

## スリランカ国南西部洪水対策・気候変動適応策事業準備調査

本資料は、JICA 開発調査である「防災機能強化計画調査」において、スリランカ国南西部における洪水対策業務として、優先事業に選定された事業に対する F/S 調査である「スリランカ国南西部洪水対策・気候変動適応策事業準備調査」におけるスコーピング及び環境社会配慮調査の支援業務に対して、支援手法等について、記述したものである。なお、スリランカ国環境関連法に基づいて実施される EIA は本来 F/S 終了時、事業実施が在る程度確定した状況で行われるものであるが、本案件については最終的に本 F/S 調査終了時に提案する堤防位置の確定に関しての環境面からの検討も含むことから、F/S 調査における堤防計画等と並行して進めるものとする。

### 1 調査概要

#### 1.1 プロジェクト名

スリランカ国南西部洪水対策・気候変動適応策事業準備調査

#### 1.2 調査の種類

フィージビリティ調査(F/S)

#### 1.3 環境カテゴリー及びその理由

環境カテゴリー：A

理由：本案件では4河川をF/S調査の対象としているが、対象河川の1つであるカル川において、700世帯以上の住民移転が発生する可能性があることから、カテゴリーAに該当すると判断された。またもう一つの対象河川であるケラニ川についても、IEEの必要がある可能性がある。

#### 1.4 先方実施機関

- 1) 防災センター (Disaster Management Center, DMC)
  - 2) 灌漑局 (Department of Irrigation, DOI)
- ※ EIA の責任機関は灌漑局

#### 1.5 案件概要

##### 1.5.1 調査の目的

本調査は、気候変動による洪水流量の変化に対応し、洪水被害の軽減を図るため、下記を目的として実施する。

- 1) カル川の気候変動適応、洪水防御について先のマスタープランで提案された短期的対策（構造物対策・非構造物対策）としてのフィージビリティ・スタディ（以下、F/S）を行う。
- 2) ケラニ川の既存洪水制御施設、ギン川・ニルワラ川の排水機場の改修および更新計画を策定し、円借款案件の形成を図る。
- 3) 洪水対策としての諸制度・体制、政策等にかかる提言・助言を行い、それらの活動を通じて関係機関の洪水管理能力の向上を図る。

### 1.5.1 要請された活動内容

スリランカ国（以下、ス国とする）では、2003年の洪水や2004年のスマトラ沖地震に起因する津波など、近年、大きな自然災害が多発している。これらの自然災害のうち、洪水・土砂災害の頻度が高く、社会・経済的損失も最も大きい。2003年5月に発生した洪水では、カルタラ県、ゴール県、マータラ県の3県を合わせて、死者235人、被災世帯数約14万世帯という被害をもたらした。ス国政府は、これらの災害を契機に、国家防災体制強化の方針を打ち出し、災害対策法（Sri Lanka Disaster Management Act, No.13 of 2005）を策定している。また、同法に基づき、国家防災委員会（National Council for Disaster Management、NCDM）、災害管理・人権省（Ministry of Disaster Management and Human Right、M/DMHR）、防災センター（Disaster Management Center）が新設されている。

これらの機関で不足している技術的なノウハウの強化を目的として、JICAによる「防災機能強化計画調査」が2006年10月から2009年3月にかけて実施された。同調査を通じて、ス国南西部の主要4河川であるケラニ川、カル川、ギン川およびニルワラ川流域の洪水対策マスタープラン、予警報システムの運用能力強化やコミュニティ防災などの計画が策定され、短期対策に焦点を当てた優先プロジェクトが選定されている。同調査において優先事業として選定された構造物および非構造物対策は下表のとおりである。

優先事業として選定された構造物および非構造物対策

対象流域	対策	主要諸元
構造物対策		
カル川流域	堤防計画	i) 下流域の堤防計画（総延長：約21.4km） - 左岸（延長：約9.6km、高さ：平均3.3m） - 右岸（延長：約11.7km、高さ：平均3.2m） - 新規樋門（24箇所） ii) 上流域の堤防計画（総延長：約6.4km） - 土堤防（延長：約5.4km、高さ：2.1-3.5m） - コンクリート壁（延長：約1.0km、高さ：平均3.1m） - 新規樋門（11箇所）
非構造物対策		
カル川流域	(1) 早期警報およびモニタリングシステム	自記式雨量計（6箇所） 自記式水位計（3箇所）

