社会開発調査部報告書

No. 02

マレイシア国ムダ川流域
総合管理計画調査
事前調査報告書

平成6年3月

JICA LIBRARY
J1123530[6]

国際協力事業団

社調二
JR
94 − 068

マレイシア国ムダ川流域
総合管理計画調査
事前調査報告書

平成６年３月

国際協力事業団

1123530(6)

序　　文

日本国政府は、マレイ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る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成５年10月17日から11月４日までの19日間にわたり、建設省北陸地方建設局河川部河川調査官・佐合純造氏を団長とする事前調査団（Ｓ／Ｗ協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともに、マレイシア国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するＳ／Ｗに署名しました。

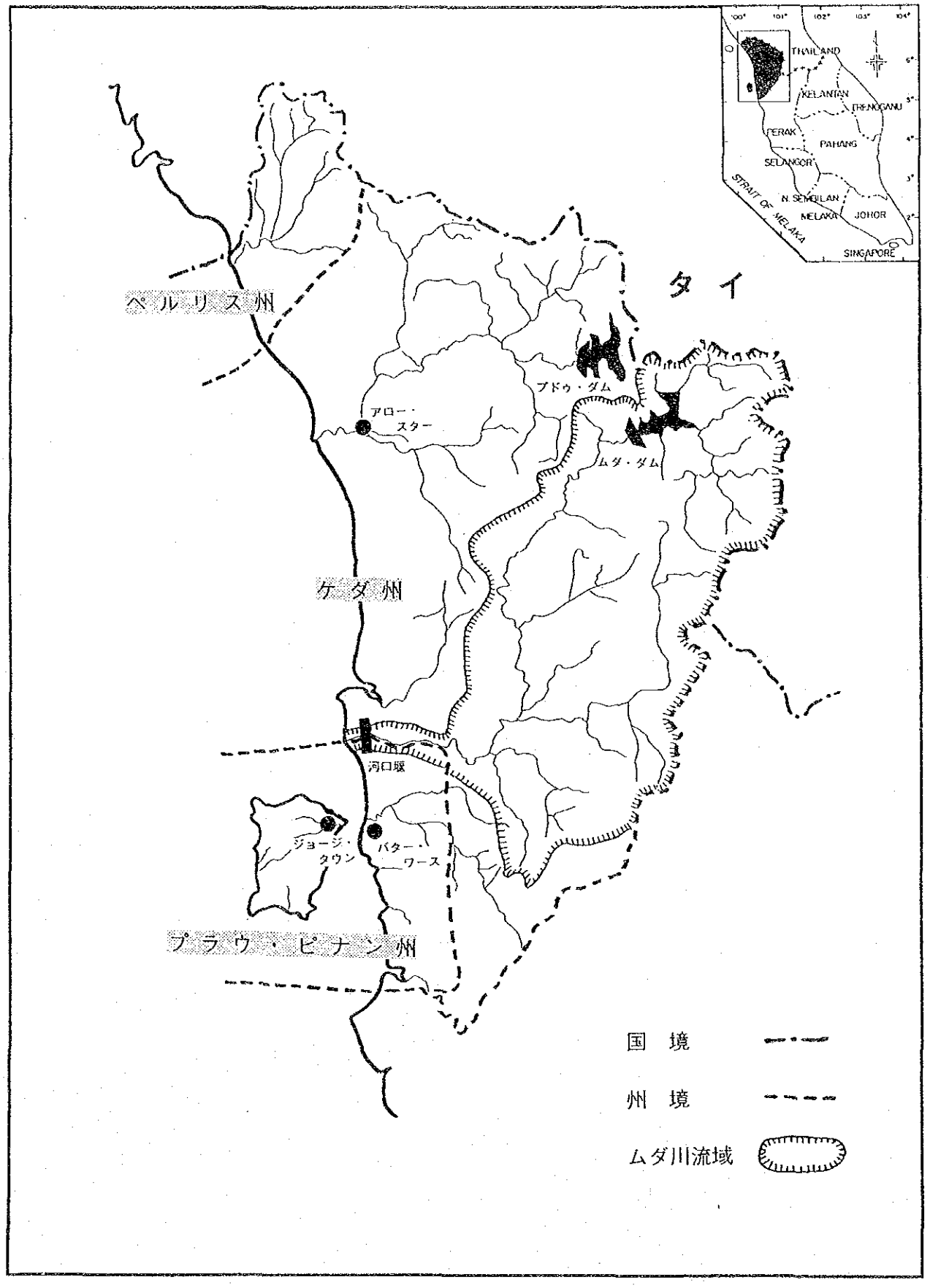
本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

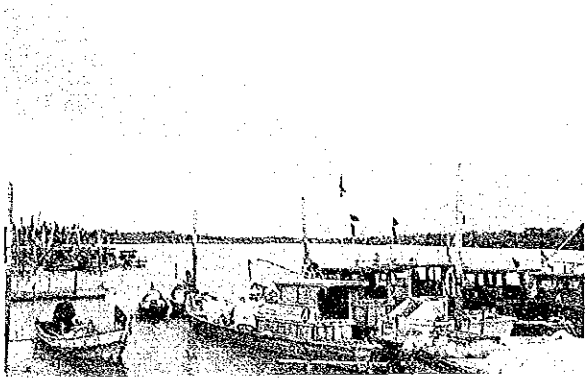
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成６年３月

国際協力事業団
理事　佐藤　清

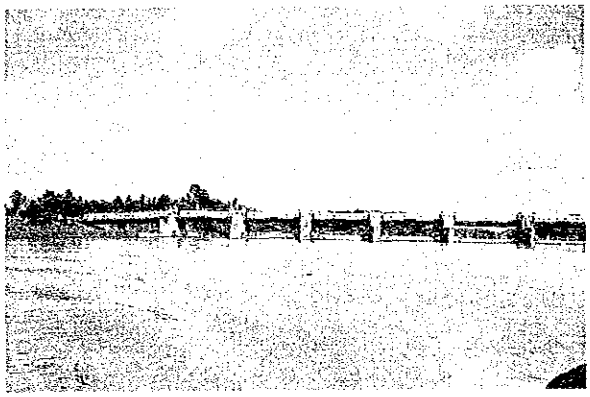
調査対象地域図


THAILAND
KELANTAN
TRENGGANU
PERAK
PAHANG
SELANGOR
N. SEMBILAN
MELAKA
JOHOR
SINGAPORE
STRAIT OF MELAKA
タイ
ペルリス州
ケダ州
プラウ・ピナン州
アロー・スター
プドゥ・ダム
ムダ・ダム
河口堰
ジョージ・タウン
バター・ワース
国境
州境
ムダ川流域

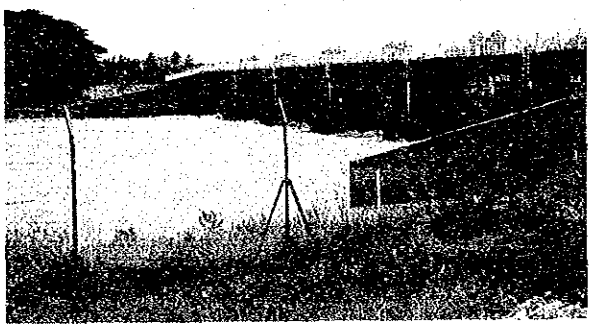


ムダ川　河口部　①

ムダ川　河口部　②



河口堰　①



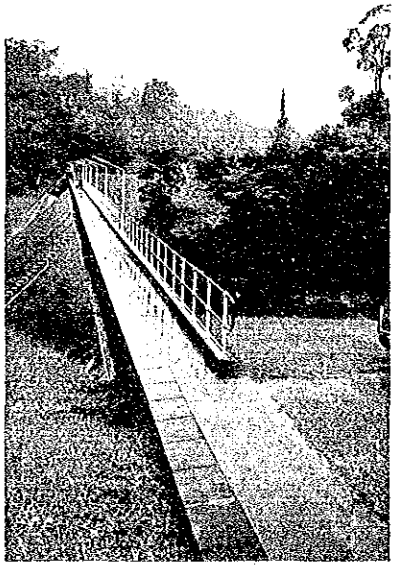
河口堰　②

下流での砂利採取現場　①

下流での砂利採取現場　②
（ケダ州側より対岸のプラウ・ピナン州側へパイプを延長し採取している）

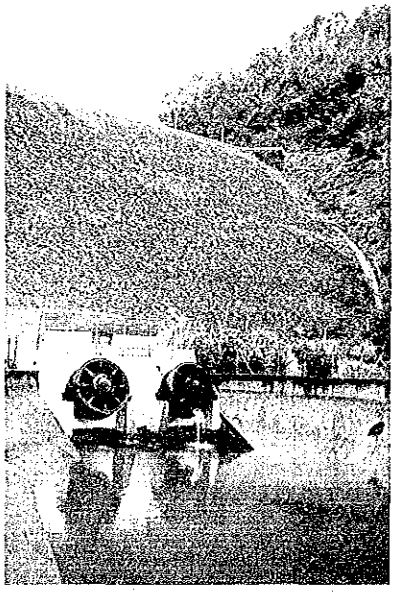
中流　Jeniang付近

下流からのぞむムダ・ダムの遠景
（直下流はほとんど河川水がない）



ムダ・ダム

プドゥ・ダム



プドゥ・ダムの
放水施設

S／Wの署名

マレイシア国概況

① 正式国名	マレイシア Malaysia
② 独立年月日 旧宗主国	1957年8月31日　マラヤ連邦として独立 英国
③ 政体	立憲君主制
④ 元首の名称	国王　アズラン・シャー　（1989年4月就任、任期5年）
⑤ 位置・面積	北緯0度45分～7度28分　東経99度44分～119度30分 330千平方キロメートル
⑥ 首都	クアラルンプール（Kuala Lumpur）
⑦ 総人口	1,820万人（1991年央・推定）
⑧ 民族等	マレイ系及び原住民　58.6%、中国系　32.1%、 インド人 8.6%、その他
⑨ 公用語	マレイ語
⑩ 宗教	イスラム教（国教）、仏教、ヒンズー教、キリスト教、アニミズム
⑪ 教育	小学校6年と初等中等教育3年は義務ではないが無償 就学率（標準就学年齢人口に対する総就学者の比率） 初等教育（小学校6年）：N.A.（1988～90年）（女児N.A.） 中等教育（中学校3年）：56%（1988～90年）（女児58%） 高等教育（高校　2年）：7%（1988～90年）（女児 7%）
⑫ 通貨	通貨単位：Ringgit 1ドル＝2.559リンギット（1993年11月末）
⑬ 主要経済指標 （1990）	GDP　（百万リンギット）　114,616 一人当たりGDP　（ドル）　2,320 GDP実質成長率　（%）　9.8 消費者物価上昇率　（%）　2.6 対外債務残高　（百万ドル）　19,502 債務返済比率　（%）　11.7 外貨準備高　（百万ドル）　10,659 貿易　（百万ドル） 輸出額　（1992年）　39,745 輸入額　（1992年）　36,894 貿易収支　（1992年）　2,851
⑭ 主要産品	石油、ゴム、木材、パームオイル、錫　等

出典：JICA国別情報ファイル「マレイシア」

目　　次

序　文
調査対象地域図
写　真
マレイシア国概況

1．事前調査の概要
1－1　事前調査の目的…… 1
1－2　事前調査団の構成…… 1
1－3　相手国受入機関…… 1
1－4　調査行程…… 1

2．事前調査結果の概要
2－1　要請の背景及び経緯…… 3
2－2　要請の内容…… 3
2－3　S／W協議の経緯及び結果…… 3

3．マレイシア国の河川管理体制…… 6

4．調査対象地域の概要
4－1　対象地域
4－1－1　社会的・経済的立地条件…… 8
4－1－2　地形・地質状況…… 13
4－1－3　気象・水文状況…… 14
4－2　ムダ川の概況
4－2－1　河川の現況…… 28
4－2－2　洪水被害状況及び治水計画…… 28
4－2－3　利水状況と水資源開発…… 37
4－2－4　河川環境…… 46

5．マレイシアの環境保全及び管理政策
5－1　行政及び組織…… 51
5－2　法律・規制…… 53

5－3　環境対策の現状…… 54

6．環境予備調査の結果…… 60

7．本格調査の内容

7－1　本格調査の基本方針…… 62

7－2　調査対象地域及び範囲…… 63

7－3　調査項目及び内容…… 63

7－4　調査工程…… 65

7－5　報告書…… 65

7－6　調査の実施体制…… 65

7－7　要員計画…… 65

7－8　調査用資機材…… 65

7－9　調査実施上の留意点…… 66

添付資料

1．面会者リスト

2．Terms of Reference

3．Scope of Work

4．Minutes of Meeting

1．事前調査の概要

1－1　事前調査の目的

本調査は、マレイシア国政府の要請に基づき、同国北西部のケダ州及びプラウ・ピナン州に位置するムダ川流域を対象に、治水、水資源管理、流域環境保全の各分野を含む総合管理計画を策定するものである。

本事前調査は、本格調査に先立って要請内容の確認及び本格調査の方針、内容等を検討し、調査のScope of Work（S／Wと略称）を協議・署名することを目的とする。

1－2　事前調査団の構成

佐合　純造	総括／流域管理計画	建設省北陸地方建設局 河川部河川調査官
柳沢　今朝次郎	河川計画	建設省北陸地方建設局 河川部河川計画課課長補佐
大槻　清隆	調査企画	JICA社会開発調査部社会開発調査第二課
蛭田　隆司	水文・水理	日本工営株式会社
湊　周介	環境	日本工営株式会社

1－3　相手国受入機関

DEPARTMENT OF IRRIGATION AND DRAINAGE (DID), MINISTRY OF AGRICULTURE
（農業省灌漑排水局）

1－4　調査行程

事前調査は平成5年10月17日から10月28日までの12日間の日程で実施された（ただし資料収集のため蛭田、湊両団員のみ11月4日まで）。

調査行程は表1－1に示すとおりである。

表１－１　調査行程表

日　順	月　　日	行　　程
1	10／17（日）	東京発（JL723)→クアラルンプール着
2	18（月）	JICA事務所、日本国大使館、ＤＩＤ（農業省灌漑排水局）表敬
3	19（火）	Ｓ／Ｗ説明及び調査日程打合せ（ＤＩＤ）
		移動（クアラルンプール→アロースター）
4	20（水）	現地踏査
		（ケダ州ＤＩＤ、ケダ州ＰＷＤ（公共事業省） ムダ農業開発公社（ＭＡＤＡ）、ムダ川中流）
		移動（アロースター→ジョージタウン）
5	21（木）	現地踏査
		（ムダ川中・下流（ボートによる調査） 河口堰、ＤＩＤ取水施設、プラウ・ピナン州ＤＩＤ）
6	22（金）	現地踏査
		（ムダ川中・下流（河岸からの調査） プラウ・ピナン州水道庁（ＰＷＢ））
7	23（土）	移動（ジョージタウン→クアラルンプール）、団体打合せ
8	24（日）	資料整理
9	25（月）	Ｓ／Ｗ協議（経済企画庁）
10	26（火）	ＤＩＤアンパン水理研究所視察、資料収集
		Ｍ／Ｍ（ミニッツ・オブ・ミーティング）作成
11	27（水）	Ｓ／Ｗ、Ｍ／Ｍ署名、JICA事務所、日本大使館報告
12	28（木）	佐合、柳沢、大槻団員クアラルンプール発（MH092)→東京着
		蛭田、湊団員資料収集（11月３日まで）
		⇓
		⇓
18	3（水）	⇓
19	4（木）	クアラルンプール発（MH092)→東京着

2．事前調査結果の概要

2－1　要請の背景及び経緯

(1) ムダ川（流域面積4,150㎢）はマレイシア半島北西部に位置し、ケダ州の米作地帯の農業用水、プラウ・ピナン州の工業用水、ペナン島の生活用水などを供給する両州の主要な水源であるほか、建設用砂利材の採取地、漁船の航路等、さまざま役割を果たしている。

(2) しかし、同河川中下流部では流下能力不足により洪水被害が頻発しているほか、砂利採取による河岸侵食、土砂流出に伴う河口閉塞や生活雑廃水・工場廃水による水質悪化などの問題が発生し、河道及び流域環境の管理上、問題となっている。また近年の急速な工業化・都市化の進展、人口増等により、水資源が逼迫しているのが実情である。

(3) このような現状に対し、「マ」国政府は既存計画を見直し、治水、水資源管理及び流域環境の保全を含む河川管理の三要素からなる総合的な流域管理計画を策定することを決定し、同国最初の総合的河川流域管理計画のモデルとすることとした。

(4) かかる状況を背景として、「マ」国政府は1992年11月、わが国に対し、本件協力を要請した。

2－2　要請の内容

マレイシア国政府から提出された要請内容の要旨は次のとおりである。

次の３つの分野を含む、ムダ川の総合的な管理マスタープランの策定

① 治水――河道保全を含む治水計画の策定

② 水資源管理――安定供給のための長期的な水資源管理計画

③ 河川管理――水量・水質の管理、河川周辺のレクリエーション的な利用

2－3　S／W協議の経緯及び結果

事前調査団は、10月19日、農業省灌漑排水局（DID）と事前協議を行い、携行したS／W案について一部修正を行った。主な修正点については次のとおり。

(1) Ⅱ．OBJECTIVE OF THE STUDYについて

1）本調査にて策定する総合管理計画の３つの柱（治水、水資源、河川環境）について調査団側は水資源が重視されるものと考えていたが、DID側は河川管理の一元化を期待しており、むしろ治水、河川環境の管理計画を重視していた。そのため水資源については、水需要予測を行ない既存の計画（ブリスダム、ジェニアンシステム等）の再検討、及び新たな水資源開発の必要性提言までは行なうが、新たな施設の提案・設計までは行なわないこととし、water resources development & managementから、developmentを削り、water resources managementとした。

2）河川環境については、調査団側は広い意味の“周囲の環境も含めた河川の保全”という意

味でriver conservancyとしていたが、「マ」国側より何をさしているのかわかりにくいとの指摘があったため、協議の結果river environment managementとした。

(2) 調査案件名について

(1) の変更により案件名についても再検討し、要請書中の案件名、

「Muda River Basin Flood Mitigation and
Water Resources Development & Management Study」

から、

「Study on Comprehensive Management Plan of Muda River Basin」

に変更した。

(3) Ⅳ. SCOPE OF THE STUDYについて

DIDより次の調査項目を追加するよう要望があり、検討の結果、追加することとした。

1. Data Collection and Review of Previous Studies

land status

navigation activities

natural and social conditions

2. Field Investigations

(2) Field Survey

3) aerial photography and mapping

(81～82年の1/40,000の航空写真は確認されているが、本調査にて使用するには古い。また治水・河川環境管理のために中・下流域の地図が必要である92年にプラウ・ピナン州政府がムダ川下流南岸部の写真撮影を行っているが、本調査で使用するには不十分であり、新たな航空写真撮影が必要と判断されたため、航空写真を追加した。)

(4) Ⅴ. STUDY SCHEDULEについて

本調査は、DIDからEPUに案件として提出された後、TORの内容を再検討し一部を変更したが、調査期間については変更しなかったという経緯があり、変更前に比べて調査事項も増えているので、全体調査期間を増やしてほしいとの要望があった。調査団側は、本調査において、航空写真の撮影・図化も必要と判断したため、「マ」国における地図管理の手続きの困難さ等も考慮し、2～3カ月程度、調査期間の延長を検討することとした。

事前調査団は、現地踏査を経た後、10月23日、DID及びEPU（経済企画庁）とS／W協議を行い、佐合調査団長は、10月27日、S／WについてはKassim bin Sarbani氏（Director, Agricultural Section, EPU）と、S／W協議にかかる議事録（M／M）については、Abd. Bakir bin hj. Zin氏（Assistant Director, Agricultural Section, EPU）との間で署名を行った。M／Mの

主な内容については次のとおり。

(1) 「マ」国側からの要望

1) 調査用資機材の提供

2) 技術移転セミナーの開催

3) ローカルコンサルタントの本格調査団員としての参加

「マ」国側は、技術移転の促進の観点からこれを要望したが、調査団員の決定は最終的には、本調査を実施するコンサルタントにゆだねられるため、これを義務づけることはできない旨説明した。

(2) 調査期間について

「マ」国側からの調査期間増の検討要請、航空写真撮影の必要性等をかんがみ、S／W中の工程を、数カ月延長することも検討する旨記載した。

(3) 河口処理の取り扱いについて

河口処理については、現在実施中の「全国河口処理計画調査」を基礎とし、治水・船舶の航行の観点から見た処理対策の提言は行うが、漁船用の積・降荷場といった施設の設計までは行わないことを確認した。

(4) ステアリング・コミッティー及びテクニカル・コミッティーの設置

調査にあたっては、EPUを議長とするステアリング・コミティー及びDIDを議長とするテクニカル・コミッティーを設置する。

3．マレイシア国の河川管理体制

マレイシアには、元来河川管理という概念がなかった。「河川は大きな排水路に過ぎない。また、河川は取水のためにある。」という考えから、錫鉱山、パームオイル、ゴム園からの排水も、生活排水や工場廃水も垂れ流しにされ、また利水も各実施機関が何の連携もなく行ってきた。一方、原則的にマレイシアの河川管理は州政府が行うこととなっており、土地、河川水をも含む河川の所有権はスルタン（回教の崇主）に帰属している。

河川水利用を含めた水資源開発に関する事業は、下記のような様々な機関によって実施されており、一元的な水資源、河川管理体制とはなっていない。

かんがい、洪水対策	DID (Department of Irrigation & Drainage)
上水道	PWD (Public Works Department)
下水道	MOL (Ministry of Local Government)
水質汚濁	DOE (Department of Environment)

また、上記機関以外に州によっては州政府の下の開発公社による事業も行われている。

水資源に関する法律、制度は、水利権に関しては「Water Enactment」が1920年に制定され、また各州政府によりいくつかの水資源関連法令が制定されている。しかしいずれも現実に即しなくなってきている。

1979年～1982年にかけてJICAの開発調査として「全国水資源開発計画」が行われ、これは当時の水需給を評価し、治水利水の観点から総合的水資源開発のためのマスタープランとなるべき画期的な調査であり、現在もマレイシアにおける水資源のバイブルとして位置付けられている。

この調査では、最終的に水資源、河川管理の一元化、水資源開発に係わる機関の調整機能保持、河川行政強化、及び水資源政策の効率化を目的とし、以下の提言を行っている。

- 河川計画はすべてDIDが作成する。
- 国家及び州水資源委員会を設置する。
- EPUの下、連邦及び州水資源局を設置する。
- 連邦の付属機関として水資源開発、管理公団を設置する。
- 州政府の施行している水資源関連法令を統一し、総合的な国家水資源法を制定する。

しかしながら、各州政府が既得権を手放さなかったため、これらの提言は実現されていない。DIDの権限内での河川管理は各州DIDと協力して河岸侵食、土砂堆積に対する河道の維持を行うにとどまり、全国的に無秩序な河川利用、取水、砂利採取などを許し河川は荒廃してしまった。

現在、DIDを中心として「ラブリバーキャンペーン（Kempen Cintailah Sungai Kita)」を全国的に展開中である。これは関係機関とともに、河川と流域、水資源を一元的に管理する行政組織をつくるための知識や技術を向上させる、という運動である。また、昨年11月16日から18日には「将来の河川管理」というテーマの国際河川シンポジウムが行われ、政府、国民の間でも河川管理に対す

