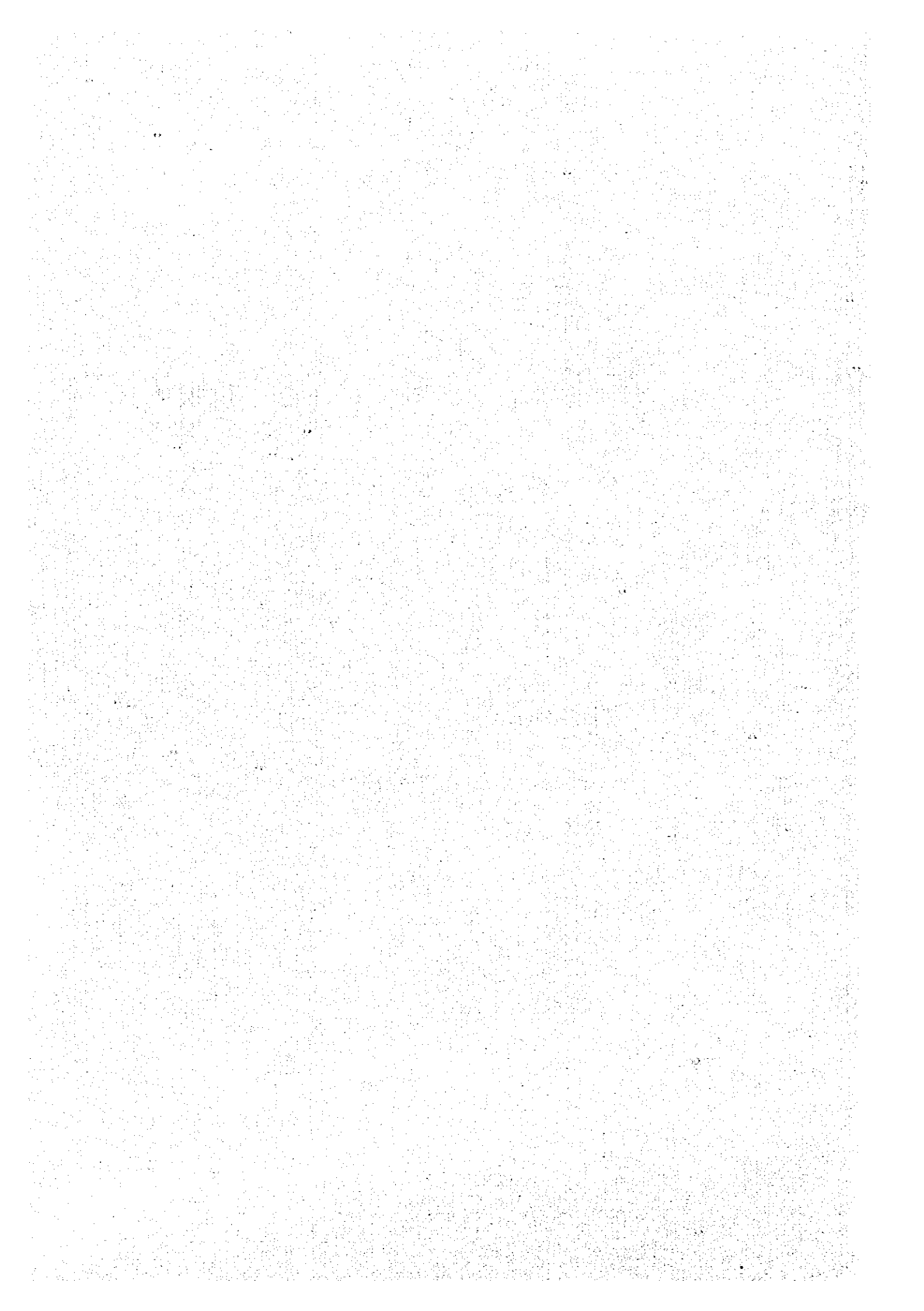


## 第 6 章 マレーシア国における石炭探査



## 第6章 マレーシア国における石炭探査

### 1. 探査活動

1973年の石油危機の後、国際的な企業である Amax International・Sarawak Shell Berhad・Utah Pacific・Broken Hill Proprietary・Global Minerals Sarawak が、サラワク州の Mukah-Balingian・Bintulu・Silantek・Merit-Pila 炭田で積極的な探査を開始した。

Amax International は、Mukah-Balingian 炭田北部で、露天掘りを対象にしてボーリング調査を行った。また、同時期に Sarawak Shell Berhad が、Mukah-Balingian 炭田東部・南部で調査を行った。これらの探査によって Mukah-Balingian 炭田に豊富な石炭資源が分布することを明らかにした。

Utah Pacific は、1974-1981年に Silantek-Sadong および Bintulu 炭田で探査を実施した。しかし、Silantek-Sadong 炭田では、深部までボーリング調査を実施したが、有望な石炭鉱床は発見できなかった。Bintulu 炭田では、地表地質踏査とボーリング調査で数kmにわたって炭層を確認したが、断層が多く、対比も難しい状況であった。

Global Minerals Sarawak は、Merit-Pila 炭田で試験ボーリングによって、有望な石炭鉱床を発見した。その後、露天掘りを対象としたボーリング調査によって、少なくとも3地区で開発の可能性があることを確認した。1988年には Central Beradai 地区に露天掘り炭鉱を開坑している。

1970年代および1980年代初期に Utah Pacific・Sarawak Shell Berhad・Amax International が、また、1980年代後期には Broken Hill Proprietary が関心を示した Silantek・Mukah-Balingian・Bintulu 炭田は、インフラストラクチャーやマーケットの問題などで断念されていたが、その後、これらの地区は、ローカル企業によって探査が継続された。

ローカル企業の一つである Lukyhill Mining Co.,Ltd. は、Silantek 炭田の既存探査資料を基礎に探査を行い、1987年に坑内掘りによる生産を開始した。

また、ローカル企業の Buroi Mining Co.,Ltd. は、1981年以来、Mukah-Balingian 炭田で探査を続けており、炭田の東部で相当量の褐炭を確認している。また、同社は、Bintulu 炭田でも探査を行い、露天掘り対象の炭量を確認している。

サバ州では、1987年、Broken Hill Proprietary が、州南部の Meliau Basin・Malibau Basin について石炭探査の許可を取得して調査を行っている。その結果、低硫黄分・高発熱量で、一部はコークス性を持つ良質炭を確認した。Meliau Basin については、地表地質調査のデータに基づいて、2億1,500万トンの予想地質埋蔵量 (Inferred Geological Reserve) を報告している。

マレーシア国地質調査所は、“Fourth Malaysia Plan” (1980-1985年) の中で “Coal Inventory Programme” として、サラワク州の石炭資源を系統的に評価するプロジェクトを開始した。マレーシア国における当時の石炭需要は、きわめて小さいものであったが、1979年の第2次石油ショック後であり、国のエネルギー政策でも代替エネルギーとしての石炭に対する支持があった。評価作業は、サラワク州で最大の Merit-Pila 炭田を重点的に行っており、すでに 85km<sup>2</sup>以上をカバーし、1億8,600万トンの地質埋蔵量を確認している。この “Coal Inventory Programme” は、Merit-Pila 炭田を終了した後は、ほかの有望な炭田に移し、2005年までには完了する予定である。

一方、マレーシア国地質調査所は図 6.1.1 に示すように 1993年以降、サバ州南東部の Malibau Basin および Silimpon Area を対象に、石炭露頭の観察を主とした概査を進めてきた。次の段階として、これらの蓄積したデータに加え、石炭区域の精査を行い、地域内の石炭資源を評価することを計画し、これを “Seventh Malaysia Plan” (1996-2000年) の中に位置づけている。本案件「マレーシア サバ州石炭探査・評価調査」は、マレーシア国地質調査所が計画したこの調査を主な対象として、技術協力を行うものである。

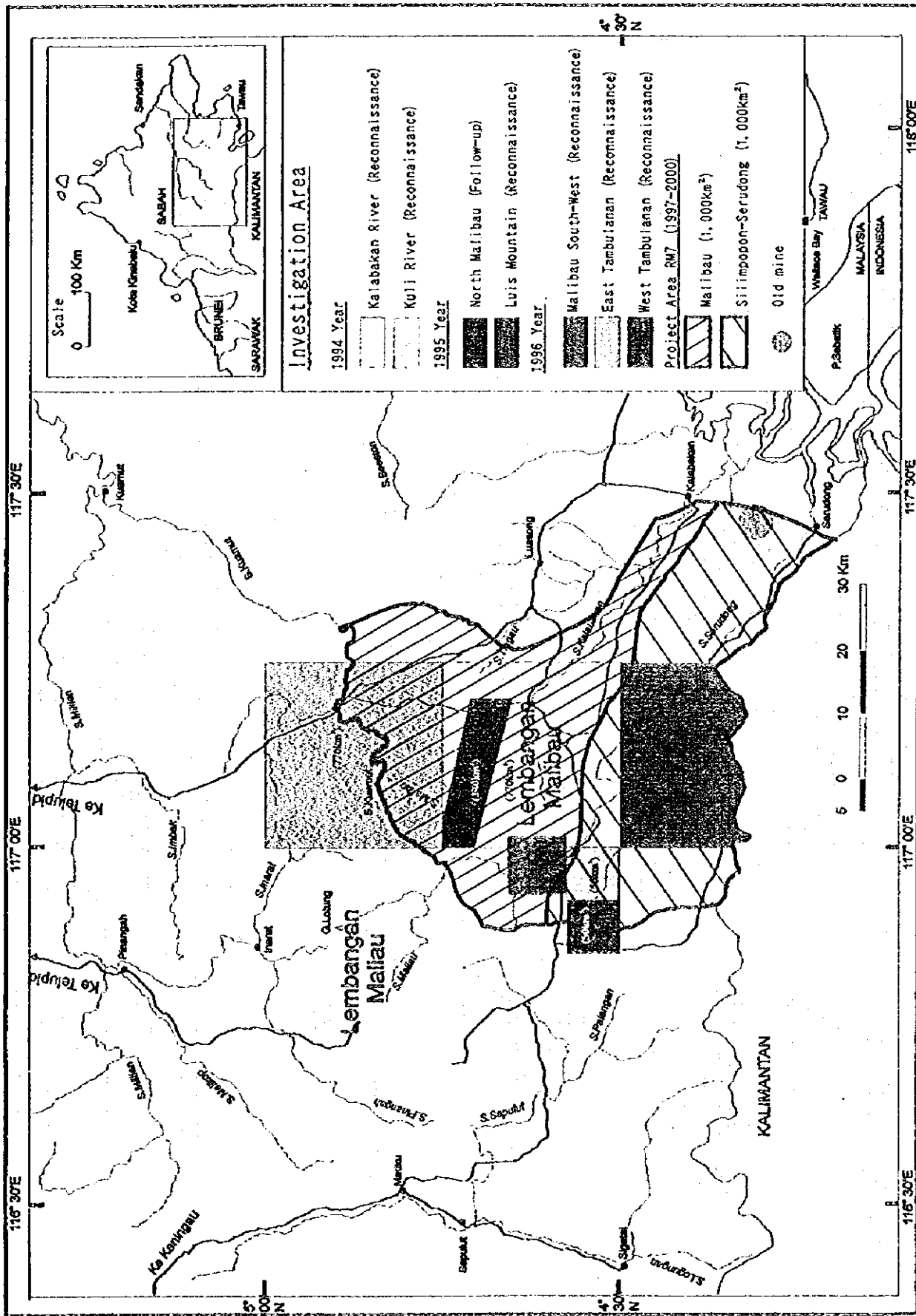


図 6.1.1.1 地質調査所によるサバ州の石炭探査

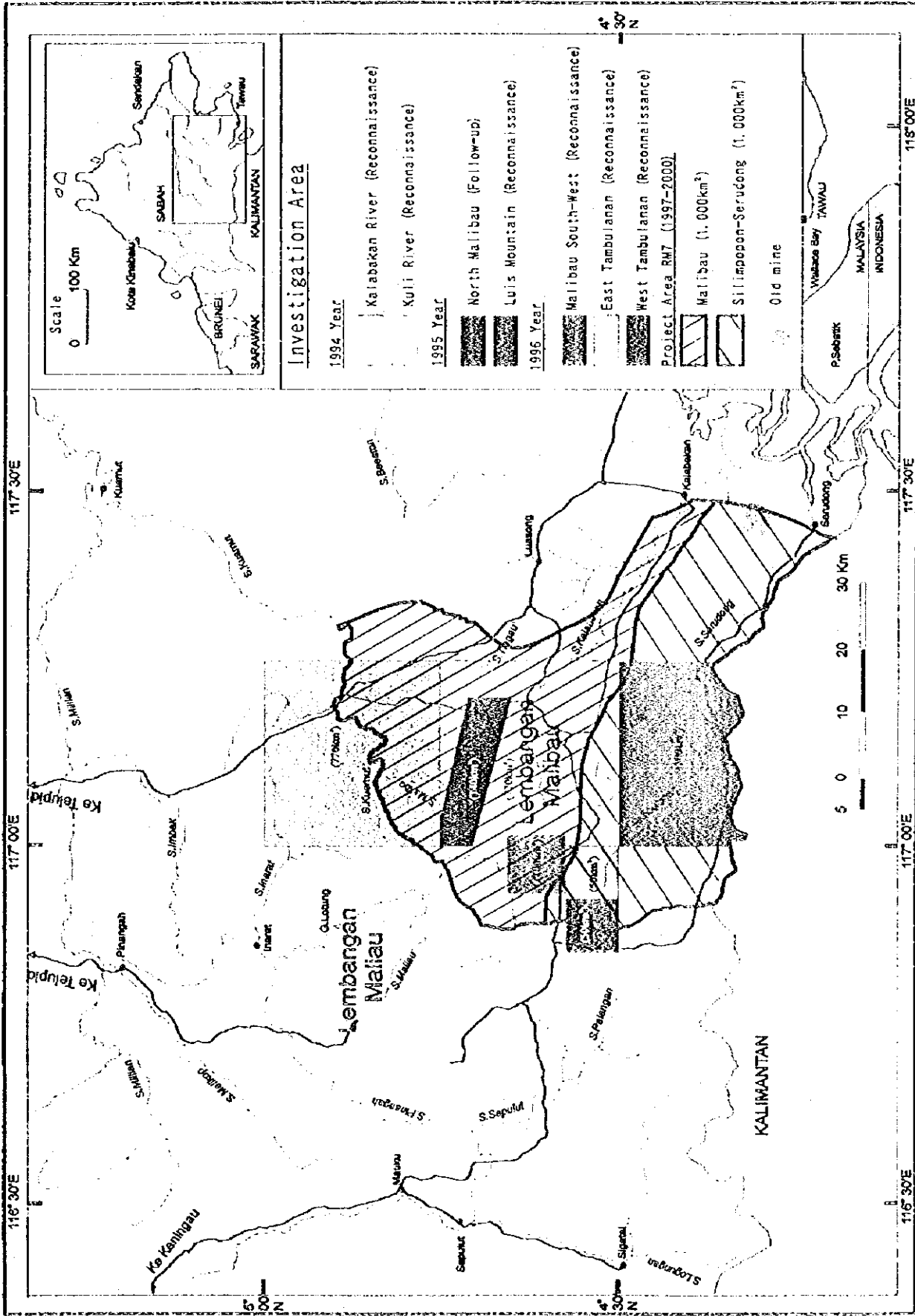


図 6.1.1 地質調査所によるサバ州の石炭探査







## 2. 探査技術

マレーシア国地質調査所は、石炭探査について、次の3段階を設けている。

- I. 概査 Reconnaissance Survey
- II. 補足調査 Follow-Up Survey
- III. 資源評価 Reserve Evaluation

しかし、これらの各調査段階と、調査精度および適用技術、さらには石炭資源分類のカテゴリーなどとの関係については定義しているわけではない。

また、同地質調査所は、探査にあたって次のような技術を使用しているが、実質的には地表地質調査が主となっている。

地形調査	Topographic Survey
石炭露頭調査	Coal Outcrop Studies
詳細地質マッピング	Detailed Geological Mapping
物理探査 (V L F - E M)	Geophysical Work
浅尺/深尺ボーリング調査	Shallow / Deep Drilling
電気検層	Electric Logging

V L F - E M (Very Low Frequency - ElectroMagnetic) は、世界各地に建設されている大電力の送信所から放射されている V L F 電波 (3-30kHz) を利用する一種の電磁法である。原理的には、電波によって発生した地下の誘導電流がつくる磁場異常を地上で観測し、地下の電気比抵抗異常すなわち地質異常を解析する方法である。測定装置は、軽量簡便であって、金属鉱床の概査などにしばしば利用されている。しかし、炭田では、地質解析に効果的な電磁応答を得ることは一般に少なく、また精度の面でも不十分であり、石炭探査には有効な方法とはいえない。

### 3. 地質調査所および関連機関の概要

マレーシア国における石炭関連の政府組織は、図3.1.1 に示すようになっており、本案件の実施機関であるマレーシア国地質調査所 "Geological Survey Department Malaysia" (GSD) は、一次産業省 (Ministry of Primary industries) に所属する。その所内組織は、図6.3.1 に示すように、本部のもとに、半島・サラワク・サバの3オペレーションセンターで構成されている。

地質調査所の主な機能としては、次のような事項があげられる。

- ・基本的地質調査
- ・石油およびガスを除く鉱物資源の探査
- ・地質工学的調査
- ・地下水資源の調査開発
- ・岩石鉱物等の化学分析および物理試験
- ・地質図・地化学図・地質工学図・水理地質図・地球物理図・鉱物資源図などの基本図の作成
- ・地質および鉱物資源に関する情報の集積
- ・連邦政府および州政府の地質・鉱物産業に関する政策への助言
- ・連邦政府および州政府の地質・鉱物産業に関する政策の実行

同所は、上級管理者を除き約 230 名の研究者・技術者を有しているが、その配置は表6.3.1 のようになっており、クアラルンプールには本部機構のみがあり、実際の技術業務は3センターで行われている。

表6.3.1 地質調査所の技術者数

部所	本部	半島(イボ)	サラワク	サバ	合計
主席地質技術者	3	19	1		23
地質技術者	5	77	40	38	160
主席地化学技術者	1	5			6
地化学技術者		16	6	4	26
主席物理探査技術者		2			2
物理探査技術者		7	3	1	11
システムアナリスト	1	1	1	1	4

石炭地質技術者は、サラワクセンターおよびサバセンターに配属されており、鉱物探査部に所属している。サバセンターでは、同部には 10 名程度の地質技術者が所属するが、石炭地質調査の実際の経験者は数名程度である。なお、石炭分析は、サバセンターでは行わないで、全てサラワクセンターで対応している。

