

国際協力事業団
スリ・ランカ国 住宅・プランテーション基盤省
スリ・ランカ土地開発公社

スリ・ランカ国

コロンボ首都圏洪水対策計画調査

最終報告書

要 約

平成15年3月
(2 0 0 3)

日本工営株式会社

【 報告書の構成 】

- I. 要 約
- II. 主報告書
- III. サポートニング・レポート (1)
- IV. サポートニング・レポート (2)
- V. データ集

適用通貨換算率

US\$1.00 = Sri Lanka Rupee 96.26

= ¥ 118.94

(2002 年 8 月)

序 文

日本国政府は、スリ・ランカ民主社会主義共和国政府の要請に基づき、同国のコロombo首都圏洪水対策計画に係る開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施致しました。

当事業団は、平成13年9月から平成14年12月までの間、3回にわたり日本工営株式会社の定村寛文氏を団長とし、日本工営株式会社から構成された調査団を現地に派遣致しました。また、平成13年9月から平成14年3月までの間、国際協力総合研修所の大井英臣氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本調査に関し、専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、スリ・ランカ民主社会主義共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係者各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成15年3月

国際協力事業団
総裁 川上 隆郎

スリ・ランカ国コロンボ首都圏洪水対策計画調査

伝達状

国際協力事業団

総裁 川上 隆郎 殿

スリ・ランカ国コロンボ首都圏洪水対策計画調査の最終報告書を提出いたします。本報告書は、平成13年9月10日、平成14年6月14日の2回にわたる国際協力事業団と日本工営株式会社との間で締結した契約に基づいて作成しました。

本報告書にはコロンボ首都圏における洪水問題の分析に基づくマスタープラン調査及び優先プロジェクトのフィージビリティ調査の結果が述べられています。本報告書は、要約、主報告書、付属報告書及び資料集で構成されています。

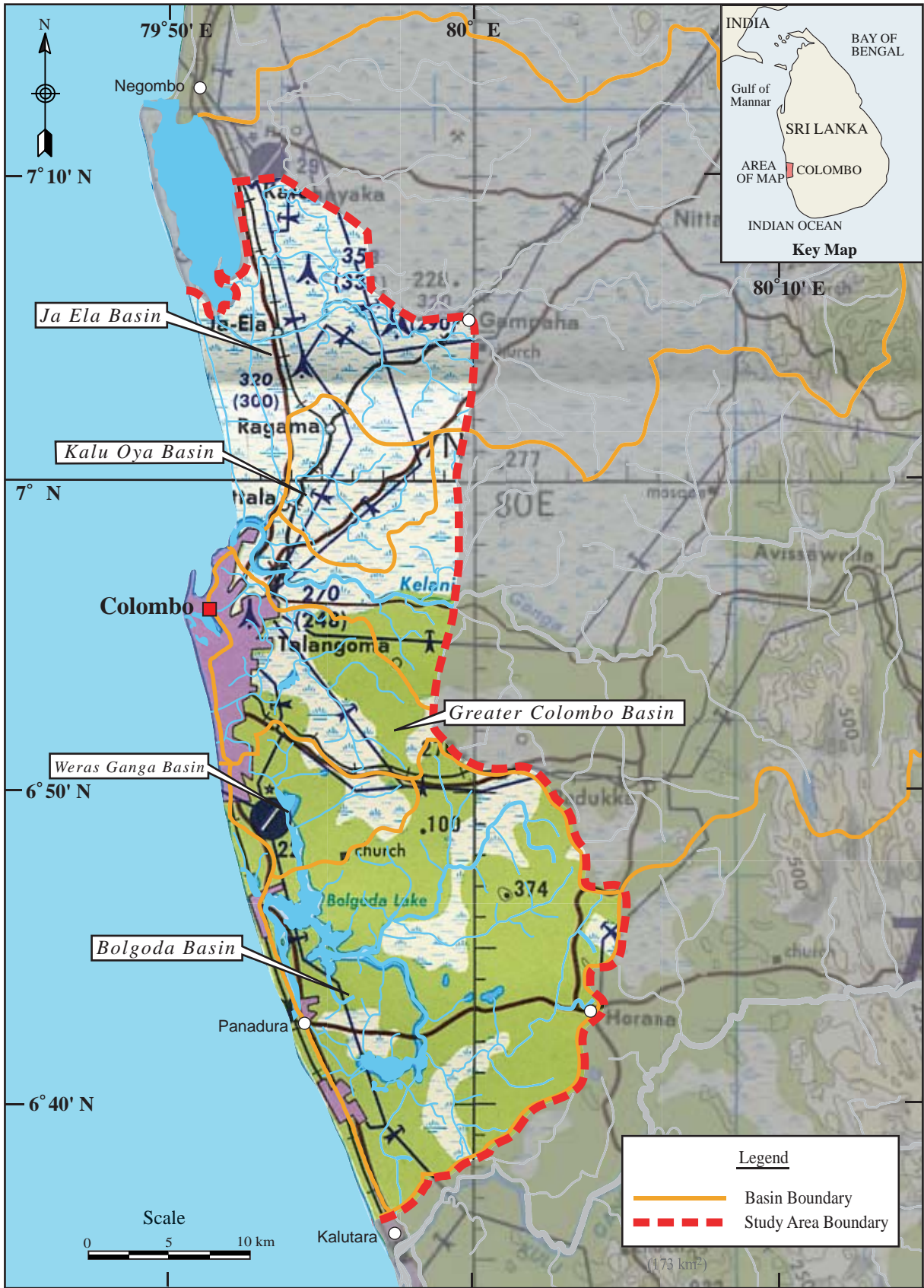
本報告書を提出するにあたり、多大なご支援を賜りました貴事業団、作業監理委員会、在スリ・ランカ日本大使館及びスリ・ランカ政府関係機関、西部州政府・地方自治体の関係者各位に対し、心から感謝の意を表すとともに、本調査の結果がコロンボ首都圏における洪水対策の推進ならびに社会経済発展の一助となることを希望する次第です。

平成15年3月

日本工営株式会社

スリ・ランカ国コロンボ首都圏洪水対策計画調査

総括 定村 寛文



The Study on Storm Water Drainage Plan
for the Colombo Metropolitan Region
in the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

調査対象地域

スリ・ランカ国

コロンボ首都圏洪水対策計画調査

調査概要

1. 調査の目的及び調査対象地域

本調査の目的は以下のとおりである。

- 1) コロンボ首都圏における洪水対策マスタープランの策定
- 2) マスタープランの中から選定された優先プロジェクトのフィージビリティ調査の実施
- 3) カウンターパートへの技術移転

マスタープラン調査対象地域は図 1.1 に示すようにコロンボ首都圏の一部であり、コロンボ市とその周辺を含む 830 km² の地域である。調査対象地域は概ねジャエラ流域、カルオヤ流域、大コロンボ流域、ボルゴダ流域の 4 つの主要流域に分けられる。

2. 洪水対策マスタープラン

提案の洪水対策マスタープランは下記の対策と計画よりなる。

- 1) 各流域における構造物対策
- 2) 非構造物対策
- 3) 組織・制度整備計画
- 4) 運営・維持管理計画
- 5) 人材育成計画

上記各対策と計画の概要を以下に示す。

2.1 構造物対策

- (1) ジャエラ流域洪水対策計画
 - a) ジャエラ改修 (延長 7 km、河幅 60 m)
 - b) ダンドゥガンオヤ改修 (延長 9.9 km、河幅 70-80 m)
 - c) 洪水遊水地 (下流区域 500 ha、上流区域 376 ha)
- (2) カルオヤ流域洪水対策計画
 - a) カルオヤ改修 (延長 5 km、河幅 25-50 m)
 - b) オールドネゴンボ水路改修 (延長 4.5 km、河幅 40 m)

- c) 洪水遊水地（下流区域 360 ha、上流区域 89 ha）
- (3) 大コロambo流域洪水対策計画
 - a) マディウエラ南放水路（延長 8.8 km、水路幅 32 m）
 - b) 既存ムトワル放水路トンネル修復（延長 554 m、径 1.8 m）
 - c) 新規ムトワル放水路トンネル建設（延長 740 m、径 4.0 m）
 - d) 洪水遊水地（コロナワ湿地、コッテ湿地、ヒーン湿地、及びパーラメント湖区域の合計 380 ha）
- (4) ボルゴダ流域洪水対策計画
 - a) ウェラス川計画（延長 5.5 km）
 - b) ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画（延長 5.47 km）
 - c) ボルゴダ水路計画（延長 2.4 km）
 - d) ボラレスガムワ北計画（延長 3.09 km）
 - e) ボラレスガムワ南計画（延長 0.98 km）
 - f) マハエラ計画（延長 4.46 km）
 - g) ラトマラナ - モラトゥワ計画（延長 11.12 km）
 - h) 洪水遊水地（ウェラス川流域 295 ha、ボルゴダ流域の低湿地全域 4,739 ha）

2.2 非構造物対策

- (1) 洪水遊水地管理
 - a) 洪水遊水地の法的指定
 - b) 洪水遊水地における土地利用規制
 - c) 不法行為の取り締まり強化
- (2) 都市開発地区における開発規制
- (3) 低湿地の土地利用規制
- (4) 洪水情報の公開
- (5) 建物の耐水化
- (6) 水防活動

2.3 組織・制度整備計画

- (1) 洪水対策に関わる政府機関の責任分担（SLLRDC（スリ・ランカ土地開発公社）、地方自治体、灌漑局、道路開発庁）
- (2) SLLRDC による低湿地管理
 - a) 洪水対策上の低湿地管理を SLLRDC による一元管理体制とする。
 - b) 土地利用規制のため公式土地利用計画を策定する。

- c) 地方自治体と共同で不法行為の取り締まりを行う。
- d) 低湿地管理に対する社会的理解を形成する。

2.4 運営・維持管理計画

- (1) 運営・維持管理業務の SLLRDC と地方自治体の責任分担
 - a) SLLRDC：指定地域を担当。
 - b) 地方自治体：行政管轄区域を担当。
- (2) SLLRDC の組織強化
 - a) 市街地洪水対策施設の運営・維持管理担当課の新設
 - b) 地方自治体への技術支援及び教育訓練担当課の新設
- (3) 地方自治体における運営・維持管理組織の整備
 - a) コロンボ市の既存運営・維持管理組織の充実
 - b) その他の地方自治体での運営・維持管理組織の新設

2.5 人材育成計画

- (1) 短期目標
 - a) SLLRDC の運営・維持管理業務担当要員の能力強化プログラムの実施
 - b) SLLRDC による地方自治体の運営・維持管理業務担当要員のオン・ザ・ジョブ・トレーニング及び講義の実施
- (2) 長期目標
 - a) SLLRDC 及び地方自治体の洪水対策分野の人材育成
 - b) 管理・行政、技術・工務、社会開発、運営・維持管理からなる総合的な教育訓練プログラムの実施

2.6 事業評価

(1) 事業費及び経済評価

事業	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
ジャエラ流域洪水対策事業	3,679	388	1.34	12.9
カルオヤ流域洪水対策事業	2,463	422	1.94	19.5
大コロンボ流域洪水対策事業	4,389	886	2.23	19.8
ボルゴダ流域洪水対策事業	5,102	1,022	2.22	19.2

- (2) 技術評価：事業実施を妨げるような技術的制約はない。
- (3) 環境評価：事業実施を妨げるような環境問題は想定されないが、環境的見地からは洪水対策とともに汚水処理及び廃棄物処分の管理が必要。

- (4) 社会評価：移転対象世帯数は約 3,500 世帯と推定されるが、民族的、宗教的、文化的、及び歴史的観点から事業実施に重大な障害となるような社会的問題はない。
- (5) 総合評価：ジャエラ流域、カルオヤ流域、大コロambo流域及びボルゴダ流域の各流域に提案の 50 年確率計画規模の洪水対策事業は、経済、技術、環境、社会配慮の各面において妥当性を有すると結論づけられる。また、提案事業の実施は浸水被害の軽減、地域開発、低所得者層の生活環境改善等を実現し、ひいては貧困削減に寄与することが期待される。

3. フィージビリティー調査

3.1 優先プロジェクト

マスタープラン調査結果に基づき、ボルゴダ流域内の支流であるウェラス川流域の洪水対策がフィージビリティー調査対象の優先プロジェクトとして選定された。

3.2 構造物対策

提案のウェラス川流域洪水対策計画における構造物対策の概要は下記の通りである。

- (1) ウェラス川計画
 - a) ウェラス川浚渫：延長 5,500 m、幅 19-40 m
 - b) 右岸洪水防御堤防建設：延長 2,300 m、高さ 1 m
 - c) 樋門建設：カンダワラ 幅 2.0 m × 高さ 1.9 m × 2 門、テラワラ北 幅 2.5 m × 高さ 1.9 m × 2 門、テラワラ南 幅 2.5 m × 高さ 1.9 m × 2 門
 - d) ウェラス川湿地洪水遊水地：65 ha
 - e) マハ川低湿地洪水遊水地：106 ha
- (2) ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画
 - a) ヌゲゴダ川改修：延長 1,580 m、河幅 5-13 m
 - b) デルカンダ川改修：延長 1,760 m、河幅 3-13.5 m
 - c) ラッタナピティヤ川改修：延長 2,130 m、河幅 19 m
 - d) ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ洪水遊水地：36 ha
- (3) ボルゴダ水路計画
 - a) ボルゴダ水路改修：延長 2,400 m、河幅 15-19 m
 - b) ベランウィラ - アッティディア低湿地洪水遊水地：88 ha
- (4) ラトマラナ - モラトゥワ計画
 - a) ウェラス川へ排水する幹線排水路（開水路）改修：延長 3,580 m、幅 1-6 m
 - b) 幹線排水路へ排水する 2 次排水路の改修・整備（コンクリート水路）：延長 6,390 m、幅 0.8-2.0 m

- c) ウェラス川堤防沿い排水路建設：延長 1,150 m、幅 1-1.5 m
- d) カンダワラ洪水調整池設置：面積 3 ha、容量 48,000 m³
- e) テラワラ洪水調整池設置：面積 10 ha、容量 160,000 m³

3.3 非構造物対策

- (1) 洪水遊水地管理
 - a) 洪水遊水地の法的指定
 - b) 洪水遊水地における土地利用規制
 - c) 不法行為の取り締まり強化
- (2) 都市開発地区における開発規制
- (3) 低湿地の土地利用規制
- (4) 洪水情報の公開
- (5) 建物の耐水化

3.4 運営・維持管理計画

- (1) 運営・維持管理業務の責任分担
 - a) SLLRDC は主要水路を担当。
 - b) デヒワラ - マウントラビニア市とモラトゥワ市はそれぞれの管内の排水路を担当。
 - c) 他の地方自治体は各管内の水路の定期点検のみを行い、維持管理業務は SLLRDC が実施する。
- (2) 運営・維持管理実施計画
 - a) SLLRDC のアッティディヤ地区事務所及びキリマンダラ・マワッタ地区事務所の要員増強。
 - b) デヒワラ - マウントラビニア市とモラトゥワ市は運営・維持管理担当部署を新設、他の地方自治体は現行組織のままとする。
 - c) 維持管理機材の調達と交換部品・器具の在庫管理
 - d) SLLRDC と地方自治体の職員を対象とした教育訓練プログラムの実施

3.5 事業評価

(1) 事業費

事業費目	事業費（百万ルピー）
1) 建設工事費	1,907
2) 土地取得費、補償費	841
3) 維持管理機材調達費	113
4) 設計・工事監理費	381
5) 政府の事業管理費	63
6) 物価上昇予備費	88
7) 物理的予備費	303
8) 税金	693
合計	4,389

(2) 経済評価

事業費 （百万ルピー）	年平均洪水被害 軽減便益 （百万ルピー）	年平均土地利用 高度化便益 （百万ルピー）	B-C （百万ル ピー）	B/C	EIRR （%）
4,389	147	875	3,043	2.09	18.8

- (3) 技術評価：事業実施を妨げるような技術的制約はない。
- (4) 環境評価：事業実施を妨げるような環境問題は想定されないが、ペランウィラ ア
ッティディヤ野生生物保護区の環境保全にかかわる方針を早期に決定する必要がある。
- (5) 社会評価：提案事業実施のためには 158 世帯の住民移転が必要となる。しかしながら、「非自発的住民移転に関わる国家政策」のもとで適切な補償と必要な支援が実施されれば、住民移転を妨げる重大な阻害要因はないと考えられる。
- (6) 総合評価：ウェラス川流域洪水対策事業は、その必要性を十分に持っており、経済、技術、環境、社会配慮の面において実施が妥当であると認められる。また、同事業は洪水被害軽減を第一の目的としているがその他の多くの便益を生み出す。同事業の実施は、洪水被害の軽減、地域開発、低所得者層の生活環境改善等を通じて、貧困削減に寄与するものと考えられる。

3.6 事業実施計画

(1) 実施機関

SLLRDC（スリ・ランカ土地開発公社）

(2) 事業実施工程

- a) 全体工期：6 年間
- b) 詳細設計工期：22 ヶ月
- c) 建設業者調達工期：12 ヶ月

e) 建設工期：36 ヶ月

(3) 財政措置

a) 国際融資機関よりの借入：2,792 百万ルピー

b) スリ・ランカ国政府の自己資金：1,597 百万ルピー

スリ・ランカ国

コロンボ首都圏洪水対策計画調査

最終報告書

要 約

目 次

	頁
序文	
伝達状	
位置図	
調査概要	
略語	
第1部：序	
第1章 序章	
1.1 調査の背景.....	1
1.2 調査の目的.....	1
1.3 マスタープラン調査対象地域.....	1
1.4 フィージビリティ調査対象地域.....	1
1.5 調査工程.....	2
1.6 技術移転.....	2
第2部：マスタープラン調査	
第2章 調査対象地域の現況.....	3
2.1 自然条件.....	3
2.2 社会経済.....	4
2.3 現況土地利用.....	5
2.4 自然環境及び社会環境.....	5
2.5 洪水対策の現状.....	6
2.6 河口処理.....	9
2.7 組織・制度.....	9
2.8 援助動向.....	10
第3章 水文・水理解析.....	11

第4章	洪水対策マスタープランの策定	12
4.1	社会経済フレーム	12
4.2	将来土地利用	12
4.3	計画規模及び総合的な洪水対策計画	12
4.4	ジャエラ流域洪水対策計画	13
4.5	カルオヤ流域洪水対策計画	16
4.6	大コロンボ流域洪水対策計画	18
4.7	ボルゴダ流域洪水対策計画	20
4.8	非構造物対策	24
4.9	河口処理対策	25
4.10	組織・制度整備計画	25
4.11	運営・維持管理計画	26
4.12	人材育成計画	27
第5章	施工計画及び事業費積算	29
5.1	施工計画	29
5.2	事業費積算	29
第6章	環境配慮	31
6.1	初期環境調査	31
6.2	排水路網に関連する環境問題	32
第7章	社会配慮	33
第8章	事業評価	35
第9章	事業実施計画	37
第10章	優先プロジェクトの選定	38
第11章	マスタープランの結論と勧告	39
第3部：フェージビリティ調査		
第12章	優先プロジェクトの背景	41
12.1	フェージビリティ調査対象プロジェクト	41
12.2	スリ・ランカ国における洪水対策実施方針	41
12.3	コロンボ首都圏における洪水対策事業	41
12.4	ウェラス川流域洪水対策事業の必要性	42
第13章	ウェラス川流域の現状	43
13.1	自然条件	43
13.2	社会経済	43

13.3	現況土地利用状況.....	44
13.4	環境.....	45
13.5	排水網の現状.....	46
第14章	水文・水理解析.....	48
第15章	優先プロジェクト.....	49
15.1	社会経済フレーム.....	49
15.2	将来土地利用.....	50
15.3	優先計画の選定.....	50
15.4	構造物対策.....	51
15.5	非構造物対策.....	53
第16章	概略設計.....	55
第17章	組織・制度.....	57
第18章	運営・維持管理計画.....	59
第19章	環境影響評価.....	61
第20章	住民移転計画.....	63
第21章	施工計画及び積算.....	65
第22章	事業評価.....	66
第23章	事業実施計画.....	68
第24章	フィージビリティ調査の結論と勧告.....	69

付 表

	頁
表 10.1 優先事業選定のための総合評価	T-1

付 図

	頁
図 1.1 調査対象地域位置図	F-1
図 2.1 調査対象地域現況土地利用	F-2
図 2.2 環境保全地域位置図	F-3
図 2.3 洪水常襲地区および低所得地区位置図	F-4
図 2.4 大コロンボ流域内洪水対策の実施及び計画状況	F-5
図 2.5 調査対象地域内浸水地区位置図	F-6
図 2.6 沿岸部河口位置図	F-7
図 2.7 スリランカ国行政組織図	F-8
図 2.8 SLLRDC組織図	F-9
図 2.9 SLLRDC水路開発・維持管理部組織図	F-10
図 4.1 調査対象地域内将来土地利用想定図	F-11
図 4.2 ジャエラ流域洪水対策案	F-12
図 4.3 ジャエラ流域洪水対策計画	F-13
図 4.4 カルオヤ流域洪水対策案	F-14
図 4.5 カルオヤ流域洪水対策計画	F-15
図 4.6 大コロンボ流域洪水対策案	F-16
図 4.7 大コロンボ流域洪水対策計画	F-17
図 4.8 ボルゴダ流域洪水対策案	F-18
図 4.9 ウェラス川流域洪水対策案	F-19
図 4.10 将来土地利用下での遊水区域	F-20
図 4.11 必要遊水区域	F-21
図 4.12 ボルゴダ流域洪水対策計画	F-22
図 4.13 ウェラス川流域洪水対策計画	F-23
図 9.1 洪水対策マスタープラン事業実施全体工程	F-24
図 13.1 ウェラス川流域現況土地利用	F-25