(2) 都市部開発の規制	土地利用の管理および監視、洪水氾濫区域での宅地開発の規制、洪水ハザードマップの作成
(3) 洪水に強い家屋建設の推進	建築物の高床化、家屋の重層化、耐水性の壁や家屋の適用
(4) 水防活動の推進	地域での防災情報の普及、安全な地域への避難(洪水時)、家屋・ビル内での家財移動(浸水対策)
(5) 実施機関の組織強化	事業実施に関する合意形成の仕組み構築 都市区画・土地利用開発事業との調整

出典：スリランカ国防災機能強化計画調査最終報告書より抜粋

また、上記調査において、下記の既設洪水管理施設は、緊急復旧を優先的に実施すべきとして位置づけられている。

#### 優先度の高い緊急復旧事業

対象流域	緊急復旧事業の内容
ケラニ川	樋門の建設（改修 9 基、再建 8 基、新規 1 基） 下流域既存堤防の護岸整備
ギン川	既存ポンプ場の改修（10 基）
ニルワラ川	既存ポンプ場の改修（3 基）

出典：スリランカ国防災機能強化計画調査最終報告書より抜粋

同調査と並行して、既存の気象観測機器の拡充、更新を目的とした「気象情報・防災ネットワーク改善計画」が実施された。

近年では、気候変動の影響による短時間の降雨強度の増加や降雨パターンの変化に伴う水災害の増加や激甚化が予想されている。加えて、都市周辺の人口増加や都市部の拡大とも相まって、洪水による社会経済的被害が今後ますます増大する恐れがあり、これらの被害が社会・経済活動を停滞させ、持続的な発展の阻害要因となる可能性もある。

また、2009 年 5 月に長期に亘り繰り返された内戦が締結し、今後、国際的な支援活動が活発化すると予想される中、ス国の自立的な経済発展に向けて、国家の防災機能の強化が必要とされており、また併せて上記調査で提案されプロジェクトの実施が期待されている。これを受けて、2009 年 7 月に協力準備調査団が JICA より派遣され、本協力準備調査の実施および協力概要についての協議が行われた。その結果、JICA とス国政府との間で合意された調査内容を記した協議議事録が著名され、本業務が実施されることとなった。

## 1.6 調査の内容

### 1.6.1 各コンポーネントの調査内容

本調査は、ケラニ川、カル川、ギン川およびニルワラ川流域の 4 流域が対象となっている。これらの流域のうち、本事業のマスタープラン調査において特に優先度が高いと選定されたカル川では、短期的対策（構造物対策・非構造物対策）としての F/S を行い、他の 3 流域では、優先度の高い既存施設の改修および更新計画を立案する。「防災機能強化計画調査（2009 年）」（以下「MP 調査」）に示される優先事業および既存洪水管理施設の緊急復旧事業を踏まえ、それぞれのコンポーネント区分は、以下のとおりである。

このうち、環境社会配慮の対象とするのはカル、ケラニ川の2河川である。

- ・コンポーネント1：カル川における洪水対策短期計画・気候変動適応
- ・コンポーネント2：ケラニ川における洪水防御施設リハビリ計画
- ・コンポーネント3：ギン川およびニルワラ川排水機場リハビリ計画
- ・コンポーネント4：河川行政機能強化・改善計画

上記区分に沿って、各流域での調査内容は以下のとおり整理される。

各コンポーネントにおける調査内容

調査内容	コンポーネント1	コンポーネント2	コンポーネント3		コンポーネント4
	カル	ケラニ	ギン	ニルワラ	特定流域なし
1)河川縦横断面測量、平面測量および土質調査	○	○	-	-	-
2)流域協議会の設立・運営	○	-	-	-	-
3)気候変動解析、降雨・流出解析	○	○	-	-	-
4)氾濫解析および治水経済調査	○	-	-	-	-
5)洪水対策短期計画の策定	○	-	-	-	-
6)洪水防御施設リハビリ計画の策定	-	○	-	-	-
7)排水機場リハビリ計画の策定	-	-	○	○	-
8)洪水予警報システム拡張・避難体制の計画策定	○	○	-	-	-
9)土地利用規制に係る活動計画策定	○	○	-	-	-
10)コミュニティ防災	○	○	-	-	-
11)環境影響・社会影響の確認	○	○	-	-	-
12)経済分析の実施	○	○(簡便法)	-	-	-
13)プロジェクトの実実施計画の策定	○	○	○	○	-
14)河川行政強化・改善策の検討	-	-	-	-	○