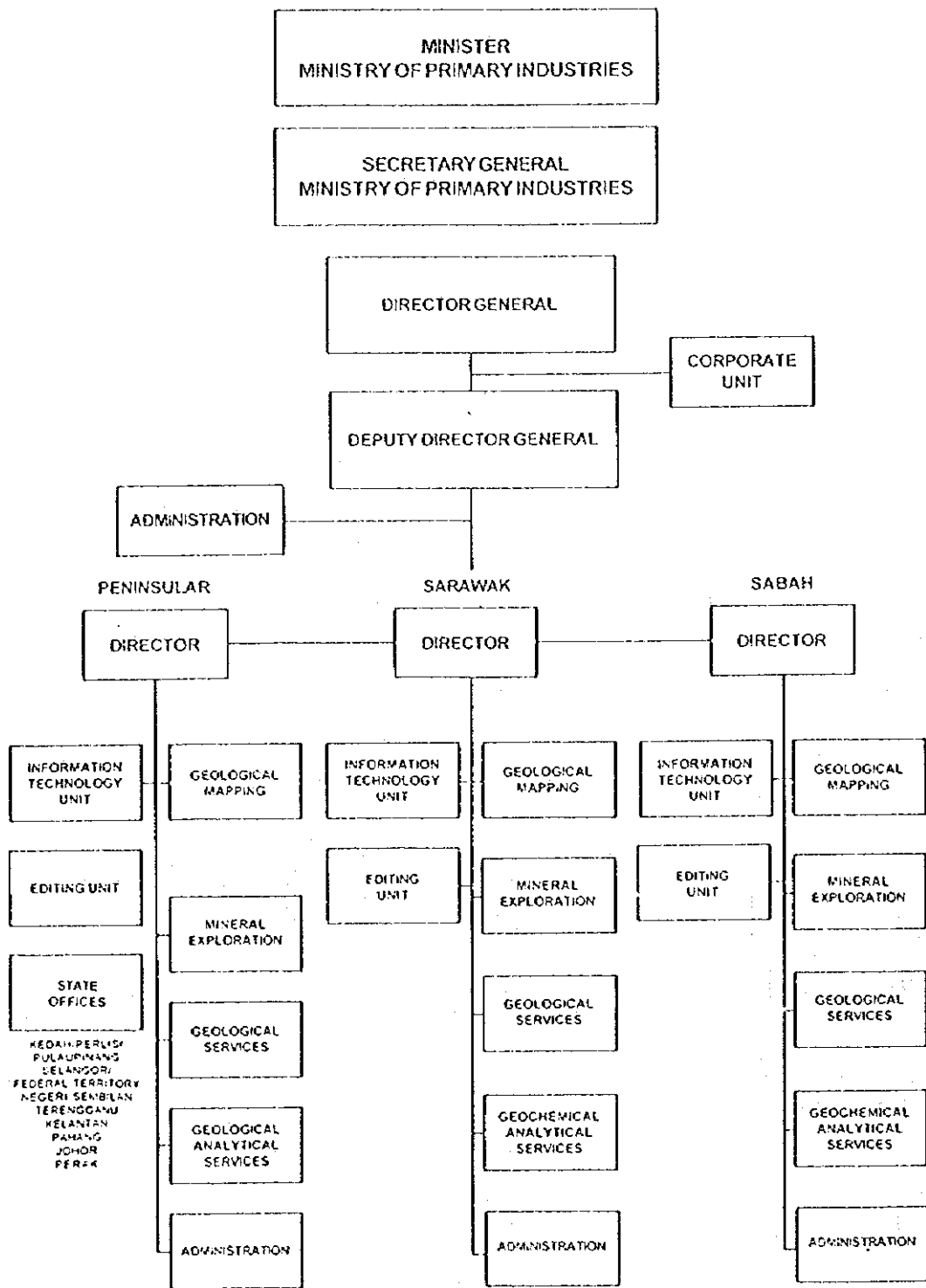
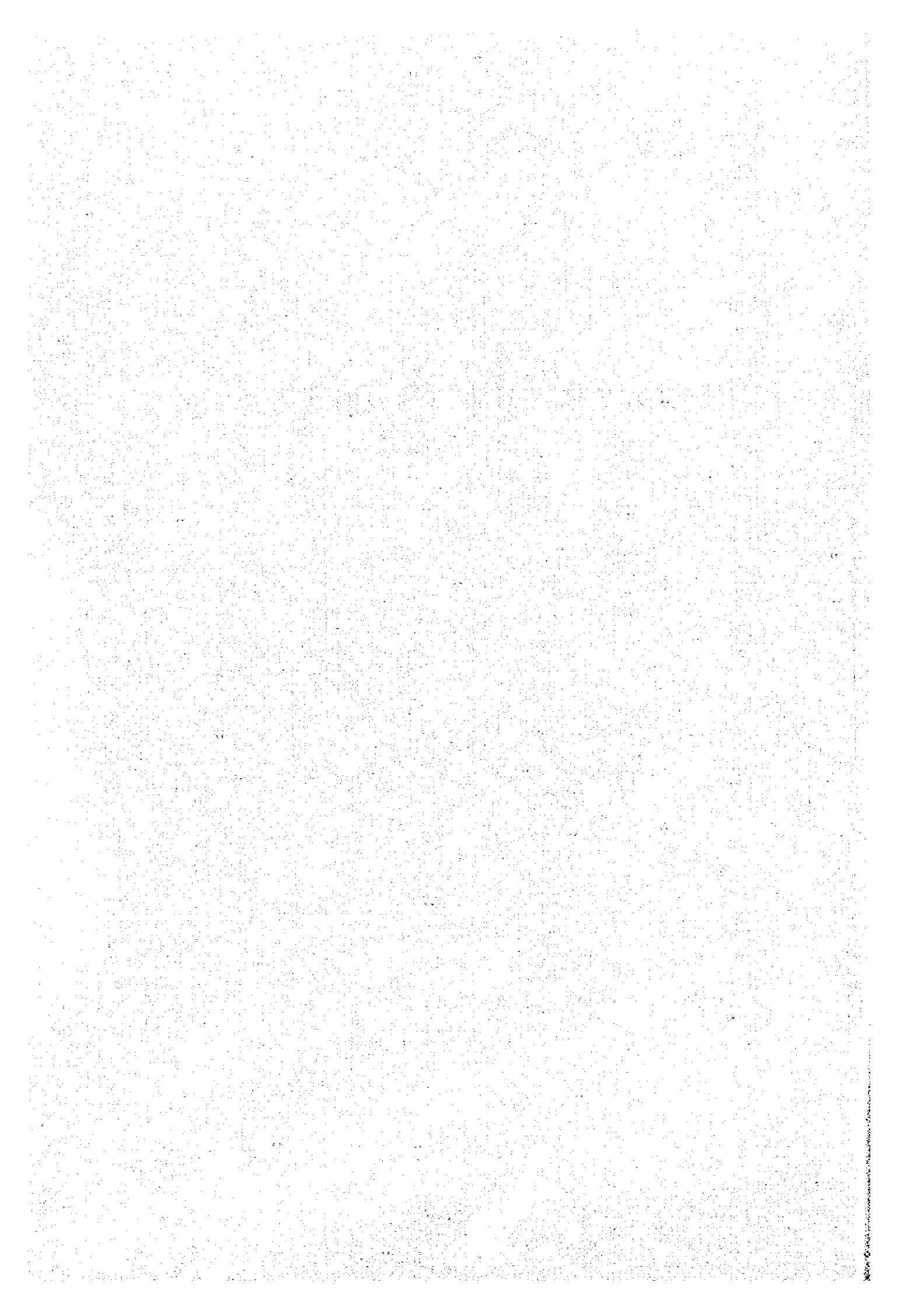


図6.3.1 マレーシア国地質調査所の組織



## 第 7 章 対象地域の石炭資源



## 第7章 対象地域の石炭資源

### 1. 全域の概要

調査地はサバ州の南東部に位置し、インドネシア国境に接している。図6.1.1 に示すように、調査地域は、北側の Malibau Basin と 南側の Slimpoon- Serudong Area に2分されているが、両地域の間には特別な地質境界はなく、東西に通る道路が2地区をほぼ分けている。

調査地の大部分は、Cowie 湾に注ぐ Kalabakan 川、Serudong 川、および Silimpoon 川の流域によって占められるが、北部は、サンダカン方面に流れる Kuanut 川の流域である。これら主要河川の流域および丘陵性の調査地南東部を除くと、1,426m の Luis 山を最高峰として、全般にやや急峻な山地である。

山地の大部分は熱帯雨林で覆われているが、これらは、原始林のみではなく、二次林も相当の範囲にわたって分布しているものとみられる。また、丘陵の一部では油椰子の栽培が行われている。

調査地を含む周辺地域の地質を図7.1.1 に、模式層序を図7.1.2 に示す。調査地は、インドネシア領（東カリマンタン）にわたって広がるクラカン堆積盆の一部を構成しており、新生代古第三紀の海成堆積層などを基盤として、新第三紀中新世の炭層を含むデルタ性堆積物などが厚く分布している。

調査地に分布する地層は、中新世の Kalabakan 層、Tanjong 層、および Kapilit 層である。これらの層位関係については、まだ十分に解析されていないが、表7.1.1 に示すように、Kapilit 層は、Tanjong 層とほぼ同層準であり、Kalabakan 層は、これらの下位に位置すると考えられている。

表7.1.1 調査地の層序

地質年代			地 層	
新生代	新第三紀	中新世	Tanjong Formation	Upper Unit / Middle Unit / Lower Unit / Kapilit Formation
			Kalabakan Formation	
		漸新世	Labang Formation	
	古第三紀	始新世		
		暁新世		
中生代	白亜紀		Chert-Spilite etc.	

調査地内における kalabakan 層の分布は、Kalabakan 川に沿った一部地区に限られており、泥質岩を主とし、炭層の分布は知られていない。

Tanjong 層は、主として調査地の北部に分布し、3 部層に分けられる。この中で、中部層に炭層を挟んでおり、探査の主な対象となる。また、下部層は砂質岩、上部層は泥質岩で特徴づけられ、中部層を挟んで分布する。

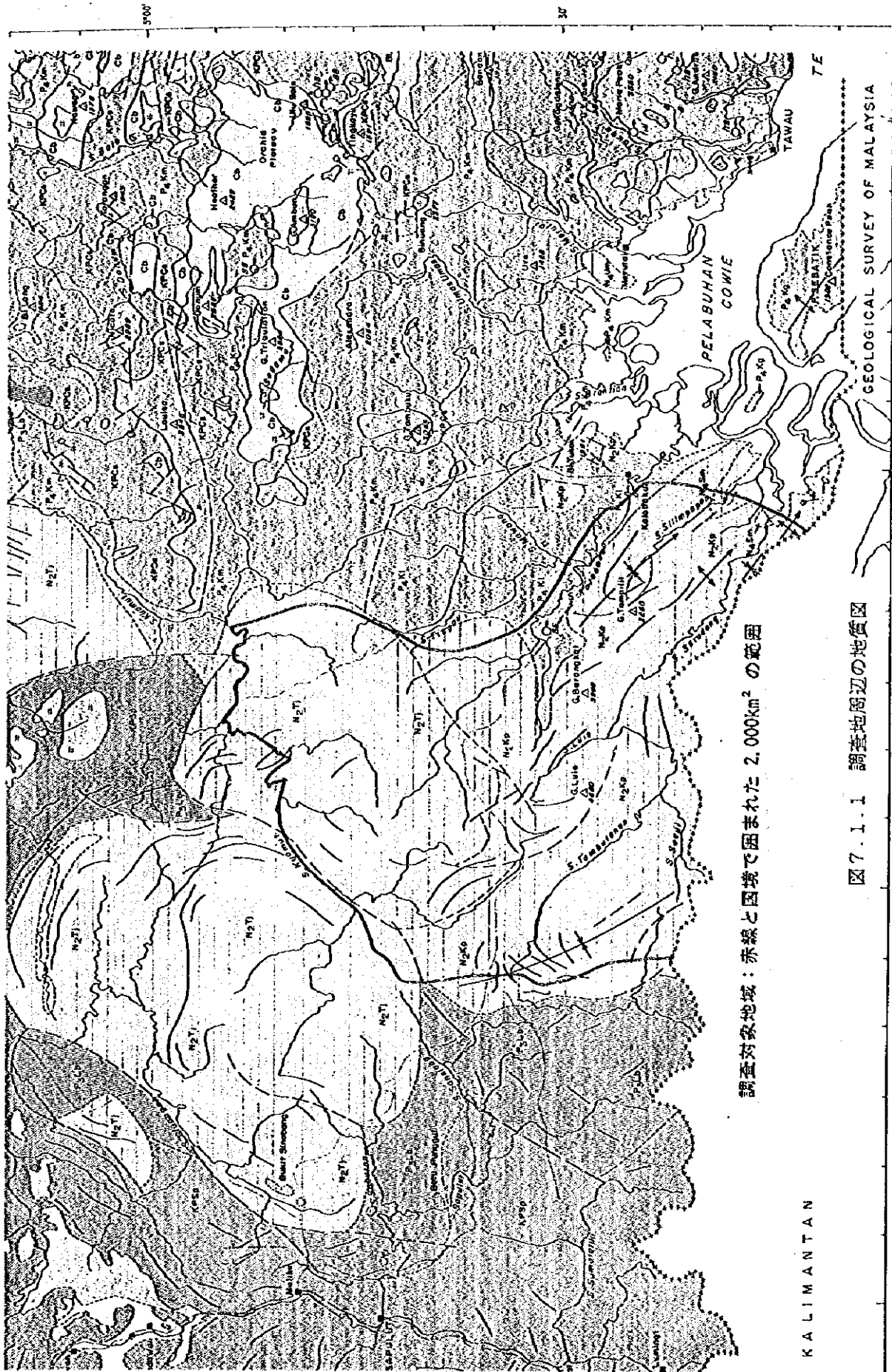
Kapilit 層は、主として調査地南部に分布し、砂岩、シルト岩、および泥岩からなり、炭層を挟んでいる。

図7.1.3 は、調査地周辺地域について現在までに地表で確認されている石炭分布区域を示す。調査地の北西に隣接する Meliau Basin は、調査地の Malibau Basin とほぼ同様な過程で形成された炭田であり、石炭ポテンシャルの高いことが認められている。なお、両 Basin の間には、Lonod断層の存在が考えられている。

調査地内には、Malibau Basin、Sesui Syncline、Luis Syncline、Silimpopon Syncline など北西-南東の方向性をもち、南東に沈降する向斜構造があり、これらの構造の多くには夾炭層が分布している。このほか、インドネシア国境近くを流れる Sungai-Sesui 川に沿った地帯にも、炭層が散在して分布することが確認されている。

予備調査では、調査地の中でも炭層の発達状況について比較的資料が多く得られている、Malibau Basin と Silimpopon Area について現地調査を行ったので、その結果も含め次に説明する。



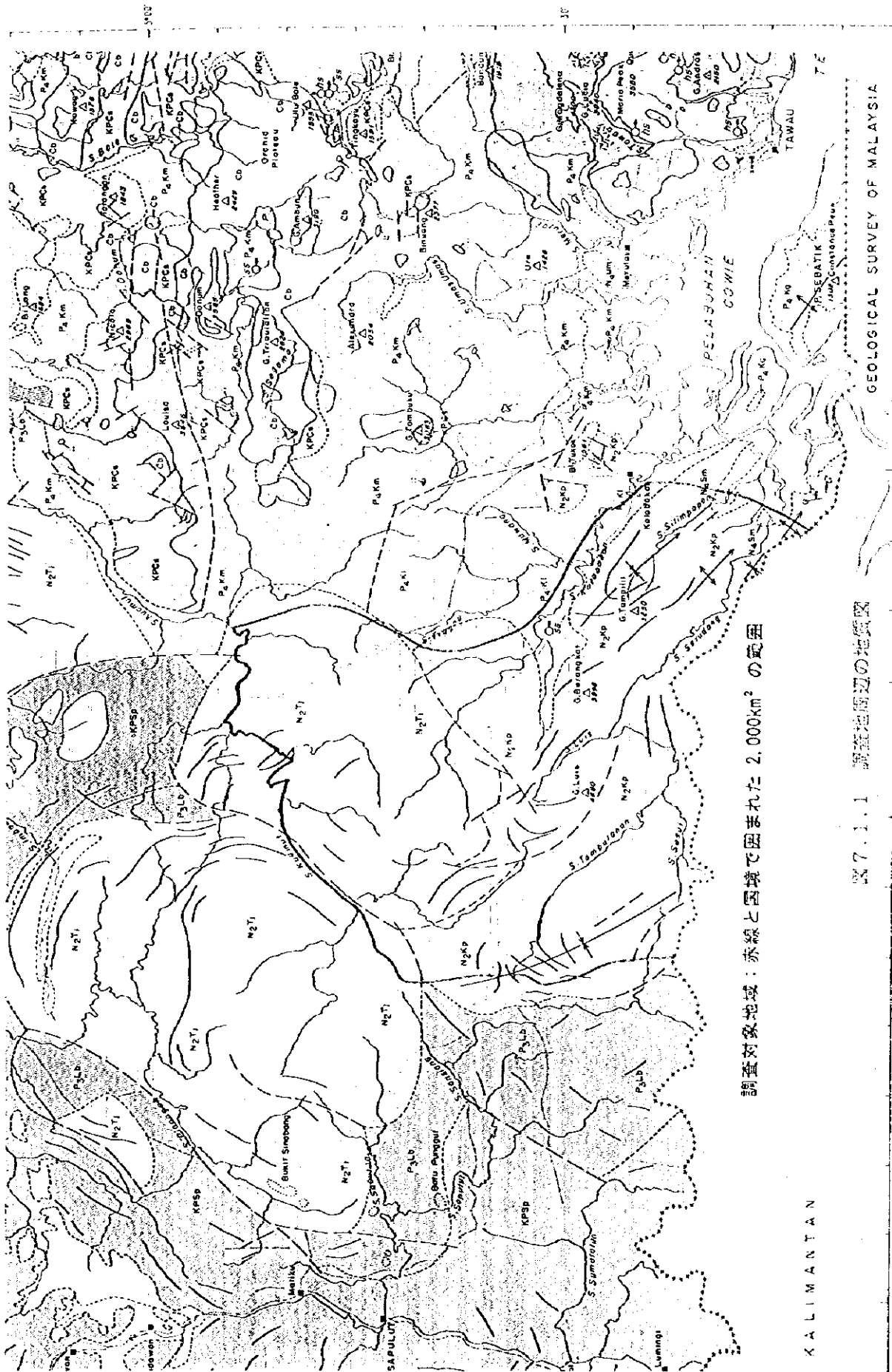


調査対象地域：赤線域で囲まれた 2,000km<sup>2</sup> の範囲

図 7.1.1 調査地周辺の地質図

KALIMANTAN

GEOLOGICAL SURVEY OF MALAYSIA



調査対象地域：赤線で囲まれた2,000km<sup>2</sup>の範囲

図7.1.1 調査地周辺の地質図



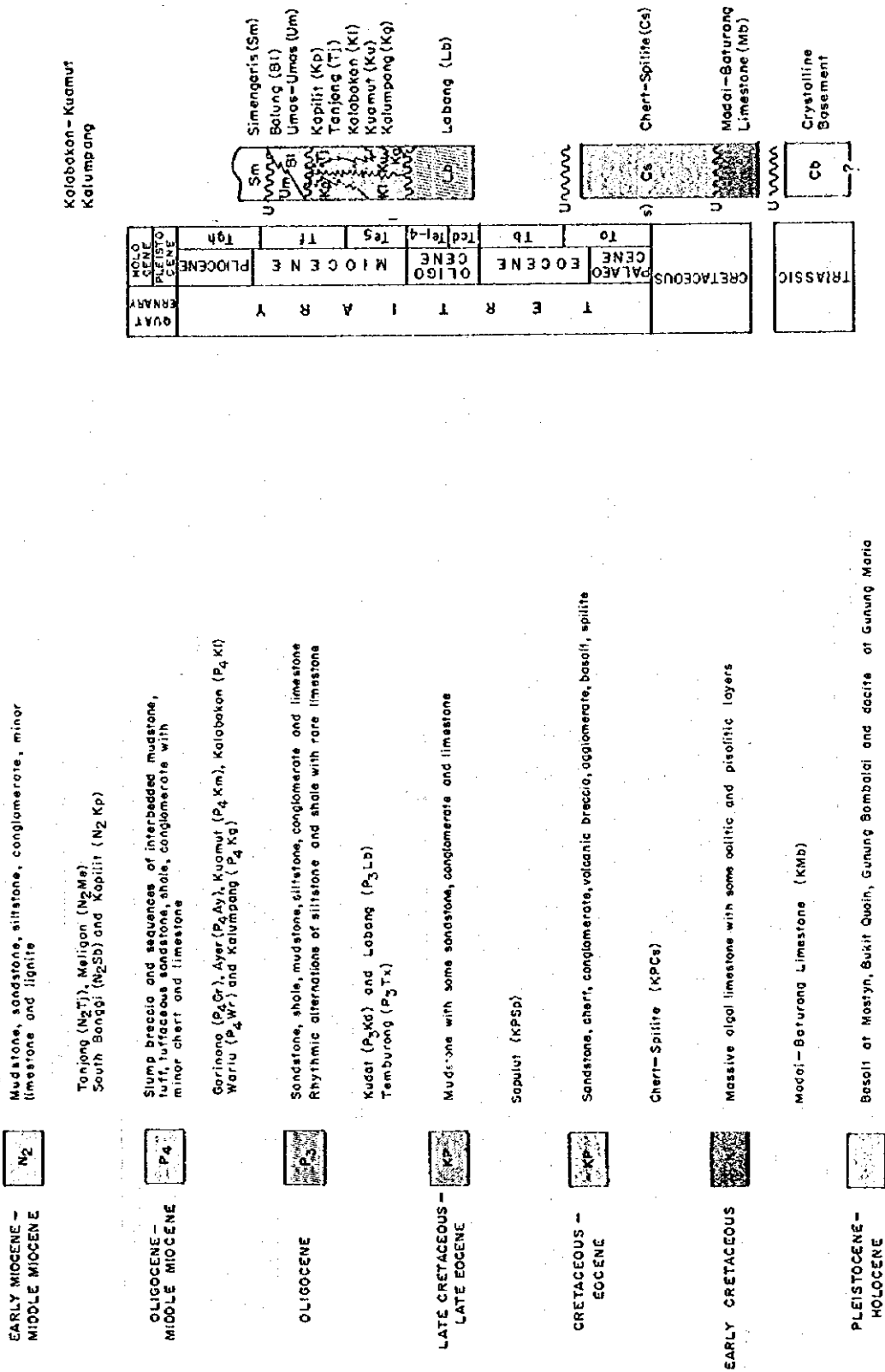


图 7.1.2 标准层序

地质凡例

EARLY MIOCENE -  
MIDDLE MIOCENE

N<sub>2</sub>

Middle and upper Miocene, including the  
Bengkulu and Tapanuli

Tanjung Negeri, Medan (Negeri),  
Bengkulu and Tapanuli

OLIGOCENE -  
MIDDLE MIOCENE

P<sub>4</sub>

Lower Pliocene and sediments of the  
Tapanuli and Bengkulu basins

Lower Pliocene, Medan (Negeri),  
Bengkulu and Tapanuli

OLIGOCENE

P<sub>3</sub>

Lower Pliocene, Medan (Negeri),  
Bengkulu and Tapanuli

Lower Pliocene, Medan (Negeri),  
Bengkulu and Tapanuli

LATE CRETACEOUS -  
LATE EOCENE

KP

Middle and lower Cretaceous, including  
the Tapanuli and Bengkulu basins

Middle and lower Cretaceous,  
including the Tapanuli and Bengkulu basins

CRETACEOUS -  
EOCENE

KP

Middle and lower Cretaceous, including  
the Tapanuli and Bengkulu basins

Middle and lower Cretaceous,  
including the Tapanuli and Bengkulu basins

EARLY CRETACEOUS

K<sub>1</sub>

Lower Cretaceous, including the  
Tapanuli and Bengkulu basins

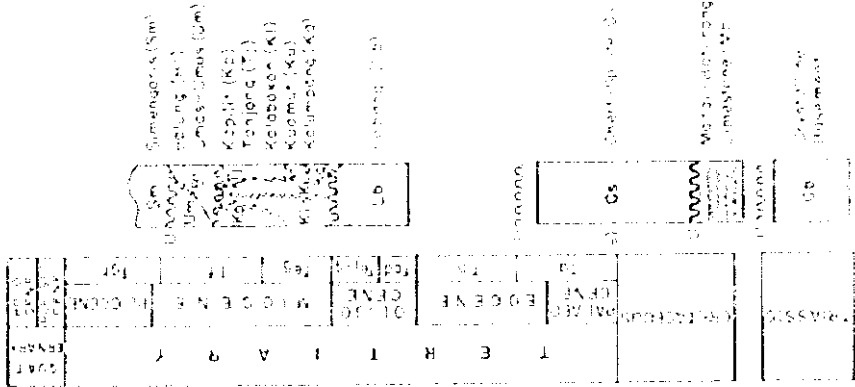
Lower Cretaceous, including the  
Tapanuli and Bengkulu basins

