

スリ・ランカ国
ヌワラ・エリヤ給水改善計画

基本設計調査報告書

平成 13 年 7 月

国際協力事業団
株式会社 日水コン

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、同国のヌワラ・エリヤ給水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ました。

当事業団は、平成 12 年 8 月 28 日から 10 月 4 日及び平成 13 年 2 月 15 日から 4 月 11 日まで基本設計調査団を現地に派遣し、スリ・ランカ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しました。帰国後の国内作業の後、平成 13 年 6 月 12 日から 6 月 26 日まで実施された基本設計概要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。

最後に、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 13 年 7 月

国際協力事業団
総裁 齊藤 邦彦

伝達状

今般、スリ・ランカ民主社会主義共和国におけるヌワラ・エリヤ給水改善計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成 12 年 8 月より平成 13 年 7 月までの 12 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。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証するとともに、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。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 13 年 7 月

株式会社 日水コン
スリ・ランカ民主社会主義共和国
ヌワラ・エリヤ給水改善計画基本設計調査団
業務主任 間宮 健匡

図表リスト

図のリスト

- 図-1.1 スリ・ランカ国の州及び県
- 図-1.2 州別水供給普及率(パイプ、井戸、その他による)(1995年)
- 図-2.1 過去10年間月別降雨量
- 図-3.1 人口統計データ
- 図-3.2 社会開発調査人口予測
- 図-3.3 システム全体図
- 図-3.4 乾期における取水・導水・送水・配水システム
- 図-3.5 雨期における取水・導水・送水・配水システム
- 図-3.6 社会開発調査時に建設された試験井位置及び計画井戸位置
- 図-3.7 ヌワラ・エリヤ市における地下水開発地域
- 図-3.8 片麻岩風化帯の基盤深度
- 図-3.9 片麻風化帯の層圧
- 図-3.10 地質調査ボーリング位置図
- 図-3.11 代替案図
- 図-3.12 最適地下水開発及び送水計画
- 図-3.13 給水ブロック変更概念図
- 図-3.14 給水ブロック図
- 図-3.15 送・配水システム変更概念図
- 図-3.16 送水施設図
- 図-3.17 オールドウォータフィールド配水池
- 図-3.18 ペドロ配水池(高架水槽)
- 図-3.19 ユニークビュー配水池
- 図-3.20 ガムヌブラ配水池
- 図-3.21 ビジタブラ配水池
- 図-3.22 低区2配水池
- 図-3.23 配水施設図
- 図-3.24 井戸構造図
- 図-3.25 井戸ポンプ棟
- 図-3.26 接合井構造図(Hawa Eliya)
- 図-3.27 接合井構造図(Race Course)
- 図-3.28 Race Courseポンプ室
- 図-3.29 送水増圧ポンプ棟(Gemunupura)
- 図-3.30 送水増圧ポンプ棟(Naseby)
- 図-3.31 配水池構造図(Old Water Field)
- 図-3.32 配水池構造図(Pedro)
- 図-3.33 配水池構造図(Low Area 2)
- 図-3.34 配水池構造図(Unique View)
- 図-3.35 配水池構造図(Gemunupura)
- 図-3.36 配水池構造図(Vijithapura)
- 図-3.37 塩素注入棟構造図
- 図-3.38 水管橋構造図
- 図-3.39 現在のヌワラ・エリヤ市水道局組織図および要員数
- 図-3.40 ヌワラ・エリヤ市水道局新組織図及び要員数(案)

表のリスト

- 表-1.1 スリ・ランカ国における水供給のタイプ
- 表-1.2 州別水供給普及率(パイプ、井戸、その他による)(1995年)
- 表-1.3 スリ・ランカ国の主要経済指標

表-1.4	我が国のスリ・ランカ国に対するODA実績
表-2.1	全国上下水道公社財政状況
表-2.2	ヌワラ・エリヤ市水道局財務状況
表-2.3	月別気象データ
表-3.1	需要と水源水量バランス(m ³ /日)
表-3.2	社会開発調査における将来人口、給水普及率、給水人口予測
表-3.3	社会開発調査における人口増加率
表-3.4	2000年2005年および2015年における、人口、給水普及率、給水人口
表-3.5	過去3年間の給水実績
表-3.6	社会開発調査における無収率
表-3.7	2005年および2015年における日平均水需要
表-3.8	過去3年間(1997年~1999年)の月別水使用量変動
表-3.9	2005年及び2015年における日最大水需要
表-3.10	2005年(フェーズ1)における必要開発水量
表-3.11	給水ブロック別に見た開発必要量(m ³ /日)
表-3.12	本計画と要請内容との比較
表-3.13	Nanu Oya川上流地域の水収支
表-3.14	Hawa Eliya地域の水収支
表-3.15	稼働中の井戸
表-3.16	社会開発調査の試験井
表-3.17	地質調査ボーリング揚水試験結果
表-3.18	代替案の比較検討結果
表-3.19	レースコース・システムにおける井戸掘削深度
表-3.20	レースコース・システムにおける新設地下水送水管
表-3.21	ハワエリヤ・システムにおける井戸掘削深度
表-3.22	ハワエリヤ・システムにおける新設地下水送水管
表-3.23	水質測定結果
表-3.24	給水ブロック、配水池、水源の関係
表-3.25	境界バルブ一覧
表-3.26	新設送水管路
表-3.27	水源水量、一日最大給水量および配水池容量
表-3.28	配水池一覧
表-3.29	新設配水管路長
表-3.30	既存バルブ改修工事一覧
表-3.31	井戸ポンプ一覧
表-3.32	送水ポンプ一覧
表-3.33	送水増圧ポンプ一覧
表-3.34	資機材調達区分
表-3.35	実施工程表
表-3.36	必要用地一覧
表-3.37	電力費用
表-3.38	電力費一覧
表-3.39	運営・維持管理費用合計
表-3.40	過去3年間の水使用量と水道料金
表-3.41	平均水道料金
表-3.42	料金収入及び運営・維持管理費総括
表-4.1	計画実施による効果と現状改善の程度
表-4.2	ベースライン調査及び指標の予測




略語集

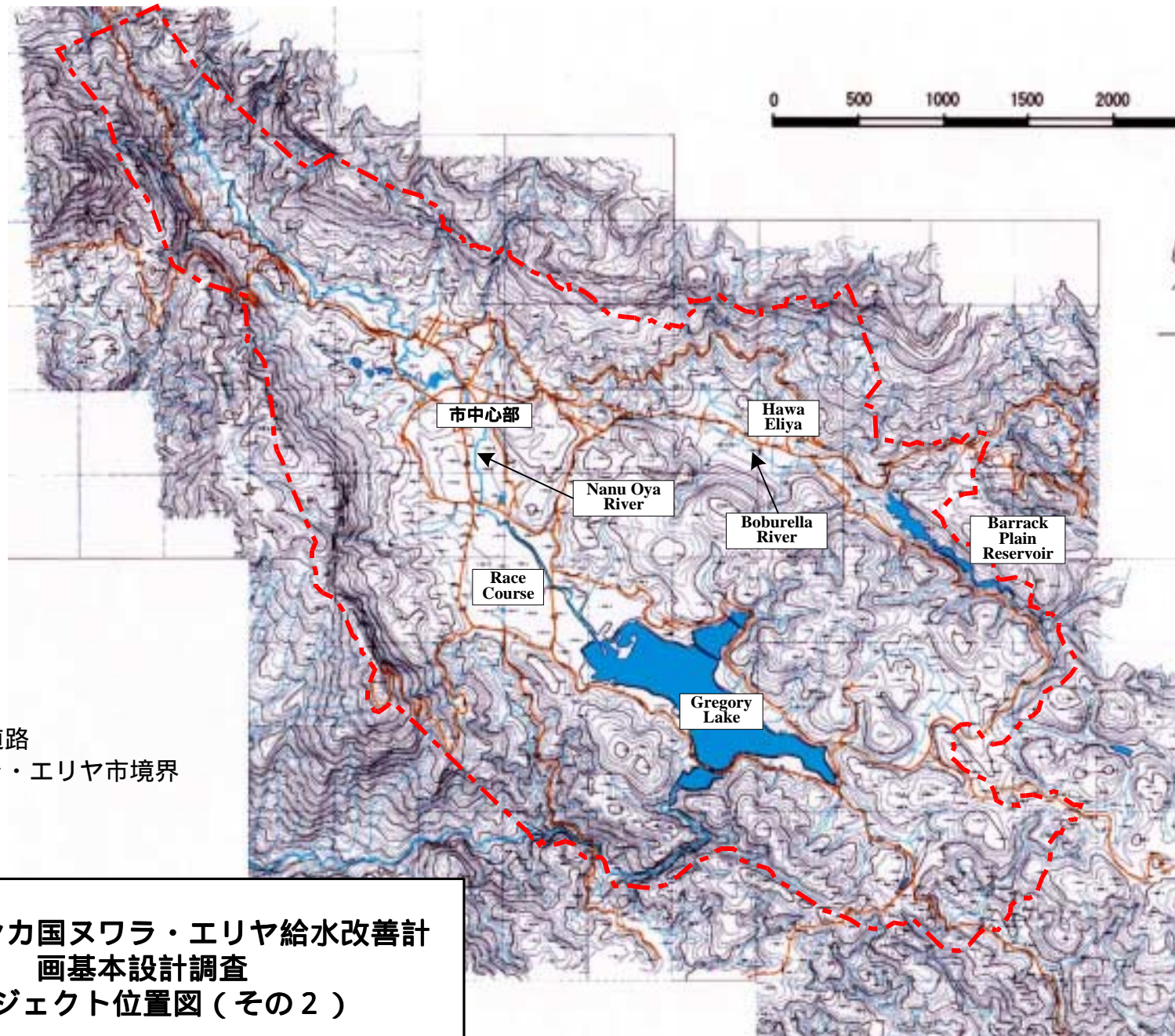
ADB	Asian Development Bank アジア開発銀行
ADDIGM	Additional General Manager
AGM	Assistant General Manager
BOD	Bio-chemical Oxygen Demand 生物化学的酸素要求量
CEA	Central Environmental Authority 中央環境局
CIP	Cast Iron Pipe 鋳鉄管
DAC	Development Assistance Committee, OECD 開発援助委員会
DGM	Deputy General Manager
DIP	Ductile Cast Iron Pipe ダクタイル鋳鉄管
GDP	Gross Domestic Products 国内総生産
IMF	International Monetary Fund 国際通貨基金
JICA	Japan International Cooperation Agency 国際協力事業団
JIS	Japanese Industrial Standard 日本工業規格
MUCPU	Ministry of Urban Development, Construction, and Public Utilities 都市開発・建設・公共サービス省
NWSDB	National Water Supply & Drainage Board 全国上下水道公社
ODA	Official Development Assistance 政府開発援助
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development 経済協力開発機構
PVC	Polyvinyl Chloride Pipe 塩化ビニール管
RDA	Road Development Authority 道路開発局
SLRs.	Sri Lanka Rupee スリ・ランカ通貨単位（スリ・ランカルピー）
UDA	Urban Development Authority 都市開発公社



