

社会開発調査部報告書

国際協力事業団

No. 2

マレーシア国
総理府経済企画庁

マレーシア国

河川流域情報システム計画調査

要約報告書

平成11年1月

JICA LIBRARY



J1148334(4)

株式会社 建設技術研究所

株式会社 バスコ・インターナショナル

社調二

CR(3)

99-007

マレーシア国
河川流域情報システム計画調査

要約報告書

平成十一年一月
国

13
47
SS



国際協力事業団

マレーシア国

総理府経済企画庁

マレーシア国

河川流域情報システム計画調査

要約報告書

平成11年1月

株式会社 建設技術研究所

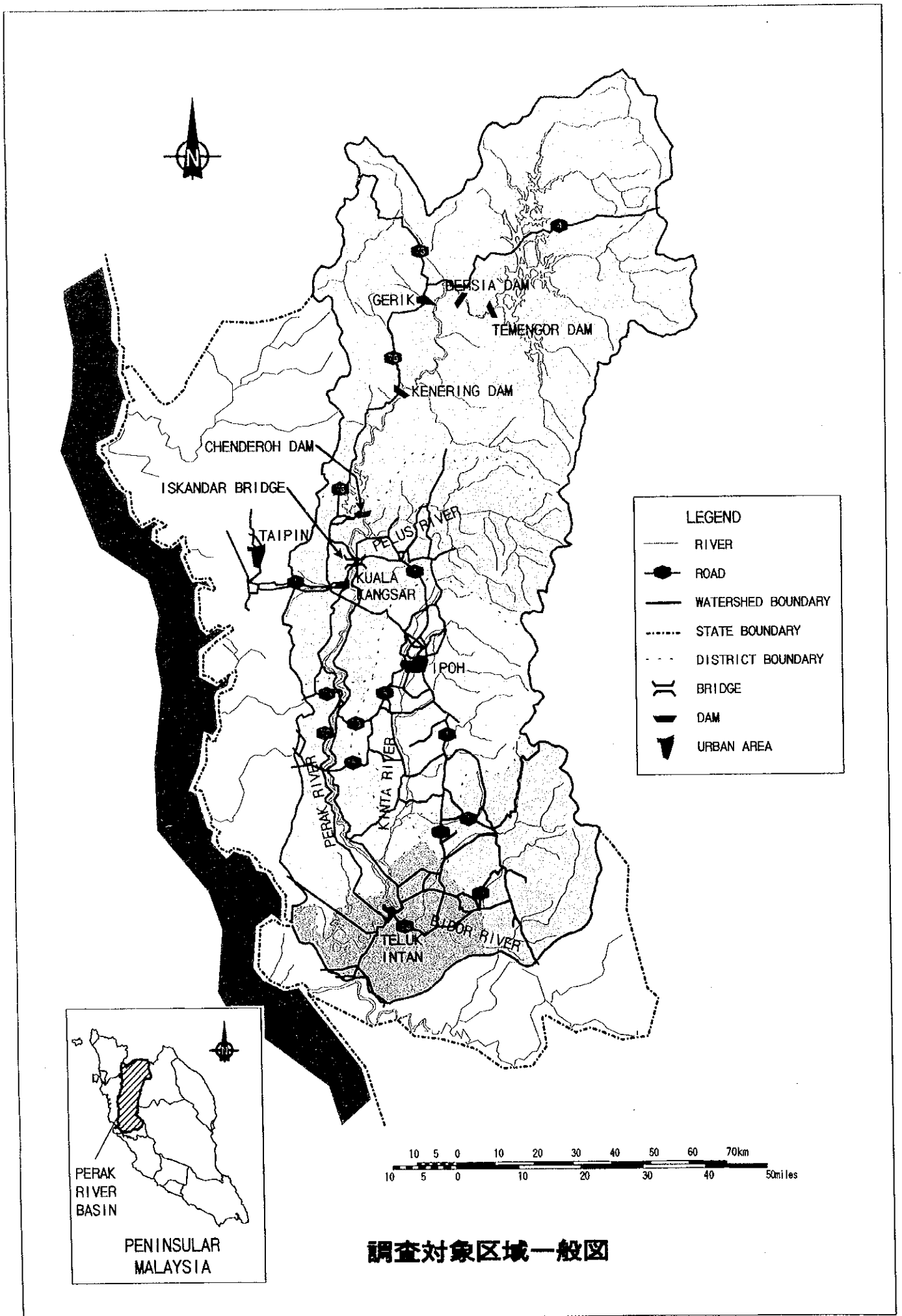
株式会社 バスコ・インターナショナル



1148334 [4]

本報告書の事業費は、1998年11月価格で見積っており、マレーシア・リングgitで表示している。使用した通貨換算率は以下のとおりである。

1.00 米ドル=3.80 マレーシア・リングgit=121.15 日本円



序文

日本国政府はマレーシア国政府の要請に基づき、同国の河川流域情報システム計画にかかる開発調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年3月から平成10年10月までの間、4回にわたり株式会社建設技術研究所海外事業部担当部長の乙川牧彦氏を団長とし、同社及び株式会社パスコ・インターナショナルから構成される調査団を現地に派遣しました。

また平成9年3月から財団法人河川情報センター河川情報研究所研究第2部長の安部友則氏を委員長とし、平成10年9月からは同センター河川情報研究所研究第2部長の海野修司氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

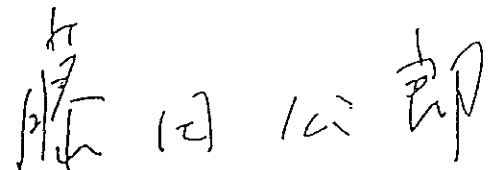
調査団は、マレーシア政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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11年1月

国際協力事業団

A handwritten signature in black ink, reading '藤田 公郎' (Fujita Hiroshi).

総裁 藤田 公郎

伝達状

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

ここに、マレーシア国河川流域情報システム情報計画調査の最終報告書を提出いたします。

最終報告書では長期的視野に立ったマレーシア国における河川流域情報システム開発のためのマスタープラン策定結果をとりまとめております。さらにフィージビリティ調査を実施し、マスタープランの実施に先駆けて短期的に構築可能なシステムの提言を行っております。なおこのフィージビリティ調査の一環として試験システムを構築し、その運用を実施することにより今後のシステム管理に必要となる技術の移転を併せて実施いたしました。

マレーシア国における河川流域情報システム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システム開発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総理府経済企画庁ならびに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ものであります。

マレーシア国河川流域情報システム計画調査団

乙川 牧彦

団長 乙川牧彦

マレーシア国河川流域情報システム計画調査 概要

調査期間 : 1997年3月～1998年12月

受入機関 : 総理府経済企画庁

1. 背景

近年、マレーシアにおいては、急激な経済成長に伴って、著しい都市化および土地の高度化利用の進行に見舞われている。こうした社会現象は、河川管理の面から見ると、洪水被害ポテンシャルの増大や水不足の深刻化を引き起こす大きな要因となっている。さらに、河岸侵食や過剰な土砂の堆積は、河川環境の悪化をもたらしている。このように、近年の河川を取り巻く周辺環境の急速な変化により、河川開発と環境保全をうまくバランスした総合的な河川流域管理の確立と実際の運用の必要性がますます増大している。しかし、これを実現するには、さまざまな関係機関に分散して保存されている大量の関連情報を、まずシステムティックに統合し、さまざまな計画策定の要求にあった情報を的確かつ瞬時に提供できる体制を整備することが肝要である。

河川流域情報システム計画調査は、こうしたマレーシア国政府の要望に応えるため、1997年3月より18ヶ月にわたり国際協力事業団により実施されたものである。

2. 調査目的

本調査の第1の目的は、河川流域情報システムの長期的な整備計画を策定することである。次に、長期的な整備に先駆けて作成すべき試験運用システムの計画立案および詳細設計を実施した。さらに、調査期間中に完成できる工程のもと、試験運用システムを構築した。この構築作業を通してシステム運用を含めた全般的な技術移転を行った。

なお、本調査の対象区域は、ペラ州に位置する流域面積 14,700km² のペラ川流域である。提案したシステムは、ペラ川流域全体を対象としたものであるが、検討に当たっては、将来的な全国レベルへの拡張性を考慮している。

3. 提案した計画の概要

3.1 基本方針

河川流域情報システムの目的は、河川流域の総合的な管理に必要なあらゆる情報を収集し、この情報を政府関係機関のみならず関連諸機関に有用な情報を提供することである。こうした目的を達成するには、河川流域管理のさまざま管理局面に対応した支援情報を提供すべきであり、そのためには、次のような管理業務を網羅すべきである。

- 1) 洪水管理
- 2) 水供給管理

3) 河川環境管理

4) 流域管理

3.2 システム整備計画

3.2.1 河川流域情報システム長期整備計画

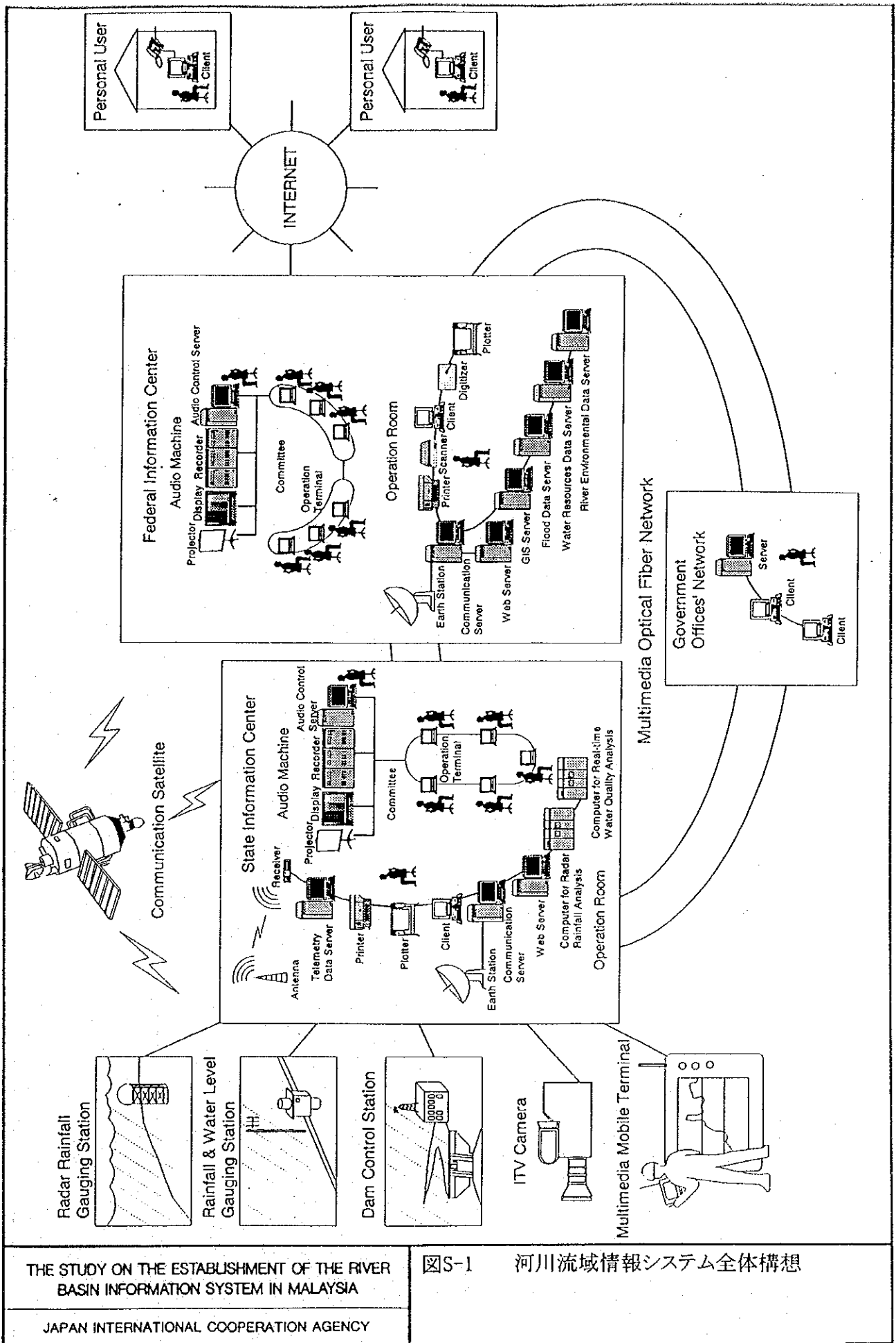
システムは、連邦センターで集中的に管理できるような構成とし、あらゆる情報は、いったんこのセンターに集められた後、インターネットないしイントラネットを介して利用者に提供される。システム機器構成は、図 S-1 に示すように、主として、水文等の観測機器、情報伝送機器、情報処理機器から構成される。

このうち、水文等の観測機器には、1)自動水質監視システム、2)気象レーダによる雨量観測システム、3)ITVによる現場監視システムといった最新鋭のモニタリング技術が盛り込まれている。最近のマレイシアにおける科学技術の進歩とその受容能力の広がりを見ると、こうした技術は将来的に十分適用可能と判断できる。さらに、光ファイバー網を情報伝送システムの基軸に考えており、これは、「電気通信ビジョン 2020」で計画している光ファイバー網の全国整備と整合を保っている。

3.2.2 試験運用システム

試験運用システムでも、同様に、連邦のセンターで集中的に管理できるようなシステムとなっている(図 S-2 参照)。各種のデータベースについては、所轄機関からフロッピー・ディスク等のオフラインによって、連邦のセンターのサーバに移植される。いっぽう、リアルタイムで入ってくる水文観測データについては、いったんイボの灌漑排水局に集められ、クアラ・ルンプールまで専用デジタル回線(ISDN)で伝送され、連邦センターのサーバに格納される。これら両データは、連邦センターからインターネットないしイントラネットを介して、最終的に政府関係機関ないし一般利用者に提供される。

試験運用システムにおける水文観測体制は、現存のテレメータ観測網を用い、同様に情報伝送についても、既存のシステム(ISDN 回線および Agrolink)を利用する。情報処理システムは、国際協力事業団により調達された機器で構成される。これらは、2台の UNIX サーバ、パソコン、ルータ、入出力装置、電力供給装置等である。

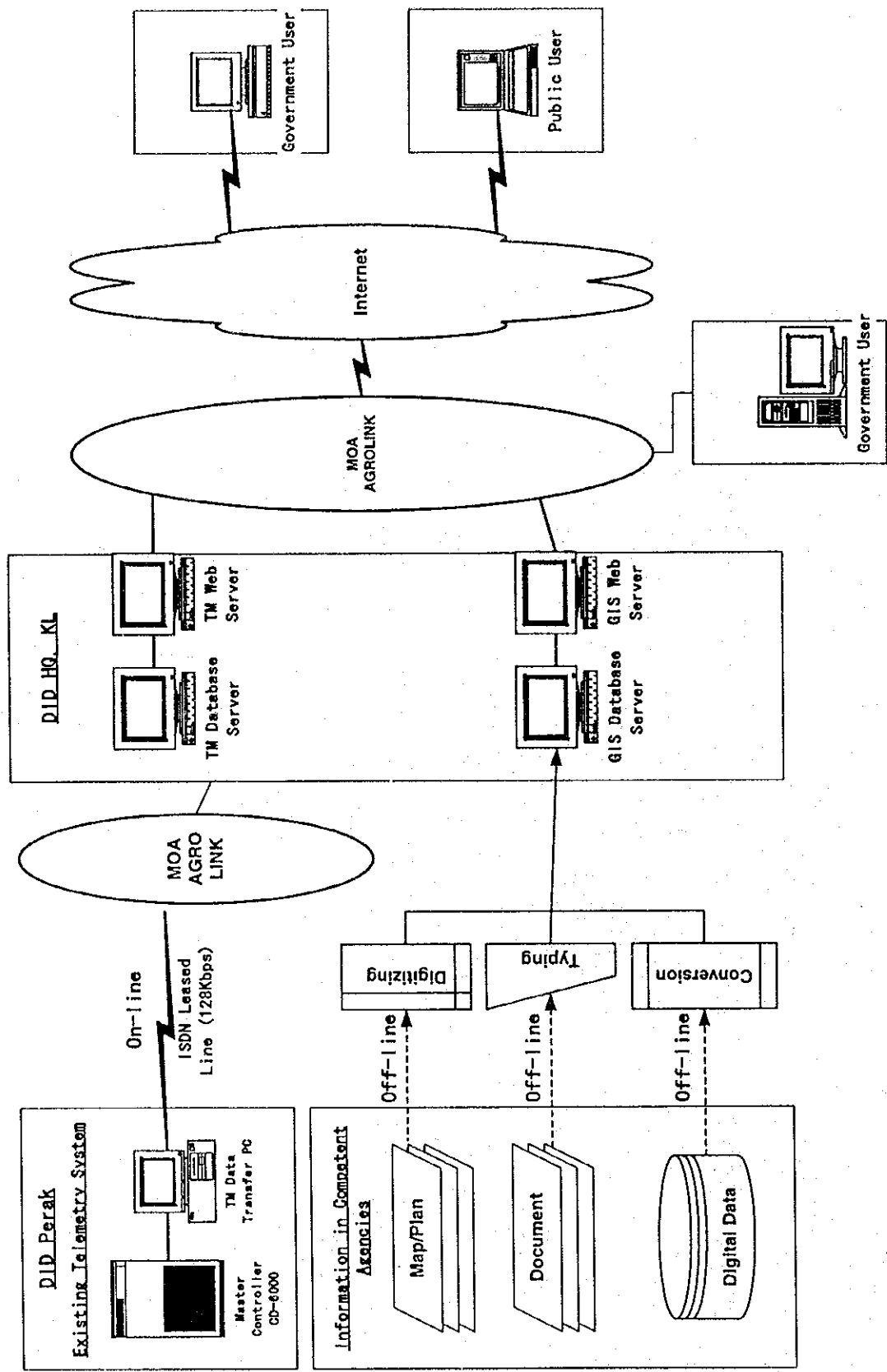


THE STUDY ON THE ESTABLISHMENT OF THE RIVER
BASIN INFORMATION SYSTEM IN MALAYSIA

図S-1

河川流域情報システム全体構想

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



THE STUDY ON THE ESTABLISHMENT OF THE RIVER
BASIN INFORMATION SYSTEM IN MALAYSIA

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図S-2 試験運用システムの概要

4. 事業費

算定した事業費は、次のとおりである。

項目	概算事業費
1. 長期整備計画	
(1) 初期投資額	1,956 万リングット
(2) 維持運用費	400 万リングット/月
2. 試験運用システム	
(1) 初期投資額	296 万リングット
(2) 維持運用費	21 万リングット/月

