No.

スリランカ国
災害管理人権省
水管理灌漑省灌漑局

スリランカ国
防災機能強化計画調査
最終報告書

（要　約）

平成 21 年 3 月
（2009年）

独立行政法人 国際協力機構
（JICA）

委託先
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
財団法人 都　市　防　災　研　究　所

環 境
J R
09-041

スリランカ国
災害管理人権省
水管理灌漑省灌漑局

スリランカ国
防災機能強化計画調査
最終報告書

（要　約）

平成 21 年 3 月
（2009年）

独立行政法人 国際協力機構
（JICA）

委託先
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
財団法人 都　市　防　災　研　究　所

本報告書で採用した通貨換算率

Master Plan Study

通貨	1 ドルあたり
スリランカルピー（LKR）	111.11 LKR
円（JPY）	119.64 円

(2007 年 3 月 1 日から同年 8 月 31 日までの平均為替交換率による)

Action Plan of Priority Project

通貨	1 ドルあたり
スリランカルピー（LKR）	107.90 LKR
円（JPY）	105.47 円

(2008 年 1 月 1 日から同年 5 月 30 日までの平均為替交換率による)

序　　文

日本国政府はスリランカ国政府の要請に基づき、同国における災害被害の減少を目標に、防災関連機関の能力強化に関する調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 18 年（2006 年）10 月から平成 21 年（2009 年）2 月までの間、株式会社オリエンタルコンサルタンツの工藤利昭氏を団長とし、同社および財団法人都市防災研究所から構成される調査団を現地に派遣しました。また、同期間、国内支援委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議を行いました。

調査団は、スリランカ国政府関係者と協議を行うとともに、調査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、スリランカ国における防災関連機関の能力強化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各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 21 年 3 月

国際協力機構
理事　松本　有幸

伝　達　状

独立行政法人国際協力機構
理事　松本　有幸　殿

今般、スリランカ国における防災関連機関の能力強化に関する調査が終了いたしましたので、ここに「スリランカ国防災機能強化計画調査」の最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき、株式会社オリエンタルコンサルタンツおよび財団法人都市防災研究所の共同企業体が、平成 18 年（2006 年）10 月から平成 21（2009 年）年 3 月までの間に実施して参りました。今回の調査においては、スリランカ国先方政府の現状を踏まえ、洪水対策計画の立案、早期警報避難計画、コミュニティ防災、能力強化という 4 つコンポーネントを通じ、スリランカ国における防災関連機関の能力強化に努めました。

なお、同期間中、日本政府、特に貴機構、外務省、およびその他関係方面の方々に多大な協力を賜りましたことを、この機会を借りて、厚く御礼申し上げます。また、調査期間中、災害管理人権省およびカウンターパート機関である防災センター(DMC)、灌漑局、気象局、建築研究所、その他関係機関より頂きました協力と支援について深く感謝いたします。

貴機構におかれましては、スリランカ国における防災関連機関の能力強化に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望する次第です。

平成 21 年 3 月

株式会社オリエンタルコンサルタンツ
防災機能強化計画調査
団長　工藤　利昭

Legend
Study area of flood
Study area of sediment disaster
Study area of tunami
Watershed boundary
Road
District capital
District boundary
Jaffna
Kilinochchi
Mullative
Mannar
Vavuniya
Trincomalee
Anuradhapura
Puttalam
Polonnaruwa
Batticaloa
Kurunegala
Matale
Kandy
Gampaha
Kegalle
Ampara
Nuwara Eliya
Kelani
Colombo
Colombo
Badulla
Monaragala
Kalutara
Ratnapura
Kalu
Galle
Hambantota
Gin
Nilwara
Matara
0 12.5 25 50 75 100
Kilometers
N
W
E
S

図 1　調査対象位置図

Legend
Target basin
River basin
Target river
River
Lake/Reservoir/
Tank
Road
District capital
District
Boundary
kurunegala
Kegalle
Kandy
Gampaha
Nuwara Eliya
Kelani
Colombo
Badulla
Colombo
Kalu
Ratnapura
Monaragala
Kalutara
Galle
Nilwala
Hambantota
Gin
Matara
0 5 10 20 30 40
Kilometers
N
W
E
S

図２　調査対象流域図

スリランカ国防災機能強化計画調査
概　要

1. はじめに

本調査では、スリランカ国全体における災害被害の減少を上位目標に、洪水・土砂災害の常襲地域である南西部 4 河川（ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川）流域および津波災害地域を対象にして次の 4 つのコンポーネントからなる活動を実施した。

1）ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川における総合的な洪水対策計画立案
2）早期警報避難システムの計画とパイロットプロジェクトの実施
3）コミュニティ防災（CBDM）活動
4）関連機関における能力強化活動

2. ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川における洪水対策計画

本調査の対象地域の流域諸元は以下のとおりである。

表-1　対象 4 河川流域の諸元

項目	ケラニ	カル	ギン	ニルワラ
流域面積（km^2）	2,292	2,719	932	971
河川延長（km）	150	101	113	78
年間降雨量（mm）	3,800	4,040	3,290	2,890
総流出量（MCM）	3,417	4,032	1,268	1,152
流域に属する県	ガンパハ、コロンボ、ケゴール、ラトナプラ、ヌワラエリヤ	カルタラ、ラトナプラ	ゴール、ラトナプラ	マータラ、ゴール
人口	2,773,000	1,127,000	490,000	459,000
洪水氾濫地域内人口（総人口に対する比率%）	150,000 （5.4%）	132,000 （11.8%）	32,000 （6.5%）	100,000 （21.8%）

出典：灌漑局及びその他関係機関の情報に基づいて調査団が作成

本調査では、洪水対策全体計画の見直しと策定のために以下の 6 つの基本原則を適用した。

- 小規模洪水に対しては構造物対策により防御し短期的対策として位置づける。限られた予算の中で早期に洪水便益を発現させるため、目標とする計画防御レベルに段階的に到達するような小規模な構造物対策、短期間対策として実施可能な河道掘削や堤防建設などを考慮する。
- 上記項目に関連して、最大限既存施設を活用し、事業実施による便益の早期発現と実施費用の最小化を図る。しかし、4 流域における既存施設（堤防、樋門・樋管、排水機場等）の現状把握を通じて、それらのいくつかは適切な維持管理が欠如し、または機器類が寿命に達した状態で運転が行われていることが判明した。従って、既存施設の修理や更新を優先的に進める。
- 自然の遊水地としての湿地帯を、大規模洪水や超過洪水の緩衝帯として利用する。このような湿地帯の役割を慎重に評価し、ゾーニングを通じて明確にその境界を区分し保全する。これに関連して関連政府機関の組織・制度の強化も並行して進める。

- 環境面・社会面へのインパクトは、構造物対策の計画規模のもとで最小化する。ステークホルダー間の合意形成を実現するために、環境配慮や緩和策の検討は非常に重要である。 尚、「ス」国において、事業化に向けては、環境影響評価（EIA）のプロセスを経る必要がある。
- 構造物・非構造物対策の最適な組合せを考慮する。本調査における非構造対策の役割は、構造物対策実施によって期待される便益を補完し、また増進することと認識される。この観点から、4 流域の個々の条件を踏まえつつ両対策の適切な組合せを検討する。
- 気象・水文観測ネットワーク強化によって将来の気候変動に対応していく。また、主として非構造物対策による超過洪水に対するリスク管理は、洪水氾濫地域の住民の生計と生命を守るために欠く事はできない。

尚、提案するマスタープランのうち、短期計画と長期計画の定義及び期間は、各対象流域での検討の結果、以下の通りとした。

- 短期計画：緊急を要する優先的に実施すべき事業（実施期間：5 年~7.5 年）
- 長期計画：中・長期的に実施すべき事業（実施期間：9 年～15 年、短期計画を含む）

4 河川の洪水対策マスタープラン

構造物対策

表-2　ケラニ川の主要構造物対策

	項目	主要諸元
短期計画	1. 既存樋門の改修	既存樋管の改修（9 基），水路整備（L=200 m），堤防護岸（L=200 m）
	2. 樋門の再建および新設	再建 8 基、新設 1 基
	3. 既設堤防護岸工	L=670 m
	4. 堤防(5 年確率規模)	- 左岸：15,060 m（平均 H=3.4m） - 右岸：19,640 m（平均 H=3.8m）
長期計画	5. 堤防の嵩上げ (20 年確率規模)	- 左岸：15,060 m（平均 H=4.6m） - 右岸：19,640 m（平均 H=5.1m）
	6. 遊水地の整備	7 箇所（A=46.5 km^2）

出典: JICA 調査団

表 3　カル川の主要構造物対策

	項目	主要諸元
短期計画	1. 樋管の新設	24 基(カルタラ地区)、9 基(ラトナプラ地区)
	2. 輪中堤（ラトナプラ） (10 年確率規模)	コンクリート擁壁 (L=6.2 km, H=4.0 m) 土堤 (L=6.4 km, H=4.0 m)
	3. 堤防整備（カルタラ） (10 年確率規模)	土堤　-左岸：9,625 m (平均 H=3.3m) -右岸：11,730 m (平均 H=3.2m)
長期計画	4. 堤防の嵩上げ (20 年確率規模)	-左岸：9,625 m (平均 H=4.7m) -右岸：11,730 m (平均 H=4.4m)
	5. 排水ポンプ施設の新設	13 箇所　(Q=3.0 m^3/s, H=5.0 m)

出典: JICA 調査団

表-4　ギン川の主要構造物対策

	項 目	主要諸元
短期計画	1. 樋門の新設	9 基
	2. 既存ポンプ場の改修	既存排水ポンプ場 10 基
	3. マウンドダイク	3 箇所合計 A=51,000m^2
	4. 堤防 (10 年確率規模)	- 左岸：8,360 m（平均 H=5.4m） - 右岸：7,620 m（平均 H=5.3m）

	項 目	主要諸元
長期計画	5. 堤防の嵩上げ (30 年確率規模)	- 左岸：8,360 m（平均 H=6.6m） - 右岸：7,620 m（平均 H=6.3m）
	6. 排水ポンプ施設の新設	8 箇所

