6章　洪水災害管理

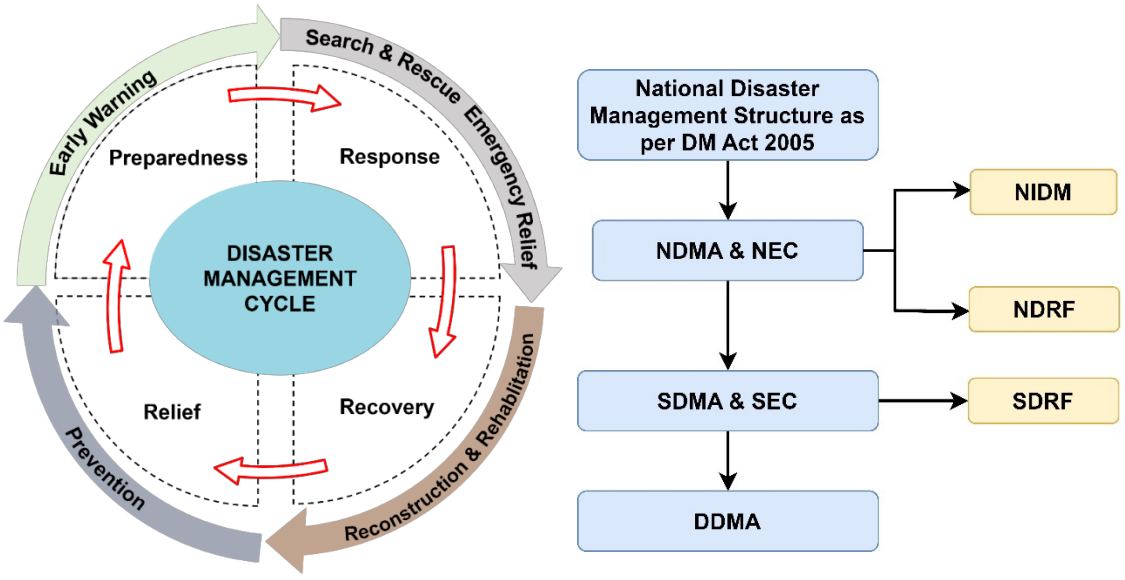
効果的な洪水災害管理には、洪水発生前、発生時、発生後の包括的なアプローチが必要である。洪水発生前には、緩和策と準備を実行することが重要である。発生中には、安全を確保し被害を最小限に抑えるための対応策に焦点が移る。発生後は、復旧活動が最も重要である。これには、インフラの点検と修復、被災者への支援、将来の洪水防止対策の実施が含まれる。これらの包括的な戦略を遵守することで、コミュニティは洪水に対する回復力を強化し、人的および物的損失を最小限に抑えることができる。

本章では、チェンナイの既存の洪水災害管理の枠組みを把握し、制度上の取り決め･政策のギャップ､過去の災害時に重大な被害をもたらした課題に焦点を当てる。日本の参考となる事例を活用して、洪水発生前、発生中、発生後の洪水管理を強化するための実践に向けた奨励事項を提案する。提案した対策は、地方自治体の継続的な取組みを補完し、これを基盤に、チェンナイの洪水リスクを軽減するためのより強靭で効果的なシステムを促進することを目的とする。

6.1　既存の政策、計画、制度の概要

6.1.1　国家レベルでの災害管理

2005 年の災害管理法により、インドの災害管理を監督する国家レベルの国家災害管理局(NDMA) が創設された。州レベルでは、首相が議長を務める州災害管理局 (SDMA) が政策の策定、計画、調整を行う。Tamil Nadu州災害管理局 (TNSDMA) はTamil Nadu州でも同様に活動しており、Chief Secretaryが最高経営責任者を務める。地区災害対策当局 (DDMA) は、District Collector (地区担当上級行政官) が指揮し、地方レベルで災害管理において重要な役割を果たしている。Figure 6-1に、2005 年の国、州、地区、および地方レベルでの制度的および調整メカニズムである災害管理法に基づく災害管理体制を示す。



出典: JICA Expert Team、TNDRRA データと 2005 年 NDMA 法を使用

Figure 6-1: 災害管理システムの実践と構造

その他の主な国家レベルでの洪水管理に関連する戦略と計画のリストを以下に示す。

- 国家災害管理政策（2009）
- 国家災害管理計画（2016）
- インド国首相の DRR に関する 10 項目のアジェンダ（2016）
- 国家災害管理ガイドライン、テンプレート、標準運用手順（SoP）。

国家災害管理政策（2009）は、インドにおける災害リスクの軽減、準備、対応、復旧のための包括的な枠組みとして機能している。リスク評価と緩和、あらゆるレベルでの組織強化、トレーニングとイノベーションによる能力構築など、重要な側面に焦点を置いている。この政策はインド全土で効果的かつ包括的な災害管理を行うための戦略的なロードマップを示している。

国家災害管理計画 （2016：NDMP）は、災害管理のすべての段階の運用措置を詳細に規定することで、国家災害管理政策を補完している。リスク評価、ハザードマッピング、緩和戦略を重視しながら、多様な関係者の役割と調整メカニズムを定義している。さらに、緊急のニーズと持続可能な復興に対応する復旧戦略を強調している。

2016 年の首相の災害リスク軽減（DRR）に関する 10 項目のアジェンダでは、インドの災害耐性を強化するための優先事項が概説されている。ここでは、リスク評価、DRR インフラ投資の増加、革新的なテクノロジーの採用が強調されている。このアジェンダでは、リスクファイナンスと保険に加えて、回復力のあるインフラ、堅牢なガバナンス、効果的な早期警報システムを推進しており、また、国民の意識向上、教育、気候変動への適応を DRR 戦略に組み込むことの重要性を強調している。

インドの国家災害管理局（NDMA）は、標準化された効果的な災害管理慣行を確保するための包括的なガイドライン、テンプレート、および SoP を開発した。ガイドラインは、リスク評価、災害対応、早期警報システム、およびセクター固有の戦略のフレームワークが記載されており、あらゆるレベルでの災害への備えをサポートしている。災害管理計画のテンプレートは、当局が国、州、地区レベルで体系的で一貫性のある計画を策定するのに役立つものであり、SoPは、役割、調整メカニズム、および対応プロトコルを定義して、災害管理活動を合理化するものである。 NDMAのWebサイトから入手できるこれらのリソースは、体系的かつ効率的な災害リスク軽減に対するインドの取り組みを反映している。

6.1.2　Tamil Nadu州とチェンナイ地区の災害管理

Figure 6-2に過去の洪水のタイムラインと実施された戦略・政策を、Figure 6-3に政策の策定、州の災害管理計画の承認、全ての災害管理機能監視を担当するTamil Nadu州災害管理庁(TNSDMA)の体制を示す。本調査では、以下のTamil Nadu州とチェンナイ地区の災害管理に関する利用可能な政策のフレームワークとその他の関連文書をレビューした。以下は、この調査でレビューされたTamil Nadu州とチェンナイ地区の災害管理に関する利用可能な政策フレームワークとその他の関連文書のリストである。

- Tamil Nadu州災害管理政策（2023年）

2023年の政策は、気候適応と回復力を優先するTamil Nadu州の災害リスク管理への取り組みを反映している。この政策は、マルチハザードアプローチ、テクノロジーの統合、コミュニティ参加を重視している。この政策は、自然災害と人為的災害の両方に対処するための戦略的フレームワークを提供し、仙台防災枠組などの国際フレームワークと一致している。ただし、詳細な実施ガイドラインと測定可能な目標がないため、運用の明確化が妨げられる可能性がある。

- Tamil Nadu州災害管理計画

この計画は、Tamil Nadu州全域で発生する洪水、サイクロン、地震などのさまざまな災害シナリオを網羅した、災害への備え、対応、復旧の詳細な構想である。また、部門間の調整とリスクコミュニケーションの重要性も強調している。しかし、Tamil Nadu州の沿岸部と都市部、特に平坦な地形を持つ沿岸都市部は洪水に対して非常に脆弱であり、このようなチェンナイの特有の課題により適した内容とする必要がある。

- Tamil Nadu州災害管理展望計画（2018-30）

この展望計画は、インフラ開発、気候適応、リスクに配慮した都市計画を重視し、災害に対する回復力に関する長期ビジョンを概説している。しかし、この計画は一般的な災害管理を示している傾向があり、地域に特化した詳細な災害管理アプローチが欠けているため、計画の実施と関連性を高めるために、地域固有のデータをより多く取り入れ、堅牢な監視および評価システムを確立する必要がある。

- 地区防災計画

地区災害管理計画:地区レベルの計画であり、州の政策を効果的にローカライズし、地域の状況に合わせた緊急対応、復旧、洪水低減のロードマップを提供する。迅速かつ効果的な行動を確保するために、組織の責任と災害固有のプロトコルを概説しているが、多くの計画が標準化されたテンプレートに基づいており、地区固有の脆弱性や能力が考慮されていないという問題点がある。

- チェンナイ市災害管理展望計画（2019-2030年）

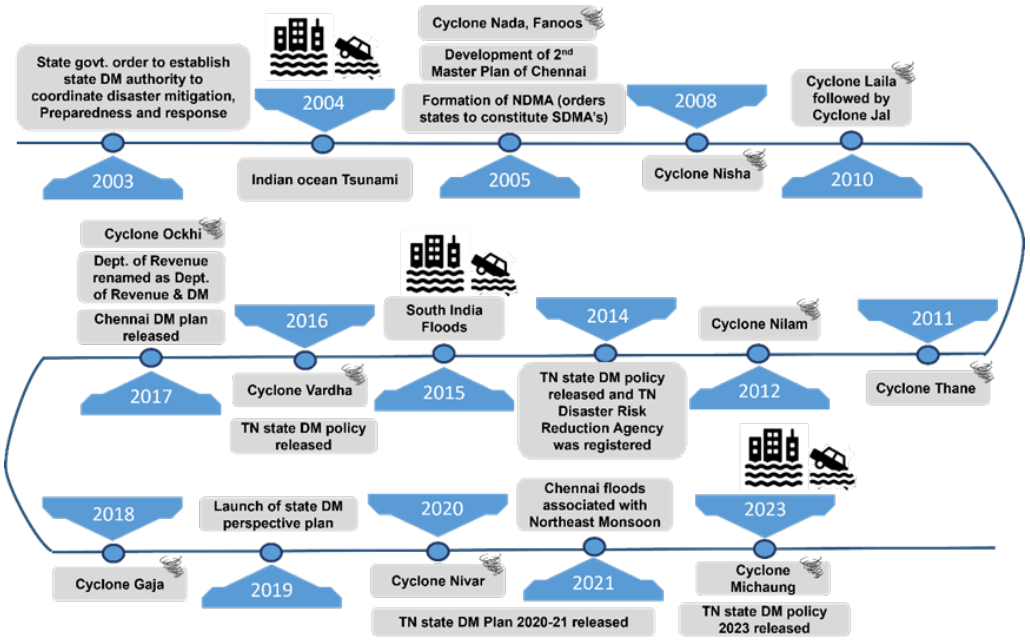
この計画は、自然を活用したソリューションや持続可能な都市計画などの対策を通じて、都市洪水、熱波、サイクロンといったチェンナイの災害リスクに対処を図っている。早期警報システム、市民の意識、回復力のあるインフラストラクチャの重要性を強調している。一方で、この計画には実行戦略、資金調達メカニズム、利害関係者のパートナーシップに明確な焦点が当てられていない。

- 洪水リスクに関する諮問委員会報告書（2023年3月）

この報告書では、洪水リスクの詳細な分析、災害頻発箇所の特定、インフラの更新、早期警報システム、氾濫原管理などの洪水緩和戦略の推奨が示されている。また、気候変動の考慮を洪水リスク計画に組み込むことの重要性も強調されている。

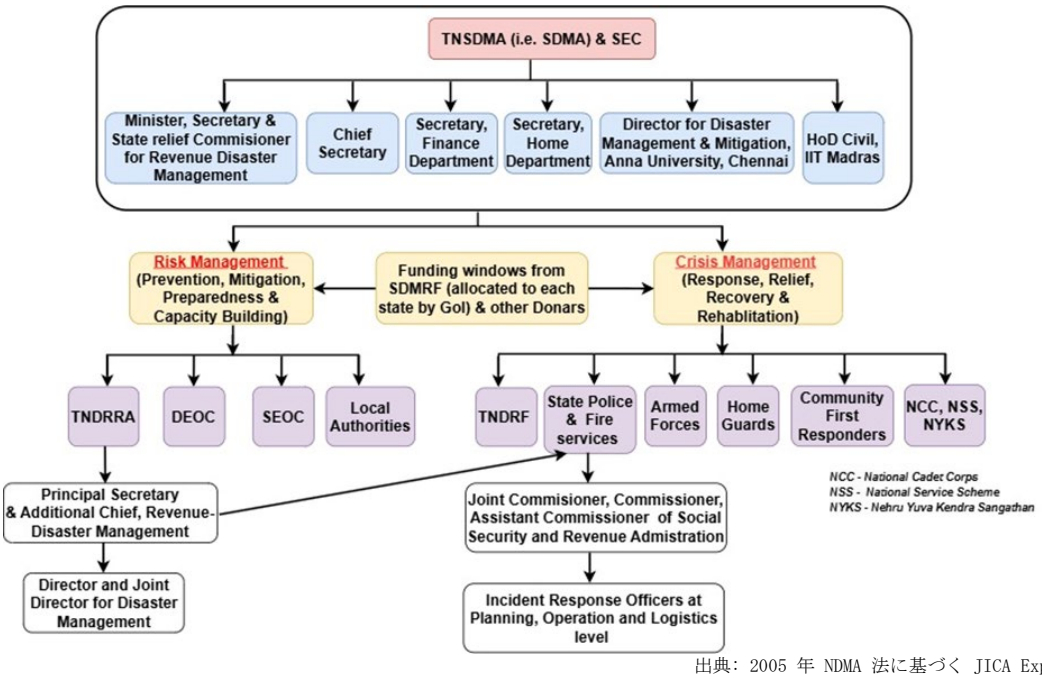
- Tamil Nadu州ビジョン 2023

Tamil Nadu州ビジョン 2023 は、経済成長、インフラの近代化、社会開発に向けた変革ロードマップとしての役割を果たしている。支援目標として災害管理が含まれているが、都市の回復力や気候適応には十分に対処しておらず、長期的な成長を維持するうえで課題が残っている。災害リスク軽減戦略を州の経済的優先事項と一致させることが重要である。



出典: JICA Expert Team

Figure 6-2: Tamil Nadu州の主要な災害事象と災害管理政策のタイムライン



出典: 2005 年 NDMA 法に基づく JICA Expert Team作成

Figure 6-3: 州レベルの災害管理体制

6.1.3　チェンナイの災害管理および緊急水害対策室

Tamil Nadu州の緊急対策センター（SEOC）は、警報の受信と発令、緊急活動の調整、災害状況の監視など、洪水災害管理を含む緊急対策において重要な役割を果たしている。災害時に継続的な支援を提供するために設立されたSEOCは、特にモンスーンシーズンには24時間稼働し、エンジニアが常駐して災害管理データを収集し分析などを行っている。SEOCは、Tamil Nadu州の災害管理に関するより大規模な戦略の一環として、2024年8月に発足した近年新設された組織である。

グレーター・チェンナイ・コーポレーション（GCC）は、気象、水路、汚染など、市全体のデータを一元管理するために統合指揮制御センター（ICCC）を導入した。ICCCは、TNUIFSLが世界銀行の資金のもと開発中のリアルタイムの洪水予測システムを既存のシステムに統合することで、洪水管理を強化することを目指している。ICCCは洪水センサーとカメラ活用して主要な市街地を監視し、潜在的な洪水に関する早期警告を提供することが可能である。本システムは、地区レベルでの降雨予測や重要な湖や川の監視など、予測機能の向上させるために継続的に拡張されている。

6.2 過去の大洪水と現在の水害対策計画

6.2.1 過去の大規模な洪水被害

チェンナイには、南西モンスーン（6～9月）と北東モンスーン（10～12月）の2つの主要なモンスーンの季節がある。南西モンスーンは、主に南西部から降雨をもたらすが、チェンナイの降水量はインドの他地域と比較して相対的に少ない。一方、北東モンスーンは、後退する南西モンスーン風とベンガル湾での低気圧の形成によって降雨を引き起こす。北東モンスーンは時には長期間の大雨をもたらすが、この地域の水資源の補給や貯水池の水量維持において非常に重要である。一方、洪水につながることがある。

顕著な洪水は、1943 年、1976 年、1985 年、1991 年、1996 年、1998 年、2002 年、2005 年、2008 年、2015 年、2020 年、2021 年、2023 年に発生した。このうち、1996 年の洪水は南西モンスーンによって引き起こされ、6 月中旬に発生した。残りの大規模な洪水はすべて北東モンスーンによるもので、10 月から 12 月に発生した。Table 6-1に顕著な洪水被害の洪水年、日最大降雨量、被害概要を示す。

Table 6-1: チェンナイにおける過去の大規模洪水の概要

洪水の発生年	洪水の状況
1943	Cooum川とAdyar川の洪水により深刻な被害が発生した。市内では大雨が降り、大きな混乱と物的損害が発生した。
1976	24時間にわたる降雨により、Kosasthalayar流域、Cooum川、Adyar川で大きな被害が観測されました。最大日降雨量: 452.4 mm (Nungambakkam)
1996	これは6月に発生した南西モンスーンによる唯一の洪水です。最大日降水量: 450.0 mm (Cholavaram & Thamaripakkam)
1998	洪水により日常生活が混乱し、交通、電力、給水システムが深刻な被害を受けました。この洪水により、チェンナイの都市インフラが激しいモンスーンの豪雨に対して脆弱であることを浮き彫りにした。
2005	前例のない日降雨量となり、Adyar川、Cooum川、Otteri Nallah、Buckingham運河、Virugambakam、Arumbakkam運河などの主要な河川や運河が氾濫した。42人が死亡、37人が負傷。最大日降雨量: 312.0 mm (Tambaram)
2015	氾濫被害により空港と鉄道が閉鎖された。州内で422人、チェンナイで289人が死亡。物的損害は14,602億ルピー。最大日降水量: 494.2 mm (Tambaram) で2005年より大きな豪雨となった。
2020	最大 300 mm の豪雨により洪水が発生した。ただし、天気予報と避難システムの改善により、犠牲者は減少した。最大日降水量: 300 mm (場所により異なる)
2021	34人が死亡、36,800人以上が被災、523軒の家屋が床上浸水。31,668haの農地が浸水。最大日降水量: 224.65 mm (ヴィルップラム)
2023	サイクロン・ミチャウンは大雨と強風をもたらした。24時間の最大降雨量は196 mm、3日間の降雨量は530 mm (ヌンガンバッカム) であった。

出典: JICA Expert Team

Table 6-2に1976 年から 2023 年までの主要な洪水を再掲する[1]。Adyar川やCooum川、Kosasthalaiyar川といった主要河川での洪水と排水路閉塞による都市洪水の双方の要因で氾濫する洪水が多い。

Table 6-2: 調査地域の主要な既往洪水

洪水年	洪水の原因	日最大降水量 (mm)	日最大降水発生日	総降水量 (mm)
1976	河川氾濫	452.4 Nungambakkam	11/25/1976	1264.5 (Meenambakkam)
1985	河川氾濫 排水路閉塞	329.0 Nungambakkam	11/13/1985	1271.7 (Nungambakkam)
1996	河川氾濫	450.0 Cholavaram &Thamaripakkam 347.0 Nungambakkam	6/14/1996	1704.6 (Nungambakkam)
2005	河川氾濫 排水路閉塞	312.0 Tambaram	12/13/2005	2108.0 (Nungambakkam)
2015	河川氾濫 排水路閉塞	494.2 Tambaram 475.0 Chembarambakkam	12/2/2015	2066.9 (Tambaram)
2021	排水路閉塞	237.1 Mylapore - DGP Office	12/31/2021	1816.0 (Cholavaram) 1785.0 (Mylapore)
2023	河川氾濫 排水路閉塞	293.4mm Nungambakkam	12/4/2023	921.4 (Nungambakkam)

出典: チェンナイ地下鉄における洪水リスクの軽減と管理に関する諮問委員会「洪水リスク削減: 最終報告書」2023 年[2]

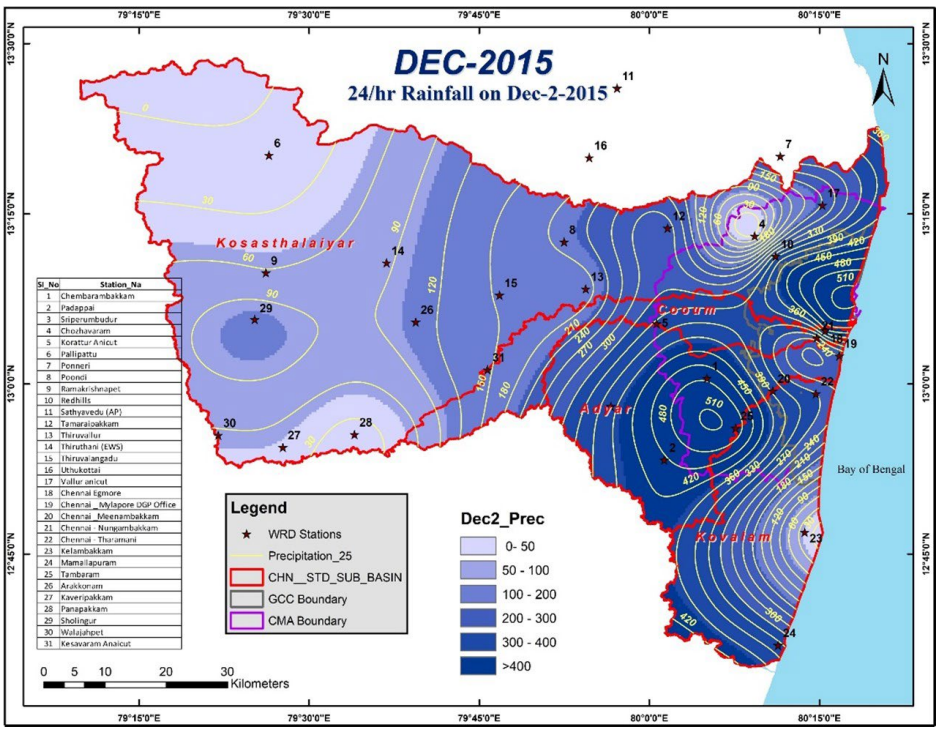
[1] 第1章、Table 1-5 を本検討の内容に合わせて修正を加えてたものを再掲する。
[2] 2021 年に SECON-JBA 調査チームによって実施された作業に基づいている。

6.2.2　2015 年洪水の詳細

2015 年の洪水は既往最大被害の規模であり、チェンナイ市に甚大な影響を与えたため、詳細な被害状況を整理した。この洪水は近年で最も甚大な被害を与えた洪水であり、インフラ、農業、人命を含むさまざまな分野に影響を及ぼした。洪水により多くの死傷者が発生し、数千人が避難を余儀なくされ、数十億ドルの経済的損失を生じた。降雨量の規模に対して不十分であった洪水対策、貯水池の氾濫、排水システムの障害は、都市の洪水に対する備えとインフラの脆弱性を浮き彫りにした。そのため、2015 年の洪水は、洪水災害管理の問題（洪水発生前、発生中、発生後）を理解し、チェンナイの災害管理戦略を改善するために重要な洪水実績であるといえる。

本洪水は非常に激しい北東モンスーンによって生じ、市内とその周辺地域において広範囲に洪水が発生した。洪水は 2015 年 11 月初旬に始まり、最も深刻な影響は 2015 年 11 月 28 日から 12 月 2 日の間に発生した。都市は継続的に豪雨に見舞われ、総降水量はTambaramで 2,066.9 mm、Mylaporeでは 1,785 mmに達した。これはチェンナイ市の平均年間降雨量を大幅に上回り、排水能力を大幅に超過した。

Figure 6-4に、2015年 12月 2日の24時間降水量の等雨量線図を示す。この図から、Adyar流域で特に降雨量が多いことがわかる。数回の激しい降雨があった11月に続いて、12 月1日から4 日にかけて予期せぬ豪雨が発生し、GCCの対応が追い付かず、重大な被害につながった。Table 6-3は、Figure 6-4に示す31の雨量計に基づくティーセンポリゴン法を使用した2015 年 12 月の洪水時に調査地域の流域平均雨量である。Table 6-4は、同様の手法で算出した4 流域およびGCC・CMA 地域の流域平均雨量である。



出典: WRD 観測降雨量に基づきJICA Expert Team作成

Figure 6-4: 2015/12/5における24時間降雨量の等雨量線図

Table 6-3: 調査地域における 2015 年の洪水で観測された降雨量

洪水イベント	1日 (mm/日)	2日 (mm/2日)	3日間 (mm/3日)	4日間 (mm/4日)	5日間 (mm/5日)	6日間 (mm/6日)
2015年12月	220.6 (1/80～1/100)	277.3 (1/30～1/50)	299.2 (1/20～1/30)	318.2 (1/20～1/30)	354.6 (1/20～1/30)	389.3 (1/30～1/50)

括弧内の数字は、降雨発生の確率年を示す。
出典: JICA Expert Team

Table 6-4: 2015 年の洪水時に対象流域および管理地域で観測された降雨量

対象エリア	日降雨量 (mm/日)	2日間降雨量 (mm/2日)	3日間降雨量 (mm/3日)	4日間降雨量 (mm/4日)	5日間降雨量 (mm/5日)	6日間降雨量 (mm/6日)
CMA	361.2 (1/80～1/100)	397.7 (1/30～1/50)	428.9 (1/20～1/30)	452.9 (1/10～1/20)	463.6 (1/10～1/20)	487.6 (1/10～1/20)
GCC	334.8 (1/50～1/80)	378.4 (1/20～1/30)	418.3 (1/10～1/20)	442.1 (1/10～1/20)	494.8 (1/10～1/20)	514.7 (1/10～1/20)
Adyar 流域	394.2 (1/80～1/100)	440.1 (1/50～1/80)	465.5 (1/50～1/80)	482.6 (1/30～1/50)	503.2 (1/30～1/50)	533.3 (1/30～1/50)
Cooum 流域	245.4 (1/50～1/80)	291.0 (1/20～1/30)	313.0 (1/10～1/20)	399.9 (1/30)	445.0 (1/30～1/50)	491.6 (1/30～1/50)
Kosasthalayar 流域	185.0 (1/30～1/50)	224.8 (1/10～1/20)	232.1 (1/10～1/20)	276.1 (1/10～1/20)	316.0 (1/20～1/30)	334.7 (1/20～1/30)
Kovalam流域	400.9 (>1/400)	464.0 (1/100～1/150)	495.7 (1/80～1/100)	519.4 (1/50～1/80)	551.7 (1/50～1/80)	614.9 (1/50～1/80)

括弧内の数字は降雨発生の確率年を示す。
出典: JICA Expert Team

洪水は、Adyar川、Cooum川、Kosasthalaiyar川流域をはじめ市内およびその周辺の主要な河川流域に影響を及ぼした。雨水排水として活用されている広範な運河や河川が氾濫し、人口密集地域において広範囲に浸水被害が発生した。合計約1万戸の家屋が浸水し、市内ではで289人以上が犠牲となった。また、数千人が避難生活を余儀なくされ、経済的損失も甚大であった。

洪水により、道路、橋、住宅などのインフラにも大きな被害が生じた。停電が広範囲に発生し、通信システムが寸断されたため、救援活動が困難となった。市内の主要病院や学校の多くが、洪水のため一時閉鎖を余儀なくされた。また、農作物や農地に甚大な被害をもたらし、特に市郊外では31,668haの農地が浸水した。

人的・物的被害に加え、経済への長期的な影響も大きかった。Tamil Nadu州における推定経済損失総額は約1,460億2,000万ルピー（2015年レートで約22億米ドル）で、最も大きな被害を受けた地域はチェンナイであった。洪水で流された瓦礫、下水、産業廃棄物によって川や湖などの水域が著しく汚染され、長期的な環境への影響も生じた。

2015 年のチェンナイの洪水は、異常気象に対する都市の脆弱性を顕在にし、より良い都市計画、治水対策、インフラの回復力の必要性を明確にした。これを受け、政府や多様な組織は、排水システムの改善、洪水予測、将来の洪水のリスクを軽減するための貯水池の強化など、洪水管理戦略の改善に注力した。現在でも2015 年の洪水は依然として、気候変動と都市化が都市の洪水リスクに与える影響を再確認するための教訓となっている。

2015 年 12 月の洪水時の降雨量は、既往最大雨量に達していない状況下で、2015 年にチ

ェンナイ史上最も甚大な洪水被害をもたらした。その原因は、豪雨に加え、洪水発生前、発生中、発生後の不十分な洪水管理が考えられる。この課題は、2020年、2021年、2023年の大規模な水害にも該当する。将来の洪水管理戦略を改善するには、課題の原因を特定することが重要である。共通の課題認識を持ち、一部はTNDRRAやDDMによって既に対処されている。ただし、さまざまな段階にわたる総合的な災害管理をより重視する必要がある。

6.3 チェンナイにおける洪水災害管理の包括的なギャップ分析

チェンナイは過去 10 年間で2015 年、2020 年、2021 年、2023 年に大規模な洪水が発生し、度重なる洪水災害に直面している。これらの洪水は生命、生活、重要なインフラと広範囲にわたる甚大な被害をもたらした。これらの洪水災害によって、洪水発生前の対策、洪水中の対応、洪水後の復旧の取組み等の洪水災害管理における体系的な対策不足が露呈した。この分析では、具体的なケーススタディと詳細な検討に基づいてこれらのギャップを特定し、改善のための実用的な洞察を提案する。この調査結果は、過去の洪水事象の網羅的な調査と、チェンナイの地方自治体の洪水災害管理者へのインタビューに基づく。

6.3.1 洪水ハザードマップの欠如

洪水ハザードマップは、洪水が発生しやすい地域を特定し、都市計画への活用や防災対策を強化するために不可欠である。チェンナイでは、正確な洪水ハザードマップが更新されていないことが、洪水管理における大きな課題となっている。2015 年、2021 年、2023 年に発生した洪水で特にこの課題が顕著となった。この三洪水ではVelachery、Madipakkam、Saidapetなどの地域が深刻な浸水に見舞われた。また、Kovalam流域の人口密集低地地域、Adyar川沿川、および北Buckingham運河沿いのCoum川とKosasthalaiyar川の間の住宅地帯においても深刻な浸水被害が発生した。多くの住民は避難が間に合わず、災害対応が不十分となった。2023 年の洪水では、北Buckingham運河沿いの浸水が約 3 日間続き、地域の災害管理活動も困難を極めた。適切な洪水ハザードマップがなく、適切な立地での住宅開発や避難先が明確でなかったため、これらの地域で被害が拡大したといえる。

さらに、チェンナイでは都市化が進む中、最新のハザードマップが存在しないため、洪水リスクが都市計画に十分に反映されていない。本プロジェクトで検討する治水マスタープランでは、様々な縮尺、様々な確率年に対応する新しい洪水ハザードマップを提案しているが、これらのマップの活用はまだ十分に普及しておらず、地域の都市計画、コミュニティの準備、緊急対応の枠組みに活用されていない。これを対処するために、アクションを提案し、優先順位をつける必要がある。

6.3.2 不適切な早期警報システム（EWS）

インド気象局（IMD）は、黄色、オレンジ、赤色等のカテゴリーで大雨に関する警報を発令している。TNDRRAは、アフリカ・アジア地域統合マルチハザード早期警報システム（RIMES）からサイクロンの動きや局地的な大雨に関する情報を受け取っている。

しかし、チェンナイの正確な洪水予測と早期警報システムには依然として大きな課題が残

っている。IMDの大雨警報は通常、降雨が予想される数日前に発令され、降雨が近づくにつれて警報が更新される。ただし、これらの警報は比較的広範囲の地域に発令されており、詳細な場所は特定されていない。さらに、本予測には洪水発生の可能性が高い地域に関する詳細な情報が欠如しており、提供されるのは予想される降雨量の大まかな予測にとどまっている。例えば、チェンナイ都市圏（CMA）全体とその周辺地域が1つの地区としてまとめられることが多い。

特に 2015 年の洪水時には、早期警報システムが不十分だったことによりダム管理者が貯水位を効果的に調整することができなかった。チェンナイにおける洪水対策を強化し、その影響を軽減するには、早期警報システムを強化することが不可欠である。

早期警報システムは、ダムの運用だけでなく、水域やタンク内の洪水貯留を管理するためにも重要である。さらに、洪水が発生しやすい地域の住民に迅速に警報を発令し、効率的な避難を助長するためにも不可欠である。チェンナイ都市部の洪水管理を改善するため、現在世界銀行の資金援助を受けて、リアルタイム洪水予測（RTFF）システムが開発中である。このシステムは、緊急事前放流を実施し、堤体越流のリスクを軽減し、洪水発生前に洪水の安全に処理することにより、ダムの運用を強化する。

6.3.3　標準作業手順（SOP）の評価と更新の欠如

洪水管理上のSOPとは、洪水発生時の準備、対応、復旧措置など、洪水関連の活動を管理するための標準化された手順または一連のガイドラインを指す。これらの手順は、洪水災害時に調整を確保し、被害を最小限に抑え、迅速な対応を確保するために不可欠である。効果的な災害対応は、標準運用手順（SOP）の可用性と迅速な発動が重要である。インドの国家災害管理局（NDMA）は、災害管理におけるガイダンスを提供しプロセスを標準化するために、多様なガイドライン、テンプレート、SOP を開発してきた。 2015 年の洪水後、Tamil Nadu州とチェンナイ地区の多岐にわたる災害管理活動をガイドするために、いくつかの SOP が開発された。しかし、2020年、2021年、2023年の洪水により、チェンナイの増大する洪水リスクを考慮したSOPの評価と更新が不足していることが明らかとなった。2020年と2021年の洪水では、SOPの発動が遅れたことにより、MugalivakkamやPorurなどの地域で救助活動が連携されず、被災地域の状況をさらに悪化させた。洪水対策マスタープランの推奨事項に対処するため、これらの SOP を定期的に見直し、更新することも重要である。

6.3.4　断片的な指揮統制と政府機関間および機関内の不十分な連携

効果的な災害対応には複数の機関間のシームレスな連携が必要であるが、チェンナイはこの点で大きな課題に直面しており、しばしば洪水対応の遅れや非効率を招いている。2015 年の洪水は、2014 年（2015 年の洪水の1 年前）に設立されたばかりのTamil Nadu州災害管理局（TNSDMA）とGCCやTNWRDなどの間で責任割当が十分に確認されず、連携不足や責任の重複が露呈した。これにより、特にチェンナイ市のゾーン8とゾーン10、およびTNWRDによるChembarambakkaダムの運用で混乱が生じ、その結果、避難や救援物資の配布などの意思決定や対応の遅れが生じた。これらの機関間に明確な役割分担がないため、対応が複雑になり、コミュニティへの迅速な支援が遅れた。

それ以来、著しく改善が加えられてきた。2023 年の洪水では、さまざまな機関の間で責任の分担がより明確になり、2015 年に経験した課題の一部が緩和され、より連携された対応が示された。2016 年に設立され、2024 年 8 月に更新/拡張された州緊急作戦センター（SEOC)は、政府機関間の調整を改善する上で極めて重要な役割を果たし、対応活動においてより協働的な取組みを可能にした。洪水管理プロセスの連携が改善され、各機関がリアルタイムで情報を共有できるようになり、意思決定がより効率的になり、より迅速な対応が可能となった。

しかし、課題は現在でも存在し、対応段階および復旧段階での全体的な調整は改善されたが、いくつかの分野には依然として注意が必要である。さらに、停電や断水による復旧作業の遅れや、洪水の影響を受けた地域の水質汚染も依然として大きな課題となっている。大きな課題の 1 つは、洪水時の交通管理の調整にあり、これは依然として課題である。2023 年の洪水では、道路が極度に渋滞し、救急隊や避難者の移動が妨げられるケースがあった。Table 6-5に、10 年確率洪水および 100 年確率洪水における各流域の主要道路および幹線道路の浸水のおおよその期間を示す。これは、洪水発生前および洪水中の適切な交通管理の重要性を示している。

Table 6-5: 主要交通網の浸水期間

流域	確率年	0～12時間	12～24時間	24～36時間	36～48時間	48時間以上
Adyar	10年	498.8	326.2	117.3	45.7	4.1
	100年	612.3	401.8	220.3	101.3	26.3
Cooum	10年	190.3	137.1	79.2	34.8	5.6
	100年	315.2	205.2	139.2	68.5	11.9
Kovalam	10年	368.5	269.4	125.1	76.4	26.6
	100年	382.5	289.1	147.4	84.3	43.4
Kosasthalaiyar	10年	602.3	454.5	257.1	116.4	48.7
	100年	875.4	627.1	385.1	182.5	74.9

出典: JICA Expert Team

さらに、電力供給、水道、通信などのライフラインの保護に関する課題も依然として残っている。例えば、2020 年の洪水では、市内のある地域で停電と断水により復旧作業が遅れた。また、2023 年の洪水の際には、チェンナイの製油所から洪水被害地域に石油汚染が広がった。

さらに、緊急対応や洪水後の期間における調整は改善されたが、洪水対策活動は依然として同様のレベルの統合が不十分である。調整の枠組みは現在、洪水現象や即時対応段階ではより効果的であるが、資源の事前配置、交通管理計画、早期警戒段階における重要なライフラインの機能確保などの準備活動の観点では、さらなる強化が必要である。

これらのギャップに対処するためには、一元化された調整メカニズムの確立が重要な優先対応事項である。役割と責任が明確に定義された明確な枠組みがあれば、洪水管理に関与す

るすべての機関が迅速かつ効率的に行動が可能となる。このメカニズムは、特に洪水発生前の初期段階で、作業の重複と混乱を最小限に抑えるのに役立つ。特に交通管理、公共施設の保護、資源の事前配置などの分野で洪水前の調整を改善することで、災害対応の遅延を大幅に削減し、洪水に対する全体的な回復力を向上させることができる。

6.3.5 不十分な排水インフラの運用と維持管理

チェンナイの排水インフラは、マクロ排水とマイクロ排水という 2つの主要な洪水管理システムで構成されている。マクロ排水には、大雨や上流の放流時の河川の洪水を管理する河川やBuckingham運河などの主要な水路が含まれる。マイクロ排水は、マクロ排水管および雨水排水管（SWD）に接続された小規模な排水管であり、雨水をマクロシステムに導く二次および三次ネットワークとして機能し、雨水による洪水を軽減する。しかし、どちらのシステム流下能力も不十分であり、中程度の降雨現象にも対応できていない。これらの課題に対して、第 2 章および第 3 章で、タンクでの洪水貯留による流量低減や河川の流下能力向上と、その河川（Buckingham運河、Adyar川、Cooum川）に接続する排水路の改善提案をしている。

しかし、排水路の機能は、瓦礫、不適切な廃棄物の処理、都市化による水路幅減少によって引き起こされる閉塞によって頻繁に低下する。定期的なメンテナンスと維持管理の欠如によりさらに河道閉塞を悪化させ、深刻な浸水や洪水につながる。これらの課題は、都市の日常生活に混乱をもたらすだけでなく、異常気象に対する都市の回復力を低下させる要因となっている。そのため、排水インフラの改良、適切な維持管理、および最適化に向けた調整された取り組みを緊急に推進する必要がある。

2023年の洪水は、都市の排水網、特にAnna NagarやKodambakkamなどの排水システム改善に投資している地域で、大きな降雨でないにも関わらず長期にわたる浸水が発生した。この事例はメンテナンスの改善と能力の改善非効率に行われている可能性とそれらが喫緊の課題であることを示している。2015 年と 2021 年の洪水の際にも同様の課題が確認され、VelacheryやTambaramなどの地域は、排水管の詰まりや排水路の遮断により深刻な浸水に直面した。

排水システムの不備には、いくつかの要因が考えられる。

- 排水路の遮断：Cooum川、Adyar川、Buckingham運河などの重要な運河や水路は、無許可の建設や埋め立てにより水路幅減少または閉塞されており、洪水の流下能力が大幅に低下している。
- 廃棄物処理による閉塞：不適切な廃棄物処理により河川や排水路が閉塞すると、流下能力が低下し、大雨時の浸水や洪水リスクの増大につながる。定期的な廃棄物管理と清掃は、機能を維持するために不可欠である。
- 定期的な維持管理の不足：定期的な浚渫、瓦礫や植生の除去が行われていないと、排水管の詰まりが発生し、降雨時にシステムが機能しなくなる。
- 老朽化したインフラ：多くの排水システムは老朽化しており、急速な都市化や気候変動による流出量の増加に対応できる設計となっていない。

その結果、これらの問題は相互に影響を及ぼし、ドミノ的に被害を拡大させる。浸水は交通機関への支障をきたし、社会への損害・健康被害を与え、対応の遅れや政府機関間の調整不足が被害の拡大を招く要因となっている。

6.3.6　緊急ダムおよび水域運用プロトコル:

チェンナイの 4つの主要ダム（Chembarambakkam、Poondi、Redhills、Cholavaram）は市の水道用水供給にとって重要である。しかし、これらのダムには洪水調節のための規定が整備されていない。これらのダムは主に利水を目的として設計されており、洪水のリスクを軽減することを目的とはしていない。その結果、大雨が降ったとき、これらのダムへの過剰な洪水流入への対応に苦慮してきた。2015 年の洪水時には、Chembarambakkamダムからの緊急放流により、合流点の下流、空港、Saidapetなどの下流地域で深刻な洪水被害が発生した。リアルタイムモニタリングが欠如していたことによりダム管理当局が適切な放流判断をすることが困難であった。洪水は経済損失のみならず、被災地域の人命と生活に重大な危険をもたらした。

これらのダムが直面する課題に加えて、洪水対策マスタープランでは、Adyar流域で50 のタンクや水域の洪水貯留能力を高めることの重要性を強調した。ダムの運用プロトコルを見直しの必要があることは明らかであるが、市全体の洪水リスクを効果的に管理するには、プロトコルの更新にダムだけでなく他の水域やタンクも含める必要がある。

6.3.7　救援・救難資源、避難所管理、生活保護対応への不十分な事前配置

脆弱な地域における緊急リソースの事前配置が不十分であることが、チェンナイの洪水対応システムにとって大きな課題となっている。必要な物資が事前に配備されていないため、迅速な救援活動が妨げられ、洪水時の被災住民への支援の遅れにつながる。 2015年、2020年、2023年の洪水時にTambaram、Velachery、Mudichurなど洪水の危険性が高い地域は、食料、水、医療キットなどの緊急物資の配布が大幅に遅れるという事態に直面した。特に、2023 年の洪水では特に食糧供給における救援活動が大幅に遅れた。これらの地域は主に洪水が発生しやすい地域として認識されていたが、救援や救難の資源が事前に適切に配置されていなかった。これらの地域への資源支援が遅れると、住民の苦痛は増大し、長期化することになる。2015 年の洪水でも同様の遅延が見られ、チェンナイ南部の多くの地域では、物流の途絶と不十分な資源配分により、迅速な救援を行うことが出来なかった。

避難所の管理も洪水対応の重要な要素であり、災害中および災害後に避難民が安全、安心で十分に設備の整った避難所にアクセスできるようにする必要がある。チェンナイでは、2015 年洪水で避難所管理の重大な弱点が明らかになった。Anna NagarやKodambakkamの一部を含む多くの被災地域では、家屋が水没したために多くの住民が避難を余儀なくされた。しかし、一時避難所は過密状態となった場所が多く、衛生設備、清潔な飲料水、適切な換気などの避難所に必要な環境が整っていなかった。同様に、2023 年の洪水の際には、VelacheryやTambaramなどの洪水が発生しやすい地域の避難民は、管理が不十分な避難所に避難することを余儀なくされた。これらの避難所は衛生面における準備も不十分であり、避難者のニーズに対応するスタッフが不足しており、健康リスクや劣悪な生活環境につながっていた。

特にチェンナイのような洪水多発地域において、度重なる洪水により脆弱なコミュニティの経済活動に大きな影響を及ぼす可能性があるため、生活保護などの災害に対する回復力の確保は重要な政策である。2015 年と 2023 年の洪水により、特に路上販売、小規模ビジネス、農業などの非公式部門で地元の生活に重大な影響を及ぼした。たとえば、2023 年の洪水では、洪水により低地にある小規模小売店が浸水し、商品が流され、数週間にわたって小売り取引が停滞した。郊外の農家は浸水や灌漑システムの損傷により作物を失い、洪水後の収穫量が脅かされた。気候変動によって引き起こされた異常な降雨パターンによりすでに脆弱だった生計は、洪水によってさらに危険にさらされ、住民は長期的な経済的不安定に直面した。

戦略的な資源の事前配置、避難所管理、生活保護が欠如しているため、洪水への対応時間と処理が悪化する。重要な物資へのアクセスが遅れることにより、洪水発生時に本来防ぐことが可能であった被害や苦痛が拡大し、結果として犠牲者数の増加を招く可能性がある。さらに、KotturpuramやMudichurなどの洪水に脆弱な地域では、洪水がインフラを損傷してから初めて物資が動員されるため、適切な緊急対応計画が欠如していることが多く、緊急時の物流プロセスが機能不全に陥っている。

6.3.8　その他のギャップ

チェンナイの過去の大洪水では、次に示す大きなギャップが報告されている。

6.3.8.1.　不適切な洪水軽減事業と仮設堤防の設置

これまで仮設堤防などの洪水軽減措置が講じられてきているが、有効に機能しておらず、洪水管理システム上の大きな課題の１つとなっている。効果を確実にするための手法及びモニタリング、維持管理といったシステム的な管理が必要となっている。2015 年、2023 年洪水などの過去の洪水では、仮設堤防や洪水緩和策の配置が不十分であった、もしくは災害の規模に対処するには維持が不十分であったため、本課題が明らかになった。たとえば、2015 年の洪水では、KotturpuramやAdyar流域などの一部地域で、土のうで作られた仮設堤防が広く使用された。しかし、不適切な配置と度重なる洪水により、仮設堤防は洪水の流入を防ぐことができなかった。また、2023 年の洪水では、Kovalam流域と北Buckingham運河に沿って土のうによる仮設堤防が設置されたが、大雨時の洪水の急増に仮設堤防が耐久性を維持できなかったため、効果を発揮しなかった。Kovalam流域では、地元当局が急遽仮設堤防を設置したが、低地での浸水を食い止めることができなかった。仮設堤防は主に土のうで作られるが、補強やメンテナンスが行われていなかったため、水位が上昇した際に十分な耐久性を発揮出来なかった。

6.3.8.2.　洪水後の被害評価と補償の仕組み

チェンナイの洪水後の被害評価と補償の仕組みの欠如は被災地域の適切な時期での救援と復興を遅らせている。2015年の洪水時、市内の各地域、特にAdyar流域およびCooum流域周辺における被害範囲の評価にあたり、大きな困難が生じた。これは、迅速な損害評価を実施するための合理的なシステムが整備されていなかったこと、および影響を受けた住民を支援するためのメカニズムが不十分であったことに起因している。多くの場合、被害評価は洪水の

数週間後に実施され、地域社会は必要な修復のための支援を受けられず、すでに災害に見舞われている住民の困窮度がさらに悪化した。2023 年の洪水でも課題は残っており、洪水後の被害評価プロセスは時間がかかり、煩雑のままである。洪水により家屋やインフラに甚大な被害が生じたKovalam流域では、地方自治体と救援機関との連携不足により手続きと住民の補償受領が遅延した。被害を評価するための明確なガイドラインや標準化された手順がなかったため、補償額や補償範囲に一貫性がなく、多くの住民がこの手続きに不満を残した。

補償は、必要な仕組みではあるが、被害は構造物対策・非構造物対策で減らせるものである。従って、構造物対策・非構造物を優先的に進めていく事が必要である。

6.4 洪水災害管理の向上に向けた提言

洪水への備えを強化するために、最初のステップかつ最も重要なステップは、住民と利害関係者の間で洪水リスクに関する意識を高めることである。そのため、例えば、水深50cmまたは流速50cm/sの状況下では歩行が困難となり、個人の安全に重大なリスクをもたらす可能性があることを十分に理解してもらうなど、一般市民に対し洪水の危険性に関する適切な教育を行うことが必要である。国内外の事例を参考にして、これらのリスクを具体的かつわかりやすい方法で伝え、一般市民にも緊急性と現実感を意識させることが重要である。これらの工夫や取り組みを洪水ハザードマップ、一般市民の意識向上キャンペーン、およびコミュニティトレーニングプログラムに組み込むことで、住民は洪水発生時に適切に危険性を理解し、行動をとる準備が可能である。このアプローチは、洪水リスクに関する情報伝達や教育を強化するとともに、災害への備えに関する取り組みが実践的で現実的なシナリオに基づいていることを確保するものであり、災害管理のより広範な目標と一致している。

チェンナイでの過去の大洪水時を参考として、災害対応の現状と理想像とのギャップ分析と洪水災害管理の課題の調査に基づき、このセクションでは洪水発生前、発生中、発生後の洪水管理を強化するための提案の概要を示す。これらの提案は、特定された弱点に対処し、将来の洪水に対する都市の回復力を強化しながら、準備、対応、復旧の取り組みを改善する内容となっている。Table 6-6 とTable 6-7 は、災害サイクル（前、最中、後）とギャップに対処するために提案されたアクションに従って整理された現在の状況と改善された将来の状況の比較を示している。この表では、各アクションの優先度を決定するため、以下の指標を考慮した。

6.4.1 洪水災害前（洪水への備えと洪水災害防止）

洪水災害前に実施すべき災害管理対応として、本項の内容を提言する。

- 洪水ハザードマップ
  - 洪水ハザードマップを作成し、公開する。
  - 住民は洪水ハザードマップを理解し、洪水前の避難等、自発的に行動を起こす
  - 統一された洪水ハザードマップを使用することに対し、TNDRRAを中心として、CP 間で合意する。
  - 異なる確率年（例: 1/10 と 1/100）の洪水ハザードマップを作成する。
  - 災害リスクと避難情報はオンラインで共有される。
- 災害管理計画
  - 災害実績や災害対応状況に基づいて州の災害管理計画が改訂され、都市マスタープランに含まれる。
  - 災害管理計画と避難行動は、SOP に従いつつ、災害発生時の状況に柔軟に対応する。
- 災害管理センター
  - 洪水と津波に対する安全性を向上させるために、標高の高い場所に移転する。
  - 火災に対する安全性を向上させるために、災害管理センターの改善を継続する（火事の延焼に対し、耐性の強い施設へ改築や移転をする）。
  - 停電時のバックアップ通信システム（衛星災害デジタル化)を確保する。
  - 洪水災害の予警報システムが完全にデジタル化される。
- 予防対策
  - 河川と排水路の流下能力を改善する。
  - ダムの運用規則とダム警報システムを改善し、洪水被害を軽減する。
  - 統合型 SWD を開発し、水域の分散や水域間の接続性不足を解消する。
  - 固形廃棄物を適切に処分し、灌木などによる排水路の閉塞を解消する。
  - タンクと水域の失われたリンクを修復する。
- 事業継続計画
  - 企業は DRR 能力を強化するために防災計画を策定する。
  - 実際の災害時に、BCPに準拠した適切な避難行動、資産の保全を達成する。
- 気象観測と正確な予報
  - 気象予報と警報システムが改善され、統合される。
  - 気象レーダーの機能が改善され、降雨予測精度が向上する。
  - 河川流域の規模に基づき観測所が増設され、改善される。
- リスクコミュニケーション（予防能力）
  - 学校教育等でのリスク啓発とトレーニングにより、災害の備えを強化する。
  - ダムの緊急放流、適切な警告、避難に関する危険地域への情報を提供する。

- 洪水リスクに対する一般市民の取るべき行動の理解と改善を実施する。
- 避難施設の不足に対処し、衛生状態を改善する。
- デジタル洪水リスク情報への自由なアクセスを可能とする。

- リスクコミュニケーション（職員向けトレーニング）
  - 災害管理および熟練した専門家向けの技術トレーニングを強化する。
  - DDRF チームは、地域活動のための洪水対応の専門知識を習得する。

- リスクコミュニケーション（一般向けトレーニング）
  - DRRA は、DRF 主導のトレーニングと連携して、災害管理の効率性を高める。
  - 各人が災害管理のリーダーシップにより、ジェンダーに中立な救援を確実に行い、脆弱なグループを優先する。
  - 防災のデジタル化により、情報へのアクセス性を向上させる。

6.4.2 洪水災害中（緊急対応と被害軽減）

- 洪水早期警報
  - 専任スタッフと部署による信頼性の高いコミュニケーションを構築する。
  - マスメディア、インターネット、アナログによるコミュニケーションツールなど、複数のコミュニケーション方法を構築する。
  - 携帯電話アラート、災害ラジオ、掲示板等のインフラを整備する。

- 避難命令と調整
  - 明確な避難勧告と指示基準を策定し、実践する。
  - 災害発生の最新情報取得のためのメディアプラットフォームの開発を実施する。
  - 地域の災害リーダーのトレーニングとコミュニケーションツールを提供する。

- 救助と救援
  - 迅速な災害情報収集のための州と地方自治体の一層の協力関係を構築する。
  - インフラ被害報告のための公共部門と連携する。
  - 災害時に脆弱なグループを優先するポリシーを策定する。
  - さまざまなメディアを通じて共有される洪水救助と救援の最新情報を提供する。
  - TNDRF によるコミュニティの被害報告に基づいた最適な救助活動を実施する。

6.4.3　洪水災害後（緊急支援・復旧・復興）

- 被災者支援
  - 被災した住宅や仮設住宅の迅速な再建計画を作成する。
  - 公共事業体（水道、ガス、電気、交通）の速やかな復旧計画を作成する。
  - 脆弱層を優先した支援策を実施する。
  - 防災倉庫やホームキット等の緊急物資の迅速な供給を可能にする。
  - 被災者支援、避難所などの有用なデジタル情報を提供する。
  - 格差を是正し、貧困層を支援する公平な避難システムを構築する。
- 緊急インフラ復旧
  - インフラの緊急な修復に向けた行政官、官民の効果的な連携を構築する。
  - 大雨後の土砂除去作業を迅速化する。
  - ポータブルポンプの使用等による浸水地域の排水を強化する。
  - 損傷した道路や排水システムの迅速な復旧を可能にする。
- 緊急予算
  - 災害対応のための迅速な融資等の財政支援システムを確立する。
  - リスク管理の改善、保険の導入、DRR給付制度を創設する。
- 復旧・復興計画
  - 現地での災害実態と効果的な浸水対策を考慮した復興計画を策定する。
  - 防災センターや福祉施設をアップグレードする。
  - 被災地域の復興活動を促進し、支援する。

Table 6-6: 現状と改善に向けた提案（洪水前）

今後の洪水災害対策の改善に向けた提案						洪水災害対策の現状と課題
災害サイクル	活動	優先度	状況の改善	主な代理店	運営機関	現状
洪水災害の前に（備えと洪水災害防止）	洪水ハザードマップ	高	洪水ハザードマップを作成し、公開する。	TNDRRA	TNDRRA	洪水ハザードマップは一般市民や当局には公開されていない。
			住民は洪水ハザードマップを理解し、自ら行動できるようになる	TNDRRA	TNDRRA	住民は洪水の危険性を認識していない。
			統一した洪水ハザードマップの使用について、CP間で合意する。	TNDRRA	DDRA	ハザードマップの要件は各CPごとに異なる。
			異なる確率年（例：1/10 および 1/100）の洪水ハザードマップが作成される。	TNDRRA	DDRA	内陸洪水マップ（1/10の確率）が必要。
			災害リスクと避難情報がオンラインで共有される。	TNDRRA	DDRA	災害リスクと避難情報は限られており、デジタル化は遅れている。
	災害管理計画	中	州の災害管理計画は災害実績や状況に応じて改訂され、適宜都市マスタープランに組み込まれる。	TNDRRA	CMA自治体	災害計画は実際の状況を反映していない。
			災害管理の対応や実際の避難は、SOPと実際の状況に従って行われる。	TNDRRA	CMA自治体	地区レベルの地域防災対策が不十分。
	防災センター	中	洪水や津波の安全性を高めるために高台に移転する。	TNDRRA	TNDRRA	古いものは2015年の洪水後に設置され、2024年に更新された。
			浸水や火災に対する安全性向上のため、指令センターを継続的に改善する。	TNDRRA	TNDRRA	1階の指令センターは洪水や津波に対して安全ではない。
			停電時のバックアップ通信システム（衛星災害デジタル化）を確保する。	TNDRRA	TNDRRA	人的被害の評価とコミュニケーションは電話とインターネットのみに依存している。
			洪水災害の予測と警報システムが、完全にデジタル化される。	TNDRRA	TNDRRA	災害警報システムは不十分で、非効果的である。
	予防対策	中	河川と排水路の流下能力を継続的に向上する。	TNWRD	TNWRD	下流の河川改修と排水能力が不足している。
			洪水被害を軽減するためにダム操作規則とダム警報システムを改善する。	TNWRD	TNWRD	緊急ダムの認知度が低いため、緊急放流時に被害が発生している。
			統合的なSWDが開発される。	TNWRD GCC	湾岸協力会議	不十分なSWDと散在する排水系統で、効果的な排水が出来ていない。
			固形廃棄物や灌木等による主にSWDの閉塞を解消する。	TNWRD GCC	湾岸協力会議	洪水後に固形廃棄物と灌木等が排水路を閉塞している。
			タンクと水域の失われたリンクが復元される。	TNWRD GCC	湾岸協力会議	いくつかの地域で、排水不良につながる排水リンクが断絶している。
	事業継続計画	中	企業が自主的な防災計画を策定し、DRR能力を強化する。	TNDRRA TNMoI	TNDRRA TNMoI	2015年の洪水後、多くの企業がBCPを策定しているが、不十分である。
	気象観測と正確な予報	高	天気予報と警報システムが改善され、統合運用される。	TNIMD	TNMD TNDRRA	予測精度は低く、警告の調整も不十分である。
			気象レーダーの機能がアップグレードされ、降雨量の精度が向上する。	TNIMD	TNIMD	Sバンドレーダーは降雨予測能力が不十分である。
			観測所は流域の規模に応じて増加し、改善される。	TNIMD	TNIMD	流域規模に対し、観測所数が不十分である。
	リスクコミュニケーション（予防能力）	中	学校での啓発と訓練が実施され、災害への備えが強化される。	TNDRRA	CMA GCC	住民が洪水リスクを認識していない。
			ダム緊急放流の危険地域への情報提供、適切な警告と避難が実施される。	TNWRD	CMA GCC	ダム放流危険区域が指定されていない。リスク教育が不足している。
			洪水リスクに対する理解を深め、行動を改善する。	TNDRRA	TNDRRA	洪水リスクは十分に理解されておらず、州と都市間の協力も弱い。
			避難所不足を解消し、避難所の衛生状態が改善される。	TNDRRA	TNDRRA	避難施設は、運営と品質の問題に直面している。
			デジタル洪水リスク情報に自由にアクセスが可能になる。	TNDRRA	TNDRRA	洪水時のリスク情報の提供が不十分である。
	リスクコミュニケーション（職員向け研修）	高	災害管理のための技術研修の強化と熟練した専門家の育成	TNDRRA TNDRF	DDRA DDRF	技術者に対する災害管理訓練が不十分である。
			DDRFチームは、地域活動のための洪水対応の専門知識を獲得する。	TNDRRA TNDRF	DDRA DDRF	エンジニアの洪水対応訓練が不足している。
	リスクコミュニケーション（公開研修）	高	DRRAがDRF主導のトレーニングと協力を構築し、効果を高める。	TNDRF	DDRF	住民参加の避難訓練が少ない。
			災害リーダーシップはジェンダーに中立な救援を確実にし、脆弱なグループを優先した行動を行う。	各機関	各機関	救助計画は性別や特別なニーズを考慮していない。
			防災のデジタル化による情報への自由にアクセスし効率化される。	TNDRF	DDRF	利用可能な情報源について、住民の認知度は低い。

出典: JICA Expert Team

Table 6-7: 現状と改善に向けた提案（洪水中および洪水後）

今後の洪水災害対策の改善に向けた提案						洪水災害対策の現状と課題
災害サイクル	活動	優先度	状況の改善	主な代理店	運営機関	現状
洪水災害時（E 緊急事態対応と緩和	洪水早期警報	中	専任スタッフと部門による信頼性の高いコミュニケーションが確保される。	TNDRRA	自治体	行政判断と市町村とのコミュニケーションが不足している。
			マスメディア、インターネット、アナログシステム等、多様なコミュニケーション方法が確立される。	TNDRRA	自治体	情報公開方法が風十分である。
			携帯電話の電波塔、防災ラジオ、掲示板等のインフラが整備される。	TNDRRA TNWRD	Coastal Administrator	公共通信インフラが未整備である。
	避難指示と調整	中	明確な避難勧告と指示基準が策定される。	TNDRRA TNDRF	TNDRRA TNDRF	避難指示の評価基準が確立されていない。
			災害最新情報を伝えるメディアプラットフォームが開発される。	TNDRRA TNMCIT	TNDRRA TNMCIT	公衆への通知と普及方法が限定されている。
			地域の災害リーダーが育成され、コミュニケーションツールが提供される。	TNDRRA TNDRF	Coastal Administrator	避難所における防災能力が不足している。
	救助と救援	中	災害情報の迅速な収集に向けて、国と地方自治体が協力する。	TNDRRA TNDRF	DDRA DDRF	災害情報共有が遅延している。
			インフラ被害報告のために公共部門が効果的に連携する。	TNDRRA TNWRD	Coastal Administrator	インフラの被害と復旧に関するデータの収集が遅延している。
			災害時に脆弱なグループを優先する政策を立案する。	各機関	各機関	救助計画は性別や特別なニーズを考慮していない。
			洪水救助と救援の最新情報が、さまざまなメディアを通じて共有される。	TNDRRA	TNDRRA	洪水時に救助や救援を伝える手段がない。
			TNDRFは地域の被害報告に基づいて救助活動を実施する。	TNDRF	DDRF	DRFによる救援・救助活動が遅延している。
洪水災害後（緊急支援・復旧・復興）	被災者への支援	高	被災住宅や仮設住宅の早期再建計画を立案する。	MHA TNDRRA	MHA DDRA	被災住宅・仮設住宅への支援コンセプトが欠如している。
			公共事業体（水道、ガス、電気、交通）が速やかに復旧工程を立案する。	TNDRRA	各機関	日常生活のインフラ復旧が遅延している。
			脆弱層を優先した支援策を実施する。	各機関	各機関	性別や特別なニーズを考慮した支援策が不十分である。
			防災倉庫やホームキットで緊急用品を調達する。	TNDRF MCAFPD	TNDRF MCAFPD	避難所や家庭で水、食料、物資が不足している。
			被災者支援、避難所等のデジタル情報を提供する。	TNDRRA	TNDRRA	被災者や避難所への支援において、デジタル化が不十分である。
			格差を是正し貧困層を支援する公正な避難システムが構築される。	TNDRF CWC	TNDRF CWC	河川沿いのスラム街の格差と苦しみが改善されていない。
	緊急インフラ復旧	高	緊急インフラの迅速な修復に向けて各機関が効果的に協力する。	TNWRD	TNWRD	堤防、護岸、河道の復旧が遅延する。
			大雨後の土砂除去作業を加速させる。	TNWRD	湾岸協力会議 自治体	堆積物や流木のある地域の改善は限定的であり、排水路の建設は遅い。
			ポータブルポンプで浸水地域の排水を強化する。	TNWRD	湾岸協力会議 自治体	緊急ポンプ排水対策が不十分である。
			損傷した道路や排水システムの復旧が加速する。	CMA GCC	CMA GCC	損傷した道路や排水溝の修復が遅れる。
	緊急予算	中	災害対応のための迅速な財政支援体制が構築される。	財務省	財務省	財政支援の遅れと予算承認の効率面で問題がある。
			リスク管理の改善、保険の導入、DRR給付制度が構築される。	財務省	財務省	洪水保険がなく、災害救済助成金制度も不十分である。
	復旧・復興計画	中	現地の実態と浸水対策を踏まえた復興計画が策定される。	TNDRRA	TNDRRA	復旧・復興計画は遅く不透明である。
			防災センターや福祉施設の整備が充実する。	MHA TNDRRA	MHA DDRA	浸水の恐れがある防災センターや福祉施設が多数存在する。
			地域の復興活動を促進し、協力に支援する。	各機関	各機関	地域社会の喪失と復興が遅延する。

出典: JICA Expert Team

6.4.4　提案されたアクションの詳細（前、中、後）

洪水前、洪水中、洪水後の実施されるアクションの優先順位に基づいて、前述の概要について個々に詳述する。

6.4.4.1.　洪水発生前の備え

- 洪水ハザードマップ: 視覚的にシンプルで、コミュニティが理解しやすいハザードマップを作成し、配布する。
- 洪水リスク評価: GIS と水文学モデルを使用し、データ統合のためのデジタルツールを補完して、詳細な洪水リスクマッピングを実施する。
- 標準作業手順（SOP): SOP を定期的に確認および更新し、すべての関連機関が集中システムを通じてアクセス可能にする。
- 機関間および機関内の調整: 機関間・機関内の円滑な調整のために、共有オンラインプラットフォームでサポートされる通信プロトコルを確立する。
- 早期警報システム（EWS): SMS、コミュニティラジオ、モバイルアプリを活用して、迅速に情報を配信する警報システムを開発する。
- 排水システムのメンテナンス: 関連する利害関係者と連携して、雨水排水システムの定期検査を実施する。この検査は、メンテナンスを記録・計画するための管理システムによってサポートされる。
- 緊急ダム操作プロトコル: 洪水の発生前、発生中のダム操作の改善に関して関係当局と調整し、気象予報に基づく防災措置として事前放流を計画するためのダムの早期警報およびモニタリングシステムを構築する。
- リソースの事前配置: 基本的な在庫管理システムを使用して、緊急物資の配布を最適化する。
- 避難計画と訓練: 地図と基本的なシミュレーションツールを使用して、安全な避難経路を特定し、災害発生前に訓練を実施することで住民の理解を高める。
- 啓発: 公開会議、地元メディア、コミュニティ委員会を通じて、洪水に対する住民の意識を高める。
- コミュニティ参加: コミュニティのリーダーや組織と協力して、迅速な対応の準備を強化する。
- 能力開発: 緊急対応者と地方自治体向けのワークショップと現地トレーニング研修を実施する。
- 部門横断的なパートナーシップ: 地元の企業や NGO と連携して、洪水に対する耐性を高め、地域社会の備えをサポートする。

6.4.4.2.　洪水発生中の対応

- 統合コマンドセンター: アナログとデジタルによる通信ツールを組み合わせて、意思決定のための中央調整ハブを確立する。

- 統合コマンドセンター: アナログとデジタルによる通信ツールを組み合わせて、意思決定のための中央調整ハブを確立する。
- SOP の有効化: 事前に調整された役割と責任を理解し、洪水発生時にSOP がすぐに実装され、有効に機能するようにする。
- パブリックコミュニケーション: 地元のメディア、コミュニティのリーダー、SMS を通じて災害に関する最新情報や啓発情報を共有し、緊急事態を報告して支援を受けるためのヘルプラインの体制を整える。
- リアルタイム洪水モニタリング: 基本的な地理空間ツールやドローンを使用して、洪水レベルと影響を受ける地域をモニタリングする。
- 避難: 公共アナウンスやモバイルによるテキストメッセージの通信など、アナログとデジタルを併用した通信方法を利用して避難を指示する。
- ダム・タンク緊急操作: 事前に確立されたプロトコルと共有データを使用して、ダム等操作に関するリアルタイムの決定と公表、事前避難の勧告等を調整する。
- 一時的な洪水壁: 洪水中のリアルタイムでの調査に基づき、氾濫危険箇所等への土のうまたは洪水壁の配置、仮設工事およびモニタリングを実施する。
- 交通管理: 既存の交通管制システムを活用して、洪水時の避難経路を最適化する。
- 緊急リソース配置/データ収集: 合理化されたアナログ方式、デジタル方式併用によりリソースの追跡と割り当て、即時の対応と将来の分析のために洪水関連データを収集するチームを配備する。
- 医療支援: 明確なコミュニケーションチャンネルとポータブル医療機器を備えた医療チームを動員する。避難所に臨時のカウンセリングブースを設置し、メンタルヘルスの専門家を派遣する。
- シェルター管理: シンプルなスプレッドシートまたはアプリを使用して、シェルターの占有状況とリソースを追跡する。
- 生活保護と公共事業の安全: 洪水時に作物、家畜、中小企業を保護するためのアドバイスを提供する。
- 相互援助協定: 危機的状況における資源の共有のために、他の州の地方自治体、中央政府、国際援助機関と協力して洪水後の被害最小化を図る。

6.4.4.3. 洪水後の復旧・復興

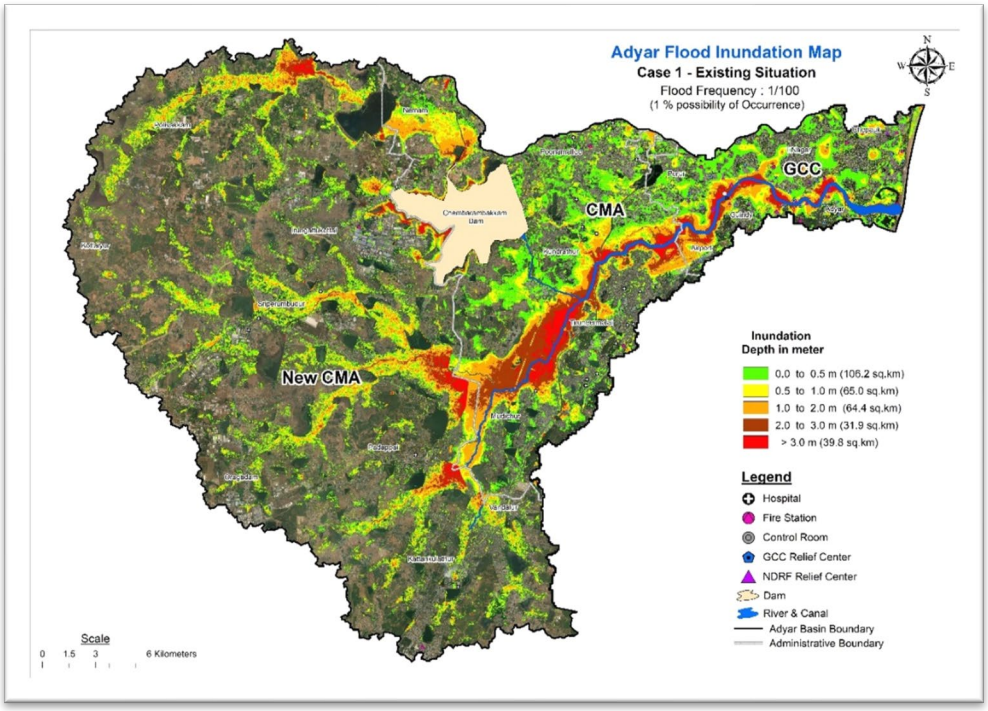
- 調整メカニズム: 円滑な復旧活動のために機関間の調整枠組みを強化する。
- 洪水後の被害評価: 基本的なGIS ツールに現地調査結果を入力して被害を記録し、復旧作業の優先順位を決定する。
- 生活再建・補償メカニズム: 小規模ビジネスや農業活動を回復するためのコミュニティ主導の取り組みを促進し、被災者が経済的救済を請求しやすくするように、申請プロセスを簡素化する。
- タンク容量の回復: 自然の洪水に対する強靭力を向上させるため、地域社会を参加させて、復旧・復興活動を指導する。

- 緊急設備のアップグレード: 洪水による災害で学んだ教訓に基づき、洪水に強いツールと機械に投資する。
- 復興におけるコミュニティの関与: 復興と再建の優先順位を導くために、公聴会を開催する。
- モニタリングと評価: 回復の進捗状況を追跡し、説明責任を確保するためのシンプルなフレームワークを確立する。
- SOP の更新: 洪水後の評価とフィードバックに基づき SOP を改訂する。
- レジリエントな復興（BBB）: 洪水のリスクを考慮し、コミュニティとの協議を通じて優先順位を決定し、効果的にインフラを再建する。
- 知識共有プラットフォーム: コミュニティミーティングやオンラインフォーラムを開催し、復興の実践履歴を文書化、アーカイブ化して共有する。
- 公衆衛生対策: 戸別訪問を実施し追跡ツールを使用して疫病の発生を監視する。
- ボランティアの動員: 災害時および災害後のボランティアの効果を最大化するため、地方自治体や地域社会との効果的な調整と組織化を確実に行う。
- ポリシーの改訂: 新しい調査結果とコミュニティからの意見を取り入れるためにポリシーを見直し、更新する。

6.5 洪水ハザードマップ作成と公開に関する提言

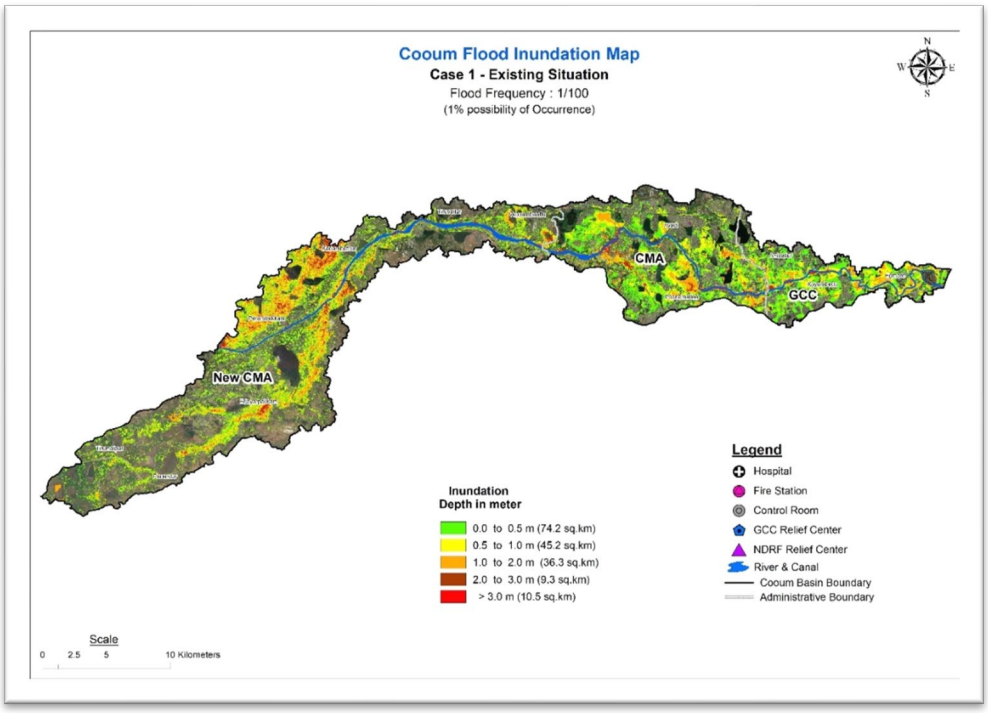
洪水ハザードマップは、10年、100年等の確率年を対象に、流域単位から区単位まで異なる空間スケールで作成した。Figure 6-5からFigure 6-11にさまざまな空間スケールで作成された 100 年確率の洪水に対する洪水ハザードマップの例を示す。これらのマップはGIS レイヤと JPEG 形式で提供されており、TNDRRA、CMDA、その他自治体等のカウンターパートを含む関連当局と共有されている。

視認性向上により理解しやすくするために、これらの洪水ハザードマップを流域、CMA、GCC レベルなどの適切な空間スケールで印刷することを提言する。GIS やその他アプリケーションを使用して適切なサイズに各自が調整することがカノであり、例えばゾーンおよびワードレベルでは、A1 からA3 サイズが適切と考える。Table 6-8に、洪水ハザードマップの表示の推奨形式と、その配布および利用に関する推奨事項を示す。



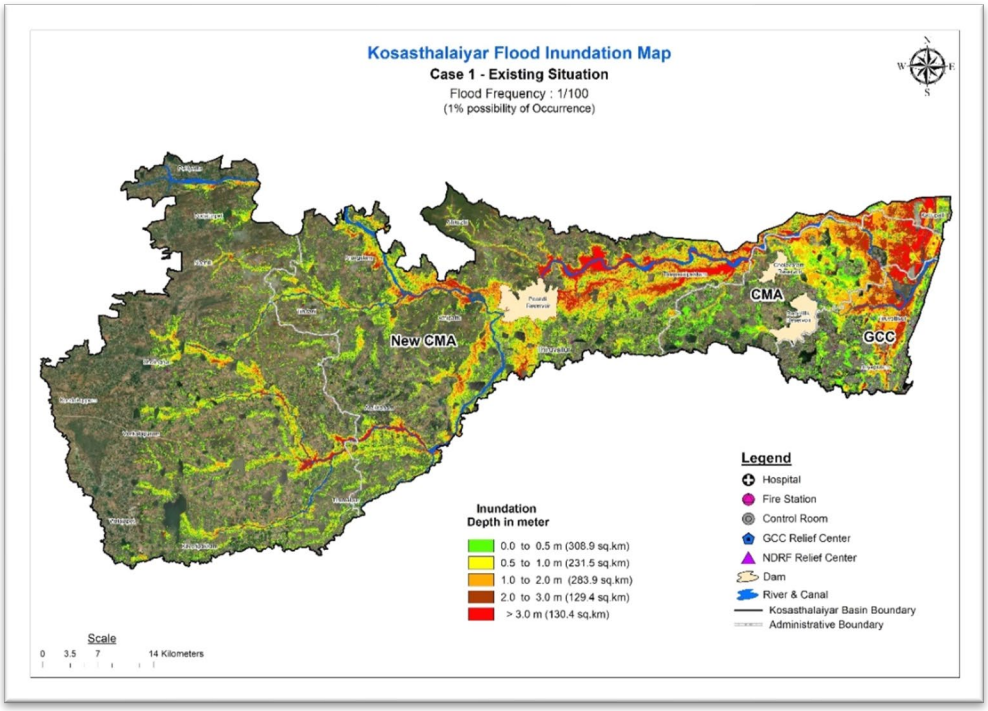
出典: JICA Expert Team

Figure 6-5: Adyar流域の洪水ハザードマップ（100 年確率）



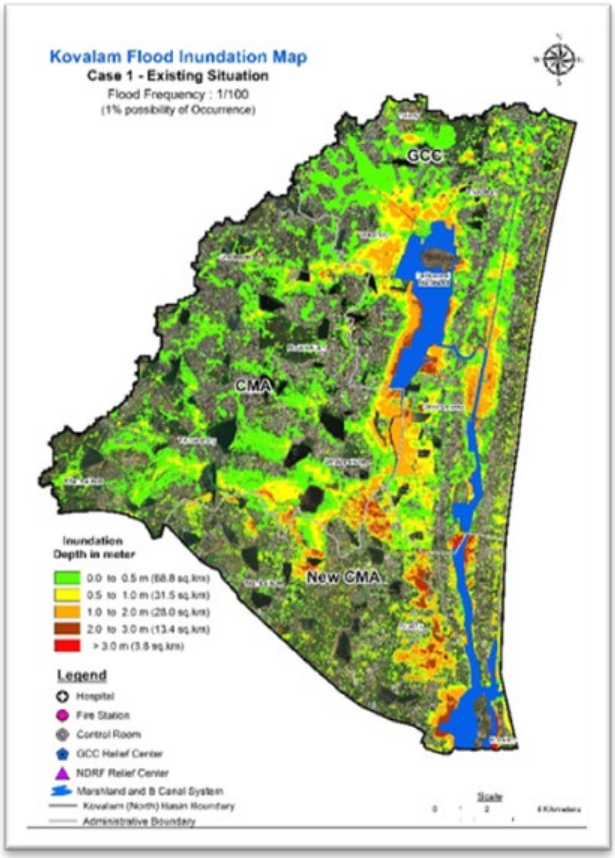
出典: JICA Expert Team

Figure 6-6: Cooum流域の洪水ハザードマップ（100 年確率）



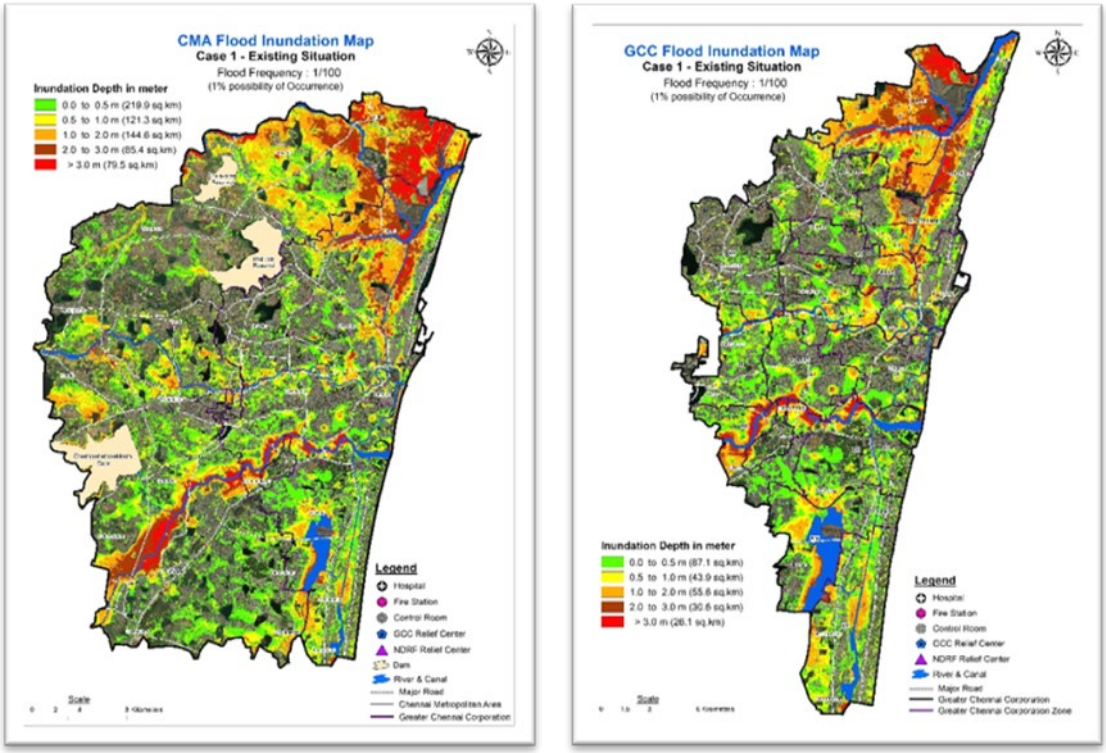
出典: JICA Expert Team

Figure 6-7: Kosasthalaiyar流域の洪水ハザードマップ（100 年確率）



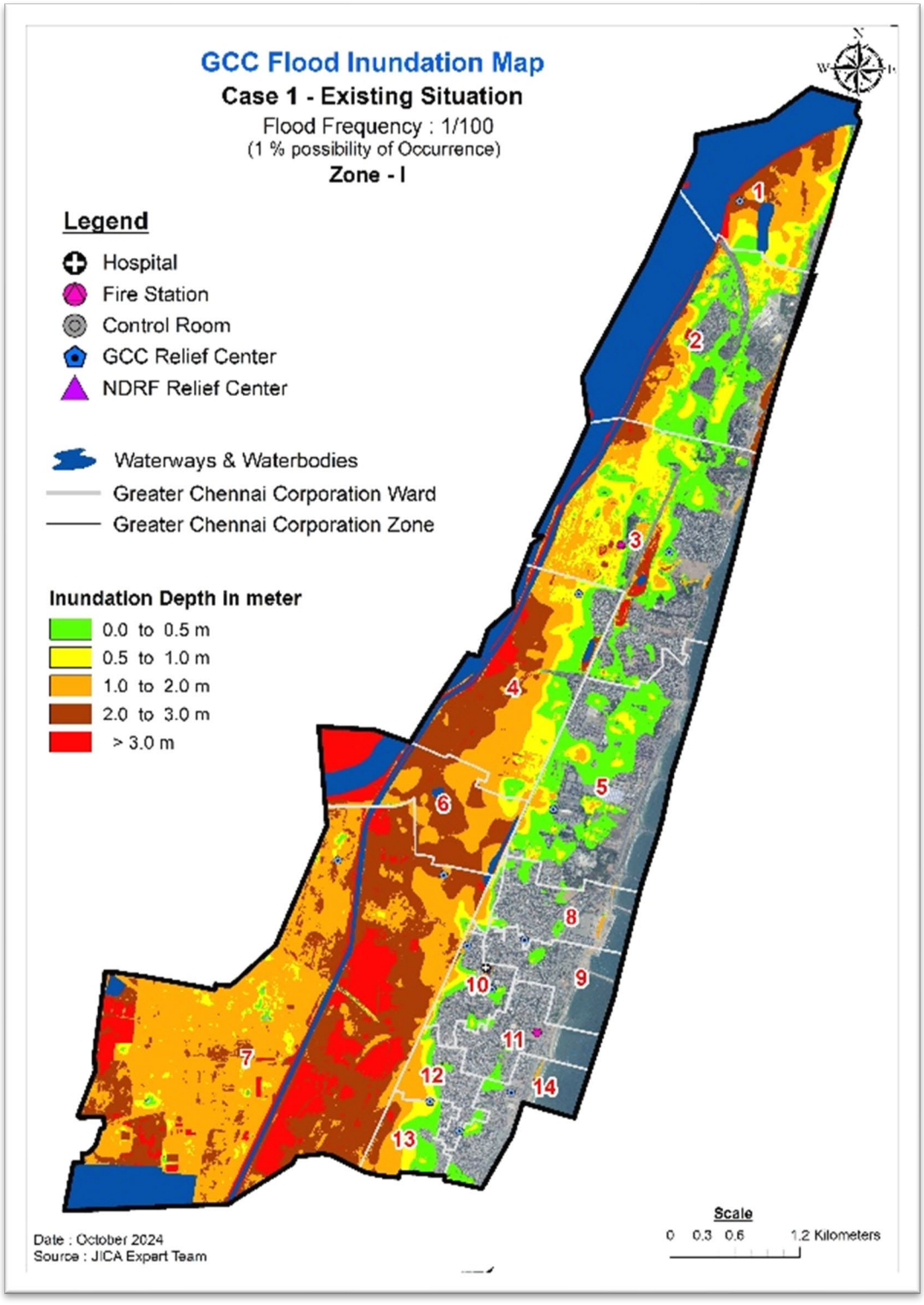
出典: JICA Expert Team

Figure 6-8: コバラム流域の洪水ハザードマップ（100 年確率）



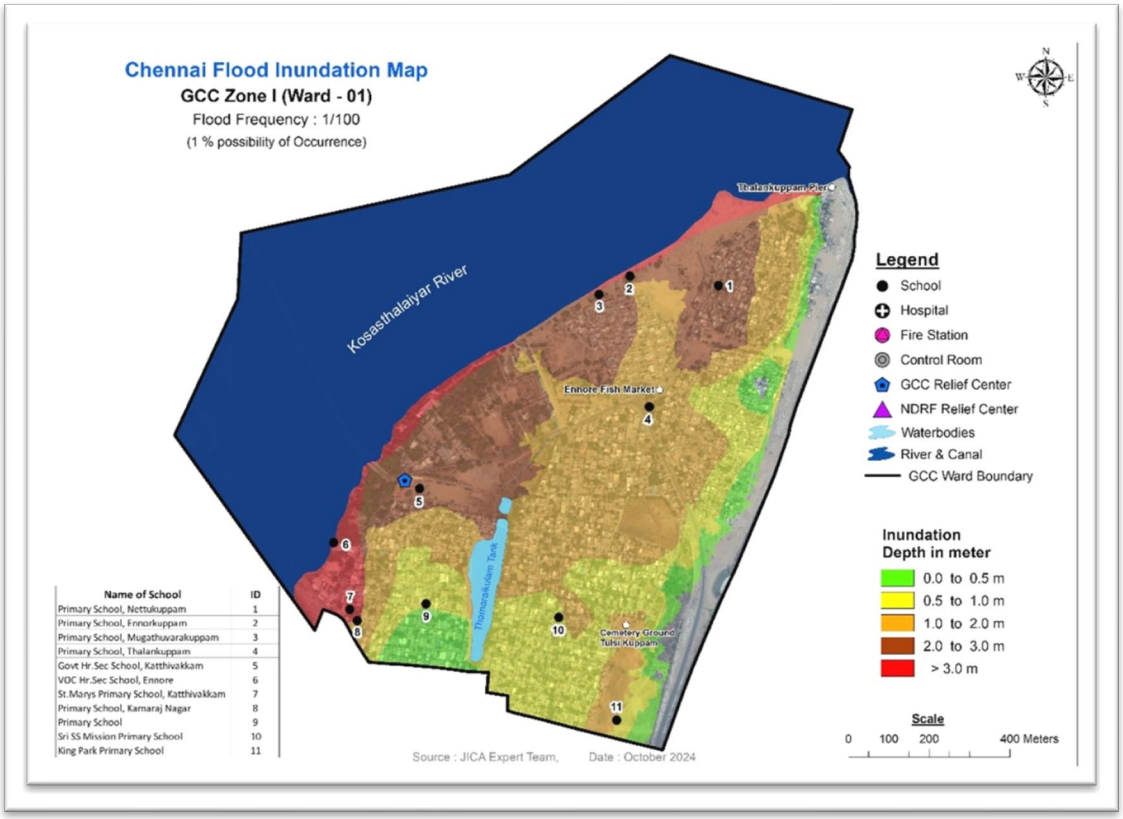
出典: JICA Expert Team

Figure 6-9: CMA および GCC の洪水ハザードマップ（100 年確率）



出典：JICA Expert Team

Figure 6-10：Kovalam流域 ZONE-1の洪水ハザードマップ（100 年確率）



出典：JICA Expert Team

Figure 6-11：Kovalam流域 ZONE-1 Ward-01の洪水ハザードマップ（100 年確率）

Table 6-8: 洪水ハザードマップの利用と配布に関する提案

管理者	形式	ポテンシャルを有する組織	使用方法・配布方法
流域	SHP、JPEG A0 プリント	TNDRRA TNWRD	• TN 政府 GIS データベース（オンラインで政府機関に公開） • TNDRRA災害管理センター • TNWRD流域管理者 • 一般公開はされない。
CMA	SHP、JPEG A0 プリント	TNDRRA CMDA MAWS HUDD CRRT	• TN 政府 GIS データベース（オンラインで政府機関に公開） • TNDRRA災害管理センター • 第3次都市開発マスタープランの別紙 • MAWSはこれをパイロットとして州の他の主要都市に配布する予定である。 • 洪水対策マスタープランの付録として一般公開される予定である。
GCC	SHP、JPEG A0 プリント	TNDRRA CMDA GCC TNUIFSL	• 州政府 GIS データベース（オンラインで政府機関に公開） • TNDRRA災害管理センター • GCC 災害管理センター • TNUIFSLは世界銀行の洪水予測プロジェクトの補足情報として使用する。 • GCCのウェブサイトを使用して表示する。
GCC ゾーンレベル（15）	SHP、JPEG A1 プリント	TNDRRA GCC TNUIFSL	• 州政府 GIS データベース（オンラインで政府機関に公開） • TNDRRA災害管理センター • GCC 災害管理センター • GCCゾーンの事務所を利用して宣伝する。
GCC 区レベル（200）	SHP、JPEG PDF 冊子（A3）	TNDRRA GCC	• 州政府 GIS データベース（オンラインで政府機関に公開） • TNDRRA災害管理センター • GCC 災害管理センター • GCC区役所は区コミュニティ会議の機会にマップについて議論する予定。

出典: JICA Expert Team

6.6 今後の展望

効果的な洪水災害管理は、変化する課題に適応し、過去の経験から得られた教訓を取り入れながら更新される動的なプロセスである。本章では洪水災害管理の準備、対応、回復の各段階において主要な課題を特定した。ここで提案した推奨事項は、洪水発生の前、発生中、発生後に適切な対策が講じられることを確保し、これらの課題を解決することを目的としている。これらの推奨事項の実施は、コミュニティと関連組織の洪水災害に対するレジリエンス（回復力）の強化に不可欠である。

気候変動、都市化、社会経済的変化などの要因による洪水リスクの変化を考慮すると、これらの推奨事項を定期的に見直し、更新することが必要である。この継続的なプロセスは、洪水発生時および発生後に実施された評価の結果を反映させ、必要に応じて標準操作手順(SOP)、災害対応のタイムライン、その他の戦略的計画を改訂することが求められる。このような反復的な改善は、洪水対策マスタープランの全体的な目標と整合し、時間の経過とともにその有効性と適用性を維持するのに役立つ。

洪水災害管理の重要な要素の1つは、各行政機関および関係機関間における適時のアクションの調整である。これには、洪水リスクの早期検出、サイクロン接近時の事前対策、そして上陸後の洪水対策及び緊急対応が含まれる。長期的な成功を確実にするため、これらの推奨事項を災害管理の枠組みの中で制度化し、適切なリソースの確保と配分、能力構築の促進、そしてすべての関係者との強力な協力を実施する必要がある。これを実現することで、適応性、応答性を兼ね備えたシステムを構築し、将来発生する可能性のある洪水災害から人命、インフラ、生活を保護することが可能となる。

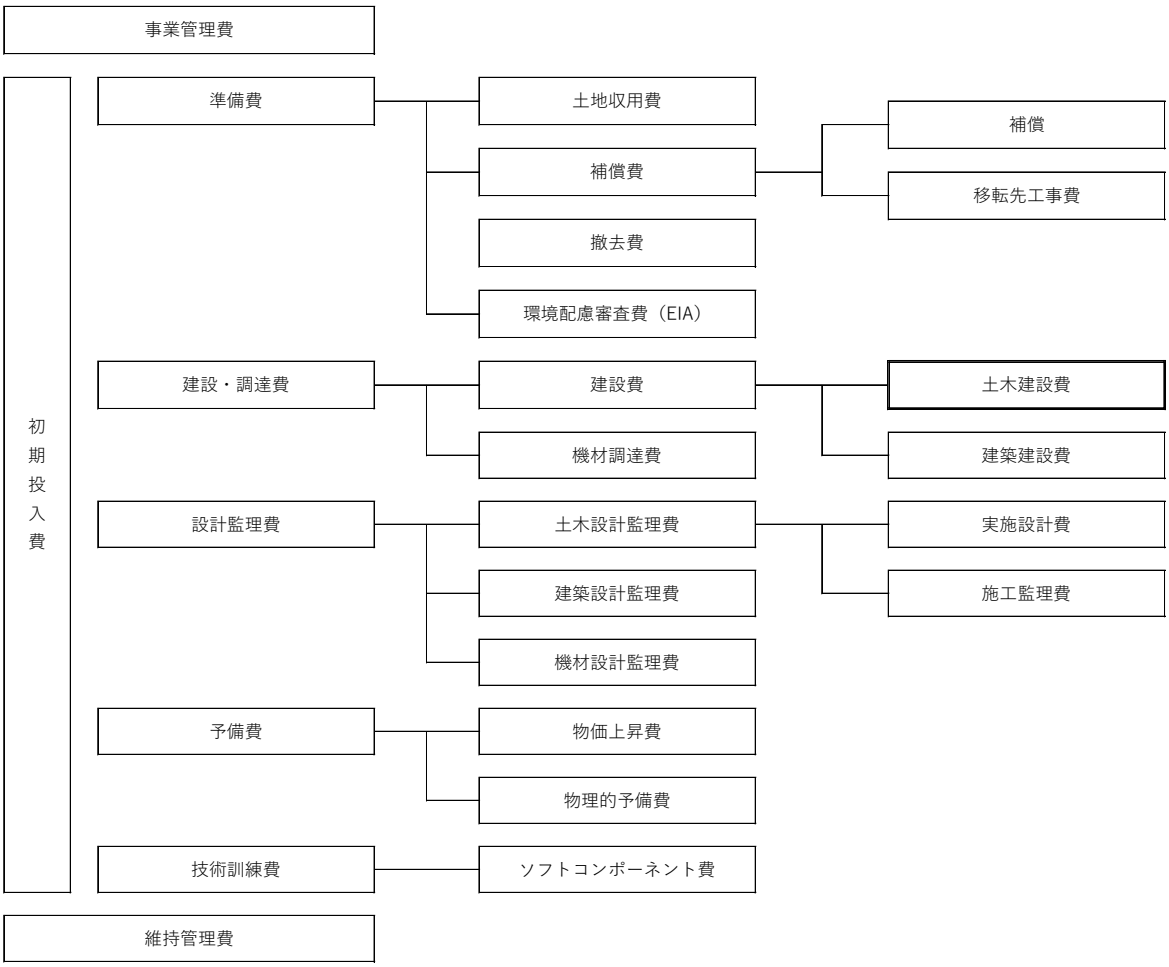
7章　概算費用および経済評価

7.1　概算事業費積算

7.1.1　積算の条件と仮定

7.1.1.1.　事業費の積算方法概要

事業費の積算体系は「協力準備調査設計・積算マニュアル（試行版）2009 年 3 月 JICA」においてに示すとおり規定されている。工事費は、本マニュアルを参照して工事単価方式で積算した。工事費の構成を Figure 7-1 に示す。事業費の主な費用項目は、事業管理費、準備費、建設・調達費、設計監理費、予備費、技術訓練費、維持管理費等からなり、建設・調達費の単価は各政府機関発行の単価表データを参照した。



出典：協力準備調査設計・積算マニュアル試行版（2009 年 3 月 JICA）を参考に JICA Expert Team 作成

Figure 7-1 JICA のマニュアルで規定された事業費の積算体系

7.1.1.2.　積算時点

積算時点は、2024 年 5 月 1 日時点とした。

7.1.1.3.　通貨の換算

通貨の換算は、基準外国為替相場（米ドル）については、日本銀行の発表する 2024 年 5 月中に適用する数値として、アメリカ合衆国通貨 1 米ドルにつき本邦通貨 150 円とした。

また、裁定外国為替相場（インド・ルピー）については、2024 年 5 月中の当該通貨のアメリカ合衆国通貨に対する市場実勢を、基準外国為替相場をもって裁定した相場として、インド通貨 1 ルピーにつき 0.0120 米ドルとした。

これらより、1 インドルピー＝（150 x 0.0120=）1.80 円とした。

7.1.1.4.　積算に使用する通貨

本プロジェクトにおいては主要工種が河川拡幅工事やタンクの掘削工事であり、基本的に現地通貨を使用する。一方で、一部のポンプゲート施設や地下バイパストンネル等において以下の部分において外国通貨を使用することも考えられる。

本プロジェクトにおいては主要工種が河川拡幅工事やタンクの掘削工事であり、基本的に現地通貨を使用する。一方で、一部のポンプゲート施設や地下バイパストンネル等において以下の部分において外国通貨を使用することとして積算を行った。

- 外国製品並みの高い品質が必要な材料費
- 外国製品並みの高い品質が必要な機材にかかる費用

7.1.1.5.　参考図書

概略設計に関しては、各対策工に関連するインド標準規格（IS コード)を取りまとめた以下のガイドラインやマニュアルを参考としている。

＜設計基準書類＞

・護岸・洪水対策・河川改修に係るハンドブック(“Handbook for Anti Erosion, Flood Protection & River Training Works”)

・雨水排水システムに係るマニュアル（“Manual on Storm Water Drainage Systems”）

＜積算基準書類＞

積算は以下の積算基準を使用した。

・ Government of Tamil Nadu Water Resources Department, Standard Schedule of Rates (WRD SOR) 2022-2023, with effect from 19.07.2022

・Government of Tamil Nadu Public Works Department, Standard Schedule of Rates (PWD SOR) 2022-2023, with effect from 19.07.2022

・Tamil Nadu Water Supply and Drainage Board, Standard Schedule of Rates (TWAD SOR) 2021-2022

・Greater Chennai Corporation, Standard Schedule of Rates (GCC SOR) 2021-2022

・Chennai Metropolitan Water Supply and Sewerage Board, Standard Schedule of Rates (CMWSSB SOR) 2021-2022

また、事業費積算の構成は以下のマニュアルを使用した。

・協力準備調査設計・積算マニュアル(試行版)2009 年 3 月版、独立行政法人　国際協力機構

事業費の主たる部分を占める建設工事費については、間接工事費（現場経費を含む）や一般経費の考え方については国際競争入札を想定して以下の日本の基準を使用した。

・ 令和 5 年版国土交通省土木工事積算基準

7.1.1.6. 積算単価

積算単価表が記載された Schedule of Rate (SOR) に記載されている主な労務費と材料費の一覧を Table 7-1 と Table 7-2 にそれぞれ示す。工種毎の単価はそれぞれの工種の中で述べる。

Table 7-1: 主な労務費単価

Sl No.	Sch. Item No.	Description of Labour	Unit	Basic Rate 2022-2023
2	ー	Semi- Skilled Category		
7	5	Boat Mazdoor 船員	Day	611.00
8	25	Hammer Mazdoor ハンマー作業員	Day	586.00
9	26	Head Mazdoor for Well Sinking 井戸工長	Day	611.00
10	38	Mason for Stone Works-1 Class 石工	Day	947.00
11	40	Mechanic-1 Class 機械工	Day	729.00
12	42	Mopla-1 Class モプラ	Day	727.00
13	43	Navagonies or Javali Man-1 Class ナバゴニー	Day	611.00
14	46	Pile Driver 杭工	Day	672.00
3	ー	Semi- Skilled Category		
25	39C	Head Mazdoor 工長	Day	639.00
31	69A	Mechanic-2 Class 機械工	Day	796.00
36	79	Mixer Operator (including concrete mixer)	Day	672.00
37	80	Mixer Driver ミキサー運転手	Day	639.00
38	99	Heavy Mazdoor 重工	Day	

出典：Schedule of Rate (SOR)を元に JICA Expert Team 作成

Table 7-2: 主な材料費単価

Sl No.	Sch. Item No.	Description of Materials	Unit	Basic Rate 2022-2023
1	27	Rough Stone for masonry works (Hard Granite)	cum.	449.40
2	28	Rough Stone for revetment works	cum.	388.70
3	29	Jeddy size for revetment (Hard Granite)	cum.	428.00
4	29a	Cut Stone Pillar of size 0.15 x 0.15 x 2.1m	Each	165.60
5	30	From boulders without blasting for revetment	cum.	114.10
6	30a	From boulders without blasting for masonry	cum.	747.45
7	32	Course Rubble Stone for masonry works	cum.	358.50

出典：Schedule of Rate (SOR)を元に JICA Expert Team 作成

7.1.2　各費用の積算方法

7.1.2.1.　事業費を構成する項目の積算方法

事業費は事業管理費や準備費、建設・調達費、設計管理費などで構成されるが、最も高い比率を占めるのは建設・調達費であるため、これを主たる構成要素として算定した。次に準備費については主に用地取得費であるため別途算出した。残りの費用項目については一般にマスタープランや予備設計の段階での概略積算であることを考慮して、建設・調達費をベースにしてその比率を乗じて算出した。比率については、カウンターパートからのヒアリング結果に基づき設定した。Table 7-3 に事業費を構成する各費用の積算方法を示す。

Table 7-3: 事業費を構成する各費用の積算方法

積算項目	積算細目	積算方法
事業管理費		事業実施者の諸経費である事業管理費は建設・調達費、設計監理費、予備費の合計額の 3%とした。
準備費	用地取得費	対策の実施に必要な地目別の土地の面積に地目別の用地取得単価を乗じて算定した。
	補償費	土地収用等に伴う住民移転、環境保護等で発生する「補償」にかかる費用であり、本プロジェクトでは移転建物費用を計上した。
	環境配慮審査費	事業管理費に含むこととした。
建設・調達費		Schedule of Rate に示される直接工事単価に数量を乗じた直接工事費と間接工事費及び一般管理費の合計として算出した。Goods & Service Tax (GST) を含む。
設計監理費	実施設計費	実施設計費は建設・調達費の 5%とした。
	施工監理費	施工監理費は建設・調達費の 3%とした。
予備費		予備費は建設・調達費と設計監理費の合計額の 3%とした。
技術訓練費		技術訓練費は事業管理費に含むこととした。
維持管理費		年間維持管理費を建設・調達費の 0.5%とした。 河川毎の毎年の維持浚渫工事費を計上した。

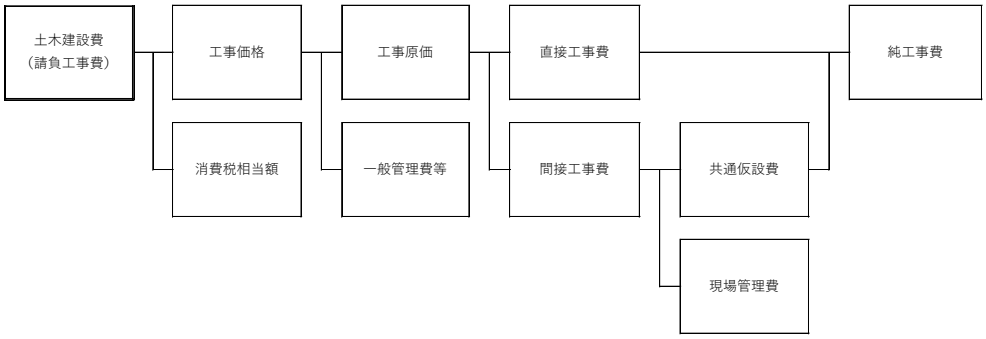
出典：JICA 協力準備調査設計・積算マニュアル(試行版)およびカウンターパートヒアリング結果を元に JICA Expert Team 作成

7.1.2.2.　準備費

準備費は用地取得費と補償費から構成される。カウンターパートからのヒアリング結果に基づき、Tamil Nadu 州政府が公表する基本公示価格に基づき、用地取得費および補償費を算出するものとする。算出過程の詳細は Annex に記述する。

7.1.2.3.　建設・調達費

建設・調達費は土木建設費と建築建設費からなる建設費と機材調達費からなる。本プロジェクトの主要なものは土木建設費である。土木建設費は直接工事費と間接工事費（共通仮設費と現場管理費）を合わせた工事原価に一般管理費を加えたものから構成される。土木建設費の構成を Figure 7-2 に示す。



出典：国土交通省土木工事標準積算をもとに JICA Expert Team 作成

Figure 7-2: 建設費・調達費（土木建設費）の構成（日本の例）

表中の各費用は以下のとおりである。

・直接工事費：工事に直接必要な費用であり、労務費、材料費、直接経費（それ以外で工事遂行に直接関わる費用）から構成される。

・間接工事費：直接工事費以外の工事費及び経費とし、共通仮設費と現場管理費に分類される。

・工事原価：直接工事費と間接工事費の合計。

・共通仮設費：運搬費、準備費、安全費、技術管理費などの費用。

・現場管理費：工事施工にあたって、工事を管理するために必要な共通仮設費以外の経費。

・一般管理費等：工事施工にあたる企業の継続運営に必要な費用であり、一般管理費と付加利益からなる。

・工事価格：工事原価と一般管理費等の合計。

一方、インドにおいては、間接工事費、一般管理費という区別はなく、労働福祉基金や小額監督料、入札時の経費や写真撮影費などを間接工事費やその他の経費として、単価表から算定された直接工事費に加える。工事に付随する重機の運搬費、コンクリート型枠支保工、などの仮設費用は単価表に含まれている。積算時の参考資料として使用した「Comprehensive Flood Management (TNPWD)」に掲載されている積算事例を表に示すが、いわゆる直接工事費に該当する費用の 6%程度を計上する。

Table 7-4: Comprehensive Flood Management（TNPWD）の積算事例

Description of Item	Direct Cost x	Amount (INR)
Construction of Regulator Across River Adayar Near Somagalam Village		22,437,768
Civil cost (Direct Cost)		22,437,768
Provision for GST 12% (→ 18% as of May 2024)	12.0%	2,692,532
Provision for Labor Welfare fund	1.00%	224,378
Provision for Petty Supervision Charges Up to 2.5%	2.50%	560,944
Provision for Tender Publication charges	1.70%	382,000
Provision for photographic charges	0.01%	2,378
Provision for Documentation charges	0.45%	100,000
Other Cost	5.66%	1,269,700
Ground Total		26,400,000

出典：Comprehensive Flood Management (TNPWD) をもとに JICA Expert Team 作成

参考として、比較のため日本の積算方法の例を Table 7-5 に示す。河川工事の場合、直接工事費以外の費用は 30%程度となる。

Table 7-5: 日本の積算事例（参考）

項目	算出方法	割合(%)
直接工事費	河川工事の場合	100
直接工事費小計		100
間接工事費		
共通仮設費		
共通仮設費積上げ分	直接工事費の 2%（仮定）	2.00
共通仮設費率分	直接工事費の 4.77%	4.77
現場管理費	（直接工事費＋共通仮設費）の 14.75%	15.75
一般管理費	直接工事費＋間接工事費（共通仮設費＋現場管理費）の 7.41%	9.08
	間接工事費と一般管理費の割合	32

出典：国土交通省土木工事積算基準をもとに JICA Expert Team 作成

現地ですでに実施されている浚渫工事や土工事、ブロック護岸などは、基本的にインドで使用している間接費や一般管理費を使用する。一方で、一部のポンプゲート施設や地下バイパストンネル等においては外国企業の参入が想定されるため、国際入札を想定した間接費、経費の考え方を採用する。

7.1.2.4. 対策工の一覧

本マスタープランでは、対策工として、河川洪水対策、都市洪水対策、海岸・河口対策の各分野で対策工が提案されている。それぞれの対策の一覧を Table 7-6 から Table 7-8 に示す。

Table 7-6: 河川洪水対策

工種	流域	摘要
河道拡幅	Adyar	Phase1：1～4 m 程度の浚渫 Phsae2：0～50m の拡幅、3～6 m 程度の浚渫 ※いずれも対象区間にける橋梁の架け替えを含む
	Cooum	Phase1：2～4 m 程度の浚渫 Phsae2：0～50m の拡幅、2～4 m 程度の浚渫 ※いずれも対象区間にける橋梁の架け替えを含む
	Kosasthalaiyar	Phase1：2～4 m 程度の浚渫 Phsae2：0～130m の拡幅、2～4 m 程度の浚渫 ※いずれも対象区間にける橋梁の架け替えを含む
既設タンク改良	Adyar	流域における面積上位 50 か所の既設タンクの改良 ※タンク間の接続水路の建設を含む
	Cooum	流域における面積上位 31 か所の既設タンクの改良 ※タンク間の接続水路の建設を含む
	Kosasthalaiyar	流域における面積上位 113 か所の既設タンクの改良 ※タンク間の接続水路の建設を含む
タンク新設	Kosasthalaiyar	流域に 7 か所のタンクを新設
地下バイパストンネル	Adyar	延長 12.3 km、内空 113 m2 の地下放水路の建設

出典：JICA Expert Team

Table 7-7: 都市洪水対策

工種	流域・支川区分	摘要
タンク改良	Adyar	以下、新設： Pammal（１か所）
	NBC	以下、新設： Kodungaiyur（２か所：K1、K2） Captain Cotton（２か所：C1、C2） Otteri Nullah（５か所：O1、O2、O3、O4, O5） North B Canal（１か所：North B Canal RB）
	Kovalam	以下、改良： 61 か所
水路改良	Adyar	以下、改良： Nandanam Mambalam Chelammal Guindy