(注) ○ 調査の対象

### 1.6.2 調査実施上の留意点

調査実施上の留意点を下記に示す。

#### (a) 都市開発事業と融合する洪水対策事業計画の立案

カル川中流域に位置するラトナプラ地区では、UDA (Urban Development Authority) およびラトナプラ県、ラトナプラ市が中心となって、事業認可を受けた新土地利用計画の実施を推進しつつある。この計画の中では、河川沿いの低標高地域が洪水バッファゾーンとして指定され建築制限が設けられている。このため、ラトナプラ地区における洪水対策事業はこの土地利用計画と連携し都市開発事業と融合に留意して検討する。

#### (b) 既存排水路システムに留意した堤防計画の策定

カル川下流域に位置するカルタラ地区では、海岸沿いの湖沼と連結する自然の水路や人工灌漑水路が洪水時にはカル川沿いの低標高地域における重要な排水機能を果たしている。このため、当該地区を外水から守る堤防計画では現在の排水システムに留意し、排水機能障害を招かない点に留意する。

#### (c) 影響家屋の徹底的な削減

カルタラ地区の新規堤防計画では、堤防建設用地内のみならず川側の堤外地においても相当数の家屋が直接影響を受けることとなり、この影響家屋が同堤防計画の成否を大きく左右する重要課題である。よって今後の社会影響評価における現地調査結果において、徹底した影響家屋数の削減に配慮した堤防計画の検討を行う。

(d) 移転対象住民の立場に配慮した移転計画の作成

本事業の実施により想定される住民移転の対象地域には、シンハラ人、タミル人、ムスリム、土地なし住民など人種や立場の異なる人々が生活していることから、本業務ではそれぞれの立場を慎重に考慮した住民移転を検討する必要がある。

(e) 超過洪水への実効性ある非構造物対策の策定

カル川では、堤防などの治水施設はほとんど建設されていないため、洪水による被害を頻繁に受けてきた背景からカル川の洪水は住民の生活の一部となっているが、超過洪水時には、これまで以上の被害が発生する可能性も指摘され、堤防建設に伴う適切な予警報システムのあり方、避難活動や水防活動を含めたコミュニティ防災活動のあり方に留意する。

(f) 住民の生活と調和するコミュニティ防災計画の作成

ケラニ川下流域・中流域では、堤外地において開発が進み、洪水被害の増加が懸念されているが、開発を制御する法的枠組みの整備が急務であるが、実行力のある開発規制制度は見当たらない。また、堤外地の既居住者に対する予警報システムの整備や避難体制を含めたコミュニティ防災のあり方の検討が重要であるが、コミュニティ防災活動（特に、避難訓練など）について住民の理解を得ることが困難な場合があり、彼らの生活と調和に留意して計画策定を行う。

(g) DMC と DOI の積極的参加

非構造物対策は構造物建設等の大規模な費用が不要である一方、関係機関が協力した上での継続的な活動や訓練が必要である。このような活動は防災センター（DMC）と灌漑局（DOI）が協力して積極的に推進すべきであるが、新しい組織である DMC と歴史を有す灌漑局の協力体制は必ずしも十分ではないため、DMC と DOI 双方の立場に配慮しながら、彼らが積極的に参画することができる調査体制の構築が重要である。

(h) 災害管理・人権省の能力強化

本調査は、施設的には河川堤防など灌漑・水資源管理省所管のものが多くなるものの、灌漑案件ではなく防災案件であり、災害管理・人権省の能力強化も期待されている。このため、調査の早い段階において同省のキャパシティを評価し、求められる方向性を目定めた上で能力の強化を図ることが重要である。

## 1.7 調査対象地域の概要

ス国の南西部 4 河川（ケラニ川、カル川、ギン川およびニルワラ川）流域を本調査の対象地域とする。各流域の位置を下図 1.7.1 に、流域諸元を表 1.7.1 に示す。なお、ケラニ川、カル川については堤防の補修候補位置および新規堤防候補位置を詳細図 1.7.2～1.7.3 に示す。

