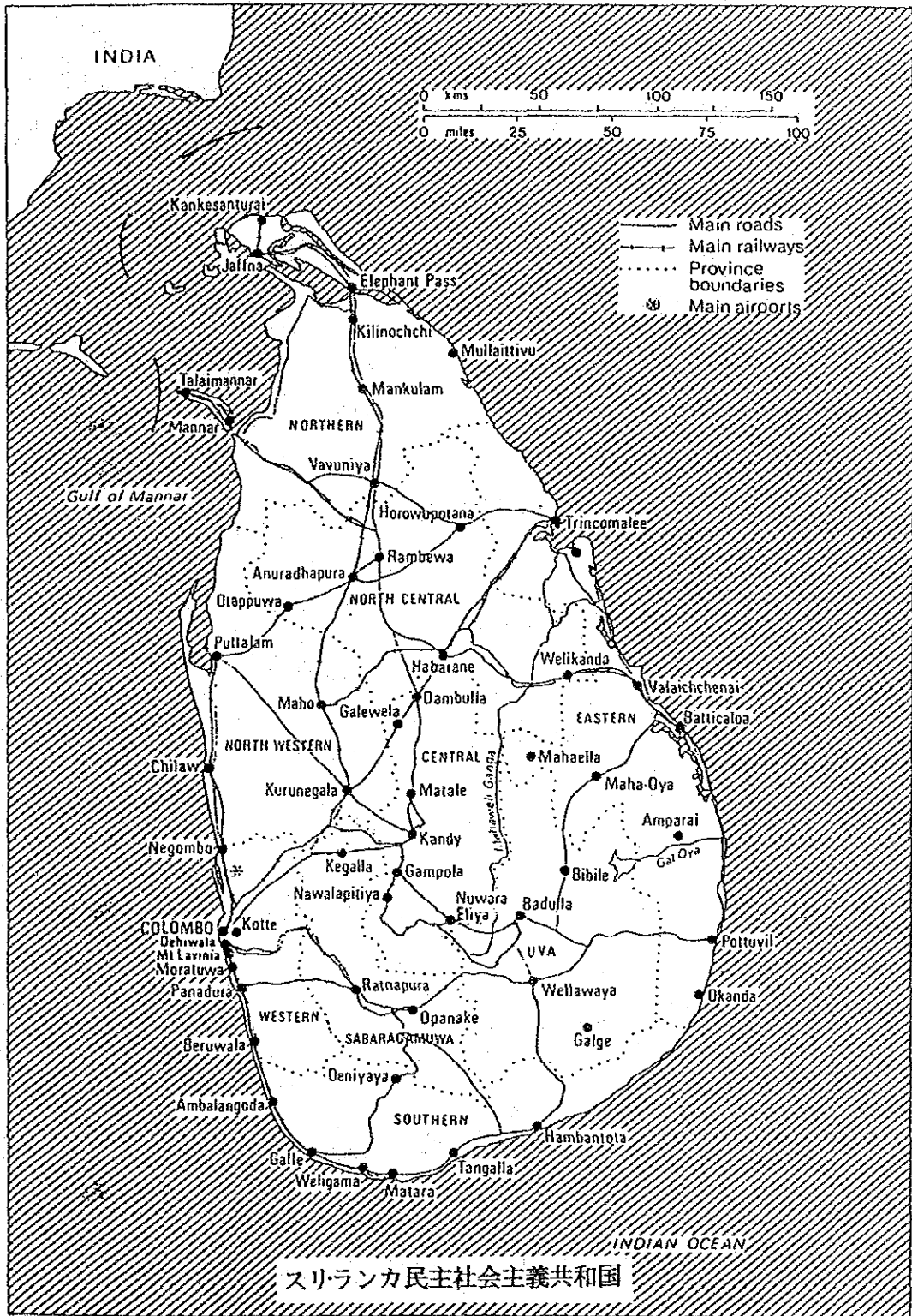
貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成4年12月

日本上下水道設計株式会社

アンパタレ浄水場整備計画基本設計調査団

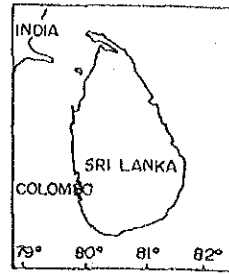
業務主任 林 亨



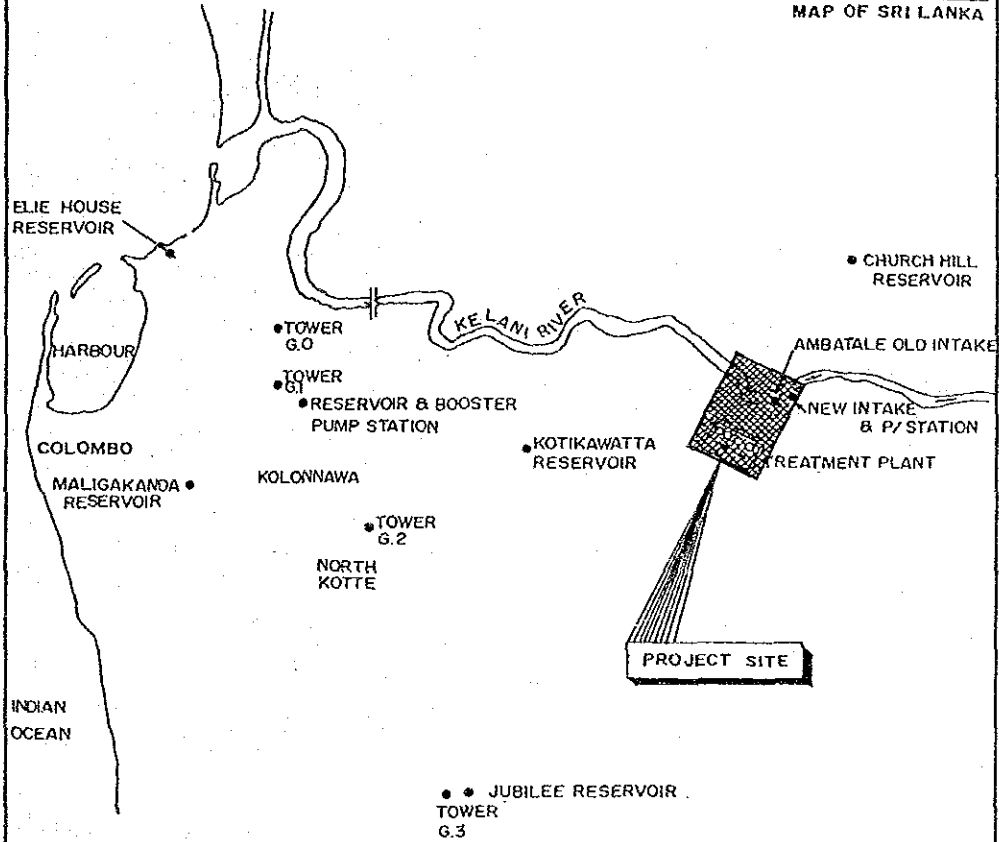
スリランカ民主社会主義共和国



NOT TO SCALE

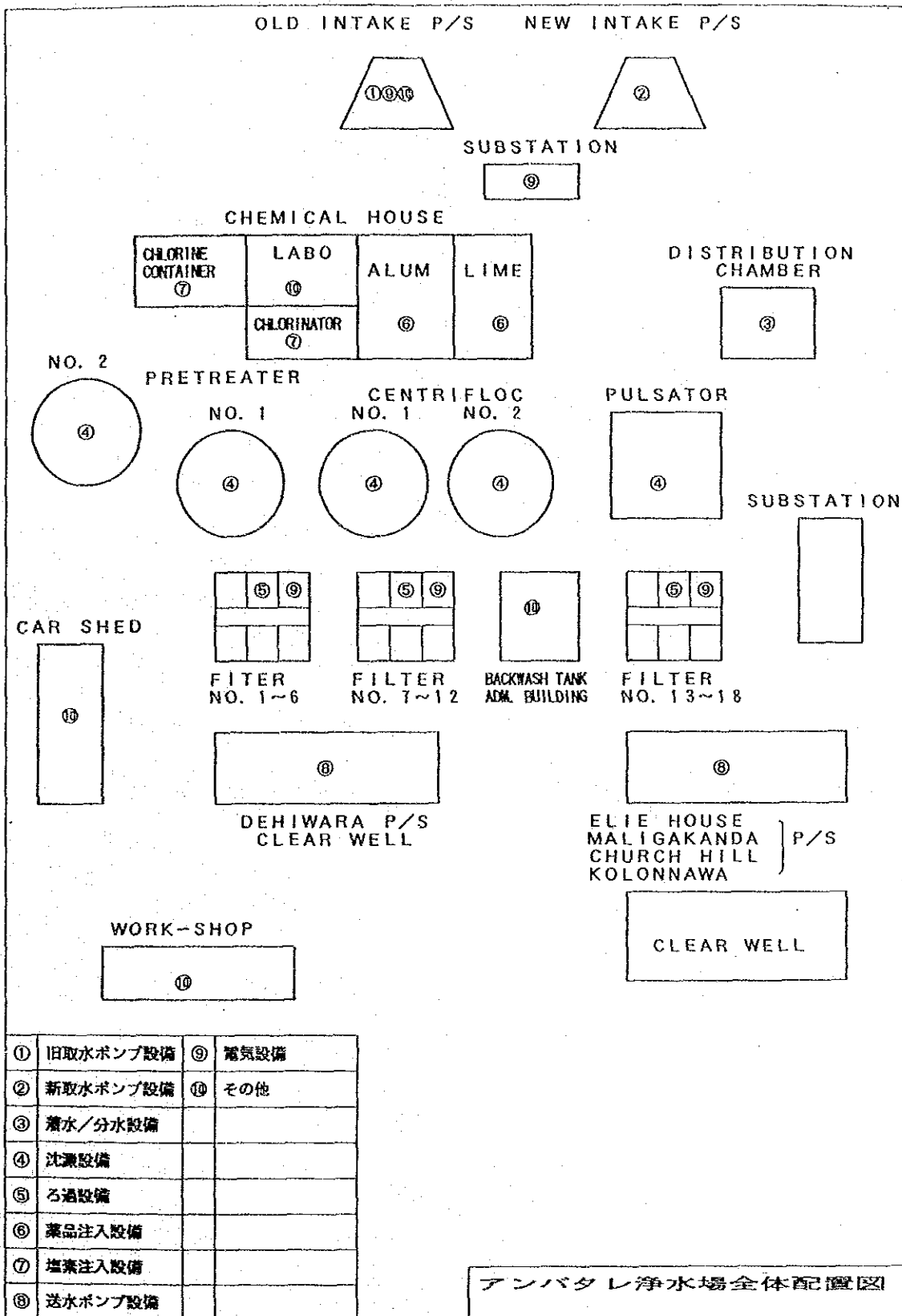


MAP OF SRI LANKA



LOCATION MAP

アンバタレ浄水場位置図



要 約

要 約

スリ・ランカ民主社会主義共和国（以下「ス」国という）首都圏である大コロombo都市圏（以下「GC」という）は人口160万を擁する大都市で、これに対し水道事業者である上下水道局（NATIONAL WATER SUPPLY & DRAINAGE BOARD: 以下「NWSDB」という）は既存のアンバタレ、カラツワおよびラブガマの3浄水場系統により日量36.6万 m^3 （8千万ガロン/日）の給水を行っている。

1971年WHOによりGC並びに隣接都市の上下水道の整備に関し、2000年を目標年次とした「南西部地域上下水道マスタープラン」が策定され、これを受けたフィージビリティ調査の結果「GC水道マスタープラン」が立案され、世銀の援助により1978～83年、1982～1985年に、アンバタレ浄水場に係る取水施設・浄水施設の増強、送配水ポンプ・配水池の新設、配水管網の整備等が実施された。また、1985年には、前述のGC水道整備計画に含まれていなかったカラツワおよびラブガマ浄水場の施設の老朽化に対処する改修が我が国の無償資金協力により行われた。

また、1991年7月にはUSAIDの援助により、前述「GC水道マスタープラン」を見直し新たに2020年を目標年次とした「GC水道マスタープラン改訂版」（GREATER COLOMBO WATER SUPPLY SYSTEM MASTER PLAN UPDATE）が策定された。なお、現在NWSDBは給水不足を解消し将来の需要増に必ずべく、仏国の援助により1990年より1993年末の工程で日量18.2万 m^3 （4千万ガロン/日）の給水量増加を図る第2アンバタレ浄水場の建設を、また世銀の援助により1992年より1995年の工程で市内の送配水施設の増強を、さらに我が国の円借款により1992年より1995年の工程で既給水区域に隣接する東部地区への新規給水事業をそれぞれ実施中である。

しかしながら、現行36.6万 m^3 /日のうち24.55万 m^3 /日の給水を受け持つ主力浄水場であるアンバタレ浄水場は、今日に至るまでの間、その設備・機器の維持・補修に努めてきたものの、財政上の制約もあり計画的な改修・更新がなされておらず、故障あるいは老朽化した設備が多い。このため、適切な浄水処理が行われておらず、飲用に適する水を安定して供給するという水道の使命を全うするには甚だ憂慮すべき状況にあり、その緊急な対応策の立案・実施が強く求められている。

かかる状況の下、「ス」国政府は、GCの住民に対する安全で安定した飲料水の供給を図るため、給水水質の改善を目的として、アンバタレ浄水場の設備・機器の整備を計画し、先年我が国が実施したカラツワ、ラブガマ両浄水場施設改修の実績を高く評価し、その実施につき我が国に無償資金協力を要請越したものである。

日本国政府は、この要請を受け事前調査および基本設計調査の実施をそれぞれ決定し、国際協力事業団は平成4年2月8日から2月28日まで事前調査団を、また、平成4年6月15日から8月13日まで基本設計調査団を現地に派遣して調査を実施した。

