

Y

JICA LIBRARY



1031246[0]

マレーシア国

南ジョホール地域水資源開発計画調査

主報告書

昭和60年12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
Vol. 3	ANNEX B	DOMESTIC AND INDUSTRIAL WATER SUPPLY
	ANNEX C	AGRICULTURE AND IRRIGATION DEVELOPMENT
Vol. 4	ANNEX D	METEOROLOGY AND HYDROLOGY
	ANNEX E	GROUNDWATER RESOURCES
	ANNEX F	WATER QUALITY
Vol. 5	ANNEX G	FLOOD MITIGATION PLAN
Vol. 6	ANNEX H	ENGINEERING GEOLOGY
	ANNEX I	CONSTRUCTION MATERIAL
Vol. 7	ANNEX J	REGIONAL WATER DEMAND AND SUPPLY SYSTEM
	ANNEX K	DESIGN AND COST ESTIMATE OF PROPOSED DEVELOPMENT PLAN
	ANNEX L	ECONOMIC EVALUATION OF PROPOSED DEVELOPMENT PLAN
Vol. 8	ANNEX M	LAND USE IN THE PROPOSED RESERVOIR AREA
	ANNEX N	ENVIRONMENTAL IMPACT OF PROPOSED PLAN
	ANNEX O	LEGAL AND INSTITUTIONAL ARRANGEMENT

國際協力事業団	
受入 月日	'85.12.26
登録No.	12285
113	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、マレーシア国南ジョホール地域水資源開発計画調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。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59年7月から1年6ヶ月にわたり調査団がマレーシア国政府の関係者と協力して実施した調査及び解析ならびに、その間に連邦及び州政府関係者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南ジョホール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。

終わりに、調査実施中を通じて、マレーシア国政府ならびに日本国政府関係機関の各位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12月

国際協力事業団

総裁 有田 圭輔

マレーシア国南ジョホール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

南ジョホール地域水資源開発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い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、目標年を2005年においた地域水資源開発計画のためのマスタープランが述べられております。調査、検討の結果、ジョホールバルー市、パシールグダン工業団地及びそれらの周辺地域における上水需要を満たすことを目的としたサヨンダム建設、ならびに、コタティンギ地区の洪水防御を目的とした河川改修計画を速やかに実施するよう提案しております。

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。

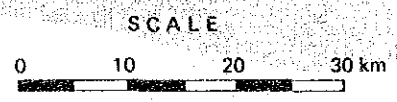
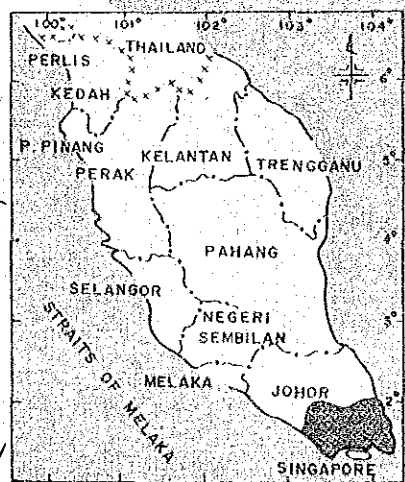
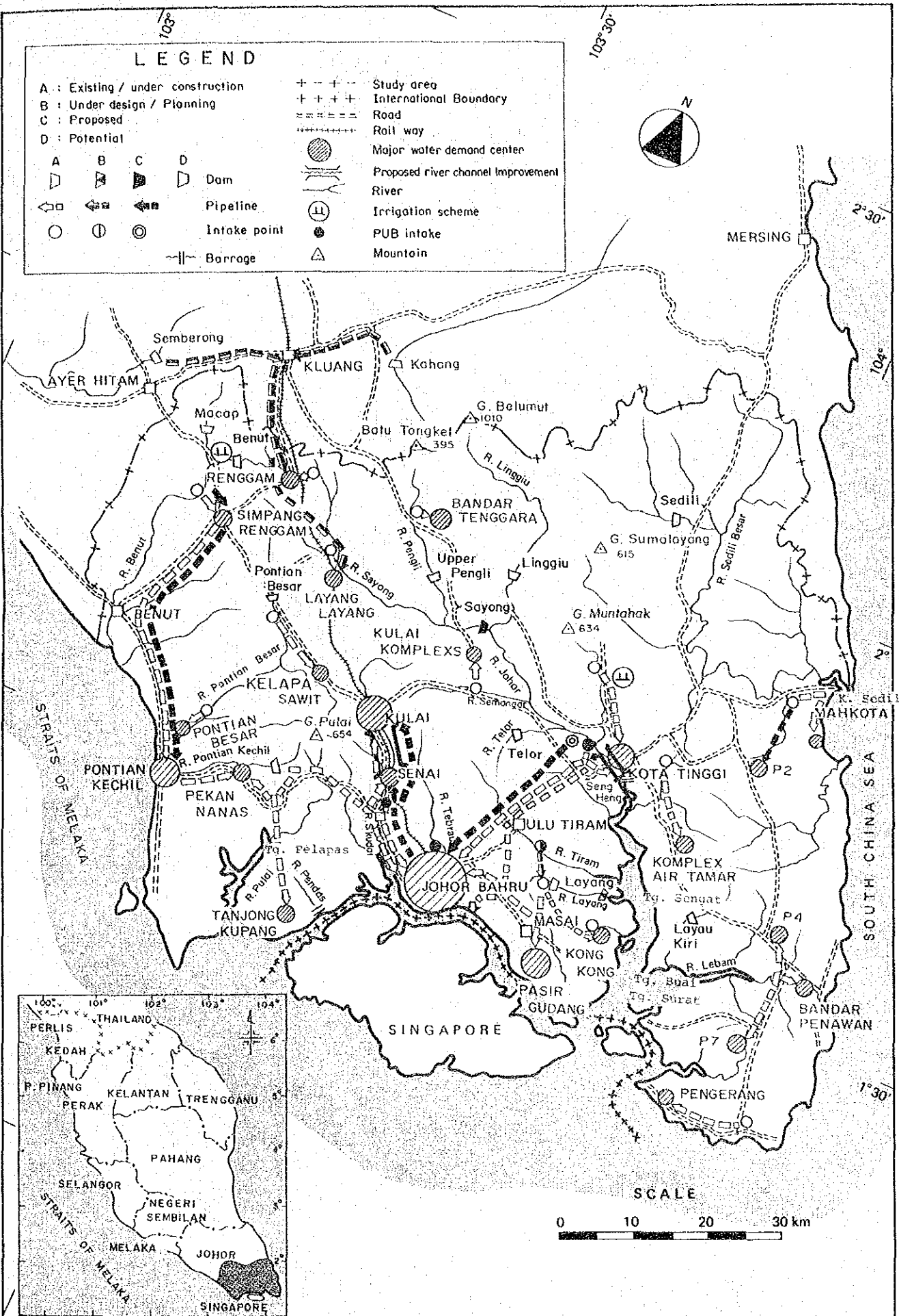
昭和60年12月

調 査 団 長

久 野 一 郎

LEGEND

A : Existing / under construction	+	+	+	+	Study area
B : Under design / Planning	+	+	+	+	International Boundary
C : Proposed	---	---	---	---	Road
D : Potential	Rail way
A	B	C	D	Dam	Major water demand center
				Pipeline	Proposed river channel improvement
				Intake point	River
				Barrage	Irrigation scheme
					PUB intake
					Mountain



位置图

GOVERNMENT OF MALAYSIA
 NATIONAL WATER RESOURCES STUDY, MALAYSIA
 SOUTH JOHOR
 REGIONAL WATER RESOURCES STUDY
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

要 約

1. 調査の目的

南ジョホール地域水資源開発計画調査は、昭和59年 3月 2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。

本調査地域は、マレーシア半島の最南端に位置し、水需要が逼迫し、水資源開発を緊急に必要としている地域であり、次の主要9河川、即ち、ステイリブサル川、ステイリクチール川、ジョホール川、スクダイ川、テブラウ川、プライ川、ポンティアンクチール川、ポンティアンブサル川及びブヌット川の流域よりなる。

本調査の目的は、連邦及び州政府による南ジョホール地域における水資源開発計画実施の意思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。

調査は1984年 7月に開始され、1985年12月に完了した。この最終報告書は、水資源開発計画、水質汚濁削減計画、洪水防御計画及び法律・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. 南ジョホール地域

調査地域の属する南ジョホール州は、面積19,140km²、人口は180万人である。1983年の地域総生産額(GRP)は、1970年価格水準で35億マレイシアドルである。同総生産額のうち、農業部門が32%、工業部門が22%を占めている。

調査地域は、面積が7,350km²で、熱帯モンスーン気候が卓越するが、年間を通じて比較的均一な降雨特性を有する地域である。調査地域の年間降雨量180億m³のうち80億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となる。地下水の賦存量は一般的に乏しい。

本調査地域は1983年現在で80万人の人口を有し、州都ジョホールバルーやパシールグダン工業団地を地域内に含む。地域の農業用地面積は39万6,000haで、主としてゴム園、オイルパーム園等に利用され、森林面積は22万8,000haである。

州の公共事業局(PWD)所管の上水供給施設による給水量は1983年で1億9,900万リットル/日であり、受益者は人口の68%である。現行の農村環境衛生改善計画(RESPI)によって、都市部より隔絶している約1万人の住民が原水の供給を受けている。連邦土地開発公社(FELDA)、小規模ゴム園振興事業団(RISDA)及び一部の民間企業では私設の給水施設を有している。

南ジョホール州政府とシンガポール市議会との間で締結された2つの協定は、1961年締結のものが「INDENTURE」、1962年締結のものが「DEED」と称され、これらに基づいて、シンガポール公益事業局、Public Utility Board(PUB)は州内のグヌンブライ貯水池及びテブラウ川、スクダイ川、ジョホール川の取水施設で取水し、更にPUB所有のパイプラインを通じて自国へ送水している。PUBは1983年に調査地域内で、6億6,800万リットル/日の原水を取水し、州のPWDはPUBの水道施設から1億2,100万リットル/日の浄水の供給を受けている。

地域内での灌漑は小規模で、2地区で合計255haの面積が灌漑されているに過ぎない。

3. 将来の水需要

調査地域内の人口は、1985年の86万人から年平均増加率 3.2%の伸びで、2005年には 160万人に達するものと予測される。目標年2005年における生活用水需要は、都市部及び農村部での水道普及率を各々99%、100%、(州の公共事業局(PWD)所管分87%、環境衛生改善計画実施分13%)と仮定して推定した。この普及率は公共事業局及び厚生省の予測に基づいている。更に1983年以降に発生する工業用水需要は、全て公共事業局の施設で賄われるものとした。これらの条件の下で、上水需要は1983年の 2億 5,800万リットル/日から2005年では10億 6,100万リットル/日に増加するものと推定される。

灌漑用水需要は、拡張計画を考慮して、1983年の 500万m^3 /年から1990年に 650万m^3 /年の上限に達しそれ以降は一定と仮定した。

ジョホール川の河川維持流量は、コタティンギの国道橋の地点で、 2.4m^3 /秒(2億 700万リットル/日)と推定した。この維持流量は、過去20年間の渇水記録に基づき、塩水遡上等の渇水による問題の発生しない最低流量(1981年度最小流量)を考慮して決定された。ジョホール川以外の河川の維持流量については、99%超過確率渇水量をその河川の維持流量と定めた。

PUBは現在のグヌンプライ、スクダイ、テブラウの各取水施設で 3億 9,700万リットル/日の取水を今後も継続する一方、ジョホール川の取水施設を増強する計画を持っている。計画によれば PUBのジョホール川からの取水量は、1990年までに 7億 2,800万リットル/日(1億 6,000万ガロン/日)に達する。更に、以後2005年まではこの状態で推移するものと仮定した。

各取水地点での水収支を計算するために、1983年から1984年までの水文資料に基づき、[河川流量]と[水需要+河川維持流量]との比較を行った。比較の前提として PWDの既存計画、例えばラヤンプロジェクトのI a、I b計画(182Mid)、クルアン計画(90Mid)及びシンパンレンガム計画の第1期、第2期工事(25Mid)等が予定通り供給を開始するものとした。水収支計算の結果、全体としては水不足は2005年まで緩やかに漸増するが、PUBのスクダイ、テブラウ、コタティンギの各取水地点では大きな水不足が発生することが明らかになった。当マスタープランではジョホール川の PUBコタティンギ取水施設の上流に新規の取水施設を計画した。

スクダイ川の取水地点での、1985年の水需要予測に対する水不足は $1,600\text{万m}^3$ /年 (4,383万リットル/日) と推定される。22年間の流量資料に基づいてシミュレーションを実行した結果、21年間について水不足が生じ、その平均は 600万m^3 /年 (1,643万リットル/日) であった。