スリ・ランカ国ヌワラ・エリヤ給水改善計画基本設計調査
プロジェクト位置図(その1)



-  : 河川
-  : 主要道路
-  : ヌワラ・エリヤ市境界



スリ・ランカ国ヌワラ・エリヤ給水改善計画基本設計調査
プロジェクト位置図(その2)

新設オールドウォーターフィールド配水池建設予定地付近



既存取水堰



取水堰上流部から



使われていないガードハウス
この横に新規配水池を建設する
予定



使われていないガードハウスの裏側



配水池建設予定地へのアクセス

新設ペドロ高架水槽建設予定地付近



既存の取水堰



新規高架水槽建設予定地(写真左側)



取水堰から高架水槽建設予定地



取水堰から高架水槽建設予定地

新設ユニークビュー配水池建設予定地付近



新規配水池予定地(手前の畑)から既存の配水池



既存の配水池



既存の配水池から予定地
アクセス道路

新設ビジタプラ配水池建設予定地付近



既存の配水池
手前が新規配水池予定地



新規配水池予定地
左側のコンクリートが既存配水池



既存配水池の上から予定地を見下ろす

新設低区2配水池建設予定地付近



新規配水池予定地(道路左側)
紅茶畑の中、道路は紅茶畑管理道路



新規配水池予定池から配水区域を望む

新設ゴムヌプラ配水池建設予定地付近



手前の構造物は、建設中止された
配水池
写真奥が、新規配水池予定地



新規配水池予定地へのアクセス

その他の既存水道施設



バンバラケレ取水



ブリューウェリー取水



ガムヌ取水



ラバースリーブ取水



ニューウォーターフィールド取水



ハドンヒル配水池



ボナビスタ配水池



ナスビー配水池



ニューウォーターフィールド配水池



ピヤティサプラ配水池

井戸建設予定地



ゴルフコースにおける物理探査



ハウエリアヤ井戸予定地



グレゴリ-湖



市内道路、橋



市内のバスターミナル

**スリ・ランカ国ヌワラ・エリヤ給水改善計画
基本設計調査**

基本設計調査報告書

目 次

序文

伝達状

位置図 / 写真

図表リスト / 略語集

要約

第 1 章	プロジェクトの背景・経緯	1 - 1
1-1	当該セクターの現状と課題	1 - 1
1-1-1	現状と課題	1 - 1
1-1-2	開発計画	1 - 4
1-1-3	社会経済状況	1 - 5
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1 - 6
1-3	我が国の援助動向	1 - 6
1-4	他ドナーの援助動向	1 - 8
第 2 章	プロジェクトを取り巻く状況	2 - 1
2-1	プロジェクトの実施体制	2 - 1
2-1-1	組織・人員	2 - 1
2-1-2	財政・予算	2 - 4
2-1-3	技術水準	2 - 6
2-1-4	既存施設・機材	2 - 6
2-2	プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2 - 7
2-2-1	関連インフラの整備状況	2 - 7
2-2-2	自然条件	2 - 7
2-2-3	その他	2 - 10

第3章	プロジェクトの内容	3 - 1
3-1	プロジェクトの概要	3 - 1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3 - 1
3-1-2	プロジェクトの概要	3 - 2
3-2	協力対象事業の基本設計	3 - 3
3-2-1	設計方針	3 - 3
3-2-1-1	水道システムの現況ならびにスリ・ランカ国からの要請内容	3 - 3
3-2-1-2	水道施設設計基本方針	3 - 4
3-2-1-3	人口、普及率、給水人口	3 - 5
3-2-1-4	給水原単位	3 - 7
3-2-1-5	無収水量	3 - 8
3-2-1-6	日平均需要	3 - 9
3-2-1-7	ピークファクタ（日最大/日平均）	3 - 9
3-2-1-8	日最大水需要	3 - 10
3-2-1-9	新規水源開発	3 - 10
3-2-1-10	配水水質	3 - 12
3-2-1-11	送配水システム	3 - 12
3-2-1-12	メータ及びメータテストベンチの供与	3 - 13
3-2-2	基本計画（施設計画/機材計画）	3 - 14
3-2-2-1	全体計画	3 - 14
3-2-2-2	施設計画	3 - 19
3-2-2-3	機材計画	3 - 63
3-2-3	基本設計図	3 - 68
3-2-4	施工計画/調達計画	3 - 84
3-2-4-1	施工方針/調達方針	3 - 84
3-2-4-2	施工上/調達上の留意事項	3 - 86
3-2-4-3	施工区分/調達・据付区分	3 - 86
3-2-4-4	施工監理計画/調達監理計画	3 - 87
3-2-4-5	品質管理計画	3 - 88
3-2-4-6	資機材等調達計画	3 - 89
3-2-4-7	実施工程	3 - 92
3-3	相手国側分担事業の概要	3 - 93
3-3-1	用地取得	3 - 93
3-3-2	電力の供給	3 - 94

3-3-3	故障メータの取り替え	3 - 94
3-3-4	環境に対する負荷の軽減策の実施	3 - 94
3-3-5	その他	3 - 95
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 96
3-5	プロジェクトの概算事業費	3 - 100
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3 - 100
3-5-2	運営・維持管理費	3 - 102
3-5-2-1	人件費	3 - 102
3-5-2-2	電力費	3 - 102
3-5-2-3	薬品費	3 - 104
3-5-2-4	その他経費	3 - 104
3-5-2-5	運営・維持管理費合計	3 - 104
3-5-2-6	水量料金収入	3 - 105
3-5-2-7	運営・維持管理費および水道料金収入	3 - 106
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3 - 106
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4 - 1
4-1	プロジェクトの効果	4 - 1
4-2	課題・提言	4 - 2
4-3	プロジェクトの妥当性	4 - 5
4-4	結論	4 - 5
	【資料】	
1.	調査団員・氏名	1 - 1
2.	調査行程	2 - 1
3.	関係者（面会者）リスト	3 - 1
4.	当該国の社会経済事情（国別基本情報抜粋）	4 - 1
5.	討議議事録（M/D）	5 - 1
6.	事前評価表	6 - 1
7.	参考資料/入手資料リスト	7 - 1
8.	その他の資料・情報	8 - 1

要約

スリ・ランカでは、都市人口は増えているものの、東南アジア地域に比べて増加率は緩慢である。1994年においては、都市と地方との人口比率は、都市21%、その他79%である。しかしながら、産業の進行と生活スタイルの変化によって、都市部における生活環境の悪化が顕在化しつつあり、上下水道や廃棄物処理、公共交通システム等の都市インフラ整備が課題とされている。

スリ・ランカの水供給は、パイプシステムによる給水が全体の25%ではあるが、共用水栓による給水がパイプ給水を受ける人口の90%以上を占め、又、時間制限による給水が全国では3分の2以上であり、コロンボを除く地域では大部分が時間制限給水である。スリ・ランカは総体的には雨量の多い国であるが、極端に雨量の少ない季節（乾期）と雨期がある。このようにスリ・ランカにおける水道セクターにおいては、依然として低い水道普及率と水源不足あるいは原水量の季節変動が大きな点が問題点として挙げられる。

スリ・ランカ国家計画局では、上下水道整備を環境行政の中で重要な位置を占めるものであるとしている。上下水道整備は、BHN分野に資するものとして、国民の生活向上に不可欠であり、上下水道の整備によって国民の飲料水を確保し生活の利便性を確保するとともに、衛生環境の向上、疾病率の減少等公衆衛生の向上、そして、安全な水を確保するための労苦からの開放等、人々の生活環境向上に直接結びつくものであるとしている。スリ・ランカ国政府は国家開発計画の一環として「全ての国民に安全な水を」の目標を掲げ、2010年までにこの目標を達成するとしている。この目標達成のために、政府は中期政策及び実行計画（Public Investment Programme, PIP）を打ち出し努力を続けているところである。