EARLY CRETACEOUS

K<sub>2</sub>

Lower Cretaceous, including the  
Tapanuli and Bengkulu basins

Kalibabakan - Kudu  
Kalibabakan



Sumatera - Kudu  
Kalibabakan

地质图例



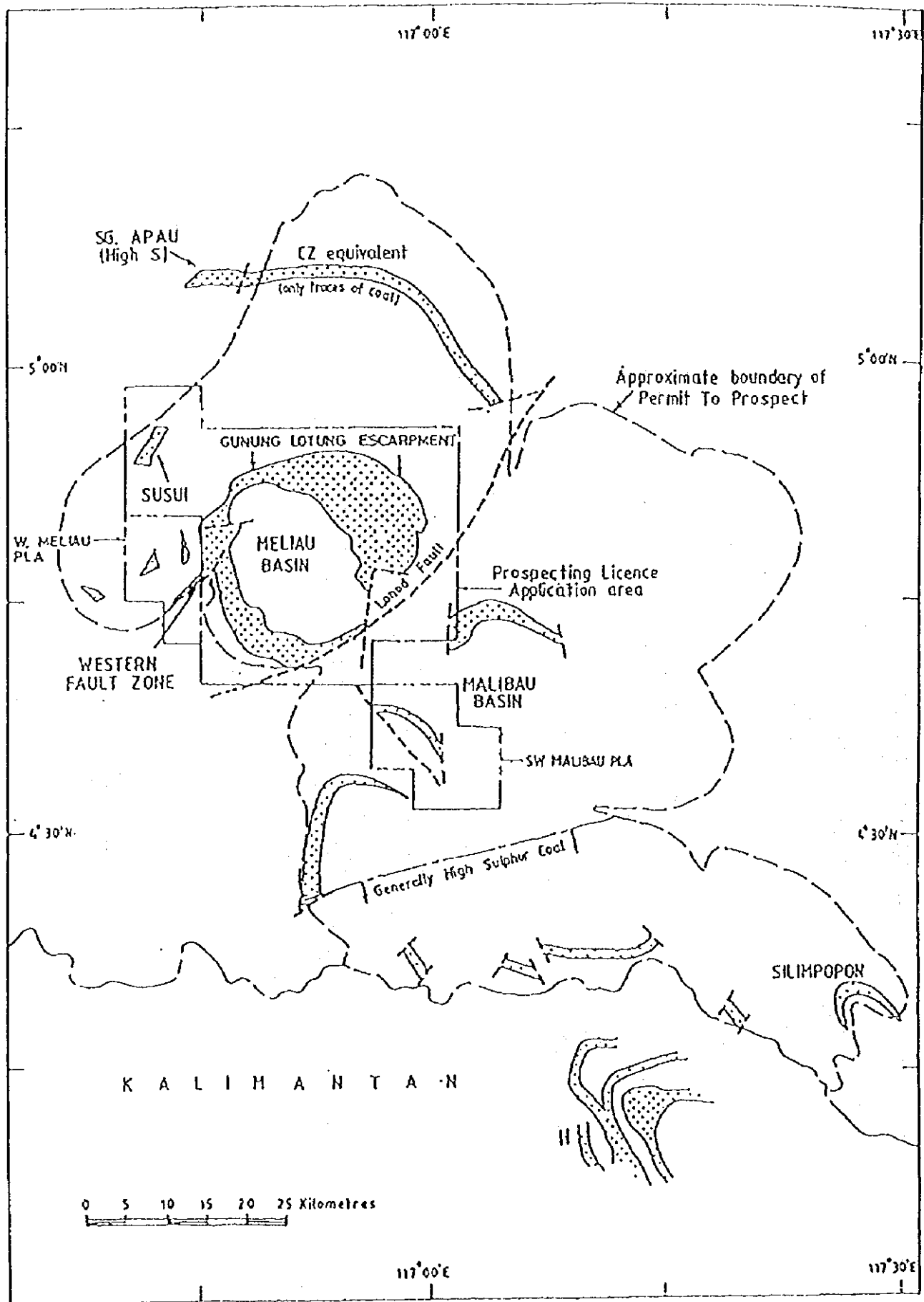


図7.1.3 周辺地域の石炭分布

## 2. マリバウ盆地 (Malibau Basin)

調査地の中央部に位置し、中新世の Tanjong 層が、亜盆状構造を呈して分布する地域である。

Tanjong 層は、前述のように、砂質岩を主とする下部層、夾炭層の中部層、泥質岩を主とする上部層の3部層からなる。夾炭層は、Basin の北側に帯状に分布し、その広がり、東西約20km×南北約5km にわたっている。

本地域に関しては、マレーシア国地質調査所が、1994 および 1995年の2回にわたって、石炭露頭の記載を主とした概査を行い、報告書を表している。これらの調査で、170 箇所以上の石炭露頭を観察しており、炭層数はかなり多いようである。しかし、厚さが1m 以上の炭層はまれであり、全般に薄層である。また、炭層傾斜は 40° 程度の急傾斜が多いことも特徴である。(図7.2.1、図 7.2.2、表7.2.1)。

炭質分析の一例を表7.2.2 に示すが、ほぼ高揮発分歴青炭に属する。しかし、硫黄分は場所によって変化し、2% 以上の高硫黄炭もある。また、窒素分はやや多いようである。

予備調査では、Luasong から Malibau Basin に入り、石炭分布区域の東部で石炭露頭を観察した(巻頭写真参照)。観察地点の炭層は、図7.2.2 に示すように、炭丈 60cm/山丈 80cm の厚さがあり、北西に約50° 傾斜している。このブロックは、Malibau Basin の主要石炭分布区域の西部および中央部とは傾斜方向を大きく異にしており、これらとの間には断層の存在が推定される。

なお、主要石炭区域に通じる東西の林道は、南北道の分岐から間もなくの橋梁が流失しており、車の通行が不可能であった。

Malibu Basin は、既往の調査によって、多数の石炭露頭が確認されているが、これらの炭層を対比し、夾炭層の地質構造を解明する調査は、まだ行われていない。従って、炭層の層数あるいは層間等に関する資料もなく、資源としての評価を行うには至っていない。しかし、現在の調査資料から判断すると、炭層は、全般に薄層であること、および急傾斜であることなど、評価に不利な条件が強いことは否定できない。



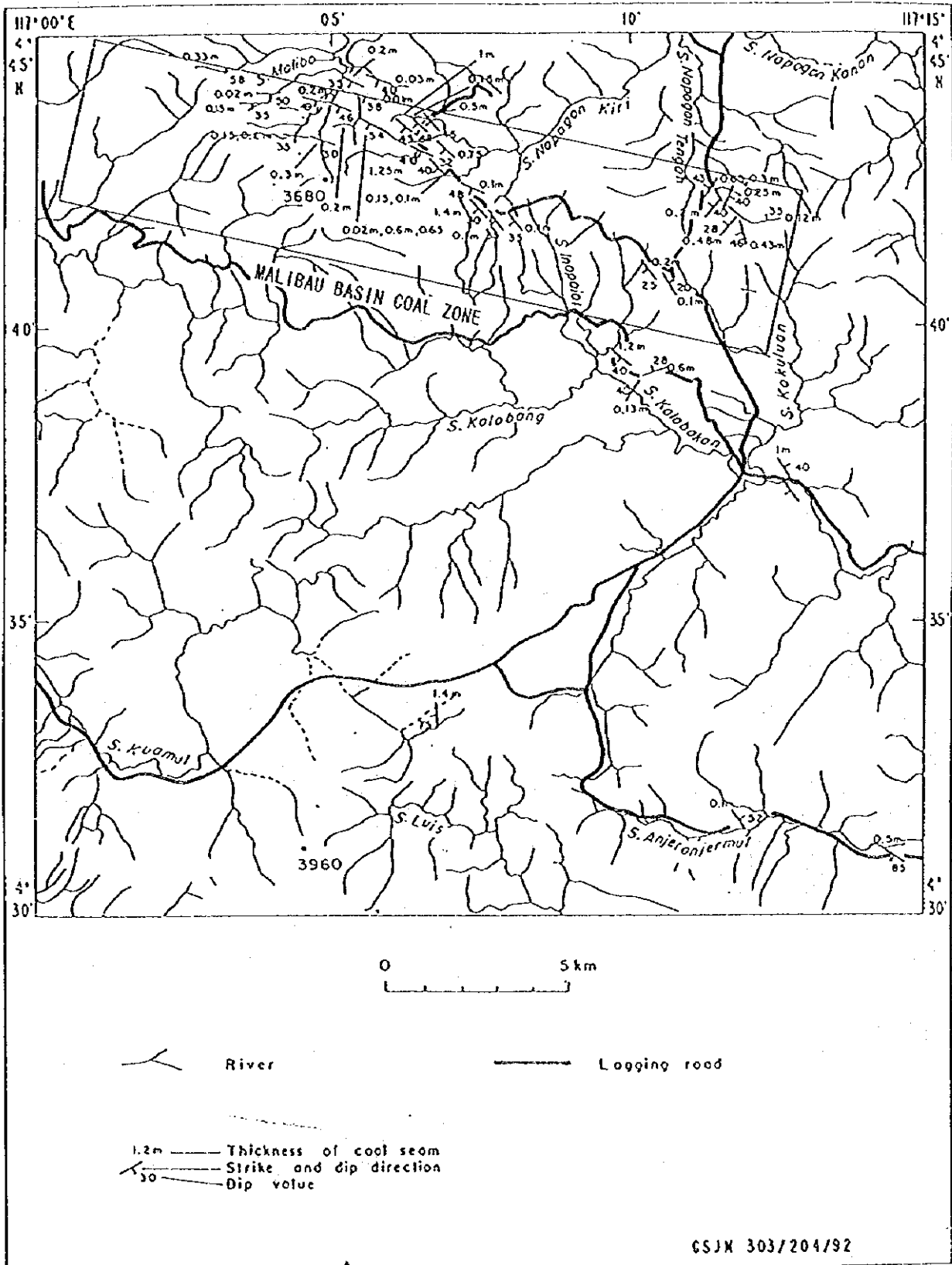
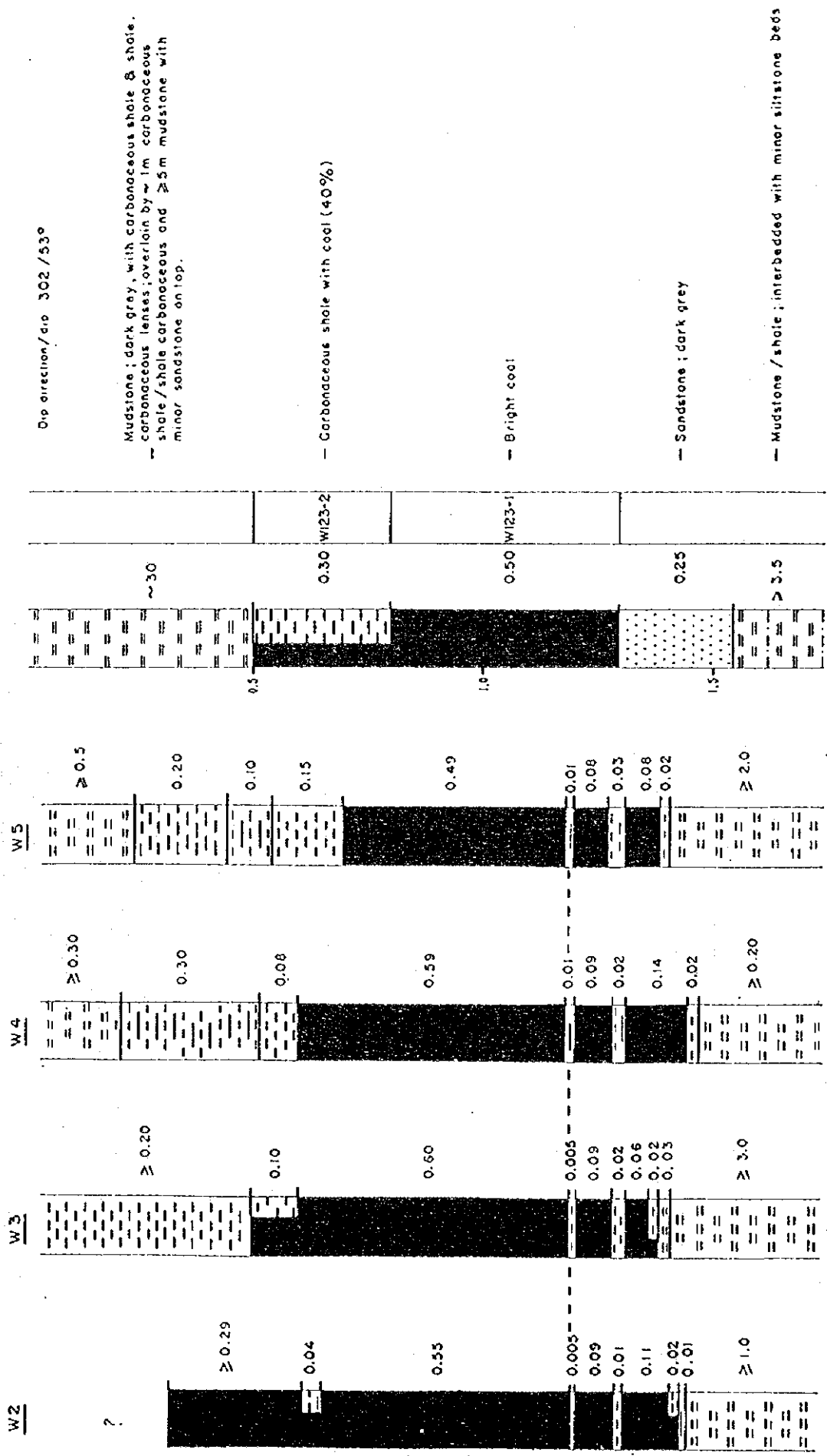


図7.2.1 Malibau Basin の石炭露頭分布



予備調査観察地点

MALIBAU BASIN 中央部

図7.2.2 Malibu Basin の炭層柱状の一例

表7.2.1 Maliau Basin における石炭の厚さ  
(観察した露頭の頻度)

純石炭層の厚さ	露頭数
<0.10m	25
0.11-0.20m	21
0.21-0.30m	12
0.31-0.40m	14
0.41-0.50m	10
0.51-0.60m	6
0.61-0.70m	10
0.71-0.80m	6
0.81-0.90m	4
0.91-1.00m	2
1.01-1.10m	1
1.11-1.20m	1
>1.21m	1

表 7.2.2 Maliau Basin の炭質

TYPE OF ANALYSIS		SAMPLE NUMBER (thickness)						
		W2-1 (1.10m)	W5-1 (0.69m)	W107 (0.40m)	W121 (0.70m)	W122 (0.40m)	W123-1 (0.50m)	W123-2
ULTIMATE ANALYSIS (mass-%)								
AIR DRIED	C	72.9	75.6	77.4	80.9	76.8	80.6	
	H	6.27	6.04	5.97	5.97	6.46	6.99	
	N	2.00	1.90	1.64	1.59	1.33	1.64	
	TOTAL SULPHUR	0.31	0.24	0.29	0.80	1.38	1.74	0.96
DRY	C	74.5	77.5	79.1	82.1	78.4	81.4	
	H	6.40	6.19	6.10	6.06	6.60	7.06	
	N	2.04	1.94	1.68	1.61	1.36	1.66	
	TOTAL SULPHUR	0.32	0.23	0.23	0.81	1.41	1.76	0.98
DRY ASH FREE	C	81.3	81.6	81.6	85.3	84.0	86.4	
	H	6.99	6.52	6.30	6.30	7.07	7.46	
	N	2.23	2.03	1.73	1.68	1.46	1.76	
PROXIMATE ANALYSIS (mass-%)								
AIR DRIED	MOISTURE	2.1	2.4	2.1	1.5	2.1	1.0	1.8
	ASH	8.2	5.0	2.6	3.6	6.5	5.7	54.4
	VOLATILE MATTER	41.4	41.3	42.6	34.6	31.4	33.4	16.8
	FIXED CARBON	48.3	51.3	52.7	60.3	60.0	59.9	27.0
DRY	ASH	8.4	5.1	2.7	3.7	6.6	5.8	55.4
	VOLATILE MATTER	42.3	42.3	43.5	35.1	32.1	33.7	17.1
	FIXED CARBON	49.3	52.6	53.8	61.2	61.3	60.5	27.5
AS RECEIVED	TOTAL MOISTURE	5.6	9.1	3.3	4.6	3.6	6.1	8.3
	ASH	7.9	4.7	2.5	3.5	6.4	5.4	50.8
	VOLATILE MATTER	39.9	38.5	41.1	33.5	30.9	31.7	15.7
	FIXED CARBON	46.6	47.8	50.9	58.4	59.1	56.8	25.2
HEAT VALUES & TECHNOLOGICAL TEST								
GROSS CALORIFIC VALUE	AIR DRIED	31320	31920	32650	34080	31767	34046	14064
	kJ/kg	7481	7624	7793	8140	7587	8132	3359
	BTU/lb	13466	13723	14036	14652	13657	14638	6046
DRY	AIR DRIED	31959	32638	33350	34634	32448	34335	14336
	kJ/kg	7633	7795	7966	8272	7750	8206	3424
	BTU/lb	13739	14031	14339	14890	14771	14771	6163

\* mainly carbonaceous shale (refer coal graphic log)

Note: All chemical analyses were done by Geological Survey of Malaysia Sarawak.

