

## 第5章 ギン川流域の洪水防御マスタープラン

### 5.1 流域の概要

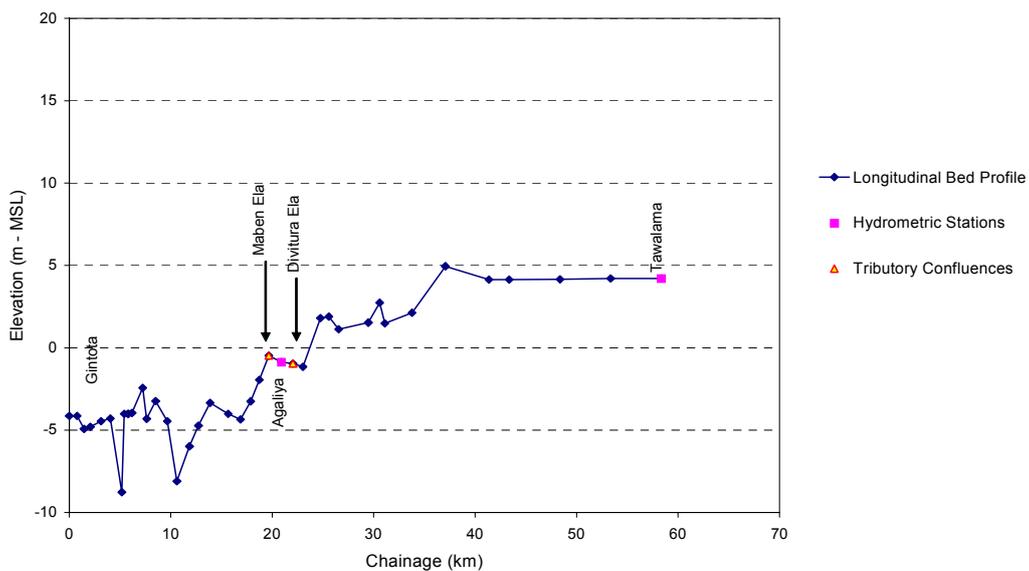
ギン川は山岳地域シンハラジャ森林地帯の南部に源を発してタワラマ、ネルワおよび アガリヤを貫流してギントタ（ゴール）にて海へ注ぐ、流域面積 932 km<sup>2</sup>、年間河川流量 1,268 百万 m<sup>3</sup> の河川である。流域には多様な植物が自生しており、流域年平均雨量は 3,290 mm である。

1970 年代には下流部で堤防や（内水排水用の）排水ポンプ場の整備を含む洪水対策が実施されている。また、カプエラバイパス水路は本川ホルアゴダ地点からインド洋へと洪水を転流させる。ギン川流域の位置図を図II-15、ギン川本川の縦断面図を図II-16 にそれぞれ示す。



出典: JICA 調査団

図II-15 ギン川流域位置及び洪水氾濫区域図（2003年5月洪水）



出典: LHI

図II-16 ギン川本川縦断面図

## 5.2 既往洪水の状況

タワラマ地点およびアガリヤ地点にて入手可能な 1979 年以降の水位データによると、既往最大洪水は 2003 年 5 月のものである。大規模な洪水は、これまでに 1979、1993、1999、2003 年に発生している。

ギン川上流域のシンハラジャ森林地帯では、2003 年 5 月 17 日未明まで 350 mm を超える豪雨に見舞われた。洪水は河口から約 20 km 上流のネルワで堤防を越流し、堤内地を 3~4 日間浸水させた。洪水氾濫区域を図 II-15 に示している。

## 5.3 洪水管理に関わる既往検討のレビュー

1968 年の ECI による調査では総延長 29.6 km で 54 箇所の堤防および排水ポンプ場 22 箇所による治水事業を提案している。そのうちの幾つかの洪水対策が 1970 年代に中国政府の援助で実施されている。

## 5.4 水理・水文解析

ギン川流域の流出モデルはタワラマから河口までで、テルンエラ、カプエラおよびホルアゴダエラを含む。流域は 11 つの小流域に分割され、9 箇所の降雨観測所のデータを用いて算定した流域平均雨量を適用した。主要降雨観測所における確率雨量を表 II-30 に示す。

表 II-30 主要降雨観測所における確率日雨量

河川名	観測所名	標高 (m)	データ入手可能期間	確率日雨量 (mm/日)				
				10 年	25 年	50 年	100 年	既往最大
ギン	デニヤヤ	533.5	1950-2006	195.2	228.2	252.7	277.0	230.8
	ゴール	12.5	1950-2006	186.5	218.6	242.4	266.1	282.6
	ヒニドゥマ	-	1994-2006	212.1	243.9	267.6	291.0	224.2

出典: JICA 調査団

他 3 河川流域と同様、不定流モデルによる流出解析を行った。ギン川主要観測所における確率流量を表 II-31 に示す。

表 II-31 ギン川確率流量

生起確率 (年)	確率ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)				
	タワラマ	アガリヤ	ギン-カプエラ合流点	本川河口 (ギントタ)	カプエラ河口 (ゴール)
2	542	633	687	497	190
5	863	1,024	1,119	787	333
10	1,076	1,289	1,415	983	434
20	1,279	1,546	1,703	1,160	545
30	1,397	1,691	1,864	1,257	610
50	1,543	1,887	2,089	1,390	701

注: 洪水氾濫および洪水貯留を考慮しないという条件下で解析している。

出典: JICA 調査団

## 5.5 洪水管理計画を踏まえた土地利用計画

ギン川流域では耕作地が最も広く流域の 38.5% を占め、そのうちの 51.5% が農地、これに次いで水田が 31.7 % を占める。次に大きな土地利用が全体の 24.4% を占める農園で、そのうち最も広いのが 52.0% を占める茶園、次いで 38.5% を占めるゴム園である。森林も全体の 23.1% を占め、農園とほぼ同じ広さである。

南部高速道路の整備は、沿道の開発を促し地域の土地利用や経済活動を激変させると予想される。その計画路線はギン川本川からは離れているが、高盛土などによる排水に対する影響は十分に考慮する必要がある。

## 5.6 洪水管理計画策定の基本方針

洪水防御マスタープランの計画規模は、30年確率規模とした。全体計画の実施に必要な期間を15年間と想定し、実施期間は2010年から2024年までとした。

表II-32 ギン川洪水防御マスタープランの計画規模

治水安全度 (現況流下能力)	既往最大洪水	将来の土地利用	計画規模
- 有堤区間 20年確率規模 - 無堤区間 2~5年確率規模 (堤内地のポンプ施設は10年確率規模の排水に対応)	20年確率規模相当 (2003年5月洪水)	地域の中心地としてゴールの都市化は今後も続く。しかし、土地利用の大きな変動は見込まれない。	30年確率規模 (河口部で1,900 m <sup>3</sup> /s)

出典: JICA 調査団

### 5.6.1 洪水防御マスタープラン策定の要点

ギン川流域における洪水被害の現状は以下のとおりである。

- 中流部無堤区間での洪水氾濫の常襲化 (2年~5年確率規模を超える洪水で氾濫)
- 下流域での洪水氾濫 (ほとんどの区間に堤防がない) (堤外地は2年確率規模を超える洪水が氾濫)
- 下流有堤区間での内水排除不良
- 下流域ポンプ施設は予算不足で十分な維持管理がなされておらず、かつ老朽化している。

#### (1) 無防御区域

「無防御地域」(堤防やその他構造物により洪水から防御されていない地域)では河川の流下能力が小さいために洪水氾濫が常習化している。

#### (2) ダム貯水池計画

1968年のECIによる調査では、ギン川流域において複数のダム計画が検討された。現在、灌漑局はメディリピティヤダムの貯水をニルワラ川上流のダム群を経由して南東部乾燥地帯(ハンバントタ県)に導水する計画を検討している。ギン川でのダム開発は洪水軽減効果を期待できるが、社会環境に与える多くの影響を軽減する措置が必要となる。ダムサイト適地は限られており、また経済的にも短期計画での実現は難しい。

#### (3) 中流部無堤区間

中流部には堤防がなく、2年~5年確率規模を超える洪水が氾濫する。一方、下流側の河口からアガリヤまでの間には堤防が整備されており、20年確率規模の治水安全度を有するため、下流域での水害リスクは比較的小さい。このように堤防の有無により治水安全度が不均衡であることは明らかである。本調査で実施されたコミュニティー防災のワークショップにおいても、住宅地の拡大に伴う堤防整備の要望は高まっている。中国政府の援助による第3期治水事業においても河川堤防の延伸は検討されているが、これまでのところ実施されていない。

(4) 堤内地の内水排除

下流域での内水排除のために 10 基の排水ポンプ場（平均の排水能力は  $Q=7 \text{ m}^3/\text{s}$ ）が中国政府の援助によって建設されている。しかし、灌漑局はポンプ場の老朽化（電気系統、建屋、操作ゲート、除塵施設、その他装置など）、維持管理費の負担（年間の電気代は約 Rs.15 百万）、ポンプ場間の非効率的な連携など、様々な問題を抱えている。