る関心が高まってきている。

水資源、河川に対する計画、調整、管理を一元的に行う組織の創設、さらに法律の整備が早急に望まれている。

4．調査対象地域の概要

4－1　対象地域

S／Wに述べられているように、計画対象地域はムダ川流域、及び上工水、農業用水に対する水源がムダ川の水資源に依存している地域となっている。よって対象地域はケダ州、プラウ・ピナン州及びペルリス州の一部より構成される。各州面積はペルリス州795km²、ケダ州9,326km²、プラウ・ピナン州1,031km²（うちペナン島285km²）であり、ペルリス州は1行政区、ケダ州は11行政区、プラウ・ピナン州は5行政区（うち半島側3行政区、ペナン島2行政区）から成る（図4－1、4－2参照）。

4－1－1　社会経済状況

(1) マレイシアの経済政策

最近のマレイシア経済の活発な動きには目を見張るものがある。経済は1992年初め頃にピークを迎えるまで、独立以来最長の5年半にも及び景気拡張を遂げた。その後の縮小局面に入っても中央銀行の1993年3月発表では92年のGDP成長率が8.0％と推計され、93年は7.5％と予測されている。

1970～80年代の20年間を対象とした「新経済政策」は、人種の区別なく貧困を撲滅し、経済活動にあっては人種間の格差を解消することに目標を定め、これらの目標実現を目指す諸政策・計画・事業がこの20年間に実行されてきた。

その後、1991年2月にマハティール首相は今後30年間に年平均7％の経済成長を基礎にマレイシアをあらゆる面で先進国家にするという課題を提起した「2020年ビジョン」（Wawasan 2020）を発表した。同年6月には長期計画として「第2次長期展望計画1991－2000年」（The Second National Development Policy）を示した。7月には中期計画である「第6次マレイシア計画1991－1995年」（Sixth Malaysia Plan 1991-1995）が発表された。二つの計画は同年8月に国会で承認された。「第6次マレイシア計画」は現在「Mid Term Review」により見直しが行なわれている。

「国家開発政策」は基本的に「新経済政策」を継承しているが、30年間に年平均7％の高度成長を達成するためには、より工業化に重点を置く開発政策の必要性を強調している。以下に工業化を軸として今後展開される開発政策を列挙する。

- 製造業の基礎の拡大と製品の多様化
- 民間主導の輸出市場の多角化
- 外資誘致の促進と外貨政策の微調整
- インフラ整備の強化
- インフレ抑制
- 農業とサービス業の効率化・近代化・競争力の強化

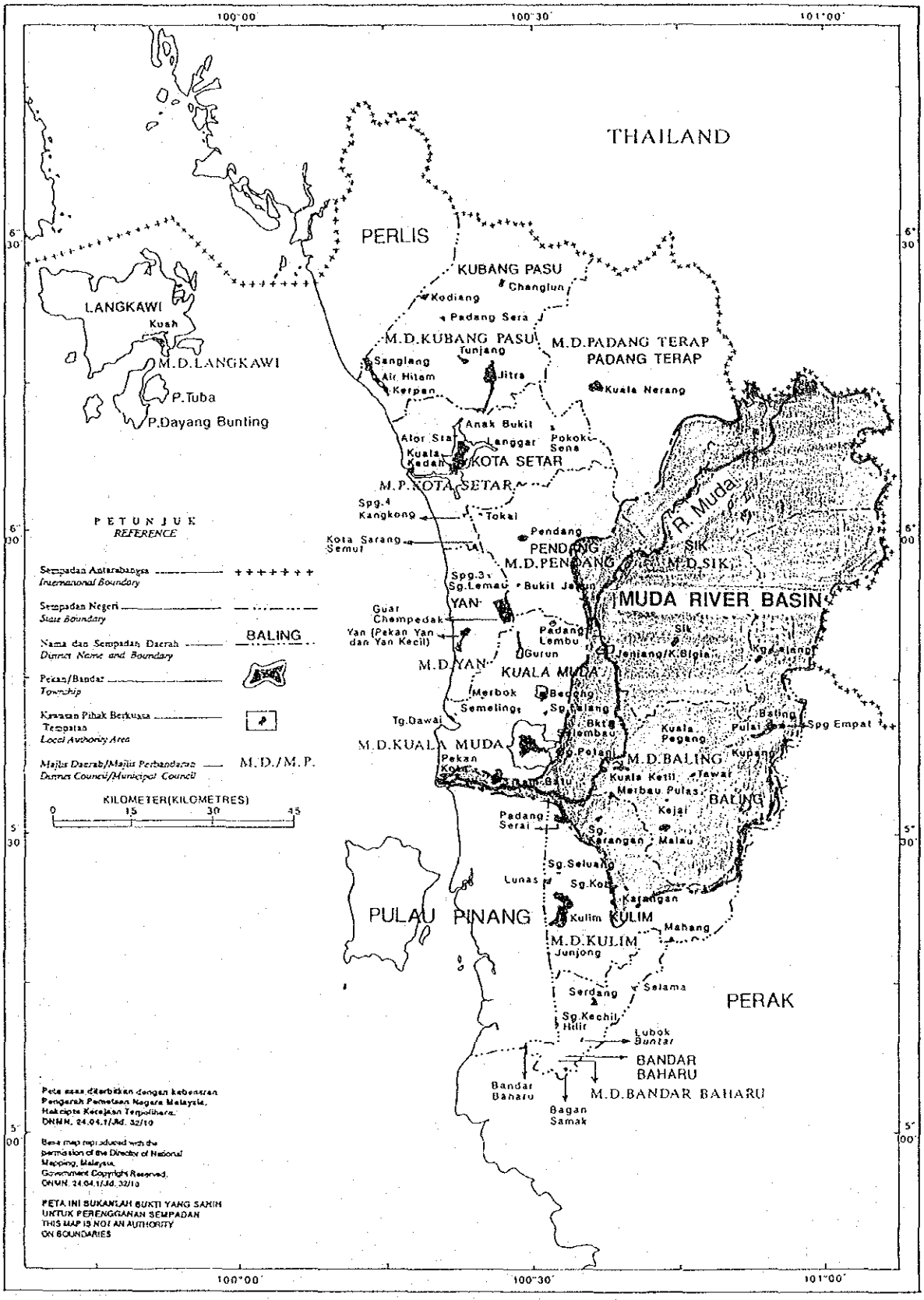


図4-1　ペルリス、ケダ州行政区位置図

出典：Preliminary Count Report 1991 Census of Malaysia

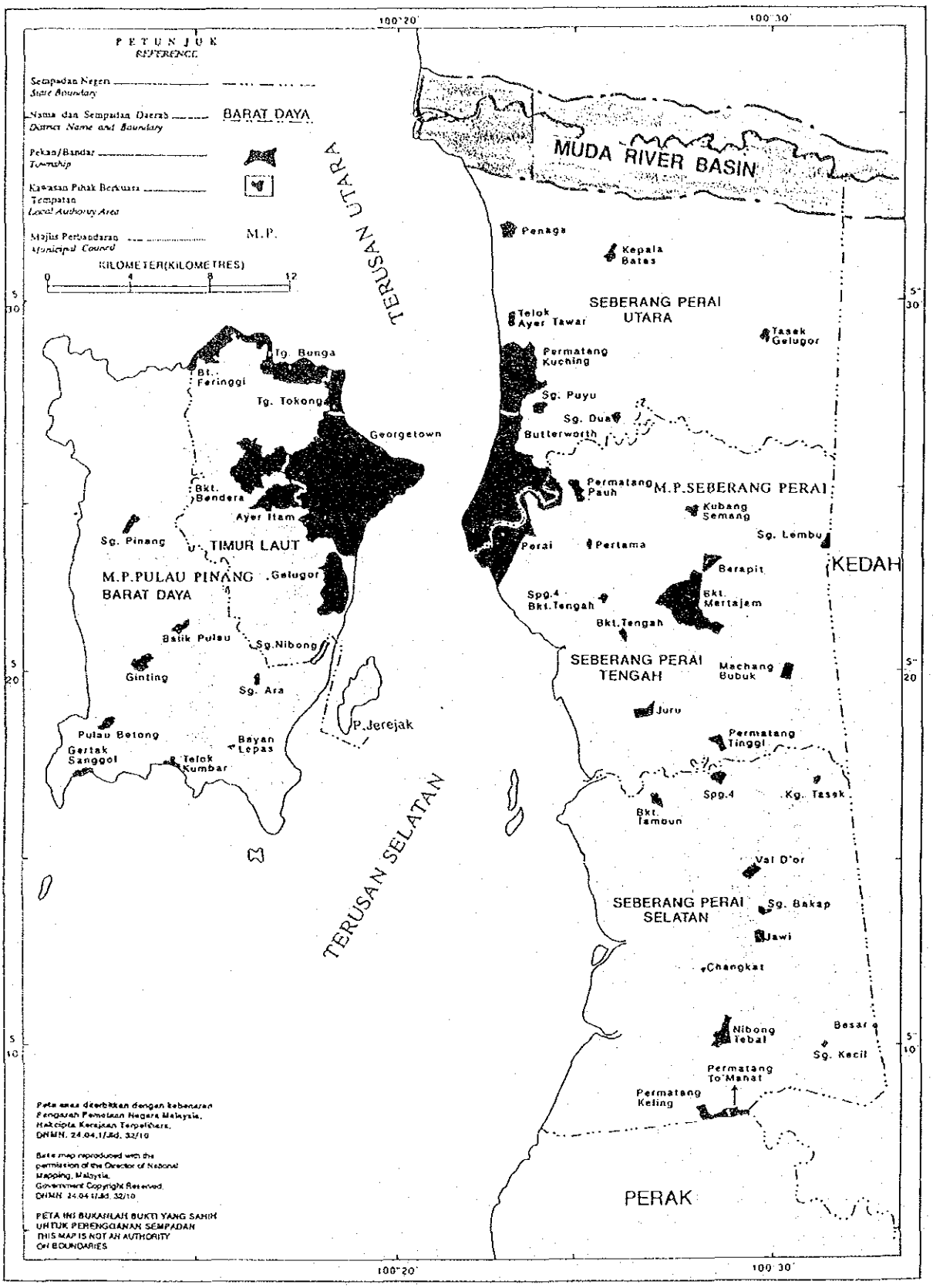


図4-2　プラウ・ピナン州行政区位置図

出典：Preliminary Count Report 1991 Census of Malaysia

－　環境を含む自然・天然資源の有効利用

－　情報社会の建設

(2) 人　口

1991年に行なわれた人口・住宅調査（The 1991 Population and Housing Census）によると、マレイシアの総人口は17,567千人（うち都市部8,896千人、村落部8,671千人）で1980年の人口13,136千人と比べて年率2.7%で増加している。統計局ならびに人口家族計画協会による推計人口は2000年には2,240万人、2025年には3,510万人に達すると見込んでいる。都市人口の比率も1980年の34.2%から1991年には50.6%と大幅に増加している。特に半島マレイシアにおいてはマレイ系人口の都市集中が顕著で今後も年率6.0%で増加するものと見込まれている。

計画対象地域を含むペルリス、ケダ、プラウ・ピナン３州の人口の変化を下記に示す。

州	人口 1970年	1980年	1991年
ペルリス	121,062	144,782	184,070
ケダ	954,947	1,077,815	1,304,800
プラウ・ピナン	776,124	900,772	1,065,075

また、1991年人口・住宅調査による都市部、村落部人口を各州の郡（District）別に示す。

州／郡（District）	人口 都市部	村落部	合　計
ペルリス州	48,948	135,122	184,070
Perlis	48,948	135,122	184,070
ケダ州	424,653	880,147	1,304,800
Baling	－	114,489	114,489
Bandar Baharu	－	32,957	32,957
Kota Setar	180,785	142,795	323,580
Kuala Muda	139,276	115,815	255,091
Kubang Pasu	35,923	122,266	158,189
Kulim	58,374	70,020	128,394
Langkawi	10,295	32,460	42,755
Padang Terap	－	50,734	50,734
Sik	－	54,653	54,653
Yan	－	60,823	60,823
Pendang	－	83,135	83,135
プラウ・ピナン州	798,528	266,547	1,065,075
Seberang Perai Tengah (Bukit Mertajam)	178,369	57,950	236,319
Seberang Perai Utara (Butterworth)	117,198	108,571	225,769
Seberang Perai Selatan (Nibong Tebal)	39,203	45,365	84,568
Timur Laut	395,211	21	395,232
Barat Daya	68,547	54,640	123,187

人口密度はペルリス州で231人／km²、ケダ州140人／km²、プラウ・ピナン州1,033人／km²である。

(3) 国内総生産（GDP）

マレイシアの実質国内総生産(1978年価格)は、1980年の447億マレイシアドルから1985年には572億マレイシアドルへ増加した。期中の年平均成長率は5.8%である。国民1人当たりのGDPも年率4.4%で増え、1980年の3,719マレイシアドルが1985年には4,609マレイシアドルに達した。

1985年と1986年の2年間にわたる世界的な不況による輸出量停滞と輸出額低下にともない、マレイシア経済は独立後初めてマイナス成長を体験した。その後、経済は1986年後半から輸出主導型で回復基調を取り戻し、それ以降海外市場におけるマレイシア輸出産品の価格上昇と国内市場における堅調な投資・消費動向とが相乗し、経済は拡大の一途をたどっている。実質GDPは1988年に663億マレイシアドル、1989年に722億マレイシアドルへ増加し、国民1人当たりGDPも1988年には5,360マレイシアドル、1989年には5,793マレイシアドルに達した。現在も引き続き経済は堅調でGDPは年率8%で増え、一人当たりGDPも約3,000米ドルに達している。

独立以来、農業はマレイシア経済を支えてきた。1980年代においても工業分野のGDPに対する貢献度が年々高まっているものの、経済成長に主導的役割を果たし続けている。1988年には、GDPの21.2%、外貨獲得額の35.0%を農業分野で占めている。

ペルリス州の州GDPは1988年時点4.5億マレイシアドルで、主な内訳は農業39%、サービス業33%、製造業21%である。一人当たりGDPは1988年には2,562マレイシアドルと推計されており、全国平均をかなり下回る。

ケダ州では1988年時点で州GDPは31億マレイシアドル、内訳は農業44%、サービス業32%、製造業15%と見積られている。一人当たりGDPは、1988年で2,431マレイシアドルと推計され、ペルリス州同様全国平均をかなり下回っている。

プラウ・ピナン州では1988年時点で州GDP 47億マレイシアドル、内訳は農業4%、サービス業21%、製造業45%であり、一人当たりGDPは対象地域3州のうち最高の4,222マレイシアドルと推計されている。

(4) インフラ整備

対象地域3州別の主なインフラ整備状況を下表に示す。

項　　目	ペルリス州	ケダ州	プラウ・ピナン州
1．電力供給普及率（%）	90	61	81
2．水供給普及率（%）			
都市部	93	95	98
村落部	50	58	85
3．道路			
延長（km）	485	3,230	1,324
整備率（m/ km²）	610	340	1,280
人口当たり整備率（m/1,000人）	2,940	2,670	1,260
自動車保有率（台/1,000人）	231	197	348
4．医療			
医者数（人/1,000人）	2.7	1.9	4.6
救急ベッド数（ベッド/1,000人）	2.5	1.6	2.9
幼児死亡率（人/1,000人）	1.8	1.9	1.0

注：1985年時点データによる

(5) 開発計画実施機関

農業開発は農業省（Ministry of Agriculture）により全国レベルで実施されているが、かんがい事業は農業省の下のDID（Department of Irrigation & Drainage）の管轄である。DIDは都市排水も含めた洪水対策事業をも担当している。

上水道事業は公共事業庁の上水道部門により、また下水道事業は内務省（Ministry of Local Government）により実施されている。各機関は州ごとに州政府の下に支局を持ち、計画は本局が、実施・維持・管理は支局によって行なわれている。

上述の機関以外に対象地域3州には下記のような役割を持つ、開発事業に携わっている公社・公共事業機関が設置されている。

－ ペルリス州

・Perlis State Development Corporation－

州経済活動の振興、工業団地・住宅開発、基幹産業・観光産業の育成

－ ケダ州

・Kedah State Development Corporation－

農業・工業開発、住宅開発、観光開発及びこれらの推進

・Muda Agricultural Development Authority (MADA)－

Muda Irrigation Projectの実施・維持・管理

・Kedah Regional Development Authority－

MADA管轄地区以外の生活環境改善、新規農業開発地区での商品作物の振興

－ プラウ・ピナン州

・Pulau Pinang Water Authority－

プラウ・ピナン州内の上水道事業の計画、実施・維持管理・運営

・Penang Regional Development Authority－

農業とくに養鶏業の助成

・Penang Development Corporation－

工業開発の振興、観光振興、都市開発・再開発

4－1－2 地形・地質

対象地域は半島マレイシアの西海岸北部に位置し、地域西北部のペルリス州の一部、ムダ川流域が属するケダ州、南西部のプラウ・ピナン州から成る。対象地域は南及び東北部でペラック州と州境で接している他、北及び東側はタイ王国との国境であり、西側はマラッカ海峡に面している。

対象地域は、ほぼ以下に挙げる河川流域からなり、水利用の面で密接に連結されている。

河川名	流域面積（㎢）
ペルリス	880
ケダ	3,590
メルボック	410
ムダ	4,360
ペライ（ペナン島、小河川を含む）	1,080

対象地域の地形、地質は、ほぼ起伏をもつ低丘陵地、海外沿いの沖積平野にみられるシルリア紀の海成堆積基盤からなる。ペナン島及び東部国境の山脈は、後期石炭紀以降に貫入した花崗岩が主体である。地形及び地質構造は、褶曲山系の北北西地向斜に支配されている。

沖積土壌は海岸平野、氾濫原、河岸段丘の3,140㎢に分布し、残積土壌は起伏をもつ平野、山地にみられる。

計画地域を含む３州の森林植生は、3,201㎢あり、原生内陸有用樹林834㎢、２次内陸有用樹林335㎢、内陸非有用樹林1,427㎢、マングローブ林94㎢、その他551㎢からなる。

ムダ川流域の土地利用図を図４－３に示す。

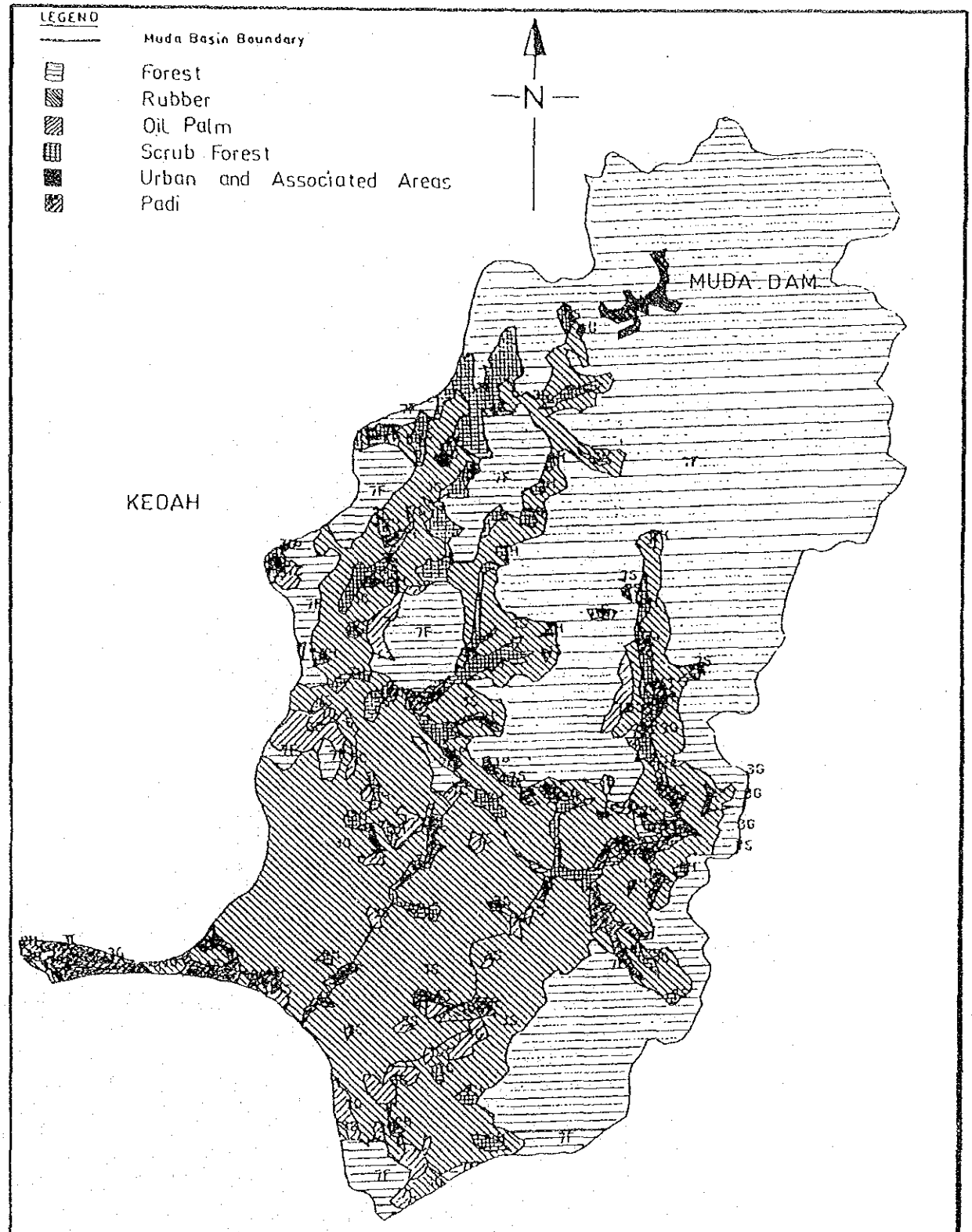
４－１－３　気象・水文状況

(1) 概況

対象地域の気象は、11月から２月までの間は北東モンスーンの、４月、５月は南西モンスーンの影響下にある。対象地域のおける北東モンスーンによる降雨は中央山脈に妨げられ、１月、２月に最乾季となり、１、２月の月間降雨量はほぼ50㎜である。５月にピークに達する南西モンスーンによる降雨量は月間200㎜を越える。8月から10月の間のモンスーンの過渡期に豪雨に見舞われ、月間降雨量は200㎜から350㎜となる。年間平均降雨量は、ペルリス川流域のタソー（Tasoh）で1,814㎜、ムダダムで2,162㎜、ペライ川流域のラダン・ドビリン（Ladang Dublin）で3,360㎜と、北部から南部に向かって増加する。対象地域の等雨量線図を図４－４に示す。

対象地域の年平均蒸発散量は1,700㎜から2,000㎜の範囲にあり、最大蒸発散量は３月に、最小蒸発散量は北東モンスーン期の11月～12月に発生する。月平均気温は一年を通じ大きな変化がなく高温で26℃から28℃程度であり、最高気温は４月から５月にかけて、最低気温は12月から１月にかけて記録している。相対湿度は一般に高く、季節的変化は降雨パターンに左右され、通常最高は10月から11月にかけて、最低は２月に記録されている。年平均日照時間は約７時間であり、乾期の１月から４月にかけては７時間から９時間、雨期の９月から11月は５時間から６時間と記録されている。

