

ベトナムの農村地域
の農村調査
報告書

マレーシア国

ペルリス、ケダ、プラウピナン地域

水資源開発計画第二次調査

ブリスダム フィージビリティ調査

主報告書

昭和60年3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
D. IRRIGATION DEVELOPMENT
- Vol. 4 - ANNEX E. METEOROLOGY AND HYDROLOGY
F. STUDY ON OPERATION OF WATER RESOURCES SYSTEM
- Vol. 5 - ANNEX G. ENGINEERING GEOLOGY
H. CONSTRUCTION MATERIAL
- Vol. 6 - ANNEX I. DESIGN AND COST ESTIMATE
- Vol. 7 - ANNEX J. ECONOMIC ANALYSIS
K. LAND ACQUISITION COST AND ENVIRONMENTAL STUDIES
L. LEGAL AND INSTITUTIONAL ARRANGEMENT

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 5. 31	113
登録No. 11503	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。事業団は日本工営株式会社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編成した。

本調査は第1次及び第2次調査よりなり、第1次調査は昭和57年12月から昭和59年2月にわたり実施された。その結果を踏まえ、第2次調査では、プリスタムのフィージビリティ調査を実施した。

ここに提出される第2次調査最終報告書は、昭和58年12月から1年3カ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・ピナン地域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、マレーシア国政府関係者、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60年3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
ペルリスーケダーブラウ・ピナン地域水資源開発計画第2次調査
ブリスダム フィージビリティ調査団

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：ペルリスーケダーブラウ・ピナン地域水資源開発計画第2次調査・ブリスダム フィージビリティ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。

ここに提出する報告書には、地域内水需給収支の改善に効果的に資するブリスダム事業の予備設計、費用積算、ならびに事業の評価を記述いたしております。さらに、ペルリスーケダーブラウ・ピナン地域における水利用者への水配分計画もこの報告書の重要な成果であります。当該地域のように水需給がひっ迫している地域では、水資源の有効利用が切実に要求されることに鑑み、合理的な水利用の優先順位を提案するとともに、既存の水資源事業を含めた地域内水源施設の統合運用計画を立案いたしました。

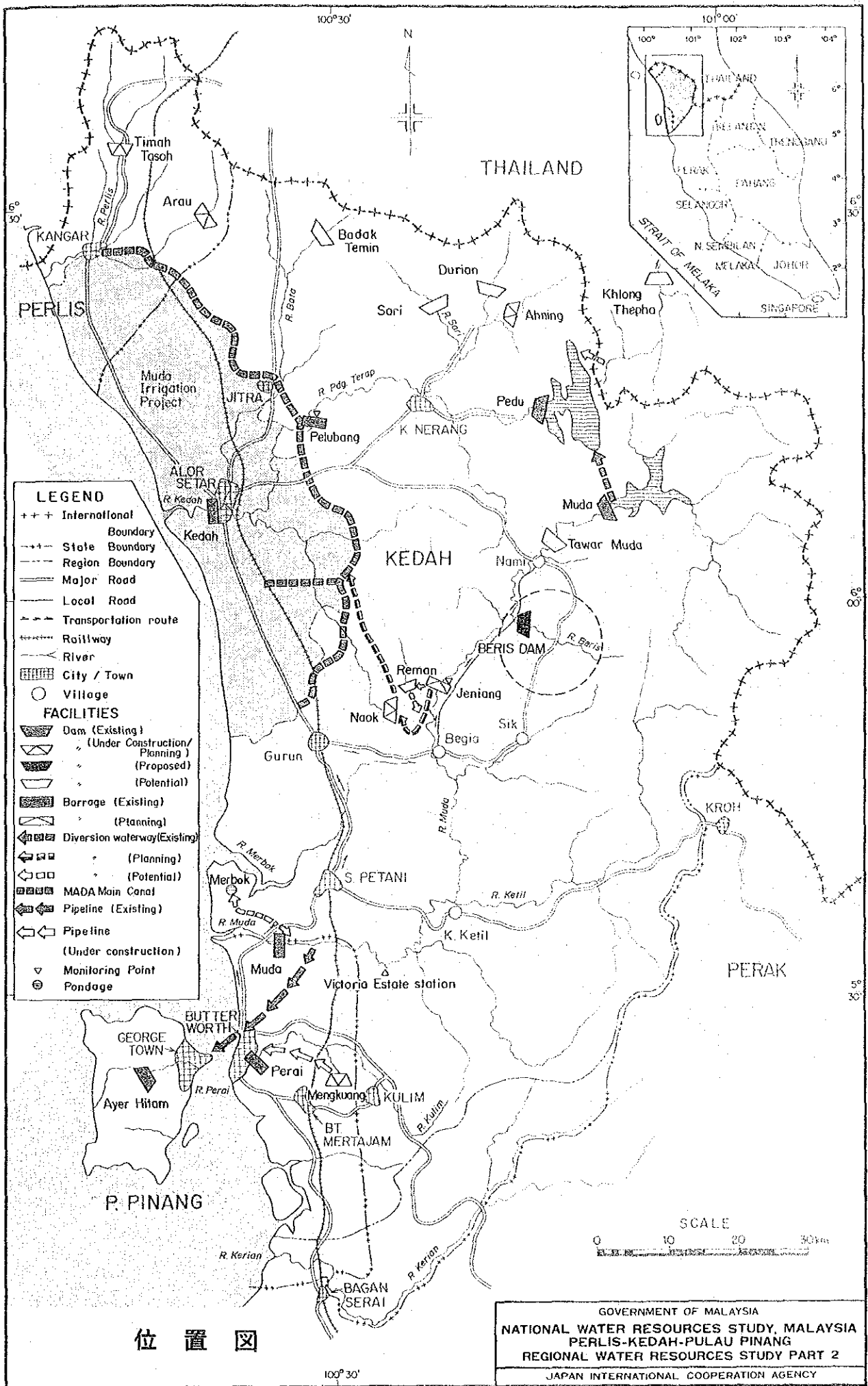
本報告書を提出するにあたり、全調査期間にわたり、多大なご支援を賜わった貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在マレーシア日本大使館の諸賢、ならびに、マレーシア政府諸機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表するものであります。

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60年3月

調 査 団 長

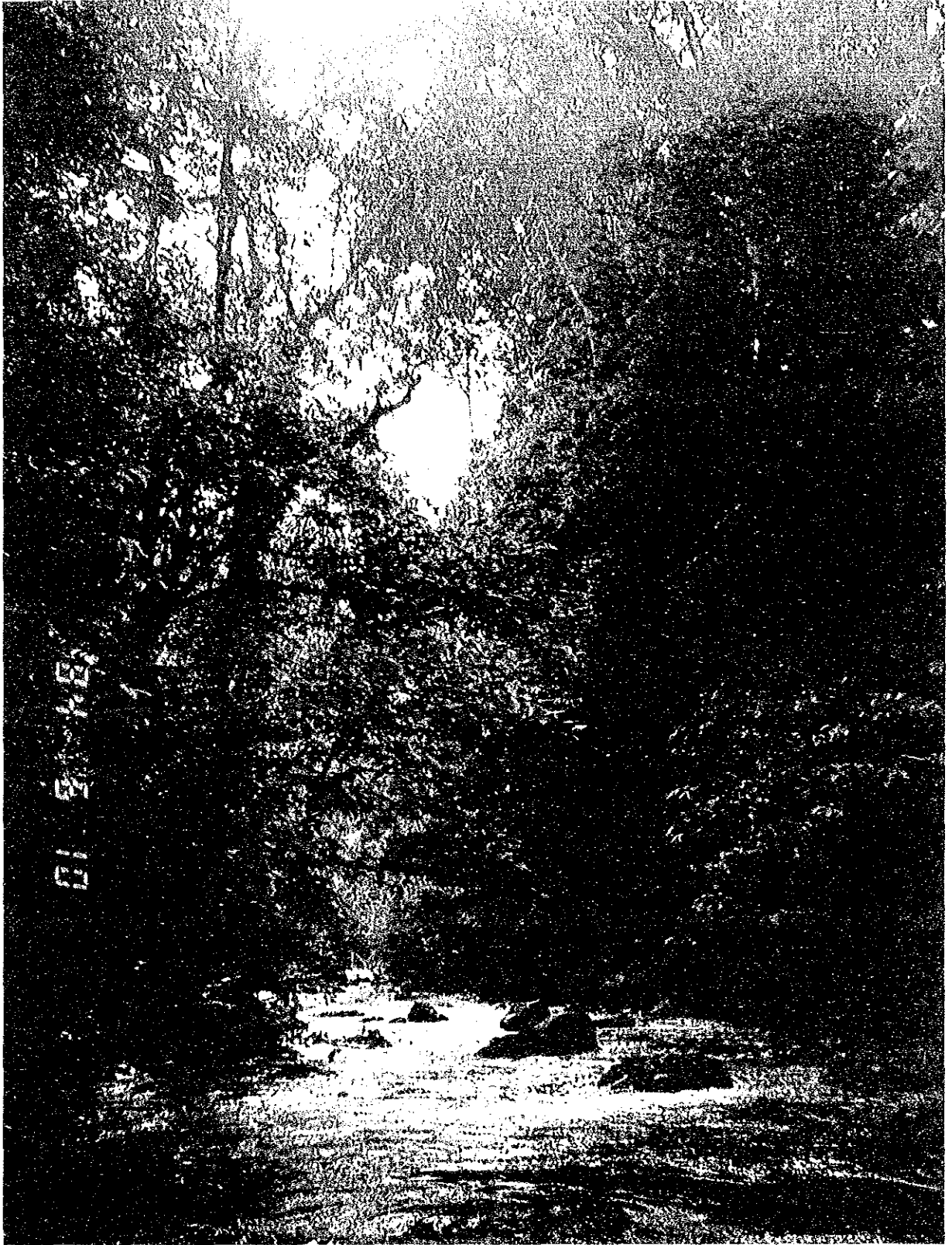
久 野 一 郎



- LEGEND**
- +++ International Boundary
 - State Boundary
 - - - Region Boundary
 - == Major Road
 - Local Road
 - - - Transportation route
 - +—+ Railway
 - River
 - City / Town
 - Village
- FACILITIES**
- Dam (Existing)
 - △ (Under Construction/ Planning)
 - ▽ (Proposed)
 - ◊ (Potential)
 - Barrage (Existing)
 - (Planning)
 - Diversion waterway (Existing)
 - ← (Planning)
 - ← (Potential)
 - MADA Main Canal
 - Pipeline (Existing)
 - ← Pipeline (Under construction)
 - ▽ Monitoring Point
 - ⊙ Pondage

位置图

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 NATIONAL WATER RESOURCES STUDY, MALAYSIA
 PERLIS-KEDAH-PULAU PINANG
 REGIONAL WATER RESOURCES STUDY PART 2
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Beris River at the Proposed Main Damsite

ブリスダム諸元

1. 水 系	: ムダ川水系
2. 貯 水 池	
流域面積	: 116km^2
年平均流入量	: $109.4 \times 10^6 \text{ m}^3$
最高水位	: El. 87.7m
常時満水位	: El. 85.0m
最低水位	: El. 69.0m
最高水位時湛水面積	: 16km^2
有効貯水量	: $102.4 \times 10^6 \text{ m}^3$
3. メインダム	
型式	: コンクリート重力式
堤頂標高	: El. 89.0m
ダム高	: 41m
堤頂長	: 150m
堤体積	: $55.2 \times 10^3 \text{ m}^3$
4. サドルダム	
基数	: 1基
型式	: 中央遮水型ロックフィル式
堤頂標高	: El. 90.5m
ダム高	: 28m
堤頂長	: 160m
堤体積	: $121.6 \times 10^3 \text{ m}^3$
5. 洪水吐	
放流能力	: $200\text{m}^3 / \text{s}$
越流頂長	: 20m
越流頂標高	: El. 85.0m
6. 低水放流施設	
設備	: ホロージェットバルブ 2台
放流能力	: $0.2\text{m}^3 / \text{s} - 15\text{m}^3 / \text{s}$
7. 建設事業費 (1983年末価格水準)	: $\text{M}\$96.6 \times 10^6$

要 約

1. 調査の目的

パルリスーケダープラウ・ピナン地域水資源開発計画調査（PKP調査）は、昭和57年9月25日、日本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との間で合意されたスコープ オブ ワークに基づき実施された。

本調査全体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事業実施の意志決定に資するために、統合的水資源開発・管理計画を策定することである。本調査は第1次及び第2次調査からなる。

第1次調査（昭和57年12月－昭和59年2月）は水需給収支、洪水防御、水質汚濁削減に関する長期基本計画の策定を目的として実施され、PKP地域における現在及び将来の水需要をみとすためにプリスタムを1991年までに建設するべきことが提案された。

第2次調査（昭和58年12月－昭和60年3月）は、プリスタムのフィージビリティ調査のために実施された。第2次調査の主目的は以下のとおりである。

- (1) 水配分計画及び水源施設の統合的運用計画を提案すること。
- (2) プリスタム事業の予備設計及び費用積算を行うこと。
- (3) 経済的、財務的、社会的及び環境的観点からプリスタム事業を評価すること。
- (4) プリスタム事業の実施に関し提言すること。

2. 第1次調査の要旨

ペルリスーケダーブラウ・ピナン地域（PKP地域）はおおよそペルリス州、ケダ州、ブラウ・ピナン州に対応する。

ケダ川流域では、巨大な調節容量をもつブドウ及びムダの両ダムが有るにも拘らず毎年深刻な水不足が生じている。一方、ムダ川においては、5－6年に一度の渇水年以外は水不足は発生していない。既存のブドウ及びムダ両ダム、実施が決定しているジェニアンシステム及びアーニダムはいずれもケダ川流域の水需給バランスを目的としているのであるが、それらが用水需要の全部をまかなうには不十分であり、今後の用水の安定供給のためにここで提案しているプリスダムの実施が必要とされている。

河道の疎通能力不足のためにしばしば河川が氾濫するが、洪水被害が毎年生じているわけではない。主要水害地域であるカンガー、クラア・ネラン、クアラ・ケティル、バターワース及びジョージタウンを防御するために、河川改修、洪水放流路及び洪水貯留施設などの洪水防御事業が提案されている。

現況では水質汚濁はごく限られた河道にしか生じないが、将来水利用の増大が水質汚濁を誘起するおそれがある。環境庁が計画しているように、全てのゴム工場、パームオイル搾油工場および製糖工場に対して適切な排水処理施設を設置するよう奨励するべきであり、また、現在進行中のバターワース及びジョージタウンに加えて、カンガー、アロー・スター、スンガイ・プタニ及びクリムの諸都市に下水道施設を設けるべきである。

ジェニアンシステムが実施されればPKP地域の全主要河川は、水需給バランスの観点からペルリス州、ケダ州及びブラウ・ピナン州に亘る単一のシステムを構成することとなるから、連邦政府と3州の政府の間において以下の基本協定が合意されるべきである。

- (1) 地域水資源基本計画が策定され承認されること。
- (2) 各州への水配分が合意されること。
- (3) PKP地域の全水源施設が統合的に運用されること。
- (4) 水源施設の費用は公平に配分されること。
- (5) 連邦政府は3州のうち1州の要請があれば紛争の仲裁を行なうこと。

3. 水需要予測の改訂

第4次マレーシア計画修正計画に於いて、人口およびGDPが下方修正されたから、第1次調査で実施した社会・経済予測を改訂した。改訂した人口は前回の数値を僅かに下回る。GDPの成長率を、1980年から85年まで6.7%、1985年から90年まで7.5%、1990年から95年まで7%、1995年から2000年まで6.5%とした。その結果2000年のGDPは159億マレーシアドルから134億マレーシアドルに修正された。

上水需要予測は社会経済予測の改訂に伴い再計算された。2000年の普及率は上水100%、工水90%とした。地域内の2000年の需要は5.6億 m^3 と見積られた。これは前回予測の7.09億 m^3 より21%少ない。

ケダ州のDIDはMADA依存地区2,457haを含め、5,604haの小規模灌漑計画をもっている。第1次調査ではこれらが1990年までに実施されると見做したが、今回の調査ではケダ州政府が最近明らかにした政策に従い、MADA依存地区の新規開発はないものとする。

MADA末端整備事業の実績に基づき、末端施設の建設によって失われる耕地は4%と仮定する。1984年7月9日にMADA本部で開催された討論会で出されたコメントや意見に基づいて、MADA地区とその依存地区の灌漑方法について若干の修正を施した。これらの修正の結果、2000年における地域内灌漑用水需要は19.59億 m^3 となった。これは前回予測の22.46億 m^3 に対して13%減にあたる。

4. 不足水量

ブドゥームダム、アエル・ヒタムダムは既設であり、アーニンダムとメンカンダムは1990年までには完成しているものとして、1961年から1983年の間の水文記録に基づき不足水量を計算した