5.6.2 基本戦略

ギン川洪水防御マスタープランの基本戦略を以下に示す。

(1) 対象区域：(i)無堤区間および中流部、(ii)下流域有堤区間の堤外地、(iii)堤内地内水氾濫区域（既存ポンプ施設の集水域）

(2) 対策の計画規模：

ギン川	短期計画	長期計画
	1/10 ( $Q_{\text{peak}}=1,450 \text{ m}^3/\text{s}$ )	1/30 ( $Q_{\text{peak}}=1,900 \text{ m}^3/\text{s}$ )

(3) 洪水防御の基本戦略：

- 上流域でのダム計画には解決すべき課題が多く残されているため、短期計画には含めない。長期計画においては、治水専用ダムと代替案の比較検討を行う。その際、多目的ダムとしての既往のプレ・フィージビリティ調査結果を参考とする。
- 中流域無堤区間にある洪水常襲地帯の治水安全度を向上させる。
- 既存ポンプ場（10 基）の施設更新
- 下流域の無防御区域での非構造物対策の推進
- ケラニ川と比較してギン川の川幅は狭く、かつ洪水調節に必要な容量と面積を確保できる洪水遊水地に適した土地はない。

5.7 代替案の設定

構造物対策の基本方針に基づき、代替案を表II-33 のとおり設定した。

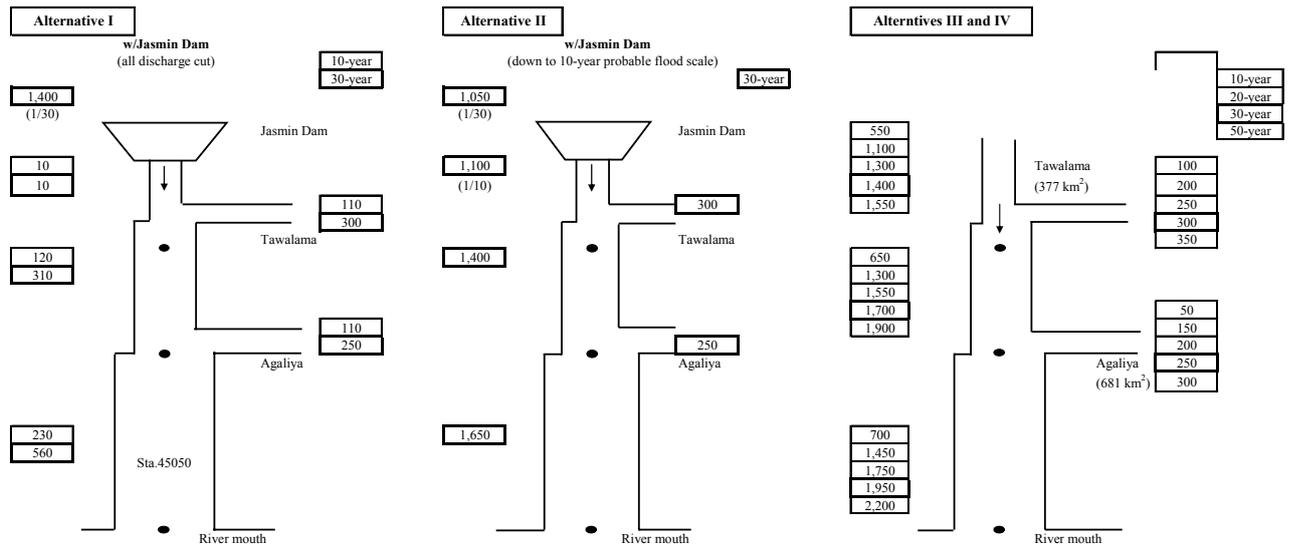
表II-33 構造物対策の代替案（ギン川）

代替案	短期計画		長期計画
	共通対策	個別対策	
I	・ 既存排水ポンプ場の改修 ・ 堤防建設 ・ 早期警報およびモニタリングシステム	-	大規模ダム（ジャスミンダム）
II		堤防整備（短距離区間）	小規模ダム（ジャスミンダム）
III		堤防整備（短距離区間）	堤防の嵩上げ 堤防の延伸
IV		堤防整備（長距離区間）	堤防の嵩上げ

出典: JICA 調査団

5.7.1 洪水流量配分

各代替案での確率洪水流量配分を図II-17 に示す。



図II-17 確率洪水流量配分図（ギン川）

### 5.7.2 構造物対策の諸元

本調査では、スリランカ及び国際的な技術基準を適用してこれら構造物を検討した。短期計画では、表II-34 に示す構造物対策の予備設計を行った。

表II-34 構造物対策の代替案（短期計画）

構造物対策	主要諸元
下流区間での堤防整備（短期計画）	10年確率規模（既設堤防の上流側） (1) 代替案 II および IV - 左岸：8,360 m - 右岸：7,620 m (2) 代替案 III - 左岸：390 m - 右岸：1,830 m 排水樋管の新設：9 基
既存排水ポンプ場の改修および施設更新	既存排水ポンプ場 10 基
マウンドダイク	A=51,000m <sup>2</sup> （3 箇所合計）
早期警報およびモニタリングシステム	雨量計 8 基および水位観測所 5 箇所の新設

出典: JICA 調査団

長期計画の構造物施設諸元を表II-35 に示す。

表II-35 構造物対策の代替案（長期計画）

構造物対策	主要諸元
堤防の嵩上げ	30年確率規模（既設堤防の上流側） - 左岸：8,360 m - 右岸：7,620 m
新規の排水ポンプ施設	8 基

出典: JICA 調査団

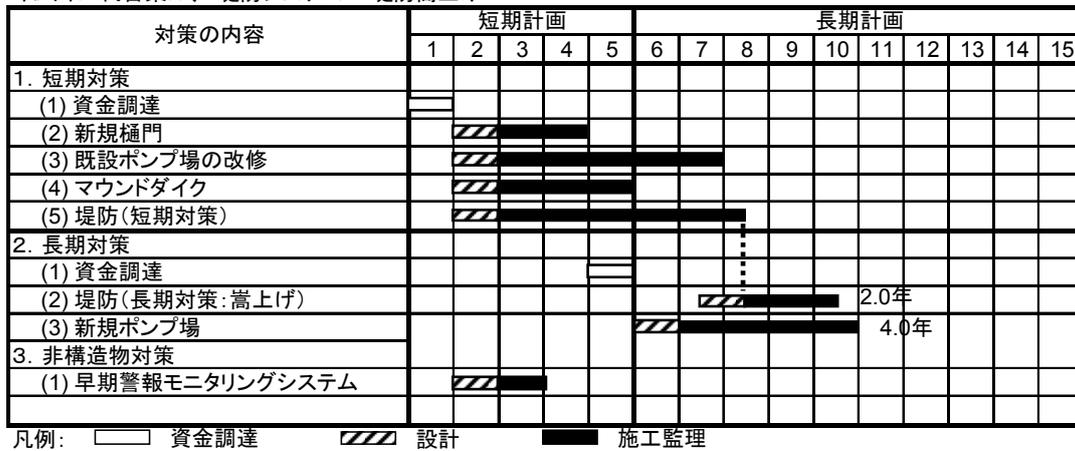
### 5.8 非構造物対策の推進

ケラニ川での非構造物対策に準じる。

### 5.9 施工計画および積算

事業の実施計画を図II-18 に示す。

ギン川: 代替案IV、堤防システム+ 堤防嵩上げ



出典: JICA 調査団

図II-18 事業実施計画 (ギン川)  
(比較検討の結果、代替案 IV が選定された)

代替案の事業費を表II-36 に示す。

表II-36 代替案の事業費 (ギン川)

(単位: 1,000 ドル)

項目	代替案 I	代替案 II	代替案 III	代替案 IV
	大規模ダム (ジャスマンダム)	堤防整備 (短距離区間) + 小規模ダム (ジャスマンダム)	堤防整備 (短距離区間) + 堤防延伸及び嵩上げ	堤防整備 (長距離区間) + 堤防嵩上げ
I. 直接工事費				
短期計画	57,749	69,645	57,798	68,315
長期計画	82,891	41,792	27,952	16,899
<b>Sub Total</b>	<b>140,640</b>	<b>111,437</b>	<b>85,750</b>	<b>85,214</b>
II. 用地取得費	69,504	43,201	3,241	3,241
III. エンジニアリングサービス費	21,096	16,716	12,863	12,782
IV. 管理費	4,625	3,427	2,037	2,025
V. Price escalation	207,825	114,615	64,471	54,498
VI. 予備費	23,587	17,478	10,389	10,326
VII. 税金	24,260	19,223	14,792	14,699
<b>合計</b>	<b>491,500</b>	<b>326,100</b>	<b>193,500</b>	<b>182,800</b>

出典: JICA 調査団

維持管理費を表II-37 に示す。

表II-37 年間維持管理費 (ギン川)

(単位: 1,000 ドル)