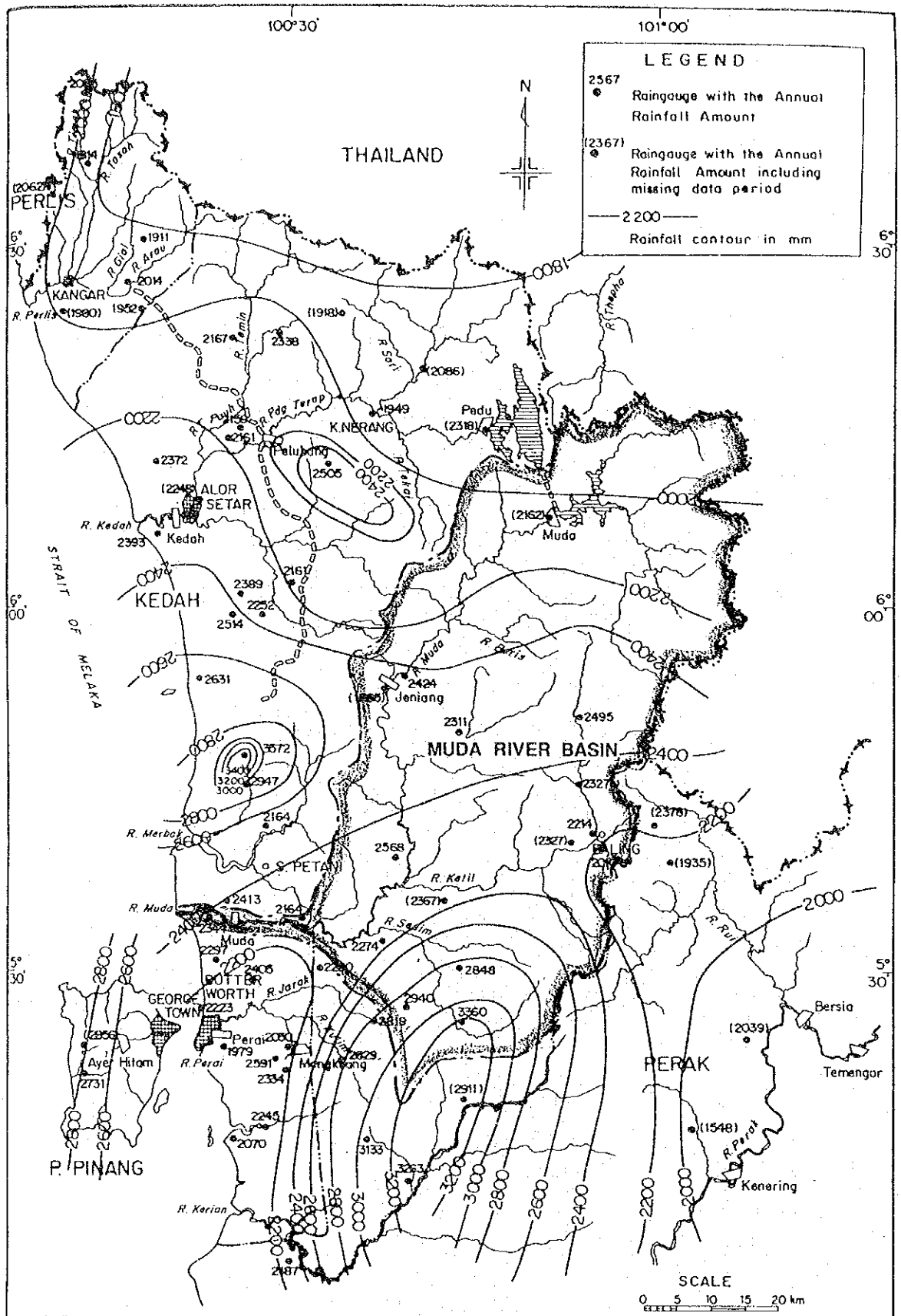
対象地域内河川では、一般に雨期の９月から12月にかけて年間流量の50～70％が流出し、５月に流量は最低となる。年間流出量の変動はムダ、ペライ川よりペルリス、ケダ川で大きい。ムダ川のジェニアン観測所での流況曲線を図４－５に示す。



出典： Development of Criteria and Standards for Water Quality (Phase II)
Final Report Volume III

10 5 0 10 miles

図4-3 ムダ川流域土地利用図



出典： PKP Regional Water Resources Study Final Report ANNEX E

図4-4　等雨量線図

対象地域の大部分の地下水は、雨水によって涵養されている準被圧地下水帯水層であり、それは、硬質な砂岩、頁岩の裂け目、石灰岩の空洞、砂礫層の間隙に存在する。

対象地域内の流域毎の水資源の配分を下表に示す。

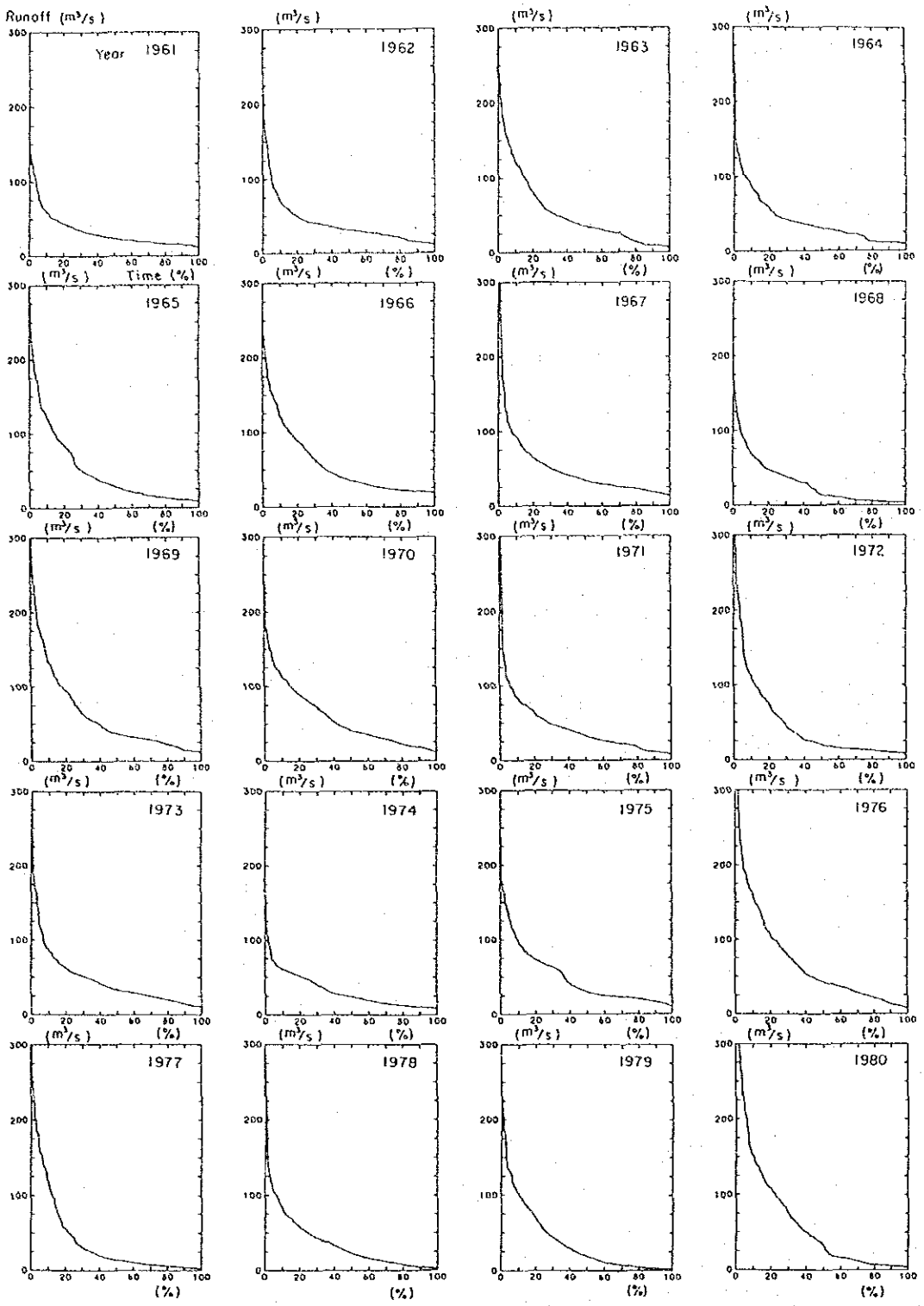
流域	流域面積 (km²)	降水量 (10^6 m³/y)	蒸発散量 (10^6 m³/y)	流出量 (10^6 m³/y)	地下水涵養量 (10^6 m³/y)
ペルリス	883	1,690	1,120	470	100
ケダ	3,593	7,680	4,650	2,770	260
メルボック	412	1,040	550	490	0
ムダ	4,355	10,240	5,540	4,380	320
ペライ	411	1,020	520	450	50
ペナン島	300	800	420	380	0

(2) 観測データ

(a) 気象データ

(a)-1 降雨データ

対象地域及びその周辺には、124地点の降雨観測所があり、そのうち109地点がDIDの所有する観測所で、他はMMS (Malaysian Meteorological Service) 管轄のものである。これら観測所の多くは海岸沿いの平坦部に密集しており、他のいくつかはケダ、ムダ川流域の山間部に分散して配置されている。降雨観測所のインベントリーを表4－1に、また主な降雨観測所の位置を図4－6に示す。



Basin : Muda
Station: Jeniang (5806414) C.A.: 1,740 km²

出典： PKP Regional Water Resources Study Final Report ANNEX E

図4-5 ムダ川の流況曲線

表４－１　降雨量観測所インベントリー（１／３）

Station Number	Station Name	State	Recorded Period
6301001	Kg.Behor Lateh	Perlis	1979-1992
6301009	Seriap	Perlis	1950-1979
6401001*	Kg.Behor,Kanger	Perlis	1963-1975
6401002	Padang Katong,Kanger	Perlis	1974-1992
6401008*	Store JPT,Kanger	Perlis	1909-1973
6402006	Guar Nangka	Perlis	1958-1992
6402007	Arau	Perlis	1947-1992
6402008	Ngolang	Perlis	1982-1992
6403001	Ulu Pauh	Perlis	1974-1992
6501004	Abi	Perlis	1946-1969
6501005	Abi Kg.Bahru	Perlis	1963-1992
6502001	Ladang Perlis Utara	Perlis	1974-1980
6502003	Tasoh	Perlis	1958-1992
6502010	Bukit Temiang	Perlis	1967-1992
6503001	Ladang Perlis Selatan	Perlis	1974-1992
6602002	Kaki Bukit	Perlis	1946-1992
6603001	Padang Besar	Perlis	1954-1975
6603002	Pdg.Besar,Titi Keretapi	Perlis	1974-1992
5105105	Kerja Air Bukit Panchor	Kedah	1926-1989
5105106	Rumah Penjaga JPT,Parit Nibong	Kedah	1908-1992
5106104	Ladang Inchong	Kedah	1949-1964
5206102	Terap	Kedah	1958-1992
5206103	Ladang Selama,Serdang	Kedah	1912-1992
5305001	Kg.Dusun	Kedah	1963-1992
5305091	Rumah Sakit Kulim	Kedah	1908-1992
5305092	Bukit Besar.Kulim	Kedah	1946-1971
5307101	Sekolah Menengah Mahang	Kedah	1959-1992
5406081	Ladang Bagan Sena	Kedah	1947-1992
5406083	Kelang Baharu.Kulim	Kedah	1958-1992
5407080	Ladang Dublin	Kedah	1958-1992
5504085	Rantau Panjang	Kedah	1949-1992
5505084	Ladan Henrietta	Kedah	1947-1992
5506078	Merbau Pulas	Kedah	1968-1992
5506082	Ladang Bukit Karangan	Kedah	1947-1992
5507076	Batu 27 Jln.Baling	Kedah	1964-1992
5507079	Ladang Pelam	Kedah	1948-1992
5604001	Stor JPT,Sg.Petani	Kedah	1971
5604002	Jabatan Penjara Sg.Petani	Kedah	1971-1992
5604059	Rumah Sakit Sg.Petani	Kedah	1913-1969
5606077	Ladang Lubok Segintah	Kedah	1958-1992
5608074	Pulai	Kedah	1950-1992
5609072	Rumah Sakit Baling	Kedah	1915-1992
5609073	Kolamair Baling	Kedah	1949-1992
5704054	Ibu Bekalan Yen	Kedah	1946-1986
5704055	Kedah Peak	Kedah	1950-1992
5704056	Sekolah Menengah Gurun	Kedah	1972-1992

注：上記観測所では日雨量データを記録、また＊観測所は時間雨量データを記録

表４－１　降雨量観測所インベントリー（２／３）

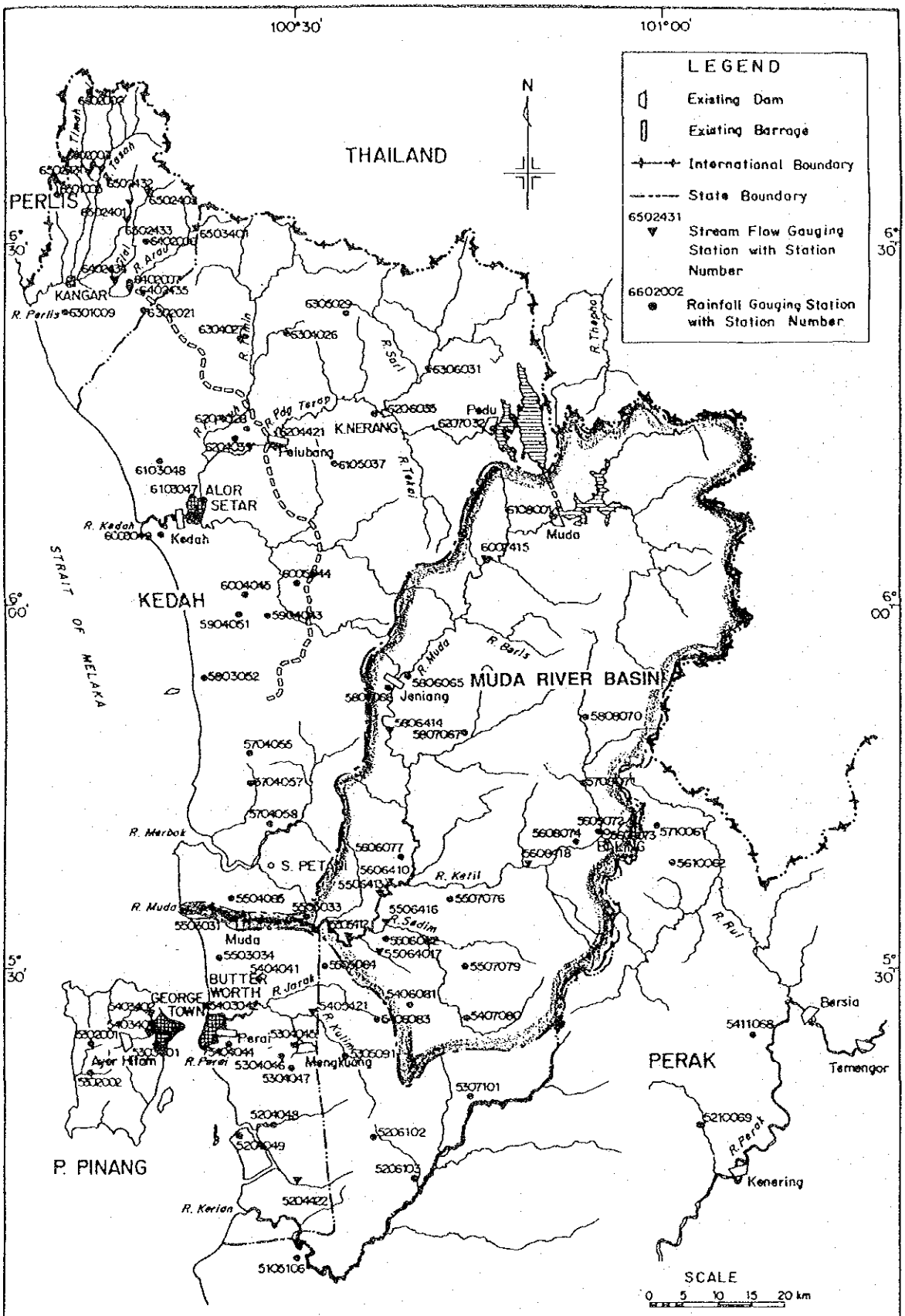
Station Number	Station Name	State	Recorded Period
5704057	Ibu Bekalan Tupah	Kedah	1948-1992
5704058	Semeling	Kedah	1945-1992
5708071	Kg.Terabak	Kedah	1958-1992
5803052	Sg.Limau	Kedah	1942-1992
5804053	Guar Chempadak	Kedah	1943-1977
5804056	Lombong Batu Gurun	Kedah	1949-1972
5806065	Kb.Gajah Puteh	Kedah	1958-1992
5806066	Jeniang Klinik	Kedah	1947-1992
5807067	Sik	Kedah	1947-1992
5808001	Butu 61 Jln.Baling	Kedah	1972-1992
5808069	Batu 62 Jln.Baling	Kedah	1958-1972
5808070	Kg.Lubok Badak	Kedah	1958-1992
5903151	Pintu Kawalan P/S Kuala Sala	Kedah	1961-1992
5904043	Pendang	Kedah	1948-1992
5904051	Kota Sarang Semut	Kedah	1942-1992
5904152	Simpang Tiga,Sg.Limau	Kedah	1961-1979
5905042	Sg.Tiang	Kedah	1968-1980
6003049	Telok Chengai	Kedah	1942-1992
6004045	Stn.Keretapi Tokai	Kedah	1958-1992
6005001	Kg.Bendang Bukit	Kedah	1977-1992
6005044	Kg.Jelutong	Kedah	1958-1992
6007063	Nami	Kedah	1964-1977
6103047	Stor JPT,Alor Star	Kedah	1907-1964
6103048	Alor Janggus	Kedah	1942-1992
6105037	Gajah Mati	Kedah	1932-1992
6105038	Pokok Sena	Kedah	1965-1970
6106034	Naka	Kedah	1947-1992
6108001	Komplek Rumah Muda	Kedah	1972-1992
6108062	Ampang Muda	Kedah	1964-1972
6202001	Pintu Kawalan P/S K.Sanglang	Kedah	1972-1979
6202011	Kg.Sanglang	Kedah	1942-1971
6203022	Setesyen Keretapi Tunjang	Kedah	1958-1992
6203124	Telaga Batu,Jitra	Kedah	1959-1979
6204023	St.Petak Ujian Jitra	Kedah	1965-1992
6204028	Ladang Tanjong Pauh	Kedah	1947-1992
6204039	Stn.Kajicuaca Kepala Batas	Kedah	1936-1992
6205036	Kg.Paya	Kedah	1958-1992
6206035	Kuala Nerang	Kedah	1942-1992
6207032	Ampang Pedu	Kedah	1964-1992
6207033	Tong Pelu. Kg.Pinang	Kedah	1948-1992
6202021	Kodiang	Kedah	1942-1992
6303122	Megat Dewa	Kedah	1961-1971
6304026	Kerjaair Bukit Wang	Kedah	1944-1990
6304027	Ladang Paya Kamunting	Kedah	1907-1992
6305029	Kg.Tengah	Kedah	1947-1992
6306031	Padang Sanai	Kedah	1942-1992
6403025	Batu 8,Changlun	Kedah	1965-1989
6404001	Changlun	Kedah	1977-1992
6405024	Sintok	Kedah	1947-1969

注：上記観測所では日雨量データを記録、また＊観測所は時間雨量データを記録

表４－１　降雨量観測所インベントリー（３／３）

Station Number	Station Name	State	Recorded Period
5202021	St.Kajicuaca Bayan Lepas	P.Pinang	1934-1992
5204048	Sg.Simpang Ampat	P.Pinang	1951-1992
5204049	Ladang Batu Kawan	P.Pinang	1947-1992
5205050	Sekolah Kebangsaan Sg.Bakap	P.Pinang	1946-1992
5302001	Taliair Besar Sg.Pinang	P.Pinang	1952-1992
5302002	Pintuair Bagan Air Itam	P.Pinang	1946-1992
5302003	Kolam Takongan Air Itam	P.Pinang	1975-1992
5303001	Rumah Kebajikan Pulau Pinang	P.Pinang	1975-1992
5303053*	Komplek Prai	P.Pinang	1970-1992
5304045	Kolamair Bukit Berapit	P.Pinang	1935-1992
5304046	Permatang Rawa	P.Pinang	1953-1992
5304047	Kolam Air Cherok To'Kun	P.Pinang	1935-1992
5402001	Klinik BT.Bendera	P.Pinang	1975-1992
5402002	Kolam Bersih Pulau Pinang	P.Pinang	1975-1992
5402011	Stn.Pertanian Air Itam	P.Pinang	1943-1973
5403042	Stn. Kajicuaca Butterworth	P.Pinang	1955-1992
5404041	Ladang Malakoff	P.Pinang	1933-1992
5404043*	Ibu Bekalan Sg.Kulim	P.Pinang	1946-1992
5404044	Stn.Petak Ujian Bukit Merah	P.Pinang	1946-1981
5503031	Permatang Bendahari	P.Pinang	1949-1992
5503034	Permatang Binjai	P.Pinang	1958-1992
5504032	Rumah Pam Bumbong Lima	P.Pinang	1963-1992
5504034	Permatang Sintok	P.Pinang	1955-1957
5504035	Lahar Ikan Mati,Kepala Batas	P.Pinang	1949-1992
5505033	Rumah Pam Pinang Tunggal	P.Pinang	1949-1992
5710061	Dispensari Kroh	Perak	1971-1992
5710062	Dispensari Klian Intar	Perak	1910-1970
5411068	Rumah Sakit Grik	Perak	1900-1977
5210069	Stn.Pemereksaan Hutan Lawin	Perak	1960-1992

注：上記観測所では日雨量データを記録、また＊観測所は時間雨量データを記録



出典： PKP Regional Water Resources Study Final Report ANNEX E

図4-6　降雨量及び河川流量観測所位置図

降雨量データは日降雨量を基本として、DIDが所有するコンピュターに「水文データバンクシステム」として整理・保管されており、また月降雨量データはDIDの出版物である“Rainfall and Evaporation Records for Malaysia”として製本されている。

これら観測所のうち、日記録用自記雨量計は、Kg. Behor, Kangor (6401001)、Store JPT, Kangar (6401008)、Komplek Prai (5303053) 及びIbu Bekalan Sg. Kulim (5404043) の4観測所に設置され、時間雨量データは上記4観測所において入手可能と判断される。

(a)-2 蒸発散データ

蒸発散データはMMS, DID及びNEB (National Electricity Board) により観測されており、日蒸発量は“U.S. Class A-pan”により方法で観測されている。データは前述の“Rainfall and Evaporation Records for Malaysia”、及び“Evaporation in Peninsular Malaysia”に整理、製本されている。表4－2にDID所有の観測所インベントリーを示す。

(a)-3 気象データ

降雨、蒸発散データ以外の気象データはMMSによる4主要気象観測所 (Principal Meteorological Station) で気温、相対湿度、日照時間等が測定されている。また他には気温、相対湿度を主な測定項目とした22観測所 (Climatological Station) がある。気象観測所のインベントリーを表4－3に示す。

(b) 水文データ

(b)-1 河川流量データ

対象地域内の河川流量データは図4－6に示す22地点で観測されている。これら観測所はすべてDID管轄のもので、水位データをDID本局に送り、水位－流量曲線により流量へ変換されている。水位－流量曲線は、月一回行われる流量観測結果により逐次更新されている。

日水位－流量データは、日降雨量データと同様にDIDの「水位データバンクシステム」に整理・保管され、またDID出版の“Stream Flow and Suspended Sediment Records for Malaysia”として製本されている。表4－4に河川流量観測所のインベントリーを示す。

