No. 8

マレイシア　サバ州石炭探査・評価調査予備調査報告書

マレイシア　サバ州
石炭探査・評価調査
予備調査報告書

1996年12月

JICA LIBRARY
J 1132490 [2]

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

1996年12月
国際協力事業団　鉱工業

113
66.7
HPN
BRARY

鉱調資
J R
96-151

1132490 [2]

マレイシア　サバ州
石炭探査・評価調査
予備調査報告書

1996年12月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

目　次

調査対象地域図
現地写真集
はじめに　団長所感

第１章　予備調査団の概要 …… 1
　１．要請の背景・経緯 …… 3
　２．要請内容 …… 3
　３．予備調査の目的 …… 3
　４．調査団員の構成 …… 4
　５．調査日程 …… 4
　６．主要面接者 …… 5

第２章　Ｓ／Ｗ協議 …… 7
　１．対処方針 …… 9
　２．現地調査結果 …… 15
　３．Ｓ／Ｗ協議の結果 …… 17
　４．Ｓ／Ｗ及び協議議事録 …… 19

第３章　マレイシア国におけるエネルギー事情 …… 37
　１．エネルギー関係機関 …… 39
　２．エネルギー政策と現状 …… 40

第４章　マレイシア国の石炭開発事情 …… 45
　１．石炭開発の状況 …… 47
　２．石炭政策 …… 49
　３．石炭需給の動向 …… 49
　４．石炭開発分野における我が国の協力の可能性 …… 51

第５章　マレイシア国の石炭資源 …… 53
　１．石炭資源分布と地質環境 …… 55
　２．石炭資源分類 …… 57
　３．石炭資源量 …… 59
　４．炭質 …… 59

第６章　マレイシア国における石炭探査 …… 63
　１．探査活動 …… 65
　２．探査技術 …… 69

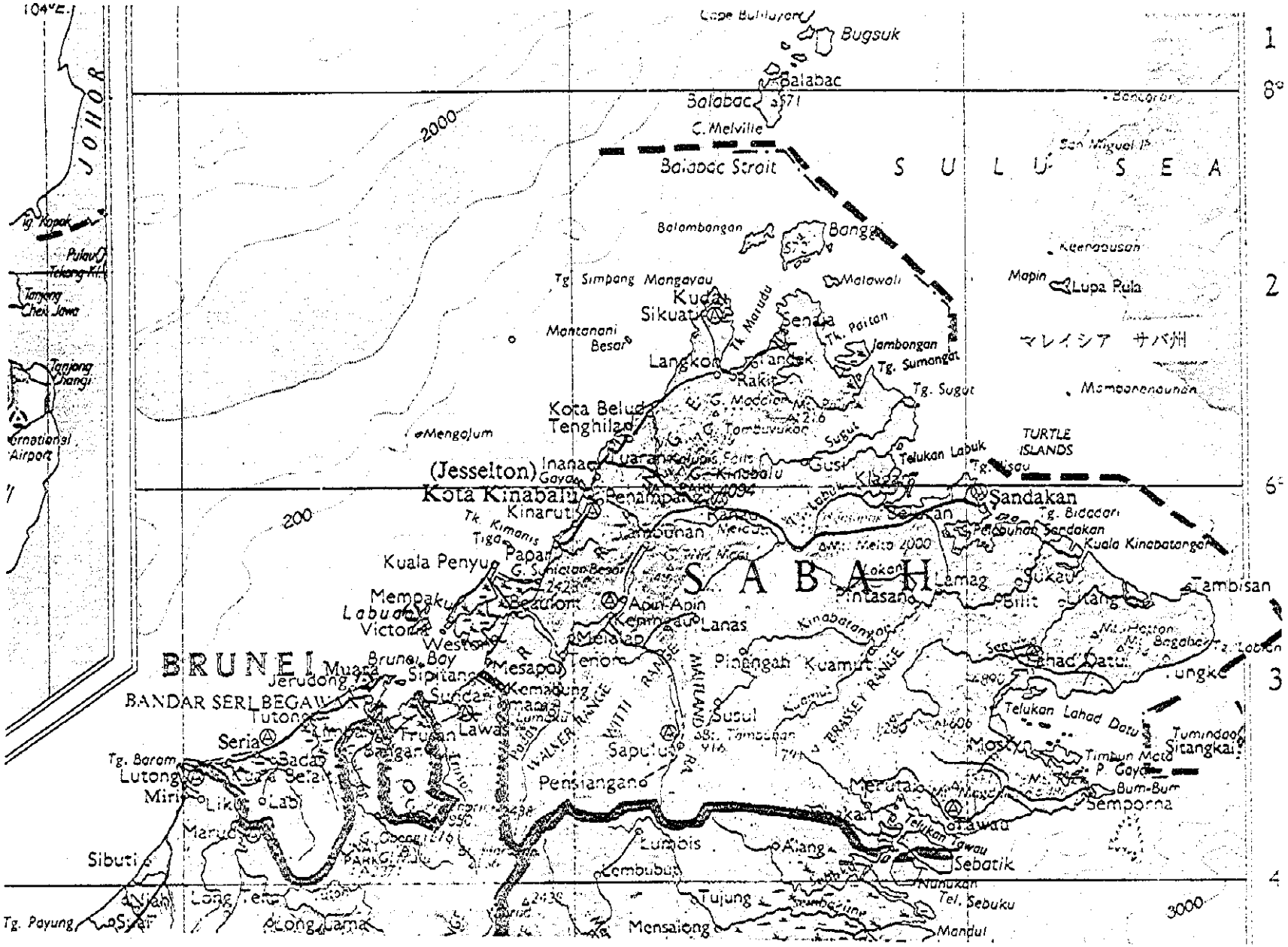
3．地質調査所（GSD）及び関連機関の概要 ……70

第7章　対象地域の石炭資源 ……73
1．全域の概要 ……75
2．マリバウ盆地 ……82
3．シリムポポン地域 ……87
4．石炭開発の可能性 ……94

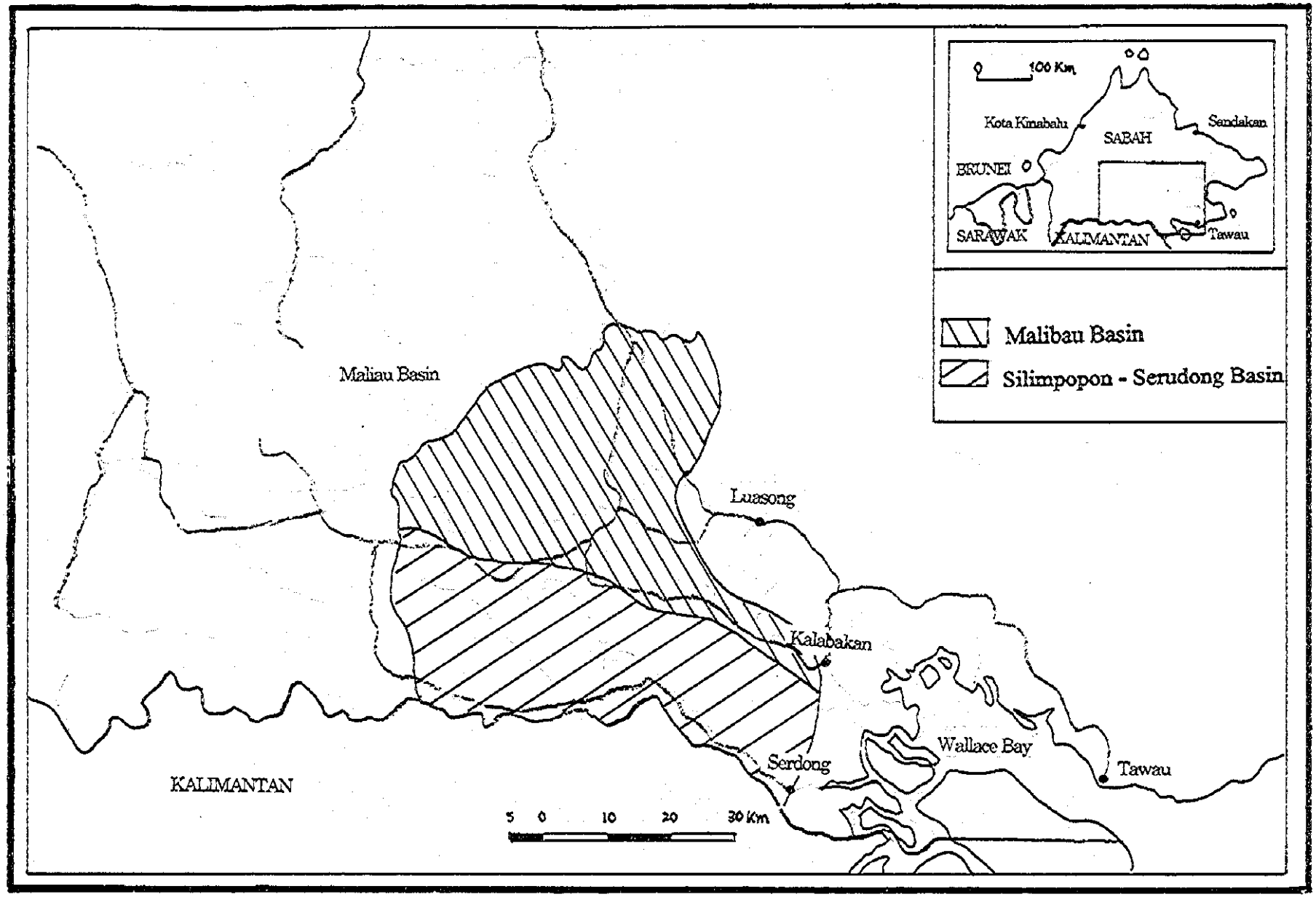
第8章　環境 ……97
1．環境関係機関 ……99
2．環境関連法及び規制 ……99
3．対象地域の自然環境 ……103
4．対象地域の社会環境 ……104
5．環境予備調査 ……105

第9章　本格調査の方針及び留意事項 ……113
1．基本事項 ……115
2．既存資料分析 ……116
3．地表地質踏査及び地質図作成 ……117
4．石炭サンプリング及び分析試験 ……118
5．初期環境調査（I.E.E） ……119
6．石炭資源評価 ……120
7．石炭開発に係る提案 ……120
8．現地再委託調査 ……121
(1) 航空写真及び図化 ……121
(2) 試錐調査（参考） ……121
(3) 環境調査 ……124
9．技術移転 ……125
10．調査用機材 ……128
11．サイトへのアクセス ……129
12．宿舎情報 ……130
13．調査作業事務所 ……131
14．治安及び衛生状況 ……132
15．カウンターパートの配置 ……133
16．マレイシア側からの便宜供与 ……134

第10章　その他 ……135
1．資料収集リスト ……137
2．質問書及び回答 ……139
3．要請書 ……146



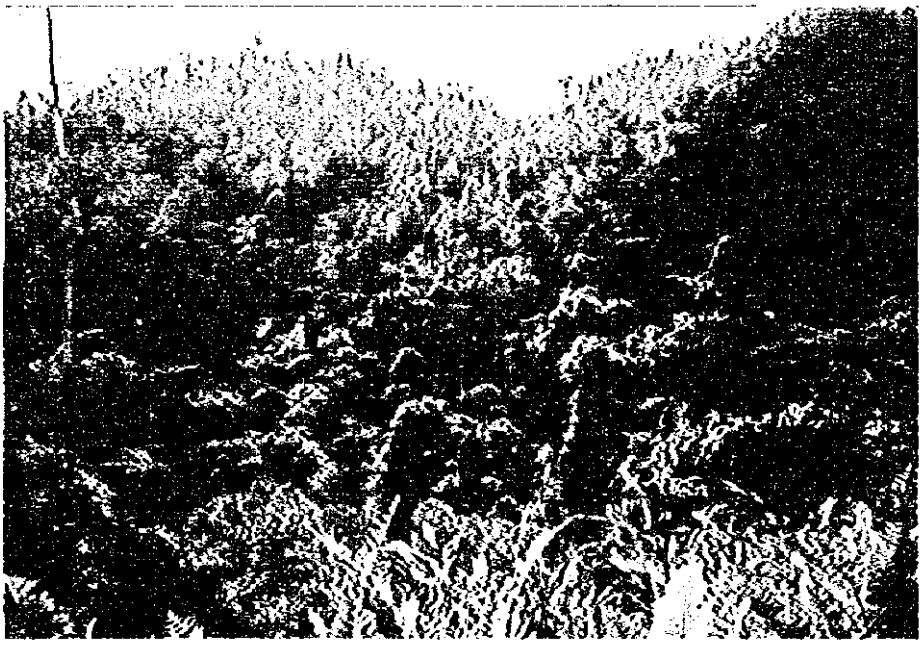
JOHOR
Bugsuk
Balabac
C. Melville
Balabac Strait
S U L U S E A
Balambangan
Mapin
Lupa Pula
マレイシア サバ州
Tg. Simpang Mangayau
Kudat
Sikuati
Mantanani Besar
Langkon
Rakit
Jambongan
Tg. Sumangat
Tg. Sugut
Kota Belud
Tenghilan
Mengajum
TURTLE ISLANDS
Telukan Labuk
(Jesselton)
Kota Kinabalu
Kinaruti
Sandakan
Tg. Bidadari
Kuala Kinabatangan
Kuala Penyu
Papar
S A B A H
Lamag
Pintasan
Tambisan
Mempaku
Labuan
Victoria
Apin Apin
Lanas
Melalap
Tenom
Pinangah
Kuamut
Lahad Datu
BRUNEI
Muara
Jerudong
Brunei Bay
Sipitang
Mesapol
Kemabung
BANDAR SERI BEGAWAN
Tutong
Seria
Sundar
Lawas
Susul
Telukan Lahad Datu
Tumindao
Sitangkai
Tg. Baram
Lutong
Miri
Sapulut
Pensiangan
Merutai
Semporna
Bum-Bum
Sibuti
Lumbis
Alang
Sebatik
Tel. Sebuku
Tg. Payung
Long Lama
Tujung
Mensalong
Mandul
2000
200
3000
1
2
3
4
8°
6°