維持管理費	代替案 I	代替案 II	代替案 III	代替案 IV
<b>合計</b>	2,214	2,123	1,866	1,861

出典: JICA 調査団

## 5.10 事業便益

事業便益算定のための項目および条件はケラニ川の場合と同様とした。各代替案による事業便益を表II-38に示す。

表II-38 各代替案の事業便益

(単位：百万 Rs./年)

代替案		短期	長期
代替案 I	大規模ダム	219.5	1,850.6
代替案 II	小規模ダム	1,319.0	1,726.4
代替案 III	堤防整備(短距離区間)	586.5	1,534.4
代替案 IV	堤防整備(長距離区間)	1,319.0	1,534.4

出典: JICA 調査団

各代替案の評価結果の概要を表II-39に示す。

表II-39 各代替案の評価結果概要

指標	代替案I(大規模ダム案)		代替案II(小規模ダム案)		代替案III(短距離堤防案)		代替案III(長距離堤防案)	
	全体計画 (短期+長期)	短期計画	全体計画 (短期+長期)	短期計画	全体計画 (短期+長期)	短期計画	全体計画 (短期+長期)	短期計画
B-C (百万Rs.)	-6,561	-5,159	-1,512	1,055	-1,857	-2,003	555	1,512
B/C (%)	0.55	0.21	0.88	1.15	0.76	0.64	1.07	1.23
EIRR (%)	5.7	-2.3	8.6	11.5	7.8	5.8	10.7	12.4

出典: JICA 調査団

## 5.11 環境社会配慮

ギン川で検討された構造物対策の実施に伴い、現時点で想定される主な環境社会影響とその回避・低減のための対策は以下のとおりである。

### (1) 樋門の新設（影響の程度：軽微）

新規樋門の設置に伴い、工事中に水の濁り等による河川水質への一時的な影響が想定されるが、工事箇所が9箇所限定されること、また工事規模が小さいことから影響は軽微と考えられる。一方、樋門設置箇所の設定にあたっては家屋の位置等の周辺環境に配慮する必要がある。

### (2) 既設ポンプ場の改修（影響の程度：軽微）

既存ポンプ施設の改修に伴い、工事中に水の濁り等による河川水質への一時的な影響が考えられるが、既設施設の改修であることから影響は軽微と考えられる。

### (3) マウンドダイク（影響の程度：軽微）

設置が予定される施設規模およびその設置位置が堤外地であることから、住民移転等の重要な影響は生じないと考えられる。一方、工事中に水の濁り等による河川水質への一時的な影響が考えられるが、規模が小さいことから影響は軽微と考えられる。

### (4) 堤防（短期計画）（影響の程度：中程度）

堤防区間の延長によって河川沿いに居住する住民の移転が発生する可能性が高い。河川沿いは人口密集地域ではないため、現時点で大規模な移転は想定されないが、事業実施に際しては詳細な調査を実施し移転住民への十分な補償を検討するとともに、構造物の設置位置自体を住民移転が最小限となるよう設計する必要がある。また、堤防の延長により周辺住民の河川へのアクセスが阻害される可能性があり、アクセスを確保するための通路・階段の整備等の対策を講じる必要がある。

(5) 堤防（長期計画）（影響の程度：軽微）

長期計画では堤防の嵩上げが計画されるため、周辺住民の河川へのアクセスが阻害される可能性がある。洗濯場や渡し船へのアクセスを確保するための通路・階段の整備等の対策を講じることにより、影響は軽微になると考えられる。

(6) 排水ポンプの新設（影響の程度：軽微）

排水ポンプ施設の新設に伴い、工事中に水の濁り等による河川水質への一時的な影響が想定されるが、規模が小さく、地域的な集中も見られないことから影響は軽微と考えられる。ポンプ施設設置の際には用地収用を最小化するため、極力河川の敷地内にこれを設置することを検討する必要がある。

(7) ダム貯水池（ジャスマンダム）（影響の程度：大）

ジャスマンダムの建設によりジャスマン渓谷およびヒンドゥマ東イハラ周辺にダム湖が形成される。水没が想定される地域には多くの集落が形成されているとともに、傾斜地の農業開発も進んでいる。また、近年同地域はヒンドゥマ郡の中心都市としての開発が進んでおり、行政施設が移転してきている状況であり、事業実施の前段階でヒンドゥマ郡側との十分な調整が必要である。また、ダム湖の形成にあたっては当該地域を通過する国道（B分類）の一部も水没する。

この他、負の影響が想定される項目として文化遺産、湖沼・河川流況、動植物・生物多様性、景観、建設中の周辺環境への影響などがあり、事業の実施は総じて地域社会に対して大きな影響を与えるものと想定される。実施にあたっての影響を最小限とするためには用地補償のみならず地域住民の生活や経済活動に対する補償方法も明確にした住民移転アクションプランの作成および実施が必要である。同アクションプランは詳細な社会経済調査、計画策定段階からの地域住民への情報開示と住民参加・合意形成に基づいて策定される必要である。

比較検討の結果を表 II-40 に示す。自然・社会環境について、代替案 I および II は影響が大きい、代替案 III、IV の影響は小さい。従って、自然・社会環境の観点からは、代替案 III または代替案 IV の選択が望ましい。

表II-40 ギン川での代替案の初期環境評価結果

項目		代替案				事業を実施しない
		I	II	III	IV	
策 造 物 構 造	樋門の新設	D	C	C	C	D
	既存ポンプ場の改修	C	C	C	C	D
	マウンドダイク	C	C	C	C	D
	堤防（短期計画）	D	B	B	B	D
	堤防（長期計画）	D	D	C	C	D
	排水ポンプ場の新設	D	C	C	C	D
	ダム貯水池（ジャスマンダム）	A	A	D	D	D
洪水防御効果		○	○	○	○	×
ESC の観点からの評価 （代替案の負の影響）		A	A	B	B	D

ESC: 環境社会配慮 A: 影響が大きい, B: 中程度の影響, C: 影響が軽微または不明, D: 影響なし

○ 効果あり × 効果なし

出典: JICA 調査団

## 5.12 ギン川流域洪水防御マスタープラン

財務分析の結果、B/C が 1.07 となる代替案 IV (長距離区間の堤防整備) が唯一有望と評価された。IEE では、この計画は環境社会配慮の観点から「影響は中程度」(カテゴリーB) との結果を得た。一方、技術的難易度という観点からは、複雑な施設設計を必要としないので十分に妥当性があるといえる。以上から、ギン川流域の洪水防御マスタープランとして代替案 IV を採用する。

短期計画、長期計画の実施項目を表 II-41 および表 II-42 に示す。

### (1) 構造物対策

表II-41 マスタープランの主要構造物対策

#### 短期計画

項目	主要諸元
1. 樋門の新設	9 基
2. 既存ポンプ場の改修	既存排水ポンプ場 10 基
3. マウンドダイク	3 箇所合計 A=51,000m <sup>2</sup>
4. 堤防	- 左岸 : 8,360 m (平均 H=5.4m) - 右岸 : 7,620 m (平均 H=5.3m)

#### 長期計画

項目	主要諸元
5. 堤防の嵩上げ	- 左岸 : 8,360 m (平均 H=6.6m) - 右岸 : 7,620 m (平均 H=6.3m)
6. 排水ポンプ施設の新設	8 箇所