これら観測所のうち、ムダ川流域のJeniang (5806414) が1946年より1992年に亘る最も長い観測期間を有している。

表４－２　DID管轄蒸発散観測所インベントリー

Station Number	Station Name	State	Recorded Period
6401301	Kg.Behor,Kangar	Perlis	1963-1975
6401302	Padang Katong,Kangar	Perlis	1975-1992
6401308	Stor JPS,Kangar	Perlis	1962-1963
5806366	Jeniang Klinik	Kedah	1961-1978
5903351	Pintu Kawalan P/S Kuala Sala	Kedah	1961-1992
5904352	Simpang Tiga,Sg.Limau	Kedah	1961-1978
6105337	Gajah Mati	Kedah	1968-1978
6108301	Komplek Rumah Muda	Kedah	1969-1992
6108362	Ampang Muda	Kedah	1969
6202301	Pintu Kawalan P/S K.Sanglong	Kedah	1961-1978
6203324	Telega Batu,Jitra	Kedah	1959-1978
6204323	Stn.Petak Ujian Jitra	Kedah	1965-1978
6207332	Ampang Pedu	Kedah	1969-1978
6303322	Megat Dewa	Kedah	1961-1971
6397311	Rumah JPS.Padang MAT Sirat	Kedah	1963-1992
5504332	Rumah Pam Bumbong Lima	P.Pinang	1963-1978

表４－３　気象観測所インベントリー

Station Number	Altitude (El.m)	Latitude (N)	Longitude (E)	State
-Principal Meteorological Station-				
Chuping	21.7	6° 29′	100° 16′	Perlis
Alor Setar Airport	3.9	6° 12′	100° 24′	Kedah
Butterworth Airport	2.8	5° 28′	100° 23′	P.Pinang
Penang International Airport	2.8	5° 18′	100° 16′	P.Pinang
-Climatological Station-				
Kangar	3	6° 26′	100° 12′	Perlis
FELDA Chuping A	53.3	6° 33′	100° 18′	Perlis
Ampangar Muda	110.1	6° 07′	100° 51′	Kedah
Ampangan Pedu	58.6	6° 15′	100° 46′	Kedah
Hospital Baling	51.9	5° 41′	100° 55′	Kedah
Hospital Kulim	32.0	5° 23′	100° 33′	Kedah
Hospital Sungai Petani	8.2	5° 39′	100° 30′	Kedah
MARDI Bukit Raya	–	6° 01′	100° 27′	Kedah
MARDI Gajah Mati	15.3	6° 10′	100° 33′	Kedah
Pusat Pembaikbiak Ikan,Jitra	10.0	6° 15′	100° 28′	Kedah
Pusat Pertanian Batu Seketol	71.4	5° 58′	100° 48′	Kedah
Pusat Pertanian Charok Padang	30.5	5° 48′	100° 43′	Kedah
Pusat Pertanian Telok Chengai	1.0	6° 06′	100° 17′	Kedah
Sala Kanan	15	5° 58′	100° 24′	Kedah
Hospital Bukit Mertajam	13.7	5° 22′	100° 28′	P.Pinang
MARDI Bertam	7.3	5° 33′	100° 29′	P.Pinang
Pusat Kesihatan Bukit Bendera	732.0	5° 25′	100° 16′	P.Pinang
Pusat Pertanian Bukit Merah	6.0	5° 25′	100° 26′	P.Pinang
Stesen Pencemaran Udara,Prai	1.5	5° 21′	100° 24′	P.Pinang
USM Muka Head	5.0	5° 28′	100° 12′	P.Pinang
Bumbong Lima	4	5° 32′	100° 28′	P.Pinang
Hospital Penang	5	5° 25′	100° 16′	P.Pinang

表４－４　河川流量観測所インベントリー

Station Number	Station Name	River Name	Catchment Area (km²)	Latitude (D.M.S)			Longitude (D.M.S)			Recorded Period	State
6402434	Titi Jln.Arau	Gial	66.1	06	26	45	100	15	40	1970-1987	Perlis
6402435	Titi Jln.Arau	Arau	88.6	06	25	45	100	16	25	1970-1975	Perlis
6502401	Titi Tampang	Jerneh	23.5	06	32	20	100	16	15	1974-1992	Perlis
6502402	Kg.Batu Tangkup	Buloh	16.3	06	33	15	100	17	20	1980-1992	Perlis
6502431	Titi Baru	Pelarit	48	06	35	15	100	12	40	1972-1984	Perlis
6502432	Titi Baru	Tasoh	126	06	35	20	100	13	50	1972-1992	Perlis
6502433	Titi Hutan Duri	Jerneh	29.7	06	31	10	100	16	00	1970-1974	Perlis
6503401	Ldg.Tebu Feldo	Arau	20.6	06	30	15	100	21	25	1980-1992	Perlis
6602401	Wang Mu	Pelarit	42.4	06	36	10	100	12	20	1971-	Perlis
5606410	Jam Syed Omar*	Muda	3,330	05	36	35	100	37	35	1971-1992	Kedah
5608418	Kuala Pegong	Ketil	704	05	38	20	100	48	45	1974-1992	Kedah
5806414	Jeniang	Muda	1,710	05	49	10	100	37	55	1946-1992	Kedah
6007415	Nami	Muda	1,220	06	03	20	100	46	00	1960-1973	Kedah
6204421	Lengkuas	Pdg.Terap	1,270	06	12	45	100	27	15	1946-1967	Kedah
5204422	Jam Jin Raya	Jawi	41.4	05	12	10	100	29	55	1970-1971	P.Pinang
5303401	Jalan Kurau	Jelutong	2.8	05	23	40	100	18	40	1975-1980	P.Pingng
5403401	Jam Jin.Scotland	Air Itam	33	05	24	40	100	18	10	1975-1982	P.Pingng
5403402	Western Road	Air Terjun	9.2	05	25	35	100	18	10	1975-1980	P.Pingng
5405421	Ara Kuda	Kulim	129	05	26	10	100	30	50	1950-1992	P.Pingng
5505412	Ldg.Victoria	Muda	4,010	05	31	55	100	34	20	1947-1992	P.Pingng
5506413	Batu Pekaka	Muda	3,340	05	35	45	100	36	55	1947-1973	P.Pinang
5506416	Merbau Pulas	Sedim	440	05	34	00	100	38	20	1947-1972	P.Pinang
5506417	Titi Karangan	Karangan	82.9	05	31	20	100	37	10	1947-1973	P.Pinang

注：＊　DIDにより浮遊土砂データ（No.5606510、期間1976-1992）及び
水質データ（No.5606610、期間1974-1992）も合わせ測定

(b)-2 既設ダム操作データ

４－２で述べるように、ムダダム及びプドゥダムは、MADAかんがい地区への給水を目的として1969年に建設された。これらダムの操作データはMADAにより両ダム完成直後より観測されている。

このダム操作データは両ダム貯水池の水位、容量、洪水吐よりの流出量、貯水池への流入量、ムダダムよりプドゥダムへの転流量が日単位で記録されているものであるが、両ダムから下流域への放流量は記録されていない。

(b)-3 流送土砂データ

浮遊砂データは、DID河川流量観測所において月１回の割合で測定されており、浮遊砂の濃度等はDIDアンパン研究所において解析されている。このデータは河川流量データとともに "Stream Flow and Suspended Sediment Records for Malaysia" に整理・製本されている。ムダ川本川の流域面積3,330km²を持つJam. Syed Omar観測所（5606510）では1976年より現在に至る記録がDIDにて保管されている。河床材料調査は実施されていない。

(b)-4 河口データ

河口調査に関するデータはムダ川に関しては行なわれていない。潮位データもムダ川近傍

では測定されておらず、最も至近のものはペナン島のKedah Pier及びペルリス州のKuala Perlisでの記録があるようだが詳細は不明である。

潮位データは“Marine Department”において“Tide Table”として整理されている。

1986年8月にムダ川河口部で漁船の航路維持のために浚渫工事が実施された。現在進行中のJICAによる「全国河口処理計画調査」で、この工事に関する調査が行なわれている。これは浚渫前及び浚渫後（1992年11月）の航路縦断を測定したものである。

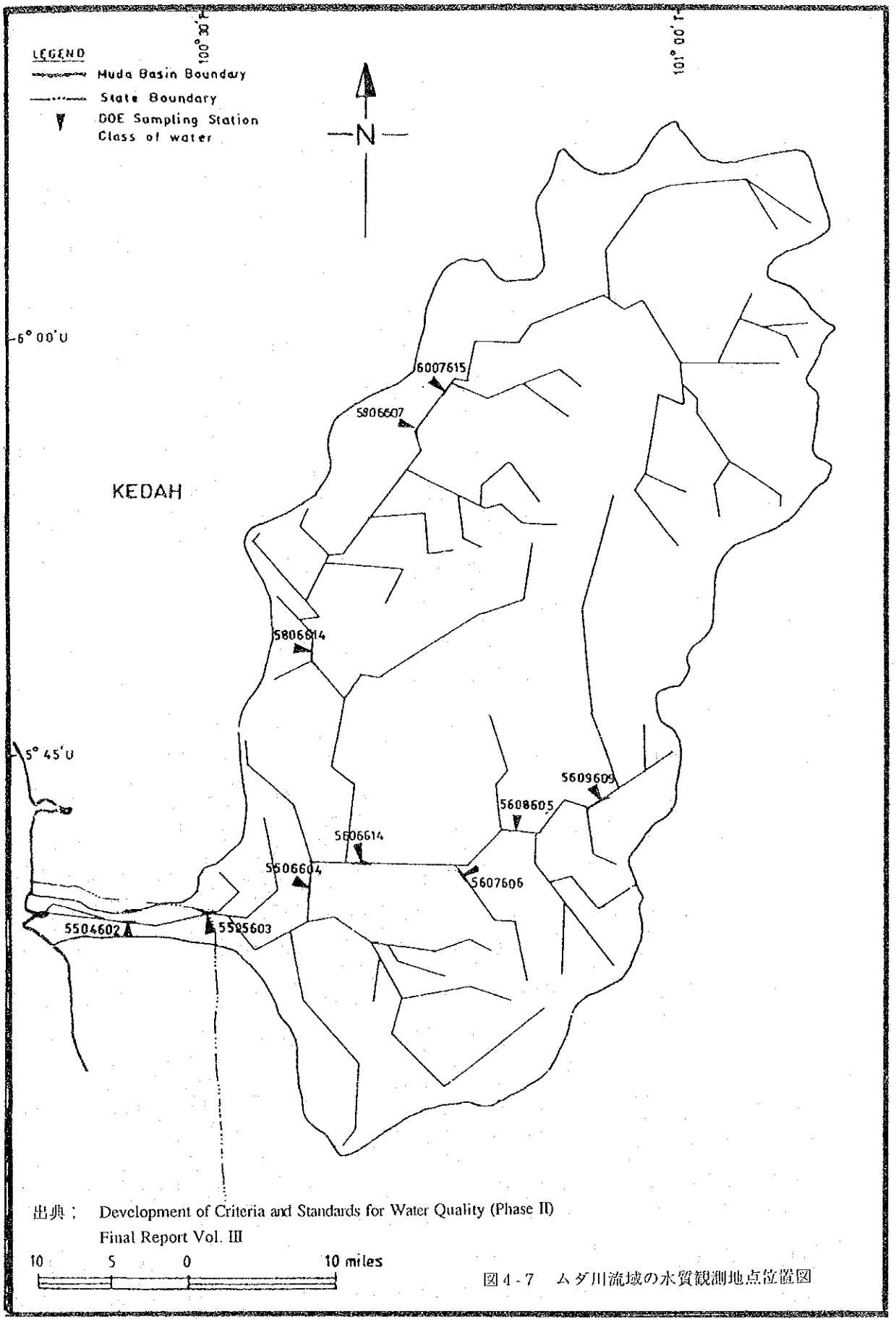
(b)-5 水質データ

ムダ川流域を含むマレイシア半島北部地域での河川水質のサンプリング及びその解析は1978年よりDOE（Department of Environment）によって始められた。河川水質の観測地点は主に水質汚染源であるゴム工場、精糖工場、主要都市等の下流に配置されている。

PKP調査時における河川水質観測所のインベントリーを表4－5に示す。また、1990年にDOEによって行なわれた“Development of Criteria and Standards for Water Quality”調査で水質汚染度の評価に用いられた観測所位置図を図4－7に示す。

表4－5　PKP調査時の河川水質観測所インベントリー

WQMS No.	River Name	Latitude	Longitude	Distance from River Mouth (km)	Note
5503601	Muda	5° 35′	100° 22′	5.15	Di Kota Kuala Muda
5504602	Muda	5° 33′	100° 25′	12.88	Jambatan Merdeka di Bumbong Lima
5505603	Muda	5° 34′	100° 30′	25.76	Jambatan Keretapi di Pinang Tunggal
5505612	Muda	5° 31′	100° 34′	39.44	Jambatan Sidam di Kg.Sidam Kanan
5606604	Muda	5° 35′	100° 37′	53.93	Jambatan Syed Omar
5608605	Muda	5° 35′	100° 39′	65.20	Di Kuala Ketil
5806614	Muda	5° 49′	100° 38′	102.23	Jambatan di Jeniang
5906607	Muda	5° 56′	100° 41′	123.16	Di Jereri
6007608	Muda	6° 0′	100° 43′	142.48	Di Kg.Lubok Merbau
5608605	Ketil	5° 35′	100° 49′		Di Kuala Pegang
S.T.	Tawar				Pekan Tawar



出典： Development of Criteria and Standards for Water Quality (Phase II) Final Report Vol. III

図4-7　ムダ川流域の水質観測地点位置図

4－2　ムダ川の概況

4－2－1　河川の現況

洪水対策及び河川環境の対象となるムダ川は、流域面積4,360㎢を持ち、ケダ州とタイ王国との国境沿いの山地を水源として、やや南流した後、流域内最大の支流であるクチル川と合流、その後ケダ州の南でプラウ・ピナン州との州境沿いに西流しマラッカ海峡に注ぐ全長約210㎞の河川である。河川の規模としては半島マレイシアの主要41河川の内、第７位の大きさである。

河床勾配は河口から約160㎞付近までの中、下流部では、約1/2,400と緩勾配であるが、上流部の約200㎞を超えるあたりから約1/300と急勾配になっている。現在は、河口から約10㎞地点に堰が建設され、塩水遡上は止められているが、堰建設以前の感潮区間は河口より140㎞付近まででであったと推察され、塩水遡上は激しかったと言われている。

上流域には集水面積984㎢、有効貯水量１億６千万㎥を有するムダダムが1968年に完成し、貯水された水はサイオントンネルによって隣接するプドゥダム貯水池へ全量転流されている。1969年に完成したプドゥダムはケダ川の支流プドゥ川に位置し、有効貯水量10億4,900万㎥を持つ。プドゥダムはムダダムからの転流水と自己流域171㎢からの水を貯水し、調節した水をケダ川に放流している。放流水は、ケダ川中流域に建設されたプルバン取水堰によって取水され、ケダ州及びペルリス州海岸部に広がるMADAかんがい地区へ給水されている。

前述したムダ川下流部に位置するムダ堰は1972年に塩水遡上を止める目的でPWA（プラウ・ピナン水道庁）により建設され、堰上流のムダ川下流部でケダ州及びプラウ・ピナン州のかんがい、上工水用に取水が行なわれている。他中流域でも小規模ながらかんがい、上工水用のポンプによる取水が多数見られ、増設も含め新設の取水が数多く計画されている。

洪水被害は年に数度の小規模水害が下流部で頻発しているが、特に大規模なものは少ない。中下流部では砂利・砂採取がブルドーザー、トラクターショベル、ポンプ等の機材を使用した大掛かりな方法により随所で行なわれており、砂採取のために河岸侵食、河床低下が顕著である。

河川航行は、ムダ堰下流の河口部分に限られる。河口部は漁港として利用され、多くの漁船用係留施設が存在する。しかしながら、航路部分に閉塞が見られ、潮位が低下すると航行に支障をきたし問題となっている。河口の北側海岸では侵食防止の護岸工事が行なわれている。

4－2－2　洪水被害状況及び治水計画

ムダ河流域では過去に起こった大洪水として、1972年11月、1973年12月及び1980年10月の３つの洪水が記録されている。

1973年12月に起こった洪水は北東モンスーンによる150～250㎜の降雨によってもたらされたもので、図４－８に示すように、ムダ川本流の下流部、支流クチル（Ketil）川の中流部が氾濫した。総氾濫面積は142.5㎢であった。チェピール（Chepir）川との合流点からクチル（Ketil）川の合流点間のムダ川本流沿いは深さ１～２ｍの浸水が３～４日間続き、クチル川合流点より下流部

は７日間にも亘り深さ0.5～１ｍの浸水が記録された。

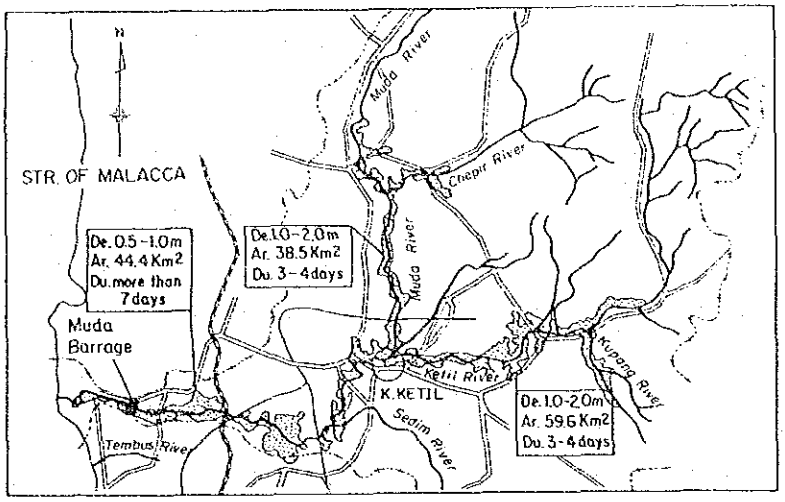
1972年洪水では、ムダ川本流沿いはチェピル川との合流部、クチル川との合流部及び鉄道橋より下流部で氾濫し、クチル川ではクパン川（Kupang）との合流部で氾濫した記録がある。クアラクチルでは５～７日間、深さ１～２ｍの浸水が続いた。氾濫区域を図４－８に示す。総氾濫面積は37.1㎢であった。

1980年洪水は図４－８に示すように他の２洪水ほど深刻なものではないが、氾濫面積20.1㎢を記録している。クアラクチルでの浸水は深さ0.5～１ｍ、２～３日間を記録している。

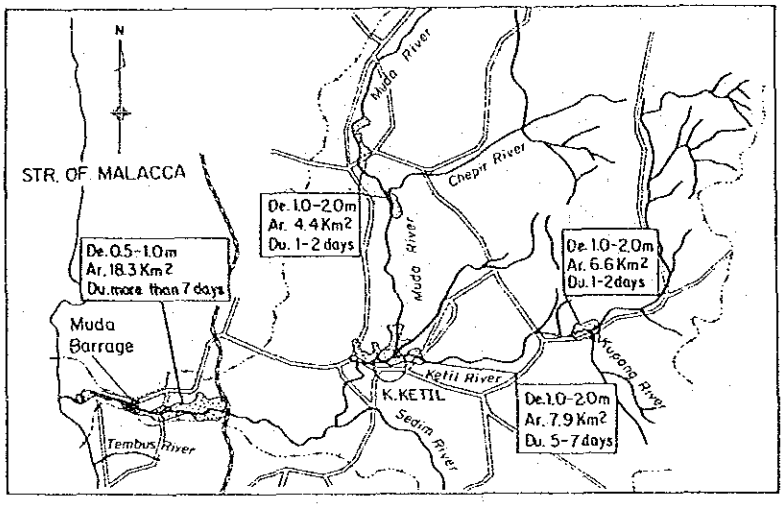
上記３洪水の他に詳細な記録は不明だが、1986年、1988年にも大規模な洪水が起こっている。

洪水対策としてDIDが実施している方法は、下流域に見られる堤防（農道として一部使用されている）が主なもので、低水護岸等の構造物はない。また、洪水防御計画も「JICA PKP地域水資源開発計画」中での概略計画以外にはなされていない。PKP調査では図４－９に示す５区間計50㎞にわたり10年確率洪水に対する河川改修を提案している。

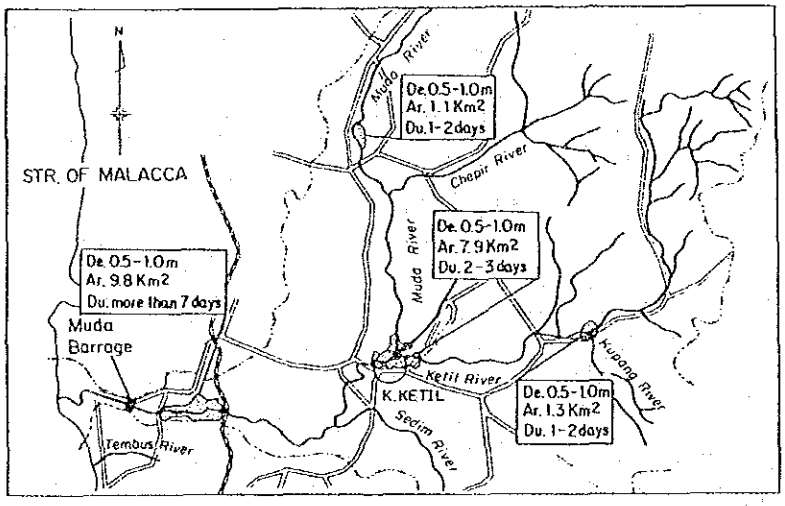
これら５区間のうち下流部２区間35㎞に亘ってプレF／Sレベルの計画が行なわれている。この計画は堤防、複断面の河道掘削からなるもので、総工事費M$ 27.87×10^6と見積られている。計画区間の流下能力、河川改修計画を図４－10から図４－13に示す。ただし、この計画の実施については何の進展もみられない。