長期整備計画における初期投資は、第8次マレーシア計画から第11次計画までの2001年から2020年の20年間に支出される。そして、2020年以降に、システムは完全運用となる。いっぽう、試験運用システムについては、1年以内に初期投資を済ませて、翌年から完全運用となり、所定の維持運用費が必要となる。

5. 事業評価

5.1 経済的評価

河川流域情報システムでは、迅速かつ容易に河川流域管理に関する情報を提供できるようになる。これによって、従来同様な業務に要していた人員と時間の節約が可能となる。いっぽう、水文観測情報をリアルタイムで電力会社に提供することによって、発電ダムでは、下流の流況に応じた柔軟な貯水池の操作運用が可能となり、洪水被害軽減および水不足解消の両者に関する便益が発生する。

これらの便益と事業費を用いて、経済的内部収益率を算定すれば次のようになり、いずれも10%を超えているため、経済的に実施可能と判断される。

- | | | |
|-------------|---|--------|
| 1) 長期整備計画 | : | 10.8 % |
| 2) 試験運用システム | : | 17.1 % |

5.2 技術的評価

近年マレーシアでは、情報技術の進歩が著しく、情報そのものの公開も広域情報ネットワーク

を介して進められつつある。このような社会的な動向の中で、河川流域情報システムは、政府機関による広域情報サービスのモデルケースとなり得ると考えられる。ちなみに、国土情報システム(NaLIS)や水文情報システム(HIS)もこうした政府の広域情報サービスを目指すシステムの一つとして開発が進められている。

6. 提言

本システムの早期実現および円滑な運用に関して、次のような提言を行う。

(1) 河川流域情報システムの開発

河川流域の総合的な管理を行っていくに当たって、本調査で提案した河川流域情報システムは不可欠の支援ツールである。このシステムは、本調査で提案した下記の事項に留意し、長期整備スケジュールに沿って、順次整備されていくものであり。

- 1) 河川流域管理支援のための必要優先度に応じて、システムが対象とする各種情報項目・情報量を段階的に増やす。
- 2) システムの拡張性と他のシステムとの互換性に留意する。
- 3) システムのバックアップ及びセキュリティーに留意する。オペレーショナルシステムでは暫定的にインターネットを情報伝達手段として採用している。しかしながら、インターネットは洪水等の災害緊急時の情報伝送に信頼性が必ずしも高いとはいえない。このような状況に配慮して今後オペレーショナルシステムの災害時の有効性を把握していく必要がある。さらに必要に応じてインターネットに代る専用回線を情報伝送手段として採用する可能性がある。

(2) 持続的なシステムの管理

試験運用システムは、提案した河川流域情報システムの始動を目指して、本調査期間内という制約条件のもとに構築したものである。ここで、最も重要となる課題は、システムが今後とも十全に運用管理されていくか否かという点である。システム管理者は、先端技術の導入のみならず、人的資源の開発およびシステム管理面へのそれらの十分な投入に留意すべきである。

(3) システムの開発・管理における組織の整備

長期的整備目標に沿って本システムを開発ならびに維持運営していくためには、組織の整備が必要である。組織的には、運営委員会、技術検討委員会および実際の運用に当たる技術センターの3組織を整備することが課題である。これらの組織、とくに運営委員会は、国家の情報政策決定に関わる多くの機関を組み込んだ縦断的な組織とすべきである。

マレーシア国
河川流域情報システム計画調査
要約報告書(案)
目次

調査対象区域一般図

序文

伝達状

概要

第1章	緒言	1
第2章	ペラ川流域の現況	2
第3章	河川流域管理における主要課題	3
第4章	河川流域管理に関する情報の現状	4
4.1	水文・水質モニタリング情報	4
4.2	現地調査情報	4
4.3	河川管理情報	5
4.4	流域情報	5
第5章	関連する情報システムの現状	7
5.1	地理情報システム	7
5.2	情報通信ネットワーク	7
第6章	河川流域情報システム構築のためのマスタープラン	8
6.1	対象とする情報項目	8
6.2	システム・ネットワーク計画	9
6.3	システム構成機器	9
6.4	概算事業費	12
6.5	事業実施計画	12
6.6	事業評価	13
第7章	フィージビリティ調査および試験運用システムの開発	15
7.1	試験運用システムについて	15

7.2	対象情報項目	15
7.3	システム・ネットワーク	16
7.4	システム構成機器	17
7.5	システム構成ソフトウェア	19
7.6	システム構築実施計画および事業費	20
7.7	技術的評価	21
7.8	経済的評価	22
第8章	組織・制度の整備計画	24
8.1	基本的考え方	24
8.2	組織・制度の整備計画	24
8.3	システム管理組織の代替案	27
第9章	河川流域管理のためのシステム活用に関するケーススタディ	29
9.1	水供給管理	30
9.2	洪水管理	32
	参考文献・資料	37

表一覧

表 2.1	ペラ川流域の土地利用状況 (1980 年および 1990 年)	T-1
表 4.1	現況洪水防御施設一覧	T-2
表 4.2	計画洪水防御施設一覧	T-2
表 4.3	各種地図情報の現状	T-3
表 5.1	関連政府機関の情報化の現状	T-4
表 6.1	収集対象情報と所轄政府機関	T-6
表 6.2	配信対象情報項目と配信レベル	T-7
表 6.3	マスタープランにおける整備対象機器一覧	T-10
表 6.4	マスタープランにおける初期投資額	T-11
表 6.5	河川流域情報システムによる一般的な効果	T-12
表 6.6	河川開発計画のための年間支出 (ペラ州灌漑排水局)	T-13
表 6.7	河川流域情報システム構築マスタープランにおける経済評価結果	T-14
表 7.1	システム配信情報一覧	T-15
表 7.2	試験運用システムに必要なハードウェア一覧	T-20
表 7.3	試験運用システムのハードおよびソフト・ウェアの購入費用	T-22
表 7.4	テレメータ・システムのためのアプリケーション・プログラム 開発費用	T-23
表 7.5	初期データ入力のための費用	T-24
表 7.6	試験運用システムに対する経済評価結果	T-26
表 8.1	河川流域情報システム構築・運用のための 運営委員会の構成 (案)	T-27
表 8.2	河川流域情報システム構築・運用のための 技術検討委員会構成 (案)	T-28
表 9.1	地点別流況と確保流量の達成状況	T-29
表 9.2	イスカンダール橋における確保流量の不足状況	T-30
表 9.3	イスカンダール橋における確保流量維持のための貯水池放流量	T-31
表 9.4	洪水被害率	T-32
表 9.5	現状のダム運用条件下での洪水規模別想定被害額	T-33

表 9.6	新たなダム運用条件下での洪水規模別想定被害額	T-34
表 9.7	年平均被害額	T-35

図一覽

図 2.1	ペラ川流域の地形	F-1
図 2.2	ペラ川流域土地利用状況 (1990 年)	F-2
図 4.1	灌漑排水局による雨量観測所網	F-3
図 4.2	灌漑排水局による河川水位・流量、流送土砂観測所	F-4
図 4.3	環境局による水質サンプリング地点と測定された水質インデックス	F-5
図 4.4	現況および計画洪水防御施設	F-6
図 4.5	灌漑施設および対象区域	F-7
図 4.6	上工水供給のための取水施設と配水区域	F-8
図 4.7	河川公園位置図	F-9
図 4.8	キャンプ場位置図	F-10
図 4.9	霊廟位置図	F-11
図 4.10	主要橋梁位置図	F-12
図 4.11	砂利採取地点位置図	F-13
図 5.1	アグロリンクの概要	F-14
図 6.1	河川流域情報システム全体構想	F-15
図 6.2	マスタープランにおける雨量観測網の整備構想	F-16
図 6.3	マスタープランにおける河川水位・流量および流送土砂観測網の 構想	F-17
図 6.4	事業実施計画	F-18
図 7.1	試験運用システムに取り込むリアルタイム系の水文観測システム	F-19
図 7.2	試験運用システムに取り込むノン・リアルタイム系の 雨量観測システム	F-20
図 7.3	試験運用システムに取り込むノン・リアルタイム系の 水位観測システム	F-21

図 7.4	GIS データベースのホームページ (メイン)	F-22
図 7.5	試験運用システム構築スケジュール	F-23
図 7.6	河川流域情報システム構成	F-24
図 9.1	ペラ本川沿いの取水施設位置図	F-25
図 9.2	チェンドロ・ダムからの日平均放流量	F-26
図 9.3	ブルス川の日流況	F-27
図 9.4	イスカンダール橋の日流況	F-28
図 9.5	1990 年渇水時の地点別流況	F-29
図 9.6	ブルス川の 8 月における流出量の確率分布	F-30
図 9.7	現状のダム運用条件下での確率洪水流量波形	F-31
図 9.8	クネリン・ダムによる洪水調節状況	F-33
図 9.9	チェンドロ・ダムによる洪水調節状況	F-34
図 9.10	ノルディン橋における洪水流量波形	F-35
図 9.11	洪水氾濫常習区域	F-36
図 9.12	GIS を用いた洪水被害額算出の概念図	F-37
図 9.13	ノルディン橋の洪水ピーク流量と最大氾濫堪水深との関係	F-38

第1章 緒言

近年のマレーシア経済の飛躍的發展は、都市部における土地利用の高度化を促し、とりわけ河川沿いの低地の都市化は洪水に対する被害ポテンシャルを増大させている。いっぽう、水利用については、需要の多様化と量的な増大に供給が追いつかず、全国至る所で水不足が蔓延している。さらに、過度の河岸侵食や土砂の堆積が、河川環境の劣化をもたらしている。こうした問題に加えて、河川環境の保全のみならず、アメニティ空間としての河川の整備・活用が国民的な関心事ともなりつつある。

このような河川を取り巻く急速な価値観の変化に伴って、河川開発と環境改善の両者のバランスを保った総合的かつ一貫性のある河川管理の確立が求められている。しかしながら、現状では、河川管理に関する大量でかつ各方面に散在している情報を統合した情報システムが欠けているため、こうした河川管理の実施は極めて困難と言わざるを得ない。このような現状を踏まえ、河川流域情報システム計画調査は、1997年3月から1998年12月の22ヶ月にわたって、国際協力事業団によって実施された。

本調査は、マレーシア国のペラ州にあるペラ川流域を対象にして、河川流域情報システムを確立することを目的としたものである。さらに、本調査での主要な課題を列記すると次のようである。

1) マスタープラン調査

ペラ川流域の河川流域管理における当面する課題を整理し、これらを解消すべく長期的な視野に立った河川流域情報システムを提案する。

2) フィージビリティ調査

本調査期間内に構築可能なオペレーショナル・システムの詳細設計を行い、システムの仕様を決定する。

3) オペレーショナル・システムの構築

上記のオペレーショナル・システムを構築し、この実施に合わせてシステムの管理一般や情報サービスについて技術移転を行う。

4) 技術移転

オペレーショナル・システムの管理を含む河川流域情報管理の全般について、我が国の知識等を移転する。

第2章 ペラ川流域の現況

本調査の対象地域は、ペラ州を流下するペラ川流域で、流域面積は14,700km²であり、州の70%を占めている。ペラ川は、マレイ半島の脊梁であり、標高2,000m級の山稜が連なるティティワンサ山地を水源として、山地に並行に南流してマラッカ海峡に注いでいる(図2-1参照)。主要な支川は、プルス、キンタ、ビドールの3河川である。これらの支川のうち、キンタ川は州都であるイボを流下している。

流域の年雨量は約2,300mmである。これは、年雨量が約2,000mm弱であるマレイシア半島の南西海岸部よりは雨が多く、2,500mm強である北東海岸部よりは少ないといえる。顕著な雨季は4月から5月および10月から11月の2回であり、モンスーンの端境期に相当する。通常、月最大雨量は、10月ないし11月に記録される。

河口から250km上流までの区間の勾配が約1/5,000であり、非常に緩勾配の河川である。このように長区間にわたる緩勾配河川であるため、土砂堆積が著しく、河床上昇が進行している。その要因となる土砂流出についてみると、上流域の森林伐採やキンタ川流域に広がるスズ鉱山における鉱滓の投棄等が、悪化に拍車をかけている。森林伐採は、多大な細粒分の土砂も併せて生産し、河川に流出して懸濁物質(SS)となり、河川の濁水の一つの原因となっている。環境局(DOE)およびペラ水道公社(PWB)は、ペラ川の濁度の程度は極めて深刻であり、上・工水供給のための水処理を困難にしていると指摘している。

森林は上流部に広がっており、流域の60%を占めている。いっぽう、農地は中下流部の沖積平野に広がり、同じく流域の30%を占めている(表2-1および図2-2参照)。ペラ川流域で特筆すべきことは、住居地域が流域の6%を占めていることで、これはマレイシアの主要河川流域の中で、クラン川に続いて2番目に高い値である。

流域内人口は、1996年時点で116万人であり、キンタ川流域と本川下流部に集中している。州都のイボは人口47万人で、マレイシアではクアラ・ルンプールに次ぐ2番目の都市である。

第3章 河川流域管理における主要課題

ペラ川流域の水位流量等の各種観測活動には多くの機関が関係している。なかでも、灌漑排水局(DID)と環境省(DOE)は、河川表流水の水量および水質を監視・制御する上で、それぞれ指導的立場にある機関である。しかしながら、灌漑排水局による水位と環境省による水質の観測点は位置的に異なっており、その結果、流量と水質を同時に評価できるような仕組みができていないのが現状である。

電力公社(TNB)は、ペラ川の上流に位置する4基の発電ダムを制御している。これらのダム群は下流の流況に多大な影響を及ぼしている。しかし、電力公社によるダム制御情報と灌漑排水局による下流地点観測情報は、相互に交換されておらず、洪水および渇水による災害発生時に必要とされる河川の統合的な管理に支障を来す恐れ大である。

また、灌漑排水局とペラ水道公社(PWB)は、それぞれ灌漑と上工水の供給を受け持っている。しかし、水供給量等の情報について、両者の間での情報交換は十分とはいえず、流域全体でどの程度の取水が行われているのか、どの機関も把握していないのが実状である。こうした状況は、将来ともに限られた資源として、水資源を如何に合理的に配分利用していくかといった判断・意思決定を非常に困難にしている。

以上のような河川に関連した諸機関に加えて、さまざまな機関が流域内の開発および保全活動に携わっている。こうした活動内容は、河川管理に携わっている機関(DID, DOE, PWB等)へ十分伝達されておらず、開発ないし保全が水量・水質に与える影響等の把握も困難となっている。