このような背景から、国家上下水道公社法が1974年に制定され、全国上下水道公社（NWSDB）が全国の上下水道事業を立案、管理するものとしている。この法律は、スリ・ランカの全ての水道事業についてそれが健全に運営される責任をNWSDBに付与し、そのために既存の上下水道システムを地方公共団体から強制的に移管させる権限をNWSDBに与えている。これにより、NWSDBは上下水道施設を運用し、一般需要者、政府機関、その他に上下水道サービスを行うことができる。また、NWSDBは都市、地方上下水道施設の計画、設計、工事に関して指導的立場にあり、地方に対し技術援助も行っている。現在約500の水道事業体がスリ・ランカ国内に存在するが、その約半数の水道事業体をNWSDBが直接運営管理を行っている。残りの半数の事業体はヌワラ・エリヤ市のように地方政府が管轄しているもの、地方開発局や水資源局が管轄している事業体がある。

ヌワラ・エリヤ市における水道システムは、複数の表流水系、地下水系を水源とした小規

模水道システムからなっているが、ヌワラ・エリヤは雨期と乾期が明確に分かれており、雨期には十分な表流水が確保されているものの、乾期（1月～5月）には表流水系水源の取水可能量が大幅に減少（雨期の30%程度）し、供給量が著しく不足することが最大の問題点となっている。また、既存の配水システムでは、適正な処理あるいは消毒が行われないうちに配水されていることや、供給規模が不十分なため、住民が水道以外の河川水、ため池水、貯水池水等の衛生的ではない代替水源に頼らざるを得ない状況にあることが問題となっている。

このような状況のもとスリ・ランカ国政府は1997年2月に我国に対して大キャンディ圏およびヌワラ・エリヤにおける上水道・下水・衛生処理施設に係る調査を要請し、これを受けて、国際協力事業団は1997年4月にプロジェクト形成調査を実施した。本格社会開発調査「大キャンディ圏・ヌワラ・エリヤ上下水道整備計画調査」により、1998年から1999年1月まで当該地域のマスタープラン・フィージビリティ調査が実施された。

スリ・ランカ国政府はこのフィージビリティ調査の結果に基づき、1999年6月我が国に対して、フィージビリティ調査の対象であった、フェーズ1プロジェクトの実施を無償資金協力プロジェクトとして要請を行った。この要請は社会開発調査フェーズ1プロジェクトのスコープに沿ったもので、上水道ならびに下水道のコンポーネントを含むものであったが、本基本設計調査はこの要請のうち、上水道部分のスコープについてのみ実施する方針とした。

本基本設計調査では、平成12年8月28日から10月4日及び平成13年2月15日から4月11日まで基本設計調査団を現地に派遣し、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した。帰国後の国内作業の後、平成13年6月12日から6月26日まで基本設計概要書案の現地説明を行った。

本プロジェクトは、ヌワラ・エリヤ市において、新たに地下水源を開発することによって、乾期においても安定給水を実現するための水源を確保するとともに、送配水管網を整備し、給水ブロック化することによって、今後の運転維持管理を容易にし、かつ、無収水削減を効率良く行えるようにすることを目標とする。

本基本計画の策定にあたっては、1999年に実施された開発調査「大キャンディ圏・ヌワラエリヤ上下水道整備計画調査」の基本計画値を現地調査の結果から見直し、妥当なものであると判断し、下記に示す開発調査と同様の値（2005年計画値）を採用した。必要開発水量は、日最大水需要10,200m³/日から、乾季取水可能水量4,245m³/日を差し引いた5,955m³/日となるが、各給水ブロックにおける需要と取水可能量を比較検討した結果、必要開発水

量は約 6,500m³/日となった。

需要と水源水量バランス(m³/日)

	水源水量		2000 年		2005 年		2015 年	
	雨期	乾期	需要量	乾期の不足量	需要量	乾期の不足量	需要量	乾期の不足量
表流水源水量	18,000	3,345						
地下水源水量	-	900						
合計	18,000	4,245	9,800	5,555	10,200	5,955	10,700	6,455

計画された本プロジェクトの主なスコープは下記の通りである。

地下水開発

乾期における水源不足を解消するために地下水開発を行う。代替水源としては、表流水も考えられるが、そのためにはダム建設が必要となり、ダム建設にともなう環境問題、住民移転問題、水源開発コスト等を総合的に判断して地下水開発が選定された。開発水量はハワエリアにおいて 4,000m³/日 (@800m³/日 × 井戸 5 本建設) 及び、ゴルフコースにおいて 3,200m³/日 (@800m³/日 × 井戸 4 本建設) とする。地下水開発地点については、先に行われた社会開発調査結果、並びに本基本設計調査で実施された物理探査・地質調査ボーリングの結果を踏まえて選定された。

給水ブロック化

給水区域をブロック化し、水量管理、水圧管理が可能となるよう、システム整備を行う。給水ブロック境界には、境界バルブ(25箇所、径50mm~225mm)を設置する。ここでは、給水システムをよりシンプルにすることにより、運転管理がより容易となることを目指した。また、各給水ブロックに対する配水池を一对一の関係にし、年間を通して一定としたことにより、配水量と使用水量をブロック毎に把握し、無収水量の多いブロックを特定することが可能になり、効率的な無収水量削減対策を策定しやすくなることも考慮した。なお、サブブロックの境界位置の設定に留意することにより時間最大時にも負圧が発生しないよう計画した。

送配水管路の整備

上述の給水ブロック化の実現ならびに、各配水池に確実に送水を行うため、送水系・配水系を明確に区分し、送配水管路の整備を行う。送水管路敷設延長は約 10.0 km (管径 75mm ~ 300mm)、配水管路敷設延長は約 7.2km (管径 75mm ~ 250mm) である。さらに、地下水系送水管として、7.1 km (管径 160 ~ 250mm) を敷設する。これらの新規管路は管網解析によって、その敷設場所、管径が決定された。

配水池の建設

常時安定給水を行うために 6 箇所の配水池を建設する。これにより給水ブロック毎に配水池が整備される。また、配水池容量は各給水ブロックの 1 日最大給水量の 6 時間分とした。全ての配水池には次亜塩素酸カルシウムを用いた消毒設備並びに計量設備を設ける。

配水池	容量 (m ³)	備考
Old Water Field	110	新設
Pedro	130	新設
Unique View	190	増設
Vijithapura	110	増設
Low Area 2	460	新設
Gemunupura	40	新設

水道メータ、メータテストベンチの供与

現在水道メータ全体の約 18%にあたる 800 個のメータが故障しているため、その取替えのために、水道メータを供与する。メータは維持管理がし易いように現地産で一般に普及しているものとする。メータの精度を確認・調整する設備が無く、メータの検定がまったく行われていない状況にあることから、メータテストベンチ 1 台を供与することとする。これにより、水使用量の把握が正確に行われるようになり、無収水削減に資する施設整備が達成される。

本プロジェクトを日本の無償資金協力によって実施する場合、工期は詳細設計 5.0 ヶ月を含み合計 30.0 ヶ月となる。本計画の実施にかかる総事業費は、10.45 億円(日本側 10.28 億円、スリ・ランカ側 0.17 億円)と見積もられる。

本プロジェクトの実施により期待される効果としては、下記の項目が挙げられる。

地下水源開発(井戸建設 9 箇所)により、年間 5 ヶ月間にわたる乾期の水不足の状況が改善され、ヌワラ・エリヤ市一般市民 34,000 人に対して年間を通して十分な給水量(151 ℓ pcd)を確保できる。

配水池の建設(新規 4 箇所、既存拡張 2 箇所)により、需要変動に対応した安定給水ならびに 24 時間安定給水を実現できる。

全ての配水池に塩素消毒設備が設置されることにより、飲用可能な配水が実現できる。これにより水系伝染病や水因性疾病の罹患者数が減少することが期待できる。

送水管、配水管網を整備し、計量設備を設置することにより、各給水区域毎に計量でき、水収支バランスを把握することができる。給水区域毎に無収水量が把握できるので、今後の無収水量削減計画を策定する上で、優先順位付けを行うことができる。

水道という基本的なインフラが整備されることにより、経済活動・産業の活性化が期待できる。乾期は観光客が集中する時期であるが、その水需要を十分に満たすことができる。

本プロジェクトは、このように多大な効果が期待されると同時に、本プロジェクトが広く住民の BHN の充足に寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することの意義は大きいと判断される。さらに、本プロジェクトの運営・維持管理についても、相手国側体制は人員・資金ともに十分で問題ないと考えられる。しかし、本プロジェクトの実施により若干の環境に対する負の影響があることが予想されており、この負の影響を相殺するためのスリ・ランカ国側の自助努力が不可欠である。しかし、スリ・ランカ国側の自助努力項目の中には中央病院における汚水処理施設が既に完成し運転を開始している等、一部実施されているものもあり、特に自助努力の実施に当たって困難があるとは考えられない。

なお、本プロジェクトの実施にあたり、あるいは将来の健全な水道事業の運営・経営についての留意点及び提言は下記の通りである。

1. 確実な塩素消毒の実施
2. 計量設備の有効活用と効率的な無収水削減計画の策定
3. 水道料金の適正レベルの維持
4. 水源水質保全
5. ヌワラ・エリヤ市水道局の組織改善
6. スリ・ランカ国側による汚濁負荷軽減対策の確実な実施

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

スリ・ランカでは、都市人口は増えているものの、東南アジア地域に比べて増加率は緩慢である。1994年においては、都市と地方との人口比率は、都市21%、その他79%である。しかしながら、産業の進行と生活スタイルの変化によって、都市部における生活環境の悪化が顕在化しつつあり、上下水道や廃棄物処理、公共交通システム等の都市インフラ整備が課題とされている。

スリ・ランカの水供給は、大きく分けて表-1.1に示すように4つの方法に分類される。

表-1.1 スリ・ランカ国における水供給のタイプ

水供給の種類	比率(%)
パイプシステムによる給水	25
深井戸（高揚程ポンプ汲み上げ式）	11
掘りぬき井戸（地表水流入防止型浅井戸）	31
その他（湖沼・河川・溜め池の水）	33

