

No. 2

社会開発調査部報告書
国際協力事業団
マレーシア国
農業省灌漑排水局

ムダ川流域総合管理計画調査 要約報告書

JICA LIBRARY

J 1125322 (6)

平成7年12月

株式会社 建設技術研究所
株式会社 アイ・エヌ・エー

CR2

マレーシア国
ムダ川流域総合管理計画調査
要約報告書
平成七年十二月
113
61.7
SSS



1125322 (6)

国際協力事業団

マレーシア国
農業省灌漑排水局

ムダ川流域総合管理計画調査

要約報告書

平成7年12月

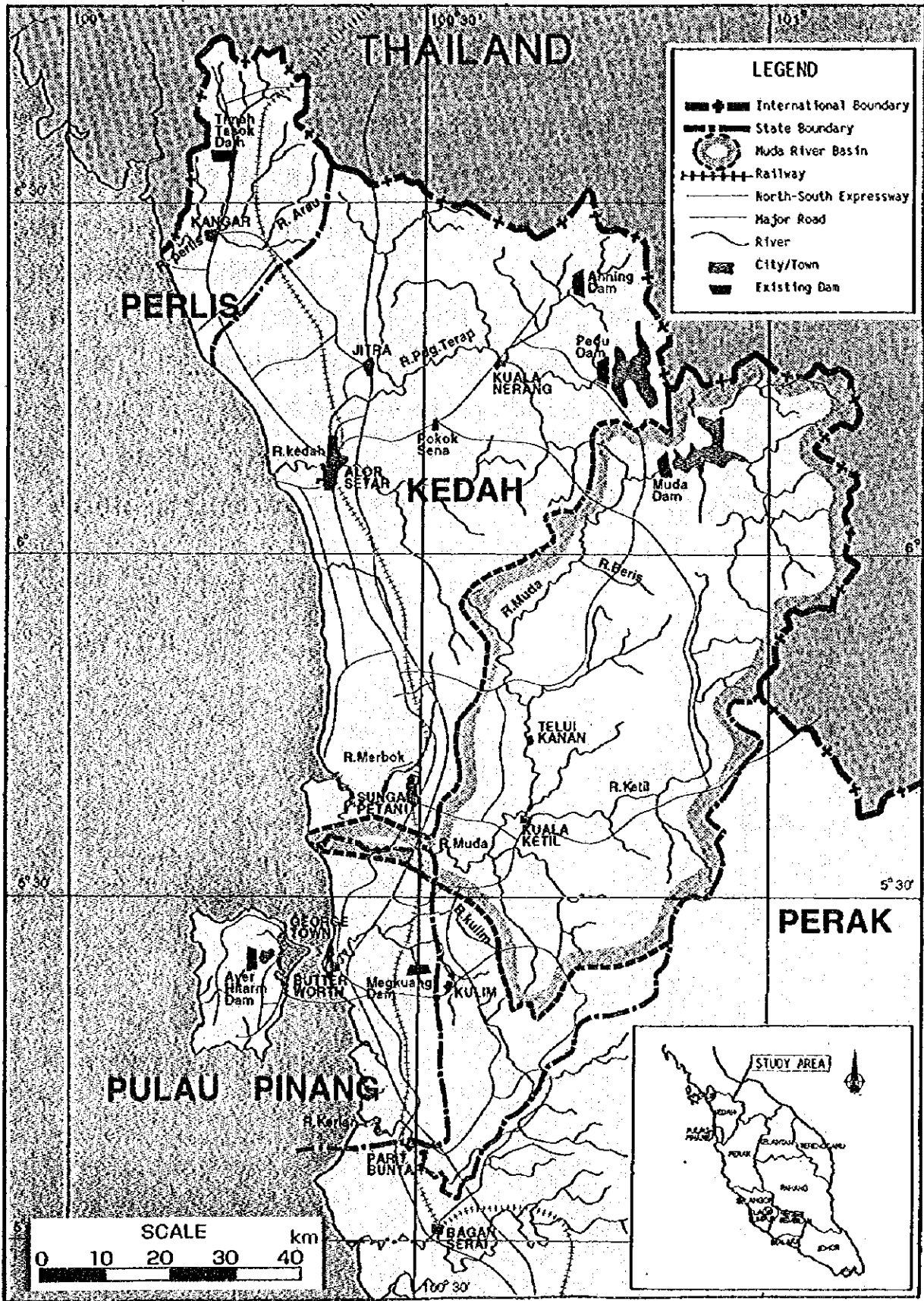
株式会社 建設技術研究所

株式会社 アイ・エヌ・エー

本報告書では、事業費を1994年12月15日価格で見積り、マレーシア・リングgitで表示した。また、使用した通貨換算率は以下の通りである。

1.00米ドル=RM 2.51=¥100.30

(1994年12月15日の通貨換算率)



一般図

序文

日本政府はマレーシア国政府の要請に基づき、同国のムダ川流域総合管理計画にかかわるマスタープラン策定調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、平成5年3月から平成7年10月までの間、4回にわたり、株式会社建設技術研究所の阿部勝久氏を団長とし、同社および株式会社アイ・エヌ・エーから構成される調査団を調査団を現地に派遣しました。

調査団は、マレーシア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終わりに、調査に御協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年12月

国際協力事業団

藤田公郎

伝達状

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

ここに、マレーシア国ムダ川流域総合管理計画調査の最終報告書を提出致します。

最終報告書では、ムダ川の洪水管理、水資源管理、河川環境管理、流域管理・監視を主要課題とした流域管理のためのマスタープラン策定結果をとりまとめています。さらにこれらの管理のために必要となる組織・制度を同報告書の中で提言しております。

ムダ川の調和のとれた河川の開発のために本計画が推進され、同時に本調査結果が今後のマレーシア国における河川管理計画のための参考例として活用されることを期待しております。

終わりに、本報告書を提出するにあたり日本国および貴事業団の関係各位ならびにマレーシア政府の農業省灌漑排水局を初めとする関係機関からの御助言・御提案を頂き、深甚な感謝の意を表するものであります。

マレーシア国ムダ川流域総合管理計画調査団

団長 阿部勝久

マレーシア国ムダ川流域総合管理計画調査

概 要

調査期間：1994年3月～1995年12月

受入機関：農業省灌漑排水局

1. 背景

ムダ川はケダ川及びブラウ・ピナン両州の農業用水、及び上工水の重要な水源となっていると同時に、建設材料として大規模な河床砂利採取が行われている。さらに、その河口付近では漁業のための舟運が盛んである。このように、ムダ川は種々の用途に利用されているが、その反面各種の問題が顕在化しつつあり、流域の総合管理を導入しなければ、悪化の一途をたどり、調和のとれた河川の開発の大きな障害となる。

マレーシアにはこれまで流域総合管理の概念を導入した河川計画の実施例はなく、マレーシア政府は、本調査が流域総合開発計画調査のモデルケースとして他の河川のガイドラインもしくは参考例として活用されることを期待している。

2. 目的

本調査の目的はムダ川の流域総合管理計画を策定することであり、計画の内容は、(1) 治水計画、(2) 水資源管理計画、(3) 河川環境管理計画 及び(4) 流域管理・モニタリング計画により構成される。

3. 計画の概要

3.1 基本方針

この河川管理計画は、(a) 常襲する洪水被害の防御、(b) 水資源開発と、州間また機関間の水利用配分そして、(c) 河川環境の改善のために必要な構造物対策計画および非構造的なソフトな対策計画を統合するものである。全ての計画事業の目標完成年は2010年であり、マレーシア5ヶ年計画の第7次から9次5ヶ年計画に配分することになる。

3.2 構造物対策計画と非構造物対策計画

3.2.1 構造物対策計画

本調査で計画した構造物は以下のとおりである。

(1) 治水計画

項目	単位	ムダ川下流部	ケラ・ケラ川		河川	シメ川
			ムダ川	ケラ川		
区間長	m	40,300	1,870	920	750	800
掘削/浚渫	10 ³ m ³	10,400	522		37.5	6.2
堤防盛土	10 ³ m ³	1,100	22.4		12.8	14.4
護岸	10 ³ m ²	83	23.1		12.1	13.6
堰改築	place	1	0	0	0	0
橋梁改築	place	2	0	1	3	0
用地買収	ha	510	11.8		2.3	1.5
住居移転	house	189	9		28	12

(2) 水資源管理計画

(a) ダム

項目	単位	ブリスダム	ナオクダム	レマンダム
主ダム形式		ロックフィル	アースフィル	ゾーン型フィル
主ダム高さ	m	40	18	40
流域面積	km ²	116	15	32
有効貯水量	10 ⁶ m ³	114.0	27.4	240
用地買収	ha	1,600	6.5	35
家屋移転	house	500	5	200

(b) ジェニアン転流工システム

項目	単位	トランスファー水路	コンベイヤンス水路
長さ	km	8	22
最大容量	(m ³ /s)	40	40
底幅	m	12	10
深さ	m	3.7	3
水路勾配		1 : 12,000	3 : 10,000
堰長	m	-	29
用地買収	ha	34	98
家屋移転	house	0	0

(3) 河川環境管理計画

項目	数量
1. 開発区域の数と大きさ	
1.1 河道	
タイプA (自然保全地区)	5 (39 ha)
タイプB (自然利用地区)	4 (25 ha)
タイプC (農業地区)	3 (73 ha)
タイプD (レクリエーション地区)	21 (166 ha)
1.2 ダム貯水池	
ムダダム湖 (レクリエーション地区)	1 (2 ha)
ブリスダム湖 (レクリエーション地区)	2 (277 ha)
2. 補償	
3.1 家屋移転	40 houses
3.2 用地買収	45 ha

3.2.2 非構造物対策計画

本調査で提案する非構造物対策計画を以下にまとめる。

(1) 水資源管理のための最適運用ルール

ダム貯水量(10 ⁶ m ³)の条件		ケダ川水系へ供給するダム		ムダ川水系へ供給するダム	ダム供給制限
ブリスダム+ムダダム	ナオクダム+レマンダム	北部地域	南部地域		
> 400	満水	ブリス	ブリス	ブリス, ナオク, レマン * ²	0%
300-400	> 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²	0%
	< 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, アーニング * ³	ブリス, ナオク, レマン * ²	0%
200-300	> 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, ブリス * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²	10%
	< 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, アーニング, ブリス * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²	10%
100-300	> 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, ブリス * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²	30%
	< 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, アーニング, ブリス * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²	30%
< 100	> 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, ブリス * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²	50%
	< 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, アーニング, ブリス * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²	50%

*¹ 供給量は貯水残量比率に応じて各ダムに割り当てられる。

*² ブリスダムの貯水残量が0になった後にナオク、レマンから供給する。

*³ ナオク、レマンダムからの供給量だけでは不足する場合、アーニングダムから供給を開始する。

(2) 河川管理のためのゾーニング

ゾ ー ン	広 さ	目 的
水資源保全地域	全ダム流域を覆う上流域 2,259km ²	(1) 適度な流出量と土砂生産の保全 (2) ダム貯水池に流入する汚濁負荷の制限 (3) ダム貯水池の地形形態保全
河川保全区域	下流域河川沿いの区域 5.6km ²	(1) 河川改修のためのスペースの確保 (2) 河川維持管理用地の確保
河川開発調整区域	中流域河川沿いの区域 51.6km ²	(1) 自然遊水効果の保全 (2) 望ましくない人為活動からの河川の保護 (3) 洪水氾濫、河道侵食・蛇行による被害の軽減

(3) 水文観測ネットワーク

モニタリング項目	既設観測所	新設観測所
(1) 雨量	15 基	10 基
(2) 河川水文		
一等観測所 : 水位、流量、流砂量、水質	6*	6
二等観測所 : 水位、流量、水質	1	5
三等観測所 : 水位	4	4

* 既設観測所では流砂量は観測されていない。

(4) 河川管理組織

組 織	会 員	機 能
メ川流域総合管理評議会	中央政府およびメ州とマカ・メ州の官庁	(1) 流域開発や流域管理に関する長期計画や5ヶ年計画の承認 (2) 大渇水や大洪水のための緊急行動の承認
技術委員会	メ州とマカ・メ州の官庁	(1) 様々な省庁から提案された流域開発、流域管理計画の調整、統合 (2) 流域開発や流域管理に関する長期計画や5ヶ年計画の作成
技術事務局	中央政府の灌漑排水局(事務所はメ州の灌漑排水局内に配置)	(1) 河川状況や流域開発状況の監視 (2) 流域開発や流域管理に関係した問題に対する対策を技術委員会に提案

4. 事業費

総事業費は871百万リングットと見積られ、それを第7～9次マレイシア5ヶ年計画(1996～2010年)に割り振ることとする。5ヶ年計画一期あたり平均290百万リングットであり、第6次マレイシア5ヶ年計画における治水と上水供給事業の予算実績の約8%にあたる。この割合から見て、本調査で提案した事業の実施は全く問題ないと思われる。費用の内訳を外貨、内貨部分に分けて以下に示す。

単位：千リングット

事業	外貨	内貨	合計
(1) 治水計画	183,380	175,630	359,010
(2) 水資源管理計画	181,831	288,371	470,203
(3) 河川環境管理計画	10,977	31,224	42,201
総合	376,188	495,225	871,414

注：1994年末の物価に基づく
 (交換レート：US\$ 1.00=RM 2.51=¥100.30)

5. 事業評価

5.1 経済評価

治水、水資源管理と河川環境管理の分野における施設建設事業について経済評価解析を行った。以下に各分野毎の経済的内部収益率(BIRR)を示す。

各分野施設対策事業の経済的内部収益率

分野	計画	経済的内部収益率 (%)
治水	4対象区間の河道改修	8.3
水資源管理	カスガム, ナカガム, レマソガム, ジェニアソ転流工	13.3
河川環境管理	河川空間環境整備、レダガムおよびカスガムの湖岸環境整備	23.8
全体		13.6

国際機関による解析によると、資本の機会費用は10~12%と推定されている。本調査で提案した事業の中で、水資源管理事業と河川環境管理事業の内部収益率は10~12%という資本の機会費用を上回り、その事業化は経済的に正当である。

一方、治水事業のそれは資本の機会費用と較べて若干小さい。しかしながら治水事業は社会環境の安定や地域経済の振興に不可欠である。したがって、経済的な実行可能生にはかならずしもこだわらず、治水事業の実施を提唱する。

5.2 環境影響評価

予備環境影響評価を治水、水資源開発、河川環境改善の施設対策事業に対して環境影響評価を行った。

分野	対象施設事業
治水	ムダ川下流部河道改修
水資源管理	ブリスダム、ジェニアン転流工 (ナオク、レマンダム建設を含む)
河川環境管理	河川空間環境整備、ムダダムおよび ブリスダムの湖岸環境整備

環境影響評価結果を表 12.2.1 ～ 12.2.6 の評価マトリックスにまとめた。これによれば、顕著な悪影響が予測されるのは、家屋移転、コミュニティーの分断、土地侵食そして水質汚濁の4項目である。これらの問題に対する対策とモニタリング項目を以下に提案する。

予測される問題に対する対策とモニタリング項目

予測される問題点	原因	対策	必要となるモニタリング項目
家屋移転	<ol style="list-style-type: none"> 1. カスガ 2. フェニオン転流工 3. 河道改修 4. カスガ・リマ・ワリエーション公園 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 住民との調整 2. 理にかなった補償 3. 移転住民への適切な収入面の援助と指導 4. 移転住民の意向に沿った移転地の用意 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 移転住民の生活状況 2. 地域社会経済 3. 同様な事業による移転の事例 4. 移転先の土地状況
コミュニティの分断	カスガ	<ol style="list-style-type: none"> 1. 移転しない住民に対する補償 2. 新しい交通ネットワークの建設 3. 行政区の再構成 4. 新しい通信サービスの設立 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地域社会経済 2. 新しい交通システム 3. 移転しない住民をも含めた生活状況
土地侵食	<ol style="list-style-type: none"> 1. カスガ 2. フェニオン転流工 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 浚渫 2. 植樹 3. 土地利用制限 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地形、地質、土質 2. 植樹
水質汚濁	<ol style="list-style-type: none"> 1. カスガ 2. フェニオン転流工 3. カスガ・リマ・ワリエーション公園 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 汚濁負荷の抑制 2. カスガ貯水池の湛水前の貯水池内の植生の除去 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 汚濁源 2. カスガ貯水池および河道内の水利用 3. 水質観測

6. 提言

計画案に関連して、以下の事項を提言する

(1) 川砂利採取の段階的削減と海砂利への転換

川砂利採取が続く限り、河床低下は免れず、その段階的削減そして完全なる凍結が強く望まれる。同時に新しい砂利ソースが必要であり、海砂が最も可能性のあるソースと考えられる。しかし、海砂利をコンクリート用骨材として使用する場合には、塩分を除去するための追加処理が必要であり、川砂に較べて費用もかかる。海砂を用いる場合には前もって詳細なサンプリング調査を行い、適当な場所を選定しなければならない。

(2) 流域開発と河川管理の調整

工業および市街地開発のかなりの部分は河川沿岸、洪水氾濫想定地域に計画されている傾向がある。したがって洪水被害ポテンシャルおよび水質汚濁を軽減するため、流域開発と河川管理の間での調整が必要である。

(3) 新組織制度のための州間会議の開催

州かつ省庁のワクを越えた調整機関の設定が総合的河川管理に不可欠である。ケダ、プラウ・ピナンおよびベルリス州の関係機関によって組織された、本調査で提案した新組織制度のための準備会議の開催を提案する。

(4) 全国河川情報システムの確立

全国規模の河川モニタリングシステムは計画、設計、普段の維持管理の目的にすぐ役立つ、これにより必要な時に甚速な対応がとれることになる。このシステムによってモニターされる河川情報は実際、量が莫大でかつ動的であり、頻繁に更新され、また計画的に蓄積されなくてはならない。したがってコンピュータを利用した情報システムは河川管理の効果を上げていくために非常に重要な手段となる。

マレーシア政府は全国河川情報システムの設立に強い意欲を持っている。この全国河川情報システムは前述した総合河川管理に有効であり、その早期実施が強く望まれる。

(5) 提案された水資源開発施設の建設

ブリスダム、ジュニアン転流工、ナオックダム及びレマンダムは西暦2010年までの水需要の完全給水を計画渇水確率10年の水準で保証するために必須の新規水資源

開発施設となる。現在の慢性的な水不足と将来の水需要の増加に対応するために、ブリスダムについては西暦2000年までに、さらにジュニアン転流工ならびにナオックダムについては西暦2005年までに、またレマンダムについては西暦2010年までに完成させる必要がある。

目 次

一般図

概要

	<u>ページ</u>
1. 序	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査対象域	1
2. 調査対象域の現況及び河川管理上の主な問題点	2
2.1 自然環境	2
2.1.1 ムダ川集水域	2
2.1.2 河川形態	2
2.1.3 洪水状況	2
2.1.4 河川水質	3
2.1.5 水棲生物及び動物	3
2.2 河川利用状況	3
2.2.1 河川構造物	3
2.2.2 水供給	3
2.2.3 舟運	4
2.2.4 河床砂利採取	4
2.3 流域開発状況	4
2.3.1 人口と都市開発	4
2.3.2 域内総生産高	5
2.3.3 工業開発	5
2.3.4 農業開発	5
2.3.5 森林保護	6

2.4	河川管理の枠組み	6
2.4.1	河川管理とモニタリングシステム	6
2.4.2	河川管理のための法制度	6
3.	洪水防御計画	8
3.1	構造物計画	8
3.1.1	計画整備水準	8
3.1.2	防御計画対象区間	8
3.1.3	構造物代替案	8
3.1.4	概略設計	9
3.2	非構造物対策計画	11
4.	水資源管理計画	13
4.1	水需要予測	13
4.2	必要な水資源開発施設	14
4.3	最適ダム運用計画	14
5.	河川環境管理計画	18
5.1	河川維持流量	18
5.2	河川空間管理計画	18
5.2.1	計画対象範囲	18
5.2.2	各ブロックにおけるゾーニング計画	19
5.3	砂利採取管理計画	20
5.3.1	環境影響評価およびモニタリング	20
5.3.2	砂利採取量の段階的削減	21
5.3.3	代替砂利採取地	22
6.	流域管理計画とモニタリング計画	23
6.1	水資源保全地域のゾーニング	23

6.2	流域管理とモニタリングの目的	23
6.3	計画水文観測ネットワーク	24
6.3.1	基準点	24
6.3.2	雨量観測ネットワーク	24
6.3.3	河川水文観測ネットワーク	25
6.3.4	全国河川情報システムの必要性	25
7.	河川管理のための組織・法制度	26
8.	建設計画	28
8.1	実施計画	28
8.2	事業費	29
9.	事業評価	31
9.1	経済評価	31
9.2	環境影響評価	31

付 表 リ ス ト

表 2.3.1	ムダ川流域とケダ州の現況土地利用	T-1
表 4.3.1	ダム貯水池の年最小貯水量（水不足期間を最小とする運用ルール）	T-2
表 4.3.2	ダム貯水池の年最小貯水量（最適運用ルール）	T-3
表 6.1.1	流域ゾーニングの範囲と目的	T-4
表 6.1.2	流域ゾーニングのためのモニタリング項目と必要な活動	T-5
表 6.2.1	流域総合管理のための全モニタリング項目とその目的	T-6
表 12.2.1	ムダ川下流部河道改修事業の評価マトリックス	T-7
表 12.2.2	ブリスダム建設事業の評価マトリックス	T-8

表 12.2.3	ジェニアン転流工建設事業の評価マトリックス	T-9
表 12.2.4	ブリスダム貯水池レクリエーション公園整備事業評価マトリックス	T-10
表 12.2.5	ムダ堰レクリエーション公園整備事業評価マトリックス	T-11
表 12.2.6	ブムブン・リマリレクリエーション公園整備事業評価マトリックス	T-12

付 図 リ ス ト

図 2.1.1	ムダ川河床高の変化	F-1
図 2.1.2	河床低下の影響を受けた橋梁の写真	F-2
図 2.1.3	ムダ川流域の洪水常襲地域	F-3
図 2.2.1	砂利採取地点の位置	F-4
図 2.3.1	ムダ川流域内および周辺の人口密度	F-5
図 2.3.2	ムダ川流域内における計画市街地	F-6
図 2.3.3	クアラ・クティルにおける工業開発	F-7
図 2.3.4	ムダ川流域の現況土地利用	F-8
図 2.3.5	ムダ川流域の現況森林地域	F-9
図 2.4.1	ムダ川およびMADA灌漑地区の現況モニタリングシステム	F-10
図 3.1.1	治水施設対策の対象区間	F-11
図 3.1.2	ムダ川下流部改修計画の平面図と標準横断面図	F-12
図 3.1.3	ムダ川下流部改修計画の縦断面図	F-14
図 3.1.4	クアラ・クティルタウン区間改修計画の平面図と標準横断面図	F-15
図 3.1.5	クアラ・クティルタウン区間改修計画の縦断面図	F-16
図 3.1.6	バリントウン区間改修計画の平面図と標準横断面図	F-17
図 3.1.7	バリントウン区間改修計画の縦断面図	F-18