図 13.2	ウェラス川流域洪水常襲地区.....	F-26
図 15.1	ウェラス川流域内開発事業計画	F-27
図 15.2	ウェラス川流域将来土地利用想定図	F-28
図 15.3	ウェラス川流域洪水対策優先計画.....	F-29
図 15.4	ウェラス川洪水対策計画	F-30
図 15.5	ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ洪水対策計画	F-31
図 15.6	ボルゴダ水路洪水対策計画	F-32
図 15.7	ラトマラナ - モラトワ洪水対策計画	F-33
図 17.1	事業実施体制.....	F-34
図 17.2	SLLRDC事業実施体制	F-35
図 18.1	関係機関運営・維持管理業務分担.....	F-36
図 19.1	残土処分場候補地.....	F-37
図 20.1	デルカンダ水路周辺地区移転候補地	F-38
図 23.1	提案事業実施工程.....	F-39

略 語

ADB	Asian Development Bank
ADD	Agrarian Development Department
BOD	Biochemical Oxygen Demand
CAP	Community Action Plan
CBO	Community Based Organization
CCD	Coastal Conservation Department
CDC	Community Development Council
CD&M	Canal Development and Maintenance Division
CEA	Central Environment Authority
CEB	Ceylon Electricity Board
CEPOM	Committee on Environmental Policy and Management
CHPB	Center for Housing Planning and Building
CKE	Colombo-Katunayake Expressway
CMC	Colombo Municipal Council
CMR	Colombo Metropolitan Region
CMRSP	Colombo Metropolitan Regional Structure Plan
COD	Chemical Oxygen Demand
CSP	Clean Settlements Project
DAC	Development Assistance Committee
DEM	Digital Elevation Model
DHI	Danish Hydraulic Institute
DMMC	Dehiwala/Mt. Lavinia Municipal Council
DO	Dissolved Oxygen
DS	Divisional Secretariats
DWLC	Department of Wildlife Conservation
EIA	Environmental Impact Assessment
EMS	Environmental Management Strategy
FC	Foreign Currency
FEPO	Fauna and Flora and Protection Ordinance
GCFC&EIP	Greater Colombo Flood Control and Environment Improvement Project
GDP	Gross Domestic Product
GRDP	Gross Regional Domestic Product
GN	Grama Niladhari
GOJ	Government of Japan
GOSL	Government of Sri Lanka
HAT	Highest Astronomical Tide
HCC	HCDC Coordination Committee
HCDC	Housing and Community Development Committee
IASC	Inter-Agency Steering Committee
ICB	International Competitive Bidding
ICTAD	Institute for Construction Training and Development
IDA	International Development Agency
IEE	Initial Environmental Examination
IRD	Irrigation Department
ITCZ	Inter Tropical Convergence Zone
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
JOCV	Japan Overseas Cooperation Volunteers
KMC	Kotte Municipal Council
KPS	Keabewa Pradeshiya Sabha
KUC	Kolonnawa Urban Council
LA	Local Authority
LAA	Land Acquisition Act
LAT	Lowest Astronomical Tide

LC	Local Currency
LRD	Land Registration Department
LUPPD	Land Use Policy Planning Division
MC	Municipal Council
MFP	Ministry of Finance and Planning
MHWN	Mean High Water Neaps
MHWS	Mean High Water Springs
MLWN	Mean Low Water Neaps
MLWS	Mean Low Water Springs
MMC	Moratuwa Municipal Council
MOL	Ministry of Land
MHAPCLG	Ministry of Home Affairs, Provincial Councils and Local Government
MHPI	Ministry of Housing and Plantation Infrastructure
MSL	Mean Sea Level
MUC	Maharagama Urban Council
NEA	National Environmental Act
NERD	National Engineering Research Development Center
NGO	Non-governmental Organization
NHDA	National Housing Development Authority
NIBM	National Institute of Business Management
NIRP	National Involuntary Resettlement Policy
NWSDB	National Water Supply and Drainage Board
ODA	Overseas Development Assistance
O&M	Operation and Maintenance
PAA	Project-approving Agency
P&E	Plant and Equipment Division
PIRD	Provincial Irrigation Department
PRS	Poverty Reduction Strategy
PS	Pradeshiya Sabha
PTU/WP	Provincial Training Unit in Western Provincial Council
RAP	Resettlement Action Plan
RDA	Road Development Authority
RDD	Research and Design Division
REEL	Real Estate Exchange Ltd.
SAPROF	Special Assistance for Project Formation
SLIDA	Sri Lanka Institute of Development and Administration
SLILG	Sri Lanka Institute of Local Government
SLLRDC	Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation
SLR	Sri Lanka Railway
SLTL	Sri Lanka Telecom
STP	Sustainable Township Program
TA	Technical Assistance
UC	Urban Council
UHD	Urban Housing Division
UDA	Urban Development Authority
UDC	Utility Diversion Committee
UNDP	United Nations Development Program
USIP	Urban Settlement Improvement Project Unit
USS	Under-served Settlements
WPC	Western Provincial Council

單位略語

Area

cm^2	=	Square Centimeters
m^2	=	Square Meters
km^2	=	Square Kilometers
ha	=	Hectares (10,000 m^2)

Length

mm	=	Millimeters
cm	=	Centimeters
m	=	Meters
km	=	Kilometers

Currency

US\$	=	United State Dollars
¥	=	Japanese Yen
Rs.	=	Sri Lanka Rupee

Energy

kVA	=	Kilovolt Ampere
kW	=	Kilowatt

Economy

EIRR	=	Economic Internal Rate of Return
NPV	=	Net Present Value
B/C	=	Benefit Cost Ratio

Volume

cm^3	=	Cubic Centimeters
m^3	=	Cubic Meters
m^3/day	=	Cubic Meters per Day
m^3/sec	=	Cubic Meters per Second
l or lit	=	Liter (1,000 cm^3)
lpcd	=	Liter per capita per day
MCM	=	Million Cubic Meter

Weight

g	=	Grams
mg	=	Milligrams (1/1,000 g)
mg/l	=	Milligrams per liter
kg	=	Kilograms (1,000 g)
kg/cm^2	=	Kilograms per square centimeter
t	=	Metric ton (1,000 kg)

Time

sec	=	Seconds
min.	=	Minutes
hr	=	Hours

Others

per/km^2	=	Persons per Square Kilometer
MSL	=	Mean Sea Level

第 1 部 序

第 1 章 序章

1.1 調査の背景

1. スリ・ランカ国コロンボ首都圏（人口約 5.3 百万人、2001 年）の都市域は、海岸近くの低平地に広がり、自然排水が困難なことから浸水が頻繁に発生している。浸水発生は資産及びインフラ施設への被害を与えるだけでなく、住民の衛生環境も悪化させている。コロンボ首都圏の将来の発展のためには浸水被害をなくすための洪水対策の実施が極めて重要となっている。
2. 1999 年 9 月、スリ・ランカ政府はコロンボ首都圏における洪水対策マスタープラン策定のための技術協力を日本政府に要請し、日本政府は「コロンボ首都圏洪水対策計画調査」の実施を決定した。本調査の調査範囲及び内容（Scope of Work）はスリ・ランカ土地開発公社（Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation: SLLRDC）と国際協力事業団（JICA）との間で、2001 年 3 月に合意された。

1.2 調査の目的

3. 本調査の目的は以下のとおりである。
 - 1) コロンボ首都圏における洪水対策マスタープランの策定
 - 2) マスタープランの中から選定された優先プロジェクトのフィージビリティ調査の実施
 - 3) カウンターパートへの技術移転

1.3 マスタープラン調査対象地域

4. マスタープラン調査対象地域は図 1.1 に示すとおりコロンボ首都圏の一部であり、コロンボ市とその周辺を含む 830 km² の地域である。調査対象地域は概ねジャエラ流域、カルオヤ流域、大コロンボ流域、ボルゴダ流域の 4 つの主要流域に分けられる。

1.4 フィージビリティ調査対象地域

5. マスタープラン調査の結果に基づき、ウェラス川流域洪水対策計画がフィージビリティ調査対象の優先プロジェクトとして選定された。ウェラス川流域は図 1.1 に示すようにボルゴダ流域の一部であり、流域面積は 55.5 km² である。

1.5 調査工程

6. 本調査の実施期間は2001年9月から2003年2月までの18ヶ月間である。調査は以下のとおり2段階で実施された。

フェーズ1：マスタープラン調査

国内準備作業	2001年9月
第1次現地調査	2001年9月17日～2002年3月9日
第1次国内作業	2002年6月

フェーズ2：優先プロジェクトのフィージビリティ調査

第2次現地調査	2002年7月1日～10月13日
第2次国内作業	2002年10月～11月
第3次現地調査	2002年12月15日～22日
第3次国内作業	2003年2月

7. 調査期間中には以下の報告書を提出した。

第1次調査開始前	インセプションレポート
第1次現地調査終了時	プログレスレポート(1)
第1次国内作業終了時	インテリムレポート
第2次現地作業終了時	プログレスレポート(2)
第2次国内作業終了時	ドラフトファイナルレポート
第3次国内作業終了時	ファイナルレポート

調査結果については各報告書提出時にスリ・ランカ側に対し説明を行い、スリ・ランカ側ステアリング・コミッティー会議において同意を得た。

1.6 技術移転

8. 本調査の目的のひとつであるカウンターパートへの技術移転は、カウンターパートが調査業務の実作業にオン・ザ・ジョブ・トレーニングの形で参画することを通じて実施した。また、ワークショップを2回、技術移転セミナーを1回開催し、実施機関、関係政府機関、地方自治体等から関係者を招いて、調査結果の説明・議論を行った。さらに、水文水理担当調査団員がカウンターパートを対象として調査に使用した水文水理解析ソフトウェア(MIKE11)についての小セミナーを実施した。

第2部 マスタープラン調査

第2章 調査対象地域の現況

2.1 自然条件

地形

9. 調査対象地域は、北はカトナヤケ付近から南はカルタラ付近までの北緯 $6^{\circ}36' \sim 7^{\circ}10'$ 、東経 $79^{\circ}50' \sim 80^{\circ}05'$ の範囲に位置し、その大部分が海岸沿いの低平地である。北部にはネゴンボ・ラグーンとムトゥラジャウエラ湿地が広がっており、南部には北ボルゴダ湖と南ボルゴダ湖がある。ほぼ中央部をケラニ川が横切る。調査対象地域の地形は概ね低湿地とその周辺の低平地、及び丘陵地に分類される。低湿地は下流域の海岸沿いに広がりその標高は $0 \sim 2$ m 程度である。低湿地の周辺と河川沿いの低平地の標高は $2 \sim 5$ m 程度であり、丘陵地の標高は 10 m 以上である。

地質

10. スリ・ランカは地質的にインドと同じく Gondwana 古陸南部に位置する。島全体にわたってハイランド統、ヴィジャヤン統及びサウスウエスタン統と呼ばれる変成岩が基盤岩となっている。調査対象地域はコロンボの北側がヴィジャヤン統のクリスタライト帯、南側がサウスウエスタン統に分類される。調査対象地域には大規模な褶曲は見られないが、調査対象地域よりもさらに内陸側のアヴィサウエラ付近の珪岩地帯には多数の小規模な褶曲が見られる。海岸沿い平坦地の土質は海砂、湖沼堆積物(シルト、粘土)、飛砂、沖積土からなる。

気候

11. スリ・ランカは熱帯モンスーン気候帯に属し雨季と乾季が交互に訪れる。調査対象地域はスリ・ランカ南西部の湿潤域に位置し、 $12 \sim 2$ 月には北東モンスーンによる乾季となり、 $3 \sim 5$ 月には南西モンスーンによる雨季となる。年平均降雨量は約 $2,400$ mm である。月別では5月と10月に雨量が多い。月別の平均日最高気温は 31.1°C (4月) $\sim 29.3^{\circ}\text{C}$ (8月)、平均日最低気温は 25.3°C (5月) $\sim 22.2^{\circ}\text{C}$ (1月) となっている。

2.2 社会経済

人口及び経済状況

12. 調査対象地域(830 km²)はコロンボ、ガンパハ、カルタラの3つの県にまたがっており、コロンボ首都圏の経済活動上の主要な地域を占めている。2001年の人口は3.4百万人であり、スリ・ランカ国の人口の約64.4%を占めている。西部州はスリ・ランカ国で最も人口が集中している地域である。
13. スリ・ランカ国内総生産(GDP)は2000年8,570億ルピーであり、1990年代の年平均成長率は5.3%であった。2001年の経済成長は干ばつ及び発電用石油価格の上昇により低かった。コロンボ首都圏はスリ・ランカ経済にとって重要な地域であり国内総生産の約43%(3,700億ルピー、2000年)を生産している。特に製造業の生産シェアが高く、コロンボ首都圏で製造業全体の約70%を生産している。また、月世帯所得も9,230ルピーと全国平均の6,480ルピーより高い。

財政

14. 2000年のスリ・ランカ国の国家歳入は2,110億ルピーであるのに対し、歳出は3,360億ルピー(うち810億ルピーは資本歳出)であり、1,250億ルピーの財政赤字であった。2000年の累積財政赤字は国内総生産(GDP)の97%(1兆2,190億ルピー)に達した。財政状況は経済復興及び短期借入の返済により、2004年以降は改善される見込みである。
15. 予算配分は、必要性、緊急性、及び経済への貢献度により決定される。歳出項目は大きく、一般支出、対外援助事業関連支出、施設維持管理関連支出、スリ・ランカ政府関連事業支出に分けられる。対外援助による事業は、借入コストが低いこと、社会インフラ事業が中心でありスリ・ランカ政府のニーズに合っていることから優先的に採択されている。

洪水対策事業への支出状況

16. 洪水対策事業費(維持管理費を含む)は国家事業として中央政府からSLLRDCに「公共企業体への補助金」項目として支払われている。SLLRDCは公共企業体の中で最も多くの補助金を受けており、2000年には2,142百万ルピーを受けている。これは、国家歳出の0.6%、資本歳出の3.2%、公共企業体への補助金の17.8%を占める。SLLRDCが受けている補助金のうち、35百万ルピーは洪水対策施設の維持管理費に使用され、2,107百万ルピーは洪水対策施設建設に使用されている。

2.3 現況土地利用

17. 調査対象地域の土地利用区分を図 2.1 に示す。調査対象地域の土地利用を 1) 都市化域、2) 郊外、3) 水田、4) 湿地、5) 水面 (河川・湖沼)、6) その他 (農村、草地、森林等) に分類した。それぞれの面積と比率は以下のとおりである。

- 1) 都市化域 4,929 ha (6.1%)
- 2) 郊外 5,922 ha (7.3%)
- 3) 水田 14,229 ha (17.6%)
- 4) 湿地 2,016 ha (2.5%)
- 5) 水面 1,508 ha (1.9%)
- 6) その他 52,112 ha (64.6%)

2.4 自然環境及び社会環境

自然環境

18. 調査対象地域の環境的特徴は、都市域の河川・水路網を結ぶ湿地帯に象徴される。調査対象地域はスリ・ランカ国の中でも生物多様性が豊かな湿潤地帯である南西部海岸地域に位置している。調査対象地域の低地の多くは放棄水田、空き地または湿地である。調査対象地域の湿地の中でもムトゥラジャウエラ湿地 (3,068 ha) 及びベランウィラ - アッティディヤ湿地 (372 ha) は、スリ・ランカ国の固有種の鳥類や渡り鳥が飛来する保護地域となっている。
19. ベランウィラ - アッティディヤ湿地、スリ・ジャヤワルデナプラ・コッテ湿地 (449 ha) 及びネゴンボ・ラグーン (1,285 ha) を含む法的に指定された保護地域を図 2.2 に示す。これらの湿地に加えて、国内的に重要な湿地としてベイラ湖、ボルゴダ湖、コロンボ防波堤地区及びコロンボ洪水遊水地区が調査対象地域内に存在する。調査対象地域内の湿地は、廃棄物の投棄や汚水の流入、不法占有居住や無計画な埋立てにより総じて悪い環境状態にある。
20. 調査対象地域において表流水汚染は深刻な環境問題の一つである。家庭・産業排水による都市内水域の汚染は、水系の疾病による健康被害とともに環境問題を引き起こしている。最も深刻な水質汚染の問題は水路や下流の湖などで顕著である。調査対象地内では大雨時にセプティックタンクからの流出や水路への下水の流入が日常的に観察される。
21. コロンボ市は調査対象地域内で下水道システムを有する唯一の地方自治体である。同下水道システムは汚水と雨水が流入する合流式であり、未処理水を 2 箇所の海中放流管で海に排出している。報告によると下水道システム全体の 60% が疎通能力不足の状況であ

り、下水管は老朽化及び維持管理不足のためにしばしば損壊している。このような疎通能力不足のために溢水した下水が、他の排水路へ流入する結果となっている。

社会環境

22. 基本的な都市サービスが提供されておらず、低水準の社会インフラサービスまたは社会的に受容しがたい居住条件にある都市居住地区は未整備居住区（Under-Served Settlements: USS）と呼ばれる。USS の人口はコロンボ首都圏の全人口の 17% を占める 783,000 人である（1998 年）。USS に指定される居住区にはいくつかの種類があり、スラム、シャンティー、古い低所得世帯用低層住宅地区、住民移転住宅地区、老朽化住宅地区、無計画住宅地区、エレベータ設備のないアパート、郊外住宅地区等である。これらの中でスラムが全 USS の 71%、シャンティーが 12% と大勢を占めている。
23. 本調査において実施したコミュニティー・インベントリー調査（図 2.3 参照）結果によれば、調査対象地域内では約 100 万人が洪水の影響を受けやすい地区に居住している。このうち、約半数が大コロンボ流域に居住している。月収入が 3,000 ルピー未満の貧困世帯は上記調査対象者数の 30% を占め、約 62,800 世帯である。このうち大コロンボ流域とボルゴダ流域に貧困世帯が多く、それぞれ 26,900 世帯、22,300 世帯である。また、調査対象戸数の 13%、約 27,600 戸が洪水の影響を受けている。このうち 14,600 戸が大コロンボ流域内にある。
24. 本調査で提案する洪水対策計画の対象地域内及び周辺の居住世帯数は約 60,000 世帯（312,00 人）である。これらは洪水対策により何らかの直接的な影響を受ける潜在的な人口と考えられる。このうち約 5,600 世帯は不法占有居住世帯である。また、貧困ライン（世帯月収 3,000 ルピー）以下の世帯数は 18,600 世帯である。川沿いに居住する世帯数は対象 4 流域で合計 3,500 世帯であり、これらは洪水対策事業実施のため移転を要する可能性がある。雨季においてしばしば浸水する家屋数は約 8,800 戸と推定される。これらの家屋は洪水対策事業実施により浸水被害が軽減し便益を受けるものと考えられる。

2.5 洪水対策の現状

流域

25. 調査対象地域は河川流域区分に基づく 4 つの河川流域、ケラニ川下流域、その他海岸沿い小流域に区分される。調査対象とする流域はジャエラ流域、カルオヤ流域、大コロンボ流域、及びボルゴダ流域の 4 流域である。

流 域	流域面積 (km ²)	調査対象地域 (km ²)
ジャエラ	860	173
カルオヤ	58	58
大コロombo	2,292	89
ボルゴダ	85	85
ケラニ川下流域	394	394
その他海岸沿い小流域	31	31
合 計		830

既往の洪水対策事業

26. 大コロombo圏水辺環境改善第 1 期事業：コロombo市内と周辺域の主要排水路の改修が実施された。事業対象地域は図 2.4 に示すコロombo市、スリ・ジャヤワルデナブラ・コッテ市及びデヒワラ - マウントラビニア市にまたがる 85 km² の地域である。事業は 1992 ~ 1998 年にかけて実施された。主要排水路の改修総延長は 44 km である。
27. 大コロombo圏水辺環境改善第 2 期事業：コロombo市内の市街地に頻発する浸水を早急に緩和するため、市内 5 地区において都市排水路の修復・改善事業が実施された。これらは、図 2.4 に示すトリントン西地区計画、デマタゴダ計画、サン・セバスチャン第 2 計画、サーペントイン計画及びユニティー・プレイス計画である。事業は 1998 ~ 2001 年にかけて実施された。排水面積は合計 560 ha、都市排水路の改修総延長は 7 km である。

実施中の事業及び既存の計画

28. 大コロombo圏水辺環境改善第 3 期事業：コロombo市の南に隣接するデヒワラ - マウントラビニア市には既に都市化が及んでいるが、都市排水網は不十分なままとっている。図 2.4 に示すとおり、第 3 期事業はカウダナ地区計画及びアッティディヤ地区計画からなり、それぞれ都市排水路、暗渠等の改修・整備を含む。排水面積は合計 522 ha、排水路の改修・整備総延長は約 40 km である。事業は 2004 年 7 月に完成予定である。
29. ルナワ湖周辺環境改善事業：都市排水改善事業及びコミュニティ開発事業からなる。事業対象地域は図 2.4 に示すとおりである。都市排水改善事業には都市排水網の整備・改善、ルナワ湖の浚渫、住民移転地の造成及び維持管理機材の調達が含まれる。コミュニティ開発事業では住民移転地及び未整備居住地区における住民参加による居住環境改善が実施される予定である。