出典: JICA 調査団

表 5　ニルワラ川の主要構造物対策

	項　目	主要諸元
短期計画	1. 樋門の新設	11 基
	2. 既存ポンプ場の改修	既存排水ポンプ場 3 基
	3. マウンドダイク	3 箇所合計 A=62,000m^2
	4. 堤防 (10 年確率規模)	- 左岸：9,570 m (平均 H=4.7m) - 右岸：7,460 m (平均 H=4.4m)
長期計画	5. 堤防の嵩上げ (30 年確率規模)	-左岸：9,570 m (平均 H=5.9m) -右岸：7,460 m (平均 H=5.5m)
	6. 排水ポンプ施設の新設	2 箇所 (Q=3.0 m^3/s, H=5.0 m)

出典: JICA 調査団

非構造物対策（短期計画と並行して実施）

表-6　推進すべき非構造物対策

項目	主要諸元
1. 早期警報およびモニタリングシステム　(4 河川)	• ケラニ川　：雨量計 9 基、水位観測所 3 箇所 • カル川　　：雨量計 6 基、水位観測所 3 箇所 • ギン川　　：雨量計 8 基、水位観測所 5 箇所 • ニルワラ川：雨量計 8 基、水位観測所 6 箇所
2. 洪水貯留区域の管理 （ケラニ川）	• 洪水貯留区域での布告および法的規制 • 洪水貯留区域内での不法行為への刑罰の強化
3. 都市部開発の規制 (4 河川)	• 土地利用の管理および監視 • 洪水氾濫区域での宅地開発の規制 • 洪水ハザードマップの作成
4. 洪水に強い家屋建設の推進 (4 河川)	• 建築物の高床式化 • 家屋の重層化 • 耐水性の壁や家屋の適用
5. 水防活動の推進 (4 河川)	• 地域での防災情報の普及 • 安全な地域への避難（洪水時） • 家屋、ビル内での家財移動（浸水対策）
6. 住民移転 (ギン川、ニルワラ川)	• マウンドダイク
7. 実施機関の組織強化 (4 河川)	• 事業実施に関する合意形成の仕組み構築 • 都市区画・土地利用開発事業との調整

出典: JICA 調査団

優先事業の選定

各河川流域において、代替案を社会・経済、環境、技術的な観点に加え、洪水脆弱性分析の結果に基づいて、対象流域間での優先順位を検討し、カル川流域を優先事業の対象流域と選定した。

また、カル川流域での優先事業の実施に加え、その他 3 河川の既存構造物の修復・復旧の実施や非構造的対策の早期実施が望まれ、スリランカ政府内でもそのような要望は高い。その点からも、緊急の修復工事として、ケラニ川、ギン川、ニルワラ川において、既設樋門の修復、下流域既存堤防での護岸整備、既設排水ポンプ場の改修・更新といった構造物対策と、早期警報システムなどの非構造物対策を優先度の高い事業として位置づけた。

カル川流域における優先事業

事業概要

表-7　優先事業の概要

河川名	対策	主要諸元
構造物対策		
カル川流域	堤防計画	i) 下流域の堤防計画　(延長 21,355m) - 左岸(延長 9,625m, 高さ 3.3m) - 右岸(延長 11,730,　高さ 3.2m) - 新規樋門 (24 箇所) ii) 上流域の堤防計画 (総延長 6,400m) - 土堤防 (延長 5,350m, 高さ 2.1-3.5m), - コンクリート壁 (延長 1,050m, 高さ 3.1m) - 新規樋門 (11 箇所)
非構造物対策		
カル川流域	(1) 早期警報およびモニタリングシステム (2) 都市部開発の規制 (3) 洪水に強い家屋建設の推進 (4) 水防活動の推進 (5) 実施機関の組織強化	・自記雨量計（6 箇所） ・自記水位計（3 箇所） ・土地利用の管理および監視 ・洪水氾濫区域での宅地開発の規制 ・洪水ハザードマップの作成 ・建築物の高床化 ・家屋の重層化 ・耐水性の壁や家屋の適用 ・地域での防災情報の普及 ・安全な地域への避難（洪水時） ・家屋、ビル内での家財移動（浸水対策） ・事業実施に関する合意形成の仕組み構築 ・都市区画・土地利用開発事業との調整

出典: JICA 調査団

事業費

表-8　優先事業の事業費（カル川）

（単位：1,000 ドル）

項　目			事業額		
			外貨	内貨	合計
I.	直接工事費				
	A	樋管の新設	3,003	1,153	4,157
	B	堤防 (ラトナプラ)	9,025	3,467	12,492
	C	堤防（カルタラ）	8,954	3,020	11,974
	D	早期警報およびモニタリングシステム	185	46	231
		小　計	**21,167**	**7,686**	**28,854**
II.	用地取得費		0	17,920	17,920
III.	エンジニアリングサービス費		3,175	1,153	4,328
IV.	管理費		0	1,022	1,022
V.	物価上昇予備費		3,290	4,751	8,041
VI.	物理的予備費		2,434	2,778	5,212
VII.	税金		-	4,977	4,977
総　計			**30,067**	**40,287**	**70,354**

出典: JICA 調査団

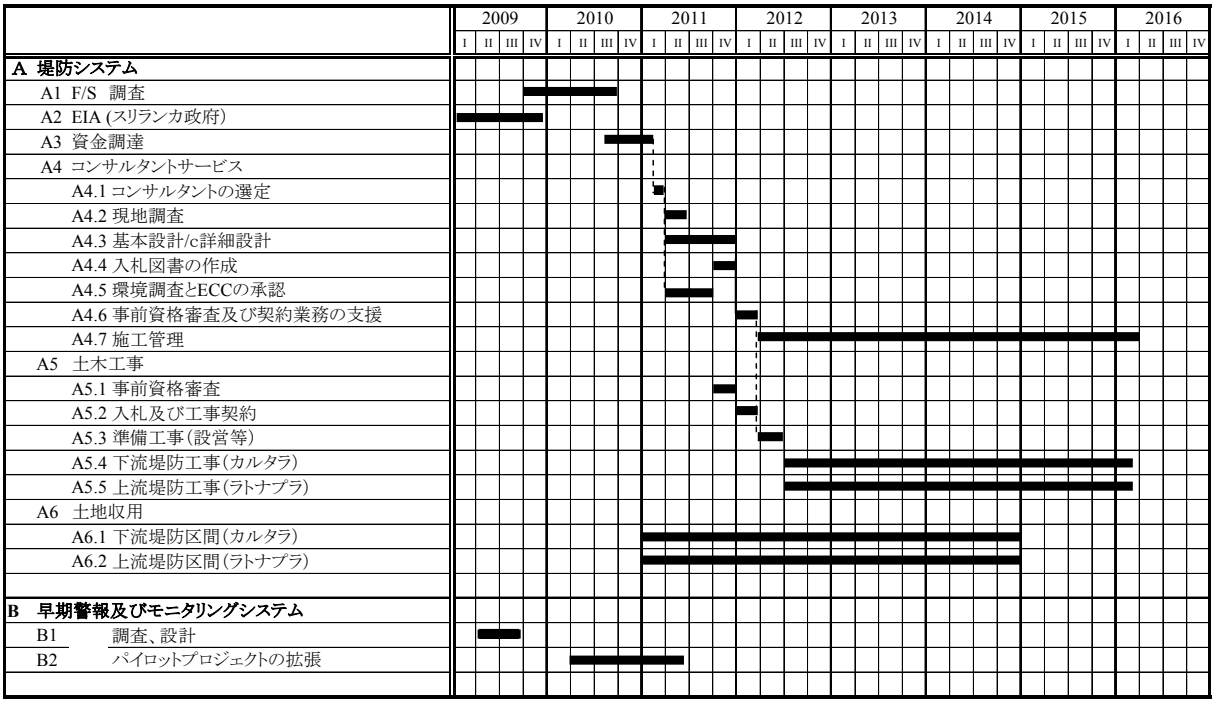
維持管理費

カル川における優先事業の年間維持管理費は 289,000 ドルと算定される。

事業実施計画

下流域（カルタラ）および上流域（ラトナプラ）の堤防整備の工期は、詳細設計を含めてそれぞれ 5 年間と見込まれ、工区を分けて同時の着工を条件とする。事業計画を図-1 に示す。

優先事業(カル川流域短期計画)の実施工程(案)



出典: JICA 調査団

図-1　優先事業の事業計画

事業評価

表-9　経済分析結果

指標	優先事業
B-C (Rs.mil.)	7,617
B/C	2.89
EIRR (%)	23.5%

出典: JICA 調査団

事業の実施体制

Flood Ordinance に治水事業実施機関として定められている灌漑局は、類似事業の経験を有しており、その事業運営能力は高い。望ましい事業実施体制を検討した結果、灌漑局の技術力を活用した「事業実施機関を新設し、技術面および契約管理面を運営する」案が現時点の最適案と考えられる。しかし、実効ある組織を設立するためには更なる協議が必要とされる。

必要とされる環境社会配慮

優先プロジェクトとして選定された諸活動は、1988 年の国家環境法 No.56（修正）に指定された、環境影響評価（EIA）のプロセスを経る必要がある。優先プロジェクトとして選定されたカル川の構造物対策に関しては、IEE が実施済みであるが、さらなる調査が必要とされている。

提言

全対象流域共通

- 水害軽減と水資源開発・管理の統合的な実施
- 事業運営管理のためのキャパシティービルディングの実施
- 洪水対策のための技術的能力（水文解析の詳細や洪水対策施設の設計等を含む）向上
- 水理・水文解析の精度向上にむけた測量等を含むデータ整備
- 灌漑局データ管理システムの改善
- 本調査で作成した水理モデルの更新
- 環境社会配慮への留意
- 灌漑局の組織強化（治水部の創設）
- 流域委員会の設置
- 気候変動対策への取り組み強化

ケラニ川流域

- 緊急対策の早期着手
- 遊水地での洪水貯留可能量についてのさらなる水文的・地形的な検討と低平地保全のための法令整備、規制の強化
- 非構造物対策の早期実施
- 既存施設の緊急復旧事業の早期実施
- 新規ポンプ施設の検討

