

マレーシア

ペルリス、ケダ、プラウピナン州地域
水資源開発計画調査

第一次調査

主報告書

昭和59年2月

国際協力事業団

マレーシアペルリス・ケダ・プラウピナン州地域水資源開発計画調査

第一次調査

主報告書

昭和59年2月

国際協

113
617
SDS

開 二

83-152

JICA LIBRARY



1031237L9J

マレーシア

ペルリス、ケダ、プラウピナン州地域
水資源開発計画調査
第一次調査

主 報 告 書

昭和59年 2 月

国際協力事業団

英文報告書一覽表

- Vol. 1 - MAIN REPORT
- Vol. 2 - ANNEX A. SOCIO-ECONOMY
 B. DOMESTIC AND INDUSTRIAL WATER SUPPLY
- Vol. 3 - ANNEX C. AGRICULTURE
- Vol. 4 - ANNEX D. IRRIGATION DEVELOPMENT
- Vol. 5 - ANNEX E. METEOROLOGY AND HYDROLOGY
 F. GROUNDWATER RESOURCES
- Vol. 6 - ANNEX G. WATER QUALITY
- Vol. 7 - ANNEX H. FLOOD MITIGATION PLAN
- Vol. 8 - ANNEX I. REGIONAL WATER DEMAND AND SUPPLY BALANCE SYSTEM
- Vol. 9 - ANNEX J. ENGINEERING GEOLOGY
 K. CONSTRUCTION MATERIAL
 L. PROPOSED DAM PROJECTS
- Vol. 10 - ANNEX M. COST ESTIMATE OF PROPOSED DAM PROJECTS
 N. ECONOMIC ANALYSIS OF PROPOSED SOURCE FACILITIES
- Vol. 11 - ANNEX O. LAND USE IN PROPOSED RESERVOIR AREAS
 P. ENVIRONMENTAL IMPACT OF PROPOSED SOURCE FACILITIES
 Q. LEGAL AND INSTITUTIONAL ARRANGEMENT

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. 12	113
登録No. 10179	61.7
	SDS

序 文

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、マレーシア国ペルリス・ケダ・プラウ・ピナン（P. K. P.）地域水資源開発計画調査を実施することを決定し、その実行を国際協力事業団に委託した。事業団は久野一郎氏を団長とし、関係諸分野の専門家からなる調査団を任命した。

ここに提出される最終報告書は、昭和57年12月から1年2ヶ月にわたり調査団がマレーシア国政府の諸官と協力して実施した調査及び解析のみならず、その間に連邦及び州政府諸官との間に行われた意見交換に基づいて作成されたものである。

本報告書が、その調査対象地域であるペルリス、ケダ、プラウ・ピナン州の水資源開発のみならず同地域の社会、経済発展に役立てられることを心から希望する次第である。

終りに、調査実施中を通じて、マレーシア国政府諸官、在マレーシア日本国大使館及び関係者から寄せられたご支援とご協力に対し深甚なる謝意を表する次第である。

昭和59年2月

国際協力事業団

総裁 有田 圭輔

国際協力事業団マレーシア全国水資源開発計画
ペルリスーケダープラウ・ピナン地域水資源開発計画調査団

伝 達 状

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔 殿

マレーシア全国水資源開発計画（ペルリスーケダープラウ・ピナン地域水資源開発計画）
第1次調査の最終報告書を提出いたします。本報告書は、マレーシア政府がその国家的開発
目標にしたがい、実施して行く対象地域の水資源開発、管理事業に寄与すべく作成いたしま
した。

ペルリスーケダープラウ・ピナン地域の諸河川は、一体の水資源システムを形成しており、
そこにおいて既に深刻化している水のひっ迫を緩和するためには、多目的な水源開発を実施
するとともに、水の合理的、かつ公正な配分を推進するほかはないと考えられます。

こゝに提出する報告書には、水需給バランス計画、洪水防御計画、水質汚濁削減計画及び
法制上の施策からなる、対象地域に対する広域水資源基本計画を記述いたしております。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間にわたり、多大なご支援を賜わった貴事業団、
作業監理委員会、外務省、建設省、在マレーシア日本大使館の諸賢、ならびに、マレーシア
政府諸機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表すものであります。

本調査の成果が、マレーシアにおける今後の水資源開発のために、また、ひいては同国の
発展のために、少なからず活用されるならば、これに優る光栄はないと存じる次第でありま
す。

昭和59年2月

調 査 団 長

久 野 一 郎

要 約

1. 目 的

1979年から1982年にかけて実施されたマレーシア全国水資源開発計画調査の結果、マスターアクションプランが提案された。そこでは、第4次マレーシア5ヶ年計画で設定された同国社会経済発展の国家目標を達成するためには水資源の確保が必須であり、特に水資源がひっ迫する地域では、水資源の開発・管理を総合的な立場から検討すべきであるとの観点にたつて連邦及び州政府がとるべき諸措置についての提言を行っている。

ペルリス-ケダ-プラウ・ピナン地域（PKP地域）は、主要な水資源ひっ迫地域の1つである。この地域は、ペルリス、ケダ、メルボック、ムダ及びペライ川などの流域から構成されており、これらの流域が少数の広域水管理システムに統合されない限り望ましい水資源の需給バランスが達成されない地域である。

PKP地域水資源開発計画調査（PKP調査）の目的は、連邦及び州政府によるPKP地域における水資源開発計画実施の意志決定に資するために、総合的水資源開発・管理計画を策定することである。

このPKP第1次調査最終報告書は、水資源開発計画、洪水防御計画、水質汚濁負荷量削減計画及び法律・制度に関する提言からなる、地域水資源開発基本計画をとりまとめたものである。

2. ペルリス-ケダ-プラウ・ピナン地域

総面積10,325km²のPKP地域における年間降雨量は233億m³であるが、この中、93億m³が地表水として流出し、残りは、蒸発散による損失及び地下水になる。PKP地域の地下水賦存量はペルリス州の一部を除き乏しく、年間可能揚水量は、9,100万m³にすぎない。

ペルリス、ケダ及びプラウ・ピナン3州の総人口は、第4次マレーシア5ヶ年計画によれば1980年で230万人であり、同年の地域総生産額(GRP)は1970年価格水準で36億マレーシアドルである。1人当たりのGRPは、ペルリス及びケダ両州で、1,070マレーシアドルであり、プラウ・ピナン州は2,290マレーシアドルであった。産業構造をみると、ペルリス及びケダ両州は輸出用永年作物や同国総生産量の半分以上を占める米の生産に代表される農業中心型であり、一方、プラウ・ピナン州は、クランバレイに次ぐ工業生産額を誇る工業中心型である。

PKP地域の公共上水道施設は、特に都市部を中心に良く普及しており、その普及率は、1982年時点で、ペルリス州では70%、ケダ州では68%、プラウ・ピナン州では87%であった。公共上水道及び私設上水道が1982年に供給水した年間総水量は、ペルリス州では、1,000万m³、ケダ州では5,600万m³、プラウ・ピナン州では1億1,100万m³であった。

PKP地域の米穀生産量は、1981/82米穀年度において96万4,000トンであったが、これは同地域内需要量の3.5倍に相当する。水田面積はムダ灌漑事業が最大で95,800haの規模である。その他、小規模灌漑地域がペルリス州に3,700ha、ケダ州に7,200ha、プラウ・ピナン州では15,100ha分布している。1982年の年間灌漑用水需要量は、ムダ灌漑事業地区では16億2,100万m³、ペルリス州では3,400万m³、ケダ州では1億3,700万m³、プラウ・ピナン州では3億2,800万m³と見積られる。

既設のムダダムは、その流域面積984 km²がムダ川全流域面積の23%を占め、ダム流入量のほとんど全量をトンネルを通じて、有効貯水量10億5,000万m³のブドゥダムへ導水している。導水された水は、ブドゥダムで調整され、ケダ川を流下した後プルバン堰で取水され、ムダ灌漑事業に利用されている。その他の既存水源施設としては、ペナン島

に上水道用のアエル・ヒタムダムがある。また、ケダ川及びムダ川には、塩水遡上の防止を目的とした河口堰が建設されている。ペライ川にも河口堰が存在するが、これは、バターワースを洪水被害から守ることを目的としている。

ムダ灌漑事業の幹線用水路には、ケダ川にあるプルバン堰から取水された水の他、中小河川から流入する水も取水されている。ムダ幹線用水路は本来の灌漑目的の他、カンガーの上水道の水源としても利用されている。ペライ川流域にある一部の灌漑地区は、ペライ川からの取水に加えて、ムダ川から揚水した用水の補給も受けている。ペナン島の上水道施設は、海底パイプラインにより半島側の施設と連結されているが、ムダ、ペライ両河川は、ペナン島を含むプラウ・ピナン州の主要な水道用水源となっている。

河川流量は、一般に 1月から 8月にかけて少なく、9月から12月は豊水期にあたるが、年毎の変動は大きい。利用可能な河川水は、流出量の中のごく一部にすぎない。ペルリス川流域では、利用可能な河川流量と現在の水需要がほぼ一致している。ケダ川流域では、ムダ灌漑事業の年間必要用水量16億 7,000万 m³はムダダムからの導水を含むケダ川流量全体の渇水年の総流出量に匹敵する。したがって、ブドゥ及びムダ両ダムの大きい調整能力にも拘らず、毎年水が不足する。事実、ムダ灌漑事業では、水不足に起因する作期の遅れが完全 2期作の実施を不可能にしており、6年毎に 1作の割合で乾季作が不可能となる。一方、ムダ川はPKP地域の総流出量の1/3 以上を流出しており、またムダ河口堰もあるから、5、6年に一度の渇水年を除きムダ・ペライ川流域での水不足の発生は見られない。

PKP地域内の一部の河川では、河道の疎通能力不足のためしばしば氾濫するが、洪水被害は毎年生じているわけではない。長期間の平均でとらえた洪水被害額は、1982年価格水準で算定して、年間 900万マレイシアドルである。主な洪水被害地域は、カンガー、クアラ・ネラン、クアラ・ケティル、バターワース、ジョージタウン及び若干の農村地域である。生物化学的酸素要求量 (BOD) を指標にして河川水質をみると、PKP地域内の大半の河川は、全く汚濁がみられないか、みられても軽微にすぎない。しかしながら、メルボック川の諸支流とジュール川本流はひどく汚濁されている。主要な汚濁源は、海へ直接排水されない生活排水、天然ゴム工場・オイルパーム搾油工場・製糖工場・養豚所からの排水などである。

3. 将来の水需要

1990年のPKP地域内の人口は、第4次マレーシア5ヶ年計画によれば、250万人に達するものと予想されている。2000年の人口は、1990年以降の人口増加率がマレーシア全国平均で2%であると仮定し、310万人になるものと推定した。国内総生産(GDP)の予測にあたっては、2つのケースを仮定した。1つは高めの経済成長を想定したケースで、1980年から1985年までの間は7.6%、1985年から1990年までの間は8.4%とし、さらに1990年から2000年までの間は7.5%と仮定した。一方、低めの経済成長を想定したケースでは、1980年から1985年までの間は6%、1985年から1990年までの間は5%とし、さらに1990年から2000年までの間を4%と仮定している。その結果、PKP地域における2000年のGRPは、高めの経済成長を仮定した場合には、159億マレーシアドルとなり、一方、低めの場合には87億マレーシアドルとなる。

上水道普及率は、高めの経済成長を仮定した場合は100%、一方、低めの場合には97%になるものと想定した。2000年の年間上水需要は、高めの経済成長を仮定した場合、ペルリス州では3,900万 m^3 、ケダ州では2億4,800万 m^3 、プラウ・ピナン州では4億2,200万 m^3 と推定され、一方、低めの経済成長を仮定した場合には、ペルリス州では1,800万 m^3 、ケダ州では1億1,300万 m^3 、プラウ・ピナン州では2億9,300万 m^3 となる。将来の灌漑面積の推定にあたっては、既存灌漑水田の一部が他の目的に転用される一方、小規模灌漑事業は継続して実施されてゆくものと想定した。2000年における水田灌漑面積は、ムダ灌漑事業が93,000ha、ペルリス州が5,100ha、ケダ州が19,700ha、プラウ・ピナン州が14,700haとなるものと予想した。これに伴い、年間灌漑用水量は、ムダ灌漑事業では14億8,500万 m^3 、ペルリス州では9,800万 m^3 、ケダ州では3億7,500万 m^3 、プラウ・ピナン州では2億8,800万 m^3 となるものと推定される。

河川維持流量については、PKP地域の河川水面利用が非常に限られていることに鑑み、水質汚濁負荷量削減の観点から必要量の設定を行った。ペルリス川のカンガ下流地点に必要な維持流量は、高めの経済成長を仮定した場合は1.5 m^3 /秒、低めの場合は0.4 m^3 /秒となる。また、ケダ川のアロー・スター下流地点に必要な維持流量は、高めの経済成長を仮定した場合は6.2 m^3 /秒、低めの場合には2.3 m^3 /秒となる。

4. 水需給バランス計画

PKP地域の水資源のひっ迫は、水需要の増大に伴ってその深刻度を増すものと予想される。渇水年の河川流量に基づき算定された2000年の年間水不足量は、高めの経済成長を仮定した場合には、ペルリス川流域で2,900万 m^3 、ケダ川流域で4億6,300万 m^3 、ムダ・ペライ川流域で1億700万 m^3 である。

このような水不足を緩和する目的で、すでにいくつかの水資源開発事業が実施中、または実施決定済みである。ペルリス川のティマ・タソダムは、灌漑及び洪水防御を目的としており、このダムが完成するとペルリス川流域の2000年までの水不足が解消されることになる。灌漑と洪水防御が目的のアラウダムは、アラウ川上流域の小規模灌漑開発を可能にする。ケダ川支流に建設されるアーニンダムは、アロー・スターの上水道への原水供給及び発電を目的としている。現在ペライ川に建設中のメンクワンダムは上工水供給を目的としており、ムダ・ペライ川流域に既に発生している水不足の解消に当面寄与できる。

PKP地域の水不足の緩和に対しては、既にその実施が決定されているジュニアンシステムが非常に大きい役割を果たすものと考えられる。ジュニアンシステムが完成すると、ムダ川中流で余剰水を分水し、ムダ灌漑事業地区の南部へ導水することができる。その結果、ブドウダムの水の一部をケダ川流域内の他地区へまわすことが可能となる。現在未定となっているレマンダムが実施されれば、ジュニアンシステムの効果を飛躍的に増大することが出来る。

以上述べた水資源開発事業が全て完成すれば、水不足を大幅に軽減することができるが、それでもなお、かなりの量の水不足が残ることになる。第1次調査では、6つの対象ダム計画をプレ・フィージビリティ調査の精度で検討した。それらは、ケダ川流域のバダック・テミン、サリ、ドリアン各ダム、ムダ川流域のタワー・ムダ、プリス両ダム及びペラ川流域のルイダムである。これらの中、ルイダムはその貯水池予定地区内の鉱物資源の開発可能性が不確定要素となっているため、早期実施は期待出来ない。

上述の諸事業実施後の水不足量は、なお、大きく、対象ダム全部を実施しても、これを解消することは出来ない。また、対象ダムのうちには経済性の低いものも含まれている。さらに提案したダムの一部は、資本の機会費用に見合う割引率が8%であると仮定し

て、経済的最適開発計画を検討すれば、ジュニアンシステムに加えて、プリスダムを実施すべきであると結論できる。対象ダムのうちでは、この他にタワール・ムダが経済的に成り立つ。

プリス及びタワール・ムダ両ダムは、ジュニアンシステムの取水堰の上流に位置するので、これらのダムで調節された水は、ムダ-ペライ川及びケダ川のいずれの水系へも導水して利用できる。ここに提案する計画は、ジュニアンシステムの取水可能量の全量及びプリス、タワール・ムダ両ダムで調整された水の一部をケダ川本流及びムダ灌漑事業の水不足を軽減するために利用するものである。更に、プリスダムの開発水量の一部は、ケダ川及びムダ-ペライ川から取水する小規模灌漑事業に起因する水不足の解消にも利用される。また、プリス及びタワール・ムダの両ダムの開発水量の残りは、ムダ-ペライ川流域に残っている水不足の解消に役立つことになる。

各事業内部収益率（IRR）は、高めの経済成長を仮定した場合、ジュニアンシステムが12.2%、プリスダムが14.4%、タワール・ムダダムが11.5%となり、一方、低めの経済成長を仮定した場合は、ジュニアンシステムが12.9%、プリスダムが13.5%、タワール・ムダダムが9.0%と算定される。

プリスダムは、堤高42m、堤頂長145mの重力式コンクリートダムである。このダムにより、有効貯水量1億100万 m^3 の貯水池が造られる。面積15.4 km^2 の貯水池予定池内の現況土地利用は、小農経営ゴム園が774ha、森林が591haあり、残りの175haは他の土地利用である。この中に、152戸の家屋が存在する。1982年価格水準で、建設工事費4,520万マレイシアドル、補償費2,900万マレイシアドルと見積られる。

タワール・ムダダムは、ムダ川の本流の主ダムと、その支流のタワール川の副ダムとから構成される。主ダムは、堤高34m、堤頂長338mのロックフィルダムである。有効貯水量は、5,400万 m^3 である。面積12.2 km^2 の貯水池予定地内の現況土地利用は、RISDA及びFELCRAのゴム園が、618ha、森林が540haあり、残りの68haは他の土地利用である。ここには、33戸の家屋が存在する。1982年価格水準で、建設工事費1億380万マレイシアドル、補償費1,080万マレイシアドルと見積られる。

PKP地域全体の水資源開発に要する政府開発支出は、第4次から第7次マレイシア5ヶ年計画にわたって配分したが、この支出額には、公共上水道施設、灌漑施設、ジュニアンシステム、プリスダム及びタワール・ムダダムを含むが、実施決定済みのティア

・タソ、アラウ、アーニンダム及び建設中のメンクワンダムも織り込まれている。

政府水資源開発支出の総額は、高めの経済成長を仮定したケースでは38億 3,600万マレイシアドルと見積られ、その内訳は、灌漑が11億 7,600万マレイシアドル、上工水が26億 5,400万マレイシアドル、そして河川維持流量確保が 600万マレイシアドルである。一方、低めの経済成長を仮定したケースの支出総額は26億 6,900万マレイシアドルと見積られ、この内訳は、灌漑が12億 4,900万マレイシアドル、そして上工水が14億 8,400万マレイシアドルである。2つのケースには大きな差異があるのは、主に公共上水道施設費の大幅な差異による。ジュニアンシステム、プリスダム及びタワー・ムダダムの総事業費は 2億 6,300万マレイシアドルと見積られるが、これが政府水資源開発支出額に占める割合は、高めの経済成長を仮定したケースでは7%、一方、低めのケースでは10%である。

政府水資源開発支出の配分は、高めの経済成長を仮定したケースでは、ペルリス、ケダ両州あわせて13億 1,300万マレイシアドル、アラウ・ピナン州が15億 7,100万マレイシアドル、ムダ農業開発公社(MADA)が 9億 5,200万マレイシアドルとなる。一方、低めの経済成長を仮定したケースでは、ペルリス、ケダ両州が 7億 1,300万マレイシアドル、アラウ・ピナン州が 9億 3,400万マレイシアドル、MADAが10億 2,200万マレイシアドルである。

民間水資源開発支出額は、高めの経済成長を仮定したケースでは24億 6,400万マレイシアドルであり、低めのケースでは 8億 8,300万マレイシアドルである。この大きな支出額は民間の上水道施設費で、これには工業団地内の配水施設、取水施設や導水施設の一部を含む。

プリス、タワー・ムダ両ダムが建設されても、水不足は解消しない。不確定要素があるために、直ちに、実施出来るものではないが、一層利水安全度を高めるために極めて有望なポテンシャルダムが考えられる。レマン、クロン・テファ、メルボック、ルイダムなどであるが、厚水単価もタワー・ムダダムより低廉と見積られる。レマンダムは特に有望で、このダムが出来て、初めて水不足の解消が可能となる。

何をおいても、プリスダムを実施することを提案する。ポテンシャルダム実施の可能性がなければ、利水安全度向上のためタワー・ムダダムも実施すべきである。更に関係諸機関は協議、調整して、ポテンシャルダム実施の可能性を追求することを勧告する。