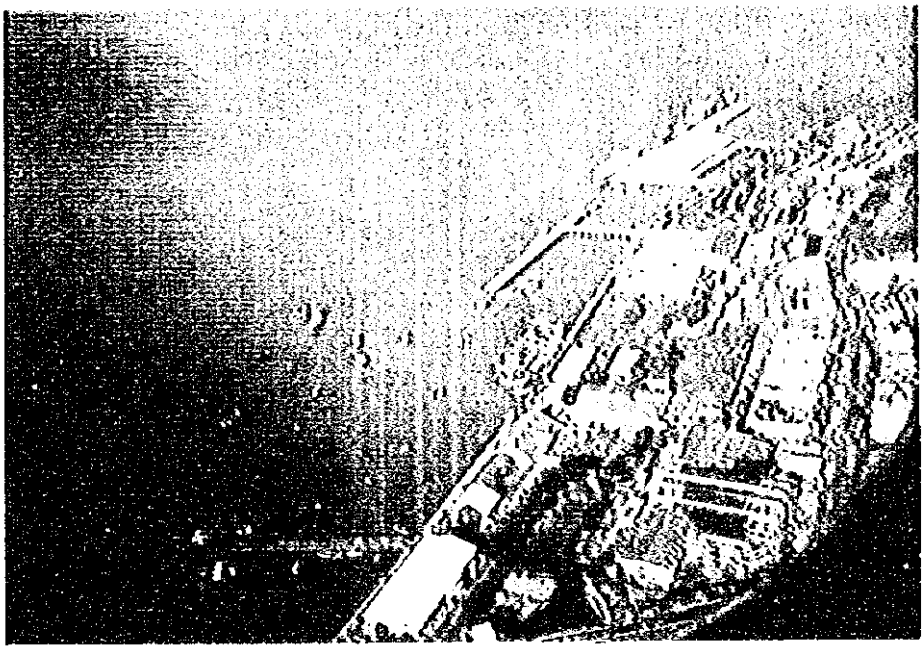
調査対象地域（マリバウ盆地及びシリムポポン地域）

現地写真集

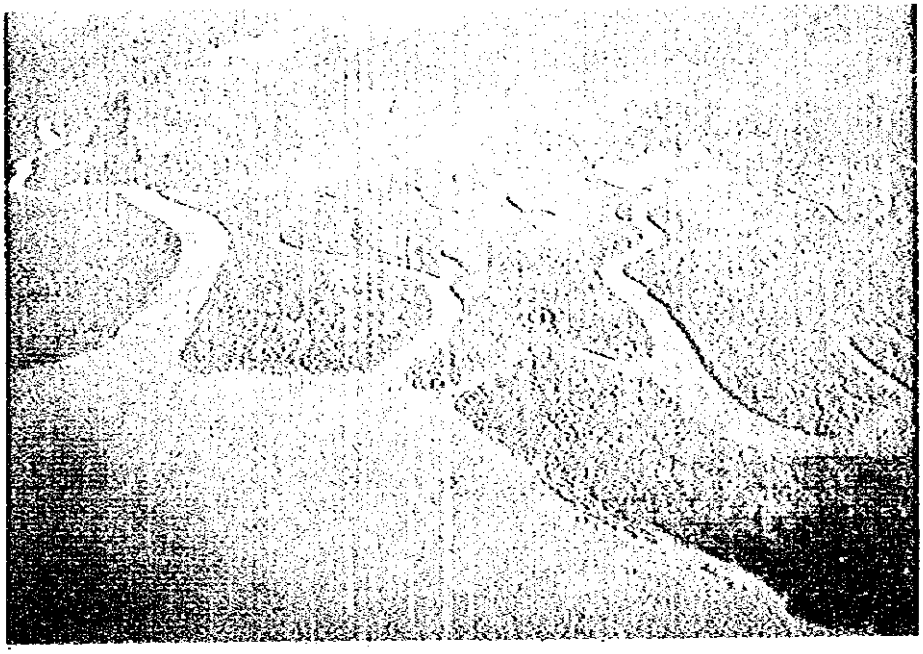
対象地域上空



対象地域内の森林

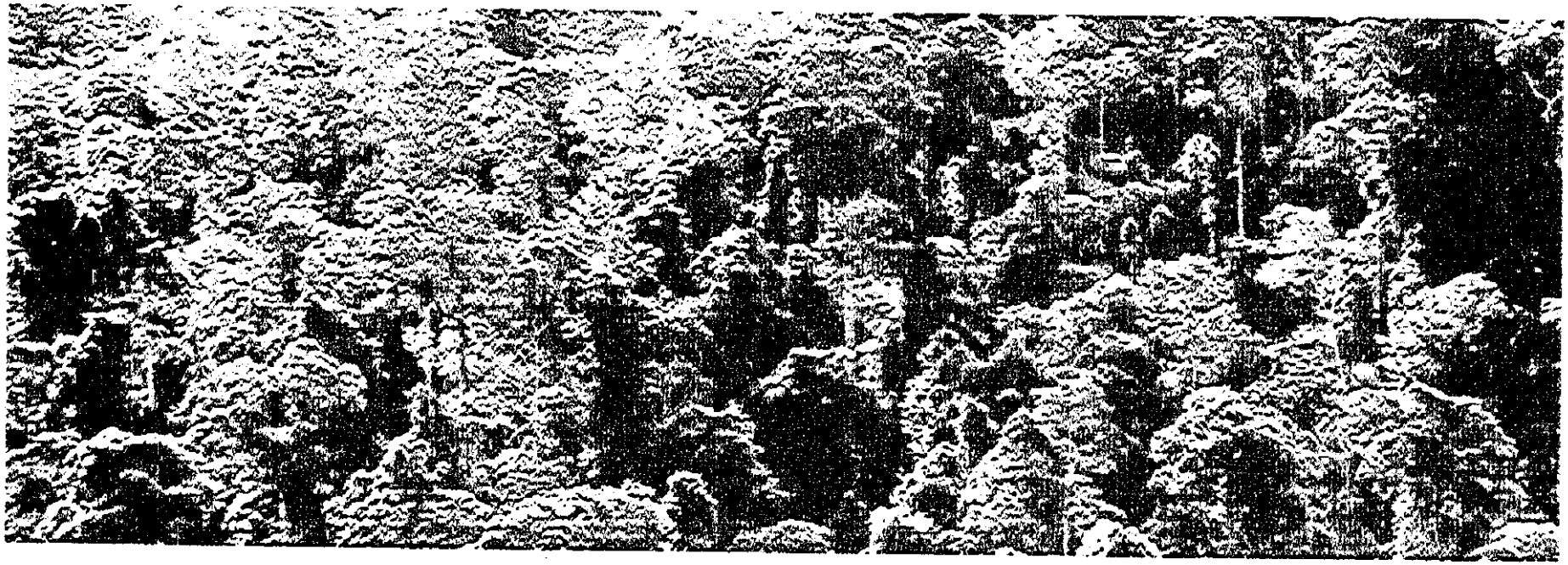


Tawau 港

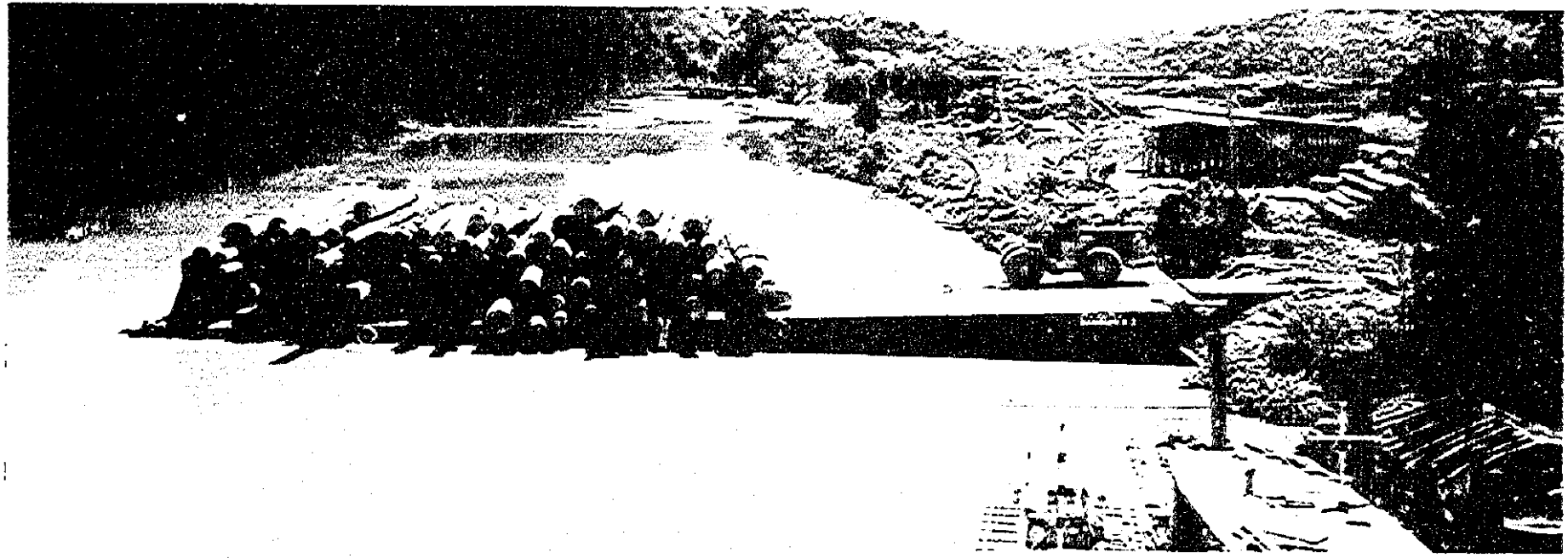


Silimpopon 川河口付近上空

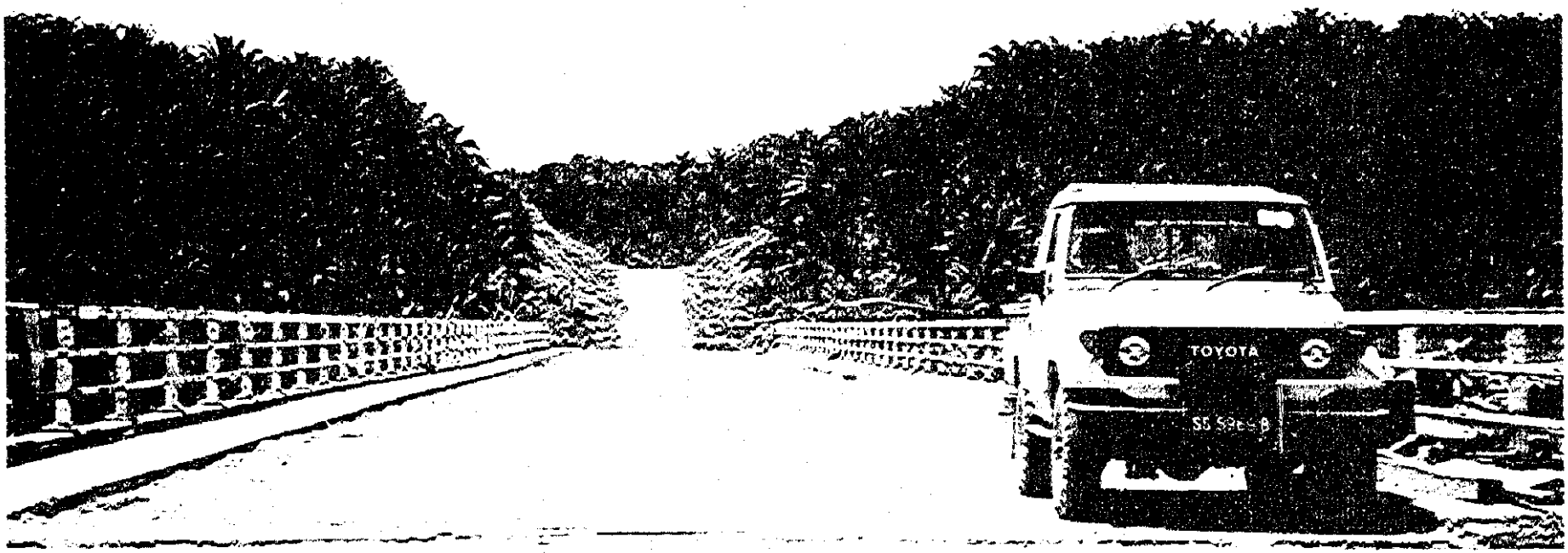
マリバウ盆地



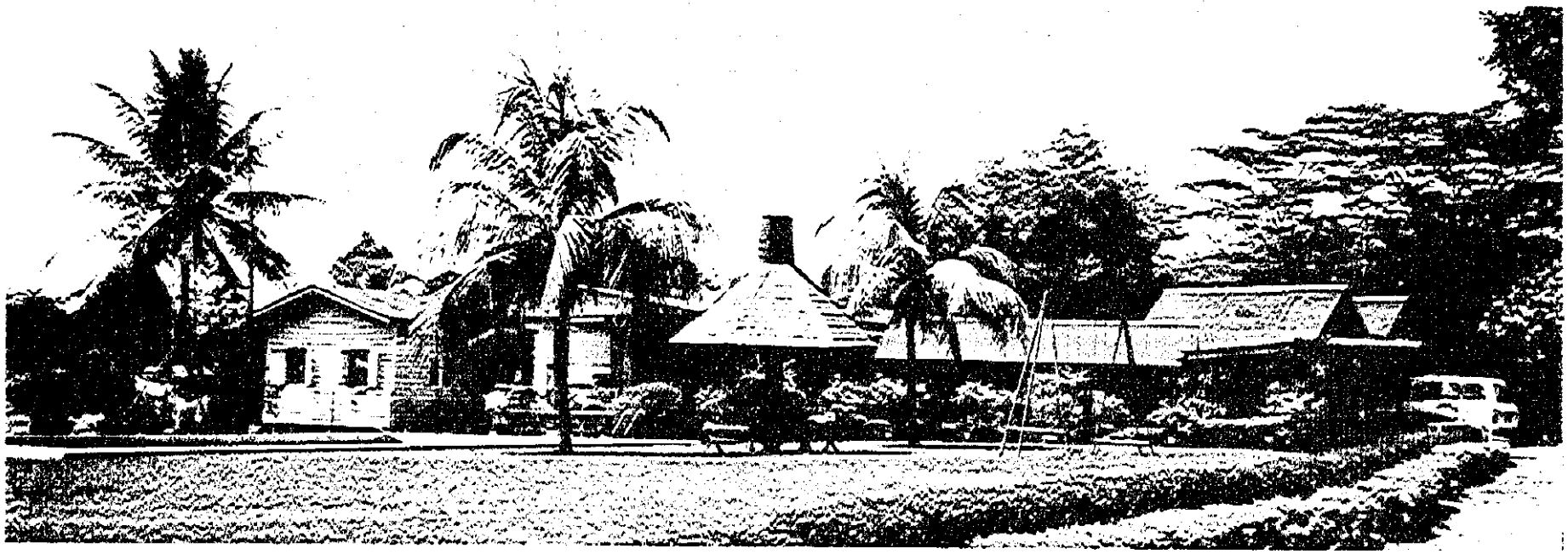
熱帯雨林ーマリバウ盆地



カラバカン川の材木集積・積出状況（1000 トン・バージ）



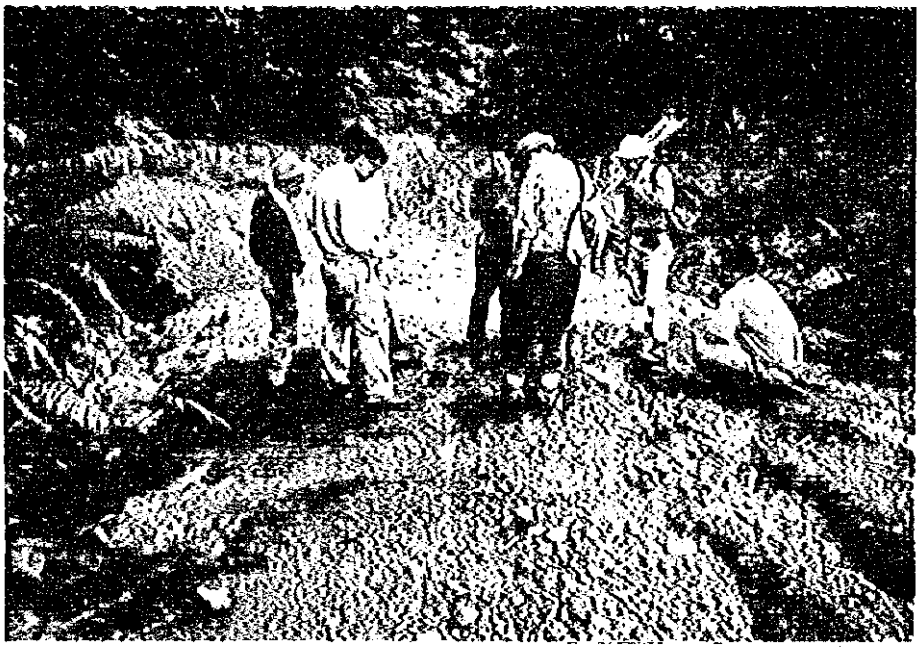
カラバカン橋 ー マリバウ盆地



サバ・ファンデーションの保養施設 — マリバウ盆地

調査風景

林道沿いに観られる石炭露頭 － マリバウ盆地

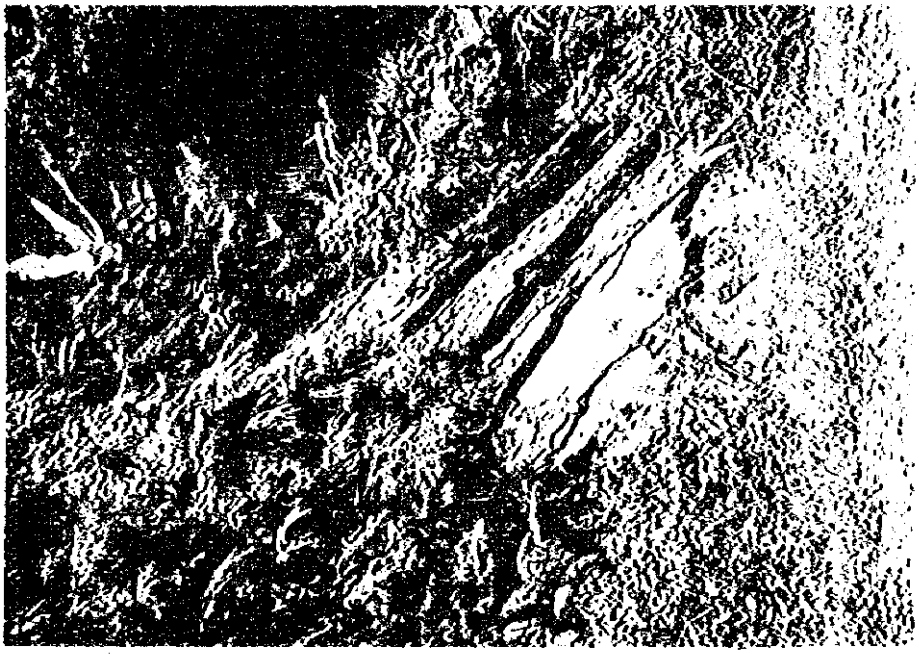


林道上の石炭露頭 － マリバウ盆地

数年前に使用されていた林道 － マリバウ盆地

ジャングル内の小川　この奥に露頭がある

濁った小川

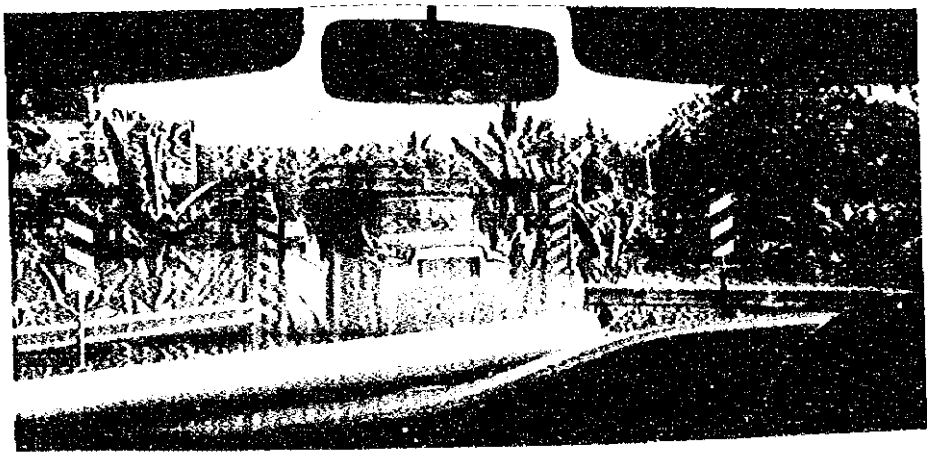


炭層の露頭 ― マリバウ盆地

