

スリランカ民主社会主義共和国
都市計画・上水道・高等教育省
国家政策・経済省・再定住化及び復旧・北部地域開発及び青少年対策省
国家上下水道公社

スリランカ国
下水セクター開発計画策定
プロジェクト（第2期）

スリジャヤワルダナプラコッテ
下水道整備事業準備調査

ファイナル・レポート
（和文要約先行公開版）

令和元年12月
（西暦2019年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社日水コン

南ア

JR

19-029

EXCHANGE RATE

(As of January 2019)

1LKR = 0.617 JPY

1USD = 175 LKR

1USD = 108 JPY

1. 事業の背景

スリランカ民主社会主義共和国（以下、スリランカ）では、人口増加や都市開発の進行に伴う水質汚濁が課題となっている。この課題に対処するため、スリランカ政府は、水環境の改善を目的として日本政府に対し、下水セクター開発に関するマスタープラン策定の支援を要請した。日本政府はこの支援を受諾し、「下水セクター開発計画策定プロジェクト」として、2つのフェーズから成る JICA 技術協力プロジェクトとして支援を開始した。

第1フェーズでは2016年1月から2017年5月に実施され、二つのマスタープランが作成された。一つ目はスリランカ全土を対象に下水道のニーズが高い都市を明らかにする戦略的下水道マスタープランの作成である。このプランでは、2035年の下水道普及率の目標を7.0%と設定し、その目標を効果的に達成するため、全国の都市を、人口や人口密度（都市化の状況）、水道普及率及び水系伝性病の発生率（衛生状況）、国による都市の重要度（都市計画）、水道料金回収率（下水道事業の持続性）と水道水源への影響（水環境）から評価し、スリジャヤワルダナプラコッテ市を含む15都市に下水処理場を伴う下水道を整備するための道筋を示している。

二つ目は、スリジャヤワルダナプラコッテ市を含む5つの都市の都市下水道マスタープランの作成である。この5都市は、上記の15都市の選定基準に加え他ドナーとの重複を避けるため、他国の支援の予定がない都市から選定を行った。

この5都市の都市下水道マスタープランに基づき、スリランカ政府は2017年に下水処理場の予定地及び汚泥処分用地の確保の可能性が高いスリジャヤワルダナプラコッテ市とヌワエリヤ市の2つの下水道整備事業を、本邦技術活用条件(STEP)による円借款として要請した。この要請に基づき、上記2都市の事業を日本の円借款事業として実施するにあたっての妥当性を検討するため、2017年6月から第2フェーズの調査を開始した。

2. 調査の目的

この調査はスリジャヤワルダナプラコッテ市の都市下水道マスタープランを基に、我が国の有償資金協力事業としてのフィージビリティを調査するものである。この調査では、事業の目的、事業内容、事業費、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境及び社会面の配慮などを調査し、整理するものである。

3. 下水道セクターの開發現状と課題

スリランカの衛生施設の状況は、下水道普及率は2.4%¹でその整備はコロombo市とその周辺の都市に限られている。その他、96.0%は主にセプティックタンクを利用し、残りの1.6%は衛生施設が不明である。セプティックタンクは、その大部分が機能不全²により、ほとんどの汚水は十分に処理されぬまま水路や地下水に流れ、最終的に川や公共用水域を汚染している。このため、公共用水域ではし尿由来の糞便性大腸菌が内陸部のウバ州バドゥラで環境基準値（1,000MPN/100mL）の約7万倍、ネゴンボ北部のマハオヤ川で10倍、北中部州アヌラーダプラで700倍を超過している。また、アヌラーダプラではアンモニア性窒素が環境基準（0.59mg/L）より5倍（3.2mg/L）超過しているなど、スリランカ全土で水質が悪化している。

4. 下水道セクターの開発政策と本事業の位置付け

スリランカ政府は、2016年に”Western Region Master Plan 2030”の中でスリジャヤワルダナプラコッテ市及びその周辺の下水道施設を経済成長のための環境づくりのために重要な施設とし、このプロジェクトを”Public Investment Programme 2017-2020”にリストアップした。

NWSDBでは、2015年の国連の持続可能な開発目標(SDGs)で掲げられた水質改善のための汚水処理の質の向上という目標に沿って、JICAの支援の下、2017年に戦略的下水道マスタープランを策定した。この戦略的下水道マスタープランにおいて、スリジャヤワルダナプラコッテ市を含む15都市を下水処理場を伴う下水道の整備を行うべき都市とした。