5. 洪水防御計画

ここでは、ペルリス、ケダ、ムダ、ペライ及びパナン各川の洪水防御計画を提案するが、洪水防御の手段としては、構造物によるものだけをとりあげた。即ち、河道改修による洪水疎通能力の改善、洪水放水路による分水、貯水池や遊水池における一時的な貯留による洪水流量の低減などが含まれる。

ペルリス川流域では、カンガーが主要な洪水被害地区である。この河川の洪水防御計画として、高めの経済成長を仮定した場合には、ティマ・タソダム及びアラウダムの建設、23kmの河道改修、22kmの洪水放水路の開削が必要である。一方、低めの経済成長を仮定した場合には、ティマ・タソダムの建設のみが必要とされる。総建設費は、前者の場合 4,300万マレイシアドルとなり、後者の場合には、1,200万マレイシアドルと見積られる。

ケダ川流域の洪水被害地区は、クアラ・ネラン周辺である。18kmにわたる河道改修が必要となろう。その建設費は、1,500万マレイシアドルと推定される。ムダ川流域では、クアラ・ケティル地区に洪水被害がある。50kmにわたる河道改修が必要であり、そのための建設費は、3,700万マレイシアドルと見積られる。

ペライ川流域では、バターワースの一部に洪水被害がある。既存のペライ河口堰の上流に拡がる湿地帯に手を加えて遊水池として利用することを提案する。このための建設費として、500万マレイシアドルが必要となろう。

パナン川はジョージタウン市内で氾濫する。2.4kmにわたる河道改修が必要であり、そのための建設費は、3,900万マレイシアドルと推定される。

高めの経済成長を仮定した場合の建設費総額は1億3,900万マレイシアドルと見積られる。これにより年平均被害額2,000万マレイシアドルが600万マレイシアドルに軽減され、軽減額は1,400万マレイシアドルと推定される。2000年における洪水被害予想地区内の人口は33,500人と推定されるが、この中、23,300人が災害を免れることになろう。これらの洪水防御事業の内部収益率は11.1%から18.4%の範囲にある。

一方、低めの経済成長を仮定した場合には、建設総額は1億700万マレイシアドルと見積られる。年平均被害額は1,100万マレイシアドルから、500万マレイシアドルへ軽減され、軽減額は600万マレイシアドルとなろう。洪水被害予想区域内の2000年に

おける人口29,900人中、16,00人が洪水被害から免れることになる。これらの事業の内部収益率は7.6%から12.9%の範囲にある。

6. 水質汚濁負荷量軽減計画

PKP地域の河川は、現在のところ一般に水質汚濁が問題になるほどでないが、将来の水需要の増加に伴い、汚濁が進むことが予想される。

水質汚濁負荷量削減計画の立案にあたっては、生物化学的酸素要求量（BOD）濃度が、上水道取水口がある河道では、 5mg/l 以下、その他の河川では 10mg/l 以下とすることを目標とした。この目標を達成するための方法として、すべての天然ゴム工場、パームオイル搾油工場及び製糖工場の配水浄化方法の改善と、大きな都市や町の下水道建設をとりあげた。しかしながら、小さな町や農村地帯から排出される汚水に対しては、有効な浄化対策がない。

これらの天然ゴム工場、パームオイル搾油工場及び製糖工場が適切な処理施設を設置するよう奨励することが必要であると考えられる。2000年までに設置されるべき処理施設の能力は、合計 $26,400\text{m}^3/\text{日}$ と推定される。

さらに、河川のBOD濃度を 10mg/l 以下に抑えるため、カンガー、アロー・スター、スンガイ・ペタニ及びクリムの各都市に下水道を整備するとともに、バターワースとジョージタウンについては、現行の下水道整備計画を確実に実施していくことが肝要である。ここに提案する対策を実施すれば、PKP地域内のすべての河川で河川水質基準を遵守することができると考えられる。もしこれらの対策が実施されない場合には、合計 54km の長さの河川区間で水質汚濁が問題になると推定される。下水道施設が整備されると、高めの経済成長を仮定した場合は、55万3,000人が、また低めの場合には35万6,000人がその恩恵を受けることになる。これらの水質汚濁負荷量削減計画は経済的に成り立ち難いが、環境保全や公衆衛生の改善の見地から計画を実施すべきであるとする。

この下水道整備事業に要する政府支出は、高めの経済成長を仮定した場合7億5,800万マレイシアドルとなり、低めの場合には3億4,900万マレイシアドルと見積られる。この2つの場合の相違は、主に都市部の人口予測の差異に起因するものである。

天然ゴム処理工場、パームオイル搾油工場及び製糖工場の処理施設の設置に必要な民間開発支出の合計は4,900万マレイシアドルと算定される。また、下水道整備計画の中、

民間開発支出分は、高めの経済成長の場合には 2億 8,100万マレイシアドルとなり、低めの場合には 3,800万マレイシアドルと推定される。

7. 法制及び行政組織

ケダ-ムダ-ペライ川水系は、相互に連結された一つの広域水需要システムを形成することとなり、その水資源は、ペルリス、ケダ及びブラウ・ピナン州にまたがる多目的な水利用に供されている。したがって、広域水利用の見地にとって初めて、この地域の水資源の公正な開発の実施が可能となる。

PKP地域全体の社会経済的な開発目標を達成するためには、水資源の開発・管理に連邦政府が主導的な役割をはたすことが肝要である。また、ペルリス、ケダ及びブラウ・ピナン各州は、この地域の水資源を有益な目的に利用する上において、合理的かつ公正な配分をうける権利を有するとともに、水資源にかかわる事業の開発及び管理には、協同してこれにあたるべきである。

既存のムダ及びブドゥダムや、現在計画中の水資源開発事業は、PKP地域の水需給バランスに大きな影響をあたえるものである。これらの水源施設を、広域水需給システムの中で総合的に運用することにより、ケダ-ムダ-ペライ川水系の水資源が3州の水利用者に公正に配分されるよう考慮すべきである。各々の取水施設の管理は、それぞれの州の監督下で行われることになろうが、その取水量は、広域水需給計画で定められた年間取水スケジュールに即したものでなくてはならない。また、この計画で提案されているすべての水資源施設が実施されたとしても、異常な渇水年には水不足を完全に解消することはできないから、各州間で協調して水利用の合理化を実施し、節水に努める必要がある。

NWRSの提案に基づき連邦政府は国家水資源法を作成中である。同法が施行されるまでの中間的な方策として、連邦及び3州間において、地域水資源の開発・管理に関する基本協定を締結し、広域水需給システムの統合的な運用を確実にするものとし、かつ連邦及び各州間の協調を推進することが必要である。この基本協定には、次の4項目が明記されるべきであろう。すなわち地域水資源開発基本計画は連邦と各州政府によって作成され承認されること、地域内の水源施設は3州によって合意された操作規準に従って総合的に運用されること、水資源開発と管理に必要な費用は連邦及び各州間で公正に負担されること、もし水利用に関して州間で紛争が生じ当事者州のいずれかの政府から要請があった場合には連邦政府が調停の労をとることである。

地域水資源開発計画は、連邦及び各州内閣の承認を必要とする。この基本計画には、各州の公共上水道、灌漑及び河川維持用水のための開発計画と、それに伴う想定水需要量及び実施されるべき水資源開発事業計画が明記されるべきである。

連邦政府による補助金や借款の提供にあたっては、多目的事業の費用負担の方法が確立されていなければならない。費用分担の方法にはいろいろあるが、国の社会経済的目標の達成に最も適した方法を選択すべきである。

開発事業の投資を効果的にし、水利用者の事業への参加を促すために、受益者負担の原則を導入すべきである。

公共上水道のコストは、新規施設を投入するにしがい増加する傾向を示すが、将来における水の単価を1982年の固定価格で見積れば、家庭用で m あたり0.58マレイシアドル、営業用で m あたり1.16マレイシアドル(1982年価格水準)となり水利用者の負担可能な範囲内にあると判断される。ピナン水道公社(PWA)は、現行の必要に応じて料金体系を改定することを続けて行けば、採算の均衡を維持できると判断される。ペルリス、ケダ両州の水道事業は欠損となっているが、これら2州においても上水道事業資金条例において、経理及び会計監査の手続を規定することを提案する。民間の取水施設に対しても、その取水量を確保するためには水源開発が必要であるから、その原水のコストに見合う料金を課すべきである。現行の灌漑用水料金は低過ぎて維持管理費さえも賄うことが出来ない。今後は、灌漑用水料金を漸次改定して、少なくとも維持管理費は農民から徴収した料金で賄うことが望ましい。

水資源開発事業の実施に伴う土地の取得にあたっては、立ち退き住民を代替開墾地に優先的に入植させたり、立ち退き資金を貸付けるなどの行政的な配慮が必要である。

水需要の増加や新規利水事業の実施は、然るべき手当なしには、既存の水利用者の取水を妨げる結果となるから、水資源開発の促進が必要となってくる。ジュニアンシステムの建設を1985年に開始し、プリスダムとタワール・ムダダム建設を1986年に始めることが要求されるから、事業の実施に必要な組織を1984年中に設立することが望まれる。即ち、全国水資源開発計画で提案されている国家水資源委員会、連邦水資源部、州水資源委員会、州水資源部及び水資源開発管理公団などの組織である。国家水資源委員会と州水資源委員会は、政策に関する様々な判断が必要とされるから、そのメンバーは、それぞれの国家開発計画委員会及び州内閣によって任命されるべきであろう。

8. 第2次調査

Scope of Work によれば、第1次調査で最も緊急を要するダム計画を1つ選び、第2次調査では選ばれたダム計画のフィージビリティ調査を実施することになっている。そこで、PKP地域の水需要バランスに大きい効果があり、最も経済性の高いブリスダム計画を第2次調査でとり上げることを提案する。

第2次調査で実施されるフィージビリティ調査の目的は、ブリスダム事業を技術的、財務的、社会的観点から評価することであって、それは(1)水配分に関する提案、(2)予備設計、(3)評価、及び(4)事業実施計画から構成される。

目 次

	頁
第1章 序 論	1
1.1 調査の目的	1
1.2 技術協力	2
1.3 計画調査の内容	2
1.4 第1次調査の最終報告書	3
1.5 謝 辞	3
第2章 全国水資源開発計画調査における提案事項の要旨	5
2.1 国家水資源政策について	5
2.2 水資源開発利用計画	5
2.3 財政政策	6
2.4 水資源行政	7
2.5 組織制度	7
2.6 法制度	8
2.7 将来検討事項	8
第3章 背 景	11
3.1 国 土	11
3.2 水資源	11
3.3 社会経済	13
3.4 水利用	14
3.4.1 上水供給	14
3.4.2 灌 溉	15
3.4.3 内水面漁業	16
3.4.4 舟 運	16
3.5 水 質	16
3.6 洪 水	18
3.7 下水道施設	18
3.8 既存の水資源施設	19
3.9 実施中または実施決定済の水資源開発事業	20
3.10 水系の相互関係	22

第4章	将来の水需要と関連する諸問題	23
4.1	社会・経済的条件	23
4.2	上水需要	24
4.3	灌漑開発計画の可能性	24
4.4	灌漑用水需要	25
4.5	河川維持流量	25
4.6	水需給バランスモデル	26
4.7	不足水量	27
第5章	対象ダムとポテンシャルダム	31
5.1	資料と前提条件	31
5.2	バダック・テミンダム	31
5.3	サリダム	32
5.4	ドリアンダム	33
5.5	タワール・ムダダム	34
5.6	ブリスダム	34
5.7	ルイダム	35
5.8	対象ダムの概要	38
5.9	ポテンシャルダム	39
第6章	水需給バランス計画	41
6.1	主旨	41
6.2	経済的便益及び費用の基本事項	42
6.2.1	米の純生産額	42
6.2.2	上水供給便益	44
6.2.3	十分な水の供給がない場合の便益	45
6.2.4	水源施設の経済的費用	46
6.2.5	灌漑施設の経済費用	46
6.2.6	リクレーションの便益	46
6.3	水源開発全体計画	47
6.3.1	水源施設の運転基準	47
6.3.2	経済的最適化	48
6.3.3	開発水量の検討	50
6.3.4	事業別の経済評価	50
6.4	財務分析	51
6.5	ポテンシャルダムを含む全体計画	53

第7章 洪水防御計画	57
7.1 各流域の洪水防御計画	57
7.2 洪水防御事業の実施計画	58
7.3 洪水防御計画の効果	59
7.4 ムダ川下流域河道改修の概略設計	60
7.4.1 横断測量	60
7.4.2 設計基準	60
7.4.3 設 計	61
7.4.4 建設計画	61
7.4.5 建設工事費	61
第8章 水質汚濁削減計画	63
8.1 水質汚濁予測	63
8.2 水質汚濁削減計画	65
8.3 水質汚濁削減実施計画	69
8.4 水質汚濁削減計画の効果	69
8.4.1 環境に対する効果	69
8.4.2 社会効果	70
8.4.3 経済効果	70
第9章 法制上の施策	71
9.1 行政的観点から見た対象地域の特徴	71
9.2 基本原則の提案	71
9.3 行政上の提案	72
9.3.1 必要な行政措置	72
9.3.2 地域水資源開発管理基本協定	74
9.3.3 地域水資源基本計画	75
9.4 財政上の提案	75
9.5 組織制度に関する提案	77
第10章 第2次調査	79

添付表一覽表

1.	調査団専門家及びカウンターパート一覧表	81
2.	作業監理委員会、運営委員会、技術委員会、委員一覧表	81
3.	主要水位観測所における月別流出量記録 (2/1)	82
4.	主要水位観測所における月別流出量記録 (2/2)	83
5.	流域別水文収支	84
6.	事業実施中ダムの主要諸元	85
7.	州別人口予測値	86
8.	州別GDP予測値 (1970年価格水準)	86
9.	経済企画庁による人口及びGDP予測値 (1983年7月)	87
10.	州別、流域別 上工水需要予測値	87
11.	州別、水系別 灌漑面積予測値	88
12.	州別、水系別 灌漑用水需要予測値	88
13.	高めの経済成長を仮定した場合の原因者、受忍者別年平均不足水量	89
14.	低めの経済成長を仮定した場合の原因者、受忍者別年平均不足水量	90
15.	最適規模における対象ダムの主要諸元 (1/2)	91
16.	最適規模における対象ダムの主要諸元 (2/2)	92
17.	対象ダム貯水池予定地区の土地利用現況 (1/2)	93
18.	対象ダム貯水池予定地区の土地利用現況 (2/2)	94
19.	ポテンシャルダムの主要諸元	95
20.	モミの単位収量及び作付面積あたり純収益	96
21.	水源開発事業を実施した場合としない場合の純収益合計額	97
22.	代替施設費から算定した上工水供給便益	97
23.	ジュニアシステム及び対象ダムの投資額及び年経費	98
24.	対象ダムの開発優先順位	98
25.	水不足原因別水源施設純開発水量	99
26.	高めの経済成長を仮定した場合の水源施設別経済評価	100
27.	低めの経済成長を仮定した場合の水源施設別経済評価	101

28.	ブリスダムの共用施設費アロケーション	102
29.	タワー・ムダダムの共用施設費アロケーション	103
30.	高めの経済成長を仮定した場合における、水需給計画の公共及び 民間開発投資予測値（1/2）	104
31.	高めの経済成長を仮定した場合における、水需給計画の公共及び 民間開発投資予測値（2/2）	105
32.	低めの経済成長を仮定した場合における、水需給計画の公共及び 民間開発投資予測値（1/2）	106
33.	低めの経済成長を仮定した場合における、水需給計画の公共及び 民間開発投資予測値（2/2）	107
34.	ジュニアンシステム、対象ダム及びポテンシャルダムの純開発 水量及び内部収益率	108
35.	高めの経済成長を仮定した場合における、公害防御計画予測投資額	108
36.	洪水防御事業計画概要（高めの経済成長を仮定した場合）	109
37.	洪水防御事業計画概要（低めの経済成長を仮定した場合）	110
38.	ムダ川河道改修事業建設工事費	111
39.	ゴム工場、パームオイル搾油工場及び製糖工場の計画排水処理容量	112
40.	高めの経済成長を仮定した場合の公共下水道整備事業計画概要	112
41.	低めの経済成長を仮定した場合の公共下水道整備事業計画概要	113
42.	高めの経済成長を仮定した場合の公共下水道整備事業投資額予測値	113
43.	高めの経済成長を仮定した場合の下水道整備及び工場排水 処理施設に対する民間投資額予測値	114
44.	低めの経済成長を仮定した場合の公共下水道整備事業投資額予測値	114
45.	低めの経済成長を仮定した場合の下水道整備及び工場排水 処理施設に対する民間投資額予測値	115
46.	高め及び低めの経済成長を仮定した場合における、ゴム工場、 パームオイル搾油工場及び製糖工場の排水処理施設民間投資額予測値	115

添付図一覧表

1. 灌漑水田分布図 (1/2)
2. 灌漑水田分布図 (2/2)
3. 水需給システム系統図 (1/2)
4. 水需給システム系統図 (2/2)
5. 不足水量
6. 高めの経済成長を仮定した場合における流域別
河川流出量と水収支 (1977年の流況を仮定)
7. 低めの経済成長を仮定した場合における流域別
河川流出量と水収支 (1977年の流況を仮定)
8. バダック・テミンダム貯水池予定地の土地利用現況
9. サリダム貯水池予定地の土地利用現況
10. ドリアンダム貯水池予定地の土地利用現況
11. タワール・ムダダム貯水池予定地の土地利用現況
12. プリスダム貯水池予定地の土地利用現況
13. ルイダム貯水池予定地の土地利用現況
14. バダック・テミンダム概略設計図
15. サリダム概略設計図
16. ドリアンダム概略設計図
17. タワール・ムダダム概略設計図 (1/2)
18. タワール・ムダダム概略設計図 (2/2)
19. プリスダム概略設計図 (1/2)
20. プリスダム概略設計図 (2/2)
21. ルイ2ダム概略設計図
22. ルイ3ダム概略設計図
23. ルイ流域間導水施設概略設計図
24. 水需給全体計画水源施設組合せの評価
25. ジュニアンシステム、プリス及びタワール・ムダダムによる年別開発水量

26. ポテンシャルダムを考慮に入れた水源開発全体計画
(高めの経済成長を仮定した場合)
27. ポテンシャルダムを考慮に入れた水源開発全体計画
(低めの経済成長を仮定した場合)
28. ペルリス川流域洪水防御計画
29. ケダ川流域洪水防御計画
30. ムダ川流域洪水防御計画
31. ペライ川流域洪水防御計画
32. ムダ川河道改修計画平面図
33. ムダ川河道改修計画縦断面図
34. ムダ川河道改修計画横断面図 (1/2)
35. ムダ川河道改修計画横断面図 (2/2)

第 1 章 序 論

1.1 調査の目的

マレーシア全国水資源開発計画調査（NWRS）は、1979年10月から1982年10月にわたり、日本マレーシア両国政府間の技術協力事業の一環として実施された。マレーシアでは、以前は水資源が豊富であると考えられていた地域でも水不足が顕在化しつつある。このような状況のもとで、上記調査では、マレーシア連邦政府及び州政府が、一貫した方針のもとに多岐にわたる水資源の開発管理を実施していくためにとるべき方策について提案した。

上記調査では、水資源に関連する諸部門の開発計画を、国家的な発展目標に合致させて、推進して行くための、基礎的な要件である水資源開発・管理に要求される諸制度を国家水資源政策として提示した。同時にこの国家水資源政策に基づき、全国的規模から水資源開発・管理計画を、提案して、2000年までに実施すべきものとした。更に、この計画を能率的かつ効果的ならしめるため、財政、行政、組織、法制度などに必要な諸施策を提案した。

NWRSは、現状及び将来における水資源に関する諸問題を全国的な視野から展望し、水資源開発管理のための全体的な枠組みを明らかにすることが本旨であり、個々の特定事業の検討を行ったものではない。したがって、ここで作成された水資源開発利用計画は水資源開発の長期的な方向づけと全体的な規模を示した概略計画であり、この開発計画に基づいて、個々の特定の事業を実施していくためには、更に国家及び地域レベルで開発計画をより具体化し、中期開発目標を設定する必要がある。