カル川流域

- 優先事業の早期着手
- 事業実施機関の組織化と流域委員会の設置
- 水資源開発を目的としたマルワラ多目的ダム計画の実現性検討
- 洪水対策のラトナプラ都市開発事業 (UDA)との連携
- カルタラ河口部での河口閉塞防止のための浚渫
- 道路局による南部高速道路事業の排水機能への影響に関するモニタリング実施

ギン川流域

- 緊急復旧対策の早期着手
- アンプロテクトエリアの住民対応にむけた水理面、社会面の更なる検討
- 既設排水ポンプ場の更新・改修の実施
- 道路局による南部高速道路事業の排水機能への影響に関するモニタリング実施

ニルワラ川流域

- 緊急復旧対策の早期着手
- 下流に存在する河床段差の調査の実施
- 上流域での流域変更（導水）事業における技術面、環境・社会面の詳細検討の実施

3.　早期警報避難計画

計画の手順

本調査では、以下の手順に従ってマルチハザード早期警報避難システムを計画した。

概念設計

観測から警報発令、住民の避難に至るまでの情報の流れと情報伝達方法、関係機関の役割について検討、先方政府と協議し、早期警報避難システム案を概念図、表で整理した。

パイロットプロジェクトの実施

早期警報避難システムの概念設計に基づき、ケラニ川およびカル川の洪水に関する早期警報避難システムをパイロットプロジェクトとして構築した。パイロットプロジェクトは以下の活動で構成される。

- 水文観測の自動化を図る水文情報システムの構築
- 関連機関での情報共有を図る省庁間ネットワークの構築
- 住民への情報伝達方法の提案
- 観測から警報発令、関連機関による情報伝達と共有、避難勧告発令、住民の避難活動までのシステム構築と、システムを試行する防災訓練の実施

実際の出来事の評価

調査実施中に、インドネシア沖地震に伴う実際の津波警報の発令、および、豪雨に伴う洪水災害が発生した。早期警報避難システムの観点から、これらの出来事を評価し、システム構築のための課題や教訓を整理した。

マルチハザード早期警報避難システムの計画

上記活動の結果を用いて、現在稼動しているシステムの現状および課題を整理した後、マルチハザードに対する早期警報避難システムを計画し、計画実施に向けた提案を示した。

マルチハザード早期警報避難システム計画

計画を以下の表に示す。計画は、短期的に実施が望まれるものと、中期的、長期的なものとに分類した。短期計画は 2 年、中期計画は 5 年、長期計画は 10 年以内の実施を目標とする。

表-10　短期計画

分　類		計　画
役割分担		- 「役割分担」のワーキンググループ立ち上げと、関係機関による合意書締結
危険の認識	洪水	- 危険地域の抽出と住民への聞き取り調査の実施 - 聞き取り調査結果と近傍水文観測所のデータとの比較と整理
	地すべり	- 危険地域の抽出 - コミュニティレベルのハザードマップ作成
	津波	- コミュニティレベルのハザードマップ作成
	共通	- 「ハザードマップ作成」のワーキンググループ立ち上げと、関係機関による合意書締結 - ハザードマップ作成に向けたアクションプランの作成と実施
観測と警報サービス	降雨	- 降雨予測の精度向上に向けたアクションプランの作成と施設設置スケジュールの作成
	洪水（到達時間が長い洪水）	- ギン川・ニルワラ川における観測所の新規設置と自動化 - ケラニ川・カル川・ギン川・ニルワラ川における全ての水位観測所における目標とする水位（浸水の目安となる水位）の検討 - 十分なデータの蓄積がある観測所に関する、上流水位と下流水位の相関解析による警報基準の設定
	洪水（到達時間が短い洪水）	- 対象地域の抽出と、モデル地区としての優先地域の選択 - パイロットプロジェクトとしてのモデル地区への雨量計および水位計の設置と観測の開始 - モデル地区でのデータの蓄積 - 上流の雨量データと下流の水位の相関解析による警報基準の設定

分　類		計　画
	地すべり	- 危険な DS および GN の事務所における日雨量の目視観測の開始 - 優先度の高い DS や GN の事務所におけるテレメータ付き自動雨量計の設置 - 地すべり発生時の近傍雨量観測所の雨量データの収集 - 地すべり発生と日雨量の相関解析による警報基準の改善 - 自動雨量計の設置状況に応じた、時間雨量を用いた上記検討の実施
	コミュニティレベルの早期警報避難システム	- コミュニティレベルの早期警報避難システムの対象とする地域の抽出 - JICA 調査で実施したコミュニティ活動のモニタリングと他地域への展開
	共通	- 「観測所と機材」のワーキンググループ立ち上げと、関係機関による合意書締結
		- 「情報公開」のワーキンググループの立ち上げと、関係機関による合意書締結
		- 「警報サービス」のワーキンググループ立ち上げと、関係機関による合意書締結
伝達とコミュニケーション		- ワーキンググループ「役割分担」における情報の流れ、使用する機材、維持管理のルール等に関する議論と関係機関による合意書締結
対応能力	適切な維持管理	- 以下に示すワーキンググループの立ち上げと、関係機関による合意書締結 ・ 役割分担 ・ ハザードマップ作成 ・ 観測所と機材 ・ 情報公開 ・ 警報サービス ・ 防災訓練 - 緊急対応マニュアルの作成 - 防災訓練の定期的な実施
	担当職員の能力強化	- ワーキンググループへの参加、緊急対応マニュアルの作成、防災訓練の実施、研修プログラムへの参加等
	住民の能力強化	- 継続的なコミュニティ活動の実施 - 避難訓練やその他訓練の実施
	DMC の能力強化	- DMC の主導による早期警報避難システム計画の実施

出典: JICA 調査団

表-11　中期計画

分　類		計　画
危険の認識	洪水	- 危険地域の抽出と住民への聞き取り調査の実施 - 聞き取り調査結果と近傍水文観測所のデータとの比較と整理
	地すべり	- 危険地域の抽出 - コミュニティレベルのハザードマップ作成
	津波	- コミュニティレベルのハザードマップ作成
観測と警報サービス	洪水（到達時間が長い洪水）	- 4 流域以外の流域における観測所の新規設置と自動化 - ケラニ川・カル川・ギン川・ニルワラ川における全ての水位観測所における目標とする水位（浸水の目安となる水位）の検討 - 十分なデータの蓄積がある観測所に関する、上流水位と下流水位の相関解析による警報基準の設定
	洪水（到達時間が短い洪水）	- モデル地区以外への雨量計・水位計設置の展開 - 観測機器の設置状況およびデータの蓄積状況に応じた、モデル地区以外への警報基準検討の展開
	地すべり	- 危険な DS や GN 事務所へのテレメータ付き自動雨量計の設置展開 - 地すべり発生時の近傍雨量観測所の雨量データの収集 - 地すべり発生と日雨量の相関解析による警報基準の改善 - 自動雨量計の設置状況に応じた、時間雨量を用いた上記検討の実施
	コミュニティレベルの早期警報避難システム	- コミュニティレベルの早期警報避難システムの対象とする地域の抽出 - JICA 調査で実施したコミュニティ活動のモニタリングと他地域への展開

出典: JICA 調査団

表-12　長期計画

分　類		計　画
危険の認識	洪水	- より詳細な地形データや水文データを用いた洪水氾濫シミュレーションの実施
	地すべり	- より詳細な地形データを用いたコミュニティレベルのハザードマップ改善

分　類		計　画
	津波	- 津波シミュレーションの実施
観測と警報サービス	洪水（到達時間が長い洪水）	- 4 流域以外の流域における観測所の新規設置と自動化 - 4 流域以外の流域におけるデータの蓄積と、警報基準の設定
	洪水（到達時間が短い洪水）	- モデル地区以外への雨量計・水位計設置の展開 - 観測機器の設置状況およびデータの蓄積状況に応じた、モデル地区以外への警報基準検討の展開
	地すべり	- 危険な DS や GN 事務所へのテレメータ付き自動雨量計の設置展開 - 地すべり発生と短時間雨量、累積雨量の相関解析による警報基準の改善

出典: JICA 調査団

早期警報避難計画に関する結論と提案

マルチハザード早期警報避難システム計画は、「役割分担」「危険の認識」「観測と警報サービス」「伝達とコミュニケーション」「対応能力」の項目ごとに整理し、それぞれ短期、中期、長期計画に分類した。このうち短期計画については、できるだけ具体の実施方法をメインレポートに記載しており、早急の実施が望まれる。

上述マルチハザード早期警報避難システムの計画実施に際し、以下の活動の速やかな実施を強く提案する。

- 役割分担に関する合意書の締結
- 情報公開に向けた議論の継続と適切な警報発令のための努力
- 防災訓練の定期的な実施
- 南西部 4 河川の早期警報モニタリングシステムの構築

