

マレーシア国  
レビルダム計画

調査報告書

1989年3月

国際協力事業団

鉅計資
C-R(3)
89-89(1/2)



マレーシア国  
レビルダム計画

調査報告書

18958

JICA LIBRARY



1073280[8]

1989年3月

国際協力事業団

鉦計資

CR(3)

89-89(1/2)



## 序 文

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、同国のレビルダム計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和62年 3月より平成元年 2月まで新日本技術コンサルタント、竹村陽一氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、マレーシア国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本調査に御協力と御支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成元年 3月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

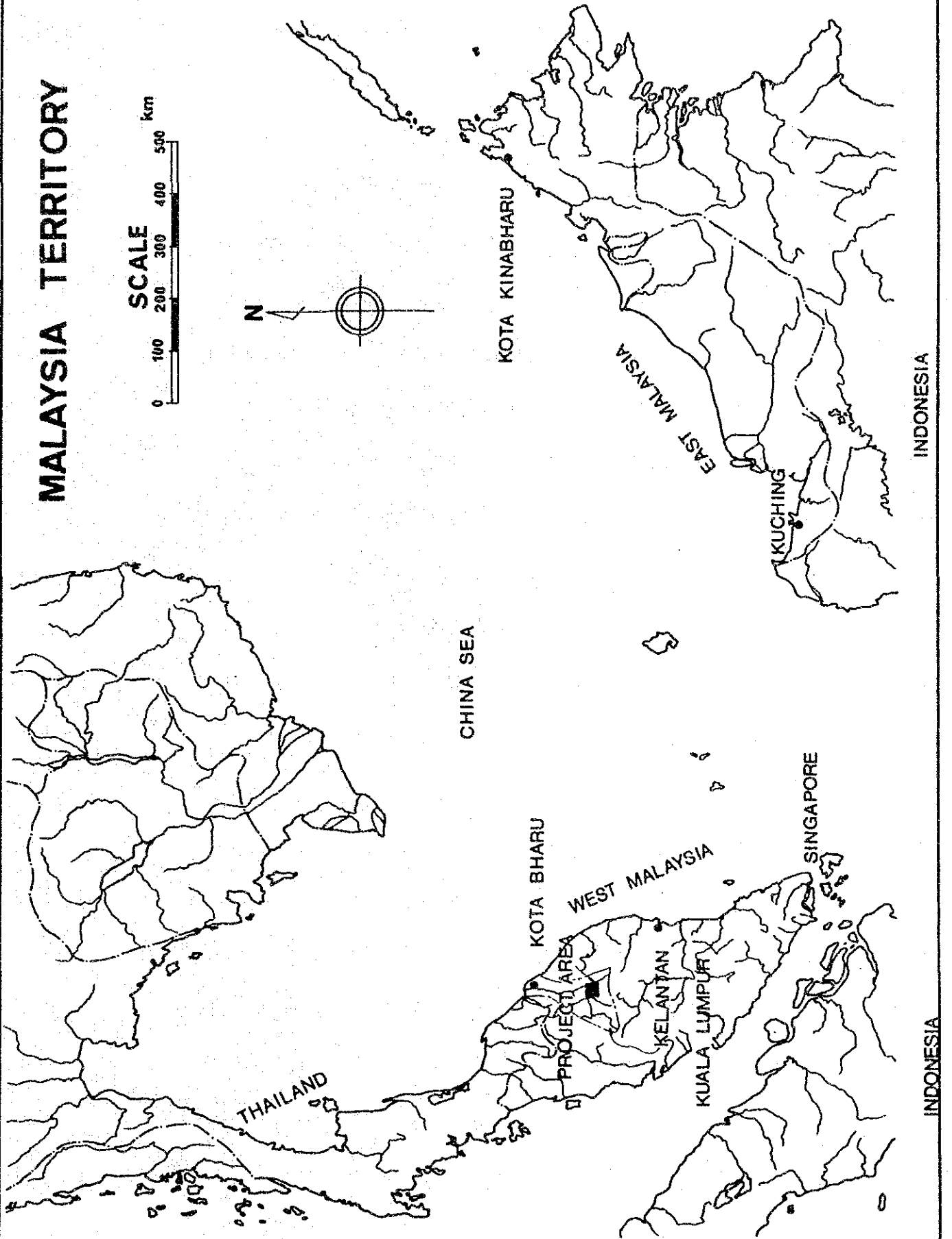
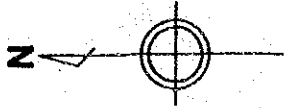








# MALAYSIA TERRITORY





# SEMANJUNG MALAYSIA KELANTAN

1:150,000  
Sheet 3 Batu Setigi

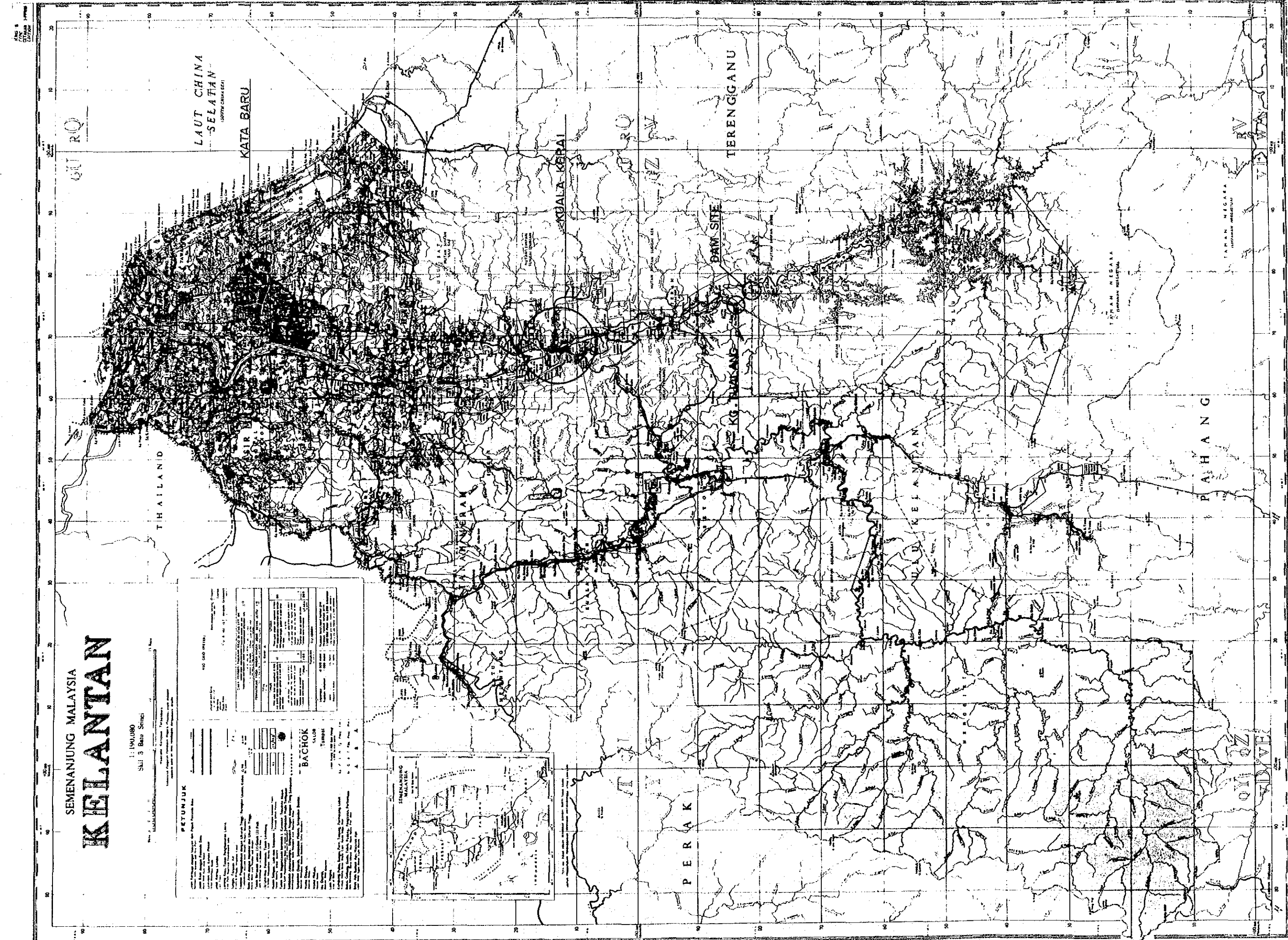
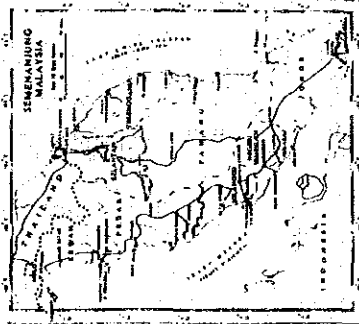
PETUNJUK

1. Nama	
2. No. Rujukan	
3. No. Carta	
4. No. Lembar	
5. No. Blok	
6. No. Garis	
7. No. Kotak	
8. No. Bilangan	
9. No. Tahun	
10. No. Revisi	
11. No. Edisi	
12. No. Cetakan	
13. No. Salinan	
14. No. Jumlah	
15. No. Harga	
16. No. Masa	
17. No. Lokasi	
18. No. Koordinat	
19. No. Skala	
20. No. Sumber	
21. No. Keterangan	
22. No. Catatan	
23. No. Tambahan	
24. No. Perubahan	
25. No. Amdar	
26. No. Lain-lain	

BACHOK

VALOR

TERENGGANU



THAILAND

LAUT CHINA  
SELATAN

KATA BARU

KUALA KERAI

PERAK

KG. TAWANG

DAM SITE

TERENGGANU

CELANGAN

PAHANG

NEGERI  
SEBANG

NEGERI  
SEBANG







レビルダムサイト (ジャラムパンジャン)



河床部 (EL. 27 m) を上流より望む





レビルダム 右岸アバットメント



右岸を望む。上部標高 EL.120 m

レビルダム 左岸アバットメント



左岸を望む。河床部に岩盤露頭 (EL.30 m)  
頂部標高 EL.110m



サドルダムⅠ サイト



下流側より望む。中央は原木運搬道路。

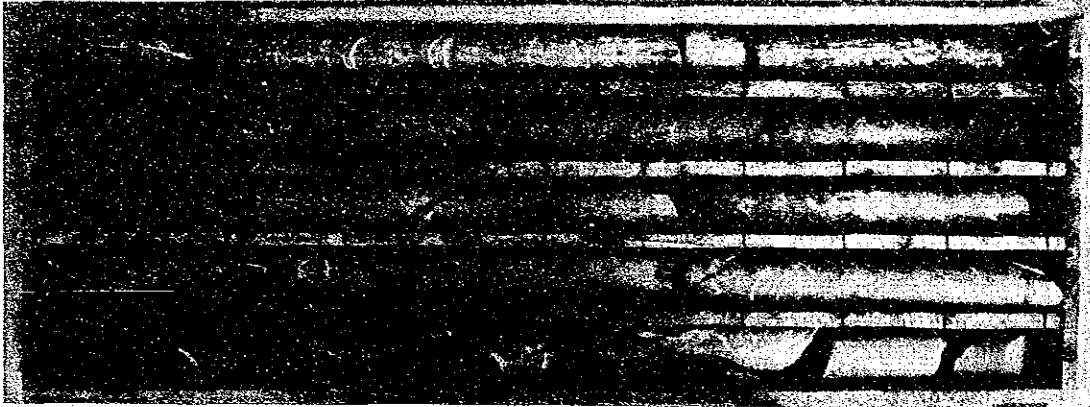
原石山 候補地点



北側より望む。中段に原木運搬道路。  
真中に弾性波探査測線を認む。



## レビルダム 河床ボーリングコア



ボーリング番号D-2（ダムサイト河床左岸寄り）深度15m～20mの採取コア。コアの岩質は本プロジェクト区域全般（但し花崗岩土取場候補地を除く）にわたって分布する。古生代後期～中生代初期の緑色岩類のうち、灰青色～紫色の凝灰岩であり、本区域内の代表的岩石である。主ダム、水路・発電所、仮排水路トンネル、洪水吐の基礎岩盤は主として本岩石により構成されるほか、原石山候補地点も本岩石を賦存する。

緑色岩類に属するものとしてほかに、凝灰質礫岩、凝灰質左岸、凝灰角礫岩がある。サドルダムIサイトは凝灰質礫岩と凝灰質左岸が主体であるが、これらの岩石も、地質工学的には、本採取コアと同程度の物性を有するものと見做される。なお、写真にみられる程度の堅岩は、ダムサイト右岸、洪水吐頂部およびサドルダム箇所を除いて現地面より、概ね10mの深度から存在する傾向にある。









# 目 次

## EQUIVALENTS AND ABBREVIATIONS

## LIST OF TABLES AND FIGURES

1. まえがき .....	1 - 1
1. 1 調査の背景 .....	1 - 1
1. 2 調査の目的と内容 .....	1 - 1
1. 3 調査活動 .....	1 - 3
1. 4 謝辞 .....	1 - 5
2. 要約と結論 .....	2 - 1
2. 1 多目的ダム開発案 .....	2 - 1
2. 1. 1 概要 .....	2 - 1
2. 1. 2 電力開発 .....	2 - 2
2. 1. 3 洪水制御 .....	2 - 15
2. 1. 4 農業灌漑 .....	2 - 20
2. 2 環境問題 .....	2 - 25
2. 3 事業の経済性 .....	2 - 32
2. 4 事業実施計画 .....	2 - 35

3. 計画の背景 .....	3 - 1
3. 1 計画地域の地形と地質 .....	3 - 1
3. 2 計画地域の気象と水文 .....	3 - 4
3. 3 マレーシアの電力事情について .....	3 - 10
3. 4 ケラントラン川下流部の洪水被害の概要 .....	3 - 28
3. 5 ケラントラン川下流域の農業 .....	3 - 30
4. 地形および地質 .....	4 - 1
4. 1 計画地域の地形・地質の概要 .....	4 - 1
4. 2 現地調査 .....	4 - 7
4. 3 主ダム地点の地形・地質 .....	4 - 24
4. 4 洪水吐地点の地形・地質 .....	4 - 32
4. 5 仮排水路トンネル・ルート of 地形・地質 .....	4 - 35
4. 6 取水口地点の地形・地質 .....	4 - 36
4. 7 水圧トンネル・ルート of 地形・地質 .....	4 - 36
4. 8 発電所・開閉所地点の地形・地質 .....	4 - 37
4. 9 放水路ルート of 地形・地質 .....	4 - 38
4. 10 サドルダム I 地点 およびサドルダム II 地点の地形・地質 .....	4 - 40
4. 11 原石山の地形・地質 .....	4 - 45
4. 12 土取場 .....	4 - 52
4. 13 逆調整池地点 .....	4 - 59

5. 水 文 .....	5 - 1
5. 1 ケラントン川流域の概要 .....	5 - 1
5. 2 水文資料 .....	5 - 3
5. 3 低水解析 .....	5 - 6
5. 4 洪水解析 .....	5 - 10
5. 5 堆砂量の推定 .....	5 - 36
6. 電力計画 .....	6 - 1
6. 1 電力需要の将来見通しと水力発電所の必要性 .....	6 - 1
6. 1. 1 電力需要想定 .....	6 - 1
6. 1. 2 電力需要の形態 .....	6 - 1
6. 1. 3 送電端電力需要 .....	6 - 8
6. 1. 4 既設貯水池式水力発電所の供給力 .....	6 - 8
6. 1. 5 必要ピーク供給力 .....	6 - 12
6. 1. 6 水力発電所の必要性 .....	6 - 12
6. 2 開発規模の検討 .....	6 - 16
6. 2. 1 規模比較案のパラメーター .....	6 - 16
6. 2. 2 貯水池運用ルール .....	6 - 18
6. 2. 3 発生電力と発電量 .....	6 - 21
6. 2. 4 最適開発案の決定 .....	6 - 33
6. 3 最適案の主要諸元の決定 .....	6 - 36
6. 3. 1 発電常時満水位 .....	6 - 36
6. 3. 2 水圧トンネルの最適径 .....	6 - 38
6. 3. 3 水圧トンネルの本数と発電機台数 .....	6 - 40

6.3.4	放水路断面と延長	6 - 41
6.3.5	発生電力と発電量	6 - 46
6.4	電力便益の評価	6 - 51
6.4.1	固定費	6 - 51
6.4.2	変動費	6 - 51
6.4.3	トータルコスト	6 - 52
6.4.4	電力便益を評価するための単価	6 - 52
7.	洪水制御計画	7 - 1
7.1	洪水制御計画と発電計画との関連	7 - 1
7.2	レビルダム規模とギルマード橋地点の洪水量の関係	7 - 3
7.2.1	レビルダム洪水吐型式を固定堰とした場合	7 - 5
7.3	ケラントン川流域内の他ダム計画と ギルマード橋地点の洪水量の関係	7 - 16
7.4	計画のための基本となるハイドログラフの ケース・スタディによるレビルダムの洪水制御効果	7 - 17
7.5	洪水量と被害額の関係	7 - 19
7.6	各ダム計画と年平均被害軽減期待額の関係	7 - 23
8.	農業灌漑	8 - 1
8.1	近年における農業生産の動向	8 - 1
8.2	米の需要供給の現況と見通し	8 - 2
8.2.1	米の需給現況	8 - 2

8.2.2	第5次マレーシア計画における米の需給見通し	8 - 3
8.3	レビルダム地区関連灌漑プロジェクトの農業計画	8 - 5
8.3.1	レビルダム地区関連灌漑地区の受益面積	8 - 5
8.3.2	ケラントアン州における米の需給見通し	8 - 6
8.3.3	水稲被害状況	8 - 7
8.3.4	作付計画	8 - 12
8.4	所要推量	8 - 20
8.4.1	灌漑地区のピーク用水需要量	8 - 20
8.4.2	ケラントアン川における利用部門別確保流量	8 - 20
8.4.3	用水需給バランススタディ	8 - 21
8.5	農業便益	8 - 25
8.5.1	KADA II 地区における便益発生	8 - 25
8.5.2	Kemasin-Semerak 地区における 便益発生の可能性	8 - 26
8.5.3	新規灌漑7地区における便益発生	8 - 27
8.5.4	作物別計画単収	8 - 27
8.5.5	価格	8 - 28
8.5.6	生産費	8 - 30
8.5.7	増加生産量	8 - 31
8.5.8	生産粗収入、生産費、純生産差額	8 - 33
8.6	事業費	8 - 37
8.7	内部収益率	8 - 40

9. フィジビリティ設計（構造物） .....	9-	1
9.1 プロジェクト・レイアウトの検討 .....	9-	1
9.2 構造物の設計 .....	9-	3
9.2.1 主ダム .....	9-	3
(1) ダムの形式 .....	9-	3
(2) ダムの標準断面 .....	9-	4
(3) 築堤材料 .....	9-	6
(4) 基礎岩盤 .....	9-	8
(5) ダム基礎処理 .....	9-	8
(6) ダム安定解析 .....	9-	9
(7) 工事数量 .....	9-	10
9.2.2 サドルダムⅠ .....	9-	11
(1) ダムの形式 .....	9-	11
(2) ダムの標準断面 .....	9-	11
(3) 築堤材料 .....	9-	11
(4) 基礎岩盤 .....	9-	12
(5) ダム基礎処理 .....	9-	12
(6) ダム安定解析 .....	9-	12
(7) 工事数量 .....	9-	12
9.2.3 サドルダムⅡ .....	9-	13
(1) ダムの形式 .....	9-	13
(2) ダムの法面 .....	9-	14
(3) 築堤材料 .....	9-	14
(4) 基礎岩盤 .....	9-	14
(5) ダム基礎処理 .....	9-	14

(6) 法面安定解析 .....	9 - 14
(7) 工事数量 .....	9 - 15
9.2.4 洪水吐 .....	9 - 16
(1) 洪水吐の形式 .....	9 - 16
(2) 設計洪水量と洪水吐放容量 .....	9 - 16
(3) ゲート式洪水吐案の検討 .....	9 - 17
(4) トンネル式洪水吐案の検討 .....	9 - 18
(5) 減勢池の設計 .....	9 - 20
(6) 基礎岩盤 .....	9 - 22
(7) 工事数量 .....	9 - 22
9.2.5 仮排水路 .....	9 - 23
(1) 仮排水路の方式 .....	9 - 23
(2) 対象洪水量 .....	9 - 23
(3) 仮排水路容量 .....	9 - 23
(4) 仮排水路トンネルの地質状況 .....	9 - 25
(5) トンネル巻立コンクリートの設計 .....	9 - 25
(6) 工事数量 .....	9 - 26
9.2.6 取水口 .....	9 - 27
(1) 取水口の型式 .....	9 - 27
(2) 取水量 .....	9 - 27
(3) 取水口敷高 .....	9 - 27
(4) 呑口部の設計 .....	9 - 27
(5) ゲートシャフト .....	9 - 28
(6) 基礎岩盤 .....	9 - 28
(7) 掘削法面の安定解析 .....	9 - 28
(8) 取水口前面の切取 .....	9 - 28
(9) 工事数量 .....	9 - 29

9. 2. 7	水圧トンネル	9- 29
	(1) 縦断形状	9- 29
	(2) 平面形状	9- 30
	(3) トンネル断面の設計	9- 30
	(4) 工事数量	9- 32
9. 2. 8	発電所	9- 33
	(1) 発電所の形式と大きさ	9- 33
	(2) 建物の設計	9- 33
	(3) 主要変圧器の位置	9- 33
	(4) 基礎岩盤	9- 34
	(5) 掘削法面の安定解析	9- 34
	(6) 工事数量	9- 34
9. 2. 9	放水路	9- 36
	(1) 放水路断面	9- 36
	(2) 放水路の平面線形	9- 36
	(3) 放水路ルート沿いの地質状況	9- 36
	(4) 工事数量	9- 36
9. 2. 10	開閉所	9- 37
	(1) 位置および大きさ	9- 37
	(2) 土地造成	9- 37
	(3) 工事数量	9- 37
9. 2. 11	底部排水管	9- 38
	(1) 位置と形式	9- 38
	(2) 設計諸元	9- 38
	(3) 工事数量	9- 38



9.2.12	取水口ゲート	9 - 39
	(1) 設計諸元	9 - 39
	(2) 重量	9 - 39
9.2.13	放水口ゲート	9 - 40
	(1) 設計諸元	9 - 40
	(2) 重量	9 - 40
9.3	原石山計画	9 - 41
9.4	土取場	9 - 41
9.5	土捨場	9 - 41
9.6	工事前および永久道路	9 - 42
9.7	工事前設備	9 - 43
10.	電気機器	10 - 1
10.1	発電所	10 - 1
10.2	水車	10 - 2
10.3	発電機	10 - 7
10.4	天井走行クレーン	10 - 8
10.5	主要変圧器	10 - 8
10.6	開閉所	10 - 8
10.7	主要回路構成	10 - 8
10.8	関連送電線	10 - 9
10.9	電気機器工事費	10 - 11

11. 環境問題 .....	11 - 1
11.1 概要 .....	11 - 1
11.2 水環境 .....	11 - 2
11.3 動物 .....	11 - 5
11.4 植物 .....	11 - 7
11.5 農業と林業 .....	11 - 8
11.6 社会・経済 .....	11 - 10
11.7 考古学的検討 .....	11 - 13
11.8 観光資源としての活用 .....	11 - 13
11.9 鉱物資源 .....	11 - 14
11.10 建設中の問題 .....	11 - 14
11.11 養魚事業の開発 .....	11 - 15
11.12 ダムによる下流水位変動の影響 .....	11 - 23
11.12.1 発電放流による下流水位変動の予測 .....	11 - 23
11.12.2 洪水吐放流による下流水位 .....	11 - 41
11.12.3 逆調整池の検討 .....	11 - 44
11.12.4 下流河岸浸食の問題 .....	11 - 48
11.12.5 上流水文テレメーターリング および下流放流警報装置 .....	11 - 61
11.13 移住と補償費 .....	11 - 64
11.13.1 上流水没地 .....	11 - 64
11.13.2 水没および移住補償 .....	11 - 74
11.13.3 移住先候補地 .....	11 - 91
11.14 環境対策費 .....	11 - 92
11.15 LDPの実施の関わる環境影響マトリックス表 .....	11 - 97

11.16	LDPの実施の関わる環境モニタリング計画	11-99
11.16.1	モニタリングの目的	11-99
11.16.2	モニタリングの計画	11-101
12.	建設工程および事業実施計画	12-1
12.1	詳細設計と入札図書を作成	12-3
12.2	準備工事	12-5
12.3	請負者の調達	12-7
12.4	本工事施工計画	12-8
	(1) アクセス道路と仮設備	12-8
	(2) 原石山の開発	12-8
	(3) 仮排水路トンネル	12-9
	(4) サドルダム工事	12-9
	(5) 主ダム工事	12-10
	(6) 水路・発電所工事	12-11
	(7) 電気機器据付工事	12-12
	(8) 水文、バルブ据付工事	12-13
	(9) 湛水と試験運転	12-13
12.5	工事監理	12-15
12.6	環境対策	12-16

13. 事業費 .....	13 - 1
13.1 算定項目 .....	13 - 1
13.2 算定基準と算定方法 .....	13 - 4
13.3 項目別事業費 .....	13 - 11
13.4 年度別支出計画 .....	13 - 18
14. 経済・財務分析 .....	14 - 1
14.1 経済・財務分析の考え方 .....	14 - 1
14.2 費用・便益の計算 .....	14 - 2
14.2.1 経済検討 .....	14 - 2
14.2.2 財務検討 .....	14 - 3
14.3 経済・財務分析結果 .....	14 - 5