本件に係る先方実施機関は住宅・建設省 (Ministry of Housing & Construction ; MHC) の監督を受けるNWSDB である。NWSDB は、「ス」国国土の上下水道施設の計画・建設・運営管理を所掌しており、本部機構の他に施設の運転管理を直接担当する「地域サポートセンター (Regional Support Centre : RSC) が全国を5地域 (G.C、南部、西部、中央、および北東部) に分けて設けられている。

基本設計現地調査においては、事前調査時に明らかとなった「ス」国側要請事項についてその内容を再確認するとともに、「ス」国側プロジェクトチームの協力のもとに詳細に調査・検討を行い改修計画案を策定した。

なお、計画の策定に当たっては、アンバタレ浄水場の生産水量の安定的維持および処理水水質の向上を図るとともに、最終的には末端給水栓における水道水を衛生的で安全なものにするという理念のもとに、当初の要請項目に漏れていた事項についても改修の必要性を先方と協議・検討した。

アンバタレ浄水場は、1960年代初期に建設され、その後2度にわたる拡張を経て今日の規模となったものであるが、当初建設された施設は既に約30年の歳月を経ており、経常的な修理はある程度行われているものの、過去における水道財政の逼迫もありその老朽化は著しい。

さらに、当初計画の際にある程度の将来拡張施設の配置も描かれてはいたものの、需要の伸びと拡張工事の規模が予想を上回ったことや建設財源に制約があったこと、設計・工事請負者が当初施設の設計・工事請負者といずれも異なったこと、および用地と施設配置の自由度に制約があったこと等が相俟って、結果として浄水施設の形式・種類の不統一、施設配置の不整然となって現れている。

本浄水場の改修のポイントは、単に老朽化したあるいは故障して修理不能な設備・機器の更新のみにとどまらず、浄水システムとして3系統に分かれている各浄水施設の処理水量の計測制御を容易、かつ、確実にを行い、原水水質・水量に随時適応した薬注と沈澱、ろ過処理を実現することにある。

調査の結果、要請内容をどのように変更して計画施設の基本設計をしたかを表1に示す。なお、表の記述の順序は原水（ケラニ川表流水）が取水施設により取水され、浄水処理をされた後、送水ポンプにより浄水場を出ていくまでを水の流れに従って記述した。

本計画の全体事業費は34億4千1百万円で、そのうち日本側負担分は34億3千7百万円、「ス」国負担分は約4百万円と見積られる。

また、全体工期は35ヶ月、うち9ヶ月は実施設計および入札・契約に要する期間で、26ヶ月が工事（製作、輸送、現場工事、試運転・調整）期間である。

本計画地域は、「ス」国の首都として、また、政治・経済・文化の中心として今後ますます発展することは明らかで、その住民の衛生的環境を支える基盤施設としての水道施設が良好に維持管理、運営されなければならないことは言うまでもない。今回の計画により、GCへの給水の75%を担うアンバタレ浄水場の、老朽化して機能が限度に達していた諸設備・機器が全面的な更新・改修によりその機能を回復するのみならず、より安定した、また、的確な浄水処理の実現により一層良質の飲用に適する水の生産が保証される効果は大きい。

本計画によるアンバタレ浄水場に対する直接の効果の要点は下記のとおりである。

- 1) 当初建設後2度の拡張により3系列となっている沈殿処理施設への原水分配と計量が的確に行えるようになり、系列毎の最適薬注が可能となること。
- 2) 老朽化した薬注設備の更新により薬品凝集沈殿処理が改善されること。
- 3) セントリフロックおよびプリトリータの改修により沈殿効果が向上すること。
- 4) 全ろ過池（18池）への流入量を均等に制御できるようになり、安定したろ過処理ができること。
- 5) 1号ろ過池から12号ろ過池の耐用限度に達していたろ材の更新、および新たなる洗浄排水樋の設置により格段に良好な逆洗浄が可能となり、良好なろ過処理ができること。
- 6) 老朽化により頻繁に故障し、かつ、修理の限度に達していた取水ポンプ、送水ポンプの機能が保証され、生産・送水水量の安定が得られること。

7) 塩素注入設備の更新により消毒が完全に行われ、安全な飲料水を供給できること。

以上 1) ～ 7) までの改善効果により浄水水質が改善され「ス」国飲料水水質基準に適合する清澄で安全な飲料水が供給できる。

さらに本計画の実施により副次的に水量面における増量効果をもたらす。

8) 水量管理の適正化、沈澱設備の設計処理水量の保障、ろ過池逆洗浄の効率化等の実現により浄水場の生産水量が現状に比し約20% (約4万 m^3 /日) 増加し、別途実施中の配水管整備と相まって給水不良区域に対して大幅な給水状態の改善が期待できる。

本計画は「ス」国の国家計画および上記マスタープランと整合し、裨益人口は広くGC全域の約160万人におよび、GCの産業活動の活性化を促進するなど裨益効果は非常に大きいと考えられる。

更に、GCにおける関連プロジェクトの内、第2アンバタレ浄水場建設は1993年末の完工が見込まれ、また、管路整備計画も1995年が第1段階の目標年度であることから本計画の緊急度および優先度は高いと判断される。

以上により、また、本計画が広く住民の生活向上、保健衛生の改善等に寄与するものであることから、本計画が日本の無償資金協力により実施される意義は大きく、妥当性も高いと判断される。

本計画の目標を達成し、プロジェクトの効果を最大限に発揮するため、「ス」国側は次の措置を講ずる必要がある。

本計画実施前において、

- 1) 「ス」国側負担分の事業費を確保すること。
- 2) プロジェクトの推進委員会を設立し、工事の円滑な進捗に努めること。
- 3) 維持管理・修理の改善策(4-3-5参照)に記述された改善すべき問題点に対処すること。
- 4) 受水槽を有する個別の受益者に対し受水槽の衛生的安全管理について啓蒙、指導を積極的に行うこと。

- 5) 本計画の初期段階より、上水道の計画、建設、維持管理を担当する技術者数名を本計画に専任で参画させ、技術の習得に努めさせるとともに完了後の維持管理に反映させること。
- 6) 着水/分水槽建設地周辺の整地を行うと共に、その建設により一部取り壊される周壁の復旧を行うこと。

本計画実施後において、

- 7) 施設の運転・維持管理の財源である水道料金を確実に徴収する方策を確立すること。
- 8) 施設の正常な機能を維持するため、予防的維持管理を計画的に実施すること。
- 9) 十分な維持管理費を予算化すること。
- 10) 要員の質的向上を図るため計画的な研修・訓練を行うこと。
- 11) 各施設の管理責任を明確にすること。
- 12) 原水が既存処理プロセスにて対応できるよう、必要な水源の水質監視を行うこと。
- 13) 格納庫を設置し予備品等の機材の保管を確実にすること。

一方、日本側は本無償資金協力の効果を更に助長するため、併せて技術協力により専門家を派遣し、アンバタレ浄水場の維持管理を継続的に指導するとともに、「ス」国全体の水道計画策定の支援を行うことが望ましい。

表1 計画施設の基本設計 (1/3)

項目	施設名称	数量	仕様	備考
①	旧取水ポンプ場機械設備			
a	主ポンプ	2	容量：3,869m ³ /hr, 24m, 340kW	追加
b	モータ	2	形式：籠型三相誘導電動機	追加
c	付属品	1式	吸込弁、逆止弁、吐出弁、排水ポンプ	追加
②	新取水ポンプ場機械設備			
a	弁類	1式	形式：手動外ネジ仕切弁、吸込弁、逆止弁、吐出弁排水ポンプ	追加
③	着水/分水設備			
a	着水/分水槽	1	10.8m × 13.7m × 11.8m 深	追加
b	付属品	1式	流出ゲート、流入切替弁	追加
c	取水流量計測設備	—	着水/分水槽にて機能を兼ねる	削除
④	沈殿設備			
1)	セントリフロック			
a	汚泥掻き機	2	形式：中央駆動懸垂型	追加
b	汚泥循環ポンプ	2	容量：120m ³ /hr, 5m, 5.5kW	変更なし
2)	フリトリータ			
a	汚泥循環ポンプ	2	容量：1,500m ³ /hr, 2m, 22kW	変更なし
b	自動排泥弁	2	形式：電動偏心構造弁	変更なし
c	洗浄装置	2		削除
3)	薬品注入点	1式		変更なし
4)	パルセータ ステリング板	—	(処理上問題なし)	削除
⑤	ろ過設備			
1)	ろ過池(No.1 ~No.12)			
a	流入流量調節堰	12	堰巾：3.6m	変更なし
b	排水樋	96	寸法：500mm × 400mm	変更なし
c	集水ストレーナ	1,400	材質：ABS樹脂	変更なし
d	ろ材	1,000 ^{m³}	有効径：0.9mm 均等係数：1.5 以下	変更なし
e	弁類	72	層厚：900mm 形式：空気作動式ダイヤフラム弁 口径：流入弁 800mm 逆洗弁 800mm 600mm 空洗弁 300mm 流出弁 450mm	変更なし
f	損失水頭計	12	形式：ダイヤフラム式70ト弁 口径：流出70ト弁 450mm	変更なし
g	逆洗流量計	1	形式：マノメータ 形式：直続式リワイ 流量計	変更なし

表1 計画施設の基本設計 (2/3)

項目	施設名称	数量	仕様	備考
2)	ろ過池(No. 13~No. 18)			
a	水位制御器	6	形式：フロートバルブ	変更なし
b	弁類	18	形式：空気作動式バタフライ弁 口径：流入弁 450mm 250mm 排水弁 400mm 逆洗弁 400mm	変更なし
c	逆洗水槽液位	2	形式：フロート式液位計	変更なし 変更なし
⑥	薬品注入設備			
1)	硫酸バンド注入設備			
a	攪拌機	4	形式：縦形攪拌機	変更なし
b	溶解槽	4	塗装	変更なし
c	揚液ポンプ	2	形式：横形渦巻きポンプ	変更なし
d	ヘッドタンク	1	寸法：1.5m×1.5m×1.5m深	変更なし
e	定水位槽	2	寸法：0.6m×0.9m×0.6m深	変更なし
f	分配槽	2	寸法：0.6m×0.9m×0.6m深	変更なし
g	モノレールホイスト	1	形式：電動ホイスト	追加
2)	消石灰注入設備			
a	溶解槽覆蓋(集塵洗浄設備)	4	寸法：2.5m×7m	追加
b	攪拌機	8	形式：縦形攪拌機	変更なし
c	移送ポンプ	4	形式：横形渦巻きポンプ	変更なし
d	混合注入機	3	形式：横形攪拌機付注入機	追加
e	集塵洗浄設備	1	洗浄槽、集塵ファン、集塵ダクト	変更なし
⑦	塩素注入設備			
a	注入機(加圧給水ポンプ共)	4	形式：自立キャビネット型 容量：75kg/hr、20kg/hr	変更なし 変更なし
b	ボンベ計重機	1	形式：ロードセル式、0~1ton	変更なし
c	モノレールホイスト	1	形式：電動ホイスト、2ton	追加
⑧	送水ポンプ設備			
1)	コロナワ系ポンプ			
a	主ポンプ	2	形式：立軸両吸込渦巻ポンプ 容量：640 m ³ /hr ×45m	変更なし
		1	容量：1,280 m ³ /hr ×45m	
b	モータ	2	形式：籠型三相誘導電動機 容量：110KW	変更なし
		1	容量：220KW	
c	付属品	1式	逆止弁、吐出弁、排水ポンプ	追加
2)	デヒワラ系ポンプ			
a	主ポンプ	1	形式：横軸両吸込渦巻ポンプ 容量：2,898 m ³ /hr ×42.67m	変更なし
b	モータ	1	形式：籠型三相誘導電動機	変更なし
c	付属品	1式	逆止弁、吐出弁、真空ポンプ	追加
⑨	電気設備			
1)	旧取水ポンプ場			
a	低圧配電盤	4	形式：屋内閉鎖自立型	変更なし
b	2号ポンプ起動盤	1	形式：屋内閉鎖自立型	追加
c	3号ポンプ起動盤	1	形式：屋内閉鎖自立型	変更なし

表1 計画施設の基本設計(3/3)

項目	施設名称	数量	仕様	備考
2)	浄水場			
a	沈澱設備盤	1式		変更なし
b	ろ過設備盤	1式		変更なし
c	薬品注入設備盤	1式		変更なし
d	高圧配電盤	4		変更なし
e	低圧配電盤	6		変更なし
f	照明設備	1式	浄水場内照明	追加
g	避雷設備	1式	避雷針、架空地線	追加
3)	送水ポンプ			
a	コロナワ低圧制御盤	5		変更なし
b	デヒワラ3号起動盤	1		変更なし
c	デヒワラ4号起動盤	1		追加
⑩	その他			
a	浄水場用水質試験器具	1式		変更なし
b	中央水質試験所 分析機器	1式		追加
c	技術者・運転要員訓練	1式		変更なし
d	維持管理用工具	1式		変更なし
e	クレーン付トラック	1		追加
f	かマツ/マツ用予備品	1式		追加
g	通信設備	1式		追加
h	原水流量計		(着水/分水槽建設により不要となる)	削除
i	サンプリング設備		(ポンプを使ったサンプリング設備は維持管理困難のため削除し、分析者が自らサンプリングする方法とした。)	削除

調査報告書

目次

序文

伝達状

位置図・アンバタレ浄水場（取水場を含む）施設配置図

要約

第1章 緒論

1-1	要請の経緯	1
1-2	調査団の派遣	1
1-3	調査内容	2

第2章 計画の背景

2-1	「ス」国における水道事業の概要	4
2-2	関連計画の概要	6
2-3	要請の経緯と内容	7

第3章 計画地の概要

3-1	計画地の位置および社会・経済事情	9
3-2	自然条件	10
3-3	社会環境	11
3-4	コロンボ首都圏における水道事業の状況	12
3-4-1	NWSDBの組織および財政	14
3-4-2	水道施設	18