ケダ川本流における平均年不足水量は、1983年時点で4億900万 m^3 、2000年時点で3億9,900万 m^3 である。一方、ムダーペライ川では1983年時点で700万 m^3 、2000年時点で2,300万 m^3 である。

原因者別不足水量は、次の前提のもとに算出した。即ち、1983年において既に生じている不足量は、既存の利水者が原因となってその水需要量に比例して生じるものとし、将来における不足水量の増分は、1983年以後の水需要量の増分に比例して利水者に割り当てるものとした。

下表に原因者別不足水量を示す。

	1983		2000		増分
	水需要量	不足水量	水需要量	不足水量	
ケダ川水系	1,364		1,421		
HADA灌漑事業		390		340	-50
小規模灌漑事業		14		29	+15
上工水		5		16	+11
河川維持用水		—		14	+14
合計		409		399	-10
ムダーペライ川水系	314		495		
ケダ州					
小規模灌漑事業		2		13	+11
上工水		—		2	+2
プラウ・ピナン州					
小規模灌漑事業		4		3	-1
上工水		1		5	+4
合計		7		23	+16

5. 水需給システムの利水安全度に関する検討

水需給システムの計画にあたっては、まず利水安全度の目標を設定しなくてはならない。利水安定度はいくつかの指標を用いて表わすことができる。この調査ではマレーシアにおける設計基準を参考に、目標を1961年-1983年の23年間の水文資料をもとに次のように設定した。

上工水用水 : 上工水のための供給は最渇水年においても保証されなければならない

灌漑用水 : (1) 水不足の生ずる年の回数は5回以内

(2) 平均年水不足量の全需要量に対する比率は1%以下

(3) 1ヶ月間の水不足量のその期間の水需要量に対する
比率の最大値は50%以下

PKP地域における利水者間では、次に示す河川流量の取水に関する優先順位を提案する。

(1) 上工水には絶対的な優先権を与える。

(2) 支流域における小規模灌漑事業には、本流沿いの灌漑事業よりも高い取水の優先権を与える。

(3) 本流に係る全ての灌漑事業に対しては、上下流域を通して同等の取水権を与える。

(4) 原則として、既存の灌漑事業は、新規の事業より優先権を持たせるべきであるが、すでに既存の事業において水不足が生じている状況下で新規事業を実施しなければならない現状を考慮して、当面の間は、既存、新規事業の間には同等の取水権を与える。

6. ジェニアンシステム及びプリスダム供給量

ジェニアンシステムによって、ムダ川の余剰水はケダ川水系へ分水されるが、ムダ川の下流部には大規模な用水需要がある。プリスダム地点はジェニアン取水堰より上流にあるから、プリスダムによる供給量のケダ川水系とムダーペライ川水系への配分は、ジェニアン事業の運用計画によって定まる。

次に示す3種の代替運用計画を検討することとする。

代替案1（ムダ優先案）ではムダーペライ川流域内の水利用者を優先的に考え、ムダ本流で取水量が不足しない場合のみ、ジェニアン堰からケダ川流域へ取水する。代替案2（平均分配案）では両水系で目標とする利水安全度を達成できるように、下流への放流量を最大 $15\text{ m}^3/\text{s}$ 以下に抑える。代替案3（ケダ優先案）ではケダ川に優先権を与えた場合に相当しており、2000年までは、ジェニアン堰の建設が行われなかった場合よりムダ川下流での不足水量を増加させない限りは、ジェニアン堰で取水できるとして、ジェニアン堰下流への開発水量を $2.5\text{ m}^3/\text{s}$ に制限する。

ジェニアンシステムによるケダ川水系への開発水量は、平均して1990年には 1.82 億 m^3 、2000年には $1.85\text{ 億 m}^3 - 1.87\text{ 億 m}^3$ であり、いずれの代替案の場合も大差ない。プリسدムの年平均開発水量は $6,200\text{ 万 m}^3 - 6,600\text{ 万 m}^3$ である。ジェニアンシステムとプリスダムが実施されてもなお残る不足水量は、1990年に $1.14\text{ 億 m}^3 - 1.17\text{ 億 m}^3$ 、2000年に $1.47\text{ 億 m}^3 - 1.78\text{ 億 m}^3$ である。

7. 代替案の選択

もし代替案1をジェニアンシステムの操作方法として採用した場合には、ムダ川では異常渇水年を除いて水不足は発生しなくなる。ただし、ケダ州内の灌漑事業は2つの流域間では違った利水安全度のもとに運営されていくことになる。

代替案2では、ケダ川とムダ川両流域間には同等の優先順位を与えており、目標とする利水安全度を両流域とも達成させる。

代替案3では、ムダ川の利水安全度の目標を達成することができないことから、推奨できない。

代替案1と2のどちらを採用すべきかを定める明確な理由はない。ここでは両流域間の公正な水配分の見地から、代替案2を推奨したい。

後述するように、これら3つの代替案は、各案とも経済的に満足できるものであり代替案1と2は同程度の内部収益率（EIRR）を持つことが判った。

8. 運用計画及び監視システム

一体として管理すべき河川システムの中に散在する水源施設を有効に操作することを目的として、ブドウ、ムダ、アーニン、プリスの各ダム、及びプルバン、ジェニアン、ケダ、ムダの各堰に対して操作の指示を与える総合管理センターの設置を提案する。このセンターは、またプルバン、ジェニアン両堰、及びビクトリア・エステイト（ムダ川）に監視地点を設けこれらをも管理すべきである。

各ダムからの放流量は、5-7日間隔で決定されるべきであるが、ある期間に対する放流量はその期間に対して定められた水需要量と、直前の期間に記録された監視地点での河川流量とに基づき、算定されることとなる。当該地区で通常水が不足する時期は、2月から6月にかけてであり、この期間は、乾季作水稲の生育時期に一致している。乾季作の作付面積は、ブドウ及びムダダムの利用可能貯水量に基づき、2月初めに決定し、さらに、4月初めに調整を行なうべきである。さらに、もしブドウダムの水位がある水準を下回った場合、給水制限を実施するべきである。アーニンドム及びプリスダムは上記の期間に集中的に放流するようにすべきである。

9. プリスダムサイト及び貯水池地域

プリスダムサイトはムダ川とプリス川の合流点から1.6km上流のプリス川の溪谷に位置している。河床標高は EL 50mである。貯水池地域はダムサイトの東南に広がる緩やかな起伏のある丘陵地帯である。

ダムサイト及び貯水池地域の地質は砂岩、含礫砂岩及び礫岩からなり三畳紀セマンゴール層に属する。貯水池地域上流部には貫入花崗岩が見られる。

幅20mの河道兩岸は勾配30°の急斜面であり、そこには含礫砂岩及び礫岩が露頭している。一方、河川勾配1/100という急流のため河床堆積物は薄い。断層は認められない。

サドルダムサイトはメインダムサイトの北東700mに位置している。鞍部の最底地盤標高は EL 70mである。このサイトの地勢は緩やかであり、土覆は4mから10mある。ダムサイトの中央及び右岸にダム軸に垂直な断層が推定される。

1,597haのプリスダム貯水池内には492haのゴム園、143haの水田、261haの住居及び混合耕地、561haの国有林、140haの払い下げ林が存在している。バトゥ・セクトゥール、スンガイ・バタン、テルナスの三村合計510戸の中の336戸、及びナミーシク道路の4.2km区間が貯水池予定地区内に位置している。

10. プリスダム計画概要

プリスダムの主要施設は、仮排水設備、メインダム、洪水吐、低水放流設備、サドルダム及び付替え道路である。

洪水期においてもダムサイトでの工事の実施を可能にするため、ダムサイト上下流に仮縮切堤を建設し河川水を仮排水路によって転流する。ダムサイトの仮排水路トンネルは、メインダム右岸の地山内に設けられ、その延長は215m、勾配は1/54である。200m³/sの通水能力を持たせるため、トンネル断面は、直径5mの標準馬蹄形とし、コンクリート巻立てを施工する。仮排水路トンネルの閉塞はコンクリートプラグ方式で行なう。上流仮縮切堤はコンクリート重力式、下流堤はランダムフィルである。

メインダムはコンクリート重力式ダムで、最大高さ41m、堤頂長150m、堤体積5万5,000m³の規模である。堤頂標高は、EL 89mに設定する。

貯水池最高水位はEL 87.7m、常時満水位はEL 85.0m、最低水位はEL 69.0mに定め、有効貯水量を1億240万m³とする。

洪水吐は、貯水池内に貯留できない余剰洪水流の放流を目的として、可能最大洪水(PMF)時においてもダムの安全が確保されるよう計画し、メインダムの中央部に設けた。

洪水吐型式は、ゲートを有しない自然越流堤体流下方式(越流頂標高: EL 85.0m)とし、下流端にはコンクリート床の水平水叩式段付減勢工を設ける。洪水吐の幅は、河道地形の制約を考慮し、20mとしている。

低水放流設備は、貯水池から最低0.2m³/sの維持流量から最大15m³/sまでの間の任意の流量を下流へ放流できるものを2条設置する。各々の取水設備は、ダム上流側の取入口、堤体内埋設鉄管路(内径1.5m)、ガードバルブ(内径1.5m)、ホロージェットバルブ(内径1.5m)、及び高圧スライドゲート(内径0.6m)を持つ。貯水池の初期湛水中には、取水口底部に設けられた開口から取水して維持流量の放流を行なう。

サドルダムは堤高28m、堤頂長160mの中央遮水型ロックフィルダムで、堤体積は12万1,600m³である。堤頂の標高はEL 90.5mで、堤頂幅は8m、斜面勾配

は上流側1:2.3、下流側1:1.8である。付替え道路は、ナミとシクを結ぶ幹線道路の水没区間に対して計画され、延長は1.2km、有効幅員は5.5mである。全長300mの橋梁が貯水池狭搾部に架けられる。

ブリスダム計画では、ダムからの放流を利用して水力発電の開発が可能である。しかし、ダムからの放流は下流に水需要が発生した場合に限られるので、発電所の年間稼働期間は約7ヶ月である。最大出力3,000kWの設備容量により、平均年間発電電力量4.05GWhが期待できる。しかるに、この発電所を追加したことによる費用と便益の増分から計算される内部収益率は8%以下である。したがって、ブリスダム計画に水力発電所を追加することは経済的妥当性がないと言える。

11. 建設工期及び建設工事費

ブリスダム建設工事では、準備作業に21ヶ月、本工事に31ヶ月、貯水池の初期湛水に12ヶ月を要する。第6次マレーシアプラン実施期間が始まる1991年から運転開始とすれば、本工事は1987年6月から1989年12月までの間に行なわれなければならない。

ブリスダムの建設工事費は、外貨・内貨とも年率5%の物価上昇を見込み、外貨分2,045万マレーシアドル、内貨分が7,614万マレーシアドル、合計9,659万マレーシアドルと見積られる。工事費の内訳は下表に示すとおりである。

(単位：千マレーシアドル)

項 目	外 貨	内 貨	合 計
1. 仮排水設備	790	1,360	2,150
2. メインダム	1,800	8,200	10,000
3. 減勢池	90	620	710
4. 低水放流設備	1,200	200	1,400
5. サドルダム	1,100	3,270	4,370
6. 付替え道路	1,520	5,710	7,230
7. 準備工事	1,000	3,040	4,040
8. 補償費	—	25,700	25,700
9. 一般管理費技術費	5,900	2,500	8,400
10. 予 備 費			
10.1 数量予備費	2,680	10,120	12,800
10.2 物価上昇予備費	4,370	15,420	19,790
小 計	7,050	25,540	32,590
合 計	20,450	76,140	96,590

12. 用地取得及び移転計画

貯水池用地取得費は補償費及び公共施設の移転費からなる。補償費には農地及び個人へ払い下げの森林に対する補償費、ならびに居住者の移転費用が含まれる。移転が必要となる公共施設にはナミーシク道路の一部、低圧送電線、回教寺院、学校、病院、祈禱所、墓地等の施設が含まれるが、このうちナミーシク道路及び低圧送電線の移設に要する費用は用地取得費から除き、直接工事費に含めた。用地取得費は、ケダ経済開発公社から入手した情報ならびに現在の市場価格に基づいて2,570万マレイシアドルと見積られた。

移転計画は、貯水池予定地区内の現況と同様の土地利用を可能とするための新規土地開発が行なわれるものと想定して作成した。従って、本移転計画は暫定的なものであり、最終的な移転計画は今後に予定されている貯水池予定地区に対する詳細社会経済調査の結果を考慮のうえ、作成される必要がある。

移転先の住宅／混合耕地地区及び水田地区はナミーシク道路の東、バトゥ・セクトゥール村の北東約3kmの地点に想定した。移転対象地区は400haの面積を持ち、100haは森林保存区、300haはゴム園として使用されている。本移転計画では、この地区に回教寺院その他の公共施設を建設するとともに、付替え道路沿い及び既存ナミーシク道路の西側の森林保存区に500haのゴム園を開発する事とした。さらに、スンガイ・バタン村の全家屋及びバトゥ・セクトゥール村の水没家屋は、この地区に移転する。しかし、テルナス村については、その水没家屋は、水没から免れる地区に移転併合するものとして、移転計画は提案していない。移転先開発費用は、1,850万マレイシアドルと見積られる。これにテルナス村の移転補償費を加えると、上に述べた土地取得費と大略同額となる。

13. 経済評価

経済評価における便益と費用は1983年末時点の価格水準をもとに算定した。評価期間は1984年初頭からの50年間とした。

灌漑便益は、水源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している。開発事業を実施しない場合には、総水需要量及び利用可能水量は、1983年時点の水準で継続するものとした。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事業が計画どおり行なわれ、水需要は予測したとおりに増加するものとした。米の農家庭先価格は、世銀の国際市場価格の予測値をもとに、1983年価格水準でトン当たり548マレイシアドルと算定した。

開発事業を実施した場合と、しない場合の米の収穫量と作付率を予測した上で最終開発段階において、水量が十分に確保され灌漑純便益の増分は、ケダ川水系で年間1億2,900万マレイシアドル、ムダーペライ川水系で年間3,100万マレイシアドルと算定された。

上水供給便益は、最小費用代替施設費法により算定することとし、代替施設としてタワー・ムダダムを選定した。水供給便益は水不足の発生頻度と量によって異なり、ケダ川水系で $1m^3$ 当り0.24マレイシアドル、ムダーペライ川水系で $1m^3$ 当り0.58マレイシアドルと算定された。

プリスタムの経済費用は、EPU作成の国民経済換算率によって財務費用から算定した。土地の補償費は経済費用には含めず、ダム・貯水池建設により失われる純農業生産額を年間経済費用として計上した。プリスタムの経済費用として投資費用4,367万マレイシアドル、失われた純農業生産額及び維持管理費用を含む年経費13万マレイシアドルと算定された。プリスタムの経済的內部収益率は、代替案1（ムダ優先案）で14.8%、代替案2（平均分配案）で14.8%、代替案3（ケダ優先案）で14.6%と算定され、いずれの場合も十分な経済的妥当性があると判断される。

全ての水源施設開発事業について、その経済的妥当性を検討した結果、プリスタムに引き続きレマンダムを実施した場合は高い経済的妥当性が見られるが、その他の事業については、妥当でない。従って、レマンダム実施後の水不足は、2000年まで給水制限を行うことにより対処すべきことを提案する。

14. 財務評価

分離費用身代り妥当支出法によると、プリスタムの建設費9,659万マレイシアドルは、関係機関に下記のように配分される。

(単位：百万マレイシアドル)

	ケダ州			アラウ・ピナン州	
	MADA	DID	PWD	PWA	PWA
代替案1 (ムダ優先案)	33.14	47.65	4.70	4.60	6.50
代替案2 (平均分配案)	36.69	45.94	4.86	2.58	6.50
代替案3 (ケダ優先案)	60.07	33.61	2.91	0	0

灌漑事業が負担するプリスタムの維持管理費のうち、MADAには $1m^3$ 当たり0.024マレイシアドル、小規模灌漑事業には $1m^3$ 当たり0.025マレイシアドルが配分される。受益農民の負担能力は $1m^3$ 当たり0.049から0.059マレイシアドルであると推定されることから、この維持管理費の分の水料金を農民に課すことも可能であろう。

上水事業の負担する費用は、建設費と維持管理費を含めて、PWAに対し $1m^3$ 当たり0.26マレイシアドル、またケダ州のPWDに対し0.24マレイシアドルとなる。これらの費用はそれぞれ現在の生活用水の料金と大略同額である。これらの費用は現在の水単価と平均化されてしまうが、水道料金を押し上げて行く要因になるであろう。