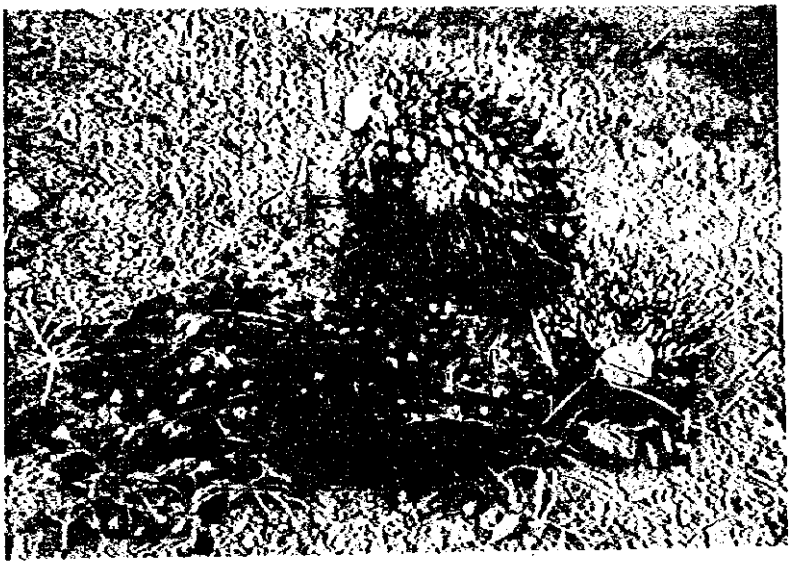
シリムポポン地域

Kalabakan の木材集積所

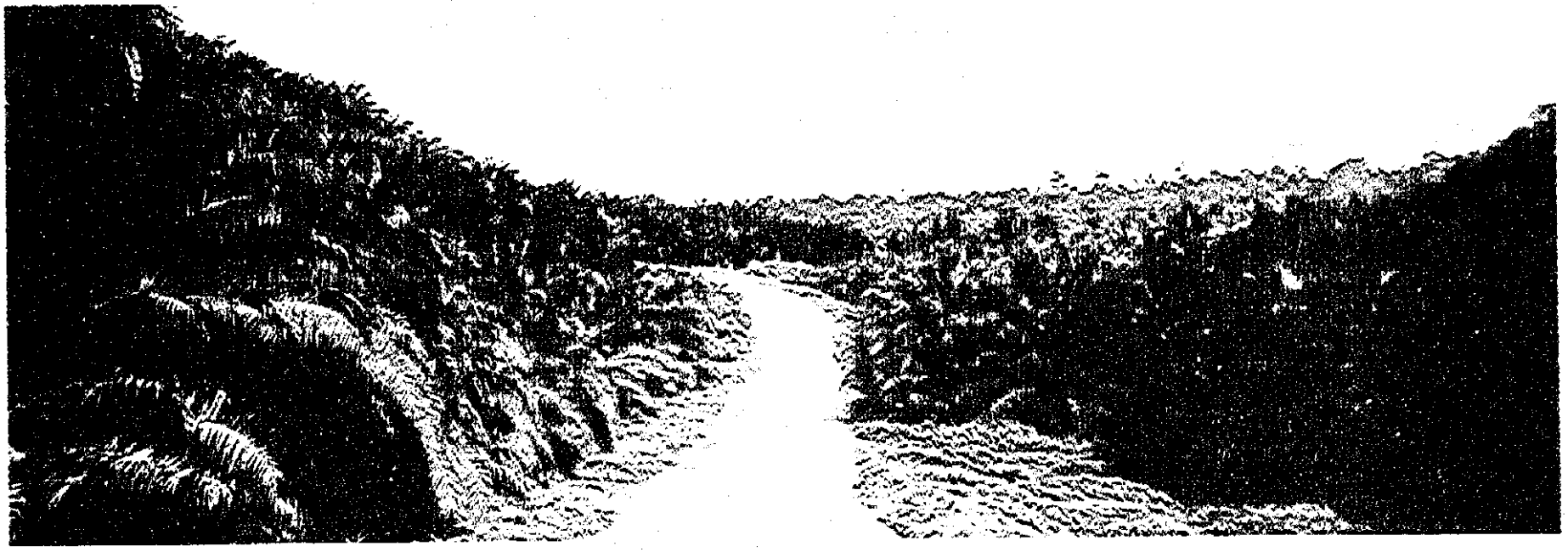
油ヤシのプランテーション



油ヤシの実を満載して運搬するトラック



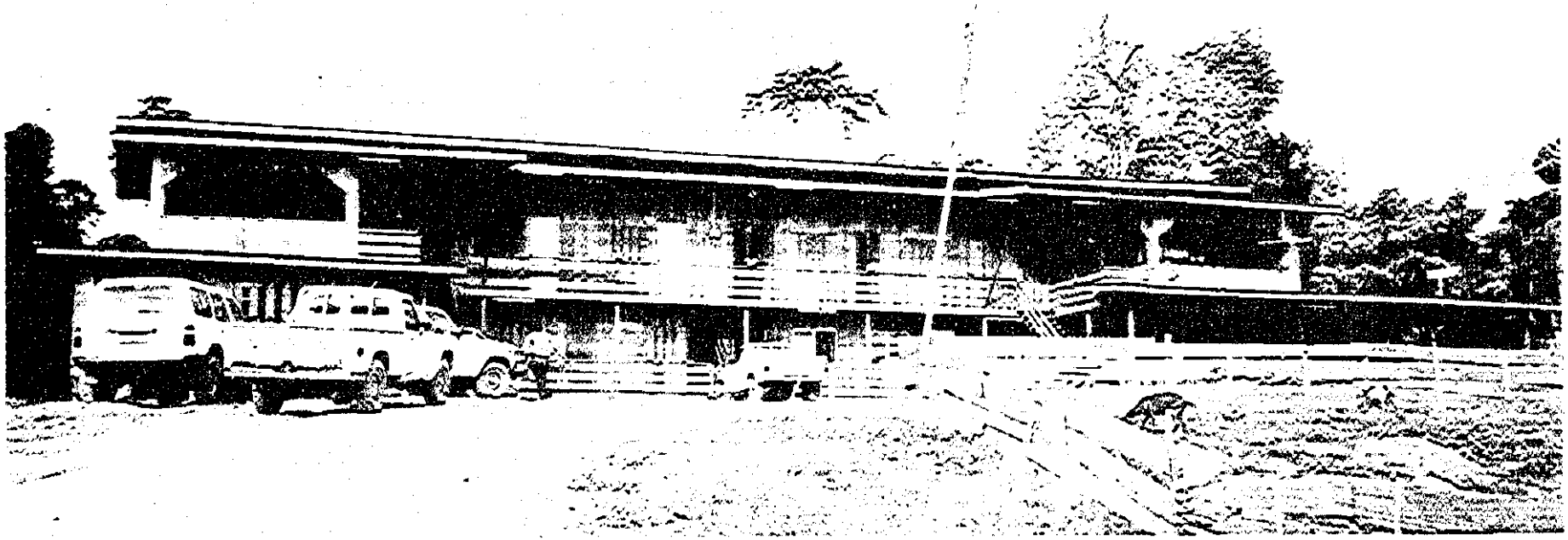
油ヤシの実



パーム・オイルのプランテーションの中を走る道路ーシリムポポン地域

プランテーション労働者の宿舎

主要な林道



伐採事務所兼宿泊施設 － シリムポポン地域

調査対象地域を流れるシリムポポン川

S / W 協 議

サバ州政府関係機関及びマレイシア地質調査所との合同協議

S／Wの署名式（11月20日）

はじめに　団長所感

はじめに　　団長所感

（1）本調査の背景

マレイシアにおける近年の著しい工業化と経済成長を支える１つの要因としてエネルギー資源の開発が挙げられるが、第６次マレイシア計画（1991年－1995年）の下では、天然ガスの開発・利用が大幅に促進された。これは80年代以降、マレイシア政府が掲げている石油代替としての"４つの燃料政策（ガス、水力、石炭、石油）"に基づいて推進されたものである。しかし、95年９月に発表された新国家エネルギー戦略では、2000年以降、天然ガス開発がピークに達することが予想されるため、石炭と水力を天然ガスを補完する重要な石油代替エネルギー資源として位置付けている。本調査は、このようなエネルギー戦略に沿ったものとして理解することができる。