ペルリス（Perlis）-ケダ（Kedah）-ブラウ・ピナン（Pulau Pinang）地域水資源開発計画調査は最も水需給のひっ迫した地域の一つである、ペルリス-ケダ-ブラウ・ピナン地域（PKP地域）に対して、NWRSの諸提案の趣旨に沿った水資源総合開発利用計画を立案することによって、連邦及び州政府による、PKP地域における水資源開発計画実施の意志決定に資することを目的とするものである。

1.2 技術協力

NWRSによって、水需給がひっ迫しており、水資源の開発が緊急を要するとされた諸地域に対して、広域水資源開発計画調査を次々に実施して行くという方針をもって、マレーシア国政府は1982年4月、日本国政府にペルリス-ケダ-プラウ・ピナン地域水資源開発計画調査（PKP調査）の実施を要請した。これを受けて1982年9月25日、日本国政府の技術協力事業実施機関である国際協力事業団（JICA）と、マレーシア国政府は本調査実施について合意に達した。国際協力事業団はNWRSを実施した調査団に、PKP調査実施を依頼し、1982年12月、調査団は調査を開始した。

本調査実施を支援するために、マレーシア国政府はカウンターパートを任命し、日本国政府はコロンボプラン専門家を現地に派遣した。本調査に直接参加した両国政府の関係者及び調査団員の名簿は表-1のとおりである。

マレーシア国政府は総理府経済企画庁公共事業部長 Ali Abu Ahssan 氏を議長とする運営委員会を、また、その下部機関として、排水灌漑局（DID）副長官 Cheong Chup Lim 氏を議長とする技術委員会をそれぞれ設立した。

国際協力事業団は建設省計画局技術調査官・玉光弘明氏を委員長とする作業監理委員会を設立した。これら運営委員会と作業監理委員会は本計画調査に関する意見を交換するため、定期的に合同会議をもち、密接な連携体制を維持した。両委員会委員名簿を表-2に掲げる。

1.3 計画調査の内容

PKP調査は2次にわたって実施される。第1次調査である基本計画調査は1982年12月から1984年2月までの14ヶ月にわたり実施された。第2次調査であるフェージビリティ調査は1983年12月に開始されたが、1985年3月に完了する予定である。

第1次調査の内容は下記の通りである。

- (1) 水質汚濁削減計画を含む、広域水需給バランス計画調査
- (2) 6ヶ所の対象ダム、すなわちバダック・テミン（Badak-Temin）、サリ（Sari）、

ドリアン (Durian)、タワール・ムダ (Tawar-Muda)、プリス (Beris)、ルイ (Rui) ダムについての、プレ・フィージビリティ調査

(3) NWRSで提案された洪水防御計画の見直しとモデル地区として選ばれたムダ (Muda) 川下流部の河道改修事業のプレ・フィージビリティ調査

(4) 地域水資源の開発と管理に必要な法制度、行政組織の検討

PKP地域は、NWRSで明らかにされた水資源ひっ迫地域の中でも最も水需給のひっ迫した地域である。マレーシア国政府は、同地域には現在建設中または、実施決定済みの、いくつかの水源施設の事業があるが、しかしこれらの事業は当面の水需要に対処することが精一杯であり、将来の水需要には更に新しい水源施設が必要である。そこで、第2次調査では緊急に開発を要する水資源施設計画のフィージビリティ調査を実施することになっている。

1.4 第1次調査の最終報告書

本報告書は第1次調査の最終成果をとりまとめたものである。

1.5 謝 辞

調査の全期間を通じ、資料・情報の提供、会議への参加と助言、その他の便宜供与を通じ、調査実施に多大な貢献をいただいたマレーシア連邦政府及び州政府関係者に対し、調査団の深甚なる謝意を表す。また、本計画調査の実施に際して、外務省、建設省、在マレーシア日本大使館より頂いた有益な助言と御支援、また調査への直接参加に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

第 2 章 全国水資源開発計画調査における提案事項の要旨

2.1 国家水資源政策について

国家水資源政策の基本的目的は、国民を水資源の桎梏から解放することにより、国家の経済発展、地域開発、環境及び社会福祉の改善に貢献することにある。

具体的目標は下記のとおりである。

- (1) 主要河川における必要最低流量を維持することにより正常な水利用を確保し、河川環境を保全すること。
- (2) 公共上水道を拡充することにより社会福祉を改善し、また工業の発展を支えること。
また、灌漑施設を拡充することにより食料の自給率を引き上げ、農民の実質所得を向上させること。
- (3) 可能なかぎりエネルギー自給を図るため、水力開発を促進すること。
- (4) 水質汚濁負荷量を削減することにより公衆衛生の改善と環境保全を促進すること。
- (5) 洪水防御事業により人命を保護し洪水被害を減少させること。

2.2 水資源開発利用計画

水資源開発利用計画は、国家水資源政策の目標を具体的に表現したもので暫定的に下記のように提案している。

2000年までに全国民に対する公共上水道供給を実施する。但し、サバ(Saba) - サラワク(Sarawak)両州の農山漁村地域には水源から遠く適切な水源が無い地域もあるため、給水普及率を90%と想定する。工業用水は自家供給を奨励するが、需要の50%は公共水道によって供給するものと想定する。灌漑施設拡充により米の自給率は1980年の69%から、1990年及びそれ以降には85%まで増加させる。

水需給ひっ迫地域の大部分では、既に需給の限界に達しているため、増大する水需要に対処するためには、ダムを建設することにより、雨季の余剰水を貯水し、乾季の利水に充当することが必要である。さらに、ダム建設可能地点が開発され尽した地域に対し

ては、他流域からの導水が必要となる。

2000年までの水力開発の目標として半島マレーシアでは、開発可能な全地点を開発し、サバ-サラワクでは将来の電力需要に見合った開発を実施する。河川の汚濁負荷削減のためにゴム工場およびオイルパーム搾油工場の排水処理施設の改善を奨励する。家庭・工場排水は有機性汚濁の主原因の一つであるので、11都市における下水道整備を実施する。更に、河川の水質保全には直接関係ないが、公衆衛生の観点から主要20都市における下水道事業を実施する。

洪水防御事業として、河道改修を実施し、洪水放流路、輪中堤及び洪水調節ダムを建設する。このような施設の建設が妥当でない場合には、開発規制や移住などの措置を講じ、2000年までには洪水被害地域の人口の50%を洪水から保護する。

2.3 財政政策

水資源開発投資を飛躍的に増加させる必要があり、このため政府の開発投資は2000年までに400億マレーシアドル程度が必要となろう。

水資源部門における料金政策は財源の効率的かつ公平な割当てを実現する方向で行われるべきである。したがって、公共事業の費用を、すべて、一般税収によって賄うべきでなく、受益者が特定でき、特定地域に限られている場合には、受益者負担を原則とすべきである。また、政府の補助金は開発行為への受益者の参加を促すことが目的で支出される場合、または、低所得層に対する補助金が必要と認められる場合にのみ限定すべきである。

多目的開発を促進するために費用分担のルールが確立されねばならない。資源の最適配分を実現し、すべての水利用者を多目的開発に参加させるために政府は、先行投資を要する部門に対しては低利・長期のローンを考慮すべきである。

水資源プロジェクトに伴って不可避免的に発生する不利益はプロジェクトの費用によって補償されるべきである。金銭による補償が妥当性を欠く場合も多いから、財貨或いはサービスによる補償が出来る様な措置が望ましい。

2.4 水資源行政

水資源関連諸部門の計画立案の方向づけを確実にするために、国家水資源政策の具体的な表現として、全国水資源開発基本計画を策定しなければならない。更にそれに基づき水資源に係わる諸開発行為が相互に関係し合っている各地域を対象として、地域水資源開発基本計画を作成して個別水資源開発プロジェクトを特定し、それらの優先順位や実施スケジュールを明示する必要がある。

河川維持流量の概念を確立すべきである。そのためには水利用と流量に関する台帳を作成しなければならない。環境局は河川水質基準値を決定するための要項を作成するとともに、汚濁源の管理を所管する諸部門が採るべき措置を明示すべきである。都市排水事業の計画及び設計は関連する河川計画と調整をとりつつ実施されるべきである。地下水の過剰開発による弊害が予想される地域では地下水開発は許可制とすべきである。

多目的プロジェクトの計画に当っては、水の配分、用途別渇水リスクや設計基準に関して、関係諸機関の間の協議が必要である。

多州間にまたがるプロジェクトを計画する際には関係各州政府間で早い時期に協議し、密接に協力することが必要である。

この点に関して連邦政府は積極的役割を果たすべきである。国家目的と州の利害を相互調整するために、全国及び地域水資源開発基本計画策定に当っては連邦政府と関連州政府間で協議を行うべきである。

2.5 組織制度

都市にも関連する計画も含めすべての河川計画はD I Dが作成するように提言する。排水幹線の計画・建設及び監理も同様にD I Dの管轄下におくべきである。排水幹線以外の都市排水施設は地方政府機関が管掌すべきである。

水資源開発管理に関する部門間の調整機能を確保し、また今後新たに必要となる行政上の行為を実施するために以下のような組織制度を提言する。

国家水源政策を確立・維持し、かつ全国及び地域水資源開発基本計画作成を主導するために、国家水資源委員会及び経済企画庁所属の連邦水資源局を設置する。

地域水資源開発基本計画を作成し、かつ水資源管理の実施監督するために各州に州水資源委員会及び州経済企画庁所属州水資源局を設置する。

更に、特定水資源開発プロジェクトを実施、管理するために連邦の付属機関として水資源開発・管理公団を設置する。

2.6 法 制 度

水資源に関連する法律、制度及び財務等の面で連邦政府・州及び地方政府間の協力を要する事項が多々ある。

法律は、水資源開発政策を効率的に実施するため欠くべからざるものであり、また、州政府が施行している水資源関連法令を統一する必要があるという観点から総合的な国家水資源法の制定を提言する。

2.7 将来検討事項

政府関係機関の意志決定に必要な資料を整備するために、より詳細な調査が必要である。直ちに調査すべき事項としては、下記のものがある。

水需要の大きい次の4地域について、水資源開発基本計画を策定する必要がある。

PKP地域：現在でも水不足を生じており、将来の大都市の用水及び灌漑用水需要も増大する見込みであるから、ペラ（Perak）州からの流域変更による導水計画を含む水資源開発計画が必要である。

クラン・バレー（Kelang Valley）地域：急増している大都市の水需要を賄うためにスランゴール（Selangor）州内にダムを建設するほか、ヌグリ・スンピラン（Ng. Sembilan）州及びパハン（Pahang）州からの州際導水が必要である。

マラッカ - ムアール（Melaka - Muar）地域：当地域では、特にマラッカの水不足が問題であり、総合的水資源開発計画が必要とされる。

南ジョホール（Johor）地域：ジョホール・バル（Johor Bahru）の水需要を充たし、かつ、シンガポール（Singapore）への送水も考慮すると、かなり大規模な水資源開発が必要となる。

サラワクの沿海地域は、塩水遡上のために、表流水による用水の確保が困難であるから、地下水開発が検討されなければならない。

サバ-サラワクの電源開発計画は、1990年までしか策定されておらず、一方、ラジャン(Rajang)川の大規模水力の利用は、2000年以降になると思われるから、2000年を目標とした電力開発基本計画を策定する必要がある。

ポート・ディクソン(Port Dickson)、コタ・キナバル(Kota Kinabalu)及びラブアン(Labuan)の3都市は、将来、水需要増加が予想されるにもかかわらず、都市周辺に適当な水源が見当らず、それ故、3都市が位置する地域の流域開発基本計画も含めた水供給計画のフィージビリティ調査を実施する必要がある。

第3章 背 景

3.1 国 土

PKP地域（計画地域）は、半島マレーシア西海岸北部に位置するいくつかの河川流域からなる。これらの河川は、相互に連結された小数の広域水需給システムとしてとり扱われなければ望ましい水需給バランスは達成されないであろう。面積 $10,325\text{km}^2$ の計画地域は、ペルリス、ケダ、メルボック（Merbok）、ムダ、ペライ（Perai）流域を包含し、行政区画上は、ほぼ、ペルリス州、ケダ州、プラウ・ピナン州に対応する。プラウ・ランカウイ（Pulau Langkawi）とクリアン（Kerian）流域は別の水需給システムを形成すると考えられるから計画地域はほぼ、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 $3,140\text{km}^2$ 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3州の森林植生は、 $3,201\text{km}^2$ あり、原生内陸有用樹林 $8,34\text{km}^2$ 、2次内陸有用樹林 335km^2 、内陸非有用樹林 $1,427\text{km}^2$ 、マングローブ林 94km^2 、その他 551km^2 からなる。

3.2 水 資 源

計画地域の気象は、11月から2月まで、北東モンスーン、4月から5月まで、南西モンスーンに影響下にある。計画地域は、北東モンスーンの影響は、中央山脈に妨げられるから、1月、2月は最乾季であり、月間降水量は、ほぼ 50mm 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 200mm を越える。8月から10月の間モンスーン期に、豪雨に見舞われ、月間降雨量は、 200mm から 350mm となる。年間平均降雨量は、ペルリス川流域のタソー（Tasoh）で、 $1,814\text{mm}$ 、ムダダムで $2,162\text{mm}$ 、ペライ

川流域のラダン・ドビリン (Ladang Dublin)で、3,360mmと、南部になるにつれて降雨量は増加する。

河川流量の解析目的で、計画地域内にある、D I Dの流量観測所22ヶ所のうち、比較的精度がよく、観測期間の長い下記の観測所を選定した。ペルリス川流域のティティ・コンクリット・バル (Titi Konkerit Baru) 流量観測所は、1975年以来観測を続けている。ケダ川流域のレンクアス (Lengkuas) 流量観測所は、1946年から1967年まで観測記録がある。1947年から観測を続けているムダ川流域のジュニアン (Jeniang) 流量観測所は、1968年以来、ムダダムの影響を受けている。ペライ水系のクリム (Kulim) 川にあるアラ・クダ (Ara Kuada) 流量観測所は、1961年以来の観測記録がある。これらの流量観測所の1961年から1980までの20年間の日流量観測値は、D I Dデータバンクから得た。欠測データの、補間及びダムの影響を受けているデータや不合理な記録の補充は、雨量記録に基づくシュミレーションモデルによって行った。

これら4観測所の1961年から1980年までの補正後の月別流量を表-3、4に示す。一般に、雨季は、9月から12月であり、年間流量の50-70%が、この期間に流出する。5月に流量は、最低となる。最乾季は、2月、または3月である。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。20年間平均流出量に対する変動率は、ペルリス、ケダ川で47%-163%、ムダ、ペライ川で、64%-149%になる。

計画地域において、水需給の観点から問題の生ずる期間は通常3月から7月である。表-3、4によると、この期間の流量は、ムダ川のジュニアン流量観測所の1961年から1980年までの観測値の中で、1977年に最低となっている。更に、1977年から1979年の3年間は、連続最大渇水期間である。レンクアス流量観測所では、5月から7月の期間における、4番目の渇水が、1977年に相当し、1977年から1979年の3年間は、この20年間に起った2回の連続渇水期間のうちの1つになる。この報告書では、1977年を代表的な渇水年とみなす。

計画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。岩盤帯水層は、一般に、地下水量が少ないが、ペルリス州西部の国境の山脈を形成して

いるオルドビス (Ordovician) からシルリアン (Silurian) に至る石炭岩層、及びペルリス川東部の二畳紀、三畳紀の石炭岩層は例外である。沿岸氾濫原の沖積層は、量的には豊富であるが、大部分の地下水に海水が混じっている。計画地域で推定 7億 5,000万 m^3 が地下に涵養されるが、その後海へ流出する。ポンプくみ上げが、地下水貯留量を枯渇させることなく、生産井が採水可能な帯水層に当たる確率を考慮すると、安全許容量は、年間 9,100万 m^3 と推定できる。

計画地域の年間降雨量は、総量で 233億 4,000万 m^3 、即ち 2,260mmである。そのうち 133億 m^3 、即ち 1,290mmが蒸発散によって、大気中に還元される。残りは、表面流出92億 9,000万 m^3 (900mm)、地下浸透 7億 5,000万 m^3 (70mm) になるが、これらは最後には海へ流出する。流域毎の水資源の配分を表-5に示す。

3.3 社会経済

1980年の人口は、ペルリス州 157,000人、ケダ州 1,173,000人、プラウ・ピナン州 970,000人である。1970年から1980年の間の人口増加率は、1.8%であった。プラウ・ピナン州の人口の半数は、バター・ワース (Butter Worth)、ジョージタウン (Georgetown)、その他の都市に集中している。

1970年価格水準による、1980年の地域総生産額 (GRP) は、第4次マレーシア5ヶ年計画によるとペルリス州で、1億 6,800万マレーシアドル (これは1人当たり 1,066マレーシアドルにあたる)、ケダ州で、12億 5,400万マレーシアドル (1人当たり 1,070マレーシアドル) プラウ・ピナン州で22億 2,100万マレーシアドル (1人当たり 2,290マレーシアドル) プラウ・ピナン州で22億 2,100万マレーシアドル (1人当たり 2,290マレーシアドル) であった。1971年から1980年の平均GRP成長率は、ペルリス州、ケダ州で6.5%、プラウ・ピナン州で、11.6% であった。

ペルリス州、ケダ州の主要産業は、農業、プラウ・ピナン州は、工業である。1980年GRPにおける農林水産業の占める割合は、ペルリス州、ケダ州で46.9%、プラウ・ピナン州で5.9%である。一方工業の占める割合は、ペルリス州、ケダ州で6.9%、プラウ・ピナン州で37.2% である。

計画地域における1982年の土地利用形態は、森林 4,045km²（うち 844km² は伐採済）草地 168km²、湿地70km²、農地 4,838km²、その他 2,139km² となっている。

永年作物は輸出用に幅広く栽培されている。1982年時点の総栽培面積は、ゴム 106,800ha、オイルパーム14,000ha、ココナッツ27,400ha、及びココア 1,000haである。1982年の生産量は、ゴムの場合、乾燥ゴム含料で 259,700トン、オイルパームの場合、新鮮果房で、167,600トン、コブラ 150トン、乾燥カカオ豆26トンとなっている。

1981/82年における水田面積は、雨季に108,600ha、乾季に108,600haである。同年の年間収穫量は、963,800トンであり、計画地域の消費量 276,000トンの3倍以上である。

3.4 水利用

3.4.1 上水供給

公共上水道による供給は、ペルリス州、ケダ州では公共事業局（PWD）の水道部が管轄しているが、ブラウ・ピナン州では、独立採算性の州立法人であるブラウ・ピナン水道庁（PWA）によって管理されている。

各州では、管理上、需要地と取水口の位置を考慮して、州内をいくつかの上水供給地域に分割している。各上水供給地域には、原水処理施設から末端需要者までの配分を含む上水供給システムが都市及び農村部に設けられている。上水供給地域の総数は、ペルリス州で8地域、ケダ州で19地域、ブラウ・ピナン州で4地域である。上水供給地域のいくつかは、近い将来互いに統合されるであろう。

1982年時点で、PWD/PWA公共上水供給システムによる給水人口は、ペルリス州で 123,800人、ケダ州で 549,000人、ブラウ・ピナン州で 857,900人である。

1982年におけるPWD/PWA公共上水供給システムの浄水能力は、年間、ペルリス州で 780万m³、ケダ州で 7,760万m³、ブラウ・ピナン州で 1億 1,240万m³ である。

厚生省（MOH）の資材、及び技術供与を伴う農村環境衛生改善計画（RESP）に基づき、州政府は、小河川、あるいは、手動式ポンプを備えた手掘り浅井戸から取水する非浄化供給システムの設置事業を進めてきた。RESPシステムによる、1982年時点での給水人口は、ペルリス州で、11,900人、ケダ州で 221,400人、プラウ・ピナン州で、4,700人である。

PWD/PWAとRESPシステムによる給水率は、ペルリス州で83%、ケダ州で68%、プラウ・ピナン州で87%である。

3.4.2 灌 溉

灌漑に係る事業及び施設の維持管理は連邦及び州政府のDIDが管轄している。灌漑事業は、州若しくは連邦の補助事業、あるいは、連邦直轄事業として実施されている。

小規模灌漑事業は、1950年代から開発されてきた。1982年時点で、自然取入れ方式及びポンプ方式による灌漑事業は63ヶ所あり、その総面積は26,000haである。更に排水調節方式による灌漑事業は9ヶ所あり、その面積は6,600haある。また500ha以下の小規模灌漑事業は、54ヶ所にあるが、その総面積は、わずか8,100haで、全体の31%を占めるにすぎない。