パイプシステムによる給水が全体の25%ではあるが、共用水栓による給水が、パイプ給水を受け人口の90%以上を占め、又、時間制限による給水が全国では3分の2以上であり、コロンボを除く地域では大部分が制限時間給水である。

スリ・ランカは総体的には雨量の多い国であるが、極端に雨量の少ない季節（乾期）と雨期がある。ヌワラ・エリヤはその典型で、乾期・雨期に対応して、河川流量に大きな差があり、乾期の終わりには、水源不足が問題となる。

このようにスリ・ランカ国における水道セクターにおいては、依然として低い水道普及率と、水源不足あるいは原水量の季節変動が大きな点が問題点として挙げられる。

図-1.1 にスリ・ランカ国の州及び県境を示すが、これら州別の水供給普及率は下記の表-1.2 及び図-1.2 の通りとなっている。なお、北部州および、東部州については治安上の問題があり、データは得られていない。ここで用いている水供給普及率とは、表-1.1 に示すように、各種の水供給の種類があるが、これら全てによる水供給を含んでいるものであり、所謂水道普及率ではない。またパイプによる給水率が高い値となっているが、上述した通り多くの地域ではパイプ給水といっても、共同水栓による給水であることに注意を要する。

図-1.1 スリ・ランカ国の州及び県

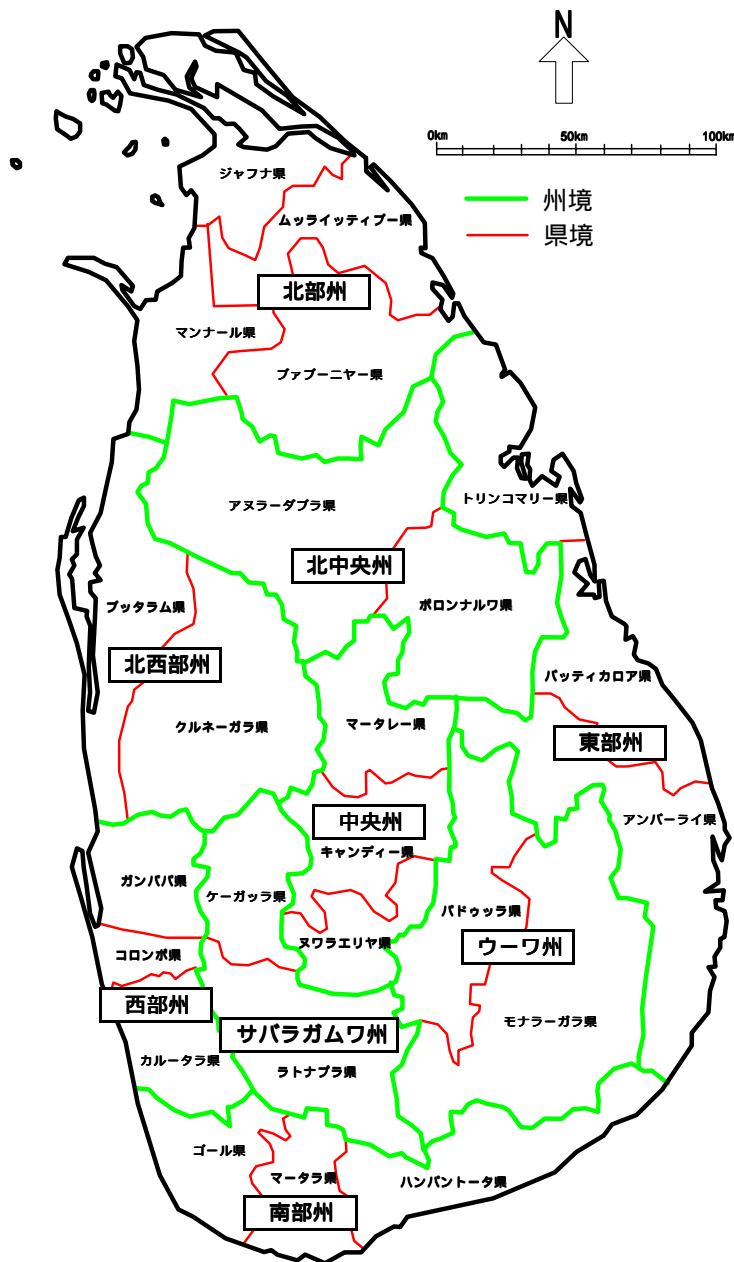
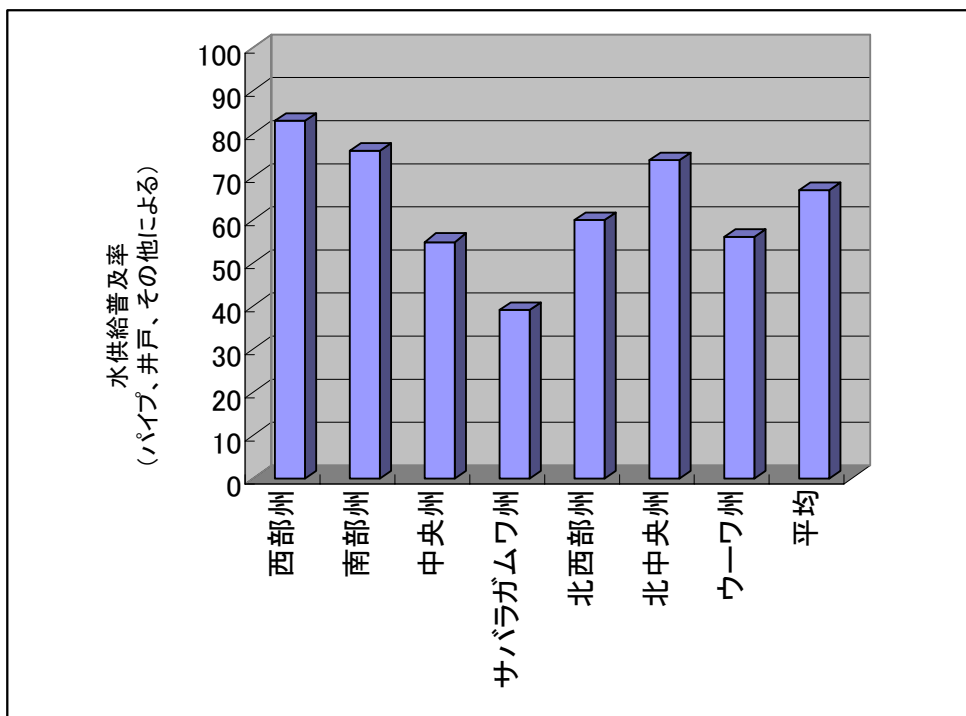


表-1.2 州別水供給普及率（パイプ、井戸、その他による）（1995年）

州	県	県平均水供給普及率 (%)	水供給普及率内訳 (%)			
			パイプ	深井戸	浅井戸	その他
西部州		83.0	32.4	4.2	32.4	14.1
	コロンボ		56.4	0.0	24.9	1.7
	ガンパパ		12.5	7.5	41.5	21.6
	カルータラ		12.5	7.5	33.2	29.9
南部州		76.0	19.8	13.7	24.3	18.2
	ゴール		19.8	22.8	25.1	8.4
	マータラ		14.4	3.0	27.4	31.2
	ハンバントータ		26.6	12.2	18.2	19.0
中央州		55.0	15.4	4.4	8.8	26.4
	ヌワラ・エリヤ		14.3	0.6	8.3	31.9
	マータレー		7.7	10.5	17.1	19.8
	キャンディ		18.7	4.4	9.4	22.6
サバラガムワ州		39.0	5.9	1.6	7.4	24.2
北西部州		60.0	3.0	6.0	27.0	24.0
北中央州		74.0	NA.	NA.	NA.	NA.
ウーワ州		56.0	17.4	6.7	7.3	24.6
平均		67.0	16.8	7.4	20.8	22.1

NA.: Data Not Available

図-1.2 州別水供給普及率（パイプ、井戸、その他による）（1995年）



水道セクターが抱えている課題としては次のような 4 点が挙げられる。第一は、潜在的な水需要が現有施設能力を超えており、制限時間給水や水圧低下をきたしている状況で、本格的な水道施設の普及が遅れている。

さらに、全国民の約 80%が居住する地方部における水供給普及率が低いことも問題となっている。地方部といっても、全国に散在する村落だけではなく、都市周辺の村落についても、同様に水供給率が低く、都市部と地方部の格差の是正が課題となっている。

また、乾期の水源水量の不足の著しい地域では、潜在的な水需要を満たすことが出来ず、制限時間給水や水圧低下の問題を抱えている。水不足から人々は湖沼や河川水などの安全でない水を求めざるを得ない状況にあり、新たな水源開発が求められている。

水質については、表流水系では生活排水の放流増による水質の悪化に対応する必要があり、地下水系では、鉄・マンガン・アンモニア・フッ素が含まれているケースがあることから、これらに対する適切な処理が行われる必要がある。

1-1-2 開発計画

スリ・ランカ国家計画局では、上下水道整備を環境行政の中で重要な位置を占めるものであるとしている。上下水道整備は、BHN 分野に資するものとして、国民の生活向上に不可欠であり、上下水道の整備によって、国民の飲料水を確保し生活の利便性を確保するとともに、衛生環境の向上、疾病率の減少等公衆衛生の向上、そして、安全な水を確保するための労苦からの開放等、人々の生活環境向上に直接結びつくものであるとしている。よって政府は国家開発計画の一環として、WHO が 1981 年から 1990 年まで実施していた「水と衛生の 10 年」(目標は全ての人が 1990 年までに安全な水にアクセスできる)に即した「全ての国民に安全な水を」の目標を掲げており、2010 年までにこの目標を達成するとしている。この目標達成のために、政府は中期政策及び実行計画(Public Investment Programme, PIP)を打ち出し努力を続けているところである。