洪水被害発生状況

30. 本調査で実施した洪水被害実態調査の結果、図 2.5 に示すように調査対象地域において 394 ケ所の浸水頻発地区が確認された。これらの流域別分布状況は以下のとおりである。

流域	浸水頻発地区数	質問表調査地点数	年平均被害推定額 (百万ルピー)
ジャエラ流域	60	129	509
カルオヤ流域	45	104	329
大コロombo流域	148	441	549
ボルゴダ流域	141	334	370
調査対象地域	394	1008	1,757

浸水発生頻度

31. 浸水発生頻度を家屋外浸水と家屋内浸水に分類して調査した結果は以下のとおりである。

(単位：回数/年)

浸水	ジャエラ 流域	カルオヤ 流域	大コロombo 流域	ボルゴダ 流域	調査対象 地域
家屋外浸水	2.9	3.3	5.0	4.1	4.3
家屋内浸水	1.7	2.6	3.8	2.9	3.1

浸水継続期間

32. 浸水継続時間は流域によって異なる特徴を示している。ジャエラ流域とカルオヤ流域では浸水継続時間7日以上が多い。一方、大コロombo流域とボルゴダ流域では浸水継続期間1日以下が多く、流域の都市化が反映されている。浸水継続時間の平均、最大は以下のとおりである。

(単位：日/洪水)

浸水	ジャエラ 流域	カルオヤ 流域	大コロombo 流域	ボルゴダ 流域	調査対象 地域
平均	5.7	5.1	1.4	2.6	2.7
最大	9.3	9.5	3.1	5.2	5.3

現状における洪水問題

33. 調査対象流域の現況排水系統の及び洪水被害実態調査の結果より、各流域における洪水発生の主な原因は以下のとおり分類される。

流域	洪水発生原因
ジャエラ流域	<ul style="list-style-type: none"> 主要河川であるアッタナガルオヤ、ウルワルオヤ、ダンドゥガンオヤ、ジャエラの氾濫 ムトゥラジャウェラ湿地周囲の低地における排水不良 河川、湿地へ流入する排水路の未整備
カルオヤ流域	<ul style="list-style-type: none"> カルオヤとオールド・ネゴンボ水路からケラニ川への排水が困難 カルオヤとオールド・ネゴンボ水路へ流入する排水路の未整備 低地・湿地埋め立てによる流域の遊水機能減少
大コロombo流域	<ul style="list-style-type: none"> 既存都市排水網の老朽化、流下能力不足 ケラニ川堤外地への都市化進行
ボルゴダ流域	<ul style="list-style-type: none"> 河川、湿地へ流入する排水路の未整備 下流域湿地周囲の低地における排水不良

現況洪水被害

34. 洪水被害調査及び直接・間接洪水被害評価結果によれば、調査対象地域での現況での浸水面積及び洪水被害額は以下のように見積られる。

流域	確率別浸水面積 (ha)					年平均被害額 (百万 Rs.)
	2年確率	5年確率	10年確率	25年確率	50年確率	
ジャエラ流域	1,113	1,609	1,938	2,755	3,390	509
カルオヤ流域	283	384	449	496	558	329
大コロンボ流域	153	288	408	581	774	549
ボルゴダ流域	2,419	2,929	3,278	3,645	3,913	370
調査対象地域	3,968	5,210	6,073	7,477	8,635	1,757

2.6 河口処理

35. 調査対象地域の海岸沿いには図 2.6 に示すとおり 9ヶ所の河口がある。このうち、デヒワラ水路河口、ルナワ湖河口、タルピティヤ水路河口は閉塞された状態にあった(2001年11月現在)。洪水対策の観点からは、デヒワラ水路河口及びルナワ湖河口については閉塞防止の必要がある。タルピティヤ水路河口は大洪水時には人力で開削されている。
36. デヒワラ水路河口では河口を開放状態に保つため、2002年6月に2基の突堤が建設された。また、ウェラワッタ水路河口においても海岸侵食防止のため突堤1基が設けられている。デヒワラ水路河口突堤の効果についてモニタリングが行われており、今のところ乾季においてデヒワラ水路河口は開放状態となっているものの、ウェラワッタ水路河口に影響が及んで河口閉塞が生じている。ルナワ湖河口は定期的に人力で開削されている。

2.7 組織・制度

洪水対策事業に関連する組織・制度の現状

37. スリ・ランカ国の行政機構を図 2.7 に示す。洪水対策事業の計画、建設、運営・維持管理については多くの政府機関が関係している。主な政府機関としてはスリ・ランカ土地開発公社(SLLRDC)、灌漑局(Irrigation Department)、州灌漑局(Provincial Irrigation Department)及び地方自治体(Local Authorities)があり、実施機関としての役割を担う。関係機関としては都市開発庁(Urban Development Authority)及び農業開発局(Agrarian Development Department)が土地利用と開発規制、土地省(Ministry of Land)、都市居住区整備部(Urban Settlement Improvement Program Unit)及び都市開発庁の都市住宅部(Urban Housing Division)が土地取得と住民移転、環境庁(Central Environmental Authority)が環境対策に係る規制の役割をそれぞれ担っている。

運営・維持管理体制の現状

38. 規模の大きい河川以外については、SLLRDC と地方自治体が洪水対策事業の運営・維持管理を担っている。SLLRDC は政府機関であり指定地域の洪水対策施設の運営・維持管理を行う責任がある。一方、地方自治体(Municipal Council, Urban Council, Pradesiya Sabha の区分がある) はそれぞれの行政区内の洪水対策施設の運営・維持管理を担当する。SLLRDC の組織図を図 2.8 と図 2.9 に示す。

問題点

39. 洪水対策分野に係る現行の組織・制度において、洪水対策事業を適切かつ持続的に実施するためには、以下の問題点について検討すべきと考えられる。
- 1) 灌漑局、SLLRDC、地方自治体、道路開発庁 (Road Development Authority) 等、洪水対策事業に係わる機関の役割分担が明確でない。
 - 2) 保全すべき洪水遊水地を明確に示した国レベル、地方自治体レベルの土地利用計画が策定されていない。
 - 3) 低湿地の開発を規制し不法な埋め立てを取り締まるための法制度が機能していない。
 - 4) 洪水対策事業を実施するための人材、予算、機材が不足している。

2.8 援助動向

40. スリ・ランカ国では諸外国・援助機関からの支援が開発事業を実施するうえで重要な位置を占めている。30 以上の DAC 諸国及び援助機関が同国を支援しており、1995～2000 年の年平均援助総額 (合意ベース) は 553 億ルピーである。一方、洪水対策事業を支援しているドナーは少ない。日本は洪水対策事業を支援している主要なドナーであり、これまでの援助累計額は 159 億ルピーにのぼる。また、アジア開発銀行の支援による都市開発・低所得者住宅事業のように、都市開発または地域開発事業のなかで小規模な洪水対策事業が実施されている場合もある。

第3章 水文・水理解析

降雨解析

41. 調査対象地域内及び周辺に設置されている気象局の14ヶ所の雨量観測所のデータに基づき、各対象流域の流域平均確率日雨量を以下のとおり算定した。

確率年	流域平均確率日雨量 (mm)			
	ジャエラ流域 (800 km ²)	カルオヤ流域 (58 km ²)	大コロombo流域 (85 km ²)	ボルゴダ流域 (394 km ²)
2	102.8	129.7	117.3	103.2
5	134.5	184.2	175.7	137.0
10	155.9	220.3	214.3	159.7
25	182.8	266.0	269.6	188.3
50	202.8	299.8	320.1	209.6

42. 計画降雨波形は、調査対象地域内3ヶ所の雨量観測所から得られた時間雨量データに基づき検討した。調査対象地域の降雨継続時間は概ね1日未満であり、一降雨に2~3回の短時間豪雨を含むのが特徴である。過去の記録より1999年4月に発生した実績豪雨の時間分布を計画降雨波形として採用した。

流出解析及び氾濫解析

43. 調査対象地域の流出モデル及び氾濫水理モデルの作成及びシミュレーション解析には、幅広く使用されているソフトウェアのMIKE11を使用した。各流域の流末点における、現況土地利用の場合の確率洪水流量は以下のとおりとなる。

確率年	確率洪水流量 (m ³ /sec)			
	ジャエラ流域 (800 km ²)	カルオヤ流域 (58 km ²)	大コロombo流域 (85 km ²)	ボルゴダ流域 (394 km ²)
2	104.9	2.4	31.1	105.6
5	156.5	3.2	55.9	116.0
10	192.0	12.9	74.5	124.1
25	235.0	17.6	103.4	135.0
50	266.4	21.0	132.2	143.5

第 4 章 洪水対策マスタープランの策定

4.1 社会経済フレーム

44. 「コロンボ首都圏開発計画 (Colombo Metropolitan Regional Structure Plan: CMRSP)」は 2010 年を目標年としており、調査対象地域を含む地域の将来社会経済状況を示している。本洪水対策マスタープランにおける将来社会状況は、CMRSP を基本にすることとし、目標年次も 2010 年とする。調査対象地域の将来人口は CMRSP で計画されている CMR の人口に基づいて推計した。CMRSP によると CMR の人口は伸び率を 2.5% とし、2010 年に 650 万人に増加すると予測している。この結果に基づき調査対象地域の将来人口は 418 万人に増加するものと想定した。
45. 調査対象地域の経済フレームは、産業構造の特性、「ヴィジョン 2010 スリ・ランカ」(2001 年)で示されているスリ・ランカ経済の動向により設定した。地域総生産 (GRDP) の平均成長率は 2005 年までは 7.2%、2010 年までは 7.9% とした。その結果、調査対象地域の GRDP は 2000 年の 3,700 億ルピーから 2010 年には 6,120 億ルピーに増加するものと予想した。セクター別シェアは農業が 2%、工業は 50%、サービス業は 48% となる。

4.2 将来土地利用

46. 図 4.1 に将来土地利用予測を示す。将来土地利用予測には将来の開発の傾向、都市化進行状況等の土地利用変化要因を考慮した。将来土地利用予測における土地利用分類別の面積と比率は以下のとおりである。

- 1) 都市化域 10,735 ha (13.3%)
- 2) 郊外 16,950 ha (21.0%)
- 3) 水田 13,480 ha (16.7%)
- 4) 湿地 1,937 ha (2.4%)
- 5) 水面 1,533 ha (1.9%)
- 6) その他 (農村、森林、草地) 36,081 ha (44.7%)

47. 流域別ではカルオヤ流域とケラニ川下流域で都市化が急速に進行すると予測され、カルオヤ流域とボルゴダ流域北部(ウェラス川流域)では都市化域が拡大すると予測される。このため、カルオヤ流域では水田と湿地が減少すると予測される。また、ジャエラ流域では水田が減少すると予想される。

4.3 計画規模及び総合的な洪水対策計画

48. スリ・ランカ国では洪水対策計画の計画規模 (確率年) を定めるための指針は作成されていない。このため、計画規模については日本で使用されている指針を参考とした。洪水対策マスタープランの計画規模は、この分野における将来的な政策を左右する最も基本的な事項のひとつであることから、本来はスリ・ランカ政府が決定するべきである。

このため、本調査では洪水対策マスタープラン計画規模として 50 年確率、25 年確率、10 年確率の 3 つのオプションを提示することとしたが、コロンボ首都圏の地理的な重要性を考慮し、各対象流域の本川については 50 年確率を、また、比較的排水面積の小さい支川、都市排水路については 5～10 年確率を提案した。

49. 本調査では以下の対策からなる総合的な洪水対策計画を策定した。
- 1) 構造物対策
 - 2) 非構造物対策
 - 3) 組織・制度整備計画
 - 4) 運営・維持管理計画
 - 5) 人材育成計画

4.4 ジャエラ流域洪水対策計画

計画基本方針

50. 調査対象地域の将来土地利用予測では、ジャエラ流域における都市域の拡大はネゴンボ道路沿いと内陸部のガンパハ及びミヌワンゴダ周辺に限られ、流域の大部分で 2010 年の土地利用状況は現状と大きく変わらないものと想定している。将来的な流域の都市化による河川への流出増はほとんどないと考えられる。よって、ジャエラ流域の洪水対策計画はネゴンボ道路沿いの都市域を対象とし、ジャエラ下流部及びダンドゥガンオヤ下流部の河川改修、内陸部の水田地区及び最下流域のムトゥラジャウェラ湿地地区の洪水遊水地としての保全を検討する。

構造物対策

51. 計画規模洪水である 50 年確率洪水に対し、図 4.2 に示す構造物対策案の組み合わせによる以下の洪水対策代替案の比較検討を行った。

代替案	内容
J1	ジャエラ改修（河幅 45m、延長 7km） ダンドゥガンオヤ改修（河幅 55/65m、延長 9.9km） 洪水遊水地
J2	ジャエラ改修（河幅 50m、延長 7km） ダンドゥガンオヤ改修（河幅 60/70m、延長 9.9km） 洪水遊水地
J3	ジャエラ改修（河幅 55m、延長 7km） ダンドゥガンオヤ改修（河幅 65/75m、延長 9.9km） 洪水遊水地
J4	ジャエラ改修（河幅 45m、延長 7km） ダンドゥガンオヤ改修（河幅 55/65m、延長 9.9km） コトゥゴダ - セードゥワ放水路（幅 20m、延長 3.1km） 洪水遊水地
J5	ジャエラ改修（河幅 60m、延長 7km） ダンドゥガンオヤ改修（河幅 70/80m、延長 9.9km） 洪水遊水地
J6	ジャエラ改修（河幅 70m、延長 7km） ダンドゥガンオヤ改修（河幅 90/100m、延長 9.9km） 洪水遊水地

52. 内陸部水田地区の洪水遊水地は図 4.2 に示す 4 カ所と想定される。これらを上流域の 2 カ所（計 376 ha）と下流域の 2 カ所（計 1,357 ha）に区分した。上流洪水遊水地の面積は変わらないものとし、下流洪水遊水地の面積を変えたケースについて比較検討を行った。この検討においては各基準点の許容水位を、現況土地利用での 50 年確率洪水水位に基づき、以下のように設定した。

計画規模	ジャエラ ネゴンボ道路横断地点	ダンドゥガンオヤ ネゴンボ道路横断地点	下流洪水遊水地
50 年確率	標高 1.65 m	標高 1.58 m	標高 3.50 m

53. 上記の各代替案について、計画洪水水位が基準点の許容水位を超えないことを条件として洪水遊水地の必要最小面積を検討した結果は以下のとおりである。

代替案	洪水遊水地 必要最小面積 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
J1	920+376	2,663	264	1.10	10.9
J2	650+376	2,965	349	1.30	12.6
J3	560+376	3,507	394	1.24	12.1
J4	1,150+376	3,029	191	0.84	8.7
J5	500+376	3,679	440	1.34	12.9
J6	330+376	4,400	645	1.63	15.2

計画規模のオプション

54. 計画規模のオプションとして 25 年確率、10 年確率の場合について 50 年確率の場合と同様の検討を行なった。25 年確率、10 年確率に対する各基準点の許容水位は以下のとおりである。

計画規模	ジャエラ ネゴンボ道路横断地点	ダンドゥガンオヤ ネゴンボ道路横断地点	下流洪水遊水地
25年確率	標高 1.47 m	標高 1.43 m	標高 3.24 m
10年確率	標高 1.24 m	標高 1.22 m	標高 2.83 m

55. 計画規模 25 年確率、10 年確率について、計画洪水水位が基準点の許容水位を超えないことを条件として洪水遊水地の必要最小面積を検討した結果は以下のとおりである。

a) 計画規模 25 年確率

代替案	洪水遊水地 必要最小面積 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
J1	1,170+376	2,222	132	0.66	6.5
J2	1,080+376	2,288	188	0.90	9.1
J3	950+376	2,381	266	1.22	11.9
J4	1,357+376	2,462	156	0.88	9.0
J5	930+376	2,471	282	1.25	12.2
J6	780+376	2,830	383	1.47	13.5

b) 計画規模 10 年確率

代替案	洪水遊水地 必要最小面積 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
J1	1,020+376	2,076	207	1.04	10.4
J2	950+376	2,147	250	1.22	12.0
J3	850+376	2,249	310	1.49	14.2
J4	1,357+376	2,345	137	0.88	9.1
J5	810+376	2,331	335	1.55	14.8
J6	680+376	2,699	420	1.69	15.2

ジャエラ流域洪水対策計画案

56. 経済評価の結果、計画規模 50 年確率では J6 案が最も高い経済性を示している。しかしながら、最下流部の計画河幅がジャエラで 80 m、ダンドゥガンオヤで 100 m となり、現在建設中のコロンボ - カトナヤケ高速道路の橋長 (ジャエラ 60 m、ダンドゥガンオヤ 80 m) を超える。J6 案採用には橋梁の設計・施工のやり直しが生じ現実的ではない。一方、両河川の計画河幅をコロンボ - カトナヤケ高速道路の橋長に一致させた J5 案は J6 案に次いで高い経済性を示している。よって、J5 案をジャエラ流域洪水対策計画として提案する。提案の洪水対策計画を図 4.3 に示す。

対策	諸元
ジャエラ河川改修	計画河幅 60 m、延長 7.0 km
ダンドゥガンオヤ河川改修	区間 1：計画河幅 70 m、延長 4.0 km 区間 2：計画河幅 80 m、延長 5.9 km
洪水洪水遊水地	上流洪水遊水地 376 ha、下流洪水遊水地 500 ha

4.5 カルオヤ流域洪水対策計画

計画基本方針

57. カルオヤ流域は地形的に自然排水が困難であることに加え、流末のケラニ川の水位の影響を受けやすい。流域は将来的に開発が進行するものと予測されていることから、排水不良を改善するための抜本的な対策、及び流域の都市化による流出増への対策が必要である。したがって、カルオヤ流域洪水対策計画については、河川改修、放水路、ポンプ場、洪水遊水地、流域貯留施設等を含めた対策案を検討する。

構造物対策

58. より効果的な対策の選定のため図 4.4 に示す各個別対策案について 50 年確率洪水に対する効果を予備検討した。

対策案	内容
K1	カルオヤ河川改修（河幅 40 m、延長 5 km）+ 洪水遊水地
K2	カルオヤ河川改修（河幅 45 m、延長 5 km）+ 洪水遊水地
K3	カルオヤ河川改修（河幅 50 m、延長 5 km）+ 洪水遊水地
K4	ワッタラポンプ場（排水量 10 m ³ /sec）+ 洪水遊水地
K5	ワッタラポンプ場（排水量 20 m ³ /sec）+ 洪水遊水地
K6	ワッタラポンプ場（排水量 30 m ³ /sec）+ 洪水遊水地
K7	ムトゥラジャウエラ低湿地放水路（河幅 30 m、延長 2.4 km）+ 洪水遊水地
K8	オールド・ネゴンボ水路改修（水路幅 30 m、延長 4.2 km）+ 洪水遊水地
K9	オールド・ネゴンボ水路改修（水路幅 35 m、延長 4.2 km）+ 洪水遊水地
K10	オールド・ネゴンボ水路改修（水路幅 40 m、延長 4.2 km）+ 洪水遊水地

59. カルオヤ流域内の洪水遊水地となりうる低湿地は図 4.4 に示すとおりであり、地形条件により上流洪水遊水地（89 ha）及び下流洪水遊水地（434 ha）に区分した。上流洪水遊水地の面積は変わらないものとし、下流洪水遊水地の面積を変えたケースについて比較検討を行った。検討においては下流洪水遊水地内の基準点における許容水位を、現況土地利用での 50 年確率洪水水位に基づき標高 1.67 m に設定した。

60. 計画規模 50 年確率に対応するためには上記対策案の組み合わせが必要となる。よって、以下の組み合わせによる代替案を比較検討した。

代替案	内容
K11	K1 + K8 + 洪水遊水地
K12	K2 + K9 + 洪水遊水地
K13	K3 + K10 + 洪水遊水地
K14	K1 + K7 + K8 + 洪水遊水地
K15	K1 + K6 + K8 + 洪水遊水地
K16	K1 + K7 + 洪水遊水地
K17	K1 + K9 + 洪水遊水地
K18	K1 + K10 + 洪水遊水地
K19	K3 + K7 + K10 + 洪水遊水地
K20	K3 + K6 + K7 + K10 + 洪水遊水地

61. 上記の各代替案について、計画水位が基準点の許容水位を超えないとして洪水遊水地の必要最小面積を検討した結果は以下のとおりである。

代替案	洪水遊水地 必要最小面積 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
K11	434+89	1,927	162	1.02	10.2
K12	434+89	2,182	192	1.08	10.7
K13	360+89	2,463	422	1.94	17.4
K14	290+89	2,806	655	2.61	21.9
K15	340+89	5,896	519	0.95	9.5
K16	340+89	2,390	493	2.33	20.0
K17	434+89	2,001	173	1.05	10.4
K18	434+89	2,136	182	1.04	10.4
K19	200+89	3,331	888	2.97	24.1
K20	160+89	7,422	1,113	1.65	15.5