15. 補 足 調 査

補足調査として、新規の小規模灌漑事業が全地域において1983年以後は実施されないと仮定した場合における水収支について検討してみた。

小規模灌漑事業に係る水需要量、改訂に伴う各水系内の全水需要量及び不足水量の減少は、新規の小規模灌漑事業が計画通り実施されるものとする前章までの調査結果（ここでは、“原計画”と称す。）と合わせて、下表の通り整理される。

(単位：百万 m^3)

	原計画	改訂計画	減少量
1990年水需要量			
ケダ川水系	1,396	1,386	10
ムダーペライ川水系	655	581	74
2000年水需要量			
ケダ川水系	1,474	1,434	40
ムダーペライ川水系	887	770	117
1990年不足水量			
ケダ川水系	358	354	4
ムダーペライ川水系	12	7	5
2000年不足水量			
ケダ川水系	99	384	15
ムダーペライ川水系	23	12	11

改訂計画ではムダ川の不足水量が減少することから、ジェニアン堰地点の流量配分計画のうち代替案2の場合は、ジェニアン地点からムダ川下流への放流量の上限を $10 m^3/s$ とする必要がある。一方、全地域の水需要量の減少に伴って、2000年時点ではMADA地区における乾季作の可能作付面積が約3%程増加するものと推定される。

改訂された水需要量に対応するプリスタムの内部収益率（EIRR）は、代替案1及び代替案2の場合15.3%、代替案3の場合14.9%と算定された。

水利用者へのコストアロケーションは、各代替案について下記の通りである。

（単位：百万マレイシアドル）

	ケダ州		プラウ・ピナン州	
	MADA	DID PWD	DID PWA	
代替案1	58.72	19.26 6.64	5.12	6.85
代替案2	62.44	18.46 6.86	1.95	6.88
代替案3	74.58	17.96 4.05	0.0	0.0

16. 法制及び組織上の施策

連邦政府は水資源政策とその開発計画を効果的に実施するため、また各州によって制定されている水資源関連法相互の均等化を促進させるために、国家水資源法の制定を準備中である。

この法制上の措置が実現されるまでの中間的な方策として連邦、ペルリス州、ケダ州、ブラウ・ピナン州及びMADAの間で、地域水資源開発管理基本協定に合意することを提案した。

その協定は以下の通りである。

(1) 基本協定

基本協定は第1次調査において提案されており、今回の調査では次の項目の提案を追加した。

- ・ 水利用の優先順位
- ・ 水資源の開発と管理のための組織
- ・ 連邦－州間協議会の設置

(2) 地域水資源基本計画

地域水資源基本計画は、第1次調査で提案されている通りである。

(3) 水資源開発管理の手順と方法に関する協定

本協定は、次の手順と方法が含まれるべきであるとしている。

- ・ 水源施設の統合的運用の方法
- ・ ジェニアンシステムの操作方法
- ・ コストアロケーションの方法
- ・ 各取水地点での観測・監視体制

- ・MADA地区における乾季作の作付制限の方法
- ・渇水時における節水方法

NWRSで提案された組織制度が実現されるまでの中間的な方策として、諸原則の確立と、異常渇水時の調停を目的とした連邦-州間協議会を設立することを提案する。

NWRSで提案したように、水資源開発管理の実施機関として国家水資源開発管理公団（NWRDMC）の設立を推奨する。この公団は、管理本部、地域管理センター、現場事務所より構成され、また水源施設の建設、運用、管理及び水利用の監視等が委託される。

水源施設の開発費用は、その施設の建設に係る各関係機関から、公団へ譲渡されることになる。公団の維持管理費は、年経費の費用分担に従って、各関係機関から徴収される。

目 次

第1章	序 論	1
1.1	調査の目的	1
1.2	技術協力	1
1.3	計画調査の内容	2
1.4	第2次調査の最終報告書	3
1.5	謝 辞	3
第2章	背 景	4
2.1	ペルリス-ケダープラウ・ピナン地域	4
2.2	第1次調査の要旨	5
2.2.1	水需給収支システム	5
2.2.2	洪水防御計画	6
2.2.3	水質汚濁削減計画	6
2.2.4	法制上の施策	7
2.3	社会・経済予測の改訂	8
第3章	地域水需給収支調査	9
3.1	上工水需要	9
3.2	灌漑用水需要	10
2.3	水需給収支システム	12
3.4	不足水量	12
第4章	水需給システムの利水安全度に関する検討	17
4.1	利水安全度の目標	17
4.2	水利用の優先順位	17
4.3	利水安全度の確保	18
第5章	水資源施設統合運用計画	20
5.1	ジェニアン堰地点の流量配分計画	20
5.2	ジェニアンシステム並びにプリスタム供給量	21
5.3	運用計画	22
5.4	代替案の利水安全度	23
5.5	MADAの乾季作付面積	24
5.6	代替案の選択	24
5.7	監視体制	25

第6章	ブリスダムサイト及び貯水池地域	28
6.1	ダムサイト及び貯水池地域の概要	28
6.2	地質調査	29
6.3	メインダムサイトの地質	29
6.4	サドルダムサイトの地質	31
6.5	建設材料	32
6.6	貯水池予定地区内土地利用	34
6.7	洪水解析	35
第7章	ブリスダム計画概要	37
7.1	計画規模	37
7.2	転流工	38
7.3	メインダム	38
7.4	洪水吐	39
7.5	低水放流設備	40
7.6	サドルダム	41
7.7	付替道路	41
7.8	小水力発電の検討	41
第8章	建設計画及び建設工事費	42
8.1	建設計画	42
8.1.1	工程	42
8.1.2	建設工事	42
8.1.3	建設機材	43
8.2	建設工事費	43
8.2.1	前提条件	43
8.2.2	基礎価格	43
8.2.3	建設費	44
8.2.4	維持管理費	44
第9章	用地取得及び環境影響調査	45
9.1	用地取得費	45
9.2	移転計画	45
9.3	環境調査	46

第10章	経 済 評 価	47
10.1	前 提 条 件	47
10.2	経 済 便 益	47
10.2.1	灌 漑 便 益	47
10.2.2	上 工 水 便 益	50
10.2.3	リクレーション便益	51
10.3	経 済 費 用	51
10.3.1	水源施設の経済費用	51
10.3.2	灌漑施設の経済費用	52
10.4	経済的內部収益率	52
10.5	感 度 分 析	53
10.6	プリスダム後の事業	53
第11章	財 務 評 価	54
11.1	コストアロケーション	54
11.2	農家の支払い能力	54
11.3	財 務 分 析	55
第12章	補 足 調 査	57
12.1	水 収 支 計 算	57
12.2	利水安全度の検討	58
12.3	E I R R と コ ス ト ア ロ ケ ー シ ョ ン	58
第13章	法制及び組織上の施策	59
13.1	連邦と各州政府間の協定	59
13.1.1	基 本 協 定	59
13.1.2	地域水資源基本計画	60
13.1.3	水資源開発管理の手順と方法に関する協定	60
13.2	連邦・州間協議会	60
13.3	実 施 機 関	61
	参 考 資 料	62

添付表一覽表

	頁
1. 調査団専門家及びカウンターパート一覽表	63
2. 作業監理委員会, 運営委員会, 技術委員会, 委員及び関係機関一覽表	64
3. 州別人口予測値	65
4. 州別GDP予測値(1970年価格水準)	65
5. 対象地域内上工水需要予測値	66
6. 対象地域内灌漑用水需要予測値	66
7. 年間水需要量	67
8. 原因者, 受忍者別年平均不足水量	68
9. ジェニアンシステム及びブリスダム供給量の原因者別配分量	69
10. 水源施設の開発水量並びに残存不足水量	70
11. 水源施設の諸元	71
12. ムダ川本流に係る小規模灌漑事業の利水安全度	72
13. MADA地区内乾季作平均作付面積	73
14. ブリスダム設計洪水流量	74
15. 主要建設設備及び建設機械	75
16. 建設資材	76
17. 労働賃金	77
18. 建設機材単価	77
19. 建設費積算(1/2)	78
20. 建設費積算(2/2)	79

21.	ブリスダム建設費支出計画	80
22.	年間維持管理費	81
23.	用地取得費積算	82
24.	移転先開発費積算	83
25.	モミの平均単位収量及び作付面積当たり 経済的純収益	84
26.	水源開発事業を実施した場合と実施しない場合の ケダ川流域における農業純収益	85
27.	水源開発事業を実施した場合と実施しない場合の ムダ川流域における農業純収益	86
28.	国民経済換算率	87
29.	ブリスダム経済費用	88
30.	ジェニアンシステム、ブリスダム及びポテンシャルダムの 経済価格による建設費と年間経費	89
31.	ブリスダムの開発水量の原因者・受忍者別配分	90
32.	ブリスダムの経済評価	91
33.	ブリスダムの感度分析	92
34.	ブリスダムの共用施設費アロケーション（代替案1、ムダ優先案）	93
35.	ブリスダムの共用施設費アロケーション（代替案2、平均分配案）	93
36.	ブリスダムの共用施設費アロケーション（代替案3、ケダ優先案）	93
37.	関係機関への建設費アロケーション	94
38.	平均的農家の一作付期当りの代表的農業収支	95
39.	連邦政府にとってのキャッシュフロー	96
40.	MADAにとってのキャッシュフロー	96
41.	ケダ州DIDにとってのキャッシュフロー	97

42.	ブラウ・ピナン州D I Dにとってのキャッシュフロー	97
43.	P W A にとってのキャッシュフロー	98
41.	ケダ州P W D にとってのキャッシュフロー	98
45.	補足調査における原因者・受忍者別年平均不足水量	99
46.	補足調査におけるムダ川本流に係る小規模灌漑事業の利水安全度	100
47.	補足調査におけるM A D A 地区乾季作平均作付面積	101
48.	補足調査におけるプリスタムの開発水量の原因者・受忍者別配分	102
49.	補足調査における開発水量及び残存不足水量	103
50.	補足調査におけるプリスタムの経済評価	104
51.	補足調査における関係機関への建設費アロケーション	105

添付図一覧表

1. 水需給システム系統図（1／2）
2. 水需給システム系統図（2／2）
3. 水需給システム系統概要図
4. 既設及び建設中の水源施設による水需給収支
5. 事業規模と純便益（B－C）
6. ブリスダムの建設工程
7. 補足調査における既設及び建設中の水源施設による水需給収支

図面一覧表

1. 貯水池予定地区内土地利用現況
2. ダムサイト一般平面図
3. メインダム
4. サドルダム

第 1 章 序 論

1.1 調 査 の 目 的

ペルリス・ケダーブラウ・ピナン地域水資源開発計画調査(PKP調査)は、PKP 地域における統合的水資源開発管理計画を策定し、連邦及び州政府による水資源開発事業実施の意思決定に資することを目的として実施された。本調査は第1次及び第2次調査からなる。

第1次調査は、現在及び将来の水資源に係る諸問題及び利用可能な資源を調査し、水需給収支、洪水防御、水質汚濁削減に関する長期基本計画を策定するために、昭和57年12月から昭和59年 2月にわたり実施された。

第1次調査最終報告書(昭和59年 2月)において、PKP 地域の現在及び将来の水需給をみたすためには、すでに工事中あるいは実施が決定している事業に加えてプリスダムを1991年までに建設すべきことが明らかにされた。

第2次調査は昭和58年12月から昭和60年 3月にわたり実施され、プリスダム実施計画立案及びその評価を目的としたフィージビリティ調査が行われた。

第2次調査の主目的は以下のとおりである。

- (1) 水配分計画及び水源施設の統合的な運用計画を提案すること。
- (2) プリスダム事業の予備設計及び費用積算を行うこと。
- (3) 経済的、財務的、社会的及び環境的観点からプリスダム事業を評価すること。
- (4) プリスダム事業の実施に関し提言すること。

1.2 技 術 協 力

昭和57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

先にマレーシア全国水資源開発計画調査を実施した調査団に、PKP調査実施を委託した。

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ラン専門家を現地に派遣した。第2次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(EPU) 公共事業部長 Ali Abu Hassan 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置した。

国際協力事業団は水資源開発公団第1工務部長 糸林芳彦氏を委員長とする作業監理委員会を設置した。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。

第2次調査における両委員会委員名簿を表2に示す。

1.3 計画調査の内容

第2次調査の内容は下記のとおりである。

- (1) 第1次調査で得られた情報を補足するためのダムサイト及び貯水池予定地区での地形測量、空中写真測量図の作成、コアボーリング、弾性波調査、材料調査、材料試験及び土地利用調査
- (2) 社会経済、上水供給、農業経済及び農業開発に関する第1次調査での予測値を、第4次マレーシア計画修正計画に基づき見直すための社会経済、農業経済調査
- (3) 水文資料の追加調査、統合的ダム運用計画立案、ダム関連施設の予備設計、施工計画、費用積算及び事業影響分析
- (4) 第1次調査で提案された水資源の利用に関する基本協定に対応する下部協定の提案を含む法制、制度に関する検討

1.4 第2次調査の最終報告書

第2次調査最終報告書は、主報告書と12の部門別報告書よりなる。各部門の計画調査は、第1次調査と同じ方法、仮定を用いている。従って、計画調査手順についての包括的説明は第1次調査の主報告書及び部門別報告書を参照されたい。

1.5 謝 辞

調査の全期間を通して、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対して、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 背 景

2.1 ペルリス-ケダー-ブラウ・ピナン地域

ペルリス-ケダー-ブラウ・ピナン地域(PKP地域)は半島マレーシア西海岸北部の相互に連結された流域であり、ブラウ・ランカウイ、クリアン流域を除き、おおよそペルリス州、ケダ州、ブラウ・ピナン州に対応する。

1980年のペルリス州、ケダ州、ブラウ・ピナン州の人口は220万人で、その内都市人口は67万人である。ペルリス州、ケダ州の主要産業は農業であり、輸出用果実及び米を生産している。米の生産は国全体の生産高の半分以上を占めている。一方、ブラウ・ピナン州はクランバレイ地域に次ぐ工業地帯である。

主な水利用は、上水及び灌漑用水である。公共用上水道システムは良く開発されており、普及率はペルリス州83%、ケダ州68%、ブラウ・ピナン州82%である。PKP地域には95,200haのムダ灌漑事業を含む133,500haの水田があり、二期作が広く行われている。既設ダムは、ブドウダム、ムダダム、アエル・ヒタムダムである。ケダ堰、ムダ堰は防潮堰であり、フライ堰は洪水防御堰である。

自然流量は変動が大きいため、その利用は限られている。ケダ川流域では、巨大な調節容量をもつブドウ及びムダ両ダムがあるにも拘らず毎年深刻な水不足が生じている。事実、MADA地区では、6年に一度の割合で乾季作の作付が不可能となっている。一方、ムダ川はPKP地域内の最大の河川であり、この流域においては5-6年に1度の渇水年以外に水不足は発生していない。

河道の疎通能力不足のためにしばしば河川が氾濫するが、洪水被害が毎年生じているわけではない。長期間の平均でみて、年間洪水被害は1982年の社会経済状態において900万マレーシアドル、被害人口は25,000人となっている。

PKP地域のほとんどの河川は、BODからみてわずかに汚濁されている程度であるが、メルボク川の支流とジュル川の本流はひどく汚濁されている。主な汚濁源は都市排水、ゴム工場、パームオイル搾油工場、製糖工場からの排水及び家畜汚水である。

2.2 第1次調査の要旨

2.2.1 水需給収支システム

産米高の増加と安定のためにMADA末端整備事業が実施されており、また、MADA地区内外の農家所得の格差是正のために小規模灌漑事業が進められている。工業製品の輸出に占める割合が増加し、生活水準の向上とあいまって、プラウ・ピナン州へ人口及び製造業が継続的に集中している。

MADA末端整備事業は生産費用を多少とも軽減するであろうが、ケダ川水系に水源を依存し続けるならば、深刻な水不足が恒久化し、産米高の増強にはつながらないし、また、小規模灌漑事業を無秩序に実施すれば、ケダ川の水不足をさらに悪化させる恐れがある。プラウ・ピナン州の急激な上工水需要増はムダ河流域の小規模灌漑事業の実施とあいまって、量的にも頻度的にもムダ川の水不足を助長することになる。

水不足を解消するために、幾つかの水源開発事業が実施中、あるいは実施が決定されている。灌漑及び洪水調節を目的としたティマタソダム及びアラウダムが完成すれば、ペルリス川の2000年までの水需給を均衡させることができる。アーニンダムはアロー・スターへの上工水供給と発電を目的とし、ケダ川水系に建設が予定されている。ペルリス川水系のメンカンダムは、ピナン水道庁が、上工水用水源として建設している。ムダ川中流部から取水して、これをMADA地区へ導水するためにジェニアンシステムが計画されている。