このような背景から、国家上下水道公社法が 1974 年に制定され、全国上下水道公社(NWSDB)が全国の上下水道事業を立案、管理するものとしている。この法律は、スリ・ランカ国の全ての水道事業についてそれが健全に運営される責任を NWSDB に付与し、そのために既存の上下水道システムを地方自治体から自発的もしくは強制的に移管させる権限を NWSDB に与えている。また、NWSDB は都市、地方上下水道施設の計画、設計、工事に関して指導的立場にあり、水道事業を行う地方自治体に対し技術援助も行っている。現

在約 500 の水道事業体がスリ・ランカ国内に存在するが、その約半数の水道事業体を公社が運営管理を行っている。残りの半数の事業体はヌワラ・エリヤ市のように地方政府が管轄しているもの、地方開発局や、水資源局が管轄している事業体がある。

表流水の水源開発は、スリ・ランカ政府、水資源開発大臣官房が主体となり、1996年12月26日に水資源開発計画を定めている。水質保全については、1980年に国家環境法を定め、1988年改正された同法の中に水質汚染防止について定めている。地下水については体系化された開発計画はない。しかしながら測量庁 (Survey Department) が中心となって、過去何度か、地質・地層調査や地下水賦存調査は行なわれ、地表面から 50m～60m までの深さまでの地下水状況はある程度は把握されている。

1-1-3 社会経済状況

スリ・ランカ国の主要経済指標は表-1.3の通りである。

表-1.3 スリ・ランカ国の主要経済指標

主要経済指標	1990年	1995年	1996年	1997年
人口(千人)	17,002	18,114	18,300	18,552
名目	総額(百万ドル)			
GNP	7,971	12,616	13,475	14,781
	一人あたり(ドル)			
	470	700	740	800
経常収支(百万ドル)	-298	-770	-683	-388
財政収支(百万スリ・ランカルピー)	-25,153	-55,196	-59,914	-39,997
消費者物価指数(90年=100)	100.0	159.7	177.0	192.8
債務返済率(%)	13.8	7.4	7.2	6.4
対外債務残高(百万ドル)	5,863	8,231	8,003	7,638
為替レート(年平均1US\$=スリランカルピー)	40.063	51.252	55.271	58.995
分類(DAC/国連)	低所得国/ー			

我が国の政府開発援助・ODA白書1999年版

スリ・ランカ国の経済は、伝統的に米と三大プランテーション作物(紅茶、ゴム、ココナツ)を中心として農業に依存しているが、近年工業化による経済多角化に努力している。貿易構造は近年変化しつつあり、工業製品の輸出が増え、生産財や資本財の輸入が拡大してきている。その結果経常収支の赤字はこれら輸入材の増加により改善が難しい状況にある。他方、政府は世銀・IMFにより指摘されている財政支出の合理化に努めているが、財政赤字のGDP比は、97年には国営企業の民営化収益もあり、前年の7.8%から4.5%に減少したものの、依然として赤字が続いている。実質GDP成長率は1998年は4.7%(97年6.4%)にとどまったが、インフレ率は9.4%(97年は9.6%)と横這いであり、失業率も9.1%(97年は10.4%)と低下傾向にある。政府は補助金及び福祉関係支出の削減に努めており、財政状況の改善が今後の優先課題である。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

ヌワラ・エリヤ市における水道システムは、複数の表流水系、地下水系を水源とした小規模水道システムからなっているが、雨季には十分な表流水が確保されているものの、乾期には表流水系水源の取水可能性が大幅に減少し、供給量が著しく不足することが最大の問題点となっている。ヌワラ・エリヤは雨季と乾期が明確に分かれており、このような乾期の厳しい水不足が生じる。また、既存の配水システムでは、適正な処理あるいは消毒が行われないままに配水されていることや、供給規模が不十分なため、住民が水道以外の河川水、ため池水、貯水池水等の衛生的ではない代替水源に頼らざるを得ない状況にあることが問題となっている。

このような状況のもとスリ・ランカ政府は 1997 年 2 月に我国に対して大キャンディ圏およびヌワラ・エリヤにおける上水道・下水・衛生処理施設に係る調査を要請し、これを受けて、国際協力事業団は 1997 年 4 月にプロジェクト形成調査を実施した。本格社会開発調査「大キャンディ圏・ヌワラ・エリヤ上下水道整備計画調査」により、1998 年から 1999 年 1 月まで当該地域のマスタープラン・フィージビリティ調査が実施された。

スリ・ランカ国政府はこのフィージビリティ調査の結果に基づき、1999 年 6 月我が国に対して、フィージビリティ調査の対象であったフェーズ 1 プロジェクトの実施を無償資金協力プロジェクトとして要請した。この要請は社会開発調査フェーズ 1 プロジェクトのスコープに沿ったもので、上水道ならびに下水道のコンポーネントを含むものであったが、本基本設計調査はこの要請のうち、上水道部分のスコープについてのみ実施する方針とした。

本プロジェクトは、ヌワラ・エリヤ市において、新たに地下水源を開発することによって、乾期においても安定給水を実現するための水源を確保するとともに、送配水管網を整備し、給水ブロック化することによって、今後の運転維持管理を容易にし、かつ、無収水削減を効率良く行えるような施設整備を行うものである。

1-3 我が国の援助動向

我が国のスリ・ランカ国に対する援助は、スリ・ランカと伝統的友好関係にあること、48 年の独立以来民主的選挙による政権運営を行っている民主主義国家であり、また構造調整を実施し、経済改革のための自助努力を行っていること等を踏まえ、積極的に協力を継続

している状況である。対スリ・ランカ援助方針として、次の分野を重点分野としている。

1. 経済基盤の整備・改善
2. 鉱工業開発
3. 農林水産業開発
4. 人的資源開発
5. 保健・医療体制の改善

上記の「経済基盤の整備・改善」項目の中で、特に上下水道施設等の社会インフラの充実に配慮することとなっている。1998年までの支出純額累計において、我が国援助対象国の中で、スリ・ランカは第9位の受取り国となっている。我が国のODA実績は表-1.4に示すとおりである。

表-1.4 我が国のスリ・ランカ国に対する ODA 実績

(支出純額、単位:百万ドル)

暦年	贈与			政府貸付		合計
	無償資金協力	技術協力	計	支出総額	支出純額	
1994年	53.59	27.51	81.10	181.39	132.66	213.76
1995年	82.06	36.37	118.43	204.29	145.28	263.71
1996年	52.39	34.16	86.55	143.08	87.39	173.94
1997年	44.08	28.79	72.87	119.28	61.69	134.56
1998年	52.06	24.32	76.38	185.34	121.47	197.85
累計	977.56	340.88	1,318.44	2,012.82	1,505.15	2,823.59

我が国の政府開発援助・ODA白書1999年版

近年の水道分野における技術協力は下記の通りである。

1) 専門家派遣

上水道管理	1989年4月～1991年4月
上水道開発計画	1994年12月～1997年12月
浄水場運転・管理	1996年2月～1996年5月
上水道開発計画	1998年4月～2000年4月
下水道開発計画	2000年3月～2000年3月
上水道開発計画	2000年3月～2002年3月
下水道開発計画	2000年12月～2001年12月

2) 開発調査

- 大キャンディ圏・ヌワラ・エリヤ上下水道整備計画調査(1999年)
- 大コロボ圏上水道改修計画(円借款連携 D/D)(2000年)
- キャンディ上水道整備事業実施設計調査(円借款連携 D/D)(2001年)
- 南部2県地下水資源開発調査(2001年)

3) 研修員受け入れ

上水道施設 II	1999年5月
上水道施設技術	2000年5月

都市上水道維持管理	2000年5月
無収水削減計画	2000年8月

無償資金協力は下記の通りである。

● 飲料水供給改善計画	1983年～1985年	12.00億円
● コロンボ上水道処理場改善計画	1984年～1991年	14.90億円
● 飲料水供給改善計画	1986年	6.70億円
● キャンディ上水道改善計画	1989年～1993年	16.07億円
● アンバタレ浄水場整備計画	1993年～1995年	34.37億円
● 地方飲料水供給改善計画	1995年	8.23億円

また、有償資金協力としては、

● コロンボ東部上水事業	1990年	20.0億円
● 大コロンボ圏上水道拡張事業（南部地域）	1993年	37.3億円
● コロンボ北部上水道事業	1996年	53.1億円
● カル河水源開発・給水拡張事業	1997年	112.8億円

が実施され、今後上述（開発調査の項目）した、円借款連携 D/D が進行中の2つのプロジェクトが実施段階に移行する予定である。

このように、スリ・ランカ国における水道セクター開発計画の達成に資するために多くの援助が行われてきており、また実施中である。さらに、水道事業を管轄している、全国上下水道公社には、長期専門家（上水道開発計画）が派遣されている。本プロジェクトもこの我が国の援助動向に沿ったものであり、ヌワラ・エリヤにおける年間を通じた安定給水に大きく貢献するものである。

1-4 他ドナーの援助動向

ヌワラ・エリヤ市では1994から1999年にかけてADBによるUrban Development and Low Income Housing (Sector) Project, Second Water Supply and Sanitation Project が実施された。このADBプロジェクトはスリ・ランカ国内27都市における都市インフラ整備を目的としており、また貧困層住宅設備整備のための借款を含んでいる。ヌワラ・エリヤ市もこのプロジェクトサイトに含まれていた。ヌワラ・エリヤ市におけるADBプロジェクトの主なスコープはおおよそ次の通りであった。