因みに、マレイシアの石炭資源埋蔵量は9.8億トン、そのうち確定埋蔵量1.75億トン、確定埋蔵のすべてがサラワク（97.3%）とサバ（2.7%）に賦存していると報告されている。また1995年の石炭需給を見ると、需要280万トンに対して、国内生産はサラワクにおける24万トンのみで規模はかなり小さく、その他は輸入に頼っているのが現状である。

（2）本調査の位置付け

石炭に対する期待が高まる中で、第７次マレイシア計画（1996年－2000年）では、マレイシア地質調査所（GSD）及び民間セクターによるサバ、サラワクの石炭資源の探査・評価の推進が明確に位置付けられている。

GSDは、第７次計画の下で、サバにおける本調査の協力対象地域であるマリバウ盆地とシリンボボン－セルドン盆地の約2000km²の地域を探査するために、1997年から2000年まで100万マレイシア・リンギット（約4500万円）の開発予算を割り当てている。GSDは、すでに1994年から同地域において石炭の探査（露頭調査）を部分的に開始しているが、JICAが協力する調査は、GSDサバ支所が取り組むこのような事業を支援するものであり、この地域における包括的な石炭の探査・評価調査を行い、政策立案者、鉱山会社、石炭利用者等の石炭関係者にとって必要となる貴重な基礎資料を作成するものである。

（3）本調査の範囲

交渉の経緯及び合意に至った具体的な調査目的、範囲、内容は後述するとおりであるが、要すれば、予備調査前の対処方針では、調査対象地域としては、マリバウ盆地及びシリムボボン地域の2000km²全域ではなく、既存資料により石炭露頭の分布が確認されているマリバウ盆地の一部地域と、1900年代初頭に鉱山開発が行われ、その後閉山されたシリンボボン盆地の鉱山跡地を中心とした地域に限定して、前者では詳細地質図作成、ボーリング、資源評価を、後者ではボーリング、資源評価と採掘計画の概念設計を中心にした調査を行う予定であったが、本予備調査にて現地を踏査し、収集資料を分析した結果、これらの地域は、炭鉱開発の観点から必ずしも有望であるとは言えず、対処方針に基づいた調査を行うことは経済的でないと判断

された。

したがって、本格調査では、開発調査の規模も考慮した上で、2000km²全域を対象とした地表地質踏査による石炭露頭の確認を行い、広く石炭資源のポテンシャルを評価し、有望地域を選定した上で詳細地質図作成と資源評価を実施する（つまり、ボーリングや採掘計画の概念設計までは行わない）ことが妥当であると判断し、GSDと合意したものである。

また、一般の鉱物資源探査と同様、石炭の探査・評価についても、広域的な概査から有望地域のしぼり込みと、限定地域における詳細な調査への移行の過程で、鉱山開発の観点から、資源量の評価や品質・分布状況の把握を行い、次段階への移行の可否を検討する必要があるため、2フェーズ分けにより実施することとした。

（4）本調査における資源評価の視点

マレイシアの場合、石炭は、ほとんどが発電用とセメント工業用の燃料として消費されているが、本調査においても、炭鉱開発のための経済性評価の一環として、開発される石炭の利用目的を十分調査する必要がある。

特に、石炭は水力とともに発電燃料として2000年以降天然ガスの補完的な役割を期待されているが、現在環境配慮上の理由から着工が遅れているサラワクのバクン水力発電所（出力2400MW、2003年フル稼働予定）が完成すれば、サバ、サラワクの電力需要の相当な部分を賄うのみならず、半島マレイシアにも電力を供給することになると言われている。

そのような状況の中で、サバの石炭が、より現実的にどのように利用されうるのかについて、石炭の質や輸送コスト等を含めて、詳細に評価することが重要である。

（5）本調査における州政府との協力関係

マレイシアにおける土地や天然資源の所有に関しては、州政府が権限を有することが憲法において規定されており、本格調査を円滑に進めるためにはサバ州政府の協力が不可欠となる。

本予備調査団のサバ滞在中に、サバ州天然資源担当次官が座長を務め、我々調査団とGSDサバ支局関係者の他、森林局、環境局等の州政府関係者を集めた会議を開催し、州政府関係者に対する本調査の説明と協力要請を行ったことは評価に値する。

本調査は、調査項目からボーリング工事を削除することとしたことから、ボーリング工事に伴う森林伐採の必要もなくなった。したがって、州の森林局から森林の伐採許可を得る手続きはなくなったが、フェーズ2で実施する計画となっている初期環境影響評価（IEE）において、州政府関係者から適確な情報の入手を効率的に行うためには、同関係者の理解と協力が不可欠であるので、常時適切な情報の提供に努め、良好な信頼関係の構築を図る必要がある。

第１章　予備調査団の概要

第１章　予備調査団の概要

１．要請の背景・経緯

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、マレイシア政府は、石油、天然ガス、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標に掲げているが（Four Fuel Policy）、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年時点の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。

また、当国では、マレイシア半島部と東マレイシアとの地域格差の是正が大きな課題のひとつとなっている。そして、東マレイシアの産業振興を図るには、潜在すると見られるその豊かな天然資源を活かすことが有効であるとされている。

かかる状況を踏まえて、急務となっているエネルギー自給率向上及び東マレイシアの産業振興のためマレイシア政府は、東マレイシアで石炭層の探査及びサンプリング調査等により石炭の潜在性を分析・評価することを計画した。

とく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ポン地域については、マレイシア政府は日本の技術協力に係る1994年度の要望調書において、プロジェクト方式技術協力案件として我が国に要請を接到した。

これに対し日本政府は、同年度に鉱工業プロジェクト選定確認調査団を送った際、本件の調査内容に鑑み、開発調査での実施を勧奨した。

その後、マレイシア政府は、マレイシア地質調査所を実施機関として位置付け、本案件を開発調査案件として日本政府に対し、1995年８月に正式に要請越した。

２．要請内容

マリバウ盆地及びシリムポポン地域において要請されていた具体的調査項目（本格調査内容）は以下の通り。

(1) 地質精査（地表地質踏査、レーダー及び人工衛星画像の解析、石炭露頭及び石炭層の相関関係調査、化学分析のための石炭サンプリング）
(2) 潜在地域の物理探査（地震探査、重力探査等）
(3) ボーリング調査・物理検層
(4) 石炭潜在性の分析・評価

３．予備調査の目的

今回の予備調査では、要請内容の詳細を確認するとともに、調査対象地域の現地踏査及び環境予備調査を行い、調査範囲、調査方針及び調査事項等をマレイシア政府関係者と協議し、本格調査実施上の条件整備を行うことを目的とした。その結果、可能であれば実施細則を締結するものであった。

4．調査団員の構成

担当	氏名	所属
団長	永田　邦昭	鉱工業開発調査部資源開発調査課長
石炭行政	江崎　昭博	資源エネルギー庁石炭部海外炭対策室国際協力係長
石炭開発計画	高桑　豊志	住友石炭鉱業株式会社
石炭地質	石井　英二	サンコーコンサルタント株式会社
鉱山環境	長束　宏文	住鉱コンサルタント株式会社
調査企画	田中　啓生	鉱工業開発調査部資源開発調査課職員

5．調査日程

マレイシア、サバ州石炭探査・評価調査予備調査団（団長：永田邦昭　JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課長）は、11月11日から11月23日までの日程でマレイシアを訪問し、対象地域の踏査を行うとともに、本格調査の内容及び範囲について先方実施機関であるGSD(Geological Survey Department Malaysia)と協議を行った。協議の結果、両者が最終的な合意に至り、11月21日にS/W及び協議議事録を締結するに至った。

月日	曜日	時間	行　程	宿泊地
11月11日	月	12:55 19:30	成田発 ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ着	ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ
11月12日	火	午前 午後	JICA事務所訪問、日本大使館表敬 第一次産業省・地質調査所本部（GSD）・EPUとの事前協議	ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ
11月13日	水	午前 午後	GSD本部との協議（S/W案に対する意見交換／サイナーの確認） ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ発ｺﾀｷﾅﾊﾞﾙ行き	ｺﾀｷﾅﾊﾞﾙ
11月14日	木	午前 午後	GSDサバ支所との打ち合わせ Natural Resources Secretary 及び州政府関係者との会合 JOCV事務所表敬／サバ州日本領事館表敬	ｺﾀｷﾅﾊﾞﾙ
11月15日	金	午前 午後	ｺﾀｷﾅﾊﾞﾙ発ﾀﾘｳ行き ﾀﾘｳ到着、現地踏査の打ち合わせ	ﾀﾘｳ
11月16日	土	早朝 夕方	現地踏査：シリムポポン地区 宿舎へ帰還	ﾀﾘｳ
11月17日	日	早朝 夕方	現地踏査：マリバウ盆地 宿舎へ帰還	ﾀﾘｳ
11月18日	月	早朝 午後	ﾀﾘｳ発ｺﾀｷﾅﾊﾞﾙ行き GSDサバ支所との協議	ｺﾀｷﾅﾊﾞﾙ
11月19日	火	午前 午後	ｺﾀｷﾅﾊﾞﾙ経由ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ行き ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ着、資料整理	ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ
11月20日	水	終日	GSD本部との協議／S/W最終案の作成	ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ
11月21日	木	午前 午後	GSD本部においてS/W 締結 JICA事務所へ報告／日本大使館へ報告／答礼宴	ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ
11月22日	金	午前 午後 23:30	再委託業者及び現地調達機材情報収集 帰国準備 ｸｱﾗﾙﾝﾌﾟｰﾙ発	機中泊
11月23日	土	6:20	成田着	

6．主要面会者

(1) GEOLOGICAL SURVEY DEPARTMENT MALAYSIA

FATEH CHAND	DIRECTOR GENERAL
S.P. CHEN	DEPUTY DIRECTOR GENERAL
CHU HENG	HEAD OF CORPORATE UNIT
KAY-KHEAN KHOO	PRINCIPAL GEOLOGIST,CORPORATE UNIT

(2) GEOLOGICAL SURVEY DEPARTMENT MALAYSIA,SABAH OFFICE

YUNUS RAZAK	DIRECTOR OF SABAH OFFICE
ALEXANDER YAN	DEPUTY DIRECTOR, HEAD OF MINERAL EXPLORATION DIVISION
WONG VUI CHUNG	GEOLOGIST

(3) MINISTRY OF PRIMARY INDUSTRIES

MOHAMED NOR ABD AZIZ	PRINCIPAL ASSISTANT SECRETARY

(4) ECONOMIC PLANNING UNIT(PRIME MINISTER'S DEPARTMENT)

POLA SINGH	PRINCIPAL ASSISTANT DIRECTOR, ENERGY SECTION

(5) THE STATE GOVERNMENT OF SABAH

WILIAM SHIM	SECRETARIAT,NATURAL RESOURCES DEPARTMENT
DAVID CHOI	SECRETARIAT,NATURAL RESOURCES DEPARTMENT
SHAHAR AZIZ	DIRECTOR OF MINES,SABAH SARAWAK ZONE,DEPARTMENT OF MINES
MIOR YUSOF	ASSISTANT DIRECTOR OF MINES,SABAH ZONE,DEPARTMENT OF MINES
JOSEPH LIM	LAND AND SURVEY DEPARTMENT
FREDDIE KOH	LAND AND SURVEY DEPARTMENT
PELIS MAHM	FORESTRY DEPARTMENT
SHAMSUDMOSMAN	DEPARTMENT OF ENVIRONMENT
LINUS DANI	SABAH STATE DEVELOPMENT OFFICE
AWANG PULAU	SABAH FOUNDATION

(6) 日本国大使館

藤原　豊	COMMERCIAL ATTACHE
森　　勝彦	二等書記官

(7) 在コタキナバル日本国領事館

土東　輝夫	領事
真城　英一	副領事

(8) JICA事務所

西牧　隆壮	所長
山田　好一	次長
田中　章彦	担当
渡辺　泰介	担当

(9) JOCVサバ事務所

金城　睦子	所長

第 2 章　S/W協議

第２章　S/W協議

１．対処方針

予備調査団の出発に先立ち、11月６日にJICA本部にて開かれた対処方針会議（外務、通産、JICA）で協議された対処方針案について、以下に概略を述べる。

本格調査内容に関して、マレイシア側の要請内容に対する日本側の回答として以下の調査内容を提案する。

マリバウ盆地については、対象地域の調査段階及び調査環境に鑑み、先方が要請している地震探査及び重力探査等の物理探査を極力実施せず、従来の標準的な石炭探査手法である地表地質踏査及び試錘調査を中心に実施する方針で臨む。