既設のブドウ、ムダ両ダム及び事業実施が決定しているジェニアンシステム、並びにアーニンダムは、ケダ川水系の水需給の均衡を図ることを目的としているが、これらの事業だけではまだ地域全体の水不足を解消することはできない。用水の安定供給のためには、さらに新たな水資源開発事業の実施が必要とされている。

第1次調査の検討結果では、ジェニアンシステム及び実施が決定されている諸

事業に加えて、提案された6つのダムの内、ブリスダムを早急に実施すべきことが提案された。

社会的・政治的障害あるいは調査が進んでいないために近い将来における実施は困難であるが、実施の可能性をもった水源事業がいくつかある。しかし、さしあたりは水需要を抑制することにより、残りの水不足を緩和すべきである。一層の用水安定供給のために考えられる実施の可能性をもった事業にはレマンダム、メルボク調整池及びクーロンテファダムがある。

2.2.2 洪水防御計画

主な洪水被害地区は、カンガー、クアラ・ネラン、クアラ・クチル、バタワースの一部及びジョージタウンである。

被害人口及び被害額を2000年までに半分以下にすることを目標に洪水防御計画が提案された。その計画では、高めの経済成長を仮定した場合には、延長93kmの河川改修、延長22kmの放水路、2基のダムと遊水池の建設が必要とされ、低めの経済成長を仮定した場合には、延長70kmの河川改修、2基のダムと遊水池の建設が必要とされている。

2.2.3 水質汚濁削減計画

水質汚濁は現状では限られた河川域に見られるのみであるが、水利用の増加に伴い、将来の河川水の汚濁を進行させるであろう。河川のBOD濃度を取水口付近では $5\text{mg}/\ell$ 以下その他の河川区間では $10\text{mg}/\ell$ 以下とするように、水質汚濁削減計画が提案されており、DOEの計画に従って全てのゴム工場、パームオイル搾油工場及び製糖工場において適切な排水処理施設を設置するよう奨励すべきこと、また、カンガー、アロー・スター、スンガイ・プタニ、クリムには下水道施設を設け、更にバタワース、ジョージタウンでは現在進行中の計画通りに下水道整備

を行うべきことが提言されている。

河川維持用水の必要性は、河川水の水質保全の見地から検討された。PKP 地域においては、その他の水利用形態からみた維持用水の必要性はまだ生じていない。河川の上・中流域では、下流域の水利用のためのダムからの放流による流量増加があり、また汚濁物質が少ないために水質がきれいに保たれる。しかし、ペルリス、ケダ両河川の下流域では、水質汚濁削減のために河川流量を増す必要がある。

2.2.4 法制上の施策

PKP 地域の全主要河川は、ジェニアンシステムが実施されると、水需給のバランスの観点から一体をなすシステムを構成することとなる。この広域水資源システムの適切な開発管理のためにはいくつかの法制上の施策が必要であり、それによりペルリス州、ケダ州及びプラウ・ピナン州は水の有効利用による合理的かつ公平な利益を享受でき、また水源事業の開発管理においての提携が可能となる。

地域水資源開発管理のための法制上の施策はマレーシア政府によって制定が検討されている国家水資源法に含まれることになる。その法案の施行されるまでの暫定的な施策として連邦政府と3州との間で基本協定が合意されるべきである。その基本協定においては以下の事項が明記されるべきである。

- (1) 地域水資源基本計画が連邦政府と各州政府により策定され承認されること。
- (2) 各州への水配分が3州の政府により合意されること。
- (3) PKP 地域の全水源施設が3州の政府により承認された規則に従い統合的に運用されること。
- (4) 水源施設の開発・管理費用は公平に連邦政府及び各州政府に分配されること。
- (5) 連邦政府は3州のうち1州の要請があれば紛争の仲裁を行うこと。

2.3 社会・経済予測の改訂

本計画調査の社会・経済予測では、社会経済開発についての提案を行うのではなく、水需要予測に必要となる範囲内で、マレーシア5ヶ年計画に従った将来の社会・経済の姿を想定した。

社会・経済予測は第1次調査に於いては、第4次マレーシア計画(4MP)に基づいて行われたが、第2次調査ではその予測を第1次調査後公表された第4次マレーシア計画修正計画(MTR)に基づき改訂した。4MPからMTRへの主な修正点は、1980年国勢調査(参考資料-1)に基づき、1985年の人口を4.5%下方修正したこと、1980年から1985年までの国内総生産(GDP)年平均成長率を実績に基づき7.6%から6.7%に調整したことである。人口及びGDPの予測は主にMTRの1980, 1983, 1985年の「マレーシア州別業種別工業国内総生産」表によった。また、4MPの1971年の同表も参考にした。1985年以降の予測値は未公表であるが、1990, 2000年の未公開人口予測値を1984年6月EPU地域局より入手した。GDPの年平均成長率は1985年-1990年に対して7.5%、1990年-1995年に対して7%、1995年-2000年に対して6.5%とした。1984年6月に行われたEPUとの協議において、EPUは水需要予測のためにこの仮定値を使うことに関する調査団の説明を了解した。改訂後の人口予測及びGDP予測をそれぞれ表3、表4に示す。改訂した人口は前回の数値を僅かに下回っている。第1次調査のGDP予測では、4MPの1980, 1985, 1990年の数値に従い、年平均成長率が1980年-1985年に対しては7.6%、1985年-1990年に対しては8.4%、1990年-2000年に対しては7.5%になるものとした。2000年のペルリス州、ケダ州、ブラウ・ピナン州の地域総生産(GRP)を前回の159億マレーシアドルに対し、今回134億マレーシアドルと修正した。

第1次調査では、上述の場合を高めの経済成長を仮定した場合と呼び、また、年平均成長率が1980年-1985年に対しては6%、1985年-1990年に対しては5%、1990年-2000年に対しては4%と仮定した場合を低めの経済成長率を仮定した場合と呼んだ。しかし、第1次調査で判明したようにPKP地域の場合ではどちらの成長率の場合でも全ての水不足が解消されないから、水源施設の経済性は経済成長率の予測値の変動にほとんど影響をうけない。従って第2次調査では高めの経済成長を仮定した場合のみを考慮した。

第3章 地域水需給収支調査

3.1 上水需要

公共上水道は、ペルリス州、ケダ州では公共事業局(PWD)の水道部が管轄し、また、プラウ・ピナン州では州立法人であるプラウ・ピナン水道庁(PWA)が管理している。

最近の記録によれば、年間供給量はペルリス州PWDが1978年時点で300万 m^3 、ケダ州PWDが1981年時点で4,560万 m^3 、またPWAは1982年時点で8,630万 m^3 であった。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3州内給水人口は、1980年時点で166,000人であった。

PWD、PWA及びRESPシステムを含む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100%と仮定した。また、工業用水普及率については関係諸官の意見を踏まえ、ペルリス州及びケダ州における前回調査の予測値50%を修正し、90%と仮定した。

計画地域の上水需要予測を表5に示す。1983年の上水道需要量1億600万 m^3 は、2000年までに2億5,600万 m^3 に、また1983年の工業用水需要量9,500万 m^3 は、2000年までに3億400万 m^3 にそれぞれ増加するものと予測した。第1次調査における予測値と比較すれば、上水道需要量については大差ない。しかし、工業用水需要量ではGRPの低下に伴って、2000年の予測値が前回予測値(高めの経済成長を仮定した場合)の67%程度に減少した。全体として、計画地域における2000年の上水需要量は5億6,000万 m^3 と予測され、高めの経済成長を仮定した場合の前回予測値7億900万 m^3 よりも21%小さい。計画地域内のペルリス州では、1983年の上水需要量900万 m^3 は2000年までに3,000万 m^3 に増加するであろう。計画地域内のケダ州では、上水需要量は1983年の5,400万 m^3 から2000年には1億9,900万 m^3 に増

加するであろう。また、計画地域内のプラウ・ピナン州では、1983年の上工水需要量
1億 3,800万 m^3 は2000年までに 3億 3,000万 m^3 に増加するものと予測した。

3.2 灌漑用水需要

第1次調査においては将来の灌漑面積を次のように予測した。すなわち、1982年時
点で計画地域には 121,820haの水田が灌漑されており、その内訳はMADA灌漑事業で
95,800ha、排水調節方式による灌漑事業区を除く69カ所の小規模灌漑事業で26,020ha
となっている。将来の灌漑開発事業については、2000年までに末端整備事業はMADA地
区全域で完了し、更に開発可能な小規模灌漑事業も全て実施するものと仮定した。従
ってこれを基に、2000年の灌漑面積をMADA地区で93,000ha、また 237ヶ所の小規模灌
漑事業地区で39,480ha、合計132,480ha と推定した。

第1次調査後の情勢変化を踏まえ、将来の予測灌漑面積に若干の変更を加えた。
MADA地区内末端整備事業では、現在実施中の整備事業計画の対象地区である24,800ha
をMADA地区Ⅱ、事業対象外の地区をMADA地区Ⅰと呼称している。またMADA地区Ⅰ
71,000haを対象に検討中の末端整備計画をMADA地区Ⅲ事業と仮称している。今回の調
査では、MADA地区Ⅱにおける事業実施に伴う漬れ地の実態を検討し、漬れ地率4%と
仮定した。

ケダ州DIDでは、現在MADA幹線水路に水源を依存する1,864haの小規模灌漑事業を
管轄している。第1次調査では、これをMADA小規模灌漑地区と称していたが、本調査
ではケダ州DIDに倣い、MADA依存地区に改めることとする。第1次調査ではケダ州調
査結果に基づいて、1990年までにMADA依存地区を2,457haまで拡大し、更にケダ水系
の小規模灌漑地区を3,147haに増やすものと仮定した。しかしながら、2000年までに
水資源を最大限に開発してもMADA地区の水不足を完全に解消することはできないこと
と、ケダ州の開発計画もMADA本体の水不足を第一義とし、それが解消するまではMADA
依存地区の新規開発には着手しないことに変更されたことの2点を考慮し、本調査で
はMADA依存地区を現状のままとした。

従って、計画地域の2000年における灌漑想定面積をMADA地区で92,000ha、MADA依存地区で1,864ha、その他の小規模灌漑事業地区で33,860ha、合計127,724haに修正した。

計画地域は全域にわたって水路密度が小さく、取水した灌漑用水を末端水田に適時に適量供給することが難しい。他方、末端水田の需要に対応して取水量を日々調節することも困難であり、第1次調査では全地域に計画灌漑方式を採用した。

ここでいう計画灌漑方式とは、特定の渇水年を除いて水稻の生育に必要な水量を灌漑できるよう、あらかじめ決められた取水量に基づき、生育期間中10日毎に灌漑する方式である。第2次調査でも小規模灌漑事業地区では、この方式を踏襲したが、MADA及びMADA依存地区の灌漑方式については、1984年7月9日、MADA本部にて開催された討論会で出されたコメントや意見に基づき下記の通り変更した。

- (1) 分離苗代方式の代わりに従来実施されている本田苗代方式を踏襲する。
- (2) 土壌の飽和水深は90mmから125mmに変更する。
- (3) MADAで現在導入を検討中のテレメータシステムが実施されるものとして、計画灌漑方式の代わりに調節灌漑方式を導入する。

調節灌漑方式では、計画灌漑方式と同様、まず水稻の生育期間中の週別計画灌漑流量を設定する。末端水田では上限及び下限水位が決められ、ある週の灌漑流量は、直前週末の末端水田の水位に応じて調節する。すなわち、末端水田水位が下限水位より低い場合は計画流量、上限水位と下限水位の間にある場合は、前週の実績灌漑流量と計画流量のいずれか小さい流量を通水し、上限水位より高い場合には灌漑しない。

この調節灌漑方式に基づくMADA地区の水需要量は、1990年で12億7,800万 m^3 、2000年で12億4,300万 m^3 と推定され、第1次調査の予測値14億8,500万 m^3 より14%少なくなる。

計画地域の灌漑用水需要量の予測値は表6に示すとおりである。2000年の全需要量は19億5,900万 m^3 となり、第1次調査の22億4,600万 m^3 よりも13%少ない。

3.3 水需給収支システム

計画地域全体の水需給収支システム系統図を図1及び図2に示す。調査の対象であるブリスダムは計画地域内の大部分の河川システムと関連をもつが、すべての河川と関連をもつわけではない。本報告書ではブリスダムと関連をもつ河川システムを総称して、ケダムダーペライ川システムと呼ぶこととする。本システムはケダ、ムダ、ペライ川水系及びプラウ・ピナン島内の諸河川によって構成され、その水系の1983、1990及び2000年の水需要予測は表7に示されている。また、本系統の概要を図3に示す。

第1次調査で報告されたように、下水処理施設の整備及び排水処理施設の改善が実施された場合、BOD濃度を 10mg/l 以下に維持する為にはケダ川のアロー・スター下流域で1990年、2000年においてそれぞれ $2.7\text{m}^3/\text{s}$ 、 $5.9\text{m}^3/\text{s}$ の河川維持流量が必要である。

3.4 不足水量

本流流量は支流内取水量を差し引いた自然流量であり、支流内水利用の増加とともに減少する。本流における流量は一部利用可能であるが、残りの大部分は洪水期に海へ流出する。本流の水需要量と利用可能量との差が不足水量である。ダムからの放流量は不足水量の補充として利用される。

既設のブドゥ、ムダ、アエル・ヒタムダムのみが供用されていると仮定した場合について、ケダムダーペライ川水系の1983年、1990年及び2000年の不足水量を水需給収支モデルを用いて予測した。予測計算は1961年から1983年までの23年間の5日平均流量に基づいて行った。河川流量、水需要量、既設ダム放流量及び本流における水不足量の相互関係は図4に示されている。

ケダ川水系の河川流量は、ムダダムからの導水流量を含むブドゥダムへの流入量及びブドゥダム下流域余剰流量の合計である。支流流量は本流合流前に支流沿川利水者

により取水される。支流流域内での水需要量と取水量との差が支流内不足水量であり不足期間における支流流量を増大しなければその解消は不可能である。

本流に係る水需要としては、MADA地区、MADA依存地区及び小規模灌漑事業地区への灌漑用水、都市用水（上工水）、さらに河川維持流量が挙げられる。MADA地区の需要量は、末端整備事業の進展とともに低減するであろう。ケダ川水系内の需要に対して河川自然流量及びブドゥダムからの放流量が供給されることになる。本流に係る不足水量は上記需要量と供給量の差である。この計算によればケダ川水系では殆んど毎年大規模な水不足が発生することが判明した。1961年から1983年までの23年間の平均値として示すと、1983年、1990年、2000年の不足水量はそれぞれ 4億 800万 m^3 、4億 400万 m^3 、4億 4,400万 m^3 となる。

ムダーペライ川水系はムダ川、ペライ川、及びプラウ・ピナン州の諸河川より構成されている。アエル・ヒタムダム及びピナン島内の諸河川だけでは、ピナン島内の全上工水需要量を供給し得ないため、半島側のセバラン・ペライの給水システムによりピナン島へ導水している。このシステムはペライ川及びムダ川下流地点で取水し、スンガイ・ムダ水路を通して導水している。

ペライ川流域内のピナン・トゥンガル、スンガイ・クリム、スンガイ・ジャラク灌漑事業は、ペライ川支流及びムダ川下流より取水している。従ってムダ川本流に係る水需要はムダ川のみ依存する灌漑用水、プラウ・ピナン並びにセバラン・ペライの上工水供給システム、及びピナン・トゥンガル、スンガイ・クリム、スンガイ・ジャラク灌漑事業に関連した補給灌漑用水需要である。ムダ川本流はムダダムからの放流がないとすれば自然流下流量のみが利用できる。1961年から1983年までの流量状況を基に解析した結果、水不足は1月から7月（殆んどが3月及び4月）のみに発生することが判った。1983年水需要に対してその不足量はむしろ小さく、23年間のうち9年間発生するに過ぎない。しかし2000年にはプラウ・ピナン州の上工水需要の増加、及びケダ州で実施される支流及び本流下流域の小規模灌漑開発に起因して、水不足は急増することになる。ムダーペライ川水系の平均年間不足水量は、1983年、1990年、2000年において、それぞれ 700万 m^3 、1,700万 m^3 、3,500万 m^3 である。

メンカンダムはセベラン・ペライ給水システムの給水能力の増加を目的として現在建設中である。このダムの目的は、雨季にクリム川及びムダ川の余剰水をポンプアップして有効貯水容量 2,370万 m^3 を有するメンカン貯水池に貯留し、セベラン・ペライシステムに水不足が発生した時に放流することである。メンカンダムの年間平均放流量は、1990年、2000年においてそれぞれ 400万 m^3 、1,200万 m^3 と算出された。この平均放流量は小さいようであるが、これは全貯留量が利用されるのは渇水年に限られるからである。