テブラウ川についても同様の結果を得た。シミュレーションの結果、平均水不足量は $1,600\text{万m}^3$ /年 (4,383万リットル/日) であり、22年間の全期間にわたって水不足が生じることが判明した。

また最大の水不足はジョホール川右岸のコタティンギ取水口で発生する。1985年の水需要に対する水不足量を今までの水文資料に基づいて予測すると、1971年の水文現象に対する水不足が最大で 480万m^3 /年 (1,315万リットル/日) と推定される。同様に将来の水不足を予測すると、1995年では $2,800\text{万m}^3$ /年 (7,671万リットル/日)、2005年では $6,900\text{万}^3$ /年、(1億 8,904万リットル/日) と推定される。水不足が発生する頻度は、1985年の需要に対しては22年間で6年、1995年の需要に対しては22年間で15年そして目標年2005年の需要に対してはシミュレーションを実施した22年間で21年にわたって水不足を生じている。

4. ダム及び堰の計画

図上検討と現地踏査により、8ヶ所のダム及び2ヶ所の河口堰を水資源開発施設として提案した。これらのうち、ブヌットダムとポンティアンブサーダムは西海岸地区の供給源として、サヨン、リングウ、ブングリ、テロールの各ダム及びジョホール河口堰は各々ジョホール川水系の水源の代替案として提案された。スティリダムは将来周辺地区の水需要が増した場合の水源として、またラヤウキリダムは地域の東南部地区に対する将来の水源として提案した。ブダス川の河口堰はクバン周辺地区への供給源となる。

代替案の中で、サヨン、リングウ、テロールの各ダムとジョホール川の河口堰を、ジョホール川水系の水資源開発計画の基本として検討した。スクダイ川とテプラウ川については、両河川共、シンガポールが全面的に水利権を有しているので、水資源開発計画の対象外とした。その他の河川では目標年2005年でほとんど水不足を生じない。

サヨндаムサイトはジョホール川の支流であるサヨン川に位置する。ダムサイトの地質は、部分的に風化しているが全体として新鮮で堅固な花崗岩である。流域面積は 662km^2 である。貯水池の総貯水量は常時満水位 (HWL) が EL 18.0m のとき 1億 7,900万 m^3 で、このときのダム堤体積は80万 8,000 m^3 である。洪水位 EL 20.1m に対する湛水面積は 4,310ha で、水没地区はオイルパームを主とした農用地 2,560ha と森林 1,750ha からなる。水没家屋数は33個と推定された。ダムの投資額は 1億 3,200万マレイシアドルで、そのうち工事費は 3,500万マレイシアドル、補償費は 5,500万マレイシアドルと見積られた。

リングウダムサイトはジョホール川支流のリングウ川に位置している。ダムサイトの地質は古生代の砂岩が支配的であり、断層のため破碎され透水性が高く、遮水のための特別の基礎処理が必要である。流域面積は 206km^2 である。HWL が EL 34m の場合、総貯水容量は 1億 2,500万 m^3 で堤体積は85万 m^3 である。湛水面積は 1,900ha で、水没地区はほとんど森林で覆われている。投資額は 1億 3,200万マレイシアドルで、水没地区全域が州有地であるため補償費は発生しない。

テロールダムサイトはジョホール川支流のテロール川に位置している。基岩は風化花崗岩である。流域面積は 38km^2 である。HWL が EL 28m の場合、総貯水容量は 4,900万 m^3 で堤体積は90万 m^3 である。湛水面積は 815ha で、水没地区は農用地 265ha、森林 550ha からなる。投資額は 6,500万マレイシアドルで、このうち工事費は 2,900万マレイシアドル、補償

資は 700万マレイシアドルである。

ジョホール河口堰のサイトは、コタティンギの国道橋から3km下流のセンヘン地点に選定した。投資額は 6,700万マレイシアドルと算定された。河口堰の建設によって、河川維持用水を節約することが可能となり、これによって 2,200万 m^3 の水需要を満たすことが可能となる。河口堰建設に伴う問題点として、生態系への影響、船舶の航行阻害、ゲート操作の失敗に起因する洪水の危険、地下水位の上昇及びコタティンギ市内からの排水による調整池の汚濁等が考えられる。

5. 水需給収支計画

マレーシアで実施されている上水供給計画に適用されている規準を参照し、本調査では、1963年から1984年にわたる22年間の最渇水年でも安定した水供給を保障することを計画の目標とした。ジョホール川の水不足は22年間の乾期で最小流量であった1971年の水文条件下で、1990年に $2,000\text{万m}^3$ /年、2005年に $6,900\text{万m}^3$ /年に達すると予測される。水不足は主にジョホールバルー、スナイ、クライ及び PUBの水需要によるものである。この予測にはラヤンプロジェクトのI a及びI b計画が含まれている。更に PUB施設から PWDが取水する $4,000\text{万m}^3$ /年も水収支計算では考慮した。

目標年の水不足を解消する種々のダム群および河口堰の組み合わせの中で、HWL EL 17mのサヨンダムの経済費用が最小であり、これをジョホール川的最適水資源開発施設として採択した。サヨンダムの次にはHWL EL 34mのリングウダムが有利である。

水資源開発の適地は限られている一方、水需要は目標年以降も年々増加し続ける。従ってダム建設は、経済的に許容される範囲で、ダムサイトの可能性を最大限にするべきである。ダムを、一旦開発目標年に合せて建設する場合でも、将来ダム規模を拡張できる余地を残しておくことが望ましい。この観点から本報告書では2005年以降の水需要と水単価を想定しダムの最適規模の検討を行った。

供給水の水単価はラヤンプロジェクトのI c計画を参考にして、19マレーシアセント/ m^3 と仮定した。2005年から2010年までの需要の伸びは、2000年から2005年までの増加率と同様とした。洪水防御効果は、被害軽減額を便益として見積った。

HWL EL 18mのサヨンダム計画による便益は、2010年以降の水需要が一定で、またプロジェクト評価期間を50年とした場合、上水供給便益が1億4,450万マレーシアドル、治水便益が410万マレーシアドル、合計1億4,860万マレーシアドルである。これに対する経済費用は8,230万マレーシアドルであり、純便益は6,630万マレーシアドルと見積られた。

リングウダムは、HWL EL 36mの規模のものが最大純便益5,470万マレーシアドルを生じる。この場合、上水供給便益は1億4,100万マレーシアドルで、治水便益は130万マレーシアドルである。また経済費用は8,760万マレーシアドルと算定された。

サヨンダムとリングウダムは、水単価を15マレーシアセント/ m^3 とした場合、それぞれHWL EL 18m、HWL EL 36mが最適規模となる。

HWL EL 17mのサヨンダムは2005年まで水需要を満たす容量をもつ、経済的な最適規模を求めるため、代替案の一つとして HWL EL 17mから1m嵩上げする案を検討した。この場合目標年2005年以降の水需要を一定とすると、上工水供給便益は1億2,600万マレイシアドルである。治水便益は390万マレイシアドルで便益の合計は1億2,990万マレイシアドルである。嵩上げを2段階に分けて施工した場合、初回工事費が8,220万マレイシアドルであり、嵩上げ費用は2006年で80万マレイシアドル、1986年の割引後の価格で10万マレイシアドルと推定された。従って嵩上げ方式の場合の純便益は4,760万マレイシアドルとなる。一方、HWL EL 18mのリヨンダムの治水便益は410万マレイシアドルである。従って合計便益は1億3,010万マレイシアドルで、純便益は4,780万マレイシアドルとなる。

HWL EL 18mのサヨンダム計画の経済的内部収益率は、水単価を19マレイシアセント/ m^3 、2005年以降の水需要を一定とした場合、13.1%と推定された。感度分析の結果、不況でGDPの1983年から2005年までの伸び率が5%に止まった場合でも、サヨンダムのHWL EL 18mの計画は経済的内部収益率を10.6%に維持できることが判った。

上記の結果から、地域の急増する水需要を満たすために、HWL EL 18mの規模のサヨンダムをできるかぎり早い時期に建設することを勧告する。

新しい取水施設(R42)であるポンプ場と浄水場を、既存のPUB取水施設(R41)の約2km上流に位置するタイホン村に建設し、ダムからの放流水をこの地点で取水する計画とした。既存の取水施設(R41)と新規施設とにかかる水需要は2005年で12億1,600万リットル/日(4億4,400万 m^3 /年)である。既存の取水施設(R41)の処理能力が1億6,000万ガロン/日(7億2,800万リットル/日)であるので、新規の取水口、浄水場、送水管の必要容量は4億8,800万リットル/日となる。

計画の新規浄水場は急速ろ過方式で、必要な用地面積は約50haである。浄水を需要地まで送水するために揚程50mのポンプ7台を上記用地内に設置する。需要地までの送水管は管径1.6mの鋼管が2連で延長は28kmである。取水口から送水管まで含めた投資額は1億5,900万マレイシアドルと見積られた。配水システムの投資額は2億7,200万マレイシアドルと算定された。配水末端までの総投資額は、HWL EL 18mのサヨンダムの投資額1億700万マレイシアドルを含めて1986年現在の財務価格で5億3,800万マレイシアドルとなる。

一方、プロジェクトの評価期間の50年間にわたる上工水の総供給量は6億3,800万 m^3 で

あるので、各施設の維持管理費を直接工事費の1%~2%と仮定すると、水単価は84マレイシアセント/m³となる。

サヨンダム建設に伴う、特に問題となるような環境への影響は無いが、マラッカ王朝の遺跡の第2墓陵と第7墓陵は洪水位以上の高台へ移転させる必要がある。森林については貯水池の水質を維持し、また流入土砂を抑えて貯水池の長期使用を可能にするため、流域の森林をできる限り指定保存林として公告し、開発しないように勧告する。

6. 洪水防御計画

過去、最も広範囲にわたって被害をもたらした洪水は、1969年12月に起り、当時調査地域内の570 km²が冠水した。洪水による冠水深は1 m～2 mと報告されている。最近の例では、1978年、1979年、1981年、1983年の各年に発生した洪水が大きな被害をもたらしている。

州の排水灌漑局(DID)は、スクダイ、テブラウ、ブヌット、ポンティアンブサール、及びポンティアンクチールの各河川について、5年から20年確率洪水を対象とした河川改修工事を実施した。マチャップ川に建設されたマチャップダムは洪水調節用ダムで、ブヌット川の洪水防御に寄与している。

一般に、調査地域内の各河川は洪水を流過させ得るに十分な河川断面を持っていない。主として河川改修方式による洪水防御計画が、既存資料、調査を基に、地域内の各主要河川について立てられているが、スクダイ川の中流域及びジョホール川のコタティンギ周辺を除いて、洪水被害の度合が大幅に増大しない限りその経済性は低い。

ジョホール川に関しては、コタティンギ周辺の区間を、プレ・フィージビリティ調査の精度で洪水防御計画を策定するモデル区間として選んだ。この計画の主目的はコタティンギとその周辺を洪水から守ることにある。洪水防御計画の主体は、堤防の建設による河川改修である。河川改修計画では、4種類の掘削深の異なる代替案の比較検討を行った。また、ダムとの組合せによる洪水調節方式及び分水路方式の検討も行った。各種代替案の比較検討の結果、本流の堤防の嵩上げ、浚渫、支流のブルマンディ川河口部での調整用ゲートの設置、同じく支流のテンベヨ川下流部での堤防の建設等からなる河川改修計画を立案した。設計洪水は30年確率洪水の770m³/秒とした。河川改修区間は6.7kmである。投資額は740万マレイシアドルと算定された。計画が実施されれば、年平均110万マレイシアドルの洪水被害を87%軽減することが可能となる。河川改修事業の経済的内部収益率は、8.6%と推定された。さらに洪水被害人口は現在の4,600人のうち4,100人が救済されると予測される。

7. 水質汚濁削減計画

地域内には、市と町が 8、オイルパーム工場が30ヶ所、ゴム工場が20ヶ所、パイナップル缶詰工場が 7ヶ所、養豚場が49ヶ所あり、これらが河川水質の汚濁源となっている。

1983年度の資料では、河川水はまだきれいな状態であるが、将来、人口増加と生産物の増大に伴い汚濁が進むことが予測される。

水質汚濁削減の目標値として、生化学的酸素要求量(BOD)を全河川で10ppm、上工水取水口地点で 5ppm を下回ることにした。

2005年までの各河川での BOD負荷の予測によると、未対策の場合99%確率流量時に汚濁が問題となる河川は、ポンティアンブサー川の下流、スクダイ川下流及びジョホール川のランラン付近及びコタティンギ周辺である。