表 1.7.1 調査対象流域の諸元

項目	ケラニ	カル	ギン	ニルワラ
流域面積 (km <sup>2</sup> )	2,292	2,719	932	971
河川延長 (km)	150	101	113	78
年間降雨量 (mm)	3,800	4,040	3,290	2,890
総流出量 (MCM) m <sup>3</sup>	3,417	4,032	1,268	1,152
主要支川	マスケリヤオヤ、ケヘイガムオヤ、ウィオヤ、リティガナオヤ、グルゴダガンガ、シータワカガンガ、ワックオヤ	クダガンガ、マグルガンガ、ククレガンガ、ウェイガナガ、ククレガンガ、ウェイガンガ	ケプエラ、ホルワゴダ、キムビヤエラ、ガラゴダエラ、ディビチュラエラ、マベンエラ	キラマエラ、カダウエドゥワエラ、パドゥラオヤ、ディギリエラ
主要水位観測所	キトゥルガラ、デラニヤガラ、グレンコース、ホロンブワ、ハンウェラ	ラトナブラ、デラ、エラガワ、ククレガマ、カラウエラワ、ミラカンダ、プトゥパウラ	アガリヤ、タワラマ	ピタベッダラ、ボパゴダ
流域に属する県	ガンパハ、コロンボ、ケゴール、ラトナブラ、ヌワラエリヤ	カルタラ、ラトナブラ	ゴール、ラトナブラ	マータラ、ゴール
人口	2,773,000	1,127,000	490,000	459,000
洪水氾濫地域内人口（総人口に対する比率%）	150,000 (5.4%)	132,000 (11.8%)	32,000 (6.5%)	100,000 (21.8%)

※MCM: Million Cubic Meter

各河川流域の概要を以下に述べる。

### ケラニ川

ケラニ川の流域面積は2,292km<sup>2</sup>であり、ス国で第2番目に大きな流域を持つ河川である。島の中心のヌワラ・エリヤを水源に西方に流れ、コロンボ市の北端でインド洋に注いでいる。コロンボ市および市郊外では、堤防が整備されている。