工種	流域・支川区分	摘要
		MGR Kolapakkam Manapakkam Kundrathur Pammal
	Cooum	以下、改良： Virugumbakkan Nungambakkam Trustpuram Padikuppam
	NBC	以下、改良： NBC (0.0-8.1k および 8.1-17k) Captain Cotton (0.0-1.8k および 1.8-2.7k) Kodungaiyur (0.0-2.0k および 2.0-4.5k) Otteri Nullah (0.0-4.8k および 4.8-10.2k)
	CBC	以下、改良： CBC (0.0-4.68k および 4.68-7.19k)
ゲート・ポンプ	Adyar	ゲート：3 か所 (Mambalam、Manapakkam、Kuradrathur)
	Cooum	ゲート：1 か所 (Vigrrambakkam Arunbakkam)
	Kovalam	ゲート：4 か所 (B-canal/Adyar、B-canal/Muttukadu、Okkiyam Maduvu Diversion、B-canal-Bay of Bangal 放水路) ポンプ場：1 か所
	NBC	ゲート：11 か所 (Kodungaiyur（２カ所：K1、K2)、Captain Cotton（２か所：C1、C2)、Otteri Nullah（５か所：O1、O2、O3、O4、O5)、North B Canal RB (右岸側)、North B Canal/Cooum 合流点 ポンプ場：8 か所 (Kodungaiyur（２カ所：K1、K2)、Captain Cotton（２か所：C1、C2)、Otteri Nullah（５か所：O1、O2、O3、O4、O5)、North B Canal)
	CBC	ゲート：1 か所 (Central B Canal/Cooum 合流点)
放水路	NBC	OtteriNulla-Cooum 分水路
	North Kovalam Basin	B-canal-Bay of Bangal 放水路

出典：JICA Expert Team

Table 7-8: 海岸・河口対策

工種	位置	適用
導流堤	Muttukadu	フィルタイプ、L=230m
浚渫	Muttukadu	30,000m (運搬 L=20km と仮定)

出典：JICA Expert Team

7.1.2.5. 建設発生土

本プロジェクトでは河道改修、既設タンクの改良、放水路の築造等により建設土砂が発生する。具体的な処分場は決まっていないが、主要 3 河川（Adyar、Cooum、Kosasthalaiyar）、及び市街地の水路の掘削土砂については、道路盛土による氾濫抑制などのプロジェクトなどでできる限り有効利用する。一方、既設タンクの改良で発生する土砂についてはタンクの近傍の未開発の土地に移動して宅地等の造成に有効利用する。

7.1.3 河川拡幅

7.1.3.1. 概要

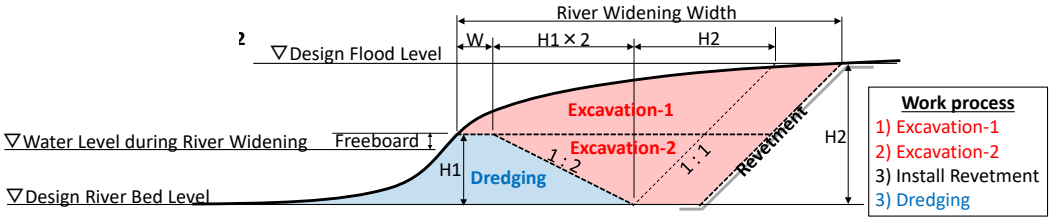
マスタープランにおいて提案された河川拡幅対策の建設・調達費について概算費用を算定した。工種は浚渫工、拡幅の掘削工、護岸工とした。掘削工はフェーズ毎に以下を実施する。

フェーズ 1：河道拡幅はほぼ行わずに掘削工を実施する。掘削数量は約 24,000,000m^3 である。

フェーズ 2：河道拡幅を行う。掘削数量は約 50,000,000m^3 である。

河川拡幅の施工は基本的に陸上掘削とし、掘削土量の 20%を浚渫によって行うものとして計画した。河川拡幅の施工方法を Figure 7-3 に示す。

護岸工は、コンクリートブロック張、鋼製矢板、張芝護岸を場所毎に適用する。護岸工は、直壁にする鋼製矢板区間と 2 割勾配にする区間にまず分け、2 割勾配区間は設計流速 2m/s をしきい値として、Phase2 完成後の流速が 2m/s 以上区間はコンクリートブロック張護岸、2m/s 未満の区間は芝張護岸として設計した。各河川における各護岸工の適用箇所を Table 7-9 に示す。



出典：JICA Expert Team

Figure 7-3: 河川拡幅の施工方法

Table 7-9: 各護岸工の適用箇所

	River Section	Cross Secton			Distance from Sea (m)			法面勾配	Design Depth (m)	平均掘削深 (m) =平均河床高 ー計画河床高	拡幅幅 (m)	平均流速 (m/s)	護岸工種
Adyar	Adyar13	-2088	～	4678	0.00	～	4.54	2割勾配	6	1.11	50	2.47	コンクリートブロック張
	Adyar_CA2	4794	～	5310	4.66	～	5.14		7	1.69	50	2.65	
	Adyar12	5512	～	7746	5.32	～	7.56		7	2.83	50	2.66	
	Adyar11	7800	～	8753	7.64	～	8.58	直壁護岸	7	4.41	50	2.79	鋼製矢板(VL型　L=12m)
	Adyar10	8873	～	9420	8.72	～	9.29		7	4.31	50	2.78	
	Adyar9	9466	～	11010	9.34	～	10.91		7	4.15	50	2.76	
	Adyar8	11078	～	12180	10.98	～	12.08		7	3.97	50	2.74	
	Adyar7	12270	～	16292	12.17	～	16.24	2割勾配	7	4.79	50	2.64	コンクリートブロック張
	Adyar6	16380	～	17914	16.34	～	17.19		7	4.74	0	2.67	
	Adyar5	17294	～	22378	17.29	～	22.46		7	5.32	50	2.83	
	Adyar4	22445	～	24690	22.53	～	24.92		7	6.05	50	2.81	
	Adyar_CA	24766	～	24990	25.00	～	25.22		7	6.57	50	2.80	
	Adyar3	8446	～	12505	25.35	～	29.37		7	6.06	50	2.60	
	Adyar2	12525	～	17251	29.41	～	34.17	直壁護岸	7	5.35	50	2.83	鋼製矢板(VL型　L=12m)
	Adyar1	17300	～	20405	34.23	～	37.33	2割勾配	5	3.28	50	2.45	コンクリートブロック張
	Adhanur	20520	～	26754	37.44	～	43.61		5	3.65	0	3.47	
Cooum	Cooum08	60	～	570	0	～	0.483	2割勾配	4	1.87	0	2.08	コンクリートブロック張
	Cooum06	720	～	2400	0.664	～	2.342		6	1.80	0	2.52	
	Cooum05	2460	～	6300	2.405	～	6.225		7	2.36	50	2.67	
	Cooum04	6390	～	9930	6.315	～	9.872		7	3.47	50	2.67	
	Cooum03	10020	～	15400.75	9.988	～	15.333		7	4.14	50	2.67	
	Cooum02	15421	～	16980	15.393	～	16.964		6	3.55	50	2.73	
	Cooum01_b	17402	～	19261	17.024	～	18.897		5	2.94	50	2.51	
		19321	～	25230	18.957	～	24.977		5	3.44	50	2.51	
		25290	～	26608	25.037	～	26.366		4	0.87	0	5.03	
		26668	～	34593	26.426	～	34.243		4	1.33	50	2.43	
		34652	～	41140	34.303	～	40.928	ー	ー	ー	ー	ー	ー
	Cooum01	41349.39	～	43607.45	40.958	～	43.539	ー	ー	ー	ー	ー	ー
		43864.28	～	63040.18	43.785	～	63.667	ー	ー	ー	ー	ー	ー
		63207.30	～	73030.68	63.829	～	73.678	ー	ー	ー	ー	ー	ー
Kosas	Kosas08	2	~	1727	0.00	~	1.74	2割勾配	3	1.01	0	1.38	張芝護岸
	Kosas07+KL3	493	~	2198	1.85	~	3.58		4	2.46	0	1.66	
	Kosas06	185	~	489	3.63	~	4.18		5	2.60	50	1.85	
	KL2	274	~	3477	4.24	~	8.05		7	2.50	130	2.23	コンクリートブロック張
	Kosas03	102	~	1442	8.08	~	9.57		7	1.75	50	2.13	
	Kosas02+KL1	160	~	4134	9.63	~	13.66		5	1.85	0	1.86	張芝護岸
	Kosas01	152	~	18014	13.72	~	31.65	ー	ー	ー	ー	ー	ー
		18245	~	19517.5	31.87	~	32.86	ー	ー	ー	ー	ー	ー
		20026	~	21670	33.37	~	35.37	ー	ー	ー	ー	ー	ー
		22174	~	56344	35.52	~	69.26	ー	ー	ー	ー	ー	ー
Redhills	Kosas05	199	~	2510	0.00	~	2.31	2割勾配	3	2.29	0	0.50	張芝護岸
	Redhills	151	~	475	2.54	~	2.88		3	1.71	0	0.50	
	Redhills	661	~	3669	3.06	~	6.07		3	0.96	180	0.50	
	Redhills	3723	~	9455	6.13	~	11.81		3	0.95	0	1.68	
	Redhills	9639	~	14311	11.98	~	16.64		3	0.98	0	2.05	コンクリートブロック張
	Redhills	14379	~	14780	16.71	~	17.10		3	0.81	0	4.60	

出典：JICA Expert Team

直壁とする鋼矢板護岸の標準断面を Figure 7-4 に示す。

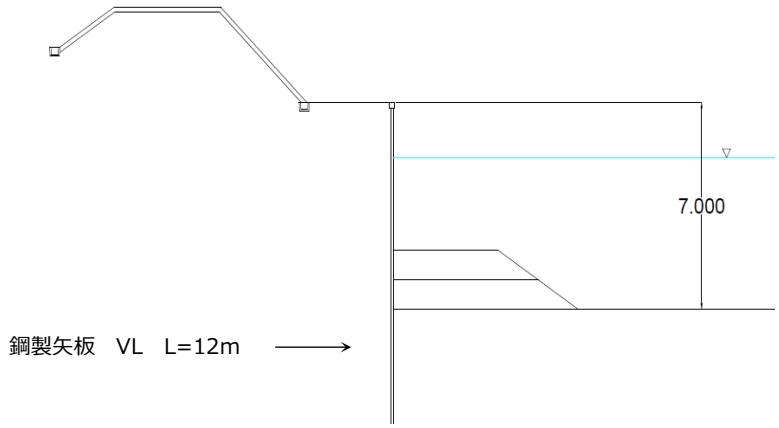


Figure 7-4: 鋼製矢板護岸の標準断面図

出典：JICA Expert Team

なお、建設発生土処理場までの運搬距離は平均 10km と推定した。

各工種の数量を Table 7-10 に示す。

Table 7-10: 河川拡幅の施工数量

工種		単位	Adyal River			Cooum River			Kosasthalaiyar River			計
			Phase1	Phase2	Total	Phase1	Phase2	Total	Phase1	Phase2	Total	
掘削		m^3	5,963,470	28,008,025	33,971,495	8,232,626	13,228,028	21,460,655	10,275,266	8,840,908	19,116,174	74,548,324
	陸上掘削	m^3	1,192,694	11,285,606	12,478,300	6,586,101	10,582,423	17,168,524	8,220,213	7,072,726	15,292,939	44,939,763
	水中（浚渫）	m^3	4,770,776	16,722,419	21,493,195	1,646,525	2,645,606	4,292,131	2,055,053	1,768,182	3,823,235	29,608,561
運搬	L＝10km	m^3	5,963,470	28,008,025	33,971,495	8,232,626	13,228,028	21,460,655	10,275,266	8,840,908	19,116,174	74,548,324
盛土	-	m^3	3,248,656	8,721,138	11,969,794	4,995,400	6,474,160	11,469,560	8,274,800	2,598,119	10,872,919	34,312,274
護岸	-	m^2	324,866	872,114	1,196,979	499,540	647,416	1,146,956	827,480	259,812	1,087,292	3,431,227
（内訳）	コンクリートブロック張	m^2	234,293	685,548	919,841	499,540	647,416	1,146,956	283,340	182,160	465,500	2,532,297
	鋼製矢板(VL型　L=12m)	m^2	90,573	186,566	277,138	0	0	0	0	0	0	277,138
	張芝護岸	m^2	0	0	0	0	0	0	544,140	77,652	621,792	621,792

出典：JICA Expert Team

7.1.3.2.　施工単価

本対策工の積算に使用する施工単価についての詳細は、Annex を参照のこと。

7.1.3.3.　建設・調達費

河川毎に計画した河川拡幅の建設・調達費を Table **7-11** に示す。なお、Annex の 1.　施工単価、6）その他の工種で示した工種やその他マスタープランの計画段階では不明な工種の費用はその他として一括計上することとした。河川拡幅における護岸工事であれば、既設構造物の撤去、矢板前面の盛土、堤防に付随する側溝、歩道や車道造成とその舗装、必要に応じた通信照明設備

等の整備費用などがそれに該当する。また、浚渫工事であれば、浚渫土砂を仮置、乾燥させるヤードに関する費用などが該当する。その他工種の比率はこれまで計上した主たる工事の 20%とした。また、7.1.2 で述べたインドにおける直接工事以外に算入する経費として単価表から得られた直接工事費の合計に 6%を加えた。

Table 7-11: 河川拡幅の建設・調達費

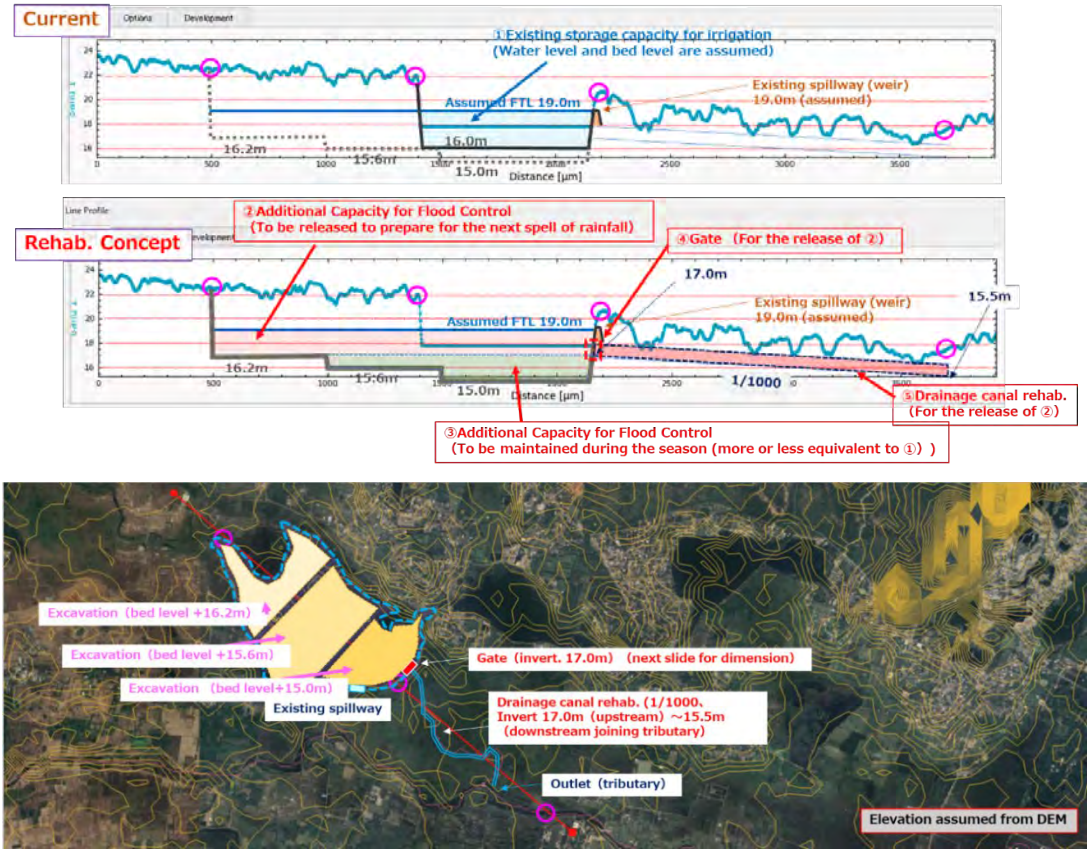
				Phase1		Phase2		Total	
河川	工種	単価	単位	数量	計(INR)	数量	計(INR)	数量	計(INR)
Adyar River	掘削	51.45	m^3	1,192,694	61,364,110	11,285,606	580,644,444	12,478,300	642,008,554
	浚渫	485	m^3	4,770,776	2,313,826,499	16,722,419	8,110,373,000	21,493,195	10,424,199,499
	運搬	114.5	m^3	5,963,470	682,817,356	28,008,025	3,206,918,846	33,971,495	3,889,736,202
	盛土	56.5	m^3	3,248,656	183,549,064	8,721,138	492,744,308	11,969,794	676,293,372
	護岸		m^2	324,866	1,168,165,200	872,114	2,751,240,934	1,196,979	3,919,406,133
	コンクリートブロック張	1,700	m^2	234,293	398,298,100	685,548	1,165,431,634	919,841	1,563,729,733
	鋼製矢板(VL型　L=12m)	8,500	m^2	90,573	769,867,100	186,566	1,585,809,300	277,138	2,355,676,400
	張芝護岸	54.95	m^2	0	0	0	0	0	0
	河道堰	470,074	m	200	94,014,800	0	0	200	94,014,800
	その他（上記計の20%）				900,747,406		3,028,384,306		3,929,131,712
	Civil Cost				5,404,484,434		18,170,305,839		23,574,790,272
	Provision for GST 18%				972,807,198		3,270,655,051		4,243,462,249
	経費（Civil Costの6%）				324,269,066		1,090,218,350		1,414,487,416
	橋梁架け替え	56,000	m^2	5,000	280,000,000	13,500	67,500,000	18,500	347,500,000
	小計				**6,981,560,698**		**22,598,679,240**		**29,580,239,937**
Cooum River	掘削	51.45	m^3	6,586,101	338,854,902	10,582,423	544,465,639	17,168,524	883,320,541
	浚渫	485	m^3	1,646,525	798,564,759	2,645,606	1,283,118,733	4,292,131	2,081,683,491
	運搬	114.5	m^3	8,232,626	942,635,720	13,228,028	1,514,609,226	21,460,655	2,457,244,946
	盛土	56.5	m^3	4,995,400	282,240,100	6,474,160	365,790,040	11,469,560	648,030,140
	護岸	54.95	m^2	499,540	849,218,000	647,416	1,100,607,200	1,146,956	1,949,825,200
	コンクリートブロック張	1,700	m^2	499,540	849,218,000	647,416	1,100,607,200	1,146,956	1,949,825,200
	鋼製矢板(VL型　L=12m)	8,500	m^2	0	0	0	0	0	0
	張芝護岸	54.95	m^2	0	0	0	0	0	0
	河道堰	470,074	m	200	94,014,800	0	0	200	94,014,800
	その他（上記計の20%）				661,105,656		961,718,168		1,622,823,824
	Civil Cost				3,966,633,937		5,770,309,005		9,736,942,942
	Provision for GST 18%				713,994,109		1,038,655,621		1,752,649,730
	経費（Civil Costの6%）				237,998,036		346,218,540		584,216,577
	橋梁架け替え	56,000	m^2	11,500	644,000,000	13,000	149,500,000	24,500	793,500,000
	小計				**5,562,626,081**		**7,304,683,166**		**12,867,309,248**
Kosasthalaiyar River	掘削	51.45	m^3	6,586,101	338,854,902	6,586,101	338,854,902	13,172,202	677,709,803
	浚渫	485	m^3	1,646,525	798,564,759	1,646,525	798,564,759	3,293,051	1,597,129,517
	運搬	114.5	m^3	8,232,626	942,635,720	8,232,626	942,635,720	16,465,253	1,885,271,440
	盛土	56.5	m^3	4,995,400	282,240,100	4,995,400	282,240,100	9,990,800	564,480,200
	護岸	54.95	m^2	499,540	511,578,394	499,540	313,938,875	999,080	825,517,270
	コンクリートブロック張	1,700	m^2	283,340	481,677,898	182,160	309,671,898	465,500	791,349,796
	鋼製矢板(VL型　L=12m)	8,500	m^2	0	0	0	0	0	0
	張芝護岸	54.95	m^2	544,140	29,900,496	77,652	4,266,977	621,792	34,167,474
	河道堰	470,074	m	170	79,912,580	0	0	170	79,912,580
	その他（上記計の20%）				590,757,291		535,246,871		1,126,004,162
	Civil Cost				3,544,543,746		3,211,481,227		6,756,024,973
	Provision for GST 18%				638,017,874		578,066,621		1,216,084,495
	経費（Civil Costの6%）				212,672,625		192,688,874		405,361,498
	橋梁架け替え	56,000	m^2	0	0	0	0	0	0
	小計				**4,395,234,245**		**3,982,236,722**		**8,377,470,967**
合計					**16,939,421,024**		**33,885,599,128**		**50,825,020,152**

出典：JICA Expert Team

7.1.4　既設タンクの改良

7.1.4.1.　概要

マスタープランにおいて提案された既設タンク改良の建設・調達費について概算費用を算定した。工種は浚渫、土砂掘削、護岸、放水路とした。建設発生土処理場は各タンクの近傍を盛土した土地の再開発、低平地の埋め立てや養浜材への活用を行うと仮定して平均 5km と推定した。改良する代表的なタンクの標準図を Figure 7-5 に示す。



出典：JICA Expert Team

Figure 7-5: 代表的なタンクの標準図

Table 7-12: タンク改良の施工数量

工種		単位	Adyar River	Cooum River	Kosasthalaiyar River (Existing)	Kosasthalaiyar River (New)	計
掘削		m^3	290,495	246,136	557,048	22,250	1,115,930
浚渫		m^3	29,049	24,614	55,705	2,225	111,593
運搬	L=5km	m^3	319,544	270,750	612,753	24,475	1,227,523
盛土		m^3	29,049	24,614	55,705	2,225	111,593
護岸		m^2	193,867	164,622	369,738	14,534	742,761
放水路構造物		m^2	398,870	338,163	763,738	30,375	1,531,146
ゲート(Type A)		LS	39	22	95	11	167
ゲート(Type B)		LS	23	18	43	1	85

出典：JICA Expert Team

タンクは、雨季の洪水前に事前放流をするためのゲートと放水路を設置する。

ゲートと放水路はタンクの容量に合わせた大きさとし、以下の 3 つのサイズの組み合わせとした。(1.2mx1.2m) x 2 gate&B=3.0m H=2.0m、(1.2mx1.2m) x 1 gate&B=2.5m H=1.8m、(1.0mx1.0m) x 1 gate&B=2.0m H=1.6m。ここで B は素堀水路の場合の底幅であり、H は高さである。なお、重力式擁壁タイプと Cut & Cover タイプの場合には、それぞれ B＝6.0m&H＝2.0m、B＝5.0m&H＝1.8m、B＝4.0m&H＝1.6m となる。また、水路の延長は 997m とした。

Table 7-13 にタンクについて設置するゲートと放水路の大きさ、本数を示す。

Table 7-13: 放水路とゲートの大きさ

(a) Adyar

Areas of tank (km^2)	No.	Gate(size, No.)	Channel(size)
1) 0 to 0.49	23.00	(1.0m*1.0m) *1 gate	B=2.0m, H=1.6m, L=500m
2) 0.50 to 0.99	19.00	(1.2m*1.2m) *1 gate	B=2.5m, H=1.8m, L=500m
3) 1.00 to 1.99	4.00	(1.2m*1.2m) *2 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=500m
4) 2.00 to 2.99	2.00	(1.2m*1.2m) *4 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=1000m
5) 3.00 to 3.99	1.00	(1.2m*1.2m) *6 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=1500m
6) 4.00 to 4.99	0.00	(1.2m*1.2m) *8 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=2000m
7) 5.00 to 5.99	1.00	(1.2m*1.2m) *10 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=2500m

出典：JICA Expert Team

(b) Cooum

Areas of tank (km^2)	No.	Gate(size, No.)	Channel(size)
1) 0 to 0.49	18.00	(1.0m*1.0m) *1 gate	B=2.0m, H=1.6m, L=500m
2) 0.50 to 0.99	6.00	(1.2m*1.2m) *1 gate	B=2.5m, H=1.8m, L=500m
3) 1.00 to 1.99	6.00	(1.2m*1.2m) *2 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=500m
4) 2.00 to 2.99	0.00	(1.2m*1.2m) *4 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=1000m
5) 3.00 to 3.99	0.00	(1.2m*1.2m) *6 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=1500m
6) 4.00 to 4.99	1.00	(1.2m*1.2m) *8 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=2000m
7) 5.00 to 5.99	0.00	(1.2m*1.2m) *10 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=2500m

出典：JICA Expert Team

(c) Kosasthalaiyar (既存)

Areas of tank (km^2)	No.	Gate(size, No.)	Channel(size)
1) 0 to 0.49	43.00	(1.0m*1.0m) *1 gate	B=2.0m, H=1.6m, L=500m
2) 0.50 to 0.99	45.00	(1.2m*1.2m) *1 gate	B=2.5m, H=1.8m, L=500m
3) 1.00 to 1.99	22.00	(1.2m*1.2m) *2 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=500m
4) 2.00 to 2.99	3.00	(1.2m*1.2m) *4 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=1000m
5) 3.00 to 3.99	0.00	(1.2m*1.2m) *6 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=1500m
6) 4.00 to 4.99	0.00	(1.2m*1.2m) *8 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=2000m
7) 5.00 to 5.99	0.00	(1.2m*1.2m) *10 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=2500m

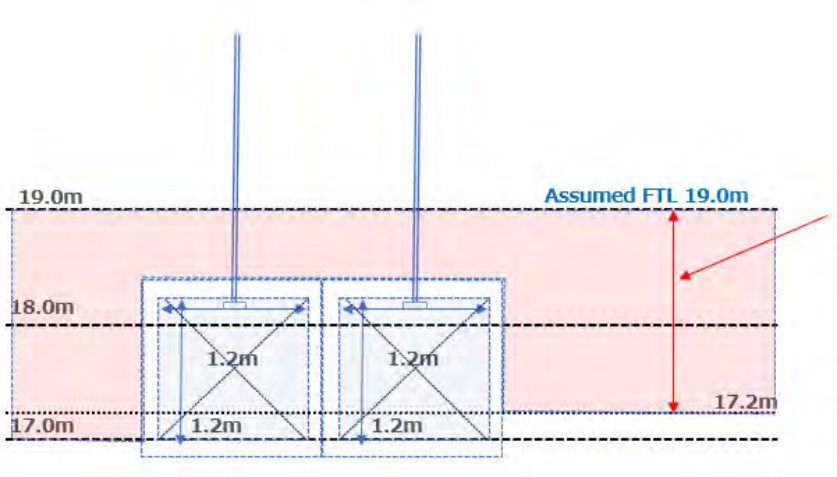
出典：JICA Expert Team

(d) Kosasthalaiyar（新設）

Areas of tank (km²)	No.	Gate(size, No.)	Channel(size)
1) 0 to 0.49	1.00	(1.0m*1.0m) *1 gate	B=2.0m, H=1.6m, L=500m
2) 0.50 to 0.99	3.00	(1.2m*1.2m) *1 gate	B=2.5m, H=1.8m, L=500m
3) 1.00 to 1.99	0.00	(1.2m*1.2m) *2 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=500m
4) 2.00 to 2.99	2.00	(1.2m*1.2m) *4 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=1000m
5) 3.00 to 3.99	0.00	(1.2m*1.2m) *6 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=1500m
6) 4.00 to 4.99	1.00	(1.2m*1.2m) *8 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=2000m
7) 5.00 to 5.99	0.00	(1.2m*1.2m) *10 gates	B=3.0m, H=2.0m, L=2500m

出典：JICA Expert Team

ゲートの標準図を Figure 7-6（Table 7-13 に示す 5）のタイプ）に示す。

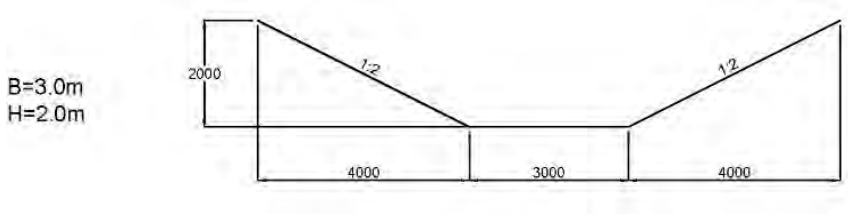


出典：JICA Expert Team

Figure 7-6: 水路におけるゲートの標準図

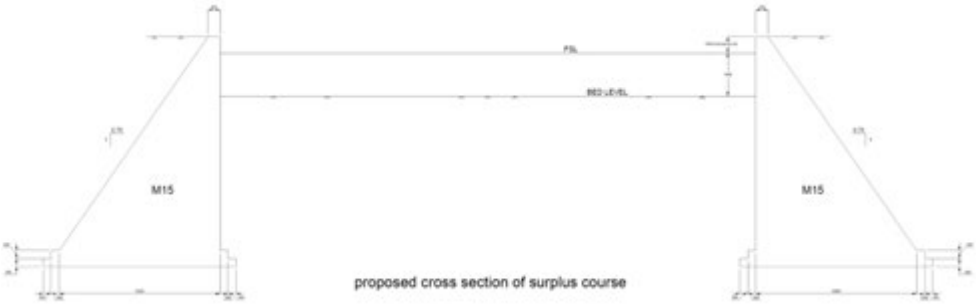
放水路の構造は素堀掘削による水路を基本とする。ゲート付近や道路横断部等の用地に制約のある個所は Cut & Cover もしくは重力式擁壁とする。これらの構造形式については Comprehensive Flood Manegement, Adayar, Lower Palar, Kovalam...Sub Basins, TNPWD WRD に記載されている事例（例：14.3.9 Formation of Surplus Course Partly as Open Drain Retaining Wall and Partly as Cut an Cover from Nandhivaram Tank and Chapakkam Tank Surplus Course to Mannivakkam Tank in Oingalpattu Taluk of Kancheepuram District）を参照した。

これら各構図形式における標準断面の例を、Figure 7-7 から Figure 7-9 に示す。各サイズ（3 構造×3 サイズ）の標準断面図（計 9 断面）については、Annex を参照すること。



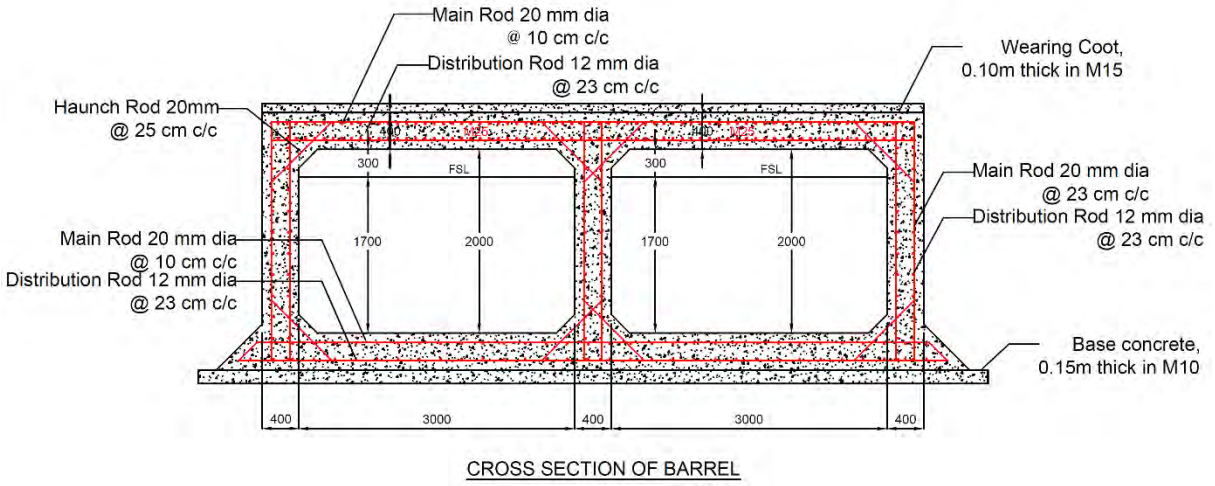
出典：JICA Expert Team

Figure 7-7: 標準図（素掘掘削）（B=3.0m ,H=2.0m）



出典：JICA Expert Team

Figure 7-8: 標準図（重力式擁壁タイプ）（B=6.0m, H=2.0m）



出典：JICA Expert Team

Figure 7-9: 水路の標準断面（Cut&Cover）（B=6.0m, H=2.0m）

ここでは全長 997m の水路のうち、499m を素堀水路、249m を Cut & Cover、249m を重力式擁壁とした。施工数量の算出過程および結果については、Annex に示す。

7.1.4.2. 施工単価

本対策工の積算に使用する施工単価についての詳細は、Annex を参照のこと。

7.1.4.3. 建設・調達費

河川毎に計画したタンクの建設・調達費を Table 7-14 に示す。

Table 7-14: タンク改良の建設・調達費

河川	工種	単位	数量	単価(INR)	計(INR)		
Adyar River	掘削	m^3	290,495	51.45	14,945,959		
	浚渫	m^3	29,049	485	14,088,999		
	運搬	m^3	319,544	57.26	18,297,107		
	盛土	m^3	29,049	56.5	1,641,296		
	護岸	m^2	193,867	54.95	10,652,997		
	放水路構造物	LS	1	2,612,344,185	2,612,344,185		
	ゲート(Type A)	LS	39	3,708,925	144,648,061		
	ゲート(Type B)	LS	23	3,585,789	82,473,158		
	その他（上記計の20%）				579,818,352		
	Civil Cost				3,478,910,114		
	Provision for GST 18%				626,203,820	**内訳(INR)**	
	経費（Civil Costの6%）				208,734,607	**Phase1**	**Phase2**
	小計				**4,313,848,541**	**2,156,924,271**	**2,156,924,271**
Cooum River	掘削	m^3	246,136	51.45	12,663,721		
	浚渫	m^3	24,614	485	11,937,619		
	運搬	m^3	270,750	57.26	15,503,152		
	盛土	m^3	24,614	56.5	1,390,671		
	護岸	m^2	164,622	54.95	9,045,976		
	放水路構造物	LS	1	2,094,161,122	2,094,161,122		
	ゲート(Type A)	LS	22	3,708,925	81,596,342		
	ゲート(Type B)	LS	18	3,585,789	64,544,211		
	その他（上記計の20%）				458,168,563		
	Civil Cost				2,749,011,377		
	Provision for GST 18%				494,822,048	**内訳(INR)**	
	経費（Civil Costの6%）				164,940,683	**Phase1**	**Phase2**
	小計				**3,408,774,107**	**1,704,387,054**	**1,704,387,054**
Kosasthalaiyar River (Existing)	掘削	m^3	557,048	51.45	28,660,134		
	浚渫	m^3	55,705	485	27,016,841		
	運搬	m^3	612,753	57.26	35,086,243		
	盛土	m^3	55,705	56.5	3,147,323		
	護岸	m^2	369,738	54.95	20,317,086		
	放水路構造物	LS	1	4,324,045,427	4,324,045,427		
	ゲート(Type A)	LS	95	3,708,925	352,347,840		
	ゲート(Type B)	LS	43	3,585,789	154,188,947		
	その他（上記計の20%）				988,961,968		
	Civil Cost				5,933,771,810		
	Provision for GST 18%				1,068,078,926	内訳(INR)	
	経費（Civil Costの6%）				356,026,309	Phase1	Phase2
	小計				7,357,877,044	3,678,938,522	3,678,938,522
Kosasthalaiyar River (New)	掘削	m^3	22,250	51.45	1,144,763		
	浚渫	m^3	2,225	485	1,079,125		
	運搬	m^3	24,475	57.26	1,401,439		
	盛土	m^3	2,225	56.5	125,713		
	護岸	m^2	14,534	54.95	798,668		
	放水路構造物	LS	30,375	0	0		
	ゲート(Type A)	LS	11	3,708,925	40,798,171		
	ゲート(Type B)	LS	1	3,585,789	3,585,789		
	その他（上記計の20%）				9,786,733		
	Civil Cost				58,720,400		
	Provision for GST 18%				10,569,672	内訳(INR)	
	経費（Civil Costの6%）				3,523,224	Phase1	Phase2
	小計				72,813,296	36,406,648	36,406,648
						内訳(INR)	
						Phase1	**Phase2**
Kosasthalaiyar River					**7,430,690,340**	**3,715,345,170**	**3,715,345,170**
						内訳(INR)	
						Phase1	**Phase2**
合計					**15,153,312,988**	**7,576,656,494**	**7,576,656,494**

出典：JICA Expert Team

7.1.5　地下バイパストンネル

7.1.5.1.　概要

マスタープランにおいて提案される地下バイパストンネルは、延長 12.3km、内空断面積 113.1m^2 という仕様となっている。以下に概要を示す。



出典：JICA Expert Team

Figure 7-10: 地下バイパストンネルの概要

7.1.5.2.　施工単価

本対策工の積算に使用する施工単価についての詳細は、Annex を参照のこと。

7.1.5.3.　建設・調達費

建設・調達費を Table 7-15 に示す。

Table 7-15: 地下バイパストンネルの建設・調達費

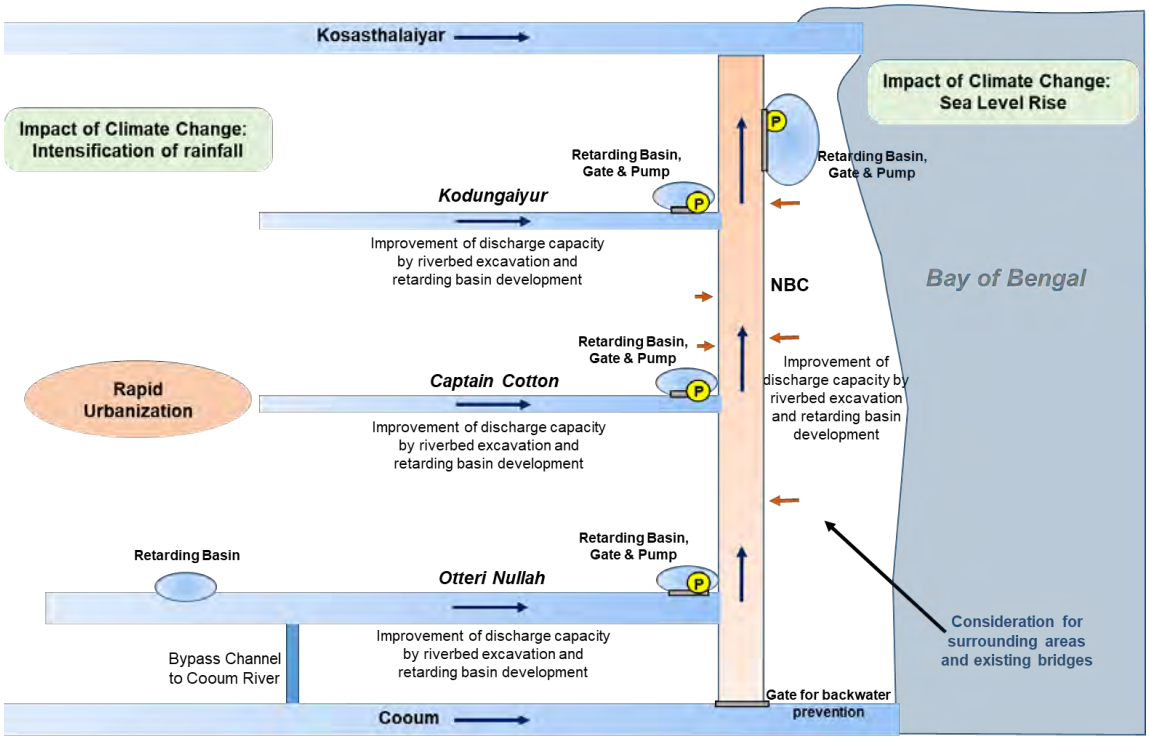
延長	m	12,300
（うち、地下貯留池部分）	m	4,000
内空	m2	113.10
単価		57,315
Phase1		**79,730,737,566**
Phase2		**0**
合計(INR)		**79,730,737,566**

出典：JICA Expert Team

7.1.6　タンクの改良（都市部）

7.1.6.1.　概要

北 Buckingham 運河および Adyar 流域において、既設タンクの改良を計画した。主たる工種は浚渫、掘削、盛土である。それぞれの位置図を Figure 7-11 に示す。また、主たる工種の数量を Table 7-16 に示す。



出典：JICA Expert Team

Figure 7-11: 北 Buckingham 運河および接続水路における対策工の概要（改良する既設タンクを含む）

Table 7-16: タンク（都市部）掘削数量

			NBC											
			Kodungaiyur		Captain Cotton		Otteri Nullah					North B Canal	Kovalam	Total
			K1	K2	C1	C2	O1	O2	O3	O4	O5	North B Canal RB	61 locations	
			New	New	New	New	New	New	New	New	New	New	Existing	
掘削		m^3	360,000	120,000	400,000	360,000	320,000	160,000	400,000	240,000	490,000	1,200,000	82,350	4,132,350
浚渫		m^3												0
運搬	L= 5km	m^3	360,000	120,000	400,000	360,000	320,000	160,000	400,000	240,000	490,000	1,200,000	0	4,050,000
盛土		m^3	36,000	12,000	40,000	36,000	32,000	16,000	40,000	24,000	49,000	120,000	0	405,000
護岸		m^2	2,400	1,386	2,400	2,530	2,263	1,600	2,530	1,960	2,800	4,382	0	24,249
コンクリート打設		m^3	360	120	400	360	320	160	400	240	490	1,200	51,240	55,290

出典：JICA Expert Team

7.1.6.2. 施工単価

本対策工の積算に使用する施工単価についての詳細は、Annex を参照のこと。

7.1.6.3. 建設・調達費

既設タンク改良の建設・調達費を Table 7-17 に示す。

Table 7-17: 既設タンク改良の建設・調達費

工種	単位	数量	単価(INR)	計(INR)
掘削	m^3	4,132,350	51.45	212,609,408
浚渫	m^3	0	485	0
運搬	m^3	4,050,000	57.26	231,903,000
盛土	m^3	405,000	56.5	22,882,500
護岸	m^2	24,249	54.95	1,332,504
コンクリート打設	m^3	55,290	30,500	1,686,345,000
その他（上記計の20%）				431,014,482
Civil Cost				2,586,086,894
Provision for GST 18%				465,495,641
経費（Civil Costの6%）				155,165,214
計				**3,206,747,749**
		内訳	**Phase1**	**3,206,747,749**
			Phase2	**0**

出典：JICA Expert Team

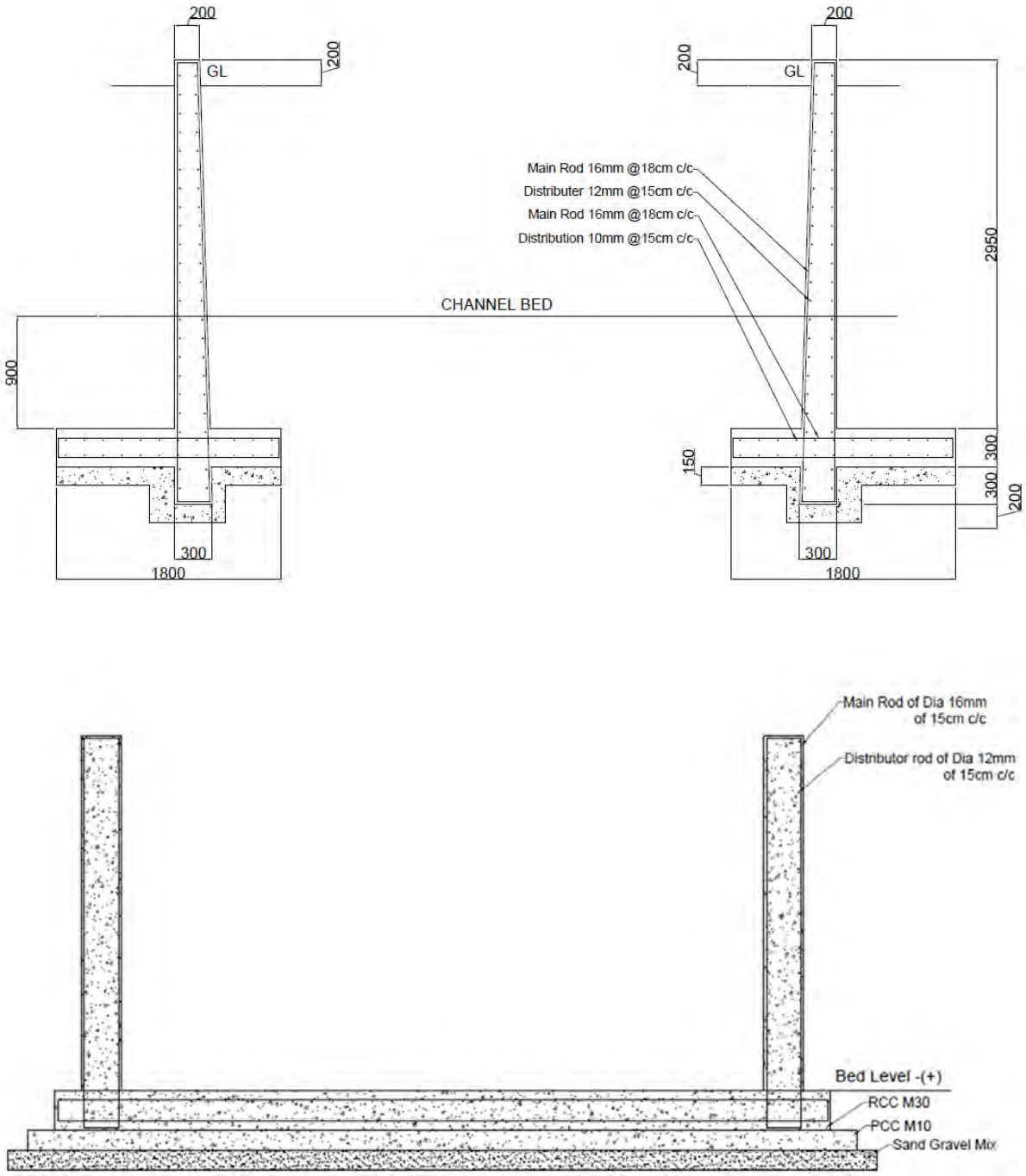
7.1.7　水路の改良（都市部）

7.1.7.1.　概要

水路は以下のような 2 種類のコンクリート構造物が主として築造されている。

(1)　　コンクリート壁構造

都市部における一般的なコンクリート擁壁の水路である。標準断面図を Figure 7-12 に示す。

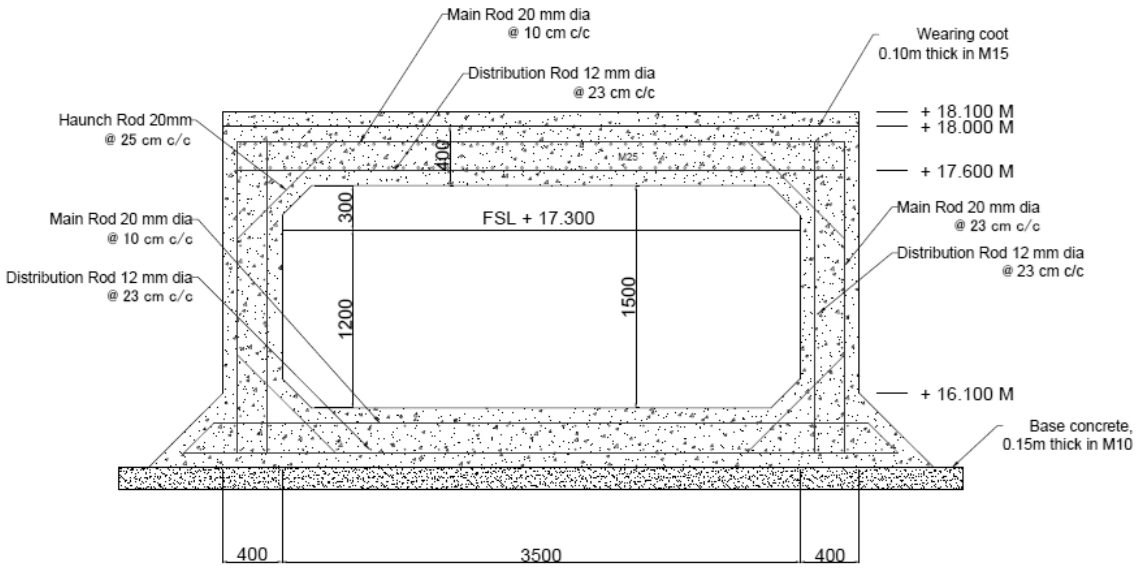


出典：Project example: Improvements to Gerugambakkam Channel in Gerugambakkam Village in Kundrathur Taluk of Kancheepuram, TNPWD より JICA Expert Team 編集

Figure 7-12: Cut & Cover の標準的な断面図

(2) Cut & Cover

鉄筋コンクリート製のボックスカルバートで、地下に配置される。構造物の上部を交通等で利用することができる。これまでの実績から流量が概ね 40m³/s で、幅 10m 以下の水路に関して Cut & Cover 水路が適用されている。標準断面図を Figure 7-13 に示す。



出典：Comprehensive Flood Manegement, Adayar, Lower Palar, Kovalam...Sub Basins, TNPWD WRD より JICA Expert Team で編集

Figure 7-13: Cut & Cover の標準的な断面図

Table 7-18: 水路（都市部）数量

			Adyar							NBC								CBC		Adyar		Cooum				
			Adyar							NBC		Captain Cotton		Kodungaiyur		Otteri Nullah		CBC		Kundrathur	Pammal	Virugumbakkan	Nungambakkam	Trustpuram	Padikuppam	**Total**
			Nandanam	Mambalam	Chelammal	Guindy	MGR	Kolapakkam	Manapakkam	0.0-8.1k	8.1-17k	0.0-1.8k	1.8-2.7k	0.0-2.0k	2.0-4.5k	0.0-4.8k	4.8-10.2k	0.0-4.68k	4.68-7.19k	Existing	Existing					
掘削		m^3	34,932	215,081	9,293	47,589	88,525	172,358	729,479	1,717,281	1,212,652	81,131	45,790	84,552	100,835	365,755	396,333	522,143	292,330	31,800	50,500	399,492	45,504	66,563	124,297	**6,834,215**
浚渫		m^3				0	0		0												0					**0**
運搬	L=5km	m^3	34,932	215,081	9,293	0	0	172,358	0	1,717,281	1,212,652	81,131	45,790	84,552	100,835	365,755	396,333	522,143	292,330	31,800	0	399,492	45,504	66,563	124,297	**5,918,122**
盛土		m^3		0	3,797	0	0		0												0					**3,797**
護岸		m^2	7,723	51,227		16,075	25,157	33,629	118,436	265,397	336,643	21,350	11,120	31,732	52,230	95,899	160,855	226,264	119,679	2,792	4,984	142,451	9,592	20,979	16,748	**1,770,961**
コンクリート打設		m^2	5,565	33,538	1,426	7,211	9,571	13,212	49,944	67,716	78,409	6,898	3,521	8,880	12,760	23,923	42,336	56,160	30,120	167	167	46,868	7,072	8,841	12,422	**526,727**
Cut&Cover水路	Q=86㎥/s	m^2																			90					**90**

出典：JICA Expert Team

7.1.7.2. 施工単価

本対策工の積算に使用する施工単価についての詳細は、Annex を参照のこと。

7.1.7.3. 建設・調達費

水路の改良（都市部）(Connecting Drainage (Micro-Drainage) Improvement)の建設・調達費を Table 7-19 に示す。

Table 7-19: 水路の改良（都市部）の建設・調達費

工種	単位	数量	単価(INR)	計(INR)
掘削	m^3	6,834,215	51.45	351,620,361
浚渫	m^3	0	485	0
運搬	m^3	5,918,122	212.4	1,257,009,111
盛土	m^3	3,797	56.5	214,511
護岸	m^2	1,770,961	54.95	97,314,319
コンクリート打設	m^3	526,727	30,500	16,065,161,300
Cut & Cover水路	m	90	449,207	40,428,630
その他（上記計の20%）	式	1		3,562,349,646
Civil Cost				21,374,097,878
Provision for GST 18%				3,847,337,618
経費（Civil Costの6%）	式	1		1,282,445,873
小計				**26,503,881,369**
		内訳	**Phase1**	**26,503,881,369**
			Phase2	**0**

出典：JICA Expert Team

7.1.8　ゲート・ポンプ

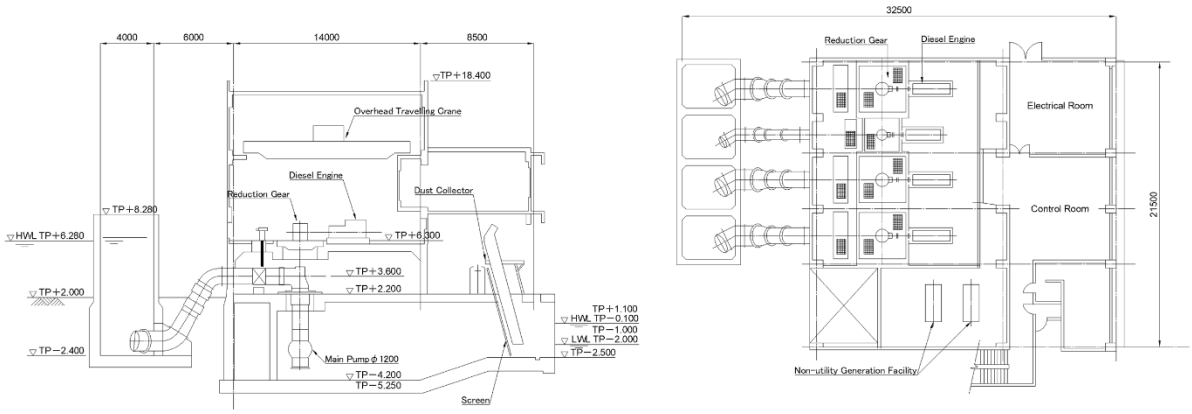
7.1.8.1.　概要

計画したゲートおよびポンプの一覧を Table 7-20 に、排水機場の標準図を Figure 7-14 に示す。なお、北 Buckingham 運河における支川の位置図は、Figure 7-15 を参照のこと。

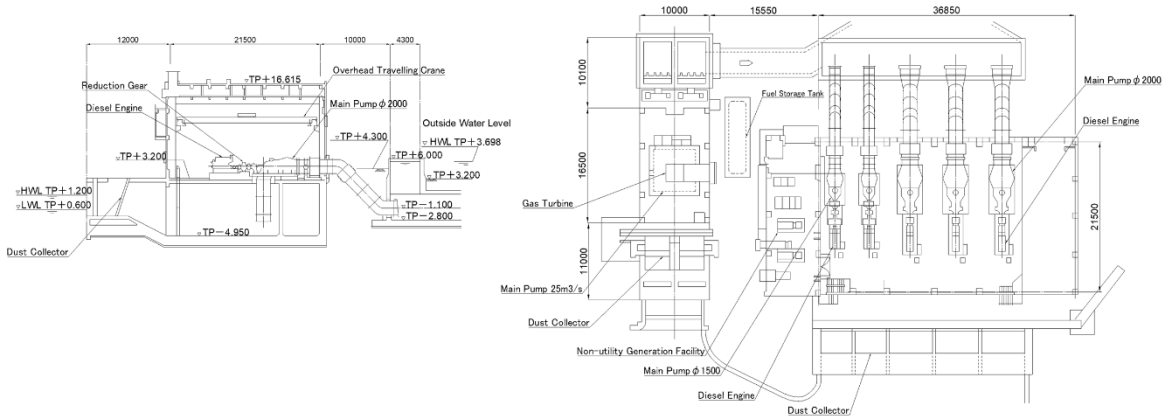
Table 7-20: ゲート・ポンプの一覧

Sl. No.	Canal	Gate St H m	Gate W m	Gate S m2	Pump Q m^3/s
Adyar					
1	Mambalam	4.710	15.500	73.005	0.000
2	Manapakkam	8.450	10.000	0.000	0.000
3	Kuradrathur	4.560	8.000	36.480	0.000
Cooum					
1	Vigrrambakkam Arunbakkam	7.540	15.000	0.000	0.000
B-Canal/Kovalam					
1	B-canal/Adyar	4.000	20.000	80.000	0.000
2	B-canal/Muttukadu	2.500	120.000	300.000	0.000
3	Okkiyam Maduvu Diversion	2.000	120.000	240.000	0.000
4	New Diversion/Bay of Bengal	2.900	62.900	182.410	28.670
Kovalam					
1	Inland water exclusion	0.000	0.000	0.000	1.406
NBC/CBC					
1	K1	1.700	2.000	3.400	2.000
2	K2	1.700	2.000	3.400	1.000
3	C1	1.100	2.000	2.200	0.500
4	C2	1.100	2.000	2.200	0.500
5	O1	2.300	2.000	4.600	0.000
6	O2	2.300	2.000	4.600	0.000
7	O3	1.000	2.000	2.000	2.000
8	O4	1.000	2.000	2.000	2.000
9	O5	1.000	2.000	2.000	2.000
10	North B Canal RB	3.600	2.000	7.200	2.000
11	North B Canal	2.400	9.000	21.600	
12	Central B Canal	6.000	6.500	39.000	

出典：JICA Expert Team



(a) 小規模排水機場（計画排水量の目安：7.68 m^3/s 以下）



(b) 中規模排水機場（計画排水量の目安：60m^3/s 以下）

出典：JICA Expert Team

Figure 7-14: 排水機場の標準図



出典：JICA Expert Team

Figure 7-15: 北 Buckingham 運河における支川の位置図

7.1.8.2. 施工単価

本対策工の積算に使用する施工単価についての詳細は、Appendix を参照のこと。

7.1.8.3. 建設・調達費

ゲート・ポンプの建設・調達費を Table 7-21 に示す。

Table 7-21: ゲート・ポンプの建設・調達費

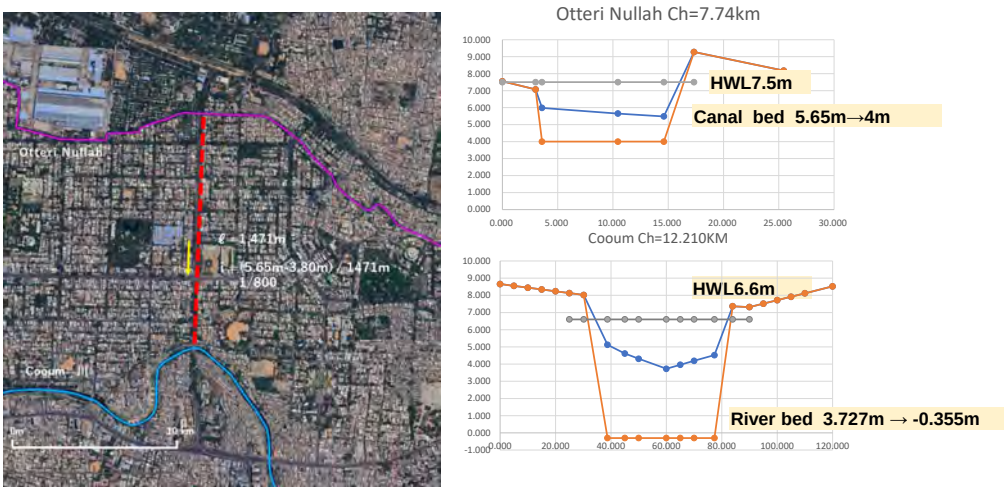
Sl. No.	Canal	Gate St H m	Gate W m	Gate S m2	Amount 1) Gate (INR)	Pump Q m^3/s	Amount 2) Pump st. (INR)	Amount 1)+2) (INR)
Adyar								
1	Mambalam	4.71	15.5	73	58,994,205	0	0	58,994,205
2	Manapakkam	8.45	10		3,315,789	0	0	3,315,789
3	Kuradrathur	4.56	8	36	22,021,197	0	0	22,021,197
	Sub Total				**84,331,192**		**0**	**84,331,192**
Cooum								
1	Vigrrambakkam Arunbakkam	7.54	15		83,625,000	0	0	83,625,000
	Sub Total				**83,625,000**		**0**	**83,625,000**
B-Canal/Kovalam								
1	B-canal/Adyar	4	20	80	68,157,895			68,157,895
2	B-canal/Muttukadu	2.5	120	300	698,052,632			698,052,632
3	Okkiyam Maduvu Diversion	2	120	240	460,578,947			460,578,947
4	New Diversion/Bay of Bengal	2.9	62.9	182	278,978,582	28.67	886,821,790	1,165,800,372
	Sub Total				**1,505,768,055**		**886,821,790**	**2,392,589,846**
Kovalam								
1	Inland water exclusion					1.40625	83,748,366	83,748,366
	Sub Total				**0**		**83,748,366**	**83,748,366**
NBC/CBC								
1	K1	1.7	2	3	4,289,621	2	98,842,120	103,131,741
2	K2	1.7	2	3	4,289,621	1	73,421,060	77,710,681
3	C1	1.1	2	2	3,927,853	0.5	60,710,530	64,638,383
4	C2	1.1	2	2	3,927,853	0.5	60,710,530	64,638,383
5	O1	2.3	2	5	4,671,095		48,000,000	52,671,095
6	O2	2.3	2	5	4,671,095		48,000,000	52,671,095
7	O3	1	2	2	3,869,474	2	98,842,120	102,711,594
8	O4	1	2	2	3,869,474	2	98,842,120	102,711,594
9	O5	1	2	2	3,869,474	2	98,842,120	102,711,594
10	North B Canal RB	3.6	2	7	5,565,221	2	98,842,120	104,407,341
11	North B Canal/Cooum	2.4	9	22	12,192,253			12,192,253
12	Central B Canal/Cooum	6	6.5	39	23,985,789			23,985,789
	Sub Total				**79,128,821**		**785,052,720**	**864,181,541**

出典：JICA Expert Team

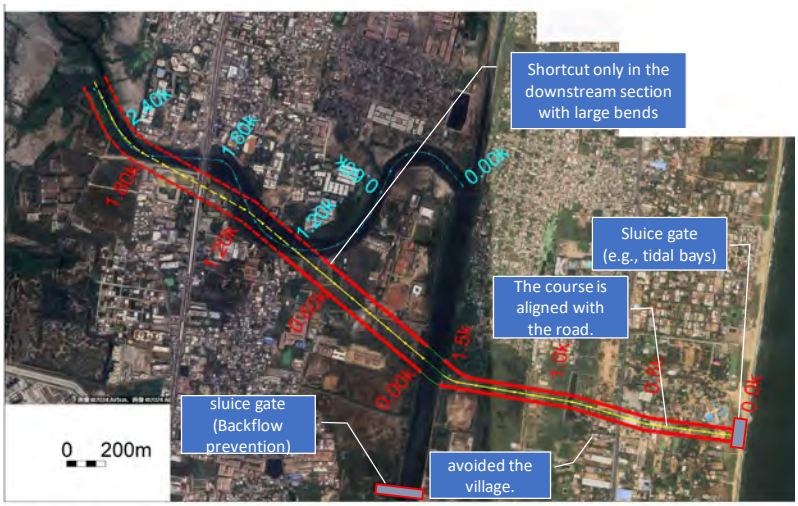
7.1.9　放水路

7.1.9.1.　概要

放水路の位置図と標準断面図を Figure 7-16 に示す。



(a) OtteriNulla-Cooum 分水路



(b) Okkiyam Maduvu 放水路

出典：JICA Expert Team

Figure 7-16: 放水路の位置図

Table 7-22 に放水路の数量を示す。

Table 7-22: 放水路の数量

Location	Length	コンクリート水路断面	掘削量	護岸	橋梁	盛土
	m	m^2	m^3	m^2	m^2	m^3
Buckingham muttukadu to Adyar River		256	0	10,000	0	10,000
Buckingham muttukadu to Okkiyam Maduvu		256	0	96,000	0	72,000
Okkiyam Maduvu Short-Cut		256	474,000	1,000	0	5,000
OtteriNulla-Cooum 分水路	1,471	26	38,246	1,275	0	382
Okkiyam Maduvu 放水路	1,580	256	404,000	15,000	1,824	4,000
Total	**3,051**		**916,246**	**123,275**	**1,824**	**91,382**

出典：JICA Expert Team 作成

7.1.9.2. 施工単価

本対策工の積算に使用する施工単価についての詳細は、Annex を参照のこと。

7.1.9.3. 建設・調達費

算出した放水路の建設・調達費を Table 7-23 に示す。

Table 7-23: 放水路の建設・調達費

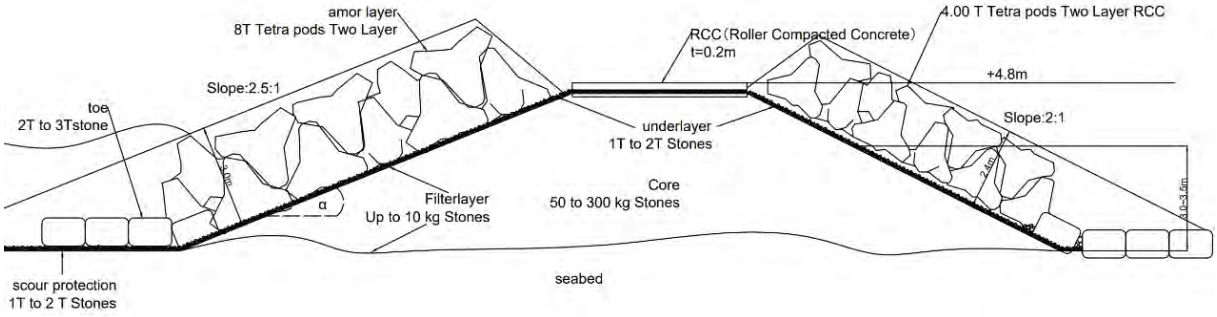
工種	単位	数量	単価(INR)	計(INR)				
擁壁式水路	m	3,051	83,000	253,233,000				
浚渫	m^3	916,246	485	444,379,310				
運搬	m^3	916,246	114.5	104,910,167				
盛土	m^3	91,382	56.5	5,163,109				
護岸	m^2	123,275	54.95	6,773,954				
その他（浚渫・運搬・盛土の20%）				112,245,308				
Civil Cost				926,704,848				
Provision for GST 18%				166,806,873				
経費（Civil Costの6%）				55,602,291				
橋梁架け替え	m^2	1,824	56,000	102,144,000	内訳			
計				1,251,258,011	**Phase1**	1,251,258,011	**Phase2**	0

出典：JICA Expert Team

7.1.10　海岸、河口対策

7.1.10.1.　概要

海岸、河口対策は Muttukadu の浚渫と導流壁の築堤である。



出典：JICA Expert Team

Figure 7-17: 導流堤の標準断面

主要工事数量を Table 7-24 に示す。

Table 7-24: 海岸、河口対策主要工事数量

工種	単位	数量
浚渫	m^3	30,000
導流堤築造	m	230

出典：JICA Expert Team

7.1.10.2.　施工単価

本対策工の積算に使用する施工単価についての詳細は、Annex を参照のこと。なお、準備費については、本工事において、用地取得は発生しないと想定するため、準備費は計上しないものとする。

7.1.10.3.　　建設・調達費

海岸、河口対策の建設・調達費を Table 7-25 に示す。

Table 7-25: 海岸、河口対策の建設・調達費

工種	単位	数量	単価(INR)	Total(INR)
浚渫	m^3	30,000	485	14,550,000
運搬（20km）	m^3	30,000	114.5	3,435,000
導流堤築造	m	230	619,936	142,585,280
その他（事例参照なのでなし）				0
Civil Cost				160,570,280
Provision for GST 18%				28,902,650
経費（Civil Costの26%）				41,748,273
計			Phase1	231,221,203
			Phase2	0
			SUM	231,221,203

出典：JICA Expert Team

7.1.11　維持管理費

維持管理費について、以下の 2 種類を計上するものとする。

・維持管理費(1)　年間維持管理費を建設・調達費の 0.5%

・維持管理費(2)　3 河川の維持管理として毎年の維持浚渫工事、および関連する設計監理費（3 河川合計で年間約 10,000m^3 分）

Table 7-26: 維持管理費用（年間）

	Phase1	Phase2	Total
	(Unit: INR)		
維持管理費(1)（年間）	4,221,812,380	6,379,397,179	10,684,566,393
維持管理費(2)（年間）	13,490,506	13,490,506	13,490,506
維持管理費　小計（年間）	4,235,302,886	6,392,887,685	10,698,056,898

出典：JICA Expert Team

Table 7-27: 維持管理費(2)の内訳（年間）

	工種	単位	数量	単価(INR)	計(INR)
Adyal River	浚渫	m^3	3,000	485	1,455,000
Cooum River	浚渫	m^3	3,000	485	1,455,000
Kosasthalaiyar River	浚渫	m^3	3,000	485	1,455,000
海岸河口対策	浚渫	m^3	4,000	485	1,940,000
Adyal River	運搬（L=20km）		3,000	212.4	637,200
Cooum River	運搬（L=20km）		3,000	212.4	637,200
Kosasthalaiyar River	運搬（L=20km）		3,000	212.4	637,200
海岸河口対策	運搬（L=20km）		4,000	212.4	849,600
小計	その他（上記計の20%）				1,813,240
	Civil Cost				10,879,440
	Provision for GST 18%				1,958,299
	経費（Civil Costの6%）				652,766
	合計				13,490,506

出典：JICA Expert Team

7.1.12 概算事業費

7.1.12.1. 概算事業費

概算事業費を Table 7-28 に示す。

Table 7-28: 概算事業費

Item		Phase1	Phase2	Total
		(Unit: INR)		
1 事業管理費		4,636,985,983	1,383,678,395	6,020,664,378
	事業管理費　小計	4,636,985,983	1,383,678,395	6,020,664,378
2 準備費				
2-1　用地取得費（補償費を含む）		95,085,817,157	591,204,918,784	686,290,735,941
(1)　外水対策		84,194,062,704	591,204,918,784	675,398,981,488
	河川拡幅	0	509,022,413,111	509,022,413,111
	貯水池改良	82,182,505,672	82,182,505,672	164,365,011,345
	地下河川	2,011,557,031	0	2,011,557,031
(2)　内水対策		10,891,754,453	0	10,891,754,453
	貯水池（都市部）	6,199,126,172	0	6,199,126,172
	水路（都市部）	0	0	0
	放水路	2,148,225,625	0	2,148,225,625
	ゲート・ポンプ	2,544,402,656	0	2,544,402,656
(3)　海岸・河口対策		0	0	0
2-2　補償費		0	0	0
2-3　環境配慮審査（EIA）費		0	0	0
	準備費　小計	95,085,817,157	591,204,918,784	686,290,735,941
3 建設調達費				
(1)　外水対策		104,246,815,084	41,462,255,622	145,709,070,706
	河川拡幅	16,939,421,024	33,885,599,128	50,825,020,152
	貯水池改良	7,576,656,494	7,576,656,494	15,153,312,988
	地下河川	79,730,737,566	0	79,730,737,566
(2)　内水対策		34,470,363,074	0	34,470,363,074
	貯水池（都市部）	3,206,747,749	0	3,206,747,749
	水路（都市部）	26,503,881,369	0	26,503,881,369
	放水路	1,251,258,011	0	1,251,258,011
	ゲート・ポンプ	3,508,475,945	0	3,508,475,945
(3)　海岸・河口対策		231,221,203	0	231,221,203
	建設調達費　小計	138,948,399,361	41,462,255,622	180,410,654,983
4 設計監理費				
4-1　土木設計監理費				
4-1-1	実施設計費	6,947,419,968	2,073,112,781	9,020,532,749
4-1-2	施工監理費	4,168,451,981	1,243,867,669	5,412,319,649
	設計監理費　小計	11,115,871,949	3,316,980,450	14,432,852,399
5 予備費				
5-1　物価上昇費		1,500,642,713	447,792,361	1,948,435,074
5-2　物理的予備費		3,001,285,426	895,584,721	3,896,870,148
	予備費　小計	4,501,928,139	1,343,377,082	5,845,305,221
6 技術訓練費		0		
	技術訓練費　小計	0		
7 維持管理費	年間			
	維持管理費(1)（年間）	6,947,419,968	2,073,112,781	9,020,532,749
	維持管理費(2)（年間）	13,490,506	13,490,506	13,490,506
	維持管理費　小計（年間）	6,960,910,474	2,086,603,287	9,034,023,255
Total	**（維持管理費を除く）**	**254,289,002,590**	**638,711,210,332**	**893,000,212,922**

出典：JICA Expert Team

7.1.12.2. 事業計画（スケジュール）

事業は準備期間を 3 年、工事期間を 30 年とし、計 33 年として計画した。年別の計画事業費を Table 7-29 に示す。予備費の計算で用いる物価上昇率は以下より 5.0%と設定した。

インド政府（Government of India, Ministry of Statistics and Programme Implementation）が公式に発表している Tamil Nadu 州の 2024Statewise Inflation Rates (%) for Apr 2024 (based on CPI)によれば、4.93%である（ https://mospi.gov.in/dataviz-cpi-map)。一方別の民間ウエブサイトによれば、2019 年から 2022 年のインフレ率は 3.73%から 6.70%であった（https://www.macrotrends.net/global-metrics/countries/IND/india/inflation-rate-cpi)。

Table 7-29: 年別事業費計画

(a) Case5

Item		Unit	Q	Cost		Duration (Year)	Year												
				Phase1	crore.INR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 事業管理費		LS	1	4,636,985,983	464	13	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
2 準備費		LS	1	95,085,817,157	9,509	3	3,170	3,170	3,170										
3 建設･調達費		LS	1	138,948,399,361	13,895	10	0	0	0	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389
3-1 外水対策		LS	1	104,246,815,084	10,425	10	0	0	0	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042
(1) 河川拡幅		LS	1	16,939,421,024	1,694	10				169	169	169	169	169	169	169	169	169	169
(2) 貯水池改良		LS	1	7,576,656,494	758	10				76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
(3) 地下河川		LS	1	79,730,737,566	7,973	10				797	797	797	797	797	797	797	797	797	797
3-2 内水対策		LS	1	34,470,363,074	3,447	10				345	345	345	345	345	345	345	345	345	345
(1) 貯水池（都市部）		LS	1	3,206,747,749	321	10				32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
(2) 水路（都市部）		LS	1	26,503,881,369	2,650	10				265	265	265	265	265	265	265	265	265	265
(3) 放水路		LS	1	1,251,258,011	125	10				13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
(4) ゲート・ポンプ		LS	1	3,508,475,945	351	10				35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
3-3 海岸･河口対策		LS	1	231,221,203	23	10				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4 設計監理費		LS	1	11,115,871,949	1,112	13	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
5 予備費		LS	1	4,501,928,139	450	13	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
5-1 物価上昇費		LS	1	1,500,642,713	150	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
5-2 物理的予備費		LS	1	3,001,285,426	300	13	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
6 技術訓練費		LS	1	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 維持管理費		LS	1	0	0	0													
7-1 維持管理費(1)(年間)		LS	1	0	0	0													
7-2 維持管理費(2)(年間)		LS	1	0	0	0													
Total	※維持管理費除く			254,289,002,590	25,429		3,337	3,337	3,337	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557

出典：JICA Expert Team

(b) Case2

Item	Unit	Q	Cost Phase1	Cost crore. INR	Cost Phase2	Cost crore. INR	Cost Total	Cost crore.INR	Duration(Year) Phase1	Duration(Year) Phase2	Year 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
1 事業管理費	LS	1	4,636,985,983	464	1,383,678,395	138	6,020,664,378	602	13	26	36	36	36	36	36	36	36	41	41	41	41	41	41	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2 準備費	LS	1	95,085,817,157	9,509	591,204,918,784	59,120	686,290,735,941	68,629	3	6	3,170	3,170	3,170					9,853	9,853	9,853	9,853	9,853	9,853																				
3 建設･調達費	LS	1	138,948,399,361	13,895	41,462,255,622	4,146	180,410,654,983	18,041	10	20	0	0	0	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	1,389	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207
3-1 外水対策	LS	1	104,246,815,084	10,425	41,462,255,622	4,146	145,709,070,706	14,571	10		0	0	0	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207
(1) 河川拡幅	LS	1	16,939,421,024	1,694	33,885,599,128	3,389	50,825,020,152	5,083	10	20				169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169
(2) 貯水池改良	LS	1	7,576,656,494	758	7,576,656,494	758	15,153,312,988	1,515	10	20				76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
(3) 地下河川	LS	1	79,730,737,566	7,973	0	0	79,730,737,566	7,973	10	20				797	797	797	797	797	797	797	797	797	797	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-2 内水対策	LS	1	34,470,363,074	3,447	0	0	34,470,363,074	3,447	10	20				345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(1) 貯水池（都市部）	LS	1	3,206,747,749	321	0	0	3,206,747,749	321	10	20				32	32	32	32	32	32	32	32	32	32																				
(2) 水路（都市部）	LS	1	26,503,881,369	2,650	0	0	26,503,881,369	2,650	10	20				265	265	265	265	265	265	265	265	265	265																				
(3) 放水路	LS	1	1,251,258,011	125	0	0	1,251,258,011	125	10	20				13	13	13	13	13	13	13	13	13	13																				
(4) ゲート・ポンプ	LS	1	3,508,475,945	351	0	0	3,508,475,945	351	10	20				35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3-3 海岸･河口対策	LS	1	231,221,203	23	0	0	231,221,203	23	10	3				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																				
4 設計監理費	LS	1	11,115,871,949	1,112	3,316,980,450	332	14,432,852,399	1,443	13	26	86	86	86	86	86	86	86	98	98	98	98	98	98	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5 予備費	LS	1	4,501,928,139	450	1,343,377,082	134	5,845,305,221	585	13	26	35	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5-1 物価上昇費	LS	1	1,500,642,713	150	447,792,361	45	1,948,435,074	195	13	26	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5-2 物理的予備費	LS	1	3,001,285,426	300	895,584,721	90	3,896,870,148	390	13	26	23	23	23	23	23	23	23	27	27	27	27	27	27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6 技術訓練費	LS	1	0	0	0	0	0	0	13	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 維持管理費	LS	1	6,960,910,474	696	2,086,603,287	209	9,034,023,255	903	0	0														696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696
7-1 維持管理費(1)(年間)	LS	1	6,947,419,968	695	2,073,112,781	207	9,020,532,749	902	0	0														695	695	695	695	695	695	695	695	695	695	695	695	695	695	695	695	695	695	695
7-2 維持管理費(2)(年間)	LS	1	13,490,506	1	13,490,506	1	13,490,506	1	0	0														1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total ※維持管理費除く			254,289,002,590	25,429	638,711,210,332	63,871	893,000,212,922	89,300			3,337	3,337	3,337	1,557	1,557	1,557	1,557	11,435	11,435	11,435	11,435	11,435	11,435	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928	928

出典：JICA Expert Team

7.2 予備的経済性評価

7.2.1 経済性評価

7.2.1.1. 社会経済に関する GIS ベースのデータベースの構築

対象地域における社会経済に関連する基礎データについて、GIS に基づき整理する。

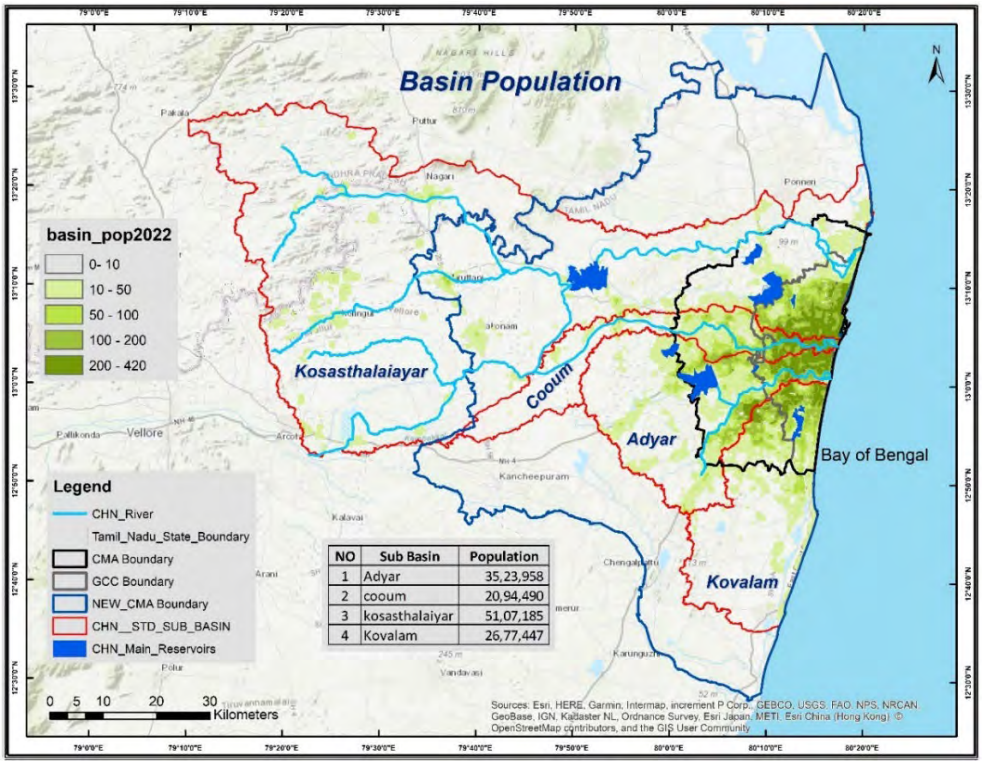
(1) 人口

2011 年の国勢調査の人口統計をもとにした UN World Pop の人口分布データに、人口増加率を乗じて推定した 2022 年の推定人口分布を下図に示す。対象地域の各行政区分および水系ごとの推計人口は下表の通り。

Table 7-30: 対象地域の各行政区分および各水系の人口

	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosastha laiyar	4 Basins
人口 Population (person)	6,221,000	11,503,000	15,900,000	76,536,000	6,467,477	3,843,991	4,913,885	9,373,155	24,598,507

出典：各種統計情報および予測値をもとに算出。



出典：GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-18: 対象地域の人口分布

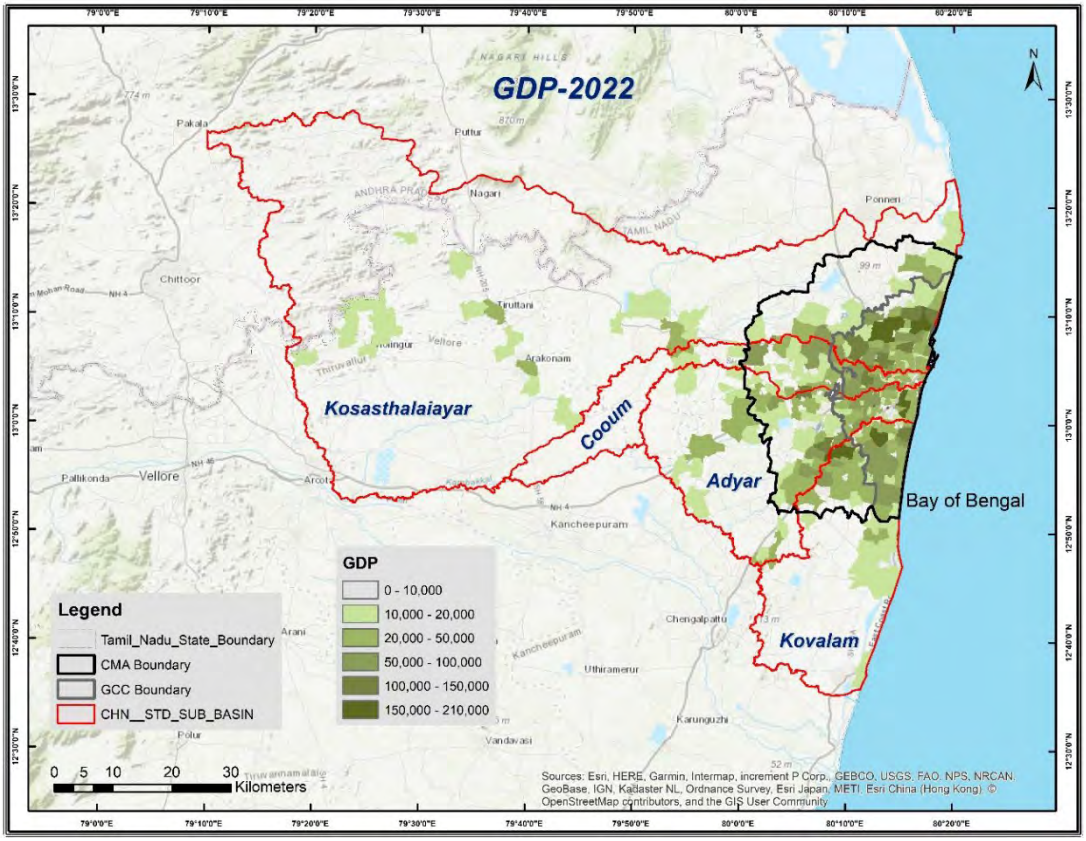
(2) GDP

(1)の推計人口分布データをもとに作成した推計 GDP の分布を下図に示す。また対象地域の各行政区分および各水系の GDP は下表の通り。

Table 7-31: 対象地域の各行政区分および各水系の GDP

	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar	4 Basins
国内総生産 GDP (US$ billion)	26.03	48.14	66.53	320.27	27.06	16.09	20.56	39.22	102.93

出典：各種統計情報および予測値をもとに、GIS にて JICA Expert Team 算出。



出典：GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-19: 対象地域の GDP 分布

(3)　　土地利用

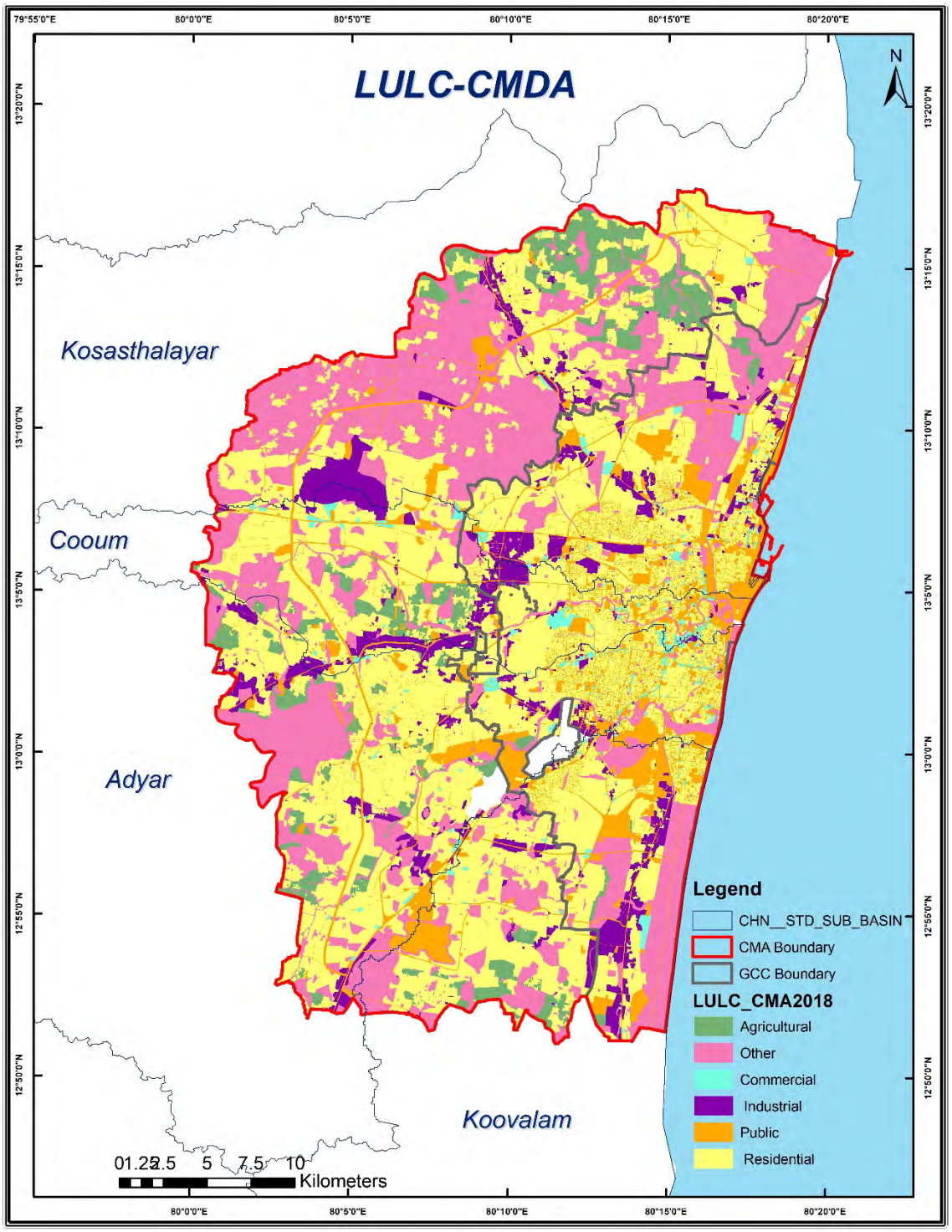
入手可能な 2018 年のチェンナイ都市圏（CMA）の土地利用図に基づき、下表および下図に対象地域の各行政区分および各水系の土地利用区分ごとの面積を示す。CMA のエリアのうち 46.8%が住宅地、7.2%が公共関連エリア、6.8%が工業地、5.7%が農業地、1.4%が商業地であった。

Table 7-32: 対象地域の各行政区分および各水系の土地利用種別面積

面積 Area (km^2 (%))	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
住宅 Residential	222.2 (52.2%)	556.3 (46.8%)	N/A (-)	N/A (-)	148.0 (17.3%)	88.1 (20.2%)	100.0 (12.8%)	188.3 (4.6%)
工業 Industrial	33.1 (7.8%)	81.0 (6.8%)	N/A (-)	N/A (-)	16.8 (2.0%)	11.2 (2.6%)	16.6 (2.1%)	23.6 (0.6%)
商業 Commercial	12.5 (2.9%)	16.5 (1.4%)	N/A (-)	N/A (-)	4.5 (0.5%)	4.6 (1.1%)	1.9 (0.2%)	4.7 (0.1%)
農業 Agricultural	3.0 (0.7%)	67.8 (5.7%)	N/A (-)	N/A (-)	16.8 (2.0%)	9.9 (2.3%)	9.2 (1.2%)	31.9 (0.8%)
公共エリア Public related	68.3 (16.0%)	85.7 (7.2%)	N/A (-)	N/A (-)	14.2 (1.7%)	21.0 (4.8%)	8.1 (1.0%)	21.7 (0.5%)
その他 Others	87.0 (20.4%)	381.8 (32.1%)	N/A (-)	N/A (-)	49.9 (5.8%)	9.2 (2.1%)	58.9 (7.5%)	169.2 (4.1%)
不明 Unknown*	- (-)	- (-)	N/A (-)	N/A (-)	603.6 (70.7%)	291.3 (66.9%)	587.7 (75.1%)	3,642.6 (89.2%)
合計 Total	426.0	1,189.0	5,904.0	130,100.0	853.7	435.4	782.2	4,081.9

*注：利用可能な土地利用データは CMA エリア内のみのため、CMA エリア外のエリアは "N/A "としてカウント。上記のカテゴリーに分類されないエリアは "不明"としている。

出典：GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。



出典：CMA の 2018 年土地利用 GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-20: CMA の 2018 年時点の土地利用図

(4)　公共施設等（社会インフラ）

1）主要なインフラ

GIS データに基づき、下表に対象地域の各行政区分および水系ごとの各公共施設（社会インフラ）の総延長および総数を示す。また、下図に主要な公共施設（社会インフラ）それぞれのネットワークを図示する。

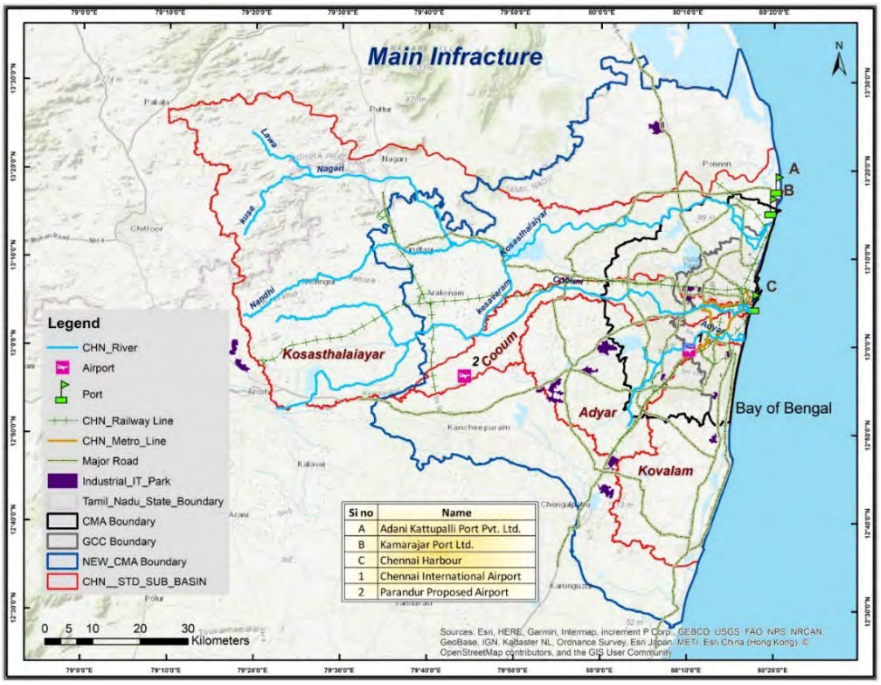
チェンナイには、扇状に主要幹線道路や鉄道が広がっており、また中心部にはメトロも整備されている。港湾はチェンナイ中心部にチェンナイ港（C）が、その北部に Kamarajar（Ennore）港（B)、Kattupalli 港（A）がある。空港は中心部にチェンナイ国際空港（1）があり、またチェンナイ郊外の Parandur に新空港（2）の建設が計画されている。

また、各種電力関連設備の分布についても下図に示す。変電設備は広範囲に点在しており、開閉器は GCC エリアを中心に設置されている。配電変圧器および電線は対象エリア全域で整備されている。

Table 7-33: 対象地域における各公共施設（社会インフラ）の総延長

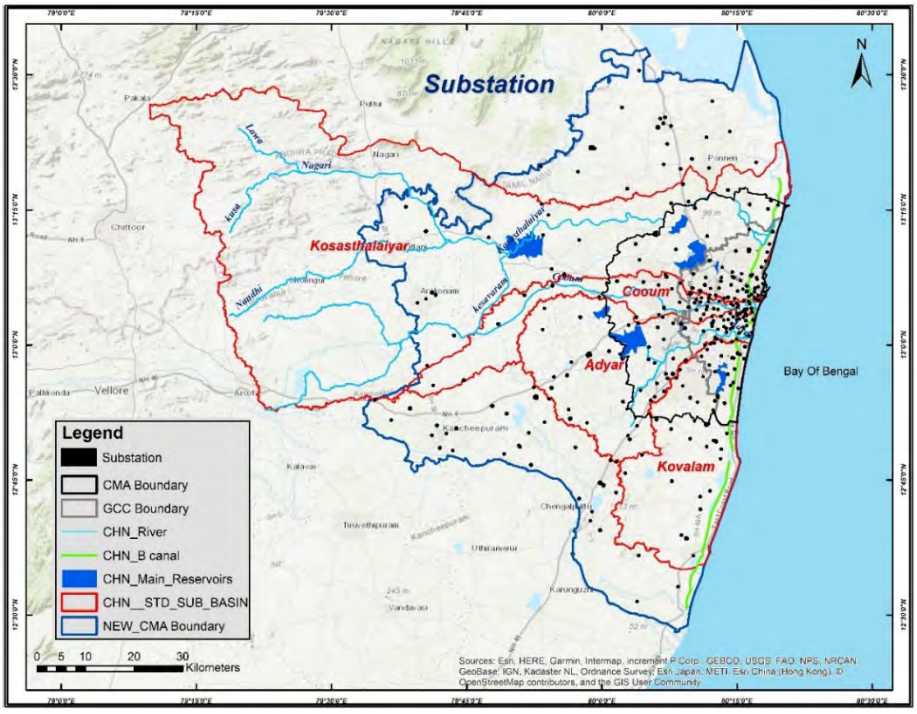
	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosastha-laiyar
道路延長 Road length (km)	5,950.5	15,649.9	29,046.3	236,235.1	6,954.0	3,351.5	5,950.5	8,454.2
鉄道延長 Railway length (km)	871.9	1,174.0	1,703.6	8,491.2	265.8	284.0	169.9	952.5
上水道 Water Distribution line length (km)	4,125.5	N/A	N/A	N/A	946.9	558.0	926.3	1,687.1
変電設備 Substations (unit)	164.0	217.0	338.0	N/A	85.0	55.0	51.0	90.0
開閉器 Pillar box (unit)	92,073.0	96,907.0	98,697.0	N/A	28,681.0	19,260.0	14,076.0	36,504.0
配電変圧器 Distribution Transformers (unit)	21,864.0	33,650.0	50,268.0	N/A	12,710.0	7,829.0	9,821.0	13,147.0
高圧電線 HT Line length (km)	1,807.7	4,445.0	12,266.2	N/A	2,306.4	1,236.4	2,160.3	3,245.6
低圧電線 LT Line length (km)	2,954,546.0	4,415,367.0	5,879,277.0	N/A	144,678.0	863,380.0	1,169,751.0	1,786,448.0

出典：GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。



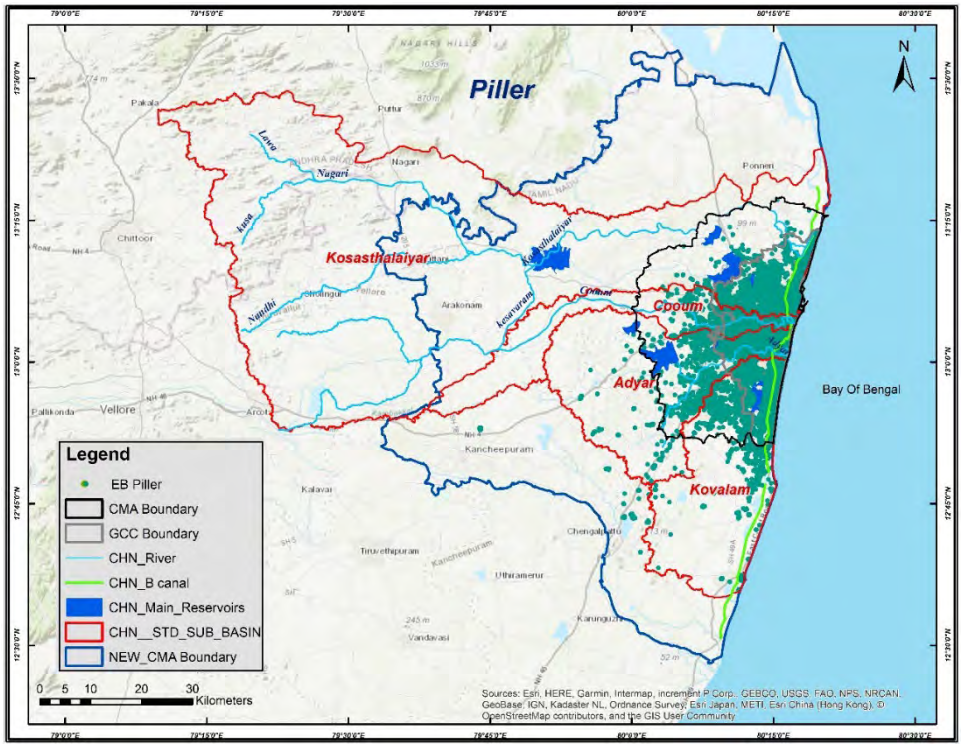
出典：GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-21: 対象地域における主要なインフラ



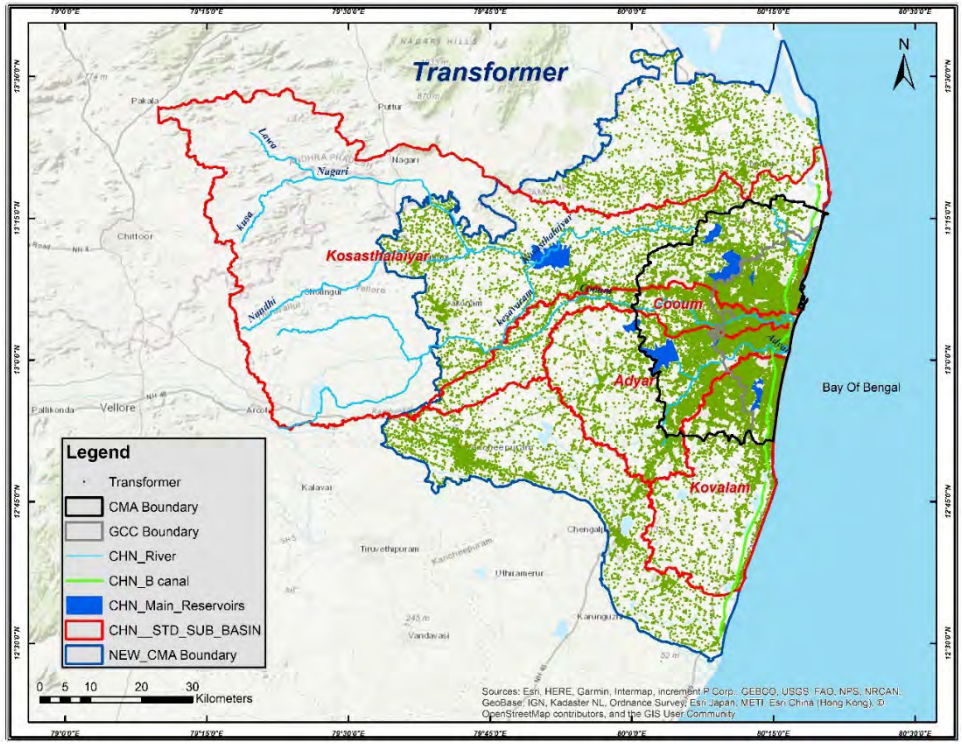
出典：TANGEDCO の GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-22: 対象地域における変電設備の分布



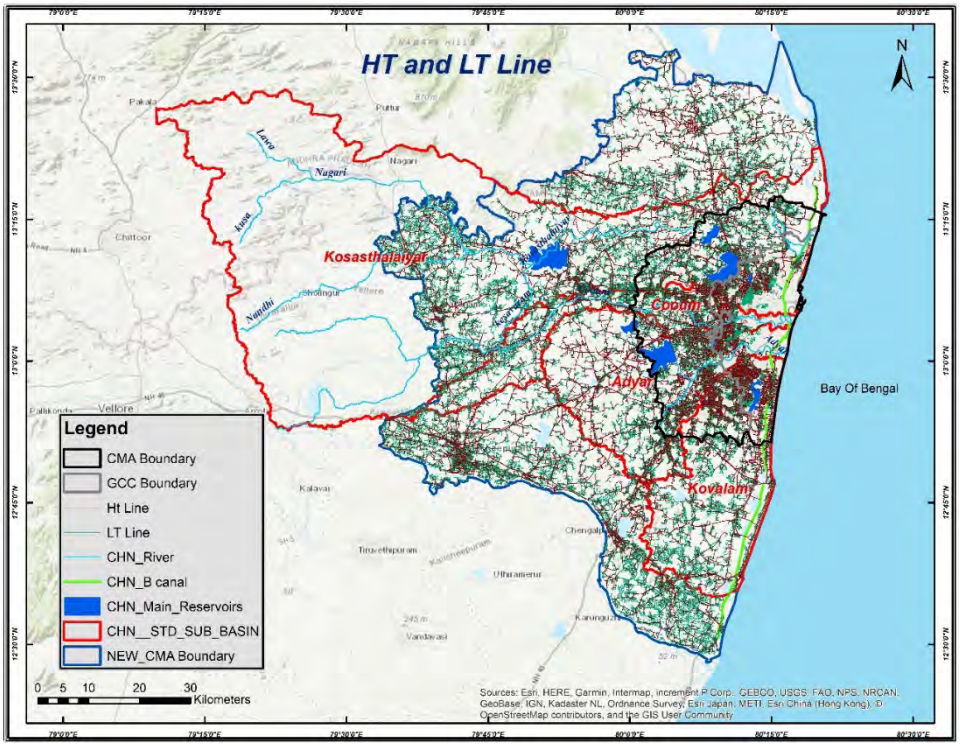
出典：TANGEDCO の GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-23: 対象地域における開閉器の分布



出典：TANGEDCO の GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-24: 対象地域における配電変圧器の分布

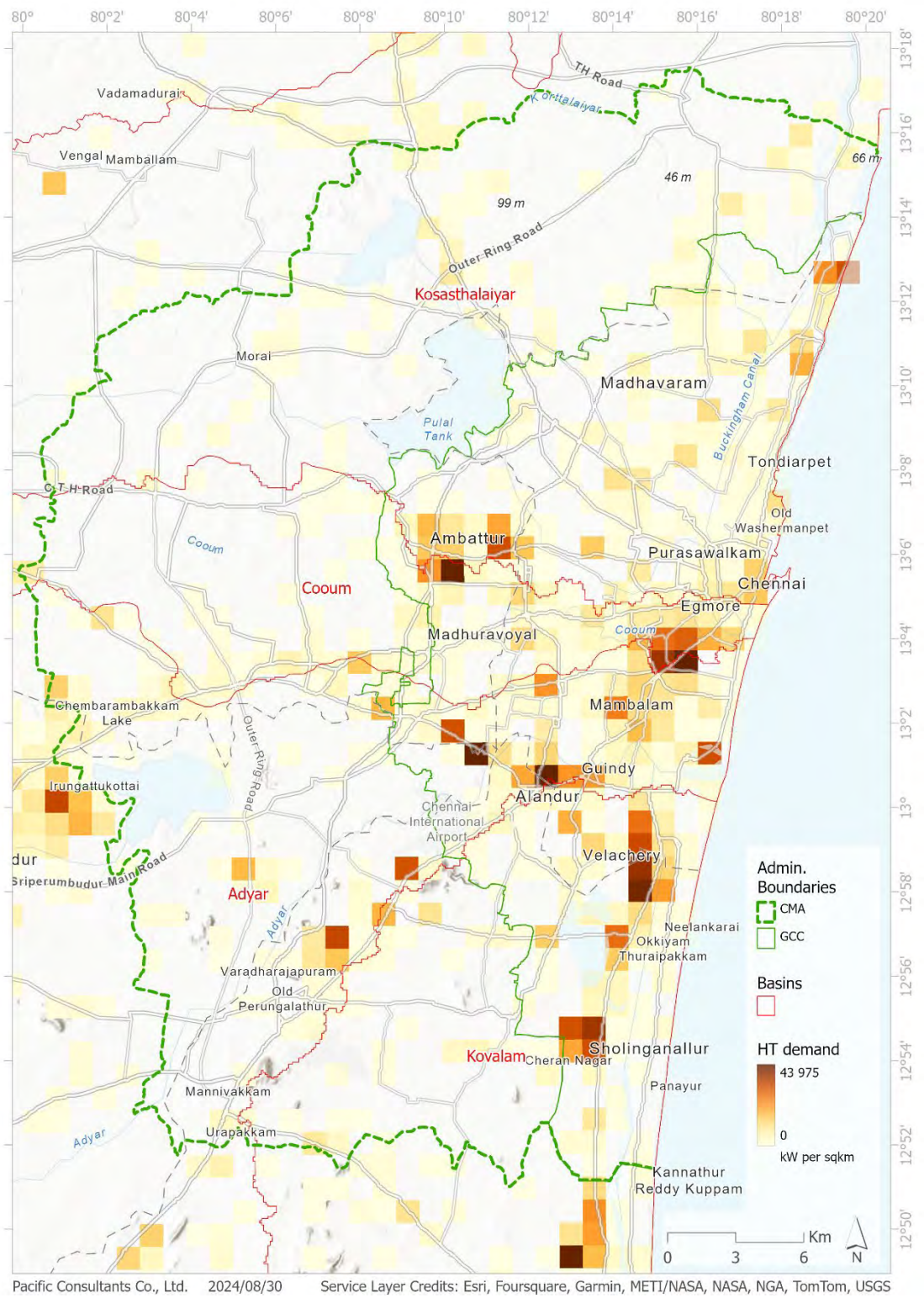


出典：TANGEDCO の GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-25: 対象地域における高圧・低圧電線の分布

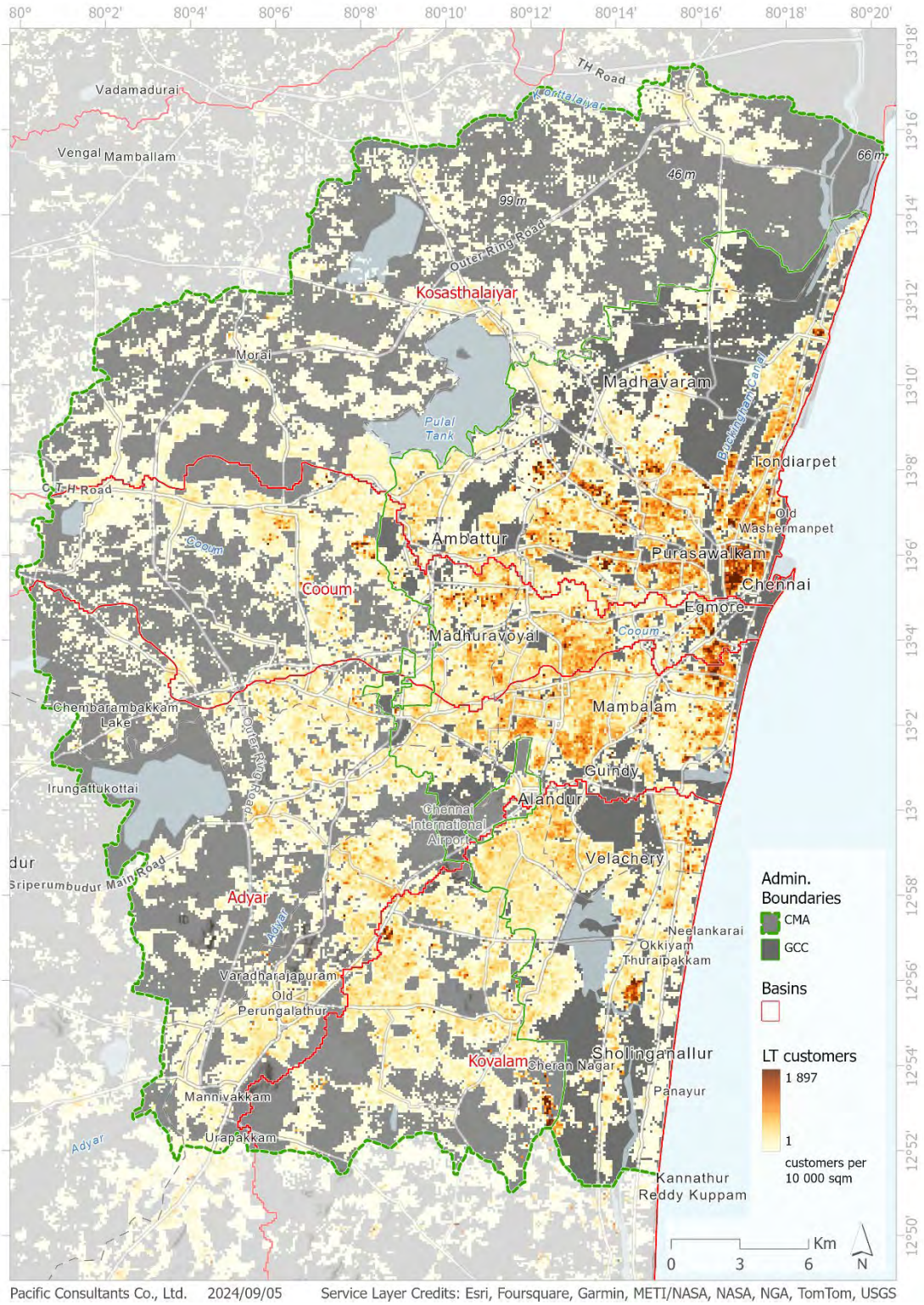
2）電力消費者の分布

また、対象地域における電力消費者の分布を以下に示す。高圧電力（HT）の消費者は主に、中小規模の施設（工場や商業施設等）などの事業者、低圧電力（LT）の消費者は主に一般家庭や小規模の商店や事務所が含まれる。高圧電力（HT）の需要は GCC エリアに加え、郊外の工業団地にも分布しており、低圧電力（LT）の消費者は中心部だけでなく郊外にも広く分布している。



