

スリランカ国
防災セクター情報収集・確認調査

ファイナル・レポート
要約

平成29年8月
(2017年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 地球システム科学
株式会社 建設技研インターナショナル

南ア
JR
17-035

スリランカ国
防災セクター情報収集・確認調査

ファイナル・レポート
要約

平成29年8月
(2017年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 地球システム科学
株式会社 建設技研インターナショナル

概 要

1. スリランカにおける災害状況

スリランカ国における過去 10 年間の記録では、発生件数が最も高い災害は洪水であり約 37%、続いて強風、地すべり、サイクロンとなっている。死者・行方不明者数をみると、土砂災害による死者・行方不明者が最も多く全体の約 35%を占め、次いで洪水、落雷、強風となっている。また、被災者人口から見ると、洪水による被災者が最も多く、加えて渇水被害も大きいことが読み取れる。

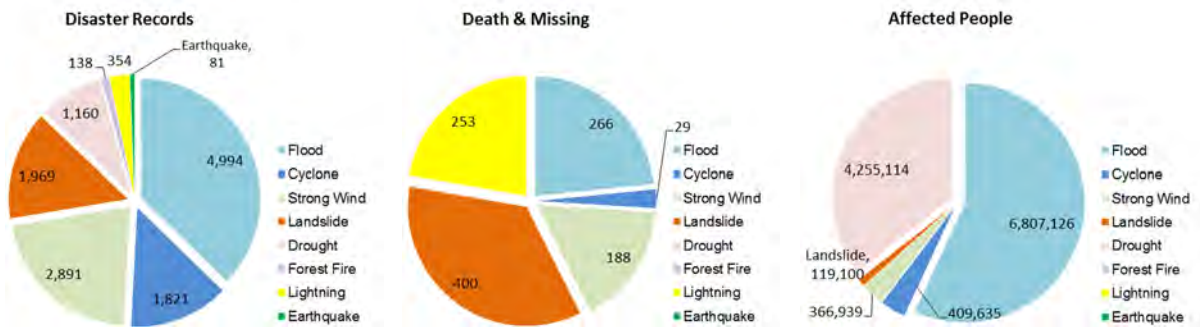


図1 スリランカにおける直近 10 年の災害記録

洪水の被災地域は主に海岸沿いの平野部に分布しており、特に降水量の多い南西部と、熱帯低気圧・サイクロンの通り道でかつ平野の多い北部・東部海岸地域の被災者数が多い。一方で、土砂災害は山岳地帯で降水量の多い中央部に集中している。渇水被災地域については南西部を除く全国に分布しており、特に南西モンスーン期に降水量が少ない北西部・東部や、1年を通じて比較的降水量が少ない南部の被災者数が多い。東部や北部地域においては、洪水・渇水両方の被災者数が多い地域があり、雨期の集中的な降雨と乾期の雨不足の二つの問題を抱える地域と言える。

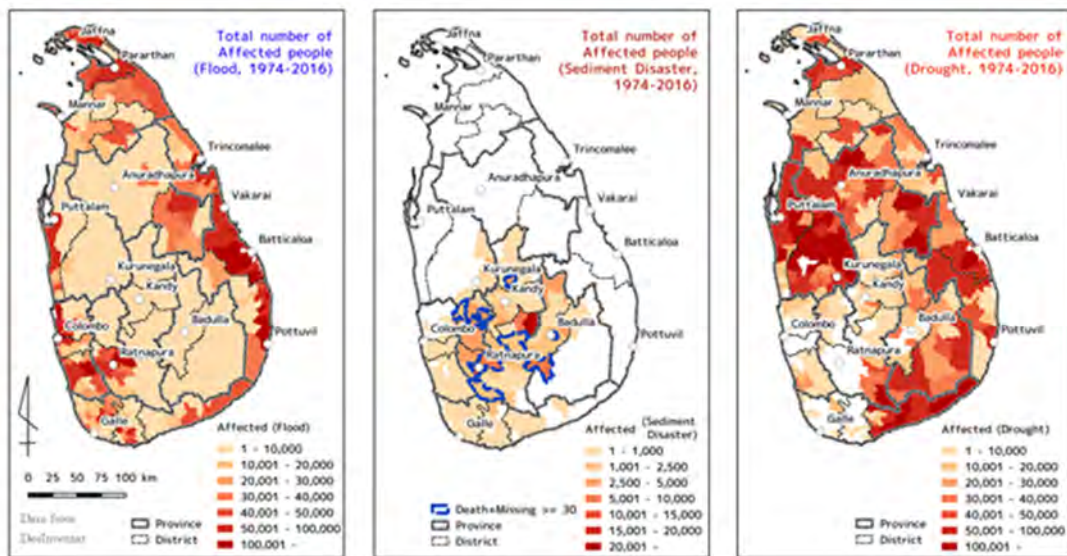


図2 過去の災害被災者総数の地域的分布

2. スリランカにおける防災制度・体制

スリランカ国政府は、2004年のスマトラ沖地震・津波を契機として、国家防災体制強化の方針を打ち出し、2005年に、防災に関する包括的な法的基礎枠組みを定めた災害管理法（Sri Lanka Disaster Management Act, No.13 of 2005）を制定した。同法では、防災組織体制整備の他、事後の緊急対応から事前準備への転換を掲げている。

同法の規定に基づき、2005年に防災に関する最高意思決定機関である国家災害管理評議会（National Council for Disaster Management : NCDM）及び災害管理施策の実施機関である災害管理センター（Disaster Management Centre : DMC）が設置された。更に、同法の規定に基づき、2013年に国家災害管理計画（National Disaster Management Plan : NDMP）が策定され、現在、国家緊急対応計画（National Emergency Operation Plan: NEOP）が策定中である。

3. 防災関連事業の実施状況と課題の整理

防災セクターの各分野における現況と課題、課題に対応するための戦略／方向性について、主要な実施機関との協議のもと、以下の通りまとめた。

(1) 総合防災分野

- 災害関連データに関する統一様式が整備されておらず、災害リスク評価のための基礎データ収集が進んでいない。
- 各技術官庁からの警報情報が、末端住民まで届かないケースが多い。また、避難指示を出すための意思決定メカニズムが不明確。
- 各レベルの防災主流化を進めるために NDMP の実行計画に相当する Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Plan (SLCDMP) が策定されているが、未承認ないし予算配賦が行われていない事業が多い。適切なモニタリングが出来ていない。
- NCDM が機能しておらず、各機関の防災取り組みについての調整メカニズムが不明確。
- 地方自治ラインの防災取り組みは実質的に存在しておらず、災害時には、中央行政ライン（国、県、郡）が中心となって災害対応を行っている。
- コミュニティ防災啓発活動に関する実施計画がなく、アドホックな活動となっている。
- 迅速な救援や住民移転を行うためのデータベースやマニュアルが整備されていない。また、救援物資の管理、避難所運営が適切に行われていない。
- 国家災害保険制度が導入されたが、渇水への補償は対象外となっている。

(2) 洪水対策分野

- 最新の気象・水文データを用いた詳細な洪水、渇水リスクの把握が急務となっている。
- 現行の洪水管理法では洪水対策に対する関連機関の責任分担が明確になっていない。また、土地開発法では洪水危険地帯への開発の抑制が十分ではない。
- 世銀 CRIP の優先流域以外の重要河川流域における投資計画策定を行い、さらなる投資促進をはかる必要がある。

- コロンボ首都圏洪水対策計画調査で提案された事業の多くが未実施。マスタープラン全体の見直しとそれに基づく投資促進を図る必要がある。
- 既存の土地利用計画と洪水防御地域が整合していない場合がある。
- 早期警報のための貯水池放流や水文情報の一元的な管理体制の構築が必要。

(3) 土砂災害対策分野

- 土砂災害ハザードマップについて、土石流が流下した場合の影響範囲の評価は行われていないため、土地利用計画やコミュニティでの活用に生かすことが難しい。
- 土砂災害対策における National Building Research Organization (NBRO) の法的位置付けが明確でなく、不適切な建設・造成を規制する権限を有しない。
- 主要国道や鉄道等の重要インフラの斜面对策を実施し、基本輸送システムの強化を図る必要がある。
- 雨量と土砂災害発生との相関を反映した警報情報発出がなされていない。
- 災害を考慮した住宅建築基準や建築資材の適正化がなされていない。

(4) 渇水対策分野

- 渇水による農産物被害、社会生活への影響（食料不足、飲料水問題）、水力発電量の低下等に関する詳細なデータを収集し、渇水リスクを的確に評価する必要がある。
- 渇水リスク低減を目途とした国家渇水戦略の新規策定、それに続く国家渇水リスク低減計画の策定が急務となっている。
- 現在計画されている大規模水資源送水計画では、灌漑用水の供給、水力発電を主目的としており、地域住民への飲料水供給に関しては、必ずしも明確になっていない。
- 緊急渇水対策において、被災住民への飲料水の供給が最重要事項になるが、現状では、給水車での給水での緊急対応が主流で、根本的な事前対策が整備されていない。
- 政府機関やドナー機関、NGOsなどで節水型社会に向けて活動が行われているが、全体で統一された対応が行われていない。
- 貯水池内に堆積した堆積物がそのままの状況にあり、貯水容量、地下水涵養機能が低下している。この機能の改善が、適正な水資源保全に不可欠である。
- 渇水地域における表流水や地下水に関する系統的モニタリングは実施されていない。

(5) 気象・水文観測及び予警報分野

- 定量化・詳細化が不十分であり、地方行政・住民レベルで避難の是非を予警報から判断するのが困難な状況にある。
- 各技術官庁からの降雨・水位観測情報や警報に関する情報共有が不十分で、現況把握や警報発令・伝達に支障を来している。
- 気象局には根拠法がない、気象水文分野に関する長期的な戦略がないなど、組織・政策面の整備が不十分である。

4. 防災セクターロードマップ

本調査結果を踏まえ、スリランカにおける防災セクター全体のロードマップを策定した。

ロードマップは、「Roadmap for DRR - Safe and Resilient Sri Lanka -」と称し、構造物・非構造物対策への積極投資により、都市部や重要インフラを防御するとともに、地方レベルでは、災害に強い社会・コミュニティづくりを進めていくことを念頭に、仙台防災枠組におけるグローバルターゲットや4つの優先行動、持続的可能な開発目標（SDGs）との整合性を考慮しながら、災害管理省や関連機関との協議のもと策定された。

経済損失の削減に重点を置いた防災施策

防災の根源的ニーズは、住民の生命の安全にある一方で、仮に早期警報や災害対応強化により人命が守られたとしても、重要インフラの損害や経済損失を削減することは出来ない。この結果、社会は繰り返される災害から逃れることは出来ず、経済は疲弊し持続的開発の足かせとなる。仙台防災枠組では、特に経済損失の削減に注力した防災投資を掲げており、本ロードマップにおいても、原則として経済損失削減に重点を置くものとする。

全体バランスを考慮した選択的投資

一般に、防災投資による減災効果（インパクト）を見ると、初期には投資による減災効果が大きく出るが、投資が進むにつれて効果は少なくなる傾向にある。したがって財源が限られている場合には、計画レベルのうち、最大の効果が見込まれる一定レベルまでの投資を行い、それ以上の投資については、全体バランスを考慮して段階的な整備を行っていくことが重要である。

地方防災ガバナンスの強化

適切な防災ガバナンスに基づいた戦略・計画は、あらゆる防災施策において最も基本となるものである。スリランカでは国家防災戦略・計画は既に策定されているところ、今後、いかに地方の防災戦略・計画を整備していくかが問われている。

流域防災戦略に基づいた計画づくり

災害は行政区とは無関係に発生する。特に洪水災害は複数の行政区にまたがって発災するため、これに対応するためには、行政区を越えた枠組みの中で、流域全体の防災施策を検討することが重要である。このため、関係セクターや自治体よりなる流域ステークホルダー会議を通じて、流域総体の便益を最大化するための「流域防災戦略」を策定することが重要である。

モニタリング体制の構築

防災ロードマップ「Roadmap for DRR - Safe and Resilient Sri Lanka」は、今後スリランカ政府が仙台行動枠組を実施していくための指針となるものである。ロードマップに示された優先行動を確実に推進していくためには、災害管理省のイニシアティブのもと、関係機関による円卓会議を定期的開催するとともに、各機関が担当する取り組みをモニタリングしていくための仕組みづくりが重要である。

5. 防災協力支援の方向性の検討

防災ロードマップに示された優先プログラムについて、本邦技術・知見の活用の可能性も踏まえ、JICAによる防災協力の方向性及び協力内容を検討した。協力案は以下の通り。

(1) 総合防災

協力案① 国家防災計画策定支援

現在、次期国家防災計画 (NDMP) 2013-2017 の策定準備が進められている。計画改訂は、仙台防災枠組を反映した形で行われることが肝要であり、このための政策アドバイザーを災害管理省に配置する。

協力案② 総合流域防災を考慮した地方防災計画策定支援

地方防災計画の策定は、仙台防災枠組において 2020 年までの策定が目標とされており、同枠組推進にあたって直近の課題である。特に経済被害が甚大な流域をパイロットとして、総合流域防災を念頭においた地域防災計画の策定支援を行う。

協力案③ 防災ロードマップ推進のための開発政策借款

総合流域防災戦略に基づく地方防災計画等の政策を策定し、具体的な施策を実施していくにあたっては、そのための資金調達と適切な進捗管理体制の構築は不可欠である。この取り組みを長期的に支援することを目的として、開発政策借款での資金協力を検討する。

(2) 洪水対策分野

協力案① 重要流域の投資計画整備支援

現在、世銀 CRIP プロジェクトの対象外となっている Kalu 川について、流域投資を促進することを目的として、既存の計画や水収支を包括的に評価したうえで、流域内のステークホルダーを巻き込んだ、統合的水資源管理 (IWRM) の策定支援を行う。

協力案② 洪水対策アドバイザーの派遣

現在実施中の世銀 CRIP を含む流域投資計画策定・実施にあたっての助言、ならびに総合流域防災戦略と地方防災計画策定への助言を目的として、灌漑・水資源省への洪水対策アドバイザーの派遣を検討する。

協力案③ コロンボ都市圏排水対策マスタープラン策定支援

2003 年に都市排水マスタープランが取りまとめられて以降、各流域の降雨特性や社会経済、都市開発の進展など、当時の条件とは大きく変容しつつある。現時点の諸条件を精査したうえで、コロンボ都市圏及び周辺地域の都市排水計画を見直し、将来の投資に資するための技術支援を行う。

(3) 土砂災害対策分野

協力案① 包括的土砂災害対策にかかる技術支援

土砂災害については、特定の場所で繰り返し発生するものではないことから、構造物対策による災害軽減策を土砂災害に脆弱な地域に広範囲に渡って実施していくことは、費用の面から難しい。従って、費用対効果の観点から、原則として土砂災害対策に係る協力につ

いてはハザードマップ整備や早期警報といった非構造物対策に重点を置いた技術支援を検討する。構造物対策については、支援案②の通り、引き続き、道路等の重要インフラや公共施設について優先的に検討していく。

協力案② 重要インフラ強化による災害に強い国作り支援

我が国は、道路開発庁を実施機関として、円借款「国道路砂災害対策事業」を実施し、山岳地の主要国道のうち土砂災害リスクの高い 16 区間の斜面对策事業を実施している。スリランカの主要国道には LDPP 対象区間以外にも、土砂災害リスクの高い区間がまだ存在しており、引き続き斜面对策を推進していく必要がある。

(4) 渇水対策分野

協力案① 国家渇水リスク低減戦略の策定支援

渇水に関するすべての事象を統合的に考慮した国家渇水リスク低減戦略を早急に策定する必要がある。戦略案策定に当たっては、事前に渇水リスクアセスメントを行い、過去及び現在の渇水被害状況の把握や将来の被害想定を科学的に予想することが前提となる。これに基づき地域及びセクターの優先順位付けを行い、ロードマップとの整合性を図りつつ戦略的な事業推進を図る。

協力案② 渇水脆弱コミュニティにおける水確保プログラム策定支援

パイプ給水が整備されていない小規模コミュニティでは、飲料水や生活用水、農業用水のすべてを手掘り浅井戸に依存しており、渇水が長期化すると井戸が枯渇し、生活を維持するのも困難になっている。生活を維持するには、国や地方政府のイニシアティブのもと、“渇水に強い社会の形成”を目標に、いくつかのコミュニティが共同で取り組める、「渇水脆弱コミュニティにおける水確保プログラム」の策定を提案する。

協力案③ 渇水対策用の飲料水供給システムの確立と配水運営の技術支援

渇水被害が長期化した場合、社会的に問題になるのは飲料水の安定供給である。渇水時には、多くの貯水池や河川水の水位も同時に低下しており、安定的に利用できる水源は岩盤内の亀裂に賦存する地下水のみである。既存深井戸の改修と新規深井戸の開発を適切に組み合わせることで、緊急用の飲料水供給ネットワークを構築する。

(5) 気象・水文観測及び情報伝達

協力案① 気象観測網の近代化と体制整備支援

防災にかかる気象業務においては、気象現況把握と短時間予測が重要であり、マニュアル観測でそれに応えることは困難であり、観測網の近代化が必要である。AWS の整備やドップラーレーダーの導入を進めるとともに、関連する技術移転を行っていく。

協力案② 予警報能力向上と情報伝達改善のための技術支援

レーダー・AWS 等の観測データを統合的に活用した予報精度の改善や短時間予報の発出、メソスケールの数値予報モデルの導入とガイダンスを用いた気象予報の定量化、警報基準の改善、長期予報の改善等が予報業務への支援として、導入した AWS やレーダーを有効活用するための技術支援と人材育成を行う。

目次

ページ

第1章 業務概要	1-1
1.1 背景	1-1
1.2 目的	1-1
1.3 調査の進め方	1-2
1.3.1 調査行程	1-2
1.3.2 関係機関	1-3
第2章 防災セクターの現状にかかる整理・分析	2-1
2.1 スリランカにおける災害リスクの整理・分析	2-1
2.1.1 スリランカにおける災害の特徴	2-1
2.1.2 調査対象とする災害種	2-5
2.2 防災体制についての現状整理・分析	2-7
2.2.1 防災法制、制度・体制	2-7
2.2.2 関連機関の法的根拠、所掌業務、人員体制、予算、実務能力	2-12
2.2.3 災害情報・予警報に係る関係機関の調整メカニズム	2-17
2.2.4 仙台防災枠組グローバルターゲットに関連した計画・戦略策定状況	2-20
2.3 防災関連事業の実施状況と成果	2-23
2.3.1 総合防災対策	2-23
2.3.2 洪水対策	2-26
2.3.3 土砂災害対策	2-34
2.3.4 渇水対策	2-42
2.3.5 気象・水文観測及び情報伝達	2-54
第3章 2016年5月豪雨災害に関する調査	3-1
3.1 2016年豪雨による災害の概況	3-1
3.1.1 降雨特性からみた災害発生のメカニズム	3-1
3.1.2 災害に対する政府の対応	3-4
3.1.3 洪水・内水氾濫ハザードの発生原因の分析	3-8
3.1.4 洪水・内水氾濫による被害状況	3-15
3.1.5 ケラニ川洪水・内水氾濫にかかる今後の計画	3-19
第4章 課題と方向性の整理	4-1
4.1 各機関との協議	4-1
4.1.1 総合防災分野	4-1
4.1.2 洪水対策	4-2

4.1.3	土砂災害対策分野.....	4-4
4.1.4	渇水対策分野.....	4-5
4.1.5	気象・水文観測及び予警報分野.....	4-6
4.2	現地セミナーでの課題の共有.....	4-7
4.3	本邦招聘を通じた今後の方向性に関する協議.....	4-8
4.3.1	本邦招聘の概要.....	4-8
4.3.2	本邦招聘におけるグループディスカッション.....	4-9
第5章	防災セクターロードマップ.....	5-1
5.1	ロードマップの基本コンセプト.....	5-1
5.1.1	仙台防災枠組グローバルターゲット.....	5-1
5.1.2	全体バランスを考慮した選択的投資.....	5-2
5.1.3	地方防災ガバナンスの強化.....	5-3
5.1.4	流域防災戦略に基づいた計画づくり.....	5-3
5.2	優先行動の選定とモニタリング体制の構築.....	5-4
第6章	今後の JICA の支援方針についての提言.....	6-1
6.1	本邦技術・知見の活用の可能性.....	6-1
6.1.1	総合防災分野.....	6-1
6.1.2	洪水対策.....	6-3
6.1.3	土砂災害対策.....	6-4
6.1.4	渇水対策.....	6-8
6.1.5	気象・水文予警報及び予警報分野.....	6-10
6.2	優先プログラムにおける防災協力支援の方向性の検討.....	6-11
6.2.1	総合防災.....	6-11
6.2.2	洪水対策.....	6-12
6.2.3	土砂災害対策.....	6-13
6.2.4	渇水対策.....	6-14
6.2.5	気象・水文観測及び情報伝達.....	6-16

目次

	ページ
図 1.3.1 要員計画	1-2
図 2.1.1 スリランカにおける直近 10 年の災害記録	2-1
図 2.1.2 平均年降水量と降水パターン	2-2
図 2.1.3 季節ごとの平均雨量分布	2-2
図 2.1.4 過去のサイクロン経路	2-2
図 2.1.5 月別総被災人数	2-3
図 2.1.6 過去の災害被災者総数の地域的分布	2-4
図 2.1.7 過去の代表的な豪雨の洪水被災者数と土砂災害発生状況	2-4
図 2.1.8 2006-2017 年における災害種別の救援事業費の推移	2-6
図 2.2.1 各行政ラインの相互関係	2-9
図 2.2.2 災害管理センター (DMC) 組織図	2-12
図 2.2.3 災害管理省の情報集約システム	2-17
図 2.3.1 氾濫域分布	2-27
図 2.3.2 氾濫域内の人口の変化	2-27
図 2.3.3 詳細な洪水ハザード・リスクマップの作成と 渇水リスクの評価が想定され る流域と都市域	2-28
図 2.3.4 コロンボ首都圏洪水対策計画調査 (2003) の対象流域	2-31
図 2.3.5 洪水対策関連の過去からの JICA の協力	2-32
図 2.3.6 過去の地すべり箇所分布	2-35
図 2.3.7 ハザードマップの整備状況	2-36
図 2.3.8 土砂災害危険地域の分布	2-36
図 2.3.9 スリランカ国内の主要道路ネットワーク	2-38
図 2.3.10 LDPP による対策工実施予定箇所	2-39
図 2.3.11 航空写真撮影および LiDAR 測量対象範囲	2-40
図 2.3.12 代表観測地点の月雨量の比較 (過去 50 年平均 (赤) と 2016 年 6 月～2017 年 5 月 (青))	2-45
図 2.3.13 Anuradhapura (上) 及び Batticaloa (下) における 年雨量及び雨期 (10 月～ 12 月) の雨量の経年変化	2-46
図 2.3.14 2016-2017 の渇水被災者数	2-47
図 2.3.15 貯水池の貯水容量に対する貯水量の現状	2-48
図 2.3.16 アヌラーダプラ県における給水タイプ	2-50
図 2.3.17 HMIS で導入される自動観測所	2-56
図 2.3.18 Flood Control and Water Management Centre の構想案	2-59
図 3.1.1 2016 年 5 月の雨量分布	3-2

図 3.1.2	2010年11月と2016年5月洪水時のColomboの時間雨量.....	3-3
図 3.1.3	2010年11月と2016年5月洪水の被災者数分布.....	3-3
図 3.1.4	2016年5月災害時の災害発生状況と各機関の対応.....	3-5
図 3.1.5	ケラニ川流域全体図.....	3-8
図 3.1.6	ケラニ川下流の治水構造物.....	3-9
図 3.1.7	スリランカ国防災機能強化計画調査におけるケラニ川治水計画の検討.....	3-10
図 3.1.8	ケラニ川における年最大水位の経年変化.....	3-11
図 3.1.9	2016年5月災害時のケラニ川および大コロombo流域のハイトグラフとハイ ドログラフ.....	3-12
図 3.1.10	2016年5月災害時のケラニ川周辺の氾濫域と氾濫水深の推定図.....	3-13
図 3.1.11	GNごとのケラニ川の氾濫による一般資産の直接被害額の推定値.....	3-17
図 3.1.12	コロombo都市圏周辺の氾濫域と人口分布の変化.....	3-18
図 3.1.13	氾濫域内の人口の変化.....	3-18
図 5.1.1	グローバルターゲットのInputとOutputのイメージ.....	5-2
図 5.1.2	投資効果の大きい施策への投資イメージ.....	5-2
図 5.1.3	流域防災戦略と県・郡地方防災計画のイメージ.....	5-3
図 6.1.1	降水ナウキャストと雷ナウキャストの例.....	6-10

表目次

	ページ
表 2.1.1 代表的な過去の大規模降雨災害.....	2-4
表 2.1.2 各災害被災者数と総人口の時間的変化.....	2-5
表 2.2.1 National Action Plan (案) における仙台防災枠組の優先行動に準じた取り組み	2-21
表 2.3.1 日本の支援による総合防災関連プロジェクト.....	2-25
表 2.3.2 ドナー支援の総合防災関連プロジェクト.....	2-25
表 2.3.3 流域別の 2015 年における洪水氾濫域内の人口.....	2-27
表 2.3.4 洪水対策、水資源管理に関連する主要機関.....	2-29
表 2.3.5 CRIP のコンポーネント.....	2-29
表 2.3.6 流域投資計画の優先度と策定方法.....	2-30
表 2.3.7 コロンボ首都圏洪水対策計画調査 (2003) 後の事業実施進捗状況.....	2-31
表 2.3.8 洪水対策関連の他のドナーの支援状況.....	2-33
表 2.3.9 各県における雨量計設置数.....	2-36
表 2.3.10 土砂災害早期警戒情報の閾値.....	2-37
表 2.3.11 スリランカ国における道路分類.....	2-39
表 2.3.12 日本の支援による土砂災害関係プロジェクト.....	2-40
表 2.3.13 ドナー支援の土砂災害関係プロジェクト.....	2-41
表 2.3.14 代表地点における平均年・月雨量と 2016-2017 干ばつ期間中雨量の比較.....	2-46
表 2.3.15 渇水により飲料水を確保できない人数と給水された人数 (2017 年 7 月現在)	2-48
表 2.3.16 日本の支援による渇水対策関連プロジェクト.....	2-52
表 2.3.17 渇水対策関連の他のドナーの支援状況.....	2-52
表 2.3.18 各機関が管理する気象水文観測網の概要.....	2-58
表 2.3.19 日本の支援による気象・水文観測関連プロジェクト.....	2-60
表 2.3.20 ドナー支援の気象・水文観測関連プロジェクト.....	2-61
表 3.1.1 PDNA による損害・損失額及び復興必要額.....	3-6
表 3.1.2 住民移転の実施プロセス.....	3-7
表 3.1.3 ケラニ川の代表水位観測地点の水位による洪水規模分類.....	3-9
表 3.1.4 2016 年 5 月災害時のケラニ川に沿った河川施設の運用状況.....	3-14
表 3.1.5 過去の代表的洪水発生時における代表的水位観測地点の最大水位.....	3-14
表 3.1.6 氾濫域内の DS ごとの土地利用状況.....	3-15
表 3.1.7 被害額推定に用いる家屋、家財資産価値 (2016 年 5 月).....	3-16
表 3.1.8 DS ごとのケラニ川の氾濫による一般資産の直接被害額の推定値.....	3-17
表 4.1.1 総合防災分野における課題と方向性.....	4-1

表 4.1.2	洪水対策・流域管理分野における課題と方向性.....	4-2
表 4.1.3	土砂災害対策分野における課題と方向性	4-4
表 4.1.4	渇水災害対策分野における課題と方向性	4-5
表 4.1.5	気象・水文観測及び予警報分野における課題と方向性.....	4-6
表 4.2.1	現地セミナーにおける主な協議事項	4-7
表 4.3.1	本邦招聘参加機関・対象者.....	4-8
表 4.3.2	本邦招聘プログラム	4-9
表 6.1.1	流域対策の地域ごとの対策メニュー.....	6-3
表 6.1.2	防災気象情報（土砂災害）	6-5

巻末資料

巻末資料①： 各機関における課題と方向性

巻末資料②： 防災ロードマップ～Safe and Resilient Sri Lanka～

巻末資料③： 収集資料リスト

略語表

略語	英名	和名
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AMCDRR	Asia Ministerial Conference on Disaster Risk Reduction	アジア防災閣僚級会合
AWS	Auto Weather System	自動気象観測システム
CAT DDO	Catastrophe Deferred Drawdown Option Program	激甚災害繰延引出オプション
CBDRM	Community Based Disaster Risk Management	コミュニティ災害リスク管理
CBO	Community Based Organization	地域住民組織
CEA	Central Environment Authority	中央環境庁
CEB	Ceylon Electricity Board	セイロン電力審議会
CKD	Chronic Kidney Disease	慢性肝臓病
CRIP	Climate Resilience Improvement Project	気候レジリエンス改善プロジェクト
DDMCU	District Disaster Management Coordinating Unit	県災害管理調整ユニット
DDMP	District Disaster Management Plan	県防災計画
DRR	Disaster Risk Reduction	災害リスク軽減
DIA	Disaster Impact Assessment	災害インパクト評価
DMC	Disaster Management Center	災害管理センター
DNCWS	Department of National Community Water Supply	コミュニティ給水局
DoM	Department of Meteorology	気象局
DSU	District Support Unit	県支援ユニット
DSWRPP	Dam Safety & Water Resources Planning Project	ダム安全水資源計画プロジェクト
ECMWF	European Center for Medium range Weather Forecasting	ヨーロッパ中期予報センター
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
ERC	Emergency Response Committee	緊急対応委員会
ERD	Department of External Resources	対外資源局
EOC	Emergency Operation Centre	緊急対応センター
EU	European Union	欧州連合
FMC	Flood Monitoring Committee	洪水監視委員会
GCM	Global Climate Model	全球気候モデル
GTS	Global Telecommunication System	全球通信システム
HFA	Hyogo Framework for Action	兵庫行動枠組
HMSI	Hydro-Meteorological Information System	水文気象情報システム
ICHARM	International Centre for Water Hazard and Risk Management	水災害・リスクマネジメント国際センター
ID	Irrigation Department	灌漑局
IGN	Inter-Governmental Network	省庁間ネットワーク
IFCS	International Federation of Red Cross Society	国際赤十字
IFM	Integrated Flood Management	統合洪水管理
IMD	India Meteorological Department	インド気象局
ITI	Industrial Technology Institute	産業技術研究所
IWMI	International Water Management Institute	国際水管理研究所
JMA	Japan Meteorological Agency	日本気象庁
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LA	Local Authority	地方自治体
LRRMD	Landslide Research & Risk Management Division	地すべり調査リスク管理部
MASL	Mahawei Authority of Sri Lanka	マハウェリ公社
MCPWS	Ministry of City Planning and Water Supply	都市計画・上水省
MCUDP	Metro Colombo Urban Development Project	コロombo都市開発プロジェクト
MDM	Ministry of Disaster Management	災害管理省
MIWRM	Ministry of Irrigation & Water Resources Management	灌漑水資源省
MHEH	Ministry of Higher Education and Highway	高等教育・ハイウェー省

略語	英名	和名
MLLD	Ministry of Land and Land Development	土地開発省
MMWRD	Ministry of Megapolis & Western Region Development	メガポリス西部開発省
MNPEA	Ministry of National Policies and Economic Affairs	国家政策経済省
MUDWS	Ministry of Urban Development and Water Supply	都市計画給水省
NCAR	National Center for Atmospheric Research	米国大気研究センター
NWCT	National Community Water Trust	国家コミュニティ給水信託
NAP	National Action Plan	国家行動計画
NBRI	National Building Research Institute	国家建築研究所
NBRO	National Building Research Organization	国家建築研究所
NCDM	National Council for Disaster Management	国家災害管理評議会
NCEP	National Centers for Environmental Prediction	米国環境予知センター
NEOP	National Emergency Operation Plan	国家緊急対応計画
NDMP	National Disaster Management Plan	国家災害管理計画
NDRSC	National Disaster Relief Service Center	国家災害救援支援センター
NMC	National Meteorology Center	気象局予報室
NPD	Department of National Planning	国家計画局
NITF	National Insurance Trust Fund	国家保険信託基金
NWP	Numerical Weather Prediction	数値気象予報
NWSDB	National Water Supply and Drainage Board	国家上下水道公社
PDNA	Post Disaster Needs Assessment	災害後ニーズ調査
PID	Provincial Irrigation Department	州灌漑局
RCM	Regional Climate Model	地域気候モデル
RDA	Road Development Authority	道路開発庁
R.O.	Reverse Osmosis	逆浸透膜
RSC	Regional Support Centre	地域支援センター
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SLCDMP	Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Program	総合防災プログラム
SLLRDC	Sri Lanka Land Reclamation and Development Cooperation	土地開発公社
SLRCS	Sri Lanka Red Cross Society	スリランカ赤十字
SLSD	Sri Lanka Survey Department	測量局
SOP	Standard Operation Procedure	標準手順書
SS2CDMP	Strategic Support to Comprehensive Disaster Management Program in Sri Lanka	総合防災プログラムへの戦略的支援プロジェクト
TCLMP	Technical Cooperation for Landslide Mitigation Project	土砂災害対策強化プロジェクト
UDA	Urban Development Authority	都市開発庁
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発プログラム
UN-Habitat	United Nations Human Settlements Programme	国連人間居住計画
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction	国連国際防災戦略
WCDRR	World Conference for Disaster Risk Reduction	世界防災会議
WB	World Bank	世界銀行
WFP	World Food Programme	世界食糧計画
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関
WRD	Water Resources Board	水資源局

第1章 業務概要

1.1 背景

スリランカは自然災害（洪水、地すべり、渇水など）に対し脆弱であり、加えて、気候変動の影響も懸念される。2004年のスマトラ沖地震・津波を契機として、同国政府は、災害対策法の制定、国家防災委員会、災害管理省、災害管理センターの設立などを通じた災害対策強化に取り組んでいるが、財政上の制約もあり、災害発生後の事後対応が中心となっており、予防対策による被害軽減の取り組みが遅れている。また、関係機関が総合的に防災に取り組むための調整・技術力が不足し、防災意識も発展途上である。

我が国は、「対スリランカ国別援助方針」において、「脆弱性の軽減」を重点分野の一つとし、これまで以下のような支援を行ってきた。

- 2006-2009：防災機能強化計画調査（開発調査）
- 2007-2009：気象情報・防災情報ネットワーク改善計画（無償資金協力）
- 2010-2013：気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト（技術協力）
- 2013-2017：国道土砂災害対策事業（円借款）
- 2014-2018：土砂災害対策強化プロジェクト（技術協力）
- 2014-2017：気象観測・予測・伝達能力向上プロジェクト（技術協力）
- 2014-2016：防災強化のための数値標高モデル作成能力向上プロジェクト（技術協力）

これらを通じて、実効的な防災体制の確立と防災対策の導入に向け、ハードとソフト両面からの支援を行ってきている。

現在上記の防災強化への取り組み開始から約10年が経過しているところ、これまでの同国政府による取り組み、JICAによる支援の成果、2015年3月に仙台で開催された国連防災世界会議で採択された「仙台防災枠組 2015-2030（Sendai Framework for Disaster Risk Reduction）」等の国際潮流、他ドナーの動向などを踏まえ、同国防災セクターの現状と課題を整理した上で、日本の経験や技術を生かした中長期的な支援プログラムを検討していくことが必要となっている。

1.2 目的

本調査は、スリランカの防災セクターについて現状、ならびにJICA及び他ドナーによる対スリランカ防災協力の実績及び成果、同国防災セクターの諸課題を整理し、スリランカ国政府が今後、仙台防災枠組の達成に向けた中・長期的なロードマップを策定するにあたって、協議やセミナーを通じて、助言・情報提供を行うことを目的とする。策定されたロードマップは、JICAの今後の支援プログラム検討にあたっての基礎資料とする。

1.3 調査の進め方

1.3.1 調査行程

本調査は、図 1.3.1 に示す要員計画により実施された。なお、本調査では、2016 年から 2017 年にわたって深刻な被害となっている渇水被害について追加調査を実施し、本最終報告書に反映させることとなった。

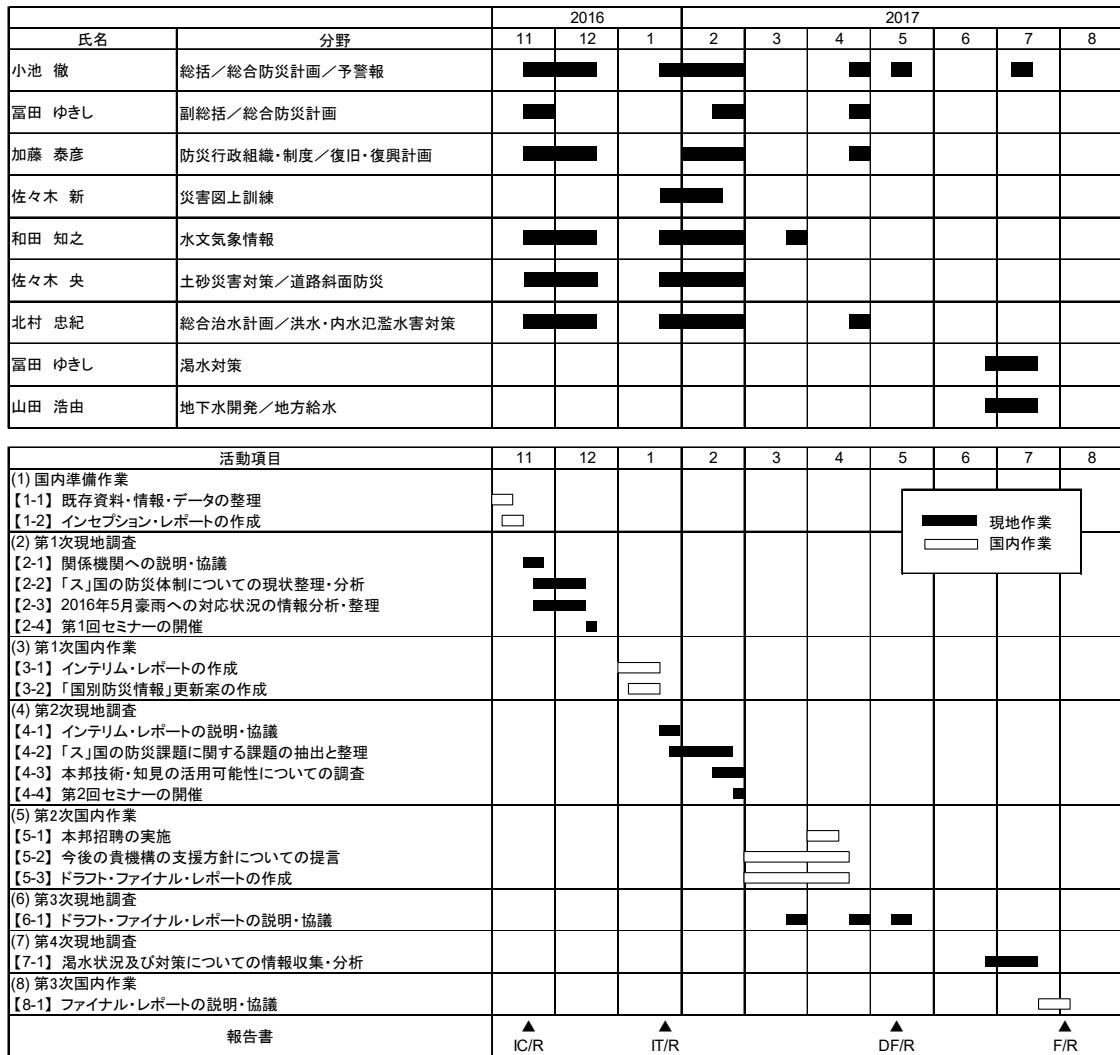


図 1.3.1 要員計画

1.3.2 関係機関

本調査の関係機関は以下の通りである。

災害管理省 (Ministry of Disaster Management : MDM)

- 災害管理センター (Disaster Management Center : DMC)
- 国家災害救援センター (National Disaster Relief Service Center : NDRSC)
- 気象局 (Department of Meteorology : DoM)
- 国家建築研究所 (National Building Research Organization : NBRO)

土地・国会改革省 (Ministry of Land and Parliament Reforms : MLPR)

- 測量局 (Sri Lanka Survey Department : SLSD)

高等教育・ハイウェイ省 (Ministry of Higher Education & Highway : MHEH)

- 道路開発庁 (Road Development Authority : RDA)

灌漑・水資源管理省 (Ministry of Irrigation & Water Resources Management : MIWRM)

- 灌漑局 (Irrigation Department : ID)
- 水資源局 (Water Resources Board : WRB)

メガポリス西部開発省 (Ministry of Megapolis & Western Development : MMWD)

- スリランカ土地開発公社 (Sri Lanka Land Reclamation and Development Cooperation : SLLRDC)
- 都市計画庁 (Urban Development Authority : UDA)

都市計画・上水省 (Ministry of City Planning & Water Supply : MCPWS)

- 国家上下水道公社 (National Water Supply and Drainage Board : NWSDB)
- コミュニティ給水局 (Department of National Community Water Supply : DNCWS)

国家政策・経済省 (Ministry of National Policies and Economic Affairs : MNPEA)

- 対外資源局 (External Resources Department : ERD)
- 国家計画局 (National Planning Department : NPD)

その他の関係機関

第2章 防災セクターの現状にかかる整理・分析

2.1 スリランカにおける災害リスクの整理・分析

2.1.1 スリランカにおける災害の特徴

(1) 過去 10 年の災害状況

スリランカ国における過去 10 年間の記録では、発生件数が最も高い災害¹は洪水であり約 37%、続いて強風、地すべり、サイクロンとなっている (図 2.1.1)。

死者・行方不明者数をみると、土砂災害による死者・行方不明者が最も多く全体の約 35%を占め、次いで洪水、落雷、強風となっている。また、被災者人口から見ると、洪水による被災者が最も多く、加えて渇水被害も大きいことが読み取れる。

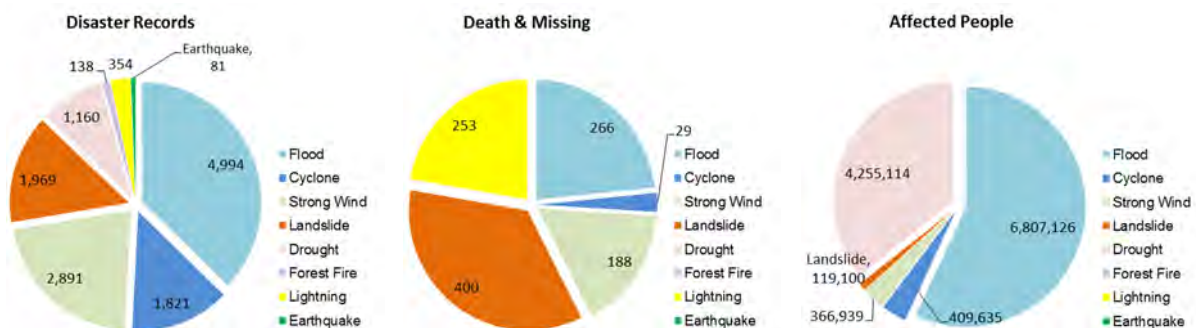


図 2.1.1 スリランカにおける直近 10 年の災害記録
 出典: DesInventar より調査チームが作成

(2) スリランカの気象条件

1) 地形・気候

スリランカ国の国土面積は約 65,000 km²。島中央部は 2,000m 級の山岳地帯で、その山麓には 1,000m 程度の高地が広がる。北部・東部には比較的広い平野部が広がっている。

図 2.1.2 にス国の平均年降水量と代表地点の降水パターンを示す。南西モンスーンの影響で南西部の総雨量が多く、南西部の山間部の一部では年 6,000mm を超える。また、その他の山間部や東部も概ね 1,500mm を超える年降水量であるが、北部や南部の一部に 1,000mm を下回る地域も存在する。特に、北部の平原地帯は降水量が少ない地域が広く分布している²。スリランカの降水パターンは、地形条件とモンスーンによって主に支配されており、年間を通じて 4 つの季節降水パターンに大別される³。

- 第 1 インターモンスーン期 (3 月、4 月)
- 南西モンスーン期 (5 月～9 月)
- 第 2 インターモンスーン期 (10 月、11 月)
- 北東モンスーン期 (12 月～2 月)

¹ 対象は自然災害とし、Epidemic 及び Animal Attack は含まない。

² Department of Meteorology, Government of Sri Lanka, HP

³ 気象観測・予測・伝達能力向上プロジェクト JICA ブリーフノート

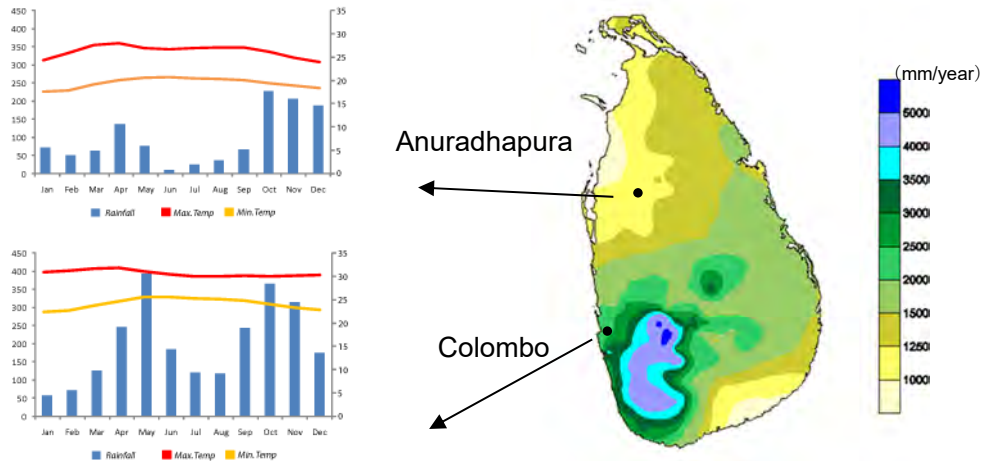


図 2.1.2 平均年降水量と降水パターン
 出典：DoM HP より

http://www.meteo.gov.lk/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=310&lang=en

2) サイクロン

スリランカでは、第 2 モンスーン期から北東モンスーン期にかけてサイクロンが上陸若しくは接近した記録が多く残っている（図 2.1.4）。サイクロンは東の海岸線に沿って北上することが多く、東部及び北部のサイクロンによる災害リスクは高いと言えるが、サイクロンが北東部やベンガル湾上にある場合においても、そこへ流れ込む湿った空気が山にあたって南西部に激しい降雨をもたらすこともあるため、留意が必要である。

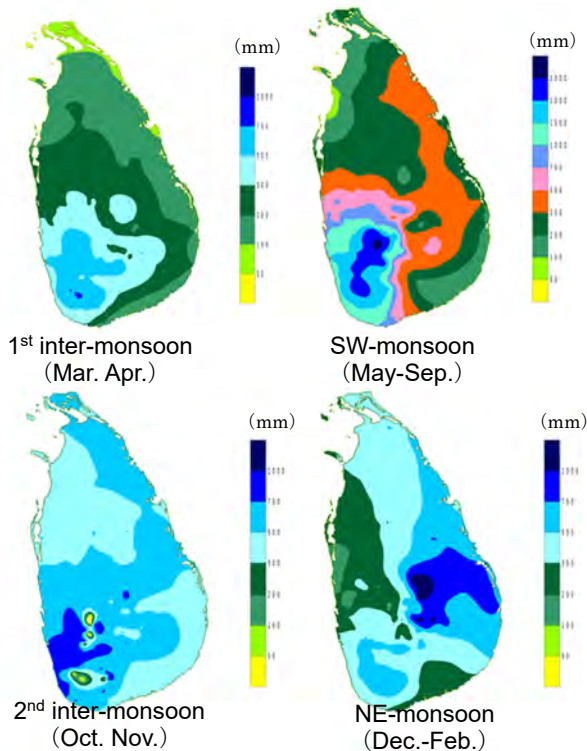


図 2.1.3 季節ごとの平均雨量分布
 出典：DoM HP より <http://www.meteo.gov.lk>

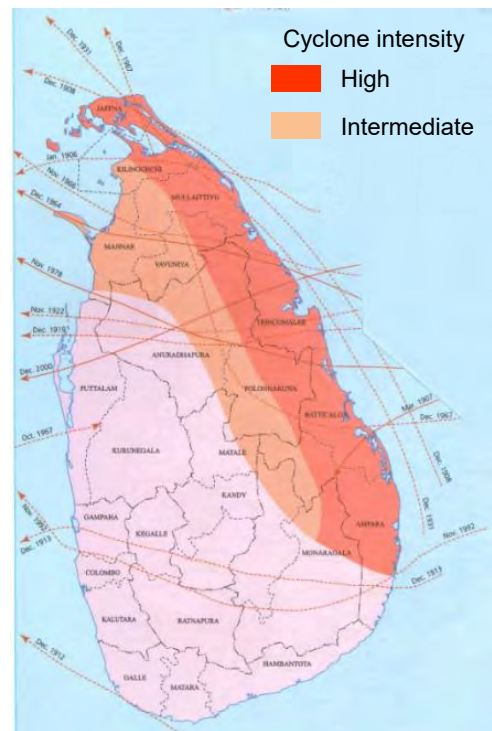


図 2.1.4 過去のサイクロン経路
 出典：Student ATLAS, OXFORD より

(3) 災害履歴と災害発生メカニズム

1) 過去の災害履歴

スリランカにおける災害発生メカニズムの概要について理解するため、被災者数の多い洪水（サイクロンを含む）、及び濁水と、死者数の多い土砂災害の過去の月別総被災人数を図 2.1.5 に示す（DesInventar より集計：1974～現在）。

洪水及びサイクロンの被災が最も多い季節は第2インターモンスーンから北東モンスーン期に掛けての11月～1月であり、季節風と熱帯低気圧・サイクロンの影響による洪水の多発が窺える。また、5月～6月も南西モンスーンによる洪水が多い。

土砂災害についても洪水と同様の傾向が見られるが、特に5月の被災が多いことが特徴である。この時期は、南西モンスーンの卓越により山間部の降雨が最も多くなる時期であり、山あい斜面の土壌水分増加による不安定化が土砂災害の頻発をもたらしているものと推測される。

濁水については、南西モンスーン期後半の8月の被災が顕著である。この時期は北部及び東部の雨量が最も少なくなる時期であり、同地域で再び降水量が増加する10月（第2インターモンスーン期）の前に水不足となるケースが多い。北部や東部の乾燥地域の主な降水源は北東モンスーン期であり、同期間の雨量が少なかった場合、灌漑に与える影響は大きいと推察される。

スリランカにおける過去の洪水＋サイクロン、土砂災害、濁水の被災者総数の地域的分布を図 2.1.6 に示す（DesInventar より集計：1974～現在）。

洪水の被災地域は主に海岸沿いの平野部に分布しており、特に降水量の多い南西部と、熱帯低気圧・サイクロンの通り道でかつ平野の多い北部・東部海岸地域の被災者数が多い。一方で、土砂災害は山岳地帯で降水量の多い中央部に集中している。濁水被災地域については南西部を除く全国に分布しており、特に南西モンスーン期に降水量が少ない北西部・東部や、1年を通じて比較的降水量が少ない南部の被災者数が多い。東部や北部地域においては、洪水・濁水両方の被災者数が多い地域があり、雨期の集中的な降雨と乾期の雨不足の二つの問題を抱える地域と言える。

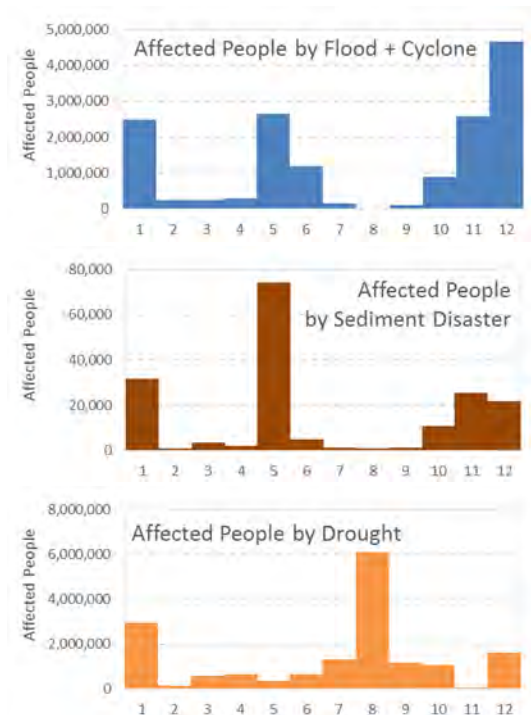


図 2.1.5 月別総被災人数
 出典：DesInventar より集計：期間 1974～現在

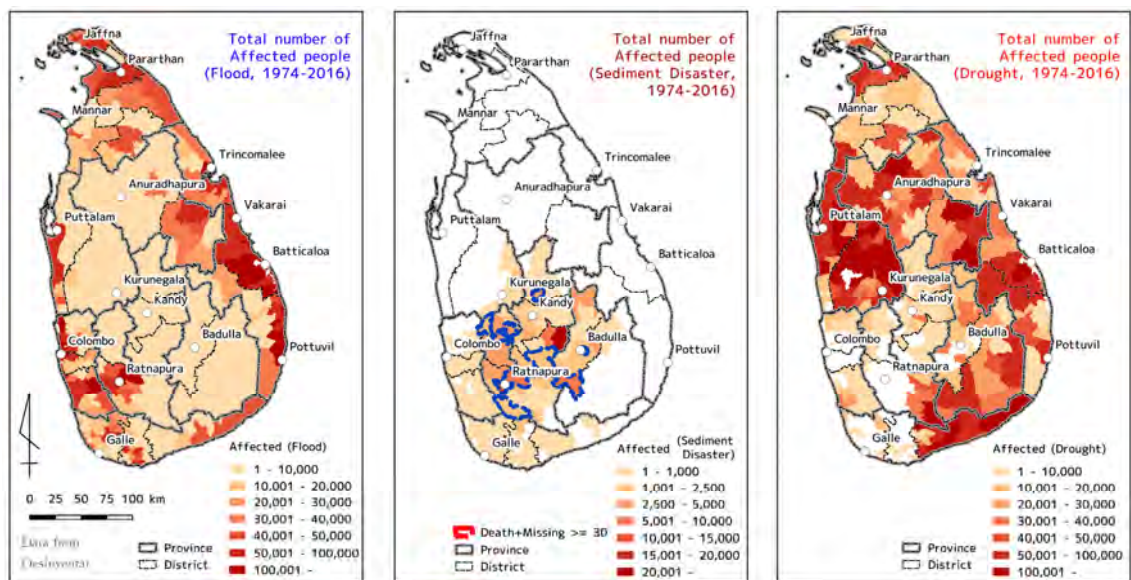


図 2.1.6 過去の災害被災者総数の地域的分布
 (左より、洪水+サイクロン、土砂災害、渇水 集計期間：1974～現在)
 出典：DesInventar より JICA 調査チームが作成

2) 代表的な大規模降雨

スリランカにおける災害リスクに対する基礎的な理解のため、スリランカ北部・西部・東部・南西部における過去の代表的な大規模降雨災害として次の4事例を抽出し、被災状況等について整理した(表 2.1.1)。

表 2.1.1 代表的な過去の大規模降雨災害

Period	Main Area	Flood			Sediment Disaster		
		Affected	Death & Missing	House Destroy	Affected	Death & Missing	House Destroy
2003 May	South-western	468,040	138	6,771	19,919	231	846
2008 Nov	Northern	427,524	12	13,910	92	0	1
2014 Dec	Eastern, Northern	1,021,310	10	4,461	10,574	21	2
2016 May	Western, Northern	421,479	26	340	40,749	191	272

上記災害時の洪水及び土砂災害分布を図 2.1.7 に示す。

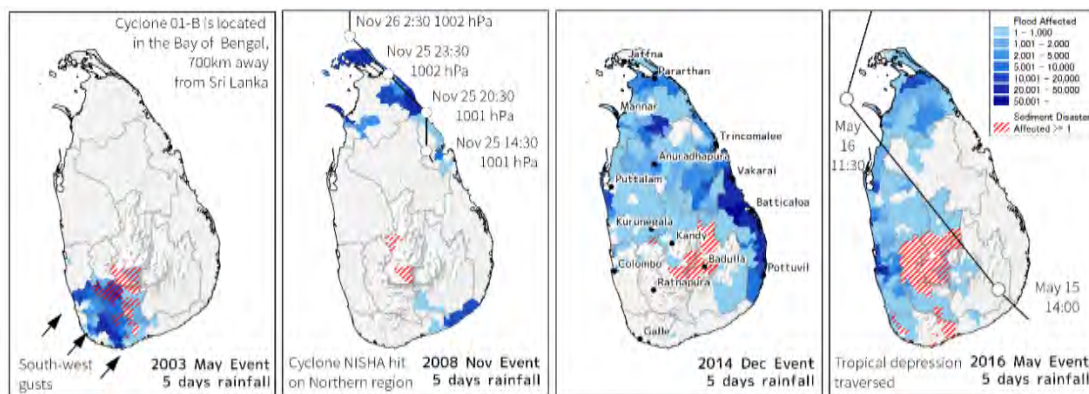


図 2.1.7 過去の代表的な豪雨の洪水被災者数と土砂災害発生状況
 洪水：青色、土砂災害：赤斜線 出典：DesInventar より JICA 調査チームが作成

2.1.2 調査対象とする災害種

(1) 人口推移と被災状況

スリランカ国では、近年の人口増加に加え、開発行為による自然災害に対する暴露の増加が懸念される。2001年と2012年の人口センサスと、それぞれの年の前後3年間の被災者数のデータをもとに、洪水・土砂災害・渇水の被災率の変化を求めた(表 2.1.2)。

その結果、土砂災害については人口増加率と被災者数増加率が同等であった。洪水については被災者数増加率が人口増加率を大きく上回っており、災害リスクの増加が顕著であることが伺える。洪水被害を受けやすい都市部における急速な人口増と開発行為が影響していると考えられる。一方で、渇水については被災者数が減少していることから、貯水池等の灌漑施設整備が効果を上げている可能性がある。

統計期間が短く、気象要因の偏りや内戦による災害データの欠落が結果に作用していることが考えられるが、人口増に対する被害が軽減している渇水に対して、洪水、土砂災害は増加傾向にあるといえる。

表 2.1.2 各災害被災者数と総人口の時間的变化

		1998-2004	2009-2015	Increase Rate
Population		18,797,257 (2001)	20,359,439 (2012)	+8.3%
Total Number of Affected	Flood	3,030,348	4,370,001	+44.2%
	Sediment Disaster	29,181	31,633	+8.4%
	Drought	6,267,968	3,040,677	-51.5%
Affected Rate (Affected / Pop)	Flood	16.1%	21.5%	+33.1%
	Sediment Disaster	0.2%	0.2%	+0.1%
	Drought	33.3%	14.9%	-55.2%

(2) 災害種毎の救援事業費

スリランカ国では、年次毎の災害被害額及びインフラ等復興事業費の統計資料はないが、国家災害救援サービスセンター(National Disaster Rescue Service Center : NDRSC)では、災害時の緊急救援費(食料や避難キャンプの提供)や、被災家屋復旧費に関するデータベースを保有している。同データベースから、各年の緊急救援費について災害別に取りまとめ、図 2.1.8 に示す。

いずれの年においても、洪水に対する緊急救援費が多く、毎年の緊急救援費の80%以上を占めている。このような状況に対して、Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Programme 2014-2018では、洪水リスクの高い地域に住む住民が、災害のたびに繰り返し補償を受けていることを指摘しており、これを改善するために、より一層のリスクガバナンスの強化が重要としている。