## EQUIVALENTS AND ABBREVIATIONS

### Measurement

1 - milli-micron (um)	= $1 \times 10^{-9}m$
1 - meter (m)	= 3.2808 feet
1 - feet (ft)	= 0.3047 meter
1 - kilometer (km)	= 0.6214 mile
1 - mile	= 1.6093 kilometer
1 - acre	= 4,046.85 m <sup>2</sup>
1 - hectare (ha)	= 10,000 m <sup>2</sup>
1 - square mile	= 2.58985 km <sup>2</sup>
1 - cubic meter (m <sup>3</sup> )	= 35.316 cubic feet
1 - liter (l)	= 0.2642 U.S.gallon
1 - U.S.gallon (gal)	= 3.785 liter
1 - barral (bbl)	= 158.987 liter
1 - million cubic meter (MCM)	
1 - gram (g)	= 0.00220 pound (lb)
1 - kilogram (kg)	= 1,000 gram
1 - metric ton (ton)	= 1,000 kilogram
1 - kilo volt (KV)	
1 - kilo volt-ampere (KVA)	
1 - kilowatt (KW)	= 1.341 horsepower
1 - kilowatt (KW)	= 1,000 watt
1 - megawatt (MW)	= 1,000 kilowatt
1 - kilowatt-hour (KWH)	= 3,412.1 BTU
1 - gigawatt-hour (GWH)	= 1,000,000 kilowatt-hour
1 - terawatt-hour (TWH)	= 1,000 gigawatt-hour
1 - British thermal unit (BTU)	= $2.931 \times 10^{-4}$ kilowatt-hour
1 - million British thermal unit (MBTU)	= 1,000,000 British thermal unit
1 - cubic meter per second (m <sup>3</sup> /s, m <sup>3</sup> /sec or cms)	
1 - lugeon (Lu)	= 11/min / m / 10 kgf/cm <sup>2</sup>
1 - kilogram per square centimeter (kg/cm <sup>2</sup> )	= 14.1935 pound per square inch (psi)
1 - meter in aqua (MAq)	

### Domestic Organization

Drainage and Irrigation Department	DID (JPT)
Department of Statistics	DS
Department of Environment	DOE
Department of Forestry	DOF
Economic Planning Unit	EPU
Federal Land Development Authority	FELDA
Federal Land Consolidation and Rehabilitation Authority	FELCRA
Geological Survey Department	GSD
Institute of Medical Research	IMR
Jabatan Orang Asli	JOA
Jabatan Kerja Raya	JKR (PWD)
Kelantan Agriculture Development Authority	KADA
Kelantan South Land and Regional Development Authority	KESEDAR
Ministry of Agriculture & Cooperation	MOAC
Ministry of Finance	MOF
National Electricity Board	NEB (LIN)
Public Works Department	PWD
State Economic Planning Unit	SEPU
State Development Department	SDD
Tourist Development Corporation	TDC
University Sains Malaysia	USM

### International and Foreign Organizations

Asian Development Bank	ADB
American Association of State Highway officials	AASHO
Engineering Expert Association of New Zealand, Inc.	ENEX
Japan International Cooperation Agency	JICA
Japan Society of Civil Engineer	JSCE



Others

Aluminum Cable Steel Reinforced	ACSR
Benefit Cost Ratio	B/C
Biochemical Oxygen Demand	BOD
Bench Mark	BM
Capital Recovery Factor	CRF
Cost, Insurance & Freight	CIF
Compacted & Undrained	CU
Cohesion	C
Center to center	ctc
Chemical Oxygen Demand	COD
Degree centigrade	°C
Design Silt Level	DSL
Elevation above Mean Sea Level	EL.
Environment Impact Statement	EIS
Economic Internal Rate of Return	EIRR
Flood Water Level (Reservoir design flood level)	FWL
Free on Board	FOB
Financial Internal Rate of Return	FIRR
Fiscal Year	F.Y.
Foreign currency	F/C
Figure	Fig.
Geologic      N62° E --- Strik 68° S --- dip	N 62° E/68° S
Gravity Acceleration	g
Gross Domestic Product	GDP
Growth Production Value	GPV
High Water Level (Maximum Service Level)	HWL
Internal Friction Angle	$\phi$
Irrigation Agriculture Development Program	IADP
Japanese Industrial Standard	JIS
Kelantan River Basin Study	KRBS
Kampung (Village)	kg.
Low Water Level (Minimum Service Level)	LWL
Local currency	L/C

Main Transformer	M.Tr.
Minutes of Meeting	MOM, M/M
Mean Sea Level	MSL
Note of Discussion	NOD
Not available/Not Applicable	n.a.
Ocean Freight & Insurance	OF & I
Operation and Maintenance	O & M
Permeability Coefficient	k
Per unit	P.u.
Probable Maximum Flood	PMF
Power Station	P/S
Production Cost	PC
Roller Compacted Concrete	RCC
Revolution per Minute	rpm
Ratio of Total Storage Volume of Reservoir to	C/I
Total Annual Discharge of River	
Rock Quality Designation	RQD
Seismic Coefficient	k
Standard Penetration Test	SPT
Standard System Kelantan	SSK
Substation	S/S
Sungai (River)	Sg.
Scope of Work	S/W
Sverdrup-Munk-Bretschneider Method	S.M.B.Method
Tailrace Water Level	TWL
Transmission Line	T/L
Velocity	V
Volume	V

CURRENCY EQUIVALENTS

US\$ 1.00 = 2.5 Ringgit (M\$)







## LIST OF TABLES AND FIGURES

Table 2-1-1	レビルダム(多目的)計画主要諸元
Table 3-3-1	SHARE OF ELECTRICITY, GAS AND WATER (EGW) SALES IN GDP
Table 3-3-2	AVERAGE ANNUAL GROWTH RATE OF GDP
Table 3-3-3	AVERAGE ANNUAL GROWTH RATE OF EGW
Table 3-3-4	ELASTICITY OF EGW TOWARD GDP
Table 3-3-5	ENERGY DEMAND BY SOURCE
Table 3-3-6	PRIMARY SUPPLY OF ENERGY
Table 3-3-7	NUMBER OF CONSUMERS AND SOLD ENERGY BY CATEGORY
Table 3-3-8	NUMBER OF CONSUMERS, SOLD ENERGY AND POWER REVENUE BY AREA AND TYPE OF CONSUMERS IN 1985
Table 3-3-9	AVERAGE POWER REVENUE BY TYPE OF CONSUMERS
Table 3-3-10	NEB LOAD FORECAST 1987
Table 3-3-11	GENERATED ENERGY BY SOURCE
Table 3-3-12	PROGRESS OF RURAL ELECTRIFICATION
Table 3-3-13	GENERATED/PURCHASED, SENT-OUT AND SOLD ENERGY (GWH)
Table 3-3-14	PURCHASED ENERGY (GWH)
Table 3-3-15	INSTALLED CAPACITY, GENERATED ENERGY AND PLANT FACTOR
Table 3-3-16	INSTALLED CAPACITY IN 1991
Table 4-1	CHARACTERISTICS OF MAJOR TECTONIC LINES IN PENINSULAR MALAYSIA
Table 4-2	1987年測量成果一覧表
Table 4-3(1)	ボーリング数量(1979年度)
Table 4-3(2)	ボーリング数量(1987年度)
Table 4-4	弾性波探査数量表
Table 4-5	主ダム地点の探査結果
Table 4-6	サドルダムI地点の探査結果
Table 4-7	原石山地点の探査結果
Table 4-8	岩石サンプル採取箇所一覧表

Table 4-9	土質採取箇所一覧表
Table 4-10	主ダム地点を構成する岩石類
Table 4-11	主ダム地点ボーリング結果の概要
Table 4-12	岩盤分類基準
Table 4-13	ダムサイトにおけるR. Q. D と最大コア長の平均値 (CM級以上の岩盤を対象)
Table 4-14	洪水吐地点ボーリング結果の概要
Table 4-15	発電所地点ボーリング結果の概要
Table 4-16	サドルダムⅠ地点を構成する岩石類
Table 4-17	サドルダムⅡ地点を構成する岩石類
Table 4-18	サドルダム地点ボーリング結果の概要
Table 4-19	原石山を構成する岩石の特徴
Table 4-20	原石山ボーリング結果の概要
Table 4-21	原石山ボーリングR. Q. D と最大コア長の平均値
Table 4-22	THE RESULT OF ROCK MATERIAL TEST
Table 4-23	土取場(A)地点ボーリング結果の概要
Table 4-24	日本国内ロックフィルダムにおけるしゃ水材料の一般的な性質
Table 4-25	THE RESULT OF SOIL MATERIAL TEST
Table 4-26	逆調整池地点ボーリング結果の概要
Table 5-1-1	STREAMFLOW RECORDS AT GUILLEMARD BRIDGE MONTHLY AVERAGE
Table 5-1-2	STREAMFLOW ESTIMATE AT LEBIR DAM SITE MONTHLY AVERAGE
Table 5-1	1983年12月洪水シミュレーションに入力されたティーセン日雨量
Table 5-2	1984年12月洪水シミュレーションに入力されたティーセン日雨量
Table 6-1	ENERGY AND DEMAND FORECAST BY NEB (AT GENERATING END)
Table 6-2	LOAD DURATION (P. U) (BASED ON NEB' & DATA)
Table 6-3	DEMAND FORECAST (INTEGRATED SYSTEM)
Table 6-4	SENT OUT ENERGY BY PERIOD (GWH)
Table 6-5	INSTALLED CAPACITY AND PERIOD OF EXISTING RESERVIOR TYPE HYDRO POWER PLANTS



Table 6-6	REQUIRED PEAK CAPACITY AND ENERGY (PER MONTH)
Table 6-7	PERCENTAGE OF REQUIRED PEAK CAPACITY TO SYSTEM PEAK DEMAND
Table 6-2-1	CASES STUDIED WITH VARIOUS PARAMETERS
Table 6-2-2	POWER GENERATION AND ANNUAL ENERGY PRODUCTION (1)~(2)
Table 6-2-3	CALCURATION ON COST AND BENEFITS
Table 6-4-1	FIXED COST (CONSTANT PRICE AT 1987)
Table 6-4-2	FUEL PRICE AND OTHERS (CONSTANT PRICE AT 1987)
Table 6-4-3	VARIABLE COST (CONSTANT PRICE AT 1987)
Table 6-4-4	TOTAL COST (CONSTANT PRICE AT 1987)
Table 7-1	レビルダムの洪水吐形状と各確率年洪水量の特性
Table 7-2	RELATIONSHIP BETWEEN FLOOD DAMAGES AND FLOOD DISCHARGE AT GUILLEMARD BRIDGE
Table 7-3	年平均被害額の算定 (1)~(5)
Table 7-4	PROBABLE FLOOD DAMAGE (W/O PROJECT AND W. LEBIR DAM)
Table 7-5	RESERVOIR WATER LEVEL VS. STORAGE CURVE OF NENGGIRI DAM
Table 7-6	RESERVOIR WATER LEVEL VS. STORAGE CURVE OF DABONG DAM
Table 8-1	COMPARISON OF UP-TO-DATE IRRIGATION PROJECTS WITH THE KELANTAN RIVER BASIN STUDY OF ENEX
Table 9-2-1	RESERVOIR WATER LEVEL AND VOLUME
Table 11-12-1	STUDIED CASES OF VARIOUS DISCHARGE PATTERN
Table 11-12-2	SUMMARY TABLE OF ANALYSIS RESULTS (1)~(4)
Table 11-12-3	SUMMARY OF RESULT
Table 11-12-4	FLOW DISCHARGE, WATER LEVEL AND FLOW VELOCITY AT VARIOUS (1)~(2) SECTIONS ON DOWNSTREAM COURSE OF THE LEBIR RIVER AT THE TIME OF POWER GENERATION

Table 11-12-5	CALCULATION OF TRACTIVE FORCE AND CRITICAL SIZE OF RIVER BANK MATERIAL FOR MOVEMENT
Table 11-12-6	CHARACTERISTICS OF LEBIR RIVER
Table 11-13-1	MEASURED PLANTATION AREA AND INUNDATION AREA UPSTREAM OF LEBIR DAM BY JICA
Table 11-13-2	MEASURED PLANTATION AREA AND INUNDATION AREA UPSTREAM OF LEBIR DAM BY USM
Table 11-13-3	BREAKDOWN OF RESERVOIR AREA BY LAND USE TO BE SUBMERGED BY LEBIR DAM ESTIMATED BY JICA
Table 11-13-4	ESTIMATED NUMBER OF HOUSEHOLD TO BE RESETTLED DUE TO INUNDATION OF PLANTATION AREA
Table 11-13-5	PLANTATION AREA TO BE COMPENSATED FOR LEBIR DAM (MAXIMUM EXTENT)
Table 11-13-6	ESTIMATED COMPENSATION COST FOR LEBIR DAM CONSTRUCTION BY JICA AT THE STAGE OF INTERIM REPORT
Table 11-13-7	ESTIMATED COMPENSATION COST FOR LEBIR DAM CONSTRUCTION BY USM
Table 11-13-8	ESTIMATED COMPENSATION COST FOR LEBIR DAM CONSTRUCTION BY JICA FOR THE DRAFT FINAL REPORT
Table 11-14-1	CONSTRUCTION COST OF FISH LADDER
Table 13-2-1	BREAKDOWN OF CONTRACT PRICE OF CIVIL WORK
Table 13-2-2	BASE PRICE OF MAJOR CONSTRUCTION EQUIPMENT
Table 13-2-3	UNIT PRICE FOR MAIN WORKS
Table 13-2-4	ESTIMATED COST FOR METAL WORK (AS OF 1987)
Table 13-2-5	ESTIMATED COST FOR SITE PREPARATION
Table 13-3-1	ESTIMATED PROJECT COST
Table 13-3-2	BREAKDOWN OF COST FOR CIVIL AND METAL WORKS
Table 13-3-3	RATIO BETWEEN FOREIGN CURRENCY AND LOCAL CURRENCY OF EACH COST ITEM
Table 13-3-4	PROJECT COST FOR MAJOR PROJECT COMPONENT
Table 13-4-1	DISBURSEMENT SCHEDULE OF PROJECT COST

Table 14-1	INPUT VARIABLES FOR ECONOMIC AND FINANCIAL ANALYSES
Table 14-2	EQUATIONS USED FOR ECONOMIC AND FINANCIAL ANALYSES
Table 14-3	ANNUAL LEVELIZED FIXED COST OF LEBIR PROJECT
Table 14-4	ANNUAL LEVELIZED UNIT FIXED COST OF CCYW PROJECT
Table 14-5	ANNUAL LEVELIZED FIXED COST OF CCYW PROJECT ASSUMING ITS GENERATING CAPACITY IS EQUAL TO THAT OF LEBIR PROJECT
Table 14-6	UNIT VARIABLE COST OF CCYW PROJECT
Table 14-7	ANNUAL LEVELIZED COST OF CCYW PROJECT ASSUMING ITS NET GENERATION IS EQUAL TO THAT OF LEBIR PROJECT
Table 14-8	PRESENT WORTH OF BENEFIT FROM IMPROVED IRRIGATION (CALCULATED IN THE ECONOMIC PRICE)
Table 14-9	PRESENT WORTH ON BENEFIT FROM IMPORVED IRRIGATION (CALCULATED IN MARKET PRICE)
Table 14-10	ANNUAL LEVELIZED NET BENEFIT FROM IMPROVED IRRIGATION
Table 14-11	ANNUAL LEVELIZED FIXED COST OF LEBRI PROJECT LESS BENEFIT FROM (1)~(2) FLOOD CONTROL AND IMPROVED IRRIGATION
Table 14-12	ANNUAL LEVELIZED FIXED AND VARIABLE COSTS OF CCYW PROJECT (1)~(2) ASSUMING ITS GENERATING CAPACITY AND ANNUAL GENERATION ARE EQUAL TO THOSE OF LEBIR PROJECT
Table 14-13	ECONOMIC INTERNAL RATE OF RETURN LEBIR PROJECT
Table 14-14	SUM OF ANNUAL LEVELIZED FIXED COST OF LEBIR PROJECT AND ANNUAL (1)~(2) VARIABLE COST FOR ADDITIONAL GENERATION BY EXISTING THERMAL POWER PLANT (S)

FIG. 3-1-1	LOCATION MAP
FIG. 3-1-2	REGIONAL GEOLOGICAL MAP
FIG. 3-2-1	MEAN MONTHLY RAINFALLS
FIG. 3-2-2	ISOHYETS OF REINFALL (DEC. 2 TO DEC. 15 DURING THE 1983 FLOOD)
FIG. 3-2-3	ISOHYETS OF REINFALL (DEC. 19 TO DEC. 25 DURING THE 1984 FLOOD)
FIG. 3-2-4	ISOHYETS OF REINFALL (NOV. 25 TO DEC. 2 DURING THE 1986 FLOOD)
FIG. 3-3-1	THE NATIONAL GRID (YEAR ENDING 31 AUG. 1985)
FIG. 3-4-1	JANUARY 1967 FLOOD
FIG. 4-1	GEOLOGICAL MAP OF DAMSITE REGION
FIG. 4-2	MAJOR TECTONIC LINES IN PENINSULAR MALAYSIA
FIG. 4-3	REGIONAL SEISMICITY
FIG. 4-4	LOCATION MAP (2)
FIG. 4-5	GEOLOGICAL PLAN IN THE PROJECT AREA
FIG. 4-6	ダムサイトにおける節理・方向・シュミットネット南半球投影
FIG. 4-7	GEOLOGICAL SECTION (1) MAIN DAM AXIS
FIG. 4-8	GEOLOGICAL SECTION (2) SPILLWAY
FIG. 4-9	GEOLOGICAL SECTION (3) PENSTOCK-POWERHOUSE-OUTLET
FIG. 4-10	GEOLOGICAL SECTION (4) SADDLE DAM 1 AXIS
FIG. 4-11	GEOLOGICAL SECTION (5) QUARRY (SQ-1)
FIG. 4-12	GEOLOGICAL SECTION (6) QUARRY (SQ-2)
FIG. 4-13	COMPACTION CURVE
FIG. 4-14	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION CHART
FIG. 5-1	MAP OF KELANTAN RIVER BASIN
FIG. 5-2	RELATIONSHIP BETWEEN FLOOD PEAK DISCHARGE AT GUILLEMARD BRIDGE AND ITS RETURN PERIOD
FIG. 5-3	RELATIONSHIP OF FLOOD PEAK DISCHARGE AT GUILLEMARD BRIDGE AND TUALANG
FIG. 5-4	LOCATION MAP OF RAINFALL GAUGING STATION USED IN THE STUDY
FIG. 5-5	DIAGRAM OF AREA DIVISION IN THIESSEN METHOD
FIG. 5-6	SIMULATION OF FLOOD IN DECEMBER, 1983

- FIG. 5-7 SIMULATION OF FLOOD IN DECEMBER, 1984
- FIG. 5-8 RELATION BETWEEN C/I AND  $q_u$
- FIG. 6-1 DURATION CURVE (1) - NORMALIZED (SEPT. 1985 TO FEB. 1986)
- FIG. 6-2 DURATION CURVE (2) - NORMALIZED (MAR. 1986 TO AUG. 1986)
- FIG. 6-3 DURATION CURVE (1 & 2) - NORMALIZED
- FIG. 6-4 MODIFIED DURATION CURVE (p. u.)
- FIG. 6-5 CONCEPT OF REQUIRED PEAK CAPACITY AND ENERGY (1)
- FIG. 6-6 CONCEPT OF REQUIRED PEAK CAPACITY AND ENERGY (2)
- FIG. 6-3-1 MONTHLY WATER LEVEL INTO RESERVOIR
- FIG. 6-3-2 RESERVOIR INFLOW DUE TO POWER GENERATION
- FIG. 6-3-3 MONTHLY OUTPUT OF LEBIR POWER STATION
- FIG. 6-4-1 TOTAL COST (\$/KW-YEAR) IN 1995
- FIG. 7-1 CREAGER CURVE IN SOUTHEAST ASIA REGION MEAN CURVE
- FIG. 7-2 レビルダムの10,000年確率流入量、水位上昇、放流量 時間曲線
- FIG. 7-3 レビルダムの1,000年確率流入量、水位上昇、放流量 時間曲線
- FIG. 7-4 レビルダムの 50年確率流入量、水位上昇、放流量 時間曲線
- FIG. 7-5 PROBABLE PEAK FLOOD DISCHARGE AT GUILLEMARD BRIDGE WITH/WITHOUT LEBIR DAM
- FIG. 7-6 LEBIR DAM (JERAM PANJANG SITE) RESERVOIR VOLUME AND AREA VS. RESERVOIR LEVEL
- FIG. 7-7 レビルダム洪水吐形状比較案
- FIG. 7-8 RELATIONSHIP BETWEEN DAMAGES AND FLOOD DISCHARGES AT GUILLEMARD BRIDGE
- FIG. 7-9 CONSUMER PRICE INDEX (1969-1986)
- FIG. 8-1 WATER SOURCE FOR IRRIGATION DEVELOPMENT
- FIG. 8-2 DEVELOPMENT PLAN OF IRRIGATION REPORT
- FIG. 8-3 ANNUAL TREND OF CROPPED AREA OF PADDY (1974/1975=100%)
- FIG. 9-0-0 PROJECT LAYOUT

FIG. 9-0-1	PLAN OF MAIN DAM WATERWAY AND SPILLWAY
FIG. 9-0-2	MAIN DAM SECTIONS
FIG. 9-0-3	COFFER DAMS SECTIONS
FIG. 9-0-4	PLAN OF SADDLE DAM I & II
FIG. 9-0-5	SADDLE DAM I SECTIONS
FIG. 9-0-6	SADDLE DAM II CROSS SECTIONS
FIG. 9-0-7	SPILLWAY PROFILE AND CROSS SECTIONS
FIG. 9-0-8	DIVERSION TUNNEL PROFILES AND TYPICAL SECTIONS
FIG. 9-0-9	POWER WATERWAY (I) PROFILES AND TYPICAL SECTIONS
FIG. 9-0-10	POWER WATERWAY (II) TAILRACE CHANNEL PROFILE AND TYPICAL SECTION
FIG. 9-0-11	POWERHOUSE CROSS SECTION
FIG. 9-0-12	POWERHOUSE LONGITUDINAL SECTION
FIG. 9-0-13	POWERHOUSE PLAN FLOOR 1F, 2F AND M. Tr. YARD
FIG. 9-0-14	POWERHOUSE PLAN FLOOR B1F AND B2F
FIG. 9-0-15	POWERHOUSE PLAN FLOOR B4F
FIG. 9-0-16	POWERHOUSE PLAN FLOOR B5F
FIG. 9-2-1	STABILITY ANALYSIS OF MAIN DAM
(1)~(7)	
FIG. 9-2-2	STABILITY ANALYSIS OF SADDLE DAM I
(1)~(7)	
FIG. 9-2-3	STABILITY ANALYSIS OF SADDLE DAM II
(1)~(7)	
FIG. 9-2-4	HYDROGRAPHS OF FLOODS OF VARIOUS RETURN PERIOD
FIG. 9-2-5	LEBIR DAM (JERAM PANJANG SITE) RESERVOIR VOLUME AND AREA VS. RESERVOIR LEVEL
FIG. 9-2-6	RELATIONSHIP BETWEEN RESERVOIR LEVEL AND SPILLWAY DISCHARGE WITH NON-GATED FREE OVERFLOW SHUTE TYPE (CREST LENGTH 150m)
FIG. 9-2-7	FLOOD ROUTINE THRU SPILLWAY
(1)~(7)	
FIG. 9-2-8	RELATIONSHIP BETWEEN RESERVOIR LEVEL AND SPILLWAY DISCHARGE WITH 2-LINE TUNNEL SPILLWAY
FIG. 9-2-9	WATER LEVEL AT DAM DOWNSTREAM (TAILRACE OUTLET) VS. RIVER DISCHARGE

FIG 9-2-10	SPILLWAY PLAN
FIG 9-2-11	STABILITY ANALYSIS OF EXCAVATION SLOPE OF SPILLWAY
(1)~(2)	
FIG 9-2-12	RELATIONSHIP BETWEEN UPSTREAM WATER LEVEL AND DIVERSION TUNNEL CAPACITY AT VARIOUS RETURN PERIODS OF FLOOD
FIG 9-2-13	RELATIONSHIP BETWEEN UPSTREAM WATER LEVEL AND DIVERSION TUNNEL CAPACITY WITH 2-LINE TUNNEL OF 12m IN DIAMETER
FIG 9-2-14	FLOOD ROUTINE DURING CONSTRUCTION THRU DIVERSION TUNNELS
(1)~(3)	
FIG 9-2-15	POWER INTAKE PLAN
FIG 9-2-16	STABILITY ANALYSIS OF EXCAVATION SLOPE OF POWER INTAKE
FIG 9-2-17	POWERHOUSE PLAN
FIG 9-2-18	STABILITY ANALYSIS OF EXCAVATION SLOPE OF POWERHOUSE
FIG 9-2-19	SWITCHYARD PLAN
FIG 9-2-20	STABILITY ANALYSIS OF EXCAVATION SLOPE OF SWITCHYARD
FIG 9-3-1	DEVELOPMENT OF QUARRY SITE PLAN
FIG 9-3-2	DEVELOPMENT OF QUARRY SITE TYPICAL SECTION
FIG 10-1	GENERAL PLAN OF POWERHOUSE AND SWITCHYARD
FIG 10-2	SWITCHYARD PLAN
FIG 10-3	POWERHOUSE-SWITCHYARD SINGLE LINE DIAGRAM
FIG 10-4	POWER SYSTEM DIAGRAMME
FIG 10-5	TRANSMISSION LINE ROUTE MAP
FIG 10-6	TYPICAL TOWER ASSEMBLY (LIGHT ANGLE TYPE)
FIG 11-11-1(1)	MATERIALS AND ASSEMBLY OF FLOATING NET UNIT
FIG 11-11-1(2)	ARRANGMENT OF NET
FIG 11-11-1(3)	COMPLETED FLOATING NET UNIT
FIG 11-12-1	KELANTAN RIVERポンプ地点 時間-流量曲線
(1)~(8)	
FIG 11-12-2	RELATIONSHIP BETWEEN WATER LEVEL AND RE-REGULATING PONDAGE VOLUME