第4章 計画の内容

4-1	計画の目的	24
4-2	要請内容の検討	24
4-2-1	計画の妥当性、必要性	24
4-2-2	実施・運営計画	27
4-2-3	類似計画および国際機関等の援助計画との関係	29
4-2-4	前プロジェクトの評価	31
4-2-5	計画の構成要素	35
4-2-6	要請設備、機器の内容	35
4-2-7	技術協力の必要性	40
4-2-8	協力実施の基本方針	40
4-3	計画の概要	41
4-3-1	実施機関および運営体制	41
4-3-2	事業計画	41
4-3-3	アンバタレ浄水場および周辺の状況	41
4-3-4	設備・機器の概要	42
4-3-5	維持管理計画	43
4-4	技術協力	45
4-4-1	日本国内における研修	45
4-4-2	専門家派遣	45

第5章 基本設計

5-1	設計方針	46
5-2	設計条件の検討	46
5-2-1	改善目的および方法	46
5-2-2	設計条件	48
5-3	基本計画	51
5-3-1	システム計画	51
5-3-2	設備・機材計画	62
5-3-3	基本設計図	87
5-4	施工計画	121

5-4-1	施工方針	121
5-4-2	建設事情および施工上の留意事項	122
5-4-3	施工監理計画	123
5-4-4	資機材調達計画	124
5-4-5	実施工程	127
5-4-6	概算事業費	127

第6章 事業の効果と結論

6-1	効果	130
6-2	結論	131
6-3	提言	131

(資料編)

1. 調査団員氏名
2. 調査日程
3. 関係者リスト
4. 討議議事録
5. 現況調査資料
 - 5-1 処理水量調査
 - 5-2 水質調査
 - 5-3 ろ過実験
 - 5-4 ろ材試験
 - 5-5 構造物調査
 - 5-6 機械設備調査
 - 5-7 電気設備調査
6. 改修施設計画

付表目次

		ページ
表2-1-1	スリ・ランカにおける給水率と人口	4
表2-1-2	給水人口と給水サービスの質に帯する満足度	5
表2-1-3	1991年～2000年の水道整備目標	6
表3-1-1	セクター別GNP の構成1989-1991	10
表3-2-1	コロンボにおける平均気温、平均湿度、平均降水量	11
表3-2-2	コロンボにおける落雷日数	11
表3-3-1	「ス」国の発電量	11
表3-4-1	NWSDB 本部および地域サポートセンターの業務	14
表3-4-2	NWSDB の料金収入と直接経費	16
表3-4-3	GCにおける一家庭当たりの収入分布	16
表3-4-4	NWSDB の水道料金	17
表3-4-5	用途別給水量	18
表3-4-6	GC地区浄水場送水実績	18
表4-2-1	沈澱池負荷率	25
表4-2-2	薬品の性状	26
表4-2-3	アンバタレ浄水場維持管理費	27
表4-2-4	カラツワワ・ラブガマ浄水場改修概要	31
表4-2-5	目標達成度	34
表4-2-6	計画の構成要素	35
表4-2-7	要請内容	36
表4-2-8	専門家派遣のの実績	40
表5-2-1	設計処理水質	49
表5-2-2	使用薬品の性状と注入率	50
表5-3-1	基本設計図	87
表5-4-1	資機材調達区分表	126
表5-4-2	事業実施工程表	129
表5-4-3	負担項目	127
表5-4-4	日本側負担事業費	128

付図目次

		ページ
図3-4-1	GCにおける給水区域	13
図3-4-2	NWSDB 組織図	15
図3-4-3	既存配水施設	19
図3-4-4	GC水需要予測	20
図3-4-5	アンバタレ浄水場既存設備フロー	22
図4-2-1	アンバタレ浄水場組織図	28
図5-3-1	アンバタレ浄水場処理フローシート	52
図5-4-1	事業実施運営体制	121

第1章 緒論

第1章 結 論

1-1 要請の経緯

スリ・ランカ民主社会主義共和国（以下「ス」国という）首都圏の大コロombo都市圏（以下GCという）は、人口160万、給水需要は日量45.5万 m^3 と推定され、これに対しアンバタレ、カラツワワおよびラブガマの3浄水場系統から日量36.6万 m^3 を給水している。

1978～1983年、および1982～1985年の2期にわたり、これら給水システムの給水量の増強、設備の更新が世銀の援助によって行われ、さらに1985年にはカラツワワおよびラブガマの2浄水場の老朽化した施設の更新・改良が我が国の無償資金協力により行われた。なお、現在の給水不足の解消と将来需要増に対処するため、1993年末を目途に仏国の援助により日量18万 m^3 の給水量の増強を図る第2アンバタレ浄水場の建設工事が現在進行中である。

しかしながら、既存3浄水場のうち日量24.55万 m^3 の生産を受け持つ主力浄水場としてのアンバタレ浄水場は、機器について発生主義的な修理はときどきに行われてきたものの、予防的な維持管理が財政的な制約もあって十分には行われておらず、結果として老朽化したあるいは故障したままの設備が多く、従って適切な浄水処理が行われておらず、甚だ憂慮すべき状態にあり、その緊急な対応策の立案・実施が強く求められている。

かかる状況から、「ス」国政府はGCの住民に対する安全で安定した飲料水の供給を図るため、給水水質の改善を目的としてアンバタレ浄水場の設備・機器の改修の実施について我が国に無償資金協力を要請してきたものである。

1-2 調査団の派遣

日本国政府は、「ス」国政府の要請に基づき、同国のアンバタレ浄水場整備計画に係る事前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。同事業団は、平成4年2月8日から2月28日まで、国際協力事業団国際協力専門員岩堀春雄氏を団長とする事前調査団を現地に派遣した。同調査団は「ス」国政府関係者と協議を行うとともに要請に係る当該浄水場の施設、および場外の配水施設等の調査、ならびに資料収集を行い、今回実施の基本設計調査の大綱をまとめ事前調査報告書を作成提出した。

基本設計調査はこれを受け、再び岩堀春雄氏を団長とする基本設計調査団として、平成4年6月15日から8月13日に至る間、現地を訪れ、事前調査の結果を基に「ス」国政府関係者と更に詳細な協議を行うとともに、アンバタレ浄水場現場において詳細な調査を行い、帰国後の国内作業を経てその結果を本報告書としてまとめたものである。

なお、基本設計調査調査団の構成、調査日程、相手国関係者リスト、討議議事録等は別添資料1、2および3に示すとおりである。

1-3 調査内容

調査内容は大きく分けて①システムとしての浄水機能に関する調査と、②個別機器設備の老朽化度に関する調査に分類できる。

システムとしての浄水機能に関する調査

(1) 施設の諸元（寸法）調査

事前調査時の約束に従って、「ス」側はアンパタレ浄水場施設・設備に係る図面を、基本設計調査団の現地乗り込み直前に提出越した。しかしながら、これらの図面は、当該浄水場が1960年代初期の建設後2度にわたる拡張が行われたこともあり、必ずしも必要な詳細図面に至るまで完全に保管されていないこと、また、本来は「完成図 (As-built plan)」としてなければならないものが「設計図」でしかなく、しかも、現実の施設はそのとおり完成していないものもある等の状況から、まず主要な施設（既存着水/分水槽、導水開渠、3系列の各沈殿池、沈殿水渠、ろ過池）の寸法を計測確認した。

(2) 各沈殿設備への負荷水量、水位の調査

今回の改善の大きなポイントの一つは、3系統の沈殿設備に対し、浄水場へ導水された原水がそれぞれの沈殿施設の有する設計流量に従って、適正に計量分配されるようにすることである。そこでまず着水/分水槽から各3系統の沈殿設備へどのように原水が分配されているかを翼車式流量計を用いて約1ヶ月の間測定を行った。なお、導水開渠、各沈殿池の水位も測量した。

(3) 処理水水質の調査

各沈殿池、およびろ過池の処理水の水質（濁度を主体）を約1ヶ月にわたり調査し、日々の原水濁度との対比における処理の結果を把握した。

(4) ろ過筒によるろ過実験

1号ろ過池～12号ろ過池のろ過砂の取り替えを前提とし、ろ過砂の有効径、均等係数、ろ層厚とろ過速度、ろ過水濁度との関係を確認するため、日本から持ち込んだ実験用ろ過筒へ

現地産ろ過砂を篩分けの上充填し、平成4年7月中旬から同9月末までろ過実験を行った。

(5) 配水池における残留塩素と配水池における追加塩素注入設備の調査

各需要者の給水栓において飲用に適する（安全な）水を給水できることを究極の目的とする以上、浄水場外の水質についても無関心でよいとは済まされないので、アンパタレ浄水場から送り出した水の残留塩素がどの程度であるかを、数カ所の配水池について調査した結果、概ね満足できるものであることを確認した。なお、万一に備えての追加塩素注入設備については上下水道局で既に整備済のところと未整備のところとがあるが、これは「ス」側で整備する旨の約束を得た。

個別設備・機器の老朽化度に関する調査

浄水場施設は、それが一体のものとして満身に機能して初めて生産水量の安定的維持が確保され、また、浄水水質が所要の基準を満足するものである。その前提として個々の設備・機器が要求される機能を満身に発揮しなければならないことは言うまでもない。

当浄水場の設備・機器は、1965年前後、1972年前後、及び1985年前後と3期にわたって建設されており、最も早期に建設された設備・機器は既に約30年の年月が経過し、老朽化の度合いが著しい。

浄水場の設備・機器の耐用年数はその材質、構造、設置の条件、使用の状況等によりそれぞれであり、一般的にコンクリート構造物、地中に埋設された比較的大口径の管路施設等は、その寿命が永い。

今回の調査においても、シュミットハンマーを用いて調べた場内コンクリート構造物（沈澱池、ろ過池等）は、今なお十分な強度を有することが明らかとなった。しかし、一般に機械設備、および電気設備は、適切な維持・補修を行ったとしても自ら定まった寿命があり、減耗、腐食、材質の劣化（例えば絶縁被覆材の熱による退行劣化）等は避けられぬ現象として比較的早期に到来する。

今回の調査の結果、多くの機器が最早修理の限界に達し、また、多くの機器が故障し修理不能の状況にあることが判明した。これをこのまま放置することは遠からず大幅な生産水量の減少と浄水水質の悪化を招来し、GCの市民生活、経済活動に重大な支障をもたらす。よって、今回の「ス」国側要請に係るこれら老朽化設備・機器を、今回計画により全面的に速やかに、かつ、水道財政に著しい負担を課することなく実施しようとするものである。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2-1 「ス」国における水道事業の概要

「ス」国の上下水道事業は、住宅・建設省 (Ministry of Housing & Construction) の監督を受ける上下水道局 (National Water Supply & Drainage Board : NWSDB)、および一部の地方公共団体によって運営されている。上下水道局は、その設置法の定めるところによれば「ス」国全国の上下水道の運営を実施する唯一の機関とされているが、その設置が比較的最近(1975年)であり、これより以前に創設された水道事業が数多く存在するところから、同局設置以前に地方都市により運営されてきた水道事業の移管が、全て完了しているわけではない。

そのため、地域により、水道業務の運営に関しては次の3形態がある。

①NWSDB 単独

②NWSDB および地方自治体はその業務を分担して運営するもの

③地方自治体単独によるもの

「ス」国内には、1988年時点で372の浄水場があり、その内、NWSDBによって維持管理されている浄水場は238である。また200の水道事業の運営は、料金の徴収を含めてNWSDBが担当している。NWSDBが関与する給水人口比は約80%になっている。

1981年から90年に至る間の「ス」国の水道の普及率を下表に表す。

表2-1-1 スリ・ランカにおける給水率と人口

年度	都市部		農村部		合計	
	給水率 (%)	人口 (千人)	給水率 (%)	人口 (千人)	給水率 (%)	人口 (千人)
1981	50	3,007	56	11,622	54	14,629
1986	57	3,310	65	12,791	63	16,101
1990	76	3,663	64	13,954	67	17,617

1990年における「ス」国全体の給水率は67%、都市部では76%となっている。他方、農村部では64%となっているが、これは井戸、河川、湧水等を含めた数値であり、導管その他の工作物からなる水道による給水率は8%である。

また、給水サービスについての受益者の満足度は表2-1-2に示すとおりで、今後なお給水サービスの質の改善が必要である。なお、導管により給水を受ける人口のうち約40%は共用栓による受水である。

表2-1-2 給水人口と給水サービスの質に対する満足度—1990年

給水施設	都市部		農村部		計	
	人数	%	人数	%	人数	%
1. 水道 * 満足 不満足	815	30	364	33	1,179	30
	1,967	70	739	67	2,706	70
2. 深井戸 ** 満足 不満足	—	—	434	36	434	36
	—	—	772	64	772	64
3. 浅井戸 *** 満足 不満足	881	100	3,286	50	4,167	56
	—	—	3,287	50	3,287	44
4. その他の施設 ****	—	—	5,072	—	5,072	—
計	3,663	—	13,954	—	17,617	—

(注記) * 導管による給水(Piped Water Supply) (単位: 1,000 人)

** 手押しポンプ付井戸による給水(Wells with Hand Pumps)

*** 汚染防護付井戸による給水(Protected Open Wells)

**** 汚染防護対策のなされていない浅井戸、水槽、河川、汚染防護対策のなされていない湧水等による給水(Unsatisfactory Facilities)

NWSDB の組織は図3-4-2に示すとおりである。NWSDB 本部には、計画、設計、財政、人事、建設部門が所属し、「ス」国全体の水道計画の立案と大規模な建設事業、及びNWSDB の財政を担当する。一方5つの地域のサポートセンター(Regional Support Centre)は「ス」国全土を分割して、水道施設の運転・維持管理を直接担当している。