計画規模のオプション

62. 計画規模のオプションとして25年確率、10年確率の場合について50年確率の場合と同様の検討を行なった。基準点の許容水位はそれぞれ標高1.60m、標高1.51mとした。計画洪水水位が各基準点の許容水位を超えないことを条件として洪水遊水地の必要最小面積を検討した結果は以下のとおりである。

a) 計画規模 25年確率

代替案	洪水遊水地 必要最小面積 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
K11	434+89	1,772	148	1.08	10.7
K12	390+89	1,879	298	1.90	16.8
K13	330+89	1,975	489	2.84	23.0
K14	265+89	2,594	690	2.98	24.1
K15	250+89	5,762	797	1.53	14.6
K16	310+89	2,249	551	2.78	22.8
K17	434+89	1,802	161	1.17	11.3
K18	390+89	1,801	302	2.00	17.5
K19	175+89	2,807	987	3.90	29.3

b) 計画規模 10年確率

代替案	洪水遊水地 必要最小面積 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
K11	434+89	1,751	149	1.25	11.8
K12	320+89	1,810	405	3.41	25.7
K13	250+89	1,899	618	4.66	32.1
K14	215+89	2,533	713	3.84	28.5
K15	150+89	5,671	969	2.66	21.9
K16	290+89	2,219	481	3.04	24.0
K17	325+89	1,704	389	3.50	26.2
K18	275+89	1,699	525	4.59	31.6

63. カルオヤ流域からムトラジャウェラ湿地への放水路案（K7案）を含む案は他案に比べて経済性が高くなっている。しかし、この案は既に建設中のコロombo - カトナヤケ高速道路に新たな開口部を設けることが必要となる。技術的には可能であるものの、実施中の高速道路建設を大幅に見直す必要性を伴うことから、現段階では現実的な案ではないと判断する。

カルオヤ流域洪水対策計画案

64. 上記放水路案を除く代替案の中では、計画規模50年確率においてK13案の経済性が最も高い。よって、K13案をカルオヤ流域洪水対策計画として提案する。提案の洪水対策計画を図4.5に示す。

対策	諸元
カルオヤ河川改修	区間1：計画河幅25m、延長3.8km 区間2：計画河幅50m、延長1.2km
オールドネゴンボ水路改修	計画河幅40m、延長4.5km
洪水洪水遊水地	上流洪水遊水地89ha、下流洪水遊水地360ha

4.6 大コロombo流域洪水対策計画

計画基本方針

65. 大コロombo流域では既存の都市域から郊外へと都市化が進行するものと予測される。このため、将来の流域からの流出増への対策が必要である。既存の主要排水路網は都市域を流下しており、その拡幅は困難である。よって、既存の洪水遊水地及び利用可能な低湿地を洪水遊水地として保全することが不可欠である。一方、現状の治水安全度をさらに向上させるためには排水網の能力を強化することが必要である。これらの考察に基づき、水路改修、放水路、ポンプ場、放水路トンネル等を含む対策案を検討する。
66. より効果的な対策案選定のため図4.6に示す各対策案について50年確率洪水に対する効果を予備検討する。

対策案	内容
G1	マラダナポンプ場（排水量5m ³ /sec）+ ゴール・フェイス放水口改修 + 洪水遊水地
G2	マラダナポンプ場（排水量10m ³ /sec）+ ゴール・フェイス放水口改修 + 洪水遊水地
G3	ノース・ロックポンプ場（排水量10m ³ /sec）+ 洪水遊水地
G4	ノース・ロックポンプ場（排水量20m ³ /sec）+ 洪水遊水地
G5	ゴタトゥワポンプ場（排水量20m ³ /sec）+ 洪水遊水地
G6	ゴタトゥワポンプ場（排水量30m ³ /sec）+ 洪水遊水地
G7	マディウェラ南放水路（水路幅40m、延長8.8km）+ 洪水遊水地
G8	既存ムトワ放水路トンネル修復（径1.8m、延長554m）+ 洪水遊水地
G9	新規ムトワ放水路トンネル建設（径3.0m、延長740m）+ 洪水遊水地
G10	新規ムトワ放水路トンネル建設（径4.0m、延長740m）+ 洪水遊水地
G11	ウェラワッタ水路拡幅（水路幅35m、延長1.9km）+ キリラポン水路拡幅（水路幅25m、延長1.2km）+ 洪水遊水地

67. 大コロナボ流域内の洪水遊水地となりうる低湿地は図 4.6 に示すとおりであり、主な洪水遊水地はコロナワ湿地、ヒーン湿地、コッテ湿地である。これらを含め流域内の標高 2.0 m 以下の土地が洪水遊水地となりうるであれば、その面積は計 435 ha となる。この洪水遊水面積を変化させたケースの比較検討を行う。検討では、主要洪水遊水地内の基準点における許容水位として既存の洪水対策事業において用いられている許容水位の標高 1.75 m を適用する。
68. 計画規模 50 年確率に対応するためには上記対策案の組み合わせによる対策が必要となる。以下の組み合わせによる代替案を比較検討する。

代替案	内 容
G12	G7+G8 + 洪水遊水地
G13	G7+G9 + 洪水遊水地
G14	G7+G10 + 洪水遊水地
G15	G8+G9 + 洪水遊水地
G16	G8+G10 + 洪水遊水地
G17	G7 + G11 + 洪水遊水地
G18	G7 + G8 + G9 + 洪水遊水地
G19	G7 + G8 + G10 + 洪水遊水地
G20	G7 + G8 + G11 + 洪水遊水地
G21	G7 + G9 + G11 + 洪水遊水地
G22	G7 + G10 + G11 + 洪水遊水地
G23	G7 + G8 + G10 + G11 + 洪水遊水地
G24	G4 + G7 + G8 + G10 + G11 + 洪水遊水地

69. 上記の各代替案で計画規模 50 年確率において計画洪水水位が基準点の許容水位を超えないという条件を満足するのは G17 ~ G24 である。計画水位が基準点の許容水位を超えないとして洪水遊水地の必要最小面積を検討した結果は以下のとおりである。

代替案	洪水遊水地 必要最小面積 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
G17	435	5,393	678	1.40	13.5
G18	435	4,473	681	1.70	15.7
G19	380	4,389	886	2.23	19.5
G20	360	5,307	933	1.93	17.5
G21	320	5,940	1,114	2.06	18.4
G22	290	6,009	1,251	2.28	20.0
G23	280	6,133	1,303	2.33	20.3
G24	170	8,804	1,850	2.32	20.3

計画規模のオプション

70. 計画規模のオプションとして 25 年確率、10 年確率の場合について 50 年確率と同様の検討を行った。基準点の許容水位はそれぞれ標高 1.75 m、標高 1.53 m とした。計画規模 25 年確率、10 年確率について、それぞれ計画水位が基準点の許容水位を超えないとして洪水遊水地の必要最小面積を検討した結果は以下のとおりである。

a) 計画規模 25 年確率

代替案	洪水遊水地 必要最小面積 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
G7	190	3,327	1,144	3.74	27.8
G10	340	855	452	5.72	38.3
G12	170	3,451	1,247	3.94	29.8
G13	150	4,112	1,373	3.65	28.2
G14	135	4,181	1,461	3.83	29.1
G15	320	908	478	4.83	37.4
G16	310	978	549	6.09	39.8
G17	125	4,305	1,515	3.86	29.3

b) 計画規模 10 年確率

代替案	洪水遊水地 必要最小面積 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
G8	120	302	103	3.81	28.9
G9	90	785	295	4.22	30.8
G10	65	855	393	5.12	35.1

大コロボ流域洪水対策計画案

71. 計画規模 50 年確率においては G19、G22、G23、G24 案の経済性が高いが、大差はない。一方、事業費規模の面では G19 案 (G7 + G8 + G10) が最小である。よって、G19 案を大コロボ流域洪水対策計画として提案する。提案の洪水対策計画を図 4.7 に示す。

対 策	諸 元
マディウエラ南放水路	計画水路幅 32 m、延長 8.8 km
既存ムトワル放水トンネル修復	径 1.8 m、延長 554 m
新規ムトワル放水路トンネル建設	径 4.0 m、延長 740 m
洪水遊水地	380ha

4.7 ボルゴダ流域洪水対策計画

計画基本方針

72. ボルゴダ流域は北ボルゴダ湖と南ボルゴダ湖の 2 つの湖とこれらを繋ぐ水路からなる下流域の低湿地帯の排水システムの存在で特徴づけられる。将来土地利用予測によれば、北部のウェラス川流域以外では流域が広範な都市化はないものと予測されている。既存

の水域及びその周辺の低湿地を保全することは、流域全体としての洪水対策及び環境保全の観点から、重要なことである。

73. 一方、ウェラス川流域では、現状における洪水被害の軽減及び将来の都市化による流出増に対応するため、本川及び支川の洪水対策が必要である。よって、ボルゴダ流域洪水対策計画はウェラス川流域に主眼をおいて検討するものとする。

構造物対策

74. ボルゴダ流域全体の構造物対策案を図 4.8 に示す。ウェラス川流域の対策案は図 4.9 に示すとおりであり、大きく以下の 7 支流域に対する対策案からなる。

支流域	内 容
(1)ウェラス川	本川浚渫（延長 5.5 km）右岸堤防建設（延長 2.3 km）ウェラス川沼沢地洪水遊水地（65 ha）マハ川低湿地洪水遊水地（132 ha）
(2)ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ	ヌゲゴダ水路改修（延長 1.58 km）デルカンダ水路改修（延長 1.76 km）ラッタナピティヤ水路改修（延長 2.13 km）洪水遊水地（計 36 ha）
(3)ボルゴダ水路	ボルゴダ水路改修（延長 2.4 km）ベランウィラ - アッティディヤ低湿地洪水遊水地（108 ha）
(4)ボラレスガムワ北	デパワ水路改修（延長 3.09 km）
(5)ボラレスガムワ南	ウェラハラ水路改修（延長 0.98 km）
(6)マハ川	マハ川改修（延長 2.7 km）支川改修（延長 1.76 km）
(7)ラトマラナ - モラトゥウ	都市排水改善・整備（総延長 11.12 km）雨水調整池（2カ所、計 13 ha）カトゥベツダ水路改修（延長 1.25 km）洪水遊水地（計 23ha）

75. ウェラス川本川浚渫案については、上記 7 支流域の対策案が実施されるという条件のもとに浚渫幅として 20 m、40 m、60 m の 3 ケースを比較検討した。それぞれの浚渫幅に対する基準点の水位計算結果は以下のとおりである。

浚渫幅	基準点水位（標高：m）		
	エラウェラ道路	ポルパナ橋梁	マハ川合流点
20 m	1.42	1.01	0.95
40 m	1.41	0.99	0.93
60 m	1.41	0.96	0.88

76. 上記各浚渫幅案に対する経済評価結果は以下のとおりである。このうち最も経済性のよい浚渫幅 40 m 案を採用する。

浚渫幅	事業費 （百万ルピー）	年平均便益 （百万ルピー）	B/C	EIRR （%）
20 m	5,128	624	1.50	13.9
40 m	5,317	706	1.60	14.7
60 m	5,657	715	1.52	14.1

ウェラス川流域の必要洪水遊水地

77. ウェラス川流域の将来土地利用予測に基づく洪水遊水地を図4.10に示す。この洪水遊水地が減少する場合の影響を、50年確率洪水を対象に洪水遊水地面積とウェラス川水位との関係を用いて評価した。洪水対策ありの条件のもとで遊水地面積が減少する場合の水位計算を行い、計算水位が洪水対策なしの場合の水位（許容水位）に達した時点で得られる遊水地面積を必要最小面積とする。図4.11に必要最小洪水遊水地を示す。流域内の各遊水地の必要最小面積は以下のとおりである。

洪水遊水地	将来土地利用予測に基づく洪水遊水地面積(ha)	洪水遊水地必要最小面積(ha)
ヌゲゴダ水路 上流	7	7
ヌゲゴダ水路 下流	20	20
デルカンダ水路	9	9
ベランウィラ - アッティディヤ湿地	108	88
ウェラス川 沼沢地	65	65
マハ川 湿地	132	106
カトゥベッタ水路	23	0
トゥンボウィラ水路	8	0
計	372	295

78. ウェラス川流域洪水対策計画の洪水遊水地面積を295haとした場合について、372haとの面積差分の77haが開発目的に活用されるものと仮定し経済評価を行った結果は以下のとおりである。

洪水遊水地面積	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B-C (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
295 ha	5,102	1,022	3,768	2.22	19.2

計画規模のオプション

79. 計画規模のオプションとして25年確率、10年確率の場合について50年確率と同様の対策案（遊水地面積295ha）で検討を行った。それぞれの計画規模におけるウェラス川基準点の水位は以下のとおりである。

計画規模 (確率年)	基準点水位 (標高, m)		
	エラウェラ道路	ボルパナ橋梁	マハ川合流点
25年	1.33	0.92	0.85
10年	1.20	0.82	0.77

80. 上記25年確率、10年確率規模の場合について洪水遊水地面積を295haとした場合の経済評価結果は以下のとおりである。

計画規模 (確率年)	洪水遊水地 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
25年	295	5,100	1,012	2.29	19.6
10年	295	5,099	955	2.17	18.8

ボルゴダ流域低地の減少による影響

81. ボルゴダ流域下流部の2つの湖周囲の低湿地が減少することによる影響を50年確率洪水について検討した。低湿地面積 - 標高の関係と流域内基準点の水位計算結果は以下のとおりである。

標高 (m)	低湿地面積 (ha)	基準点水位 (標高: m)		
		ウェラス川	北ボルゴダ湖	南ボルゴダ湖
1.5	4,739	1.43	0.69	0.78
1.0	3,710	1.51	0.70	0.79
0.5	2,227	1.73	0.74	0.83
0.0	950	1.89	0.78	0.92

82. 北ボルゴダ湖と南ボルゴダ湖の湖水面積は合計で約1,100 ha(湖水位標高1.0 m)である。上記の結果からは、低湿地がほぼ消失しても湖水位の上昇は10 cm程度と小さい。しかしながら、上記の検討は2010年までボルゴダ流域の大部分においてほとんど開発が進展しないという土地利用予測に基づくものである。流域が広範囲に開発された場合は、湖水位はかなり上昇するものと考えられる。

ボルゴダ流域洪水対策計画案

83. 以上の検討結果より、ボルゴダ流域全体の洪水対策計画を以下のとおり提案する。提案はウェラス川流域洪水対策計画とボルゴダ流域低湿地保全から成り、ボルゴダ流域全体洪水対策計画は図4.12、ウェラス川流域洪水対策計画は図4.13示すとおりである。

1) ウェラス川流域洪水対策計画

計画案	内容
(1)ウェラス川計画	浚渫(延長5.5 km、幅19~40 m) 右岸堤防建設(延長2.3 km) ウェラス川沼沢地洪水遊水地(65 ha) マ八川低湿地洪水遊水地(106 ha)
(2)ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画	ヌゲゴダ水路改修(延長1.58 km、水路幅5~13 m) デルカンダ水路改修(延長1.76 km、水路幅3~13.5 m) ラッタナピティヤ水路改修(延長2.13 km、水路幅19 m) 洪水遊水地(計36 ha)
(3)ボルゴダ水路計画	ボルゴダ水路改修(延長2.4 km、水路幅15~19 m) ペランウィラ - アッティディヤ低湿地洪水遊水地(88 ha)
(4)ボラレスガムワ北計画	デバワ水路改修(延長3.09 km、水路幅6 m)
(5)ボラレスガムワ南計画	ウェラハラ水路改修(延長0.98 km、水路幅15 m)
(6)マ八川計画	マ八川改修(延長2.7 km、水路幅32 m) 支川改修(延長1.76 km、水路幅15 m)
(7)ラトマラナ - モラトゥウ計画	都市排水改善・整備(総延長11.12 km、水路幅0.8~6 m) 雨水調整池(2カ所、計13 ha) カトゥベッタ水路改修(延長1.25 km、水路幅8 m)

- 2) ボルゴダ流域低湿地保全：4,793 ha

4.8 非構造物対策

84. 洪水対策計画は構造物対策に加え、非構造物対策を講ずることでより効果的となる。調査対象地域については、各対象流域の状況を考慮し、構造物対策を補完するうえで以下の非構造物対策を考慮する。
- 1) 洪水遊水地の管理
 - 2) 都市開発地区における開発規制
 - 3) 低地の土地利用規制
 - 4) 洪水情報の公開
 - 5) 建物の耐水化
 - 6) 水防活動
85. 洪水遊水地の管理：氾濫源管理の一方策である。前述したように、洪水遊水地は技術的・経済的見地から洪水対策上、非常に重要である。遊水地が確保されない場合、洪水を河川・水路のみで流下させるのは非常に困難であり、また、そのような対応は膨大な費用を要する。よって、以下の対策により洪水遊水地を保全することを提案する。
- 1) 洪水遊水地の法的指定
 - 2) 洪水遊水地における土地利用規制
 - 3) 不法行為の取締り強化
86. 都市開発地区における開発規制：都市化の進行は流域からの流出増を引き起こすが、これに対応すべく河川・水路の流下能力を増加することには限界がある。流域からの流出を抑制するため、都市開発担当の政府機関を含め、すべての開発者に対し開発事業の実施において流出抑制施設の設置を義務付けるものとする。
87. 低湿地の土地利用規制：調査対象地域において浸水被害を受けている家屋は、元々氾濫源であった低い土地及びその周辺に建設されたものであることが多い。同様の状況を繰り返さないため、低地の土地利用を管理し氾濫源での家屋建設を防止するものとする。
88. 洪水情報の公開：洪水遊水地を適切に保全するため、関連法規、不法行為、洪水遊水地の境界等、必要な情報を公開することにより、洪水対策への社会的合意形成を図るものとする。さらに、住宅地・低地の洪水発生状況についての情報公開は、洪水被害軽減に寄与するものと期待される。このような情報公開により、住民自らが洪水の危険がある低地への居住を避けるとともに、いかにして洪水に対処するかを理解させる。
89. 建物の耐水化：原則的には低湿地や洪水遊水地等の氾濫源に存在する家屋は移転させることが望ましい。しかし、様々な事情により氾濫源に居住せざるを得ない場合には、建

物基礎のかさ上げ、ピロティ形式、防水壁、家屋の防水工等、家屋の耐水化等の対策を導入するものとする。

90. 水防活動：洪水対策が実施された場合でも、その計画規模を超える洪水が発生すれば被害発生は避けられない。このような超過洪水による被害をできるだけ軽減するためには、水防活動、洪水情報の公開等の予防措置が必要である。調査対象地域では水防活動体制が形成されていることから、その充実を図るものとする。

4.9 河口処理対策

91. デヒワラ水路河口、ルナワ湖河口、及びタルピティヤ水路河口において河口閉塞が発生している。そのうち、タルピティヤ水路河口は洪水対策上それほど重要ではない。ボルゴダ流域では、ボルゴダ川、パナドゥラ川、アルツ水路及びカブ水路が流域の主要な排水系統を形成しており、タルピティヤ水路河口に対する対策は当面不要と考えられる。
92. デヒワラ水路河口では2002年6月に2つの突堤が完成した。大コロongo流域の洪水対策上、デヒワラ水路河口が常時開放されることにより流域内の洪水位を低減できることが期待される。しかしながら、突堤完成後の周辺海岸への影響については未だ十分に把握されていない。デヒワラ水路河口とウェラワッタ水路河口及び付近の海岸への影響を注意深く観察することが極めて重要である。
93. ルナワ湖流域は海岸沿いの独立した流域であり、現在、ルナワ湖周辺環境改善事業の開始待ちの状況にある。河口閉塞には当面人力開削で対応しなければならないが、デヒワラ水路河口の状況も見極めたうえで、恒久対策についてさらに検討する必要がある。

4.10 組織・制度整備計画

94. 洪水対策に係る組織・制度上の問題点は、1) 政府機関の責任分担が不明確であること、2) 土地利用計画が作成されていないこと、3) 低湿地開発を規制する法制度が機能していないこと、4) 人材、機材、予算が不足していることである。
95. 政府機関の責任分担：洪水対策に係わる政府機関である SLLRDC、地方自治体、道路開発庁、灌漑局の現行の大まかな責任を勘案し、各機関の責任分担を以下のとおり明確にするよう提案する。

対象地域	計画	建設	維持管理
一州内の流域 SLLRDC 指定地域の河川・水路 地方自治体管区の河川・水路 道路側溝	SLLRDC 地方自治体 道路開発庁	SLLRDC 地方自治体 道路開発庁	SLLRDC 地方自治体 地方自治体
二州以上にまたがる流域 灌漑水路及び2州以上にまたがる 河川	灌漑局	灌漑局	灌漑局

96. SLLRDC による低湿地管理：低湿地の保全についての洪水対策上の重要性は一般に認識されているものの、どの範囲を保全すべきかが明確に示されておらず、公式な土地利用計画がなく合法・非合法を問わず低湿地埋め立てが進行しているのが現状である。現行の土地利用規制制度は複雑であり十分に機能していない。洪水対策上の観点から以下の方策により SLLRDC による低湿地管理体制を構築することを提案する。

- 1) 洪水対策上の低湿地管理を SLLRDC の権限として一本化する。
- 2) 土地利用規制のため公式土地利用計画を策定する。
- 3) 地方自治体と共同で不法行為の取締りを行う。
- 4) 低湿地管理に対する社会的理解を形成する。

4.11 運営・維持管理計画

運営・維持管理の基本方針

97. 運営・維持管理計画は以下の方針により策定する。

- 1) 洪水対策施設の運営・維持管理は SLLRDC と地方自治体の責任とする。
- 2) SLLRDC はその指定地域における洪水対策施設の運営・維持管理の責任を担う。
- 3) 地方自治体はその管内における洪水対策施設の運営・維持管理の責任を担う。
- 4) SLLRDC は洪水対策施設の運営・維持管理において、地方自治体への施設引渡し後の数年間、地方自治体を支援する。
- 5) 長期的な目標として、地方自治体は自らが洪水対策施設の運営・維持管理を行えるよう体制を整備する。