図 3.1.8	シックタウン区間の改修計画の平面図と標準横断面図	F-19
図 3.1.9	シックタウン区間の改修計画の縦断面図	F-20
図 3.1.10	ムダ堰の改築	F-21
図 3.2.1	ムダ川の計画河川保全区域	F-22
図 3.2.2	クティル川の計画河川保全区域	F-25
図 4.2.1	水資源開発施設	F-26
図 5.2.1	河川空間環境整備計画のブロック区分	F-27
図 5.2.2	自然保全ゾーンのイメージ図	F-28
図 5.2.3	自然利用ゾーンのイメージ図	F-29
図 5.2.4	農地ゾーンのイメージ図	F-30
図 5.2.5	開発ゾーンのイメージ図	F-31
図 5.2.6	下流ブロックのゾーニング	F-32
図 5.2.7	ムダ堰レクリエーション公園とブムブン・リマレクリエーション 公園の位置図	F-34
図 5.2.8	ムダ堰レクリエーション公園の概要図	F-35
図 5.2.9	ブムブン・リマレクリエーション公園の概要図	F-36
図 5.2.10	中流部ブロックのゾーニング	F-37
図 5.2.11	ムダダム貯水池ブロックのゾーニング	F-43
図 5.2.12	計画プリスダム貯水池ブロックのゾーニング	F-44
図 5.2.13	プリスダムレクリエーション公園の概要図	F-45
図 6.1.1	水資源保全地域のゾーニング	F-46
図 6.2.1	計画モニタリングシステムの模式図	F-47
図 6.3.1	計画基準点と河川水文観測所の概念図	F-49
図 6.3.2	計画基準点と水文観測所の位置図	F-50
図 8.1.1	事業実施計画	F-51

付属資料 ムダ川流域総合管理計画調査関係者名簿

1. 序

1.1 調査の背景

ムダ川はケダ及びブラウ・ピナン両州の農業用水及び上工水の重要な水源となっておりと同時に、建設材料とするための大規模な河床砂利採取が行われている。さらに、その河口付近では漁業のための舟運が盛んである。このように、ムダ川は種々の用途に利用されているが、その反面各種の問題が顕在化しつつある。さらに将来における過度の流域開発はムダ川の水質に重大な悪影響を及ぼすことが懸念されている。

このようなムダ川に係わる各種の問題は、流域の総合管理を導入しなければ悪化の一途をたどり、調和のとれた河川の開発の大きな障害となる。

マレーシアにはこれまで流域総合管理の概念を導入した河川計画の実施例はない。一方ムダ川は今後各種流域開発が集中的に実施されていく状況が予想され、本調査が流域総合開発計画調査のモデルケースとして他の河川のガイドラインもしくは参考例として活用されることが期待される。

以上の背景からマレーシア政府は「ムダ川流域総合管理計画調査」を企画し、日本国政府に依頼のうえ実施の運びとなった。

1.2 調査の目的

本調査の目的はムダ川の流域総合管理計画を策定することであり、計画の内容は、(1) 治水計画、(2) 水資源管理計画、(3) 河川環境管理計画 及び(4) 流域管理・モニタリング計画により構成される。

1.3 調査対象域

水資源管理計画の対象範囲はムダ川を水源とするケダ及びブラウ・ピナン州の全域とペルリス州の一部と想定する。一方、治水計画、河川環境管理計画、流域管理・モニタリング計画に関しては、調査対象範囲をムダ川流域に絞って調査を実施するものである。3州ともそれぞれ行政的にいくつかの郡にわけられ、そして各郡はさらにいくつかの、マレーシア語でムキムと呼ばれる地方行政区に分割される。3州全体は17の郡、239のムキムより成るが、一方ムダ川流域は6の郡、28のムキムより成る。

2. 調査対象域の現況及び河川管理上の主な問題点

2.1 自然環境

2.1.1 ムダ川集水域

ムダ川は河道延長180km(河口～ムダダム)、河川勾配1/2,300の河川であり、4,210 km²の集水面積を有する。主要河川として、クティル川、セディム川、チェピール川が挙げられ、最大支川であるクティル川の集水面積及び河川延長はそれぞれ868km²ならびに70kmである。

2.1.2 河川形態

河床砂利採取によりムダ堰上流において河道侵食が顕著であり、河道蛇行、河岸侵食、河床低下等が進行している。最近10年間で平均河床高は2～5m程度低下しており、河川取水や河道構造物の維持管理に支障がでている。一方、河口においては河道堆積が進んでおり、河床上昇やサンド・バーの発達がみられる。現在の河口部における河床高は標高-2～-1m程度であり、干潮時の舟運が困難な状態となっている。この河口での堆積は主に、漂砂または河川からの浮遊砂によるものと思われる。

2.1.3 洪水状況

ムダ川下流部は上流部に較べて流下能力が小さい傾向がある、セディム川合流点より下流側の多くの地点において流下能力は2年確率以下である。さらにクティル川とチェピール川沿いにも2年確率洪水によって氾濫の生ずるような低平地が散在している。しかしながらチェピール川合流点より上流のムダ川は河谷を形成し、河岸は高く、10年確率洪水以上の流下能力を有する。

このように河道流下能力が小さく、相対的にとくに下流側で流下能力が小さいため、河川沿いの低平地に位置する住宅地や農業耕作地にほぼ毎年のように洪水が発生している。既往最大洪水は1988年に記録されており、この時ムダ川沿いの78km²が洪水浸水し、約6,100戸の家屋に浸水被害が発生した。また1995年9月にも熱帯性豪雨(ルヤン・ストームと呼称)によりムダ川は洪水被害に見舞われ河川沿いの数百の住民が救助センターに避難したとの報告がある。なおこの洪水に関し手元に寄せられた水位資料によれば、1995年洪水は1988年洪水を若干下回る程度の洪水規模であったことが推定される。

2.1.4 河川水質

ムダ川は基本的には上水給水や河川レクリエーションや水棲生物の生存に適した、ほぼ清浄な水質を現在維持していると評価されてきた。しかしながら、JICA調査団が1994年に実施した水質調査によれば、一部検査項目(MH4-N, Cr(VI), Fe, P等)において上水水質基準許容限界を上回る値が検出された。さらに河川流量が渇水流量程度まで低下した場合、現況水質は上水水質基準許容限界を上回ることが推定された。

2.1.5 水棲生物及び動物

ムダ川流域には多くの種類の水棲生物がいるが、森林の減少と各種開発行為によりその固体数は減少の傾向にある。なかでもムダ川は淡水カメの生息地として有名であったが、その淡水カメは河床砂利採取等の影響により激減してしまった。

2.2 河川利用状況

2.2.1 河川構造物

ムダ川上流には集水面積984km²のムダダムがあり、主にMADA地区の灌漑給水に用いられている。一方、河口から約10kmの位置にムダ堰があり、ケダ、ブラウ・ピナン州の上工水・灌漑給水に用いられている。さらに河川沿いの12の上工水取水施設と28の灌漑用取水施設がある。これら取水施設のうち主要なものはすべてムダ堰の湛水区間内に位置し、全体取水量の約80%を取水している。

2.2.2 水供給

ムダ川とケダ川を水源とした現在の水需要は約2,026百万m³/年と推定される。その内訳は上工水用に339百万m³/年、灌漑用に1,687百万m³/年である。

上工水はケダ、ブラウ・ピナン、ペルリスの3州に供給される。これら3州の内、ブラウ・ピナン州が最大の利用者でムダ川下流部からだけで194百万m³/年取水している。ケダ州は2番目の利用者で136百万m³/年を、さらにそれらの残りの9百万m³/年をペルリス州が利用している。

灌漑用水は60の地区に供給されている。それらの中でMADA灌漑地区は最大利用者でありケダ州からペルリス州にかけて97,000haを占めている。このMADA灌漑地区のムダ川、ケダ川に対する水需要は約1,391百万m³/年(ムダ川、ケダ川に対する全需要量の約70%)である。8,000haを占めるバリク/スンピラン・プライ灌漑地区は第二の

利用者でブラウ・ピナン州にある。その需要量は80百万 m^3 /年（全需要量の4%）で、ムダ川より取水される。

以上2つの主要穀倉地に加えて58の二次または小規模灌漑地区があり全部で18,800 haを占める。これらの地区のムダ川、ケダ川に対する総水需要量は220百万 m^3 /年（全需要量の11%）である。

聞き取り調査結果によれば、他の灌漑地区と同様にMADA灌漑地区は慢性的な灌漑用水不足に悩まされてきた。また水不足のため稲作を縮小せよとの要望がしばしば上がっているとのことである。深刻な水不足は1月から3月までの最小雨月に起こる傾向にあり、1978年の渇水年には同期間に上工水に対しても給水制限が行われた。

年総流出量に対する年総取水量の比である水利用率はケダ川水系では現況で64%である。この高い水利用率から理解できるように、ケダ川の水資源開発はもう限界点に達しており、さらなる新規開発は難しい。これとは対象にムダ川水系のそれは14%で小さく、調査区域での将来の水資源開発はムダ川流域内でのみ可能であるといえよう。実際、現行の水資源開発事業は、ブリスダム事業やジュニアン転流工事業など水源をムダ川に求めている。

2.2.3 舟運

ムダ川河口は約10トン程度の積載規模を持つ200隻程度の漁船の船着場として利用されているが、河口部の河道堆積現象のため干潮時には舟の往来が困難な状態となっている。

2.2.4 河床砂利採取

ムダ堰から上流に向かってジュニアン堰建設予定地までの本川河道区間において約100の砂利採取業者の採掘所があり（図 2.2.1）、最近10年間で毎年0.5~1.0百万 m^3 程度の砂利が採取されている。この採取量は1,000から10,000 m^3 程度と推定される河川年間土砂供給量をはるかに上回る量であり、そのため著しい河床低下を招いている。

2.3 流域開発状況

2.3.1 人口と都市開発

ケダ、ブラウ・ピナン、ペルリス3州の年間人口増加率は1991年~2000年で2.15%、2000年~2010年で2.63%と推定され、この増加率により1991年時点で2.6百万の人口

は2010年には4百万に増加することとなる。

2010年のムダ川流域内人口は0.6百万人と推定されるが、その人口密度は146人/km²でケダ州全体の平均値215人/km²に比べ低い値となる。図 2.3.1に示されるように、このようなムダ川流域内の人口過疎を解消することを目的に、ケダ開発公社(KEDA)は流域内市街地開発を計画し、開発対象市街地の人口を西暦2010年までに2,000～10,000人程度となることを予定している。この都市開発の対象として選定されたのは、(1) バリン、(2) クアラ・クティル、(3) クパン、(4) ブキット・スランバウ、(5) ジュニアン、(6) シックの6地区である(図 2.3.2)。

2.3.2 域内総生産高

ケダ、プラウ・ピナン、ペルリス3州の域内総生産高(GDP)は1990～2000年で年率7.5%の成長を遂げ、1993年の13,000百万リングギット(1978年物価)から2000年には20,000百万リングギット増加するものと予想される。この年率7.5%の成長率はほぼ国家の平均値と同等の値である。分野別生産高をみると第2次産業(工業分野)において10%以上の著しい成長率が期待できるが、その反面第1次産業(農業分野)の成長率は5%以下と停滞することが予想される。

2.3.3 工業開発

ケダ、プラウ・ピナン州の工業開発区域は1993年の1,530haから2000年には約3,000haに拡大するものと予想される。ムダ川流域に関していえば、現在バリン、シック、ジュニアン3市街地の合計14.52haの工業開発区域が存在し、更に西暦2000年までには別の3市街地に新規の工業区域が開発され全体の工業開発面積は1,000haに拡大することが予定されている。これら工業開発区域のうち、クアラ・クティルには、現在の集中工業団地(スンガイ・プタニ、バターワースやクリム)へのアクセスが容易であることから2000年には740haの注目すべき工業開発地区が建設される予定である。この工業開発地区はセディム川とクティル川合流点の間のムダ川左岸に位置し、図 2.3.3に示すようにその大部分は100年確率洪水による氾濫区域内にある、すなわちこのクアラ・クティルの計画開発区域は洪水被害を受ける危険があり、工業開発と河川管理の何らかの調整が必要となろう。

2.3.4 農業開発

ムダ川流域では特に中・下流域のムダ川沿いにムダ川から灌漑される約177,100ha

(全流域の約42%)の農業耕作域が既に開発されている(表 2.3.1、図 2.3.4)。

さらにムダ川はMADAや灌漑排水局が管理する流域外の灌漑地区(約104,000ha)に対処する水源となっている。しかしながら、現在進行中の国家農業政策や非農業分野への労働人口の移動を考慮した場合、ムダ川を水源とした将来の農業開発面積の増加は殆ど無いものと予想される。

2.3.5 森林保護

ムダ川上流域に広がる236,100ha程の現況森林地域は、北西部の一部を除き全て林野庁により森林保全地域に指定されている(図 2.3.5)。しかしながら、この森林保全地域のうち大半の地域で伐採が行われ、しかもこの伐採にあたって、河川の維持管理業務との調整がなんら実施されていない。最新の航空写真によれば、かつて森林であった区域で新規伐開された区域が多くみられる。このような伐採は洪水ピーク流出量の増加や渇水期の低水流出量の減少を引き起こし、河川管理上好ましくない現象となることが懸念される。

2.4 河川管理の枠組み

2.4.1 河川管理とモニタリングシステム

現況のモニタリングシステムは、図 2.4.1に示すように3つの地域をケダ州、プラウ・ピナン州およびMADAが独自に管理するという形態になっている。ケダとプラウ・ピナン州政府によるモニタリングはそれぞれ州域内にとどまっている。しかしながらムダダム流域はケダ州内にあるものもモニタリングの対象からはずれている。その代わりに、MADAがその灌漑地域への水供給のためにムダダム流域のモニタリングを行っている。

このように全流域を対象とした総合モニタリングシステムはなく、現行システムは河川を監視するが掃流砂や砂利採取による河岸侵食を抑制するために必要不可欠な情報をモニターするものがない。また、河川生態(動植物)や河川景観、さらに流出や土砂生産の重要な要因である森林保全状況や流域開発状況をモニターするシステムがない。さらに現況の水文観測所はその絶対数が不足している。

2.4.2 河川管理のための法制度

ケダ州、プラウ・ピナン州の両州における河川管理に関係した活動は、種々の政府

ケダ州、ブラウ・ピナン州の両州における河川管理に関係した活動は、種々の政府また準政府機関によってムントリブサール（ケダ州）または州首相（ブラウ・ピナン州）が議長を務める州執行評議会（BXCO）、州計画委員会（SPC）や州経済計画委員会（SPDC）の監督の下、管理されている。

EXCOの主たる義務は州開発政策を最終的に承認することであり、一方SPCは州の土地利用を具体的に計画し、SEPCはEXCOによって承認された開発政策や各機関から提案された事業の調整役を務める。SEPCの事務局は州レベルでの最高開発計画機関である州経済企画庁（SEPU）である。

上記のような現況の行政組織制度についての聞き取り調査を通じて、2つの大きな問題点が明らかになった。まず第一の問題点は総合管理の業務を行う省庁の枠を越えた横断的な調整機関がないことである。SPCはもちろん役所間の調整を務める機能を持ち、水工事業の一般的または概略的な方向を決定または承認する、しかしSPCの機能は河川管理の詳細な、また調整のとれた実施計画の策定までには及んでいない。

2番目の問題点はケダ州、ブラウ・ピナン州及びペルリス州間の州界を越えた州際的な調整機関がないことである。現在ムダ川の水資源はこれらの3州によって利用されているものの、各州に対する水配分を決定するための調整機関も州間の合意もない。この問題は最近ムダ川の水不足がほとんど起こっていないため見逃されがちである。しかし、将来のムダ川の水の集中利用はこれらの州間において、その水配分をめぐる深刻な論争を引き起こすであろう。

マレーシアの北部地域の開発のための州際的な委員会がペルリス、ケダ、ペラ、ブラウ・ピナンの4州によって組織されている。各州の首相が主要メンバーで事務局がブラウ・ピナン州に置かれている。この委員会はムダ川の開発政策を議論し、調整する機能を持ち得そうではある。しかし河川管理の詳細や実施計画をこの委員会で作成することは不可能であろう。

3. 洪水防御計画

3.1 構造物計画

3.1.1 計画整備水準

既往最大である1988年洪水の規模、灌漑排水局のガイドラインや最近のマレーシア国主要河川洪水防御計画での整備水準を検討した結果、1/50年の確率規模を計画整備水準として採用した。

3.1.2 防御計画対象区間

土地利用状況、人口・分布および洪水被害の深刻度等を考慮した結果、以下の河道区間を洪水防御計画対象域として決定した。

防 御 計 画 対 象 区 間

河 川	区 間	長さ (km)	基 準 点	計画流量 (m ³ /s)
ムダ川	ムダ川下流部	40.3	ラダン・ビクトリア	1,300*
	クアラ・クティルタウン	3.5	ジャム・シェド・オマー	1,100*
ケダ川	クアラ・クティルタウン	1.9	ムダ川合流点	700
	バリントン	0.8	プライ	500
チェピール川	シックタウン	0.8	シックタウン	130

* ムダダムによる調節後の流量

現存のムダダムはそのサーチャージ容量において(洪水調節専用の容量は持たない)顕著な自然調節効果を有しており、上記の計画流量はその調節効果を考慮したものである。

3.1.3 構造物代替案

地形状況を考えると構造物対策案としてはダム、遊水池、放水路は難しく、河川改修が妥当であると考えられる。区間距離の長いムダ川下流部には河道掘削により河積を増やし、長い連続堤を建設する。その他の短い対象区間には、被害ポテンシャルが比較的に高い小さな区域を守るための輪中堤を提案する。

3.1.4 概略設計

4 対象区間に対して、以下の設計方針に基づき概略設計を行った。

(1) 河道法線

河道法線は、建設費用、用地買収、家屋や建設物の移転を最小に押さえるため原則として現況法線を踏襲する、しかしクアラ・クティルタウン区間では、流下能力を低下し、河岸侵食の要因となる極度の蛇行を捷水路を新たに掘削して是正する。

(2) 縦断形

現況の平均河床は、長期の自然現象の結果形成されたもので、現在の極度な砂利採取が中止されれば安定するものと思われる。そこでこれを計画河床として採用する。計画高水位は被害ポテンシャルを小さく押さえるように、できるだけ地盤高に近く設定する。

(3) 河道横断

対象区間の内、ムダ川下流部では、堤防高を低く押さえ、低水路の安定を期するため複断面とする。低水路断面は、現況流下能力 $600\text{m}^3/\text{s}$ を流せるように計画する、他の対象区間では用地買収が難しいこと、計画流量が小さいこと、さらに現況横断形状が単断面であることを考慮し、単断面を採用する。

(4) 河口処理

低潮位時でも河口付近での航行を可能とするために河口処理工が必要である。そこで「全国河口処理計画調査, 1944年, JICA」に基づき、その河口処理工として浚渫案と潜堤案を比較検討し、浚渫案を最適案として採用した。

(5) 河川改修の主要諸元

以上述べた計画流量、設計方針に基づき河道改修の概略設計が各対象区間に対して行った(図 3.1.2~3.1.9)。河道改修の主要諸元は以下のように要約される。

河道改修の主要諸元

項目	単位	ムダ川下流部	ケダ・ケイル川		パソ川	シク川
			ムダ川	ケイル川		
区間長	m	40,300	1,870	920	750	800
計画流量	m ³ /s	1,300	1,100	700	500	130
河道幅	m	180 ~ 1,000	100	70	53	30
掘削/浚渫	10 ³ m ³	10,400	522		37.5	6.2
堤防盛土	10 ³ m ³	1,100	22.4		12.8	14.4
護岸	10 ³ m ³	83	23.1		12.1	13.6
新樋管	place	28	3		2	2
堰改築	place	1	0	0	0	0
新落差工	place	0	1	1	0	0
ポンプ場移設	place	3	0	0	0	0
橋梁改築	place	2	0	1	3	0
橋梁補強	place	3	0	0	0	0
用地買収	ha	510	11.8		2.3	1.5
住居移転	house	189	9		28	12

ムダ川下流部の河道改修工事には1972年に建設されたムダ堰の改築が含まれている。新ムダ堰は図 3.1.10 に示すように、1,300mの新捷水路に建設される。しかしながら、現在のケダ州とブラウ・ピナン州の州界はムダ川の中心線に沿って設定されており、この新捷水路を建設することにより州界が動くことになるかもしれない。すなわち新捷水路掘削によって河道がケダ川側に最大で350m移動することになり、もしこれに伴って州界も動くとしたら、約30haのケダ川の土地がブラウ・ピナン州の領土になってしまうことになる。このような政治的問題を含んではいるものの、この捷水路法線は工学的観点から最適であると判断して提案するものである。この新捷水路の建設に関連して、州界をどのように設定するのか両州の合意が必要である。

3.2 非構造物対策計画

市街地、工業、農業開発など様々な土地開発行為が現在河岸沿岸まで進んできている。このような土地開発と平行して河川改修のための用地買収も難しくなっている。同時に洪水被害ポテンシャルは増大してきており、河川形態自体も土地開発行為によって深刻な影響を受けている。現在進んでいる土地開発状況を考慮すると河川保全区域ならびに開発調整区域を河川沿いのある範囲に提案すべきである。その河川保全区域・開発調整区域は河川管理者の管理の下におかれ、以下の目的と区域内土地利用条件をもつ。

区分	目的	土地利用条件
河川保全区域	(1) 河川改修用地の確保 (2) 河川維持・管理用スペースの確保	すべての政府用地買収対象となり、一切の民間土地開発行為は禁止される。
河川開発調整区域	(1) 自然洪水遊水効果の確保 (2) 洪水湛水及び河道侵食による被害防止 (3) 河川堤防の保護（堤防沿いに20mの緩衝区間の確保）	域内の私有地は政府土地買収の対象とはならないが、私有地内の土地開発行為は政府河川管理者の承認を必要とする開発調整区域となる。

上記の通り河川保全区域は河道改修及び河川管理・維持用のスペースとして利用される。一方、河川開発調整区域は100年確率洪水による想定氾濫区域、河岸侵食、蛇行幅及び河川堤防沿いの20m区間を考慮して提案する。結果としてムダ川では河口から計画ジェニアン堰までの113kmの区間について、クティル川ではムダ川合流点からカンボンタンジュン・ムルバウまでの41km区間について、図 3.2.1と図 3.2.2 に示すように総面積は57km²の河川保全区域・開発調整を設定した。河川保全区域・開発調整区域それぞれの平均幅（片側）は65m及び167mである。

河川保全区域案

河川	区 間	区間長 (km)	河川保全区域		河川開発調整区域	
			面積 (km)	平均河 幅 (m)	面積 (km)	平均河幅 (m)
ムダ本川 N	ムダ川下流部 河口～ラッパ・ビトリ	40.3	5.6	69	1.6	20
	ラッパ・ビトリ ～計画ダニ堰	72.9	-	-	33.1	227
クティル 支川	ムダ川 ～カボツ・タツユツ・ムダ	41.0	-	-	16.9	206
合計		154.2	5.6	69	51.6	167