今後の整備目標としては、2000年までに国民皆水道の実現化を図ることとして、NWSDB は普及の目標とそれに必要な投資額を表2-1-3に示すように設定している。

表2-1-3で見る限り1991~2000年の10年間における水道の整備についても、全てをNWSDBで行う訳ではなく、人口で約40%、投資額で約20%を地方公共団体が実施することとされており、当分の間はNWSDBは都市部の水道の整備に重点を置いて事業経営を進めるものと考えられる。ただ、市町村はその規模、立地条件等により財政力も異なり、また、地形や水源取得の難易度より給水原価も異なるので、経営上の観点からすれば、大規模・広域的な運営が財政の弾力性等から有利である。その意味から、NWSDBがその管轄下の水道事業を全国5地区にまとめ経営する方式は評価し得るものである。

現状の問題点は、特にGCにおいて、「ス」国独立より遙か以前に建設された配水管施設の存在等により有収率が低いこと、過去において財政逼迫等の理由により、適時適切な施設の増設・拡張・更新がなされなかったこと等により、給水サービスの上で質・量共に十分受益者を満足させるものではないことである。

表2-1-3 1991年～2000年の水道整備目標

	都市部	農村部	計	NWSDB 実施	他事業体実施
目標普及人口 (単位：1000人)					
1. 水道	1,850	1,285	3,135	2,350	785
2. 深井戸	—	1,820	1,820	1,550	270
3. 浅井戸	—	8,530	8,530	4,265	4,265
計	1,850	11,635	13,485	8,165	5,320
目標投資額 (単位：百万ルピー)					
1. 水道	12,025	5,795	17,820	14,600	3,220
2. 深井戸	—	910	910	820	90
3. 浅井戸	—	6,400	6,400	4,480	1,920
計	12,025	13,105	25,130	19,900	5,230

今回の計画により、GCに対する給水の主力浄水場たるアンバタレ浄水場の抜本的な改修がなされ、先年のラブガマ、カラツワワ両浄水場の改修と併せて供給水質の向上・給水量の安定が実現し、さらに NWSDBが別途実施中の第2アンバタレ浄水場の建設、老朽配水管の更新、新規送配水管の増設等の関連事業によりGCの給水サービスの格段の向上が図られることにより、GCにおける受益者の不満が解消されることは、単にGCの市民の満足にとどまらず、これが一つのデモンストレーションとして全国で実施される NWSDBの水道事業に対する信頼と理解を深める上で計り知れない効果をもたらすものである。

2-2 関連計画の概要

現在NWSDBは、2000年に国民皆水道の実現を目指して鋭意努力中である。しかしながら、前節表2-1-2および表2-1-3にみられるとおり、既設および計画中の水道施設が全て「導管による水道(Piped Water Supply)」ではなく、また、事業実施を全てNWSDBが行っているわけではない。2000年においても導管による水道により受水できる人口は、目標人口の23%であり、他は深井戸または浅井戸による受水を想定している。

現在導管による水道施設数は全国で約400あり、そのうち約250(うち約50は用水供給事業で、末端給水、料金徴収は地方公共団体が行っている)事業をNWSDBが運営しているが、大半は極めて小規模な施設である。むしろ、歴史的な経緯もあって地方中核都市の中には事業運営をNWSDBに移管していないところも多く見受けられる。

したがって、今後の「ス」国の水道整備の計画と実施は、次の3つのカテゴリーで進められる

と考えられる。

1. コロンボ首都圏およびその周辺に対する整備
2. 既存の「導管による水道」の増補改良
3. 農村部における「井戸による水道」の整備

このうち1については、既に人口、経済活動の集中している地域に対するものであり、緊急を要するものである（第3章第4節参照）。

また2については、現在それら施設によって給水を受けている人口の2/3強がその給水サービスの質に不満足であるので、可及的速やかな水量・水質の満足度を実現する必要がある。

3については、現在500万余の人口が何等の衛生的な配慮のなされていない湧水、河川水など生活排水として使用しているため、2000年を目途にこれらの水源を衛生的に問題のない水源に切り替えるか、あるいは何等かの衛生的な汚染防止対策を講ずる必要がある。

「ス」国企画省計画局（Department of National Planning, Ministry of Policy Planning & Implementation）は、「ス」国の1991～1995年の5ヶ年間の投資計画を策定しているが、この中で2000年を目標とした水道の整備目標と所要投資額を示している（表2-1-3）。また、24の都市とその周辺部につき、受益人口を指標として1991年から1995年に至る5ヶ年における整備の優先度を4段階に分け、効果的な実施を計画している。

2-3 要請の経緯と内容

G Cは人口160万を擁する大都市で、これに対し水道事業者であるNWSDBは既存のアンバタレ、カラツワワおよびラブガマの3浄水場システムにより日量36.6万 m^3 （8,000万ガロン/日）の給水を行っている。

1972年WHOによりG C並びに隣接都市の上下水道の整備に関し、2000年を目標年次とした「南西部地域上下水道マスタープラン」が策定され、G Cの水道整備計画について高い優先順位を付した。右の計画を受けて、世銀は1978～83年、1982～85年の両度にわたり、アンバタレ浄水場に係る取水施設・浄水施設の増強、送配水ポンプ・配水池の新設、配水管網の整備等を実施した。また、1985年には、前述のG Cの水道整備計画に含まれていなかったカラツワワおよびラブガマの両浄水場の施設につき、その老朽化に対処する改修が我が国の無償資金協力により行われた。

さらに、1991年7月にはUSAIDの援助により上記「南西部地域上下水道マスタープラン」の見直しを行い新たに2020年を目標年次とした「G C水道マスタープラン改訂版」と称する計画を策定した。一方、現在の給水不足を解消し将来の需要増に応ずべく1991年より1993年末の工程で、日量18.2万 m^3 （4,000万ガロン/日）の給水量増加を図る第2アンバタレ浄水場の建設が仏国の援助で実施中である。

しかしながら、現行36.6万 m^3 /日のうち24.55万 m^3 /日の給水を受け持つ主力浄水場であるアンバタレ浄水場は、今日に至るまでの間、その設備・機器の維持・補修に努めてきたものの、財政上の制約もあり計画的な改修・更新がなされておらず、故障あるいは老朽化した設備が多い。このため、適切な浄水処理が行われておらず、飲用に適する水を安定して供給するという水道の使命を全うするには甚だ憂慮すべき状況にあり、その緊急な対応策の立案・実施が強く求められている。

かかる状況の下、「ス」国政府は、GCの住民に対する安全で安定した飲料水の供給を図るため、給水水質の改善を目的として、アンバタレ浄水場の設備・機器の整備を計画し、先年我が国が実施したカラツワワ、ラブガマ両浄水場施設の改修に係る技術力を高く評価し、その実施につき我が国に無償資金協力を要請越したものである。

日本国政府は、この要請を受け事前調査および基本設計調査の実施をそれぞれ決定し、国際協力事業団は平成4年2月8日から2月28日まで事前調査団を、また、平成4年6月15日から8月13日まで基本設計調査団を現地に派遣して調査を実施した。

事前調査の結果、本件プロジェクトの目的は、同浄水場における処理水水質の向上と、生産水量の安定的確保にあることが確認された。また、基本設計現地調査においては、1)「ス」国側プロジェクトチームと合同で浄水場機能調査を実施し、全体整備計画作成の方針を定めること、2)要請に含まれていない事項への対応としては、本件調査の目的に照らし合わせ現地調査の結果必要性和優先度を考慮して協力対象に含めること、3)完了引き渡し時の訓練計画を策定すること、等が決定された。

要請された主な改修項目は下記のとおりである。

1. 3次にわたる建設・拡張で3系列となっている浄水施設への原水の適正配分の実現
 - 新着水/分水槽の建設
2. 沈澱処理施設の処理効率改善
3. ろ過処理の改善
 - 各ろ過池への流入水量均等分配の実現
 - 1～12号池のろ材の更新
 - 同逆洗浄の改善
4. 薬品注入設備、塩素注入設備の更新・改修
5. 取水、送水施設の改修
6. 老朽化した電気設備の更新

なお、上記1から6までに係る附帯配管、弁類、電気設備（盤、配線等）を含むものとする。表4-2-7に基本設計現地調査終了時点における「ス」側要請事項を示す。

第3章 計画地の概要

第3章 計画地の概要

3-1 計画地の位置および社会・経済事情

(1) 計画地の位置

「ス」国はインドの南南東インド洋上の北緯5度55分から9度50分、東経79度42分から81度52分に位置し、本島といくつかの島からなる熱帯の島国である。本計画地のG Cのある本島の最長距離は、北のバルミラ岬から南のドンドラ岬に至る432kmで、最大幅は西のコロンボから東のサンガマンカンダに至る224kmである。

G Cは、本島の南西部に位置し、26の地区から構成され、南北約60km、東西約20kmに亘る細長い地域で、面積は約600km²である。圏内には首都であるスリ・ジャヤワルダナプラ・コッテ地区、カツナヤーケ国際空港、コロンボ港等主な社会基盤施設が集中していて、「ス」国の社会的、経済的、文化的中心地である。

(2) 社会経済事情

1991年における「ス」国の人口は1720万人（CENTRAL BANK OF SRI LANKA : ANNUAL REPORT 1991による）、人口密度は約260人/km²で高密度の国である。人口はコロンボを中心とする南西部に集中している。

人種でもっとも多いのは紀元前6世紀ごろ北部インドより渡来してきたと言われるシンハリ人で74%を占める。ついでタミル人が18.1%、残る少数をアラビア人の子孫と言われるムーア人、植民地時代のポルトガル人およびオランダ人と現地人との混血であるバーガー人などがいる。

宗教はシンハリ人を中心として69%が仏教徒、タミル人を中心として15.5%がヒンズー教徒、残りをキリスト教徒とイスラム教徒が占めている。

スリ・ランカ中央銀行の1991年版年報によれば1990年の経済成長は6.4%で1人当たりのGNPは16,702ルピー（1USドル=40ルピーとして417ドル）で所得水準は極めて低い。1991年は4.7%と予測され経済成長の減速傾向が窺われる。

一方、物価上昇は1990年21.5%と高い値を示したが、1991年は12.2%と予測され相変わらず高いものの安定化傾向を示している。

GNPの産業別構成は表3-1-1のとおりである。産業構造はGNPの構成で見ると農林水産業が23.3%で主要産業に位置している。主要作物はイギリス植民地経営の時代から引き継いだ紅茶、ゴム、ココナッツの3大輸出作物と米等食料作物があげられる。水産業は周辺の豊富な漁業資源を利用した沿岸漁業が中心である。続いて卸・小売業が21.5%、製造業が18.1%、運輸・通信業が11.5%等となっている。最近の動きはほぼ横這いで各セクター共一定している。

表3-1-1 セクター別GNPの構成1989-1991

セクター	1989年	1990年	1991年
農林水産業	23.3%	23.7%	23.3%
鉱業	3.0	3.1	2.7
製造業	17.2	17.7	18.1
建設業	7.2	6.9	6.8
電気・ガス・水道	1.3	1.3	1.4
運輸・通信業	11.7	11.4	11.5
卸・小売業	21.5	21.0	21.5
金融・保険・不動産	5.2	5.2	5.3
住宅	3.1	2.9	2.8
公共サービス	5.2	5.0	5.0
民間サービス	3.8	3.9	3.9
合計	100	100	100

出典: CENTRAL BANK OF SRI LANKA ANNUAL REPORT 1991

3-2 自然条件

(1) 地形

スリ・ランカ島は西洋梨形で、地形は北半分がほとんど平地であるのに対して、GCの属する南半分は海拔 2,524m の最高峰ピデュルトニンガラ(Pidurutningala)を中心に標高1,000mから2,000mの山々からなる山岳地帯とそれを取り巻く海岸平野からなっている。本計画のアンパタレ浄水場の水源であるケラニ川はその山岳地帯から発し145km を流下しコロンボにてインド洋に注いでいる。

GCはほとんど平坦な平野であるが、一部丘陵が広がり標高は0～60m に及んでいる。アンパタレ浄水場はおよそ標高15m に位置しているため、GC全域へは自然流下で配水することは困難であり35の配水池・高架水槽を配置し給水している。

(2) 気象・地震

「ス」国は全島が高温・多湿の典型的な熱帯性気候で、年間を通じて気候の変化はあまりない。コロンボでの月平均の気温は27～29℃、平均湿度は74～82%である。降水量は季節風により異なり、4～6月および9～11月の期間がモンスーン期で200mm / 月以上の高雨量を記録し、1～2月が100mm / 月以下の少雨量期である。

表3-2-1 コロンボにおける平均気温、平均湿度、平均降水量

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
平均気温 (°C)	27.2	27.3	28.2	28.6	28.9	28.1	28.0	27.9	28.1	27.4	27.1	27.0	27.8
平均湿度 (%)	74	75	77	79	81	80	81	80	78	82	80	77	79
平均降水量 (mm)	79.2	32.0	151.0	240.8	277.0	235.4	115.6	136.0	239.6	360.0	262.8	104.0	2,233.4*

(注記) ①出典：平均気温および平均降水量はNWSDB提供資料による。平均湿度は理科年表1991年版による。

②(*) 付き数値は年間総雨量を示す。

雷は表3-2-2に示すとおり、年間で99日の落雷日数が記録されている。浄水場における機器を保護する避雷装置は不可欠である。

表3-2-2 コロンボにおける落雷日数

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
雷日数	6	8	13	17	13	4	2	2	3	10	12	9	99

出典：アジアの気候（世界気候誌、第1巻）

地震については比較的的安全地域で、世界の地震発生地域から外れており、過去にさかのぼっても、害を及ぼすような地震は記録されていない。

3-3 社会環境

(1) エネルギー

石油、天然ガス、石炭の産出はなく、薪や農業廃棄物、牛糞などの伝統的なエネルギーと水力が主たるエネルギー資源である。

電力はセイロン電力庁（CEB）が全体を統括し、典型的な水主火従で、水力が全体の98%を占めている。マハベリ河開発計画（AMP）など水力発電開発に力を入れているものの需要の伸びには及ばず、降雨量の多少により発電量が左右され、時限停電もときどき見受けられる。ただし、アンバタレ浄水場に対しては優先的に送電が確保されている。