組織体制の整備及び要員配置

98. SLLRDC：現行の水路建設・維持管理部に、市街地における洪水対策施設の運営・維持管理、及びコロンボ市を除く地方自治体への技術的支援と教育訓練の担当課を設置する。SLLRDC は長期的には、計画、実施、運営・維持管理、埋め立ての管理・指導、さらに地方自治体への技術的指導、教育訓練、洪水情報の提供等、洪水対策全般を担当する機関としてその組織体制を整備・強化する。

99. 地方自治体：コロンボ市は洪水対策施設の運営・維持管理体制を構築しているが、これをさらに充実させ、主要都市排水路の運営・維持管理に必要な要員を配置するものとする。一方、その他の地方自治体は運営・維持管理体制を有していない。しかし、将来的には洪水対策事業実施後の施設の運営・維持管理を行うための専任部署を設置することを提言する。特にデヒワラ - マウントラビニア市とモラトゥワ市は、その管内において SLLRDC が建設中の洪水対策施設の引渡しを受けることになるため、数年以内に運営・維持管理の専任部署設置を完了する必要がある。

機材計画

100. SLLRDC が現在所有する洪水対策施設の運営・維持管理機材は、今後コロンボ市とその周辺自治体を含む地域（大コロンボ圏）全体の排水路網を対象とした運営・維持管理を行うには未だ不十分である。よって、長期的にはこれらの地域の主要排水路網の運営・維持管理に必要な浚渫機材等の重機を確保するものとする。一方、コロンボ市を除く地方自治体は、通常の運営・維持管理業務を実施するための機材も不足しており深刻である。トラクタ、車両、バックホー、ポンプ等、通常の運営・維持管理業務を実施するための機材を調達することを提言する。

予算

101. SLLRDC：洪水対策施設の運営・維持管理予算は政府から拠出されている。SLLRDC は作業計画、要員配置・教育訓練計画及び機材計画に基づき、十分な予算を確保する必要がある。SLLRDC によって行われる運営・維持管理業務にかかる費用は年間約 7 百万ルピーと見積られる。
102. 地方自治体：コロンボ市は財政規模が他の地方自治体と比べて格段に大きく、洪水対策施設の運営・維持管理予算を確保することは比較的容易と考えられる。一方、他の地方自治体では、通常の運営・維持管業務を行ううえでも予算が極めて限られる状況にある。西部州政府は地方自治体が必要最小限の運営・維持管理が実施できるよう予算措置を講ずることを提言する。

4.12 人材育成計画

103. 洪水対策事業の実施及び運営・維持管理において、人材育成は実施機関である SLLRDC 及び地方自治体にとって重要課題のひとつである。人材育成計画として、短期的には SLLRDC と地方自治体のスタッフに対する運営・維持管理の教育訓練プログラムを実施することを提言する。また、長期的には SLLRDC と地方自治体の組織全体の継続的能力強化をねらいとした、洪水対策分野の人材育成のための総合的な教育訓練プログラムを実施することを提言する。

SLLRDC と地方自治体に対する運営：維持管理業務のための教育訓練プログラム

104. 短期的目標として、SLLRDC と地方自治体の運営・維持管理担当要員を対象として教育訓練プログラムを提案する。SLLRDC については、現行の運営・維持管理体制に基づいた強化プログラムにより、運営・維持管理業務の充実を図る。地方自治体については、SLLRDC の主導によるオン・ザ・ジョブ・トレーニングと講義を行う。SLLRDC により建設された洪水対策施設を地方自治体に引き渡すにあたり、オン・ザ・ジョブ・トレーニングを実行することが最も効果的な方法と考えられる。

人材育成のための総合的な教育訓練プログラム

105. 教育訓練の対象：SLLRDC については現行の業務実施状況からみて、技術・工務分野のみならず経営・管理分野、社会開発分野の担当職員も教育訓練プログラムの対象とする。また、コロombo市を除く地方自治体の現状を考慮すれば、地方自治体においては洪水対策分野を専門とする技術職員の育成を行うものとする。
106. 教育訓練課程：洪水対策事業を担う職員の能力強化及び人材育成のため、教育訓練には管理・行政、技術・工務、社会開発、運営・維持管理の 4 つの課程を含める。各課程は以下の政府系教育訓練機関において受講することができるようにする。
- 1) スリ・ランカ開発・行政研究所 (Sri Lanka Institute of Development and Administration)
管理・行政
 - 2) スリ・ランカ地方行政研究所 (Sri Lanka Institute of Local Government)
技術・工務、社会開発
 - 3) 国家企業経営研究所 (National Institute of Business Management)
管理・行政
 - 4) 住宅計画・建築センター (Center for Housing Planning and Building)
技術・工務
 - 5) 西部州教育訓練部 (Provincial Training Unit of Western Provincial Council)
経営・管理、技術・工務

第5章 施工計画及び事業費積算

5.1 施工計画

107. 主要な建設工事は国際競争入札により選定した建設業者が実施するものとする。業者選定はスリ・ランカ国の規定及び国際融資機関の規定に従って行う。また、工事費の低減及び現地業者の能力向上のため、工事をいくつかの工区に分割してスリ・ランカ国業者を参入させることを検討することも必要であろう。
108. 洪水対策マスタープランにおいて提案した各対象流域の洪水対策事業の所要工事期間は、各事業の工事数量と過去の類似工事事例における工事期間を参考に、それぞれ3～4年と見込んだ。想定する全体事業実施工程を図9.1に示す。

5.2 事業費積算

109. 事業費は次の費目で構成される。
- 1) 直接工事費
 - 2) 土地取得費及び補償費
 - 3) 設計・工事監理費
 - 4) 政府事務管理費
 - 5) 物価上昇予備費
 - 6) 物理的予備費
 - 7) 税金

事業費積算は2002年8月時点での物価水準に基づいた。適用した為替レートは1米ドル=96.26ルピー=118.94円である。

110. 各事業費目は下記の方法で算定した。

項目	算定方法
1) 直接工事費（機材設備費を含む）	単価×数量
2) 土地取得費及び補償費	単価×数量
3) 設計・工事監理費	直接工事費の15%
4) 政府事務管理費	1)+2)+3)の2%
5) 物価上昇予備費	外貨分は0.8%の上昇率 内貨分は2.8%の上昇率
6) 物理的予備費	機械設備除く1)+2)の10% 1)の機械設備費+3)+4)の5%
7) 税金	機械設備除く1)の30% 機械設備費の40% 設計監理費の20%

111. 洪水対策マスタープランで提案した各流域の事業費を表 5.1 に示す。各流域の総事業費は以下のとおりである。

流 域	事業費（百万ルピー）
ジャエラ流域洪水対策事業	3,679
カルオヤ流域洪水対策事業	2,463
大コロボ流域洪水対策事業	4,389
ボルゴダ流域洪水対策事業	5,102
合 計	15,633

112. 年間維持管理費は土木構造物については直接工事費の 1%、ポンプ場及びゲート等の鋼構造物は直接工事費の 2.5%と想定した。

第6章 環境配慮

6.1 初期環境調査

スリ・ランカ国における環境関連法規

113. 国家環境法 (National Environmental Act) No.47 of 1980 は環境の保護と管理に関する国家基本憲章である。本法のもとで環境庁 (Central Environmental Authority: CEA) が国家環境法の実施のための主務機関として設立された。本法のその後の改正により CEA が汚染管理の実施や開発行為による環境影響の評価について権限を持つこととなった。
114. 国家環境法では重大な環境影響を及ぼす可能性のある大規模な開発事業は環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA) 手続きを要する対象事業として規定されている。事業認可機関 (Project-approving Agency) が EIA 手続きの責任を有するが、事業認可機関が事業実施機関となる場合には CEA が EIA 手続きの責任機関となる。CEA は国家環境法の規定事項の実施に責任を有し、事業認可機関に環境関連法規等の改正の提言を行なう。

環境スクリーニング及びスコーピング

115. ジャエラ流域：提案のジャエラ及びダンドゥガンオヤの河川改修の実施によりに降雨時におけるムトゥラジャウェラ湿地地区での水位上昇が想定される。当該湿地地区内に棲息する鳥類の営巣地がこの水位上昇により冠水の影響を受ける恐れがあると考えられるが、餌場については鳥を含む動物は冠水時に一時的に避難するため、影響はほとんどないと考えられる。冠水時間が短時間であることから植生への影響はほとんどなく、また、洪水対策実施のための用地取得と住民移転に関わる深刻な問題はないと考えられる。
116. カルオヤ流域：提案のカルオヤ及びオールド・ネゴンボ水路改修により雨水の多くがムトゥラジャウェラ湿地地区の保護区内へ流入するが、地区内の水位上昇は短時間であると想定されるため、水位上昇による環境影響はジャエラ流域と同様にほとんどないと考えられる。また、洪水対策実施のための土地取得と住民移転に関わる深刻な問題はないと考えられる。将来土地利用によればカルオヤ流域は将来的により都市化が進むと予測されている。このため、都市域の汚水処理が適切に実施されない場合、オールド・ネゴンボ水路改修によりムトゥラジャウェラ湿地地区への汚水流入量が増大する恐れがある。
117. 大コロombo流域：既存のコロナワ、コッテ及びヒーン湿地を適切な管理により積極的に保全することは、大コロombo流域内の生態系、都市環境の両方において好ましい影響が期待できる。既設ムトワルトンネルの修復及び新ムトワルトンネルの建設のための工事自体は深刻な環境影響を及ぼさないが、これらのトンネルにつながるメイン水路に隣接する廃棄物処分場の適切な管理が行われなければ、浸出水がトンネル出口付近の海水を汚染する恐れがある。

118. マディウエラ南放水路の建設により、パーリアメント湖流域から転流される洪水によりウエラス川及び北ボルゴダ湖の水位上昇が想定される。しかしながら、この水位上昇はウエラス川で約 10 cm、北ボルゴダ湖で約 3 cm 程度と想定されるため、深刻な環境影響を引き起こす要因とはならないと考えられる。また、提案の洪水対策実施のための土地取得と住民移転に関わる深刻な問題はないと考えられる。
119. ボルゴダ流域：ボルゴダ流域においてはウエラス川流域洪水対策を提案している。この洪水対策によりウエラス川流域内の洪水時水位は下がるが、北ボルゴダ湖の水位は数 cm 上昇すると想定される。しかし、水位上昇が小さいことから深刻な環境影響はないと考えられる。ウエラス川流域内にはベランウィラ - アッティディヤ湿地があるが、洪水対策による同湿地内の水位上昇はないことから湿地生態系への影響はないと考えられる。また、洪水対策実施のための土地取得と住民移転に関わる深刻な問題はないと考えられる。

6.2 排水路網に関連する環境問題

汚水

120. 対象 4 流域の洪水対策計画においては、湿地や放棄水田のような低湿地を洪水遊水地に計画しているが、洪水遊水地には人口密集地域の水路を通じて汚水が流入し、洪水遊水地として計画された低湿地の生態系に影響を与える恐れがある。また、水路内での汚水の滞留は水質悪化を助長する。水質悪化に伴う水生植物の異常繁茂は水路の多くの地点において排水不良の一因となっている。このような状況から洪水対策と併せた汚水処理対策の検討が必要である。

廃棄物

121. 廃棄物収集サービスの不足と住民の認識不足により、廃棄物の直接投棄が調査対象地域の多くの水路で見られる。この投棄された廃棄物が水路の疎通能力の低下と水質悪化を招いている。調査対象地域では地方自治体が廃棄物の回収及び処分の責任を有するが、多くの廃棄物処分場は洪水遊水地としての機能を有する湿地や放棄水田のような低湿地に設置されている。違法な廃棄物処分場は厳格に規制し、合法的な処分場の設置が必要である。

第7章 社会配慮

貧困削減プログラム

122. スリ・ランカ国政府は貧困削減フレームワーク策定に引き続き、貧困削減戦略（案）を策定した。戦略（案）策定においては外資局（Department of External Resources）が関連政府機関、NGO、住民組織（Community-based Organization: CBO）、及び特別委員会など関係者間の調整機関の役割を果たしている。この貧困削減戦略は全国的な貧困削減に関わる2002年から2005年までの具体的な目標、活動、実施スケジュールを提示するものである。
123. スリ・ランカ国政府は現在、未整備居住地区（Under-served Settlement: USS）に対する居住環境改善プログラムを実施しており、その一環としてコロンボ市では持続的開発プログラム（Sustainable Township Program）により66,000世帯の低所得世帯の住宅改善を1999年から2004年にかけて実施中である。また、公共施設プログラム（Public Utilities Program）では上水道や保健衛生の提供、コミュニティーセンターや幼稚園の建設など社会インフラの改善・整備を行なっている。
124. 1980年代の住宅百万戸計画（Million Houses Program）において貧困削減に係わる新しい取り組みとして住民組織工事契約制度（Community Contract）が導入された。住民組織工事契約制度は、排水路や歩道、トイレ、住民センターなどのコミュニティー施設、社会インフラを関連政府機関の指導のもとに住民組織自身が建設するものである。コミュニティー開発委員会の登録を行なっている住民組織がこの制度を活用することができる。大コロンボ圏水辺環境改善事業においては、住民移転先や現居住地の環境改善の一環として、小規模排水路などの改修や新規建設がこの制度により実施されてきた。NGOや日本の海外青年協力隊の支援により、この制度に必要な住民の組織化や登録手続きを行なっている場合もある。

実施済事業からの教訓

125. 調査対象地域の都市部では浸水被害の発生しやすい湿地内や水路沿いに住居が多くみられる。このため、洪水対策実施のための用地取得に伴う住民移転は避けられないものと想定される。住民移転を円滑に進めるためには、洪水対策により影響を被る住民に対し、現在の生活条件が低下しないよう公正に補償すべきである。特に未整備居住地区と低所得世帯には配慮し、洪水対策を通じて居住環境改善がなされるべきである。
126. 大コロンボ圏水辺環境改善事業での社会配慮に係わる実績と経験は、洪水対策により影響を被る住民への配慮に有益であると考えられる。教訓として、以下のような視点が提案プロジェクトの実施の成功の鍵になるものと考えられる。

1) 参加型計画手法の導入

- 2) 住民の居住環境の改善
- 3) 円滑な住民移転のための住民組織への支援
- 4) 住民組織工事契約制度等の住民組織による活動の推進
- 5) 利害関係者間の調整

第8章 事業評価

経済評価

127. 本調査では洪水対策事業の定量的事業便益として、洪水被害軽減便益と土地高度化便益を計上した。洪水被害軽減便益は、洪水対策事業の実施による浸水区域の減少で軽減される洪水被害額とする。土地高度化便益は浸水区域の減少によって活性化される土地利用による土地価格上昇分とする。一方、経済費用は事業費から税金等の移転項目を控除すること及び価格のゆがみを調整することにより算定した。

128. 洪水対策事業の経済性は便益費用比率（B/C）及び経済的内部収益率（EIRR）を用い流域毎に評価した。事業の耐用年数は40年とし、割引率は10%を適用した。経済評価の結果は以下のとおりであり、提案の洪水対策マスタープランに含まれる各流域の洪水対策事業は経済的妥当性を有しているといえる。

事業	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
ジャエラ流域洪水対策事業	3,679	388	1.34	12.9
カルオヤ流域洪水対策事業	2,463	422	1.94	19.5
大コロボ流域洪水対策事業	4,389	886	2.23	19.8
ボルゴダ流域洪水対策事業	5,102	1,022	2.22	19.2

129. 提案の洪水対策マスタープランの社会経済フレームの設定年次は2010年であるが、その達成にさらに年数を要した場合は洪水対策事業の経済評価に影響する。そのため、社会経済フレームの達成が2020年まで遅れた場合について経済評価分析を行った結果は以下のとおりである。大コロボ流域洪水対策及びボルゴダ流域洪水対策（ウエラス川洪水対策）については十分な経済性を維持するといえる。

事業	B/C	EIRR (%)
ジャエラ流域洪水対策事業	1.02	10.2
カルオヤ流域洪水対策事業	1.13	11.0
大コロボ流域洪水対策事業	1.61	14.4
ボルゴダ流域洪水対策事業	1.67	14.7

130. 上記で検討した定量的な便益の他に、洪水対策事業を実施することにより様々な非定量的便益が期待される。以下に期待される非定量的便益を示す。

- 1) 経済開発の促進
- 2) 住民生活環境の改善
- 3) 住民生活の不便の軽減
- 4) 衛生環境改善
- 5) 洪水脅威の解消
- 6) 水環境の改善
- 7) 貧困削減への寄与

技術評価

131. 提案の洪水対策マスタープランには、堤防、護岸、水路、橋梁、トンネル、樋門等の建設が含まれる。これらは、設計及び施工において特に難易度の高い構造物ではなく、事業実施を妨げる技術制約条件はない。ほとんどの建設工事はスリ・ランカ国における技術水準で実施可能であるが、新規ムトワル放水路トンネルの建設及びマディウェラ南放水路のハイ・レベル道路横断部の建設には、国際的な建設業者を選定することが望ましい。

環境評価

132. 対象 4 流域での洪水対策事業は、重大な環境影響は引き起こさないものと考えられる。しかしながら、洪水遊水地として計画している低湿地内で短時間の水位上昇が想定され、これにより鳥類の営巣地に影響を与える可能性は考えられる。ただし、提案の洪水対策事業は環境的に脆弱な地域に立地していない。
133. 調査対象地域の水路の水質は概して悪く、環境的見地からは適切な汚水処理がなされるべきである。また、洪水遊水地や水路への廃棄物投棄は遊水効果と疎通能力の低下を招いており、厳重な廃棄物処分管理が必要である。

社会評価

134. 洪水対策事業に関わる社会的側面については、土地取得と住民移転が特に重要な課題である。本調査で提案の洪水対策事業も土地取得と住民移転は避けられないが、これらに関連した民族的、宗教的、文化的、及び歴史的観点からの事業実施に重大な障害となるような事項は確認されない。
135. 提案の洪水対策事業で影響を受ける世帯のうち月収 3,000 ルピー未満の貧困水準以下にある世帯は約 19,000 世帯である。提案の洪水対策事業は貧困世帯の生活環境改善を事業目的に入れることにより、結果として貧困削減に寄与するものと考えられることから、提案の洪水対策事業は好ましい社会的影響を有するといえる。

総合評価

136. ジャエラ流域、カルオヤ流域、大コロombo流域及びボルゴダ流域の各流域に提案の 50 年確率計画規模の洪水対策事業は、経済、技術、環境、社会配慮の各面において妥当性を有すると結論づけられる。また、洪水対策事業の実施は、浸水被害の軽減、地域開発、低所得者層の生活環境改善等を実現し、ひいては貧困削減に寄与することが期待される。

第 9 章 事業実施計画

137. マスタープランにおける洪水対策事業の実実施計画は以下の方針で策定した。
- 1) 各流域間の優先順位は考慮しないものとする。
 - 2) 財政負担を極力軽減するため、一つの流域において同時に複数の建設工事は実施しない。
 - 3) 非構造物対策（洪水遊水地の保全等）、組織・制度整備計画、運営・維持管理計画、及び人材育成計画は事業初期段階より実施する。
 - 4) 流域貯留施設は都市化の進展とともに整備されるものとする。
 - 5) 事業費の年度別支出額は極力平滑化する。
138. 上記の方針に基づき、提案の洪水対策マスタープランの全体事業実施計画を図 9.1 のように策定した。事業費の年度別支出額は最大で約 21 億ルピーとなる。これは SLLRDC の最近の年間建設工事予算である 22 億ルピーを若干下回る。中央政府が継続的な予算措置をとることにより、SLLRDC は洪水対策マスタープランに提案の事業を実施することは可能である。なお、スリ・ランカ国の現在の厳しい財政事情を考慮すると、洪水対策マスタープラン全体の事業の実施には総額 156 億ルピーの資金を国際金融機関より調達する必要がある。

第 10 章 優先プロジェクトの選定

139. フィージビリティ調査の対象とする優先プロジェクトは以下の条件に基づいて選定した。

- 1) 経済的、技術的、環境的側面において妥当である。
- 2) 土地取得と住民移転において深刻な社会問題を引き起こさない。
- 3) 貧困削減に寄与することが期待される。
- 4) 将来的に開発が進行する地域に立地している。
- 5) 上記の条件を満たしており、かつ経済的妥当性が高い。

140. 対象 4 流域の洪水対策事業について、上記の条件に基づき表 10.1 に示すとおり総合評価を行った。総合評価の結果は以下のとおりである。

事業	総合評価
ジャエラ流域洪水対策事業	C
カルオヤ流域洪水対策事業	B
大コロボ流域洪水対策事業	B
ボルゴダ流域洪水対策事業	A

注：A、B、C の順に評価が高いものとする。

141. 総合評価結果及びスリ・ランカ政府側の優先度に基づけば、ボルゴダ流域洪水対策事業（実質的にはウェラス川流域洪水対策事業）がフィージビリティ調査対象の優先プロジェクトとして選定される。ウェラス川流域洪水対策事業において想定される住民移転は 158 世帯で、500 世帯以上である他の流域と比べて少なく、土地取得の必要面積も 4 流域のうち最小である。また、月収 3,000 ルピー以下の貧困世帯が裨益人口の 35% を占めることから、洪水対策実施により彼らの生活環境を改善することができ、ひいては貧困削減に寄与することが期待される。したがって、優先プロジェクトとしてボルゴダ流域のウェラス川流域洪水対策事業を選定することは妥当と判断する。

142. 優先プロジェクトはウェラス川流域洪水対策事業と呼ぶこととする。洪水対策マスタープランではウェラス川流域洪水対策として 7 つの個別計画を提案しているが、フィージビリティ調査を通じて各計画の優先度を検討のうえ、優先プロジェクトに含めるべき計画を選定する。