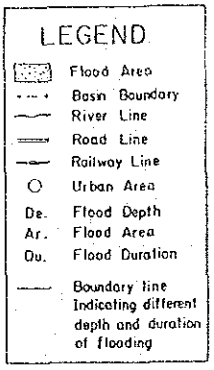
Flood Map - Muda River Dec. 1973 Flood

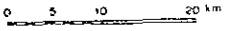


Flood Map - Muda River Nov. 1972 Flood

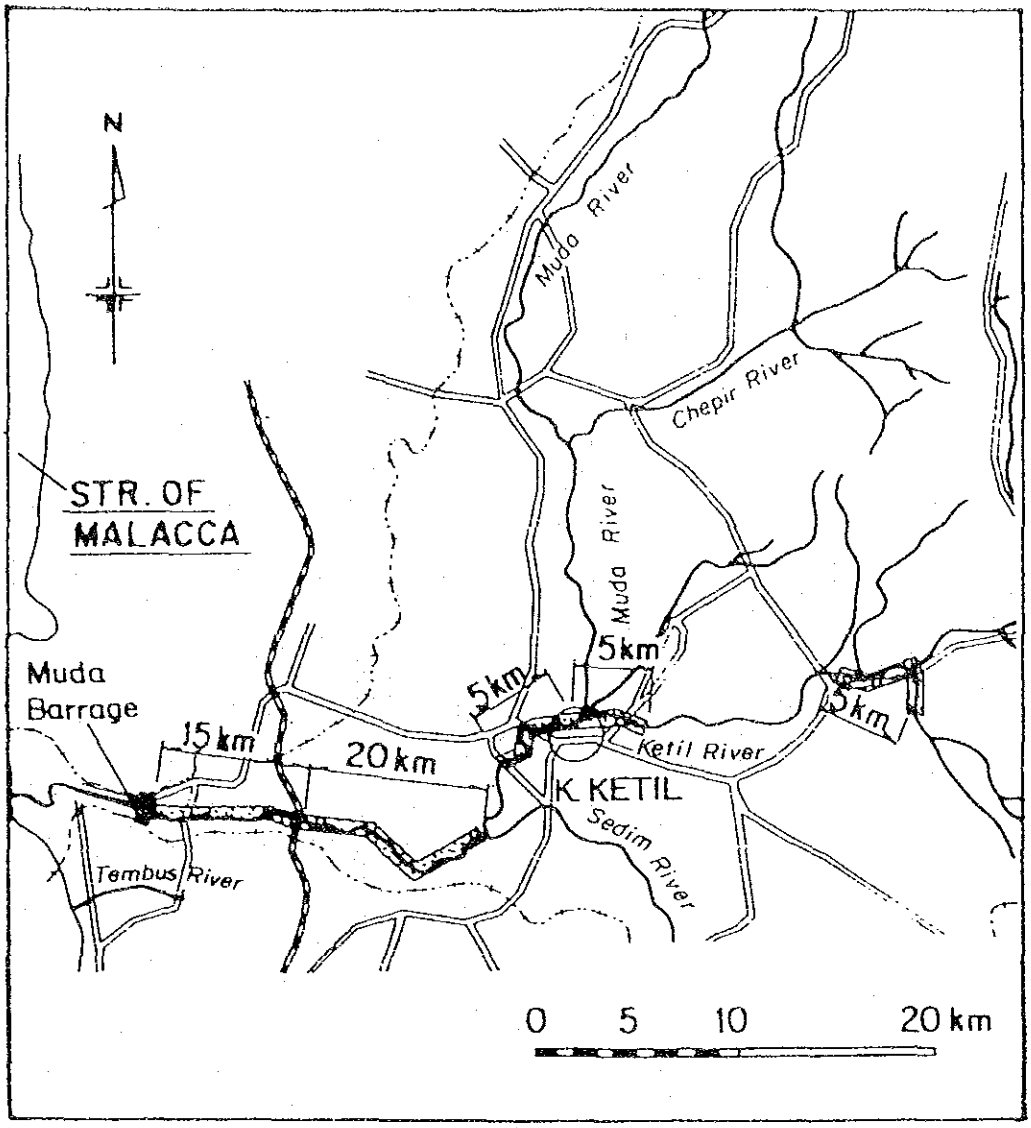


Flood Map - Muda River Oct. 1980 Flood



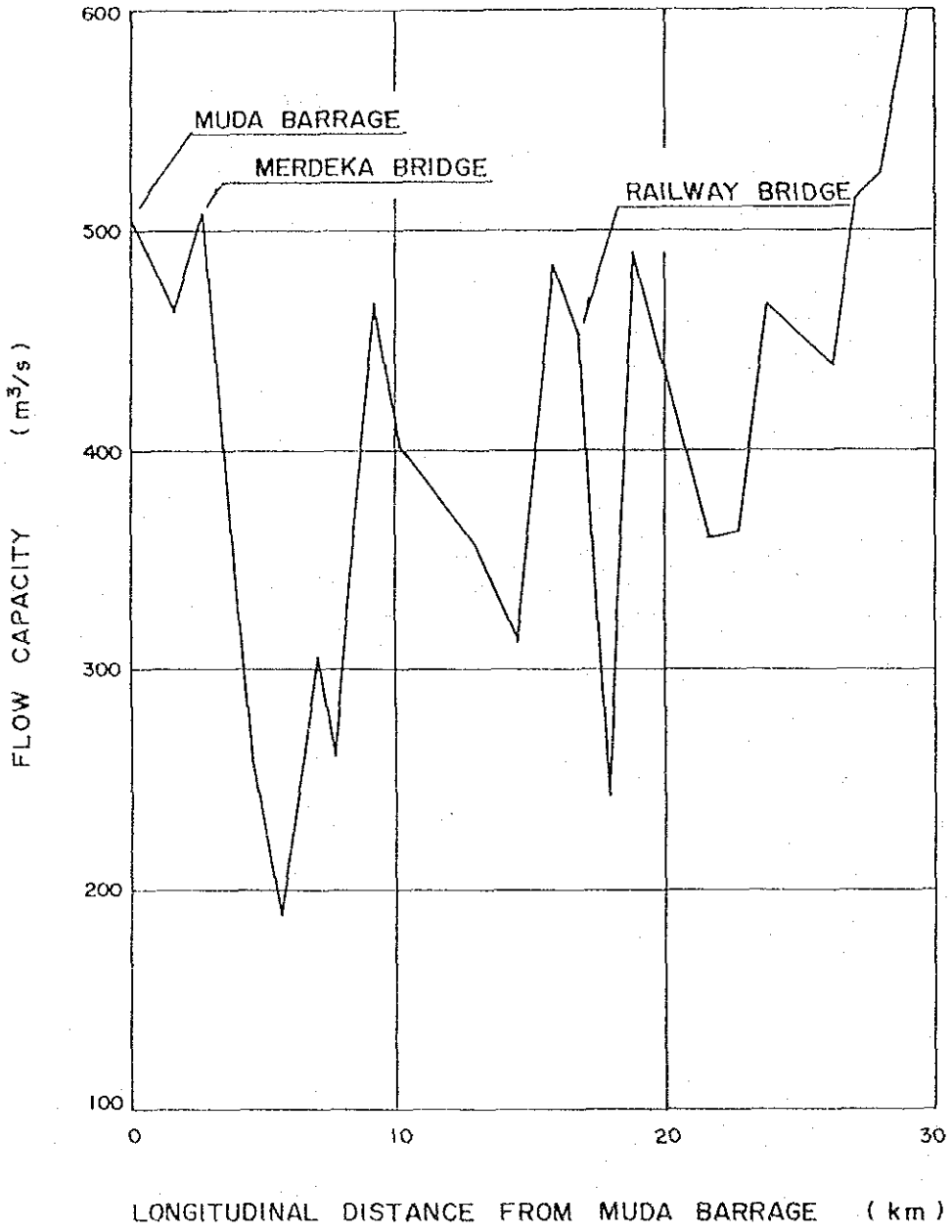


出典： PKP Regional Water Resources Study Final ReportANNEX H　　図4-8　洪水氾濫図



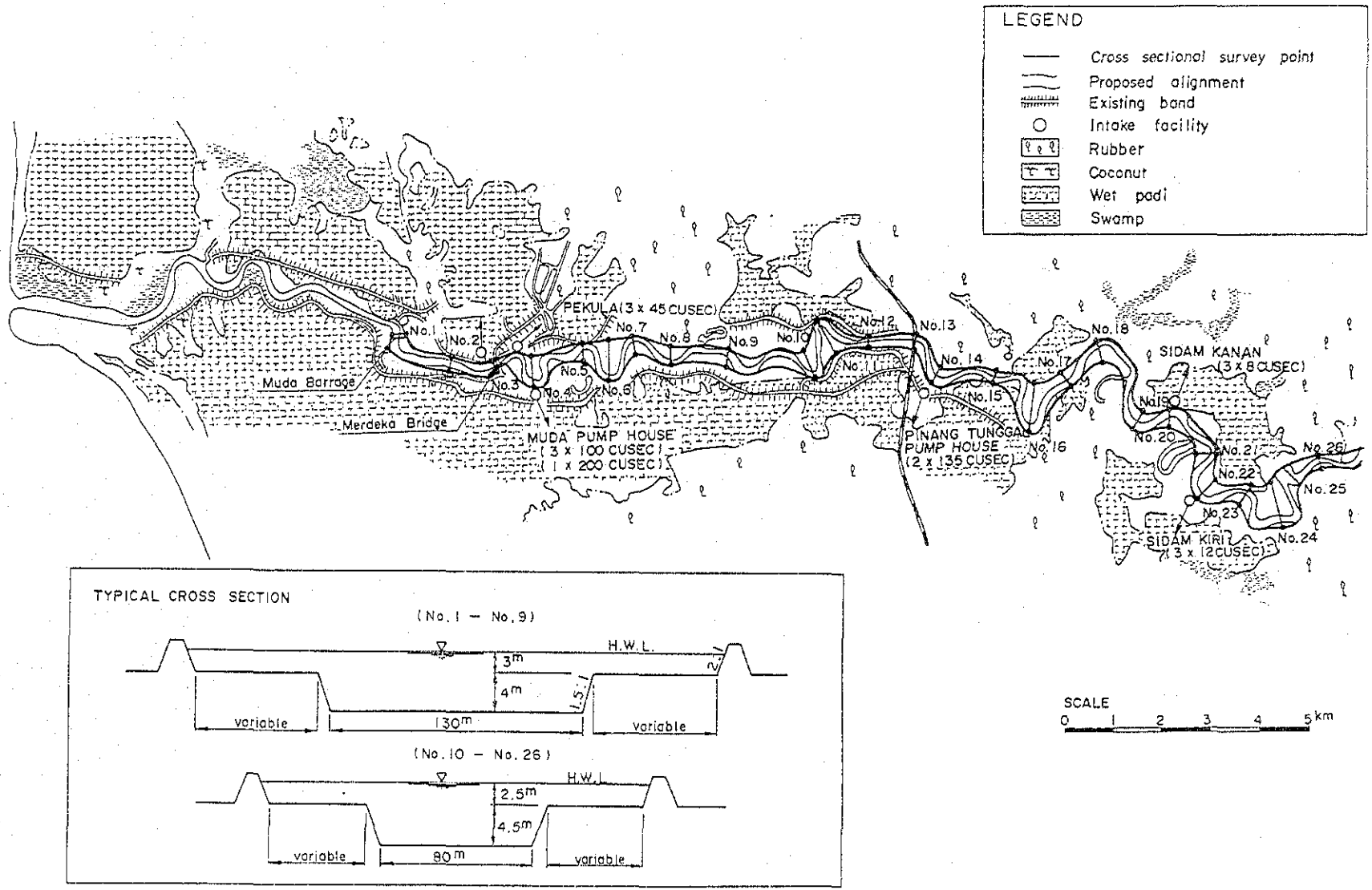
出典： PKP Regional Water Resources Study FinalReportANNEX H

図4-9　河川改修区間



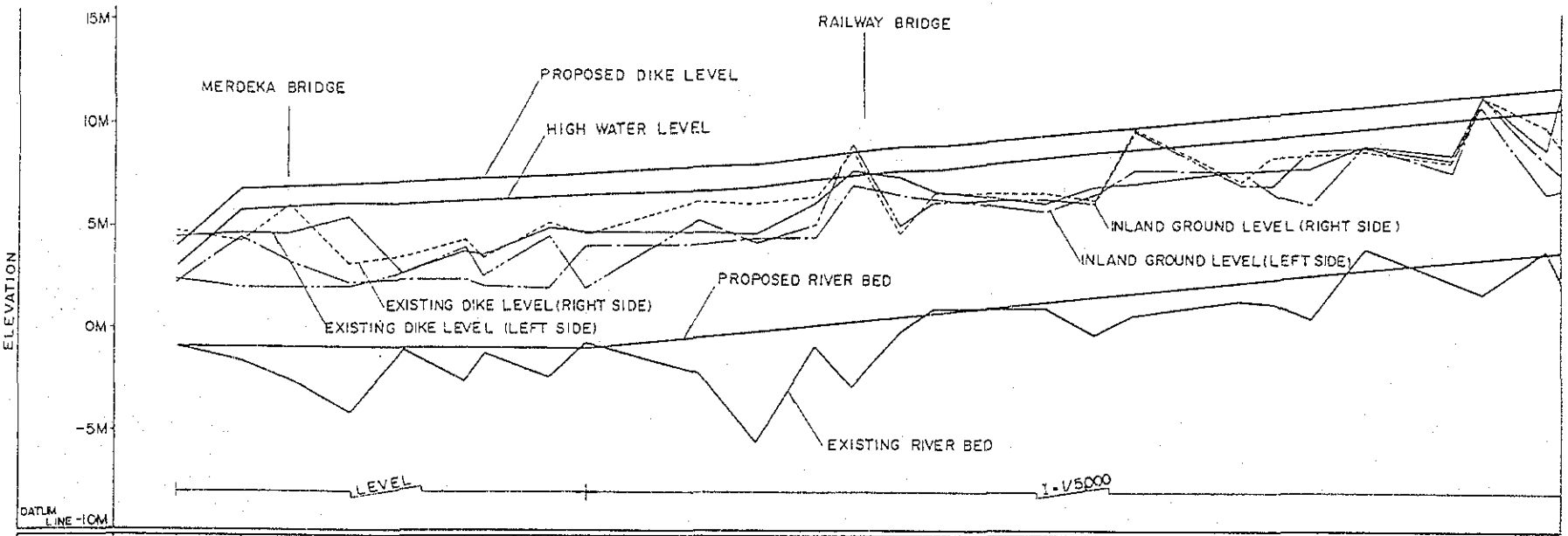
出典： PKP Regional Water Resources Study FinalReportANNEX H

図4-10 ムダ川の流下能力



出典： PKP Regional Water Resources Study FinalReportANNEX H

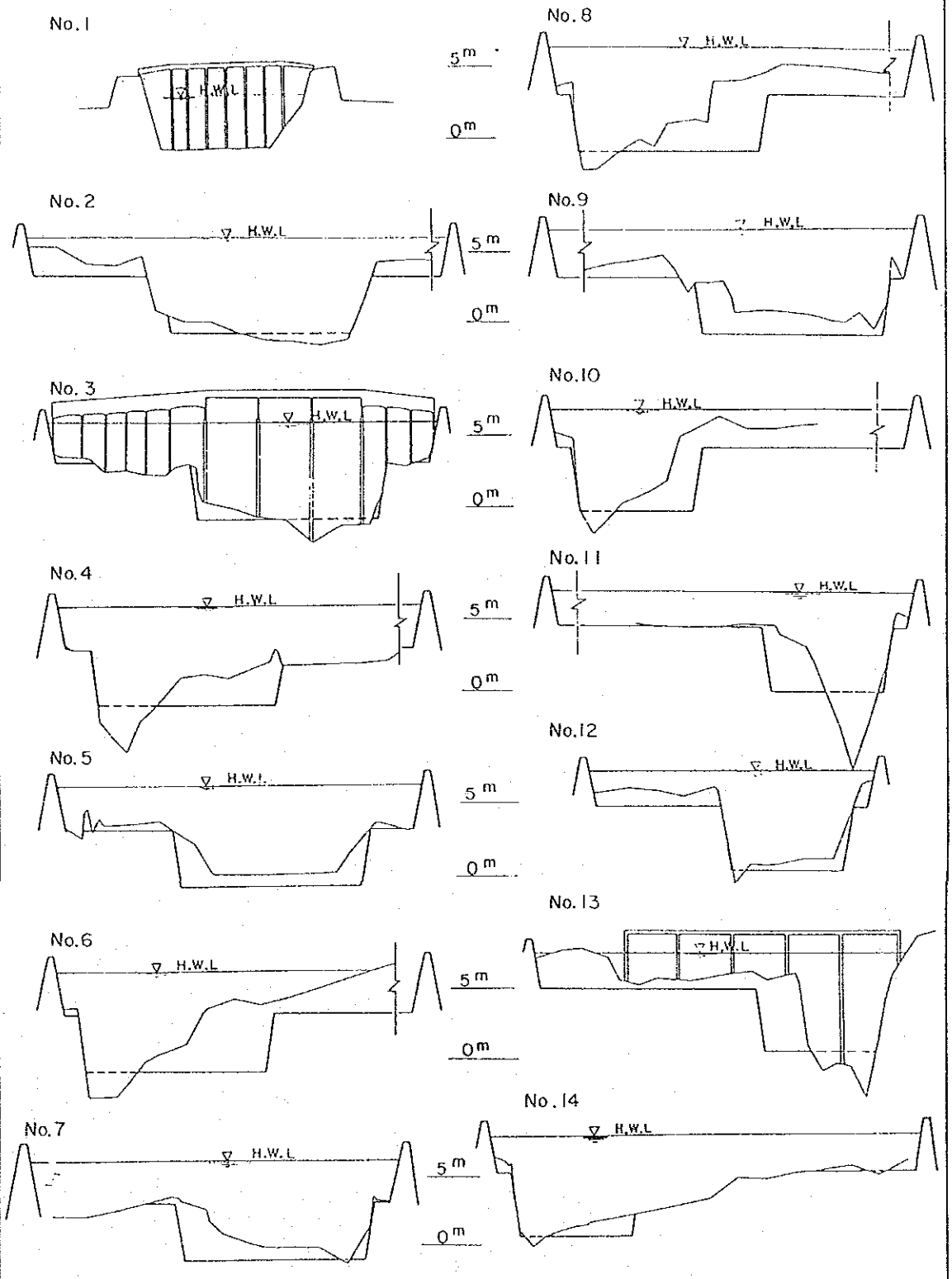
図 4 -11　河川改修計画位置図



STATION POINT NO.	INTERVAL DISTANCE (M)	INCREASE DISTANCE (M)	EXISTING RIVER BED (M)	PROPOSED DIKE (M)	PROPOSED H.W.L (M)	PROPOSED RIVER BED (M)
1	0.00	0.00	-0.9	4.0	3.0	-0.9
2	1580	1580	-1.6	4.4	5.9	-0.9
3	1201	2781	-2.5	4.7	6.0	-0.9
4	1431	4212	-4.1	5.0	6.1	-0.9
5	1312	5524	-1.0	5.3	6.2	-0.9
6	1515	7039	-2.5	5.7	6.3	-0.9
7	440	7479	-1.2	5.8	6.3	-0.9
8	1579	9058	-2.3	6.1	6.4	-0.9
9	924	9982	-0.7	6.4	6.5	-0.9
10	2743	12725	-2.1	7.0	6.8	-0.4
11	1413	14138	-5.5	7.3	7.0	-0.1
12	1418	15557	-0.8	7.6	7.3	-0.2
13	919	16476	-2.8	7.8	7.5	-0.4
14	1173	17649	-0.1	8.0	7.7	-0.6
15	837	18486	-1.0	8.2	7.8	-0.8
16	2671	21157	-1.1	8.7	8.4	-1.9
17	1232	22389	-0.3	9.0	8.6	-1.6
18	942	23331	-0.7	9.2	8.8	-1.8
19	2603	25934	-1.4	9.7	9.3	-2.3
20	729	26663	-1.3	9.8	9.4	-2.4
21	949	27612	-0.5	10.0	9.6	-2.6
22	1330	28942	-3.9	10.3	9.9	-2.9
23	2113	31055	-2.3	10.7	10.3	-3.3
24	727	31780	-1.8	10.9	10.5	-3.5
25	1609	33389	-4.0	11.2	10.8	-3.8
26	3003	33789	-2.4	11.3	10.9	-3.9

出典： PKP Regional Water Resources Study Final ReportANNEX H

図 4 -12　河川改修計画縦断図

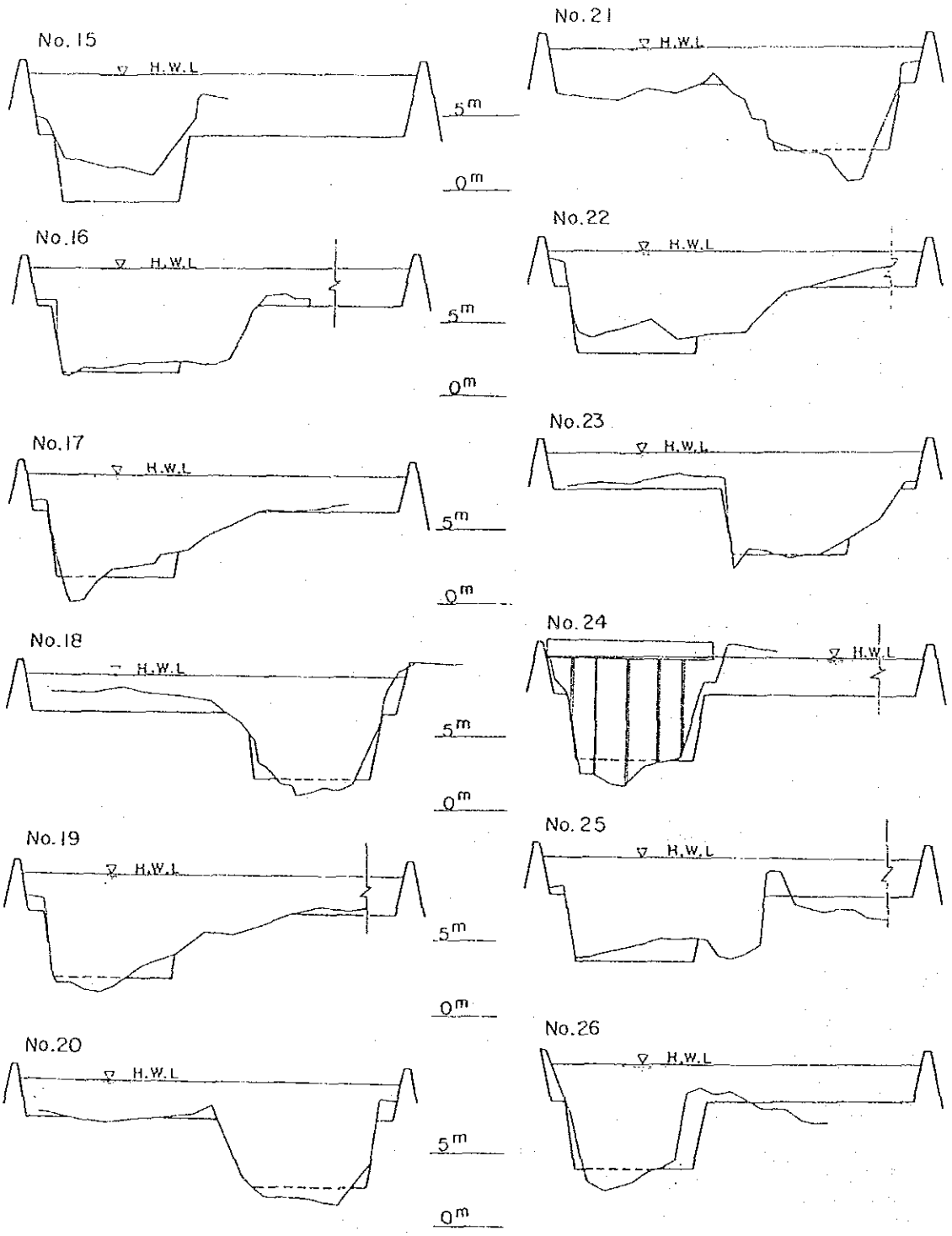


SCALE : VERTICAL 1/400

HORIZONTAL 1/4000

出典： PKP Regional Water Resources Study Final Report ANNEX H

図 4 -13 河川改修計画断面図（1/2）



SCALE : VERTICAL 1/400

HORIZONTAL 1/4000

出典： PKP Regional Water Resources Study Final Report ANNEX H

図 4 -13 河川改修計画断面図 (2/2)

4－2－3　利水状況と水資源開発

ムダ川の水資源は、ムダ川流域内の水需要に対して開発されているだけでなく、ケダ州内ではケダ川流域、プラウ・ピナン州ではペライ川流域及びペナン島、またペルリス州ではペルリス川流域の一部における水需要に対する水源としても利用されている。またこれらの地域への新規水源としていくつかの取水計画が立案されている。よって水需要バランスはムダ川の水資源が利用されている、または取水が計画されているすべての地域（対象地域）の水資源開発可能量、水需要及び水供給の現況／計画を考慮の上、検討されなければならない。