灌漑施設をもつ水田では、通常2期作が行われている。稲栽培時期は、雨季が9月から1月/2月、乾季が5月から8月である。

一般に、小規模灌漑地区では、水管理が不十分であるため、一般に低収量であることが多い。1981年に実施された「ケダ、ペルリス州灌漑農業強化策に関する実施調査」では、灌漑水路、排水路の密度を高める末端整備事業に力点をおいた小規模灌漑施設の改善を提案している。また水管理の改善を目的とした、「プラウ・ピナン州灌漑、排水施設改善実施調査（1982年）」では、末端水路密度を高めること及び既存施設の改修を提案している。

1973/74年から1981/82年の間の年平均米生産量は、灌漑水田で156,000トン、排水調節水田で22,500トンと推定される。

1965年から1970年にかけて建設されたムダ灌漑事業は、ペルリス州、ケダ州の海岸平野（Kawasan Muda、HADA地区と称する）のうち、95,800haを占めている。

1972年に制定されたムダ灌漑事業法に基づき設立されたムダ農業開発庁(MADA)の機能は、この地域における経済、社会開発を企画、立案し、それを実施にうつすこと、ケダ、ペルリス両州当局によって承認されたMADA地区の農業開発を計画、実施することである。

MADA地域では、混合苗代式田植え方式が一般的である。雨季作は10月から12月に開始され、その生育期間は、130日であり、乾季作4月から6月に開始され、成育期間は140日である。MADA地区の2期作は水が不十分なために常に遅れ勝ちである。連続的な渇水に起因する作期の大巾な遅れによって、1978年の乾季作の作付けは見送りとなった。

1973/74年から1981/82年のMADA地区の年平均米生産量は、773,000トンであった。

3.4.3 内水面漁業

1979年時点で、淡水漁業養殖用に、116haの人工池と、34haの錫鉱採掘跡池がある。年間使用水量は、100万-200万 m^3 と推定される。

3.4.4 船 運

計画地域において、河川交通はほとんど見られない。ごく少数の小船が、ペルリス川をテピン・ティンギ村(Kg. Tebing Tinggi)まで遡行している。ケダ川河口では、若干の漁船が見られるが、ケダ河口堰の水門を通過する旅客船は、ほとんどない。工場、倉庫のあるペライ川河口から8.5km上流の地点まで、貨物船が遡行する。ペナン島の河川では、海洋漁船がみられる。

3.5 水 質

水質監視計画が、1978年3月より環境庁(DOE)によって始められた。計画地域は、DOEバター・ワース事務所の管轄下にある、水質管理区域1から7に所属する

計画地域には、多くの水質監視所がある。水質監視は、1978年以来55～68ヶ所で、毎年行われてきた。計画地域の大河川の水質については、上記監視記録と、調査団が1983年1月に、DOEの便宜供与により実施した現場調査結果に基づき、記述する。

ペルリス川は、わずかに汚濁されている程度である。生物化学的酸素要求量（BOD）は、通常4mg/l以下、浮遊固型物濃度（SS）は、カンガー（Kangar）付近で高い。BOD濃度、SS、アンモニア態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）は、特定の河川区間で、時々高くなる。これらの濃度は、砂糖きび地帯の栽培と製糖工場の操業に影響されているものと思われる。

ケダ川も、汚濁はほとんど問題になっていない。アロー・スター（Alor Star）付近では、BOD濃度が時々、5mg/l以上となる。ペンダン・テラップ（Pdg. Terap）川のSS濃度は、高い。これは多分、砂糖きび畑の開墾に起因するものと思われる。ペンダン・テラップ川のBOD濃度は、1978年に、製糖工場付近で高かったが、DOEの勧告を受けて、排水処理施設が設置された後では、5mg/l以下となっている。

メルボック川は、3ゴム工場と、スンガイペタニ（Sg. Petani）からの排水のため、計画地域で、最も汚濁されている川となっている。ゴム工場のある支流における、BOD、化学的酸素要求量（COD）、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、かなり高くなっている。スンガイ・ペタニの下流では、高濃度の $\text{NH}_4\text{-N}$ が検出されている。

ムダ川においては、数ヶ所のゴム工場があるが、流量が豊富なため、汚濁は問題となっていない。

ペライ川は、流量が豊富である。また、汚濁源が海岸付近に位置しており、汚水が直接海へ流れ込むため、河川水は清浄である。

ジュル（Juru）川は、ブキット・メルタジャム（Bukit Mertajam）、ゴム工場、家畜汚水のため、汚濁がひどい。

ジェジャウィ（Jejawi）川は、都市部、ゴム工場からの排水及び家畜汚水のため、若干汚濁されている。

3.6 洪水

計画地域の90%に相当する、ペルリス川、ケダ川、ムダ川、ペライ川及びペナン島の河川、総流域面積 9,980km² に関して、洪水問題とその対策について検討した。

ペルリス川流域では、1976年9月の洪水が最大であった。南北に貫く支流が氾濫し、カンガーは、大部分が浸水した。氾濫面積は49.2km² であった。1982年の土地利用と人口を考慮すると、洪水被害額は 1,000万マレイシアドル、被災人口は 3万人と推定される。その他の大洪水は、1982年7月と1972年9月に発生している。

ケダ川流域では、既往最大洪水は、1975年12月に発生した。プルバン (Pelubang) 取水堰の上流数地点で氾濫した。クアラ・ネラン (Kuala Nerang) は、甚大な被害を蒙った。氾濫面積は35.2km² であった。1982年の土地利用と人口を想定すると、洪水被害額は、350万マレイシアドル、被災人口は 7,500人と推定される。その他の大洪水は、1979年11月と、1980年10月に発生している。

ムダ川流域では、1973年12月に、大洪水が起きている。ムダ川下流区間と、ケティル (Ketil)川中流区間が、完全に氾濫した。クアラ・ケティル (Kuala Ketil)は、激甚な災害を受けた。氾濫面積は 142.5km² であった。1982年の土地利用と人口を想定すると、洪水被害額は、1,830万マレイシアドル、51,500人が被災したと推定される。1972年11月と、1980年10月にも、大洪水が発生している。

ペライ川流域では、1971年9月に、クロー川 (kereh)とクリム川の合流点より下流域17.4km² が氾濫し、バター・ワースの一部に被害が出た。1982年の土地利用と人口を考えると、190万マレイシアドルの洪水被害と、8,200人の被災者が出たと推定される。

ペナン島の河川では、1980年10月に、発生した洪水で、ジョージタウンの大部分 2km² が浸水した。1982年の土地利用と人口を考慮すると、洪水被害額は、300万マレイシアドル、被災人口は13,600人と推定される。

3.7 下水道施設

ジョージタウンは、未処理下水を海へ放流する下水道施設がある。受益者数は、

217,000人、ジョージタウンの総人口 278,000の78% と推定される。

バンドル・バヤン・バル (Bandar Bayan Baru)は、クルアン (Kluang) 川河口に、汚水を定常量排出する下水道施設がある。受益者数は、5,000人、総人口25,000人の20%と推定される。汚水処理施設を備えた下水道施設が、バター・ワースとブキット・メルタジャムで、建設中である。

下水道未整備市街地では、汚水浄化槽の設置が法令で義務付けられているが、地方部での生活排水は直接河川に放流されるか、地面に投棄されている。

3.8 既存の水資源施設

ペルリス川の水需要は、主に小規模灌漑である。本流沿いに、総面積1,286ha の2ヶ所の小規模灌漑地区、支流沿いに、総面積2,431ha の14ヶ所の小規模灌漑地区がある。カンガーの上水道の主要水源は、ムダ灌漑プロジェクトの灌漑水路であるが、地下水も併せて利用されている。PWDは、1955年以来、アラウ (Arau) 地下水区の沖積層と石灰岩帯水層に、地質調査所 (GSD) によって掘られた8本の井戸を使用している。1982年時点で、7本の井戸から1日当り 5,400m³ くみ上げている。地下水利用を増やすため、1982年、アラウ地下水区の石灰岩帯水層に6本の井戸が掘られた。

ムダダムとブドゥ (Pudu) ダムは、MADA地区に灌漑用水を供給している。1968年に完成した有効貯水量 1億 6,000万m³ のムダダムは、ムダ川上流域に 984km² の集水面積を有している。貯水地は、サイオン (Saiong) トンネルによって、ケダ川の支川であるブドゥ川に連絡している。1969年に完成した有効貯水量 10億 4,900万m³ のブドゥダムは、ムダダムからの導水と自己流域の 171km² で集めた水を貯水し、調節した水をケダ川に放流する。1969年に完成したプルバン取水堰は、ブドゥダムの放流により流量の増加したケダ川から取水する。取水堰から水路へ取水し、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地区の水田へ給水する。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。他方は南部の枝線水路となっている。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 Pauh) 川で、流域面積 453km²、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、ペルリス川の支流のアラウ川で、流域面積97km²、北部水路の下流端に流れ込んでいる。南部枝線水路沿いに、432haの2ヶ所の小規模灌漑地区、テミン(Temin)川沿いに、総面積1,427haの3ヶ所の小規模灌漑地区、他の支流沿いに総面積221haの3ヶ所の小規模灌漑地区が存在する。取水口の総数は、マダ灌漑水路に6ヶ所、本流に2ヶ所、支流に3ヶ所である。1970年完成の水門式河口堰が、アロー・スター下流にある。メルボック川支流沿いに、総面積231haの小規模灌漑地区、6ヶ所の取水口があるが、本流には、取水口はない。

ムダ川本流の灌漑用取水口は、ムダ河口堰から上流約35kmの間に分布している。右岸、即ち、ケダ州側には、3灌漑地区合計2,704haがあり、左岸、即ちプラウ・ピナン州側には4地区合計8,611haがある。更に、ペライ川流域にあるピナン・トゥンガル(Pinang Tunggal)灌漑事業地区は、ペライ川のみならずムダ川本流から取水している。ムダ川支流には15灌漑地区合計1,440haがある。スンガイ・ドゥア(Sg. Dua)浄水場はプラウ・ピナン州の主な上水需要地に送水しているが、同浄水場は人工水路によってムダ川本流の水を取水していたが、またこの系統の水道は、ペライ川の水も利用している。その他に、ムダ川本流1ヶ所、支流5ヶ所の水道用取水口がある。

ピナン・トゥンガル灌漑事業の他に、ペライ川には10灌漑地区合計1,122haがある。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、ジュール川に1ヶ所ある。1981年に竣工したペライ河口堰は、ペライ川中流の湿地に洪水を一時貯留して、パタワースの洪水被害を防ごうとするものである。

ペナン島には、総面積1,126haの2ヶ所の小規模灌漑地区と24ヶ所の上水道取水口がある。

ペナン島内の上水道供給を目的に、有効貯水量200万m³、集水面積25km²のアエル・ヒタム(Ayer Hitam)ダムが、1962年に完成している。またペナン島の上水道は、海底パイプラインにより、スンガイ・ドゥア水道局から給水されている。

3.9 実施中または実施決定済の水資源開発事業

現在建設中または、実施決定済の主要な事業は、以下に述べる通りである。

ペルリス川流域には、現在のところダムはない。洪水調節と灌漑用に、2ダムが調査中である。ティマ・タソ (Timah-Tasoh) ダムサイトは、流域面積 150km^2 のティマ川とタソ川の合流点直下流である。有効貯水量は、 $3,700\text{万m}^3$ と計画されている。アラウ川に、集水面積 58km^2 、有効貯水量 $2,500\text{万m}^3$ のアラウダムが計画中である。集水面積 120km^2 のアーニン (Ahning) ダムは、アロー・スターへの上水道供給と、水力発電を目的として、ケダ川支流に計画されている。2億 m^3 の有効貯水量により、1995年までのアロー・スターの水需要に対処できるように計画されている。

I BRDの資金援助で推進中のムダII灌漑事業は、MADA地区全域にわたる末端整備計画の第1段階と見なされる。末端水路、排水路、農道の建設を含む末端整備事業が完成すると、水路密度は、 10m/ha から 30m/ha に増える。MADAは、末端整備事業の完成した地区において、混合苗代式のかわりに、分離苗代式を採用、また乾季作には全面積の26%に対して、本田直まきを導入することになるだろう。末端整備後の計画作付体系は、8月/9月から12月/1月が雨季作、乾季作は、分離苗代式田植え方式では、2月-4月から7月/8月、本田直まきでは3月から8月となろう。1982年末で、末端整備事業は、3,360ha実施され、1990年までにMADA地区の40%、2000年までに、100%実施されると予想され、これによる大幅な生産費削減が期待されている。

末端整備事業実施で、ある程度水需要の抑制が可能だが、新たに水資源開発を行わないと、MADA地区の水不足は、解消されないだろう。支流における水需要増加が、水不足を助長する。

MADA地区の水不足を救済するとともに、ムダ川の水をMADA南部地区に導くことで、ケダ川水系の水量増大を可能とするジュニアン導水システムのフィージビリティ調査が目下行われている。集水面積 667km^2 のジュニアン取水堰をムダ川中流域に建設することを提案している。導水路は、取水堰と、雨季に有効貯水量 $2,700\text{万m}^3$ を貯水するナオック (Naok) ダムを結ぶ。ナオックダムからMADA南部地区33,400haを灌漑しているグア・ケバヤン制水工のやや上流に位置する中央水路に導水する水路を建設する。

メンクアン (Mengkuang) ダムはクリム川支流に建設中である。この計画は、クリム川に揚水機場を設け、これとスンガイムダ水路を結んで、クリム川とムダ川の水を揚水し、

2,730万 m^3 の貯水容量をもつメンクアンダムに貯留し、渇水時にスンガイ・ドゥア浄水場に送水するものである。実施中及び実施決定済の水源開発事業概要を表-6に示す。

3.10 水系の相互関係

水需給バランスの観点からみれば、計画地域内の各々の主要河川は、その一部が分離され他の水系にくみこまれたり、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。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なす。

ケダ水系の下流地域には、MADA灌漑地区が拡がっており、この水系の水需給の中心となっている。ケダ川上流の支川であるブドゥ川は、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。ケダ水系は、このムダダム上流の流域を含み、MADA灌漑地区へ流入しているすべての河川からなるとみなす。

ムダ水系は、スンガイ・ドゥア浄水場人工水路や灌漑水路によって、ペライ水系と連結されている。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、ペライ両水系から取水して、海底パイプラインを通じてペナン島にも給水している。ムダダムから下流の放流はほとんどみられない。したがって、ムダ-ペライ水系は、ムダダム上流の流域を除いたムダ川全部と、ペライ川及びペナン島内の水系を合わせたものとする。

ジュニアン計画が実施されると、ケダ水系とムダ-ペライ水系は、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-ムダ-ペライ水系と呼ぶこととする。

第4章 将来の水需要と関連する諸問題

4.1 社会・経済的条件

NWRSで計画された人口及び、GRP予測値を、以下に述べる考察に基づいて修正した。

バンドル・バヤン・バルとバンドル・セベラン・ジャヤ (Bandar Seberang Jaya)は、プラウ・ピナン州に建設中の新都市である。ピナン開発公社 (Penang Development Corporation) の報告によると、2000年の計画人口は、それぞれの都市とも25万人である。これらの都市への流入人口考慮に入れて人口予測を修正した。ペルリス州とケダ州の人口予測は、前回一括して行ったが、今回は、州別に分けて行った。マレーシアの総人口は、NWRSによる予測通りとした。これらの修正の結果、2000年の人口予測値は、NWRSによるものと比べて、プラウ・ピナン州で約30万人増加し、しかしペルリス、ケダ州においては、わずかながら減少した。州毎の人口予測値は、表-7に示すとおりである。

GRPを予測するにあたり、NWRSでは、1985年と1990年の目標を示している第4次マレーシア計画 (4MP) に従い、国内総生産額 (GDP) の年平均成長率を1980~1985年に対して7.6%、1985~1990年に対して8.4%、1990~2000年に対しては7.5%と仮定した。NWRSでは、比較のため、GDPの年平均成長率を1980~1985年に対して7%、1985~1990年に対して6%、1990~2000年に対しては5%と仮定するもう一つの計画を作成した。世界的な経済の不況は、今なお継続しており、今後当分の間マレーシア経済にも影響し続けると見られる。マレーシアの国立銀行の1982年の年報によると、GDPの成長率は、1981年6.7%、1982年には4.6%であった。これらの状況を考慮して、この計画は、1980~1985年に対して6%、1985~1990年に対して5%、1990~2000年に対して4%の年平均成長率を仮定して調整してある。以下、4MPによる予測は、高めの経済成長を仮定した場合とよび、低い経済成長を仮定した予測は、低めの経済成長を仮定した場合とよぶ。表-8に高めの経済成長を仮定した場合

と低めの経済成長を仮定した場合の州別のGDP予測値を示す。

現在、経済企画庁（EPU）が、4MP中間見直しの作業中である。

1980年、1990年における州別の人口及びGDPの予測値が、表-9に示されるように1983年7月にEPUより提示された。これらの値に基づいて算定した上工水需要と、そのほかの関連する数値は、高めの経済成長を仮定した場合及び、低めの経済成長を仮定した場合の算定値の中間に収まっている。したがって、これらの予測値をあらためて中間見直しに基づいて修正することは行っていない。

4.2 上工水需要

公共上水道開発の暫定的な目標として、2000年の上水道普及率を高めの経済成長を仮定した場合 100%、低めの経済成長を仮定した場合、ペルリス・ケダ州で96%、プラウ・ピナン州で97%と仮定した。工業用水普及率は、ペルリス・ケダ州が50%、プラウ・ピナン州が90%と仮定した。PWD/PWAの上水道の浄水処理能力の目標値は、高めの経済成長を仮定した場合、ペルリス州で 2,900万 m^3 /年、ケダ州で 1億 7,830万 m^3 /年、プラウ・ピナン州で 4億 3,220万 m^3 /年、低めの経済成長を仮定した場合、ペルリス州で 1,510万 m^3 /年、ケダ州で 9,030万 m^3 /年、プラウ・ピナン州で 3億 m^3 /年である。

上工水需要計画は、NWRSにおける手法を利用し、人口及びGRPの予測の変更に伴う修正をした。修正後の上工水需要予測値を、表-10に示す。高めの経済成長を仮定した場合の需要予測は、1982年の全上工水需要量 1億 7,700万 m^3 が、2000年には 7億 900万 m^3 に増加し、工業用水需要の占める割合も44%から64%に増加するであろう。低めの経済成長を仮定した場合、全上工水需要量は、2000年に 4億 2,400万 m^3 になり、工業用水需要の占める割合は、54%となるであろう。

4.3 灌漑開発計画の可能性

26,000haの既存小規模灌漑地区のうち900ha が、米の生産効率が低く、都市化が進んでいるために他の土地利用に転換されるであろう。

32,500haの天水田があるが、その作物収穫高は低く、不安定である。D I Dは、農家米の生産高の増加及び安定化のためにまたMADA地区とその周辺地区との間の農家所得格差是正のために、天水田の小規模灌漑事業を着実に進めてきた。

4MPによれば、計画地域で6,400haの小規模灌漑地区が、1985年までに開発されるだろう。

十分な水があり、経済的妥当性が見地から、限界であると思われる作付率150%以上を確保できる、面積20ha以上の潜在可能地域を想定すると小規模灌漑スキームの開発可能性のある地域は、計画地域内で8,000haあると推定される。MADA灌漑地区以外の農家実収入の増加という見地から、これらの可能性の高い開発計画は、2000年までに実施されるであろうと想定している。

1982年時点で、95,800haのマダ灌漑地区は、2000年までに、現在進行中である末端整備事業により2,000ha、宅地開発で800ha減少すると想定される。

現在及び計画灌漑地域を図-1、2に示す。州毎、河川水系毎の、計画灌漑面積を表-11に示す。

4.4 灌漑用水需要

灌漑用水需要は、実績に基づいて、ムダ灌漑事業地区75~80%、その他の地区65~70%の送水効率を想定し、田越しに灌漑モデル法によって算定した。

河川水系別、州別に灌漑需要予測を表-12に示す。現在の用水需要は、約21億 m^3 /年であり、それは22億 m^3 /年に増加するであろう。ムダ灌漑事業地区においては、灌漑用水需要は、主として育苗法を適用するため16億 m^3 から15億 m^3 に減少するであろう。