アーニダムはアロー・スターへの上工水供給及び水力発電を目的として現在実施中である。アーニダムは、貯水池容量に余裕が見込まれる場合、他の目的にも利用できる。ダムからの年間平均開発水量は1990年、2000年にそれぞれ 4,600万 m^3 、4,500万 m^3 と算出された。

水源施設開発計画のコストアロケーションや事業効果分析においては、水不足の原因者及び受忍者を明確にする必要がある。ここではメンカンダム、及びアーニダムが1990年以前に完成しているものとして、水不足の解析を行った。

水利用者は以下の通り分類される。

ケダ川水系

(1) HADA灌漑事業

HADA地区大規模灌漑事業

(2) 本流に係る小規模灌漑事業

HADA水路に水源を依存する小規模灌漑事業（HADA依存地区）及びケダ川本流に依存する小規模灌漑事業

(3) 支流に係る小規模灌漑事業

上流部に水源施設を有しない支流に水源を依存する小規模灌漑事業

(4) 上工水

上水及び工業用水道事業

ムダーペライ川水系

(1) 本流に係る小規模灌漑事業

ムダ川本流に水源を依存する小規模灌漑事業

(2) 支流に係る小規模灌漑事業

ムダ川及びペライ川支流に水源を依存する小規模灌漑事業

(3) 上工水

ピナン島を含め、ムダ川、ペライ川水系に依存する上工水事業

まず水不足の原因者を分析するにあたって、ブドゥームダムからの供給を考慮した場合の、1983年において既に生じている水不足量は、既存の事業が原因となって、その水需要量に比例して生じたものと見なすこととした。ここで不足水量をあらわすのに、23年間の平均年間不足水量を用い、ムダーペライ川水系の場合、ムダ本流からの取水量を、水需要量と見做した。

将来における不足水量の増加は、自然流下流量が既に既存利水者によって取水し尽くされている期間、及び水需要量の増加が余剰流量と比較して上回る期間に発生するであろう。従って、不足水量の増加量は1983年以後の各利水者の水需要量の増加量に比例してその原因となった利水者へ分配することとした。すなわち余剰河川流量は、1990年及び2000年に予想される水需要状況に基づき、需要増加量に比例して利水者に分配した。

河川の供給可能量をほぼ使いきっているような流域を考えてみよう。そのような状況下では、支流で新規の水利用が行われれば、下流の本流沿いの既存の水利用者の水不足を誘起することになる。本流の新規水利用者も同じことがいえるが、その影響は自分自身におよぶことになる。したがって、水利用者とその取水による受忍者は一般に同一ではない。

ある利水者に起因する不足水量は、本流沿川の利水者に影響を及ぼす。次章で述べるように、この計画では上工水の取水が灌漑用水の取水に優先すると仮定したので、本流沿いに発生する水不足は、ケダ川ではHADAと本流小規模灌漑にその需要量に比例

して発生するものとし、ムダ川では本流小規模灌漑にのみ発生するとした。表8は原因者及び受忍者別の年間不足水量の平均値を示す。

表8ではケダ川及びムダーベライ川の上工水需要に起因した不足水量から、アーニンダム並びにメンカンダムからの開発水量が差し引かれている。アーニンダムの開発水量が上工水需要に起因する不足水量よりも上回る1990年では余剰水を他の利水者に配分した。

ケダ川本流では1983年の平均年間不足水量は4億900万 m^3 である。これは主としてMADA事業地域が影響している。原因者別に示せば、MADA事業地域、小規模灌漑事業、上工水供給が、それぞれ3億9,000万 m^3 、1,400万 m^3 、500万 m^3 と分類できる。

小規模灌漑事業に基づく1983年から2000年までの不足水量の増加は1,500万 m^3 、また上工水供給のそれは1,100万 m^3 である。さらに、河川維持流量の増大により、1,400万 m^3 の不足水量が追加される。一方MADA地区に基づく不足水量は末端整備事業によって減少している。従って、結果的には全不足水量は1983年から2000年にかけて1,000万 m^3 減少している。ここで小規模灌漑事業の開発が著しく、本流内、特にMADA事業地区の水不足を助長していることは注目すべきことである。1990年からはアーニンダムが運用されることから、上工水需要に起因する不足水量は発生しないものと仮定した。

1983年におけるムダ川本流内の不足水量を原因者別に示すと、小規模灌漑事業によるもの600万 m^3 、上工水供給事業によるもの100万 m^3 、合わせて700万 m^3 である。メンカンダムの運用により1990年までの上工水供給事業による水不足はなくなる。1983年から2000年までの期間で見込まれる不足量増加の内、1,100万 m^3 はケダ州内の小規模灌漑事業に、200万 m^3 がケダ州の上工水需要増加に、残り400万 m^3 がプラウ・ピナン州の上工水需要増加が原因となるものと推定した。プラウ・ピナン州の小規模灌漑事業は末端整備事業の結果100万 m^3 の水不足の解消に貢献する。この結果、全体としては、不足量の増加分は1,600万 m^3 となる。

第4章 水需給システムの利水安全度に関する検討

4.1 利水安全度の目標

水需給システムには常に水不足の危険性が含まれるものである。もし、大きな危険度を容認すれば、水はより広範な地域に配分することができる。しかし、各水利用者には容認しうる安全度の限界があろう。

水需給システムの計画にあたっては、まず利水安全度の目標の設定をしなければならない。利水安全度はいくつかの指標を用いて表わされる。この調査ではマレーシアにおける設計基準を参考に、目標を1961-1983年の23年間の水文資料をもとに次のように設定した。

上 工 水：上工水のための供給は最渇水年においても保証されなければならない。

灌 溉 用 水：(1) 水不足の生ずる年の回数は5回以内、

(2) 平均年水不足量の全需要量に対する比率は1%以下、

(3) 1ヶ月間の水不足量のその期間の水需要量に対する比率の最大値は50%以下。

4.2 水利用の優先順位

前節 4.1で述べたように渇水年においては灌漑用水の取水は制限されるべきであり、一方上工水には絶対的な優先権を与えるべきである。

水利用者間での一律の取水制限は必ずしも実現可能ではないから取水制限を灌漑事業間でとりきめておく必要がある。

支流域の小規模灌漑事業は河川の自然流量に依存しており、5年に一回程度の利水安全度のもとに計画されている。そのほとんどは、経済的になり立つ限界で開発されているとみるべきであろう。

またこれらの事業は規模も小さく広範囲に分散している。これらの事業に対して取水制限を実施することは困難であり、その経済性を損なわせることにもなる。従ってここでは、支流域における小規模灌漑事業に対して、本流沿いの灌漑事業よりも高い取水の優先権を与えることを提案する。

本流沿いの灌漑事業の間で、優先順序をつけるにあたっては、何ら社会一経済的理由づけはできないが、人為的な規制を加えない限り一般に上流側の灌漑事業が下流側に優先する。

この地域では、上流域にある取水口は2, 3に限られるので、上流域で適切に取水制限を実施すれば、本流全域にわたっての一律な節水は可能となる。従って、本流に関しては上下流域を通じて同等の取水権を持たせることを提案する。

原則として、既存の事業は、新規事業より優先権を持たせるべきであるが、すでに既存の事業において水不足が発生している状況下で、新規事業を実施しなければならない現状を考慮して当面の間は、既存、新規事業の間には同等の取水権を与えることを提案する。

ケダ川流域及びムダ川流域における取水の優先順位についての検討は第5章で述べている。

4.3 利水安全度の確保

ケダ川の水需要量はケダ川の年間流出量の83%にも及びすでに過度に利用しつくされているといえる。更に、前節4.1で述べた利水安全度の目標値は、ジェニアンシステムが実施されたとしても需要量の削減をしないかぎり達成できないであろう。

頻繁かつ深刻な水不足による被害を軽減するためには、MADA地区内の乾季作の作付制限が必要である。

もし乾季作の作付開始時にその期間に期待できる供給水量が予測できないのであれば1983年の水需要量に対しては、乾季作の作付面積は25%とすべきである。この調査の結果によれば、ブドウダムの貯水容量が極めて大きいので、乾季作のための利用可

能水量はかなりの精度で予測可能であることがわかった。そして、その予測値を使った場合には、1983年度の水需要量に対する作付面積は54%となるであろう。

従って、乾季作の作付開始時にブドウダムの水位をもとに予測した利用可能水量から、乾季作の作付面積を調整することを提案する。

第5章 水資源施設統合運用計画

5.1 ジェニアン堰地点の流量配分計画

水資源開発の目的とするところは、利用されことなく海へ流出する河川余剰流量を不足水量に充当し、河川流量の有効利用を計ることである。この余剰流量は通常雨季に見られ、水不足は乾季に発生する。しかし、ケダ川水系では、雨季でさえも大規模な水不足が発生し、洪水時において時折余剰流量があるというのが現状である。ジェニアン分水計画ではムダーペライ川水系の余剰水はジェニアン堰で分流して、ナオックダムへ導水された後、ケダ川水系の雨季の不足水量を補うべく直ちに放流し、さらに余剰水があれば $2,400\text{万 m}^3$ は次の乾季の水不足補充の為、ナオックダム地点に貯留されるよう計画されている。

ジェニアンチームの最終報告書（参考文献-2）に記されている予備計画に従って、ジェニアンシステムでHADA南部地区のみならずHADA北部地区へも導水できるように、HADA幹線水路のガアル・クパヤン流量調節（分水工）地点からブルバン頭首工へ導入する水路を計画にとりいれた。しかし、この水路の可能性はまだ検証されていないことから、これは暫定計画と考えている。この計画が実施されなくてもプリスタム計画の妥当性には関与しないが、ジェニアンシステムの供給量は年間 $1,200\text{万 m}^3$ だけ減少することになる。ジェニアン堰の運用によって、ムダーペライ川水系における水不足の誘発・増大を引き起こしてはならない。また、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。今回の調査では、この流量として1961年から1983年までに観測された最小流量 $2\text{ m}^3/\text{s}$ を設定した。ケダ川及びムダーペライ川両水系の利水者に対してジェニアン堰地点での流量配分計画は、次の3つの代替案で検討を行った。

代替案1： ムダーペライ川流域内の水利用者を優先的に考え、ムダ本流堰上流で取水量が不足しない場合のみジェニアン堰からケダ川流域へ分水する。

代替案2： 代替案1及び3の折衷案として、ケダ川及びムダーペライ川水系の両水系で、目標とする利水安全度を確保できるよう、両水系に水不足量を配分する。

代替案3： ケダ川に優先権を与えた場合に相当。2000年までは、ジェニアン堰の建設が行われなかった場合よりムダ川下流での水不足を増加させない限りは、ジェニアン堰で取水できる。

代替案1の場合、ジェニアン堰からの越流量は堰より下流の地域に発生する不足水量に対する補給が目的であり、越流の上限を設けていない。しかし、代替案2及び3の場合、ある制限が必要である。今回調査は種々の制限流量に対するムダ川での水不足発生頻度、及び年平均不足水量、月最大不足水量などの算定結果を踏まえ、代替案2では $15m^3/s$ 、代替案3では $2.5m^3/s$ と仮定した。

5.2 ジェニアンシステム並びにプリスダム供給量

ブドウ、ムダ、アーニン、メンカン、アエル・ヒタムダムを供用するものとした場合、ジェニアンシステムは、ケダ川水系の不足量に対して1990年で年間1億8,200万 m^3 、2000年で年間1億8,500万 m^3 - 1億8,700万 m^3 供給することになる。ここで前節に示す3つの代替案ではいずれの場合もジェニアンシステムの年間供給量に事実上差はない。

ムダーペライ川水系の不足水量は、その発生時期が多少変動するものの、各代替案いずれの計画においてもジェニアンシステムに起因して、同水系内の平均不足水量が増加することはない。プリسدムの平均年間開発水量は6,200万 m^3 - 6,600万 m^3 と算出された。代替案1、2ではムダ川水系の需要量の増加に伴って、プリスダムからケダ川水系への供給量は減少していくから、代替案3とのケダ川、ムダ川両水系への配分比率の違いが著しくなってくる。

ジェニアンシステム及びプリスダムが運用されてもなお、1990年で年間 1億 2,300万 m^3 - 1億 2,600万 m^3 、2000年で 1億 6,900万 m^3 - 1億 7,100万 m^3 の不足水量が残存する。

ジェニアンシステム及びプリスダムの供給量は、ケダ川、ムダーペライ川両水系別に算定できるが、水不足の原因者への配分はむしろ恣意的にきめられる。

水資源開発計画実施に際して、その実施の責任所在を明確にする基本的な考え方としてジェニアンシステム及びプリスダムの開発水量並びに残存不足水量を次のような仮定のもとに、水不足の原因者に配分した。

ジェニアンシステム建設の目的は、HADA事業及びケダ川本流に係る小規模灌漑事業関連の不足水量の補充、さらに既存並びに2000年までに予想される上工水の供給である。

プリスダムは、ケダ川水系及びムダーペライ川両水系の上工水需要の増加、並びに両水系内の支流に係る小規模灌漑事業に起因する不足水量の補充を目的として建設され、また、HADA事業、ケダ川及びムダ川に係る小規模灌漑事業に起因する残存不足水量の一部補充を担うものである。表 9にジェニアンシステム及びプリスダム開発水量の原因者への配分を示している。

もしその他のポテンシャルダム、すなわちレマン及びクーロンテファダムを実施した場合には2000年時点で残る水不足量は、代替案1の場合は年間 4,200万 m^3 、代替案2で 4,400万 m^3 、代替案3で 6,000万 m^3 となる。さらに代替案3についてはメルボク貯水池が実施されれば、残留水不足量は年間 3,700万 m^3 となろう。ただし、メルボク貯水池は他の2つの代替案については有効でない。

表10に3つの代替案毎の各水源施設の開発水量と残留水不足量を示す。

5.3 運用計画

ケダームダーペライ川水系内の水源施設統合運用計画は1961年から1983年までの23年間における水文条件を基に、半旬毎に試行錯誤法により検討した。

ブドゥームダムシステム、アーニダム、ジェニアンシステム、及びプリスダム等、水系内の主要水源施設の諸元は表11に示す通りである。

運用計画の検討に際しては、ダム洪水吐からの越流を最小限にとどめ、最大限の供給を可能にすること及び残存不足水量を長期間に分散させることを目標とした。この水系では、乾季作の全面積に十分な水を補給することは困難であり、ブドゥダム貯水池水位が2月始めの時点で EL 91m以下の場合、2月から6月までの乾季作期間については全水田への灌漑が行えない。従って、2月1日のブドゥ貯水池水位を考慮して、ケダ川水系内の乾季における米の作付面積を削減し、またアーニダムからの最大放流量を制限する。また3月におけるブドゥ貯水池の水位低下が 6.5mを越えるならば、乾季作付面積はさらに削減する。

またブドゥ貯水池水位が EL 75mを下回れば、時期に関係なくダムからの放流制限を実施する。プリスダムの最大放流量は通常 $15\text{m}^3/\text{s}$ とするが、貯水池水位が EL 75mより低下した場合は、 $5\text{m}^3/\text{s}$ まで低減するものとする。

代替案1では、異常渇水年において、プリスダムの2台のホロージェットバルブを同時に操作してもムダ川下流の水不足量に対処できない場合には、ムダダムからムダ川への放流が行なわれると仮定している。

5.4 代替案の利水安全度

23年間の水文条件の下でのムダ川本流沿いの小規模灌漑事業の利水安全度を表12に示す。代替案1では最渇水年でも水不足は発生しない。代替案2では、水不足の発生する年の回数は1990年で7回、2000年で8回、年不足水量の年水需要量に対する比率の平均は1%以下、そして1ヶ月の水不足量のその月の水需要量に対する比率の最大値は30%以下である。代替案3では水不足の発生する年の回数は1990年で14回、2000年で17回であり、年水不足量の年水需要量に対する比率の平均は1990年で4%、2000年で8%となる。また、1ヶ月の水不足量はその月の水需要量に対する比率の最大値は1990年で65%、2000年では90%となる。

5.5 MADAの乾季作作付面積

ケダ川流域では、5.3節で述べたように、MADA地区の乾季作の作付面積を2月と4月始めのブドウダムの水位によって調整する必要がある。水需給システムのシミュレーションをもとに、4.1節で設定した利水安全度のもとでの乾季作の作付面積を各代替案毎に、いろいろな水源施設が実施された場合を想定して推定した。表13に各ケースの乾季作の23年間の平均作付面積とその全面積に対する比率を示した。

5.6 代替案の選択

もし代替案1をとった場合には、ムダ川では1961-1983年間の水文条件下では起こらなかったような異常渇水年を除いては、水不足は発生しなくなるから、ムダ川の水配分に関してケダ州とブラウ・ピナン州間で問題が生ずることはほとんどなくなるであろう。一方ケダ州内の灌漑事業は2つの流域間では違った利水安全度のもとに運営されていくことになる。さらにムダダムからの放流も時には必要となろう。このためMADA地区内の乾季作の作付面積は平均76,000ha、全面積の80%になるであろう。これは代替案2に較べると1,000ha小さくなっている。