河川管理に携わっている諸機関は、連邦レベルで基礎的な情報の整理・蓄積を行っている。いっぽう、実際の河川の維持管理については、連邦レベルからの情報を受けて州レベルの機関が実施している。こうした情報の中央への集中・偏りは、州政府への情報伝達の遅れ等、さまざまな不都合をもたらしている。

第4章 河川流域管理に関する情報の現状

4.1 水文・水質モニタリング情報

ペラ川には現在 67 の雨量観測所と 14 の水位観測所が設置されている。灌漑排水局(DID)、電力公社(TNB)、気象庁(MMS)、ペラ水道公社(PWB)が、それぞれ観測業務を実施している。なかでも、灌漑排水局は 62 の雨量観測所と 12 の水位観測所を管轄している(図 4-1 および図 4-2 参照)。灌漑排水局の水文部(Hydrology Division)は、観測データのデータベース・システムを、連邦レベルですでに確立している。しかしながら、雨量観測網等を見てみると、主としてアクセスの悪さや運用・維持管理要員の不足に起因して、未だ流域を十分にカバーしているとはいえない状況にある。

環境局(DOE)は 52 地点で河川水質のモニタリングを実施している(図 4-3 参照)。モニタリング項目は、「人の健康の保護に関する環境基準」(重金属、大腸菌、シアン、フェノール、農薬)および「生活環境の保全に関する環境基準」(pH, DO, BOD₅, COD, SS, NH₃-N 等)の両者を網羅している。サンプリング、水質試験およびデータ蓄積といった一連のモニタリングは、連邦の環境局によって実施されている。このような水質モニタリングに関する地点数やサンプリング項目等は妥当と判断されるが、最も大きな課題は、連邦の環境局から州の環境局への、サンプリング結果等に関する情報伝達の遅れである。

4.2 現地調査情報

河川流域管理に必要な現地調査情報は、河川測量、洪水被害、動植物等の調査結果である。灌漑排水局は、河川測量を担当する機関であるが、1970 年代以降、定期的かつ一定区間の河川測量は実施されていない。さらに 1970 年代以前の測量結果の多くは、散逸・紛失しているのが実状である。近年、灌漑排水局は、水位観測所付近の河川断面をスポット的に測量しているのみである。

州の灌漑排水局は、規模の大きな洪水が発生するたびに、洪水被害に関する調査を実施している。この調査結果は、洪水被害年報としてまとめられ、連邦の灌漑排水局に提出している。1950 年代以降、こうした被害年報が大量に集積しており、これらは、洪水被害の実態を知り、今後の洪水被害軽減対策を立案していくには、非常に有用な資料である。しかしながら、図面サイズが多種多様なためにファイルするのが困難であることや、資料を整理する要員不足のため、これらの資料の多くは、散逸・紛失している。

野生生物・国立公園局(DWNP)は、河川の動植物調査を担当しており、動植物の種類、生息地および生息状況等を明らかにすべく調査を実施している。これらの結果は、連邦の野生生物・国立公園局において、データベース化されて蓄積されている。

4.3 河川管理情報

(1) 洪水管理

州の灌漑排水局とスズ鉱山会社は共同して、表 4-1 から表 4-2 および図 4-4 に示すように、河川改修、築堤、放水路等のさまざまな洪水防御対策を実施ないし提案してきた。これらの対策の詳細資料については、灌漑排水局の地方事務所(District Office)に保管されている。洪水防御施設の現状を踏まえて、流域全体を包括する洪水防御計画を策定するには、地方事務所毎に保管している資料を、いずれかで統合管理することが不可欠である。

(2) 水供給

ペラ川本川に沿って、11 の灌漑用の取水施設と 32 の上工水用の取水施設がある。これらの施設は、図 4-5 から図 4-6 に示すそれぞれの灌漑ないし給水区域の需要を満たしている。施設の詳細諸元等の資料について、灌漑については灌漑排水局が、上工水についてはペラ水道公社がそれぞれ保管している。

(3) エコ・ツーリズム

ペラ財団(Yayasan Perak)が、ペラ川におけるエコ・ツーリズムを組織化しており、関連情報を提供している(図 4-7 から図 4-9 参照)。地方自治体も河川公園の管理を行っている。

(4) 橋梁

12 の主要な橋梁がペラ川および支川に架かっている(図 4-10 参照)。これらうち、12 橋が連邦管理、1 橋が高速道路、1 橋が州管理となっている。しかし、これらの橋梁の構造に関する資料等は、連邦政府、州政府および民営化された高速道路管理会社によってそれぞれ保有されており、統合的な資料管理はなされていない。

(5) 砂利採取

クネリン・ダムから河口に至る本川沿いに 36 の砂利採取地点がある(図 4-11 参照)。砂利採取に関しては、国土・鉱業局(DLM)が採取許可を毎年与えることとなっている。しかし、採取量についての記録は、地方事務所が保管しているものの、散逸がはなはだしい。

4.4 流域情報

とくに流域管理のために、次のような地図情報が有用である。これらの地図情報は、10 の政府機関によって作成されたもので、これら機関のほとんどは、地理情報システム(GIS)による活用を目的として、デジタル地図を作成ないし作成中である(表 4-3 参照)。

主題図	記載内容
1 土地利用図	流域内の土地利用現況
2 森林管理図	森林区域内の伐採許可区分
3 土壌図	土壌分布と土壌浸食の程度
4 地形図	地形
5 地籍図	土地所有と敷地内用途
6 開発計画図	都市および工業団地開発計画

第5章 関連する情報システムの現状

5.1 地理情報システム

関連する政府機関のほとんどは、地図データベースを扱うのに地理情報システム(GIS)、コンピュータのオペレーション・システムとしてUNIXシステムを採用している(表5-1参照)。GISのソフトウェアは、ARC/INFOが一般に使用されている。ARC/INFOは、大きなメモリーを必要とするため、通常はクライアント・サーバー・システム上で動かされている。さらに、そのアプリケーション・ソフトとして、ArcViewが多くの機関で使用されている。灌漑排水局(DID)水文部、環境局(DOE)および森林局(FD)では、UNIX機にARC/INFOを載せ、パソコンにArcViewを載せて運用している。

漁業局(FD)を除くそれぞれの局では、LAN(Local Area Network)システムが整備されており、局内でのデータのやり取りは可能である。しかし、現存システムのほとんどは、イントラネットないしインターネットを用いたWAN(Wide Area Network)システムの構築までには至っていない。

5.2 情報通信ネットワーク

テレコム・マレイシアは、マレイシアにおける最大の電信電話会社であるが、マレイシア半島およびサバ・サラワクを縦断する光ファイバー・ネットワーク構想を持っている。マレイシア東アジア衛星(MEASAT-1)は、マレイシアでの最初の静止通信衛星として、1996年に打ち上げられた。衛星の目的は、テレビ衛星放送やマルチ・メディア・データ通信のような最先端の通信サービスを行うことである。MEASAT-1に続いて、8基の衛星が打ち上げられる予定である。

通信分野での基盤整備に並行して、最初の政府内WANとしてAgrolinkが農業省(MOA)により構築され、1995年に運用を開始した(図5-1参照)。現在、クアラ・ルンプールとペナン州にある農業省傘下の各局は、Agrolinkの光ファイバーによって繋がっている。

第6章 河川流域情報システム構築のためのマスタープラン

6.1 対象とする情報項目

河川流域情報システム(RBIS)が対象とする情報は、次のような5分野から成る21項目であり、詳細は表6-1に示すとおりである。

- 1) 水文・水質観測, モニタリング情報
- 2) 利水・治水等河川工事関係の情報
- 3) 現地調査・測量関係の情報
- 4) 土地利用等の流域情報
- 5) 統計調査等の情報

また、現場監視システム、気象レーダによる雨量観測、自動監視装置による水質観測は、いわば先端技術であり、現在のところマレーシアでの実績がない。しかし、これらの情報は、とくに緊急時の災害管理等に有効であることから、今後の技術的發展を考慮して、将来的課題として取り込むものとする。

以上の情報は、生情報から加工処理されて、配信情報となる。この情報項目は表6-2に列記するように70項目に上るが、これらは次のように大きく5分類できる。

- 1) 流域諸元や水文データ等の一般情報
- 2) 洪水管理に必要な情報
- 3) 水供給・水資源管理に必要な情報
- 4) 環境管理に必要な情報
- 5) 流域管理に必要な情報

すべての情報は基本的には公開すべきであり、それを通して、河川工事や河川管理に対する国民の理解と協力が得られると考えられる。しかし、いくつかの情報については、法制度、安全保障あるいは著作権等の理由から、非公開にすべきものもある。さらに、好ましくない土地投機等をもたらすような情報や国民を混乱させるような情報も含まれており、こうした情報は政府機関内の利用に限定すべきである。

以上の観点から、配信すべき情報を次のように2段階に区分した。

レベル1：政府機関内部でのみ利用(一般非公開)

レベル2：一般公開

この結果、情報項目70のうち、13項目がレベル1の非公開、残り57項目がレベル2の一般

公開と区分した。レベル1に区分した項目は、地形図、洪水氾濫予想区域、森林伐採記録、開発計画等である。

6.2 システム・ネットワーク計画

比較検討を経て、図6-1に示すシステム・ネットワークを最適計画として提案した。この計画では、ノン・リアルタイム系の情報に対しては処理機器を連邦に置き、いっぽうリアルタイム系の情報に対しては州に置くこととしている。

ノン・リアルタイム系の情報は、データの特性に応じて連邦および州のいずれかで入力し、これらを連邦に集めて処理する。いっぽう、リアルタイム系の情報は、州に集めて処理したのち、連邦に伝送する。こうして最終的には、いずれの情報も連邦の灌漑排水局に集中させる。政府関係の利用者は、独自のネットワークを用いて連邦のサーバにアクセスできるが、一般の利用者は、一般電話回線を通してアクセスすることとなる。

システム・ネットワークは、大幅な変更なしにシステムを全国レベルに将来拡張できるように、連邦で集中管理できるような計画としている。また、システムの有効性を高めるために、とくにデータベースへのアクセスが容易かつスピーディーにできるよう留意している。いっぽう、データ伝送ならびにアクセスのスピードは、ネットワークのデータ伝送能力に左右されるため、光ファイバーシステムの敷設をとりわけ強く提案している。

6.3 システム構成機器

将来にわたる技術革新を可能な限り考慮して、河川流域情報システムの長期的な整備方針と整合するように、システム構成機器を提案した(表6-3参照)。それぞれの機器について以下に述べる。

6.3.1 観測・監視機器

観測が必要な項目としては、雨量、水位・流量、ウオッシュロード(微細土砂)および水質である。また、監視項目としては、重要地点における現場の状況のモニターを提案している。これらの詳細は、次のとおりである。

(1) 雨量

提案した機器は、8個所の既存雨量観測テレメータと1個所のレーダ雨量計である。レーダ雨量計は、標高1,324mのウル・ソー山(Mt. Ulu Soh)の頂上に設置し、半径120kmの有効観測域を持つ機器を計画している。このレーダ雨量計の観測域は、図6-2に示すようにペラ川流域全体をカバーしている。既存雨量テレメータは、従来どおりの地点雨量観測とともにレーダによる観測雨量の数値調整にも用いられる。

(2) 河川水位・流量，流送土砂

3 個所の新設を含む，次のような 16 個所のテレメータ観測施設を提案している(図 6-3 参照)。

観測所	観測対象項目	計画
一等観測所	河川水位・流量，流送土砂，水質	既存 3 個所の観測所(DID)，主要取水地点 2 個所に新設
二等観測所	河川水位・流量，流送土砂	既存 7 個所の観測所(DID)
三等観測所	河川水位・流量	既存 3 個所の観測所(DID)
潮位観測所	河川等の水位	河口に 1 個所新設

(3) 水質

環境局による既存 52 地点の水質観測データを取り込むと同時に，5 個所の水位・流量の一等観測所に水質自動計測テレメータを併設することを提案する。観測項目は水温，電気伝導度，溶存酸素 DO，pH および濁度である。

(4) 現場

とくに洪水の状況や河川沿いの好ましからぬ行為を監視するために，10 地点を選定して，遠隔監視テレビ(Industrial Television, ITV)を設置する。ITV システムは，現場に据置くテレビカメラと，これと事務所を結ぶ光ファイバー・ケーブルで構成される。また，携帯移動端末(Portable Information Terminal, PIT)により現場の状況を事務所に伝えるシステムも，同時に提案している。動的画像を伝送できる ITV と比べて，PIT で伝送できるのは現場の静止画像のみであるが，廉価でかつ現場を移動可能であるという長所を有している。

6.3.2 ノン・リアルタイム系情報のデータ入力・処理機器

(1) データ入力機器

システムに入力するノン・リアルタイム系の主要な情報は，地図と図面およびそれらの属性情報である。最近の技術の進歩を考慮すれば，次のような入力機器が適当と考えられる。

- 地図および図面入力のための機器として，ラスタ・ベクトル変換ソフトを含んだスキャナー装置
- テキスト情報を入力するための光学式文字読取装置(Optical Character Reader, OCR)

(2) データ処理機器

クライアント・サーバー方式を、ノン・リアルタイム系の情報処理に採用する。情報処理のためのソフトウェアとして、UNIX サーバー上の地理情報システム(GIS)を用いる。各管理業務の処理、データ伝送等の管理等のため、10 台のサーバーを提案する。さらに2台のパソコンとテレメータ情報を管理する1台のUNIX サーバが必要である。パソコンは、レーダ雨量計と水質自動監視テレメータ、両者のデータの解析および処理を行う。いっぽう、テレメータ管理用のサーバーは、次のような用途に使用する。

- 1) 河川水位テレメータ・データの流量への変換
- 2) ITV ないし PIT による現場監視情報の処理
- 3) レーダ雨量計および自動水質監視テレメータの両者からのデータの区別と、それぞれの処理担当コンピュータへデータの伝送

6.3.3 データ配信機器

(1) システム・オペレーション室

リアルタイム系およびノン・リアルタイム系のすべての情報に対して、システム・オペレーション室にあるクライアント機を通してアクセスできる。さらに、現場監視のため、大画面の映像音響装置(プロジェクター、画面、レコーダー、制御のためのサーバー)も提案している。

(2) 関連政府機関への情報配信

ノン・リアルタイム系のみならずリアルタイム系、すべての情報をインターネット経由で関連政府機関のパソコンに配信する。専用光ファイバー網が、このデータ伝送に用いられる。さらに、CD-ROMによってもノン・リアルタイム系の情報は得ることができる。

(3) 一般利用者への情報配信

一般利用者は、電話回線によるインターネットを通して、本システムにアクセスする。いくつかの情報は、一般利用者には非公開となるため、ウェブ・サーバーによってこれらは制御される。一般利用者は、公開情報に限り、CD-ROMによっても情報を得ることができる。

6.3.4 データ伝送機器

次のような理由から、光ファイバー網を、最適なデータ伝送メディア幹線として選定した。

- 1) データ伝送メディアのうち、光ファイバーが、伝送データに対し、最も高品質で高い信頼性を保証する。

- 2) 光ファイバーは、現場監視システムにおいては、データ伝送の面で不可欠である。
- 3) 電気通信ビジョン 2020 で提案されているように、光ファイバー網が 2020 年までにマレーシア全土を縦断的に敷設される予定である。

光ファイバーは地下ケーブルであるため、切断の危険性があり、これに対処するため、衛星通信をバックアップ回路として提案している。こうしたデータ伝送幹線に対し、テレメータ用無線および一般電話回線は、データ伝送の枝線に相当する。無線は、リアルタイムの観測データをサーバーに伝送する際に使用される。いっぽう、一般電話回線は、一般利用者がインターネットを介して、システムにアクセスする際に使用される。

6.4 概算事業費

1997 年 12 月の単価と換算レートに基づいて、初期投資額(表 6-4 参照)と年維持運用費を算出した。これらは、それぞれ 1,960 万リングットと 400 万リングット/年となる。初期投資額は、表 6-3 に掲載している機器の購入および据付費用を含んでいる。維持運用費については、次のような項目を含んでいる。

- 1) 機器の維持補修とスペアパーツの購入費用
- 2) システム運用に必要な人件費
- 3) データ伝送に必要な回線のリース料金

これらのうちで、システム運用に必要な人員の詳細は次のとおりである。

専門	必要人員数	職務内容
河川技術者	2	システムの保有情報の内容確認
ネットワーク管理者	1	データ伝送等のネットワークの機能保持
データベース管理者	2	データベース・システムの維持管理
デジタイザ・オペレーター	1	デジタイジング業務の実施