- FIG. 11-12-3 RE-REGULATING POND
- FIG. 11-12-4 FLOW DISCHARGE, WATER LEVEL AND FLOW VELOCITY AT VARIOUS SECTION ON DOWNSTREAM COURSE OF THE LEBIR RIVER AT THE TIME OF POWER GENERATION
- FIG. 11-12-5 LEBIR RIVER BED PROFILE AND VARIATION OF RIVER WIDTH
- FIG. 11-12-6 RELATIONSHIP BETWEEN FLOOD PEAKS DISCHARGE AND RETURN PERIOD AFTER LEBIR DAM CONSTRUCTION
- FIG. 11-12-7 EQUILIBRIUM RIVER BED PROFILE WITH CLEAR WATER
- FIG. 11-12-8 PLAN OF RAINFALL GAUGING STATION SITE AND DISCHARGE WARNING AREA
- FIG. 11-13-1 RESERVOIR AREA AND PLANTATION (WL. 70m)
- FIG. 11-13-2 RESERVOIR AREA AND PLANTATION (WL. 80m)
- FIG. 11-13-3 RESERVOIR AREA AND PLANTATION (WL. 90m)
- FIG. 11-13-4 INUNDATION AREA IN UPSTREAM OF LEBIR DAM
- FIG. 11-13-5 PLANTATION AREA TO BE COMPENSATED DUE TO INUNDATION OF LEBIR DAM (BASED ON CURRENT DEVELOPMENT)
- FIG. 11-14-1 FISH LADDER ARRANGEMENT
- FIG. 12-0-1 LEBIR DAM PROJECT IMPLEMENTATION PROGRAMME
- FIG. 12-1-1 TIME SCHEDULE FOR DETAIL DESIGN AND PREPARATION FOR LEBIR DAM PROJECT AND CONTRACT PROCUREMENT
- FIG. 12-4-1 CONSTRUCTION SCHEDULE OF MAIN WORKS
- FIG. 13-4-1 PROGRESS RATE OF PROJECT IMPLEMENTATION
- FIG. 14-1 ANNUAL LEVELIZED COST OF LEBIR PROJECT WITHOUT REGARD TO BENEFIT FROM FLOOD CONTROL AND IMPROVED IRRIGATION
- FIG. 14-2 (1)~(2) ANNUAL LEVELIZED COST OF LEBIR PROJECT LESS BENEFIT FROM FLOOD CONTROL
- FIG. 14-3 (1)~(2) ANNUAL LEVELIZED COST OF LEBIR PROJECT LESS BENEFIT FROM FLOOD CONTROL AND IMPROVED IRRIGATION
- FIG. 14-4 SUM OF ANNUAL LEVELIZED FIXED COST OF LEBIR PROJECT AND ANNUAL VARIABLE COST FOR ADDITIONAL GENERATION BY EXISTING THERMAL POWER PLANT (S)



# 1. ま え が き



## 1. まえがき

### 1.1 調査の背景

本プロジェクトは、1979年3月からJICA調査団による現地調査が開始され、1980年11月に中間報告書ドラフトを作成してマレーシア側へ説明を実施し、1981年3月には正式に中間報告書をマレーシア側に提出した。この報告は、ジャラム・パンジャン地点を最適開発候補地とした堤高69.5m、計画最高水位標高90mのフィルタイプダム、発電出力151MWの水力発電計画を主目的とし、洪水調節計画、灌漑用水供給計画を従目的とするものであった。

この中間報告書に対し、水没予定地域が農業開発の土地計画と一部競合するところから、ケランタン州政府の同意が得られず、そのためマレーシア政府より日本側に計画の変更、他のプロジェクトへの実施振替を求める等の動きもあったが、1982年8月、日・マ技術協力年次協議において、本件技術協力を終了することが決定した。

その後レビル川の下流本流であるケランタン川流域の洪水発生、地域開発の進展につれてレビル川ダム計画についてマレーシア側の認識が深まり、いったん中断した本件調査計画の完結を求める動きが生まれた。1984年の日・マ年次協議でマレーシア政府は本件調査再開を口頭要請してきたのに続いて、1985年4月には正式要請があり、加えて1986年度年次協議でプライオリティ第一位として再度要請された。以上の状況を踏まえ、日本国政府関係者は慎重な検討を加えた結果、1986年12月に事前調査のため現地に調査団を派遣して現地調査およびマレーシア側との協議を行った。その結果、本件の調査再開の妥当性が確認され、1986年12月17日JICAとEPU（経済企画局）との間で本調査に関するS/WおよびM/Mの合意署名がなされた。

### 1.2 調査の目的と内容

レビル川におけるダム開発計画（水力発電および洪水調節・灌漑を含む）を作成し、比較検討のうえ、技術的、経済的および財務的に最適な開発規模および開発計画を策定して、フィジビリティ調査報告書を作成することにある。

今回の調査は、1981年3月の中間報告書の結論に基づき、ダム地点はジャラムパンジャン、ダムはロックフィルタイプとして、計画諸元を検討するものである。上記の目的を達成するために、次の各項目に関する調査および検討を3段階に分けて実施した。

<u>段 階</u>	<u>期 間</u>
(1) プロジェクト再評価段階	1 ヶ月
(2) 現地調査段階	8 ヶ月
(3) フィジビリティ・デザイン段階	11 ヶ月

## 1. プロジェクト再評価段階

- (a) 中間報告書に述べられたプロジェクトに対する各案の再検討
- (b) 現地踏査（計画地域全般と、特にジャラム・パンジャン・ダムサイト）
- (c) プロジェクト地域における各種開発計画の追加データの収集
- (d) 各種比較案・計画の比較検討分析
- (e) 詳細フィジビリティ用の最適開発計画レイアウトの検討および勧告
- (f) 最適プロジェクトの現地調査およびフィジビリティ・スタディの詳細プログラムの作成

## 2. 現地調査段階

### (i) ダム調査

- (a) ダム構造物の地形測量（基標および BM 設置を含む）
- (b) 主要構造物、原石山その他所要箇所の物理探査
- (c) 上記箇所のボーリングおよび透水試験
- (d) トレンチ地質調査と材料試験用サンプルの収集
- (e) 試掘坑による地質調査と材料試験用サンプルの収集
- (f) 特定地点における流量・流（堆）砂測定
- (g) フィル材試験、土質試験、コンクリート骨材試験、基岩強度試験および水質調査

### (ii) 洪水調節計画調査

- (a) ケラントン川水系における他ダム計画の関連資料収集検討
- (b) レビル川下流部およびダム下流のケラントン川流域における社会・経済開発計画データの収集検討
- (c) 計画地域およびレビル川下流地域における居住分布情報収集
- (d) 洪水調節調査に関連する情報の収集

### (iii) 環境調査

- レビル川およびその周辺の環境問題の調査（以下を含む）
- (a) レビル川、湛水地域および流域の陸性・水性生物環境システムのベースライン調査
- (b) 公衆衛生調査（特に水性の病原虫 schistosomiasis と zoonosis）
- (c) 考古学および社会・文化面の調査（ダム建設工事と貯水池湛水による人口移動を含む）
- (d) 本計画の及ぼすプラス面マイナス面の影響の検討と対策の策定

### 3. フィジビリティ・デザイン段階

- (a) 電力需要と電源開発計画の調査および開発制約条件（多目的ダム下流の流量変動等）を考慮した本件プロジェクトの出力・電力量算定
- (b) 各種工作物の予備設計と所要の図面・図表・計算書類作成
- (c) 水車発電機と関連機器の容量決定を含む電力機器の設計
- (d) 外貨・内貨別建設工事費の積算と資金表の作成
- (e) 発電および洪水調節、灌漑用水供給諸目的を考慮した最適運用計画の検討
- (f) レビル・ダムにおける洪水調節がレビル川下流およびケラタン川流域に及ぼす影響
- (g) 非電力便益を含む経済・財務分析（所要の感度分析を含む）
- (h) 本プロジェクトが環境に与えるインパクト（特に社会経済面）評価
- (i) CPM 図（クリティカルパス法）またはロジックバーチャートによる建設工程の検討

### 1.3 調査活動

本最終報告書は、前記の第2段階での現地調査および日本国内で実施した第3段階フィジビリティ・デザインの結果をまとめたものである。

調査活動の第1段階では、前回の中間報告書（1981年3月）の見直し作業および予備調査であり、1987年3月にJICA調査チームを現地に派遣し、1ヶ月にわたって情報ならびに資料の収集に当たった。調査団は、ダム、地質、水文、発電土木、洪水調節、水力電気、農業、経済および環境の専門家から成った。この調査結果として、JICA調査チームは「リアプレイサルレポート（インセプションレポート）1987年3月」を提出した。同報告書は1987年6月、EPUにおいて討議され、JICA調査チームのチームリーダー1名が討議に出席した。

第2段階は、現地調査であり、1987年5月から測量とボーリング調査の専門家を各1名現地に派遣し、地元請負業者と請負契約を締結し、地形測量と地質ボーリング調査を実施した。これらの作業は、1987年10月末日に終了した。

また、GSDが弾性波探査を1987年9月から2ヶ月間にわたって実施し、このための技術アドバイザーとしてJICA調査チームの弾性波探査専門家1名を2ヶ月間現地へ派遣した。弾性波探査の計測データは、1988年1月までに日本に送付され、JICA調査チームにより、解析・評価を実施した。

ダム築造材料の室内試験は、NEB ケニールダムの現場試験室で実施され、JICA調査チームは技術アドバイザーとして、材料試験の専門家を1987年9月から2ヶ月間、現地へ派遣した。

環境基本調査はマレーシア側によって実施され、NEBは自然環境と社会・経済の調査をUSMに、鉱物資源調査をGSDに、また医療環境調査をIMRにそれぞれ委託した。JICA調査チームは、1987年6月に専門家を1.0ヶ月現地に派遣し、USM調査チームとのディスカッションおよび合同現地調査に参加し、また1987年11月に再び同専門家をマレーシアに派遣し、USMが作成した環境レポートのドラフトをディスカッションした。USMは1987年12月付で最終環境基本調査レポートを提出した。

GSDは1987年11月付で、鉱物資源予備評価報告書を提出している。

IMRの医療環境レポートは1989年1月現在、JICA調査チームはまだこれを入手していない。現地調査段階では作業の進捗を3回のプロGRESSレポートによって報告した。

- No. 1 June 1987
- No. 2 September 1987
- No. 3 November 1987

第3段階は、フィジビリティ・デザイン段階であるが、その最初に、プロジェクトの開発規模を比較検討し、最適案を決定する作業が含まれている。この作業は、日本国内で、1987年12月から1988年1月までの2ヶ月間で実施された。この結果は第2段階の現地調査結果と合わせて下記の報告書によって報告され、マレーシア側とディスカッションされた。

- ・レビルダム計画調査 中間報告書 1988年2月
- ・レビルダム計画調査 添付資料 1988年2月
- ・レビルダム計画調査 環境影響評価報告書 1988年2月

マレーシアにおける上記レポートに対するディスカッションの内容に関しては、Appendix Attachment 1-1 および Attachment 1-2 に示す。

- Attachment 1-1 MOM of Technical Meeting March 7, 1988
- Attachment 1-2 MOM of Steering Committee Meeting (08/3/1988)  
March 11, 1988

また、JICA調査チームは1988年9月5日付 NRBレターにより上記の環境影響報告書に関する DOBコメントを受けとった。(本コメントに対するJICA調査チームの反応に関しては Appendix Table 11-0-1チェックリスト参照)

フィジビリティ・デザイン作業は、1988年8月より再開された。この開始は当初の作業計画よりも4ヶ月の遅れであるが、この理由はクランタン川流域治水計画調査との整合をおこなうために、同調査における治水計画基本諸元の検討結果が得られる時期を考慮したことによる。

上記の調査活動に基づき、全ての作業の結果をとりまとめて、1989年1月に最終報告書(案)が提出され、同年2月にマレーシア側とのディスカッションがもたれた。最終報告書(案)は、要約版、本文および添付資料からなった。上記のディスカッションの内容は Appendix Attachment 1-3およびAttachment 1-4に示す。

Attachment 1-3 : NOD for Technical Committee Meeting  
on Lebir Dam Project (25/2/1989)

Attachment 1-4 : MOM on Draft Final Report for the Feasibility Study  
of the Lebir Dam Project (28/2/1989)

本調査報告書1989年3月は、上記ディスカッションにおけるマレーシア側のコメントを組入れてとりまとめた。報告書は要約版、本文および Appendix の3部よりなる。

#### 1.4 謝 辞

本調査に関し、マレーシア連邦政府、ケランタン州政府ならびに関係諸機関が差しのべられた御協力に深く感謝いたします。

特に、連邦政府および州政府の経済企画庁には、本調査を推進するための総括的な役割を果たしていただき、また国家電力庁は、プロジェクト実施機関として技術スタッフの協力、設備の貸与、資料の提供等により、本調査の直接の推進に大きな貢献をいただきました。

さらに、関連資料の提供に多大の協力をいただいた連邦政府および州政府の灌漑排水局、公共事業局、KADA, FELDA, KESEDAR, 森林局, 衛生局, 環境局にお礼を申し上げます。

また、環境諸調査に当たられたマレーシア科学大学、医療研究所、ならびに鉱物資源調査と弾性波探査を実施された地質局にも、深く感謝の意を表します。





## 2. 要約と結論



## 2. 要約と結論

本調査の結果の要約と結論を以下に述べる。

### 2.1 多目的ダム開発案

#### 2.1.1 概 要

- (1) マレー半島東海岸北部に位置するケラントアン州は約15,000km<sup>2</sup>の州土を有する。ケラントアン川は、流域面積13,100km<sup>2</sup>、最長流路 360kmで州土の87%を占め、ケラントアン州とは極めて関係の深い河川である。  
本計画の対象であるレビル川は、このケラントアン川の一支流であり、ケラントアン川河口より88kmさかのぼったKuala Krai地点でガラス川と分岐する。レビル川の流域面積は約 3,400km<sup>2</sup>であり、また最長流路は約 120kmである。レビルダムサイト（ジャラム・バンジャン地点）はこの分岐点より37km上流に位置する。  
ダムサイトにおける流域面積は 2,474km<sup>2</sup>である。  
なお、ダムサイト下流 3kmの地点にトワラン水位観測所があり、その流域面積は 2,480km<sup>2</sup>である。またレビル川合流点より約35km下流に、有名なギルマード橋水位観測所があり、ここにおけるケラントアン川の流域面積は12,100km<sup>2</sup>である。このギルマード橋地点はケラントアン川の洪水を観測するうえで非常に重要な位置を占めており、1940年より洪水観測が継続されている。
- (2) ケラントアン州は、マレー半島においても多雨地域に属する。年間の降雨量は、2,000mm～ 3,500mmであり、州のうちでも海岸地域で多く、内陸に向うに従って減少する。これは降雨の相当の部分が、毎年10月から1月にかけて生じる北東モンスーンによってもたらされるためである。これらの降雨によってケラントアン川はしばしば増水し、ケラントアン州の海岸地域に洪水被害をもたらす。  
1967年 1月にはギルマード橋地点で16,000 m<sup>3</sup>/sの最大流量（50年に1回の洪水とされる）を記録する洪水が発生し、海岸地域から背後地域の入口にまでおよぼ3,000 km<sup>2</sup>に浸水し、536,800人の人々に影響を与え、このうち 125,000人が避難を余儀なくされ、38人の死者を出した。この時の被害額は、当時の価格ベースで30百万マレイシアドルと見積られている。（1986年価格ベースに換算すると75百万マレイシアドルに相当）洪水はその後も常襲的に発生し、1973年、1983年、1984年には相当に大きな洪水によって当時の価格ベースで、それぞれ 6～17百万マレイシアドルの被害をもたらしている。
- (3) 一方、ケラントアン川の流量は、4月～6月の時期に大幅に減少し、しばしば渇水状態をひきおこす。ギルマード橋地点における年間の平均流量は 567 m<sup>3</sup>/sであるものの、渇水月である4月の平均流量は 305 m<sup>3</sup>/sに減少し、さらに渇水年に当たると90～115 m<sup>3</sup>/sにまで減じる。この時期は、乾期作の水田の水需要が増加するので、水不足による悪影響が発生する。

- (4) ケランタン州は、1985年人口調査によると1.03百万人の人口をもつ。人口分布の面からみると、2,354km<sup>2</sup>の海岸地域に89.8万人が住み人口密度（382人/km<sup>2</sup>）が高く、これと反対に12,688km<sup>2</sup>の背後地域は12.6万人で人口密度（10人/km<sup>2</sup>）は非常に低い。

ケランタン州の土地利用状況は州土の74%を森林が占め、農地は21%の32万haであるが、近年、各種作物（特に水稻）の作付面積が減少し、農業生産活動が鈍化している様相がうかがえる。作付面積が増加する傾向にある作物は、オイルパーム、果樹、野菜、タバコのたぐいである。水稻の作付面積の減少は常襲的な洪水被害と渇水による農民の生産意欲の減退がおもな理由と推測される。

- (5) ケランタン州の社会・経済開発を今後、さらに推進するうえで最も重要な要素はケランタン川の流況を安定させ洪水を軽減し、生産や社会基盤を保全し、また利水を促進して生産効率を向上させることである。この線に沿ってケランタン川におけるいくつかのダム計画が進められて来ているが、本レビルダム計画もその一環に属するものである。ダム事業は一般に広い水没地を必要とし、上流住民の移住という犠牲を余儀なくし、また多大の建設費を要するものであるから、これを最大限に利用すべきものである。ここに多目的ダムの意義が存する。レビルダムの場合、水力発電、洪水調節、農業灌漑、淡水養魚およびリクリエーションがこれに当る。

### 2.1.2 電力開発

- (6) 電力開発はケランタン州だけの問題ではなく、全マレーシアの問題である。西マレーシア全土の電力供給の責務をもつ NEBは着実な電源開発や送電線建設を行なって来て、1987年の現有設備に加えて1991年での設備計画が達成される限り、電力供給上、緊急な問題を生じるものではないが、西マレーシアの GDP成長に引張られて、電力需要の伸びは向う20年間に年率6～7%の増加を示すものとNEBでは予想している。

#### —NEB Installed Capacity (MW) in 1991

	(MW)	
gas turbine	72	( 1.5%)
hydro Power	1,284	( 26.3%)
oil fired	405	( 8.3%)
gas fired	2,528	( 51.7%)
Coal fired	600	( 12.3%)
Total	4,889	(100.0%)

\* NEB では、1991年以降の電源開発計画は、策定されていない。

NEB Demand Forecast (1987)

Year	Sales (Gwh)	Peak load (Mw)
1986	11,421	2,268
1990	14,962 (6.98)	2,984 (7.10)
1995	20,754 (6.76)	4,142 (6.78)
2000	28,216 (6.34)	5,615 (6.27)
2005	37,920 (6.09)	7,546 (6.09)
2010	50,368 (5.84)	10,024 (5.84)

( ) 内の数字は年伸び率 (%)

- (7) NEB の1991年設備計画が達成されると、この時点で4,889 MWの電源設備を保有することになり、電力系統の必要予備率を30%とすれば、ピーク需要が3,661MWに達するであろう1993年まではこの電源により運営できるが、この時点を超えるとは何等かの新規電源開発が必要となろう。

レビル水力の投入可能時期の1999年付近でみると、ピーク電力と電力量の需要増加は次のとおりとなる。

	1998	1999	増分	伸び率
Peak load (MW)	4,975	5,286	311	(6.25%)
Energy sales (GWh)	24,961	26,540	1,579	(6.32%)

ピーク需要についていえば、この増加量は後述するレビル水力の最大開発規模に匹敵するものである。

- (8) 変動する電力負荷に供給力をどのように対応させていくかは電力産業の最重要問題の一つである。このために水力では貯水池式や揚水式が考えられ、また火力ではガスタービンやコンバインドサイクルが考案されて来た。

マレーシアの既設水力の最大出力は、プラントファクターがおおむね30%で計画されてきているが、本調査では、西マレーシアにおける貴重な可能水力地点であるレビルにおいて出来る限りピーク需要に役立つことを考慮して12.5%のプラントファクターの範囲まで検討することとした。

そこで、レビルダムサイトの地形・地質条件上の制約を考え、また河川流量条件も考慮して可能開発規模として発電用常時満水面標高 (HWL) EL. 60m ~ EL. 85 m、常時使用流量40 m<sup>3</sup>/s ~ 80 m<sup>3</sup>/sの範囲で各規模の開発比較案を作成し、各案について発電所の最大出力、年平均可能発生電力量および事業費を算出した。

(第6章 6.2節参照)

項目	範囲
最大出力	19.9 MW ~ 300 MW
年可能発生電力量	142 GWh ~ 411 Wh
事業費	$384 \times 10^6$ M\$ ~ $888 \times 10^6$ M\$

規模検討の対象となったケースは全部で81個であったが、このうち、35ケースについて経済性の検討をおこなった。(Page 6-23, Table 6-2-3 参照)  
 このうち、経済的観点から有利と考えられるケースは次のとおりである。  
 ただし、ここに示した純便益は発電用常時満水位の上に洪水調節容量を設けることによる洪水軽減便益と、ダムによる河川流量の調整効果にもとづくケラントン川下流地域の農業灌漑によって得られる農作物の増収とを含む多目的便益である。

H W L (m)	Qf ( $m^3/s$ )	$\alpha$	MW	GWh	純 便 益 ( $\times 10^6$ M\$)		
					i=8%	i=10%	i=12%
85	80	5	188	402	$\Delta$ 1.33	$\Delta$ 22.93	$\Delta$ 47.54
85	80	6	225.6	402	0.45	$\Delta$ 21.39	$\Delta$ 46.27
85	80	8	300.8	416	2.14	$\Delta$ 20.77	$\Delta$ 46.91
80	80	5	170.7	365	0.03	$\Delta$ 18.89	$\Delta$ 40.35
80	80	6	204.9	370	1.67	$\Delta$ 17.45	$\Delta$ 39.17
80	80	8	273.2	380	1.85	$\Delta$ 18.67	$\Delta$ 42.00
80	70	6	179.3	377	0.18	$\Delta$ 18.98	$\Delta$ 40.71

ここで、総事業費は中間報告書段階での概算値であり、やや大きく見積られているので、多くのケースで純便益はマイナスとなり、ディスカウント・レート8%で、わずか6ケースに僅少のプラスが見られるに過ぎない。しかし、各ケース間の相対的差異から、全体として次のような傾向が認められる。

- (a) ダム高の高いケースがより有利である。
- (b) ピーク率が大きく、出力の大きいケースがより効果的である。

以上の結果より、HWL = 80m, Qf = 80  $m^3/s$ ,  $\alpha$  = 8のケースとHWL = 85m, Qf = 80  $m^3/s$ ,  $\alpha$  = 8のケースが経済的観点からほとんど同等のものとしてクローズアップされるが、前者を最適案として提案し後者を棄却する。その理由は次のとおりである。

- (a) HWL = 85mのケースは設計洪水量の流入時に貯水位が94mまで上昇する。これはレビルダムサイトの地形・地質条件からの制約と考えられる90mを4mオーバーするものである。一方、HWL = 80mのケースは設計洪水水位が87.9mでとどまる。
- (b) 貯水位がWL. 90mをこえると水没面積は一段と大きくなる。農業プランテーションに対するインパクトをできるだけおさえたケースを選択する。
- (9) 最適案のケースについてフィジビリティ・デザインをおこなった結果をもとに、主要な電力開発計画諸元を示すと次のとおりである。  
(詳細はTable 2-1-1 計画主要諸元参照)

常時満水位 (HWL)	:	EL. 80.00 m	
最低水位 (LWL)	:	EL. 60.00 m	
利用水深および発電貯水量	:	20m, $1890 \times 10^6 \text{ m}^3$ (211 GWh)	
放水水位 (放水路終端)	:	EL. 28.00 m	
最大総落差	:	52.00 m	
最大有効落差	:	49.66 m	
常時/最大使用水量	:	80/640 $\text{m}^3/\text{s}$	
水圧トンネル内径、延長、条数	:	8.6 m, 202.8 m, 2条	
水車	:	立軸カプラン 136,800 kW	2台
		水車流量 320 $\text{m}^3/\text{s}$	
		回転数 125 rpm	
発電機	:	立軸同期発電機 149,000 kVA	2台
関連送電線 電圧/亘長	:	275 kV, 7km	
年可能発生電力量	:	373.3 GWh	
最大出力	:	267.6 MW	
年平均最大出力 (35ヵ年平均)	:	240.5 MW	
年平均流入量	:	112.6 $\text{m}^3/\text{s}$ (396 GWh)	
電力専用事業費 (1987年価格)	:	$262.0 \times 10^6 \text{ M\$}$	
年平均便益* (1987年価格)	:	$63.77 \times 10^6 \text{ M\$}$	

\* ディスカウントレート10%のとき、送電端供給力に対して、次のとおり計算される。

$$238,580 \text{ kW} \times \text{M\$ } 209.1 / \text{year} + 372.2 \times 10^6 \text{ kWh} \times 0.03729 \text{ M\$/kWh}$$

$$= (49.89 + 13.88) \times 10^6 = 63.77 \times 10^6 \text{ M\$}$$

Table 2-1-1 レビルダム (多目的) 計画諸元

位 置 : ケラント州、ウルケラント郡

河 川 : ケラント川水系、レビル川

ダム位置 : ケラント川合流点クアラクライの上流37km  
レビル川トワラン橋より上流3km、河床標高 24.0 m  
(クアラクライーグアムサン高速道路)

水 文 : 流域面積 2,474 km<sup>2</sup>  
年平均流量 112.6 m<sup>3</sup>/s (1950~1984年平均)  
最小流量 (最渇水月 4月) 51.1 m<sup>3</sup>/s (1950~1984年平均)  
観測最大洪水量 4,200 m<sup>3</sup>/s (1967年)  
ダム設計洪水量 (10000年確率) 10,600 m<sup>3</sup>/s  
50年確率洪水量 5,260 m<sup>3</sup>/s  
流域年降雨量 2,250mm

貯水池 :

種 類	水面標高 (m)	貯水量 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	湛水面積 (km <sup>2</sup> )
設計洪水位	88.1	3,955	226
サーチャージ水位	84.9	3,276	195
発電常時満水位	80.0	2,392	154
発電最低水位	60.0	502	46
緊急時最低水位	50.0	167	21
設計堆砂面標高	47.0	117	15