- ・ 既存表流水源の取水施設の改修およびVノッチの設置
- ・ 井戸水源(アッパーレークロード)の開発

- ・ ろ過施設(New Pressure Filter House)を含む浄水施設の建設
- ・ 導水・送水管の布設と改修
- ・ ポンプ設備(ユニークビュー増圧ポンプ、ヴィジタプラ増圧ポンプ、レースコースロードポンプハウス)
- ・ 配水池の建設と塩素注入設備の設置
- ・ 配水管の整備

この ADB プロジェクトは 1999 年に完了し、その施設が現在運転されているが、一部井戸が井戸仕上げ工事が不十分であったために地下水濁度が高く、また必要水量が得られなかったことから使用されていない。また一部の塩素注入設備は、塩素剤の搬入が定期的に行われていないために、一部が使用されていない場合があるが、概ね良好に稼動している状況である。

上述のプロジェクトの他に、ヌワラ・エリヤ市はその実施地域に含まれていないが、水道セクターでは下記のプロジェクトが ADB により実施されてきた。

- Third Water Supply and Sanitation (Sector) Project、1997 年
- Secondary Towns Water Supply and Sanitation (Technical Assistance)、1999 年～2000 年

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本プロジェクトに係わる組織は下記の通り3つの組織である。

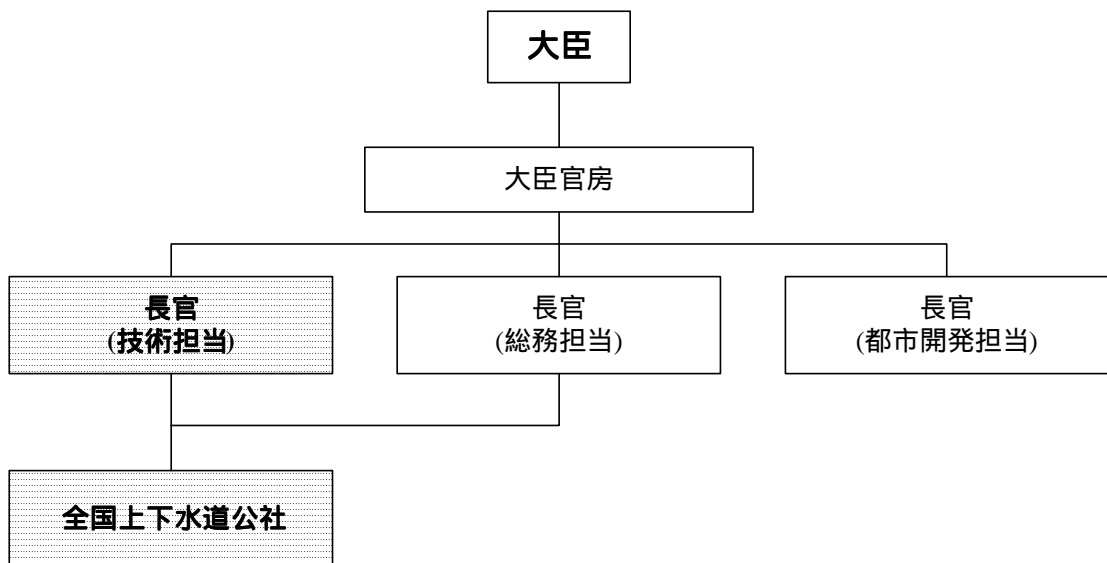
主管官庁： 都市開発・建設・公共サービス省
実施機関： 全国上下水道公社
運営・維持管理機関： ヌワラ・エリヤ市水道局

下記のそれぞれの組織の概要について述べる。

(1) 都市開発・建設・公共サービス省

都市開発・建設・公共サービス省(Ministry of Urban Development, Construction, and Public Utilities, MUCPU)は住宅、埋め立て、工場誘致などについて所管するが、あわせて都市中核およびそれに付随する上水道施設を含む都市基盤施設の開発について責任を持っている。つまり水道に関しては、全国水道を所管している全国上下水道公社を所管する上部機関である。

都市開発・建設・公共サービス省組織図



(2) 全国上下水道公社

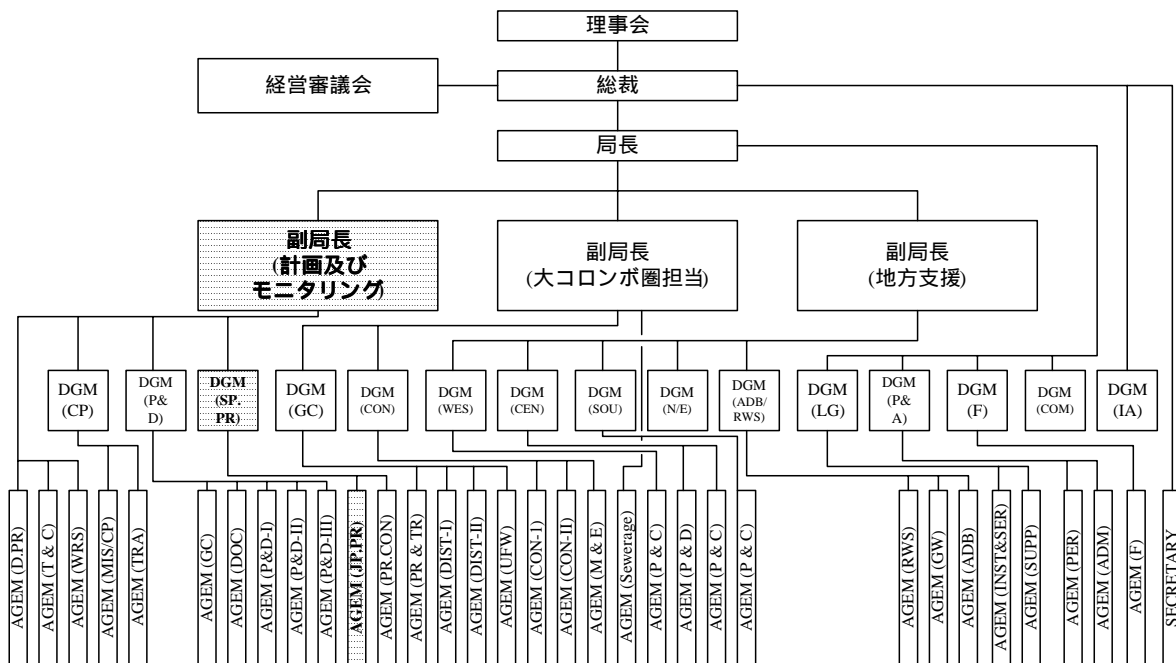
全国上下水道公社(National Water Supply & Drainage Board, NWSDB)は 1974 年に設立され、地方公共団体に技術的支援とサービスを提供することによって都市、地方水道事業の計画、設計、実施についてこれを指導する中央組織である。公社はこのため、地方公共団体が設置する水道事業が適切に運営されていない場合、その改善を目的としてそれを自発的、または強制的に同公社に移管することが 1974 年国家上下水道法の施行から可能となった。その結果、管理状況の良くない地方水道が公社に移管され、公社の地方水道に関する管理、運営責任は増加することとなった。

現在約 500 の水道事業体がスリ・ランカ国内に存在するが、その約半数の水道事業体を公社が運営管理を行っている。残りの半数の事業体はヌワラ・エリヤ市のように地方政府が管轄しているもの、地方開発局や、水資源局が管轄している事業体がある。

公社の下部組織として市町村経営の水道を支援するため全国の 5 州 (Region) に「支援センター」(Regional Support Center)が置かれ、個々の水道事業を指導、支援している。ヌワラ・エリヤ市が属するセントラル州では支援センターがキャンディー市に設置されており、ヌワラ・エリヤ市の他、キャンデイ市、マタレ市などを所管している。

公社の理事会は、会長、副会長及び 7 名の取締役により構成されており、業務の執行は General Manager (GM)以下 2 人の Additional General Manager (AGM)、15 人の Deputy General manager (DGM)により行われている。総職員数は約 8,000 名である。

全国上下水道公社組織図



DGM: 局長代理
CP: 経営
P&D: 計画・設計
SP.PR: 特別プロジェクト
GC: 大コロンボ圏
CON: 調整
WES: 西部
CEN: 中央部
SOU: 南部
N/E: 北部及び東部

AGEM: 課長
ADB/RWS: アジ銀プロジェクト及び村落給水
LG: 調達
P&A: 人事及び総務
F: 財務
COM: 通信
IA: 内部監査
D.PR: 管リハビリテーション