出典：TANGEDCO の GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-26: 高圧電力（HT）需要の分布



出典：TANGEDCO の GIS データをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-27: 低圧電力（LT）の消費者の分布

7.2.1.2. 経済分析

(1) 経済分析手法

インドではまだ特定の治水経済分析のマニュアル等ガイドラインがないため、本プロジェクトでは、基本的に国土交通省「治水経済調査マニュアル（案)」に基づき事業評価を行うものとし、以下の手順で実施する。

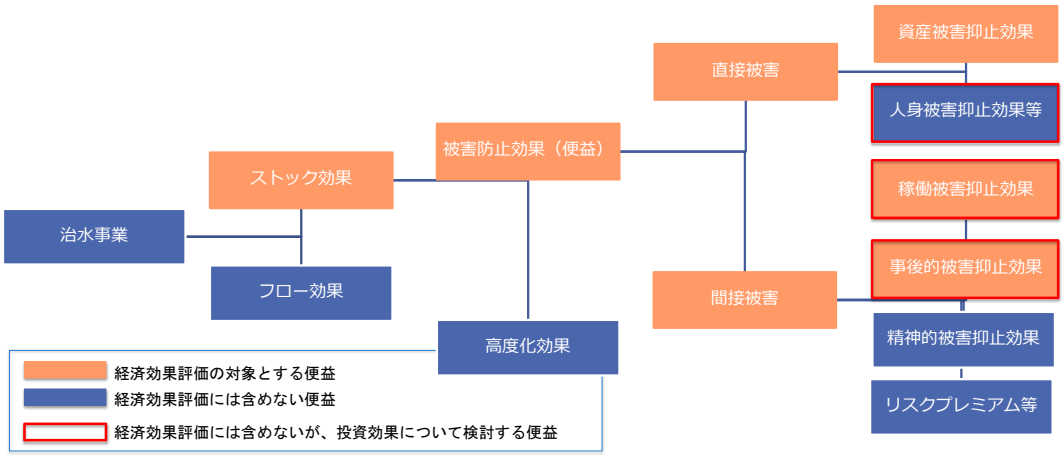
i. 想定しうる被害項目を特定する。
ii. 既往の洪水被害額から被害項目の原単位（amount/unit, or amount/km^2）を算定する。
iii. 前項で検討した洪水対策をあり・なしのケースぞれぞれの想定確率規模ごとの年平均洪水被害額を推定し、対策なしのケースの被害額から対策ありのケースの被害額を除いた額を被害軽減期待額（経済便益（B））として算出する。
iv. 前項で検討した洪水対策にかかる費用を、経済費用（C）として算出する。
v. iii と iv で算出した経済便益（B）と経済費用（C）を比較し、便益費用率（B/C Ratio)、経済的内部収益率（EIRR)、純現在価値（NPV（すなわち B-C））の指標により事業の経済性を評価する。
vi. また、経済価値に置き換えられない便益として、非金額的な指標での事業効果の評価も実施する。

(2) 経済分析の実施

1）被害項目の特定

被害項目（資産項目）を特定するうえでの前提条件は以下の通りとする。

・ 国土交通省「治水経済調査マニュアル（案)」に基づき、治水事業の経済効果のうち、現段階で経済的に評価可能なストック効果の中で、氾濫原内資産の被害防止効果を対象とする。被害防止効果は直接被害と間接被害に大別でき、直接被害のうち資産被害抑止効果、間接被害のうち稼働被害抑止効果および事後的被害抑止効果を経済効果評価の対象とする。(Figure 7-28)



出典：国土交通省「治水経済調査マニュアル（案）令和 2 年 4 月」をもとに JICA Expert Team 作成

Figure 7-28: 経済分析の対象とする便益

・ 直接・間接被害のうち、現時点で経済的に評価可能な資産被害を評価対象被害項目（資産項目）として Table 7-34 および Table 7-35 に整理する。直接被害として、家計および産業、農業セクターの一般資産被害および、農産物被害、公共施設等の被害を、間接被害としては、産業セクターの生産活動停止による損失を評価対象とする。

Table 7-34: 直接被害の対象被害項目（資産項目）

資産の分類		効果（被害）の内容
一般資産被害	家計	家屋（償却資産）
		家庭用品（在庫資産）
	産業	償却資産（事業所固定資産）
		在庫資産（事業所在庫品）
	農業	償却資産（農漁業生産に係る農漁家の固定資産）
		在庫資産（農漁家の在庫品）
農産物被害		浸水による農作物の被害
公共施設等被害		公共土木施設、公益事業施設等

出典：国土交通省「治水経済調査マニュアル（案）令和 2 年 4 月」より抜粋

Table 7-35: 間接被害の対象被害項目（資産項目）

資産の分類		効果（被害）の内容
営業停止被害	産業（事業所）	浸水した事業所の精算の停止・停滞（生産高の減少）

出典：国土交通省「治水経済調査マニュアル（案）令和 2 年 4 月」より抜粋

- なお、インドでは、国土交通省「治水経済調査マニュアル（案)」で示されているような、各資産の評価額に相当する統計情報が整備されていないため、既往洪水の被害額をもとに算出した各資産別の被害額を原単位として評価額に代替することとする。(Table 7-36、Table 7-37)
- 直接被害の一般資産被害および農産物被害は、既往洪水の被害額と現況の土地利用図をもとに原単位を算出する。公共土木施設等の被害についても、「公共土木・公益施設の被害額の一般資産被害額に対する比率」の統計情報がないため、既往洪水の被害額と各主要インフラの総延長や面積、施設数をもとに原単位を算出する。間接被害の営業停止被害については、直接被害の一般資産被害の産業部門の被害額が実被害額をもとに算出していることから、営業停止被害も内包されていると考えられるため、重複評価を避けるために、ここでは別途評価はしない。原単位の算出については、2)に詳述する。
- 人的被害等については、経済的に評価をすることは困難なため経済分析には含めないが、貨幣換算できない非金額的な定量化指標として事業効果の検討の対象とする。(6)で詳述)

Table 7-36: 本プロジェクトにおける直接被害の対象資産の算出方法

資産の分類		効果（被害）の内容	想定被害額算出方法（治水経済マニュアル）（数量×原単位）		想定被害額算出方法（代替案）（数量×原単位）	
			数量	原単位	数量	原単位
一般資産被害	家計	1）家屋（償却資産）	面積	1m^2 あたり家屋資産額*（*家屋 1m^2 あたり評価額）	浸水想定住宅エリア面積	2015 年洪水時の家屋実被害額総額/2015 年洪水時の住宅エリアの浸水域 (Rp. /m^2)
		2）家庭用品（在庫資産）	世帯数	1 世帯あたり家屋資産額*（*1 世帯あたり家庭用品評価額）	浸水想定住宅エリア面積	2015 年洪水時の保険請求総額/2015 年洪水時の住宅エリアの浸水域 (Rp. /m^2)
	産業	3）償却資産（事業所固定資産）	従業者数	１人当たり償却資産評価額（産業分類別）	浸水想定工業・商業エリア面積	2015 年洪水時の民間セクター被害額/2015 年洪水時の工業・商業エリアの浸水域 (Rp. /m^2)
		4）在庫資産（事業所在庫品）	従業者数	１人当たり在庫資産評価額（産業分類別）		
	農業	5）償却資産（農漁業生産に係る農漁家の固定資産）	農家世帯数	１戸当たり償却資産評価額	浸水農業エリア面積	2015 年洪水時の農業被害額総額/2015 年洪水時の農業エリアの浸水域 (Rp. /m^2)
		6）在庫資産（農漁家の在庫品）	農家世帯数	１戸当たり在庫資産評価額		

資産の分類	効果（被害）の内容	想定被害額算出方法（治水経済マニュアル）（数量×原単位）		想定被害額算出方法（代替案）（数量×原単位）	
		数量	原単位	数量	原単位
農産物被害	7）浸水による農作物の被害	水田・畑面積	1m² あたりの平年年収量×農作物価格	浸水想定農業エリア面積	2015 年洪水時の農産物被害額総額/2015 年洪水時の農業エリアの浸水域 (Rp./m²)
公共土木施設等被害	8）公共土木施設、公益事業施設等	一般資産被害額(*1)~4)の被害額の総和）	公共土木・公益施設の被害額の一般資産被害額に対する比率	浸水想定インフラエリア面積もしくは延長	2015 年洪水時のインフラ実被害額総額/2015 年洪水時のインフラエリアの浸水域 (Rp./m²)

出典：国土交通省 水管理・国土保全局「治水経済調査マニュアル（案）令和２年４月」に基づき JICA Expert Team 作成

Table 7-37: 本プロジェクトにおける間接被害の対象資産の算出方法

資産の分類		効果（被害）の内容	算出方法（治水経済マニュアル）	算出方法（代替案）
営業停止被害	産業（事業所）	浸水した事業所の生産の停止・停滞（生産高の減少）	従業者数×営業停止・停滞による延べ損失日×１人１日当たりの付加価値額	直接被害の一般資産被害の産業部門の被害額に内包されると想定。

出典：国土交通省 水管理・国土保全局「治水経済調査マニュアル（案）令和２年４月」に基づき JICA Expert Team 作成

2) 被害項目の原単位の算定

インド・チェンナイにおいて各資産の評価額の情報がないため、既往の洪水被害額および被害数量から被害項目の原単位（amount(USD)/unit, or amount(USD)/km^2）を浸水深別に推定し、被害（資産）の評価額を代替するものとする。なお既往の洪水としては、直近で規模が大きく、かつ比較的情報が入手可能である 2015 年 12 月の洪水の実被害の数値を用いるものとする。

a. 被害率の設定

下表に浸水深別の被害額を推定するための被害率を設定する。European Commission の「JRC TECHNICAL REPORTS Global flood depth-damage functions」の報告書で示されているアジアにおける洪水被害の被害率の数値を用いることとする。

Table 7-38: 被害率の設定

浸水深 Inundation depth	家計 Residential	商業 Commerce	産業 Industrial	農業 Agricultural	公共施設（交通） Transport Infrastructure	公共施設（その他） Infrastructure
0m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0m < 0.5m	0.33	0.38	0.28	0.17	0.36	0.25
0.5m < 1.0m	0.49	0.54	0.48	0.37	0.57	0.42
1.0m <1.5	0.62	0.66	0.63	0.51	0.73	0.55
1.5m < 2.0m	0.72	0.76	0.72	0.56	0.85	0.65
2m <	0.87	0.88	0.86	0.69	1.00	0.80

出典：European Commission, JRC TECHNICAL REPORTS Global flood depth-damage functions

b. 既往洪水の浸水深別被害額の算定

I. 一般資産被害および農産物被害

一般資産被害額（家計・産業・農業セクター）および農産物被害額については、主に 2015 年 12 月の洪水時の Tamil Nadu 州の Revenue and Disaster Management Department の報告書「Memorandum on Damages due to Extremely Heavy Rainfall in Tamil Nadu」（以下、MDEHR 報告書）の実被害額および各種報道で報告されている被害推計額に基づき算出した。なお、償却資産（Depreciation）[1]・在庫資産（Inventory）[2]および直接・間接被害が明確に区別できないものもあるため、被害額・被害推計額についてはセクターごとにまとめて整理した。また、浸水深別の各資産の被害額を推定するにあたり、7.2.1.2(2)2)a で設定した被害率を用いた。

[1] 一般資産の「家計資産」において、減価償却資産として「居住用建物」を指す。

[2] 一般資産の「家計資産」において、棚卸資産は「家庭用品」を意味する。

Table 7-39: 2015 年 12 月洪水時の総被害額（一般資産：家計・産業・農業セクター）(千万 INR)

氾濫ブロック Flood Block	2015 年 12 月洪水の被害額 Damage Amount of 2015 December flood (Crore INR)					
	家計資産 Household asset		工業資産 Industrial asset**	商業資産 Commercial asset***	農業資産 Agricultural asset	農作物 Agricultural crop asset
	家屋 Residential building	家庭用品 Household articles asset*				
<0.5	16.53	3,624.65	9,943.77	2,253.64	6.04	13.12
0.5m < 1.0m	1.86	407.32	1,595.55	347.58	10.16	22.07
1.0m <1.5	2.50	548.14	1,433.87	227.98	1.20	2.61
1.5m < 2.0m	0.93	203.19	1,012.37	142.02	1.22	2.65
2m <	0.08	16.70	14.43	28.78	1.70	3.69
Total	21.89	4,800.00	14,000.00	3,000.00	20.32	44.15

*家計の在庫資産は、保険会社による被害額推計に基づく。

**産業の被害額は、産業分野の被害額推計（Indian Express）に基づく。

***商業の被害額は、サービス部門の多くを占める IT 部門の被害額推計（The Economic Times）に基づく。

出典：Revenue and Disaster management Department Government of Tamil Nadu, Additional Memorandum of Flood Damages in Tamil Nadu (December 2015)および各種報道による被害額推計値。

II. 公共施設等被害

公共施設等被害についても、主に 2015 年 12 月の洪水時の Tamil Nadu 州の Revenue and Disaster Management Department の報告書「Memorandum on Damages due to Extremely Heavy Rainfall in Tamil Nadu」の実被害額および各種報道で報告されている被害推計額に基づき算定した。

Table 7-40: 2015 年 12 月洪水時の総被害額（公共施設等被害）(千万 INR)

氾濫ブロック Flood Block	2015 年 12 月洪水の被害額 Damage Amount of 2015 December flood (Crore INR)								
	道路 Road	鉄道延長 Railway	上水道 Water Distribution line	電力インフラ Electricity Infrastructure					その他公共施設 Other public facilities
				変電設備 Substations	開閉器 Pillar box	配電変圧器 Distribution Transformers	高圧電線 HT Line length	低圧電線 LT Line length	
<0.5	1,684.98	319.12	50.50	322.64	97.43	4.50	38.36	59.63	1,418.30
0.5m < 1.0m	221.76	26.19	8.72	1,116.16	300.62	12.30	62.30	84.33	249.12
1.0m <1.5	253.21	14.30	5.65	104.64	4.92	0.98	13.00	13.33	182.00
1.5m < 2.0m	119.56	1.22	5.66	113.36	2.37	1.08	14.93	14.03	54.60
2m <	12.78	1.17	0.96	87.20	11.25	0.93	11.13	11.88	32.12
Average	2,292.29	362.00	71.49	1,744.00	416.60	19.80	139.72	183.19	1,936.14

*鉄道の被害額は、Southern railways の被害額推計に基づく（The Economic Times)。

出典：Revenue and Disaster management Department Government of Tamil Nadu, Additional Memorandum of Flood Damages in Tamil Nadu (December 2015)および各種報道による被害額推計値。

c. 既往洪水の浸水深別被害数量の推定

一般資産・農産物（家計・産業・農業セクター）および公共施設等の各資産の被害数量について、現地には(2)1)で特定した資産別の数量の統計情報（家屋数、工場・商店数など）が GIS 上で整備されていないため、情報が入手できた対象地域（CMA エリア）の現況の土地利用や公共施設等（社会的インフラ）の浸水面積および浸水延長・個数を、浸水深別に対象地域の各行政区分および水系ごとに GIS 上でカウントしたものを下表に示す。また、農業セクターについては、衛星画像を基に算出した。

公共施設等（社会的インフラ）の浸水延長についても、入手できたインフラの GIS に基づき推定・カウントしたもののため、上述した Tamil Nadu 州の Revenue and Disaster Management Department の MDEHR 報告書の数字と正確には一致していない。

I. 一般資産被害および農産物被害

i. 家計セクター（住宅地域）

CMA エリアのほぼ半分を占める住宅地では、2m 以上浸水した地域もあるが、多くの浸水地域は 1m 未満である。

Table 7-41: 2015 年 12 月洪水による家計セクター資産の浸水深別被害面積 (km^2)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	61.35	132.61	N/A	N/A	32.76	17.00	22.82	20.92
0.5m < 1.0m	11.36	14.90	N/A	N/A	5.10	1.09	1.19	3.95
1.0m <1.5	12.14	20.05	N/A	N/A	2.32	1.80	2.32	3.08
1.5m < 2.0m	7.38	7.43	N/A	N/A	0.00	0.05	1.86	5.45
2m <	0.58	0.61	N/A	N/A	0.58	0.00	0.00	0.00
Total	92.81	175.61	N/A	N/A	40.76	19.93	28.19	33.41

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

ii. 産業セクター

① 製造業セクター

工業地域(製造業)は、浸水域は 0.5m 未満のエリアが多く、Adyar、Cooum、Kovalam では 80%以上が 0.5m 未満となる。Kosasthalaiyar のみが 55%程度であり、浸水による影響が受けやすい地域となっている。

Table 7-42: 2015 年 12 月洪水による製造業セクター資産の浸水深別被害面積(km^2)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	8.38	10.33	N/A	N/A	2.94	1.33	3.06	3.66
0.5m < 1.0m	1.66	1.66	N/A	N/A	0.19	0.11	0.35	1.06
1.0m <1.5	1.49	1.49	N/A	N/A	0.43	0.04	0.22	0.84
1.5m < 2.0m	1.05	1.05	N/A	N/A	0.00	0.00	0.06	1.01
2m <	0.02	0.02	N/A	N/A	0.02	0.00	0.00	0.00
Total	12.59	14.55	N/A	N/A	3.58	1.48	3.68	6.57

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

② 商業セクター

商業地域は、対象エリア全体に対して割合は低いものの、商業地域全体の約 90%が浸水地域であった。

Table 7-43: 2015 年 12 月洪水による商業セクター資産の浸水深別被害面積(km²)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	5.76	6.03	N/A	N/A	1.96	2.17	0.72	1.20
0.5m < 1.0m	0.93	0.93	N/A	N/A	0.57	0.13	0.00	0.35
1.0m <1.5	0.61	0.61	N/A	N/A	0.38	0.03	0.01	0.28
1.5m < 2.0m	0.38	0.38	N/A	N/A	0.00	0.00	0.05	0.07
2m <	0.08	0.08	N/A	N/A	0.08	0.00	0.00	0.00
Total	7.75	8.03	N/A	N/A	2.98	2.32	0.77	1.89

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

iii. 農業セクター

農業地域では、浸水域の半分以上は 1m 以下の浸水というシミュレーション結果となっている。

Table 7-44: 2015 年 12 月洪水による農業セクター資産の浸水深別被害面積(km²)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	0.60	28.39	125.22	N/A	31.07	18.31	16.91	58.84
0.5m < 1.0m	0.08	47.78	272.88	N/A	67.71	39.90	36.86	128.22
1.0m <1.5	0.00	5.65	46.02	N/A	11.42	6.73	6.22	21.62
1.5m < 2.0m	0.06	5.74	43.48	N/A	10.79	6.36	5.87	20.43
2m <	0.00	7.99	58.16	N/A	14.43	8.50	7.86	27.33
Total	0.74	95.56	545.76	N/A	135.42	79.79	73.72	256.43

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

II. 公共施設等被害

i. 道路

CMA エリアの 80%以上にあたる道路が浸水したとシミュレーションされ、その多くは 1m 以下の浸水であった。

Table 7-45: 2015 年 12 月洪水による浸水深別被害道路延長 (km)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	3112.67	4124.39	N/A	N/A	1265.99	778.37	1141.81	938.23
0.5m < 1.0m	542.80	542.80	N/A	N/A	196.69	47.45	61.03	237.63
1.0m <1.5	619.80	619.80	N/A	N/A	194.98	71.94	113.60	239.28
1.5m < 2.0m	292.65	292.65	N/A	N/A	0.00	6.38	59.67	226.61
2m <	31.29	31.29	N/A	N/A	31.29	0.00	0.00	0.00
Total	4599.21	5610.93	N/A	N/A	1688.95	904.13	1376.11	1641.75

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

ii. 鉄道

90%近くの鉄道が浸水したというシミュレーション結果で、そのうち 8 割の浸水は 1m 以下にとどまっている。

Table 7-46: 2015 年 12 月洪水による浸水深別被害鉄道延長 (km)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	1003.35	1126.80	N/A	N/A	79.59	95.80	56.16	168.83
0.5m < 1.0m	92.49	92.49	N/A	N/A	19.96	0.00	6.42	66.11
1.0m <1.5	50.51	50.51	N/A	N/A	19.88	7.59	3.10	19.93
1.5m < 2.0m	4.31	4.31	N/A	N/A	0.00	0.00	2.60	0.00
2m <	4.12	4.12	N/A	N/A	4.40	0.00	0.00	0.00
Total	1154.77	1278.22	N/A	N/A	123.83	103.39	68.28	254.87

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

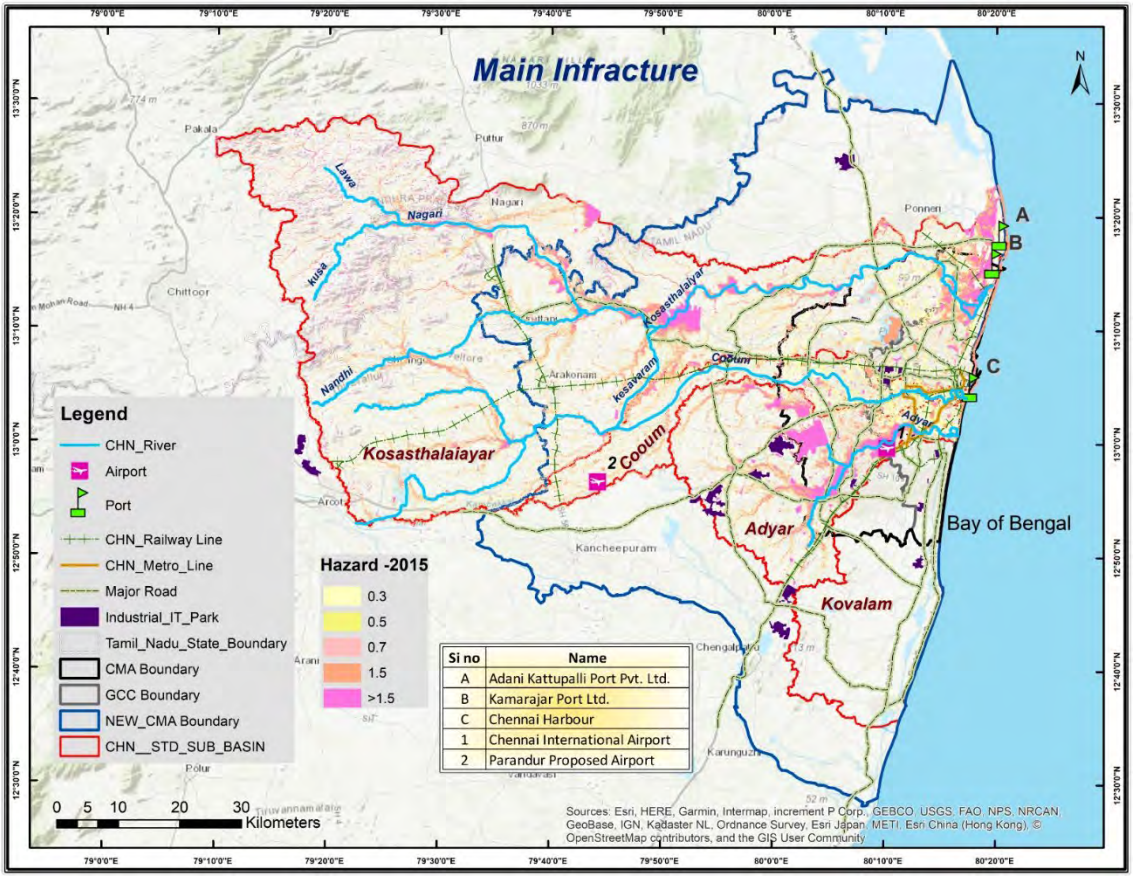
iii. 上水道

GCC エリアにおいて、60%の上水道システムで浸水被害があり、その 7 割近くが 0.5m 以下の浸水域というシミュレーション結果となった。

Table 7-47: 2015 年 12 月洪水による浸水深別被害上水道システム延長 (km)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	1683.00	1775.15	N/A	N/A	483.99	306.01	519.09	466.06
0.5m < 1.0m	320.98	306.44	N/A	N/A	147.64	35.27	19.85	103.68
1.0m <1.5	287.83	198.60	N/A	N/A	44.06	0.69	44.06	109.78
1.5m < 2.0m	173.37	199.04	N/A	N/A	0.00	0.00	13.86	185.18
2m <	21.82	33.70	N/A	N/A	33.70	0.00	0.00	0.00
Total	2487.01	2512.94	N/A	N/A	709.40	341.97	596.87	864.70

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。



出典：JICA Expert Team。

Figure 7-29: 想定浸水域における主要インフラの分布

iv. 電力関連設備

対象地域よりも外の広範囲に広がっている低圧電線以外の電力関連設備は、その 70%～90%が浸水したというシミュレーション結果であった。

① 変電設備

Table 7-48: 2015 年 12 月洪水による浸水深別被害変電設備 (unit)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	25	37	51	N/A	5	22	39	24
0.5m < 1.0m	114	128	151	N/A	54	34	60	65
1.0m <1.5	4	12	19	N/A	10	2	23	7
1.5m < 2.0m	1	13	18	N/A	10	1	14	7
2m <	7	10	14	N/A	9	0	18	5
Total	151	200	253	N/A	88	59	154	108

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

② 開閉器

Table 7-49: 2015 年 12 月洪水による浸水深別被害開閉器 (unit)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	19,775	20,057	20,113	N/A	1,203	8,947	1,456	9,963
0.5m < 1.0m	60,001	61,888	62,056	N/A	20,442	13,079	921	28,535
1.0m <1.5	592	1,013	1,042	N/A	846	25	426	171
1.5m < 2.0m	6	488	503	N/A	473	17	422	13
2m <	1,860	2,317	2,317	N/A	1,780	0	476	537
Total	82,234	85,763	86,031	N/A	24,744	22,068	3,701	39,219

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

③ 配電変圧器

Table 7-50: 2015 年 12 月洪水による浸水深別被害配電変圧器 (unit)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	3,860	6,240	8,817	N/A	1,232	3,396	855	4,189
0.5m < 1.0m	13,032	17,054	20,679	N/A	7,353	4,578	742	8,748
1.0m <1.5	350	1,361	2,467	N/A	1,414	174	327	879
1.5m < 2.0m	32	1,499	2,035	N/A	1,411	91	292	533
2m <	511	1,288	1,625	N/A	1,162	0	322	463
Total	17,785	27,442	35,623	N/A	12,572	8,239	2,538	14,812

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

④ 高圧電線（HT）

Table 7-51: 2015 年 12 月洪水による浸水深別被害高圧電線（HT）延長 (km)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	243.17	925.96	2,301.66	N/A	465.89	5.21	175.81	1,265.44
0.5m < 1.0m	662.14	1,503.87	2,934.21	N/A	918.83	5.08	144.76	1,459.79
1.0m <1.5	74.73	313.82	928.10	N/A	385.27	0.92	65.97	442.19
1.5m < 2.0m	13.24	360.35	626.26	N/A	327.02	0.21	64.61	276.62
2m <	103.15	268.71	420.81	N/A	236.80	0.00	82.13	184.02
Total	1,096.43	3,372.71	7,211.05	N/A	2,333.81	11.41	533.29	3,628.05

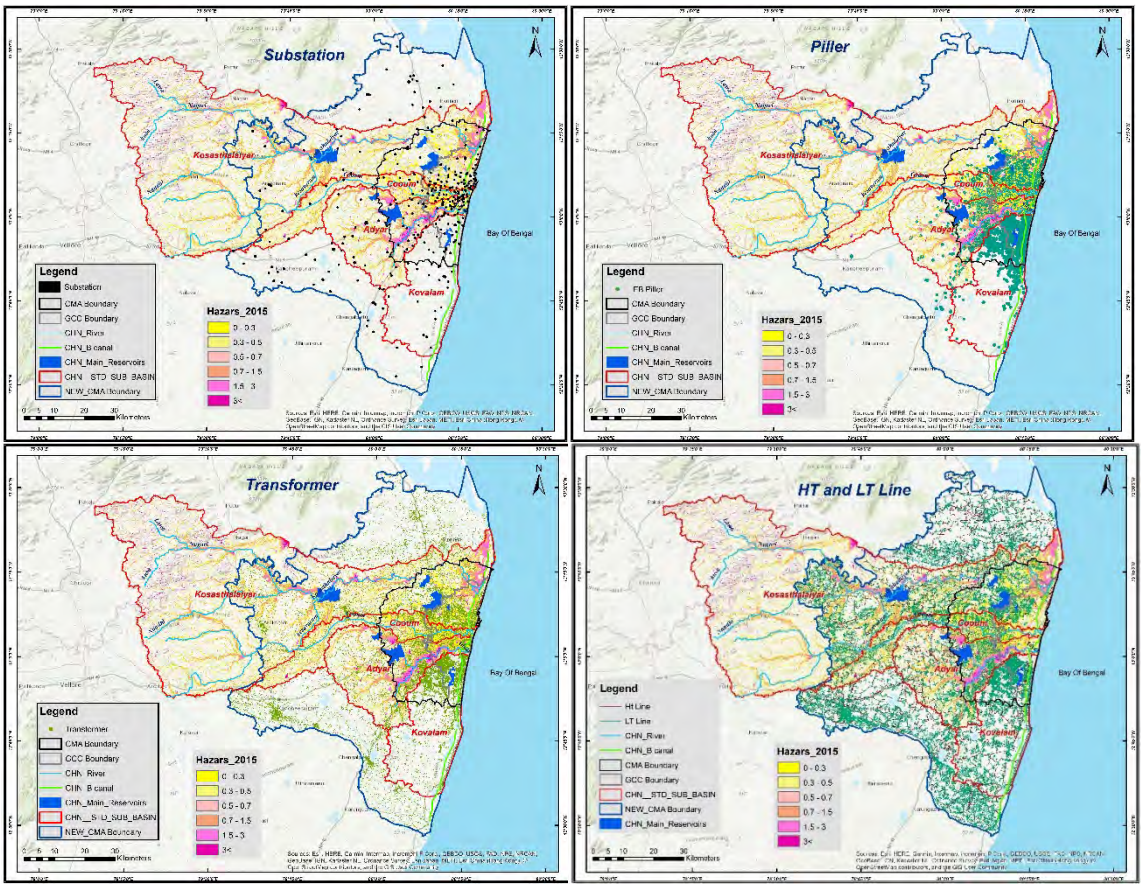
出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

⑤ 低圧電線（LT）

Table 7-52: 2015 年 12 月洪水による浸水深別被害低圧電線（LT）延長 (km)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	750.76	2,460.73	5,001.00	N/A	641.05	1,297.14	264.72	3,063.27
0.5m < 1.0m	1,488.92	3,479.98	6,488.72	N/A	1,685.96	1,387.18	218.54	3,415.57
1.0m <1.5	129.35	550.06	1,546.55	N/A	524.56	183.69	93.80	838.31
1.5m < 2.0m	29.52	578.91	1,025.43	N/A	558.57	24.78	83.85	442.08
2m <	75.82	490.19	739.28	N/A	386.72	-	86.97	352.55
Total	2,474.37	7,559.87	14,800.98	0.00	3,796.86	2,892.79	747.89	8,111.79

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。



出典：TANGEDCO 提供のデータをもとに JICA Expert Team 作成。

Figure 7-30: 想定浸水域における電力関連設備の分布

v. その他公共施設エリア

Table 7-53: 2015 年 12 月洪水による公共施設等の資産の浸水深別被害面積(km²)

浸水深 Inundation depth	GCC	CMA	New CMA	Tamil Nadu	Adyar	Cooum	Kovalam	Kosasthalaiyar
0m < 0.5m	10.00	13.25	N/A	N/A	3.96	2.48	2.73	3.44
0.5m < 1.0m	2.33	2.33	N/A	N/A	1.12	0.23	2.73	0.89
1.0m <1.5	1.70	1.70	N/A	N/A	0.07	0.15	0.07	0.62
1.5m < 2.0m	0.51	0.51	N/A	N/A	0.16	0.00	0.08	0.57
2m <	0.30	0.30	N/A	N/A	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	14.84	18.09	N/A	N/A	5.31	2.86	5.61	5.52

出典：各 GIS データをもとに JICA Expert Team 算出。

d. 被害項目の原単位の算定

以上で検討してきたセクターごとの被害額および被害数量に基づき算定した各被害項目（資産項目）の原単位を算定する。(Table 7-54)

なお、2015 年時点の実被害額・被害額推計をもとに算出しているため、消費者物価指数(CPI)をデフレーターとして補正に用い、現在価値化している。(Table 7-55)

Table 7-54: デフレーターの設定

Year	Consumer Price Index (CPI) (Base year=2016)	Deflator (Base year=2015)
2008	51.7	0.54
2009	57.4	0.59
2010	63.1	0.65
2011	67.3	0.70
2012	75.3	0.78
2013	84.0	0.87
2014	90.5	0.94
2015	96.6	1.00
2016	100.0	1.04
2017	103.8	1.07
2018	107.6	1.11
2019	114.8	1.19
2020	120.0	1.24
2021	123.6	1.28
2022	-	1.28
2023	-	1.28
2024	-	1.28

出典：Government of Tamil Nadu Department of Economics and Statistics Statistical Hand Book 2020-21, 29.3 ALL INDIA & TAMIL NADU CONSUMER PRICE INDEX NUMBERS FOR INDUSTRIAL WORKERS の Tamil Nadu 州の消費者物価指数（CPI）をもとに JICA Expert Team 作成。

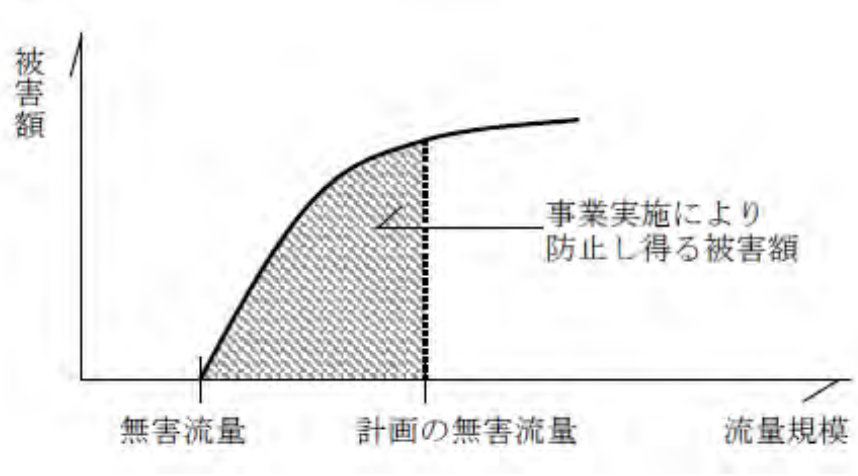
Table 7-55: 被害項目別の原単位の推定(千万 INR /km² or km or unit)

氾濫ブロック Flood Block	資産評価額（被害項目）の原単位 Intensity of Asset Value (Damage) (Crore INR /km² or km or unit)														
	家計資産 Household asset (Crore INR /km²)		工業資産 Industrial asset (Crore INR /km²)	商業資産 Commencial asset (Crore INR /km²)	農業資産 Agricultural asset (Crore INR/km²)	農作物 Agricultural asset (Crore INR /km²)	道路 Road (Crore INR /km)	鉄道延長 Railway (Crore INR /km)	上水道 Water Distribution line (Crore INR /km)	電力インフラ Electricity Infrastructure					その他公共施設 Other public facilities (Crore INR /km²)
	家屋 House asset	家庭用品 Household articles asset								変電設備 Substations (Crore INR /unit)	開閉器 Pillar box (Crore INR /unit)	配電変圧器 Distribution Transformers (Crore INR /unit)	高圧電線 HT Line length (Crore INR /km)	低圧電線 LT Line length (Crore INR /km)	
<0.5m	0.13	29.22	929.36	410.66	0.13	0.28	0.42	0.33	0.03	6.48	0.00	0.00	0.03	0.02	106.88
0.5< 1.0m	0.20	43.38	1,593.19	583.57	0.28	0.61	0.66	0.52	0.05	10.89	0.01	0.00	0.05	0.03	179.56
1.0< 1.5m	0.25	54.90	2,091.06	713.25	0.39	0.84	0.85	0.67	0.06	14.26	0.01	0.00	0.07	0.04	235.14
1.5 < 2.0m	0.29	63.75	2,389.78	821.31	0.43	0.93	0.99	0.78	0.07	16.86	0.01	0.00	0.08	0.05	277.89
2m <	0.35	77.03	2,854.46	951.00	0.53	1.14	1.16	0.92	0.09	20.75	0.01	0.00	0.10	0.06	342.02
Total	0.16	34.98	1,231.59	478.31	0.27	0.59	0.52	0.36	0.04	11.16	0.01	0.00	0.05	0.03	137.01

出典：各種統計や報道に基づく被害額および GIS データをもとに JICA Expert Team 作成

3）経済便益の算出

治水事業の経済便益は、事業実施の有無による被害額差分より求める便益に評価期間末における施設の残存価値を加算して、評価期間における総便益を算定することにより求める。



出典：国土交通省「治水経済調査マニュアル（案）令和 2 年 4 月」

Figure 7-31: 治水事業の便益

a. 前提条件

- 2 年、3 年、5 年、10 年、20 年、30 年、50 年、80 年、100 年の想定確率規模（流量規模）ごとに洪水被害額を、前項で検討した洪水対策事業がある場合とない場合の各々について算定し、洪水対策事業なしのケースの被害額から洪水対策事業ありのケースの被害額を除いた額を被害軽減期待額として算出する。
- 流量規模間の区間平均被害軽減額に洪水生起確率の区間確率を乗じ年平均被害軽減額を算出する。全区間の年平均被害軽減額を累計することで事業の年平均被害軽減便益が算出される。
- 整備期間は 2024 年から 2053 年までの 30 年間とし、施設完成後の評価対象期間は 2054 年から 2104 年までの 50 年間とするが、2104 年以降も便益は発生すると仮定し、残存価値で評価している。
- 社会的割引率については、インドにおける過去 10 年の 10 年国債の利率も踏まえ、7%を採用している。(Table 7-56)

Table 7-56: インドの 10 年国債の利率の推移

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
7.758%	6.516%	7.318%	7.370%	6.554%	5.894%	6.454%	7.327%	7.176%	7.074%

出典：World Government Bonds, “India 10 Years Bond - Historical Data“

b. 便益評価

Phase2 の事業のシミュレーション結果を用いて、算定される 4 流域（Adyar・Cooum・Kovalam・Kosasthalaiyar）の年平均被害軽減期待額を Table 7-57 に示す。

Table 7-57: 4 流域（Adyar・Cooum・Kovalam・Kosasthalaiyar）における年平均被害軽減期待額算出表（千万 INR）

Scale of river flow 流量規模	Annual average exceedance probability 年平均超過確率	Damage Amount 被害額			Average damage reduction by reach 区間平均被害軽減額 ④	Probabilities by reach 区間確率 ⑤	Annual average damage reduction 年平均被害軽減額 ④×⑤	Aggregated annual average damage reduction (=Expected annual average damage reduction) 年平均被害軽減額の累計 (＝年平均被害軽減期待額)
		Without countermeasure 事業を実施しない場合 ①	With countermeasure 事業を実施した場合 ②	Amount of damage reduction 被害軽減額 ③＝①－②				
1/1.1	0.909	0	0	0				
					26,809	0.409	10,967	10,967
1/2	0.500	60,654	7,036	53,617				
					52,890	0.167	8,815	19,782
1/3	0.333	66,059	13,897	52,162				
					59,335	0.133	7,911	27,693
1/5	0.200	75,312	8,804	66,508				
					71,964	0.100	7,196	34,890
1/10	0.100	87,658	10,238	77,420				
					80,926	0.050	4,046	38,936
1/20	0.050	95,770	11,339	84,432				
					86,126	0.017	1,435	40,372
1/30	0.033	99,754	11,934	87,820				
					89,882	0.013	1,198	41,570
1/50	0.020	104,574	12,631	91,943				
					94,195	0.008	706	42,276

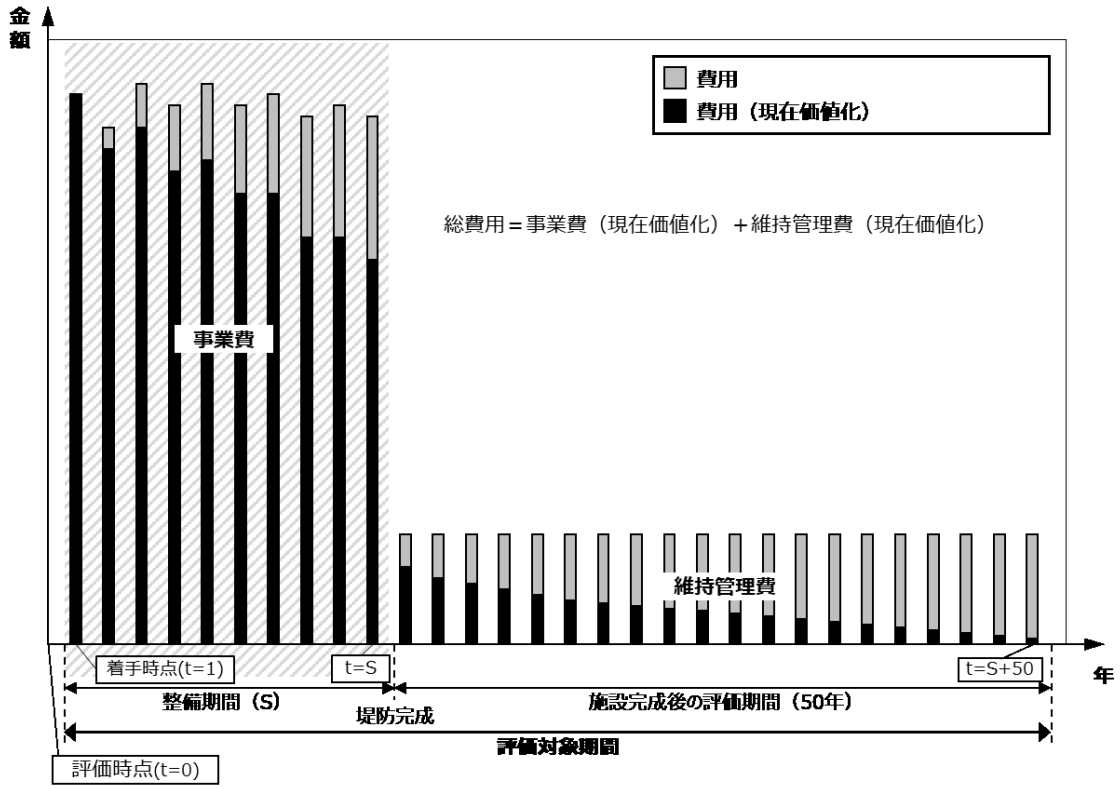
Scale of river flow 流量規模	Annual average exceedance probability 年平均超過確率	Damage Amount 被害額			Average damage reduction by reach 区間平均被害軽減額 ④	Probabilities by reach 区間確率 ⑤	Annual average damage reduction 年平均被害軽減額 ④×⑤	Aggregated annual average damage reduction (=Expected annual average damage reduction) 年平均被害軽減額の累計 (＝年平均被害軽減期待額)
		Without countermeasure 事業を実施しない場合 ①	With countermeasure 事業を実施した場合 ②	Amount of damage reduction 被害軽減額 ③＝①－②				
1/80	0.013	109,311	12,865	96,446	98,175	0.003	245	42,522
1/100	0.010	113,220	13,317	99,903				

出典：JICA Expert Team 算出。

4) 経済費用の算定

a. 対象とする費用

河川整備計画、河川事業の評価では、原則として現況からの経済性を評価する。したがって、費用については対策事業の完成に要する事業費（施設等の建設費、用地費、補償費）および評価対象期間内（事業の完成後 50 年間）での維持管理費を対象とする。



出典：国土交通省「治水経済調査マニュアル（案）令和 2 年 4 月」

Figure 7-32: プロジェクトの費用

b. 財務費用の算定

財務費用の詳細については前項を参照。

c. 経済費用の推定

I. 標準変換係数（SCF）

上記で算定した財務費用は、本マスタープランの時点でのインド国内価格を固定価格としたうえで見積もられている。この財務費用は国境価格で積算した経済費用へと変換される必要があり、そのための変換係数として標準変換係数は次式によって推定する。

$$SCF = \frac{\sum I + \sum E}{(\sum I + \sum I_{customs}) + (\sum E - \sum E_{tax} + \sum E_{subsidy})}$$

I = 輸入総額（CIF 価格）

E = 輸出総額（FOB 価格）

$I_{customs}$ = 輸入関税総額

E_{tax} = 輸出税

$E_{subsidy}$ = 輸出助成金総額

下表の通り、インドの SCF は 0.9739 と推定した。

Table 7-58: 標準変換係数（SCF）の推定

年度 Year	輸出額 Export	輸入額 Import	輸入関税 Customs	輸出税 Export duties	輸出助成金 Subsidies
2018	323,241.51	508,980.58	15,774.19	0.00	N/A
2019	324,830.13	479,868.82	21,406.31	0.00	N/A
2020	287,537.64	402,397.63	17,798.58	0.00	N/A
2021	394,463.71	570,020.14	23,155.02	0.00	10,245.57
計	1,330,072.99	1,961,267.17	78,134.09	0.00	10,245.57

出典：IMF, Exports and Imports by Area and Countries、Ministry of Commerce and Industry Department of Commerce, Press Releases" Government Provides Big Boost to"

II. 税金

税金も移転項目であるため経済費用に換算する際の除外対象とする。

i. 付加価値税（物品サービス税：GST）

4)b で算出した付加価値税（物品サービス税：GST）18%を除外する。

5) 経済性の評価

a. 評価指標

上述の通り、本プロジェクトでは経済便益（B）と経済費用（C）を比較し、便益費用率（B/C Ratio)、純現在価値（NPV（すなわち B-C))、経済的内部収益率（EIRR）等の指標により事業の経済性を評価する。

便益費用率(B/C Ratio)は次式で与えられる。経済便益の現在価値を経済費用の現在価値で除したとき、その結果が「1.00」以上であれば、当該プロジェクトは実施するに十分な信頼性を有するといえる。

$$B/C = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} \Big/ \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B_t = プロジェクトライフ t 年時点の事業の経済便益

C_t = プロジェクトライフ t 年時点の事業の経済費用

r = 割引率(現在価値で経済費用と経済便益を等しくするような割引率)

n = プロジェクトライフ（年）

純現在価値(NPV)は「B-C」であることを意味しており、次式によって与えられる。経済便益の現在価値から経済費用の現在価値を差し引いた値が正の値であれば、検討中のプロジェクトは実施するに十分な信頼性があるといえる。

$$NPV = B - C = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

EIRR はプロジェクトライフ全期間にわたっての経済費用と経済便益のキャッシュフローを用いて計算する。EIRR は、NPV が 0（ゼロ）となる割引率で、次式で求められる。EIRR が採用した割引率と等しいかそれよりも大きいなら、当該プロジェクトは経済的に実行しうる可能性があることを示す。

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t}$$

プロジェクトライフは工事完了後 50 年とする。経済費用と経済便益のキャッシュフローは工事開始の初年度からそれぞれのプロジェクトライフ最終年までについて作成する。また年々の維持管理費についても考慮する。

b. 評価結果

本マスタープラン に係る経済費用および経済便益のキャッシュフローは Annex (7.3.4) に示す。

費用対効果は、Phase1、Phase2、そして Phase1 終了後に Phase2 が実施される場合の残事業評価 (Phase2-Phase1) の 3 つのケースで検討した。それぞれケースの経済的内部収益率 (EIRR)、経済的純現在価値額 (ENPV) (＝B-C)、費用便益比 (B/C) の結果を下表に示す。

対象河川は流下能力がとても低い川のため、かなり高い結果となっている。一般的に事業評価では、事業の初期段階では事業効果が高く出るが、事業が進むにつれて安全度が上がって、事業の後半は評価値が下がる。

そのため、残事業評価では、Phase2 のスタート時点では、Phase1 の事業を実施し確率規模 1/10 まではある程度安全度は確保しているという想定の下、1/10 以下の被害は Phase1 の始業を実施した場合 (With) の事業を実施していない場合 (Without) として設定し、そ

の残事業として確率規模 1/10～1/100 は Phase2 の事業を実施した場合の事業評価を検討した。

Table 7-59 は、各経済指標の算出結果であり、B/C は総じて一番効果が小さい残事業評価でも 2.4 であることから、本事業は経済性の観点から妥当と判断できる。

Table 7-59: 洪水対策事業の各経済指標の結果

	Phase1	Phase2	残事業 (Phase2-Phase1)
B/C	13.7	3.5	2.4
NPV (B-C)	204,500 (千万 INR)	117,500 (千万 INR)	47,900 (千万 INR)
EIRR	39%	32%	14%

6) 経済価値に置き換えられない便益

国土交通省の「水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版)」では、治水事業のストック効果で、貨幣換算できない項目のうち、一部を定量化指標として示している。このうち、本プロジェクトでは入手可能なデータから分析可能な指標をいくつか示す。

I. 人的被害の被害指標 ・ 浸水区域内人口 ・ 浸水区域内の災害時要援護者数 ・ 想定死者数 ・ 3 日以上孤立者数 ・ 10 年あたり避難回数 ・ 10 年あたり総避難者数　等 II. 社会機能低下被害の被害指標 ・ 機能低下する医療施設数 ・ 機能低下する医療施設で治療している入院患者数 ・ 機能低下する医療施設で治療している人工透析患者数 ・ 機能低下する社会福祉施設数 ・ 機能低下する社会福祉施設の利用者数 ・ 機能低下する主要な防災拠点施設数 ・ 機能低下する防災拠点施設の管轄区域内人口　等 III. 波及被害の被害指標 ・ 途絶する主要な道路 ・ 道路途絶により影響を受ける交通量 ・ 道路途絶（交通会）により増加する走行時間・経費等	III. 波及被害の被害指標（つづき） ・ 途絶する主要な鉄道 ・ 鉄道途絶により影響を受ける利用者数 ・ 電力・ガス・上下水道・下水道の停止による影響人口 ・ 通信（固定・携帯）の停止による影響人口 ・ 産業連関分析等の経済モデルを用いた経済波及被害額 ・ 企業の被災に伴うサプライチェーンへの影響 ・ 浸水により被災する上場企業数 ・ 浸水により被災する事業所の従業者数等 IV. その他の被害指標 ・ 冠水する地下鉄党の路線、駅等 ・ 地下鉄等の浸水により影響を受ける利用者数 ・ 浸水する地下街・地下施設 ・ 地下街･地下施設の浸水により影響を受ける利用者数 ・ 浸水する文化施設等 ・ 水害廃棄物の発生量 ・ 水害廃棄物の処理費用　等

出典：国土交通省 水管理・国土保全局、「水害の被害指標分析の手引」（H25 試行版）

Figure 7-33: 水害の貨幣価値換算できない項目の定量化指標

a. 定量化指標

I. 人的被害の被害指標

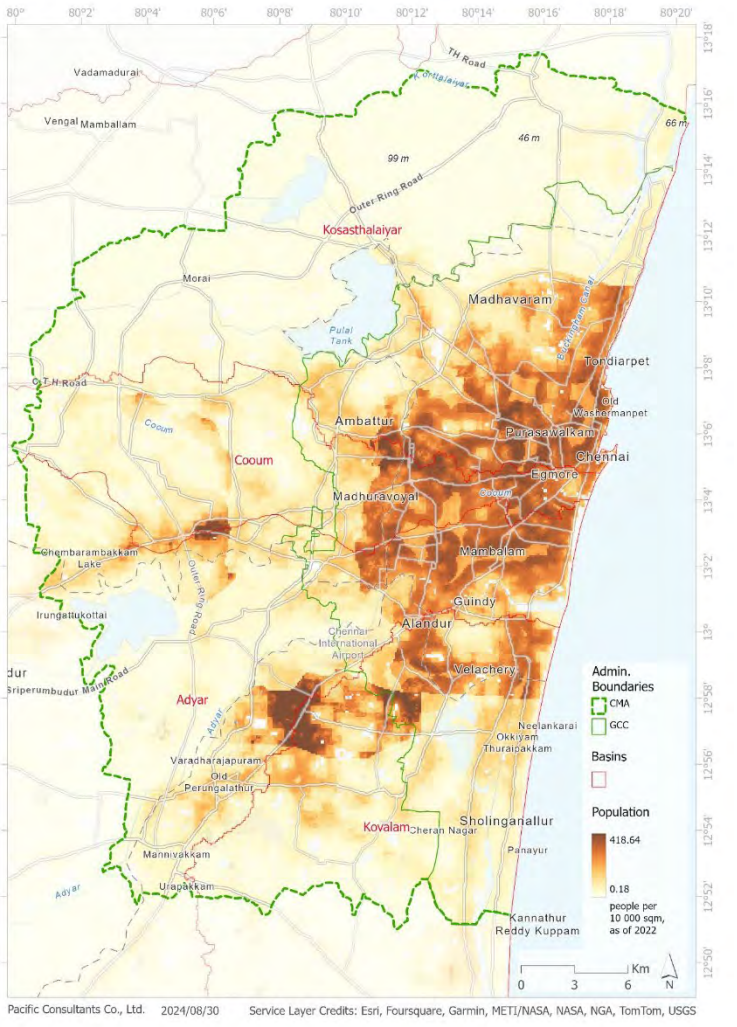
i. 浸水区域内人口

CMA エリアにおける浸水区域内人口への被害は、年超過確率 1/2 で 208 万人、1/10 で 402 万人、1/50 で 457 万人、1/100 で 481 万人と想定される。本マスタープランの事業を実施することでこれらは解消されると想定した。

Table 7-60: CMA エリアにおける年超過確率別の浸水区域内人口（人）

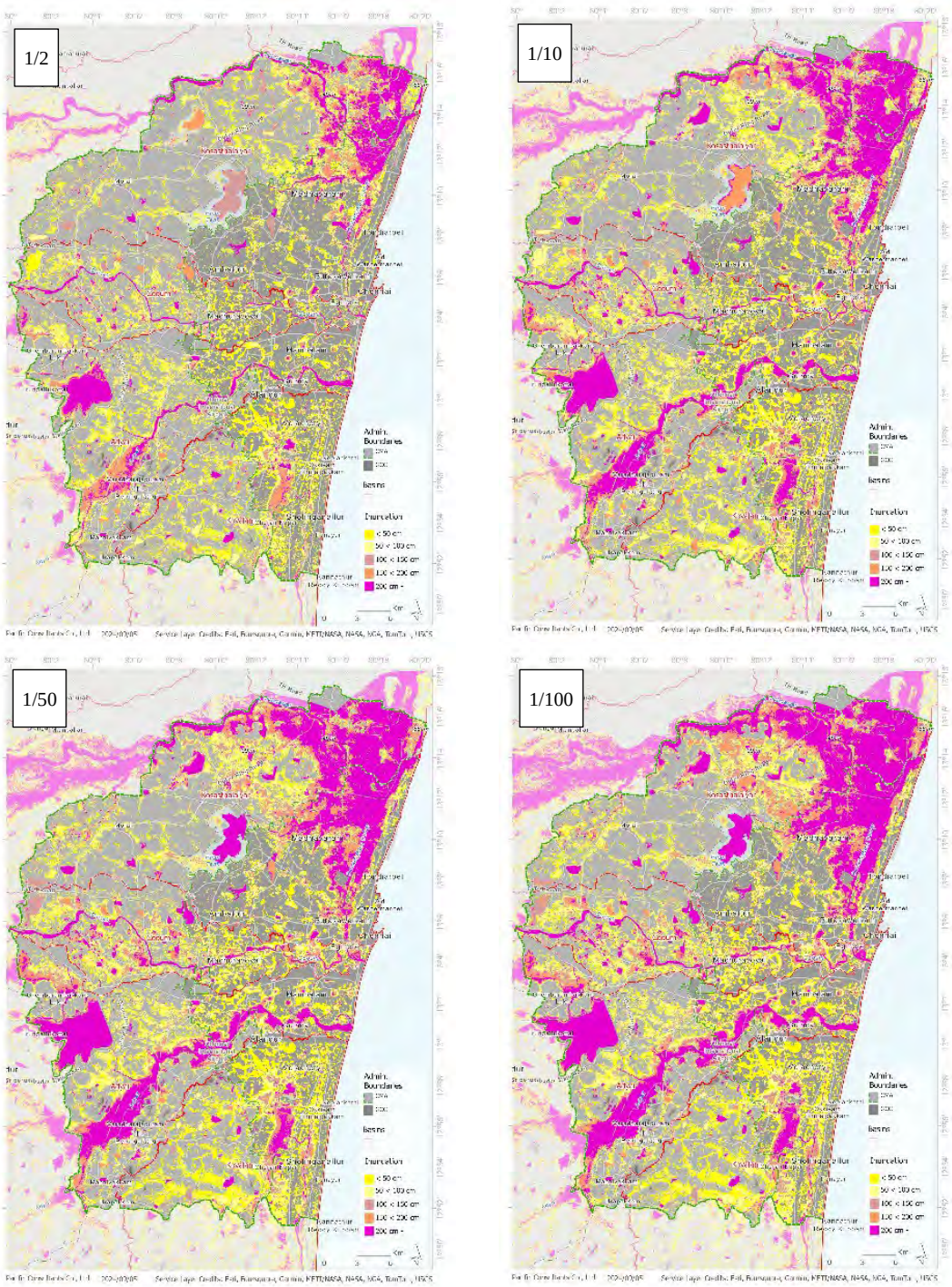
Inundation depth	1/2	1/10	1/50	1/100
0m ＜ 0.5m	1,130,574	1,680,456	1,758,175	1,743,950
0.5m ＜ 1.0m	482,706	965,803	972,917	1,021,102
1.0m ＜1.5	163,692	397,949	474,728	508,692
1.5m ＜ 2.0m	135,853	384,200	496,142	546,456
2m ＜	171,556	587,384	864,860	994,494
Total	2,084,381	4,015,792	4,566,823	4,814,694

出典：JICA Expert Team



出典：JICA Expert Team

Figure 7-34: （参考）人口分布



出典：JICA Expert Team

Figure 7-35: （参考）浸水分布図

III. 波及被害の被害指標

i. 交通途絶による波及被害

① 途絶する主要な道路・鉄道

CMA エリアにおける主要な鉄道への被害は、年超過確率 1/2 で 25.9km、1/10 で 39.3km、1/50 で 47.9km, 1/100 で 62. 9km と想定される。本マスタープランの事業を実施することでこれらは解消されると想定した。

Table 7-61: CMA エリアにおける年超過確率別の浸水鉄道延長（km）

Inundation depth	1/2	1/10	1/50	1/100
0m < 0.5m	6.5	7.0	7.1	18.4
0.5m < 1.0m	8.2	10.7	12.9	13.1
1.0m <1.5	3.3	6.5	5.2	6.2
1.5m < 2.0m	2.5	5.8	8.2	7.9
2m <	5.4	9.3	14.5	17.4
Total	25.9	39.3	47.9	62.9

出典：JICA Expert Team

CMA エリアにおける主要な道路への被害は、年超過確率 1/2 で 3,785km、1/10 で 5,123km、1/50 で 5,946km, 1/100 で 6,323km と想定される。本マスタープランの事業を実施することでこれらは解消されると想定した。

Table 7-62: CMA エリアにおける年超過確率別の浸水道路延長（km）

Inundation depth	1/2	1/10	1/50	1/100
0m < 0.5m	2,175	2,392	2,497	2,489
0.5m < 1.0m	861	1,233	1,322	1,385
1.0m <1.5	288	476	618	670
1.5m < 2.0m	255	457	611	707
2m <	206	566	898	1,072
Total	3,785	5,123	5,946	6,323

出典：JICA Expert Team

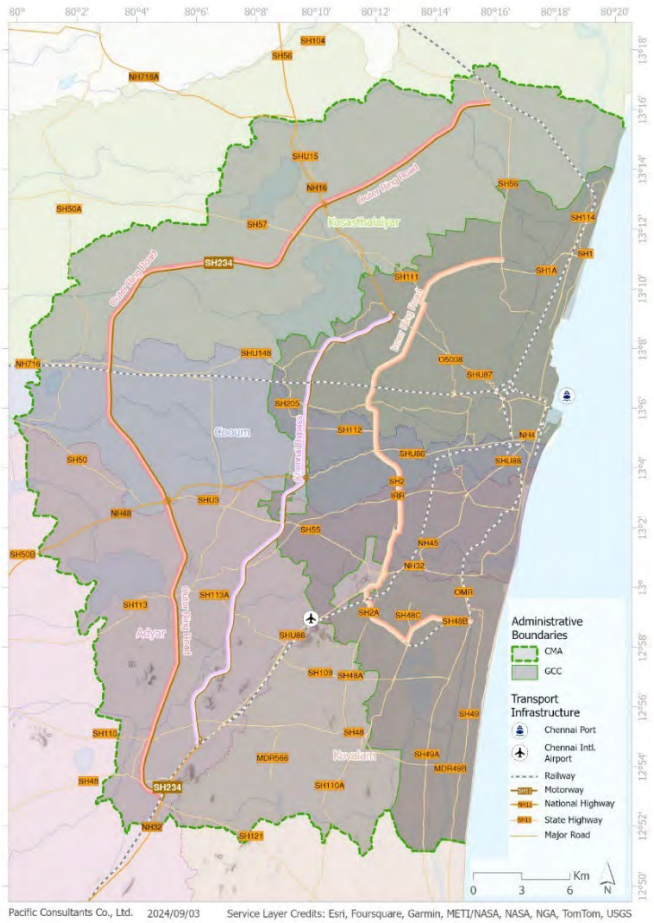
また道路について、年超過確率 1/10 と年超過確率 1/100 の洪水時に 0.5m 以上浸水する道路および高速道路を対象に浸水継続時間ごとの浸水延長を 2 次元モデルのシミュレーシ

ョン結果を用いて計算したものを下表に示す。

Table 7-63: 12 時間間隔浸水時間別の浸水道路・高速道路延長 (km)

Basin	Return Period	0-12hrs	12-24hrs	24-36hrs	36-48hrs	More than 48hrs
Adyar	10 years	498.8	326.2	117.3	45.7	4.1
	100 years	612.3	401.8	220.3	101.3	26.3
Cooum	10 years	190.3	137.1	79.2	34.8	5.6
	100 years	315.2	205.2	139.2	68.5	11.9
Kovalam	10 years	368.5	269.4	125.1	76.4	26.6
	100 years	382.5	289.1	147.4	84.3	43.4
Kosasthalaiyar	10 years	602.3	454.5	257.1	116.4	48.7
	100 years	875.4	627.1	385.1	182.5	74.9

出典：JICA Expert Team



出典：JICA Expert Team

Figure 7-36: （参考）交通インフラの分布図

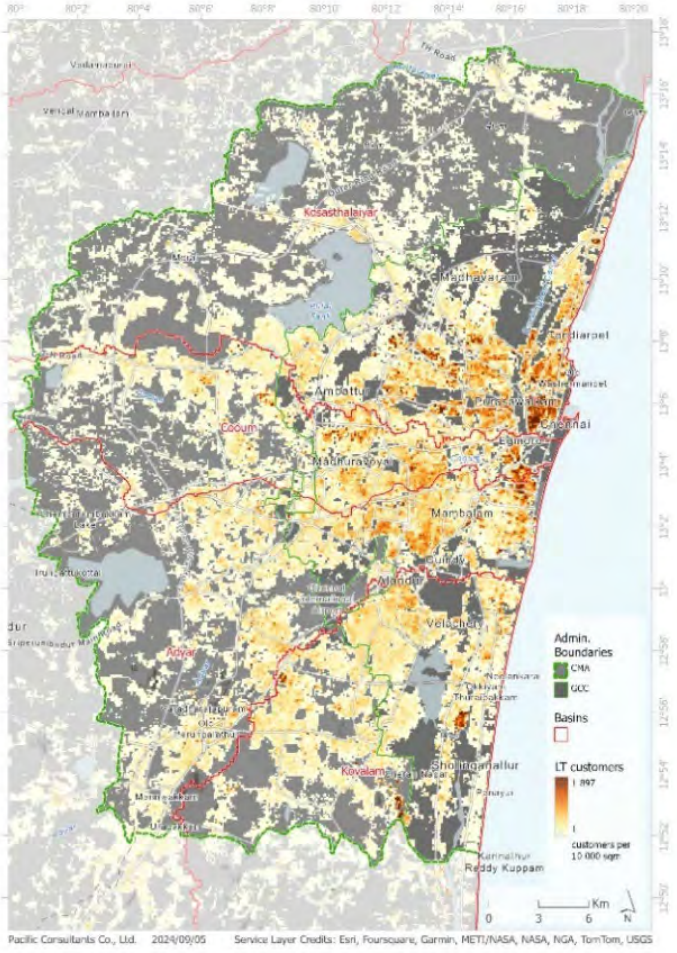
ii.　　電力の停止による影響人口

CMA エリアにおける電力（低圧電力）の停止による影響人口は、年超過確率 1/2 で 87.7 万人、1/10 で 123.2 万人、1/50 で 145.9 万人, 1/100 で 157. 4 万人と想定される。本マスタープランの事業を実施することでこれらは解消されると想定した。

Table 7-64: CMA エリアにおける年超過確率別の浸水による電力（低圧電力）の停止による影響人口（人）

Inundation depth	1/2	1/10	1/50	1/100
0m ＜ 0.5m	601,686	711,132	761,855	772,946
0.5m ＜ 1.0m	173,177	279,393	325,498	355,367
1.0m ＜1.5	46,643	90,874	126,901	149,809
1.5m ＜ 2.0m	34,385	80,295	113,551	134,647
2m ＜	21,090	70,920	131,371	161,720
Total	876,981	1,232,614	1,459,176	1,574,489

出典：JICA Expert Team



出典：JICA Expert Team

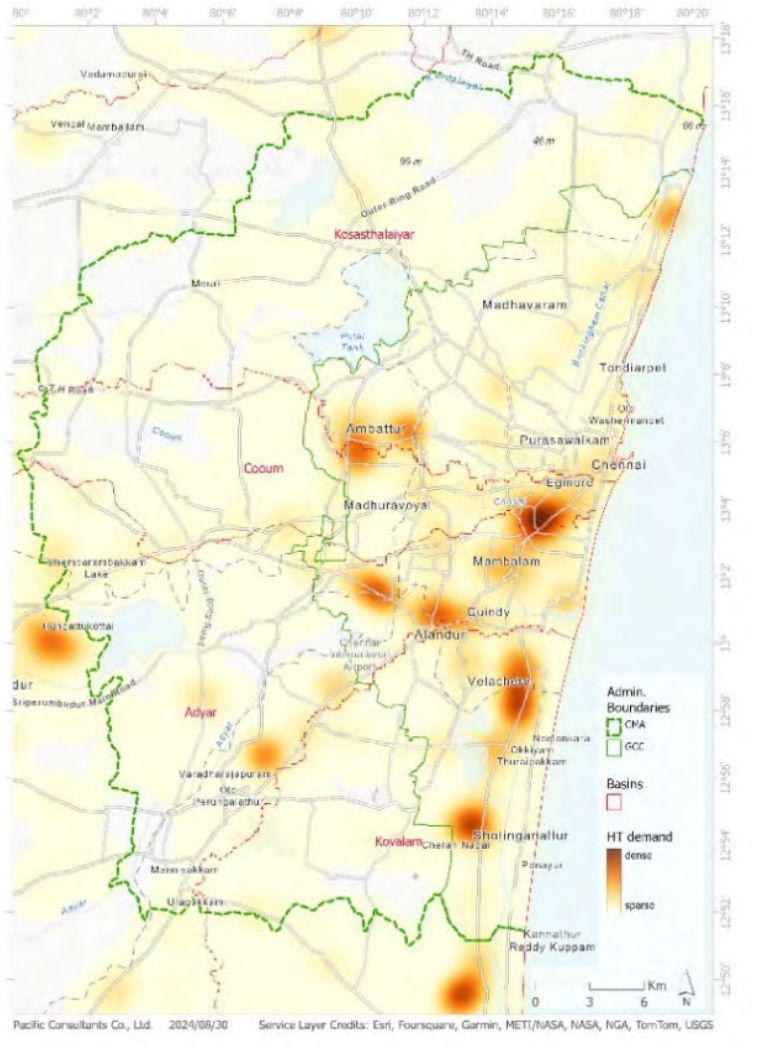
Figure 7-37: （参考）低圧電力利用者の分布

また、CMA エリアにおける電力（高圧電力）の停止による影響事業所数は、年超過確率 1/2 で 33.2 万事業所、1/10 で 46.8 万事業所、1/50 で 59.2 万事業所, 1/100 で 63.8 万事業所と想定される。本マスタープランの事業を実施することでこれらは解消されると想定した。

Table 7-65: CMA エリアにおける年超過確率別の浸水による電力（高圧電力）の停止による影響事業所数（軒）

Inundation depth	1/2	1/10	1/50	1/100
0m ＜ 0.5m	203,599	242,702	238,094	242,503
0.5m ＜ 1.0m	80,729	104,638	167,180	176,883
1.0m <1.5	21,244	37,876	52,908	56,707
1.5m ＜ 2.0m	11,930	50,402	53,812	69,121
2m ＜	15,397	32,048	80,147	93,312
Total	332,899	467,666	592,141	638,526

出典：JICA Expert Team



出典：JICA Expert Team

Figure 7-38: （参考）高圧電力の需要分布

また浸水の影響を受けやすい開閉器についても、年超過確率 1/10 および 1/100 の洪水時に 0.5m 以上浸水する開閉器を対象に浸水継続時間ごとの浸水数を 2 次元モデルのシミュレーション結果を用いて計算したものを下表に示す。

Table 7-66: 12 時間間隔浸水時間別の浸水が想定される開閉器（unit）

Basin	Return Period	0-12hrs	12-24hrs	24-36hrs	36-48hrs	More than 48hrs
Adyar	10 years	1,975	1,421	752	270	135
	100 years	3,125	2,201	1,220	401	226
Cooum	10 years	1,442	959	584	237	37
	100 years	3,074	1,979	1,338	452	113
Kovalam	10 years	669	471	165	81	39
	100 years	682	489	177	87	44
Kosasthalaiyar	10 years	2,738	1,691	743	270	71
	100 years	4,175	2,527	1,424	582	274

出典：JICA Expert Team

iii. 浸水に伴う空港への影響

下表は、チェンナイ空港の過去 10 年間（2015～2024 年）の閉鎖状況を示している。また、シミュレーション結果によると、年超過確率 1/20 洪水の場合、空港は 0.3 メートル以上、約 24 時間浸水する。年超過確率 1/100 洪水のシミュレーション結果では、浸水時間は 60 時間に及ぶ。しかし、本マスタープランによる対策の実施が完了すれば、この問題は解決すると想定される。

Table 7-67: 過去 10 年間（2015～2024 年）の洪水によるチェンナイ空港閉鎖の詳細

Food Year	Date of Airport Shutdown	Shutdown Duration	Shutdown Type	Reason for Shutdown	No. of Affected Flights
2015	1~6 Dec.	5 days (120 hrs.)	Full Shutdown	Flooding of runways and terminal areas	N/A
2020	25~26 Nov.	12 hours	Partial Shutdown	Cyclone Nivar: Temporary shutdown for safety	N/A
2021	11 Nov.	N/A	Partial Shutdown	Heavy rains and strong crosswinds to suspend all arrivals flights.	N/A
2023	4 Dec.	14 hours	Full Shutdown	Cyclone Michaung: Grounded flights due to flooding	70 flights
2024	30 Nov ~1 Dec.	16 hours	Full Shutdown	Cyclone Fengal: Adverse weather conditions and flooding	110 flights

出典：JICA Expert Team

7.3 Annex

7.3.1 施工単価

各対策工の積算に使用する施工単価について、以下の通り設定する。

7.3.1.1. 河川拡幅

(1) 掘削（河川拡幅）

陸上における機械掘削の単価を採用する。単価表「PWD SOR 2022-2023, with effect from 19.07.2022」の E. Rate for Earth Work Deploying Machinery の SI No. 54, Sch. Item No. 1 に記載されている単価 INR51.45 とする。

(2) 浚渫

浚渫単価は受領したプロジェクト資料「Name of Work: Standardization of OKKIYUM MADUVU by Dredging and Regrading of Existing Drain up to Buckingham Canal near KCG College of Technology Premises in Sholinganallur Taluk of Chennai District (2022)」に記載されている単価 INR485 とする。

(3) 運搬

運搬費は単価表「PWD SOR 2022-2023, with effect from 19.07.2022」の Annexure-V, Conveyance Table A. Rates for Conveyance of Materials by Road in Plains 及び Table B. Rates for Conveyance of Materials by Road in Hills を使用した。ここでは、運搬距離に応じた費用を再計算し、まとめたものを Table 7-68 に示す。平地における運搬費は運搬距離がそれぞれ 5km で INR57.26、10km で 114.5、20km で 212.4 となる。

Table 7-68: 運搬距離に応じた運搬単価 (INR)

km	km	Rate (Plains)	Amount (Plains)	Rate (Hills)	Amount (Hills)
0-10	10	11.45	114.5	22.90	229.0
10-20	20	9.79	212.4	19.58	424.8
20-30	30	8.43	296.7	16.86	593.4
30-40	40	8.43	381.0	16.86	762.0
40-50	50	7.91	460.1	15.82	920.2
50-60	60	7.91	539.2	15.82	1078.4
go60-70	70	7.91	618.3	15.82	1236.6
70-80	80	7.91	697.4	15.82	1394.8

出典：SOR をもとに JICA Expert Team 作成

(4) 盛土

築堤の際の盛土はブルドーザによる敷均しとローラによる締固めとする。単価表「WRD SOR 2022-2023, with effect from 19.07.2022」よりブルドーザによる敷均しは SI. No. 54, Sch. Item No. 78A (Breaking clods, consolidating and sectioning the earth scooped by Bull Dozers) より INR19.55、ローラによる締固めは SI. No. 57, Sch. Item No. B (By power roller including hire charges) より INR36.95 とし、計 INR 56.50 とする。

(5) 護岸

護岸には、コンクリートブロック張、鋼製矢板、および張芝護岸の 3 種類を想定する。コンクリートブロック張、および VL 型、L=12m の鋼製矢板の建設単価は、インドのコントラクター複数社からのヒアリング結果に基づき、工事実績値からそれぞれ INR1,700/m^2、INR8,500/m^2 とする。

また、法面を整形し、草の植生を行う張芝護岸については、単価表「PWD SOR 2022-2023, with effect from 19.07.2022」より法面整形は Item No.43A (Trimming the bed and the side slope of the bank in all soils except hard rock upto a thickness of 7.5 cm and making it ready to receive the concrete) より INR 18.00、草の植生は Item No. 82A (Turfing in slopes including watering and fixing with initial lead upto 50m) より INR 36.95 とし、計 INR 54.95 (/m^2)とする。

(6)　既存の橋梁の架け替え

河川拡幅に伴い、既存の橋梁の架け替えが必要になる。費用は撤去と新設に要す費用を計上することとし、新設に要す建設・調達費は日本における鋼道路橋の設置に要する工事費（150,000～350,000 円/m^2）を参考に橋梁の平面積あたりの単価を 250,000 円/m^2 として算定した。日本での事例を参考にすると既存の橋梁の撤去に要する建設・調達費は設置に要する費用とほぼ同等であるため撤去に要する建設・調達費も 250,000 円/m^2 とし、橋梁の架け替えの単価は日本における工事費として 500,000 円/m^2 とした。日本の工事で使用する工事単価をインドにおける工事単価にする場合、ここではオランダ・アムステルダムのズイダスに本社を置く世界的なデザイン、エンジニアリング、経営コンサルティング会社アルカディス NV が 2024 年 5 月現在ウエブサイト上で公表している以下の建設コストの比較*1 を用い、橋梁架け替え工事については日本における工事単価の 5 分の 1、すなわち約 100,000 円/m^2、56,000 INR/m^2 をインドにおける建設費とした。

＜Internal Construction Cost Index by Arcadis NV＞

Tokyo 120-180（平均 150）

Mumbai 35-45（平均 40）

Table 7-69: 架け替える橋梁一覧　架け替える橋梁一覧

			Adyar				Cooum River				Kosasthalaiyar River			
			Phase1		Phase2		Phase1		Phase2		Phase1		Phase2	
工種	単位	数量	箇所数	架替面積[m2]	箇所数	架替面積[m2]	箇所数	架替面積[m2]	箇所数	架替面積[m2]	箇所数	架替面積[m2]	箇所数	架替面積[m2]
橋梁	m^2	500	10	5,000	27	13,500	23	11,500	26	13,000	0	0	0	0

出典：JICA Expert Team

(7)　その他の工種

河川拡幅に関するその他の工種の単価を「PWD SOR 2022-2023, with effect from 19.07.2022」から抜粋したものを Table 7-70 に示す。

Table 7-70: 河川拡幅に関するその他工種の単価

Item No.	Description of Works	Unit	Basic Rate 2022-2023
	A. Clearing the Site 伐根、伐開		
2	Clearing (Light) Jungle	spm.	5.55
4	Uprooting & Removing (Large) Palmyrah / Coconut Stumps パルミラ（扇椰子）／ココナッツの切り株（大）の伐根	Each	152.65
9	Removing Weeds in Channel and Drain 水路と排水溝の雑草除去	sqm.	1.95
9C	Cleaning Juliflora Jungle with Uprooting メスキートの伐根	sqm.	8.45
	B. Dismantling 既設構造物撤去		
18	Cut Stone Slab over culverts (upto 3.3m height below GL) 暗渠スラブの撤去、石材及びコンクリート	cum.	1017.00
23	Grouted Stones Apron or Revetment, stacking within 40m lead 練石護岸及び護床工	cum.	132.40

出典：SOR をもとに JICA Expert Team 作成

7.3.1.2. 既設タンクの改良

(1) 掘削（タンク掘削）

前項で述べた陸上における機械掘削の単価 INR51.45 とした。

(2) 浚渫

前項で述べた浚渫の単価 INR485 とした。

(3) 運搬

前項で述べた平地における運搬距離 5km、INR57.26 とした。

(4) 盛土

前項で述べたブルドーザによる敷均しとローラによる締固め単価表計 INR58.7 とした。

(5)　放水路

素堀放水路の掘削と護岸は上記の単価とした。

コンクリート構造物の Cut & Cover タイプに関しては、12.1.7 水路の改良（都市部）(Connecting Drainage (Micro-Drainage) Improvement)で述べる以下の計算式を用いた。

1m 当たりの単価 (INR)＝4481 x 放流量 +63841（m^3/s）

なお、重力式擁壁タイプは、事例 Comprehensive Flood Manegement, Adayar, Lower Palar, Kovalam...Sub Basins, TNPWD WRD に記載された 14.3.9 Cut & Cover と重力式擁壁の比較を行い、1m 当たりの単価がほぼ等しいことから Cut & Cover 同じ単価を用いた。

以上から、コンクリート水路構造物（重力式擁壁と Cut & Cover）は B＝6.0m&H＝2.0m (Q =10m^3/s)で 108,651 INR/m、B＝5.0m&H＝1.8m (Q=5 m^3/s)で 86,246 INR/m、B＝4.0m&H＝1.6m (Q=3m^3/s) で 77,284 INR/m とした。

7.3.1.3. 地下バイパストンネル

マスタープランにおいて提案される地下バイパストンネルに対しては、インドのチェンナイにおいて施工されたチェンナイメトロ（フェーズ 2）におけるシールドトンネルの建設・調達費単価を参考に、建設工事単価 INR 57,315/m^3 と設定する。

7.3.1.4. タンクの改良（都市部）

先に記載の対策工「河川拡幅」にて使用した施工単価を使用する。

7.3.1.5. 水路の改良（都市部）

施工単価のうち、掘削、浚渫、運搬、盛土および護岸については、12.1.3 で述べたものを使用する。

コンクリート打設および Cut & Cover については、現地での施工事例を用いて単価を算出した。算出の手順を次に述べる。

(1)　コンクリート打設

1）掘削単価

以下の Table 7-71 に示した Schedule Item の掘削単価の 50 と 62 の平均とする。Item 50 が主に砂質土対象であり、Item 62 は主として硬い粘土や石混じりの土が対象である。以下のように掘削単価は 88.6INR となる。

(No. 50 + No. 62)/2= (70.95+106.25)= 88.60

Table 7-71: SOR に示された掘削単価

Sl No.	Sch. Item No.	Description of Works	Unit	Basic Rate 2022-2023
41	50	Ordinary Soil (SS20B) Earth Work excavating and depositing on bank with initial lead of 10m & initial lift of 2m in Sand, silt or other loose soil, wet sand o silt not under water, light black cotton soil, sandy loam and ordinary soil including excavated earth (SS20B)	cum.	70.95
47	62	HGS SS.20.B. Earth work excavating and depositing on bank with initial lead of 10m & initial lift of 2m in Hard stiff clay, stiff black cotton, hard red earth, shales, murram, gravel, stoney earth and earth mixed with small size boulders SS.20B	cum.	106.25

出典：PWD SOR 2022-2023, with effect from 19.07.2022

2）単価修正

次に以下に示す SOR の Table 7-72 の Earthwork に示された狭隘部の施工条件から単価を 2 倍にする。すなわち、修正された掘削単価は 177.2INR となる。

88.60 x 2 = 177.2

Table 7-72: SOR に示された単価を修正する条件

Earthwork	
3	Double the relevant rate for standard specification No.20B will apply to excavation in all soils and rock classification given above for foundation of buildings, abutments, piers, wings and wings and returns of bridges, culverts, sluices, regulators and cross masonry works, retaining walls, toe walls, cut-off walls and body walls of anicuts, weirs, retaining walls of causeway, bed dams, trenches for water supply and drainage works for laying pipes and sewers, pits and avenue trees, trial pits and pits for poles and towers and toe wall for revetment,

出典：PWD SOR 2022-2023, with effect from 19.07.2022

3) 埋戻し

以下の Table 7-73 に示した Schedule Item の埋戻し単価の Item 85 を採用する。埋戻し量は掘削 1m^3 当たり 0.33m^3 であることから、以下のように掘削単価は 12.32INR となる。

Refilling Charges: 36.95 x 0.33m^3= 12.32

Table 7-73: SOR に示された埋戻し単価

Sl No.	Sch. Item No.	Description of Works	Unit	Basic Rate 2022-2023
62	85	Refilling with excavated soil (other than sand) complying with standard specification for filling in foundation and basement.	cum.	36.95

出典：PWD SOR 2022-2023, with effect from 19.07.2022

4) 構造物掘削 (Structure Excavation)単価

以上より、構造物掘削の単価は 189.52INR となる。

以下同様に計算した、基礎砕石、M15（均し）コンクリート、M30 コンクリート、型枠、鉄筋等の単価表を Table 7-74 に示す。構造物の延長は 2,100m で総額が 174,310,917INR あることから延長 1m 当たりの単価は 83,000INR、構造物（M30）コンクリート 1m^3 当たりの単価は 30,500INR となる。なお、本単価には GST と経費を含まない。

Table 7-74: コンクリート壁構造の単価

		unit	Rate	Quantity	Amount
1	Structure excavation	cum.	189.52	21,300	4,036,075

		unit	Rate	Quantity	Amount
2	Supplying and Spreading sand and gravel (1:1, t=15cm)	cum.	1,220.46	1,630	1,989,345
3	Supplying and laying of M15 ready mix concrete	cum.	6,952.72	2,450	17,034,157
4	Supplying and laying of M30 ready mix concrete	cum.	7,452.72	5,720	42,629,542
5a	Supplying and erection centering for PCC (0-0.9m height)	sqm.	480.70	4,550	2,187,197
5b	0 to 2.7m &3.0m	sqm.	623.22	24,820	15,468,365
6	Supplying and fabrication and placing Mild Steel (0.15t/m^3)	Qtl (=100kg)	8,425.75	7,807	65,779,846
7	Conveying the excavated surplus earth a lead of 10km	cum.	114.5	21,300	2,438,850
8	Providing, laying, spreading and compacting graded stone aggregates (Sub Base/Base course) 路盤	cum.	2,140.53	1,700	3,638,901
9	Providing and placing PCC (M10)	cum.	5,261.46	1,020	5,366,694
10	Dewatering 10 HP diesel engine pumpset	cum.	558.28	1,800	1,004,904
11	Supplying and Fixing of Bitumen pad for 12mm thick	sqm.	479.00	190	91,010
12	Shoring, and strutting with sheet piles 支保工	sqm.	3,010.81	4,200	12,645,402
	Total				174,310,917

出典：Project example: Improvements to Gerugambakkam Channel in Gerugambakkam Village in Kundrathur Taluk of Kancheepuram, TNPWD より抜粋

(2) Cut & Cover

Cut & Cover の施工単価はチェンナイの流域で計画されている Cut & Cover から Adyar 流域における計画を使用して算出した。計画を抜粋したものを Table 7-75 に示す。金額（Amount）には GST と経費は含まない。

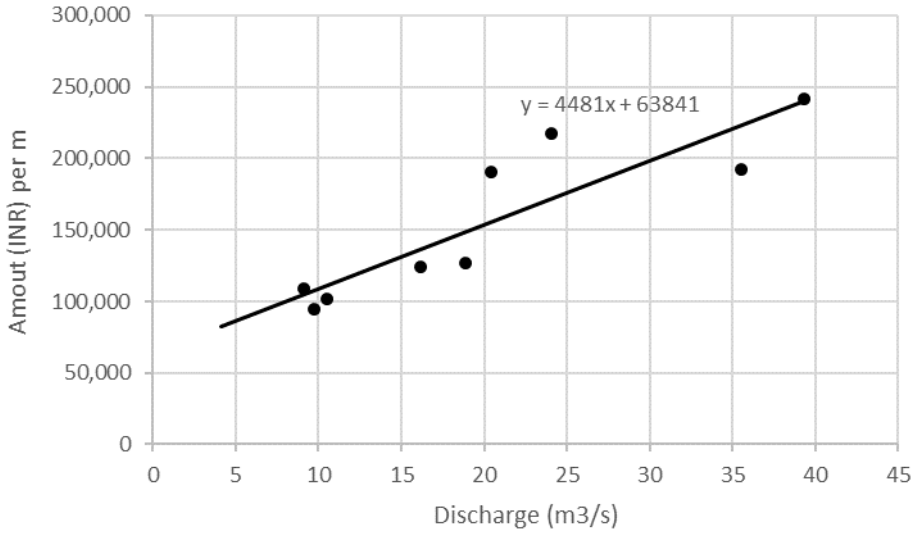
Table 7-75: Cut & Cover の計画の抜粋

	Discharge	Width of the channel	Height of the channel	W x H	Length of the channel	Channel Type	Amount	Amount/m	Amount/m/Q
	m^3/s	m	m	m^2	m	-	INR	INR	INR
14.3.1	10.51	3.0	1.8	5.40	520	Single	52,974,844	101,875	9,698
14.3.2	16.14	4.0	2.1	8.40	1,510	Single	187,352,595	124,075	7,687
14.3.3	9.11	3.5	1.5	5.25	1,315	Single	142,785,309	108,582	11,918
14.3.4	9.77	2.5	1.5	3.75	535	Single	50,516,368	94,423	9,666
14.3.5	24.07	8.0	1.9	15.20	1,580	Double	342,998,510	217,088	9,019
14.3.5	35.51	9.0	2.3	20.70	1,580	Double	303,225,106	191,915	5,405
14.3.5	39.36	9.0	2.4	21.60	460	Double	111,291,404	241,938	6,147
14.3.6	20.39	7.0	2.1	14.70	950	Double	181,078,354	190,609	9,349
14.4.16	18.86	4.0	2.4	9.60	1,225	Single	155,804,201	127,187	6,744

出典：Comprehensive Flood Management を元に JICA Expert Team 作成

実績より 1m 当たりの施工単価は Single タイプで約 100,000 INR、Double タイプで約 200,000 INR であることがわかる。

ここでは、対象流量と 1m 当たりの施工費の関係を比較し、この関係式を用いて計画する対象流量における Cut & Cover の概算施工費を求めることとした。対象流量と 1m 当たりの施工費の関係を Figure 7-39 に示す。



出典：JICA Expert Team

Figure 7-39: Cut & Cover の対象流量と m 当たり直接工事費の関係

上図より、Cut & Cover で水路を改良する際の施工単価は以下の式で求めることとした。

1m 当たりの単価 (INR/m)＝4481 x 放流量 +63841（m^3/s）

7.3.1.6. ゲート・ポンプ

排水機場の建設調達費の概算を、以下の通り算出する。

排水機場の概算工事費

＝（A）土木・設備工事費（設備工事対象：除塵機を除く設備一式）＋（B）設備工事費（設備工事対象：除塵機）

(A)について、インドにおける排水機場設計事例(ISWD for Kosasthalaiyar-Final_2018)に基づき、計画排水量（m^3/s）あたりの工事費単価を、INR 26,842,110 (/m^3/s)と設定する。

(A)にて参照したインドにおける排水機場設計事例において、除塵機は計画されていない。一方で、現地の排水路は通常時においても生活ごみといった異物が目立ち、洪水時にはそれに加えて漂流物が流れ込むことが想定される。そのため、排水路やポンプの流量を確保や、異物による設備の摩耗、詰まりによる故障の回避のために、除塵機を設置する前提とする。

除塵機の設置工事費である(B)については、本邦企業ヒアリング結果に基づき、以下の通り設定する。

Table 7-76: (B)設備工事費（設備工事対象：除塵機）

#		計画排水量上限（m^3/s）	工事費単価
			(B) 設備工事費（設備工事対象：除塵機） INR
1	小規模機場	7.68	48,000,000
2	中規模機場	60	158,000,000

また、ゲートの建設調達費の概算について、JICA Expert Team による過去設計業務実績、およびメーカーヒアリング結果より、以下の相関式にて算出する。

ゲート建設調達費= 65,000 x A^2 + 25,000,000*A + 315,000*(1/5)

ここで、A =ゲート扉体面積 (m^2)

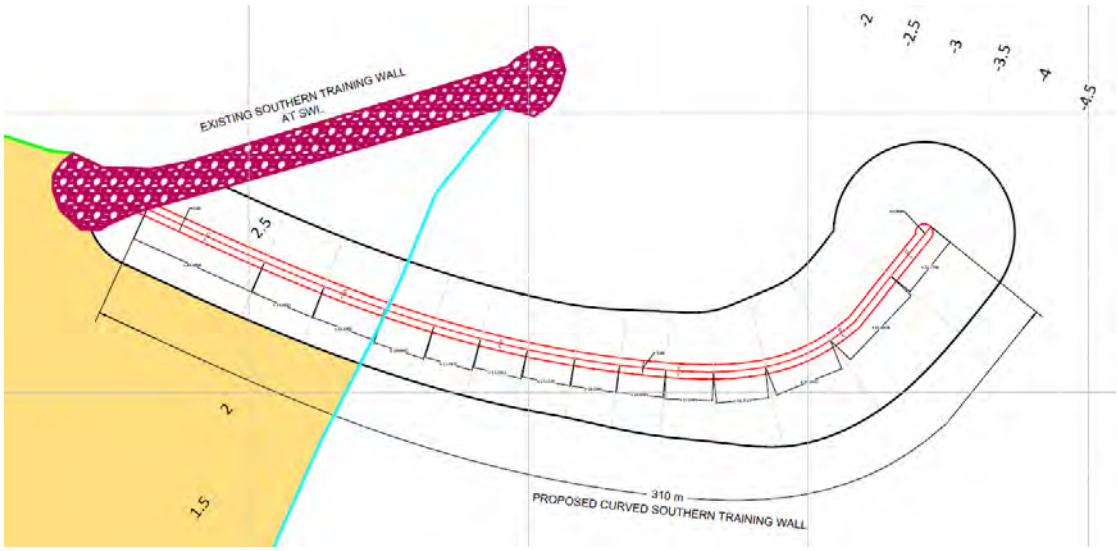
7.3.1.7. 放水路

コンクリート擁壁水路の単価を使用し、延長 1m 当たりの単価は 83,000INR とした。

ただし、水路幅が比較的広いため、別途掘削、運搬費を計上した。

7.3.1.8. 海岸、河口対策

Cooum 川の河口では、沿岸漂流物による海砂州の形成により河口がしばしば閉塞し、これが都市部における洪水の原因となっているのみならず、産業廃棄物の滞留により衛生面でも深刻な問題となっている。この問題の解消を目的として、2024 年 5 月現在、河口において導流堤の築造工事が実施されている。Figure 7-40 に南側導流堤の平面図を示し、Table 7-77 に工事の諸元を示す。



出典：Report to accompany the Estimate for the Work of 'Construction of Curved Training walls (Groynes) in the Northern and Southern Sides of the Cooum River Mouth and its allied works'

Figure 7-40: Cooum 川河口で建設中の導流壁（南側）

Table 7-77: 工事概要

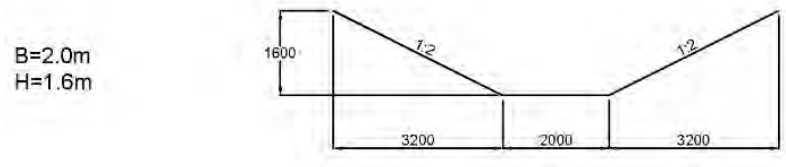
項目	内容
工事名	Construction of Curved Training walls (Groynes) in the Northern and Southern Sides of the Cooum River Mouth and its allied works
主要工種と数量	National Institute of Ocean Technology - Capital dredging of 305000m^3 - Construction of curved training walls - Annual maintenance dredging of 75000m^3
導流堤	Northern Training Wall: L= 265m Southern Training Wall: L= 310m
諸元	Crest Elevation: +4.80 m Crest Width : 5.00 m Slope: Sea Side 2.5 :1, Lee Side 2:1

出典：「Report to accompany the Estimate for the Work of 'Construction of Curved Training walls (Groynes) in the Northern and Southern Sides of the Cooum River Mouth and its allied works'」を元に JICA Expert Team で編集

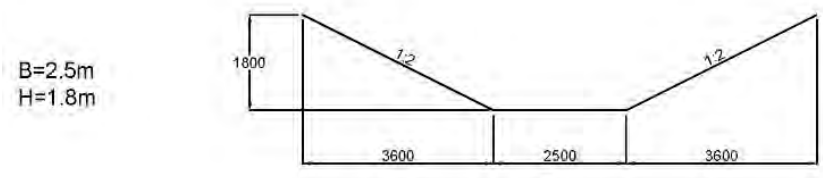
本工事は延長 575m の導流堤建設工事で、総額は 700,000,000INR である。1m あたりの施工単価（間接費、GST 抜き）を 619,936 INR とした。

7.3.2 既設タンクの改良における放水路の標準断面および積算数量

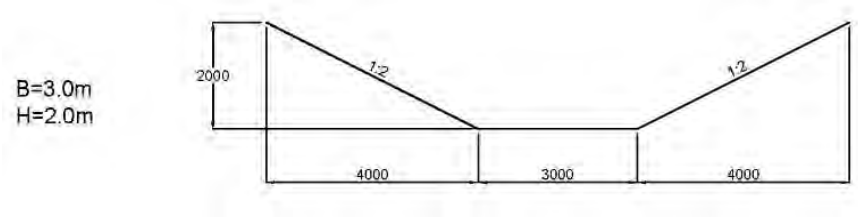
本業務において想定する、素堀掘削、Cut & Cover、および重力式擁壁の各構造形式における標準断面図を示す。



(a) B=2.0m ,H=1.6m



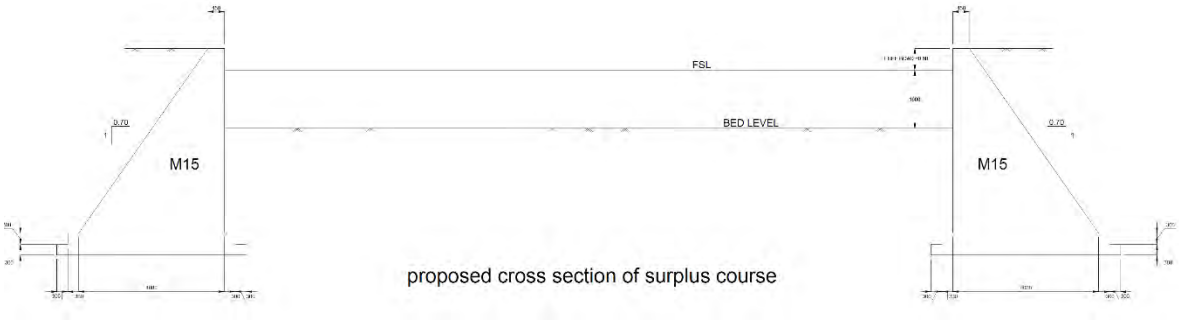
(b) B=2.5m ,H=1.8m



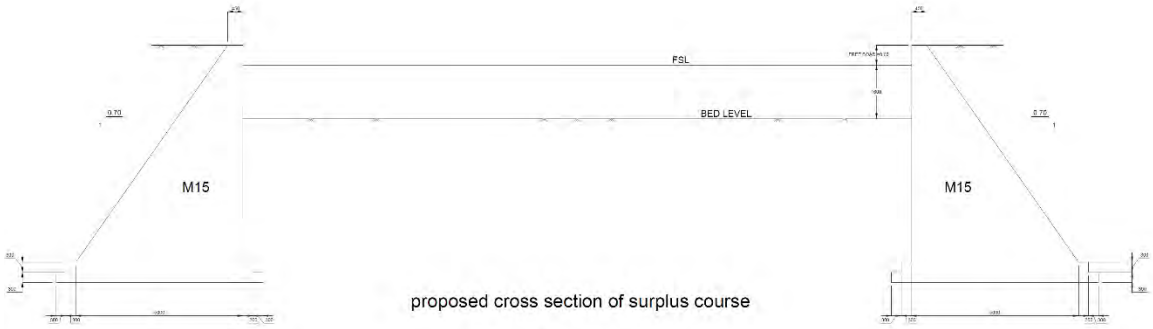
(c) B=3.0m ,H=2.0m

出典：JICA Expert Team

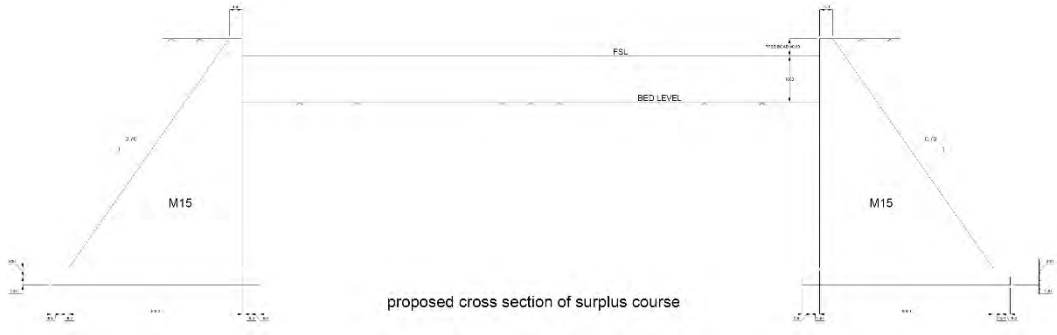
Figure 7-41: 標準断面（Earth Canal）



(a) B=4.0m, H=1.6m



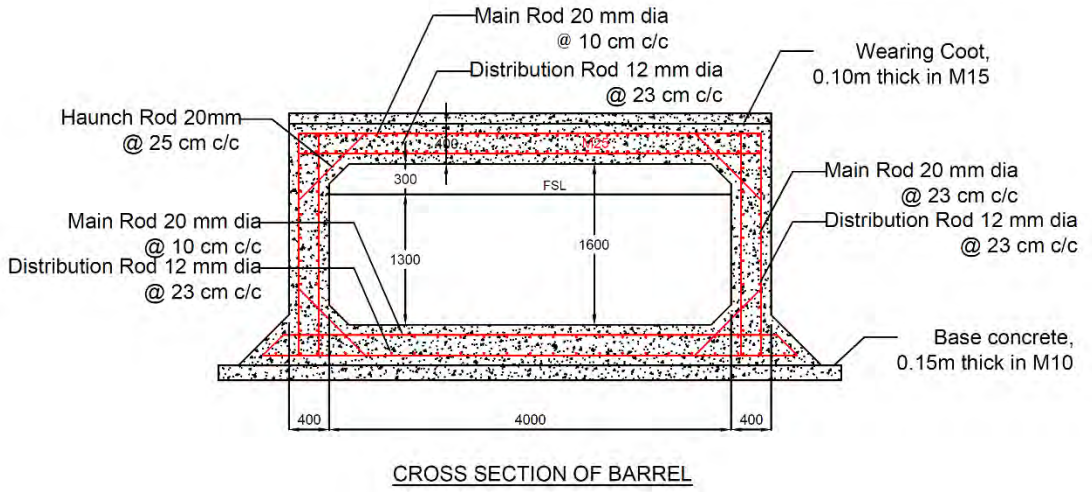
(b) B=5.0m, H=1.8m



(c) B=6.0m, H=2.0m

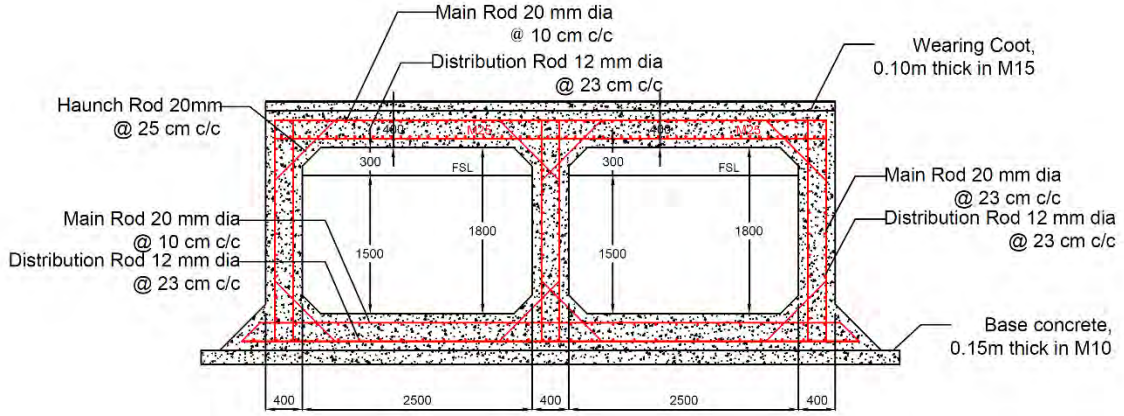
出典：JICA Expert Team

Figure 7-42: 標準断面（重力式擁壁タイプ）



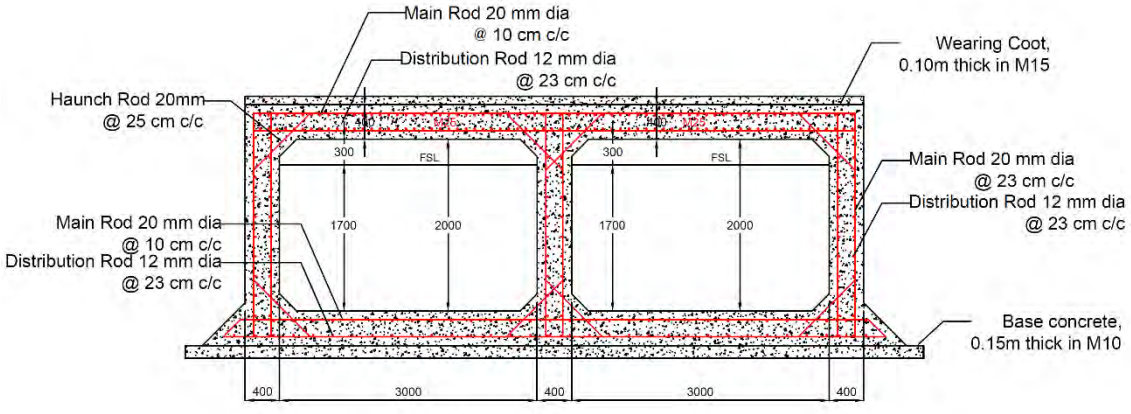
CROSS SECTION OF BARREL

(a) B=4.0m, H=1.6m



CROSS SECTION OF BARREL

(b) B=5.0m, H=1.8m



CROSS SECTION OF BARREL

(c) B=6.0m, H=2.0m

出典：JICA Expert Team

Figure 7-43: 標準断面（Cut&Cover）

これらの標準断面に基づき算出した、放水路の施工数量を Table 7-78 に示す。

Table 7-78: 放水路の施工数量

		Nos	Length	Excavtion					Revetment		Concrete Structure			Land
			L (m)	Bbottom (m)	H (m)	Bcrest (m)	A (m^2)	V (m^3)	(m)	A (m^2)	type	Nos.	L (m)	A (m^2)
Adyar	1_Earth Channel	1	498	3.0	2.0	11	14	6,976	8.94	4,457				5,481
	2_Earth Channel	0	498	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	3_Earth Channel	1	498	3.0	2.0	11	14	6,976	8.94	4,457				5,481
	4_Earth Channel	2	498	3.0	2.0	11	14	13,952	8.94	8,913				10,962
	5_Earth Channel	4	498	3.0	2.0	11	14	27,903	8.94	17,827				21,924
	6_Earth Channel	19	498	2.5	1.8	9.7	12.2	115,500	8.05	76,210				91,832
	7_Earth Channel	23	498	2.0	1.6	8.4	10.4	119,188	7.16	82,004				96,267
	1_Retaining Gravity Wall	1	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	5	1,246	1,993
	2_Retaining Gravity Wall	0	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	4	0	0
	3_Retaining Gravity Wall	1	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	3	747	1,993
	4_Retaining Gravity Wall	2	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	2	997	3,986
	5_Retaining Gravity Wall	4	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	1	997	7,972
	6_Retaining Gravity Wall	19	249			7.0					5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s	1	4,734	33,135
	7_Retaining Gravity Wall	23	249			6.0					4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s	1	5,730	34,381
	1_Cut & Cover	1	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	5	1,246	1,993
	2_Cut & Cover	0	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	4	0	0
	3_Cut & Cover	1	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	3	747	1,993
	4_Cut & Cover	2	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	2	997	3,986
	5_Cut & Cover	4	249			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	1	997	7,972
	6_Cut & Cover	19	249			7.0					5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s	1	4,734	33,135
	7_Cut & Cover	23	249			6.0					4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s	1	5,730	34,381
Cooum	1_Earth Channel	0	687	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	2_Earth Channel	1	687	3.0	2.0	11	14	9,615	8.94	6,143				7,554
	3_Earth Channel	0	687	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	4_Earth Channel	0	687	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	5_Earth Channel	6	687	3.0	2.0	11	14	57,688	8.94	36,856				45,326
	6_Earth Channel	6	687	2.5	1.8	9.7	12.2	50,271	8.05	33,170				39,970
	7_Earth Channel	18	687	2.0	1.6	8.4	10.4	128,562	7.16	88,454				103,839
	1_Retaining Gravity Wall	0	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	5	0	0
	2_Retaining Gravity Wall	1	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	4	1,374	2,747
	3_Retaining Gravity Wall	0	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	3	0	0
	4_Retaining Gravity Wall	0	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	2	0	0
	5_Retaining Gravity Wall	6	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	1	2,060	16,482
	6_Retaining Gravity Wall	6	343			7.0					5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s	1	2,060	14,422
	7_Retaining Gravity Wall	18	343			6.0					4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s	1	6,181	37,085
	1_Cut & Cover	0	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	5	0	0
	2_Cut & Cover	1	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	4	1,374	2,747
	3_Cut & Cover	0	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	3	0	0
	4_Cut & Cover	0	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	2	0	0
	5_Cut & Cover	6	343			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	1	2,060	16,482
	6_Cut & Cover	6	343			7.0					5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s	1	2,060	14,422
	7_Cut & Cover	18	343			6.0					4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s	1	6,181	37,085
Kosasthalaiyar River (Existing)	1_Earth Channel	0	414	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	2_Earth Channel	0	414	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	3_Earth Channel	0	414	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	4_Earth Channel	3	414	3.0	2.0	11	14	17,379	8.94	11,103				13,655
	5_Earth Channel	22	414	3.0	2.0	11	14	127,448	8.94	81,424				100,138
	6_Earth Channel	45	414	2.5	1.8	9.7	12.2	227,172	8.05	149,894				180,621
	7_Earth Channel	43	414	2.0	1.6	8.4	10.4	185,048	7.16	127,317				149,462
	1_Retaining Gravity Wall	0	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	5	0	0
	2_Retaining Gravity Wall	0	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	4	0	0
	3_Retaining Gravity Wall	0	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	3	0	0
	4_Retaining Gravity Wall	3	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	2	1,241	4,966
	5_Retaining Gravity Wall	22	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	1	4,552	36,414
	6_Retaining Gravity Wall	45	207			7.0					5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s	1	9,310	65,172
	7_Retaining Gravity Wall	43	207			6.0					4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s	1	8,897	53,379
	1_Cut & Cover	0	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	5	0	0
	2_Cut & Cover	0	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	4	0	0
	3_Cut & Cover	0	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	3	0	0
	4_Cut & Cover	3	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	2	1,241	4,966
	5_Cut & Cover	22	207			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	1	4,552	36,414
	6_Cut & Cover	45	207			7.0					5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s	1	9,310	65,172
	7_Cut & Cover	43	207			6.0					4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s	1	8,897	53,379