4. 水資源管理計画

4.1 水需要予測

ムダ川、ケダ川を水源とする上水需要は現在の339百万 m^3 /年から2010年には640百万 m^3 /年に、約1.9倍にも増加する。この著しい需要増は人口増、一人当たりの使用量の増加、または集中的な工業開発による。一方、将来農業面積はわずかながら減り、したがって2010年の灌漑用水需要はわずかの増加にとどまる。灌漑用地区毎の水需要と共に州毎の需要量を以下に示す。

予 測 水 需 要

項目	現況				2010年予測			
	全需要量		河川を水源とする 需要量		全需要量		河川を水源とする 需要量	
	($10^6 m^3/yr$)	(%)	($10^6 m^3/yr$)	(%)	($10^6 m^3/yr$)	(%)	($10^6 m^3/yr$)	(%)
1. 上水								
(a) 矜州	129	4.5	136	6.7	271	9.0	281	13.1
(b) 方ウ・ピソ州	166	5.8	194	9.6	300	9.9	350	16.2
(c) ベリス州	9	0.3	9	0.4	9	0.3	9	0.4
小計	304	10.6	339	16.7	580	19.2	640	29.7
2. 灌漑用水								
(a) MADA	1,977	68.9	1,391	68.6	2,010	66.6	1,230	57.2
(b) パウ/スラソ	156	5.4	80	4.0	170	5.6	100	4.4
(c) その他	433	15.1	216	10.7	260	8.6	180	8.4
小計	2,566	89.4	1,687	83.3	2,440	80.8	1,510	70.3
合計	2,870	100.0	2,026	100.0	3,020	100.0	2,150	100.0

4.2 必要な水資源管理施設

10年確率渇水年においても将来の水需要と河川維持流量を確保するために必要となる水資源管理施設を検討するため、水収支シミュレーションが行われた。このシミュレーションにおいて将来水需要は、2010年における予測需要量とし、河川維持流量は第6章で述べるように比流量 $0.01 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ として求めたものを採用した。

このシミュレーションの結果、プリスダム、ジュニアン転流工、ナオクダムそしてレマンダムが計画渇水年（1/10確率）における水需要を満たすために必要であることが明らかになった。現在、調査区域にはブドウ、ムダ、アーニングの3ダムがある。これら3ダムと計画ダムの有効貯水容量と供給地域を以下に示す。

既設および計画ダムの貯水容量と供給地域

ダム名	流域面積 (km^2)	有効貯水容量 (10^6 m^3)	供給地域
ブドウ (既設)	171	1,049	MADA地区の南北地域
ムダ (既設)	941	160	MADA地区の南北地域
アーニング (既設)	120	200	MADA地区の南北地域
プリス (計画)	116	114	MADA地区の北部とムダ川水系地区
ナオク (計画)	15	27	MADA地区の北部とムダ川水系地区
レマン (計画)	32	240	MADA地区の北部とムダ川水系地区

4.3 最適ダム運用計画

既設、計画ダムからの水供給開始時期を変えて水収支シミュレーションを試み、最適な運用ルールを検討した。その結果MADA灌漑地区の北部地域を含む全ての供給対象地域の水不足期間を最小とする方法として、以下のルールが暫定的に選ばれた。

水不足期間を最小とするダム運用ルール

貯水量(10 ⁶ m ³)の条件		ダム水系供給ダム		ダム水系供給ダム
ブリスダム+ムダム	ナオクダム+レマンダム	北部地域	南部地域	
> 400	満水	ブリス	ブリス	ブリス, ナオク, レマン * ²
300-400	> 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²
	< 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, アーニング * ³	ブリス, ナオク, レマン * ²
< 300	> 150	ブリス, アーニング, ブリス * ¹	ナオク, レマン, ブリス * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²
	< 150	ブリス, アーニング, ブリス * ¹	ナオク, レマン, アーニング ブリス * ¹	ブリス, ナオク, レマン * ²

*¹ 供給量は貯水残量比率に応じて各ダムに割り当てられる。

*² ブリスダムの貯水残量が0になった後にナオク、レマンダムから供給する。

*³ ナオク、レマンダムからの供給量だけでは不足する場合、アーニングダムから供給を開始する。

上記のダム運用が適用されたとき、ナオク、レマンダムと全既設ダムの年最小貯水量は30年間の計算期間において、わずか2年のみ空になる(表 4.3.1参照)。このことは、MADA灌漑地区の北部地域を含めた対象供給地域に対して、渇水確率10年という計画渇水レベルが保証されうることを示している。

しかしながら、この運用ルールは渇水状況に応じてダムからの供給量を調整するという要素を含んではいない。それぞれのダムは貯水量が空になるまで全量供給を続ける必要がある。このような運用ルールは水不足期間を最短化できるかもしれないが、貯水量が空である期間に、極度の水不足を生じさせる。これを避けるため、ダム運用ルールを改善する試みが行われ、結局、渇水被害を最小化する次の最適ルールを提案する。

最適ダム運用ルール

ダム貯水量(10 ⁶ m ³)の条件		ダ川水系へ供給するダム		ダ川水系へ供給するダム	ダム供給制限率
ブリスダム+レマンダム	ナオクダム+アーニングダム	北部地域	南部地域		
> 400	満水	ブリス	ブリス	ナオク, ナオク, レマン * ²	0%
300-400	> 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン * ¹	ナオク, ナオク, レマン * ²	0%
	< 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, アーニング * ³	ナオク, ナオク, レマン * ²	0%
200-300	> 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, ナオク * ¹	ナオク, ナオク, レマン * ²	10%
	< 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, アーニング, ナオク * ¹	ナオク, ナオク, レマン * ²	10%
100-300	> 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, ナオク * ¹	ナオク, ナオク, レマン * ²	30%
	< 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, アーニング, ナオク * ¹	ナオク, ナオク, レマン * ²	30%
< 100	> 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, ナオク * ¹	ナオク, ナオク, レマン * ²	50%
	< 150	ブリス, アーニング * ¹	ナオク, レマン, アーニング, * ¹	ナオク, ナオク, レマン * ²	50%

*¹ 供給量は貯水残量比率に応じて各ダムに割り当てられる。

*² ブリスダムの貯水残量が0になった後にナオク、レマンダムから供給する。

*³ ナオク、レマンダムからの供給量だけでは不足する場合、アーニングダムから供給を開始する。

この最適運用ルールはダムからの給水制限のため、明らかに前述したルールの場合よりも水不足期間が長くなる。しかしこの最適ルールを採用すれば、表 4.3.1に示すように既設ダムとブリスダムの貯水池は空になることはない。そして、水不足期間における平均不足量は減り、渇水被害も少なくなる。

異常渇水年における水不足量

ダム運用ルール	渇水年	河川に対する 需要量 ($10^6 \text{ m}^3/\text{year}$)	平均不足量 ($10^6 \text{ m}^3/\text{year}$)	1 年間における 水不足日数 (days)	水不足日における 平均制限率 (%/year)
不足期間を最小と する運用ルール	1982	1,922	179	37	54
	1983	2,061	125	21	43
最適運用ルール	1980	2,031	2	52	8
	1982	1,922	80	89	11
	1983	2,061	158	51	23
	1985	2,199	11	40	3
	1987	2,170	23	86	3

5. 河川環境管理計画

5.1 河川維持流量

第4章で述べたように、ムダ川水資源開発計画は、プリスダム、ジェニアン転流工、ナオクダムそしてレマングムの建設を含み、それはムダ川の流況にかなりの変化を及ぼすものと推定される。一方、計画ダムからの放流により確保されるべき河川維持流量の設定のための基準や規則の類はマレイシアにはない。

河川維持流量は、とくに低水時の水質の問題等、適切な河川環境を保つために不可欠である。このような観点から必要な維持流量の決定に支配的な次の4要因を考慮することとする。

- (a) 適切な水質を保つための必要水量
- (b) 自然低水流況を保全するための必要水量
- (c) 河川生態を保全するための必要水量
- (d) 河川景観を保全するための必要水量

これら4要因のうち、(a)適切な水質を保つための必要水量が維持流量を決定する最大要因と評価し、結局、比流量 $0.01 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ に相当するように維持流量を決定した。この維持流量は計画ダムからの放流により確保されるべきものであり、第4章のダム運用ルールの検討にも組み込まれている。

5.2 河川空間管理計画

5.2.1 計画対象範囲

河川改修工事の予定地としてまた自然遊水効果を保全するため、河川沿いに河川保全区域の告示が提案されている（第3章参照）。このような河川保全区域の公共的な目的のためには、河川保全区域のゾーニング計画が必要である。またダム貯水池周辺のゾーニング計画も、貯水池の自然特性の保全や湖水を利用した観光開発のために必要不可欠である。このような観点からゾーニング計画を河川保全区域内やムダダムとプリスダムの湖岸の次の4ブロックについて検討した（図5.2.1参照）。

河川空間ゾーニング計画の範囲

ブロック名	対 象 範 囲
1. 下流ブロック	ムダ川下流部河道改修区間 (40km)
2. 中流ブロック	(a) 上記下流ブロックから計画ジェニアン堰地点までのムダ川河道 (b) ムダ川への合流点からクバン川合流点までのクティル川河道
3. ムダダム貯水池ブロック	ムダダム貯水池湖岸
4. プリスダム貯水池ブロック	プリスダム貯水池湖岸

5.2.2 各ブロックにおけるゾーニング計画

ゾーニングでは次の4種類の土地開発区域に分けることとした。

タイプA	自然保全区域
タイプB	自然利用区域
タイプC	農業区域
タイプD	レクリエーション開発区域

このような、土地開発区分に従い、4ブロック各々について以下のようにゾーニング計画を提案する。

(1) 下流ブロックのゾーニング

原則として、図5.2.6に示すように、河道改修計画で提案されている高水敷の空間に対してゾーニングを行った。周辺市街地からのアクセスが良いことから、河川景観とともにレクリエーション空間の開発に主眼を置いた。提案したレクリエーション開発区域の中では、ムダ堰とブムブン・リマ周辺のものは大規模であり、図5.2.7から図5.2.9に示すように大レクリエーション施設を持つ。

(2) 中流ブロックのゾーニング

レクリエーション目的の土地開発は、既に現在官地となっている限られた地点のみとする。この地域では主に近隣住民のために河岸公園を計画することを第一とする(図5.2.10参照)。

(3)ムダダム貯水池ブロックのゾーニング

ムダダム貯水池の湖岸は勾配が急であり、大規模なリゾート開発はダム貯水池の自然形態に深刻な悪影響を及ぼす恐れがある。このような観点から図5.2.11に示すようにムダダムより下流2km地点の左岸側に、湖公園、キャンプ地としての自然利用区域を提案する。ダム周辺に小規模なレクリエーション開発区域をも提案する。これら自然利用区域およびレクリエーション開発区域とは別に、全湖岸地域は自然保全区域とする。

(4)プリスダム周辺ブロックのゾーニング

約222haの広い平地が貯水池南岸にある(図5.1.12参照)。この平地は、計画されている連絡道路経由でアクセスも良い。また向かいの貯水池湖内にはリゾート地の一部として利用可能な島がある。したがって図5.2.13に示すように、ここに大規模なレクリエーション公園を計画する。ブドウダム貯水池湖岸にはブドウ・リゾートと呼ばれる国際級リゾート地区が現在あり、プリスダム湖岸のレクリエーション公園はこのブドウ・リゾートと共にケダ州内陸部の観光開発振興の大きな力となることが期待される。

5.3 砂利採取管理計画

小節2.1.2で述べたように、砂利採取による河床低下が著しく、河川構造物自体やその機能に障害を及ぼしている。このような問題の軽減化に向けて、次のような砂利採取に対する管理を提案する。

5.3.1 環境影響評価およびモニタリング

現在の規則では、50ha以上の開発行為に対してのみ、環境影響評価(EIA)が行われることになっている。しかし、ムダ川での砂利採取地点の一つ一つは、皆50ha以下でEIAの対象外である。現在の砂利採取による悪影響を考慮すると以下の内容によりEIAの現行規則は改正されるべきであり、また全ての砂利採取地点に対してEIAを実施すべきである。

- (1) 同一河川流域内の全ての河川砂利採取は一体のものとして取りまとめ、過去1年間の流域全体での砂利採取に対しEIA実施する。このEIAは流域内の砂利採取規模の如何にかかわらず毎年実施する必要がある。

(2) EIAを通じて過去1年間の砂利採取が河川環境に対し有意な影響を与えていないと評価された場合にのみ砂利採取の流域全体での新規増分を承認すべきである。ただし、新規増分は河川環境への極端な影響変化を避けるために、前年度承認分の10%を限度として承認する必要がある。

(3) EIAを通じて前年度河川砂利採取が深刻な河川環境悪化を招いていると評価された場合、如何なる新規砂利採取も禁止する必要がある。

一方、現在の砂利採取に対するモニタリングも関係政府機関の要員不足のため全く不十分であり、地域住民へ特に配慮しての改善が望まれる。まず、河道に対する砂利採取の影響をモニターするため定期的に河川測量を行うべきである。さらに、砂利採取量と流出土砂量との関係を把握するため、一貫した流出土砂量観測システムの設立が急がれる。この観測システムの詳細については第6章で述べる。

5.3.2 砂利採取量の段階的削減

計画河床勾配は第2章で、河床を安定させかつ流下能力を増すように設定された。さらなる悪影響を避けるため、今後は、この計画河床高より上の砂層からのみ、採取すべきである。1994年に国際協力事業団によって行われた河川測量成果を用いて、この計画河床高以上の砂利埋蔵量を計算した。この計算結果に基づき、以下のように砂利採取許容量を提案する。

砂 利 採 取 許 可 区 域

河 川	区 間	区 間 長 (km)	砂利採取許容量 (m ³)
ムダ川	河口～ムダ堰	10.4	620,000
ムダ川	ムダ堰～ムルデカ橋	2.7	160,000
ムダ川	河口より43～50km区間	6.7	310,000
ムダ川	河口より63～68km区間	2.0	130,000
計		21.8	1,220,000

この採取許容量は1993年の実績採取量にほぼ等しく、またその約50%の620,000m³はムダ堰より下流にあり、塩分を含んでいる。さらに上流からの自然供給量（流出土砂量）は約10,000m³であり、実績採取量と較べて圧倒的に小さい。

このように、砂利埋蔵量はわずかであり、また上流からの供給もほとんど期待できないため、河床は砂利採取が行われている限り低下を続けていく。したがって徐々に採取量を削減して最後には砂利採取の凍結が強く望まれる。

5.3.3 代替砂利採取地

河床以外の砂利採取地を新たに求めることが必要である。川砂利に代わるものとしては、海砂が最も有望である。日本では、主要砂利産地は山または海であり、河床侵食の問題から川砂利はこれらよりも少ない。1992年の日本での採取実績を産地別に以下に示す。

日本での砂利採取実績 (1992)

砂	割合
海砂	36.7 %
山砂	36.2 %
川砂等	27.1 %

海砂は塩分を含んでおり、コンクリート用骨材として用いるためにはこれを除去することが必要である。日本での基準 (JIS A 5308) によれば、塩分濃度 (NaCl) は 0.04%以下でなければならない。また貝殻等はふるい分けにより除く必要がある。海砂は一般に細かく、粒径も一様であり、このような場合には粒度を改善するため碎石砂を混入しなければならない。

このように海砂を使用するためには、川砂に較べてより費用や処理作業を要する。さらにどの海砂も建設材料として使用可能とは限らない。したがって海砂を用いる場合には、詳細なサンプリング調査等を行うことによって適切な採取地を選定する必要がある。

6. 流域管理計画とモニタリング計画

6.1 水資源保全地域のゾーニング

第6章では河川保全区域が提案されているが、さらに本章では、次のような目的で水資源保全地域を提案する（表 6.1.1、表 6.1.2および図 6.1.1参照）。

- (a) 適切な流出量と土砂流出量を保全する
- (b) 流域から汚濁負荷の流出を抑制する
- (c) ダム貯水地地形を湖岸沿いの望ましくない行為から防ぐ

この計画水資源保全地域は既設ムダダム、計画プリスダムおよび計画ジェニアン堰の流域を含むべきである。さらに上流域にある現行の森林保全地域も加えて、計画水資源保全区域は2,529km²、すなわち全ムダ川流域の約60.1%を占めることになる。この水資源保全地域は2,211km²の現行森林保全地域の他318km²の農業地域から成り、それぞれムダ川流域の52.5%、7.6%を占める。

このように水資源開発地域は森林保全地域と農業地域と重なるため、その管理者を誰とするかが問題となる。一方、本調査で提案している河川管理者にこれらの地域の管理を移すことは地域が拡大であることから難しい（この河川管理者に関しては第7章で詳述することとする）。したがって河川管理者が間接的に水資源保全地域を管理することを提案する。すなわち直接的な管理権は移さずそのままとし、河川管理者は森林伐採や農業行為をモニターし、河川に関係した技術的な助言を現在の管理者もしくは州政府当局に与えることとする。

6.2 流域管理とモニタリングの目的

第7章でのべるように河川管理に関して、ムダ川流域管理評議会を最高機関とし、その下に技術委員会を置きさらに技術事務局を設置する3層の構造を持つ組織を提案している。この河川管理組織は河川保全区域や水資源保全区域内の河川や土地開発行為に関係した様々なモニタリングデータを統轄して管理する（表 6.2.1参照）。このモニタリングデータに基づき、洪水防御工事、水配分や河川環境工事等のための短期的な実務を行う。さらに長期開発計画や管理計画を策定し、また図 6.2.1に示すように本調査で提案する河川管理の業務をモニタリング結果に基づいて行うこととする。

6.3 計画水文観測ネットワーク

モニタリング項目の中で水文データは最も大きな観測施設を必要とする。そこで統合水文観測ネットワークの構築を以下に述べるように新たに提案する。なお提案された水文観測ネットワークの管理・運営は第7章で詳述する河川管理組織内の技術事務局が受け持つものとする。

6.3.1 基準点

河川水文状況を一貫してモニターするため統合した基準点をまず第一に提案する。基準点の位置は既設の水位観測所の位置、主要支川合流点および主要構造物を考慮して、図 6.3.1のように決めた。

ムダ川水系計画基準点

一等基準点			二等基準点		
基準点名	河川	流域面積 (km ²)	基準点名	河川	流域面積 (km ²)
(1) ムダム	ムダ川	984	(1) テム・テイモル	ムダ川	2,377
(2) ユニツ	ムダ川	1,740	(2) ムソム	ムソ川	32
(3) ユム・ユド・オム	ムダ川	3,330	(3) ムソ・ムソ	ムソ川	233
(4) ムダム・ユトリ	ムダ川	4,010	(4) ムダム	ムダ川	4,201
(5) ムダム	ムダ川	116	(5) ムダム・ムダ	ムダ川	219
(6) ムダム・ムダ	ムダ川	704			

一等基準点は全ての河川管理業務に重要な情報を得られるように、ムダ川本川沿いと主要河川であるクティル川最下流部に置いた。

この一等基準点にはオンラインシステムを備え、即時のデータ伝送を可能とすべきである。二等基準点は、水配分または治水工事のための情報を捕うために設けるものとする。さらに三等基準点を、洪水予警報業務のため灌漑排水局によって現在管理されている4つの水位観測所に提案する。

6.3.2 雨量観測ネットワーク

現在、ムダ川流域内には15の雨量観測所があるが、流域下流部に偏在しており、上

流域の水資源保全地域内での流水量を推定することは難しい状況にある（図 6.3.2）。そこで10ヶ所の雨量観測所を新たに水資源保全地域内に設置することを提案する。全ての雨量観測所は既設道路または水路を通じてアクセス可能である。

6.3.3 河川水文観測ネットワーク

河川水文観測所を各基準点に設定することを提案する。全観測所数は15、その内、一等観測所が6、二等観測所が5、そして三等観測所が4ヶ所である。一等観測所は全て既設の観測所を転用することとし、したがって過去の観測記録はそのまま今後の観測記録と同様に利用できることになる。一方、二等観測所はムダ堰観測所を除いて新設となる。各観測所での観測項目を以下に示す。

計 画 河 川 水 文 観 測 所

等級	観測所数	位 置	観 測 項 目
一等	6	一等基準点	水位、流量、流砂量、水質
二等	5	二等基準点	水位、流量、水質
三等	4	洪水予警報用既設観測所	水位

6.3.4 全国河川情報システムの必要性

マレーシア全国の1,500以上の河川で常襲的な洪水に悩まされており、また頻発する水不足の問題も深刻である。このような河川に関連した問題は河川管理面での不備が主たる原因となっており、全国規模での河川モニタリングシステムの確立等を含めたソフトな河川管理にまず第一歩を踏み出すべきである。

全国規模の河川モニタリングシステムは計画、設計、普段の維持管理の目的にすぐ役立つ、必要なときに甚速な対応がとれることになる。このシステムによってモニターされた河川情報は実際、量も莫大でかつ動的でもあり、頻繁に更新され、また計画的に蓄積されなくてはならない。したがってコンピュータを利用した情報システムは河川管理の効果を上げていくために非常に重要な手段となる。

マレーシア政府は日本の技術協力プログラムを通じての全国河川情報システムの設立に強い意欲を持っている。この全国河川情報システムは前述した総合河川管理に有効であり、その管理・運営組織の検討を踏まえた早期実施が強く望まれる。

7. 河川管理のための組織・法制度

現況の政府組織構造との整合性を果たせることを考え、ムダ川流域の河川管理組織として、トップに「ムダ川流域管理評議会」、それを支える「技術委員会」、またその下の「技術事務局」という3層の組織構造を提案する。

ムダ川流域河川管理者組織

組 織	会 員	機能及び業務範囲
ムダ川流域総合管理評議会	<ol style="list-style-type: none"> ケダ、ペナン州経済企画庁 ケダ、ペナン州灌漑排水局 ペナン水道局 ケダ、ペナン州土地・鉱務局 ケダ州森林局 ケダ州公共事業局水供給部 	<ol style="list-style-type: none"> ムダ川流域水資源開発・運営に係わる長期計画及び5ヶ年基本計画の承認 水利用・供給優先順位、洪水防御方法、河川管理区域、河川環境管理等に関する基本計画の承認 異常洪水及び異常洪水時の緊急活動の承認 河川取水及び河川流水の価格設定基本指針の承認
技術委員会	<ol style="list-style-type: none"> ケダ、ペナン州灌漑排水局 ムダ農業開発公社 ペナン水道局 ケダ州公共事業局水供給部 ケダ州森林局 ケダ州町村計画局 ケダ、ペナン州土地、鉱山局 	<ol style="list-style-type: none"> 各種水資源開発の統合・調整によるムダ川水資源の合理的な運営の推進と実施 ムダ川流域水資源開発・運営に係わる長期計画及び5ヶ年基本計画の策定 洪水時の水不足に対する水利用優先順位決定のための手順策定 流域及び河川の洪水・侵食被害に対する防御・調整事業のための指針、手順策定 ムダ川流域総合管理評議会への参考資料及び承認申請を目的としたムダ川流域管理のための政策、法令案の作成 ムダ川流域内の各種政府機関による異なる開発・運営計画の調整と統合 ムダ川流域内の土地利用計画及び地目変更と水資源・運営との間の調整
技術事務局	中央政府の灌漑排水局	<ol style="list-style-type: none"> ケダ、ペナン州現行政府機関の所有する水文資料、取水資料、水利用資料及び水汚染資料の収集 長期及び5ヶ年りゅうい計画、運営基本計画案策定に向けての各種開発計画、運営計画、設計規準等の収集 ムダ川流域内の水資源に重要な悪影響を及ぼすと評価される全ての域内活動の監視 基本計画実施にあたり遭遇すると予測される課題・問題点に対する解決案の技術委員会への提出 河川砂利採取、河川管理区間の指定等の流域管理に係わる事項に対する適切な運営案の技術委員会への提出 それが適当であり、ムダ川流域管理評議会の承認が得られる場合、ムダ川河川管理者として活動 ムダ川河川管理者の指示がある場合、洪水・洪水対策活動の強化実施