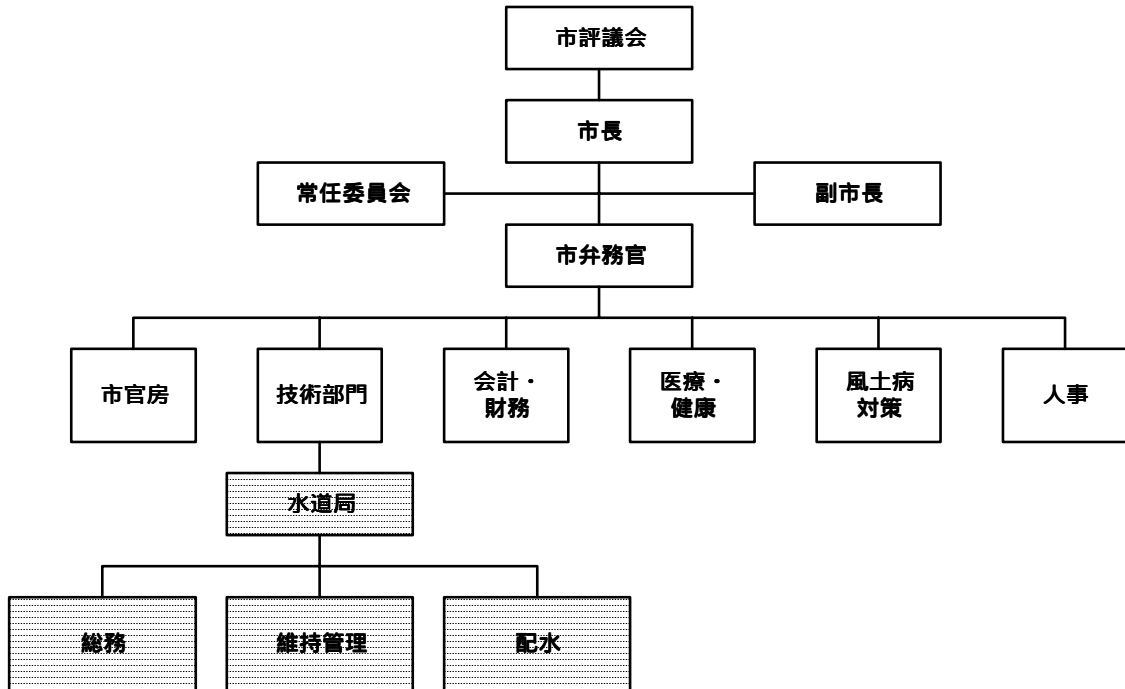
T & C: 入札及び契約
WRS: 水源
MIS: 庶務
TRA: トレーニング
JP.PR: 日本援助プロジェクト
DIST: 配水
UFW: 無収水
M&E: 機械・電気

P & C: 計画及び調整
RWS: 村落給水
GW: 地下水
ADB: アジア開発銀行
INST&SER: 敷設とサービス
SUPP: 在庫管理
ADM: 総務
F: 財務

(3) ヌワラ・エリヤ市水道局

ヌワラ・エリヤ市は、従来から市営水道事業を経営して来たが、NWSDB 設立後も引き続き市の所管する事業として水道事業を経営している。水道事業の運営のための施設の日常の管理・運転については市の水道局が責任を持っているが、水道施設整備等の資本投資については公社が行い、その後完成施設は市当局に移管される形式を取っている。

ヌワラ・エリヤ市水道局はヌワラ・エリヤ市当局の組織の一部として位置付けられており、その市当局の組織図を下图に示す。



現状のヌワラ・エリヤ市水道局の組織図は後述の、図-3.39 に示すが、組織階層がはっきりしておらず、業務分掌が不明確な組織構造であるという問題点を抱えている。既存の水道局職員数は69名であり、これらの職員が日常の水道事業運営に携わっている。

2-1-2 財政・予算

実施機関である全国上下水道公社の財政状況は表-2.1 に示す通りである。一時1997年に赤字となっているがその後状況は改善され、黒字を維持しており、本プロジェクトの実施に関しても、問題の無い状況となっている。

表-2.1 全国上下水道公社財政状況

単位:百万ルピー

	年							
	1990	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000*
水道料金等収入	421	1,211	1,447	1,462	1,706	2,256	2,377	1,477
外国援助	764	2,398	2,712	1,920	1,762	1,801	2,111	1,583
国内予算	525	1,082	1,790	1,151	697	1,318	2,650	1,072
総歳入	1,710	4,691	5,949	4,533	4,165	5,375	7,138	4,132
維持管理等支出	425	1,001	1,176	1,502	1,863	2,203	2,231	1,328
外国援助の支出	698	1,752	2,043	1,631	1,494	1,272	1,905	727
国内予算の支出	511	1,136	1,724	1,179	1,017	1,237	2,288	1,146
総歳出	1,634	3,889	4,943	4,312	4,374	4,712	6,424	3,201
収支	76	802	1,006	221	-209	663	714	931

*: 2000年のデータは7月までのデータ

ヌワラ・エリヤ市水道局の会計は市の会計システムに含まれており、独立していない。しかし、この市の一般会計から水道局関連費目を取り上げ、纏めたものが表-2.2である。

表-2.2 ヌワラ・エリヤ市水道局財務状況

単位:ルピー

年	収入	支出			収支
	(水道料金)	維持管理	人件費	支出計	
1996	3,094,319.22	875,348.03	2,651,502.07	3,526,850.10	-432,530.88
1997	4,245,567.15	1,668,855.31	2,984,790.88	4,653,646.19	-408,079.04
1998	11,889,290.26	2,234,996.98	3,422,600.92	5,657,597.90	6,231,692.36
1999	10,555,694.24	5,217,467.96	3,457,167.35	8,674,635.31	1,881,058.93
2000*	4,207,600.13	891,873.38	1,622,264.15	2,514,137.53	1,693,462.60

*: 2000年のデータは5月までのデータ

この表を見ても分るとおり、1997年までは赤字となっていたが、1998年に水道料金を値上げし、収支は好転している。水道料金体系は、NWSDBの料金体系とは異なり、ヌワラ・エリヤ市独自のものであり、ヌワラ・エリヤ市政府によって決定される。維持管理費は年々増加しているが、これは給水普及率の増加によるもの、また維持管理材の物価上昇によるものである。1999年の維持管理費の高騰は、1999年に完了したADBプロジェクトの現地負担工事部分を維持管理費に計上しているためである。

2-1-3 技術水準

ヌワラ・エリヤ市の水道システムは表流水源及び地下水源を利用しているが、特に表流水源においてもその水質は良好で、塩素による消毒のみの処理で配水することが可能となっている。よって、水道施設の管理・運営について特別の技術は必要とせず、日常の運転業務を着実に行うことができれば問題はない。

また、本プロジェクトで開発する地下水源についても、これまで地下水を利用してきた経験があり、これまでと違った技術が必要となるわけではないので、技術水準からみた本プロジェクト実施後の運営・維持管理上の支障は無いと判断される。

2-1-4 既存施設・機材

既存の水道システムは表流水源から取水し、自然流下で配水池まで導水した後、消毒を行い、再度自然流下で配水するというのが、基本的な姿である。乾期に表流水源が不足する期間においては、地下水を揚水し、配水池へ導水している。

構造物として主なものは、配水池であるが、これらについて構造上の問題点は無い。また、一路線の送水管路において、漏水が多発している管路があるが、この敷設替えを本プロジェクトスコープに含めている。漏水が多発している理由は、その地点の地盤が斜面で動いていることに起因しており、異なる経路に敷設替えを行うことで対処することとする。

配水池には送・配水水量計（メーター）が設置されているが、2ヶ所で破損しており、これを取り替えることとする。また、各給水栓に設置されている水道メーター約 4,400 栓の内、約 800 個が破損・故障している状況である。

その他の既存の施設・設備は概ね良好な状態である。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

プロジェクト実施に必要な人的、物的資源は、スリ・ランカ国の首都であるコロンボ市及びその周辺から供給せざるを得ない。コロンボ-ヌワラ・エリヤ間は距離にして、約 180km、標高差約 1,800m、乗用車で 5 時間を要し、特にその道路は、一級国道 7 号線にもかかわらず、片側一車線で自動車から大型トレーラー車と種々雑多の車両で混み合う状況である。途中ハットンをすぎてから急勾配の山道となり、九十九折の登り坂が交通の便を更に悪くしている。このような状況であるので、物資の輸送に関しては時間を要するため、施工計画策定上留意する必要がある。なお、市内の主要道路は殆んどが舗装されている。

表流水源付近に建設される配水池の工事サイトには、車両がアクセスできない地域があり、資材の搬入、掘削等の土工事も人力に頼らざるを得ない。また、これら山間部では、電力が供給されていないため、工所用発電機等の準備が必要となる。

電力の供給に関してもほぼ問題はない。停電の頻度は、もっとも降雨の激しい 6 月から 8 月に月 10 回以上の停電があるが、一回の停電時間は 5 分以内である。他の月では停電回数は 5 回以下であり、停電時間も 1 分以下であることが多い。

通信に関しては現在電話回線も増加しているが、その信頼性は低く繋がらないことが多い。しかし、一般に普及している携帯電話を用いれば、首都コロンボあるいは国際電話についてもまったく問題ない状況である。

2-2-2 自然条件

(1) 気象

スリ・ランカは、インド南端からポーク海峡を隔てた海上沖、赤道から 880 キロ北（北緯 5°55'~9°55'、東経 79°42'~81°52'）に位置している。国土の面積は 65,610 平方キロメートルである。スリ・ランカ国の気候は、赤道に近い中・南部は熱帯雨林性の気候であり、北部はサバンナ気候に属している。しかし、モンスーンの影響ならびに標高から、気温は地域によって大きく異なっている。スリ・ランカ南西部（コロンボを含む）では年間平均気温は 25~28 度となっているが、ヌワラ・エリヤを含む中央高地では平均気温が 14~16 度と低くなっている。

降雨量についても地域によって大きな違いがあり、3つの降雨区分に分けることができる。国土の約4分の1を占める南西部は多くの雨量があり、年間平均雨量は2,500 mmとなっている。ヌワラ・エリヤを含む中央高地部は乾燥地域に属しているが、雨量は2,000 mmを越える年が多い。これは、6月から10月にインド洋で発生する非常に湿潤なモンスーン風が中央高地の山岳に出会うことによって激しい降雨を発生させるためである。また、10月から11月には、同じく南西からの風によって、定期的なスコール及び熱帯性台風による雨をもたらす。よって、中央高地部は乾燥地域に位置的には属しているが、その降雨は6月から11月までは非常に多く、それ以外の月では乾燥しているという特異な気象条件となっている。南西部及び中央高地部分以外の全土は乾燥地域であり、年間雨量は1,200～1,900 mmとなっている。