### カル川

カル川は、ケラニ川の南に位置し、島の中心に源を発し、ラトナブラとホラナを流下してカルタラにてインド洋に注いでいる。河道の底幅が狭く、両岸とも河岸が高い。

### ギン川

ギン川は、山岳地域のシンハラジャ森林保護区の南部に水源を発生し、タワラマ、ネルワおよびアガリヤを還流してギントタにてインド洋に注いでいる。

### ニルワラ川

ニルワラ川も他の3流域と同様に多雨地帯に位置し、デニヤヤ丘陵の隣、海拔1,050mに水源を発生し、マータラにてインド洋に注いでい



# カル川流域の洪水氾濫域(2003年洪水の事例)

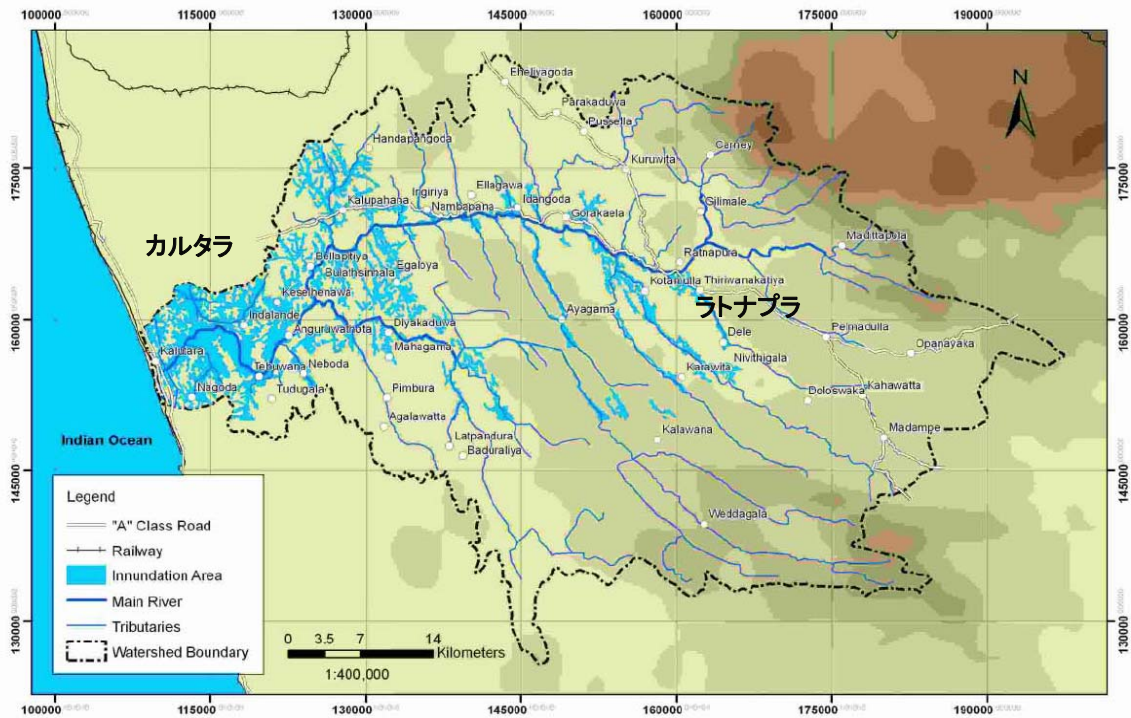


Figure A.2.3 Inundation Area due to May 2003 Flood in Kalu River Basin