6.5 事業実施計画

システム構築に関する実施計画は、図 6-4 に示すとおりである。これらは、マレーシアの 5 年計画に沿って、段階的に構築できるように配慮している。まず、第 8 次マレーシア計画(2001-5 年)において、水文観測機器やデータ処理・伝送機器等の基礎的な機器はすべて設置し、これらのもとでシステム全体がフル稼働に近い状態を達成できるよう留意している。この後、第 11 次マレーシア計画まで、段階的に整備していく主要システムは次のとおりである。

- 1) 第9次マレーシア計画 (2006-2010) : 自動水質監視システム
- 2) 第10次マレーシア計画 (2011-2015) : 気象レーダによる雨量観測システム
- 3) 第11次マレーシア計画 (2016-2020) : 現場監視システム

6.6 事業評価

6.6.1 情報システムによる一般的な効果

河川流域情報システムは、河川流域に関する一貫性がありかつ総合的な情報を容易かつ迅速に提供できるため、河川流域管理業務を実施するに当たって、時間と必要人員の節約が可能となる。同時に河川管理者は、こうした情報をもとに、より適切な判断が下せるようになる(表6-5 参照)。システムは、一般利用者にまで開かれているため、河川管理に対する国民の広い理解と協力が得られていくものと考えられる。

6.6.2 経済的便益の推算

河川流域情報システムは、リアルタイム系の情報および各種のデータベースを配信することとなるが、これらは河川流域管理においてさまざまな便益を産み出していく。これらを以下に整理し、便益を概算する。

(1) 水供給における便益

後の9.1節で述べるように、ペラ川では、1990年に経験したような水不足は、ほぼ5年確率程度で起こる可能性がある。灌漑排水局と電力公社間相互の情報交換がうまくいっていないことが、こうした水不足が発生する原因の一つとして指摘できる。河川流域情報システムは、ダム下流の各地点におけるリアルタイムの流量情報を提供できるため、電力公社はこの情報に基づいて、より柔軟かつ現実的な貯水池運用が可能となり、無効放流(発電損失)を最小限に押さえることで水不足を解消することが可能となる。

水不足は灌漑水量の減少をもたらし、ひいては水稲収量の減少となる。この年平均収量減は、34万リンギットと見積もる事ができ、これがシステム稼働による経済便益とみなすことができる(9章9.1.2参照)。

(2) 洪水防御における便益

ペラ川上流域には一連の発電ダム群があるが、ダム群が多大な容量を有しているにもかかわらず、洪水調節効果が発揮されていない。しかし、河川流域情報システムのリアルタイム情報の配信によって、これらの最下流に位置するケネリン・ダムとチェンドロ・ダムで、洪水調節効果を発揮でき、かつ発電への悪影響も出ないような貯水池操作が可能となる。

こうしたケネリンとチェンドロの両ダムにおける洪水調節効果の検討は、第9章9.2.2に記載している。この結果に基づくと、現状の両ダムの操作状況下での年平均被害額は260万リングिटである。いっぽう、本システムによりリアルタイム情報を提供し、両ダムの操作を変更した場合の年平均被害額は200万リングिटとなり、その差60万リングिटが年平均の経済的便益となる。

(3) データベース情報による便益

河川流域情報システムの保有するデータベース情報の活用は、河川開発計画等の調査・立案の際に、所要時間を短縮し、必要人員を削減できる。1991年から1997年にわたる州の灌漑排水局の資料(表6-6参照)をもとに、河川開発計画に関する年支出を算定した。この中で、1997年が河川開発計画のために情報収集等に費用を支出した平均的な年度であったことから、この年を代表年とした。つぎに、州の灌漑排水局での聞き取り調査等を踏まえ、本システムにより、計画に要していた費用が1/3に削減されると設定した。この結果、約50万リングिटの年費用が削減できることがわかり、この値がシステム稼働による便益となる。

また、ここ30年間を見ると、河川管理についての国家の支出は年率13.8%の割合で伸びている。これから類推すると、ベラ川における河川開発計画に要する支出、すなわち上記の便益も、ある程度伸びていくことが予想できる。ここでは、1997年を基準に算定した年便益を、目標年次である2020年まで、年13.8%の割合で伸びていくものと考えて便益を算定する。

6.6.3 経済的内部収益率の推算

以上の事業費ならびに経済便益をもとに、経済的内部収益率(EIRR)を指標としての経済評価を行った。事業費の経済価格への換算係数は90%を適用し、また評価期間は機器の耐用年数を考えて、事業完了後10年とし、2030年までとした。こうした前提の下に、マスタープランに関わるキャッシュフローを算定したものが表6-7である。

この結果、EIRRは10.8%と推算され、採択可能な機会費用の10~12%内に入っており、この事業は経済的に実施可能と判断できる。さらに、事業費の中のシステム機器の費用が現在の市場価格に基づいており、技術革新による将来的な価格低下の傾向を考えれば、ここで算定したEIRRはより高いものになると判断できる。

第7章 フィージビリティ調査および試験運用システムの開発

7.1 試験運用システムについて

前章で述べた河川流域情報システムは、長期的に2020年を目指して整備していく方針のもとにシステム構成等を検討したものである。こうしたシステムを、短期間に構築することは、予算的に困難であるのみならず、今日の情報技術の急速な進歩を吸収しつつシステムの実効性を高めるためには十分な時間をかけて段階的に整備していくことが肝要と考えられる。

しかしながら、最近の河川流域開発に関するさまざまな要求の高まりに応えるためには、流域一貫した総合的な情報システムを早急に構築し、種々の情報サービスを行うことが緊急の課題となってきている。こうした現状を勘案し、試験運用システムの開発計画を検討立案し、これに基づいたシステムを本調査期間内に構築した。さらに、システムの管理・運用についても、構築作業と試運転期間中に、現地カウンターパートに対し技術移転を行った。

7.2 対象情報項目

試験運用システムでは、長期的整備課題としている 1)水質自動計測テレメータ、2)レーダ雨量計、3)現場監視システムを除くすべての情報項目を対象とする。これらの情報は、地図、図および表形式の情報として処理・配信される。対象情報の詳細は、表7-1に示すとおりであり、マスタープランで検討したように、次のような2段階の利用レベルを考えている。

- 1) レベル1：政府部内のみ(非公開)
- 2) レベル2：一般公開

情報の公開ないし非公開の考え方は、6.1で述べたマスタープランと基本的には同じであるが、次の情報項目に限り、試験運用システムの試行に当たって、レベル1の非公開とした。これについては、マレーシア政府との十分な協議を経て決定したものであるが、以下にその理由も記す。

- 1) マスタープランでは、河川水文調査をより活発化させるため、すべての水文データベースを一般公開とした。しかし、この情報源は灌漑排水局水文部の現存データベースであり、現在その利用に当たっては、水文部が使用料を徴収している。こうした状況下であるため、水文データベースを非公開とした。
- 2) 同様に、マスタープランにおいて、リアルタイムの水文観測データは、洪水時の避難等の判断材料とすることを考えて一般公開とした。しかし、現在、テレメータによる観測データは多くのエラーを含んでおり、テレメータを管轄している州の灌漑排水局によると、一般に公開しても十分な精度を保つためには、いまま少しの時間が必要とのことである。したがって、しばらくの間、暫定的に非公開とした。

- 3) 洪水管理関係の情報のうち、洪水防御計画案の位置と内容、河道調査成果および洪水氾濫区域に関する情報は、それらの内容の不確かさから、これらを上記2項目と同様に非公開とした。

試験運用システムは、リアルタイム系とノン・リアルタイム系の両者の情報を配信する。リアルタイム系では、現存のテレメータ観測所から送られてくる雨量、水位・流量の水文データが主たる情報となる。いっぽう、ノン・リアルタイム系では、マレーシア政府との一連の協議に基づいて、次のような7項目の情報を配信することとした。

- 1) 一般情報

ペラ川の概要を把握できる流域の自然条件や社会・経済条件等

- 2) 水文情報

雨量、水位・流量、流送土砂、潮位の水文観測データ、および気温、湿度、日照、蒸発散等の気象データ等

- 3) 河川構造物情報

橋梁、取水施設、ダム等の位置および構造諸元等

- 4) 洪水防御情報

洪水防御のための現存および計画施設の位置・諸元、既往の洪水氾濫等のデータ等

- 5) 水供給情報

取水施設の位置・諸元、水需要予測等の統計データ等

- 6) 河川環境情報

水質現況と汚濁源、動植物の生態、エコ・ツーリズム、河川砂利採取等

- 7) 流域管理情報

土地利用現況と流域開発計画、森林保全計画と伐採状況等

7.3 システム・ネットワーク

試験運用システムのネットワークも、マスタープランで提案したような連邦に集中した管理システムに従うものとする。各種のデータベース情報とリアルタイム情報は、まず連邦の灌漑排水局(DID)に集められて、その後配信される。こうした集中型のネットワークを構築するために、次のような4種のサブネットから成るシステムを考えた。

- (1) 州DIDサブネット

このサブネットは、州の灌漑排水局(DID)により運用されているテレメータ観測網を包括す

る。すべてのリアルタイムの水文観測情報は、このサブネットに一旦集められたのち、連邦の DID サブネットに転送される。

(2) ISDN サブネット

上記のリアルタイム水文観測データを、州 DID サブネットから連邦 DID サブネットに転送するために、テレコム・マレイシアから 64Kbps の専用高速デジタル回線(Integrated Services Digital Network, ISDN)をリースする。このサブネットは、実質的には州 DID サブネットからクアラ・ルンプールの Agrolink のアクセス・ポイントまでを繋ぐ回線である。

(3) Agrolink サブネット

現在の Agrolink は、クアラ・ルンプール内にある農業省(MOA)の各局を結んでおり、試験運用システムの IP(Internet Protocol)アドレスは、この Agrolink の中で設定されている。Agrolink のドメイン・サーバは、試験運用システムが州 DID サブネットから受信する情報を制御管理し、また、連邦 DID サブネットの Web サーバと利用者のパソコン間のインターネットを介した情報のやりとりを管理する。このように、Agrolink は、連邦 DID サブネットに係わるすべての受送信情報の制御を行う。利用者は、試験運用システムの Web のホームページに、「gis.moa.my.」の URL(Uniform Resource Locator)アドレスを用いて、インターネットからアクセスできる。

(4) 連邦 DID サブネット

試験運用システムの情報センターは、クアラ・ルンプールの連邦灌漑排水局(DID)に置く。すべてのシステム・サーバ機は、この連邦 DID サブネットに設置する。リアルタイム系とノン・リアルタイム系の両者ともに、ここにまずすべての情報を集めて、処理と配信を行う。

7.4 システム構成機器

7.4.1 観測機器

試験運用システムは、水文および水質の観測データを取り扱う。さらに、水文データは、リアルタイム系とノン・リアルタイム系のデータに分かれる。水質データは、第4章の4.1で述べたように、52 のモニタリング地点の測定結果であり、これらの原データは環境局によって管理されているデータバンクに収められている。

リアルタイム系の水文観測データに関しては、図7-1に示す州の灌漑排水局が管理しているテレメータ網の情報を対象にする。いっぽう、ノン・リアルタイム系については、クアラ・ルンプールの連邦灌漑排水局水文部にある既存の「水文データバンク・システム」から、水文データベースを移植する。この水文データベースのソースは、既設の非テレメータ水文観測網によ

るデータである(図 7-2 および図 7-3 参照)。

7.4.2 データ処理機器

試験運用システムは、以下に示すようなさまざまな処理機器から構成される。これらの機器は、クアラ・ルンプールの連邦灌漑排水局か、イポのペラ州の灌漑排水局、いずれかに設置される。試験運用システムに必要なデータ処理機器の詳細は表 7-2 に示す。

(1) ルータ

ルータは、本システムのサブネット相互を繋ぐための重要な機器である。州 DID サブネットと Agrolink サブネットに、それぞれルータを設置する。ルータは、外部からのアクセスに対し、IP アドレスと ISDN 番号を調べ、違法な情報パケットを排除する。また、本システムから外部のサブネットへ伝送するすべての情報パケットをチェックし、固定ルートのパケットでなければ伝送を拒絶する機能を持っている。

(2) ワークステーション

試験運用システムは、連邦 DID サブネットに 2 台の UNIX ワークステーションを設置する。1 台は、GIS サーバと呼ばれ、地理情報やテキストデータといったノン・リアルタイム系の情報を処理し、インターネットないしイントラネットを通して配信するサーバである。もう 1 台は、TM サーバと呼ばれ、州 DID サブネットから伝送されてくるリアルタイム情報を受けて、同じくインターネットないしイントラネットを通して配信するサーバである。

ワークステーションそれぞれが、9GB のハードディスク容量を持っている。このうち、最も大きな 3.6GB の部分をデータベース関連が占めており、1GB を将来のシステム拡張のための予備スペース等として残している。

(3) 周辺機器

システム周辺機器として、次のような機器を整備する

- OS として Windows NT4.0 を搭載した 2 台のパソコン(ペンティアム II 233MHz 装備)を、クライアント機として購入する。
- データ入力装置として A0 サイズのデジタイザーを 1 台、出力装置として A0 サイズのカラー・インクジェット・プロッターを 1 台、ポストスクリプト・プリンターを 2 台購入する。
- 2 台の電圧安定器(Automatic Voltage Regulator, AVR)および 3 台の無停電電源装置(Uninterruptible Power Supply, UPS)から成る安定電力供給装置を購入する。
- 連邦 DID サブネットにおいて、UNIX サーバ機に直接接続できる 4mm テープ・ドライブと、

クライアント機に接続する CD-R ドライブを購入する。

7.4.3 データ伝送機器

データ伝送に関しては、次のような既存伝送メディアで対応する。

- リアルタイム水文観測情報を集めるテレメータ通信網
- 州 DID サブネットとクアラ・ルンプールの Agrolink のアクセス・ポイントを結ぶ ISDN のリース回線
- クアラ・ルンプール内の Agrolink の WAN(Wide Area Network)
- 公衆電話回線

7.5 システム構成ソフトウェア

7.5.1 オペレーティング・システム

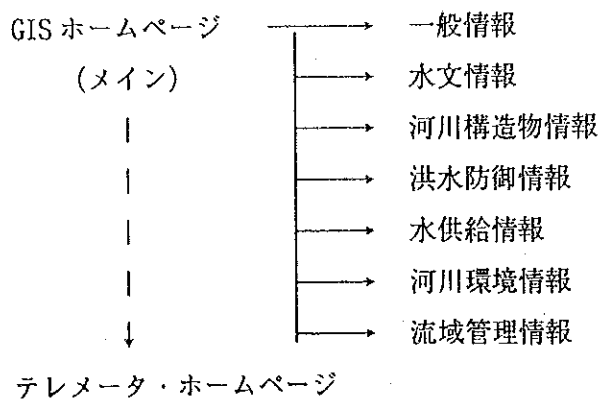
Netscape Enterprise Server を、WWW(World Wide Web)ブラウザとして、サーバ機にインストールする。これによって、利用者は試験運用システムのホームページにアクセスが可能となる。また、地理情報システム(Geographic Information System, GIS)のソフトウェアを、GISサーバにインストールし、データベースの管理を行う。このソフトウェアは、ARC/INFO, ArcView および ArcView Internet Map Server(IMS)である。これらの役割分担は次のとおりである。

- 1) ARC/INFO: GIS に関する必要なすべての解析ツールを有するデータベース管理ソフト
- 2) ArcView: GIS データのビューアーおよびデータ入力のためのソフト
- 3) ArcView IMS: GIS データをインターネット上で、動的に開くためのソフト

7.5.2 アプリケーション

2種類のアプリケーション・ソフトウェアを、試験運用システムのために開発する。一つは、テレメータ・システムのアプリケーションで、ペラ川流域に設置されているテレメータ施設によって観測されるリアルタイム水文データの管理サポートを目的とするものである。このアプリケーションの主たる機能は、すべての水文情報を自動的に収集し、それらを定期的にクアラ・ルンプールの連邦 DID サブネットに伝送することである。

もう一つは、GIS システムのアプリケーションで、利用者がインターネットを通じて本システムのデータベースにアクセスし、彼ら自身の目的に沿った処理を許容することを目的としている。このアプリケーションによって、図 7-4 に示すメインのホームページが開かれる。このホームページは、次のようなカテゴリーを系統立てており、利用者はそれぞれのカテゴリーから自由に別のカテゴリーにアクセスできるように設計してある。



7.6 システム構築実施計画および事業費

7.6.1 システム構築実施計画

図7-5に示すように、試験運用システム構築を1年間で完了するようなスケジュールを作成した。まず4ヶ月にわたり、JICA 調査団はシステムの計画および設計を行う。その後、入札から最終的にシステム・インストールまでの、ハードウェアとソフトウェアの調達に3ヶ月を見込む。この前半1.5ヶ月において、灌漑排水局は、操作室・電力供給等の準備、ISDN 回線のリース等の準備作業を完了させる。すべてのデータ入力、プログラム作成・インストール作業等は、調査団によって4ヶ月の工程で完了させる。