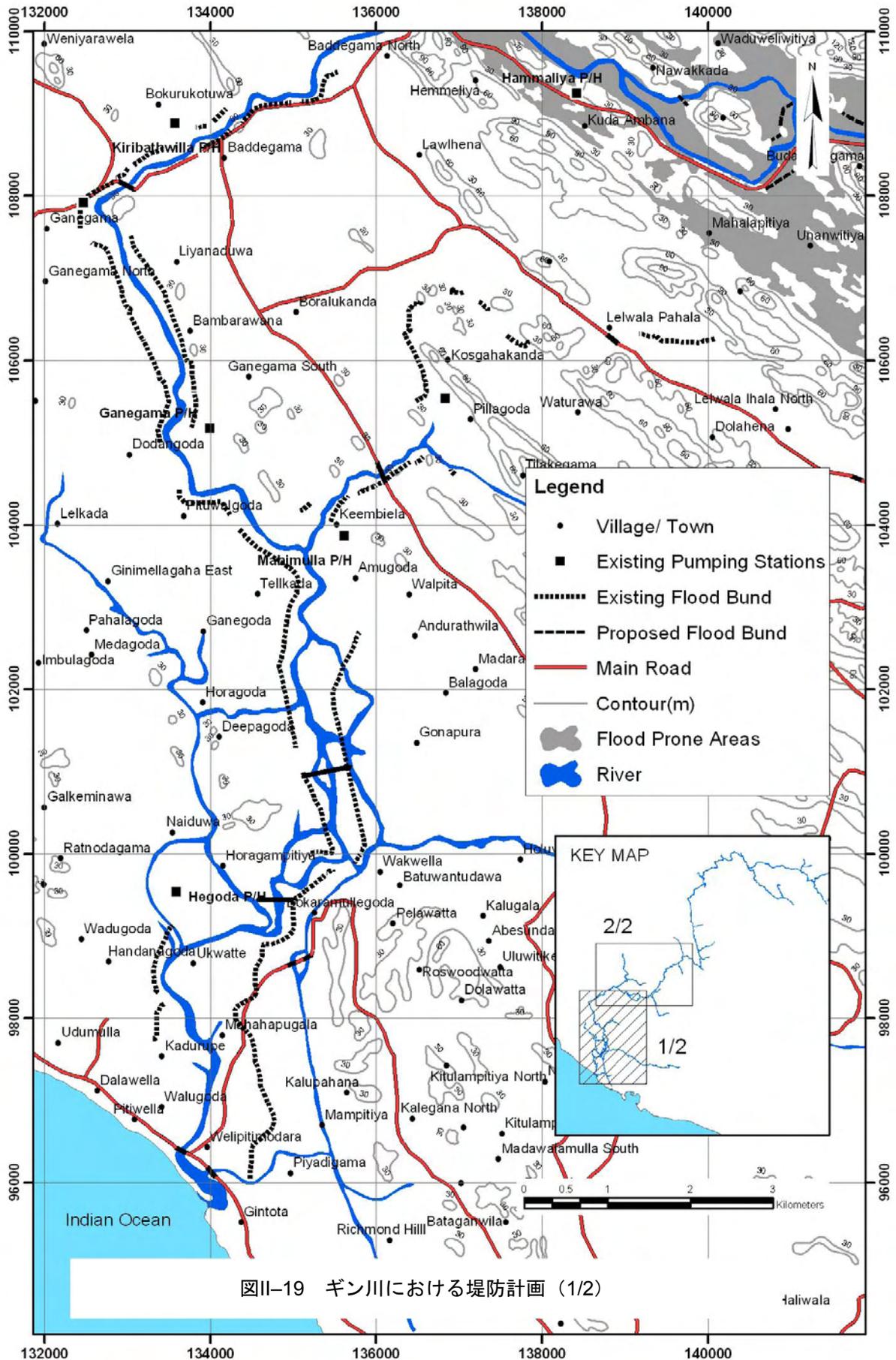
出典: JICA 調査団

### (2) 非構造物対策 (短期計画と並行して実施)

表II-42 推進すべき非構造物対策

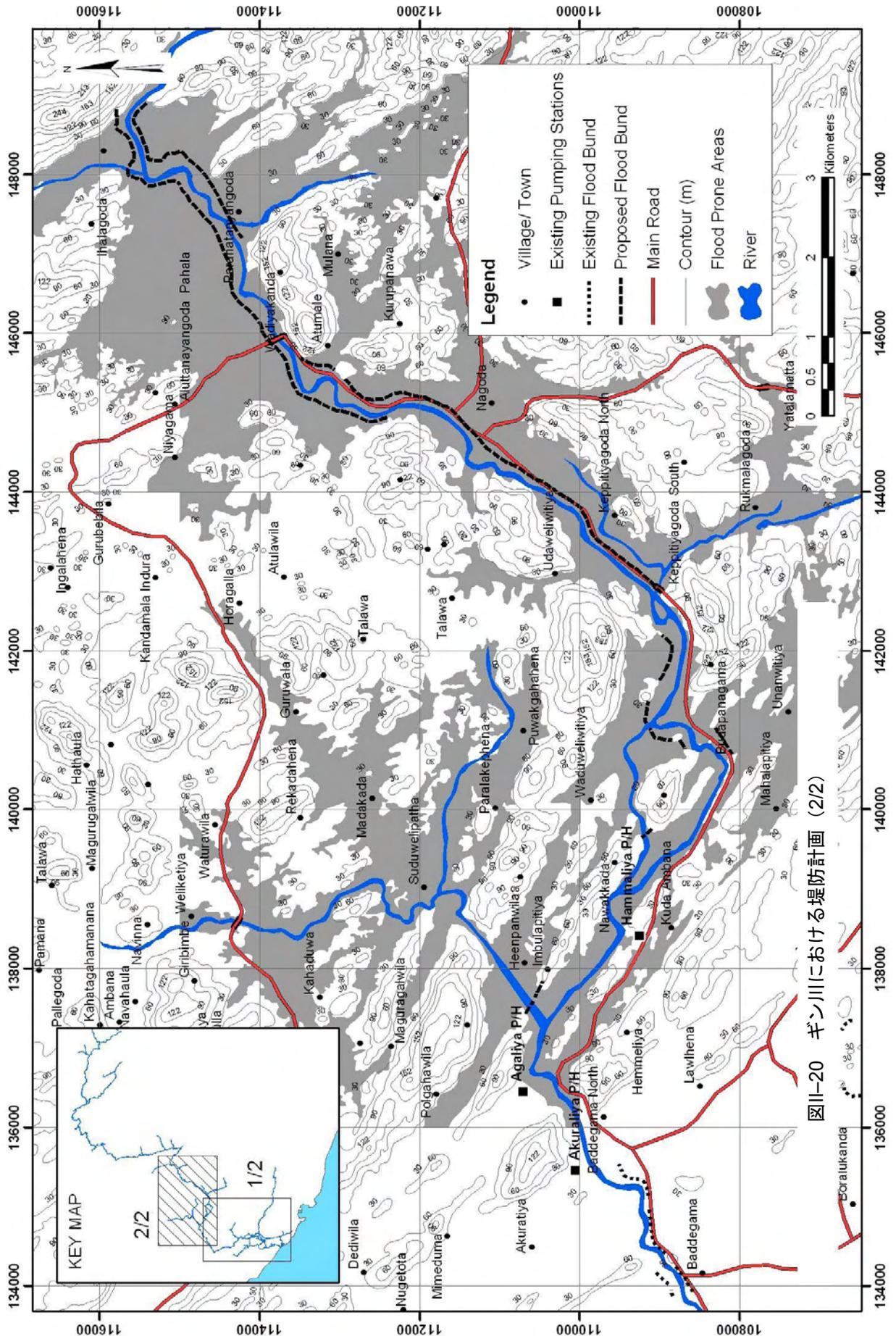
1. 早期警報およびモニタリングシステムの強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨量計 8 基</li> <li>水位観測所 5 箇所</li> </ul>
2. 都市部開発の規制	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地利用の管理および監視</li> <li>洪水氾濫区域での宅地開発の規制</li> <li>洪水ハザードマップの作成</li> </ul>
3. 洪水に強い家屋建設の推進	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築物の高床化</li> <li>家屋の重層化</li> <li>耐水性の壁や家屋の適用</li> </ul>
4. 水防活動の推進	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域での防災情報の普及</li> <li>安全な地域への避 (洪水時)</li> <li>家屋、ビル内での家財移動 (浸水対策)</li> </ul>
5. 住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>マウンドダイク</li> </ul>
6. 実施機関の組織強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業実施に関する合意形成の仕組み構築</li> <li>都市区画・土地利用開発事業との調整</li> </ul>

出典: JICA 調査団



図II-19 ギン川における堤防計画 (1/2)