### 3. シリムポボン地域 (Silimpon Area)

調査地の南東端位置する。かつて、1905-1932年にわたって坑内掘りで、約 150 万トンの石炭を生産し、蒸気船などに供給していた。

本地域には中新世の Kapilit 層が広く分布するが、この地層は、前述のように Malibau basin の夾炭層を含む Tanjong 層とほぼ同じ層準と考えられる。主として砂岩・シルト岩・泥岩からなり、まれに礫岩および石炭を挟んでいる。(表7.3.1)。

全体として南東方向に開いた向斜構造を形成しており、地表付近での地層傾斜は、10° 前後の緩傾斜である。地域の中央部を Silimpon 川が、ほぼ向斜軸に沿って南東に流下し、Cowie 湾に注いでいる。(図7.3.1)。

炭層は、地域の東部では4層、西部では3層確認されているが、稼行された炭層は、Queen Sean のみである。稼行地区における Queen Sean は、炭丈 2.1m / 山丈 2.7m と厚層であるが、南東に向かって、すなわち深くなるに従って薄化する傾向にある。(図7.3.1、図7.3.2)。

炭質の一例を表7.3.2 示す。高揮発分歴青炭ないし亜歴青炭に属すが、硫黄分が非常に多いことには注意する必要がある。

本地域の地質および石炭に関しては、1954年、マレーシア国地質調査所によって調査報告書が表されている。同報告書には、既採掘区域の深部(30)における炭層の深度分布および層厚分布の推定、あるいは探査計画の提案も含まれており、今後の探査の参考となる。(図7.3.1)。

予備調査では、Kalabakan から Silimpon Area に入り、地域の概要を把握したが、道路事情や現地立ち入りなどの問題もあり、石炭露頭の確認および旧炭鉱跡の調査はできなかった。

本地域の石炭資源は過去に採掘されているので、今後開発するとすれば、その延長部すなわち同一炭層の深部が対象になる。地域の地質および炭層等については概略把握されており、これらの資料に基づいて、開発の可能性はある程度検討することができる。しかし、具体的な検討のためには、対象区域について、ボーリングによる炭層状況の確認が必要である。特に、本地区の炭層は、深部(30)に向かって薄化する傾向にあり、また、部分的には無炭区域が広がっていることも予想される。また、このような変化とともに、石炭の硫黄分などにも変化を生じる可能性がある。

過去の採掘は、坑内掘りによって行われたが、採掘深度が地表から 75m 程度まで低下し、ほぼ海水準に達している。従って、これより下部を採掘する場合は、坑内水の問題が予想されるので、事前に地下水に関する調査も必要である。















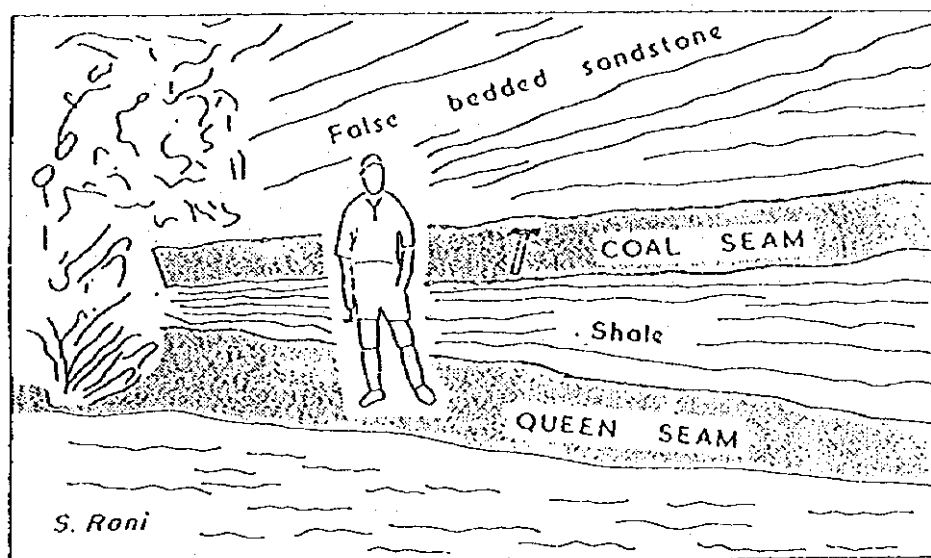


図7.3.2 Silimpon Area における炭層露頭  
 (Queen Seam: 稼行炭層)

表7.3.2 Silimpon 炭の炭質

Coal analysis		
	percent	
Proximate analysis (as received)		
Water		1.62
Volatile matter		44.82
Fixed carbon		41.16
Ash		12.40
Proximate analysis (dry ash free)		
Volatile matter		52.14
Fixed carbon		47.86
Sulphur content		
Sulphide		0.04
Sulphate		0.24
Organic		2.24
Total		2.52
Calorific value		
	BTU/lb	kcal/kg
As received	13,010	7,230
Dry ash free	15,140	8,410
Physical properties		
Coherent but friable. Burns easily with a smoky flame, evolving much volatile matter		
Coking Test		
Swelling index (B.S. specification 1016,1942)		4 1/2
Grey-King assay description of coke	coherent but friable	
Sulphur in coke		percent
From Grey-King assay		1.96
From swelling index test		2.13
From proximate analysis		2.09

表7.1.1 Silimpopon Area 層序

Formation	Average thickness in feet	Remarks
Quaternary	-	Alluvium occurs in river valleys, particularly those of the Silimpopon and Banana rivers
	900+	Siltstone, mudstone, and shale, with highly fossiliferous bed at the base
	25	Upper Waterfall Sandstone
	20	Shale
	25	Lower Waterfall Sandstone
Miocene	550	Sandstone and shale, with occasional beds of carbonaceous shale and thin coal seams
	10	Conglomerate band
	100	Sandstone and shale
	70	Thick sandstone bed
	20	Shale
	6	Coal (Queen Seam)
	600+	Sandstone and shale, with at least one thin coal seam
Upper Oligocene	-	Not exposed within the limits of the coalfield, but believed to underlie the Miocene rocks conformably

#### 4. 石炭開発の可能性

##### 1. マリバウ盆地

今回の現地調査では、熱帯雨林から伐採した木材を運搬する林道の建設のために切土した後の'のり面'に位置した炭層および沢の炭層の露頭について踏査を行った。これらの調査した炭層の露頭の形状は、層厚が約60cm程度であり、併せて、その傾斜が70度前後の急傾斜である。炭層の天磐は、主に泥岩や頁岩で形成されている。また、これらの調査した炭層の露頭は、累層として賦存している状況ではなく、単層に限られており、加えて、その層間が離れている。

現地調査対象地域の一部を限られた時間内に踏査したに過ぎないが、露頭の状態は、事前にマレイシア地質調査所から入手した地質概査の報告書の内容と一致していることが確認された。この地質概査の報告書では、145ヶ所の露頭が確認されており、この中で層厚が1m以上の露頭は、3ヶ所であり、殆どの露頭の層厚が60cm以下になっている。

このように、天磐の岩相が泥岩あるいは頁岩で且つ急傾斜の薄層を坑内掘により既存の坑内採炭技術を適用して経済的に生産活動を継続することは、非常に困難と考えられる。また、露天掘の場合も急傾斜の薄層を土木機械を使用して採掘することは、極めて難しいと云える。限界剥土比を5と仮定しても、採掘対象の埋蔵量は限られるため、営業生産を継続する可採埋蔵量は見込まれないと推定される。

調査対象地域は、現地の踏査と文献調査に基づいて判断すると、石炭開発のポテンシャルは、あまり大きくないように推定される。しかし、最終的な結論は、マリバウ盆地の全地域について地質概査を行った後に、当該地域と周辺地域における炭層の賦存状況を合わせて検討し、その結果に基づいて出すべきであろう。

##### 2. シリムボボン地域

今回の現地調査では、調査対象地域の限られた一部の区域を林道に沿って短時間に視察した程度であり、本来の調査目的である石炭の露頭、旧坑口の状況、特に炭層の上下磐の状態を視察できなかったことは、非常に残念である。このため、シリムボボン炭鉱の再開発のポテンシャルについては、入手した文献に基づいて判断せざるを得なかった。以下の理由により、シリムボボン炭鉱の再開発のポテンシャルは、低いと考えられる。

1) 石炭の確定埋蔵量が約5百万トン程度であり、採炭の実収率を40 - 50%と仮定すると、可採埋蔵量は、約2 - 2.5百万トンになり、更に、採掘上の安全率を考慮すると生産対象の埋蔵量が減少する。

この程度の規模の炭鉱操業では、場合によっては、再開山に必要とする初期投資を回収することも困難になる危惧される。

2) 炭層の硫黄分の含有量が2.3から4.7%になっており、これは、極めて高い数値である。

(日本に輸入されている石炭の硫黄分の含有量は、0.8%以下である。)

このため、石炭の供給先が限定され、勿論、海外の市場で販売することは難しいと思われる。

3) 炭層の天磐が頁岩であり、坑内坑道の天磐指示が困難になる。

このため、天磐の崩落事故が発生する危険性が高く、天磐堅めに工数が取られ、高い生産性を期待できないと思われる。

4) 未確認であるが、採炭は、地下水レベルに到達した位置で中止され、炭鉱も閉山されたと考えられる。

採炭を再開する場合、地下水レベルの下に位置する区域が採炭の対象になる可能性が高い。

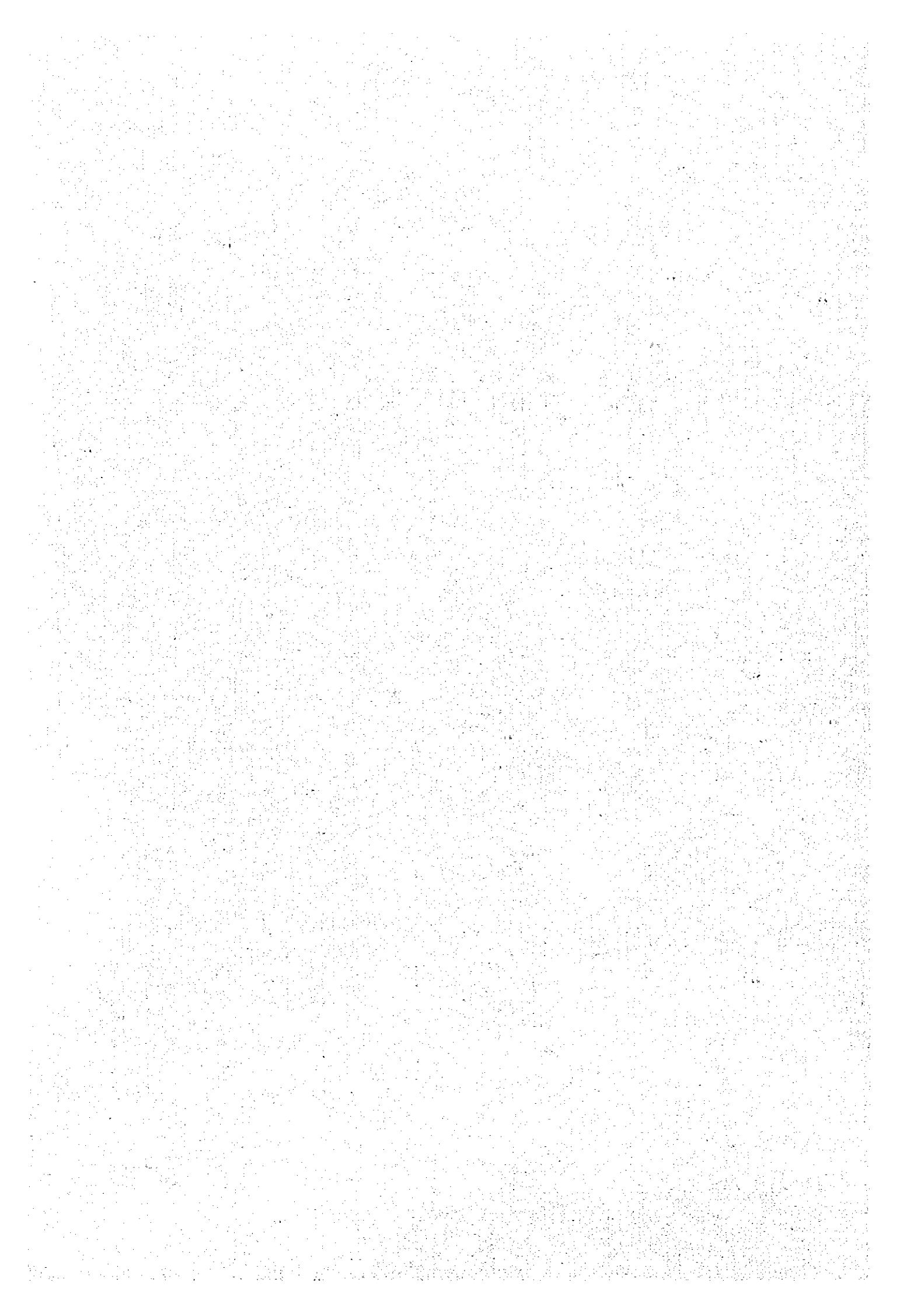
坑内から地下水を排水できても、天磐が頁岩のため山堅めに工数と費用を要することは間違いないと思われる。

5) 炭層の石炭が自然発火しやすいため、坑内火災の発生する可能性が高いと危惧される。





## 第 8 章 環境



## 第8章 環境

### 1. 環境関係機関

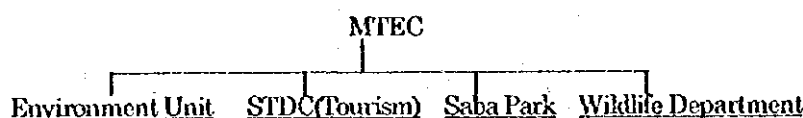
マレーシア国連邦政府には、科学技術環境省 (Ministry of Science, Technology and Environment) の環境局 (Department of Environment, DOE) があり、全国統一の環境基準、排出基準、その他の規制基準を施行している。マレーシア国の環境行政機構は図8-1-1のとおりである。

鉱山関係は、第1次産業省 (Ministry of Primary Industry) の下の鉱山局 (Department of Mines) が管轄する。

環境行政の連邦政府、州の役割は、以下のとおりである。

大気汚染、水質汚濁、有害廃棄物に関する規制 …………… 連邦政府  
土地利用および開発行為の規制による環境保護、野生生物保護、森林保護、公園、保護区の指定  
…………… 州政府

サバ州には、DOEの下にサバ州の環境機関 Ministry of Tourism and Environmental Conservation (MTEC) があり、サバ州の環境行政を行っている。ただし、サバ州独自の規制等はなく、DOEの全国統一基準を採用している。MTECの組織は以下のとおりである。



その他に非政府機関 (NGO) として World Wide Fund for Nature (世界自然保護基金) があり、MTEC内にオフィスをかまえ、2名が常駐しており、サバ州内の動植物の保護、調査、コンサルタントを行っている。

Sandakan に Forestry Department があり、樹木の伐採には当局の許可が必要である。この許可申請には1ヶ月から場合によっては数ヶ月かかるようである。

また、Yayasan Sabah (Sabah Foundation) という組織があり、樹木の伐採に強力な力を持ち、これに対する働きかけも重要である。

### 2. 環境関連法および規制

#### (1) 主な環境関連法

マレーシア国では、1974年 Environmental Quality Act(環境質法、1996年改正)が制定された。本法には15の法律 (Subsidiary Legislation) が制定されている。それらは以下のとおりである。

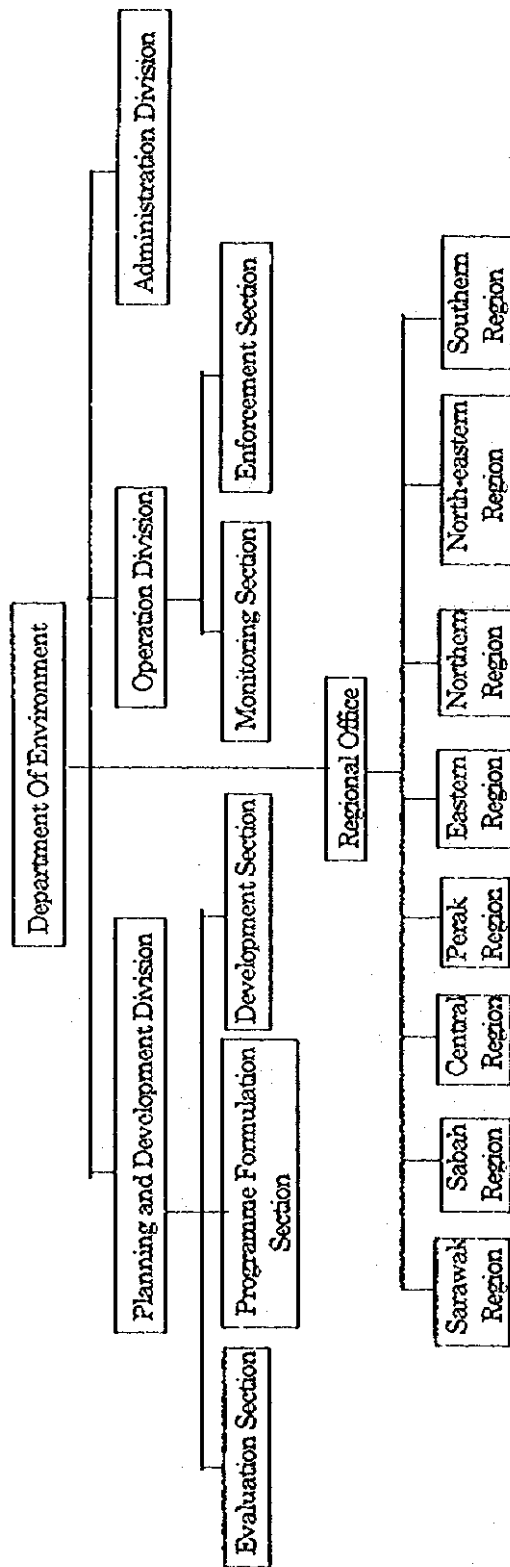


図8-1-1 マレーシア環境行政機構

- 1) Environmental Quality (Prescribed Premises) (Crude Palm Oil) Order 1977
- 2) Environmental Quality (Licensing) Regulations 1977
- 3) Motor Vehicle (Control of Smoke and Gas Emissions) Rules 1977
- 4) Environmental Quality (Prescribed Premises) (Raw Natural Rubber) Order 1978
- 5) Environmental Quality (Prescribed Premises) (Raw Natural Rubber) Regulations 1978
- 6) Environmental Quality (Clean Air) Regulations 1978
- 7) Environmental Quality (Compounding of Offenses) Regulations 1978
- 8) Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Regulations 1979
- 10) Environmental Quality (Control of Lead Concentration in Motor Gasoline) Regulations 1985
- 11) Environmental Quality (Motor Vehicles Noise) Regulations 1987
- 12) Environmental Quality (Prescribed Activities) (Environmental Impact Assessment) Order 1977
- 13) Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations 1989
- 14) Environmental Quality (Prescribed Premises) (Schedules Wastes Treatment and Disposal Facilities) Order 1989
- 15) Environmental Quality (Prescribed Premises) (Schedules Wastes Treatment and Disposal Facilities) Regulations 1989

特に、マレーシアでは環境アセスメント制度 (12 Environmental Quality (Prescribed Activities) (Environmental Impact Assessment) Order 1977) が制定され、19 の分野について環境アセスメントを実施するよう定められている。詳細は (3) で述べる。

その他、環境関連法として、以下のようなものがある。

1) 森林保護法 National Forestry Act 1984 年

森林は7つのカテゴリーに分類されている。それらは、Class 1 ; Protection Forest Reserve、Class 2 ; Commercial Forest Reserve、Class 3 ; Domestic Forest Reserve、Class 4 ; Amenity Forest Reserve、Class 5 ; Mangrove Forest Reserve、Class 6 ; Virgin Jungle Reserve、Class 7 ; Wildlife Reserve である。

これらのうち、Protection Forest Reserve、Virgin Jungle Reserve、Wildlife Reserve が保護されており、サバ州全面積の 6.4% を占める。森林管理計画には許可制が導入されており、これらの権限は州にある。(資料 22 サバ州森林分布図)

2) 野生動物保護法 Wild Animals and Birds Protection Ordinance 1995、Protection of Wild Life Act 1972