また、スリランカ政府は2017年の新しい開発方針である”Vision 2025”の中で、汚水を高度に処理し生活環境を改善する衛生施設は都市の経済発展に重要なインフラと位置づけている。

以上のことから、本下水道事業はNWSDBの上位計画及びスリランカ政府の国家政策に合致している。

5. 事業の必要性

スリジャヤワルダナプラコッテ市は、1982年にコロomboから遷都された首都であり、約30年の間に7.0%この地域の人口は増加した。現在、スリジャヤワルダナプラコッテ市及びその周辺地域を含む本事業対象地域の人口は約20万人で、高い人口密度（約6,000人/km²）となっている。

事業対象地域では水道普及率がほぼ100%であり、約30,000m³/dの未処理の汚水が国会議

¹この2.4%のうち、処理場に接続されている人口は0.2%である。なお、下水処理場は、工場団地及び小さな住宅団地の汚水処理施設を除くと全国に4つ（ラトマラナ/モラトワ、ジャエラ/エカラ、カタラガマ、ヒッカドゥワ）ある。

²例：施設容量が不十分なために十分な処理時間が確保できない、施設が地下水位より低く設置されているために汚水が地下水を汚染する、など。

事堂周辺のディヤワナ湖に流れている。

本調査で実施した水質調査結果によれば、糞便性大腸菌が環境基準（1,000MPN/100mL）の17倍、アンモニア性窒素が環境基準（0.59mg/L）の15倍を超過しているなど、水質の悪化が深刻化している。

このため、2016年1月に策定された”Western Region Master Plan 2030”において、中核都市であるこの地域の下水道整備事業は優先度の高い事業に位置付けられている。この地域は、”Western Region Master Plan 2030”や”Vision 2025”で鉄道、道路、水上交通などのインフラ開発計画が予定されており、これらの開発計画に伴う昼間人口の増加による汚水量の増加が予想され、更なる水環境の悪化が加速する状況となっている。

以上により、スリランカの首都であるスリジャヤワルダナプラコッテ及びその周辺地域の新規下水道整備である本事業は、水環境の改善を通して同地域の生活環境の向上を行い持続可能な経済成長の促進に寄与するものとしてその必要性が高いと判断される。



出典: JET

図 S-1 事業対象位置図

6. 事業計画の前提

(1) 段階的整備計画

全体計画では、スリジャヤワルダナプラコッテ市及びその周辺のカドエラ市、デヒワラ・マウントラビニア市、マハラガマ市、そしてコティカワット・ムレリヤワ町の2,920haの下水道整備が計画されている。しかしながら、全域の下水道整備を一度に実施するにはコストや工期等の観点から過大なプロジェクト規模となる。そのため、NWSDBとの協議に基づき、下水管きょについては自然流下による汚水収集が可能であり、かつ裨益人口が多いエリアを優先的に整備する方針で、以下のような3段階で整備を行うこととした。

- ・ 第1段階： 1,790 ha (対象人口の 62%)
- ・ 第2段階： 680 ha (23%)
- ・ 第3段階： 450 ha (15%)

- ・ 全事業対象区域 : 2,920 ha (100%)

本事業は上記のうち第1段階を円借款整備対象区域とした。

(2) 計画下水量

全事業対象区域の計画下水量は予想人口に基づき、以下のよう試算した。

- ・ 全事業対象区域人口 = 218,800 人 (うち第1段階分 : 136,100 人)
- ・ 全事業対象区域の日最大汚水量 = 39,320 m³/日 (うち第1段階分 : 23,970 m³/日)

7. 施設計画

(1) 下水管渠及びポンプ場

全体計画では下水収集のため全長 639km の下水管渠が必要となる。そのうち、第1段階で実施される本事業では約 351km の下水管渠が必要となる。下水管渠やポンプ場を含む施設の段階的整備計画を表 S-1 に示す。