従って、全てのゴム工場、オイルパーム工場及びパイナップル缶詰工場に、BODを50ppm以下にする廃水処理施設を設置すること及びポンティアンクチール、コタティンギ、バンダールテンガラの各地区とすでに第4次マレーシア計画に含まれているジョホールバルー、スクダイ、パシールグダンの諸地区に下水道施設を設置することを勧告する。また、レンガム、ランランのような小さな町では下水渠と浄化槽とを組合せた施設の設置が適当であろう。以上の対策で一部を除いて各河川は目標の水質規準を達成できる。

水質汚濁削減計画実施に要する投資額は合計で、8億 5,300万マレーシアドルと見積られ、内訳は、下水道施設費が 7億 5,500万マレーシアドル、ゴム工場、オイルパーム工場、パイナップル缶詰工場等の排水処理施設費が 9,800万マレーシアドルである。

8. 法律及び制度

マレーシア政府は、目標年2005年までの地域水資源開発マスタープランを、シンガポールが、ジョホール川から最大 7億 2,800万リットル/日(1億 6,000万ガロン/日)取水するという条件のもとに策定することを決定した。同政府が、ジョホール川の水資源をシンガポールと共同開発する事も可能である。

上記に応じて、法律及び制度上下記の諸事項についてシンガポールと協定を結ぶことが必要となる。

- 既存の協定で定められたシンガポールの権利を侵害しないようなダム運用をするための流量測定の方法
- 現行の諸条件即ち、 PUBのジョホール川上流からの取水、またジョホール州による PUB送水管からの分水等に関する相互の許諾
- 水資源開発の規模
- 開発実施機関
- 州内でのシンガポールの土地利用
- 事業費の負担区分もしくはシンガポールへ水を売る場合の料金
- 洪水時のダム管理
- 渇水時の節水対策
- 運営に関する意思決定のための委員会の設立

マレーシア政府は、事業の承認を得るため、また予算措置のため、必要な手続きを取ることが必要である。

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 最終報告書	3
1.5 謝 辞	3
第2章 背 景	5
2.1 地形と地質	5
2.2 気 候	5
2.3 水 資 源	6
2.4 社会・経済	7
2.5 土 地 利 用	8
2.6 水 利 用	8
2.6.1 上工水利用	8
2.6.2 灌 溉 用 水	10
2.6.3 内水面漁業	10
2.6.4 舟 運	10
2.7 水 質	11
2.8 既存の水源地施設	11
2.9 水管理に関する現行制度と法律	13

第3章	将来の水需要と関連する諸問題	17
3.1	社会・経済的予測	17
3.2	上工水需要予測	19
3.3	灌漑用水需要	21
3.4	河川維持流量	21
3.5	PUBによる取水	22
3.6	水需給収支	22
3.6.1	水文解析	22
3.6.2	各取水口の水需要	23
3.6.3	不足水量	23
第4章	水源施設代替案	25
4.1	基本条件	25
4.2	ブヌットダムと貯水池	26
4.3	ポンティアンブサルダムと貯水池	26
4.4	リングウダムと貯水池	27
4.5	アッパーブングリダムと貯水池	28
4.6	サヨンダムと貯水池	29
4.7	テロールダムと貯水池	30
4.8	スティリダムと貯水池	31
4.9	ラヤウキリダムと貯水池	32
4.10	他の代替開発案	33
第5章	水需給計画	35
5.1	計画策定の前提	35

5.2	水資源開発計画	36
5.3	水供給施設	41
5.4	環境影響評価	42
第6章	洪水防御計画	45
6.1	河川状況と洪水問題	45
6.2	既設の洪水防御施設	46
6.3	洪水被害	47
6.4	洪水防御計画	49
6.5	シヨホール川の洪水防御施設の予備設計	51
6.5.1	洪水	51
6.5.2	代替案の検討	52
6.5.3	設計	54
6.5.4	施工計画	54
6.5.5	建設費	55
第7章	水質汚濁削減計画	57
7.1	水質汚濁予測	57
7.2	水質汚濁削減計画	58
7.2.1	水質規準	58
7.2.2	下水道施設開発計画	58
7.2.3	勸告案	59
7.3	建設費	61
7.3.1	建設費	61

第8章	法 制 上 の 施 策	63
8.1	協定に関する法制上の問題	63
8.2	新たに必要となる協定	64
8.3	水資源開発管理の手順	66

添 付 表 一 覧 表

	頁
1. 調査団専門家及びカウンターパート一覧表	69
2. 作業監理委員会、運営委員会、技術委員会、委員一覧表	70
3. ランタウパンジャン水位観測所の月流出量	71
4. 1982年度ジョホール州水道事業収支	72
5. シンガポールによるジョホール州での取水記録	72
6. 既存水源施設(1/2)	73
7. 既存水源施設(2/2)	74
8. 行政単位別人口予測値(1/2)	75
9. 行政単位別人口予測値(2/2)	76
10. ジョホール州の予測経済指標及び予測マレーシア国内総生産	77
11. 1983年～2005年における地区別の上水需要予測値(1/2)	78
12. 1983年～2005年における地区別の上水需要予測値(2/2)	79
13. 主要観測所の集水面積、年間降水量及び年間流出量	80
14. 各取水地点の水需要	81
15. 各取水地点の不足水量	82
16. ダム代替案の諸元	83
17. ブヌット貯水池予定地での土地利用現況	85
18. ポンティアンブサル貯水池予定地での土地利用現況	86
19. リンギウ貯水池予定地での土地利用現況	87
20. アッパーブグリ貯水池予定地での土地利用現況	88
21. サヨン貯水池予定地での土地利用現況	89
22. テロール貯水池予定地での土地利用現況	90

23.	スディリ貯水池予定地での土地利用現況	91
24.	ラヤウキリ貯水池予定地での土地利用現況	92
25.	開発計画代替案	93
26.	ダムの規模別経済便益と費用	94
27.	サヨンダム計画のキャッシュフローと経済的内部収益率	95
28.	農作物の単位面積当り資産価格と洪水被害率(1/2)	96
29.	農作物の単位面積当り資産価格と洪水被害率(2/2)	97
30.	農業以外の資産価格	98
31.	農業以外の資産の洪水被害率	98
32.	1985年度推定洪水被害	99
33.	2005年度洪水被害予測値	100
34.	既往洪水の生起確率	101
35.	確率洪水被害額(1985年度)	102
36.	確率洪水被害額(2005年度)	103
37.	設計洪水別最小建設工事費	104
38.	洪水防御計画諸元	105
39.	河道改修代替案別建設費用	106
40.	河道改修と分水路の建設費用	106
41.	年平均修復費用と洪水被害減少額との比較	107
42.	モデル河川区間の河道改修に必要な主要建設機械	107
43.	モデル河川区間の河道改修費用	108
44.	BOD負荷量とBOD濃度の予測値	109
45.	公共下水道整備事業計画概要	110
46.	汚濁削減計画を実施した場合としない場合の流域別汚濁負荷量	111
47.	高いBOD濃度が予測される河川	112

48.	公共下水道整備事業投資額予測値	113
49.	ゴム工場、オイルパーム工場及びパイナップル工場の 排水処理施設投資額予測値	113

添 付 図 一 覧 表

1. 調査地域地質図
2. 調査地域等雨量線図
3. ランタウパンジャンの流況曲線
4. 調査地域の土地利用現況
5. 汚濁源位置図
6. 既存水源施設とダム候補地点位置図
7. 農村環境衛生計画事業による井戸の位置図
8. コタティンギでの日流出ハイドログラフ
9. ジョホール川の取水口R41とR42不足水量
10. ダム規模別経済便益及び費用
11. パイプライン位置図
12. リヨンダム及び関連給水施設工事工程表
13. 既往最大氾濫区域
14. 河川区間と既設及び建設中の洪水防御施設
15. モデル河川の確率洪水ハイドログラフ
16. モデル河川の水位縦断図
17. モデル河川の現況流過能力
18. プルマンディ川の現況河川横断図
19. モデル河川区間の一般図
20. 洪水防御施設と設計流量
21. モデル河川区間の河川横断図
22. ジョホール川の河道改修工事工程表

図 面 一 覧 表

1. 水需給システム系統図
2. ブヌット貯水池予定地の土地利用現況
3. ブヌット、ポンティアンブサール、アッパーブングリダムの概略設計図
4. ポンティアンブサール貯水池予定地の土地利用現況
5. リンギウ貯水池予定地の土地利用現況
6. リンギウ貯水池予定地の土地利用計画
7. リンギウ貯水池予定地の地質図
8. リンギウダム予定地の地質縦断図
9. リンギウダム計画
10. アッパーブングリ貯水池予定地の土地利用現況
11. アッパーブングリ貯水池予定地の土地利用計画
12. サヨン貯水池予定地の土地利用現況
13. サヨン貯水池予定地の土地利用計画
14. サヨン貯水池予定地の地質図
15. サヨンダム予定地の地質縦断図
16. サヨンダム計画
17. テロール貯水池予定地の土地利用現況
18. テロール、ラヤウキリダムの概略設計図
19. スディリ貯水池予定地の土地利用現況
20. スディリ貯水池予定地の土地利用計画
21. スディリ貯水池予定地の地質図
22. スディリダム予定地の地質縦断図
23. スディリダム計画

24. ラヤウキリ貯水池予定地の土地利用現況
25. 浄水場の概略設計図
26. 河道改修計画
27. ジョホール川モデル区間の計画河川縦断図

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いくための、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、全国的規模の水資源開発・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、法制度及び実施すべき調査等に必要な諸政策を提案した。

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したものであり、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2000年までの方向づけと全体的な規模を示した概略計画である。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。南ジョホール地域水資源開発計画調査（本調査）は、最も水需要の逼迫した地域の一つである南ジョホール地域に対して、NWRSの諸提案の趣旨に沿った総合的な水資源開発・管理計画を立案することによって、連邦及び州政府による、南ジョホール地域における水資源開発計画実施の意思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

マレーシア国政府は、水需給が逼迫しており、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きた。その中には、マレーシア国政府と日本政府の技術協力事業として、1985年 3月まで実施されたペルリス―ケダーブラウ・ピナン地域水資源開発計画調査(PKP調査)も含まれている。

1982年11月、マレーシア国政府の要請に基づいて、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、1984年 3月 2日、本調査実施について合意に達した。JICAは、NWRSを実施した調査団に本調査を委託した。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の通りである。

マレーシア国政府は前総理府経済企画庁公共事業部長のAli Abu Hassan氏を議長とする運営委員会を設置した。現在は同じ公共事業部長であるDr. Mohamed が議長の職にある。

運営委員会の下部機関として、連邦の排水灌漑局(DID) 副局長Cheong Chup Lim 氏を議長とする技術委員会が設置された。またJICAは、調査団の調査結果を監理するために、前水資源開発公団第一公務部長の糸林氏を委員長とする作業監理委員会を設置した。後に、現水資源開発公団第一公務部長の城島氏が委員長を引き継いだ。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に、定期的に合同会議をもち、密接な連携体制を維持した。さらに、州の意見を反映させるために州の前経済企画庁長官であるDr. Shahir Nasir氏を議長とする調整委員会を設置した。調整委員会議長は後に、現経済企画庁長官であるMohd. Noor氏に引き継がれた。それぞれの委員会委員名簿を表-2に掲げる。

1.3 計画調査の内容

本計画調査は、1984年 7月に開始され、1985年12月に終了する予定である。本計画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地域水需給バランスシステムに関わる計画調査
- (2) 対象として選ばれたダムに関するプレ・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ジョホール川下流部の河川改修事業のプレ・フィージビリティ計画設計

(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

1.4 最終報告書

調査期間を通じて、調査着手報告書（Inception Report）、進捗報告書（Progress Report）、中間報告書（Interim Report）、予備仮報告書（Preliminary Draft Final Report）及び仮報告書（Draft Final Report）が提出された。

本最終報告書は、1985年7月に提出された予備仮報告書に対する、マレーシア政府の意見に基づいた追加検討の結果を盛り込んでいる。最終報告書は8分冊で、主報告書と15の部門別報告書よりなる。

1.5 謝 辞

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・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、及び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 地形と地質

7,350km² の広さを持つ南ジョホール地域（調査地域）は、半島マレーシア南端に位置するいくつかの河川流域からなり、北緯 1° 15' ~ 2° 15' 東緯 103° 08' ~ 104° 18' に位置している。東は南シナ海に、南はジョホール海峡を挟んでシンガポールに、また西はマラッカ海峡に面している。北の境界は、ブヌット、ジョホール、スディリブサール川の分水界から成り立っている。