地 質 : ダム基礎岩 凝灰岩、凝灰質砂岩、礫岩  
原 石 山 凝灰岩

水没問題 : 最大水没面積 (WL 88.1 m) 22,600 ha  
森林地 7,900 ha  
農業プランテーション 14,700 ha  
水没人口 4,694 人  
レビル沿岸入植者 500 人 (100 家族)  
プランテーション入植者 4,964 人 (775 家族)  
オランアスリ 144 人



水没補償	農業プランテーション移転	10,000 ha
	レビル川沿岸入植者土地	809 ha
	オランアスリ用地	22 ha
	人口移住	4,694 人 (775 家族)
	付替道路	75 km
環境対策	水文テレメーター／放流警報設備	1 式
	逆調整池	ダム高 5.4 m
		越流頂標高 EL. 25.4 m
		貯水量 870,000 m <sup>3</sup>
	魚道 (暫定)	延長 750 m
	湖岸保全林	

## 発電計画

常時満水位 (HWL)	:	EL. 80.00 m
最低水位 (LWL)	:	EL. 60.00 m
利用水深および発電貯水量	:	20m, 1,890×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (211 GWh)
放水位 (放水路終端)	:	EL. 28.00 m
最大総落差	:	52.00 m
最大有効落差	:	49.66 m
常時／最大使用水量	:	80/640 m <sup>3</sup> /s
水圧トンネル内径, 延長, 条数	:	8.6 m, 202.8 m, 2条
水車	:	立軸カプラン136,800kW 2台
		最大流量 320 m <sup>3</sup> /s × 2台 = 640 m <sup>3</sup> /s
		回転数 125 rpm
発電機	:	立軸同期発電機 149,000 kVA 2台
関連送電線 電圧／亘長	:	275 kV, 7 km
年可能発生電力量 (35ヵ年平均)	:	373.3 GWh
最大出力	:	267.6 MW
年平均最大出力 (35ヵ年平均)	:	240.5 MW
年平均流入量	:	112.6 m <sup>3</sup> /s (396 GWh)
電力専用事業費 (1987年価格)	:	262.2 × 10 <sup>6</sup> M\$
年平均便益 <sup>*</sup> (1987年価格)	:	63.8 × 10 <sup>6</sup> M\$

## 洪水調節計画

ダム天端標高	:	EL. 92.0m
設計洪水量(10000年確率)	:	10,600 m <sup>3</sup> /s
設計洪水位	:	EL. 88.1m
計画洪水量(50年確率)	:	5,250 m <sup>3</sup> /s
サーチャージ水位	:	EL. 84.9m
ピーク放流量	:	2,950 m <sup>3</sup> /s
既往観測最大洪水量(1967年)	:	4,200 m <sup>3</sup> /s
発電常時満水位(HWL)	:	EL. 80.0m
洪水調節容量	EL. 84.9-EL. 80 :	884 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	EL. 88.1-EL. 80 :	1,563 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
洪水吐型式	:	自由越流シュート式
越流頂標高	:	EL. 80.0m
越流幅	:	150.0 m
洪水軽減便益	:	16.98 × 10 <sup>6</sup> M\$
(2000 level, 1987 price)	:	27.3 × 10 <sup>6</sup> M\$
		(Basin-Wide Study Base)

## 農業灌漑計画

灌漑可能面積	:	65,326 ha
(既存地区および新規地区を含む)		
既存計画による水需要想定		
(レビルダムによる調整含まず)		
灌漑用水	:	90 m <sup>3</sup> /s
上工用水	:	20 (5) m <sup>3</sup> /s
塩害対策用水	:	80 m <sup>3</sup> /s
計	:	190 (175) m <sup>3</sup> /s
ギルマード橋10年濁水量	:	95 m <sup>3</sup> /s
レビルダムによる調整日平均流量	:	80 m <sup>3</sup> /s
レビルダム緊急放流量	:	335 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
(EL. 60~50m間貯水)	:	(50 m <sup>3</sup> /s × 77日)

灌漑専用事業費 :  $160.4 \times 10^6$  M\$  
(1986 price)

年平均純農業便益(ケース5) :  $15.0 \times 10^6$  M\$  
(経済価格1999~2049間平均)

( )内はKemasin-Semerak Study による。

## 主 ダ ム

型 式	中央土質コア型ロックフィル
天 端 標 高	92.0m
堤 高	73.0m
堤 頂 長	638 m
上流面勾配	1 : 1.85 (EL. 59m バーム幅 12.5 m)
下流面勾配	1 : 1.75 (EL. 40m バーム幅 10.0 m)
堤 敷 長	265 m
堤 敷 標 高	19.0m
基礎岩盤	緑色および紫色凝灰岩
堤 体 積	2,900,000 m <sup>3</sup> (うちコア 392,000 m <sup>3</sup> )

## サドルダム I

型 式	中央土質コア型ロックフィル
天 端 標 高	92.0m
堤 高	67.0m
堤 頂 長	448 m
上流面勾配	1 : 1.85 (EL. 59m バーム幅 10 m)
下流面勾配	1 : 1.75
堤 敷 長	218 m
堤 敷 標 高	25.0m
基礎岩盤	凝灰質砂岩および礫岩
堤 体 積	1,532,000 m <sup>3</sup> (うちコア 261,000 m <sup>3</sup> )

## サドルダム II

型 式	アースフィル
天 端 標 高	92.0m
堤 高	37.0m
上流面勾配	1 : 3.5 (EL. 67m バーム幅 10 m)
下流面勾配	1 : 3.0
基礎岩盤	風化凝灰岩、凝灰質砂岩、貫入メタデイサイト
堤 体 積	742,000 m <sup>3</sup> (うちロック 89,000 m <sup>3</sup> )

## 洪水吐

型式	コンクリート自由越流シュート式（ゲート無し）
越流頂標高	80.0 m（発電常時満水位）
越流頂長	150.0 m
水路延長	270.0 m（越流堰－バケット部）
シュート幅	95.0 m
減勢池	バケット式（上盤 EL. 29 m, 底盤 EL. 26 m）
設計洪水量	10,600 m <sup>3</sup> /s（10,000年確率洪水量）
洪水吐容量	6,400 m <sup>3</sup> /s
コンクリート量	122,000 m <sup>3</sup>

## 仮排水路

型式	トンネル式
対象洪水量	5,260 m <sup>3</sup> /s
断面	円形鉄筋コンクリート 内径 12.0 m×2条
延長	No.1 585 m, No.2 576 m
呑口敷標高	29.0 m
吐口敷標高	26.0 m
水路勾配	No.1 0.51%, No.2 0.52%
通水量	3,250 m <sup>3</sup> /s (WL 58.3 m)
地質	緑色凝灰岩
コンクリート量	80,000 m <sup>3</sup>

## 底部排水管

位置	仮排水路トンネル No. 1内
型式/口径	ジェットフローゲート 口径 2.0 m
呑口標高	50.0 m
通水量	最大 84.0 m <sup>3</sup> /s, 最小 46.0 m <sup>3</sup> /s (WL 50 m)

## 取 水 口

型 式	傾斜型側方取水／ゲートシャフト
取 水 量	320 m <sup>3</sup> /s (1門当り)
個 数	2 門
呑口数標高	48.0 m
呑口部寸法	幅 15.0 ~ 13.3 m, 高 11.6 m
ゲートシャフト	上盤標高 92.0 m, 内径 12.0 m
ゲ ー ト	主ゲート 幅 8.6 m, 高 8.6 m 2門 メンテナンスゲート 幅 8.6 m, 高 8.6 m 2門
コンクリート量	12,000 m <sup>3</sup>

## 水圧トンネル

型 式	円形鉄筋コンクリート巻トンネル (1部埋設鉄管)
条 数	2 条
内 径	8.6 m ~ 7.4 m
延 長	No.1 196.8 m, No.2 208.8 m
鉄管重量	920 ton
コンクリート量	8,000 m <sup>3</sup>

## 発 電 所

型 式	地上式
寸 法	幅 31 m, 長さ 88 m, 高 62 m
地 盤 高	45.0 m
水車中心高	21.1 m
放水庭水位	28.78 m (最大使用水量 640 m <sup>3</sup> /s)
最低基礎標高	3.0 m
基礎岩盤	緑色凝灰岩
水 車	立軸カプラン水車 136,800 kW 2台 水車流量 320 m <sup>3</sup> /s × 2台 = 640 m <sup>3</sup> /s 回 転 数 125 rpm
発 電 機	立軸同期発電機 149,000 kVA 2台
主要変圧器	屋外式変圧器 275 kV, 149,000 kVA 2台
コンクリート量	74,000 m <sup>3</sup>

## 放水路

型式	開水路, 台形断面 コンクリートライニング
延長	放水庭 40m, 放水路 499 m
幅	インバート幅 20.0m, 側壁勾配 1:1
放水路終点敷高	21.0m
水路勾配	1/3,000
水深	7.0 m (最大使用水量 640 m <sup>3</sup> /s)
コンクリート量	12,000 m <sup>3</sup>

## 開閉所

型式	屋外式
敷地地盤高	53.0m
敷地寸法	幅 89m, 長 124m
電圧	275 kV
母線構成	複母線方式
引出回線数	4回線

## 関連送電線

電圧	275kV
回線数	2回線
こう長	7 km

事業費

10<sup>6</sup> M\$

準備工事費	13.4
土木工事費	251.5
メタル工事費	21.6
電機機器工事費	148.9
環境費	134.8
詳細設計費	13.2
工事監理費	42.7
事業者事務費	14.0
計	640.1 (予備費含)

内貨 325.2 million M\$

外貨 314.9 million M\$

経済性

	<u>EIRR</u>	<u>FIRR</u>
	%	%
電力	8.6 (6 以下)	20
電力+洪水	12.6 (10.7)	-
電力+洪水 農業	13.9 (12.4)	--

貯水量 1 m<sup>3</sup> 当りダム費 0.10 M\$/m<sup>3</sup>

EIRR ( ) 内の数値は、代替燃料費がNEB 購入ベース



### 2.1.3 洪水調節

- (10) ケラントン川は、11月から翌年の2月にかけて、南シナ海からの東北モンスーンによってもたらされる大降雨によって、この時期に洪水を多発して来た。洪水による被害はギルマード橋下流から、パッシールマス、州都コタバルを含む地域に拡がる。1927年に大洪水に見舞われ（但しこの時の正確な記録は得られていない）、次いで1967年1月にも大洪水が発生し、この時の冠水面積は約300,000 ha 被害額30百万マレイシアドル（1967年時点価格）と推定されている。

ギルマード橋測水所において1940年から1986年までの47年間に観測された洪水は45回あり、そのピーク洪水量は  $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$  から  $16,000 \text{ m}^3/\text{s}$  の範囲にある。ちなみに、同期間にピーク洪水量が  $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$  を超える洪水は18回を数えられる。このうち、1965年以來10洪水に対して、被害額の記録が得られている。

本調査では、レビルダムを発電と共に洪水制御を目的として開発した時、どのような洪水軽減効果が得られるかを検討した。

- (11) レビルダムによる洪水調節は、発電用 H.W.L.の上に設けられる貯水容量によって行うことを基本とする。この追加貯水容量の大きさは、流入洪水の大きさ、下流域における洪水軽減の度合いに関係するが、貯水容量を得るためのコストと洪水軽減便益との経済性も考慮しなければならない。流入洪水量の推定は、流量記録と降雨データの両方に基づいて行う。レビルダムサイトから 3km 下流のトワラン水位観測所における洪水観測記録は、1967年以降断続的ではあるが、1984年までに14洪水について残っている。1967年の  $4,200 \text{ m}^3/\text{s}$  が最大であり、続いて1979年の  $3,900 \text{ m}^3/\text{s}$ 、1983年の  $3,900 \text{ m}^3/\text{s}$  と続く。このトワランにおける14観測洪水はギルマード橋水位観測所の観測洪水と同一洪水であり、両者の相関関係を知る手がかりとなる。

- (12) 一方、レビル川流域内の雨量観測所はダム上流に1箇所（STN TELE KG ARING No. 5）あり、またダム下流に STN TELE KG LALOK（No. 11）、STN KERETAPI MANBK URAI（No. 12）および SBK KEB LALOH ULU（No. 20）の3箇所がある。このうちNo. 20がダムサイトに最も近い。No. 5の観測記録は1981年と1982年の2年分しかない。No. 12は、1964年以降観測データがない。最もデータがそろっているのはNo. 20である。

- (13) ダムに流入する洪水量を推定するために流出モデルを作成し、降雨データをこれにインプットする。流出モデルのキャリブレーションには、1983年12月洪水（トワラン地点ピーク流量  $3,900 \text{ m}^3/\text{s}$ ）と1984年12月洪水（トワラン地点ピーク流量  $3,430 \text{ m}^3/\text{s}$ ）の2洪水を使用した。この2洪水に対しては、ギルマード橋とトワランの両水位観測所で水位-時間記録がとられているので、比較を正確におこなうことができる。

このようにして検証された流出モデルに確率降雨量をインプットして求めた確率洪水量は次のとおりである。

確率年	トワラン地点 ( $m^3/s$ )	ギルマード橋 ( $m^3/s$ )	トワラン/ギルマード
10000	10,604	31,413	0.338
1000	8,282	25,078	0.330
200	6,663	20,679	0.322
100	5,951	18,752	0.317
50	5,260	16,851	0.312
20	4,323	14,315	0.302
10	3,595	12,340	0.291
5	2,846	10,294	0.276

- (14) ダムに流入する洪水量をどれだけ貯留し、洪水ピーク流量をカットして下流の洪水軽減をおこなうかが、ダムによる洪水調節の次のポイントとなる。本計画の場合、下流の計画基準点であるギルマード橋地点の洪水量をどれだけ軽減できるかという点にある。その場合に比較のパラメーターとなるのは、ダム高、洪水吐の規模と洪水調節方式であるが、本調査では洪水吐の人為的操作の加わらない自由越流自然調節方式（固定堰型洪水吐）を基本としたので、比較はダム高と洪水吐の越流幅のみとなる。洪水吐の規模は治水計画における基本高水を処理する機能と同時に、設計洪水量を処理してダムの安全を守る機能の両方が要求される。

そこで、若干の試算をおこなったうえ、洪水吐の越流幅を160mと決定し、これを各ダム高比較案に採用する。ダム高は発電常時満水位の上に必要な洪水調節容量を加えたものである。

- (15) ダムによる洪水軽減効果の評価は、まずギルマード橋における洪水ピーク流量の減少を求め、別に求めたギルマード橋における洪水ピーク流量と過去の洪水被害額との関係（第7章 Fig. 7.6 page 7-22 参照）から、ダムの有無によって洪水被害の軽減がいかほど期待できるかを求めることによっておこなう。DIDでは、1965年以来 Flood Report をまとめ、洪水被害額を算定してきたが、1986年までの22年間の10洪水による被害総額を1986年価格であらわすと165百万マレイシアドルとなる。年単純平均で7.5百万マレイシアドルである。（第7章 Table 7-2 page 7-25参照）

ケランタン川における他ダム計画とレビルダムの各ダム高比較案による洪水軽減期待値を以下に示す。

ケース	洪水調節容量 ×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	年平均想定被害額	ダムによる年平均
		(1986年価格) ×10 M\$	被害軽減期待値 ×10 M\$
ダムなし	0	30.1	0
ネンギリダムのみ		19.3	10.8
ダボンダムのみ		16.5	13.6
レビルダムのみ (HWL 70 m)	1,329	23.6	6.5
レビルダムのみ (HWL 75 m)	1,590	21.0	9.1
レビルダムのみ (HWL 80 m)	1,846	19.1	11.0
レビルダムのみ (HWL 82 m)	2,011	18.4	11.7

上表に見られるように、レビルダムにおいて洪水調節容量が増加するに従って被害軽減期待値も増加する。

今、これらの経済性を簡単に比較すると次のとおりである。

ダム高 (HWL, m)	(V) 増分洪水調節容量 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	(C <sup>*</sup> ) 増分ダム費 (10 M\$)	(ΔB) 増分軽減額 (10 M\$)	ΔB/ΔC
70	—	—	—	—
75	261	13.1	2.6	1.50
80	256	12.8	1.9	1.12
82	165	8.3	0.7	0.64

$$C^* = V \times 0.05 \text{ M\$}/\text{m}^3$$

$$\Delta C = 0.132 \times C^* \text{ (10\%ディスカウントレート仮定)}$$

レビルダムのダム費（含補償費）は、有効貯水量1 m<sup>3</sup>当り M\$ 0.14 ~ 0.10の範囲にある。また、有効貯水量1 m<sup>3</sup>増分のダム費増分は約0.05 M\$ である。

前表より、洪水調節の経済効果は、ダム高が大きい程有利であるが、HWL 80mがほぼ限界であることがわかる。

- (16) 1988年4月より開始されたJICAによるクランタン川流域治水計画調査では基本高水を50年確率洪水量と設定し、レビルダムにおいて50年確率洪水量と共にダム設計洪水量を処理する洪水吐案4種類を想定した。第1案は、越流頂標高EL. 80 m、越流幅150mの固定堰で、JICAレビルダム調査チームが想定したものと同形であり、越流幅が160mから150mに10m短縮されたものである。第2案から第4案までは、50年確率洪水量を処理する洪水吐とダム設計洪水量を処理する洪水量とを機能上区別して、固定堰の越流頂を2段にしたものである。こうすることによって、50年確率洪水量のピーク流量のカット率の増加を図り、洪水軽減効果の向上を目指したものである。しかしながら、ダムサイトの地形・地質条件からダム高に制約があるため、50年確率洪水量を処理する越流頂はEL. 80 mを下回り、第2案から第4案まで、それぞれEL. 79.3m、EL. 77.9mおよびEL. 76.3mと設定された。

JICAレビルダム調査チームでは、これを受けて各案に対する洪水便益を算定し、次のような結果を得た。

ケース	HWL (m)	50年確率 洪水量 (m <sup>3</sup> /s)	洪水放流量 (m <sup>3</sup> /s)	ピーク カット率 (%)	年平均想定 被害額 (10 <sup>6</sup> M\$)	ダムによる 年平均被害 軽減期待値* (10 <sup>6</sup> M\$)
ダムなし	—	5,560	5,560	0	26.961	0
1	80.0	5,560	3,190	43	18.806	8.155
2	79.3	5,560	2,920	47	18.368	8.593
3	77.9	5,560	2,260	59	17.418	9.543
4	76.3	5,560	1,660	70	16.758	10.203

\* 1986 level, 1986 price

ただし、ここにおける年平均想定被害額の算定は 50 年確率を超える洪水についても、上記(15)にのべた関係図にもとづきおこなった。

一方、ケラントン川流域治水計画調査においては、その Interim Report Part II Supporting Report January 1989 の Table V.5.7 (page V-71) において、ダムなしのケースで 50 年確率以下の洪水による年平均想定被害額として 42.57 百万マレイシアドル (1988 level, 1988 price) を算定している。

JICAレビルダム調査チームが、上記 Table V.5.7にもとづき、レビルダム洪水吐第1案 (HWL 80m、固定堰越流頂 150m) がある場合の年平均想定被害額を求めると、26.29 百万マレイシアドルとなった。(第7章 Table 7-4 page 7-31参照)

この差 16.28百万マレイシアドルは、レビルダムによる洪水ピークカットの効果によるものと考えられる。これを2000年時点の値 (1988年 price) に換算すると、 $16.28 \times 1.665 = 27.3 \times 10^6$  M\$となる。

JICA流域治水調査チームによる洪水被害想定額は、Kuala Kraiから下流のケラントン川流域における現地調査の結果から得られたものであり、精度が高い。

一方、JICAレビルダム調査チームは、過去の被害実績をベースにしており、現時点までの州富の増加を評価していないというらみがある。

- (17) 上記(16)において、レビルダムの洪水吐に4案あることをのべたが、第1案にくらべると第2案以下は電力便益が減少する。これを算定し、先の洪水軽減便益の増加と合わせて評価すると次のようになる。

ケース	HWL (m)	出力 (MW)	電力量 (GWh)	* 電力便益 ( $10^6$ M\$)	** 洪水軽減便益 ( $10^6$ M\$)	便益合計 ( $10^6$ M\$)
1	80.0	267.6	373.3	69.87	16.98	86.85
2	79.3	262.0	366.6	68.46	17.90	86.36
3	77.9	246.2	358.5	64.85	19.87	84.72
4	76.3	227.6	348.1	60.57	21.25	81.82

\* ここでは、概略検討のため、送電端供給力をベースにして算定している。

\*\* 2000 year level, 1987 price

これに対して事業費の方はダム高が変わらず、洪水吐は第1案にくらべて越流頂標高が低くなるに従って工事費が増える。また、発電設備費も kW 当りの単価は高くなり、全体として、ほとんど事業費の低減は認められない。

従って、洪水吐第1案を最適案として確認する。

- (18) 最適案のケースについて、フィジビリティ・デザインをおこなった結果をもとに洪水調節計画諸元を示すと次のとおりである。

ダム天端標高	:	EL. 92.0 m
設計洪水量 (10000 年確率)	:	10,600 $\text{m}^3/\text{s}$
設計洪水位	:	EL. 88.1 m
計画洪水量 (50年確率)	:	5,250 $\text{m}^3/\text{s}$
サーチャージ水位	:	EL. 84.9 m
ピーク放流量	:	2,950 $\text{m}^3/\text{s}$
既往観測最大洪水量 (1967年)	:	4,200 $\text{m}^3/\text{s}$
発電常時満水位 (H.W.L)	:	EL. 80.0 m
洪水調節容量 EL. 84.9 - EL. 80	:	884 $\times 10^6 \text{ m}^3$
EL. 88.1 - EL. 80	:	1,563 $\times 10^6 \text{ m}^3$
洪水吐型式	:	自由越流シュート式
越流頂標高	:	EL. 80.0 m
越流幅	:	150.0 m
洪水軽減便益	:	16.98 $\times 10^6 \text{ M\$}$
(2,000 level, 1987 price)	:	27.3 $\times 10^6 \text{ M\$}$

(Basin-Wide Study Base)

ただし、レビルダムだけでは、50年確率までの洪水を完全に防ぐことはできず、そのためには下流の河道改修も行わなければならない。現河道のままでは、50年確率洪水を14年確率洪水に軽減するものであり、レビルダムのみによって防ぐことのできる洪水は、ギルマード橋におけるピーク流量が 6,000~7,000  $\text{m}^3/\text{s}$  までのものである。

#### 2.1.4 農業灌漑

- (19) ENEXのKelantan River Basin Study (KRBS, 1977年)において計画された7灌漑地区と、既存のKADAおよびKemasin-Semerak 地区の合計灌漑可能面積 78,826 haにつき、レビルダムからの放流に基づくケラントラン川下流の流量増加によってもたらされる農業便益についてスタディした。

- (20) 第5次マレーシア計画 (1986-1990) によると、ケラントラン州における将来の米生産のための努力は、Kemubu と Kemasin & Semerak 穀倉地帯に重点的に集中させることになろう。他方、非穀倉地帯の既水田における米生産は、漸次、局面転換をはかり、もっと儲かる作物に転換してゆくであろう。このような農業政策を考慮しながら、マレーシアおよびケラントラン州における米の需給見通しをスタディした。

ケラントン州における 1980 年より 1985 年までの 6 年間の米の自給率は、84~100 % であって、かなり不安定である。これは、全州の不安定な米生産に因っている。この州の米生産量が全国生産量に占めるシェアは、上記期間内において約 8 %ないし 12 %であった。

ケラントン州における雨期作水稻の作付面積は、1972/73年 70,389 ha から 1984/85年 33,189 haまで減少してきた。面積減少の主要な要因は、洪水、旱魃、昆虫等による被害である。洪水不安による農家の作付意欲の減退、苗床の洪水被害による作付不能、3月、4月の用水不足による乾期水稻の作期の遅延、従って雨期水稻の苗代・田植期との重複等が主な理由としてあげられる。さらに、3月、4月における用水不足期と雨期作水稻の幼穂形成期や穂ばらみ期との重複は、旱魃被害の原因となっている。

ケラントン州における乾期作水稻作付面積の1972年より1985年までの推移は、雨期作水稻より、はるかに安定している。これは、州の全体作付面積の約 86 % ~ 96 % を占めるKADA地区の乾期作水稻の作付面積が安定しているからである。しかしながら、1980年以降、減少してきた。最大の被害要因は、昆虫害である。

ケラントン州の米生産量が全国生産量に占めるシェアは、全国の米需要がケラントン州の米生産量に期待する度合として理解できる。全国およびケラントン州における米生産量の 2010 年までの見通しをスタディした。その結果、州の米生産量の対全国シェアが、現状より高まるにつれて、上述した非穀倉地帯に属する 7 灌漑地区における米の新規追加量の必要性が高くなる。

- (21) 7 灌漑地区の既水田面積は 19,776 haで、うち灌漑田 38 %、天水田 62 % である。レビルダムよりの放流に基づくケラントン州の増加流量を有効に利用するために、この天水田 12,272 ha を灌漑地に転換し、作物の多様化と集約化を進めるための作付計画を策定した。

7 地区における作付計画は、水稻単一作付方式と、灌漑輪作方式の 2 方式についてスタディした。後者は、雨期に水稻を作付け、乾期に畑作物を主体とし、一部水稻を作付する方式である。畑作物の種類は、BNEX報告書に基づき、タバコ、落花生、とうもろこし、ソルガム、野菜である。

DID ケラントンは、ケラントン川から取水される水需要量を、灌漑用水 90 m<sup>3</sup>/s、上工業用水 20 m<sup>3</sup>/s、(ケマシン、セマラクスタディは 5 m<sup>3</sup>/sと評価) 塩分除去用、余剰流量 80 m<sup>3</sup>/s、合計 190 m<sup>3</sup>/sと見込んでいる。将来、上述した新規 7 地区の用水需要が発生した場合、灌漑用水 90 m<sup>3</sup>/sの枠をオーバーすることになる。本計画では、とりあえずレビルダム完成後のケラントン川における増加流量のみを考慮した水需給バランスをスタディした。