		Nos	Length	Excavtion					Revetment		Concrete Structure			Land
			L (m)	Bbottom (m)	H (m)	Bcrest (m)	A (m^2)	V (m^3)	(m)	A (m^2)	type	Nos.	L (m)	A (m^2)
Kosasthalaiyar River (New)	1_Earth Channel	0	250	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	2_Earth Channel	1	250	3.0	2.0	11	14	3,500	8.94	2,236				2,750
	3_Earth Channel	0	250	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	4_Earth Channel	2	250	3.0	2.0	11	14	7,000	8.94	4,472				5,500
	5_Earth Channel	0	250	3.0	2.0	11	14	0	8.94	0				0
	6_Earth Channel	3	250	2.5	1.8	9.7	12.2	9,150	8.05	6,037				7,275
	7_Earth Channel	1	250	2.0	1.6	8.4	10.4	2,600	7.16	1,789				2,100
	1_Retaining Gravity Wall	0	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	5	0	0
	2_Retaining Gravity Wall	1	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	4	500	1,000
	3_Retaining Gravity Wall	0	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	3	0	0
	4_Retaining Gravity Wall	2	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	2	500	2,000
	5_Retaining Gravity Wall	0	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	1	0	0
	6_Retaining Gravity Wall	3	125			7.0					5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s	1	375	2,625
	7_Retaining Gravity Wall	1	125			6.0					4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s	1	125	750
	1_Cut & Cover	0	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	5	0	0
	2_Cut & Cover	1	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	4	500	1,000
	3_Cut & Cover	0	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	3	0	0
	4_Cut & Cover	2	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	2	500	2,000
	5_Cut & Cover	0	125			8.0					6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s	1	0	0
	6_Cut & Cover	3	125			7.0					5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s	1	375	2,625
	7_Cut & Cover	1	125			6.0					4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s	1	125	750
Total														
Adyar	Earth Channel							290,495		193,867				
	Retaining Gravity Wall	6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s											3,986	
		5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s											4,734	
		4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s											5,730	
	Cut & Cover	6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s											3,986	
		5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s											4,734	
		4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s											5,730	
	Land													398,870
Cooum	Earth Channel							246,136		164,622				
	Retaining Gravity Wall	6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s											3,434	
		5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s											2,060	
		4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s											6,181	
	Cut & Cover	6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s											3,434	
		5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s											2,060	
		4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s											6,181	
	Land													338,163
Kosasthalaiyar River (Existing)	Earth Channel							557,048		369,738				
	Retaining Gravity Wall	6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s											5,793	
		5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s											9,310	
		4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s											8,897	
	Cut & Cover	6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s											5,793	
		5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s											9,310	
		4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s											8,897	
	Land													763,738
Kosasthalaiyar River (New)	Earth Channel							22,250		14,534				
	Retaining Gravity Wall	6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s											1,000	
		5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s											375	
		4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s											125	
	Cut & Cover	6.0m x 2.0m, Q=10m^3/s											1,000	
		5.0m x 1.8m, Q=5.0m^3/s											375	
		4.0m x 1.6m, Q=3.0m^3/s											125	
	Land													30,375

出典：JICA Expert Team

7.3.3　準備費

基本公示価格は、Resident Department のウエブサイト（tnregimet.gov.in）にて更新されており、2024 年 5 月時点での単価を準備費の積算に使用した。

基本公示価格から、用地取得費と補償費を算出する方法を、Tamil Nadu 州が発行する「Right to Fair Compensation and Transparency in Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement Act, 2013」に基づき以下に示す。

1）基本公示価格に Accepted 価格（Accepted value based on private negotiation）を加えて土地価格（Land value per sqm）とする。Accepted 価格はチェンナイの都市中心部からの距離で割り増し率 225%～425%の範囲で定められている。

2）補償費を建物や農作物等の価値（Building value）として、基本公示価格の 50%と定める。

3) 上記の Building value の 100%を加えたものを補償費とする。

4) 上記 1)の土地価格（Land value per sqm）に 3)の補償費（Building value）を合計したものを決定した用地取得費と補償費として採用する。

上記の通り算出した用地取得費と補償費に各対策工の施工に必要となる用地面積を乗じることで、各対策工の施工に伴う用地収用費用を算定する。

以上の方法で算出した準備費（最終的な用地取得費と補償費）を Table 7-79 示す。

Table 7-79: 準備費（用地取得費と補償費）

	単位	数量	計
(1)外水対策			
河川拡幅			
Adyar	LS	1式	250,136,126,518
Cooum	LS	1式	253,281,730,201
Kosasthalaiyar	LS	1式	5,604,556,392
計			509,022,413,111
貯水池改良			
Adyar	LS	1式	36,908,800,238
Cooum	LS	1式	23,638,243,774
Kosasthalaiyar	LS	1式	103,817,967,333
計			164,365,011,345
地下河川	LS	1式	2,011,557,031
(2)内水対策			
貯水池（都市部）	LS	1式	6,199,126,172
水路（都市部）	LS	1式	0
B Canal 改修	LS	1式	0
放水路Bypass	LS	1式	2,148,225,625
ゲートポンプ	LS	1式	2,544,402,656
計			10,891,754,453
(3)海岸・河口対策	LS	1式	0
(4)災害管理	LS	1式	0
Total			**686,290,735,941**

出典：JICA Expert Team

各対策工の準備費を以下に整理する。なお、施工に際し必要となる土捨て場については、計上の対象としない。

7.3.3.1. 河川拡幅

河川毎に積算した、河川拡幅にかかる準備費を Table 7-80 から Table 7-82 に示す。積算に際し設定した条件は以下のとおりである。

用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定する。

Table 7-80: 河川拡幅にかかる準備費（Adyar 川）

			①	②		③＝①×②		④＝③×0.5	
Distance from Sea [km]			用地取得面積 [m2]	採用単価[Rs/m2]		用地取得費[Rs]		用地取得費[Rs] 最終	
				Left	Right	Left	Right	Left	Right
0.000	～	4.543	227,148	1,005,773	1,005,773	114,229,712,139	114,229,712,139	57,114,856,070	57,114,856,070
4.661	～	5.140	29,875	765,263	612,209	11,431,120,264	9,144,865,869	5,715,560,132	4,572,432,935
5.321	～	7.555	120,734	765,263	612,209	46,196,648,499	36,957,196,179	23,098,324,250	18,478,598,089
7.637	～	8.580	51,245	349,842	437,298	8,963,743,989	11,204,549,873	4,481,871,994	5,602,274,936
8.722	～	9.291	35,535	349,842	437,298	6,215,908,527	7,769,795,432	3,107,954,263	3,884,897,716
9.340	～	10.910	80,942	306,109	338,904	12,388,629,043	13,715,864,716	6,194,314,521	6,857,932,358
10.981	～	12.084	58,709	306,109	338,904	8,985,687,648	9,948,354,716	4,492,843,824	4,974,177,358
12.175	～	16.243	207,976	62,842	174,931	6,534,777,063	18,190,707,092	3,267,388,531	9,095,353,546
16.336	～	17.193	0	65,609	43,733	0	0	0	0
17.293	～	22.459	263,304	50,304	48,110	6,622,611,123	6,333,799,493	3,311,305,562	3,166,899,747
22.527	～	24.920	123,043	63,416	74,344	3,901,408,520	4,573,720,430	1,950,704,260	2,286,860,215
25.001	～	25.218	14,905	63,416	74,344	472,604,945	554,046,797	236,302,473	277,023,398
25.353	～	29.367	207,446	63,416	74,344	6,577,658,872	7,711,156,781	3,288,829,436	3,855,578,391
29.410	～	34.166	239,983	63,416	74,344	7,609,335,967	8,920,618,078	3,804,667,984	4,460,309,039
34.226	～	37.328	158,073	63,416	74,344	5,012,149,045	5,875,869,797	2,506,074,523	2,937,934,898
37.439	～	43.606	0	63,416	74,344	0	0	0	0
			TT2からの提供情報 拡幅区間周辺の準備費を参照			合計		250,136,126,518	

用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定し、0.5掛け

河川拡幅（Adyar River）の準備費：250,136,126,518 Rs（全てPhase1）

出典：JICA Expert Team

Table 7-81: 河川拡幅にかかる準備費（Cooum 川）

			①	②		③＝①×②		④＝③×0.5	
Distance from Sea [km]			用地取得面積 [m2]	採用単価[Rs/m2]		用地取得費[Rs]		用地取得費[Rs] 最終	
				Left	Right	Left	Right	Left	Right
0.000	～	0.483	0	677,808	524,753	0	0	0	0
0.664	～	2.342	92,960	677,808	524,753	31,504,507,125	24,390,525,250	15,752,253,563	12,195,262,625
2.405	～	6.225	194,130	459,164	470,092	44,568,759,727	45,629,498,180	22,284,379,863	22,814,749,090
6.315	～	9.872	182,360	629,708	520,731	57,416,742,601	47,480,262,357	28,708,371,301	23,740,131,178
9.988	～	15.333	273,040	470,092	459,154	64,176,961,933	62,683,668,324	32,088,480,966	31,341,834,162
15.393	～	16.964	81,540	185,859	456,889	7,577,486,719	18,627,367,078	3,788,743,359	9,313,683,539
17.024	～	18.897	96,660	134,473	240,520	6,499,081,114	11,624,364,742	3,249,540,557	5,812,182,371
18.957	～	24.977	304,000	199,313	211,934	30,295,500,000	32,213,906,250	15,147,750,000	16,106,953,125
25.037	～	26.366	0	65,602	83,262	0	0	0	0
26.426		34.243	393,850	52,992	58,090	10,435,486,523	11,439,342,480	5,217,743,262	5,719,671,240
34.303	～	40.928	0	33,587	17,660	0	0	0	0
40.958	～	43.539	0	33,587	17,660	0	0	0	0
43.785	～	63.667	0	33,587	17,660	0	0	0	0
63.829	～	73.678	0	33,587	17,660	0	0	0	0
			TT2からの提供情報 拡幅区間周辺の準備費を参照			合計		253,281,730,201	

用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定し、0.5掛け

河川拡幅（Coum River）の準備費：253,281,730,201 Rs（全てPhase1）

出典：JICA Expert Team

Table 7-82: 河川拡幅にかかる準備費（Kosasthalaiyar 川）

			①	②		③＝①×②		④＝③×0.5	
Distance from Sea [km]			用地取得面積 [m2]	採用単価[Rs/m2]		用地取得費[Rs]		用地取得費[Rs] 最終	
				Left	Right	Left	Right	Left	Right
0	～	0.4832	0	9,835	13,981	0	0	0	0
0.6635	～	2.3424	0	9,835	13,981	0	0	0	0
2.4053	～	6.225	194,130	9,835	13,981	954,605,870	1,357,103,178	477,302,935	678,551,589
6.315	～	9.872199	474,136	9,835	13,981	2,331,493,765	3,314,538,174	1,165,746,882	1,657,269,087
9.987799	～	15.333	273,040	9,835	13,981	1,342,633,757	1,908,738,041	671,316,878	954,369,020
15.3934	～	16.9638	0	9,835	13,981	0	0	0	0
17.024	～	18.897	0	9,835	13,981	0	0	0	0
18.957	～	24.977	0	9,835	13,981	0	0	0	0
25.037	～	26.366	0	9,835	13,981	0	0	0	0
26.426		34.243	0	9,835	13,981				
			TT2からの提供情報	拡幅区間周辺の準備費を参照		合計		5,604,556,392	

用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定し、0.5掛け

河川拡幅（Kosasthalaiyar River）の準備費：5,604,556,392 Rs （全てPhase1）

出典：JICA Expert Team

7.3.3.2. 既設タンクの改良

河川毎に積算した、タンク改良にかかる準備費を Table 7-83 から Table 7-86 に示す。積算に際し設定した条件は以下のとおりである。

・改良後のタンク面積の 10%（対象タンクの改良前後の面積の比率の平均）を用地取得範囲とする。

・用地取得範囲の内、50% （CP との協議に基づき決定）が公共用地と仮定する。

・用地取得範囲全域をリース対象範囲とし、用地買収に必要な費用の 7%（CP より受領した現地ガイドラインに準拠、支払い回数 1 回）を要するものとする。

Table 7-83: タンク改良にかかる準備費（Adyar 川）

	①	②=①×0.1×0.5	③	④=②×③×0.07
Tank_Name	Area	用地リース面積[m2]	採用単価[Rs/m2]	用地取得費[Rs]
Nemam	5.976445	298,822	282,440	5,907,949,493
Sriperumbudur Tank	3.139638	156,982	282,440	3,103,654,887
Pillaipakkam Tank	2.851241	142,562	282,440	2,818,563,179
Manimangalam Tank	2.593643	129,682	282,440	2,563,917,487
Gunduperumbedu Tank	1.350476	67,524	282,440	1,334,998,314
Nandivaram Tank	1.224429	61,221	282,440	1,210,395,928
Adanur Tank	1.147676	57,384	282,440	1,134,522,587
Somangalam Big Tank	1.100388	55,019	282,440	1,087,776,551
Amarambedu Tank	0.933504	46,675	282,440	922,805,193
Padappai Tank	0.928455	46,423	282,440	917,814,059
Orathur Tank	0.809411	40,471	282,440	800,134,412
Kolathur Tank	0.765393	38,270	282,440	756,620,899
合計	37.336713	1,866,836	-	36,908,800,238

①：TT2からの提供情報（改良後の貯水池面積）
②：改良後の貯水池面積の10%を用地取得範囲とすると仮定し0.1掛け ＋ 用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定し0.5掛け
③：貯水池周辺の準備費を参照
④：用地取得範囲をいずれもリース対象範囲とし、用地買収に必要な費用の7%を要するものとする。

貯水池改良（Adyar River）の準備費：36,908,800,238 Rs（Phase1：50%, Phase2：50%）

※表は一部抜粋

出典：JICA Expert Team

Table 7-84: タンク改良にかかる準備費（Cooum 川）

	①	②=①×0.1×0.5	③	④=②×③×0.07
Tank_Name	Area	用地リース面積[m2]	採用単価[Rs/m2]	用地取得費[Rs]
Coovam Big Tank	4.065193	203,260	355,586	5,059,341,081
Parandur Large Tank	1.665701	83,285	355,586	2,073,050,283
Edayarpakkam Tank	1.483831	74,192	355,586	1,846,703,745
Valathur Tank	1.321261	66,063	355,586	1,644,377,046
Govindavadi Large Tank	1.308049	65,402	355,586	1,627,934,035
Veliyur Tank	1.27896	63,948	355,586	1,591,731,283
Thirumalpur Tank	1.192785	59,639	355,586	1,484,482,078
Pullalur Peria Eri	0.86088	43,044	355,586	1,071,409,291
Kottavakkam Tank	0.850002	42,500	355,586	1,057,871,062
Govindavadi Chitheri	0.838326	41,916	355,586	1,043,339,682
Veppamchittu Periya Eri	0.629791	31,490	355,586	783,807,184
Satharai Tank	0.595812	29,791	355,586	741,518,577
合計	18.993387	949,669	-	23,638,243,774

①：TT2からの提供情報（改良後の貯水池面積）
②：改良後の貯水池面積の10%を用地取得範囲とすると仮定し0.1掛け ＋ 用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定し0.5掛け
③：貯水池周辺の準備費を参照
④：用地取得範囲をいずれもリース対象範囲とし、用地買収に必要な費用の7%を要するものとする。

貯水池改良（Coum River）の準備費：23,638,243,774 Rs（Phase1：50%, Phase2：50%）

※表は一部抜粋

出典：JICA Expert Team

Table 7-85: タンク改良にかかる準備費（Kosasthalaiyar 川：既設）

	①	②=①×0.1×0.5	③	④=②×③×0.07
Tank_Name	Area	用地リース面積[m2]	採用単価[Rs/m2]	用地取得費[Rs]
Mahendravadi Tank	2.61143073	130,572	16,189	147,966,416
Manavur Hissa Tank	2.03290065	101,645	16,189	115,186,292
Mudhur hissa tank	2.00817947	100,409	16,189	113,785,564
Beddekalakattur Big Tank	1.95764379	97,882	16,189	110,922,159
Kilveethi big Tank	1.82532612	91,266	16,189	103,424,901
Nagavedu Tank	1.82165392	91,083	16,189	103,216,830
Paranji tank	1.64585645	82,293	16,189	93,255,960
Perumuchi Banal Eri	1.5879512	79,398	16,189	89,974,988
Sholinghar tank	1.38921312	69,461	16,189	78,714,279
Polur big tank	1.36808248	68,404	16,189	77,516,994
ıissa tank	1.3224112	66,121	16,189	74,929,212
Uliyanallur Tank	1.27081318	63,541	16,189	72,005,613
合計	81.30999173	4,065,500	-	4,607,109,780

①：TT2からの提供情報（改良後の貯水池面積）
②：改良後の貯水池面積の10%を用地取得範囲とすると仮定し0.1掛け　＋　用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定し0.5掛け
③：貯水池周辺の準備費を参照
④：用地取得範囲をいずれもリース対象範囲とし、用地買収に必要な費用の7%を要するものとする。

貯水池改良（Kosasthalaiyar River）の準備費：4,607,109,780 Rs（Phase1：50%, Phase2：50%）

※表は一部抜粋

出典：JICA Expert Team

Table 7-86: タンク新設にかかる準備費（Kosasthalaiyar 川：新設）

	①	②=①×0.5	③	④=②×③
Sl no	Area_Sq km	用地取得面積 [m2]	採用単価 [Rs/m2]	用地取得費 [Rs]
New Tank 2	4.677923	2,338,962	16,189	37,865,149,245
New Tank 1	2.965811	1,482,906	16,189	24,006,567,904
New Tank 3	2.033156	1,016,578	16,189	16,457,251,515
New Tank 4	0.804473	402,237	16,189	6,511,755,369
New Tank 7	0.765095	382,548	16,189	6,193,012,660
New Tank 5	0.64384	321,920	16,189	5,211,521,799
New Tank 6	0.366375	183,188	16,189	2,965,599,061
合計	12.256673	6,128,337	-	99,210,857,553

①：TT2からの提供情報（新設する貯水池面積）
②：用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定し0.5掛け（新設のため、0.1掛けの対象外）
③：貯水池周辺の準備費を参照
④：新設のため、全域が用地取得対象（0.07掛けの対象外）

貯水池改良（Kosasthalaiyar River）の準備費：99,210,857,553 Rs（Phase1：50%, Phase2：50%）

※新設のタンクについては、タンクの範囲全域が用地取得範囲となる。
他河川と同様に、用地取得範囲の 50%が公共用地と仮定する。

出典：JICA Expert Team

7.3.3.3. 地下バイパストンネル

地下バイパストンネルの建設にかかる準備費を Table 7-87 に示す。積算に際し設定した条件は以下のとおりである。

・立坑は、地下放水路の始点と終点の他、6km ごとに 1 か所設けるものとする。

※地下バイパストンネルの延長：12.3km

・立坑 1 か所あたりの必要用地面積は、1500m2 とする。

※必要面積は、「シールドトンネル設計施工指針：独実行政法人 鉄道建設・運輸施設設備支援機構」を参照し決定

Table 7-87: 地下バイパストンネルにかかる準備費

立坑周辺の準備費を参照　　採用単価×1500㎡

立坑	採用単価[Rs/m2]	用地取得費[Rs]
立坑1（呑口）	43,733	65,599,219
立坑2（中間点）	291,532	437,297,656
立坑3（吐口）	1,005,773	1,508,660,156
合計		2,011,557,031

地下河川の準備費：2,011,557,031 Rs（Phase1）

出典：JICA Expert Team

7.3.3.4. タンクの改良

タンク（都市部）の新設にかかる準備費を Table 7-88 に示す。積算に際し設定した条件は以下のとおりである。

・用地取得範囲全域をリース対象範囲とし、用地買収に必要な費用の 7%（CP より受領した現地ガイドラインに準拠、支払い回数 1 回）を要するものとする。

Table 7-88: タンク（都市部）新設にかかる準備費

		①	②	③＝①×②×0.07
Drain	name	用地リース面積[m2]	採用単価[Rs/m2]	用地取得費[Rs]
Kodungaiyur	K1	90,000	87,466	551,033,438
Kodungaiyur	K2	30,000	87,466	183,677,813
Captain Cotton	C1	90,000	87,466	551,033,438
Captain Cotton	C2	100,000	87,466	612,259,375
Otteri Nullah	O1	80,000	87,466	489,807,500
Otteri Nullah	O2	40,000	87,466	244,903,750
Otteri Nullah	O3	100,000	87,466	612,259,375
Otteri Nullah	O4	60,000	87,466	367,355,625
Otteri Nullah	O5	122,500	87,466	750,017,734
North B Canal	North B Canal RB	300,000	87,466	1,836,778,125
合計				6,199,126,172

①：TT2からの提供情報（改良後の貯水池面積）
②：貯水池周辺の準備費を参照
③：用地取得範囲をいずれもリース対象範囲とし、用地買収に必要な費用の7%を要するものとする。

貯水池（都市部）の準備費：6,199,126,172 Rs（全てPhase1）

出典：JICA Expert Team

7.3.3.5. ゲート・ポンプ

ゲート・ポンプの整備にかかる準備費を Table 7-89 に示す。積算に際し設定した条件は以下のとおりである。

・用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定する。

・ポンプ排水量に応じて、規模を分け、それぞれ面積を仮定。

小規模：7.5 m^3/s 未満 ⇒ 必要面積：7,000m2

中規模： 7.5 m^3/s 以上 60 m^3/s 未満 ⇒ 必要面積：12,000m2

大規模：60 m^3/s 以上 90 m^3/s 未満 ⇒ 必要面積：15,000m2

特大規模：90 m^3/s 以上 150 m^3/s 未満 ⇒ 必要面積：17,500m2

Table 7-89: ゲート・ポンプの整備にかかる準備費

	①	②＝必要面積×0.5		③	④＝②×③
名称	Pump capacity m3/s	規模	A（㎡）	採用単価[Rs/m2]	用地取得費[Rs]
K1	1.5	小規模	3,500	87,466	306,129,688
K2	0.5	小規模	3,500	87,466	306,129,688
C1	2.0	小規模	3,500	87,466	306,129,688
C2	2.0	小規模	3,500	87,466	306,129,688
O1	-	-	-	-	-
O2	-	-	-	-	-
O3	2.0	小規模	3,500	87,466	306,129,688
O4	1.5	小規模	3,500	87,466	306,129,688
O5	2.0	小規模	3,500	87,466	306,129,688
North B Canal RB	2.0	小規模	3,500	87,466	306,129,688
New Diversion/~	28.7	中規模	6,000	10,038	60,230,625
Inland water ~	1.4	小規模	3,500	10,038	35,134,531
合計			37,500	-	2,544,402,656

TT2からの提供情報　　ゲート周辺の準備費を参照

②：
ポンプ排水量に応じて、規模を分け、それぞれ面積を仮定
用地取得範囲の内、50%が公共用地と仮定し0.5掛け

小規模：7.5 m^3/s未満
⇒必要面積：7,000㎡

中規模： 7.5 m^3/s 以上 60 m^3/s未満
⇒必要面積：12,000㎡

大規模：60 m^3/s以上 90 m^3/s未満
⇒必要面積：15,000㎡

特大規模：90 m^3/s以上 150 m^3/s未満
⇒必要面積：17,500㎡

ゲートポンプの準備費：2,544,402,656 Rs（Phase1）

出典：JICA Expert Team

7.3.3.6. 放水路（都市部）

放水路の整備にかかる準備費を Table 7-90 に示す。

Table 7-90: 放水路の整備にかかる準備費

①	②	③＝①×②
A [㎡]	採用単価 [Rs/㎡]	用地取得費 [Rs]
214,000	10,038	**2,148,225,625**

TTからの提供情報　拡幅区間周辺の準備費を参照

放水路の準備費：2,148,225,625 Rs（全てPhase1）

出典：JICA Expert Team

7.3.4　経済費用と経済便益のキャッシュフロー

本マスタープランに係る、Phase1、Phase2、そして Phase1 終了後に Phase2 が実施される場合の残事業 (Phase2-Phase1) の 3 つのケースにおける経済費用および経済便益のキャッシュフローを下表に示す。

Table 7-91: Phase1 の経済費用及び経済便益のキャッシュフロー

（単位：千万 INR（Crore INR））

年次	Year	t	割引率 Discount rate 7%	便益 Benefit				費用 Cost						費用便益比 Cost-Benefit Ratio	純現在価値 Net Present Value (NPV)	経済的内部収益率 Economic Internal Rate of Return
				便益 Benefit		残存価値 Residual value	計 Total	建設費③ Construction		維持管理費④ Operation and Maintenance		計 Total ③+④				
				便益 Benefit	現在価値 ① Present value	②	①+②	費用 Cost	現在価値 Present value	費用 Cost	現在価値 Present value	費用 Cost	現在価値 Present value	B/C	B−C	EIRR
整備期間（13年間） Construction period (13 years)	2024	0	1.000	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	
	2025	1	0.935	0	0		0	3,265	3,051	0	0	3,265	3,051		-3,051	
	2026	2	0.873	0	0		0	3,265	2,851	0	0	3,265	2,851		-2,851	
	2027	3	0.816	0	0		0	3,265	2,665	0	0	3,265	2,665		-2,665	
	2028	4	0.763	0	0		0	1,306	996	0	0	1,306	996		-996	
	2029	5	0.713	2,757	1,966		1,966	1,306	931	0	0	1,306	931		1,035	
	2030	6	0.666	5,515	3,675		3,675	1,306	870	6	4	1,312	874		2,801	
	2031	7	0.623	8,272	5,152		5,152	1,306	813	12	7	1,317	820		4,332	
	2032	8	0.582	11,030	6,419		6,419	1,306	760	17	10	1,323	770		5,649	
	2033	9	0.544	13,787	7,499		7,499	1,306	710	23	13	1,329	723		6,776	
	2034	10	0.508	16,544	8,410		8,410	1,306	664	29	15	1,335	679		7,731	
	2035	11	0.475	19,302	9,170		9,170	1,306	620	35	17	1,341	637		8,534	
	2036	12	0.444	22,059	9,795		9,795	1,306	580	41	18	1,346	598		9,197	
	2037	13	0.415	24,817	10,298		10,298	1,306	542	46	19	1,352	561		9,737	
施設完成後の評価期間（50年間） Evaluation period after completion of the construction (50 years)	2038	14	0.388	27,574	10,694		10,694			52	20	52	20		10,674	
	2039	15	0.362	27,574	9,994		9,994			52	19	52	19		9,975	
	2040	16	0.339	27,574	9,340		9,340			52	18	52	18		9,322	
	2041	17	0.317	27,574	8,729		8,729			52	17	52	17		8,713	
	2042	18	0.296	27,574	8,158		8,158			52	15	52	15		8,143	
	2043	19	0.277	27,574	7,624		7,624			52	14	52	14		7,610	
	2044	20	0.258	27,574	7,126		7,126			52	14	52	14		7,113	
	2045	21	0.242	27,574	6,659		6,659			52	13	52	13		6,646	
	2046	22	0.226	27,574	6,224		6,224			52	12	52	12		6,212	
	2047	23	0.211	27,574	5,817		5,817			52	11	52	11		5,806	
	2048	24	0.197	27,574	5,436		5,436			52	10	52	10		5,426	
	2049	25	0.184	27,574	5,080		5,080			52	10	52	10		5,070	
	2050	26	0.172	27,574	4,748		4,748			52	9	52	9		4,739	
	2051	27	0.161	27,574	4,437		4,437			52	8	52	8		4,429	
	2052	28	0.150	27,574	4,147		4,147			52	8	52	8		4,139	
	2053	29	0.141	27,574	3,876		3,876			52	7	52	7		3,869	
	2054	30	0.131	27,574	3,622		3,622			52	7	52	7		3,615	
	2055	31	0.123	27,574	3,385		3,385			52	6	52	6		3,379	
	2056	32	0.115	27,574	3,164		3,164			52	6	52	6		3,158	
	2057	33	0.107	27,574	2,957		2,957			52	6	52	6		2,951	
	2058	34	0.100	27,574	2,763		2,763			52	5	52	5		2,758	
	2059	35	0.094	27,574	2,583		2,583			52	5	52	5		2,578	
	2060	36	0.088	27,574	2,414		2,414			52	4.6	52	4.6		2,409	
	2061	37	0.082	27,574	2,256		2,256			52	4.3	52	4.3		2,252	
	2062	38	0.076	27,574	2,108		2,108			52	4.0	52	4.0		2,104	
	2063	39	0.071	27,574	1,970		1,970			52	3.7	52	3.7		1,966	
	2064	40	0.067	27,574	1,841		1,841			52	3.5	52	3.5		1,838	
	2065	41	0.062	27,574	1,721		1,721			52	3.3	52	3.3		1,718	
	2066	42	0.058	27,574	1,608		1,608			52	3.0	52	3.0		1,605	
	2067	43	0.055	27,574	1,503		1,503			52	2.8	52	2.8		1,500	
	2068	44	0.051	27,574	1,405		1,405			52	2.7	52	2.7		1,402	
	2069	45	0.048	27,574	1,313		1,313			52	2.5	52	2.5		1,311	
	2070	46	0.044	27,574	1,227		1,227			52	2.3	52	2.3		1,225	
	2071	47	0.042	27,574	1,147		1,147			52	2.2	52	2.2		1,145	
	2072	48	0.039	27,574	1,072		1,072			52	2.0	52	2.0		1,070	
	2073	49	0.036	27,574	1,002		1,002			52	1.9	52	1.9		1,000	
	2074	50	0.034	27,574	936		936			52	1.8	52	1.8		934	
	2075	51	0.032	27,574	875		875			52	1.7	52	1.7		873	
	2076	52	0.030	27,574	818		818			52	1.5	52	1.5		817	
	2077	53	0.028	27,574	764		764			52	1.4	52	1.4		763	
	2078	54	0.026	27,574	714		714			52	1.3	52	1.3		713	
	2079	55	0.024	27,574	667		667			52	1.3	52	1.3		666	
	2080	56	0.023	27,574	624		624			52	1.2	52	1.2		623	
	2081	57	0.021	27,574	583		583			52	1.1	52	1.1		582	
	2082	58	0.020	27,574	545		545			52	1.0	52	1.0		544	
	2083	59	0.018	27,574	509		509			52	1.0	52	1.0		508	
	2084	60	0.017	27,574	476		476			52	0.9	52	0.9		475	
	2085	61	0.016	27,574	445		445			52	0.8	52	0.8		444	
	2086	62	0.015	27,574	416		416			52	0.8	52	0.8		415	
	2087	63	0.014	27,574	388		388			52	0.7	52	0.7		387	
合計				1,502,781	220,294	322	220,616	22,851	16,053		401	25,665	16,155	13.7	204,461	39.1%

出典：JICA Expert Team 算出。

Table 7-92: Phase2 の経済費用及び経済便益のキャッシュフロー

（単位：千万 INR（Crore INR））

年次	Year	t	割引率 Discount rate 7%	便益 Benefit				費用 Cost						費用便益比 Cost-Benefit Ratio	純現在価値 Net Present Value (NPV)	経済的内部収益率 Economic Internal Rate of Return
				便益 Benefit		残存価値 Residual value	計 Total	建設費③ Construction		維持管理費④ Operation and Maintenance		計 Total ③+④				
				便益 Benefit	現在価値 ① Present value	②	①+②	費用 Cost	現在価値 Present value	費用 Cost	現在価値 Present value	費用 Cost	現在価値 Present value	B/C	B−C	EIRR
建設期間（33年） Construction period (33 years)	2024	0	1.000	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	
	2025	1	0.935	0	0		0	3,265	3,051	0	0	3,265	3,051		-3,051	
	2026	2	0.873	0	0		0	3,265	2,851	0	0	3,265	2,851		-2,851	
	2027	3	0.816	0	0		0	3,265	2,665	0	0	3,265	2,665		-2,665	
	2028	4	0.763	0	0		0	1,306	996	0	0	1,306	996		-996	
	2029	5	0.713	738	526		526	1,306	931	6	4	1,312	935		-409	
	2030	6	0.666	1,476	984		984	1,306	870	12	8	1,317	878		106	
	2031	7	0.623	2,214	1,379		1,379	1,306	813	17	11	1,323	824		555	
	2032	8	0.582	13,932	8,109		8,109	11,017	6,412	23	14	11,040	6,426		1,684	
	2033	9	0.544	16,965	9,228		9,228	11,017	5,993	29	16	11,046	6,009		3,219	
	2034	10	0.508	19,998	10,166		10,166	11,017	5,600	35	18	11,052	5,618		4,548	
	2035	11	0.475	23,031	10,942		10,942	11,017	5,234	41	19	11,058	5,253		5,689	
	2036	12	0.444	26,064	11,573		11,573	11,017	4,892	46	21	11,063	4,913		6,660	
	2037	13	0.415	29,097	12,074		12,074	11,017	4,572	52	22	11,069	4,594		7,480	
	2038	14	0.388	40,320	15,637		15,637	195	76	58	23	253	99		15,539	
	2039	15	0.362	40,430	14,654		14,654	195	71	59	21	254	92		14,562	
	2040	16	0.339	40,540	13,732		13,732	195	66	60	20	254	86		13,646	
	2041	17	0.317	40,650	12,869		12,869	195	62	60	19	255	81		12,788	
	2042	18	0.296	40,760	12,059		12,059	195	58	61	18	256	76		11,983	
	2043	19	0.277	40,870	11,301		11,301	195	54	62	17	257	71		11,230	
	2044	20	0.258	40,980	10,590		10,590	195	50	63	16	258	66		10,524	
	2045	21	0.242	41,090	9,924		9,924	195	47	64	15	259	62		9,862	
	2046	22	0.226	41,200	9,299		9,299	195	44	65	15	260	59		9,240	
	2047	23	0.211	41,311	8,714		8,714	195	41	66	14	260	55		8,659	
	2048	24	0.197	41,421	8,166		8,166	195	38	67	13	261	51		8,115	
	2049	25	0.184	41,531	7,652		7,652	195	36	67	12	262	48		7,604	
	2050	26	0.172	41,641	7,170		7,170	195	34	68	12	263	46		7,124	
	2051	27	0.161	41,751	6,719		6,719	195	31	69	11	264	42		6,677	
	2052	28	0.150	41,861	6,296		6,296	195	29	70	11	265	40		6,257	
	2053	29	0.141	41,971	5,900		5,900	195	27	71	10	266	37		5,863	
	2054	30	0.131	42,081	5,528		5,528	195	26	72	9	267	35		5,493	
	2055	31	0.123	42,192	5,180		5,180	195	24	73	9	267	33		5,147	
	2056	32	0.115	42,302	4,854		4,854	195	22	73	8	268	30		4,824	
	2057	33	0.107	42,412	4,548		4,548	195	21	74	8	269	29		4,519	
供用後評価期間（50年） Evaluation period after completion of the construction (50 years)	2058	34	0.100	42,522	4,262		4,262			75	8	75	8		4,255	
	2059	35	0.094	42,522	3,983		3,983			75	7	75	7		3,976	
	2060	36	0.088	42,522	3,722		3,722			75	6.6	75	6.6		3,715	
	2061	37	0.082	42,522	3,479		3,479			75	6.1	75	6.1		3,473	
	2062	38	0.076	42,522	3,251		3,251			75	5.7	75	5.7		3,245	
	2063	39	0.071	42,522	3,038		3,038			75	5.4	75	5.4		3,033	
	2064	40	0.067	42,522	2,840		2,840			75	5.0	75	5.0		2,835	
	2065	41	0.062	42,522	2,654		2,654			75	4.7	75	4.7		2,649	
	2066	42	0.058	42,522	2,480		2,480			75	4.4	75	4.4		2,476	
	2067	43	0.055	42,522	2,318		2,318			75	4.1	75	4.1		2,314	
	2068	44	0.051	42,522	2,166		2,166			75	3.8	75	3.8		2,162	
	2069	45	0.048	42,522	2,025		2,025			75	3.6	75	3.6		2,021	
	2070	46	0.044	42,522	1,892		1,892			75	3.3	75	3.3		1,889	
	2071	47	0.042	42,522	1,768		1,768			75	3.1	75	3.1		1,765	
	2072	48	0.039	42,522	1,653		1,653			75	2.9	75	2.9		1,650	
	2073	49	0.036	42,522	1,545		1,545			75	2.7	75	2.7		1,542	
	2074	50	0.034	42,522	1,444		1,444			75	2.6	75	2.6		1,441	
	2075	51	0.032	42,522	1,349		1,349			75	2.4	75	2.4		1,347	
	2076	52	0.030	42,522	1,261		1,261			75	2.2	75	2.2		1,259	
	2077	53	0.028	42,522	1,178		1,178			75	2.1	75	2.1		1,176	
	2078	54	0.026	42,522	1,101		1,101			75	1.9	75	1.9		1,099	
	2079	55	0.024	42,522	1,029		1,029			75	1.8	75	1.8		1,027	
	2080	56	0.023	42,522	962		962			75	1.7	75	1.7		960	
	2081	57	0.021	42,522	899		899			75	1.6	75	1.6		897	
	2082	58	0.020	42,522	840		840			75	1.5	75	1.5		839	
	2083	59	0.018	42,522	785		785			75	1.4	75	1.4		784	
	2084	60	0.017	42,522	734		734			75	1.3	75	1.3		733	
	2085	61	0.016	42,522	686		686			75	1.2	75	1.2		685	
	2086	62	0.015	42,522	641		641			75	1.1	75	1.1		640	
	2087	63	0.014	42,522	599		599			75	1.1	75	1.1		598	
	2088	64	0.013	42,522	560		560			75	1.0	75	1.0		559	
	2089	65	0.012	42,522	523		523			75	0.9	75	0.9		522	
	2090	66	0.011	42,522	489		489			75	0.9	75	0.9		488	
	2091	67	0.011	42,522	457		457			75	0.8	75	0.8		456	
	2092	68	0.010	42,522	427		427			75	0.8	75	0.8		426	
	2093	69	0.009	42,522	399		399			75	0.7	75	0.7		398	
	2094	70	0.009	42,522	373		373			75	0.7	75	0.7		372	
	2095	71	0.008	42,522	349		349			75	0.6	75	0.6		348	
	2096	72	0.008	42,522	326		326			75	0.6	75	0.6		325	
	2097	73	0.007	42,522	305		305			75	0.5	75	0.5		305	
	2098	74	0.007	42,522	285		285			75	0.5	75	0.5		285	
	2099	75	0.006	42,522	266		266			75	0.5	75	0.5		266	
	2100	76	0.006	42,522	249		249			75	0.4	75	0.4		249	
	2101	77	0.005	42,522	232		232			75	0.4	75	0.4		232	
	2102	78	0.005	42,522	217		217			75	0.4	75	0.4		217	
	2103	79	0.005	42,522	203		203			75	0.4	75	0.4		203	
	2104	80	0.004	42,522	190		190			75	0.3	75	0.3		190	
	2105	81	0.004	42,522	177		177			75	0.3	75	0.3		177	
	2106	82	0.004	42,522	166		166			75	0.3	75	0.3		166	
	2107	83	0.004	42,522	155		155			75	0.3	75	0.3		155	
合計				3,086,924	163,472	331	163,803	85,016	45,737	5,341	524	90,356	46,261	3.5	117,542	32.3%

出典：JICA Expert Team 算出。

Table 7-93: 残事業（Phase2-1）の経済費用及び経済便益のキャッシュフロー

（単位：千万 INR（Crore INR））

年次	Year	t	割引率 Discount rate 7%	便益 Benefit				費用 Cost						費用便益比 Cost-Benefit Ratio	純現在価値 Net Present Value (NPV)	経済的内部収益率 Economic Internal Rate of Return
				便益 Benefit		残存価値 Residual value	計 Total	建設費③ Construction		維持管理費④ Operation and Maintenance		計 Total ③+④				
				便益 Benefit	現在価値 ① Present value	②	①+②	費用 Cost	現在価値 Present value	費用 Cost	現在価値 Present value	費用 Cost	現在価値 Present value	B/C	B−C	EIRR
Phase2-1 Construction period (33 years)	2024	0	1.000	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	
	2025	1	0.935	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	
	2026	2	0.873	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	
	2027	3	0.816	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	
	2028	4	0.763	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	
	2029	5	0.713	0	0		0	0	0	6	4	6	4		−4	
	2030	6	0.666	0	0		0	0	0	12	8	12	8		−8	
	2031	7	0.623	0	0		0	0	0	17	11	17	11		−11	
	2032	8	0.582	0	0		0	9,711	6,412	23	14	11,040	6,426		−6,426	
	2033	9	0.544	0	0		0	9,711	5,993	29	16	11,046	6,009		−6,009	
	2034	10	0.508	0	0		0	9,711	5,600	35	18	11,052	5,618		−5,618	
	2035	11	0.475	0	0		0	9,711	5,234	41	19	11,058	5,253		−5,253	
	2036	12	0.444	0	0		0	9,711	4,892	46	21	11,063	4,913		−4,913	
	2037	13	0.415	0	0		0	9,711	4,572	52	22	11,069	4,594		−4,594	
	2038	14	0.388	12,746	4,943		4,943	195	76	58	23	253	99		4,845	
	2039	15	0.362	12,856	4,659		4,659	195	71	59	21	254	92		4,567	
	2040	16	0.339	12,966	4,392		4,392	195	66	60	20	254	86		4,306	
	2041	17	0.317	13,076	4,140		4,140	195	62	60	19	255	81		4,059	
	2042	18	0.296	13,186	3,901		3,901	195	58	61	18	256	76		3,825	
	2043	19	0.277	13,296	3,676		3,676	195	54	62	17	257	71		3,605	
	2044	20	0.258	13,406	3,464		3,464	195	50	63	16	258	66		3,398	
	2045	21	0.242	13,516	3,264		3,264	195	47	64	15	259	62		3,202	
	2046	22	0.226	13,627	3,076		3,076	195	44	65	15	260	59		3,017	
	2047	23	0.211	13,737	2,898		2,898	195	41	66	14	260	55		2,843	
	2048	24	0.197	13,847	2,730		2,730	195	38	67	13	261	51		2,679	
	2049	25	0.184	13,957	2,572		2,572	195	36	67	12	262	48		2,524	
	2050	26	0.172	14,067	2,422		2,422	195	34	68	12	263	46		2,376	
	2051	27	0.161	14,177	2,282		2,282	195	31	69	11	264	42		2,240	
	2052	28	0.150	14,287	2,149		2,149	195	29	70	11	265	40		2,110	
	2053	29	0.141	14,397	2,024		2,024	195	27	71	10	266	37		1,987	
	2054	30	0.131	14,507	1,906		1,906	195	26	72	9	267	35		1,871	
	2055	31	0.123	14,618	1,795		1,795	195	24	73	9	267	33		1,762	
	2056	32	0.115	14,728	1,690		1,690	195	22	73	8	268	30		1,660	
	2057	33	0.107	14,838	1,591		1,591	195	21	74	8	269	29		1,562	
施設完成後の評価期間（50年間） Evaluation period after completion of the construction (50 years)	2058	34	0.100	14,948	1,498		1,498			75	8	75	8		1,491	
	2059	35	0.094	14,948	1,400		1,400			75	7	75	7		1,393	
	2060	36	0.088	14,948	1,308		1,308			75	7	75	6.6		1,301	
	2061	37	0.082	14,948	1,223		1,223			75	6	75	6.1		1,217	
	2062	38	0.076	14,948	1,143		1,143			75	6	75	5.7		1,137	
	2063	39	0.071	14,948	1,068		1,068			75	5	75	5.4		1,063	
	2064	40	0.067	14,948	998		998			75	5	75	5.0		993	
	2065	41	0.062	14,948	933		933			75	5	75	4.7		928	
	2066	42	0.058	14,948	872		872			75	4	75	4.4		868	
	2067	43	0.055	14,948	815		815			75	4	75	4.1		811	
	2068	44	0.051	14,948	762		762			75	4	75	3.8		758	
	2069	45	0.048	14,948	712		712			75	4	75	3.6		708	
	2070	46	0.044	14,948	665		665			75	3	75	3.3		662	
	2071	47	0.042	14,948	622		622			75	3	75	3.1		619	
	2072	48	0.039	14,948	581		581			75	3	75	2.9		578	
	2073	49	0.036	14,948	543		543			75	3	75	2.7		540	
	2074	50	0.034	14,948	507		507			75	3	75	2.6		504	
	2075	51	0.032	14,948	474		474			75	2	75	2.4		472	
	2076	52	0.030	14,948	443		443			75	2	75	2.2		441	
	2077	53	0.028	14,948	414		414			75	2	75	2.1		412	
	2078	54	0.026	14,948	387		387			75	2	75	1.9		385	
	2079	55	0.024	14,948	362		362			75	2	75	1.8		360	
	2080	56	0.023	14,948	338		338			75	2	75	1.7		336	
	2081	57	0.021	14,948	316		316			75	2	75	1.6		314	
	2082	58	0.020	14,948	295		295			75	2	75	1.5		294	
	2083	59	0.018	14,948	276		276			75	1	75	1.4		275	
	2084	60	0.017	14,948	258		258			75	1	75	1.3		257	
	2085	61	0.016	14,948	241		241			75	1	75	1.2		240	
	2086	62	0.015	14,948	225		225			75	1	75	1.1		224	
	2087	63	0.014	14,948	211		211			75	1	75	1.1		210	
	2088	64	0.013	14,948	197		197			75	1	75	1.0		196	
	2089	65	0.012	14,948	184		184			75	1	75	0.9		183	
	2090	66	0.011	14,948	172		172			75	1	75	0.9		171	
	2091	67	0.011	14,948	161		161			75	1	75	0.8		160	
	2092	68	0.010	14,948	150		150			75	1	75	0.8		149	
	2093	69	0.009	14,948	140		140			75	1	75	0.7		139	
	2094	70	0.009	14,948	131		131			75	1	75	0.7		130	
	2095	71	0.008	14,948	123		123			75	1	75	0.6		122	
	2096	72	0.008	14,948	115		115			75	1	75	0.6		114	
	2097	73	0.007	14,948	107		107			75	1	75	0.5		107	
	2098	74	0.007	14,948	100		100			75	1	75	0.5		100	
	2099	75	0.006	14,948	93		93			75	1	75	0.5		93	
	2100	76	0.006	14,948	87		87			75	0	75	0.4		87	
	2101	77	0.005	14,948	82		82			75	0	75	0.4		82	
	2102	78	0.005	14,948	76		76			75	0	75	0.4		76	
	2103	79	0.005	14,948	71		71			75	0	75	0.4		71	
	2104	80	0.004	14,948	67		67			75	0	75	0.3		67	
	2105	81	0.004	14,948	62		62			75	0	75	0.3		62	
	2106	82	0.004	14,948	58		58			75	0	75	0.3		58	
	2107	83	0.004	14,948	54		54			75	0	75	0.3		54	
合計				1,023,230	81,694	273	81,967	62,164	33,560	5,341	524	75,339	34,084	2.4	47,882	14.1%

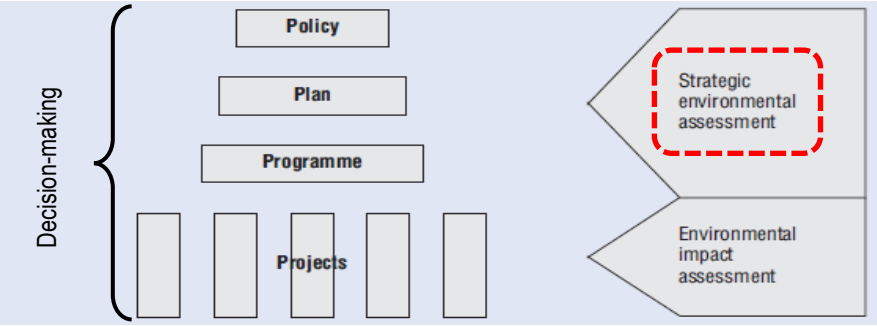
出典：JICA Expert Team 算出。

8章　戦略的環境アセスメント

8.1　はじめに

包括的洪水対策マスタープラン（以下「CFCMP」）における環境社会配慮調査は、プロジェクトのヒエラルキーが計画・政策・プログラム段階であることから、国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（2022 年 1 月）（以下「JICA 環境 GL」）に準じ戦略的環境アセスメント（以下「SEA」）が適用される（下図）。

SEA は、政策、計画、プログラム段階での戦略的な開発行為が環境に与える影響を予測・評価し、検討結果を意思決定に利用するものであり、この意思決定段階において、対象地域の自然・社会環境が効果的に考慮されることを目的としている。



出典: UNDP 資料より部分的に JICA Expert Team で調整

Figure 8-1: SEA の位置づけ

以下に SEA の利点を示す。

- SEA は、すべての人々、特に貧困層が依存している環境資産と機会を保護し、持続可能な貧困削減と開発を促進することができる。
- SEA は、政策や計画に関する意思決定を改善し、以下の開発成果を向上させることができる.。
- 環境と開発の融合を支援する。
- 証拠に基づいた環境に係る情報の提供を通じて意思決定を支援する。
- 新しい機会の特定を改善する。
- コストのかかるミスを防ぐ。
- ガバナンス改善のため意思決定における市民参画を構築する。
- 越境協力を促進する。

8.2　調査の目的

チェンナイ都市圏の河川流域の現状より、本調査においては包括的な洪水対策マスタープランの策定が重要となる。CFCMP を対象とした SEA 調査の目的を以下に示す。

- マスタープランが自然環境や社会環境に与える潜在的な悪影響を特定し評価する。
- マスタープランで提案された優先順位の高いプロジェクトについて、予備的な環境・社会影響調査を準備する。
- 環境・社会モニタリング計画（以下「ESMP」）を作成する。ESMP には、緩和措置、モニタリングパラメータ、方法、実施段階、頻度、緩和措置ごとの各マイナス影響に対する責任組織を最低限含める。

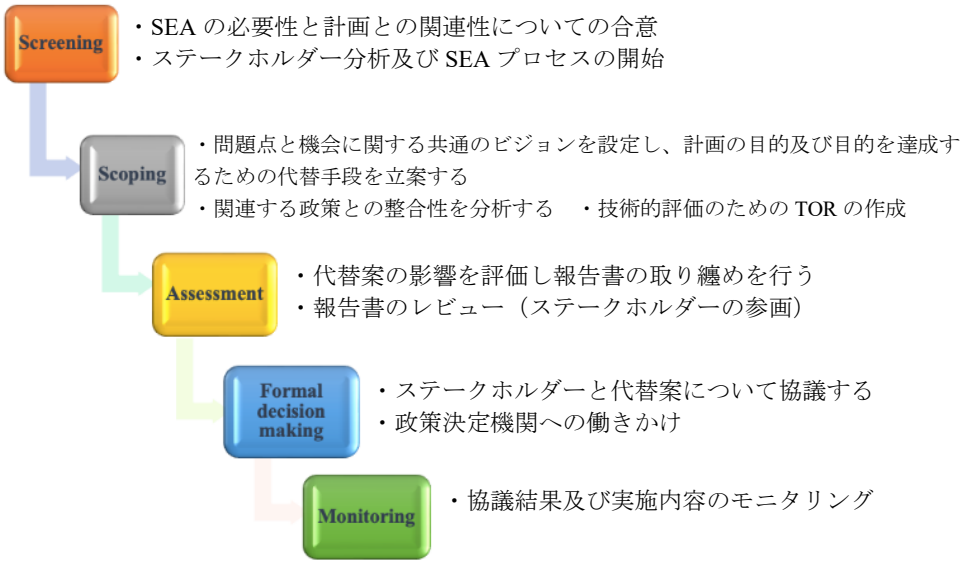
SEA 調査は、インドにおける「1986 年 環境（保護）法（The Environment (Protection) Act of 1986)」や「2006 年環境影響評価告示 (Environmental Impact Assessment Notification of 2006)」(改訂含む)、「1974 年水質（汚染防止及び管理）法（the Water (Prevention and Control of Pollution) Act of 1974)」(改訂含む)、「1981 年大気（汚染防止及 び管理）法（the Air (Prevention and Control of Pollution) Act of 1981)」（改訂含む）等のインドにおける環境影響評価（以下「EIA」）に関連する法律を参考に実施する。また、これらインドの環境関連法制度に加え、JICA 環境 GL の内容が考慮される。

8.3 SEA 調査のアプローチとプロセス

本 SEA 調査は、計画において提案される取り組みを実施する場合において予測される環境への影響についての定量的評価を重点に置く。調査のアプローチを以下に示す。

- 調査方法、基準、指標、影響の種類、代替案の選択については、JICA 環境 GL に加え、EIA に関するインドの法律と政策が考慮される。
- 地域の経済社会状況を考慮した調査検討ールを選択する。また、現地の環境・社会問題とその影響への対処を考慮する。
- 検討範囲の適正性及び原因と結果の因果関係を裏付ける分析の元となる収集データを確保する。
- 信頼性の高いアプローチとして、信頼ある結果と技術的な正確性を保証する。
- 実施可能性を確保するため、代替案を議論する際に予想される負の影響を軽減する適切な代替案や代替手段に注意を払う。
- 意思決定における協調性を重要視し、課題点について十分な説明を行う。

以下に調査のプロセスを示す。



出典: JICA Expert Team

Figure 8-2: 一般的な SEA 調査のプロセス

8.4 自然・社会環境に関する法律・規制

8.4.1 自然環境関連法

インドにおいて、大気、水、土壌、水陸の動植物、天然資源、敏感な生息地などを保護する環境規制が既に整備されていることからも環境社会配慮に係る法制度は十分といえる。また、様々な国際条約や議定書に加盟しており、これらの下での国際社会への約束を遵守するための重要な環境資源を保護・保全する法令が制定されている。

1986 年の環境（保護）法、2006 年、2009 年、2013 年の環境影響評価通知と改正は、環境影響評価の要件と手順を規定している。環境影響評価報告書は、プロジェクトの概要と自然・社会環境への影響を網羅する必要があるほか、メディア等で緩和策を含めた EIA の内容が一般公開され、公聴会での一般市民の意見は報告書に反映される。

EIA に係る手続きは国家環境・森林・気候変動省（MoEFCC）が管轄するが、プロジェクトのカテゴリーによっては、関連する手続きは州政府に管轄が移される。プロジェクトのカテゴリーがその活動内容によって 8 種類に分類され、開発行為の規模によってカテゴリーA と B に分類される。カテゴリーの決定は MoEFCC が行う。カテゴリーの分類について、インフラ整備については、ダム建設、港湾建設のための浚渫工事などの種別はあるが、治水工事に関する枠組みはない。よって、CFCMP にある取り組みの実施については、中央政府または州政府の環境局（DOE）との協議・協力が必要となる。

MoEFCC は、専門家評価委員会（Expert Appraisal Committee: EAC）の勧告に基づきカテゴリーA に該当するプロジェクトの許可証「環境クリアランス(Environmental Clearance)」を発行する。州環境影響評価局（State Environmental Impact Assessment Authority: SEIAA）は、州専門家評価委員会（State Expert Appraisal Committee: SEAC）の勧告に基づき、カテゴリーB に該当するプロジェクトに対して環境クリアランスを発行

する。なお、沿岸規制区域（Coastal Regulation Zone: CRZ）内で洪水調節や排水施設の開発を行うプロジェクトについては、MoEFCC から環境クリアランスを取得する必要がある。

現在 MoEFCC は「2020 年環境影響評価告示」を発表し、市民からの異議や提案を受け付けている。下表に環境配慮に関するインドの法制度を整理した。

Table 8-1: 環境配慮に関連する法制度

法律	年	概要	担当部局
環境関連			
Environment (Protection) Act.	1986	包括的な環境保護と改善を目的とする	MoEFCC
1.1 環境影響評価			
Environmental Impact Assessment Notification and Amendments	2006, 2009, 2013	EIA と環境クリアランスの手続きを定める	MoEFCC
1.2 汚染防止			
Water (Prevention and Control of Pollution and Amendments Act	1974	大気汚染の防止、制御、緩和の目的、委員会の設置	TNPCB
Air (Prevention and Control of Pollution) Act (and subsequent Amendments)	1981	大気汚染の防止、制御、緩和の目的、委員会の設置	TNPCB
Hazardous Waste (Management, Transboundary Rules), 2008	2008	有害廃棄物の取り扱い、保管、輸送、処分に関する規定	TNPCB
Municipal Solid Waste Rules	2016	家庭廃棄物、有害廃棄物、建設廃棄物、プラスチック廃棄物の分別、取り扱い、安全な処分について規定	TNPCB
Noise Pollution (Regulation and Control) rules, 2000	2000	騒音公害の規制と管理の目的を規定	TNPCB
自然環境、文化遺跡			
Wildlife Protection Act	1972	鳥類を含む野生生物を保護するため、国立公園や野生生物保護区の設立を目的とする	MoEFCC and TNFD
Forest Conservation Act, and Forest Rights Act	1980 (1988 amend), 2006	森林破壊を抑制するため、森林を保護・管理するための非森林への転換を制限する	TNFD and MoEFCC
Biological Diversity Act	2002	生物資源の保全、その持続可能な利用を管理し、公正かつ衡平な利益配分を可能にすることを目的とする	TN Biodiversity Board
The Ancient Monuments and Archaeological Sites and Remains (Amendment and Validation) Act)	2010	古代遺跡、考古学的遺跡、遺跡の保護を目的とする	TN Department of Archaeology
Coastal Regulation Zone Act (CRZ) Notification	2019	沿岸規制区域での建設を規制	TNCZMA
National Green Tribunal (NGT) ACT	2010	環境の執行、人および財産に対する損害の救済および賠償について規定	National Green Tribunal, Southern Zone Bench
建設工事に関連して遵守すべき法令			
Notification on use of fly ash	2007	フライアッシュの再利用を義務化	MoEFCC

法律	年	概要	担当部局
Batteries (Management and Handling) Rules 2001	2001	バッテリーのリサイクルを明記	TNPCB
Public Liability and Insurance Act, 1991	1991	危険物による事故からの保護を目的とする	CC/PIU
Minor Minerals and Development Conservation Rules, 2010	2010	新規採石場開設の規則を明確化	District Collectorate and Mining & Geology Dept.
Explosive Act 1984 and Explosive Rules 2008	2008	爆発物の安全な輸送と保管を規定	Chief Controller of Explosives
Tamil Nadu Minor Minerals and Concession Rules, 1956	1956	Tamil Nadu 州における新規採石場開設の規則を明確化	District Collectorate Mining & Geology Dept.

出典: JICA Expert Team

8.4.2 社会環境に関連する法律

2013 年、開発プロジェクトに伴う用地取得により影響を受ける土地所有者やその他の家族の権利を保護するため、「土地取得、リハビリテーション、再定住における公正な補償と透明性への権利法（the Right to Fair Compensation and Transparency in Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement Act)」が制定された。この法律により被影響者への十分な補償が保証された。下表に社会配慮に関連する法制度を整理した。

Table 8-2: 社会配慮に関連する法制度

法律名	概要	担当部局
1. 憲法		
The Constitution of India (as of)	第300条A「法律の権限によらなければ、財産を奪われない者、第31条は、不法取得からの遺産の保護について規定している。	Ministry of Law and Justice
2. 用地取得		
The Right to Fair Compensation and Transparency in the Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement Act, 2013, 2017 (LARR Act)	土地取得と社会影響調査の実施条件の明確化、再定住計画の策定の義務付け、公正な補償の規定、土地取得後の他目的での土地利用の防止、モニタリングの規定。	Ministry of Rural Development
Tamil Nadu Land Encroachment Act, 1905 (amended in 1975)	Tamil Nadu州における国有地の無許可占拠を扱い、無許可占拠者の責任と立ち退き方法を規定する。	TN state and local government
3. 人権		
The Scheduled Tribes and Other Traditional Forest Dwellers (Recognition of Forest Rights) Act, 2006.	森林に居住する指定部族およびその他の伝統的森林居住者の生計を保護する権利を承認し、付与する。	Ministry of Tribal Affairs
Right to Information Act, 2005	新聞、メディア、公聴会を通じて市民が情報を得る権利を明記。	Ministry of Law and Justice
The Street Vendors (Protection of Livelihood and Regulation of Street Vending) Act, 2014 Tamil Nadu Street Vendors (Protection of Livelihood and Regulation of Street Vending) Rules, 2015	公共の場における露天商を規制し、その権利を保護することを目的とする。街頭販売委員会の管轄下にあるすべての露天商を定期的に調査し、露天商の登録と証明書の発行を規定する。本規定は、2014年露天商法により付与された権限の行使として政府により制定された。本規則は、街頭販売委員会、苦情処理委員会、紛争解決委員会の設置について定めている。	Parliament of India

出典: JICA Expert Team

インド憲法において、環境・社会対策についての以下のセーフガードを定められている。

第 14 条
平等と環境保護の権利法の下の平等と法の平等な保護は、この国のすべての国民に認められている。

第 21 条
清潔な環境を享受する権利と解釈される、生命に対する基本的権利を保証する。健康な環境を得る権利は、尊厳をもって生きる権利の重要な属性である。

第 48 条の A
国は、環境の保護と改善に努め、国内の森林と野生生物を保護する。

Article 51-A (g) 第 51 条の A(g)
森林、湖沼、河川、野生生物を含む自然環境を保護・改善し、生き物を慈しむことは、インド国民の義務である。

Table 8-3: 社会的セーフガードに関する法制度

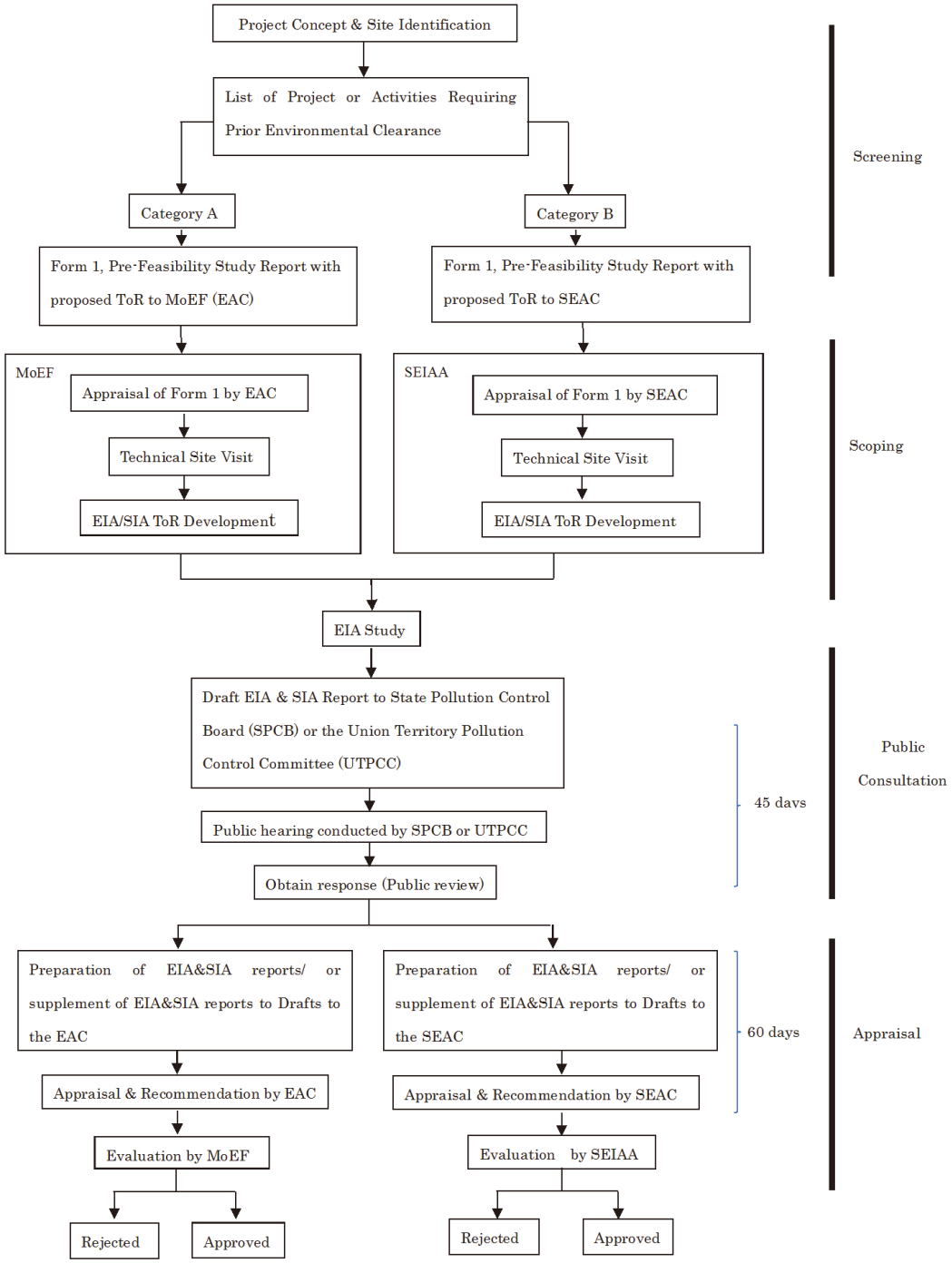
法律・法令名及び規定	プロジェクトとの関連性
Tamil Nadu Town and Country Planning Act, 1971 The Chennai Metropolitan Water Supply and Sewerage Act, 1978 Development and Control Rules for Chennai Metropolitan Area, 2004 National Disaster Management Act, 2005 CMWSSB による給水および衛生サービスの提供は、本法に準拠する。	飲料水や灌漑用水の管理について、タンクの改修や開発に関連する対策と関連する。
CMWSSB、CMA、GCC、TNDRRA の市民憲章 これらの機関の市民憲章に向けて、人々の方向性は以下の側面から導かれる； 消費者・市民・利用者からのフィードバック 優れた製品とサービスの提供 倫理と誠実さをもってビジネスを行う サービスの質を向上させるための絶え間ない努力	汚染防止や河川環境の美化に対する市民の意識と関係する。
Right to Fair Compensation and Transparency in Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement Act, 2013 & Right to Fair Compensation and Transparency in Land Acquisition, Rehabilitation and Resettlement Act, 2017 予備通知の発行前であっても、社会影響評価と移転計画を重視し、補償パッケージとともに補償費給付を提案している。要点を以下に示す： 農村部では市場価格の 4 倍、都市部では 2 倍までの補償を提供。 補償金と補償費が全額支払われ、移転者のための代替地が準備されるまでは、強制移住や強制退去は行わない。 法案は、PPP や民間プロジェクトの場合、土地を取得しようとする人々の 70%以上、80%以上（いずれの場合も）の同意を必要とする。食糧安全保障を守り、恣意的な買収を防ぐため、法案は州に対し、買収できる農業耕作面積に制限を課すよう指示している。 土地取得後に未利用の土地が残った場合、新法案は州に対し、所有者または州土地銀行に土地を返還する権限を与える。	プロジェクトにおける洪水対策の実施に伴って非自発的住民移転や用地取得が必要となる場合、損失資産に対する適切な補償の確保に関連する。 住民移転活動の適切な実施に基づく法制度となる。

法律・法令名及び規定	プロジェクトとの関連性
所得税は課されず、印紙税は新法の規定によって個人に発生するいかなる金額にも課されない。 指定カースト及び指定民族 に関するいくつかの追加規定を規定する。	
Street Vendors (Protection of Livelihood and Regulation of Street Vending) Act, 2014 & Tamil Nadu Street Vendors (Protection of Livelihood and Regulation of Street Vending) Rules, 2015 この法律は、公共の場における露天商を規制し、その権利を保護することを目的としている。街頭販売委員会（地方自治体の各ゾーンまたは区）の管轄下にあるすべての街頭販売業者を定期的に調査し、登録し、販売証明書を発行することを規定しています。本規則は、2014 年露天商法によって与えられた権限の行使として政府によって制定された。本規則は、街頭販売委員会、苦情処理委員会、紛争解決委員会の設置について定めている。	洪水対策に伴って河道改修が道路用地の用地取得を必要とする場合における、道路沿道露天商の適切な移転の実施に関連する。プロジェクト実施時においては適切な移転計画の作成が必要となる。
Tamil Nadu Land Encroachment Act, 1905 Tamil Nadu 州における国有地の無許可占拠を扱ったもので、無許可占拠者の責任と立ち退き方法について規定している。	住民移転が必要となる場合において、被影響者に不法入居者が含まれる場合の住民移転計画に基づいた生活再建計画の実施に関連する。
National Urban Sanitation Policy (NUSP) 2008 総合的な都市衛生に関する方針を定義。都市衛生のための制度強化、意識向上、行動変容、貧困削減アプローチ、費用対効果の高い技術を網羅し、屋外排泄のない都市を実現するためのもの。	今後の河川環境の汚染防止対策に関連。 洪水対策事業は、良好な衛生環境の管理及び改善のための追加的な関連事業の実施に繋げられる可能性がある。
Prohibition of Employment of Manual Scavengers and their Rehabilitation Act, 2013 (Central Act 25 of 2013) 個人、地方自治体、またはいかなる機関も、下水道または浄化槽の危険な清掃のために、直接的または間接的に、従事または雇用してはならない。	洪水対策の施工段階における適切な雇用環境の整備に関連する。

出典: JICA Expert Team

8.4.3 環境影響評価の手順

インドにおける環境社会配慮に係る法制度では、政策、計画、計画の段階で SEA 報告書の作成に対する法的義務はないが、プロジェクト段階における開発に対しては EIA 公示に則った環境影響評価（EIA）調査の準備が必要となる。下表に環境影響評価から環境クリアランス取得までの流れを示す。



出典: MOEFCC

Figure 8-3: EIA のフロー

8.4.4 環境規制

8.4.4.1. 大気質

環境・森林・気候変動省（MoEFCC）傘下の中央汚染防止委員会（CPCB）は、汚染防止のための大気環境基準を以下のように定めている。

Table 8-4: 国家大気環境基準

汚染物質	時間加重平均	大気中の濃度	
		工業地域、住宅地域、農村地域、その他の地域	生態学的に敏感な地域
Sulphur Dioxide (SO2)µg/ m^3 二酸化硫黄	年間	50	20
	24 時間	80	80
Oxides of Nitrogen (NO2)µg/ m^3 窒素酸化物	年間	40	30
	24 時間	80	80
粒子状物質（粒径 10µm 以下）または PM10 µg/m^3	年間	60	60
	24 時間	100	100
粒子状物質（2.5µm 未満）または PM2.5µg/m^3	年間	40	40
	24 時間	60	60
Carbon Monoxide (CO) mg/ m^3 一酸化炭素	8 時間	02	02
	1 時間	04	04
Ozone (O^3) µg/m^3 オゾン	8 時間	100	100
	1 時間	180	180
Lead (Pb) µg/m^3 鉛	年間	0.5	0.5
	24 時間	1.0	1.0
Ammonia (NH^3) µg/m^3 アンモニア	年間	100	100
	24 時間	400	400

出典: CPCB

8.4.4.2. 水質

以下に、MoEFCC の管轄下にある中央汚染防止委員会（CPCB）によって作成された、汚染防止のための排水水質基準を示す。

Table 8-5: 国家水質基準（産業冷却、レクリエーション（非接触)、美観用）

パラメータ	規格	理由／備考
pH 範囲	6.5-8.5	この範囲は水生種の繁殖と自然システムの回復に適している。
Dissolved Oxygen 溶存酸素	3.0mg/I または 40%飽和値のいずれか高い方。	水生生物の命を守るため。
Colour and Odour 色と匂い	目立つ色や不快な臭いがないこと	このクラスに割り当てられた用途を損なうような濃度はない。
Floating Matters 浮遊物質	有害な浮遊物、油膜、水垢などの目視での確認なし	上記（3）と同様。
Faecal Coliform 糞便性大腸菌群	500/100 ml (MPN)	年間サンプルの 20%、モンスーン月の連続 3 サンプルで 1000/100ml を超えないこと。
Turbidity 濁度	30 NTU	レクリエーション、美的鑑賞、工業用冷却を目的とした、適度に澄んだ水。
Dissolved Iron (as Fe) 溶存鉄	0.5 mg/l 以下	スケーリングの影響を避けるため、溶存 Fe と溶存 Mn の合計濃度を 0.5mg/I 以下とすることが望ましい。
Dissolved Manganese (as Mn)溶存マンガン	0.5 mg/l 以下	

出典: CPCB

8.4.4.3. 騒音及び振動

以下に、MoEFCC 傘下の中央汚染防止委員会（CPCB）によって作成された公害防止のための騒音迷惑基準を示す。インドには、振動に係る環境規制に関連する法律はない。

Table 8-6: 国家騒音基準

地域コード	地域カテゴリー	dB (A) Leq 制限値	
		日中 (6PM～9PM)	夜間 (10PM-6AM)
A	工業地域	75	70
B	商業地域	65	55
C	住宅地	55	45
D	閑静地域	50	40

出典: MoEFCC

8.4.4.4. 底質土汚染対策

Tamil Nadu 州において底質土の品質規定に関する法律はない。一方、"Guidance Document for Assessment and Remediation of Contaminated Sites in India, MoEFCC (2015)"によると、底質土の金属汚染に対する反応レベルや介入値のパラメータは、以下の表に示すオランダの目標介入値を参考としている。

Table 8-7: 底質土の目標値と土壌浄化介入値（mg/kg 乾燥土）

金属名	目標値	介入値
Antimony (Sb), アンチモン	3	15
Arsenic (As), ヒ素	29	55
Barium (Ba), バリウム	160	625
Cadmium (Cd), カドミウム	0.8	12
Chromium (Cr), クロム	100	380
Cobalt (Co), コバルト	9	240
Copper (Cu), 銅	36	190
Mercury (Hg), 水銀	0.3	10
Lead (Pb), 鉛	85	530

金属名	目標値	介入値
Molybdenum (Mo), モリブデン	3	200
Nickel (Ni), ニッケル	35	210
Zinc (Zn), 亜鉛	140	720

出典: Dutch Target Intervention Values, 2000

8.4.4.5. 海外開発

2019 年に中央政府によって宣言された CRZ（沿岸規制区域）告示に従い、Tamil Nadu 州州内の沿岸地域の物理的開発を規制するため、沿岸地域管理計画が州政府によって策定された。沿岸地域の環境的・社会的条件や既存の土地利用に応じて、CRZ 地域は主に 4 つのカテゴリーに分類される。以下の表及び図に、チェンナイにおける海岸規制区域の分類及び種類、位置を整理した。

Table 8-8: CRZ の分類

タイプ		内容
CRZ-I	CRZ-I A	この地帯は、生態学的に影響を受けやすい地域と、マングローブ林、サンゴ礁、砂丘、生物学的に活発な干潟などの地形学的特徴を構成する。CRZ-I 地域での埋め立てによる道路や高床式道路の建設は、防衛、戦略的目的、公共事業のための例外的な場合にのみ許可される。
	CRZ-I B	潮間帯（干潮線）と満潮線との間の区域。前浜施設、道路、大量高速輸送システム、砂防施設、雨水排水路などのための埋め立ては許可される。
CRZ-II		現存する市町村の区域内、またはその他法的に指定された市街地内の、海岸線まで、または海岸線に近い開発された土地区域を構成する。 居住目的、学校、病院、施設、事務所、公共施設等のための建築物の建設は、現存する道路の陸側、または現存する認可された固定構造物等の陸側でのみ許可される。
CRZ-III	CRZ-III A	人口密度の高い農村地域（2161/km^2 以上）は、開発禁止区域（NDZ）に指定される。農業、園芸、庭園、牧草地、公園、運動場、林業、診療所、学校、公共雨シェルター、共同トイレ、橋、道路、給水、排水、下水道、火葬場、墓地、変電所などの施設建設が許可される。
	CRZ-III B	非人口密集地域（2161/km^2 未満）は NDZ の範囲外。 ビーチリゾートやホテル、住居、公共雨シェルター、共同トイレ、給排水、下水道、道路、橋などの開発が許可されている。
CRZ-IV	CRZ-IV A	低潮線から海側 12 海里までの水域および海底地域。 前浜施設の建設、防衛または安全保障のための事業、砂防対策、潮汐調整装置の設置、雨水排水路の敷設などを含む開発が許可される。
	CRZ-IV B	この水域は、潮汐の影響を受ける水域の堤防の低潮位から堤防の反対側の低潮位までの間の水域及び河床を含み、河口から潮汐の影響を受けるまでの範囲を含む。 CRZ-IV A と同じ開発活動が許可される。

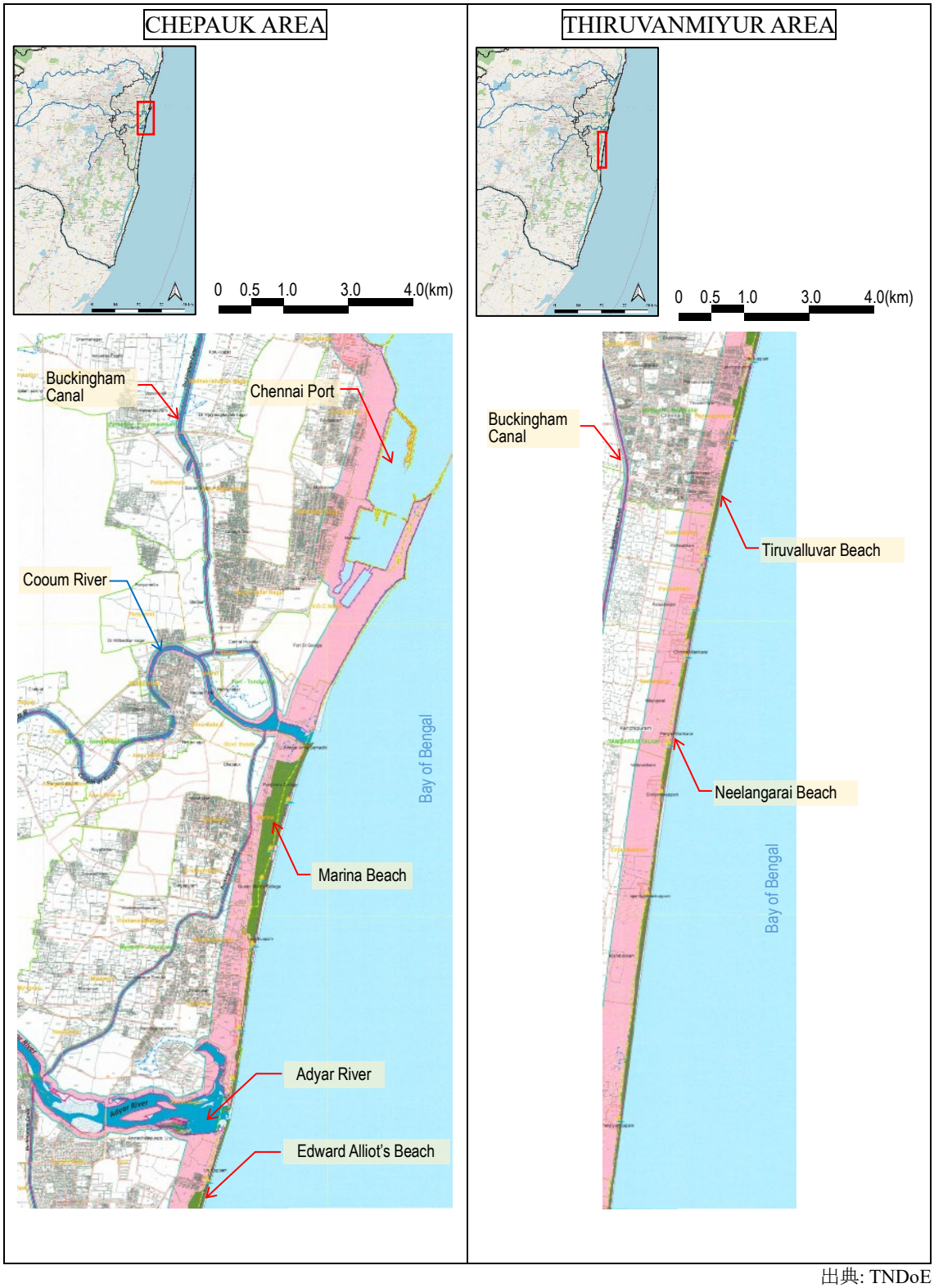
出典: TNDoE

本マスタープランについては、CRZ 規制の取り組みに対して法的に義務付けられる活動はないものの、具体的な洪水対策の取り組みを実施するプロジェクト段階においては、CRZ での開発に関連する国や州の委員会との協議を通じて、詳細な環境調査を通じた CRZ 管理計画の準備、及び関連する許認可の取得が必要となることに留意する必要がある。



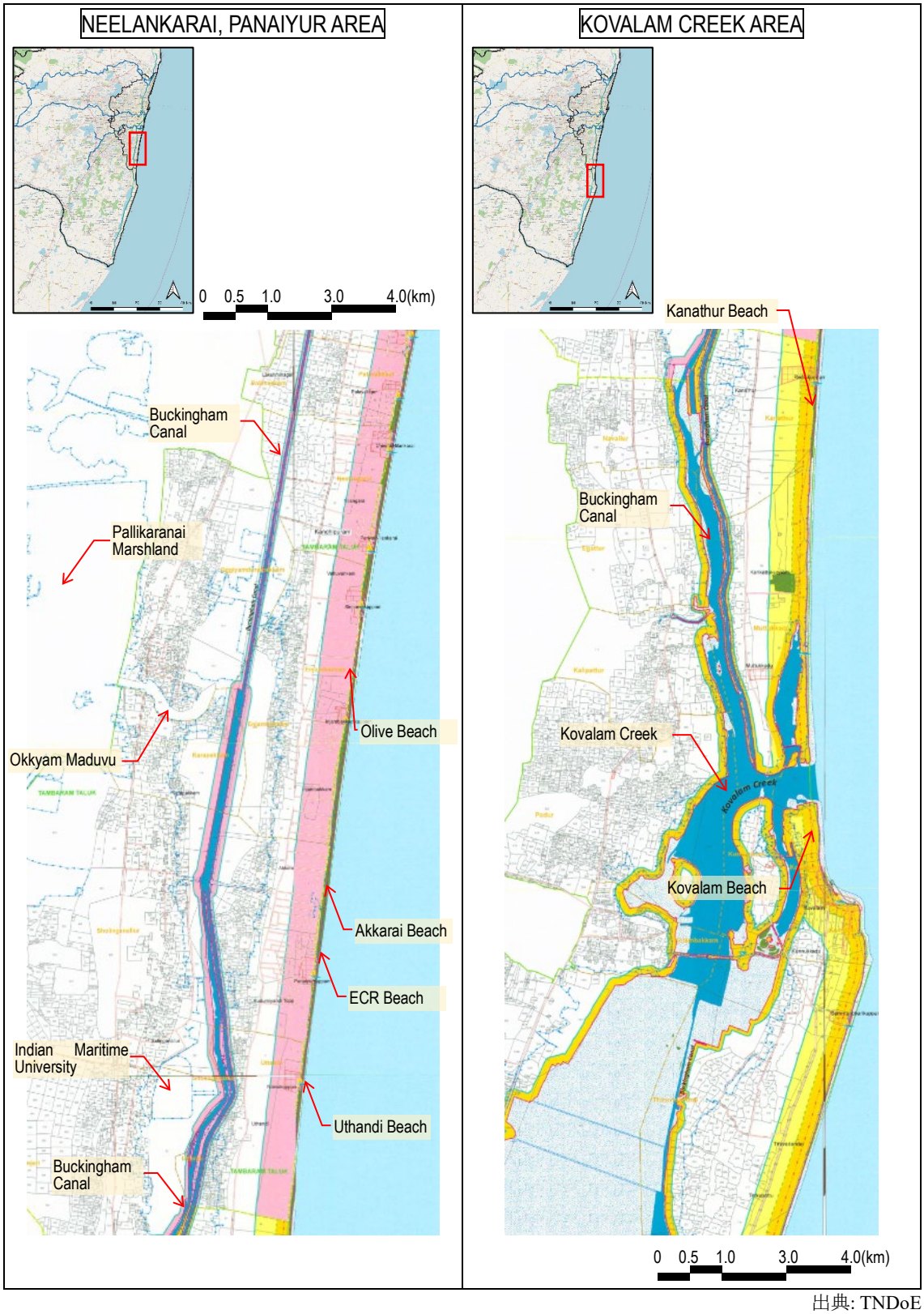
出典: TNDoE

Figure 8-4: チェンナイにおける CRZ の位置図 (1/3)



出典: TNDoE

Figure 8-5: チェンナイにおける CRZ の位置図 (2/3)



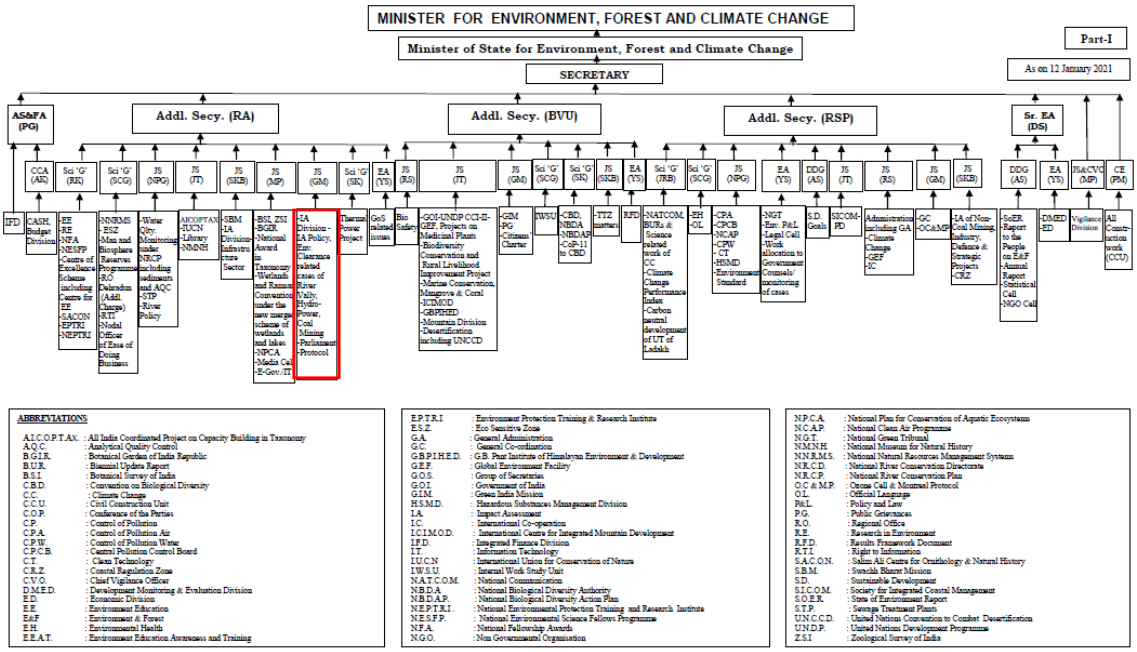
出典: TNDoE

Figure 8-6: チェンナイにおける CRZ の位置図 (3/3)

8.5 環境問題に関する組織のフレームワーク

8.5.1 環境・森林・気候変動省（MoEFCC）

国家環境・林業・気候変動省（MoEFCC）は、環境の管理・保全、汚染対策などの政策を策定・実施する責任機関である。1985 年に環境林業省として設立され、2014 年に現在の名称に変更した。環境影響評価を担当する部門は、カテゴリーA に該当するプロジェクトの許可を発行するプロセスの一環として、環境影響評価報告書を評価する。MoEFCC の組織図は以下の通りで、赤字が環境影響評価を担当する部門を示している。



出典: MoEFCC

Figure 8-7: 環境、森林、気候変動省の組織図

8.5.2 Tamil Nadu 州環境気候変動局（TNDoECC）

カテゴリーB に該当するプロジェクトは、環境クリアランスを発行する前に、州専門家評価委員会（SEAC）の支援を受けた後、州環境影響評価局（SEIAA）によって評価される。Tamil Nadu 州では、環境局（DoE）が環境影響評価のほか、気候変動への適応と緩和、沿岸地帯の管理、都市部の環境管理、環境意識の向上などを担当している。

8.5.3 環境関連政府機関及びその他の政府機関

8.5.3.1. チェンナイ都市開発局（Chennai Metropolitan Development Authority (CMDA)）

チェンナイ都市圏開発局（CMDA）は、1972 年に臨時機関として設立され、1974 年に 1971 年 Tamil Nadu 州都市・国土計画法により法定機関となった。チェンナイ都市圏開発局の環境に関連するビジョンは、「持続可能かつ経済的に進歩的で、技術的に革新的な管理政策とプログラムを通じ、チェンナイ都市圏の生活の質を向上させ、人々に優しい行政を提供する」こととされている。

8.5.3.2. 大チェンナイ市 (Greater Chennai Corporation (GCC))

GCC (旧 Madras) は、1688 年 9 月 29 日に設立されたインド最古の自治体。1607 年 12 月 30 日、東インド会社により、「セント・ジョージ要塞の町」と、要塞から 10 マイルを超えない範囲でそれに属するすべての領土を法人とする憲章が発行され、1792 年の議会法により、同市は市税を徴収する権限を与えられた。市政は、市の秩序と行政を規定した 1792 年議会法から適切に開始された。その後、市町村法は改正され、市の構成や権限に大きな変更が加えられた。Madras 市公社法 (1919 年改正) は、現在の行政の基本的な法的権限を提供している。

8.5.3.3. その他の地方自治体 (Tambaram 及び Avady 市)

(1) Tambaram 市

Tambaram 市はチェンナイ市の南 24 キロに位置する。 Tambaram は、美しい大都市チェンナイの玄関口と言われており、世界的に有名な Madras Christian College、インド空軍訓練センター、Tambaram からビーチへの初の近郊列車が開通したことで人気を博している。公害防止に関する Tambaram 市民の日常生活に関連するすべての環境活動は、同市によって管理されている。

(2) Avady 市

1970 年以前、Avady は、Paruthipattu、Paleripattu、Villianjiampakkam、Sekkadu、Muthapudupet、Thandurai、Mittanamillee、Kovilpadagai および Thirumullaivoyal の小規模な自治体で構成されていたが、1971 年に 2 級自治体として設立された。その後、商業用地及び住宅地として急速に発展し、2008 年に現在は特別自治体に分類されている。2011 年の国勢調査によると、同市の人口は 344,701 人、面積は 65.00km^2 とされている。現在、Tamil Nadu 州は、Avady 市に市公社を設立することを規定する法律と条例を準備している。48 人の区議会議員で構成される市議会は、地域の環境問題や社会問題を解決するために市民から意見を集め、緩和策を調整している。

8.5.4 非政府セクター

8.5.4.1. インド環境保護基金 (Environmentalist Foundation of India (E.F.I.))

インド環境保護基金(E.F.I.)は、インドの 18 州を拠点とし、チェンナイを含む主要都市を拠点とする環境保護団体である。E.F.I.は 2007 年に水域の修復など、実時間と結果を重視した環境保護活動を開始し、2011 年に非営利信託として登録された。

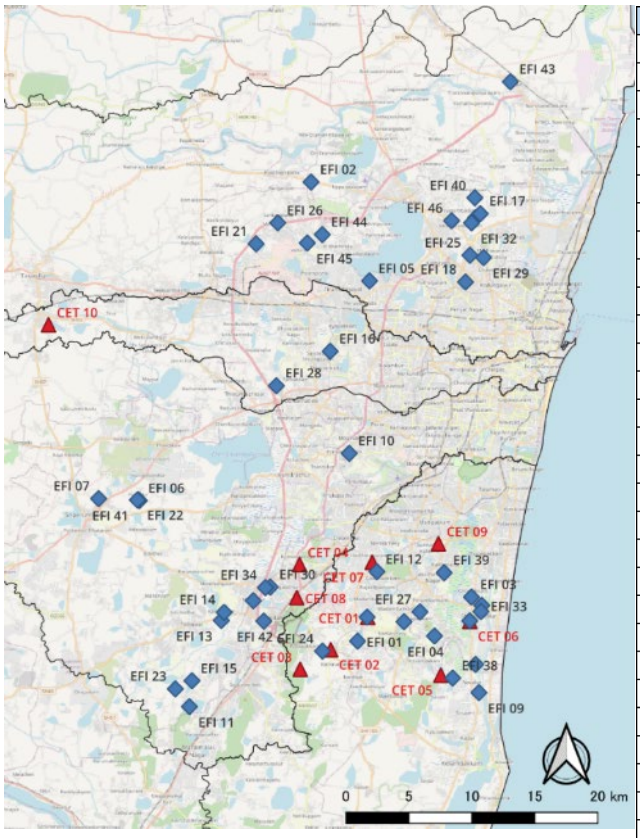
水再生活動に関しては、E.F.I.はインドの 18 州にわたって 431 の水域で実施し、チェンナイでは 46 の水域で実施した。チェンナイでの主な活動は、水域の清掃から掘削による貯水容量の拡大まで、予測される場所の状況によって様々である。

8.5.4.2. Care Earth Trust (CET)

Care Earth Trust (CET) は、チェンナイ市を拠点に生物多様性の保全に取り組む技術系

NGO である。2000 年に Tamil Nadu 州社会法に基づき設立され、チェンナイ市の生物多様性保全に取り組んでいる。主なプログラムのひとつは、地域住民と協力して、侵入植物の除去、沈泥の除去、周辺環境の浄化を含む湿地の回復と再生である。湖を含む 10 の湿地帯が CET によって調査・復元されている。

下の図表に E.F.I と CET がチェンナイで修復した水域の位置を示す。



Water Bodies restored by CET (▲)		
Code	Name	Size (m2)
CET 01	Madambakkam Wetland	904,900
CET 02	Narayanapuram Lake	171,700
CET 03	Perungalathur Lake	217,000
CET 04	Puduthangal Lake	77,500
CET 05	Sembakkam Lake	327,400
CET 06	Sholinganallur Wetland	172,800
CET 07	Thazhambur Wetland	419,900
CET 08	Unamancheri Wetland	77,400
CET 09	Vengambakkam Wetland	145,300
CET 10	Vengathur Wetland	742,600

Water Bodies restored by E.F.I. (◆)		
Code	Name	Size (m2)
EFI 01	Agaramthen Eri	705,500
EFI 02	Alamagee Lake	529,000
EFI 03	Anaikeni Pond	8,000
EFI 04	Arasankazhani Lake	134,200
EFI 05	Ayyan Kulam, Ambattur	3,100
EFI 06	Bommi Kuttai, Pennalur	1,000
EFI 07	Chellaperumal Nagar pond	5,200
EFI 08	Chettimadu Pond	8,700
EFI 09	Egatoor Pond	4,400
EFI 10	Gerugambakkam Pond	2,400
EFI 11	Kaattupakkam Kulam	3,200
EFI 12	Kamarajapuram Lake	25,200
EFI 13	Karasangal Lake	107,400
EFI 14	Karasangal Pond	3,600
EFI 15	Keezhakazhani Kulam	2,700
EFI 16	Koladi Lake	322,900
EFI 17	Kosapur Pond	48,500
EFI 18	Kullapan Kulam	3,800
EFI 19	Lakshmi Nagar Pond	1,300
EFI 20	Madambakkam Lake	904,900
EFI 21	Mittanamalli Lake	543,400
EFI 22	Mudhalai Kuttai, Pennalur	900
EFI 23	Nallathaneer Kulam	800
EFI 24	Nedunkundram Otteri	170,100
EFI 25	Oma Kulam, Madhavaram	8,300
EFI 26	Panayan Thangal	10,200
EFI 27	Perumbakkam Lake	878,400
EFI 28	Poonamallee Eri	388,400
EFI 29	Ramachandra Nagar Pond	5,600
EFI 30	Ranga Nagar Pond	8,600
EFI 31	RG Pond	1,100
EFI 32	Samuel Nagar Pond	2,900
EFI 33	School Street Pond	2,100
EFI 34	Seekana Lake	893,300
EFI 35	Sholinganallur Thamarai Keni	48,300
EFI 36	Sholinganallur TNHB	4,400
EFI 37	Sithalapakkam Lake	764,100
EFI 38	Thalambur Pond	8,200
EFI 39	Thandukarai Pond	4,600
EFI 40	Theeyampakkam Gandhi Nagar Kulam	2,200
EFI 41	Unnamed pond near mudhalai kuttai	2,000
EFI 42	Vandalur Lake	370,100
EFI 43	Varadaraja Perumal Koil Pond, Minjur	10,700
EFI 44	Vellanur Citheri	106,800
EFI 45	Vellanur Periya Eri	681,100
EFI 46	Vinayagapuram Pond	4,500

出典: E.F.I. and CET ウエブサイトより JICA Expert Team で調整

Figure 8-8: E.F.I.と CET によって修復された水域の位置

8.6 環境課題に関連する方針、計画、プログラム

8.6.1 チェンナイの環境政策

CMDA は、チェンナイ都市圏の第 3 次マスタープランを作成中であり、マスタープランのインセプションレポートにおいて、気候変動を含む環境問題を提起している。この報告書では、「チェンナイの洪水」と「海面上昇」という環境問題の 2 つの主要議題にしたアプローチが含まれている。

チェンナイで定期的に発生する洪水の主な原因は、過去に様々な機関によって調査されているとしており、対策としては、「統合洪水管理システム」の開発を通じて貯水能力と排水ネットワークを強化する必要性を表明している。

さらに、国家海外研究センター（National Centre for Coastal Research： NCCR）の調査では、将来の海面上昇が予測されている他、シンガポールなど海外の他都市の好事例を通じて、インド中央政府（GoI）や国家都市開発省（MoUD）が策定した都市開発計画の策定と実施（Urban Development Plans Formulation and Implementation：URDPFI）ガイドラインでオープンスペースの不足について言及されている。また、自然環境や社会環境だけでなく、CMA 市民の生命の危険や破損物件の低減に貢献する「健康都市」を実現するため、十分な緑地を確保した都市開発をコントロールすることの意義を表明している。

Tamil Nadu 州環境・気候変動・森林局は、毎年環境の方向性を策定するための政策ノートを発表している。2023 年に発表された文書では、下表に示す 11 の環境戦略が示されている。注目すべき点として、最初の項目が天然資源の保護と保全であり、4 つの項目が気候変動問題と関連していることが挙げられる。

Table 8-9: Tamil Nadu 州環境・気候変動・森林局の戦略

#	戦略
1	バランスのとれた生態系と環境機能を維持することにより、**天然資源を保全・保護**し、その持続可能な利用を促進する。
2	**気候変動の緩和、適応、回復力を支援する**、Tamil Nadu 州の総合的な気候変動政策を準備する。
3	**海岸規制区域と調和**し 1076Km の海岸線を保護するため、CRZ 通達に従い海岸線保護管理計画を作成した。
4	海岸管理と美観管理システム（BEAMS）を通じて、**持続可能な観光と健全な海岸管理を実現する。**
5	適応と緩和のベストプラクティスを推進しながら、ゼロ地点における気候変動の管理について**地元コミュニティを教育し、権限を**与える。
6	ナショナル・グリーン・コープスの支援により、**自然資源の持続可能な利用に関する意識を高める。**
7	二酸化炭素排出量を削減し、規制メカニズムを導入するためのグリーン・モビリティの実用的なモデルを構築することによって、エネルギーを節約し、消費を削減するための**エネルギー効率の高いインフラの基準を構築する。**
8	透明で信頼できるシステムを通じて、環境基準の遵守をより確実にする強固でダイナミックなモニタリング・メカニズムを構築することにより、相乗的な形で**気候変動対策を迅速に進めるためのマルチ・ステークホルダー・アプローチを推進する。**
9	Tamil Nadu 州の**ネット・ゼロ・カーボンの**未来に**向けた**長期的な**コミットメントを**構築するため、協力関係を発展させ、地域社会の関与を強化する。
10	様々な研究機関と協力して**気候変動に強い技術を開発し**、グリーンモデルを構築し、スケールアップや再現のためのエビデンスベースを構築する。
11	将来予測と効果的な政策・意思決定のために、気候科学と気候モデリングに関連する**包括的なデータ保管インフラを開発する。**

出典: Tamil Nadu Environment, Climate Change and Forest Department, Policy Note 2023-2024

気候変動に対する課題に関して、Tamil Nadu 州は、気候変動に関する Tamil Nadu 州行動計画（TNSAPCC）2.0 の改訂と並行して、Tamil Nadu 気候変動ミッション、Green Tamil Nadu ミッション、Tamil Nadu 湿地ミッションという 3 つの実施プログラムを設立した。これらのミッションは、気候変動の課題を克服するために、包括的かつ協力的なパートナーシップで調整される必要性が指摘されている。

Tamil Nadu 湿地ミッションは、洪水対策マスタープランと密接に関連しており、ミッション文書の中で「気候変動の緩和と適応における湿地の生態系サービス」を定義し（右図）、生態系の水収支を維持・回復するために取り組むべき問題を特定している。



出典: Mission Document, Tamil Nadu Wetlands Mission

Figure 8-9: 気候変動緩和策及び適応策における湿地の生態系サービス

8.6.2 環境活動に関連するプロジェクト

下表に、Tamil Nadu 州政府またはチェンナイのその他の政府部門が実施する、チェンナイの環境活動に関連する進行中のプロジェクトを示す。

Table 8-10: チェンナイにおける環境活動に関連した進行中のプロジェクト

#	プロジェクト名	主幹機関	概要	期間
1	Tamil Nadu sustainably harnessing ocean resources and blue economy (TN-SHORE), also known as Tamil Nadu Coastal Restoration Mission.	Department of Environment and Climate Change	世界銀行の支援を受けて、Tamil Nadu 州は今後 5 年間で、海岸浸食の防止、海洋汚染の軽減、海洋生物多様性の保全のために、167.5 億ルピーを投資予定。	2024 年 1 月 11 日から 5 年間
2	Tamil Nadu biodiversity conservation and greening project (TBCGB)	Tamil Nadu Forest Department	Tamil Nadu 州政府と国際協力機構（JICA）が実施する気候変動対策のための緑化プロジェクト。8 年間で 92 億ルピーが投資される予定。	2022 to 2029
3	River restoration project implemented in Adyar, Cooum, Kosasthalaiyar river basins	Chennai River Restorations Trust (CRRT)	IGCC、WRD、CMWSSB など、さまざまな政府省庁が実施する河川環境改善に関連する事業。	2010 - 2024
4	Restoration of Adyar, Cooum River basins	Greater Chennai Corporation, Chennai	Adyar 川及び Cooum 川の回廊整備や植生回復のためのプロジェクト。	2020 to 2024
5	Adyar river restoration project through public private partnership (PPP) mode.	Chennai Metropolitan Water Supply and Sewerage Board	プロジェクトは包括的な河川環境の修復を目的としている。コンセッション事業者が「一河川一事業者」モデルの下でプロジェクトの運営管理（O&M）を行う。チェンナイ首都圏上下水道局が様々な政府機関からなる SPV を主導し、プロジェクトの結節機関として、新会社を設立している。	2023 to 2048
6	Integrating blue-green infrastructure (BGI) for flood disaster and risk reduction in urban planning and management in CMA	Chennai Metropolitan Development Agency (CMDA)	本調査では、CMA におけるブルーグリーン要素の既存の特徴を捉え、気候変動の脅威等の問題を分析・特定し、ギャップと弱点を明らかにし、CMA における気候変動に強い都市・地域開発のための適切な文脈に基づく BGI と実施戦略に関する提言を作成することを目的としている。	2023 to 2024
7	Impact of urban development on coastal aquifer and measures for protection in the villages from Kottivakkam to Mahaballipuram between Bay of Bengal and Buckingham Canal	Chennai Metropolitan Development Agency (CMDA)	本事業は、Bengal 湾沿岸地域の帯水層を包括的に調査として、歴史的な帯水層の状態と現在の状態を包括的に把握する。また、帯水層の効果的な保全を確実にするために、持続可能な水資源管理と保全のための確立された技術を統合し、世界的・全国的に高く評価されている実践方法を発掘することを目的としている。	2023 to 2024

出典: JICA Expert Team

8.7 プロジェクト概要

本編 1 章を参照。

8.8 スコーピング

8.8.1 スコーピング分析

ここでは、JICA 環境 GL に基づいたスコーピング分析の内容を示す。スコーピング分析で引用される環境項目は、河川・砂防セクタープロジェクトの環境項目とする。本プロジェクトにおける構造物対策として、以下の構造物が考慮される。

- 遊水池、新しい放水路、堤防、新しい雨水貯水池（貯留槽)、排水ゲートと排水ポンプ場、導流提の建設
- 河道拡幅、河床浚渫、既存の貯水池／貯水池、既存の放流水路、河口の既存の導流提を含む河道改修

Table 8-11: スコーピング分析 (P: 計画段階, C:施工段階, O: 供用段階)

分類	#	環境項目	評価		評価の理由
			P/C 段階	O 段階	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	P：作業前、大気汚染の原因となる活動はない。 C：建設段階で車両交通渋滞が発生した場合、大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む)。 O：大気汚染は洪水管理の運用とは関係ない。
	2	水質汚染	✓	-	P：河川水を汚染する活動はない。 C：河川改修を行う河川での建設機械の使用により、河川水が汚染される可能性がある。 O：河川の汚染をもたらす活動はない。緩和策によっては、河川の表流水や地下水の汚染は改善される。
	3	廃棄物	✓	-	P：廃棄物を発生させる活動はない。 C：建設廃棄物および作業員からの一般廃棄物の発生が予想される。 O：プロジェクトによる追加廃棄物は発生しない。
	4	土壌汚染	✓	-	P：土壌汚染を引き起こす活動はない。 C：建設機械の使用により土壌が汚染される可能性がある。 O：土壌を汚染する要素はない。
	5	騒音・振動	✓	-	P：騒音や振動を増加させる可能性のある活動はない。 C：重機や建築設備の稼働により騒音が発生する。 O：騒音・振動の迷惑行為は、洪水管理の操業とは無関係である。
	6	地盤沈下	✓	✓	P：地盤沈下を引き起こす活動はない。 C：大量の地盤掘削により、地下水位の低下に伴う地盤沈下が発生する可能性がある。 O：掘削による地下水位の低下は徐々に起こり、顕著になる。
	7	臭気	✓	-	P：悪臭の原因となる活動はない。

分類	#	環境項目	評価		評価の理由
			P/C 段階	O 段階	
					C：廃水が適切に処理されない場合、労働者キャンプからの廃棄物によって悪臭の迷惑が発生する可能性がある。 O：臭気の迷惑となるような活動はない。
	8	河床の底質	✓	-	P：河床堆積物に変化をもたらす可能性のある活動はない。 C：河川での建設工事により、河床堆積物に影響を与える可能性がある。 O：河床堆積物に変化をもたらす要素はない。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	P、C：プロジェクト敷地付近の保護区域の位置を明確にすること。 O：場所によってはマイナスの影響もある。
	10	生物多様性	✓	✓	P：生物多様性に配慮した地域の位置を明確にすること。 C：自然環境の脆弱性により、生物多様性への負の影響が予想される。 O：自然環境の状態によって生物多様性環境の劣化が想定される。
	11	水文条件	✓	✓	P：河川の水文システムに影響を与える活動はない。 C：建設工事の種類により、水流の変化などの影響がある。 O：構造物の種類によっては、何らかの影響を伴う。
	12	地形・地質	✓	✓	P：土地の地形に影響を与えるような活動はない。 C：土や盛土を必要とする場合に排水不良等の負の影響が想定される。 O：構造物の種類によって地形の変化に伴う負の影響が想定される。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	P：構造的整備の殆どの場合に非自発的住民移転と用地取得が必要となる。 C、O：非自発的住民移転は建設前に完了するため、土地取得や非自発的住民移転を必要とする活動はない。
	14	生活と生計	✓	-	P、C：洪水管理の計画中、または構造物対策の建設中に、生活環境に対する負の影響は想定されない。 O：洪水の可能性が減少することにより、社会的安全性の面で大きなプラス効果が期待される。
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	P：非自発的住民移転／用地取得は、河川周辺に住む社会的弱者に影響を及ぼし、リハビリテーションの対象となる。 C：十分な配慮が実施される場合において負の影響は避けられる。 O：洪水管理計画によって、脆弱なコミュニティの安全性に正の影響がもたらされる。
	16	少数民族と先住民族	-	-	チェンナイ首都圏には少数民族や先住民族は確認されていない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	P：計画段階では地元経済への影響はない。 C：地域住民の雇用や、建設工事における新たなビジネスチャンスが確保される可能性がある。 O：災害リスク管理に伴う都市計画の更新により、地域経済の一定の発展が期待できる。

分類	#	環境項目	評価		評価の理由
			P/C 段階	O 段階	
	18	土地利用と地域資源	✓	-	P：国民の環境意識が高まることで自然環境の重要性が認識される可能性がある。 C：重要な地域資源が所在する場合、いくつかの負の影響を伴う。 O：供用段階における負の影響はない。
	19	水の使用／権利	✓	-	P：水使用に影響を与える可能性のある活動はない。 C：農業地域における工事実施中の水の流入による負の影響が想定される。 O：水の使用に影響を与える活動はない。緩和策の実施により水資源不足は改善される。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	P：電力、通信、飲料水などのライフラインの移設は、住民の生活環境への負の影響を与える可能性がある。 C、O：構造物対策によっては、社会基盤へのアクセシビリティに影響が出る。氾濫により道路が通行不能になる一方、対策整備により社会基盤へのアクセシビリティ悪化は改善される。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	P：ソーシャル・キャピタル（＝社会的つながり）への悪影響はないと予想される。 C、O：地域の意思決定組織の社会資本や社会構造に関する影響は予測されない。
	22	利益及び損害の偏重	✓	-	P：用地取得と移転が正しく管理される場合、損害と利益の不当な分配につながる可能性がある。 C：補償活動は建設工事を開始する前に完了するため、周辺地域における損害と利益の不公正なバランスの可能性は予測されない。 O：地域内の受益と損害の誤った分配は予想されない。チェンナイの自然災害への耐性が改善される。
	23	地元の利益相反	✓	-	P：取得する土地の所有権によっては、プロジェクトに関連する地域のコミュニティと対立する可能性がある。 C、O：建設工事開始後、負の影響はないと予想される。
	24	文化遺産	✓	-	P：市内には、大小の祠や仏像などの宗教的対象物が多数存在するため、所有者コミュニティの合意に基づき、対象物の移転が必要となる。 C、O：移転は建設前に完了するため、地元の文化遺産に影響を与える可能性のある活動はない。
	25	景観	✓	-	P：景観に影響を与える可能性のある活動はない。 C：河川沿いで樹木の伐採が行われ、地域の景観が悪化する可能性がある。 O：景観に影響を与えるような活動はない。
	26	ジェンダー	✓	-	P：用地取得の補償や住民移転プロセスにおける女性の権利の平等に関する問題が生じる可能性がある。 C：建設作業に関連する住居の雇用機会が蔑ろにされることにより、ジェンダーバランスに悪影響を及ぼす可能性がある。 O：ジェンダー問題に関する負の影響は予測されない。
	27	子どもの権利	✓	-	P：生活再建に関する子どもの権利について問題が生じることがある。 C：工事を実施するために必要な労働力を確保する際に、子どもの権利に関する問題が生じる可能性がある。