地域北東部の北西から南東にかけての山地は、Tahan 山系の延長上にある。東海岸は、G. Belumut (El. 1,010m)、Bt. Batu Tangkat (El. 395m)、Muntahak (El. 634m)、で代表されるように丘陵地である。南西地域の半分は、一般に平坦な土地である。およそ94%の地域が標高 100m以下である。また、傾斜もほとんどが6度以下で、中でも92%の土地は2度以下でなだらかである。調査地域は、9つの主要河川流域とその他の流域からなる。スディリブサールとスディリクチール川は南シナ海に向かって東へ流れている。ジョホール、スクダイ、テブラウ川は南へ流れている。プライ、ボンティアンクチール、ボンティアンブサール、ブヌット川は西海岸の低湿地を流れている。

二疊紀の堆積岩と火山岩が地域の約20%の範囲に分布し、特に地域東南のスディリブサール川流域と、ジョホール川の支流であるリングウ川流域に分布している。三疊紀からジュラ紀にかけての堆積岩と火山岩は、国有鉄道の西側に北西から南東にかけて分布し、地域全体の8%を占めている。ジュラ紀から白亜紀の堆積岩と第三紀の半固結状態の堆積岩が他の地域にみられる。二疊紀から白亜紀の花崗岩が、特にジョホール川流域を中心として地域の32%に分布している。未固結の堆積層と第四紀の海岸堆積層は地域の38%に分布している。調査地域の地質図を、図-1に示す。

2.2 気 候

調査地域の気候はモンスーンに影響されている。北東モンスーンは10月下旬から11月に始まり3月に終わる。南西モンスーンは5~6月に始まり9月に終わる。

調査地域には、47ヶ所の雨量観測所がある。これらの観測所での1963~1982年までの降

雨量記録に基づいて、図-2に示すような等雨量曲線を作成した。概して、年降雨量は東海岸が多く、西海岸ではやや少なくなる。この地域の北東部で 2,900mm、北西部で 2,100mmの降雨量がある。グヌン・プライ (EL 665m) 周辺は、降雨量の多い地域である。この地域の年平均降雨量は、2,460mmである。降雨量の季節的変動は緩やかであるが、10月～12月と3月～5月にかけては変化がみられる。

豪雨は通常11月～2月、特に12月の北東モンスーンの時期に起こる。既往最大の日雨量 363mmが1954年12月9日、ウルティラム近くのラダンナムヘン (観測所コードNo 2435) で記録された。日雨量80mm程度の豪雨は、どの観測所でも毎年1回以上記録されている。気温は季節的変動が多少はあるが、平均26℃～27℃である。湿度も多少の季節的変動はあるが、平均68%～74%である。

2.3 水 資 源

上述のように調査地域の気候は熱帯モンスーン型であるが、降雨は年間を通じて比較的均一である。

連邦排水灌漑局は、調査地域に6ヶ所の流量観測所を設けている。州の排水灌漑局(DID)は、スクダイ川とテブラウ川の流量観測所を維持管理している。全ての観測所に自記式計器が設置されている。DIDは月1回流量観測を行っている。

ジョホール川のランタウバンジャン流量観測所は22年間の記録を有し、調査地域内で最長であるが、他の観測所には数年の記録しかない。DIDは、1963年から1984年までの水位記録を編集し、データバンクに保管してある。観測所が観測の対象とする流域は 1,130 km² になる。年間平均流出量は、22年間の平均降雨量である 2,400mmに対して 1,000mmである。1974年には流域降雨量が、1,910mmであるのに対し、流出量は 567mmであり最小流出量を記録した。1964年12月10日、この観測所で最小平均日流量 2.5m³ /秒を記録した。比流量は、100km² につき57m³ /秒と推定された。平均日流量の流況曲線を図-3に、各月の流出記録を表-3に示す。

調査地域の地下水は未固結及び固結帯水層のどちらにも存在する。未固結の帯水層は砂礫から成る第4紀の堆積層に存在する。東西の海岸に沿って、陸成層中に小規模の地下水の存在が認められる。砂岩の破碎帯中の亀裂、変質砂礫、また礫質頁岩、凝灰岩、及び限

られた丘陵地の花崗岩を除いては、固結堆積層に地下水の可能性はない。

一般に、地下水の水質は、被圧地下水、自由地下水共に上工水用として適しているが、西部の沿岸部の沖積層に存在する地下水では海水が混入している場合もある。調査地域の地下水の開発可能な賦存量は小さい。

2.4 社会・経済

1983年のマレーシアの人口は、1,481万人である。その中の83%にあたる1,228万人は半島マレーシアに住んでいる。半島マレーシアにおける都市化率は、1970年の29%から1980年の38%と増加している。

マレーシアの1983年の国内総生産(GDP)は、1970年の価格水準で388億1,000万マレーシアドルであった。1983年の農業部門のGDPに占める割合は23%、一方製造工業部門の占める割合は18%と見積った。1983年の1人当たりGDPは1970年の価格水準で2,080マレーシアドルであった。

ジョホール州は、19,140km²の広さをもつ半島マレーシアの南端に位置する。1983年のジョホール州の人口は、176万人であった。

ジョホール州の1983年の地域総生産(GRP)は、35億2,300万マレーシアドルで、また1人当たりGRPは2,007マレーシアドルであり、これは1970年の価格水準で、全国平均よりわずかに低かった。1983年のGRPに対して、農業部門は32%、製造工業部門は22%を占めた。

ジョホールバルー、コタティンギ、ポンティアンの3地区で調査地域の大部分を形成している。クルアンの一部分とメルシン地域が、調査地域の北部を占めている。調査地域の人口は1980年で72万人で、1983年には、80万人に増加し、ジョホール州全人口の46%を占めるものと思われる。本調査地域は、1980年で人口26万人の、マレーシアでは5番めに大きな州都ジョホールバルーを筆頭にした人口稠密な工業地域として知られている。従来の市や町に加えて、調査地域には10ヶ所の工業団地がある。最も大きな工業団地は、ジョホールバルーの東方24kmに位置しているパシールグダン工業団地である。

ゴムとオイルパームが調査地域の主要農産物である。他の注目すべき作物は、さとうきび、ココナッツ、パイナップル、バナナ、コショウ、コーヒー、米、果樹、園芸作物であ

る。1983年の調査地域の生産量は、ゴムは乾燥ゴム重量で 117,000トン、パームオイルは果実重で 3,345,000トンであった。同年のパイナップルの生産量は 177,000トンであった。これらの生産物は農園の近くの工場で加工される。現在では、調査地域に、20ヶ所のゴム工場、24ヶ所のパームオイル工場及び5ヶ所のパイナップル缶詰工場が操業している。

2.5 土地利用

農業省は、縮尺 1:126,720の土地利用図を作成している。これには1974年の調査地域の土地利用状況が示されている。同省は、1981年に同じ縮尺でランドサットの調査結果に基づき、新たに土地利用図を作成した。この土地利用図は未公表であるが、本調査ではこれを基礎資料として用いた。政府各機関より森林保全地区、農園、市町村及びその他の土地利用図が調査団に提供された。

調査地域の土地利用状況は、図-4に示す通りである。調査地域の54%にあたる 395,702haは農地であり、その内訳は、ゴム園 155,223ha、オイルパーム園 167,967ha、ココナツ畑 15,053ha、パイナップル畑 14,148ha、さとうきび畑 9,155ha及び他の作物畑 34,156haである。全体の31%にあたる 228,275haは森林地帯で調査地域の北東部の山岳地域である。低湿地は71,791ha(10%)で、沿岸平野に広がっている。都市住宅地域、工業地域と及び他の農地以外の地域は、39,232ha(5%)である。

1974年から1981年の間に、農地は56,000ha増え、農地以外の土地も30,000ha広がった。一方、森林は58,000ha減少し、低湿地も28,000ha減少した。農地の中でも、ゴム園は 27,000ha減少した。オイルパーム園の発展は、主に農地の拡張に起因している。

2.6 水 利 用

2.6.1 上水利用

ジョホール州の公共上水道による供給は、州政府の公共事業局(PWD)の水道部が管轄してしている。PWDは、パイプで水を主要都市部と地方の町、村に供給している。都市用水供給システムは、都市近郊地域へも給水している。水道管は、各家庭に配管されている。PWDの水道は、1983年の調査地域で、平均 $7,260\text{m}^3$ (1億 9,900万リットル/日)の水を供給した。その給水人口は、調査地域の全人口80万人の68%にあたる54万人

であった。PWDの1982年の資料(K1表)によれば、1人あたりの水利用量は、1日に都市部で242リットル/日、農村部で140リットル/日、損失その他が20%~30%にのぼった。3,000万 m^3 (8,200万リットル/日)または、PWDの供給する水の41%は工業用水として使用されている。各地区の水道事業の収益及び経費を、PWDの財務資料に基づき表-4に示す。水道の維持管理費は、1 m^3 当たり12~62マレイシアセントで、1 m^3 当たりの収益は、6~30マレイシアセントである。ジョホールバルー地域の1 m^3 当たりの経費18マレイシアセントという価格は、PUBの施設から安定供給されているため、他の地域と比較して低くなっている。

給水区域から離れた地域では、厚生省(MOH)が資材、及び技術供与する農村環境衛生改善計画(RESP)に基づき、州政府は簡易水道事業の普及を進めてきた。このシステムの建設、操業、維持は、給水受益者自身が行った。簡易水道の水は沸かして飲むよう指導されている。調査地域内の簡易水道による1983年度の原水供給は、50万 m^3 で、受益者は1万人であった。

連邦土地開発公社(FELDA)や小規模ゴム園振興事業団(RISDA)及び民間企業のあるものは、独自の水道施設を有し、供給量は1983年で、2,120万 m^3 (5,300万リットル/日)であった。

シンガポールの公益事業局(PUB)は、ジョホール州とシンガポール市議会の協定に基づき、グヌンブライ貯水池、テブラウ川、スクダイ川及びジョホール川から取水を行ってきた。取水された水は取水口の近くで浄化され、送水管でシンガポールまで送水される。この水の一部は、送水管から州の公共事業局(PWD)の水道施設へ分水される。

1980年~1983年の間のPUBの取水記録は、表-5に示す通りである。1983年にPUBは上記の各河川から2億4,400万 m^3 (6億6,800万リットル/日)を取水し、PWDは4,400万 m^3 (1億2,100万リットル/日)の浄水をPUBから供給された。

図-5に示すようなゴム工場、パームオイル工場、パイナップル缶詰工場などが調査地域の主な水消費者で、通常は小河川から取水している。2.4節でのべた生産量と原単位から、1983年の農業関連産業の平均水需要は、1,900万リットル/日で、その内訳はゴム工場が500万リットル/日、オイルパーム工場が1,300万リットル/日、パイナップル缶詰工場が100万リットル/日、と算定される。

2.6.2 灌 溉 用 水

ジョホール州の排水灌漑局(DID)は、調査地域における2つの灌漑計画の運営及び維持管理をしている。

ルクト計画は、灌漑面積が78haで、コタティンギの北方10kmに位置する。当計画はジョホール川の支流であるラン川から自然流下で取水している。この付近では通常1毛作が行なわれている。灌漑用に取水した水は1983年で、110万 m^3 と推定される。

灌漑面積177haのウルブヌット計画は、ブヌット川沿いのレンガムの近くに位置する。この計画では、ブヌット川から自然流下で取水する。この付近では通常、2毛作が行われている。取水量は1983年で390万 m^3 と推定される。

2.6.3 内水面漁業

内陸部の湿地に淡水の養殖池が、又沿岸部に汽水の養殖池が作られている。主要な淡水養殖魚は、草魚とコクレンで、一方汽水の養殖池ではクルマエビ類を主に養殖している。1984年の養魚池の総水面面積は379haで、その中149haが淡水池である。州政府は、第4次マレイシア計画で内水面漁業に力を注ぎ、ジョホール州西部の汽水養殖池計画、またクジョラ計画地域内の淡水養殖池計画等を推進している。

現在まで、汽水・淡水の両養殖池での水不足は記録されていない。養殖池は湿地帯に多く作られている。養殖池の開発が進んでも、蒸発・浸透に起因する水損失は小さいので問題とはならないであろう。

2.6.4 舟 運

計画地域において、河川交通はほとんどみられない。旅客船は、ジョホール川の下流、スティリブサル川及びプライ川で航行している。ジョホール川の航路は、コンコンと対岸のスラットプライ及びタンジュンスガットとを連絡している。この航路の主な利用客は、コタティンギ地域からジョホールバルへ通勤する人々である。スティリブサル川での航行目的は、通学の子供たちを郊外からスティリ村まで運ぶことである。一方プライ川沿岸の住民は対岸の湿地帯にある養殖池で働く為にプレバス地区から旅客船を利用してプライ川の対岸へ渡っている。運行回数は1日4～6便である。定員は平均12人で船の大きさは、長さ40フィート、深さ3～4フィート程度である。