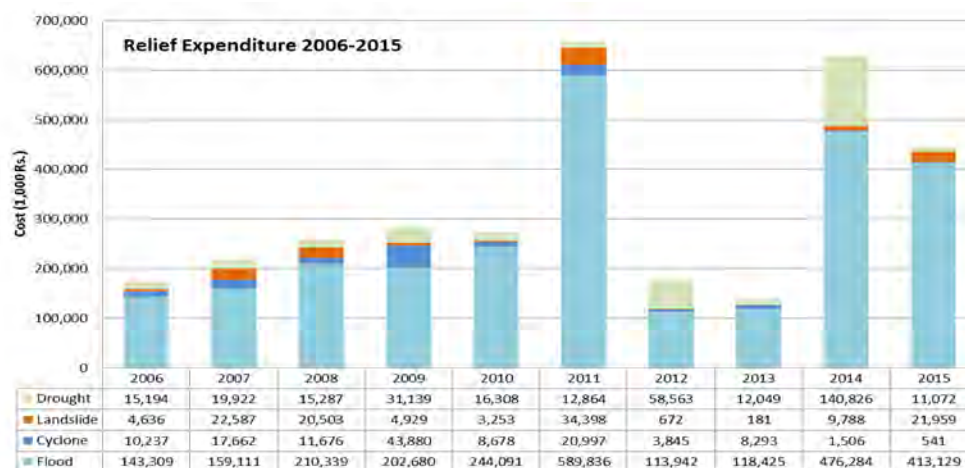


図 2.1.8 2006-2017 年における災害種別の救援事業費の推移
 出典：NDRSC データベースより JICA 調査チーム作成

(3) 防災政策における重点災害種

国家防災計画に基づいた具体的な防災施策として、SLCDMP 2014-2018 では合計 43 のプログラムを提案している。洪水、サイクロン、土砂災害、強風、渇水の順に、関連プログラムが多く、スリランカ国政府がこれらの災害種への防災投資を重要視していることが伺われる。

(4) 本調査での重点災害種と調査方針

以上、スリランカ国における災害種毎の発生と被害状況、ならびにスリランカ政府の優先事業を整理すると下記の通りである。

- 発生頻度では洪水が最も多く、死者行方・不明者数では土砂災害が最も多い。被災家屋数や被災者数では洪水が最も多いが、被災者数では渇水も多い。
- 人口増に対する被災者数では、洪水及び土砂災害被害で増加している。特に洪水被害は著しい増加がみられる。一方、渇水被害は減少傾向にある。
- 救援費では、洪水被害への救援費用が全体の 80%以上を占めている。
- SLCDMP 2014-2018 では、洪水、サイクロン、土砂災害、強風、渇水の順に、関連プログラムが多く、これらが重点災害種となっている。

以上を勘案し、本調査における仙台防災枠組ロードマップ策定にあたっては、洪水、土砂災害、渇水等の気象災害全般を対象とし、スリランカ政府の取り組みや課題の整理を行い、課題解決に向けての今後の方策を検討するものとする。

2.2 防災体制についての現状整理・分析

2.2.1 防災法制、制度・体制

(1) 防災法制

2004年インド洋大津波後、スリランカ国政府は国家防災体制強化の方針を打ち出し、2005年5月、防災に関する包括的な法的基礎枠組みを定めた災害管理法（Sri Lanka Disaster Management Act, No.13 of 2005）を制定した。同法は、防災組織体制整備の他、事後の緊急対応から事前準備への転換を掲げている。

同法の規定に基づき、2005年に防災に関する最高意思決定機関である国家災害管理評議会（National Council for Disaster Management : NCDM）及び災害管理施策の実施機関である災害管理センター（Disaster Management Centre : DMC）が設置された。同法の規定に基づき、2013年に国家災害管理計画（National Disaster Management Plan : NDMP）が策定され、2016年12月現在、国家緊急対応計画（National Emergency Operation Plan: NEOP）が策定中である。

(2) 政策及び計画

1) 災害管理政策

災害管理政策（National Policy on Disaster Management）は2010年にNCDMの承認を得て制定された。災害管理法の実施に際する政策原則（多元的対応、集合的責任、平等・多様性・包含、透明性・説明責任、自国に適した技術の導入等）を明記している。

2) 国家行動計画（案）（Draft NAP）

2016年11月に開催されたアジア防災閣僚級会議（Asian Ministerial Conference on Disaster Risk Reduction : AMCDRR）で採択された地域行動計画（Regional Action Plan : RAP）に基づき、仙台防災枠組の実施にかかる優先行動計画として、MDMが国家活動計画（National Action Plan: NAP）2016-2018（案）をUNISDRの支援を得て策定した。

3) 国家災害管理計画（NDMP） 2013-2017

災害管理法の規定に基づき、UNDPの支援を得て、2013年に国家災害管理計画（National Disaster Management Plan : NDMP）2013-2017がNCDMの承認を得て、法律文書として制定された。NDMPは行政レベル別・セクター別災害管理計画の策定、各種委員会の設置等を規定している。今後、上記NAP 2016-2018（案）に合わせ、仙台防災枠組を踏まえ、NDMP 2018-2022への改訂作業が行われる予定である。

4) 国家緊急対応計画（NEOP） 2015-2019

災害管理法の規定に基づき、法律文書としての国家緊急対応計画（National Emergency Operational Plan : NEOP）2015-2019をDMCがUNDPの支援を得て策定中である。NEOPは災害前・中・後の各災害フェーズにおける担当機関の役割、緊急対応の調整メカニズム等を規定している。2016年12月現在、NEOPは最終ドラフトの段階である。

5) 国家総合災害管理プログラム (SLCDMP) 2014-2018

MDM が UNDP の支援を得て、国家総合災害管理プログラム (Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Program : SLCDMP) を策定した。SLCDMP は上記 NDMP のアクションプランという位置づけで、NDMP の実施に際して生じる具体的課題と対応策、担当機関、必要予算額、実施時期、評価指標等が記載されている。

今後、上記 NDMP の改訂に合わせて、SLCDMP の改訂が行われるが、新 NDMP は、Strategic Section と Implementation Section の 2 部構成となる見込みであり、SLCDMP は Implementation Section として組み込まれる予定である。

6) 行政レベル・セクター毎の災害管理計画

NDMP 2013-2017 では、行政レベル・セクター毎に、各機関が災害管理計画を策定する事になっている。NDMP には全機関共通の計画策定ガイドラインが掲載されている。

中央行政ライン ((4)項で解説) では 25 県 (District) の災害管理計画 (District Disaster Management Plan : DDMP) は策定済み、郡 (DS Division) の計画は半数の約 200 が策定済みである。行政村 (GN Division) ではハイリスク地域を中心に策定が進んでいる。

一方、地方自治ライン ((4)項で解説) では州及び市町村など地方自治体 (Local Authority: LA) では計画は全く策定されていない。LA の機能・能力強化にかかる国家政策 (National Policy on Local Government) が 2009 年に策定され、LA の災害管理に関する計画の策定・実施が明記はされているものの進捗が見られない現状にある。

(3) 関係機関の調整機構

1) 国家災害管理評議会 (NCDM)

災害管理法の規定に基づき 2005 年 6 月にスリランカ国の防災にかかる最高意思決定機関である国家災害管理評議会 (NCDM) が設置された。構成員は、大統領 (議長)、首相 (副議長)、野党リーダー、各州主席大臣、野党議員 5 名、関連各省大臣である。

災害管理法で NCDM は 3 ヶ月に 1 回の開催が規定されているものの、近年は殆ど開催されず機能不全に陥っているのが現状である。直近では 2015 年 5 月 11 日を最後に 1 年半以上開催されないままになっている。開催されない理由の一つとして、災害管理法制定当時と異なり現在は災害管理省が存在し防災に関する実質上の権限は大臣が有し、防災政策は大臣を通じて内閣で決定されるようになり、当初の思惑と異なり NCDM の存在意義が曖昧になってしまった事がある。

2) 災害管理タスクフォース

近年開催されていない NCDM に代わり、より迅速に開催でき実務的・実地的な会合として、大統領が議長で利害官庁の代表で構成される災害管理タスクフォース (DM Task Force) が、2016 年 5 月豪雨災害を契機に開催されるようになった。タスクフォースは法的な位置づけは有さずテンポラリーなもので、災害が起きたときに必要に応じて大統領の主催で開催している。2016 年 5 月豪雨災害対応もこのタスクフォースで議論された。

2017年1月には洪水対策のタスクフォースが開催された。

3) 国家災害管理調整委員会（NDMCC）

ステークホルダー間連携プラットフォームとして、2007年11月に国家災害管理調整委員会（National Disaster Management Coordination Committee : NDMCC）が設置された。構成員は、災害管理省次官（議長）、同省次官補（副議長）、関係政府機関、ドナー機関、国連機関、NGO等の代表である。NCDMが殆ど機能していない現在、NDMCCは実質的にNCDMの代替に近い機能を果たしている。活動は活発で2016年12月までに66回開催されている⁴。

4) 緊急対応委員会（ERC）

災害時の緊急対応活動の調整及び事前準備について、関係ステークホルダーがDMCへの助言を行うため、DMC総局長を議長とする緊急対応委員会（Emergency Response Committee : ERC）が設置された。3カ月に1回の開催と規定され、2016年には3回開催されている。

(4) 地方レベルの制度・体制

1) 地方制度の概要

スリランカ国の地方行政では、独立当初から存在していた中央政府の行政ラインと、1987年以降導入された地方自治的な州制度のラインが並存している。基本的に両者は独立して機能し、人事も予算も別系統である。両者間を結ぶ常設機関は無く、必要に応じ会議等で調整が図られている。両ラインの概要を図2.2.1に示す。

各州では州評議会議員の中から5名が州大臣となり州内閣を構成し（うち1名は首席大臣）、州省の所掌を分担している。

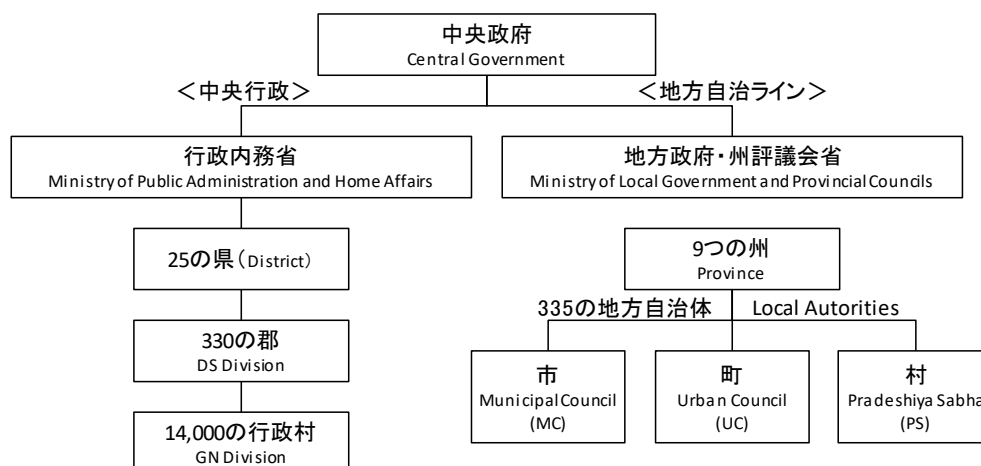


図 2.2.1 各行政ラインの相互関係

出典：JICA スリランカ国災害管理体制に関する調査報告書（2016年3月）を編集

⁴ http://www.dmc.gov.lk/index_ndmcc.htm

2) 中央行政ラインの制度・体制

県 (District)

県事務所 (District Secretariat) 内に県災害管理調整ユニット (District Disaster Management Coordinating Unit : DDMCU) が置かれている。DDMCU のスタッフ数は 3~7 名程度。ユニット長は DMC 本部から派遣される Assistant Director であり、DMC 本部の指揮系統に属すると同時に、県行政長官 (District Secretary または Government Agent) の直属となっている。また、NDRSC 本部からも各県事務所に District Relief Coordination Officer が派遣されているが、DDMCU とは別系統である。NDRSC 本部の指揮系統に属すると同時に、DDMCU と同じく県行政長官の直属である。

両者の大まかなデマケとしては、DMC 派遣 Assistant Director が災害前及び中 (pre and during disaster) までを担当、NDRSC 派遣 District Relief Coordination Officer が災害後 (post disaster) を担当となっているが、実際には命令系統が別で一体として動きにくい事もあり、活動の重複が見られるようである。

郡 (DS Division)

郡事務所 (Divisional Secretariat) は DDMCU のようなユニットを持たず、郡行政長官 (Divisional Secretary) が災害管理に関する各種調整を担っている。NDRSC 本部から派遣の Disaster Relief Officer 等が各郡に所属しており、現場の情報が集積しやすい。行政上の意思決定ができる最小単位であり、被災者支援等でも重要な役割を担っている。

行政村 (GN Division)

中央行政の末端機関、住民と行政の接点であり、GN (村役人) と事務員が 1、2 名の体制である。住民代表で構成されるコミュニティ防災委員会を通じて情報の送受を行っており、災害発生の際は住民から最初に通報が入る機関の一つである。

3) 地方自治ラインの制度・体制

地方自治ライン (州、LA) の災害管理にかかる制度・体制は事実上存在しない。

州 (Province)

州首席大臣は NCDM の構成員であり、事実上の災害管理担当大臣となっている。災害発生時に州管轄下の設備の復旧等のため、必要に応じて関係者が会合を開催する等の限定的な対応にとどまっている。

地方自治体 (LA)

2009 年制定の LA の機能・能力強化にかかる国家政策 (National Policy on Local Government) では、災害の影響を最小限にするための自治体レベルの計画策定とそのため環境整備が盛り込まれているが現状では機能を果たしていない。LA レベルの災害管理体制 (担当部署・担当官・委員会等) は存在しない。地方自治ラインの体制が存在しないため州は LA を支援する事なく、事実上中央行政ライン (県、郡) が LA に対し各種の支援を行っている。

体制強化への取り組み

2016年10月に災害管理大臣が地方自治ラインの災害管理体制の整備をMDMに指示した。MDMは現在、東部州の州評議会(Provincial Council)の中に、Provincial Machinery Unit(仮称)を設置し、その後各州に同様にUnitを設置していく案を持っている。しかし、現時点では構想に過ぎない。MDMと州を管轄する地方政府・州評議会省(Ministry of Local Government and Provincial Councils)との協議・連携が重要である。

パイロット的な取り組みとして、現在、UNDPがSLCDMPの成果2.1「地方政府セクターでのDRR主流化のための法的枠組み強化」(Legal framework strengthened to mainstream DRR concepts in the local government sector)として、ウバ州及び中部州の複数のLA(市町村)で州評議会の承認を得て支援を実施中である。具体的な防災活動ではなく、LA実施の開発事業にかかる災害リスク配慮の推進と州条例整備である。

(5) 課題の抽出

1) 災害管理省内の体制整備

災害管理法2005で規定された体制(すなわち国家災害管理評議会(NCDM)が最高意思決定を下し災害管理センター(DMC)が執行する)は、近年NCDMが殆ど開催されず機能不全に陥っている。このため、関係各機関の防災取り組みについての調整メカニズムが不明確であり、防災取り組みの進捗が国家レベルで共有されていない。

NCDMが機能していないことにより、DMCのパフォーマンスに対する監督機関が不明確(現行体制では災害管理省(MDM))である。この結果、DMCが実施すべき調整やモニタリング、レポートが適切に行われていない。また、DMCとNDRSC(国家災害救援センター)の業務分掌が明確でなく、県・郡レベルを含め少なからず重複がある。

MDM本省は、本来は各機関への予算配分や活動のパフォーマンスのモニタリング、政治的対応や判断が必要な場合の調整等を行う事になっている。しかし、近年ではMDM本省自らがUNDP支援のPMUを本省内に設置してSLCDMPを実施、UNDP、WB及びEU支援により2016年5月災害のPDNA(Post Disaster Needs Assessment)を実施するなど(2.2.2(1)項参照)、SLCDMP及びPDNAへのDMCの関与は殆どなく、DMCとの職務分掌が不明瞭になりつつある。

2) 地方自治体(LA)の防災能力強化

地方自治ライン、すなわち州及び市町村など地方自治体(Local Authority: LA)、の防災体制・取り組みは実質的に存在しない。現行体制では、災害時には中央行政ライン(国、県、郡、行政村)が中心となって災害対応を行い、中央行政ラインがLAの防災活動を支援している。LAが防災配慮を進めるため、UNDPが、パイロット的に、州条例整備を支援しているが、具体的な防災配慮のプロセスやガイドラインについては未整備ないし今後の課題となっている。

2.2.2 関連機関の法的根拠、所掌業務、人員体制、予算、実務能力

(1) 災害管理省 (MDM)

災害管理省 (Ministry of Disaster Management: MDM) は、災害管理センター (DMC) 及び気象局 (DOM)、国家建築研究所 (NBRO)、国家災害救援センター (NDRSC) を傘下に置く。現在の MDM の活動は 2015 年 9 月の官報の公告に基づいている。

実際の災害管理実務は傘下 4 機関が中心となっており、MDM 本省は、本来は各機関への予算配分や活動のパフォーマンスのモニタリング、政治的対応や判断が必要な場合の調整等を行う事になっている。しかし、近年では本省自らがドナー支援により SLCDMP 及び 2016 年 5 月災害の PDNA を実施するなど、調整に留まらず防災主流化にかかる実務を手がけ始めるなど、MDM と DMC と職務分掌が不明瞭になりつつある。

(2) 災害管理省 災害管理センター (DMC)

災害管理センター (Disaster Management Centre: DMC) は、災害管理法の規定で 2005 年 7 月に設立された、災害管理全般を担当する中心的機関である。DMC 本部は、各レベルの災害管理計画を推進する「災害対策・計画部」、災害リスク緩和政策の実施や調査研究を行う「緩和策調査・開発部」、住民啓発活動を実施する「住民啓発部」、緊急対応と早期警報を担当する「緊急対応センター (EOC)」等で構成されている (図 2.2.2)。

地方部には、全 25 県庁内に DMC が設置した県災害管理調整ユニット (District Disaster Management Coordination Unit : DDMCU) に DMC 本部から派遣された 25 名の Assistant Director と 106 名の Disaster Management Assistant が常駐している。

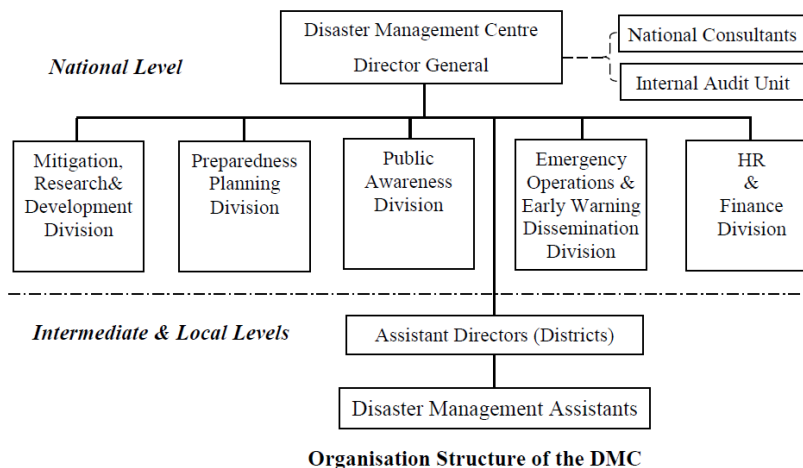


図 2.2.2 災害管理センター (DMC) 組織図
出典 : DMC Annual Report 2014

緊急対応センター (Emergency Operation Centre : EOC) は、24 時間体制で、災害情報を関係機関に発信している。EOC は発災後 2~3 日を活動のメインとし、寄せられる状況報告に基づき、捜索救助、緊急物資調達、軍の救助活動の調整などの活動を実施する。その後、徐々に救援活動は国家災害救援センター (NDRSC) へと移行していく。

(3) 災害管理省 国家災害救援センター (NDRSC)

国家災害救援センター (National Disaster Relief Services Centre: NDRSC) は MDM 傘下の災害被災者支援を担当する機関である。NDRSC は救援のみならず、軽減策である災害リスクエリアからの住民移転の支援、具体的には必要予算の確保、移転の実施主体である県への予算配賦及び実施モニタリングも担当している。

NDRSC は全県庁及び殆どの郡庁に災害救援官 (Disaster Relief Officer) を常駐させている。災害発生時に現地の情報が最も入りやすい機関の一つであり、情報収集・記録体制も確立している。また、近隣地域や本部からの応援スタッフ派遣体制も整っている。

(4) 災害管理省 気象局 (DOM)

気象局 (Department of Meteorology: DOM) は MDM 傘下の気象観測の専門機関である。DOM はコロombo本部及び全国 19 箇所の地方事務所、3 箇所の空港事務所を通じて気象情報の収集・分析を行っている。大雨、サイクロン等の早期警報を行っているほか、国際気象情報に基づく津波警報の発出も担当している。予報部予報課はオペレーションルームを 24 時間体制で運用している。その機能に支障が生じた際はコロomboの Katunayaka 空港事務所がバックアップする体制になっている。

(5) 災害管理省 国家建築研究所 (NBRO)

国家建築研究所 (National Building Research Organization: NBRO) は MDM 傘下の土砂災害対策の中心的機関であり、土砂災害にかかる早期警報、ハザードマップ作成、構造物・非構造物対策を実施している。NBRO の専門分野は広く、土砂災害のみならず、環境科学、居住計画、地質工学、建築材料工学に亘っている。NBRO は本部のほかに、山岳地域の 9 県に県事務所を置いている。

NBRO は 1984 年に内閣の決議で設置されたが、法的根拠は有さない。このため、土砂災害対策の中心機関として NBRI (Institute) に格上げして法的根拠と権限を付与する NBRI 法の制定が進められている。NBRI 法が成立すると、NBRI が災害リスクの高い箇所への無許可の建設行為を中止させる権限を行使できるようになる。更に、土砂災害のみならず、他の自然災害に関係する建築にかかる調査を行う権限も付与される事になる。

(6) 灌漑水資源省 灌漑局 (ID)

灌漑局 (Irrigation Department: ID) は灌漑水資源省の傘下であり、河川及び貯水池・灌漑施設の管理を行っている。洪水対策に関する主要な専門機関であり、洪水にかかる早期警報及び構造物・非構造物対策を実施している。全国 14 箇所の地方事務所 (Regional Office)、48 箇所の地区灌漑技師事務所 (Divisional Irrigation Engineers Office) を通じて情報収集及び災害対応を実施している。

1955 年に制定された洪水法 (Flood Ordinance No. 22 of 1955) では、ID には洪水にかか

る構造物対策の計画と実施にかかる権限が付与されているが、非構造物対策への法的権限は含まれていない。その後、洪水に関わる新たな組織、DMC、SLLRDC、UDA が設立されており、各機関の責任分担は明確化が求められている。このため、2015 年から、災害管理省に利害関係省庁が参集し、1 年半に亘り協議を重ね、改正洪水法のプロポーザルを取りまとめた。2016 年 12 月現在、灌漑水資源省での審議中である。

また、現在、ID は洪水法と並行して灌漑法の改訂にも取りかかっている。改正法案の要点は、開発行為により貯水池、河川沿いでの住民居住が進んでいるため、これを防ぐための貯水池、河川沿いの灌漑のための管理用地確保の権限付与である。

(7) メガポリス西部開発省 土地開発公社 (SLLRDC)

土地開発公社 (Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation : SLLRDC) はメガポリス西部開発省 (Ministry of Megapolis & Western Development) 傘下の都市排水を管轄する主要な専門機関であり、低湿地の開発・保全・開発規制及び都市排水施設の計画、設計、建設及び維持管理を行っている。政府事業のほか、道路開発庁 (RDA) や地方自治体等の委託を受けコンサル・設計業務を行い、独自の収入を得ている。

現在、SLLRDC は土地開発法 (SLLRDC Act No.35 of 2006) の改正に向けて準備を進めている。改正の要点は、無許可の開発から湿地を保護するための、より強力かつ迅速な行動にかかる権限を SLLRDC に付与する事である。これにより、湿地の開発に際し、事業者は SLLRDC のみならず、都市計画庁 (Urban Development Authority : UDA)、中央環境庁 (Central Environment Authority : CEA) 等複数の機関から許認可を得る事が必要となり、乱開発への抑止力となる事が期待されている。

(8) メガポリス西部開発省 都市計画庁 (UDA)

都市計画庁 (Urban Development Authority : UDA) はメガポリス西部開発省傘下の都市計画策定・実施に関わる主要機関である。全 9 州 (Province) に州事務所を設置しているほか、いくつかの県に県事務所を設置し一つの県事務所が複数の県を管轄している。

UDA における防災の視点を都市計画に反映させる取り組みは 2004 年のインド洋大津波以降に始まった。防災を環境の一部と捉え、防災主流化を進めている。全国の都市計画策定に際し、ガイドラインに即して災害リスクを土地用途区分に取り入れている。MDM での国家災害管理調整委員会 (NDMCC) にも常に出席している。

都市計画は原則 10 年ごとに見直しているが、大きな災害があった際には随時見直している。したがって 2016 年 5 月災害を受けて、該当する都市計画は見直す予定となっている。計画策定後の住民移転は UDA ではなく地方自治体 LA の権限で、LA の委員会を通じて行われる。コロombo 県では計画委員会 (Main Planning Committee) が 2 週間毎に開催され、UDA 地方事務所の代表も出席し、各都市の都市計画を議論している。

(9) 高等教育道路省 道路開発庁 (RDA)

道路開発庁 (Road Development Authority : RDA) は高等教育道路省 (Ministry of Higher Education and Highways) 傘下であり、新設国道の計画、設計、建設、新設及び既設国道の運営、維持管理を行っている。RDA は州事務所 (Provincial Director Office) を 10 箇所設置している (東部州のみ 2 箇所の事務所で管轄)。州事務所の下に県事務所を 25 箇所設置している。州及び県事務所への予算は全て中央 RDA が配分している。

沿道の土砂災害発生を防止し、道路の安全を確保する事も RDA の責務の一つである。RDA には土砂災害の専門家は存在しないため、専門機関である NBRO や MDM の協力を得て災害防止に取り組んでいる。RDA 本部の 19 部局のうち、土砂災害を担当するのは計画設計担当の技術サービス部 (Engineering Service Division) 及び維持管理担当の維持管理部 (Maintenance Management Division) である。

(10) スリランカ赤十字 (SLRCS)

スリランカ赤十字 (Sri Lanka Red Cross Society : SLRCS) は指定公共機関 (Inter-Government Organization) である。コロンボ本部に約 60 名の職員が、25 の県支部に常勤職員 2 名 (Branch Executive Officer と Finance Officer) がいる。救援物資備蓄倉庫をコロンボ空港近くに設置している。活動の財源は、1) 寄付金 (個人だけでなくコココーラ等企業からも)、2) 民間会社その他組織での研修などによる収入、3) 国際赤十字 (IFCS) からの支援の 3 つで賄っている。

DMC とは中央では本部と、地方では DDMCU 長である Assistant Director と連携して活動している。また、NDRSC と連携して救援物資の配給を実施している。教育省とは Safer School Program の実施で連携している。

(11) 都市計画・上水省 国家上下水道公社 (NWSDB)

国家上下水道公社 (National Water Supply and Drainage Board : NWSDB) は、国内の上下水道の整備推進と公衆衛生に係る責任機関である。NWSDB は、1965 年に地方政府省公共事業部の内部組織として設立された。その後、1974 年に施行された「国家上下水道公社法 (NWSDB 法)」を根拠法として、1975 年 1 月に都市計画給水省 (Ministry of Urban Development and Water Supply : MUDWS) 傘下に組み込まれ、現在に至っている (現在の省名は、Ministry of City Planning and Water Supply : MCPWS)。

NWSDB 法に基づいて、それまで地方自治体により運営されていた多くの都市給水施設が NWSDB に移管され、1982 年からは水道料の徴収を行っている。都市給水だけでなく、深井戸を含む地方給水や公衆衛生についても、NWSDB はその一部を担っていたが、2014 年に後述のコミュニティ給水局 (DNCWS) が設立されたのを機に、地方給水施設に関する計画や建設については DNCWS の所掌となっている。

スリランカにおける管路給水率は、2017 年現在 (6 月のヒアリング時点) において、全人口の 47% となっており、このうち約 35% にあたる 324 の給水施設が NWSDB により

運用されている。また、下水道事業では、Colombo やその近郊地域、Hantane、Koggala、Hikkaduwa、Kataragama の下水道施設を運用する（ただし、Colombo 中心部は Colomobo 市の所管となる）。その他の地域では、ほとんどの場合、下水道施設は有しない。

NWSDB は、州レベルで 11 の地域支援センター（Regional Support Centre : RSC）を、県レベルでは 24 の県事務所を有し、給水施設の運用維持管理を行っている。また、それ以外に、19 の県支援ユニット（District Support Unit : DSU）を配置し、地方給水にかかる技術支援を行っている。常勤・非常勤職員を合わせて、総勢 10,000 を超える人員よりなる。

NWSDB は、上下水道事業を通じて独自の財源を有する。総収益は 2015 年度の財務諸表ベースで、19,584 million Rs. となっており、このうち 92% 以上にあたる 18,102 million Rs. が水道料金徴収による収益となっている。

(12) 都市計画・上水省コミュニティ給水局（DNCWS）

コミュニティ給水局（Department of National Community Water Supply : DNCWS）は、都市計画給水省傘下の機関であり、地方給水にかかる技術的支援を担当する。

DNCWS の前身である国家コミュニティ給水信託（National Community Water Trust : NCWT）は、全国約 4,500 の地域住民組織（Community Based Organization : CBO）の給水サービス向上を目的として 2010 年に設立された。この NCWT の機能を更に拡張し、コミュニティ給水の持続的運用を強化することを目的として、2014 年 9 月の官報公告により、DNCWS が設立された。

スリランカにおける管路給水率 47% のうち、NWSDB の事業が行き届かない 12% の水道事業が CBO により運用されている。このなかで DNCWS の役割は、政府や地方自治体が負担するコミュニティ給水施設的设计・積算・施工監理・モニタリングであり、完成後の施設は CBO に移管され、CBO が運営・維持管理を行うこととなる。

DNCWS の現時点での職員数は 232 名（定員 462 名）、このうち本部職員が 46 名、残りは 25 の県事務所に配置されている。年間予算は 2016 年度の実績で約 100 million Rs.、行政支出は 156 million Rs. である。

(13) 灌漑・水資源省 水資源局（WRB）

水資源局（WRB）は、スリランカ国内の水資源管理と水利用に係る諮問機関として、1964 年の「水資源局法（WRB 法）」を根拠法に、1966 年に設立された。設立当初は水資源全般を取り扱う機関であったが、1999 年の WRB 法改訂に伴い、特に地下水資源に重点を置いた機関として再編成され、現在は、灌漑水資源省（Ministry of Irrigation and Water Resources Management : MIWRM）傘下に組み込まれている。

WRB は、水資源の多目的活用を目的として、地下水資源開発サービスを行うとともに、地下水資源に係る水理地質や地球化学データを蓄積・管理している。

近年、スリランカでは、人口増加に伴う地下水汚染、過剰な地下水開発による塩水侵入や地盤沈下が社会問題化しており、地下水管理の重要性が高まっている。こうした中、スリランカ政府は、2017年3月に、地下水管理と開発規制に関する官報を発し、全ての地下水開発に対して所定の調査と環境影響評価を義務付け、WRBはその許認可を司ることとなった。

WRBは、コロンボ本部に水理地質部、運用部、技術部、掘削部の技術部門を持ち、また、特に湧水被害の多い、Puttalam 県、Anuradhapura 県、Moneragala 県、Jaffna 県の各県に地方事務所を有している。現時点での職員数は定員数 331 名のところ 255 名となっている。

2.2.3 災害情報・予警報に係る関係機関の調整メカニズム

(1) 災害情報の伝達・共有フローと情報収集・確認体制

1) 現場から国レベルまでの災害情報の流れ

2.2.1 項に述べた通り、災害管理省に集約される災害情報は、DMC の県調整機関である DDMCU を経由する伝達経路と、NDRSC の県・郡調整官である県 Assistant Director 及び District Relief Officer を経由する伝達経路とがある（図 2.2.3）。前者は主に災害時、後者は主に災害後の被害に関する情報集約システムとの位置づけであるが、両者の間には明瞭な境界はなく、特に長期化する洪水災害のようなケースでは、それぞれの情報が重複している。

なお、DMC が運用する災害データベース「DesInventar」の災害情報は、前者の DDMCU を経由して EOC に集約された情報を、DMC 災害軽減研究部が入力し運営するものである。NDRSC でも同様に災害情報システムを運用するが、混乱を防ぐため、NDRSC のデータベースは一般には公開されていない。

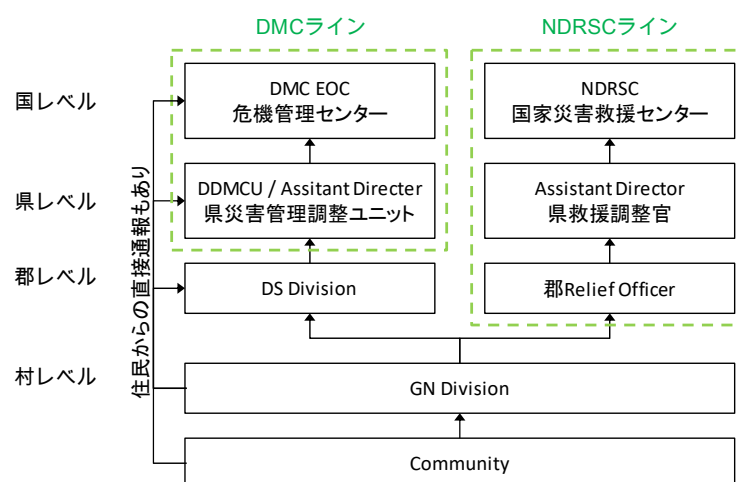


図 2.2.3 災害管理省の情報集約システム

出典：JICA 調査チーム作成

2) DDMCU での災害情報伝達体制

県 Assistant Director は DMC に所属すると同時に、県行政長官（District Secretary）の指揮下にもあり、災害時だけでなく通常時にあっても、常に県行政長官と連携し情報共有を行っている。災害時には、DDMCU は事実上の県レベル EOC として機能し、県対応規模の災害については、原則として中央 EOC は関与しない。

Colombo 県 DDMCU 事務所の場合、県下 13 の DS Division を統括している。各 DS Division に対応する DDMCU 担当職員が任命されており、災害時には、それぞれが担当する DS Division に駐在し、Assistant Director と連絡を取りながら災害対応を行うとともに、DDMCU へ災害情報を伝達する。

DDMCU と中央 EOC とは、各種の通信手段が確保されており、EOC との定刻交信により各通信機器の動作確認を行っている。一方で DS Division との通信手段は原則として携帯電話のみとなっている。また、災害情報の EOC への集約にあたっては、最低限の統一フォーマットは用意されているものの、被災者数や被害家屋等、DesInventar への入力様式として位置づけであり、発災状況や災害時の対応、予警報や避難活動の進捗状況を相互確認できるような内容とはなっていない等の課題がある。

(2) 予警報発出体制

1) 個別機関の警報発出手続き

早期警報の発出に責任を負う気象局（大雨・サイクロン・津波等）、NBRO（土砂災害）、灌漑局（洪水）の専門機関では、各警報の発出基準と発出手続き、各手順の責任者等が定められている。

気象局（DOM）

気象局は毎日の気象予報（3回/日）・海上予報（2回/日）のほか、大雨・強風・サイクロン・津波が予想される場合は警報を発出しており、発出に関する標準手順書（Standard Operation Procedure : SOP）も警報種ごとに整備されている。

強い降雨等のシビアな気象条件が予測された場合、NMC（National Meteorological Center : 気象局予報室）関係者及び気象局長・各部長が状況を共有した上で、予報官名で関係機関に警報が発出される。発出先は、DMC、NBRO、大統領府、内閣府、県庁、漁業省、軍、警察、海上保安庁、地方気象台及びメディア等である。警報は各機関へ FAX に加え、一部機関へはメールでも送信される。また、メディアや一般への周知として、警報文の Web アップロードや、警報の伝言電話サービスへの登録を行っている。

灌漑局（ID）

灌漑局は、通常時は毎日 1 回、洪水時は 3 時間おきに水位・雨量情報を DMC 等に FAX で送信している。また、洪水警報については全国 34 の水位観測所の実測水位をもとに、雨量や貯水池の放水情報、氾濫危険地域情報等を加えて警報発令、発出している。

洪水氾濫警報は、各水位観測所の氾濫警戒水位（4 段階）を超えた場合に発令される。

警報は本局から FAX によって DMC、メディア等に伝達され、県レベルでは、灌漑局県事務所から電話で直接 District Secretary や DDMCU、地方メディア、軍、警察に直接水位情報が伝えられる。

国家建築研究所 (NBRO)

NBRO の管理する雨量計は、2016 年 12 月末時点で全国 100 箇所を超えている。これらで観測された雨量データをもとに、所内で協議を行い、土砂災害警戒情報 (Landslide Warning) を DMC に対して発出するとともに、NBRO のホームページ上で公開している。

関係機関や District Secretary、地域住民への情報伝達は DMC の管轄となるため、NBRO は迅速な情報共有に向けて発出方法や伝達手段に関する検討・協力も行っている。なお、発出基準となる降雨量は全国一律で基準値が設定されているが、これまでの知見から連続雨量や今後の雨量予測等も考慮し、基準値に達する前から警戒情報を発出するケースもある。

2) 警報発出から現場までの伝達フロー

専門機関による警報の送付先は、警報の種類や発出機関によって異なるが、いずれも DMC (EOC) が主要送付先に含まれており、DMC が地方レベルへの伝達に主な責任を負っている。警報は EOC から DDMCU、DDMCU から地方の関係各機関へと伝達され、末端では主に GN から住民に伝達される。伝達手段は電話、SMS、メディア、メール等、末端では GN がメガフォンを用いて避難を呼びかける。

中央行政ラインでの伝達フローは、概ね良好に機能しているものの、地方自治ラインは、整備されていない。また、中央機関による警報はあくまでも公共に対する注意喚起を目的としているところ、住民への直接的な避難勧告や避難指示を発出するメカニズム、すなわち Decision Making のプロセスは整備されていない。

(3) 課題の抽出

1) 防災活動モニタリング・被害調査報告

国内の防災取り組みのモニタリングや災害被害報告は、DMC 及び県災害管理調整ユニット (DDMCU) のマニフェストとなっている。DMC と NDRSC はそれぞれ県庁に職員を常駐させているが、派遣先が DMC は DDMCU、NDRSC は県行政長官 (District Secretary) と、部署が異なり連携が取れてない事もある。これにより、現場から上がってくる災害情報が DMC 経由と NDRSC 経由では異なる場合がある。

災害時・後には、DDMCU は多忙を極めており、適切な情報収集が行えていない。また、統一された報告様式が整備されていない。このためスリランカ赤十字や NGO 等による啓発活動計画に支障をきたしているとの声もある。

2) 災害対応のレベルの決定

各専門機関 (気象庁・灌漑省・NBRO) からの警報情報は、県や郡、メディア、また

は DMC の危機対応センター EOC を経由して、住民への伝達されており、この伝達経路自体は有効に機能しているようである。しかしながら、我が国のように、中央官庁から発出される「注意・警報」と、自治体の決定による「避難勧告・避難指示」の区分がなされていない。中央官庁は、住民に対する注意喚起を上位から下位に伝達しているに留まり、その過程で自治体による意思決定がない。

住民サービスは一義的に地方自治体（Local Authority : LA）の所掌であり、住民避難の意思決定は LA が担うべきである。これにより、明確な避難手順や人員の動員、適切な避難所運営がなされるものと考えられるが、現行体制では、LA にはそのような責務が課されていない状況にある。

2.2.4 仙台防災枠組グローバルターゲットに関連した計画・戦略策定状況

(1) 仙台防災枠組の概要

2015 年の第 3 回国連防災世界会議では、災害が持続可能な開発への大きな足かせとなっているとの考えから、防災を人道的な課題だけでなく開発課題と位置づけ、「仙台防災枠組 2015-2030」が合意された。同枠組では、以下の 4 つの優先行動を示している。

- 優先行動 1：災害リスクの理解
- 優先行動 2：災害リスク管理のための災害リスクガバナンス
- 優先行動 3：強靱化に向けた防災への投資
- 優先行動 4：効果的な応急対応に向けた準備の強化と Build Back Better

また、以下に示す 7 つのグローバル・ターゲットが提示されている。

- (a). 災害による世界の 10 万人当たり死亡者数について、2020 年から 2030 年の間の平均値を 2005 年から 2015 年までの平均値に比して低くすることを目指し、2030 年までに世界の災害による死亡者数を大幅に削減する。
- (b). 災害による世界の 10 万人当たり被災者数について 2020 年から 2030 年の間の平均値を 2005 年から 2015 年までの平均値に比して低くすることを目指し、2030 年までに世界の災害による被災者数を大幅に削減する。⁷
- (c). 災害による直接経済損失を、2030 年までに国内総生産（GDP）との比較で削減する。
- (d). 強靱性を高めることなどにより、医療・教育施設を含めた重要インフラへの損害や基本サービスの途絶を、2030 年までに大幅に削減する。
- (e). 2020 年までに、国家・地方の防災戦略を有する国家数を大幅に増やす。
- (f). 2030 年までに、本枠組の実施のため、開発途上国の施策を補完する適切で持続可能な支援を行い、開発途上国への国際協力を大幅に強化する。
- (g). 2030 年までに、マルチハザードに対応した早期警戒システムと災害リスク情報・評価の入手可能性とアクセスを大幅に向上させる。

(2) スリランカ政府による仙台防災枠組に対する取り組み

1) National Action Plan における優先行動毎の実施計画

2.2.1(2)に示した通り、MDM は、仙台防災枠組の国家レベルでの実施計画として、2016年3月に、National Action Plan（案）を策定し、表 2.2.1 に示す取り組みが計画されている。

表 2.2.1 National Action Plan（案）における仙台防災枠組の優先行動に準じた取り組み

仙台枠組優先行動	National Action Plan での取り組み
優先行動1： 災害リスクの理解	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 災害被害損失データベースの強化（現 DesInventar でカバーされていない地理、年齢、性別、能力、産業等の更新） ▪ 主要災害（洪水、土砂災害、渇水、津波）のリスク評価手法の開発とガイドラインの策定 ▪ 災害リスク地域における学校や病院（民間セクターを含む）の特定 ▪ DMC が実施するリスク評価や他機関が実施するリスク評価に関する能力強化
優先行動2： 災害リスク管理のための災害リスクガバナンス	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 仙台防災枠組グローバルターゲットに準じた災害リスク軽減のための国家目標の設定と指標特定のためのベールラインの策定 ▪ 災害や環境（リスクプロファイルを含む）のための情報共有にかかる方策とメカニズムの開発 ▪ 国家災害管理調整委員会 NDMCC の再開 ▪ 仙台防災枠組に適合しない既存の災害管理法制、体制の見直し ▪ 国家住宅政策や地方政府政策の実施のための規制と手法の策定とそのためのインプット
優先行動3： 強靱化に向けた防災への投資	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 国民の生活や財産（特に住宅や中小企業）の保障のための保険制度の開発と実施（国家保険信託基金） ▪ 学校や病院建築の際の建築基準の徹底、都市開発計画への災害リスク軽減考慮 ▪ 開発計画を合理化するための災害リスク地域におけるリスクプロファイルの整備 ▪ 各機関が実施する開発計画や投資計画にリスク評価を用いることを確実にする
優先行動4： 効果的な応急対応に向けた準備の強化と Build Back Better	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 災害被害損失データの収集メカニズムの開発と、セクター毎の PDNA の策定 ▪ 政府対応を越える規模の災害を国際社会に訴えるための関係機関の能力強化 ▪ Build Back Better 推進のためのメカニズム（運用と技術）の特定と合意 ▪ 特定災害に対する NOEP の確実な実施 ▪ 災害後のボランティア活動の促進（特に Pre Hospital Care）

出典：MDM プレゼンテーション資料より

仙台防災枠組モニタリングやグローバルターゲット(e)の達成に向けては、仙台防災枠組に準じた形での国家災害管理計画 NDMP の改訂や、その行動計画である SLCDMP の再構築を掲げており、災害リスクガバナンス強化に向けた強い意志がある。現行の NDMP は 2008 年に改訂される予定であり、MDM は改訂に向けた作業を進めている。

2) 防災の主流化

災害リスクの多くは、不適切な土地利用や都市開発によって生じており、開発段階から災害リスクへの配慮を統合し、強靱な都市づくり、地域づくりを行っていくこと、すなわち「防災の主流化」が、潜在する災害リスクの軽減に不可欠である。

一般に、災害予防対策には、災害発生後の応急対策に投入される資金と比べ、資金が集まらず、そのために対策が進まない。「防災の主流化」を進めるには、事前の防災への

投資が災害発生後の復旧・復興に比べてはるかに費用対効果が高いということについて理解を広める必要があり、第3回国連防災世界会議に際し、我が国は「防災の主流化」の重要性を訴えかけてきた。

スリランカでは、国家総合災害管理プログラム（SLCDMP 2014-2018）を策定し、MDMのイニシアティブのもと、関連セクターへの予算付けを行ってきた。「防災の主流化」を進めるうえで画期的な取り組みと言える。

(3) 課題の抽出

1) 防災事前投資の促進

National Action Plan では、仙台防災枠組の4つの優先行動への具体的な取り組みが示されている。ただし、優先行動3「強靱化に向けた防災への投資」については、開発計画への災害リスク軽減の考慮（防災の主流化）の推進に重点が置かれており、予防防災への新たな投資については具体的な記載がない。

今後、スリランカ政府がより一層の事前投資を進めて行くうえでは、既存リソースの再配分に留まらず、政策決定機関を巻き込み、積極的な防災事業の創出と、優先政策としての位置づけが必要となる。

2) リスクプロファイル整備のための基礎データ

防災投資を優先政策に位置付けていくためには、それがもたらす経済効果を正確かつ定量的に示すことが求められる。そのために重要となるのが精度の高いリスクプロファイルであるが、現在その基礎資料となるデータベースが質・量ともに不足している。地理情報や社会基盤情報、気象水文情報を含めたデータベースの整備を進めて行くとともに、災害リスク分析のための手法の確立と人材育成が必要である。

2.3 防災関連事業の実施状況と成果

2.3.1 総合防災対策

(1) 総合防災対策における現状と取り組み

1) 国家総合災害管理 SLCDMP

スリランカにおける総合防災にかかる取り組みは、国家災害管理計画（NDMP）のアクションプランと位置付けられる総合災害管理プログラム（SLCDMP）に集約される。SLCDMPは、災害に強い国づくりを目指し、2005年に策定された10年間の防災ロードマップ「Towards a Safer Sri Lanka Road Map for Disaster Risk Management」の後継として2014年に策定された。その最も重要な目的は「防災の主流化」であり、MDMの協力のもと、各セクター45機関が実施すべき43の防災事業に予算付けを行っている。

2016年12月時点において、SLCDMP計画総額US\$ 200 millionのうち、政府予算のUS\$ 60 million（8.9 billion Rs.）が関連セクターに配賦されている。さらに後述する世銀によるClimate Resilient Improvement Project（CRIP）は、SLCDMPの実行プログラムの位置づけであり、これにより総額US\$ 110 millionが投入予定となっている。プログラム全体としては、事業の約50%が執行されていることになる。

2) 地方防災計画

2.2.1(4)節に示したように、スリランカの中央行政は、中央行政ラインと地方自治ラインが併在している。国家防災計画（NDMP）では、中央行政ライン（県・郡・GN）及び地方自治ライン（州・地方自治体）のそれぞれで防災計画を策定するものとしているが、州や地方自治体の防災計画策定の目途は立っていない。

県や郡の防災計画のテンプレートは、「Disaster Prevention and Mitigation」、「Disaster Preparedness and Response」、「Rehabilitation and Reconstruction」の構成となっているが、このうち完成しているのは、いずれの県・郡においても、「Disaster Preparedness and Response」の部分のみであり、仙台防災枠組において推進が期待される事前投資に相当する部分「Disaster Prevention and Mitigation」、災害後のより良い復興に相当する部分「Rehabilitation and Reconstruction」は未整備の状況にある。

3) 防災啓発・研修

防災啓発活動は、中央ではDMCの住民啓発部（Public Awareness Division）が担当している。政府組織向け、コミュニティ向け、軍・警察向けに分けて、それぞれに研修用のマニュアルとトレーナーガイドブックが作成中であり、2017年2月には最終ドラフトが作成済みである。また、学校での啓発活動の一環として、学校ごとの安全計画（School Safety Plan）を策定することとされており、被災リスクが高い学校を中心に計画の策定が進んでいる。さらに、ユースボランティア研修やイベントベースの啓発活動なども各県で実施されている。

ただし、それらの啓発活動の実施、管理は各県の県災害管理調整ユニットに任されており、それぞれの実施計画や進捗状況は中央では把握されていない。

4) 災害救援体制

NDRSC は財務省 (Ministry of Finance: MOF) 発行の災害救援サービスの提供にかかる指令に沿って、救援活動の計画、実施及びフォローアップを実施している。NDRSC が実施する救援活動は、国庫から配分される。NDRSC は県行政長官 (District Secretary) への予算配布を通じて、補助金及び医療支援等を供給し、救援実務は NDRSC から県庁に派遣されている災害救援官 (Disaster Relief Officer) が取り行っている。

救援管理活動の重要なものとして避難所運営 (Camp Management) があり、NDRSC は地域の代表者 (コミュニティ、学校、寺院) への研修を実施している。避難所の運営は災害の程度によっては 20 ヶ月以上の長期に及び場合がある。

NDRSC の喫緊の課題は、自国及びドナー支援による救援物資の受領・配賦を円滑化するためのデータベース及びマニュアル、インシデント報告書作成や救援管理のための GIS データベースの導入である。

5) リスクファイナンス

国家自然災害保険制度

MDM は、国家保険信託基金 (National Insurance Trust Fund : NITF) 及び財務省 (Ministry of Finance) と協力して、2016 年 4 月 1 日より国家自然災害保険制度を開始した。本保険制度では、個人及び中小企業は、洪水、土砂災害、強風災害等の自然災害 (濁水は含まない) による死亡補償や損害補償を受けることが出来る。

本保険制度の開始に際して、スリランカ政府は NITF に対して US\$ 2.0 million の保険料を支払ったが、約 6 週間後に発生した 5 月豪雨災害の救援復旧のために、3.6 million USD (535.67 million Rs.) の保険金を受け取ることとなった。特にケゴール県 Aranyake の土砂災害では、迅速な救援活動と住居移転に伴う費用を拠出することが出来た。

ドナーによる危機対応基金

スリランカ政府は、2014 年 4 月に、世銀による Development Policy Loan with a Catastrophe Deferred Drawdown Option Program (CAT-DDO) の借入に調印している。CAT DDO は激甚災害への危機対応基金であり、最大で US\$ 102 million の開発政策融資を受けることが出来る。2016 年 5 月災害への復旧事業に対して、同年 8 月 30 日に、ほぼ満額の US\$ 101.47 million が引き下ろされた。一方、ADB も、2017 年より最大 US\$ 50 million の危機対応基金の貸付を検討中である。

(2) JICA 及び他ドナーによる協力

我が国は、特にインド洋津波以降、スリランカ国に対して、数多くの防災関連支援を行ってきたが、総合防災分野に関しては、「防災機能強化計画」及び「気候変動に対応した防災能力向上プロジェクト (DiMCEP)」が上げられる。

また、他ドナーの MDM への具体的技術協力は UNDP に依存している。

表 2.3.1 日本の支援による総合防災関連プロジェクト

案件名	スキーム	開始年	終了年
防災機能強化計画調査	開発調査	2006	2009
気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト (DiMCEP)	技術協力	2010	2013

表 2.3.2 ドナー支援の総合防災関連プロジェクト

案件名	ドナー	開始年	終了年
Strategic Support to Comprehensive Disaster Management Programme of Sri Lanka	UNDP	2014	2018
Climate Change Adaptation Project	UNDP	2014	2017
Data Management Project	UNDP	2016	2018
Climate Resilient Integrated Water Management Project*	UNDP	2017	2024

※主 C/P はマハウェリ開発・環境省で MDM が 1 コンポーネントを担当

(3) 課題の抽出

1) SLCDMP の推進

SLCDMP 2014-2018 では、CRIP や他ドナーの支援を受け、現時点までに計画事業総額の約 50%が執行されている。中間点にあたる 2016 年時点の進捗としては、高く評価できる。しかしながら、未だ提案事業の承認を受けていない事業や予算配賦がされていない事業も多い。今後、スリランカ政府が SLCDMP を進めていくにあたっては、各セクターへの「防災の主流化」を一層推進していく必要がある。

一方、SLCDMP 推進のうへで、同プログラムの進捗状況の共有は、各セクターの理解を促し、また、海外ドナーの SLCDMP 参画を促すためにも非常に重要である。SLCDMP モニタリング評価システムは未だ運用されていない状況にあり、早急にこれを公開・運用することが望まれる。

2) 関係機関の役割の明確化

SLCDMP では、その最も重要な柱である「防災の主流化」推進の観点から、各セクターが提案書を作成し、事業承認のうへ直接予算配賦を受けるとしている。「防災の主流化」を中央政府主導で進めるうへで画期的な仕組みといえる。一方、それぞれの事業提案は、MDM や UNDP コンサルタントが、各セクターとの調整・協力のうへ作成しているが、このプロセスで、DMC があまり関与出来ていないとの声が複数聞かれた。MDM 内機関としての DMC の位置づけを整理する必要がある。

3) 地方防災計画の推進

州政府や地方自治体の防災計画の策定が進んでいないこと背景には、スリランカ特有の統治体制があり、これを短期間で実施していくことは難しい状況にある。現体制では、必ずしも地方自治ラインへの直接の防災体制強化に固執するのではなく、一つの形態として、中央政府主導の“中央行政ライン”の強化を図りつつ、州政府・地方自治体をサポートする体制を整えることが現実的であろう。

一方で、本来的に地方防災政策を強化するためには、現在、県や郡が進める防災計画において、事前投資への具体計画が策定されていく必要がある。災害予防計画の策定が進まないことの原因として、災害リスク評価の不在が挙げられており、これを早急に進めていくことが求められる。

4) 防災啓発活動

各政府組織やコミュニティ向けの防災啓発活動は、マニュアルの整備は進んでおり、各県でスリランカ赤十字や NGO によってそれぞれに実施されているものの、全体としての進捗の管理は行われておらず、全国的な実施計画も存在しない。DMC としては、全国的な災害リスク評価を行った上で、その評価に応じた実施計画を策定したいという意向を示しているものの、そのリスク評価の手法が定まっていないため、各地域のリスクを評価できず、それゆえ、全国的な実施計画も策定できない、というのが現状である。また、公務員向けの一般的な防災研修用の教材は整備されつつあるものの、災害管理省、DMC 職員向けの詳細な研修プログラムが整備されていないため、職員の能力強化に限界が生じている。

5) 災害救援体制の強化

救援管理 (Relief Management) にかかるデータベース、マニュアル・SOP、ガイドラインや計画が未整備なため、迅速な救援や住民移転、自国及びドナー支援による救援物資の管理が出来ていない。また、救援管理の重要活動である避難所運営が、地域の代表者への TOT (Training of Trainers) 形式の研修不足及び避難所運営マニュアルの未整備により適切に行われていない。

2.3.2 洪水対策

(1) 洪水対策における現状と取り組み

1) 洪水リスク

マハウェリ開発・環境省により作成された、National Adaptation Plan for Climate Change in Sri Lanka (2016) によれば、過去の気象データの分析結果から、気温の上昇傾向および降雨の強度と時空間分布の変化傾向がみられる。アジア地区の平均海面上昇は 1-3mm/年が観測されている。このような気候変動の傾向は、豪雨による洪水と少雨による渇水の頻度と強度を今後ますます増加させる可能性がある。気象状況の注意深いモニタリングの継続と気候変動の影響を踏まえた洪水・渇水ハザードの予測が重要となっている。

一方、人口増加と経済活動の活性化により、洪水ハザードへの暴露のトレンドにも注意を払う必要がある。国際水管理研究所 (IWMI) 提供による 2001-2015 年の衛星画像から抽出された氾濫域データに 2016 年 5 月災害時の氾濫域データを合わせたものを図 2.3.1 に示す。また、この氾濫域における洪水ハザードへの暴露のトレンドを確認するために、2000 年及び 2015 年時点の氾濫域内の人口変化を図 2.3.2 に示す。特に西部州と東部州における人口増加傾向が明らかである。

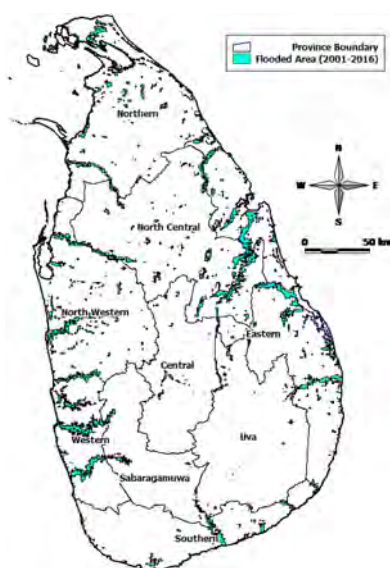


図 2.3.1 氾濫域分布

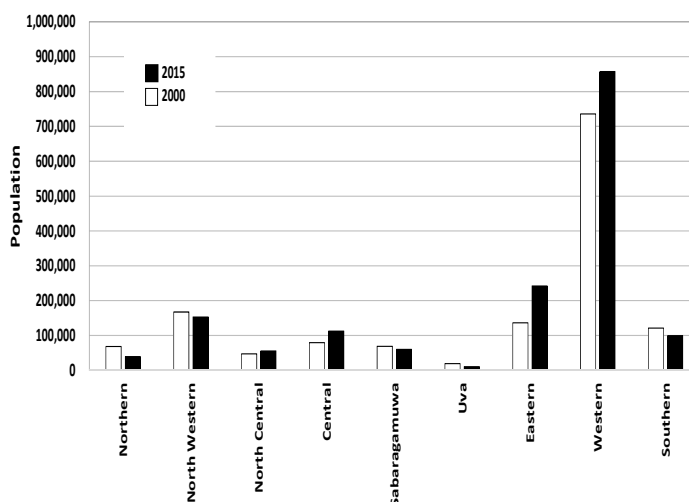


図 2.3.2 氾濫域内の人口の変化

出典:いずれも IWMI 提供データ、測量局データをもとに JICA 調査チームが作成

2015 年における洪水氾濫域内の人口を流域別で比較すると、表 2.3.3 に示すとおりである。

表 2.3.3 流域別の 2015 年における洪水氾濫域内の人口

流域	洪水氾濫域内の人口(千人)(2015)	割合 (%)
Kelani Ganga	395	24.2
Attanagalu Oya	183	11.2
Mahaweli Ganga	172	10.5
Kalu Ganga	123	7.5
Deduru Oya	84	5.1
Maha Oya	76	4.7
Bolgoga	64	3.9
Gal Oya	46	2.8
その他 95 流域および沿岸地域	492	30.0
合計	1,635	100.0

出典: JICA 調査チーム

渇水リスクという面からは、上述したような人口増加と経済活動の活性化は水需要の増加をもたらして、渇水リスクを増加させる。このように、洪水、渇水リスクが増加していく傾向が認められるなかで、その基礎情報としての洪水、渇水リスクの詳細な把握が今後ますます重要となってくるものと考えられる。

現在詳細な洪水ハザードマップ、リスクマップはほとんど作成されておらず、コロンボ首都圏地域の都市排水マスタープランで作成された浸水想定図や南西部の河川流域を対象に灌漑局が取りまとめた氾濫実績図があるのみである。また、既存水資源施設の水供給能力と水需要のバランスからみた渇水リスクの詳細な評価は一部流域に限られている。このような状況で、灌漑局と DMC により、以下のように詳細な洪水ハザード・リ

スクマップの作成、渇水リスクの詳細な評価が進められようとしている。図 2.3.3 にこれら詳細な洪水ハザード・リスクマップの作成、渇水リスクの評価が想定される流域と都市域を示す。

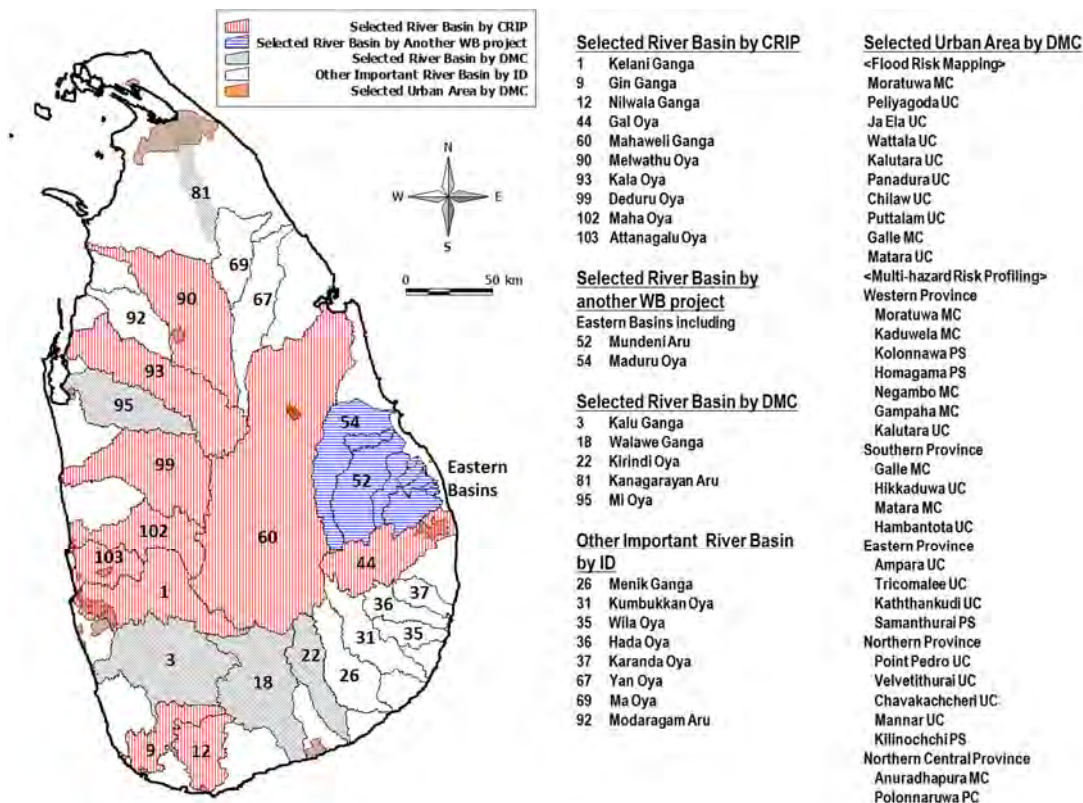


図 2.3.3 詳細な洪水ハザード・リスクマップの作成と
 渇水リスクの評価が想定される流域と都市域
 出典:灌漑局、DMC の情報をもとに JICA 調査チームが作成。

2) 関連機関

2.2.2(6)項で述べたように、スリランカ国における洪水管理の法的根拠となるのは、1955年に制定された洪水法（Flood Ordinance No. 22 of 1955）であるが、同法では洪水管理に関わる機関の責任分担は明確でない。また、灌漑局には河川の構造物対策の計画と実施に関わる権限が与えられているが、非構造物対策への法的権限は含まれていないことから、同法を現状に即したものに改正しようという動きがある。

改正中の洪水法では、洪水管理全般に責任を持つのは灌漑局局长であり、灌漑局局长の指揮のもと、局所洪水、都市洪水、海岸洪水については、地方自治体の長、都市協議会の長、海岸保全局局长が責任をそれぞれ持つとしている。

都市洪水については、都市洪水管理に責任を持つ都市協議会への支援として、DMCによる関連データベース準備支援が提案されているほか、土地開発公社や都市計画庁といった技術機関によって保障された洪水管理計画の策定が提案されている。

洪水対策、水資源管理に関連する主要機関は表 2.3.4 に示すとおりである。

表 2.3.4 洪水対策、水資源管理に関連する主要機関

関連機関	主な役割
灌漑水資源省	水資源管理全般
灌漑局	県をまたぐ流域における灌漑・排水、洪水対策
土地開発公社	都市洪水対策
都市計画庁	洪水リスクを考慮した都市計画
災害管理センター	災害管理全般
国家建築研究所	災害危険地域の建築物のモニタリング
国家上下水道委員会	上下水道
電力公社	水力発電
環境庁	水環境
マハウェリ公社	Mahaweli 川流域の水資源開発・管理
北部州灌漑部局	北部州における灌漑・排水、洪水対策
農業局	中小規模灌漑
農業者開発局	小規模灌漑

出典: 関係者へのヒアリングをもとに JICA 調査チームが作成

3) 水資源管理の一環としての洪水対策

スリランカ国では、これまでに灌漑等の利水を中心とする水資源開発管理の中で洪水管理を実施してきた。灌漑局が管理する灌漑エリアは 288,000ha に及び、水源の貯水池から圃場に至るまでの水管理を行っている。貯水池の管理を通じて洪水と渇水の管理は表裏一体となっている。

灌漑局が実施する水資源開発事業は、都市用水、灌漑用水に小規模水力発電を加えた多目的開発事業を扱う。既存、計画中の事業で、洪水調整用の貯留量を考慮したダム開発はない。しかしながら、灌漑局としては、期別の制限水位を設けるなどの運用の工夫により、洪水調整効果を生む工夫はしていきたいとの意向があり、渇水、洪水の両方を考慮した最適運用が求められている。灌漑水資源省では今後の流域全体の管理を視野に入れ、省内に Riverine Management Division を設立すべく準備を進めている。2019 年までに本省内での Riverine Management Division の設置と強化を行い、2020 年以降 District オフィスの設置と重要流域における流域レベルの河川管理体制を構築する構想がある。関連して、2020 年までに水資源法の立法化を目指している。

このような中、世銀支援による Climate Resilience Improvement Project (CRIP) が 2014 年に開始された。プロジェクト期間は 5 年間であり事業費の総額は US\$ 110 million である。表 2.3.5 に示すようにプロジェクトは 4 つのコンポーネントに分かれている。

表 2.3.5 CRIP のコンポーネント

コンポーネント	目的	事業費
1 流域投資計画の策定	気候変動リスクの理解と洪水と渇水の両面を考慮した対策案の策定	US\$13mil.
2 インフラの気候変動耐性改善	気候変動リスク軽減の緊急対策の実施 洪水・渇水軽減 US\$47mil. 道路改善 US\$36mil. 学校保護 US\$7mil.	US\$90 mil.
3 プロジェクト管理		US\$5 mil.
4 緊急対応予備費		US\$2 mil.