第 11 章 マスタープランの結論と勧告

結論

143. 調査対象のジャエラ流域、カルオヤ流域、大コロボ流域及びボルゴダ流域に対する 50 年確率規模の洪水対策計画は経済的にも、技術的にもフィージブルであると結論付けられる。また、同計画の実施を妨げるような重大な環境問題及び社会問題はない。
144. 提案の洪水対策計画の実施は洪水被害軽減便益のみならず有形、無形な種々の便益を生むものと期待される。本調査で実施したコミュニティー・インベントリー調査によれば洪水被害を受けている地区（GN Division ベース）の世帯のうち低所得世帯の割合はジャエラ流域（6,000 世帯）とカルオヤ流域（7,000 世帯）で 37%、大コロボ流域（27,000 世帯）で 24%、ボルゴダ流域（22,000 世帯）で 35% である。これらの世帯の一部は提案の洪水対策計画の受益者と考えられる。提案の洪水対策計画はかれらの生活環境改善をすることになり、ひいては貧困削減に寄与すると考えられる。
145. フィージビリティ調査の対象となる優先プロジェクトは経済、技術、環境及び社会の各方面からの評価及びスリ・ランカ政府側の優先順位付けを勘案してボルゴダ流域内のウェラス川流域洪水対策計画を選定した。
146. ウェラス川流域は大コロボ圏に隣接し、流域の大半で都市化が進行している。また、将来的にはさらに発展するものと期待されている。現状でも軽減すべき洪水被害があるが、将来のさらなる発展により洪水被害ポテンシャルは高くなるものと予想される。したがって、ウェラス川流域洪水対策事業実施の必要性は高く、同事業を優先プロジェクトに選定することは妥当といえる。

勧告

147. 地形図：マスタープラン調査では 1:50,000 及び 1:10,000 の地形図を使わざるを得なかったが同地形図の等高線は 5～10 m 間隔であり、本調査で提案の洪水対策計画で重要な役割を果たす低湿地の洪水遊水地（標高 2 m 以下）の境界を明確にするには不十分であった。フィージビリティ調査のためには 1 m 以下の等高線間隔を持つ詳細な地形図を用意する必要がある。
148. 計画規模：洪水対策の計画規模についてはスリ・ランカでは未だガイドラインが策定されていないので本調査では日本のガイドラインを参照した。計画規模は国家の将来の洪水対策方針を決める基本事項の一つであり、政府によりその国の事情を勘案して決定されるべきものである。本調査ではコロボ首都圏の重要性を勘案して洪水対策計画規模として 50 年確率規模を提言したが、25 年確率規模及び 10 年確率規模についても検討している。これらの検討結果を参考にし、一貫性のある洪水対策の実施のために洪水対策計画規模ガイドラインを早期に策定すべきである。

149. 目標年：本調査では洪水対策計画のための社会経済フレームは都市開発庁（Urban Development Authority）が1998年に作成した「コロンボ首都圏開発計画（Colombo Metropolitan Regional Structure Plan）」に基づき設定した。同計画の目標年は2010年であり、極めて近い将来である。本調査で策定の洪水対策計画は上記社会経済フレームにもとづき2010年を目標年としているが、事業費の大きさを考えると2010年までの完成は難しいと思われる。したがって、提案の洪水対策計画は上記コロンボ首都圏開発計画が達成された状況に対応するものと理解すべきである。
150. 洪水遊水地：本調査では最低限必要な計画洪水遊水地を提案したが、計画遊水地以外にも自然遊水地として機能している低湿地がある。洪水排水対策の観点からは計画遊水地は洪水対策施設の規模に密接に関連しているので確実に保全しなければならない。一方、計画遊水地以外の低湿地も洪水被害軽減に寄与するものであり極力保全することが望ましい。
151. 非構造物対策等の実施：本調査では総合治水の観点から構造物対策に加え、非構造物対策も提言した。さらに、提案の洪水対策計画を持続可能なものにするために組織・制度整備計画、運営・維持管理計画も提案した。これらは極めて重要なものであり、確実な実施が望まれる。
152. 水質改善：提案の洪水対策計画は遊水域の確保を含んでいる。遊水域は湿地帯や耕作放棄水田であるが洪水時には人口密集地からの汚水が排水路を溢水して流れ込むことになり、遊水地の生態系にインパクトを与えることになる。また、非洪水時には汚濁物が排水路に滞留することにより水路の水質の悪化が進むことが予想される。水質の悪化は水草（ホテイアオイ等）の異常な繁茂を引き起こし、結果として洪水の流下を妨げることになる。洪水対策と連携して汚水処理対策を考える必要がある。
153. 将来土地利用：本調査で行った将来土地利用予測ではジャエラ流域とボルゴダ流域（ウエラス川流域を除く）の大半は現状では将来土地利用計画及び開発計画がないため将来の土地利用もほぼ変わらないとしている。提案の洪水対策計画はその条件で策定されている。したがって、土地利用に大きな変化が予想される場合や具体的な開発計画が策定された場合には提案の洪水対策計画は見直す必要がある。

第 3 部 フィージビリティ調査

第 12 章 優先プロジェクトの背景

12.1 フィージビリティ調査対象プロジェクト

154. マスタープラン調査で策定した対象 4 流域の洪水対策計画を経済性、技術面、環境面、社会面から総合的に判断し、またスリ・ランカ政府側の意向も踏まえてボルゴダ流域の北部に位置する「ウェラス川流域の洪水対策計画」をフィージビリティ調査対象の優先プロジェクトに選定した。マスタープランではウェラス川流域洪水対策計画として図 4.13 に示す 7 つの個別計画を提案したが、フィージビリティ調査の対象としてはその中から経済性、緊急性の高い計画を選定することとする。

12.2 スリ・ランカ国における洪水対策実施方針

155. スリ・ランカ国では国としての洪水対策実施方針はまだ策定されておらず、地域、河川毎の洪水対策実施の優先順位付けはなされていない。洪水対策はその事業の必要性に応じて実施しているのが現状である。したがって、コロンボ首都圏の社会経済上の圧倒的な重要性から考えるとスリ・ランカ国での洪水対策は当面コロンボ首都圏の発展に注力して行われることになろう。特に、人口及び人口密度の高いコロンボ県への対応が優先されるものと考えられ、同県に属するウェラス川流域の洪水対策も優先されると考えられる。

12.3 コロンボ首都圏における洪水対策事業

156. コロンボ首都圏における実施済、実施中及び実施予定の大規模な洪水対策事業と対象地区の関係をまとめると以下ようになる。

- 1) コロンボ市：
大コロンボ圏水辺環境改善第 1 期事業及び第 2 期事業
- 2) 東南部隣接地区（ウェラス川流域）：
大コロンボ圏水辺環境改善第 3 期事業
本調査で提案のウェラス川流域洪水対策事業
- 3) 南部隣接地区（ルナワ湖流域）：
ルナワ湖周辺環境改善事業

ウェラス川流域の洪水対策は大コロンボ圏水辺環境改善第 3 期事業によってすでに開始されており、同事業を「ウェラス川流域洪水対策第 1 期事業」と位置づければ本調査提案のウェラス川流域洪水対策事業は「ウェラス川流域洪水対策第 2 期事業」という位置づけになる。ウェラス川流域における洪水対策の一貫性から提案事業の実施が望ましい。

12.4 ウェラス川流域洪水対策事業の必要性

157. 将来の流域内の開発は低地に止まらず流域全体で進行していくものと予測される。このことは将来的には流域内の洪水流出量が増大し、下流低湿地の浸水被害を悪化させることを意味する。将来を見据えた流域全体の洪水対策が必要となっている。特に、洪水遊水地については洪水対策上必要な面積、範囲等が技術的に検討されないまま低湿地埋立の是非が議論されている。本調査を通じて洪水対策と合わせ必要洪水遊水地が明確となり、提案事業実施により洪水遊水地の保全が実現する。
158. 提案のウェラス川流域洪水対策計画は現況の浸水被害地区の被害軽減を目的とするのみならず、流域の将来の開発も考慮に入れた洪水遊水機能の確保のための低湿地を洪水遊水地として保全することも目的としている。ウェラス川流域における今後の開発を深刻な洪水問題を引き起こすことなく進めるためには、洪水対策事業を先行させることが必要である。洪水対策事業の実施により流域の開発がより健全に、容易に行われることになる。
159. 提案事業は洪水対策であるが、そのコンポーネントに含まれる洪水遊水地の確保は洪水対策面のみならず環境面からも低湿地の確実な保全につながり有益なものとなる。また、洪水被害地区の住民には低所得者層が多く、提案事業はかれらの洪水被害を軽減し生活環境を改善することになり、ひいては貧困削減に寄与することができる。

第13章 ウェラス川流域の現状

13.1 自然条件

地理

160. フィージビリティー調査対象地域であるウェラス川流域は、コロンボ市より南東の郊外に位置する。巻頭の位置図に示すとおりウェラス川流域はボルゴダ流域の支流域である。流域は概ね北緯 6°47′～6°53′、東経 79°53′～79°58′の間に位置する。流域面積はモラトゥワ大学近くのコスパラナ橋梁を最下流端として 55.5 km² であり、ボルゴダ流域の 14.2% を占める。

161. ウェラス川流域は概ね平坦地であり、図 4.9 に示すようにウェラス川と下流部の支川沿いに低地が広がっているのが特徴である。標高 3 m 以下の低地は流域面積の 25% を占める。流域中流部のベランウィラ地区及びアッティディヤ地区付近の耕作放棄水田を含む低地はベランウィラ - アッティディヤ湿地と呼ばれる。一方、流域の最高点は支川であるマハ川の流域界であり標高 35 m である。その他の支流域の最高点は標高 20～30 m である。

気候

162. ウェラス川流域はスリ・ランカの低地湿潤域に分類され、熱帯モンスーン気候帯に属する。年平均気温は 27°C であり、最高・最低平均気温はそれぞれ 30°C、24°C である。ラトマラナ観測所における年平均雨量は 2,500 mm であり、月別平均降雨量は 70～400 mm である。降雨はモンスーン、対流、低気圧がその成因である。湿度は日中で 70%、夜間で 90～95% である。

13.2 社会経済

概要

163. ウェラス川流域はコロンボ首都圏の中で最も発展してきている地域のひとつであり、コロンボ首都圏発展の戦略上重要な地域として位置付けられている。ウェラス川流域北西部は人口密度が高く、コロンボ首都圏開発計画において中核地域として位置付けられており、将来的には大規模な都市開発を進めることが提案されている。

164. ウェラス川流域は経済・社会活動、特に住宅供給地域として重要な役割を担っている。流域西部は工業・商業の中心であり、流域東部は住宅地として位置付けられている。また、ウェラス川流域はコロンボ市中心部及び地方からの人口流入の受け皿になる地域であり、住宅開発ポテンシャルの高い地域である。

人口

165. ウェラス川流域の人口は 2001 年で約 382,000 人と推計されコロンボ首都圏人口 (5,356,000 人) の 7.1%、スリ・ランカ全人口 (19 百万人、中央銀行推計) の 2% を占める。ウェラス川流域の人口増加率は 2.1% であり、コロンボ首都圏の人口増加率 1.7% より高い。特に、モラトゥワ市、ケスベワ郡の人口増加率はそれぞれ 2.9%、2.3% と高い。
166. ウェラス川流域の平均人口密度は 69 人/ha とコロンボ県平均の 51 人/ha より高い。流域西部に位置するデヒワラ - マウントラビニア市とモラトゥワ市の人口密度はそれぞれ 132 人/ha、106 人/ha と流域内で最も高い。一方、流域東部に位置する マハラガマ市とケスベワ郡の人口密度は、それぞれ 52 人/ha、69 人/ha と低い。

地域経済

167. ウェラス川流域の地域総生産 (GRDP) は、西部州 の GRDP 及びコロンボ県 (District) の就業者数をもとに推定した。ウェラス川流域の GRDP は 363 億ルピーと推定され、コロンボ首都圏の 7.5% を占める。セクター別内訳は、製造業シェアが 31.5% と最も高く、次いで商業・ホテル/レストランの 29.4% となっている。農業シェアは 1.1% と低い。一人当たり GRDP は 95,100 ルピーと推計され、全国平均の 64,900 ルピーより高い。
168. コロンボ県における世帯月収入は 11,000 ルピーとスリ・ランカ国で最も高い。また、西部州における世帯月収入は 9,200 ルピーである。ウェラス川流域はコロンボ県に属しており、経済活動も活発であることから、世帯月収入は 9,200 ~ 11,000 ルピーの範囲にあるものと推定される。
169. スリ・ランカ国の社会保障制度のひとつとしてサムルディ (Samurdhi) プログラムが実施されており、政府は世帯月収入が 1,500 ルピー以下の世帯に対して家族構成に応じて 140 ~ 1,000 ルピーの補助金を支給している。ウェラス川流域は、全国に比較して貧困率は低いですがコロンボ県の中では貧困世帯が多い地域である。ウェラス川流域の社会保障受給者は全世帯数の 13.3% と推定される。これは全国平均の 39.1% より低いですが、コロンボ県平均の 12.0% と比較すると高い。

13.3 現況土地利用状況

170. ウェラス川流域の現況土地利用状況の分析には、2000 年及び 2001 年撮影の 1:8,000 航空写真と 2002 年 3 月に作成された 1:2000 地形図を利用した。図 13.1 に流域の現況土地利用分類を示す。流域の約 80% は都市域であり、残る 20% が未利用地と農村地域である。土地利用分類の中では、中密度住宅地が 27.9%、低密度住宅地が 25.3% となっている。

171. 空間的土地利用分類は地形または標高により特徴づけられる。標高 5 m 以下の低平地は主に水田、草地、湿地である。草地は微小起伏として確認され、耕作放棄水田とみなすことができる。一方、住宅地は比較的洪水の影響を受けにくい丘陵地に発達している。椰子林を切り開いて造成されている住宅地も見られる。

13.4 環境

社会環境

172. 本調査で実施したウェラス川流域で洪水対策を実施することにより、直接的に何らかの影響を被ると想定される 1,539 世帯に対する世帯調査によると、平均世帯人数は 4.2 人/世帯である。世帯主の職業は労働者が首位を占め、失業者が続いている。主要な宗教は仏教であり、他の宗教は極めて少ない。調査世帯のうち、49%が世帯月收入 5,000 ルピー未満の低所得層に分類され、さらに貧困ラインである月收入 3,000 ルピーを下回る世帯は全調査世帯の 21%を占めている。

自然環境

173. 廃棄物処分：調査対象地域内では水路及び低湿地への廃棄物投棄が洪水の流下阻害や低湿地の遊水機能低下などを引き起こし深刻な問題となっている。廃棄物は主に地方自治体により埋立て処分がなされているが、多くの廃棄物処分は湿地や放棄水田などの低地で行なわれており、廃棄物処分地からの浸出水が水質汚染問題を引き起こしている。
174. 湿地地域：1970 年代に水田耕作が放棄された後、ウェラス川流域の中央部に位置するペランウィラ - アッティディヤ湿地地区は、様々な野生生物の生息地を提供する多様な植生地となった。ペランウィラ - アッティディヤ湿地地区は NGO 等による生態系の状況に関する調査の後、1990 年に動植物保護法（FFPO）により野生生物保護区に指定された。しかしながら、同保護区に対する保全対策は行われず、また、汚水の流入や廃棄物投棄に対する適切な管理がなされないまま同保護区の自然環境は徐々に悪化してきている。
175. 表流水汚染：水路や湿地の表流水汚染はウェラス川流域において深刻な問題となっている。表流水汚染の主要原因として、家庭排水や産業排水の直接放流、違法な家庭廃棄物、産業廃棄物の投棄、及び下水の放流が挙げられる。家庭排水処理については、デヒワラ - マウントラピニア市の一部地域で 1900 年代初めに設置された下水道システムがあるもののウェラス川流域はカバーしていない。

13.5 排水網の現状

排水系統

176. フィージビリティ調査対象のウェラス川流域は図 4.9 に示すとおりである。モラトゥワ - ビリヤンダラ道路のウェラス川渡河地点であるコスパラナ橋梁を最下流端とする流域面積 55.5km²の流域で、大きく以下の7支流域に区分される。

支流域	面積 (km ²)
ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ	8.2
ボルゴダ水路	7.7
ボラレスガムワ北	4.9
ボラレスガムワ南	4.0
マハ川	20.4
ラトマラナ - モラトゥワ	8.1
トゥンボウイラ	2.2
合計	55.5

洪水常襲地区及び被害

177. 大コロombo圏水辺環境改善第2期事業において実施された1995年の洪水被害調査では、デヒワラ - マウントラピニア市とモラトゥワ市の管内で75ヶ所の洪水常襲地区が確認された。このうち30ヶ所はウェラス川流域内である。また、本調査で実施した2001年の洪水被害調査ではウェラス川流域内で39ヶ所の洪水常襲地区が確認された。これらの洪水常襲地区の位置を図13.2に示す。

178. 2001年の洪水被害調査では、浸水発生の頻度は年平均5.2回、浸水継続期間は平均1.1日との結果が得られた。ウェラス川流域における洪水は通常程度の強雨により頻繁に発生することが特徴と考えられる。

支流域	浸水発生頻度 (回/年)	浸水継続期間 (日)
ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ	4.4	0.8
ボルゴダ水路	6.1	1.0
ボラレスガムワ北	4.5	1.2
ボラレスガムワ南	2.8	1.6
マハ川	3.9	2.0
ラトマラナ - モラトゥワ	7.0	1.0
トゥンボウイラ	(データなし)	(データなし)
ウェラス川流域平均	5.2	1.1

179. 洪水氾濫解析と洪水被害額の検討により、ウェラス川流域の現状における年平均洪水被害額は253百万ルピーと推計される。一方、1995年の洪水被害調査ではデヒワラ - マウントラピニア市とモラトゥワ市の管内の年平均洪水被害額は118百万ルピーと推計されている。

支流域	確率年別の推定氾濫面積 (ha)					年平均 洪水被害額 (百万ルピー)
	2年	5年	10年	25年	50年	
ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ	99	118	128	142	150	31
ボルゴダ水路	114	140	147	159	162	85
ボラレスガムワ北	85	95	102	109	121	9
ボラレスガムワ南	60	76	81	87	91	5
マ八川	272	331	367	405	431	26
ラトマラナ - モラトゥワ	77	93	104	115	121	95
トゥンボウイラ	16	21	23	26	27	2
ウェラス川流域	721	873	952	1,042	1,101	253

洪水の原因

180. ウェラス川流域の現況排水網に起因する主な洪水問題は以下のとおりに分類される。

問題点	問題地区
ウェラス川の氾濫	ウェラス川右岸のラトマラナ - モラトゥワ流域のキャンダワラ地区からテラワラ地区にかけて
ウェラス川に流入する支流水路の流下能力減による排水の阻害	ボルゴダ水路下流部、ラッタナピティヤ水路、デパワ水路、マ八川下流域
ウェラス川に流入する支流水路の断面不足による溢水	ヌゲゴダ水路上中流部、デルカンダ水路、デパワ水路、マ八川下流域
水路の未整備	ヌゲゴダ水路上中流部、デルカンダ水路、デパワ水路、ボラレスガムワ南地区
ウェラス川水位上昇の影響を受けやすい標高1m以下の地区における排水不良	ウェラス川右岸のラトマラナ - モラトゥワ流域のキャンダワラ地区からテラワラ地区にかけて

上記の洪水問題発生の原因は、無秩序な都市化、低湿地の埋め立て、都市化に伴う流出増、場当たりの排水施設の建設・改良、及び排水施設の維持管理不足である。

第 14 章 水文・水理解析

降雨解析

181. 調査対象地域内に設置されている気象局の 3 ヶ所の雨量観測所のデータに基づき、ウェラス川流域の確率流域平均日雨量を以下のとおり算定した。また、コロombo観測所の短時間降雨データを用いて確率 60 分雨量を算定した。

確率年	流域平均日雨量 (mm)	60 分雨量 (mm)
2	137	66
5	175	80
10	201	89
25	234	101
50	258	109

182. 計画降雨波形はコロombo観測所の短時間降雨データに基づき検討した。ウェラス川流域の降雨継続時間は概ね 1 日未満であり、2~3 回の短時間豪雨を含んでいる。過去の記録より 1999 年 4 月に発生した実績豪雨の時間分布をもとに、時間雨量の最大値として上記の確率 60 分雨量を含む計画降雨波形を作成した。

洪水流出・氾濫解析

183. 洪水流出・氾濫解析には洪水対策マスタープラン調査と同様に MIKE11 を使用した。洪水流出・氾濫解析は対象流域を面積 1 km² 以下の 187 排水区、110 水路区間に分割し行った。
184. ボルゴダ水路のエラウェラ道路横断地点、マハ川最下流地点、ウェラス川最下流地点の洪水対策なしの場合の確率洪水流量を以下に示す。マハ川ではコロombo - ピリヤンダラ道路横断地点の橋梁開口部が狭いため最下流地点の流量が小さくなっている。

確率年	ボルゴダ水路エラウェラ道路横断地点(20.8 km ²)		マハ川最下流地点(20.4 km ²)		ウェラス川最下流地点(55.5 km ²)	
	現況(m ³ /sec)	将来(m ³ /sec)	現況(m ³ /sec)	将来(m ³ /sec)	現況(m ³ /sec)	将来(m ³ /sec)
2	19.5	25.5	7.9	11.0	48.3	52.0
5	26.9	35.2	10.6	14.7	60.6	69.9
10	33.0	42.7	12.6	17.2	69.8	82.4
25	40.4	53.8	15.3	20.3	83.6	99.0
50	46.0	62.7	17.3	22.4	94.0	112.9