表3-3-1 「ス」国の発電量

発電量 (100 万kWh)	1986年	1987年	1988年	1989年
水 力	2,465.3	2,177.5	2,597.7	2,802.0
火 力	6.5	530.1	201.8	56.0
合 計	2,651.8	2,707.7	2,799.5	2,858.0

出典：セイロン電力庁（CEB）

(2) 電話・通信

「ス」国では1960年末以降、数次に渡り通信網整備計画が推進されてきた。その結果、電話回線は1989年末時点で108,000台へと増強されている。しかし、需要には追いつかず電話普及率は100人当たり0.69台と依然低いレベルである。

GCでは、1989年整備計画を推進し、37,000回線が稼働した。

通信部門では、ケーブル網の改修、設備の近代化、要員の訓練施設の拡充が重点課題とされている。

(3) 運輸・交通

① 道路

道路は最も重要な輸送手段である。1987年時点で道路省の所管する道路延長は25,634kmでAランク（首都、州都および各州間を結ぶ幹線）とBランク（その他主要都市を結ぶ連絡道路）に属する道路は全て舗装されている。

② 鉄道

鉄道は運輸省の管轄下で国有のスリ・ランカ鉄道（SLR）が運営している。総延長は1987年時点で1,453kmである。近年拡張はされておらず、線路は単線で全線ディーゼルである。

③ 港湾

港湾は港湾庁が管轄し、主要港はトリンコモリー港、ゴール港およびコロombo港で、中でもコロombo港は貿易貨物扱い実績の80%以上を占め「ス」国内で最も重要な港である。コロombo港は単に「ス」国の港としてのみならず極東などアジアと中東、欧州を結ぶ中継港としても重要である。

④ 空港

GCにはコロombo市内より北約35kmに位置にカツナヤーケ国際空港があり年間100万人の乗客発着処理能力を有している。その他には、トリンコモリー、ジャフナなど幾つかのローカル空港が存在する。

3-4 コロンボ首都圏における水道事業の状況

GCにおける上水道事業はNWSDBにより運営され、給水区域は図3-4-1に示すとおりGCの11の行政区域に及んでいる。

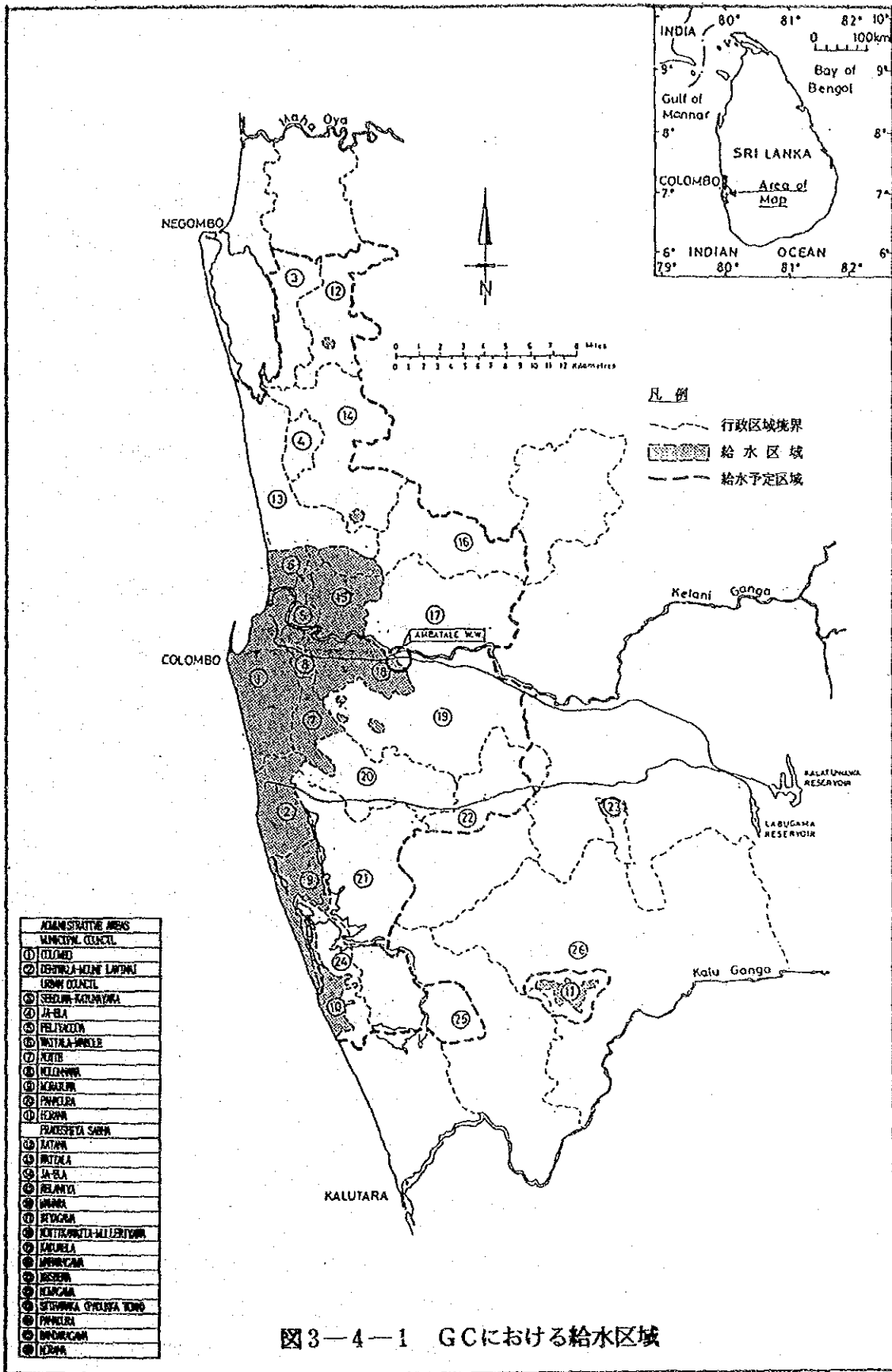


図3-4-1 GCにおける給水区域

1990年のNWSDBの資料によれば、GCにおける事業の規模は給水対象区域194km²、給水区域内人口1,616,000人、給水人口1,374,200人であり給水普及率は85%である。一日平均給水量は360,000m³である。

3-4-1 NWSDBの組織および財政

(1) 組織

NWSDBの組織は図3-4-2に示す。総裁(CHAIRMAN)の下に人事部、財務部、計画・設計部、建設部、地域サポートセンター(RSC)等が所属している。水道計画の立案、大規模な建設事業および財政はコロンボにある本部が所管しているが、地方の業務は、全国の5ヶ所に配置されているRSCが直接担当し、水道施設の運転、維持管理を行っている。本計画のアンバタレ浄水場はコロンボRSCの管理に属している。それぞれの業務の概要を表3-4-1に示す。

表3-4-1 NWSDB本部および地域サポートセンターの業務

項目	本部	地域サポートセンター
場所	コロンボ本部	① コロンボRSC (コロンボ)
		② 南RSC (マタラ)
		③ 西RSC (コロンボ本部内)
		④ 中央RSC (キャンディ)
		⑤ 北東RSC (トリンコマリー)
業務内容	全国的な水道計画 水道施設の設計 水道施設の整備、改善 総合的な財政政策 大規模な調達と輸入	小規模な建設、整備、改善事業 地下水開発 水質モニタリング 料金徴収 RSCの予算執行と人事

(2) 財政

過去8年間の財務状況を表3-4-2に示す。1986年から1989年にかけて直接経費が料金収入を越えて財務状況が悪化した。これは物価上昇にもかかわらず水道料金(表3-4-4参照)の値上げができなかったためで、1990年以降は水道料金の値上げが認められ財務状況は改善の方向に向かっている。

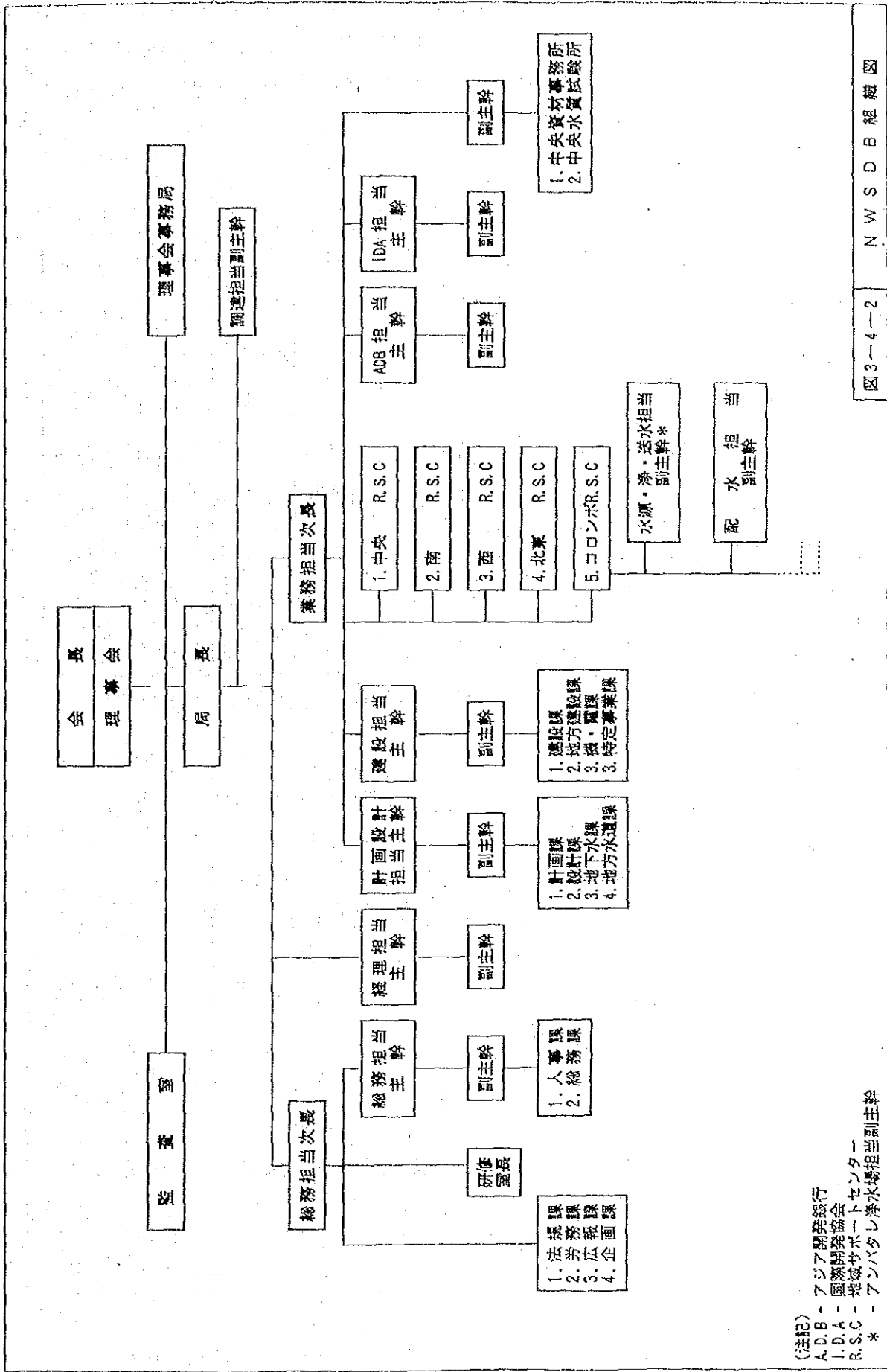


図3-4-2 N W S D B 組織図

(注記)
 A、D、B - アジア開発銀行
 I、D、A - 国際開発協会
 R、S、C - 地域センター
 * - アバンバタレ浄水場担当副主幹

なお、1991年7月に実施された「GC水道マスタープラン改訂」における分析によれば1991年の料金改定の結果、GC内一家庭当たりの平均水道料金は68ルピー～97ルピーで、収入レベルが低い家庭では収入の2.4%を水道料金で支出すると推定されている。GCにおける収入分布は表3-4-3参照。

表3-4-2 NWSDBの料金収入と直接経費

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
料金収入	224.0	255.4	209.4	254.0	287.6	292.7	478.2	895.4
直接経費合計	178.8	194.3	225.0	263.7	365.2	374.3	425.1	499.6
人件費	45.5	59.8	64.3	70.3	111.9	124.0	146.2	168.4
薬品費	9.5	14.2	14.4	14.1	21.0	21.5	29.5	35.9
電気代	71.7	68.4	73.1	82.5	129.1	128.9	143.6	148.0
燃料等	0	0	1.9	1.2	2.3	1.3	2.1	1.9
維持管理費	8.7	9.5	17.2	34.3	23.1	19.0	12.6	55.2
その他	43.4	42.4	54.1	61.3	77.8	79.6	91.1	90.2

出典：GREATER COLOMBO WATER SUPPLY SYSTEM MASTER PLAN UPDATE (単位：百万Rps)

表3-4-3 GCにおける一家庭当たりの収入分布

家庭の割合	収入額 (Rps)
0～20% (最低)	630
20～40%	2,090
40～60%	3,677
60～80%	5,326
80～100% (最高)	19,217