出典:灌漑局

CRIP コンポーネント 1 においては、スリランカ全国の主要 10 流域における流域投資計画を策定する。流域投資計画は洪水と渇水の両方を考慮した投資計画であり、様々な施

策のなかでインパクトの高いものを優先事業として取り上げ、各流域で 3-4 程度の事業について Pre-F/S レベルの調査を実施することとなっている。

10 流域のなかでも実施に向けた優先度や流域投資計画の策定方法は異なっており、表 2.3.6 にまとめるとおりである。なお、表には同じく世銀の支援による Flood Risk Modelling and Pre-Feasibility Studies for Flood Risk Management in Mundeni Aru Basin in Sri Lanka についても併示している。最も優先度の高い流域は、2017 年から開始予定の CRIP2 において優先事業を先行して実施していく予定となっている。

CRIP2 は、CRIP コンポーネント 1 で策定された流域投資計画の優先事業の実施、および気象水文情報の統合活用のための技術支援を行う予定となっている。CRIP が完了する前の 2017 年からの開始が想定されており、CRIP と CRIP2 は並行して実施されることになる。

表 2.3.6 流域投資計画の優先度と策定方法

流域		優先度	流域投資計画策定方法
1	Kelani Ganga	最優先:CRIP2にて優先事業に投資予定	コンサルタントによる計画策定 2017年6月完了目標
9	Gin Ganga	優先	コンサルタントによる計画策定
12	Nilwala Ganga	優先	コンサルタントによる計画策定
44	Gal Oya		灌漑局職員による計画策定をコンサルタントが支援
60	Mahaweli Ganga	最優先:CRIP2にて優先事業に投資予定	コンサルタントによる計画策定 2017年完了目標
90	Melwathu Oya	優先	コンサルタントによる計画策定
93	Kala Oya		灌漑局職員による計画策定をコンサルタントが支援
99	Deduru Oya		灌漑局職員による計画策定をコンサルタントが支援
102	Maha Oya		灌漑局職員による計画策定をコンサルタントが支援
103	Attanagalu Oya	最優先:CRIP2にて優先事業に投資予定	コンサルタントによる計画策定 2017年完了目標
52 54	Eastern Basins incl. Mundeni Aru Maduru Oya	最優先: Mundeni Aru は CRIP2 にて優先事業に投資予定	コンサルタントによる計画策定 2017年6月完了目標 (Flood Risk Modelling and Pre-Feasibility Studies for Flood Risk Management in Mundeni Aru Basin in Sri Lanka にて実施)

出典:灌漑局

スリランカ国には流域面積 1,000km² 以上の流域が 17 あり、灌漑局ではこれに加えて計画中の優先事業の存在する流域を重要河川流域と考えている。CRIP で流域投資計画を検討する 10 流域、WB 支援の東部地域流域に加え、12 流域において流域計画とのおその実施が必要とされている。

流域計画の策定にあたっては、検討の基礎となる詳細地形情報が必要である。計画上の優先は、現状施設の渇水、洪水の両方を考えた最適運用であり、次いで計画中の新規水源開発の実施とそれらを考慮した最適運用となる。幾つかの流域では流域間の導水があり、そうした流域では関連流域をひとまとめにした管理計画、流域管理組織も必要であるとされている。

4) 都市河川の洪水対策

都市河川の洪水対策については、これまでに土地開発公社 (SLLRDC) が中心となりコロンボ都市圏地域における都市排水対策を実施してきている。

コロンボ首都圏洪水対策計画調査(2003)

JICA の支援により 2001 年から開始された同調査では、コロンボ都市圏地域における都市排水対策マスタープランを取り纏められた。都市圏を貫流するケラニ川本川の対策はマスタープランには含まれておらず、ケラニ川の支川流域である Greater Colombo 流域と Kalu Oya 流域、並びに隣接流域である Bolgoda 流域、Ja Ela 流域（Attanagalu Oya 流域）を対象としている（図 2.3.4 参照）。

構造物対策の目標安全度は 1/50 と設定され、マスタープランは総事業費 US\$103million である。同調査の中では、マスタープラン対象流域のうち Bolgoda 流域の北部の Weras 流域が優先流域として選定され、同流域の洪水対策に係る F/S が実施された。



図 2.3.4 コロンボ首都圏洪水対策計画調査（2003）の対象流域
 出典：コロンボ都市圏排水計画マスタープラン調査(2003)

コロンボ首都圏洪水対策計画調査（2003）後の進捗

土地開発公社によれば、コロンボ首都圏洪水対策計画調査（2003）後の事業実施進捗状況は表 2.3.7 に示すとおりである。

表 2.3.7 コロンボ首都圏洪水対策計画調査（2003）後の事業実施進捗状況

流域	進捗状況
Greater Colombo	世銀支援による Metro Colombo Urban Development Project (MCUDP) により実施中。ただし、Madiwela South Diversion については MCUDP では実施されない。
Kalu Oya	マスタープランは未実施。 政府予算にて F/S 実施中。
Bolgoda	Weras 流域のみ政府予算で実施中。
Ja Ela	マスタープランは未実施。 世銀支援の CRIP にて MP レベルの調査を実施し、CRIP2 で優先事業を実施予定。
Mudun Ela	政府予算にてポンプ排水に係る基礎調査を実施済み。
Kolonnawa	政府予算にて排水路の基礎調査を実施中。

出典：土地開発公社

2010年に発生した大コロombo流域の浸水被害を契機に、大コロombo流域では世銀の支援による Metro Colombo Urban Development Project (MCUDP) を実施中である。同事業の開始時に2003年マスタープランのレビューを行い、必要な事業を検討した。

MCUDPの事業実施期間の当初予定は2012-2017であったが、2年程度延長される予定となっている。土地開発公社によれば、対策メニューのうち2017年以降にずれ込みことが予想されるのは Kolonnawa Canal diversion とのことである。

都市域の土地利用計画、規制

都市計画庁 (UDA) は、防災主流化の一環として、全国の都市計画策定に際しガイドラインに即して災害リスクを土地用途区分 (zonation) に取り入れている。また、土地利用規制に関して、無許可の開発から湿地を保護するための権限を土地開発公社に付与するための土地開発法の改正の準備が進められている。

スリランカ政府は、2016年5月の洪水・土砂災害被害を受け、2017年2月に土地開発や建築申請の許認可の権限を都市開発庁に戻し、開発規制の強化を目指している。ただし、都市開発庁が許認可の権限を有するのは、1,000m²以上の土地開発、延床371m²以上の建築物等、比較的規模の大きい開発に限られている。

(2) JICA 及び他ドナーによる協力

洪水対策関連の過去からの JICA の協力について、図 2.3.5 にバーチャートで示す。JICA は、1990年代初めからコロombo都市圏における都市洪水対策事業を継続して支援してきており、2010年までに円借款4事業が完了している。さらに、関連する技術協力事業として2001年から2003年にかけてコロombo首都圏洪水対策計画調査が実施された。

2007年から2009年にかけて防災機能強化計画調査が実施され、その中で、南西部4河川 (ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川) の治水計画が検討された。その後、この4河川の治水計画の優先事業の F/S が実施されたが、事業は中断されている。

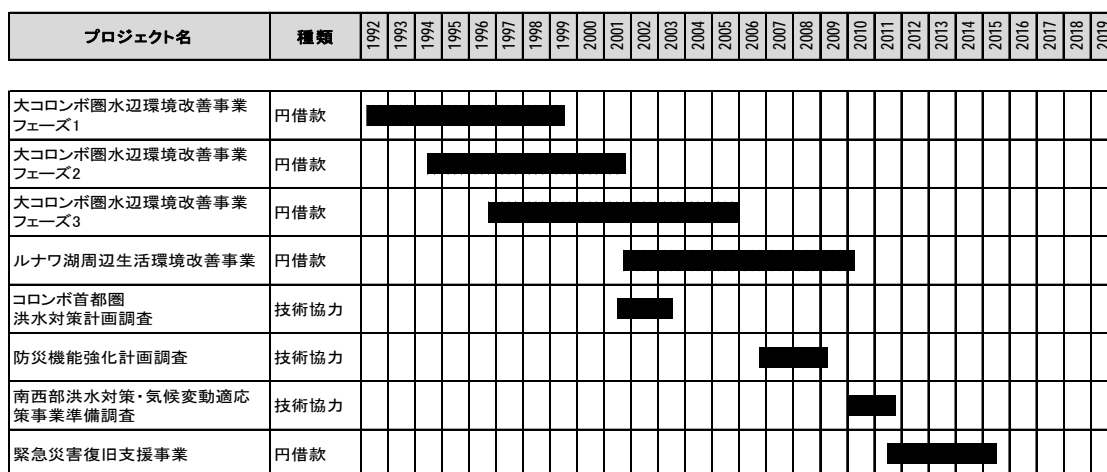


図 2.3.5 洪水対策関連の過去からの JICA の協力
 出典：外務省、JICA ウェブページ

一方、洪水対策関連の他のドナーの支援状況は、表 2.3.8 のようになっている。

表 2.3.8 洪水対策関連の他のドナーの支援状況

ドナー	事業名	期間	事業費	備考
世銀	Dam Safety and Water Resources Planning Project (DSWRPP)	2008-2018	US\$70mil.	
	Dam Safety and Water Resources Planning-Additional Financing	2014-2018	US\$83mil.	
	Metro Colombo Urban Development Project (MCUDP)	2012-2017	US\$321mil.	2年程度延長の予定
	Climate Resilience Improvement Project for Sri Lanka (CRIP)	2014-2019	US\$110mil.	2017よりCRIP2が開始される予定
	Climate Resilience Improvement Project-Additional Financing	2014-2019	US\$42mil.	
	Flood Risk Modelling and Pre-Feasibility Studies for Flood Risk Management in Mundeni Aru Basin in Sri Lanka	2016-2017	n.a.	
UN-Habitat (AusAid)	Disaster resilient City Development Strategy for Sri Lankan Cities	2012-2013 (phase1) 2014- (phase 2)	US\$1mill. (phase 1)	

出典:各ドナーWeb ページに公開の資料および関係者へのヒアリング

(3) 課題の抽出

1) 洪水・渇水リスクの増加傾向と詳細な洪水・渇水リスクの把握

気候変動による洪水ハザードの増加が想定される中、スリランカ全国における過去の氾濫実績に基づく氾濫域と過去 15 年間の人口分布の変化の重ね合わせによる分析により、氾濫域における暴露人口が増加傾向にあることが示された。気候変動と社会経済状況の変化による洪水、渇水リスクの増加が想定される中、最新の気象・水文データを用いた詳細な洪水、渇水リスクの把握が急務となっている。

2) 洪水対策における法制度整備

現行の洪水管理法では洪水対策に対する関連機関の責任分担が明確になっておらず、非構造物対策への法的権限も含まれていない。また、土地開発法では洪水危険地帯への開発の抑制が十分ではない。このため、河川洪水対策事業と都市排水事業の調整が必ずしも十分にできてない。さらには、河川敷地内の不法占有や開発行為を防止することが困難である。これらの状況を改善するために関連法制を見直し、各機関の調整のもと洪水対策事業を進めて行く必要がある。

3) 統合水資源管理の視点からの投資計画の推進

世銀支援のCRIPによって策定される流域投資計画は洪水と渇水の両面を対象とした統合水資源管理の視点を含む投資計画となることが期待される。CRIP では 10 流域の投資計画策定に US\$13 million を投入している。さらには、同じく世銀の支援により東部流域の流域計画が策定される予定である。このように、スリランカ全国における洪水、渇水対策にかかる投資計画が徐々に整備されつつあるものの、現時点では上記流域以外の流

域投資計画策定の予定はない。灌漑局では、上記流域以外の 12 流域についても重要河川流域としており、これらの流域での流域計画を早急に策定し、投資を促進していく必要がある。

4) 自然、社会経済条件の変化と都市開発構想を踏まえた都市洪水対策マスタープランの更新

コロンボ都市圏については、MCUDP による Greater Colombo 流域及び政府予算による Weras 流域 (Bolgoda 流域の一部) を除き、事業は進んでいない。コロンボ首都圏洪水対策計画調査で提案された事業の多くが未実施のまま、降雨などの自然条件、都市域の拡大による社会経済状況や将来の都市圏開発構想が変化してきており、それらを反映したマスタープラン全体の見直しと更新が必要である。加えて、現在実施中の CRIP によるケラニ川の流域投資計画によるケラニ川本川の治水対策と調整した排水計画の検討が必要となる。

5) 洪水リスクを考慮した土地利用計画

既存の土地利用計画と洪水防御地域が整合していない場合がある。また、洪水リスクエリアの建築物に関する情報が十分ではない。今後整備される詳細な洪水リスク情報をもとに、適切な土地使用計画のアップデートと洪水リスクエリアの建築物情報のモニタリングを強化する必要がある。

6) 洪水オペレーションの強化と流域レベルでのモニタリング・洪水警報システムの構築

2.3.5 節でも示すように、灌漑局では、洪水オペレーションルームを立ち上げ、貯水池放流や水文情報の一元的な管理体制の構築を目指しており、その強化が急務となっている。これまでに基幹気象水文観測システムの強化が行われ、今後は、流域レベルでのモニタリング、洪水警報システムの構築を徐々に進めていく必要がある。

2.3.3 土砂災害対策

(1) 土砂災害対策における現状と取り組み

スリランカでは近年の気候変動に伴う降雨パターンの変化や豪雨の頻発、地質・地形条件、人口増加や経済発展による山地・丘陵地への宅地開発の進行等、様々な要因によって中央地域及び南西地域の山岳地において地すべり等の土砂災害が発生している。また、人的被害に加え、家屋の倒壊、国道等基幹道路も含めた道路の損壊も深刻化している。これらの原因として、脆弱な地盤特性に加え、無規制もしくは無認可の土地利用、斜面对策や排水設備を伴わない無計画な土地 (斜面) 改変の等による、土砂災害リスクの増加があげられる。

かかる背景のなか、NBRO は土砂災害対策における中心機関として位置づけられている。中央環境庁 (Central Environmental Authority : CEA) で実施される初期環境評価 (Initial Environmental Examination : IEE) や環境影響評価 (Environmental Impact Assessment : EIA)

の項目のうち、Geology や Hydrology 等の自然条件や土砂災害等を含めた環境分野における担当機関にも該当している。これにより各種の開発行為の実施・計画を担当する機関や民間企業に対して必要となる技術的な調査や評価、助言等を行っている。

1) NBRO の役割・活動

前述したようにスリランカにおけるハード、ソフトを含めた土砂災害対策は NBRO が中心となり実施している。図 2.3.6 に示すように、土砂災害の多くは中央山間部における 10 県 (Badulla、Nuwara Eliya、Ratnapura、Kegalle、Kandy、Matale、Kalutara、Galle、Matara、Hambantota) で発生しており、このうち 9 県に NBRO の地方事務所が配置されている (10 県のうち Hambantota については Matara 事務所の所轄となっている)。

NBRO では Integrated Landslide Mitigation Project (2012) を作成し、優先的に対策すべき箇所として主に Badulla、Kandy、Matale、Nuwara Eliya の 4 県において事業の選定を行い、各事業を NBRO、その他の政府機関の予算及びドナーの支援により実施している。また、Landslide Risk Management Plan (2017 - 2021) の作成を進めており、今後果たしていくべき役割や組織体制強化について NBRO 内部でも検討を進めている。

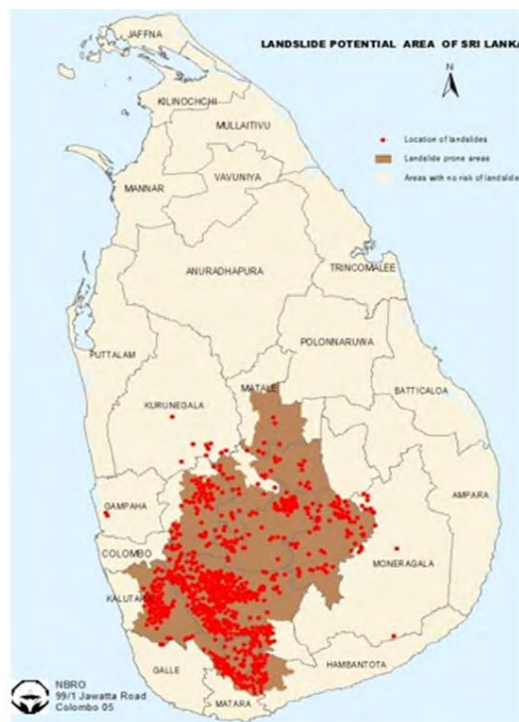


図 2.3.6 過去の地すべり箇所の分布
出典: NBRO

土砂災害の調査・モニタリング・観測

土砂災害及び地形・地質等に関する調査、設計、評価等はセクターに関わらず、NBRO による技術的な事前調査や助言等が行われることが一般的である。各セクターにおける開発行為の実施機関にはそれぞれの専門技術者が所属しているが、土砂災害に関する技術者の多くが NBRO に所属しているためである。

NBRO は、全ての土砂災害危険地域について一様な構造物対策、非構造物対策の実施は財政面や技術面での制約から困難であるという認識であり、優先的に対策する箇所や地域の選定を行う必要があると考えている。その中で優先度の高い主要国道や人口密集地等の地域については、自動観測機材を用いた詳細なモニタリングの実施と構造物対策、優先度の低い地域では簡易式の地盤伸縮計や雨量計等による観測と早期警戒の充実等により被害の軽減を図っていく方針である。

ハザードマップの整備

NBRO の地すべり研究危機管理部では既存の地すべり履歴や地形地質情報等に基づき、

地すべりハザードマップの整備を進めており、土砂災害の頻発する地域において 1:50,000 及び 1:10,000 スケールで作成している。1:50,000 スケールのハザードマップの整備は土砂災害の発生頻度の高い山間部は概ね終了している。引き続き、1:10,000 スケールの整備に向けた詳細調査が近年の活動として挙げられている。

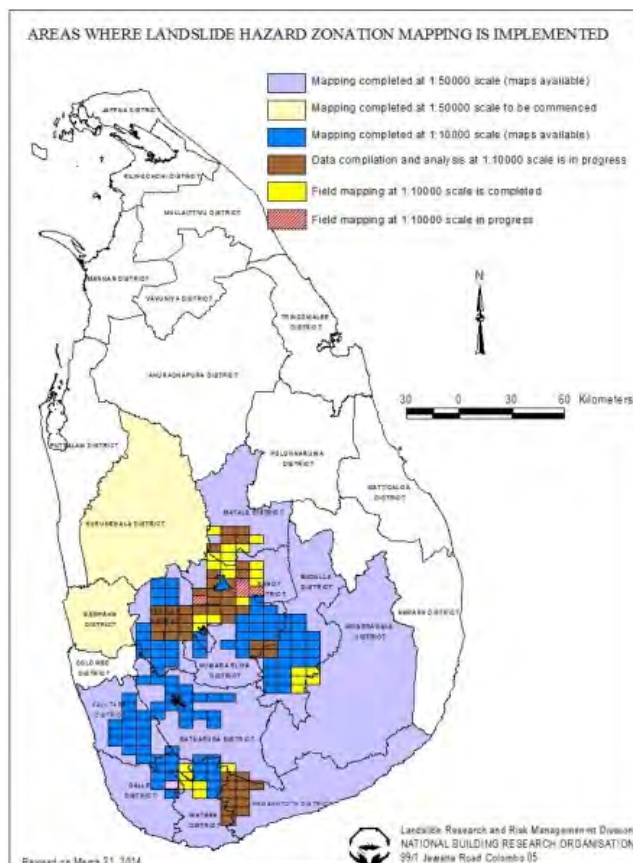


図 2.3.7 ハザードマップの整備状況

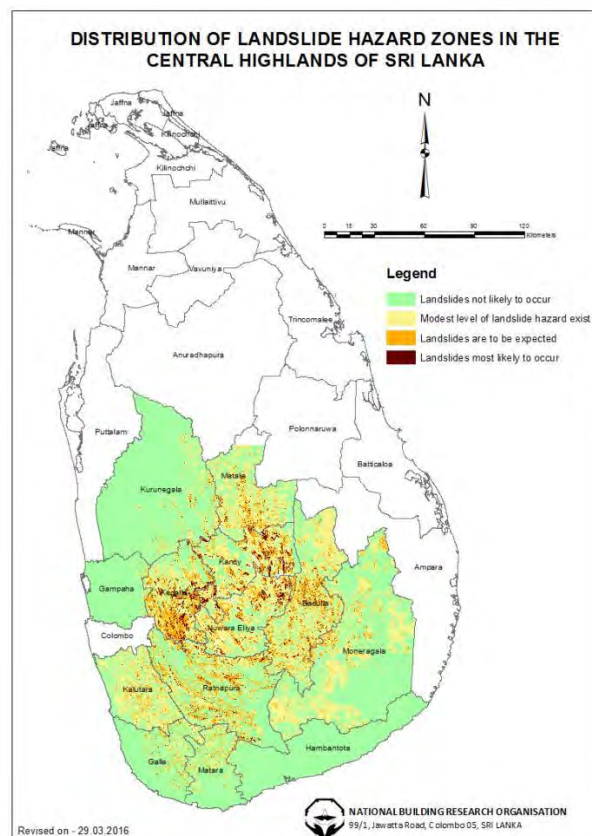


図 2.3.8 土砂災害危険地域の分布
 出典: NBRO LRRMD

土砂災害早期警報の発出

NBRO では独自に地すべり早期警戒を目的とした雨量観測システムの整備を 2005 年より進めており、2016 年末に 160 基の雨量計を設置、2017 年 5 月に稼働開始を予定している (表 2.3.9 参照)。2017 年 1 月調査時点では設置済みとなっているのは 109 基であり、残りの 51 基について調整、動作確認を行っている段階である。

表 2.3.9 各県における雨量計設置数

District	UNDP1	NGI	UNDP2	LDPP	GFDR	UNDP	GOSL	Total
Badulla			7	9			13	29
Nuwara Eliya		1	9	11			8	29
Kandy		1	7	7			10	25
Matale		2	3				4	9
Kegalle			7	1			7	15
Ratnapura	5			2	14			21
Kurunegala			2				1	3

District	UNDP1	NGI	UNDP2	LDPP	GFDR	UNDP	GOSL	Total
Kalutara						5	2	7
Galle						5	2	7
Matara						5	4	9
Hambantota						3		3
Monaragala						2		3
Total	5	4	35	30	15	20	*51	160

スリランカ政府予算で設置する 51 基が調整中 出典: NBRO プレゼン資料

観測された雨量データは GSM ネットワークを通じて NBRO 保有のサーバーにリアルタイムで伝送されており、WEB サイト上で現在の雨量データ及び日雨量が確認できるようになっている。

NBRO では観測した雨量情報をもとに県レベルでの土砂災害早期警戒情報を発出しており、表 2.3.10 に示したように段階的な降雨指標が設定されている。正式な警戒発出は NBRO から DMC に FAX で送信するとともに NBRO のホームページ上で公開される。

表 2.3.10 土砂災害早期警戒情報の閾値

警戒内容	降雨指標
Alert	75 mm / day
Warning	100 mm / day
Evacuation, Off limit	150 mm / day もしくは 75 mm / hr

出典: NBRO LRRMD

住民移転

住民移転における NBRO の役割は、District Secretary に対する危険地域に居住する住民移転の推奨、住民への土砂災害の啓発活動、移転可能な安全なエリアの抽出、移転時に必要な土砂災害対策（災害に強い家屋構造、擁壁、排水路工等）の検討等が挙げられる。NBRO の調査によれば、土砂災害の危険性のある地域に居住する住民は全国で約 5,000 世帯程度であり、土砂災害ハザードマップのリスク評価に基づき、高リスクに分類されるエリアでは優先的に構造物対策または住民移転を行い、低～中リスクの地域では抑制工と早期警戒のトレーニングを行う方針である。

NBRO は住民移転や建築認可に関する法的な強制力を有しておらず、実際の住民移転の判断は地方自治体に委ねられている。また、プランテーション敷地内に危険地域が分布している場合、プランテーションを運営するエステートの影響力がより大きくなるため、住民移転はより複雑化している。さらに、NBRO による危険地域の指定が行われていても住宅や施設建設の最終的な認可は各地域の地方自治体にあるため、十分な対策がなされないまま、危険地域に住宅開発が進められている場合も見受けられる。

こういった現状を踏まえ、NBRO では議会に対して組織の能力強化と権限の拡大を目的として、NBRI (National Building Research Institute) 法を 2014 年に提出しており、これが承認されることにより関係機関への影響力と権限の強化を見込んでいる。

これまでに NBRO が対応してきた住民移転は小規模なものが多かったが、近年の土砂災害の大規模化に伴い、国レベルで対応を求められるケースが増えてきている。2014 年 10 月に発生した Meeriyabedda 地区土砂災害における住民移転プロジェクトでは、以下が

課題として挙げられた。本地区の住民移転は2年をかけて概ね完了した。

- 移転プロジェクト開始当初は全体を総括する責任機関がなかったため、各機関がそれぞれ専門分野のみについて独自に対応していた。
- 移転地における安全性を担保するための対策工を実施する機関がなかった。
- 移転地において適切な生活インフラが整備されなかった

2) 主要国道における土砂災害対策

道路ネットワーク

スリランカにおける道路ネットワークは表 2.3.11 に示すように5クラスに分類される。RDAはこのうちAクラス、Bクラス及び高速道路を管轄し、州及び市町村がCクラス以下の道路を管轄する。図 2.3.9 にスリランカ国内の主要道路ネットワークを示す。

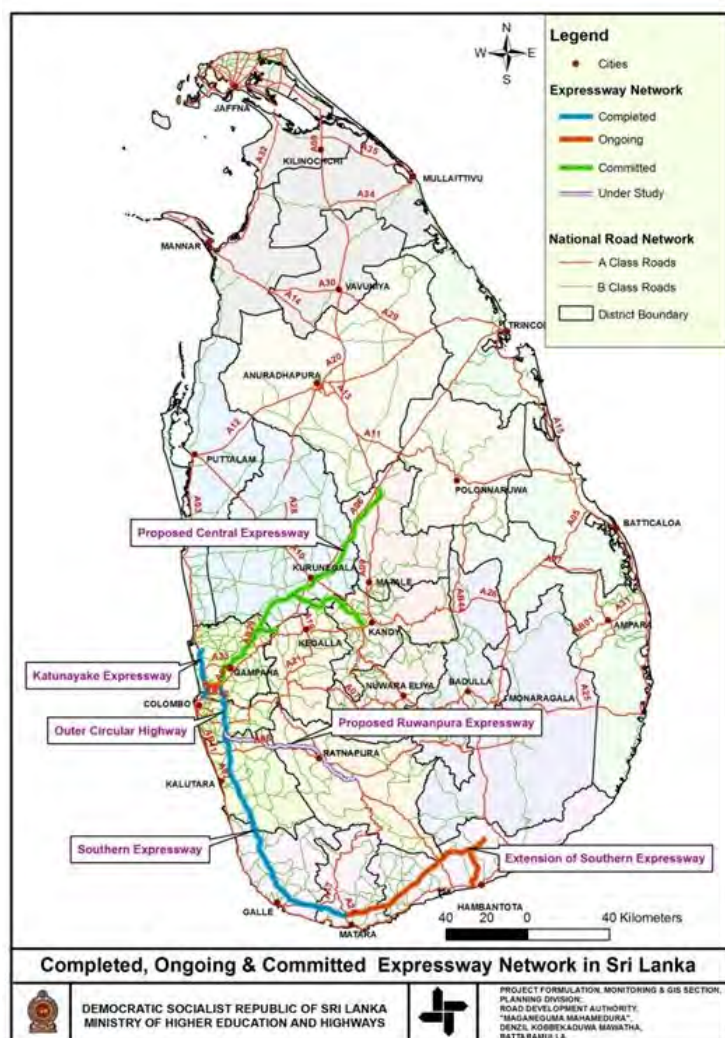


図 2.3.9 スリランカ国内の主要道路ネットワーク

出典: RDA 計画課

表 2.3.11 スリランカ国における道路分類

分類	概要
A クラス	首都及び各州の中心都市を結ぶか、各州の中心都市同士を結ぶ。また、このクラスの国道はアスファルト舗装され、車道幅 24ft から 36ft、道路全体幅が 36ft から 56ft である。
B クラス	上記以外の重要都市を結ぶ主要道路で、重要な道路ネットワークを形成している。ほとんどが舗装されているが、一部未舗装である。
C クラス	上記以外の農道や地方道路。車道幅 12ft 程度で、道路全体幅は 22ft である。ほとんどが舗装されているが、一部未舗装である。
D クラス	車道幅 8ft~10ft の未舗装道路で、乾季のみ使用可能である。
高速道路	南部高速道路、Katunayake 高速道路、Outer Circular 高速道路

出典: JICA スリランカ国災害脆弱地域における道路防災事業情報収集調査ファイナル・レポートに一部加筆

主要国道の法面対策

中央山間地域における主要国道は、地域住民の生活、経済発展や物流、観光などにもつながる重要な社会インフラである。RDA は経済発展や車両の増加に伴い、山岳道路の新設や既存道路の拡幅事業を推進しているが、土砂災害による被害を受けた場合、風水害に比べて道路交通の復旧に時間と費用を要する。一方で、スリランカの山岳道路では斜面の保護や安定化への配慮が不十分であり、対策が何もされないままの急勾配の切土法面が連続しているケースが多い。小規模な法面対策は一部で確認されるものの、構造物による大規模な斜面对策はほぼなされていないのが現状である。

こういった状況を鑑み、我が国の支援により RDA を対象に「国国土砂災害対策事業」が実施中であり、A クラス国道沿いの計 16 箇所において、斜面对策が施工される予定である。NBRO もこの事業にコンサルタントとして参加しており、対象箇所における調査やモニタリング、助言等を行っている。当該事業で対策実施予定箇所を図 2.3.10 に示す。

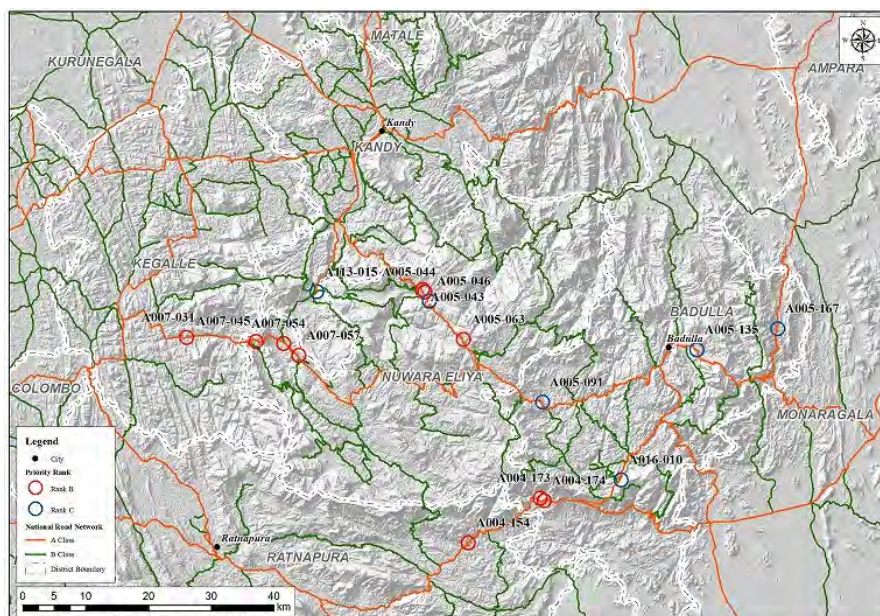


図 2.3.10 LDPP による対策工実施予定箇所

出典: RDA 国国土砂災害対策事業プロジェクト事務所の資料を基に調査団作成

(2) JICA 及び他ドナーによる協力

土砂災害分野における JICA の支援は継続的に実施されている。近年の支援実績を表 2.3.12 に示す。2010 年頃から NBRO をはじめとする防災機関に支援を行っており、土砂災害の調査・モニタリング、モニタリング結果に基づいた定量的な危険度判定や土砂災害対策工事に関する技術支援等を実施している。また前述したように円借款として「国道土砂災害対策事業」が実施中であり、主要国道沿いの複数斜面において日本の技術を用いた構造物対策がなされる予定である。

表 2.3.12 日本の支援による土砂災害関係プロジェクト

案件名	スキーム	開始年	終了年
気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト	技術協力	2010	2013
災害脆弱地域における道路防災事業情報収集調査	情報収集	2012	2012
防災プログラム情報収集・確認調査	情報収集	2013	2013
国道土砂災害対策事業	円借款	2013	2017
土砂災害対策強化プロジェクト	技術協力	2014	2018

また、測量局を対象に実施した「防災強化のための数値標高モデル作成の能力強化プロジェクト」では LiDAR 測量による詳細地形図の整備を行っている。この詳細地形図は土砂災害に限らず、各セクター（防災、灌漑、都市計画等）においても重要な基礎データとなり得る。図 2.3.11 にプロジェクトの対象地域を示す。

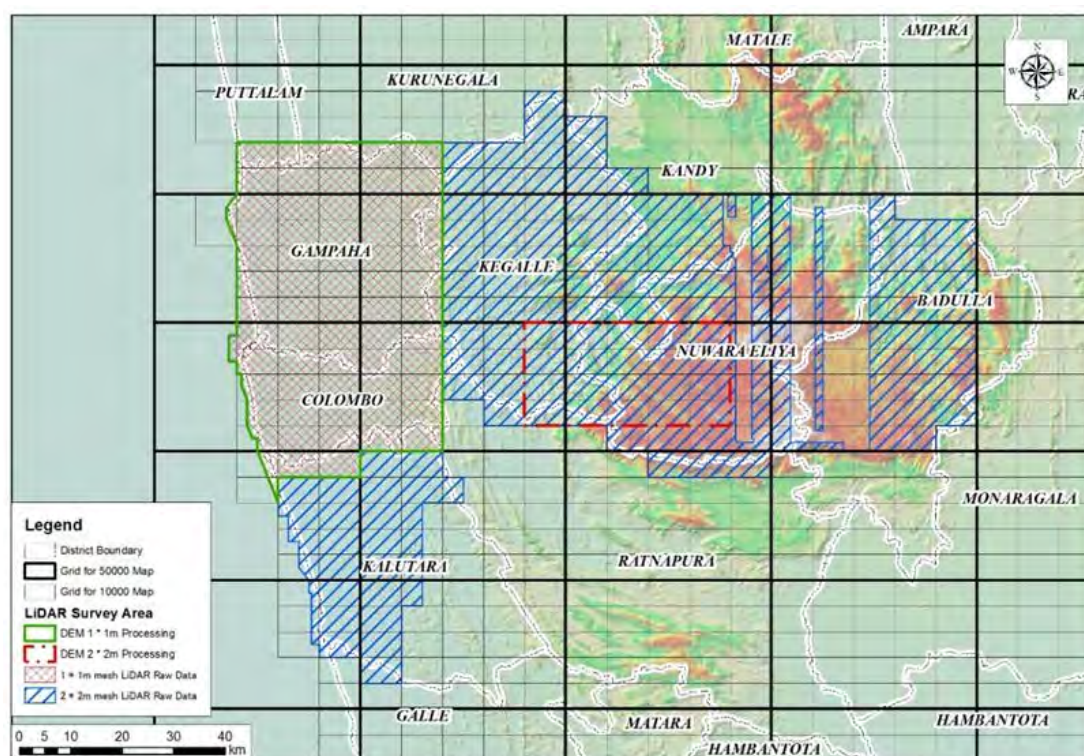


図 2.3.11 航空写真撮影および LiDAR 測量対象範囲

出典：防災能力強化のための数値標高モデル作成能力強化プロジェクト

現時点において、他ドナーによる土砂災害対策に特化した技術支援は実施されていない。ただし世銀による CRIP 等では、防災投資の一部として斜面对策への資金援助が行われている。

表 2.3.13 ドナー支援の土砂災害関係プロジェクト

案件名	ドナー	開始年	終了年
Climate Resilience Improvement Project (CRIP)	WB	2014	2019
Climate Resilience Improvement Project Additional Financing (CRIP A/F)	WB	2017	
LK Dam safety and Water Resources Planning	WB	2008	2018

(3) 課題の抽出

1) 土砂災害対策における法制度整備

NBRO はその所掌が拡大していく一方で、法的位置づけが明確でないため、不適切な建設や造成、開発行為を規制する権限を有していないのが現状である。また、土砂災害対策の多くを NBRO の地すべり研究危機管理部が担っていることもあり、人材面及び体制面からも脆弱な状態となっている。NBRO が作成中の Landslide Risk Management Plan (2017–2021) でも同様の指摘がなされており、提出済みの NBRI 法が承認された場合、権限が強化されると同時にその責任も増大する。責任増大に伴う NBRO の体制面の強化は今後の課題として挙げられる。

2) 災害記録の様式統一及び整理

災害記録は雨量と土砂災害の相関検討に資する基礎資料になるとともに、その他の研究活動にも非常に有用である。NBRO 内部でも一部電子化を進めているが、その作業を継続していくとともに、取りまとめた災害記録を参照することが可能なデータベースもしくはシステムが整備されればより効率的な活動が可能となる。

3) 土砂災害ハザードマップの精度向上、整備範囲の拡大

現状のハザードマップは斜面そのものの安定性を評価したものであり、2016 年発生 of Aranayake 地すべりのような土石流をとまなう土砂災害の場合、その影響範囲(流下範囲)の評価がなされていないため、住民避難、土地利用のための基礎情報としては不十分な状態である。また、既存のハザードマップから地形情報の更新も必要となってきている。

4) 土砂災害警戒情報の基準値の改善

NBRO の保有する雨量観測網は 2017 年 5 月末をめどに 160 基稼働される見込みである。現状では土砂災害警戒情報の発出基準値は、過去の災害経験をもとに国全体で一律の値を用いており、雨量と土砂災害発生との相関が明らかとなっていない。そのため、現状の基準値設定のまま雨量観測網を引き続き整備していったとしても、県以下の細かいレベルでの警報発令は困難な状況と考えられる。

5) 優先地域(箇所)における土砂災害対策の実施

スリランカ国内における土砂災害に対するハード対策は限定的なものとなっている。ハード対策には技術面や財政面等の制限があるため、適切な優先順位に基づいた対策が必要である。そのため、土砂災害ハザードマップのリスク評価及び重要インフラ等の評価基準に基づき、対策事業の優先付けを行うことが重要である。

一方で、国道管理を所管する RDA には、総合的な道路斜面管理を行い、対策の優先付けを行う仕組み（部署）がない。要対策箇所を選定は NBRO による技術アドバイスに基づいているのが現状である。RDA が道路計画・建設・維持管理・補修対策を一貫して実施するために、道路斜管理や被災履歴に関するデータベース（道路斜面台帳）の整備と維持管理・補修対策のための予算付けが重要である。

2.3.4 渇水対策

(1) 渇水対策における現状と取り組み

スリランカでは国家レベルの渇水対策の取り組み方針を記した渇水対策基本戦略（Drought Mitigation Strategy）が策定されていない。スリランカでは、渇水対策は、基本的には水資源管理において取り組む課題であると認識されているが、水資源管理に関連する機関が多数存在しているため、各機関の関連性が明確になっていない。

このような状況を踏まえ、災害管理省は、渇水対策としては飲料水供給に焦点をおいた取り組みを進めている。なお、現時点において、渇水対策としての飲料水供給の取り組みでは、給水担当機関や地方政府が小規模なプロジェクトの計画を有しているのみであるため、国家レベルの渇水災害軽減計画（Drought Disaster Risk Reduction Plan）を策定し包括的な取り組みを進めることの必要性も指摘されている。

本節では、災害管理省を含む水関連機関における渇水対策の取り組み状況を述べる。

1) 災害管理省

渇水は気象渇水、農業渇水、社会的渇水の 3 つのタイプに分類される。災害管理省は社会的渇水である飲料水の分野を担当しており、主として水関係機関との調整を主業務としている。県レベルでは、DMC から各県の DDMCU に Assistant Director を派遣しており、District Secretary の下で、県内の渇水対策にかかる各関連機関の調整業務（関係者会議の調整等）を実施している。

災害管理省が実施している渇水対策は、渇水被害が多い地域に対する給水車による給水およびプラスチックタンクの供給などの緊急対応である。

また、現在、WFP（国連食糧プログラム）の支援により、統合的災害情報管理システムとして、衛星データ等を活用した Disaster Impact Management System の構築を進めており、これらのデータを関係機関が使用できる体制を共同で整備している。現在は Phase 1 の段階であり、渇水関連データに特化した内容である。Phase 2 では洪水を取り扱い、Phase 3 では全体の更新を進める計画である。

2017年6月29日にアヌラーダプラ県において災害管理省大臣出席のもと開催された渇水対策会議では、渇水状況の悪化への対策が協議され、今後の長期対策として、①森林による被覆率の増加、②丘陵地の開発規制、③貯水池や水路の堆積物除去による貯水機能の回復、④Rainwater Harvesting の推進が挙げられている。

2) 国家上下水道公社

国家上下水道公社（NWSDB）では渇水への対策は通常業務として含まれている。渇水時における NWSDB の対応は、主として全国に有する 324 の給水施設による給水エリアが対象となる。これらの給水施設の水源の多くは表流水であり、渇水時には流量が減少するため配水調整を行っている。また、渇水時には水圧が不足するため標高が高い地域への給水が不可能となる場合は給水時間制限や給水車による対応を行っている。また、仮設タンクを設置し、タンクの水と給水車によるタンクへの給水の組み合わせにより長時間の給水が可能となるようにしている。

NWSDB の給水エリア外であっても、住居が点在している地域において通常利用している井戸が枯渇した場合は、NWSDB が所有する生産井（深井戸で、通常時は利用していない）から揚水して給水している。なお、県レベルにおける渇水時の対応については、県（District Secretary）による調整に基づいて活動している。

また、渇水時には、Colombo の Kerani 川、Karutala の Kalu 川、Matala、Galle、Ratmarana において塩水遡上による給水への影響が生じており、特に Karutala では塩水遡上により給水不能になる場合がある。したがって、これら塩水遡上による影響を防ぐために堰の整備を検討している。

3) コミュニティ給水局

DNCWS では、現時点において渇水対策にかかる戦略等の方針は策定されていない。しかし、渇水対策は水資源管理の観点から対応していく必要があるとの方針のもと、水資源量が限られている州から給水施設整備を優先的に進める方針としている。優先順位は、①北中部州、②北部州、③北西部州、④ウバ州、⑤東部州、となっている。

コミュニティの給水施設の約 8 割の水源が地下水であるが、慢性腎臓病（CKD）や水質の問題を有する地域（Anuradhapura 県、Polonnaruwa 県、Vavunia 県、Jaffna 県、Kurunegala 県、Puttalam 県、Mannar 県）では、逆浸透膜（R.O.）による水質浄化施設の設置を進めている。

4) 水資源局

WRB の役割は、地下水資源の管理、井戸建設と調査（物理探査、揚水試験、水源に関する提言）の実施である。渇水時には、DMC からの要請を受け、水理地質調査、井戸掘削、揚水試験、ポンプの設置等の対応を行っている。

WRB では、渇水対策として、Polonnaruwa 県、Anuradhapura 県、Monaragala 県の流域を対象とした地下水モニタリングネットワーク構築プロジェクトを実施中である（オランダの資金）。本プロジェクトでは慢性腎臓病（CKD）も考慮し対象サイトを選定している。具体的には、計 400 本の井戸に水位および水質の自動計測器を設置すると共に、データ管理・運営センターを設置する計画となっている。

また、スリランカ政府は 2017 年 3 月に地下水開発規制にかかる官報を発し、農業利用を含む工業、商業目的の地下水開発については WRB の許可を得ることを義務化した。そして、飲料用に利用する場合には、6 か月毎に水質分析を行い WRB に提出することも

義務付けられた。この規制により、無秩序な地下水開発に歯止めがかかると共に、安全な飲料の提供にも好影響を与えることとなる。

5) 灌漑局

スリランカでは、水資源の管理は灌漑局が実施機関となっている。渇水対策もその取り組みの一部であり、2012年の渇水以降、貯水池に堆積した堆積物の除去や放水路の嵩上げ、貯水池の深線測量実施による貯水容量の更新、放水路のライニングを進めている。また、渇水時には、農業従事者との協議を通して、必要水量が少ない作物（チリ、メイズ等）への転換も推進している。

灌漑局では、2.3.2 節に述べたように、2014年から開始した世銀支援による CRIP において、全国の主要 10 流域において洪水と渇水の両方を考慮した流域投資計画を策定している。そして、選定された優先事業は、2017年からの開始が予定されている CRIP2 において実施される予定となっている。

6) マハウェリ開発・環境省

現時点におけるマハウェリ流域開発では、以下の3つのプロジェクトが進行中である。

- 北部地域への導水：1980年代からの取り組み。計画当時は飲料水に関する問題は生じていなかったため、飲料水の確保は含まれていない。
- 東部地域への導水：Moragahakanda Project。灌漑用水と水力発電を目的とした貯水池（Reservoir）の整備
- 南部地域への導水：導水トンネル掘削に伴う井戸水の枯渇、及び地盤変状による建築物のひび割れが生じたため、現在プロジェクトは中断中。

また、マハウェリ開発・環境省では、現在、ADBの協力により、The National Climate Change Adaption Strategy for Sri Lanka, 2011 to 2016の改訂作業を開始したところであり、2018年中には終了する予定である。現バージョンには、北部および東部における飲料水および灌漑における脆弱地域が含まれていないため、合わせて更新を行う計画である。

7) 電力・再生可能エネルギー省

スリランカにおける電力供給は、約7割が火力発電、約3割が水力発電により賄われている。渇水等により水量が減少する場合には、火力発電により賄うシステムを構築しているため、渇水による発電量への影響は生じない。ただし、火力発電のための燃料が必要となるため、費用が増加し、経済的負担が増加する。なお、通常の一環として、節電に関する啓発活動を行っている。

(2) 2016～2017年の渇水状況

スリランカでは、2016年の初め以降現在に至るまで多くの地域で渇水災害が生じている。2016年5月には非常に多くの降雨が観測されたが、同年の年間降雨量は平年より少なかった。WFPによる報告書では、2017年1～2月の降雨量は平年と同様であると想定されるが、それでも3月、4月のインターモンスーン期までは状況は改善しないだろう

とされていた。その後、5月には土砂災害や洪水を生じさせた降雨があったが、その後も渇水状況は改善されず、深刻な状況になりつつある。

1) 降雨特性

スリランカにおける乾燥地域の降雨パターン

図 2.3.12 に、スリランカの代表観測所における平均月雨量（集計期間 50 年：1967-2016 年）と、2016 年 6 月～2017 年 5 月の実績降雨の分布を示す。

また、スリランカの乾燥地域、特に北中部や北西部では、10 月から 12 月にかけての第一雨期（マハ期）に加えて、3 月から 5 月に第二雨期がある。表 2.3.14 では、第一雨期と第二雨期のそれぞれの期間のみを抽出して、平均月雨量との比較を行った。

乾燥地域である北部（Jaffna、Anuradhapura、Puttalam）や東部（Trincomalle、Batticaloa）、南部（Hambantota）は、年間降水量が 1,000～1,700mm となっている。中でも北部州（Jaffna）・北西部州（Puttalam）や南部（Hambantota）は雨量が少ない。年間降水量のうち、第一雨期の降水が占める割合は約半分～7割となっており、同期間の降水が乾燥地域の主要な水源・涵養源となっている。

各雨期の降水量を見てみると、乾燥地域の第一雨期の降雨量が例年になく低い様子が確認できる（例年の 34～64%）。第二雨期には Puttalam を除き例年通り、ないし例年以上の降雨が観測されているものの、年間降水量への寄与は限られており、結果として第一雨期に十分な降雨を得られなかった広い地域が渇水に見舞われることとなった。

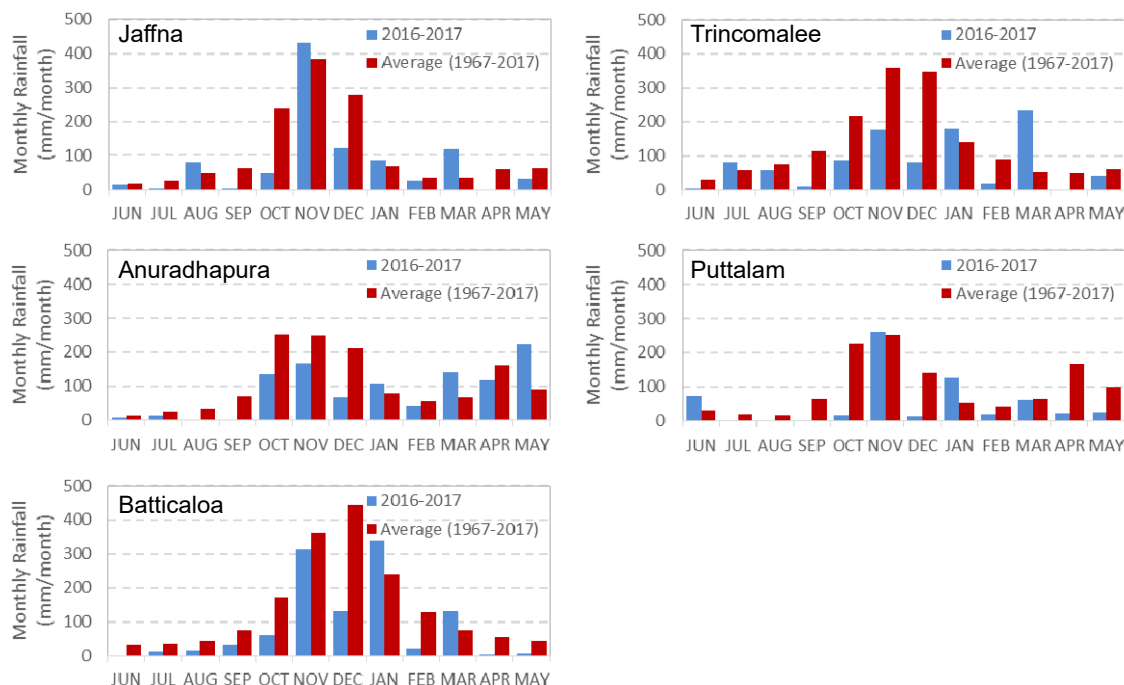


図 2.3.12 代表観測地点の月雨量の比較
 （過去 50 年平均（赤）と 2016 年 6 月～2017 年 5 月（青））
 出典：気象局のデータより JICA 調査チームが作成

表 2.3.14 代表地点における平均年・月雨量と 2016-2017 干ばつ期間中雨量の比較

Data source: DOM

Province	Station	Annual	Rainy Season1 (OCT-DEC)			Rainy Season2 (MAR-MAY)				
		Ave.* (mm)	Ave.* (mm)	OCT2016-DEC2016 (mm)	Anomaly (%)	Historical Rank (1967-2017)**	Ave.* (mm)	MAR2017-MAY2017 (mm)	Anomaly (%)	Historical Rank (1967-2017)**
Northern	Jaffna	1291	904	601	-34%	3	157	149	-5%	21
North Central	Anuradhapura	1316	719	367	-49%	2	321	482	50%	46
North Western	Puttalam	1182	621	289	-53%	2	332	109	-67%	3
Eastern	Trincomalee	1561	934	344	-63%	1	164	275	67%	42
Eastern	Batticaloa	1677	990	506	-49%	4	171	144	-15%	21
Western	Colombo	2327	844	944	12%	35	698	558	-20%	19
Central	Nuwara Eliya	1877	649	234	-64%	1	377	443	18%	38
Southern	Galle	2259	789	766	-3%	25	597	611	2%	26
Southern	Hambantota	1018	469	307	-34%	11	231	312	35%	43

* Averaged from 1967 to 2016, hydrological year
 ** Rank of seasonal rainfall amount, counted from lesser rainfall records
 出典：気象局のデータに基づき JICA 調査チームが作成

雨量の経年変化

北中部州の Anuradhapura 及び東部州の Batticaloa における年雨量及び雨期（10 月～12 月）の雨量の 1967 年以降の経年変化を図 2.3.13 に示す。

両地点とも、年雨量、雨期（10 月～12 月）の雨量ともに減少傾向は認められず、むしろわずかに増加の傾向にある。ただし、雨量の年ごとのばらつきも若干大きくなっている傾向が認められることから、今後も深刻な少雨が生じる可能性は変わらずあると考えられる。

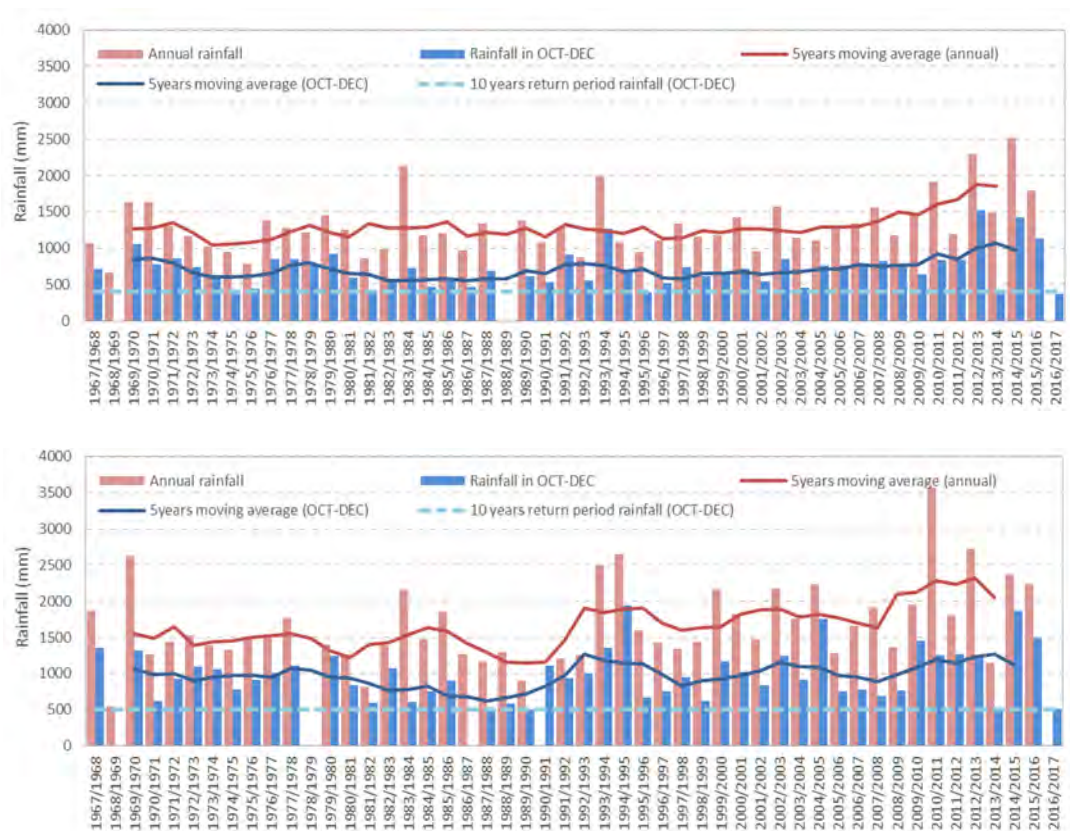


図 2.3.13 Anuradhapura (上) 及び Batticaloa (下) における
 年雨量及び雨期（10 月～12 月）の雨量の経年変化
 Summated by hydrological year (OCT-SEP) Data from DOM