表 S-1 下水管とポンプ場の段階的整備計画

Major Item	Detail or Major Equipment	1 st Stage (This Project)	2 nd Stage	3 rd Stage	Total
Trunk Sewer for Gravity Pipe	φ200-700mm by Open Cut Method	38.4 km	5.9 km	- km	44.3 km
	φ200-1200mm by Micro Tunneling Method	71.6 km	- km	-	71.6 km
Trunk Sewer for Force Main Pipe	φ100-500mm by Open Cut Method	9.1 km	40.2 km	68.2 km	117.5 km
	φ300-600mm by Micro Tunneling Method	11.4 km	-	-	11.4 km
	φ80-500mm by Pipe Bridge	0.2 km	-	-	0.2 km
	φ600mm by Rehabilitation of Existing Pipe	0.3 km	-	-	0.3 km
Pumping Station	Major Pumping Stations	7	-	-	7
	Manhole Type Pumping Stations	63	240	938	1,241
	Office Building Renewal at Jayawadanagama	1	-	-	1
Secondary Sewer		219.4 km	109.4 km	65.3 km	394.1 km
House connection		27,000 (25,000)	10,000	7,000	44,000

出典: JET

なお、開削工法の適用が困難と思われる以下の区間においては、推進工法の適用を想定した。

- ・ 地表面から 4.5m を超える場合の管渠の敷設
- ・ セキュリティ上開削工事の実施が難しい区間
- ・ 交通渋滞が激しい区間

(2) 下水処理場

下水処理方式は、中央環境局（CEA）が設定した放流水質を条件に選定した。主要処理方式は以下の通りとなった。

- ・ 循環式多段硝化脱窒法： 窒素除去能力及びエネルギー効率の観点から選定した。
- ・ 紫外線設備： 運転費用が小さいことと消毒副生成物を作らないことから選定した。
- ・ 下水汚泥処理方式： 農地の肥料として再利用を想定し選定した。

下水処理施設の整備は土木建築構造物については、全体工事金額や維持管理の観点から、全体容量（39,600 m³/日相当）を第1段階（本事業）で建設する計画とした。また、機械電気設備については、第1段階（本事業）の管きょ整備に合わせ 26,400 m³/日相当を整備する計画とした。表 S-2 に下水処理施設の土木構造物及び機電設備の段階的整備計画を示す。

表 S-2 下水処理施設の土木構造物及び機電設備の段階的整備計画

Name of Facility	1 st Stage (This Project)	2 nd Stage	3 rd Stage	Total
Civil and Architectural Structures	39,600 m ³ /d*1	-	-	39,600 m ³ /d*1
Mechanical & Electrical Equipment	26,400 m ³ /d	13,200 m ³ /d	-	39,600 m ³ /d

注：*1 日最大水量表記。日平均水量は 35,000m³/d である。

出典: JET

8. プロジェクト実施のための組織体制

本プロジェクト実施において都市計画・上水・高等教育省が実施機関で、国家上下水道公社（NWSDB）が実行機関となる。NWSDB は上下水道に関する知識と経験が豊富であり、日本を含む海外の資金を用いたプロジェクトの国際入札や JICA の ODA ローンについて熟知している。

プロジェクトの設計・建設段階は、他プロジェクトと同様に NWSDB 下水道部の中に本プロジェクトのためのプロジェクト・マネジメント・ユニット（PMU）を設置し、設計・施工管理、調達、報告業務及びプロジェクトのモニタリング等を行う。

本事業で建設される施設の運営維持管理は、スリジャヤワルダナプラコッテ MC と NWSDB の協議により NWSDB が行い、施設は NWSDB が所有することになった。運営維

持管理を行う組織は、NWSDB 下水道部の中にスリジャヤワルダナプラコッテ下水道管理事務所（MO）を新たに設置し、下水処理場、下水管路網、ポンプ場の運営・維持管理（O&M）や顧客サービスを実施する。

NWSDB は既にコロンボ近郊にあるラトマラナ／モラトワ下水処理場の運転維持管理を実施している。その下水処理能力は本プロジェクトで計画されている下水処理場と同程度であるため、その経験、知識が活用可能である。また、本プロジェクトにおいて下水処理場の試運転時に施工業者が運転維持管理職員を対象に、運転方法、予防保全方法、故障対応等の研修を実施する予定である。さらに、NWSDB は他の既存下水道プロジェクトに対して適正な人材と資機材、予算を投入しており、本プロジェクトに対しても同様の投入が期待される。以上のことから、NWSDB は本下水道事業の運転維持管理を適切に実施できる。