ケダ、ペナン両州の関連政府機関と協議し、さらにそれら政府機関との合意の結果上記組織に関して以下の組織体系案を提案した。

- (1) 上記組織の中で「ムダ川流域管理評議会」はケダ州の適当な執行評議会(BXCO)のメンバーの一人を議長とし、その事務局をケダ州の経済企画庁とする。
- (2) 「技術委員会」の議長は連邦政府灌漑排水局河川部長とする。
- (3) 「技術事務局」は灌漑排水局の管轄する連邦政府組織とし、さらにその事務所はケダ州灌漑排水局内に配置する。

ムダ川の総合管理のための費用をまかなうため、ムダ川から直接取水している主要な水供給者から取水料金をこの管理評議会が徴収することも考えられる。その取水料金は水量や水の使用目的によって決定されるべきである。また汚水源に対しても汚水量や汚濁の程度に応じて料金を徴収することもできよう。

ここで提案している組織制度は、現行の政府組織に基づいて設立されたものである。全く新しい組織は「技術事務局」だけであり、中央政府の灌漑排水局の支援を受け、灌漑排水局内に設置することとする。したがってわずかな追加費用で、今すぐにも設立可能な組織制度といえよう。

まず初めに「技術事務局」はムダ川のモニタリングシステムのための中央照査機関とする。この事務局は、現況において様々な政府官庁・機関で行われているモニタリング業務をただちには引き継がないこととする。それらに対し、新しく必要となるモニタリングについての助言や、新しい観測機器購入のための中央政府からの予算を与えること等によって、既存システムの改良、高度化をまず目指すこととする。また「技術事務局」は既応の観測データを統合、照査し、必要ならば解析も行う。この「技術事務局」が機能し始めるにしたがい、徐々に既応の政府官庁・機関で行われている観測業務を引き継ぎ、流域規模の統合したモニタリング体制を確立していくこととする。

8. 建設計画

治水計画、水資源管理計画そして河川環境管理計画の3つの分野で提案されている構造物について、建設実施計画を作成し、またその事業費を算定した。

8.1 実施計画

計画施設の工事数量や前述した建設条件に基づき、以下のように実施計画を作成した(図 8.1.1)。

建設実施計画

工 事 項 目	マレーシア5ヵ年計画に配分した実施機関					
	準備/詳細設計			建設工事		
	第7次 (1996- 2000)	第8次 (2001- 2005)	第9次 (2006- 2010)	第7次 (1996- 2000)	第8次 (2001- 2005)	第9次 (2006- 2010)
1. 治水						
1.1 ムダ川下流部		○				○
1.2 その他		○			○	
2. 水資源管理						
2.1 カスガム	○			○		
2.2 ユニア転流システム	○	○			○	
2.3 マカム	○	○			○	
2.4 マンガム	○	○			○	○
3. 河川環境管理						
3.1 河川空間開発		○			○	○
3.2 ガム湖岸開発	○			○		

また、このような構造物建設や建設後の統合的な施設運用を容易にするため、流域管理計画とモニタリング計画を次のマレーシア5ヵ年計画において完了することを提案する。

事 業 費

単位 (千円)

項 目	外 貨	内 貨	計
1 治水計画 (河道改修)			
1.1 夕川下流部	171,143	152,443	323,586
1.2 夕川・夕川	6,944	11,270	18,264
1.3 夕川	3,031	6,779	9,810
1.4 夕川	2,212	5,138	7,350
小計	183,380	175,630	359,010
2 水資源管理計画			
2.1 夕川	75,505	100,056	175,561
2.2 夕川転流工夕川	56,576	109,509	166,086
2.3 夕川	49,750	78,806	128,556
小計	181,831	288,371	470,203
3 河川環境管理計画	10,977	31,224	42,201
総計	376,188	496,225	871,414

(注) 上記事業費には物価上昇は考慮されていない

9. 事業評価

9.1 経済評価

治水、水資源管理と河川環境管理の分野における施設建設事業について経済評価解析を行った。以下に各分野毎の経済的内部収益率(BIRR)を示す。

各分野施設対策事業の経済的内部収益率

分 野	計 画	経済的内部収益率 (%)
治水	4 対象区間の河道改修	8.3
水資源管理	カスガム、ナカガム、レマンダム、ジェニア転流工	13.3
河川環境管理	河川空間環境整備、ムダダムおよびカスガムの湖岸環境整備	23.8
全体		13.6

国際機関による解析によると、資本の機会費用は10~12%と推定されている。本調査で提案した事業の中で、水資源管理事業と河川環境管理事業の内部収益率は10~12%という資本の機会費用を上回り、その事業化は経済的に正当である。

一方、治水事業のそれは資本の機会費用と較べて若干小さい。しかしながら治水事業は社会環境の安定や地域経済の振興に不可欠である。したがって、経済的な実行可能性にはかならずしもこだわらず、治水事業の実施を提唱する。

9.2 環境影響評価

予備環境影響評価を治水、水資源開発、河川環境改善の施設対策事業に対して環境影響評価を行った。

分 野	対 象 施 設 事 業
治水	ムダ川下流部河道改修
水資源管理	ブリスダム、ジェニアン転流工 (ナオク、レマンダム建設を含む)
河川環境管理	河川空間環境整備、ムダダムおよびブリスダムの湖岸環境整備

環境影響評価結果を表 12.2.1 ～ 12.2.6 の評価マトリックスにまとめた。これによれば、顕著な悪影響が予測されるのは、家屋移転、コミュニティーの分断、土地侵食そして水質汚濁の4項目である。これらの問題に対する対策とモニタリング項目を以下に提案する。

予測される問題に対する対策とモニタリング項目

予測される問題点	原因	対策	必要となるモニタリング項目
家屋移転	1. カスガ 2. ユニオン転流工 3. 河道改修 4. カナリア レクリエーション公園	1. 住民との調整 2. 理にかなった補償 3. 移転住民への適切な収入面の援助と指導 4. 移転住民の意向に沿った移転地の用意	1. 移転住民の生活状況 2. 地域社会経済 3. 同様な事業による移転の事例 4. 移転先の土地状況
コミュニティーの分断	カスガ	1. 移転しない住民に対する補償 2. 新しい交通ネットワークの建設 3. 行政区の再構成 4. 新しい通信サービスの設立	1. 地域社会経済 2. 新しい交通システム 3. 移転しない住民をも含めた生活状況
土地侵食	1. カスガ 2. ユニオン転流工	1. 浚渫 2. 植樹 3. 土地利用制限	1. 地形、地質、土質 2. 植生
水質汚濁	1. カスガ 2. ユニオン転流工 3. カスガレクリエーション公園	1. 汚濁負荷の抑制 2. 貯水地の湛水前の貯水池内の植生の除去	1. 汚濁源 2. 貯水池および河道内の水利用 3. 水質観測

付 表

表 2.3.1 ムダ川流域とケダ州の現況土地利用

Item	Muda River Basin		Kedah State	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
1. Agricultural land	1,771	42.06	4,756	51.22
(1) Mixed Horticulture	163	3.88	426	4.59
(2) Rubber	1,393	33.09	2,504	26.96
(3) Oil Palm	76	1.80	219	2.36
(4) Paddy	131	3.11	1,448	15.60
(5) Others	8	0.18	158	1.70
2. Non-Agricultural Land	2,439	57.94	4,530	48.78
(1) Urban and Associated Area	2	0.05	122	1.31
(2) Forest	2,361	56.09	3,944	42.47
(a) Forest	2,251	53.46	3,483	37.51
(b) Scrub Forest	109	2.59	334	3.60
(c) Scrub Grass	2	0.04	127	1.37
(3) Newly Cleared Land	62	1.48	129	1.39
(4) Lake & Swamp	14	0.33	162	1.75
(5) Others	Nil	0.00	172	0.00
Grand Total	4,210	100.00	9,285	100.00

Source : Land use map from Ministry of Agriculture
Development Statistics of Kedah Darul Aman

表 4.3.1 ダム貯水池の年最小貯水量 (水不足期間を最小とする運用ルール)

(unit : 1,000 cum)

YEAR	MUDA & PEDU	AHNING	BERIS	NAOK & REMAN
1962	624223.0	200000.0	103248.9	267400.0
1963	287147.8	200000.0	75563.0	215923.7
1964	278996.3	200000.0	68798.3	150420.9
1965	293876.3	200000.0	85888.4	190875.9
1966	597117.0	200000.0	108456.1	267400.0
1967	787351.9	200000.0	101440.8	267400.0
1968	594455.5	200000.0	89542.9	267400.0
1969	620740.6	200000.0	100808.2	267400.0
1970	519093.4	200000.0	95799.3	267400.0
1971	743949.0	200000.0	105582.5	267400.0
1972	736923.1	200000.0	96455.6	267400.0
1973	963170.9	200000.0	105435.4	267400.0
1974	783514.1	200000.0	101982.2	267400.0
1975	700277.5	200000.0	101889.4	267400.0
1976	789776.6	200000.0	96531.3	267400.0
1977	571171.5	200000.0	53826.1	267400.0
1978	369350.2	200000.0	57689.3	236520.2
1979	131262.5	117453.3	.0	53741.5
1980	32190.9	40251.5	.0	1960.6
1981	137943.4	63082.2	.0	108542.3
1982	.0	.0	.0	.0
1983	.0	.0	.0	.0
1984	100817.8	50968.5	11018.2	137816.4
1985	40368.5	21459.1	23538.7	68117.5
1986	37122.0	34090.2	41397.8	110946.4
1987	.0	2295.4	42334.0	57430.8
1988	416646.3	88984.5	96885.6	267400.0
1989	795413.1	180796.0	107331.4	267400.0
1990	585031.0	199540.8	100599.1	267400.0
1991	387034.6	199680.2	91097.0	253044.7

表 4.3.2 ダム貯水池の年最小貯水量 (最適運用ルール)

(unit : 1,000 cum)

YEAR	MUDA & PEDU	AHNING	BERIS	NAOK & REMAN
1962	624223.0	200000.0	103248.9	267400.0
1963	287147.8	200000.0	75563.0	215923.7
1964	278996.3	200000.0	68798.3	150420.9
1965	293876.3	200000.0	85888.4	190875.9
1966	597117.0	200000.0	108456.1	267400.0
1967	787351.9	200000.0	101440.8	267400.0
1968	594455.5	200000.0	89542.9	267400.0
1969	620740.6	200000.0	100808.2	267400.0
1970	519093.4	200000.0	95799.3	267400.0
1971	743949.0	200000.0	105582.5	267400.0
1972	736923.1	200000.0	96455.6	267400.0
1973	963170.9	200000.0	105435.4	267400.0
1974	783514.1	200000.0	101982.2	267400.0
1975	700277.5	200000.0	101889.4	267400.0
1976	789776.6	200000.0	96531.3	267400.0
1977	571171.5	200000.0	53826.1	267400.0
1978	369350.2	200000.0	57689.3	236520.2
1979	131262.5	117453.3	.0	53741.5
1980	57911.3	57029.5	.0	11315.6
1981	154100.4	82312.9	.0	118784.8
1982	.1	602.5	.0	7129.3
1983	55366.5	.0	.0	12.6
1984	132504.4	68725.2	11159.1	154839.2
1985	80139.9	33433.8	23850.9	80870.0
1986	67929.9	47860.1	41756.0	120688.8
1987	17996.1	36335.2	42884.4	70555.6
1988	435681.6	123757.6	97483.2	267400.0
1989	795761.0	199861.5	107331.4	267400.0
1990	585031.0	199540.8	100599.1	267400.0
1991	387034.6	199680.2	91097.0	253044.7

表 6.1.1 流域ゾーニングの範囲と目的

Classified Zone		Extent	Size		Purpose
			(km ²)	(%)	
Water Source Reserve Area	Zone 1	Present forest reserve area surrounding dam reservoir *1	240 *2	5.7	<ul style="list-style-type: none"> • Preserve the water quality, beatification/ morphology of the dam reservoir • Restrain the basin sediment yield, and polluted runoff discharge to dam reservoir. • Preserve the basin waster storage capacity.
	Zone 2	Present forest reserve area in dam catchment area other than Zone 1.	849 *3	20.1	
	Zone 3	Present cultivation area in the proposed dam catchment area	63 *4	1.5	
	Zone 4	Present forest reserve area in non-dam catchment area	1,142	27.1	
	Zone 5	Present cultivation area to critically effect river water quality and basin runoff condition	255	6.1	
	Sub-total (Present Forest Reserve Area:) (Present Cultivation Area :)		2,529 (2,211) (318)	60.0 (52.5) (7.5)	
River Reserve and Controlled Area	Zone 6	Probable flood inundation area (100-year return period) and shore belt of dam reservoirs	57	1.4	Facilitate river improvement, preserve flood retarding effect; protect river from undesirable activities, and minimize damages caused by flood and channel crossion/ meandering
Potential Land Development Area	Zone 7	Area other than those belonged to above classifications.	1,624	38.6	Use as the potential urban, industrial and agricultural development land.
Grand Total			4,210	100.0	

Note *1 Exclude the shore belt where the detailed zoning plan will be formulated as a part of river reserve area (Zone 6).

*2 Composed of 155 km² for Muda dam and 85 km² for the proposed Beris dam.

*3: Applied solely to the catchment area of Muda dam.

*4: Composed of 31 km² for the proposed Beris dam and 32 km² for the proposed Reman dam.

表 6.1.2 流域ゾーニングのためのモニタリング項目と必要な活動

Classified Zone		Required Activities	Monitoring Items	
			River Basin and Corridor	River and Dam Reservoir
Water Source Reserve Area	Zone 1	<ul style="list-style-type: none"> Freeze any logging activities 	<ul style="list-style-type: none"> Logging activities 	<ul style="list-style-type: none"> Dam inflow and outflow discharge Dam inflow and outflow sediment volume
	Zone 2	<ul style="list-style-type: none"> Provide technical reference on the logging activities, if necessary. 	<ul style="list-style-type: none"> Logging activities 	<ul style="list-style-type: none"> Water quality of dam reservoir Fauna and flora in dam reservoir
	Zone 3	<ul style="list-style-type: none"> Provide technical reference on the agricultural activities, if necessary. 	<ul style="list-style-type: none"> Agricultural activities Alienation or temporary occupation of the land 	<ul style="list-style-type: none"> Basin run-off discharge Basin run-off sediment load River water quality
	Zone 4	<ul style="list-style-type: none"> Provide technical reference on the logging activities, if necessary. 	<ul style="list-style-type: none"> Logging activities 	<ul style="list-style-type: none"> Fauna and flora
	Zone 5	<ul style="list-style-type: none"> Provide technical reference on the agricultural activities, if necessary. 	<ul style="list-style-type: none"> Agricultural activities Alienation or temporary occupation of the land 	
River Reserve and Controlled Area	Zone 6	<ul style="list-style-type: none"> Control the excessive land development activities Control the illegal sand mining and other water works. 	<ul style="list-style-type: none"> Agro-tourism/resort development Agricultural activities Conversion of land Land development Flood damage potential 	<ul style="list-style-type: none"> River flow discharge Scenery of river channel Morphology of river channel Water quality of river flow Sand mining activities Fauna and flora

表 6.2.1 流域総合管理のための全モニタリング項目とその目的

Monitoring Item	Monitoring Measure	Monitoring Purpose											
		Flood Management				Water Resources Management				River Environment Management			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
1. Monitoring of River													
1.1 River Hydrology 1 (Water Level & Discharge)	Gauging	●	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○
1.2 River Hydrology 2 (Suspended Sediment & River Bed Material)	Sampling & Laboratory Test	*	*				*	*	*				○
1.3 River Hydrology 3	Sampling & Laboratory Test							○	○	○	○		
1.4 River Hydrology 4 (Water Quality & Pollutant Source)	Gauging		○	*			●	●	●				
1.5 River Morphology (Inflow & Outflow of Dam & Barrage)	Channel Survey & On-site Inspection				○					○	○	○	○
1.6 Water Abstraction Volume at Intake Point	Gauging						●	●	●				
1.7 Sand Mining (Location/Mining Volume/Mining Measure)	Notification & On-site Inspection				○					○	○	○	○
1.8 Construction of River Structure (Bridge, Water Pipe, River Bank, etc.)	Notification & On-site Inspection									○	○	○	○
1.9 Fauna and Flora	On-site Inspection									○	○	○	○
1.10 Damages caused by Actual Flood	On-site Inspection				○								
1.11 Navigation	Notification & On-site Inspection												○
2. Monitoring of Watershed and River Corridor													
2.1 Watershed Hydrology (Rainfall and Evaporation)	Gauging	●	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
2.2 Land Use of Watershed and River Corridor (Vegetation/Land Development)	Survey on Aerial photograph	*	*				*	*	*				
2.3 Infrastructure (Road Network, Water Supply Network, etc.)	Notification & On-site Inspection									○	○	○	○

Note: ● = Existing ○ = Proposed * = Real Time Monitoring

表 12.2.1 ムダ川下流部河道改修事業の評価マトリックス

Environment Factors	Breakdown of Project / Scheme				Remarks
	Activities			Existence of Structures	
	Site Invest.	Construction	O & M		
1. Social Environment					
1.1 Resettlement	N	U1	N	A2	Some houses relocated
1.2 Economic Activities	N	B2	B1	N	Increase of income/job
1.3 Transportation / Public Facilities	N	N	N	N	
1.4 Division of Communities	N	A1	N	N	
1.5 Archaeological / Cultural Heritage	U1	U1	U1	U1	No significant site
1.6 Vested Right	U1	U1	U1	U1	No definite right now
1.7 Health and Hygiene	N	A1	N	U1	
1.8 Waste Disposal	A1	A1	A1	N	
1.9 Accident	N	A1	N	N	
2. Natural Environment					
2.1 Topography and Geology	N	U1	N	A1	
2.2 Soil Erosion	A1	A1	N	N	
2.3 Ground Water	N	N	N	U1	
2.4 River and Reservoir / pond	N	A1	N	A1	
2.5 Coastal Zone	N	N	N	B1	River mouth improved
2.6 Fauna (Wildlife)	N	U1	N	U1	No valuable species
2.7 Flora (Vegetation)	N	A1	N	U1	
2.8 Climate	N	N	N	N	
2.9 Landscape	N	A1	N	B1	
3. Public Nuisance					
3.1 Air Pollution	N	N	N	N	
3.2 Water Pollution	N	A1	N	N	
3.3 Soil Contamination	N	A1	N	N	
3.4 Noise and Vibration	A1	A1	N	N	
3.5 Ground Subsidence	N	N	N	N	
3.6 Odour	N	A1	N	U1	

Assessment Classification

A1 : Adverse impact - minor

A2 : Adverse impact - medium / moderate

A3 : Adverse impact - major / significant

U1 : Unknow due to insufficient data but probably minor impact (A1) or no adverse impact

U2 : Unknow due to insufficient data but probably adverse impact (A2 or A3)

N : No adverse impact

B1 : Beneficial / positive impact - minor

B2 : Beneficial / positive impact - major

表 12.2.2 プリスダム建設事業の評価マトリックス

Environment Factors	Breakdown of Project / Scheme				Remarks
	Activities			Existence of Structures	
	Site Invest.	Construction	O & M		
1. Social Environment					
1.1 Resettlement	N	U1	N	A3	Some villages submerged
1.2 Economic Activities	N	B2	B1	B2	Increase of income/job
1.3 Transportation / Public Facilities	N	A1	N	B1	More convenient by the project
1.4 Division of Communities	N	A2	N	A2	Due to resettlement
1.5 Archaeological / Cultural Heritage	U1	U1	U1	U1	No significant site
1.6 Vested Right	U1	U1	U1	U1	No definite right now
1.7 Health and Hygiene	N	A1	N	U1	Generally not significant
1.8 Waste Disposal	A1	A1	A1	N	Increase of waste
1.9 Accident	N	A1	N	N	Only during construction
2. Natural Environment					
2.1 Topography and Geology	A1	U1	N	A1	Effect not significant
2.2 Soil Erosion	A1	A2	N	A2	By logging & land clearing
2.3 Ground Water	N	N	N	U1	
2.4 River and Reservoir / pond	N	N	N	A1	
2.5 Coastal Zone	N	N	N	A1	Far to the coast
2.6 Fauna (Wildlife)	N	A1	N	U1	No valuable species
2.7 Flora (Vegetation)	N	A1	N	U1	Forest logging
2.8 Climate	N	N	N	N	
2.9 Landscape	N	A1	N	B2	Beautiful water front
3. Public Nuisance					
3.1 Air Pollution	N	N	N	N	
3.2 Water Pollution	N	A2	N	U1	Reservoir eutrophication
3.3 Soil Contamination	N	A1	N	N	
3.4 Noise and Vibration	A1	A1	N	N	
3.5 Ground Subsidence	N	N	N	N	
3.6 Odour	N	A1	N	U1	

Assessment Classification

A1 : Adverse impact - minor

A2 : Adverse impact - medium / moderate

A3 : Adverse impact - major / significant

U1 : Unknown due to insufficient data but probably minor impact (A1) or no adverse impact

U2 : Unknown due to insufficient data but probably adverse impact (A2 or A3)

N : No adverse impact

B1 : Beneficial / positive impact - minor

B2 : Beneficial / positive impact - major

表 12.2.3 ジェニアン転流工建設事業の評価マトリックス

Environment Factors	Breakdown of Project / Scheme				Remarks
	Activities			Existence of Structures	
	Site Invest.	Construction	O & M		
1. Social Environment					
1.1 Resettlement	N	U1	N	A2	Some houses submerged
1.2 Economic Activities	N	B2	B1	B1	Increase of income/job
1.3 Transportation / Public Facilities	N	A1	N	B1	More convenient by the project
1.4 Division of Communities	N	A1	N	A1	
1.5 Archaeological / Cultural Heritage	U1	U1	U1	U1	No significant site
1.6 Vested Right	U1	U1	U1	U1	No definite right now
1.7 Health and Hygiene	N	A1	N	U1	Generally not significant
1.8 Waste Disposal	A1	A1	A1	N	Increase of waste
1.9 Accident	N	A1	N	N	Only during construction
2. Natural Environment					
2.1 Topography and Geology	A1	U1	N	A1	Effect not significant
2.2 Soil Erosion	A1	A2	N	A1	By logging & land clearing
2.3 Ground Water	N	N	N	U1	
2.4 River and Reservoir / pond	N	N	N	A1	
2.5 Coastal Zone	N	N	N	A1	Far to the coast
2.6 Fauna (Wildlife)	N	U1	N	U1	No valuable speices
2.7 Flora (Vegetation)	N	U1	N	U1	Forest logging
2.8 Climate	N	N	N	N	
2.9 Landscape	N	A1	N	B2	Beautiful water front
3. Public Nuisance					
3.1 Air Pollution	N	N	N	N	
3.2 Water Pollution	N	A2	N	U1	Reservoir nutrification
3.3 Soil Contamination	N	A1	N	N	
3.4 Noise and Vibration	A1	A1	N	N	
3.5 Ground Subsidence	N	N	N	N	
3.6 Odour	N	A1	N	U1	