2) スリランカ全土の渇水被害状況

2016年10月から発生している渇水による被災者数について図 2.3.14 に示す。

北部州・北中部州・北西部州・東部州における2016年10月～12月の雨期に記録された雨量は表 2.3.14 に示すように、平年と比較して34%～63%低い降水量に留まっており、図 2.3.14 に示すように深刻な渇水被害が発生した。なお、同期間の雨量は過去50年で1～4番目に少ない量であり、概ね10～15年に1回程度の少雨であった。

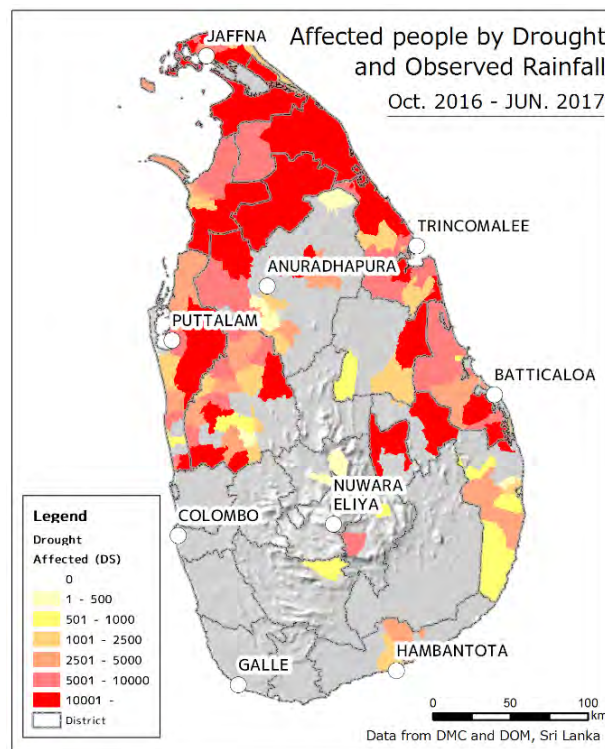


図 2.3.14 2016-2017 の渇水被災者数

出典：災害管理省のウェブサイトのデータに基づき JICA 調査チームが作成

飲料水の現状

災害管理省では、渇水により飲料水を確保できない人数、家族数、DS Division 数を適宜把握しており、これらの情報に基づき、緊急対策として給水を行っている。2017年7月18日時点の被災者数と対策を実施した割合を表 2.3.15 に示す。給水を受けた世帯数は県によって異なるが、災害管理省は随時対応を進めている。給水支援は、各県に資金が提供され、給水車の手配、運転手、燃料代等に利用される。2017年7月18日時点における提供額は約3,587万Rsに達している。

なお、NWSDB は、地下水を水源とする給水施設および通常は表流水を利用するが渇水等により表流水が減少した際の補完水源として利用する生産井を有しており、これらの生産井を渇水時の水源として提供している。

表 2.3.15 渇水により飲料水を確保できない人数と給水された人数（2017年7月現在）

No.	District	Affected			Water Distributed		
		No. of DS Division	No. of Families	No. of Family Members	No. of Families	No. of DS Division	% of Families Distributed
1	Anuradhapura	7	7,781	25,160	7,781	7	100%
2	Gampaha	2	5,488	21,715	5,488	2	100%
3	Jaffna	15	34,195	124,568	12,233	6	36%
4	Killinochchi	4	23,206	80,973	2,405	4	10%
5	Kurunegala	19	39,836	131,731	38,652	19	97%
6	Mannar	5	13,499	47,710	7,675	5	57%
7	Mullativu	6	35,730	115,308	2,383	5	7%
8	Puttalam	13	36,394	129,969	35,655	13	98%
9	Trincomalee	7	4,163	12,807	225	7	5%
10	Vavunia	4	24,507	85,771	667	3	3%
11	Batticaloa	9	19,271	63,999	0	0	0%
12	Ampara	8	10,527	36,899	10,527	8	100%
13	Polonnaruwa	2	3,155	11,329	3,155	2	100%
	Total	101	257,752	887,939	126,846	81	49%

出典：災害管理省のデータに基づき JICA チームが作成

貯水池の現状

WFP は、灌漑局のモニタリングデータを用いて、全国の貯水池の貯水容量に対する貯水量の現状をを整理している。図 2.3.15 は、2016年12月22日と2017年1月27日の貯水量を示したものである。

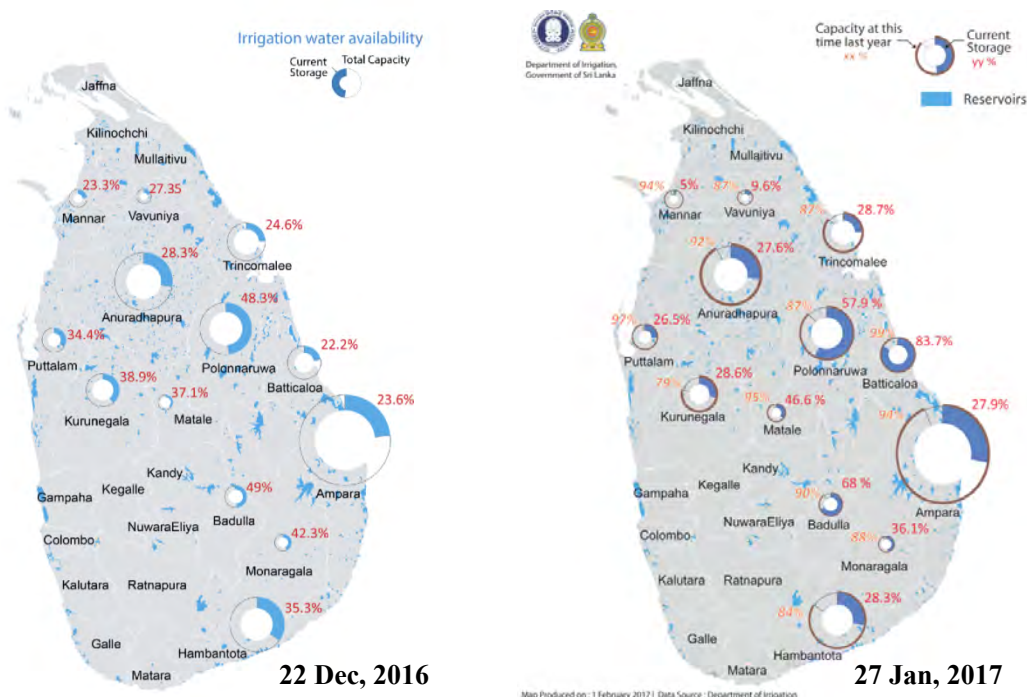


図 2.3.15 貯水池の貯水容量に対する貯水量の現状

出典：WFP の Web Site

WFP のレポートによると、2016 年 12 月時点での 73 か所の主要貯水池における貯水量は、全貯水容量 3,593MCM に対して 29%のみとなっている。10 月から 12 月にかけての雨季（マハ期）には 2,220MCM が必要水量とされているが、現状としては必要水量の半分程度しか貯水池に確保されていない状況となっている。また、中規模貯水池では 30%程の貯水量にとどまっており、多くの貯水池では水が溜っていない状況である。



干上がっている中規模貯水池（Anuradhapura 県）

2017 年 1 月の貯水容量を見ると、乾燥地域の東部にあたる Polonnarwa と Batticaloa では貯水容量が増加しているが、他の地域ではほぼ減少していることが分かる。

3) アヌラーダプラ県における渇水被害状況

2016 年から 2017 年にかけての渇水の現状を把握することを目的として、7 月 5 日から 8 日にかけてアヌラーダプラ県を訪問した。現地調査期間には、県、DS Division、州灌漑局、NWSDB、DNCWS、コミュニティ(GN Division の住民)からヒアリングを行うと共に、水利用関連施設および JICA 案件として実施中の貯水池の Cascade System の対象サイトの視察を行った。以下に調査結果概要を述べる。

渇水被害状況

DMC から県の災害管理調整ユニットから派遣されている Assistant Director によると、以下の被害が生じているとの報告がなされた。

- これまで 5,660 世帯が給水車による給水を受けていたが、現時点（7 月 5 日時点）では 17,681 世帯に増加している。今後更に 44,000 世帯が影響を受けることが想定される。
- NWSDB の管路給水施設により給水されている地域は給水にかかる問題は生じていないが、水源が地下水である県内北部地域は十分な給水がなされていない。また、西部のリモート地域でも、十分な給水がなされていない。
- 慢性腎臓病（CKD）も問題が広く認識されており、住民は、既存の井戸に水があっても CKD を恐れ飲用したまらない。CKD の深刻な地域では、DNCWS により R.O.が導入されている。
- 農業分野では、12 ヶ所の貯水池の水量が貯水容量の 21.5%まで減少している。ただし、実際に利用できる水量は 17.5%にとどまる。
- 県内の灌漑地域の内、38%の地域で作付けを行ったが、内 17%の地域では水不足で継続不可能となり、最終的に収穫できたのは 21%の地域にとどまった。



涸れた浅井戸。堀増しているが、わずかな水しか得ることができない。本 GN Division は他の地域から離れており、民間の水売りも来ない。

設置された R.O.施設。2016 年 11 月に海軍が設置。1 日 9 時間稼働し 3,000 ㍻の水を生産。維持管理は海軍が実施している。

なお、調査結果から、アヌラーダプラ県における給水は、図 2.3.16 に示すように、①管路給水、②渇水時の給水、③R.O.により行われている。

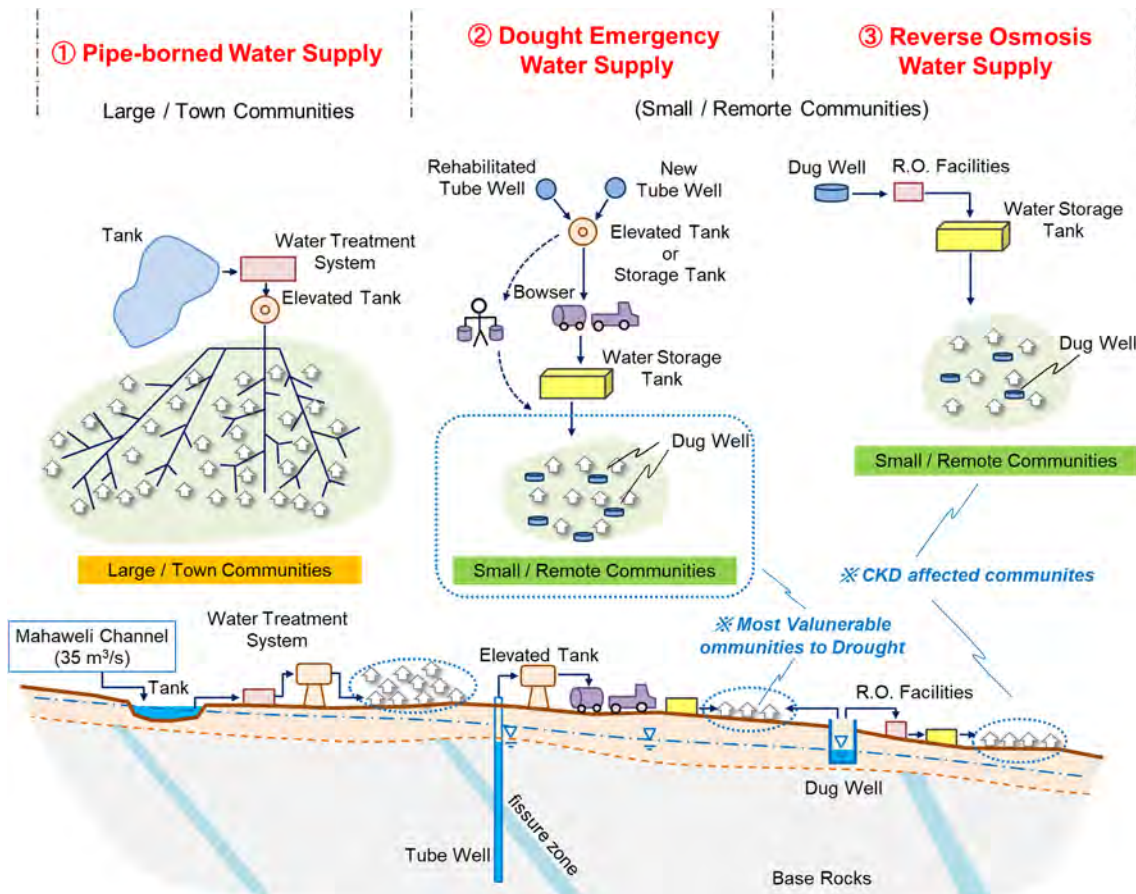


図 2.3.16 アヌラーダプラ県における給水タイプ
 出典：現地調査結果に基づき JICA 調査チームが作成

渇水災害対策実施体制

渇水災害対策は、県においては災害対策委員会が設置され、District Secretary 主導の下、災害対策が実施されている。委員会のメンバーには、NWSDB、DNCWS、PID、WRB も含まれており、DDMCU は実際の調整役として機能している。なお、州政府は災害対策委員会のメンバーになっており、州が独自に渇水災害対策を実施することはない。

渇水災害への対応は以下の通りである。

- NWSDB の管路給水の水源から取水した水の給水車による給水
- DDMCU 所有の 2 台の給水車による給水の実施
- 主な水源が地下水である県内北部地域における新規井戸の建設

渇水災害対応時の課題

アヌラダプラ県では、慢性腎臓病（CKD）の問題が広く認識されており、渇水時に井戸に水があっても住民は飲用には用いていない。現地ではフッ素や肥料、殺虫剤等が原因との見方が存在しているが、その関連性は明確にされていない。

今後の対応としては、以下の点が挙げられた。

- 県内の既存井戸の改修を行い、飲料水を確保する必要がある（DDMCU によると、2,468 本の井戸の内、1,373 本の改修が必要であるとのこと）。
- 新規に深井戸を建設し、水源を確保する必要がある。
- 水質のチェックが必要である。

(3) JICA 及び他ドナーによる協力

渇水対策の対象範囲は広いが、渇水対策のみに特化した JICA 支援は近年行われていない。2001～2013 年に実施された、「南部 2 県地下水資源開発調査（開発調査）」では、南部乾燥地域の安定した水資源開発と地域経済の発展に資することを目的として、南部州 Hambantota 県及びウバ州 Monaragala 県を対象として、地下水資源開発計画策定に係る支援が行われた。

一方で、渇水対策と関連の深い、農業・灌漑分野においては、特に北部州・北中部州を対象として、開発調査、有償資金協力、技術協力プロジェクトが実施されてきた。2016 年から実施されている「北中部乾燥地域における連珠型ため池灌漑開発計画策定プロジェクト（開発調査）」では、ADB の資金協力により整備される幹線・支線水路によって導水される用水を利用した灌漑・農業畜産開発、維持管理計画等の策定支援を行っている。

表 2.3.16 日本の支援による渇水対策関連プロジェクト

案件名	対象地域	スキーム	開始年	終了年
南部2県地下水資源開発計画調査	南部州・ウバ州	開発調査	2001	2003
農村経済開発復興事業 (PEACE)	北西部州・北中部州・中部州・北部州・東部州	円借款	2003	2013
灌漑分野に係る統合的管理能力向上計画調査	北中部州	開発調査	2005	2006
乾燥地域の灌漑農業における統合的管理能力向上	北中部州・北部州	技術協力	2007	2011
北中部乾燥地域における連珠型ため池灌漑開発計画策定プロジェクト	北中部州・北部州	開発調査	2016	2018

渇水対策関連の他のドナーの支援状況を、表 2.3.17 に一覧をまとめる。渇水に対する緊急支援も行われているが、気候変動対策の取り組みの一つとして渇水対策を考慮している支援が多く、事前対策として渇水対策に取り組むことが必要であると認識していることが分かる。

表 2.3.17 渇水対策関連の他のドナーの支援状況

ドナー	事業名	期間	事業費	備考
UNDP	Climate Change Adaptation Programme (CCAP) in Puttalam and Kurunegala Districts	-	-	-
UNDP	Green Climate Fund	2017-2024 年	US\$ 38 million	CCAP の後継プロジェクト
WFP	Disaster Impact Monitoring System (Phase 1)	～2017年8月	-	Phase 1 は渇水が対象
ADB	Update of the National Climate Change Adaption Strategy for Sri Lanka	2017-2018 年	-	飲料水、灌漑に関するリスクアセスメント含む
ADB	North Central Province Canel Project (NCPKP) under Mahaweli Water Security Investment Program	2016-2024 年	US\$1,640 million	Phase 2 は 2019 年開始見込み
UNICEF	Drought Respose Plan - Department of National Community Water Supply -	2017 年	-	-

出典:各ドナーび関係者へのヒアリング及び既存資料

(4) 課題の抽出

1) 国家レベルの渇水対策戦略および渇水被害提言計画の策定

渇水による被害が深刻となっており、飲料水の不足にとどまらず、今後の農産物への影響が非常に大きくなる可能性も指摘されており、早急な対策の実施が望まれている。しかし、現時点において国家としての渇水リスクの低減に関する戦略は策定されておらず、災害管理省の災害対応担当局や各関連組織が実施する渇水対策に依存している部分が多い状況である。したがって、災害管理省主導のもと各関連機関との調整を図りつつ、国家レベルの渇水災害リスク低減に向けた戦略の策定、そして、戦略に基づいた渇水災害リスク計画の策定を進める必要がある。

2) 渇水による農業への影響

北中部州の乾燥地の農業地域では農業従事者の比率が高く、彼らの生活は農業に依存している。従って、渇水により農業の実施が不可能になった場合、農業生産や農家の収入への影響が生じるほか、農家は収入を得るためには他の地域に移動して建設現場での労働等へ従事することとなる。その結果、農業従事者が地元に戻らず、農業従事者が減少する可能性がある。

3) 渇水時のリモート地域における給水の確保

地方部のリモート地域では、コミュニティ給水施設、敷地内の浅井戸等が主な水源となっているが、渇水の深刻化に伴い水源が枯渇した場合、政府や民間業者が唯一の水供給者になる。しかし、現時点においてはリモート地域への給水の頻度は低いいため、今後十分な水量を得られない可能性がある。したがって、地方部のリモート地域を渇水脆弱地域として設定する等、渇水時の給水を確保できる体制の構築が必要である。

4) 渇水時を想定した事前対策の実施

渇水時には、県 DDMUC から報告される被害状況を基に、災害管理省が主体となって DDMUCU を通して、給水車による給水やプラスチックタンクの供給を行っている。しかし、この取り組みは緊急対応として行われるため、各機関との調整が十分ではなく、給水量や給水回数が地域によって異なるなど、効率的な給水がなされていない場合も見られた。あらかじめ NWSDB や DNCWS 等の関連機関との調整を行い、渇水時を想定した事前の給水対策の実施が必要である。

5) マハウェリ流域の開発における飲料水供給の位置づけ

現在、ADB 資金により、「North Central Province Canal Project (NCPCP)」によるマハウェリ流域から北部乾燥地域への導水計画が進められている。マハウェリ開発計画策定当時には飲料水不足は主要な課題として位置付けられていなかったため、飲料水供給が開発計画に含まれていなかった。渇水対応を含む飲料水供給政策において、マハウェリ流域からの導水は重要な水源となることから、セクター間の調整のもと、これを開発計画に反映させていくことが望まれる。

6) 乾燥地域における地下水涵養機能の向上

貯水容量の増加を目的として、灌漑局により貯水池や放水路の堆積物の除去が実施されている。このことは同時に乾燥地域において主な水源として利用されている地下水の涵養を促進することになるため、継続的な実施が望まれる。

7) 水資源利用の持続性維持を目的としたモニタリングの実施

灌漑局は貯水池のモニタリングを実施しており、水資源局は地下水のモニタリング体制の構築を進めている。水資源のモニタリングを通して渇水時の対応策に反映することが可能となるため、系統的なモニタリング体制が構築されることが望ましい。

8) 地下水の水質を考慮した渇水時の給水対応

地下水の水質は地質や周囲の状況により異なるため、水質によっては飲料に適さない場合や、処理することにより飲用可となる場合もある。水質を含む地下水資源のデータベースを整備し、渇水時に備え、既存井戸や放置されている井戸の水質を考慮した利用範囲や処理方法について整理しておくことが重要である。

9) 渇水対策に寄与する効率的な水利用の促進

スリランカにおける水利用においては灌漑と畜産が占める割合が 88%、都市給水は 6% となっており、この 2 セクターで全水利用の大半を占めていることになる。現時点のスリランカにおける灌漑効率は 35% に留まっており⁵、管路給水における無収水率は 30% に達している⁶。これらを改善することは通常時の水利用の効率化のみならず渇水時のリスクの低減にもつながる。また、都市給水、地方給水共に、水道料金が安価であるため上水が無駄に利用されているとの指摘もあり、長期的視点にたった節水型社会の実現に向けての取り組みが必要である。

10) 流域単位の水資源管理を念頭においた渇水対策の実施

渇水対策においては、各セクター間の水利用調整、表流水と地下水の効率的利用が必要である。よって、灌漑局が取り組んでいるような流域単位の水資源管理の観点から考慮した上で渇水対策に取り組むことが望ましい。

2.3.5 気象・水文観測及び情報伝達

(1) 気象・水文観測における現状と取り組み

スリランカでは、気象局・灌漑局・NBRO 等が気象・水文観測を実施しており、その情報をもとに予警報が発出されている。本項では、各機関の気象・水文観測及び情報伝達に関する現状と今後の計画について記す。

1) 気象局

気象局は、全国に展開された手動・自動気象観測網のほか、気象衛星画像受信システム、GTS 等を用いて気象観測情報を収集・解析し、予警報を発出している。

手動気象観測所

気象局の気象観測の歴史は古く、1860 年代からの観測記録が残っている。現在稼働しているマニュアルの気象観測所には 3 つのタイプがあり、i) 主要観測所 (Synoptic) : 22 箇所、ii) 雨量観測所 : 410 箇所、iii) 農業気象観測所 : 39 箇所である⁷。

自動気象観測所

日本の支援（無償資金協力：気象情報・防災情報ネットワーク改善計画）を通じ、全

⁵ FAO Aquasat Web Site

⁶ NWSDB Corporate Plan 2016-2020

⁷ Annual Report 2015, Department of Meteorology

国 38 箇所に自動気象観測所 (AWS) が設置され、運用されている。ただし、通信衛星を使用した通信が不安定であったことから、通信方式の切り替えが行われているところである。切り替えの過程で、現在 Colombo 観測所を除くすべての観測所との通信が途絶している状態が続いており、早期の通信再開が望まれるが、通信機器関連の入札とその後の措置に時間がかかっている状況である。

観測機材自体のメンテナンスに関しては、上記技術プロジェクトの活動として技術移転が行われており、大きな問題なく維持管理されている。AWS とサーバーとの通信が復帰すれば、リアルタイム観測データを NMC (National Meteorology Center : 予報室) で直接表示することが可能であり、より詳細な現況把握と予報への活用が可能となる。

気象レーダー

気象局では現在、日本の支援によってドップラー気象レーダーの導入計画が進められている。同気象レーダー (C バンド) は、スリランカ北西部の Puttalam と南東部の Pottuvil に計 2 基設置される計画であり、2 基でスリランカ全土をカバーすることが可能となる予定である。レーダーの導入は 2020 年が見込まれている。観測メッシュサイズは 1km×1km、観測間隔 10 分となっており、現状の地上観測網と比較して観測データの空間的・時間的分解能が飛躍的に向上することによって、より高精度な予警報の発出に寄与できるものと期待される。ただし、レーダー導入にあわせて、地上観測データを用いたキャリブレーションやレーダーの維持運用、気象予報や警報発令のための解析等に関する人材育成・能力強化が必要になるものと思われる。

衛星画像受信装置と SATAID

現在、気象局ではひまわりや EUMETSAT 等の気象衛星画像がインターネット、若しくは衛星画像受信装置を通じて受信可能な体制が構築されており、予報業務等に利用されている。

JICA の技術協力プロジェクト (気象観測・予測・伝達能力向上プロジェクト) の機材として HimawariCast (ひまわり衛星画像受信装置) が調達予定 (2017 年 6 月) であり、それに先駆けて SATAID⁸が NMC に導入されている。現在は、インターネットを通じてひまわり画像をダウンロードしているが、HimawariCast 導入後は直接受信が可能となる。SATAID は衛星画像のみならず、各種観測データ (地上・海上・レーダー等) や数値予報データも重ね合わせて解析することが可能であり、AWS や気象レーダーの稼働後には、各種データの統合的な活用を通じた予報の精度向上が期待される。

2) 灌漑局

灌漑局はマニュアルの河川水位観測所を全国に展開し、実測水位データをもとに警報を発出している。また、WB の DSWRPP による自動水位観測所の整備が現在進行中である。水位観測所には雨量観測所も併設されているところが多く、灌漑局は気象観測能力も持ち合わせている。以下に、観測網の詳細を記す。

⁸ 日本気象庁が開発した衛星画像解析ツール

手動河川水位・雨量観測所

灌漑局は全国に 35 の主要観測所を展開しており、そのうち 34 箇所では水位を観測している。古い観測所では記録が 1950 年代から残っている。ほとんどの水位観測所では水位流量曲線も作成されており、観測水位が流量に変換可能となっている。また、主要観測所には雨量計も設置されている。

水位観測所では、現地スタッフが河川に設置された水位ゲージを 1 時間間隔で目視確認し、記録を取っている。水位観測値は、観測所スタッフから本局の水文部に毎日電話で報告され、水文部から DMC 等を含む関連機関へ送付される。灌漑局の洪水警報は、これらの主要河川水位観測データを基に発出されている。

上記の主要観測所の他に、全国 40 箇所の観測所で現地の世話人が日水位を観測、毎月 1 回記録を本局水文部に送付している。警報発令には使用されていない。

自動水位・気象観測所 (HMIS)

DSWRPP によって全国に自動水位・気象観測システム (Hydro-Meteorological Information System : HMIS) の導入が進められている。Phase1 で 122 箇所、Phase2 で 40 箇所程度が設置予定である (図 2.3.17)。観測項目は観測所によって異なり、水位・流量・雨量・蒸発量のいずれか若しくはすべてである。

データは灌漑局のサーバーで受信され、Web ページを介してユーザーが見ることが出来る。ただし、現在のところ自動観測データは洪水警報の発出には使用されていない。

マニュアルの既存水位観測所がある場所には、基本的に自動観測所も設置する計画であるが、マニュアルの観測所を廃止することはしない予定とのことであった。

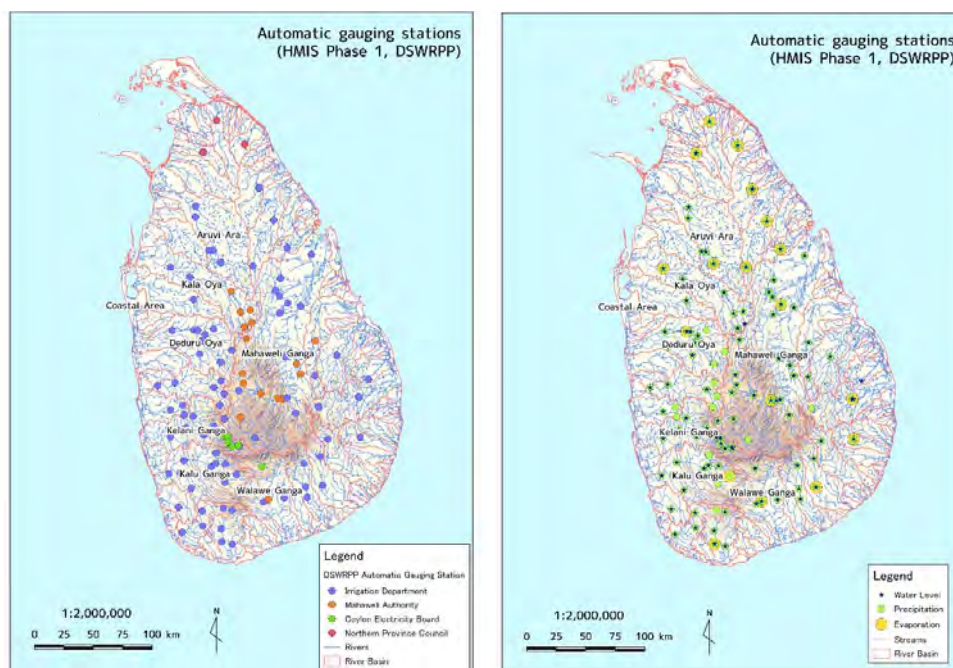


図 2.3.17 HMIS で導入される自動観測所
出典：灌漑局提供のリストより JICA 調査チームが作成

貯水池観測所

灌漑局は、管理する貯水池の水位観測も実施している。本局水管理部は、地方事務所を通じて 73 箇所の貯水池の水位、貯水量、ゲート操作、放流状況等について情報収集・管理している。各貯水池の情報は Web で公開されるほか、オペレーションルームにも集積されている。

流域モニタリングシステム

上記の通り、灌漑局各マニュアル観測所のデータは水文部、水管理部及び、オペレーションルームでそれぞれ管理・集積されているが、流域単位での河川・貯水池・気象の統合的なモニタリングシステムはほとんどなく、各部署で独立にデータ蓄積しているのみに近い状態である。全国に自動観測所が展開している HMIS についても、河川・貯水池の全国的な状況把握が主であり、流域毎の水文状況把握に適したユーザーインターフェースとはなっていない。

そうした中、Malwathu Oya・Mee Oya 流域については 2015 年にスリランカ政府予算で流域モニタリングシステムの導入を開始し、2016 年に運用を開始した。システムの管理は水管理部である。システムは貯水池の水位、貯水量、河川の水位、流量、雨量を携帯 (GSM) 回線で取得し、本局に設置された電光掲示板に表示するほか、Web での閲覧 (一部職員のみ) も可能となっている。ただし、時系列的な水位グラフ表示や貯水率、放流情報等の表示が掲示板になく、機能改善の余地はあると思われる。

3) SLLRDC

コロンボ首都圏の洪水対策に責任を持つ SLLRDC では、Ja Ela 流域、Kalu Oya 流域、Mudun Ela 流域、Greater Colombo 流域、Bologoda 流域に手動水位観測所を設置しているが、2010 年頃までに多くは観測放棄若しくは荒廃状態となっていた。現在は、新たな排水計画を作成するため一部の水位計の再設置が進められている。

マニュアルの水位観測所では毎日 2 回 (朝夕)、観測を依頼された現地住民が水位ゲージを目視確認し、まとめた記録紙を月 1 回 SLLRDC へ送付している。洪水時は電話を通じてオンタイムの水位情報を SLLRDC が収集する場合もある。なお、観測データは洪水警報発令には利用されていない。

4) その他の機関

上記機関のほか、NBRO が全国 160 箇所に自動雨量観測所を整備、また、HMIS により、マハウェリ公社 (MASL)、セイロン電力公社 (CEB)、北部州地方議会が、それぞれ水位・雨量観測所をそれぞれの目的に応じて設置している。表 2.3.18 に、各機関の管理する気象・水文観測網の概要を示す。

表 2.3.18 各機関が管理する気象水文観測網の概要

Organization	Cat.	Observation Stations/Systems	Data Archive	Remarks
Dep. of Met.	Met	Manual stations: 22 (Synoptic) , 410 (Rainfall) , 39 (Agromet)	Climsoft Clicom	Partly available on web site
		Automatic stations: 38 by JICA	DB	
Irrigation Dep.	Met	Manual stations: Over 100 (RF)	Excel	HMIS
		Automatic stations: 84+α	Web DB	
	Hyd	Manual for river: 34 (Principal) , 40 (Peripheral) +for reservoirs: 73	Excel	Partly available on web site
		Automatic stations: 77+α	Web DB	HMIS
SLLRDC	Hyd	Manual: 6 (operational) , 30 (rehabilitated) , 44 (under rehabilitation)	Excel	
NBRO	Met	Automatic stations: 160 (Rainfall)	Web DB	UNDP
MASL	Met	Rainfall data available		
		Automatic stations: 15+α	Web DB	HMIS
	Hyd	29 stations for reservoirs and rivers		Available on web site (PDF)
		Automatic stations: 19+α	Web DB	HMIS
CEB	Met	Rainfall data available		
		Automatic stations: 7+α	Web DB	HMIS
	Hyd	Reservoir water level available		
		Automatic stations: 7+α	Web DB	
North Province Council	Met	Automatic stations: 3+α	Web DB	HMIS
	Hyd	Automatic stations: 5+α	Web DB	

5) 今後導入が予定・検討されている統合気象水文流域モニタリングシステム

上記の通り、気象・水文観測は複数機関で行われているが、データ収集・記録方法の共通性に乏しい。他機関へのデータ提供は主に FAX やメール等を介して行われているなど、機関間のデータ共有が有効に図られているとは言えない状況にある。また、灌漑局内部にあっても、流域単位での観測データの共有やリアルタイム視覚化が不十分であるとの指摘があり、このような背景の中、省庁間のデータ共有や流域内の統合的なモニタリングシステムの構築に関する複数の提案が、スリランカ政府やドナーからなされている。

統合観測システムと予警報サービス (CRIP2)

WB プロジェクトである CRIP2 では、気象局や灌漑局の能力強化に関するコンポーネントの実施が予定されている。その内容検討のための調査レポート (Meteorological and Hydrological Services in Sri Lanka, WB ドラフト版) によれば、気象局と灌漑局等が別々に自動観測システムの導入を進めていることに懸念が示されており、関係機関を巻き込んだ統合的な観測ネットワークの構築が提案されている。

流域モニタリングシステム (CRIP2・Green Climate Fund)

WB の支援で実施中の CRIP、及び Mundeni Aru 流域を対象としたプレ F/S の結果を受け、CRIP2 では 4 流域を対象として洪水対策事業を実施する予定である。その具体的な内容については未定であるが、コンポーネントの一つとして流域単位のモニタリングシステムが採用される可能性がある。

Flood Control and Water Management Centre (MCUDP 他)

スリランカでは、流域モニタリングにかかる複数機関の業務上の重複や、機関間の調整メカニズムの欠如があることを背景に、機関横断的な調整と流域モニタリング、水文解析通じた災害対応・開発計画策定を目的とした Flood Control and Water Management Centre の設立が 2016 年 10 月に閣議決定された。対象流域はコロンボ都市圏であるが、都市圏に流れ込む Kelani 川の水位予測のため、Centre で運用する水文モデルやモニタリングシステムには Kelani 川全流域が含まれる模様である。センターは SLLRDC の敷地内への設置が計画されており、コンピュータや洪水コントロール用の機材は MCUDP によって供される予定である。

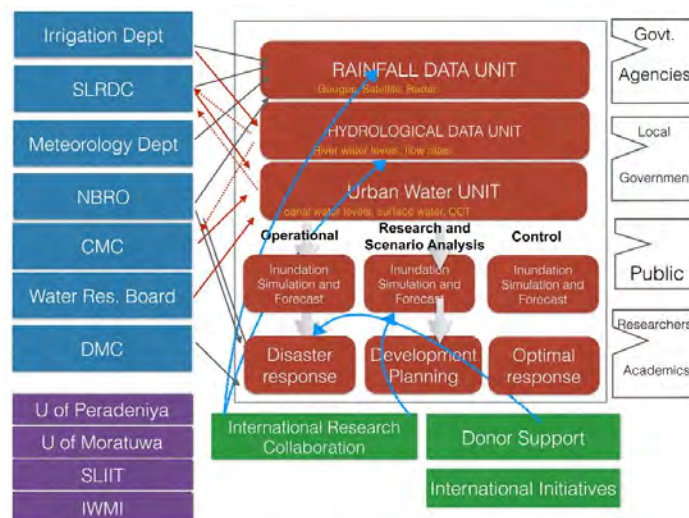


図 2.3.18 Flood Control and Water Management Centre の構想案
出典：MMWD Dr.ヘラートのプレゼン資料より

(2) 予警報発令基準と情報伝達における現状と取り組み

スリランカでは、専門機関が各種警報を発出している。以下に予警報にかかる体制/発令基準と情報伝達について示す。

1) 気象局

気象予報・警報（大雨、強風、サイクロン等）は予報課の NMC（National Meteorological Centre：予報室）より発出されている。予報課人員体制は、予報官 2 名、NWP 担当 2 名、海上予報担当 2 名で、予報官 2 名は 24 時間体制で勤務している。緊急時は、局長や部長、部長代理等も登庁して対応する。

気象予報は毎日 3 回、海上予報は毎日 2 回発出されており、シビアな気象条件が予想された場合は警報が発令される。気象予報は、スリランカ全土の予想される気象状況を総観的な記述（文章）で著したものを配信しており、定量的な予報を出すには到っていない。警報についても予報と同様のフォーマットで、一定の基準（大雨注意報：100mm/24hrs or 50mm/6hrs 以上、大雨警報：150mm/24hrs 以上、等）を満たす天候が予想

された場合に発令される。警報基準は全国一律で、発令単位は州の単位であることが多いが、県単位で発令される場合もある。

気象局では上記の短期予報のほかに、1ヶ月及び3ヶ月先の降雨傾向等に関する長期予報を数値予報モデルの結果を基に作成している。

2) 灌漑局

河川水位・雨量観測は水文部、貯水池の管理・観測は水管理部が管轄である。洪水時、水文部は24時間体制で河川水位観測の報告を受け、対応にあたる。また、水文部長・水管理部長・洪水排水部長・資産管理部長よりなるFlood Monitoring Committee (FMC) が設置される。FMC構成者及びその関係者は灌漑局オペレーションルーム(2015年末に立ち上げ)でミーティングを行い、洪水対応を協議する。

警報は基本的に実測水位をもとに発出されている。警戒水位基準は、想定される洪水災害ダメージレベルに応じて4段階(Alert:注意、Minor Flood:農地浸水・マイナー道路の浸水による一部住居の孤立等、Major Flood:長期の家屋浸水・主要道浸水等、Critical:人命被害等の深刻な被害の恐れ)に設定されている。各観測所の警戒水位は、過去の災害履歴をもとに経験的に設定されている。

実測河川水位については、水文部からDMCへ通常時は1日1回、洪水時は3時間おきにFAXで送付される。実測日水位及び日雨量については、灌漑局内で共有されるほか、クラウドを通じてDMC(EOC)とも共有されている。警報は状況により、水文部/オペレーションルームが準備したペーパーに副局長がサインしたもの、若しくは水文部長がサインしたものがFAXでDMC及びメディア等に送付される。

県レベルでは、灌漑局県事務所と県庁・県災害管理調整ユニット・郡・軍・警察・ローカルメディア等が直接連絡を取り、水位情報が伝えられるなどしている。

3) NBRO

NBROでは雨量観測データを基に技術者判断によって土砂災害警報が発令され、DMC等に通知されるとともにWebを通じて一般にも周知される。詳細については、2.3.3(1)節参照。

(3) JICA 及び他ドナーによる協力

JICA 無償資金協力、技術協力プロジェクトに加え、他ドナーにより、いくつかの予警報に関する能力強化・システム導入が実施・検討されている。

表 2.3.19 日本の支援による気象・水文観測関連プロジェクト

案件名	スキーム	開始年	終了年
気象情報・防災情報ネットワーク改善計画	無償資金協力	2007	2009
気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト	技術協力	2010	2013
気象観測・予測・伝達能力向上プロジェクト	技術協力	2014	2017
気象観測レーダー整備計画	無償基金協力	2018	2020

表 2.3.20 ドナー支援の気象・水文観測関連プロジェクト

案件名	ドナー	開始年	終了年
Dam Safety & Water Resource Planning Project (DSWRPP)	WB	2008	2018
Climate Resilience Improvement Project (CRIP)	WB	2014	2019
Climate Resilience Improvement Project Phase2 (CRIP2)		2017	2020
Metro Colombo Urban Development Project	WB	2012	2017
Green Climate Fund - Strengthening the resilience of smallholder farmers in the Dry Zone to climate variability and extreme events through an integrated approach to water management	UNDP	2016	2023
衛星画像受信装置導入 (FY2)	中国	2012	
衛星画像受信装置導入 (COMS)	韓国	2012	

(4) 課題の抽出

1) 統合気象水文データベース

スリランカでは、複数機関が気象水文観測を実施しているが、統一的なデータベースはなく、機関間の情報のやりとりも FAX が主である。その弊害として、1) 観測データの組織間共有・視覚化が不十分で現況把握に難点がある、2) 観測データの予警報への効率的な活用がなされていない、の2点が挙げられる。1) については、DMC の EOC では専門機関から気象水文データの送付を受けているが、主に FAX での受信となるためにデータの視覚化に手数がかかる状態であり、気象水文現況把握に支障を来している。2) については、灌漑局や NBRO では気象局を超える数の自動雨量計を運用しているものの観測システムが共通でなく、気象局による現況把握や予報業務には使用されていない状況である。

2) 流域モニタリングシステム

灌漑局オペレーションルームでは、灌漑局の各部署/地方出先機関及び他省庁が行っている気象水文観測のデータを取り纏めているが、現在は人力的な制約から観測データの収集以上の機能を望めない状況となっている。全国展開されている HMIS についても、流域毎の水文状況把握に適した UI とはなっていない。そのため、流域単位での現況把握が不十分となり、同一流域ながら複数の機関/地方事務所の管轄に分かれるようなところでは、お互いの調整なく貯水池放流が行われるなどの問題が発生しているほか、流域内の統合的な水資源管理を効率的に行うことが難しくなっている。そのほかには、灌漑局は貯水池・河川に主責任を持つため、都市域の小河川や内水氾濫をモニタリングする観測所が少ないという課題もある。

3) 気象予報の定量化と警報の詳細化

本調査で行った聞き取りでは、気象予報が定量的でないため避難指示の根拠として使づらい、若しくは土砂災害等の警報発令の参考としづらいといった声があった。今後、AWS の完全稼働や衛星画像受信装置の導入、気象レーダーの設置を通じて気象観測の空間的・時間的解像度の改善が行われる予定であり、予警報能力強化への寄与が期待される。予警報技術面においては、JICA の技術協力プロジェクト（気象観測・予測・伝達能力向上プロジェクト）が予報ガイダンスの開発方法について技術移転を実施していると

ころであるが、実際の運用にまでは到っていない状況である。引き続き、計画されている JICA プロジェクトや WB プロジェクト（CRIP2）を通じての技術支援が望まれる。

予警報業務を巡る”機材”環境の改善が進行中である中、それを運用する”人材”への技術支援は特に重要な分野であると思われる。

4) 適切な警報閾値の設定

気象局では、全国的に一律な基準（雨量 100mm/day 以上など）で警報を発出しており、地域の特性を反映した基準とはなっていない。警報基準の詳細化・最適化のため、JICA 技術協力プロジェクトで過去の気象観測データと災害履歴の相関を調査したものの有意な相関を得られず、2017 年 4 月現在警報値の改定は行われていない（改定方法についての技術移転は行われた）。

5) 警報受信者にとって有益で理解のしやすい情報の発信

2016 年 5 月の洪水では、専門機関や地方行政から避難を促されても住民が危険性を理解せず、避難行動を起こさないという問題が各所で散見された。警報の住民への説得性を増すため、現在は文面のみで発出されている警報文に想定氾濫マップを添付して送信するなど、住民が実際の被害を想定しやすく理解しやすい警報発出のための取り組みが重要であるとみられる。

6) 気象局・灌漑局・NBRO の地方事務所能力向上

各専門機関の地方事務所は県の災害管理委員会にも所属しており、災害発生時の対応に関する連携に一役買っている。洪水時には灌漑局県事務所と郡が共同で現場対応にあたり、水位情報を灌漑局県事務所から県災害管理調整ユニットに直接通報したりと、地方レベルの活動が機能している面もある一方、予警報発出機関の地方出先機関としての Advisory 能力は不十分であるとの指摘もあり、その能力強化が望まれる。

第3章 2016年5月豪雨災害に関する調査

3.1 2016年豪雨による災害の概況

2016年5月13～17日にかけてスリランカを襲った豪雨は、特にコロombo首都圏を含むスリランカ西部地域に甚大な被害をもたらした。

首都圏を流下するケラニ川では、流域全域にわたって15～20年確率規模の降雨が観測され、これにより生じた洪水により、およそ50万人が被災し、5万9千世帯が浸水被害を受けた。特にケラニ川下流のColombo県Kolonnawa Districtでは、当Districtのおよそ81%にあたる15万5千人が被災した。一方で、この豪雨により生じた土砂災害により、1万4千人が被災し、死者・行方不明者数は150名に上った。17日未明に発生したKegalle県Aranayakeの大規模土砂災害では、実に3つの村が完全に土砂に飲み込まれた⁹。

本章では、同豪雨災害に至る気象条件や災害発生メカニズム、ならびに発生当時のスリランカ政府の対応についてレビューする。また、特にケラニ川氾濫に焦点を絞り、近年の開発による暴露の拡大が洪水被害に及ぼした背景、ならびにこれに対するスリランカ政府の取り組み等について述べる。



ケラニ川周辺の新興住宅街の浸水状況



アラヤナケで発生した大規模土砂災害

出典：JICA チーム調査報告書

3.1.1 降雨特性からみた災害発生のメカニズム

(1) 気象概況¹⁰

2016年5月の大雨は、発達過程の初期段階にあった熱帯低気圧がスリランカに接近したことが原因であった。米国海洋大気庁の発表資料によれば、熱帯低気圧は第1インターモンスーン期の終焉期にあたる5月14日にスリランカの南南東150kmの海上弱い熱帯低気圧として発生した。低気圧は15日から17日まで中心気圧を1006hPaに維持しながらスリランカを北上し、15日にはスリランカ北部・東部・南西部、16日には北西部を中心に日雨量200mmを超える雨をもたらした(図3.1.1)。この低気圧は18日から中心気圧を低下させ、19日にはインド東海岸のベンガル湾に達して中心気圧991hPaのサイクロン“Roanu”として国際的に命名された。その後Roanuはバングラデシュに上陸し、バングラデシュ、インド、ミャンマー各地に被害をもたらし、23日に消滅した。

⁹ PDNA 中間報告資料

¹⁰ 2016年6月JICAチーム調査報告書

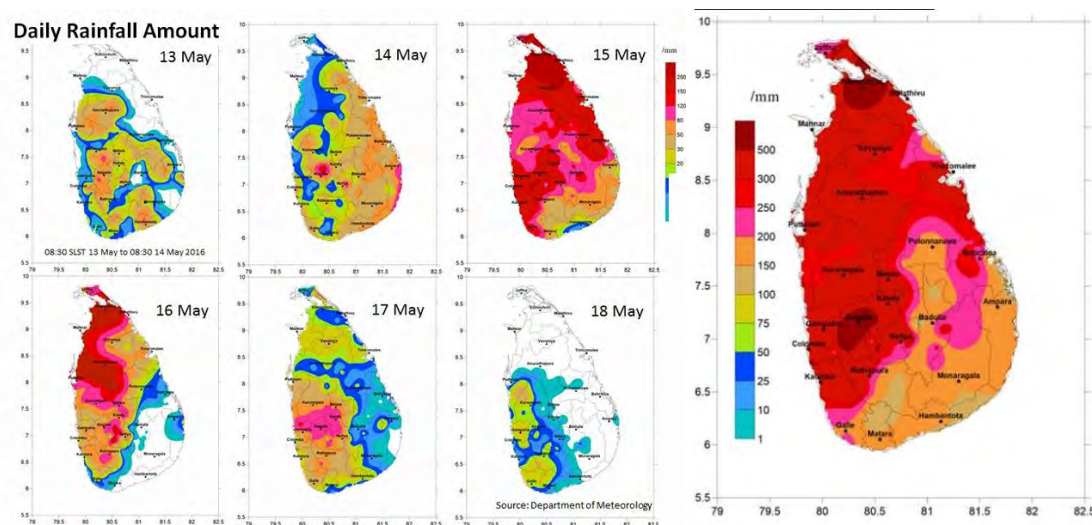


図 3.1.1 2016年5月の雨量分布

左：13～18日の日雨量／右：5月12～18日の積算雨量

出典：2016年6月 JICA チーム調査報告書

(2) ケラニ川流域における降雨特性

1) 2016年5月災害時のケラニ川流域の降雨状況

2016年5月13日には中流部で100mmを超える降雨が観測されたが、14日に降雨は一旦小康状態となった。降雨のピークとなった5月15日には流域の広い範囲で200mmを超える雨量を観測し、流域平均では203mmであった。16日、17日には上流部に降雨の中心が移り、それぞれ流域平均で82mm（16日）、73mm（17日）の降雨があった。

期間中の最大日雨量は、ケラニ川下流部の Colombo で 257mm、中流部の Avissawella では 240mm であり、15-20年確率程度の降雨であった。

2) 過去のケラニ川洪水時の降雨状況との比較

ケラニ川及びコロombo首都圏流域の過去の代表的な洪水は、主に、流域上流部の降雨が多いパターン、流域全体に降るパターン、流域下流部で集中して降るパターンの3パターンに分けられる。

下流部に降雨が集中した2010年11月と、広域的に降雨が生じた2016年5月洪水時の Colombo の時間雨量グラフを図 3.1.2 に示す。いずれも複数の降雨ピークが記録されているが、2010年洪水時は、時間100mmを超える降雨が観測されたのに対し、2016年洪水時のピーク雨量は57mm/hにとどまった。2010年洪水時は約半日で降雨が終了し、イベント総降雨の約95%が12時間で降ったのに対し、2016年洪水時は1日以上降雨が続き、12時間ピーク雨量がイベント総雨量に占める割合は約47%であった。

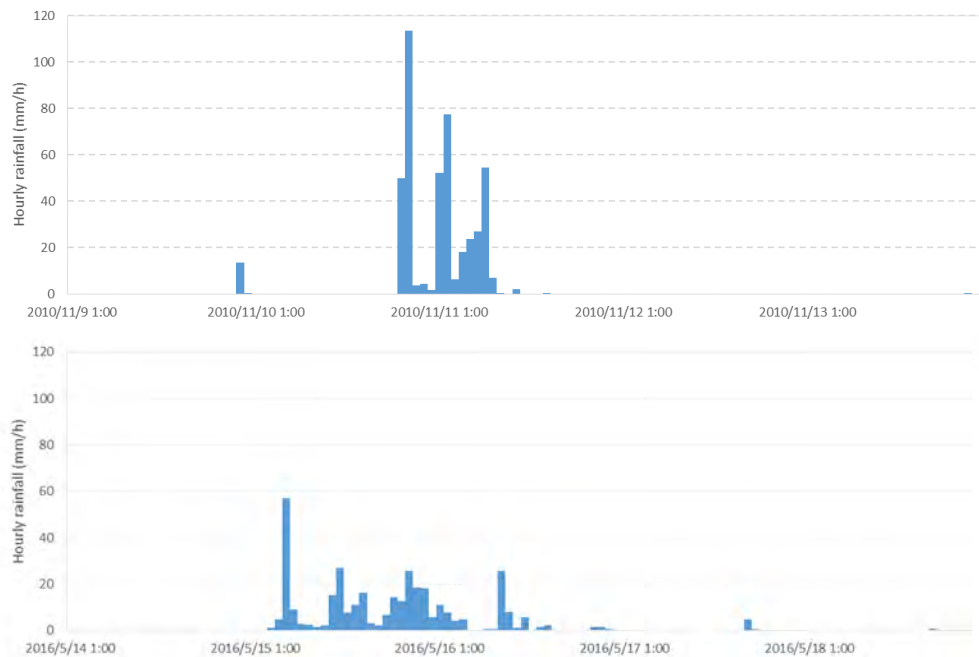


図 3.1.2 2010年11月と2016年5月洪水時のColomboの時間雨量

両イベントの洪水被災者数分布を図 3.1.3 に示す。2010年11月洪水は、降雨分布と対応して海岸沿いに洪水の被災が集中している。同イベントでの Greater Colombo 流域における最大日雨量は 50 年確率を超えたものの、ケラニ川中流域の Avissawella では 30mm/day の降雨しか観測されないなど、上流域の雨量が少なかったことが被災者分布にも表れている。それに対して、2016年5月洪水は、ケラニ川上流域でも同等の確率雨量（15-20 年確率程度）程度の降雨があったため、広域的に被災者が分布している。

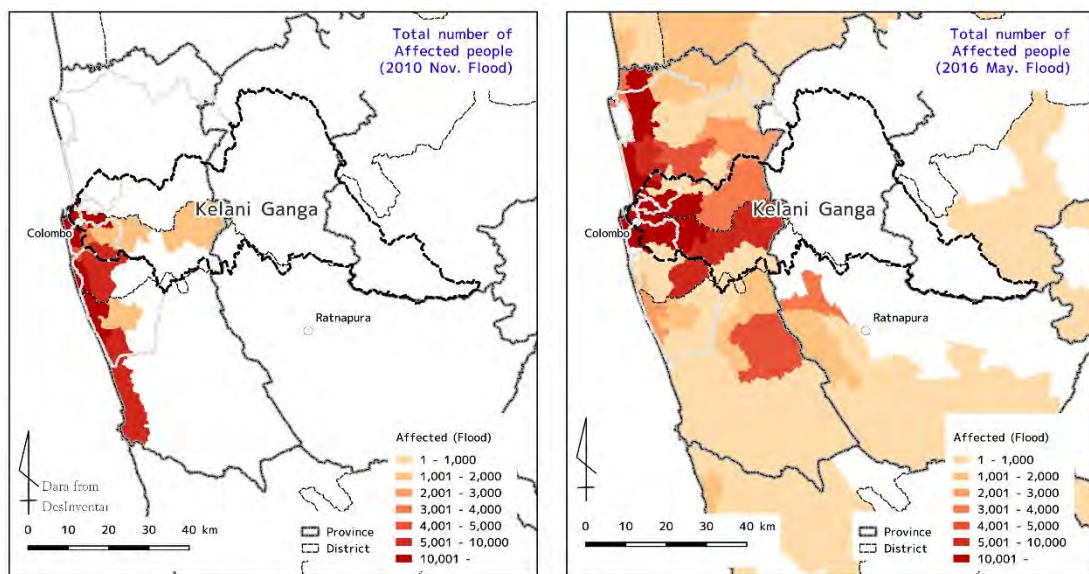


図 3.1.3 2010年11月と2016年5月洪水の被災者数分布
 出典：DesInventar より JICA 調査チームが作成

3.1.2 災害に対する政府の対応

(1) 2016年5月豪雨時の災害発生状況と各機関の対応

1) 専門機関による警報発令

2016年5月豪雨時の各専門機関の警報発出記録やEOCレポート、各機関での聞き取りをもとにした警報発出時系列と災害発生状況、DMC等の対応状況を図3.1.4に示す。

2) 2016年5月豪雨対応における課題

EOCや関係機関へのヒアリングの結果、今回の災害における各機関の対応において、以下の課題が指摘された。

- 水位等の気象水文観測データの組織間共有が非効率的であり、軍などの災害関連機関が災害の現況及び今後の見通しを正確に把握することが困難であった。
- EOCよりGNへ情報を下ろす仕組みはあるが、コミュニティからのフィードバックを受け取る機構が欠如しており、情報が末端まで届いたかの確認が出来ない状態である。
- 土砂災害警報の発令範囲は郡単位となっているが、避難対象となる範囲が広すぎて実際の避難行動を起こすことに支障がある。
- 洪水警報を受信するDMCや地方行政機関には氾濫範囲を予想するための資料がなく、過去の経験をもとに対応にあたっている。
- 上流の水位観測所で水位が上昇しMajor洪水レベルに達しているにもかかわらず、洪水警報は洪水の到達が遅い最下流の水位観測所の水位をもとに発出されたため、洪水到達前の警報発令が十分でなかった。
- 気象局は洪水発生3日前に大雨警報を発令しているが、対象範囲がスリランカ南西部と広いことや、雨量の定量予報がなされていないことから、実際の災害への備えに生かされた場面は限定的であった。
- 住民へ避難を促しても、過去の経験から洪水は来ないという過信や、財物を残して避難することへの不安、避難所のスペースが少なく不自由であることへの不満等から事前に避難する住民は少なく、後にボート等で救助される住民が多かった。
- 今回大きな被害を出したKegalle県ではあまりコミュニティ防災が活発でなかったのに対して、2014年に地すべりで多数の死者が発生したBadulla県ではその反省を踏まえて比較的活動が進んでいるとの話もあり、今後のコミュニティ防災への取り組み強化や、NBRO地方事務所とコミュニティの連携改善などが望まれる。
- 災害発生当初、Call Centreの人員体制が不十分で通報に対応しきれなかった。
- 当時DMCにはメディアユニットがなく、広報官の負担が大きすぎる状態であった。
- DMCとNDRSCの災害報告に不整合が多く、県災害管理調整ユニットに再確認が必要となるなど無用な作業が多く発生した。

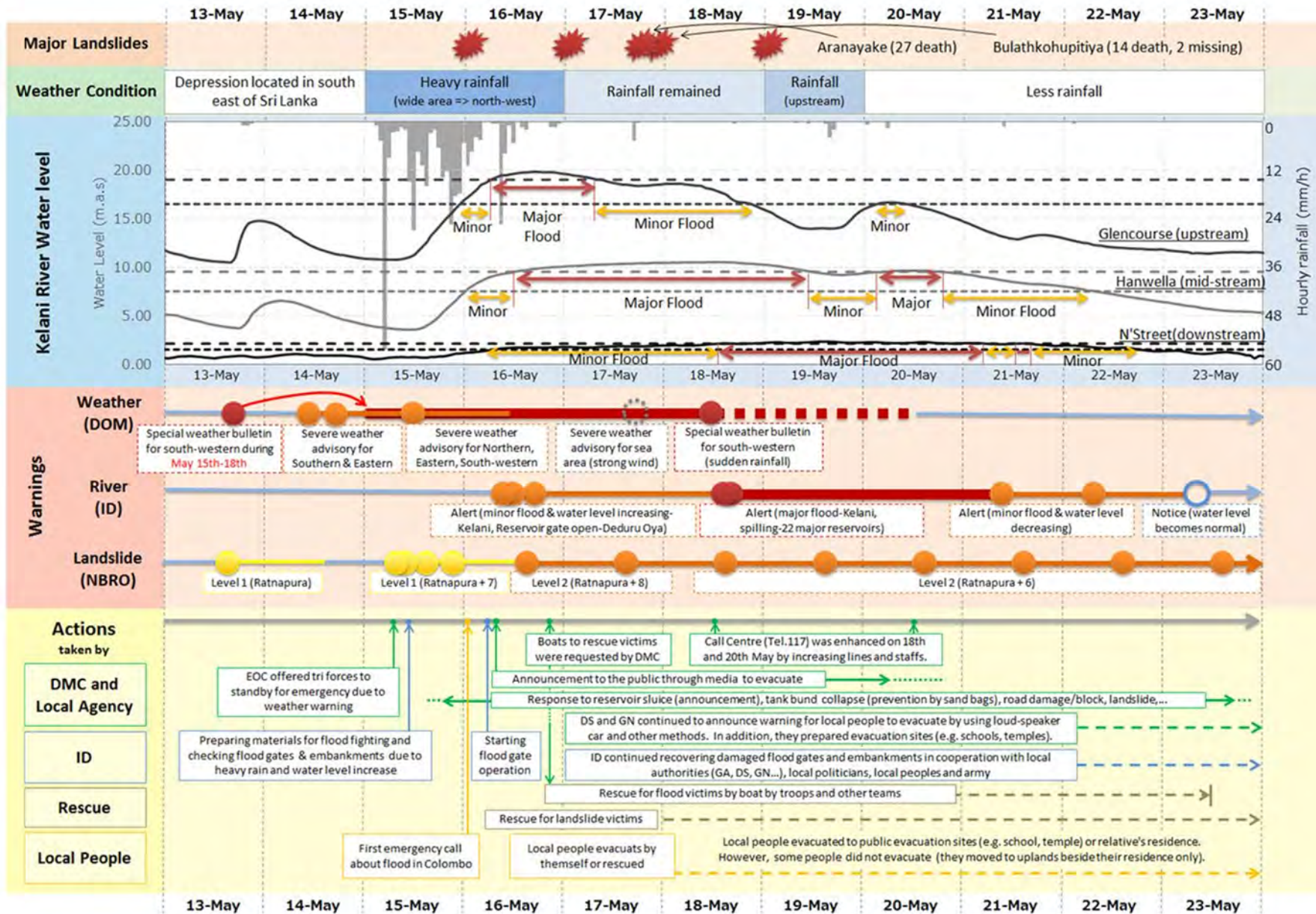


図 3.1.4 2016年5月災害時の災害発生状況と各機関の対応

出典: EOC レポート及び各機関聞き取りを基に JICA 調査チームが作成

(2) 防災関連機関の復興事業の方針・計画・取組状況

1) PDNA に基づく復興戦略

災害管理省と国家政策経済省が UNDP、WB 及び EU の支援を受けて 2016 年 5 月豪雨災害の Post Disaster Needs Assessment (PDNA) を実施した。PDNA は洪水及び土砂災害の影響を受けた 9 セクター及び 4 つの横断的課題を扱っている。国連機関、関係省庁、民間セクター、非政府組織など約 45 の機関が PDNA の実施に参画した。アセスメントの結果、損失及び損害は Rs 105 billion と算定された。内訳は損失 Rs. 18 billion、損害 R. 87 billion 及び民間セクター Rs. 95 billion、公共セクター Rs. 10 billion である。