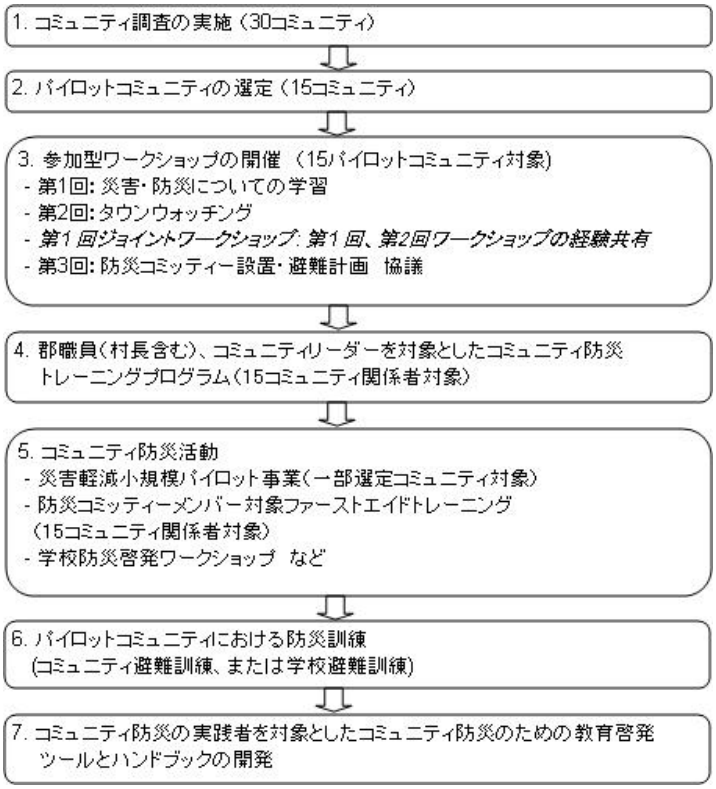
4. コミュニティ防災活動

コミュニティ防災活動の流れ

コミュニティ防災活動は、図 2 に示す流れに沿って実施された。活動は、DMC に加え、灌漑局や NBRO などのカウンターパート機関の協力を得て行われた。

コミュニティでの活動

災害状況、現在の防災体制などに関するコミュニティ調査、DMC、灌漑局、NBRO の推薦に基づき、コミュニティ防災活動を行う 15 のパイロットコミュニティを選定した



出典: JICA 調査団

図-2　コミュニティ防災活動の流れ

表-13　コミュニティ活動の対象コミュニティ

災害の種類	対象地域	対象コミュニティ	G.N.	Division	District
洪水	Kelani River basin	Kittampahuwa	Kittampahuwa	Kolonnawa	Colombo
		Malwana Town	Malwana Town	Biyagama	Gampaha
	Kalu River basin	Angammana	Angammana	Ratnapura	Ratnapura
		Mudduwa	Mudduwa	Ratnapura	Ratnapura
		Ukwatta	Ukwatta	Dodangoda	Kalutara
	Gin River basin	Baddegama	Baddegama	Baddegama	Galle
	Nilwala River basin	Kadduwa	Kadduwa	Malimbada	Matara
土砂災害	Ratnapura District	Kiribathgala	Wanniyawatta	Nivithigala	Ratnapura
		Helauda	Mahawala	Ratnapura	Ratnapura
	Kalutara District	Niggaha	Niggaha	Bulathsinhala	Kalutara
		Nagalakanda	Kananvila-south	Horana	Kalutara
津波	Matara District	Gandara South	Gandara	Devinuwara	Matara
		Kottegoda	Suduwella	Dickwella	Matara
	Ampara District	Sinna Ullai	Sinna Ullai	Pothuvil	Ampara
		3rd Section	Vinayagapuram	Thirukkovil	Ampara

出典: JICA 調査団

コミュニティ参加型ワークショップと合同セミナー

15 のパイロットコミュニティでは、各コミュニティにおける参加型ワークショップや避難訓練を含む 5 回の活動、各コミュニティから代表者や地方行政官を招聘した合同ワークショップなどを実施した。

コミュニティの取り組みをサポートするための活動

上述の一連の活動に加え、住民がコミュニティ防災活動を進めていく取り組みをサポートする活動として、ラトナプラ県における「土砂災害脆弱地域パイロットコミュニティにおける災害軽減小規模プログラム」、マータラ県における、「河川堤防のゲート開閉に関する協議会」、「村（GN）レベル防災コミッティメンバーを対象とした応急処置訓練」、「学校の生徒を通した活動」等を実施した。

コミュニティ防災活動のための教育ツールの作成

調査におけるコミュニティ防災活動の経験に基づき、Fliptation（「flip chart（フリップチャート）」と「presentation（プレゼンテーション）」を組み合わせた造語）と名づけたコミュニティ防災の教育ツールを作成した。Fliptation は電源等を使用しないため、コミュニティでの活動に適し、このような標準ツールを利用することによって、コミュニティ防災を進める実践者の準備等を容易にし、災害のメカニズムや防災に関する正しい知識を確実に伝えることを目的としている。Fliptation の構成と主な内容を表 14 に示す。

表-14　Fliptation の構成と主な内容

テーマ	主な内容	仕様
コミュニティ防災活動	コミュニティ防災活動のアウトライン リスクを知ることの重要性 コミュニティレベルのハザードマップ作成 コミュニティレベルの防災コミッティの構築 防災訓練 コミュニティ防災計画	全 19 ページ A1 サイズ 劣悪な環境でも繰り返し使用できる丈夫な素材
災害メカニズムと被害軽減 Volume 1:　洪水 Volume 2:　土砂災害 Volume 3:　津波	災害のメカニズム スリランカにおける主な既往災害 被害を軽減する構造物対策 被害を軽減する非構造物対策	それぞれ 10 ページ A1 サイズ 劣悪な環境でも繰り返し使用できる丈夫な素材

出典: JICA 調査団

コミュニティ防災活動に関する結論と提言

本調査でのコミュニティ防災活動はカウンターパート機関との緊密な協力のもとで実施され、具体的な成果をあげることができた。活動に参加した人は、それぞれの責任に応じコミュニティ防災活動を行う能力を向上させることができた。今後、コミュニティ防災活動をさらに進展させていくために、下記に関し、検討・考慮していくことが必要である。

- 持続的なコミュニティ防災活動のための地方政府職員の能力向上
- 持続性の確保をめざした、コミュニティ住民が継続的に行う活動の推進
- コミュニティ防災活動への技術官庁の積極的な関与の推進
- 政府レベルの情報伝達訓練と連携した避難訓練実施の推進
- 学校の防災活動を通した防災啓発の推進
- コミュニティ防災教育ツール Fliptation の効果的な利用
- コミュニティ活動を効果的に推進するための活動計画の策定
- ひとつのコミュニティと長期間の関わりを持つ調査計画
- コミュニティ活動の開始時期の考慮

5. 能力強化活動

能力強化活動は、そのターゲットを、カウンターパートおよびカウンターパート機関、コンポーネント 3 における対象コミュニティとし、調査全体の活動をふまえ、1）調査の終了時において、洪水早期警報避難システム（パイロットプロジェクト）が良好に機能している、2）調査の終了時において、洪水対策計画と早期警報計画の計画立案能力を獲得している、という 2 つの能力強化目標を設定した。

表-15　能力強化計画

	個別ゴール／アウトプット	活動形態
DMC	・ 防災を主導する組織としての能力獲得と強化 ・ 調整、意思決定、情報伝達能力の向上	a), b), c), f) 海外研修 DDMCU における海外研修
灌漑局	・ 技術能力の向上 ・ 技術的な分析の実施と計画を修正する能力の獲得 ・ 洪水モニタリングネットワークの完成と洪水警報基準の設定 ・ 警報を遅滞なく発令する能力の獲得 ・ コミュニティ活動における洪水の技術情報の提供	a), b), c), f) 海外研修
NBRO	・ 技術能力の向上 ・ 地滑りに関する警報基準の設定 ・ 地滑り早期警報システムの確立 ・ コミュニティ活動における地滑りの技術情報の提供 ・ 災害事象を予測する能力の獲得	a), b), c), f) 海外研修
気象局	・ 技術能力の向上 ・ 過去の経験に基づいた災害に結び付く気象を予測する能力の獲得 ・ リアルタイムでわかりやすい気象情報をメディアを含む関連機関に対して提供する能力の獲得	a), b), c), f) 海外研修
DDMCU	・ 防災能力全般の向上 ・ 管轄地域において発生する可能性のある災害に関する正しい知識の習得 ・ 防災（災害対策、事前準備、災害対応）に関しての適切な知識の習得 ・ 災害情報のわかりやすい形による遅滞ない伝達	b), c), d), e), f) 海外研修 地方行政組織に対するトレーナー研修
地方政府	・ 防災能力全般の向上 ・ 管轄地域において発生する可能性のある災害に関する正しい知識の習得 ・ 防災（災害対策、事前準備、災害対応）に関しての適切な知識の習得 ・ 災害情報の適切な伝達	c), d), e), f) 海外研修

	個別ゴール／アウトプット	活動形態
コミュニティ	・ 防災能力全般の向上 ・ 災害に対する正しい知識の習得と防災におけるコミュニティの役割の正しい理解 ・ 警報受領時に正しい行動を行える能力の獲得 ・ 緊急時に対する準備 ・ コミュニティ防災組織の組織化 ・ コミュニティベースの防災活動のコミュニティによる調整の実施	c), d), e)
メディア／社会	・ 防災に関するさらなる関与 ・ 防災に関する役割の付与と役割の実践 ・ メディアを通じた災害情報、災害予報の適切な伝達 ・ 天気図の定期的な新聞発表やテレビ報道	b), c), e), f) 合意書の準備

Note: a)調査団との協働, b) カウンターパートミーティング, c) 訓練, d) セミナー, e) ワークショップ, f) その他
出典: JICA 調査団

能力強化活動の内容

能力強化セミナー、カウンターパートミーティング

調査期間中 3 回の能力強化セミナーと 18 回のカウンターパートミーティングを実施した。

早期警報避難計画に係る能力強化

早期警報避難計画について、計画の実効性・持続性を高めるため、特に、計画立案と情報伝達の能力強化を意識し「参加型立案プロセス」と「訓練の実施」を併用した能力強化活動を実施した。

日本での研修

合計 7 名（2007 年：4 名、2008 年：3 名）の研修員が日本での研修を受けた。

能力強化に関する評価

能力強化全体について、調査開始時に設定した 2 つの目標の達成度を考察することで評価する。

1 つめの目標に対しては、パイロットプロジェクトで構築した洪水早期警報避難システムは、いくつかの課題はあるが、ほぼ良好に機能している。2 つ目の目標（計画立案能力）は、洪水対策計画立案全体については、カウンターパートの理解は深まったが、要素技術面は、必ずしも向上したとはいえない。一方、早期警報については、DMC が全体をリードする体制が構築でき、関係各機関も役割分担や責任を理解していることから、その能力は備わったと判断する。

表 16 に個別機関の評価と今後必要な能力強化活動を示す。

提言

- DMC および DDMCU における人材確保と人材育成
- 地方の防災関係機関の能力強化
- 活動に必要な情報の整備と共有
- 災害予測への注力と気候変動への対応
- 活動の継続と繰り返し
- 関係機関とのより密接な連携の推進
- 治水部の創設