# ケラニ川流域の土地利用

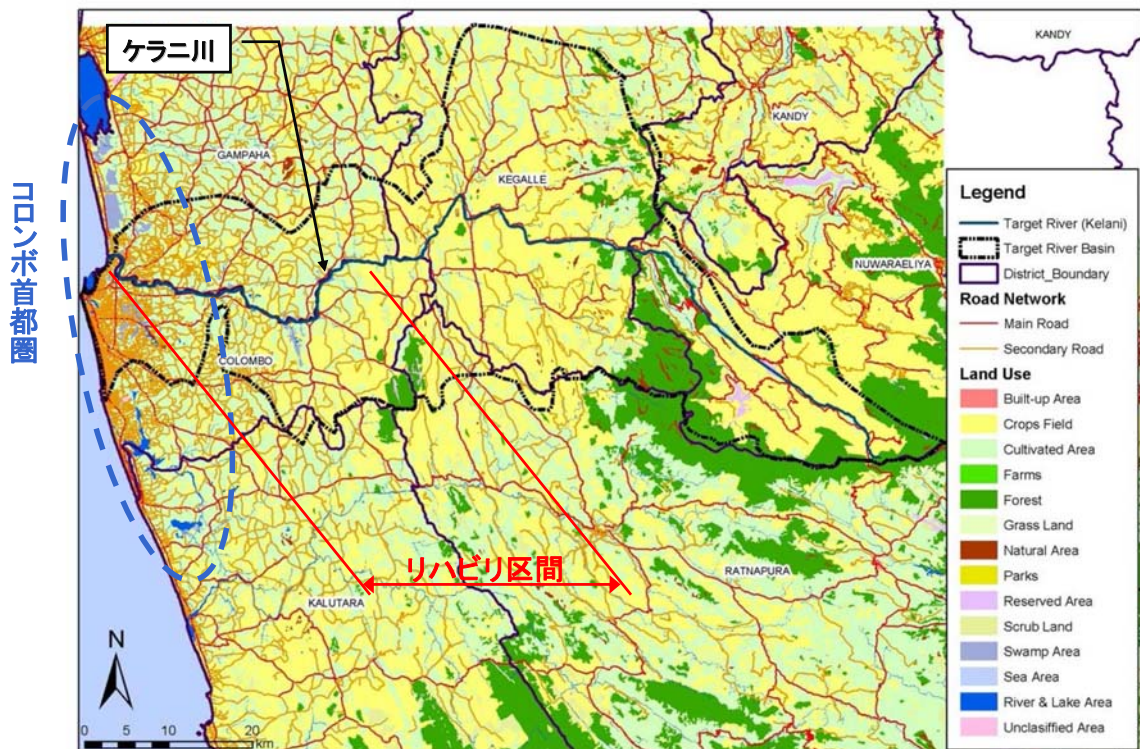


Figure D.3.2 Land Use around Kelani River Basin



# カル川流域の洪水対策代替案(1/5)

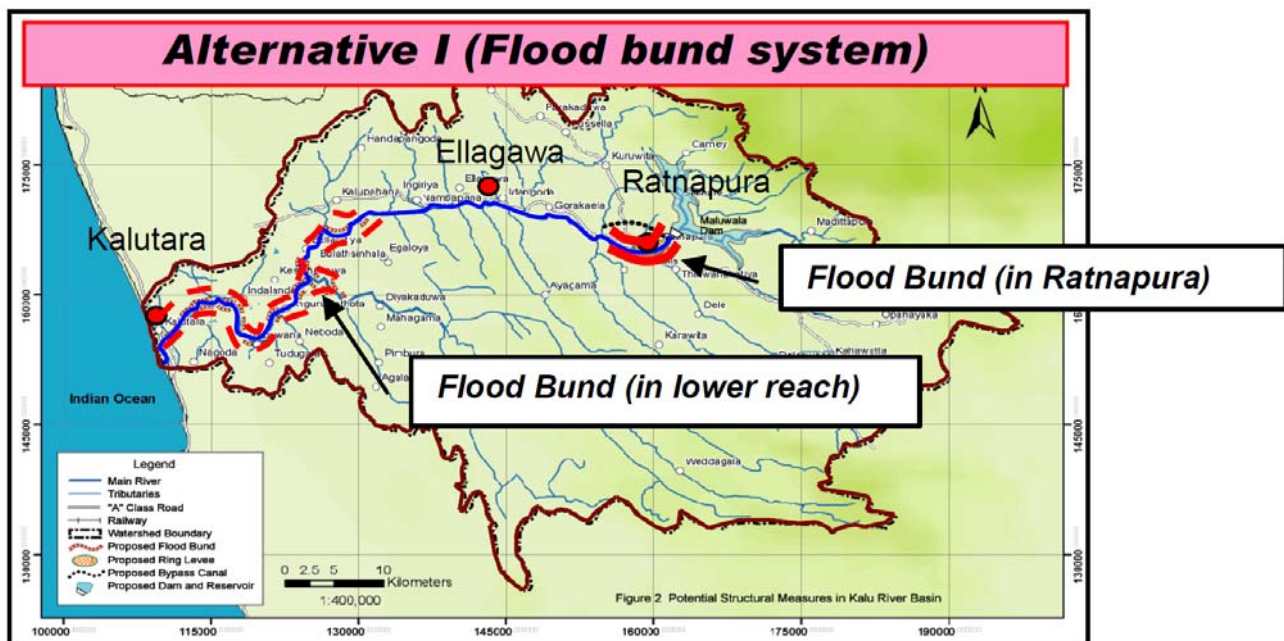
## ＜代替案の事業内容＞

代替案	短期計画	長期計画
I	(代替案 I、II、III に共通) ・ 堤防整備 (カルタラ地区)	堤防嵩上 (カルタラ/ラトナプラ地区)
II	・ 堤防整備 (ラトナプラ地区)	バイパス水路 (ラトナプラ地区)、堤防嵩上(カルタラ地区)
III	・ 早期警報およびモニタリングシステム	
IV	・ 堤防整備 (カルタラ地区) ・ 早期警報およびモニタリングシステム	マルワラ多目的ダム