PDNA では 4 年間に亘る復興戦略が提案され、必要額は Rs. 139 billion と算定された(表 3.1.1 参照)。今後、関係省庁が復興事業に必要な計画を策定し、計画実施に必要な財政措置を受ける事になる。復興戦略(より安全なスリランカづくり)では、仙台防災枠組の、より良い復興(Build Back Better)に基づき、以下を提案している。

- 構造物対策：1) 25,000 戸の家屋、病院 2 箇所、学校 8 箇所の移転、2) 洪水防御システムの強化、3) Mehtomulla 廃棄物投棄場の移転
- 非構造物対策：1) 関連産業の事業継続計画の策定、2) 小企業の登録と保険にかかる啓発、3) 洪水時の電力、病院、学校等のサービス継続のための事前準備、4) 既存の規制・土地利用計画のより強力な執行

表 3.1.1 PDNA による損害・損失額及び復興必要額

Sector	Damage Million Rs.	Losses Million Rs.	Total Impact Million Rs.	Total Recovery Needs, Million Rs.
Social Sectors	56,826	473	57,299	123,939
Housing, Lands and settlement	55,822	256	56,078	122,493
Health and Nutrition	479	119	597	1,033
Education	526	99	624	413
Productive Sectors	23,594	10,972	34,565	2,439
Flood security, Agriculture, Livestock, Fisheries	1,698	1,902	3,600	2,412
Industry and Commerce	21,895	9,070	30,966	27
Infrastructure	6,441	574	7,015	6,990
Irrigation	1,723	0	1,723	1,968
Water and Sanitation	367	77	443	670
Transport	4,143	44	4,187	3,987
Power supply	208	454	662	365
Cross cutting issues	167	5,851	6,019	5,700
Environment	27	543	570	231
Disaster Risk Reduction	140	254	394	320
Employment and Livelihoods	0	5,054	5,054	5,117
Gender and social inclusion	0	0	0	32
Total	87,028	17,870	104,899	139,066

出典：MDM Progress Report 2016 より

2) ケゴール県土砂災害の復興事業・移転計画

2016年5月豪雨により山間地域では数多くの土砂災害が発生し、Kegalle 県全体で9,983世帯36,121人が影響を受けており、全壊168戸、半壊1,631戸の被害が発生した。このうち最も被害が大きかったのはAranayake地区であり、756世帯2,401人が影響を受け、死者及び行方不明者を含めて127人となっている。なお、大規模な土砂災害が発生したAranayake地区ではDistrict Secretary及びNBROから被災地域の周辺部も含めて避難が推奨されており、約500世帯1,700人が5つの一時避難所（学校、寺院、公共の広場等）に分かれて避難生活を送っている。

2.3.3(1)項で示したようにMeeriyabedda地区の住民移転では、全体を調整する機関がいなかったことが課題として挙げられた。そのため、この災害では当初より災害管理省がKegalle県の県調整員会（District Coordinating Committee）およびDistrict Secretaryをサポートする形で事業が進められている。

実施体制及びプロセス

主たる実施機関はDistrict Secretaryとなっているものの、NBROではケゴール県内の住民移転に対する専任部署を設置しプログラム全体運営をサポートしている。また、このプログラムに関するガイドラインをNBROの主導で作成しており、ケゴール県職員及び対象者に配布するとともに、説明会等も併せて実施している。表3.1.2に実施プロセスを示す。

表 3.1.2 住民移転の実施プロセス

項目	概要
用地の選定	NBRO ケゴール事務所及び専任部署が住民移転に適した用地の取得、区画整理等を行う。
住宅の設計	NBROによる設計もしくは議会で承認を得た間取り（平面図）が推奨される。支援対象者が独自の間取りを要望した場合、NBROの承認が必要となる。
施工監理	NBROがDistrict SecretaryのTechnical Officerを支援・監督するとともに、必要なガイドライン等を提供する。住宅建設後、コアハウスの要件を満たす適合証明書を発行する。
経済的助成	支援対象者は用地取得から住宅の施工状況に応じて、合計120万ルピーの助成金を5段階に分けて受け取ることができる。なお、自己の所有する土地に住宅を建設した場合は40万ルピーとなる。

出典：Implementation Guidelines for Home Owner Driven Construction Programme for Landslide Victims – Kegalle District

住民移転にあたっての課題

上記のような助成プログラムを政府で用意しているが住民移転に関しては、安全な土地が十分に確保できないということも課題の一つである。移転後の生活や仕事等を懸念する地域住民との合意形成が困難なケースもあり、NBROから聞き取りでは約2年程度の期間を要すると見込まれている。スリランカ政府としては、住民移転に関する最終的な判断は各地域のDistrict Secretaryに委ねられるため、Kegalle県の現地関係機関とも調整しながら引き続き対応していく方針が示されている。

3.1.3 洪水・内水氾濫ハザードの発生原因の分析

(1) ケラニ川および支川流域の概要

ケラニ川は流域面積 2,314km² とスリランカでも 7 番目に大きな流域面積を有する川である。国の中央部に流れを発し、西部州を横断して海に至る。上流の山地部は急峻な地形をなしているが、下流部にはおおむね標高 100m 以下の低平地が広がっており資産の集中するコロombo首都圏北部を貫流する。最下流部の左岸側には、コロombo中心部や首都のスリジャヤワルダナプラコッテといったコロombo首都圏を含む Greater Colombo 流域が支川流域として存在している（図 3.1.5 参照）。

流域全体が国の湿潤地域に位置しており、年間平均流出量は 3,400MCM（million m³）である。最上流部には水力発電のための 5 つのダムが建設されており、これらの総発電容量は 335MW である。

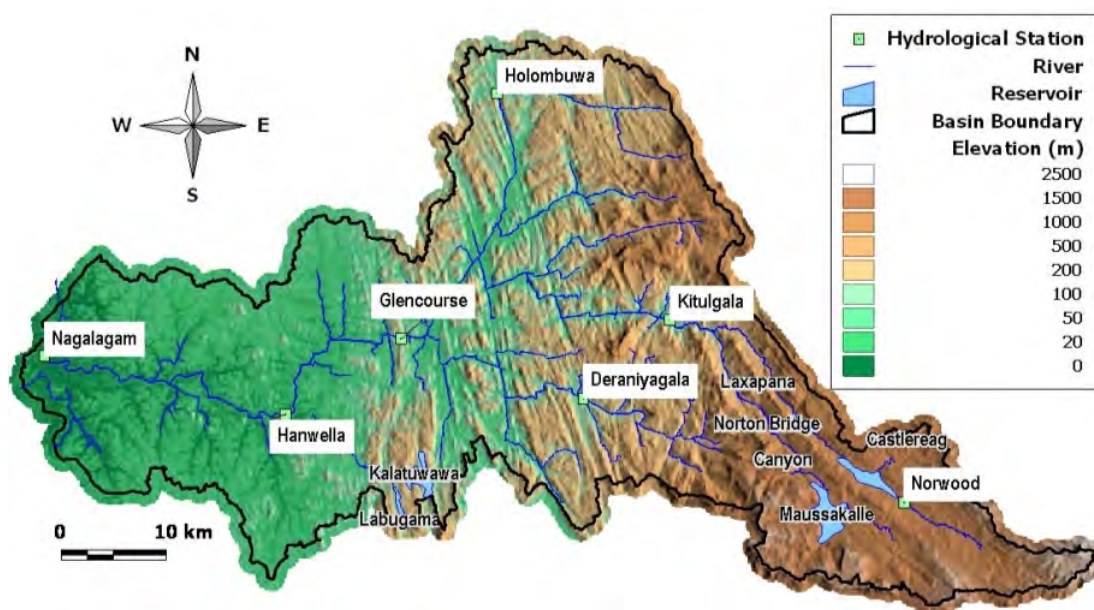


図 3.1.5 ケラニ川流域全体図

出典: 灌漑局、土地開発公社の GIS データをもとに JICA 調査チームが作成

低平地部では古くから水田が開発されてきており、この水田をケラニ川本川の氾濫から守るために、1920 年代から Minor Flood Control Scheme と呼ばれる治水構造物がケラニ川本川と支川の合流地点付近に建設されている。これはケラニ川本川の中小規模の洪水時において、ケラニ川本川からの逆流が支川流域に及ばないようにするための構造物であり、合流地点の締め切り構造物とフラップゲートもしくは手動式ゲートからなる。右岸側に 20、左岸側に 26 の構造物が配置されている（破壊され現在使用されていないものも含む）。概ね 1/5 程度のケラニ川本川の洪水を対象としているとされており、それ以上の規模の洪水が発生する場合には、構造物を越流して支川流域に逆流が及ぶ。こうした大洪水時の支川流域へ逆流による洪水貯留は、下流河道のピーク流量の低減と遅延に寄与するものと考えられ、最下流に位置するコロombo中心部の洪水リスク低減にも貢献

しているものと期待される。

ケラニ川最下流部には、Major Flood Protection Scheme と呼ばれる堤防が 1920 年代に建設されており、左岸側堤防はコロombo中心部を、右岸側堤防はケラニヤをそれぞれ防御している（図 3.1.6 参照）。左岸側堤防とケラニ川の間は幅 2km に及ぶ場所がある氾濫原であり洪水防御の観点からは氾濫流の貯留効果が期待できる場所である。この場所は、非防御地域（Unprotected Area）とされてきたが、近年都市化の影響から宅地が進行している。

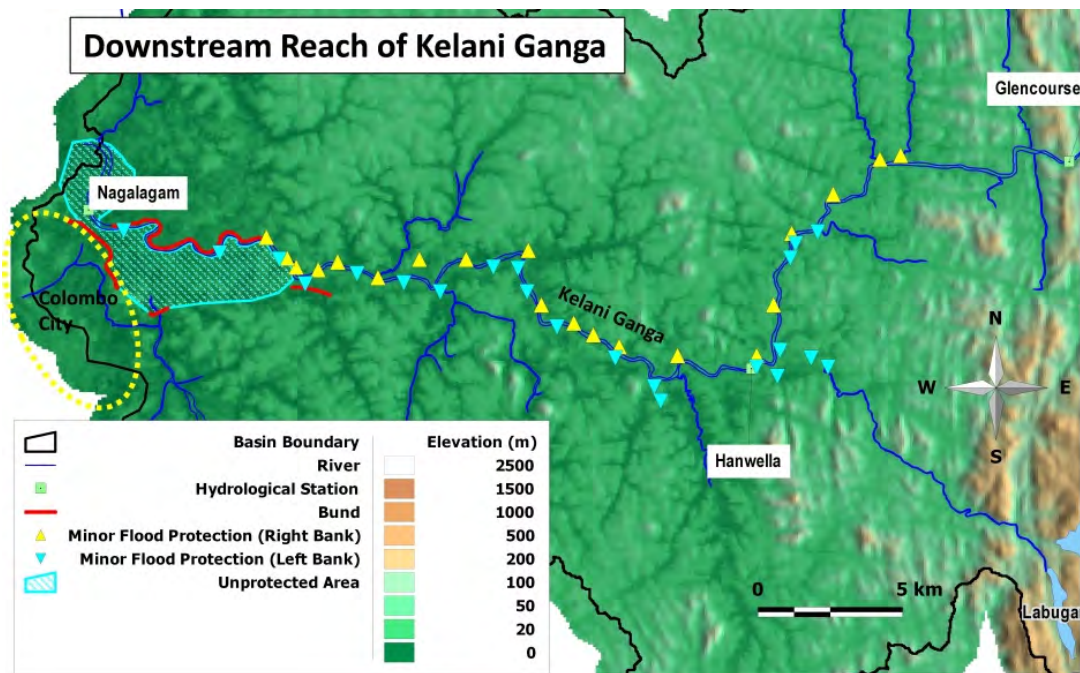


図 3.1.6 ケラニ川下流の治水構造物

出典: 灌漑局、土地開発公社の GIS データをもとに JICA 調査チームが作成

ケラニ川では、1993 年に作成された Scheme of Organization and Standing Orders to Safeguard City of Colombo from Floods in Kelani Ganga において、洪水規模の分類と洪水時の対応が規定されている。代表水位観測地点の水位により、表 3.1.3 に示す分類がなされている。

表 3.1.3 ケラニ川の代表水位観測地点の水位による洪水規模分類

洪水 カテゴリー	Nagalagam		Hanwella		Glencourse	
	水位 (m MSL)	リターン ペリオド (年)	水位 (m MSL)	リターン ペリオド (年)	水位 (m MSL)	リターン ペリオド (年)
Minor	1.52	2	7.52	<2	16.5	2
Major	2.13	8	9.52	5	19.0	5
Dangerous	2.74	50	n.a.		n.a.	
Critical	3.66	>100	n.a.		n.a.	

出典: Scheme of Organization and Standing Orders to Safeguard City of Colombo from Floods in Kelani Ganga (1993)
 および灌漑局のデータをもとに JICA 調査チームが作成

JICA は 2009 年にスリランカ国防災機能強化計画調査のなかで、ケラニ川の治水計画を検討している。

短期施策としては、既存の Minor Flood Control Scheme の修復と改善が推奨された。

長期目標の治水安全度は 1/20 と設定し、それを達成するための対策案として、本川沿いの築堤、上流の治水ダム建設、自然遊水地の強化を取り上げ、その組合せを論じた。検討の結果、主として費用対効果の面から本川沿いの築堤と自然遊水地の強化の組合せが推奨された。図 3.1.7 に推奨案を示す。

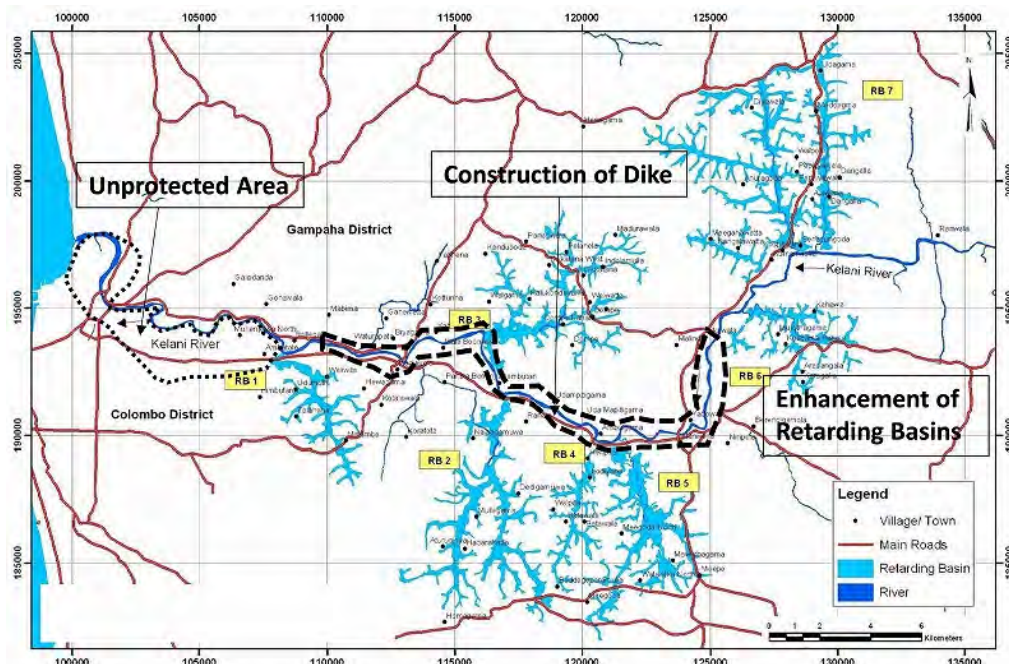


図 3.1.7 スリランカ国防災機能強化計画調査におけるケラニ川治水計画の検討
出典: スリランカ国防災機能強化計画調査 (2009) をもとに JICA 調査チームが加筆。

推奨された自然遊水地の強化は、既存の支川流域における洪水貯留効果を保全、強化するものであり、本川から支川への逆流による洪水貯留効果を治水計画に明確に位置付けたという点でとても意義深いものである。

一方、推奨された本川沿いの築堤区間は、非防御地域 (Unprotected Area) の上流部となっており、非防御地域は、相変わらず防御されない地域のままの扱いとなった。このため、たとえ目標 1/20 の長期計画の本推奨案が実施されたとしても、非防御地域の氾濫がなくなることはない。

ケラニ川の支川流域で資産の集積する Greater Colombo 流域における治水安全度は 1/50 を目標として計画されているが、ケラニ川本川の本計画では 1/20 を長期目標としており、本川と支川の目標治水安全度のバランスが悪いようにも感じられる。

灌漑局によれば、2009 年に検討されたケラニ川の治水計画は、短期施策については自国資金で実施中であり、長期目標のための施策についてはまだ実施されていない。このような中で、2016 年 5 月にケラニ川において大規模な洪水が生じることとなった。

(2) 河川水位と氾濫域

1) 河川水位

ケラニ川の3つの水位観測地点における年最大水位の経年変化を図 3.1.8 に示す。2016年5月災害では、最下流の Nagalagam 観測所において、1989年以來となる Major Flood の水位 2.13m を超える 2.33m を記録した。Hanwella、Glencourse 観測所においても Major Flood の水位を超え、それぞれ 10.51m、19.81m を記録した。2016年の最大水位の生起確率を評価すると、それぞれ、Nagalagam で 1/15、Hanwella で 1/10、Glencourse で 1/10 となる。

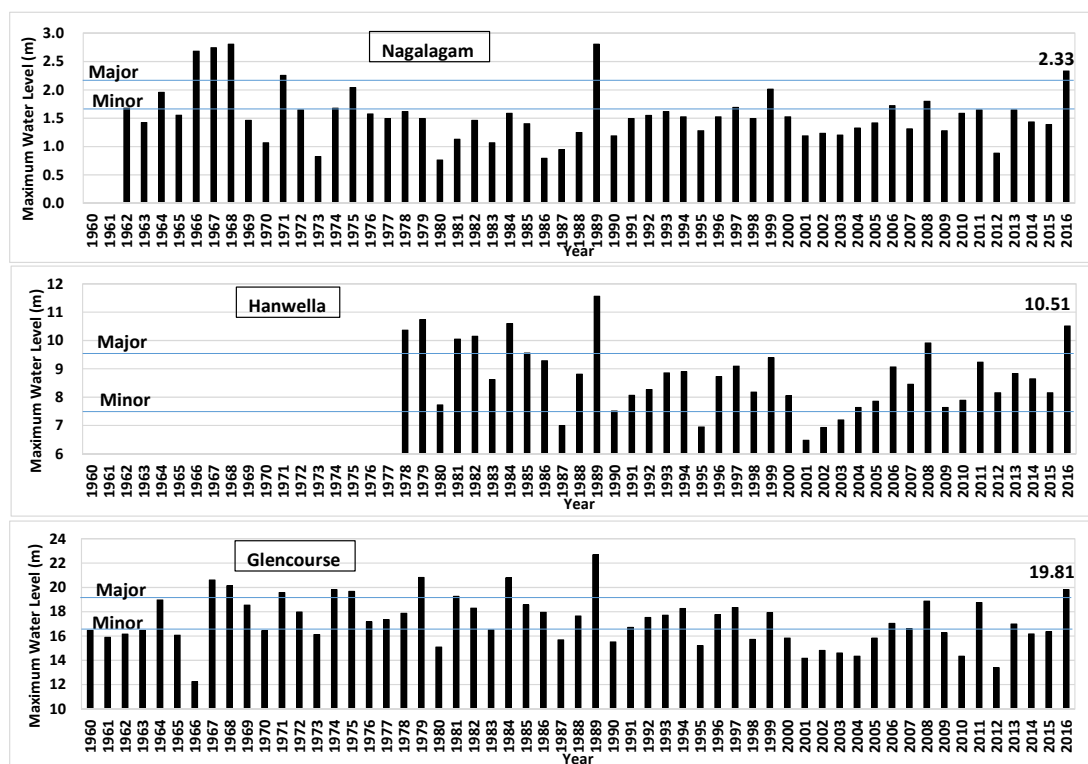


図 3.1.8 ケラニ川における年最大水位の経年変化
 注：横軸の年は水文年（10月から翌年9月まで）を示す。出典：灌漑局

2016年5月災害時のケラニ川および大コロンボ流域のハイトグラフとハイドログラフを図 3.1.9 に示す。ここでハイトグラフはそれぞれの流域平均雨量を示している。

雨量については、ケラニ川流域と大コロンボ流域ではほぼ同じ雨量、パターンの雨となっており、5/15 にピークを記録している。

Glencourse 観測所では雨量のピークからほぼ1日遅れの5/16 17:00 にピーク水位を記録している。しかし、下流への洪水伝播は極めて遅く、Hanwella、Nagalagam のピーク水位はそれぞれ5/18 10:00（タイムラグ41時間）、5/19 14:00（タイムラグ69時間）となっている。このような洪水伝播の遅れは、支川流域への逆流等による貯留効果が大きく効いていることを示唆している。

このようなピーク水位の遅れはあるものの、いずれの観測所においても比較的早い時間から Minor flood の水位に達しており、Minor flood の水位以上の継続時間は 100-150 時間と長い。さらには、Minor flood の水位到達時間の観測所間のタイムラグは Glencourse-Hanwella 間で 4 時間、Hanwella-Nagalagam 間で 3 時間と比較的に短いことに留意する必要がある。

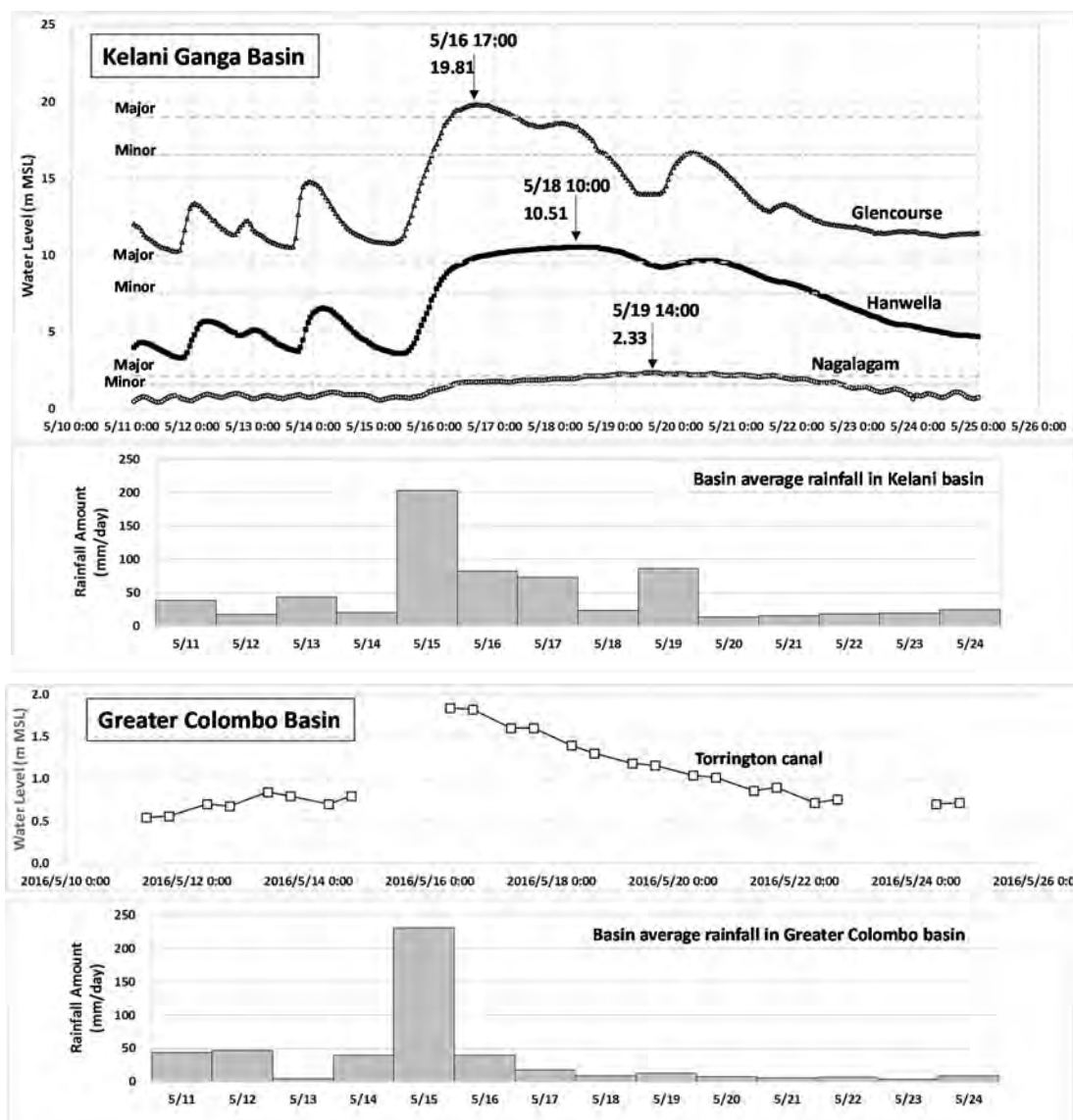


図 3.1.9 2016 年 5 月災害時のケラニ川および大コロombo流域のハイトグラフとハイドログラフ

出典: 灌漑局、土地開発公社、気象局

一方、大コロombo流域内の Torrington canal 水位観測所では、5/15 のピーク雨量にすぐに反応するように 5/16 8:00 にピーク水位 1.84m を記録しているが、すぐに水位は低下している。最大水位は基準水位の 2m に達しておらず、Greater Colombo 流域では大規模な氾濫は生じていない。

2) 氾濫域

2016年5月災害時のケラニ川周辺の氾濫域について、測量局が中心となって作成した氾濫実績図、灌漑局が作成した氾濫実績図、LiDAR データとの整合性を考慮し、図 3.1.10 に、Glencourse 水位観測所より下流における氾濫実績図を作成した。

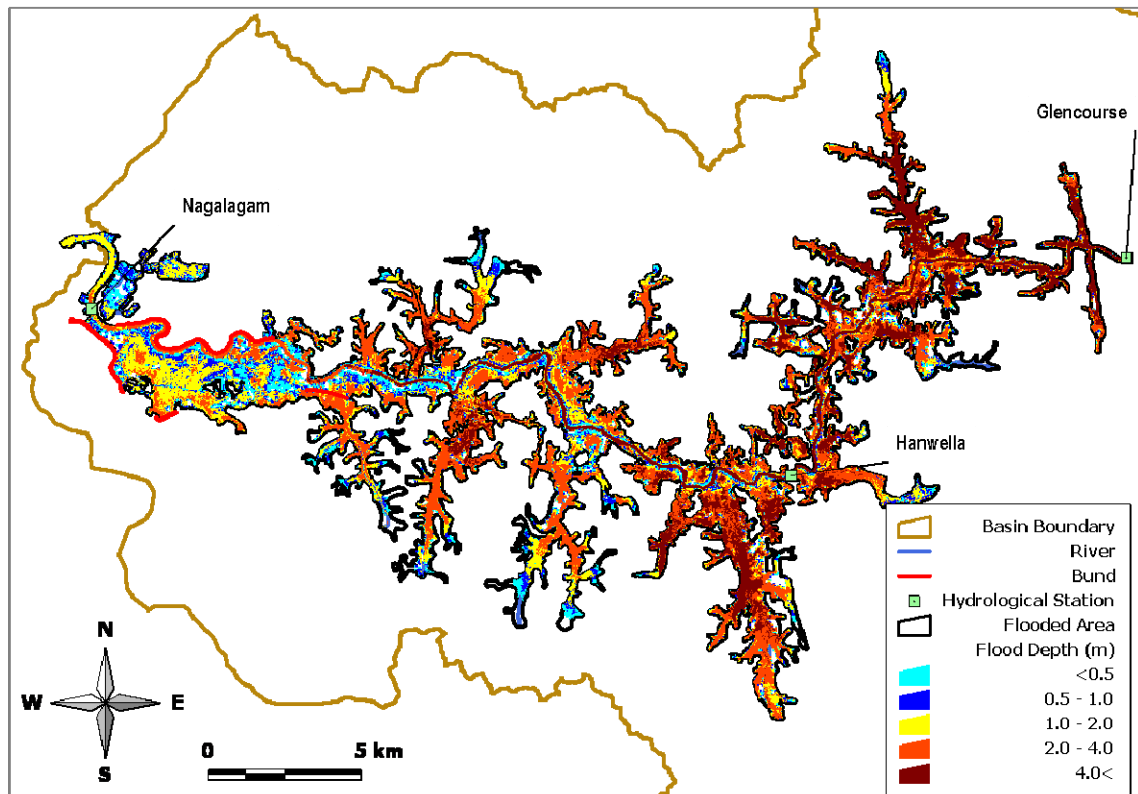


図 3.1.10 2016年5月災害時のケラニ川周辺の氾濫域と氾濫水深の推定図

出典: JICA 調査チーム

(3) ケラニ川に沿った河川施設の運用状況とその影響

ケラニ川には、最上流域に5つの水力発電用ダムと中流域の支流に2つの都市用水用ダムが存在する。2016年5月災害時のこれらのダムの操作記録は不明であるが、CRIPの中で実施された気象水文サービスに関するレビュー¹¹によれば、これらのダムの貯留効果により幾分か洪水ピーク流量の低減が期待されるとしている。

2016年5月災害時には、ケラニ川右岸の Minor Flood Protection Scheme を管轄する灌漑局 Gampaha Division、ケラニ川左岸の Minor Flood Protection Scheme および Major Flood Protection Scheme を管轄する灌漑局 Colombo Division の職員を中心として、灌漑局の他部局からの応援職員を交えて、洪水期間中ほぼ無休でこれらの河川施設の運用と巡回点検を実施している。表 3.1.4 に主な活動状況をまとめる。

¹¹ A World Bank Report on Meteorological and Hydrologic the need for Modernization Investment Plan, Meteorological and Hydrological Services in Sri Lanka, 2016.

表 3.1.4 2016年5月災害時のケラニ川に沿った河川施設の運用状況

日時	主な活動	
	Major Flood Protection Scheme	Minor Flood Protection Scheme
5/16 - 5/17	・ 堤防の巡回点検	・ 一部構造物周辺において土嚢設置
5/18	・ 午後2時ごろ、右岸側堤防で漏水箇所を発見し、土嚢による緊急対策実施	・ ケラニ川の水位上昇により、Minor Flood Protection Scheme は機能せず、支流への逆流発生。 ・ 2カ所のゲートでダメージが発生し、応急措置実施
5/19 - 5/22	・ 灌漑局専門家による堤防観察の継続実施 ・ 右岸側堤防のさらなる漏水箇所において土嚢による緊急対策実施	
5/23		・ ケラニ川の水位が低下したため、支川流域に貯留した水がスムーズに本川に戻るかどうかを監視
5/24 - 5/31		・ ケラニ川左岸の Bomiriya 地点のゲートに洪水時に破壊された家屋が滞留してフラップゲートが機能しなくなったため、支川流域の水が引かない。このため、付近の堤防の一部を掘削してバイパス水路を設けて支川流域の水を本川に戻す。

出典:灌漑局

(4) 過去の洪水との比較

過去の代表的洪水発生時における、ケラニ川流域および大コロombo流域の流域平均雨量とケラニ川、大コロombo流域の代表的水位観測地点の最大水位を表 3.1.5 にまとめた。過去の代表的洪水は以下の3つのパターンに分けられる。

- パターン1: ケラニ川上流域で降雨量が多く、ケラニ川本川の氾濫が卓越する。
- パターン2: ケラニ川流域全体で降雨量が多く、ケラニ川本川の氾濫と Greater Colombo 流域など支川流域からの流出による水位上昇と浸水が生じる。
- パターン3: ケラニ川下流部で降雨量が多く、Greater Colombo 流域など支川流域からの流出による氾濫現象が卓越し、ケラニ川本川の氾濫はほとんどない。

2016年5月災害はパターン2の代表事例であるといえる。パターン1の代表事例は1989年6月洪水、パターン3の代表事例は2010年5月および11月洪水である。

表 3.1.5 過去の代表的洪水発生時における代表的水位観測地点の最大水位

イベント	最大日雨量 (mm)		最大5日雨量 (mm)		最大水位 (m MSL)				パターン
	Kelani Ganga basin	Greater Colombo basin	Kelani Ganga basin	Greater Colombo basin	Kelani Ganga basin			Greater Colombo basin	
					Nagalagam	Hanwella	Glencourse	Torrington Canal	
1989 Jun	188.5	72.1	578.6	135.7	2.79	11.56	22.68	-	1
1992 Jun	112.9	330.3	291.2	369.6	1.55	8.27	17.62	-	3
1999 Apr	129.6	253.4	301.0	320.3	2.01	9.39	17.92	1.28	1
2005 Nov	152.9	239.8	269.1	406.7	1.72	9.07	15.51	1.76	(2)
2008 Jun	102.3	78.5	315.0	206.4	1.80	9.51	18.04	2.26	2
2010 May	92.2	137.2	347.5	473.2	1.58	7.93	14.33	1.88	3
2010 Nov	61.2	331.3	149.0	343.8	0.96	4.99	12.92	2.34	3
2016 May	203.0	231.4	468.0	366.3	2.33	10.51	19.81	1.84	2

出典: 灌漑局、土地開発公社、気象局のデータをもとに JICA 調査チームが作成

3.1.4 洪水・内水氾濫による被害状況

(1) 河川施設の被災状況

1) Major Flood Protection Scheme

2016年5月災害時には、右岸側堤防の5カ所において堤体からの漏水が発生し、土嚢を積むなどの緊急対策が実施された。水位の高い状態が長期間継続したため、堤体自体は危険な状態にあったと考えられる。本堤防は1920年代に構築されたものであり、堤体安全度の点検と堤防強化が必要となると考えられる。

2) Minor Flood Protection Scheme

灌漑局によれば、46のMinor Flood Control Schemeのうち、2016年5月災害以前から5カ所が完全に流失しており存在していなかった。これに加えて、2016年5月災害以前からダメージを受けていたものを含め、2016年5月災害後に復旧が必要とされるものは18カ所である。

(2) 洪水・内水氾濫による被害の推定

1) 氾濫域内の土地利用

推定されたケラニ川周辺の氾濫域（Glencourseより下流部）の面積は101km²であり、Colombo県とGampaha県の10のDSに広がっている。このうち、Kolonnawaでは全DS面積の約60%で浸水が生じている。

氾濫域内のDSごとの土地利用状況を図3.1.6に示す。氾濫域内の土地利用としては、Cultivated Areaが44%と最も大きく、次いでBuiltup Areaの34%が大きい。Kolonnawaでは、氾濫域内の70%がBuiltup Areaとなっており、他のDSと比べて市街地の浸水割合が極端に大きくなっている。

表 3.1.6 氾濫域内のDSごとの土地利用状況

	総面積	氾濫域面積	Bare land	Builtup Area	Cultivated Area	Forest	Water Body	Wetland
COLOMBO	502.83	64.42	3.82	24.15	24.81	0.00	4.35	7.29
Colombo	17.78	0.52	0.03	0.13	0.00	0.00	0.37	0.00
Homagama	119.57	8.12	0.49	1.92	3.89	0.00	0.40	1.43
Kaduwela	88.07	20.35	1.43	6.96	7.79	0.00	1.24	2.93
Kolonnawa	25.73	14.03	0.97	10.53	0.76	0.00	0.96	0.81
Padduka	105.62	1.09	0.00	0.19	0.83	0.00	0.06	0.01
Seethawaka	146.06	20.30	0.90	4.43	11.53	0.00	1.33	2.12
GAMPAHA	319.95	37.33	1.43	10.15	19.09	0.06	3.07	3.53
Biyagama	60.58	9.08	0.47	3.23	3.26	0.00	0.74	1.37
Dompe	179.07	24.89	0.37	5.36	15.79	0.06	1.58	1.73
Kelaniya	21.73	2.94	0.57	1.44	0.00	0.00	0.50	0.43
Wattala	58.57	0.43	0.02	0.12	0.03	0.00	0.25	0.00
総計	822.78	101.75	5.25	34.30	43.90	0.06	7.42	10.82

単位:km² 出典: JICA 調査チーム

2) 被害の推定

2016年5月災害後に実施されたPDNAでは、全国における総被害額 US\$ 572 million と推定し、そのうち住宅・土地セクターの被害額が US\$ 382 million と全体の約70%近くを占めると報告している。

ここでは、推定された氾濫域内の浸水深分布とDMCによる氾濫域周辺の建物情報をもとに、ケラニ川の氾濫による一般資産被害額を推定する。推定は以下の方法で行った。

- 氾濫域内の建物情報は、DMCが衛星画像をもとにトレースし、Open Street Map で公表しているGISデータを用いる。このデータは、JICA支援のLiDARデータ作成時に使われたオルソフォトにおける建物情報とほぼ一致し、既存データの中では最新の建物情報であると考えられる。
- 建物の位置ごとの氾濫水深から建物ごとの被害率を求める。家屋の被害率については、Komolafeら(2016)¹²によるケラニ川の洪水による建物被害を調査した結果に基づき設定する。彼らは建物を4種類(石造建築、コンクリート補強石造建築、木造建築、商用建築)に区分して被害率を設定している。本調査では、2012年のセンサスデータからDSごとの建築物タイプの割合を参照して、DSごとの平均的被害率カーブを算出し、これを適用する。家財の被害率については、わが国の治水経済マニュアルを基に設定する。
- 家屋、家財資産価値としては、スリランカ国防災機能強化計画調査(2009)で設定した値に消費者物価指数を考慮し2016年5月時点の価格に修正したものを用いる。建物のタイプによって家屋、家財資産価値は異なるが、2012年のセンサスデータからDSごとの建築物タイプの割合を参照して、DSごとの平均的な家屋、家財資産価値を算出し、これを適用する。

表 3.1.7 被害額推定に用いる家屋、家財資産価値 (2016年5月)

建築物タイプ	平均家屋資産価値 (US\$)	家屋資産価値に対する家財の資産価値の比率 (%)	平均家財資産価値 (US\$)
Improvised	680	30	204
Semi-Permanent	10,270	30	3,081
Permanent	20,652	30	6,196

出典: スリランカ国防災機能強化計画調査(2009)をもとに消費者物価指数を考慮して推定。換算レート 1LKR = US\$0.00656 を用いた。

以上より、ケラニ川の氾濫による一般資産の直接被害額は US\$ 153 million と推定された。DSごとの一般資産の直接被害額は、表 3.1.8 に示す通りである。Kolonnawaの被害額が全体の約60%を占めている。図 3.1.11 には、GNごとの推定直接被害額分布を示した。

¹² A. A. Komolafe, S. Herath, R Avtar: Development of Generalized Loss Functions for Rapid Estimation of Flood Damages. A Case Study in Kelani River Basin, Sri Lanka, in preparation for publication (2016) .

表 3.1.8 DS ごとのケラニ川の氾濫による一般資産の直接被害額の推定値

	資産の直接被害額 (US\$ million)	比率 (%)
COLOMBO	125.90	82.3
Colombo	1.40	0.9
Homagama	3.14	2.1
Kaduwela	17.83	11.7
Kolonnawa	91.47	59.8
Padduka	0.00	0.0
Seethawaka	12.06	7.9
GAMPAHA	27.00	17.7
Biyagama	7.61	5.0
Dompe	13.91	9.1
Kelaniya	4.23	2.8
Wattala	1.25	0.8
総計	152.90	100.0

出典: JICA 調査チーム

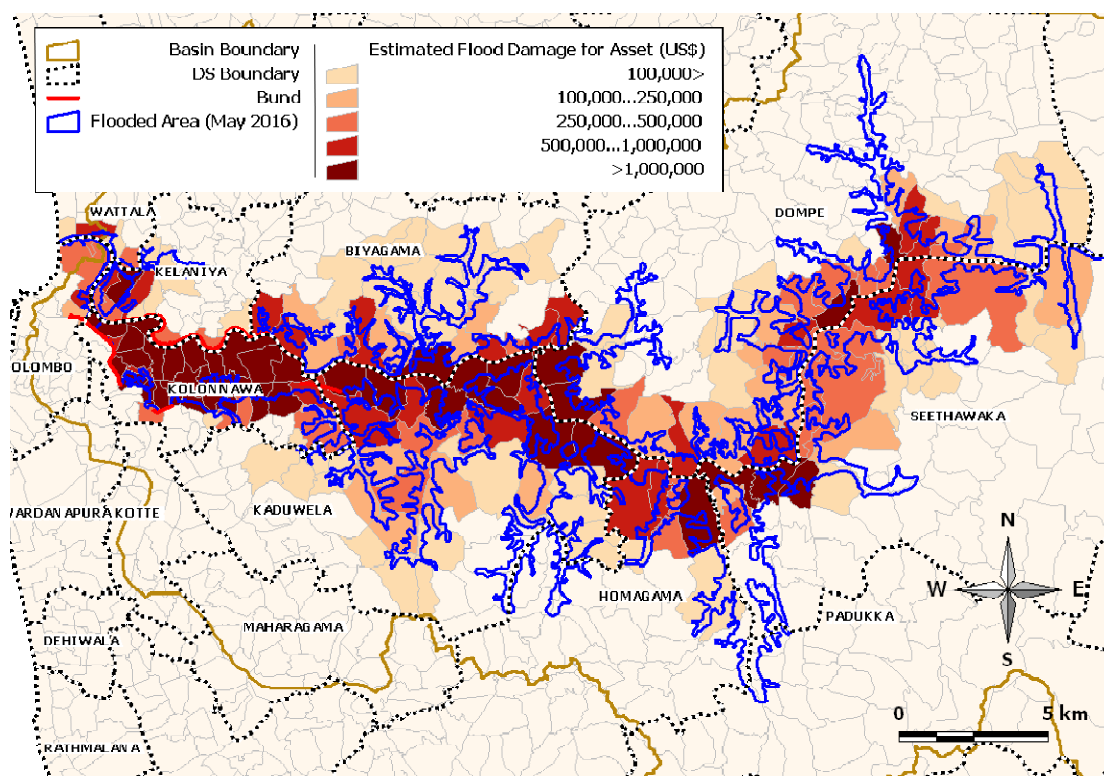


図 3.1.11 GN ごとのケラニ川の氾濫による一般資産の直接被害額の推定値

出典: JICA 調査チーム

(3) 氾濫エリアの暴露のトレンド

氾濫域における洪水災害への暴露のトレンドを確認するために、2000年及び2015年時点のグリッドベースの人口分布 (LandScan データ: 約 1km 格子単位) と氾濫域データを重ね合わせて分析した (図 3.1.12 参照)。

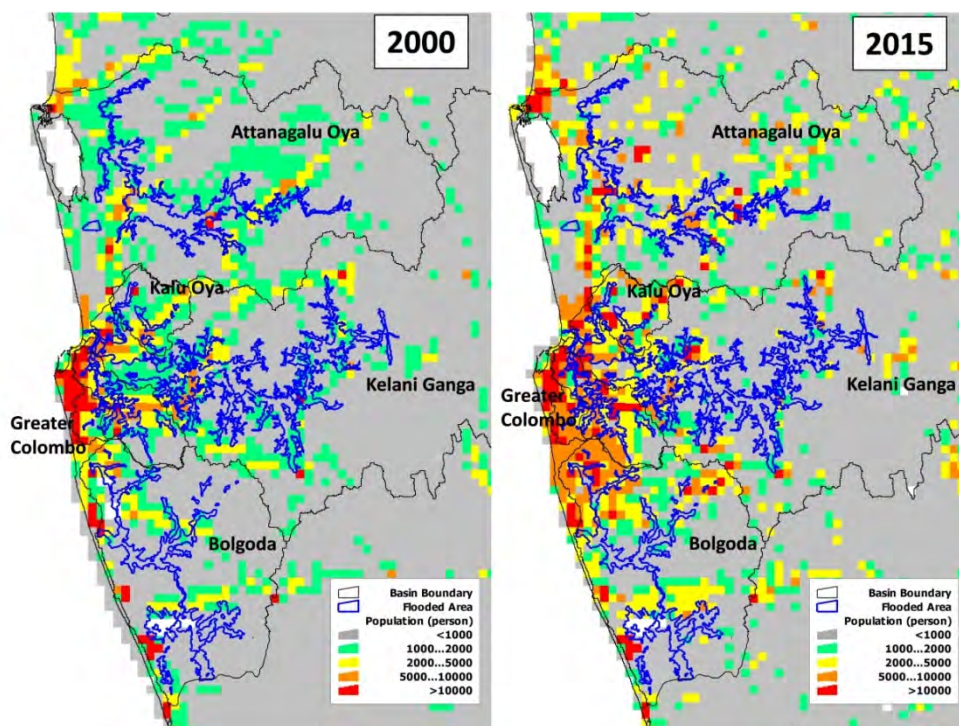


図 3.1.12 コロンボ都市圏周辺の氾濫域と人口分布の変化

出典: LandScan データ、コロンボ都市圏排水計画マスタープラン調査 (2003) をもとに JICA 調査チームが作成。

氾濫域内の人口の変化 (図 3.1.13 参照) では、すべての流域で氾濫域における人口が増加しており、災害リスクが高まっているといえる。ケラニ川の氾濫域では、Kolonnawa における人口増加が著しく、2015 年の人口は 2000 年の約 3 倍となっている。2016 年 5 月災害ではこのような氾濫域への人口増加が被害を助長したものと考えられる。

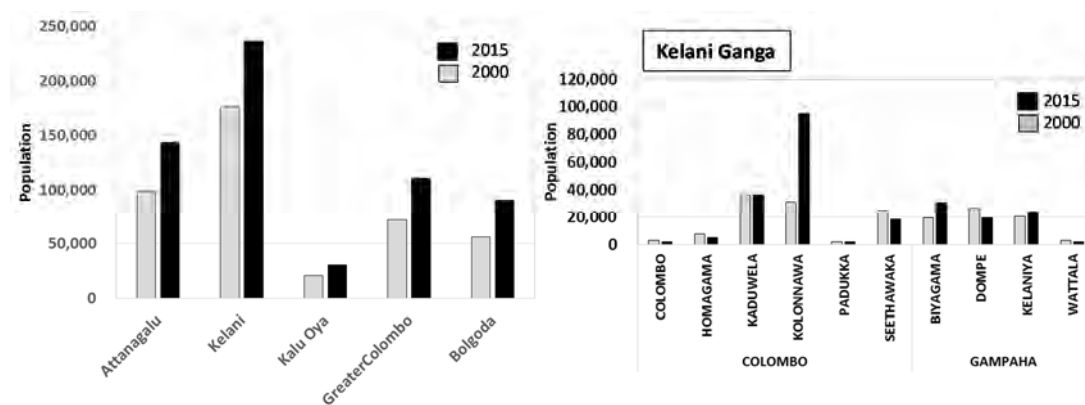


図 3.1.13 氾濫域内の人口の変化

出典: JICA 調査チームが作成

3.1.5 ケラニ川洪水・内水氾濫にかかる今後の計画

(1) 世銀 CRIP によるケラニ川投資計画策定の進捗

世銀の支援による Climate Resilience Improvement Project (CRIP) では、コンポーネント 1 において、スリランカ全国の主要 10 流域における流域投資計画を策定中であり、ケラニ川流域は対象流域の中の 1 流域である。流域投資計画では、洪水と渇水の両方を考慮した投資計画を作成する。流域全体をカバーするモデルを作成し、様々な施策のなかで、インパクトの高いものを優先事業として取り上げ、各流域で 3-4 程度の事業について Pre-F/S レベルの調査を実施することとなっている。

2016 年 5 月災害が生じる前までは、ケラニ川流域は対象 10 流域の 1 つにすぎず、必ずしも優先流域ではなかった。しかしながら、災害発生後、ケラニ川流域優先流域として位置づけられ、他の流域よりも先行して検討を進めることとなった。また、最終的な優先施策の検討に資するために、必要に応じて、当初想定よりも詳細な水文水理モデルの構築を行うことになる。ケラニ川では近年大規模な洪水が発生しなかったため、洪水対策が遅れてきたが、今回の洪水被害により、ようやくケラニの対策を本格的に実施することになった。

(2) 土地開発公社による内水氾濫対策計画

土地開発公社は、2003 年のコロンボ首都圏洪水対策計画調査をベースに、ケラニ川本川の洪水対策を除くコロンボ都市圏周辺地域の洪水対策を実施してきた。2010 年に発生した大コロンボ流域の浸水被害を契機に、大コロンボ流域では世銀の支援による Metro Colombo Urban Development Project (MCUDP) を実施中である。

MCUDP では、計画降雨の見直しが行われ、目標治水安全度 1/50 を達成するために、コロンボ首都圏洪水対策計画調査で提案された事業よりも多くのメニューが必要であるとして、それらを実施中である。しかしながら、最も効果のあると評価された Madiwela South Diversion については実施されず、今後の課題として残されている。

コロンボ首都圏洪水対策計画調査で提案された事業の多くが未実施のまま、降雨などの自然条件、都市域の拡大による社会経済状況や将来の都市圏開発構想が変化してきており、それらを反映したマスタープランの見直しと更新が必要である。

(3) 治水計画画面での課題

これまでのケラニ川における都市を防御するという点からの治水思想としては、最重要のコロンボ中心部は築堤により防御したうえで、流域の地形特性を活かしてできるだけ水を「貯める」ことにより下流河道のピーク流量を低減させてコロンボ中心部の洪水リスクを低減させることにあると理解できる。

しかしながら、近年急速に都市域の拡張が生じており、従来防御する必要のなかった地域に都市化が及んでおり、2016 年 5 月災害では、まさにそうした地域に大きな被害が

出た。今後は、こうした状況を踏まえ、従来からの治水思想の良い点は踏襲しつつ、より適切な治水計画の立案とその実施が求められているものと考えられる。

1) 既存河川施設のグレードアップの必要性

2016年5月災害では、ケラニ川右岸の堤防に漏水がみられるなど堤体自身も危険な状態にあった。万が一破堤が生じると多大な被害につながる。至急、堤防の点検を実施したうえで堤防強化を図る必要がある。

2016年5月災害では、Minor Flood Protection Scheme のフラップゲートが機能せず本川水位の低下後も支川流域の排水が遅れて浸水が長引くという事例がみられた。大洪水時の支川流域への貯留効果を適切に制御するためにも、本川・支川間の流れを制御する構造物のグレードアップが必要である。そして、それは、本川の治水計画上で支川流域の遊水池として位置づけを明確にしたうえで、流れの制御に必要な機能を見直すという作業を経てのアップグレードとすべきである。

2) 非防御地域 (Unprotected area) の扱い

Kolonnawa 地区に大きく広がるケラニ川下流部左岸側の非防御地域は、すでに多くの家屋が占拠している状態であり、2016年5月災害ではこの地区での被害が甚大であった。この非防御地域を今後も非防御地域として扱うのか、それとも、地区全域もしくは一部地区を防御地域として扱うことにするのかは、ケラニ川の治水計画の重要な争点の一つである。仮に、この地区を築堤等により防御する地区とする場合には、現在この地区に氾濫が生じることによって得られている遊水効果を上流部のどこか別の場所で代替しないかぎり、最下流部の最も資産の集積するコロンボ中心地区における洪水リスクが増加することにつながることに留意しなければならない。

3) WRMMP における開発構想による自然遊水地の減少圧力とその対応

WRMMP における開発構想によれば、ケラニ川の上流方面には科学技術都市の開発構想があり、今後この開発構想に乗じて地域の開発がどんどん進行する可能性がある。この計画開発地区には、2016年5月災害時にもケラニ川本川の逆流により氾濫が生じた支川流域が存在する。こうした支川流域の低地は洪水リスクが大きいほか、ケラニ川本川の遊水池としての機能も期待できることから、大洪水時のケラニ川本川の水位レベル以下の土地については開発を避けるべきである。この点を十分に考慮したうえで、計画開発地区の詳細土地利用計画と土地利用規制を早急に策定し、「管理された開発」を徹底すべきである。

4) 内外水の状況に応じた河川施設の最適運用の可能性

ケラニ川本川の洪水伝播速度は遅く、同一の降雨事象のなかでは、Greater Colombo 流域といった支川流域の流出現象とピークがずれることが一般的であると考えられる。この特徴を生かし、例えば、ケラニ川本川側の水位が高く Greater Colombo 流域側の水位が低い場合には、ケラニ川本川側の水の一部を Greater Colombo 流域側の排水路を通じて排水することも可能かもしれない。このような内外水の状況に応じた河川施設の最適運用の可能性についても検討されることが望ましい。

第4章 課題と方向性の整理

4.1 各機関との協議

防災セクターのうち、各分野における現況と課題、課題に対応するために仙台防災枠組のターゲット年(2030年)までに実施すべき取り組みについて、主要な実施機関である、DMC、NDRSC、気象局、NBRO、灌漑局、土地開発公社らと協議した。協議の結果取りまとめられた課題、戦略／方向性、活動計画について、以下に示し、また、それぞれの活動について、想定される実施時期について巻末資料①に示す。

この結果は、それぞれの機関が想定する戦略／方向性を取りまとめたものであり、必ずしも優先事業を抽出したものではない。この結果を参照としつつ、防災ロードマップを取りまとめることとした。

4.1.1 総合防災分野

総合防災分野における課題と方向性及び活動計画は表 4.1.1 に示す通りである。

表 4.1.1 総合防災分野における課題と方向性

現状と課題	戦略／方向性	活動
災害関連データは、DMC、NDRSCがそれぞれ管理するが、基本情報以外の災害情報に関する統一様式が整備されていない。 災害リスク評価のための基礎データ収集が進んでおらず、手法やガイドラインも整備されていない。	1. 情報管理メカニズムの改善／災害リスク解析・評価の能力強化	1-1 災害情報管理のためのメカニズムの改善
		1-2 各機関・各レベルが実施する災害リスク評価支援
		1-3 研究・評価メカニズムの改善
各技術官庁からの警報情報は、メディアや DMC の危機対応センターEOC を経由して伝達されるが、末端住民まで届かないケースが多い。また、避難指示を出すための意思決定メカニズムが不明確。	2. 早期警報メッセージの伝達メカニズム強化	2-1 各機関の役割と責任の明確化
		2-2 早期警報の伝達メカニズムの強化
		2-3 リスクプロファイルに基づいた早期警報体制の改善
各レベルの防災主流化を進めるために SLCDMP が計画・実施されているが、未承認ないし予算配賦が行われていない事業が多い。事業提案段階では災害管理省が強く関与するが、各機関から実施進捗の報告が上がらず、適切なモニタリングが出来ていない。	3. 各レベルにおける防災主流化推進のための制度整備	3-1 開発行為に防災を組み入れるための法制度整備
		3-2 国家レベル実施される開発計画での災害リスク評価
		3-3 GN レベルでの開発計画策定のための能力向上
		3-4 SLCDMP の実施促進
災害管理法で規定された国家防災評議会(NCDM)が機能しておらず、各機関の防災取り組みについての調整メカニズムが不明確。このため防災取り組みの進捗が国家レベルで共有されていない。	4. 調整機能の強化	4-1 関係機関間の調整メカニズム改善
		4-2 NDMCC の強化
		4-3 防災取り組みの進捗モニタリング制度の構築
		4-4 技術官庁を持たない災害種に関する防災強化
地方自治ラインの防災取り組みは実質的に存在しておらず、災害時には、中央行政ライン(国、県、郡)が中心となって災害対応を行っている。	5. 県、郡、GN、地方時自治体レベルでの災害対応計画策定と能力強化	5-1 県・郡における地方防災計画(災害予防計画／復旧復興対策計画)の策定推進
		5-2 地方レベルでの法整備とガイドラインの開発

現状と課題	戦略／方向性	活動
		5-3 民間や学校を含む災害対応能力強化 5-4 全ての政府機関での緊急対応計画の策定 5-5 PDNA 実施のための能力強化
コミュニティ防災啓発活動に関する実施計画がなく、DMC やスリランカ赤十字、NGO によるアドホックな活動となっている。また、災害管理省や DMC 職員の基礎研修プログラムが整備されていない。	6. 防災啓発活動の一層の推進	6-1 コミュニティや学校に対する啓発プログラムの開発 6-2 コミュニティや学校に対する啓発プログラムの実施 6-3 政府職員に対する防災啓発プログラムの開発と実施 6-4 学校や大学に防災関連カリキュラムを導入
データベース、マニュアルや計画が整備されていないため、迅速な救援や住民移転を行うことが出来ていない。また、救援物資の管理、避難所運営が適切に行われていない。	7. 災害救援体制の強化と実施	7-1 救援及び住民移転のための計画及びデータベース、マニュアル作成 7-2 救援物資管理のためのデータベースの開発 7-3 避難所運営のためのガイドライン整備 7-4 住民移転事業の推進
2016 年 4 月より国家災害保険制度が導入されたが、濁水への補償は対象外となっている。スタンバイ借款等の財政支援を強化し、災害後の BBB を推進する必要がある。	8. 保険制度、リスクファイナンスの強化	8-1 国家災害保険制度の強化と補償対象の再検討 8-2 国家災害保険制度による補償手続きのデータベース化 8-3 災害時の財政支援メカニズムの強化 8-4 復旧・復興時の BBB の推進

4.1.2 洪水対策

洪水対策分野における課題と方向性及び活動計画は表 4.1.2 に示す通りである。

表 4.1.2 洪水対策・流域管理分野における課題と方向性

現状と課題	戦略／方向性	活動
気候変動と社会経済状況の変化による洪水、濁水リスクの増加が想定される中、最新の気象・水文データを用いた詳細な洪水、濁水リスクの把握が急務となっている。	1. 洪水、濁水リスクに関する詳細情報の準備	1-1 地形情報のアップデート 1-2 河川横断形情報と水位-流量曲線のアップデート 1-3 河川流域における詳細洪水リスクマップの作成 1-4 都市域における詳細洪水リスクマップの作成 1-5 河川流域における水バランスからみた濁水リスク評価 1-6 洪水、濁水リスクに関する詳細情報に基づくリスクプロファイルのアップデート
現行の洪水管理法では洪水対策に対する関連機関の責任分担が明確になっていない。また、土地開発法では洪水危険地帯への開発の抑制が十分ではない。これらを踏ま	2. 洪水被害軽減のための組織制度面の強化	2-1 洪水法、灌漑法の改正 2-2 水資源法の準備 2-3 河川管理における調整メカニズムの強化

現状と課題	戦略／方向性	活動
えた法改正が必要である。		2-4 土地開発法の改正
		2-5 SLLRDC の地域事務所の設立
世銀 CRIP によって洪水および渇水の両面を考慮した優先河川流域について投資計画が策定されつつあり、最優先事業への投資も実施される予定である。今後、優先流域以外の重要河川流域における投資計画策定を行い、さらなる投資促進をはかる必要がある。	3. IWRM の概念による流域投資の促進	3-1 流域投資計画の準備
		3-2 老朽化した主要洪水対策施設の復旧とアップグレード
		3-3 流域投資計画の実施
コロンボ首都圏洪水対策計画調査で提案された事業の多くが未実施のまま、降雨などの自然条件、都市域の拡大による社会経済状況や将来の都市圏開発構想が変化してきており、それらを反映したマスタープラン全体の見直しとそれに基づく投資促進を図る必要がある。	4. 雨水排水改善への投資促進	4-1 雨水排水投資計画の策定
		4-2 雨水排水投資計画の実施
既存の土地利用計画と洪水防御地域が整合していない場合がある。また、洪水リスクエリアの建築物に関する情報が十分ではない。今後整備される詳細な洪水リスク情報をもとに、適切な土地使用計画のアップデートと洪水リスクエリアの建築物情報のモニタリングを強化する必要がある。	5. 洪水リスクを考慮した「よく管理された都市開発」の確保	5-1 流域投資計画、雨水排水投資計画に基づく都市開発、土地利用計画のアップデート
		5-2 洪水リスクエリアにおける建築物のモニタリング
灌漑局では、洪水オペレーションルームを立ち上げ、貯水池放流や水文情報の一元的な管理体制の構築を目指しており、その強化が急務となっている。これまでに基幹気象水文観測システムの強化が行われ、今後は、流域レベルでのモニタリング、洪水警報システムの構築を徐々に進めていく必要がある。	6. 洪水、渇水オペレーションの強化	6-1 基幹気象水文観測システムの強化
		6-2 灌漑局の洪水オペレーション室の強化
		6-3 流域レベルのモニタリング、洪水警報システムの強化
		6-4 ダムやゲートなど河川管理施設群の協調運用の強化
		6-5 コミュニティ防災活動の促進
		6-6 都市洪水のための洪水・水管理センターの設置