分類	#	環境項目	評価		評価の理由
			P/C 段階	O 段階	
					O：子どもの権利に関する問題とは関係ない。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	P：計画段階では、HIV/AIDS のような感染症への影響はない。 C：建設のための労働者の流入により感染症が蔓延する可能性がある。 O：HIV/AIDS のようなプロジェクトによる感染症の影響はない。浸水による伝染病蔓延の可能性は緩和される。
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	P：工事開始前の作業環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して若干の悪影響が発生する可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。
その他	30	事故	✓	-	P：事故を引き起こす可能性のある作業は行わない。 C：作業車両の増加により作業員や周辺住民が事故に遭うリスクが高まる。 O：チェンナイの水域に関連するコミュニティの安全が確保される。
	31	国境を越えることの影響と気候変動	-	✓	P：計画段階では負の影響はない。 C：プロジェクトの規模が小さい場合において悪影響はないと予想される。 O：洪水管理計画と統合された CMA の新たな包括的マスタープランは、温室効果ガス排出を削減し、市街地の拡大を抑制するとともに、現状と比較して緑地を確保するためのスコープとなり得る。

出典: JICA Expert Team

8.8.2 チェンナイにおける代表的な環境・社会問題／課題

チェンナイにおける環境・社会問題や課題を以下に整理した。

- Adyar 川、Cooum 川、Buckingham 運河、Captain Cotton 排水路、Otteri Nala 排水路、Manbalam 排水路の 6 つの主要な水環境の深刻な汚染。
- これらの水路が運ぶ排水量は、532MLD（Minimum Liquid Discharge：最小液体排出量）で、メトロの水処理プラントで処理するために市から集められた下水の量よりも多い。
- 大気汚染の主な原因は自動車部門（71.28%）、次いで工業部門（19.70%）である。
- Tamil Nadu 州汚染防止委員会（TNPCB）によると、主要な交通交差点では全浮遊微粒子（TSPM）と微小粒子状物質（RSPM）の値が基準値を超えている。
- Manali 工業団地とその周辺地域では、産業による環境汚染が広く蔓延している。
- TNPCB が実施した騒音レベル調査によると、騒音レベルが規制値を超えたのは、主に車両の移動による商業地域であった。
- チェンナイの祝祭シーズンには、騒音レベルが高くなり、特に Deepavali では顕著。
- GCC では、1 日あたり 3000 トンと推定される固形廃棄物を排出する。
- 市街地にも関わらず最終処分場（Kodungaiyur と Perungudi）が 2 カ所ある。
- 現在の収集、移送、投棄のシステムでは、家庭ごみと商業ごみ、そしてある程度の建設

廃材以外の廃棄物の種類を区別していない。



出典: JICA Expert Team

Figure 8-10: チェンナイにおける最終処分場の位置図

Table 8-12: 代表的な環境問題と関連する状況

課題	関係性
【汚染】	
1. 大気汚染	不適切な都市計画、無秩序な道路や交通網の整備、急速かつ過度な都市化が原因である。
2. 騒音・振動	
3. 水質汚染 (河川 & 海岸)	不適切な固形廃棄物管理、不法投棄、下水・雑排水の未整備に起因する。 景観や生活の質にも影響している。
4. 底質汚染	
5. 迷惑臭気	
【自然環境】	
1. 生物多様性の消失	河川・海域の水質汚染、無秩序な開発、急速かつ過剰な都市化、緑地の減少が原因である。
2. 生態系の悪化	
【社会環境】	
1.貧困	非自発的住民移転、残されたスラム地区、社会的差別、女性と子どもの権利に深く関係する。 水質や景観にも負の影響を与えている。
2.公衆衛生の悪化	洪水は感染症の蔓延、公衆衛生の悪化、水質汚染につながる。
3.社会インフラへのアクセスの悪化	深刻な浸水を伴う洪水で道路が通行不能になり生活環境にも影響する。
4. 水資源不足	ヒートアイランド現象、無秩序な開発、急速かつ角な都市化、緑地の減少に伴う渇水時の地下水不足に関連している。
5. 生活状況	
6. 文化遺産の損傷	洪水はその規模に関係なく文化遺産に影響を与える可能性がある。
7. 景観の悪化	廃棄物処理、不法投棄、水質汚染に起因する。 洪水は樹木や緑地に影響を与える可能性がある。 地域経済との関係で観光の質に影響する。
8. 利益分配の偏重	季節的な洪水が発生することにより土地の価値を下げる。

出典: JICA Expert Team

8.8.3 環境影響の可能性に係る予備的分析

初期調査で収集されたベースライン・データに基づいたプロジェクトを実施しない場合の影響を含む潜在的な環境影響（暫定）を以下示す。

8.8.3.1. 負の影響と正の影響の可能性

以表に、プロジェクトの実施に対する影響を整理した。チェンナイの自然環境と社会環境に多くの正の影響がある一方、負の影響のほとんどは、構造対策の内容に左右されることが示された。

Table 8-13: 潜在的な負の影響と正の影響のまとめ

課題	影響	
	正の影響	負の影響（長期）
【汚染】		
1. 大気汚染	なし	なし
2. 騒音・振動	なし	
3. 水質汚染 (河川 & 海岸)	公衆衛生のリスク軽減、生活環境の悪化の回避、緑地保全などの対策を通じて改善することが期待される。	
4. 底質汚染		
5. 迷惑臭気		
【Natural Environment】		
1.生物多様性の消失	河川の水質改善対策を通じて改善することが期待される。	構造によっては生態系に敏感な地域の一部が破壊される。
2.生態系の悪化		
【Social Environment】		
1.貧困	対策によって自然災害に対する公共の安全が確保される→社会経済状況が向上する。	構造物対策によっては大量の非自発的住民移転が必要となる。
2.公衆衛生の悪化	災害リスクを減らすことで公衆衛生の悪化を避けることができる。間接的な正の影響として、河川の水質改善対策による公衆衛生の改善が期待される。	なし
3.社会インフラへのアクセスの悪化	自然災害のリスクを減らすことで通行不能道路の発生を抑制する。	なし
4.水資源不足	構造物対策により水資源が改善される。（遊水地・貯水池の整備）	構造物対策によっては地下水の状態に影響を与える可能性がある（無秩序な掘削など）
5.生活状況	間接的な正の影響として、公衆衛生のリスク軽減、景観や生活の質の悪化の回避、緑地保全のための対策により生活状況の改善が期待される。	
6.文化遺産の損傷	水害による文化遺産損傷のリスクは軽減される。	なし
7.景観の悪化	河川の水質改善と緑地保全のための対策により景観が改善されるなど間接的な正の影響が期待される。	構造物対策によっては CMA の緑地或いは湿地の一部が破壊される。
8. 利益分配の偏重	自然災害リスクを軽減することで利益配分の偏重が緩和される。	なし

出典: JICA Expert Team

8.8.3.2. プロジェクトを実施しない場合の影響

下表に、プロジェクトを実施しない場合の影響を整理した。これにより、洪水対策がなければ、チェンナイの自然環境と社会環境の両方が深刻なリスクに晒されることが明示された。

Table 8-14: プロジェクトを実施しない場合の影響の概要

課題	プロジェクトを実施しない場合の影響
【汚染】	
1. 大気汚染	-
2. 騒音・振動	-
3. 水質汚染 (河川 & 海岸)	プロジェクトを通じて公衆衛生、景観、生活の質の問題が提起されない限り、既存の公害問題は悪化する。
4. 底質汚染	
5. 迷惑臭気	
【自然環境】	
1.生物多様性の消失	公害問題を緩和することなく、劣化のスピードは加速する。
2.生態系の悪化	
【社会環境】	
1.貧困	脆弱な人々への災害リスクは、プロジェクト実施しなくても残る。
2.公衆衛生の悪化	公衆衛生のリスクは、適切な洪水管理だけでなく汚染問題の緩和なしには解消されない。
3.社会インフラへのアクセスの悪化	洪水時に道路が通行不能になるリスクはこのプロジェクト無では解消されない。
4.水資源不足	-
5.生活状況	-
6.文化遺産の損傷	洪水時の文化遺産被害のリスクは軽減されない
7.景観の悪化	景観の悪化は公害問題抜きには止められず、それは経済停滞にも影響する。
8. 利益分配の偏重	洪水軽減策を講じなければ、利益分配の偏重は拡大する。

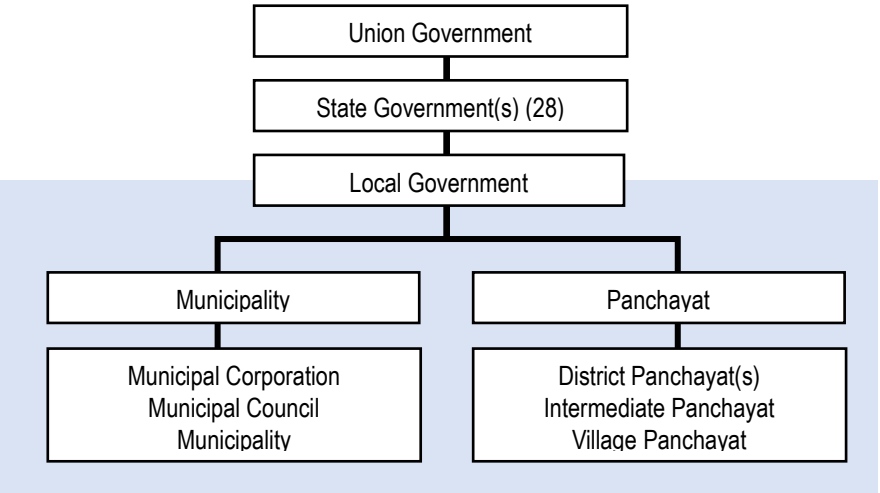
出典: JICA Expert Team

8.9 環境社会のベースライン

8.9.1 現状把握

8.9.1.1. 行政機関

インドの行政制度は、憲法に基づき、政策立案と執行の構造を強化するために形成されている。行政機関は、インド連邦政府、州政府、地域、地区の 4 つで構成されている。4 構成の下に、ブロック、市町村、市郡などの地方行政機関がある。下図にインドの行政機関の概略図を示す。



出典: Local Government in India, Council of Local Authorities for International Relations, 2007

Figure 8-11: インドの行政構造

Tamil Nadu 州は、2022 年 8 月現在、38 の地区で構成される。本プロジェクトの調査対象地域は、GCC が管理するチェンナイ地区、北部の Tiruvallurk 県、Kanchipuram 県、チェンナイ南部の Chengalpattu 県である。

8.9.1.2. 対象河川流域の概要

チェンナイは、Bengal 湾沖の Coromandel 海岸に位置する Tamil Nadu 州の州都である（北緯 13 度 5 分、東経 80 度 16 分）。平均標高は 6.0 m で、気候は、最高平均気温 45℃、最低平均気温 14℃で熱帯性湿潤乾燥気候に区分される。チェンナイ市は熱赤道上に位置し、海岸に面しているため、季節によって気温が極端に変化することはない。年間平均降水量は約 1,400mm で、10 月中旬から 12 月中旬までの北東モンスーンによる降雨が多い。Bengal 湾を直撃するサイクロンが市を襲うことがある。Tamil Nadu 州には 17 の河川流域があるが、Cauvery 流域が主要流域となり、その他の流域のうち、13 流域が中流域、3 流域が小流域である。州内で発生する地表水は年間 692,838 百万 ft^3（19,619 百万 m^3）であり、同州では年間約 261,716 百万 ft^3（7,411 百万 m^3）の流量を近隣地域に依存している。

チェンナイ都市圏には湖や河川が多く、多種多様な動植物の生息地となっている。チェンナイ市には、Kosasthalaiyar 川、Cooum 川、Adyar 川の主要な 3 河川が流れており、これらの河川は、市内を蛇行した後、最終的に Bengal 湾に到達する。Buckingham 運河は、

海岸と平行に横断しており、市民生活に深く関連するチェンナイ市の主要な運河として位置づけられている。チェンナイ市内の湖や川は、長年に亘り人々や政府機関によって管理されずに放置されており、河川、河川堤防、湖沼では、固形廃棄物の不法投棄や未処理の都市廃水、工業廃水の投棄が効果的な規制なしに長年続けられている。相次ぐ洪水による深刻な影響や、裁判所、国家環境法廷の介入、積極的な市民団体の活動により、これらの河川流域は、近年政府の関心を集めている。以下にチェンナイ都市圏を流れる主要河川の概要を示す。

(1) Cooum 川

Cooum 川の名称は、余った湖の水がこの川に流れ込む Cooum 村に由来する。Tiruvallur Taluk の Sattarai 村付近から始まり、Bengal 湾に合流するまでの延長は約 65km とされている。Cooum 川の流域は約 290km^2 に及び、その範囲内には約 140 箇所の貯水池がある。Cooum 川の上流部にある Kesavaram ダムは、チェンナイ市に飲料水を供給する Chembarambakkam 湖に河川水を分流しているため、河川全体の水の流れは減少傾向にある。同河川に影響を及ぼす問題として、雨水排水路から同河川へのシルトの堆積が想定される。これらの堆積は 1800 年代後半に始まった人間活動に起因する。

(2) Adyar 川

Adyar 川はチェンナイ、Chengalpattu、Kancheepuram、Thiruvallur の各県境を流れている。同河川は、Kanchipuram 県 Guduvanchery の Adhanur 湖を水源としている。Nandambakkam 付近でチェンナイ市に入った後に西東方向に 13.5km 流れ、Bengal 湾に合流する。Adyar 川の流域には、Kancheepuram 県、Thiruvallur 県、チェンナイ市とその大都市周辺地域が含まれ、流域の 39%はチェンナイ都市圏内にあり、61%は隣接する Kancheepuram 県と Thiruvallur 県にある。また、同河川は、Chembarambakkam 湖に帰属する 200 以上の貯水池と、近隣の灌漑用貯水池から余剰水を集めている。流域面積は約 857.2km^2 とされている (NRCD 2013)。Adyar 川の汽水域は、河口部から Saidapet 橋 (7.5km) までが一般であるが、河口部の砂の状況によりが広く開いている場合には、通常の潮汐相互作用が 4.3km 続き、Kotturpuram 橋に達する。河口と Thiru. Vi. Ka 橋の間には 9 つの島がある。Adyar 川は表面水の汚染度が高いにも関わらず市民によってボート遊びや釣りなどの余暇活動が行われている。

(3) Kosasthalaiyar 川

面積 127.80 平方キロメートルの Kosasthalaiyar 川流域はチェンナイの北部に位置する。Kosasthalaiyar 川は GCC 地域に流れ込む主要河川のひとつでチェンナイの西から東に流れる。同河川は、Kaveripakkam 県の Palar Anicut から供給される灌漑用水槽のひとつである Kaveripakkam 湖付近を源流としており、その流域は、Tamil Nadu 州最北部の 3,757km^2 に広がる。北の支流 Nagari 川は Andhra Pradesh 州 Chittoor 県に水源を有し、Poondi 貯水池の前で本流に合流する。

(4) Buckingham 運河

Buckingham 運河はチェンナイを流れる重要な水路として位置づけられている。同運河は Bengal 湾の海岸線と平行して流れ、この地域のいくつかの湖や川を結んでいる。

8.9.1.3. 水資源

Tamil Nadu 州はインドの国土の 4%を占め、インドの人口の 6%が居住する州であるが、州の水資源量の割合はインド全国の 2.5%と低い。州における地表水の 95%以上、地下水の 80%が既に利用されており、その主な用途は、人や動物の消費、灌漑、工業用水などである。Tamil Nadu 州の水需要は、人口増加と経済成長に伴った一人当たりの水需要の増加により近年急速に増加している。しかし、一人当たりの水資源利用可能量は、全国平均が 2,200m^3 であるのに対し、わずか 900m^3 と低い。農業は同州最大の水消費者であり、州の水資源の 75%を使用している。また、Tamil Nadu 州の水資源はモンスーン雨に大きく依存する一方で、年間平均降水量は約 930mm（北東モンスーン 47%、南西モンスーン 35%、夏 14%、冬 4%）と十分な水資源とは言い難い。

チェンナイの水供給は、地表水と地下水を活用していることから年間降雨量に大きく依存している。よって、良好なモンスーン雨は同地域の水源を十分に確保するが、2019 年のように降水量が少ない年には水の利用可能性に影響を与える。水の供給は、河川流域からの水、Kancheepuram と Tiruvallur の灌漑用水、チェンナイ首都圏上下水道局（チェンナイ Metropolitan Water and Sewage Board (CMWSSB)）が調達する地下水が主要な供給源となっている。これらの水資源は、Old Mahabalipuram 通りや East Coast 通りなど、海岸沿いの地下水が乏しい地域の水需要を満たすのに役立っている他、他地域からの湖や貯水池を経由した水資源が水供給に貢献している。また、Nemmeli と Minjur にある 2 つの海水淡水化プラントがチェンナイ市の水需要のための追加的な水源として位置づけられる。

(1) 地表水資源

Tamil Nadu 州の表面流の総水量は 248 億 6,400 万 m^3 である。州内には 17 の主要河川流域があり、61 の貯水池と約 41,948 の貯水池がある。年間潜在水量 465 億 4,000 万 m^3 のうち、表流水がその約半分を占めている。表流水のほとんどは主に灌漑用水として既に利用されている。灌漑が必要となる耕作地の面積は 240 万 ha で、大・中・小に分けられ計画的に地表水で灌漑されている。表流水の灌漑利用率は約 90%である。

チェンナイにおける主な水源として、Poondi 貯水池、Redhills 湖、Cholavaram 湖、Chembarambakkam 湖、Veeranam 湖がある。これらの水源はチェンナイ市街地から約 200km 圏に位置している。また、チェンナイは、水資源事業を通じて（Telugu Ganga プロジェクト）Andhra Pradesh 州の水資源にも依存している。Krishna 川から導水された Srisailam 貯水池（チェンナイ市街地より約 400km）の水を Poondi 貯水池に分水している。また、チェンナイ首都圏上下水道局は、代替となる水源を模索しており、近年、Porur 湖、Retteri 湖、Erumaiyur と Sikarayapuram の採石場を水源とする水の利用を開始している。

(2)　　地下水資源

チェンナイにおいて利用可能な地下水量は 22,423 百万 m^3 とされている。現在の地下水汲み上げ量は 13,558 百万 m^3 であり、これは利用可能な涵養量の約 60%に相当し、8,875 百万 m^3 (40%) の余裕がある。この余裕分の割合について、過去 5 年間で、35.6%から 25.2%に減少しており、その範囲は、チェンナイの地下水域ブロックにおける 35.8%の地域が乱開発による水源の低下、及び 8%の地域が塩水化に直面している。他方で、地下水位の深さの範囲は、Pudukkottai 地区の平均 0.93m から Erode 地区の平均 43.43m であることが明らかとなった。2003 年には、中央地下水委員会 (the Central Groundwater Board (CGB)) により、浅い帯水層が完全に脱飽和したため地下水位が全般的に低下したことが示された。Coimbatore 県 (Tamil Nadu 州西部) では、かなりの灌漑用井戸が枯渇している。

チェンナイ市は水需要の殆どを地下水資源に依存しており、その水源は雨水によって涵養された水資源である。同市の平均降水量は 1,276mm で、降水量が不足すると地下水位に影響を与える。地下水は市内のすべての地層に存在し、その水量は帯水層内の粒状帯の割合によって決定する。チェンナイ市の帯水層は水蒸気性である。地下水資源は、農家や産業、家庭での水需要を満たす重要な役割を果たしており、これは地下水の汲み上げに関連する施設の急速な開発に繋がっている。現在、利用可能な地下水資源の約 63%が利用されている。資源の利用と開発は州内全域で一様ではなく、Tamil Nadu 州の一部の地区では、集中的な地下水開発により水位が低下し、乱開発・塩水浸入の傾向が強まっている。中央地下水委員会は、チェンナイの地下水の 80%が枯渇しており、これ以上の探査は塩水の浸入につながる恐れがあると報告している。地下水位は年間 0.037～0.798m 低下している。

(3)　　水資源の利用 (飲料水及び灌漑用水)

チェンナイにおける飲料水及び灌漑用水のための水資源の管理と配水は、1978 年に設立されたチェンナイ首都圏上下水道局 (CMWSSB) によって行われている。CMWSSB は、チェンナイ都市圏における上下水道サービスの計画的な開発、必要なインフラの構築、運営、維持管理、現在および将来の需要を満たすための展望計画の実施を推進する責任を担っている。市内には、Red Hills、Cholavaram、Poondi、Chembarambakkam の 4 つの貯水池があり、各貯水池の貯水量は、Red Hills 貯水池の容量が 3,300 百万 ft^3 (93 百万 m^3)、Cholavaram 貯水池が 881 百万 ft^3 (25 百万 m^3)、Poondi 貯水池が 3,231 百万 ft^3 (91 百万 m^3)、Chembarambakkam 貯水池が 3,645 百万 ft^3 (103 百万 m^3) で、合計容量は 11,057 百万 ft^3 (312 百万 m^3) である。これらの貯水池は、蒸発により毎日 5 百万 ft^3 (14 百万 m^3) が減少している。チェンナイでは、必要量 1,200 百万 L/日に対し、様々な供給源から約 9 億 8,500 百万 L/日の供給を受けている。この需要は、2031 年までに 2,100 百万 L/日まで増加すると予想されている。CMWSSB は、市内にある 29 の主要な水域のうち 19 を修復の対象としている。湖が完全に修復されれば、湖の貯水量は合わせて 1,000 百万 ft^3 (28 百万 m^3) となり、4 つの主要な貯水池が 1.0m 浚渫されれば、約 500 百万 ft^3 (14 百万 m^3) の追加貯水が可能と推計されている。

(4)　　地理的条件

チェンナイはインド南部 Tamil Nadu 州の州都で、州北東部に位置し、人口 700 万人を擁するインド第 4 の都市として、また、インド南東部の Bengal 湾沿岸平野に位置するインドの玄関口として知られる。平均海抜は約 6.7m、最高地点は約 60m で、同地域に広がる平野は、Bengal 湾から内陸に向かって広がる。対象となる河川流域では、海から 100km 離れた内陸部でも標高は 100m 程度である。

(5)　　気象条件

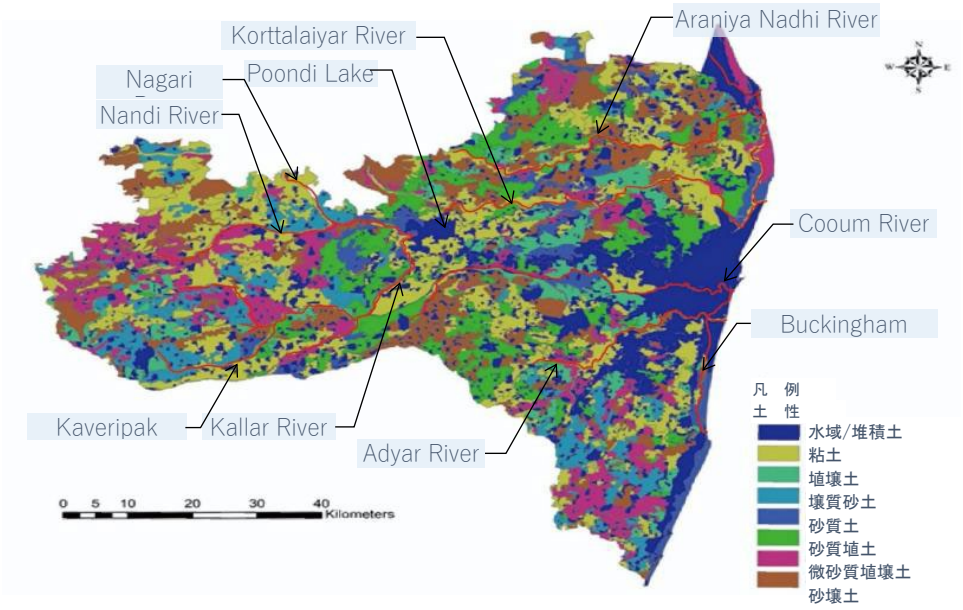
チェンナイは熱帯性雨季・乾季気候に属する。海岸沿いの都市地域は熱赤道地域に位置し、年間を通して気温の変化が激しい。チェンナイでは一年のうち 5 月下旬から 6 月上旬で最も暑くなり最高気温は 35℃から 40℃である。また、1 月が一年で最も涼しく最低気温は 19℃から 25℃である。最高気温は 2003 年 5 月 31 日の 45℃、最低気温は 1895 年 12 月 11 日と 1905 年 1 月 29 日の 13.9℃である。チェンナイでは、6 月から 9 月にかけて南西モンスーン風による降雨と、10 月から 12 月にかけての北東モンスーン風による年 2 回の降雨時期があり平均年間降雨量は 1,400mm、年間降水量の最高記録は 2005 年の 2,570mm である。Bengal 湾で発生するサイクロンがこの地域を襲うこともある。チェンナイには市内を流れる大きな河川がないため、貯水池の涵養は毎年のモンスーンの雨に依存している。

チェンナイの面積は 6,118.34km^2 で、チェンナイ、Thiruvallur、Vellore、Kancheepuram の 4 県にまたがっている。確認可能な雨量計局のデータを基にしたチェンナイにおける降雨の特徴を以下に示す。

チェンナイは熱帯モンスーン地帯に属しており、流域における水文気象学上の特徴として 1 年は、6 月から 12 月までのモンスーン期間と、1 月から 5 月までの非モンスーン期間に分けられる。モンスーン期はさらに、6 月から 9 月までの南西モンスーン期（4 ヶ月）と、10 月から 12 月までの北東モンスーン期（3 ヶ月）に分けられる。モンスーン以外の期間は、1 月から 2 月までの冬期（2 ヶ月）と、3 月から 5 月までの夏期（3 ヶ月）に分けられる。モンスーン期間は多量の降雨をもたらすため、地下水の涵養と地表水の貯留が促進される。よって、モンスーン期間は、水資源分析にとって水文学的に重要と捉えられ、非モンスーン時期の降雨量は微量であるため重要視されていない。

(6) 地質条件

下図に、チェンナイとその周辺の河川流域の土質図を示す。同図からチェンナイの都市部のほとんどが堆積土で構成されていることがわかる。内陸部では、Cooum 川と Adyar 川周辺に堆積土が分布している。その他の地域では、粘土、粘土壌土、壌砂、砂、砂質粘土、砂質粘土壌土が散在しており、特に砂質粘土は、海から 80km 離れた内陸部ではあまり見られなくなる。一般に、砂と粘土が広く分布するこの地域の土壌は、水はけがよく、保水力に欠けると考えられる。

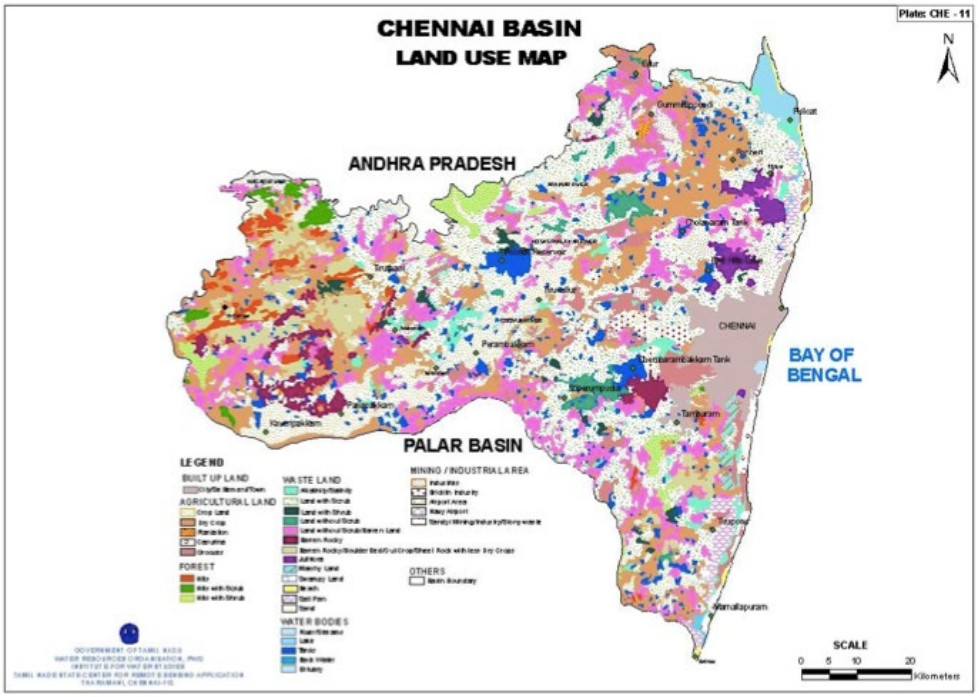


出典: TNPWD のデータを JICA Expert Team で調整

Figure 8-12: チェンナイ周辺河川流域の土質図

(7) 土地利用状況

チェンナイ都市圏の大部分は建築物や構造物によって都市化が進められているが、郊外は総面積 3,860km^2 のうち約 61%を農地が占めている。河川や水域は総面積の約 13%を占め、未利用地は 10%である。森林はわずか 6%で、その大半は広葉樹林である。この構成は、都市開発、人口移動、土地利用の激化によって自然環境が失われていることを示す。以下にチェンナイ周辺河川流域の土地利用利用図を示す。



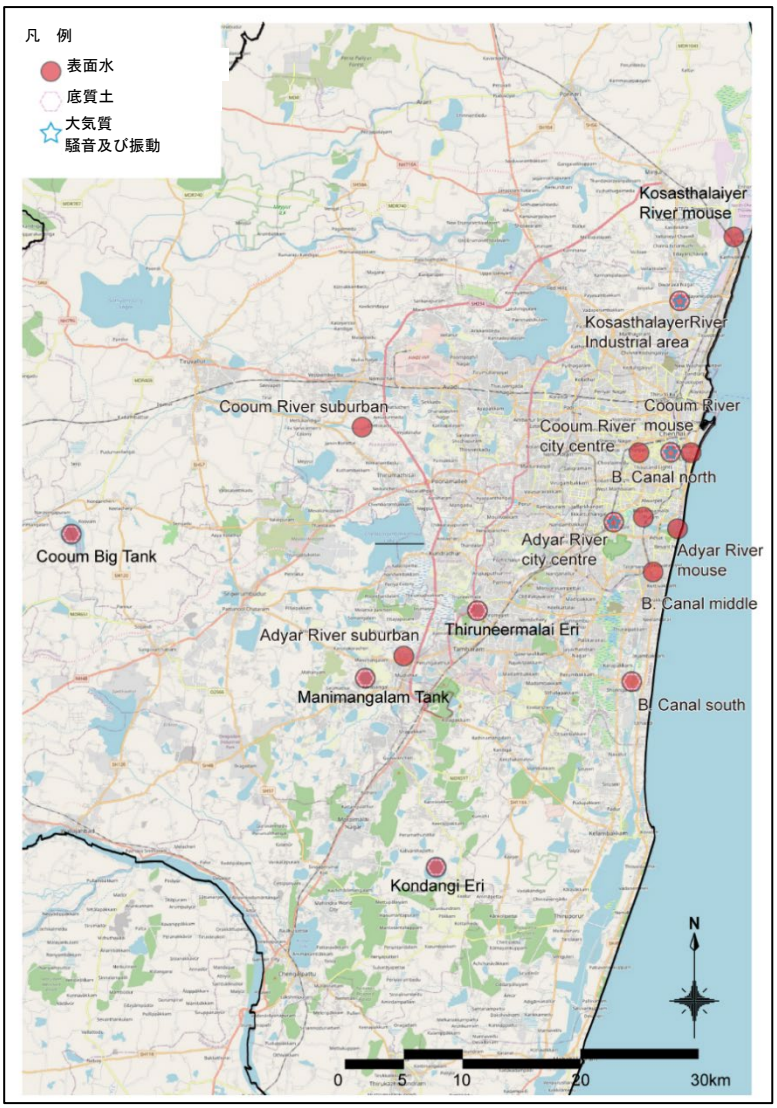
出典: Tamil Nadu Water Resources Department

Figure 8-13: チェンナイ周辺河川流域の土地利用図

8.9.2 公害

8.9.2.1. 現地調査

対象河川の一般的な環境状況を把握するため 2023 年 3 月に現地環境調査を実施した。本調査の調査地点は、本調査結果データと過去の環境調査の結果データとを比較できるよう極力同じ調査箇所を選定した。また、本調査におけるマスタープランの優先事業対象地域の環境を評価するための調査として、2024 年 4 月に追加調査を実施した。優先施策に関連する調査対象地点は優先事業としての貯水地改修に基づくものとした。200 の貯水池の候補の中から、Cooum Big 貯水池、Manimangalam 貯水池、Kondangi 貯水池、Thruneemalai 貯水位の 4 つの給水池を選定した。前者 3 つはそれぞれ Cooum 川、Adyar 川、Kovalam 流域の代表として選ばれ、残り 1 つは都市化地域のサンプルの 1 つとして選定した。下図に調査地点の概要を示す。



出典: JICA Expert Team

Figure 8-14: 環境調査地点の概要

8.9.2.2. ベースライン調査の結果

(1)　　大気質（一般ベースライン）

1)　　調査結果

優先取組みに関連する施設（道路拡幅、各種フライオーバーの建設、外環道路、バイパス道路、河川修復、河川改修、河川遊歩道や公園の建設など）の建設に伴い、都市域の経済活動のパターンが変化すると考えられる。これらの変化は、主として都市交通の混雑を緩和し、周囲の大気質を許容レベル内に抑制させることが想定される。このことから、大気質調査の調査箇所は、チェンナイ都市圏の重要な出入口として機能する交通量の多い場所を選定した。下表に、サンプリング地点、調査条件、調査結果を示す。

Table 8-15: 大気質調査地点（一般ベースライン）

ゾーン	河川環境関連	緯度	経度
I-1	Adyar Riverbank (City Centre)	13° 1'1.53"N	80° 13'25.65"E
I-2	Cooum Riverbank (City Centre)	13° 4'5.73"N	80° 16'6.74"E
I-3	Kosasthalaiyar Riverbank (Dense Residential Area)	13° 10'37.24"N	80° 12'6.45"E

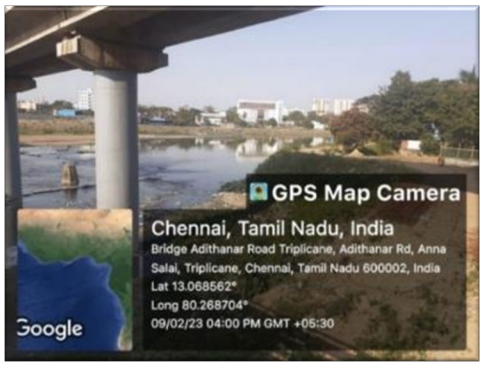


写真 1 Adyar Riverbank (City Centre)

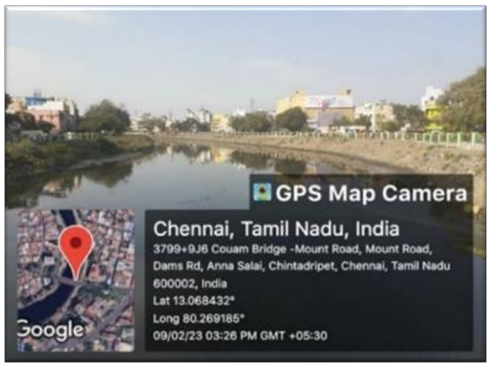


写真 2 Coum Riverbank (City Centre)

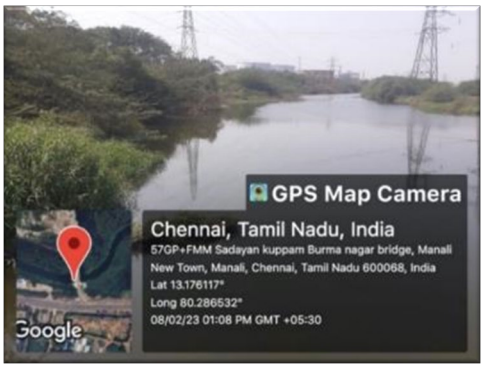


写真 3 Kosasthalaiyar Riverbank (市街地)

出典: JICA Expert Team

Table 8-16: 大気質調査の基本条件 (2023 年 4 月 24 日) (一般ベースライン)

#	調査地点	サンプル採取日	周囲温度		相対湿度	
			マックス	最小	Max	Min
1	V.G.P Victory House Mount Road, Anna Salai	24.04.2023	28° C	36° C	45 %	80 %
2	Near Adyar River City Centre, Saidapet	24.04.2023	28° C	36° C	45 %	80 %
3	Kosasthalaiyar River Industrial Area, Manali	24.04.2023	28° C	36° C	45 %	80 %



写真 1 V.G.P Victory House Mount Road, Anna Salai



写真 2 Near Adyar River City Centre, Saidapet



写真 3 Kosasthalaiyar River Industrial Area, Manali

出典: JICA Expert Team

Table 8-17: 大気質調査（一般ベースライン）の調査結果

#	パラメータ	単位	結果			規格		
			AAQ1	AAQ2	AAQ3	CPCB	AAQ1	AAQ2
1	PM10	µg/m^3	76.8	68.1	73.5	<100	<45	<100
2	PM2.5	µg/m^3	42.1	35.7	40.9	<60	<15	<35
3	二酸化硫黄 (SO2)	µg/m^3	10.6	11.9	14.1	<80	<20	<100 (0.04ppm)
4	二酸化窒素 (NO2)	µg/m^3	37.3	34.2	39.4	<80	<25	<110 (0.06ppm)
5	アンモニア (NH3)	µg/m^3	BDL DL:20.0	BDL DL:20.0	22.7	<400	-	-
6	オゾン (O3)	µg/m^3	BDL DL:20.0	BDL DL:20.0	BDL DL:20.0	<180	<100	<110 (0.06ppm)
7	一酸化炭素（CO）	mg/m^3	BDL DL:1.0	BDL DL:1.0	BDL DL:1.0	<4.0	<4.0	<10.0
8	ベンゼン (C6H6)	µg/m^3	BDL DL:1.0	BDL DL:1.0	BDL DL:1.0	<5.0	-	<3.0 (annual ave.)
9	ベンゾ（a）ピレン（粒子相のみ）	ng/m^3	BDL DL:0.1	BDL DL:0.1	BDL DL:0.1	<1.0	-	-
10	鉛 (Pb)	µg/m^3	BDL DL:0.1	BDL DL:0.1	BDL DL:0.1	<1.0	-	-
11	ヒ素（As）	ng/m^3	BDL DL:1.0	BDL DL:1.0	BDL DL:1.0	<6.0	-	-
12	ニッケル（Ni）	ng/m^3	BDL DL:1.0	BDL DL:1.0	BDL DL:1.0	<20	-	-

Note: BDL=Below Detection Limit, DL=Detection Limit
出典: JICA Expert Team

2) 分析

チェンナイ都心部における河川区域内での大気質については、PM10 について WHO 及び日本の環境基準に適合しない結果であるものの、全てのパラメーターの結果で CPCB の定める基準値以内であった。このことは、隣接する道路から離れた河川環境では都心部であっても大気質基準に満たした環境が形成されていることがわかる。また、今後の洪水対策に関連する取組を河川内で実施する場合においては、既存の大気質環境を損なわないよう十分留意することが重要となる。

(2) 水質（一般的ベースライン）

1) 調査結果

河川、湖沼、池の水質を維持することは、健全な水生生態系と多様な動植物の生息環境を維持し生態系サービスを享受するうえで不可欠となる。環境調査の水質サンプリング地点はは、対象河川の農村部と都市部との水質の違いを示す。また、未処理の廃水排出や都市固形廃棄物の投棄などによって淀みが生じている重要な地点も考慮された。下表に、サンプリング地点の位置、調査状況、結果を写真を示す。

Table 8-18: 水質調査の調査地点（一般ベースライン）

ゾーン名	地域名／所在地	緯度	経度
I	Buckingham Canal		
I-1	B Canal Coum River Outlet	13° 4'7.36"N	80°17'1.86"E
I-2	B Canal Adyar River Outlet	13° 1'4.24"N	80°14'54.57"E
I-3	B Canal Neelankarai	12°56'58.18"N	80°14'53.98"E
I-4	B Canal Near Pallikaranai	12°53'58.89"N	80°14'20.01"E
II	Riverine		
II-1	Adyar River Mouth	13° 0'54.05"N	80°16'14.20"E
II-2	Adyar River Suburban	12°54'56.67"N	80° 3'53.59"E
II-3	Coum River Suburban	13° 5'16.08"N	80° 2'10.74"E
II-4	Coum River Choolaimedu	13° 4'5.83"N	80°13'53.36"E
II-5	Kosasthalaiyar River Mouth	13°12'6.25"N	80°18'19.00"E
II-6	Adyar Riverbank (City Centre)	13° 1'1.53"N	80°13'25.65"E
II-7	Coum Riverbank (City Centre)	13° 4'5.73"N	80°16'6.74"E
II-8	Kosasthalaiyar Riverbank (Dense Industrial Area)	13°22'23.03"N	80°31’90.84"E

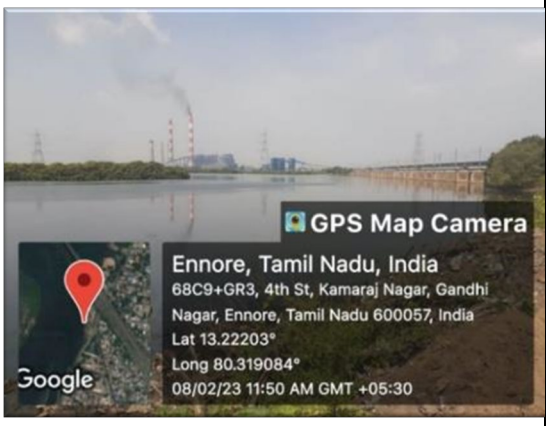


写真 1 Kosasthalaiyar 河口及び and 工業地帯 (1)

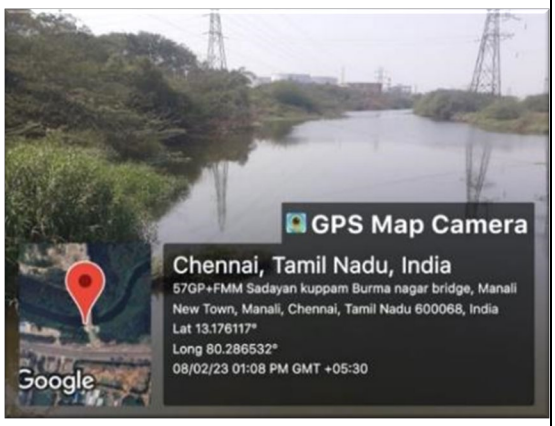


写真 2 Kosasthalaiyar 河口及び and 工業地帯(2)

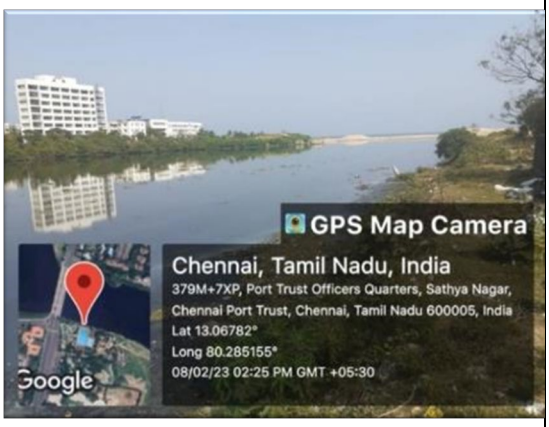


写真 3 Buckingham 運河と Cooum 川の合流地点及び Cooum 川河口 (1)

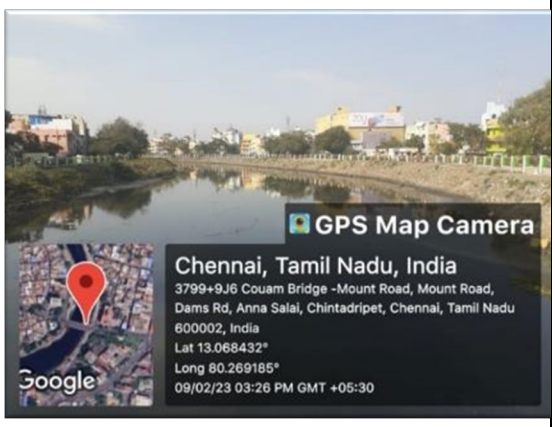
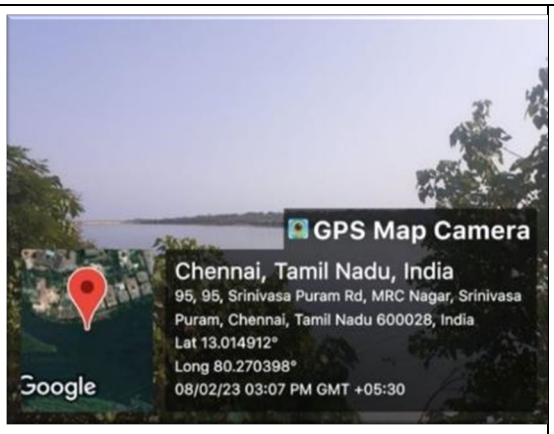
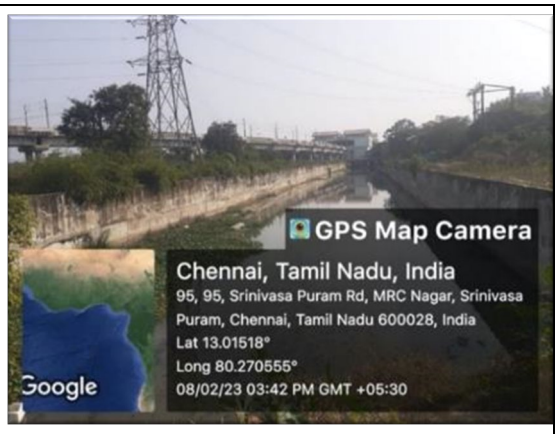
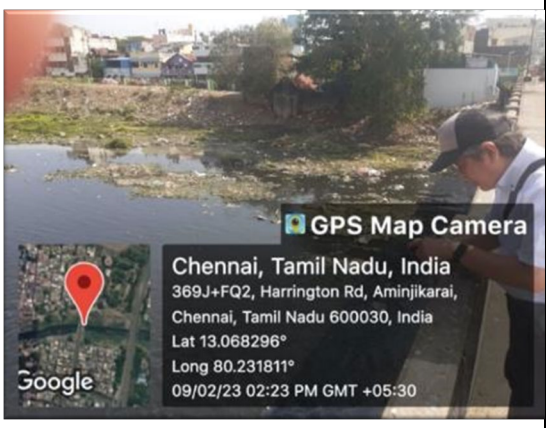
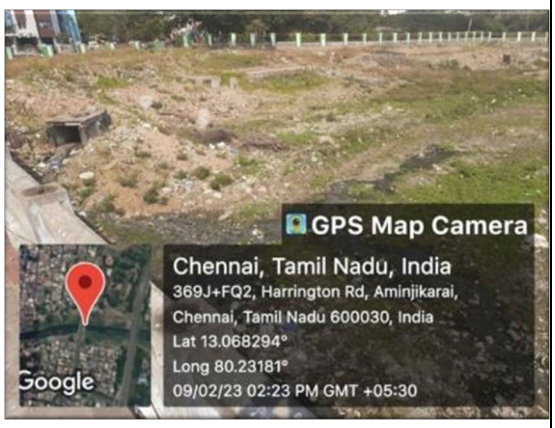
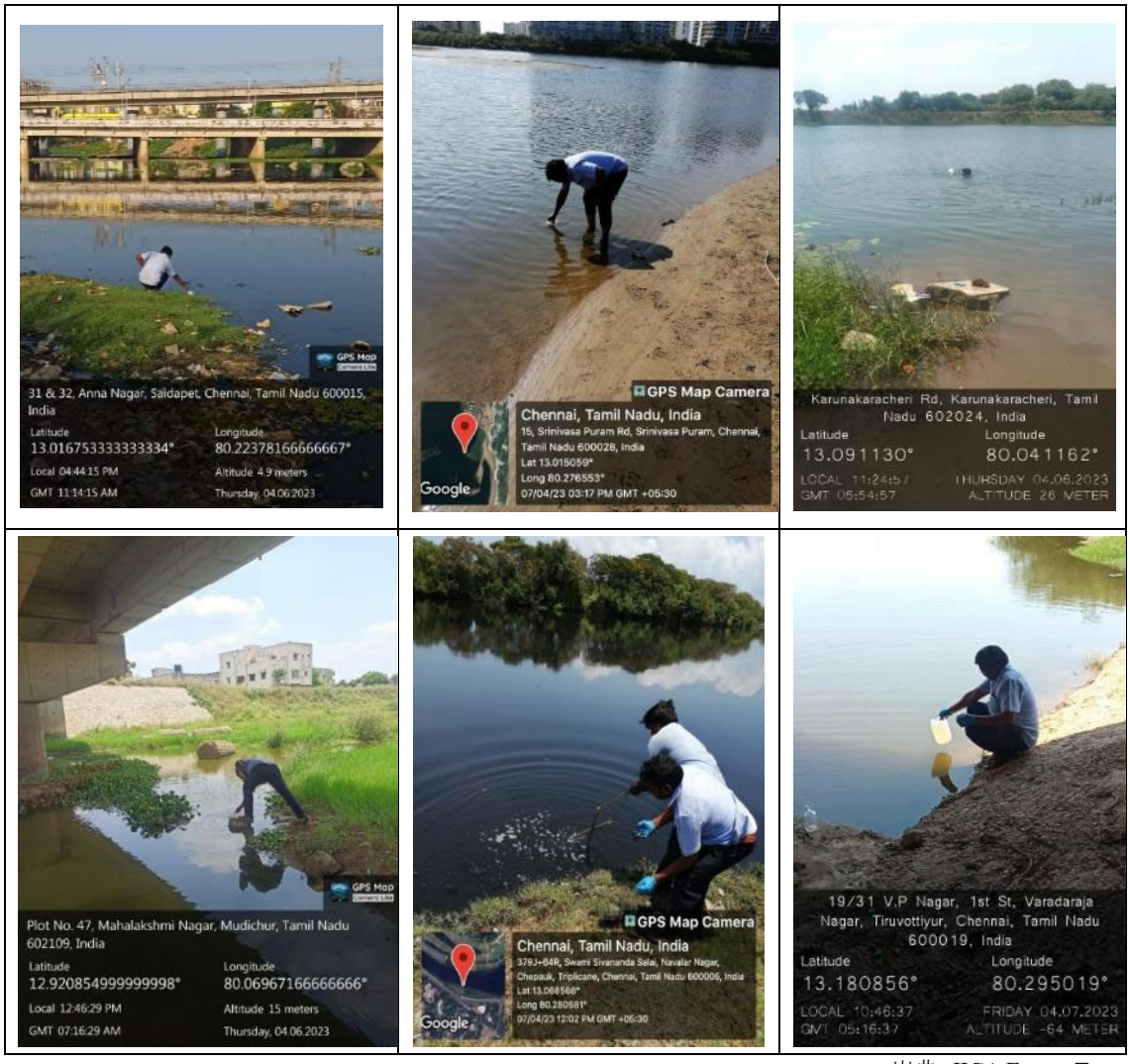


写真 4 Buckingham 運河と Cooum 川の合流地点及び Cooum 川河口(2)

<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>写真 5 Adyar 川及び Adyar 川と Buckingham 運河との合流地点 (1)</td><td>写真 6 Adyar 川及び Adyar 川と Buckingham 運河との合流地点(2)</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>写真 7 市街地の Cooum 川 (1)</td><td>写真 8 市街地の Cooum 川 (2)</td></tr>
</table>

出典: JICA Expert Team



出典: JICA Expert Team

Figure 8-15: 採水状況（2023 年 4 月 6 日、7 日）（一般ベースライン）

Table 8-19: 水質調査結果（一般ベースライン）

#	パラメータ	単位	結果												標準			
			I-1	I-2	I-3	I-4	II-1	II -2	II -3	II -4	II -5	II -6	II -7	II -8	Indian	EPA (US)	WHO	Japan
1	色	Hazen	20	25	25	35	5	10	25	20	35	5	30	10	5	-	-	-
2	臭気	-	Disagreeable	Agreeable	Agreeable	Agreeable	Agreeable	Agreeable	Agreeable	Disagreeable	Disagreeable	Agreeable	Agreeable	Agreeable	-	-	-	-
3	濁度	NTU	25	113	36.9	49.4	2	11	16	113	32.4	12.2	47.5	38.2	-	-		-
4	pH at 25° C	-	8.36	8.34	6.99	7.44	8.42	8.42	8.38	7.14	7.11	7.73	7.47	7.67	5.5-9.0	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-8.5
5	温度	° C	27	27	29	29	27	27	27	29	29	28	28	28	>5° C	-	-	-
6	導電率@ 25° C	mS/cm	2.53	2.46	10.30	2.71	0.89	1.43	1.76	2.17	6.91	64.30	39.95	71.70	-	-	-	-
7	全溶解固形分(TDS)	mg/l	1428	1518	6564	1088	556	1106	1100	1140	4032	40604	23544	38926	-	<500	-	-
8	総懸濁物質(TSS)	mg/l	26	22	88	108	8	22	24	96	68	28	150	168	<100	-	<50	<50 Industrial
9	総固形分	mg/l	1454	1540	6652	1196	564	1128	1124	1236	4100	40632	23694	39094	-	-	-	-
10	全アルカリ度 (CaCO3)	mg/l	366	467	447	469	185	298	431	475	469	109	258	126	-	-	-	-
11	酸度(CaCO3)	mg/l	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	-	-	-	-
12	全硬度 (CaCO3)	mg/l	496	484	1200	324	196	480	336	386	740	6250	4100	6700	<300	<200	<200	-
13	カルシウム (Ca)	mg/l	72	87	160	87	40	96	79	99	132	521	401	441	-	-	-	-
14	マグネシウム (Mg)	mg/l	77	65	194	26	23	58	34	34	100	1203	753	1361	-	-	-	-
15	塩化物（CI）	mg/l	536	467	3040	304	133	238	247	334	2019	19524	10546	19334	-	<250	-	-
16	フッ化物 (F)	mg/l	0.49	0.65	2.01	1.13	1.48	0.46	0.77	1.54	2.49	4.27	2.84	5.63	<2	<4	-	-
17	硝酸塩 (NO3)	mg/l	13.81	12.22	10.30	10.21	1.87	19.4	12.96	13.47	14.08	2.33	9.42	2.20	-	<10	-	-
18	全窒素	mg/l	43.92	47.45	26.61	31.10	8.34	11.54	33.02	23.72	28.53	2.88	21.80	3.20	-	-	-	-
19	硫酸塩 (SO4)	mg/l	33	28	429	89	24	0.36	51	77	259	1915	1309	1833	-	-	-	-

#	パラメータ	単位	結果											標準			
			I-1	I-2	I-3	I-4	II-1	II -2	II -3	II -4	II -5	II -6	II -7	II -8	Indian	EPA (US)	WHO	Japan
20	全リン酸塩 (P)	mg/l	5.543	9.143	4.07	3.09	BDL (DL :1.0)	1.391	5.525	3.24	3.78	0.083	1.067	0.17	-	-	-	-
21	溶存酸素 (DO)	mg/l	BDL (DL:0.02)	BDL (DL:0.02)	BDL (DL:0.02)	BDL (DL:0.02)	5.26	6.9	BDL (DL :0.2)	BDL (DL :0.2)	BDL (DL :0.2)	6.2	BDL (DL :0.2)	6.7	>3	-	-	>5
22	BOD 27℃、3 日間	mg/l	23	17	23	15	6	7	12	35	20	4	5	3	<30	<5	<30	<8 Industrial
23	COD	mg/l	111	88	122	84	18	26.4	62	171	115	19	27	17	<250	<40	<125	-
24	鉛(Pb)	mg/l	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :1.0)	BDL (DL :0.1)	BDL (DL :0.1)	BDL (DL :0.1)	BDL (DL :0.1)	BDL (DL :0.1)	BDL (DL :0.1)	<0.1	-	-	-
25	総クロム(Cr)	mg/l	0.081	0.068	0.019	0.022	0.055	0.031	0.101	0.031	0.022	BDL (DL :0.1)	0.016	BDL (DL :0.1)	<2	-	-	-
26	鉄(Fe)	mg/l	2.117	1.538	0.536	0.742	1.047	1.052	1.976	2.126	1.916	0.292	0.782	0.306	<3	<3	-	-
27	マンガン (Mn)	mg/l	0.340	0.416	0.231	0.118	0.074	0.216	0.202	0.415	0.257	0.012	0.149	0.029	-	0.5	-	-
28	亜鉛(Zn)	mg/l	0.090	0.065	0.031	0.036	0.055	0.020	0.293	0.138	0.053	BDL (DL :0.1)	0.045	BDL (DL :0.1)	<5	<5	-	-
29	アルミニウム（Al）	mg/l	0.760	0.611	0.266	0.436	0.547	0.841	1.364	1.023	0.446	0.574	0.364	0.355	-		-	-
30	水銀(Hg)	mg/l	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL :0.0005)	<0.01	<0.002	-	-
31	総ヒ素(As)	mg/l	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	<0.2	<0.01	-	-
32	大腸菌	MPN /100 ml	<1.8	<1.8	70	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	63	-	-	-	-
33	総大腸菌群	MPN /100 ml	280	240	430	170	210	210	170	280	220	220	170	220	<500	-	<400	-

注: BDL=Below Detection Limit, DL=Detection Limit,
赤字は CPCB（New Delhi）または国際機関が規定する標準水質から外れた値を示す。

出典: JICA Expert Team

2) 分析

Adyar、Cooum、Kosasthalayer 川及び Buckingham 運河の表面水の水質調査結果より、全ての表面水の水質で炭酸カルシウム値 $CaCO^3$ が高く、都心部における塩化物（Cl）、フッ素（F）、硝酸塩（NO3）の値が高い傾向にある。このことから、3 河川の下流部及び Buckingham 運河の水質は、工場及び家庭用排水の未処理水が流入することによる水質悪化が顕著であるといえる。また、溶存酸素量（DO）の値も基準値を下回ることから、既存の都心部の河川環境は、水生生物の生息環境として適合しておらず、生物多様性環境の創出を見込むことは難しいことがわかる。

(3) 騒音・振動（一般的ベースライン）

騒音・振動の調査対象地点の選定について、大気質調査と同様に重要な地域の出入口（チェンナイの玄関口）として機能する交通量の多い場所を選定している。下の図表に、それぞれサンプリング地点と調査結果を示す。

Table 8-20: 騒音・振動調査地点（一般ベースライン）

ゾーン	河川環境関連	緯度	経度
I-1	Adyar Riverbank （市内中心部）	13° 1'1.53"N	80°13'25.65"E
I-2	Coum Riverbank （市内中心部）	13° 4'5.73"N	80°16'6.74"E
I-3	Kosasthalaiyar Riverbank（住宅密集地）	13°10'37.24"N	80°12'6.45"E

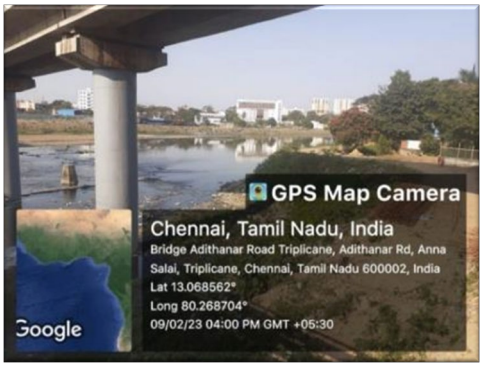


写真 1 Adyar 河岸 (市内中心部)

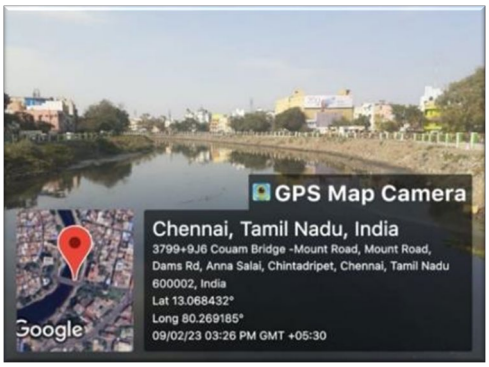


写真 2 Cooum 河岸 (市内中心部)

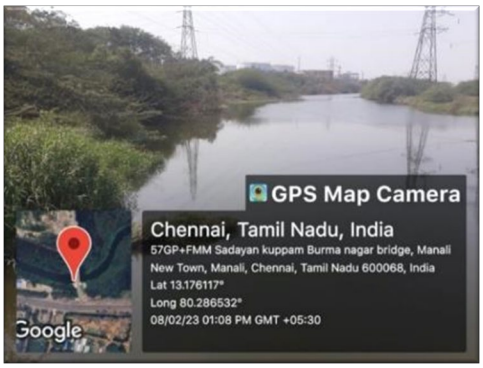


写真 3 Kosasthalaiyar 河岸 (住宅密集地)

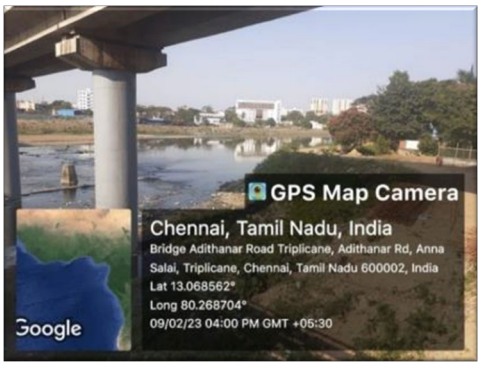


写真 4 Kosasthalaiyar 河岸 (住宅密集地)

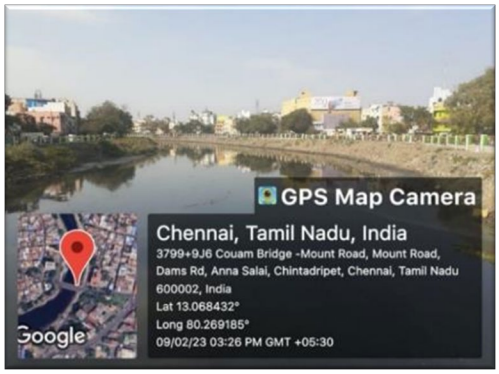


写真 5 Cooum Riverbank (市内中心部)

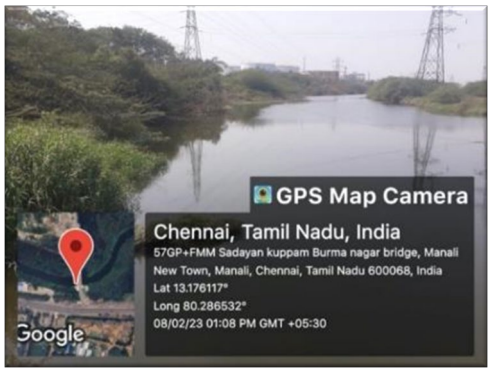


写真 6 Kosasthalaiyar 河岸 (住宅地)

出典: JICA Expert Team







出典: JICA Expert Team

Figure 8-16: 騒音・振動調査の状況（2023 年 4 月 24 日）（一般ベースライン）

Table 8-21: 騒音・振動調査の結果 (一般ベースライン)

#	サンプリング場所	結果			備考
		騒音 (dB(A) Leq)		騒音 (dB(A) Leq)	
		日中 6am-10pm	夜間 10pm-6am		
NV1	Adyar River (City Centre)	60.9	53.5	BDL, DL:0.5	
NV2	Mount Road, Anna Salai	63.7	55.2	BDL, DL:0.5	
NV3	Kosasthalaiyar River, Manali	62.5	47.9	BDL, DL:0.5	
	Standards				
1	India (commercial)	<65	<55	-	Residential noise standard: <55 (day) <45 (night)
2	WHO (industrial)	<70	<70	-	
3	Japan (industrial)	<60	<50	<56.2 (mm/s2) *=75 (dB)	

注: BDL=Below Detection Limit, DL=Detection Limit,
赤字は CPCB による基準値外を示す。

出典: JICA Expert Team

サンプリング地点で観測された騒音の音源は、場所によって風や鳥のさえずりも影響するものの主に車両交通やその他の人為的活動によるものである。騒音調査の結果をみると、日中で 60.98dB（A）～63.7dB（A)の範囲で、夜間では 47.9dB（A）～55.2dB（A)の範囲であった。調査地点は、チェンナイ中心地の商業地域であるにも関わらず、Mound Road 地点以外の騒音レベルがインドにおける基準値（65 dB（A））よりも低いことが示された。Mound Road 地点が基準値を超える原因は夜間における交通であることが想定されるものの、チェンナイにおける商業地域の騒音については、現状においては基準値内であり、大きな騒音に対する影響は限定的であるといえる。一方で、振動については、全ての地点において検出可能な数値を下回る結果が示された。これより、チェンナイの商業地域の日常の経済活動を通じた振動による負の影響は現状確認されなかった。

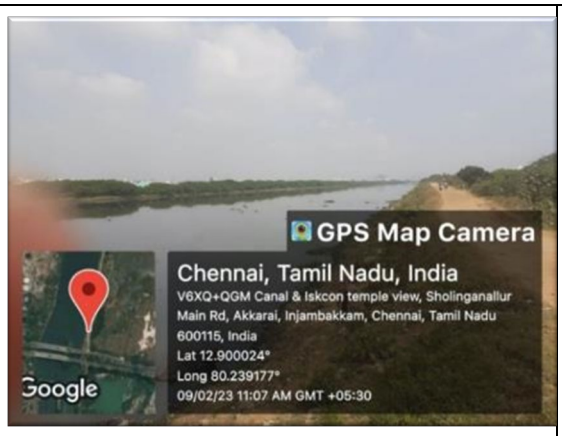
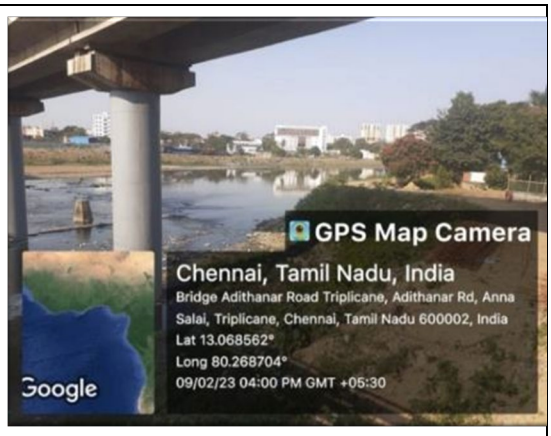
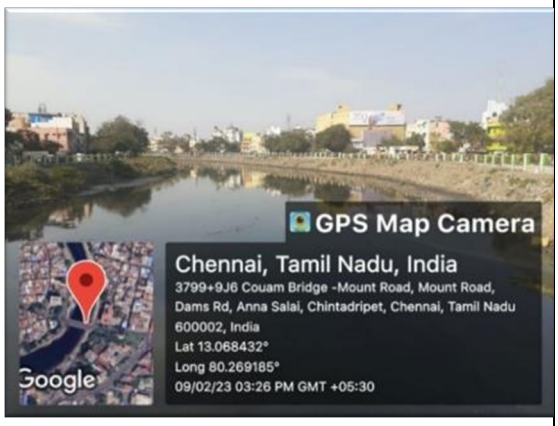
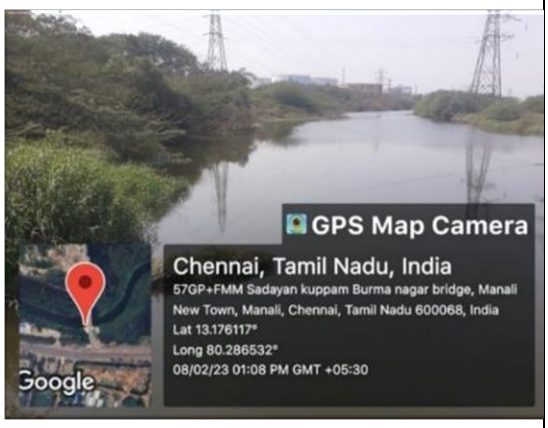
(4)　底質土の質（一般的ベースライン）

1)　調査結果

底質土の調査は、マスタープランで掲げられる優先取り組みが、現状の河川の底質土にどのように影響するかを分析するために実施される。一般的に、河川の流速が急激に早まる場合や、雨季における降雨のピーク時において大量の水が河川に流れる場合に、大量の土砂が河川敷や湖や池に堆積する。チェンナイにおける河川の流況は季節的に変化するため、堆積した土砂は閑散期には移動せずに生態系の一部として構成されし、水流によって運ばれた栄養塩類や有毒物質は河川の水生生物に影響を与える。よって、河川の底質土の健全性を維持することは、河川や湖沼の持続的な健全性を維持することと同義であり、生態系サービスを供給するための環境を確保するためには不可欠といえる。下表に底質土のサンプリング地点の位置、調査条件、調査結果を示す。

Table 8-22: 土砂の土質調査地点（一般ベースライン）

ゾーン名	地域名／所在地	緯度	経度
I	Buckingham Canal		
I-1	Buckingham Canal Near Pallikaranai	12°53'58.89"N	80°14'20.01"E
II	Riverine		
II-1	Adyar River (City Centre)	13° 1'1.53"N	80°13'25.65"E
II-2	Coum River (City Centre)	13° 4'5.73"N	80°16'6.74"E
II-3	Kosasthalaiyar River (Dense Industrial Area)	13°10'49.93"N	80°16'44.87"E

	
写真 1 B Pallikaranai 近くの Buckingham 運河	写真 2 Adyar 川 (市内中心部)
	
写真 3 Cooum 川 (市内中心部)	写真 4 Kosasthalaiyar 川 (住宅密集地)

出典: JICA Expert Team



出典: JICA Expert Team

Figure 8-17: 採水状況（2023 年 4 月 6 日、7 日）

Table 8-23: 底質土壌調査結果（一般ベースライン）

#	パラメータ	単位	結果			DTIV の目標値	ICAR による中程度の評価値
			SQ1	SQ2	SQ3		
1	pH @ 25° C	-	7.80	7.59	8.04	-	5-8
2	Density	g/cc	1.2	1.18	1.24	-	-
3	保水率	%	67.06	32.31	66.7	-	-
4	電気伝導率@ 25° C	mS/cm	3.16	2.70	1.83	-	<4.0 for normal soil
5	粘土質	%	25.49	23.42	44.62	-	-
6	砂質	%	64.52	74.18	54.48	-	-
7	シルト質	%	9.99	2.4	0.9	-	-
8	保水能力	%	65.42	54.89	53.58	-	-
9	リン(P)	mg/kg	499	BDL DL:1.0	305	-	10-30
10	ナトリウム(Na)	mg/kg	7768	2452	1597	-	200-500
11	カリウム(K)	mg/kg	3947	2080	796	-	150-250

#	パラメータ	単位	結果			DTIV の目標値	ICAR による中程度の評価値
			SQ1	SQ2	SQ3		
12	カルシウム(Ca)	mg/kg	7694	56266	2420	-	1000-2000
13	マグネシウム(Mg)	mg/kg	2733	7042	1631	-	100-300
14	鉄(Fe)	mg/kg	13091	25	7849	-	-
15	亜鉛(Zn)	mg/kg	562	117	109	<140	-
16	マンガン(Mn)	mg/kg	13829	221	65	-	-
17	ニッケル(Ni)	mg/kg	58.8	17	9	<35	-
18	クロム(Cr)	mg/kg	88.4	3	23	<100	-
19	銅(Cu)	mg/kg	1685	14	59	<36	-
20	カドミウム(Cd)	mg/kg	10.4	BDL, DL:1.0	6	<0.8	-
21	アルミニウム(Al)	mg/kg	26.5	6195	3733	-	-
22	有機炭素	%	7.483	2.5	0.55	-	-
23	有機物	%	12.90	4.31	0.95	-	-
24	総窒素(N)	mg/kg	3633	1784	429	-	-

注：BDL=Below Detection Limit、DL=Detection Limit、DTIV=Dutch Target Intervention Value 2000、ICAR=Indian Council of Agricultural Research
赤文字は、Handbook of Agriculture, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 2011、および国際機関の基準から外れた値を示す。

出典: JICA Expert Team

Table 8-24: 標準土壌分類

#	パラメーター	順位				
		とても低い	低い	中庸	高い	とても高い
1	pH	<4 非常に強い酸性	4-5 強酸性	5-8 植物の成長に最適	8-9, 強い塩基質	>9, 非常に強い塩基質
2	電気伝導率 (mS/cm)	<2.0 非塩類質	2.0-4.0 塩類質	4.0-8.0 中庸塩類質	8.0-16.0 高塩類質	>16.0 非常に高い塩類質
3	全窒素(%)	<0.05 非常に低い	0.05-0.15 低い	0.15-0.25 中程度	0.25-0.5 高い	>0.5 非常に高い
4	全リン (mg/kg)	<5 非常に低い	5-10 低い	10-30 中程度	30-60 高い	>60 非常に高い
5	ナトリウム (mg/kg)	-	<200 非ソーダ質	200-500 中程度	>500 ソーダ質	-
6	カリウム (mg/kg)	-	<150 低い	150-250 中程度	250-800 高い	>800 非常に高い
7	カルシウム (mg/kg)	-	<1000 低い	1000-2000 中程度	>2000 高い	-
8	マグネシウム (mg/kg)	<40 非常に低い	40-100 低い	100-300 中程度	>300 高い	-
9	有機物(%)	0.5-1.0 非常に低い	1.0-2.0 低い	2.0-3.0 中程度	3.0-5.0 高い	>5 非常に高い

出典: Handbook of Agriculture, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 2011

2)　　分析

対象となる河川の底質土の土質調査の結果より、調査の対象となった河川の全底質土にナトリウム（Na)、カリウム（K)、カルシウム（Ca)、マグネシウム（Mg）を代表とする軽金属の値が高いことがわかった。また、Buckingham 運河及び Kosasthalaiyar 川の工業地帯に位置する区域の底質土については、銅（Cu）やカドミウム（Cd）を踏めた重金属の値が高く、未処理の家庭雑排水や工業排水及び農業用堆肥の成分が溶け出した排水に含まれる重金属が沈殿したと予想される。このような底質土は、植物の生長に適さない他、農業利用される場合においては人体の健康の被害を及ぼす可能性が含まれることから、プロジェクトの洪水対策の実施に伴って河川や運河の浚渫を伴う場合において、これらの底質土の再利用する場合においては、土壌汚染による二次的な負の影響を避けるための対策（バイオマイニング等）を講じる必要がある。

8.9.2.3. タンクの調査結果

ここでは、マスタープランの取り組みに関連するタンクとなる Cooum Big Tank、Manimangalam Tank、Kondangi Eri、Thruneemalai Eri の表面水と底質土の調査結果を対象地の位置を含め以下に示す。

Table 8-25: 水質・底質土壌調査地点（対象タンク）

#	タンク名 / 場所	サンプル採取日	緯度	経度
1	Cooum Gig Tank / Irulanjeri	April 6, 2024	13.019383°	79.820338°
2	Manimangalam Tank / Karasangal	April 6, 2024	12.896207°	80.037559°
3	Kondangi Eri / Kalvory R.F	April 6, 2024	12.752557°	80.090380°
4	Thrunee-malai Eri / Thiruneermalai	April 6, 2024	12.955868°	80.119963°



写真 1 Coum Big Tank

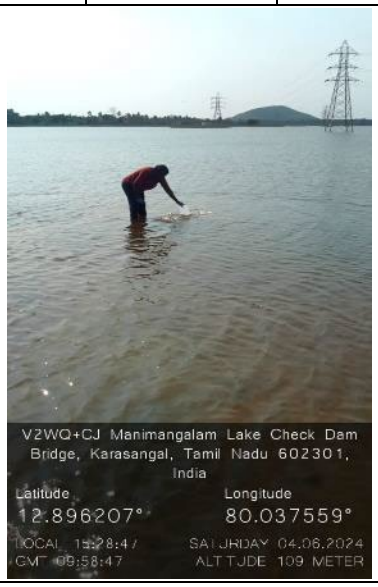


写真 2 Manimangalam Tank



写真 3 Kondangi Eri



写真 4 Thrunee-malai Eri

出典: JICA Expert Team

(1) 表面水の水質（タンク）

タンクの水質は、殆どのパラメータでインドの基準値内であり、この結果は、前項に示された河川表面水の水質と比較して良好であり、対象タンクの水が汚染されていないことを示す。また、Cooum Big Tank、Maniman-galam Tank、Kondangi Eri の水質が良好であることは、貯水池の水の殆どが地域の農地の灌漑用に使用されているためであると想定される。一方で、都市化地域のサンプルである Thrunee-malai Eri では、全溶解固形物（TDS)、全硬度 (CaCO3)硝酸塩（NO3）のパラメータが基準値から外れている。高い値となった TDS と全硬度については、貯水池内の重金属の悪化と関連して水生環境の生物多様性に直接影響を及ぼすことから、市街化区域内のほとんどのタンクが同様の状況にあると仮定すると、これらのタンクの早急な改修が必要である。

Table 8-26: 水質調査結果（タンク）

#	パラメータ	単位	表流水の水質調査結果				基準			
			Cooum Big Tank	Maniman-galam Tank	Kondangi Eri	Thrunee-malai Eri	インド	EPA (US)	WHO	日本
1	色	Hazen	20	15	10	50	5	-	-	-
2	臭気	-	Agreeable	Agreeable	Agreeable	Agreeable	-	-	-	-
3	濁度	NTU	3.8	1.4	2.4	8.6	-	-		-
4	pH at 25°C	-	8.38	6.74	7.19	7.42	5.5-9.0	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-8.5
5	温度	°C	27	27	27	27	>5°C	-	-	-
6	導電率@ 25°C	mS/cm	0.68	0.37	0.27	0.94	-	-	-	-
7	全溶解固形分 (TDS)	mg/l	378	206	152	526	-	<500	-	-
8	総浮遊物質 (TSS)	mg/l	9	4	6	22	<100	-	<50	<50Industrial
9	総固形分	mg/l	402	216	168	574	-	-	-	-

#	パラメータ	単位	表流水の水質調査結果				基準			
			Cooum Big Tank	Maniman-galam Tank	Kondangi Eri	Thrunee-malai Eri	インド	EPA (US)	WHO	日本
10	全アルカリ度(CaCO3)	mg/l	177	103	89	191	-	-	-	-
11	酸度(CaCO3)	mg/l	Nil	10.4	6.9	4.1	-	-	-	-
12	全硬度 (CaCO3)	mg/l	125	115	100	215	<300	<200	<200	-
13	カルシウム (Ca)	mg/l	38	36	13	46	-	-	-	-
14	マグネシウム (Mg)	mg/l	7	6	11	24	-	-	-	-
15	塩化物 （CI）	mg/l	119	61	44	165	-	<250	-	-
16	フッ化物 (F)	mg/l	0.79	0.54	0.42	1.12	<2	<4	-	-
17	硝酸塩 (NO3)	mg/l	7.24	3	4	10.7	-	<10	-	-
18	全窒素	mg/l	BDL (DL: 1.0)	BDL (DL: 1.0)	BDL (DL: 1.0)	BDL (DL: 1.0)	-	-	-	-
19	硫酸塩 (SO4)	mg/l	4	8.4	BDL (DL: 1.0)	27	-	-	-	-
20	全リン酸塩 (P)	mg/l	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	0.59	-	-	-	-
21	溶存酸素 (DO)	mg/l	6.1	6.2	6.4	5.8	>3	-	-	>5
22	BOD 27℃、3 日間	mg/l	6	4	BDL (DL:2.0)	7	<30	<5	<30	<8 Industrial
23	COD	mg/l	31	19	13	38	<250	<40	<125	-
24	鉛(Pb)	mg/l	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	<0.1	-	-	-
25	総クロム(Cr)	mg/l	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	<2	-	-	-
26	鉄(Fe)	mg/l	0.573	0.419	0.365	0.871	<3	<3	-	-
27	マンガン (Mn)	mg/l	0.129	0.050	0.029	0.060	-	0.5	-	-
28	亜鉛(Zn)	mg/l	0.043	0.031	0.033	0.036	<5	<5	-	-
29	アルミニウム （Al）	mg/l	4.160	0.469	0.328	0.546	-		-	-
30	水銀(Hg)	mg/l	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	BDL (DL:0.0005)	<0.01	<0.002	-	-
31	総ヒ素(As)	mg/l	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	BDL (DL:0.01)	<0.2	<0.01	-	-
32	大腸菌	MPN /100ml	280	<1.8	<1.8	<1.8	-	-	-	-

#	パラメータ	単位	表流水の水質調査結果				基準			
			Cooum Big Tank	Maniman-galam Tank	Kondangi Eri	Thrunee-malai Eri	インド	EPA (US)	WHO	日本
33	総大腸菌群	MPN /100ml	1600	350	280	280	<500	-	<400	-

注：BDL=Below Detection Limit、DL=Detection Limit、
赤字は CPCB（New Delhi）または国際機関が規定する標準水質から外れた値を示す。

出典: JICA Expert Team

(2) 底質土の質（対象タンク）

対象タンクの底質土調査の結果、土壌には高濃度の重金属が含まれていることが示された。この結果より、優先対策の実施においてタンクの掘削土壌を農業目的で使用する場合、植物の生育やより安全な収穫のため、その掘削土壌を適切に処理する必要性が示された。 底質土の質は、農作物や人間の健康を維持するために非常に重要であり、負の影響に対する何らかの因果関係がある場合、天然資源の汚染や人の健康被害を引き起こす可能性を含むことから慎重な対応が求められる。また、優先対策が完了した後のチェンナイの河川流域において、現状の底質土の汚染が抑制される可能性があるため、将来的な河川水や土砂が及ぼす影響を正確に評価できるよう定期的なモニタリングの実施が求められる。

Table 8-27: 底質土壌の調査結果（対象タンク）

#	パラメータ	単位	結果				DTIV の目標値	ICAR による中程度の評価値
			Cooum Big Tank	Maniman-galam Tank	Kondangi Eri	Thrunee-malai Eri		
1	pH @ 25° C	-	6.84	7.13	6.64	6.89	-	5-8
2	Density	g/cc	1.41	1.48	1.36	1.04	-	-
3	保水率	%	35.30	17.88	34.30	56.50	-	-
4	電気伝導率 @ 25° C	mS/cm	0.31	0.52	0.33	0.80	-	<4.0 for normal soil
5	粘土質	%	10.25	23.38	15.99	1.42	-	-
6	砂質	%	88.98	76.16	83.42	93.43	-	-
7	シルト質	%	0.77	0.46	0.59	5.15	-	-
8	保水能力	%	49.80	44.71	51 .67	68.07	-	-
9	リン(P)	mg/kg	235	740	99.4	1,344	-	10-30
10	ナトリウム(Na)	mg/kg	1198	1578	1384	2516	-	200-500
11	カリウム(K)	mg/kg	1554	1738	1737	2613	-	150-250
12	カルシウム(Ca)	mg/kg	3595	4659	3929	19548	-	1000-2000
13	マグネシウム(Mg)	mg/kg	1954	2571	2925	3115	-	100-300
14	鉄(Fe)	mg/kg	14151	43818	32685	34872	-	-
15	亜鉛(Zn)	mg/kg	30.7	45.7	62.0	100	<140	-
16	マンガン(Mn)	mg/kg	133	331	238	223	-	-
17	ニッケル(Ni)	mg/kg	10.9	30.5	21.6	15.8	<35	-
18	クロム(Cr)	mg/kg	21 .4	99.9	46.2	52.7	<100	-

#	パラメータ	単位	結果				DTIV の目標値	ICAR による中程度の評価値
			Cooum Big Tank	Maniman-galam Tank	Kondangi Eri	Thrunee-malai Eri		
19	銅(Cu)	mg/kg	14.4	38.7	27.5	81.4	<36	-
20	カドミウム(Cd)	mg/kg	BDL (DL:1.0)	BDL (DL:1.0)	BDL (DL:1.0)	BDL (DL:1.0)	<0.8	-
21	アルミニウム(Al)	mg/kg	7297	29180	21763	8133	-	-
22	有機炭素	%	0.65	0.07	0.60	12.76	-	-
23	有機物	%	1.12	0.12	1.03	22.0	-	-
24	総窒素(N)	mg/kg	1920	962	1058	5682	-	-

注: BDL=Below Detection Limit, DL=Detection Limit, DTIV=Dutch Target Intervention Value 2000, 赤字は「the Handbook of Agriculture, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 2011」国際機関の基準値外を示す。

出典: JICA Expert Team

8.9.3 自然環境

都市周辺への市街化のスプロールは、生態系の保全や生物多様性へのリスクなど、環境問題を引き起こす大きな原因のひとつである。近代社会において多くの技術的な進歩を遂げているにもかかわらず、都市開発と生物多様性が相互に作用するプロセスは未だに居よく理解されていない。不適切なプロジェクトの決定は生物多様性に影響を与え、都市を洪水などの気候変動リスクにさらす可能性を含む。都市と生物多様性の相互作用に関する理解の不足は、都市が生物多様性に与える負の影響を促進させ、都市環境を管理する効果的なガバナンス・メカニズムの開発を妨げているといえる。

8.9.3.1. 植物相

古典タミル語文献（サンガム文献）によると、チェンナイ市の景観は、海岸と沿岸湿地帯に代表されるネイタル（Neithal）とパーライ（Paalai）に分類される。Neithal は沿岸と海が隣接する土地を指し、Paalai は、Tamil Nadu 州の乾燥地帯示し、その植生は点在する二次的に形成された密集雑木林を含む特徴を有する。また、ラテックス（乳濁液）を精製する木本植物が優占的で樹木の一部は棘を有する。サボテンに似た *Euphorbia antiquorum* は代表的な植生である。オオギヤシ（*Borassus flabellifir*）は、Neitha と Paalai の文化的景観の両方で支配的な樹種であり、要となる種であり、Tamil Nadu 州の州木でもある。チェンナイの歴史的景観は、オオギヤシとナツメヤシの中にが雑木林の中に点在し、樹木間には草本類や低木類、ハーブ類が混在する形で表現される。一方、チェンナイ市街地は、Adyar 川、Cooum 川、Kosasthalaiyar 川、Buckingham 運河、Pallikaranai 湿原、Kovalam 湿原などの湿地帯や河川で占める割合が大きい。そして Paalai は、地表水の流れが氾濫を伴わずに河川を流れ、海へと移動する景観を含むことが知られている。

神智学協会の敷地、インド工科大学 Madras 校（IIT-M）キャンパス、Gindy 国立公園、Madras Chiristian College のキャンパス、Adyar Poonga 河川修復公園などでは、過去 100 年間に敷地内の植生が改善され、樹木や低木を含めた緑環境が回復されている。Adyar 川、

Cooum 川、Kosasthalaiyar 川の河口、Buckingham 運河の一部、Kovalam の湿地帯の植生は、かつてマングローブが支配的であった。また、Mylapore と Mandaveli 地域には、100 年前にマングローブが密生していたことを示す証拠としての文献が残る。Mylapore のルズ教会は、周囲にマングローブが密生していたため、地元では「Kaattu Kovil（タミル語で野生の寺院)」と呼ばれていた。

Roxburgh (1795-1819)、Gamble (1915-1936)、Mayuranathan (1929)などの研究者や植物学者が湿地帯や河口環境を含めた Madras 海岸の植物相について研究している。Rao (1957)は、論文「The Flora of Adyar」を発表したが、そのほとんどは神智学協会敷地内の観賞用植物やその栽培植物を扱ったもので、河口域の植物相についてはほとんど言及していない。Livingstone and Henry (1994)は、Mayuranathan の ″The flowering plants of Madras City and its immediate neighborhood ″を改訂し、チェンナイとその周辺都市地域に対して、陸上生態系、淡水生態系、都市地形システム、断片化された低木ジャングル生態系、河口生態系、潮間生態系、マングローブ生態系植物相を含めるなどの研究が発表されている。下表にチェンナイ及び周辺地域における植物相の絶滅危惧種及び準絶滅危惧種のリストを示す。

Table 8-28: チェンナイ及び周辺地域における植物相の絶滅危惧種及び準絶滅危惧種

#	学術名	一般名	IUCNカテゴリ
1	*Canthium dicoccum*	Ceylon box wood	Vulnerable
2	*Chloroxylon swietenia*	Ceylon satinwood	Vulnerable
3	*Guaiacum officinale*	Roughbark lignum-vitae	Endangered
4	*Khaya senegalensis*	African mahogany	Vulnerable
5	*Pterocarpus marsupium*	Indian kino	Near Threatened
6	*Pterocarpus santalinus*	Red sanders	Endangered
7	*Saraca asoca*	Ashoka tree	Vulnerable
8	*Swietenia mahagoni*	American mahogany	Near Threatened
9	*Swietenia macrophylla*	Mahogany	Endangered

出典: JICA Expert Team

(1) Adyar 川、Buckingham 運河、及び Kovalam 流域

神智学協会の敷地、インド工科大学 Madras 校 (IIT-M) キャンパス、ギンディ国立公園、Madras Chiristian College のキャンパス、Adyar Poonga 河川修復公園の第 1 期及び第 2 期地区において、既に良好な植生被覆が確認されている。チェンナイにおけるその他地域の植生は、河岸や湖の堤防付近に限定されており、それらは断片的なパッチとして数種の樹木が確認されている。確認された樹木は、68 科 204 種で、26 科が 1 種で代表されていた。最大 13 種がマメ科、次いで 13 種がイネ科、8 種がキク科であった。トウダイグサ科とカヤツリグサ科はそれぞれ 7 種であった。また、水生植物の密度が高いことが観察された。また水生生物では、*Spirodela polyrhiza*（ウキクサ)、*Aponogeton natans*（アポノゲトン)、*Alternanthera sessilis*（ツルノゲイトウ)、*Hydrilla verticillata*（クロモ)、*Pistia stratiotes*（ボタンウキクサ)、*Nymphaea nouchali*（ホシザキスイレン)、*Nymphaea rubra*（アカバナスイレン）が確認されたほか、Thiruneer malai の水域全体で、*Nelumbo*

nucifera（ハス）、*Nymphaea pubescens*（シャープラ）、*Nymphaea nouchal*（ホシザキスイレン）が良好な密度を保ち植生していることが観察された。これより、同地区における水質が良好で、より多くの水生植物が生息していることが想定される。確認された植物種の約 13%は、1 種または少数種が点在する形で植生し、草本類（31%）は河川の護岸や堤防沿いに密生して植生する。水生植物（20%）は、沈水性、抽水性、浮遊性で構成され、低木（13%）は点在して植生する他、つる植物（10%）については、*Asclepiadaceae*（ガガイモ科）、*Cucurbitaceae*（ウリ科）、*Convoluvaceae*（ヒルガオ科）の植物種が主として高木に登攀し、地被類（10%）においては *Capparidaceae*（フクチョウボク科）の植物が主であった。

植生に関する 2013 年の報告書によると、Adyar 川河口の植物相は、草本類が 125 種(49%)あり、高木が 59 種（23%）、つる植物が 44 種（18%）、低木が 26 種（10%）であり、2 種の被子植物を含む 252 種 196 属の植物相が確認され、それらは 64 の科目に帰属することが確認された。夏期には広い水域が乾燥することにより草本類の一時的な生息地となる。また、湛水域では、*Prospis juliflora*（メスキート）や *Acacia nilotica*（アラビアゴムモドキ）のような木質部の堅い樹木や棘のある樹木が多く確認されており、これらは、サギ（特にこれらの樹木上で繁殖するムラサキサギ）の営巣場所となっている。市街地の堤防沿いでは、少数の *Azardiracta indica*（インドセンダン）や *Morinda*（モリンダ）が確認されている。

ギンディ国立公園はチェンナイの市街地にある 2.70km^2（1.04mile2）の国立公園で、インドで 8 番目に小さい国立公園であり、市内にある数少ない公園のひとつである。同公園の植生は主に熱帯の乾燥常緑樹で、高木、低木、つる植物、ハーブ、草本類など 350 種以上の植物が確認されている。その植物種には、*Atlantia monophylla*（シュガーアップル）、*Annona squamosa*（バンレイシ）、*Feronia limonia*（ゾウノリンゴ）、*Azadirachta indica*（インドセンダン）など 24 種以上の樹木がこの公園で見られる。同公園は、ブラックバック（インドカモシカ）の生息地保全のため、敷地面積の約 6 分の 1 を開けた草原として確保している。

神智学協会のキャンパスは、チェンナイにおいて Gindy 国立公園に次いで 2 番目に大きな緑地である。キャンパス内の植生は、161 種の高木、84 種の低木、179 種の草本類、25 種のつる植物で構成され、計 449 種 353 属 85 科の植物種が確認されている。分類上の上位の植物として *Fabids（マメ目）*と *Lamiids*（シソ目）が約 49%を占めており、熱帯植物種においては、66%が旧熱帯要素（アフリカ・アジアの熱帯地域）、31%が新熱帯要素（北米・中南米・西インド諸島地域）を含む植生で前者が同キャンパスの大半を占めている。このことからも同キャンパスには多種多様な外来植物が多く植生していることが分かる。

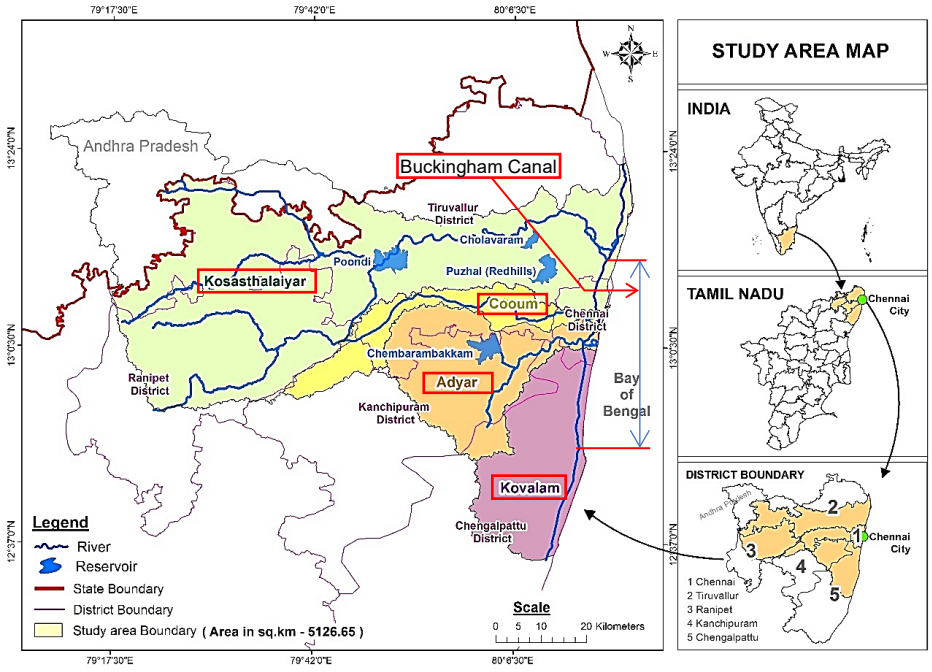
(2)　Cooum 川

Cooum 川の大部分は都市開発の影響を受けおり、植物種の多様性は Adyar 川と比較して低い。同河川の河川敷は、概ね小規模で断片的な植生群で構成される。陸生植物は河川の

護岸や湖の堤防周辺に限られており、樹木の種類は少ない。これまでの調査では 64 科 205 種が確認されており、最も多い種類が *Fabaceae*（マメ科）の 13 種で、*Poaceae*（イネ科）の 13 種、*Asteraceae（キク科）の*8 種、*Euphorbiaceae*（トウダイグサ科）と *Cyperaceae*（カヤツリグサ科）のそれぞれ 7 種で構成される。また、同河川では、水生植物の密度が高いことが確認されている。代表的な植物種は Adyar 川のものと同様である。

(3) Kosasthalaiyar 川

Kosasthalaiyar 川には、湛水域、干潟、マングローブ、塩性湿地、沿岸湿地などの植物生息地域がある。河口部の入江で 1 種のマングローブが確認された。マングローブ域で見られる単独優占種は *Avicennia marina*（レルギダマシ）である。Rhizophora（ヤエヤマヒルギゾク）は、河口の西側沿岸に 1m 未満の高さで植生し、植生範囲は中州状の遊水地域に沿って河口と反対側に直線に伸びる。Kosasthalaiyar 川の沿岸湿地を含む 4 つの異なる水系から計 56 種の植物種が確認された。尚、マングローブ植生については、植生パッチが過剰に断片化されて攪乱されており、植生土壌に高い塩分濃度の沈泥が多く殆どの植生域で成長が阻害されていることが観察された。塩生植物として、*Arthrocnemum macrostachyum*（アマランサス）、 *Cyperus arenarius*（カヤツリグサ類）、*Cyperus procerus*（ホクトガヤツリ）、*Fimbristylis cymosa*（シオカゼテンツキ）、*Fimbristylis ferruginea*（シマテンツキ）、*Fimbristylis polytrichoides*（テンツキ類）、*Salicornia brachiate*（サリコルニア）、*Sesuvium portulacastrum*（ミルスベリヒユ）、*Suaeda maritime*（ハママツナ）、*Suaeda monoica*（マツナ類）が確認された。しかし、以前同地域で確認された *Arthrocnemum* macrostachyum（アマランサス）と *Salicornia brachiate*（サリコルニア）の両種は、ほとんどの研究者によって欠失しているとされたが、同河川の入江北部に位置する Kattupalli 地区で両種の多くが確認されている。同河川地域の植生について花卉類の多様性を示した過去の報告書によると、この地域の花卉類の多様性と植生群生密度が著しく減少しており、特にマングローブと塩性湿地帯の植物種は植生面積及び多様性が著しく縮小していることが示されている。尚、この地域には固有種や絶滅危惧種は確認されていない。



出典: JICA Expert Team

Figure 8-18: Adyar, Cooum, and Kosasthalayer 川、 Kovalam 流域及び Buckingham 運河の位置図

8.9.3.2. 動物相

チェンナイにおける動物相について、過去オウギヤシが支配的であった環境に生息していた動物の生き残りとして捉えられ、その種類は、ブラックバック（インドカモシカ）、ファンスロートカゲ（ノドトカゲ類）、ノコギリヘビ、ワライバトやインドイシチドリ等が挙げられる。これらの動物種は、チェンナイ市内の断片的に存在する半砂漠地の乾燥した環境に適応し生き延びている。

Adyar 川河口、Coum 川河口、Kosasthalaiyar 川河口、Kovalum 流域海岸地域の自然環境の劣化にも関わらず、大形底生生物（マクロファウナ）での動物相の多様性は良好といえる。河川や湖沼における有機物の濃縮や汚染物質の蓄積は、底質土を含めた水域環境の生物に対する生息条件に大きく影響することから、マクロファウナの生態系は環境条件の変動を把握するうえで重要な指標となる。このことからも、マクロファウナは、環境変化を反映するための最適な生物学的ツールのひとつと考えられている。チェンナイにおける河口域では 30 種のカニ類が確認されている。優占的な種類は *Uca*（カニ類）で、*Sesarma brocki*（ヒルギガニ）がそれに続く。また、チェンナイ南部地域においては、*Scylla tranquebarica*（ドロガニ）、*Uca annulipes*（シオマネキ類）、*Macrophthalmus depressus*（アオドロガニ）、*Metapograpsus messor*（ハシリイワガニ）、*Sesarma plicatum*（ヒメイワガニ）が優勢で、商業的に価値のある *Scylla. spp*（ノコギリガザミ属）や *Portunus. spp*（ガザミ属）は、*Adyar* 川、Kosasthalaiyar 川、Kovalam 流域の河口域 1,000m 以内のマングローブ群落で大量に捕獲された記録がある。 その他、3 河口域では、計 65 属 84 種の大型動物相が確

認され、その構成は、*Schyphozoa*(クラゲ類)2 種、*Polycheates*(ゴカイ類)24 種、*Crustaceans*（甲殻類）15 種、*Molluscs*（軟体動物）42 種、*Echinodermata*（棘皮動物）1 種である。3 地点の中で優勢な動物種は *Cerrithidea cingulata*（ヘナタリ） で、Kosasthalaiyar 川と Kovalam 流域の河口域の端部にまで確認されている。その他、*Cassidula nucleus*（ウラシマコミミガイ）が、3 河口部に生息する *Avicennia marina（ヒルギダマシ）*のパッチに沿って多く確認されているほか、*Telescopium telescopium*（センニンガイ）は泥地に多く確認されるものの、マングローブのパッチが少ない地域ではほとんど確認されていない。また、Kosasthalaiyar 川と Kovalam 流域の河口域付近には多く二枚貝が、岩の裂け目には *Perna viridis*（ミドリガイ）が多く確認された。

一方 Adyar 川では、カニ類約 24 種、軟体動物 8 種、爬虫類 20 種、両生類 11 種、哺乳類 9 種が確認されている。鳥類においては約 101 種が記録され、その中には水生鳥類(33 種)、水科鳥類（9 種)、その他の鳥類（59 種）が含まれる。



写真 1 Uca annulipes（シオマネキ類）



写真 2 Metapograpsus spp（ハシリイワガニ）



写真 3 Common Sailer (*Neptis hylas*)
（リュウキュウミスジ）



写真 4 Common Crow (Euploea core)
（コモンインドカラス）



写真 5 Yellow-wattledlapwing (Vanellus malabaricus)（キトサカゲリ）

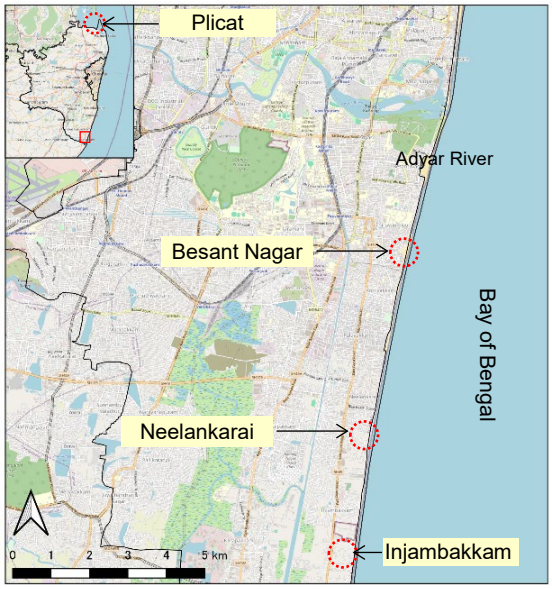


写真 6 Adyar 川河口部の鳥類の群れ

出典: JICA Expert Team

Figure 8-19: 対象河川において確認された動物相の例

チェンナイの Bengal 湾沿岸地域には、以右図に示すように、Besant Nagar、Injambakkam、Neelankarai and Pulicat の 4 ヶ所にウミガメの営巣が確認されている。産卵するウミガメの種類は、ヒメウミガメ（*Lepidochelys olivacea*）であることが確認されており、国際自然保護連合（IUCN）により絶滅の危険性が高まっている種として「絶滅危惧種（VU）」に分類されている。そのため、1 月から 5 月までの営巣期には、チェンナイの野生生物関係者により、安全な孵化のための孵化施設が準備される。



出典: India Times

Figure 8-20: ウミガメの営巣地位置図

下表にチェンナイ及び周辺地域における動物相の絶滅危惧種及び準絶滅危惧種のリストを示す。

Table 8-29: チェンナイ及び周辺地域における動物相の絶滅危惧種及び準絶滅危惧種

#	学術名	一般名	IUCNカテゴリ
Mammals			
1	Antilope cervicapra	Blackbuck	Near Threatened
Avians			
1	*Calidris ferruginea*	Curlew sandpiper	Vulnerable
2	*Haematopus ostralegus*	Eurasian oystercatcher	Near Threatened
3	*Limosa lapponica*	Bar-tailed godwit	Near Threatened
4	*Limnodromus semipalmatus*	Asian dowitcher	Near Threatened
5	*Numenius arquata*	Eurasian curlew	Near Threatened
6	*Pelecanus philippensis*	Spot-billed pelican	Near Threatened

#	学術名	一般名	IUCNカテゴリ
7	*Phoeniconaias minor*	lesser flamingo	Near Threatened
8	*Sterna aurantia*	Indian river tern	Vulnerable
Reptiles			
1	*Lepidochelys olivacea*	Olive Ridley Turtle	Vulnerable

出典: JICA Expert Team

8.9.3.3. 森林被覆

チェンナイにおける森林被覆の面積比は約 7.24%（12.61km^2）で、密度が中程度の樹林地は 6.17km^2、疎林地は 6.5km^2 で、高密な樹林地はない。2011 年の記録では、森林の被覆率は市全体でわずか 4%であったが、その後の神智学協会キャンパス、インド工科大学 Madras 校（IIT-M）キャンパス、Gindy 国立公園、Madras Chistian College、そして Adyar Poonga 河川修復公園における緑化推進事業と環境回復事業の実施により、森林被覆率は 10 年間で 4%から 7.24%に増加した。

8.9.3.4. 保護地域

(1) 保護地域

以表に、チェンナイ都市圏の保護地域と、Tamil Nadu 州政府が認定した優先的な保全が必要な湿地／湖沼を整理した。これによると、Kancheepuram 地区には 15 の優先保全湿地／湖沼があり、これは Tamil Nadu 州の中で最も多い。また、湿地の健全性指標によると、チェンナイ地区の湿地／湖沼の値は、Tamil Nadu 州の他の地区よりも低く、保全が必要な湿地／湖沼の順位も高い。

Table 8-30: チェンナイ都市圏の保護地域

名称	カテゴリー	面積(ha)	District 名	認定都市
Karikili Birds Sanctuary	Bird Sanctuary Area	61.21	Kancheepuram	1989
Vedanthangal Birds Sanctuary	Bird Sanctuary Area	30.00	Kancheepuram	1998
Guindy National Park	National Park	270.57	Chennai	1978

出典: TNDoECC

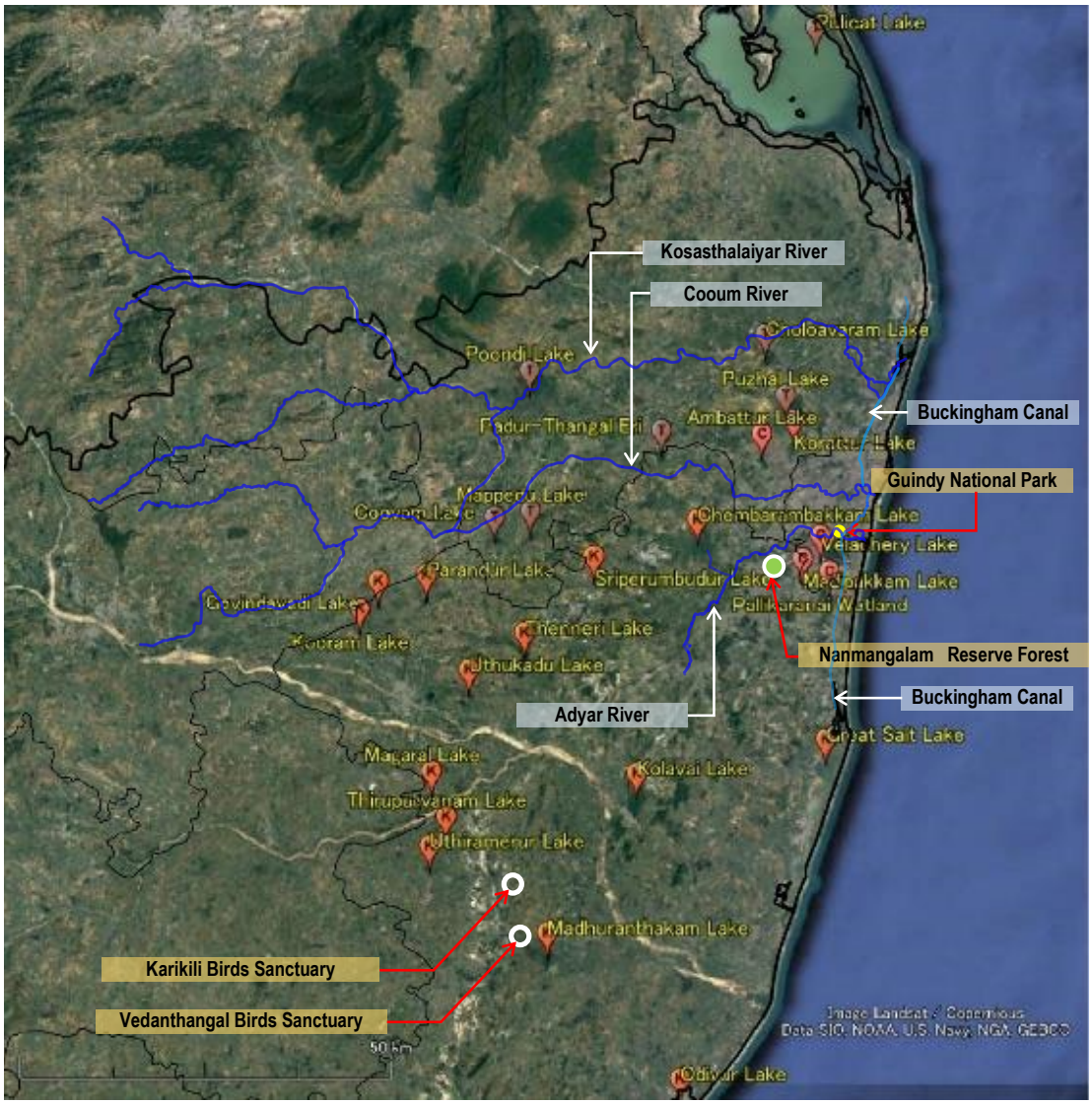
Table 8-31: チェンナイ都市圏における優先湿地と生物多様性

#	名称	湿地健全度状態評価	保全が必要となる順位	位置
Chennai District				
1	Madipakkam Lake	-0.183	4	12° 57'41.27"N/80° 11'29.28"E
2	Pallikaranai Wetland	0.004	5	12° 56'47.86"N/80° 13'25.56"E
3	Korattur Lake	0.665	29	13° 07'25.42"N/80° 10'49.28"E
4	Velachery Lake	1.344	62	12° 59'20.17"N/80° 12'46.62"E
5	Ambattur Lake	0.636	108	13° 06'27.94"N/80° 08'29.45"E
Tiruvallur District				
1	Pulicat Lake	1.260	55	13° 35'09.34"N/80° 12'26.03"E
2	Padur-Thangal Eri	1.377	67	13° 06'42.96"N/80° 01'07.96"E
3	Mappedu Lake	1.413	76	13° 01'02.08"N/79° 51'37.10"E

#	名称	湿地健全度状態評価	保全が必要となる順位	位置
4	Puzhal Lake	2.355	113	13° 09'11.37"N/80° 10'14.12"E
5	Poondi Lake	2.421	119	13° 10'56.67"N/79° 51'33.31"E
6	Coovam Lake	2.4344	120	13° 00'36.13"N/79° 48'59.24"E
7	Choloavaram Lake	4.347	140	13° 13'30.21"N/80° 08'44.77"E
Kanchipuram District				
1	Magaral Lake	0.305	16	12° 42'35.79"N/79° 44'23.37"E
2	Great Salt Lake	0.408	20	12° 44'53.83"N/80° 13'09.83"E
3	Sriperumbudur Lake	0.715	31	12° 57'51.48"N/79° 56'12.97"E
4	Sirudavoor Lake	1.164	50	12° 41'01.69"N/80° 08'42.14"E
5	Odiyur Lake	1.227	51	12° 20'55.36"N/80° 02'30.43"E
6	Parandur Lake	1.27	55	12° 56'33.09"N/79° 44'00.05"E
7	Chembarambakkam Lake	1.34	61	13° 00'26.84"N/80° 03'46.41"E
8	Uthukadu Lake	1.352	65	12° 49'47.04"N/79° 47'07.98"E
9	Kolavai Lake	1.404	73	12° 42'29.30"N/ 79° 59'20.94"E
10	Thenneri Lake	1.758	102	12° 52'22.61"N/ 79° 51'12.06"E
11	Thirupulivanam Lake	1.867	109	12° 39'24.32"N/ 79° 45'27.45"E
12	Govindavadi Lake	2.322	111	12° 56'5.15"N/ 79° 40'26.09"E
13	Uthiramerur Lake	2.342	112	12° 37'20.13"N/ 79° 44'13.94"E
14	Madhuranthakam Lake	2.855	13	12° 31'13.83"N/ 79° 52'52.56"E
15	Kooram Lake	3.414	135	12° 54'4.72"N/ 79° 39'4.41"E