本格調査は、２段階で実施することとし、第１段階では地表地質踏査、第２段階では試錘調査を中心に行い石炭資源量の評価と併せて採掘の基本計画を作成する。ただし、第１段階終了時にそれまでの調査結果から判断し、第２段階の調査作業内容の見直しを行う。

シリムポポン地域についても、２段階で調査を実施する。第１段階では、過去にマレイシア側が行った調査のデータを基本的に活用することとし、これを補完するために補足調査を実施する。そして、それらのデータを総合して石炭資源量の評価を行い、第２段階の調査実施の是非を検討する。第２段階の調査では、概念設計レベルで採掘計画を立て、その経済性を評価する炭鉱開発可能性調査を行う。

マレイシア側からの要請に応える具体的な本格調査内容（案）を次に示す。

(1) 調査目的

1) マリバウ盆地での石炭資源の探査及び評価

2) シリムポポン地域での炭鉱開発可能性調査

3) 上記の調査を通じての技術移転

(2) 調査対象及び内容

調査対象地域はマリバウ盆地及びシリムポポン地域の炭層分布区域。ただし、具体的な対象範囲は、S/W協議の中でより明確な範囲指定を行う。

マリバウ盆地については、図２-１-１に示された地域内に対象地域を限定する方針である。

シリムポポン地域においては、図２-１-１に示された地域内において過去に坑内掘された旧坑（シリムポポン炭鉱）を含む、その周辺地域に対象地域を限定する方針である。

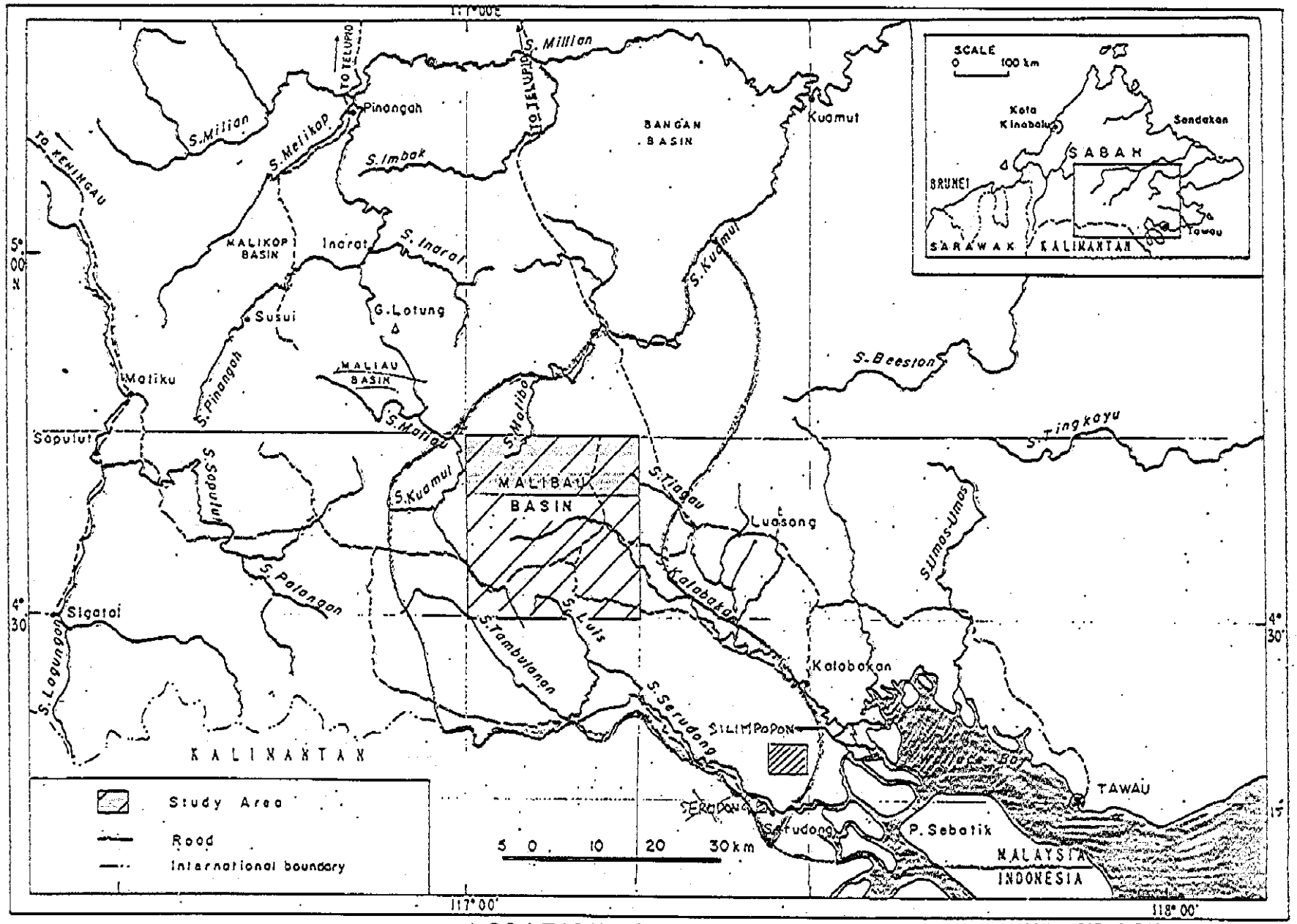


図2－1－1 LOCATION OF THE STUDY AREA GSJM 303/217/94/WYC/SK

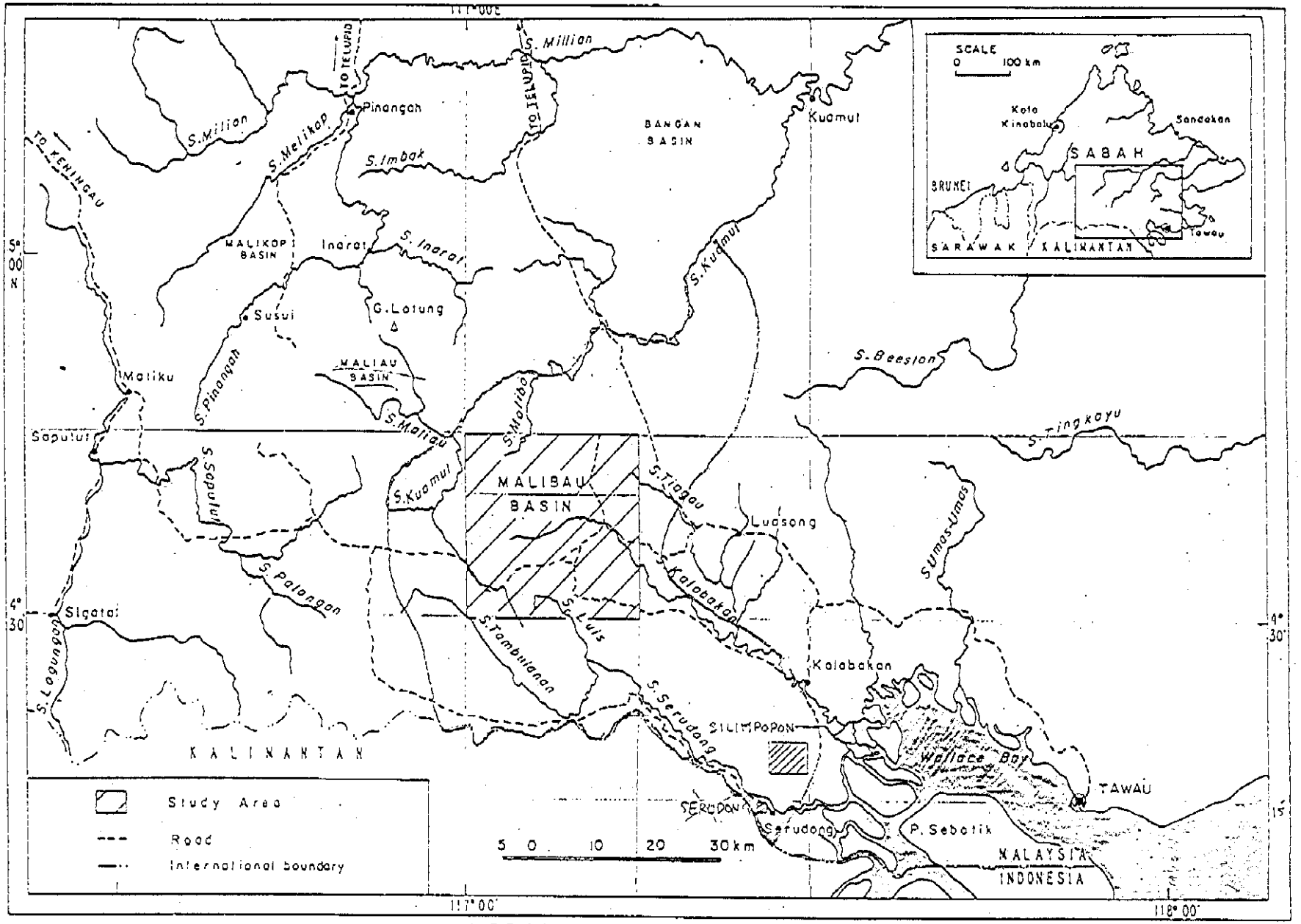


図2-1-1 LOCATION OF THE STUDY AREA GSJM 303/217/94/WVC/SK

各地域での調査内容（案）は以下のとおり。

[マリバウ盆地]

第1段階（探査段階）

1) 既存情報の収集、整理及び分析
2) 対象地域の航空写真の解析
3) 地表地質踏査による石炭分布区域の詳細地質図作成
4) サンプリング及び試験・分析
5) 第2段階の調査内容の見直し

第2段階（評価段階）

1) ボーリング及びコアサンプリング
2) 物理検層
3) 石炭資源量評価
4) 採掘の基本計画作成
5) 初期環境影響評価

[シリムボボン地域]

第1段階（石炭資源量の評価）

1) 既存資料の整理及び分析
2) 補足的な地表地質踏査及びボーリング調査
3) 石炭資源量評価
4) 第2段階の調査内容の見直し

第2段階（開発可能性調査）

1) 採掘計画の概念設計
2) 初期環境影響評価
3) 経済性評価

(3) 現地調査工事及び分析作業

対象地域内での現地調査作業は、地表地質踏査の他に、コアサンプリング及び物理検層を伴うボーリング作業、地形図作成、そして初期環境影響調査に係る情報収集を行う。

また、現地での分析作業として、サンプルの試験・分析作業を行う。

ボーリング調査の作業については、日本側は機材の提供及び作業の指導・助言・データの解析を行うものとし、掘削装置の移動・運搬・据え付け、掘削作業及びデータの収集はマレイシア側の分担とする。

また、調査作業量については、マリバウ盆地においては、第1段階の調査結果を基に、マレイシア側と協議して決める。シリムポポン地域においては、本予備調査の協議の中でで既存の資料を基に検討し決定する。

なお、物理探査についてマレイシア側より強い要請があった場合、調査団において技術的及び経済的な妥当性を検討し、必要であれば地域限定的な反射法地震探査を採用する方針である。

(4) 機材供与

要請されている機材及び、それに対する方針案は以下のとおり。

1) 物理検層用機材：検層作業は現地再委託で実施する方針。故に、供与しない。
2) データプロセッシングユニット：日本の調査団が本格調査で購入使用するもの。調査終了後供与。
3) OA機器：日本の調査団が本格調査で購入使用するもの。調査終了後供与。
4) 車輌：C/Pによる車輌提供の可能性及び現地での車輌借上条件について情報収集し、本部にて判断。
5) ボーリング用機材：ボーリング作業については、機材を日本側が供与し先方に作業を実施させる。
6) 地震探査用機材：地震探査を実施する場合は、現地再委託を提案する方針。故に、機材供与しない。

(5) カウンターパート研修

開発調査案件においては、平均して毎年度1M/Mのペースで実施している旨を説明し、要請の有無を確認する。

2．現地調査結果

調査団は対処方針に従い、事前に想定された本格調査内容の検討を目的として、11月16日にシリムボボン地域、翌日の17日にマリバウ盆地の調査対象地域を踏査し、夾炭層及び周辺の地質状況の概査を行った。

それぞれの地域での事前に準備された調査計画（案）及び、それに対する検討結果を以下に示す。

（1）マリバウ盆地

1）調査計画（案）

対処方針で想定された調査範囲は、GSDにより既に夾炭層が散在すると確認された地域であり、面積が約200Km²ある。また、調査目的は対象地域内の石炭資源量評価であった。調査内容は、第1段階の地表地質調査による詳細地質図の作成、そして第2段階の試錐調査（試掘、サンプリング、検層等）及び採掘基本計画並びに初期環境調査であった。

2）検討結果

現地踏査においては、数カ所で石炭露頭の観察が行われ、石炭の分布状況の一端が確認された。

踏査の結果及び既存の文献から判断すると、予備調査対象地域の石炭層は全般的に薄く、しかも層の傾斜角がかなり大きいことが確認された。したがって、石炭の採掘には露天掘り、坑内掘りの何れにしても技術的、経済的に問題が多く、開発可能性は低いと推測された。

したがって、この地域は想定された本格調査を実施するには値しないものと判断された。

（2）シリムボボン地域

1）調査計画（案）

対処方針で想定された調査範囲は、旧坑及びその周辺地域、また、調査目的は石炭再開発の可能性評価。

調査内容は第1段階で既存の文献の分析及び追加調査作業（試掘、サンプリング、検層等）を行い、第2段階では採掘計画の概念設計を行い、経済性評価を加えるものであった。

2）検討結果

現地踏査においては、深い森林地帯に囲まれたため、石炭露頭の観察及び旧坑口の確認は残念ながらできなかったが、調査地域へのアクセス方法の確認及び森林伐採業者から石炭層に関する情報収集が行われた。