4.1.3 土砂災害対策分野

土砂災害対策分野における課題と方向性及び活動計画は表 4.1.3 に示す通りである。

表 4.1.3 土砂災害対策分野における課題と方向性

現状と課題	戦略／方向性	活動
NBRO により土砂災害ハザードマップの整備が進められているが、斜面そのものの安定性を評価したものであり、土石流が流下した場合の影響範囲の評価は行われていない。このため、土地利用計画やコミュニティでの活用にかすことが難しい状況にある。	1. 十分な精度を有する土砂災害ハザードマップが整備される	1-1 土砂災害危険エリアの詳細地形図の整備
		1-2 1/10,000 ハザードマップの整備
		1-3 都市部や新規開発地域の 1/5,000 ハザードマップの整備
		1-4 ハザードマップに基づく土地利用計画ガイドライン
		1-5 コミュニティ・ハザードマップ開発
		1-6 ハザードマップ公開のためのデータベース構築
近年多発する大規模土砂災害を受けて、山岳地域の土砂災害対策のほか、道路建設を含む各開発事業において、NBRO の活動や助言が重要化しつつある。 NBRO の所掌が拡大するなか、その法的位置付けが明確でなく、不適切な建設・造成を規制する権限を有しない。	2. 土砂災害対策のための法整備や体制強化が行われる	2-1 NBRI 法の施行と土砂災害政策の開発
		2-2 土砂災害リスク管理計画の策定と実施
		2-3 土砂災害リスク管理計画に基づく体制整備
		2-4 危険区域の開発を規制するための法制度整備と実行
		2-5 より良い土地利用と安全な建築のための法制度整備
NBRO には定額の土砂災害対策事業費が予算づけされているが、計画に基づいた事業の継続が必要。主要国道や鉄道等の重要インフラの斜面对策を実施し、基本輸送システムの強化を図る必要がある。	3. 優先地域において土砂災害対策事業が実施される。	3-1 土砂災害対策のための投資計画の策定
		3-2 道路・鉄道斜面对策のための投資計画の策定
		3-3 投資計画に基づいた対策工事の実施
NBRO による雨量観測網は 2016 年末で 160 基設置される見込み。警戒情報発出基準値は、過去の災害経験をもとに、国全体で同じ値を用いている。 雨量と土砂災害発生との相関を明らかになっていないため、地区別の警戒発令が出来ていない。	4. 土砂災害の警戒基準が開発される。	4-1 雨量観測網の強化
		4-2 実行雨量を基にした警戒基準の試行
		4-3 雨量モニタリングシステムの UI 更新
		4-4 警戒基準の評価と改訂
		4-5 土壌雨量指数による警戒基準の試行
		4-6 関係機関の協力もと新しい警戒メカニズムの開発
コミュニティでの土砂災害対策では、住民レベルでの意識啓発が重要であるが、アドホックな活動に留まっている。 また、住宅建築基準が設定されておらず、洪水や土砂災害に対して脆弱な住宅構造となっている。	5. 災害に強い村づくりの理念のもと、コミュニティの防災能力が強化される	5-1 CBLDRM プログラムの策定
		5-2 DDMCU との協力のもと CBLDRM プログラムの実施
		5-3 災害に強い住宅のためのガイドライン策定と実施
		5-4 災害に強い住宅のための建築素材の選定と基準設定
土砂災害対策や建築資材の適正に関する経験・技術が十分でなく、投資効果の高い土砂災害対策の実施が困難。	6. 土砂災害対策に関する研究・開発が進められる	6-1 国際研究機関と科学技術交流制度の導入
		6-2 土砂災害対策のための土質試験質の強化

4.1.4 渇水対策分野

渇水災害対策分野における課題と方向性及び活動計画は表 4.1.4 に示す通りである。

表 4.1.4 渇水災害対策分野における課題と方向性

現状と課題	戦略/方向性	活動
気候変動と社会環境の変化により、渇水被害が深刻度を増している。最新の気象・水文データはもとより、渇水による農産物被害、社会生活への影響（食料不足、飲料水問題）、水力発電量の低下等に関する詳細なデータを収集し、渇水リスクを的確に評価する必要がある。そのための渇水対策検討に関する科学的アプローチも重要である。	1. 渇水リスクに関する詳細情報の収集、整理と科学的アプローチ体制の強化	1-1 過去、現在の渇水データの収集とレビュー
		1-2 渇水リスクアセスメント（全国）
		1-3 渇水リスクアセスメント（被災県）
		1-4 渇水リスクプロファイルのデータのアップデート
		1-5 渇水対策に関する技術検討の定期開催(科学的検討)
		1-6 渇水インパクトモニタリングシステムの開発
近年、乾燥地域における渇水被害が深刻さを増しており、国家経済に及ぼす影響は極めて深刻な状況にある。このための、渇水リスク低減を目的とした国家渇水戦略の新規策定、それに続く国家渇水リスク低減計画の策定が急務となっている。	2. 渇水被害軽減のための組織/制度面の強化	2-1 渇水対策委員会の設置、運営（災害管理省と関係機関）
		2-2 国家渇水リスク低減戦略の策定
		2-3 県渇水リスク低減計画の策定
		2-4 渇水地域における水確保プログラムの策定（被災県）
世銀 CRIP によって洪水および渇水の両面を考慮した優先河川流域について投資計画が策定されつつあり、最優先事業への投資も実施される予定である。今後、優先流域以外の重要河川流域における投資計画策定を行い、さらなる投資促進をはかる必要がある。	3. IWRM の概念による流域投資の促進	3-1 流域投資計画の策定
		3-2 流域投資計画の実施
渇水被害の激しい乾燥地域には、マハウェリ公社による大規模水資源送水計画が計画、実施されている。しかし、これらは、灌漑用水の供給、水力発電を主目的としており、地域住民への飲料水供給に関しては、必ずしも明確になっていない。	4. 水資源開発の計画段階での、渇水リスク低減の考慮不足(防災主流化の促進)。	4-1 渇水リスク低減を考慮した水資源開発計画の策定
		4-2 渇水リスク低減を考慮した、表流水、貯水池、地下水の運営・管理マニュアルの策定
緊急渇水対策において、被災住民への飲料水の供給が最重要事項になるが、現状では、給水車での給水での緊急対応が主流で、根本的な事前対策が整備されていない。	5. 緊急対応としての飲料水供給システムの確立（表流水、地下水水源）と適切な配水計画の策定、実施	5-1 老朽化井戸、廃棄井戸の機能回復と新規井戸の建設を組み合わせた緊急時の飲料水供給システムの確立
		5-2 緊急時の飲料水供給システムの運用計画策定と実施
スリランカでは、政府機関やドナー機関、NGOs などで節水型社会に向けて活動が行われているが、全体で統一されたものがない。渇水は国の経済に甚大な損失を与える	6. 長期視点に立った節水型社会の実現	6-1 雨水利用システムの改善と水利用に関する啓発活動の推進

現状と課題	戦略／方向性	活動
ものであり、渇水リスク低減の観点からの統括的な対応が必要になっている。		6-2 渇水リスク低減を配慮した節水型社に向けての、水の再利用や節水に関する啓発活動の推進
乾燥地域に多数ある貯水池は、大規模なものを除いては、貯水池内に堆積した堆積物がそのままの状況にあり、貯水容量、地下水涵養機能が低下している。この機能の改善が、適正な水資源保全に不可欠である。	7. 貯水容量、地下水涵養機構の機能改善	7-1 貯水池や放水路に堆積しているシルトの定期的な除去による貯水容量、地下水涵養機構の機能改善
		7-2 貯水池や放水路の維持管理に係る事業者間（中央省庁、州政府、地方自治体）調整会議の設置
これまで、渇水地域における表流水や地下水に関する系統的モニタリングは実施されていない。今後、渇水の状況判断や対応策の選定には、表流水、地下水変動や水質を時系列的に把握する必要があり、モニタリングシステムの導入が必要になっている。	8. 水質を含む地表水、地下水のモニタリングシステムの導入による管理体制の強化	8-1 地下水管理システムの構築
		8-2 地下水位観測、水質分析の継続実施

4.1.5 気象・水文観測及び予警報分野

気象・水文観測及び予警報分野における課題と方向性及び活動計画は表 4.1.5 に示す通りである。

表 4.1.5 気象・水文観測及び予警報分野における課題と方向性

現状と課題	戦略／方向性	活動
気象警報は州単位の大きなくくりで発令されることが多い。また、警報発令基準は全国一律で、地域性が考慮されていない。予報についても、定量化・詳細化が不十分と認められる。このため、地方行政・住民レベルで避難の是非を予警報から判断するのが困難な状況にある。	1. 予警報の改善・向上を見据えた観測ネットワークの強化	1-1 AWS のデータ通信の安定化
		1-2 AWS ネットワークのアップデート
		1-3 ドップラーレーダーの導入
		1-4 雷監視システムの導入
		1-5 統合的な気象・水文観測システムの導入
		1-6 ドップラーレーダーのキャリブレーションと解析雨量の提供
		1-7 観測機器・システムの適切な管理運用
		1-8 過去の観測データの電子化とデータ管理システムの強化
	2. 予警報の定量化・詳細化と精度向上	2-1 NWP システムの改善
		2-2 予報の定量化と改善
		2-3 ナウキャストの導入
		2-4 予報（含むナウキャスト）精度の向上
		2-5 長期予報能力の改善
		2-6 気候変動モデルの構築
2-7 警報精度向上のための予備調査とインパクト・ベースの警報導入		
2-8 警報の時間的／空間的解像度向上		

現状と課題	戦略／方向性	活動
		2-9 警報閾値の改善と各種警報指数の導入
各技術官庁からの降雨・水位観測情報や警報に関する情報共有が不十分で、現況把握や警報発令・伝達に支障を来している。また、警報受信者への伝達も十分であるとは言えない。	3. 関係機関の情報共有の改善及び一般への予警報伝達の改善	3-1 関係機関によるデータ共有／コミュニケーションシステムの構築
		3-2 関係機関による統合的な予警報の発信
		3-3 予警報の一般への伝達の改善
		3-4 各専門分野に対する気象サービスの改善
上記 2 課題を含む気象予警報全般に関連した技術能力強化が十分でない。	4. 技術能力強化	4.1 各戦略を実施するにあたって必要な人材育成/能力強化の実施 4.2 気象全般に関する研究体制の強化
気象局には根拠法がない、気象水文分野に関する長期的な戦略がないなど、組織・政策面の整備が不十分である。	5. 組織・政策面の強化	5.1 気象・水文分野に関する国家戦略の策定
		5.2 気象業務に関連する法整備
		5.3 適切な予算管理メカニズムの構築

4.2 現地セミナーでの課題の共有

各機関での協議に加え、本調査では、2017年2月28日に現地セミナーを開催し、関係機関同席のもと、防災セクター全体での課題や調整メカニズムの課題等について協議した。明らかになった課題は表 4.2.1 の通りである。

地方レベルでの防災ガバナンスの強化や、土地利用・開発規制の推進は、仙台防災枠組における最も重要な達成目標でもあり、早急にこれを進めていくことが確認された。また、そのためには、MDM による適切なモニタリング評価システムの構築や、災害リスク分析(ハザードマップ整備)が不可欠であることが確認された。

表 4.2.1 現地セミナーにおける主な協議事項

課題・項目	内容
モニタリング体制	各防災施策の実施にあたって、国家レベルでのモニタリング評価体制が不十分。国家災害管理調整委員会 (NDMCC) と災害管理省のイニシアティブにより、モニタリング評価体制を強化しなければならない。
ロードマップの位置付け	本調査で策定する防災ロードマップは、国家災害管理計画 2018-2020、及び Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Programme (SLCDMP) 策定にあたっての基礎資料となるものである。
仙台防災枠組の国家ターゲット	MDM は、2016年3月に National Action Plan (案) を策定しているが、基本的な災害情報が整備されていないことから、2030年までの国家ターゲットを概略で被災者数 50%減、経済被害を 50%減と設定している。今後、災害情報を精査し、国際機関の協力のもと、目標値設定のための手法を確立する必要がある。
地方の防災ガバナンス	国家ターゲットでは、2025年までに 80%の地方自治体における防災戦略と計画が整備されるとされている。地方の防災ガバナンスは仙台防災枠組の最も重要な達成目標であり、個々の防災施策に先んじて、このための制度整備を進めていかなければならない。
洪水対策・都市排水	洪水対策や都市排水計画にあたっては、地域の洪水特性に詳しい地方自治体を巻き込んでいくことが重要である。

早期警報体制	災害予警報や警報発令について、各機関の役割と責任が明確になっていない。また、水文気象情報は共有データベースを介して、各機関で共有されるべきである。
情報共有	各機関間の情報やデータの共有を進める必要がある。特に、地形データはNBRO や灌漑局、土地開発公社が進める災害リスク分析にあたって不可欠であり、共有体制を構築すべき。
土地利用計画	2017年2月の官報において、それまで地方自治体が有していた、開発許可の権限の一部がUDAに委譲された。UDAによる土地利用・開発規制を進めるために、高精度のハザードマップを早急に整備すべきである。

4.3 本邦招聘を通じた今後の方向性に関する協議

4.3.1 本邦招聘の概要

スリランカ側関係機関に我が国の防災技術や経験等について理解を深めてもらい、本調査において抽出された課題に対する今後の取り組みの方向性を検討することを目的として、4月2日から8日かけて、主要関係機関より計13名の高官・職員を我が国に招聘した。表 4.3.1 に参加機関と対象者、表 4.3.2 に招聘プログラムを示す。

表 4.3.1 本邦招聘参加機関・対象者

No	名前	機関名／所属
1	Mr. Sena Srinath Miyanawala	災害管理省 ／次官
2	Mr. Iraj Chaminda Pathiraja	災害管理省 国家災害救援センター ／部長
3	Ms. A Arachchillage Anoja K K Seneviratne	災害管理省 災害管理センター ／部長
4	Mr. Kehelella Herath M S Premalal	災害管理省 気象局 ／部長
5	Mr. Senarath Bandara Ranaweera Mudiyansele	災害管理省 国家建築研究所 ／部長
6	Mr. Mohammadhu Faleel Ahamadh Mubarak	国家政策・経済省 国家計画局 ／課長
7	Mr. Seenithamby Mohanarajah	灌漑・水資源管理省 ／次官補
8	Ms. Thushari Andra Hennadige	メガポリス西部開発省 ／副ジェネラルマネージャー
9	Ms. M Arachchilage Srimathi M K Senadheera	メガポリス西部開発省 土地開発公社 ／ジェネラルマネージャー
10	Mr. Chalukya Budhindra Amarasinghe	メガポリス西部開発省 土地開発公社 ／副ジェネラルマネージャー
11	Mr. Sampath Sumedha Pujitha Ratnayake	メガポリス西部開発省 都市計画庁 ／局長
12	Mr. Dematagoda Kankanamalage R Swarna	高等教育・ハイウェー省 道路開発庁 ／局長
13	Mr. Kapilasiri Pemasinghe Kodituwakku	高等教育・ハイウェー省 道路開発庁 ／プロジェクトダイレクター

表 4.3.2 本邦招聘プログラム

日付	時間	内容	訪問先	
4月2日(日)		来日	コロンボ→東京	
4月3日(月)	10:00-10:15	・キックオフ	JICA 市ヶ谷	
	10:15-11:45	・グループディスカッション		
	13:30-14:30	・国土強靱化基本計画(内閣官房国土強靱化推進室)	国土交通省水管理国土保全局	
	15:30-17:00	・表敬 ・日本の治水行政講義		
4月4日(火)	10:00-12:00	・表敬 ・予報業務説明 ・現業見学(予報、観測)	気象庁	
	14:30-16:30	・首都圏防御と水文情報管理 ・荒川下流タイムライン	国土交通省関東地方整備局荒川下流事務所	
4月5日(水)	洪水	10:00-12:00	・中小流域の洪水管理 ・遊水池保全の取り組み	県立境川遊水地公園
		10:00-12:00	・道路斜面災害マネジメント	国立研究開発法人土木研究所
	土砂	14:00-15:00	・国道125号線法面工事サイト	茨城県稲敷郡美浦村大谷
4月6日(木)	10:30-12:10	・防災啓発	本所防災館	
	14:00-15:10	・首都圏の低地内水対策 ・水門監視室(見学)	水門管理センター	
4月7日(金)	09:00-10:30	・グループディスカッション	JICA 本部	
	10:30-11:30	・JICA 表敬(南アジア部次長)		
4月8日(土)		出国	東京→コロンボ	

4.3.2 本邦招聘におけるグループディスカッション

本邦招聘プログラムでは、開始時の4月3日(月)と最終日の4月7日(金)にそれぞれJICA関係者とのディスカッションが行われた。

開始時のディスカッションでは、第2次現地調査において関係機関と協議し作成された、課題と方向性の概略図を用いながら、スリランカ側より今後想定される防災施策についての説明が行われた。今後のスリランカ国の防災施策を進めるにあたって、構造物・非構造物対策への積極投資により、都市部や重要インフラを防御(Safe)とするとともに、地方レベルでは災害に強い社会づくり(Resilient)を進めることを念頭に、DRRスローガンとして、「Safe and Resilient Sri Lanka」がJICAより提案された。

また、最終日のディスカッションでは、それぞれの参加機関から、本邦招聘プログラム全般についての感想が発表された後に、それを受けて、今後、スリランカがどのような防災施策に取り組んでいくか、また、その中で日本の防災技術・制度の適用の可能性に関する発表が行われた。JICAからは、各施策に優先順位を付けていくことが重要であると説明し、これらを防災ロードマップとして取りまとめていくことが協議のうえ合意された。

第5章 防災セクターロードマップ

5.1 ロードマップの基本コンセプト

以上を踏まえて、スリランカの防災セクター全体のロードマップを策定した(巻末資料②)。

ロードマップは、「Roadmap for DRR - Safe and Resilient Sri Lanka -」と称し、構造物・非構造物対策への積極投資により、都市部や重要インフラを防御するとともに、地方レベルでは、災害に強い社会・コミュニティづくりを進めていくことを念頭に、仙台防災枠組におけるグローバルターゲットや4つの優先行動、持続的可能な開発目標(SDGs)との整合性を考慮しながら、災害管理省や関連機関との協議のもと策定された。

災害管理省は、次期国家防災計画(NDMP)2013-2017の策定準備を進めており、これを反映した形で、Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Programme(SLCDMP)についても改訂し、NDMPの実施計画として組み込まれる見込みである。一方で、災害管理省は、仙台防災枠組を国家レベルで実施することを目的に、National Action Plan(NAP)を策定している。かかる背景において、防災ロードマップ「Roadmap for DRR - Safe and Resilient Sri Lanka」は、国家防災計画策定にあたっての基礎資料として活用されることを想定している。

以下に同ロードマップの概要を示す。



5.1.1 仙台防災枠組グローバルターゲット

仙台防災枠組では、2.2.4(1)節に示したように、その進捗を評価するために7つのグローバルターゲットを設定している。グローバルターゲットのうち、「(a) 死者数削減」、「(b) 被害者数削減」、「(c) 経済損失削減」、「(d) 重要インフラ損害削減」は、Outputターゲットと呼ばれ、「(e) 国家・地方防災戦略」、「(f) 国際協力強化」、「(g) 災害リスク情報へのアクセス」のInputターゲットの達成に大きく影響されるものである。

防災の根源的ニーズは、住民の生命の安全にある一方で、仮に早期警報や災害対応強化により人命が守られたとしても、重要インフラの損害や経済損失を削減することは出来ない。この結果、社会は繰り返される災害から逃れることは出来ず、経済は疲弊し持続的開発の足かせとなる。一方で、経済損失の削減を目的とした防災施策を打ち、それを補完する形で早期警報等の施策を行っていけば、インフラ損害削減、延いては死者や災害被災者の削減につながると思われる。

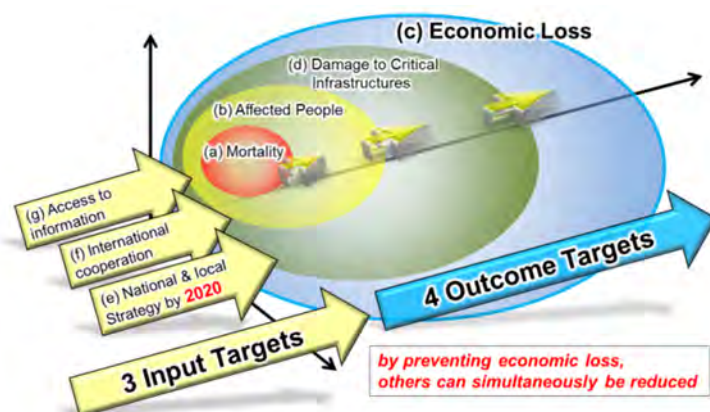


図 5.1.1 グローバルターゲットの Input と Output のイメージ

このような観点から、仙台防災枠組では、特に経済損失の削減に注力した防災投資を掲げており、本ロードマップにおいても、原則として経済損失削減に重点を置くものとする。ただし、各国や地域、また保全対象規模や予算規模に応じて、必ずしも経済被害削減のための投資を行うことが出来ない場合もあり、それぞれの状況の中で折り合いを付けていく必要がある。

5.1.2 全体バランスを考慮した選択的投資

一般に、防災投資による減災効果（インパクト）を見ると、初期には投資による減災効果は大きく出るが、投資が進むにつれて効果は少なくなる傾向にある。したがって財源が限られている場合には、計画レベルのうち、最大の効果が見込まれる一定レベルまでの投資を行い、それ以上の投資については、全体バランスを考慮して段階的な整備を行っていくことが重要である。

例えば、2016年5月に甚大な被害を出した Kelani Ganga の洪水対策では、仮に100年確立規模の洪水を想定した投資計画を策定する場合でも、全ての事業を一度に実施するのではなく、最も投資効果の大きい施策を打ったうえで、他流域への初期投資を実施するのが妥当である。

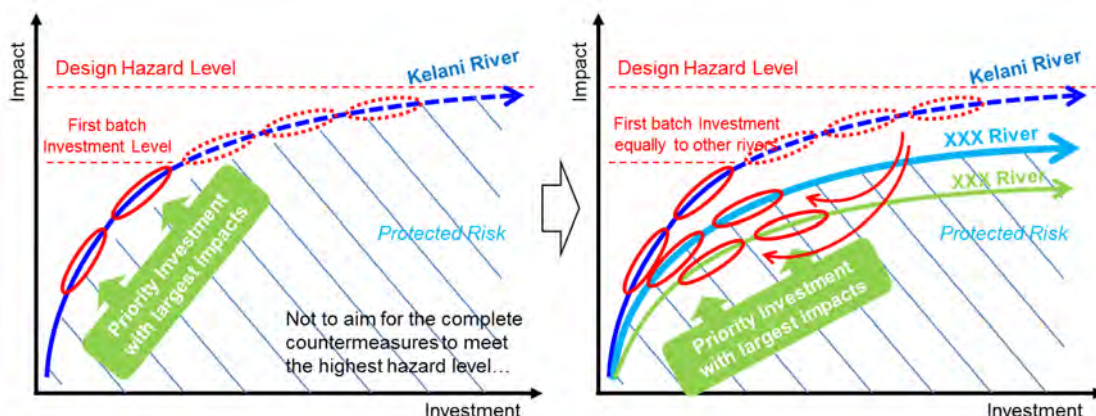


図 5.1.2 投資効果の大きい施策への投資イメージ

5.1.3 地方防災ガバナンスの強化

適切な防災ガバナンスに基づいた戦略・計画は、あらゆる防災施策において最も基本となるものである。このため、仙台防災枠組グローバルターゲットでは、他の目標年次が 2030 年に設定されているのに対して、「(e) 国家・地方防災戦略と計画」の目標年次のみが 2020 年に設定されている。スリランカでは国家防災戦略・計画は既に策定されているところ、今後、いかに地方の防災戦略・計画を整備していくかが問われている。

2.3.1(1)節に示したように、各県・郡レベルでは地方防災計画が策定されているものの、仙台防災枠組の「優先行動 3: 防災事前投資」に相当する「Disaster Prevention and Mitigation Plan」、 「優先行動 4: より良い復興」に相当する「Rehabilitation and Reconstruction Plan」は整備されていない状況である。これが進まない理由として、災害リスク分析がなされていないことが挙げられているが、それらの整備促進はもちろんのこと、現時点で入手可能なデータや経験値（既往最大災害等）を基に、一刻も早く地方防災計画を進めていく必要があると言える。

5.1.4 流域防災戦略に基づいた計画づくり

災害は行政区とは無関係に発生する。特に洪水災害は複数の行政区にまたがって発災するため、これに対応するためには、行政区を越えた枠組みの中で、流域全体の防災施策を検討することが重要である。そのためには、まず、リスクプロファイルを明確にしたうえで、関係セクターや自治体よりなる流域ステークホルダー会議を通じて、流域総体の便益を最大化するための「流域防災戦略」を策定する。同戦略に基づいて、構造物・非構造物対策よりなる投資計画、ならびに各自治体が取り組むべき地域防災計画を策定する。これにより、流域全体への防災投資と、地域防災計画との整合性を確保し、包括的かつ段階的な災害対策を実施していくことが重要である。

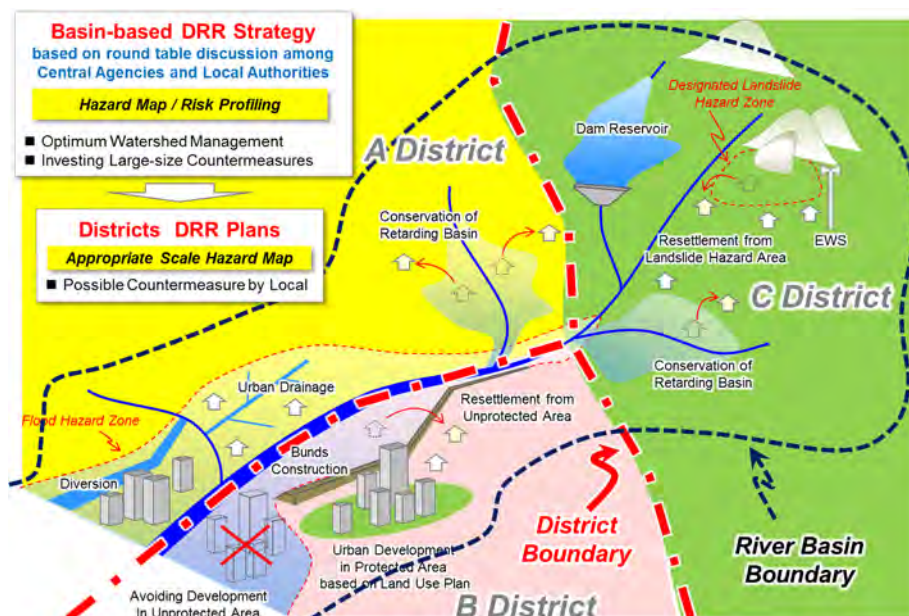


図 5.1.3 流域防災戦略と県・郡地方防災計画のイメージ

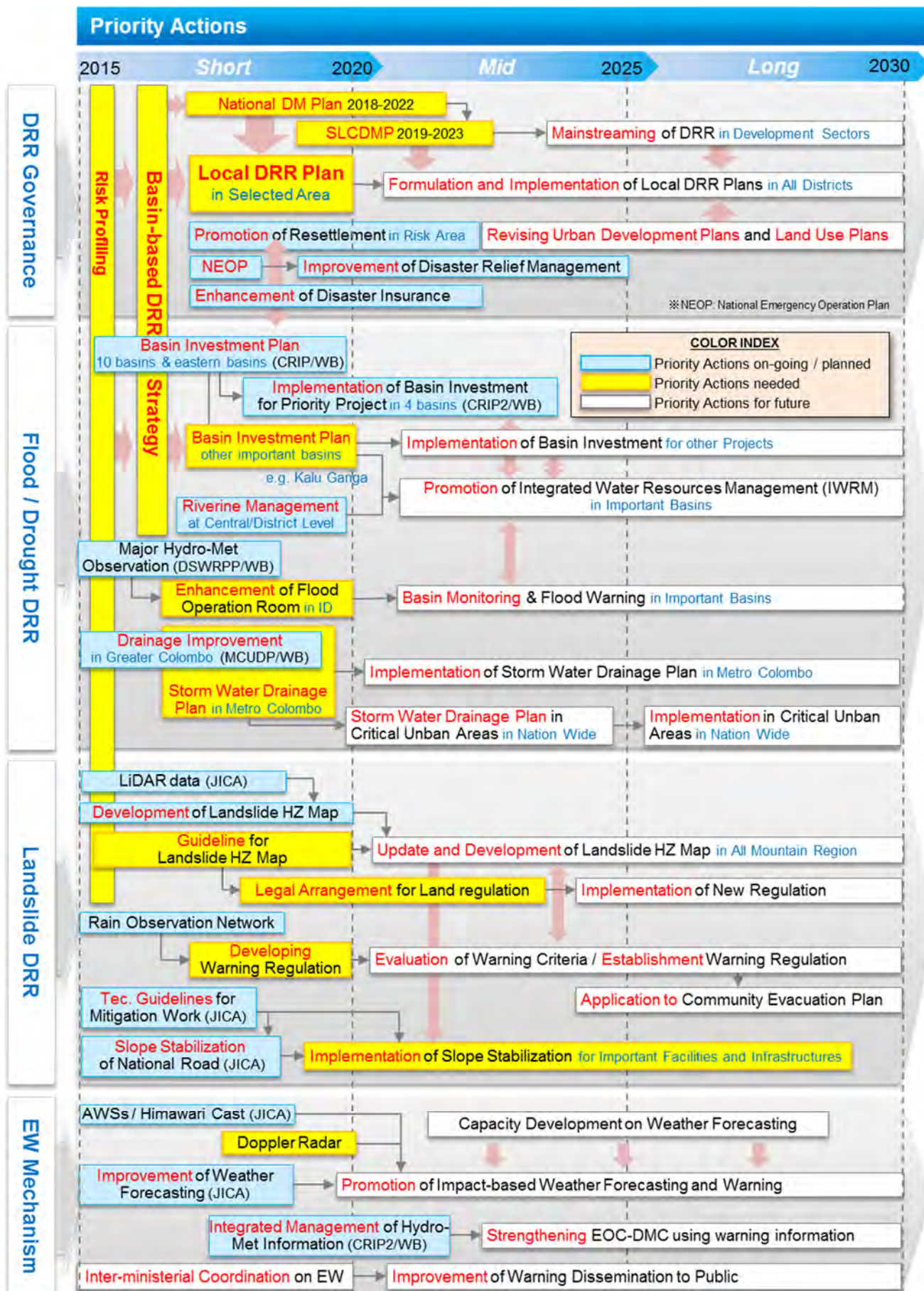
5.2 優先行動の選定とモニタリング体制の構築

以上の視点から、「Safe and Resilient Sri Lanka」を達成するための取り組み（プログラム）について次頁に示す。各取り組みは、分野毎に整理し、それぞれ短期（2020年目標）、中期（2025年目標）、長期（2030年目標）として取りまとめた。このうち短期で実施すべき取り組みについて、優先行動として位置付けるとともに、スリランカ政府や JICA を含むドナーにより実施中、ないし実施が確定している施策を「青」で、それ以外で短期に実施すべき施策を「黄」で示した。

防災ロードマップ「Roadmap for DRR - Safe and Resilient Sri Lanka -」は、今後スリランカ政府が仙台行動枠組を実施していくための指針となることを想定している。ロードマップに示された優先行動を確実に推進していくためには、災害管理省のイニシアティブのもと、関係機関による円卓会議を定期的で開催するとともに、各機関が担当する取り組みをモニタリングしていくための仕組みづくりが重要である。

現在、ステークホルダー間の連携会議として、国家災害管理調整委員会（NDMC）が設置されており、災害対応に係る具体的な省庁間協議や、国際会議に向けての準備・調整等の場となっている。国際機関や関係ドナーもこれに参加し、数ヶ月に1度の頻度で開催されている。防災ロードマップ推進のためのモニタリング体制として、NDMC を活用することも想定できる。また、防災ロードマップに係る関係者による円卓会議にて協議された事項については、確実に首相や関係大臣に報告され、必要な是正や財政措置が出来る体制を構築することを強く提言する。

また、防災ロードマップは、防災法の改訂や NDMP 策定、個別事業の進捗に伴い、随時更新されていくべきものである。第6章に示す、防災政策アドバイザーとも連携しつつ、必要な更新を行っていくことを提言する。



※ Priority actions only for main disasters are indicated. The other shall be considered as needed.

第6章 今後の JICA の支援方針についての提言

6.1 本邦技術・知見の活用の可能性

第4章に挙げられた各分野における課題及び第5章で提示したロードマップに対して、我が国の技術や知見（防災政策・制度、取り組み、個別技術を含む）のスリランカにおける適用の可能性を検討した。

6.1.1 総合防災分野

(1) 国土強靱化政策における防災投資推進と進捗管理

我が国政府は、東日本大震災を受け、2013年に、災害に強い国づくりに向けたマスタープランとして国土強靱化法基本法を制定し、それに基づき国土強靱化基本計画及び同アクションプランを打ち出した。各機関や地方自治体の災害対策における責任範囲を示した災害対策基本法に対し、国土強靱化基本法は、事前防災・減災と迅速な復旧・復興に向けて、より一層の防災投資を国総体として推進していくことを目的としている。国土強靱化に関しては、防災基本計画や国土計画の上位に位置付けられ（アンブレラ計画）、他の計画改訂にあたっての指針となる。

国土強靱化計画は、5年毎の見直しが行われるとともに、同アクションプランは毎年の見直しが行われる。また、アクションプランでは、各プログラムの重要業績指標を具体数値で示し、毎年達成目標と進捗状況を明確化している。スリランカにおけるSLCDMPは同アクションプランに相当する施策であるが、進捗管理が課題となっているところ、我が国の国土強靱化計画の指標設定は大いに参考となる。

(2) 調整機能強化としての防災白書

日本では1963年以来、防災白書（防災にかかる公式年次報告書）が毎年刊行されている。防災白書は、災害対策基本法に基づき、防災に関してとった措置の概況及び防災に関する計画について、国会に報告するために、関係省庁の防災取り組みを内閣府が取りまとめ作成される。

スリランカでは、各機関の年次レポートは作成されているが、このような形で毎年の災害特性や防災取り組みを網羅したレポートは作成されていない。災害管理省のイニシアティブによりこのような白書作成が行われれば、災害管理省と関係省庁との連携が一層強化され、ひいては災害情報管理のためのメカニズムの改善が期待される。JICAは過去、「タイ国防災能力向上プロジェクト」において防災白書作成支援をしており、その成果はJICAパンフレット「防災の主流化に向けて」にも紹介されている。

(3) 迅速な救援・復旧のための TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）

TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊：Technical Emergency Control Force）は、2008年に災害管理の主要担当官庁である国土交通省に設置された。TEC-FORCEは大規模自

然災害が発生、または発生するおそれがある場合に、地方自治体の要請に基づいて、被災状況の迅速な把握、二次被害の発生・拡大の防止、被災地の早期復旧、その他災害応急対策に対する技術的な支援を行っている。

スリランカでは、大規模災害時には、災害管理省や大統領の指揮のもと、専門技術機関が招集され Task Force として現地調査が実施されているが、その活動範囲は明確ではなく、その場限りの対応となっている。TEC-FORCE で特徴的なのは、中央政府の指示ではなく、地方自治体の要請により派遣される点である。災害対応の根源的ニーズは被災した地域にあり、TEC-FORCE の派遣は、災害対応への助言だけでなく、地方自治体が中央財政支援をスムーズに得るためにも重要である。

(4) 住民参加による災害対応「消防団制度」

消防団は、一般市民で団員が構成され自治体（市町村）に設置される機関である。消防組織法に基づき設置され、総務省消防庁の所管となっている。日本全国の 2,200 団に 86 万人の市民（その内 73%が会社員）が団員登録している。団員には自治体から若干の報酬と手当、装備が支給されるものの、基本的にはボランティアベースである。

スリランカにおける災害救援活動は、主に三軍によって行われており、各地方自治体に組織的に救援活動を行う常設機関は有しない。一方で、スリランカでは自助・共助の理念が強く根付いており、これらを制度面で整備することにより、政府による災害救援活動を補間・強化する重要な戦力となると期待できる。

(5) Build Back Better を推進するための激甚災害法

我が国の激甚災害制度は、必要が認められる大規模災害に対して、地方財政の負担を緩和し、災害復旧事業等にかかる特別な財政措置を国が行うものであり、Build Back Better の推進に繋がっている。

激甚災害の指定・適用措置は内閣総理大臣が決定する。激甚災害に指定されると、特別措置として、国により道路、河川、学校、被災者住宅などの復旧・再建事業、農地や水産業施設の復旧事業、感染予防事業などへの国から地方自治体への補助率が、通常の 7～8 割程度から最大 9 割程度に引き上げられる。

我が国の災害対策緊急事業の原則は「再度災害防止」である。即ち設計を越えた災害に対して、現状復旧を目指すのではなく、新設や改良などの機能向上を行うことである。即ち Build Back Better に向けて積極的投資を行う考え方である。激甚災害法による予算措置はスリランカにおいて Build Back Better を具体化するうえで参考となるものである。

6.1.2 洪水対策

(1) 総合治水と流域対策

総合治水とは、河川改修、流域対策、被害軽減対策からなる総合的な治水対策である。日本では、急激な市街化による浸水被害の増大が顕著な河川流域を総合治水対策特定河川として指定し、総合治水対策を推進してきた。

流域の特性に応じて、総合治水対策の具体的施策等を検討、選択して、「流域整備計画」として策定したうえで、総合治水を推進する計画手法は、急激な市街化が進行するスリランカの都市河川流域における洪水対策立案に際して参考にすべき知見であると考えられる。

とりわけ、河川改修、流域対策、被害軽減対策のうち、流域対策については、今後のスリランカの都市河川の洪水対策への積極的な活用が期待される。流域対策は、流域内の地域ごとに表 6.1.1 に示すような対策メニューが考えられる。

表 6.1.1 流域対策の地域ごとの対策メニュー

地域	特徴	対策メニュー
保水地域	流域に降った雨が地中に浸透して、河川への流出量を減少させる保水機能を有する地域。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市街化区域および市街化調整区域の決定の際の配慮 ・ 自然地の保全 ・ 防災調整池などの設置 ・ 雨水貯留施設の設置 ・ 透水性舗装・浸透ますなどの設置
遊水地域	水田のように地域に降った雨や河川から流れてくる水を一時的に貯留する遊水効果を備えている地域。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市街化区域および市街化調整区域の決定の際の配慮 ・ 盛土の抑制 ・ 営農環境の改善
低地地域	川沿いの低い市街地のような地域であり、降雨が地域にとどまって浸水を生じさせたり、河川の越水が流れ込んで浸水被害が生じたりする地域。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内水排除施設の整備 ・ 貯留施設の設置 ・ 耐水性建築の推奨

出典：国土交通省ウェブサイト資料

(2) 洪水・水資源管理施設連携運用

低平地に都市化が進行した東京都では、大規模な水門、閘門、排水機場が設置され、それらの連携したオペレーションが系統立てて行われている。これらのシステムは種々のトラブルを想定したバックアップを考慮したものである。

スリランカでは、現状では、小規模な洪水の際に堰き止めるための簡易な水門が存在するのみであるが、今後の都市河川の治水対策の進展に伴い、適切な治水施設のオペレーションが必要となってくる可能性が高い。東京都の洪水ゲート管理システムのような洪水管理施設連携運用に係る日本の知見は今後のスリランカにおいて大いに参考にできるものと考えられる。

首都圏に隣接する利根川流域では、洪水対策および水供給のために、流域上流部にダム群が建設されている。これらのダム群の各ダムの特性を活かして治水・利水の効果を

最大限に発揮させるために、ダム群を一元的に管理・運用する統合管理が行われている。これにより、首都圏を洪水から守るとともに、農業用水や都市用水などを安定的に供給している。

スリランカでは、古くからダム建設等の水資源開発が進められてきているが、同一流域内であってもダム管理者が異なっている場合があるなど、ダム群の連携した運用が必ずしも十分でない。利根川流域をはじめとする日本におけるダムの統合管理に係る知見は、スリランカにおける流域全体を踏まえたダムの連携運用の改善に際して大いに活用できる可能性がある。

(3) 河川管理

日本における河川管理は、河川法に基づき、治水、利水、環境の 3 つの目的のために実施されている。河川管理区域を厳密に設定してその徹底した管理を行うこと、河川における水量、水質のモニタリングをもとに流域における水量・水質管理を行うこと、に特徴がある。

スリランカでは、現時点で水資源を包括的に扱う法律は存在せず、利水に関わる水利権の扱いも定められていない。灌漑水資源省では、灌漑法、洪水法の改正と並んで、水資源法の立法化を企画しているほか、省内に Riverrine Managemet Division を設置して、河川管理の強化を図ろうとしている。河川管理の強化と河川を軸とした流域の水資源管理を指向していると考えられ、日本における河川法に基づく河川管理、水資源管理の知見を大いに活かせる可能性がある。

6.1.3 土砂災害対策

(1) 土砂災害危険区域の指定と土地利用規制

スリランカでは、防災の観点に基づいた土地利用や開発行為に対する明確な根拠法や土地利用規制がなされていないのが現状である。

我が国における土砂災害対策を定めた法律の代表的なものとして、土砂災害防止法が挙げられ、同法では人家に影響を及ぼすおそれのある土砂災害が発生する可能性のある区域を明らかにし、行政のなすべき取り組みを明確にしている。また、土砂災害危険地域を設定し、土地利用や開発行為に対して一定の制限を設けることにより、安全性の確保、被害の軽減、住民への注意喚起に努めている。

このうち、土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域の指定（急傾斜地及び土石流）については、「土砂災害対策強化プロジェクト」において NBRO とスリランカ国内での適用が検討されている。同手法により、急傾斜地や土石流の影響範囲の抽出を行い、現状のハザードマップに取り込んでいくとともに、そういった危険地域における土地利用規制も併せて整備していくことが望まれる。

(2) 土砂災害に関する危険情報

スリランカでは、土砂災害警報発出のための雨量基準値は NBRO によって全国で一律に設定されており、各地域における個別の雨量基準は設定されていない。NBRO では 2017 年 5 月末を目途に土砂災害危険地域に指定している 10 県において 160 箇所の雨量観測システムを設置、稼働させることを予定している。これらの観測結果を用いて各地域（県レベル）において個別の雨量基準設定の必要性を検討している。

1) 実効雨量・スネークカーブと災害警報

本邦で運用されている、実効雨量を基にしたスネークカーブは、短時間雨量と長時間積算雨量を組み合わせて土砂災害の危険性を示す手法である。従来 NBRO が用いていた日雨量や時間雨量のみによる警報発出手法と比較すると、長期降雨の影響が考慮されているためより正確な土砂災害警報の発令が可能となる。本手法はシンプルな観測データ処理で警報の精度向上が期待できるため、スリランカへの導入適性は高いと考えられる。

2) 土砂災害警戒情報・土壌雨量指数と地方行政の連携

我が国の気象庁では災害の危険性が高まっていることを段階的に知らせるため、大雨警報や土砂災害警戒情報等を発表している。表 6.1.2 に気象庁から発表される土砂災害関連の情報を示す。これらの情報は住民自身の避難行動を促すのみならず、地方行政機関の災害対応体制構築のタイミングや避難勧告等の発令の判断基準ともなっている。

特に、土砂災害警戒情報は、気象庁と都道府県が協議の上、共同で発表している災害危険情報である。このような技術官庁と地方行政機関の連携は、スリランカにおいては弱い部分であり、日本の災害事前準備のためのメカニズムに習う部分は大きいといえる。

表 6.1.2 防災気象情報（土砂災害）

名称	行政側の対応など
大雨注意報（土砂災害）	防災体制の設定、避難準備情報の発令の判断材料
大雨警報（土砂災害）	避難準備情報の発令の判断材料
土砂災害警戒情報	避難勧告の発令の判断材料
記録的短時間大雨情報	避難勧告等の発令の判断材料
大雨特別警報（土砂災害）	避難勧告・避難指示の対象領域の再検討のトリガー
土砂災害警戒判定メッシュ情報	地図上に 5km 四方単位で土砂災害の危険度を示す 避難勧告等の発令の判断材料

出典：避難勧告等の判断・伝達マニュアル作成ガイドライン 2015（内閣府）

本邦で発表されている土砂災害警戒情報や土砂災害警戒判定メッシュ情報は、土壌雨量指数等を用いて判定・発表される情報である。土砂災害警戒判定メッシュは、5km 四方のグリッドで発表され、住民や地方行政機関は土砂災害発生の危険性が高まっている領域を確認することが出来る。

スリランカにおいては、土砂災害警報の発令の最小範囲が大きすぎて住民の避難行動に結び付けづらいことが課題に挙げられていることから、土壌雨量指数や土砂災害警戒判定メッシュ情報の導入はその改善に効果的であると思われる。

(3) 重要インフラを守るための構造物対策

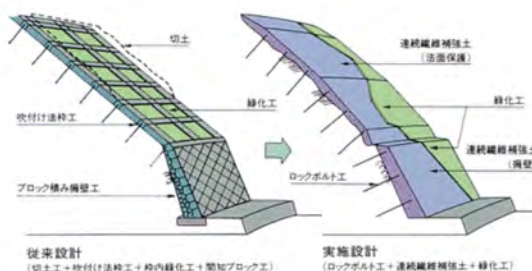
1) 環境に配慮した道路法面对策工法

スリランカの山岳道路では、用地取得や事業予算の制限から道路法面に対して急勾配の切土を行っているものが多く、法面侵食や崩壊の主な要因となっている。一方で安定勾配を確保するための大幅な法切りは、コスト増につながるだけでなく、環境や景観の面からも適用が難しい状況にある。

昨今、我が国では、緑化や植生保護を行いつつ法面安定化を図るための新技術が次々と開発・適用されており、この一部は既に JICA 中小企業支援事業の一環として、スリランカの法面对策への適用が進められている。道路法面を大幅改良することなく、低コストで適用性の高い工法は、スリランカの道路法面对策の趣旨に合致する。

ジオファイバー工法

ジオファイバー工法は、砂質土と連続繊維（ポリエステル）からなる連続繊維補強土をジェット水とともに噴射・混合して、法面に厚い土構造物を構築する工法である。従来のコンクリートと異なり、樹木を残したまま施工が可能であり、また植生種子を混合して全面緑化を図ることも可能である。



左：従来工法、右：ジオファイバー工法
出典：ジオファイバー協会連合会 HP



樹木伐採を行わず施工が可能
出典：日特建設 HP

ノンフレーム工法

ノンフレーム工法は、自然斜面上の樹木伐採を行わず、比較的短い 3～5m の長さのロックボルトを一定間隔で打設し、地山と補強材（ロックボルト）との相互作用により斜面を安定化させる工法である。各ロックボルトを連結材（ワイヤーロープ）により連結させることにより、複合的に斜面の安定化を図ることが出来る。切土や法面整形に係るコストを縮減するとともに施工後の景観にも配慮したものである。



施工事例（左：施工直後、右：施工後 4 ヶ月）
出典：ノンフレーム工法協会 HP

PDR 工法

PDR (Pipe Drain Reinforcement) 工法は、ストレナー加工された鋼製パイプを法面に一定間隔で打設することにより、補強土工として地盤強度を高めると同時に、表層崩壊の発生要因となる表層地下水を速やかに排出するものである。PDR 工法は、打込み工法であるため、プレボーリングが必要ないというメリットがあるが、施工範囲は限られており、土砂や強風化した岩盤にのみ適用可能である。また、PDR パイプは定尺 1.8m + 1.8m 程度のものであるため、主に小規模宅地造成法面や道路法面の補間的な対策工法として適用される。我が国では鉄道盛土に数多く適用されている。

特殊な技術を要さず施工が容易であることから、NBRO が実施する数多くの小規模斜面対策や公共建物に関連する法面対策に適している。



施工事例：標準的な施工架台で挿入可



施工箇所 (左) では崩壊は生じなかったが、
未施工箇所 (右) で崩壊が生じた事例

出典：(株)太田ジオリサーチ HP

2) 土石流補足のための砂防堰堤

砂防堰堤の主目的は、堤体の上流部に土砂を堆積することにより、上流の河床勾配を緩やかにするとともに、河川の浸食力及び土石流の影響範囲を縮減することにある。堰堤が満砂状態になった場合においても、土石流発生時には河床勾配が緩やかなっているため、貯砂量の 10~50%程度の土砂を貯留することが可能である。

JICA は、これまで RDA や NBRO に対し、土砂災害対策技術の支援を行っており、この中で、地滑り対策や斜面崩壊対策に関する本邦技術の適用を推進してきた。しかしながら、土石流対策については、構造物対策に関する技術支援は行われていない。

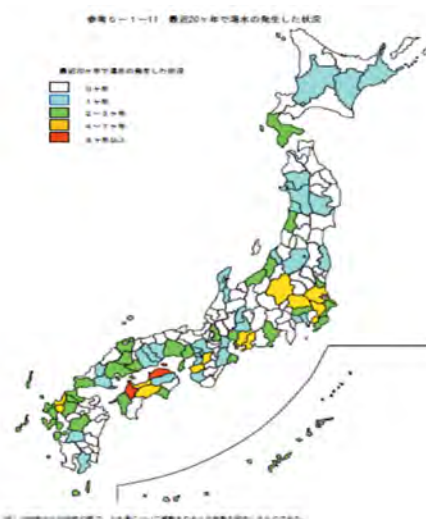
一方で、2014年10月に発生した Meeriyabedda 地区の土砂災害、2016年5月の Aranayake 地区の土砂災害は、いずれも流動化した地滑りが土石流として流れ下り、下流域に甚大な被害をもたらした。その他にも、スリランカにおいて住民へ直接的な被害をもたらした土砂災害の多くは、「土石流」に区分されるものである。これに対し、現在スリランカには、土石流対策の実績やノウハウの蓄積は皆無である。

その導入には、スリランカ側の体制整備と段階的支援が不可欠となるが、我が国の優れた技術を適用する重要な分野の一つであると言える。

6.1.4 渇水対策

(1) 官民一体での渇水対策

日本の渇水の分布図を右図に示すが、1964年、1978年～1997年、1981年～1982年、1994年、2002年に大渇水が発生しており、その後渇水が繰り返し発生している。特に1994年と2002年の渇水は、全国的な範囲に及んでおり、甚大な農業被害、給水被害により市民生活にも大きな影響が出た。渇水は特に西日本地方で深刻で、2002年の渇水の際には、四国地方で最大で287日もの取水調節が行われた。こうした渇水の主要原因としては、不安定な降水量が考えられる。日本では、全国的な大渇水が約10年に一度の周期で発生していることから、渇水リスクに備えるための事前対策が、以下の方針に基づいて官民一体で実施されている。



過去20年間の渇水発生状況（1989-2008）
出典：国土交通省

http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/c_actual/actual05.html

スリランカでは、渇水時の救援については、NDRSCやDDMCUなどが調整機関として機能しているが、渇水リスク削減については、国家、地方政府とも統括的な対策を実施する段階には至っていない。渇水対策は水資源管理と一体となって実施すべきであり、以下に述べる日本の経験がスリランカにおいても参考になると考えている。

1) 水不足回避のための関係機関との事前調整

河川法第53条にしたがって、渇水被害が予想される場合は、事前に、河川管理者、各都道府県及び関係機関が「渇水調整協議会」を組織し、河川の各種情報に基づき今後の基本的な水利用の方向性について決定を行う。従って、渇水リスク削減の観点からすると、関係機関との調整が非常に重要となる。

スリランカにおいても、出来るだけ早い段階から各関係機関を巻き込んだ渇水対応を行い、適切な対応を行えば、渇水被害が最小化されるものと期待される。

2) 統合水資源管理に基づく渇水調整

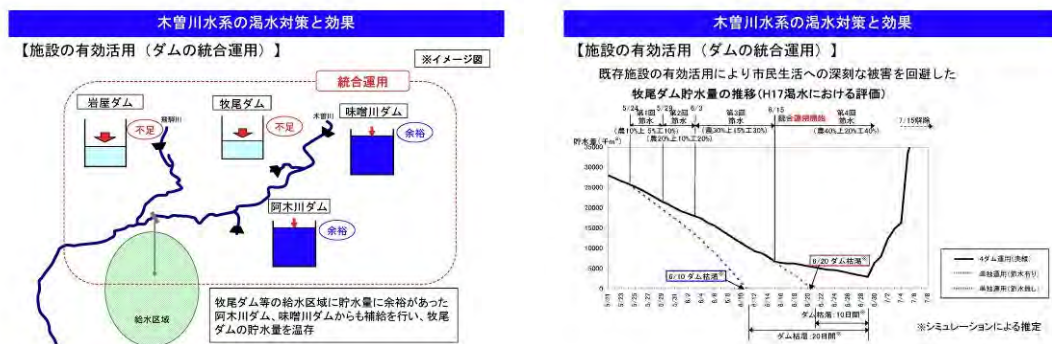
日本の渇水調整は、統合水資源管理のコンセプトに基づいて、渇水時の生活用水、電力、農業、工業、生活用水などの利水容量と河川維持容量などを流域内、及び他流域と協力して統合的に調整することで実施されている。都市部に流れ込む比較的大きな流域の水資源開発施設は、流域によって異なるが、大きく分けて上流ダム、中流調整池、下流導水施設、河口堰からなる。河川や降雨、取水等の情報を収集し、これらの施設を効果的にかつ効果的に運用するため以下の広域低水管理を行っている。

- 渇水対策としては、渇水前からダムからの取水の制限（取水制限）を行い、ダムの貯留水を確保する（渇水調整）。具体的には、実績取水量に対してダムごとに上

水、工業用水、農業用水別の節水率と期間を設定し、それに基づきダムからの放流を実施する。

- 激しい渇水が予想される場合は、ダム群の統合運営、他の利水者への節水協力を依頼する。水道水については、減圧や断水などの給水制限を想定する。以下に、ダム統合運営のシステム概念図と運営の効果事例を示す。

スリランカにおいても、渇水対策を「統合水資源管理に基づく渇水調整」と捉えることで、社会経済発展計画や洪水、渇水対策を統括した水資源管理運営が可能になる。



ダム統合運用のシステムズ概念図

ダム統合運用の効果事例

出典：国土技術総合研究所 (http://www.cbr.mlit.go.jp/kawatomizu/kassui/pdf/h17_03_01.pdf)

3) 長期的水資源保全対策

水源地域の森林は、水源の涵養やダム貯水池への流入土砂の軽減という機能があり、森林の水源涵養機能の保持や整備は長期的水資源保全のためにはきわめて重要である。そのために、造林作業、林道の整備、崩壊地の予防や修復等、森林育成の計画的実施が関係官庁の主導の下で実施されている。スリランカにおいても、長期視野に立った水資源確保からの森林保全が必要であり、この分野の日本の経験を生かすことができる。

(2) 節水型社会の実現

日本においては、節水型社会の実現に向けて、多くの試みが、中央政府や地方自治体、産業界や個人で実施されている。具体的には、下水処理水や工業用水の回修水の再利用、水道の漏水対策、雨水の利用を始め、節水意識の啓発、節水 PR、節水機器の普及等を推進し、限りある水資源を節約していく節水型社会の実現を目指している。特に、雨水利用については、大規模な公共施設で雨水利用が進んでいる。家庭や企業において、雨水の利用を促進するため、雨水の貯留タンクやポンプ配水システムに対して補助制度を設けている自治体もある。下表に、大規模雨水貯留施設の概念図と活用事例を示す。

スリランカにおいても、日本の事例にならって、公共施設を利用した大規模な雨水貯留施設を設けることで、洪水と渇水対策の両面のリスク削減が同時に図れる。

6.1.5 気象・水文予警報及び予警報分野

(1) 観測機材/システムの統合的活用

現在、気象局では観測や解析にかかる各種機材/システムの導入が進行中、若しくは検討中であり、仮に全ての機材/システムが導入されれば、既存の地上観測所や高層気象観測機材と合わせ、気象予報業務にかかる機材環境は大幅に改善されるものといえる。

一方で、各機材導入時のドナーが異なることもあり、機材/システムの統合的運用には不安が残る。日本の気象庁は、過去の様々な機材/システム導入の経験から全体コンセプトの立案に強く、また、各種機材の観測データの総合的な活用にも長けていることから、今後の気象業務改善に関する支援には気象庁のノウハウが活かされるものと期待される。

(2) 解析雨量・降水ノウキャスト

気象災害にかかる解析・予報業務は、欧米と比較して日本の得意とするところであり、日本からの技術移転に期待したい分野である。日本の気象庁では、ドップラーレーダーと地上雨量計等のデータを組み合わせて計算された解析雨量を一般に公開しているほか、それをもとに解析された降水ノウキャスト（図 6.1.1）も一般に公開している。これらがスリランカに導入されれば、雨量予報の空間的・時間的解像度を飛躍的に向上させるものである。また、解析雨量を活かした、前出の土砂災害警戒情報・土壌雨量指数や流域雨量指数の導入は、スリランカにおける警報の高度化に大きな役割を果たすものと思われる。

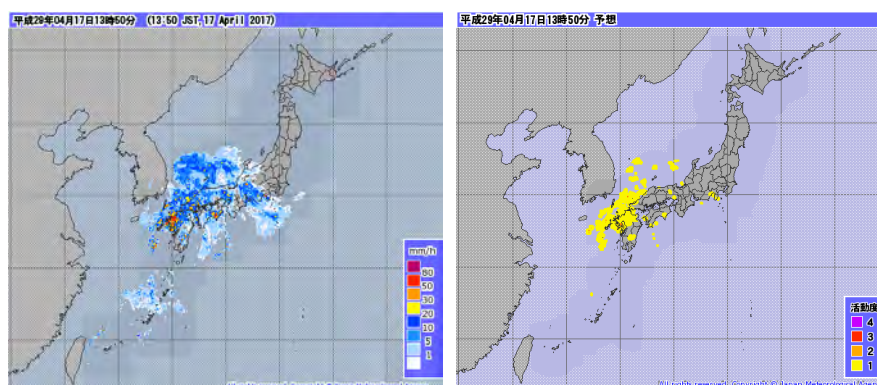


図 6.1.1 降水ノウキャストと雷ノウキャストの例

出典：気象庁 HP <http://www.jma.go.jp/jp/radnowc/>

(3) SATAID

HimawariCast に先駆けて気象局へ導入されている SATAID の活用も期待される場所である。SATAID は日本の気象庁の開発チームにより作られたソフトで、衛星画像や数値予報のほか、地上観測データ等も重ね合わせて解析出来るソフトである。レーダー・ひまわり画像等に加え、導入が検討されている雷監視システムのデータも重ね合わせる事が可能となれば、雨雲の発達域の正確な把握や予測が可能となり、効果的な雨・雷予警報の発令に資するものと思われる。

6.2 優先プログラムにおける防災協力支援の方向性の検討

第5章で防災ロードマップに示された優先プログラムについて、6.1で検討した本邦技術・知見の活用の可能性も踏まえ、JICAによる防災協力の方向性及び協力内容の案を以下の通り示す。今後、下記協力内容案を基にスリランカ政府と日本政府・JICAの間で具体的な支援のフィージビリティや協力内容につき議論を深めることが期待される。

6.2.1 総合防災

(1) 国家防災計画策定支援

次期国家防災計画 (NDMP) 2013-2017 の策定準備が進めており、これを反映した形で、Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Programme (SLCDMP) の改訂を行う計画である。これらの計画改訂は、仙台防災枠組を反映した形で行われることが肝要であり、このための政策アドバイザーを災害管理省に配置する。

(2) 総合流域防災を考慮した地方防災計画策定支援

地方防災計画の策定は、仙台防災枠組において2020年までの策定が目標とされており、同枠組推進にあたって直近の課題である。包括的な防災投資を進めていくためには、対象災害種を考慮のうえ、総合流域防災を念頭においた地方防災計画を策定していくことが求められる。