9. 事業費及び実施工程

下水道整備事業のうち第 1 段階である本事業では、建設工事とコンサルティングサービスが含まれ、建設工事は工種、必要とされる技術、及び事業費の規模等の観点から 4 つの事業パッケージに分割する。

全ての建設工事の調達には本邦技術活用条件に基づき実施される。本邦技術活用条件下では、JICA が発行する標準入札図書最新版を使用する。全てのパッケージの入札運用ルールは“日本タイド”が適用されるが、事前説明会、事前資格審査(P/Q)、入札の各段階において、本邦企業の参加が見込まれなくなった契約パッケージについては、日本政府の了解の下、契約条件を二国間タイド条件（本邦企業に加え、借入国企業も主契約者となることが可能）に変更することがありうる。

表 S-3 に想定されるパッケージ分けと入札方法の概要を示す。

(1) 建設工事

先行公開版のためこの部分は非公開とする。

(2) コンサルティングサービス

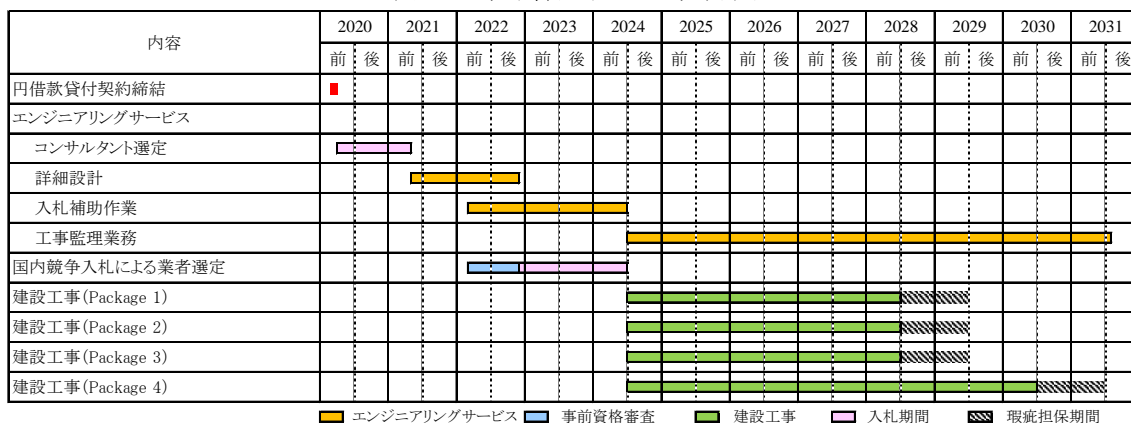
- ・ 詳細設計
- ・ 入札補助（事前資格審査、入札及び契約交渉）
- ・ 建設工事監理
- ・ 下水道システム管理の人材育成
- ・ 戸別接続の促進を含む下水道の便益及び使用方法についての広報活動

表 S-3 事業パッケージ内容と入札方法

先行公開版のためこの部分は非公開とする。

表 S-4 に示すように、本事業はコンサルタントの選定から個別接続の建設作業の終了まで 10 年かかる計画である。2020 年 3 月の貸付契約締結後に本事業が開始されると仮定すると、下水処理場とポンプ場の主な施設は 2028 年から供用開始する。

表 S-4 本事業の実施工程計画



出典: JET

先行公開版のためこの部分は非公開とする。

間接費やプロジェクト期間中の価格上昇額を含む事業費を表 S-5 に示す。

表 S-5 本事業の総事業費

先行公開版のためこの部分は非公開とする。

10. 財務経済分析

一般的に、下水道事業は下水道料金で完全費用回収ができるほど利益は上がらない。スリランカ国では、現在の下水道料金で O&M 費用ですら回収できていない。そのため、プロジェクトを行っても O&M 費用が賄えず、全運転期間にわたってキャッシュフローが常にマイナスになる見込みであるため、FIRR の算出が不可能である。

プロジェクトを含めた全下水道施設の O&M 費用を回収できる下水道料金単価（全カテゴリーの加重平均）が、58.86LKR /m³ と算出された。これは NWSDB の全下水道使用者に同一料金が適用され、プロジェクトを含む NWSDB の全下水道事業の O&M 費用に充てることを想定している。