7.6.2 事業費算定

試験運用システムの開発のための初期投資は、292万リングットと見積もられ、次のような費用を含んでいる。

項目	費用(万リングット)
1 システム計画・設計	104
2 ハードウェア購入	35
3 ソフトウェア購入	47
4 ソフトウェア開発	13
5 初期データ入力	93
合計	292

これらの項目のうち、システム計画・設計は JICA 調査団が受持ち、この設計図書に従って、ハードおよびソフトウェアが購入された(表7-3 参照)。さらに、ソフトウェア開発と初期デー

タ入力は、現地業者に委託した。この費用の詳細については、表7-4 および表7-5 に示すとおりである。

維持運用費は、21 万リングット/年であり、次のような費用を含んでいる。

項目	費用(万リングット/年)
1 ハードウェアの維持補修費用	5
2 システム管理のための人件費	2
3 ISDN 回線リース料金	5
4 データ更新費用	9
合計	21

人件費については、河川技術者 12 人・月/年、ネットワーク管理者 3.6 人・月/年、データベース管理者 12 人・月/年、テレメータ技術者 0.5 人・月/年、デジタイザ・オペレイタ 5 人・月/年をそれぞれ見込んでいる。また、ハードウェアの維持補修費については、スペアパーツの購入を含んでおり、ハードウェアの初期購入費の 15%を見込んでいる。いっぽう、データ更新費用は、初期データ入力の 10%を充てている。また、ISDN 回線のリース料金は、テレコム・マレイシアの料金表をもとに算出したものである。

7.7 技術的評価

試験運用システムは、ペラ川流域の関連情報を対象に構築されるものであるが、本システムの全国への拡張は、流域一貫した総合的な河川流域管理を、全国的に展開していくという意味から、極めて重要な課題といえる。いっぽう、さまざまな政府機関が独自に情報システムの開発を進めており、これらのいくつかは、試験運用システムにとって有用な情報源となる。したがって、これらのシステムが WAN を介してリンクされれば、政府機関のみならず一般利用者にとって、簡単に情報が共有できることとなる。こうした観点に立って、将来の拡張性と他の関連情報とのリンクに関して技術的な評価を以下に行う。

7.7.1 システムの将来的拡張性

既存の Agrolink は、全国規模の河川流域管理が可能な数量の IP アドレスを試験運用システムに提供している。また、現在の試験運用システムのワークステーションは、将来の拡張に備えて十分な未使用容量を有しており、さらに必要であれば、ワークステーションの数を増やすことによって、容易に容量を増やすことが可能である。このように、本システムは、全国規模の情報整備に向けて、十分な拡張性を有していることがわかる。

しかしながら、将来、レーダ雨量計による観測システム、現場監視システム等を導入した場

合、取り扱うデータ量が飛躍的に増大し、現在の Agrolink の伝送能力(2Mbps)では不十分となりかねない。したがって、Agrolink は、より大容量の伝送能力を有する WAN として、将来的に改善されるべきである。

7.7.2 関連情報システムとのリンク

農業局(DOA)は、土地利用と土壌情報を WAN 上に公開し、こうした情報の利用を広げていくことを企画している。同様に、灌漑排水局は、WAN 上に公開可能な水文情報システム(HIS)を開発している。こうしたシステムは、現在開発途上であり、試験運用システムのこれらへのリンクは今後の課題である。

試験運用システムの Web サーバは、Agrolink のもとで他の情報システムへのリンクが容易なように設計されている。しかし、このリンクは、相手方のシステムが次のような条件を満たしている場合に限り有効である。

- 1) 外部システムが、Web アプリケーションのインストールのみならず Web サーバを有していること。また GIS データを公開しているのであれば、Internet Map Server がインストールされていること。
- 2) 外部システムの Web サーバがインターネットないしイントラネットに接続されていること。
- 3) 外部システムから本システムにネットワーク上の入り口が開かれていること。

7.8 経済的評価

7.8.1 試験運用システムの経済的便益

すでに 6.6.2 で述べたように、河川流域情報システムは次のような経済的便益を産み出すと考えられる。

- 1) 下流部の流況をリアルタイムで提供し、ダム貯水池運用を改良することにより産出される水不足の改善効果
- 2) 流域内降雨と流量をリアルタイムで提供し、ダム貯水池運用を改良することにより産出される洪水被害の軽減効果
- 3) データベース情報を提供することによる、河川開発計画策定に要する時間・人員の削減効果

これらの効果について、マスタープランで想定した観測体制や情報配信項目等と、試験運用システムのものとの比較を通して、本システムにおける経済的便益を算定する。この概要を以下に記す。

本システムでは、水位観測テレメータについて、マスタープランと同等の観測体制となるため、1)の水不足解消効果はマスタープランと同等のものが期待できる。

2)の洪水被害軽減効果について、マスタープランと本システムとの大きな違いは、レーダ雨量計の有無である。レーダ雨量計は、予算的にも長期的な整備課題に相当するものである。したがって、本システムがマスタープランと同等の洪水被害軽減効果を発揮するのは、困難と判断できる。

3)の河川開発計画に要する時間・人員の削減効果については、試験運用システムがマスタープランと同等の河川流域管理用のデータベースを装備することから、同等の効果を発揮すると判断できる。

したがって、これらを総合すると、経済的な便益は次のように2項目を想定でき、合計は84万リングット/年となる。

1) 水不足の改善効果	:	34万リングット/年	
2) 河川開発計画に要する時間・人員の削減効果	:	50万リングット/年	
合計		:	84万リングット/年

7.8.2 経済的費用と経済的内部収益率

事業費の経済価格への換算係数は、マスタープラン同様、90%を用い、表7-6に示すようなキャッシュフローを作成し、経済的内部収益率(BIRR)を算出した。このキャッシュフローにおいて、現実のシステム構築作業と整合を取り、初期投資は当初の1年以内にすべて終え、維持運用費は2年目から発生するように設定した。プロジェクト期間は、システム機器の耐用年数に基づいて、構築作業終了時点から10年とした。この結果、経済的内部収益率は17.1%と算定され、採択可能な機会費用(10~12%)を大きく上回っており、経済的に実施可能な事業と判断できる。

第8章 組織・制度の整備計画

8.1 基本的考え方

1997年7月23日の閣議により、農業省は国家河川庁を設立することが定められた。この組織は、洪水管理、水供給管理、河川環境管理等から成る総合的な河川流域管理を監督する役割を持つものである。河川流域情報システムは、リアルタイムの水文観測情報や、さまざまな河川流域に関するデータベースを提供することにより、こうした総合的な河川流域管理を支援していくシステムである。

しかしながら、既存の法体系や政策の見直しや修正が必要となるため、国家河川庁の設立には、しばし時間を要するであろう。さらに、河川流域情報システムは、ベラ川流域を対象に立ち上がったばかりであり、全国をカバーするようなシステムに拡張し、国家河川庁の業務を十分に支援していくには、同様にかかなりの時間を必要とする。こうした状況を勘案すると、本システムに対する組織・制度面での整備計画の策定について、次のような基本的な考え方をとることが適切と判断される。

- 1) 河川流域情報システムは、種々の政府ないし関連機関によって現在実施されている河川流域管理や、将来国家河川庁で実施されるであろう管理業務を代行するものではない。むしろ、河川流域管理を行うために必要とされるさまざまな複合的な情報を提供することが、このシステムの主題である。したがって、本システムが、現在の管理組織や将来の国家河川庁に代わる何らかの組織の設立等を規定するものではない。
- 2) 同様にシステムを管理する組織が、現在種々の政府ないし関連機関によって実施されているデータ管理業務を代行するものではない。むしろ、管理組織は、より多くの情報を共有することによる利益を関連機関および一般利用者が享受できるように、情報収集や関連する情報システムとリンクをその主たる機能とすべきである。

8.2 組織・制度の整備計画

河川流域情報システムの管理のために、運営委員会、技術検討委員会、技術センターの3段階から成る組織構成を提案する。それぞれの組織構成、役割、機能は、以下のとおりである。

8.2.1 運営委員会

現在マレーシアでは、情報技術は急速な進歩を遂げており、情報そのものはWANを通して、広く公開されようとしている。河川流域情報システムも、WANの一つであるAgrolinkの上で開発されている。さらに、国土情報システム(National Land Information System, NaLIS)と水文情報システム(Hydrological Information System, HIS)の両者が、広域情報サービスとして開発されつつある。こうした進歩の著しい情報技術は、データ通信を容易かつ有効にするが、

その反面、次のような課題も発生させている。

- 如何にしてデータの秘密性を保ち、著作権を守るか
- 互換性のあるシステムとするために、各システムを如何に標準化・総合化するか
- 先端情報技術に対処できる人材を、如何に育成するか
- 最先端の情報技術を如何に輸入するか

河川流域情報システムは、情報源としてさまざまな政府機関等と関連している。したがって、上記の項目は、システム管理上、解決しておくべき重要課題となる。運営委員会は、関連機関の調整を通して、課題に対処するための施策を決定し、対象情報の利用についてのガイドラインなり手引きを準備しなければならない。さらに、運営委員会は、次のような関連する国の審議会や委員会によって決定される情報技術に関する国家政策をモニターし、システムの情報管理に反映していくべきである。

- 国土情報システム(NaLIS)中央審議会
- 国家情報技術審議会(NITC)
- 国家データベース処理技術委員会(NCDP)
- 国家リモートセンシング委員会(NRSC)
- 国家地図委員会(NMC)

河川流域情報システムの情報センターは、農業省の連邦灌漑排水局に置かれる。すべての情報は、農業省が管理している Agrolink を通して提供される。このように、農業省が本システムの中心となる省庁である。このような背景のもと、農業省の事務次官を運営委員会の議長に推薦する。また事務局は、農業省の情報技術部と連邦灌漑排水局の河川部の両者が担当する。運営委員会の委員は、表 8-1 に示すように、情報技術についての国の政策決定に密接に関わる政府機関の代表で構成されるよう提案する。

8.2.2 技術検討委員会

運営委員会による政策決定に基づいて、技術検討委員会は、河川流域情報システムの管理を規定する技術的な基準を決定する。同時に、技術センターを運営するのに必要な技術的な監視作業と評価作業を実施する。技術検討委員会の職務の詳細は、次のようである。

- 1) データ入出力の形式、手順、およびすべての技術的項目の決定・最新化
- 2) データ通信についてのすべての必要な通信規約の決定・最新化
- 3) システム利用料金制度の決定
- 4) 技術センターで準備した日常のシステム管理についての技術マニュアルの評価・承認

5) 河川流域情報システムの管理のために輸入した技術のみならずマレーシアにおいて実施した情報技術のモニター

6) 情報のアクセシビリティ、有用性、質および有効性に関する評価と、評価結果のシステム管理への反映

技術検討委員会は、システムの運営管理全般に責任を持つ、灌漑排水局の局長が議長を務める。連邦灌漑排水局の河川部が事務局となる。委員会の委員は、表 8-2 に示すように、本システムの情報源と利用者となる政府関係機関から構成される。

8.2.3 技術センター

技術センターは、連邦灌漑排水局の河川部に置かれ、サブセンターをペラ州の灌漑排水局に置く。技術センターの職務は、システムのハードウェア、ソフトウェアおよびデータベースに関する必要なすべての運用・維持管理作業を実施することである。技術センターは、さらにシステム利用者に対し、システム機能の最新の改善点等を盛り込んだニュースを提供する等のサービスを行う。州のサブセンターについては、テレメータ・システムの運用・管理が主たる業務である。

技術センターの日常業務を円滑に進めていくためには、少なくとも次のようなスタッフの整備が必要である。

1) 技術センター：河川技術者、ネットワーク管理者、データベース管理者、デジタイザ・オペレータ 各 1 名

2) サブセンター：テレメータ・システム・オペレータ 1 名

すべてのスタッフは、システム運用に関する知識を持っていることが前提となる。このうち、とくに河川技術者とネットワーク管理者は、全体システムにおいて、最も重要な役割を担っている。センターにおける主要な日常業務は、つぎのようである。

1) 定期的なデータベースの更新

2) 技術検討委員会の指摘に従ったシステムの改良

3) 内容の変更に伴うホームページの更新

4) 必要に応じ IP アドレスの更新

5) システム管理運用マニュアルの修正・更新

6) 必要に応じデータベースないしリアルタイムの Web サーバの点検

7) システムの保守・改善

8) システムの損傷に対する補修をシステム会社に委託

8.3 システム管理組織の代替案

本調査で提案された河川流域情報システムはその情報収集対象域をペラ川流域にのみ限定しているが、システムの最終目的は全国をカバーする情報収集にある。従って本調査において提案されたシステムは本来目的とするシステムのプロトタイプとしての意義をもち、先に提案したシステム管理組織はこのプロトタイプの管理運用に適した実用性と即効性をもつ利点がある。しかしながら、その管理組織はシステムの拡充等の状況に応じて改正されていくべきであり、それに関連して以下のシステム管理組織代替案を構想した。

(1) 代替案その1

河川流域情報システムの情報収集対象域が拡大していくにつれ、より多くの連邦及び州政府機関がシステム情報提供者あるいは情報利用者としてシステム管理組織を構成することになる。このような状況においては組織メンバーの調整がシステム管理上の重要な課題となる。この課題に関連して、総理府経済企画庁(EPU)が河川関連官庁の主たる調整官庁として注目され、河川流域管理の国家的見地からの方針及び決定を機能的に促進することが可能であると期待される。この観点から、システム拡長期にあっては、先に述べたシステム運営委員会の議長ならびに事務局は総理府経済企画庁に委ねる案が有力である。

また、各州の様々な関連機関からの河川流域情報システムに対する要請内容を明確にし適切に対応するためには、先に述べたシステム技術検討委員会は連邦政府レベルだけではなく、州政府レベルでも設けるべきである。この場合、技術検討委員会の議長及び事務局は連邦及び州政府の総理府経済企画庁に委任されるべきである。このような技術検討委員会の形態は連邦及び州政府の連携を密にし、同時に灌漑排水局(DID)、公共事業局(PWD)、環境局(DOE)、その他河川行政関連機関の間の調整に役立つことが期待される。

技術センター及びサブ・センターは当分の間はそれぞれ連邦 DID 及びペラ州 DID に設置されることとなる。一方、システムの拡張期において技術センターは依然して連邦 DID に置かれるものの、サブ・センターは河川流域情報システムの対象範囲となる全ての州の DID にそれぞれ設置されることとなる。

(2) 代替案その2

国土情報システム(NaLIS)と本河川流域情報システム(RBIS)はそれぞれ国土情報となるべき土地及び河川のオンライン情報の提供を目的とする。だらにこれら情報の主たる利用者は州政府きかんである。このようにNaLIS及びRBISはそれぞれ密接に関連しており、両者に一貫性のある管理組織の提案は国土情報のより有効な利用に寄与することとなる。

NaLISの管理組織との一貫性を確保する観点から考えた場合、RBISの運営委員会の議長はNaLISと同様に総理大臣に委任することが適当である。同様に、運営委員会の事務局はRBIS

の技術的中心官庁となる農業省に委託されることとなる。また RBIS の技術検討委員会に関しては、議長および事務局ともに連邦 DID（連邦政府レベル）及び州 DID（州政府レベル）に委託すべきである。但し、技術センターに関する組織設置の考え方は先の「代替案その 1」と同様である。

以上の代替案は NaLIS 及び RBIS がともにマレーシア全土に相当程度普及した場合にのみ、有効である。このような条件から、この代替案の設立は上記「代替案その 1」に後続すべきものであり、長期の期間を要することが考えられる。

(3) 代替案その 3

先述の通り農業省は国家河川庁(NRA)の設立構想を取りまとめつつある。この NRA の設立が完了した場合、国レベルでの河川流域管理行政は NRA によって管理されることとなる。一方、スランゴール州 DID による「スランゴール川河川流域管理のため試験検討」を通じて河川事業の監視ならびに調整を目的としたスランゴール川河川庁(SRA)の設立が提案されている。この SRA は今後個々の河川流域管理組織のモデルとなるべきものと考えられ、今後 SRA の様な河川管理組織が主要な河川流域に対し設立されることが予想される。また NRA はこれら個々の河川管理組織を統括すべき立場になることも予想される。

河川流域情報システム(RBIS)は NRA や個々の河川流域管理組織に必要な河川流域情報を提供する役割を持つ。そのような役割をより有効に発揮するには、連邦レベルの RBIS の運営委員会議長及び事務局はそれぞれ総理大臣及び NRA に委嘱すべきである。