我が国における河川管理は、対象河川の重要度によって、国土交通省（ないし地方整備局）、県、市町村等がそれぞれ所掌し、流域毎の総合治水計画に基づいた計画的投資が行われている。また、JICAはこれまで、各国において、統合洪水管理計画の策定支援を行い、これを通じて流域毎の包括的な防災施策に取り組んできた。

これらの知見に基づいて、特に経済被害が甚大な流域をパイロットとして、総合流域防災を念頭においた地域防災計画の策定支援を行う。さらに同計画では、災害予防計画のみならず、準備対応や復旧復興も網羅し、包括的な地域防災戦略を策定する。

(3) 防災ロードマップ推進のための開発政策借款

今後スリランカ政府が、仙台防災枠組を基に、国家防災計画 2018-2022 やその実施計画である SLCDMP 2019-2023（ただし、次期 SLCDMP は国家防災計画に組み込まれる見込み）、あるいは総合流域防災戦略に基づく地方防災計画等の政策を策定し、またこれら政策に基づく具体的な施策を実施していくにあたっては、そのための資金調達と適切な進捗管理体制の構築は不可欠である。この取り組みを長期的に支援することを目的として、開発政策借款での資金協力を検討する。

開発政策借款は、協力相手国政府における政策・制度改善や戦略実施を長いタイムスパンで支援することを目的として供与される。予め優先度に基づいて JICA 及び協力相手

国政府との議論に基づき政策マトリクスを定め、たうえで借款契約を締結し、その具体的アクションの達成を協力相手国政府と JICA の双方が確認しつつ、アクションの達成に応じて資金を段階的に貸付実行するものである。

防災強化に向けた政策の策定・実施を促進するとともに、優先政策アクションへの財政資金を確保することで、政策の実行性を高める効果が期待できる。

本借款の適用にあたっては、仙台防災枠組や防災ロードマップを考慮のうえ、事前投資や Build Back Better 等に資する効果の高い政策アクションを特定し、政策マトリクスに反映させることが望ましい。なお、特定の開発計画実施のために必要な複数のサブプロジェクトが特定される場合、開発政策借款以外とは異なる形態の借款として、それらのサブプロジェクトの実施を支援するセクターローンによる支援も検討し得る。

6.2.2 洪水対策

(1) 重要流域の投資計画整備支援

現在、世銀 CRIP プロジェクトでは、主要 10 流域の洪水・渇水被害軽減を目的とした流域投資計画を進めているが、他流域では統合的な投資計画は整備されていない。灌漑局は CRIP 対象流域以外に、12 流域を重要流域と位置付けており、これらの流域に対する投資を進めるうえで流域管理計画を策定することが求められている。その中でも、Kalu Ganga 流域は、最も洪水被害が大きい流域の一つであり、西部州全体の水資源開発という観点からも重要性が高い。

このような背景から、Kalu Ganga 流域の投資を促進することを目的として、既存の計画や水収支を包括的に評価したうえで、流域内のステークホルダーを巻き込んだ、統合的水資源管理（IWRM）の策定支援を行う。

(2) 洪水対策アドバイザー

現在実施中の世銀 CRIP を含む流域投資計画策定・実施にあたっての助言、ならびに総合流域防災戦略と地方防災計画策定への助言を目的として、灌漑水資源省への洪水対策アドバイザーの派遣を検討する。

特に総合流域防災戦略と地方防災計画策定にあたっては、派遣が確定している災害管理省へのアドバイザーと協力し、災害管理省と灌漑水資源省の有機的な連携と流域防災の事業促進を図る。

(3) コロンボ都市圏排水対策マスタープラン策定

2016 年 5 月洪水ではコロンボ都市圏が大きな被害を受けた。コロンボ中心部は、Kelani Gnanga や Attanagalu Oya のような主流域ではなく、それ以外の中小流域内に位置しており、これら中小流域の排水対策による経済被害の軽減効果は大きい。

我が国は 1990 年代からコロンボ都市圏における排水対策を継続して実施しており、2003 年には都市排水マスタープランを取りまとめた。その後、世銀によりコロンボ都市開発プロジェクト（MCUDP）やスリランカ政府予算により多くの事業が実施されたが、Greater Colomobo 流域や Weras 流域に限定されている。

一方で、2003 年マスタープラン以降、各流域の降雨特性や社会経済、都市開発の進展など、当時の条件とは大きく変容しつつあり、全体計画の見直しが求められている。このため、現時点の諸条件を精査したうえで、コロンボ都市圏及び周辺地域の都市排水計画を見直し、将来の投資に資するための技術支援を行う。

6.2.3 土砂災害対策

(1) 包括的土砂災害対策にかかる技術支援

2014 年、2016 年に発生した大規模な土砂災害を受けて、土砂災害対策の更なる促進はスリランカにおける喫緊の課題となっている。現在、JICA でも、円借款「国道土砂災害対策事業」及び技術協力プロジェクト「土砂災害対策強化プロジェクト」において、スリランカにおける土砂災害対策の強化を支援している。

土砂災害については、特定の場所で繰り返し発生するものではないことから、構造物対策による災害軽減策を土砂災害に脆弱な地域に広範囲に渡って実施していくことは、費用の面から難しい。従って、費用対効果の観点から、原則として土砂災害対策に係る協力については非構造物対策に重点を置き、構造物対策については、引き続き、道路等の重要インフラや公共施設について優先的に検討していくことが求められる。

かかる背景において、非構造物対策としては、土砂災害危険区域からの住民移転や、新たな開発行為を防止する必要があるが、そのためには、その基本情報となるハザードマップの高精度化と、関係機関や地方自治体の合意のもと法制度整備が求められている。また、危険区域における避難警戒体制のより一層の強化が重要である。

我が国では、土砂災害防止法に基づく、土砂災害危険区域設定手法の確立、また危険区域に対する土地規制と行政責任（避難警戒体制の構築）を明確にしてきた。我が国の知見の活用という観点から、スリランカ版土砂災害防止法を視野に入れた、非構造物対策推進に関する技術支援を行う。

(2) 重要インフラ強化による災害に強い国作り支援

災害時に国道や鉄道等の基幹インフラが被災すれば、被災者救助や円滑な救援物資の配送の大きな障害となるばかりでなく、長期的な交通閉鎖は地方経済に深刻な打撃となる。したがって、基幹インフラの強化は、災害に強い国づくりの最も重要な施策の一つであると言える。

我が国は、道路開発庁を実施機関として、円借款「国道土砂災害対策事業」を実施し、山岳地の主要国道のうち土砂災害リスクの高い 16 区間の斜面对策事業を実施している。

同プロジェクトは2019年に竣工する見込みであるが、スリランカの主要国道にはLDPP対象区間以外にも、土砂災害リスクの高い区間がまだ存在しており、引き続き斜面对策を推進していく必要がある。さらに、道路に加え、植民地時代に整備された鉄道沿い斜面对策についても課題となっており、併せて重要インフラ強化として、斜面对策支援を検討する。

6.2.4 渇水対策

(1) 国家渇水リスク低減に関する戦略案の策定支援

スリランカにおける渇水被害は、水供給分野はもとより農業分野、水力発電分野など多くの水関連分野に及んでいる。しかし、スリランカの渇水対策は、NDRSCが災害の調整役として主体的に活動しているが、給水車による飲料水の配水や救援物資の配給などの救援が主体で、水資源管理の視点から災害リスク低減を考慮した事前対策は行われていない。

このような状況を鑑みると、渇水に関するすべての事象を統合的に考慮した国家渇水リスク低減戦略を早急に策定する必要がある。戦略案策定に当たっては、事前に渇水リスクアセスメントを行い、過去及び現在の渇水被害状況の把握や将来の被害想定を科学的に予想することが前提となる。これに基づき地域及びセクターの優先順位付けを行い、ロードマップとの整合性を図りつつ戦略的な事業推進を図る。

渇水対策は、給水、灌漑、電力、畜産、環境等のあらゆるセクターが横断的に取り組むべき課題であり、かつ、その対象は国家レベル施策から地方自治体による基本的な生活保障まで広範囲にわたっている。実効性の高い戦略案を策定するにあたっては、ステークホルダー間の調整も不可欠である。したがって、戦略策定を効果的かつ迅速に進めるために、「国家渇水リスク低減委員会」と、「専門家からなる洪水リスク低減技術委員会」の設置を提案する。策定の責任機関は災害管理省、調整機関はDMCとし、関係機関との有機的な連携を図る。

我が国では、洪水と渇水が繰り返し発生しており、洪水対策と渇水対策を統合した戦略策定の経験や知見を有しており、スリランカにおける国家渇水リスク低減戦略策定支援に制度面、技術面から貢献できる。

(2) 渇水脆弱コミュニティにおける水確保プログラム策定支援

スリランカでは、近年の渇水長期化により、渇水常襲地域である北西部州、北部州、北中部州、ウバ州、南部州など乾燥地帯での農業用水や生活用水不足が深刻化している。特に、パイプ給水が整備されていない小規模コミュニティでは、飲料水や生活用水、農業用水のすべてを手掘り浅井戸に依存しており、渇水が長期化すると井戸が枯渇し、生活を維持するのも困難になっている。また、地域によってはため池の水を生活用水や農業用水に利用している小規模コミュニティが存在し、こうしたコミュニティでは、水質汚染や農業への影響等、浅井戸に依存している小規模コミュニティと異なることが想定

される。

生活を維持するには、国や地方政府のイニシアティブのもと、“渇水に強い社会の形成”を目標に、いくつかのコミュニティが共同で取り組める、「渇水脆弱コミュニティにおける水確保プログラム」の策定を提案する。

プログラムは以下の 4 つのコンポーネントを主体とし、渇水災害が深刻化している県下のいくつかの DS Division をパイロットとして実施する。コンポーネントの内容や対象事業に従って、県行政官や DDMCU が中央機関と連携して進める施策、地方自治体を中心となって住民サービス向上の取り組み、コミュニティレベルでの住民活動とが、それぞれ連携しながらプログラムを進めることが重要である。なお、本プログラムには多くの関係機関が関係しており、プログラムの実施に当たっては、計画段階において、それぞれのミッションと役割を明確にする必要がある。

- コンポーネント-1：水利用や節水に関する住民啓発活動
- コンポーネント-2：雨水利用の推進
- コンポーネント-3：小規模カスケードシステムの機能回復、機能向上
- コンポーネント-4：環境適応型農業（節水灌漑、作物転換等）の導入

現在、JICA では技術協力プロジェクト「北中部乾燥地域における連衆型ため池灌漑開発計画策定プロジェクト」を実施中（2016 - 2018）であり、このプロジェクトの成果はコンポーネント 3 に活用できる。

(3) 渇水対策用の飲料水供給システムの確立と配水運営の技術支援

渇水被害が長期化した場合、社会的に問題になるのは飲料水の安定供給である。安定的な飲料水供給のための水源は、既存浄水施設の浄化水、貯水池、河川の表流水、地下水に限られているが、渇水時には、多くの貯水池や河川水の水位も同時に低下している。安定的に利用できる水源は岩盤内の亀裂に賦存する地下水である。

WRB の地下水調査結果では、渇水常襲地域に広く分布する基盤岩（花崗岩質片麻岩）は、一般的には地下水取水が難しいとされるが、衛星画像解析、EM 探査、高密度二次元電気探査を適用することで豊富な地下水を賦存する亀裂帯を見つけられる可能性がある。この地域には機能低下により放棄された深井戸があり、機能回復作業（ブラッシング、エアリフト洗浄）により、揚水可能となる可能性が高い。ただし、スリランカの乾燥地帯の深層地下水は硬度が高く、鉄、フッ素を含んでいることが分かっているが、含有量については場所によるばらつきが大きい。いずれにしても、事前に、既存井戸のインベントリ作成と物理探査による井戸の掘削地点の物理探査を行うことを進言する。

上記の状況を考慮すると、既存深井戸+新規深井戸を適切に組み合わせることで、緊急用の飲料水供給ネットワークが構築できる。このシステムが確立できれば、今まで給水車に頼っていた配水のコストが大幅に削減できる。本支援では、日本の有する地下水探査技術や深井戸の掘削技術（深度 200m を想定）、放棄井戸の機能回復（井戸の長寿命

化) の分野での技術支援が可能である。

6.2.5 気象・水文観測及び情報伝達

(1) 気象観測網の近代化と体制整備

マニュアル観測がメインのスリランカにおいては、観測網の近代化（手動から自動観測への移行）が必要とされている。特に、防災にかかる気象業務においては、気象現況把握と短時間予測が重要であり、マニュアル観測でそれに応えることは困難である。

そういった背景の中、AWS の整備やドップラーレーダーの導入及び関連する技術移転が JICA 支援の下で実施中若しくは実施予定であり、観測網の近代化への寄与が期待される。特に、レーダー導入後の運用・校正及び高品質降雨データ取得への支援は、それがなければ導入機材を十分に気象防災に生かすことが出来ないことから、注力して行うべき分野であると思われる。加えて、スリランカにおいて発生死者数の多い雷の検知システム導入や、高層気象観測の強化、観測機器の適切なメンテナンス・校正の実施とトレーサビリティの確保なども気象防災業務の強化に重要な部分であるといえる。

気象局の人的・予算的資源を考慮した全体計画に立脚した観測網の近代化を実施することで、これまでマニュアル観測に消費されていた資源を AWS・レーダーの運用や中央・地方の防災機関への予警報発信及びアドバイザー業務等へ転換することが出来れば、気象業務所掌官庁として防災へのさらなる貢献が期待される。観測網の近代化と体制整備への支援を行っていく。

(2) 予警報能力向上と情報伝達改善のための技術支援

国際支援や自助努力によって観測業務を巡る環境は改善しつつあるが、観測データを用いた予警報能力向上や情報伝達改善のための支援も気象防災には必要な部分である。レーダー・AWS 等の観測データを統合的に活用した予報精度の改善や短時間予報（降水ナウキャスト等）の発出、メソスケールの数値予報モデルの導入とガイダンスを用いた気象予報の定量化、警報基準の改善（災害地域特性の警報基準への反映や警報の詳細化等）、長期予報の改善等が予報業務への支援ニーズとして挙げられるが、効率的な支援のためには、日本の支援で導入した AWS やレーダーを、予警報業務において有効活用するための技術支援と人材育成を行うことが肝要である。

中長期的には、レーダー観測による降雨データを活かした、土壌雨量指数や流域雨量指数といった降雨災害に関する指数の導入にも効果的であると思われる。

予警報の関連機関及び一般への伝達や、防災啓発活動の促進については、各機関/プロジェクトで取り組んでいる分野であるが不十分であり、特に、気象局・灌漑局・NBRO 等の技術機関と DMC・地方・軍等の防災関連機関の間の気象水文データ共有不備が災害対応の足かせになっている側面があり、支援ニーズは高いものと思われる。

ここまでに示した気象防災にかかる観測・予警報及び情報伝達改善には、援助側の防

災機関や研究機関と連携した人材育成や研究促進が効果的な支援のキーとなる。導入されるレーダーの活用を軸に、気象防災にかかる日本の知見を活かした人材育成を行うことが肝要である。

巻末資料 ①

各機関における課題と方向性

Image of Action Plans – Comprehensive DRR

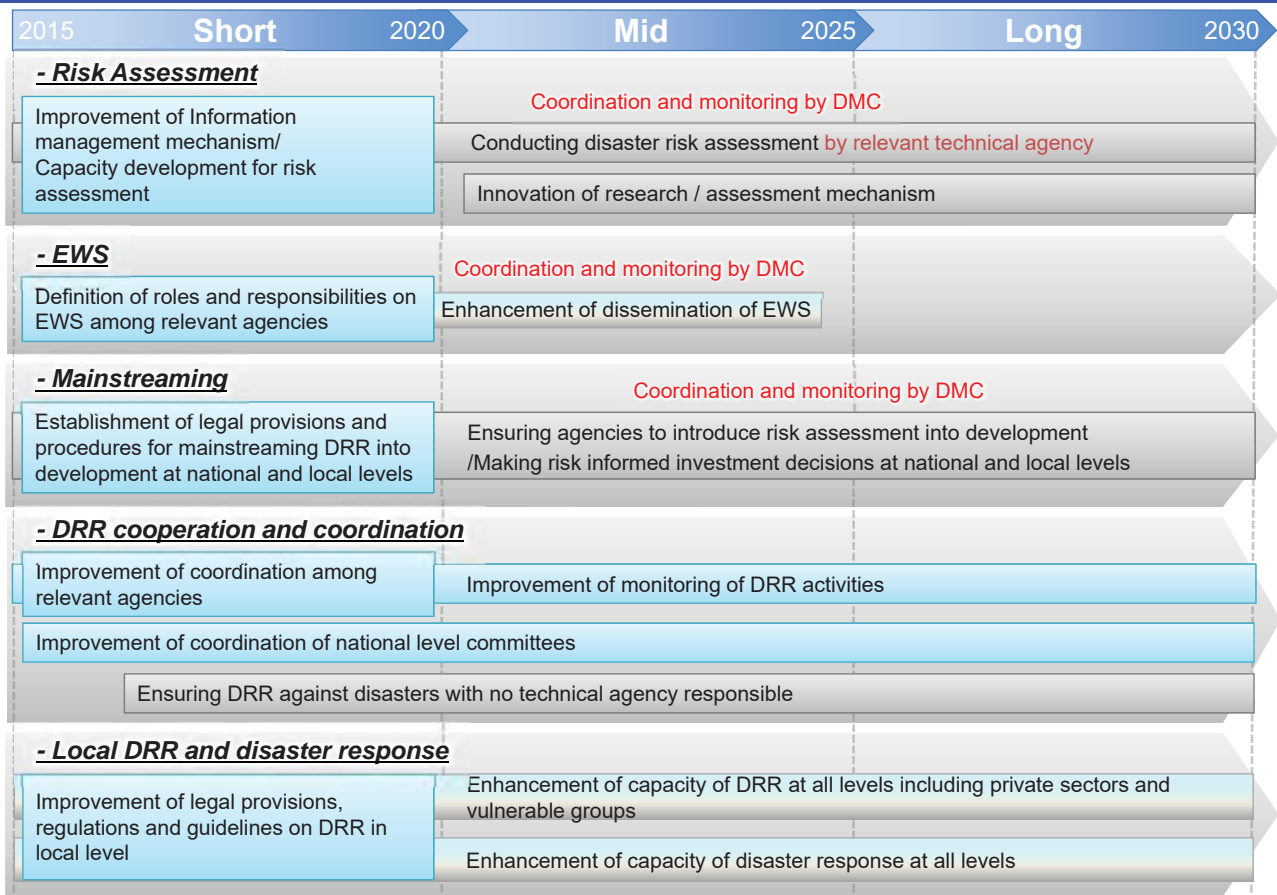
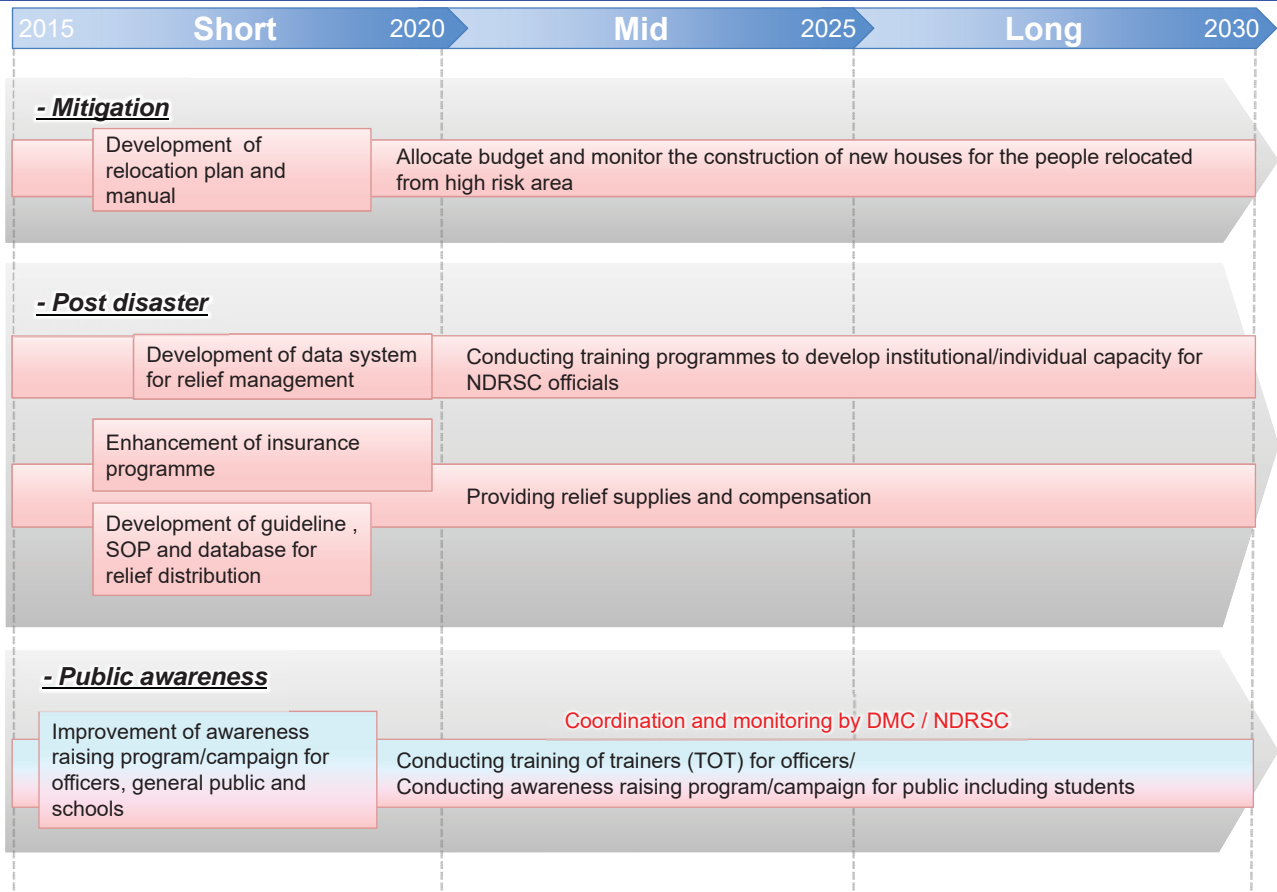


Image of Action Plans – Comprehensive DRR



Objective & Strategy – Flood/Drought Management

Objectives

- 1- Damage and loss by urban flood in critical urban areas are reduced
- 2- Flood and drought hazard in important river basins are mitigated
- 3- Well-coordinated flood and drought operation including EWS is established

Strategies	Related Priority Action in Sendai Framework	Main Responsible Agencies
1- To prepare detailed flood and drought risk information	PA1	ID, SD, DMC, DOA, DAD, NWSDB, SLLRDC, LAs
2- To enhance legal and institutional arrangement on flood mitigation	PA2	MIWRM, ID, SLLRDC
3- To promote basin investment with IWRM concept	PA3	ID, NPC
4- To promote investment in storm water drainage improvement	PA3	SLLRDC, LAs
5- To ensure "Well managed urban development " considering flood disaster risk	PA3	MMWD, UDA, NBRO
6- To strengthen flood and drought operation	PA4	ID, DOM, DAD, MASL, CEB, NWSDB, NPC, DMC, MMWD, SLLRDC

Image of Action Plans – Flood/Drought Management

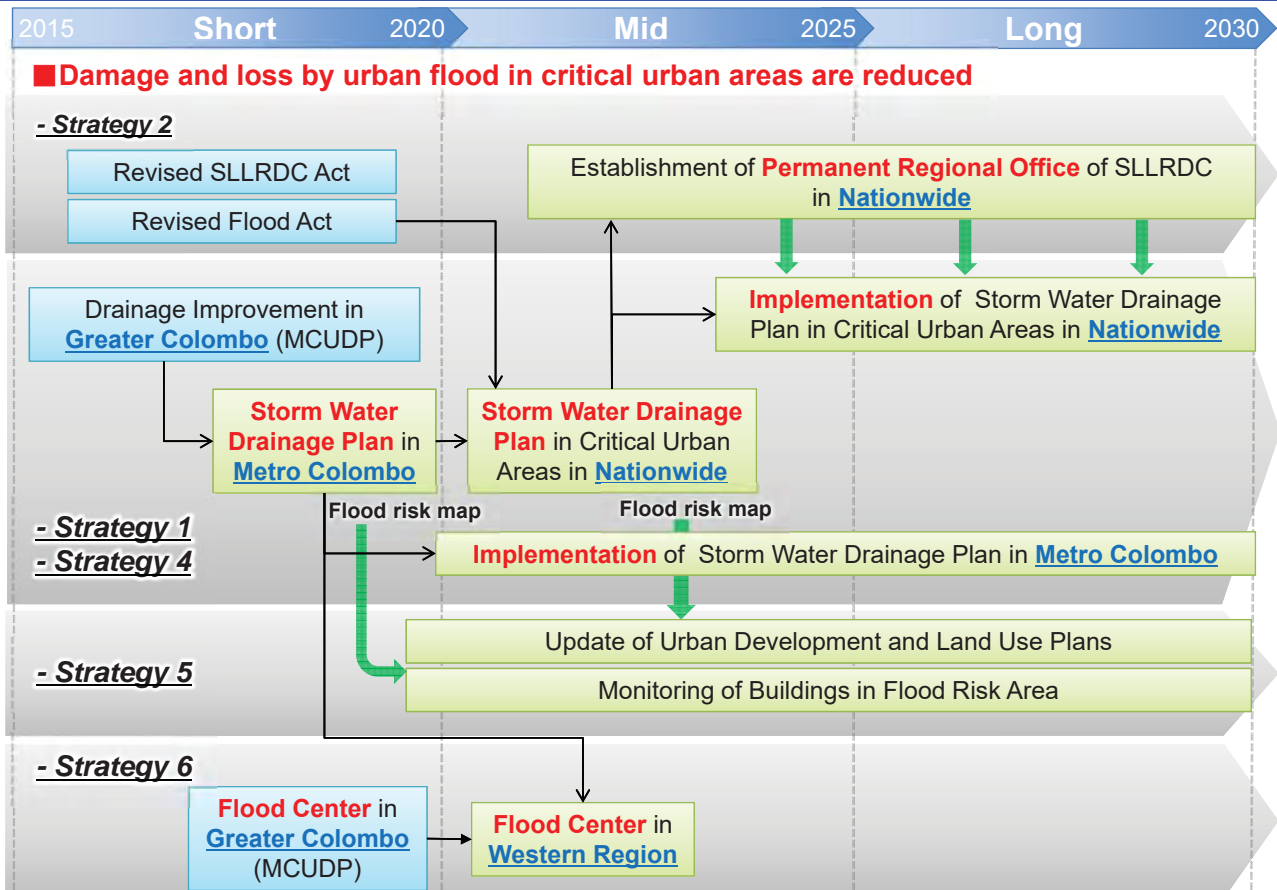


Image of Action Plans – Flood/Drought Management

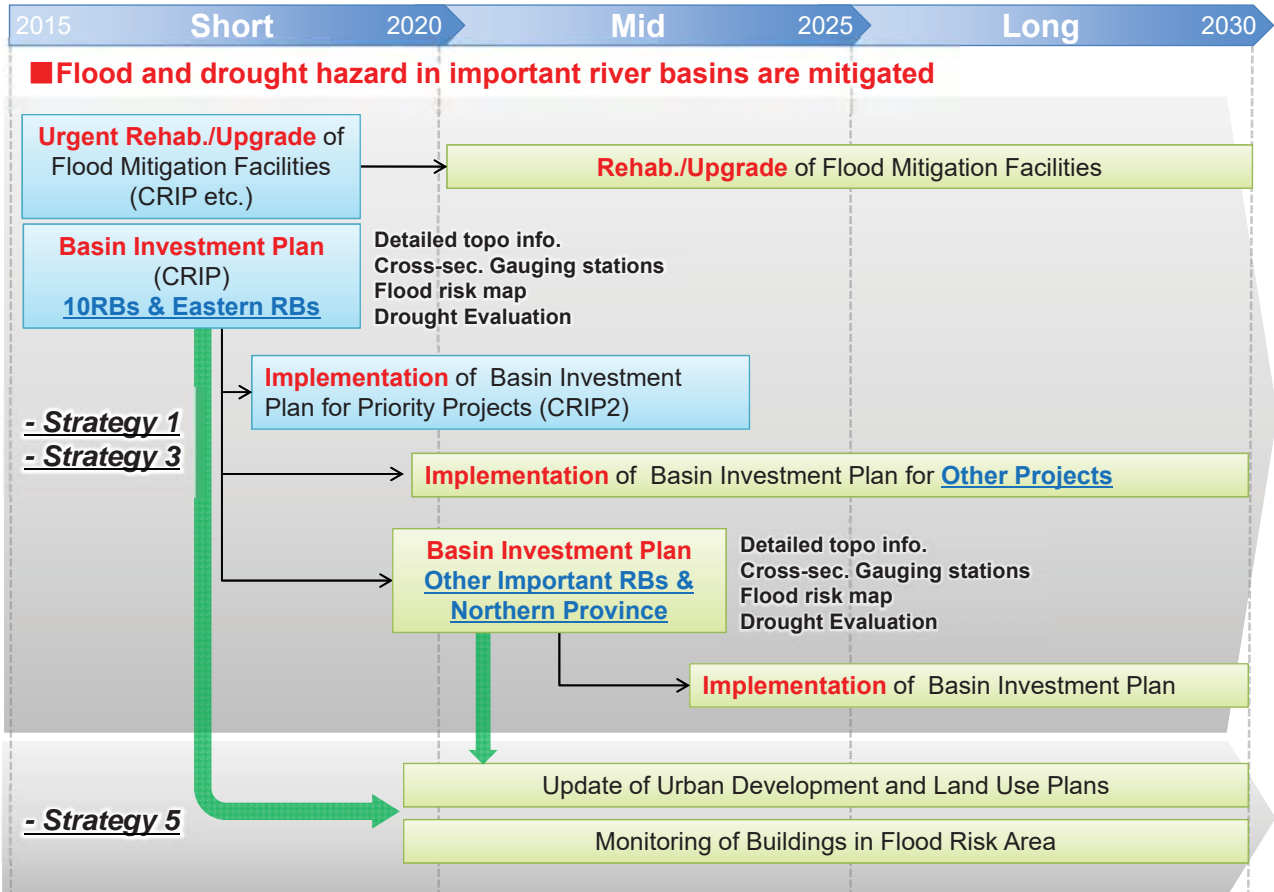
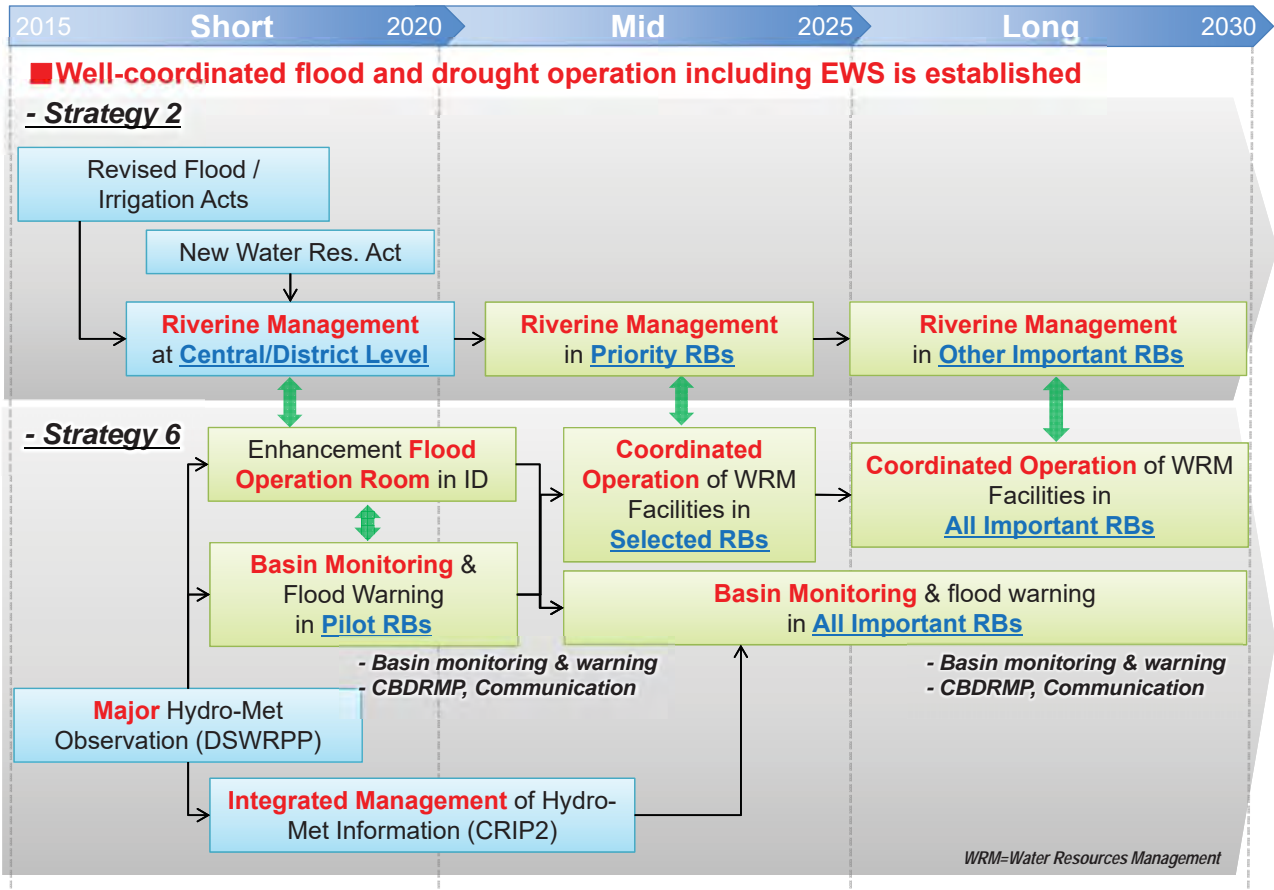


Image of Action Plans – Flood/Drought Management

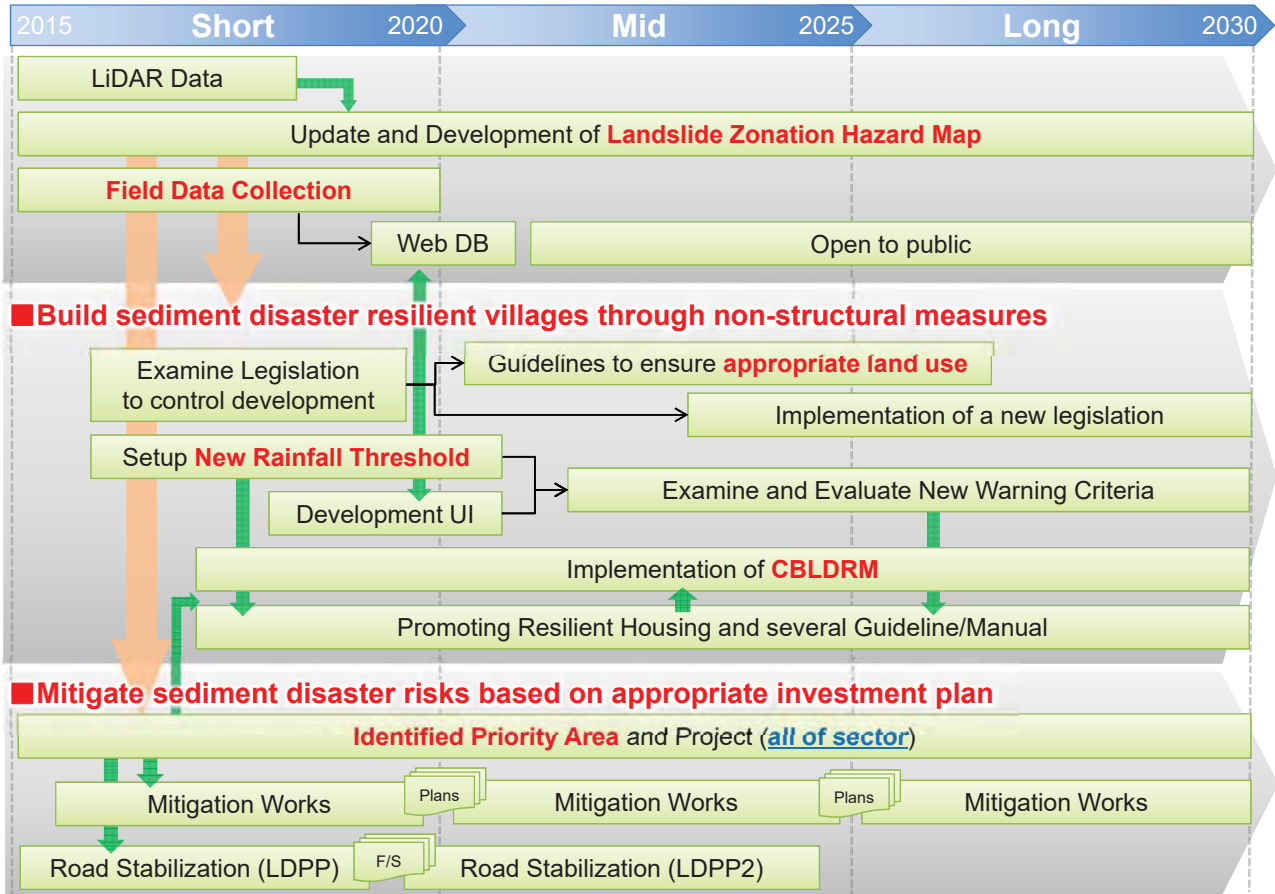


3. To promote basin investment with IWRM concept (PA3)		
3-1-1	Preparation of basin investment plans for priority river basins	WB-CRIP (10RBs) & WB (Eastern Basin)
3-1-2	Preparation of basin investment plans for other river important basins and Northern Province	12RBs identified by ID and RBs in Northern Province
3-2-1	Urgent rehabilitation and upgrade of aged main flood mitigation facilities	WB-CRIP, Kelani, Gin
3-2-2	Rehabilitation and upgrade of aged main flood mitigation facilities	
3-3-1	Implementation of priority projects in priority river basins	WB-CRIP2(4basins) & AFD for Mundeni Aru
3-3-2	Implementation of other projects in priority river basins	WB-CRIP (10RBs)
3-3-3	Implementation of projects in other important river basins and Northern Province	12RBs identified by ID and RBs in Northern Province
4. To promote investment in storm water drainage improvement (PA3)		
4-1-1	Preparation of storm water drainage investment plan for Metro Colombo Region and Surrounding Area	
4-1-2	Preparation of storm water drainage investment plan for critical urban areas in nationwide	
4-2-1	Implementation of storm water drainage improvement in Metro Colombo Region (ongoing)	WB-MCUDP & others
4-2-2	Implementation of storm water drainage improvement in Metro Colombo Region (others)	
4-2-3	Implementation of storm water drainage improvement in critical urban areas in nationwide	
5. To ensure "Well managed urban development " considering flood disaster risk (PA3)		
5-1-1	Update of urban development and land use plans in accordance with the formulated basin investment plans and drainage investment plans	
5-2-1	Preparation of database for buildings in flood risk area in priority river basins and critical urban areas	
5-2-2	Preparation of database for buildings in flood risk area in other important river basins and Northern Province	
5-2-3	Monitoring of buildings in flood risk area using the database for buildings in flood risk area	
6. To strengthen flood and drought operation (PA4)		
6-1-1	Improvement of major hydro-met observation system	WB DSWRPP
6-1-2	Improvement of integrated management of hydro-met information	WB-CRIP2
6-1-3	Maintenance and replacement of hydro-met observation equipment	
6-2-1	Enhancement of flood operation room of Irrigation Department	
6-3-1	Enhancement of basin monitoring and flood warning system in pilot river basins	
6-3-2	Establishment of basin monitoring and flood warning system in all important river basins	
6-4-1	Enhancement of coordinated operation of river management facilities such as tanks and gates in selected river basins	
6-4-2	Enhancement of coordinated operation of river management facilities such as tanks and gates in all important river basins	
6-5-1	Promotion of CBDRMPs to selected river basins	
6-5-2	Promotion of CBDRMPs to the all flood prone areas	
6-6-1	Establishment of flood control and water management center in Greater Colombo Basin	WB-MCUDP
6-6-2	Expansion of the flood control and water management center for Western Region	

SD: Survey Department, ID: Irrigation Department, NPC: Northern Provincial Council, DMC: Disaster Management Center, SLLRDC: Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation, NWSDB: National Water Supply and Drainage Board, DAD: Department of Agrarian Development, MIWRM: Ministry of Irrigation and Water Resources Management, MMWD: Ministry of Metropolitan and Western Development, UDA: Urban Development Authority, NBRO: National Building Research Organisation

■ Completed ■ On-going / planned □ Proposed

Image of Action Plans - Landslide Management



Direction / Actions on Landslide Management	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Remarks
To implement priority projects especially for priority area and infrastructure (PA3)																
Implement priority mitigation projects (NBRO)																on going (by GoSL, TCLMP, LDPP and etc.) several project conducted by NBRO and other agencies
Implement priority projects for national roads (RDA)																LDPP is on-going (16 sites)
Implement priority projects for national railway lines and provincial roads																LDPP-2 implement based on F/S result LRRMD
To strengthen rainfall observation networks and optimize warning criteria (PA4)																
Install rainfall observation stations (Increase the present distribution and the density of automated rain gauges to cover up all landslide prone areas)																160 stations were installed
Examine working rainfall applying to the current observation system																on going
Update user interface for rainfall observation system																
Evaluate warning criteria																evaluate based on actual
Examine employing soil water index with other research agencies																Collaboration with Met Department
Develop new warning mechanism in cooperation with other agencies																
To strengthen local resilience under concept of Disaster Resilient Village (PA4)																
Formulate implementation programme for CBLDRM																
Conduct CBLDRM programme in collaboration with DDMC																based on LRMP 2017-2021
																based on LRMP 2022-2025
																based on LRMP 2026-2030
Promote Hazard Resilient Housing Construction Manual																
Prepare guideline for disaster resilient housing concept and conduct promotion campaign for the implement																preparing guidelines implementation
Awareness and training for the vulnerable communities in a understanding manner for decision making																
Determination of the suitability of disaster resilient construction																BMTD
To enhance technical capacity and R&D for landslide mitigation (Cross-cutting)																
Effect science technology exchange agreement with international institutes																
Develop new warning mechanism in cooperation with other agencies																
Strengthen laboratory testing capacities for materials quality control in landslide mitigation works																
Preparation of materials handbook for disaster resilient housing, mitigation and reconstruction works for different climatic zones																
Cost effective construction materials/methods and reconstruction																
Introduce of practical researches for landslide management and cost effective construction materials/method with collaboration with the local institutes, universities and international research agencies.																LRRMD and BMTD

on-going planned proposed

Direction / Actions on Weather Forecasting and Warning	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Remarks
To strengthen observation network (PA4)																
Enhancement of weather observation system focusing on nowcasting for disasterous weathers																
Capacity development on proper operation of modernized observation system																CRIP2, JICA,...
Establishment of stable AWS data communication																JICA project
Updating AWS network including replacement of manual weather station																including replacement of mercury thermometer, CRIP2
Installation of Doppler radars																JICA project
Installation of lightning detection system																CRIP2
Developing a composite network on meteorological and hydrological observation																DOM, ID, NBRO... (specialized agencies) + DMC...
Calibration of Doppler radars with AWS and provision of analyzed rainfall data																JICA+DOM
Ensuring proper operation of rainfall and other observation instruments																DOM, ID, NBRO... (specialized agencies)
Digitization of historical weather data and enhancement of data management system																CRIP & CRIP2
To improve forecasting and warning (PA4)																
Providing nowcast and improving forecast for disasterous weathers																
Capacity development on tropical weather forecasting																JICA, CRIP2,...
Improving NWP system and introducing short-range forecasting and verification methods																Including access to ECMWF, CRIP2
Quantification and improvement of weather forecasting																CRIP2
Introduction of nowcasting by utilizing automated observation system (Doppler radars, AWS and others)																
Improving nowcast/forecast based on accumulated Doppler radar/AWS data																
Building seasonal forecasting capacity and improvement of long-range weather forecasting																SLCDMP/RIMES/JMA/IRI/IMD/WMO/GCF
Developing climate change scenarios for 2050 and 2100																RIMES
Introducing new warning indices (ex. Soil Water Index) for earlier and higher spatial/temporal resolution warning																
Capacity development on early warning for disasterous weathers																JICA, CRIP2,...
Preliminary study to improve warning criteria and development of impact-based warning system																CRIP2
Improvement of spatial/temporal resolution of warning based on Doppler radar products																
Revision of warning criteria and introducing warning indices (e.g. Soil Water Index, Runoff Index)																
To improve dissemination of weather nowcast/forecast/warning to relevant agencies and public (PA4)																
Providing nowcast to public and disseminating early warnings for disasterous weathers																
Development of data sharing and communication system among relevant agencies																DOM, ID, NBRO... (specialized agencies) + DMC...
Developing and implementing integrated nowcast/forecast/warning services by relevant agencies																DOM, ID, NBRO... (specialized agencies) + DMC...
Improvement of nowcast/forecast/warning dissemination to public through media unit, web and others																JICA, CRIP2
Improvement of weather services for special sectors (e.g. agriculture, aviation) by utilizing																CRIP2
To enhance institutional capacity (PA2)																
Develop and update National Strategy for Weather, Climate and Hydrological Services																
																1st (CRIP2)
																2nd phase
																3rd phase
Review/re-formulation of legal framework related to the weather services																
Preparation of appropriate funding mechanism to operate/maintain systems for weather observation and nowcast/forecast/warning																DOM, Ministry of Finance (Treasury)
To enhance technical capacity for weather forecasting (Cross-cutting)																
Capacity development through professional education in graduate school or research institution																
																WMO, KOICA,...
Enhancement of overall atmospheric research capacity																

巻末資料 ②

防災ロードマップ

～Safe and Resilient Sri Lanka～

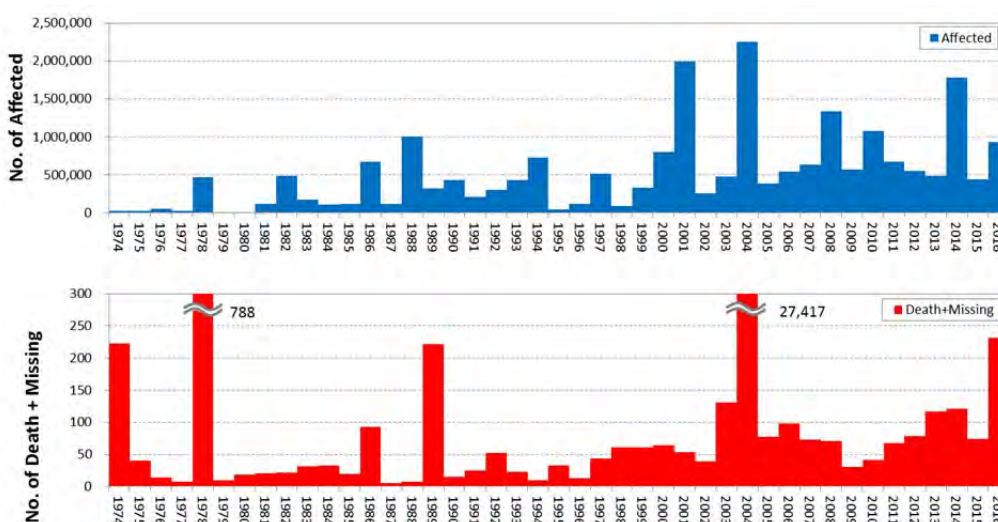
Roadmap for DRR

~ Safe and Resilient Sri Lanka ~

Disaster Risk in Sri Lanka

Disaster victims are increasing in recent years

After the tsunami attack by the Sumatra Earthquake in 2004, the Government of Sri Lanka (GoSL) has been strengthening Disaster Risk Reduction (DRR) institutions in national and local levels under enforcement of Disaster Management Act (2005). However, the number of disaster affected people and death/missing seem to be increasing because of global climate change and population growth.



Source: DesInventar (1974-2015)

Flood, landslide and drought are the main disaster in Sri Lanka

“Flood” is the most frequent disaster in Sri Lanka in recent decades. It brings damages in vast geographical areas, accounting for high percentages in death/missing and affected people. On the other hand, “Landslide” causes a large number of death/missing despite its relatively limited geographical effects, as observed upon the disasters in 2014 and 2016. “Drought” also accounts for high percentages in affected people following “Flood”.

These 3 types of disaster are critical in Sri Lanka.

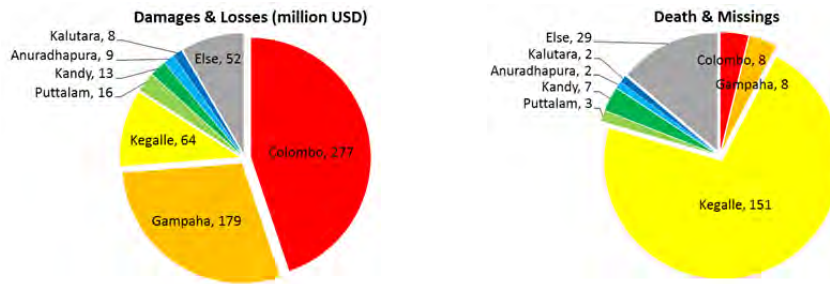


Source: DesInventar (2007-2016)

Economic damage by flood / human damage by landslide

According to Post Disaster Needs Assessment (PDNA) for May 2016 disaster, the total damage and losses by the disaster was estimated at US\$ 689 million (0.8% of GDP). 74% of the total damage and losses were from Colombo and Gampaha districts where the damages are mainly caused by "Flood".

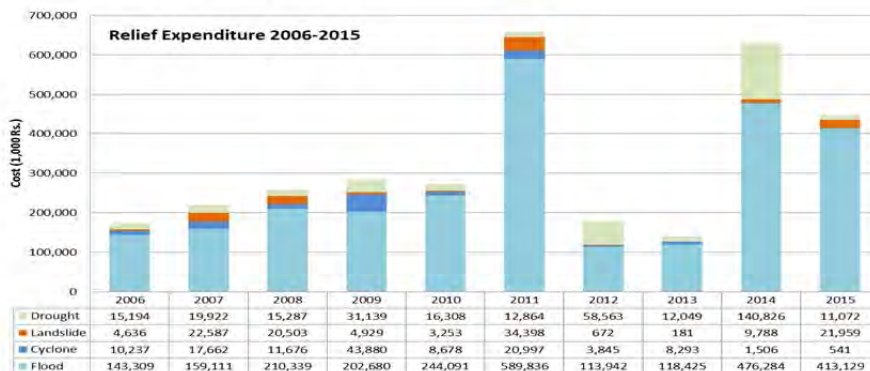
Total number of death/missing people in May 2016 disaster was 210. Of them, 151 people (70% of total) were due to "Landslide" in Kegalle district.



Source: PDNA

80% of relief expenditure has been made against flood

80-90% of annual disaster relief expenditure by Ministry of Disaster Management (MoDM) are made against "Flood". Victims who live in flood prone area are repeatedly provided with compensation. "Flood" has been a financial encumbrance in Sri Lanka.



Source NDRSC

Flood risk has been increasing with population growth & urbanization

General population growth rate in Sri Lanka from 2001 to 2012 is +8.3% whereas affected people by "Flood" have drastically been increasing, in comparison to the population growth. This indicates that these flood-prone areas tend to attract population, leaving more and more people vulnerable to flood.

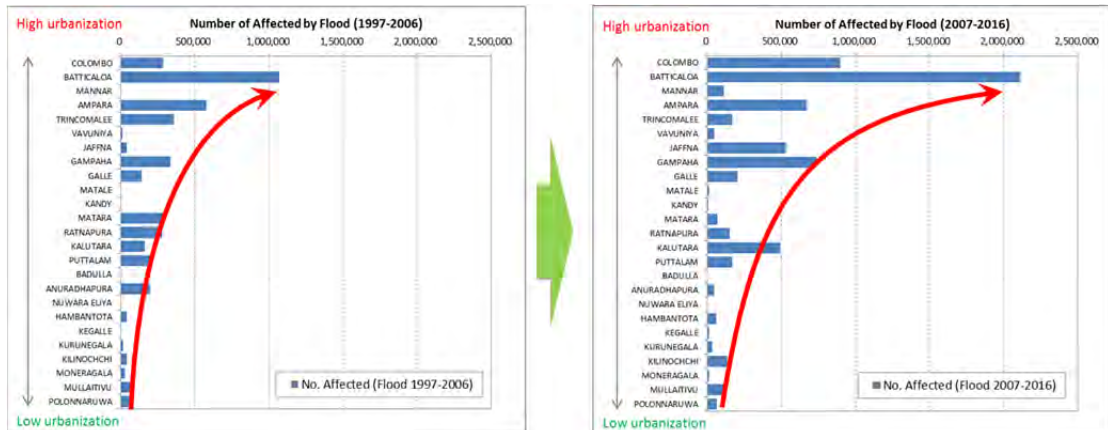
Year		1998-2004	2009-2015	Increase Rate
Population		18,797,257 (2001)	20,359,439 (2012)	+8.3%
Total number of affected	Flood	3,030,348	4,370,001	+44.2%
	Landslide	29,181	31,633	+8.4%
	Drought	6,267,968	3,040,677	-51.5%

Source: National census in 2001 and 2012, and DesInventar

Flood / Drought DRR

Flood victims have been increasing by urbanization

In Sri Lanka, urbanization and population growth have been accelerating in Colombo Metropolitan area within Kelani River basin, as well as neighboring districts in such as Attanugalu, Kalu and Bolgoda basins. The urbanized districts in the East and North, such as Batticaloa, are also frequently affected by flood. By comparison between 1997-2006 and 2007-2016, the number of affected people is increasing in high urbanized districts more rapidly than low urbanized districts.

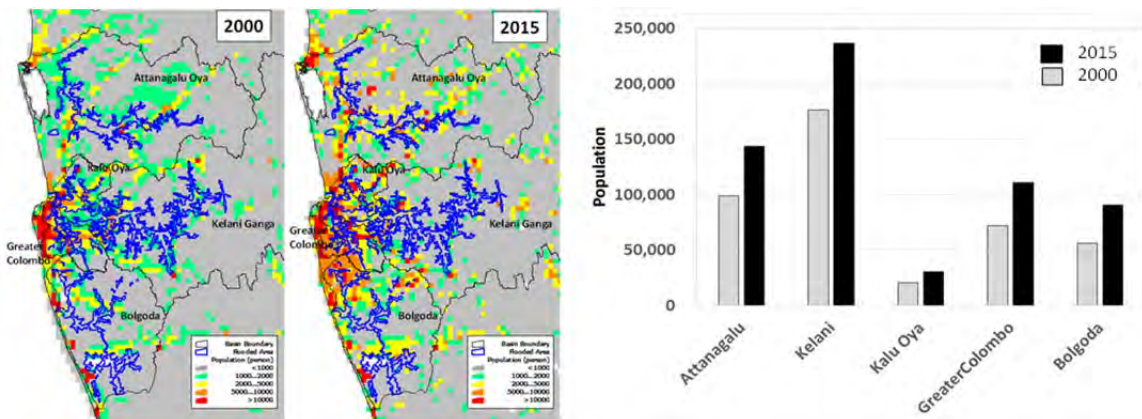


Source: National census in 2001 and 2012, and DesInventar

Population in flood prone areas is rapidly increasing

Especially in Colombo Metropolitan area, the population in flood prone area is rapidly increasing, not only in Kalani Ganga basin but also in the small and medium size river basins such as Attanugalu, Kalu Oya and Bolgoda basins. It means that the exposure to flood risk is increasing.

In Western Region Megapolis Planning Project (WRMPP), there are development plans of “Science and Technology City” and “Industrial City” in such basins. Possible increase in run-off and flood hazard due to the developments should be considered for the future city planning to prevent “New Risk”.



Source: flood prone area from IWMI and Survey Dept. / population from LandScan

Non-“Risk-Sensitive Development” creates “New Risk”

The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 highlights the importance of “Reducing Existing Risk” and “Preventing New Risk”.

In Sri Lanka, most of traditional villages are located on hill side, while flood plains have been utilized as paddy fields that naturally retard flood during heavy rainfall. However, urbanized housing developments has intruded into the flood prone area without appropriate land use plans. This process creates “new risk” with government regulation and/or land use plan can prevent.



mobilization of risk-sensitive investment to avoid the creation of new risk;



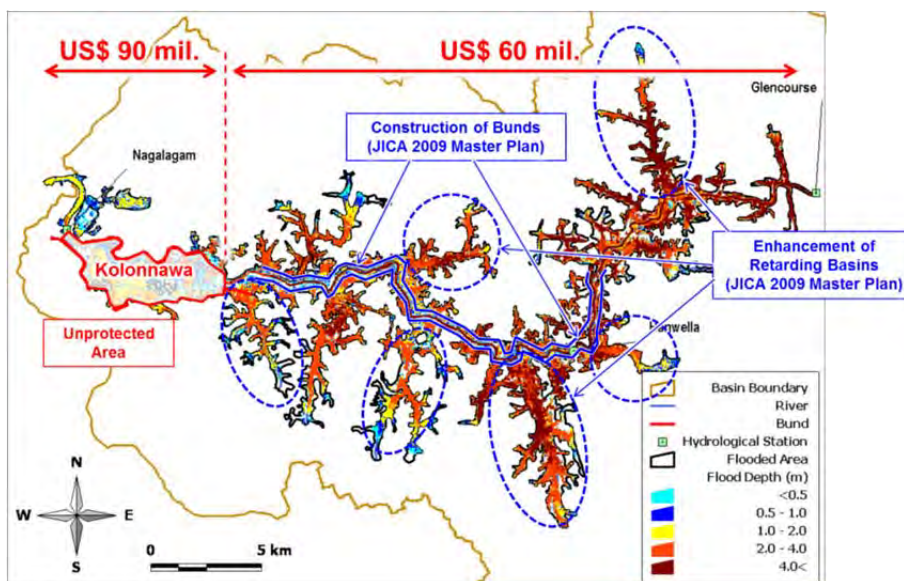
Traditionally villages located on hill side



Recent urbanization produces new risk

Kolonnawa area, which was severely affected by flood in May 2016, is basically inappropriate land for settlement. It is not protected by bunds and any flood mitigation measures have not been applied. Despite such condition, the population in Kolonnawa increased 3 times in recent 15 years according to LandScan data.

In May 2016 flood, about 60% of the direct damage of housing sector was from Kolonnawa area. It is strongly required to update the master plan to cope with actual situation and to restrict new settlement to prevent new risk.

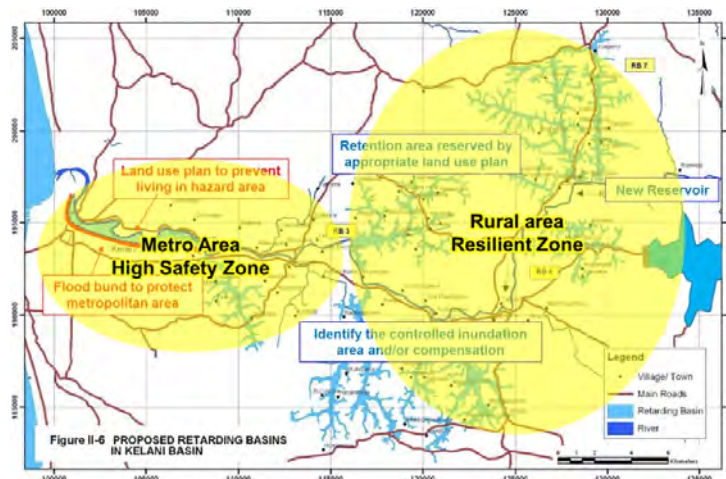


Source: flood depth prepared from Survey Dept. data

“Safety” in urban area and “Resilient” in rural area should be ensured

To protect Colombo Metropolitan area from flood is an urgent issue to minimize national economic losses for sustainable development. However it is not realistic to secure “Safety” for entire river basin by flood control measures due to limited financial resources and/or social environmental impact.