Assessment Classification

A1 : Adverse impact - minor

A2 : Adverse impact - medium / moderate

A3 : Adverse impact - major / significant

U1 : Unknow due to insufficient data but probably minor impact (A1) or no adverse impact

U2 : Unknow due to insufficient data but probably adverse impact (A2 or A3)

N : No adverse impact

B1 : Beneficial / positive impact - minor

B2 : Beneficial / positive impact - major

表 12.2.4 ブリスダム貯水池レクリエーション公園整備事業評価マトリックス

Environment Factors	Breakdown of Project / Scheme				Remarks
	Activities			Existence of Structures	
	Site Invest.	Construction	O & M		
1. Social Environment					
1.1 Resettlement	N	U1	N	U1	
1.2 Economic Activities	N	B2	B1	B2	Increase of income/job
1.3 Transportation / Public Facilities	N	A1	N	B1	More convenient
1.4 Division of Communities	N	N	N	N	
1.5 Archaeological / Cultural Heritage	U1	U1	U1	U1	No significant site
1.6 Vested Right	U1	U1	U1	U1	No definite right now
1.7 Health and Hygiene	N	A1	N	U1	
1.8 Waste Disposal	A1	A1	A1	A1	Depend on management
1.9 Accident	N	A1	N	N	
2. Natural Environment					
2.1 Topography and Geology	N	U1	N	A1	
2.2 Soil Erosion	A1	A1	N	A1	
2.3 Ground Water	N	N	N	U1	
2.4 River and Reservoir / pond	N	N	N	N	
2.5 Coastal Zone	N	N	N	N	
2.6 Fauna (Wildlife)	N	U1	N	U1	
2.7 Flora (Vegetation)	N	A1	N	A1	
2.8 Climate	N	N	N	N	
2.9 Landscape	N	A1	N	B2	Beautiful park
3. Public Nuisance					
3.1 Air Pollution	N	N	N	N	
3.2 Water Pollution	N	A1	N	A2	Drainage from park
3.3 Soil Contamination	N	A1	N	N	
3.4 Noise and Vibration	N	A1	N	N	
3.5 Ground Subsidence	N	N	N	N	
3.6 Odour	N	A1	N	U1	

Assessment Classification

A1 : Adverse impact - minor

A2 : Adverse impact - medium / moderate

A3 : Adverse impact - major / significant

U1 : Unknow due to insufficient data but probably minor impact (A1) or no adverse impact

U2 : Unknow due to insufficient data but probably adverse impact (A2 or A3)

N : No adverse impact

B1 : Beneficial / positive impact - minor

B2 : Beneficial / positive impact - major

表 12.2.5 ムダ堰レクリエーション公園整備事業評価マトリックス

Environment Factors	Breakdown of Project / Scheme				Remarks
	Activities			Existence of Structures	
	Site Invest.	Construction	O & M		
1. Social Environment					
1.1 Resettlement	N	U1	N	N	
1.2 Economic Activities	N	B2	B1	B1	Increase of income/job
1.3 Transportation / Public Facilities	N	A1	N	B1	
1.4 Division of Communities	N	N	N	N	
1.5 Archaeological / Cultural Heritage	N	U1	N	U1	Existing Muda barrage
1.6 Vested Right	N	U1	N	U1	No definite right now
1.7 Health and Hygiene	N	A1	N	U1	
1.8 Waste Disposal	A1	A1	A1	A1	Depend on management
1.9 Accident	N	A1	N	N	
2. Natural Environment					
2.1 Topography and Geology	N	U1	N	U1	
2.2 Soil Erosion	A1	A1	N	N	
2.3 Ground Water	N	N	N	U1	
2.4 River and Reservoir / pond	N	A1	N	A1	Cut off of river
2.5 Coastal Zone	N	N	N	N	
2.6 Fauna (Wildlife)	N	N	N	N	No valuable species
2.7 Flora (Vegetation)	A1	N	N	N	
2.8 Climate	N	N	N	N	
2.9 Landscape	N	A1	N	B2	Beautiful park & water front
3. Public Nuisance					
3.1 Air Pollution	N	N	N	N	
3.2 Water Pollution	N	A1	N	U1	
3.3 Soil Contamination	N	A1	N	N	
3.4 Noise and Vibration	N	A1	N	N	
3.5 Ground Subsidence	N	N	N	N	
3.6 Odour	N	A1	N	N	

Assessment Classification

A1 : Adverse impact - minor

A2 : Adverse impact - medium / moderate

A3 : Adverse impact - major / significant

U1 : Unknow due to insufficient data but probably minor impact (A1) or no adverse impact

U2 : Unknow due to insufficient data but probably adverse impact (A2 or A3)

N : No adverse impact

B1 : Beneficial / positive impact - minor

B2 : Beneficial / positive impact - major

表 12.2.6 プンプン・リマレクリエーション公園整備事業評価マトリックス

Environment Factors	Breakdown of Project / Scheme				Remarks
	Activities			Existence of Structures	
	Site Invest.	Construction	O & M		
1. Social Environment					
1.1 Resettlement	N	U1	N	A2	Some houses relocated
1.2 Economic Activities	N	B2	B1	B1	Increase of income/job
1.3 Transportation / Public Facilities	N	A1	N	B1	
1.4 Division of Communities	N	N	N	N	
1.5 Archaeological / Cultural Heritage	N	U1	N	U1	Existing Muda barrage
1.6 Vested Right	N	U1	N	U1	No definite right now
1.7 Health and Hygiene	N	A1	N	U1	
1.8 Waste Disposal	A1	A1	A1	A1	Depend on management
1.9 Accident	N	A1	N	N	
2. Natural Environment					
2.1 Topography and Geology	N	U1	N	U1	
2.2 Soil Erosion	A1	A1	N	N	
2.3 Ground Water	N	N	N	U1	
2.4 River and Reservoir / pond	N	A1	N	A1	Cut off of river
2.5 Coastal Zone	N	N	N	N	
2.6 Fauna (Wildlife)	N	N	N	U1	No valuable species
2.7 Flora (Vegetation)	N	N	N	N	
2.8 Climate	N	N	N	N	
2.9 Landscape	N	A1	N	B2	Beautiful park & water front
3. Public Nuisance					
3.1 Air Pollution	N	N	N	N	
3.2 Water Pollution	N	A1	N	U1	
3.3 Soil Contamination	N	A1	N	N	
3.4 Noise and Vibration	N	A1	N	N	
3.5 Ground Subsidence	N	N	N	N	
3.6 Odour	N	A1	N	N	

Assessment Classification

A1 : Adverse impact - minor

A2 : Adverse impact - medium / moderate

A3 : Adverse impact - major / significant

U1 : Unknow due to insufficient data but probably minor impact (A1) or no adverse impact

U2 : Unknow due to insufficient data but probably adverse impact (A2 or A3)

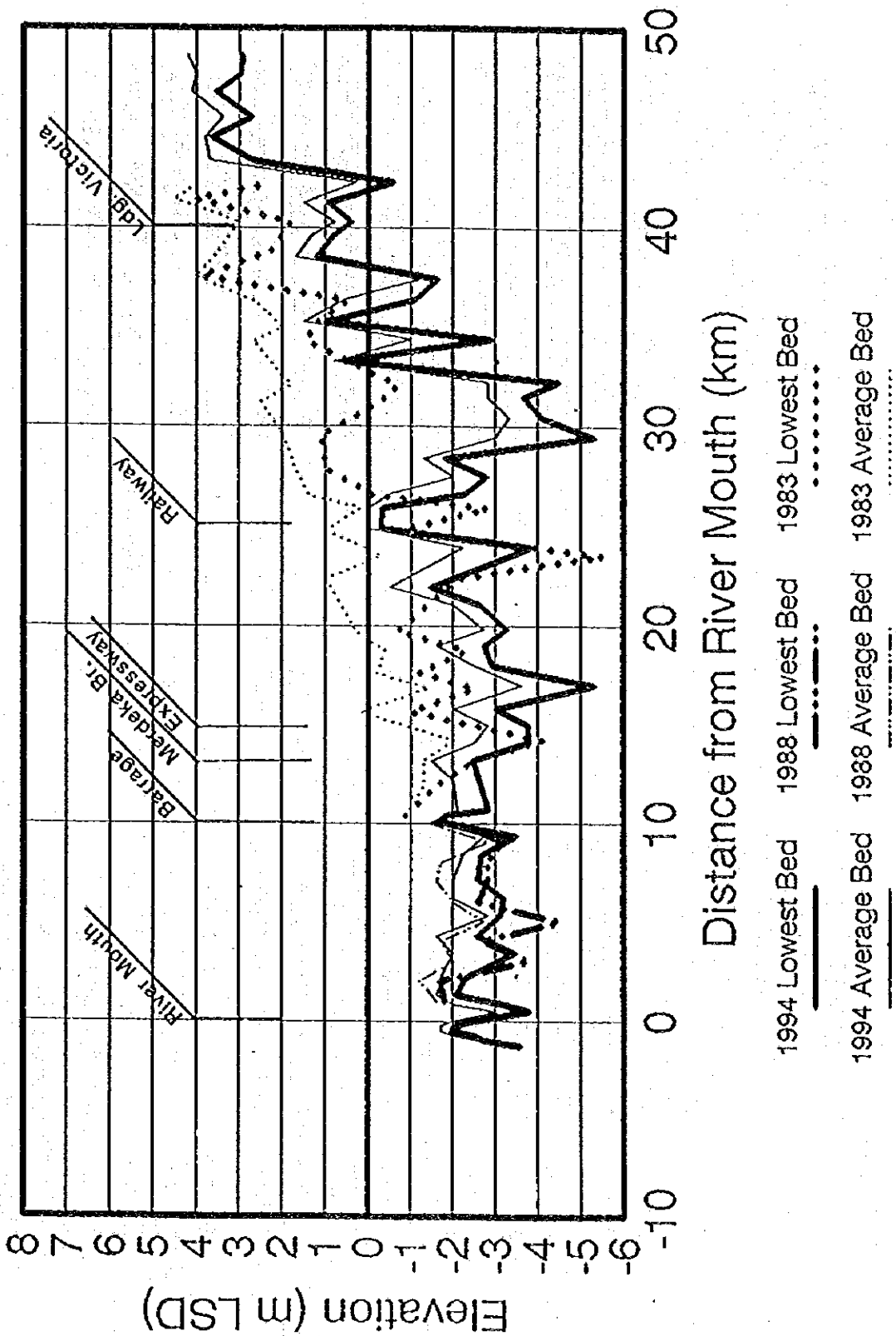
N : No adverse impact

B1 : Beneficial / positive impact - minor

B2 : Beneficial / positive impact - major

付 図

Muda River

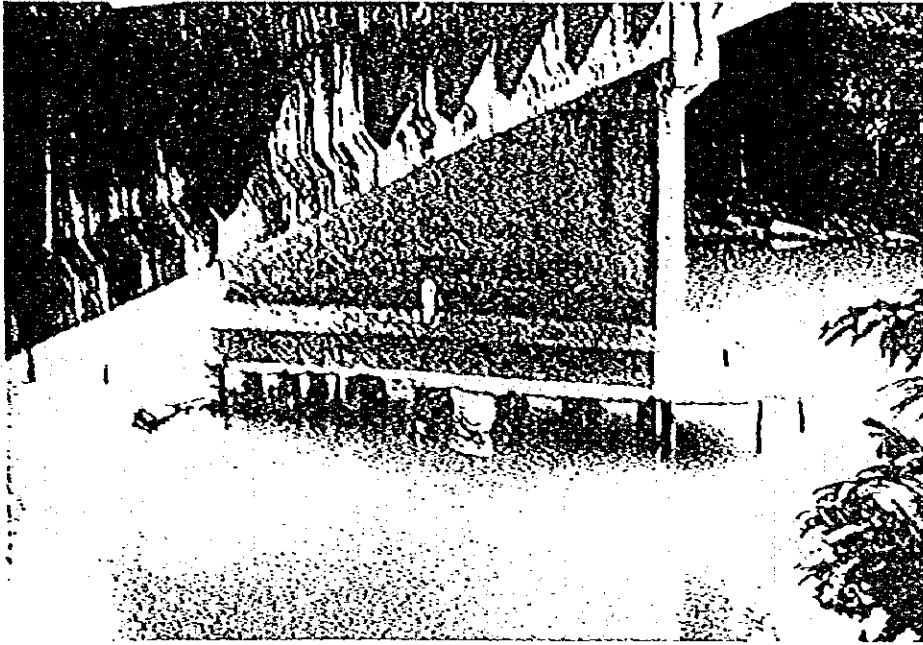


COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

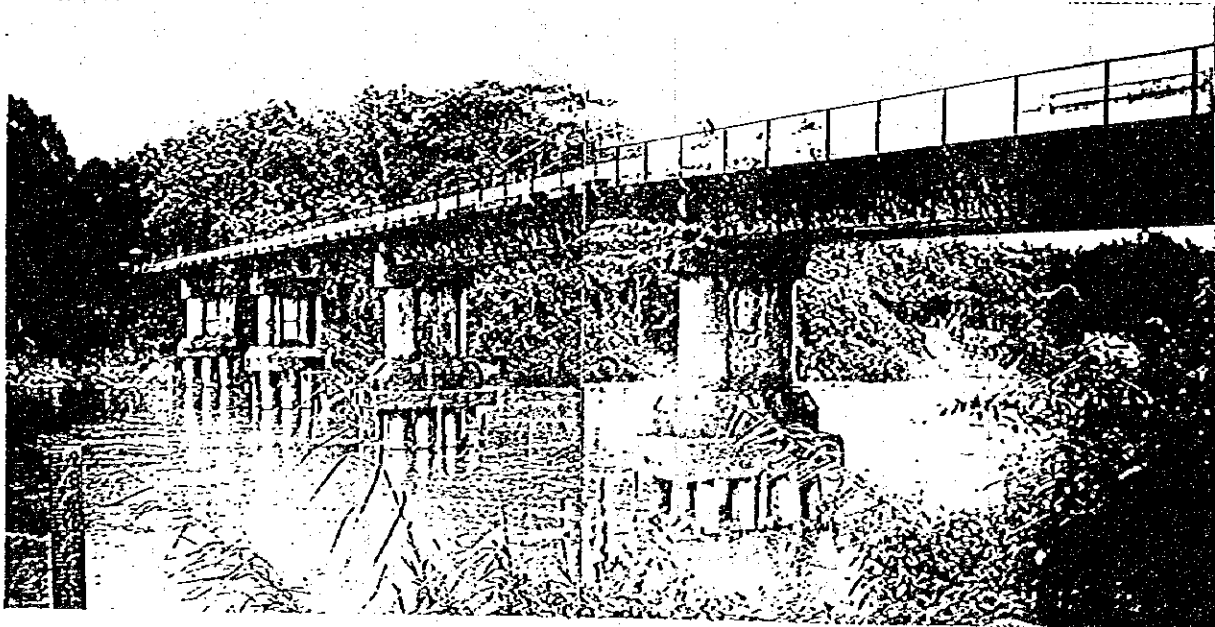
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.1.1

ムダ川河床高の変化



(1) Bridge Crossing Ketil River 1km Upstream of Muda River



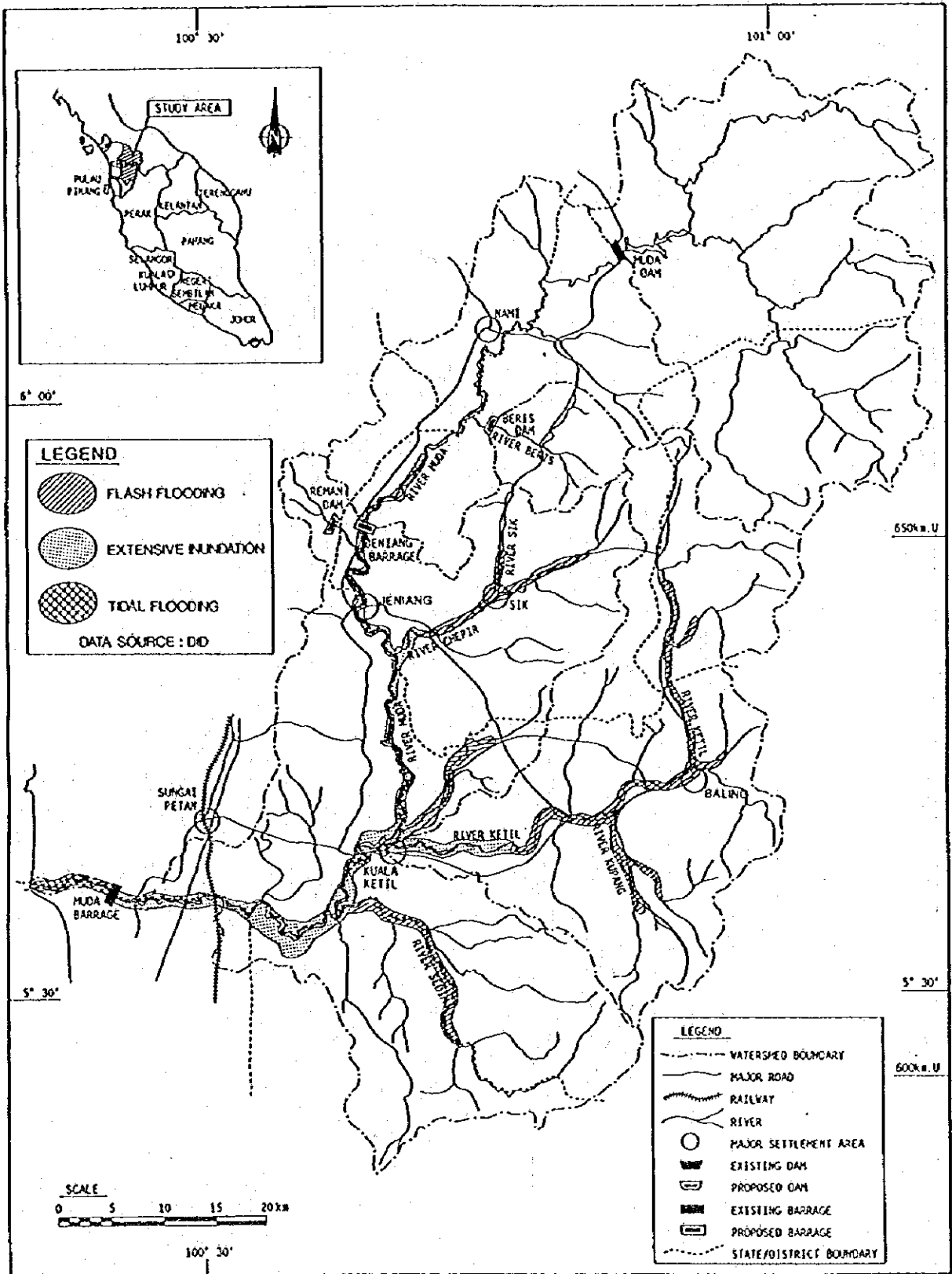
(2) Bridge Crossing Muda River at Ldg. Victoria

COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.1.2

河床低下の影響を受けた橋梁の写真

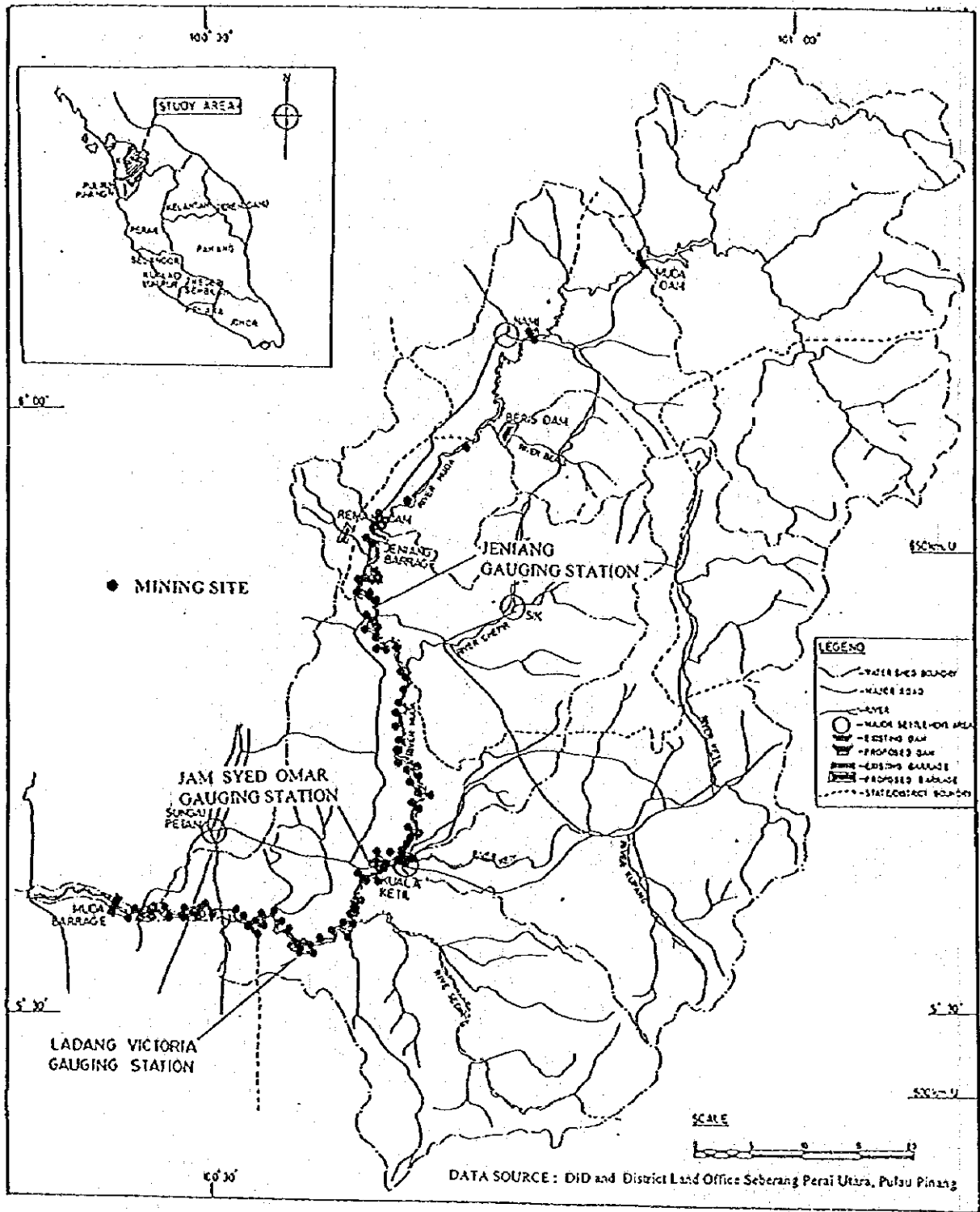


COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.1.3

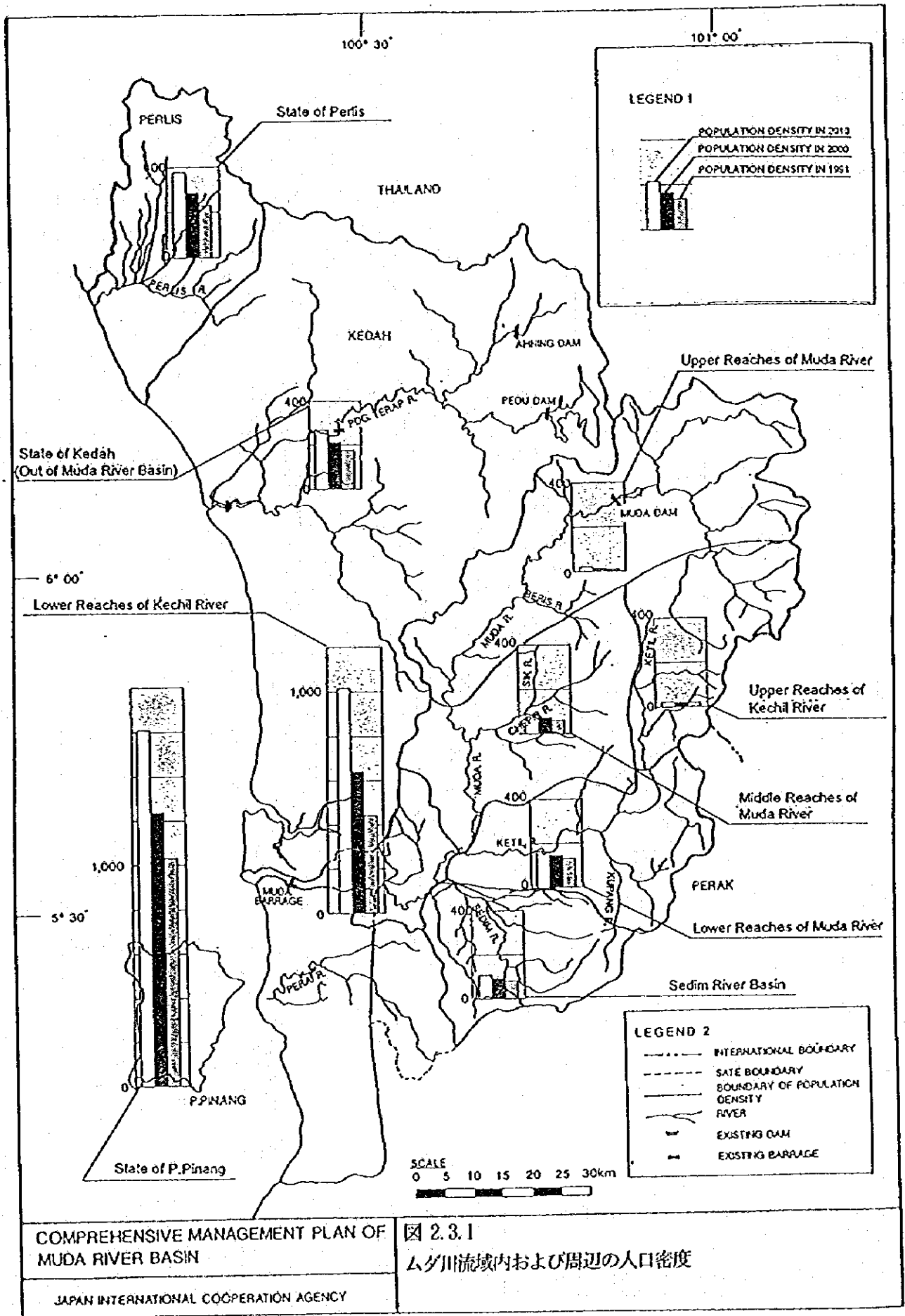
ムダ川流域の洪水常襲地域

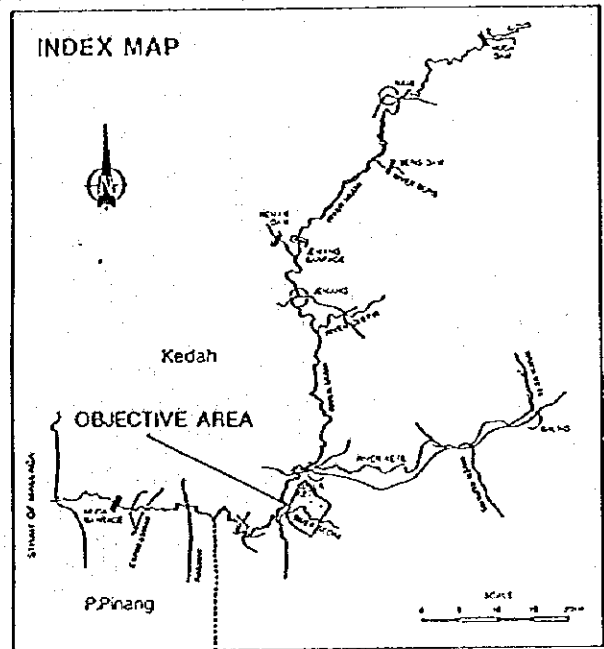
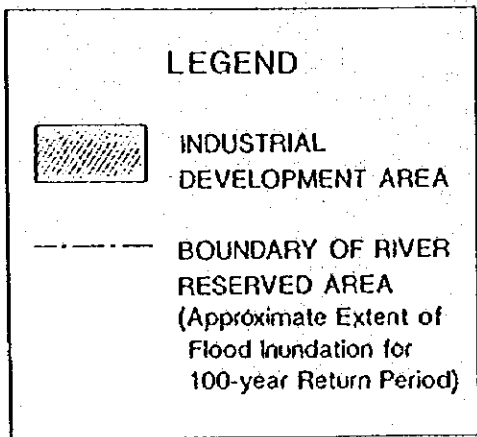
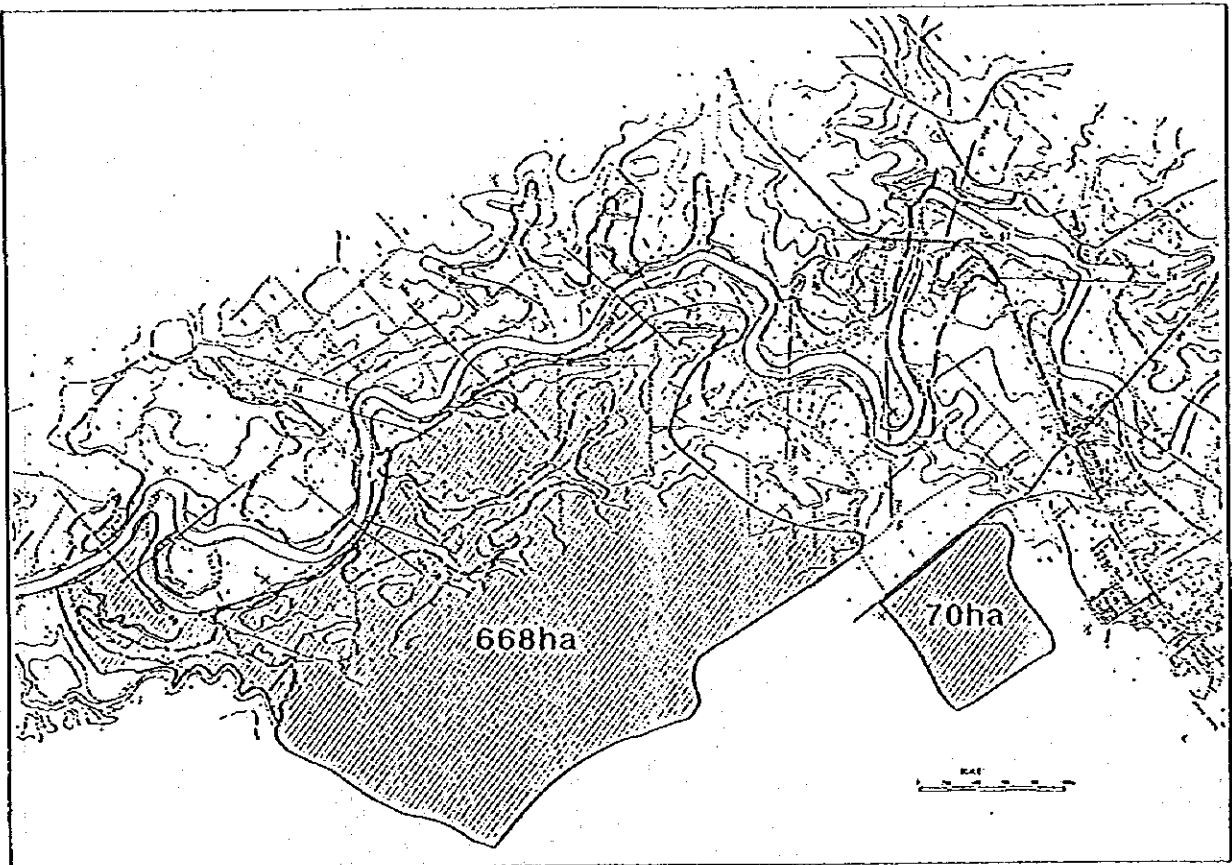


COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

図 2.2.1
砂利採取地点の位置

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



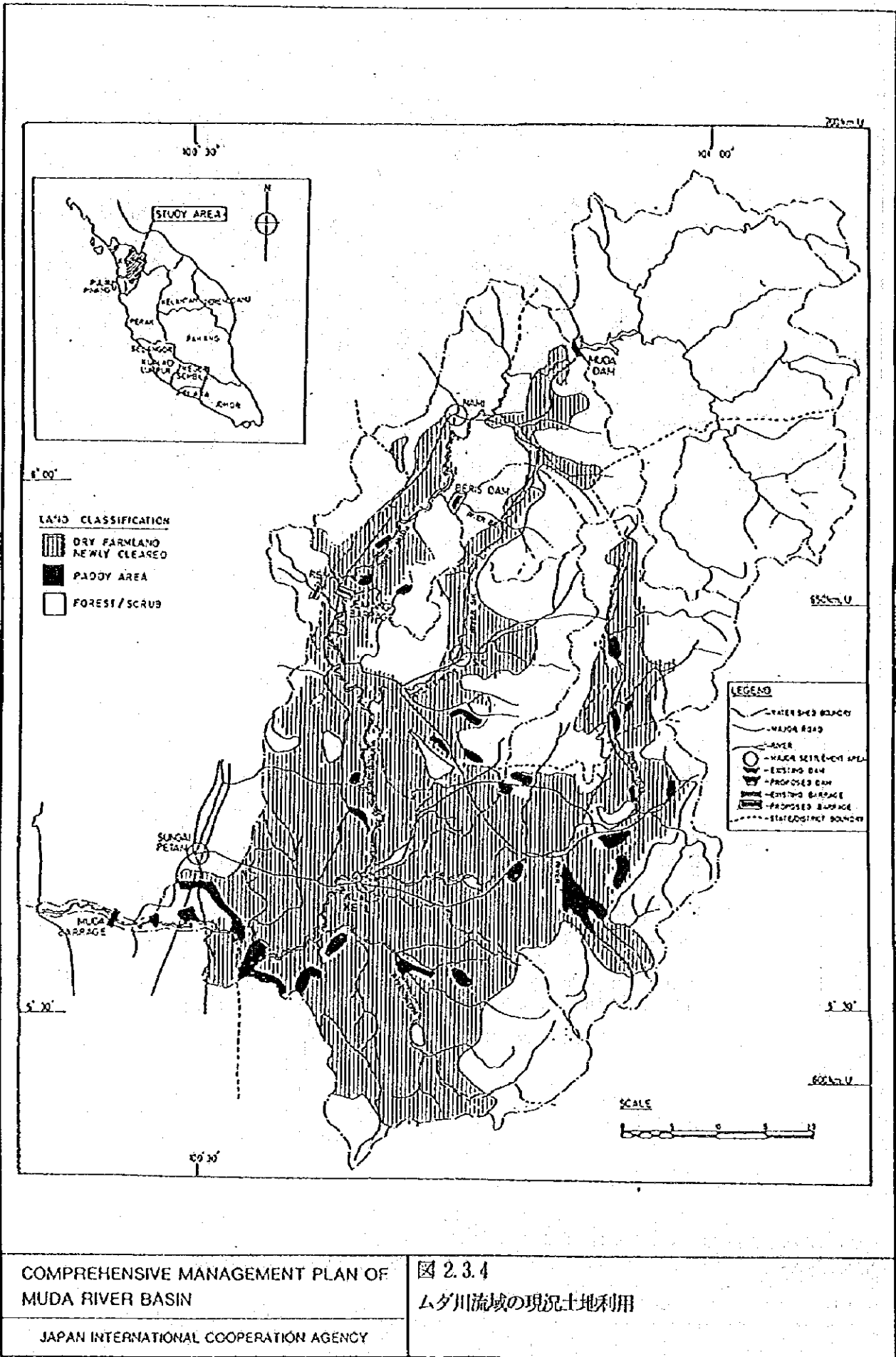


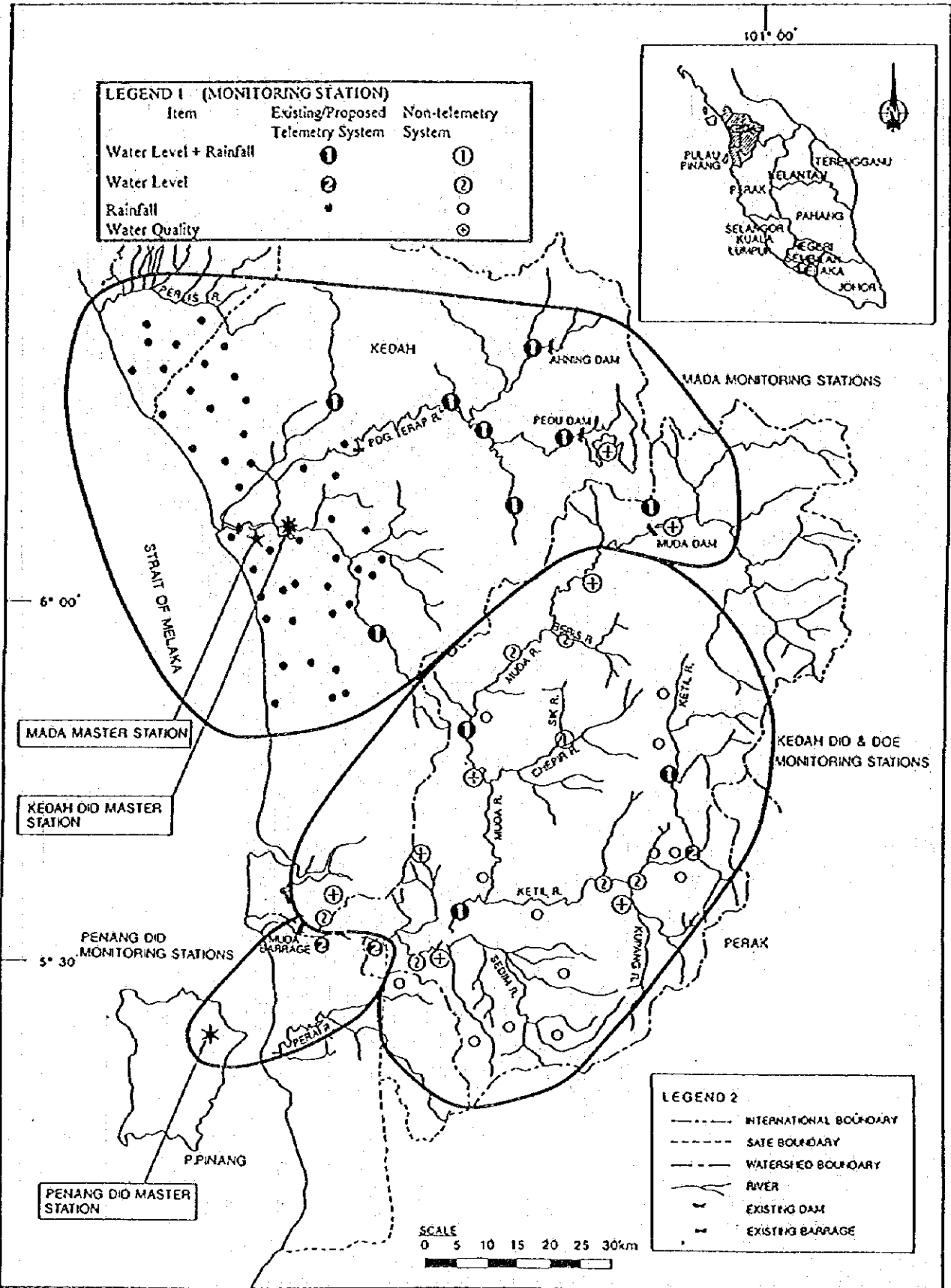
COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF MUDA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.3.3