出典: M/P 調査、JICA

# カル川流域の洪水対策代替案(2/5)

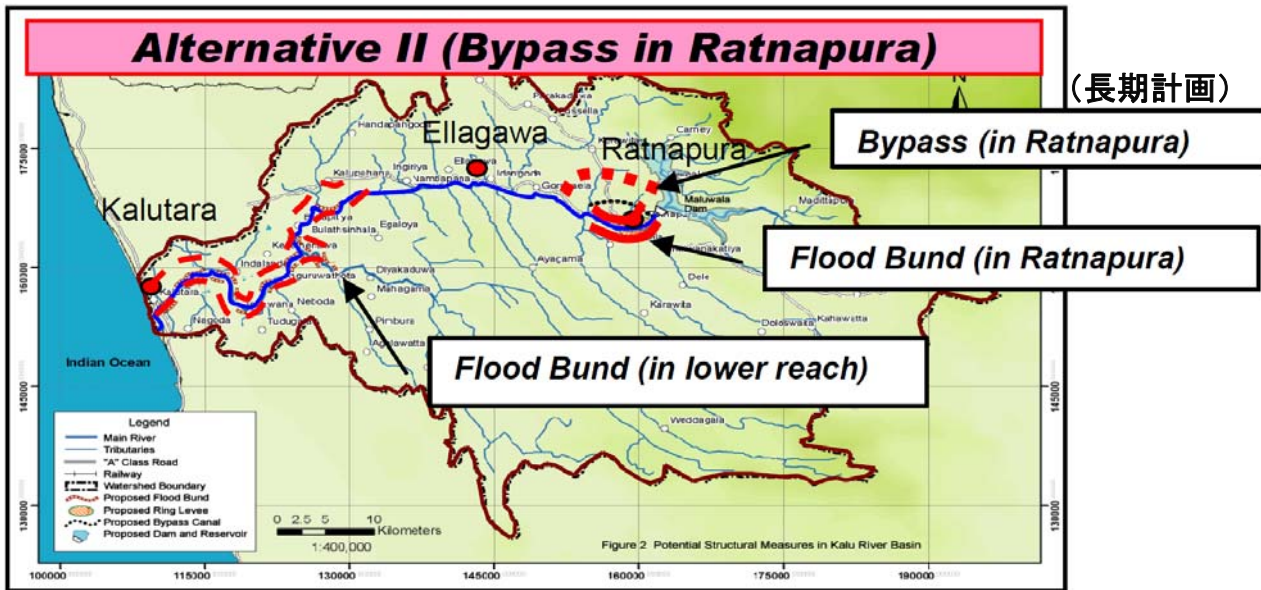
## ＜代替案 I の位置図＞



出典: M/P調査、JICA

# カル川流域の洪水対策代替案(3/5)

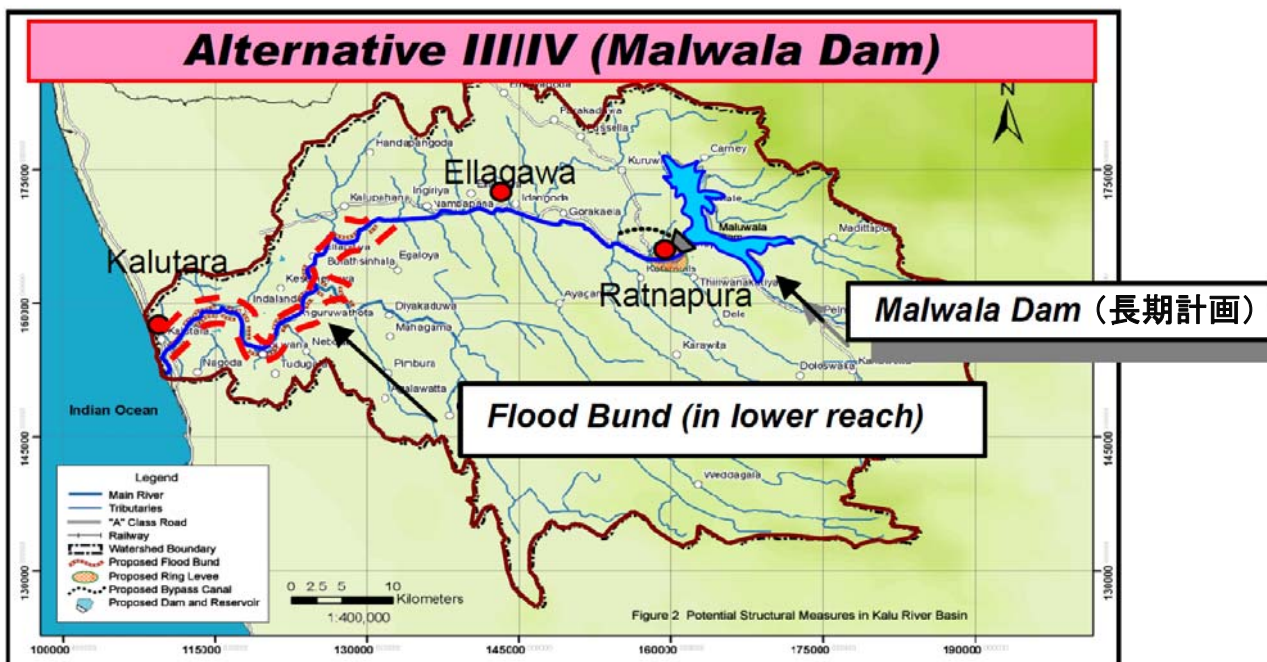
## <代替案 II の位置図>



出典: M/P調査、JICA

# カル川流域の洪水対策代替案(4/5)

## <代替案 III/IV の位置図>



出典: M/P調査、JICA

# カル川流域の洪水対策代替案(5/5)

## <経済評価>

指標	堤防整備		バイパス水路+ 堤防整備		マルワラ 多目的ダム		マルワラ 治水専用ダム	
	代替案 I		代替案 II		代替案 III		代替案 IV	
	全体*1	短期	全体	短期	全体	短期	全体	短期
経済指標 (J)	7,438	7,617	-1,399	1,484	-663	2,065	2,783	4,227
B/C	2.24	2.89	0.88	1.21	0.95	1.32	1.32	3.08
EIRR (%)	20.7 %	23.5 %	8.8 %	11.8 %	9.5 %	12.7 %	13.4 %	24.4 %

注: \*1 長期計画 + 短期計画

出典: M/P調査、JICA

## <代替案の評価>

- 代替案Iは、短期計画において代替案IVのそれより僅かに小さい経済的内部収益率 (EIRR) を示しているものの、全体計画 (短期+長期計画) では経済的に最も望ましい。
- 代替案Iは、4代替案の中で実施に伴う負の影響が最も少ないものと期待できる。ダム計画 (マルワラ多目的ダム/治水専用ダム計画) は、その上流域の現況を踏まえると大規模な住民移転を余儀なくされる可能性が高く実施には困難も伴うものと危惧される。

\*M/P調査で、代替案Iが上記の評価に基づいて構造物洪水対策として採択され、今回のカル川における準備調査は、代替案 I の短期計画についてF/Sを行うものである 7