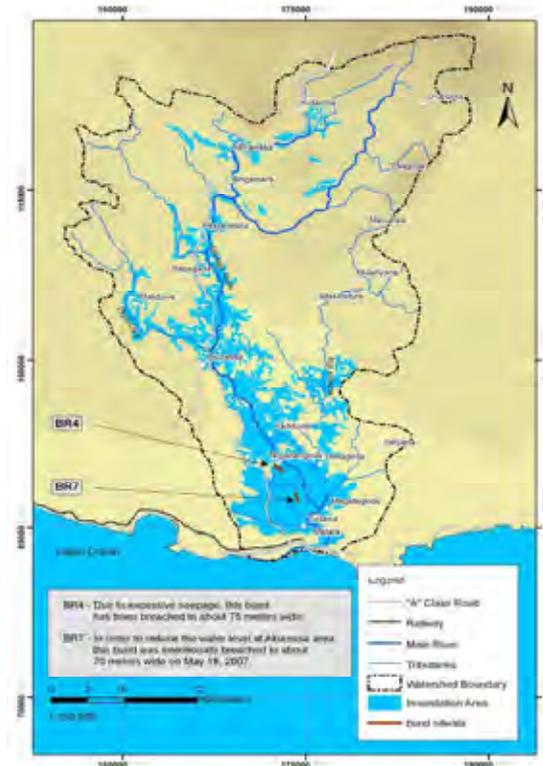
パート II: ケラニ川、カル川、ギン川、ニルワラ川における洪水対策計画



## 第6章 ニルワラ川流域の洪水防御マスタープラン

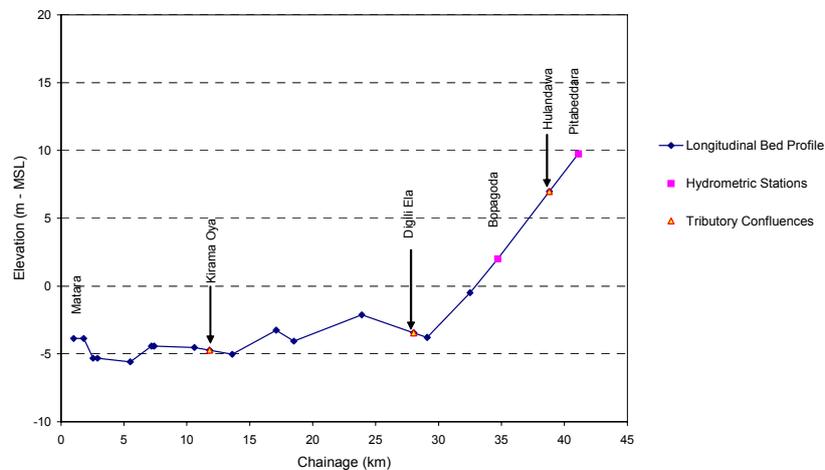
### 6.1 流域の概要

ニルワラ川流域はギン川流域の南隣が多雨地帯に位置し、流域面積 960 km<sup>2</sup>、河川延長 78 km の河川である。年平均雨量は海岸域で 2,000 mm、上流の山地で 4,500 mm、流域平均で約 2,890 mm である。河川はデニヤヤ丘陵の隣、海拔 1,050 m に源を発し 36 km 下流の海拔 12 m のピタバッダラに達する。その後、緩やかな勾配で約 42 km 流下しマータラでインド洋へ注ぐ。年間平均流出量は 1,152 百万 m<sup>3</sup> である。ニルワラ川流域の位置図を図II-21、ニルワラ川本川の縦断図を図II-22 にそれぞれ示す。



出典: JICA 調査団

図II-21 ニルワラ川流域位置及び洪水氾濫区域図 (2003年5月洪水)



出典: 灌漑局ゴール地方事務所およびLHI

図II-22 ニルワラ川本川縦断図

雨期にマータラ市とその郊外で度々洪水氾濫が発生している。灌漑局は 1979 年にフランス政府の援助によって堤防および 3 基の排水ポンプ場の整備を含む治水計画を策定している。

## 6.2 既往洪水の状況

灌漑局が観測したパタベッタラ地点および ボパゴダ地点での入手可能な 1978 年以降の水位データによると、既往最大洪水は 2003 年 5 月のものである。大規模な洪水は、これまでに 1978、1993、1999、2003 年に発生している。

2003 年 5 月洪水では、ニルワラ川流域の広範囲で氾濫した。ポンプ施設は水没のためまたは維持管理不全のために十分に機能しなかったと報告されている。マータラでは 10 日間に渡って湛水が続いた地区もある。この水害で 8,000 名が避難した。洪水氾濫区域を図 II-21 に示している。

## 6.3 洪水管理に関わる既往検討のレビュー

1968 年の ECI による調査は延長 27.0 km の堤防および排水ポンプ場 10 箇所の整備による治水事業を提案していた。その洪水対策は 1989 年にフランス政府の援助で実施されている。

灌漑局は 2004 年の調査において、水力発電およびマータラ県への農業用水・上水を供給するビンガマラ多目的ダム（堤高 40m の小規模ダム）を提案している。

## 6.4 水理・水文解析

ニルワラ川流域の流出モデルはパタベッタラから河口までで、フランダワ川、ディギリエラ川およびキラマオヤ川の 3 支川を含む。流域は 8 つの小流域に分割され、8 箇所の降雨観測所のデータを用いて算定した流域平均雨量を適用した。主要降雨観測所における確率雨量を表 II-43 に示す。

表 II-43 主要降雨観測所における確率日雨量

河川名	観測所名	標高 (m)	データ入手可能期間	確率日雨量 (mm/日)				
				10 年	25 年	50 年	100 年	既往最大
ニルワラ	マワレラ	不詳	1950-1994 & 1999-2006	196.8	235.0	263.3	291.4	354.8
	ティハゴダ	不詳	1950-2002	162.3	198.1	224.6	251.0	203.2

出典: JICA 調査団

他 3 河川流域と同様、不定流モデルによる流出解析を行った。ニルワラ川主要観測所における再現確率流量を表 II-44 に示す。

表 II-44 ニルワラ川確率流量

生起確率 (年)	確率ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)				
	ピタベッタラ	ボパゴダ	アクレッサ	タルガハゴダ	河口地点
2	500	524	558	622	709
5	972	1014	1075	1187	1341
10	1285	1339	1421	1569	1774
20	1584	1652	1753	1939	2193
30	1757	1832	1944	2149	2430
50	1972	2060	2190	2430	2758

注: 洪水氾濫および洪水貯留を考慮しないという条件下で解析している。

出典: JICA 調査団

## 6.5 洪水管理計画を踏まえた土地利用計画

ニルワラ川流域における土地利用の現況は以下のとおりである。

- (1) 耕作地が流域の 45.6%を占め、そのうちの 60.7%が牧場、これに次いで水田が 31.1 %を占める。
- (2) 作付面積が流域の 23.4 %を占め、そのうち最も広いのが 66.4 %を占める茶園である。
- (3) 森林は全体の 18.5%を占める。

将来の開発計画としては大マータラ都市計画がある。ニルワラ川沿川のほとんどはエコツーリズム地区や環境保護区に指定されている。また、流域内では南部高速道路の整備が進行中であり、この道路建設は地域の排水システムにも少なからず影響を与えるものと思われる。

## 6.6 洪水管理計画策定の基本方針

洪水防御マスタープランの計画規模は、30年確率規模とした。全体計画の実施に必要な期間を15年間と想定し、実施期間は2010年から2024年までとした。

表II-45 ニルワラ川洪水防御マスタープランの計画規模

治水安全度 (現況流下能力)	既往最大洪水	将来の土地利用	計画規模
- 有堤区間 10~20年確率規模	20年確率規模相当 (2003年5月洪水)	地域の中心地としてマータラの都市化は今後も続く。しかし、土地利用の大きな変動は見込まれない。	30年確率規模 (河口部で2,200 m <sup>3</sup> /s)

出典: JICA 調査団

### 6.6.1 洪水防御マスタープラン策定の要点

ニルワラ川での洪水被害の現状は以下のとおりである。

- 中流域無堤区間での洪水氾濫の常襲化（2年～5年確率規模を超える洪水で氾濫）
- 下流域での洪水氾濫（ほとんどの区間に堤防がない）（堤外地は2年確率規模を超える洪水が氾濫）
- 下流有堤区間での排水排除不良
- 下流域ポンプ施設は予算不足で十分な維持管理がなされておらず、老朽化している。

ケラニ川およびギン川流域の無防御地区、ダム貯水池計画、中流無堤区間と同様の課題がある。

### 6.6.2 基本戦略

ニルワラ川洪水管理計画の基本戦略を以下に示す。

- (1) 対象区域：(i) 中流域の無堤区間、(ii) 下流域有堤区間の堤外地、(iii) 堤内地内水氾濫区域（既存ポンプ施設の集水域）

- (2) 対策の計画規模：

下流域 (マータラ)	短期計画	長期計画
	1/10 (Q <sub>peak</sub> =1,900 m <sup>3</sup> /s)	1/30 (Q <sub>peak</sub> =2,200 m <sup>3</sup> /s)

- (3) 洪水防御の基本戦略：

- 上流域でのダム計画には解決すべき課題が多く残されているため、短期計画には含めない。長期計画においては、治水専用ダムと代替案の比較検討を行う。その際、多目的ダムとしての既往プレ・フィージビリティ調査を参考とする。

- 中流域無堤区間にある洪水常襲地帯の治水安全度を向上させる。(アクレッサとその周辺) (治水安全度を現況の2~5年確率規模から10年確率規模へ引き上げる)
- 既存ポンプ場(3基)の施設更新
- 下流無堤区間での非構造物対策の推進

### 6.7 代替案の設定

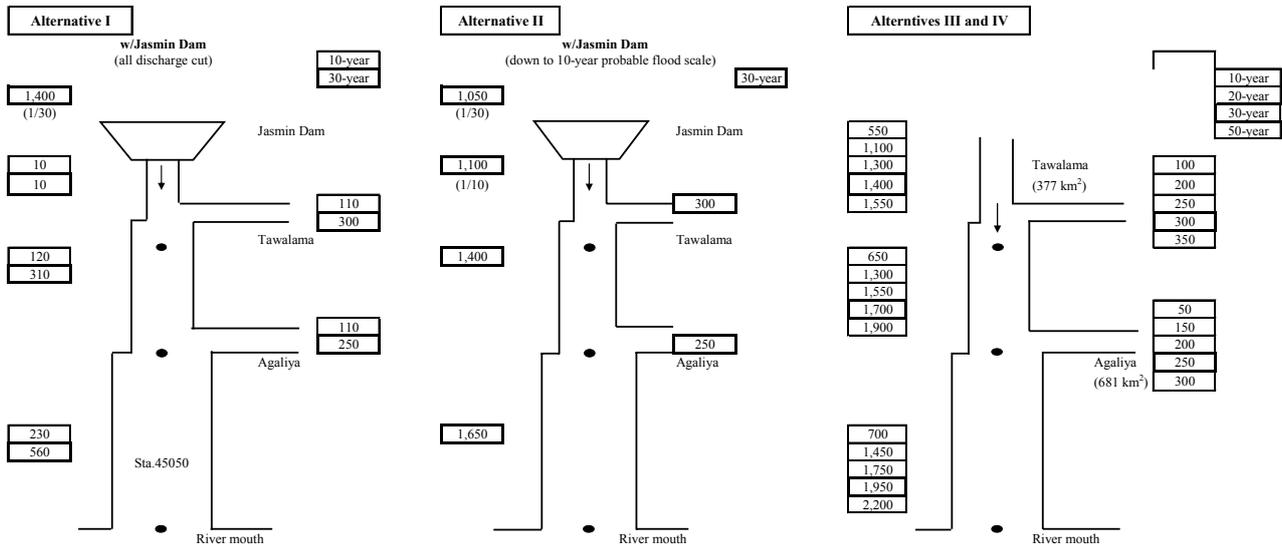
構造物対策の基本方針に基づき、代替案を表II-46のとおり設定した。

表II-46 構造物対策の代替案(ニルワラ川)