出典：GREATER COLOMBO WATER SUPPLY SYSTEM
MASTER PLAN UPDATE

表3-4-4 NWSDBの水道料金

料金区分	改定年次					
	1981-83	1984-89	1990	1991 1月-7月	1991 8月-12月	1992年 以降
基本料金 (Rs/月)						
(全ての需要に適用)	0	0	5.00	5.00	5.00	5.00
従量料金						
家庭用料金 (Rs/m³)						
0-10 m ³	0.20	無料	無料	1.00	0.60	0.65
10-20 m ³	0.75	1.00	1.00	1.50	1.00	1.10
20-30 m ³	1.00	3.00	3.00	4.50	3.50	4.00
30-50 m ³	1.75	5.50	5.50	8.00	7.00	7.50
< 50 m ³	1.75	5.50	11.00	19.50	19.50	20.00
スタンドポスト用料金	無料	0.80	0.80	1.00	1.00	1.25
家庭以外用料金 (Rs/m³)						
政府・公共機関用						
及び商業用	2.75	5.50	11.00	19.50	19.50	20.00
ホテル用	9.00	9.00	16.50	25.00	25.00	27.00
工業用	5.50	9.00	16.50	25.00	25.00	25.00
船舶用	9.00	15.00	50.00	75.00	75.00	80.00
宗教機関用	家庭用に準じる					
定額料金						
(Rs/月)						
家庭用以外	0	40.00	500.00	500.00	500.00	500.00
家庭用	0	30.00	100.00	100.00	80.00	100.00
用水供給料金 (Rs/m³)						
電気料金含まない場合	-	-	1.75	2.50	2.50	2.70
電気料金含む場合	-	-	-	4.00	3.80	4.00

注記: スタンドポストは個人家庭敷地内或いは公共用地に設置され、個人用の場合と共用水栓の場合がある。

3-4-2 水道施設

(1) 概要

既存の水道は大きく分けて2種類のシステムから構成されている。カラツワワ湖水およびラブガマ湖水系の自然流下によるシステムおよびケラニ川水系のポンプ圧送システムである。

カラツワワ湖およびラブガマ湖はコロンボの中心より約50km東方に位置し、それぞれカラツワワ浄水場、ラブガマ浄水場にて浄水した後、送水管の沿線、コロンボ中心部、南部に対して送水している。

ケラニ川系システムはコロンボ中心部より東方へ約12kmのアンバタレにてポンプ取水し、アンバタレ浄水場にて浄水した後コロンボ中心部、北部、および南部の区域へ給水している。

配水池は図3-4-3に示すように35ヶ所(配水塔含む)設置しているが、GCの中心部でそれぞれの水系からの浄水が混合され、システムごとに分割されていない。

各用途別給水率は表3-4-5に示すように家庭用が63.1%と最も比率が高く次いで商業用、公共施設用、工業用と続いている。

表3-4-5 用途別給水量

項目	家庭用	工業用	商業用	公共施設用	合計
給水量(1,000m ³)	131.8	6.2	39.1	31.5	208.6
全体に対する割合(%)	63.1	3.0	18.7	15.1	100

出典：GREATER COLOMBO WATER SUPPLY SYSTEM MASTER PLAN UPDATE

各浄水場の運転実績は表3-4-6のとおりである。アンバタレ浄水場はここ数年設計処理水量の80%の処理水量で施設の老朽化傾向が示されている。一方、カラツワワ浄水場は水源の貯水量の不足のため90%の過少運転、ラブガマ浄水場は20%以上の過負荷運転である。

表3-4-6 GC地区浄水場送水実績(×1,000m³/d)

浄水場	設計処理水量	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年
アンバタレ	288.5	245.5	245.5	245.5	245.5	245.5
カラツワワ	91	81.8	81.8	79.6	77.3	77.3
ラブガマ	35	43.2	43.2	43.2	43.2	43.2
合計	414.5	370.5	370.5	368.3	366.0	366.0

出典：GREATER COLOMBO WATER SUPPLY SYSTEM MASTER PLAN UPDATE

GCにおける水の需給予測は図3-4-4のとおりである。給水量予測には無効水量40%および不感水量5%が計上されている。現状需給バランスはほぼ拮抗しているが、時限給水により需要

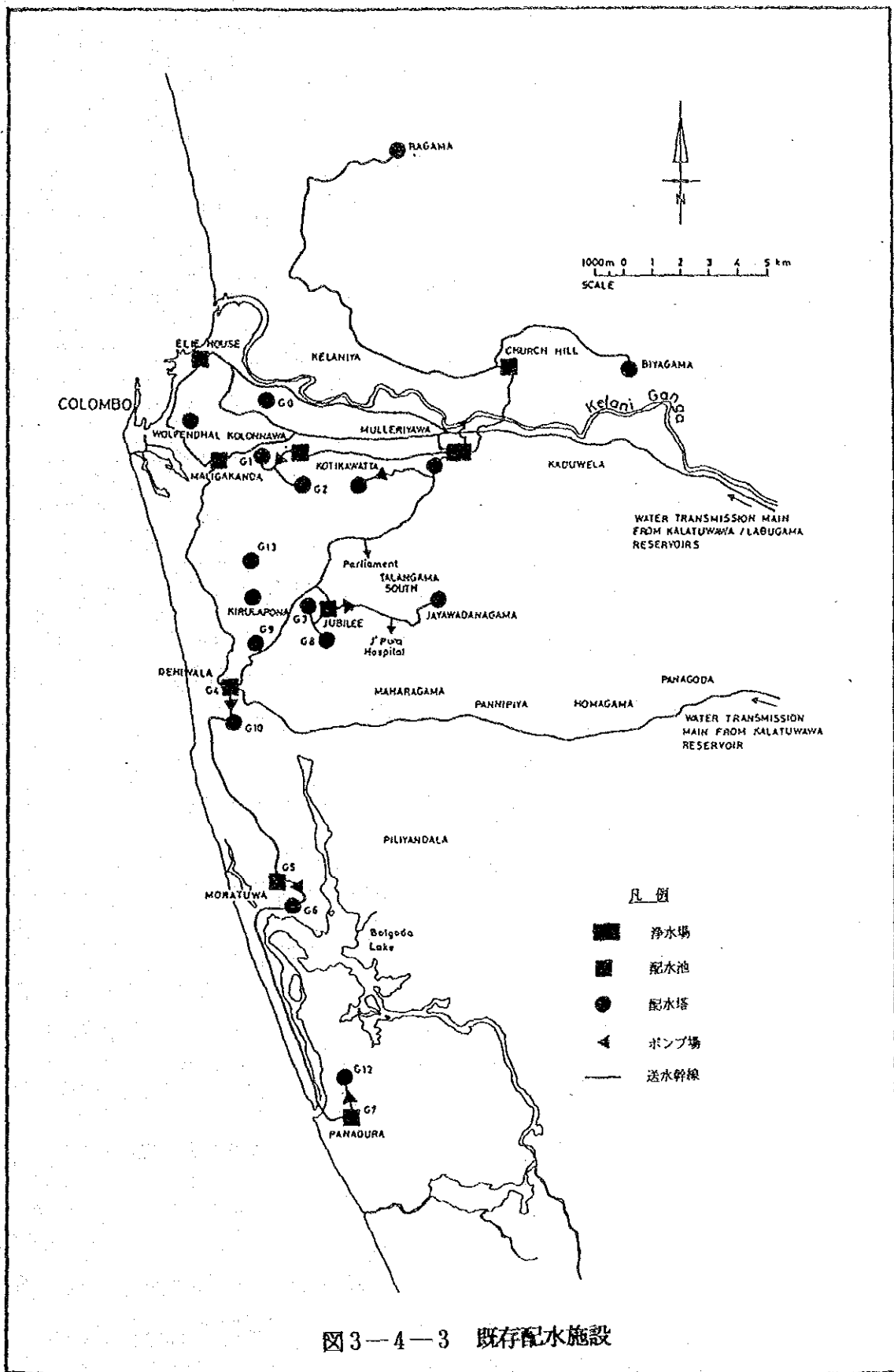


図3-4-3 既存配水施設

水量(X1,000m³)

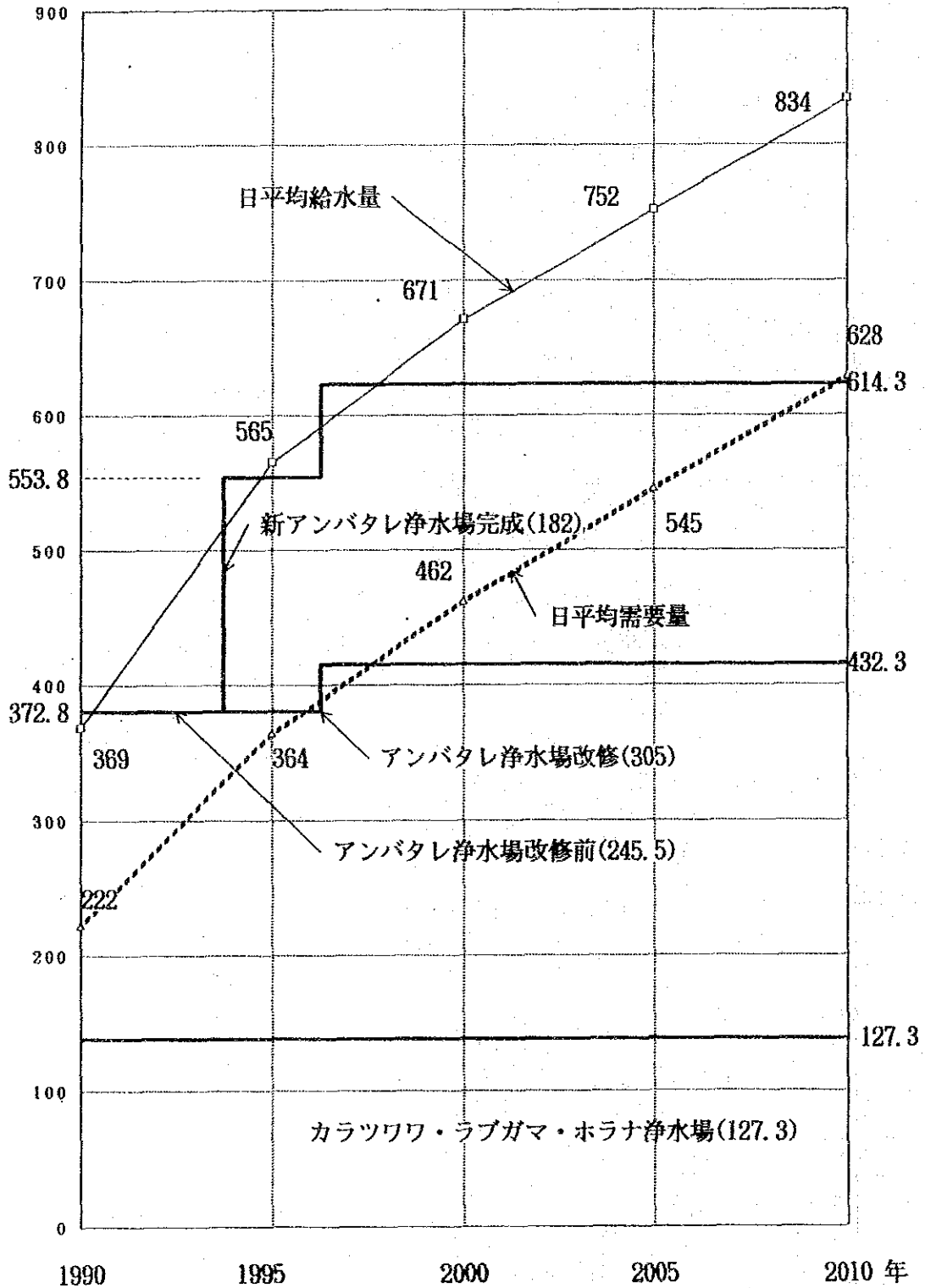


図3-4-4 GC水需要予測

出典：GREATER COLOMBO WATER SUPPLY SYSTEM MASTER PLAN UPDATE

() 内数値は各浄水場の処理水量を示す。

を抑制しているため、24時間給水が実施されれば水需要は20%以上増加すると予測されている。一部給水事情の悪い地域では井戸水を利用しているなど自衛手段が取られている。この傾向は第2アンバタレ浄水場が完成する1993年末まで続き、1996年以降は新たに浄水場拡張計画を実施するか、又は、漏水防止対策を実施しない限り増加する水需要を満たすことはできない。

(2) アンバタレ浄水場の現況

アンバタレ浄水場は下記にのように1966年より1987年にかけて3期に亘り拡張され、図3-4-5の処理フローとなっている。

第1期(1966年)

- ① 旧取水場(ポンプは当初半数のみ)
- ② エアレーター
- ③ セントリフロック(61,000m³/日×2池)
- ④ 急速ろ過池(12池)
- ⑤ 浄水池(4,220 m³)
- ⑥ 薬品注入設備(前・後石灰注入設備、硫酸バンド注入設備)
- ⑦ 消毒設備(塩素注入設備)
- ⑧ 送水ポンプ設備

第2期(1972-1979年)

- ① 取水ポンプ増設
- ② バルセータ(61,000m³/日×1池)
- ③ 急速ろ過池(6池)
- ④ 消毒設備増設
- ⑤ 送水ポンプ増設

第3期(1987年)

- ① 取水設備(300,000 m³/日)拡張
- ② プリトリータ(61,000m³/日×2池)
- ③ 既存急速ろ過池改造(ろ過速度増加)
- ④ 送水ポンプ増設

アンバタレ浄水場の施設能力は約30万m³/日である。施設は前述のとおり3期に亘り拡張されたため複雑な処理フローとなっていて、新旧2系統の取水設備、3種類の沈殿設備、2種類の

急速ろ過設備および2系統の浄水池から構成されている。浄水はエリーハウス、マリガカンダ、チャーチヒル、コロナワ、コティカワッテ、アンパタレの各ポンプ場へ送水されている。