技術検討委員会に関しては先の代替案その 1 及びその 2 と同様に連邦及び州レベルの委員会を設立すべきである。上記運営委員会と同様に総理大臣及び NRA が連邦レベルの技術検討委員会の議長及び事務局に任命されるべきである。一方、州レベルの技術検討委員会に関しては、州政府総理大臣（ムントリー・ブサール）及び州内の主要河川庁がそれぞれ議長ならびに事務局を勤めるべきである。さらに NRA は河川情報システムの技術センターを統括し、また技術サブセンターが各州に設置されそれは州レベルに設立される河川庁が管理することとなる。

以上の代替案は NRA の設立を前提とする。しかしながらその設立には既存関連法制の見直しと改正を必要とし、相当長期の期間を要する。さらにこの代替案は上記 NaLIS の開発状況如何によって修正されるべきものである。このように、この代替案は河川流域情報システムの究極の管理体制として位置づけられるべきものであり、遠い将来において検討すべき課題である。

第9章 河川流域管理のためのシステム活用に関するケーススタディ

9.1 水供給管理

9.1.1 水供給に関する長期的見通し

電力公社(TNB)は、チェンドロ・ダム下流 23km 地点に位置するイスカンダール橋で、約 $113.2\text{m}^3/\text{s}$ ($4,000\text{cusec}$)を最小流量として保証するように、既設発電ダムから放流を行うことを 1975 年に合意している(図 9-1 参照)。ペラ川本川に沿った主要な取水施設のほとんどは、イスカンダール橋より下流に位置しており、この確保流量はペラ川流域の水供給管理における最も重要な流量である。しかし、この確保流量は、20 年以上も前に設定されたものであり、急激な上工水需要の増大のため、水需要が近い将来この流量を超えることは明らかである。長期的な水需要と供給の予測とその調整がなされない場合、ペラ川では、深刻な水不足が突如として発生する危険性が非常に高いといえる状況にある。

灌漑と上工水を含めた水需要と供給能力に関するデータベース情報なしには、長期的な予測を行うことは困難である。河川流域情報システムは、総合的なデータベースを整備しており、これをもとに、水需要や供給バランスを算定することができる。水利用毎に需要予測を実施したのが次表である。将来、上工水の水需要は大きく伸びるが、灌漑について新規開発はなく、現状を推移する。

単位： m^3/s

利用種別	現況の水需要	将来の水需要		
		2005 年	2010 年	2020 年
上工水	15.8	21.5	25.5	43.4
灌漑	31.6	31.6	31.6	31.6
河川維持	65.8	65.8	65.8	65.8
合計	113.2	118.9	122.9	140.8
	(4,000 cusec)	(4,201 cusec)	(4,343 cusec)	(4,975 cusec)
合計/年平均流量	59%	62%	64%	73%

注：年平均流量は、イスカンダール橋の 1961 年から 1977 年(ダム建設前)までの平均値で、 $192\text{m}^3/\text{s}$ である。

保証されている確保流量は、現況の上工水および灌漑の水需要を満たしている。水需要量と確保流量の差である $65.8\text{m}^3/\text{s}$ は、河川維持流量とみなされる。渇水時に河川水位が低い場合、ポンプによる取水が困難になることは、最近よく経験されることである。そのような取水困難を考慮すると、 $65.8\text{m}^3/\text{s}$ の河川維持流量は必要最小限の値ともいえ、将来とも確保すべきもの

と考えられる。この結果、2020年においては、約 $28\text{m}^3/\text{s}$ の不足が発生し、さらに年平均流量の73%を占める水利用となっており、利用率が極めて高くなっていることがわかる。

河川管理者は、継続的な水文データの観測と定期的なデータベースの更新を行い、将来の水需要予測の最新化を行わなければならない。この予測に基づいて、河川管理者は、さらに次のような種々の水供給管理施策を試みなければならない。

- 1) 電力会社との、既存発電ダムからの放流量を増す(確保流量を増大させる)ような交渉
- 2) 利用者に対し水需要の増大を抑制するような指導
- 3) 新たな水源の開発

9.1.2 水供給管理

灌漑排水局水文部は、現在イスカンダール橋において、日流量を観測している。しかし、観測された流量データは、電力会社に配信されていない。電力会社がイスカンダール橋において流量をモニターしていないため、イスカンダール橋の流量に関係なく、公社はチェンドロ・ダムから $84.9\text{m}^3/\text{s}$ (3,000 cusec)を放流せざるを得ないこととなる。この $84.9\text{m}^3/\text{s}$ (3,000 cusec)の放流については、表9-1および図9-2から見て、概ね達成されていることがわかる。

イスカンダール橋の必要流量 $113.2\text{m}^3/\text{s}$ (4,000 cusec)とチェンドロ・ダムの放流量 $84.9\text{m}^3/\text{s}$ (3,000 cusec)との差 $28.3\text{m}^3/\text{s}$ (1,000 cusec)は、ダム下流9kmで合流するプルス川から供給されるものと考えられている。しかし、表9-1および図9-3が示すように、この自然流況は必ずしも $28.3\text{m}^3/\text{s}$ を満足してはいない。

イスカンダール橋における確保流量に対する顕著な不足は、1990年において8月から9月に発生していることを、表9-2、図9-4および図9-5に示す観測記録から明らかである。この期間、チェンドロ・ダムは、 $84.9\text{m}^3/\text{s}$ (3,000 cusec)を越す放流を実施していた。いっぽう、プルス川の自然流況は、 $28.3\text{m}^3/\text{s}$ (1,000 cusec)をはるかに下回っていた。この結果、渇水は約1ヶ月にわたり続き、平均 $6\text{m}^3/\text{s}$ 、日最大 $20\text{m}^3/\text{s}$ の不足が発生した(表9-2および図9-5参照)。この1990年の水不足は、プルス川の8月流量で見ると、5年確率の渇水であったことが図9-6よりわかる。これは、プルス川によって引き起こされる1990年規模の水不足は、概ね5年の頻度で発生する可能性のあることを示している。

こうした水不足の発生は、灌漑排水局と電力会社との間での、水文情報の交換不足に起因していること大である。河川流域情報システムは、イスカンダール橋においてベラ川、リントン村においてプルス川の水位・流量、さらにチェンドロ・ダムの放流量をモニターしている。これらのリアルタイム情報は、システム管理者である灌漑排水局のみならず電力公社および上水供給を担当しているベラ水道公社に配信される。

河川流域情報システムにより、プルス川の流量が $28.3\text{m}^3/\text{s}$ (1,000 cusec)を下回っていることを探知すると、ダムは $84.9\text{m}^3/\text{s}$ (3,000 cusec)を上回る放流を行い、下流イスカンダール橋

の確保流量を保証すべきであろう。いっぽう、プルス川の流量が $28.3\text{m}^3/\text{s}$ ($1,000\text{ cusec}$) を上回っている場合には、ダムは $84.9\text{m}^3/\text{s}$ ($3,000\text{ cusec}$) を放流する必要はなくなる。このように、本システムを用いれば、電力公社は下流の流量に応じた柔軟なダム放流が可能となる。

電力公社の最大関心事は、有効な発電を継続するための貯水位の維持である。いっぽう、下流の水供給の要求を満たすためには、放流量を増やし、結果として貯水位を下げざるを得ない。こうした観点から、1990年の水不足に対して、河川流域情報システムを活用して、イスカンダール橋における確保流量を保証できるようなダム放流のシミュレーションを行った。この結果を表9-3に示す。

表9-3に示すように、不足期間中、チェンドロ・ダムからは平均 $92.5\text{m}^3/\text{s}$ ($3,268\text{ cusec}$) の放流がなされていた。これに対し、イスカンダール橋における確保流量を保証するには、平均放流量を $94.5\text{m}^3/\text{s}$ に増やす程度で対処できたことを、計算結果は明らかにしている。この放流量の増分については、ダム群の中でとりわけ容量の飛び抜けているテメンゴールの容量を用いて対処すべきであろう。この放流増は、 $5,440,600\text{m}^3$ の容量減に相当し、テメンゴール貯水池の容量の0.5%、水位にして11cmの減少に相当する。したがって、下流確保流量の保証のための放流について、1990年の渇水を見る限りでは、発電および貯水池水位に与える影響は軽微であると判断できる。

上述のように、1990年の渇水は1ヶ月継続し、日平均の不足流量は $6\text{m}^3/\text{s}$ と見積もられている。こうした水供給不足は、直接的に水稻収穫量の減少につながる。これを、情報システムの経済的便益として算定するため、次のような条件を整理した。

- 1) 「灌漑管理システムの近代化調査, JICA, 1998」を参考に、水稻の平均収量を 3.6トン/ha と設定する。米の経済価格は、約 630リンギット/トン であり、この両者から水田面積当たりの収穫高は $2,268\text{リンギット/ha}$ と設定できる。いっぽう、水稻栽培に要する費用は $1,805\text{リンギット/ha}$ である。したがって、水稻栽培に係わる利潤は、 463リンギット/ha と見積もられる。
- 2) ベラ川流域の現況の灌漑区域 $19,097\text{ha}$ と月最大の灌漑必要水量 $31.61\text{m}^3/\text{s}$ から、水供給量当たりの灌漑面積は、 $604\text{ha}/\text{m}^3/\text{s}$ と見積もられる。

こうした条件のもとに、1990年の水不足の水稻栽培に与えた減収量を、平均不足水量 $6\text{m}^3/\text{s}$ 用いると 170万リンギット と推定できる。1990年渇水が5年確率であるため、概算のため年平均の減収量を 34万リンギット ($=170\text{万リンギット}/5\text{年}$) とする。河川流域情報システムは、リアルタイムの水文情報を電力公社に提供することにより、水不足を最小限の貯水池水位の低下により回避することができることが明らかにされた。さらに、ここで算定された年平均の減収量 34万リンギット は、情報システムによる水不足解消の経済的便益とみなされる。

9.2 洪水管理

9.2.1 既存発電ダムによる洪水調節

既存の発電用3ダム、ブルシア、クネリン、チェンドロの各ダムは、洪水期(10月～1月)においても満水位(FSL)に貯水位を維持するような運用を行っている。したがって、これらの貯水池は、実質的な洪水調節機能を有していない。これに比して、テメンゴール・ダムは、洪水期において9.5億 m^3 の洪水調節容量を確保するために、貯水位を満水位EL.248m(貯水量60.5億 m^3)からEL.242m(貯水量51.0億 m^3)まで落としている。

既往調査結果(ペラ川下流洪水防御調査, 1980年10月, JICA)を参考に、テメンゴール・ダムへの流入洪水波形を算定し、洪水調節機能を検証した(図9-7(1/2)参照)。この結果、9.5億 m^3 の洪水調節容量は、次表に示すように、20年確率洪水以下の規模の洪水を吸収してしまうのに十分であることがわかった。

洪水生起確率	洪水波形ボリューム
10年	5.64億 m^3
20年	8.43億 m^3
50年	12.76億 m^3
100年	15.87億 m^3

ペラ川本川の洪水氾濫区域は、地形的にノルディン橋から下流に広がる傾向がある。ノルディン橋での洪水流量が850 m^3/s を超えると、氾濫を開始する。このノルディン橋は、テメンゴール・ダムの187km下流に位置している。テメンゴール・ダムでの洪水調節を考慮した流出解析を行い、ノルディン橋での確率洪水流量を算定すれば次のようになる。

洪水生起確率	洪水流量
10年	1,725 m^3/s
20年	2,033 m^3/s
50年	2,727 m^3/s
100年	3,621 m^3/s

上表のように、これらの確率洪水流量は、いずれもノルディン橋の氾濫開始流量850 m^3/s を超えている。テメンゴール・ダムの大きな洪水調節効果にもかかわらず、ペラ川下流では依然として洪水氾濫が発生することを示している。事実、テメンゴール・ダム完成後の1985年、

1991年および1994年には、洪水氾濫が生じている。

このような洪水問題に対処するため、プルシア、クネリン、チェンドロの3貯水池の運用方式を変更し、洪水前の予備放流を取り入れて、洪水調節効果が期待できるか否かの検討を行う。

3発電ダムの中でも、テメンゴール・ダムの直下流に位置するプルシア・ダムは、満水位(FSL)から低水位(MSL)までの容量が1,200万 m^3 と比較的小さく、大きな洪水調節効果は期待できない。いっぽう、クネリンとチェンドロの両ダムは、同じくFSLからMSLの間に、それぞれ7,000万 m^3 と6,000万 m^3 というように、比較的大きな容量を持っており、下流に対する洪水調節効果を期待できそうである。

このような洪水調節容量を実際に発揮させるためには、洪水の初期段階に予備放流を行い、貯水位を予め下げておくことが最低限必要である。さらに、予備放流による放流水は、下流部の河道で氾濫等を起こさせないような流量でなければならない。

テメンゴール・ダムでは、50年確率規模より大きい洪水になると、流入する洪水を放流せざるを得ず、下流のクネリン・ダムへは、600 m^3/s 以上の長時間にわたる流入洪水波形となる(図9-7(2/2)参照)。クネリン・ダムへの流入量は、50年確率洪水で5.33億 m^3 、100年確率洪水で8.53億 m^3 であり、両ダムに期待できる容量と比較してはるかに大きい流入量である。したがって、たとえ予備放流を行ったとしても、50年から100年確率洪水に対しては、洪水調節効果を期待するのは、困難と判断できる。

10年から20年確率洪水に関しては、テメンゴール・ダムにおいて流入洪水はすべて貯留される。この効果によって、クネリン・ダムへの流入量は、テメンゴール下流の残流域のみからの比較的小さな流量となる。この流入量は、10年確率で1.43億 m^3 、20年確率で1.65億 m^3 である。豪雨が観測されて、クネリン・ダムへ洪水ピークが到達するのは、72時間を要しており、両ダムは比較的容易に予備放流が可能であり、空き容量によって洪水調節効果も発揮できる。この結果を、両ダムサイトおよびノルディン橋地点において示したものが図9-8から図9-10である。

こうした予備放流を確実にを行うためには、リアルタイムで流域の雨量と各地点の流量を統合的に知ることがまず不可欠である。ここに、今までとくに第6章および第7章で述べてきたような、河川流域情報システムとりわけリアルタイム系情報を取り込んでいることの意義がある。

予備放流の詳細ルールに関しては、今後の課題となるが、いずれにしてもリアルタイム情報をもとに、灌漑排水局と電力公社が緊密な連携を保ちながら、計画・実施していかなばならない。

9.2.2 洪水被害ポテンシャルの評価

洪水管理業務において、主要な関心は、新規洪水防御プロジェクトの経済的評価の重要な指標である洪水被害ポテンシャルの算定に注がれる。河川流域情報システムのデータベースは、

年平均被害額の算定を容易にする。以下に、本システムでの洪水被害ポテンシャルの算定方法と算定例を示す。

(1) 洪水氾濫区域と土地利用の推定

ペラ川の洪水は、ノルディン橋の洪水流量が $850\text{m}^3/\text{s}$ を超えると氾濫を開始し始め、ノルディン橋下流に氾濫域が広がるのが一般的な傾向である。洪水規模による浸水形態の違いは、地形的な特性から、区域の広がりよりも、湛水深と湛水時間の違いに顕著に現れる(図 9-11 参照)。

河川流域情報システムは、1:50,000 の地形図を基図とした土地利用や氾濫区域図を装備している。これらの地図情報は、GIS ソフトウェアにサポートされており、氾濫区域内の土地利用について、両者をオーバーレイすることにより、容易に抽出できるようになっている。こうしたオーバーレイによって、図 9-11 に示す氾濫常習区域内の土地利用を抽出整理したものが次表である。

土地利用種別	面積
水田	1,543 ha
ゴム園	4,451 ha
油ヤシ園	57 ha
他の果樹	2,696 ha
混合園芸	40 ha
森林, 湿地, 草地	4,289 ha
合計	13,076 ha

(2) 氾濫区域内家屋数の推算

河川流域情報システムは、ムキム等の行政界および氾濫区域の地図データとムキム単位の家屋・人口等のセンサス・データを保有している。これらのデータをもとに、GIS 機能としてのオーバーレイ等により、氾濫区域内の家屋数を推算する(図 9-12 参照)。この結果は、次のとおりである。

ムキム名	平均家屋密度 (軒/km ²)	浸水区域面積 (km ²)	浸水区域内家屋数 (軒)
Lanu Kubong	26.54	0.05	1
Bandar	17.02	14.88	253
Bota	21.40	9.02	193
Kg. Gajah	26.15	10.78	282
Lambor Kanan	20.98	19.89	417
Lambor Kiri	9.90	4.19	41
Pasir Panjang Hulu	6.68	20.97	140
Pasir Salak	15.97	10.35	165
Pulau Tiga	7.81	40.63	317
合計	16.28	130.76	1,811