保護区域や保護レベルについては、州政府が権限を有している。保護のレベルは次のとおりである。

ア) 完全保護 (Totally Protected) : 科学技術環境省発行の特別許可書保有者以外は捕獲してはならない。

イ) 保護 (Protected) : 一般許可証保有者および自衛のため以外捕獲してはならない。

ほとんどの哺乳動物および鳥は完全保護または保護の対象になっている。しかし両生類、魚類および無脊椎動物（蝶は除く）は保護対象とはなっていない。

保護区は保護すべきレベルによって Wildlife Sanctuaries と Wildlife Reserve の2つに分かれる。

### 3) 国立公園法 National Parks Act 1980

サバ州には国立公園は7つが指定されており、そのうちで主なものは Kinabalu 公園、Bukit Tawau 公園、Benjaran Crocker 公園で、国立公園の総面積は 245,172ha（全面積の 3.3%）である。

### 4) 海浜法 Fisheries Act 1963

## (2) 環境規制

### 1) 大気

マレーシア国の大気汚染物質の環境基準は、ガイドライン（環境基準の達成目標値）として、オゾン、一酸化炭素、二酸化窒素、二酸化硫黄、浮遊状物質及び鉛について示されている。

また、大気汚染物質の排出基準としては、酸化硫黄物、酸化窒素物、塩化水素、フッ化水素、硫化水素に対して、排出源に応じての排出基準が定められている。（資料 16、18 マレーシア環境基準ガイドラインおよび排出基準）

我が国の環境基準と比較すると、やや緩いがほぼ近い値である。また、排出基準は、算定方法が異なるため単純に比較はできないが、それなりに評価できるものである。

### 2) 水質汚染

マレーシア国の水質環境基準は、生活項目について pH、BOD、COD、DO、大腸菌群など 17 項目が、また健康項目について As、Cd、Cr、Pb、Se、CN、Hg など 55 項目が、水域のタイプごとに定められている。これらの内に、放射能が規定されているのが、我が国と異なるところである。

排水基準は、pH、BOD、COD、Cd、Hg、CN など 23 項目について規制されているが、ヤシ油工場とゴム工場については別に定められているのがこの国の特色を現している。（資料 17、19 マレーシアの水質環境基準および排出基準）

これらの値は、我が国の基準値と比較すると、ほぼ同程度であり、厳しい基準値を設けている。

これらの排出規制の違反には罰則規定があり、処罰の対象となるものは許可なしに許容条件に違反して排出物を排出したものであり、責任者は罰金・禁固またはこの両方を課せられることになっている。

## (3) 環境アセスメント制度

マレーシア国では、空港、下水、港湾、鉱業、鉄道など 19 の分野について環境アセスメントを行うよう定められている。手続きは我が国の場合（我が国ではまだ環境アセスメント法は制定されていない。多くの県が条例で定めている）とほぼ同様であり、住民参加という項目があり、住民の意見が影響力をある程度持つ

ことがあり得る。

特に鉱山開発（採石を含む）については以下のようにアセスメント項目が定められている。

1) 環境アセスメントが必要な規模

鉱山開発：ア) 250ha以上の新しい採鉱面積がある場合

イ) 鉱石処理（タンタル、金、銅及びアルミの選鉱を含む）

ウ) 50ha以上の砂の浚渫

採石場：ア) 住居または商業地域より3 km以内にある採石場、あるいは住居または商工業用としての開発許可が付与されている用地より3 km以内にある採石場

2) 記述する必要がある項目

ア) 鉱山開発に起因する水系変化による水生生物、漁業、その他の水利用への影響

イ) 鉱山開発により生ずる裸地からの土壌流出による下流水質悪化、鉱山排水中の重金属等による水質汚濁

ウ) 採掘場周辺の騒音・振動

エ) 採掘場からのズリによる影響

オ) 鉱山開発による生態系への影響

カ) 景観への影響

キ) 施設の設置による歴史的・文化遺産への影響

ク) 既設インフラストラクチャーへの影響

ケ) 住民移転等

コ) 建設工事時の環境影響

3. 対象地域の自然環境

(1) 気候

対象地域はサハ州東部であり、高温多湿の熱帯雨林地域である。気温は日中は31度以上で日差しがきつく暑い。明け方は25度程度にまで気温が下がる。雨量は多く、平均年間降雨量は1,800mm (Tawau)である。

(2) 植生

植生は熱帯雨林であるが、対象地域内にはVirgin jungleはなく、過去に樹木が伐採された地域である。非常に広範囲にわたって油ヤシ、ゴムのプランテーションが開発されており、道路が縦横に走っている。またプランテーション以外は樹木の伐採地域になっており、林道が縦横に走り、巨大な材木を積んだトレーラーが走っている。Tawauの周辺の海岸は湿地帯 (Swamp) で、マングローブ樹林帯となっている。(資料22 サハ州森林分布図)

(3) 動物

対象地域は、オランウータン、白サイの生息地と言われている。(資料21 サハ州Wildlife Department)



によるオランウータンの分布図) この図によると、対象地域は1 km<sup>2</sup>当たりオランウータン0.5頭以下またはいない地域に当たる。特に今回踏査した Malibau basin 及び Silimpopon 地域は開発が進んでいるため、生息の可能性は薄いと思われる。今回の踏査では、道ばたで尾長猿のような猿を一匹見かけたのみであった。

鳥は時々見かけ、羽の黒い鳥が一羽車に衝突し死亡したことがあった。

#### (4) 河川

対象地域を流れる河川は、Kalabakan 川と Silimpopon 川である。Silimpopon 川は見なかったが、Kalabakan 川は川幅 20~30 m の大きな川であって、熱帯地方特有の泥色をした濁った川であり、水量は豊富であった。Kalabakan は木材集積所と木材積み出し所となっており、船に木材を積んで Kalabakan 川を下る。支流の小川の水は澄んでおり、飲料水として使用されていることもある。

#### (5) 国立公園、自然公園

Tawau の町の北、約 24km に Tawau Hills Park がある。しかし、Malibau basin、Silimpopon 地域には公園の指定はない。

### 4. 対象地域の社会環境

#### (1) 住民

Tawau は Kota Kinabalu に次ぐサバ州第二の都市である。人口はサバ州全体で 18 百万人で、Tawau 周辺には 20~30 万人が住んでいるという。最近、フィリピン、インドネシア等からの不法移民が増加しているとのことである。

Malibau basin 及び Silimpopon 地域には、原住民は住んでなく、プランテーション及び樹木伐採の労働者、作業従事者の宿舎があり、人数は不明であるが、数百人程度住んでいると思われる。

飲料水は、雨水と沢の水を使用している。

#### (2) 産業

対象地域の住民は、木材伐採及びプランテーション労働者であるので、農業も漁業も行っていない模様である。したがって焼き畑農業も行われていないと思われる。

#### (3) 貴重な文化遺産、景観

Karabakan にインドネシアとの小さな戦争記念碑があるのみで、特筆すべき文化遺産はないようである。また特に貴重な景観もないものと思われる。

## 5. 環境予備調査

ここで行う環境予備調査は、本格調査に係るものではなく、本格調査、すなわち石炭探査・評価の後に  
行われるであろう石炭開発を想定したものである。

### プロジェクト概要表 (PD)

#### 1) プロジェクト名

マレーシア サバ州石炭探査・評価

#### 2) プロジェクトの背景および目的

石油ショック以降の原油価格の高騰・不安定に対処するため、マレーシア政府は、石油、ガス、石炭及び水力の4つの主要エネルギー源の確実な供給を目的に掲げているが、国家エネルギー計画調査によれば、とりわけ石炭に関し、1995年現在の50万tから2000年には400万~500万t、2010年には600万~800万tの需要が見込まれている。

かかる現状を踏まえて、急務となっているエネルギー自給のための石炭資源開発を進めるため、特に潜在性が高いとみられるボルネオ島サバ州の中央部に位置するマリバウ盆地及びシリムポボン地域について、石炭層の探査及びサンプリング調査等を行い、石炭の潜在性を分析・評価する。

#### 3) プロジェクトの概要

項目	内容
事業実施地域の概要	マレーシア国サバ州、マリバウ盆地及びシリムポボン地域 (ボルネオ島北東部)
受益人口及び受益面積	
事業の内容	石炭開発のための探査・評価
実施機関	第一次産業省マレーシア地質調査所
環境関係機関	DOE (Department Of Environment、連邦政府) MTEC (Ministry of Tourism and Environmental Council、サバ州) Forestry Department (サバ州) World Wide Fund (NGO) Yayasan Sabah (Sabah Foundation、サバ州)

### プロジェクトの立地環境表 (S/D) - 1/2

#### 1) プロジェクト名

マレーシア サバ州石炭探査・評価調査 予備調査

#### 2) プロジェクト対象地域の社会立地条件

a. 土地所有	サバ州の所有であるが、プランテーション、樹木伐採の権利を民間に与えている。
b. 周辺の経済活動	油ヤシ、ゴムのプランテーション、樹木の伐採
c. 慣行制度（水利権等）	なし
d. 地域住民	原住民はなし。プランテーション、樹木の伐採業者のみ。
e. 公衆衛生	マラリア発生地域
f. 人口	不明（数百名？） Tawau は 20～30 万人、人口は増加
g. その他	

### 3) プロジェクト対象地域の自然立地条件

a. 気候	年平均雨量 1,800mm、雨期 5～8 月、乾期 1～3 月 最高気温 32 度、最低気温 24 度
b. 地形・地勢	100～500 m の比較的緩やかな起伏
c. 水文	Karabakan 川、Silimpoan 川
d. 土壌	
e. 植生	熱帯雨林
f. 貴重な生物種・脆弱な自然	オランウータン、白サイ
g. その他	

### 4) プロジェクト対象地域の特に留意すべき立地・環境条件の有無

特に留意すべき立地・環境条件	留意すべき立地・環境条件の有無	
	プロジェクト地区内	プロジェクト地区外
<b>**特別な地域指定**</b>		
S 1. ワシントン条約該当動植物の生息地	有・無・不明	①・無・不明
S 2. ラムサール条約該当湿地	有・無・不明	有・無・不明
S 3. 国立公園・自然保護地域等	有・無・不明	①・無・不明
S 4. その他	有・無・不明	有・無・不明
<b>**社会立地**</b>		
S 5. 先住民・少数民族居住地	有・無・不明	①・無・不明
S 6. 史跡・文化遺産・景勝地のある地域	有・無・不明	有・無・不明
S 7. 負の影響大な経済活動がある地域	有・無・不明	有・無・不明
S 8. その他	有・無・不明	有・無・不明
<b>**自然立地**</b>		
S 9. 乾燥・半乾燥地域（パノ、ワゾラトを含む）	有・無・不明	有・無・不明
S 10. 熱帯雨林地域・ワイルドランド	①・無・不明	①・無・不明
S 11. 湿地・泥炭地		
S 11-1. 湿地	有・無・不明	①・無・不明
S 11-2. 泥炭地	有・無・不明	有・無・不明

特に留意すべき立地・環境条件	留意すべき立地・環境条件の有無	
	プロジェクト地区内	プロジェクト地区外
S 12. 海浜/沿岸部		
S 12.1. マングローブ林帯	有・ <input checked="" type="radio"/> ・不明	<input checked="" type="radio"/> ・無・不明
S 12.2. 珊瑚礁	有・ <input checked="" type="radio"/> ・不明	<input checked="" type="radio"/> ・無・不明
S 13. 山岳地地・急傾斜地・受蝕地・荒廃地	有・ <input checked="" type="radio"/> ・不明	有・ <input checked="" type="radio"/> ・不明
S 14. 閉鎖水域(湖沼、人造湖)	有・ <input checked="" type="radio"/> ・不明	有・ <input checked="" type="radio"/> ・不明
S 15. その他	有・無・不明	有・無・不明

スクリーニング用チェックリスト（その1）

ここで行う環境予備調査は、本格調査に係るものではなく、本格調査、すなわち石炭探査・評価の後に行われるであろう石炭開発を想定したものである。

1) プロジェクト名: マレーシア サバ州石炭探査・評価調査 予備調査

2) 対象国: マレーシア国サバ州

3) 対象国の開発行為による IEE または EIA の実施条件:

開発行為	開発形態	IEE の実施条件	EIA の実施条件
坑内掘	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
露天掘	新規	必須 (騒音、振動、粉塵)	なし
	改修	なし	なし
捨石堆積場	新規	必須 (浸出水、土砂流出)	なし
	改修	なし	なし
選鉱場	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
貯鉱場	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
分析所	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
廃滓堆積場	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
坑廃水処理	新規	必須	なし
	改修	なし	なし
精錬所	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
排煙・排水処理	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
鉱山住宅	新規	なし	なし
	改修	なし	なし
その他	新規	なし	なし
	改修		

4) 特別な地域指定の有無

	プロジェクト地域内	プロジェクト地域外 (周辺影響地区)
a. ワシントン条約該当動植物種	(有・無・不明)	( <input checked="" type="radio"/> )・無・不明
b. ラムサール条約外等湿地	(有・ <input checked="" type="radio"/> ・不明)	(有・ <input checked="" type="radio"/> ・不明)
c. 国立公園・自然保護地域等	(有・ <input checked="" type="radio"/> ・不明)	( <input checked="" type="radio"/> )・無・不明
d. その他		





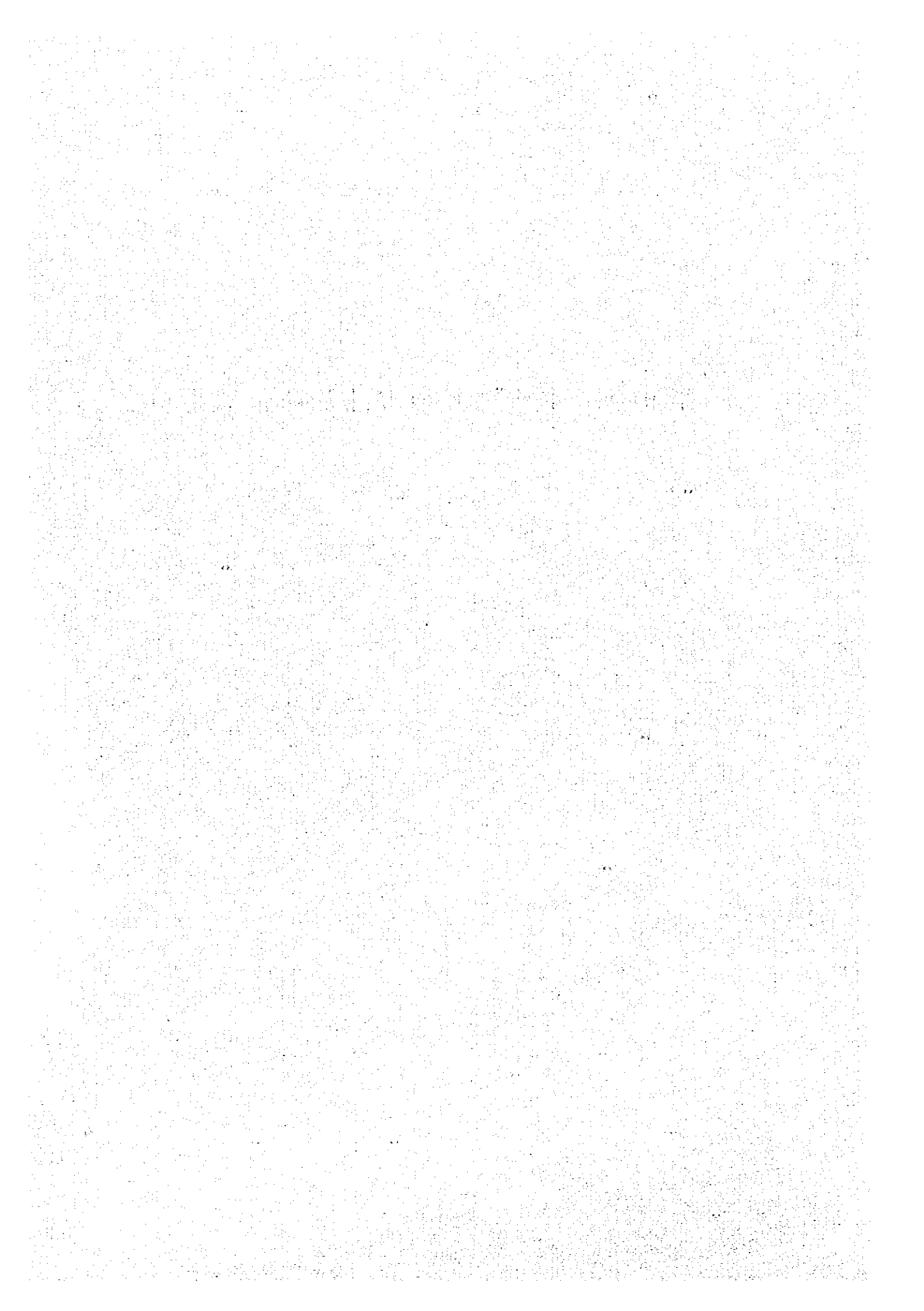
スコアリング用チェックリスト (その2: 自然環境)

環境項目	予備的スコアリング備考	スコア	判断の根拠
4. 気候・生物・生態系環境			
1. 酸性化	B	B	酸性に伴う樹木の枯死による
2. 気候・気象・気象変動	B	B	気候に伴う樹木の枯死による
3. 生物の多様性	C	C	不明
4. 有害動物の侵入・繁殖	D	D	該当なし
5. 湿地・沼地の消失	C	D	該当なし
6. 森林・ワイルドランドの消失	B	B	酸性に伴う樹木の枯死による
7. マングローブ/沼地の消失	C	D	該当なし
8. 埋没地の消失	C	D	該当なし
9. その他	D	D	該当なし
5. 土壌・土地			
(1) 土壌			
1. 土壌塩化	B	A	別注、酸性雨による酸性化
2. 土壌酸性化	D	D	該当なし
3. 土壌汚染	D	D	該当なし
4. その他	D	D	該当なし
(2) 土地			
1. 土地の消失 (森林/牧場)	B	A	酸性雨による土地の消失
2. 森林地の消失 (林地・草地)	B	D	該当なし
3. 地盤沈下	B	B	酸性雨の場合可能性あり
4. 地盤の崩壊	B	B	別注、酸性雨による地盤崩壊
5. その他	D	D	該当なし
6. 水質・水質			
(1) 水質			
6.			
1. 酸性雨の酸性化	B	B	下流への酸性雨の影響
2. 地下水質・酸性化	C	D	地下水の酸性雨による酸性化
3. 排水・汚水の酸性化	C	B	酸性雨による酸性化、酸性雨の影響
4. 土壌の酸性化	B	B	酸性雨による酸性化、酸性雨の影響
5. 河川の酸性化	C	D	酸性雨による酸性化
6. 排水への酸性化	D	D	該当なし
7. その他	D	D	該当なし
(2) 水質・水質			
(3) 水質			
1. 水質汚染・低下	B	B	酸性雨による酸性化
2. 酸性化	D	D	該当なし
3. 排水の酸性化	D	D	該当なし
4. 水質の酸性化	D	D	該当なし
5. その他	D	D	該当なし
(3) 大気			
1. 大気汚染	D	B	酸性雨、酸性雨による酸性化
2. その他	D	D	該当なし





## 第9章 本格調査の方針及び留意事項



## 第9章 本格調査の方針及び留意事項

### 1. 基本事項

本格調査は前述のとおり2段階にて実施される。

PHASE1における最大の目的は、広大な対象地域の中から地表地質調査により、石炭開発の観点に立ち有望な地域を選定することにある。その結果、有望である、あるいは、さらに調査の必要があると判断された地域に限って、PHASE2を実施することになる。

PHASE2においては、さらに詳細な地表地質調査により、石炭資源量を評価し、開発可能性について考察する。

PHASE1からPHASE2に移行する際には、C/P及び調査団を含めてC/Pの上部機関及びJICAによる協議(作業監理委員会に類似するもの)をマレーシアにて開くことを予定している。この協議において、PHASE1の調査結果(インテリムレポート)の内容について吟味し、協議の結果、対象地域に対する最終的な評価を与えることになる。

したがって、インテリムレポートの内容は、石炭資源量の評価及び開発可能性の示唆までをまとめることとし、開発可能性の結論及びPHASE2の対象範囲並びに作業量については言及しないものとする。

尚、本調査においては、マレーシア国における様々な政治的あるいは行政的影響が本調査に及んでくることが懸念されるが、調査団においては、マレーシア側の内部事情にはなるだけ左右されず、純粋に技術的観点に立ち探査・評価作業を遂行することが求められる。