クアラ・クティルにおける工業開発

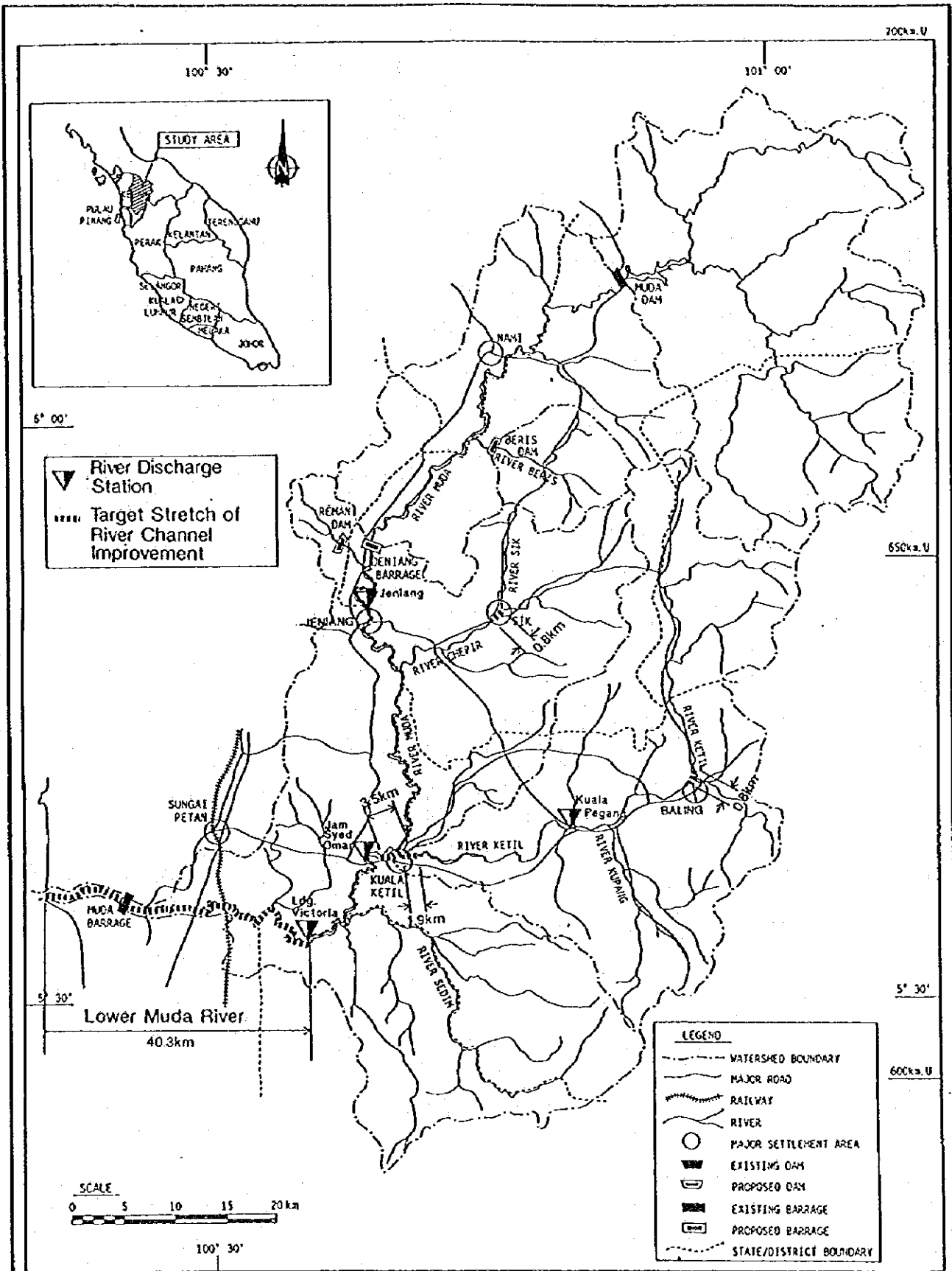




COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF MUDA RIVER BASIN

図 2.4.1
ムダ川およびMADA灌漑地区の現況モニタリングシステム

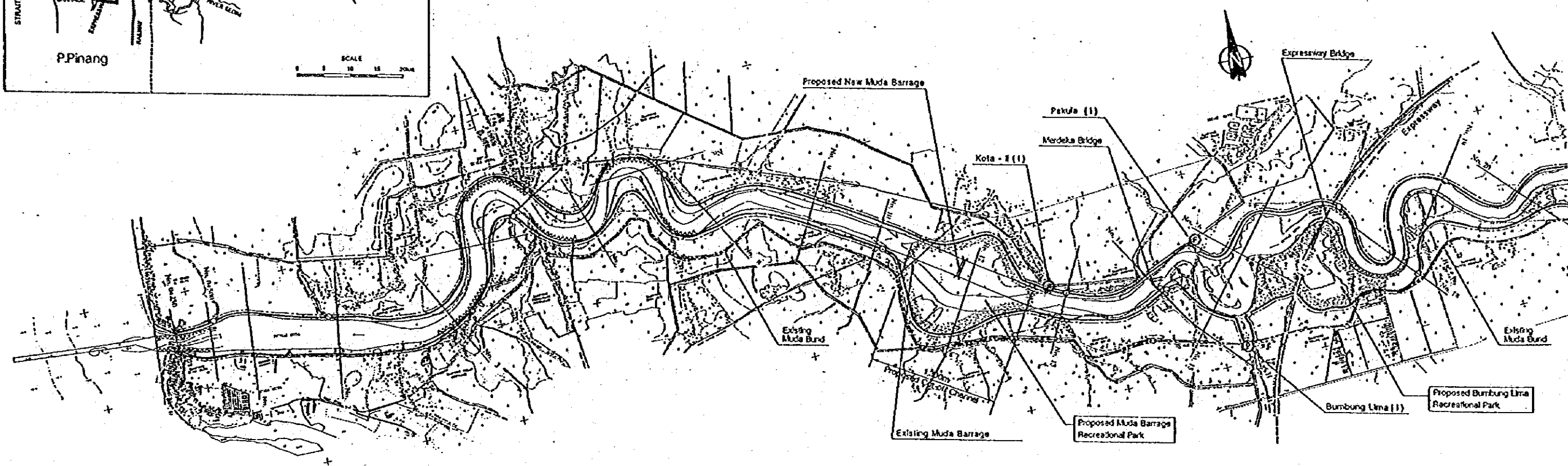
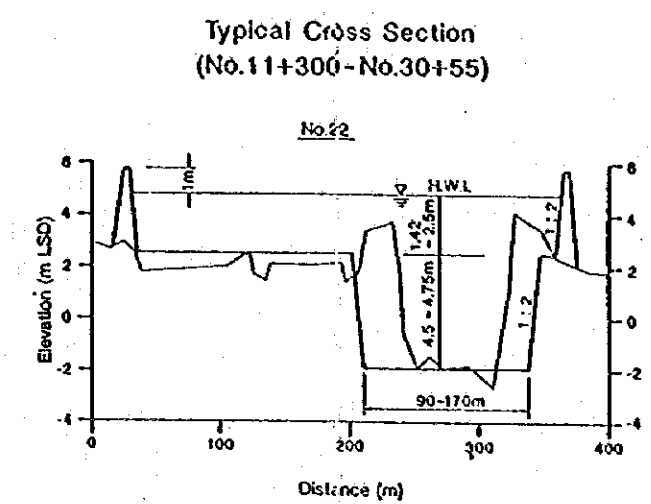
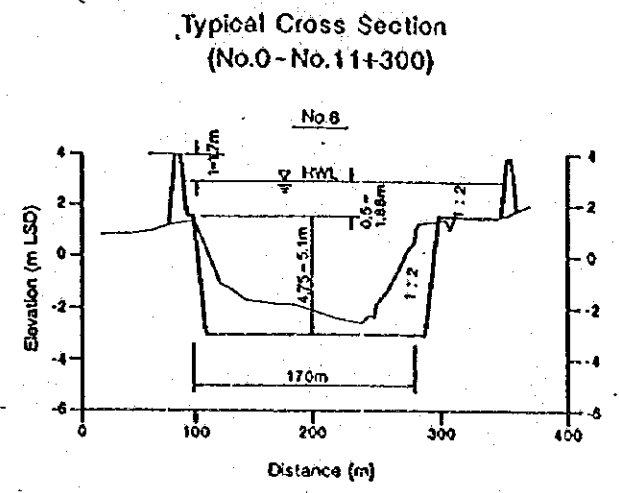
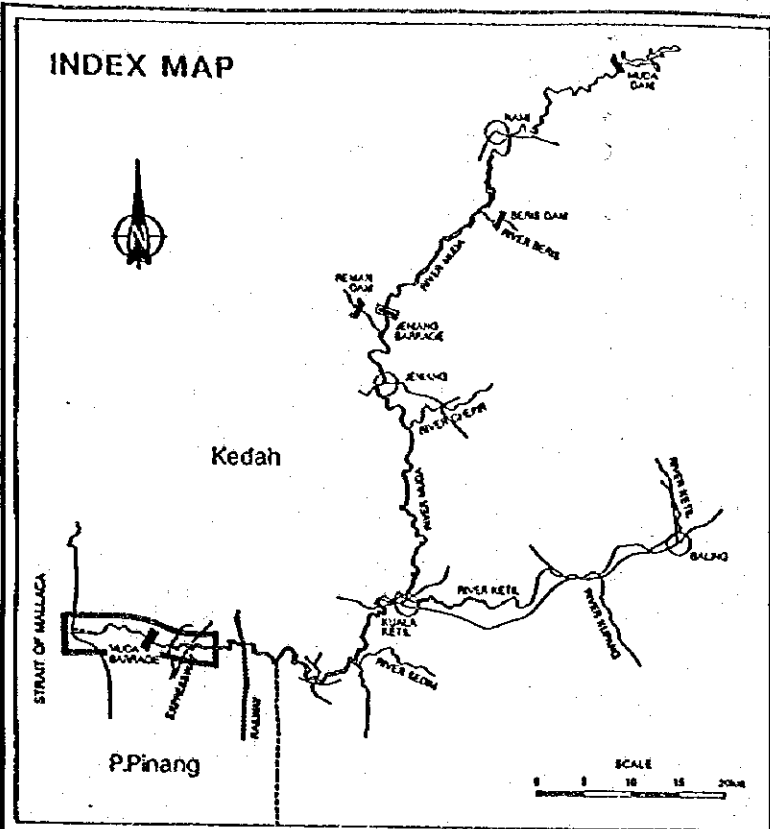
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF MUDA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3.1.1 治水施設対策の対象区間

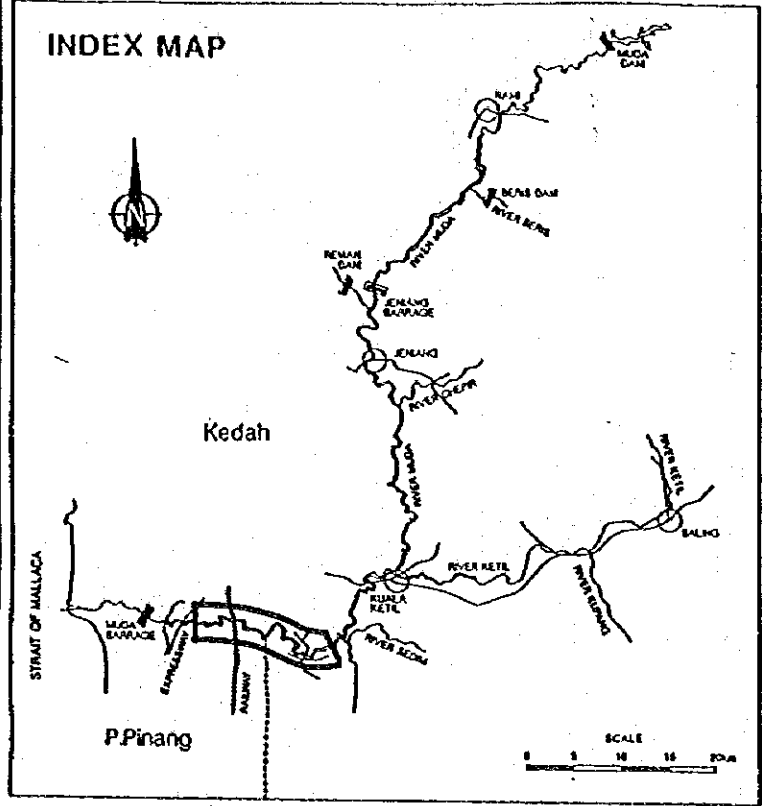


LEGEND			
—	Proposed Dam	—	Proposed Drop
—	Proposed Low Water Channel	▽	Discharge Station
△△△△△	Proposed Revetment	⊕	Proposed Sluice
- - - -	Existing Sea Dam	⊙	Pump Station
- - - -	Boundary of Proposed River Reserve Area	(I)	Irrigation Purpose
≡	Proposed Barrage	(O)	Domestic / Industrial Purpose

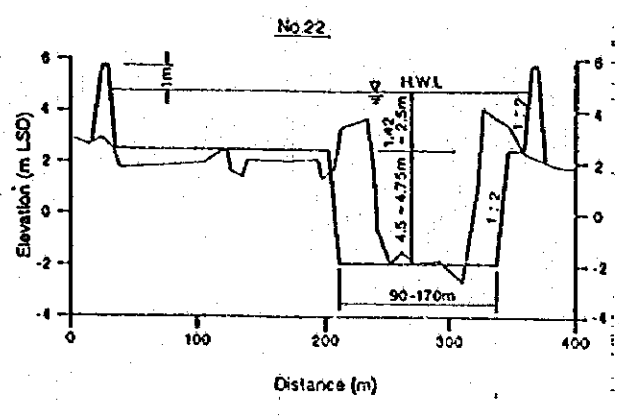


COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

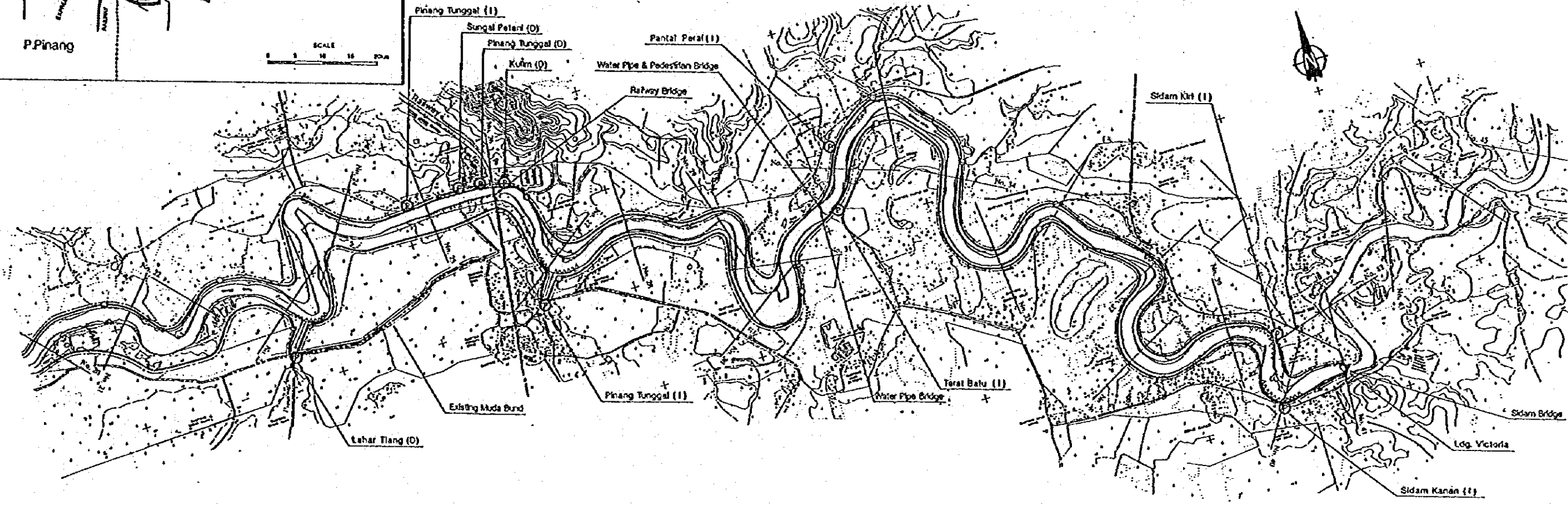
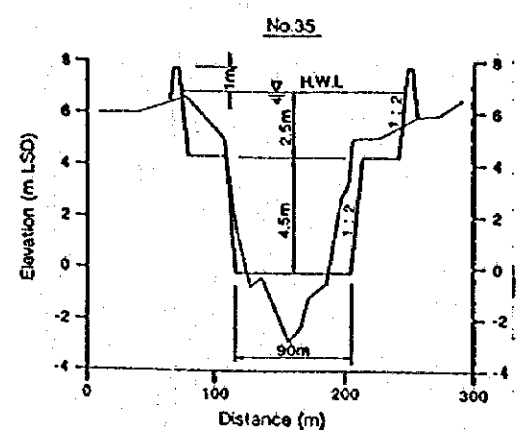
図 3.1.2 (1/2)
ムダ川下流部改修計画の平面図と標準横断面図



Typical Cross Section
(No.11+300 - No.30+55)



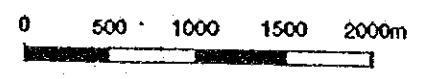
Typical Cross Section
(No.30+55 - No.41)



LEGEND

—	Proposed Dam	▽	Proposed Drop
—	Proposed Low Water Channel	▽	Discharge Station
-----	Proposed Restraint	○	Proposed Bypass
.....	Existing Sea Dike	⊙	Pump Station
---	Boundary of Proposed River Retention Area	(I)	Irrigation Purpose
---	Proposed Barrage	(D)	Domestic/Industrial Purpose

SCALE 1:25,000

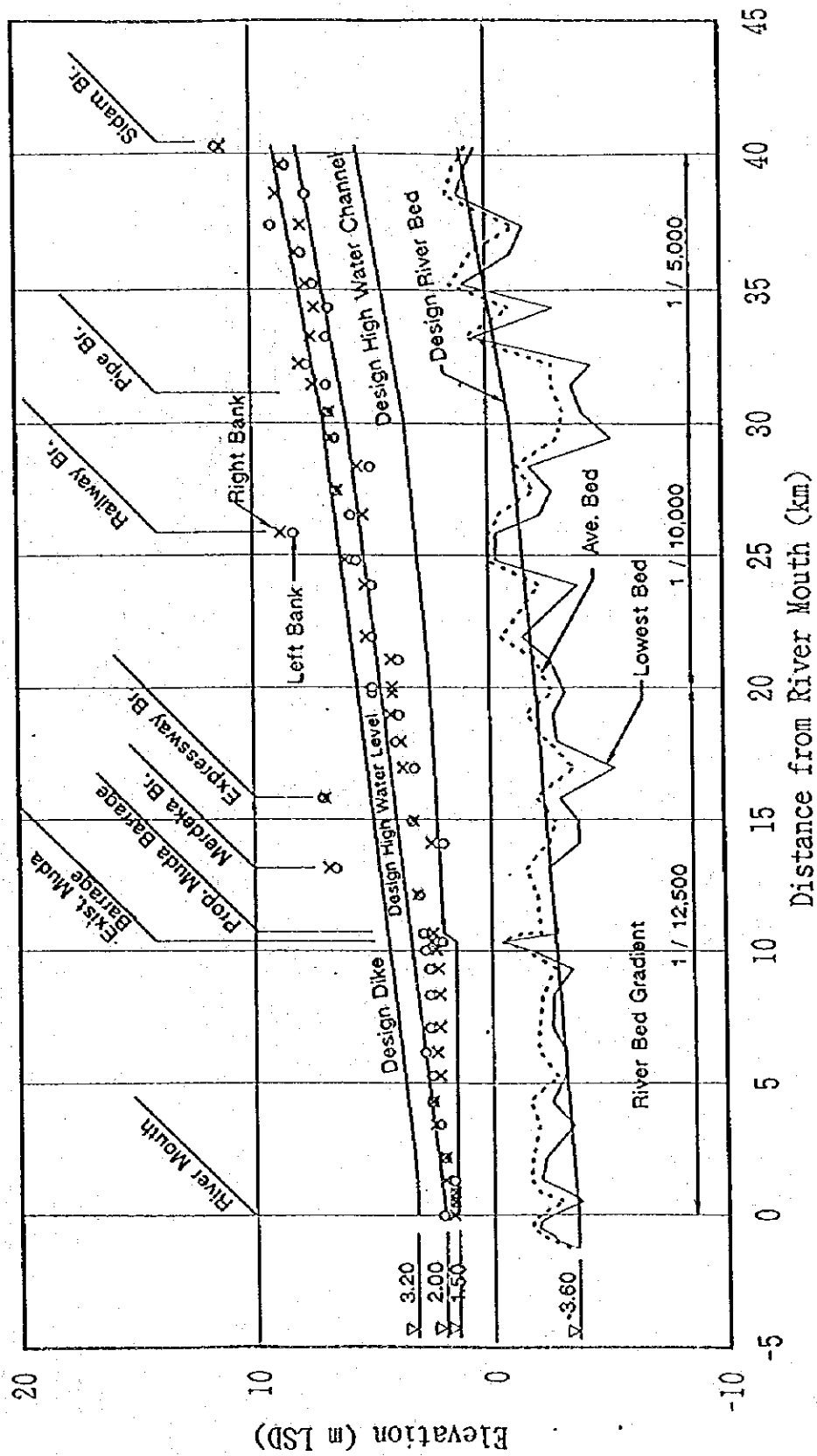


COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

図 3.1.2 (2/2)
ムダ川下流部改修計画の平面図と標準横断面図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Longitudinal Profile of Lower Muda River

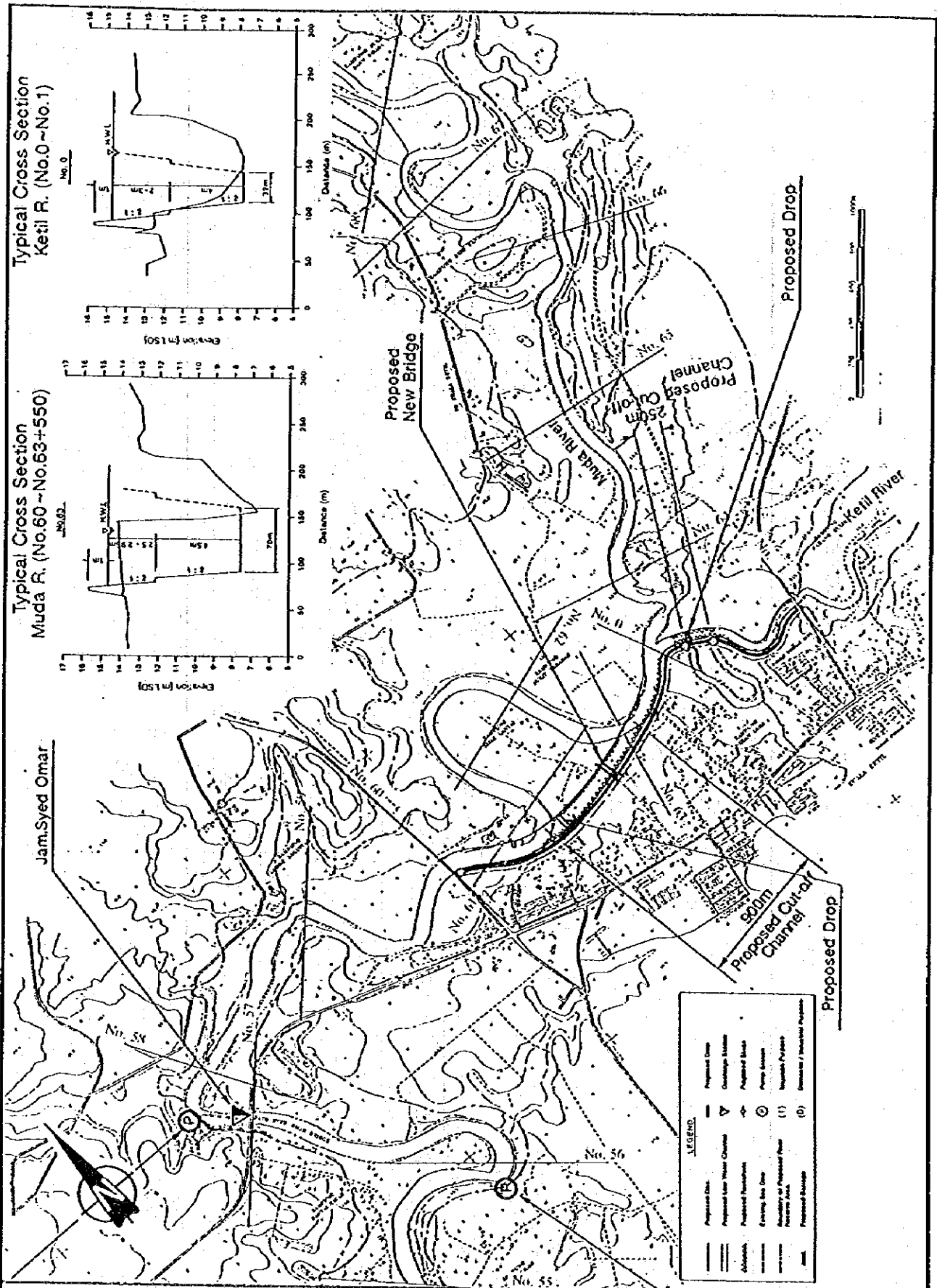


COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3.1.3

ムダ川下流部改修計画の縦断面図



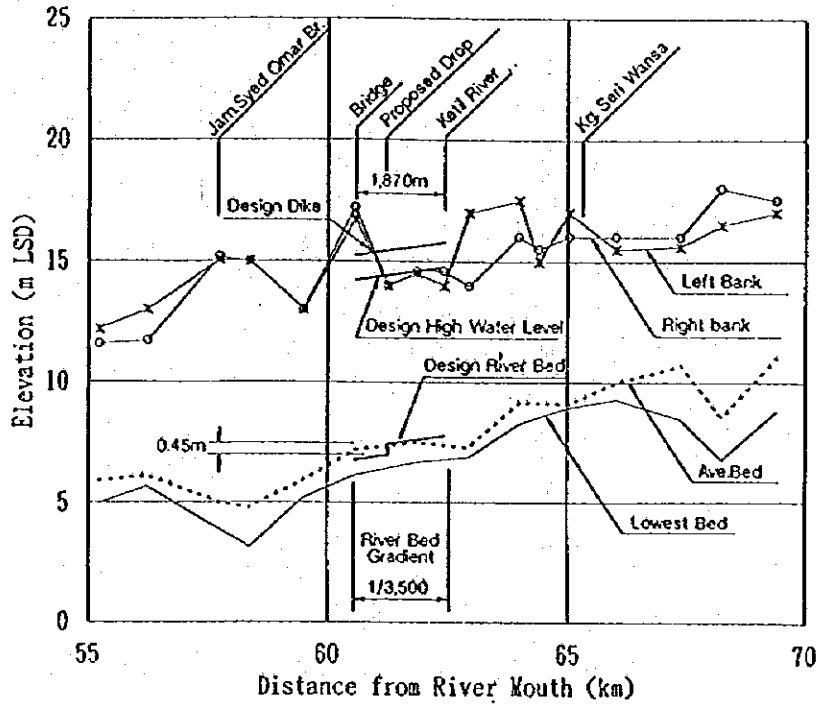
COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