2.7 水 質

1978年から始まった環境庁(DOE)の水質監視計画にもとづき、定期的水質監視と主要河川の管理を行っている。現在上水供給、河川漁業、農業灌漑、などの水源となる主要河川沿いの各拠点に水質監視所を設置しネットワークづくりが進められている。計画地域の監視は1978年から行われてきた。フヌット、ポンティアンブサール、ポンティアンクチール、スクダイ、テブラウ、ジョホール、スディリブサールの各河川に設置されている41の水質監視所でそれぞれ2回～9回採水し試験が行われた。水の種々の性質を表わす基本的なパラメータは、pH、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質(SS)、そしてアンモニア態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)である。

監視記録が示す限りにおいては、調査地域の河川は、スクダイ川、テブラウ川とジョホール川の数ヶ所の流域を除いて一般的にきれいである。クライから数キロメートル下流の流域では、BOD濃度が5~6ppm、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が1ppm、を上回ることがときどきある。これは、クライの都市排水とゴム工場及びパームオイル工場からの流出有機物によって川が徐々に汚濁されていることを示す。テブラウ川の中流域では1982年、5~10ppmのBOD濃度が観測され、また $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度も増加傾向にある。テブラウ川の汚濁源はゴム工場とパームオイル工場と推測される。ジョホール川水系では、サヨン川のラヤンラヤンの下流及びサヨン川とアングリ川の合流点から少し下流の地点で $\text{NH}_4\text{-N}$ が高濃度になることがあり、BOD濃度も増大傾向にある。前者の水域では、ラヤンラヤンの都市排水とパームオイル工場からの排出物による汚濁が原因であり、後者の水域ではパームオイル工場からの排出物による汚濁が原因であると推定される。SS濃度の増大は都市化に起因するものと考えられる。

2.8 既存の水資源施設

調査地域にあるジョホール州公共事業省(PWD)とPUBの既存水資源施設は表-6、表-7とその位置は図-6に示す通りである。

PWDは調査地域に15ヶ所取水施設を有している。取水施設は一般に取水口と浄水場から成っているが、ラヤンダムとレバムダムには貯水池がある。

ラヤン計画は、ジョホールバルー、バシールグダン、フェルダコンコン、マサイ及びブ

レントンの各地区に水を供給するためにジョホール川右岸の溺谷に貯水池を設けるものである。1985年に完成するこの計画の第1期工事（I a計画）は貯水量 4,500万 m^3 のラヤンダムと処理能力が1億 500万リットル/日(2,300万ガロン/日)の浄水場から成る。コンコンの取水口R33は第1期工事（I a計画）で廃用された。第2期工事（I b計画）は現在建設中で、1986年までに1億 8,200万リットル/日(4,000万ガロン/日)まで供給能力を増大させるものである。第2期工事の際に、ラヤン川の河口に貯水容量 1,500万 m^3 の河口堰が建設される予定である。さらに利用可能水量を増すために2系統の導水システムを建設する計画がある。一方は河口堰から、他方は支流からラヤンの貯水池へ導水する計画である。この結果浄水場の処理能力は、7,700万リットル/日(2,300万ガロン/日)にまで増大する。

クルアン計画は現在実施中で、1995年までにクルアン地域の水需要を満たす 9,000万リットル/日(2,000万ガロン/日)の水源開発を目的としている。計画の内容はスンベロンダムの水を利用して 8,000万リットル/日の浄水場の建設と、カハン川の洪水氾濫原での 1,000万リットル/日の地下水の開発である。クルアン計画の対象地域には調査地域の北西部分が含まれる。この計画は1987年までに、サヨンに30万リットル/日、レンガムに 410万リットル/日とラヤンラヤンに 300万リットル/日の水を供給することである。シンパンレンガム計画の第1段階では、シンパンレンガム、ボンティアンクチールとペカンナナスに水を供給しているマチャップダムからの放流水を利用して、1990年までにブヌット川の上流に、2,500万リットル/日の処理能力をもつ浄水場を建設する。

グヌンプライ地域に PUBは3つのダムを有している。1つは、ボンティアンクチール川に、残りの2つはプライ川にある。また PUBは、スクダイ川とテブラウ川のそれぞれに取水堰とポンプ場を設置し取水している。これらの取水施設による取水量は合計4億リットル/日である。また水源の利用可能流量の限度に近く取水している現況なので、これらの取水施設の容量を今後拡張することは無いものと考えられる。

PUBはポンプ場を、ジョホール川のコタティンギから上流2kmの地点で操業している。ポンプで取水された原水は浄水場で処理され、PUBの送水管でシンガポールまで送水される。1977年の建設時点で取水施設の処理能力は、8,200万リットル/日(3,000万ガロン/日)であったが1982年には、1億 6,400万リットル/日(6,000万ガロン/日)に拡大した。

現在行われている拡張工事が終了する1985年の末までには、浄水場の処理能力は、4億1,000万リットル/日(9,000万ガロン/日)にまで拡大し、送水管の送水容量も、5億4,600万リットル/日(1億2,000万ガロン/日)にまで増大する予定である。さらに PUB は、ジョホール州政府の同意を得て、1990年までに施設の規模を7億2,800万リットル/日(1億6,000万ガロン/日)に拡張するための設計を完了している。調査地域内の、農村環境衛生改善計画(RESP)による水供給は、川からの直接取水や雨水の利用を除いては簡単な井戸によっている。RESPによる給水施設の位置は図-7に示す通りである。

2.9 水管理に関する現行制度と法律

(1) 制 度

マレーシア連邦国憲法は立法及び行政上の権限を連邦政府と州政府に分与している。水と川は土地と同様に一般的に州が所管する権限を有している。

陸水は同国の水法によれば州に帰属する。州の土地・鉱業局は、土地及び水に関する行政担当局である。

州の排水灌漑局(DID)は技術担当部門で、河川の保全を担当し、河川管理上の事項について他の部局に対し技術的な補助の任にあたる。また DIDは排水、灌漑及び洪水防御計画の実施担当局である。州の公共事業局(PWD)は DIDと同様に技術を担当し、州内における上工水の供給を担当する。

連邦の環境庁は工場からの排出物を規制する立場にある。市委員会と郡政府事務所は、水質汚濁行為を規制する権限を有する。地方政府は公共下水道と内水排除の各事業を担当する。営林局は森林の管理に関する行政担当局である。

州の経済企画庁は州内で実施される開発事業の調整担当部局である。州開発局は連邦と州が実施する開発事業の調整部局で計画の評価も担当する。連邦経済企画庁は連邦が予算措置を講じた事業を所管する。

州内には土地及び地域開発を実施する機関があり、これらの機関とその下部機関は新規開発の都市及び工業地区での水道事業を含む種々の社会・経済開発を実施している。これらの事業に含まれる上工水供給計画は PWDが担当する。

(2) 法 律

連邦と州の責任区分は憲法で規定されている。州内に完全に包含される川は州の立法及び行政権の対象となる。水法と河川法は州法で河川水と河川地域の利用を規定している。但し鉱業のために河川水を利用する場合は州法の鉱業法が適用される。上記法律に基づく行為であっても取水や河川地域内の土地利用行為に関しては全て州政府の許可を要する。

土地利用に関しては国土法、土地保全法、森林法の適用を受ける。

水質規制に関する法律には次のものがある。連邦法の環境保全法と水法は河川へ流入する排出物を規制し、鉱業法は採鉱地区から流出する廃水を規制する。また地方自治法は管轄地域内での水質汚濁行為を規制する。

水道法と灌漑地域に関する条令は末端の受益者や関係機関が取るべき手続きを規定するものである。

PUBは、1961年及び1962年に、ジョホール州政府とシンガポール市議会との間で締結した協定に基づき、シンガポールへの給水のためにジョホール州内の特定河川で取水している。シンガポールは1963年にマレーシアと合併するまでは英国統治領であった。マレーシア国憲法とシンガポールに関する修正法が1965年に施行され、シンガポールはマレーシアより分離した。同法は下記の通り。

シンガポール政府は、シンガポール市議会とジョホール州政府が1961年 9月 1日付と1962年 9月29日付で締結した水協定の条項に関し、PUBがシンガポールの独立以後も同条項を順守することを保障する。

マレーシア政府は、ジョホール州政府がシンガポールの独立以後も両協定の条項を順守することを保障する。

両協定は、シンガポール市議会がシンガポールへの給水のために、ジョホール州内で取水する権利を認めている。

1961年協定 (INDENTURE) は次のように規定している。「ジョホール州政府は市議会に対し、規程の定める土地に存在する、地表、地下の如何にかかわらず、流水、静水もしくはその土地で見出された水を任意に取水し、貯留しそして利用する自由の完全かつ排他的権利を与える。規程の定める土地に包含されるものは、グヌンブライにおけるダム

とテブラウ川とスクダイ川のそれぞれで、取水し、貯留しそして利用する自由をもつ独占かつ排他的権利である。規程の定める行為に必要な土地は、市議会に対し年間5マレイシアドル/エーカー（12.5マレイシアドル/ha）の借地料で50年間土地の利用権を与える。市議会は州政府の要請に応じて、シンガポールへの日給水量の12%を越えない範囲内で州政府へ供給する。水料金は下記の通りとし、協定施行後25年後に再検討するものとする。

(1) ジョホール州で取水しシンガポールへ送水される水：

3マレイシアセント / 1,000ガロン (0.66 マレイシアセント / m³)

(2) 市議会から州政府へ供給される浄水：

50マレイシアセント / 1,000ガロン (11マレイシアセント / m³)

1962年協定 (DEED) は「州政府は、市議会に対し、日量2億 5,000万ガロン/日 (11億 3,800万リットル/日) を限度として、ジョホール川から取水し、貯留しそして利用する独占かつ排他的権利を与える。」と規定し、また「必要な土地は、市議会に対し、適切な借地料で99年間譲渡する。市議会は州政府に対し、州政府の要請に応じて、シンガポールへの日給水量の2%を越えない範囲内で州政府へ供給する。」と規定している。

協定後25年後に再検討するものとして、上記の1961年協定と同一の水料金を規定している。

第3章 将来の水需要と関連する諸問題

3.1 社会・経済的予測

調査地域の社会・経済指標について、目標年2005年まで予測を行った。予測にあたり、第4次マレーシア計画(4NP)の修正計画(MTR)と1970年、1980年に行われた国勢調査を参照した。

1980年、1983年、1985年における州別のマレーシアの人口は、MTRに記載されている。さらに1985年以降の1990年、1995年、2000年及び2005年における総人口の予測値が連邦経済企画庁(EPU)の地域部から調査団に提供された。1990年、1995年、2000年、2005年の州別の人口は、4NPの1970年の州別人口とMTRの1980年、1985年の州別人口に基づいた比率によって推定した。また1970年、1980年の人口調査に基づいて比率によって、将来の都市及び農村部それぞれの人口を推定した。さらに都市化率を考慮に入れて調整した。

都市及び農村部別の人口を表-8、表-9に示す。1985年の調査地域内の人口は86万人で州の総人口、1,834,000人の47%と見積られる。この中ジョホールバルー郡の都市人口は389,000人で、調査地域全体の都市人口459,000人の85%である。調査地域の人口の平均増加率は1985年～2005年の間では3.2%と予測される。2005年の調査地域の人口は1,600,000人(州人口の59%)であり、1,315,000人の都市人口と285,000人の農村部人口から成り立っている。ジョホールバルー郡の都市人口は1,030,000人に達するものと予測される。

将来予測に用いた2005年までの経済指標を表-10に示す。その背景は下記の通りである。

1980年、1983年及び1985年各年のマレーシアの国内総生産(GDP)は修正計画(MTR)に1970年価格で記載されている。このデータに基づいて1980年～1985年の間の平均成長率を6.8%と予測した。将来のGDPの年成長率は、1985年～1990年の間が7.0%、1990年～1995年の間が7.0%、1995年～2000年の間が6.5%、そして2000年～2005年の間が6.0%と予測した。1970年価格でGDPは1983年の308億1,000万マレーシアドルから1985年までに352億5,000万マレーシアドル、1990年までに494億5,000万マレーシアドル、1995年までに693億6,000万マレーシアドル、2000年までに950億2,000万マレーシアドルそして2005年までに1,271億6,000万マレーシアドルに成長するものと予測した。