対象地域のケダ州及びプラウ・ピナン州はアロースター、スンガイペタニ、バターワース、ジョージタウンを中心に人口の増加が急ピッチで進み、又ケダ州のクリム地区、プラウ・ピナン州のバターワース、ペナン島南部地区で工業開発も盛んに行なわれている。ケダ州西側の海岸沿いの平野部はケダ・ムダ両川の流域内であり、稲作を中心にゴム、オイルパーム等の農業が行なわれている。これら地域の上工業用水、かんがい用水需要はムダ川の水資源に依るところが大きく、近年の高い経済成長に伴う水需要の増大もムダ川の水資源に依存するところが大きい。

ケダ、プラウ・ピナン両州内のかんがい用水開発はDIDが所管しているが、ペルリス州からケダ州の海岸沿いに広がる約96,000haのMADA地区でのかんがい事業は別組織であるMADA（Muda Agriculture Development Authority）が担当している。上工水の担当官庁はPWD（Public Works Department）であるが、プラウ・ピナン州内の上、工水事業はPWA（Pulau Pinang Water Authority）が担当している。

以下にムダ川の水資源に係わる水資源開発の現況及び計画を述べる。

(1) ムダ川流域

前述したように、ムダ川上流部に位置するムダダムは1968年に完成し、ムダダムの貯水はその全量をトンネルによってケダ川上流のプドゥダムに転流させ、ケダ川の河道を流下した後MADAかんがい地区へ供給されている。よってムダダムより下流域の水需要は残流域からの流出量のみにたよっていることとなり、乾期においては充分な水量が確保されず、すべての水需要を満足出きるような供給がなされていない。

ムダ川河口より約10km地点には、PWAにより塩水遡上防止の目的を持つムダ河口堰が1972年に建設された。この堰より上流部の河川水への塩水侵入はこれで解決されている。

また、ムダ川上流域の支川ブリス川に計画されているブリスダムは現在詳細設計が進行中で、1994年５月に終了予定である。これは後述するジェニアン転流システムの水源として計画されているもので、この転流計画は他に、レマンダム、転流堰となるジェニアン堰、ノアクダムを含む転流水路から成るものである。

ムダ川本流のかんがい用取水口は、ムダ河口堰から上流約35kmの区間に分布している。右岸即ちケダ州側には、３かんがい地区合計約2,700haがあり、左岸即ちプラウ・ピナン州側には、

4地区計約8,600haのかんがい水田がある。ムダ川本流のかんがい用取水施設を下表に示す。

取水場	取水量（CUSEC）
ケダ州側	
Kota Ⅱ	120 （180 cusec まで拡張予定）
Pekula	110
Pinang Tunggal	24
Pantai Perai	36
Terat Batu	6
Sidam Kanan	36
Sidam Kiri	24 （ 36 cusec まで拡張予定）
Kemumbong	7.5
Lubok Klab	10
Pantai Chichak	10
Padang Chichak	10
プラウ・ピナン側	
Sungai Muda	500
Pinang Tunggal	270

注：1 cusec＝28.32リットル／秒

上記のプラウ・ピナン州側のPinang Tunngalかんがい地区は、ムダ川本流のみならず、ペライ川の支流クリム川からも取水している。他にムダ川支流には合計約1,500haのかんがい面積をもつ15かんがい地区がある。新規かんがい田開発は特に見当たらない。

上工水用の取水は、ケダ州内の給水についてはPWDが、プラウ・ピナン州内への給水はPWAが管轄している。

PWD（ケダ州）による取水施設は、流域内の各町村用、また流域外のスンガイペタニ、クリム地区用とあり、それらはムダ川中、下流域に分布している。PWA（プラウ・ピナン州）への取水施設は下流域に位置する取水容量130mgd（591,500cu.m／日）のスンガイ・ドゥア取水口一ヶ所で、プラウ・ピナン州の主な上工水需要地に給水している。この取水によりプラウ・ピナン州全体の水需要70％をまかなっている。取水された原水は開水路によって140mgd（637,000 cu.m／日）の処理能力を持つスンガイ・ドゥア浄水場へ送水され、浄水140mgdのうち30mgd（136,500cu.m／日）が海底パイプラインによりペナン島へ給水されている。スンガイ・ドゥア浄水場はペライ川流域からの原水も処理している。

マレイシア全土において村落部の給水改善を目的とした水供給プロジェクト「Anta Biwater（Adris Biwater）」が進行中であり、ムダ川流域においてもJeniang Kuala Ketil, Sikの3ヶ所に浄水施設も含めた水供給施設が1990～91年にかけて建設された。このプロジェクトは建設後5年間の維持、操作期間を経てその管轄がPWDへ引き渡されるというBOT（Built-Operate-Transfer）方式によるものであり、対象は給水量5mgd（22,750cu.m／日）以下のものに限られている。現在建設は完了し維持、操作期間に入っている。

ムダ川流域における主な既設／計画上工水用取水施設を下記に示す。

取水施設	取水量（mgd）	河川名	
ケダ州			
Nami,Sik	0.88	ムダ本川	
Sik	2.20	Chepir川	
Jeniang,Sik	3.20	ムダ本川	
Jeneri,Sik	1.90	ムダ本川	
Lubuk Merbau,Pendeng	0.30	ムダ本川	
Pinang Tunggal,Kuala Muda	6.00	ムダ本川	
Sungai Petani Peringkat	15.00	ムダ本川	1994年10mgd 拡張予定
Kulim Peringkat 2	35.00	ムダ本川	1995年に新規完成予定
Bikan Kulim	1.30	Sedim 川	
Sungai Limau,Baling	4.00	Ketil 川	
Kuala Ketil,Baling	3.30	Ketil 川	
Taloi Timur,Baling	0.47	ムダ本川	
プラウ・ピナン州			
Sungai Dua	130.00	ムダ本川	拡張計画あり

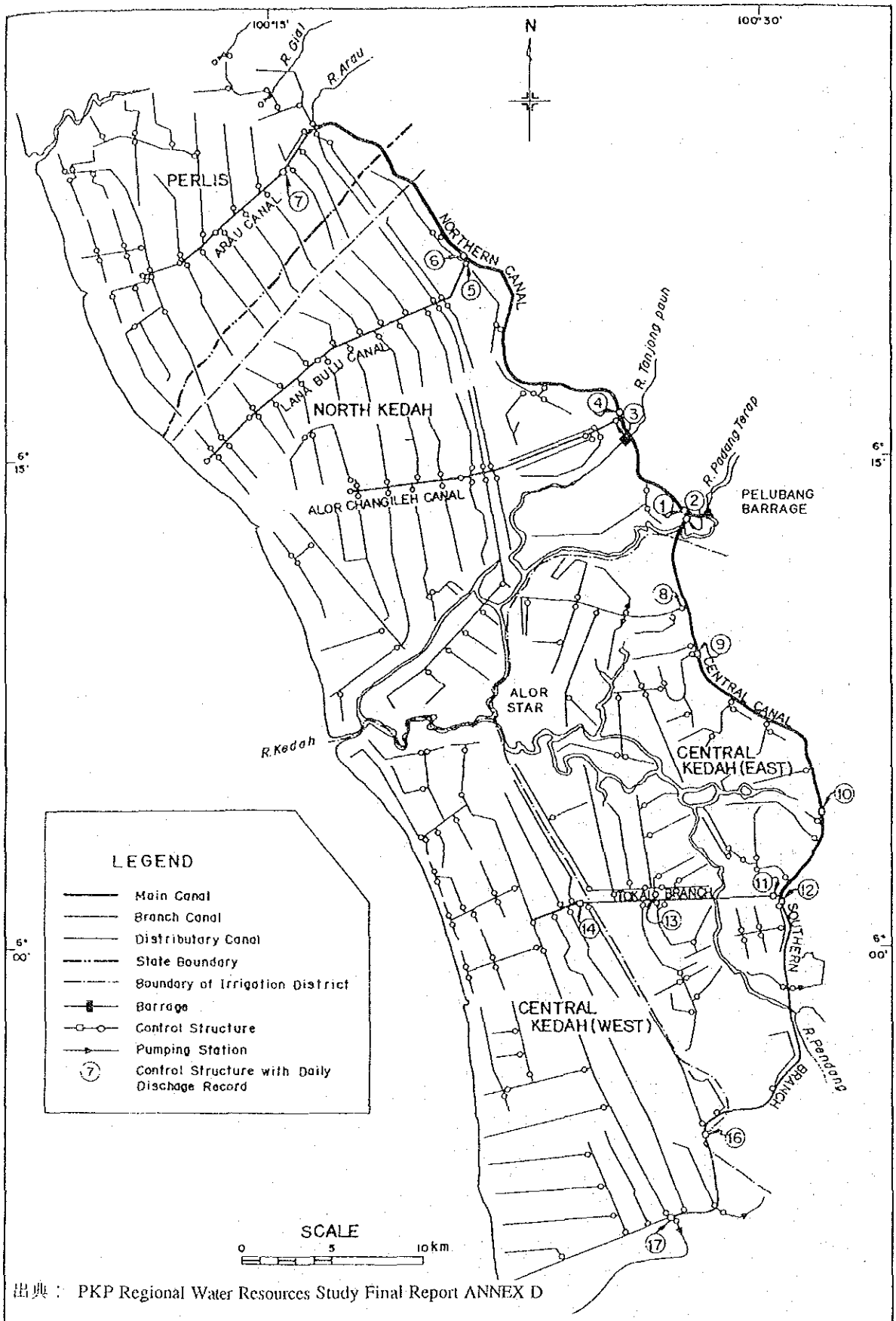
注：1 mgd＝4.55×10^3 cu.m／日

(2) ケダ川／ペルリス川流域

前述のムダダムからプドゥダムへの転流水はプドゥダムの自己流域からの水とともに調節された後放流され、ケダ川の支川トルップ川の河道を流下する。1969年に完成したプルバン取水堰は、この放流により流量の増加したケダ川からMADAかんがい地区への取水を目的に建設された。取水堰によって水路へ取水された後、２ヶ所の制水工によって北部水路と中央水路に分水し、MADA地区の水田へ給水される。

総延長26kmの中央水路は、グア・ケパヤン（Guar Kepayang）制水工で分岐し、一方はトカイ（Tokai）枝線水路となり、他方は南部の枝線水路となる。補助的な水源は2つあり、その1つは、ケダ川の支流であるタンジョオン・ポー（Tanjong Pouh）川で、流域面積は453km²を持ち、プルバンポンプ場の下流6km地点で北部水路と合流している。もう1つの水源は、ペルリス川の支流アラウ川で、流域面積97km²を持ち、北部水路の下流端に流れ込んでいる。現在、IBRDの資金援助で推進中のムダⅡかんがい事業は、MADA地区全域にわたる末端整備計画であり、これにより水需要は増加するものと推察される。MADA地区のかんがい水路システムを図４－14に示す。

MADA地区以外のかんがい地区としては、南部枝線水路沿いに約430haの２ヶ所の小規模かんがい地区、チミン（Temin）川沿いに総面積約1,400haの３ヶ所小規模かんがい地区、他の支流沿いに総面積約220ha、３ヶ所の小規模かんがい地区が存在する。取水口の総数は、マダかんがい水路に６ヶ所、本流に２ヶ所、支流に３ヶ所である。他、ケダ川には1970年完成の水門式河口堰（ケダ堰）が、アロースター下流にあり、塩水遡上防止の目的を持つ。また、メルボック川支流沿いに総面積231haの小規模かんがい地区、６ヶ所の取水口があるが、メルボック川からの取水はない。



出典： PKP Regional Water Resources Study Final Report ANNEX D

図4-14　MADAかんがい水路システム

ケダ川支川上流域に1991年アロースターの上水道供給と水力発電を目的として集水面積120㎢を持つアーニンダムが建設された。2億㎥の有効貯水量によりアロースターの水需要に対処できるように計画されている。

ペルリス川の水需要は、主に小規模かんがいである。本流沿いに、総面積約1,300haの2ヶ所の小規模かんがい地区、支流沿いに総面積約2,500haの14ヶ所の小規模かんがい地区がある。ペルリス州の州都であるカンガーの上水道用主要水源はムダかんがいプロジェクトのかんがい水路（北部水路）であるが、地下水も併せて利用されている。

ペルリス川流域には洪水調節とかんがい用に既設1ダム、計画中が1ダムある。ティマ・タソ（Timah-Tasoh）ダムは有効貯水量3,700万㎥を持ち、流域面積150㎢のティマ川とタソ川の合流点直下流に建設された。計画中のダムとしては、アラウ川に集水面積58㎢、有効貯水量2,500万㎥のアラウダムがある。

ケダ川流域（メルボック川も含む）及びペルリス川流域の主な上工水用取水施設を次表に示す。

取水施設	取水量（mad）	河川名	備　考
Pelubang Kubang Pasu	25.00	Terap 川	1994年に10 mgd拡張予定
Jeragan,Kubang Pasu	2.00	Temin 川	
Kodiang,Kubang Pasu	0.60	北部水路	
Ayer Hitam,Kubang Pasu	0.60	Alor Chongih 水路	
Sanglang,Kubang Pasu	0.10	MADA水路	
Bukit Wang,Kubang Pasu	0.10	不明	
Bukit Pinang,Kota Setar	30.00	Terusan Mada	
Kuala Nerang,Padang Terap	2.90	Pedu川	
Padang Sanai,Padang Terap	0.30	Ahning川	
Bukit Jenun,Pendang	6.00	南部水路	
Asam Jawa,Pendang	0.07	南部水路	
Sungai Tiang,Pendang	0.10	Air Bukit Perak	
Guar Chempedak,Yan	1.20	南部水路	
Bukit Besar,Yan	1.20	MADA水路	
Titi Hayun,Yan	0.25	不明	
Pengi,Yan	0.25	不明	
Merbok,Kuala Muda	0.50	Merbok川	
Tupah,Kuala Muda	1.20	不明	
Arau Canal	2.50	Arau Canal	

注：1 mgd＝4.55×10³ cu.m／日

(3) ペライ川流域／ペナン島

"(1)ムダ川" 流域で述べたSungai Muda Pinang Tunggalかんがい事業の他に、ペライ川流域には10かんがい地区があり、それらの合計かんがい面積は約1,100haである。ペナン島には総面積約1,100haの2小規模かんがい地区がある。

ペライ川流域のでPWAによる上工水用の取水は、前述のスンガイ・ドゥア浄水場系統の取

水口がペライ川に２ヶ所、ジュル川に１ヶ所ある。また2,400万㎥の有効貯水量を持つメンクアン（Mengkuang）ダムが1990年にクリム川支流に建設された。このダム計画はクリム川に揚水機場を設け、これとムダ川の取水施設とスンガイ・ドゥア浄水場を結ぶ導水路のスンガイムダ水路をパイプラインによって連結させ、クリム川とムダ川の水を揚水し、ダムに貯留することによって、渇水時の水供給に充当しようとするものである。渇水時にはスンガイ・ドゥア浄水場に送水し、ムダ川、ペライ川流域での渇水を補うよう計画されている。

ペナン島にはスンガイ・ドゥア浄水場からの送水の他に24ヶ所の上水道取水施設があり、また有効貯水量200万㎥、集水面積25㎢を持つ上水道専用ダム、アエルイタム（Ayer Itam）ダムが1962年に建設されている。

ペライ川流域におけるPWD管轄の上工水用取水施設を下表に示す。これらはケダ州内ペライ流域における水需要に対するものである。

取水施設	取水量（mgd）	河川名
Sungai Ular,Kulim	6.00	クリム川
Mahang,Kulim	1.30	クリアン川
Lubuk Buntar,Bandar Baharu	7.50	クリアン川
Bukit Perangin,Bandar Baharu	0.05	不明
Baling	1.20	Gunung Inas

注：1 mgd=4.55×10^3 cu.m／日

(4) ジェニアン転流システム

現在、MADAかんがい地区への給水を目的としてムダ川上流よりケダ川流域への転流が実施されているが、全MADA地区70％の水田で二期作が達成されたにすぎず、全面積を二期作可能にするにはいまだに水不足が生じている。MADA地区全面積の二期作達成及び周辺の小規模かんがい事業のために、ムダ川流域からケダ川流域への新規転流案であるジェニアン転流システムが計画されている。

ジェニアン転流システムは、ムダダムより下流域の水及び支川に計画されているブリスダムによって貯留された水を本流に計画されているジェニアン堰で受け、その水を一部はポンプによりレマンダムへ揚水、貯留し、また一部は雨期の余剰水を貯留するナオクダムを経由する導水路によってケダ川流域へ転流しようとするものである。導水路はMADA地区かんがい水路のグア・ケバヤン制水工のやや上流に位置する中央水路へ結ぶよう計画されている。

ブリスダムは現在詳細設計中で、1994年５月に終了予定である。流域面積116㎢、有効貯水量102.4×10^6㎥を持ち、年間流出量は109.4×10^6㎥と見積られている。Ｆ／Ｓ段階ではコンクリート重力式タイプで計画されていたが、詳細設計でダムタイプの見直しが行なわれ、コンクリート表面遮水ロックフィルタイプへ最終的に変更された。

ジェニアン転流堰は、ムダ本川中流部に計画され、集水面積667㎢を持つ。Ｆ／Ｓは有効貯水

量27×10⁶m³を持つナオクダム及び通水能力40m³／s、長さ10kmの導水路とともに1984年に完了し、引き続き詳細設計が行なわれた。しかしながら今回の調査ではこれらの詳細図面、入札図書類の存在は確認できなかった。レマンダムは1984年にF／Sが終了した後、現在まで何の進展も見られない。

これら一連のジェニアン転流システムは1984～85年に計画が行なわれており、その後見直しが行なわれた形跡はない。計画当時とは、ケダ、プラウ・ピナン州の水需要形態は大きく変わっており、この計画の内容、さらにはその必要性も一部では疑問視されている。ジェニアン転流システムの再検討は必要不可欠であると判断される。

以上(1)～(4)で述べた既設／計画中の水源施設概要を表4－6に、またそれらの位置を図4－15に示す。

表4－6　水源施設の主要諸元

(1) Dam

Name of Dam	Timah-Tasoh	Arau	Ahning	Pedu	Muda	Mengkuang
River System	Perlis	Perlis	Kedah	Kedah	Muda	Mengkuang
Purpose	Flood control & irrigation	Flood control	Water supply, irrigation & power	Irrigation	Diversion to Pedu Dam (Irrigation)	Water supply
Reservoir						
Catchment area(km²)	150	58	120	171	984	3.6
Normal HWL(El.m)	27.4	23.6	113	n.a	n.a	43.3
Active storage capacity(10^6 m³)	37	25	200	1,049	160	24
Dam Type	Earthfill	Earthfill	Concrete-faced Rockfill	Asphalt-faced Rockfill	Buttress	Earthfill

(2) Jeniang Diversion System

	Beris	Jeniang	Naok	Reman	Diversion Canal
Catchment area (km²)	116	667		32	
Normal HWL(El.m)	85	34	30	57	Capacity:40m³/s Length:10km
Active storage capacity (10^6 m³)	102.4		27	240	
Dam type	Concrete-faced Rockfill	Concrete Barrage	Earthfill	Zoned Rolled-fill	

上述の水源施設以外にPKP水資源調査ではポテンシャルダムとして下記の6ダムを挙げている。

ダム名	流　域
Durian	ケダ川
Sari	ケダ川
Badak Temin	ケダ川
Tawar Muda	ムダ川
Merbok Pondage	メルボック川
Khlong Thepha	タイ国内

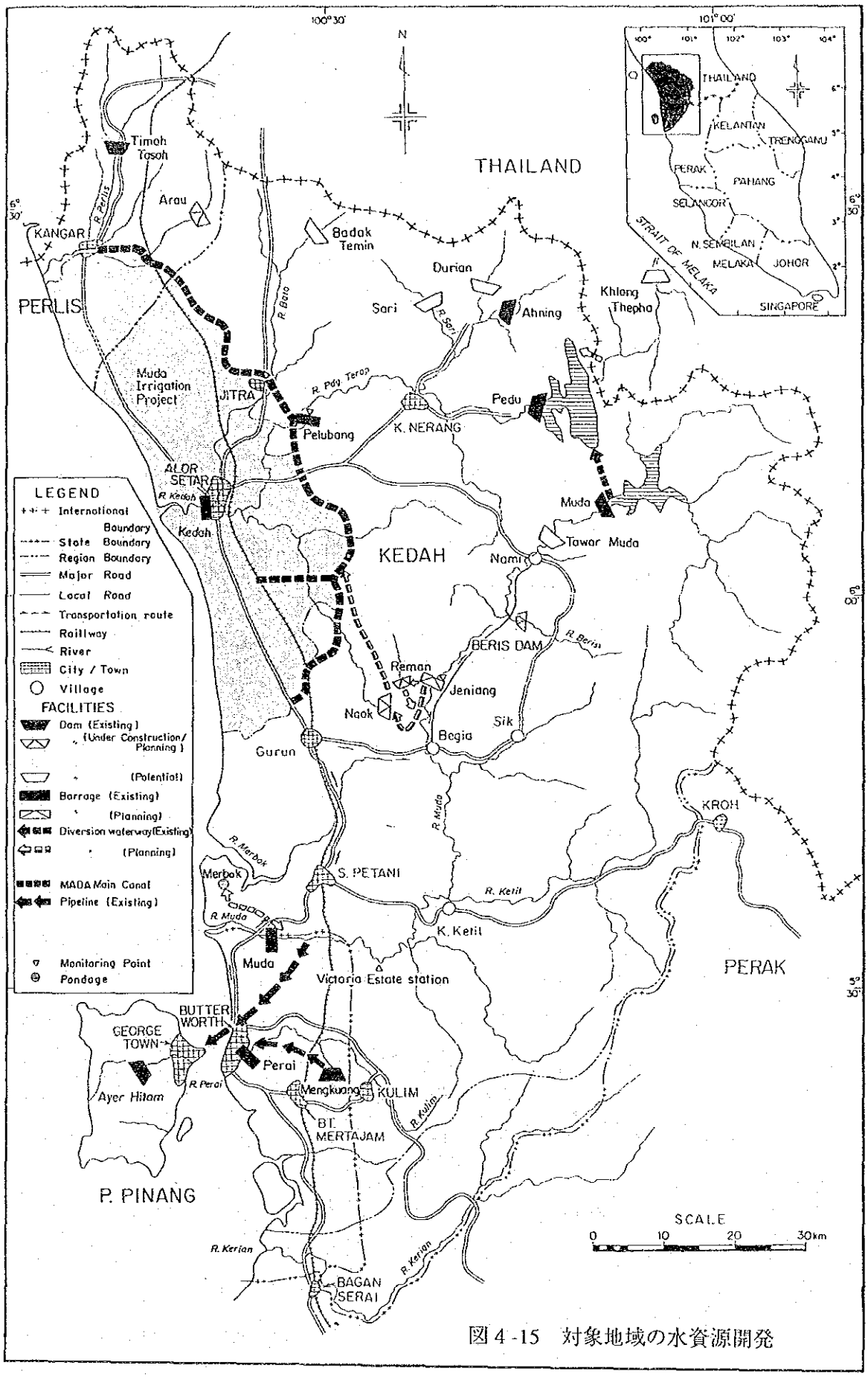


図 4 -15　対象地域の水資源開発

(5) 流域の相互関係

水需給バランスの観点からみれば、対象地域内の各々の主要河川はその一部が分離され他の流域にくみこまれたり、あるいは2つ以上の河川が相互に連結されていたりする。ペルリス川流域は2つの系統に分離できる。その一つは、ペルリス州北部を潤しているテマンガン（Temanggang)、コロック（Korok）川その他の支川群であり、これをペルリス水系と呼ぶ。これは本調査とは直接関与せず対象地域外といえる。アラウ川とジアル（Giar）川の北部半分はMADA地区に流入しているので、これはケダ水系の一部とみることができる。