今後の能力強化活動について

- 能力強化活動にはある程度長期の調査スパンで臨むべきである。

- 効果的な能力強化のためには、対象者が持っている能力のベースを理解する（キャパシティアセスメント）ことが必要である。
- 活動に必要な機器を同時に導入するなど、活動に必要なツールを提供することが必要
- 基礎情報の整備が同時に行われるべきである
- 能力強化活動は柔軟に行われるべきである。
- コミュニティ活動の開始までには一定の期間を設けるべきである。

表-16　個別機関に関する評価

	評　　価	今後の能力強化
DMC	本調査で実施した早期警報計画とコミュニティ防災活動については、DMC は会議、活動を主導し、DMC が防災を主導する機関だと認知された。 行政機関を対象とした防災訓練を 3 回実施した。これにより、災害情報を伝達する能力は向上した。しかし、情報伝達の適切性については、依然として、改善する必要がある。	・ 繰り返した訓練の実施。 ・ 早期警報に関するさらなる議論 ・ 正確な早期警報のための基礎情報の整備
灌漑局	多くの水文課職員は、パイロットプロジェクトで導入した水文情報システムを理解した。 洪水警報の発令基準と発令時期については、十分な改善が見られなかった。 水文シミュレーションソフトを利用できる職員の増加は限られたものであった。	・ 早期警報システムの他の流域への拡張 ・ 洪水情報の継続的なモニタリングと分析 ・ 洪水警報基準に関して他機関とのさらなる議論 ・ 早期警報にかかる適切な知識習得のための職員訓練 ・ 水文情報システム、水文シミュレーションソフトに関するトレーニングの実施
NBRO	地滑りに関する警報基準の設定や早期警報システムを調査期間内で終えることはできなかった。一方、コミュニティレベルでの観測・警報活動は一定の進歩を見た。警報は比較的遅滞なく発令されており、発令回数も増加した。	・ 地滑り警報発令能力向上に向けた地滑りの観測と分析 ・ ハザード／リスクアセスメントの継続 ・ 早期警報にかかる適切な知識習得のための職員訓練
気象局	リアルタイムベースの気象観測システムは 2009 年 2 月に完成する。 過去の災害実績に基づいた災害に関する気象予報能力強化は十分でない。	・ リアルタイム観測能力とそれに基づいた予報能力の向上 ・ 過去の災害事象と気象の関係整理と分析
DDMCU	パイロットプロジェクト対象地域の DDMCU の一般的な能力は向上した。 特に、コミュニティ防災活動や早期警報システムに関する意識向上がみられる。 一方で、情報伝達の適切性という観点からは、情報伝達にさらなる改善が必要である。	・ 本調査で実施した活動の継続と地域的な拡大 ・ 適切な防災知識を得るための DM コーディネーターおよびスタッフの訓練 ・ 省庁間ネットワークの他の DDMCU への拡張
地方政府組織	セミナー、訓練等に参加した地方政府職員の能力は、格段に向上した。また、防災活動を実施するに十分な能力があることも確認された。 しかし、本調査で対象とする機関が限られていたことから、全体としてみた場合、能力強化の範囲は限られている。	・ 本調査で実施した活動の継続と地域的な拡大 ・ 適切な防災知識を得るための地方政府職員の訓練
コミュニティ	本調査の対象となったコミュニティでは、災害に関する知識と災害対応能力は向上した。 2 つの地滑り危険コミュニティと 2 つの洪水危険コミュニティにおいて、自らの発意による被害軽減活動が実施された。 しかし、本調査で対象としたコミュニティが限られていたことから、全体としてみた場合、能力強化の範囲は限られている。	・ 本調査で実施した活動の継続と地域的な拡大 ・ 適切な防災知識を得るためのコミュニティリーダーの訓練

	評　　価	今後の能力強化
メディア／社会	早期警報計画の立案プロセスと訓練への参加者は、早期警報に関しての意識が向上し、メディア内に防災情報を伝達する担当がおかれた。 メディアは、情報が提供されればそれを伝達するに十分な能力を有する。 メディア以外の社会がどのように防災に関与するかといった議論はほとんど行われなかった。 また、住民はその経験の違いにより、避難行動に差がある。	・ メディアや社会が負うべき防災上の役割についての議論の継続 ・ 防災教育の継続

出典: JICA 調査団

6. 結論と提言

結論

2004 年 12 月の津波災害後、スリランカの防災行政は大きな変化を遂げている。津波災害から 4 年が経過し、大災害の記憶が風化していく中で、スリランカ政府は DMC の強化を中心とした防災体制の強化を進めている。このような中で、本調査は防災行政全体の能力向上に大きな貢献をしたといえる。

提言

- 本調査報告書に示した各種計画の認定と早期実現
- DMC コアエリアの確立とその確実な実施
- 防災に関する各種情報の整備と共有
- 構造物的対策の実施
- 災害地域、保全地域、公共水域などの定義・明文化
- 開発計画と防災の連携と災害インパクトアセスメント（DIA）の実施
- 関係機関の連携推進

目　　次

序文
伝達状
調査対象位置図
調査対象流域図
概要

ページ

第 1 章　一　般
1.1　はじめに……1
1.2　調査の目的……1
1.3　調査対象地域……1
1.4　調査の内容……2
1.5　調査工程……3
1.6　調査実施体制……3
1.7　報告書の構成……4

第 2 章　ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川における洪水対策計画
2.1　はじめに……6
2.2　洪水対策計画策定のための基本原則……6
2.3　ケラニ川流域の洪水対策マスタープラン……7
2.4　カル川流域の洪水防御マスタープラン……12
2.5　ギン川流域の洪水防御マスタープラン……18
2.6　ニルワラ川流域の洪水防御マスタープラン……22
2.7　優先事業の選定……27
2.8　提言……30

第 3 章　早期警報避難計画
3.1　概要……37
3.2　計画の手順……37
3.3　課題の整理……39
3.4　マルチハザード早期警報避難システム……39
3.5　早期警報計画に関する結論と提案……42

第 4 章　コミュニティ防災活動
4.1　コミュニティ防災活動の流れ……45
4.2　コミュニティでの活動……45
4.3　コミュニティ防災活動のための教育ツールの作成……47
4.4　コミュニティ防災活動に関する結論と提言……48

第 5 章　能力強化
5.1　調査開始時点における関連機関の能力把握……51

5.2　能力強化計画……51
5.3　能力強化活動の内容……52
5.4　能力強化に関する評価……53
5.5　提言……54
5.6　今後の能力強化活動について……56

第 6 章　結論と提言
6.1　結論……57
6.2　提言……57

表リスト・図リスト

表リスト

ページ

表 1　調査項目 ……2
表 2　レポートの構成と内容……4
表 3　対象 4 河川流域の諸元……6
表 4　マスタープランの主要構造物対策 ……8
表 5　推進すべき非構造物対策……8
表 6　全体計画での主要な構造物対策 ……13
表 7　推進すべき非構造物対策……13
表 8　マスタープランの主要構造物対策 ……19
表 9　推進すべき非構造物対策……19
表 10　全体計画での主要な構造物対策 ……23
表 11　推進すべき非構造物対策……23
表 12　優先事業選定のための総合評価 ……27
表 13　優先事業の概要……27
表 14　優先事業の事業費（カル川） ……28
表 15　経済分析結果 ……29
表 16　提言……35
表 17　現状の早期警報避難システムの課題……39
表 18　短期計画 ……39
表 19　中期計画 ……40
表 20　長期計画 ……41
表 21　関係機関の役割分担……41
表 22　提言……44
表 23　コミュニティ活動の対象コミュニティ ……46
表 24　コミュニティ防災の活動の概要 ……46
表 25　Fliptation の構成と主な内容……48
表 26　コミュニティ防災推進への提言 ……50
表 27　調査開始時における関係機関の能力……51
表 28　能力強化計画 ……52
表 29　個別機関に関する評価……53
表 30　提言……55

図リスト

ページ

図 1　調査対象地域 ……2
図 2　調査工程 ……3
図 3　調査実施体制 ……4
図 4　ケラニ川流域位置図……7
図 5　ケラニ本川縦断図……8
図 6　ケラニ川における堤防計画（1/2） ……9
図 7　ケラニ川における堤防計画（2/2） ……10
図 8　ケラニ川における遊水地計画 ……11
図 9　カル川流域位置図……12
図 10　カル川本川縦断図……12
図 11　カル川における堤防計画（1/3） ……14
図 12　カル川における堤防計画（2/3） ……15
図 13　カル川における堤防計画（3/3） ……16
図 14　ラトナプラにおける輪中堤計画 ……17
図 15　ギン川流域位置及び洪水氾濫区域図（2003 年 5 月洪水） ……18
図 16　ギン川本川縦断図……18
図 17　ギン川における堤防計画（1/2） ……20
図 18　ギン川における堤防計画（2/2） ……21
図 19　ニルワラ川流域位置及び洪水氾濫区域図（2003 年 5 月洪水） ……22
図 20　ニルワラ川本川縦断図……22
図 21　ニルワラ川における堤防計画（1/3） ……24
図 22　ニルワラ川における堤防計画（2/3） ……25
図 23　ニルワラ川における堤防計画（3/3） ……26
図 24　優先事業の事業計画……29
図 25　水文情報システムのモニタリング画面……37
図 26　訓練マニュアル（抜粋）と訓練の様子……38
図 27　情報の流れ（左：全体、右：GN からコミュニティ） ……42
図 28　情報伝達手段 ……42
図 29　コミュニティ防災活動の流れ ……45
図 30　排水溝整備（左）／避難橋の建設（右） ……47
図 31　学校防災啓発ワークショップ（左）／学校防災訓練（右） ……47
図 32　作成されたコミュニティ防災教育ツール Fliptation（ドラフト） ……48