4.5 河川維持流量

NWRSでは、異常渇水時を除いて常時、河川維持流量を確保することを提奨した。河川維持流量とは、舟運、漁業、取水設備の正常な機能の維持、河川施設の維持、海

水遡上防止、河口閉塞防止、地下水涵養、河岸土地利用の保全、国民の快適な生活の維持のために必要な水深、流速、水質、流路の安定、水棲生態系、景観を確保するために必要な最小流量のことである。

河道は、河口地点でも安定している。計画地域における内水面利用はほとんどない。一方、人為的水質汚濁は、いくつかの河川で発生している。人口の増加、工業の発達に伴い水質汚濁が問題になってくるであろう。河川維持流量は、河川水質の保全、特に人為的有機物汚濁を示すBOD濃度の観点から調査した。

河川におけるBOD濃度は、上工水取水地点及び灌漑用水取水地点で $5\text{mg}/\text{l}$ 、環境保全のため河川全域にわたり $10\text{mg}/\text{l}$ を越えてはならないと規定した。第8章で提案している下水処理施設の整備及び、製糖工場、ゴム工場、パームオイル搾油工場の排水処理施設の改善が、実施されれば、支流及び、本流の上・中流域における水質汚濁の問題地域はなくなる。しかし、いくつかの河川の下流域では、問題が残る。2000年で上述の限界値を越えると予想される最大BOD濃度は、高めの経済成長を仮定した場合、ペルリス川のカンガー下流で $17\text{mg}/\text{l}$ 、ケダ川のアロー・スター下流で $16\text{mg}/\text{l}$ 、そして低めの経済成長を仮定した場合、ペルリス川のカンガー下流で $14\text{mg}/\text{l}$ 、ケダ川のアロー・スター下流で $11\text{mg}/\text{l}$ である。

環境保全の立場から最大BOD濃度を $10\text{mg}/\text{l}$ 以下に減少させるためには、ペルリス川のカンガー下流で、高めの経済成長を仮定した場合毎秒 1.5m^3 の流量、低めの経済成長を仮定した場合毎秒 2.3m^3 の流量を確保する必要がある。

4.6 水需給バランスモデル

河川及び水路系、取水地点、排水地点を図-3、4に示す。上工水の取水地点別取水量予測値はANNEX Bに整理してある。灌漑事業地区別灌漑用水量予測値はANNEX D、Nに詳述してある。

水収支計算は、最初に各支流の水需給収支を5日平均で算出する。最上流取水地点では、自然流量から取水する。自然流量が取水量よりも多いと、余剰自然流量は下流へと流される。逆の場合、全ての自然流量が取水され、水需要量と自然流量との差が、取水

地点における不足水量となる。ある程度のリターンフローが、排水地点から河川に流れ込む。次の地点での利用可能水量は、上流取水地点とその取水地点の間で集水される自然流量と、上流取水地点で取水されなかった自然流量及び、上流に位置する排水地点から流れ込むリターンフローの合計である。各支流から本流へ流入する流量は、以上の方法を支流の全区間で繰り返すことにより算定する。支流における不足水量は、支流各取水地点における不足水量の合計のことである。

同様の計算を本流の上流端から行う。本流のある区間への流入量は隣接上流区間からの流入量、支流から特定区間に流入する余剰水、及びその区間で集水する自然流量である。故に、本流のあらゆる地点で不足水量算定が可能である。河川維持流量が、必要な場合には、水需要に維持流量が付加される。

ダムがある場合、先づダムからの放流量がないとみなして不足水量を算定した。次に、その不足水量から、ダムからの放流量を差引くわけであるが、その際放流量は、与えられた有効貯水容量によって不足水量を最も少なくする様に決めた。

4.7 不足水量

既存のブドゥ、ムダ、アエル・ヒタムダムのみが、共用されていると仮定した場合のベルリス、ケダ、ムダーペライ川水系の1982年、1990年及び2000年の不足水量を水需給バランスモデルを用いて予測している。予測計算は、1961年から1980年までの20年間の5日平均流量と、10日平均水需要に基づいて行っている。地下水利用は、上工水目的に限ると仮定し、その量は、可能場水量または、農山村上工水需要のいずれか小さい方以下とした。

簡単に言えば、河までのある断面における流量はその断面における自然流量から、その断面より上流の水需要の位置と量によって決まるある量を差し引き、また、ダムの放流量を加えたものである。図-5上部に記した図は、ケダ川の不足水量を示すためにブルバン頭首工における水需要に対して、同じ地点における流量を重ね合わせたものである。流量にはムダ・ブドゥ両ダムの放流量を含む。同図下部の図はムダ河口堰の背水中における水収支を表わしたものである。

本流の流量は、支流での取水量を差し引いた自然流量である。それは、支流の水利用

の増加とともに減少する。本流における流量の一部は、利用可能であるが、残りは洪水流となって海へ流出する。本流の水需要と利用可能量の差が、不足水量である。ダムからの放流は、この不足水量を埋めることに役立つ。1977年の流量状態における本流の河川流量、水需要、既存ダムからの放流量、及び不足水量を高め経済成長を仮定した場合については図-6に、低め経済成長を仮定した場合を図-7に示す。

ペルリス川本流において、不足水量は、1990年までに 300万m^3 及至 400万m^3 となり、2000年まで徐々に増加して、2000年には $2,900\text{万m}^3$ となる。上工水需要が少ないため、高め経済成長を仮定した場合と低め経済成長を仮定した場合の不足水量の差は、僅少である。実施が決定しているティマ・タソダムが出来れば2000年時点で、まだ水需要バランスは維持出来ると見積られる。

ケダ川水系では、水需要が乾期における河川総流量を大幅に上回るため、ほとんど毎年大規模な水不足が生じている。本流における不足水量は1982年時点で $3\text{億}1,200\text{万m}^3$ と高水準であり、総水需要の19%に相当する。不足水量は、高め経済成長を仮定した場合、2000年までに、 $4\text{億}6,300\text{万m}^3$ 、総水需要の26%、低め経済成長を仮定した場合でも $3\text{億}9,800\text{万m}^3$ 、総水需要の24%に相当する。MADAにおける1982年から2000年にかけての水需要の減少は、末端整備事業の進捗による。

ムダーペライ川水系において、ムダダムへの流入量を除いた自然流量は、 $27\text{億}4,100\text{万m}^3$ である。3月から10月にかけて、大規模な水不足が生じるが、11月から1月にかけては、2000年時点でさえ、膨大な余剰水がある。不足水量は、1982年時点で $2,800\text{万m}^3$ 、総水需要量の僅か6%にすぎないが、2000年までに、高め経済成長を仮定した場合、 $1\text{億}6,400\text{万m}^3$ 、総水需要量の19%、低め経済成長を仮定した場合でも、 $1\text{億}700\text{万m}^3$ 、総水需要量の16%に増加するであろう。1982年から2000年にかけての水需要増大は、ほとんど上工水需要の伸びに起因している。極度の渇水の下における不足水量は水源施設の容量を決定し、また個々の渇水被害を検討する上で極めて重要である。しかし、経済的使益を論ずる場合には、むしろ、永年平均の不足水量の方が重要な要素である。1961年から1980年までの水文条件下での平均値としてケダ川本流の不足水量は、高め経済成長の場合、1982年に $2\text{億}8,200\text{万m}^3$ 、1990年に $3\text{億}4,700\text{万m}^3$ 、2000年に $3\text{億}8,600\text{万m}^3$ 、低め経済成長の場合、1990年に $3\text{億}4,000\text{万m}^3$ 、2000年に $3\text{億}5,700\text{万m}^3$ と

算定される。これらの数値は、渇水年である1977年の水文条件のもとで求めた数値と、オーダーにおいてあまり変りがない。ケダ川では毎年水が不足するからである。ムダ川本流の不足水量を求めて見ると、高めの経済成長の場合、1982年に500万 m^3 、1990年に800万 m^3 、2000年に2,600万 m^3 、低めの経済成長での場合、1990年に600万 m^3 、2000年に1,200万 m^3 となる。ムダ川の場合は、水不足が数年に1度程度しか起こらないから、上記の平均不足水量は、1977年の水文条件のものよりは大変小さくなるのである。

既存及び将来に予想される小規模灌漑事業を本流に属するものと支流に属するものに区別し、図や表では、それぞれ main minor, tributay minor と呼ぶこととする。本流の小規模灌漑事業とは、その上流に水源施設が存在するか、仮定されている河道または水路の水によって灌漑されているものとし、その他を支流の小規模灌漑事業とする。この様に定めると、ケダ川水系における本流の小規模灌漑事業はブドゥダムとプルバン頭首工の間の河道にあるか、または、MADAの水路から取水しているものとなる。ムダ川本流には新規灌漑計画はない。

水不足の原因者と受忍者は必ずしも一致するとは限らない。ジュニアン計画を除く既存、実施中、実施決定済の水源施設を仮定して、ケダ川及び、ムダ川本流の水不足の原因者と受忍者を解析して見た。1982年に既に生じている不足水量は、物理的には原因者に分割することは出来ないが、それは、既存の事業が原因となって、その水需要に比例して生じたものと見なすこととする。将来については、不足水量の、1982年以後の増加量から、惑る目的の水需要は1982年以降増加しないと仮定して求めた不足水量の1982年以降の増加量を差し引いたものがその目的が原因となって生じた不足水量であるとして計算される。不足水量の受忍者に対する割り振りは、受忍者の水需要の比率によって行った。

計算結果として、1982年、1990年、2000年の不足水量の原因者別、受忍者別割り振りを表-13、14にそれぞれ高め、低めの経済成長のケースについて示す。

第5章 対象ダムとポテンシャルダム

5.1 資料と前提条件

対象ダムのプレ・フィービリティ段階での規模の決定、設計ならびに建設費積算を行った。その際、ダム地点における1961年から1980年にかけての推定流量資料、水需要予測値、貯水池地域の縮尺1万分の1の地形図、ダムサイト部分の縮尺千分の1の地形図、ダムサイトのボーリング調査結果、及び貯水池地区の土地利用踏査結果を基礎的資料として利用した。

各ダムの設計と建設費積算は、4ケースのダムの規模を想定して行った。渇水年(1977)流量を基準とした常時満水位別の各ダムの開発水量は、そのダムによって補給される不足水量のパターンを予め想定して算定している。これをもとに、常時満水位と建設費用/開発水量の関係を作成した。最適常時満水位は、建設費用/開発水量が最小となるものとした。満水位を高くすると建設費用/開発水量も単調増加するため、サリダム、ルイダムを除いたすべてのこれらの対象ダムの最適規模は、地形上の制約で決まる。サリダム、ルイダムの最適規模は、上述の手順に従って、地形上の上限で決定される規模よりも小さくなっている。

5.2 バダック・テミンダム

バダック・テミンダム予定地点は、中砂の堆積した谷底平野のある後期デボン紀から三疊紀にかけての砂岩、頁岩、シルト岩の広い谷を流れるテミン川とバダック(Badak)川の合流地点の500m下流に位置する。現場へはチャンルン(Changlun)、シントク(Shintok)間の通年通行可能な自動車道を利用できる。

図-8に示すように貯水池予定地は、ほとんどRISDAとFELDAのゴムプランテーションで占められている、そしてその南東端の部分は、Abudullar Ghaffer Minig Bhd.(採鉱会社)に賃貸されている。PWDが、貯水池予定地を横切る新しい道路を建設中

である。貯水池予定地の北半分と南東部は、保安林である。ゴムプランテーションの東に第6大学を設立する計画がある。GSDによると、貯水池予定地の約60%が有望で可能性の高い鉱床に分類されている。

112km²の集水地域からの推定年間流入量は、5,800万m³である。常時満水位を標高45mに設定した場合、有効貯水量は5,800万m³である。利用水深を8.5mとすることにより、3,000万m³の流量調節が可能である。

対象ダムは、927,000m³のロックフィルダムと67,000m³のコンリート重力式ダムの複合ダムである。図-14に示すように最大高さ29m、堤頂長1,013mである。ダムの堤頂は、標高50mに設定した。コンリート洪水吐きは、ダム中央部に位置し、有効幅54mの自由越流式である。直径1.2mの放水管バルブ2組を備えた放流設備は、コンリート重力式ダム部分に設置する。広い谷底を考慮して、半川締切り法による仮締切りを計画した。総体積462,000m³の3つのサドルダムの建設が必要である。

総投資額は、1982年の価格水準で、建設費1億2,300万マレイシアドルと用地買収費2,620万マレイシアドルの合計1億4,920万マレイシアドルと見積った。

5.3 サリダム

サリダム予定地点は、ケダ川支流のサリ川の三疊紀からジュラ紀にかけての砂岩、頁岩、シルト岩からなる狭谷にある。現場へは、ポコ・セナ (Pokok Sena) パダン・サナイ村 (Kg. Pdg. Sanai) 間の道路から分かれているジープ通行可能な道路を利用できる。

図-9に示すように、貯水池予定地は、Gula Padang Terap 砂糖きびプランテーションと、貯水池予定地の北西端で採掘している採鉱会社Syaricat Pintu Wang Melombong Sendirian Bdn.の鉱山用地によってほとんど占められている。PWDが、この貯水池予定地を横切る道路を建設中である。貯水池予定地は、また全体が保安林として指定されている。FELDAは、貯水池予定地全域にゴムプランテーションを開発する計画をもっている。GSDによると、貯水池予定地の約60%が可能性の高い鉱床として分類されている。

61km²の集水地域からの推定年間流入量は、3,200万m³である。常時満水位を標高91mに設定すると有効貯水量は、5,600万m³である。22mの利用水深で2,300万m³

の流量調節が可能である。

ダムは、図-15に示すように最大高さ47m、堤頂長 170mのコンクリート重力式ダムとして計画した。ダム体積は、 $62,000\text{m}^3$ で堤頂は、標高95mである。有効幅71mの自由越流式洪水吐きは、ダムの中央部分に設けた。直径 1mの放水管バルブ2組からなる放流設備は、洪水吐き部分に設置する。主ダムの南西 1km地点に、長さ 270m、堤体積 $30,000\text{m}^3$ のサドルダムを設ける。

総投資額は、1982年の価格水準で、建設費 5,220万マレイシアドルと用地買収費 2,030万マレイシアドルの合計、7,250万マレイシアドルと見積られる。

5.4 ドリアンダム

ドリアンダム予定地点は、沖積世氾濫原で三疊紀からジュラ紀にかけての砂岩、頁岩、シルト岩からなる広い谷に位置する。ケダ川支流のドリアン・ブロング (Durian Burong) 川とセラヤ (Selaya) 川の合流点直下であり、現場へはパダン・サナイ村 (Kg. Pdg. Sanai) からジープ通行可能な道路が通じている。

図-10に示すように貯水池予定地は、Gula Padang Terap 砂糖きびプランテーションで占められている。東側部分は、保安林に接している。FELDAは、貯水池予定地の北東部で、ゴムプランテーションの開発計画をもっている。鉱床存在の可能性は、ほとんどない。

74 km^2 の集水地域からの推定年間流入量は、 $3,800\text{万m}^3$ である。常時満水位を標高74mにすると、有効貯水量は、 $4,100\text{万m}^3$ となる。14mの利用水深で $2,100\text{万m}^3$ の流量調節が可能である。

ダムは、図-16に示すように最大高さ39m、堤頂長 903mのロックフィルダムとした。堤頂は、標高79mで、堤体積は、 $1,084,000\text{m}^3$ である。有効幅48mの自由越流式洪水吐きは、コンクリート重力式であり、左岸アバットメントの鞍部に設ける。直径 4.7mの仮排水路用トンネルを2本、左岸に設ける。そのうちの1本は、直径 1mの放水管バルブ2組を備えた放流設備として利用する。

総投資額は、1982年の価格水準で、1億 1,150万マレイシアドルの建設費と 180万マレイシアドルの用地買収費を合わせ、1億 1,330万マレイシアドルを見込んでいる。

5.5 タワール・ムダダム

タワール・ムダダムは、ムダ川の主ダムとタワール川の副ダムから構成される。両ダム地点とも、レンズ状の粗粒な砂岩や礫岩をはさみ込んだ三疊紀の砂岩、頁岩の地山からなり、両河川の合流点から約 4.2km上流に位置する。ナミ (Nami) からジープ通行可能な道路が通じている。

図-11に示すように貯水池予定地は、西側をR I S D Aの小規模なゴム農園に利用され、残りは、部分的にF E L C R Aのゴムプランテーションを除いて、森林地帯である。軍の駐留地とアウー村 (Kg. Aur)の一部が、貯水池予定地内に位置する。畜産局は、貯水池予定地の北東に放牧場を開発する計画をたてている。その放牧地の一部は、貯水池予定地と重なっている。鉱床存在の可能性は、まったく低い。

ムダダムとタワール・ムダダムの間の 129km^2 の集水地域からの推定年間流入量は、1億 $2,300\text{万m}^3$ である。常時満水位を標高77mに設定すると、有効貯水量は、 $5,400\text{万m}^3$ であり、11.5mの利用水深で、 $4,100\text{万m}^3$ の流量調節が可能となろう。主ダムは、図-17に示すように最大高さ34m、堤頂長 338mのロックフィルダムである。堤頂は、標高82mであり、堤体積は、 $281,000\text{m}^3$ である。有効幅75mの自由越流式洪水吐きは、コンクリート重力式で、ダム左側に設ける。直径 5.4mの仮排水路用トンネルを2本、右岸アバットメントに掘削する。そのうちの1本は、直径 1.5mの放水管バルブ2組を備えた放流設備として利用する。サドルダムを3カ所に設け、その総体積は $43,000\text{m}^3$ である。

副ダムは、図-18に示すような高さ31m、堤頂長 1,040m、堤体積 87万m^3 のロックフィルダムである。直径 3mの仮排水路用トンネルが、左岸アバットメントに掘られる。

総投資額は、1982年価格水準で、建設費 1億 380万マレイシアドルと用地買収費 1,060万マレイシアドルで、総額 1億 1,460万マレイシアドルと見積られる。

5.6 プリスダム

プリスダム予定地点は、プリス川が形成した三疊紀の砂岩、頁岩、粗粒の砂岩及び礫岩からなる狭谷にあり、ムダ川との合流点から 1.6km上流にあたる。クアラ・プリス村

(Kg. Kuala Beris)から小道が通じている。

図-12に示すように、貯水池予定地は、北西部の保安林及び小地主によるゴム栽培のために大規模に開発された森林からなる。ナミ、シック (Sik)間の道路が、貯水池予定地の南東部を横切っており、この道沿いのテルナス村 (Kg. Ternas)、スンガイ・バタン村 (Sg. Batang) はその一部が水没することになる。ケダ経済開発公社 (Kedah Economic Development Authority) は、貯水池予定地北部でシトロネラ油 (香料) を採取するセライ・ワンギ (Serai Wangi) プロジェクトを計画中である。森林局 (Forestry Department) には、チーク材育成計画があり、その一部が、貯水池予定地と競合している。鉱床存在の可能性は、低いと予想されるが、貯水池予定地北部で鉱脈探査が実施されてきた。

116km² の集水地域からの推定年間流入量は、1億 1,000万m³ と想定される。常時満水位を標高85mとした場合、有効貯水量は1億10万m³ である。利用水深を16mとすると、9,200万m³ の流量調整が可能である。

ダムは、図-19に示すように最大高さ42m、堤頂長 145mのコンクリート重力式ダムとして計画した。堤頂は、標高89m、ダム体積は58,000m³ である。有効幅72mの自由越流式洪水吐きを設け、直径 1.5mの放水管バルブ2組を備えた放流設備をダムの中央部分に設置する。直径 5.6mの仮排水路用トンネルを、左岸アバットメントに掘削する。図-20に示すように、堤頂長 150m、堤体積 104,000m³ のサドルダムを主ダムの南方 0.5kmの地点に設ける。