ジョホール州の将来の1人当たりの地域総生産(GRP)を予測するために、1971年から実施された第4次マレーシア計画(4HP)と1980年、1985年の修正計画(MTR)から得たデータに基づき、1人当たりGDPと1人当たりGRPに関する各州間の相関関係を求めた。最終的な1人当たりのGRPの値は、各州の生産額の合計、人口及び1人当たりのGRPをGDPとの関係で、全体に均衡がとれるよう調整した。1970年価格でジョホール州のGRPは、1983年の35億2,000万マレーシアドルから1985年に39億8,000万マレーシアドル、1990年までに55億マレーシアドル、1995年までに77億4,000万マレーシアドル、2000年までに105億8,000万マレーシアドル、そして2005年までに141億7,000万マレーシアドルに成長するものと予測した。ジョホール州の1人当たりのGRPは1983年の2,010マレーシアドルから1985年に2,170マレーシアドル、1990年までに2,690マレーシアドル、1995年までに3,430マレーシアドル、2000年までに4,250マレーシアドル、そして2005年までに5,190マレーシアドルに成長するものと予測した。

製造工業のGDPに占める割合と1人当たりのGDPとの比率は、修正計画(MTR)によれば1985年では18%であり、また先進工業国の例を参考にすると2005年では33%になると予測され、これらを参考にして上述の比率を求めた。任意の年における、製造工業部門がGRPに占める割合は、上述の1人当たりGRPと、1985年の修正計画(MTR)に記載されているGRPに占める製造工業部門の割合が一次相関の関係にあるものとして求めた。さらに製造工業部門がGRPに占める割合は、同部門がGDPに占める割合を、GRPの重みで調整した。

ジョホール州の製造工業部門がGRPに占める割合は、1983年で22.1%、1985年で22.3%、1990年で25.2%、1995年で29.0%、2000年で34.6%、2005年で38.3%と推定した。従ってジョホール州の製造工業部門の付加価値は、1983年で7億8,000万マレーシアドル、1985年で9億1,000万マレーシアドル、1990年で13億9,000万マレーシアドル、1995年で22億4,000万マレーシアドル、2000年で36億6,000万マレーシアドル、2005年で54億2,000万マレーシアドルとなった。

製造工業部門は11の商品グループに分類され、半島マレーシアにおける州別、商品グループごとの製造工業部門の生産物の付加価値は、1974年と1978年の産業国勢調査の結果に基づき推定された。半島マレーシアの中で、州別、商品グループごとの製造工業部門の生産物の総価値は、上述の推定に付加価値の比率を適用して求めた。ジョホール州の製造工

業生産物の総価値は、1983年で27億 1,000万マレイシアドル、1985年で31億 7,000万マレイシアドル、1990年で43億 5,000万マレイシアドル、1995年で78億 3,000万マレイシアドル、2000年で126億 7,000万マレイシアドル、2005年で185億 9,000万マレイシアドルと推定される。

3.2 上水需要予測

公共事業省(PWD)と厚生省の関係者の意見を考慮し、目標年2005年における上水道供給の暫定的な普及率を次のよう設定した：水道の普及率は都市部で99%、農村部で100%であるがそのうち87%はPWD、残り13%はRESPによるものである。

工業用水供給に関して、PWDは1983年の総水需要1億 3,100万リットル/日のうち8,200万リットル/日を供給し、残りの4,900万リットル/日は民間が自給した。1983年以降の工業用水需要の増分はPWDが供給し、民間が自給する4,900万リットル/日は現在のまま推移すると仮定した。

将来の調査地域の生活用水需要は、1人当たりの日需要量が人口規模や各供給源によって変化するという仮定のもとで、1985年に1億 5,200万リットル/日、1990年に2億 1,300万リットル/日、1995年に3億 400万リットル/日、2000年に3億 9,500万リットル/日、2005年に5億 1,400万リットル/日になると予測した。

工業用水需要は製造工業用水需要と農業関連産業用水需要から成る。これらの2つは別々に需要予測し、その後で合計した。

ジョホール州の総工業用水需要は、水需要原単位を商品グループ別に仮定し、それを商品グループ別の総工業生産高に適用して算定した。各都市の水需要を求める前に、パシールグダン工業団地の工業用水需要を1985年に1,900万リットル/日、1990年に2,500万リットル/日、1995年に3,300万リットル/日、2000年以降は4,200万リットル/日と予測した。この予測は、州の経済開発局(SEDG)が1981年に作成した社会基盤施設マスタープランであるパシールグダンの開発計画に基づいて行った。パシールグダンを除いた州全体の工業用水需要は、各都市の人口に比例して割り当てた。調査地域内の推定工業用水需要は、1985年に1億 3,900万リットル/日、1990年に1億 9,200万リットル/日、1995年に2億 7,100万リットル/日、2000年に3億 3,600万リットル/日、2005年に5億 2,300万

リットル/日である。

それぞれ異なった企業体が推進している農業開発計画がある。即ちクジヨラ (KEJORA) では11,800ha、連邦土地開発公社 (FELDA) では 3,300haそして西部ジョホール農業開発計画では 6,000haの土地を対象に開発を行っている。この計画を基に、ゴム、オイルパーム、パイナップルの生産を予測した。ゴムの生産は、固形重量換算で1983年の 117,000トンから2005年の 100,000トンに減少するものと見込まれる。オイルパームの生産は、果実重換算で1983年の 3,345,000トンから2005年の 4,280,000トンに増加すると予測された。パイナップルの生産は、果実重換算で1983年の 177,000トンから2005年の 491,000トンに増加すると予測された。現在ゴム工場が20ヶ所、パームオイル工場が30ヶ所、パイナップル缶詰工場が7ヶ所ある。農作物の生産の増加に伴い、加工施設が増えると予想される。果実重換算で年間 500,000トンを加工生産するパームオイル工場3棟が1990年までに連邦土地開発公社 (FELDA) により建設される予定である。さらに年間総生産量が 440,000トンのパームオイル工場3ヶ所が、年間 150,000トンの加工能力のパイナップル缶詰工場が2ヶ所に、2000年までに西部ジョホール農業開発計画に基づいて建設される予定である。これら工場の位置は各農園に隣接するものと想定した。

調査地域の農業関連産業用水需要は、農作物別の生産量ごとの単位原水需要を想定すると、1985年に 2,100万リットル/日、1990年に 2,200万リットル/日、1995年に 2,300万リットル/日、2000年に 2,400万リットル/日、2005年に 2,400万リットル/日になると予測された。

行政区分ごとの予測された上水需要は、まとめると表-11、表-12のようになる。調査地域の上水需要は、1983年に2億 5,800万リットル/日、1985年に3億 1,100万リットル/日、1990年に4億 2,700万リットル/日、1995年に5億 9,800万リットル/日、2000年に7億 5,500万リットル/日、2005年に10億 6,100万リットル/日になると推定される。1983年から2005年までの供給源別の需要の変化は、PWDで 1億 9,900万~10億 300万リットル/日、RESPで 140万~ 300万リットル/日であり、民間企業では 5,800万~ 5,600万リットル/日である (付属書B参照)。

3.3 灌漑用水需要

経済的に不利なために農民の米作に対する意欲は、オイルパームやゴムに比較してはるかに低い。さらに、調査地域内の稲作に適した土地は限られている。本調査では、DIDが計画した小規模な灌漑計画を除いては稲作に対する灌漑地域の拡大はないものとした。

1984年のルクット計画は78haの灌漑面積で、1990年までに104haに増大すると想定された。図上踏査ではこの計画（ラン川）の経済的水源開発は困難であるとみなされるので、この地区では、年1毛作と想定した。水需要は1983年に110万 m^3 、1990年以降は、150万 m^3 になると予測された。

1984年に実施された177haのウルブヌット計画は、DIDの計画によれば、1990年までに227haに増大する予定である。この計画では稲作灌漑に十分な水源があるため、完全な二期作が可能である。水需要は1983年に390万 m^3 、1990年に500万 m^3 になると予測された。

3.4 河川維持流量

1983年4月21日、塩水遡上により、コタティンギの国道橋からやや下流で高濃度の塩分が観測されたためPUBは一時取水を中断したが、それ以外には調査地域で渇水による特別な問題は生じていない。当時、取水口の上流での流量は4.1 m^3 /秒で、取水口で得られた水は6,000万ガロン/日あるいは、3.2 m^3 /秒と推定される。従ってコタティンギの国道橋地点での流量は、0.9 m^3 /秒(7,800万リットル/日)であったことになる。取水口は1981年1月2日の渇水では影響を受けていない。この場合、取水口からすぐ上流の流量は5.6 m^3 /秒と推定される。6,000万ガロン/日あるいは3.2 m^3 /秒の水を取水していたと仮定すれば、国道橋での流量は2.4 m^3 /秒(2億700万リットル/日)となる。この事実に基づいてジョホール川の国道地点での河川維持流量は2.4 m^3 /秒(2億700万リットル/日)と仮定した。

ジョホール川以外の河川については、99%日平均流量を維持流量とした。これは7章で提案されている水質汚濁削減計画が実施された場合、上記流量で河川の水質を維持できることがシミュレーションにより判ったためである。

3.5 PUBによる取水

シンガポールのグヌンブライ、スクダイ、テブラウ各取水地点における現在の取水量は利用可能水量からみて、限界に達していると考えられる。これらの取水地点で取水設備を今後拡張することはないと思われる。シンガポールは流況に応じて現在の水準で今後も取水するとみなされる。したがって、この取水口での将来にわたる取水量は、1983年の取水量と等しい3億9,700万リットル/日であるとした。一方、PUBはジョホール川の取水施設の増設を進めている。

ジョホール川のPUBの取水口での取水量は、1990年までに7億2,800万リットル/日(1億6,000万ガロン/日)に達し、この状態が2005年まで続くものと仮定した。この仮定は、1985年の運営委員会の決定に基づいたもので、施設計画はこの条件で行った。なお、上記仮定は、マレーシア政府の義務を示すものではなくまたシンガポールの水需要を予測したものでもない。

3.6 水需給収支

3.6.1 水文解析

調査地域で下記観測所、即ち、ランタウパンジャン(ジョホール川)、ランチャンガ
ンタナウジュングリ(リングウ川)、ジュンバタンジョホールテンガラ(サヨン川)、
アングリ“A”(アングリ川)、サレン(スクダイ川)、BT2JLアイールヒタム/
ヨンベン(スンベロン川)の水文記録を入手した。その中には記録が欠損しているもの
や観測期間の短いものも含まれている。タンクモデル法により、雨量資料から流量を補
完し、ランタウパンジャン、ランタナウジュングリ、ジュンバタンジョホールテンガラ、
サレンの4ヶ所の水文観測所の1963年から1984年までの22年間の日流量記録を整えた。
水収支計算のため、日流量を5日流量に変換して用いた。

流域の類似性を考慮して、表-13に示されている4ヶ所の水文観測所の流量記録から
任意の場所の流量を推定した。同表には各ダムサイト及び取水口地点の集水面積、流域
平均雨量、年平均流量及び推定のベースとなった水文観測所が示されている。また水収
支計算上最も重要な取水地点であるコタティンギのR41及びR42取水口での1963年から
1984年までの22年間の日流出曲線を図-8に示す。

3.6.2 各取水口の水需要

需要地と取水口の相互関係を、表-11、表-12に示す(図-5参照)。水系、取水口及び需要地は図面-1に示されている。

PUBの取水を含む将来の上工水需要は、取水口別に表-14に示される。主要予測の基本条件は下記の通りである。

- (1) Res8(グヌンプライ)、R31(スクダイ)、R32(テブラウ)のPUB取水口は1983年と同じ取水量の水準を保つ。
- (2) ジョホールバルー地域に水を供給するためにPUB取水口R41のやや上流のタイホン村にPWDの新取水口が1990年までに建設される。
- (3) PWDはRes8(グヌンプライ、PUB)のシステムから580万リットル/日と、R41(ジョホール、PUB)のシステムから1億400万リットル/日とを、1983年の1億1,500万リットル/日を除いて取水する。

3.6.3 不足水量

目標年の2005年までの期間について、各取水口での水収支計算を行った。水供給の形態として、既存及び実施中の施設による自然流量の取水や流域変更による貯水池への補給等がある。水需要は、上工水需要、灌漑用水需要及び河川維持用水から成る。水収支計算から得られた各取水口の不足水量を表-15に示す。一般的に推定不足水量は小さいといえるが、スクダイ川のR31取水口、テブラウ川のR32取水口及びジョホール川のR41とタイホン村のR42取水口では著しい水不足が算出された。コタティンギ(R41、R42取水口)での、1963年から1984年までの22年間の流量資料に基づいた、2005年の水収支計算結果を図-9に示す。