略　　語

ADB	Asian Development Bank
CBDM	Community-based Disaster Management
CBDRM	Community-based Disaster Risk Management
CD	Capacity Development
CIDA	Canadian International Development Agency
DANIDA	Danish International Development Agency
DDMCU	District Disaster Management Coordinating Unit
DHI	Danish Hydraulic Institute
DIG	Disaster Imagination Game
DMC	Disaster Management Centre
DOI	Department of Irrigation
DOM	Department of Meteorology
DM	Disaster Management
DM Coordinators	District Disaster Management Coordinators
DRM	Disaster Risk Management
DS	Divisional Secretary
EOC	Emergency Operation Centre
ESCAP	United Nations Economic and Social Development in Asia and the Pacific
EWC	Early Warning Committee
EWE	Early Warning and Evacuation
GA	Government Agency
GN	Grama Niladhari
GOJ	Government of Japan
GOSL	Government of Sri Lanka
GTZ	German Technical Cooperation
GWh	Giga Watt hour
JICA	Japan International Cooperation Agency
LHI	Lanka Hydraulic Institute
LSSD	Landslide Studies & Service Division of NBRO
M/DM&HR	Ministry of Disaster Management and Human Rights
MCM	Million Cubic Meters
MSL	Mean Sea Level
MW	Mega Watt
NBRO	National Building Research Organization
NCDM	National Council for Disaster Management
NIE	National Institute of Education
RDA	Road Development Authority
the Study	Comprehensive Study on Disaster Management in Sri Lanka
UDA	Urban Development Authority
UNDP	United Nations Development Programme
UN/ISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction
WB	The World Bank
WS	Workshop

第1章　一　般

1.1　はじめに

近年発生したいくつかの大きな災害を契機に、スリランカ国政府は、国家防災体制の強化に努めており、2005 年 5 月に、防災に関する包括的な枠組みを定めた、災害対策法（Sri Lanka Disaster Management Act, No. 13 of 2005）を制定した。災害対策法の下、防災に関する最高の意思決定機関である国家災害対策評議会（National Council for Disaster Management: NCDM）が設置されるとともに、国家レベルでの防災関連計画の立案と調整を行う防災局（Disaster Management Centre: DMC）が設立された。

一方、2005 年 9 月から 2006 年 3 月にかけて国際協力機構（JICA）が実施した「防災行政強化プログラム」プロジェクト形成調査において、以下のような問題点が明らかになった。

- 主要な災害である水害（洪水、土砂災害）に対する対策が不十分である。
- 非構造物対策（コミュニティ防災、早期警報・避難計画など）に対する取り組みが不十分である。
- DMC および防災関係機関の能力および各機関の連携が不十分である。

このような状況の下、スリランカ国政府は、上記の問題点を解決し、スリランカ国の災害被害を軽減させることを目的とした調査の実施を日本国政府に要請し、日本国政府は「スリランカ国防災機能強化計画調査」の実施を決定した。

JICA は、2006 年 6 月に合意した、調査内容についての実施細則（Scope of Works: S/W）に基づき、調査団を 2006 年 10 月にスリランカに派遣し、調査が開始された。2008 年 12 月、調査団はすべての現地調査を完了し、調査全体を総括する報告として、本報告書（ファイナルレポート）が取りまとめられた。

1.2　調査の目的

本調査は、スリランカ国全体における災害被害の減少を上位目標に、洪水、土砂災害、津波の 3 種の自然災害を対象に以下の活動を実施し、活動を通じて関係機関およびパイロットコミュニティ住民の能力強化を行い、調査対象地域の災害被害を軽減することを目的とする。

- 南西部 4 河川における、総合的な洪水対策計画（M/P）の立案（改訂）
- 早期警報・避難システム構築支援
- コミュニティ防災（CBDM）に関する活動支援
- 防災関連機関の能力強化

1.3　調査対象地域

本調査の対象地域は、スリランカ国全体であるが、特に洪水、土砂災害の常襲地域である南西部 4 河川（ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川）流域に加え、津波災害を対象とした地域（下図ハッチ部）とする。

図 1　調査対象地域

1.4　調査の内容

本調査は、1）ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川における総合的な洪水対策計画立案、2）早期警報避難システム、3）コミュニティ防災（CBDM）、4）関連機関における能力強化、の 4 つのコンポーネントから構成される。表 1 に、本調査の調査項目を示す。

表 1　調査項目

コンポーネント	スコープ
コンポーネント 1: ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川における洪水対策計画	1. データ・情報の収集、レビューおよび解析
	2. 洪水氾濫に対する地域の脆弱性や被害の特性把握
	3. 現在実施されている災害軽減策の評価
	4. 洪水リスク評価
	5. 既存全体計画の見直しや構造物・非構造物両面からの対策による洪水対策計画の策定
	6. 優先する地域や事業の選定
	7. アクションプランの策定
	8. 初期環境影響評価(IEE)

コンポーネント	スコープ
コンポーネント 2: 早期警報避難システム	1. データや情報の収集、調査、解析
	2. 組織、法律、規定の調査
	3. 早期警報避難システムの概念設計
	4. ケラニ川およびカル川におけるパイロットプロジェクトの計画
	5. ケラニ川およびカル川におけるパイロットプロジェクトの実施
	6. カル川、ギン川、ニルワラ川における洪水早期警報避難システム構築の支援
	7. CBDM 活動および避難訓練の支援
コンポーネント 3: コミュニティ防災（CBDM）	1. データや情報の収集、調査、解析
	2. 津波、洪水、土砂災害に脆弱なパイロットコミュニティの選定
	3. パイロットコミュニティにおける CBDM 活動の支援
	4. 活動の評価
	5. 関係機関に対する CBDM マニュアルの準備と伝達
コンポーネント 4: 能力強化	1. 能力強化に関するニーズアセスメント
	2. 組織強化の提案
	3. 維持管理用のマテリアル作成
	4. 能力強化計画の作成
	5. 関係機関の職員向けの研修プログラムとワークショップ
	6. 日々の活動の中で、実施中の他プロジェクトに対する支援

1.5　調査工程

本調査は、2006 年 10 月にスリランカでの現地作業を開始し、2009 年 3 月に完了した。約 2 年半の調査期間中､S/W に基づいた様々な活動が実施された｡主要活動を示した調査工程を図 2 に示す。

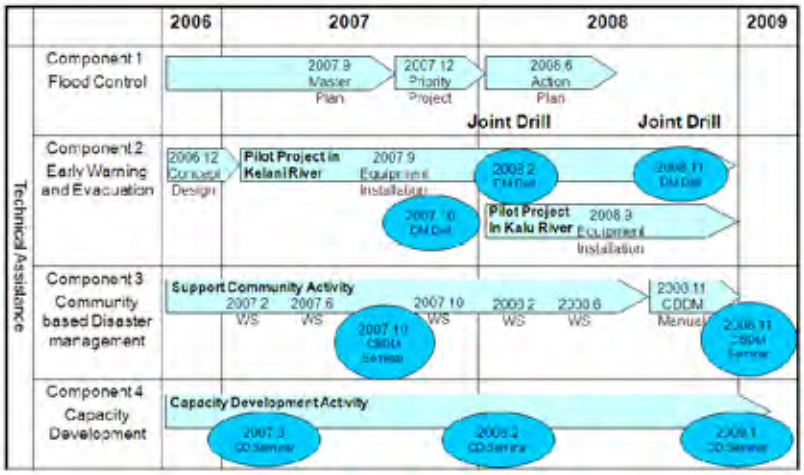


図 2　調査工程

1.6　調査実施体制

1.6.1　調査実施体制

本調査は、前述の目的を達成するため、DMC、灌漑局（DOI）、建築研究所（NBRO）、気象局（DOM）と調査団との協働により実施した。また、JICA は、2006 年 10 月、2008 年 10 月、2009 年 1 月にモニタリング調査団をスリランカに派遣した。モニタリング調査団は、カウンターパート機関と協議を行うとともに現地調査を行い、技術的な助言を JICA に対して行った。調査は、以下の実施体制で行われた。

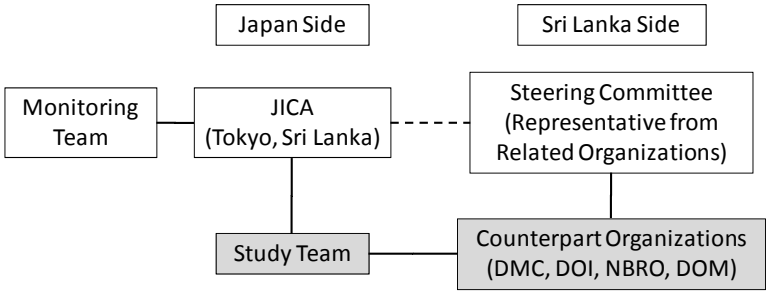


図 3　調査実施体制

1.6.2　調査関係者

ステアリングコミッティメンバー：

(1) Secretary, the Ministry of Disaster Management and Human Rights (Chair)
(2) Director General, DMC
(3) Director General, DOM
(4) Director General, DOI
(5) Director General, NBRO
(6) Director General, External Resources Department, Ministry of Finance and Planning
(7) Director General, National Planning Department, Ministry of Finance and Planning
(8) Representative of Ministry of Irrigation and Water Management
(9) Representative of Ministry of Environment
(10) Other organizations concerned, if necessary

カウンターパート：

(1) DMC: Disaster management planning, community based disaster management, and early warning system
(2) DOI: Flood early warning system, and flood mitigation
(3) NBRO: Sediment Disasters
(4) DOM: meteorological observation

1.7　報告書の構成

本報告書は、調査全体の結果を示すものであり、要約（和文）、主報告書（和文）、サマリー（英文）、メインレポート（英文）、サポーティングレポート（英文）、データブック（英文）の 6 分冊からなる。それぞれの内容を表 2 に示す。

表 2　レポートの構成と内容

Volume	Contents
要約（和文）	要約
主報告書（和文）	パートⅠ：一般
	パートⅡ：ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川における洪水対策計画
	パートⅢ：早期警報避難計画
	パートⅣ：コミュニティ防災
	パートⅤ：能力強化
	パートⅥ：結論と提言