総投資額は、1982年の価格水準で、建設費 4,520万マレイシアドル及び、用地買収費 2,900万マレイシアドル、総額 7,420万マレイシアドルと見積った。

5.7 ルイダム

ペラ川支流であるルイ川に建設を提案しているルイダムは、貯水池で流量調節し、ムダ川支流のティアク (Tiak) 川へ導水することを目的としている。貯水池予定地は、クロー、グリック (Gerik)間の道路沿いのクリアン・インタン (Kelian Intan) の南に位置する。貯水池上流部とバリン (Baling) 南方14km地点のチャロック・ペンディアット (Charok Pendiat) 付近を結ぶ流域間導水用トンネルを掘削する。導水トンネルの出口

にティアク発電所を設ける。

貯水池予定地は、地質的にはシルル紀のバリニ層 (Baling Formation) に属している。しばしば千岩を含み、種々の頁岩からなる泥質岩系の層相が、ダム及び貯水池地域に広がっている。レンズ状の石灰岩層が、時折含まれている。石灰岩は、しばしば、結晶化しており、その厚さは数メートルから数百メートルに達する。レンズ状の石灰岩層は、北北東へ伸びているが、その長さは2 km以内である。

ルイ第1、ルイ第2、ルイ第3の3地点を代替候補案として調査したが、ルイ第1は、基礎の状態が劣悪なため除外した。ルイ第2地点は、パピット村 (Kg. Pahit) の南西4 kmに位置する狭谷にある。ここへは、クロー・グリック道路にかかる橋付近からアプローチできる。ルイ第3地点は、ルイ第2地点の下流2 kmに位置する。

図-13に示すように貯水池予定地には、ポン村 (Kg. Pong)、アス村 (Kg. Asu) があり、ほとんど密林におおわれている。探鉱会社のRahman Hydraulic Tin Bhd. が、貯水池予定地の北東部で錫鉱山を操業している。貯水池予定地の南西には、出力2,000 kWのポン水力発電所がある。Rahman Hydraulic Tin Bhd. は、ポン発電所増強を考慮中である。錫鉱床存在の可能性は、貯水池予定地の南西部と既存の探鉱所附近で高い。ルイ第2ダムとルイ第3ダム地点の間にある、北からルイ川に合流する支流は、この探鉱所の残滓堆積池として利用されており、ルイ第3ダムが建設されるとほとんどが冠水するであろう。GSDが1983年6月に発表したところによると、貯水池予定地にはウラニウム鉱床存在の可能性があるが、その含有率、埋蔵量は不明である。

ルイダムを建設した場合、ルイ川へ毎秒 1.4m^3 の河川維持流量を常時放流することが必要であろう。この流量は、ルイ川水系における灌漑及びその他の水利用量を充分上回っている。さらにペラ川でも水不足は、生じないであろう。

ペラ川には、国营電力公団 (NEB) のケネリン (Kenering)、チェンデロー (Chenderoh) 発電所が、ペラ川と、ルイ川の合流点下流にある。ルイ川からムダ/ペラ川水系へ導水すると、これらの発電所においては発生電力量が減少するが、その損失電力量は、200万 kWh と想定される。ルイダム計画には、ダムに附随するルイ発電所及び導水用トンネルの放水口に建設されるティアク発電所からNEBの系統へ送電するための送電線施設の建設が含まれる。ティアク発電所の発生電力量は、上記の損失電力量よりも大きく、NEBの電力供給網へ送電される。

また、ポン発電所が水没することによって、採鉱所とインタン・クリアン (Intan Kelian) 地区に供給されていた 100万kWh の電力が失われる。これを補償するため、当事業は毎年56億kWh の電力をNEBから導入するために70万マレイシアドルを支出し、この電力と、ルイ発電所の総発生電力量 440万kWh をすべて無料で供給する必要がある。

(1) ルイ第2ダム

278km² の集水面積を有するルイ第2ダムへの推定年間流入量は、2億 5,000万m³ である。常時満水位を標高 245mに設定すると、有効貯水量は、2億 4,500万m³ となる。利用水深を42.5mとすると、2億 1,400万m³ の流量調節が可能である。

4,400万m³ を河川維持流量として下流へ放流すると、流域間導水量は 1億 7,000万m³ となる。

ダムは、図-21に示すように、最大高さ77m、堤頂長 460mのロックフィルダムである。堤頂は標高 251m、堤体積は 2,714,000m³ である。有効越流長 117mの横越流式洪水吐きを、ダム左側に設置する。また、直径 6.6mの仮排水路用トンネルを2本、右岸アバットメントに掘削する。そのうちの1本が、出力880kWの発電所 (ルイ発電所) 設備と直径 1.2mの放流バルブを備えた放流設備に利用される。年間総発生電力量は、440万kWh と想定される。発生電力量は、すべて採鉱所とインタン・クリアン地区に無料で供給される。

ルイ第2ダムとルイ発電所の建設投資額は、1982年価格水準で、建設費 3億 9,160万マレイシアドル、用地買収費40万マレイシアドル、総額 3億 9,200万マレイシアドルと見積られる。

(2) ルイ第3ダム

集水面積 305km² を有するルイ第3ダムへの推定年間流入量は、2億 7,300万m³ とみられる。有効貯水量は、3億 8,300万m³ であり、利用水深を48.5mとすると、2億 6,900万m³ の流量調節が可能である。下流の河川維持流量を 4,400万m³ とすると、流域間導水流量は 2億 2,500万m³ となる。

ダムは、図-22に示すように最大高さ85m、堤頂長 300mのロックフィルダムである。堤頂は、標高 256m、堤体積は、1,634,000m³ である。有効越流長 126mの横越流式洪水吐きを、ダム左岸側に設ける。直径 6.9mの仮排水路用トンネル2本を左

岸アバットメントに掘る。そのうちの1本を、出力 500kWの発電所（ルイ発電所）設備と直径 1.2mの放流バルブを備えた放流設備に利用する。発電所の年間発生電力量は、440万kWh と見積られるが、その電力は、すべて採鉱所とインタン・クリアンの地区へ送られる。

ルイ第3ダムとルイ発電所建設のための投資額は、1982年価格水準で、建設費 3億 9,830万マレイシアドル、用地買収費 730万マレイシアドル、総額 4億 560万マレイシアドルになるとみられる。

(3) 流域間導水施設とティアク発電所

図-23に示すように直径 3.5m、延長 9kmの導水トンネルによって、貯水池予定地内のルイ川とボン川の合流点と、チャロック・ペンディアット村附近のティアク川支流の間を結ぶ。

基礎岩盤は、上流部3～4kmでは頁岩で、下流部では花崗岩の貫入岩体からなる。トンネル予定地は、いくつかの構造断層とそれと附随した多くの断層が、横切っている可能性がある。トンネル掘削中に、頁岩盤が熱水変質で劣化した部分に遭遇するということも考えられる。花崗岩は、塊状をなしてはいるが、はなはだしい風化作用を受けていることが、明らかである。

ティアク発電所は、チャロック・ペンディアット村の北方 300mの花崗岩の貫入岩体からなる丘のふもとに設置する。調圧水槽は、トンネルの下流端近傍に建設され、トンネルは発電所へ導かれる長さ 220m直径 2.5mの水圧管と連結する。発電所の設備容量は、2万6,000kW であり、直径 1.2mの放流バルブを2組備える。年間発生電力量は、6,000万～7,400万kWh である。

流域間導水とティアク発電所の建設投資額は、1982年価格水準で 1億 6,770万マレイシアドルと推定される。

5.8 対象ダムの概要

上述の対象ダムの概略の最適規模における主要諸元を表-15、16に示す。この規模に対応する貯水池予定地区の現況の土地利用状況を表-17、18に示す。

5.9 ポテンシャル・ダム

水需給計画提案にあたり、既存、実施中、実施決定済及び対象水源事業に加えて、レマン(Reman)ダム、メルボック(Herbok)貯水池、マ(Ma)ダム、及びクロン・テファ(Khlong Thepha)ダムの実施可能性を考慮に入れた。これらの計画の主要諸元を表-19に示す。

(1) レマンドム

レマンドムは、有効貯水容量 2億 4,000万 m^3 をもつ揚水式貯水池を、ジュニアン計画につけ加えようとするものである。豊水期にジュニアン取水堰とナオックダムを結ぶ水路の途中から揚水して、レマンドムに貯留し、乾期に、MADA南部地区或いはムダ川下流の必要に応じて放流する計画である。1984年1月に提出されたこのダムのフィージビリティ報告書によれば、レマンドムは低廉な費用で大量の水を供給することによって、地域水需給バランスに大いに貢献出来る見込がある。

技術的には、何等问题はないが、貯水池予定地区で、ゴムプランテーション事業が実施中であるため、ケダ州政府は、レマンドム実施決定に至っていない。

(2) メルボック貯水池

1983年8月に提出されたジュニアン計画のフィージビリティ報告書草案にメルボック揚水池貯水池の可能性が示された。この計画では、メルボック川左岸の海岸マングローブ地帯の一部を土堰堤で囲って、揚水面積13 km^2 の貯水池を造成し、この貯水池とムダ川のムダ河口堰上流の間に水路を開削する。6月から8月までの間ムダ川からメルボック貯水池へ揚水し、その他の期間にムダ川へもどすことによってムダ川の水需要に応えようとするものである。

(3) マダム

マ川に設けられるマダムサイトは、ムダ川とマ川の合流点から上流 8km地点に位置する。これは、ケマジュアン・タナ・ルボック・メルバウ(Kewjuan Tanah Lubok Merbau)の西方になる。このプロジェクトはジュニアン調査団により提案されたものである。40 km^2 の集水地域からの推定年間流入量は、3,800万 m^3 とみなされる。ダム高を30mにすると、有効貯水量 3,500万 m^3 となり、3,000万 m^3 の流量調節が、

可能となる。建設費は、概算、9,000万マレイシアドルである。

(4) クロン・テファダム

クロン・テファダム地点は、縮尺5万分の1の地形図上で見出されたものである。ダム地点は、ブドウダムの北東20kmのタイ国内にある。173km²の集水地域からの推定年間流入量は、8,700万m³とみなされる。ダム高を50mと設定した場合、貯水位標高125mから120m間の有効貯水量は、7,800万m³となり、7,300万m³の流量調節が可能である。15.6km²の貯水池は、ほぼ南北方向に伸びているが、マレイシアとタイの国境附近の上流域で東方に広がっている。延長6kmの水路を、国境の標高150mの鞍部を越えて開削し、貯水池とブドウ川上流域を結ぶ。

第6章 水需給バランス計画

6.1 主 旨

本章では、専らケダムダペライ水系に対する水需給バランス計画の立案とその評価を記述する。ペルリス川水系については、既に実施が決定されているティマータソダムが出来れば同水系に、2000年までに予想されるすべての水需要と、河川維持流量を充たすことが出来ると考えられるから、当面、新たな水源施設を追加する必要がないのである。実施が決定しているアラウダムは、その開発水量が、アラウ川に新規に建設される小規模灌漑事業の水需要に丁度見合う程度であるから、広域水需給バランスには、ほとんど全く影響しない。従って、このダムは解析にあたって考慮に入れないこととする。

実施決定済のアーニンダムと、レマンダムを除くジュニアン計画、及び実施中のメンクアンダムは1990年には既に運転されていると仮定する。ルイダム以外の対象ダムは、技術的にはいずれも1991年には運転開始可能である。これらのダム事業の実施を阻害する要因は、ないものと仮定する。

1983年7月に開催された運営委員会の席上、ペラ州政府は、貯水池予定地区内における鉱物資源調査実施後でなければ、ルイダムに関する今後の調査実施を容認するかどうか決定出来ないと表明した。鉱物資源調査実施も決定されているわけではないから、近い将来ルイダムが実施される可能性はないと判断する。

ポテンシャルダムについては、それぞれ未解決の社会的制約があるか、または未だ極く概略の検討しか行われていないから、即座に実施することは出来ないと仮定する。

本章では、ルイダム以外の対象ダムによる水需給バランス計画の経済的検討を先ず説明し、それから、全部または一部のポテンシャルダムが実施可能な場合に考えられる、更に高い利水安全度をねらった計画を示すこととする。

6.2 経済的便益及び費用の基本事項

6.2.1 米の純生産額

灌漑便益は、開発事業を実施した場合と、実施しない場合の米の純生産額の差額として算定する。開発事業を実施しない場合には、水需要と利用可能水量は1982年水準に留まるものと仮定した。一方、開発事業を実施した場合には、MADA地区の末端整備事業と小規模灌漑開発事業が計画どおり行われ、水需要は予測したとおりに増加するものとした。また、利用可能水量は、水源施設の開発水量によって決まると仮定した。

開発事業を実施しない場合には、一定の水不足が生じている。この場合の灌漑地域は、末端整備事業が行われていない状態のMADA地区、既存小規模灌漑地区及び将来小規模灌漑事業が実施される可能性のある天水田である。開発事業を実施した場合には、MADA地区と既存小規模灌漑地区に加えて、新規小規模灌漑地区も含まれる。MADA地区では、雨季作、乾季作とも田植えが、一般に実施されるが、一部では、乾季作に本田直播きが採用されることになる。また、MADA地区でも、2000年以前には、末端整備事業未施工地区があると仮定する。

開発計画を実施した場合の米の生産高を算定するため、先ず水が十分あり水不足が生じない場合について検討し、次に利用可能水量の様々な水準に対する生産高を推定する。

(1) 単位収量

統計によれば、1981/82米穀年度における単位収量は、MADA地区の雨季作で1ha当り、4トン、乾季作で4.2トンであり、地域内のその他の地区では、天水田で1ha当り2.1トン、雨季作で3.4トン、乾季作で3.5トンである。

不安定な灌漑用水供給、末端水路や農道の未整備などの問題が解決されなければ、米の単収の増加は期待できない。農耕技術が普及しているMADA地区では、単収の増加傾向はみられない。他の地区では、農民にとって、米の生産高を増加させる誘因がないといえる。このような現状から判断して、開発事業が実施されない条件のもと

では、上記の単位収量が将来にわたって続くものと想定したのである。

十分な水量を確保し、末端水路、農道の改善を行えば、計画地域に適した品種を選択するとともに、最適な施肥、水管理を可能ならしめる作付体系を採用することによって、米の生産高を最大にすることが可能であろう。

MADA地区の米の単位収量は、水が十分あり、末端整備事業が実施されたという条件のもとで、1 ha当り雨季作で 4.7トン、田植を行った乾季作で 5.0トン、直播きの乾季作で 4.8トンと仮定した。1982年以後に開発される小規模灌漑事業では、単位収量は、十分な水があり、末端水路密度が45 m/haであるという条件のもとで、1 ha当り雨季作で 4.2トン、乾季作で 4.8トンと推定した。

MADA地区でも末端整備事業が実施されていない場合には、その単位収量は、開発事業を実施しない場合の単位収量と等しいと仮定したが、乾季作の作付面積は増加するものとした。既存の小規模灌漑事業は、一般に水路密度が低いが、構造物の改修は実施されず、現状以上の水利用はないものと仮定し、したがって単位収量も現状のままであるとした。

(2) 米の純生産額

米の庭先価格は、1982年価格水準で評価した場合、1982年時点で1トン当たり459マレイシアドル、1995年時点で、1トン当たり609マレイシアドルになると予想される。この予測では、1982年の実勢価格と、IBRDによるタイ輸出標準米（碎米率15%）の1995年価格予測値を参考とし、精米環元率を65%と仮定した。この庭先価格は、1982年から1995年までは直線的に上昇し、それ以後は一定になると仮定した。

経済的観点からみた米の純生産額は、総生産額から、家内労働費と国際市場価格に基づいて推定した肥料費を含む生産費を差し引いたものである。1995年以後の純生産額は、1982年価格水準で表すと、表-20に示すようになる。

(3) 作付率

MADA地区における2期作は、年毎に作付時期がずれ、年2回の栽培期間の合計が1年を越えている。その結果、6年に1度、乾季作の作付けができなくなっている。

また乾季に利用可能水量が不足するため、その作付け面積は、全体の94%に限定されている。開発事業が実施されない場合、MADA地区の平均作付け率は178%と想定した。既存の小規模灌漑事業の作付け率は、それぞれの地区の水利用可能量によって左右され、100%から200%と大きなばらつきがある。ケダ川流域ではこれを平均108%、またムダ川流域では平均176%と想定した。現行の水利権の範囲内で取水するならば、この作付け率は将来にわたっても変わらないものとした。

開発事業を実施した場合には、MADA全地区の作付け率を197%と仮定した。

1982年以後に開発される小規模灌漑事業の場合では、水源施設が現在も将来にもないと考えられる支流域においては、作付け率を150%と想定し、既設の水源施設があるかまたは、将来施設が作られるような流域では、これを200%と想定した。

(4) 純生産額の合計

ここで想定した作付け率は、十分な水が供給されれば、直ちに予定通りの作付け率を達成することが出来るが、米の単位収量は、4年後にはじめて最大となると仮定する。個々の地区における末端整備工事の最終年には、工事の影響を受けてha当りの純生産額が1,000マレイシアドルに減少すると仮定する。

開発事業を実施した場合と、しない場合の2003年及びそれ以降における純生産額を表-21に示す。開発事業実施の場合の値は、十分な水量が確保されているという前提で算出したものである。

6.2.2 上水供給便益

上水の便益は、最小費用でできる代替施設費に基づいて算定した。

対象ダムからの放流水は、一旦川に放流され下流の取水口で取水されるとした。従って、ある特定の水源計画にとって必要な取水口以下の給配水施設は、その最小費用代替案にとっても同じものとなる。

従って、このダムの放流端における水による便益は、最小費用代替施設の放流端における水の費用で算定する。

ある特定のダムの最小費用代替ダムとは、対象ダムのうちその特定ダムの次に単位

水量当りの建設費が低いものとする。(表-12、13参照)

各対象ダム単位の費用はダムの等価年費用を、1961年から1980年の水文条件における年間開発水量平均値で除した値として算定する。

各ダムの年平均開発水量は、水不足の発生頻度と量に基づいて決まる。従って、毎年水不足の生じるケダ流域では、ダムの有効貯水量がほぼ年平均開発水量に等しい。一方ムダーペライ水系については、年平均開発水量は有効貯水量に比べ遥かに小さい。これは水不足が数年に1度しか起こらないためである。その結果、単位開発水量当りの水供給便益は、ケダ水系とムダーペライ水系で異なる。

対象各ダムによる水の開発費用は、表-22に示すように、割引率を8%として算定している。これをケダ水系及びムダーペライ水系における上工水の便益算定に使った。

上述の上工水供給便益は、上工水供給施設において、不足水量給水時に用いる水の単価である。これは、取水口における全取水量の単価とは異なる。

例えば通常は水が充分あり、1年に1ヶ月間、全く流量がない川に単位水量の取水施設が建設されると仮定する。その乾季の月の不足水量に対しXの費用をかけて水を供給したとすれば、その取水口での全水量に対する単価は $X/12$ となる。

6.2.3 十分な水の供給がない場合の便益

灌漑が不十分な場合の米の生産高を推定するにあたり、通常作付面積が利用可能水量に比例すると仮定している。これは、水の供給量と米の生産量の関係が定量化できていないためである。季節的な不足水量の変動には、貯水池の合理的操作規則を設定することでかなりの程度対応することができる。従って、上述の仮定は計画地域について妥当であるといえ、ある地域の総生産額は不足水量に比例して減少すると想定している。

十分な水の供給のない場合の上工水供給に関しても、単位便益は、不足水量に対する供給増加に対して、一様に適用する。

6.2.4 水源施設の経済的費用

対象ダム¹の経済的費用は、農地の補償費以外の財務的費用の80%と仮定する。残りの20%は移転費用と見なす。

用地買収費用が適切に支出されれば、農業以外の産業やその他の人間活動は、現在生産力のない代替地において、以前と同じ水準で継続することが出来る。言い換えれば事業実施には、用地買収費を必要とするが土地収用によって、その社会生産力や人間活動を変化させることにはならない。農業用代替地はそれなりの生産力がなければならぬから、従ってその様な土地は、既に農業開発計画に組み込まれている。その農業開発計画は、水源事業実施如何に拘らず実施されるであろうから、農地に対する補償費は、農業開発計画の投資額の一部となってしまう、一方ではもとの農地での生産は永久に失われる。そこで、農地補償費は経済的観点からは投資と見なさず、他方失われた農業生産を年間経済費用として考慮する。