踏査の結果及び既存の文献から判断すると、石炭採掘再開は技術的にも経済的にも難しく、その上、現在の石炭価格を考慮すれば、石炭の可採埋蔵量は初期投資を回収するのに不十分な量であると推測される。

したがって、想定された本格調査を実施するには値しないものと判断された。

（3）本格調査内容の再構築

上記の現地踏査及び検討結果より、調査団は要請書に立ち返り、調査内容の再構築を行った。その過程においては、対象地域の地質学的情報が調査地域を絞り込むには不十分である現状、また、GSDが行っている地質調査の実態等の本格調査を取り巻く調査環境が議論の対象となった。

以下に、本格調査を取り巻く主な調査環境を挙げる。

1）要請書にある対象全地域（約2,000Km^2）の中には、今回の予備調査において検討された地域以外に、石炭の潜在性を否定しきれない地域が残されていること。

2）GSDがこれまでに数ヶ所の地域で石炭露頭の概査を実施しており、今後も対象全地域をカバーする目的で踏査を計画している。

3）GSDが実施している調査段階は、石炭探査の最も初歩的な段階であり、調査担当者の専門性と経験に鑑みれば、純粋学術的な地質調査の領域を越えていない。したがって、鉱山開発の観点からの石炭地質調査の実施が不可欠であり、それに伴う技術移転が必要である。

上記の調査環境から判断すると、本格調査では要請された全地域を対象として、石炭探査の最も初歩的な段階の調査を鉱山開発の観点から実施し、潜在地域の資源量評価及びそれに関連する技術の移転を行うことが最も有効であると判断された。

3．S/W協議の結果

調査団は前述の判断に基づき調査内容を再構築し、再び協議を行った。その結果、両者は以下に挙げる調査内容を合意するに至った。

（1）調査目的

1）マリバウ盆地及びシリムボボン地域（約2000km²）での石炭資源の探査及び評価

2）上記の調査を通じての技術移転

（2）対象地域

調査対象地域はマリバウ盆地及びシリムボボン地域の炭層分布区域。対象地域総面積は約2,000 Km²。ただし、探査対象の具体的な地域は、本格調査団が調査の過程で既存の資料の分析及び概査により絞り込みを行う。

（3）調査内容

調査は2段階で実施される。

第1段階のPHASE 1においては、主に既存資料の分析・補足調査及び未踏査地域の石炭露頭の確認調査を行い、資源量の評価及びその採掘方法の考察等、石炭開発の観点から開発可能性を検討する。この検討結果を以て、開発有望地域あるいは追加調査の必要な石炭潜在地域を選択をする。

第2段階のPHASE 2においては、選択された地域の詳細な地表地質調査により1/10,000 スケールの地質図を作成し、石炭資源量の再評価を行う。併せて、開発に係る環境影響を初期環境調査(I.E.E.)レベルで調査する。それらの調査の結果、石炭開発可能性を経済性及び採掘可能性から再度考察し、有望地域の確定を試みる。

主な調査項目は次頁のとおり。

PHASE１　事前調査及び現地踏査（1/50,000地形図レベル）

１）既存資料・情報・文献の収集及び分析
２）踏査計画の策定
３）地表地質踏査による石炭露頭の確認調査
４）サンプリング及び試験・分析
５）石炭資源評価
６）PHASE２の調査内容の再検討

PHASE２の調査実施内容及び作業量は、PHASE１の調査結果から再検討され、両国関係者の協議により決定される。

PHASE２　詳細踏査（1/10,000地形図レベル）、環境調査及び石炭開発に係る提案

１）1/10,000スケールの地形図作成
２）詳細地質図作成
３）サンプリング及び試験・分析
４）初期環境調査（I.E.E.）
５）石炭資源評価
６）石炭開発に係る提案

（４）調査作業の分担

本格調査は、現地踏査及び調査データの分析等の主な調査作業において、基本的に両国調査団の共同作業により行われる。ただし、両国が一方的に負担するものとしては、日本側の地形図の作成、また、マレイシア側の露頭地上測量及び、サンプリング並びに試験・分析である。

（５）調査用機材

今回協議の中で要請された調査用機材は以下のとおり。

１）データプロセッシングユニット(PC)　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ーソフト　１式
５）車両　　２台
６）サンプリング用エンジンドリル及びアクセサリー　２セット
７）GPS　　２台
８）露頭測量用EDM　２式

（６）カウンターパート研修

GSDは研修生の受け入れを希望する旨、調査団に伝えた。調査団はこれを関係当局に伝えるとした。

SCOPE OF WORK

FOR THE STUDY

ON

COAL EXPLORATION AND ASSESSMENT

IN

SABAH, MALAYSIA

AGREED UPON BETWEEN

GEOLOGICAL SURVEY DEPARTMENT MALAYSIA

AND

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Kuala Lumpur, November 21, 1996

SCOPE OF WORK
FOR

THE STUDY
ON

COAL EXPLORATION AND ASSESSMENT IN SABAH, MALAYSIA

AGREED UPON BETWEEN

GEOLOGICAL SURVEY DEPARTMENT MALAYSIA

AND

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Kuala Lumpur, November 21, 1996

Mr. Fateh Chand
Director General
Geological Survey Department
Malaysia

Mr. Kuniaki Nagata
Leader
The Preparatory Study Team
Japan International Cooperation
Agency

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of Malaysia (hereinafter referred to as "GOM"), the Government of Japan decided to conduct a Study on Coal Exploration and Assessment in Sabah (hereinafter referred to as "the Study"), in accordance with the laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the study in close cooperation with the authorities concerned of Malaysia.

The Geological Survey Department Malaysia (hereinafter referred to as "GSD") shall act as counterpart agency to the Japanese study team, and also as coordinating body in relation with other relevant organizations for the smooth implementation of the study.

The present document sets forth the scope of work with regards to the Study.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

1. To conduct coal exploration and assessment in the Malibau and Silimpopon-Serudong Basins

2. To transfer technology and know-how to GSD personnel in the course of the cooperative study both in Malaysia and Japan.

III. STUDY AREAS

The study areas are the Malibau, and Silimpopon-Serudong Basins covering an area of about 2,000 km^2. The study area is shown as Figure 1.

IV. SCOPE OF THE STUDY

The study will consist of two phases and he implementation of Phase 2 will depend on the results of Phase 1.

Phase 1: Preliminary study and Field Reconnaissance Survey (1:50,000)

1. Collection and analysis of data, information and reports.

2. Planning of Field Reconnaissance Survey

3. Field Reconnaissance Survey

   (i) Coal geology
   (ii) Stratigraphy
   (iii) Lithology
   (iv) Geological Structure
   (v) Coal outcrop distribution
   (vi) Coal seam log

4. Coal sampling and analysis
   (i)) Proximate Analysis
   (ii) Ultimate Analysis
   (iii) Gross Calorific Value Analysis

5. Evaluation of results
   (i) Review and integration of geological and coal resource information
   (ii) Evaluation of coal resources
   (iii) Appraisal of economic and mining potential

6. Review of study plan for Phase 2

Implementation of Phase 2 will be decided at this stage, after reviewing the results of Phase 1 by both parties from the standpoint of coal resources, and economic and mining potentials.

If Phase 2 is to be implemented, the scope of the study in Phase 2 should be as follows:

Phase 2: Detailed Exploration, Environmental Examination and Recommendation (1:10,000)

Phase 2 will be conducted only in the area(s) selected in Phase 1.

1. Topographic Mapping - Photogrammetric mapping at 1:10,000 scale

2. Detailed geological mapping of coal zone(s) delineated in Phase 1.

   (i) Geological map
   (ii) Coal geology
   (iii) Stratigraphy
   (iv) Lithology
   (v) Geological structure
   (vi) Coal outcrop distribution
   (vii) Coal seam log
   (viii) Geological cross section
   (ix) Coal seam correlation

3. Coal sampling and analysis

   (i) Proximate Analysis
   (ii) Ultimate Analysis
   (iii) Gross Calorific Value
   (iv) Hardgrove Grindability Index
   (v) Free swelling index

4. Evaluation of coal potential

   (i) Review and integration of geological and coal resource information
   (ii) Estimation of coal resource
   (iii) Evaluation of coal quality

5. Initial Environmental Examination (IEE) - scoping and screening of the environmental aspects concerned with the coal mine development

6. Recommendation

   (i) Appraisal of economic and mining potentials
   (ii) Appraisal of coal utilization

Transfer of Technology and Know-how

The general technical items to be transferred to GSD personnel will be as follows:

1. Interpretation of geological data including remote sensing data
2. Geological database
3. Initial Environmental Examination
4. Information on the estimation of coal resources
5. Information on coal mining methods
6. Information on worldwide coal quality evaluation standard

7. Information on coal utilization for each study site

V. STUDY SCHEDULE

The study will initially be carried out for the period of about 3 years according to the tentative schedule as shown in Appendix I attached.

VI. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports to GOM as shown in the tentative schedule (Appendix I). The report will be written in English.

	Reports	No. of Copies
1.	Inception Report (IC/R)	15
2.	Progress Report 1 (PR/R1)	15
3.	Interim Report (IT/R)	15
4.	Progress Report 2 (PR/R2)	15
5.	Draft Final Report (DF/R)	15
6.	Final Report (with executive summary)	15

GSD will provide JICA study team with the comments on the Inception Report, Progress Reports, Interim Report and Draft Final Report within one (1) month after receipt of the report.

VII. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKINGS

The division of technical undertakings by GSD and JICA is detailed in Appendix II.

VIII. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF MALAYSIA

To facilitate smooth conduct of the study, GOM shall undertake the following:

1. to inform members of the study team of any existing risk in the study areas and to take any measures deemed necessary to secure the safety of the study team

2. to ensure the necessary entry permits for the study team to conduct field surveys in Malaysia and to exempt them from consular fees

3. to exempt the members of the Japanese study team from taxes and duties, as normally accorded under the provision of Malaysia General Circular No.1 of 1979, on equipment, machinery and other materials brought into and out of Malaysia for the conduct of the study

4. to exempt the members of the Japanese study team from Malaysian income tax on their official emoluments in respect of their period of assignment in Malaysia in connection with the conduct of the study, but the GOM shall retain the right to take such emoluments into account for assessing the amount to be applied to income from other sources

5. to provide the necessary facilities to the Japanese study team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Malaysia from Japan in connection with the conduct of the study

6. to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the study

7. to provide the study team with medical services when needed but the expenses will be chargeable to the members of the Japanese study team

8. to provide the study team with available data, maps and information necessary for the execution of the study

9. to make arrangements for the Japanese study team to take back to Japan data, maps and materials connected with the study, subject to the approval of GOM, in order to prepare the reports

10. to appoint counterpart personnel to the study team during the study period

11. to provide the study team with suitable office space, with clerical service and necessary office equipment at the study site

12. to provide the study team with proper identification and certification documents

13. to indemnify any member of the study team in respect of damages against from any legal action against him in relation to any act performed or omissions made in undertaking the study except when the two Governments agree that the member is guilty of gross negligence or wilful misconduct

14. the Geological Survey Department Malaysia shall act as the counterpart agency to the team as well as the coordinating bodies in relation with other relevant governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the study

IX. UNDERTAKINGS OF JICA

For the implementation of the study, JICA shall undertake the following:

1. To despatch, at its own expense, JICA study team to Malaysia

2. To provide transfer of technology and know-how to the project counterparts personnel in the course of the study

X. CONSULTATION

JICA and GSD shall consult each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the study.