第15章 優先プロジェクト

15.1 社会経済フレーム

人口

185. ウェラス川流域の2010年の人口は「コロombo首都圏開発計画」に基づき予測した。同計画では都市部の平均人口増加率を2.4%と設定し、人口を開発拠点や新都市に分散させることによりコロomboへの人口集中を緩和することを基本方針としている。計画では開発拠点の人口密度は120人/ha、高密度地域では300人/haを想定している。

186. ウェラス川流域の計画人口密度及び「コロombo首都圏開発計画」の基本方針に基づく2010年のウェラス川流域の人口は483,000人(2001年人口の1.26倍)と推計され、人口密度は87人/haとなる。

市・郡	現人口 (2001年)	計画人口 (2010年)	年平均人口 増加率(%)
デヒワラ - マウントラビニア市	48,000	57,000	1.88
ラトマラナ市	69,000	83,000	1.88
モラトゥワ市	48,000	60,000	2.38
スリ・ジャワワルデナブラ・コッテ市	30,000	39,000	2.68
マハラガマ市	54,000	71,000	2.68
ケスベワ郡	134,000	173,000	2.87
ウェラス川流域	382,000	483,000	2.37

経済

187. ウェラス川流域の2010年の経済フレームはマスタープラン調査における経済フレームにもとづいて下記の条件により設定した。

- 1) ウェラス川流域の経済成長率は2005年までは8.4%、2006-2010年までは9.5%とする。
- 2) 農業生産は減少する。
- 3) 製造業が経済活動の中心になる。
- 4) 商業、観光産業が活発になる。
- 5) 住宅開発が加速する。

188. 上記条件に基づいて2010年の経済フレームを地域総生産(GRDP)で以下のように設定した。

分野	成長率(%) (2001-2005)	成長率(%) (2006-2010)	GRDP (百万ルピー)	比率(%)
農業	1.6	1.6	480	0.6
工業	6.3	7.0	27,340	31.8
サービス	9.9	10.9	58,030	67.6
ウェラス川流域	8.4	9.5	85,850	100.0

15.2 将来土地利用

189. ウェラス川流域の将来土地利用予測は、都市化の傾向、将来土地利用案、開発計画、開発要因、規制要因に基づき行った。将来土地利用案と開発計画については図 15.2 に示す以下の将来土地利用案と開発計画を考慮した。

- 1) 都市開発庁 (UDA) による将来土地利用案 (1991 年)
- 2) UDA による低地開発・保全マスタープラン (1996 年)
- 3) ベランウィラ - アッティディヤ野生生物保護区
- 4) ラトマラナ空港拡張計画
- 5) 警察学校建設計画
- 6) ボラレスガムワ・テーマパーク計画
- 7) ベースライン道路拡張計画

190. 図 15.2 にウェラス川流域の将来土地利用予測を示す。都市域は流域の 83% を占めるが、現状土地利用と大きく変わらない。理由は、水田、湿地、草地、河川・湖沼といった未利用地が限られており、これらは現状と大きくかわらないものと予想されるためである。一方、都市域の土地利用分類は大きく変化する。中密度住宅地の比率は 28% から 50% と増加するが、一方低密度住宅地は 25% から 9% に減少する。

15.3 優先計画の選定

191. 洪水対策マスタープランで策定されたウェラス川流域洪水対策の 7 つの個別計画からフィージビリティ調査の対象とする優先計画を選定した。7 計画についての経済評価結果は以下のとおりである。

計 画	事業費 (百万ルピー)	年平均便益 (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
(1)ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ	1,147	204	1.75	16.1
(2)ボルゴダ水路改修	1,631	87	2.08	17.9
(3)ボラレスガムワ北	493	44	1.74	16.1
(4)ボラレスガムワ南	342	17	1.45	13.8
(5)マハ川改修	175	121	2.16	18.7
(6)ラトマラナ - モラトゥワ	863	213	1.95	16.9
(7)ウェラス川改修	1,340	98	1.21	10.9

192. 上記経済評価結果及び現状の洪水被害状況から早期に着手すべき対策について考察した結果、図 15.3 に示す以下の 4 計画を優先プロジェクトとする。

- 1) ウェラス川改修計画
- 2) ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画
- 3) ボルゴダ水路改修計画
- 4) ラトマラナ - モラトゥワ計画 (都市排水改善・整備)

15.4 構造物対策

ウェラス川改修計画

193. 図 15.4 に示すウェラス川改修計画は、ウェラス川の洪水位により直接影響を受ける右岸低地の都市域を防御すること、及びウェラス川の流下能力増によりボルゴダ水路、ラッタナピティヤ水路の排水効果を改善することをねらいとしている。ウェラス川改修計画は以下の対策からなる。
- 1) 洪水遊水地の保全（ウェラス川沼沢地 65 ha 及びマハ川湿地 106 ha）
 - 2) ウェラス川浚渫（延長 5,500 m、浚渫幅 40 m）
 - 3) ウェラス川右岸堤防建設（延長 2,300 m）
194. 計画河床高は北ボルゴダ湖の湖底高を考慮し標高-1.5 m とする。浚渫幅は流域最下流端のコスパラナ橋梁の開口部と同じく幅 40 m とする。ボルパナ橋梁付近はボルゴダ水路改修及び上流域の支川水路改修に伴う流量増が生じるが、河幅として 70～80 m を確保すれば流量増による上下流の水位上昇を最小限とすることができる。
195. 右岸堤防は河岸沿いに家屋が多いことを考慮して、土地取得幅の小さい練石積工によるパラペットとした。堤防高は 1 m とし付帯構造物として遊歩道と水路を設ける。これらの建設に必要な用地幅は合計 7 m となる。

ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画

196. 図 15.5 に示すヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画はウェラス川流域内の北部に位置し、その支流域は既に都市化が進んでいる。洪水は下流のラッタナピティヤ水路沿いのみならず、中上流のヌゲゴダ水路とデルカンダ水路沿いでも発生する。ラッタナピティヤ水路はベランウィラ - アッティディヤ湿地内を流れるボルゴダ水路からの背水の影響を受ける。
197. ハイ・レベル道路より下流側においてデルカンダ水路は水路沿い家屋により狭められている。ヌゲゴダ水路は上流域で既改修区間と未改修区間との流下能力の違いによる不都合が生じており、下流域の未改修区間は流下能力が極めて小さく、さらに横断カルバートにより狭められている。これらに起因する浸水発生を軽減するため、以下の対策を講ずる。
- 1) ラッタナピティヤ水路改修（延長 2,130 m）
 - 2) デルカンダ水路改修（延長 1,760 m）
 - 3) ヌゲゴダ水路改修（延長 1,580 m）

198. デルカンダ水路は現況水路幅を大きく拡幅する必要がある。しかしながら、下流区間では右岸はオールド・ケスベワ道路の路肩であり、左岸は住宅である。このため、水路の拡幅は多くの家屋移転を伴い難しいことから、デルカンダ水路をスリヤマル道路付近の低地へと分岐し、現況よりも約 600 m 上流地点でヌゲゴダ水路に合流させることにより移転家屋数を削減する計画とする。

ボルゴダ水路改修計画

199. 図 15.6 に示すボルゴダ水路下流区間はホテアオイで埋め尽くされており、ほとんど水路として機能していない。ボルゴダ水路はその自流域のみならず、ヌゲゴダ - ラッタナピティア支流域からの流出も受け持つことから、下流区間の改修が必要である。ボルゴダ水路改修計画は以下の対策からなる。

- 1) ボルゴダ水路下流区間改修 (延長 2,400 m)
- 2) ベランウィラ - アッティディヤ低湿地洪水遊水地の保全 (88 ha)

200. ボルゴダ水路下流区間付近ではラトマラナ空港拡張計画がある。この計画では滑走路延長のため埋め立てを行うとともに図 15.6 に示すようにボルゴダ水路を埋立地に沿って東側に付け替えることが考えられている。したがって、この案をボルゴダ水路改修計画に取り入れることとする。改修計画はホテアオイの除去、水路掘削・浚渫、及び管理用道路の設置からなる。計画河床高は標高-1.5 m とする。

ラトマラナ - モラトゥワ計画 (都市排水改善・整備)

201. 計画対象地区は図 15.7 に示すようにゴール道路とウェラス川の間位置する地区であり、面積は 3.3 km² である。ラトマラナ - モラトゥワ計画は、カンダワラ地区からテラワラ地区にかけてのウェラス川右岸沿いの標高 1 m 以下の住宅密集地に対するウェラス川からの洪水侵入の防御及び排水不良の軽減、比較的標高の高い地区で頻繁に発生する局所的な浸水の軽減を目的に以下の対策を講じるものである。

- 1) ウェラス川へ排水する幹線排水路の改修 (延長 3,580 m)
- 2) 幹線排水路へ排水する 2 次排水路の改修・整備 (延長 6,390 m)
- 3) 洪水調整池の設置 (2 ヶ所)
- 4) ウェラス川右岸堤防沿い排水路建設 (延長 1,150 m)

水路改修の総延長は 11,120 m、カンダワラ地区とテラワラ地区に建設される洪水調整池の面積はそれぞれ 3 ha、10 ha である。

洪水遊水地保全対策

202. 提案の以下の洪水遊水地は土地利用の法的規制により保全されなければならないが、法的規制を効果的に実効させるため、洪水遊水地の境界を物理的に明確にすることが必要である。このため、洪水遊水地の境界を周縁水路、散歩道、植生により明確にするものとする。周縁水路の総延長は約 20 km となる。

- 1) ヌゲゴダ水路上流・下流洪水遊水地及びデルカンダ水路沿い洪水遊水地、計 36 ha
- 2) ウェラス川沼沢地洪水遊水地 65 ha 及びマハ川湿地洪水遊水地 106 ha
- 3) ベランウィラ - アッティディヤ湿地洪水遊水地 88 ha

15.5 非構造物対策

203. ウェラス川流域の構造物対策を補完し持続的なものとするため、以下の非構造物対策を提案する。

- 1) 洪水遊水地の管理
- 2) 都市開発地区における開発規制
- 3) 低湿地の土地利用規制
- 4) 洪水情報の公開
- 5) 建物の耐水化

これらは本調査の洪水対策マスタープランにおける提案と同様である。

204. 洪水遊水地の管理：洪水遊水地は技術的・経済的見地からウェラス川流域の洪水対策上、非常に重要である。よって、以下の対策により計画洪水遊水地（計 295ha）を保全するものとする。

- 1) 洪水遊水地の法的指定
- 2) 洪水遊水地における土地利用規制
- 3) 不法行為の取締り強化

205. 都市開発地区における開発規制：ウェラス川流域はコロンボ市に隣接しているため、今後の都市化が著しく進行するものと予想される。都市化の進行は流域からの流出増を引き起こすが、これに対応するために河川・水路の流下能力を増加させることには限界がある。流域からの流出を抑制するため、都市開発担当の政府機関を含め、すべての開発者に対し開発事業の実施において流出抑制施設の設置を義務付けるものとする。

206. 低湿地の土地利用規制：浸水被害を受けている家屋は、元々氾濫源であったウェラス川沿いの低湿地及びその周辺に建設したものが多く、同様の被害状況を繰り返さないため、低湿地の土地利用を規制し氾濫源への家屋建設を防止する。

207. 洪水情報の公開：洪水遊水地を適切に保全するため、関連法規、不法行為、洪水遊水地の境界等、必要な情報を公開することにより、洪水対策への社会的合意形成を図る必要がある。さらに、住宅地・低地の洪水発生状況についての情報公開は洪水被害軽減に寄与するものと期待される。情報公開により、住民自らが洪水の危険がある低湿地への居住を避けるとともに、いかにして洪水に対処するかを理解するものと考えられる。
208. 建物の耐水化：原則的には低湿地や洪水遊水地等の氾濫源に存在する家屋は移転させることが望ましい。しかしながら、様々な事情により氾濫源に居住せざるを得ない場合には、建物基礎のかさ上げ、ピロティ形式、防水壁、家屋の防水工等の家屋の耐水化策を導入するものとする。

第16章 概略設計

設計基準

209. 優先プロジェクトに含まれる構造物対策である河川改修、堤防、護岸、橋梁、樋門、カルバート、洪水調整池及び遊水地周縁水路の予備設計のため、下記の基準類をもとに設計基準を取りまとめた。

- 1) 建設省河川砂防技術基準(案)(日本)
- 2) 河川管理施設等構造令(日本)
- 3) 道路設計基準(スリ・ランカ)
- 4) 橋梁設計マニュアル(スリ・ランカ)

ウェラス川改修計画

210. ウェラス川改修計画は図15.4に示すとおりである。構造物対策として河床浚渫、洪水防御堤防、洪水調整池及びそれに伴う樋門が含まれる。ウェラス川の改修諸元は下表のとおりである。

河川名	改修延長	設計洪水流量	計画勾配	計画断面	計画河床幅
ウェラス川	5.5 km	79 ~ 164 m ³ /sec	標高-1.5 m	台形断面 法勾配 1:2.0	19 ~ 40 m

改修河道の線形は現況河道に沿うものとした。計画下流端はボルゴダ湖底の標高が-1.5 mになる地点まで延長することとし、浚渫区間をコスパラナ橋より下流1.2 kmの地点までとした。

211. ウェラス川右岸のカンダワラ地区及びテラワラ地区に対する洪水対策として、練石積工による洪水防御堤防を設置する。堤防延長は2,300 m、堤防天端高は標高1 ~ 1.3 m、堤防の高さは約1 mである。また、内水排除のため3ヶ所にフラップゲート付き樋門を設置し、ウェラス川の洪水の侵入も防止する構造とした。樋門の諸元は下表のとおりである。

樋門	幅×高さ	門数
カンダワラ	2.0 m × 1.9 m	2
テラワラ北	2.5 m × 1.9 m	2
テラワラ南	2.5 m × 1.9 m	2

ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画

212. ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画は図15.5に示すとおりである。構造物対策としてラッタナピティヤ水路、及びその支川であるヌゲゴダ水路(図中左)、デルカンダ水路(図中右)を改修する。改修河道は概ね現況河道に沿った線形とする。各水路の改修諸元は下表のとおりである。

河川名	改修延長	設計洪水流量	計画勾配	計画断面	計画河床幅
ラッタナピティヤ水路	2.13 km	25 ~ 53 m ³ /sec	1/1,200 ~ 1/800	台形断面(1:2.0) または矩形断面	19 m
デルカンダ水路	1.76 km	14 ~ 29 m ³ /sec	1/300 ~ 1/700	台形断面(1:2.0) または矩形断面	3 ~ 13.5 m
ヌゲゴダ水路	1.58 km	10 ~ 24 m ³ /sec	1/450 ~ 1/700	台形断面(1:2.0) または矩形断面	5 ~ 13 m

213. 家屋密集地域における計画水路は蛇籠護岸を用いた矩形断面とし、移転家屋数の削減に努める。蛇籠護岸による矩形水路の延長は 3,450 m である。既存の横断構造物については、14 橋梁及び 1 カルバートの架け替えを行う。また河道沿いには原則として、片側に幅員 4 m の管理用道路を設置する。管理用道路の延長は 3,890 m である。

ボルゴダ水路改修計画

214. ボルゴダ水路改修計画は図 15.6 に示すとおりである。ボルゴダ水路の改修諸元は下表のとおりである。

河川名	改修延長	設計洪水流量	計画勾配	計画断面	計画河床幅
ボルゴダ水路	2.4 km	23 ~ 51 m ³ /sec	標高-1.5 m (レベル)	台形断面 (法勾配 1:2.0)	15 ~ 19 m

改修河道は概ね現況河道に沿った線形とする。ただし、下流区間はラトマラナ空港の滑走路延長計画に対応できるように左岸側の低湿地側にシフトし、ウェラス川上流端に接続する。また、河道沿いには原則として、片側に幅員 4 m の管理用道路を設置する。管理用道路の延長は 2,680 m である。

ラトマラナ - モラトワ計画

215. ラトマラナ - モラトワ計画は図 15.7 に示すとおりである。当該地域内の洪水排水改善のため、幹線排水路へ排水する 2 次排水路の改修・整備を行う。既存の水路のうち、道路沿いの水路については蓋付きのコンクリート水路とし道路幅の確保に配慮する。コンクリート水路の計画断面は幅 80 cm × 深さ 80 cm ~ 幅 2 m × 深さ 1.5 m であり、改修延長は 6,390 m である。また、ウェラス川へ排水する幹線排水路についても拡幅による改修を行うこととする。計画断面は幅 1 m × 深さ 1 m ~ 幅 6 m × 深さ 1.5 m、改修延長は 3,580 m である。

216. 上述の幹線排水路改修に加えて、ウェラス川右岸の洪水防御堤防沿いに排水路を設置する。排水路は練り石積工による矩形水路とし、計画断面は幅 1 m × 深さ 1 m ~ 幅 1.5 m × 深さ 1 m である。排水路延長は 1,150 m である。これらの幹線排水路は、カンダワラとテラワラに建設する洪水調整池に接続され、洪水は一時貯留される。洪水調整池の面積はカンダワラ側で 3 ha (容量 48,000 m³)、テラワラ側で 10 ha (3 池、容量 160,000 m³) である。調整池の計画底高は標高 -1 m とする。一時貯留された洪水はウェラス川改修計画にて建設される樋門を通してウェラス川に排出される。

第 17 章 組織・制度

事業実施体制

217. 提案のウェラス川洪水対策事業の実施体制は図 17.1 に示すようになる。事業実施機関は住宅・プランテーション基盤省の監督下ある SLLRDC である。また、事業の円滑な実施のため、関連政府機関により構成される調整委員会、工事に伴う公共施設移設委員会、及び住宅・コミュニティー開発委員会を設置する。
218. SLLRDC においては、図 17.2 に示すとおり水路建設・維持管理部が事業実施全般を主導する責任を担う。水路建設・維持管理部はコンサルタントとともに、事業実施に係わるすべての業務を監督する。その他の部署はそれぞれの担当業務で水路建設・維持管理部を支援する。
219. 調整委員会は、事業実施の基本方針を示すとともに、実施中に発生した問題や阻害要因の解決、及び事業進捗のモニタリングと評価を行う。調整委員会は住宅・プランテーション基盤省の次官が議長を務め、内務・地方自治省、都市開発庁、国家住宅開発庁、環境庁、地方自治体、SLLRDC 等の委員により構成される。
220. 公共施設移設委員会は、事業実施に伴う公共施設の移設・新設に関連する技術的な課題の調整について協議する。公共施設移設委員会は、国家上下水道庁、セイロン電力庁、スリランカ・テレコム及び地方自治体の委員により構成され、SLLRDC 総裁が議長を務める。
221. 住宅・コミュニティー開発委員会（HCDC）は事業に関連する 5 つの地方自治体にそれぞれ設置され、住民の意見・要望を聴取する。住宅・コミュニティー開発委員会は、各地方自治体での土地取得と住民移転の調整業務において事業実施を支援する。また、各自治体の住宅・コミュニティー開発委員会間の相互調整、さらに事業実施機関と住民との間に密接な関係を構築するため、HCDC 調整委員会を設置し、SLLRDC 総裁が議長を務める。

地方自治体の実施体制

222. ウェラス川流域は 5 つの地方自治体が管轄する行政区に分れる。これらは、デヒワラ - マウントラビニア市、モラトゥワ市、スリ・ジャヤワルデナプラ・コッテ市、マハラガマ市及びケスベワ郡であり、このうちデヒワラ - マウントラビニア市、モラトゥワ市及びマハラガマ市には住宅・コミュニティー開発委員会が設立されている。住宅・コミュニティー開発委員会は市長が議長となり、コミュニティー開発担当官が調整役を担っている。

223. ケスベワ郡には未だコミュニティー開発委員会はなく、西部州政府からコミュニティー開発担当官が派遣され、数名のスタッフと活動している。ケスベワ郡はコミュニティー開発担当官の主導によりコミュニティー開発委員会を設置し、提案事業実施前に活動を開始することが望まれる。

SLLRDC と地方自治体の財務状況

224. SLLRDC の財務状況は概ね健全である。2000 年の売上高は 276 百万ルピーに対し運営費は 186 百万ルピーである。しかし、固定資産の利子収入が売上高に占める割合が高く、1996～2000 年の平均でその率は 47% である。この固定資産の利子収入は洪水対策施設の運営・維持管理費に使用することはできず、運営・維持管理費の財源は現状においては中央政府からの予算配分のみ依存している。SLLRDC にとって運営・維持管理費の予算獲得に努めることが重要課題である。地方自治体等からの洪水対策施設運営・維持管理業務委託は 1996 年の 16 百万ルピーから 2000 年には 43 百万ルピーに増加している。このことは SLLRDC の運営・維持管理業務が強化されていることを意味している。

225. 関係する 5 地方自治体の財務状況は以下のとおりである。

項目	デヒワラ - マウントラビニア市	モラトゥウ市	スリ・ジャヤワルデナ ブラ・コッテ市	マハラガマ市	ケスベワ郡
1996～2000年の平均歳入 (百万ルピー/年)	256	166	151	51	69
2000年の歳出 (百万ルピー)	230	147	121	40	46
主な支出費目					
人件費	61.9%	45.7%	57.0%	49.8%	35.4%
維持修繕費	5.2%	21.3%	7.9%	20.7%	21.2%
通信交通費等	12.6%	15.5%	13.0%	13.3%	20.3%
備品費等	11.4%	10.6%	10.5%	7.7%	13.2%
自主財源の割合	49.7%	46.5%	45.7%	51.6%	40.4%
補助金の割合	54.2%	59.0%	56.7%	58.0%	74.0%