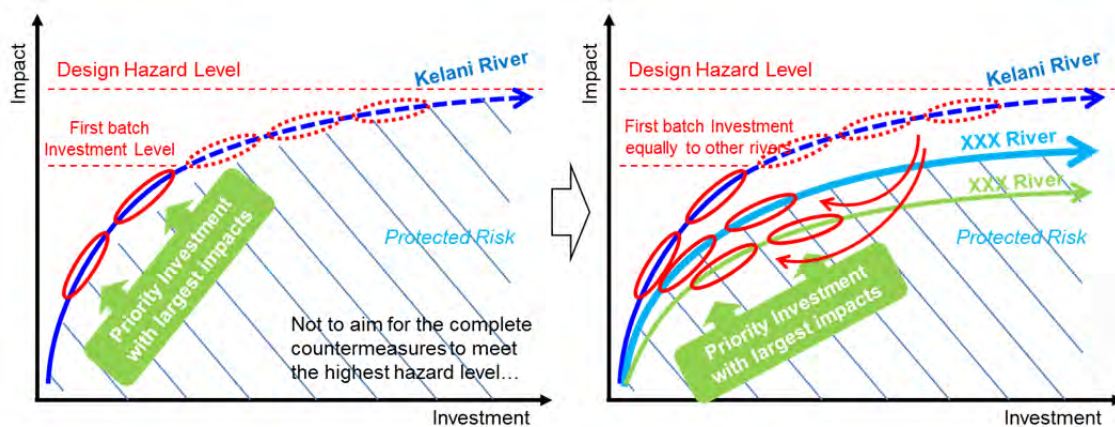
GoSL should make efforts to secure “Safety” to protect central urban area, and to strengthen local “Resilience” in rural area even in the same river basin, so that the financial resources can be utilized more effectively.



Investments should be focused on higher Impact

In DRR countermeasures, the impact of initial investment is relatively high, but the effectiveness curve gradually flattens as the investment accumulates. Investment should thus aim to meet a certain level with maximum investment effectiveness.

Meanwhile, there are numerous flood-prone rivers of various scales in Sri Lanka, which cause constant human and economic losses. Instead of focusing on DRR investment to a single river basin, which flooded recently, it is important to make balanced allocation of investment among other important basins as well simultaneously, in the sense of wise and well-balanced DRR investment which is essential for steady development of Sri Lanka..

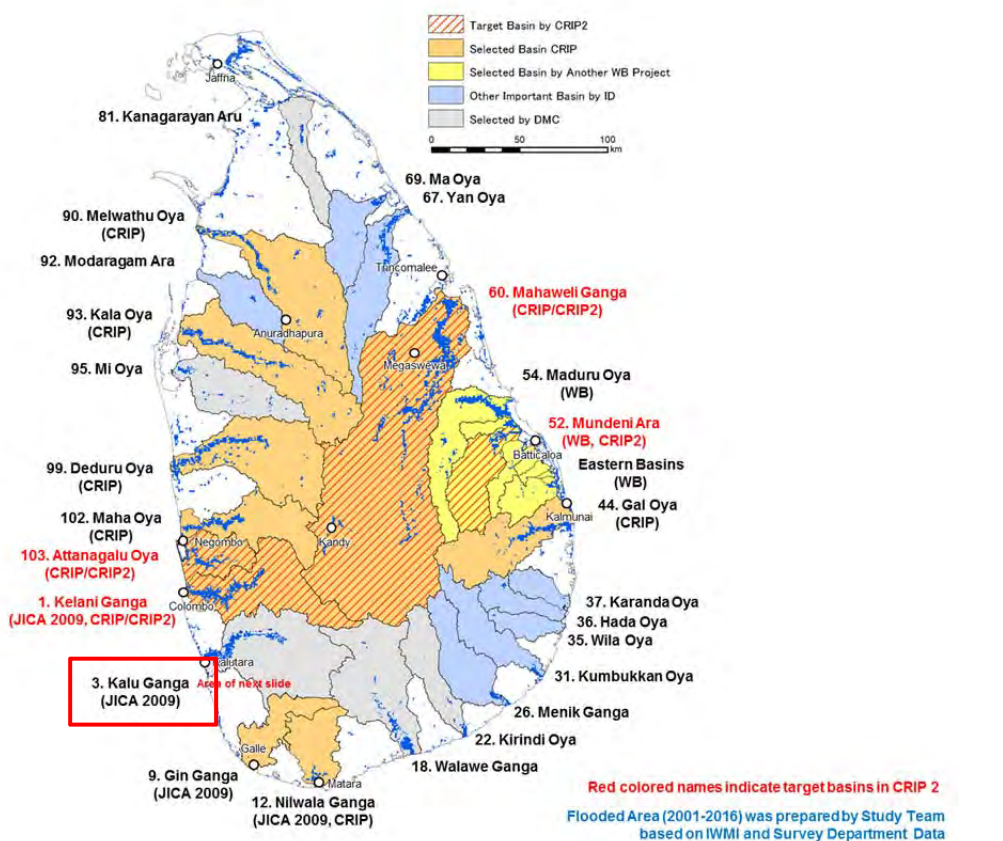


Basin investment plans should be prepared considering overall balance

Population in flood prone area of Kelani Ganga is about 395,000, equivalent to 24.2% of total population in flood prone area in Sri Lanka. Thus, it has highest priority in the country.

GoSL (Disaster Management Centre / Irrigation Department) selected the following important basins. Of them, 10 basins and 2 basins were selected by CRIP and the other project in which basin investment plans will be formulated.

Kalu Ganga, having 4th largest number of population in its flood prone area, was not selected by the above projects. Basin investment plan of the other basins should be prepared considering overall investment balance.



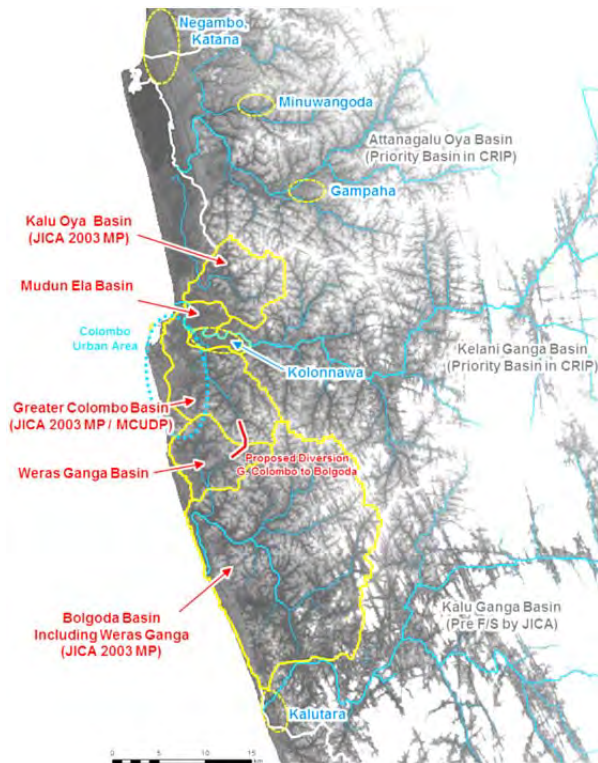
ID	Basin Name	Pop. (2015)	Area (km ²)	% of total pop. in flood area	Important Basin	CRIP 10+2 Basin	CRIP2 4 Basin
1	Kalani Ganga	394,975	2,314	24.16	○	○	○
103	Attanagaru Oya	182,653	854	11.17	○	○	○
60	Mahaweli Ganaga	171,947	10,268	10.52	○	○	○
3	Kalu Ganga	123,275	2,816	7.54	○	Out of Target	
99	Deduru Oya	83,786	2,682	5.12	○	○	
102	Maha Oya	76,291	1,553	4.67	○	○	
44	Gal Oya	46,446	1,872	2.84	○	○	
12	Niwala Ganga	32,766	1,034	2.00	○	○	
18	Walawe Ganga	30,553	2,478	1.87	○		
104	Jaffna Area	23,447	1,260	1.43			
5	Madu Ganga	21,715	73	1.33			
93	Kala Oya	20,433	2,860	1.25	○	○	
100	Karambalan Oya	15,016	777	0.92			
52	Mundeni Ara	11,284	1,352	0.69	○	○	○
90	Malwath Ara	10,264	3,187	0.63	○	○	

Master Plan for Urban Drainage in Colombo should be reviewed

Actual central urban area of Colombo Metropolitan is located in the small and medium size river basins in Colombo, Gampaha and Kalutala districts. Thus, it is essential for flood mitigation of Colombo Metropolitan to improve urban drainage system in these river basins in addition to flood management of major river basins of Kelani Ganga and Attanagalu Oya.

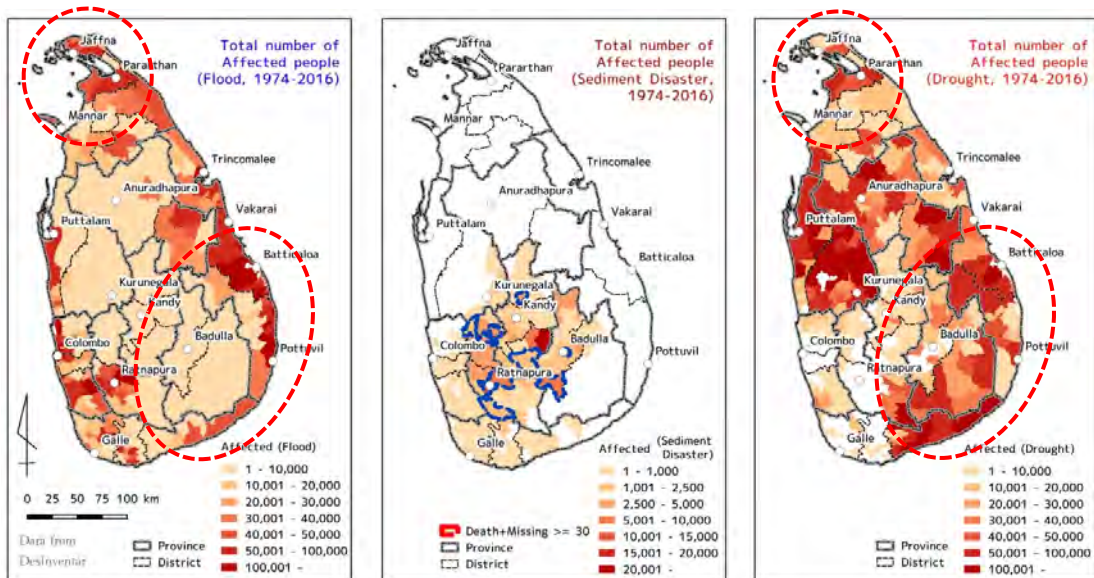
Urban drainage system in Colombo Metropolitan has been improved based on a Master Plan formulated in 2003 (JICA 2003 MP). However, after 13 years from JICA 2003 MP, the social and climate conditions have been changed.

After severe flood in May 2016, GoSL is facing necessity to revise JICA 2003 MP and develop comprehensive flood management system in this area.



Drought DRR should be discussed in IWRM concept

According to the records of disaster-affected people in each district, the northern and southeastern districts are affected by both flood and drought. Therefore, flood risk and drought reduction should always be considered together with water resources development, including ground water monitoring and management, from a viewpoint of Integrated Water Resources Management (IWRM).



Source: DesInventar (1974-2016)

After May 2016 heavy rainfall, Sri Lanka is experiencing extremely severe drought in the entire country. As of Jan. 2017, total water storage of 73 major reservoirs was at only 29% (vs 80-90% last year) out of total capacity, less than 50% of water required for Maha cultivation.

Following are incorporated into actions to be taken for drought and flood risk reduction.

- Evaluation of drought risk in terms of water balance for river basins
- Water resources development to mitigate drought according to basin investment plan
- Improvement of coordinated operation of reservoirs based on proper monitoring system

Landslide DRR

Land regulation is fundamental solution in landslide DRR

Most fundamental countermeasure for landslide is to prevent land development and new settlement in landslide risk area. To achieve this, 1) accurate hazard zonation and 2) legal arrangement for land regulation are the must.

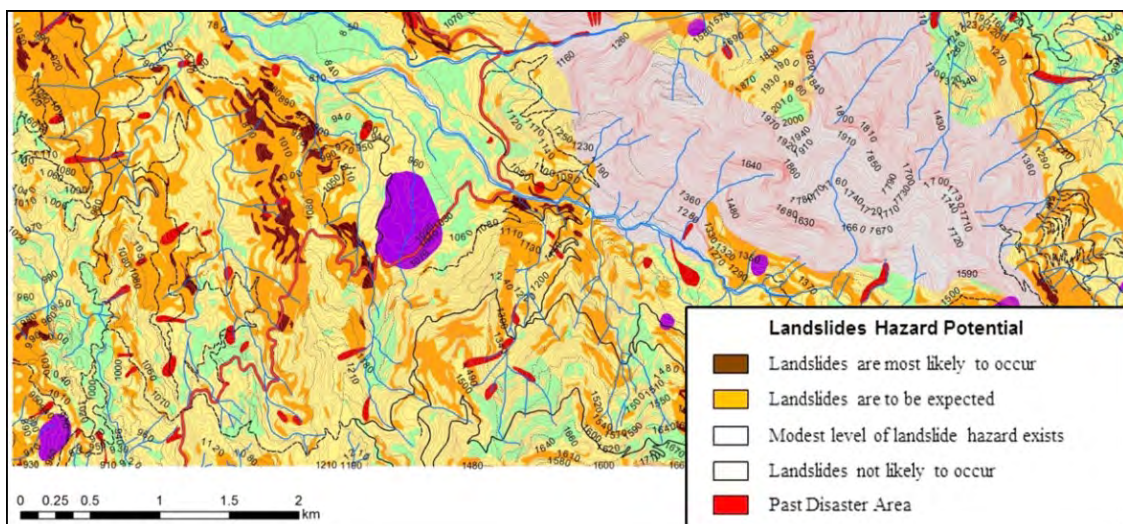
1) Accurate hazard zonation

NBRO is preparing several scales of landslide hazard zonation map. For land regulation purpose, following action should be taken:

- To upgrade hazard zonation map evaluating not only in-situ slope stability but also affected zone in downstream area
- To generalize the methodology of zonation, and prepare guidelines in cooperation with Urban Development Authority (UDA) and other concerned agencies

2) Legal arrangement

GoSL should prepare regulations not only for permission of land development, but also for obligation of the central and local Governments on necessary structural and non-structural measures.



Example of 1:10,000 Scale Landslide Zonation Map by NBRO

Investment in transportation and other important infrastructures

During disaster, traffic shutdown of important road section causes serious problem in mobilization of rescue team and relief materials. It also makes state economic damage lager. Strong traffic network against landslide disaster is a key objective in DRR.

GoJ is supporting to strengthen road network from landslide disaster in mountainous area under a loan project “Landslide Disaster Prevention Project (LDPP)”. Through the project, slope stabilization and landslide prevention works will be done using Japanese technology and experiences for 16 sites along the Class-A national road. The construction will start on April 2017 and completed on 2019.



Many unstable slopes remain out of LDDP targets

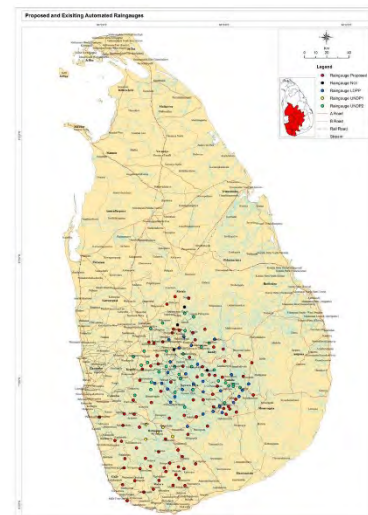
However, there remain a number of unstable slopes and road sections out of LDPP target sites along Class-A and B national roads. Moreover, railway system should also be protected from viewpoint of strong transportation network.

Road Development Authority (RDA) and NBRO should prioritize critical national road sections and important public facilities (such as school and hospital) to ensure future investment.

Landslide early warning should be improved and regulated

Landslide is local event that occurs in particular weather conditions. Therefore, landslide early warning should be localized by high-density rainfall observation. NBRO established landslide early warning system in 2007 using cylinder-type rainfall gauges. It has been effective for landslide early warning that can be maintained by community people.

Recently, NBRO is developing and upgrading 160 sets of automatic rainfall gauges. All the rainfall records are transmitted to NBRO in real time. Besides, NBRO started to examine a new warning criteria using a Japanese standard “Working Rainfall”. It is expected to improve the warning criteria and regulation to issue more accurate and high-resolution landslide warning, so that people in landslide risk area could have enough time for safety evacuation.



Distribution of automatic rain gauges by NBRO

Principle of landslide disaster management

Since landslide disaster mostly occurred in rural area, cost-benefit of the mitigation measures is comparatively low unlike flood and drought. However, landslide is one of the most serious disasters, causing many deaths and catastrophic impact to rural economy. It should be tackled by the GoSL from humanitarian perspective.

The principle of landslide disaster management is summarized as follows:

- In rural area, non-structural measures (risk assessment, land regulation and early warning) are practical approaches.
- Structural measures should be applied for only important public facilities, transportation networks and recovery of affected area.
- These structural and non-structural measures should be prioritized based on proper investment plan by the central Government and local authorities.

Early Warning Mechanism

Lessons learnt from May 2016 Flood

May 2016 disasters are a valuable experience for GoSL to review present Early Warning (EW) and emergency response mechanism among relevant agencies. Based on timeline in May 2016, following issues are revealed.

- Department of Meteorology (DOM): *Weather forecasting and waning*
“Special Warning Bulletin” was issued by DOM in the south-western region two days before the peak rainfall. However the warned area was too large for people to recognize their imminent risk.
- Irrigation Department (ID): *Flood Warning*
“Major Flood Warning” was not issued until water level reached the critical level at the most downstream water level station near Colombo city. Accordingly, people could not have enough lead-time for evacuation.
- National Building Research Organization (NBRO): *Landslide Warning*
“Level 3” Warning” (most critical landslide warning) was not issued at any location. There is no localized warning regulation to issue reliable warning.
- Disaster Management Centre (DMC): *Comprehensive Disaster Warning to Public*
Real-time and visualized information was not gathered at EOC. It was difficult to identify accurate risk area for warning. Role and responsibility among agencies are not clearly regulated.

Well-coordinated EW institution should be setup among agencies

Considering lessons learnt, following countermeasures are required;

- Provision of real-time rainfall data utilizing two Doppler Radars to improve weather forecasting and waning
- Development of flood forecasting and warning in important river basins
- Improvement of landslide warning criteria and regulation
- Integrated information and visualization for emergency operation

All the above efforts should be well-coordinated under initiative of MDM. Warning and decision making for evacuation should be discussed involving Districts and DS Division as well as local authorities.

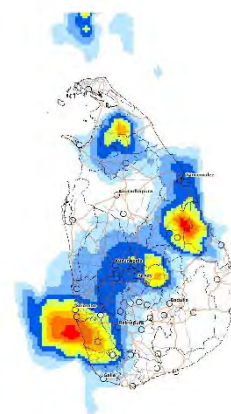


Image of Doppler Radar

DRR Governance

Logical Structure of 7 Global Targets in Sendai Framework 2015-2030

The Sendai Framework 2015-2030 sets seven (7) Global Targets, which will be achieved by the efforts of each state. These targets categorized to 3 “Input Targets” and 4 “Outcome Targets”.

Output Targets:

- (a) Substantially reduce global disaster mortality by 2030
- (b) Substantially reduce the number of affected people globally by 2030
- (c) Reduce direct disaster economic loss in relation to global GDP by 2030
- (d) Substantially reduce disaster damage to critical infrastructure by 2030

Input Targets:

- (e) Substantially increase countries with national and local DRR strategies **by 2020**;
- (f) Substantially enhance international cooperation for Sendai Framework by 2030;
- (g) Substantially increase availability of access to EWS and risk information by 2030.

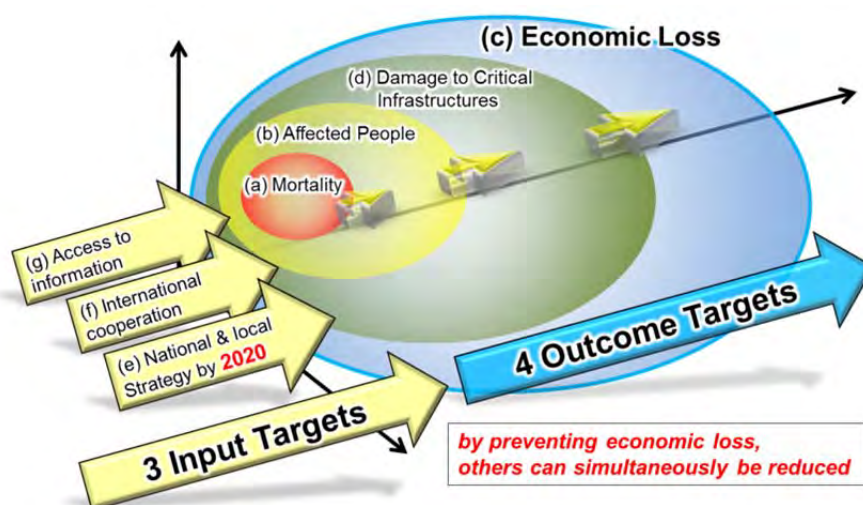
In addition, all countries adopted the 2030 Agenda for Sustainable Development and its 17 Sustainable Development Goals (SDGs). Following Goals are closely related to the Global Targets of Sendai Framework 2015-2030. Especially in Goal 9, the SDGs clearly indicate to make efforts reducing disaster economic loss (Target (c)) by building resilient infrastructure and sustainable industrialization.

Goal 9: Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation

Goal 11: Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable

Generally, by investing countermeasures for “Reduce Economic Loss”, simultaneously other 3 outcome targets “Mortality, Affected People and Damage to Critical Infrastructure” can be reduced.

For the countries’ economic growth which align to SDGs Sustainable Development Goals, the targets “Reduce the Economic Loss” is the most important target among 7 targets.



Establishment of Local DRR Strategy as the Primary Task by 2020

Target year of the “Global Target (e): national and local DRR strategies” is set as 2020, while the other Targets are due in 2030.

In Sri Lanka, National Disaster Management Plan (NDMP) 2018-2022 is now under preparation by MDM, followed by preparation of local DRR Plans in line with NDMP. Considering the Global Target (e), districts with high risk of disaster may need be prioritized for local DRR planning by 2020. MDM shall take the lead in this process, in coordination with concerned agencies, and monitor the progress in line with the international monitoring mechanism of the Sendai Framework.

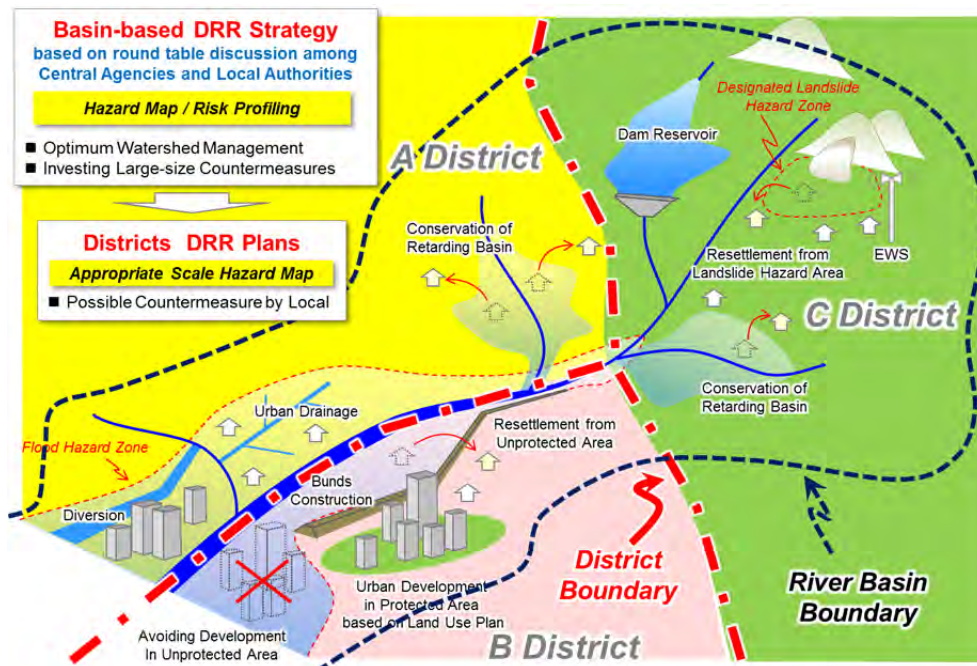


Practical Local DRR Plan in Line with “Basin-based DRR Strategy”

Disaster, particularly flood which is the most critical disaster in Sri Lanka, often occurs beyond administration boundary, and it is difficult to develop practical Local DRR Plans by individual districts and DS divisions. Consequently, development of “Basin-based DRR Strategy” with basin-wide risk profiling, under the initiative of the concerned national agencies is essential for practical Local DRR plan.

With appropriate scale hazard map, Basin-based DRR Strategy should be developed including structural and non-structural countermeasures. Local DRR Plans are to be formulated based on the Basin-based DRR Strategy.

In case there are already residents in a high-risk area, it should be assessed as “existing risks” and appropriate measures including resettlement may need to be examined.



Roadmap for DRR in Sri Lanka

Principle for Implementation of Sendai Framework

Consequently, the principle for implementation of Sendai Framework is summarized as follows;

- Each projects has its own purpose but must be **prioritized from the damage potential and effectiveness** fit to the country's holistic growth
- The central Government's **leadership**, by not only MoDM but including National Planning Department (NPD) and other relevant agencies, is essential to take a holistic approach
- Sendai Framework Target (e), national & **local DRR strategy** by 2020 is urgent task
- In order to make local DRR strategy, appropriate scale of **hazard map** is essential to make land use regulation and practical counter measures.
- Institutional **consensus for role allocation** for central local DRR strategy and implementation must be formulated

Utilization of Roadmap

Proposed Priority Actions in DRR governance, flood / drought DRR, landslide DRR and early warning mechanism toward 2030 are attached. Priority projects by 2020 are indicated. Some activities have been implemented by GoSL and international donors (blue) and some have not been started yet (yellow).

A new National Disaster Management Plan (NDMP) 2018-2022 is under preparation by MoDM. Based on the NDMP 2018-2012, Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Programme (SLCDMP) will also be updated. Although the proposed Roadmap covers few disaster types in which the actions should be taken in highest priority, it is expected to be referred for NDMP formulation.

As described previously, combination of "Safe" and "Resilient" shall be a keyword to promote DRR investment effectively and efficiency in Sri Lanka.

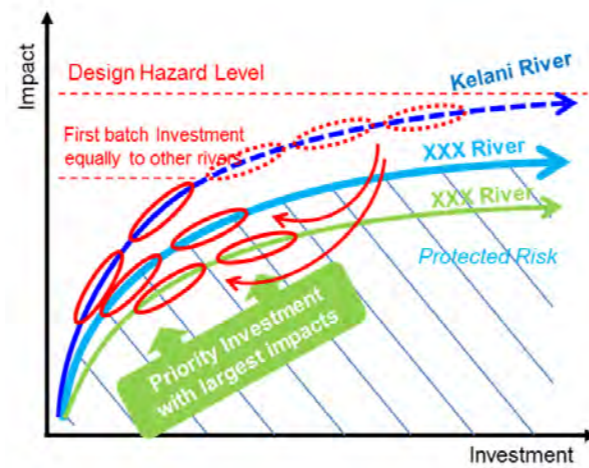


Principles of Disaster Risk Reduction in Sri Lanka

FLOOD: Well-balanced DRR investment among important river basins

In DRR countermeasures, the impact of initial investment is relatively high, but the effectiveness curve gradually flattens as the investment accumulates.

Meanwhile, there are numerous flood-prone rivers of various scale in Sri Lanka, which cause constant human and economic losses. Instead of focusing on DRR investment to a single river basin which flooded recently, it is important to make simultaneous and balanced allocation of investment among other important basins as well, in the sense of **wise and well-balanced DRR investment** which is essential for steady development of Sri Lanka.

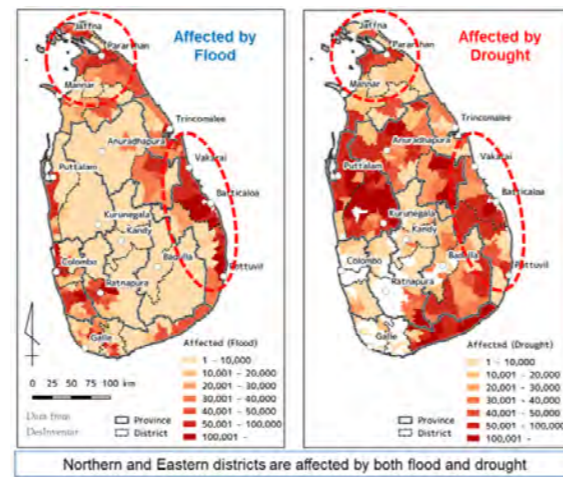


DROUGHT: DRR in the context of Integrated Water Resource Management

Flood risk reduction should always be considered together with the issue of water resources development, including ground water monitoring and management, from a viewpoint of **Integrated Water Resources Management (IWRM)**.

Following should be incorporated in IWRM, contributing to drought and flood risk reduction:

- Evaluation of drought risk in terms of water balance for river basins
- Water resources development to mitigate drought according to basin investment plan
- Improvement of coordinated operation of reservoirs based on proper monitoring system



LANDSLIDE: Efficient investment and prioritization on landslide DRR



Landslide is one of the most serious disasters, causing many deaths and catastrophic impact on rural economy.

The principles of landslide DRR are summarized as follows:

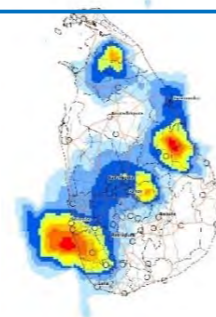
- In rural area, non-structural measures (risk assessment, land regulation and early warning) are practical approaches.
- Structural measures should be focused on important public facilities and transportation networks.
- These structural and non-structural measures should be prioritized based on proper investment plan.

EARLY WARNING: Mechanism under Inter-Agency Coordination

Early Warning (EW) Mechanism should be well-coordinated among the central agencies under initiative of MDM. Decision making for evacuation should be discussed involving Districts and DS Division.

Following countermeasures are considered:

- Real-time rainfall data utilizing two Doppler Radars to improve weather forecasting
- Development of flood forecasting and warning in important river basins
- Improvement of landslide warning criteria and regulation



Roadmap for Disaster Risk Reduction ~ Safe and Resilient Sri Lanka ~

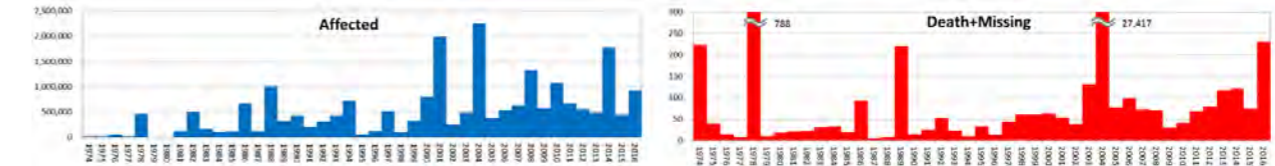
As of May 16, 2017

Ministry of Disaster Management, in cooperation with: Japan International Cooperation Agency (JICA)

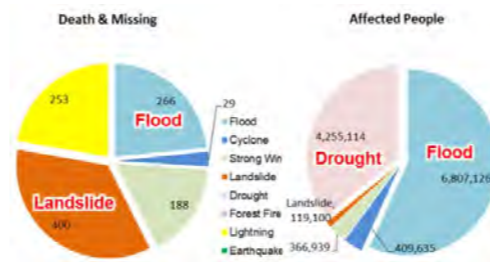
Disaster Risks in Sri Lanka

Disaster victims are increasing in recent years.

After the tsunami attack by the Sumatra Earthquake in 2004, the Government of Sri Lanka has been strengthening Disaster Risk Reduction (DRR) institutions in national and local levels such as establishment of **Ministry of Disaster Management (MDM)** under enforcement of **Disaster Management Act (2005)**. However, the number of disaster affected people and death/missing seem to be increasing.



Flood, landslide and drought are the critical disaster types in Sri Lanka.



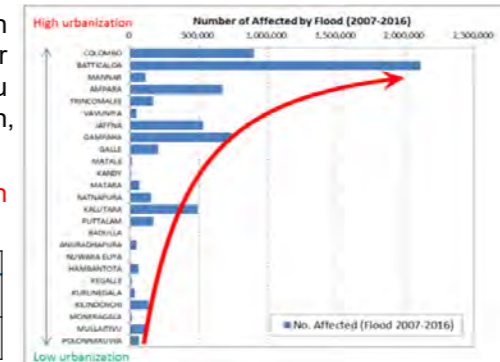
“Flood” is the most frequent disaster in Sri Lanka in recent decades. It brings damages in vast geographical areas, accounting for high percentages in death/missing and affected population. On the other hand, “Landslide” causes a large number of death/missing despite its relatively limited geographical effect, as observed upon the disasters in 2014 and 2016. “Drought” also accounts for high percentages in affected people following “Flood”. These 3 types of disaster are critical in Sri Lanka.

Flood victims have been increasing by urbanization.

In Sri Lanka, urbanization and population growth have been accelerating in Colombo Metropolitan area within Kelani River basin, as well as neighboring Districts in such as Attanugalu, Kalu and Bolgoda basins. The urbanized Districts in the East and North, such as Batticaloa, are also frequently affected by flood.

The number of affected population by flood has drastically been increasing, in comparison to the general population growth.

	1998-2004	2009-2015	Increase (%)
Population	18,797,257 (2001)	20,359,439 (2012)	+8.3%
Number of affected by flood	3,030,348	4,370,001	+44.2%



Non- “Risk-Sensitive Development” creates “New Risk”, causing more damage.

The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 highlights the importance of “Reducing Existing Risk” and “Prevent Creating New Risk”. In Sri Lanka, most of traditional villages are located on hill side, while flood plains have been utilized as paddy fields that naturally retard flood during heavy rainfall. However, urbanized housing development has intruded into the flood-prone areas without appropriate land use plans. This process creates “new risk” which Government regulation and/or land use plan can prevent.

To prevent creating “new risk” and avoid consequent damages from disaster, urban development process should consider disaster risk of the area and reflect it in appropriate preventive measures, including resettlement from existing risk area and restriction of new settlement.



management; preparedness to “Build Back Better”; recognition of stakeholders roles; mobilization of risk-sensitive investment to avoid the creation of new risk;





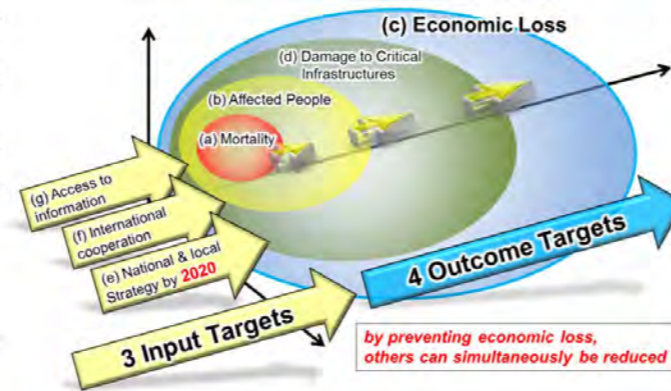
Roadmap for Disaster Risk Reduction ~ Safe and Resilient Sri Lanka ~



Logical Structure of 7 Global Targets in the Sendai Framework for DRR 2015-2030

The Sendai Framework sets 7 Global Targets which will be achieved by the efforts of each state. These Targets are categorized into 3 "Input Targets" and 4 "Outcome Targets".

Generally, by investing countermeasures for "Reduce Economic Loss", other 3 outcome targets "Mortality, Affected People and Damage to Critical Infrastructures" can simultaneously be reduced. For the countries' economical growth which align with Sustainable Development Goals (SDGs), the Target "Reduce the Economic Loss" is the most important target among the 7 Targets.



Establishment of Local DRR Strategy in Line with NDMP as the Primary Task by 2020



Target year of the "Global Target (e): National and Local DRR Strategies" is set as 2020, while the other Targets are due in 2030.

In Sri Lanka, National Disaster Management Plan (NDMP) 2018-2022 is now under preparation by MDM, followed by preparation of local DRR Plans in line with NDMP. Considering the Global Target (e), Districts with high risk of disaster may need be prioritized for local DRR planning by 2020.

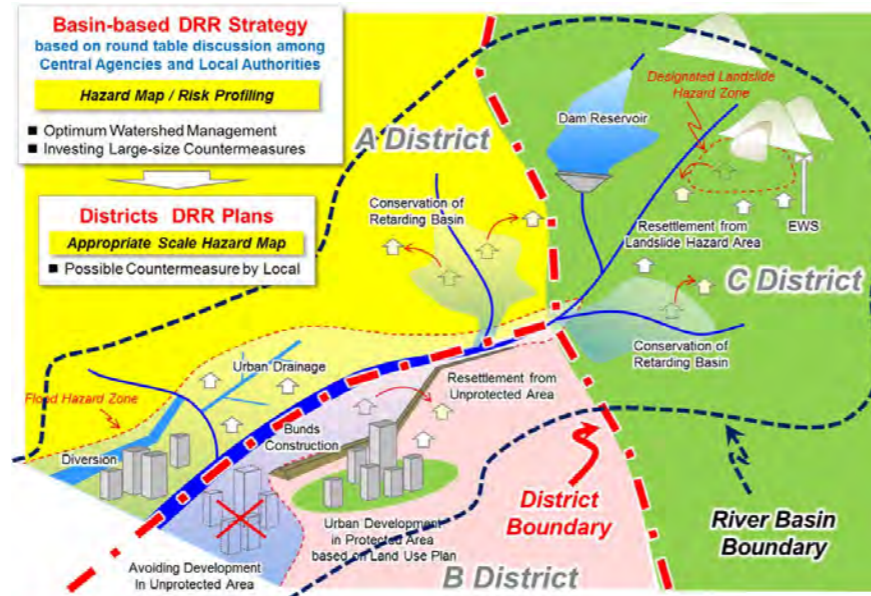
MDM shall take the lead in this process, in coordination with concerned agencies, and monitor the progress in line with the international monitoring mechanism of the Sendai Framework.

Practical Local DRR Plan in Line with Basin-based DRR Strategy

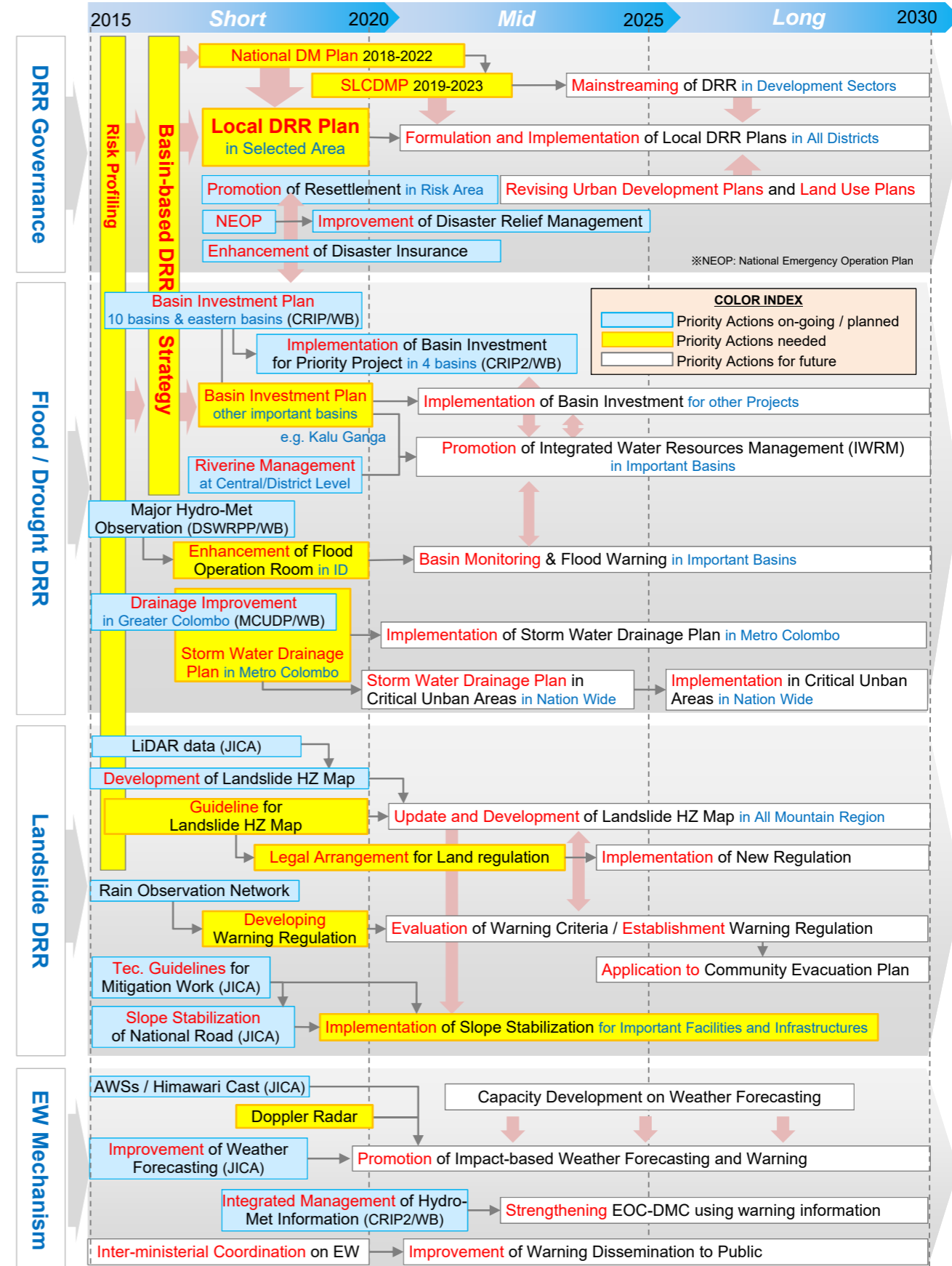
Disaster, particularly flood which is the most critical disaster in Sri Lanka, often occurs beyond administrative boundary, and it is difficult to develop practical Local DRR Plans by individual Districts and DS Divisions. Consequently, development of basin-based DRR Strategy with basin-wide risk profiling, under the initiative of the concerned national agencies, is essential for practical Local DRR Plan.

With appropriate scale hazard map, Basin-based DRR Strategy should be developed including structural and non-structural countermeasures. Local DRR Plans are to be formulated based on the Basin-based DRR Strategy.

In case there are already residents in a high-risk area, it should be assessed as "existing risks" and appropriate measures, including resettlement, may need to be examined.



Priority Actions



※Priority actions only for main disasters are indicated. The other shall be considered as needed.

巻末資料 ③

収集資料リスト

No.	Title	Language	Date of Issue	Publisher	Place of Obtain	Form/Style
■01 Ministry of Disaster Management (MoDM) / Disaster Mangement Centre (DMC)						
01-01	Sri Lanka Disaster Management Act	English	May 2005	GoSL	Web Site	Document
01-02	National Policy on Disaster Management	English	May 2005	NCDM	Web Site	Document
01-03	Towards a Safer Sri Lanka - Road Map for Disaster Risk Management Volume 1	English	Dec 2005	DMC	Web Site	Document
01-04	Towards a Safer Sri Lanka - Road Map for Disaster Risk Management Volume 2	English	Dec 2005	DMC	Web Site	Document
01-05	National Disaster Management Plan 2013-2017	English	N/A	N/A	DMC	Document
01-06	National Disaster Management Plan	English	N/A	N/A	DMC	Document
01-07	Sri Lanka Comprehensive Disaster Management Programme 2014-2018	English	Mar 2014	MoDM	MoDM	Document
01-08	National Emergency Operation Plan 2015-2019 (Draft)	English	May 2015	DMC and UNDP	DMC	Document
01-09	Sri Lanka- National progress report on the implementation of the Hyogo Framework for Action (2007-2009)	English	Jun 2009	DMC	Web Site	Document
01-10	Sri Lanka- National progress report on the implementation of the Hyogo Framework for Action (2009-2011)	English	Apr 2011	DMC	Web Site	Document
01-11	Sri Lanka- National progress report on the implementation of the Hyogo Framework for Action (2011-2013)	English	Apr 2011	DMC	Web Site	Document
01-12	Sri Lanka- National progress report on the implementation of the Hyogo Framework for Action (2013-2015) -	English	Jan 2009	DMC	Web Site	Document
01-13	Safer Sri Lanka Progress Report 2013	English	N/A	MoDM	MoDM	Document
01-14	Annual Performance Report 2014	English	N/A	MoDM	MoDM	Document
01-15	Annual Performance Report 2015	English	N/A	MoDM	MoDM	Document
01-16	Progress Report - 2016	English	N/A	MoDM	MoDM	Document
01-17	The Gazette of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka Extraordinary	English	Sep 2005	President Office	MoDM	Document
01-18	Provincial Councils Act No.42 of 1987	English	1987	GoSL	DMC	Document
01-19	Disaster Management Plan (DMP) Template for District	English	2012	DMC	DMC	Document
01-20	National Action Plan Final Draft	English	March 2016	MoDM	MoDM	Document
01-21	AMCDRR-OIEWG Commitments, Progress, and Way forward	English	N/A	MoDM	MoDM	Power Point
01-22	Recommendations of the OIEWG on Indicators and Terminology relating to Disaster Risk Reduction	English	Nov 2016	UN	MoDM	Document
01-23	Report of the Chair of the OIEWG on Indicators and Terminology relating to Disaster Risk Reduction	English	Nov 2016	UN	MoDM	Document
01-24	Asia Regional Plan for Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030	English	Nov 2016	AMCDRR	MoDM	Document
01-25	Results of the informal consultations of the Chair on indicators for global targets of the Sendai Framework for DRR	English	Nov 2016	UNISDR	MoDM	Document
01-26	Situation Report – Special Issue on 18th May 2016	English	May 2016	DMC	DMC	Document
01-27	Situation Report – Special Issue on 18th May 2016	English	May 2016	DMC	DMC	Document
01-28	Situation Report – Special Issue on 18th May 2016	English	May 2016	DMC	DMC	Document
01-29	Sri Lanka Flood Monitoring Bulletin	English	May 2016	IWMI	DMC	Power Point
01-30	Sri Lanka Flood Monitoring Bulletin 12 May 2016	English	May 2016	IWMI	DMC	Power Point
01-31	Information Management Initiatives during the Floods and Landslide	English	May 2016	DMC	DMC	Power Point
01-32	Effective Information Management For Disaster Management from the past 10 years' experience of DMC	English	N/A	DMC	DMC	Power Point
01-33	Terms of Reference Preparation of Urban Flood Maps for 10 Cities in Sri	English	2015	DMC	DMC	Document
01-34	Technical Working Group on Development of National Risk Profiles for	English	N/A	DMC	DMC	Document
01-35	Data Operation Book from 9-27 May	Sinhala	N/A	MoDM	DMC	Record
01-36	Report on Early Warning and Emergency Response Activities on Recent Floods and Landslides Situation in the Country	English	May 2016	DMC	DMC	Document
■02 Department of Meteorology (DOM), MoDM						
02-01	DOM Annual Report 2015	English	2015	DOM	DOM	Document
02-02	Communication List for Weather	English	N/A	DOM	DOM	List

No.	Title	Language	Date of Issue	Publisher	Place of Obtain	Form/Style
02-03	Baseline Survey Report under Technical Cooperation Project for Improvement of Meteorological Observation, Weather Forecasting and Dissemination	English	Dec 2014	JICA	DOM	Document
02-04	Location Map of Rainfall Gauge	English	N/A	DOM	DOM	Power Point
02-05	All Station List with Details (Latitude and Longitude)	English	N/A	DOM	DOM	List
■03 National Building Research Institute (NBRO), MoDM						
03-01	Landslide Risk Management Plan (2017-2021) Draft	English	Aug 2016	MoDM	NBRO	Document
03-02	The study of threshold limits on lope disaster events in Sri Lanka – Case study on Kegalla district Landslides during May-July 2016	English	N/A	NBRO	NBRO	Power Point
03-03	Land Acquisition and Implementation of the National Involuntary Resettlement Policy – A Guide for Public Officials on Good Practices –	English	2013	Ministry of Land and Land Development	NBRO	Document
03-04	Guideline for Construction in Landslide Prone Areas	English	Mar 2003	Ministry of Housing and Plantation Infrastructure	NBRO	Document
03-05	2015 Annual Report of National Building Research Institute	English	2015	NBRO	NBRO	Document
03-06	Copy of NBRI Draft Act	English	Jun 2014	N/A	NBRO	Document
03-07	Hazard Resilient Housing Construction Manual - Resilient Construction Series	English	Aug 2015	NBRO	NBRO	Document
03-08	Area Where Landslide Hazard Zonation Mapping is Implemented	English	Sep 2016	NBRO	NBRO	Figure
03-09	Current Trend of landslides, National Level Landslide Detection, Early Warning and Notification	English	N/A	NBRO	NBRO	Power Point
03-10	Updated Situation on Landslide Risk Reduction in Sri Lanka	English	N/A	NBRO	NBRO	Power Point
03-11	Implementation Guideline – For Home Owner Driven Housing Construction Programme for Landslide Victims – Kegalle District -	English	N/A	NBRO	NBRO	Document
■04 Irrigation Department (ID), Ministry of Irrigation and Water Resources Management						
04-01	Scheme of Organization and Standing Orders – To Safeguard City of Colombo From Floods in Kelani Ganga	English	Apr 1993	ID	ID	Document
04-02	Climate Resilience Improvement Project (CRIP) Overview	English	Nov 2016	CRIP	ID	Power Point
04-03	Current system of Hydro-Meteorological Data Collection and Flood Forecasting	English	N/A	ID	ID	Power Point
04-04	Future River Basin Planning	English	N/A	ID	ID	Power Point
04-05	Water Resources Development Projects in the Pipeline	English	N/A	ID	ID	Power Point
04-06	An Ordinance to Amend and Consolidate the Law Relating to Irrigation	English	N/A	e-Law, Sri Lanka	ID	Document
04-07	Amending Flood Protection Act No.22 of 1955	English	Apr 2016	ID	ID	Document
04-08	An Ordinance for the Protection of Areas Subject to Damage from Floods	English	1955	ID	ID	Document
04-09	Hydrological Aspects of the Recent Flood, Kelani River	English	N/A	ID	ID	Power Point
04-10	An Introduction to Disaster Management	English	N/A	ID	ID	Power Point
04-11	Kelani River Improvement – Flood Protection (Sedawatta to Ambatale) Phase 01	English	Jun 2016	Planning & Research Unit- WRMPP	ID	Document
04-12	Major Floods in Kalani River- 2016 May	English	N/A	ID	ID	Document
04-13	Hydrological Annual 2014/15	English	N/A	ID	ID	Document
04-14	Flood Inundation Areas in Kelani Ganga Basin in 2016 Flood	English	N/A	ID	ID	Document
04-15	Study of Effects on Kelani River Floods due to Proposed Inhibition for Construction of Kelani River Crossing Bridge on Outer Circular Road	English	Jun 2012	Prof.Pathirana and Dr.Ratnayake	ID	Document
04-16	An Ordinance for the Protection of Subjects to Damage from Floods	English	1924	GoSL	ID	Document
04-17	Consultancy Services for Flood Risk Modelling and Pre-Feasibility Studies for Flood Risk Management in Mundeni Aru Basin in Sri Lanka – Inception Report	English	Jul 2016	Royal Haskoning DHV	ID	Document
04-18	Meteorological and Hydrological Services in Sri Lanka	English	2016	World Bank	ID	Document
04-19	Flood Monitoring	English	N/A	ID	ID	Power Point
04-20	Introduction of Irrigation Department	English	N/A	ID	ID	Document

No.	Title	Language	Date of Issue	Publisher	Place of Obtain	Form/Style
04-21	Flood Monitoring: Information Dissemination system ; River Floods	English	N/A	ID	ID	Document
04-22	Metorological and Hydrological Services in Sri Lanka - CRIP2 Investment Plan	English	N/A	ID	ID	Document
04-23	Expert Workshop on Vulnerability Curves Mundeni Aru Basin	English	Feb 2017	ID	ID	Power Point
04-24	Flood Mitigation in Anuradapura City	English	N/A	N/A	ID	Power Point
04-25	Master Plan for Kelani River Flood Alleviation & Mitigation	English	Dec 2016	ID	ID	Document
04-26	Rationale: Generation of, and dialogue on new climate projections for Sri Lanka	English	Aug 2016	DOM	ID	Power Point
04-27	Observed Trends and Extremes in Sri Lanaka Using Updated Historical	English	Aug 2016	DOM	ID	Power Point
04-28	Past Work on Climate Projections: Identification of suitable Downscaled Modles for Sri Lanka	English	N/A	Centre for Climate Chanage Studies (CCCS)	ID	Power Point
04-29	Future Climate Change Projections for Sri Lanka	English	N/A	Centre for Climate Chanage Studies	ID	Power Point
04-30	Potential Integration of New Climate Change Projections into Development Planning in Sri Lanka; Policy Dialogue Climate Data Access & Analysis System	English	Aug 2016	RIMES	ID	Power Point
04-31	National Policy on the Protection and conservation of Water Sources, Their Catchments and Reservations in Sri	English	Dec 2014	GoSL	ID	Document
04-32	Consultancy Services for Development of Basin Investment Plans (DBIP)	English	Oct 2016	ATKINS	ID	Document
04-33	Development of a Flood Forecasting and Data Dissemination System for Kalu River Basin in Sri Lanka	English	Aug 2016	N/A	ID	Document
04-34	Administration Reports - 2015	English	N/A	ID	ID	Document
■05 Sri Lanaka Land Reclamation and Development Corporation (SLLRDC), MMWD						
05-01	Sri Lanka Land Reclamation and Development Corporation (Amendment) Act, No.35 of 2006	English	Oct 2006	SLLRDC	SLLRDC	Document
05-02	Weras Ganga Storm Water Drainage & Environment Improvement Project	English	N/A	MMWD	SLLRDC	Power Point
05-03	Five Main Sub Basins Layout Plan Studied by JICA Proposal in 2013	English	N/A	MMWD	SLLRDC	Power Point
05-04	Kolonnawa Canal Diversion	English	N/A	N/A	SLLRDC	Power Point
05-05	Contextual Analysis of Katunayake Aero City -Draft-	English	Oct 2016	Aerocity Development	SLLRDC	Document
05-06	Avissawella Plantation City -Draft-	English	Oct 2016	MMWD	SLLRDC	Document
05-07	Horana Industrial Township	English	Oct 2016	MMWD	SLLRDC	Document
05-08	Logistic Corridor Master Plan Draft 01	English	Oct 2016	MMWD	SLLRDC	Document
05-09	Transport Master Plan for Western Region Megapolis Planning Project –	English	N/A	MMWD	SLLRDC	Document
05-10	Mirigama – Industrical Township Master Plan	English	2016	MMWD	SLLRDC	Document
05-11	Science & Technology city Mater Plan - Draft 01-	English	Oct 2016	MMWD	SLLRDC	Document
05-12	The Megapolis Western Region Master Plan- 2030 Sri Lanka From Island to Continent	English	N/A	MMWD	SLLRDC	Document
05-13	Design of Pumping Scheme for Storm Water Drainage – Mudun Ela Integrated Drainage & Rehabilitation Project	English	Jan 2012	SLLRDC	SLLRDC	Document
05-14	Design of Mudun Ela Development Project – Construction of Pumping Station at Oliyamulla	English	N/A	N/A	SLLRDC	Document
05-15	Flood Mitigation in Metro Colombo & Kolonnawa Basins	English	N/A	N/A	SLLRDC	Power Point
05-16	National Physical Planning Policy and Plan Sri Lanka - 2030	English	Apr 2010	NPPD	SLLRDC	Document
05-17	Projects Identification Report, Western Region Megapolis Planning Project	English	N/A	Ministry of Megapolis and Western	SLLRDC	Document
05-18	Sri Lanka 2011 – 2030 National Physical Plan and Project Proposal	English	Mar 2012	National Physical Planning Department	SLLRDC	Document
■06 Urban Development Authority (UDA), MMWD						
06-01	Declaration of Urban Areas and Approved Development Plans	English	N/A	N/A	UDA	Document
06-02	Integrating Hazard Risk Information into Kanthale Urban Development Plan, Sri Lanka	English	Jul 2011	DMC and UDA	UDA	Document
06-03	Guidelines for Western Province Wetlands Zoning & Relevant Regulations for Application in Urban Development Plan Preparation	English	2006	UDA	UDA	Document

No.	Title	Language	Date of Issue	Publisher	Place of Obtain	Form/Style
06-04	Annual Report 2013, Urban Development Authority	English	2007	UDA	UDA	Document
06-05	Urban Development Authority (Amendment) Act, No.41 of 1988	English	Nov 1988	Parliament of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka	UDA	Document
07 Road Development Authority (RDA)						
158	Annual Report 2015, Road Development Authority	English	N/A	RDA	RDA	Document
158-1	Landslide Disaster Protection Project of the National Road Network: Loan SL-	English	N/A	PMU, LDPP	RDA	Power Point
158-3	Act to Provide for the Establishment of the Road Development Authority	English	1981	GoSL	RDA	Document
08 Local Authorities						
08-01	National Policy on Local Government No.1632/26	English	Dec 2009	GoSL	Local Authorities	Document
08-02	Provincial Councils Act. No.42 of 1987	English	1987	GoSL	Local Authorities	Document
08-03	Organization Chart – Colombo District	English	N/A	Colombo District	Local Authorities	Figure
09 United Nation Development Programme (UNDP) / World Bank (WB)						
09-01	Integrated Post Flood Assessment May 2010	English	Dec 2011	IPFA Team	UNDP	Document
09-02	Sri Lanka Post-Disaster Needs Assessment – May 2016 Floods and	English	Nov 2016	MoDM	UNDP	Document
09-03	Project Document: Strategic support to operationalize the Sri Lanka Comprehensive Disaster Management	English	N/A	UNDP and MoDM	UNDP	Document
09-04	Sri Lanka Floods and Landslides May 2016 Post-Disaster Needs Assessment	English	N/A	UN, EU, WB and Government of Sri Lanka	UNDP	Power Point
09-05	CRIP2 Preliminary Study for Meteorology and Hydrology	English	2016	World Bank	DOM	Document
10 Sri Lanka Red Cross Society (SLRCS)						
10-01	Sri Lanka Red Cross Society -Flood and Landslide Operation-	English	May 2016	SLRCS	SLRCS	Document
10-02	Strategic Plan 2015-2017	English	N/A	SLRCS	SLRCS	Document
11 Central Environmental Authority (CEA)						
11-01	Medium to Long-term Multi-Stakeholder Strategy and Action Plan for Management and Conservation of the Kelani River Basin 2016-2020 – Final Report	English	Jan 2016	Central Environment Authority and International Union for the Conservation of Nature Sri Lanka	CEA	Document
11-02	Medium to Long-term Multi-Stakeholder Strategy and Action Plan for Management and Conservation of the Kelani River Basin 2016-2020 – Natural Resource Profile	English	Jan 2016	Central Environment Authority and International Union for the Conservation of Nature Sri Lanka	CEA	Document
11-03	Medium to Long-term Multi-Stakeholder Strategy and Action Plan for Management and Conservation of the Kelani River Basin 2016-2020 – Map compendium	English	Jan 2016	Central Environment Authority and International Union for the Conservation of Nature Sri Lanka	CEA	Document
11-04	Medium to Long-term Multi-Stakeholder Strategy and Action Plan for Management and Conservation of the Kelani River Basin 2016-2020 – Preliminary Perception Survey	English	Jan 2016	Central Environment Authority and International Union for the Conservation of Nature Sri Lanka	CEA	Document
12 National Water Supply and Drainage Board (NWSDB)						
12-01	Corporate Plan 2016 - 2020	English		NWSDB	Web Site	Document
12-02	List of Regional Support for Drought	English		NWSDB	NWSDB	Document
12-03	List of Groundwater Development for W	English		NWSDB	NWSDB	Document
13 Water Resources Board (WRB)						
13-01	The Gazette of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka Extraordinary	English		Ministry of Irrigation and Water Resources Management	WRB	Document
13-02	Annual Report 2014	English		WRB	WRB	Document
14 Ministry of Mahaweli Development and Environment (MMDE)						
14-01	The National Climate Change Adaptation Strategy for Sri Lanka 2011 to 2016	English		MMDE	MMDE	Document
14-02	National Adaptation Plan for Climate Change Impacts in Sri Lanka 2016 -			MMDE	MMDE	Document
15 Department of National Community Water Supply (DNCWS)						
15-01	Vision & Mission	English		DNCWS	DNCWS	Power Point