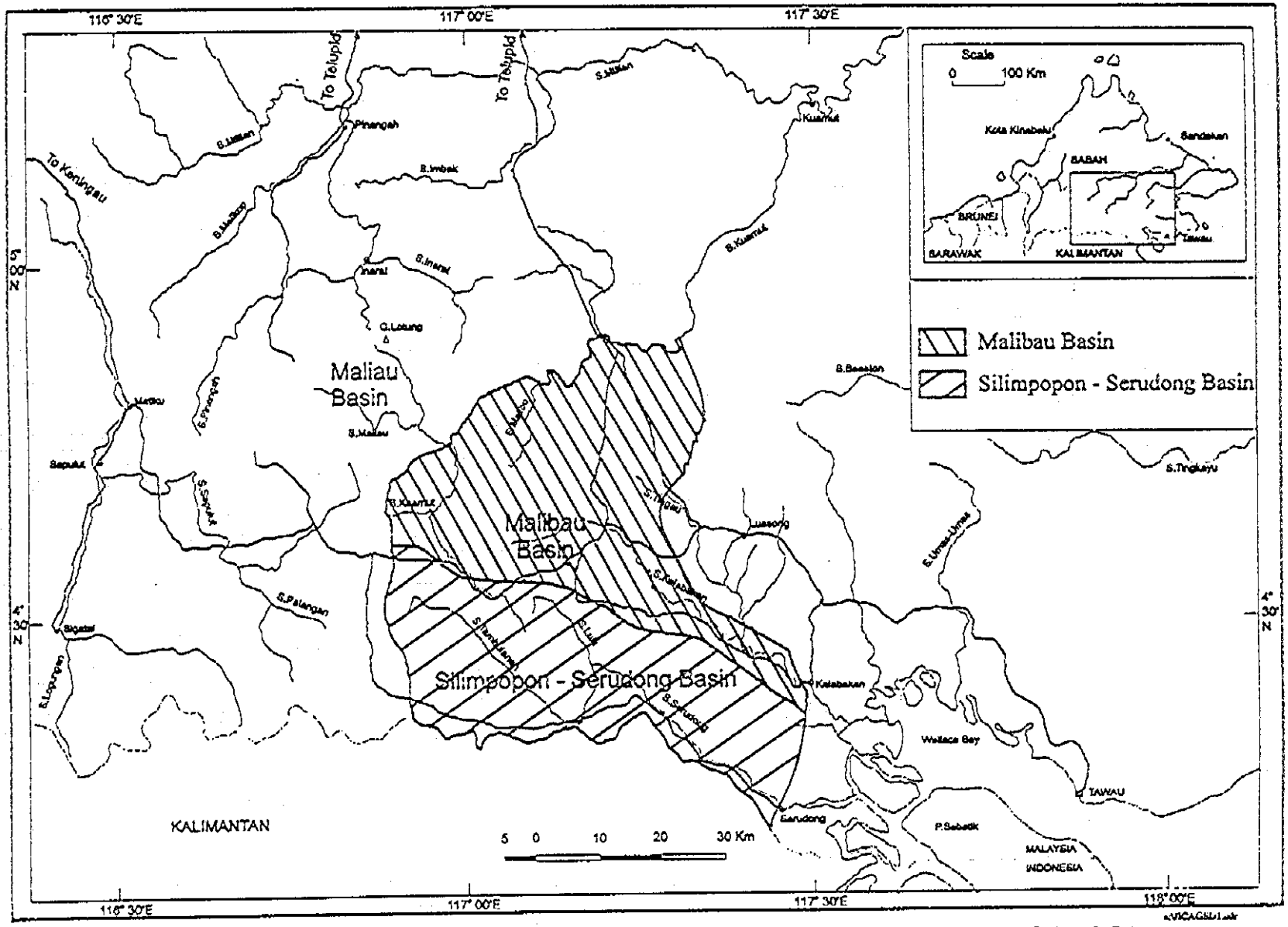
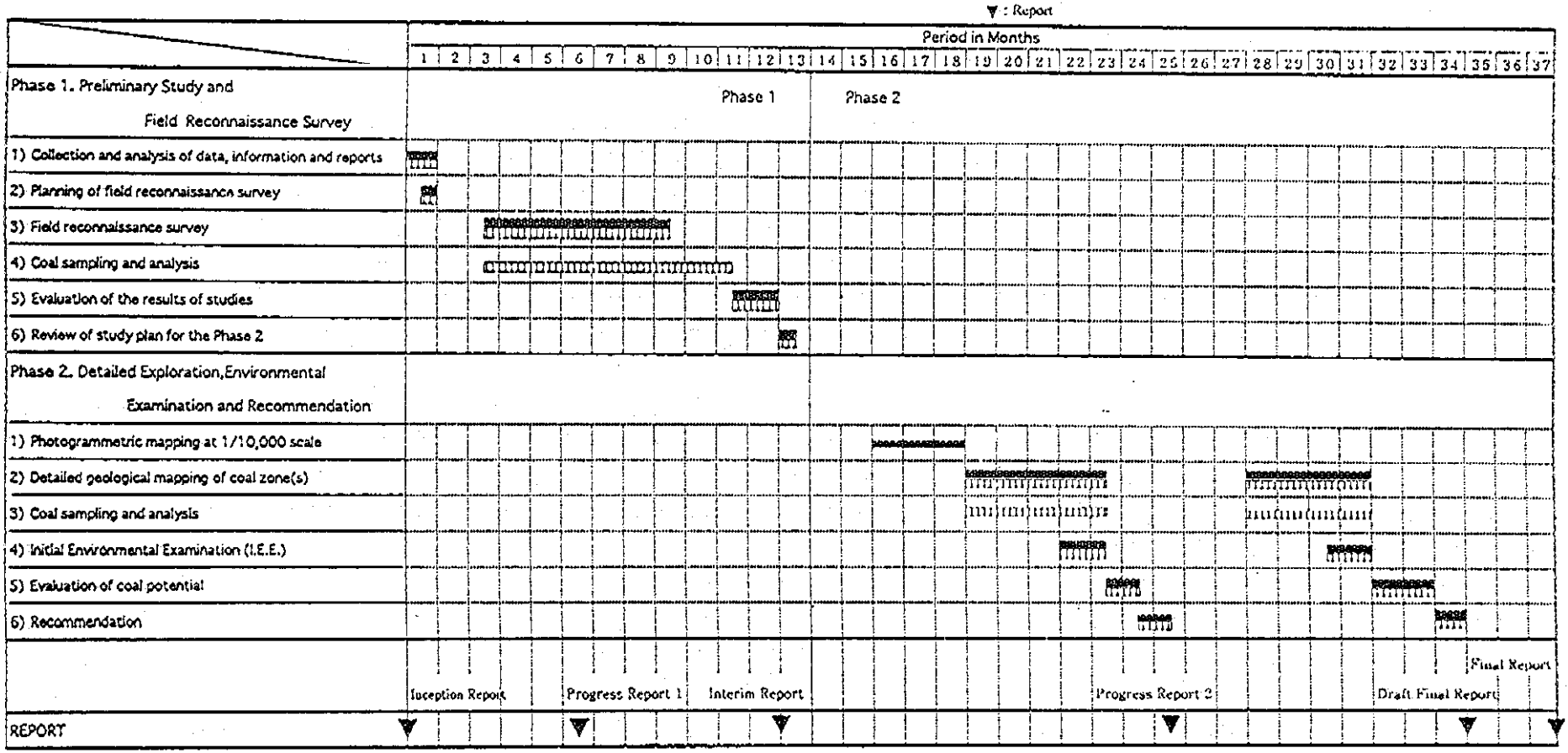


FIGURE 1. GSD-JICA COAL EXPLORATION AND ASSESSMENT PROJECT AREA

APPENDIX I

TENTATIVE SCHEDULE

: by JICA
: by GSD
▼ : Report



APPENDIX II

Division of Works

Work items	Undertakings by JICA	Undertakings by GSD
Phase 1.Preliminary Study and Field Reconnaissance		
1) Collection and analysis of data,information and reports	to carry out the joint works	to carry out the joint works
2) Planning of field reconnaissance survey	to carry out the joint works	to carry out the joint works
3) Field reconnaissance survey	to carry out the joint works	to carry out the joint works
4) Survey of location of outcrops	to provide the equipment and to advise the works	to carry out the works
5) Coal sampling	to provide the equipment and to advise the works	to carry out the works
6) Coal analysis	to advise the works and to analize the data	to carry out the works
7) Evaluation of the result of study	to carry out the joint works	to carry out the joint works
8) Review of study plan for Phase 2	to carry out the joint study	to carry out the joint study
Phase 2.Detailed Exploration,Environmental Examination and Recommendation		
1) Photogrammetric mapping at 1/10,000 scale	to carry out the works	to provide the aerial photographs
2) Detailed geological mapping of coal zone(s)	to carry out the joint works	to carry out the joint works
3) Survey of location of outcrops	to advise the works	to carry out the works
4) Coal Sampling	to advice the works	to carry out the works
5) Coal analysis	to advise the works and to analize the data	to carry out the works
6) Initial Environmental Examination	to carry out the joint works	to carry out the joint works
7) Evaluation of coal potentioal	to carry out the joint works	to carry out the joint works
8) Recommendation	to carry out the works	to make comments on the works

MINUTES OF MEETING

FOR

THE STUDY

ON

COAL EXPLORATION AND ASSESSMENT IN SABAH, MALAYSIA

AGREED UPON BETWEEN
GEOLOGICAL SURVEY DEPARTMENT MALAYSIA

AND

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Kuala Lumpur, November 21, 1996

Mr. Fateh Chand
Director General,
Geological Survey Department
Malaysia

Mr. Kuniaki Nagata
Leader,
The Preparatory Study Team,
Japan International
Cooperation Agency

The Preparatory Study Team (**the Team**) organized by Japan International Cooperation Agency (**JICA**) headed by Mr. Kuniaki Nagata, visited Malaysia from November 11th 1996 to November 21st 1996 for discussion on the Scope of Work for the Study on Coal Exploration and Assessment in Sabah, Malaysia (**the Study**). The Team had a series of meetings with the personnel concerned of the Geological Survey Department Malaysia (GSD) and other authorities.

The draft Scope of Work prepared by the Team was discussed during the meetings and both sides have reached an agreement.

The results of the discussions and understanding reached between GSD and the Team in connection with the Scope of Work are as follows:

1. Study Area

The Study is to be conducted on coal outcrops and coal-bearing formations in the area defined in the Scope of Work.

However, both parties agreed that the regional areas in which the field surveys are to be carried out should be selected by the Japanese Team in the course of the Study after consultation with GSD and JICA.

2. Main Objectives of the studies in Phase 1 and Phase 2

The main objective of Phase 1 is to identify the major coal outcrops and their locations in the Study Area and assess the coal potential areas for Phase 2.

The main objective of Phase 2 is to prepare detailed geological maps for areas selected in Phase 1 and to make a preliminary evaluation of the coal mining potential in order to select areas for future investigation.

3. Implementation plan for Phase 1 and Phase 2

The study items and contents of Phase 1 and Phase 2 are listed in the Scope of Work. However, the areas for Phase 2 are to be selected by both parties at the end of Phase 1.

4. Aerial photographs and Topographic maps

GSD is make available the existing aerial photographs covering the whole Study Area by the time the Study starts. Photographs on the scale of 1:25,000 are preferred. The aerial photographs will be used to produce topographic maps on the scale of 1:10,000.

5. Initial Environmental Examination (I.E.E.)

The scoping and screening of the environmental aspects concerned with coal mine development in the Study Area will be done in the I.E.E. in Phase 2.

6. Estimation of coal resources

The estimation of coal resources is to be carried out in accordance with the Malaysian Coal Classification System, (Appendix I).

7. Discussion meeting

Both parties agreed that a discussion meeting should be held when each report is submitted to GSD by the Study Team.

8. Reports

The Japanese study team should submit all reports in hard copies and diskette form with the exception of the Inception Report.

9. Counterpart Training

GSD's request to have their members participate in the counterpart training programme in Japan will be conveyed to the Government of Japan.

10. Equipment

GSD's request for equipment (as listed in Appendix II) necessary for the implementation of the Study will be conveyed to the Government of Japan.

11. Drivers

GSD will provide the services of 2 drivers for the survey.

12. Sample analysis

GSD will make available their facilities for sample analysis at its own cost subject to the number of samples agreed upon by both parties.

KKK/minmeet.wp
20.11.96

Appendix 2

List of equipment to be provided by JICA for the Coal Project in Sabah

1. For data processing, reports and maps generation

a) 1 unit Desktop Computer
   Pentium 200 MHz, 32MB RAM, 2 GB HDD; 1.44 FDD
   8-speed CD ROM Drive

b) 1 unit high resolution scanner
   Opitical resolution: 600 x 1200 dpi
   Maximum resolution : 2400 x 2400 dpi

c) 1 unit inkjet colour plotter- up to A0 size

d) Digitizer board - XX size

3) Software for processing/plotting Coal Graphic Log, Coal Seam Correlation and reserve calculation

2. For field survey

a) 2 units of double cabin pick-up (ISUZU INVADER)

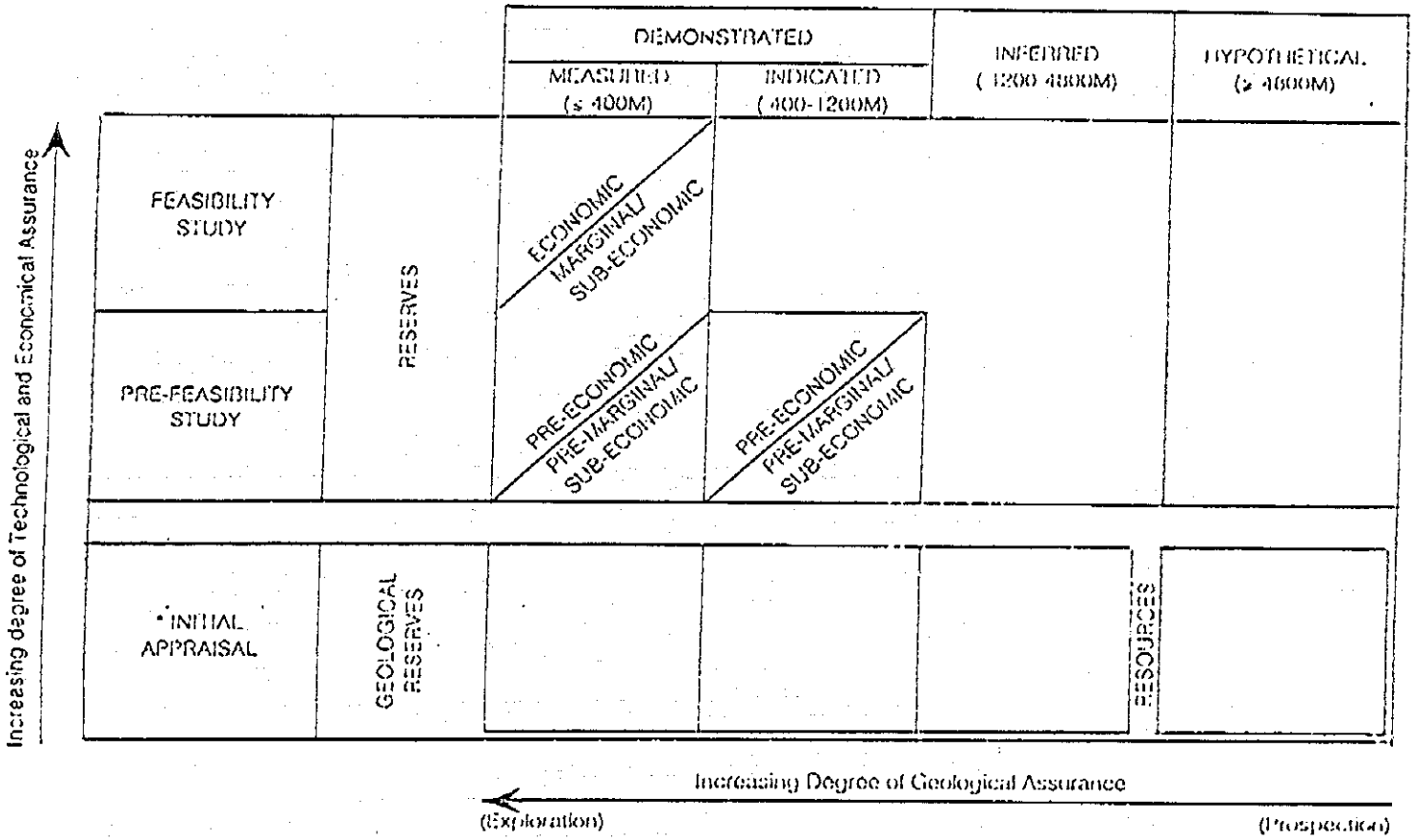
b) 2 units of portable drills up to 2 m for coal sampling

c) 2 units of GPS- 3D

d) Electronic Topographic surveying equipment - EDM

Prepared by:
Geological Survey Department Malaysia
Kota Kinabalu, Sabah.
19 Nov. 1996