出典: Prioritized Wetlands and its Biodiversity in Tamil Nadu, DoE, Government of Tamil Nadu, 2019

下図に、チェンナイ首都圏における保護地域と優先的な保全が必要な湿地／湖沼の位置、および湿地の現状を示す。



出典: JICA Expert Team

Figure 8-21: CMA 及びその周辺の保護地域と優先湿地、生物多様性の位置



（Chennai District-1）Madipakkam Lake



（Chennai District-2）Pallikaranai Wetland



（Chennai District-3）Korattur Lake



（Chennai District-4）Velachery Lake



（Chennai District-5）Ambattur Lake



（Tiruvallur District-1）Padur-Thangal Eri



（Tiruvallur District-2）Mappedu Lake

出典: Prioritized Wetlands and its Biodiversity in Tamil Nadu, DoE, Government of Tamil Nadu, 2019

Figure 8-22: CMA 内及びその周辺の保護地域と優先湿地、生物多様性の状況（1）

	
（Tiruvallur District-3） Puzhal Lake	（Tiruvallur District-4） Poondi Lake
	
（Tiruvallur District-5） Coovam Lake	（Tiruvallur District-6） Choloavaram Lake
	
(Kanchipuram District-1) Magaral Lake	(Kanchipuram District-2) Great Salt Lake
	
(Kanchipuram District-3) Sriperumbudur Lake	(Kanchipuram District-4) Sirudavoor Lake

出典: Prioritized Wetlands and its Biodiversity in Tamil Nadu, DoE, Government of Tamil Nadu, 2019

Figure 8-23: CMA 内及びその周辺の保護地域と優先湿地、生物多様性の状況（2）

	
(Kanchipuram District-5) Odiyur Lake	(Kanchipuram District-6) Parandur Lake
	
(Kanchipuram District-7) Chembarambakkam Lake	(Kanchipuram District-8) Uthukadu Lake
	
(Kanchipuram District-9) Kolavai Lake	(Kanchipuram District-10) Thenneri Lake
	
(Kanchipuram District-11) Thirupulivanam Lake	(Kanchipuram District-12) Govindavadi Lake

出典: Prioritized Wetlands and its Biodiversity in Tamil Nadu, DoE, Government of Tamil Nadu, 2019

Figure 8-24: CMA 内及びその周辺の保護地域と優先湿地、生物多様性の状況（3）



(Kanchipuram District-13) Uthiramerur Lake



(Kanchipuram District-14) Madhuranthakam Lake



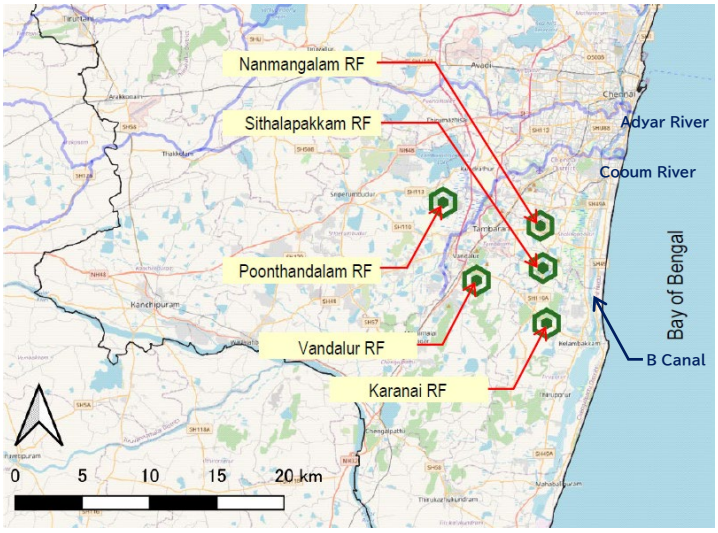
(Kanchipuram District-15) Kooram Lake

出典: Prioritized Wetlands and its Biodiversity in Tamil Nadu, DoE, Government of Tamil Nadu, 2019

Figure 8-25: CMA 内及びその周辺の保護地域と優先湿地、生物多様性の状況 (4)

8.9.3.5. 保安林

CMA には、下図に示す 5 つの保安林が確認されている。これらの樹林地は、1980 年の森林保護法に基づき保護林として位置づけられ、それぞれの地区の自治体によって管理されている。



保安林名称	District	規 模 (ha)
Nanmangalam	Chengelpet	320
Sithalapakkam	Chengelpet	890
Poonthandalam	Kancheepuram	1641
Vandalur	Chengelpet	512
Karanai	Chengelpet	2389

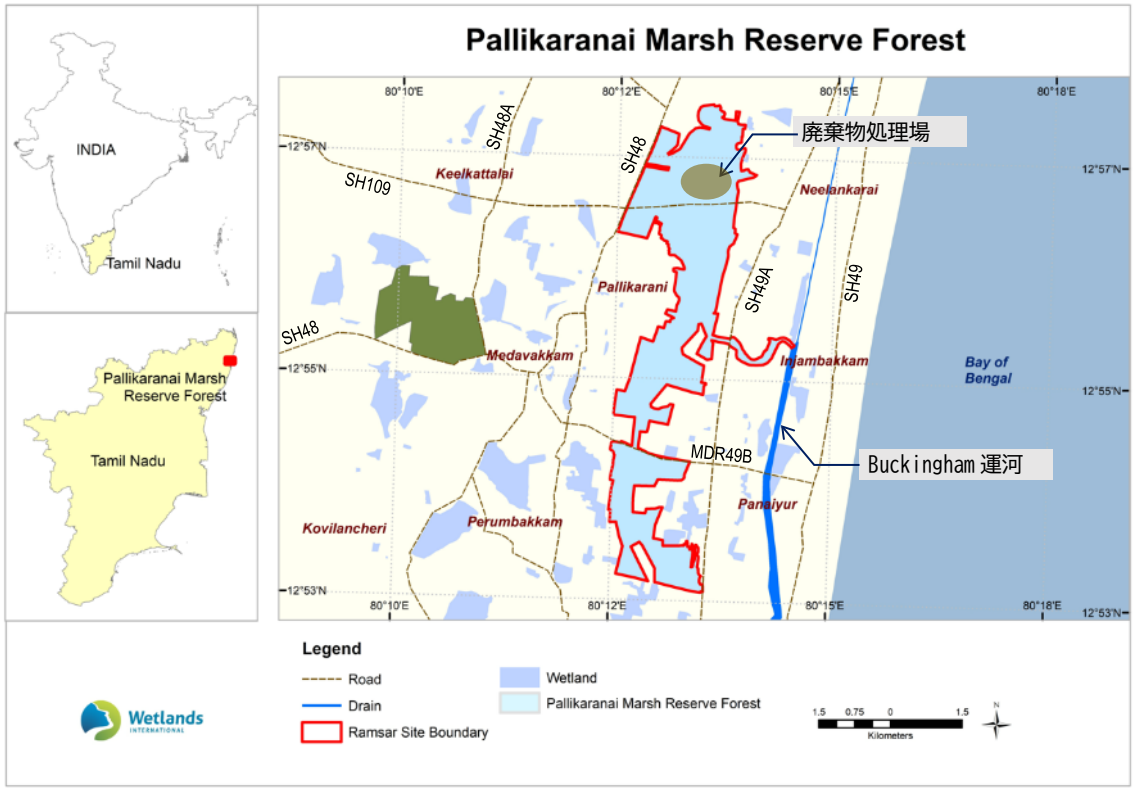
出典: JICA Expert Team

Figure 8-26: チェンナイの保安林の位置

8.9.3.6. ラムサール条約登録地

Pallikaranai 湿原保護林は、チェンナイの南約 20km に位置する淡水湿原と一部塩水湿地であり、その生物多様性の価値と地域の洪水防止の重要性が評価され、2022 年 4 月 8 日にラムサール条約に登録された。侵略的外来種、家庭下水、都市廃水、干ばつなどの脅威に晒されているが、インド政府が策定する行動計画のもと、湿地に自然保護区を設置し、湿地と水鳥の保護を推進する条約に基づいた登録とされている。下図にラムサール条約登録地の境界を示す。

チェンナイ市は、Pallikaranai 湿原のエコパーク整備を計画している。同計画では、最終処分場となる Perungudi の廃棄場でのバイオマイニングの実施や次の段階には Pallikaranai 湿原に生物多様性公園を建設する構想を掲げている。同市では、この計画の公聴会を開催したが、2023 年にエコパークの構想が知られ始めると同時に、対象となる湿地での事業に伴った工事や将来的な涵養能力について疑問の声が広がった。その結果、2024 年段階においてエコパーク計画の始動は保留となり、包括的な調査と議論が進められている。





出典: Ramsar Sites Information Service (https://rsis.ramsar.org/ris/2481)

Figure 8-27: Pallikaranai 湿原保護林の位置及び状況

8.9.4 社会環境

8.9.4.1. 人口統計

チェンナイは南インド最大の都市のひとつで、2011 年の国勢調査によると、人口の多い都市ランキングで全国第 6 位、産業集積都市の中では第 4 位の人口規模にランクされている。1971 年の記録によるとチェンナイ都市圏の人口は 3,505,502 人で、2011 年には 8,653,521 人に増加している。これは、同都市圏が、1974 年頃から近郊のハードウェア製造業、自動車製造、ヘルスケア、IT 等の産業の成長により人口流入をもたらしたと考えられる。2001 年から 2011 年までの 10 年間の人口変化率より、2025 年には 11,882,610 人に達すると推定される。チェンナイ都市圏には都市部と農村部が混在しており、チェンナイは都市部に位置づけられ、農村人口は、Chengalpattu 県、Kanchipuram 県、Thiruvallur 県の一部で確認される。

8.9.4.2. 社会経済状況

チェンナイは、インドの独立以来、製造業主導の経済で繁栄してきた。その傾向は、同地域の IT 産業を含む第 3 次産業の成長とともに徐々に変化し、その後、運輸、鉄道、通信、不動産、銀行、金融サービスを含む第三次産業は、過去 20 年間において地区内総生産（GDDP）に大きく貢献してきた。

チェンナイ都市圏の GDP は、複数の地区のデータを統合してものであるため精査が難しい。雇用関連においては、1991 年には第一次産業に従事する労働者は 6.52%であったが、2001 年には 2.91%に低下し、2011 年には 1.3%に低下した。これは、製造業や新産業の出現により、この地域の第一次産業が周辺地域で減少傾向にあることを示している。

(1) 地域 GDP

下表に、2011 年以降の Tamil Nadu 州および隣接州、大都市を含む他州の GDP の推移を示す。これによると、チェンナイ都市圏を含む Tamil Nadu 州の GDP 値は南インド地域で最も高く、多様な産業が活躍するインド経済の要衝として位置づけられていることがわかる。また、チェンナイは人口では Delhi、Mumbai、Kolkata に次ぐ第 4 の都市として知られているが、州レベルの GDP は Kolkata を含む西 Bengal 州の約 1.4 倍であり、より広域な商工業地帯が存在していることがわかる。

Table 8-32: 主要都市を含む Tamil Nadu 州および隣接州・県の総 GDP（単位：₹Lakh)

名称	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17
India (National)	982,656,865	1,114,032,982	1,223,813,450	1,359,230,465	1,534,177,207
Tamil Nadu	85,482,535	96,853,045	107,267,797	117,650,003	130,263,858
Andhra Pradesh	41,140,371	46,427,201	52,497,564	60,422,862	68,441,587
Karnataka	69,541,305	81,666,615	91,392,303	104,516,810	120,760,772
Kerala	41,231,300	46,504,121	51,256,405	56,199,361	63,488,640
Telangana	40,159,361	45,158,040	50,584,879	57,790,206	65,832,534
Maharashtra（Mumbai）	145,962,863	164,964,663	177,913,793	196,622,458	219,818,515
West Bengal（Kolkata）	59,146,445	67,684,806	71,808,166	79,729,980	87,252,723
Delhi	39,138,764	44,395,989	49,480,302	55,080,370	61,608,506

出典: Ministry of Statistics and Programme Implementation

(2) 産業

Tamil Nadu 州はインドで最も工業化が進んだ州のひとつである。チェンナイは、国内で最も急成長している工業地域のひとつであり、製造業は都市圏の産業成長の最前線にあり、雇用の創出に貢献してきた。過去 10 年間でチェンナイでは大規模なインフラ整備が実施され、その結果、工業部門、特に周辺地域やチェンナイ都市圏に広がる中・大規模工業が活況を呈している。

近年におけるチェンナイ都市圏の主要産業は、自動車・輸送機器メーカーとその付帯産業、鉄道客車製造、石油化学・肥料、自動車タイヤ、自転車、電気・その他機械、皮革製品である。Tamil Nadu 州はインドの皮革なめし企業の 70%、皮革履物・部品企業の 38%を占めており、履物産業のほとんどは都市圏内に立地している。小規模産業部門では、2007 年 3 月現在、チェンナイに 56,913 ユニット、Kancheepuram 県に 37,531 ユニット、

Thiruvallur 県に 17,843 ユニットがあり、州内のユニット(530,552 ユニット)の約 21.16%を占めている。チェンナイ地区、Kancheepuram 県、Thiruvallur 県の小規模工業部門は、金属、ゴム・プラスチック製品、電気機械、輸送機器、皮革・毛皮製品、非金属鉱物製品で占められている。チェンナイは、インドで唯一 IT 系インド多国籍企業の上位 10 社すべてを抱える都市として知られる。都市圏産業の運営は、地表水と地下水の両方で賄われており、チェンナイ北部の Manali、Minjur、Ennore、Chennai 郊外の Oragadam、Sriperumbudur の産業集積地には、Chembarambakkam 湖と Minjur 海水淡水化プラントから、1 日当たり約 4,000 万リットルの淡水が供給されている。

(3) 農業

Tamil Nadu 州政府が作成した統計ハンドブック 2020-2021 によると、チェンナイとその周辺地区の水田総面積は約 202,077ha と推定されており、この地域の農地の約 85%を占めている。下表は、チェンナイ市とその周辺地区における農作物の収穫量を示しており、プロジェクト地域の農地のほとんどが水田であり、既存の貯水池のほとんど水田の灌漑に使用されていることがわかる。

Table 8-33: 主要作物の面積生産量と生産性

項目		地区名				合計
		Chennai	Kancheepuram	Chengalpattu	Thiruvallur	
District 面積 (ha)		42,600	144,800	294,500	342,300	824,200
総農地面積(ha)		116	52,454	63,583	123,031	239,184
農地の割合		0.27	36.23	21.59	35.94	29.02
主要作物栽培面積 (ha)	水田	108	47,739	53,119	101,111	202,077
	粟類及び他の穀物	0	56	196	964	1,216
	メイズ	0	0	0	3	3
	豆類	1	1,228	1,333	7,667	10,229
	サトウキビ	0	634	808	3,824	5,266
	綿花	0	0	0	0	0
	ナッツ類	2	2,421	7,304	6,827	16,554
	ゴマ類	5	376	822	2,635	3,838
	トウゴマ	0	0	1	0	1
水田の割合(%)		93.10	91.01	83.54	82.18	84.49

出典: the statistical handbook 2020-2021

水田に関しては、Tamil Nadu 州では稲の種類によって二毛作や三毛作が行われている。Tamil Nadu 州では、早場米のサンバを収穫する水田が典型的である。その理由は、播種から収穫までの期間が短いため収穫を早めることができ、大雨やサイクロンなどの悪天候による作物被害のリスクを軽減できる可能性があることが挙げられる。このような水田では、最初の播種期は一般的に 3 月と 4 月で、収穫期は 7 月と 8 月である。第 2 期播種期は第 1 期収穫期の後の 9 月と 10 月であり、収穫期の後の播種期は下表のように 1 月と 2 月である。このような状況から、9 月から 12 月の雨季に、灌漑用水のための貯水機能を取り組み対象となる貯水池が必要とする場合、早場米を栽培している水田周辺の貯水池を空にして貯留機能を持たせることができる。他の稲種の場合は、水田への灌漑用水を確保する必要があり、基本設計段階での適切な検討調整が必要となる。

Table 8-34: インド南部地域における稲作の季節

#	地域/州	秋		冬		夏	
		播種	収穫	播種	収穫	播種	収穫
1	Andhra Pradesh	3～4 月	6～8 月	5～6 月	11～12 月	12～1 月	4～5 月
2	Karnataka	5～8 月	9～12 月	6～10 月	11～3 月	12～2 月	4～7 月
3	Kerala	4～6 月	9～10 月	9～10 月	12～1 月	12～1 月	3～4 月
4	Tamil Nadu	3～4 月 (Sornavari rice)	6～8 月	9～10 月 (Erly Samba rice)	1～2 月	-	-
		4 月 ～5 月 (Kar rice)	6 月～8 月	9 月～10 月 (Late samba rice)	1～2 月	11 月～12 月 (Navarai rice)	2～3 月
		-	-	5 月～6 月 (Kuruvai rice)	8～9 月	9 月～10 月 (Thaladi/Pishanam rice)	2～3 月

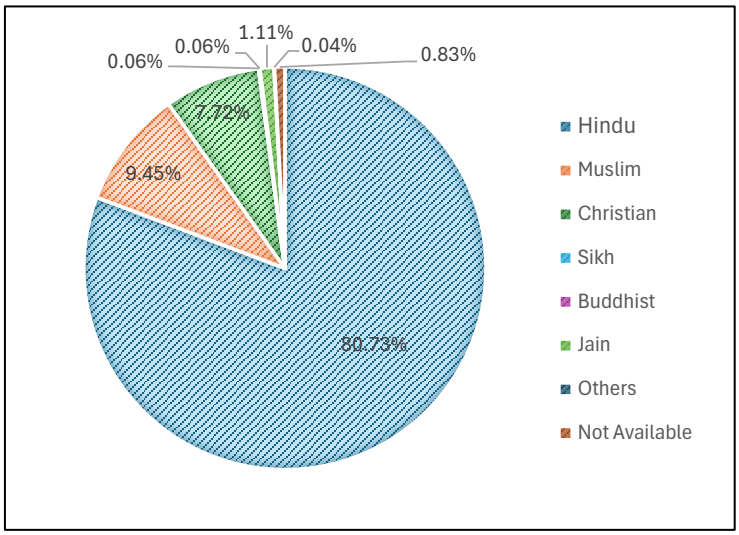
出典: All India Rice Exporters' Association

8.9.4.3. 文化

(1) 宗教

主要な宗教が生まれた地であるインドは宗教の多様性を有する。信仰される宗教には、インド発祥のヒンドゥー教、ジャイナ教、仏教、シク教のほか、イスラム教、キリスト教、ゾロアスター教、バハイ教などがある。2011 年の国勢調査によると、チェンナイの人口の 80%以上がヒンドゥー教の信者とされている。キリスト教については人口の 7.72%を占めるが、全国では 2.3%である。下図に、チェンナイにおける宗教の人口比率を示す。

人口に占めるヒンズー教徒の割合が高いことが示すように、チェンナイ都市圏の各地区には、観光資源としての象徴的なレベルから街角の記念碑的なレベルまで、規模の大小を問わず、数多くのヒンズー寺院が存在する。したがって、洪水対策に係る取組み内容によって地元の宗教的建造物が影響を受ける場合、移転するなどの適切な緩和措置を、地元住民と適時に協議しながら講じる必要がある。



出典: Census of India, 2011

Figure 8-28: チェンナイの宗教人口の割合

(2) 言語

インドの公用語は、インド国憲法に基づきヒンディー語とされている (第 343 条 1 項)。英語は現在も公用語として使われており、公文書はすべて英語か翻訳英語である。インドの各地域では多くの言語が使われている。現在ある 29 州では、植民地支配が終わった後の 1956 年で利用されていた言語を基本に再編成された。公式に認められた言語 (22 の指定言語) は、各州によって公用語として認められている。Tamil Nadu 州のチェンナイでは、75%以上の人がタミル語を話し、テルグ語、ウルドゥー語がそれに続いている。歴史的には、独立以前は英語が行政言語であったが、複数の言語や言語文化が発達してきたインドでは、英語が唯一の言語であったことに反発があり、英語の公用語化についての論争が発生した。一方、グローバル化したインド経済の中で、英語はビジネス・コミュニケーションで今も頻繁に使われている。洪水対策の取組みの実施にあたっては、詳細な開発にかかる合意形成のために、議論や意思決定の機会において、ステークホルダーの染み深い言語について配慮することが不可欠と考えられる。

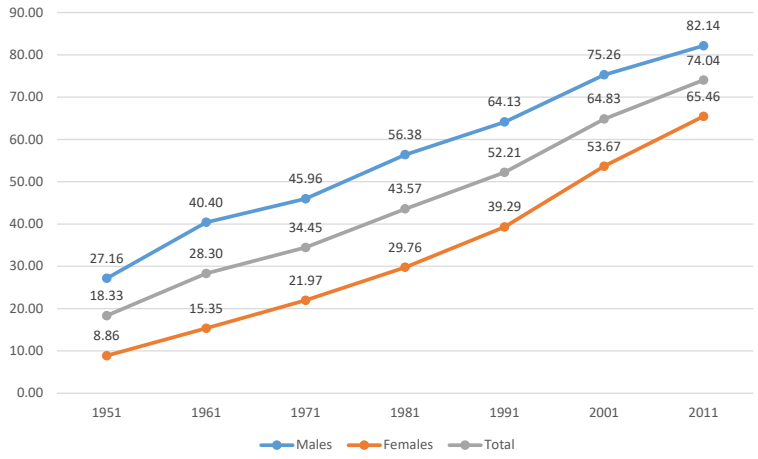
(3) カースト

インド憲法第 17 条において不可触賤民の慣行が違法と宣言され、大統領立法や州法、条例において雇用や教育におけるアファーマティブ・アクションの実施が拡大された。現在のインドにおけるカースト制度は以前ほど顕著な社会問題ではない。しかし、カースト制度そのものが禁止されているわけではなく、ヒンドゥー教社会ではカースト制度が深く根付いている。2016 年、Tamil Nadu 州のヒンドゥー教徒（指定カースト）の「不可触賤民」グループが地元の寺院への立ち入りを拒否された。この拒否に対して彼らがイスラム教への改宗を計画していると報道され、地元のイスラム教徒が扇動して批判を浴びた。

洪水対策の取組みについて、計画段階において慣習的なカースト制度によって差別される可能性のあるコミュニティや人々に留意し、様々な住民から意見を集めることによって、社会的包摂を確保することが極めて重要である。

(4) 教育

下図にインドの男女別識字率を示す。1951 年以降、全体の識字率は向上し続けているが、識字率の男女格差は依然として顕著である。2011 年の成人男性の識字率は 82.14%、成人女性のそれは 65.46%であった。



出典: Provisional Population Totals – India (Chapter 6: State of Literacy, p.102)

Figure 8-29: 成人男女の識字率（1951～2011 年）

チェンナイとチェンナイ都市圏の識字率における男女格差はそれほど顕著ではなく、成人女性の識字率は 86%以上で、男性より 7 ポイント低いだけである。

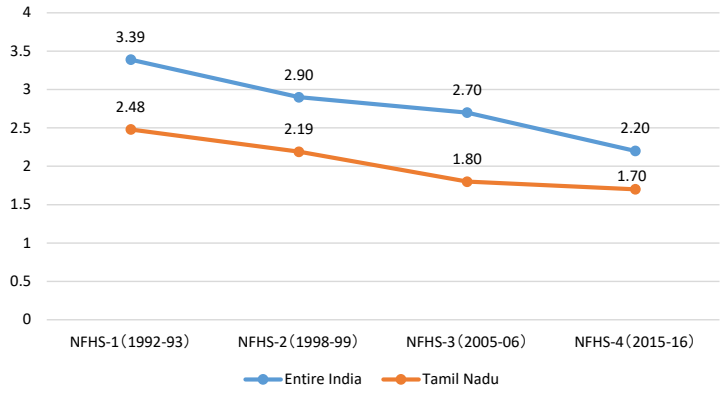
Table 8-35: チェンナイおよびチェンナイ都市圏の成人識字率（2011 年）

	チェンナイ市			チェンナイ都市圏		
	合計	男性	女性	合計	男性	女性
総人口	4,646,732	2,335,844	2,3108,88	8,653,521	4,538,612	4,294,909
識字人口	3,776,276	1,968,079	1,808,197	7,000,270	3,660,527	3,339,743
識字率 (%)	90.18	93.70	86.64	90.23	93.86	86.55

出典: Census, 2011

(5) 公衆衛生

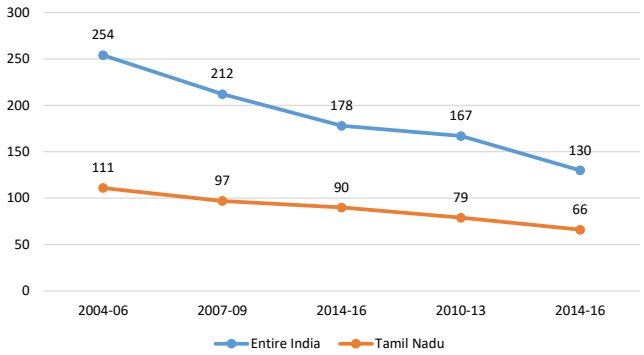
1992-93 年と比較すると、2015-16 年のインドの出生率は女性一人当たり 3.39 人から 2.2 人に減少した。Tamil Nadu 州の出生率は全国平均より 0.5 ポイント低い。



出典: NFHS-1, 2, 3, 4

Figure 8-30: インドと Tamil Nadu 州の出生率の推移

インドの出生 10 万人当たりの妊産婦死亡率（MMR）は、2004～2006 年には 254 件であった。2014-2016 年には 130 件まで改善された。国の傾向と同様に、Tamil Nadu 州の MMR も改善を見せている。インドの MMR が高いのは、医療施設での出産に比べて自宅出産が多いこと、産前産後の検診が限られていることなどが原因である。



出典: NITI Aayog, http://niti.gov.in/content/maternal-mortality-ratio-mmr-100000-live-births

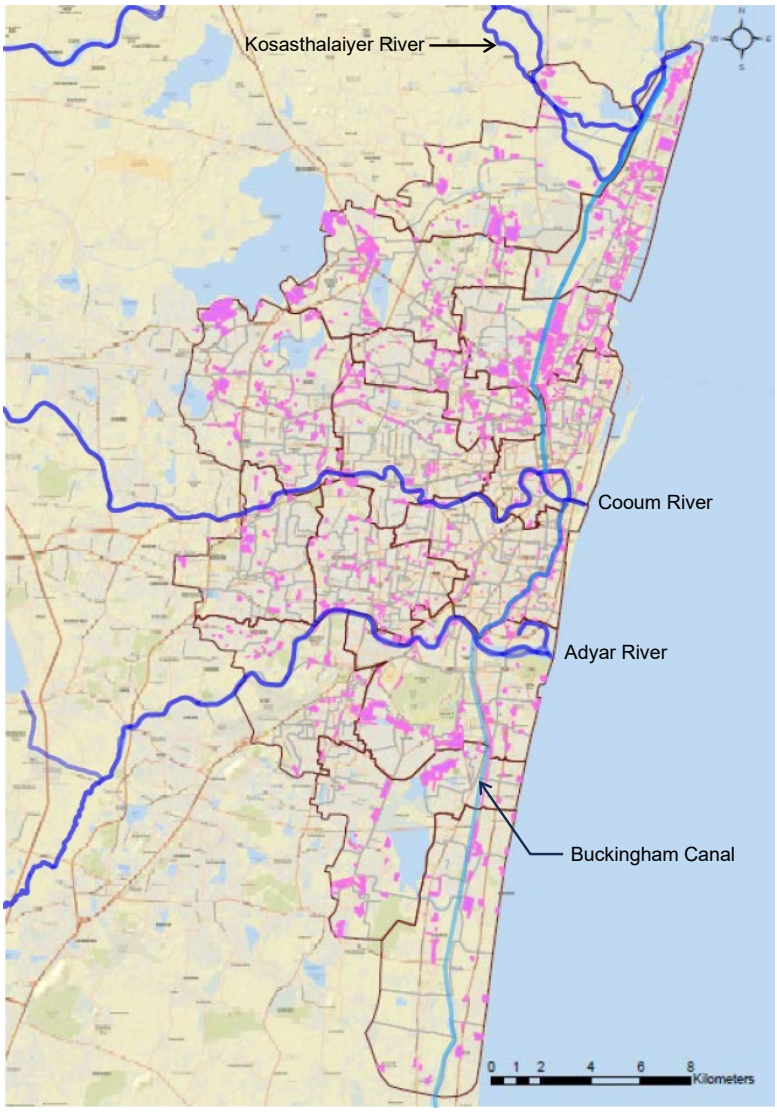
Figure 8-31: インドと Tamil Nadu 州の妊産婦死亡率（2004～2016 年）

(6) 貧困

チェンナイのスラム人口は約 139 万人で、全国の順位でみると、Mumbai（521 万人）、Hyderabad（229 万人）、Kolkata（141 万人）に次いで第 4 位である。2001 年の暫定人口集計では、チェンナイのスラム人口は 10,799,414 人で、市の総人口の 25.6%を占めている。スラム人口の地区別の割合は、Salem 地区で 23%、Trichy 地区で 19%であり、男女比では、男性 548,517 人で、女性 530,897 人であった。子どもの男女比は、男性 1,000 人に対し女性 968 人で、スラム以外の男女比は 945 人であった。スラム人口の識字率は 80.09%で、男性が 85.77%、女性が 74.21%であった。貧困の世帯数は 125,725 世帯で、定住世帯が 81,128 世帯（64.53%）、半定住世帯が 22,415 世帯（17.83%）、仮設世帯が 22,182 世帯

（17.64%）である。持ち家は 70,689 世帯（56.23%）、借家は 50,764 世帯（40.38%）、その他の家は 4,272 世帯（3.39%）であり、利用できる部屋数では 66.96%が 1 部屋、24.19%が 2 部屋、5.85%が 3 部屋、2.17%が 3 部屋以上であった。全人口の 26%が家で水を飲むことができず、大多数は飲料水を得るために少なくとも 500m の移動を余儀なくされている。井戸から手押しポンプによる取水が主な水源で、利用する割合は、手押しポンプが 38,838（30.89%）、水道管が 53,556（42.60%）、掘り抜き井戸が 3,162（2.52%）、井戸が 4,665、その他の水源が 25,062（19.93%）である。スラム居住者で電気を利用できる人数の割合は約 79.41%で、1,409 世帯は電気照明を利用できない状況にある。また、スラム世帯の約 34%にトイレがなく伝染病が蔓延しやすい。約 43.87%の世帯にラジオ、60.07%の世帯にテレビを利用していることが確認されている。

チェンナイ市のスラム地区については、下図に示すように、河川や運河などの水辺に多くのスラム地区がある。



出典: TNUHDB

Figure 8-32: GCC におけるスラムの位置

(7)　景観

チェンナイは広大な沖積低地平野に位置し、西部山岳部から海岸部へと流れる河川がある。暴風雨が発生する際には、市街地に降った大量の雨水だけでなく、河川の越水が市街地を流れることで洪水被害が拡大する。チェンナイ市街地は、地域全体の中心的な排水滞留地となっており、雨水の貯留と排出の効果的な解決策は、都市部における排水機能の向上が重要な対策の一つとして挙げられる。また、これらの対策は、河川や湖沼の水の貯留機能のほか、市内の緑や公園等のオープンスペースと組み合わせることでより確かなものとなり、これらは、水域、生物多様性空間、レクリエーション空間、都市における気候変動対策など、生態系サービスを提供する緑の回廊としての開発が有効であり、公園や自然保護区とともに都市開発の骨格として機能する。緑地は雨水の涵養機能を保持することからも、市域域全体に点在する緑地は市の雨水貯留機能を確保する補完的なシステムといえる。このことからも、緑地を確保する将来像は、地域景観を形成する重要な要素の一つであるだけでなく、多次元的な方法で市域の水の貯留能力を高める包括的な戦略を提供する。そして、将来的な市街地の高密度化、中心市街地の再開発、都市インフラの整備を進めるうえでは、まとまりのある樹林地の再生、緑地帯の形成、湖沼の復元・創出といった戦略を組み合わせることで、健全な都市圏の排水及び水資源管理を可能とするだけでなく、きれいな水が豊富で健康的かつ持続可能な都市地域となる。

(8)　ジェンダー問題

世界銀行のデータによると、2009 年から 2019 年までのインドと近隣諸国の女性労働参加率について、インドの女性の労働参加率は 2014 年以降最下位となっている。割合においては、2019 年には 20.79%に低下し、2 位のバングラデシュより 15%以上低い。2019 年のインドの男性労働参加率が 74.4%であることを考えると、労働参加における著しい男女不平等が著しい。Tamil Nadu 州では、都市部における女性の労働力参加率は全国的な傾向と同程度である。しかし農村部では、女性の労働参加率は 2011 年に 37.8%、2017 年に 29.4%と、全国平均より約 9 ポイント高い。Tamil Nadu 州の農村部で女性が農業に従事していることが要因の一つであると考えられる。

(9)　子どもの権利

インド子どもの権利保護全国委員会（National Commission for Protection of Child Rights: NCPCR）は、子どもの権利の普遍性と不可侵性の原則を強調し、国のすべての子ども関連政策における緊急性を認識している。0 歳から 18 歳までのすべての子どもたちの保護は等しく重要であり、特に、後進的な地域や特定の状況下にある地域や子どもに焦点が当てられる。しかし、すべての子どもに手を差し伸べるという課題は妥協される傾向にあり、子どもの権利の侵害に対する社会的な寛容が続いている。子どもの権利の保護を支持する大きな雰囲気が構築されることによってのみ、自分たちの権利を主張できるできる認識が蔓延していると考えられる。

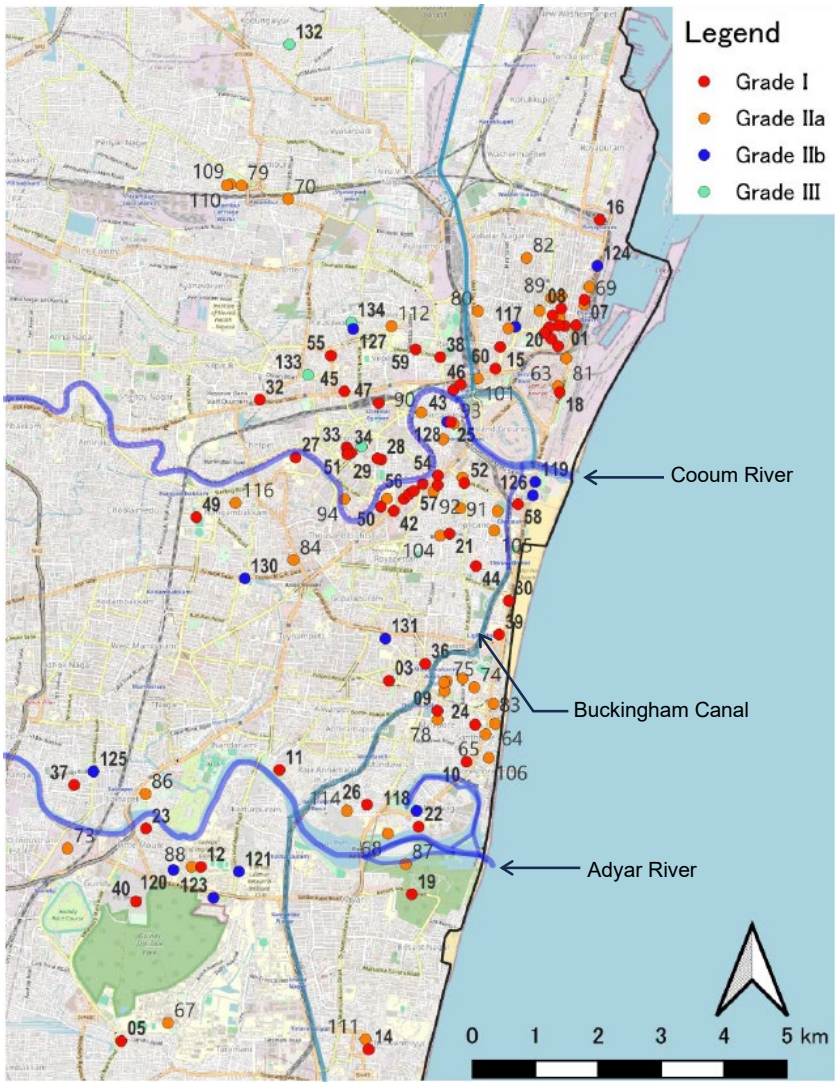
Tamil Nadu 州政府は、2009 年に制定された「自由で義務的な教育を受ける子どもの権

利法」に基づき、6 歳から 14 歳までのすべての子どもたちに自由で義務的な教育を提供し、1986 年に制定された「児童労働（禁止および規制）法」に基づき、工場、鉱山、危険な職業における 14 歳未満の子どもたちの雇用を防止し、また、必要な自由を保障し、健全な雰囲気の中で子どもたちの成長の機会と施設を提供することを約束し、子どもたちの憲法上および法律上の権利の保護を確保している。

その後、中央政府は 2005 年に「子どもの権利保護委員会法」を制定し、NCPCR と SCPCR（State Commission for Protection of Child Rights）の設置を定めた。このような背景のもと、2005 年子どもの権利保護委員会法第 17 条（1）に基づき、2012 年 3 月 28 日付社会福祉・栄養食事計画（SW8）局 G.O.（Ms）第 45 号により、Tamil Nadu 州子どもの権利保護委員会（Tamil Nadu Commission for Protection of Child Rights : TNCPCR）が設立され、2013 年 1 月 18 日より TNCPCR は有効に機能している。

(10)　文化遺産

チェンナイには、CMDA によって特定された 136 の歴史的建造物／地区があり、これらは州法に基づいて登録されている。下図に歴史的建造物の位置を示す。これらの歴史的建造物は、グレード I、II、III の 3 つに分類される。グレード I の建造物は、ランドマークとなる建造物であり、一切の建造物の改修は許可されない。グレードⅡの建造物については、外観の変更が審査対象となり、グレード III の建物は、適切な内装および外装の変更を伴う「適応的再利用」のために改修することができる。歴史的建造物の分布について、同建造物はすべてチェンナイの市街地に位置している。特に George Town は、チェンナイ港に近いチェンナイの歴史的地域のひとつであり、17 世紀に建設されたセント・ジョージ砦を含む植民地時代の建物が密集している。さらに、Vepery、Egmore、Triplicane などのジョージ要塞周辺の歴史的地域に所在する遺産の多くが、次節で述べる高洪水傾向地域（HFP）にあることも注目に値する。市民の安全と経済活動の健全性の確保は洪水管理マスタープランの最優先事項であることは間違いないが、定期的な洪水による被害から歴史的建造物を保護することによって文化遺産を保全することは一つの課題となる。



出典: CMDA

Figure 8-33: CMA 内の建築遺産資産の位置

Table 8-36: CMA の建物遺産リスト

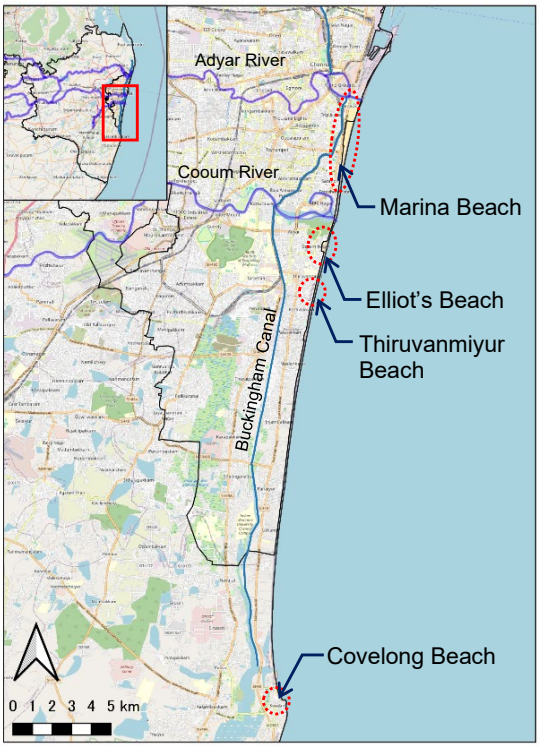
S.No.	建物名称	分類	S.No.	建物名称	分類	S.No.	建物名称	分類
1	Anderson church	I	46	チェンナイ Central Railway Station	I	91	Anwari Mosque	IIa
2	Armenian Church	I	47	チェンナイ Egmore Railway Station	I	92	Cosmopolitan Club	IIa
3	Luz Church	I	48	Christ Church	I	93	F1 Police Station	IIa
4	City Civil Court Building	I	49	Church of Christ The King	I	94	Freemasons Hall	IIa
5	Dandeeswara Temple	I	50	Connemara Hotel	I	95	Assistant Resident Medical Officer	IIa
6	Dare House, NSC Bose Road	I	51	Connemara Public Library	I	96	Female Ward	IIa
7	General Post Office	I	52	Curzons & Company	I	97	Gifford School	IIa
8	Gokhale Hall, Armenian Street	I	53	Durgah Hazareth Syed Moosa	I	98	Gynaecology 'G' Ward	IIa
9	Kapaleeshwar Temple	I	54	Electric Theatre	I	99	H Operation Theatre	IIa
10	Lazarus Church	I	55	Gangadhareeswarar Temple	I	100	Nurses Quarters	IIa
11	Madras Club	I	56	Gove Buildings	I	101	Out Patient Block	IIa

S.No.	建物名称	分類	S.No.	建物名称	分類	S.No.	建物名称	分類
12	Madras Engineering College	I	57	Higginbothams	I	102	Resident Medical Officer Quarters	IIa
13	Madras High Court	I	58	HumayunMahal	I	103	Goschen Hall	IIa
14	Marundeeswarar Temple	I	59	Government Veterinary College	I	104	Jandha Mosque	IIa
15	Muthukumaraswami Temple	I	60	Memorial Hall	I	105	Kasturba Gandhi Hospital	IIa
16	Royapuram Railway Terminal	I	61	Binny Limited	IIa	106	Leith Castle	IIa
17	St. Columban's High School	I	62	Chenna Keshsava Perumal temples	IIa	107	Madras Cricket Club	IIa
18	State Bank of India	I	63	Cornwallis Cupola	IIa	108	Curator Residence	IIa
19	Theosophical Society – HQ Building	I	64	CSI St. Thomas English Church	IIa	109	Railway Higher Secondary School	IIa
20	Young Men's Christian Association	I	65	CSI St. Thomas Tamil Church	IIa	110	Railway Institute New Hall	IIa
21	Ameerunnisa Begum Sahib Mosque	I	66	Dharmaraja Temple	IIa	111	Saint Valmikinathar Temple	IIa
22	Chettinad Palace	I	67	Electrical Laboratory	IIa	112	St Paul's Church	IIa
23	Church Of Our Lady Health	I	68	Government Music College	IIa	113	Triplicane Police Station	IIa
24	Church Of the Holy Rosary	I	69	Hongkong and Shanghai Bank	IIa	114	Vasanta Vihar	IIa
25	CSI Zion Church	I	70	Jamalia Higher Secondary School	IIa	115	Madras – I –Azam	IIa
26	Director General of Police's Office	I	71	Karneesvarar Temple	IIa	116	Streling Gardens	IIa
27	Doveton House	I	72	Katchleshwara Temple	IIa	117	Adams Building, NSC Bose Road	IIb
28	Government Opthalmic Hospital	I	73	King's Institute of Preventive Medicine	IIa	118	Annal Ambedkar Ninaivakam	IIb
29	Government Opthalmic Hospital	I	74	Kolavizhi Amman Temple	IIa	119	Anna Square	IIb
30	Ice House (Vivekananda Illam)	I	75	Madhava Perumal Temple	IIa	120	Audio Visual Research Centre	IIb
31	Law College	I	76	Metropolitan Magistrates Court	IIa	121	Birla Planetarium	IIb
32	Kilpauk Medical College	I	77	Mundakanniamman Temple	IIa	122	Catholic Centre	IIb
33	Government Museum Main Building	I	78	Mylapore Hindu Permanent Fund Ltd.	IIa	123	Gandhi Mandapam	IIb
34	Government Museum Theatre	I	79	Our lady of Lourdes Church	IIa	124	Gordon & Wqoodroffe Building	IIb
35	Centenary Exhibition Hall	I	80	Pachiappa's college Higher Secondary School	IIa	125	Kadumbadi Chinnaman Koil	IIb
36	Madras Sanskrit College	I	81	Reserve Bank of India	IIa	126	MGR Memorial	IIb
37	Prasanna Venkatesha Narasimha Temple	I	82	Seven Wells Market	IIa	127	Perumalpet 24 hrs Hospital	IIb
38	Periamet Mosque	I	83	St. Bede's Anglo Indian Higher S.School	IIa	128	CSI Zion Church Nursery	IIb
39	Queen Mary's College	I	84	St. Theresa Church	IIa	129	Museum Activity Centre	IIb
40	Raj Bhavan	I	85	St. Thomas Orthodox Cathedral	IIa	130	Valluvar Kottam	IIb
41	Addison's	I	86	Teacher's Training College	IIa	131	St Ebba's Girls Higher S. School	IIb
42	Agurchand Mansions	I	87	Theosophical Society	IIa	132	Lakshmi Narayana Prasanna Ramasamy Thirukoil	III
43	Anatomy Block	I	88	Traffic Engineering Building	IIa	133	Srinivasa Perumal Temple	III
44	Bharathiyar Illam	I	89	Tuckers church	IIa	134	Vempadi Vinayagar Temple	III
45	C.S.I Egmore Wesley Church	I	90	Adhipureeswarar Adhi Kesava Temple	IIa	135	Madras Museum Complex	-
		I	90	Adhipureeswarar Adhi Kesava Temple	IIa	136	Govt. Women Children Hospital Complex	-

出典: CMDA

(11) 観光要素（沿岸地域）

チェンナイの沿岸地域には多様な観光要素があり、自然の美しさから文化遺産に至るまで、さまざまな志向に対応している。 Bengal 湾沿いには、以下の図に示すように、有名で人気のある 4 つのビーチがある。



#	名称及び特徴
1	Marina Beach: 世界で最も長い都市型ビーチのひとつ。乗馬、ビーチバレー、風光明媚な遊歩道など、チェンナイで最も有名な海岸アトラクションを提供するビーチ、 地域住民及び観光客に人気のエリアとして知られる。
2	Elliot's Beach (Besant Nagar Beach) 穏やかな雰囲気、清潔な環境、Velankanni 教会や Ashtalakshmi 寺院などの宗教施設が隣接すること有名。
3	Thiruvanmiyur Beach 平和と孤独を求める来訪者に理想的とされる。Marundeeswarar 寺院が隣接することでも有名。
4	Covelong Beach チェンナイから約 40km に位置する。ウィンドサーフィンやカイトサーフィンなどのウォータースポーツで人気。要塞や教会があり、歴史的な見どころがある。

出典: JICA Expert Team

Figure 8-34: チェンナイの観光要素としてのビーチ位置図

8.9.5 自然災害

8.9.5.1. 地震多発地域

チェンナイ都市圏は、インド国立地震学センターによって区分された地震ゾーン III に分類されており、中程度の被害リスクゾーンに位置するとされている。 チェンナイ都市圏全体がこのゾーンに該当する。

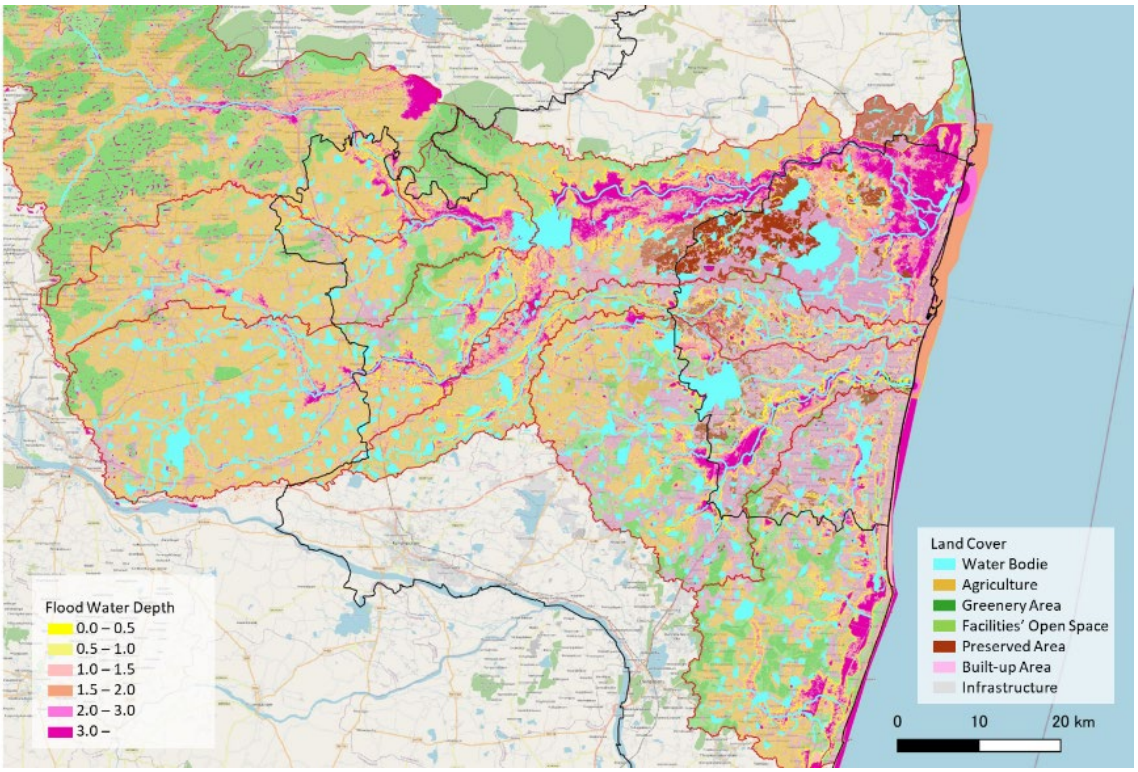
8.9.5.2. サイクロン多発地域

チェンナイ都市圏は、海岸から 20km の範囲にあることから、(a)サイクロン時の強風と大雨が同時に発生するリスク、(b)高潮による海水の浸水が発生するリスク、(c)大雨による洪水が発生するリスク、を伴う地域となる。

8.9.5.3. 洪水多発地域

チェンナイ都市圏では、河川や運河沿い、低平地など、暴風雨の際に洪水や浸水の被害を受けやすい地域がいくつかある。下図に、Madras メトロ洪水軽減／雨水排水マスタープ

ランで特定された浸水可能性地域［マクロレベル］を示す。チェンナイ都市圏には、マクロおよびミクロの排水ネットワークが存在するため、合理的な時間内にこれらの地域を排水することが容易である。このような低平地での開発は、提案された開発が基準に適合し、氾濫を防ぐための対策について公共事業局（PWD）から許可を得た場合にのみ許可される。



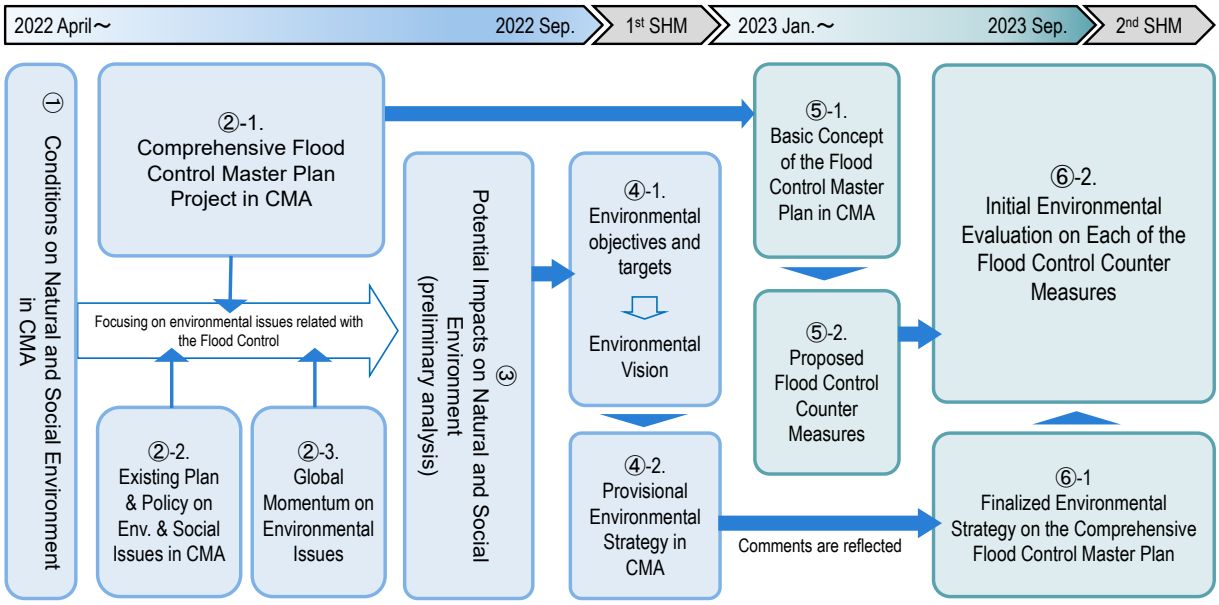
出典: JICA Expert Team

Figure 8-35: 洪水多発地域マップ

8.10 戦略的環境アセスメント(SEA)

8.10.1 SEA の構成

SEA 調査は、以下の構成に基づいて実施される。



出典: JICA Expert Team

Figure 8-36: SEA 調査の構成

8.10.2 環境影響評価

8.10.2.1. 物理的対策の概要

上記の CFCMP の優先的な物理的対策について、自然・社会環境への影響の評価を、スコーピング段階の評価との比較とともに下表に整理した。

本節で検討する緩和策については、下表に示すように、河川洪水対策（A)、都市洪水対策（B)、海岸洪水対策（C）の 3 つのカテゴリーから 25 の物理的対策を選択した。カテゴリーC は 3 つのサブカテゴリーに分けられ、各々に 3 つの物理的対策が含まれる。

Table 8-37: 環境影響評価の対象となる CFCMP の主な優先対策

分類		物理対策	建設作業概要
A. 河川洪水対策	A1: Adyar 川流域	A1-①: Adya 川及び Chembarambakkam 余剰水路の改修-1 (河床掘削)	河床の掘削
		A1-②: Adya 川及び Chembarambakkam 余剰水路の改修-2 (河川幅拡幅)	河川幅拡幅のための土工、嵩上げ堤防の建設
		A1-③: 地下河川建設（空港近くの Adyar 川から Bengal 湾を連結）	TBM（トンネル掘削機）による地下河川の掘削、トンネル構造のためのコンクリート構造物建設、Adyar 川から Bengal 湾への取水口と排出口の立坑の建設
	A2: Cooum 川流域	A2-①: Cooum 川河川改修-1 (河床掘削)	河床の掘削
		A2-②: Cooum 川河川改修-2(河川幅拡幅)	河川幅拡幅のための土工、嵩上げ堤防の建設
	A3: Kosastha-laiyar 川流域	A3-①: Kosasthalaiyar 川及び Redhills 余剰水路の改修-1 (河床掘削)	河床の掘削
		A3-②: Kosasthalaiyar 川及び Redhills 余剰水路の改修-2 (河川幅拡幅)	河川幅拡幅のための土工、嵩上げ堤防の建設
		A3-③: Kosasthalaiyar 川及びループ水路の開発（ゲート整備を伴う）	嵩上げ堤防の建設、河川幅拡幅のための土工、ゲート建設
	A4: Kovalam 流域	A4-①: Okkiyam Maduvu 余剰水路の改修-1 (水路床掘削)	河床の掘削
		A4-②: Okkiyam Maduvu 余剰水路の改修-2 (水路幅拡幅)	河川幅拡幅のための土工、嵩上げ堤防の建設
	A5: 全河川流域	A5-①: 既存タンクの改修（ゲート整備を伴う）	既存タンクの土壌掘削、タンクと河川をつなぐ排水路の建設（ゲート建設を伴う）
		A5-②: 新タンクの整備（ゲート整備を伴う）(特に Kosasthalayar 川流域)	新規タンク整備のための土壌掘削、タンクと河川をつなぐ排水路の建設（ゲート建設を伴う）
B. 都市洪水対策	B1: 北 Buckingham 運河(NBC)	B1-①:Buckingham 運河の改修	運河の底土壌の掘削、嵩上げ堤防／横壁の建設
		B1-②:遊水地整備（Kodungaiyur Drain, Captain Cotton Canal, Otteri Nala Drain に隣接及び NBC 中間地点付近	地盤の掘削、ゲートの建設、ポンプの設置、堤防保護のためのコンクリート構造物の建設
		B1-③: バイパス水路 (Cut &Cover)の整備（Otteri Nala Drain と Coum 川を連結）	新規暗渠排水路のための土壌掘削、排水路コンクリート構造物の建設
		B1-④: ゲート整備※Cooum 川の交錯点	運河の底土壌の掘削、ゲート建設
	B2: 中央 Buckingham 運河 (CBC)	B2-①: Buckingham 運河の改修	運河の底土壌の掘削、嵩上げ横壁の建設
		B2-②: ゲート整備（側壁整備を伴う）※Coum 川の交錯点	運河の底土壌の掘削、ゲート建設
	B3: 南 Buckingham 運河(SBC)	B3-①: Buckingham 運河の改修	運河の底土壌の掘削、河岸・嵩上げ横壁の建設
		B3-②: ゲート整備※運河北部及び Pallikaranai 湿地付近（ポンプ整備を伴う）	運河の底土壌の掘削、ゲート建設、ポンプ設置
		B3-③: 放水路整備（Buckingham 運河及び Bengal 湾を連結）※Okkiyam Maduvu から Injambakkam 地区を結ぶショートカット水路整備 含む。	新放水路のための土壌掘削、放水路コンクリート構造物の建設、Bengal 湾付近のゲート建設
	B4: 接続排水路（Adyar 川及び Coum 川へ接続）	B4-①: 排水路改修（水路床掘削及び幅拡幅）※Adyar 川及び Coum 川と連結する排水路を対象 (MGR, Kolapakkam, Kundrathur, Pammal 排水路等)	排水路の床土壌の掘削、排水路堤防の拡幅のためのコンクリート工事、堤防の嵩上げ工事
		B4-②: ゲート整備（河川との連結部分となる排水口整備を含む）	ゲート建設、運河の床土壌の掘削、コンクリートガイド壁及び排水口の新規整備

分類	物理対策	建設作業概要
	B4-③: タンク改修及び新規タンク開発（ゲート整備伴う）※Kundrathur 排水路 (Madha College 近くの未利用地)、Palmmar 排水路の上流 (Thiruneermalai Lake=Periya Eri))	既存のタンクの底土壌の掘削、新規タンクのための土壌掘削、タンクと排水路をつなぐ排水路建設
C: 海外洪水対策	C-①: 導流提建設※Muttukadu 地区	河口付近での土工、導流路建設

出典: JICA Expert Team

8.10.2.2. 主な負の影響

(1) 水質汚染およびその他の間接的な潜在的影響

本調査における水質調査結果より、Adyar 川、Cooum 川、Buckingham 運河の表流水の水質は低く、その中でも塩化物（Cl）と硝酸塩（NO^3）の濃度が高く、溶存酸素（DO）の濃度が著しく低い。一般に、水質の低下は、家庭用排水、農業用排水、工業用排水が未処理のまま河川や運河に流入し、植物プランクトンやその他の藻類が異常繁殖、富栄養化を招く。このような水域の状態は、水生生態系だけでなく河川の周辺環境における悪臭など、人々の生活に悪影響を及ぼす。よって、マスタープランでの対策が、河川や運河を貯水池や Bengal 湾に接続し、低質な水を流入させる施設整備が含まれる場合においては、長期的な負の影響の蓄積を考慮した詳細な環境調査に基づき、計画段階での慎重な対応と対策が求められる。さらに、プロジェクトの対処となる河川や運河の低質土には、マグネシウム（Mg）、亜鉛（Zn）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）、カドミウム（Cd）などの重金属が多く含まれており、これらの重金属は一般に人体に有害であるため、重金属を含む底質土の掘削土砂の再利用や汚染土砂の移動に伴う物理的対策を実施する場合には、十分な注意が必要である。下表に水質汚染を引き起こす可能性のある洪水対策及び内容を示す。

Table 8-38: 水質汚染を引き起こす可能性のある洪水対策

カテゴリ #	取組み名称	備考
A5-①、②	既存タンクの改修 新タンクの整備	既存の河川や運河の表面水の水質が既に悪いことから、その水を未処理のまま整備されたタンクや遊水地へ流入させることは、新たな水質汚染問題を引き起こす可能性がある。
B1-③, B4-③	遊水地の改修及び整備	
A1, A2, A3, A4	河川改修（河床掘削及び拡幅）	既存の底質土壌には軽金属や重金属が含まれているため、浚渫した土壌の利用やこれら汚染土壌の移動は、土壌汚染に対する二次的な環境への悪影響をもたらす可能性がある。
A5-①、②	既存タンクの改修、新タンクの整備	
B1-③, B4-③	遊水地の改修及び整備	

出典: JICA Expert Team

(2) 生物多様性／生態系

都市部における緑地は、都市に日陰とオープンスペースを提供し、ヒートアイランド現象の緩和や、雨水貯留による都市全般の流出速度の低減に寄与することから、地域の象徴的な樹林地や大径木の伐採による CMA 内の緑環境の劣化は、都市化が進む地域にとって重大な負の影響の一つである。しかし、雨水を貯留して生物多様性や生態系に配慮した環境を創出する場合においては、都市部における持続可能な豊かな湿地など、自然環境の改善を含む開発政策に基づいた物理対策が実施されることは有益といえる。

CFCMP で優先的に実施される物的対策のリストには、「河口改修」、「地下河川の建設」、

「放水路の建設」など、Bengal 湾沿岸地域でのコンクリート構造物の建設を伴う取組みが含まれる。前節で示したように、チェンナイの沿岸地域のほとんどは、関連法に基づき沿岸規制区域に指定されている。したがって、これらの物理的対策は、国や州の関連法令に従って、水生生態系に対する詳細な環境アセスメントに基づき実施される必要がある。

また、Kovalam 流域の洪水多発地域である Pallikaranai 湿原保護林がラムサール条約に登録されている。将来的な改修計画があるとはいえ、生物多様性に関連する湿地機能の低下を引き起こす可能性のある建設活動には、十分な注意を払う必要がある。下表に生物多様性/生態系に悪影響を及ぼす可能性のある洪水対策及び内容を示す。

Table 8-39: 生物多様性/生態系に悪影響を及ぼす可能性のある洪水対策

カテゴリ #	取組み名称	備考
A1, A2, A3, A4	河川改修（河床掘削及び拡幅）	既存の河川環境及び新設遊水池の対象地における既存林の大規模に伐採することは、既存の生物多様性に影響を与える可能性がある。
A5-②	新タンクの整備	
A1-③	地下河川整備	既存ビーチに整備される排出口構造物は、河川や運河からの水を未処理のまま海に排出することにより、Bengal 湾の水生環境に影響を与える可能性がある。
B3-③	放水路整備	

出典: JICA Expert Team

(3) 住民移転と用地取得

本プロジェクトの対象となる河川の河岸沿いには多くの住宅や商業施設が立地しているため、規模が大きな非自発的住民移転や河川拡幅の実施に伴う用地取得が発生することが予想される。以下に、住民移転と用地取得の規模の概算を示す。特に、チェンナイの市街化区域の河川や運河沿いには、多くの違法住宅地が確認されており、これらの地域で治水対策を実施することは、貧困層を含む非正規定住者と呼ばれる社会的弱者に対する非自発的住民移転を実施することとなり、被影響住民（PAPs）の生活環境に大きな悪影響を与えることになる。 プロジェクト段階では、住民移転計画の作成において、これら PAPs の適切な移転先だけでなく、生計回復プログラムの実施や社会復帰への取り組みについて慎重に検討する必要がある。下表に非自発的住民移転が必要となる可能性のある洪水対策及び内容を示す。

1）河川洪水対策

- Adyar 川流域

Adyar 川の河川幅の拡幅により、約 7,480 戸の住宅と 2,300 棟の商業施設が影響を受け、その中には少なくとも 30,860 人の非自発的住民移転が含まれる。また、必要な土地取得面積は約 493,000㎡と概算される。 これらの家屋及びと住民移転の総数には、違法居住として 1,880 人の住民移転を含む 480 戸の住宅が、合法居住として 29,120 人の住民移転を含む 7,480 戸の住宅への影響が含まれる。

- Coum 川流域

Cooum 川の河川幅の拡幅により、約 6,855 戸の住宅と 3,200 棟の商業施設が影響を受け、その中には少なくとも 30,860 人の非自発的住民移転が含まれる。また、必要な土地取得面積は約 482,000m^2 と概算される。 これらの家屋及びと住民移転の総数には、違法居住として 1,740 人の住民移転を含む 445 戸の住宅が、合法居住として 24,260 人の住民移転を含む 6,410 戸の住宅への影響が含まれる。

- Kosasthalaiyar 川流域

Kosasthalaiyar 川の河川幅の拡幅により、約 951 戸の住宅と約 500 棟の事業用建物が影響を受け、その中には少なくとも 3,700 人の非自発的住民移転が含まれる。また、必要な土地取得面積は約 70,000m^2 と概算される。 これらの家屋及びと住民移転の総数には、違法居住として 360 人の住民移転を含む 91 戸の住宅が、合法居住として 3,340 人の住民移転を含む 860 戸の住宅への影響が含まれる。

- Kovalam 流域

新規水路の拡幅を含む Okkiyam maduvuno 水路改修では、影響を受ける建物や非自発的住民移転は予想されないが、改修のための用地取得が概算で約 16 万 m^2 必要となる。

2) 河川洪水対策

既存の排水路の改修に関連する対策では、中央 Buckingham 運河を除き大規模な非自発的住民移転と用地取得の発生は予想されない。中央 Buckingham 運河は、密集市街地に位置し運河沿いの部分的なエリアで違法居住地が存在することから、当運河での取り組みの効率的な実施においては違法居住地の整地が必要となる。この違法居住地の整地には、約 1,320 人の非自発的住民移転を含む 340 戸の住居への影響が含まれる。また、Buckingham 運河と Bengal 湾を結ぶ放水路整備については、概算で約 15 万 m2 の規模の用地取得が必要となる。特に、放水路整備の計画対象地は、市民の憩いの場であるレジャー施設を通過するため、補償方針や施設の改修計画など、慎重な協議が必要となる。

3) 沿岸洪水対策

導流提建設に伴う非自発的住民移転及び用地取得は想定されない。

Table 8-40: 非自発的住民移転が必要となる可能性のある洪水対策

カテゴリ #	取組み名称	備考
A1, A2, A3, A4	河川改修（河床掘削及び拡幅）	河川幅の拡幅及び市街地における排水口整備のための縦坑建設は、違法・合法問わず、大規模な非自発的住民移転が必要となる。 放水路建設は大規模な土地取得が必要となる。
A1-③	地下河川整備	
B2-①	中央 Buckingham Canal の改修	
B3-③	放水路整備	

出典: JICA Expert Team

(4) 地下資源（地下水及び海岸）

建設工事に伴った過度の土壌掘削や地下水の取水は、一般的に地下水位の低下を引き起こし、水資源に依存する人々への水不足や CMA 内の地盤沈下など、自然・社会環境に重大な悪影響を与える可能性がある。したがって、「河川改修」、「地下河川建設」、「貯水池整備」

のような、大量の掘削を伴う物理的対策の実施においては、地質条件と地下水位の詳細な調査が必要であり、その影響の大きさと、負の影響に対する実施可能な緩和策を確認する必要がある。また、建設・供用段階における不測の環境変化を避けるため、地下水位のモニタリングが必要となる。

Bengal 湾沿いには多くのレクリエーション用の砂浜があり、これらの砂浜はチェンナイの重要な観光資源として位置づけられる。沖合への砂の流出などにより既存海岸の砂が喪失し浜辺の形状が変化することはチェンナイの観光産業に大きな負の影響を与える。CFCMP の優先順位の高い物理的対策のリストには、海岸地域にコンクリート構造物を建設するものが含まれていることからも、累積的な負の影響を考慮すると、これらの対策を実施する前に、砂浜の砂の長期的な動きについての詳細な分析調査を実施することが特に重要となる。下表に非自発的住民移転が必要となる可能性のある洪水対策及び内容を示す。

Table 8-41: 地域資源の劣化を招く可能性のある洪水対策

カテゴリ #	取組み名称	備考
A1, A2, A3, A4	河川改修（河床掘削及び拡幅）	河床改修やタンク改修に伴う大量な掘削は、既存の地下水移動によって地下水位の低下をもたらす可能性がある。地下水の過度の減少は、副次的な影響として、長期的に地盤沈下に影響を及ぼす可能性がある。
A1-③	地下河川整備	
A5-①, ②	既存タンクの改修、新タンクの整備	
B3-③	放水路整備	
A1-③	地下河川整備	既存ビーチに接続する排出口のための構造物整備は、長期的はビーチの砂移動に影響を与える可能性がある。
B3-③	放水路整備	

出典: JICA Expert Team

Table 8-42: 河川洪水対策（Adyar 川流域の改善 A1）の実施に関する環境影響評価の概要

A. 河川洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A1: Adyar 川流域の改善						評価の理由
					①: Adyar 川河川改修-1(河床掘削)		②: Adyar 川河川改修-2(河川幅拡幅)		③:地下河川建設		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
汚染対策	1	大気汚染	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C：河床土壌の掘削に伴った建設機械からの油漏れにより、海水や河川表面水の水質悪化が予想される。(①,②) O：大きな悪影響はない。(①,②) O：河川からの放流水による海水の水質悪化が予想される。(③)
	3	廃棄物	✓	−	D/A-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃 棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。
	4	土壌汚染	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事中、化学物質や建設機械の使用による土壌汚染のリスクが懸念される。
	5	騒音・振動	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：住宅地は重機や建設機械の運転による騒音の影響を受ける。 C：トンネル掘削機からの継続的な振動公害が懸念される。(③)
	6	地盤沈下	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C, O：大量の掘削に伴って地下水からの取水が必要な場合、地下水位の低下や土層の移動により地盤沈下が発生する可能性がある。
	7	臭気	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：労働者のキャンプから出る廃棄物により悪臭による迷惑事案が発生する可能性がある。 C：河川の水質状態が改善されない場合、河川水面を拡大することは悪臭の影響を増大させる。(②)
	8	河床の底質	✓	−	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P：河床の底質への影響は想定されない。 C, O：重大な悪影響はないと予想される。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	D/D	D	D/D	D	B-/D	D	P：Buckingham 運河の南端付近の沿岸地帯の開発には、国の環境規制のために環境法の要件に特別な注意を払う必要がある。(③) C：着工前に関係機関の承認を得ている限り懸念はない。 O：大きな悪影響はない。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/D	B-	D/B-	D	D/D	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：河川付近の多くの樹木伐採により生物多様性の悪化につながる可能性がある。(②) O： 海水の河川への逆流は既存の生態系を悪化させる。(①) O：Adyar 川からの汚染水の放流について、浄化処理するなど現状から改善されない場合、Bengal 湾の海洋生態系に影響を与える。(③)
	11	水文・水象	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	D/B-	D	P：大きな悪影響はないと予想される。 C, O：大量の掘削により地下水位が低下する可能性がある。

A. 河川洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A1: Adyar 川流域の改善						評価の理由
					①: Adyar 川河川改修-1(河床掘削)		②: Adyar 川河川改修-2(河川幅拡幅)		③:地下河川建設		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：河川改修による象徴となる地域景観への影響は想定されない。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	－	D/D	D	A-/D	D	B-/D	D	P：河川の拡幅と新しい地下河川の掘削は、非自発的移転と土地取得を伴う可能性がある。特に河川拡幅は、市街化区域内で大規模な住民移転が必要となる。(②) P：立坑整備及び建設ヤードでは、ある程度の非自発的移転と土地取得が予想される。 (③) C, O：工事着工後の住民移転と土地取得は想定されない。
	14	生活と生計	✓	－	D/D	B+	D/D	B+	D/D	D	P, C：大きな悪影響はない。 O：慢性的な洪水に対する心配が払拭され、河川周辺の住民の生計が向上する。(①,②)
	15	社会的弱者（貧困）	✓	－	B-/B-	D	B-/B-	D	B-/B-	D	P, C：河川の沿岸部の一部では、貧困に苦しむ不法居住者が多いため、彼らが影響を受けた場合、生活に対する特別な対策を検討する必要がある。 O：大きな悪影響はない。
	16	少数民族と先住民族	－	－	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：チェンナイには、社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	－	D/B+	B+	D/B+	B+	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されれば、地域経済の活性化による間接的なプラスの影響が期待される。
	18	土地利用と地域資源	✓	－	D/D	B-	D/D	B-	D/D	D	P, C：大きな悪影響はない。 O：大規模な掘削を伴う場合、地下水位の低下が懸念される。(①) O：放水路出口と接続する海岸について、建設に伴った砂の移動の変化により排水口付近或いは排水口から離れた海岸線が変化する可能性がある。これにより地域の観光資源に負の影響を及ぼす可能性がある。(②,③)
	19	水の使用／権利	✓	－	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	D/B-	D	B-/B-	D	D/B-	D	P：河川の拡幅は、既存の道路や、社会インフラやサービスにアクセスする交通に影響を与える可能性がある。(②) C：建設重機は地元の交通運行に影響を与え、社会基盤のアクセスへ負の影響を及ぼす。 C：トンネル掘削活動により、脆弱な構造物や地下施設が損傷を受ける可能性がある。(③) O：大きな悪影響はない。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	－	－	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	－	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	－	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：地域社会における利害の対立は、活動中も活動後もないと予想される。
	24	文化遺産	✓	－	D/B-	D	D/B-	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：地域の宗教施設や川沿いの建造物への被害が予想される。(①,②)
	25	風景	✓	－	D/D	D	D/D	D	D/D	B-	P, C：大きな悪影響はない。 O：海岸への排水口付近の海浜線が変わり、観光地としての景観が損なわれる可能性がある。(③)

A. 河川洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A1: Adyar 川流域の改善						評価の理由
					①: Adyar 川河川改修-1(河床掘削)		②: Adyar 川河川改修-2(河川幅拡幅)		③:地下河川建設		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	26	ジェンダー	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設労働者の雇用において、ジェンダー主流化／平等の問題が考慮される必要がある。 C: 非自発的住民移転活動の協議において、社会的包摂が考慮されなければならない。(②,③)
	27	子どもの権利	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：建設工事期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が懸念される。
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。
その他	30	事故	✓	−	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：計画段階では、事故の原因となるような工事は行わない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：河川改修に起因する事故は予想されない。
	31	国境を越える影響と気候変動	−	−	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/-：重要な正または負の影響が予測される、B+/-：B+/-：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/-：C+/-：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

Table 8-43: 河川洪水対策（Cooum 川流域の改善 A2）の実施に関する環境影響評価の概要

A. 河川洪水対策									
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A2: Cooum 川流域の改善				評価の理由
					①: Coum 川 河川改修-1(河床掘削)		②: Coum 川 河川改修-2(河川幅拡幅)		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C：河床土壌の掘削に伴った建設機械からの油漏れにより、海水や河川表面水の水質悪化が予想される。 O：大きな悪影響はない。
	3	廃棄物	✓	-	D/A-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。
	4	土壌汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事中、化学物質や建設機械の使用による土壌汚染のリスクが懸念される。
	5	騒音・振動	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：住宅地は重機や建設機械の運転による騒音の影響を受ける。
	6	地盤沈下	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：大量の掘削に伴って地下水からの取水が必要な場合、地下水位の低下や土層の移動により地盤沈下が発生する可能性がある。(①)
	7	臭気	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C： 労働者のキャンプから出る廃棄物により悪臭による迷惑事案が発生する可能性がある。 C： 河川の水質状態が改善されない場合、河川水面を拡大することは悪臭の影響を増大させる。(②)
	8	河床の底質	✓	-	D/D	D	D/D	D	P： 河床堆積物はこの対策とは関係ない。 C：重大な悪影響はないと予想される。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	D/D	D	D/D	D	P：Coum 川沿いには保護区はない。 C：着工前に関係機関の承認を得ている限り懸念はない。 O：大きな悪影響はない。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/D	D	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O: 河川付近における多くの樹木伐採は地域の生物多様性の悪化に繋がる可能性がある。(②)
	11	水文・水象	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	P: 大きな悪影響はない。 C, O：大規模な土壌掘削により地下水位が低下する可能性がある。(①)
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：河川改修による象徴となる地域景観への影響は想定されない。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	D/D	D	A-/D	D	P：河川の拡幅は非自発的移転と土地取得を伴う可能性がある。特に河川拡幅は、市街化区域内で大規模な住民移転が必要となる。(②) C, O：建設開始後、住民移転と用地取得は必要ない。
	14	生活と生計	✓	-	D/D	B+	D/D	B+	P, C：大きな悪影響はない。 O：慢性的な洪水に対する心配が払拭され、河川周辺の住民の生計が向上する。(①,②)
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	B-/B-	D	B-/B-	D	P, C：河川の沿岸部の一部では、貧困に苦しむ不法居住者が多いため、彼らが影響を受けた場合、生活に対する特別な対策を検討する必要がある。 O：大きな悪影響はない。

A. 河川洪水対策

カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A2: Cooum 川流域の改善				評価の理由
					①: Cooum 川 河川改修-1(河床掘削)		②: Cooum 川 河川改修-2(河川幅拡幅)		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	16	少数民族と先住民族	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：チェンナイには、社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	D/B+	B+	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されれば地域経済の活性化による間接的な正の影響が期待される。
	18	土地利用と地域資源	✓	-	D/D	B-	D/D	B-	P, C：大きな悪影響はない。 O：大規模な掘削を伴う場合、地下水位の低下が懸念される。(①)
	19	水の使用／権利	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	D/B-	D	B-/B-	D	P：河川の拡幅は、既存の道路や、社会インフラやサービスにアクセスする交通に影響を与える可能性がある。(②) C：建設重機は地元の交通運行に影響を与え、社会基盤のアクセスへ負の影響を及ぼす。 O：大きな悪影響はない。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C,O:地域社会における利害の対立は、活動中も活動後もないと予想される。
	24	文化遺産	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：地域の宗教施設や川沿いの建造物への被害が予想される。(②)
	25	風景	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	26	ジェンダー	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はないと考えられる。 C：建設労働者の雇用において、ジェンダー主流化／平等の問題が考慮される必要がある。
	27	子どもの権利	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：建設期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が予想される。
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。
その他	30	事故	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P：計画段階では、事故の原因となるような工事は行わない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：河川改修に起因する事故は予想されない。
	31	国境を越える影響と気候変動	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/−：重要な正または負の影響が予測される、B+/−：B+/−：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/−：C+/−：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

Table 8-44: 河川洪水対策（Kosasthalaiyar 川流域の改善 A3）の実施に関する環境影響評価の概要

A. 河川洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A3: Kosasthalaiyar 川流域の改善						評価の理由
					①:河川及び Redhills 水路改修-1 (河床掘削)		②:河川及び Redhills 水路改修-2 (河川幅拡幅)		③:ループ水路改修（ゲート建設を伴う）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C：河床土壌の掘削に伴った建設機械からの油漏れにより、海水や河川表面水の水質悪化が予想される。(①,②) O：大きな悪影響はない。(①,②)
	3	廃棄物	✓	-	D/A-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃 棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。
	4	土壌汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事中、化学物質や建設機械の使用による土壌汚染のリスクが懸念される。
	5	騒音・振動	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：住宅地は重機や建設機械の運転による騒音の影響を受ける。
	6	地盤沈下	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	D/D	D	P：大きな悪影響はない。 C, O：大量の掘削に伴って地下水からの取水が必要な場合、地下水位の低下や土層の移動により地盤沈下が発生する可能性がある。(①)
	7	臭気	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：労働者のキャンプから出る廃棄物により悪臭による迷惑事案が発生する可能性がある。 C：河川の水質状態が改善されない場合、河川水面を拡大することは悪臭の影響を増大させる。(②)
	8	河床の底質	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P：河床の底質への影響は想定されない。 C, O：重大な悪影響はないと予想される。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	D/D	D	D/D	D	B-/B-	D	P: Ennore Creek 近辺の CRZ ゾーンの開発には、州の環境規制上、環境法の要件に特別な注意を払う必要がある。(③) C：着工前に関係機関の承認を得ている限り、懸念はない。 O：大きな悪影響はない。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/D	B-	D/B-	B-	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C,O：河川付近の多くの樹木伐採により生物多様性の悪化につながる可能性がある。(②,③) O: 海水の河川への逆流は既存の生態系を悪化させる。(①)
	11	水文・水象	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	D/B-	B-	P：大きな悪影響はないと予想される。 C, O：大量の掘削により地下水位が低下する可能性がある。(①)
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：河川改修による象徴となる地域景観への影響は想定されない。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	D/D	D	A-/D	D	B-/D	D	P：河川の拡幅と新しい地下河川の掘削は、非自発的移転と土地取得を伴う可能性がある。特に河川拡幅は、市街化区域内で大規模な住民移転が必要となる。(②,③) C, O：工事着工後の住民移転と土地取得は想定されない。

A. 河川洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A3: Kosasthalaiyar 川流域の改善						評価の理由
					①:河川及び Redhills 水路改修-1 (河床掘削)		②:河川及び Redhills 水路改修-2 (河川幅拡幅)		③:ループ水路改修（ゲート建設を伴う）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	14	生活と生計	✓	-	D/D	B+	D/D	B+	D/D	B+	P, C：大きな悪影響はない。 O：慢性的な洪水に対する心配が払拭され、河川周辺の住民の生計が向上する。
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	B-/B-	D	B-/B-	D	D/D	D	P, C：河川の沿岸部の一部では、貧困に苦しむ不法居住者が多いため、彼らが影響を受けた場合、生活に対する特別な対策を検討する必要がある。ループ河川付近における定住者はいない。(③) O：大きな悪影響はない。
	16	少数民族と先住民族	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：チェンナイには、社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	D/B+	B+	D/B+	B+	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されれば、地域経済の活性化による間接的なプラスの影響が期待される。
	18	土地利用と地域資源	✓	-	D/D	B-	D/D	B-	D/D	B-	P, C：大きな悪影響はない。 O：大規模な掘削を伴う場合、地下水位の低下が懸念される。(①)
	19	水の使用／権利	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	D/B-	D	B-/B-	D	D/B-	D	P：河川の拡幅は、既存の道路や、社会インフラやサービスにアクセスする交通に影響を与える可能性がある。(②) C：建設重機は地元の交通運行に影響を与え、社会基盤のアクセスへ負の影響を及ぼす。 O：大きな悪影響はない。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：地域社会における利害の対立は、活動中も活動後もないと予想される。
	24	文化遺産	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：地域の宗教施設や川沿いの建造物への被害が予想される。(①,②)
	25	風景	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	26	ジェンダー	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設労働者の雇用において、ジェンダー主流化／平等の問題が考慮される必要がある。
	27	子どもの権利	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：建設工事期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が懸念される。
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。

A. 河川洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A3: Kosasthalaiyar 川流域の改善						評価の理由
					①:河川及び Redhills 水路改修-1 (河床掘削)		②:河川及び Redhills 水路改修-2 (河川幅拡幅)		③:ループ水路改修（ゲート建設を伴う）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
その他	30	事故	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：計画段階では、事故の原因となるような工事は行わない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：河川改修に起因する事故は予想されない。
	31	国境を越える影響と気候変動	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/−：重要な正または負の影響が予測される、B+/−：B+/−：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/−：C+/−：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

Table 8-45: 河川洪水対策（Kovalam 流域の改善 A4）の実施に関する環境影響評価の概要

A. 河川洪水対策									
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A4: Kovalam 流域の改善				評価の理由
					①:Okkiyam Maduvu 水路改修(水路底土壌掘削)		②:Okkiyam maduvu 水路改修 2 (水路幅拡幅)		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C：河床土壌の掘削に伴った建設機械からの油漏れにより、水路表面水の水質悪化が予想される。 O：大きな悪影響はない。
	3	廃棄物	✓	-	D/A-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃 棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。
	4	土壌汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事中、化学物質や建設機械の使用による土壌汚染のリスクが懸念される。
	5	騒音・振動	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：住宅地は重機や建設機械の運転による騒音の影響を受ける。
	6	地盤沈下	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：大量の掘削に伴って地下水からの取水が必要な場合、地下水位の低下や土層の移動により地盤沈下が発生する可能性がある。(①)
	7	臭気	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C**:** 労働者のキャンプから出る廃棄物により悪臭による迷惑事案が発生する可能性がある。 C**:** 河川の水質状態が改善されない場合、河川水面を拡大することは悪臭の影響を増大させる。(②)
	8	河床の底質	✓	-	D/D	D	D/D	D	P**:** 河床堆積物はこの対策とは関係ない。 C：重大な悪影響はない。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	D/D	A-	B-/B-	A-	P, C：ラムサール条約登録湿地である Pallikaranai 湿原保護林の開発には、州の環境規制上、環境法の要件に特別な注意を払う必要がある。 C：着工前に関係機関の承認を得ている限り懸念はない。 O：Pallikaranai 湿原保護林の水位低下による湿原地域の既存の生態系に重大な二次的悪影響を及ぼす可能性がある。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/D	D	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O**:** 河川付近における多くの樹木伐採は地域の生物多様性の悪化に繋がる可能性がある。(②)
	11	水文・水象	✓	✓	D/B-	B-	D/D	B-	P**:** 大きな悪影響はない。 C, O：大規模な土壌掘削により地下水位が低下する可能性がある。(①)
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：河川改修による象徴となる地域景観への影響は想定されない。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	D/D	D	B-/D	D	P：水路の拡幅においてある程度の用地取得が予想される。(②) C, O：建設開始後、住民移転と用地取得は必要ない。
	14	生活と生計	✓	-	D/D	B+	D/D	B+	P, C：大きな悪影響はない。 O:慢性的な洪水に対する意識が低下し、河川周辺住民の生活が改善される。
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	D/D	D	D/D	D	P、C：Okkiyama maduvu 水路沿いには集落はない。 O：大きな悪影響はない。

A. 河川洪水対策									
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A4: Kovalam 流域の改善				評価の理由
					①:Okkiyam Maduvu 水路改修(水路底土壌掘削)		②:Okkiyam maduvu 水路改修 2 (水路幅拡幅)		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	16	少数民族と先住民族	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：チェンナイには、社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	D/B+	B+	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されれば地域経済の活性化による間接的な正の影響が期待される。
	18	土地利用と地域資源	✓	-	D/D	B-	D/D	D	P, C：大きな悪影響はない。 O：大規模な掘削を伴う場合、地下水位の低下が懸念される。(①)
	19	水の使用／権利	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	D/B-	D	B-/B-	D	P：河川の拡幅は、既存の道路や、社会インフラやサービスにアクセスする交通に影響を与える可能性がある。(②) C：建設重機は地元の交通運行に影響を与え、社会基盤のアクセスへ負の影響を及ぼす。 O：大きな悪影響はない。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C,O:地域社会における利害の対立は、活動中も活動後もないと予想される。
	24	文化遺産	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：地域の宗教施設や川沿いの建造物への被害が予想される。
	25	風景	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	26	ジェンダー	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はないと考えられる。 C：建設労働者の雇用において、ジェンダー主流化／平等の問題が考慮される必要がある。
	27	子どもの権利	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：建設期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が予想される。
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。
その他	30	事故	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P：計画段階では、事故の原因となるような工事は行わない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：河川改修に起因する事故は予想されない。
	31	国境を越える影響と気候変動	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/−：重要な正または負の影響が予測される、B+/−：B+/−：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/−：C+/−：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

Table 8-46: 河川洪水対策（Kovalam を含む全流域の改善 A5）の実施に関する環境影響評価の概要

A. 河川洪水対策									
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A5: 全流域 (Kovalum 流域含む)の改善				評価の理由
					①:タンク改修（ゲート建設含む）		②:新規タンク建設（ゲート建設含む）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	-	D/B-	B-	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C：建設機械の使用や建設現場からの汚水により、既存の水域が直接的または間接的に汚染される可能性がある。 C：床土の掘削に伴い汚染された底質土による水質汚濁につながる既存水流の乱れが予想される。(①) O：タンクの不適切な水管理により生物多様性に影響のある富栄養化が懸念される。
	3	廃棄物	✓	-	D/B-	B-	D/B-	B-	P：大きな負の影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。 O：新設タンク及び水路へのゴミの投棄は、悪臭及び快適な景観に影響する。
	4	土壌汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事中、化学物質や建設機械の使用による土壌汚染のリスクが懸念される。掘削工事から発生する汚染土壌が、農業利用や土地の埋め立てなど、他の経済活動に利用される場合、間接的な悪影響が懸念される。
	5	騒音・振動	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：住宅地は重機や建設機械の運転による騒音の影響を受ける。
	6	地盤沈下	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：大量の掘削に伴って地下水からの取水が必要な場合、地下水位の低下や土層の移動により地盤沈下が発生する可能性がある。 O：地下水位の低下による長期間にわたって徐々に地盤沈下が起こる可能性がある。
	7	臭気	✓	-	D/B-	B-	D/B-	B-	P：大きな悪影響はないと予想される。 C：労働者のキャンプから出る廃棄物により悪臭による迷惑事案が発生する可能性がある。 O：不適切な管理運営により、タンクとその周辺地域で悪臭の迷惑が発生する可能性がある。
	8	河床の底質	✓	-	D/D	D	D/D	D	P：河床堆積物はこの対策とは関係ない。 C：重大な悪影響はない。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	D/B-	B+	D/B-	B+	P：大きな悪影響はない。 C：優先湿地に指定されたタンクは、自然環境の保全のために細心の注意を払う必要がある。 O：自然環境が保全されることにより、郊外におけるスプロール化する無秩序な都市開発が将来的に抑制される可能性がある。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/B-	D/B+	D/B-	D/B+	P：大きな悪影響はない。 C：タンクの水深増加や周辺樹木の伐採による既存の生物多様性の悪化が予想される。 O：生物多様性対策を実施することにより豊かな生物多様性が確保される。
	11	水文・水象	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：大規模な土壌掘削により地下水位が低下する可能性がある。

A. 河川洪水対策									
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A5: 全流域 (Kovalum 流域含む)の改善				評価の理由
					①:タンク改修（ゲート建設含む）		②:新規タンク建設（ゲート建設含む）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：タンク改修による象徴となる地域景観への影響は想定されない。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	D/D	D	B-/D	D	P: 新設タンクとタンクと接続する水路整備のため、農地等の用地取得が必要となる。(②) C, O：建設開始後、住民移転と用地取得は必要ない。
	14	生活と生計	✓	-	D/D	B+	D/B-	B-/B+	P, C：大きな悪影響はない。 C, O：影響資産の損失による生活の質の低下が懸念される。(②) O：慢性的な洪水に対する懸念が緩和される。
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	D/D	B+	D/D	B+	P, O：大きな悪影響はない。 C：新規タンク対象地に近接した地域に被影響者はいない。周辺地域住民の洪水被害に対する心配が払拭される。
	16	少数民族と先住民族	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：チェンナイには、社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	D/B+	B+	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されれば地域経済の活性化による間接的な正の影響が期待される。
	18	土地利用と地域資源	✓	-	D/D	B-	D/D	B-	P, C：大きな悪影響はない。 O：大規模な掘削を伴う場合、地下水位の低下が懸念される。(①)
	19	水の使用／権利	✓	-	D/B-	B-	D/B-	B-	P, C, O：大きな悪影響はない。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設重機は地元の交通運行に影響を与え、社会基盤のアクセスへ負の影響を及ぼす。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	-	B-/D	D	B-/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C,O:地域社会における利害の対立は、活動中も活動後もないと予想される。
	24	文化遺産	✓	-	D/D	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：地域の宗教施設や川沿いの建造物への被害が予想される。(②)
	25	風景	✓	-	D/B-	B-	D/B-	B-	P: 大きな悪影響はない。 C, O：タンクの護岸がコンクリートで覆われる場合、既存のタンクの自然景観が悪化する。
	26	ジェンダー	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はないと考えられる。 C：建設労働者の雇用において、ジェンダー主流化／平等の問題が考慮される必要がある。
	27	子どもの権利	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：建設期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が予想される。
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。

A. 河川洪水対策									
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		A5: 全流域 (Kovalum 流域含む)の改善				評価の理由
					①:タンク改修（ゲート建設含む）		②:新規タンク建設（ゲート建設含む）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
その他	30	事故	✓	-	D/B-	B-	D/B-	B-	P：計画段階では、事故の原因となるような工事は行わない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：河川改修に起因する事故は予想されない。
	31	国境を越える影響と気候変動	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/−：重要な正または負の影響が予測される、B+/−：B+/−：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/−：C+/−：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

Table 8-47: 都市洪水対策（北 Buckingham 運河（NBC）の改善 B1）の実施に関する環境影響評価の概要

B. 都市洪水対策													
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B1: 北 North Buckingham 運河 (NBC)の改善								評価の理由
					①:Buckingham 運河の改修		②:遊水地整備		③: バイパス水路 (Cut &Cover)の整備		④ゲート整備※ Cooum 川の交錯点		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	-	D/B-	D	D/D	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設機械の使用や建設現場からの油漏れにより、既存の排水が汚染される可能性がある。 C：水路床土壌の掘削に伴った建設機械からの油漏れにより、排水路の表流水や流出先である海水の水質悪化が予想される。(①,③)
	3	廃棄物	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃 棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。
	4	土壌汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	B-	D/B-	D	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中、化学物質や建設機械の使用による土壌汚染のリスクが懸念される。 C：掘削工事から発生する汚染土壌が、農業利用や土地の開墾など他の経済活動に利用される場合、間接的な悪影響が懸念される。(②) O：運河からの汚染された排水が新しいタンクに流出する場合、タンクの底質土壌の汚染に繋がる可能性がある。(②)
	5	騒音・振動	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：Buckingham 運河沿いの住宅地や 3rd Avenue 沿いの商業地は、重機や建設機械の運転による騒音や振動の影響を受ける。
	6	地盤沈下	✓	✓	D/B-	B-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P：大きな悪影響はない。 C, O：大規模な掘削を伴う場合、地下水位の低下や土層の移動により地盤沈下が発生する可能性がある。(①)
	7	臭気	✓	-	D/B-	D	D/B-	B-	D/B-	D	D/B-	D	P：大きな悪影響はないと予想される。 C：労働者のキャンプから出る廃棄物により悪臭による迷惑事案が発生する可能性がある。 O：新説貯水池へのゴミ投棄は悪臭の増長させる可能性がある。(②)
	8	河床の底質	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P：河床堆積物はこの対策とは関係ない。 C：重大な悪影響はない。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P：大きな悪影響はない。 C：開発が建設開始前に関係機関の承認を受ける限り懸念はない。 O：大きな悪影響はない。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/D	D	D/B-	B-/B+	D/D	D	D/D	D	P：大きな悪影響はない。 C：排水施設に生物多様性への配慮は必要ない。(①,③) C, O：新設タンクの既存緑地の劣化が懸念される。(②)
	11	水文・水象	✓	✓	D/B-	B-	D/B-	B-	D/D	D	D/D	D	P：大きな悪影響はない。 C, O：大規模な土壌掘削により地下水位が低下する可能性がある。(①,②)

B. 都市洪水対策													
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B1: 北 North Buckingham 運河 (NBC)の改善								評価の理由
					①:Buckingham 運河の改修		②:遊水地整備		③: バイパス水路 (Cut &Cover)の整備		④ゲート整備※ Cooum 川の交錯点		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：運河の改修による象徴となる地域景観への影響は想定されない。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	B-/D	D	B-/D	D	D/D	D	D/D	D	P：B 運河の改修に非自発的住民移転が予想される。(①) P：タンクの建設には大量の土地取得が見込まれる。(②) C, O：建設開始後に住民移転及び用地取得は発生しない。
	14	生活と生計	✓	-	D/D	B+	D/D	B+	D/D	B+	D/D	B+	P, C：大きな悪影響は予想されない。 O：慢性的な洪水被害が緩和されることで B.運河周辺住民の生活改善が期待される。
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	B-/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P：B.運河沿いには、貧困に苦しむ不法居住者がいる地域がある。貧困層の生活への影響に対する特別な対策を検討する必要がある。(①) C, O：大きな悪影響はない。
	16	少数民族と先住民族	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：チェンナイには社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	D/B+	B+	D/B+	B+	D/B+	B+	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されることにより、地域経済の活性化による間接的な正の影響が予想される。
	18	土地利用と地域資源	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P: 大きな悪影響はない。 C, O: 排水施設に関する土地利用及び地域資源の問題はない。
	19	水の使用／権利	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	D/B-	D	D/D	D	D/B-	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設重機は地元の交通運行に影響を与え、社会基盤のアクセスへ負の影響を及ぼす。(①,③)
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C,O:地域社会における利害の対立は、活動中も活動後もないと予想される。
	24	文化遺産	✓	-	B-/B-	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P：宗教的建造物の移転は地元コミュニティと調整される必要がある。(①) C：地域の宗教施設や建造物への被害が予想される。(①) O：大きな悪影響はない。
	25	風景	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。

B. 都市洪水対策													
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B1: 北 North Buckingham 運河 (NBC)の改善								評価の理由
					①:Buckingham 運河の改修		②:遊水地整備		③: バイパス水路 (Cut &Cover)の整備		④ゲート整備※ Cooum 川の交錯点		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	26	ジェンダー	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C: 建設労働者の雇用において、男女の平等が考慮されなければならない。 C: 非自発的住民移転に係る活動での協議において、社会的包摂が考慮されなければならない。(①)
	27	子どもの権利	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	D/B-	B-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C：建設期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が予想される。 O：排水・運河の滞留状態が改善されない場合、蚊を媒介とする感染症の継続的な増加が懸念される。(①)
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。
その他	30	事故	✓	-	D/B-	B-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：計画段階では、事故を引き起こす可能性のある工事は実施しない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：適切な安全対策が講じられない限り、新設タンクでの水難事故の増加が懸念される。
	31	国境を越える影響と気候変動	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/−：重要な正または負の影響が予測される、B+/−：B+/−：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/−：C+/−：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

Table 8-48: 都市洪水対策（中央 Buckingham 運河（CBC）の改善 B2）の実施に関する環境影響評価の概要

B. 都市洪水対策									
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B2: 中央 Buckingham 運河 (CBC)の改善				評価の理由
					①:Buckingham 運河の改修		②:ゲート整備（横壁建設含む）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設機械の使用や建設現場からの汚水により、既存の排水が汚染される可能性がある。
	3	廃棄物	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃 棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。
	4	土壌汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事中、化学物質や建設機械の使用による土壌汚染のリスクが懸念される。
	5	騒音・振動	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：Buckingham 運河沿いの住宅地は、重機や建設機械の運転による騒音や振動の影響を受ける。
	6	地盤沈下	✓	✓	D/B-	B-	D/D	D	P：大きな悪影響はない。 C, O：大量の掘削に伴って地下水からの取水が必要な場合、地下水位の低下や土層の移動により地盤沈下が発生する可能性がある。(①)
	7	臭気	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はないと予想される。 C：労働者のキャンプから出る廃棄物により悪臭による迷惑事案が発生する可能性がある。
	8	河床の底質	✓	-	D/D	D	D/D	D	P：河床堆積物はこの対策とは関係ない。 C：重大な悪影響はない。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	D/D	D	D/D	D	P, C, O：中央 Buckingham 運河の周辺流域には保護区はない。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/D	D	D/D	D	P：大きな悪影響はない。 C, O：排水施設については、生物多様性への配慮は必要ない。
	11	水文・水象	✓	✓	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：運河の改修による象徴となる地域景観への影響は想定されない。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	B-/D	D	D/D	D	P：B 運河の改修に非自発的住民移転が予想される。(①) C, O：建設開始後に住民移転及び用地取得は発生しない。
	14	生活と生計	✓	-	D/D	B+	D/D	B+	P, C：大きな悪影響は予想されない。 O：慢性的な洪水被害が緩和されることで B.運河周辺住民の生活改善が期待される。
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	B-/D	D	D/D	D	P：B.運河沿いには、貧困に苦しむ不法居住者がいる地域がある。貧困層の生活への影響に対する特別な対策を検討する必要がある。(①) C, O：大きな悪影響はない。
	16	少数民族と先住民族	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：チェンナイには社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	D/B+	B+	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されることにより、地域経済の活性化による間接的な正の影響が予想される。

B. 都市洪水対策

カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B2: 中央 Buckingham 運河 (CBC)の改善				評価の理由
					①:Buckingham 運河の改修		②:ゲート整備（横壁建設含む）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	18	土地利用と地域資源	✓	-	D/D	D	D/D	D	P: 大きな悪影響はない。 C, O: 排水施設に関する土地利用及び地域資源の問題はない。
	19	水の使用／権利	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	B-/B-	D	D/B-	D	P: B. 運河の改修は、既存の道路や社会基盤やサービスにアクセスする交通に影響する可能性がある。(①) C: 建設重機が地元の交通運行に影響を及ぼす可能性があり、これは社会インフ ラへのアクセスに関連する。(①) O：大きな悪影響はない。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C,O:地域社会における利害の対立は、活動中も活動後もないと予想される。
	24	文化遺産	✓	-	B-/D	D	D/D	D	P：宗教的建造物の移転は地元コミュニティと調整される必要がある。(①) C：地域の宗教施設や建造物への被害が予想される。(①) O：大きな悪影響はない。
	25	風景	✓	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	26	ジェンダー	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C: 建設労働者の雇用において、男女の平等が考慮されなければならない。 C: 非自発的住民移転に係る活動での協議において、社会的包摂が考慮されなければならない。(①)
	27	子どもの権利	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	D/B-	B-	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C：建設期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が予想される。 O：排水・運河の滞留状態が改善されない場合、蚊を媒介とする感染症の継続的な増加が懸念される。(①)
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。
その他	30	事故	✓	-	D/B-	B-	D/B-	D	P：計画段階では、事故を引き起こす可能性のある工事は実施しない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：適切な安全対策が講じられない限り、新設タンクでの水難事故の増加が懸念される。
	31	国境を越える影響と気候変動	-	-	D/D	D	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/−：重要な正または負の影響が予測される、B+/−：B+/−：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/−：C+/−：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

Table 8-49: 都市洪水対策（南 Buckingham 運河（SBC）の改善 B3）の実施に関する環境影響評価の概要

B. 都市洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B3: 南 Buckingham 運河 (SBC) 改善						評価の理由
					①:Buckingham 運河の改修		②:ゲート整備及びポンプ設置（北端部及び Pallikaranai 湿地エリア付近		③:放水路建設（B 運河と Bengal 湾を繋ぐ）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	B-	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設機械の使用や建設現場からの汚水により、既存の排水が汚染される可能性がある。 C：水路床土壌の掘削に伴った建設機械からの油漏れにより、排水路の表流水や流出先である海水の水質悪化が予想される。(③)
	3	廃棄物	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。
	4	土壌汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はないと予想される。 C：化学物質や建設機械の使用による土壌汚染のリスクが懸念される。
	5	騒音・振動	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：Buckingham 運河沿いの住宅地は、重機や建設機械の運転による騒音や振動の影響を受ける。
	6	地盤沈下	✓	✓	D/B-	B-	D/D	D	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：大量の掘削が必要な場合、地下水位の低下により地盤沈下が発生する可能性がある。(①,③)
	7	臭気	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設期間中、作業員のキャンプから出る廃棄物によって悪臭が発生する可能性がある。
	8	河床の底質	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P：河床堆積物は対策に関係しない。 C, O：大きな悪影響はない。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	D/D	D	D/D	D	B-/D	D	P：海岸の沿岸部と Pallikaranai 湿地保護林における開発行為には、州の環境規制を遵守するための法的要件に特別な注意を払う必要がある。(③) C：開発が建設開始前に関係機関の承認を受ける限り懸念はない。 O：大きな悪影響はない。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/A-	A-	P：大きな悪影響はない。 C, O：排水施設に生物多様性への配慮は必要ない。(①,②) C, O：Bengal 湾へ B 運河からの表面水が放流される場合、現状の汚染状況を鑑みると排水の水質を処理・改善しなければ、Bengal 湾の海洋生態系に影響を与える。(③)
	11	水文・水象	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：大規模な掘削により地下水位が低下する可能性がある。(③)
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：運河の改修による象徴となる地域景観への影響は想定されない。

B. 都市洪水対策

カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B3: 南 Buckingham 運河 (SBC) 改善						評価の理由
					①:Buckingham 運河の改修		②:ゲート整備及びポンプ設置（北端部及び Pallikaranai 湿地エリア付近		③:放水路建設（B 運河と Bengal 湾を繋ぐ）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	B-/D	D	D/D	D	B-/D	D	P：B 運河の改修に非自発的住民移転が予想される。(①) P：B.運河と Bengal 湾を結ぶ放水路建設のため、大規模用地取得が予想される。(③) C, O：建設開始後に住民移転及び用地取得は発生しない
	14	生活と生計	✓	-	D/D	B+	D/D	B+	D/D	B+	P, C：大きな悪影響は予想されない。 O：慢性的な洪水被害が緩和されることで B.運河周辺住民の生活改善が期待される。
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	B-/D	D	D/D	D	D/D	D	P：B.運河沿いには、貧困に苦しむ不法居住者がいる地域がある。貧困層の生活への影響に対する特別な対策を検討する必要がある。(①) C, O：大きな悪影響はない。
	16	少数民族と先住民族	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：チェンナイには社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	D/B+	B+	D/B+	B+	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されることにより、地域経済の活性化による間接的な正の影響が予想される。
	18	土地利用と地域資源	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：排水施設に関連する土地利用や地域資源に係る問題はない。(①,②) O：放水路出口と接続する海岸について、建設に伴った砂の移動の変化により排水口付近或いは排水口から離れた海岸線が変化する可能性がある。これにより地域の観光資源に負の影響を及ぼす可能性がある。(③)
	19	水の使用／権利	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	B-/B-	D	D/D	D	B-/B-	D	P：河川の拡幅は、既存の道路や、社会インフラやサービスにアクセスする交通に影響を与える可能性がある。 C：建設重機は地元の交通運行に影響を与え、社会基盤のアクセスへ負の影響を及ぼす。 O: 大きな悪影響はないと予想される。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：地域社会における利害の対立は、活動中も活動後もないと予想される。
	24	文化遺産	✓	-	B-/D	D	D/D	D	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：地域の宗教施設や川沿いの建造物への被害が予想される。(①,②)
	25	風景	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	B-	P, C：大きな悪影響はない。 O：排水口付近の海浜線が変わり、観光地としての景観が損なわれる可能性がある。(③)
	26	ジェンダー	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C: 建設労働者の雇用において、男女平等の問題が考慮されなければならない。 C: 非自発的住民移転活動の協議において、社会的包摂が考慮されなければならない。(①)
	27	子どもの権利	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。

B. 都市洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B3: 南 Buckingham 運河 (SBC) 改善						評価の理由
					①:Buckingham 運河の改修		②:ゲート整備及びポンプ設置（北端部及び Pallikaranai 湿地エリア付近		③:放水路建設（B 運河と Bengal 湾を繋ぐ）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	D/B-	B-	D/B-	D	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C：建設期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が予想される。 O：排水・運河の滞留状態が改善されない場合、蚊を媒介とする感染症の継続的な増加が懸念される。(①)
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。
その他	30	事故	✓	-	D/B-	B-	D/B-	D	D/B-	D	P：計画段階では、事故を引き起こす可能性のある工事は実施しない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：適切な安全対策が講じられない限り、新設タンクでの水難事故の増加が懸念される。
	31	国境を越える影響と気候変動	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/−：重要な正または負の影響が予測される、B+/−：B+/−：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/−：C+/−：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

Table 8-50: 都市洪水対策（接続排水路の改善 B4）の実施に関する環境影響評価の概要

B. 都市洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B4: 接続排水路（Adyar 川及び Coum 川へ接続）の改善						評価の理由
					①:排水路改修（水路床掘削及び幅拡幅）※Adyar 川及び Coum 川と連結する排水路を対象		②: ゲート整備（河川との連結部分となる排水口整備を含む）		③:タンク改修及び新規タンク開発（ゲート整備伴う）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C Phase	O Phase	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	B-	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設機械の使用や建設現場からの汚水により、既存の排水が汚染される可能性がある。 C：タンク低質土の掘削によるタンク表面水の濁度の増加を含めた水質汚染が予想される。(③)
	3	廃棄物	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃 棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。
	4	土壌汚染	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中、化学物質や建設機械の使用による土壌汚染のリスクが懸念される。
	5	騒音・振動	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響は予想されない。 C：排水路沿いの住宅地は、重機や建設機械の運転による騒音や振動の影響を受ける。
	6	地盤沈下	✓	✓	D/B-	B-	D/D	D	D/B-	B-	P：大きな悪影響はないと予想される。 C, O：大規模な掘削を伴う場合、地下水位の低下や土層の移動により地盤沈下が発生する可能性がある。①,③)
	7	臭気	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	B-	P, O：大きな悪影響はないと予想される。 C：労働者のキャンプから出る廃棄物により悪臭による迷惑事案が発生する可能性がある。
	8	河床の底質	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P：河床堆積物はこの対策とは関係ない。 C：重大な悪影響はない。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/B-	B+	P, C, O：対象地域に保護区はない。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/B-	D/B+	P：大きな悪影響はない。 C, O：排水施設に生物多様性への配慮は必要ない。
	11	水文・水象	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：大規模な土壌掘削により地下水位が低下する可能性がある。(③)
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, O: 大きな悪影響は予想されない。 C: 排水施設の改修やその他の関連工事による象徴となる地域景観への影響は想定されない。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	B-/D	D	D/D	D	D/D	D	P：排水路改修において非自発的な住民移転が予想される。(①) C, O：建設開始後に住民移転及び用地取得は発生しない。
	14	生活と生計	✓	-	D/D	B+	D/D	B+	D/D	B+	P, C：大きな悪影響は予想されない。 O：慢性的な洪水被害が緩和されることで改修された排水路の周辺住民の生活改善が期待される。
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	B-/D	D	D/D	D	D/D	B+	P: 排水路区域の一部には、貧困に苦しむ不法居住者がいる地域がある。貧困層の生活への影響に対する特別な対策を検討する必要がある。(①) C, O：大きな悪影響はない。