- (22) KRBSを基礎として仮定された上述9灌漑地区の長期発展計画によると、地区別の用水需要は、段階的に増加する。そこで、水需給バランスをケース1(KADA+Kemasin-Semerak, 46,800 ha)、ケース2(KADA, 他4地区:55,870 ha)、ケース3(9地区:78,826 ha)、ケース4(8地区:65,326 ha)の4ケースについてスタディした。レビルダムからの放流は、ダムが無い場合、70 m<sup>3</sup>/s放流、80 m<sup>3</sup>/s放流の場合の3ケースとした。これらを組合わせた10ケースをスタディした。

スタディは、1967年より1984年までのギルマード橋地点におけるケラントアン州の旬別流量および同期間の旬別単位必要水量を基礎データとして行われた。灌漑必要水量、供給水量、灌漑必要水量を除いたケラントアン州の確保流量、残流量を1967年より1984年までにわたり旬別に計算した。確保流量は、上工業用水および塩分除去用余剰流量よりなり、85 m<sup>3</sup>/sおよび100 m<sup>3</sup>/sの2ケースとした。旬別流量より、旬別必要水量を差引いて得られる残流量が、確保流量を下回る頻度を用水不足とみなした。

KADA II Improvement Projectにおいて採用された10年確率雨量の計画基準を上述のスタディに適用すると、レビルダムよりの70 m<sup>3</sup>/s以上の放流は、ケース3の確保流量100 m<sup>3</sup>/sの場合を除き、ケース2、ケース3、ケース4の各ケースにおいて、灌漑9地区の用水補給を安定させると推定できる。

- (23) KADA II 地区の West Bank 地域、Lemal & Alor Pasir と Pasir Mas 地区の用水路末端地域の水田の一部、約1,540ha は、標高が高いため常習的な用水不足地区となっている。これは、ポンプ場からの揚水量が少なく、用水路の実際の水位が設計水位を下廻るときには、標高の高い水田に水がのらないためである。これらの面積は、Lemal Irrigation Component や KADA II のポンプ更新事業の完成後も、用水不足地区とみなされるので、レビルダム放流による受益面積と推定した。

1975年から1984年まで、10ヶ年間のケラントアン州の旱魃被害面積は、年平均、雨期水稲1,172ha、乾期水稲35ha、合計1,207haである。このうちKADA II の East Bank 地域 Kemubu 地区は、おのおの、693 ha、29 ha、合計722 haである。これらの旱魃被害面積の解消を、レビルダム放流による便益発生面積と仮定した。

Kemasin-Semerak 地区は、その用水需要量の不足分を Kemabu 揚水機場を通じてケラントアン川に依存する計画である。用水需給バランススタディの結果により、この地区については、レビルダム放流による便益発生は見込まないものとした。



- (24) 新規灌漑7地区における便益発生要因は、用水補給による灌漑面積の増加、従って、天水田の解消である。これらの灌漑田に水筒および diversification crop を作付けることにより便益発生が可能となる。

農業便益は、5ケースに分けて評価する。ケース1よりケース4までの4ケースは、前述の用水需給バランススタディにおける各ケースと一致する。これら4ケースの作付方式は、水稻単一作付方式である。ケース5は、灌漑輪作方式である。

年増加便益は、1999年より発生し、20年後の2018年には、次のように見込まれる。

年増加便益	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
	——— 百万 M\$ ———				
市場価格ベース	1.48	8.95	35.57	22.05	48.74
経済価格ベース	1.25	7.80	28.68	17.56	45.61

ケース別の内部収益率を比較すると、下表のように diversification crop を作付するケース5が最も高い。

#### 内 部 収 益 率

ケース	財政的 内部収益率	経済的 内部収益率
2	11.0	11.6
3	12.5	12.5
4	12.8	12.7
5	18.3	19.9

渇水期の河川流量は、レビル貯水池の流量調節によって、安定的な流量増加を発生し、下流の農業生産を増加し、市場価格ベースで年間 22.05～48.74×10<sup>6</sup> M\$ の農業純生産額をもたらす。

(25) レビルダムを利用したケラントン川下流域における農業灌漑計画の主要諸元をあげると次のとおりである。

灌漑可能面積 65,326 ha  
(既存地区および新規地区を含む)

既存計画による水需要想定  
(レビルダムによる調整含まず)

灌漑用水	90	m <sup>3</sup> /s
上工用水	20 ( 5)	m <sup>3</sup> /s
塩害対策用水	80	m <sup>3</sup> /s
計	190 (175)	m <sup>3</sup> /s

ギルマード橋10年濁水量 95 m<sup>3</sup>/s

レビルダムによる調整日平均流量\* 80 m<sup>3</sup>/s

レビルダム緊急放流量\*\* 335×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
(50 m<sup>3</sup>/s×77日)

灌漑専用事業費 160.4×10<sup>6</sup> M\$  
(1986 price)

年平均純農業便益(ケース 5) 15.0×10<sup>6</sup> M\$  
(経済価格 1999-2049)

( )内は Kemasin--Semerak Study による。

\* レビルダムによる調整後の放流は発電所を通じて1日3~4時間640 m<sup>3</sup>/sの割合いで放流されるが、約90km下流の灌漑ポンプ場に到達する時は流量が平滑化され、70~80 m<sup>3</sup>/sの変動範囲にある。  
(第11章 11.12.1 節参照)

\*\* レビル貯水池 LWL = 60m以下 WL 50mまでの3.35億m<sup>3</sup>の貯水を異常濁水時に底部排水管(呑口敷 EL. 50 m)を通して45~80 m<sup>3</sup>/sの範囲で緊急放流することが出来る。

## 2.2 環境問題

### (1) 上流水没地問題

レビルダムによる上流湛水面積は次のとおりである。

種 類	WL 60m (ha)	WL 70m (ha)	WL 80m (ha)	WL 90m (ha)
農業プランテーション	2,656	5,472	9,588	16,379
森林地	1,944	3,428	5,812	8,321
計	4,600	8,900	15,400	24,700

農業プランテーションを所有者別に示すと次のとおりである。

所 有 者	総面積 (ha)	WL 70m (ha)	WL 80m (ha)	WL 90m (ha)
KESEDAR	27,626	3,839	5,667	8,185
FELDA	23,965	1,240	3,094	6,885
FELCRA	405	30	77	129
ADB Project	—	363	750	1,180
計	51,996	5,472	9,588	16,379

ただし、ここに示した水没農業プランテーションは将来計画も含む。従って、レビルダム建設が決定され、水没予定地での開発が1990年以降凍結されたと仮定すると、その時点までに開発され、移転の対象となる面積を次のように推定する。移転対象は、標高88.1m以下とする。この高さはダム設計洪水位に等しい。

所 有 者	EL 88.1 m以下移転対象面積 (ha)
KESEDAR	4,935
FELDA	3,904
FELCRA	114
ADB Project	1,047
計	10,000

このうち、ゴムプランテーションは3,100ha、オイルパームは6,900haである。これらプランテーションの移転先として USM環境レポート1987年12月は、Cikuプランテーションの北側の区域を示唆している。

水没する森林地のうち未伐採の面積は 3,200~4,500ha と推定される。  
非プランテーション農地の水没面積は次のとおりである。

- ・ レビル川沿岸入植者 2,000エーカー (809ha)
- ・ オラン・アスリ 55エーカー (22ha)

- (2) 上流水没地における移住人口は次のとおりである。  
(USM 環境レポート1987年12月による。)

種 別	家 族 数	人 口
レビル沿岸入植者	100	500 人
プランテーション入植者	675	4,050 人
オラン・アスリ	—	144 人
計		4,694 人

移住先の候補地として USMはレビル沿岸入植者に対してはグアムサン南部に点在する小プロットを、またプランテーション入植者には前述のCiku北部そしてオラン・アスリに対しては、マレー人入植者の近傍を示唆している。

また、レビル貯水池内での養魚事業を開発すれば、数百家族の雇用を確保することも可能と考えられる。(第11章 11.11節参照)

- (3) 発電による下流河川の水位変動

レビル川をダムによって堰きとめ、発電所を通して放流すると、ピーク発電放流時に河川が増水し、運転停止時には減水して、下流域に種々の悪影響をおよぼすことが懸念される。これらに対し、本調査では次のような検討をおこなって対策を立案した。

- (a) 農業取水への影響

レビル発電所からのピーク放流量  $640 \text{ m}^3/\text{s}$  は約90km下流のポンプ場まで約20~40時間かかって到達し、その間に流量は  $68 \text{ m}^3/\text{s}$  ~  $81 \text{ m}^3/\text{s}$  の範囲まで平滑化される。現在のポンプ場の取水位からみても悪影響をおよぼすことはない。(第11章 11.12.1節参照)

- (b) レビル川下流の渇水

レビル発電所から下流のレビル川は、ケラントン川との合流点までの37km区間が発電停止時間中(1日約20時間)渇水状態となることが予想される。残流域からの流量だけでは4月~9月の渇水期の最小流量は下流河道の上流側で  $1 \sim 2 \text{ m}^3/\text{s}$ 、下流側で  $3 \sim 4 \text{ m}^3/\text{s}$  と推定される。

そこで、発電所下流 3.3kmの地点に高さ 5.4m、貯水量87万 m<sup>3</sup>の逆調整池から発電停止時間のあいだ12 m<sup>3</sup>/sの流量を放流し、維持用水とする。(第11章 11.12.3節参照)

- (c) レビルダムの建設によって流砂の供給がストップし、下流の河床低下が生じ、これが河岸の浸食を促進する可能性と発電放流の水位変動による浸食の可能性について検討した。その結果は、河床低下はダム下流 5km区間で 1 ~ 2m、これより下流 5km区間で 0.5 ~ 1m程度と推定され、その規模は小さい。また水位の降下速度は、発電所近傍で30cm/30分、8.5km下流では20cm/30分であり、河岸浸食が生じたとしても小規模のものと判断される。水流による河岸の掃流力は比較的小さく、ダムサイト下流0.74kmで移動限界粒径が18mm、下流2.64kmでは 3 ~ 4mmとなるので、河岸浸食は生じたとしても極めて限られた範囲であると判断される。(第11章 11.12.4節参照)
- (d) 発電放流および洪水吐放流による下流河川の増水に対して下流住民に警報を与える装置を設置する。(第11章 11.12.5節参照)

#### (4) 水質問題

ダムの築造によって生じる人造湖の大きさは、ダムの高さによって変化するが、人造湖の水面高がWL. 70mで 8,900 ha、WL. 90mで 24,000 haに及ぶ。これらは、ダムサイトにおける流域面積247,400 haのそれぞれ3.6%と9.7%に当たる。水没面積のうち農業プランテーションがおおむね60%を占め、残り約40%は森林である。

また、人造湖の容量は、水面高WL. 70mで11.8億 m<sup>3</sup>、WL. 90mで44.0億 m<sup>3</sup>であり、これらの量はダム地点の年間平均流量(35.5億 m<sup>3</sup>)のそれぞれ33.2%および123.9%に相当する。平均水深は、水面高WL. 70mと90mでそれぞれ13mおよび18mである。

レビル川の水質の状態は、上流部では人為的な影響の少ない熱帯の河川の特徴を現わしているが、アリン川合流点より下流では、人為的な開発の影響が現われた状況を示す。人造湖による水質への影響は、水没地の状態によって異なる。湛水が始まると土壌や水没する樹木から、多くの栄養物資や有機物質が放出され、湖水の富栄養化が促進される。また、人造湖の周辺には広大な農業プランテーションが開発されており、その合計は約 52,000 haに達し(ただし水没面積も含む)、これらの農地で使用する肥料等の多くの有機物質が人造湖に流入し、水質の悪化を促進する。

このような水質に対するインパクトを出来るだけおさえる為にとるべき対策として、次のようなことが考えられる。

- (a) 水域の栄養化を事前に防ぐための対策として、水没地内の樹木を伐採、除去する。除去にあたっては、域外への搬出を基本とする。
- (b) 周辺の土地の発展的利用については、当面の間、凍結し、水域の水質、生物等の湖沼学的なモニタリングを継続していく。この結果を待って、水域の環境容量から集水域での土地利用の計画を立案していく。
- (c) 水域への堆積物による影響を防止していくため、裸地の部分については植林をし、エロージョンの防止を図る。

## (5) 魚類

ケラントン川は、淡水魚の豊富な河川としてよく知られている。特に、TOR-TAMBROIDES (IKAN KELAH) と SCLEROPAGE FORMOSUS (IKAN KELISA) が豊富である。レビル川の魚種の構成は多様であり、西マレーシアの大きな河川に生息する魚種の構成に類似している。レビル川上流では、上記2種の他に、TOR DURONENSIS (IKAN KELAH PUTEH), P. DURUP HANI (IKAN KERAI), P. BULU (IKAN TEN GGALAN), A. HEXAGONOLEPIS 等が見つかっている。

レビル川における漁業は、沿岸入植者を含む地域居住者による小さなスケールの職人的な漁業形態で成り立っている。大部分の漁民は、自身の消費のためにパートタイムで操業し、フルタイムの漁民は、ごく少数に過ぎない。高級魚は少量であるが、マーケットに出している。

新しい人造湖の出現と、その水質の変化に伴って、適合する魚種が決まるが、現在レビル川に生息する魚種の60～70%が新しい環境に適合すると考えられる。新しく出現する種の中で、どの種が優勢となるかは、人造湖の生物化学的様相によって異なるが、淡水産業にとっては良い漁場を提供する可能性を持っている。ただし、ダムは河川の上下流を回遊する M. ROSENBERG (UDAN-GALAH) のような魚種にとっては障害を与える。

新しい人造湖を利用して、淡水産業を振興させるためには、次のような施策が必要である。

- (a) 水域の水質および生物等の湖沼学的 (limnological) モニタリングを行い、魚類学的な検討を行って養殖漁業の計画を立案する。
- (b) 養殖漁業計画を事業化する機関を創立する。
- (c) 河川の生態系の連続性を保ち、UDAN GALAHのような種の生息を可能にするため、FISH LIFT を設置する。

#### (6) 水性植物 (Aquatic Weeds)

熱帯の人工湖においては、貯水池の管理上しばしば問題となる水性の植物が広範囲に発生し、成長を続けることが見られる。現在、レビル川にはそのような影響をおよぼす水性の MACROPHYTES の存在はないが、それらは、熱帯の貯水池においては、容易に発生し、増殖をしていくため注意が必要である。

このために、水域のモニタリングを継続して行い、水性植物の繁茂を見つけ次第、除去する作業班を設置する必要がある。

#### (7) 動物 (Fauna)

マレーシア国における多くの野生生物は、WILDLIFE LAWS OF MALAYSIA によって保護されている。本計画に関わる地域においても多くの野生生物が生息していることが確認されている。

この地域で生息をする小型ほ乳類では、Stump-tailed Macaque (*Macaca-arctoides*) が、北マレーシアでは希な存在としてあげられる。

大型ほ乳類としては、絶滅の危機に瀕しているもの、あるいは保護されるべき希な動物種として、RED DOG , PANTHER , TIGER , BANTENG , ELEPHANT, TAPIR , PRIMATES, GIANT SQUIRRELS 等が発見されている。

鳥類においては、興味のある種としてあげられるサイチョウ (HORNBILL)、キジ (ARGIES PHEASANT ) 等が発見されている。

絶滅の危機に瀕する保護対象種としては、ほ乳類では11種が数えられる。鳥類では、3種が数えられる。

(1) Pheasant

(2) Hornbill

(3) 猛禽類 (Birds of prey )

これらの貴重な動物類をダムによる水没から救済する対策としては、水没地からより高い安全な地域へ移動させることであり、その技術的方法は、いくつか提案されるが、移動先の生息環境も重要であり、今後の詳細調査によって、トータルな動物の生存、保護の対策を確立することが必要である。

#### (8) 植物 (Flora)

植物調査においては、2つの地点でそれぞれ、35-FAMILIES , 75-GENERA , 122-SPECIES , および27-FAMILIES , 65-GENERA , 95-SPECIES が確認された。

2つの地点の合計は、40-FAMILIES, 102-GENERA, 185-SPECIESであり、2つの重複は極めて少なく、これは熱帯の豊富な植物相を示していることに他ならない。また、ここには薬用として価値のある多くの薬草も生育している。特徴的であったのは、*Rafflesia arnoldii*であり、これは世界で最も大きな花をつける寄生植物である。

今回の調査では、認識の出来なかった種が38種存在しており、未発見の種の存在の可能性が高いことを示している。

2つの地点のバイオマスは、各々、439.67 tonne/ha, 359.39 tonne/haであり、平均は399.53 tonne/haであった。これは、熱帯の森林においては平均的な値であるといえる。

植物に対する人造湖の出現の影響範囲は、基本的には水没面積に相当する。

しかし、水没をする土地には、現在、広大な農地が存在しているため、植物学的な観点からは、ダム計画の影響を見積る場合、農地、水面等を除いた森林部分に相当すると考えてよい。その面積は、以下ようになる。

1) ダム高70mの場合、3,821ha、流域の1.5%

2) ダム高90mの場合、9,630ha、流域の3.9%

植物に対する影響は、ダムの計画を実施する限りにおいては避けることのできないことになる。このような植物の生息環境に対して何等かの保全対策を考えるとしたら、以下の事項があげられる。

(a) 学術的な詳細な調査の実施による種の保全

計画地域の植物相は、調査によって把握されたように多様な植物によって構成されており、さらに詳細な調査を繰り返すことによってもっと多くの未発見の種の確認の可能性がある。よって、熱帯の植物学的な観点から、種の保全を重要視し、再度学術的な調査を行うことが必要である。

(9) 観光資源

ケラントン州の観光について、TDC (Tourist Development Corporation) がまとめた報告によると、1986年にケラントン州を訪れた観光客は、国内観光客が224,816人であり、また外国人観光客が29,240人である。これらの観光客の平均的な滞在日数は、外国人が1.7日、国内が1.6日となっている。

タマンネガラは、計画地域のタハン山を隔てたパハン側で観光資源として活用されている。ケラントン側からのアプローチは、TDCによると、Wildlife Departmentと協力のもとに検討中である。しかし、これらの計画は、まだ具体的なものではない。

レビルダム計画は、水没地の自然や居住地に影響を与えるが、観光資源の可能性を与えることになる。一つは、広大な貯水池を利用した水面そのものを観光資源として利用する計画であり、もう一つはタマンネガラへの足がかりとしての



貯水池の利用である。幸いにして、貯水池の西側は、クアラクライーグアムサンハイウェイが整備され、そこからの貯水池へのアプローチは容易である。つまり、ここでの観光開発の基本戦略は、西側からのアプローチを基本に考えることができる。

このように、観光地としての可能性は大きい。しかし、その開発に当たっては、水産資源の状態、タマンネガラ生物資源の状態といった人為的には解決の困難な環境の状況について検討し、その管理の体制を含めて綿密に計画されなければならない。

#### (10) 鉱物資源

地質学、地球物理学、地球化学的な検討より、この地域には、15の興味深い anomaly が見つかっている。そのうち、2つはプライオリティが特に高い。

そのプライオリティは、順次、プライオリティ 2 が 3カ所、プライオリティ 3 が 2カ所存在し、その他はそれ以下のプライオリティである。プライオリティの高い場所は、1カ所はU, Mo が有力であり、もう1カ所はPb, Znが有力である。

また、この地域では、金が埋蔵されている可能性があり、特に南部地域では可能性が残されている。

これらの地域が、ダム建設によって水没すると、採掘が不可能になる。そのため、早急に詳細な調査を実施し、鉱物の価値について検討されなければならない。

#### (11) 考古学遺跡 (Archeological Relics)

この地域は、FELDA やKESEDAR 開発時の経験から、考古学的な貴重なものの存在はないと考えられる。この地域で見つかったオランアスリは、Sateq-Negritosであり、彼らは、放浪の狩人であり、狩猟部族である。彼らがこの地に移動してから、多くの財産を保有しているという報告は見つかっていない。また、彼らが特別な場所に考古学的な崇拜物をもっていることも知られていない。

また、ケランタン州の史跡の文献についてもレビル川流域にはその存在は確認されていない。

#### (12) 結 論

レビルダム計画が環境に与える最大の影響は最大 14,700 haの農業プランテーションの水没である。これはレビル川流域においてKESEDARとFELDAが開発中の全面積 51,000 haの約30%に当る。これらの水没プランテーションに代わる適地を見つけて、再配置が出来るかどうか、この問題のカギとなっている。

その他の環境問題は、今後、詳細な調査が必要であるが、諸対策を講じることによって影響を最小限にとどめることができ、本プロジェクトの実現を防げる要因とはならないであろう。

水没農業プランテーションの移転先としては、既存Cikuプランテーションの北方への拡張が示唆されている。また、ダムによって出現する人造湖の広い水面を利用して養魚事業を振興すれば（例えばフローティングネットによる方法）、水没移住家族のかなりの部分を吸収することができるであろう。（第11章 11.11節参照）

ダムによってケラントアン下流地域では、洪水を皆無にできないまでも、頻度を下げ、ダム上流での水没面積以上の土地を下流地域で冠水から救済し、被害を軽減することが期待できる。またケラントアン川の流量の安定化に寄与して、下流地域の農地12,000ha以上の面積に新規の灌漑用水を供給し、輪作方式によって収益の高い農業生産の機会を提供する。

以上の考察にもとずき、本レビルダムプロジェクトは、実現に向かって速やかに必要な活動が継続され、推進されることが望まれる。

## 2.3 事業の経済性

(1) 本プロジェクトの事業費は次のとおりである。

項 目	予備費除外	予備費含
	10 <sup>6</sup> M\$	10 <sup>6</sup> M\$
(a) 準備費	54.1	59.5
(b) 土木工事費	218.7	251.5
(c) メタル工事費	19.6	21.6
(d) 電気機器工事費	141.8	148.9
(e) 移転・補償費	80.7	88.7
(f) エンジニアリング費	50.8	55.9
(g) 事業者事務費	12.7	14.0
計	578.4	640.1

準備費は本工事のためのアクセス道路や工所用電力線等の準備工事費とプロジェクトによる環境インパクトを軽減するための環境対策費とから成る。

移転・補償費と環境対策費を含めた環境費は予備費除外で 122.5 million M\$、予備費含みで134.8 million M\$である。予備費はフィジカルコンテンジェンシーで価格変動は含まない。計上額は61.7 million M\$である。

建設中利子は計上していない。価格は1987年ベースである。外貨と内貨の換算レートは 1US\$ = 2.5 M\$とした。

(2) 事業費の内外貨区別は次のとおりである。

区 分	予備費除外 10 <sup>6</sup> M\$	予備費含 10 <sup>6</sup> M\$
内 貨	290.7	325.2
外 貨	287.7	314.9
計	578.4	640.1

(3) 事業費の年度別支出計画は予備費含みで次のとおりである。

年	イベント	F / C 10 <sup>6</sup> M\$	L / C 10 <sup>6</sup> M\$	Total 10 <sup>6</sup> M\$
1990	農地移転計画	0	2.05	2.05
1991	詳細設計開始	9.23	12.65	21.88
1992	入札実施、準備工事開始	2.52	18.92	21.44
1993	農地移転実施	2.10	20.83	22.93
1994	本工事着工	26.52	49.25	75.77
1995		58.35	55.41	113.76
1996		56.65	65.02	121.67
1997	ダム湛水開始	104.48	73.35	177.83
1988	発電所運転開始	46.51	19.79	66.30
1999		8.60	7.91	16.51
計		314.96	325.18	640.14

(4) 事業費を目的別の区分でみると次のとおりである。

(詳細は第13章、表-13-3.4 参照)

区 分	予備費除外 10 <sup>6</sup> M\$	予備費含 10 <sup>6</sup> M\$
ダ ム	210.4	238.9
電 力	241.6	262.2
環 境	126.3	139.0
計	578.4	640.1

電力をさらに細分すると次のとおりである。

細 分	予備費除外	予備費含
	10 <sup>6</sup> M\$	10 <sup>6</sup> M\$
準備工事	7.4	8.1
土木工事	69.4	79.8
メタル工事	14.2	15.6
電気機器工事	141.8	148.9
エンジニアリング/事業者事務費	8.9	9.8
計	241.7	262.2

(5) 本プロジェクトの経済効果を評価すると次のとおりである。

セクター	年便益(B)	年経費(C)	B/C	EIRR
	10 <sup>6</sup> M\$	10 <sup>6</sup> M\$		
電 力	63.77	86.19		
小 計	63.77	86.19	0.74	< 6
洪 水	16.17	0		
計	79.89	86.19	0.93	9.0
農 業	14.99	0		
合 計	94.88	86.19	1.10	11.1

ただし、算定ベースは次のとおりである。

- (a) ディスカウントレート 10 %
- (b) レビル発電所の出力価値
  - 35ヶ年平均最大出力 240.5 MW
  - 代替電源 (CCYW) 年経費 209.09 M\$/kW
- (c) レビル発電所の発電量価値
  - 35ヶ年平均発電量 - 所内電力 372.2 GWh
  - 代替電源燃料費 (3.538 M\$/MWhU ベース)
  - MWh当り可変費 37.29 M\$/MWh
- (d) 洪水軽減便益 レビルダム調査チーム見積りベース
- (e) 農業便益ケース 5 灌漑輪作方式 (作物、米、落花生、タバコ、とうもろこし、ソルガム、野菜等)
  - 灌漑面積 65,326 ha
- (f) 事業費は予備費含みの M\$ 640million

上記の経済評価は、各種パラメーターをプロジェクトにとって最も過酷なケースとして選んだため、経済効果が低目に見積られているうらみがある。

そこで、各種パラメーターを現実的な範囲で与えて感度分布をおこなった。その結果は次のとおりである。

パラメーター			EIRR (%)		
出力 (MW)	燃料費 (M\$/MBTU)	洪水便益 (10 <sup>6</sup> M\$)	電力	電力+洪水	電力+洪水 +農業
267.6	3.538	16.1	6.7	10.0	11.8
267.6	7.5	16.1	9.5	12.3	13.6
240.5	3.538	16.1	6.7	9.0	11.1
240.5	7.5	16.1	8.6	11.3	12.8
240.5	3.538	27.3*	6.7	10.7	12.4
240.5	7.5	27.3*	8.6	12.8	13.9