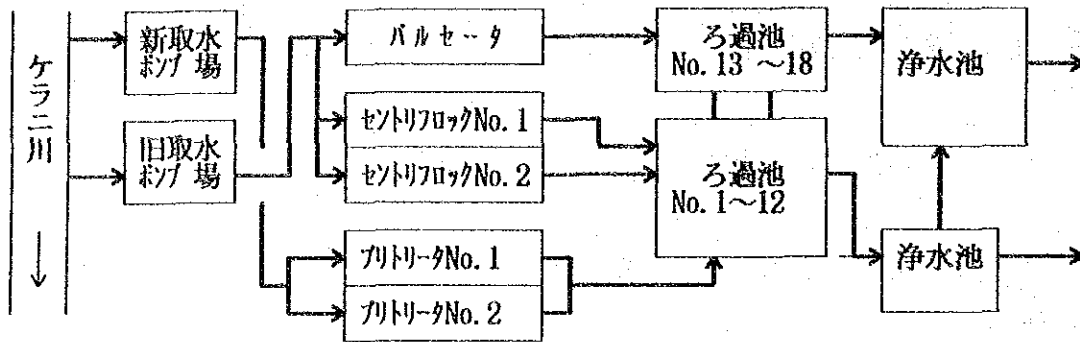


図3-4-5 アンパタレ浄水場既存設備フロー

各処理プロセスごとの特徴は下記のとおりである。

a. 凝集設備

水流を利用した水理的急速攪拌が利用されていて、凝集そのものについては問題はないと考えられる。しかし流量測定装置が老朽化していて使用できず、流入量を確認できないため、薬品注入量の不適正および各処理系統への水量配分の不備が生じている。ケラニ川水源に含まれている鉄分（平均0.6 mg/l）の除去用として前塩素及びカスケード式エアレーション設備が設置されている。

b. 沈殿設備

沈殿池は3つの形式があり、計5池が稼働中である。全型式共に上向流式の沈殿設備であるが、それぞれ次のような特徴がある。

セントリフロック式は、急速混和及び沈殿プロセスを一体形にまとめた高速凝集沈殿池である。

バルセーター式は脈動式スラッジブランケット形の上向流式沈殿処理設備で、上昇水流によって浮遊状態にあるスラリーの下方から凝集剤を混和した原水が通過することにより、懸濁質は多数の既存フロックと接触し一体となり、上昇水流とバランスするように成長したフロックを、上昇水流から分離して固液分離を図るというものである。

フリトリーター式はスラリー循環形高速凝集沈殿池である。原水と凝集剤は循環しているスラリーとの混和・攪拌の後に循環流とともに分離部に流入し、ここで上澄水の上昇流と循環する下降スラリー流とに分離する。

c. 急速ろ過設備

急速ろ過設備は2種類あり、計18池の急速ろ過池が稼働中である。単層ろ過池はバルセー

ター式沈澱池、複層ろ過池はセントリフロック式およびプリトリーター式高速凝集沈澱池と接続しそれぞれ急速ろ過方式にて浄水している。

洗浄は空気および水併用による逆洗のみを採用し、表面洗浄は採用されていない。

以上の操作に係る操作台は、空気圧式による自動操作が採用されている。

d. 薬品注入設備および塩素注入設備

凝集剤は固形硫酸アルミニウムが使用されており、4槽のコンクリート製溶解槽にて溶解した後、注入ポンプ4台により所定の注入点へ注入する方式を採用している。しかし、2台の注入ポンプは既に故障し、現在は残った2台の注入ポンプでパルセーター式およびセントリフロック式沈澱池に注入し、プリトリーター式沈澱池へは仮設高置タンクを設け自然流下により注入している状況である。

ケラニ川水系の水源はpH、アルカリ度共に低く、アルカリ剤として消石灰を4槽のコンクリート製溶解槽にて溶解した後、注入ポンプ6台にて所定の量を注入点へ注入する方式を採用している。

消毒剤として液体塩素が使用され、8台の注入機により前塩素及び後塩素注入を行う方式を採用している。

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4-1 計画の目的

「ス」国政府は、1991年7月G Cの住民に対する安全な飲料水の供給を拡大するため「G C水道マスタープラン」を改訂し、2020年を計画目標年次として給水率85% を目指し上水道施設の整備を計画している。

一方、既存の3ヶ所の浄水場の内、1910年代建設のラブガマ浄水場および1950年代建設のカラツワワ浄水場が、1985年我が国の無償資金協力により改修され浄水能力を回復している。しかし、アンバタレ浄水施設には故障或いは老朽化した設備が未だに多く、適切な浄水処理が行っていないため、その水質の劣化という深刻な問題を抱えており住民の不満も大きく緊急な対応策の立案・実施が強く求められている。

かかる状況下、本計画はアンバタレ浄水場の給水の質的改善を目的として、アンバタレ浄水場の浄水場システムに関連した施設・機器等の改修を行うものである。

4-2 要請内容の検討

4-2-1 計画の妥当性、必要性

(1) 上位計画との整合性

本計画に対する上位計画は次の通りである。

- ① CORPORATE PLAN INCLUDING RECOMMENDED NEW NATIONAL STRATEGY FOR THE SRI LANKA WATER SUPPLY AND SANITATION SECTOR (1991-1995)
- ② GREATER COLOMBO WATER SUPPLY SYSTEM MASTER PLAN UPDATE (1991)

①において、NWSDB の業務の記述(MISSION STATEMENT) の中に「NWSDB は主要な機関としてスリ・ランカの国民に対して、安全で豊富な水を供給する事」(To serve as the principal agency responsible for providing a safe and adequate water supply to the population of Sri Lanka) とあり、安全で豊富な水の供給を行うことを掲げ、更に、新国家計画 (NEW NATIONAL STRATEGY) として4項目が定められており、その中に「12時間給水を実現するため、都市および地方において既存の水道施設改修を実施する。主たる実施機関はNWSDB とする。」(Rehabilitate existing urban and rural piped water supply schemes to achieve a minimum of 12h/d supply. The bulk of this activity will be borne by the NWSDB) とあり、給水量の維持・拡

大に關して強調している。

②においても既存施設の更新についての必要性が掲げられ、アンバタレ浄水場の修復の必要性が述べられている。

従って、本計画は水量の確保、水質の向上の両面から上位計画に整合していることが言える。

(2) 裨益効果

G Cの給水人口は約160万で、給水需要は約46万 m^3 /日である。これに対しアンバタレ浄水場の平均給水量は24.5万 m^3 /日、給水人口は約64万および給水面積は約165 km^2 （10地区）に及んでいる。従って、アンバタレ浄水場はG Cの人口の約40%に対して給水している最も重要な浄水施設であり、浄水場の送り出す水質はG C地域における保健衛生に著しく影響を及ぼすことになる。

本浄水場が改修され本計画の目標が達成されれば水質基準に適合した飲料水の供給が可能となり、水系伝染病の発生率の低下および住民の健康増進など著しい保健衛生上の効果が期待される。さらに、設計処理水量の約29万 m^3 /日が確保され、現在の給水量に比して約20%増加する。

(3) 技術的必要性

「ス」国側の要請内容を再検討・確認するため「ス」国側プロジェクトチームと合同でアンバタレ浄水場現況機能調査を実施した。調査の結果を要約すると以下のとおりである。詳細は資料5を参照。

① 処理水量調査

パルセータ（1池）、セントリフロック（2池）、フリトリータ（2池）の各沈殿池の設計処理水量は61,000 m^3 /日であるが、各沈殿池の負荷率は表4-2-1のとおりでばらつきが確認された。従って、着水/分水槽を建設することによって各沈殿池へ均等に原水を分配し、処理の安定を図らなければならない。

表4-2-1 沈殿池負荷率

沈殿池	パルセータ	セントリフロックNo.1	セントリフロックNo.2	フリトリータNo.1	フリトリータNo.2
最大	127 %	172 %	127 %	132 %	118 %
平均	88	115	85	118	104
最小	62	80	67	110	97

出典：本調査

② 水質調査

原水水質の傾向、処理プロセスの安定性等を確認するため、各処理プロセスでの濁度、pH、アルカリ度、鉄、および配水池での残留塩素を測定した。この結果、原水水質は既存処理プロセスで十分対応可能であり、処理プロセスそのものの変更は必要ないこと、また、処理プロセスは適正な水量が配分されれば十分処理能力を発揮することを確認した。処理水水質面からも着水/分水槽建設の必要性が確認された。

③ 使用薬品調査

現在使用中の薬品の性状は表4-2-2に示す。処理結果より問題のないことを確認した。

表4-2-2 薬品の性状

使用薬品	性状
硫酸バンド	アルミナ分16%以上
消石灰	Ca(OH) ₂ 80%以上
塩素	Cl ₂ 99.8%以上

出典：NWSNB

④ 構造物強度・寸法調査

シュミットハンマーにより既存コンクリート構造物強度を測定した結果、全構造物共300kgf/cm²以上の圧縮強度があり改修の必要はないこと、および、寸法は概ね設計どおりに施工されていることを確認した。

⑤ ろ過実験

ろ過池へ沈澱処理水を均等配分するための可能性を確認するためパイロットろ過実験を行った。ろ材の性状、層厚、ろ速、ろ過継続時間、ろ過水濁度および圧力損失等の関係を求め、ろ過池での均等処理に必要なろ速200m/日とするためにはろ材径0.9mm均等係数1.5以下、ろ層厚800mm以上とすればよいことを確認した。

⑥ ろ材試験

試験の結果、ろ過池No.1~12のろ材は老朽化のため交換しなければならないこと、および、ろ過池No.13~18のろ材はまだ使用できることを確認した。

⑦ 機械設備および電気設備調査

別添資料5-6, 7を参照する。

⑧ その他

以下の項目に付供与の必要性を認める。

・中央水質試験所分析機器

浄水水質に著しく影響を及ぼす原水の水質管理等に必要な機器が不足しているため供与する。

・クレーン付トラック

浄水場の維持管理に不可欠なクレーン付トラックがないため供与する。

・カラツワワ/ラブガマ浄水場予備品

我が国の無償資金協力により改修された両浄水場はその後維持管理に努めているものの日本製機材の調達が困難であることから、既に消費した一部機材について補給する必要を認める。

4-2-2 実施・運営計画

(1) 組織的継続性

アンバタレ浄水場整備計画は住宅・建設省の監理の下NWSDB が実施機関となる。NWSDB 内では計画・設計部管理の下でコロンボRSCが実施業務を担当する。

NWSDB は1991年7月よりアンバタレ・カラツワワ・ラブガマ浄水場の維持管理強化のため、図4-2-1に示す組織のうち副主幹のポストを新たに加えると共に要員の増強を計画している。更に、予防的維持管理を推進するため教育・訓練を計画していることから、本計画に係る維持管理に関する技術力、要員は十分備えていると考えられる。

更に、改修後は老朽化している施設・機器が更新されることと、処理システムが改善されることから、施設の維持・管理が容易になることが期待される。

従って、本計画施設の供用開始後の維持管理に関しNWSDB の実施・運営面での問題はないと思われる。

(2) 財務的継続性

本施設はGCにおける産業活動および住民の衛生的で安定した生活を確保するために必要な都市の基礎インフラとしての重要な施設であり、NWSDB は各施設の機能を確実に発揮できる状態に適正に維持しなければならない。

施設の機能維持を目的とした維持管理は点検と整備を中心とした保守業務の実施により行われるが、NWSDB はこのための維持管理費として表4-2-3の予算を計画している。

表4-2-3 アンバタレ浄水場維持管理費

年次	1992	1993	1994	1995	1996
維持管理費 (Mil. Rps)	116	127	134	144	155

出典：NWSDB

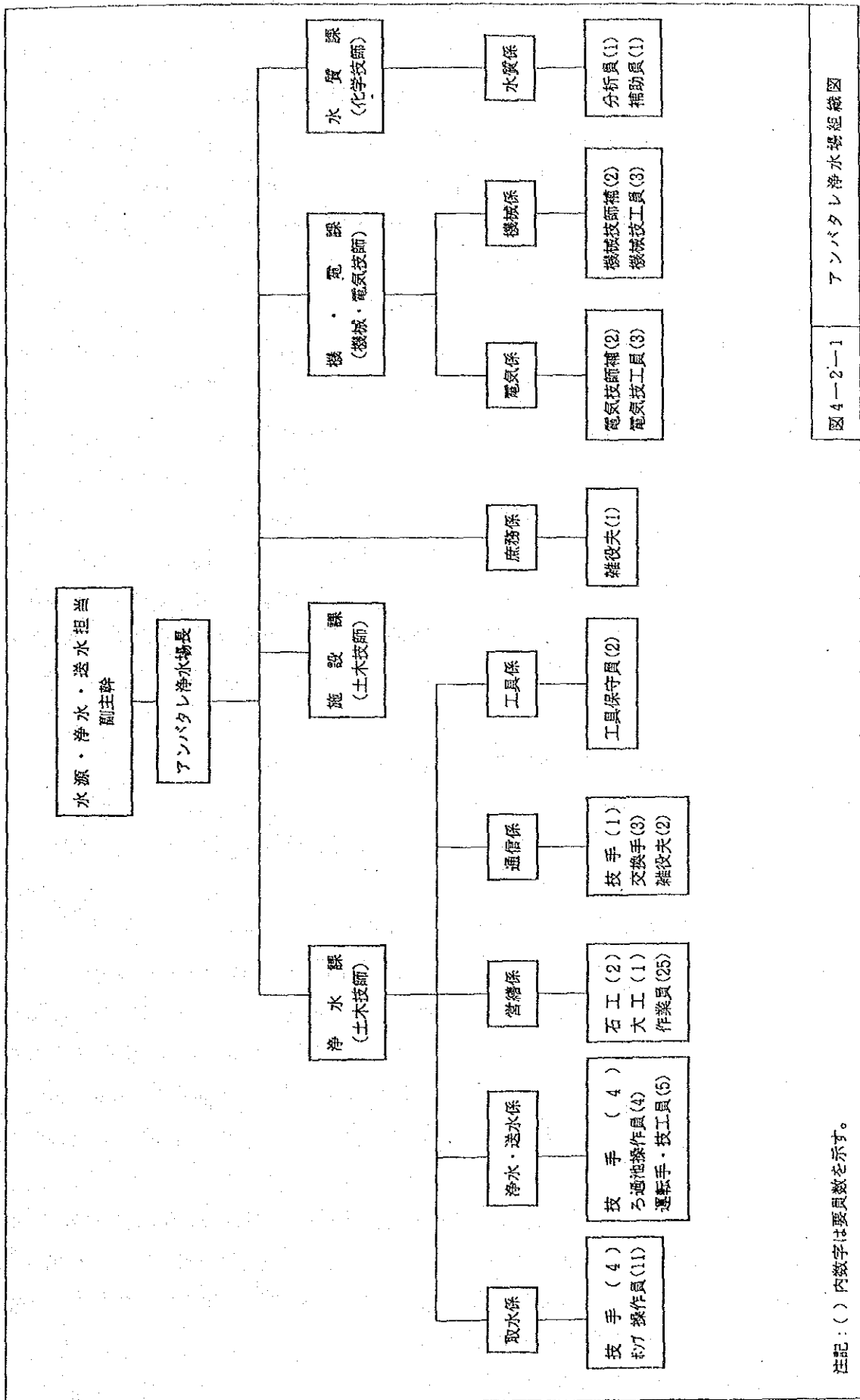


図 4-2-1 アンバタレ浄水場組織図

注記：() 内数字は要員数を示す。

一方、本計画後(1996年)の維持管理費は、1991年の実績および過去5年間の各費目ごとの平均上昇率により次のように試算できる。(単位千Rps)