上表に見られるように、地方自治体の財政は中央政府及び州政府からの補助金に大きく依存している。洪水対策施設の運営・維持管理を持続的に行うためには、地方自治体の財務体質強化が必須である。

第 18 章 運営・維持管理計画

運営・維持管理体制

226. 提案のウェラス川洪水対策事業の実施により建設される洪水対策施設の運営・維持管理の責任を担うのは SLLRDC、デヒワラ - マウントラビニア市、モラトゥワ市、スリ・ジャヤワルデナブラ・コッテ市、マハラガマ市及びケスベワ郡である。しかしながら、地方自治体の運営・維持管理体制が未だ脆弱であること、及び洪水対策施設の運営・維持管理と低湿地管理との関連性を考慮すれば、洪水対策施設の主要な部分の運営・維持管理は SLLRDC が担当することが適当である。一方、地方自治体はそれぞれの管内の排水施設の運営・維持管理を行うものとする。

運営・維持管理業務の責任分担

227. 提案事業はウェラス川改修計画、ボルゴダ水路改修計画、ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画及びラトマラナ - モラトゥワ計画の 4 計画で構成される。そのうち、ウェラス川改修計画、ボルゴダ水路改修計画、ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画の 3 計画で建設される施設の実質的な運営・維持管理は SLLRDC が行うものとする。一方、ラトマラナ - モラトゥワ計画（都市排水）の運営・維持管理はデヒワラ - マウントラビニア市とモラトゥワ市がその役割を担うものとする。その他の地方自治体はそれぞれの管内で洪水対策施設の定期点検を行うことで SLLRDC の運営・維持管理業務を支援する。運営・維持管理業務の分担を図 18.1 に示す。

運営・維持管理の実施計画

228. SLLRDC では、水路建設・維持管理部の水路維持管理課が洪水対策施設の運営・維持管理の責任を担う。地理的条件と現行の業務分掌を考慮すれば、実際の運営・維持管理業務はアッティディヤ地区事務所が担当することになる。また、マスタープランで新設を提案したキリマンダラ・マワッタ地区事務所の都市排水担当部署は、地方自治体職員へのオン・ザ・ジョブ・トレーニングと講義を担当する。このため、アッティディヤ地区事務所とキリマンダラ・マワッタ地区事務所は要員を増強するものとする。
229. デヒワラ - マウントラビニア市とモラトゥワ市は、提案事業により建設された洪水対策施設が移管された後、その運営・維持管理を行うため、技術部内に担当部署を設置するとともに、段階的に必要な要員配置を進めていくものとする。一方、スリ・ジャヤワルデナブラ・コッテ市とケスベワ郡は、洪水対策施設の定期点検のみの責任であるため当面現行の体制とする。
230. 維持管理機材は、洪水対策施設の維持管理業務を持続的に行っていくうえで重要な資源のひとつである。各担当機関は必要な維持管理機材を調達するものとする。また、交換部品や器具を必要時にはいつでも利用できるよう適切な在庫管理を行うものとする。

SLLRDC と地方自治体の教育訓練プログラム

231. 運営・維持管理業務を持続的に行うため、SLLRDC と地方自治体の職員を対象とした教育訓練プログラムを作成・実施する。業務管理プログラムは管理要員と技術要員の業務管理能力の向上を目的とする。主な内容は業務管理方針全般と運営・維持管理業務の計画と実行である。また、運転操作プログラムは、工務要員、現場監督や運転操作員の教育訓練を目的とする。主な内容は維持管理機材の仕様・機能についての理解及び運転操作の知識と経験の習得である。

第19章 環境影響評価

232. 想定される影響：提案のウェラス川流域洪水対策事業の環境スクリーニングとスコーピングの結果に基づき、土地取得、住民移転、宗教・公共施設の移設、工事中の一時的交通障害、洪水調整池での蚊の繁殖、ベランウィラ - アッティディヤ野生生物保護区の動植物、工事中の排気ガス及び粉塵、工事中の騒音・振動、浚渫土砂や水生植物の処分に伴う悪臭などが想定される環境影響である。これらの環境影響項目は、適切な工法や機器・機材の使用により軽減されるが、以下に記述する環境項目には注意を要する。
233. 社会環境：提案事業における重要な社会環境配慮事項は土地取得と住民移転であるが、事業の実施の重大な障害となる事項は特定されていない。本調査期間中に実施した移転に関わる世帯調査結果より158世帯が移転の対象と想定される。移転に関わる補償と必要な支援が「非自発的住民移転に関わる国家政策」のもとで合法・不法占有住民に対して適切に実施される必要がある。住民移転計画については次章に記述する。
234. ベランウィラ - アッティディヤ野生生物保護区：ベランウィラ - アッティディヤ野生生物保護区の大部分は計画洪水遊水地に含まれているため、保護区の適切な保全のためには政府が計画洪水遊水地を全て取得すべきである。全遊水地を取得することにより、結果として区域内の野生生物保護区が保全されることになる。ウェラス川の浚渫とボルゴダ水路の塩水遡上防止水門の撤去は、野生生物保護区内でのある程度の塩分濃度の上昇を引き起こすと考えられるが、野生生物保護区内の植生は定常時に冠水していないことから、植生に対して急激でかつ広範囲に亘る影響はないものと考えられる。上記浚渫と塩水遡上防止水門の撤去により、ベランウィラ - アッティディヤ保護区がかつての自然条件に復元することも考えられる。
235. 浚渫残土：ウェラス川及びボルゴダ水路改修工事による浚渫残土の処分について検討する必要がある。浚渫土砂は有機物を含んでおり、改修工事による発生量は約140,000 m³と推定される。また、その他の河川/排水路の改修に伴い生じる掘削残土にも有機物が含まれる。このため、これら残土を適切な処理なしで埋立て処分した場合には悪臭の発生する恐れがある。したがって、浚渫残土は浚渫後直ちに、住宅地からある程度離れた仮置き場または最終処分地に運搬する必要がある。処分地の候補地を図19.1に示す。
236. 水生植物：水生植物の除去は浚渫土砂の処分と同様に環境問題となる可能性がある。ウェラス川や低湿地の水路では浮漂型及び抽水型などの水生植物が繁茂している。水路内の水質悪化による水生植物の異常繁茂が洪水排水の流下障害を引き起こしており、水生植物の除去が必要である。除去した水生植物の処分量を減らし、処分に関わる住民からの苦情を軽減するために、腐敗施設の利用による生物ガス発電やコンポスト化による利用を考えることが望ましい。

237. モニタリング：提案事業の工事期間及び運用時において上記の環境影響軽減対策が適切に実施される必要がある。環境影響軽減対策は、建設業者や地方自治体、関連機関により実施されるが、SLLRDC は事業に係わる環境管理について責任がある。環境影響軽減対策の効果、環境要求事項及び環境的不測事項の確認のため、SLLRDC と関連機関により環境影響モニタリングを実施する必要がある。

第20章 住民移転計画

基礎情報

238. 土地取得と住民移転：縮尺 1:2,000 の地形図及び本調査で実施した住民移転調査の結果より、提案のウェラス川洪水対策事業における移転対象世帯数は 158 世帯と想定される。移転対象世帯の多くがウェラス川改修計画地区（36 世帯）及びヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画地区（98 世帯）に居住している。計画遊水地の面積（295 ha）を除く事業用の土地取得面積は合計で 31 ha である。
239. 住民移転の受け入れ意思：住民移転調査によると、移転対象世帯の約半数が無条件または条件付で移転を受け入れる意思を表明している。移転先に関しては、39%の世帯が現在地の近隣への移転を希望し、7.4%は移転先にこだわりなしと回答している。一方、残りの約 54%は回答を保留している。
240. 収入水準：住民移転調査によると、移転対象となる世帯の約 49%が月收入 5,000 ルピー未満の低所得層に分類され、そのうちの 42%の世帯は貧困ラインである月收入 3,000 ルピー以下である。したがって、提案事業はこれらの住民の生活環境を改善することにより、貧困削減へ寄与する側面を有するといえる。

責任機関

241. 提案事業に関わる住民移転の責任機関は、実施機関の SLLRDC、関係 5 地方自治体及び国家住宅開発庁（NHDA）である。SLLRDC の水路建設・維持管理部（CDM）が NHDA の支援のもとで用地取得と住民移転を全般的に担当する。CDM は「非自発的住民移転に関わる国家政策」に基づき住民移転行動計画（Resettlement Action Plan）の策定と実施の責任を有する。一方、関係地方自治体は移転対象住民と住民移転に関わる法的手続きや活動を行う。各地方自治体には、住宅・コミュニティー開発委員会（HCDC）が設置され、住民移転に関わる社会的問題解決に携わる。一方で、SLLRDC では HCDC 調整委員会を設置し、各関係地方自治体の住宅・コミュニティー開発委員会間での情報交換や活動の調整を行なう。

住民移転計画

242. 住民移転行動計画：「非自発的住民移転に関わる国家政策」では、20 世帯以上の住民移転が発生する開発事業については総合的な住民移転行動計画を策定する必要があると規定している。移転先選定や雇用問題のための相談会及び移転先への引越しに関わる準備など移転行動計画において計画された支援事項はモニターされ、円滑な住民移転のために必要に応じて対策を適宜実施する必要がある。

243. 生計回復：移転対象世帯は、移転後に少なくとも移転前と同水準に生計を回復する必要がある。移転対象世帯の生計回復水準を移転後に定期的にモニターし、生計回復状況が思わしくない場合には、しかるべく追加的な支援措置を事業実施者が講じる必要がある。さらに、予期していなかった事故や苦情が生じた場合には、適切に対応しなければならない。
244. 住民移転用地：デルカンダ水路計画地区を除いて、移転対象世帯は全般的に分散している。これらの移転先は HCDC、NHDA 及び SLLRDC の支援のもと、現在の居住地の近隣に確保できるものと思われる。一方で、建物が比較的密集しており、移転数が多いデルカンダ地区（60 世帯）では近隣に個別に移転先を求めることが困難と想定されることから、約 1 ha の集団移転地を準備するものとする。移転先候補地を図 20.1 に示す。
245. 住民説明：提案事業の実施段階において、事業内容及び住民移転に関する住民説明・協議を早期に実施することを提言する。加えて、地方自治体、NHDA 及び SLLRDC などの関係機関による移転対象世帯への相談会の実施も必要である。住民移転行動計画には移転世帯の要望を十分に取り入れるものとする。また、このような住民参加は早い段階から実施する。
246. 住民組織工事契約システム：1980 年代の「住宅百万戸計画」において貧困削減に関わる新しい取り組みとして住民組織工事契約システムが導入された。コミュニティー開発委員会の登録を行なっているコミュニティーが住民組織工事契約に参加することができる。請負工事は NHDA の監理の下で指定されたコミュニティーが実施する。関係コミュニティーが工事に参加できるよう小規模な工事についてはこの住民組織工事契約システムを適用し、コミュニティーに事業の利益配分を行なうと共に、洪水対策の必要性に関する住民の認識を高める。
247. 雇用機会の提供：住民組織工事契約は住民参加の一手法である。住民組織工事契約に加えて、提案事業により影響を被る低所得層などの住民を優先的に事業実施において雇用する方策を確立する。

第 21 章 施工計画及び積算

248. 提案のウェラス川洪水対策事業を構成する各計画の工事期間は下記のように見積もられる。全体工期は 36 ヶ月と見込まれる。図 23.1 に提案事業実施工程を示す。

- | | |
|----------------------|---------|
| 1) ウェラス川改修計画 | : 21 ヶ月 |
| 2) ボルゴダ水路改修計画 | : 19 ヶ月 |
| 3) ヌゲゴダ - ラッタナピティヤ計画 | : 32 ヶ月 |
| 4) ラトマラナ - モラトゥワ計画 | : 31 ヶ月 |

事業の実施区分

249. 提案事業はその内容から大きく土木工事と維持管理機材の調達に 2 パッケージに分割できる。各パッケージの業者は国際競争入札によって選定するものとする。入札業者は事業を成功裏に実施するに十分な能力と豊富な国際事業経験を備えているものとする。

事業費積算

250. 提案事業の事業費算定のための項目、為替レート等は第 2 部マスタープランにおけるものと同様である。工事数量は概略設計に基づき算定した。提案のウェラス川洪水対策事業の事業費は以下のように見積もられる。

事業費目	金額 (百万ルピー)
1) 直接工事費	1,907
2) 土地取得費、補償費	841
3) 維持管理機材調達費	113
4) 設計・工事監理費	381
5) 政府の事業管理費	63
6) 物価上昇予備費	88
7) 物理的予備費	303
8) 税金	693
合計	4,389

251. 提案事業で建設される構造物及び洪水遊水地の年間維持管理費は第 18 章の運営・維持管理計画にもとづき 40 百万ルピーと見積もられる。これは直接工事費の約 2% に相当する。

第 22 章 事業評価

経済評価

252. 提案のウェラス川洪水対策事業の経済評価はマスタープランと同様の手法で行った。耐用年数は 40 年、割引率は 10% である。経済評価結果は以下のとおりである。提案事業は経済的にフィージブルである。

洪水遊水地 (ha)	事業費 (百万ルピー)	年平均洪水被害 軽減便益 (百万ルピー)	年平均土地利用 高度化便益 (百万ルピー)	B-C (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
295 ha	4,389	147	875	3,043	2.09	18.8

253. 経済評価の感度分析は調査対象地域の都市化の遅れ、経済成長の鈍化の影響による便益減少及び費用の増加を想定して下表の 3 ケースで行った。いずれのケースに対しても十分な経済的フィージビリティを有するといえる。

ケース	B-C (百万ルピー)	B/C	EIRR (%)
基本	3,043	2.09	18.8
(1) 便益 10% 減少	2,459	1.88	17.2
(2) 費用 10% 増加	2,764	1.90	17.4
(3) (1)と(2)の組み合わせ	2,180	1.71	16.0

非定量的便益

254. 提案事業は上記の定量的便益の他に、以下の非定量的便益を生み出すことが期待できる。

- 1) レクリエーション開発の促進
- 2) 住宅開発の促進
- 3) 経済開発の促進
- 4) 住民生活環境の改善
- 5) 住民生活環境の不便の軽減
- 6) 衛生環境改善
- 7) 洪水脅威の解消
- 8) 水環境の改善
- 9) 貧困削減への寄与

255. 提案事業にかかわる住民移転調査の結果、月収入が 5,000 ルピー以下の世帯数は調査対象世帯数の 1,539 世帯のうち 750 世帯 (49%) を占める。さらに貧困ライン (月収入 3,000 ルピー) 以下の世帯数は 21% である。これらの世帯は事業の受益者と位置付けられ、提案事業の実施はこのような世帯の生活環境を改善し、ひいては貧困削減に寄与することが期待される。

技術評価

256. 提案事業には、浚渫、水路掘削、堤防、護岸、橋梁、カルバート、樋門等の建設が含まれるが、これらの施設は、設計、施工、運営・維持管理において特に難易度の高い構造物ではなく、事業実施に技術的な制約条件はない。事業実施においては国際入札により能力の高い建設業者を選定することが望ましいが、建設工事自体はスリ・ランカ国における技術水準で実施可能である。

環境評価

257. 提案事業実施により想定される環境影響は適切な対策の実施により回避または軽減できる。想定される環境影響項目のうち、住民移転が最も注意して取り扱われるべき事項であるが、住民移転の実施を妨げる要因は今のところ想定されない。
258. ベランウィラ - アッティディヤ野生生物保護区への生態学的影響については、洪水遊水地が保全されれば大部分が保全されることになり影響は回避もしくは軽減できる。また、ウェラス川の浚渫及びボルゴダ水路の塩水遡上防止水門の撤去は、ウェラス川及びボルゴダ水路の塩分濃度を幾分上昇させることが想定されるが、塩分濃度の上昇はもともとの環境に戻ることを意味することから深刻な影響要因ではない。

社会評価

259. 提案事業実施のためには158世帯の住民移転が必要である。しかしながら、「非自発的住民移転に関わる国家政策」のもとで適切な補償と必要な支援が実施されれば、住民移転を妨げる重大な阻害要因はないと考えられる。
260. 提案事業は洪水の影響を受けている人々の損失を軽減し、生活環境を改善する。ウェラス川流域では、改修すべき河川や水路沿いに比較的多くの低所得者が居住している。これらの住民は提案事業の受益者と考えられる。また、提案事業は住民組織工事契約システムを通じての間接的雇用や事業での直接的な雇用により事業地区での雇用機会を増加させる。

総合評価

261. ウェラス川流域洪水対策事業は、その必要性を十分に持っており、経済、技術、環境、社会配慮の面において実施が妥当であると認められる。また、同事業は洪水被害軽減を第一の目的としているがその他の多くの便益を生み出す。同事業の実施は、洪水被害の軽減、地域開発、低所得者層の生活環境改善等を通じて、貧困削減に寄与するものと考えられる。

第23章 事業実施計画

262. 提案のウェラス川流域洪水対策事業の事業実施体制は図 17.1 のようになる。スリ・ランカ土地開発公社 (SLLRDC) が実施機関となり、住宅・プランテーション基盤省 (MHPI) は調整委員会を通じて SLLRDC を監督することになる。
263. 提案事業の実施期間は図 23.1 に示すように 6 年を予定する。事業実施工程は、詳細設計、建設業者調達、建設工事の各段階に分けられる。調査及び入札図書作成を含む詳細設計は約 22 ヶ月間、建設業者調達は 12 ヶ月間、建設工事は 36 ヶ月間と見込まれる。
264. 提案事業の総事業費は 43 億 8 千 9 百万ルピーと見積もられる。スリ・ランカ政府の現在の厳しい財政状況を考慮し、国際金融機関よりの資金調達を提案する。調達金額は土地取得費、補償費、政府事業管理費、税金等の非融資対象費目を除く 27 億 9 千 2 百万ルピーと見込まれる。一方、スリ・ランカ政府は残り 15 億 9 千 7 百万ルピーの予算措置を講じなければならない。

第 24 章 フィージビリティ調査の結論と勧告

結論

265. 提案のウェラス川流域洪水対策事業は経済的、技術的にフィージブルであり、かつプロジェクトの実施を妨げるような重大な環境問題も社会的問題もない。したがって、提案の事業は実施すべきと結論付けられる。
266. 本調査で実施した住民移転調査結果によれば提案事業の受益者と想定される世帯の 49% は月收入が 5,000 ルピーを下回る低所得層に属している。さらに、その内の 42% の世帯は貧困ラインといわれる月收入 3,000 ルピー以下の収入となっている。提案事業はこれらの低所得層の生活環境を改善し、ひいては貧困削減に寄与するものである。また、提案事業の実施は地域の経済発展を促進することが期待でき、経済発展による住民の生活レベルの向上を通じても貧困削減に寄与できる。

勧告

267. ベランウィラ アッティディヤ野生生物保護区保全方針：ベランウィラ アッティディヤ湿地帯は提案のウェラス川流域洪水対策事業において洪水遊水地として機能することが求められている。同湿地帯は 1990 年に野生生物保護区（372 ha）に指定されており保全の対象となっているが、責任機関である野生生物局の保全方針は明確ではない。同保護区の保全の方針につき関係機関及び関係者間で協議し早期に保全方針を明確にする必要がある。
268. 洪水遊水地の保全：本調査では提案の洪水遊水地の管理保全を確実なものとするために全洪水遊水地を政府が取得することを提言しているが、計画洪水遊水地の大半は私有地（耕作放棄水田）であり取得は容易ではないと予想される。洪水遊水地の保全方法、対策について関係機関及び関係者間で協議し早期に結論を出す必要がある。
269. 塩水遡上防止水門：ボルゴダ水路に現在灌漑局が管理している古い塩水遡上防止水門（1.83 m × 1.83 m × 6 門）が存在する。洪水の円滑な疎通のためには同水門は撤去することが望ましいが、同水門は上流に位置する水田への塩水（希釈されている）遡上を防止する目的で建設されている。現在は水門上流域のほぼすべての水田が耕作放棄されており水門の必要性は低いと考えられるが、その必要性について関係機関及び関係者間で協議し結論を出す必要がある。

270. 住民移転：提案の洪水対策事業実施のためには158世帯の移転が必要とされるが、本調査で行った住民移転調査結果によれば、移転対象世帯の半数（50%）が条件付（具体的な条件は現時点では提示できない）ながら同意できると回答している。円滑な住民移転のためには事業実施が決定されたならば実施機関は速やかに同事業により影響を受ける住民に対し説明会を実施し、移転に関わる条件を提示し住民の協力と理解を得る必要がある。
271. 責任分担：マスタープラン調査でも述べたようにスリ・ランカ国では洪水対策分野の責任分担が現状では明確ではない。洪水遊水地の保全は提案の洪水対策計画に密接に関係するものであり、責任分担が不明確なままでは計画洪水遊水地の管理保全はおぼつかない。同分野の責任分担を明確にする必要がある。マスタープランで提言したようにSLLRDCによる低湿地の一元管理が望まれる。
272. 水質改善：ウェラス川と主要支川は都市化が進んでいる地区からの生活排水と工業排水により汚染されている。本調査ではウェラス川沿いの低湿地を計画洪水遊水地としており、また、同低湿地の大部分はベランウィラ アッティディヤ野生生物保護区内にある。同保護区及び洪水遊水地の環境保全のため人口密集地区や都市化地区に汚水処理システムを建設することが望まれる。