過去10年間の月別雨量、平均気温、をまとめ表-2.3に示す。また、過去10年間の月別雨量を図-2.1に示す。

表-2.3 月別気象データ

測候所：AGMET, Sita Eliya

緯度：6.95N 経度：80.80E

降水量

単位：mm

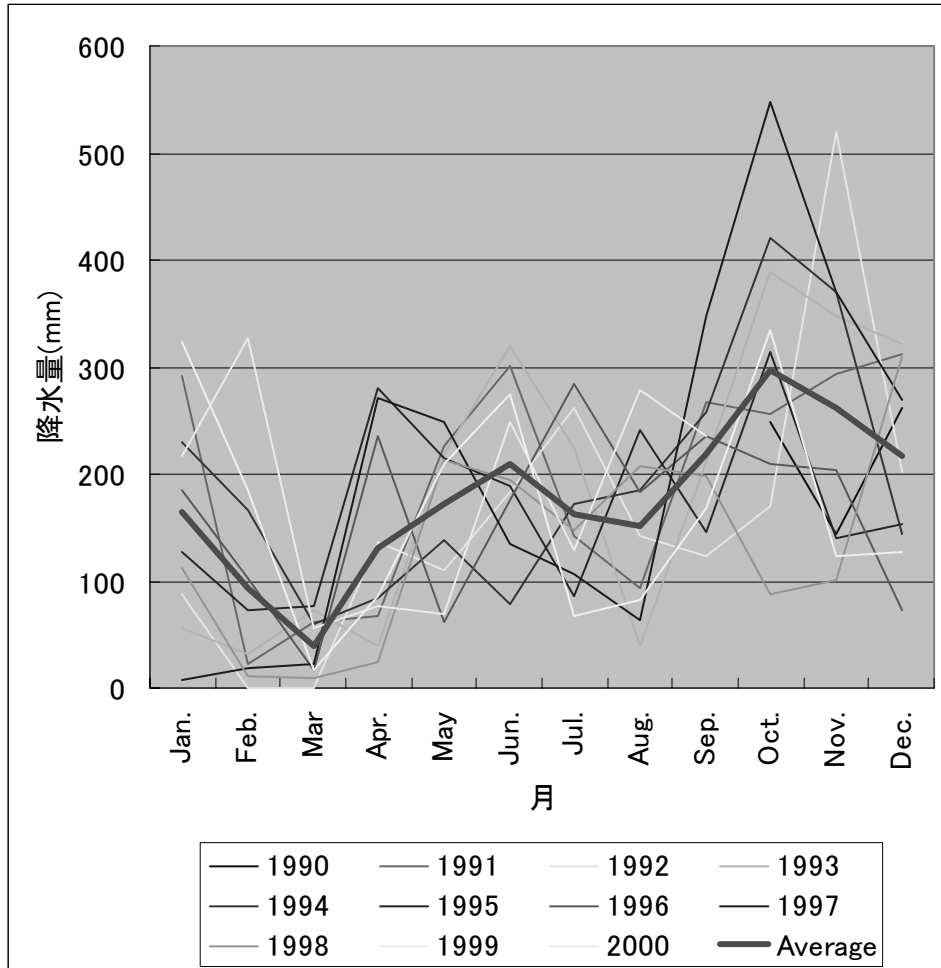
Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	249.3	143.8	261.7	-
1991	290.9	23.2	61.9	67.4	226.1	300.4	141.7	(93.3)	267.6	255.2	294.1	311.8	(2333.6)
1992	87.0	0.0	0.0	136.7	110.3	183.5	261.0	141.2	122.8	169.4	520.3	202.7	1934.9
1993	55.8	32.3	72.1	38.5	219.1	319.7	224.4	38.5	210.7	389.0	347.7	321.4	2269.2
1994	230.8	165.8	59.4	83.3	137.6	78.1	172.5	184.2	257.9	420.8	370.8	144.1	2305.3
1995	127.0	72.5	76.8	281.3	(215.4)	189.6	86.5	241.0	146.2	313.6	139.5	153.6	(2043.0)
1996	185.8	102.7	16.3	236.3	62.6	175.8	285.0	183.2	236.2	208.6	203.2	73.6	1969.3
1997	8.4	19.1	21.5	270.2	249.5	135.2	106.5	63.9	348.1	548.4	369.8	270.0	2410.6
1998	112.6	11.6	9.1	25.1	213.9	194.8	147.1	208.1	197.8	87.3	101.8	309.5	1618.7
1999	322.9	185.9	17.2	85.8	210.0	275.3	67.3	82.3	167.4	335.5	123.7	127.8	2001.1
2000	216.8	327.7	55.9	76.0	69.6	248.7	128.7	278.8	235.7	-	-	-	-
Average	163.8	94.1	39.0	130.1	(171.4)	210.1	162.1	(151.5)	219.0	297.7	261.5	217.6	(2117.9)

気温, Daily Mean=(Daily Max.+Daily Min.)/2

単位:

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.85	14.95	14.43	-
1991	(14.38)	14.79	16.10	16.55	17.05	15.76	15.29	(15.54)	16.02	15.02	14.93	14.64	(15.51)
1992	13.75	14.46	16.35	17.08	16.63	15.13	14.75	15.15	15.18	14.98	15.23	13.79	15.21
1993	13.50	15.01	15.43	16.56	17.15	15.63	14.68	15.46	15.68	15.55	15.66	15.35	15.47
1994	14.82	15.43	16.10	16.53	17.25	15.93	15.82	(15.62)	16.06	15.92	15.58	15.42	(15.87)
1995	15.33	15.40	16.80	17.11	(17.64)	16.63	16.08	(16.09)	18.98	16.26	16.24	14.82	(16.45)
1996	14.50	15.11	16.27	17.22	18.06	16.49	15.42	15.61	15.58	15.86	15.98	15.28	15.95
1997	14.57	15.37	16.67	16.98	17.30	17.15	16.40	16.32	16.45	16.50	16.63	16.04	16.37
1998	16.00	16.65	17.77	18.50	18.65	16.69	16.40	16.48	15.92	16.00	16.02	16.02	16.76
1999	15.14	15.98	16.57	16.70	16.53	15.95	15.60	16.01	16.17	15.55	16.15	14.97	15.94
2000	14.97	15.71	16.26	17.32	17.80	15.83	15.85	15.33	16.44	-	-	-	-
Average	(14.70)	15.39	16.43	17.06	(17.41)	16.12	15.63	(15.76)	16.25	15.75	15.74	15.08	(15.94)

図-2.1 過去 10 年間月別降雨量



(2) 地理

ヌワラ・エリヤは中央山岳地帯の最高峰である Pidurtalagala 山 (標高 2,524m) の山麓に位置している。地域は北方、および西方を高い山脈に囲まれており、主な渓谷はこれらの山々より発している。Nanu Oya 川は市街地を通り人工湖である Gregory 湖に注ぎ、南端で Nanu Oya に流出している。Boburella 川は Hawa Eliya を北西 - 南東方向に流れており、Upper Lake 丘陵は両河川の流域界となっている。南部や東部の地形は小規模な渓谷や丘陵で細分化されている。(地形図は「プロジェクト位置図(その2)」を参照のこと)

(3) 地質

スリ・ランカは先カンブリア紀にその国土の 90%が形成され、主として花崗岩、片麻岩等によって構成される地塊島で高密度岩石で形成されている。これらの岩塊は長い年月による地殻移動や風化によってヌワラ・エリヤを含むスリ・ランカ中央部の山岳部のいたるところで見ることができる。地下では地殻移動によって形成されたひび割れが多くみられ、地表の岩石表面には風化現象が見られる。深層地下水は硬質岩石のために賦存しにくい、これらのひび割れ部や風化地帯に賦存すると考えられている。

中央山岳地帯は北西 - 南東方向を軸とする一連の褶曲によって形成されている。Upper Lake 丘陵はその内の一つの背斜構造である。調査地ではプレカンブリア期の変成岩である片麻岩が優勢である。主要断層は Upper Lake 丘陵の両脇を通る 2 本の横ずれ断層であり、断層沿いに破砕帯を形成している。しかしながら、Town - Upper Lake - Magasthota を通る断層の方は破砕帯の風化が著しい。また、これらの主断層にほぼ直交して関連した断層やリニアメントが走行している。これらの地質構造活動や侵食が渓谷を形成したものと考えられる。

本基本設計調査で実施された地質調査ボーリングによれば、地表直下の片麻岩類は著しく風化し破砕が進んでおり、マサ状風化や白色粘土化なども観察することができる。電気探査の結果と対比すると地表部風化帯の厚さは場所により異なるが 20m から 50m に及ぶと見込まれる。この地質調査ボーリングによって、風化片麻岩よりも更に深部の新鮮な片麻岩、珪岩および石灰岩層中に亀裂帯が発達しており、優勢な被圧地下水帯水層を形成していることが明らかになった。風化片麻岩層中よりも珪岩中の亀裂帯からの湧出量のはるかに量が多く、水質も十分に良質であることが明らかになった。

2-2-3 その他

ヌワラ・エリヤ市には現在公共下水道設備が無いために、本プロジェクトの実施により給水状況が改善されると排水量が増加し、これら排水が未処理で公共用水域に流出することが懸念される。ヌワラ・エリヤ市にあるグレゴリー湖の水質は富栄養化が進行しており、排水の流入は状況を悪化させる可能性がある。本プロジェクトの実施により増加する汚濁負荷についてはスリ・ランカ国側の自助努力により相殺することは可能と思われるが、下水道がまったく整備されていない、ヌワラ・エリヤ市の衛生環境の改善のためには、早急に何らかの対策をとるべきであると考えられる。スリ・ランカ国側で実施されるべき自助努力の内容については、「3-3 相手国側分担事業の概要」で詳述する。