現在の家庭用下水道料金は平均で 11.76 LKR/m³ であり、全カテゴリーで 58.86 LKR/m³ を

実現するためには、家庭用下水道料金は2027年末までに27.96LKR/m³まで引き上げる必要がある。平均的な所得の家庭は、この下水道料金を支払うことができる（支払可能額（ATP）の89%）と考えられるが、プロジェクト対象地域の支払意志額（WTP）は、この料金よりもかなり低い。急激な値上げを避けるために、現在赤字のNWSDB下水道部門の経営改善のための2回の料金値上げを含め、合計3回の値上げを提案する。さらに、人々の料金値上げに対する理解を得るために、プロジェクト対象地域において総合的な住民意識向上キャンペーンが必要と考える。

先行公開版のためこの部分は非公開とする。

表 S-6 経済分析の結果

先行公開版のためこの部分は非公開とする。

11. 環境社会配慮

(1) IEE/EIA 調査

本調査では、JICA 環境社会配慮調査ガイドライン（2010年4月）に基づき、IEE 調査を行った。一方、スリランカ国の法に従い、NWSDB が事業主体として本調査結果を活用しつつ EIA 調査を行った。両調査において、環境・社会面における良好な影響や、好ましくない影響に対する効果的な回避方法を示し、水質汚濁、廃棄物や臭気の発生、土地収用等など全ての悪影響に関して緩和方法を提案した。

(2) 用地取得および住民移転

代替設計案の考慮により用地取得および住民移転の最小化を図った。しかしながら、私有地の取得と移転がいまだ必要であるため、スリランカ国 Land Acquisition Act に示される手続きおよび本事業における方針に従って、NWSDB により合法的な土地収用を進めている。

下水処理場用地の位置は、関係機関（NWSDB、UDA、SLLRDC）により合意され、大統領により公示された。用地取得に伴う住民移転が生じる場合は、再取得価格による補償が行われるとともに、補償上の問題や、支払いの遅延などに関する苦情処理体制も NWSDB に構築される。

(3) ステークホルダー協議

事業内容の説明や情報公開、また社会的合意を目的とし、ステークホルダー協議を2019年9月17日開催した。また、協議ではステークホルダーの事業への理解を促進し、多くの

フィードバックを得るため、IEE 及び環境社会配慮を含む調査結果を発表した。

12. 事業効果

運用指標及び効果指標は本事業の事業効果（第 1 段階）を達成させるために事業状況を管理評価するものである。指標は事業を基に設定し、その指標の目標年は事業運用開始後 2 年の 2032 年とした。表 S-7 に指標と目標値を示す。

表 S-7 指標と目標値

Indicator	Present (year 2019)	Target (year 2032)
Volume of Sewage Treated (m ³ /d)	0	23,970
Population Served (Persons)	0	136,100
Percentage of the Population Served in the Service Area (%)	0	About 62
Quality of Treated Effluent	BOD ₅ : -	BOD ₅ < 10 mg/l
	COD: -	COD < 100 mg/l
	SS : -	SS < 15 mg/l
	NH ₄ ⁺ -N: -	NH ₄ ⁺ -N < 1.0 mg/l
	NO ₃ -N: -	NO ₃ -N < 10 mg/l
	Org-N: -	Org-N < 1.0 mg/l
	TP: -	TP < 1 mg/l

出典: JET

13. 結論と提言

本事業は公共用水域の水質汚濁の低減と公衆衛生の向上を行うことによりスリランカの持続可能な経済発展に寄与するものであると判断される。また、本事業はスリランカ国の上位計画に合致し、多くの環境社会的な便益がある。

今後の事業実施において以下の点に留意すべきである。

- (1) 詳細設計時に綿密な土質調査を実施する。
- (2) NWSDB は詳細設計時及び建設時において、下水処理場やポンプ場の用地取得を遅延なく行うために、下水処理の重要性の広報活動の実施と本事業の目的、用地取得や住民移転、戸別接続に関する理解促進のためのミーティングを頻繁に行うべきである。
- (3) NWSDB は事業の遅延を防ぐため関係機関と情報共有やスケジュール調整を行うべきである。特に、処理場建設前に排水路工事を完了させるために、SLLRDC やメガポリス・西部開発省が本事業スケジュールを理解することは重要である。
- (4) NWSDB は下水道サービスを受けられない人々にも本事業の便益をもたらすため、腐敗槽汚泥をポンプ場で受け入れ、下水とともに下水処理場で処理を行うべきである。