代替案	短期計画(共通項目)	長期計画
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 堤防整備</li> <li>・ 既存ポンプ場の改修</li> <li>・ マウンドダイク</li> <li>・ 早期警報およびモニタリングシステム</li> </ul>	堤防の嵩上げ
II		堤防の嵩上げ, バイパス(アクレッサにて)
III		大規模ダム(シヤンバラゴダダム)
IV		小規模ダム(シヤンバラゴダダム)

出典: JICA 調査団

各代替案での確率洪水流量配分を図II-23に示す。



図II-23 確率洪水流量配分図(ニルワラ川)

本調査では、スリランカ及び国際的な技術基準を適用してこれら構造物を検討した。短期計画では、表II-47に示す構造物対策の予備設計を行った。

表II-47 構造物対策の代替案(短期計画)

構造物対策	主要諸元
下流区間での堤防整備(短期計画)	10年確率規模(既設堤防の上流側) - 左岸: 9,570 m - 右岸: 7,460 m 排水樋管の新設: 11基
既存排水ポンプ場の改修および施設更新	既存排水ポンプ場3基
盛土	3箇所合計 A=62,000m <sup>2</sup>
洪水予警報および監視システム	雨量計8基および気象観測所6箇所の新設

出典: JICA 調査団

長期計画の構造物施設諸元を表II-48 に示す。

表II-48 構造物対策の代替案（長期計画）

構造物対策	主要諸元
堤防の嵩上げ	30年確率規模（既設堤防の上流側） -左岸：9,570 m -右岸：7,460 m
新規の排水ポンプ施設	8基
バイパス（アクレッサにて）	L=3.2 km, Q=545 m <sup>3</sup> /s, 開水路 (H=6.5m, W=31.7m, i=1/2,600)
ダム	シャンバラゴダダム (H=74.0 m, アースフィルダム)*

\*2004年 F/S 参照

出典: JICA 調査団

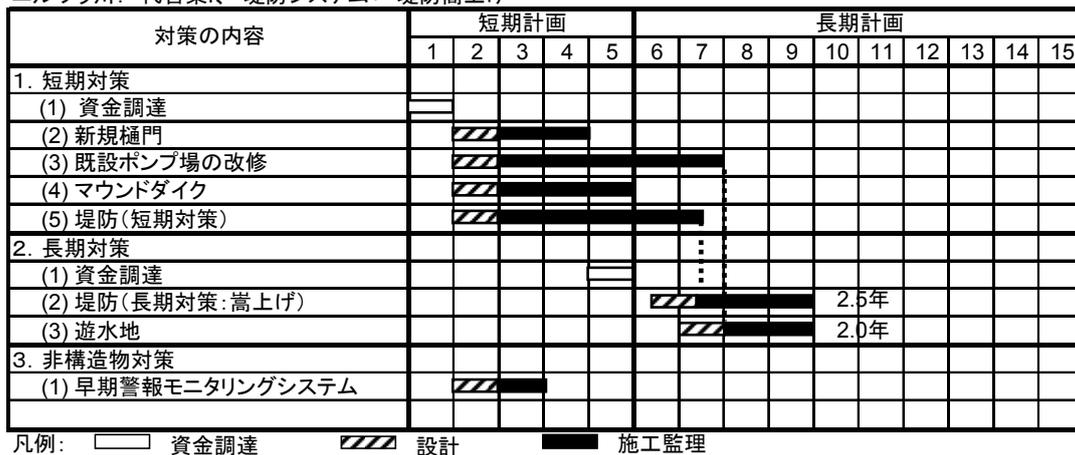
### 6.8 非構造物対策の推進

ケラニ川での非構造物対策に準じる。

### 6.9 施工計画および積算

事業の実施計画を図II-24 に示す。

ニルワラ川：代替案I、堤防システム+ 堤防嵩上げ



出典: JICA 調査団

図II-24 事業実施計画（ニルワラ川）  
（比較検討の結果、代替案Iが選定された）

代替案の事業費を表II-49 に示す。

表II-49 代替案の事業費（ニルワラ川）

（単位：1,000 ドル）

項目	代替案 I	代替案 II	代替案 III	代替案 IV
	堤防整備 +堤防嵩上げ	堤防整備 + バイパス (アクレッサにて)	堤防整備 (短距離区間) +大規模ダム (シヤンバラゴダダム)	堤防整備 (長距離区間) +小規模ダム (シヤンバラゴダダム)
I. 直接工事費				
短期計画	59,188	59,188	57,441	59,218
長期計画	7,010	18,058	119,537	97,449
II. 用地取得費	7,767	9,726	17,912	16,056
III. エンジニアリングサービス費	9,930	11,587	26,547	23,500
IV. 管理費	1,678	1,971	4,429	3,924
V. 物価上昇予備費	37,844	51,813	228,731	175,022
VI. 物理的予備費	8,557	10,053	22,587	20,015
VII. 税金	11,419	13,325	30,529	27,025
合計	143,400	175,700	507,700	422,200

出典: JICA 調査団

維持管理費を表II-50 に示す。

表II-50 年間維持管理費（ニルワラ川）

（単位：1,000 ドル）

維持管理費	代替案 I	代替案 II	代替案 III	代替案 IV
合計	1,399	1,510	2,507	2,304

出典: JICA 調査団

## 6.10 事業便益

各代替案による事業便益を表II-51 に示す。

表II-51 各代替案の事業便益

（単位：百万 Rs./年）

代替案		短期	長期
代替案 I	堤防整備	1,979.5	2,222.9
代替案 II	堤防整備+バイパス(アクレッサにて)	1,979.5	2,222.9
代替案 III	大規模ダム	1,673.0	3,366.0
代替案 IV	小規模ダム	1,979.5	3,172.9

出典: JICA 調査団

各代替案の評価結果の概要を表II-52 に示す。

表II-52 各代替案の評価結果概要

指標	代替案I(堤防案)		代替案II(堤防+バイパス案)		代替案III(大規模ダム案)		代替案III(小規模ダム案)	
	全体計画 (短期+長期)	短期計画	全体計画 (短期+長期)	短期計画	全体計画 (短期+長期)	短期計画	全体計画 (短期+長期)	短期計画
B-C (百万Rs.)	5,890	6,105	5,474	6,021	1,379	3,496	2,851	5387
B/C (%)	1.85	2.00	1.74	1.98	1.10	1.51	1.22	1.79
EIRR (%)	18.0	19.2	17.2	19.0	11.0	14.9	12.3	17.3

出典: JICA 調査団

## 6.11 環境社会配慮

ニルワラ川で検討された構造物対策の実施に伴い、現時点で想定される主な環境社会影響とその回避・低減のための対策は以下のとおりである。

### (1) 樋門の新設（影響の程度：軽微）

新規樋門の設置に伴い、工事中に水の濁り等による河川水質への一時的な影響が想定されるが、工事箇所が 11 箇所に限定されること、また工事規模が小さいことから影響は軽微と考えられる。一方、樋門設置箇所の設定にあたっては家屋の位置等の周辺環境に配慮する必要がある。

### (2) 既設ポンプ場の改修（影響の程度：中程度）

既存ポンプ施設の改修に伴い、工事中に水の濁り等による河川水質への一時的な影響が考えられるが、既設施設の改修であることから影響は軽微と考えられる。一方ニルワラ川の下流地域にはパイライトが広く分布していることから詳細な調査のもとで排水計画を検討する必要がある。

### (3) マウンドダイク（影響の程度：軽微）

設置が予定される施設規模およびその設置位置が堤外地であることから、住民移転等の重要な影響は生じないと考えられる。一方、工事中に水の濁り等による河川水質への一時的な影響が考えられるが、規模が小さいことから影響は軽微と考えられる。