B. 都市洪水対策											
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B4: 接続排水路（Adyar 川及び Coum 川へ接続）の改善						評価の理由
					①:排水路改修（水路床掘削及び幅拡幅）※Adyar 川及び Coum 川と連結する排水路を対象		②: ゲート整備（河川との連結部分となる排水口整備を含む）		③:タンク改修及び新規タンク開発（ゲート整備伴う）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C Phase	O Phase	
	16	少数民族と先住民族	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：チェンナイには社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	D/B+	B+	D/B+	B+	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されることにより、地域経済の活性化による間接的な正の影響が予想される。
	18	土地利用と地域資源	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	B-	P：大きな悪影響はない。 C：排水施設に関する土地利用及び地域資源の問題はない。 O：大規模な掘削を伴う場合、地下水位の低下が懸念される。(③)
	19	水の使用／権利	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	B-/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：既存の道路、社会インフラやサービスへのアクセス交通に影響を与える可能性がある。 C：建設重機は地元の交通運行に影響を与え、社会基盤のアクセスへ負の影響を及ぼす。(①,③) O：大きな悪影響はない。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O: 建設工事中および工事後に予想されるコミュニティ内での利害の対立はない。
	24	文化遺産	✓	-	B-/B-	D	D/D	D	B-/B-	D	P：宗教的建造物の移転は地元コミュニティと調整される必要がある。(①,③) C：地域の宗教施設や建造物への被害が予想される。(①,③) O：大きな悪影響はない。
	25	風景	✓	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	26	ジェンダー	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C: 建設労働者の雇用において、男女平等の問題が考慮されなければならない。 C: 非自発的住民移転活動の協議において社会的包摂が考慮されなければならない。(①)
	27	子どもの権利	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	D/B-	B-	D/B-	D	D/B-	D	P：大きな悪影響はない。 C：建設期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が予想される。 O：排水・運河の滞留状態が改善されない場合、蚊を媒介とする感染症の継続的な増加が懸念される。(①)
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	D/B-	D	D/B-	D	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。

B. 都市洪水対策

カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		B4: 接続排水路（Adyar 川及び Cooum 川へ接続）の改善						評価の理由
					①:排水路改修（水路床掘削及び幅拡幅）※Adyar 川及び Cooum 川と連結する排水路を対象		②: ゲート整備（河川との連結部分となる排水口整備を含む）		③:タンク改修及び新規タンク開発（ゲート整備伴う）		
			P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C 期間	O 期間	P/C Phase	O Phase	
その他	30	事故	✓	-	D/B-	B-	D/B-	D	D/B-	B-	P：計画段階では、事故を引き起こす可能性のある工事は実施しない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：適切な安全対策が講じられない限り、新設タンクでの水難事故の増加が懸念される。
	31	国境を越える影響と気候変動	-	-	D/D	D	D/D	D	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/−：重要な正または負の影響が予測される、B+/−：B+/−：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/−：C+/−：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

Table 8-51: 海岸洪水対策 C の実施に関する環境影響評価の概要

C. 海岸洪水対策							
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		①:導流提建設（Muttukadu）		Reason for evaluation
			P/C Phase	O Phase	P/C Phase	O Phase	
汚染対策	1	大気汚染	✓	-	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：交通渋滞による大気質の悪化が予想される。重機や建設機械の稼働により、一時的に大気質が悪化する可能性がある（粉塵を含む）。
	2	水質汚染	✓	-	D/B-	D	P、O：大きな悪影響はない。 C：海岸の掘削や建設機械からの油漏れによる海水や表流水の水質悪化が予想される。
	3	廃棄物	✓	-	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：解体瓦礫、掘削土、作業員のキャンプからの一般廃棄物を含む建設廃 棄物の発生が予想される。特に浚渫土は、その後の利用のために適切な処理が必要となる。
	4	土壌汚染	✓	-	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事中、化学物質や建設機械の使用による砂浜を含めた土壌汚染のリスクが懸念される。
	5	騒音・振動	✓	-	D/D	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：ビーチエリアは重機や建設機械の運転による騒音の影響を受ける。
	6	地盤沈下	✓	✓	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	7	臭気	✓	-	D/B-	D	P：大きな悪影響はないと予想される。 C：労働者のキャンプから出る廃棄物により悪臭による迷惑事案が発生する可能性がある。
	8	河床の底質	✓	-	D/D	B-	P：河床堆積物は海岸対策とは関係ない。 C：重大な負の影響は予想されない。 O：河口部付近における土砂の堆積は関連する海岸の砂の移動に影響する。
自然環境	9	保護地域	✓	✓	B-/D	D	P：B.運河南端付近の沿岸地帯の開発には、州の環境規制を遵守するための法的要件に特別な注意を払う必要がある。 C：着工前に関係機関の承認を得ている限り、懸念はない。 O：大きな悪影響はない。
	10	生物多様性／生態系	✓	✓	D/B-	B-	P：大きな悪影響はない。 C, O：Buckingham 運河の南端付近の海岸に生息するウミガメの産卵地への悪影響が大きな懸念となる。(③)
	11	水文・水象	✓	✓	D/D	D	P、C、O：大きな悪影響はない。
	12	地形、地質	✓	✓	D/D	D	P、O：大きな悪影響はない。 C: 河川タンクの浚渫は、地域の景観を象徴する地形に影響を与えない。
社会環境	13	用地取得及び住民移転	✓	-	D/D	D	P, C, O: 建設開始後の住民移転と土地取得は必要ない。
	14	生活と生計	✓	-	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	15	社会的弱者（貧困）	✓	-	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	16	少数民族と先住民族	-	-	D/D	D	P, C, O：チェンナイには社会的弱者である少数民族や先住民族はいない。
	17	雇用や生計など地域経済	✓	-	D/B+	B+	P：大きな悪影響はない。 C：建設工事中に新たな雇用機会が創出される。 O：慢性的な洪水の問題が解決されることにより、地域経済の活性化による間接的な正の影響が予想される。
	18	土地利用と地域資源	✓	-	D/D	B-	P, C：大きな悪影響はない。 O：工事対象地となる海岸について、建設に伴った砂の移動の変化により対象海岸付近或いは工事対象地から離れた海岸線が変化する可能性がある。 これにより地域の観光資源に負の影響を及ぼす可能性がある。
	19	水の使用／権利	✓	-	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。

C. 海岸洪水対策							
カテゴリ	#	環境項目	スコーピング時の評価		①:導流提建設（Muttukadu）		Reason for evaluation
			P/C Phase	O Phase	P/C Phase	O Phase	
	20	既存の社会インフラと社会サービス	✓	✓	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：C：建設重機は地元の交通運行に影響を与え、社会基盤のアクセスへ負の影響を及ぼす。
	21	社会関係資本及び社会組織の意思決定	-	-	D/D	D	P, C, O：社会関係資本や地域組織の構造との関連はない。
	22	利益と損害の偏重	✓	-	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	23	地元の利益相反	✓	-	D/D	D	P, C, O：地域社会における利害の対立は、活動中も活動後もないと予想される。
	24	文化遺産	✓	-	D/D	D	P, C, O：大きな悪影響はない。
	25	風景	✓	-	D/D	B-	P, C：大きな悪影響はない。 O：導流提付近の海浜線が変わり、観光地としての景観が損なわれる可能性がある
	26	ジェンダー	✓	-	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C: 建設労働者の雇用において、男女平等の問題が考慮されなければならない。
	27	子どもの権利	✓	-	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設工事の労働環境において、子どもの権利が侵害される潜在的リスクがある。
	28	HIV/AIDS などの感染症（衛生状態を含む）	✓	-	D/B-	D	P, O：大きな悪影響はない。 C：建設期間中に外部から労働者が流入するため、感染症の蔓延や流行が予想される。
	29	労働条件（労働安全を含む）	✓	-	D/B-	D	P：作業開始前の労働環境に関する要素はない。 C：技術的に困難な作業を現地の労働者が行う場合、安全な労働条件に関して負の影響が生じる可能性がある。 O：労働条件の悪化を伴う可能性のある活動はない。
その他	30	事故	✓	-	D/B-	D	P：計画段階では、事故を引き起こす可能性のある工事は実施しない。 C：工事車両の増加により、工事現場付近の作業員や住民との接触事故が発生するおそれがある。 O：適切な安全対策が講じられない限り、新設タンクでの水難事故の増加が懸念される。
	31	国境を越える影響と気候変動	-	-	D/D	D	P, C, O：取組みの規模と性質上、気候変動への重大な影響はないと予想される。

注：A+/−：重要な正または負の影響が予測される、B+/−：B+/−：何らかの正または負の影響の可能性がある、
C+/−：C+/−：正または負の影響の発生が確定していない（より詳細な調査により影響を明らかにする必要がある）。D: 影響は予測されない。

出典: JICA Expert Team

8.10.3　代替案の分析

以表に CFCMP の対策案の代替分析の概要を示す。対策案の妥当性を確認するため、評価項目に「事業なし」の側面を加えている。重要な評価基準は、洪水軽減の費用に加えて、EIA で特定された項目から選択されている。

Table 8-52: 代替案分析の総括

#	カテゴリ及び対策 / 評価項目	プロジェクト・オプションなし	A: 河川洪水対策											B: 都市洪水対策												C
			A1 Adyar 川流域			A2 Cooum 川流域		A3 Kosasthalaiyar 川流域			A4 Kovalum 流域		A5 全流域		B1 NBC				B2 CBC		B3 SBC			B4 接続排水路			海岸洪水対策
			①	②	③	①	②	①	②	③	①	②	①	②	①	②	③	④	①	②	①	②	③	①	②	③	①
			Adyar 川及び Chembarambakkam 余剰水路の改修-1 (河床掘削)	Adyar 川及び Chembarambakkam 余剰水路の改修-2 (河川幅拡幅)	地下河川建設	Cooum 川河川改修-1 (河床掘削)	Cooum 川河川改修-2(河川幅拡幅)	Kosasthalaiyar 川及び Redhills 余剰水路の改修-1 (河床掘削)	Kosasthalaiyar 川及び Redhills 余剰水路の改修-2 (河川幅拡幅)	Kosasthalaiyar 川及びループ水路の開発（ゲート整備を伴う）	Okkiyam Maduvu 余剰水路の改修-1 (水路床掘削)	Okkiyam Maduvu 余剰水路の改修-2 (水路幅拡幅)	既存タンクの改修（ゲート整備を伴う）	新タンクの整備（ゲート整備を伴う）（特に Kosasthalaiyar 川流域）	Buckingham 運河の改修	遊水地整備（Kodungaiyur Drain, Captain Cotton Canal etc. に接続）	バイパス水路 (Cut &Cover)の整備（Otteri Nala Drain と河川を連結）	ゲート整備※Cooum 川の交錯点	Buckingham 運河の改修	ゲート整備（側壁整備を伴う）※Cooum 川の交錯点	Buckingham 運河の改修	ゲート整備※運河北部及び Pallikaranai 湿地付近	放水路整備（Buckingham 運河及び Bengal 湾を連結）	排水路改修（水路床掘削及び幅拡幅）	ゲート整備（河川との連結部分となる排水口整備を含む）	タンク改修及び新規タンク開発（ゲート整備伴う）	導流提建設※Muttukadu 地区
1	洪水軽減のための費用	1	3	3	1	2	2	3	3	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	2	4	2	2	4	4	4	3
2	地域経済に有益	1	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4
3	公害防止	1	2	4	2	2	4	2	4	4	2	4	2	3	3	3	3	4	3	4	3	4	2	3	4	2	2
4	自然環境への影響	3	3	3	2	4	2	3	3	3	2	2	2	2	4	2	5	5	4	5	4	5	2	4	5	2	2
5	非自発的住民移転と土地取得	5	5	2	3	5	2	5	2	4	5	4	4	3	5	4	5	4	3	3	5	4	3	5	4	4	5
6	市民の生活環境に与える影響	1	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	3	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3
7	地域資源への影響	3	3	5	2	3	5	3	5	5	3	3	3	3	5	3	4	5	5	5	5	5	2	5	5	3	2
	合計	15	26	26	19	26	24	26	26	27	28	26	26	22	31	24	28	31	29	28	30	29	19	30	31	25	21
	平均		23.00			24.50		25.67			26.00		23.50		28.50				28.50		26.00			28.67			21
	平均		24.53												27.92												21

出典: JICA Expert Team

上記の総括表より、評価のレベルは、高、中、低の 3 つのグループ大別される。高評価グループには 30 点以上の対策が含まれ、21 点以下の対策は低評価グループに含まれる。また、22 点から 29 点のものを中程度の評価グループと位置づけられる。一方、各カテゴリの対策には、以下の表のような特徴がある。

Table 8-53: 対策カテゴリーの特徴

カテゴリ	特徴
A：河川洪水対策 平均ポイント：24.83	
A1 Adyar 川流域 平均点 23.00	当カテゴリ内の全ての対策は、「地下河川建設」を除いて、中程度と評価される。 評価項目「地域経済にとって有益」の評価が比較的高い。これは、河川の河床掘削や河川幅の拡幅を含む河川改修が、慢性的な洪水に悩まされている Adyar 川沿いの地域の復興に貢献することが主な理由である。 一方、「地下河川建設」は、評価項目「自然環境への影響」と「地域資源」の評価が低いため、このカテゴリで最も低いスコアとなっている。この対策を実施する場合においては、観光資源としての浜辺の状態や沿岸・海洋環境における生物多様性に対する懸念を払拭する対策についての詳細を明確にする必要がある。 また、河川改修のなかの河床土壌の掘削については、これに伴って発生する大量の掘削土の取り扱いなど、汚染防止の問題も議論になると想定される。
A2 Coum 川流域 平均点 24.50	当カテゴリの全ての対策は中程度として評価される。 河床掘削及び拡幅は、評価項目の「汚染防止」、「自然環境への影響」、「非自発的住民移転」の評価が低いことから中程度の評価に属する。評価項目「非自発的住民移転」は、この物理的対策の中で最も大きな課題となり、関連する法律や適切なセーフガードポリシーに基づいて慎重に検討される必要がある。一方、今後の事業実施段階においてこれらの負の影響に対するが解決策が明示、緩和が見込まれる場合、このカテゴリの対策は適用可能であるといえる。
A3 Kosasthalaiyar 川流域 平均点 26.00	当カテゴリの全ての対策は中程度のカテゴリとして評価される。 このカテゴリの特徴は Adyar 川流域や Coum 川流域のものと類似している。「ループ水路の改修」については、潜在的なコストが高い代わりに、予測される地域が密集した住宅地や商業地域ではないため、「非自発的住民移転」に対する悪影響は他よりも少ないと考えられる。ただし、この地域は Ennore Creek に近く、一部 CRZ に指定されている地域があるため、生物多様性の劣化については十分考慮する必要がある。
A4 Kovalam 流域 平均ポイント 28.50	当カテゴリの対策の平均点は、河川治水対策の中で最も高い。 特に「地域経済に有益」「市民の生活環境」の項目は、洪水多発地域が含まれていることからも高い評価を得ている。一方、これらの対策には 2 つの大きな懸念が残されている。ひとつの懸念は「自然環境への影響」であり、これは計画地である Okkiyam madduvu 水路の一部と隣接する Pallikaranai 湿地保護林がラムサール条約に登録されているためである。残りの懸念は、Okkyiam madduvu 水路改修のために大規模な土地取得が必要となることが挙げられる。前者については、事業の実施に先立ち、ラムサール地域への環境影響に関する詳細な環境調査に基づく影響アセスメントが必要となり、また、Tamil Nadu 州の環境法令に従って事業を進めることが重要となる。後者については、土地取得に際して地権者の同意を得るため、補償方針を含めた協議について慎重な対応が求められる。
A5 全流域 平均点 23.50	当カテゴリの全ての対策は中程度のカテゴリとして評価される。 対象となる既存のタンクの水は、現在水田の灌漑に利用され、農民の農業活動を支えている。従って、既存のタンクに係る開発を実施することは、適切な水の確保や水質汚染対策など潜在的なリスクを伴い、農民の経済活動に支障をきたす可能性がある。 また、評価項目の「自然環境への影響」における減点は、主に樹木伐採によって生じる生物多様性の劣化の可能性による点数の損失に関係する。一方、新たなタンクが環境配慮に基づいて開発され、将来的には地域の湿地帯となることが想定される場合は、チェンナイの洪水軽減のための効果的な対策の一つとして、本対策の評価を見直すことができる。
B：都市洪水対策 平均点：27.92	
B1 北 Buckingham 運河（NBC） 平均点 28.50	当のカテゴリの総合評価点が最も高い。 このカテゴリの対策のほとんどは、既存の排水施設で実施されるため、建設工事は新たな開発地を必要としない。よって、自然環境と社会環境の両方に対する重大な負の影響は想定されない。一方、大規模な樹木の伐採や土壌掘削により、既存の生物多様性の劣化につながる可能性があるため、遊水地整備に伴う自然環境への影響は大きな懸念事項の一つである。

カテゴリ	特徴
B2 中央 Buckingham 運河（CBC） 平均ポイント 28.50	当カテゴリの平均評価点の合計が最も高い。 中央 Buckingham 運河は市街地に位置し、住宅や商業ビルからの未処理の排水を集める排水路として機能している。このような状況では、運河沿いにおける自然環境の保全のための区域は限りなく少ない。従って、当カテゴリにおける対策では、環境を保護する活動より、将来に向けて快適な運河環境を作るための積極的な行動が必要である。 一方、沿線には貧困に苦しむ社会的弱者の居住区が多く存在する。そのため、事業の実施においては非自発的住民移転への慎重な対応が求められる。
B3 南 Buckingham 運河（SBC） 平均ポイント 26.00	当カテゴリ内容の対策について、3 つの対策のうち 2 つの評価は高く、残り 1 つは低い。 高い評価を得た対策の対象地は、市の中心部ではなく郊外にあるため、自然環境や社会環境への影響は最小限に抑えられると予想される。 一方、「Buckingham.運河と Bengal 湾を結ぶ放水路建設」は、汚染に対する影響と用地買収の必要性から、他の対策より低い評価となっている。現状で汚染が深刻である運河の表面水を海に流すという環境リスクは大きい。従って、処理水を Bengal 湾に放流することを条件とするなどしてこの対策行為を抑制する必要がある。
B4 Adyar 川と Cooum 川への連結排水路 平均点 28.67	当カテゴリの平均評価点の合計は、全カテゴリの中で 2 番目に高い。 当カテゴリ内の対策は小規模な工事であるため、自然環境や社会環境への影響は比較的小さいと予想される。ただし、現状のタンクが有する資源を漁業に利用して生計を立てている市民がいることからも、既存のタンクの改修では汚染防止に十分留意する必要がある。
C：海岸洪水対策 平均ポイント：21.00	
評価項目の「自然環境への影響」、「公害防止」、「地域資源への影響」により評価点は低い。 計画対象地は、ビーチを含む沿岸地域である Muttucadu 地区にあり、沿岸地域の一部は CRZ に指定されている。大きな懸念事項の一つとして対策実施後の砂移動の変化がある。大きな砂移動が発生した結果、既存のビーチの形状が変わってしまう可能性がある。海浜の形状が徐々に変化していくことは、同地区にはビューポイントとなるいくつかの観光要素があるため、観光産業への影響が懸念される。	

出典: JICA Expert Team

さらに、対策のカテゴリに注目すると、「都市洪水対策（B1、B2、B3、B4)」は、合計で 7 つの対策が高く評価されており、短期間で最も適用可能なカテゴリであるといえる。一方、「河川洪水対策（A1、A2、A3、A4、A5））」は、非自発的住民移転や汚染対策などの課題を解決することができれば、治水対策として適用可能であり、大きな効果が期待できる。

しかし、提案された対策を組み合わせることで、チェンナイの洪水防止に最良の方法を模索することができるため、洪水対策の優先順位を決定し、早急な対策が必要な地域を見越して、長期的なプロジェクト実施スケジュールに基づいて調整することが推奨される。

下表に、前述の「代替案分析の要約」の元となるそれぞれの対策の評価及びその理由を示す。

Table 8-54: 代替分析(1) (評価：1←負の評価 正の評価→5)

#	評価項目	プロジェクト実施しない案	A: 河川洪水対策				
			A1 Adyar 川流域の改善			A2: Coum 川流域の改善	
			①	②	③	①	②
			河川改修-1（河床掘削）	河川改修-2（河川幅の拡幅）	地下河川建設	河川改修-1（河床掘削）	河川改修-2（河川幅の拡幅）
1	洪水軽減のための費用	長期的には非常に高い	中程度に高い	中程度に高い	非常に高い	高い	高い
		1	3	3	1	2	2
2	地域経済に対する利益	地域経済は定期的な洪水によって継続的に被害を受ける	対象河川の水流が改善され、洪水に対する心配を払拭することができ効果的	対象河川の水流が改善され、洪水に対する心配を払拭することができ効果的	事業対象地が限定的であるため、広域的な地域経済への効果は中程度	対象河川の水流が改善され、洪水に対する心配を払拭することができ効果的	対象河川の水流が改善され、洪水に対する心配を払拭することができ効果的
		1	5	5	4	5	5
3	汚染対策	河川環境への対策、意識が醸成されないため、河川水の水質汚染の悪化が予想される	建設中の水質への影響は大きい。汚染された浚渫土の処理は懸念事項のひとつ	建設中における水質への大きな影響は想定されない	建設・供用開始後の海水の水質への影響は大きい	建設中の水質への影響は大きい。汚染された浚渫土の処理は懸念事項のひとつ	建設中における水質への大きな影響は想定されない
		1	2	4	2	2	4
4	自然環境への影響	変更なし	塩水によるバックウォーターは、既存の生態系に影響を与える可能性がある	河川拡幅に伴いある程度の樹木伐採が予想される	海岸線が変化する場合、水生生態系に影響を与える可能性がある	市街地であることから既存の自然環境が少ないため大きな負の影響はない	河川拡幅に伴いある程度の樹木伐採が予想される
		3	3	3	2	4	2
5	非自発的住民移転と用地取得	非自発的住民移転や用地取得は発生しない	非自発的住民移転や用地取得は発生しない	河川拡幅に伴い大規模な非自発的住民移転と用地取得の発生が想定される	立坑の建設に伴い、ある程度の住民移転と用地取得が想定される	非自発的住民移転や用地取得は発生しない	河川拡幅に伴い大規模な非自発的住民移転と用地取得の発生が想定される
		5	5	2	3	5	2
6	市民の生活環境に与える影響	定期的な洪水により、生活環境は悪化する	洪水が抑制されることから、社会環境がダイナミックに変化することなく、実施地域の生活環境は大幅に改善される	社会インフラへのアクセスが管理される場合、生活環境の改善が見込まれる	洪水が抑制されることから、社会環境がダイナミックに変化することなく、実施地域の生活環境は大幅に改善される	洪水が抑制されることから、社会環境がダイナミックに変化することなく、実施地域の生活環境は大幅に改善される	社会インフラへのアクセスが管理される場合、生活環境の改善が見込まれる
		1	5	2	5	5	4
7	地域資源（地下水、海岸など）への影響	変更なし	地下水位の低下などの影響の可能性は近隣住民にとって大きな懸念となる	地下水位の低下の可能性は地域住民にとって大きな懸念となる	地下水位の低下や海岸線の変化に悪影響を及ぼす可能性は大きな懸念材料となる	地下水位の低下などの影響の可能性は近隣住民にとって大きな懸念となる	地下水位の低下の可能性は地域住民にとって大きな懸念となる 負の影響は想定されない 市街化区域内の多くの文化遺産は、慢性的な洪水から保護される
		3	3	3	2	3	4
	合計	洪水軽減と地域経済に対する評価は低い	汚染への影響及び住民移転、樹木伐採の規模が抑制されることにより高い評価が得られる	住民移転と伐採の規模が抑制されることに高い評価が得られる	対策コストが格付けの大きなネックとなる。自然環境への影響が解消されれば、適用の優先度は上昇する	汚染への影響及び住民移転、樹木伐採の規模が抑制されることにより高い評価が得られる	住民移転と伐採の規模が抑制されることに高い評価が得られる
		15	26	24	19	26	23

出典: JICA Expert Team

Table 8-55: 代替分析(2) (評価：1←負の評価 正の評価→5)

#	評価項目	プロジェクト実施しない案	A: 河川洪水対策						
			A3: Kosasthalaiyar 川流域の改善			A4: Kovalam 流域の改善		A5: 全流域（Kovalam 流域を含む）の改善	
			①	②	③	①	②	①	②
			河川と Redhills 水路の改修-1 (河床掘削)	河川と Redhills 水路の改修-2 (河川幅拡幅)	河川及びループ水路開発（ゲート整備付）	Okkiyam Maduvu 水路の改修-1 (水路床掘削)	Okkiyam Maduvu 水路の改修-2 (水路幅拡幅)	既存タンクの改修（ゲート整備を伴う）	新タンクの整備（ゲート整備を伴う）
1	洪水軽減のための費用	長期的には非常に高い	中程度に高い	中程度に高い	高い	中程度	中程度	中程度	中程度
		1	3	3	2	4	4	4	4
2	地域経済に対する利益	地域経済は定期的な洪水によって継続的に被害を受ける	対象河川の水流が改善され、洪水に対する心配を払拭することができ効果的	対象河川の水流が改善され、洪水に対する心配を払拭することができ効果的	洪水対策対象地域が限定的なため地域経済の効果は中程度	対象河川の水流が改善され、洪水に対する心配を払拭することができ効果的	対象河川の水流が改善され、洪水に対する心配を払拭することができ効果的	多くの既存タンクを改修する場合、広い範囲で洪水に対する不安を払拭するため効果的	新規タンク整備の対象は限定的であるため、地域経済への効果は中程度
		1	5	5	4	5	5	5	4
3	汚染対策	河川環境への対策、意識が醸成されないため、河川水の水質汚染の悪化が予想される	建設中の水質への影響は大きい。汚染された浚渫土の処理は懸念事項のひとつ	建設中における水質への大きな影響は想定されない	建設中における水質への大きな影響は想定されない	建設中の水質への影響は大きい。汚染された浚渫土の処理は懸念事項のひとつ	建設中における水質への大きな影響は想定されない	建設中の水質への影響は大きい。	新設タンク整備は他の対策に比べて負の影響は少ない
		1	2	4	4	2	4	2	3
4	自然環境への影響	変更なし	塩水によるバックウォーターは、既存の生態系に影響を与える可能性がある	河川拡幅に伴いある程度の樹木伐採が予想される	河川拡幅に伴いある程度の樹木伐採が予想される	湿原の水位低下に対する二次的な悪影響は重大な懸念となる	河川拡幅に伴いある程度の樹木伐採が予想される 同左	樹木や水生植物の伐採が予想される。大径木の伐採が懸念される	対象地が樹林地の場合多くの樹木伐採が想定される
		3	3	3	3	2	2	2	2
5	非自発的住民移転と用地取得	非自発的住民移転や用地取得は発生しない	非自発的住民移転や用地取得は想定されない	大規模な非自発的住民移転と用地取得が想定される	非自発的住民移転や用地取得の規模は限定的	非自発的住民移転や用地取得は想定されない	非自発的住民移転や用地取得の規模は限定的	非自発的住民移転や用地取得の規模は限定的	小規模な非自発的住民移転や用地取得の規模が想定される
		5	5	2	4	5	4	4	3
6	市民の生活環境に与える影響	定期的な洪水により、生活環境は悪化する	社会環境に大きな変化を与えることなく、実施地域の生活環境は大幅に改善される	社会インフラへのアクセスが管理される場合、生活環境の改善が見込まれる	洪水対策により、ビジネス・工業地域は著しく改善される	社会環境に大きな変化を与えることなく、実施地域の生活環境は大幅に改善される	社会インフラへのアクセスが管理される場合、生活環境の改善が見込まれる	社会環境に大きな変化を与えることなく、実施地域の生活環境は大幅に改善される	新規タンク整備の対象は限定的であるため、生活環境の改善は中程度
		1	5	4	5	5	4	5	3
7	地域資源（地下水、海岸など）への影響	変更なし	地下水位の低下などの影響の可能性は近隣住民にとって大きな懸念となる	地下水位の低下の可能性は地域住民にとって大きな懸念となる	地域資源への影響は想定されない	地下水位の低下などの影響の可能性は近隣住民にとって大きな懸念となる	地下水位の低下の可能性は地域住民にとって大きな懸念となる	既存の農業活動のためにタンクの十分な水資源の確保が必要	地下水位の低下に悪影響を及ぼす可能性は、近隣住民にとって大きな懸念
		3	3	3	5	3	3	3	3
	合計	洪水軽減と地域経済に対する評価は低い	汚染への影響及び住民移転、樹木伐採の規模が抑制されることにより高い評価が得られる	住民移転と伐採の規模が抑制されることに高い評価が得られる	建設費は高いが全体的には比較的高い評価である	社会環境への影響が低いため高評価。水質の悪化だけが課題となる	他の指標と比較して課題点が少なく高評価	中程度の評価であるが適切な緩和策の検討・実施が重要	対象地の数が評価に反映される適切な緩和策の実施により高評価につながる
		15	26	26	27	26	26	25	22

出典: JICA Expert Team

Table 8-56: 代替分析(3) (評価：1←負の評価 正の評価→5)

#	評価項目	プロジェクト実施しない案	B: 都市洪水対策					
			B1:北 Buckingham 運河（NBC）の改善				B2：中央 Buckingham 運河（CBC）	
			①	②	③	④	①	②
			北 Buckingham 運河の改修	遊水地整備 Kodungaiyur Drain etc.に接続）	バイパス水路 (Cut &Cover) の整備	ゲート整備※Coum 川の交錯点	中央 Buckingham 運河の改修	ゲート整備（側壁整備を伴う）※Coum 川の交錯点
1	洪水軽減のための費用	長期的には非常に高い	中程度	中程度	中程度に高い	中程度	中程度	高い
		1	4	4	3	4	4	2
2	地域経済に対する利益	地域経済は定期的な洪水によって継続的に被害を受ける	運河の多くの区間が改良されれば、洪水の心配を払拭でき効果的	洪水対策の対象地が限定的なため、地域経済の効果は中程度	洪水対策の対象地が限定的なため、地域経済の効果は中程度	洪水対策の対象地が限定的なため、地域経済の効果は中程度	運河の多くの区間が改良されれば、洪水の心配を払拭でき効果的	洪水対策の対象地が限定的なため、地域経済の効果は中程度
		1	5	4	4	4	5	4
3	汚染対策	河川環境への対策、意識が醸成されないため、河川水の水質汚染の悪化が想定される	運河の水が河川へ流入することで発生する水質汚染が大きな懸念材料	運河の汚染水が新設タンクに流入することで発生する水質汚染が懸念される	排水路の汚染水が Coum 川に流入することで発生する水質汚染が懸念される	排水路の水質への悪影響は比較的少ない	運河の水が河川へ流入することで発生する水質汚染が大きな懸念材料	運河表面水の水質への悪影響は比較的少ない
		1	3	3	3	4	3	4
4	自然環境への影響	変更なし	既存運河に大きな変化が伴わない限り、既存の植生の劣化は限定的	対象地が樹林地の場合多くの樹木伐採が想定される	対象地が市街化区域であるため、既存植生の劣化は想定されない	対象地が市街化区域であるため、既存植生の劣化は想定されない	既存運河に大きな変化が伴わない限り、既存の植生の劣化は限定的	対象地が市街化区域であるため、既存植生の劣化は想定されない
		3	4	2	5	5	4	5
5	非自発的住民移転と用地取得	非自発的住民移転や用地取得は発生しない	既存運河の改修であるため非自発的住民移転や用地取得は想定されない	住民移転は想定されない。用地取得の規模は限定的	既存排水路の改修であるため非自発的住民移転や用地取得は想定されない	住民移転は想定されない。用地取得の規模は限定的	密集市街地なため工事車両侵入のためなどある程度の非自発的住民移転が想定される	密集市街地なため工事車両侵入のためなどある程度の非自発的住民移転が想定される
		5	5	4	5	4	3	3
6	市民の生活環境に与える影響	定期的な洪水により、生活環境は悪化する	社会環境に大きな変化を与えることなく、実施地域の生活環境は大幅に改善される	対象地の殆どが未利用であるため周辺地域の生活環境は中程度に改善される	洪水対策により生活環境は改善されるが計画対象地域に限定される	洪水対策により、住宅地の生活環境は大幅に改善される	洪水対策により、住宅地の生活環境は大幅に改善される	洪水対策により、住宅地の生活環境は大幅に改善される
		1	5	4	4	5	5	5
7	地域資源（地下水、海岸など）への影響	変更なし	地域資源への影響は想定されない。排水路の美化について人々の意識を通じて期待される	地下水位の低下に悪影響を及ぼす可能性は、近隣住民にとって大きな懸念	小規模な排水路整備であるため地域資源への影響は想定されない	排水路と河川が交差する地域では、地域資源との関係はない	地域資源への影響は想定されない。排水路の美化について人々の意識を通じて期待される	排水路と河川が交差する地域では、地域資源との関係はない
		3	5	3	4	5	5	5
	合計	洪水軽減と地域経済に対する評価は低い	既存の排水路を利用することで高い評価を得ている。対策実施においては適切な汚染防止策の実施が必要となる	計画対象地の多さが評価に反映される。適切な緩和策の実施により高い評価を得られる	既存の道路を利用することで高く評価された。対策実施においては適切な汚染防止対策の実施が必要となる	建設費は高いが全体的には比較的高い評価である	既存の排水路を利用することで高い評価を得ている。対策実施においては適切な汚染防止策の実施が必要となる	建設費は高いが全体的には比較的高い評価である
		15	31	24	28	31	29	28

出典: JICA Expert Team

Table 8-57: 代替分析(4) (評価：1←負の評価 正の評価→5)

#	評価項目	プロジェクト実施しない案	B: 都市洪水対策						C: 海岸洪水対策
			B3: 南 Buckingham（SBC）の改善			B4: 接続排水路の改善			
			①	②	③	①	②	③	①
			南 Buckingham 運河の改修	ゲート整備※運河北部及び湿地付近	放水路整備（B 運河及び Bengal 湾を連結）	排水路改修（水路床掘削及び幅拡幅）	ゲート整備（排水口の整備を含む）	タンクの改修及び新整備（ゲート整備伴う）	導流提建設※Muttukadu 地区
1	洪水軽減のための費用	長期的には非常に高い	中程度	高い	高い	中程度	中程度	中程度	中程度に高い
		1	4	2	2	4	4	4	3
2	地域経済に対する利益	地域経済は定期的な洪水によって継続的に被害を受ける	運河の多くの区間が改良されれば、洪水の心配を払拭でき効果的	洪水対策の対象地が限定的なため、地域経済の効果は中程度	洪水対策の対象地が限定的なため、地域経済の効果は中程度	排水路の多くの区間が改良されれば、洪水の心配を払拭でき効果的	洪水対策の対象地が限定的なため、地域経済の効果は中程度	多くの既存タンクを改修する場合、広い範囲で洪水に対する不安を払拭するため効果的	運河の改修に対応する対策として位置づけられ地域経済に対して効果的
		1	4	4	4	4	4	5	4
3	汚染対策	河川環境への対策、意識が醸成されないため、河川水の水質汚染の悪化が予想される	運河の水が河川へ流入することで発生する水質汚染が大きな懸念材料	運河表面水の水質への悪影響は比較的少ない	B.運河から Bengal 湾への排水に海水汚染は大きな懸念材料	運河の水が河川へ流入することで発生する水質汚染が大きな懸念材料	運河表面水の水質への悪影響は比較的少ない	タンクの水質への負の影響は大きいと想定される	海水の水質への負の影響は大きいと想定される
		1	3	4	2	3	4	2	2
4	自然環境への影響	変更なし	既存運河に大きな変化が伴わない限り、既存の植生の劣化は限定的	対象地が市街化区域であるため、既存植生の劣化は想定されない	放水路は Bengal 湾に直結するため水質汚染に伴った海洋生態系の悪化が懸念される	既存運河に大きな変化が伴わない限り、既存の植生の劣化は限定的	対象地が市街化区域であるため、既存植生の劣化は想定されない	樹木や水生植物の伐採が予想される。大径木の伐採が懸念される	海岸線が変化する可能性は、ウミガメの営巣など水生生態系への影響が懸念される
		3	4	5	2	4	5	2	2
5	非自発的住民移転と用地取得	非自発的住民移転や用地取得は発生しない	非自発的住民移転や用地取得は想定されない	小規模な非自発的住民移転及び用地取得が想定される。	大規模な用地取得と小規模な建物移転が想定される	非自発的住民移転や用地取得は想定されない	非自発的住民移転が予想される。堤防建設に用地取得が想定される	小規模な非自発的住民移転及び用地取得が想定される。	非自発的住民移転や用地取得は想定されない
		5	5	4	3	5	4	4	5
6	市民の生活環境に与える影響	定期的な洪水により、生活環境は悪化する	社会環境に大きな変化を与えることなく実施地域の生活環境は大幅に改善される	社会環境に大きな変化を与えることなく実施地域の生活環境は大幅に改善される	洪水対策により生活環境は改善されるが計画対象地域に限定される	社会環境に大きな変化を与えることなく実施地域の生活環境は大幅に改善される	洪水対策により住宅地の生活環境が大幅に改善される	社会環境に大きな変化を与えることなく実施地域の生活環境は大幅に改善される	対象地が河口部であるため周辺地域住民の生活環境改善は中程度
		1	5	5	4	5	5	5	3
7	地域資源（地下水、海岸など）への影響	変更なし	地域資源への影響は想定されない。排水路の美化が意識変化を通じて期待される	地域資源への影響は想定されない	地下水位の低下に悪影響を及ぼす可能性は放水路整備地周辺の住民にとって大きな懸念	地域資源への影響は想定されない。排水路の美化が意識変化を通じて期待される	排水路と河川が交差地域では、地域資源との関係はないため、地域資源への影響はない	既存の農業活動のためにタンクの十分な水資源確保が必要	多くの観光客が訪れるビーチの形状が徐々に変化していくことは、大きな懸念事項
		3	5	5	2	5	5	3	2
合計		洪水軽減と地域経済に対する評価は低い	既存排水路の利用が最も高い評価、操業期間中および操業段階では、適切な汚染防止策を講じる必要	高い建設費にもかかわらず、高い評価を得ているのは注目に値する。	自然環境への影響が低評価の理由である。水処理に関する緩和策を講じることで、実行可能性を	既存排水路の利用が最も高い評価を得たが、操業期間中および操業段階では、適切な汚染防止策を講じる必要	高い建設費にもかかわらず、高い評価を得ているのは注目に値する。	既存タンクの活用は中程度の高評価に終わるが、適切な緩和が必要な項目もある。	長期的展望に立った海洋環境への潜在的な悪影響は、比較的低い評価となった。
		15	30	29	19	30	31	25	20

出典: JICA Expert Team

8.10.4　緩和策の検討

以下の表に、前項において負の影響として評価された環境項目に対する緩和策を示す。

Table 8-58: 緩和策の概要

カテゴリー	#	環境項目	緩和策	A: 河川洪水対策											B: 都市洪水対策												海岸
				A1 Adyar R.B.			A2 Coum R.B.		A3 Kosasthalaiyar R.			A4 Kovalam B.		A5 すべて川 b.		B1 NBC				B2 CBC		B3 SBC			B4 接続排水路			C 海岸洪水対策
				① 河床掘削	② 河川幅拡幅	③ 地下河川建設	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	③ ループ水路整備	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	① 既存タンクの改修	② 新タンクの整備	① B運河の修復	② 遊水地整備	③ バイパス水路整備	④ ゲートの建設	① B運河の修復	② 側壁付きゲート構造	① B運河の修復	② ゲート&ポンプ建設	③ 放水路整備	① 排水路改修	② ゲート整備	③ タンク改修	① 導流提建設
計画・建設段階																											
汚染対策	1	大気汚染	[粉塵対策] -粉じんの発生が予測される場所に水撒きの実施		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			[排気ガス] -排出ガス低減のため、排出ガス対策型建設機械の使用	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-排出ガス低減のため、建設機材の管理の徹底	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-集中エリアと広域エリアの両方をカバーする交通分析に基づいた交通渋滞を回避するための迂回ルートの交通管理計画の準備		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
	2	水質汚染	[濁った水など] -沈殿池やシルトフェンスを通した濁水の排水	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-作業員のための仮設トイレの設置	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-重機・建設機材からのオイル流出や建設現場からの未処理の排水の放流を防ぐ適切な管理	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-必要に応じ、河川沿いに存在するコミュニティや漁民に対する適切な説明や回答の準備	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓									✓				✓
			[汚染水] -将来的な植生による水質浄化を鑑みタンクへの水生植物の植栽											✓	✓		✓										✓	
			-掘削中の水質への影響を確認するための底質土の分析	✓			✓		✓			✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓					✓	✓
	3	廃棄物	[建設廃棄物] -河川への廃棄物投棄の禁止。建設廃棄物仮置場の整備		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-コンクリート廃材を含む建設廃棄物の再利用の考慮、指定された廃棄物処分場への廃棄	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-有害廃棄物の最終処理までの適切な保管		✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			[ベースキャンプのゴミ] -ゴミ捨て場や処分場での工事宿舎からのごみおよび廃油の投棄	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			[し尿処理] -汚水浄化槽など一時的な汚物処理施設の工事宿舎への導入	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	4	土壌汚染	-施工ヤードや工事宿舎における廃棄物および施設の適切な管理。	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-農業利用や埋め立てなどの二次利用を想定した汚染防止のための掘削土壌の土質を分析	✓			✓			✓		✓		✓		✓	✓			✓		✓			✓		✓	
			-土壌汚染が発生した際の処置方法の準備	✓			✓			✓		✓		✓		✓	✓			✓		✓			✓		✓	

カテゴリー	#	環境項目	緩和策	A: 河川洪水対策											B: 都市洪水対策												海岸
				A1 Adyar R.B.			A2 Cooum R.B.		A3 Kosasthalaiyar R.			A4 Kovalam B.		A5 すべて川 b.		B1 NBC				B2 CBC		B3 SBC			B4 接続排水路			C 海岸洪水対策
				① 河床掘削	② 河川幅拡幅	③ 地下河川建設	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	③ ループ水路整備	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	① 既存タンクの改修	② 新タンクの整備	① B 運河の修復	② 遊水地整備	③ バイパス水路整備	④ ゲートの建設	① B 運河の修復	② 側壁付きゲート構造	① B 運河の修復	② ゲート&ポンプ建設	③ 放水路整備	① 排水路改修	② ゲート整備	③ タンク改修	① 導流提建設
	5	騒音と振動	[建設騒音と振動] -遮音壁の設置、必要であれば低騒音型機材の使用	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-夜間の重機稼働の回避	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-周辺コミュニティとの工事スケジュールの共有	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	6	地盤沈下	-既存の地下水への影響を考慮した地下水位の季節的な状況の分析	✓		✓	✓		✓			✓		✓	✓	✓				✓		✓					✓	
			-建設用の地下水を大量に採水することの回避			✓												✓			✓		✓	✓		✓		✓
			-周囲の土壌に影響を与える可能性のある化学物質を使用する場合の詳細な施工管理の実施			✓																						
	7	悪臭	[ベースキャンプのゴミ] -自治体による工事宿舎からのごみ回収	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			[し尿処理] -し尿浄化槽など一時的な汚物処理施設の工事宿舎への導入	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			[その他] -悪臭のもととなる建設資材の施工ヤードでの適切な管理。	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
自然環境	9	保護地域	-所掌官庁によって指定された優先湿地への干渉の回避、或いは既存生態系保全のための洪水調節対策の抑制											✓			✓							✓			✓	
			-計画段階における現存する生態系の状態および開発に関する規制要件の決定											✓			✓										✓	✓
	10	生物多様性／生態系	-ロープやフェンスによる建設現場の囲い設置と立ち入り禁止の徹底。	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-伐採樹木の代替となる植林の実施。植え替え面積は関係当局と協議の上決定		✓			✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓						✓		✓			✓	
	11	水文条件・現象	-既存の地下水への影響を考慮した地下水位の季節的な状況の分析	✓		✓	✓		✓			✓		✓	✓	✓				✓		✓		✓			✓	
			- 建設現場付近の地下水位の定期的な監視	✓		✓	✓		✓			✓		✓	✓	✓				✓		✓		✓			✓	
	12	地形、土壌の地質学	-工事用骨材を供給する採石予定地の地形状況の確認及び敷地周辺の排水改善対策の実施			✓										✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
社会環境	13	住民移転と土地取得	-被影響住民（PAPs）が納得できる補償方針を伝える協議会の開催		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓				✓		✓		✓			✓	
			-住民移転活動計画（RAP）則った適切な補償と社会支援の提供		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓				✓		✓		✓			✓	

カテゴリー	#	環境項目	緩和策	A: 河川洪水対策												B: 都市洪水対策														海岸
				A1 Adyar R.B.			A2 Coum R.B.		A3 Kosasthalaiyar R.			A4 Kovalam B.		A5 すべて川 b.		B1 NBC				B2 CBC		B3 SBC			B4 接続排水路			C 海岸洪水対策
				① 河床掘削	② 河川幅拡幅	③ 地下河川建設	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	③ ループ水路整備	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	① 既存タンクの改修	② 新タンクの整備	① B 運河の修復	② 遊水地整備	③ バイパス水路整備	④ ゲートの建設	① B 運河の修復	② 側壁付きゲート構造	① B 運河の修復	② ゲート&ポンプ建設	③ 放水路整備	① 排水路改修	② ゲート整備	③ タンク改修	① 導流提建設
	14	生活と生計	-生活再建計画の作成及び PAPs に対する支援のプログラムとプロセスの明示		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓				✓		✓		✓			✓	
	15	社会的弱者（貧困）	-貧困層などの社会的弱者となる PAP の生計回復のための経済援助の適用		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓				✓		✓		✓			✓	
			-経済的弱者のニーズの明確化及び経済支援に反映させるためのフォーカス・グループ・ミーティングの開催		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓				✓		✓		✓			✓	
	19	水の使用／権利	-水質汚染の緩和策の適用											✓	✓	✓	✓			✓		✓					✓	✓
			-既存タンクと新規タンクにおける農業用の十分な水源の確保											✓	✓													
	20	既存の社会インフラとサービス	-既存のアクセス性を確保するための関係当局との協議		✓	✓		✓		✓	✓		✓			✓		✓		✓		✓		✓			✓	✓
			-病院や学校などの社会インフラへのアクセスを確保するための車両や歩行者用の迂回道路の適切な整備		✓	✓		✓		✓	✓		✓			✓		✓		✓		✓		✓			✓	
			-適切な方法で住民に交通規制情報を提供する。		✓	✓		✓		✓	✓		✓			✓		✓		✓		✓		✓			✓	
	22	利益と損害の誤配	-洪水防止対策を実施するための合理的なスケジュールの作成及び影響を受ける地域社会に対する提示、住民の承認確保											✓	✓													
			-洪水防止対策の実施に関する情報を共有するための公聴会の開催	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	24	文化遺産	-既存の宗教施設への影響を回避する計画検討		✓			✓		✓		✓	✓	✓		✓				✓		✓		✓			✓	
			-影響を受ける地域社会とのフォーカス・グループ・ミーティングの開催、移転を含めた課題解決についての協議		✓			✓		✓		✓	✓	✓		✓				✓		✓		✓			✓	
	25	風景	-地域の景観を守るための大木や自然林、街路樹の伐採の回避		✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓		✓							✓			✓	
			-被害を受けるコミュニティとのフォーカス・グループ・ミーティングの開催及び植樹を含めた地域の緑を失うことの代替案についての協議		✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓		✓							✓			✓	
	26	ジェンダー	-男女共同参画の方針に則った補償政策や生計再建計画に関する情報の共有（特に女性）、及び意見の RAP への反映		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓				✓		✓		✓			✓	
			-建設期間中の女性のエンパワーメントを促進するための女性の雇用率確保	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	27	子どもの権利	-子どもの就労を回避するための工事中のモニタリングの徹底	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	28	デング熱や HIV/エイズなどの感染症	-工事ヤードでの媒介蚊の繁殖を防ぐための十分な排水施設の設置	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-感染症予防のための定期的なセミナーや健康診断の実施。（血液検査や建設労働者への避妊具の提供などを含む）	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	29		-定期健康診断の強化	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

カテゴリー	#	環境項目	緩和策	A: 河川洪水対策											B: 都市洪水対策												海岸
				A1 Adyar R.B.			A2 Coum R.B.		A3 Kosasthalaiyar R.			A4 Kovalam B.		A5 すべて川 b.		B1 NBC				B2 CBC		B3 SBC			B4 接続排水路			C 海岸洪水対策
				① 河床掘削	② 河川幅拡幅	③ 地下河川建設	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	③ ループ水路整備	① 河床掘削	② 河川幅拡幅	① 既存タンクの改修	② 新タンクの整備	① B 運河の修復	② 遊水地整備	③ バイパス水路整備	④ ゲートの建設	① B 運河の修復	② 側壁付きゲート構造	① B 運河の修復	② ゲート&ポンプ建設	③ 放水路整備	① 排水路改修	② ゲート整備	③ タンク改修	① 導流提建設
		労働条件（労働安全を含む）	-感染症の蔓延防止を目的にした労働者の感染症に対する認識の向上のためのセミナー実施	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-建設工事中の安全に関する定期的な指導・監督の確保	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
その他	30	事故	-適切な労働安全施策に実施とその記録の管理	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-工事車両のゲートと交差点における案内旗手の配置	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-安全看板、夜間の交通整理のための照明、子供など地元住民の立ち入りを防ぐためのフェンスを含めた安全設備の建設現場周辺への設置	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-アイドリング中の建設機械のために適切な駐車場の整備	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-建設現場での車両速度の制限	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			-建設労働者に対する定期的な安全教育と監督者による安全パトロールの実施	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
供用段階																													
汚染	2	水質汚染	-貯水池の水質の監視・モニタリングシステムの確立。富栄養化や酸素要求量の増加など、水質が悪化した場合の迅速に対応できる体制の構築											✓	✓		✓										✓	
			-水質浄化システムの適用や期間を含む水質管理計画の策定			✓								✓	✓									✓			✓	
	3	廃棄物	-タンク、河川、運河、排水路のエリアでのポイ捨て規制の強化		✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓
			-近隣のゴミ拾いを通じて、地域に根ざした美化活動の推進		✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓
	6	地盤沈下	-建設現場周辺の地盤高さを含めた状態の監視	✓		✓	✓		✓			✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓			✓		
	7	悪臭	-廃棄物」と同様の対応を実施		✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓
	8	河床堆積物	-河口付近のビーチの砂の状態の監視（砂の予期せぬ動きについてチェック）	✓			✓		✓			✓						✓						✓					✓
自然環境	10	生物多様性／生態系	-開発地域の自然環境を定期的に調査。特に河口付近のタンク、河川、海岸の自然保護を重視	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓									✓	✓
	11	水文条件／現象	-タンクと河川周辺の地下水位を定期的に調査。地下水位の著しい低下がないことを確認する。この調査には、農家など経済活動に水を利用している人々への聞き取り調査も含まれる。	✓		✓	✓		✓			✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓			✓		
	12	地形、土壌の地質学	-堤防侵食のモニタリング・システムの確立。河川、運河、排水路の堤防維持のための対策に係る計画の準備		✓			✓		✓			✓	✓	✓		✓					✓		✓			✓		

カテゴリー	#	環境項目	緩和策	A: 河川洪水対策											B: 都市洪水対策												海岸
				A1 Adyar R.B.			A2 Coum R.B.		A3 Kosasthalaiyar R.			A4 Kovalam B.		A5 すべて川 b.		B1 NBC				B2 CBC		B3 SBC			B4 接続排水路			C 海岸洪水対策
				①	②	③	①	②	①	②	③	①	②	①	②	①	②	③	④	①	②	①	②	③	①	②	③	①
				河床掘削	河川幅拡幅	地下河川建設	河床掘削	河川幅拡幅	河床掘削	河川幅拡幅	ループ水路整備	河床掘削	河川幅拡幅	既存タンクの改修	新タンクの整備	B 運河の修復	遊水地整備	バイパス水路整備	ゲートの建設	B 運河の修復	側壁付きゲート構造	B 運河の修復	ゲート&ポンプ建設	放水路整備	排水路改修	ゲート整備	タンク改修	導流提建設
社会環境	13	住民移転と土地取得	- RAP に則った住民移転活動の実施評価（生活再建策の実施評価含む）		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓				✓		✓		✓			✓	
	14	生活と生計	-移転及び用地取得後の PAPs の社会経済調査の実施		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓				✓		✓		✓			✓	
	18	土地利用と地域資源	-「生物多様性／生態系」と同様の対策の実施	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓									✓	✓
			-用地取得後の PAPs への聞き取り調査の実施		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓				✓		✓		✓			✓	
			- 「河床堆積物」と同様の対策の実施	✓			✓		✓			✓						✓						✓				✓
	19	水の使用／権利	-タンクや河川の近くに農地を持つ農家に対する農業活動に必要な水資源に関する聞き取り調査の実施											✓	✓	✓	✓			✓		✓					✓	✓
	25	風景	- 「河床堆積物」と同様の対策の実施	✓			✓		✓			✓						✓						✓				✓

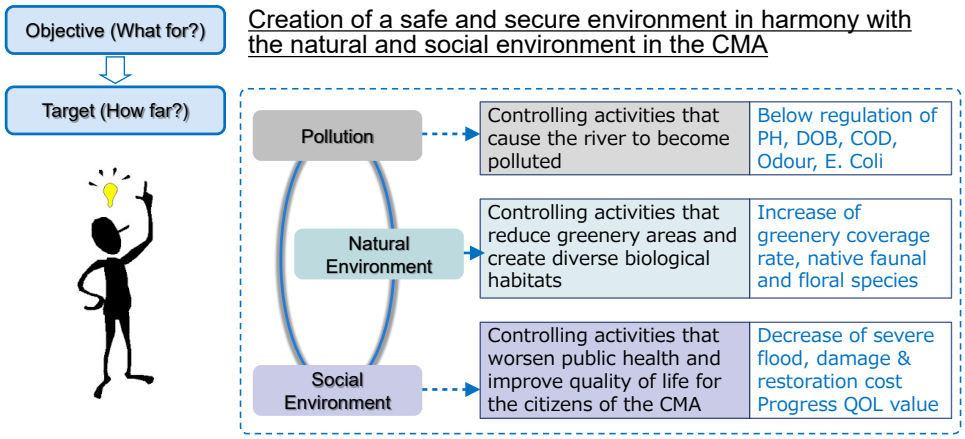
出典: JICA Expert Team

8.10.5 チェンナイにおける環境戦略

以下に、チェンナイにおける CFCMP と関連した環境戦略の検討結果を示す。これら検討資料は、SEA 調査に係るステークホルダー協議で市民に対して示されたものであり、協議においては、内容について賛同が得られている。

(1) 環境目的と目標

下図に、環境戦略を検討するうえでの重要となる SEA の環境目的と目標を示す。

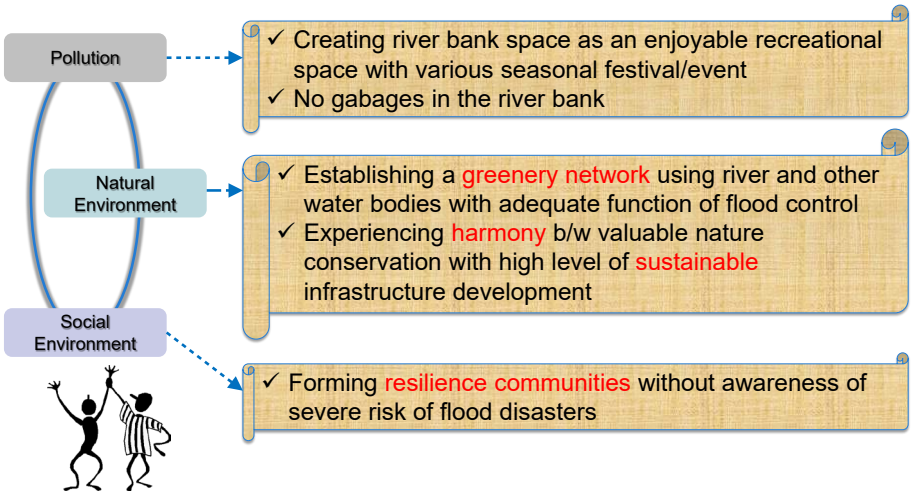


出典: JICA Expert Team

Figure 8-37: 環境目的・目標

(2) 環境ビジョン

下図に、前述の環境目的・目標に基づくチェンナイにおける環境ビジョンを示す。

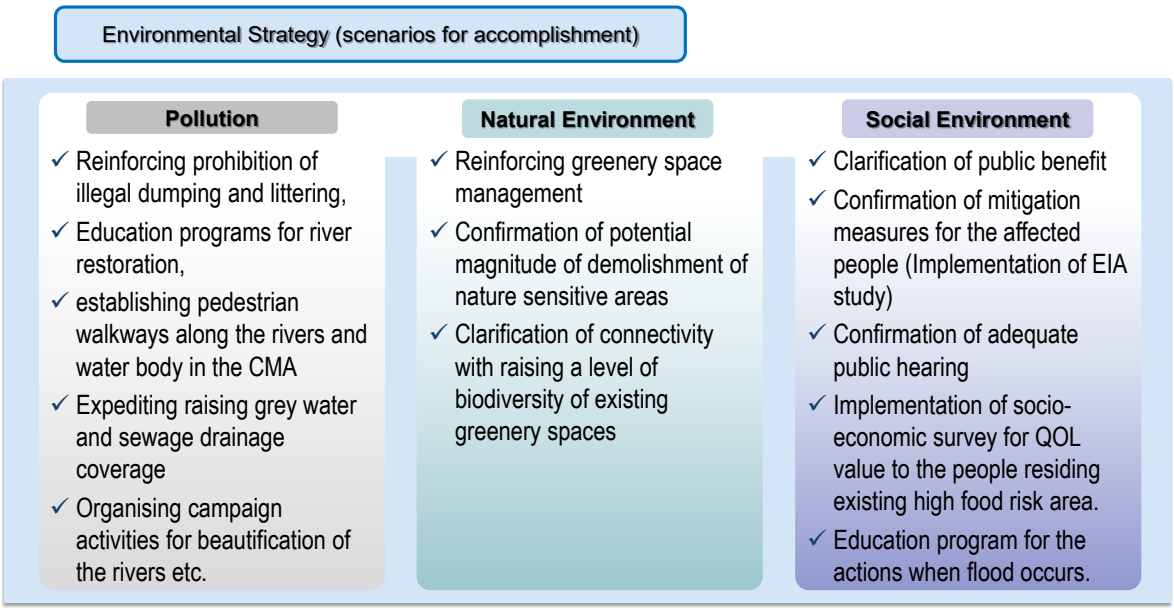


出典: JICA Expert Team

Figure 8-38: チェンナイにおける環境ビジョン

(3) チェンナイにおける環境戦略

以下に、前述の環境ビジョンに基づいた CFCMP と関連する環境戦略を示す。



出典: JICA Expert Team

Figure 8-39: チェンナイにおける環境戦略

8.11 ステークホルダー会議（SHCM）

8.11.1 スコーピング段階

CFCMP を対象とした SEA 調査のスコーピング段階でステークホルダー協議（SHCM）を開催した。SHCM の目的を以下の項目に整理した。

- 開発プロジェクトにおいて影響を受ける当事者の見解や認識を知る；
- 他の場所で得られたデータを検証・確認し、SEA の質の向上；
- プロジェクトに関する権利と責任を周知；
- 透明性を高め、利害関係者の参加を促すことで、プロジェクトの持続可能性と開発成果の鍵となる信頼、プロジェクトの受容、地元のオーナーシップを高める；
- 国や州の政策を遵守すること、また JICA のガイドラインを遵守

下表に、開催日、開催地、参加者数などを含めた SHCM の概要を示す。

Table 8-59: SHCM（スコーピング段階）の概要

開催日	場所	参加者数	参加者の所属
2022 年 9 月 29 日	Avadi Municipal Corporation Council Hall	110	区議会議員、議員協議会によって任命された各種委員会の委員長、副市長、市長、委員、自治体技師、オフィス・マネージャー、自治体公社の主要スタッフ、及びメディアの記者
2023 年 12 月 30 日	Tambaram Municipal Corporation	120	区議会議員、議員協議会によって任命された各種委員会の委員長、副市長、市長、委員、自治体技師、オフィス・マネージャー、自治体公社の主要スタッフ、及びメディアの記者
2023 年 5 月 6 日	Greater Chennai Corporation	4	区議会議員、河川の清掃、浚渫、侵入物の除去を行っている土木業者

出典: JICA Expert Team

SHCM の進行は、自治体の技術者が会議の概要を示し、JICA Expert Team メンバーにより以下の議題について資料説明を行い、内容についての意見を募った。

- CFCMP のプロジェクト概要
- 戦略的環境アセスメント（SEA）とその目的
- SEA のメリット
- SEA の構造
- CFCMP の取組み（事業を実施しない場合を含む）を通じた潜在的な環境・社会的影響
- 取組みについての利害関係者からのコメントが計画へ反映されること

関係者から寄せられた主な意見の概要と、ミーティングの写真を以下に示す。

Table 8-60: SHCM 参加者からの主なフィードバック

Avadi 市
1) Avadi 市は、新しく整備された市公社であるため、マイクロ灌漑施設の整備が不十分である（まだ 75%以上の地域が整備されていない）。その結果、毎年 11 月から 1 月にかけての北東モンスーンのピーク時には、多くの地域で氾濫が発生している。 2) 毎年洪水に見舞われる重要な地域は、Paruthipattu 地域の Thendral Nagar、Cholan Nagar、Sekkadu、Sriram Nagar である。 3) Avadi 市には、Avadi 湖、Paruthipattu 湖、Tamarai Kulam 湖、Vilinjiyambakkam 湖、Poompozhily Nagar 湖など、多くの湖がある。これらの湖に水を運ぶための水路は、長い間、浚渫、改修がされてこなかった。その結果、サイクロン時の余分な水が湖に届かず、住宅地や商業地域が浸水することが多い。水位が 6～7ft まで上昇することもあり、あらゆる交通手段を通行不能にする。住宅やアパートが 7～8ft まで浸水することもしばしばで、湖につながるすべての水路は、年間を通して浚渫され、適切に維持されなければならない。 4) 洪水のない道路を作るためには、不法侵入を厳しく取り締まる必要がある。 5) 雨水排水の完全な貯留能力、地下下水収集・処理システム、都市固形廃棄物管理インフラなど、多くの洪水防止対策に資金を提供するために、より多くの計画や投資が必要だという意見もあった。
Tambaram 市
1) Tambaram 市は近年、市に昇格した。Tambaram 市は、小規模排水施設はかなり整備されているが、新たに編入された地域はまだ整備されていない。その結果、毎年 11 月から 1 月にかけての北東モンスーンのピーク時には、多くの郊外地域が浸水している。 2) Tambaram 市には 70 の区に多くの湖や池がある。Adyar 川は公社の境界に沿って流れている。モンスーンのピーク時には多くの地域が氾濫することから河川の堤防を強化する必要があるとの意見があった。 3) 湖や川に水を運ぶための排水路は、長い間浚渫も改修もされてこなかった。また、都市の拡張や新しい道路の建設によって、自然の水の流れが妨げられている。その結果、サイクロン時の余分な水が湖や河川に届かず、住宅地や商業地域が浸水する。それゆえ、多くの議員は、湖につながる水路は浚渫され、年間を通して適切に維持管理されなければならないと主張している。 4) 洪水被害を受けない道路のために、川沿いの固形廃棄物投棄や不法侵入を厳しく取り締まる必要があることに、評議員たちは全員一致で同意している。 5) 雨水排水の完全な貯留能力、地下下水収集・処理システム、都市固形廃棄物管理インフラなど、多くの洪水防止対策に資金を提供するために、より多くの計画や投資が必要だという意見もあった。 6) Tambaram 地域には多くの花崗岩の採石場があり、莫大な貯水能力を持つ放棄された採石場がたくさんあるが、利用されずに放置されている、と数名の評議員が伝えた。これらの採石場は、余分な雨を貯めるために利用でき、水を貯める貯水池として機能し、夏季の水不足に対応するために回収することができる、というのが彼らの意見である。
Greater Chennai Corporation
1) GCC は、1688 年に設立されたインド最古の地方自治体である。GCC は、1688 年に設立されたインド最古の市公社で、200 の区で構成され、面積は 426km^2。 2) すべての河川（Adyar 川、Cooum 川、Kosasthalaiyar 川、Buckingham 運河、Kovalam 流域）は汚染されており、水質汚染、雑草の蔓延、都市固形廃棄物の投棄、河岸の侵入など、複数の問題に直面している。 3) Pallikaranai にある湿地帯、市内の多くの水域は、都市廃棄物の投棄や建物の建設に悪用されている。そのため、大洪水時に余分な水を排出することができなかった。 4) 都市の急速な成長と、建物、道路、橋、バスターミナルを建設するためのスペースの需要。そのため、すべての空き地は完全に利用されるか、セメントで固められた。 5）何年も前に建設されたストローム排水路は不十分であり、洪水流の排水という現在の要求に応えることができなかった。

6) 市で発生する廃水を 100%処理する廃水処理施設の設置は、市の水路を常に清潔に保つために最も重要である。
7) 河川の定期的な浚渫と、河川敷への侵入物の除去により、洪水時の海水への排水が容易になり、洪水を回避できる。
8) 処理施設を設置するスペースが著しく不足しているため、空き地や屋上を利用して下水処理施設を設置することが有効と考える。
9) 既存のシステムに対する圧力を軽減するため、商業ビルや垂直構造物には下水処理施設や廃棄物処理施設の設置を義務付けるべきである。

出典: JICA Expert Team



出典: JICA Expert Team

Figure 8-40: Avadi 市での ステークホルダー会議（2022 年 9 月 29 日）






出典: JICA Expert Team

Figure 8-41: Tambaram 市でのステークホルダー会議（2022 年 12 月 30 日）






出典: JICA Expert Team

Figure 8-42: GCC でのステークホルダー会議（2022 年 5 月 6 日）

8.11.2　ドラフトファイナル（DFR）段階

CFCMP の SEA については、前節のスコーピング段階と同様の目的で、最終案の段階でステークホルダーとの協議会を開催した。下表に、開催日、開催地、参加者数など、SHCM の概要を示す。

Table 8-61: Profiles of the SHCM in Draft Final Stage

開催日	場所	参加者数	参加者の所属
2024年3 月 14 日	JICA EXPERT TEAM CMDA 事務所	4	エンジニア（水文学者、気候・環境アナリスト、環境プランナー、計画アナリスト）

2024 年 3 月 14 日	Mayers Chamber, Avady Municipal Corporation Office	5	メイヤー委員、参事官、技術者チーム
2024 年 3 月 15 日	Mayors Chamber, Tambaram Municipal Corporation Office	2	メイヤー委員
2024 年 5 月 24 日	Local villages in Kothasthalaiyar Basin	8	農家
2024 年 5 月 24 日、27 日	Local villages in Adyar River Basin	5	農家
2024 年 6 月 3～6 日	Executive Office in GCC	4	共同コミッショナー、監督エンジニア、主席エンジニア

出典: JICA Expert Team

SHCM では、JICA Expert Team メンバーが、優先的に実施される物理的対策案の概要を含めた以下の議題について資料説明を行い内容についての意見を募った。

- CFCMP のプロジェクト概要
- 戦略的環境アセスメント（SEA）とその目的
- SEA の構造
- CFCMP プロジェクトで提案される優先的な物理的対策
- 提案されている物理的措置の実施によって引き起こされる、CMA の自然・社会環境に対する潜在的な負の影響

資料説明後、ステークホルダーに対して以下の項目について質問された。

1.現地の視点から、自然環境および社会環境に対するその他のネガティブな影響があるか。

2.地域の洪水リスクを軽減するため、どのような対策を最優先すべきだと考えるか。洪水リスクを軽減する必要がある最も重要な地域はどこか。

関係者から寄せられた主な意見の概要と、会議の写真を以下に示す。

Table 8-62: SHCM 参加者からの主なフィードバック

CMDA
1) 既存水槽の周辺住民は、漁業や水生植物の採取によって、既存水槽から何らかの恩恵を受けているため、底土の掘削によって水槽の地形が大きく変化することは、彼らの生活環境に大きな悪影響を及ぼす。
2）河床掘削による河川水の汚染、特に河川マウス付近での BOD 値の上昇は大きな懸念事項の一つである。
3) 河川勾配を変えた結果、河川水が塩水化することによる河川生態系の悪化は、プロジェクトの実施に重大な悪影響を及ぼす。
4) 河川や既存のタンクへの侵入者の再定住が必要な場合、大きな問題となる。非自発的住民移転のための現実的な配慮が必要である。
5) 宗教施設の移転には、影響を受ける地域社会の同意が必要である。移転距離がそれほど遠くない場合は可能。
6) チェンナイでは、川へのゴミの投棄やゴミのポイ捨てが問題となっている。市民の意識が変わらなければ、川の景観を悪化させても何の解決にもならない。
7) 環境への影響や緩和策、防災問題に関する情報を一般に広めるべきである。

Tambaram 市

1) 市長は、Madambakkam 湖、Perungalathur 湖、Thiruneermalai 湖、Peerkankaranai 湖、Nanmangalam 湖の 5 つの湖について、総監と主任技師が言及したように、可能であれば浚渫を行うべき。 また、Tambaram の西部 Mungial thittu も洪水により被害を受けた地域の一つである。彼女はさらに、Perungalathur 湖とその周辺地域が、すべての洪水で最も大きな被害を受けたと述べ、2023 年の洪水時には、個人的に洪水救援活動に携わったと語った。

2) 市長は、Perugalathur 湖は他に比べて標高が高い位置にあるが排水システムが貧弱であるため、地域で大きな洪水が起きているという経験を語った。

3) また、10 近いパンチャヤットが Avady 市と境界を共有しているが、そのパンチャヤットの境界まで排水事業は実施されているが、それ以上の開発が実施されていない。よって降雨時には Tambaram から排水されるにもかかわらず境界に沿って洪水が発生している。

4)Tambaram の境界を共有する全パンチャヤットにおける洪水管理を決議し、市の報告書で CFCMP を推薦したい。

5)GCC はチェンナイ市のプロジェクトを管理しているため、GCC が関連するプロジェクトを進める場合においては承認を得る際に問題に直面する。

6) 環境／エコロジーとその相互関係および影響について、プロジェクト地域沿いの樹木の伐採を懸念する。（その他の負の影響については関心がないように受け取れた）

Avady 市

1) 現段階で自然・社会環境への悪影響を詳細に調査することは困難であるため、プロジェクト段階で地元の利害関係者に対する環境影響評価の詳細な分析が必要である。

2) Avady 公社周辺には、定期的に洪水が発生している場所が 4 箇所あると述べた。Vasanthan Nagar、Thirumullaivoyal、Sriram Nagar、Kannan Theatre である。さらに、Ambattur と Oragadam 地域も、季節ごとに洪水の影響を受けやすい。

3) 5 つの湖は早急な堤防の強化と撤去が必要だと述べた。Aarabath 湖、Sekkadu 湖、Paruthipattu 湖、Ayan 湖、Villianjiampakkam 湖である。

4) 特に GCC 地域に隣接する地域では、雨水管／運河を Cooum 川に接続する必要がある等の課題がある。流況や勾配の関係により、これらの用水路は GCC の管理下にある Cooum 川部分としか接続できない。しかし、GCC 当局は接続を進めるための許可を出していない。そのため、水の流れを容易にするためには、このような行政上の許可や承認が不可欠である。

5) 市長は、非自発的住民移転が必要となる場合、貯水池近辺の入植エリアの移転に難色を示し、プロジェクトの非自発的住民移転の回避または最小化を推奨している。

Villages in the Kosasthalaiyar River Basin

ステークホルダーとなる村民の村及び所属する自治区及び地区

Village	Taluk Name	District
Nerkundram	Ponneri	Thiruvallur
Periya Madiyur	Ponneri	Thiruvallur
Chinna madiyur	Ponneri	Thiruvallur
Pasuvan Palayam	Ponneri	Thiruvallur
Sadayankuppam	Tiruvottiyur	Chennai
Seemavaram	Ponneri	Thiruvallur
Goundarpalayam	Ponneri	Thiruvallur
Vannipakkam	Ponneri	Thiruvallur

（協議の概要）

1) モンスーンの季節には毎年洪水が起こる。ほとんどの地域では河川の堤防が機能せず、大洪水時には雨水が村に入り込む。

2) そのため、恒久的な解決策を講じるよう要求する。氾濫時や氾濫後に河川堤防を強化するための一時的な対策（土嚢の設置）を除いて、政府は長年何もしてこなかった。少なくとも重要な場所については、古い土の堤防をコンクリートで置き換える必要がある。

3) 地元の人々は、堤防の植物の重要性をよく知っている。彼らの多くは、外来種である Prosopis（メスキート）を堤防と川の中州から取り除くことを望んでいる。彼らはまた、メスキートが川の流れを妨げて村に水が入り込み洪水となっていると認識している。

4) さらに、Kosasthalaiyar 川沿いの数カ所に建設されているチェックダムの高さを上げたいと考えている。地元の人々は、これらのチェックダムの高さを上げることで、水質が改善され、地下水位が向上すると信じている。

5) 地元住民は、同じ村に代替の土地と建物が与えられれば、河川堤防付近の不法居住者を移転させることができる。

6) 長期的な対策を立てるためには、建設活動や不法居住者の移転に対する障害は無く、長期的な利益のためなら喜んで受け入れるという意見がある。

7) 過去に多くの協議が行われたが、現場は何も変わっていないという意見から、治水介入に懐疑的な意見もあった。彼らは早急に現実的な介入が必要であるとしている。

Villages in the Adyar River Basin

ステークホルダーとなる村民の村及び所属する自治区及び地区

Village	Taluk Name	District
Muduchur	Tambaram	Chengalpattu
Anakaputhur	Tambaram	Chengalpattu
Thiruneer malai	Tambaram	Chengalpattu
Mani Mangalam	Kundrathur	Kancheepuram
Varadharajapuram	Kundrathur	Kancheepuram

（協議の概要）

1) この村の回答者は、農民と Adyar 川のすぐ近くに住む住民の混成グループである。彼らの誰もが、過去数年間に連続して洪水を経験している。

2) 数少ない高齢者によれば、洪水は最近の現象であり、20～30 年前にはそれほど大きな問題ではなかったという。彼らは、洪水が頻発する原因は、モンスーン時の河川の流れにあまり注意を払うことなく、人口の急増に伴い下流域で都市開発が行われたことだと述べた。

3) 彼らの村は郊外にあり、10～15 年前には大部分が耕作に使われていた土地に人々が定住し始めた。彼らによると、排水路が整備されることなく、村やその周辺にまで居住地が急増したため、村では洪水が繰り返されているという。

4)河川域への不法居住者の侵入、狭い用水路、浚渫の不足、外来雑草の繁殖なども洪水の原因であると報告した。

5) 治水事業の必要性については、将来の洪水から自分たちを守り、農地を保護するという強い意見から、どのような努力にも感謝している。

6)回答者たちは、政府が自分たちの地域に対してあまり手を差し伸べていないことに不安を感じており、彼らによれば、河川修復などの新しいプロジェクトについては、都市部が多くの関心を集めている。従って、河川修復に介入する新しいプロジェクトは、都市部と郊外の両方で同時に実施されなければならないと要求している。

GCC

1) CMA における洪水対策として提案された対策について異論はない。提案されたハードおよびソフト対策は、すべて強く支持する。

2) CMA 地域における貯水池の深さは、WRD が管理しており、小規模な貯水池については、地方自治体またはパンチャヤットが責任を負う。

3) 河川の改善にあたり、河岸に住む人々の移転が課題のひとつとなる。彼らに代替の居住地を提供することは政府の全面的な支援が必要。 彼らを新しい場所に移転させることは、当

初は問題があるかもしれないが、新しい居住地は近代的な建物で設備も整っているため、長期的には問題はないと考える。

4) 雨水排水路改善プログラムでは、そのほとんどが暗渠となるため、実施にあたり市民にとっての障害となるものはない。しかし、場合によっては、下水を迂回させたり、固形廃棄物を投棄したりなど、利用施設が誤用される可能性がある。監視が行われなければ、排水路はごみでその流加能力を発揮することができず、目的が達成できない可能性がある。したがって、将来的には排水路におけるあらゆる予防措置を考慮する必要がある。

5) 雨水排水路の 80%が完成しているとはいえ、まだ多くの未完成部分があり、洪水対策のメリットを最大限に享受するには、それらを調査し、適切に接続する必要がある。さもなければ、新たな対策の不適切な管理により、人々は洪水対策への信頼を失うことになる。

6) 市内における貯水池改良の新たな取り組みは歓迎すべき対策であり、CMDA は GCC 地域内の 12 の主要な湖の整備に着手している。今後 1 年以内に完了すれば、より多くの水を貯水できるスペースが追加され、地下水の涵養にも役立つ可能性がある。

7) 洪水対策のための用地取得には費用がかかる。用地取得に抵抗を示す住民もいるかもしれない。

8) 環境への影響は非常に限定的かつ一時的なものである。建設段階においてのみ、ある程度の影響が現れる可能性があるが、完成後は自然が自らを修復する能力を持っているため、長期的な利益をもたらす。

9) 洪水対策をしない場合のコストと影響について、人々の認識を高める必要がある。そうすることで、長期的な洪水対策に全面的な支援が得られるだろう。

10) また、洪水対策には複数の部署が関与しているため、これらの対策の実行には調整のためのアプローチが必要である。このプロジェクトを完全に成功させるためには、WRD、GCC、CMDA、環境省、公害対策部門の連携が不可欠である。そうでなければ、一般市民はこのような対策に協力せず、実施・建設・維持管理の各段階で不便を強いられたとして、一部の部署を非難することになるだろう。

出典: JICA Expert Team



写真 1: CMDA との SHCM（2024 年 3 月 12 日）

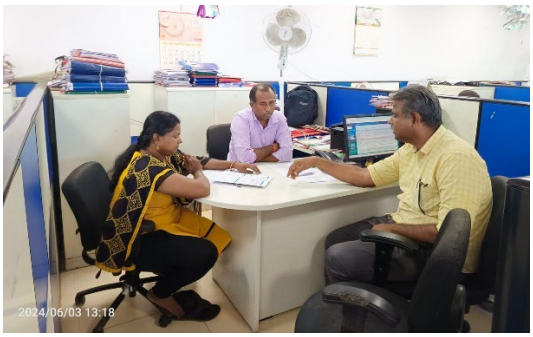


写真 2: CMDA との SHCM（2024 年 3 月 12 日）



写真 3:Avady 市との SHCM (2024 年 3 月 14 日)



写真 4:Tambaram 市との SHCM(2024 年 3 月 15 日)

	
写真 5: Kothasterayer 川流域の村民との SHCM (2024 年 5 月 24 日)	写真 6: Kothasterayer 川流域の村民との SHCM (2024 年 5 月 24 日)
	
写真 7: Adyar 川流域の村民との SHCM (2024 年 5 月 24 日と 27 日)	写真 8: Adyar 川流域の村民との SHCM (2024 年 5 月 24 日と 27 日)

出典: JICA Expert Team

Figure 8-43: DFR 段階における SHCM

8.12 環境モニタリング計画

8.12.1 計画/建設段階

環境モニタリングは、施工段階における環境への悪影響に対する緩和策が正しく適用されているかどうかを評価するために実施される。施工期間中の汚染防止に関連するモニタリング活動は、主に施工業者の負担で実施し、モニタリング報告書をプロジェクト事業主に対して定期的に提出する。

Table 8-63: 計画／建設段階におけるモニタリング活動の概要

カテゴリ	#	項目	パラメータ	方法	対象地	頻度	実施機関	基準等
汚染対策	1	大気汚染	1) SO2、 2) NO2、 3) PM10	1) 紫外蛍光（UVF） 2) Modified Jacob & Hochheiser (Na-Arsenite)（亜砒酸ナトリウム） 3) ベータ減衰	各対象地に最低2カ所（建設地と住宅地に隣接）	年2回	施工業者	SO2: <80 μ g/m³（24時間） NO2: <80 μ g/m³（24時間） PM10：100 μ g/m³未満（24時間） *No.B-29016/20/90/PCI-I, CPCB
	2	水質汚染	pH、BOD、COD、SS、大腸菌群	専門機関による検査	各対象地に少なくとも2つ	年2回	施工業者	pH 5.5 - 9.0 BOD <30 mg/l COD <250 mg/l SS <100 mg/l COL＜500（MPN）／100ml
	3	廃棄物	残土、伐採木、家庭ゴミの量 解体工事からの廃棄物	廃棄物の発生量の記録廃棄方法の記録	工事現場とベースキャンプ	毎月	施工業者	発生した廃棄物は、指定された場所での処分が必要 処分の方法は、最終的な環境管理計画で規定される
	4	土壌汚染	汚染土壌と汚染源の監視	眼底検査、モニタリング活動の記録	工事現場とベースキャンプ	毎月	施工業者	油やその他の化学物質で汚染された土壌の監視が必要
	5	騒音	周辺騒音および沿道騒音（LAeq (dB (A))	dB(A)は、Aスケールでの音のレベルの時間加重平均をデシベルで表す	各計画地に最低2カ所（建設地と住宅地に隣接）	年2回	施工業者	(商業地域) 日中：65 dB (A) 夜間：55 dB (A) （住宅地域) 日中：55 dB (A) 夜間：45 dB (A)
		振動	振動 (dB)	振動レベル計で測定	同上	年2回	施工業者	75 dB
	6	地盤沈下	地下水位 詳細な建設管理の確認	候補地近辺の選定されたボーリング孔での測定 報告書の確認	各掘削予定地で少なくとも2カ所のボーリング調査 掘削実施前	年2回 適宜	施工業者 事業主（監督）	着工前に調査を実施し、差異を分析する必要がある
	7	臭気	ゴミと浄化槽の管理状況	臭気計による測定	工事ヤードとベースキャンプ	毎月	施工業者	上記の「廃棄物」の項目と同じ
自然環境	9	保護地域	対象地が政府または関連機関によって指定されているかどうか	最新の調査データを収集し、計画段階で候補地を検討する	-	候補地決定前	事業主（監督）	「TNにおける優先湿地とその生物多様性（2019年）」 ラムサール条約など 参照
	10	生物多様性/生態系	樹木の伐採および苗木の植え替えの状況	眼球検査、調査報告書の分析（水生動物を	既存の植生地域 生態学的に影響を受けやすい地域、	伐採前に調査	事業主（監督）	生態学的に撹乱された地域の影響を、前後比較に基

カテゴリ	#	項目	パラメータ	方法	対象地	頻度	実施機関	基準等
			生物多様性調査	含む動植物の目録)	水槽、沿岸地域	分析		づいて分析する
	11	水文・水象	地下水の水質ヒ素、カドミウム、クロム、銅など	専門機関による水質検査	既存の井戸またはボアホール（各計画地に少なくとも2箇所)	年2回	施工業者	「2016年固形廃棄物管理規則」の「水質モニタリングの基準」を参照
	12	地形、地質	河岸、タンクの堤防、土の盛り土の状況	眼球検査	河岸、貯水槽の堤防など	毎月	事業主（監督）	通常の監督活動で対応可能
社会環境	13	住民移転と用地取得	移転したPAHsの経済状況と苦情処理の記録	PAPへのインタビュー調査	置き換えられたPAHs	年2回	事業主（監督）	着工前に完了が必要
	14	生活と生計	プロジェクトに関連する貧困や農民を含む利害関係者の経済状況	候補地に隣接して居住または経済活動を営む関係者へのヒアリング調査	計画地に隣接する地域	年2回	事業主（監督）	着工前に調査を実施し、差異を分析する必要がある
	15	社会的弱者（貧困)						
	19	水の使用／権利	漁場の状況	予測地点で漁業活動に従事する関係者へのインタビュー調査	水槽、河川を含む対象水域	年2回	事業主（監督）	
	20	既存の社会インフラと社会サービス	既存の社会インフラへのアクセス状況	眼球検査、関係住民および商業施設に対する聞き取り調査	すべてのアクセス道路	年2回	事業主（監督）	通常の監督活動で対応可能
	22	利益と損害の偏重	実施調整状況	実施スケジュールの見直し	洪水軽減対策の実施地域	候補地決定前	事業主(監督)	必要に応じて、実施スケジュールに関する情報を共有するために公聴会を開催する
	24	文化遺産	影響を受けた文化遺産の状況	眼球検査、関係者へのインタビュー調査	影響を受けたすべての文化遺産	年2回	事業主(監督)	住民との十分なコミュニケーションが必要となる
	25	風景	沿岸地域を含む影響を受けた景観の状況	眼球検査、関係住民への聞き取り調査	影響を受けた景観のある地域	年2回	事業主（監督）	着工前に調査を実施し、差異を分析する必要がある
	26	ジェンダー	女性の就業率	雇用記録の審査	建設労働者	毎月	施工業者	目標値は事業主と協議
	27	子どもの権利	児童労働の禁止	眼球検査、労働者へのインタビュー調査	建設労働者	毎月	施工業者	1986年児童労働（禁止及び規制）法
	28	HIV/AIDSなどの感染症	感染者数	定期健康診断リスト	建設労働者	毎月	施工業者	感染症予防セミナーの開催を推奨する
	29	労働条件（労働安全を含む)	職場環境の記録	就労記録および安全指導記録の審査	建設現場、ヤード、作業員のベースキャンプ	毎月	施工業者及び事業主(監督)	通常の監督活動で対応可能
その他	30	事故	事故件数	事故記録の見直し	建設現場、ヤード、作業員のベースキャンプ	毎月	施工業者及び事業主(監督)	通常の監督活動で対応可能

出典: JICA Expert Team

8.12.2 供用段階

供用期間中のモニタリング活動は、工事完了後 2 年間継続的に、環境項目の分野に応じて、関係機関との適切な連携のもと、事業主が主体となって実施する。移転住民に対する

社会的利教については、住民の転居が完了した時点で、地域社会の環境変化を把握するための基礎情報を得ることが望ましい。

Table 8-64: 供用段階におけるモニタリング活動の概要

カテゴリ	#	項目	パラメータ	方法	対象地	頻度	実施機関	基準等
公害対策	1	大気汚染	1) SO2、 2) NO2、 3) PM10	1) 紫外蛍光（UVF） 2) Modified Jacob & Hochheiser (Na-Arsenite)（亜砒酸ナトリウム） 3) ベータ減衰	各実施地に最低2カ所（建設地と住宅地の隣接地）	年2回	事業主	SO2: <80 μ g/m³（24時間） NO2: <80 μ g/m³（24時間） PM10：100 μ g/m³ 未満（24時間） *No.B-29016/20/90/PCI-I, CPCB
	2	水質汚染	pH、BOD、COD、SS、大腸菌群	専門機関による検査	各対象地に少なくとも2つ	年2回	事業主	pH 5.5 - 9.0 BOD <30 mg/l COD <250 mg/l SS <100 mg/l COL＜500（MPN）／100ml
	3	廃棄物	ゴミの量、ポイ捨ての状況	目視検査、美化活動中の廃棄物量の記録	実施された河岸及び対象タンクの堤防	年2回	事業主又は地方自治体	結果と是正措置は、地元住民と共有する
	5	騒音	周辺騒音および沿道騒音（LAeq (dB (A))	dB(A)は、Aスケールでの音のレベルの時間加重平均をデシベルで表す	各実施地に最低2カ所（建設地と住宅地の隣接地）	年2回	事業主	(商業地域） 日中：65 dB (A) 夜間：55 dB (A) (住宅地域) 日中：55 dB (A) 夜間：45 dB (A) 45 dB (A)
		振動	振動 (dB)	振動レベル計で測定	同上	年2回	事業主	75 dB
	6	地盤沈下	地下水位の深さ	建設予定地近辺の選ばれたボーリング孔での測定	各対象地で少なくとも2カ所のボーリング	年2回	事業主	結果の傾向を記録する
	7	臭気	臭気の状態 臭いの不快感	臭気計による測定	特に河川と貯水池	年2回	事業主	結果と是正措置は、地元住民と共有する
	8	河床の底質	pH、EC、TN、TP、ナトリウム、カリウム、カルシウム、Mg。有機物	専門機関による検査	各実施地で最低2名	年2回	事業主	農業ハンドブック, インド農業研究評議会, New Delhi, 2011
自然環境	10	生物多様性／生態系	生物多様性調査	調査報告書の分析（水生動物を含む動植物の目録）	生態学的に影響を受けやすい地域、水槽、沿岸地域	年間	事業主	生態学的に撹乱された地域の影響を、前後比較に基づいて分析する
	11	水文・水象	地下水の水質ヒ素、カドミウム、クロム、銅など	専門機関による水質検査	既存の井戸が各実施場所に少なくとも2本ある。	年2回	事業主	「2016年固形廃棄物管理規則」の「水質モニタリングの基準」を参照
	12	地形、地質	河岸、タンクの堤防、土の盛り土の状況	目視検査	河岸、貯水槽の堤防など	年2回	事業主	結果について関係部局と共有し、是正措置を実施する

カテゴリ	#	項目	パラメータ	方法	対象地	頻度	実施機関	基準等
社会環境	13	住民移転と用地取得	移転したPAHsの経済状況と苦情処理の記録	PAPへのインタビュー調査	置き換えられたPAHs	年間	事業主	総合的な分析が必要となり、必要であれば追加サポートを手配する
	14	生活と生計	貧困や農民を含むステークホルダーの経済状況	実施地に隣接して居住または経済活動を営む関係者へのヒアリング調査	計画地に隣接する地域	年2回	事業主	
	18	土地利用と地域資源	土地利用状況	実施地域の関係者へのヒアリング調査	遊水地整備地区	年2回	事業主	結果に応じて必要な対策を取る
	19	水の使用／権利	漁場の状況	実施地の漁業活動に携わる関係者への聞き取り調査	貯水池、河川を含む対象水域	年2回	事業主	結果に応じて必要な対策を取る
	25	風景	沿岸地域を含む影響を受けた景観の状況	目視検査、関係住民への聞き取り調査	影響を受けた景観のある地域	年2回	事業主	専門家による総合的な分析が必要 必要に応じ対策を検討

出典: JICA Expert Team

9章　優先施策と実施計画

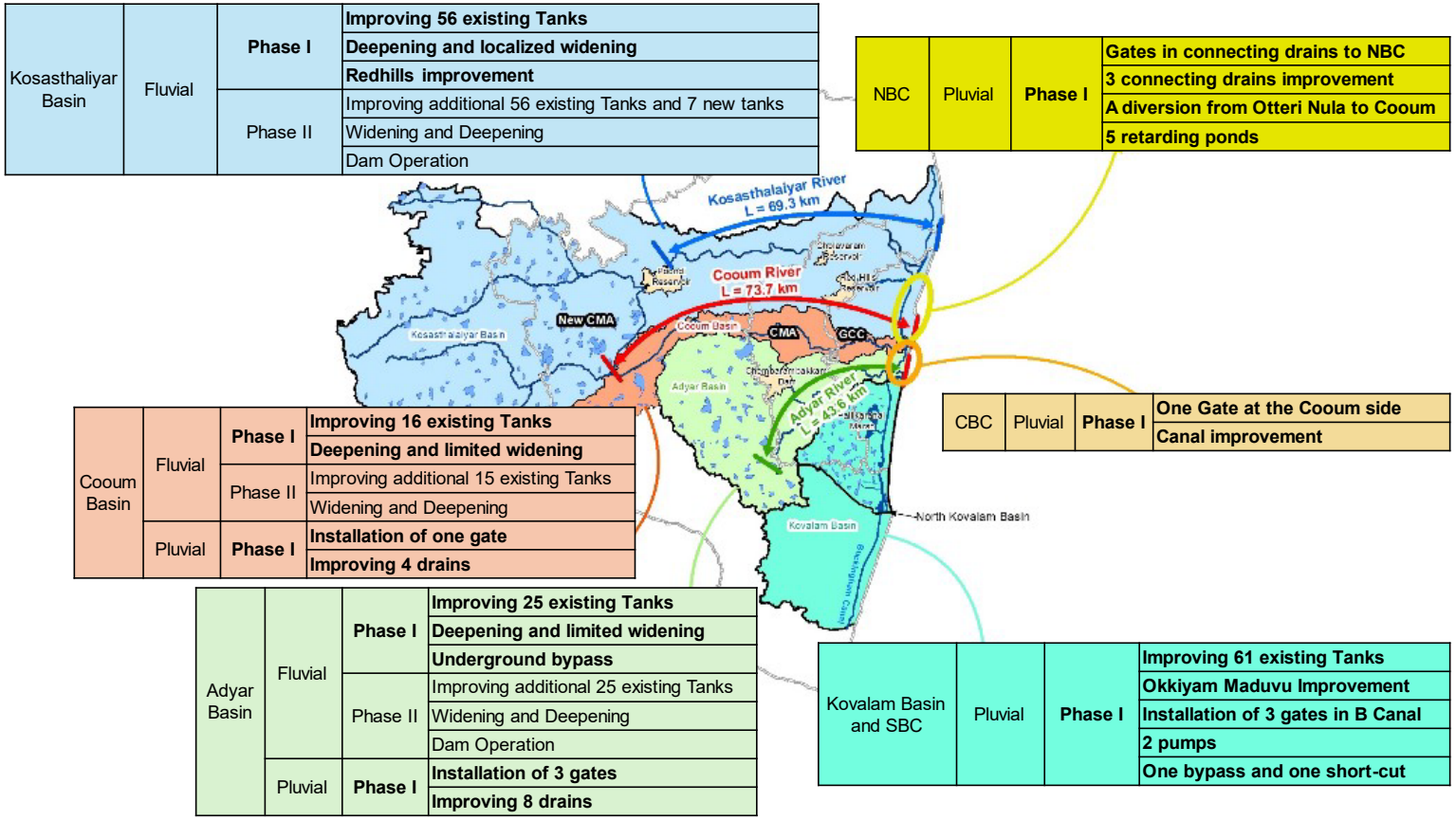
9.1　FRMMP のプロジェクト・コンポーネント案

FRMMP のプロジェクト･コンポーネント案は Figure 9-1 および Table 9-1 の通りであり、河川洪水対策と都市洪水対策で各流域の対策は構成される。

Table 9-1: プロジェクト・コンポーネント

countermeasure			
Adyar River	Flood control	Using Existing Waterbodies	50 tanks
		Dam Operation Improvement	under verification
		River Channelization (Deepning and local widening)	43.6km
		Underground river	12.0km
	Strom Water	Gates in Connecting Drainages to Rivers	3 Gates
		River Channelization	8 river
Centrl B Canal	Strom Water	Gates in Connecting Drainages to Rivers	1 Gates
		River Channelization	Centrl B Canal
Cooum River	Flood control	Using Existing Waterbodies	31 tanks
		River Channelization (Deepning and local widening)	34.2km
	Strom Water	Gates in Connecting Drainages to Rivers	Gates（1place）
		River Channelization	4 place
North B Canal	Strom Water	Gates in Connecting Drainages to Rivers	1 Gates
		River Channelization	North B Canal , 3 river
		Diversion Channel	1 Channel
		New Flood Storage	5 storages
Kosasthalaiyar River	Flood control	Using Existing Waterbodies	112 tanks
		Dam Operation Improvement	Under verification
		River Channelization (Deepning and local widening)	69.3km
kobaram	Strom Water	Using Existing Waterbodies	2 tanks
		River Channelization	okaymado
		Gates in B Canal	3 Gates
		Pumps	2 pumps
		Bypass	1 bypass

出典: JICA Expert team



出典: JICA Expert team

Figure 9-1: 各流域におけるコンポーネント

9.2 実施スケジュールの作成

9.2.1 流域別の優先順位

Adyar、Cooum、Kosasthalaiyar、Kovalam の各流域別での優先順位は、洪水に対する被害額や近年の市街化状況、内水河川対応の必要性から設定した。

(1) 資産状況からの評価

資産状況は、「①被害額、②流域面積当たりの被害額」の 2 つの観点から行った。Table 9-2 は 7 章における費用対効果の算出で整理した各流域の被害額を用いた整理結果である。

資産面からの優先度は、①と②の順位の総和が高い順で整理すると、2 つの観点から優先度が高いのはどちらも 2 番目となる Adyar、Kovalam の流域となった（1/10 規模では Kovalam 流域の被害が 2 番目に大きく、1/100 規模では Adyar 流域の被害が 2 番目）。

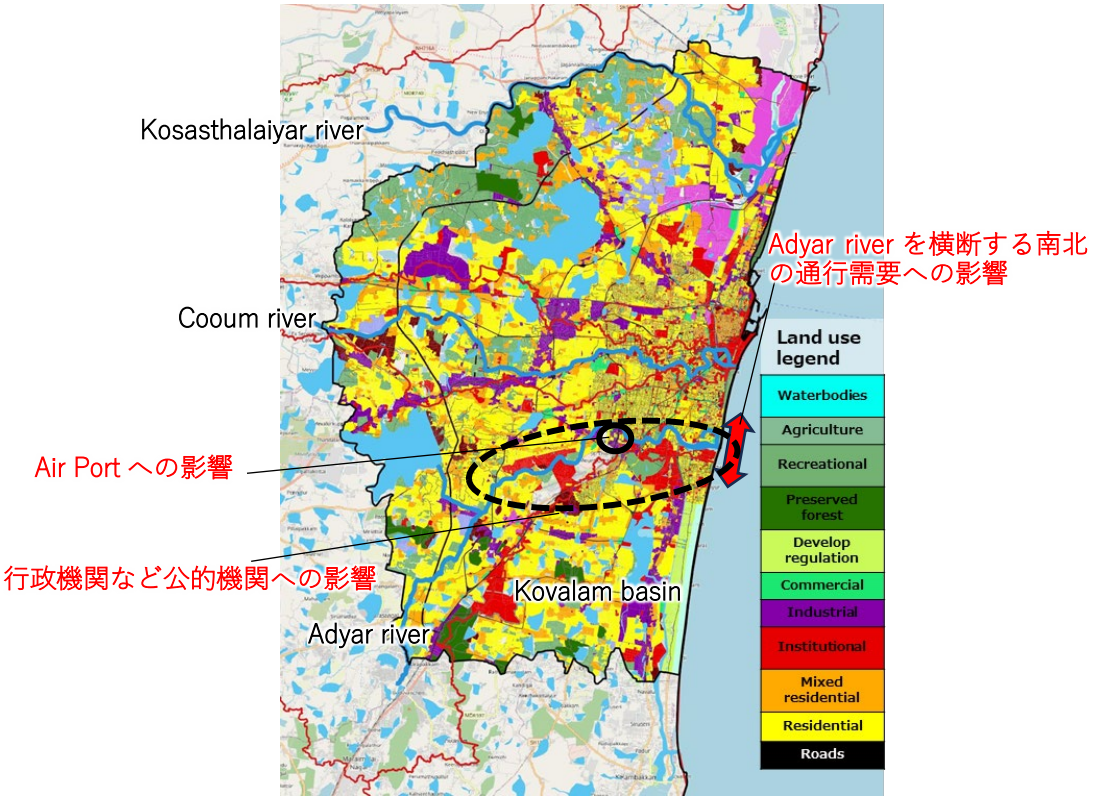
優先度 1、2：Adyar 川流域、Kovalam 流域

・2 つの観点から、これらの流域はどちらも 2 番目となるため、優先度 1、2 として評価（1/10 規模では Kovalam 流域の被害が 2 番目に大きく、1/100 規模では Adyar 流域の被害が 2 番目）

優先度 3、4：Cooum 川流域、Kosasthalaiyar 流域

・Cooum 川流域は、総被害額は 4 番目だが、流域面積が小さく流域面積当たりに換算すると 1 番目（Kosasthalaiyar 流域はその逆の結果）であるため

Figure 9-2 は土地利用図に Adyar 川における洪水による社会活動への影響を示したものである。図から、Adyar 川には国際空港の滑走路が川を横断する形で位置している他、河川沿いには大学や行政機関などの施設が他の流域よりも多い。更には、次項で示した Adyar 川左岸から近年市街化が進展している右岸側の Kovalam 流域への交通量も多い。Adyar 川における洪水氾濫はこれらの空港をはじめとした各施設機能の停止や交通途絶の影響が大きく。これらの影響を考慮すると、Adyar 川流域が優先される。



出典: CMDA Second Master Plan

Figure 9-2: Adyar 川の洪水により生じる社会的影響（土地利用図は 2026 Draft Plan）

Table 9-2: 被害額、流域面積当たりの被害額順位

① 総被害額

	Return Period	Adyar	Cooum	Kosasthalaiyar	Kovalam
amount of damage (INR in Billion)	1/10	169	126	289	190
	1/100	228	176	390	205
order		2	4	1	2

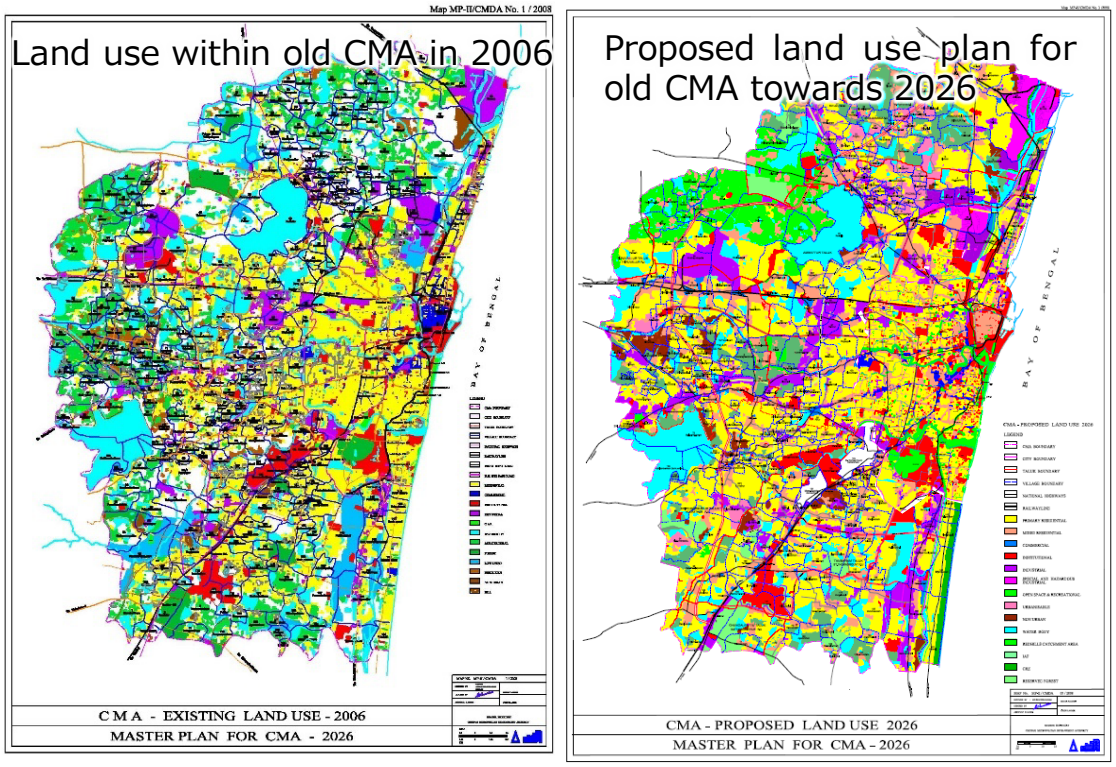
②流域面積当たりの被害額

		Adyar	Cooum	Kosasthalaiyar	Kovalam
Basin Area	km2	854	435	4,082	782
Damage per basin area (INRINR in Billion/km2)	1/10	0.20	0.29	0.07	0.24
	1/100	0.27	0.40	0.10	0.26
order		2	1	4	2

出典: JICA Expert team

(2) 近年の市街化状況

チェンナイでは World Population Review によるとは 2022 年から 2035 年の増加率は 133.9%となっており、流域全体で市街化が進展していくものと考えられる。特に Kovalam 流域では、市街地（住居、商業、工場など）が 2006 年の約 3.3 万 m^2 から 2026 には 6.1 万 m^2 とほぼ倍増しており、治水安全度の確保は急務となっている。また、現地機関政府のヒアリングからも Kovalam の優先度は高い。



Land Use	Area m2 (A)
Residential	22,877
Commercial	390
Industrial	6,563
Institutional	3,144
Total	32,974

Land Use	Area m2 (A)
Primary Residential	32,091
Mixed Residential	13,503
Commercial	880
Institutional	3,889
Industrial	7,274
Special & Hazardous Industrial	3,416
Total	61,053

出典: JICA Expert team

Figure 9-3: Kovalam 流域での市街化状況

(3) 内水河川の状況

Figure 9-34 で示した 2015 年洪水の浸水状況から、洪水対策は本川からの氾濫だけでなく、3 章で記載した支川からの内水氾濫対応も重要である。この内水氾濫の対策としては、本川の改修に伴う支川合流点部の水位低減が有効な対策となる。

この支川の内水対策として効果が期待できる河川は Adyar 川、Cooum 川であり、これら 2 河川が優先整備の対象となる。

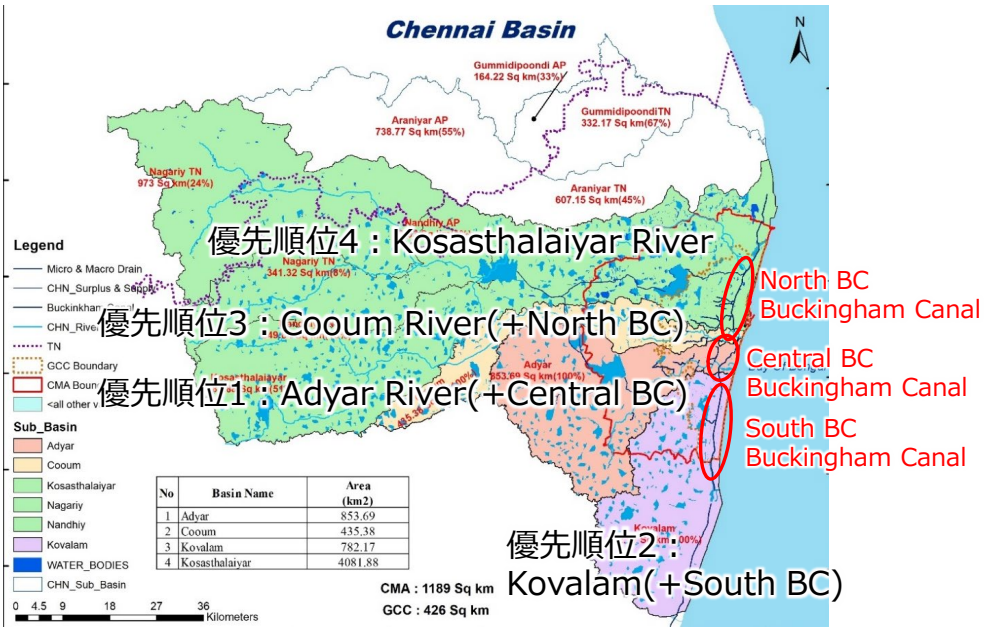
(4) 流域別の優先度

以上の検討を踏まえると、被害額や流域における施設や交通などの間接的な影響を考慮した資産評価状況からは Adyar、Kovalam の順となり、市街地化では Kovalam、内水対策として Adyar と Cooum が優先される。

Table 9-3 は、これら 3 項目をまとめたものであり、総合すると優先度は Adyar、Kovalam、Cooum、Kosasthalaiyar の順となる。

Table 9-3: 流域別の優先順位

優先度	流域名	被害額や間接被害からの順位	市街地化	内水被害に対する本川整備効果
1	Adyar 川流域、	1	○	○
2	Kovalam 流域	2	◎	
3	Cooum 川流域	3or4	○	○
4	Kosasthalaiyar 流域	3or4	○	



出典: JICA Expert team

Figure 9-4: 流域別の優先順位

9.2.2 実施スケジュール

実施スケジュールは当面（Phase1)、将来（Phase2）の 2 段階を基本として作成した。現地カウンターパート（C/P）との協議結果より、Phase 1 は 10 年以内（例: 2026 年から 2035 年）に完了を目指し、Phase 2 はその後(例: 2036 年以降)進めて 20 年程度を想定している。ただし、特に Phase 2 のタイムラインは、資産や経済状況の変化により変更される可能性があり、 20 年以上かかることが予想される。

各整備の考え方は以下の通りであり、そのスケジュールは Table 9-5 の通りである。尚、表中の工程では各流域で同時スタートしているが、事業規模などから前節で整理した通り、Adyar 川流域、Kovalam 流域、Cooum 川流域、Kosasthalaiyar 流域の順で整備のスタート時期を変えることもあり得る。

(1) 河道改修の基本的な進め方

河道改修は、河道拡幅に伴う用地買収は Table 9-4 の通り、多くの住居や商業施設の移転を伴うことから時間を要すると考えられる。

各河川の移転総数：

Adyar 川：住居棟 7,800、商業棟 5,000

Cooum 川：住居棟 6,100、商業棟 2,800

Kosasthalaiyar 川：住居棟 830、商業棟 420

このため、Figure 9-5 で示した以下の順で段階的に事業を実施する。

Phase1：現況河道内での掘削（一部局部拡幅）

Phase2：河道拡幅

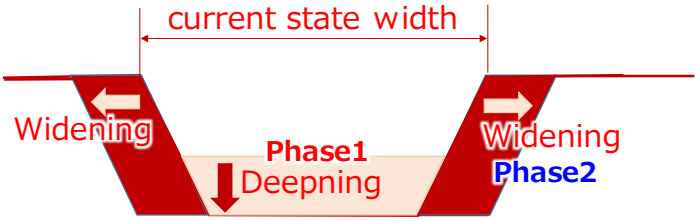


Figure 9-5: 河道改修手順

Table 9-4: 各河川における概略拡幅幅

Adyar River

区間	拡幅幅	
0.0〜20.06	50	住居棟5000〜6000 商業棟3000〜4000
20.06〜24.31	50	住居棟800〜1000 商業棟600〜800 一部が軍用地隣接
24.31〜28.44	50	住居棟500〜600 商業棟300〜400
28.44〜33.54	50	住居棟400〜500 商業棟200〜300
33.54〜36.72	25	住居棟200〜300 商業棟100〜150
36.72〜39.80	25	住居棟120〜160 商業棟40〜80
39.80〜42.60	無し	住居棟0 商業棟0
Chembarambakkam Surplus (River)	無し	住居棟0 商業棟0

集計結果	Adyar	Cooum	Kosasthalaiyar
住居棟	7,800	6,100	830
商業棟	5,000	2,800	420
計	12,800	8,900	1,250

Cooum River

区間	拡幅幅	
0.00 〜9.83	50	住居棟1200〜1500 商業棟500〜800
9.83〜18.84	50	住居棟3500〜4500 商業棟1500〜2000
18.84〜25.42	25	住居棟700〜850 商業棟300〜400
25.42〜79.02	無し	住居棟0 商業棟0