代替案2では、水不足の発生する年の回数以外は目標とする利水安全度を達成している。水不足が発生する年でも短期間にだけ水不足が発生している年があり、それらの年には水不足の影響は非常に小さいものとみなせるので、これを除くと、水不足の発生する回数でも利水安全度の目標値を達成できるとすることができる。

この代替案では、ケダ川とムダ川両流域間には同等の優先順位を与えているが、水配分に関する諸問題をケダ州とブラウ・ピナン州でより頻繁に解決することが必要となろう。MADA地区内の乾季作の作付面積は平均77,000haで、全面積の81%程度となろう。

代替案3では、ムダ川の利水安全度の目標を達成することができない。水を受け取る側の流域が水を供給する側の流域よりも優先順位が高いことは説得力がない。この場合のMADAの乾季作の作付面積は平均で80,000haであり、全面積の84%程度と予想される。しかし、この代替案はムダ川の利水安全度が小さすぎるので、推奨できない。

代替案1と2のどちらを採用すべきかを明確にすることはできない。ここでは両流域間の構成な水配分の見地から、代替案2を推奨したい。

以下の章ではこれら3つの代替案を同列に取り扱って検討している。

5.7 監視体制

ケダームダーペライ川水系内に散在する水源施設を統合的かつ有効に操作・管理することを目的として、ブドゥ、ムダ、アーニン、プリス各ダム及びプルバン、ジェニア、ケダ、ムダの各堰に操作の指令を出す統合管理センターの設置を提案する。

さらに、各水源施設が補充すべき不足水量の把握を目的として、ケダ川ではプルバン頭首工地点、ムダ川ではジェニアン堰地点にもそれぞれ取水施設直上流部に監視地点を設置する必要がある。またムダ川の主要な水需要は、ビクトリア・エステイト水文観測所とムダ河口堰の間に分布しており、この区間の支流流入量は少なく無視し得ることから、ムダ川下流域内の監視地点として、ビクトリア・エステイト水文観測所が適している。この観測所は、ケダープラウ・ピナン州境付近にある。

管理センター、各水源施設、及び各監視地点間では、適切な通信システムが必要であり、これら各施設はケダームダ川水系内に広く分散していることから、専用無線通信システムを設立することを推奨する。

管理センターは、各年の始めに全水利用者の需要量に関する情報を収集し、半旬毎の各監視地点での確保水量表を作成する。MADA事業地区に係る乾季水需要量は、2月1日及び4月1日のブドゥ貯水池水位に基づき決定する。ただし、MADA地区に係る水需要は水田内水位に関する情報に従い、MADA管理事務所が半旬毎に調整し、管理センターに通報する。

水系内水源施設は、上述する各監視地点の確保水量を満たすように操作管理される。施設の操作は半旬毎に管理センターより指示する。

本流沿いの取水地点では自然流量、及び取水地点上流部に位置する水源施設からの放流量の総量が利用可能である。

次の半旬に水源施設が補給すべき放流量を計算する場合、その半旬に利用できる自然流量の予測値はその直前半旬に等しいと仮定する。

ムダ河口堰背水池内への流入量は、ビクトリア・エステイト水文観測所で観測されたものである。また自然流量は、この観測流量からジェニアン堰放流量を差し引いてもとめられる。

上述する操作管理基準に従って水源施設を操作するには、水源施設及び監視地点における下記情報が必要である。観測は毎日実施するが、各半旬の最終日に管理センターにて収集整理される。

(1) ダム関係

関連ダム群：ブドゥ、ムダ、アーニン及びプリスタム

収集データ：貯水池水位、放流量、越流量、さらに将来の水源施設計画あるいは操作規則の改訂のためにダムサイトにおいて日蒸発量、またダムサイト及び流域内日雨量の観測も提案する。

(2) アルバン及びジェニアン堰

収集データ：取水水位、取水量、下流放流量

(3) ビクトリア・エステイト水文観測所（ムダ川）

収集データ：ムダ川水位

観測所地点の水位－流量曲線を検証する為最低月 1回の流量観測が必要である。また水位－流量曲線は周期的な修正も必要である。

(4) ムダ河口堰

収集データ：背水位、ムダ河口への放流量、堰上流部揚水機場での取水量

(5) ケダ河口堰

収集データ：ケダ河口への放流量

BOD濃度（堰放流量が1990年で $2.7m^3/s$ 、2000年で $5.9m^3/s$

を下回る場合、渇水期に必要となる）

第6章 ブリスダムサイト及び貯水池地域

6.1 ダムサイト及び貯水池地域の概要

ブリスダム予定地点は、ムダ川の左支川であるブリス川の渓谷にあり、ムダ川との合流点から 1.6km 上流に位置している。河床標高は EL 50m である。

アロー・スター、ナミ、シク及びグルンを結ぶ舗装道路（ナミーシク道路）がナミ付近でムダ川を横断している。この舗装道路からナミ付近で分岐している未舗装道路は、ムダ川左岸側を走りムダ川とブリス川の合流点付近に位置するクアラ・ブリス村へ通じている。ダムサイト右岸側へは、クアラ・ブリス村からブリス川右岸沿いを車で通行可能である。

貯水池地域は、ダムサイト東南に広がる標高 200m - 450m の丘陵地帯に位置し、ゆるやかな起伏を呈する貯水池の上流域にはナミーシク道路が通過している。

ダムサイト並びに貯水池地域の地質は、砂岩、頁岩、含礫砂岩、及び礫岩よりなる三畳紀セマンゴール層に属する。貯水池上流端付近では貫入花崗岩が見られる。

砂岩と頁岩の互層は貯水池予定地区に広く分布している。ダムサイト近傍、及びブリス川右支川のチャロク・スンカイ川右岸側には含礫砂岩及び礫岩がレンズ状に露頭している。また、ダダ・アヤム山（標高 447m）も同種の岩により成る。

貯水池予定地区の地質構造はその走向変動が少なからず観測されるものの、大局的には基岩盤の一般的走向と同じ南北の向きを示している。地層の傾斜は、その角度並びに向きが変動している。上流花崗岩ゾーンとセマンゴール層の境界は、北東方向並びに東西方向の断層であると考えられる。また、メインダムサイトの北 500m に位置するサドルダムサイトには、北西方向に断層が走っているものと推定される。

貯水池内斜面は、残積成土に厚く覆われているようであり、斜面傾斜は概してゆるやかである。従って、大規模かつ急激な地這りによって、ダム及び貯水池が危険にさらされるような現象は起こらないものと考えられる。貯水池内基礎岩盤は十分に厚く、貯水池内での浸透による漏水発生の可能性は少ない。

6.2 地質調査

第1次調査では、1982年12月から1983年3月の期間にブリスダムサイト及び貯水池予定地域の地質調査を実施した。これは当該ダムを含む6ヶ所のダムサイトに関するプレフィージビリティ調査の一環として実施されたものである。この調査ではブリスダムのサイトとして、現在のメインダムサイト：（ダムサイトNo.2）及びこの位置より750m上流のサイト：（ダムサイトNo.1）の2地点が提案された。両サイトが位置している渓谷はともにコンクリートダムに適しているが、No.2サイトではサドルダムが必要となる。全長200mのコアボーリング調査によって、ダムサイトNo.1及びNo.2地点に計画されたサドルダムサイトには断層が存在する可能性が予想された。この両サイトの断層処理を比較すると、ダム規模から判断してダムサイトNo.1より、No.2地点のサドルダム位置での処理のほうが容易なものと考えられた。従って、ブリスダムのサイトとしてはダムサイトNo.2を選択するのが望ましいと判断した。

第2次調査では、1983年12月から1984年3月にかけてダムサイトNo.2、サドルダムサイト及び数ヶ所の原石山において、ボーリング調査、弾性波探査を含む地質調査を行った。ボーリング孔18本（全長520m）の内、メインダム及び原石山候補地での11本（全長310m）はマレイシア側で、また残り7本（全長210m）と弾性波探査（全長2,100m）は日本側でそれぞれ費用を負担した。

6.3 メインダムサイトの地質

メインダムサイト付近のブリス川は河道幅が20mあり兩岸は勾配30°の急斜面となっている。この斜面には含礫砂岩及び礫岩の露頭が多くみられる。一方、河川勾配1/100という急流のため河床堆積物は少ない。左岸側では、ダム軸上流50m付近及び250m下流の小支流には小規模の崖錐が堆積している。一方、ダム軸右岸側では、支流の流入はなく含礫砂岩及び礫岩が広範囲に分布している。

メインダムサイト付近では三疊紀セマンゴール層に属する含礫砂岩、礫岩、砂岩及

び頁岩と細粒砂岩の互層が沖積土によって覆われている。メインダム付近では主に含礫砂岩及び礫岩が分布しており、これらの岩には、径2 cm以下の粘板岩及び珪岩の岩片が多量に混入している。

これらの岩片及びマトリックスは、硬質で、かつ強く固結しているため極めて風化し難い岩質である。又、砂岩も粗粒な珪岩の岩片からなるため、硬質で風化し難い。頁岩はメインダムサイトより遙か遠くに分布している。

メインダムサイトの地層面は、走向 N45° E、傾斜20° NWを示し、概略左岸の斜面と平行である。節理系は2 m - 3 m間隔に発達しており、地層面とは平行並びにそれと直交するものがある。調査結果によると断層の存在を示す徴候はみあたらない。

表土は斜面より深度1 mまでが岩片を混えた極めて柔らかい乾いた粘土からなる。この表土層は斜面上方において厚くなっている。河床部分及び砂岩や礫岩の露頭する地点などではこの表土は少ない。かなり硬質な粘土から成る残積成土が表土の下、1 m - 2 mにあり、多数の岩片を混えて分布している。上部風化帯は層厚1 m - 3 mで、亀裂や節理の発達したひどく風化された岩からなる。下部風化帯はみかけは新鮮だが風化された岩からなり、河床部では層厚1 mと薄くなっているが、斜面の上方は層厚10 mにまで及んでいる。砂岩及び礫岩と含礫砂岩との互層からなる新鮮な岩盤はかなりの節理がみられるものの、右岸側に分布している含礫砂岩は極めて堅固である。

ボーリング孔で実施した透水試験によると岩盤は十分に非透水性であり、表面付近を除き10ルジオン以下を示している。メインダム下流端付近、深度15 m以深で100ルジオン以上の透水性岩盤が確認されている。

前述した地質調査結果から判断して、当サイトではコンクリート重力式ダムの基礎は下部風化帯の表面に岩着させる必要がある。その場合、基礎掘削平均深度は左岸で7 m、右岸で5 m及び河床区間で4 mを要するものと考えられる。もし、フィルタイプダムを構築するとすれば、コアゾーンについてはやはり下部風化帯の表面にとりつける必要がある。しかしシェルゾーンは上部風化帯の表面にとりつければ十分と考えられる。岩盤の透水性は概して小さいものであることが判明したが、部分的には亀裂の発達、あるいは風化の著しい進行のため高い透水性を有する区間も存在している。しかし、ダム軸に沿うカーテングラウトによって十分に遮水性を確保することが可能であろう。

6.4 サドルダムサイトの地質

当地点はメインダムの北東、約700mに位置しており、鞍部の最低標高は EL 70mである。地形は緩やかで深度4 m - 10 mは表土及び残積成土などにより覆われている。

左岸部の基岩盤は主に砂岩及び含礫砂岩からなり、礫岩層を挟在している。一方、右岸では頁岩と細粒砂岩の互層からなっている。コア試料の採取は概して不良である。特にダム軸の中央付近、深度10 m以深で極めて脆弱な頁岩と砂岩のサンプルがボーリングにより回収されており、ダム軸に直交する断層が走っているものと推定される。さらに右岸部では弾性波探査による低速度帯があり別の断層が在るものと予想される。

表土及び残積成土は左岸部で層厚5 m - 6 m右岸部で3 m - 4 mの深さで分布している。硬質粘土を含む強風化岩盤は層厚1 m - 5 mの上部風化帯を構成しており、これ以深にある下部風化帯はほぼ新鮮な岩盤と変わらぬ程度の岩質であるが潜在的な亀裂が発達している。この下部風化帯の層厚は左岸で8 m - 15 m、右岸では5 m - 10 mである。最下部にある新鮮な岩盤はかなり亀裂が発達している。

基礎岩盤の透水性は一般に小さく大部分の透水試験で15ルジオン以下を示している。ダム軸の中央部分に予想される断層及び、地表付近の風化帯はかなり非透水性を示している。このことは粘土分を含んでいることに因るものと考えられる。サドルダム予定堤頂の両アバット付近深部において比較的高い透水性を有する岩盤が確認されているが、これは新鮮な硬質岩盤に発達している開口亀裂の存在に因るものと考えられる。

当サイトでは平坦な地形のためロックフィルダムがコンクリート重力式ダムよりも明らかに経済的に優れている。ロックフィルダムのコアゾーンの基礎は下部風化帯表面に取付けられる必要がある。その際掘削深は右岸で5 m - 8 m、左岸で5 m - 12 mを要するものと考えられる。シェルゾーンの掘削は平均3 mで、上部風化帯にのせれば十分であろう。

局所的に比較的高い透水性を有する基礎岩盤は通常のグラウチングで十分に改良することができると考えられる。下部風化帯での透水を遮断するために短かい孔深で数m間隔の孔配置によるブランケットグラウチングの実施が推奨される。ダム軸の中央部分に予想される断層は弾性波探査によって検知できなかったことから判断すると数条の小断層群よりなるものと推定できる。

これらの断層はスラッシュグラウチングで処理する。更に、必要に応じてこれら断層はグラウト処理を併用したデンタルコンクリートを実施する。弾性波探査で確認した右岸の断層についても、同様の処理が必要である。

6.5 建設材料

建設材料には、コンクリート用骨材： $60,000m^3$ 、ロック材： $80,000m^3$ 、フィルター及びトランジション材： $20,000m^3$ 、コア材： $25,000m^3$ が必要である。

土質材料は、試掘、サンプリング、室内試験等により、また、ロック材は、コアボーリング、弾性波探査等により調査された。

(1) 遮水材料

プリスダムサイト付近の残積成土は、砂岩、及び頁岩を母岩としたものであり、沖積土は殆んど含まれていない。

遮水材料用土取場は、ダムサイト下流のプリス川右岸側に2サイト、すなわち、サドルダムサイトの西方0.8km—1.5kmに位置するサイトB1、及びサドルダムの北西0.3km—1.1kmのサイトB2が候補地として挙げられた。遮水用土質材料は、地表より2m—5mの厚さで分布しており、サイトB1では、 $400,000m^3$ 、サイトB2で $300,000m^3$ が利用できるものと推定される。

サイトB1は、頁岩を母岩とした土質材料であり、可塑性に富む無機質粘土や無機質シルトからなる。従って雨季のトラフィックビリティが低いこと、含水量調節が難しいこと、剪断抵抗が小さいこと等の欠点がある。この土質材料は細粒分を含み、

収縮クラックを誘発する。さらに、この土質材料を遮水材料として使用する場合、粗粒材料との混合が必要となり高価になる。従って、この土質材料を遮水材として使用することは好ましくない。

サイトB2の土質材料は、砂岩を母岩としたものであり、可塑性の少ないシルト質砂、粘土質砂、及び砂質粘土よりなる。この土質材料は頁岩を母岩とする土質材料と比較して、工学的性質が好ましいのでコア材料として利用できる。なお良好なトラフィカビリティーを保持する為には、最適含水比の乾燥側で締め固めねばならない。

また、この土質材料の粘着力は、かなり大きい、内部摩擦角は小さい。今回の調査では内部摩擦角： 22° 、粘着力： 5 t/m^2 を設計値として暫定的に採用した。

(2) 砂および砂利

ダムサイト付近のブリス川及びムダ川では、河床砂礫は殆んど見あたらない。比較的河床砂礫の多い場所は、ブリス川の3ヶ所、及びムダ川の1ヶ所である。ブリス川では、低水敷内に1m程度の厚さで堆積しており、一般的に粒度分布は良好で、最大粒径は、10mm以下である。ムダ川河道内には、厚さ2m程度で粗粒の砂礫が堆積している。最大粒径は10mm程度であり、粒度分布もよい。ブリス川及びムダ川で、各々、 $10,000 \text{ m}^3$ 程度が採取可能であるが、全必要量には満たない。