### (4) 堤防（短期計画）（影響の程度：軽微）

堤防区間の延長によって河川沿いに居住する住民の移転が発生する可能性が高い。河川沿いの家屋密度は比較的小さく、移転の規模は限られると想定されるが、事業実施に際しては詳細な調査を実施し移転住民への十分な補償を検討するとともに、構造物の設置位置自体を住民移転が最小限となるよう設計する必要がある。また、堤防の延長により周辺住民の河川へのアクセスが阻害される可能性があり、アクセスを確保するための通路・階段の整備等の対策を講じる必要がある。

### (5) 堤防（長期計画、嵩上げ）（影響の程度：軽微）

長期計画では堤防の嵩上げが計画されるため、周辺住民の河川へのアクセスが阻害される可能性がある。洗濯場や渡し船へのアクセスを確保するための通路・階段の整備等の対策を講じることにより、影響は軽微になると考えられる。

### (6) 排水ポンプの新設（影響の程度：中程度）

排水ポンプ施設の新設に伴い、工事中に水の濁り等による河川水質への一時的な影響が想定されるが、規模が小さく、地域的な集中も見られないことから影響は軽微と考えられる。ポンプ施設設置の際には用地収用を最小化するため、極力河川の敷地内にこれを設置することを検討する必要がある。一方ニルワラ川の下流地域にはパイライトが広く分布していることから詳細な調査のもとで排水計画を検討する必要がある。

### (7) ダム貯水池（シャンパラゴダ）（影響の程度：大）

シャンパラゴダダムの計画ではシャンパラゴダ東部の溪谷にダム湖が形成される。当該地区では茶樹のプランテーションの開発が進んでいる一方、他の河川と比較して家屋密度は低く、住民移転の発生数も小さくなるものと考えられる。一方、経済活動の面からは社会環境に比較的大きい影響を与えることが想定される。また、当該地域付近には Mulatiyana 森林保全地域が位置しているため、動植物・生態系への影響について検討する必要がある。

この他、負の影響が想定される項目として湖沼・河川流況、景観、建設中の周辺環境への影響などがある。住民移転の数は限られることが予想されるが、実施にあたっての影響を最小限とするためには用地補償のみならず地域住民の生活や経済活動に対する補償方法も明確にした住民移転アクションプランの作成および実施が必要である。同アクションプランは詳細な社会経済調査、計画策定段階からの地域住民への情報開示と住民参加・合意形成に基づいて策定される必要がある。

(8) アクレッサのバイパス（影響の程度：中程度）

アクレッサのバイパス水路は主に農地を通過する形で計画されているため、用地収用に伴う直接的な住民移転の発生は一部にとどまることが想定される。一方、農地の消失に伴う地域住民の経済活動に対する影響は考えられるため、これに対する補償を検討する必要がある。当該水路の建設は相当量の掘削を伴うため、地形・地質、湖沼・河川流況、景観への影響が想定される。当該地域は農地として開発されているため原生の自然が残っているわけではないが、豊富な動植物層の分布が考えられるため動植物・生態系への影響について詳細に調査・検討する必要がある。

比較検討の結果を表II-53に示す。自然・社会環境について、代替案 III, IV は影響が大きい、代替案 I および II の影響は小さい。従って、自然・社会環境の観点からは、代替案 I および II の選択が望ましい。

表II-53 ニルワラ川での代替案の初期環境評価結果

項目		代替案				事業を実施しない
		I	II	III	IV	
環境社会配慮	樋門の新設	C	C	C	C	D
	既存ポンプ場の改修	B	B	B	B	D
	マウンドダイク	C	C	C	C	D
	堤防（短期計画）	C	C	C	C	D
	堤防（長期計画、嵩上げ）	C	C	D	D	D
	排水ポンプ場の新設	B	B	B	B	D
	ダム貯水池（シヤンバラゴダ）	D	D	A	A	D
	バイパス（アクレッサにて）	D	B	D	D	D
洪水防御効果		○	○	○	○	×
ESC の観点からの評価 (代替案の負の影響)		B	B	A	A	D

ESC: 環境社会配慮 A: 影響が大きい, B: 中程度の影響, C: 影響が軽微または不明, D: 影響なし  
○ 効果あり × 効果なし

出典: JICA 調査団

6.12 ニルワラ川洪水防御マスタープラン

財務分析の結果、B/C が短期計画で 2.00、全体計画で 1.85 となる代替案 I（堤防整備）が最も有望と評価された。IEE では、この計画は環境社会配慮の観点から「影響は中程度」（カテゴリーB）との結果を得た。技術的難易度という観点からは、複雑な施設を含まないので十分に妥当性があるといえる。以上から、ニルワラ川流域の洪水防御マスタープランとして代替案 I を採用する。

短期計画、長期計画の実施項目を表II-54 および表II-55 に示す。

(1) 構造物対策

表II-54 全体計画での主要な構造物対策

短期計画

項目	主要諸元
1. 樋門の新設	11 基
2. 既存ポンプ場の改修	既存排水ポンプ場 3 基
3. マウンドダイク	3 箇所合計 A=62,000m <sup>2</sup>
4. 堤防	- 左岸 : 9,570 m (平均 H=4.7m) - 右岸 : 7,460 m (平均 H=4.4m)

長期計画

項目	主要諸元
5. 堤防の嵩上げ	-左岸 : 9,570 m (平均 H=5.9m) -右岸 : 7,460 m (平均 H=5.5m)
6. 排水ポンプ施設の新設	2 箇所 (Q=3.0 m <sup>3</sup> /s, H=5.0 m)

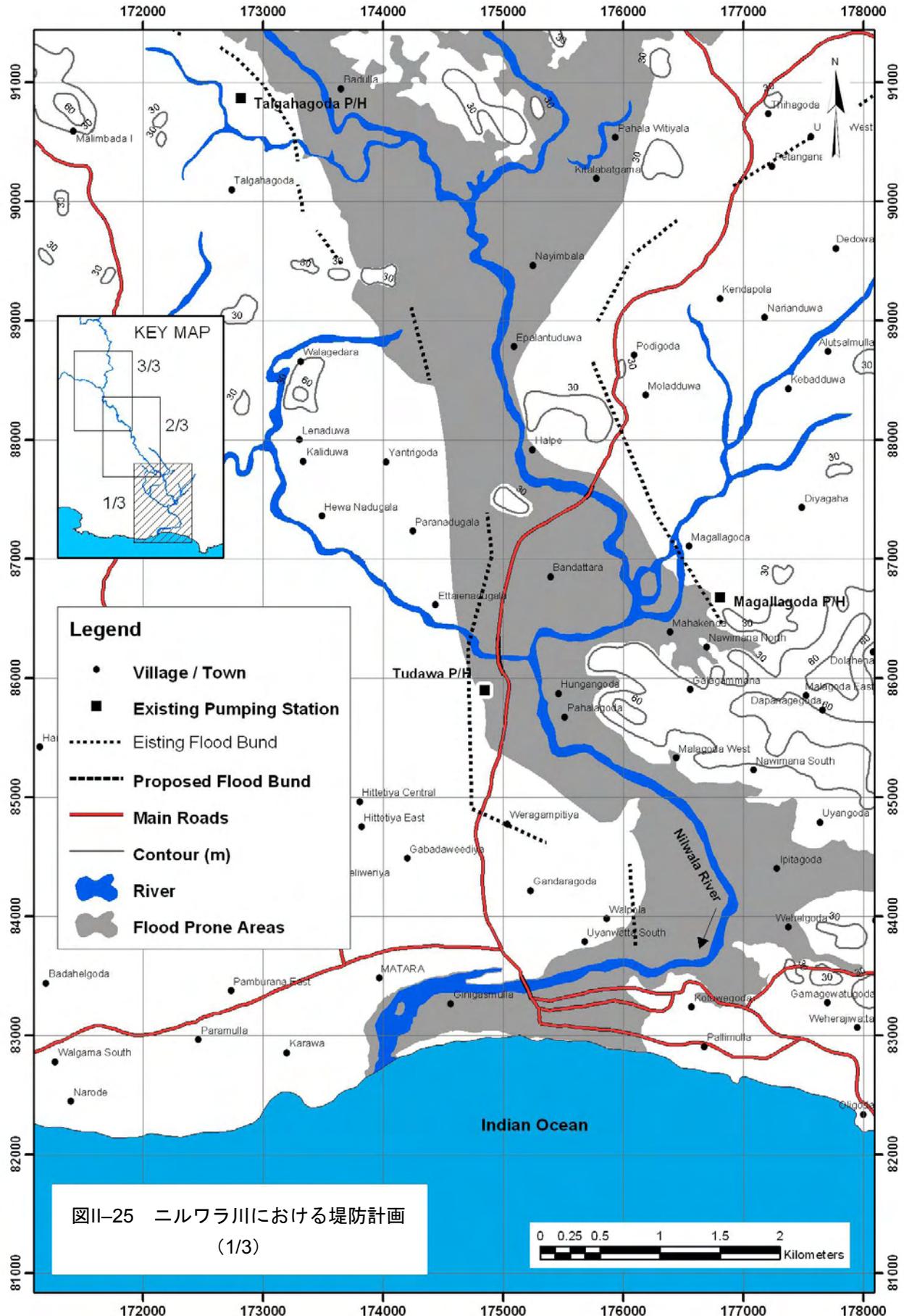
出典: JICA 調査団

(2) 非構造物対策 (短期計画と並行して実施)