Volume	Contents
Summary（英文）	Summary
Main Report（英文）	Part I: Introduction
	Part II: Flood Management Planning for Kelani, Kalu, Gin and Nilwara Rivers
	Part III: Early Warning and Evacuation System Planning
	Part IV: Community Based Disaster Management
	Part V: Capacity Development
	Part VI: Conclusion and Recommendations
Supporting Report（英文）	A: Current Condition and Master Plan Formulation
	B: Hydrological and Hydraulic Model Studies
	C: Flood Damage and Inundation Survey Results
	D: Land Use Planning
	E: Preliminary Structural Drawings for Structural Measure Options
	F: Preliminary Cost Estimate
	G: Environmental and Social Consideration
	H: Economic Evaluation
	I: Established Systems in Pilot Project
	J: Warning Criteria and Content of Warning Message
	K: Result of Interview Survey
	L: Meteorological Consideration for Disaster Management
	M: Community-based Disaster Management
	N: Study on Sediment Disaster
Data Book（英文）	1. River Cross Section Survey
	2. Disaster Management Exercise Manual
	3. Questionnaire of Interview Survey
	4. Questionnaire and Result of Community Survey
	5. Handbook and “Fliptation” (Flip Chart & Presentation) Materials
	6. Community Hazard Maps (15 pilot communities)
	7. Newsletters
	8. Screenshot of Web pages

第2章　ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川における洪水対策計画

2.1　はじめに

本調査の対象地域は、南西部に位置する４河川（ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川）流域であり、5 月から 9 月にかけた南西モンスーン期と 10 月から 11 月のインターモンスーン期に雨が多く、この時期に洪水が多発する。なかでも、1989 年のケラニ川流域での洪水と 2003 年のその他 3 つの流域での洪水・土砂災害は、近年の特筆すべき水害である。

表 3　対象 4 河川流域の諸元

項目	ケラニ	カル	ギン	ニルワラ
流域面積（km^2）	2,292	2,719	932	971
河川延長（km）	150	101	113	78
年間降雨量（mm）	3,800	4,040	3,290	2,890
総流出量（MCM）	3,417	4,032	1,268	1,152
流域に属する県	ガンパハ、コロンボ、ケゴール、ラトナプラ、ヌワラエリヤ	カルタラ、ラトナプラ	ゴール、ラトナプラ	マータラ、ゴール
人口	2,773,000	1,127,000	490,000	459,000
洪水氾濫地域内人口（総人口に対する比率%）	150,000（5.4%）	132,000（11.8%）	32,000（6.5%）	100,000（21.8%）

出典：灌漑局及びその他関係機関の情報に基づいて調査団が作成

上記 4 流域に対する、洪水対策計画の改訂および優先事業アクションプランの作成のために、以下の作業を実施した。

- データ・情報の収集、レビューおよび解析
- 洪水氾濫に対する地域の脆弱性や被害の特性把握
- 現在実施されている災害軽減策の評価
- 洪水リスク評価
- 既存全体計画の見直しや構造物・非構造物両面からの対策による洪水対策計画の策定
- 優先する地域や事業の選定
- アクションプランの策定
- 初期環境影響評価 (IEE)

2.2　洪水対策計画策定のための基本原則

本調査では、洪水対策全体計画の見直しと策定のために以下の 6 つの基本原則を適用した。

- 小規模洪水に対しては構造物対策により防御し短期的対策として位置づける。限られた予算の中で早期に洪水便益を発現させるため、目標とする計画防御レベルに段階的に到達するような小規模な構造物対策、短期間対策として実施可能な河道掘削や堤防建設などを考慮する。
- 上記項目に関連して、最大限既存施設を活用し、事業実施による便益の早期発現と実施費用の最小化を図る。しかし、4 流域における既存施設（堤防、樋門・樋管、排水機場等）の現状把握を通じて、それらのいくつかは適切な維持管理が欠如し、または機器類が寿命に達した状態で運転が行われていることが判明した。従って、既存施設の修理や更新を優先的に進める。

- 自然の遊水地としての湿地帯を、大規模洪水や超過洪水の緩衝帯として利用する。このような湿地帯の役割を慎重に評価し、ゾーニングを通じて明確にその境界を区分し保全する。これに関連して関連政府機関の組織・制度の強化も並行して進める。
- 環境面・社会面へのインパクトは、構造物対策の計画規模のもとで最小化する。ステークホルダー間の合意形成を実現するために、環境配慮や緩和策の検討は非常に重要である。 尚、「ス」国において、事業化に向けては、環境影響評価（EIA）のプロセスを経る必要がある。
- 構造物・非構造物対策の最適な組合せを考慮する。本調査における非構造対策の役割は、構造物対策実施によって期待される便益を補完し、また増進することと認識される。この観点から、4 流域の個々の条件を踏まえつつ両対策の適切な組合せを検討する。
- 気象・水文観測ネットワーク強化によって将来の気候変動に対応していく。また、主として非構造物対策による超過洪水に対するリスク管理は、洪水氾濫地域の住民の生計と生命を守るために欠く事はできない。

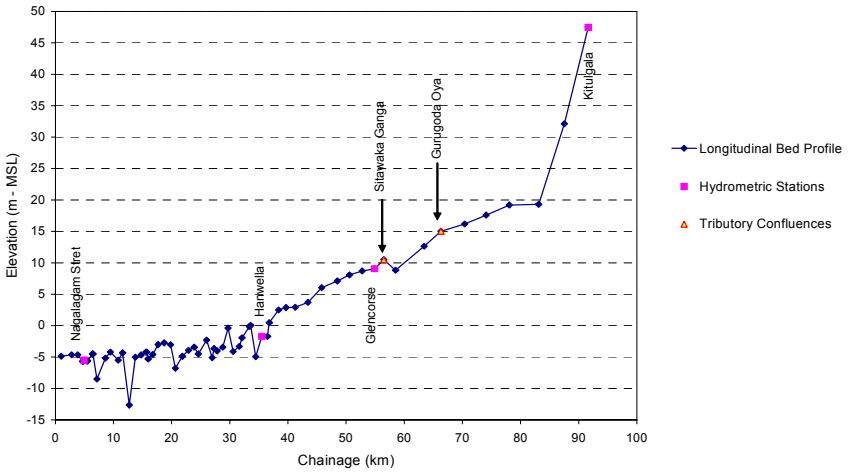
2.3　ケラニ川流域の洪水対策マスタープラン

2.3.1　流域の概要

ケラニ川は「ス」国で 2 番目に大きな河川である。流域面積 2,292 km^2、年間河川流量は 3,417 百万 m^3 である（図 4、図 5）。

出典: JICA 調査団

図 4　ケラニ川流域位置図



出典: 灌漑局およびLHI の水理解析結果

図 5　ケラニ本川縦断図

2.3.2　ケラニ川流域洪水防御マスタープラン

構造物対策

表 4　マスタープランの主要構造物対策

	項目	主要諸元
短期計画	1. 既存樋門の改修	既存樋管の改修（9 基），水路整備（L=200 m）， 堤防護岸（L=200 m）
	2. 樋門の再建および新設	再建 8 基、新設 1 基
	3. 既設堤防護岸工	L=670 m
	4. 堤防(5 年確率規模)	- 左岸：15,060 m（平均 H=3.4m） - 右岸：19,640 m（平均 H=3.8m）
長期計画	5. 堤防の嵩上げ (20 年確率規模)	- 左岸：15,060 m（平均 H=4.6m） - 右岸：19,640 m（平均 H=5.1m）
	6. 遊水地の整備	7 箇所（A=46.5 km^2）

出典: JICA 調査団

非構造物対策（短期計画と並行して実施）

表 5　推進すべき非構造物対策

項目	主要諸元
1.　早期警報およびモニタリングシステム	• 雨量計 9 基 • 水位観測所 3 箇所
2.　洪水貯留区域の管理	• 洪水貯留区域での布告および法的規制 • 洪水貯留区域内での不法行為への刑罰の強化
3.　都市部開発の規制	• 土地利用の管理および監視 • 洪水氾濫区域での宅地開発の規制 • 洪水ハザードマップの作成
4.　洪水に強い家屋建設の推進	• 建築物の高床式化 • 家屋の重層化 • 耐水性の壁や家屋の適用
5.　水防活動の推進	• 地域での防災情報の普及 • 安全な地域への避難（洪水時） • 家屋、ビル内での家財移動（浸水対策）
6.　実施機関の組織強化	• 事業実施に関する合意形成の仕組み構築 • 都市区画・土地利用開発事業との調整