① 人件費: 7,436.2(1991年実績) $\times 1.08^5$ (年率8%上昇)	= 10,927
② 電力費: 5,000kW(計画後負荷量)、運転負荷率(75%)、電力費1.72Rps(年率6%上昇) 5,000kW/時 \times 24 時間 \times 0.75 \times 1.72Rps/kW \times 1.06 ⁵	= 75,613
③ 薬品費: 平均注入率: 硫酸バンド14.3mg/l、消石灰7.3mg/l、塩素2mg/l、 薬品費年上昇率15%	
硫酸バンド 1,570 ton \times 13,300Rps/ton (1991年実績) \times 1.15 ⁵	= 42,000
消石灰 802ton \times 6,055 Rps/ton (1991年実績) \times 1.15 ⁵	= 9,768
塩素 220ton \times 14,900 Rps/ton (1991年実績) \times 1.15 ⁵	= 6,594
④ 整備費: 3,210(1991年実績) \times 1.15 ⁵ (上昇率15%)	= 6,457

合計	151,359 Rps/年
----	---------------

このように、NWSDB が計画している1996年における維持管理費の総額は1億5千5百万ルピーであるのに対して、予想される維持管理費総額は1億5千百万ルピー余りで、何とか必要な維持管理費は充当できるものと判断できる。

4-2-3 類似計画および国際機関等の援助計画との関係

水道セクター関連事業計画には次のものがあり、それぞれ本計画と次のような関係がある。

(1) 配水管更新計画 (PIPE REPLACEMENT PROJECT)

GCの老朽化した配管網の整備計画の第一段階として、約35kmの配水管と、160kmの給水管の改善計画であり、資金はIDAのローンによる。このプロジェクトは4年間で計画され、1992年4月に約5kmの管路の取り替えパイロット計画が始まり、使用機材の供給の契約が行われ、施工契約等が1992年の中頃には結ばれる予定である。本計画終了後に必要な配水管が確保されると共に、漏水率低下による給水水質向上が期待でき本計画と整合している

(2) アンバタレ-ジュビリー送水管敷設計画 (AMBATALE-JUBILBE CONVEYANCE SYSTEM)

本プロジェクトは1991、1992両年度に実施するもので、第2アンバタレ浄水場完成後に増加する送水を受け入れるために必要な送水管および配水池の整備で、本計画と整合している。資金はIDAローンであり内容は次のとおりである。

a. アンバタレ浄水場の送水ポンプ場の拡張

- b. ジュビリ送水ポンプに対する既設ポンプ場の拡張
- c. アンバタレ浄水場からジュビリ配水池への送水管、口径1,100mm 延長8 kmの敷設。
- d. 11,400 m³の配水池の建設
- e. G3高架水槽への送水管の敷設。
- f. ジュビリ配水池から南部コロomboのナワラ道路までの送水管の敷設。
- g. コロナワ道路から北部コッテの高架水槽G2までの送水管の敷設。
- h. アンバタレ浄水場からアヴィッサウエラ道路までの送水管の敷設。

(3) マハラガマ給水計画 (MAHARAGAMA WATER SUPPLY SCHEME)

本プロジェクトは、マハラガマ地区への送配水管の拡張であり、本計画と整合している。工期は1991年～1994年、資金はIDA のローンにより、内容は以下のとおりである。

- a. 約 5kmの送水本管の敷設。
- b. 3,600 m³の配水池建設。
- c. 954 m³の高架水槽の建設。
- d. 加圧ポンプ場、ポンプ、予備用発電機の設置。
- e. 45kmの配水管の敷設及び関連設備の建設

(4) 第2アンバタレ浄水場建設計画 (AMBATALE TRBATMENT PLANT FACILITIBS EXTENSION PROJECT)

本プロジェクトは第2アンバタレ浄水場の拡張工事である。新浄水場が完成すれば生産水量が増加し安定給水が可能になるばかりでなく、アンバタレ浄水場の過負荷運転が緩和され、生産水の質的向上が見込まれ、本計画と整合している。1990年～1993年の工期で、フランスのローンである。内容は以下のとおりである。

- a. 182,000 m³/日(4千万ガロン/日) の浄水施設の建設
- b. 91,000 m³/日(2千万ガロン/日) の導水ポンプ3 台の新設。
- c. アンバタレ～デヒワラ送水加圧ポンプ場の建設。

(5) コロンボ東部地区給水計画 (TOWNS EAST OF COLOMBO WATER SUPPLY PROJECT)

本プロジェクトは1992年から1995年の工期で我が国の円借款で実施されている計画である。この給水計画は新首都のスリ・ジャワルダナプラ・コッテの郊外に位置する東地域の約21万8千戸にGC水道施設から供給するための水道施設拡張計画であり、アンバタレ浄水場および第2アンバタレ浄水場拡張により量・質両面で給水の改善が期待でき本計画と整合している。内容は以下のとおりである。

- a. 配水池の建設
- b. 高架水槽の建設

c. ポンプ場の建設

d. 上記3地区への配水管敷設

4-2-4 前プロジェクトの評価

(1) 案件の概要

前述のようにGCにはアンバトレ浄水場の他カラツワワおよびラブガマの浄水場があり、それらについては、1985年我が国の無償資金協力（無償資金供与額14.9億円）により施設の改修を行った。（表4-2-4参照）

表4-2-4 カラツワワ・ラブガマ浄水場改修概要

項目	カラツワワ浄水場	ラブガマ浄水場
原水渠	修理	設置
曝気装置	改善	同左
沈澱池	上下流式へ改善	
ろ過池	傾斜板設置 操作弁更新	操作弁更新
薬品注入設備	操作盤設置 修理、更新	更新

(2) 目標達成度

前プロジェクトは、本計画と同様「ス」国の上位計画（詳細は4-2-1項参照）の目標である「安全で豊富な水の供給」に合致しており、また、上水道計画はその上位計画である1991年7月に策定された「GC水道マスタープラン改訂版」と整合している。また、プロジェクトの目標達成度は表4-2-5に示すとおりである。

(3) プロジェクトの効果

経済的インパクトはラブガマ、カラツワワ浄水場からの配水区域における、住民の水系伝染病、健康増進等のデータはなく、定量化できない。しかし、水質適合率が向上したので、間接的にインパクトがあったものと判断できる。

技術的インパクトは、浄水場長の姿勢によるところが大きく、技術移転に関しては施工完了引渡時の訓練が2週間と短かったため、十分には行われていない。これは基本設計時および実施時において、「ス」国カウンターパートの組織的参画が少なかったため生じたものと思われる。なお、マイナスのインパクトは認められなかった。

効果の広がりや受益者の範囲については、カラツワワからの浄水が、単独で配水されている地域もあるが、一部はアンバタレの浄水と混合され、またラブガマの浄水はすべてアンバタレの浄水と混合されているため単独のインパクトとして定量化できない。

(4) 自立発展性

前プロジェクト実施後、NWSDB は施設の運営・管理部門の長として副主幹 (Assistant General Manager: AGM) を配置し、人員も増強するなど組織強化を行っている。しかし現場の技術者は技師ではなく、知識・経験共に浅く、問題点の抽出が不十分である等の問題点がある。施設の維持管理のため、保守管理要員は配置されているが、修理に対する技術水準が低いため、アンバタレ浄水場からの要員で補っている。水道料金は必要に応じて値上げできる制度に改め、維持管理費を予算化する等鋭意改善中であり、必要な資金の調達力は向上している。このように「ス」国側は、将来の維持管理に係る基本方針策定、組織の強化、予算確保等について全体的改善に乗り出し強化を図っている。

(5) 実施効率性

前プロジェクトの計画段階では、NWSDB における財務状況は著しく逼迫していた。また、本計画は浄水場の修復であり水量増産による受益性の向上は望めないため、資金の借入は困難であった。

かかる状況下で前プロジェクトは実施され、その協力規模は妥当であった。要請発出より完工引渡しに至る工程は全て迅速に行われ効率的に進捗した。資機材の調達先は仕様、納期、価格等の条件により「ス」国内調達、日本製品の持ち込みが計画されており妥当であった。

なお、我が国の他の協力形態とのリンケージについては、運転・維持管理等の専門家派遣を継続的に実施しておれば、より効果的に技術移転が図れたことと思われる。

(6) 評価結果のフィードバック

以上の評価結果に基づき本計画に反映させた項目は以下に示すとおりである。

1) 本計画でアフターケアとして配慮した事項

一部設備機器の更新・改修については、1991年度の我が国のフォローアップ無償資金協力で実施済みであり問題ない。カラツワワ・ラブガマのスペアパーツの保管方針においては、本計画の基本設計現地調査時に協議し、「ス」国側の自助努力にて保管庫の整備を確約する一方、消耗したスペアパーツの供与に関しては、本計画に含みアフターケアすることと

した。

2) 本計画実施上改善した事項

現地調査を十分に行い(60日間)、詳細に亘り既存施設の機能調査を実施し、改修計画に反映した。また、「ス」国側の参画も「ス」国側プロジェクトチーム結成という形で実施し、「ス」側の自助努力により改修計画原案作成した。また、既存施設機能調査にはプロジェクトチームの参加を要請し調査団と協力しながら作業を進めた。これにより、改修計画案策定においては綿密な意見交換を行い、必要に応じて調査団側から「ス」側カウンターパートへ技術移転を図った。

3) 本計画に配慮した事項

完了引渡し時の訓練はメーカー一任型ではなく、本計画の中に具体的に訓練内容を定め費用も含めシステムティックに行うよう改善することとしている。

4) 本計画実施にあたり、「ス」国側に要求した事項

給水栓での水質改善を達成するため、「ス」国側へ配水施設での消毒設備設置について要求した。「ス」国側はこれを了承し、一部既に塩素注入設備の設置を進めるなど、計画を実施に移している。

維持管理体制増強のため、要員の確保、予算の確保、計画の立案等を指導し、予算の確保については既に具体案を立案している。全て計画が実施されるよう確認していく必要がある。

表4-2-5 目標達成度

項目	当初計画	事後評価結果	効果発現要因/ 問題の要因
1. 開発目標の達成度	<p>アガ、カガガ浄水場施設・設備の整備によって、給水水質を改善し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・受益者の衛生状態の向上 ・受益者の健康増進を図る 	<p>(1)両浄水場からの浄水の一部はアハル浄水場の水と混合するため、水質が低下し、目標達成に悪影響を及ぼしている</p> <p>(2)GCにおける全体の給水能力が不足しているため24時間給水ができず、水質悪化の原因となっている</p>	<p>(1)全部の浄水場からの水質が改善されない限り、全体の水質は改善されない</p> <p>(2)給水水質の改善は浄水場出口水質の改善だけではなく給水量増加、配水管網のリハビリを合わせて実施する必要があるが、それらが実施されていない</p>
2. 案件目的の達成度	<p>安定した浄水水質を確保するため、両浄水場の水質を改善した</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カガガの浄水能力 91,000m³/日 ・アガの浄水能力 59,150m³/日 	<p>(1)年により水源の水量不足のため乾期の給水量が不足する</p> <p>(2)アガのろ過設備の一部やろ材が老朽化している(維持管理不足)</p>	<p>(1)原水の悪化に伴い沈澱処理が不十分な場合がある。前アガ外の後、ろ過設備が老朽化し、ろ過処理が不十分な場合がある</p>
3. アガアガ目標の達成度	<p>両浄水場の下記施設・設備の改修</p> <ul style="list-style-type: none"> (1)曝気装置 (2)沈澱池 (3)薬品注入設備 (4)ろ過池 (5)その他 	<p>(1)～(5)は当初予定どおり実行された</p>	
4. イガト目標の達成度	<p>供与金額14.9億円</p> <ul style="list-style-type: none"> (1)資機材の調達・輸送 (2)施設・設備建設 (3)上記に係わる施工管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・日本側負担分は当初計画どおり実行された 	<p>(1)「ス」国側の負担分である大修理の費用は予算不十分のため十分手当されていない</p> <p>(2)運転・保守要員の対応が不十分である</p> <p>(3)カガリ・更新に対応する方針がない</p>
(2)相手国側イガト	<p>(1)施設の運転・保守・管理</p>	<p>(1)「ス」国の負担分である小修理は実施されているが、大修理及びカガリは実施されていない</p> <p>(2)薬品は必要量が購入されている</p>	