調査工程は、原則的にS/Vのスケジュールに沿うこととなるが、PHASE2については変更の可能性が大きい。

特にPHASE1においては、全体の期間を14~20ヶ月程度とし、PHASE2を実施する場合は、インテリムレポートをPHASE1の最終報告書の扱いとして、調査期間を短縮して次の調査段階へ進む。

地表地質踏査においては、日本の石炭地質の専門家2名及び随行するC/P団員から構成されるチームを2つ作り実施する。

また、本調査においては、フィールドワークは当然のこと、デスクワークについてもサバ州にてその大半を行い、日本国内での作業は必要最小限にする。

次にPHASE2における留意事項であるが、石炭資源の探査・評価分野については、現時点では特にないが開発計画及び環境担当分野に係り、1点だけ述べておく必要がある。

調査では、開発計画1名、環境1名を配するものとするが、環境分野に係り、開発計画担当者においても、鉱山環境対策及び社会環境の観点から調査を担当するものとする。これに対し、環境担当者は自然環境を専門とする者が好ましく、自然保護の立場から調査を実施するものとする。

次に団長に求められる資質であるが、石炭探査・評価の分野における学識及び調査経験は言うに及ばず、プロジェクトマネジメントにおいて、その実力を発揮できる者がふさわしい。本件においては、C/P及びその上部機関、並びに本調査に関係するサバ州政府関係機関との間の調整は、調査の遂行上、極めて重要な仕事であると考えられる。また、英語によるプレゼンテーション能力にも優れている者が望まれる。

## 2. 既存資料分析

予備調査で利用の可能性を確認した主な資料（地質関係）として次のようなものがある。

- ・地形図 1:50,000（等高線間隔 250feet）
- ・航空写真 1:40,000 および 1:25,000
- ・GSD報告書等
  - ・Geological Map of Sabah 1:500,000
  - ・Reconnaissance Prospecting for Coal in the Malibau Basin, Kalabakan, Tawau, Sabah (1994)
  - ・Follow-up Prospecting for Coal in Malibau Basin, Kalabakan, Sabah (1995)
  - ・Reconnaissance Survey for Coal in Gunong Area, Tawau, Sabah (1995)
  - ・The Coal Deposits and a Summary of the Geology of the Silimponon Area, Tawau District, Colony of North Borneo (1954)
  - ・Reconnaissance Survey for Coal in Malibau South-West Area (1996, 作製中)
  - ・Reconnaissance Survey for Coal in East Tambulanan Area (1996, 作製中)
  - ・Reconnaissance Survey for Coal in West Tambulanan area (1996, 作製中)
- ・学術論文および書籍等
  - ・Chen, S.P.: Coal as Energy Resource in Malaysia, Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 33, Nov. 1003, pp399-410
  - ・Allagu Balaguru : Progress Report : Geological Mapping of Sungai Kalabakan Area, Persidangan Geologi Ke-24, Jabatan Penyiasatan Kajibumi Malyasia, 1993
  - ・Balow Jonker Pty.Ltd.: Malaysia Coal Profile 1996

調査地の全域について 1:50,000 縮尺の地形図を利用できるが、十分な品質とはいえないようである。航空写真も全域をカバーしているので、地形図の補足資料として、また地質解析の補助資料として利用できる。調査地の大部分は熱帯雨林によって覆われているが、地形は、地質状況をかなり反映しているようであり、写真地質解析が有効と考える。

調査地の一般地質に関する詳細な資料はないが、上記の資料およびその他の公表されている文献などによって、その概要は十分把握できる。

GSDが石炭を対象にして実施した調査地内の各地区の概査報告書は、石炭露頭の位置および炭層柱状を記載しており、本格調査の計画にあたって十分に活用しなければならない。

### 3. 地表地質踏査および地質図作成

Phase 1は、1:50,000地形図をベースに調査地の全域を対象とし、Phase 2は、1:10,000地形図をベースに石炭ポテンシャルの高い特定区域を対象として、ともに地表地質調査を主とする探査を行う。

Phase 1は、2,000km<sup>2</sup>もの広域が対象となるが、この範囲は、広義の Malibau Basin に相当し、中新世の陸成相および海成相からなっている。広域の調査によって堆積盆の地質の概要を把握し、この範囲の中で、石炭露頭を対象にした調査によって石炭分布区域を特定し、各区域の石炭資源について地質、採掘、経済性等の観点から基本的評価を行う。さらに、この調査結果から、Phase 2への移行の是非および Phase 2の調査法等について検討する。

Phase 1の成果品には次のものを含むこととする。

- 地質概念図 (1:250,000)
- 模式地質層序
- 石炭露頭および走行傾斜 (1:50,000)
- 露頭炭層柱状および記載
- 石炭分布区域の特定 (1:50,000)
- 各区域の模式地質断面
- 各区域の地質的炭資源量およびその評価

Phase 2の対象区域および調査法は、Phase 1の調査結果によって決定されるが、現時点では 数km × 数km の範囲を2区域程度と仮定して調査方針を立てている。調査は、既存の航空写真 (1:25,000) から製作する 1:10,000 地形図をベースにして、炭層およびその周辺地層を対象に詳細地表地質調査を行い、炭層の対比等も含む高度の解析によって特定された区域の石炭資源量の推定および資源の評価を行う。なお、調査地の地層は、比較的急傾斜のことが多いようなので、トレンチ法によって、より有効な層序資料を得ることができると考えられ、現状に応じて実施することが望ましい。ボーリング等その他の調査については、Phase 1の結果から必要性等に応じて別途協議することになる。

Phase 2の成果品には次のものを含むこととする。

- 地質図 (1:10,000)
- 地質層序
- 地層対比
- 地質断面
- 石炭分布区域 (1:10,000)
- 石炭露頭および走行傾斜 (1:10,000)
- 露頭炭層柱状および記載
- 炭層対比
- 石炭資源量および評価

#### 4. 石炭サンプリングおよび分析試験

石炭のサンプリングは、地表地質踏査と同時に実施するが、直接の作業はGSD側の担当である。JICA側は、サンプリングのための適切な助言をする必要がある。試料の採取にあたっては、代表性を持つように採取位置/個数を選定しなければならない。また、試料は、露頭から採取することになるが、エンジン付きドリル(2セット供与予定)を使用し、できるだけ風化の影響を避けてサンプリングする。

石炭の分析試験は、GSD側の担当であり、サラワクセンターで実施することになる。同センターは、予定している試験を含め、主要な石炭分析試験には対応できるが、その実態は未調査であり、事前に協議する必要がある。(第6章参照)。

実施細則(SW)に記載されている試験項目は次のようであり、必要最低限の項目であるが、このほかの試験の必要性がある場合は、別途協議することとする。なお、全硫黄分の試験は、実施細則に欠如しているが、加えなければならない。

##### Phase 1

工業分析	水分・灰分・揮発分・固定炭素分
元素分析	炭素・水素・窒素・硫黄・酸素
全硫黄分	
発熱量	

##### Phase 2

工業分析	水分・灰分・揮発分・固定炭素分
元素分析	炭素・水素・窒素・硫黄・酸素
全硫黄分	
発熱量	
HGI	(Hardgrove Grindability Index)
FSI	(Free Swelling Index)

サンプル個数は、Phase 1で100個程度を仮定しているが、炭層状況および試験受入能力等を考慮し、GSDと協議しなければならない。

## 5. 初期環境調査 (I.E.E.)

本格調査の初期環境調査 (I.E.E.) は、以下の事項について行うものとする。

- (1) 環境に影響を及ぼす可能性のある項目について、情報の収集および簡易調査を行う。
- (2) 石炭開発が行われる場合を想定して、上記の項目について環境影響を評価する。
- (3) それらの環境影響を最小にする方策を、修復をも含めて提言する。

環境に影響を及ぼす可能性があると思われる項目は、以下のとおりである。

- (1) 植生：熱帯雨林ではあるが、Virgin jungle ではなく、油ヤシ、ゴムのプランテーションおよび樹木の伐採が広範囲にわたって行われている。このような状況の中で、石炭開発による樹木の伐採が植生へ及ぼす影響を評価する。
- (2) 貴重な生物種：オランウータン、白サイの生息地域と言われている。しかし、開発が進んでいる現況では、生息の可能性は少ないと思われるが、なおより詳しい調査が必要と思われる。また、オランウータン、白サイ以外の動物についても情報の収集および調査を行う。
- (3) 水質汚濁：石炭開発が行われた場合、表土の剥土や廃石堆積からの土砂の流出による河川の汚濁増大とその及ぼす影響を評価する。また選炭排水についても考慮する必要がある。
- (4) 土壌・土地：表土の剥土、廃石堆積などは避けられないものであるが、それらの流出による影響を評価する。
- (5) マイナス面だけではなく、石炭開発による地域経済への影響についても評価する。

### 調査方法

- (1) 国内での情報収集 (JICA図書館に有用な資料あり)  
特に京都大学理学部委員長類研究所 鈴木 晃 氏はオランウータンの研究者として著名である。
- (2) 現地での情報収集  
動植物の情報収集源及び権威者として以下のようなどころがある。
  - ア. University Malaysia Sabah
  - イ. Wildlife Department (Director P.M.Andau 氏)
  - ウ. World Wide Fund for Nature (Dr. Payne 氏)
  - エ. Sabah Park
  - オ. Yayasan Sabah
- (3) 現地調査



## 6. 石炭資源の評価

石炭資源を評価するデータは、マレシア地質調査所が過去の調査で蓄積した既存のデータおよび本調査で行う踏査により収集される炭層の露頭の位置と分布、その露頭における炭層の走行、傾斜、層厚、柱状図、炭質の分析値、上下層の岩相、層間、炭層の対比、地質断面図などである。石炭資源の分類および資源量の計算に関しては、マレシア国に基準が設けられているので基本的にはこれに準拠する。実際の計算方法に関しては、本調査の地質調査法およびその結果等も考慮し、マレシア地質調査所と協議した上で決定することになる。

石炭開発のポテンシャルを評価する際には、上記の地質データおよび地形図と地質条件に基づいて、炭層毎あるいは炭層のグループを露天掘対象、坑内掘対象、採掘対象外に分類する。併せて、炭層の賦存状況、資源量、地質構造なども評価の対象にふくめる。評価の基準として、石炭の品質から予測される炭価と評価対象地域における山元の採掘コスト、内陸輸送コストなどを使用する。

従って、石炭開発のポテンシャルの評価は、その経済性を単純でラフな数値計算で十分である。定量化の困難なコストは、過去の経験に基づいて設定しても構わないし、同じような地質条件の下に操業している炭鉱があれば、そのコストデータを流用する。この予備的な経済性の検討を踏まえて、有望と思われる炭層毎あるいは地域について石炭開発のポテンシャルのランキングを行う。

## 7. 石炭開発に係る提案

Phase 2 に行う石炭開発のポテンシャルの評価では、Phase 1 および 2 で行う踏査に基づいて収集される地質データとこれにより作成される炭層の対比図、地質断面図、資源量計算図と地形図 (1/10,000) などを用いて採用の可能と考えられる予備的な採掘方法を検討する。選定された露天掘あるいは坑内掘の採掘方法については、標準的な採掘方法を示す図面あるいは実例を用いて基本的な考え方を述べる程度で十分であり、予想される炭層の賦存状況を踏まえて採掘方法の具体的な設計を行う必要がない段階である。

予備的な経済性の評価に必要とするコスト・データについては、Phase 1 で使用したデータの見直しを行い、必要であれば修正する。この予備的な経済評価の検討結果を踏まえて、有望と思われる炭層毎あるいは地域について石炭開発のポテンシャルのランキングを行い、次の段階で実施するボーリング探査の対象炭層あるいは対象地域を選定する。

本調査で行う踏査の結果、メリバウ盆地およびシムボボン地域で有望な石炭の埋蔵量が確認され、炭鉱の開発を行う可能性がある場合、その事業の収益性を左右する鍵は、山元から消費地までの内陸輸送方法およびその輸送コストであることを強調して置きたい。石炭の輸送ルートとそれに伴うインフラおよび輸送コストについては、注意深い検討を要する。積み出し港までの石炭輸送法として新規に鉄道を敷設する場合、大規模な炭鉱開発になると想定しても不思議ではない。

## 8. 現地再委託調査

### (1) 航空写真および図化

Phase 2では、特定された区域について、1:10,000 地形図を作成する。マレーシア国は、調査地域を含む 1:40,000 および これより新しい 1:25,000 航空写真を所有しており、関係機関の許可を得た上でこれを利用することができる。利用許可はGSD側が取得する。

図化作業は、JICA側の担当であるが、マレーシア国の業者を使用することも可能である。参考までにJICA関連業務に経験を持つ業者の一例を示す。

Atech Perunding Ukur	Tel. 03-685-0806	(Kuala Lumpur)
Jurukur Perintis	Tel. 03-718-0449	(Kuala Lumpur)

マレーシア国の業者による図化の費用を参考までに示す。これは、比較的似た条件ではあるが、調査地域の現地条件に基づく見積りの値ではないことに注意されたい。また、この費用には、必要最低限のコントロールポイントの測量費は含むが、地上補足測量は含まない。

既存航空写真	1:40,000
対象範囲	25km <sup>2</sup>
作成地形図	1:10,000
図化単価	120,000-150,000円/km <sup>2</sup>

### (2) 試錐調査(参考)

本格調査では、現在のところ試錐調査は予定していないが、Phase 2で必要性が生じた場合は、協議の対象になることも予想されるので、試錐調査に対する現在の考え方および現地の対応状況を参考までに示す。

地質解析、特に地層・炭層の対比のためには、試錐によって層序的な資料を取得することが望ましいが、現時点では試錐調査を計画するための資料が不足であり、地表地質踏査を主にして探査することとした。調査地の地層は、急傾斜が多いようであり、効果的な層序資料を得るためには、できるだけ深いボーリングまたは傾斜ボーリングが望ましいことになる。しかし、このようなボーリング工事が、機材搬入・工事能力・費用・工期等との関係からどの程度まで実施可能かどうかは今後の検討課題である。また、ボーリング工事で発生する可能性のある森林伐採など周辺環境への影響については、関係機関から事前に許可を得る必要がある。

調査地はかなり急峻な山地が多く、機材運搬などでの困難が予想される。林業関係の道路がある程度の設けられているものの、廃道化している部分も相当あるとみられ、ヘリコプターによる運搬も検

討する必要がある。サバ州にはコタキナバルを基地として数機のヘリコプターが稼動しているものの、計画的な利用が難しいとの情報もある。なお、ヘリコプター利用の価格表を参考までに表9.8.1に示す。

GSDは、かつてJICAから供与を受けた試錐機一式を所有するが、近年は稼動することなく、相当数の部品類が不足している。本機は、コタキナバルの近郊に保管されており、吉田鉄工所製のYBM-3JES(NQ:250m)とその関連機材のようであるが確認できず、また現状の詳細も不明である。

ボーリング業者は、クアラルンプールを基地として多数活動しているが、次のものはその一例である。掘削深度300m程度まではあまり問題なく対応できるようであるが、それ以上の深度については経験が少ない。なお、サバ州では資源探査を対象にしたボーリング業者を見つけることは難しいかもしれない。

Ujiteknik Sdn. Bhd.	Tel. 03-983-3143
Sekata Drilling Sdn. Bhd.	Tel. 03-408-3997
Malyasian Soil Investigation Sdn. Bhd.	Tel. 03-232-5877
E G S (Malaysia) Sdn. Bhd.	Tel. 03-408-9013 (物理検層)

ボーリング工事の参考までに、調査地に比較的近い山地における資源探査の例から能率および費用などをみると次のようである。

その1	その2
掘削深度 : 200m	掘削深度 : 300m
ボーリング数 : 5地点	ボーリング数 : 2地点
機械台数 : 2台	機械台数 : 1台
作業班 : 2交代・24時間制	作業班 : 2交代・24時間制
掘進能率 : 予定 20m/day 実績 25m/day	掘進能率 : 事故あり 300mに2ヶ月以上を要した

#### ボーリング工事費用

掘削作業単価 : 15,000-20,000円/m

(機材搬入および現地内運搬費用は別途支出)

表9.8.1 ヘリコプターの利用価格



**PENERBANGAN SABAH SDN. BHD.**

KOTA KINABALU Sabah Air Building, Old Airport Road  
 Locked Bag 113, 88999 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia  
 Tel: 088-256733 (All Depts) 088-251326/219697 (Reservation/Ops)  
 Executive Lines: 088-253640/253372  
 Telex: MA 80073 SABTER, Cable: SABTERBANG  
 Fax: 088-235195

Our Ref. PS/GM/1009/95

5th Dec. 1995

To : All our valued customers

Subject to the company's General Terms and Conditions of Carriage for passengers and cargo, the adhoc charter rates for use of Penerbangan Sabah Sendirian Berhad's aircraft as from 5th December 1995 are as follows :-

A. HELICOPTERS			
	Model	No. of passenger seats	Rate per hour
1.	Bell 206 Jet Ranger	4 pax + hand luggage	RM1,875.00
2.	Bell 206 Long Ranger	6 pax + hand luggage	RM2,400.00
3.	Bell 212	14 pax + hand luggage (12 pax if VVIP flight)	RM6,425.00
4.	Bell 412SP	14 pax + hand luggage (12 pax if VVIP flight)	RM7,800.00
5.	AS355F.1	5 pax + hand luggage	RM3,945.00
B. FIXED WING			
	Model	No. of passenger seats	Rate per hour
1.	Beech Super King Air 200	10 pax/200 lbs baggage (subject to distance)  <u>Maximum Cargo :</u> 2,000 lbs (subject to distance)  <u>Cruise Speed :</u> 240 kts/440 km per hour	RM3,600.00
2.	GAF Nomad N22B	10 pax/300 lbs baggage  <u>Maximum Cargo :</u> 2,000 lbs  <u>Cruise Speed :</u> 140 kts/258 km per hour	RM1,595.00

**NOTE :-**

- Flying time is calculated on engine running time (from engine 'ON' to engine 'OFF').
- Time is charged to the nearest five (5) minutes flying time.
- Rates subject to change without notice.