出典: JICA 調査団

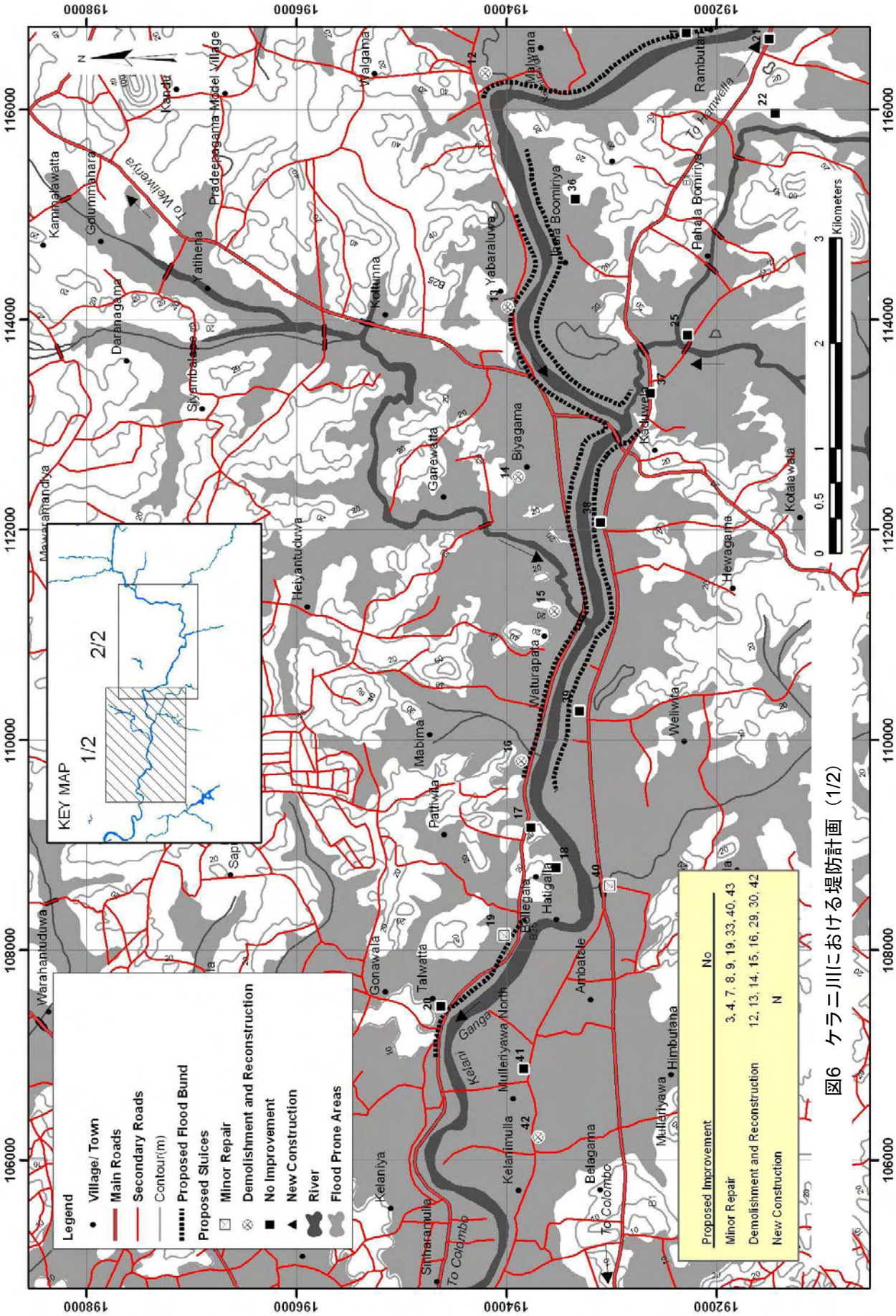


図6　ケラニ川における堤防計画（1/2）

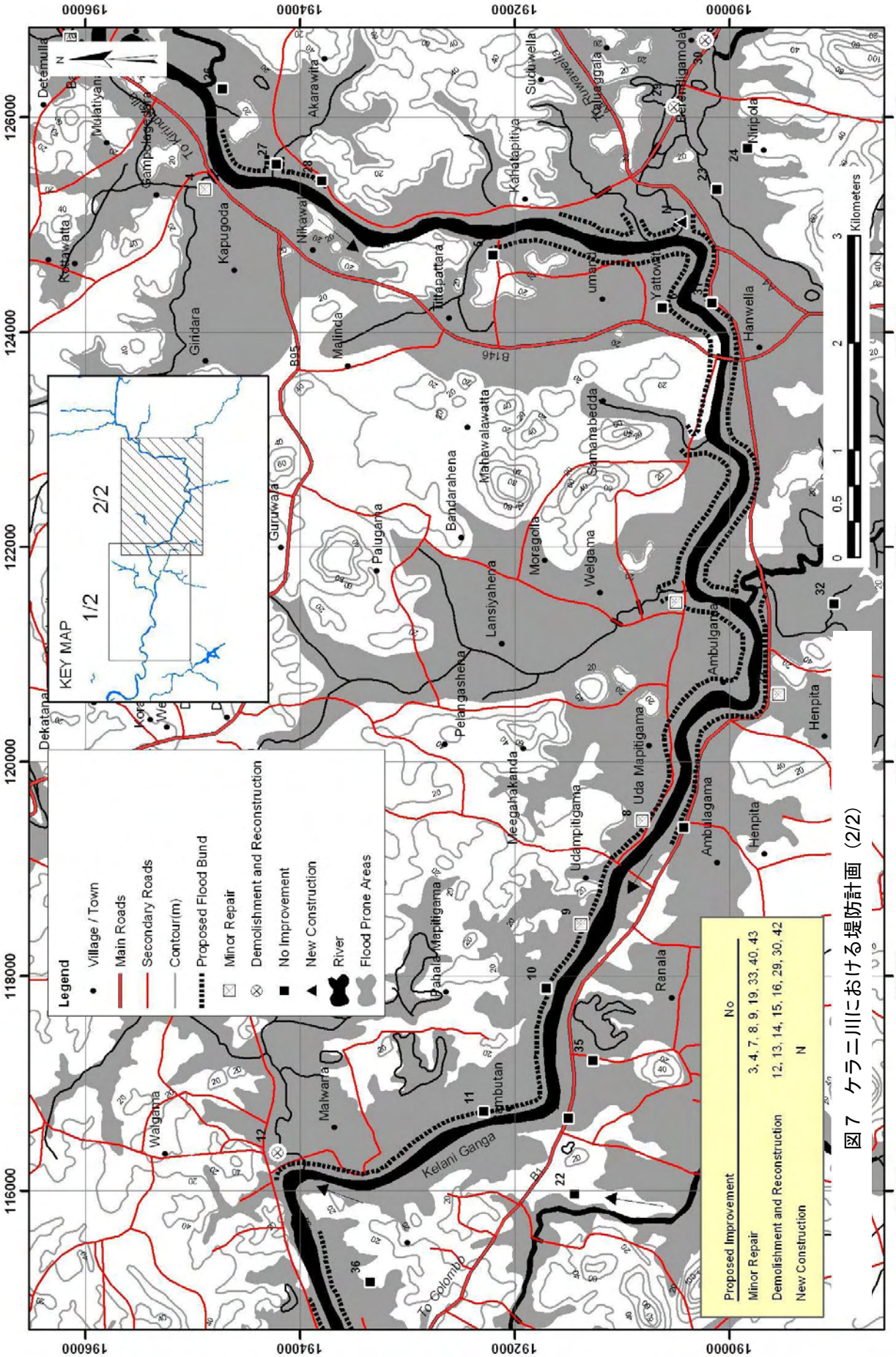


図７　ケラニ川における堤防計画（2/2）

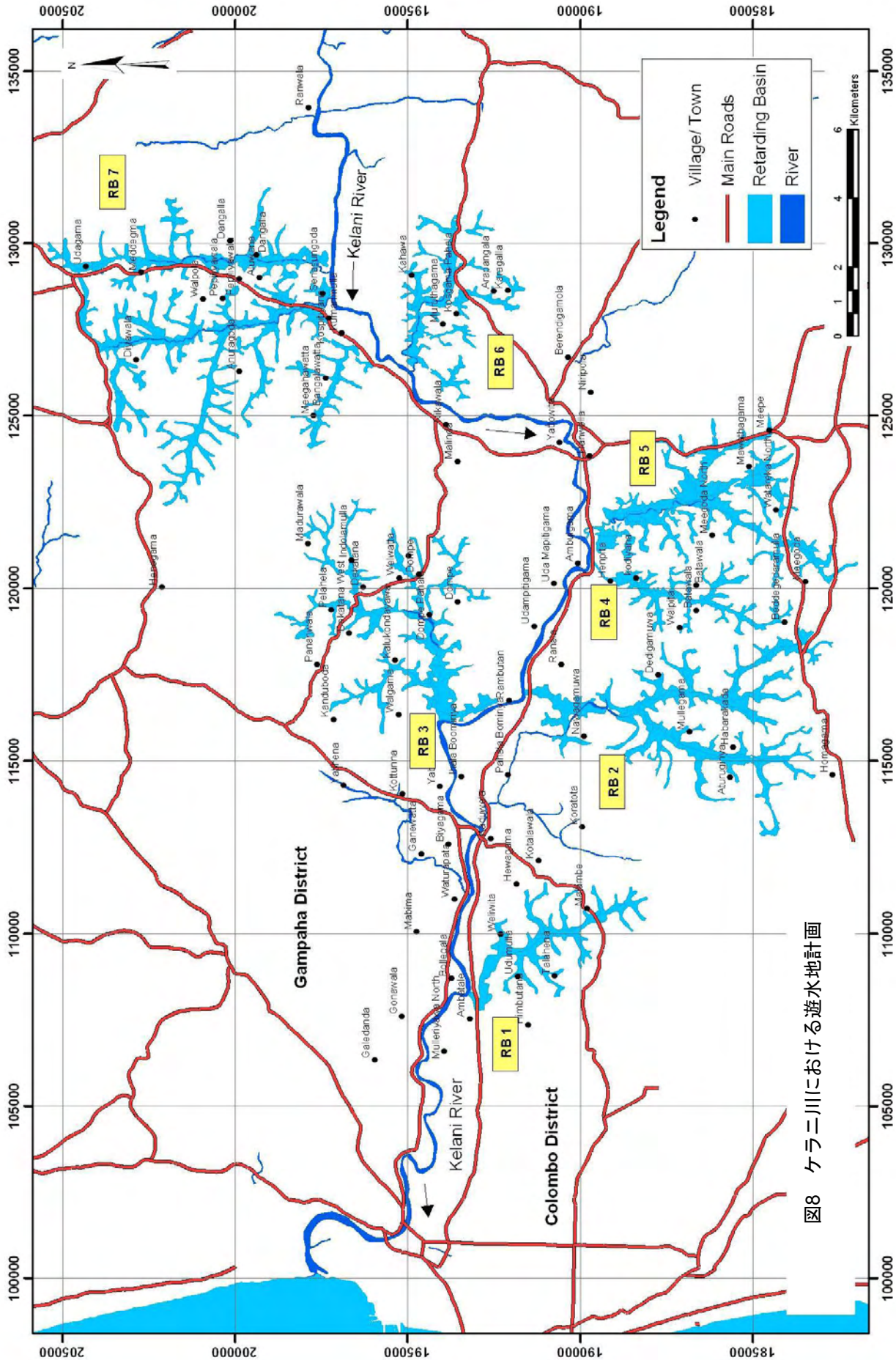


図8　ケラニ川における遊水地計画