Kosasthalaiyar River

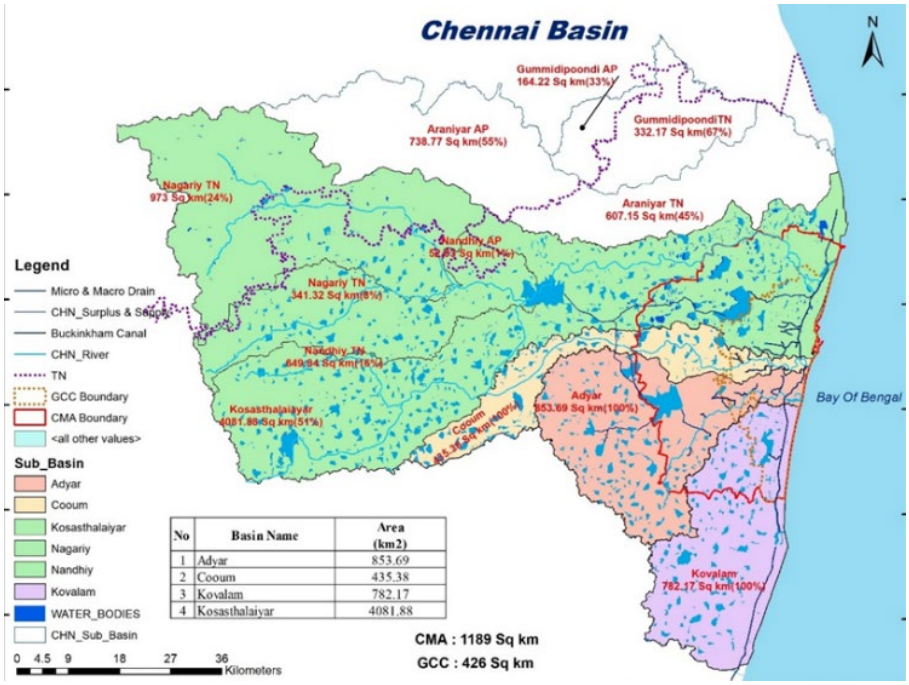
区間	拡幅幅	
0.00〜4.24	25	住居棟200〜250 商業棟30〜50
4.24〜13.66	50	住居棟300〜400 商業棟200〜300
13.66〜32.86	50	住居棟200〜300 商業棟100〜150
32.86〜72.00	無し	住居棟0 商業棟0
Redhills Surplus (River)	無し	住居棟0 商業棟0

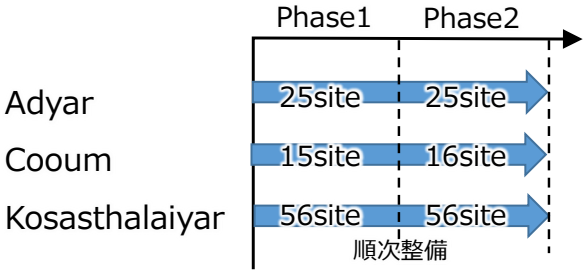
出典: JICA Expert team

(2)　タンクの機能増強における基本的な進め方

タンクの機能増強は、現在カウンターパートでも実施中であることから、今後も整備期間の中で順次機能増強していくスケジュールとして設定した。また、本マスタープランでは既設タンクを改修できる範囲まで改良し、その 75%の洪水貯留効果を有することを前提として計画高水流量を設定しているため、タンクの機能増強は重要である。

各タンクの整備順位については下流への効果の大きさの観点から機能増強として容量が大きく、下流側に近いものから優先することを基本とし、各タンクに関するステークホルダーとの調整により進める。

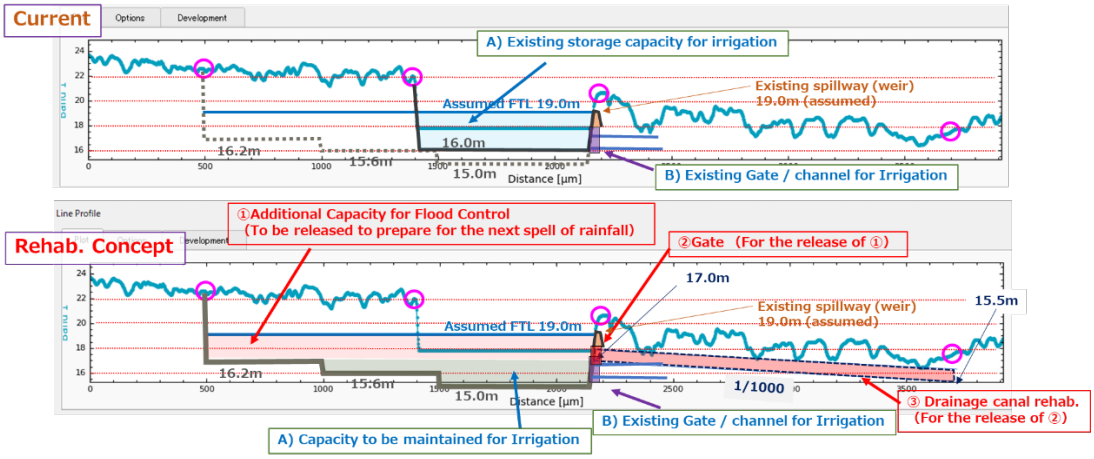


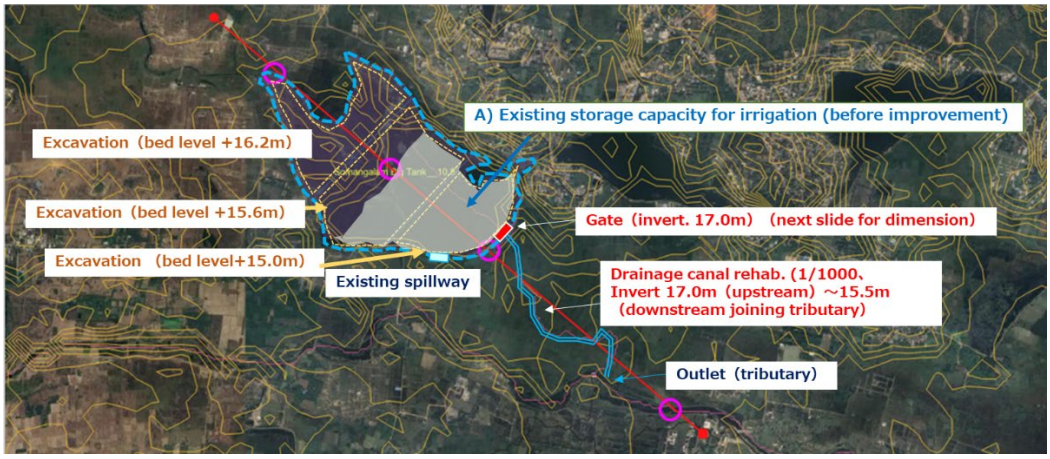


出典: JICA Expert team

Figure 9-6: タンクの整備完了イメージ

また、Figure 9-7 に示す通り、上流部の地盤が高く池底高の浅いエリアを掘削することで増加した貯水容量を洪水調節に利用することとし、ここで既存の貯水域（下流側）と同等の水深 3～4m 程度まで一律に掘削して堤防のかさ上げは考慮しない計画とする。





出典: JICA Expert team

Figure 9-7: 既存タンクの改良コンセプト（Somangalam Big Tank の例）

(3) 都市洪水対策における基本的な進め方

浸水頻度が大きいことから、都市洪水対策は Phase1 で実施することとした。各箇所における phase1 での整備順序は以下の通りである。

- Buckingham 運河

Buckingham 運河（B 運河）は Adyar 川や Cooum 川、Kosasthalaiyar 川の河口部に近く、これら河川の水位上昇による逆流防止よりも B. Canal の疎通能力拡大が重要である。特に北部 B.Canal では接続する排水路が 3 つあることから優先して B.CANAL の疎通能力拡大を行うこととした。

Phase1（前半）: B. Canal の疎通能力改修

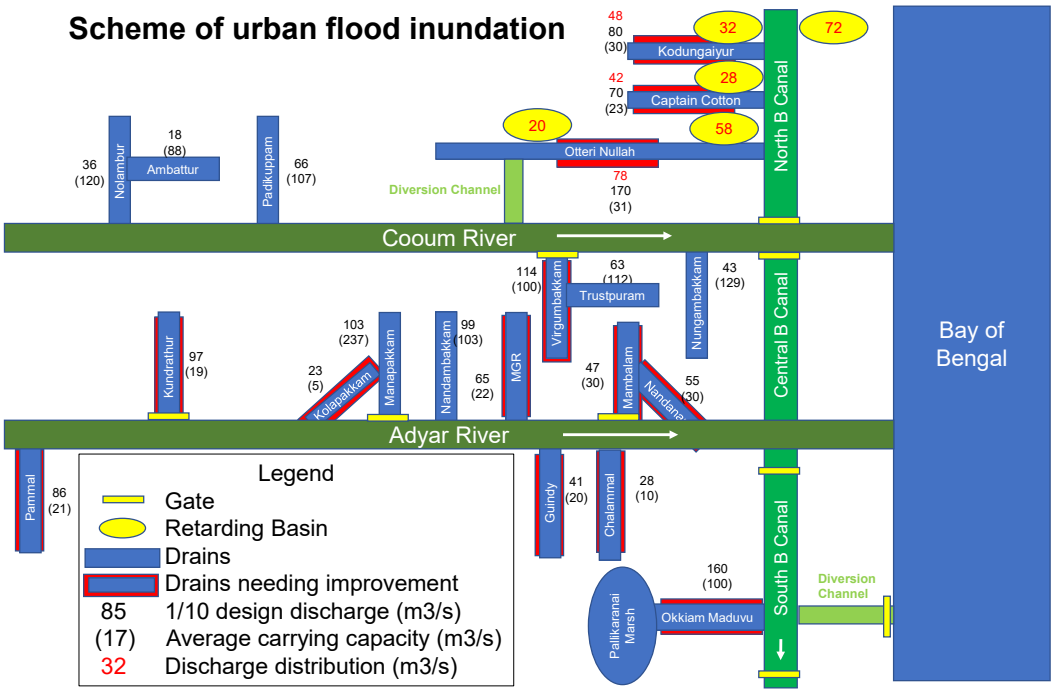
Phase1（後半）: Adyar 川や Cooum 川からの逆流防止ゲート設置、B.Canal に接続する排水路の疎通能力改修と遊水地の設置

- Adyar 川や Cooum 川に接続する排水路の整備

都市洪水対策では排水路の疎通能力改善と本川からの逆流防止ゲート設置が計画されている。当面の本川の河道改修が終わるまでは、逆流による支川氾濫が助長されるおそれが高いことから流防止ゲートを優先して実施することとした。

Phase1（前半）: 本川からの逆流防止ゲートの設置

Phase1（後半）: 排水路の疎通能力改修



出典: JICA Expert team

Figure 9-8: 都市洪水対策対象箇所

- Kovalam 流域

Kovalam 流域では排水不良が大きな課題であるため、抜本的な対策は放水路となる。したがって、Phase1 では、放水路を効果的に機能させるための流域外からの逆流防止ゲートを設置したうえで放水路整備を行い、次に Okkiyam Maduvu の拡幅を進める。

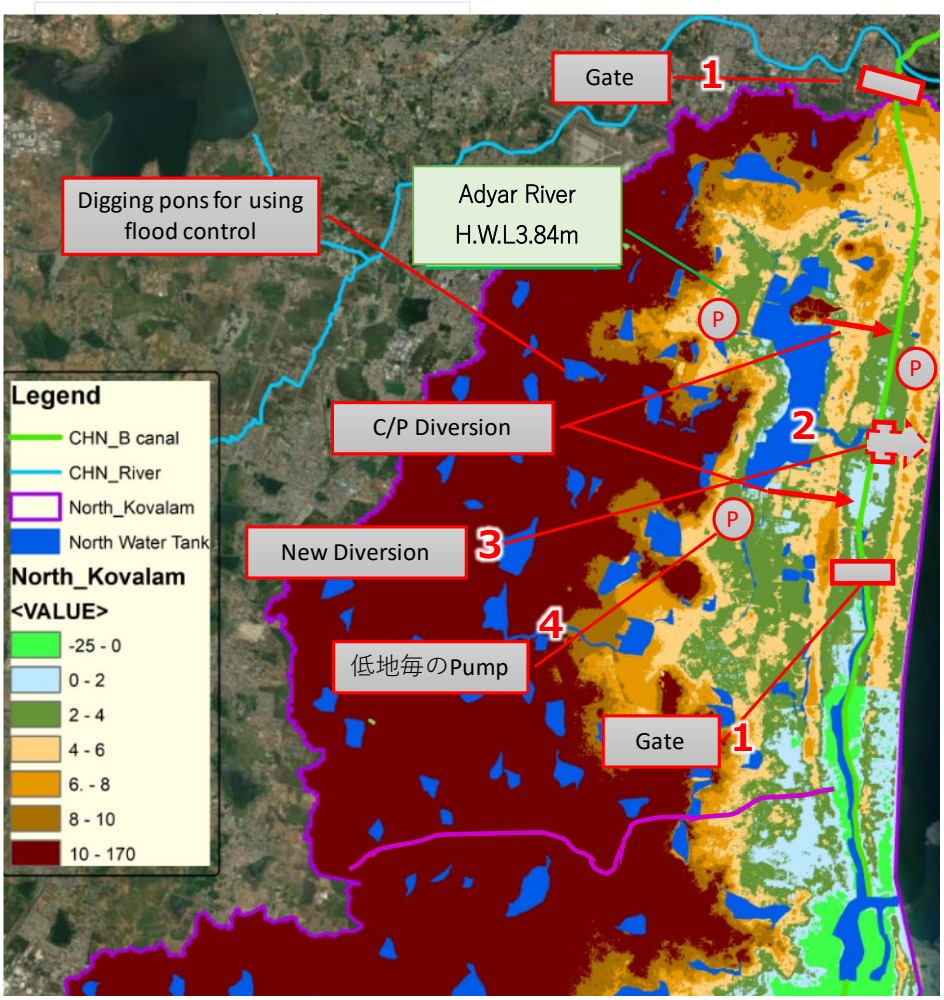
また、最後にこれらの整備後も残る窪地の内水除去としてポンプを設置する。

Phase1（前半）：構成を B. CANAL での逆流防止ゲートの設置、放水路の設置

Phase1（後半）：Okkiyam Maduvu の疎通能力改修、低平地におけるポンプの設置

尚、流域におけるタンクの改造は、外水氾濫での対策と同様に整備期間内で順次進める。

Figure 9-9 は、整備個所を示したものであり、整備順序を数字で示している。



出典: JICA Expert team

Figure 9-9: Kovalam 流域対策対象箇所

(4) 事業スケジュール

整備スケジュールは、以上の流域の優先度や整備効果を基本とした優先順度を踏まえ、Table 9-5 の通り設定した。

Table 9-5: 事業スケジュール案

countermeasure				Phase 1		Phase 2 and beyond		
				5	10	15	20	beyond
Adyar River	Flood control	Using Existing Waterbodies	50 tanks	12 tanks	13 tanks	12 tanks	13 tanks	Extended (depend on circumstances)
		Dam Operation Improvement	under verification	Verification		Operation		
		River Channelization	Excavation and local widening	0.0～25.0k		upper 25.0k		
			widening			0.0～43.6k		
		Underground river				Extended (depend on circumstances)		
	Strom Water	Gates in Connecting Drainages to Rivers	3 Gates	優先度 1				
		River Channelization	8 river					
Centrl B Canal	Strom Water	Gates in Connecting Drainages to Rivers	1 Gates					
		River Channelization	Centrl B Canal					
Cooum River	Flood control	Using Existing Waterbodies	31 tanks	7 tanks	8 tanks	8 tanks	8 tanks	Extended (depend on circumstances)
		River Channelization	Excavation and local widening	0.0～25.0k		upper 25.0k		
			widening			0.0～34.2k		
	Strom Water	Gates in Connecting Drainages to Rivers	Gates（1place）	優先度 3				
		River Channelization	4 place			Extended (depend on circumstances)		
North B Canal	Strom Water	Gates in Connecting Drainages to Rivers	1 Gates					
		River Channelization	North B Canal , 3 river					
		Diversion Channel	1 Channel					
		New Flood Storage	5 storages					
Kosasthalaiyar River	Flood control	Using Existing Waterbodies	112 tanks	28 tanks	28 tanks	28 tanks	28 tanks	Extended (depend on circumstances)
		Dam Operation Improvement	Under verification	Verification		Operation		
		River Channelization	Excavation and local widening	0.0～31.7k		upper 31.7k		
			widening	優先度 4		0.0～69.3k		
kobaram	Strom Water	Using Existing Waterbodies	2 tanks			Extended (depend on circumstances)		
		River Channelization	okaymado					
		Gates in B Canal	3 Gates	優先度 2				
		Pumps	2 pumps					
		Bypass	1 bypass					

出典: JICA Expert team

9.3 河川ごとの優先プロジェクトの選定

本節では、前節で選定した対策の妥当性について氾濫解析結果を用いて確認した。

9.3.1 優先プロジェクトの選定における評価軸

優先順位の評価は、以下の 4 ケースに対して氾濫解析を行い、河道改修と貯留効果の浸水軽減効果及びコストから優先すべきプロジェクトを検討した。

Case1：現況評価（Evaluation at existing）
Case2：MP 完成時評価（Evaluation at MP Complete）
Case3：河道改修のみでの効果（Effects of river channel rehabilitation only）
　掘削のみのケースも評価
Case4：tank などの貯留による効果（Effects of tank and other storage）
Case5：Phase1 での整備効果（Effect of improvements in Phase 1）

9.3.2 優先プロジェクトの提案

9.3.2.1. Adyar 川

- 掘削のみによる河道改修の有効性

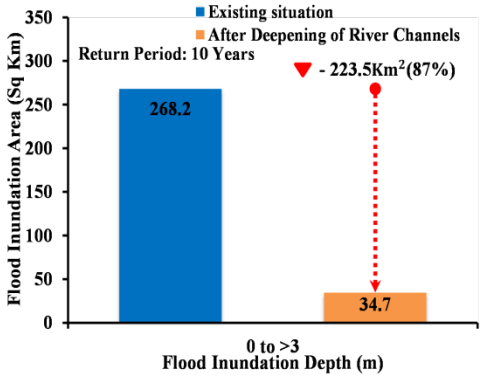
Figure 9-10 は、Adyar 川における拡幅無しでの掘削のみによる河道改修効果（Case3 であり、Phase1 での整備項目）とタンクによる貯留を考慮した場合（Case4）の氾濫解析結果である。解析した確率規模は 1/10（当面の整備規模)、1/20、1/50、1/100（将来計画）について整理している。

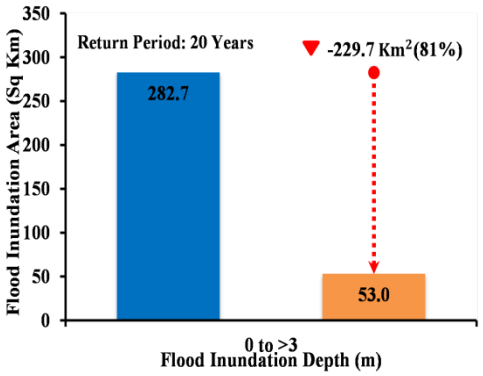
図から両ケースとも以下の傾向にある。

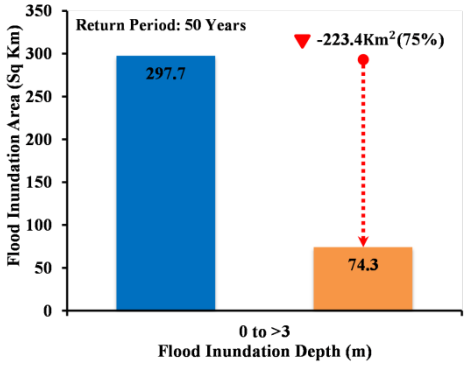
・Phase1 での目標安全度 1/10 規模では Case3 の掘削だけで現況から 87%の浸水面積軽減効果があり、当面の整備規模に対する効果が高い。
・将来計画規模の 1/100 でも、Case3 は現況から 64%の軽減効果があり、タンクなどの貯留施設を全て活用したケース（Case4）の 76%から軽減効果は約 10%少ない程度であり、将来計画規模に対しても浸水範囲軽減効果を発揮できている。

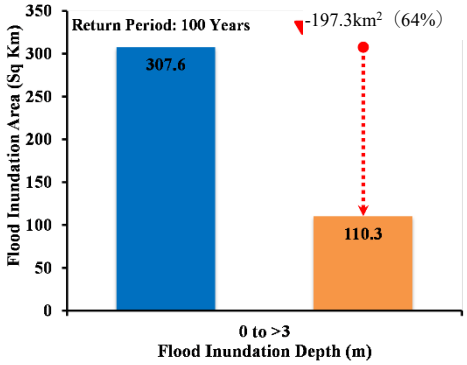
以上から、タンクの改修は 50 箇所あり地域との調整も必要なことや降雨パターンによる洪水調節効果も変わることも考慮すると、一定量を確実に処理可能な掘削のみによる河道改修を優先プロジェクトとして選定するのは妥当と考えられる。

Case3 河道改修（拡幅無し）のみでの効果

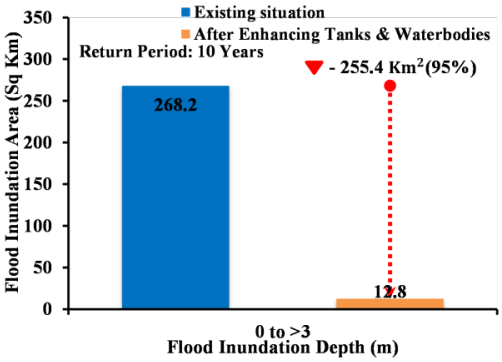


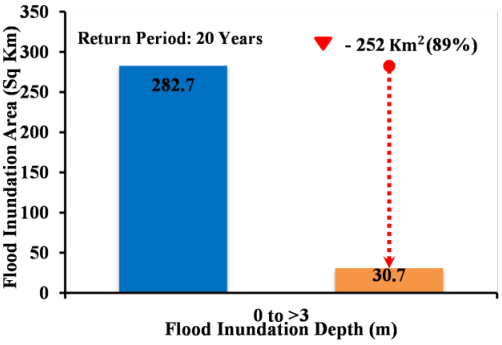


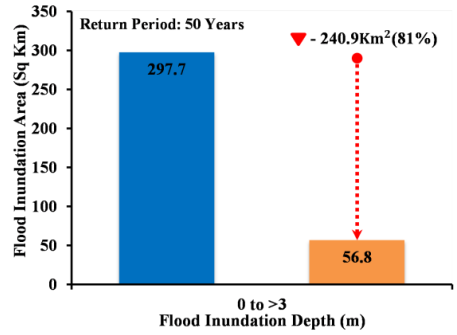


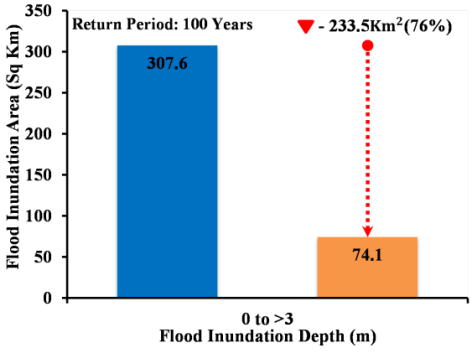


Case4 tank などの貯留のみによる効果









出典: JICA Expert team

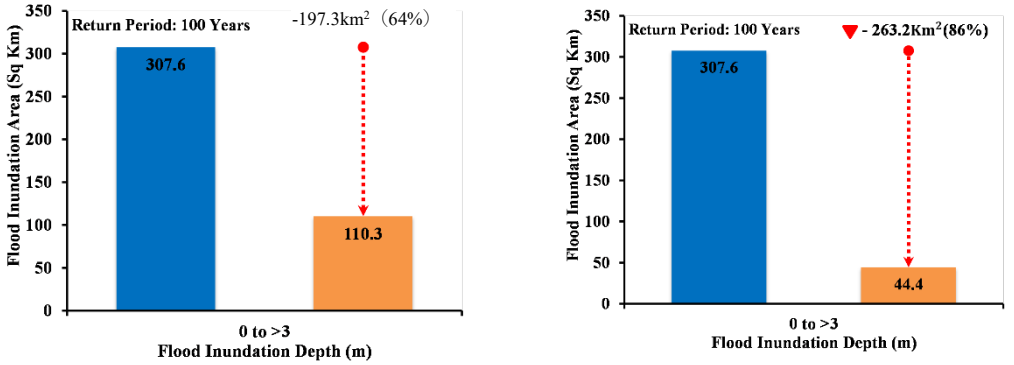
Figure 9-10: 河道改修とタンク tank などの貯留案の比較(Adyar)

● 河道改修の先行整備の有効性

Figure 9-11 は、1/100 規模での Case3 の河道掘削のみとマスタープラン完成となる Phase2 との比較である。図から、Case3 での軽減効果 64%に対し、Phase2 完成時点では 86%となり、Case3 での軽減効果 64%に対し、Phase2 完成時点では 86%となり、重点プロジェクトとして河道掘削のみでの効果が高いことが分かる。

尚、Figure 9-11 において Phase2 でも浸水範囲が残る結果となっているのは、上流部の支川にて河道の横断データがないために河道を流下する分が計算上氾濫してしまっていることと、外水氾濫が解消されても残ってしまう窪地での雨水排水の不良による浸水が要因となっている。

Case3 河道改修（拡幅無し）のみでの効果　　Case2：Phase2



出典: JICA Expert team

Figure 9-11: 河道整備の効果

● 各組合せでの優先プロジェクト

Table 9-6 は、各対策の組み合わせにおける浸水範囲の軽減効果である。表から 1/100 の計画規模では Phase2 の約 86%の浸水軽減効果に対し、段階整備で設定した Phase1 で約 71%までカバーできる結果となっており、Phase1 は効果的な段階整備メニューと判断された。

尚、表の Case4 における計画上の全てのタンクを改修する効果と Phase1 では同等の浸水軽減効果となっているが、地域との調整に時間を要することや確実性の面から Phase1 の組み合わせが妥当と判断している。

Table 9-6: 1/100 規模での浸水範囲軽減効果

	改修項目			浸水状況(km²)	
	河道改修	タンク改修	その他	浸水範囲	軽減効果
現況:Case1	無し	無し	無し	307.6	ー
Case3	河道掘削のみ	無し	無し	110.3	197.3 (64%)
Phase1:Case5	**河道掘削のみ**	**計画の 50%**	**地下バイパストンネル**	**88.7**	**218.9(71%)**
Phase2:Case2	**河道掘削+拡幅**	**計画の 100%**		**44.4**	**263.2(86%)**
Case4	無し	計画の 100%	無し	74.1	233.5(76%)

出典: JICA Expert team

9.3.2.2. Cooum 川

- 掘削のみによる河道改修の有効性

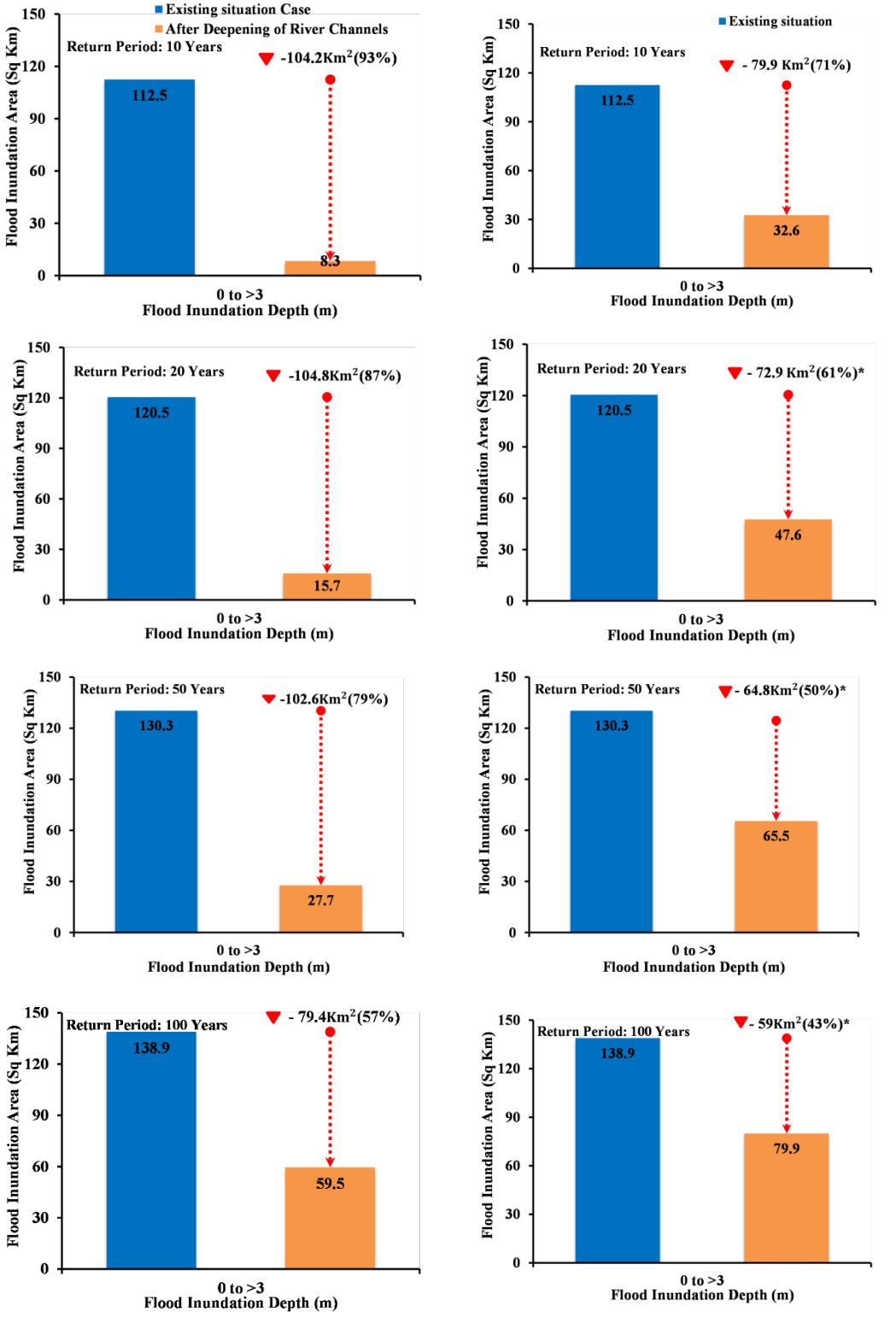
Figure 9-12 は Cooum 川に拡幅無しでの掘削のみによる河道改修効果（Case3 であり、Phase1 での整備項目）とタンクによる貯留を考慮した場合（Case4）の氾濫解析結果である。解析した確率規模は 1/10（当面の整備規模)、1/20、1/50、1/100（将来計画）について整理している。

図から両ケースとも以下の傾向にある。

・Phase1 での目標安全度 1/10 規模では Case3 の掘削だけで現況から 93%の浸水面積軽減効果があり、当面の整備規模に対する効果が高いこと
・将来計画規模の 1/100 でも、Case3 は現況から 57%の軽減効果があり、タンクなどの貯留施設を全て活用したケース（Case4）の 43%より軽減効果は約 15%大きく、将来計画規模に対しても浸水範囲軽減効果を発揮できていること

以上から、Cooum 川においても、Adyar 川と同様に一定量を確実に処理可能な掘削のみによる河道改修を優先プロジェクトとして提案する。

Case3 河道改修（拡幅無し）のみでの効果　Case4　tank などの貯留のみによる効果



出典: JICA Expert team

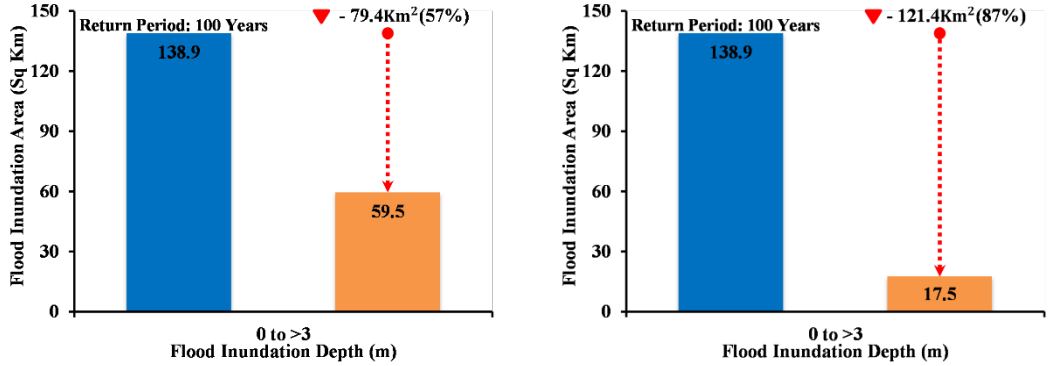
Figure 9-12: 河道改修とタンク tank などの貯留案の比較(Cooum)

● 河道改修の先行整備の有効性

Figure 9-13 は、1/100 規模での Case3 の河道掘削のみとマスタープラン完成となる Phase2 との比較である。図から、Case3 での軽減効果 57%に対し、Phase2 完成時点では 87%となり、重点プロジェクトとして河道掘削のみでの効果が高いことが分かる。

尚、Cooum 川において Phase2 でも浸水範囲が残る結果となっているのは、外水氾濫が解消されても残ってしまう窪地での雨水排水の不良による浸水が要因となっている。

Case3 河道改修（拡幅無し）のみでの効果　　Case2：Phase2



出典: JICA Expert team

Figure 9-13: 河道整備のみでの効果

- 各組合せでの優先プロジェクト

Table 9-7 は、Adyar 川と同様の各対策の組み合わせにおける浸水範囲の軽減効果である。表から 1/100 の計画規模では Phase2 の約 60%の浸水軽減効果に対し、段階整備で設定した Phase1 で約 74%までカバーできる結果となっており、Phase1 は効果的な段階整備メニューと判断された。

尚、Cooum 川においても表の Case4 における計画上の全てのタンクを改修する効果と Phase1 では同等の浸水軽減効果となっているが、地域との調整に時間を要することや確実性の面から Phase1 の組み合わせが妥当と判断している。

Table 9-7: 1/100 規模での浸水範囲軽減効果

	改修項目		浸水状況	
	河道改修	タンク改修	浸水範囲	軽減効果
現況:Case1	無し	無し	138.9	－
Case3	河道掘削のみ	無し	59.5	79.4(57%)
Phase1:Case5	**河道掘削のみ**	**計画の 50%**	**36.4**	**102.6(74%)**
Phase2:Case2	**河道掘削＋拡幅**	**計画の 100%**	**17.5**	**121.4(87%)**
Case4	無し	計画の 100%	79.9	59.0(43%)

出典: JICA Expert team

9.3.2.3. Kosasthalaiyar 川

- 掘削のみによる河道改修の有効性

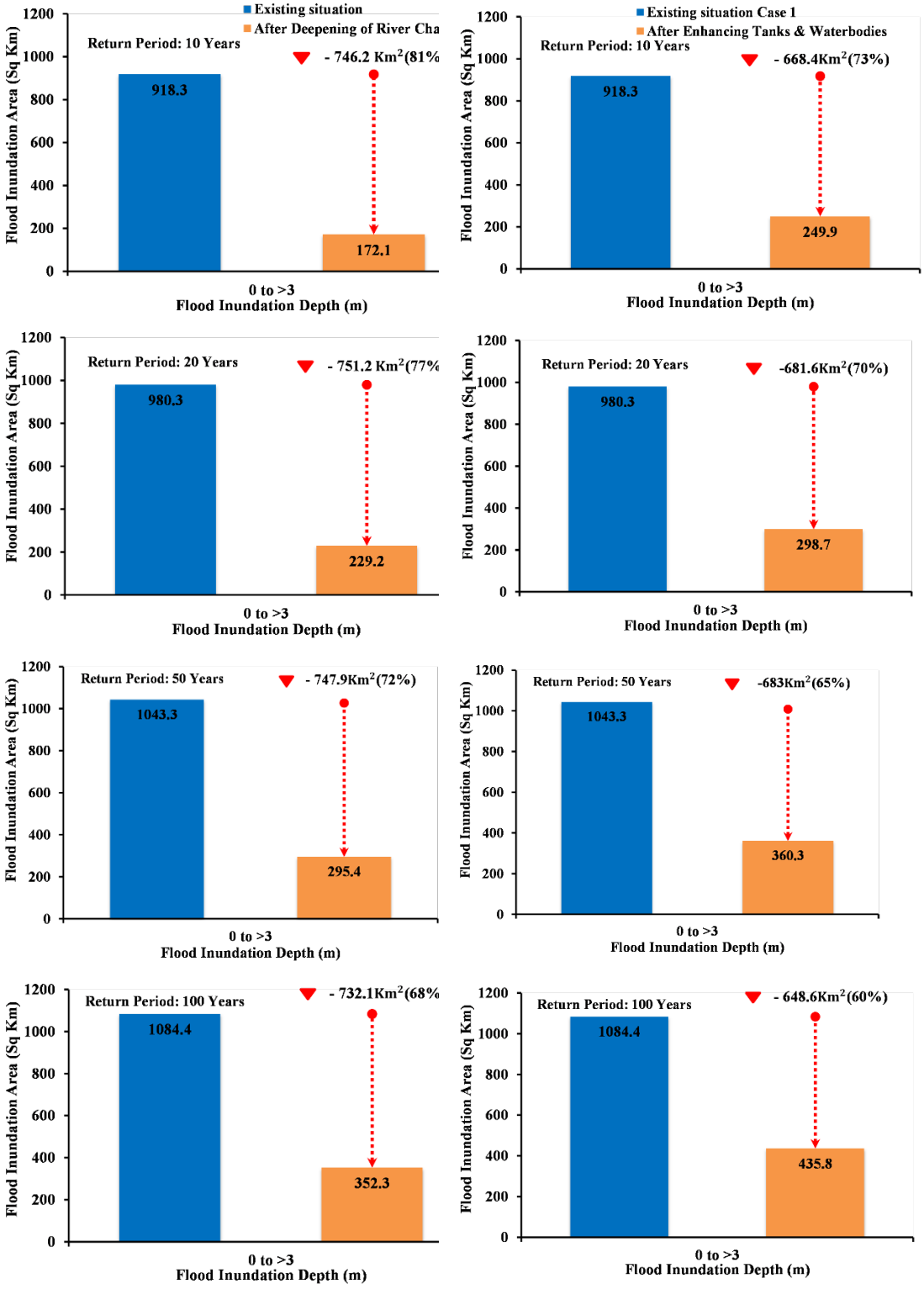
Figure 9-14 は Kosasthalaiyar 川における拡幅無しでの掘削のみによる河道改修効果（Case3 であり、Phase1 での整備項目）とタンクによる貯留を考慮した場合（Case4）の氾濫解析結果である。解析した確率規模は 1/10（当面の整備規模)、1/20、1/50、1/100（将来計画）について整理している。

図から両ケースとも以下の傾向にある。

・Phase1 での目標安全度 1/10 規模では Case3 の掘削だけで現況から 81%の浸水面積軽減効果があり、当面の整備規模に対する効果が高いこと
・将来計画規模の 1/100 でも、Case3 は現況から 68%の軽減効果があり、タンクなどの貯留施設を全て活用したケース（Case4）の 60%より軽減効果は約 10%大きく、将来計画規模に対しても浸水範囲軽減効果を発揮できていること

以上から、Kosasthalaiyar 川においても、Adyar 川と同様に一定量を確実に処理可能な掘削のみによる河道改修を優先プロジェクトとして提案する。

Case3 河道改修（拡幅無し）のみでの効果　　Case4 tank などの貯留のみによる効果



出典: JICA Expert team

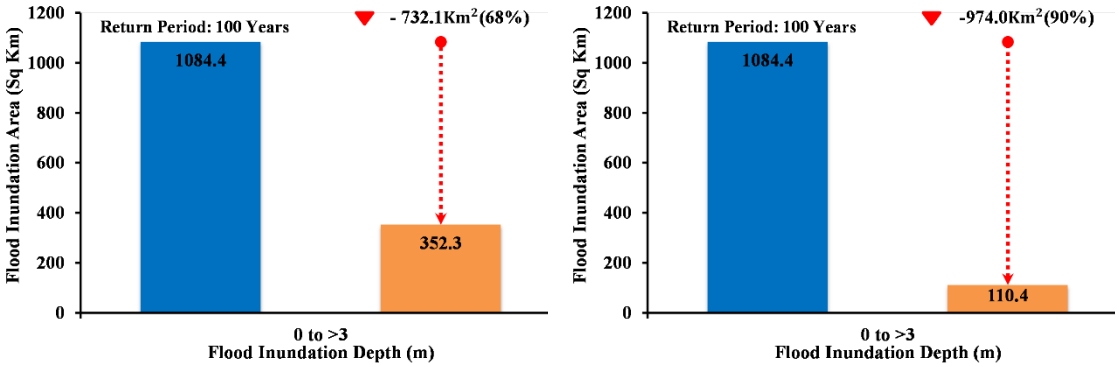
Figure 9-14: 河道改修とタンク tank などの貯留案の比較(Kosasthalaiyar)

● 河道改修の先行整備の有効性

Figure 9-15 は、1/100 規模での Case3 の河道掘削のみとマスタープラン完成となる Phase2 との比較である。図から、Case3 での軽減効果 68%に対し、Phase2 完成時点では 90%となり、重点プロジェクトとして河道掘削のみでの効果が高いことが分かる。

尚、Kosasthalaiyar 川において Phase2 でも浸水範囲が残る結果となっているのは、外水氾濫が解消されても残ってしまう窪地での雨水排水の不良による浸水が要因となっている。

Case3 河道改修（拡幅無し）のみの効果　　Case2：Phase2



出典: JICA Expert team

Figure 9-15: 河道整備のみでの効果

Table 9-8 は、Adyar 川と同様の各対策の組み合わせにおける浸水範囲の軽減効果である。表から 1/100 の計画規模では Phase2 の約 90%の浸水軽減効果に対し、段階整備で設定した Phase1 で約 84%までカバーできる結果となっており、Phase1 は効果的な段階整備メニューと判断された（Phase2 での拡幅範囲が少ないこともこの結果に影響している）。

尚、Kosasthalaiyar 川においても表の Case4 における計画上の全てのタンクを改修する効果と Phase1 では同等の浸水軽減効果となっているが、地域との調整に時間を要することや確実性の面から Phase1 の組み合わせが妥当と判断している。

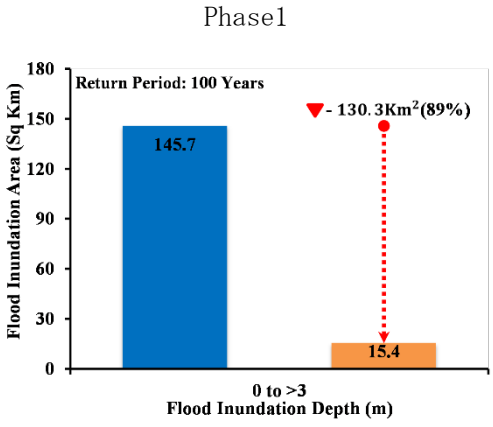
Table 9-8: 1/100 規模での浸水範囲軽減効果

	改修項目		浸水状況	
	河道改修	タンク改修	浸水範囲	軽減効果
現況:Case1	無し	無し	1084.4	ー
Case3	河道掘削のみ	無し	352.3	732.1(68%)
Phase1:Case5	**河道掘削のみ**	**計画の 50%**	**169.0**	**915.4(84%)**
Phase2:Case2	**河道掘削＋拡幅**	**計画の 100%**	**110.4**	**974.0(90%)**
Case4	無し	計画の 100%	435.8	648.6(60%)

出典: JICA Expert team

9.3.2.4. Kovalam 流域

Figure 9-16 は phase1 での整備効果を示している。尚、Kovalam 流域での整備は、全て Phase1 で実施することから、phase 別での優先的な整備順位はない。



出典: JICA Expert team

Figure 9-16: Kovalam 流域での段階整備効果

9.3.3 事業費面での評価

Table 9-9 は、河道整備とタンク改良に関する建設事業費（管理費や用地費などは含まず）である。表から、Phase1 の河道整備は 3 河川併せて約 1,700 Crore INR である。一方で前節で被害軽減効果を比較したケース（Phase2 までのタンクを全てを改良したケース）の費用は 1,140 Crore INR であり、河道整備が約 1.5 倍高くなっている。しかしながら、タンクの改良には用地買収が 16,000 Crore INR 必要となることから、費用的には河道整備が優位と判断される。

また、地下バイパストンネルは費用が高いものの、2 章で比較検討した結果から用地交渉が少なく事業を早く進められ、Kovalam 流域の内水軽減にも寄与できることから優先的に進めることとした。

Table 9-9: 河道整備及びダンク改良における事業費

River		Phase-1	Phase-2	Total (Phase-1 and Phase-2)		
		CPC (INR Crores)	CPC (INR Crores)	Reduction in Inundation (km²)	Direct Beneficiary Population (Lakhs)	CPC (INR Crores)
River Channelization	Adyar River	700	2,300	440	20	3,000
	Cooum River	560	730	200	9	1,300
	Kosasthalaiyar and Redhills	440	400	1,100	21	800
	Sub Total	**1,700**	**3,400**	**1,800**	**50**	**3,840**
Improvement of Reservoirs	Adyar River (25 tanks)	220	220	220	15	430
	Cooum River (15 tanks)	170	170	66	5	340
	Kosasthalaiyar and Redhills (59 tanks)	370	370	850	26	740
	Sub Total	**760**	**760**	**1,100**	**50**	**1,140**
Underground River (L=12.3 km, Φ = 11 m)		**7,970**	**0**	**180**	**20**	**14,600**
Grand Total CPC (INR Crores)		**10,400**	**4,100**	**12,950**		

*CPC: Construction Procurement Cost, excluded land acquisition and administrative cost.

出典: JICA Expert team

9.4 重点プロジェクトの概要

前節での効果を踏まえ各プロジェクトの概要は以下の通りである。

9.4.1 Adyar 川

9.4.1.1. 河道掘削

河道掘削の標準的な横断や一部拡幅が必要な区間、掘削縦断図は以下の通りである。

(1) 標準横断

Phase1 では拡幅は基本実施せず掘削部のみで対応する。また、掘削法面は、1:2 を基本とする。

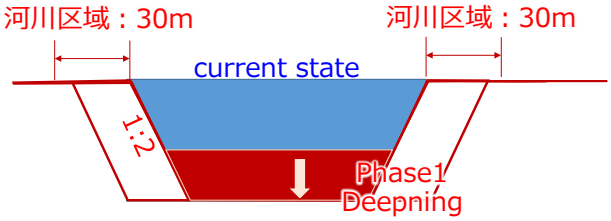
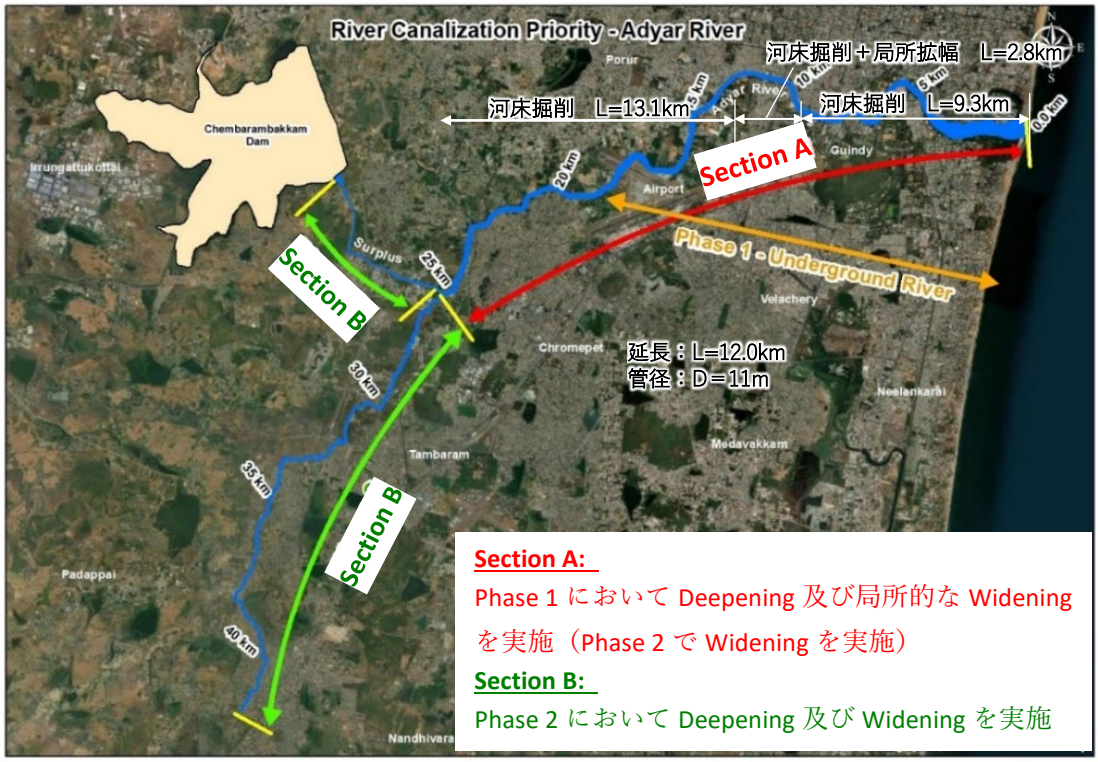


Figure 9-17: 標準掘削横断イメージ図

(2) 平面図

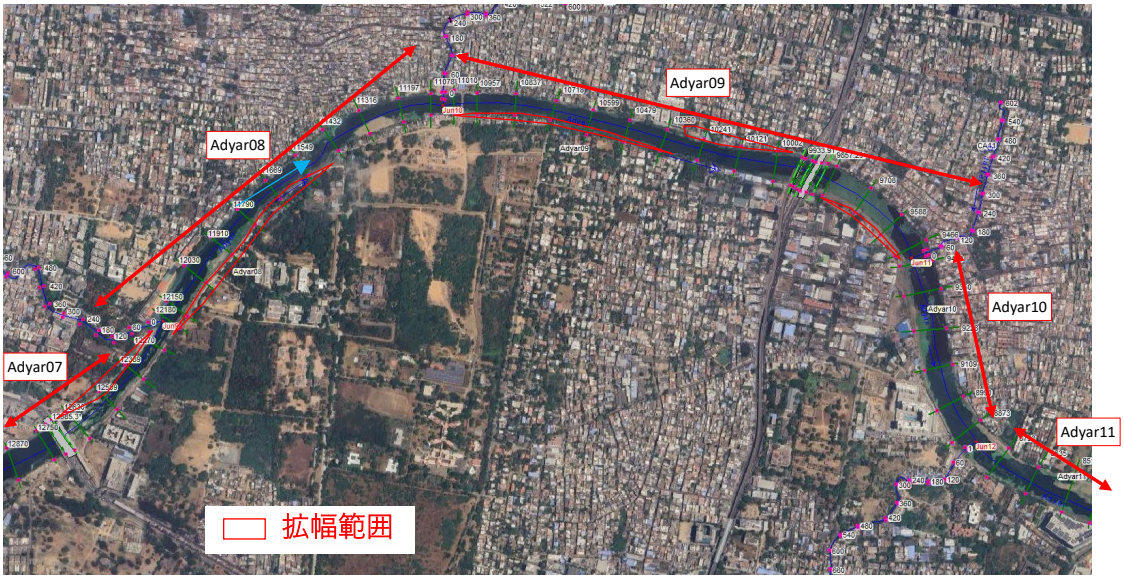
Figure 9-18 は、Adyar 川における Phase1 における整備区間を示している。



出典: JICA Expert team

Figure 9-18: 整備対象区間（Adyar 川）

河道掘削する区間の内、流下能力が不足しており、一部 Phase1 で拡幅が必要な区間は Figure 9-19 における Adyar8 と Adyar9 となる。これらの区間は、市街化されていない所を中心に一部拡幅を行う。

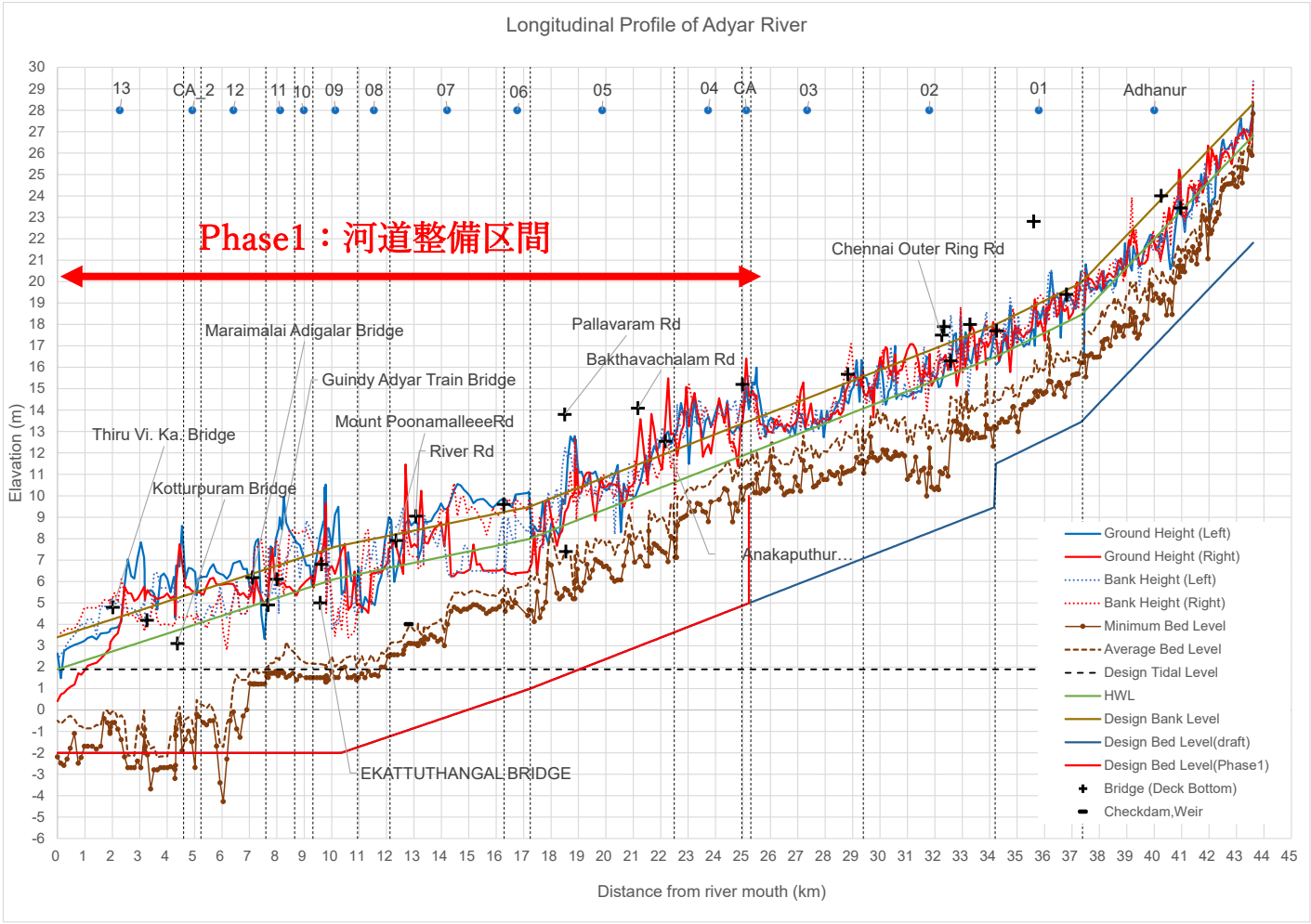


出典: JICA Expert team

Figure 9-19: 拡幅必要箇所の平面図

(3) 計画縦断図

河口 (0.0km) ～Chembarambakkam 川合流点 (15.2km) を掘削する一方で、河口～10.0k までは現在河口維持のための掘削高-2m にて掘削する。



出典: JICA Expert team

Figure 9-20: 計画縦断図（Adyar 川）

9.4.1.2. 地下バイパストンネル

地下バイパストンネルの施設諸元は以下の通りである。

(1) 施設概要

地下バイパストンネルの施設規模は 2.3.4 にて記述したとおり、Adyar 川から取水施設・流入立坑を通じて地下トンネルに導水する。地下トンネルからの排水はサイフォン形式による自然排水を基本として Bengal 湾に排水する。地下バイパストンネルの縦断勾配は i=1/2000、内径は 11m とする。

Table 9-10: バイパストンネル概略諸元表

		Unit	Route1
Bypass Tunnel Length		km	12.5
Inlet	Adyar River Kilopost	k	18.009
	Adyar River HWL	DL.+m	8.38
Outlet	Bengal Bay HHWL	DL.+m	1.90
WL Difference(Inlet-Outlet) ΔH		m	6.483
WL Gradient(1/n)		-	1,928

出典: JICA Expert team

Table 9-11: Route1 でのトンネル内径と放流量の関係

Route1

Diameter	Area	10% Reduction Area	Conversion Diameter	Conversion Area	Roughness Coefficient	Gradient	Wetted Perimeter	Hydroulic Radius	Velocity	Discharge	Volume
管径	断面積	断面積(10%ロス)	換算直径	換算面積	粗度係数	勾配	潤辺	径深	流速	流量	管路体積
m	m2	m2	m	m2			m	m	m/s	m3/s	m3
15	176.715	159.043	14.230	159.043	0.015	1928	44.71	3.56	3.538	563	2,208,932
14	153.938	138.544	13.282	138.544	0.015	1928	41.73	3.32	3.379	468	1,924,226
13	132.732	119.459	12.333	119.459	0.015	1928	38.74	3.08	3.216	384	1,659,154
12	113.097	101.788	11.384	101.788	0.015	1928	35.76	2.85	3.049	310	1,413,717
11	95.033	85.530	10.436	85.530	0.015	1928	32.78	2.61	2.877	246	1,187,915
10	78.540	70.686	9.487	70.686	0.015	1928	29.80	2.37	2.700	191	981,748
9	63.617	57.256	8.538	57.256	0.015	1928	26.82	2.13	2.517	144	795,216

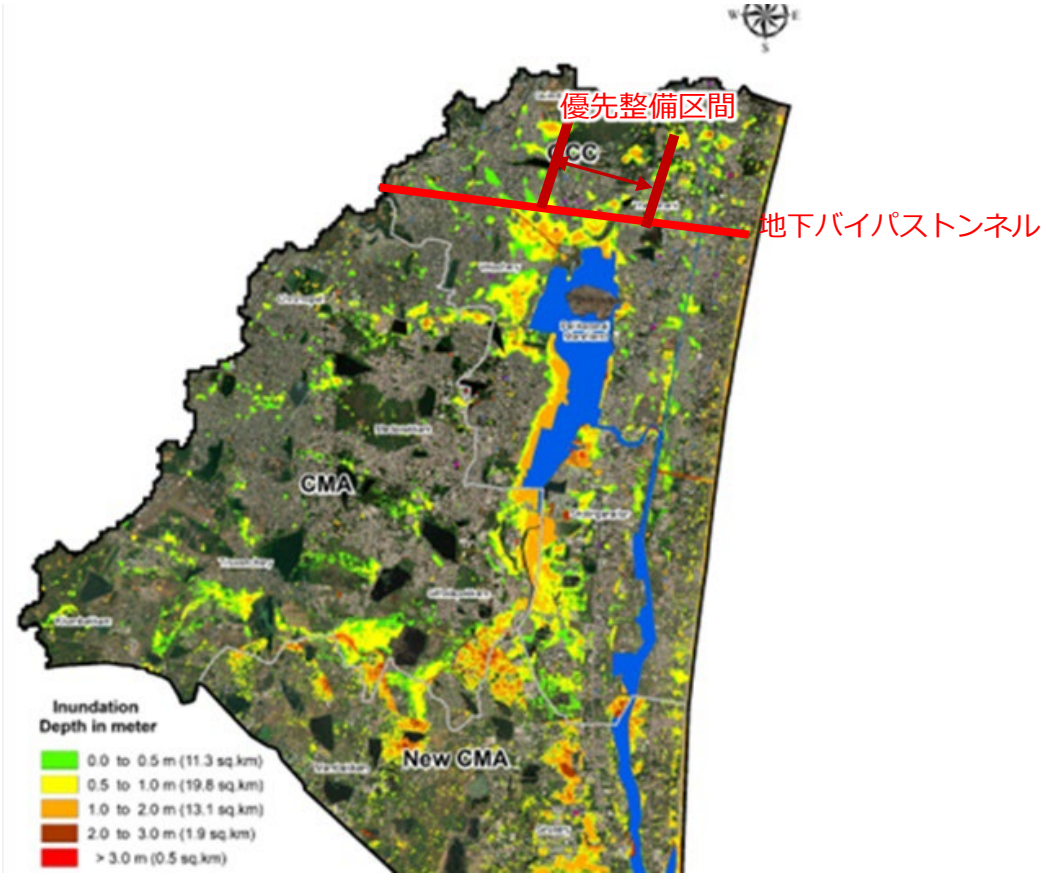
出典: JICA Expert team

(2) 優先的な整備区間

Figure 9-21 は地下バイパストンネルのルートと Kovalam 流域における浸水状況を重ねたものである。

図から、ルート上には Kovalam 流域の内水地帯が存在することから、地下バイパストンネルは Phase1 で完成させるが、地下バイパストンネルの治水効果発現をより早期に発現させるためには、この内水地区での区間から整備を行い、全区間が完成するまで地下調節池として利用することも考えられる。

また、Phase1 にて地下バイパストンネルが Adyar 川と接続した後は、Chembarambakkam Dam にて検討が進められている洪水予測と連動させた運用で、Adyar 川からの洪水が少ない場合には Kovalam 流域の内水を優先的に取水するなど、効率的な運用を検討してくことが必要である。



出典: JICA Expert team

Figure 9-21: Kovalam 流域における地下バイパストンネルのルート

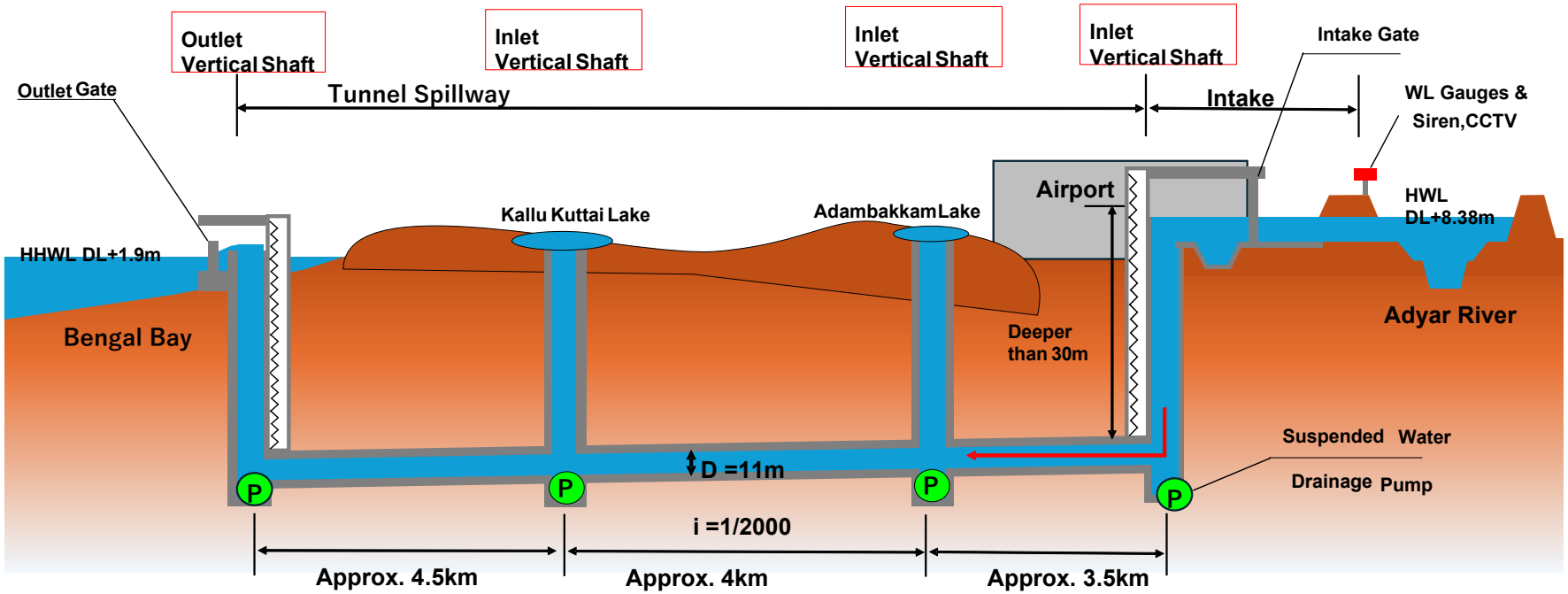
(3)　地下バイパストンネル平面計画図



出典: JICA Expert team

Figure 9-22: 地下バイパストンネル平面位置図

(4)　地下バイパストンネル縦断計画図



出典: JICA Expert team

Figure 9-23: 地下バイパストンネル整備イメージ

9.4.2 Cooum 川

9.4.2.1. 河道掘削

河道掘削の標準的な横断や一部拡幅が必要な区間、掘削縦断図は以下の通りである。

(1) 標準横断

Phase1 では拡幅は基本実施せず掘削部のみで対応する。また、掘削法面は、1:2 を基本とする。

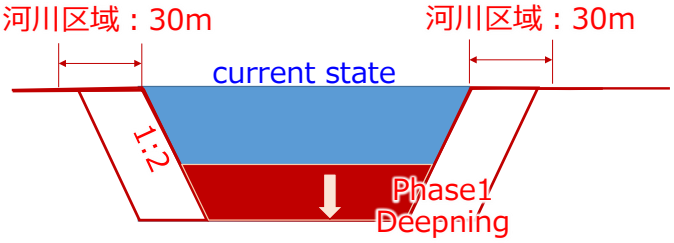
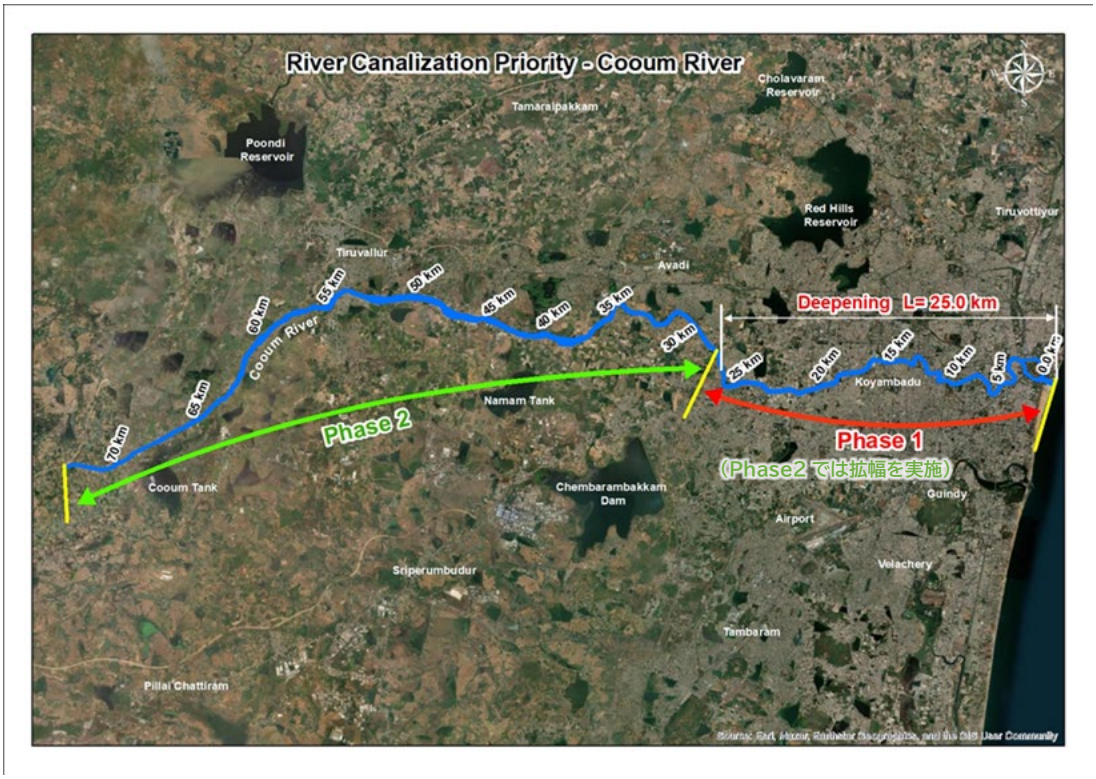


Figure 9-24: 標準掘削横断イメージ図

(2) 平面図

Figure 9-25 は、Cooum 川における Phase1 での整備として、河道掘削区間を示したものである。

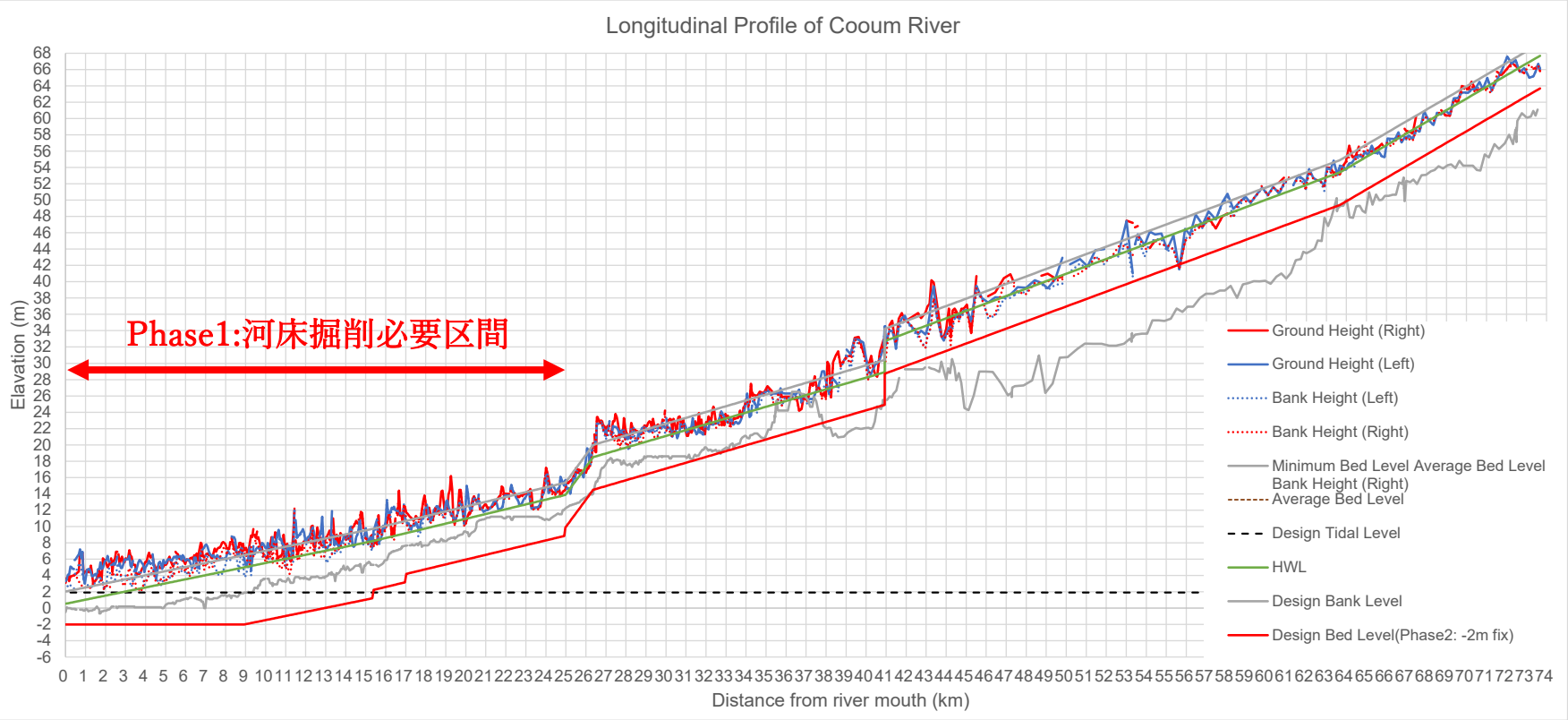


出典: JICA Expert team

Figure 9-25: 整備対象区間（Cooum 川）

(3)　　計画縦断図

河口（0.0km）～25.0k を掘削する一方で、河口～9.0k までは現在河口維持のための掘削高-2m にて掘削する。



出典: JICA Expert team

Figure 9-26: 計画縦断図（Cooum 川）

9.4.3 Kosasthalaiyar 川

9.4.3.1. 河道掘削

河道掘削の標準的な横断や一部拡幅が必要な区間、掘削縦断図は以下の通りである。

(1) 標準横断

Phase1 では、一部区間を除き、拡幅は基本実施せず掘削部のみで対応する。また、掘削法面は、1:2 を基本とする。

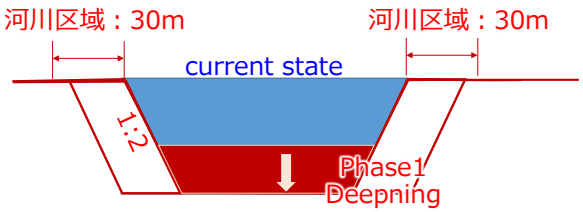
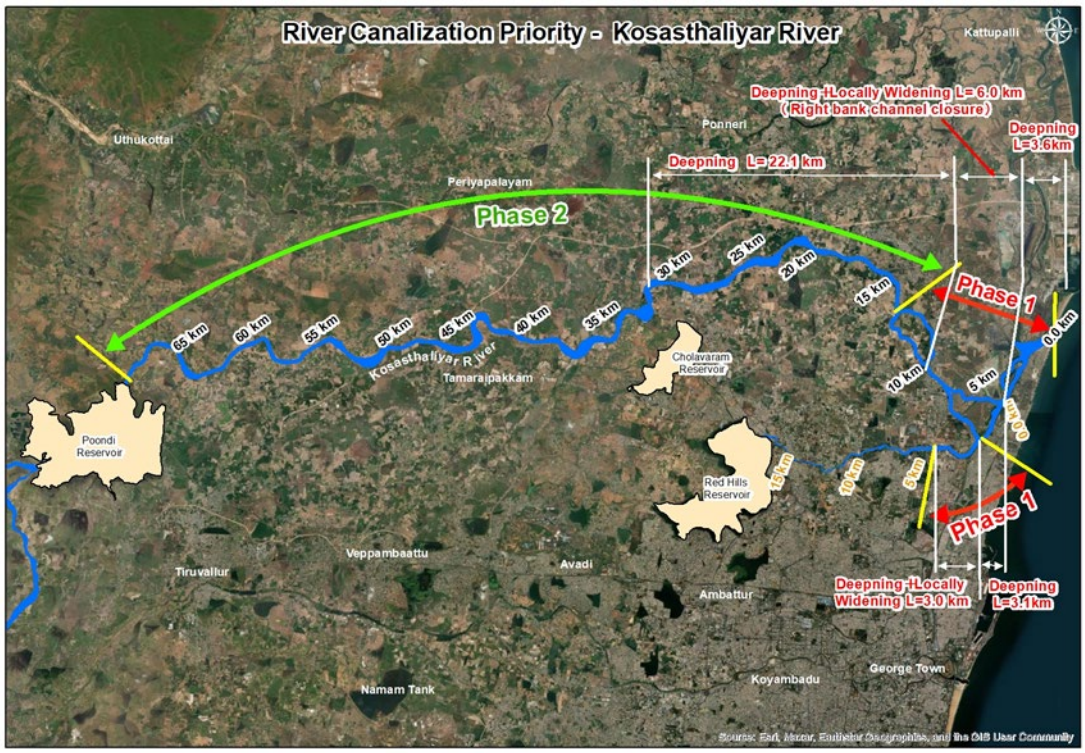


Figure 9-27: 標準掘削横断イメージ図

(2) 平面図

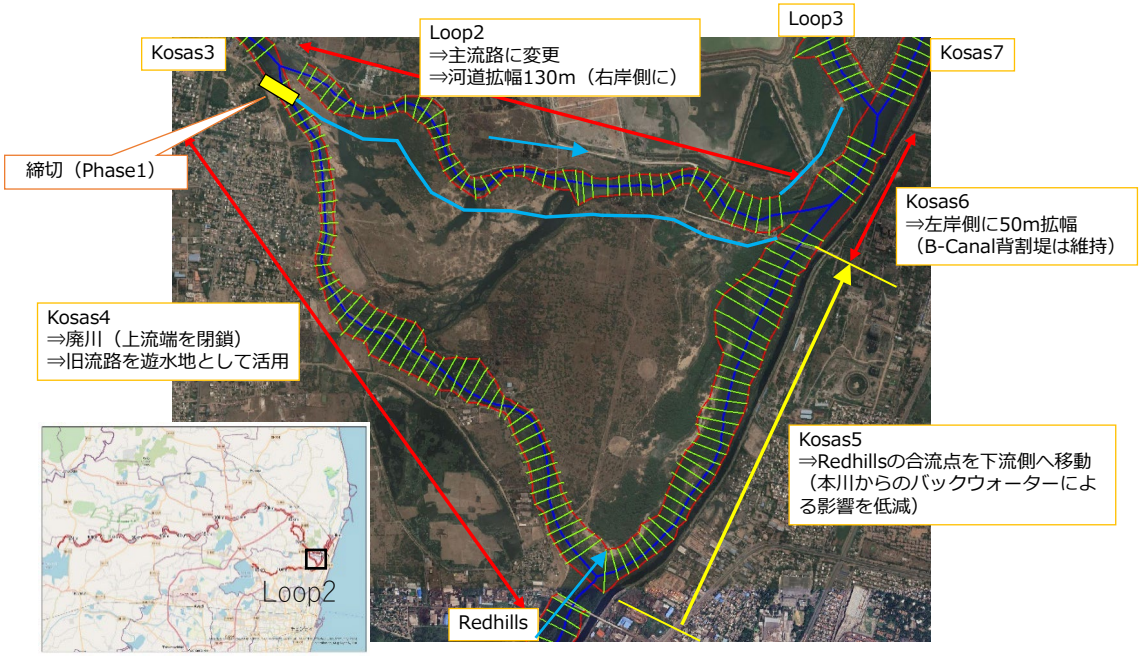
Figure 9-28 は、Kosasthalaiyar 川における Phase1 の河道整備区間を示したものである。



出典: JICA Expert team

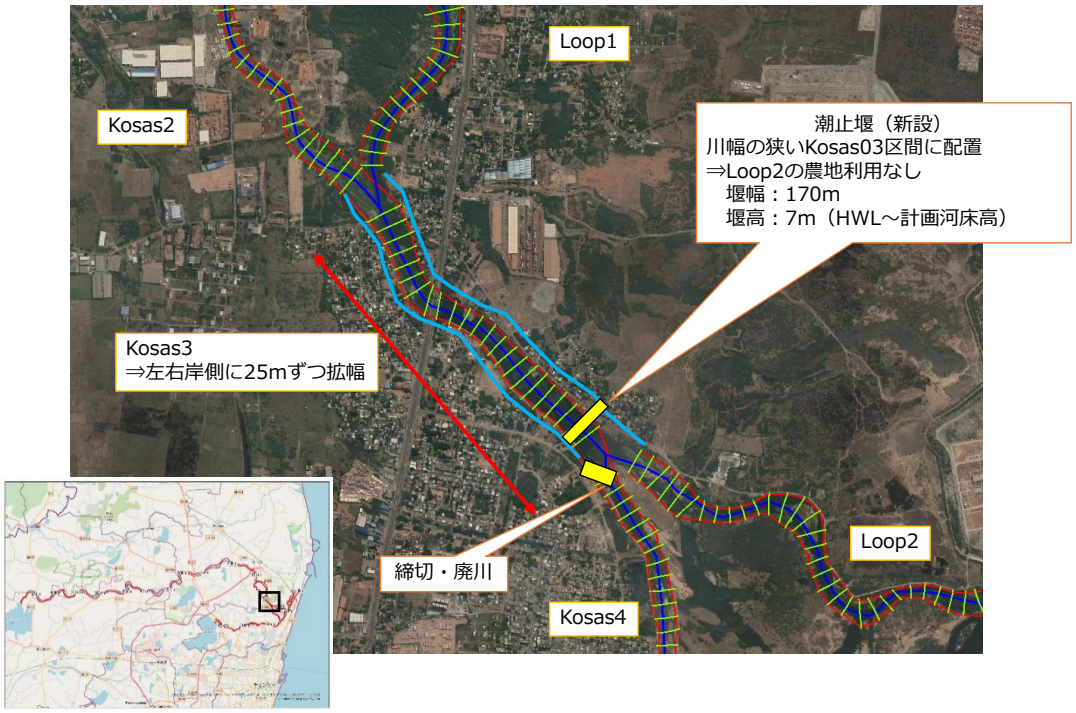
Figure 9-28: 整備対象区間（Kosasthalaiyar 川）

また、整備区間の内、拡幅を行う箇所は Figure 9-29～Figure 9-31 の通りである。Figure 9-29 の Loop2 の区間では右側の流路を締め切ることで右支川の Redhill 川の合流点水位を下げ、バックウォーターによる流下能力への影響を軽減させる。左岸側の流路は、拡幅して流下能力向上を図る。Figure 9-30 は、Loop1 と Loop2 の間の区間であり、流路幅が狭い区間となっている。この区間は農地となっている部分を拡幅することで流下能力を確保する。Figure 9-31 は、右支川 Redhill 川は 3km～6km の区間で流路幅が狭く流下能力が不足しているため、周辺が農地であることも勘案して拡幅して流下能力を確保する。



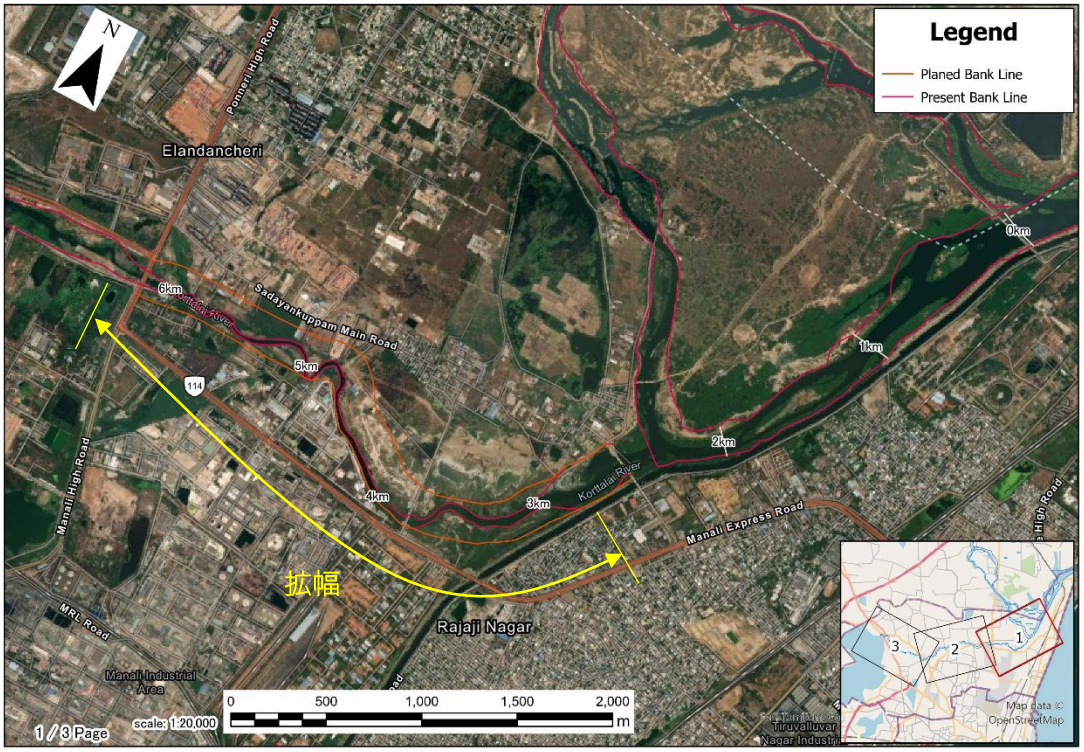
出典: JICA Expert team

Figure 9-29: Kosasthalaiyar 川における分岐部での改修イメージ 1



出典: JICA Expert team

Figure 9-30: Kosasthalaiyar 川における分岐部での改修イメージ 2

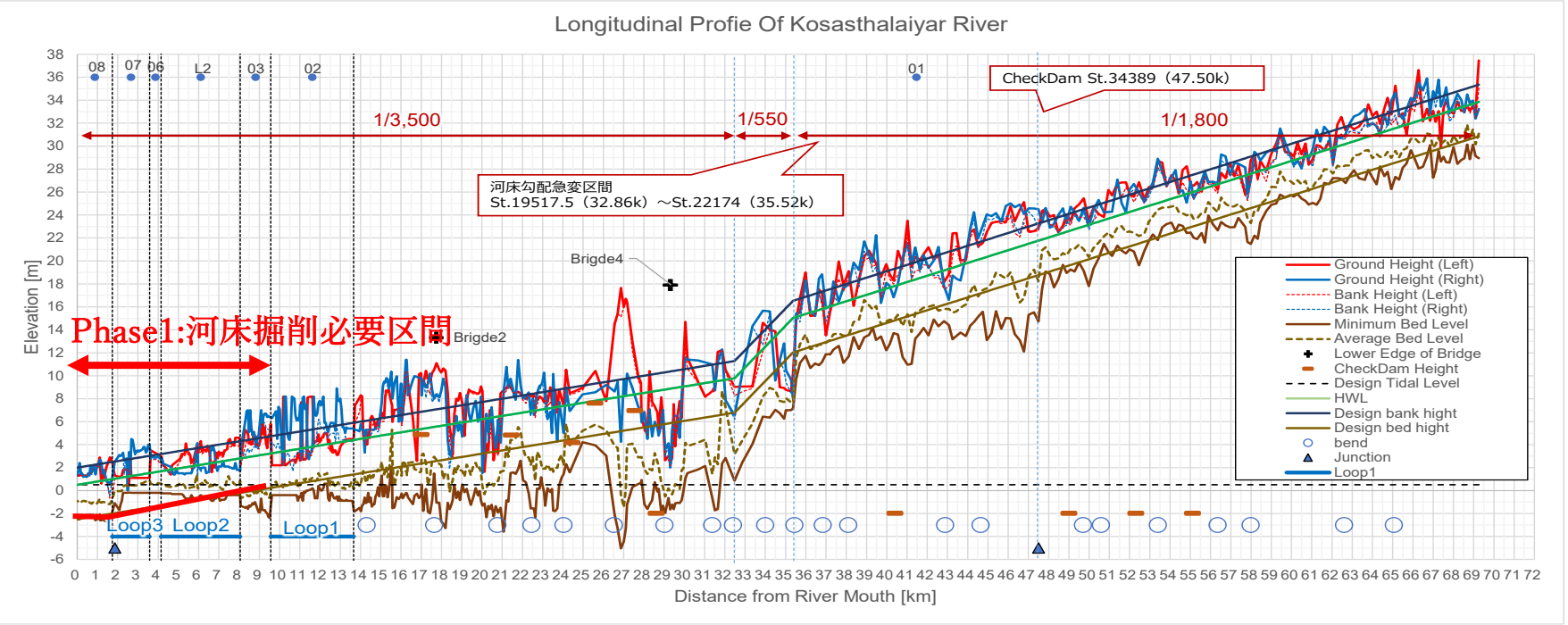


出典: JICA Expert team

Figure 9-31: Redhill 川の拡幅区間

(3)　　計画縦断図

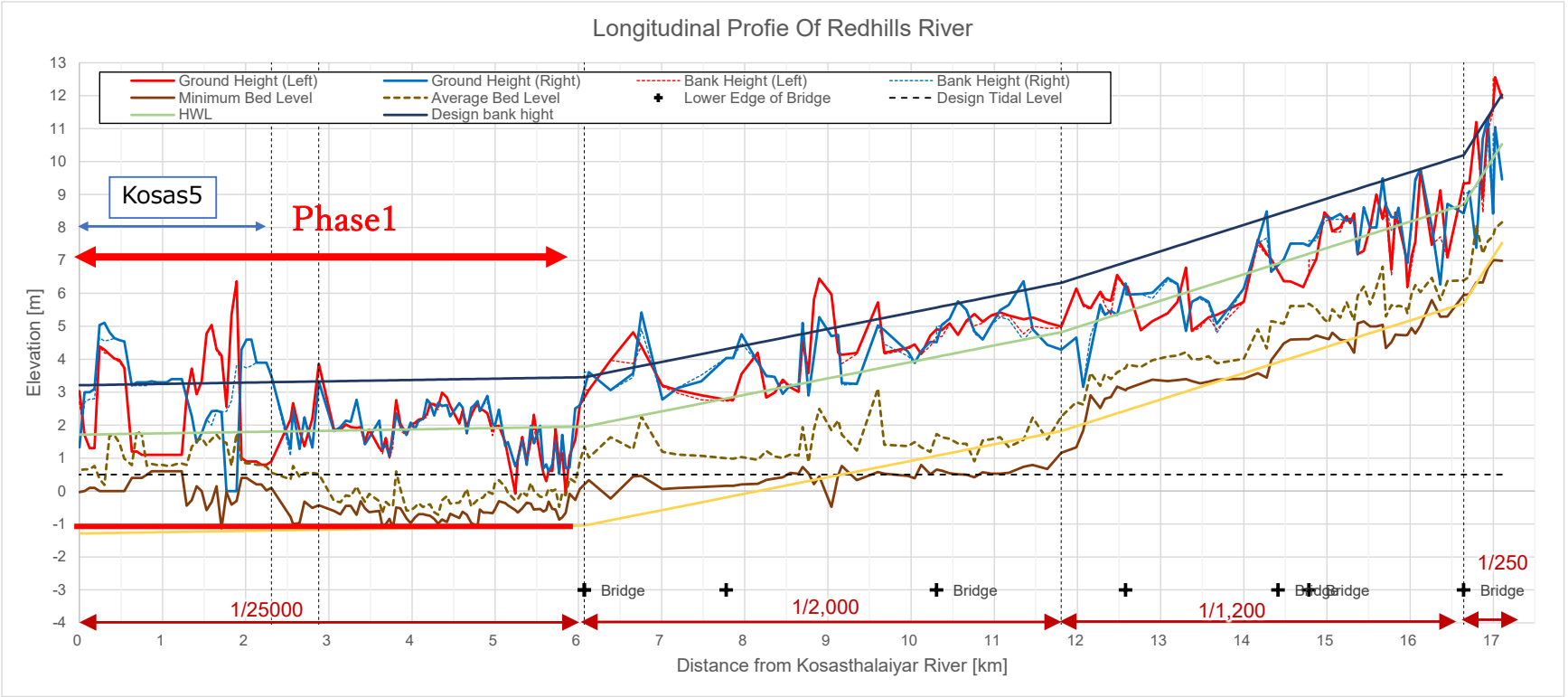
流下能力評価からは Loop3 上流端(3.6km)～Loop1 下流端(9.6km)が対象となるが、この場合、3.6km 下流が現況河床とすると、上流から流下してくる土砂が堆砂しやすくなるため、縦断的な掘削の連続性を考慮し、河口維持浚渫の掘削高である-2m を下限として河口部まで掘削する。



出典: JICA Expert team

Figure 9-32: 縦断図（Kosasthalaiyar 川）

Redhill 川では、流下能力の低い 3.0km～6.0km における拡幅が必要であり、現況最深河床高程度の掘削を実施する。



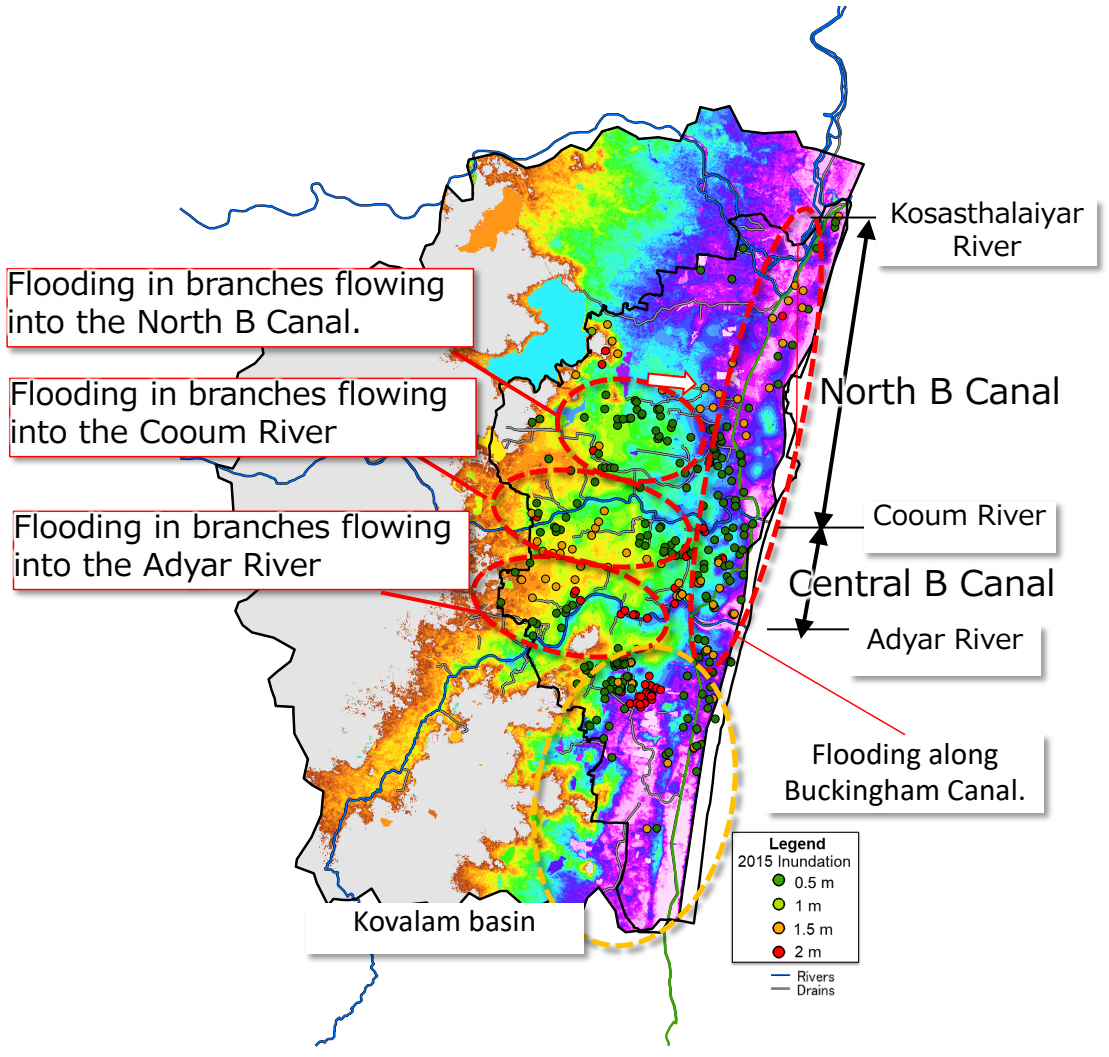
出典: JICA Expert team

Figure 9-33: 計画縦断図（Redhill 川）

9.4.4 都市洪水対策

2015 年に発生した洪水ではチェンナイ市街地の各地で浸水被害が発生しており、浸水は Buckingham 運河沿いや支川周辺、Kovalam 流域で生じている。これら都市内の洪水氾濫における対策では支川の流末部における水位低減効果が支川の流下能力向上に重要である。主な水位低減による効果が期待される区域として以下の 4 区分で対策を実施する。

- North Buckingham Canal(NBC) 及びその支川
- Central Buckingham Canal(CBC) (主要支川無し)
- Adyar 川及び Cooum 川へ流入する支川
- Kovalam 流域



出典: JICA Expert team

Figure 9-34: チェンナイにおける地形と 2015 年洪水における浸水状況

9.4.4.1. NBC 及びその支川

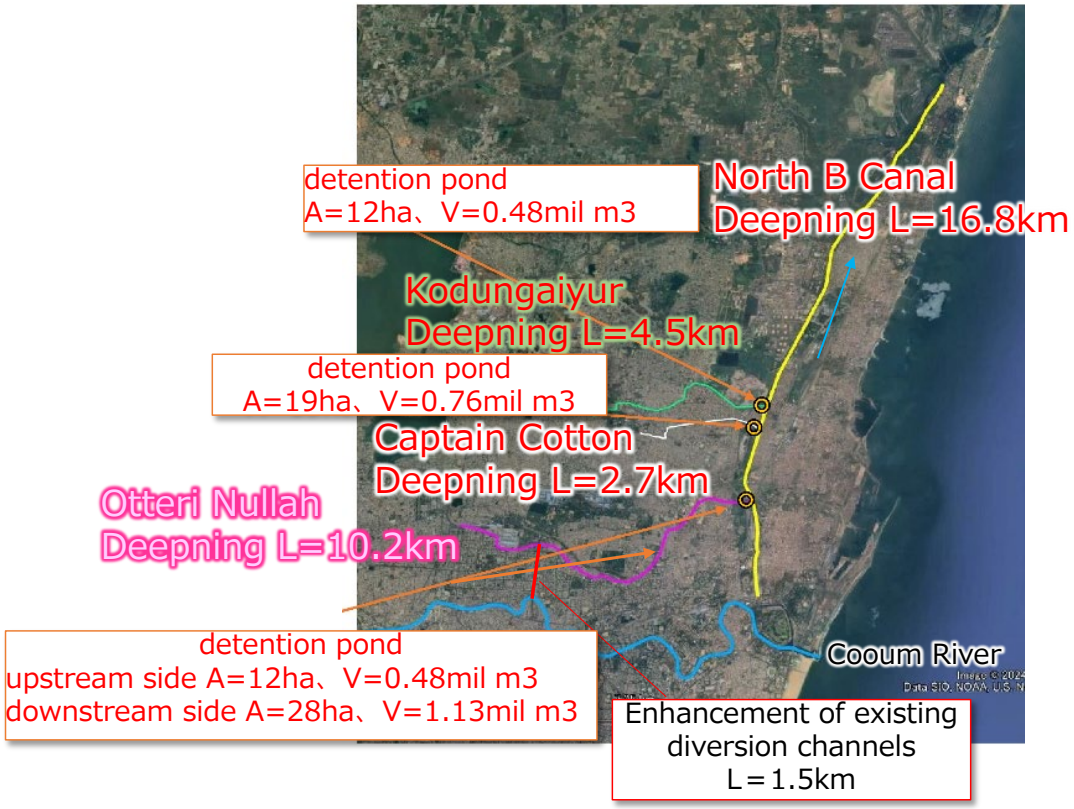
NBC は現状でも流下能力が不足しており、この区間の流下能力不足は NBC に流入する支

川の流下能力低下にも繋がる。

このため、Phase1 の前半では優先的に NBC の河道掘削による河川整備を実施し、後半で支川部での河道掘削による河川整備を実施する。但し NBC の流下能力は、河道掘削を実施しても現河岸高評価からは 1/10 規模の 60%相当しか流下できない。

従って、不足する流下能力対応として、河道掘削後に 3 つの支川部に調節池を新規に設置する他、支川 Otteri Nullah では既存の Cooum 川分派水路を増強することで 1/10 規模の整備を達成させる。

更に、NBC の Cooum 川との接合部では、逆流防止のためにゲートを設置する。



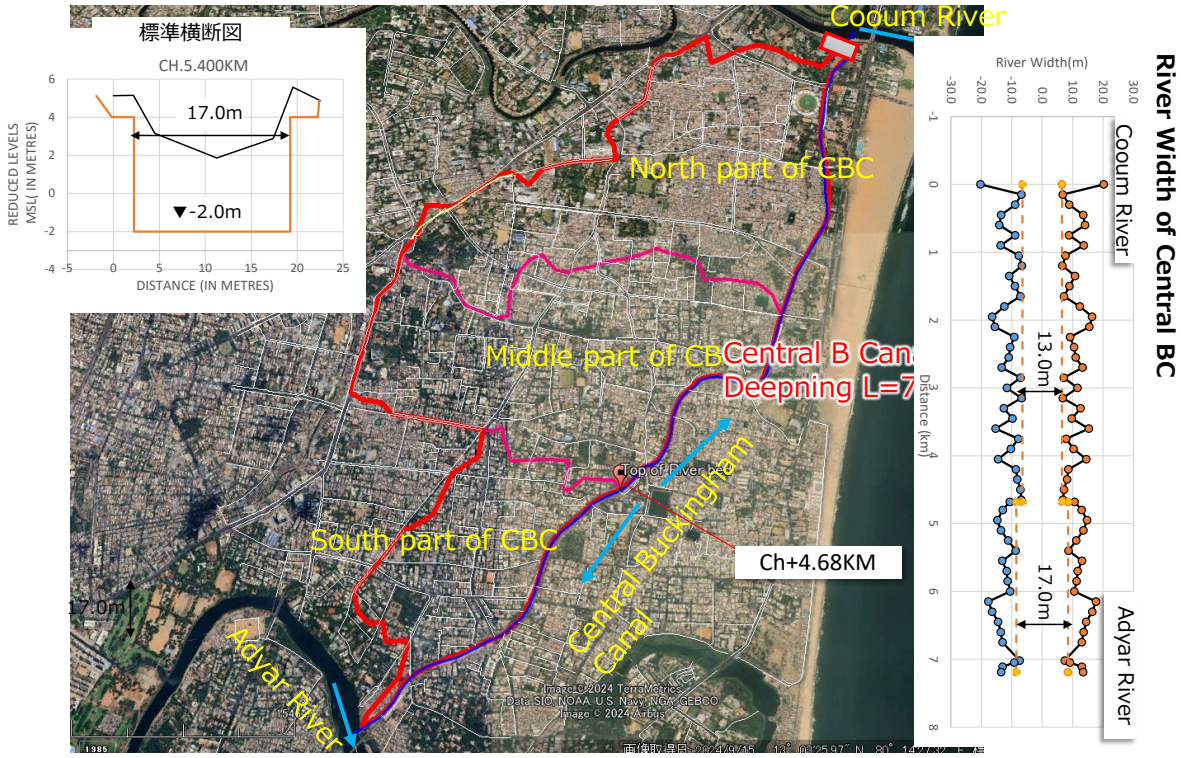
出典: JICA Expert team

Figure 9-35: NBC 及びその支川における Phase1 の対策

9.4.4.2. CBC

CBC は流域面積が小さく主要な支川はないが、運河へ流入する水路への流下能力改善のため、Phase1 ではまず CBC の河道掘削による河川整備を実施する。掘削高は Adyar 川と Cooum 川における Phase1 での掘削高と合わせて-2m とし、掘削幅は、拡幅せずに済む掘削幅として下右図の通りと（13.0m または 17.0m）した。

更に、Cooum 川の HWL が CBC の河岸高より高いことから逆流防止としてゲートを Cooum 川の合流点側へ CBC の河道整備後に設置する。



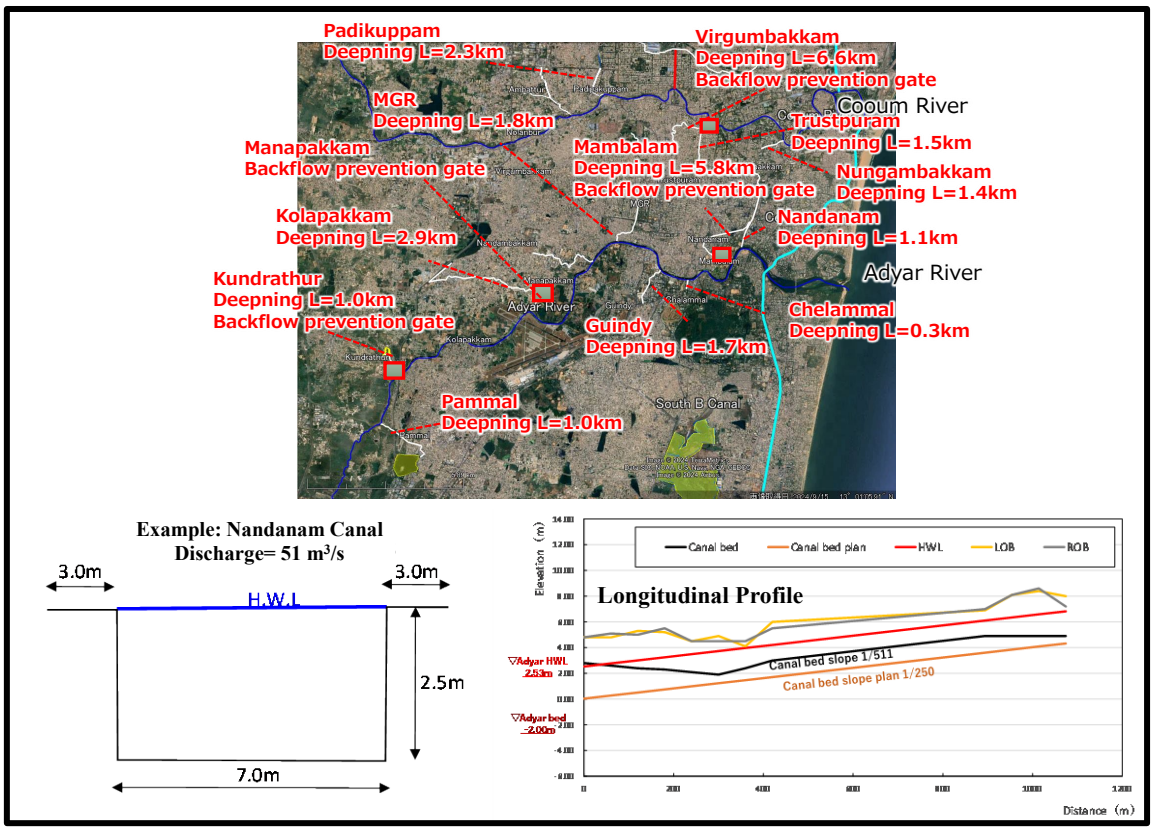
出典: JICA Expert team

Figure 9-36: CBC における Phase1 の対策

9.4.4.3. 河川沿いの支川処理（Adyar 川及び Cooum 川沿い）

Phase1 において本川の改修が進むことで支川へのバックウォーターの影響は軽減されることから、合わせて 1/10 規模で流下能力が不足している支川を対象に河道掘削による河川整備を実施する。Adyar 川に合流する 9 河川、Cooum 川に合流する 3 河川が対象となる。

但し、HWL が河岸高より高い支川では、当面支川へのバックウォーターの影響が大きいことから、本川の河道整備に時間を要することも考慮し、まず、逆流防止ゲートを設置する（4 箇所)。



出典: JICA Expert team

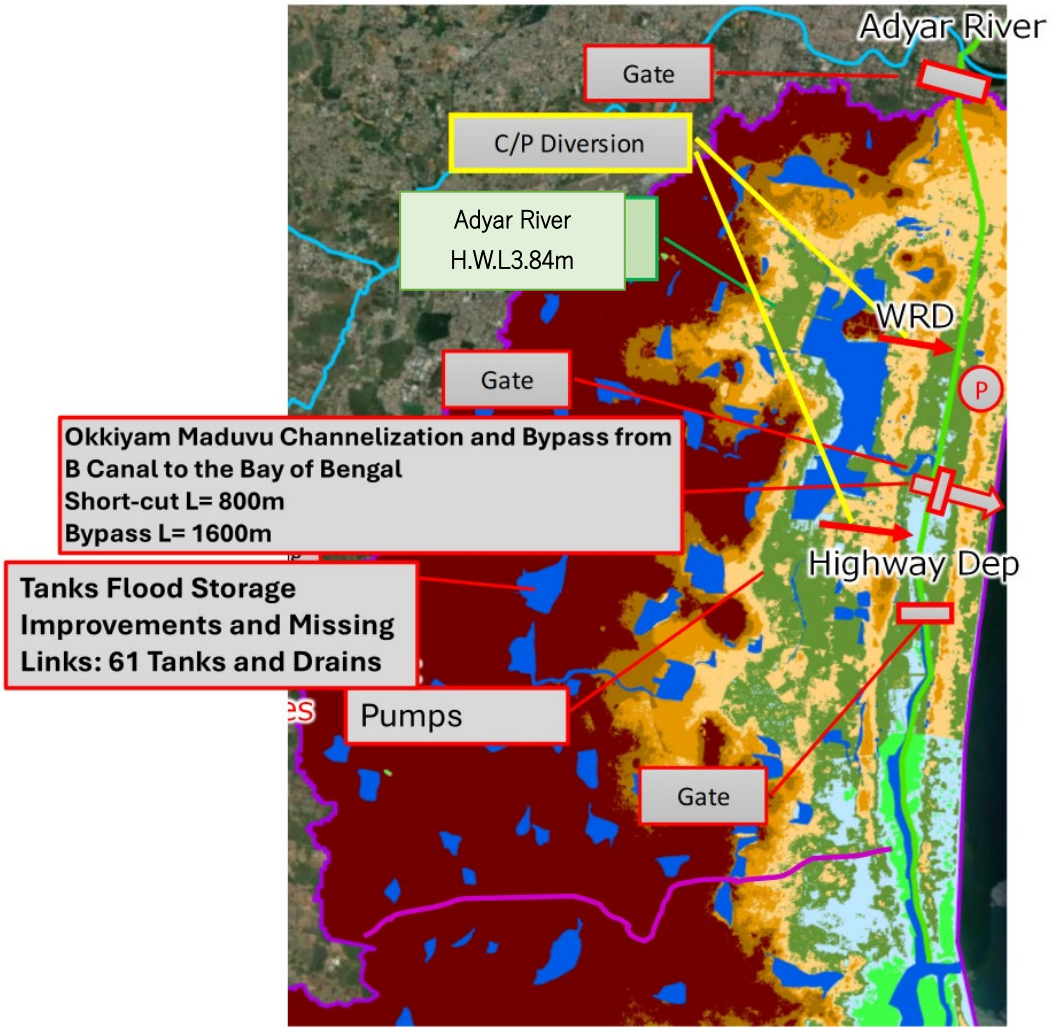
Figure 9-37: Adyar 川及び Cooum 川沿いの支川における Phase1 の対策

9.4.4.4. Kovalam 流域

Kovalam 流域では低平地が拡がっていることから排水不良が大きな課題であり、抜本的な対策は放水路となる。したがって、Phase1 では、放水路を効果的に機能させるための流域外からの逆流防止ゲートを設置したうえで放水路整備を行い、次に Okkiyam Maduvu の拡幅を進めることとし、以下の手順により実施する。

① 外水氾濫防止：逆流防止ゲート設置
② 内水排除：
- 放水路整備
- Okkiyam Maduvu のショートカットや掘削による流下能力拡大
- 内水排除ポンプ

③ 流出抑制：既存ため池活用（整備期間内で順次）



出典: JICA Expert team

Figure 9-38: Kovalam 流域対策対象箇所


ジャイカ
JICA