(3) ロック材

原石山として、3ヶ所の候補地が調査された。

原石山01は、メインダムサイトの左岸側アバットメント上半部である。本候補地は、礫岩、及び砂岩等から成るが、地表面から40m以上の深さまで激しく風化されている。

ボーリングコアの観察結果によれば、岩は非常に亀裂が多く、地表面付近は、風化により相当劣化している。

従って、原石山Q1は、コンクリート用骨材としては不適當と判断された。

原石山Q2は、メインダムサイトとサドルダムサイトの間、標高 130m - 150m の尾根部に位置し、サドルダムサイトより 200m、また、メインダムより 500m 程度離れている。岩は、主として礫岩であるが、地表から20m付近に、厚さ5m 程度の砂岩がある。表土は3m程度で薄く、新鮮な硬岩が表土直下に見られる。原石山Q2の基岩は、質量ともにメインダム及び付属構造物のコンクリート用骨材、及びサドルダムの盛立材として充分満足できるものである。

原石山Q3は、原石山Q1の下流約200mのプリズ川左岸斜面である。この原石山は、砂岩、礫岩の2種の基岩から成る。砂岩は、地表から20m付近まで分布しており、その下に礫岩が分布している。表土層は、3m程度である。

原石山Q3の砂岩は、原石山Q1の砂岩と比較すれば、比較的堅固でクラックも少ない。しかしながら、礫岩には亀裂が多い。また、原石山Q3のロック材は、原石山Q1よりも質が良いものの歩止まりが小さい。

以上の調査により原石山Q2がプリズダム建設のために最も適していると判断した。二番目の候補地は原石山Q3である。

採取可能量は、原石山Q2で $400,000m^3$ 、及び原石山Q3で $200,000m^3$ と見込まれる。

6.6 貯水池予定地区内土地利用

貯水池予定地区内は、その北西半分には保安林が分布しており、また、南東半分には、小規模ゴム園が発達している。ナミーシク道路は、地区内南東部を北北東へ走っている。また、道路沿いには、パトゥ・セクトゥール村（人口:500人）、スンガイ・バタン村（人口:1,600人）、テレナス村（人口:500人）の3村落がある。村落内及びその周辺には、居住地、混合耕地、及び水田が分布している。公共施設の殆んどは、スンガイ・バタン村にあり、この村では低圧送電線が建設中である。貯水池予定地区内の土地利用現況を図面1に示す。

貯水池表面積は、最高水位 EL 87.7mにおいて1,597ha である。現在の土地利用状況は、492ha のゴム園、143ha の水田、261ha の居住地及び混合耕地、561haの国有林、そして140ha の払い下げ私有林に分類される。

貯水池が完成すれば、3村合計 510戸の内 336戸、及びナミーシク道路の 4.2Kmが水没することになる。水没家屋の内訳は、バトゥ・セクトール村では 100戸の内の54戸、スンガイ・バタン村では 280戸の内 231戸、テレナス村では、130戸の内51戸である。

6.7 洪水解析

過去30年間（1953/54 - 1982/83）に、ジェニアン地点で観測された時間雨量記録によれば、主な豪雨の継続時間は、24時間以内であり、降雨量の大半が降雨開始時から5 - 6時間以内に発生する。30年間の最大24時間雨量は 184mmであった。また、確率24時間雨量は、2年確率:100mm、20年確率:165mm、100年確率:206mm、10,000年確率:323mmと算定された。

プリスタム流域内可能最大降水量（PHP）は、WHO(参考資料-3)が推奨する手法を用いて算定した。1979年-1983年間に於ける半島マレーシア西海岸地域内での最大豪雨は、1979年 6月 6日にマラッカ空港で観測され、24時間雨量で 283mmであり、その時の平均露点温度は24℃であった。1972年以降アロー・スター空港にて記録された24時間継続露点温度の最大値は、27℃を多少下回っている。プリスタム流域内PHP は、上述マラッカ空港における最大豪雨、及び湿度補正法、豪雨移換の手法により、地点雨量 350mmと推定された。ここに、12時間継続最大露点温度は27℃と仮定した。

プリスタム地点単位図は、ジェニアン水文観測所の洪水記録を用いて、参考資料-4、及び5に示される無次元単位図法により算出した。確率洪水、及び可能最大洪水（PMF）のハイドログラフは、確率雨量及び PHPに、この単位図を適用し、降雨パターン、面積雨量換算係数、損失雨量、基底流量等を設定して求めた。算出されたハイド

ロググラフは8時間後にピークに達し、その後漸減して24時間後には降雨開始前の状態に戻る。確率洪水ピーク流量は、表14に示す様に、2年確率： $194m^3/s$ 、20年確率： $364m^3/s$ 、100年確率： $481m^3/s$ 、10,000年確率： $817m^3/s$ 、及びPMF： $897m^3/s$ である。

第7章 ブリスダム計画概要

ブリスダム及び関連施設の設計概要は、図面2, 3, 4に示す通りである。

7.1 計画規模

ブリスダムの計画規模は、その最適規模において事業純便益が最大となる純便益最大化の原則に基づいて決定された。

最適化にあたっては、ブリスダム及び関連施設の建設費はメインダムをコンクリート重力式ダム、サドルダムをロックフィルダムとして、HWL 77m、83m、85m、88mの4ケースにつき算出された。流量調節に利用する貯水池容量(HWLとLWLの間の容量)を有効貯水容量とし、堆砂位は100年間水平堆砂位としてEL 65.5mと算出された。ここに、年平均堆砂量は $26.9 \times 10^3 m^3$ と仮定した。LWLはダム取水口の操作・管理との関連から、堆砂位より高い位置に設定した。LWL以下の貯水池容量を死水容量と呼ぶ。有効貯水容量は、HWL及びLWLの決定に伴い算出される。

ブリスダムで開発される水量は、第5章3節に記述する貯水池運用計画によれば、1961年から1983年までの年平均として、HWL77mの場合3,200万 m^3 、HWL83mで5,200万 m^3 、HWL85mで6,600万 m^3 、HWL88mで6,800万 m^3 である。単位調節量当りの便益は、M\$ 0.59 - M\$ 1.31と仮定した。

便益及びコストの現在価格の算定には、8%及び12%の割引率を考慮している。図5に示す様に、純便益はHWL85mの場合に最大となることからこの規模の計画を推奨する。最適計画規模での貯水位は、貯水池最高水位(FWL)EL 87.7m、HWL85m、LWL69mである。貯水池面積は、FWLで16 km^2 、HWLで13 km^2 、及びLWLで2 km^2 である。総貯水容量は、洪水時サーチャージ容量4,210万 m^3 を含み1億5,340万 m^3 である。更に有効貯水容量は1億240万 m^3 、死水容量は890万 m^3 である。

7.2 転流工

ダム基礎掘削及びメインダムのコンクリート打設作業はドライワークで実施され、ダムサイト地点の河川流盤は仮排水路トンネルにより転流する。また、ダムサイト上流部には仮締切堤を設け、洪水流の作業区域への流入を防止する。

仮排水路トンネル（延長 215m、勾配 1/54）は、メインダム右岸側に計画した。トンネル断面は内径 5m の標準馬蹄形とし、コンクリート巻立を施工する。トンネル仮閉塞の為に、トンネル呑口部にローラーゲート用スロットを設置する。また、トンネルの本閉塞はコンクリートプラグ方式とする。

上流仮締切堤は、高さ 10m のコンクリート重力式（天端標高：EL 62m）とし、下流仮締切堤は、高さ 3.5m のロックフィル式（天端標高：EL 51.5m）とする。

仮排水路トンネル内では自由表面流で流下させるものとして、通水能力 $200\text{m}^3/\text{s}$ （呑口水位：EL 61.8m）で計画する。この通水能力は、コンクリートダムの場合に通常採用される規模であり、確率 2 年の洪水ピーク流量に相当する。従って 2 年確率以上の洪水は、上流仮締切堤を越流し、また、ダム底部のコンクリート打設時期ではメインダムも越流する。

メインダム上流側水位は、コンクリート打上りに伴い大きな洪水に対しては上昇することになる。ここで 20 年確率洪水を仮定しても、上流側上昇水位は、EL 64m でありサドルダムサイトの最低地盤高よりも 5m 下方である。よってサドルダム（ロックフィルタイプ）用仮締切堤は計画しないものとした。

7.3 メインダム

メインダムは、ダム高：41m、堤頂長：150m、堤体積： $55,200\text{m}^3$ のコンクリート重力式ダムである。

ダム天端標高は、FWL の上に波浪高を考慮して EL 89m とした。また、ダム形状は、ダム基本三角形を基に、上流面鉛直、下流面勾配 1:0.8 とし、また有効天端幅は 6m

とした。

基礎岩盤の遮水を目的とするカーテングラウチングは、上流側フーチングより実施するものとし、鉛直方向に深さ 6m-36m で計画した。また、ダム基礎全面には基礎岩盤表面を補強する目的でコンソリデーショングラウチングを実施する。監査廊はダム上流側底部付近とし、揚圧力の低減を計る為にドレーンホールを設ける。

ロックフィルダムをメインダムの代替案として検討した。この場合、仮排水路トンネル2本(いずれも内径5m)はダム右岸側地山内とし、シュート式洪水吐は左岸側に計画した。しかし、1983年末の建設価格で見れば、コンクリート重力式はロックフィル式に比較して25%安価となることから、コンクリート重力式をメインダムの型式として採用した。

7.4 洪水吐

洪水吐は貯水池内に貯留できない余剰洪水流の放流を目的として設けられる。洪水吐はメインダム中央部に配置することが望ましい。洪水吐のタイプはゲートを有しない自然越流方式とし、クレスト標高はHWL と一致する EL 85mとした。ダム下流面は洪水吐の導流部として利用される。減勢池はダム直下流部に計画し、掘込式水平水叩き型とした。水叩きは長さ31m、敷高: EL 45.2mのコンクリート床版とし、最下流端で段付き(段高:3.8m)となっている。また、水叩き幅は河道地形の制約を考慮して20mとした。洪水吐越流部にはダム天端の橋梁を架設する。

ブリスダムのように大規模な貯水池を有するダムの倒壊は、諸々の資産のみならず人命をも危険にさらす。従って、洪水吐の放流能力はPHF 時においてさえ貯水位上昇がダムに危険を及ぼさないよう計画した。

貯水池予定地区は13km²であり、流域面積 116km²の内、平地の大半を占める。貯水池外の洪水流は急斜面を流下し、貯水池流入後洪水波となって短時間の後にダム地点まで到達する。更に、貯水池内降雨は水位の急上昇を助長する。従って、ダム築造後は洪水到達時間が短縮され、ピーク流量はダム築造前に比べ著しく大きくなる。

前節 6.7に述べたように、ダム築造前ではPMF のピーク流量は $900\text{m}^3/\text{s}$ 、またピーク到達時間は8時間であった。一方、ダム築造に伴い、PMF のピーク流量は $4,200\text{m}^3/\text{s}$ 、到達時間は1時間と大きく変化する。なお、これらの諸量は洪水流入期間中貯水池面積は不変として計算したものである。しかしながら、実際の貯水池の現象は一部の流入量は貯留され水位上昇をもたらす、一部の流入量は洪水吐から越流するのであろう。

貯水池内にPMF(ピーク流量 $4,200\text{m}^3/\text{s}$) が単独で流入した場合を仮定した検討では、貯水池水位は EL 85mから EL 86.9mへ上昇する。また洪水吐の最大越流量は流入開始から5時間後に発生し、最大越流量は $111\text{m}^3/\text{s}$ である。貯水池最高水位：FWL、及び洪水吐の放流能力の決定に際しては、USBRの規準を参照し、PMF 発生の24時間前に100年確率規模の洪水が先行するものと仮定した。

この場合、FWL が EL 87.7m、最大越流量が $200\text{m}^3/\text{s}$ となる。ダム天端橋梁に対する余裕、並びに導流壁、減勢池等の設計は、この最大放流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ に対して行った。

7.5 低水放流設備

低水放流設備はダム下流利水者への放流を目的とし、メインダム堤体内に設けるものとした。さらに、下流側水需要を踏まえ、 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ – $15\text{m}^3/\text{s}$ 放流可能な設備とした。

低水放流設備は2条設けるものとし、いずれもLWL 時最大 $15\text{m}^3/\text{s}$ の放流能力を備えている。両設備とも、ダム上流面に設けられる取水塔(底部標高55m)、及び堤体内に埋設される水圧鉄管(内径 1.5m)・ガードバルブ(内径 1.5m)・ホロージェットバルブ(内径 1.5m)等から構成される。

取水塔は固定スクリーン及び取水ゲートを備えている。取水ゲートは、通常、水圧鉄管閉塞の為にダム天端に設置された巻上機により操作される。

バルブ操作室はダム下流部の減勢池側壁背面の埋戻し部に建設され、ガードバルブ、及びその他のバルブ制御装置が配備される。ホロージェットバルブからの放流水は、減勢池側壁部で減勢池内へ放流される。流量調節範囲が広いので、小流量の調節のため両放流設備とも水圧鉄管から分岐させ高圧スライドゲート(内径 0.6m)を設置する。

7.6 サドルダム

サドルダムは中央遮水壁型ロックフィルダムとして計画した。ダム高：28m、堤頂長：160m、堤体積：121,600m³である。

サドルダム天端標高は、FWL87.7mの上に保護層：0.9m及び波浪打上高：0.9mを含むダム余裕高：1.9mを考慮して EL 90.5mとした。また、サドルダム上流面勾配は1:2.3、下流面勾配は1:1.8、天端幅は8mとした。

コア部基礎にはカーテングラウト及びブランクットグラウトを施工する。更に、ダム中央部、及び右岸アバット部の断層は、スラッシュグラウチングで処理する。更に必要に応じて、これらの断層はグラウト処理を併用したデンタルコンクリートを実施する。

7.7 付替道路

湛水域内ナミーシク道路の付替として、貯水池東側に隣接する延長11.9kmの道路を新設する。この付替道路は有効幅員：5.5mで、アスファルトと砂利の混合舗装とする。また、貯水池狭搾部には、全延長300mの橋梁（幅：6.5m、桁：20mスパンのプレキャストPC桁）を架設する計画である。

7.8 小水力発電の検討

ブリスダム計画では、ダムからの放流を利用して水力発電の開発が可能である。しかし、ダムからの放流は下流に水需要が発生した場合に限られるので、発電所の年間稼働期間は、約7ヶ月である、最大出力3,000kWの設備容量により、平均年間発電電力量4.05GWhが期待できる。しかるに、この発電所を追加したことによる費用と便益の増分から計算される内部収益率は8%以下である。したがって、ブリスダム計画に水力発電所を追加することは経済的妥当性がないと言える。

第8章 建設計画及び建設工事費

8.1 建設計画

8.1.1 工程

詳細設計、建設業者の資格審査、入札及び契約交渉等の準備作業に21ヶ月を要するため、詳細設計が1985年9月初めに開始されるものとするれば、建設工事は1987年6月初めの開始となる。プリスタムは第6次マレイシアプラン実施期間の始めに運用開始が予定されているが、それ以前の12ヶ月に貯水池の初期湛水期間を見込むと、建設工事は1989年末までの31ヶ月間で完成されなければならない。プリスタム建設の全体工程を図6に示す。

8.1.2 建設工事

プリスタムの主な建設工事は、準備作業、転流工、メインダム、サドルダム、及び付替道路である。

プリスタムの建設用仮設備は、取付け道路、電力及び給水システム、通信システム、仮設建物、ケーブルクレーン、バッチャプラント、及びクラッシングプラント等が必要である。これらの建設用仮設備の配置を図面2に示す。

転流工は $7,300\text{m}^3$ のトンネル掘削量があり、河川水位の低い1988年1月に転流を開始するためには、トンネル掘削を2交代制により2ヶ月間で終了させなければならない。メインダムの基礎処理としてセメントグラウチングを行い、合計 $5,520\text{m}^3$ のグラウチングを5ヶ月間で行う予定である。

合計 $55,200\text{m}^3$ のダムコンクリートは19ヶ月間で打設する計画である。この場合、マスコンクリートの温度調節が必要となるが、人工冷却は行わず自然冷却法により最低5日サイクルで打設を行うようにする。

サドルダムの盛土量は、コア材 $22,300m^3$ 、フィルター及びトランジション材 $18,600m^3$ 、ロック材 $80,700m^3$ の合計 $121,600m^3$ である。サドルダムの基礎岩盤は通常のカーテングラウト及びブランクットグラウトにより処理する。

8.1.3 建設機材

建設工事に必要となる主要建設機械を表15に示し、建設資材を表16に示す。

8.2 建設工事費

8.2.1 前提条件

建設工事費の積算を行うための前提条件は以下の通りである。

- (1) 建設工事費は1983年末の価格水準で見積る。
- (2) 建設工事費は外貨分、内貨分共にマレイシアドルで算出する。
- (3) 通貨換算率は $US\$1.0 = M\$2.312 = ¥231.6$ とする。
- (4) 物価上昇率は外貨分、内貨分共に年5%とする。