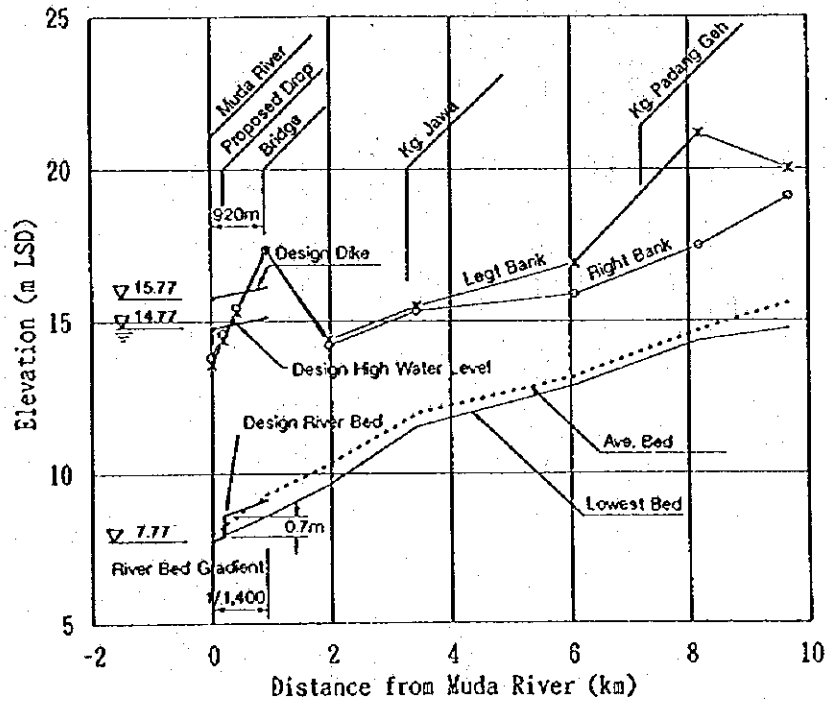
図 3.1.4

クアラ・クティルタウン区間改修計画の平面図と
標準横断面図

Muda River



Ketil River



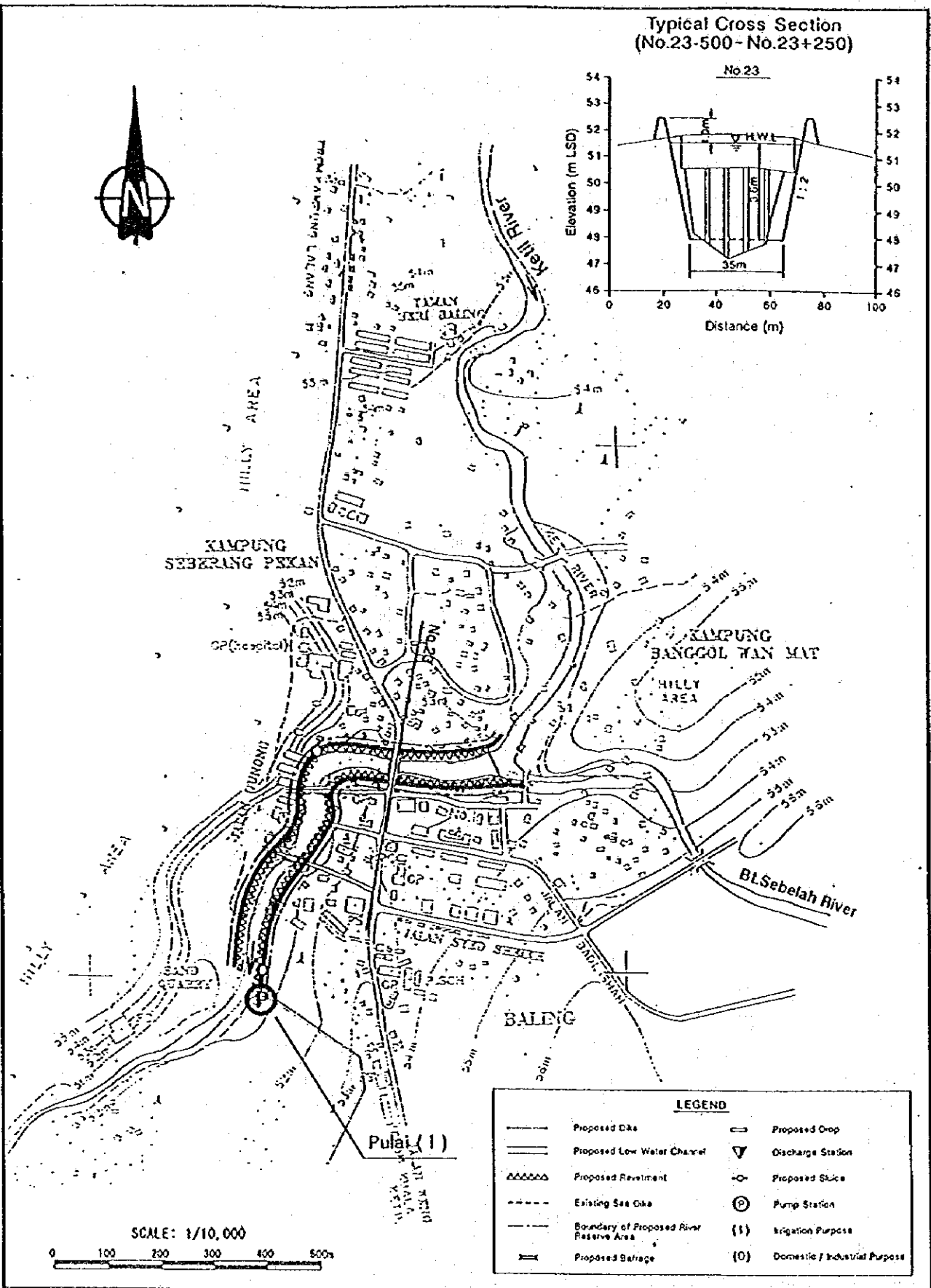
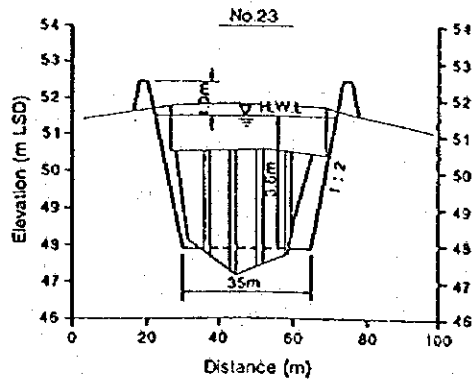
COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3.1.5

クアラ・クティルタウン区間改修計画の縦断図

Typical Cross Section
(No.23-500 - No.23+250)



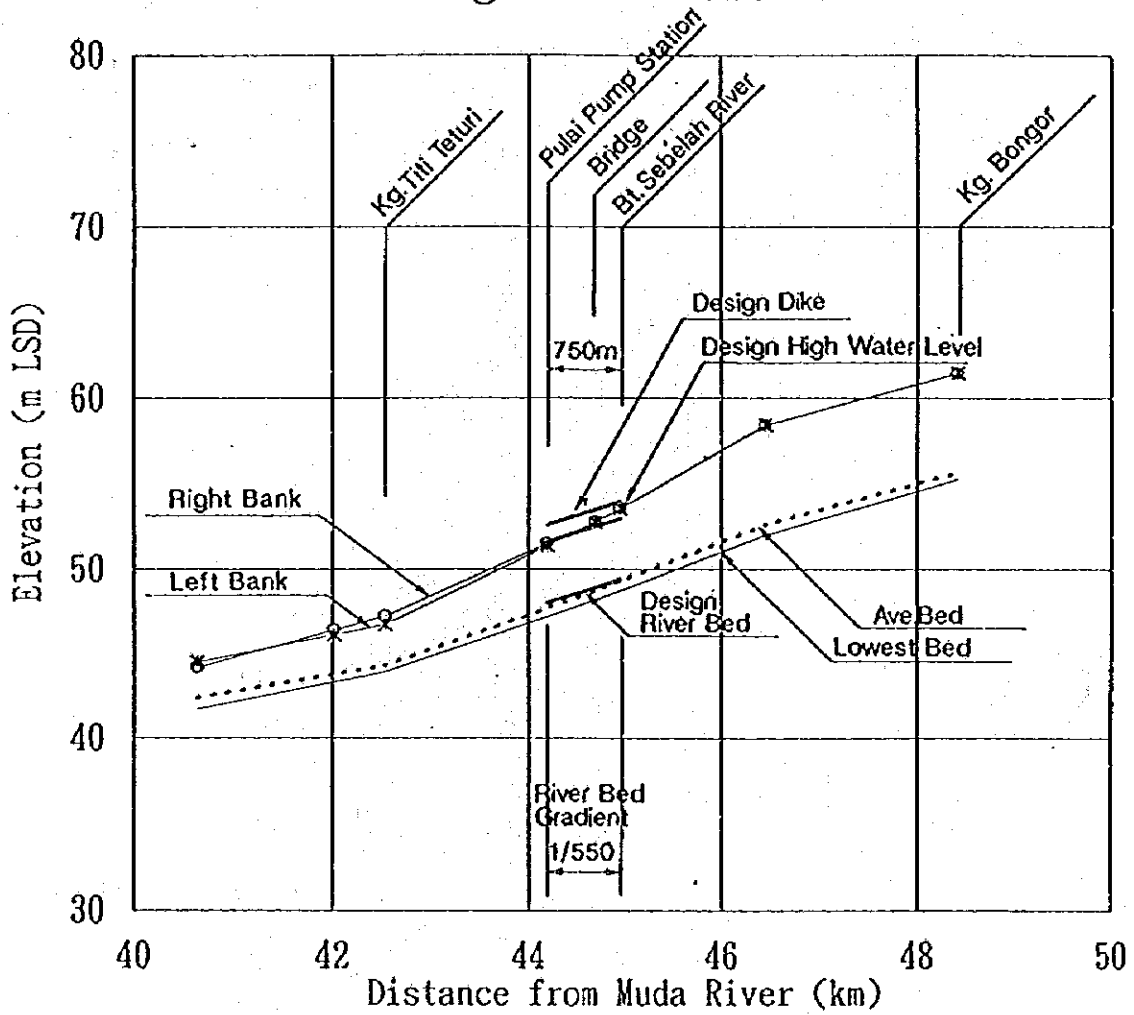
LEGEND			
—	Proposed Dike	▽	Proposed Drop
—	Proposed Low Water Channel	▽	Discharge Station
△△△△△	Proposed Revetment	○	Proposed Sluice
- - - - -	Existing Sea Dike	⊙	Pump Station
—	Boundary of Proposed River Reserve Area	(1)	Irrigation Purpose
≡	Proposed Barrage	(0)	Domestic / Industrial Purpose

COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

図 3.1.6
バリクタウン区間改修計画の平面図と標準横断面図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Longitudinal Profile

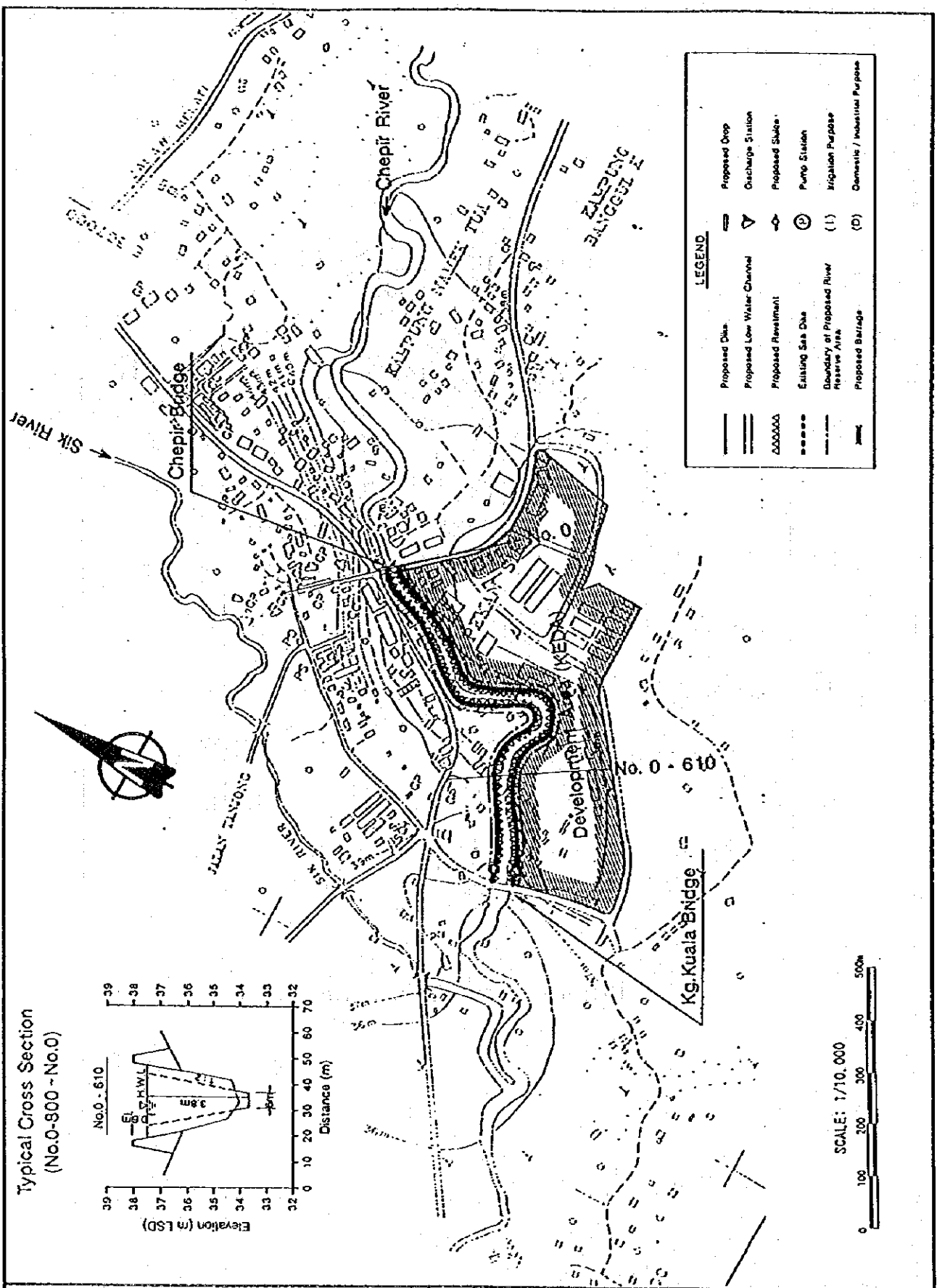


COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

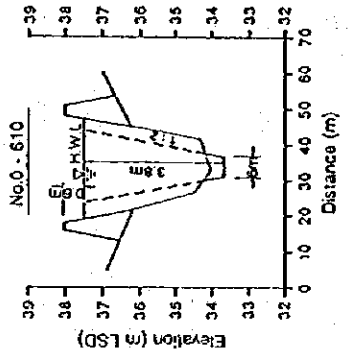
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3.1.7

バリクタウン区間改修計画の縦断面図



Typical Cross Section
(No.0-800 - No.0)

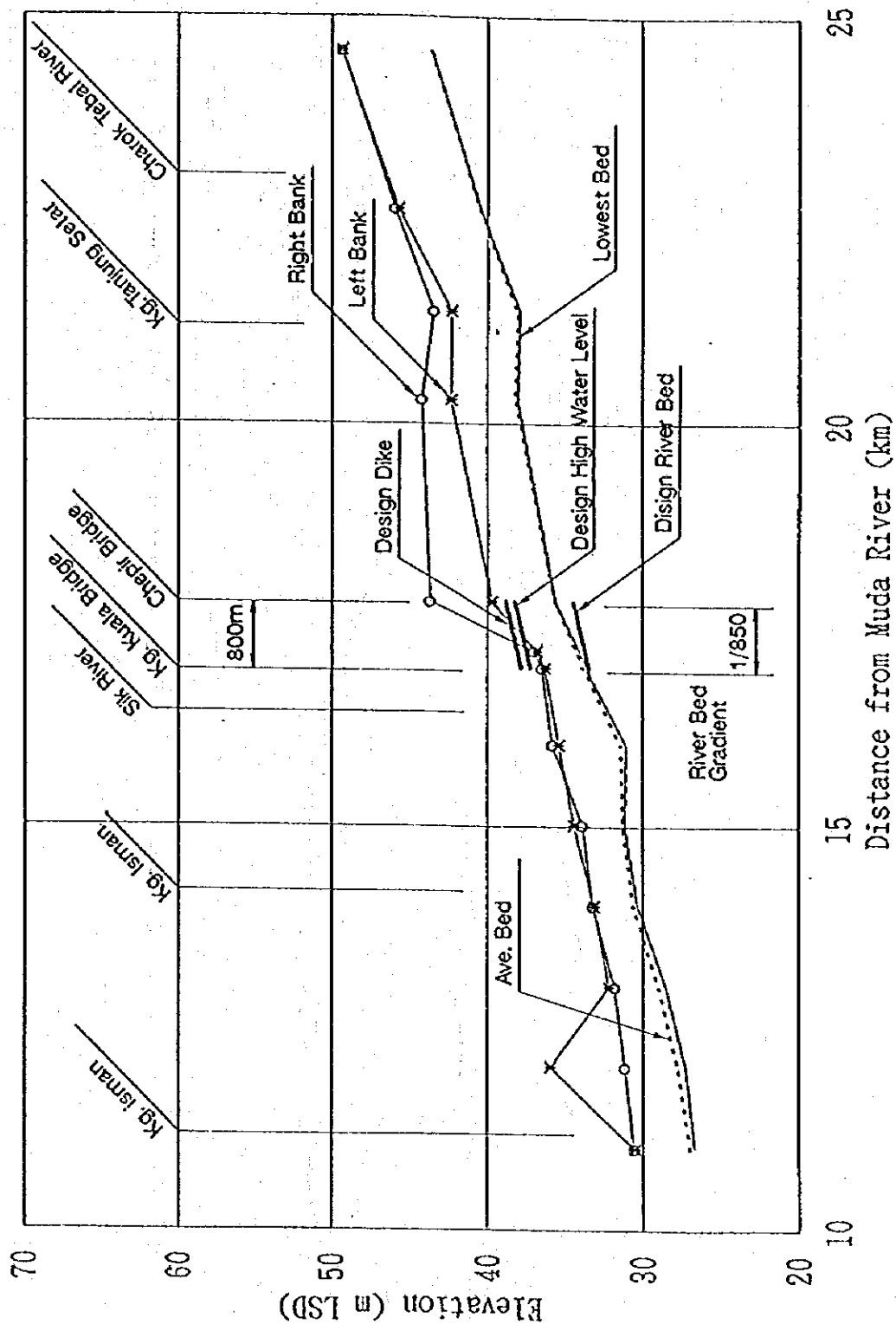


COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

図 3.1.8
シックタウン区間の改修計画の平面図と標準横断面図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Chepir River



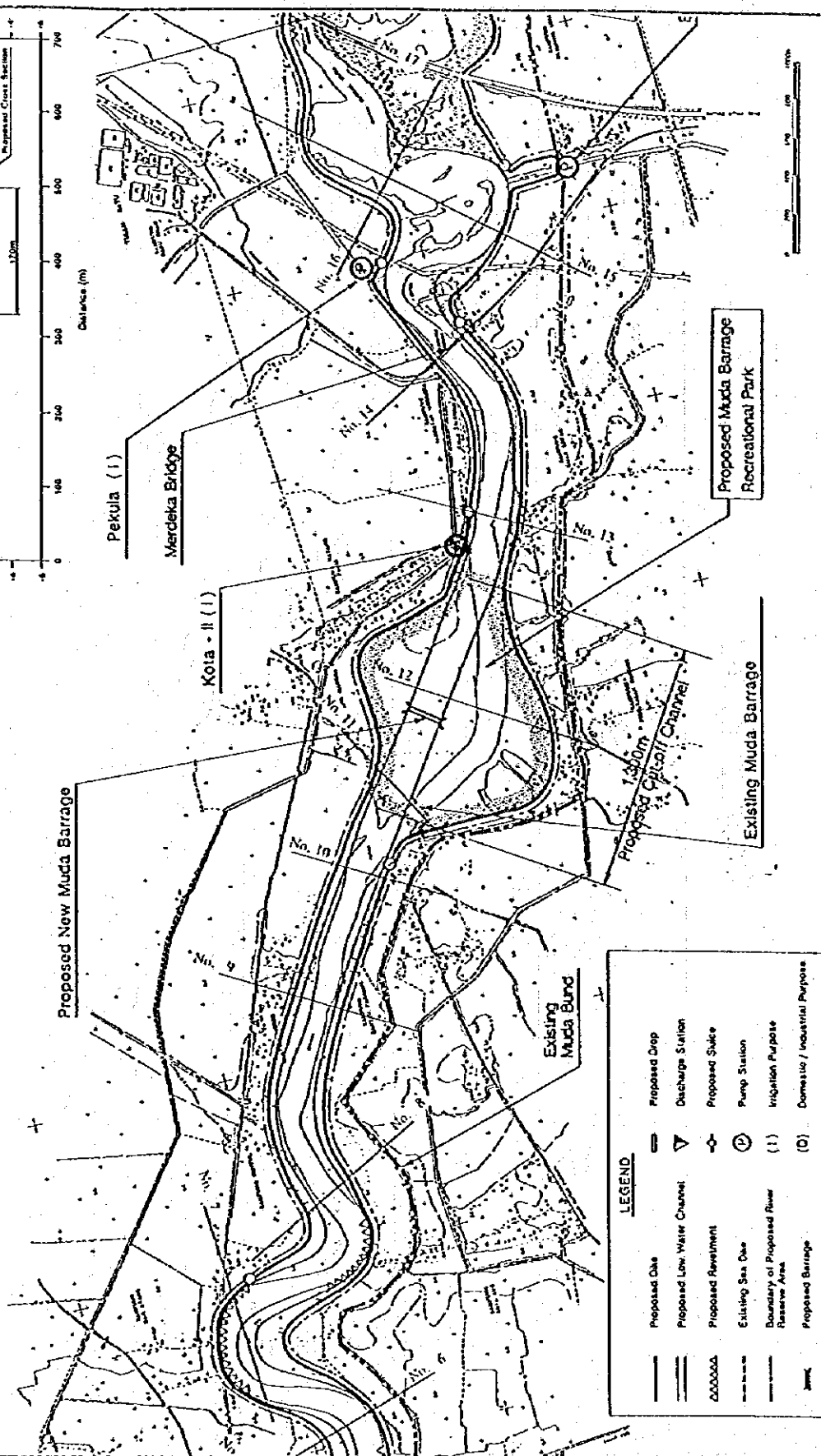
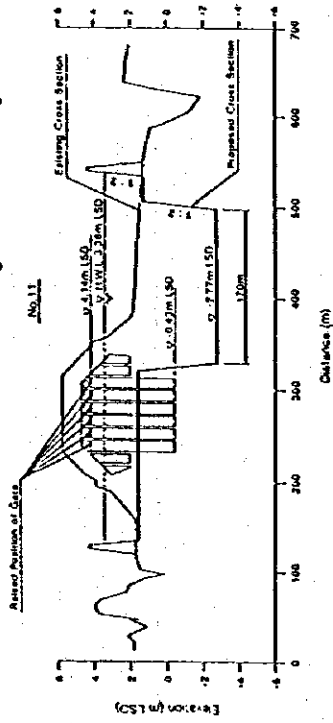
COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF
MUDA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3.1.9

シックタウン区間の改修計画の縦断面図

Cross Section at Existing Muda Barrage



LEGEND

Proposed Dam	Proposed Drop
Proposed Low Water Channel	Discharge Station
Proposed Revetment	Proposed Sluice
Existing Sea Dike	Pump Station
Boundary of Proposed River Reserve Area	Irrigation Purpose
Proposed Barrage	Domestic / Industrial Purpose

COMPREHENSIVE MANAGEMENT PLAN OF MUDA RIVER BASIN

図 3.1.10
ムダ川の改築

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