Branches: SANDAKAN Sabah Air Hangar, Sandakan Airport, Locked Bag 55, 90009 Sandakan, Sabah, Malaysia.  
 Tel: 089-660527, 660505 Fax: 089-660545  
 TAWAU Tawau Airport, Locked Bag 15, 91009 Tawau, Sabah, Malaysia Tel: 082-774004

(3) 環境調査

現地で環境調査および分析ができる環境コンサルタントは以下のとおり。

名 称： Nature Wide Monitoring and Service  
住 所： Block E, Lot 1, 2<sup>nd</sup> Floor, Donggongan Township 89500  
Penampang, Sabah  
Tel/Fax 6-088-725419

その他、所有機器、規模、分析費等の情報は得られなかった。

## 9. 技術移転

次の事項について、GSD技術者に対し、技術およびノウハウの移転を行うことになっている。

- 1) リモートセンシングデータを含む地質データの解析
- 2) 地質データベース
- 3) 初期環境調査
- 4) 石炭資源量評価法
- 5) 石炭採掘法
- 6) 世界の炭質評価法
- 7) 各調査地域の石炭の利用

### (1) リモートセンシングデータを含む地質データの解析

石炭調査におけるリモートセンシングの適用例は多くはないが、地表温度異常による石炭露頭の発見や線構造解析による地質構造の解析などが試みられている。本格調査では、地表地質踏査を主に実施するので、これらと関連して、雲の多い熱帯地方でも有利とされる合成開口レーダ（SAR）の画像を利用した地質構造の解析などを行うことは有益と考えられる。

わが国には、リモートセンシングデータの解析のためのコンピュータハードウェア/ソフトウェアとも充実しているので、この分野の研修は日本国内で実施することが望ましく、各種の最新技術についての情報を習得するうえでも適当である。

その他地質データのコンピュータ解析に関しては、データベースと関連して次項で説明する。

### (2) 地質データベース

従来式の地質学的解析手法に関しては、サブセンターで実施する調査データの解析・評価作業を通じて、技術およびノウハウの移転を図ることとする。GSDは地質データのデジタル化を進めているが、その発展に寄与できるように、地質解析における高度なコンピュータ利用についての技術の移転を図ることを目標とする。なお、GSDは、本格調査の報告書は、原則としてデジタルデバイスに収録することを希望している。

石炭探査においても、地質データおよび関連データをデータベースとしてコンピュータ内に整理し、これを利用して地質解析および資源評価を行い、さらに開発計画へと発展的に利用している。本案件について、このようなコンピュータ利用ができれば最も望ましいことであるが、サブセンターにおけるデータ整理との関係もあるので、具体的な実施方法は、今後の協議で決めることとする。

### (3) 初期環境調査

環境影響評価に関する技術移転として、以下のような項目が考えられる。

- 動植物の調査技術に関する技術移転
- 石炭開発の影響評価に関する技術移転

### (4) 石炭資源量評価法

マレーシア国ではすでに石炭資源量の評価基準を設けているが、世界のその他の評価基準についての情報も提供し、資源評価の参考に資する。

また、資源量の計算には、地質的処理とともに、データの誤差に対する統計的処理が必要である。特に後者に関連しては、コンピュータを利用した種々な処理法があるので、これらの特質および利用について、技術移転を図ることが望ましい。

### (5) 石炭採掘法

東部マレーシアの石炭は第三紀に生成されたものであり、炭層の上下盤は主として軟質の泥岩から成っている。石炭採掘に関わる技術移転は、このような地質条件を考慮した採掘法について行う必要がある。

技術移転の対象事項としては、露天掘り、坑内掘り、選炭設備、付帯施設（修理工場、資材倉庫など）、内陸輸送、積み出し施設、コスト積算、品質管理、経済評価、保安、教育、労務管理などが含まれる。

### (6) 世界の炭質評価法

マレーシア国における石炭分析法は、主としてASTMおよびISO規格を適用しているが、総合的な炭質分類・評価についての基準は明らかではない。マレーシア国でも今後の石炭生産および需要の拡大にしたがって、他国の種々な炭質データおよび評価法に関係する機会が生じると予想される。このような状況にも対応できるように、世界の主要な炭質試験および評価に関する情報を提供する。

### (7) 各調査地域の石炭の利用

調査地内は、南部の石炭ほど硫黄分が高い傾向にあり、地域内の石炭でもその用途あるいは利用法を異にすることがおこる。また、マレーシア国では今後の石炭利用の拡大を計画しており、これらの

ことも踏まえ、一般的に石炭の性質とその利用について、情報を提供するとともに、石炭利用に関する現状およびその環境上の問題などについて習得する機会を与える。



## 10. 調査用機材

要請されている調査用機材は、以下のとおりである。

1) データプロセッシングユニット	1セット
2) 高解像度スキャナー	1セット
3) カラープロッター	1セット
4) 地質調査用各種コンピュータ用ソフト	1式
5) 車両	2台
6) サンプルング用エンジンドリルおよびアクセサリー	2セット
7) GPS-3D	2セット
8) 地形測量用EDM	2セット

## 11. サイトへのアクセス

調査地の最寄り基地は、サバ州南東端に位置し、インドネシア国境に近い港町タワウである。

コタキナバル：サバ州の州都

東京（成田）からは直行便が週1便（マレーシア航空、約6時間）運行されている

タワウ：サバ州第3の都市

コタキナバルからは、空路約40分または陸路 約10時間

調査地へはタワウから車利用となる。タワウの北西部に位置するメルタイ（65km）までは舗装道路であり、これからは未舗装道路となるが比較的良好である。Luasong/Kalabakan 集落の分岐点まで約1時間30分（65km）で到達する。

分岐点から 15km 南下し、調査地に最も近い集落 Kalabakan に達する。Kalabakan には原木製材所があり、Kalabakan 川に 1,000ト 程度のバージが接岸できる原木積み出し施設がある。

なお、タワウ港は、50,000DWT 程度の貨物船が入港可能と推定されるが、積み出し施設は設置されていない。石炭の輸送も、材木と同様に Kalabakan からバージ輸送し、タワウ港で木輪に積み替えることも考えられる。

これより Kalabakan 川を渡り、T字路を左折し約 17km 南下すると、右側に "Wing Point" の標識を見る。この標識に沿って丘陵地に進入すると Top Exclusive Sdn. Bhd. のキャンプサイトに達する。ここは、調査地の南東端に位置する旧 Silimponon 炭鉱の近い。同キャンプでは周辺の道路事情その他に関する情報を得ることができる。

分岐点から 15km 北西に進とゲートがあり Luasong 集落に達するが、ここには Sabah Foundation 所有のレストハウスがある。Luasong から約7km西進し、"Keniga" の標識に沿って左折すると調査地中央部の東端に達する。

調査地内には大型トラックの通行可能な森林関係の道路が入っているが、使用していない部分は通行不能のこともあり、現状については事前に情報を収集する必要がある。

なお、調査地に至る一般道で橋梁工事のため、重量制限（15ト）されている箇所がある。

## 12 宿舎情報

調査地東側の Luasong 集落近くには、Sabah Foundation 所有のレストハウスがあり、原則として関係者のみの利用であるが、場合によっては関係者以外の宿泊にも便宜を図っているとのことである。小型ヘリポート、衛星テレビ受信装置・プールも備えた快適な設備環境のようである（巻頭写真参照）。

調査地南東の Kalabakan 集落には、若干の商店などもあるが、宿泊できる施設はないようである。また、Kalabakan 集落から調査地に入ったところに、キャンプ（森林関係機関の事務所兼宿舎）があるが、宿泊に適した設備ではない。施設内には売店があり、良く冷えた清涼飲料などをあり、また最低限の日常生活品も購入できる。

調査地は、東西・南北とも 60km ほどあり、非常に広いために道路（森林関係）の発達状況を確認したうえで、現地調査に対応できる宿泊施設を考える必要がある。特に、Phase 1 では、全域が対象となり、頻繁な移動が求められるので、ヘリコプターの利用やトレーラーハウスの利用なども含めて検討する必要がある。現地は、マラリヤおよびその他動物などの危険性もあるので、現地の宿泊施設には十分に配慮しなければならない。また、調査地は、都市から遠く離れているので、非常時の通信および輸送等の手段についても対策を講じておく必要がある。

調査地に最も近い都市はタワウであり、宿泊はもちろんのこと一般生活に必要な施設の備わった都市である。GSD サバセンターがあるコタキナバルには国際的なホテルもある。両都市の宿泊施設の一例を示す。

コタキナバル	Hyatt Kinabalu Hotel	Tel. 088-221-234	(約12,500円)
タワウ	Belmont Marco Polo Hotel	Tel. 089-777-988	(約 8,000円)

### 13. 調査作業事務所

解析・評価・報告書作成等の作業は、原則として下記のGSDサバセンターで行う。これには、解析等の作業は両国の共同作業であり、実務をとおして技術の移転を図る意味も含まれている。また、地形図等の一部資料は、国外持ち出しが原則として禁止されていることにも注意する必要がある。

#### GSDサバオペレーションセンター

Geological Survey Department Malaysia, Sabah  
Locked Bag 2042, 88999 Kota Kinabalu,  
Sabah, Malaysia  
Tel. (60)-88-260311, 252494, 252486, 215855(Director)  
Fax. (60)-88-240150  
e-mail: jkbkk1@po.jaring.my

関係者 Director Mr. Yunus Abdul Razak  
Deputy Director Mr. Alexander S.W. Yan  
Coal Geologist Mr. Wong Vui Chung

同センターには 40名以上の地質関係技術者が所属しており、通常の作業には対応できる施設である。また、本格調査で、供与を希望している地質データプロセッシングシステム（パソコンベース）の利用は可能になると予想されるが、調査員は各自のパソコンも携行することが望ましい。

## 14. 治安及び衛生状況

### (1) 治安状況

マレーシア国は、凶悪犯罪などは少なく、政治情勢も安定していることから、一般に治安は良い。ただし、近年の急激なモータリゼーションとそれに遅れをとるインフラストラクチャーの現状のため、都市部の道路事情が悪化している。したがって、都市部における移動においては、事故に巻き込まれないよう十分に注意する必要がある。

対象地域及びその周辺地域においては、フィリピン及びインドネシアからの不法移住民が多数存在し、社会問題化していると聞いている。しかし、今のところ一定の秩序を保ち得ていると思われ、調査団が犯罪や事件に巻き込まれる可能性は低いと判断する。

### (2) 衛生状況

調査対象地域のあるボルネオ島には、熱帯地域特有の伝染病がある。代表的なものとしては、蚊を媒介として感染するマラリアとデング熱がある。これらの伝染病については、専門書を参照されたい。

調査団が感染する可能性の高いマラリアに関しては、クロロキンやファンシダールなど商品化されている予防薬及び特効薬があるが、何れも医師の診断を受けて必要量だけ摂取すべきものである。クアラルンプールのJICA事務所においては、専門家健康管理員が調査団等の健康相談にも対応しており、現地の専門医を紹介し、感染予防の徹底に尽力している。

上記の薬による治療は対処療法であり、症状を軽減することはできても、感染を防ぐことはできない。マラリアに感染しないためには、まず第一にマラリア病原虫を媒介するハマダラ蚊に刺されないことである。

ハマダラ蚊は、活動時間が限られており、日没より吸血を始め、午後6時から8時頃にピークを迎える。その後、活動は弱まり、日の出とともに吸血行動は収まる。また、ハマダラ蚊は足の下の方（特にくるぶしより下）を好んで刺す傾向がある。これらの習性をよく理解することが予防に重要である。

最後に、マラリア病原虫の種類によっては、重症化して死に至る危険性の高いものもあることは周知のことであるが、現地踏査に際しては十分に注意されたい。

## 15. カウンターパートの配置

Phase 1の地表資質調査は、2班編成で実施し、JICA側から各班に地質技術者を2名配置する予定である。GSD側は、共同調査のための地質技術者のほか、サンプリングおよび調査地点の測量のために必要な技術者および作業員を配置する。GSD地質技術者は、各班に少なくとも1名は配置し、サンプリングを兼務することができる。サンプリングはエンジン付きドリルを使用して行うので、少なくとも2名の作業員を必要とする。測量作業は、各班に配置することが望ましいが、調査の進行状況に応じて適宜配置することもできる。また、調査期間中は、GSD側は、担当責任者をコタキナバルセンターに常時配置することとする。

## 16. マレーシア側からの便宜供与

本調査に係り、マレーシア側から供与される便宜のうち、代表的なものについて以下に述べる。その他については、SAW及び協議議事録を参照されたい。

### (1) 測量関係

地表地質踏査における露頭の位置確認及び測量については、日本側が機材を供与し、マレーシア側が人員を充てる旨、合意している。GSDにおいては、測量のできる人材が数人いるとのことである。

### (2) ドライバー

調査に必要な車輛に関しては日本側が用意するとしているが、ドライバーに関してはGSDが用意する旨、合意されている。

### (3) 事務所

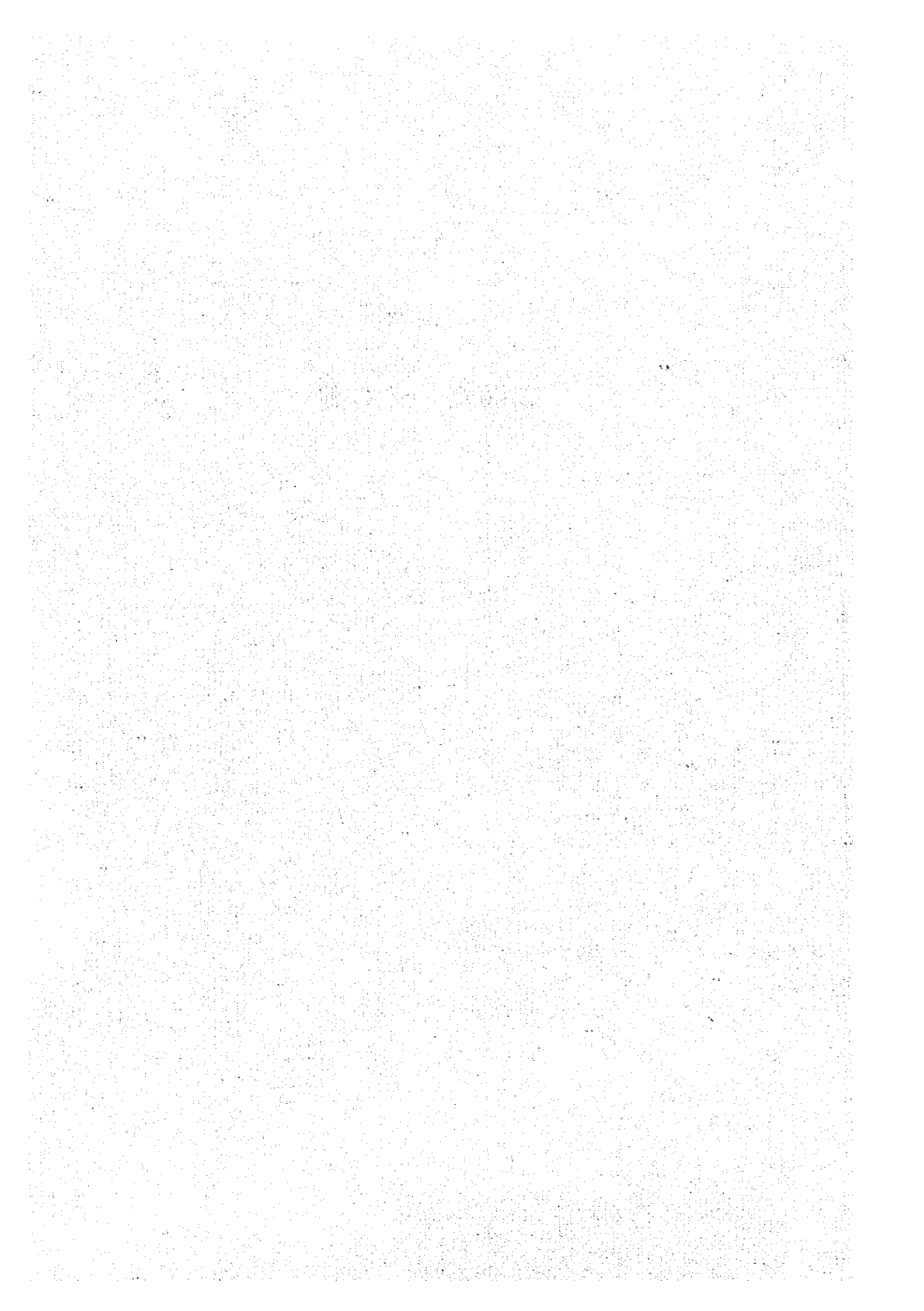
コタキナバルのGSDサバ事務所内に、調査団の作業事務所が準備される予定である。ただし、OA機器については、調査団が整備する必要がある。

### (4) 調査に係る手続き業務

地表地質調査及び地形図の入手・作成等に係る手続き業務は、GSDが一括して調査団のためにその業務を遂行するものと双方で理解されている。特に、森林局との間では細かな調整が必要である場合が想定されるが、日本側は調査に先立ち十分な準備期間（通常2～3ヶ月）をGSDに対して与えてやる必要がある。

## 第10章 その他





# 第10章 その他

## 1. 資料収集リスト

番号	資料の名称	形態	刊版	頁数	版種	発行機関	発行年
1	Reconnaissance Prospecting for Coal in the Malibu Basin, Kalabakan, Tawau, Sabah	図書	A 4	26+付図	判じカ	Geological Survey Dept. Malaysia	1984
2	Follow-up Prospecting for Coal in Malibu Basin, Klabakan, Tawau, Sabah	図書	A 4	7+付図	判じカ	Geological Survey Dept. Malaysia	1985
3	Reconnaissance Survey for Coal in Gunung Luis Area, Tawau, Sabah	図書	A 4	14+付図	判じカ	Geological Survey Dept. Malaysia	1985
4	The Coal Deposits and a Summary of the Geology of the Siliampoon Area, Tawau District, Colony of North Borneo	図書	A 4	74+付図	判じカ	Geological Survey Dept. Malaysia	1954
5	Geological Map of Sabah(Third Edition) 1:500,000	地図		1	判じカ	Geological Survey Dept. Malaysia	1985
6	Mineral Distribution Map of Sabah 1:550,000	地図		1	判じカ	Geological Survey Dept. Malaysia	1976
7	地形図 Gunung Kuli 1:500,000	地図		1	判じカ	Malaysia	?
8	地形図 Sungai Kalabakan 1:500,000	地図		1	判じカ	Malaysia	?
9	地形図 Sungai Tiagau 1:500,000	地図		1	判じカ	Malaysia	?
10	地形図 Tambulaan 1:500,000	地図		1	判じカ	Malaysia	?
11	地形図 Serudong 1:500,000	地図		1	判じカ	Malaysia	?
12	Management Map of Top Exclusive Sdn. Bhd.	地図		1	判じカ	Top Exclusive Sdn. Bhd.	?
13	Annual report 1995	図書	A 4	1	判じカ	Geological Survey Dept. Malaysia	1995
14	Role and Strategy	図書	B 5	10	判じカ	Geological Survey Dept. Malaysia	?
15	Coal Exploration Area (1994-2000)	地図	A 4	1	判じカ	Geological Survey Dept. Malaysia	?
16	マレーシア大気環境基準ガイドライン	書類	A 4	1	判じカ	マレーシアの環境法と行政制度	?
17	マレーシアの水質環境基準	書類	A 4	2	判じカ	マレーシアの環境法と行政制度	?

番号	資料の名称	形態	製版	頁数	版種	発行機関	発行年
18	マレーシアの大気非亜出基準	書類	A4	2	B <sup>0</sup> -	マレーシアの環境法と行政制度	?
19	マレーシアの水質非出基準	書類	A4	1	B <sup>0</sup> -	マレーシアの環境法と行政制度	?
20	環境アセスメントの手引き	書類	B5	14	B <sup>0</sup> -	Department of Environment	?
21	サハ州オランウータン分布図	地図	A4	1	普通紙	Wildlife Department	?
22	サハ州森林分布図	地図	A4	1	普通紙	Forestry Department	?