\*クランタン川流域治水計画調査中間報告書 1989年1月ベース

以上の結果、本プロジェクトのEIRRは電力のみで、6～10%、電力+洪水で9～13%、電力+洪水+農業で11～14%程度期待できるので、マレーシア国経済の観点から本プロジェクトを開発する妥当性は十分であると判断する。

- (6) 本プロジェクトの財務検討はレビル発電所と他の既設電源との組合せによって、全電力システムの年負荷率68%に等しい増分需要に対して電力を供給する場合の費用と電気料金収入との比較によっておこなった。

その結果、電気料金が、1985年時点、平均22.26セント/kWhのベースで、レビルプロジェクトの事業費が10%アップした場合でもEIRRは20%であり本プロジェクトの開発がNEBの財務を圧迫し電気料金を高騰させる要因にはならないと判断する。

#### 2.4 事業実施計画

- (1) うえに述べてきたように、本プロジェクトは上流水没農業プランテーションの移転問題を成功裡に解決すれば、他の環境問題の面からも経済的妥当性の面からも、開発を防げるような要因は見当らず、積極的に推進すべきものとする。その考えにそって以下に本プロジェクトの実施計画についてのべる。
- (2) 本調査によるフィジビリティ・デザインは下記の現地調査結果によりサポートされたものである。

(a) 地形測量

貯水池域 航測図(1979年製)  $S = 1/10000$   
約346 km<sup>2</sup> (28葉)

主ダム、洪水吐、仮排水路

発電用水路、発電所 実測図(1987年製)  $S = 1/500$   
1.9 km<sup>2</sup> (30葉)

サドルダムⅠおよびⅡ 実測図(1987年製)  $S = 1/500$   
0.4 km<sup>2</sup> (8葉)

原 石 山 実測図(1987年製)  $S = 1/500$   
0.9 km<sup>2</sup> (17葉)

ダム下流河川横断 実測図(1987年製)  
 $S = 1/100$  (縦)、 $S = 1/500$  (横)  
延長約30km、30断面

ダムサイト、サドルダムサイト

および原石山、基準点測量、8点標石設置(1987年製)

(b) ボーリング調査(1987年実施)

主ダム	3孔	190m
洪水吐	3孔	130m
発電所	1孔	20m
サドルダムⅠ	4孔	160m
サドルダムⅡ	2孔	55m
原石山	4孔	160m
土取場(花崗岩系)	2孔	40m
逆調整池	3孔	30m
計	22孔	785m

(c) 弾性波探査(1987年実施)

主ダム	3測線	1,621m
サドルダムⅠ	1測線	506m
原石山	3測線	2,109m
計	7測線	4,236m

(d) 試験室材料試験

岩石試験	1軸圧縮試験	18個
	安定性試験	3個
土質試験	花崗岩系	7試料
	礫岩系	1試料

凝灰質砂岩系	5 試料
段丘堆積物	3 試料
計	16 試料

(3) 上記(2)における現地調査の数量は、フィジビリティ・デザインに対しては、十分なものであるが、詳細設計のためには、下記の項目の現地調査が必要である。

(a) 地形測量

航測図 (S = 1/10000) 410 km<sup>2</sup>

実測図 (S = 1/500) 1.0km<sup>2</sup>

送電線ルート実測 7 km

(b) ボーリング調査 104孔 4,300 m

(c) 横坑地質調査 7坑 360 m

(d) 試験室材料試験 岩石、土質、コンクリート、水

(e) 水理模型実験 洪水吐 1式

取水口 1式

(4) 準備工事に対する測量と設計は次の項目と数量を実施する必要がある。

(a) アクセス道路 3km

(b) 原木運搬道路付替 8km

(c) 工事用電力線 66km

(d) 事業者用ベースキャンプ施設 2,500m<sup>2</sup> (建物)

(e) 通信設備 1式

(5) 環境対策として調査、計画、設計、訓練等に次のような事項を実施する必要がある。

(a) 農業プランテーションの水没地内での開発の凍結、移転先の調査、移転計画と実施

(b) 養魚事業の開発計画とパイロット事業の実施

(c) 環境対策トレーニング

(d) 動、植物の詳細現地調査

(e) 水没森林地の伐採

(f) 湖岸保全林の調査、計画と植林の実施

(g) 堆砂の詳細現地調査

(h) モニタリング (水質、医療)

(i) 水没補償物件調査と補償単価基準

(j) 上流水没地内道路付替

(k) 魚道の建設

(1) 逆調整池の建設

(m) 水文テレメーターおよび放流警報設備

- (6) 詳細設計は21ヵ月間で、下記の要領でおこなう計画である。ただし環境対策は詳細設計の期間のみならず、プロジェクト完成まで継続する必要がある。

項 目	主 体 者	協 力 者
(a) 現 地 調 査	現地コンサルタント	外国コンサルタント
(b) 本工事詳細設計	外国コンサルタント	現地コンサルタント
(c) 本工事入札図書	外国コンサルタント	現地コンサルタント
(d) 本工事入札者資格審査	外国コンサルタント	現地コンサルタント
(e) 準備工事設計 /入札図書	現地コンサルタント	—
(f) 準備工事工事監理	事 業 者	現地コンサルタント
(g) 環 境 対 策	事 業 者	外国および 現地コンサルタント

詳細設計に必要なエンジニアリング費は次のとおりである。(予備費除外)

項 目	内 貨		計
	10 <sup>3</sup> M\$	10 <sup>3</sup> M\$	
現 地 調 査	4,886	—	4,886
詳 細 設 計	1,149	5,988	7,137
計	6,035	5,988	12,023

- (7) 本工事の入札は国際競争入札による計画である。入札者資格審査は詳細設計期間中におこなう。入札から契約調印まで19ヵ月と見積る。

入札見積期間	3ヵ月
入札書審査、落札決定	9ヵ月
契 約 交 渉	7ヵ月
計	19ヵ月

- (8) 本工事用の施工図面は入札書公開と同時に開始し、契約調印までの16ヵ月間で終了する計画である。

- (9) 本工事の主要数量は次のとおりである。



掘削 土石	$5.3 \times 10^6 \text{ m}^3$
掘削 岩	$1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$
盛立 ロック	$4.0 \times 10^6 \text{ m}^3$
アース	$1.4 \times 10^6 \text{ m}^3$
トンネル掘削	$240 \times 10^6 \text{ m}^3$
火 薬	2,500 ton
コンクリート	$300 \times 10^3 \text{ m}^3$
セメント	$130 \times 10^3 \text{ ton}$
鉄 筋	12,800 ton
鉄 構	3,100 ton

(10) 本工事からの工期は50ヵ月の計画である。詳細設計からプロジェクト完成までは次のとおりである。

(a) 詳細設計	21 ヶ月
(b) 入札・契約	19 ヶ月
(c) 工事監理	50 ヶ月
計	90 ヶ月

入札・契約手続きを含め全工事監理に必要なエンジニアリング費は次のとおりである。工事監理は現地コンサルタントの協力を得て外国コンサルタントがおこなう計画である。

項 目	内 貨	外 貨	計
	$10^3 \text{ M\$}$	$10^3 \text{ M\$}$	$10^3 \text{ M\$}$
工事監理	6,651	32,182	38,833

ただし、予備費含まず。



### 3. 計画の背景



### 3. 計画の背景

#### 3.1 計画地域の地形・地質

##### 3.1.1 地形

Fig. 3-1-1に示すように、北北西から南南東に延びるマレイ半島北部は、半島方向に配列する2条の山脈を背骨とし、この中間部および両端部に山脈と平行する細長い帯状の低平地帯を有する。

両山脈の高度は、西側が2,000m級（最高峰、Mt. Korbu 2,183m）の山脈からなるのに対し、東側はやや低く1,000～1,500m級（最高峰、Mt. Mandi Angin 1,459 m）となっている。

レビル川が流れる中央低平地帯は、南端部、グアムサンから北端部コタバルまで幅40km、長さ150kmの楕円状を呈し、低地標高は数十m程度である。レビル川は、この低平地帯の東端部、即ち前述した2条の山脈のうち東側山脈の西縁部に沿って南南東から北北西へほぼ直線状に流下するマレイシア東北部最大級の河川である。下流部は、クアラクライでガラス川（上流部でネンギリ川となる）と合流してケランタン川となり、コタバルにて南シナ海へと注ぐ。

ダムサイトにおける集水面積は2,474km<sup>2</sup>である。

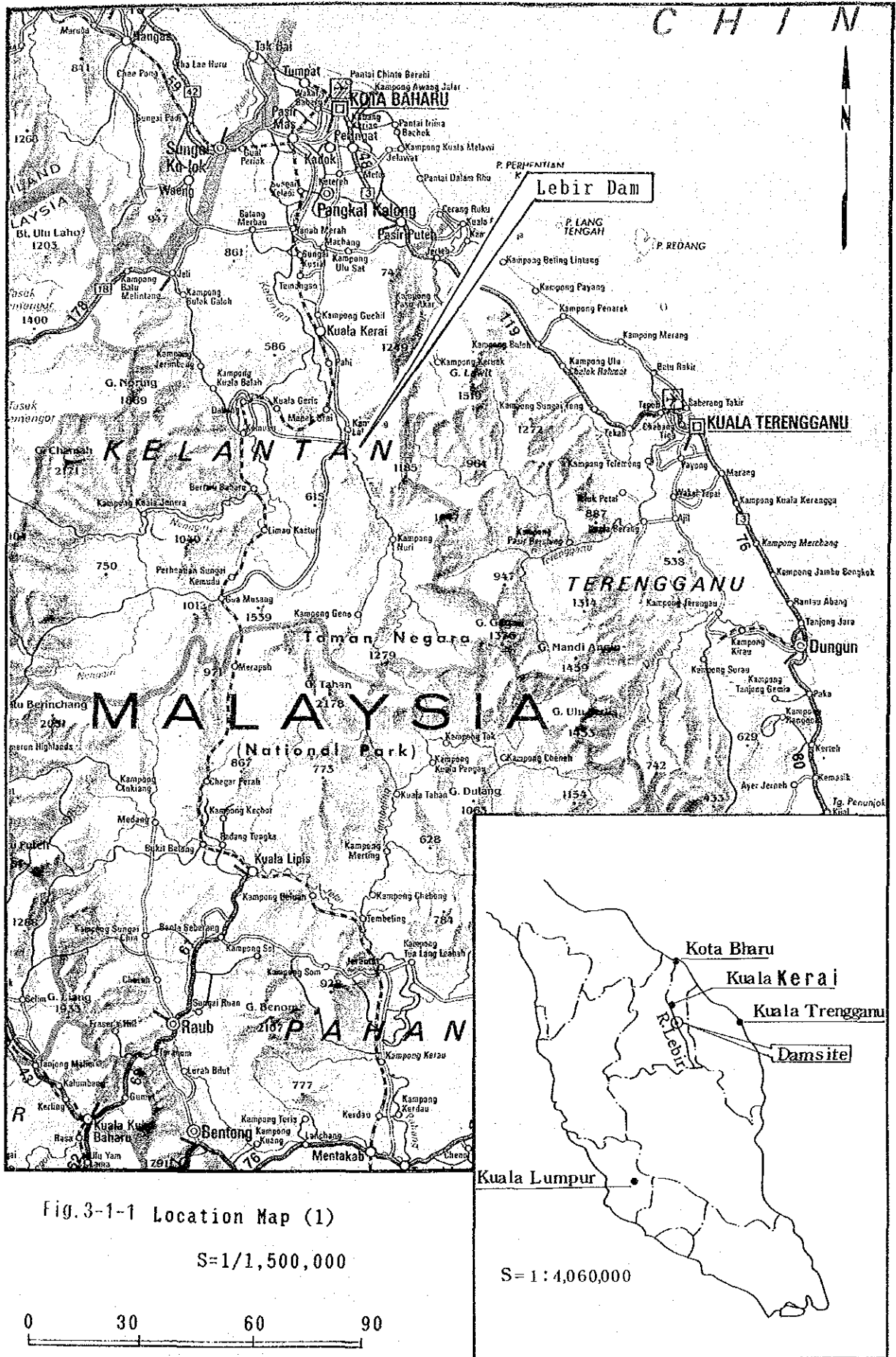
##### 3.1.2 地質

マレイ半島における地質関連の文献および資料によると、マレイ半島の一般的な地質分布および地質構造はFig. 3-1-2に示すとおりである。全体に地質はマレイ半島方向である北北西から南南東に延びており、帯状に配列する。このうち、山脈部を構成するのは白亜紀後期から第三紀の初めにかけて数回にわたり、母岩である古～中生界の堆積岩類や、火山砕屑岩類に侵入した花崗岩類であり、これに対し低平地部には古生代ペルム紀から中生代ジュラ紀までの堆積岩類と火山砕屑岩類および溶岩類が広く分布する。また、海岸線沿いには第四系が分布する。

堆積岩類は主として砂岩、石英砂岩、頁岩、礫岩の互層からなる。また、火山砕屑岩類は凝灰岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩が卓越する。この他、石灰岩や酸性～中性溶岩が局所的に存在する。

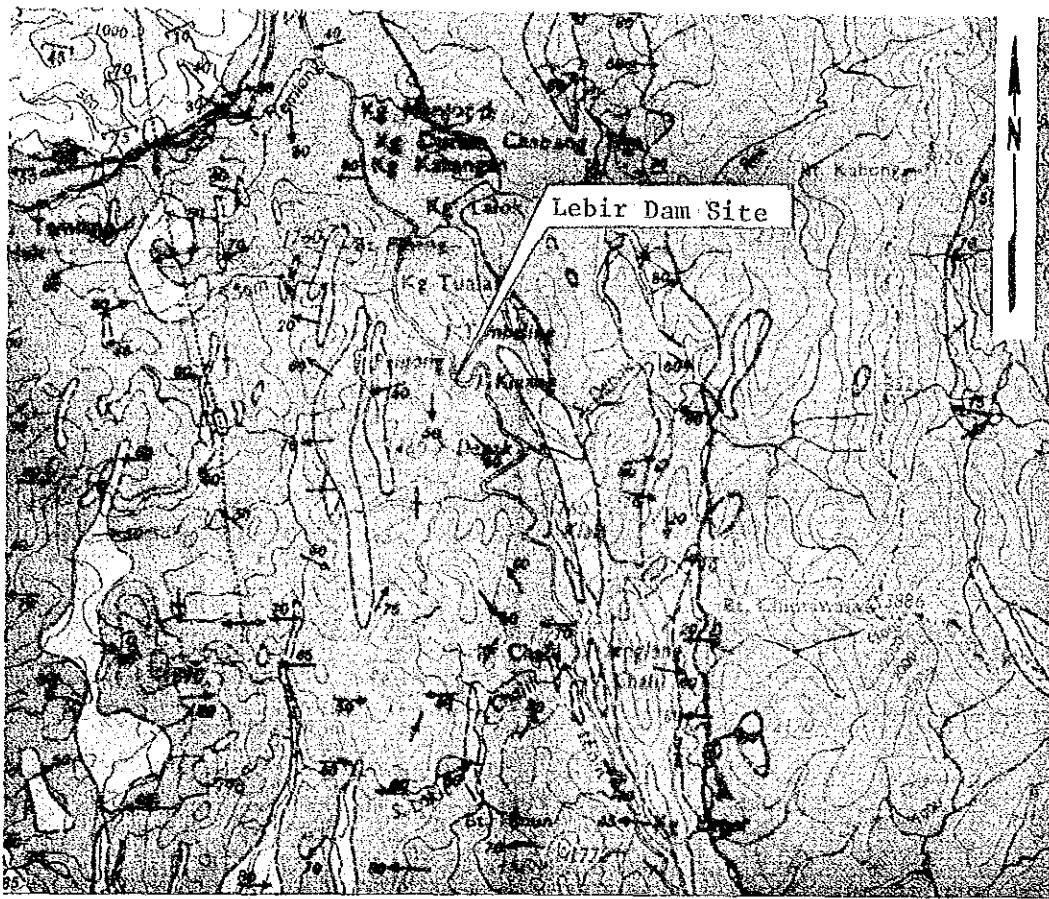
花崗岩類は花崗岩ないし花崗閃緑岩からなる。











QUATERNARY RECENT TO PLEISTOCENE	ALLUVIUM		Shown only along the coastal plain, where in addition to recent deposits, raised beaches are common. Shallow deposits also occur inland along river valleys.
POST-GRANITE POSSIBLY TERTIARY	YOUNGER DYKES Dolerite and Laprophyre		Swarms of narrow dolerite-quartz-dolerite-laprophyre dykes filling regional fractures, mainly in granites of Central Trengganu. Not shown. (SEE ILLUSTRATION IN TEXT OF MEMOIR TO)
MESOZOIC AND POSSIBLY SOME LATE PALEOZOIC	INTRUSIVES <i>Undifferentiated</i> Granite Rocks AND ASSOCIATED		Mainly granite and granodiorite with marginal development of tonalite in many places, and quartz diorite rarely. Includes granite porphyry, aplite, and pegmatite, as well as the many hybrid rock-types of the "Strong Injection Complex", a portion of the Main Range Granite.
	Quartz porphyry		The only occurrence shown is the Tesangan dyke. Elsewhere quartz porphyry occurs as a phase of the granites and as dykes cutting the sediments and taku shists.
	Syenite		Syenitic variations of granite intrusives occurs at a number of localities, but most occurrences are of minor extent. The only syenite differentiated and shown is that on Pulau Perhatian Kechil.
	Diorite		An intrusive-extrusive complex. The andesitic extrusive phase may predominate.
TRIASSIC CARBONIFEROUS	VOLCANICS Basic Acid to intermediate		Andesite flows, tuffs, and agglomerates, with minor interbedded shale. Pyroclastics are predominant.
			Tuffs, flows, and subordinate agglomerates, mainly of rhyolite, but including minor bands of dacites, trachyte, and andesite, together with subordinate intercalated shale and quartzite. Pyroclastics are predominant.
TRIASSIC TO PERMIAN AND POSSIBLY SOME CARBONIFEROUS	SEDIMENTS Argillaceous Arenaceous Calcareous		Shales predominate, with minor sandstone and siltstone. In some areas calcareous and tuffaceous varieties are common. Included are minor arenaceous beds and some limestone.
			Mainly quartzites, with subordinate interbedded grit, greywacke, conglomerate, and shale.
			Limestone, mostly crystalline, compact, well-bedded, with massive jointing. Generally forms outstanding topographic features.
EXACT AGE UNKNOWN BUT NOT YOUNGER THAN MIDDLE-LOWER TRIASSIC POSSIBLY PRE-CARBONIFEROUS	METAMORPHIC ROCKS		Taku shists, regionally metamorphosed rocks, comprising mica-garnet shist, amphibole shist, and serpentine.  In addition the undifferentiated metamorphic equivalents of the sediments and a generally lesser degree, the volcanics, are widespread.  Shists and gneisses occur prominently in the general area of the "Strong Injection Complex", a hybridized portion of the Main Range Granite in the southwest corner of the map area.
SYMBOLS		--- General boundary defined-approximate or assumed. 45 --- Inclined strata, dip in degree. + --- Vertical strata. 45 --- Inclined foliation, dip in degree. o-o --- Vertical foliation. u 20 u --- Inclined joint plane, dip in degree. o-o --- Vertical joint plane. + --- Anticlinal axis ~~~~ Fault	

Fig. 3-1-2  
Regional geological  
Map (S=1/250,000)



## 3.2 計画地域の気象・水文

### 3.2.1 気象

ケラントンの気象は、北東および南西の季節風に大きな影響を受ける。

マレーシアでは、この2つの季節風と、それにはさまれる2つの休止期の4つの季節があり、気温、湿度、日照および降雨などの諸現象が、その季節の遷移につれて変化している。

一般に、南西の季節風は、5月の後半から6月の初め頃に吹きはじめ9月に終り、2ヶ月程の休止期を経て、今度は、北東の季節風が、10月の終り頃から11月の初め頃に吹きはじめ3月に終る。そしてさらに2ヶ月程の休止期があつて、次の南西の季節風期に移る。

ケラントン州を含む東海岸では、一般に、北東の季節風期の10月から3月にかけて、相対的に、低温であつて日照はすくなく、降雨は大であるが、湿度変化はそれ程顕著でなく、南西の季節風期にはその逆の傾向をもつのが普通である。

年平均の気温は州都のコタバルにおいて、1968年から1972年の記録によれば、26.9℃で、平均気温は5月の28.1℃が最高で、1月の25.9℃が最低である。即ち、平均気温は、最高と最低の温度差が、わずかに2.2℃で年間を通じて大きな変化はない。しかし、気温の日変化は比較的大きく、早朝6時頃の気温が最も低く、24℃前後、昼間は13時頃が最も高く30℃前後の値を示して最高と最低の温度差は平均値でも6℃を越す。1968年から、1972年までの5年間の記録によれば、この間の最高気温は36.7℃、最低気温は18.3℃を示している。

相対湿度は、上記5年間の平均値で、80.7%と高い値を示すが、年間を通じての変化では、最低が3月の79.1%最高が11月の82.2%となつて、その差は3%程度とその変化値は僅少である。相対湿度も季節変化よりは日変動値の方が大きく、温度の日変化につれて、朝6時頃が最大で94%前後、正午から13時にかけて最少値を示し、68%前後の値となつて、その変動値は26%に達する。

年間の日平均日照時間は、7.03時間で、1年間をみると、11月、12月が最もすくなく、5時間弱であるのに反し、インターモンスーン期の3月4月に最も多く、8.7時間となつている。これに関連して降雨日数は統計によれば、年間の降雨日数が、182日となつて2日に1度の割合で降雨が発生するが、季節と降雨日数との相関はあまりない模様で、平均値で見ると、降雨日数は殆ど変化がない。

### 3.2.2 降雨

ケラントン州を含む東部海岸の降雨特性は、マレイ半島の中でも多雨地域に属し、一般に、海岸地域とその内陸部数枚の範囲で最も大きく、平均、年間3,505 mm程度とせられているが、内陸に入るに従って減少し、中央山脈の東麓に達すると、2,540 mm程度になるとせられている。

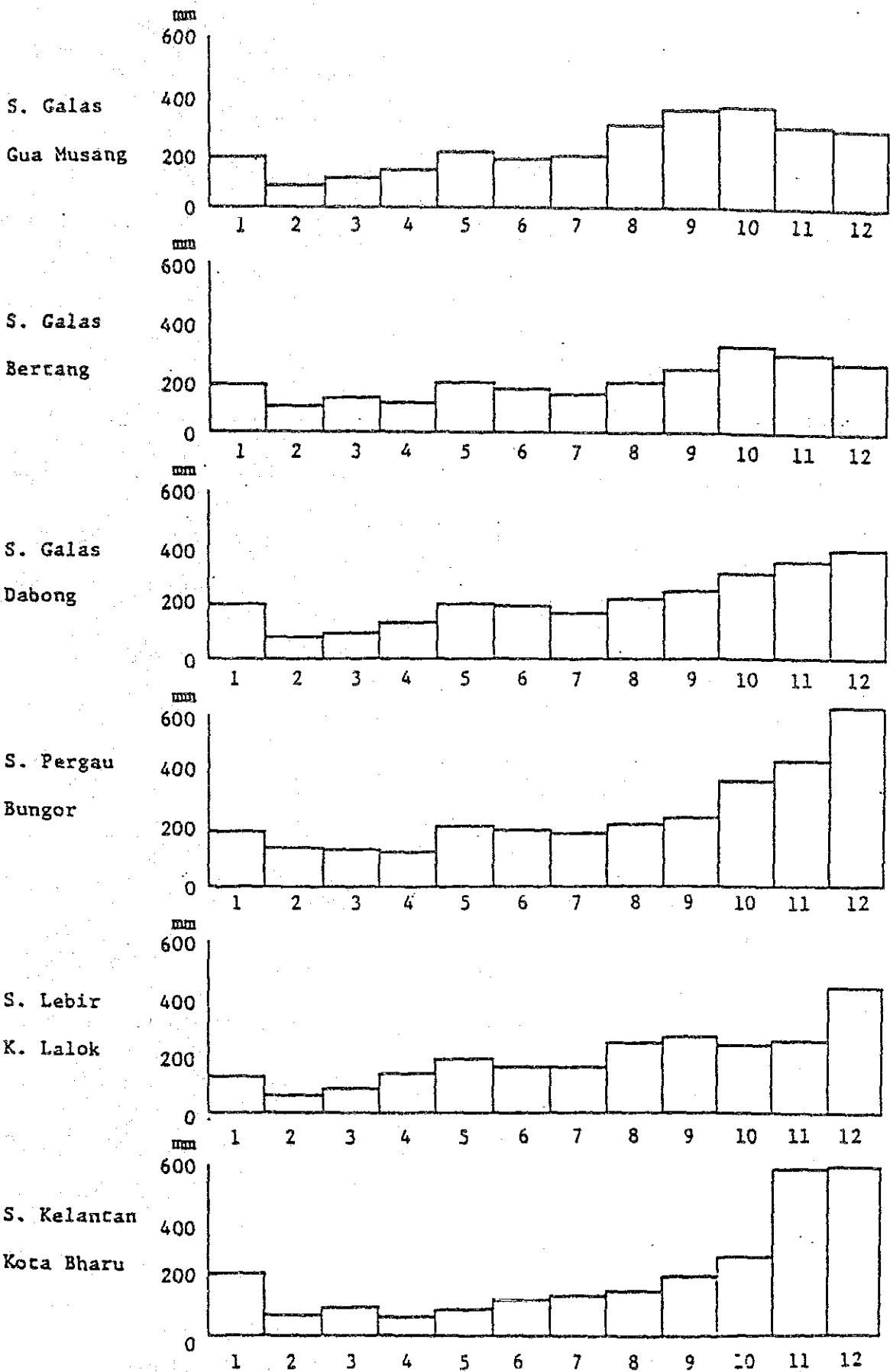
しかし、1950年から1975年までの記録によれば、レビル川流域は、ケラントン川流域で最も寡雨地域に属し年降雨量は、2,000 mmから2,250 mmの範囲にある。これは当該流域の東側にある海岸山脈が、北東の季節風を遮蔽するためと考えられ、この季節風期の11月より3月までの降雨を比較したとき、山脈の東側にある海岸平野の降雨量が、2,000 mmに近いのに反し、レビル川流域では、1,000 mm前後しかないことで明らかである。