(3) 確率洪水被害額の算定

確率規模別洪水被害額は、氾濫区域内の被災可能資産にその単価と被害率を乗じて算定する。この際の留意点は、次のとおりである。

- 1) 被害率は、「全国水資源調査，1982年10月，JICA」の調査成果を参考に，最大湛水深および湛水時間との関係から推算する(表9-4参照)。
- 2) ノルディン橋の洪水流量と最大湛水深との関係は，「ツンボオ地区総合開発計画調査，洪水調査，1985年5月」の調査成果から推算する(図9-13参照)。
- 3) 湛水時間も，上記報告書を参考に，ノルディン橋で850m³/sを超える洪水継続時間をもとに推算する。

ノルディン橋の確率洪水波形は，現況とクネリンとチェンドロの両ダムにおける修正案の2種類のダム運用をもとに推算する(図9-10参照)。最大湛水深と湛水期間は，この洪水波形から算定する。確率規模別洪水被害の推算結果は，表9-5から表9-6に示すとおりである。

(4) 年平均洪水被害

年平均洪水被害額は，確率規模別洪水被害額に生起確率を乗じたものを積分して算出する。この結果を表9-7に示す。現況のクネリンとチェンドロ両ダムの運用ルールのもとでは，年平均被害額は，260万リングットと推算される。いっぽう，河川流域情報システムによるリアルタイム情報を活用してダム運用をした場合は，200万リングットとなる。この結果，情報システムによる経済的な便益は，年平均60万リングットと推定できる。

このように、本システムを用いることにより、土地利用および氾濫区域の地図情報からシステムティックに洪水被害額を算出することができる。これらの地図情報は、定期的に更新され、洪水被害額の推定結果も最新のものとなり、将来の洪水防御計画の検討時に基礎データとして活用できることとなる。

参考文献・資料

報告書

- (1) Lower Perak Flood Mitigation Study, Draft Final Report, October 1980, JICA
- (2) Tumboh Block Integrated Rural Development Study, Flood Investigations, May 1985, Lyall Macoun and Joy. McGowan International PTY LTD.
- (3) Study on Erosion Control and Preparation of Master Plan to Alleviate Tidal Flooding at Teluk Intan, Perak, Final Report Vol. 2 River Bank Erosion Study, January 1992, DID, Ranhill Bersekutu SDN BHD.
- (4) Kinta River Flood Mitigation and Catchment Area Rehabilitation Project, Final Report Vol. 1,3B and A, January 1994, DID, HSS Integrated SDN BHD, and Tonkin and Taylor International LTD.
- (5) Geographic Information System Report of Department of Agriculture, 1993, DOA.
- (6) The Study on Modernization of Irrigation Water Management System in the Granary Areas of Peninsular Malaysia, Interim Report, August 1997, JICA, Nippon Koei Co., Ltd.
- (7) National Water Resources Study, Malaysia, Sectoral Report Vol. 1 Socio-economy, October 1982, JICA.
- (8) National Water Resources Study, Malaysia, Sectoral Report Vol.2 Meteorology and Hydrology, October 1982, JICA
- (9) National Water Resources Study, Malaysia, Sectoral Report Vol. 5 River Conditions, October 1982, JICA.
- (10) National Water Resources Study, Malaysia, Sectoral Report Vol. 11 Irrigation Water Supply, October 1982, JICA.
- (11) National Water Resources Study, Malaysia, Sectoral Report Vol. 19 Water Laws and Institutions, October 1982, JICA
- (12) Classification of Malaysian Rivers, Vol. 1 Executive Summary, 1994, DOE.

- (13) Classification of Malaysian Rivers, Vol. 2 Methodology and Classification of Ten Rivers, 1994, DOE.
- (14) The Quaternary Deposits in the Coastal Plains of Peninsular Malaysia, 1986, J.H.A. Bosch.
- (15) Young Quaternary Sediments in the Coastal Plain of Southern Perak Peninsular Malaysia, 1986, J.H.A. Bosch.
- (16) Development of Criteria and Standards for Water Quality (Phase II), Final Report, Vol. I Executive Summary, February 1990, DOE.
- (17) Development of Criteria and Standards for Water Quality (Phase II), Final Report, Vol. IV River Classification-Sg. Perak Basin, February 1990, DOE.
- (18) Urban Development Policy and Programme Study, Malaysia., October 1986, COWiconsult
- (19) Geology and Mineral Resources of the Lumit-Teluk Intan Area, Perak Darul Ridzuan, Map Report 3, 1991, Department of Geological Survey of Malaysia
- (20) Young Quaternary Sediments in the Coastal Plain of Southern Perak, Peninsular Malaysia, Report No. QG/1, 1986, Department of Geological Survey of Malaysia
- (21) Geological and Mineral Resources of the Kinta Valley, Perak, 1960, Department of Geological Survey of Malaysia
- (22) Geology and Mineral Resources of the Taiping-Kuala Kangsar Area, Perak Darul Ridzuan, Map Report 1, 1990, Department of Geological Survey of Malaysia
- (23) Rancangan Struktur Sebahagian Daerah Kinta (Kinta District Structure Plan), 1996, Pihak Berkuasa Perancang Tempatan (Local Planning Authority)
- (24) Perangkaan Utama Negeri Perak (Principal Statistics of Perak State), 1996, Economic Planning Unit, Perak State
- (25) Geological and Mineral Resources of the Kinta Valley, Perak, 1960, Department of Geological Survey of Malaysia
- (26) Perak Menjanjikan Emas, 1996, Mustaffa Ismail

- (27) Progress Report on INFOMIS Applications in Malaysia, November 1994, Zulkefli Mokhtar, Kasinathan Kengaiyah.
- (28) Feasibility Study for National Information System (NaLIS), December 1995, Ministry of Land & Co-operative Development

出版物

- (1) Streamflow and River Suspended Sediment Records, DID
- (2) Rainfall and Evaporation Records for Malaysia, DID
- (3) Annual Summary of Meteorological Observations, MMS
- (4) Monthly Abstract of Meteorological Observations, MMS
- (5) Hydrological Databank Internal Information Bulletin, No. 1, April 1980, DID
- (6) Manual of Department of Irrigation and Drainage, Hydrology (Revised and Updated) 1988, 1991, DID
- (7) Tide Tables 1992, Vol. 1, 1991, Royal Malaysia Navy
- (8) TIDEDA Reference Manual (Second Edition), 1992, Publication No. 24 of the Hydrology Center, Christchurch, New Zealand, M. W. Rodgers and S. M. Thompson
- (9) Sistem Ramalan dan Amaran Banjir di Bahagian Hidrologi, January 1995, DID
- (10) Malaysia Environmental Quality Report, 1995, DOE.
- (11) Environmental Quality Data 1992-1995, DOE
- (12) Manual on Drinking Water Quality Surveillance, November, 1983, Ministry of Health.
- (13) National Guidelines for Drinking Water Quality.
- (14) National Program on Drinking Water Quality Surveillance, October 1983, Ministry of Health.
- (15) TeleWin User's Manual (Telemetry Software for Windows), 1995, Powermatic Sdn. Bhd.

- (16) Inventory of Hydrological Stations in Malaysia (25th Edition), 1997, DID
- (17) Inventori Sistem Amaran Banjir, 1997, DID
- (18) Maps on Mean Monthly, Mean Seasonal and Mean Annual Rainfall for Peninsular Malaysia (1950 -1985), Water Resources Publication No. 19, DID
- (19) Training Manual for JPS Perak Telemetry System (TeleWin32 Ver 3.0), Powermatic Sdn. Bhd.
- (20) Temengor, Bersia, Kenering, Chenderoh and Sungai Piah Hydroelectric Power Stations, TNB Brochures
- (21) JPS Perak Telewin System Manual, October 1995, Powermatic Corp.
- (22) Application of Remote Sensing and Geographical Information System in Forest Management in Peninsular Malaysia, December 1994, Forest Department
- (23) Hydrological Databank Internal Information Bulletin, No. 1, April 1980, DID
- (24) Economic Report 1996/1997, Ministry of Finance
- (25) Social Statistics Bulletin Malaysia, 1996, Department of Statistics
- (26) Annual Report 1995, 1995, MMS
- (27) Annual Report, 1991 to 1996, DID (Federal)
- (28) Annual Report, 1991 to 1996, DID (State of Perak)
- (29) State/District Data Bank Malaysia, 1994, Department of Statistics
- (30) Yearbook of Statistics Malaysia, Department of Statistics
- (31) Vital Statistics Malaysia, 1996, Department of Statistics
- (32) Taklimat Pembangunan Negeri Perak Darul Ridzuan (Brief of Perak State Development), November 1996, Y. Bhg. Datuk Abdul Halim bin Ali,
- (33) General Report of the Population Census Vol. 1, 2, 3, 1991, Department of Statistics

- (34) State Housing Report, 1991, Perak
- (35) Seventh Malaysia Plan (1996-2000), 1996
- (36) 1997 Malaysian Budget, 1997, Arthur Andersen HRM Sdn Bhd
- (37) Statistical Handbook, Agriculture Malaysia 1990, Ministry of Agriculture
- (38) Mukim Preliminary Count Report, 1991, Department of Statistics
- (39) Federal Constitution
- (40) State Constitutions
- (41) Water Enactment
- (42) Water Supply Enactment
- (43) Environmental Quality Act
- (44) Local Government Act
- (45) Sistem Ramalan dan Amaran Banjir di Bahagian Hidrologi, January 1995, DID
- (46) GIS Online, Information Retrieval Mapping and the Internet, 1997, Brandon Plewe
- (47) ArcInfo System Management Manual, 1997, ESRI
- (48) ArcView Users Manual, 1997, ESRI
- (49) ArcView Internet Map Server Users Manual, 1998, ESRI
- (50) Netscape Enterprise Server Manual, 1997, Netscape
- (51) HP Workstation System Management Manual, 1998, HP

表

表2-1 ペラ川流域の土地利用状況(1980年および1990年)

Classification of Land Use	Area in 1980		Area in 1990	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
1 Settlement and Associated Non-Agriculture Lands	889	5.86	821	5.41
1 - 1 Urban and Associated Area			187	1.23
1 - 2 Estate Building and Associated Areas			4	0.03
1 - 3 Tin Mining Areas			601	3.96
1 - 4 Power Line Right of Ways			29	0.19
2 Agricultural Area (Non-Paddy Area)	2,916	19.21	3,642	23.99
2 - 1 Horticulture			319	2.10
2 - 2 Rubber			1,944	12.81
2 - 3 Palm			1,100	7.24
2 - 4 Others			279	1.84
3 Paddy Area	145	0.96	271	1.79
4 Forest Lands	10,320	67.98	9,490	62.52
4 - 1 Forest			8,953	58.98
4 - 2 Scrub Forest			344	2.27
4 - 3 Recently Cleared Land			32	0.21
4 - 4 Grass Land			159	1.05
4 - 5 Pasture			1	0.01
5 Swamps, Marshlands and Wetland Forests	910	5.99	661	4.36
5 - 1 Wetland and Associated Forest			486	3.20
5 - 2 Unused Land			175	1.15
6 Non-classified			295	2.99
TOTAL	15,180	100	15,180	100

Source : Land use map prepared by DOA in 1990 and National Water Resources Study in 1982 by JICA

表4-1 現況洪水防禦施設一覽

River System	Name of Scheme	Type of Work	Design Flood Level (Return Period)	Stretch	Year of Completion
Perak	Tran-Perak Stage IV Embankment	Perimeter Bund	25-year*	66km from Kubang Haji to Kg. Bakong	1976
	Lambor Kiri	Perimeter Bund	25-year*	5km from Kg. Bakong to Telok Sena	
	Stage I Drain Embankment	Perimeter Bund	25-year*	22km from Telok Sena to Kayan River	
Kinta	Ipoh Flood Mitigation Scheme	Dredging and Embankment of River Channel	25-year	6km Downstream of Anderson Road Bridge	Early of 1930's
	Kinta Conservancy Scheme	Alignment, Dredging and Embankment	10 to 100-year**	34km 5.3km downstream of Pari River confluence to Cenderiang confluence	1971
	Malaysia Mining Company Kinat Diversion	Alignment, Dredging and Embankment	5-year	8km (Downstream from confluence of Cenderiang River)	1980
	Pari Scheme	Channel Improvement	50-year	8km Pari River from confluence with Kinta river	1992

* Observed flood level in 1964 is adopted as the design High Water Level, and 0.2ft (0.6m) of freeboard is added on the HWL

** 100-year for 7km section upstream for confluence of Raja River

50-year for 11km section between confluence of Raja and Teja Rivers

10-year for 16km between confluence of Teja and Cenderiang Rivers

表4-2 計畫洪水防禦施設一覽

River System	Name of Scheme	Type of Works	Design Flood Level (return period)	Stretch	Remarks
Perak	Perak Flood Bypass Scheme	Combination of Channel Improvement and Flood Bypass Channel	100-year	66km from Kg. Bakong on Perak River to Kayan River (Flood Bypass)	1000m ³ /s as flow capacity for improved river and 950 m ³ /s for flood bypass channel
Kinta	Lower Kinta Diversion	Combination of Diversion Channel and Construction of Bund	25-year	1.5km from confluence with Tumboh River to confluence with Kroh River	Proposed by Tumboh Block Integrated Agricultural Development Project
	Sg. Kinta Upgrading	Channel Improvement	100-year	7.4km from Tasek Road Bridge to Anderson Bridge	
	Bund Upgrading (1)	Combination of Improvement of Bund and Bund Spillway	100-year	20km of bund improvement from Anderson Bridge to Batu Gajah	Overspill of on east bank of 8.7km in length (downstream from Old Pengkalan Bridge, and on west bank of 1.4km in length)
	Bund Upgrading (2)	Combination of Improvement of Bund and Bund Spillway	25-year	15km of bund improvement from Batu Gajah to confluence with Cenderiang	Supported by overspill bund by Raja Floodway, Kampar Floodway and Lower Kinta Floodway

表4-3 各種地図情報現況

Agency/Department	Ministry	Type of Map	Scale	Projection	Coverage	Data Source	Digitizing Status	GIS Status
DOA	Federal MOA	Land Use Map	1:50,000	RSO	Whole Malaysia	Aerial photo, Ground truth, Satellite image for renewal	Completed	Exist (ARC/INFO)
		Reconnaissance Soil Map	1:500,000	RSO	P. Malaysia	Aerial photo, Ground truth	Completed	
		Semi-Detail Soil Map	1:25,000	RSO	P. Malaysia	Aerial photo, Soil sampling	On-going	
Dept. of Wildlife and National Park	Federal MOSTE	Forest Cover and Protected Areas Map	1:1,000,000	RSO	P. Malaysia	Land Use Map (MOA) Digital Chart of World (ESRI) Ground survey	Completed	Exist (pc ARC/INFO)
		Forest Inventory Map	1:250,000	RSO	P. Malaysia	Ground survey	On-going	Exist (ARC/INFO)
Forest Dept.	Federal MOPI	Forest Reserve Area	1:50,000	RSO	P. Malaysia	Aerial photo, Ground truth	On-going	
		Forest Compartments Map	(1:63,360)	RSO				
Forest Dept., Perak	State MOPI	Forest Reserve Area	1:50,000	RSO	State	Aerial photo, Ground truth	On-going	On-going
		Forest Compartments Map	(1:63,360)	RSO				
Dept. of Geological Survey	Federal MOPI	Geological Map	1:500,000	RSO	P. Malaysia	Aerial photo, Ground truth	On-going	Exist (ARC/INFO)
		Geological Map	1:250,000	RSO	State			
DSMM	Federal MLCD	Topographic Map	1:50,000	RSO	Whole Malaysia	Aerial photo	On-going	No exist (Mapping System)
			1:25,000	RSO	Whole Malaysia	Aerial photo	On-going	
			1:10,000	RSO	Major City	Aerial photo	On-going	
DSMP	State MLCD	Cadastral Map	1:800	Cassini	State	Ground survey	On-going	Exist (ARC/INFO)
Dept. of Land, Perak	State MLCD	Cadastral Map	1:800	Cassini	State	Cadastral Map (DSMP)	On-going	On-going (NaLIS)
			1:800	Cassini	State		Completed	No exist (CAD System)
Perak Water Board	State MWORKS	Cadastral Map	1:800	Cassini	State	Cadastral Map (Dept. of Land)	Completed	No exist (CAD System)
Town and Country Planning Dept., Perak	State MHLG	Structure Plan	Various	RSO	State	Topographic Map (DSMM)	No plan	No exist (Proposed)