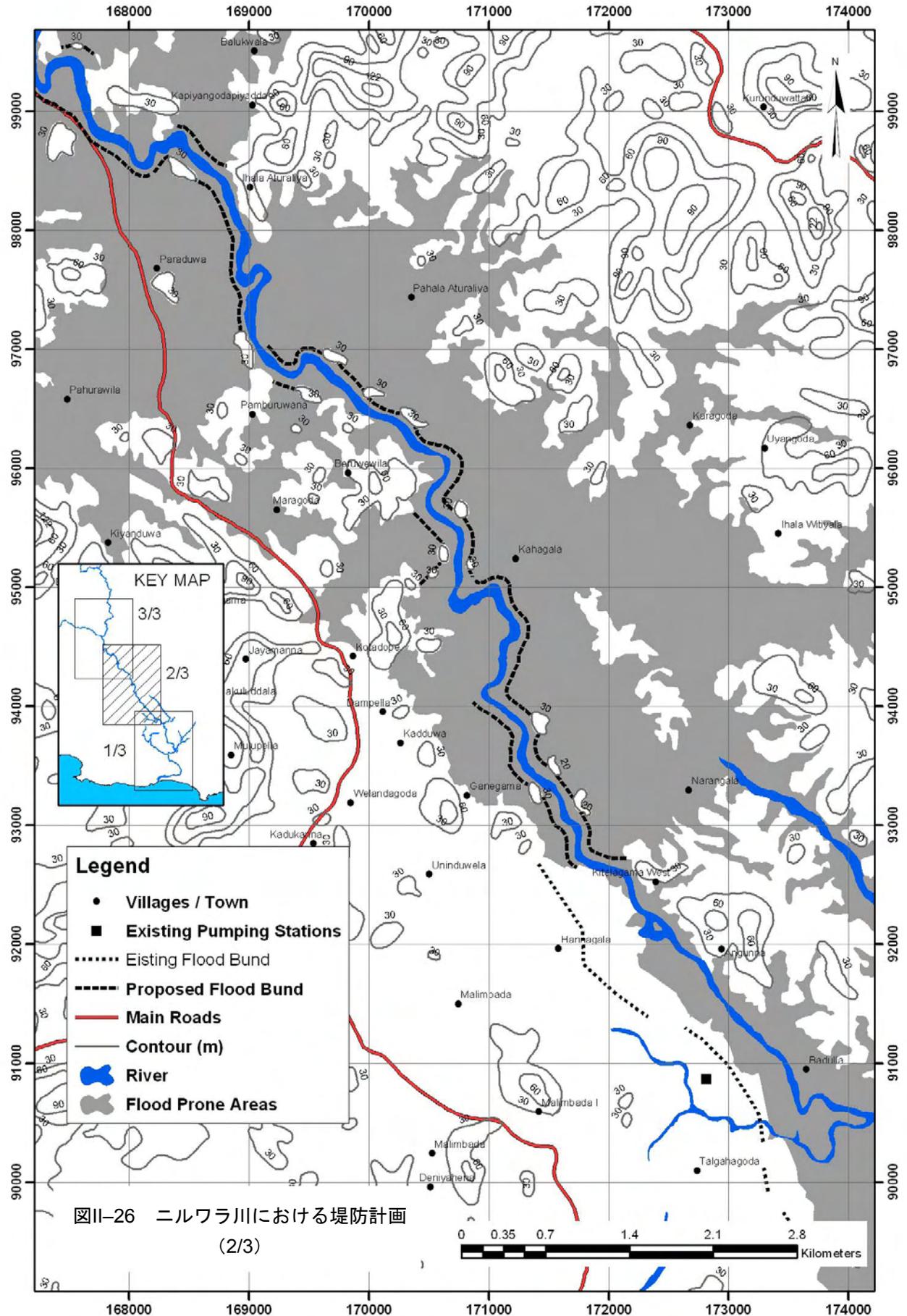
表II-55 推進すべき非構造物対策

1. 早期警報およびモニタリングシステムの強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 雨量計 8 基</li> <li>・ 水位観測所 6 箇所</li> </ul>
2. 都市部開発の規制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土地利用の管理および監視</li> <li>・ 洪水氾濫区域での宅地開発の規制</li> <li>・ 洪水ハザードマップの作成</li> </ul>
3. 洪水に強い家屋建設の推進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建築物の高床化</li> <li>・ 家屋の重層化</li> <li>・ 耐水性の壁や家屋の適用</li> </ul>
4. 水防活動の推進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域での防災情報の普及</li> <li>・ 安全な地域への避難 (洪水時)</li> <li>・ 家屋、ビル内での家財移動 (浸水対策)</li> </ul>
5. 住民移転	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ マウンドダイク</li> </ul>
6. 実施機関の組織強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業実施に関する合意形成の仕組み構築</li> <li>・ 都市区画・土地利用開発事業との調整</li> </ul>

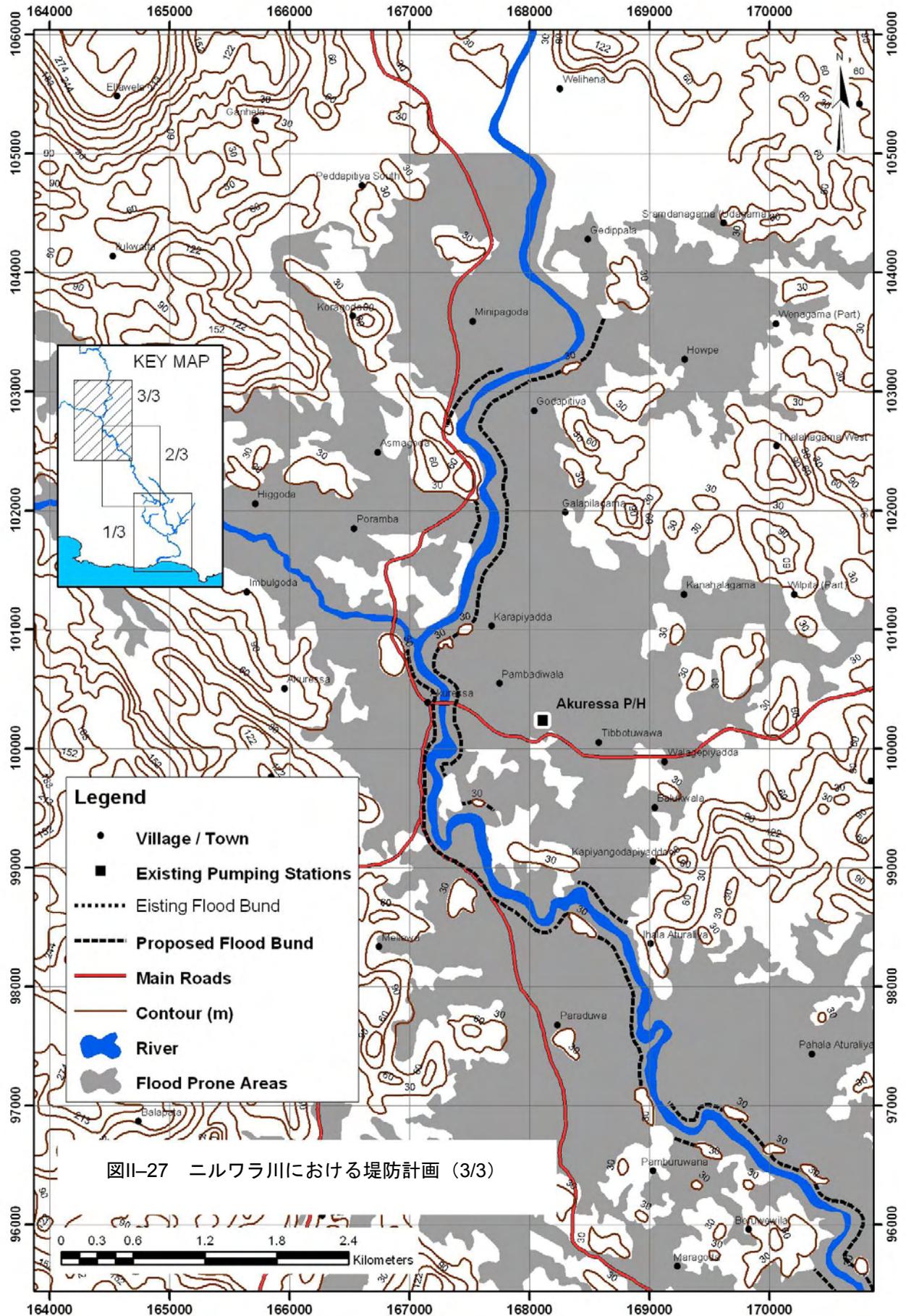
出典: JICA 調査団



図II-25 ニルワラ川における堤防計画  
(1/3)



図II-26 ニルワラ川における堤防計画  
(2/3)



図II-27 ニルワラ川における堤防計画 (3/3)