ルイダムが建設された場合、ボン、ケネリン、チェンデロの発電所の発生電力量の減少はやはり失われた生産額として計上すべきである。

ジュニアン計画、対象ダム、ポテンシャルダムの経済的投資額と維持管理費、失われる生産額を合わせた年経費を表-23に示す。ジュニアン計画の費用は1983年8月提出のジュニアン調査団による最終報告書草案から引用したものである。

6.2.5 灌漑施設の経済費用

灌漑施設の財務投資額はMADA地区の末端整備について、1ha当り9,000マレイシアドル、ポンプ及び自然流下式小規模灌漑事業について11,500マレイシアドル、またMADA水路掛り小規模灌漑事業について9,000マレイシアドルである。経済的投資額は、財務投資額の80%と仮定した。

6.2.6 リクリエーションの便益

貯水池でのリクリエーション便益の現在価値は割引率8%と仮定した場合ジュニア

ンシステムで、930万マレイシアドル、プリスダムで1,390万マレイシアドル、タワール・ムダダムで、1,320万マレイシアドルと見込まれる。この便益は、貯水池への訪問者の支払い意志の概念を適用し、車両の燃料費により算定している。

この便益は、経済評価では考慮していない。

6.3 水源開発全体計画

6.3.1 水源施設の運転基準

水源開発の目的とするところは、そのままでは利用されずに海へ流出してしまう余剰水を利用して水不足を補うことである。通常は、余剰水は雨季に生じ、水不足は乾季に起こる。ダムは雨季に余剰水を貯留して、これを乾季に渇水補給のために放水するものである。ケダ水系では、雨季にさえ大規模な水不足が生じて、余剰水は、洪水時などに、時々、見られるに過ぎない。ジュニアン計画でムダ-ペライ水系から取水された余剰水はナオックダムへ送られる。ナオックダムでは、2,400万 m^3 だけが次の乾季の利用のために貯留され、残りは、直ちにケダ川水系における両季の水不足を補うために送水される。

プリス、タワール・ムダの両ダムはジュニアン取水堰の上流に位置する経年貯留型のダムである。これらのダムは両季にムダ-ペライ水系の余剰水を貯留して、乾季にこれを放流するが、その水はケダ水系、ムダ-ペライ水系のどちらにも供給可能である。

ジュニアン計画はMADA南部地区に出来るだけ多量の水を補給することによって、ケダ水系のその他の地区へ廻せるブドゥダムからの水を増加することが望ましい。

ケダ-ムダ-ペライ水系の既存、新規ダムは、ジュニアン計画による供給が先ず行われたとして、その残りの不足水量をそれぞれの開発水量の比例で分担するものとする。貯水位が最低水位に達したならば、次に流入量が増加して来るまでの間は流出量を流入量と等しくすると仮定する。

ジュニアン計画の運転に際しては、ムダ-ペライ水系の不足水量を増加することな

く、また、取水堰直下流の河道において、ある最低流量を維持しなければならない。ここでは維持すべき最低流量を1960年から1980年までの間の最低流量にとり毎秒 2 m^3 とする。ケダ水系と、ムダ-ペライ水系の間の水の配分に関して、ジュニアン計画の運転基準として3つの代替案を検討する。

代替案1 : ムダ-ペライ水系の既存及び予想水利用を優先させ、ムダ河口堰の水位を下げない範囲でジュニアンで取水してよいとする。

代替案2 : 1つの妥協案として、両水系に残る不足水量が、ほぼ、それぞれの水需要量に比例する様にする。このために、ジュニアン取水堰を越えてムダ-ペライ水系下流へ放流される流量の上限を設定する。

代替案3 : ケダ水系に優先権があるとしてムダ-ペライ水系の既存の水利用を妨害しない限りジュニアンで分水してよいとする。代替案2と同じムダ川下流への放流量に上限を設ける。

本報告書では、ジュニアン計画が代替案1で運転されるとするがANNEX I及びNには、代替案2及び3についても、必要な数値を取めてある。

6.3.2 経済的最適化

予測された灌漑開発と上水開発を含む、水需給バランス全体計画を純便益最大化の原則によって最適化して見る。

考慮に入れる水源事業は、実施中/実施決定済及び対象事業のうちルイダムを除いたものとし、ルイダムとポテンシャルダムは未だ実施の可能性が判然としないから考慮の対象としない。

水需給は第4章の予測通りに増加、水源事業実施の有無に拘らず上水道及び灌漑施設はそれに従って建設されると仮定する。もし水源開発事業の規模が小さければ、水は依然として不足し、従って、便益も小さい。費用を追加して水源の開発規模を大き

くすれば、便益が増加する。もしも便益の増分が費用の増分より大きければ開発規模を更に大きくする。純便益最大化の原則では、この様にして計画の最適規模を決定するのである。

ルイダム以外の対象ダムの優先順位は、プリス、タワール・ムダ、サリ、バダック・テミン、ドリアンの順とした。即ち表-24に示す様に純開発水量に対する投資額の比の小さい方が優先度が高いとした。

検討した全体計画のうちで、水源施設の規模が一番小さいものは、水源として、他の実施中／実施決定済事業に加えて、ジュニアン計画だけを実施するものであり、次に小さいのは、ジュニアン+プリスであり、その次はジュニアン+プリス+タワール・ムダとなる。

検討にあたっては、アーニダムとメンクアンダムの便益、費用は除外しておく。

対象となる経済的便益は、MADA地区及び小規模灌漑地区における純生産額の増分、及び不足水量補給という意味の上水供給便益である。費用の方は、水源施設費、MADA地区末端改良事業費と小規模灌漑事業費である。

種々の割引率について計算した純便益の現在価値即ちB-Cの費用の現在価値に対する関係を図-24に示す。任意の割引率について、異なる全体計画を連ねた折線がB-C最大を示す点が最適計画となる。

割引率8%では、B-Cの値はタワール・ムダダムが加わるまでは増加するが、サリダムが追加されると減少する。即ち、資本の機会費用を8%とすれば、実施中／実施決定済事業に加えてプリス、タワール・ムダの両ムダを実施すべきである。

上の記述は、ジュニアン計画の運転について、6.3.1節で述べた代替案1が採用された場合についてであって、代替案2,3を仮定した場合の計算結果はANNEX Nに示されている。代替案2,3では、代替案1に比べてB-Cの値が若干少なくなる。このことから、ムダ-プライ水系を優先に扱った場合が経済的には最もよいことが判る。優先度をムダ-プライ水系からケダ水系にある程度移すと、最適計画の規模は小さくなって、実施／実施決定済事業に加えて実施すべき対象ダムはプリスダムのみとなる。

プリスダムは何れにしても経済的妥当性があるが、タワール・ムダダムの妥当性は、ムダ-プライ水系と、ケダ水系の間の水の配分の仕方によって左右されることになる。

以下の記述では、プリスダム、タワール・ムダダムがともに実施されるものと、仮定することとする。

6.3.3 開発水量の検討

2000年における年間不足水量と、ジュニアン計画、プリスダム及びタワール・ムダダムの開発水量を、1961年から1980年までの水文条件に対して年別に表すと図-25の様になる。これら3事業が実施されると、ムダ-ペライ水系の水不足は解消するが、ケダ水系には不足が残る。その水需要の量に対する比率は、高めの経済成長を仮定した場合で6%低めの場合で3%である。

水源開発に対する責任の分担を示すために、下記の仮定により、原因者別平均不足水量を水源施設別に割り振った。

ジュニアン計画はその開発水量の範囲内でケダ水系のMADA地区、小規模灌漑事業及び上工水の水需要から生ずる不足水量を補う。

プリスダムは、ムダ-ペライ水系の上工水需要増加による不足水量の大部分、ムダ-ペライ水系及びケダ水系支流の小規模の灌漑事業による不足水量の全部及びケダ水系においてジュニアン計画が補給し残した不足水量の一部を補給する。タワール・ムダダムはムダ-ペライ水系の残りの不足水量の全部を供給し、ケダ水系に残る不足水量の一部を補う。

上記の仮定に基づき、ジュニアン計画、プリスダム、タワール・ムダダムの開発水量は、表-25に示す様に、水不足の原因者に割り振られる。(ジュニアン計画の運転に代替案2, 3を仮定した場合についてはANNEX Iを参照)

6.3.4 事業別の経済評価

個々の水源事業による灌漑事業の経済便益を水量に比例する純便益即ち純生産額から灌漑施設費用を差し引いたもので評価する。個々の事業の便益の持ち分は、総需要に対する開発水量の比率で割り当てることとする。

内部収益率は、高めの経済成長を仮定した場合、ジュニアンシステムで12.2%、プ

リスダムで11.5%、タワー・ムダダムで11.5%となり、低めの経済成長を仮定した場合、ジュニアンシステムで12.9%、リスダムで13.5%、タワー・ムダダムで9.0%となる。リスダムは高い内部収益率を表しており、疑いもなく、経済的妥当性がある。タワー・ムダダムも妥当性があると見なされるが、その経済的、物理的効果はリスダムより小さい。

年平均純開発水量、割引率8%とした場合の便益・費用の現在価値及び3事業の内部収益率を高め経済成長を仮定した場合、図-26に、低めの経済成長を仮定した場合、図-27に示す。

6.4 財務分析

水源事業の費用は、水源事業によって充足される水不足をもたらした原因者に割り振られる。リス及びタワー・ムダのコストアロケーションに関しては、分離費用身代り妥当支出法を用い、割引率8%として1982年始めにおける資本の現在価値、運転・維持費用について算定した。高め、低めの経済成長を仮定した場合におけるリスダムの計算結果を表-28に、タワー・ムダダムの計算結果を表-29に示す。

便益も、その目的の身代り施設費よりも低いから、便益が即ち妥当支出額となる。全体の費用に対する分離費用の割合はリスダムで52~53%、タワー・ムダダムで21~23%である。従ってリスダムのアロケーションは水量割りに近く、タワー・ムダダムの場合は便益割りに近い。

リスダム建設費用負担割合は、高め経済成長を仮定した場合、ケダ水系では、MADA22.8%、小規模灌漑39.6%、上工水2.0%、ムダ-ペライ水系では、灌漑15.8%、上工水19.1%、また河川維持流量0.7%となった。低め経済成長を仮定した場合ケダ水系では、MADA41.1%、小規模灌漑43.4%、上工水では微小、ムダ-ペライ水系では、灌漑11.4%、上工水4.1%となる。

同様にタワー・ムダダムでは、高め経済成長を仮定した場合、ケダ水系でMADA38.7%、小規模灌漑4.6%、上工水4.8%、ムダ-ペライ水系で灌漑1.8%、上工水48.9%、それに河川維持流量1.2%となる。低め経済成長を仮定した場合、ケダ水系でMADA80.4%、小規模灌漑8.3%、上工水0.4%、ムダ-ペライ水系で灌

溉 1.4%、上工水 9.5%となる。

計画地域全体の水需給バランス計画に関連する公共及び民間開発投資のマレイシア5ヶ年開発計画毎の内訳を高め経済成長を仮定した場合表-30、31に、低め経済成長を仮定した場合表-32、33に示す。この開発投資計画には、ティマ・タソダム、アラウダム、アーニダム、ジュニアン計画、メンクアダム、プリスダム、タワール・ムダダムの投資額を含むが、ティマタソ、アラウ、両ダムの洪水防御目的の分離費用は除外してある。アーニン、メンクアン両ダムの費用は上工水負担とした。ジュニアンシステムの費用は水量割りとした。直接施設(Direct Facilities)費にはMADA地区で現在実施中の末端整備事業、新規小規模灌漑事業、既存小規模灌漑事業の改修、PWD/PWA及びRESPの公共上水道事業を公共投資としてまた、民間の上水道事業の民間投資として含む。河川維持流量のための投資額は水源施設の一部である。

ペルリス、ケダ両州の公共開発投資額は、高め経済成長を仮定した場合で、13億1,300万マレイシアドルと見積られる。その内訳は灌漑 2億 2,300万マレイシアドル、公共上水道10億 8,400万マレイシアドル、河川維持流量 600万マレイシアドルである。ジュニアンシステム、プリスダム、タワール・ムダダムに対する分担分は 9,000万マレイシアドルで、公共事業投資額の7%に当る。上水道事業における民間投資額は、13億 1,600万マレイシアドルである。低め経済成長を仮定した場合、公共事業投資額は、7億 1,300万マレイシアドルで、その内訳は、灌漑 2億 2,600万マレイシアドル、上工水 5億 5,100万マレイシアドルである。この水源事業合計は 6,600万マレイシアドルであって公共投資額の5%に当る。民間投資額は 2億 6,400万マレイシアドルと見積られる。

ブラウ・ピナン州については、高め経済成長を仮定した場合、公共投資額は15億 7,100万マレイシアドルとなる。そのうち灌漑事業費が 100万マレイシアドル、上水道事業費が15億 7,000万マレイシアドルである。プリス、タワール・ムダ両ダム費用の分担分は 5,800万マレイシアドル、即ち公共投資額の4%である。民間開発投資額は11億 8,200万マレイシアドルとなる。低め経済成長の場合は総額 9億 3,400万マレイシアドルで、灌漑事業費 100万マレイシアドルの他は水道事業費である。プリス、タワール・ムダダムの分担費用は、1,200万マレイシアドル即ち公共投資の7%とな

る。民間投資は 6億 4,200万マレイシアドルである。

MADA地区の公共投資額は、高めの経済成長を仮定した場合、9億 5,200万マレイシアドルと見積られる。末端整備事業に 8億 3,800万マレイシアドル、ジュニアン計画、プリスダム、タワール・ムダダムの分担分が総額の12%に当る 1億 1,500万マレイシアドルである。低めの経済成長を仮定した場合投資額は10億 2,200万マレイシアドルである。末端整備事業費は、上記と変わらないが3水源事業費の分担分は、1億 8,500万マレイシアドル、即ち総額の15%である。

6.5 ポテンシャルダムを含む全体計画

プリス、タワール・ムダダムは著しく不足水量を減ずるとはいえ、水不足を解消することは出来ない。当面は節水によってしのぐ他はない。

ポテンシャルダム（ルイダムを含め）であるレマン、メルボック、クロン・テファ、ルイの諸ダムは期待される開発水量が大きく、またその開発水量当りの建設費は、タワール・ムダダムよりも低い程である。より高い利水安全度を確保する目的で、ポテンシャルダムを含む計画を検討して見よう。

どの全体計画においても、メンクアダム、アーニダム、ジュニアン計画、それにプリスダムは実施されるものとする。仮定したポテンシャルダムを加えただけでは、渇水年に2000年の需要を充たせない場合にだけ、タワール・ムダダムを考慮に入れることとする。

ジュニアン計画、対象ダム、ポテンシャルダムについて、1977年の水文条件の下で2000年の水需要を仮定した場合の開発水量と内部収益率の概略値をもとめて表-34に示す。ルイダムの内部収益率を算定するに際して、電力の価値をkw当り 208マレイシアドル、kwh 当り 0.145マレイシアドルと仮定した。

内部収益率の値が8%未満の施設は実施されないものと見なす。

ポテンシャルダムのうち、あるものは実施出来るであろうが、あるものは出来ないだろう。どのポテンシャルダムも実施可能な場合と、それらがどれも実施不可能な場合の両極端の間で、あらゆる可能性を考えて、全体計画を作成した。どれも実施不可能な場合というのは、実は 6.3.3節で検討した場合にあたるのである。

高めの経済成長を仮定した場合には可能なケースが10ケース考えられる。それぞれについての最適計画を図-26の上部に示す。ルイダムが実施出来てその開発水量が1億4,000万 m^3 であれば、ルイダムとメンクアダムで、ムダ-ペライ水系の水不足を解消出来るから、ジュニアン計画は毎秒2 m^3 の河川維持流量のみを残して、ジュニアン取水堰における河川流量を全部ケダ水系へ分水してもよい。このために、新たにケダ水系へ分水出来る水量は700万 m^3 である。

現況不足水量は、そのこれからの伸びに比べて著しく大きいから、如何なる全体計画を考えても、それに含まれるべき水源事業のほとんどは、直ちに実施することが望ましいことになる。

従って、全体計画の諸案を比較する場合、建設費の現在価値を比較するかわりに建設費の単純な合計を比較しても、誤差は問題とならない。図-26の下の方には、全体計画各案の合計開発水量と建設費の単純合計の関係を示してある。参考のために、1977年の水文条件の下における2000年の不足水量を示した。

低めの経済成長を仮定した場合には、図-27に示す様に3ケースしかあり得ない。

図-26、27に示した各ケースの計画は、そのケースに対する最適計画である。従って、ここに示された計画のうちどれを選定するかは、実施可能なポテンシャルダムがどれとどれかということが判明すれば決まってしまう。

レマンダムが実施されれば、低い水コストで高い利水安全度を確保することが出来る。更に言えることは、このダムなしには水不足の解消は不可能である(図-26、27のH1、H2、H3、L1がそれに当る)。クロン・テファ、タワール・ムダの両ダムは、プリスダム及びレマンダムの代替ダムまたは、それらに加えて建設されるダムとなり得る。もし、高めの経済成長を仮定した場合の様に、水需給が大きければ、メルボック計画やルイダムの妥当性があり、また大変効果的である。

結論として、プリスダムは、対象地域の水需給バランスに著しい効果があると期待されまた経済的妥当性があること疑いないので、このダムを直ちに実施すべきである。その他の水源計画では、多分レマンダムが最も優れているだろう。関係機関の間で協議、調整して、このダムの実施可能性を徹底的に究明すべきである。クロン・テファダムとメルボック計画に対するプレ・フィージビリティ調査を実施すべきである。また、レ

マンダムの可能性を明らかにする目的で鉱物資源調査も実施すべきである。いずれにしても、ブリスダムばかりでなく、他に幾つかの水源開発事業を実施する必要があるから、タワール・ムダダム及びポテンシャルダムの中からこれらを選定しなければならない。

第7章 洪水防御計画

7.1 各流域の洪水防御計画

計画地域の河道断面は、一般的に小さく、2年確率洪水を漸く流下できる程度であるから、洪水時に、しばしば氾濫が起こる。上流域の氾濫は通常、下流域の河川疎通能力が低いことが原因となっている。洪水に対する基本的対策は河道の疎通能力を高めるか、洪水流量を低減させることである。疎通能力を高めるためには、当該区間及びその下流域の河道の直線化、河道断面の拡張などの河道改修を行う。洪水流量を低下させるためには貯水池あるいは遊水池によって洪水を一旦貯留するか、洪水放流路によって洪水流量の一部を分水する。

ここで提案する洪水防御計画は、流域別に作成した代替案の中から、割引率8%を仮定した経済的効率の観点から取捨選択したものである。

(1) ペルリス川洪水防御計画

ペルリス川流域では、カンガーが主要な洪水被害地区である。カンガーの近傍で、テマンガ川、コロック川、ジアル川が、ペルリス川に合流している。

高めの経済成長を仮定した場合、最適洪水防御計画として、図-28 に示すように、ペルリス川本流下流域、テマンガ川、ジアル川上流域及びアラウ川の総延長23kmの河道改修、及びカンガー北部、ジアル川、ペルリス川合流点から総延長22kmの洪水放流路建設及びティマ・タソダム、アラウダムの建設が必要である。50年確率洪水を計画洪水とした。

低めの経済成長を仮定した場合、上述の計画は経済効率からみて妥当性が低い。ティマ・タソダムの建設のみが許されよう。したがって、ティマ・タソダムの開発目的に洪水防御を含めるべきである。ティマ・タソダムの建設によりコロック川、カンガーの洪水被害を著しく軽減できる。高めの経済成長を仮定した場合の最適計画における、ティマ・タソダム以外の事業は、流域の社会経済発展に応じて実施すべきである。

(2) ケダ川洪水防御計画

ケダ流域の洪水被害地域は、クアラ・ネラン付近及びプルバン取水堰上流域である。

高め、低めの双方の経済成長を仮定した場合とも、図-29 に示すように、クアラ・ネラン、プルバン取水堰、アロー・スターそれぞれの上流の狭搾部総延長 18 kmの区間の、河道改修が必要となろう。この場合、計画洪水量は10年確率洪水が妥当である。