Abbreviation:

DOA: Dept. of Agriculture

DSMM: Dept. of Survey and Mapping Malaysia

DSMP: Dept. of Survey and Mapping Perak

MOA: Ministry of Agriculture

MOSTE: Ministry of Science, Technology and Environment

MOPI: Ministry of Primary Industry

MLCD: Ministry of Land and Cooperative Development

MWORKS: Ministry of Works

MHLG: Ministry of Housing and Local Government

NaLIS: National Infrastructure for Land Information System

表5-1(1/2) 関連政府機関の情報化の現状

Agency/Department	Purpose	Software			Hardware			Network	No. of Staff
		OS	GIS/RS	DB/others	Computer	Peripheral			
DID, Coastal Div.	Coastal Information Management	Windows	ArcView ArcCAD		PC	Digitizer Plotter Scanner(A4)	LAN	less than 5	
DID, Hydrology Div.	Hydrological Data Management	UNIX (Server) UNIX (Client) Windows (Client)	Arc/Info ArcView ArcView	Infomix TIDEDA TIDEDA	UNIX Server Workstation PC	Digitizer Plotter Digitizer	LAN	less than 5	
DOA	Land Use and Soil Database Management	UNIX (Server)		ORACLE	UNIX Server	Disk Storage & Back up Device Digitizer Plotter	LAN	GIS: Officer x 1 Senior Technician x 2 Technician x 4 Operator x 4 RS: Officer x 1 Technician x 4	
Fishery Dept.	Fisheries Management	UNIX (Server) UNIX (Client)			UNIX Server Workstation Workstation	CCT Drive	WAN	In HQ x 7	
MOA	AGROLINK Network Administration, Home Page Production	UNIX WindowsNT		ORACLE In-house Application Web Server ftp Server BC Server Video Server Audio Server IPC Server news Server BC Server	UNIX Server UNIX Server WindowsNT Server	Back Device Back Device	Internet Intranet LAN	In HQ System Engineer x 3 (full time) Application Group x 12 (temporarily)	
DOE	River Environment Management	UNIX Windows	Arc/Info ERDAS ArcView		Workstation PC	Digitizer Plotter	LAN	less than 5	

表5-1(2/2) 関連政府機関の情報化の現状

Agency/Department	Purpose	Software			Hardware		Network	No. of Staff
		OS	GIS/RS	DB/others	Computer	Peripheral		
Dept. of Wildlife and National Park MACRES	Protected Areas Map Production	UNIX	Arc/Info		Workstation	Digitizer Plotter		less than 5
	Consultant, Training and Contract Research	UNIX	Geovision SPANS		Workstation	Digitizer Plotter	LAN	All of Staff x 90
		Windows	Geovision SPANS		PC	Digitizer Plotter		
Forest Dept.	Forestry Information Management	UNIX (Server)	Arc/Info		UNIX Server	DAT Drive Plotter	LAN	GIS Expert x 2 Digitizing Operator x 6
		UNIX (Client)	Arc/Info		Workstation			
		UNIX (Client)	ERDAS		Workstation			
		MS-DOS	Arc/Info		PC	Digitizer		
		MS-DOS	ERDAS ArcView			CCT Drive Color Printer		
		UNIX	Arc/Info		Workstation	Digitizer Plotter		
Mines Research Institute	Geological Survey	UNIX	Arc/Info		Workstation	Digitizer Plotter		less than 10
DSMM	Topographic Mapping	Open VMS	Sysdeo GINIS (Mapping Software, Norway) ER Mapper		Minicomputer Workstation	Digitizer Scanner Plotter Film Writer Cell Plotter	LAN	Officer x 20 Technician x 80
DSMP	Cadastral Survey and Mapping	UNIX	Arc/Info		UNIX Server Workstation	Digitizer Plotter MO Drive	LAN	less than 10
Perak Water Authority	Water Supply Facility Management, Delivery Network Analysis	Windows	AutoCAD		PC	Digitizer Plotter		less than 10
Town and Country Planning Dept., Perak	Urban Development Plan	UNIX PC	GenMap MapInfo		UNIX Server Workstation	Digitizer Plotter MO Drive	LAN	NA (Proposed)

Major Category	Objective Information				Present Competent Agency for the Information
	Detailed Category	Real-time information	Non-real time information	Digitization of non real time information	
1. River Gauging and Monitoring Information	1. Hydrological information (rainfall, river stage/discharge, river suspended sediment load and tidal level)	yes	yes	Completed	DID, TNB (Federal)
	2. Dam reservoir information (inflow/outflow discharge and reservoir level)	yes	yes		
	3. Water Quality information and location map of water sampling point	yes	yes	Completed	DOE (Federal)
	4. Inventory and location of pollutant source		yes		DOE (State)
	5. Visual information of the field	yes			DID (state)
2. Information on River Works	1. Flood control works (i) Inventory/location of existing flood control structures (ii) Flood mitigation plan		yes		
	2. Water supply works (i) Inventory/location of existing intake points (ii) Water intake volume of each facilities		yes		PWB and DID (State)
	3. River Environmental Improvement Works (i) Inventory/location of eco-tourism facilities controlled by Yayasan Perak (ii) Location of river side park managed by local authority		yes		Yayasan Perak and Local Authority (State)
	4. River Sand Mining (i) Inventory of permit holders for sand mining (including mining volume, mining method, etc.) (ii) Location of mining sites		yes		Department of Land and Mining (State)
	5. Bridge Construction (i) Inventory and structural features of bridges (ii) Location of bridges		yes		Public Work Department (Federal)
	1. Results of river channel survey (river plans, longitudinal profiles, river cross-sections)		yes		DID (State)
	2. Results of flood damage survey		yes		DID (Federal and State)
	3. Results of survey on fauna and flora		yes	On-going	DOWLNP (Federal)
	1. Land use map		yes	Completed	DOA (Federal)
	2. Forest conservation map and annual logging volume		yes	On-going	Forest Department (State)
3. Topographic map		yes	On-going	DSMM (Federal)	
4. Cadastral (land parcel) map		yes	On-going	PWB (State)	
5. Soil map		yes	Completed	DOA (Federal)	
6. Structural Plan (urban development and industrial development)		yes		Town and Country Dep. (State)	
5. Basin Census information	1. Population		yes		EPU and Dep. of Statistics (State)
	2. Socio-economic statistics		yes		EPU and Dep. of Statistics (State)

表6-2(1/3) 配信対象情報項目と配信レベル

Category of Management	Information to be Disseminated	Information Source (Major Category No.- Detailed Category No. in Table II-9)	Dissemination Level*	
I. General	1. Features of River Basin			
	(1) Catchment area	4-3	Level 2	
	(2) River system	4-3	Level 2	
	(3) Length of river channel	4-3	Level 2	
	(4) Socio-economic census in the basin	4-3, 5-2	Level 2	
	2. Hydrological Information			
	(1) Inventory of gauging stations	1-1	Level 2	
	(2) Location of gauging stations	1-1	Level 2	
	(3) Rainfall data (hourly and daily)	1-1	Level 2	
	(4) River stage data (mean daily, max. and min.)	1-1	Level 2	
	(5) River discharge data (rating curve, mean daily, max. and min.)	1-1	Level 2	
	(6) River suspended discharge (rating curve, mean daily, max. and min.)	1-1	Level 2	
	3. River Structures (Bridges, Water Pipes, etc.)	2-5	Level 2	
	4. Map Information			
	(1) Topographic map	4-3	Level 1	
	(2) Soil map	4-5	Level 1	
	II. Flood Management	1. Real-time Flood Gauging and Monitoring Information		
		(1) Flood hydrological gauging information	1-1	Level 2
		(2) Dam reservoir gauging information	1-2	Level 2
		(3) Visual information of flood condition in the field	1-5	Level 2
		2. Existing and Projected Flood Mitigation Schemes		
		(1) Present channel flow capacity	3-1	Level 2
		(2) Design flood	2-1	Level 2
(3) Structural features of facilities (dike, floodway, etc.)		2-1	Level 2	
(4) Location of facilities		2-1	Level 2	
3. Flood Inundation Area				
(1) Probable basin run-off discharge		1-1	Level 1	
(2) Extent of probable flood inundation area (PFIA)		3-1, 4-3	Level 1	
(3) Socio-economic census in PFIA		5-1, 5-2	Level 1	
(4) Present land use in PFIA		4-1	Level 1	
(5) Structural Plan in PFIA		4-6	Level 1	
4. Flood Damage Record				
(1) Hydrological conditions		3-2	Level 2	
(2) Extent of flood inundation area		3-2	Level 2	
(3) Road length inundated		3-2	Level 2	
(4) Number of people affected		3-2	Level 2	
(5) Flood damage amount		3-2	Level 2	
(6) Epidemic caused by flood		3-2	Level 2	

* : Level 1 disseminates to the government agencies only, while Level 2 opens to the public.

表6-2(2/3) 配信対象情報項目と配信レベル

Category of Management	Information to be Disseminated	Information Source (Major Category No.- Detailed Category No. in Table II-9)	Dissemination Level *
III. Water Supply and Water Resources Management	1. Real-time Low Flow Gauging Information		
	(1) Low flow discharge gauging information	1-1	Level 2
	(2) Dam reservoir gauging information during a drought period	1-2	Level 2
	(3) Water quality gauging information	1-3	Level 2
	2. Existing and Projected Intake Facilities		
	(1) Inventory of facilities	2-2	Level 2
	(2) Location of facilities	2-2	Level 2
	(3) Design intake capacity	2-2	Level 2
	(4) Structural features	2-2	Level 2
	3. Existing and Projected Water Resources Development Facilities		
	(1) Inventory of facilities	2-2	Level 2
	(2) Location of facilities	2-2	Level 2
	(3) Structural features of facilities	2-2	Level 2
	(4) River maintenance discharge guaranteed by facilities	2-2	Level 2
	4. Irrigation Water Supply		
(1) Monthly irrigation demand	2-2	Level 2	
(2) Extent and location of irrigation area	2-2	Level 2	
5. Domestic/Industrial water supply			
(1) Daily water demand	2-2	Level 2	
(2) Service area of public water supply	2-2	Level 2	
(3) Number of people to be supplied	2-2	Level 2	
IV. Environmental Management	1. Real-time Water Quality Gauging Information	1-3	Level 2
	2. Channel Morphology		
	(1) River stretch of serious sedimentation	3-1	Level 2
	(2) River Stretch of serious erosion	3-1	Level 2
	(3) River stretch of serious meandering	3-1	Level 2
	3. Sand Mining		
	(1) Location of mining sites	2-4	Level 2
	(2) Annual mining volume	2-4	Level 2
	(3) List of permit holders	2-4	Level 2
	4. Water Quality		
	(1) Identified pollutant sources	1-3	Level 2
	(2) Results of water quality tests	1-2	Level 2
	5. Fauna and Flora in the River		
	(1) Results of field survey (sex, size, location and habit)	3-3	Level 2
	6. Echo-tourism		
	(1) Tourism-boat service (route, date for boating, fee, application method, etc.)	2-3	Level 2
	(2) Tourism spots along river (historical monuments, river parks, camping sites, etc.)	2-3	Level 2
	(3) Lodging facilities	2-3	Level 2

* : Level 1 disseminates to the government agencies only, while Level 2 opens to the public.

表6-2(3/3) 配信対象情報項目と配信レベル

Category of Management	Information to be Disseminated	Information Source (Major Category No.- Detailed Category No. in Table II-9)	Dissemination Level*	
V. Watershed Management	1. Logging Activities			
	(1) Classification of forest reserve area	4-2	Level 1	
	(2) Annual logging volume	4-2	Level 1	
	2. Present Land Use			
	(1) Land use map	4-1	Level 2	
	(2) Existing major urban areas	4-1	Level 2	
	(3) Existing major industrial estates	4-1	Level 2	
	3. Structural Plans			
	(1) Overview map of structural plan	4-6	Level 1	
	(2) Projected urban development areas (location, extent, target year, etc.)	4-6	Level 1	
	(3) Projected industrial estates (location, extent, target year, etc.)	4-6	Level 1	
	4. Cadastral Map			
			4-4	Level 1

* : Level 1 disseminates to the government agencies only, while Level 2 opens to the public.

表6-3

マスタープランにおける整備対象機器一覧

Category	Device
Gauging and Monitoring	Radar rainfall (1 station)
	Telemetry point rainfall gauge (8 stations)
	Telemetry river stage gauge (16 stations)
	Automatic water quality sensor (5 stations)
	Manual water quality sampling (53 points)
	ITV (for monitoring of dynamic scenes of the field) (10 sets)
	PIT (for monitoring of static scenes of the field) (1 set)
Data Input and Processing	Scanner supported by the software of raster/vector transformation (2sets)
	Optical character reader (OCR) (2 sets)
	Server machine for river basin management (UNIX) (4 units)
	Server machine for telemetry data management (UNIX) (4 units)
	Server machine for communication control (UNIX) (4 units)
	Computer for analysis of radar rainfall and water quality automatically monitored (2 units)
Data Dissemination	Audio machine to play the visual scenes of the field (1 unit)
	Internet
	CD-ROM
Data Transmission	Optical fiber network (for trunk line and communication with ITV)
	Satellite communication network (for buck-up communication)
	Telemetry communication network (for transmission of gauge data)
	Public telephone network (for Internet communication)

表6-4

マスタープランにおける初期投資額

Devices	Unit Cost ('000 RM)	Quantity	Cost ('000RM)	%
1. Gauging/monitoring				
Radar rainfall gauge	4,230 /unit	1 unit	4,230	21.6
Real-time water quality gauge	160 /unit	5 units	800	4.1
Industrial television (ITV)	247 /unit	4 units	987	5.0
Portable information terminal (PIT)	7 /unit	1 unit	7	0.0
Sub-total			6,025	30.8
2. Data processing				
Server machine (UNIX)	76 /unit	9 units	684	3.5
Computer for radar analysis	6,840 /unit	1 unit	6,840	35.0
Computer for water quality analysis	1,100 /unit	1 unit	1,100	5.6
Input device	126 /unit	2 units	252	1.3
Output device	32 /unit	1 unit	32	0.2
Terminal Adopter	6 /unit	2 units	12	0.1
Software	Lamp sum		705	3.6
Audio Machines	828 /unit	2 units	1,656	8.5
Sub-total			11,281	57.7
3. Data Transmission				
Multiplex radio wave for rainfall radar	1,320 /unit	1 unit	1,320	6.7
Telemetry device for water quality	90 /unit	5 units	450	2.3
Telemetry line for water level gauge	60 /unit	8 units	480	2.5
Sub-total			2,250	11.5
Grand Total			19,556	100

表6-5

河川流域情報システムによる一般的な効果

Item of Information	Qualitative Improvement
1. Gauging data	(1) Rainfall gauging area is expanded by radar rainfall gauge covering the present blind area particularly in the upper reaches. (2) Gauging of water quality and river flow discharge is unified at the principal gauging points. (3) The dynamic visual and audible scenes of remote field could be monitored by the ITV system.
2. Information related to flood management	(1) Location and structure of previous and on-going flood mitigation works in the entire river basin are made available. (2) The river channel flow capacity of the entire river stretch is newly made available. (3) Extent of probable flood inundation area as well as land use and other socio-economic statistics in the possible flood inundation area are newly made available.
3. Information related to water supply and water resources management	(1) Location and structural features of all water supply and water resource facilities in the river basin are newly made available. (2) All water intake volume for the entire river basin system are integrated into a unified data base (3) All water demands with Perak river as the source are integrated into a unified data base. (4) Perspective of all water intake volume and the river flow discharge are monitored on the real-time base.
4. Information related to environmental management	(1) Information of river morphology (the river channel survey) are newly made available. (2) Integrated information on the ecotourism are newly made available. (3) Inventory of fauna and flora in Perak river are newly made available.
5. Map information	(1) The following map information for the entire Perak river basin are newly made available; (a) Classification of forest reserve area (b) Updated land use map (c) Structural Plan (urban and industrial development plan (d) Cadastral map

表6-6 河川開発計画のための年間支出(ペラ州灌漑排水局)

Year	Expenditure (RM million)	Man-month of Required Staffs			
		Professional Engineer	Assistant Engineer	Technician	Total
1991	0.82	30	61	121	212
1992	0.88	33	65	130	228
1993	0.95	35	70	140	246
1994	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1995	1.15	42	85	169	297
1996	1.12	41	83	166	290
1997	1.39	51	102	205	359

Note: The expenditure is solely for study and/or plan formulation excluding the construction cost.