シミュレーションの結果によると、1985年におけるコタティンギ取水口で、22年間のシミュレーション期間のうち6年にわたって水不足を生じる。水不足の頻度は需要の伸びに伴って多くなり、1995年の需要に対しては15年、2005年の需要に対しては21年にわたって水不足を生じることが予測された。年間の推定平均不足水量は、 $2,270\text{万m}^3$ で、主に乾期に集中して水不足は発生し、このためジョホールバルー、スナイ、クライ等の都市部で社会・経済活動上大きな支障があることが予想される。このような状況を緩和するためには、ジョホール川に水源施設を開発することが急務である。

第4章 水源施設代替案

4.1 基本条件

縮尺1:63,360の地形図上で選定されたすべてのダムサイトの現地踏査を実施した。また土地利用調査と補償調査をダムサイトと貯水池予定地域で実施した。初期の検討段階を経て調査地域内の水源として可能性のある9ヶ所のダムが選定された。この選定では、ダムサイトの地形と貯水池予定地域の土地利用を考慮した。ダムサイトの位置は水を需要地まで運ぶという観点から考慮された。

優先度の高いリングウ、サヨン、スディリの各ダムに対して規模の検討、設計、積算等をプレフィージビリティの水準で実施した。検討及び解析は、1963年から1984年までのダムサイトでの流出量、洪水流量ハイドログラフ、2005年までの水需要、貯水地域の縮尺1/10,000の地図、ダムサイトの縮尺1/2,000の地図、ダムサイトのボーリング調査結果、地質調査結果、貯水池予定地域の土地利用調査結果などの諸資料に基づいて実施した。残りの5ヶ所のダムサイトに関しては、現地踏査、ダムサイト及び貯水池予定地域縮尺1/25,000の地図、縮尺1/126,720の土地利用図、縮尺1/63,360の地質図に基づいて予備的な水準で検討を行った。

テブラウ川のダムサイトについては、州政府が既にダムサイト周辺で別の土地開発計画を実施する意向を持っていたので、計画は破棄されそれ以上の検討はしなかった。

すべてのダムサイトで利用可能なロック材がないことや、ダム基礎の地質条件等の理由でダム型式として主にアースフィルダムを想定した。ダムサイトの地質と建設材料に関する詳細は付属書H、Iに記述されている。建設費用は、調査地域内外の工事实績に基づいて積算した。用地買収費に関しては、州の土地評価局の評価に準じて査定した。用地買収費は、オイルパーム園が16,000マレイシアドル/haから19,800マレイシアドル/haの範囲であり、ゴム園が12,500マレイシアドル/haから15,000マレイシアドル/ha、居住地が18,000マレイシアドル/haから80,000マレイシアドル/haの範囲にある。費用は付属書K、Mに表示されている。選ばれた水源ダムの諸元について表-16に示すとともに下記に概要を述べる。ダムサイトの位置を図-6に示す。

4.2 ブヌットダムと貯水池

ブヌットダムサイトはカンボン・ウルウブヌットから4km上流のブヌット川に位置する。貯水池予定地はレンガムとシンパンレンガムを結ぶ道路の北側に広がる地域である。このダムはポンティアン地域とクルアンの一部地域への給水を目的とする。

貯水池予定地の地形は、標高15m~60mの範囲で起伏している。貯水池の水位がEL31.1mのとき、水没面積は7km²でゴム園 322ha、オイルパーム園 379ha及びその他のものから成る。貯水池予定地の周辺には3つのオイルパーム園があり人口は1,359人であるが、ブヌットダムが建設されたとしても家屋に対する影響はないものと考えられる。現況の土地利用は図面-2と表-17に示す通りである。

貯水池予定地の地質は主に三畳紀の花崗岩から成っているがダム軸の地質は頁岩を代表とする堆積岩、砂岩、三畳紀の他の岩石で構成されている。ダムサイト周辺の地質図は付属書目以示す通りである。現地踏査によれば盛土に用いる土質材料は、粘性土質シルトで、ダム予定地の周辺には豊富にある。流域面積は37km²あり、この流域からの推定年間流出量は3,300万m³と算定された。常時満水位(HWL)がEL 29mのとき、貯水池の有効貯水量は1,800万m³である。

最大規模の開発をした場合、貯水池のHWLは、EL 29mで総貯水量が2,000万m³、堤頂長が2,000mそして堤体積が190万m³である。ダム計画は図面-3に示される。

ダムを最大規模で開発した場合総投資額は、1985年の価格水準で9,900万マレイシアドルと見積られ、それには工事費4,800万マレイシアドルと用地買収費1,300万マレイシアドルが含まれる。

4.3 ポンティアンブサールダムと貯水池

ポンティアンブサールダムサイトはブキットバト村の北西2.5kmのポンティアンブサール川に位置している。ダム軸はクライからアールピタムに続く国道と交差している。このダムはポンティアン地域への給水を目的とする。

貯水池の水位がEL 27.3mのとき、湛水面積は13.5km²でありその中に316haのオイルパーム園、675haのゴム園、356haの森林及びその他を含んでいる。現況の土地利用は図面-4と表-18で示される通りである。この場合、89軒の家の移転が必要である。

ダムサイトと貯水池予定地の基礎岩盤は、三畳紀の頁岩や、砂岩等の堆積岩から成る。

ダムサイト周辺の地質図は付属書Hで示す通りである。現地踏査の結果から判断すると、盛土に適するシルト質土質材料が豊富に存在する。

上述のように用地取得の困難さが予想できるためブヌットダムより優先度が低いと判断される。

流域面積 40km^2 の流域からの推定年間流入量は $4,800\text{万m}^3$ と算定された。HWLが、EL 25.5mのとき貯水池の有効貯水量は $4,800\text{万m}^3$ である。

最大規模の開発をした場合、貯水池のHWLはEL 25.5mで総貯水量は $5,100\text{万m}^3$ 、堤頂長は2,700mそして堤体積は 310万m^3 である。ダム計画は図面-3に示される。

ダムが最大規模のとき総投資額は、1985年の価格水準で、1億6,300万マレイシアドルと見積られそのうちに工事費7,000万マレイシアドルと用地買収費3,500万マレイシアドルが含まれる。

4.4 リンギウダムと貯水池

リンギウダムサイトは、リンギウ川とジョホール川の合流点から15km上流地点にある。このダムはジョホールバルーとコタティンギ両地域への給水を目的とする。低水路の幅は30mであり高水敷の幅はおよそ50mである。ダムサイトのアバットメントの傾斜は左岸が 29° 、右岸が 15° である。

貯水池の水位がEL 35.2mのとき湛水面積は 21.0km^2 で、大部分は自然林であり、その中に1,300haの森林保全地域と73haのすず鉱山を含む。但しすず鉱山の賃貸契約は1986年で満期になる。開発公社クジョラ(KEJORA)の子会社であるシンドラは1975~1990年の間、貯水池予定地の周辺にある、4,828haの森林地域を賃貸している。シンドラは1989年までに森林の伐採を終える予定である。水没地域は全て州有地であるので、用地買収を含む補償費は算定せず森林の経済費用のみを考慮することにした。現況及び将来の土地利用は、図面-5、図面-6そして表-19に示される。

ダムサイトと貯水池予定地の基礎岩盤は、主に上部二疊紀に属する火砕岩類と溶岩から成る。ダムサイトは流紋岩質凝灰岩と凝灰質砂岩から成る。河床堆積物の深さは10mで、表土層の深さは右岸のアバットメントで10m、左側のアバットメントで15mである。1984年11月から1985年1月にかけて実施されたボーリング調査結果によれば、ダムサイトの基

礎は透水性がかなり高いといえる。ダムサイトの堤体基礎面の岩盤の透水性は、 1×10^{-3} cm/秒から 1×10^{-4} cm/秒の間の高い数値を示す。右岸にあるボーリング孔、LG-3 での透水試験の結果、ダムサイトの基礎は地表から15mの深さの点で $1 \sim 2 \text{ kg/cm}^2$ の低水圧を加えた段階で既に高い透水性を示した。従って湛水後、高い水圧により漏水が引き起こされるという事態も予測される。さらに地下水位は左岸にあるボーリング孔、LG-1 では地表から20m下に、右岸のボーリング孔、LG-3 では地表から13m下にある。この事実から漏水の原因となりまたダムの崩壊を招く恐れのある浸透流路の存在が予測される。ダムサイト周辺の地質図は図面-7に示される。ダム軸に沿った地質断面図は図面-8に示される。

206 km^2 の流域から貯水池への推定年間流入量は2億2,100万 m^3 と算定された。HWLが EL 34mのとき有効貯水量が1億700万 m^3 の貯水池は8,200万 m^3 の水を供給できる。この場合、堤体積は85万 m^3 で、図面-9に示すようにダム高が32m、堤頂長が560m、ダム天端標高は EL 38mである。洪水吐は左岸側に設ける。洪水吐は越流部の幅が30mの自由越流式洪水吐である。洪水吐に隣接して2本の仮排水路を設ける。この仮排水路は内部にホロージェットバルブを設置し放流管として機能する構造とする。

基礎地盤の透水性がかなり高いため、ダム堤体の下にダム軸方向に、コンクリート連続地中壁を設ける。更に断層に起因する破碎帯の脆弱な部分をコンクリートでプラグをする必要がある。洪水吐の基礎岩盤は風化が進み深くまで破碎されているので、洪水吐は現場打杭で支持する構造とする。

ダムに関する総投資額は1985年価格水準で1億3,200万マレイシアドルと見積られた。全水没地域は州有地であるから用地取得を含む一切の補償費はかからないものとした。

4.5 アッパーングリダムと貯水池

アッパーングリダムサイトはングリ川とサヨン川の合流点から10km上流のングリ川に位置する。ダムサイトの低水路の幅は、約10mである。ダムサイトのアッパトメントの傾斜は右岸が 12° 、左岸が 7° である。ダムはジョホールバルー、コタティンギそしてシンガポールへの水の供給を目的とする。

貯水池の水位が EL 43.1mの場合、湛水面積は 29.1 km^2 で、その中に1,850haの森林、

1,060haのオイルパーム園を含む。現況及び将来の土地利用状況は図面-10、図面-11と表-20に示される。

ダムサイトの地質は第3紀鮮新生から第4紀の洪積世に属する半固結状態の砂及び砂質粘土から成る。貯水池の右岸の地質は、三疊紀の花崗岩から成る。ダムサイト周辺の地質図は付属書Hに示される。

アッパーブングリダムに必要な遮水性アースフィル材料は、ダムサイトの下流右岸部で採取可能である。テストピットから得た材料はシルト質の砂でかなりの塑性を示した。材料は特別の処理をせずに盛土材料として使用可能である。

127km²の流域からの推定年間流入量は1億2,000万m³と算定された。HWLがEL 41mのとき、貯水池の有効貯水量は1億2,000万m³である。ダム計画は図面-3に示される。

堤体積280万m³のアースフィルダムで最大ダム高が33m、堤頂長が2,200mである。

ダムが最大規模のとき総投資額は、1985年の価格水準で、工事費が8,300万マレイシアドル、用地買収に3,500万マレイシアドルを含めて1億8,100万マレイシアドルと見積られた。

4.6 サヨンダムと貯水池

サヨンダムサイトはサヨン川とリングウ川の合流点から0.5km上流のサヨン川に位置している。低水路の幅は約20mで、また高水敷の幅は約200mである。ジョホールバルーとコタティンギ及びシンガポールへの水の供給を目的とする。

貯水池の水位がEL 20.1mの場合、湛水面積は43.0km²であり、その中に203haのゴム園と1,853haのオイルパーム園が含まれる。現況と将来の土地利用状況は図面-12、図面-13と表-21に示される。

ダムサイトと貯水池の地質は、第4紀洪積世の砂、砂質粘土及び中世代に属する砂岩から成る。現地踏査の結果とマレイシア政府発行の地質図によれば、ダムサイト周辺に断層はないものと考えられる。ボーリング調査の結果、左岸のアバットメントには新鮮で堅固な花崗岩がまた右岸アバットメントには風化の進んだ花崗岩が存在する。ダムサイト周辺の地質図は図面-14に示される。ダム軸の地質断面図は図面-15に示される。

遮水性アースフィル材料は風化花崗岩の残積土から得られる。残積土は両岸に広く、最低5mの厚さではほぼ均一に分布している。ダムサイトで行ったテストピット調査の結果、土壌はシルト質の砂、砂礫または砂質粘土であることが判った。

662km²の流域面積は、各ダムサイトの中で最大で、推定年間流入量は5億6,700万m³と算定された。HWLがEL 18mのとき有効貯水量は1億2,800万m³で、この貯水池から1億700万m³/年の水を供給できる。