Fig. 3-2-1は、支川別の代表的な降雨観測所の月別平均降雨量を示したものであるが、奥地のグワムサン、およびベルタンに表れる降雨パターンとダボン、ボンゴール、ラロック等の中流部に表われる降雨パターンおよびコタバルにあらわれる海岸型の3つの降雨型式が見られる。

レビル川流域を代表するラロックと海岸部のコタバルの降雨パターンの差異は、コタバルでは、10月から1月頃までの北東季節風期の雨が極端に多く、その他の季節は降雨量がすくなく、2月に最低値を示して、逐次、次の北東季節風まで、降雨量が漸増する型を取る。一方、ラロックでは、北東季節風期の12月は他の月と比較して大きく、2月に最低値を記録している点で、海岸型の特徴にも似ているが、5月に1つのピークを示し、9月にまた次のピークを示す点で、奥地のグワムサンに表れる特性も備えている。

1983年12月の洪水、1984年12月の洪水、1986年11月の洪水の洪水期間中の等雨量線分布は、DIDによってFig. 3-3-2 ~ 3-3-4 の如く作成されている。これによるとケラントン川河口部のコタバル市の雨量が最も多い。またガラス川の流域に比べレビル川の流域が降雨量が多い特徴となっている。

Fig.3-2-1 Mean Monthly Rainfalls



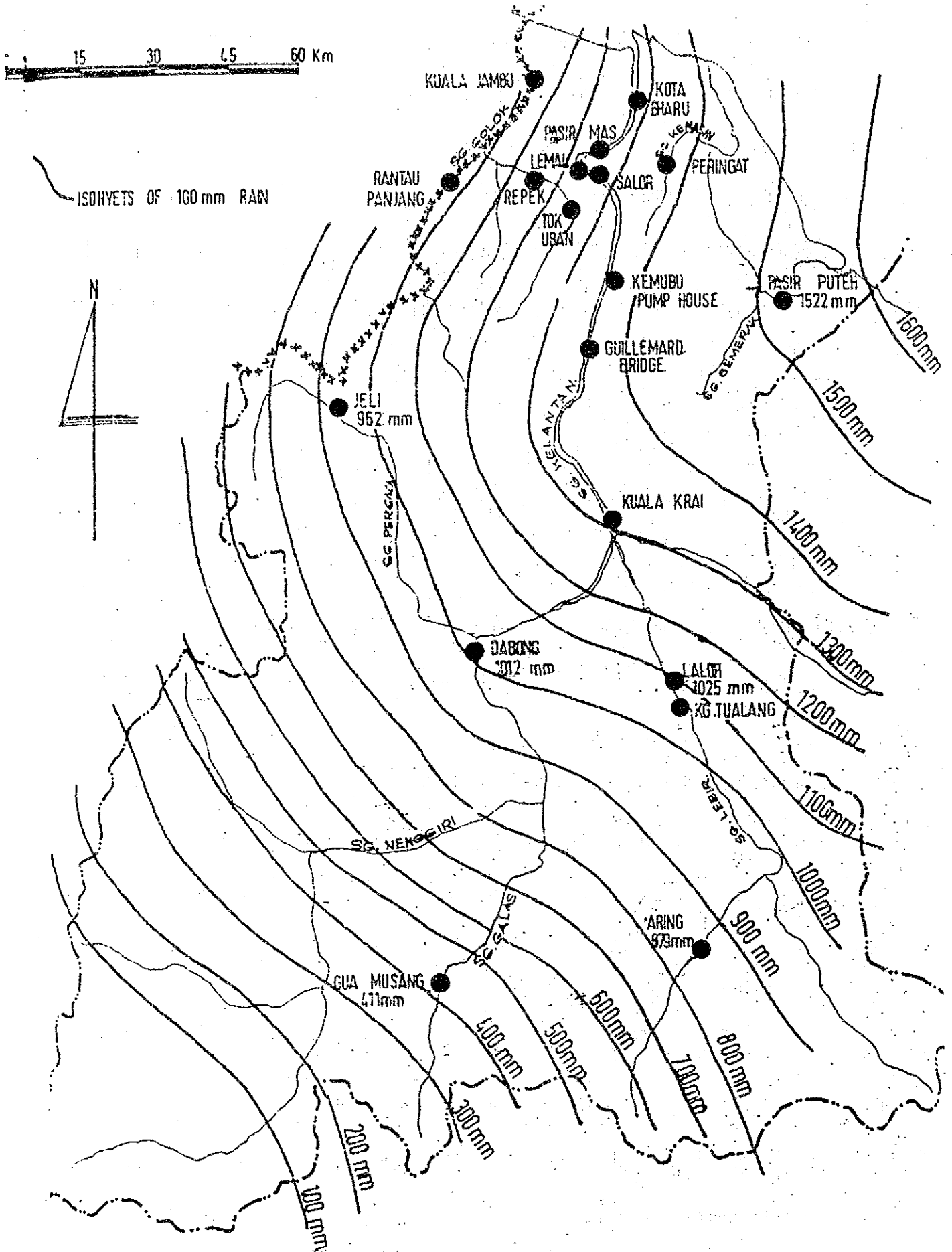


Fig. 3-2-2 · Isohyets of rainfall  
(Dec. 2 to Dec. 15 during the 1983 flood)

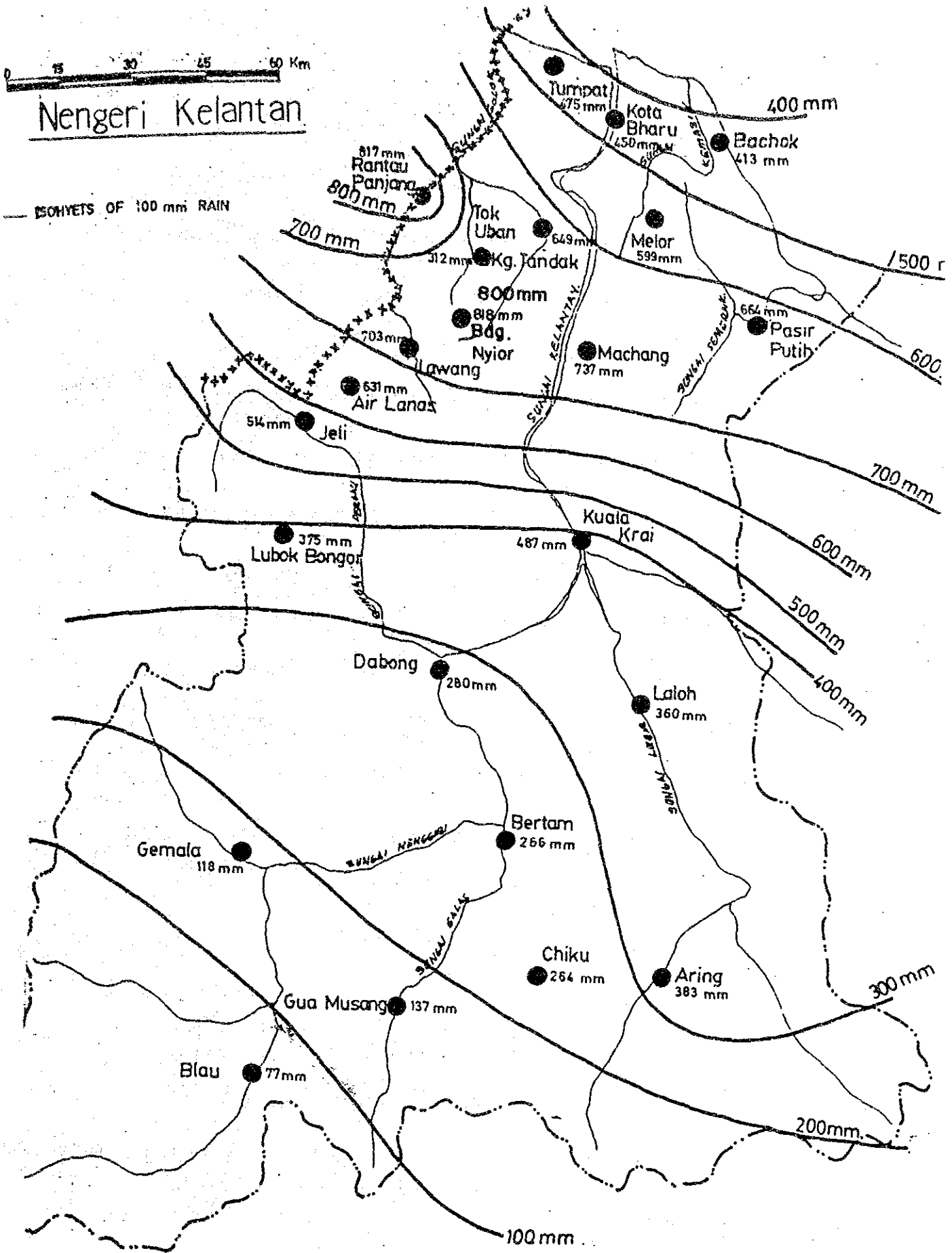


Fig.3-2-3 Isohyets of rainfall  
(Dec.19 to Dec.25 during the 1984 flood)

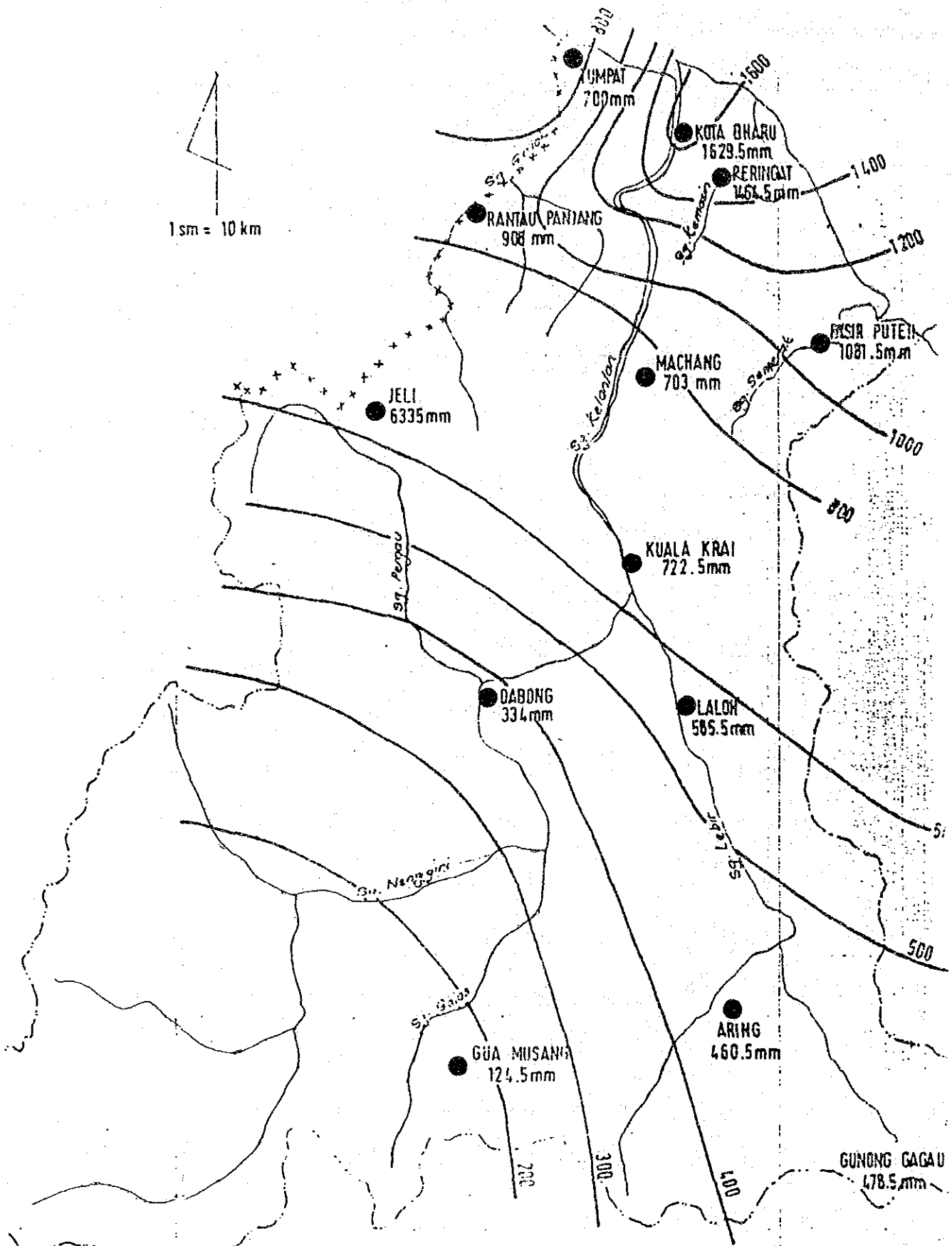


Fig.3-2-4 Isohyets of rainfall  
(Nov.25 to Dec.2 during the 1986 flood)



### 3.3 マレーシアの電力事情について

#### 3.3.1 概要

マレーシア国のGDPに占める電力、ガスおよび水道の割合は、Table 3-3-1 に示すとおり、1980年から1985年まで、1.4%から1.7%に増加した。

また、1990年には、2.0%になるものと予想されている。

GDPの年平均増加率は、Table 3-3-2 に示すとおりであり、また、電力、ガスおよび水道の年平均増加率は、Table 3-3-3 に示すとおりである。

これらの値から、GDPに対する電力、ガスおよび水道の弾性値を計算した結果をTable 3-3-4 に示す。

Table 3-3-2, 3 および 4 から明らかなおとおり、経済成長率に関係なく電力、ガスおよび水道の増加率は、堅調に推移してきた。Table 3-3-5 は、種別毎のエネルギー需要の1980年および1985年実績ならびに1990年の予想を示したものである。

熱量換算による電力エネルギーは、1980年および1985年ともに、9.3%のシェアであったが、1990年には、9.8%に増加するものと予想されている。

その結果、1985年から1990年に至る総エネルギー需要の年平均増加率は、7.0%とされているが、電力のそれは、8.3%と見込まれており、「電力シフト」の傾向を示している。

Table 3-3-6 は、種別毎の一次供給エネルギーを示しており、1985年から1990年に至る状況では、原油が依然として高いシェアを占めているものの、その増加率は、零として見込まれている。これに代って、石油製品、天然ガスおよび石炭・コークスなどの増加率は大きく、また水力（発電に限らない）の増加率は小さいものと予想されている。

#### 3.3.2 電力需要動向と電気料金収入

Table 3-3-7 は、NEB の1981年から1985年までの用途別の需要家数および販売電力量の実績を示したものである。

これによると、用途別販売電力量の最大シェアは、工業用（Industrial）であり、次いで、商業用（Commercial）、家庭用（Domestic）の順であることに変わりはない。

ただし、販売電力量の増加率は、家庭用が14.7%、商業用が11.4%、鉱業用が10.2%、公共用が10.1%と、いずれも10%以上であるが、工業用が3.7%と低い率であったため、全体としては、8.4%の増加率にとどまった。

需要家数および販売電力量の年平均増加率の相対比較から、家庭用および商業用の原単位 (Basic unit = 販売電力量 / 需要家数) は、増加しているが、その他は、減少しており、全体としては、減少傾向を示している。

Table 3-3-8 は、NEBの1985年における需要家数、販売電力量および電気料金収入の地域別および用途別シェアを示している。

販売電力量および電気料金収入は、東部 (Eastern) を除き、いずれの地域も 20 %台であるが、東部だけは、10%以下である。

なお、電気料金収入の用途別最大シェアは、工業用であり、次いで商業用、家庭用である点は、用途別販売電力量のシェアの場合と同様である。

Table 3-3-9 は、1981年から1985年までの用途別平均電気料金収入の推移を示したものである。1985年について見ると、公共用の29.55 cent/kwhが最も高価で、次いで商業用の24.86 であり、家庭用、工業用および鉱業用は、20 cent/kwh前後の値となっており、総合では、22.26 cent/kwhとなっている。

なお、この期間における平均電気料金単価の上昇率は、工業用の 2.5 %が最高で、家庭用の 1.9 %が最低であり、総合上昇率は、2.4 %であった。

同じ期間の消費者物価上昇率は、3.4 %であったから、実質的 (Real) な平均電気料金単価は、むしろ低下したと見ることできる。

Table 3-3-10は、NEBの電力系統 (Integrated System) に関する電力需要 (Energy and Demand) 想定である。

1986年、1991年および1996年におけるNEB の販売電力量、発電電力量および最大電力の年平均増加率および年負荷率を求めると、次のとおりである。

<u>F. Y.</u>	<u>1986</u>	<u>1991</u>	<u>1996</u>
販売電力量 (Sales) (TWh)	11.421	16.071	22.074
増加率 (Growth Rate) (%)	7.1		6.6
	6.8		
発電電力量 (Generation) (TWh)	13.236	18.856	26.081
増加率 (Growth Rate) (%)	7.3		6.7
	7.0		
最大電力 (System Peak Load) (MW)	2268	3207	4404
増加率 (Growth Rate) (%)	7.2		6.5
	6.9		
負荷率 (Load Factor) (%)	66.6	67.1	67.6
差 (Difference) (%)	0.5		0.5
	1.0		

すなわち、販売電力量、発電電力量および最大電力は、前期5ヵ年で7%台、後期5ヵ年で6%台の増加率であり、前後期10ヵ年で約7%の増加率となっている。

なお、販売電力量の増加率に比べて、発電電力量の増加率の方が、やや上まわっており、これは、電力系統の総合ロス率の増加を意味している。

また、発電電力量に比べて、最大電力の増加率のほうがやや下まわっており、これは、負荷率の向上を意味している。

### 3.3.3 電力供給政策と電源開発計画

Table 3-3-11は、1980年、1985年および1990年における電源種別毎の熱量換算発電電力量を示したものである。

1985年に最大シェアを占めた石油火力 (Oil-fired-Thermal Power Plant) に代って、1990年には、ガス火力 (Gas-fired Thermal Power Plant) が主体となるように燃料転換が図られる。また、燃料多様化のために、一部石炭火力 (Coal-fired Thermal Power Plant) の導入が計画されている。

水力 (Hydro Power Plant) は、逐次開発されるものと考えられているが、1990年における発電電力量のシェアは、20 %程度である。

一次供給エネルギーに占める発電 (Electricity Generation) のシェアは漸次増加し、1990年には、約 9 %に達するものと考えられている。

Table 3-3-12は、地方電化の進捗状況を示したものであり、電化住居数や電化村落数は、いずれも10 %を超える高い増加率である。

Table 3-3-13は、発電および購買電力量、送電端電力量ならびに販売電力量についての1981年から1985年までの実績値である。これらの年平均増加率は、いずれも 8 %台である。

また、所内率 (Station Use Rate) は、5 %前後の値であり、送変配電ロス率は10 %前後の値である。

Table 3-3-14は、購買電力量の実績値を示したものであるが、その量は僅かであり、特に、1983年以降は減少しており、送電端電力量に対して 1 %未満であって、ほとんど無視できる程度である。

Table 3-3-15は、1981年から1985年までの各種電源の設備容量および発電電力分担の状況を示したものである。コンバインド・サイクルを除く、火力は、設備容量として約40 %、発電電力量として約60 %を占めている。

1985年における各種電源のプラント・ファクターは、火力が最も高く、54.0 %であり、次いで、ガス・タービンの34.1 %である。このことからNEBの電源構成は目下のところ、火力がベース供給力としての役割りを果たしているといえることができる。

なお、コンバインド・サイクルは、1984年12月に初めて運転開始されたものであり、したがって、プラント・ファクターは20.9 %と低くなっているが、1986年以降は、その経済特性から見て、ベース供給力としての役割りを果たすことに間違いはない。

Table 3-3-16は、1991年におけるNEBの電源設備容量および電源構成比を示したものである。

ガス・タービンは、72 MW (1.5 %) と少なく、水力は、新設Piahを含めて1,284 MW (26.3 %) である。

石油火力の多くは、ガス火力 (Conventional) への燃料転換が計画されているので、急速に減少して405 MW (8.3 %) となる。

ガス火力は、石油火力からの燃料転換分 (Conventional) とコンバインド・サイクルを合わせて2,528 MW (51.7 %) となる。

また、コンバインド・サイクルは、600 MW (12.3 %) の開発が計画されている。これらの設備容量は、合計4,889 MWである。

最後に、1991年の電源設備容量と、系統最大電力とを対応させてみると次のとおりである。

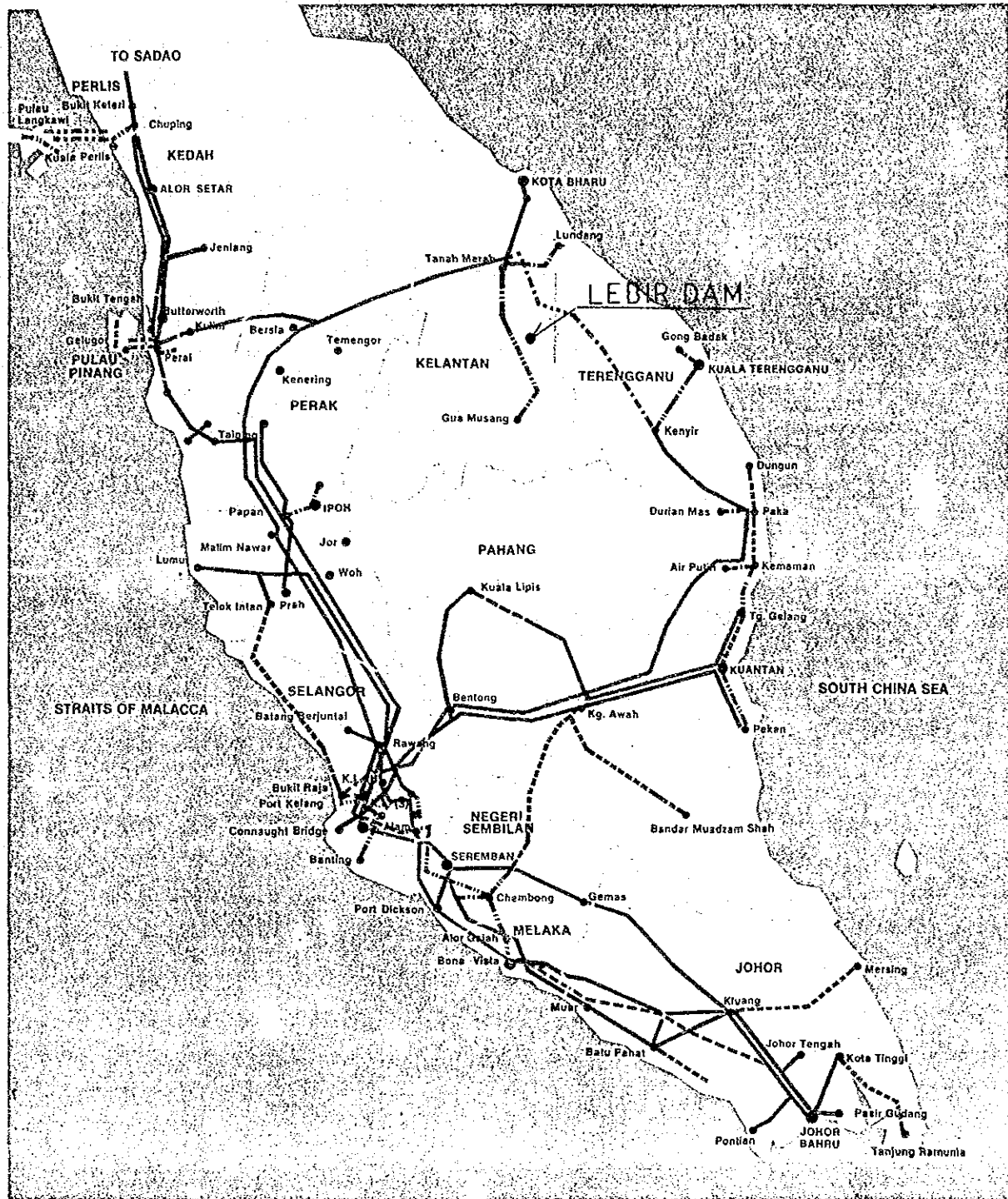
<u>F. Y.</u>	<u>系統最大電力</u> System <u>Peak Load</u> (MW) (a)	<u>設備容量</u> Installed <u>Capacity</u> (MW) (b)	<u>比率</u> Ratio [(b)/(a)]
1991	3207	4889	1.52
1992	3440	-do-	1.42
1993	3661	-do-	1.34
1994	3895	-do-	1.26
1995	4142	-do-	1.18

電力需要想定誤差、補修停止 (Maintenance Outage)、事故停止 (Forced Outage)、異常湯水などを考慮すると、これらに対応するための予備力 (Margin) を保有する必要があるが、電力系統の特性にもよるが、極く概略的には、この Ratio [(b)/(a)] は、1.3 程度以上に維持すべきであると考えられるので、少なくとも1994年以降には、何らかの電源設備の拡充が必要になると考える。

(主な参考資料)

- (A) · The fifth Malaysia Plan (1986 ~ 1990)
- (B) · Statistical Bulletin (Year Ending 31 August 1985)  
National Electricity Board of the States of Malaya.
- (C) · 36th Annual Report (year Ended 31st August 1985).  
National Electricity Board of the States of Malaya

# THE NATIONAL GRID (Year ending 31 August 1985)



Legend	Transmission Lines	In Operation	Under Construction	Planned	PRHEP
	275 kV	—————	=====	-----	-----
132 kV	—————	=====	-----	-----	-----
66 kV	—————	=====	-----	-----	-----
132 kV Cable	-----	=====	-----	-----	-----