(3) ムダ川洪水防御計画

ムダ川流域では主にケティル川沿い、特にクアラ・ケティルが被害地区である。

高め、低め双方の経済成長を仮定した場合とも、図-30 に示すように、ムダ川下流部、ケティル川合流点附近、及びケティル川上流部の総延長50kmにわたる河道改修が必要であろう。この場合も計画洪水は10年確率洪水量となる。

(4) ペライ川洪水防御計画

ペライ川流域では、本流下流域に位置するバター・ワースに被害地区がある。

高め及び低めの経済成長を仮定した場合とも、図-31 に示すように、ペライ川河口堰上流部に広がる湿地帯を整形して遊水池として利用することを提案する。

(5) ペナン川洪水防御計画

ペナン川は、ペナン川沿いに開けたジョージタウンで氾濫する。防御計画としては総延長 2.4kmの河道改修が必要であろう。この計画は、低めの経済成長を仮定した場合には、経済的妥当性を欠くが、多数の被災人口を救うことができるから、計画の実施が望ましい。

7.2 洪水防御事業の実施計画

高めの経済成長を仮定した場合の事業実施計画を次に示す。ペルリス川流域ではティマ・タソダムを5MP（第5次マレイシア計画）で、また本流、テマンガ川（ティマ）の河道改修及び、カンガー北部の洪水放流路開削を6MP（第6次マレイシア計画）で、ジアル川、アラウ両河川の河道改修を7MP（第7次マレイシア計画）で実施する。ケダ川関係では、河道改修を5MPでアロー・スター地区、6MPでプルバン取水堰上流部、

7MPでクアラ・ネラン地区において実施する。ムダ川関係では、本流下流区間の河道改修を5MP、6MPで、他の地区の河道改修を7MPで実施する。ペライ川の遊水池建設は5MPで行う。ペナン川の河道改修は7MPで実施する。

低めの経済成長を仮定した場合の事業計画は、以下の点で、高めの経済成長を仮定した場合の計画と異なる。ペルリス川関係では、ティマ・タソダムのみを建設する。アロー・スター地区の河道改修は、実施時期を5MPから6MPにずらす。

上述の事業計画の1982年価格水準における投資計画を表-35に示す。

7.3 洪水防御計画の効果

提案した洪水防御計画の基本的な特徴を、高めの経済成長を仮定した場合について表-36に、低めの経済成長を仮定した場合について表-37に示す。

高めの経済成長を仮定した場合、建設費総額は、1億3,860万マレイシアドルと見積られる。割引率8%を仮定すると、年平均洪水被害額2,049万マレイシアドルを1,415万マレイシアドル、即ち69%減少させることができる。経済的内部収益率は、ムダ川の11.1%から、ペライ川の18.4%の範囲にある。また平均氾濫面積 39km^2 を 13.7km^2 、即ち35%減少させることができる。洪水防御事業を実施しないと、2000年時点で、年平均被災人口は、33,500人と想定される。洪水防御計画の実施により、この想定被災人口の70%、即ち23,300人を洪水から守ることができる。

低めの経済成長を仮定した場合、建設費総額は、1982年価格水準で、1億702万マレイシアドルである。年平均洪水被害額1,117万マレイシアドルを646万マレイシアドル、即ち58%だけ減らすことができる。経済的内部収益率は、ペナン川の7.6%とペライ川の12.9%の範囲にある。年平均氾濫面積 39km^2 を 11.7km^2 、即ち30%に減少させることができる。2000年時点における年平均被災人口29,900人のうち、54%に相当する16,000人を洪水から守ることができる。

7.4 ムダ川下流域河道改修の概略設計

ムダ川洪水防御計画で、最大の利益を享受する地域は、クアラ・ケティル地区であり、その10年洪水量は毎秒 340m^3 と推定される。ムダ川下流区間の疎通能力は平均毎秒 400m^3 であるが、疎通能力がわずか毎秒 $200\text{--}320\text{m}^3$ の地点が数ヶ所ある。このことは、クアラ・ケティル地区の疎通能力増強を図っても、ムダ川下流の疎通能力が劣るため効果的でないことを意味する。もしクアラ・ケティルでの疎通能力が著しく増大したら、かえってムダ川下流域の洪水被害を増加させることになる。したがって、先ず、ムダ川下流域の河道改修から実施することが必要である。

アレ・フィージビリティ段階でのムダ川下流部河道改修設計を以下に記す。

7.4.1 横断測量

マレーシア政府は、ムダ川のムダ取水堰からムダ川・セディ (Sedim)川合流点までの 33.8km の河道区間についての横断測量を1983年2月から3月にかけて実施した。測量断面の位置は、図-32 に示す。

7.4.2 設計基準

現在の河川横断面は断面1のムダ河口堰から断面9までの 10km の区間では幅 $100\text{--}150\text{m}$ 、深さ 5m で平均縦断勾配は $1/10,000$ である。断面9から断面26の 23.8km 区間では幅 $60\text{--}100\text{m}$ 、深さ 7m で平均縦断勾配は $1/5,000$ である。

図-32 に示すように取水口が6ヶ所あり、また断面3に、ムルデカ (Merdeka)橋、断面13付近に、鉄道橋がそれぞれ架かっている。河道から約 $100\text{--}800\text{m}$ 離れた両岸に堤防がある。

現在の河道は顕著な浸蝕・堆積をみせておらず安定していると思われる。ムダ河口堰の越流堤頂は標高 -0.9m で約 1km 上流の河床よりも約 1m 高い、河口堰から上流にかけての堆積は、ほとんど進んでいないが、将来水平の堆砂を形成すると仮定すべきであろう。既存取水口の運用操作上は、河川断面型を変えないことが望ましい。現在の堤内地の排水状況から判断して、河道に沿って連続堤を設けても、堤内地の湿地化は生じないであろう。このような点を考慮して複断面の河道形状を提案した。

7.4.3 設計

計画洪水量は毎秒 $1,100\text{m}^3$ で10年洪水量に相当する。断面1から断面9までの河道区間については縦断勾配は水平とし、標準横断面は低水路で底部幅 130m 、計画水位 7m 、高水敷で底部幅 65m 、計画水深 3m とする。高水敷底面は現在の地盤高とし両岸に堤防を設ける。断面9から断面26の河道区間では縦断勾配を $1/5,000$ とし、低水敷底面幅 80m 、計画水深 7m とする。高水敷は底面標準幅 50m 、計画水位 2.5m とし、高水敷両岸に連続堤を設ける。

計画平面図を図-32 に、計画河道縦断図を図-33 に、また計画河道横断図を図-34、35に示す。

7.4.4 建設計画

主要工事量は掘削 170万m^3 、盛土 170万m^3 、張芝 120万m^2 、舗装 $270,000\text{m}^2$ である。

建設期間は準備期間1年を含め1986年から1995年の10年間である。

この建設工程では土工がクリティカルパスとなっている。最盛期年間土工量は、水中掘削 $9,000\text{m}^3$ 、乾土掘削が $170,000\text{m}^3$ 、盛土 $300,000\text{m}^3$ である。1月から6月までの6ヶ月が工事可能とすると次の土工機械が必要である。

バックホー	2台
ダンプトラック	30台
ローダー	9台
ブルドーザー	17台

7.4.5 建設工事費

建設工事費は1982年の価格標準で2,790万マレイシアドルと算定される。その内訳は、表-38に示すように、建設工事費1,650万マレイシアドル、設計監理費1,700万マレイシアドル、補償費640万マレイシアドルである。

第8章 水質汚濁削減計画

8.1 水質汚濁予測

河川水の人為的汚濁は、先ず有機汚濁として顕われてくる。これが、ある水準に達すると、生活、工業用水、灌漑、その他の水利用に悪影響を及ぼす。水質の有機汚濁は、好気性微生物によって酸化分解される有機物量を好気性微生物の消費する酸素量で示したBODで表される。河川のBOD濃度が、 $5\text{mg}/\text{l}$ 以上になると、河川の自浄作用が著しく劣化し、水棲生態系も影響を受ける。BODが $10\text{mg}/\text{l}$ を越えると臭気が発生する。水質環境の見地からみれば、河川のBOD濃度を $10\text{mg}/\text{l}$ 以下に抑えることが望ましい。

原水のBOD濃度が $2\text{mg}/\text{l}$ 以下の場合、生活用水としての通常の浄化方法は、沈澱法、濾過法、塩素法である。原水のBOD濃度が $5\text{mg}/\text{l}$ 以下の場合、工業用水道としての通常の浄化方法は沈澱法である。原水のBOD濃度が、 $10\text{mg}/\text{l}$ から $20\text{mg}/\text{l}$ に達すると、2次処理とよばれる急速濾過法、活性炭吸着法による前処理が行われる。 $20\text{mg}/\text{l}$ から $200\text{mg}/\text{l}$ の濃度になると、曝気池や熟成池のような一次処理施設が必要となる。計画地域における主要な有機性汚濁源は、都市及び農村の生活及び工業用水利用者、ゴム工場、オイルパーム搾油工場、製糖工場及び家畜飼育場である。

渇水年（1977年）の最低5日平均流量をもとに、以下に述べる主要河川について2000年時点のBOD濃度予測を行った。

(1) ペルリス川

ペルリス川の汚濁源は、上流の製糖工場が排水処理施設を設ければ、カンガールの都市排水のみとなる。2000年時点において、カンガーから排出されるBOD負荷量は、1日当り、高めの経済成長を仮定した場合6トン、低めの経済成長を仮定した場合2トンと予測される。中流、上流域は、将来とも、水質汚濁は問題とならないであろう。しかしカンガーより下流では、2000年までに、 $80\text{mg}/\text{l}$ 以上のBOD濃度となることが予想される。

(2) ケダ川

主要汚濁源は、アロー・スター、ジトラ (Jitra) の都市排水とアロー・スター付近の2ヶ所のゴム工場である。2000年時点におけるBOD負荷量は、1日当り、高めの経済成長を仮定した場合、都市部から11トン、ゴム工場と農村部から各々1トン、低めの経済成長を仮定した場合、都市部から4トン、ゴム工場と農村部から各々1トン排出されると予想される。支川では、ジトラより下流が若干汚濁される以外、上、中流域は、汚濁の問題は生じないであろう。しかし、アロー・スターより下流の本流では、2000年までにBOD濃度は、高めの経済成長を仮定した場合で $37\text{mg}/\text{l}$ 、低めの経済成長を仮定した場合で $28\text{mg}/\text{l}$ と、強度の水質汚濁が予想される。

(3) メルボック川

河川流量の少ないメルボック川における主要汚濁源は、スンガイ・ペタニ、ティカン・パーツの都市排水、11ヶ所のゴム工場である。2000年におけるBOD負荷量は、1日当り、ゴム工場から6トン、都市部から高めの経済成長を仮定した場合6トン、低めの経済成長を仮定した場合4トンと想定される。BOD濃度は全川にわたって高めの経済成長を仮定した場合 $111\text{mg}/\text{l}$ 、低めの経済成長を仮定した場合 $92\text{mg}/\text{l}$ と、強度の水質汚濁が予想される。

(4) ムダ川

12ヶ所のゴム工場と1ヶ所のオイルパーム搾油工場が、ムダ川、またはその支川に排水を流している。2000年時点の1日当り想定BOD負荷量は、ゴム工場とオイルパーム搾油工場から2トン、更に高めの経済成長を仮定した場合、農村から1トンである。ムダ川は、2000年においても汚濁が問題にならないであろう。

(5) ペライ川

ペライ川の主な汚濁源は、クリムと10ヶ所のゴム工場、及び農村の家畜飼育場である。バター・ワース、その他の都市の排水、家畜汚水は直接海に流れこむ。2000年時点のBOD負荷量は、1日当り、高めの経済成長を仮定した場合、ゴム工場から5トン、クリムから2トン及び農村部から2トン、低めの経済成長を仮定した場合、ゴム工場から5トン、クリムから1トン及び農村部から1トンと予想される。BOD濃度は、2000年までに高めの経済成長を仮定した場合、クリム付近

で、 $25\text{mg}/\text{l}$ 、河口で $19\text{mg}/\text{l}$ 、低めの経済成長を仮定した場合、クリム付近、河口で $17\text{mg}/\text{l}$ と、強度の水質汚濁が予想される。

(6) その他の河川

ジュル川における主要汚濁源は、フキット・メルタジャム、ゴム工場、家畜汚水である。2000年における汚濁負荷量は、高めの経済成長を仮定した場合、フキット・メルタジャムから2トン、農村部から1トン、低めの経済成長を仮定した場合、フキット・メルタジャムと農村部から各々1トンと推定される。ジュル川は流域面積が小さく、汚濁負荷量に比べ、希釈推量が少ないため、下流域のBOD濃度は、高めの経済成長を仮定した場合 $35\text{mg}/\text{l}$ 、低めの経済成長を仮定した場合 $23\text{mg}/\text{l}$ になると予想される。

ジェジャウイ川の主要汚濁源は、ゴム工場2ヶ所、オイルパーム搾油工場2ヶ所及び家畜飼育場である。BOD濃度は、2000年時点でも $5\text{mg}/\text{l}$ であろう。BOD負荷量は、高め、低めの経済成長を仮定した場合、いずれも1日当たり2トンと推定される。

ベナン島の河川においては、2000年時点の汚濁負荷量は、高めの経済成長を仮定した場合、ゴム工場から7トン、都市部から3トン、及び農村部から1トン、低めの経済成長を仮定した場合、ゴム工場から7トン、都市部、農村部から各々1トンと推定される。各河川のBOD濃度は、算定されていない。

8.2 水質汚濁削減計画

BOD濃度を取水口付近で、 $5\text{mg}/\text{l}$ 以下、他の河川区間で、 $10\text{mg}/\text{l}$ 以下に抑えることを目標とした。

上記基準を達成する方策は、すべてのゴム工場、オイルパーム搾油工場、製糖工場の排水処理施設の改良、及び大都市における下水道整備が考えられる。中小都市、農村部からのBOD負荷量を減少させるための効果的な手段はない。上記方策のみで、削減計画を達成できない場合、ダム貯水池操作による河川流量の増加、若しくは都市排水の海洋への直接導水が考えられる。

(1) ペルリス川水質汚濁削減計画

ペルリス川下流域では、乾期に河川流量が、わずか毎秒 $0.93m^3$ となるところへ、カンガーから多量の汚濁負荷量を含む排水、毎秒 $2m^3$ が流れこむため、水質汚濁が問題になるであろう。下流域水質改善のために、3つの代替案を考えた。代替案1は、カンガーに下水道を設け、ティマ・タソダムからの放流量を増加させるものである。代替案2では、カンガーに下水道を敷設するとともに、総延長9kmの暗渠を設け、下水を直接海洋に放流する。代替案3では、カンガーに下水道を設けずに、ティマ・タソダムからの放流量を増やすことにする。

代替案1では、高めの経済成長を仮定した場合に、1982年価格水準で、7,400万マレイシアドルの投資によって下水道施設を建設すれば汚濁負荷量を、日量4トン、低めの経済成長を仮定した場合に、3,300万マレイシアドルの下水道投資で日量1トン減らすことが可能である。BOD濃度を $10mg/l$ 以下に保つには、高めの経済成長を仮定した場合に、毎秒 $1.5m^3$ 、低めの経済成長を仮定した場合毎秒 $0.4m^3$ の河川流量を確保する必要がある。

代替案2では、1982年価格水準で、高めの経済成長を仮定した場合8,000万マレイシアドル、低めの経済成長を仮定した場合3,900万マレイシアドルの下水道及び暗渠の建設費を要するが、カンガーの排水を全部海へ放流してしまうことによってペルリス川の汚濁は防ぐことが出来る。

代替案3では、最低毎秒 $4.8m^3$ の河川流量を確保する必要がある。

河川のBOD濃度を $10mg/l$ 以下に維持するために必要な、ティマ・タソダムからの年間放流量は渇水年(1977年)で高めの経済成長を仮定した場合、代替案1で $340万m^3$ 、代替案3で $9,050万m^3$ 、低めの経済成長を仮定した場合、代替案1で $29万m^3$ 、代替案3で $1,420万m^3$ となる。代替案1の場合、ティマ・タソダムから上記必要放流量を確保するための投資額は妥当な範囲にあるが、代替案3で必要とされる放流量をティマ・タソダムだけでうけもつことは不可能であろう。ティマ・タソダムの建設費を下に、代替案1と代替案2の比較検討を行う必要がある。ここでは代替案1が選定されたと仮定する。

なお、河川上流域のBOD濃度を $10mg/l$ 以下に保つためには、製糖工場に、排水処理施設を設ける必要がある。

(2) ケダ川水質汚濁削減計画

アロー・スターからの都市排水の増加に伴い、ケダ川下流域では、BOD濃度が暫次高くなると予測される。代替案1では、アロー・スターの下水道整備とダムからの放流による河川流量増加を考えた。代替案2は、アロー・スターの下水道整備と、下水を直接海洋に放流するための総延長 8kmの導水管を建設する案である。

代替案1において、高めの経済成長を仮定した場合、投資額 2億 4,700万マレイシアドルの下水道整備によってBOD負荷量を1日当り、5トン減らすことが可能であり、低めの経済成長を仮定した場合、8,900万マレイシアドルで日量2トン削減出来る。またこの場合、ペルリス川下流の河道を清浄に保つためには、高めの経済成長を仮定した場合毎秒 $6.2m^3$ 、低めの経済成長を仮定した場合毎秒 $2.3m^3$ の河川流量を確保する必要がある。

代替案2では、アロー・スターの下水を河川から完全に分離する。この投資額は、高めの経済成長を仮定した場合、2億 5,700万マレイシアドル、低めの経済成長を仮定した場合 9,900万マレイシアドルを要すると見積られる。

これらの代替案は、いずれも実施可能であるとみなせるが、本調査では代替案1を仮定する。

2ヶ所のゴム工場の排水処理施設は改善すべきである。

ジトラより下流には取水口がなく、BOD濃度も $10mg/l$ 以下と予測されるので、ジトラに対しては、改善計画を立案していない。

(3) メルボック川水質汚濁削減計画

メルボック川水質汚濁削減に関しては、既存のすべてのゴム工場の排水処理施設の改善が不可欠である。メルボック川の低水流量が極めて小さいため、スンガイ・パタニからの排水だけでも、水質汚濁が深刻なものとなろう。

代替案1では、スンガイ・パタニの下水道整備と、ムダ川からの導水による河川流量の増大を図るものである。

代替案2では、スンガイ・パタニの下水道整備と市街地とムダ川の河口堰より下流の河道を結ぶ総延長8kmの導水管の建設を計画した。

代替案1におけるムダ川からの導水量は、高めの経済成長を仮定した場合、

3億 7,000万 m^3 、低めの経済成長を仮定した場合 1億 3,000万 m^3 と莫大であり、これは、プリス、タワル・ムダ両対象ダムの開発水量を上回るほどであり、妥当性を欠く。一方、代替案2は、実施可能である。その投資額は、高めの経済成長を仮定した場合、1億 6,200万マレイシアドル、低めの経済成長を仮定した場合 6,700万マレイシアドルと見積られる。

(4) ムダ川水質汚濁削減計画

すべてのゴム工場とオイルパーム搾油工場の排水処理施設改善が必要であろう。この施策により、ムダ川全域で高めの経済成長を仮定した場合でさえ、BOD濃度を $3mg/l$ 以下に保つことができる。

(5) ペライ川水質汚濁削減計画

ペライ川下流域の主要汚濁源は、ゴム工場であり、クリム川は、クリムの都市排水で汚濁されている。

改善計画は、ゴム工場の排水処理施設改善とクリムの下水道整備から成り立っている。これにより、クリム川のBOD濃度は、高めの経済成長を仮定した場合でさえも $5mg/l$ 以下となるであろう。

(6) その他の河川の水質汚濁削減計画

その他の河川流域に対しても、ゴム工場とオイルパーム搾油工場の排水処理施設改善を提案する。

ジュル川流域では、目下建設中のバター・ワース下水道が主たる汚濁源であるブキット・メルタジャムを含むため、河川のBOD濃度は $10mg/l$ 以下に抑えられるであろう。

ジェジャウイ川では、水質改善のための施策は必要ない。

ペナン島では、ゴム工場の排水処理施設を改善することにより、BOD負荷量は、1日当り、高めの経済成長を仮定した場合11トンから 4トンに、低めの経済成長を仮定した場合 9トンから 2トンに減少させることができ、河川水質は改善されるであろう。