計画のダムは堤体積81万m³のアースフィルダムで、図面-16で示されるように、ダム高が31m、堤頂長が1,140mである。ダム天端標高は、EL 25.5mである。

コンクリート洪水吐をダムの左岸側に設置する。越流頂の幅が50mの自由越流式洪水吐である。

洪水吐のそばに2本の仮排水路を設ける。変動する水不足を満たすようにダムからの放流水を調整するためホロージェットバルブを設置する。

貯水池の建設により、連邦土地開発公社(FELDA)、連邦土地整備公社(FELCLA)、及び民間企業が開発した農地や宅地が広範囲に水没するため、補償費はダム工事費に匹敵する。

1985年価格水準で総投資額は、工事費の3,500万マレイシアドルと用地買収費5,500万マレイシアドルを含めて1億3,200万マレイシアドルになると見積られた。

4.7 テロールダムと貯水池

テロールダムサイトは、テロール川とジョホール川の合流点から6km上流のテロール川に位置している。低水路の幅は5mである。このダムはジョホールバルーとコタティンギ地域への水の供給を目的とする。

貯水池の水位がEL 29.6mのとき湛水面積は11.4km²で、その中に50haのオイルパーム園、1,087haの森林を含む。現況の土地利用は図面-17と表-22に示される。貯水池予定地域には、公共施設が無く、将来実施されるような地域開発計画もない。

貯水池予定地域の地質は、川に沿って中生代三疊紀に属する花崗岩及び河床砂礫層からなる。ボーリング等の調査は行われていない。ダムサイト周辺の地質図は付属書目に表示される。アースフィルダムに適する土質材料がダムサイトの周辺に豊富に分布している。

38km²の流域から貯水池への推定年間流入量は4,300万m³と算定された。HWLがEL

28mのとき、有効貯水量は $4,600\text{万m}^3$ である。ダム計画は図面-18に示される。

計画のダムは堤体積 90万m^3 のアースフィルダムで、ダム高が29m、堤頂長が2,200mである。

1985年価格水準で、テロールダムの総投資額は、最大規模で開発をした場合工事費の3,100万マレイシアドル、用地買収費の700万マレイシアドルを含めて、6,500万マレイシアドルと見積られた。

4.8 スディリダムと貯水池

スディリダムサイトはコタティンギとメルシンを結ぶ国道の橋から3km上流のスディリブサル川に位置している。低水路の幅はダム軸の部分で30mである。ダムサイトのアバットメントの傾斜は右岸が 13° 、左岸が 16° である。

将来のジョホールバルーとコタティンギ地域の水需要を満たすため、流域変更を前提としたダムを計画した。

貯水池の水位が EL 21.1mのとき、湛水面積は 21.4km^2 でこの地域はほぼ全域が森林でその中に一部植林地区も含まれる。現況と将来の土地利用状況は図面-19、図面-20と表-23に示される。

貯水池予定地の地質は、古生代二疊紀の千枚岩状を呈する堆積岩類即ち、酸性ないし中性の火山碎層岩及び溶岩と中生代三疊紀に属する花崗岩とそれより新しい地質時代の堆積物から成る。この地域には南北方向、西北-東南方向に走る断層がある。断層に伴う粘土質物質の層があるが、この層の透水性は問題にならない。ダムサイト周辺の地質図は図面-21に示される。ダム軸に沿った地質断面図は図面-22に示される。

ダムサイトの周辺で遮水性アースフィル材料が採取可能である。アースフィル材料の賦存量は十分とみなせる。室内土質試験の結果、現場含水比は最適含水比の20%より5%~15%高いことが判った。ダム周辺に分布している土質材料は乾燥による湿潤調整をすればアースフィルダムの遮水性材料として適している。

224km^2 の流域からの貯水池への推定年間流入量は、2億7,800万 m^3 と算定された。HWLが EL 20mのとき、 $6,100\text{万m}^3$ の有効貯水量で $4,600\text{万m}^3$ の水を供給できる。

計画のダムは堤体積が 67万m^3 のアースフィルダムで、図面-23に示すようにダム高が

32m、堤頂長が 485mである。ダム天端標高は El. 25mである。

洪水吐をダムの左側に設置する。越流部の幅員が50mの自由越流式洪水吐である。洪水吐に隣接して2本の仮排水路を設け、その中に放流水を調整するためのホロージェットバルブを設置する。

ダムの総投資額は 6,100万マレイシアドルと見積られた。水没地区は州有地であるので、用地買収費用は算定しない。

4.9 ラヤウキリダムと貯水池

ラヤウキリダムサイトはラヤウキリ川とレバム川の合流点から10km上流のラヤウキリ川に位置する。ダム軸での低水路の幅は5m、高水敷の幅は 800mである。ラヤウキリダムはコタティンギ地域への水の供給を目的とする。

貯水池予定地域はほとんど連邦土地開発公社 (FELDA) が運営するオイルパーム園で占められている。貯水池の水位が El. 23.8mのとき湛水面積は 7.1km^2 で、その地域は全てフェルダが運営するオイルパーム園である。現況の土地利用状況は図面-24と表-24に示される。

ダムサイトと貯水池予定地域の地質は第3紀の花崗岩と河床に沿った砂礫層から構成されている。ラヤウキリ川の主ダムと共にスマンチュ川に副ダムを建設する必要がある。主ダムサイトは厚い風化土で覆われた緩かな傾斜をなしている。アースフィルダムの基礎掘削に必要な深さは10m程度と考えられる。ダムサイト周辺の地質図は付属書Hに示される。

現地踏査の結果、アースフィル材料として使用される土質材料は十分採取可能である。

31km^2 の流域から貯水池への推定年間流入量は、 $3,700\text{万m}^3$ と算定された。HWL が El. 22mのとき、貯水池の有効貯水量は $3,750\text{万m}^3$ である。

HWL が El. 22mのとき、ダムの堤体積は主ダムで 130万m^3 、副ダムで 64万m^3 で、この両者で $3,800\text{万m}^3$ の水を貯留する。ダム計画は図-18に示される。

1985年価格水準で、ダムの総投資額は、最大規模まで開発した場合、工事費の 5,300万マレイシアドル、用地買収費の 1,900万マレイシアドルを含めて1億 1,700万マレイシアドルと見積られた。

4.10 他の代替開発案

貯水池を有するダム建設は水不足改善に有効であるが、河口堰建設も水源開発の代替案の一つである。

ラヤンプロジェクトのIC計画はジョホールバルー、マサイ及びパシールグダン工業団地へ1990年までに $3,320\text{万m}^3$ /年(2,000万ガロン/日)の水を供給する目的で計画されたものである。この計画に関するPWDの報告書「Johor Bahru New Water Supply Scheme」によれば、ラヤン川、ペンドラム川及びスライ川の河口を結ぶ7kmにわたる河口堰を建設することにより貯水容量 $4,500\text{万m}^3$ の河口湖をつくるのが可能であるとしている。また同報告書によるとIC計画の建設費は、1983年の価格水準で3,879万マレイシアドルである。しかしこの計画を実施する前に、水質汚濁、塩分除去及び内水排除等の問題が解決されなければならない。

調査団は河口堰建設が可能な地点を選定するために図上検討と現地踏査を実施した。ラヤン計画の対象となっている沿岸地域を除いて、ジョホールバルーの南東方向に延びるジョホール海峡の沿岸線に、可能な地点が発見された。河口堰建設に最も有望な地点は、流域面積 20km^2 のブダス川の河口にあるブダスラウト村の近くに位置する。ブダス川流域はゴム園やオイルパーム園として開発されたが、川沿いの低地にはマングローブが密生している。この地点は地形上河口堰に適している。その理由は既存の道路が自然堤防のように河口の両側に位置しているからである。海岸堤防に必要な盛土材料は、堰建設予定地点の近くから採取可能である。他の代替案に比較して、ブダス川流域は小さいが、河口湖の総貯水容量は $1,500\text{万m}^3$ である。総投資額は7,100万マレイシアドルで、その中に工事費の4,800万マレイシアドルと用地取得費の700万マレイシアドルを含む。この河口湖は西海岸地区の水需要の一部を満たすことができる。しかしラヤンプロジェクトのIC計画と同様に水質汚濁や塩分除去等の問題を解決する必要がある。

コタティンギの国道橋から3km下流のジョホール川のセンヘン地点に取水堰と取水口の建設を計画した。これらの施設により現状では有効利用されていない水の取水が可能となる。即ちPUBの取水口(R41)の取水能力を上回る流量は無効流量となっている。センヘンの計画の取水口はこの現在の取水能力を上回る部分の水を取水する。また取水口(R41)の残流域 90km^2 から流出する水も取水することができる。取水堰は取水地点での河川維持

流量を $2.6\text{m}^3/\text{秒}$ から $1.2\text{m}^3/\text{秒}$ に低減できると考えられる。この流量の差、即ち $1.4\text{m}^3/\text{秒}$ (1億 2,100万リットル/日) は取水し利用できる。しかし取水堰の建設によるメリットは河川維持流量の減少分が取水できることのみと考えられる。その理由は上流域にはコタティンギの市街が広がっていて堰の建設により水位を上昇させることができないので貯水容量を確保できないことによる。検討の結果、上記維持流量の減少分は、2,200万 m^3 /年の水不足に対する供給量に相当する。

コタティンギ町は、コタティンギ郡の中心地であり、調査地域内で最も急速に都市開発が進められている町でもある。コタティンギは、これまでしばしば洪水に見舞われ、本報告書では30年洪水を設計洪水とする洪水防御計画を緊急対策事業として立案している。洪水防御計画は将来より本格化されるであろうから、取水堰の計画にあたっては100年洪水を対象として、取水堰の建設がコタティンギでの流況を現在より悪化させないことを条件とした。

取水堰はジョホール川がセンヘンで曲流している地点の南側に設置される。幅124mの新川を開削し曲流部のショートカットを行い、このショートカットの区間に設置される取水堰に水は導水される。制水用ゲートと上下2段の調整用ゲートを設置する。ショートカットにより旧水路は長さ約70mのフィルダムによって埋立てられる。ダムは取水堰の左岸のアバットメントを兼ねる。

取水堰の投資額は6,700万マレイシアドルで、3,700万マレイシアドルが直接工事費である。

取水堰が建設された場合に、それに付随する問題として下記のものが見込まれる。

- (1) 取水堰は河口部における一種の障壁なので、生態系、特に魚相に対して悪影響を及ぼす恐れがある。
- (2) ジョホール川の舟運に対する影響。
- (3) ゲート操作の失敗によるコタティンギ地区での洪水被害の増大。
- (4) 取水堰上流域における地下水位の上昇及び内水排除の悪化の問題。
- (5) 取水堰でジョホール川に流入する支川の排水に対する支障。
- (6) コタティンギ地区の下水排水は取水堰の下流へ放流させなければならないこと。

第5章 水 需 給 計 画

5.1 計画策定の前提

ジョホール川、テブラウ川、スクダイ川を除く調査対象地域の川は、最も条件の悪かった1971年においても、わずかの水不足は生ずるものの2005年の需要をほぼ満たし得ることが判明した。スクダイ川とテブラウ川の水利用に関してはジョホール州とシンガポール市議会(SCC)との間で締結された既存の協定(INDENTURE)の中で独占かつ排他的な権利がシンガポールに与えられている。即ち、これらの川をジョホール州の利益を目的として開発することはできない。したがって、ジョホール川以外については水資源開発計画の検討対象から除いた。

水需給収支の検討によりかなりの水不足がジョホール川で起こることが判明した。従って、ダムもしくは河口堰によって流量の調節を行う必要がある。

利水安全度は、水需要に対する供給の割合で決まる。ある程度の危険度を容認すれば、広域にわたる給水が可能になるが、一方、需要者が耐えることのできる限度もある。

水需給計画は、利水安全度の目標値を定め、これを達成するべく策定する。ここに、利水安全度は、充足するべき水需要量の種類、例えば日需要量とか月需要量等によって異なる。マレイシアにおける上水供給事業に採用されている基準を勘案し、本検討では、利水安全度の目標を、1963年から1984年までの22年間のいかなる水文現象に対しても安全に給水することとした。

計画検討にあたり、ジョホール州とシンガポールとの間に締結されているジョホール川の水利用に関する協定の内容は尊重することとした。従って、シンガポールの取水量を2005年までは日量 7億 2,800万リットル、あるいは日量 1億 6,000万ガロンとしているが、それ以後は、2億 5,000万ガロンまで増量できるものとした。また、既存のPWDの取水については、将来も含めてシンガポールが了承しているものと仮定した。

設計を含めた実施までの期間を考慮し、最初に完成すべきダムは1992年初頭から稼働するものとした。