8.2.2 基礎価格

主な建設工事費は、単価ベースで見積られ、その建設単価は施工計画で見積られた労務費、材料費、機械費及び歩掛りから計算する。単価の算定にあたっては最近のマレイシア国内での土木工事の入札価格を参考にした。表17及び表18に労務日当及び主な材料費を示す。

8.2.3 建設費

建設工事費は、直接工事費と間接費及び予備費の合計である。直接工事費は建設単価と設計で見積られた工事数量から計算する。間接費は補償費、一般管理費、技術費からなる。更に予備費は数量予備費と物価上昇予備費から成る。数量予備費は直接工事費と間接費の20%とし、物価上昇予備費算定の為の物価上昇率は外貨分、内貨分共に年率5%とした。建設期間中の金利は今回の建設費用見積りでは考慮していない。総建設費用は表19及び表20に示すように外貨分 2,045万マレイシアドル、内貨分 7,614万マレイシアドル、合計 9,659万マレイシアドルと見積られた。

工事工程に基づく建設費の支払い計画を表21に示す。ここに土木工事の前渡金として 500万マレイシアドルを見込んでいる。

8.2.4 維持管理費

ブリスダムの年間維持管理費は表22に示すように、合計16万マレイシアドルと見積られた。

第9章 用地取得及び環境影響調査

9.1 用地取得費

用地取得費は補償費及び公共施設の移転費から成る。補償費には農地及び払い下げ私有林に対する補償費、並びに居住者の移転費用が含まれる。移転が必要となる公共施設はナミーシク道路の一部、低圧送電線、回教寺院、学校、祈とう所、墓地、病院及びその他の公共建造物である。これらの内ナミーシク道路及び低圧送電線の移設費は用地取得費から除き直接工事費に含めた。

用地取得費の算定はケダ経済開発公社(KEDA)及び州のValuation Dept. から入手した情報並びに現在の市場価格に基づいて行った。居住者の移転費は建築様式より、クラスA：木・コンクリート構造、クラスB：木造、クラスC：竹葺造の3クラスに分類した。表23に用地取得費を示す。

9.2 移 転 計 画

移転計画は貯水池内に対する詳細社会・経済調査に基づいて立案されるべきであるが、本報告書作成時までには社会・経済調査の成果は入手できなかった。従って、本移転計画は暫定的なものであり、最終的な移転計画は今後に予定されている貯水池予定地区に対する詳細社会経済調査の結果を考慮して作成される必要がある。ここで述べる移転計画は貯水池予定地区内の現況と同様の土地利用を可能とするための新規土地開発が行われるものと想定して作成した。

計画策定にあたっては、村落のコミュニティをできるだけ維持することを重視し、以下の移転規準を仮定する。スンガイ・バタン村においては、一部の家屋が水没から免れるが、村落内の全家屋(280戸)を移転することとする。バドゥ・セクトゥール村においては全水没家屋(54戸)を移転する。水没しない家屋については、これらの家屋は移転予定地と近く、移転した家屋とのコミュニティが維持できるために、移転し

ないものとする。テルナス村の水没家屋（51戸）は水没から免れるテルナス村のコミュニティ・センター地区に移転併合するものとする。なお、テルナス村の水没家屋に対する移転計画は提案していない。

移転先の住宅／混合耕地地区及び水田地区は、ナミーシク道路の東、パトゥ・セクトール村の北東約3kmの地点に想定した。移転対象地区は400haの面積を持ち、現在100haは森林保存区、300haはゴム園として使用されている。更に、本移転計画ではこの地区に回教寺院その他の公共施設を建設するものとした。ナミーシク道路の付替道路沿いにゴム園があり、また上述のゴム園に隣接した森林保護区、及び本移転地区近くの既設ナミーシク道路の西側に1,000haのゴム園開設可能地がある。従って、この可能地区に500haのゴム園を開発するものとした。移転先開発費用は、表24に示す通り見積られた。

9.3 環境調査

建設期間中は、下流河道で浮遊物が増加し、また、交通渋滞の増加も問題となるであろう。なお、貯水池の初期湛水期間中は河川水流の維持が困難となるかもしれない。これらの環境悪化は、沈砂池の設置、交通整理、仮設放水口の設置により緩和することが可能である。プリダム完成後には、貯水池のもつ大きな洪水調節容量により洪水流量は著しく減少することとなる。貯水池の富栄養化及び野生動物に対する被害はほとんど問題とはならないであろう。

第10章 経済評価

10.1 前提条件

ブリスダムはケダームダーペライ川水系の全ての水利用者にとって有益であり、特定の単目的に利用されるわけではない。従ってブリスダムによる便益は単位開発水量当たりの便益を基に見積った。

ブリスダムの開発水量は3.4節で述べたような割合で、受益者に分配される。

経済評価における便益と費用は1983年末時点の価格水準をもとに算定した。評価期間は1984年初頭からの50年間とした。

10.2 経済便益

10.2.1 灌漑便益

灌漑便益は新規水源施設の開発と末端灌漑水路網の整備を実施した場合、そこから得られる米の直接利益の増加分と定義した。

水源開発事業を実施しない場合においては、総水需要も利用可能水量も1983年の水準で推移するものと仮定した。一方、水源開発事業を実施した場合には、HADA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に実施され、また水需要も予測どおりに増加するものと仮定した。

開発事業を実施しない場合には、水不足が解消されずHADA地区全面積への作付は不可能であり、また所定の時期に灌漑及び作付を開始するために、乾季作付面積を全体の70%に制限すると仮定した。HADA地区周辺の天水田を対象とした小規模灌漑開発事業は実施されないものと仮定した。

開発事業を実施した場合には、現在進捗中のMADAⅡ事業に引き続いて新規末端整備事業が実施され、2000年までにはMADA地区全域の末端整備事業が完了するものと仮定した。ケダ川とムダ川本流及びMADA幹線水路から取水する既設小規模灌漑地区は通年して灌漑が可能となる。支流域の小規模灌漑事業は、乾季作用水量の50%以上が支流から取水可能な地区を対象にして実施するものと仮定した。

(1) 収 穫 量

米作統計資料によると、MADA地区の平均籾収量は1982年の乾季作で1ha当り3.3トン、1982/83年の雨季作で4.3トンである。また、域内の天水田で1ha当り2.2トン、小規模灌漑地区で3.2トンである。

MADA地区においては、年間を通じて作付けが行われているため、近年害虫、病気が大発生し、乾季作の収量は著しく減少している。この対策として、作付計画に1カ月間の完全休閑期間を導入することにより、開発事業を実施しない場合の目標収量を1ha当り1作付4.0トンになると想定した。MADA地区以外では、開発事業を実施しない場合、農民が米を増産することは期待できない。

新規水資源開発により十分な水供給が保証され、更に末端水路の整備により水田への適時の水配分が実現されれば、適切な作付体系を導入することが可能となる。更に適切な施肥と水管理、休閑期導入による病虫害の発生の抑制、多収穫中生品種の栽培があいまって増収効果が極めて大きくなる。以上の条件を前提に、MADA地区の目標収量を1ha当り1作5.0トンと想定した。1984年以降開発される小規模灌漑事業地区の目標収量は十分な水利用が可能となり、かつ末端水路密度が45m/haとなれば、1ha当り1作平均4.5トンに増えるものと想定した。

支流の既設小規模灌漑地区は末端整備の実施を考慮しないので、収量は1ha当り1作3.2トンの現行の水準にとどまるものと想定した。

(2) 純作物収益

籾の農家庭先経済価格は、1990年から1995年間のバンコック渡し国際米価の世銀予測値を基に、1983年価格水準で1トン当り 548マレイシアドルと算定した。これには品質調整率10%、精米歩合65%を見込んでいる。経済的観点からみた水田の純収益額は粗収益から自家労賃及び政府補助肥料費を差し引いて算定した。1983年価格水準で算出した純収益額を表25に示す。

(3) 作 付 率

MADA地区の二期作の作付面積は、不十分な水源及び適時の水配分システムの欠如により毎年変動している。現状でのMADA地区における二期作は期間が12か月以上にわたっているため、地域内の水田のどこかに常に水稲があるという状況になっている。これが乾季作の病害虫蔓延の原因になっており、また作付計画調整のために約6年毎に乾季作の作付を中止せざるを得ない。従って、MADA地区の平均作付率を開発事業を実施しない場合には、170%と想定した。小規模灌漑地区の想定作付率は、個々の地区の利水可能量により100% - 200%の範囲で変動する。

開発事業が実施された場合には、全MADA地区の作付率は末端整備事業実施より田面の高低差が解消されるので、200%に向上するものと想定した。1984年以降実施される小規模灌漑事業の想定作付率は支流で150%、本流で200%となる。

(4) 総 純 収 益

開発事業が竣工して十分な用水が利用可能となれば、作付率は直ちに目標に達するが、収量は毎年一定の割合で増加し、4年目で目標水準に達するものと想定した。開発事業を実施した場合及び実施しない場合における2003年以降の総収益額を表26、及び27に示す。

なお、末端整備事業実施に伴って、MADA地区では工事最終年の乾季作純収益が1 ha当り 1,300ドルから 1,180ドルに減少するものと想定した。

灌漑用水が十分に供給されなかった場合の収量は、灌漑水量と収量との関係から定量的に推定できないので、そのかわり、通常行われているように作付面積が利用可能水量に比例して減少するものと仮定した。PKP 地域における不足水量の季節変動は、貯水池を計画に基づいて適切に運用することにより調整可能となるので、上述の前提条件を適用することができる。そこで純収益額は不足水量に比例して減少することとした。

10.2.2 上工水便益

上工水供給便益は、最少費用代替施設費法に基づき算出した。

計画地域で提案された水源施設の内、最少費用の代替施設としてタワール・ムダダムを選定した。水の開発単価は、8%の割引率でタワール・ムダダムの年等価事業費を純供給量で割った値として算定した。ダムの供給量は不足水量の頻度及び量に基づいて決まる。タワール・ムダダムの年平均開発水量は、毎年水不足の発生するケダ川に対して運用されるものとすれば、 $3,700\text{万}m^3$ となる。一方、水不足が5-6年に1度発生するムダーバライ川水系に対して運用されるものとすれば、 $1,680\text{万}m^3$ のみとなる。以上の前提条件に基づき算出された水の開発単価は、

ケダ川に対して $1m^3$ 当り 0.24 マレイシアドル

ムダーバライ川に対して $1m^3$ 当り 0.58 マレイシアドル

水資源事業の上工水供給便益は、上工水に配分された開発水量に上記の水の開発単価を乗じて算出した。

10.2.3 リクレーション便益

ブリスダム建設により造られる貯水池はリクレーション便益を生むが、簡単のためここでは考慮しないものとした。

10.3 経 済 費 用

10.3.1 水源施設の経済費用

ブリスダム事業の経済費用は、EPU作成の表28に示すような国の経済換算率によって財務費用から算出した。その経済費用を表29に示す。土地取得財務費用は土地補償費及び家屋、公共施設の投資費用からなる。経済分析では、土地補償費は補償費に含めず、ダム・貯水池建設により失われる純農業生産額を年間損失費用として計上した。

タワール・ムダダムの事業費は、第1次調査で算定した数量に今回ブリスダムで適用した単価を用いて修正した。その他の水源施設費は第1次調査で算定した値を用いた。

ジェニアンシステム、ブリスダム及び他のポテンシャルダムについて算出した経済的投資費用及び維持管理費、失われた純農業生産額を含む年経費を表30に示す。

ジェニアンシステム事業費は参考資料-2から、またレマンドムの事業費は参考資料-6からそれぞれ引用した。

10.3.2 灌漑施設の経済費用

灌漑施設事業費は、HADA末端整備事業の単価を1ha当り9,000マレイシアドル、小規模灌漑事業の単価を1ha当り11,500マレイシアドルと想定し、これに基づいて見積った。得られた事業費に平均変換係数0.8を乗じて、経済費用を算定した。

10.4 経済的内部収益率

ブリスダムの開発水量を第5章で述べたような水不足の原因者に分配する。

ブリスダムの便益を計算するにあたって、開発水量の原因者への割り当てと受忍者への配分との関係を表31に示した。このマトリックスの行はダムの建設費を負担すべき原因者への開発水量の割りあてを示し、列にはその開発水量が、水不足の受忍者であるケダ川のHADA、本流小規模灌漑事業及びムダ川の本流小規模灌漑事業にどのように配分されるかを示している。

ブリスダムの内部収益率の計算ではこの開発水量の配分される受忍者から生ずる便益を事業実施による便益とした。

灌漑事業の経済便益は、純便益すなわち、純生産額から、灌漑施設の事業費を引いたものであり、ダムの開発水量に対する便益は、総需要量に対する開発水量の比率で割り当てることとする。

ブリスダムの経済的な内部収益率(EIRR)は代替案1(ムダ優先案)、代替案2(平均分配案)ともに14.8%、代替案3(ケダ優先案)で14.6%と算定され、いずれの場合も十分な経済的妥当性があると判断される。

3つの代替案に対して割引率8%として目的毎に算出した便益の現在価値と費用の現在価値及びEIRRの値を表32に示す。

経済分析の結果より、3つの代替案のうち代替案1(ムダ優先案)がEIRR及び純便益(B-C)から判断して、経済的に最良案となるが、代替案2との差はわずかである。

一方、代替案2では、ケダ川及びムダ川両流域において目標とする利水安全度を達

成できる。従って、今回の調査では、5.6節に述べるようにPKP 地域内の公正な水配分の見地から、ジェニアンシステムの操作方法として代替案2を推奨する。

10.5 感 度 分 析

前節のEIRRの計算は、主要因の最適値に基づいて行われた。主要因が妥当な範囲内で変化した場合のEIRRの変動を評価するために感度分析を行った。

検討した主要因及びその変化率は以下のとおりである。

- | | |
|------------------------|------|
| (1) 投資費用 | 10%増 |
| (2) 便 益 | 20%減 |
| (3) 事業運用開始の遅れ | 1年 |
| (4) (1), (2), (3) の組合せ | |

表33はEIRRの結果及び感度示度(SI)を示す。ここに、SIは要因の単位変化率に対するEIRRの変化率として定義される。

10.6 プリスダム後の事業

第5章で述べたように、現在進行中のジェニアンシステムに続きプリスダムを実施したとしても、1990年以降のPKP 地域の統合水系における水不足を完全に解消することは不可能である。従って、プリスダム事業に引き続き他の水源施設が必要となる。

レマンダム、クーロン・テファダム、タワール・ムダダム及びメルボク調整池の経済的妥当性をそれぞれがプリスダムに引き続き実施されるものとして個々に検討した。その結果、レマンダムは高い経済的妥当性が見られるが、その他の事業については経済的妥当性が見られず、2000年以降に実施すべきことが判明した。

プリスダムに引き続きレマンダムを実施した場合には、ケダームダーペライ川水系に残る年間不足水量は、7,200万 m^3 - 8,600万 m^3 になるものと思われる。この水量は、この水系の総水需要量の約4%に当る。

一方、レマンダム以外のポテンシャルダムを開発することにより、更に水不足を引き下げることは、経済的観点から妥当でない。従って、レマンダム実施後の水不足は当分の間は給水制限を行うことにより対処すべきであろう。

第11章 財務評価

11.1 コストアロケーション

ブリスダムの費用は、ブリスダム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。コストアロケーションの方法は、第1次調査において述べたように、水資源開発事業で通常用いられている分離費用身代り妥当支出法を採用した。

資本及び維持管理費用を割引率8%で現在価値に換算し、割り振るものとした。計算結果を代替案 1, 2, 3に対してそれぞれ表34-表36に示す。全ての受益者に対して、その便益は対応する代替費用に比べて小さくなる。また、分離費用の合計は総建設費の67%-77%となり、アロケーションがほぼ給水量割りに近いことを示している。

建設費用は、表37に示すように、関係機関に割り振られる。ただし、各関係機関のうけもつ事業は以下のとおりである。

- HADA : ケダ川のHADA灌漑事業
- Kedah DID : HADA依存地区及び河川維持流量を含むケダ川の全小規模灌漑事業とムダ川支流小規模灌漑事業及びムダ川本流から取水する小規模灌漑事業の一部
- Kedah PWD : ケダ川上工水及びムダ川の上工水の一部
- P. Pinang DID : ムダ川から取水する小規模灌漑事業の一部
- PWA : ムダ川の上工水の一部

11.2 農家の支払い能力

表38に示すように、受益農民の支払い能力を評価するために、事業を実施した場合と実施しない場合について平均的経営規模をもつ代表的農家の経済状態を分析した。

事業を実施した場合における将来の年間農業純収益あるいは支払い能力は、事業を実施しない場合と比較して著しく増加するものと思われる。また、農業純収益の増加は農民自身の再投資意欲を刺激し、実質的な支払い能力は水利費を大きく上回るものと思われる。