2. 質問書および回答

(1) 地質関係

1) Coal in Malaysia

Question		Answer
Data Item	Data Content	
Coal industry of Malaysia	Present and forecast	Got answer
National energy plan		Got answer
Coal production	Mine, quality	Got answer
Coal import	Country, use	Got answer
Coal consumption		Use
Coal reserves and resources	Field, quality	Got answer
Location of coal deposits and coal mines		Got answer
National coal exploration program		Got answer
Standard for classification and calculation of coal reserves and resources		Got answer
Standard for classification of coal by rank		No answer
Standard for coal analysis		Got answer

2) Geology of study area

Question		
Data Item	Data Content	Answer
Map of proposed area	1:50,000	Available in GSD
Topographic map	1:100,000 and 10,000	Only 1:50,000 available
Aerial photograph	Including SAR imagery	Available in GSD
Satellite imagery	Including	Only SAR (1:100,000) available
Geological report	Geological map stratigraphy, geological structure, correlation, cross section	
Geophysical data		None
Coal geological data	Geological reference Including Lithological logs of coal bearing sequences, coal logs, coal seam correlation, cross section, contour map of coal seam (depth and thickness)	Refer to reports SB/CL/94/1 SB/CL/95/1 SB/CL/95/2 see references
Coal quality data		
Coal reserves and resources		
Coal mining data in Sillimpon		

References

- (1) The Geology And Mineral Resources Of The Pensiangan And Upper Kinabatangan Area Sabah, Malaysia (Memoir 12) 1965
- (2) The Coal Deposits And A Summary Of The Geology Of The Sillimpon Area, Tawau District, Colony Of North Borneo (Memoir 2) 1954
- (3) Reconnaissance Prospecting for Coal in the Malibau Basin, Kalabakan, Tawau, Sabah (SB/CL/94/1)
- (4) Reconnaissance Survey for Coal in the Gunung Luis Area, Tawau, Sabah (SB/CL/95/1)
- (5) Follow-Up Prospecting for Coal in the Malibau Basin, Kalabakan, Tawau, Sabah (SB/CL/95/2)

3) Exploration

Question		Answer
Data Item	Data Content	
Standard for coal exploration stages		Three stages of coal exploration I Reconnaissance survey II Follow-up survey III Reserve evaluation No answer
Exploration instruments of GSD	Image data processing system Geological data processing system Drilling rig and tool Geophysical logging system Seismic data acquisition system Seismic data processing system Other geophysical system (gravity) Coal analysis system	
Available exploration contractors	Drilling Geophysical exploration (Seismic and gravity) Coal analysis	No answer

4) General Information of Proposed Area

Question		Answer
Data Item	Data Content	
Climate	Temperature and rainfall	Temperature : max.31.5°C, min.23.1°C Rainfall : 2185.4mm Relative humidity: 86.7%
Road map and road condition	Transportation, car, walk	Unseal/gravel road accessible by 4-wheel drive vehicle, mainly use for hauling logs. Road maps : only main logging roads

(2) 鉅山開發計畫關係

Question		Answer
Data Item	Data Content	
<p>Deregulations of coal mine development                      Development plan of the coal field                      Coal reserves by the coal field                      History of the Silimpocon colliery                      Conditions of the Silimpocon colliery                      Incentives for coal mine development                      Conditions of the infrastructures                      Present situation of labor unions                      Technological supports                      Administrative department and ministry                      Any issue for coal mine development                      Coal development policy                      Any other appropriate items and issues</p>	<p>Participation of the private company                      Destination of coal supply                      Projection of yearly production                      Commencement of production and mine closure                      Underground, surface facilities, etc                      The central government of Malaysia                      Silimpocon colliery and Malibau basin                      Name of labor unions and minimum wages                      Coal mine development from overseas aids                      Permits, and acts and regulations                      Compensations                      Central and Sarah state government                      To be clarified for coal mine development</p>	<p>Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending                      Pending</p>

(3) 環境關係

1. Legislation-environmental conservation

Question		Answer
Data Item	Data Content	
Law/regulations/guidelines on environmental conservation	Environmental quality standard(s) and exhaust/effluent standard(s)	Environmental Quality Act, 1974 Waste is not permitted to be discharged into the environment in contravention of acceptable conditions.
Environmental Impact Assessment or Guidelines		Environmental Impact Assessment Order 1987 came into force on the 1st April 1982 1. EIA Procedure and Requirements in Malaysia prepared by the DOE 2. A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines prepared by the DOE 3. Guidelines for Preparation of Environmental Impact Assessment 4. Regulation for Safety for Exploration and Mining 5. Environmental Guidelines for Mineral Exploration 6. Environmental Guidelines for Mine and Quarry Operations 7. Environmental Guidelines for Mine and Quarry Rehabilitation
Ministry which is responsible for the legislation		Department of Environment(DOE) under Ministry of Science, Technology and the Environment Department of Mines under the Ministry of Primary Industry
Mitigation of mine development by Mining Law		Mineral Development Act 1994(Law of Malaysia Act 525)
Other law which regulates mine development		Sabah State Mining Ordinance(No.20 of 1960)



2. Concerning the objective area

Questions		Answer
Data Item	Data Content	
Area	The latest data	Malibau and Sibimpoon area are mainly timber concession areas and plantation area at Serudong/Kalabakan area
Number of villages and population	The latest data	- data not available
Main industries	The latest data	Timber logging, plantation/ agriculture
Average annual income of inhabitants	The latest data	-data not available
The varying of the population in the last decade	The latest data	-increase
Water source of drinking water of inhabitants		-river and rain water
Main food of inhabitants		-rice
Peculiar diseases or endemic diseases		-malaria
Historic spots or cultural heritage		-war memorial at Kalabakan (war with Indonesia)
Important landscape or scenery		-none

3. Natural environment

Question		Answer
Data Item	Data Content	
Native species of precious plants, if any		-no answer
Native species of precious animals, insects and fishes, if any		-no answer
Situation of lumbering forest		-no answer
Situation of slash and burn agriculture		-no answer
Situation of mangroves		-no answer
Situation of coral reef		-no answer
Situation of alkali soil		-no answer

4. Environmental consultants

Question		Answer
Population	Data Content	
Name of consultant		Nature Wide Monitoring and Services Block E, Lot 1, 2nd Floor, Donggongan Township 89500 Penampang, Sabah Tel/Fax: 6-088-725419
Main measuring equipment		-no answer
Number of engineers		-no answer
Analysis charge		-no answer
Labor cost		-no answer
Actual result of relating business		-no answer

### 3. 要請書

#### Request for Development Study Assistance for Coal Exploration and Assessment in Malaysia

**Project Title:**

Coal Exploration and Assessment Project, Sabah

**Executing Agency:**

Geological Survey of Malaysia

**Proposed Source of Assistance:**

Japan International Cooperation agency (JICA) Japan

**Duration:**

Three years (April 1996 to March 1999)

#### 1. BACKGROUND INFORMATION AND JUSTIFICATION FOR THE PROJECT

It is proposed to seek external aid from Japan to conduct a programme to explore and appraise the coal resources in two areas in Central Sabah that are considered to be highly potential. Sabah has a significant resource of coal, with the most potential area, the Meliau Basin in Central Sabah presently being explored by a private company under licence. There are two other potential areas, the Malibau Basin and the Silimponon-Serudong area, that have significant coal resource. This resource needs to be systematically evaluated in order to promote its exploitation and eventually to ensure its optimal utilization in the light of the nation's present and future needs.

Before 1980 the energy source in Malaysia was entirely dependent on oil. After the second oil crisis of 1979 and due to the escalating and unstable oil price it was thought that some sort of energy diversification away from oil is a necessity. The government consequently adopted the Four Fuel Energy Policy that seeks to ensure reliability and security of energy supply through the use of four major energy sources; oil, natural gas, coal and hydro power. Coal is a very competitive source of energy, and is expected to play a significant role in the future energy scenario. The forecast of the National Energy Planning Study (NEPS, 1985) expects the country's demand for coal to increase from about 500,000 tonnes to about 4.0 - 5.5 million tonnes by year 2000 and 6 - 8 million tonnes in 2010. The current price of imported coal is about US\$ 40 per tonne, which means that without development and utilization of domestic coal in Malaysia, coal imports in the year 2000, at 1994 prices will have a value between US\$ 160 million for the lowest projection and US\$ 220 million for the highest projection.

The official committee on Energy of the Economic Planning Unit in a Policy Paper of 1989 recommended among other things that the Geological Survey Department as well as private companies should step up systematic exploration work to firm up information on coal reserves and qualities for all coal-bearing areas in Malaysia. This is essential because such information is a prerequisite for: (i) coal development planning at the government level, (ii) mining companies considering mining operations and (iii) potential buyers of coal getting assurance on quality as well as a firm supply of coal. The committee also recommended that there should be promotion of coal utilization in the industrial sector because there are further opportunities for the greater use of coal in industrial applications. This justifies that the government should play a role in assisting the development of our coal industry, as it will not only ensure at least partial self sufficiency in coal supply and limit the loss in foreign exchange due to import of coal, but also induce spin-off effects such as localization of employment opportunities, generation of down stream activities and development of infrastructure and settlement in coal mining areas.

Coal is a favourable fuel for power generation and for large kilns eg. in cement and brick making industries as well as for boilers. The price differentials between coal, hydroelectricity and oil are expected to be in favour of coal and it will remain so in the future. Hence, the manufacturing industries should be encouraged to change their fuels and choose new or convert existing plants to coal-firing kilns and boilers.

In Sabah, at present, there is insufficient supply of electricity to meet the growing population and expanding industries. One-third of the electricity supply is generated from hydroelectricity and the rest is from oil and natural gas. The production cost of electricity in Sabah is the highest in the country. The Sabah Electricity Board should be encouraged to use coal as an alternative source for power generation, as it will lower the cost of production, the benefit of which will be passed on to the consumer. Beside this, a clinker production plant will be in operation in early 1996, which is planned to be using coal imported from Australia and Indonesia. If local supply is available, it can meet the need of the cement plant and for power generator.

Coal from the Maliau and Malibau Basin are known to be of high quality. Apart from meeting local needs, the coal can compete easily as an export commodity in international market. Therefore it is justified that this project should be carried out as there are two local industries that need or will be encouraged to use coal in the near future.

## 2. DETAILS OF THE TARGETS

### 2.1 Programme Targets

The programme targets are to delineate coal deposits and to assess the quality and reserve in the potential coal areas in Malibau and Silimponon - Serudong.

### 2.2 Objectives

The objective of the project is to enhance the coal database for facilitating development of local coal for local industrial uses as well as for export.

The activities to be carried out involved systematic coal exploration and assessment in south-central Sabah which include the following aspects of work;

- a) Detailed mapping, including interpretation of Radar and Satellite imageries, documentation of coal outcrops and seam correlation, and coal sampling for chemical analysis.
- b) Geophysical survey on potential areas.
- c) Diamond drilling and geophysical borehole logging.
- d) Evaluation and assessment of the coal potential.

### 2.3. Project Areas

The project areas are known as the Malibau Basin and Silimponon Area, which cover a total of about 2,000 km<sup>2</sup> (Figure 1). A brief outline of the areas is as follows:

#### 2.3.1 Malibau Basin

This sub-circular basin which is located in the south-central Sabah has been prospected for coal by the Geological Survey on a reconnaissance basis since 1993. It is underlain by the Tanjong Formation that consists of mudstone and siltstone, with prominent but generally subordinate bed of sandstone, limestone and conglomerate. The Tanjong Formation rests on highly folded Cretaceous and Lower Tertiary strata, and lies unconformably on the Lower Miocene Labang Formation. The Formation can be further subdivided into three informal units; namely, (a) Upper Unit with predominantly arenaceous sequence, (b) Middle Unit, that is the coal-bearing sequence, and (c) Lower Unit which is predominantly an argillaceous sequence.

The reconnaissance survey conducted by the coal the Department has reported more than 100 coal outcrops in the area. The coal seams range in thickness from a few cm to 1.6 m; the coal is usually bright, clean, blocky or with some shale partings. Chemical analysis on some of the coal samples shows that they have a very low ash and sulphur content and high specific energy. The chemical analysis shows that the coal falls within the high volatile Bituminous A coal. The average result of the chemical analysis is as follows:

Proximate Analysis

Air dried

Moisture	2.25%
Ash	6.60%
Volatile matter	41.35%
Fixed carbon	49.80%

Dry

Ash	6.75%
Volatile matter	42.30%
Fixed carbon	50.95%

As received

Moisture	7.35%
Ash	6.30%
Volatile matter	39.20%
Fixed carbon	47.20%

Ultimate Analysis

Air dried

Carbon	74.25%
Hydrogen	6.16%
Nitrogen	1.95%
Total Sulphur	0.28%

Dry

Carbon	76.00%
Hydrogen	6.30%
Nitrogen	1.99%
Total Sulphur	0.29%

Dry (ash free)

Carbon	81.45%
Hydrogen	6.76%
Nitrogen	1.95%

Gross Calorific Value

Air dried	7,794 kcal/kg
Dry	7,937 kcal/kg

### 2.3.2 Silimpocon-Serudong Area

The Silimpocon-Serudong area is located south-east of the Malibau Basin where there is a series of synclines and anticlines with fold axes trending northwest. Coal had been mined at the Silimpocon Coalfield from 1905 to 1932, largely for supply to ship's bunkers. A reconnaissance survey carried out by the Geological Survey in 1954 showed that 14 million tonnes of sub-bituminous coal may remain.

The Silimpocon Coalfield lies within a major northwest-trending syncline and one economic workable seam, the Queen Seam, was reported to have an average thickness of 1.75 m and can be traced over a distance of 8 km. The Silimpocon coal is black, glossy and compact and it falls within the high rank sub-bituminous coal. The analysis by Powell Duffryn Technical Service Limited in 1948 of the coal is as follows:

#### Proximate Analysis

##### As received

Moisture	1.3%
Volatile matter	48.3%
Fixed carbon	46.4%
Ash (mauve)	4.0%

##### Dry (ash free)

Volatile matter	51.0%
Fixed carbon	49.0%

#### Ultimate Analysis

##### As received

Carbon	75.8%
Hydrogen	5.9%
Oxygen & Nitrogen	8.3%
Sulphur	4.7%

##### Dry (ash free)

Carbon	80.2%
Hydrogen	6.2%
Oxygen & Nitrogen	8.7%
Sulphur	4.9%

#### Calorific Value

As received	13,750 BThU/lb
Dry ash free	14,500 BThU/lb

The Serudong coalfield is situated in an anticline with its axis trending and plunging to the southeast. The dip of the coal-bearing series ranges from 20° to 57°, with an average of 30°.

## 2.4 Duration

The project will be implemented in two (2) phases and would take three years to complete. Phase I of the project is mainly to conduct detailed mapping and documentation of coal outcrops and sampling of coal for chemical analysis. Delineation of potential areas will also be carried out in this phase. Geophysical survey, topographic mapping, drilling, down-hole geophysical logging and final evaluation of the coal resources will be carried out in Phase II.

## 2.5 Exploration Scheme

The proposed exploration scheme is shown in Table 1:

Table 1. Tentative Implementation Schedule

PHASE	1996	1997	1998	1999
Phase I				
a) Detailed Mapping, radar & satellite imageries study and coal sampling.	xxxxxx			
b) Chemical analysis	xxxxx	x		
c) Data interpretation and report writing	xx	xxx		
Phase II				
a) Geophysical survey and topographic mapping in potential areas		xxxxxx		
b) Diamond Drilling and Geophysical logging		xxxxx	xxxxx	
c) Data interpretation and report writing/ final evaluation .			xxx	xxx



### 3. IMPLEMENTING AGENCY

#### 3.1 Institutional Agency

Geological Survey of Malaysia (GSM) will be the local counterpart agency responsible for the project implementation.

#### 3.2 Staff and Personnel Participating in the Project Implementation

GSM will provide counterpart personnel for the Project activities. The counterpart staff are 1 Project Co-manager, 2 geologists, 1 geophysicist and 3 Geological Assistants.

### 4. REQUEST FOR ASSISTANCE FROM JICA

#### 4.1 Technical:

JICA will provide the required number of experts in the following fields:

- 1) Coal Geology  
Experts: Photogeological interpretation, surface geological survey and core logging.  
Equipment: Data processing unit
- 2) Drilling  
Experts: Diamond drilling  
Equipment: Wire-line drilling machine
- 3) Geophysics (well logging, high resolution seismic reflection and/or gravity survey)  
Experts: Geophysicists  
Equipment: well logger, seismics and gravimeter
- 4) Conceptual Mine Design  
Experts: Coal mining engineer
- 5) Environmental Study  
Experts: Environmental scientists, Environmental engineer
- 6) Transportation and Supplement Field equipment  
4-WD vehicles for geological and geophysical survey

#### 4.2 Training

The proposed training of local staff to enhance their experience in coal exploration is shown in Table 2

TABLE 2

Field of Training or Study Tour	Total		Fiscal Year						Remark
	No.	m/m	1996		1997		1998		
			No.	m/m	No.	m/m	No.	m/m	
Coal Geology	2	4	1	2	1	2			Training
High Resolution Seismic	1	2	1	2					Training
Coal testing and Characterization	1	2			1	2			
Project Management	1	1					1	1	Study Tour

#### 4.3 Reporting:

All reports should as far as possible be prepared in Malaysia jointly by local counterparts and Japanese experts. All reports shall be in English.

The number of copies of reports required will be discussed and mutually agreed upon later.

#### 5. MALAYSIAN GOVERNMENT CONTRIBUTION TO THE PROJECT

- 5.1 To give assistance to Japanese project officers in matters related to import and reexport of equipment and other materials required for the study in accordance to existing Malaysian rules and regulations governing such cooperation.
- 5.2 To arrange for permission for the team members to enter related establishments if needed.
- 5.3 To provide counterpart geologists, geophysicists and geological assistants needed for the geological field work, geophysical work and drilling in accordance to the agreement.
- 5.4 To provide available documents, data and information relating to the study.
- 5.5 To carry out coal analysis.

Appendix 1

Proposed Budget of GSM-JICA Coal Exploration Project  
(To be provided by JICA)

Description	Amount requested	Total cost (¥)	Remark
1. Equipment			
Vehicles	5 units	10,000,000	4WD
Data Processing units		2,000,000	
Drilling machine	1 unit	20,000,000	
Subtotal		32,000,000	
2. Geophysical surveying and data processing			
3. Training (10 m/m)			
4. Experts (90 m/m)			
Grand total		382,000,000	

Responsibilities in the Project Activities

Activities	GSM	JICA
1. Drilling programme		
1.1 Drilling	Geological Assistants	Drilling engineers
1.2 Well logging	Geophysicist	Geophysicist
1.3 Core logging	Geologists	Geologists
2. Geophysical survey		
2.1 Seismic survey	Geophysicist	Geophysicists
2.2 Gravity survey	Geophysicist	Geophysicists
2.3 Processing	Geophysicist	Geophysicist
2.4 Interpretation	Geophysicist and geologists	Geophysicist and geologist
3. Geological survey	Geologists	Geologists
4. Coal analysis	Geochemist	Geologist
5. Geological and geophysical analysis and evaluation	Geophysicist and geologist	Geophysicists and geologists
6. Conceptual mine design	Geologist	Mining engineers

7. Environmental studies

Geologist

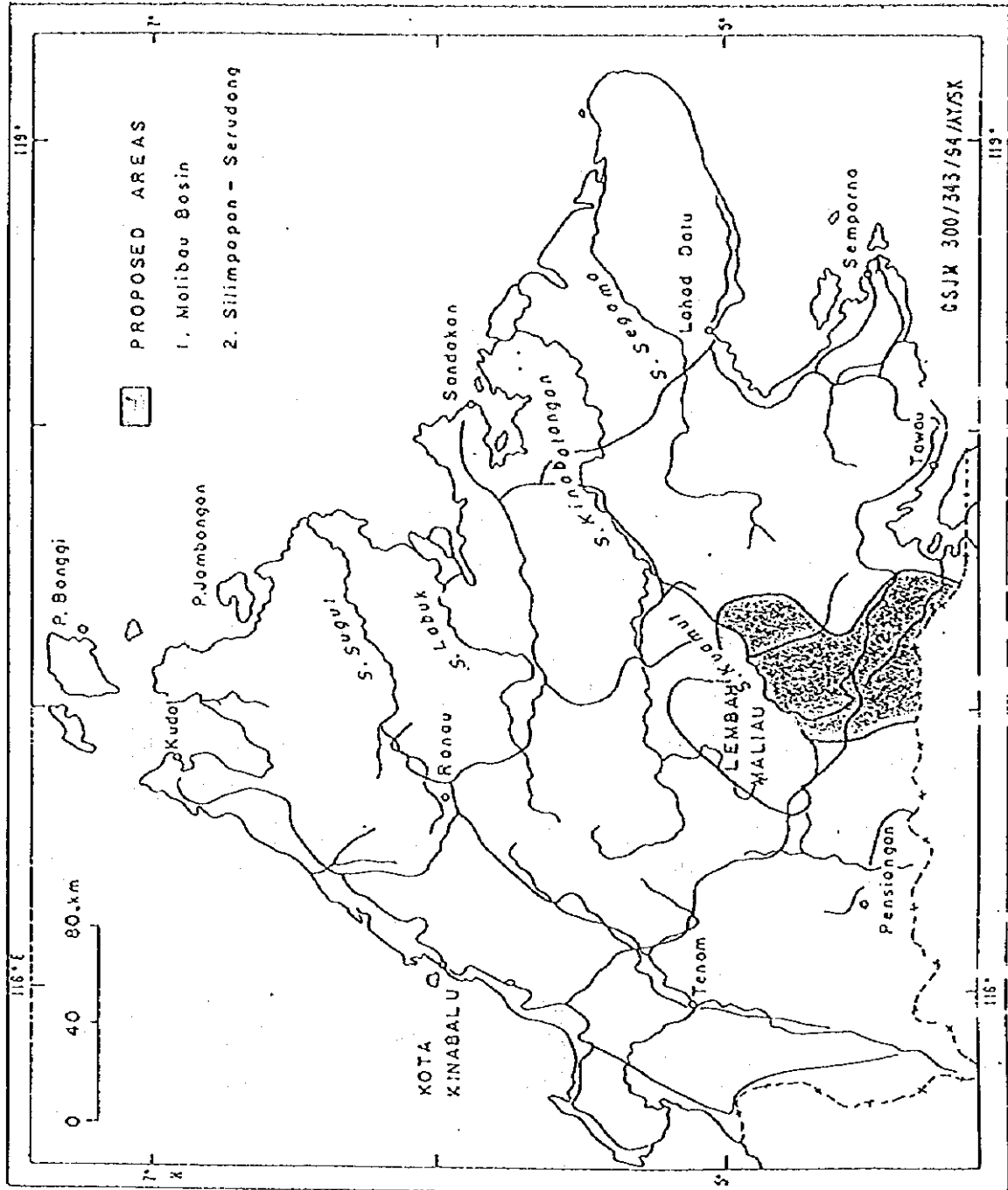
Mining engineers and geologists

8. Reports

Inception, progressive, interim, draft and final report

Inception, progressive, interim, draft and final report

FIGURE 1: COAL EXPLORATION AND ASSESSMENT PROJECT











JICA