ケダ流域の下流地域には、MADAかんがい地区が拡がっており、この水系の水需要の中心となっている。ケダ川上流の支川であるプドゥ川は、ムダダムからの導水トンネルによってムダ川上流部と連結されている。ムダダムから下流の放流はほとんどみられないためケダ水系は、このムダダム上流の流域を含み、MADAかんがい地区へ流入しているすべての河川からなるとみなすことができる。

ムダ流域はPWAムダ川取水地点よりスンガイ・ドゥア浄水場までの導水路やかんがい水路によって、ペライ流域と連結されている。また、プラウ・ピナン州の公共上水道システムは、互いに連結された大きな一つのシステムを形成し、ムダ、ペライ両流域から取水して海底パイプラインを通じてペナン島にも給水している。したがって、ムダープライ水系は、ムダダム上流の流域を除いたムダ川流域と、ペライ川及びペナン島内の流域を合わせたものと考えられる。

ジェニアン計画が実施されると、ケダ水系とムダープライ水系は、互いに連結され一つの水系として取り扱わなくてはならない。この場合には、ケダームダープライ水系と呼ぶことができる。

4－2－4　河川環境

(1) ムダ川周辺部の土地利用

ムダ川は、ケダ州内を北から南へ流れ、支川クチル川との合流点付近で向きを西へ変え、最終的にマラッカ海峡へ注ぐ。ムダ川の本流上流部にあるムダダムから河口までは約160kmほどであるが、ダム地点での海抜標高は約58mであり、比較的平坦な地形を流下するかなり勾配の緩やかな河川であると言える。このことから、中流部のジェニアンから下流部にかけては蛇行が著しく、下流部の各所には三日月湖が形成されている。

ムダ川の流速はその河床勾配により比較的緩やかであるが、下流部の蛇行部外側での土壌侵食が各所に見られる。ムダ川下流部の平坦な地形は沖積平野と見られ露岩がほとんど見られないため、その横侵食は、年間数十センチから数メートルの規模であると推察される。蛇行部の外側には、三日月湖が存在し、川から切り放された三日月湖は年月とともに自然または人為的に埋め立てられ、歴史的には主に米作地域として利用されてきた。低平坦な三日月湖跡は米作や畑作には適し、また土壌の肥沃度が比較的高く、開墾も容易であったためである。しかしな

がら、イギリスの植民地開発に伴い、中流部から下流部にかけてはオイルパーム及びゴム林のプランテーションが開発され、現在では三日月湖や低地には湿地性のオイルパームが発達し、丘陵地のほとんどがゴム林で占められている。ゴム林はムダ川流域全体の約30パーセント、オイルパームは5パーセントほどを占めている。

現在のムダ川中流部から下流部では、この二つのプランテーション以外に、本流部及び支流部両側の一部に水田が見られるが、ゴム及びオイルパームのプランテーションと比較すると、水田はムダ川流域全体の10パーセントに満たない。他には二次林や河岸の洪水敷における草地、あるいは低木林が見られる。

家畜の飼育が大規模に行なわれている例はほとんど見あたらず、一ヵ所あたり数頭の家畜がゴム林やパームオイルのプランテーションの下生えを牧草として放牧されている。

ムダ川本流及び各支流の上流部はいずれも森林地域である。これらの森林地域は、州政府が管理する制限伐採地域となっている。森林地域がムダ川流域全体に占める割合は約55パーセントである。

ムダ川中流部から上流部にかけての両岸に工業地域は見られないが、クチル川上流部には小規模な工業団地が存在する。流域全体では13のゴム工場がある。位置的には、本川中流部から下流部のクチル川合流点辺りに4ヵ所、本川中流部に1ヵ所、河口付近に2ヶ所、支川クチル川上流部に2ヵ所、セディール川上流部に2ヶ所と下流部に1ヶ所、カランガン川で1ヶ所と点在している。他にパームオイル工場が流域内に1ヶ所あるが、正確な位置は不明である。大規模な養豚場は流域内に4ヶ所あり、ムダ川本川下流部に3ヶ所、カランガン川下流部に1ヶ所となっている。

人口集中地域はムダ川流域外のスンガイ・ペタニが最大の都市であるが、ムダ川沿いに大きな都市は存在しない。従ってムダ川の水質が工業排水や集中的な家庭排水によって汚染されるといったような例は皆無に等しい。

ムダ川が観光目的で利用されているという例は存在しない。現状ではムダダムのダム湖及びその周辺部の観光開発を促進したいという案がケダ州政府の経済開発局にはあるが、具体化するまでにはかなりの年月が必要であろう。

(2) ムダ川の利用

(a) 舟運

ムダ川河口部では250－450隻ほどの漁船が小規模な施設を用いて保留されているが、これらの漁船はすべてマラッカ海峡で小規模な操業をする漁民のものである。下流部及び中流部共に、交通手段としてムダ川沿いを長距離にわたって運航する舟はない。また、河口から上流約10キロ地点に塩水遡上防止用堰が建設されているので、長距離の航行は不可能である。しかしながら、下流部においては両岸に存在する村落の交通手段として、人力による渡し船

が見られる。これらの渡し舟は荷物や自転車などを運搬する場合もあるが、どの場合にも大量の荷物の運搬を目的とするわけではなく、乗船客の持ち物を運搬する程度である。

(b) 川砂の採取

ムダ川中流域から下流域にかけては、ムダ川の緩やかな勾配により土砂の埋積が著しい場所であり、中流部から下流部ではかなり大規模な土砂の採取が行なわれている。川砂の採取には、川岸にロープなどを用いて係留してあるポンツーンに登載したディーゼル・エンジン（多くの場合中古トラックのエンジン）とサンド・ポンプを組み合わせた装置によって水と土砂を共に吸い上げる方法を用いている。水と砂は河岸に吐き出され、砂は野積みとし、水は溝によって川へ流している。

ムダ川流域では下流部から中流部にかけてこのような方法または素堀りで川砂の採取を行なっている場所が95ヵ所ある。いずれもかなり細粒の砂（灰白色で、数ミリの花崗岩れきが混じっている）が河岸に仮置きされ、主にプラウ・ピナン州及びケダ州南部の都市部、工業地帯で建設業者に売り渡される。現在操業中のうち、34ヵ所がかなり活発に大規模な川砂採取を行なっている。また、現在31ヵ所の川砂採取許可申請があるが、過剰な掘削を避けるために、許可はしていない。後述するように、川砂の採取は河川及び周囲の自然環境を著しく損なう結果となっている。川砂採取許可は州政府土地管理局が管轄している。

(c) ムダ川の水質

前項の「利水状況」にも述べられてあるとおり、ムダ川は流域内の町村のみならず流域外の都市用水及び工業用水、MADAのかんがい用水の水源として利用されている。アロー・スター市周辺のMADA地区で利用しているかんがい用水は、ムダ川よりケダ川へ分水したものをかんがい水路へ導水し給水しているが、この主かんがい水路から上水を取水して周辺の町村へ配水している所もある。

ムダ川の水が重金属等の工業排水で汚染されているようなことはない。しかしながらムダ川流域には中小都市、農村、各種の中小工業，ゴム、オイルパーム、及び養豚場が存在し、各々からの排水がムダ川へ流れこんでいる。これらの排水をBODの値で示すと下記の程度であろう。

汚水源	BOD(mg/ ℓ)
都市	24
農村	5
工業	60
ゴム（固形）	600
ゴム（ラテックス）	450
パームオイル	100
養豚場	26

上記のように、ゴム及びパームオイルの工場が主要な汚水源である。ムダ川の水は、年間を通じて、水の色は濃い黄土色を保っているが、雨期にはその濁度がより高くなる。しかしながら、下流部では飲料及び農業用水としての利用には問題がなくなるほど汚染物質は希釈されている。現状では、中流部から下流部にかけて上水、工業用水及び農業用水としてムダ川の水が取水されている場所が数多くあるが、いずれも水質に問題は生じていない。

(3) ムダ川及び周辺の自然環境

(a) 水棲動植物

ホテイアオイやその他の静水域に繁茂する水棲植物は、ムダ川全域を通じてほとんど見られない。

ムダ川そのものの流速が緩いため、魚相は静水種が多くを占めると思われるが、この点についての詳細なデータは存在していない。また、ムダ川の魚相が職業的な漁業に利用されているという詳細なデータも存在しない。しかしながら、個人的に中型から大型の魚を投網等で捕獲し、家庭の食用とする程度の例は見られる。

魚類以外には、ワニ等の大型水棲動物は皆無に等しく、貴重な種が存在するというデータや豊富な水棲動物相がムダ川流域に見られるといったような報告はない。

(b) 河岸部の動植物相

ムダ川流域では上中流部の人口密度が低く、下流部では比較的人口密度が高い。下流部の河岸部では水田やプランテーションの開発が顕著である。上中流部では水田や畑地が河岸沿いまで耕作されている例はほとんどない。そのため、河岸部の植物相は、二次林、ゴム及びオイルパーム林、草地など、人為的な開発によるか、またはそのために変容した自然の植物相となっている。従って、生態学的に貴重な植物相を見せている場所は皆無である。

ムダ川の上中流部では河床が河岸よりも5メートルから10メートルほど低いため、河岸両側の急斜面には自然林の名残りと思われる植物が比較的多く残されている。これらの自然林は河岸両側の急斜面に限られており、その後背地である緩斜面および平地では農地が発達している。これらの植生を除けば、河岸両側の植生はほとんど二次林である。

河岸部に現存する自然林は生態的な統一性や継続性を広域にわたって維持してはいないため、自然の植生に依存する動物もまた存在し得ない。河川の両側ではプランテーション、畑地、水田などの開発が歴史的に行なわれて来たために、生息地を失った野生動物はより奥地へ移動するか、種によっては絶滅したとされている。また、ムダ川本流及び支流域の上流部に国立公園や動植物保護の対象となるような地域は存在しない。

(c) 森林地域

ムダ川本流及び支流の上流部においては、自然林が比較的多く残されている。いわゆる熱帯雨林であるが、同時にこれは商業的伐採の対象にもなっており、ムダ川流域各地において

はケダ州政府森林局が直営する伐採地域が設けられている。ムダダム上流部の集水域においては特に森林伐採が進んでおり、ダム湖へ流入する土砂が予想以上に増大している。これによりダムの貯水容量漸減の問題を惹起しているため、試験的な伐採を行なって表流水及びダム湖への土砂の堆積に関する調査がDIDによって実施されている。

他の支流上流部にも州政府の管理する森林伐採地域が存在するが、土砂流出といったような問題は生じてはいない。しかしながら、ブリスダムの建設と共にこの問題が表面化する恐れがあることから、ダム湖への土砂の堆積に関しては森林伐採計画を考慮に入れた事前の検討が必要となるものと思われる。

ムダ川流域の森林地域が観光施設やレクリエーション施設の建設、ハイキングや森林浴あるいはサイクリングなどのための道路建設などに積極的に利用されている例はほとんどない。しかしながら、ムダダム直下流部周辺の地域では、ダム建設時に用いられた施設が、改良されるかまたはそのままの形で観光施設（ゲストハウス）として利用されている。ただし、利用者は非常に少ない様子である。

5．マレイシアの環境保全及び管理政策

5－1　行政及び組織

5－1－1　マレイシアの環境保護政策

マレイシアの環境保全及び管理に関する政策は、第三次マレイシア五カ年計画（1976－1980）によって初めて策定され、以後、五ケ年計画の発表の度に補筆修正が加えられている。第五次五ケ年計画（1986－1990）における環境保護政策の骨子は、下記のような七つの項目からなっている。

1）清浄で健康な環境の維持を旨とする

2）増大する人口の必要に応じた環境の質的向上を目指す

3）鉱物、森林及びその他の自然資源、あるいは農業、都市、観光などの経済的な開発による環境破壊を最小限にとどめる

4）社会及び経済の開発が国民への便益の幅広い開発の必要性と均衡を保ち、より良い環境の維持を同時に実現する

5）破壊された環境を回復するよりは保護による環境破壊の防止を旨とした政策により、マレイシアならではの多様性に富んだ特殊な自然環境を保護する

6）経済開発プロジェクトの計画には環境に対する計画を組み込み、環境影響評価の手法によってプロジェクトの目的を明確にすると共に、プロジェクト実施に当たっては環境への影響を最小限にとどめるために必要な方策のコストを算定する

7）環境保全に関する政策を円滑に実施するために、州政府とマレイシア連邦政府各機関とのより良い協力体制を実現する

5－1－2　環境影響評価の手続き

マレイシア政府の環境政策は、科学・技術・環境省（Ministry of Science, Technology and Environment）の環境局（Department of Environment）が担当している。本局はクアラルンプールにあるが、環境行政を円滑に実施するために国内を八つの地方に区分し、各々の地方にひとつの環境局出先機関が存在して各地方を分掌している。

ムダ川が存在するケダ州は半島マレイシアの北部地方（Northrn Region）に属しているため、プラウ・ピナン州バターワースにある環境局北部地方管理事務所がその任を担っている。ムダ川流域に関する環境データ等の管理はこの北部管理事務所が担当しているが、環境影響評価の審査はクアラルンプールの本局直属組織である環境審査事務局に属する環境影響評価審査部が担当する。

環境審査事務局環境影響評価審査部はクアラルンプールの環境局に常駐する機関で、環境影響評価の調査手順等についてプロジェクト実施機関を指導するとともに、環境影響報告書の審査を

担当する。環境影響評価報告書が提出されると、環境影響評価審査部は政府及び民間からの有識者によって構成される委員を選択する。委員は審査対象の内容に一致する分野の専門家が選ばれるが、その数などについては不明である。

各プロジェクト実施機関から提出された環境影響評価報告書は、「審査結果の概略」として環境影響評価審査部がとりまとめ、環境審査事務局本部へ提出する。「審査結果の概略」は、環境審査事務局が関係各機関に配布する。関係各機関が係わる部分については各々の機関による承認が得られなければならない。それらの承認業務が終了した時点で当該報告書の予備審査が完了する。

当該報告書の予備審査が完了した後、環境審査事務局は政府文書の一般公開の原則に則って、当該報告書の一般公開を公示する。プロジェクト実施機関は、報告書の一般公開が国民の利益にならないと判断した場合には、連邦政府経済開発委員会の承認をもって当該報告書を秘密文書として扱うことが出来る。また、関係各省及び一般公開のための環境影響評価に関する当該報告書はプロジェクト実施機関が必要数のコピーを製作することが義務付けられている。ただし、一般公開される報告書については有償にて一般庶民に販売される。

環境審査事務局は、一般公開された「審査結果の概略」について、一般公開の公示後28日以内に受け取った一般庶民からの文書によるコメントをとりまとめ、各々を関係各機関に配布しなければならない。関係各機関はそれらのコメントを考慮したうえで、さらに必要とされる環境データの収集やその他の要求事項について調査する。これらの調査結果をもとにして、関係各機関はプロジェクトそのものを最終的に承認する。

関係各機関から放送されたプロジェクトの承認書は環境審査事務局が最終審査報告書としてとりまとめ、同局が保管する公開ファイルに綴じ込まれる。この公開ファイルは一般庶民がいつでも参照出来るファイルとして管理される。

5－3－1　環境データ保管システム

経済開発プロジェクトの計画には環境調査が組み込まれる旨、上記の環境保全政策の6番目に明記されている。従って、プロジェクトの計画立案に当たっては、プロジェクト実施対象地域に関する環境データを収集しなければならないが、データ収集作業の簡易化を図るために、環境データが保管されている機関が、あらかじめ環境局によって指定されている。従って、程度の差はあるにせよ、これら指定機関にて比較的容易にデータが入手出来るシステムになっているのがマレイシアの環境行政の特徴である。

データ保管機関と保管データの詳細は環境局が編集・発売している“A HANDBOOK OF ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT GUIDELINES”のAPPENDIX 2に詳細が記されているが、主なデータ保管機関はマラヤ大学、マレイシア国立大学、マレイシア農業大学、マレイシア工科大学の4大学、政府各機関、国土開発公社（FELDA）等の公社、民間会社、国内または国際的な自然保護組織、国内のNGOなどとなっている。ただし政府機関の所持データ等に

関しては、連邦政府の各省本局よりも、州政府の担当局のほうに、より最新のデータが集まっていると言える。

5－2　法律・規制

上記に述べた環境政策にあるように、どのようなプロジェクトも、計画・立案時には環境影響評価を実施することが、1985年に制定されたENVIRONMENTAL QUALITY (AMENDMENT) ACTによって義務づけられるようになった。環境影響評価の詳細は、環境局が編集・販売している "A HANDBOOK OF ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT GUIDELINES" に記されているが、原則としてどのようなプロジェクトもその必要性と有用性を明記した「プロジェクトの詳細」について報告書を作成し、環境局へ提出しなければならない。

環境への影響が極く小さいと予想されるプロジェクトに限っては、この「プロジェクトの詳細」の提出によりプロジェクト実施の承認を得ることができる。しかしながら、ほとんどのプロジェクトは「環境影響予備評価報告書」の提出が義務づけられる。この報告書はプロジェクト実施地域における環境の現状、プロジェクト実施のよる短期・長期的な環境への影響及びこれら環境影響の削減案等の概略を記したものであり、プロジェクトの規模やこの予備評価によって環境への影響が小さいと判断される場合には、これをもってプロジェクト実施が承認される。

「環境影響予備評価報告書」だけでは環境への影響評価及び分析が不十分だと考えられる場合には、環境審査委員会は環境影響詳細評価の調査実施を要請する。この調査による「環境影響詳細評価報告書」は、プロジェクトによっては調査項目に違いがあるが、原則的には予備調査と同等の調査項目をより詳細に環境影響評価するものがある。計画されたプロジェクトが環境に対して明らかに重大な影響を与えると考えられる場合には、予備評価を省略し詳細評価を直接実施することもある。

調査項目の内容に関しては、JICAが制定している「環境配慮ガイドライン：河川・砂防計画編」と類似しているが、報告書の書き方、手続き、審査の流れなど細部にわたって規定しているところがJICA制定のガイドラインとは異なる点である。

環境影響評価の実施を義務付けた1985年制定のENVIRONMENTAL QUALITY (AMENDMENT) ACTのほか、当プロジェクトに関連すると思われる法規は次の通りである。

1) National Land Code 1965
2) Municipal and Town Boards (Amendment) Act 1973
3) Local Government Act 1976
4) Housing Development (Central and Licensing) Act 1965
5) Forest Enactments 1934
6) Mining Enactment 1929
7) The Waters Enactment 1929

8）Drainage Works Ordinance 1954

9）Protection of Wildlife Act 1972

10）The Aboriginal Peoples Act 1954

11）Town and Country Planning Act 1972／76

12）Land Conservation Act 1960

上記以外にも州政府独自の環境関連法規があるとのことであるが、詳細については不明である。また、ケダ州政府とブラウ・ピナン州政府は、相互に合意の上で水資源の開発及び取水を実施する旨を、州政府間の取り決め締約書に明記しているとのことであるが、当該文書は今回の調査では入手出来なかった。

5－3　環境対策の現状

5－3－1　川砂採取問題の社会的背景

上記で述べたように、プロジェクト実施時の環境影響評価についてはかなりの法的対策が実施に移されているため、大規模な環境破壊につながるようなプロジェクトが環境審査事務局の審査で十分チェックされることとなる。また、野生動物及び熱帯雨林の保護、少数民族の保護、大気及び水質汚染の復旧対策や防止措置など、国民を取り巻く環境全体の国家的な質的向上を図ろうとするマレイシア政府の態度はアセアン諸国では随一と考えられ、個々のセクターでは政府が活動計画を策定し、それを実行する段階に至っている。

一方、各州政府の自治権はかなり強く、連邦政府が環境維持管理対策に介入できない場合も往々にしてある。また、現状の法的規制を強化することによって国民にとって望ましい環境を守るという政府の考え方が、実際の行動に結びつかない場合がある。これは、部外者の目には、政府の政策とその実施の間にはかなりの隔たりがあると誤解される面もある。しかし、これがマレイシア特有の民族事情を背景にしたものであることを理解しなくてはならない。

ムダ川の川砂採取に例を取ると、現場での労働者はマレー人である。しかし、正確な調査を実施した訳ではないが、これらのオーナーは中国系が多いと思われる。一方、マレー人は政治的ポストの多くを占めている。従って、川砂の過剰な掘削を法的な規制によって取り締まることは、マレー人社会による中国人社会への締め付けだと受け取られる恐れもある。仮に純粋に科学的な根拠によって川砂採取の規制が行なわれたとしても、それが川砂採取業者の収入を圧迫したり、あるいは工業地帯における建設用骨材の不足という事態を引き起こせば、連邦または州政府が中国人社会（つまり経済界）からの反発を受けることは想像に難くない。

現状では、川砂の採取に関して地理及び地質学的な根拠や河川環境の生態学的な維持あるいは観光開発等の観点などを総合的に調査した上で川砂採取について管理計画を策定しているわけではない。従って、本格調査実施に当たっては、上記のような社会的背景を考慮に入れた上で、純粋に科学的な根拠をもとにした川砂採取管理計画の策定が必要になると考えられる。

5－3－2　自然環境に対する対策

(1) プランテーションの農業生態系

森林、河川及びその周辺の自然環境に関する対策は現状では存在しないに等しい。これは、これらの自然環境が荒廃しているという意味ではない。土地利用の項でも述べたように、ムダ川下流部のほとんどはゴム林で占められているほか、オイルパームのプランテーションや水田の発達によって、従来の自然生態系が農業生態系に改変されている。このことによって、植物環境は自然種から人工種へ変化したという事実があるものの、それによって住民の生活も維持されてきたのである。自然環境改変後のプランテーション種及びそれに付随する植物生態系は、今日に至るまでそれなりに維持されている。従って、私企業であるプランテーションの経営それ自体が「自然環境の維持対策」となり得て今日に至っていると考えることができる。

(2) 森林生態系の対策

ムダ川本流及び各支流の上流部は熱帯雨林が残る地域であるが、現状では州政府森林局が伐採をコントロールしながら商業伐採を行なっている。今後、自然林が大規模に伐採されてプランテーションに改変されるようなことはないと思われる。

しかし、自然林を水源涵養林として維持するか、または水源涵養林が必要な場所には現地産の樹種を育成するという考え方は現地ではあまり見られない。ダム湖上流部における伐採と表土流出の関係などを体系的に調査した例は皆無に等しいが、DIDではそのデータ蓄積のために各種の試験を実施している。

このような事情を考慮して、本格調査においては、森林生態系の調査、効果的な伐採計画、現地産樹種育成計画などによる土壌侵食防止計画などが効果的に組み込まれるような体系的調査とそれによる政府機関の協力体制を醸し出すような計画の策定が必要と思われる。

(3) 河川生態系の対策

(a) 河川維持用水

現地調査では、ムダダムから河川環境を維持するために最低限必要な量の水を放流していないのが観察された。また、ダムの維持管理責任者も下流部への維持用水を流さないことがダム設計の原則であったと語っており、現状でもその考えに沿って下流への放流はしていないとのことである。これは水棲動植物及び河川両岸の植物が直接的な被害を被っていることをしめし、それによって河川両岸の植物に依存している動物、昆虫、鳥などが間接的な被害を受けていると考えられる。従って、この点については再考する必要があると考えられる。

(b) 塩水遡上防止堰

ムダ川河口から10キロほど上流にはプラウ・ピナン州水道局（PWA）が建設した塩水遡上防止用の堰がある。これを建設することによって、従来は塩水遡上を防止するための維持