スリランカ洪水対策案件  
石田健一

(質問)

資料 P. 3. 1. 6.1 防災機能強化計画調査(2009)を読みたい。理由:当該調査のM/Pに相当するためです。理解を深めたいので。

P4, 最上段。ギン河、ニルワナ河を対象としない理由は何でしょうか。はずされている両河川には50万の流域人口があり、ニルワナは多雨地域という記述もあります(P6)。

P7. 関連してP4, 5. カル河の2対象地区は離れており、その間の地区についてはどうなのでしょう。調査しない?(その場合は理由が要ります)、人が殆ど住んでいない(急峻で住めない)?

P. 8から始まる4枚の地図。図上に描かれている人工水路、堤防などの構造物計画について当日は詳しい説明を望みます。地図を見ているだけではよく判りません。

p11. ラトナプラ地区はカル河の「中流域」ではないのでしょうか。または、上流域かもしれませんが。

P14から16. レッドブック、ホットスポットの詳しい説明がなされていますが、当該対象地域にそのリストに関わる可能性がある種の存在、生息域の可能性が示唆されると言うことでしょうか。関連して、現地再委託調査リスト(P. 35)には植物の調査のみですが、動物調査は調査団自らがおこなうということでしょうか。

P18、P30. マトリックス20番、開発された土地であるため・・・、という記述もあることですし、ケラニ河の土地利用図も見たいと思います。

P.26、29. 表中の7(被害と便宜の偏在)について。狙いがよく判りません。プラスマイナスをあらわす表でどうやって何を語るのでしょうか。プラスであれば良い? マイナスになると駄目? そういう足し引きではないような気がします。説明をお願いします。

(助言(提案案))

P5. (e)、(f)。避難水防活動、コミュニティ防災に触れておられますが、資料後半を観ると実際に行う環境社会配慮の調査では、それらの分野についての調査が明確には見当たりません。災害防止についての住民による現状対策、その強みと強化すべき点、ハザードマップ作成のための聞き取り、などなど、住民側からの視点を調査し盛り込むことが必要ではないでしょうか(もし、コミュニティ防災活動などを計画に盛り込むならですが)。

P5. 同様に、(d)については、地域の現場でのインタビュー、さまざまな社会調査を現場で実際に行うことで現状を把握し、立案に役立てることが求められますので、そのような調査設計を望みます。

P7. 関連してP4-a,b. 主対象のカル河。支流を見ると3本から6本の支流がカバーされて内容に見えます。それらはずした理由は何かあるのでしょうか。全体計画でほかの所が実施するようにカバーされているのでしょうか。実態を知りたく思いますし、カル河の特定2地区のみを選択してプロジェクト対象とした理由、それで良い理由、この2つは明記すべきかと思われます。この調



査によって対象地区の範囲決めも変わりえるのではないのでしょうか。つまり、対象地区を絞り込んだ理由と、絞込みが早すぎるのでは、という疑問(兼、コメント)です。

P17. (2) 水域利用が多々なされている(漁業、砂利採集、宝石採取、家畜、日常活動での河川水利用)ため、その点についての現状調査が欠かせないと思います。更に、スコーピングマトリックスでは、カル河(p26、社会環境)、ケラニ河(p29、社会環境)ともに、2から4についてその評価がDないしはプラスというのは逆ではないでしょうか。

P. 24. (4) ステークホルダー協議はRAPのみに絞り込むのは時期尚早ではないでしょうか。水域利用者、生計を立てている人々への影響説明も必要かと思しますので、そのような人たちも協議の対象に含めるべきではないでしょうか。また、P36をみると、調査の初期に協議を行うことになってますが、十分な説明ができるほどのデータが集まり調査団の方針が決まって臨むことができるのでしょうか。もう少し後の方がよくありませんか。

全体。堤防工事が前提となっている風に見受けられますが、堤防もまだ代替案のひとつとして数えるのではないのでしょうか。それゆえ、P.36、37には、堤防工事、も代替案のひとつとして入るべき、つまり代替案は5つであって、5つで比較検討することなのではないのでしょうか。

P. 36、37. 前提が異なる事柄をそのまま比較したように見受けられます。その単純比較で何を述べようとされているのかよく判りません。実際には流域毎、地域ごと、中流と下流、などで条件も異なるので複数の代替案を合わせることで効果を挙げる、というのかなと想定しているのですが。そういう計画であることを述べるということなら、そのような意図がわかるように表現していただけるとありがたいです。

===

以上です。