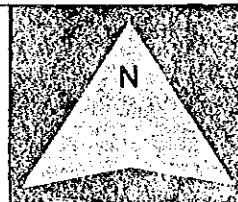


Table 3-3-1 Share of Electricity, Gas and Water (EGW) Sales in GDP

F. Y.	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1990
EGW *	640	689	721	798	890	988	1,513
GDP *	44,702	47,790	50,456	53,636	57,706	59,344	75,599
Share of EGW (%)	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.7	2.0

\* Note : M\$  $\times 10^6$  , 1978 Price Level

出所 : (A), 範圍 : 全国

Table 3-3-2 Average Annual Growth Rate of GDP

(Unit : %)

To \ From	1980	1981	1982	1983	1984
1981	6.9	—	—	—	—
1982	6.2	5.6	—	—	—
1983	6.3	5.9	6.3	—	—
1984	6.6	6.5	6.9	7.6	—
1985	5.8	5.6	5.6	5.2	2.8

\* Note

出所 : (A), 範圍 : 全国



Table 3-3-3 Average Annual Growth Rate of EGW

(Unit : %)

To \ From	1980	1981	1982	1983	1984
1981	7.7	—	—	—	—
1982	6.1	4.6	—	—	—
1983	7.6	7.6	10.7	—	—
1984	8.6	8.9	11.1	11.5	—
1985	9.1	9.4	11.1	11.3	11.0

\* Note

出所 : (A), 範圍 : 全国

Table 3-3-4 Elasticity of EGW toward GDP

(Unit : %)

To \ From	1980	1981	1982	1983	1984
1981	1.12	—	—	—	—
1982	0.98	0.82	—	—	—
1983	1.21	1.29	1.70	—	—
1984	1.30	1.37	1.61	1.51	—
1985	1.57	1.68	1.98	2.17	3.93

\* Note

出所 : (A), 範圍 : 全国

Table 3-3-5 Energy Demand by Source

F. Y.	1980		1985		1990		Average Growth Rate (85/90) (%)
	PJ	(%)	PJ	(%)	PJ	(%)	
Petroleum Products	232.2	(69.6)	318.5	(66.8)	432.8	(64.7)	6.3
Electricity	30.9	(9.3)	44.1	(9.3)	65.8	(9.8)	8.3
Coal and Coke	0.9	(0.3)	18.1	(3.8)	39.0	(5.8)	16.6
Charcoal	8.8	(2.6)	8.5	(1.8)	8.3	(1.2)	△ 0.5
Gas	0.9	(0.3)	11.6	(2.4)	18.4	(2.8)	9.7
Fuel Wood	33.4	(10.0)	37.6	(7.9)	57.2	(8.6)	8.8
Palm Oil Wastes	26.3	(7.9)	38.3	(8.0)	47.4	(7.1)	4.4
Total	333.4	(100.0)	476.7	(100.0)	668.9	(100.0)	7.0

\* Note : PJ=Petajoule =10<sup>15</sup>Joule

出所 : (A), 範圍 : 全国

Table 3-3-6 Primary Supply of Energy

F. Y.	1980		1985		1990		Average Growth Rate (85/90) (%)
	PJ	(%)	PJ	(%)	PJ	(%)	
Crude Oil	246.9	(55.1)	360.2	(53.0)	360.2	(41.7)	0
Petroleum Products	97.4	(21.8)	60.7	(8.9)	102.0	(11.8)	10.9
Natural Gas	2.3	(0.5)	122.8	(18.1)	179.5	(20.8)	7.9
Hydro Power	16.2	(3.6)	19.4	(2.9)	20.7	(2.4)	1.3
Coal and Coke	2.2	(0.5)	19.3	(2.8)	74.9	(8.7)	31.2
Charcoal	3.0	(0.7)	—	(—)	—	(—)	—
Fuel Wood	53.5	(11.9)	58.9	(8.7)	78.0	(9.0)	5.8
Palm Oil Mill Wastes	26.3	(5.9)	38.3	(5.6)	47.8	(5.6)	4.5
Total	447.8	(100.0)	679.6	(100.0)	863.1	(100.0)	4.9

\* Note

出所 : (A), 範圍 : 全国

Table 3-3-7 Number of Consumers and Sold Energy by Category

F.Y.	1981	1982	1983	1984	1985	Average Growth Rate (81/85) (%)
<u>No. of Consumers</u>						
Domestic	1,180,866	1,316,127	1,548,599	1,687,594	1,832,406	11.6
Commercial	204,175	216,351	250,649	270,033	284,165	8.6
Industrial	2,993	2,962	4,175	4,041	4,274	9.3
Mining	61	58	538	485	434	63.3
Public & Lighting	2,033	2,149	2,820	3,009	3,397	13.7
Total	1,390,128	1,537,647	1,806,781	1,965,162	2,124,676	11.2
<u>Sold Energy (Gwh)</u>						
Domestic	1,301.6	1,457.0	1,804.1	2,000.2	2,249.2	14.7
Commercial	2,333.1	2,517.6	2,876.7	3,165.6	3,590.7	11.4
Industrial	3,814.5	4,033.1	3,793.0	4,170.4	4,419.3	3.7
Mining	284.8	285.3	487.9	462.9	420.2	10.2
Public & Lighting	68.8	74.9	85.5	94.4	100.9	10.1
Total	7,802.8	8,367.9	9,047.2	9,893.5	10,780.3	8.4

\* Note 出所: (B), 範圍: NEB

Table 3-3-8 Number of Consumers , Sold Energy and Power Revenue  
by Area and Type of Consumers in 1985

(Unit : %)

<u>Areas</u>	<u>No. of Consumers</u>	<u>Sold Energy</u>	<u>Power Revenue</u>
Eastern	19.7	7.8	8.2
Southern	24.9	20.2	20.1
Selangor	12.8	22.5	21.9
Federal Territory	14.5	23.2	24.1
Northern (including Perak)	28.1	26.3	25.7
Total	100.0	100.0	100.0
<u>Types of Consumers</u>			
Domestic	86.2	20.9	20.1*
Commercial	13.4	33.3	37.2
Industrial	0.2	41.0	38.1
Mining	—	3.9	3.4
Public & Lighting	0.2	0.9	1.2
Total	100.0	100.0	100.0

\* The share of power revenue by type of consumers was calculated with reference to the sold energy on Table 3-3-7 and the average revenue on Table 3-3-9.

\* Note

出所：(C)，範圍：NEB

Table 3-3-9 Average Power Revenue by Type of Consumers

(Unit : cents/kWh)

F.Y.	1981	1982	1983	1984	1985	Average Growth Rate (81/85) (%)
Types of Consumers						
Domestic	19.88	21.40	21.42	21.38	21.41	1.9
Commercial	22.98	24.88	24.91	24.89	24.86	2.0
Industrial	18.70	20.43	20.72	20.68	20.66	2.5
Mining	18.02	19.49	19.52	19.36	19.58	2.1
Public & Lighting	27.01	29.04	29.29	29.45	29.55	2.3
Total	20.22	21.98	22.20	22.19	22.26	2.4

\* Note

出所：(B)。 範囲：NEB

Table 3-3-10

NEB Load Forecast 1987

## DEMAND FORECAST, NORMAL SCENARIO

YEAR	TOTAL	LLN SALES		LLN INTEGRATED SYSTEM	
	SALES			GENERATION PEAK LOAD	
	TWh	TWh		TWh	MW
1986*	11.890	11.421		13.236	2268
1987	12.663	12.365	(8.26)	14.376	2460 (8.46)
1988	13.442	13.167	(6.49)	15.349	2622 (6.61)
1989	14.285	14.033	(6.57)	16.397	2797 (6.67)
1990	15.191	14.962	(6.62)	17.520	2984 (6.69)
1991	16.277	16.071	(7.41)	18.856	3207 (7.47)
1992	17.416	17.233	(7.23)	20.256	3440 (7.27)
1993	18.499	18.338	(6.42)	21.588	3661 (6.42)
1994	19.648	19.511	(6.39)	22.999	3895 (6.38)
1995	20.869	20.754	(6.37)	24.495	4142 (6.35)
1996	22.166	22.074	(6.36)	26.081	4404 (6.32)
1997	23.543	23.474	(6.34)	27.763	4681 (6.29)
1998	25.007	24.961	(6.33)	29.547	4975 (6.27)
1999	26.563	26.540	(6.32)	31.440	5286 (6.25)
2000	28.216	28.216	(6.32)	33.449	5615 (6.24)
2001	29.935	29.935	(6.09)	35.486	5957 (6.09)
2002	31.758	31.758	(6.09)	37.647	6320 (6.09)
2003	33.691	33.691	(6.09)	39.940	6705 (6.09)
2004	35.745	35.743	(6.09)	42.372	7113 (6.09)
2005	37.920	37.920	(6.09)	44.952	7546 (6.09)
2006	40.135	40.135	(5.84)	47.578	7987 (5.84)
2007	42.480	42.480	(5.84)	50.357	8454 (5.84)
2008	44.961	44.961	(5.84)	53.295	8948 (5.84)
2009	47.588	47.588	(5.84)	56.413	9470 (5.84)
2010	50.363	50.368	(5.84)	59.708	10024 (5.84)

\* ACTUAL

\* 出所：NEB， 範圍：NEB

Table 3-3-11 Generated Energy by Source

F. Y.	1980		1985		1990	
	PJ	(%)	PJ	(%)	PJ	(%)
Oil-fired	28.34	(87.2)	33.29	(65.8)	11.25	(14.2)
Gas-fired	0.10	(0.3)	4.71	(9.3)	40.07	(50.6)
Hydro Power	4.06	(12.5)	12.60	(24.9)	15.60	(19.7)
Coal-fired	—	(—)	—	(—)	12.28	(15.5)
Total Generated Energy	32.5	(100.0)	50.6	(100.0)	79.2	(100.0)
<u>Total Generated Energy</u> <u>Primary Supply of Energy</u> (%)	7.26		7.45		9.18	

\* Note 出所：(A), 範圍：全国

Table 3-3-12 Progress of Rural Electrification

F. Y.	1981	1982	1983	1984	1985	Average Growth Rate (81/85) (%)
No. of Households Electrified	423,147	475,842	549,250	601,475	649,679	—
Growth Rate (%)	—	12.5	15.4	9.5	8.0	11.3
No. of Villages Electrified	5,330	6,157	7,395	8,181	8,865	—
Growth Rate (%)	—	15.5	20.1	10.6	8.4	13.6

\* Note 出所：(B), 範圍：NEB

Table 3-3-13 Generated / Purchased, Sent-out and Sold Energy (GWh)

F. Y.	1981	1982	1983	1984	1985	Average Growth Rate (81/85) (%)
Generated & Purchased (a)	9,100	9,817	10,731	11,705	12,730	8.8
Sent-out (b)	8,666	9,302	10,181	11,149	12,171	8.9
$\frac{(a)-(b)}{(a)}$ (%)	4.8	5.2	5.2	4.8	4.4	—
Sold Energy (c)	7,803	8,368	9,047	9,894	10,780	8.4
$\frac{(b)-(c)}{(b)}$ (%)	10.0	10.0	11.1	11.3	11.4	—

\* Note 出所: (B), 範圍: NEB

Table 3-3-14 Purchased Energy (GWh)

F. Y.	1981	1982	1983	1984	1985
The Perak River Hydro Electric Power Co. Ltd.	211.1	223.2	18.6	—	—
Public Utilities Board Singapore	86.6	63.0	50.3	63.4	73.9
Egat-Thailand	—	2.1	11.9	4.2	7.2
Other Supplies	4.0	1.9	0.9	1.6	1.4
Total Purchased	301.7	290.2	81.7	69.2	82.5
$\frac{\text{Total Purchased}}{\text{Sent-out}}$ (%)	3.5	3.1	0.8	0.6	0.7

\* Note 出所: (B), 範圍: NEB



Table 3-3-15 Installed Capacity, Generated Energy and Plant Factor

F.Y.	1981	1982	1983	1984	1985	Share (%) in 1985
<u>Total Installed</u>						
<u>Capacity (MW)</u>				2,916	3,792	(100.0)
Gas-turbine	100	100	100	260	260	(6.9)
Diesel	127	126	139	188	204	(5.4)
Hydro	613	613	726	846	1,147	(30.2)
Thermal	1,330	1,560	1,612	1,612	1,570	(41.4)
Combined Cycle	—	—	—	—	600	(15.8)
Sub-total	2,170	2,399	2,577	2,906	3,781	(99.7)
Rural (Diesel)	—	—	—	10	11	(0.3)
<u>Total Generated</u>						
<u>Energy (GWh)</u>	9,100	9,817	10,731	11,705	12,730	(100.0)
Gas-turbine	259	288	354	357	777	(6.1)
Diesel	300	335	393	252	313	(2.5)
Hydro	1,423	1,217	1,476	2,813	3,003	(23.6)
Thermal	6,797	7,665	8,407	8,193	7,433	(58.4)
Combined Cycle	—	—	—	—	1,097	(8.6)
Sub-total	8,780	9,506	10,630	11,614	12,624	(99.2)
Rural (Diesel)	15	18	19	21	24	(0.2)
Purchased	305	293	82	69	82	(0.6)
<u>Plant Factor (in 1985)</u>						
	Gas-turbine	Diesel	Hydro	Thermal	Combined	
PF (%)	34.1	17.5	29.9	54.0	20.9	

\* Note

出所：(B)，範圍：NEB

Table 3-3-16 Installed Capacity in 1991

<u>Plant Type</u>	<u>Installed Capacity (MW)</u>	<u>(Share : %)</u>
Gas-turbine	$4 \times 18 = 72$	( 1.5)
Hydro	1,284 <sup>*</sup>	(26.3)
Oil-fired	$3 \times 25 + 3 \times 110 = 405^{**}$	( 8.3)
Gas-fired	2,528	(51.7)
Conventional		
TJPS I	$4 \times 50 = 200$	
PGPS	$2 \times 120 = 240$	
TJPS II	$3 \times 105 = 315$	
PKPS I	$2 \times 300 = 600$	
Sub-total	1,355	(24.0)
Combined Cycle		
PAKA	$3 \times 291 = 873$	
CBPS	$1 \times 300 = 300$	
Sub-total	1,173	(27.7)
Coal-fired	$2 \times 300 = 600$	(12.3)
Total	4,889	(100.0)

Note \* 1,284 MW consisting of Woh (150), JOR (100), Chenderoh (39), Bersia (69), Kenering (114), Temenggor (348), Kenyir (400) and Piah (64).

\*\* 405 MW consisting of PRAI I (75) and PRAI II (330).

\* Note

出所: NEB, 範圍: NEB

### 3.4 ケラントラン川下流部の洪水被害の概要

ケラントラン川流域は 3.3.2節で述べたようにマレイ半島の中でも多雨地域に属する。このためケラントラン州のケラントラン川の下流部は毎年のように洪水に見舞われている。この流域の特性として以下の事が考えられる。

- 1) ケラントラン川下流域はマレイ半島の中でも多雨地帯に属する。
- 2) 洪水をもたらす雨量は一般に東海岸沿いに最も多く内陸に行くに従って減少する。
- 3) ケラントラン川上流域は近年 FELDA, KESEDAR によるオイルパームの植林の開発が行なわれ、また、クアラクライーゲームサン間の高速道路の建設等が行なわれてきた。この事は、河川への流出土砂量の増加を引き起こし、ケラントラン川河口部の土砂堆積の一つの原因となっていると考えられる。  
また、インフラストラクチャーの整備等による資産の増大が洪水時の被害（地すべり等による被害を含めて）を増加させる事にもなっている。
- 4) 洪水氾濫はケラントラン川の氾濫のみならず、タイ国との国境にあるゴロック川、東海岸側のケマシン川およびセマラク川等の中小河川の氾濫によっても生じている。
- 5) 特にマチャンからコタバルにかけての低平地の地域は洪水の常襲地帯となっている。

以上のような特性が相互に影響しあって、ケラントラン川下流部の洪水被害を引き起こしていると考えられる。

洪水の期間中は、浸水域の幹線道路は不通となり、町と町との間の交通が遮断され、人々の活動が洪水により大きな影響を受ける。また、人々は各地の集会所、学校、寺院等へ避難を余儀なくされる。

物的被害の主なものとしては、浸水、冠水による農作物の被害（稲作、野菜、果物、ゴム、タバコ、ヤシ、ココナツ等）、家畜、また、公共施設としては、道路、橋梁、農業用水路等の破損、学校、病院などの公共の建物および一般の建物、民家等の被害がある。

また、鉄道、電信電話施設、電力供給設備および給水設備等の被害も出ている。

また、洪水期間中に洪水流に流されたりして少なからずの人命が失われている。

既往最大の洪水は、1927年にあったと記録されているが、水位等の記録が存在しない。その後の最大のものは1967年1月に生じて、その時の氾濫域はFig. 3-4-1に示されるように広大な範囲（Flood Reportによれば全冠水面積は約3,000km<sup>2</sup>）となっている。この洪水によって影響を受けた人口はケラントラン州総人口の84%に当たる536,800人で、このうち125,000人が避難を余儀なくされ、死者は38人であった。

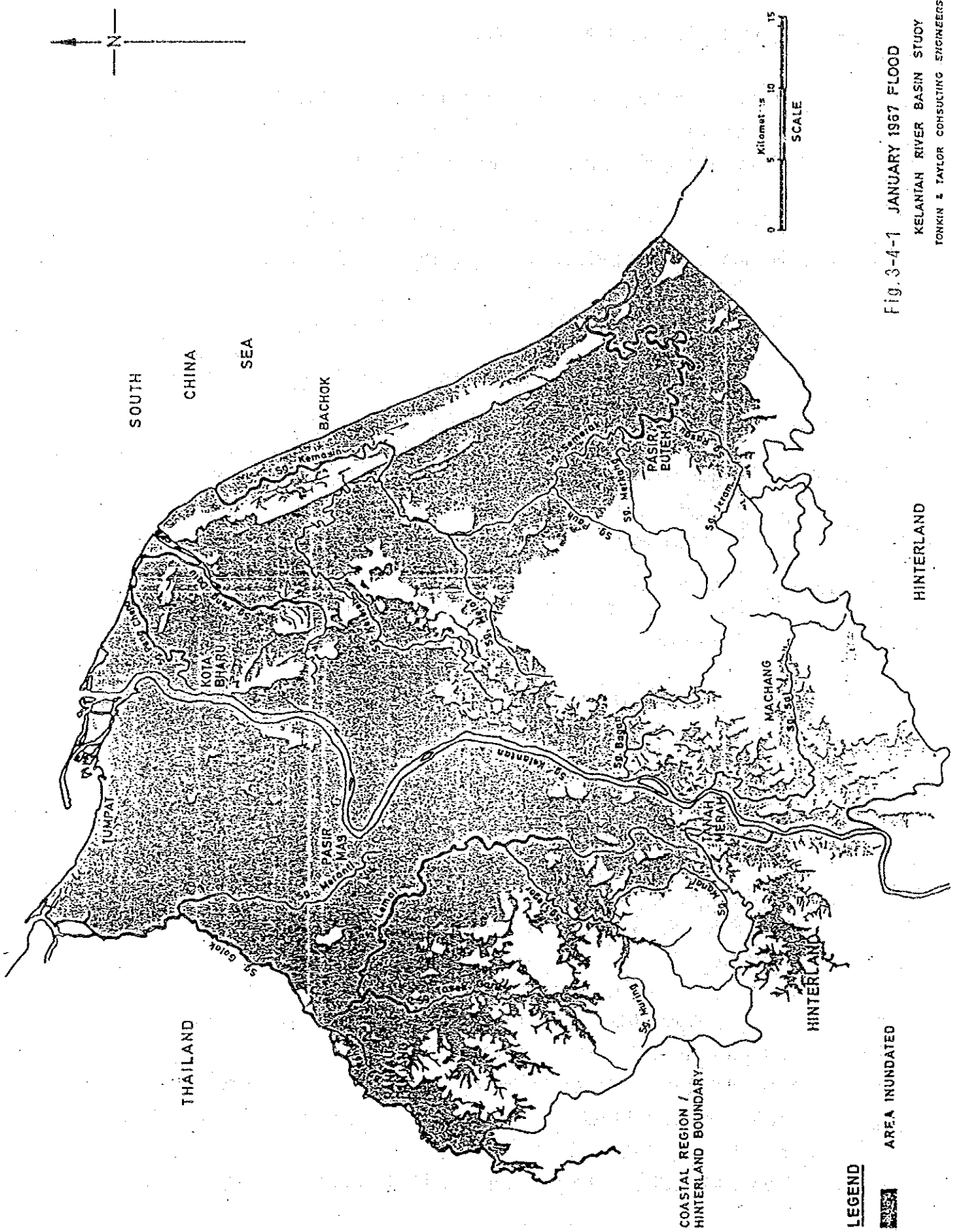


Fig. 3-4-1 JANUARY 1967 FLOOD  
 KELANTAN RIVER BASIN STUDY  
 TONKIN & TAYLOR CONSULTING ENGINEERS

### 3.5 ケラントアン川下流域の農業

ケラントアン州総面積 15,042 km<sup>2</sup> は、海岸地域と背後地域に地形的に区分することができる。総面積の大半は背後地域によってしめられる。海岸地域は 2,354 km<sup>2</sup>、15.6%、背後地域は 12,688 km<sup>2</sup>、84.4%である。

ケラントアン州は行政的に10郡に分れる。海岸地域に属する郡は、Kota Bharu、Tumpat、Pasir Mas、Bachok、Pasir Puteh、Machang、Tanah Merah の7郡である。背後地域はKuala Krai、Gua Musang、Jeliの3郡である。

1970年より1985年まで、15年間において州の人口は、1970年 689,749人、1980年 897,799人、1985年 1,026,298人と、増加してきた。最近5ヶ年間の年平均伸び率は、2.8%であって、マレイ半島の2.6%を上廻っている。州の人口は、マレイ半島人口の約7.9%をしめている。1985年、海岸地域および背後地域の人口は、おのおの、898,709人、87.6%、127,589人、12.4%である。過去15年間に、海岸地域、背後地域の人口の伸び率は、おのおの、146%、171%と背後地域の伸び率が大きい。これは、政府の農地開発政策の推進によるオイルパーム植栽面積の拡大や、高速道路建設に伴う人口移動によるものであろう。

海岸地域の人口 898,709人のうちKota Bharu 325,399人、Pasir Mas 141,282人、Tumpat 103,173人、Pasir Puteh 97,373人、Bachok 88,736人である。海岸地域において人口が最も集中している Kota Bharu への人口移動を1980年人口センサスによってみると、流入人口の約70%は、Pasir Mas、Tumpat、Pasir Puteh、Bachokの4郡から移住している。

他方、背後地域の Kuala Keraiおよび Ulu Kelantan への人口移動を1980年人口センサスによってみると、流入人口の約60%は、Kota Baru、Pasir Mas、Pasir Puteh、Bachokの4郡から流入している。以上の5郡は何れも洪水常襲地帯とみなされている地域である。

次表は、1976年より1984年までの作物作付面積の推移をみたものである。この9年間に面積の増加した作物は、オイルパーム、果樹、野菜、バージニアタバコである。

—— 作物作付面積の推移 ——

単位：ha

作物	1976年			1984年		
	海岸地域	背後地域	計	海岸地域	背後地域	計
永年作物						
ゴム	71,493	46,209	117,702	67,616	48,532	116,148
ココナツ	17,820	693	18,513	17,076	614	17,690
オイルパーム	4,953	6,579	11,532	9,669	27,471	37,140
果樹	4,372	1,109	5,481	6,205	2,439	8,644
その他	1,127	58	1,185	524	198	722
食料作物						
水稲	72,580	753	73,333	20,432	573	21,005
とうもろこし	724	157	881	577	99	676
パイナップル	574	64	638	526	109	635
バナナ	1,283	1,092	2,375	1,392	1,348	2,740
タピオカ	545	56	596	213	22	235
野菜	1,075	90	1,165	1,708	153	1,861
落花生	2,785	164	2,949	659	59	718
西瓜	1,568	68	1,636	824	52	876
その他	957	153	1,110	1,128	116	1,244
短期作物						
とうがらし	839	110	949	324	90	414
その他						
パニアタバコ	4,674	53	4,727	6,846		6,846
ローカタバコ	108	9	117	360		360
計	187,477	57,412	244,889	136,079	81,675	217,754

(資料) SEPU, ケランタン

他方、減少した作物は、米、落花生、西瓜、とうがらし等の短期作物である。海岸地域の作付面積は1976年州全体の76.6%から1984年62.5%へとシェアが低下してきた。その主な要因は、海岸地域における水稲作付面積の減少、背後地域におけるオイルパーム植栽面積の増加である。水稲作付面積が減少してきた理由として第8章で述べるように、近年頻発する洪水被害、洪水不安による農家の作付意欲の減退、農外収入を得るための就業者の流出、休耕田の増大等をあげることができる。

海岸地域の水田の大部分は、KADA地区 31,800 ha、Kemasin-Semerak 15,000 ha によってしめられている。KADA地区は、1972年発足以来、第4次、第5次マレーシア計画によって事業を進められてきている。Kemasin-Semerak 地区は、総合農業開発事業 (Integrated agricultural development projects, IADP) を推進中である。第5次マレーシア計画期間中にKemasin IADPは完了し、Semerak, Sg. Golok, Sg. Nai/Sg. Sokor は着工される予定である。

第5次マレーシア計画によると、ケランタン州の一人当りGDPは1,740M\$ (1978年価格) である。これは、マレーシア国平均の46%にすぎない。州のGDPにある第1次産業部門のシェアは、1980年43%から1985年39%へ低下してきた。農業部門のGDPの大部分は、海岸地域の農業生産額に依存しているのであるから、同地域の農業生産の活性化は今後に残された課題である。

特に、第5次マレーシア計画における将来の米生産政策は、穀倉地帯に重点的に努力を集中することである。これらの穀倉地帯の外部にある既水田の米生産は、もっと儲かる作物に転換して行く政策がとられている。ケランタン州におけるKemubuとKemasin Semerak は上述した穀倉地帯に指定されている。このような政策の線に沿って、非穀倉地帯の既水田の商品生産を進めて行くことは、海岸地域の農業生産の活性化に寄与するであろう。