用水の全量をPWAが上水道供給の目的で取水することが出来るようになったという経緯がある。現在は当該の堰を越流する形で水が流れているが、その量は定められたものではない。また、ムダ川河口から3キロほど北のメルボック川は近年になってかなり汚染されているため、淡水プランクトン等の有機物が海に流れ込まなくなっている。これらは、堰下流の河川環境や沿岸環境に影響を及ぼしていると考えられ、今回特に堰からの流下水量についても調査する必要がある。

(4) 環境局による河川環境管理計画の策定

(a) 流域環境管理計画

科学・技術・環境省環境局はこれまでに、大規模な河川環境調査を二度実施している。一回目は1986年、二回目は1990年で、いずれも“DEVELOPMENT OF CRITERIA AND STANDARDS FOR WATER QUALITY Phase Ⅰ&Ⅱ”と名付けられている。

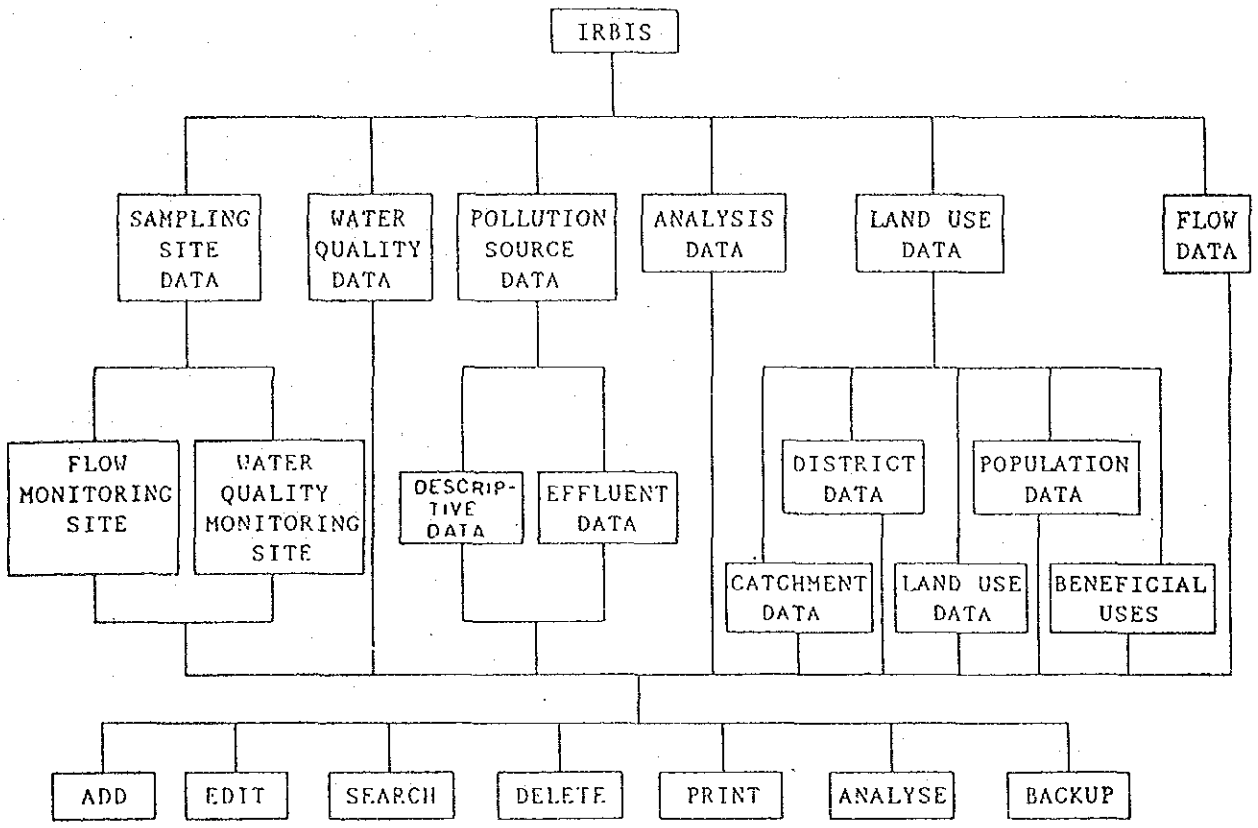
1990年2月に完了した第二期の調査では、“DEVELOPMENT OF A RIVER BASIN PLANNING AND MANAGEMENT SYSTEM”（調査報告書Vol. II, Main Report）と名付けられた河川流域管理計画が策定されている。その計画の骨子は、パーソナル・コンピューターとデータベース・ソフトウエアの組み合わせによる、流域管理のための廉価なデータ処理システムである。その概念図を図5－1に示した。

DIDは本調査によりムダ川流域をテストケースとしてマレイシアの河川流域管理計画を策定したいという意向があり、策定に当たっては、環境局のデータ処理システム構想と整合性のあるものにするのが望ましいと考えている。従って、本格調査では、環境局との密接な連絡のもとに、環境局のデータ処理システムがムダ川流域総合管理計画の一部として利用出来る可能性があるのか、あるとすればそれらのデータ利用体制をどのように策定するのか、あるいはまったく別個にDIDが独自のデータ処理システムを持つ必要があるのか等の可能性を検討する必要があると思われる。

(b) 水質による河川の分類

前述の“DEVELOPMENT OF CRITERIA AND STANDARDS FOR WATER QUALITY” Phase II調査によれば、河川のクラス分けは次のように規定されている。

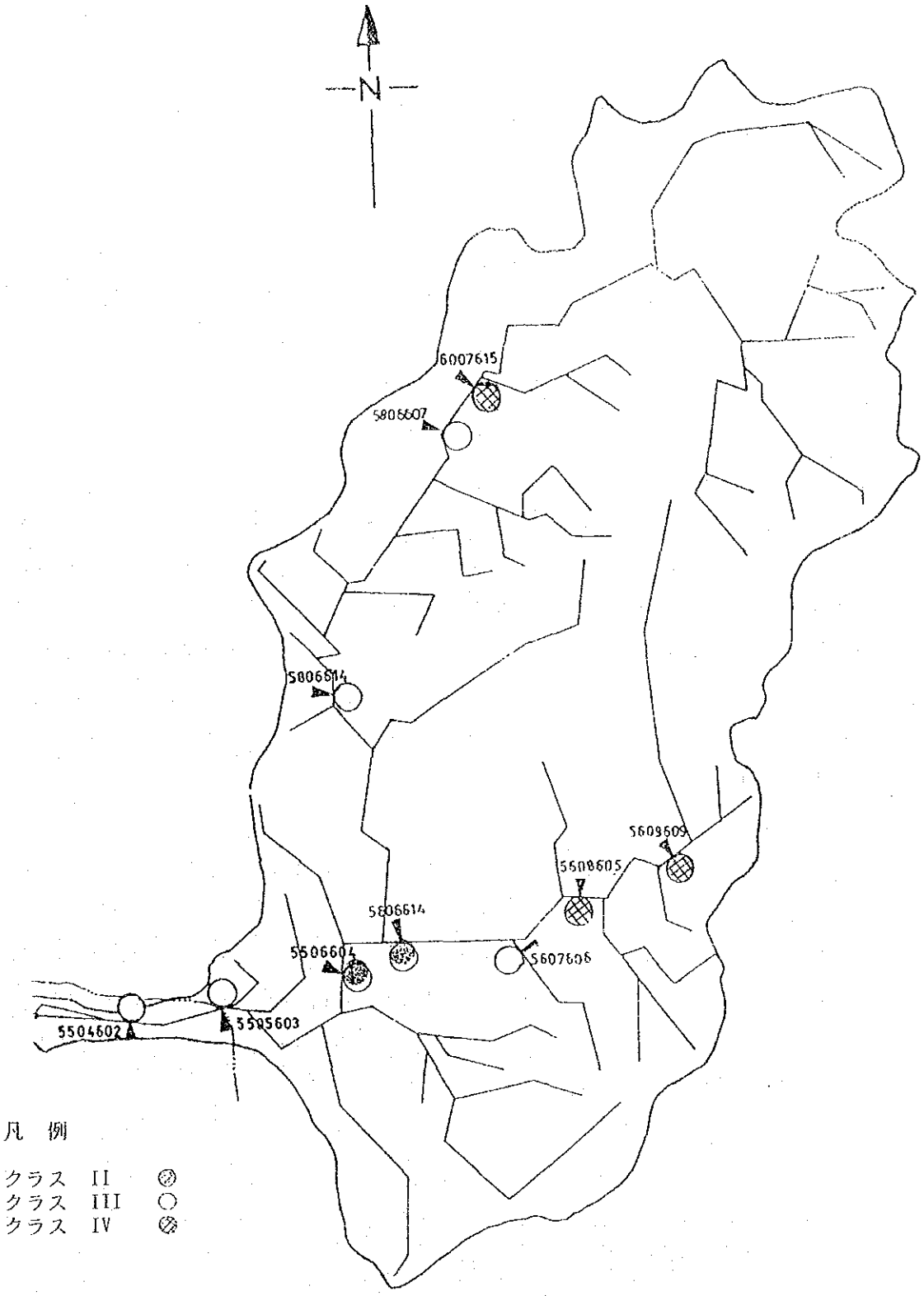
クラス	摘　要
Ⅰ	浄水施設を必要としない。 魚相は環境に敏感な種が多い。
Ⅱ	通常の浄水施設を必要とする。 魚相は比較的敏感な種が多い。
Ⅲ	細部にわたる浄水過程を必要とする。 魚相は通常の漁業種が多い。 また、家畜の飲料としても用いられている。
Ⅳ	かんがい用としてのみ用いられ得る水である。
Ⅴ	どのような利用にも耐え得ない水である。



(出典：Development of Criteria and Standards for Water Quality - Phase II
Department of Environment, Ministry of Science, Technology and
Environment)

図5-1　流域総合データ処理システム

上記の調査結果によると、ムダ川は全体として「クラスⅢ」の河川としてクラス分けされている（図５－２参照）。本格調査では短期目標として、科学・技術・環境省環境局の河川分類法による「クラスⅢ」を維持するためのプログラム策定が必要となる。また、長期目標としてはムダ川を「クラスⅡ」に格上げするためのプログラム策定が必要となってくる。



(出典：Development of Criteria and Standards for Water Quality - Phase II
Department of Environment, Vol.III, River Classification - SG. Muda,
Ministry of Science, Technology and
Environment)

図5-2 ムダ川の水質クラス分け

6．環境予備調査の結果

環境予備調査の結果、本格調査では下記のことに留意する必要があると思われる。

(1) 環境影響評価

ブリスダム、レマンダム、ノアクダム及びジェニアン取水堰の建設計画見直しと共に、環境影響評価を再度実施する必要がある。本格調査ではそのための環境予備調査を実施しなければならない。また、水資源の利用を見直した結果、新たな建設プロジェクト実施の必要性が出てきた場合には、これらに関して環境予備調査の提言を実施しなければならない。

(2) 川砂採取管理計画

川砂採取問題は河川環境の生態学的調査からのアプローチとともに、地質及び地理学的な調査（特に河川の形態学的調査）を実施する必要がある。同時に、現状の許可システム、川砂採取地の巡回、その方法論と頻度及び必要機器、巡回報告の手法と頻度、許可証発行に伴う料金体系、地理／生態／掘削機器及びその方法に関する制限、DID、州政府土地管理局（採掘許可発行の責任者である）及び環境局との協力体制に関する組織改変とその確立、及び関係法規の改訂とその効果的な適用方法などについて細かな調査をもとに効果的な管理体制を策定する。

(3) 水質管理計画

ムダ川は、科学・技術・環境省環境局の河川別クラス分けでは、前述のように「クラスⅢ」にランクされている。本調査の短期目標では現在のクラスを維持するためのプログラムを策定することである。しかしながら、長期目標では「クラスⅡ」への格上げを考慮したプログラムの策定が必要である。このような観点から、現状における家庭排水及び工業排水（ゴム工場、オイルパーム工場及び養豚場等からの排水を含む）とその基準について再検討を加え、必要があれば新たな水質管理計画を策定する。

(4) 治水計画

治水計画の策定に伴い、ムダ川両岸における住民の移転、生態系に対する影響とその範囲、補償等について環境予備調査を実施する。今回の調査では、移転等の問題は皆無に近いと考えられる。

(5) ケダ州南部開発計画

工業開発計画、地方都市開発計画、観光開発計画及びケダ州南部の土地利用計画について細かく検討し、ムダ川の観光目的利用、水供給先としての利用などの立場からムダ川とケダ州南

部の開発計画の全容を把握し、河川管理計画の策定にそれを反映する。特に、河岸部の公園やピクニック・スポット、サイクリング道路、カヌー旅行、キャンプ場など、プラウ・ピナン州及びケダ州のクリムからスンガイ・ペタニにかけて広がる工業地域に集まる人々のためのレクリエーション施設拡充については実現可能な計画の概要を示す必要があると思われる。観光開発計画の中には、ムダダムによって生じたダム湖及びブリスダム等によって生じるダム湖の利用及びその周辺地域の観光開発計画が含まれる。

(6) その他

下記の二点について概略的な検討を加え、提言を行う。

(a) 森林管理計画

州政府森林局によってムダ川流域で実施されている森林管理計画は、流域の水源涵養目的や土壌侵食の防止、ひいてはダム湖の土砂堆積防止と密接な関係を持っている。

(b) 河口周辺部の沿岸漁業

河口部への河川水の放流量は、河口付近の海域のプランクトン量に関係してくることから、河口周辺部の漁業に影響を与えることが予想される。

上記二点に関しては、各々が詳細な調査プロジェクトと成りうる可能性があるため、本格調査では概略的な調査にとどめることとする。

7．本格調査の内容

7－1　本格調査の基本方針

7－1－1　調査の経緯・社会的背景

マレイシアは1971年の大洪水により、甚大な被害が発生した。このため、治水対策が急務となったが、河川行政を一元的に所管する部局がなかったため、当面、治水事業について農業省かんがい排水局（DID）が担当していくことになった。

その後、1973年に首都を流れるクラン川において、「クアラルンプール洪水事業」が開始され、次第に全国の河川で本格的な河川工事がなされるようになった。この結果、治水事業費は年々増加し、1980年代後半にはかんがい排水事業費を追い越し、最近ではDID予算の2/3近くを占めるようになった。

しかしながら、河川管理面でみると、河川敷地や河川水については州政府が所管しているが、単に財産管理的な業務に留まっており、治水、利水、環境面から適切な管理は行われていない。水資源開発についても、上工水は公共事業省、水力発電は国営電力公社、農業水利は農業省、水資源評価はDID等々、様々な部局が関係しており、部局間の調整もほとんどなされていない。

水質管理については、環境局（DOE）が権限を有し、定期的な水質調査を行っているが、適切な河川管理に結び付いていない。

このため、同国では社会や経済の発展に見合った有効な河川利用を図ることができる河川管理体制の整備が強く求められている。

特に、同国北西部のケダ州及びプラウ・ピナン州の境を流れるムダ川は、同地方の農業開発、工業開発、観光開発にとって、極めて重要な存在であるが、治水対策は遅れており、今だ河川沿いの土地の有効利用が進んでいない。また、水資源開発は各用途や州間で、調整がされないまま取水されたり、ダムや導水計画が立てられており、計画見直しが必要になっている。これらに加えて、砂利採取により河岸侵食や河川環境の悪化が進んでいる。このため、将来、一層深刻な問題となり、ひいては、同地方の発展の妨げとなることも懸念されている。

このような背景から、全国の河川管理のモデルケースとするため、ムダ川を対象に総合的な河川管理計画の策定が、マレイシア政府より要請されることとなった。

7－1－2　調査の目的

本調査の目的は、ムダ川を対象に治水、利水、環境をそれぞれ適切に管理するため、総合的な管理計画を検討することである。このため、まず、ハード、ソフト両面から治水計画を検討する。つぎに、ケダ州及びプラウ・ピナン州及びペルリス州の一部の水需要の現状把握及び将来予測を行い、既存の水資源開発計画の見直しを行う。この際、適正な維持流量を設定する。さらに、有効な河川利用を図るため、治水及び利水計画に整合した河川環境管理基本計画を作成する。

また、管理計画に必要なモニタリング計画、技術基準、組織管理体制について調査し、実現性や課題を調査する。

7－2　調査対象地域及び範囲

本調査の対象地域は、ムダ川流域とする。ただし、水資源開発計画を検討するため、水供給先として、ケダ州及びプラウ・ピナン州全域及びペルリス州の一部を調査対象地域とする。

7－3　調査項目及び内容

本格調査の項目は次の通りである。

(1) 既存資料の収集、整理

社会、経済調査 …… 全国的・地域的な社会・経済指標データ

土地利用 …… 現在の土地利用状況及び将来計画

水理、水文、水質 … 流域内や近傍における雨量・水位・流量・洪水・水質等の観測データ

気象 …… 気温・天候のデータ

地形、地質 …… 対象地域全体の広域的データ

河川状況 …… 河川改修及び、構造物の現況並びに砂利採取の現況・治水計画

利水状況 …… 利水現況データ・取水施設及び関連利水施設のデータ、新規及び拡張計画

水需要 …… 対象地域における現在の水需要量、将来の水需要予測等のデータ

環境 …… 対象地域の自然及び社会環境調査

関連文献 …… 本調査に関連する既往の調査報告資料

(2) 現地補足調査

雨量、水位、流量、取水量、水質、地質、河床材料、土地利用等、治水計画、利水計画、環境管理基本計画検討のための基礎データとして不足しているものについて、現地補足調査を行う。

なお、土地利用等の広域的な流域情報を得るため、ランドサットデータを活用する。

(3) 河川縦横断測量

左右岸に１kmピッチに距離標（コンクリート製で固定されたもの）を設置する。

・これに基づき縦断図および横断図（１kmピッチ、水面部及び左右河岸から各々幅500ｍの範囲）を作成する。

・測量は河口からムダダム直下流及び支川クチル川とする。

(4) 航空写真撮影及び図化

・河川から左右各５km、河口からムダダム直下流までを撮影範囲とする。これに基づいて原則として河川左右岸各1.0kmの幅を図化する。

・また、ムダダム及びブリスダムの貯水池周辺（ブリスダムについては予定地区）について撮

影及び図化を行う。

(5) 治水計画の検討

・現況流下能力の解析

・計画規模の設定

・水文解析・流出解析（高水・低水）

・河道計画解析

・河床変動解析

・改修重点地区の設定及び改修計画の作成

・氾濫解析

・投資額と経済効果

(6) 水需要調査

・農業開発計画、工業開発計画、人口変化等による水需要予測（予測は2010年とするが、次期5ヶ年計画（第7次マレイシア計画）の最終年である2000年も検討する。）

・確保すべき維持流量の検討

・開発可能量の検討

・既存のダム計画、導水計画の見直し（ジェニアン導水、ブリスダム等）

(7) 河口処理計画の検討

・治水及び河川環境面からの計画案の作成

・投資効果

(8) 河川環境管理基本計画の検討

・ダム貯水池周辺も含めた空間環境管理計画の作成

・水環境管理計画（水質、水量、監視等）の作成

・年間の砂利採取規制区域等の設定、パトロールシステムの策定及び許認可制度の再検討

(9) 河川総合管理計画の作成

・モニタリングシステムの検討

・技術、管理基準の検討

・組織、管理体制の検討

・総合管理に必要となる費用（初期投資額及び維持コスト）

・投資効果の評価

(10)とりまとめ

・計画の総合評価

・実施に伴う問題点

・今後の課題

7－4　調査工程

調査はマレイシア国内での現地調査と日本国内での解析作業とで構成される。

現地調査は、約10ヶ月を予定し、平行して国内の作業を含め、ファイナル・レポートの提出まで、合計21ヶ月の工程を予定している。

7－5　報告書（略）

7－6　調査の実施体制

・河川関係の技術力を有するコンサルタントによる調査の実施

・作業監理委員会の設置

7－7　要員計画

本調査には、概ね以下のような専門分野による要員構成が考えられる。

(1) 総　　括

(2) 水理、水文解析

(3) 測　　量

(4) 航空測量

(5) 治水計画

(6) 利水計画

(7) 施設計画

(8) 環境計画

(9) 施工、積算

(10)社会・経済／プロジェクト評価

(11)組織・法制度

7－8　調査用資機材

(1) 四輪駆動車	2台	現地での調査団の調査移動用
(2) 水文観測機器	3台	流速計
(3) 測量機器	2台	音響測深器
(4) 調査用ボート	2台	6～7人乗り
(5) パソコン	2台	
(6) その他	1台	コピーマシン
		携帯無線器（遠距離・近距離用各々　3組）

7－9　調査実施上の留意点

(1) 河川左右岸に設置する距離標は調査後、マレイシア政府が継続して使用できるようなものとする。

(2) 航空写真撮影及び図化は、主として洪水氾濫区域の地形、土地利用を把握するために行うものであり、7－3（4）の範囲を目安に効率的に実施すべきである。

(3) 河床変動解析はデータが限られており、多くの仮定のもとに実施する必要がある。

(4) 本調査の内容は多くの部局の所管にまたがっているため、マレイシア側も連絡組織を設けて、できるだけ意思の疎通を図りながら実施することが望ましい。

(5) ムダ川下流部のプラウ・ピナン州側については、1992年に1/10,000の縮尺で航空写真撮影が行われている。(図化は行われていない) この航空写真も対象地域の把握、新たな航空写真撮影・図化等に最大限活用すること。

(6) 河口処理計画については現在JICAにより「全国河口処理計画」が実施中であり、1994年5月には終了予定である。この調査における当該地区に関する成果を最大限活用すること。

添　付　資　料

1．面会者リスト

2．Terms of Reference

3．Scope of Work

4．Minutes of Meeting

1．面会者リスト

経済企画庁

Kassim bin Sarbani (DIRECTOR)
Abd. Bakir bin Hj. Zin (SENIOR ASSISTANT DIRECTOR)
Badaruddin bin Mahyudin (ASSISTANT DIRECTOR)

農業省灌漑排水局 (DID)

Haji Shahrizaila bin Abdullah (DIRECTOR GENERAL)

RIVER ENGINEERING DIV.

Teh Siew Keat (DIRECTOR)
Chop Ai Kuang (DEPUTY DIRECTOR)
Mohd. Redzuan bin Hussin (ENGINEER)
川崎秀明 (JICA派遣専門家)

PLANNING & EVALUATION DIV.

Ooi Choon Aun (DIRECTOR)

IRRIGATION DIV.

Chan Choong Cheong (DEPUTY DIRECTOR)

DID ケダ

Ahumad Fuad Embi (DIRECTOR)
K.J.Abraham (DEPUTY DIRECTOR)
Abras Nordin (SENIOR TECHNICAL ENGINEER)
Chiew Kee Lin (SENIOR ENGINEER)
Yip Chua Yeua (SENIOR ENGINEER)
Mohd.Abd.Bakar bin Othman

公共事業局ケダ事務所

Yezid bin Mohd.Yusoff (SENIOR ENGINEER)
Tajuddn bin Harun (ENGINEER)
N.Swananthan (Tehnical Assistant)

ムダ農業開発公社(MADA)

Loke Kok Yan (HEAD OF ENGINEERINF DIV.)
Low Kean Leng (SENIOR PLANNIG ENGINEER)
Teoh Weng Chao (SENIOR DEVELOPMENT ENGINEER)
Loh Kim Man (SENIOR RESERVOIR ENGINEER)

ペナン水道庁

Lee Yow Ching (GENERAL MANAGER)
Kan Cheong Weng (CHIEF EXECUTIVE ENGINEER)

JICAマレイシア事務所

小樋山次長
山本職員