TABLE 1: MALAYSIAN COAL CLASSIFICATION SYSTEM



Adopted Cut-off Values (Limiting Factors)

1. Seam thickness: 0-6m
2. Ash content (raw coal): 50%
3. Net calorific value (raw coal): 11,000kwl/kg
4. Overburden-Coal thickness ratio: 5:1 (For opencast)
5. Total sulphur content (raw coal): not applicable
6. Maximum depth: not applicable
7. Radius of area of influence
8. Boundary of study area

第３章　マレイシア国におけるエネルギー事情

第3章　マレイシア国におけるエネルギー事情

1．エネルギー関係機関

マレイシア国のエネルギー関係政府組織は次の通りになっている。

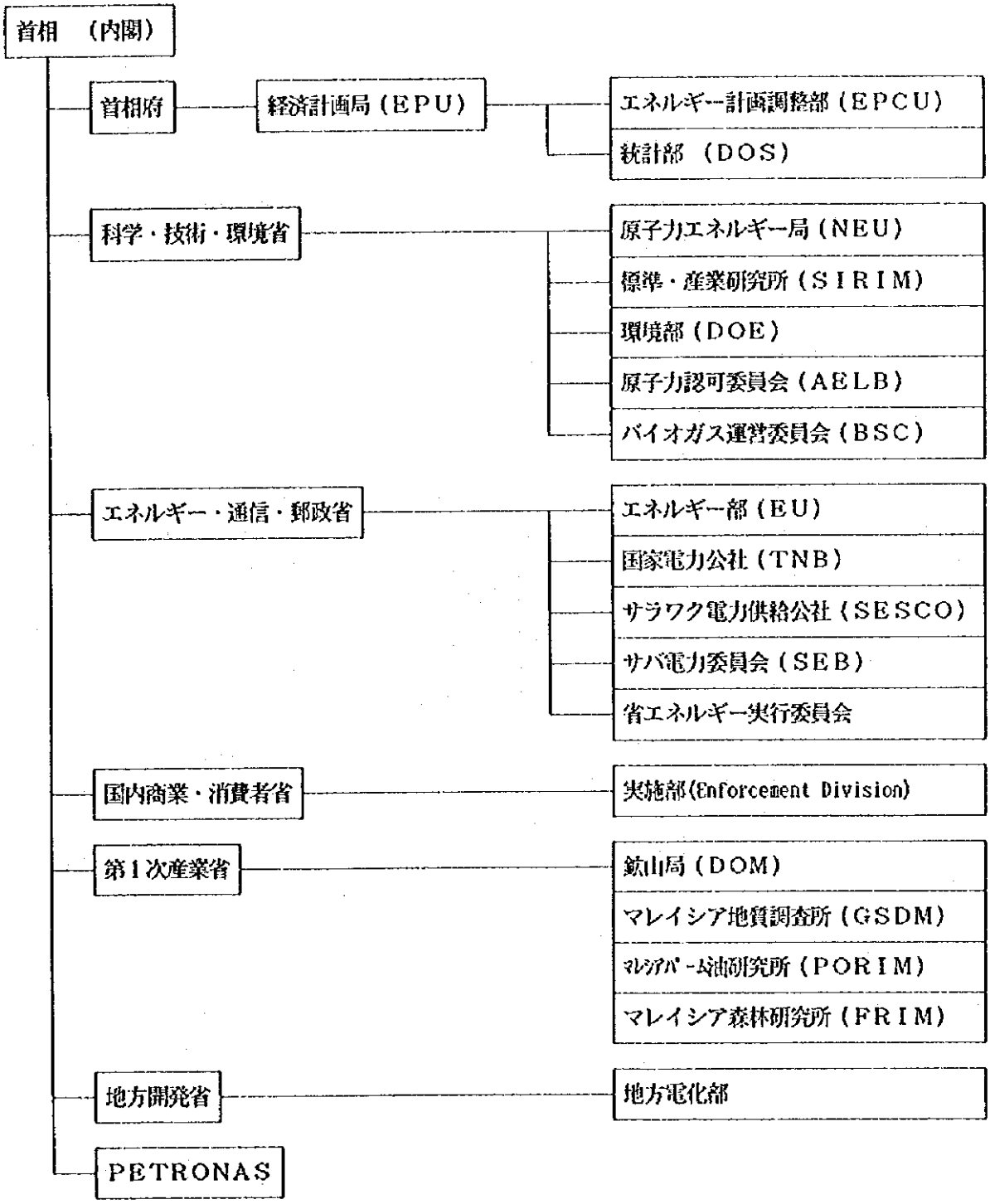


図3．1．1 エネルギー関係政府組織
出所：エネルギー・通信・郵政省、"Integrated National Energy Planning 1990 - 2020"

2. エネルギー政策と現状

マレイシア国には、石油、ガス、バイオ・マス、石炭、水力などを含めて様々なエネルギー資源が賦存する。石炭資源の賦存は、ボルネオ島の西部地域に集中している。しかし、炭鉱の開発は、隣あうインドネシア国のカリマンタン地域に比べると遅れている。マレイシア国に賦存する石炭の全資源量は、約982百万トンであり、サラワク州に74%、サバ州に24%、マレー半島に2%が分布している。この中で有望と考えられる石炭資源は、サラワク州のメリット・ピラ炭田、ムカー・バリギアン炭田とサバ州のメリアウ堆積盆に賦存しており、今後の探査によりその埋蔵量が増えるポテンシャルを持っている。マレイシア国における1995年の石炭生産量は、約240千トンとなっており、グローバル・ミネラル社のベラダイ炭鉱がその全量を生産した。

マレイシア国では、セメント産業とポート・クラング石炭火力発電所が最大の石炭の消費者である。21世紀の始めに新規の石炭火力発電所が運転を開始することになっているため、石炭の輸入が大幅に増える見込みになっている。2002年と2,005年に運転を開始する計画の石炭火力発電所の容量は、1,000MWクラスである。これらの石炭火力発電所のボイラーは、国内炭と輸入炭を燃焼することを想定している。マレイシア国が国内炭を石炭火力発電所に供給するためには、内陸輸送用のインフラの整備を行い、輸送コストの削減を必要とする。

現在、マレイシア国は、石炭を主にインドネシア、オーストラリア、中国から輸入している。オーストラリアと中国からの石炭の輸入量は、マレー半島の西部海岸に建設が予定されている石炭火力発電所に付随して建設されるパナマックス・クラスの石炭輸送船が着岸できる港湾施設の進捗状況に左右される。石炭の国別輸入を表3.2.1に示す

表3.2.1 石炭の輸入

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1955
オーストラリア	237.3	342	445.4	696.3	804.8	505.2	761	548	628
中国	161.5	243	356.1	327.6	330.5	521.7	62.6	30.3	30
インド				13.8	27.8		0.1	65.6	
インドネシア	120.9	123	348.3	692.4	933.9	1255	1364	1480	1850
南アフリカ								190	
ベトナム				5.5	8.2	3.2	7.7	7.0	7
シンガポール			59.5	0.1	0.1	32.4	3.3	1.7	
その他		1	0.7	0.4	4.8	2.3	11.3	10	155
合計	519.7	709	1210.0	1736.0	2110.0	2329.8	2210	2332.5	2670

出所：Barlow Jonker Pty. Ltd., "Coal Profile, Malaysia"(1996)

マレイシア国のエネルギー源は、1980年代まで主に海外から輸入された石油に依存してきた。1978年に発生した第2次オイル・ショックの後、マレイシア政府は、エネルギー政策の転換を図って来ており、その結果として、既存の石油埋蔵量の保存に努めながら、天然ガスの有効利用を推進している。マレイシア政府は、1980年6月に限られた石油埋蔵量の採掘を持続することを目的として国家資源採掘政策の実行を開始した。この政策の継承して、石油、ガス、水力、石炭のエネルギー・オプションの分散と均衡を推進するためにマレイシア政府は、4つのエネルギー政策を策定した。この政策では、国内エネルギー資源の有効利用を優先することが柱になっている。同年、マレイシア政府は、エネルギー源を石油から石炭に転換することを促進するために産業界へ5%の石炭の輸入関税を免除する助成を提供した。

1995年9月、エネルギー・通信・郵政大臣のレオ・マギー氏は、ガス、水力、石油と石炭の利用を優先する国家の4つのエネルギー政策を継承する今後の国家エネルギー戦略を発表した。1980年代のエネルギー政策は、輸入された石油に対する依存度を軽減するために国内天然ガス資源の利用を促進して来ており、このエネルギー政策は、既存の国内天然ガス資源が十分に活用される2000年まで継続されることになっている。その後は、エネルギー供給の保証を確実にするためにエネルギー源として石炭と水力の利用を増やす必要があると予測している。

エネルギー・通信・郵政省が1992年に国家包括エネルギー計画の戦略として発表した1995年から2010年の期間における発電用エネルギー利用の燃料源別予測を表3．2．2に示す。石炭火力発電用に必要とする石炭の需要は、2000年に3,652千トン／年、2005に8,491千トン／年、2010年に10,068千トン／年になると予測されている。

表3．2．2　発電用エネルギー・ミックスの予測

	1990(実績)		1995		2000		2005		2010	
	ktoe	%	ktoe	%	ktoe	%	ktoe	%	ktoe	%
石　油	3,118	50.2	1,263	11.6	640	4.0	52	0.002	41	0.001
ガ　ス	1,373	22.1	7,500	68.9	11,192	70.0	14,225	55.0	20,740	50.0
石　炭	752	12.1	871	8.0	2,558	16.0	5,948	23.0	7,052	17.0
石炭換算（千t）	1,074	-	1,243	-	3,652	-	8,491	-	10,068	-
水　力	969	15.6	1,251	11.5	1,598	10.0	3,233	12.5	7,466	18.0
原子力	0	0	0	0	0	0	2,405	9.5	6,181	14.9
合計	6,212	100.0	10,885	100.0	15,988	100.0	25,863	100.0	41,480	100.0

出所：エネルギー・通信・郵政省、"Integrated National Energy Planning Strategy" (Dec., 1992)

1996年3月に発表された第7次5年計画（1996 - 2000)の中で、マレイシア政府は、国家の4つのエネルギー政策に修正を加え、石炭の利用を強調している。これは、天然ガスの埋蔵量が減少しているにも拘らず、

長期的に亘り天然ガスの利用に依存する事態を懸念していることを意味する。このため、マレイシア政府は、天然ガスの埋蔵量が探査により増えない場合、2000年以降には発電用エネルギー源として天然ガスが占める割合が減少すると予測している。エネルギー・通信・郵政省から1996年に発表された最新のデータに依ると、表3．2．3に示すとおり、石炭火力発電の推進が強調され、エネルギー源として石炭が占める割合は2005年には10.8%から34.2%に増えると予測されている。

表3．2．3　発電用エネルギー・ミックスの予測(1995 - 2005)

	1995	2000	2005
石　油	10.2%	4.9%	2.5%
ガ　ス	69.3%	69.8%	45.2%
石　炭	10.8%	18.0%	34.2%
石炭消費量	1,600kt	4.41Mtce*	3.8Mtce*
水力	9.7%	7.3%	18.6%
原子力	nil	nil	nil
合計	100.0%	100.0%	100.0%

*：石炭消費予測は、石炭の比率をもとに前表より算出
出所：エネルギー・通信・郵政省（Feb., 1996）

エネルギー・通信・郵政省は、サラワク州とインドネシア国のスマトラ州が石炭の需要増加に対する供給先になると捉えている。石炭の輸入による外貨保有額への影響を抑えるため、国内石炭産業の成長を推進する計画になっている。しかしながら、国内炭の利用には、大規模な炭鉱を開発する際に道路、鉄道、港湾施設等のインフラ整備に大量の資本投下を必要とする。

一次エネルギー需要の見通しを表3．2．4に示す。

表3．2．4　一次エネルギー需要の見通し

	1992	2000		2000	
		シナリオA	シナリオB	シナリオA	シナリオB
一次エネルギー需要（Mtce）					
石　炭	2.0	5	5	7	14
石　油	21.2	35	37	71	82
天然ガス	16.3	25	32	44	61
水　力、その他	0.6	1	1	2	3
合　計	40.0	66	75	124	160
電　力（TWh）					
石　炭	3.4	9	10	15	26
石　油	10.1	15	17	10	12
天然ガス	12.0	45	52	90	120
水　力、その他	4.5	8	10	15	22
合　計	29.9	77	89	130	181
電力輸出		10	10	10	15
石炭需要（Mt）					
発　電	1.4	3.5	4.0	5.5	9.0
非鉄金属	0.8	1.5	2.0	2.5	3.0
合　計	2.2	5.0	6.0	8.0	12.0
石炭供給（Mt）					
生産量（一般炭）	0.2	0.3	0.5	3	4
輸　入（一般炭）	1.9	4.7	5.5	5	8
合計	2.1	5.0	6.0	8	12

出所：IEA Coal Research, "Asian Coal Prospects to 2010" (1995)

マレイシア国における1993年のエネルギー源別需給を表３．２．５に示す。

表３．２．５　エネルギー源別需給（1993年）　　（単位：石油換算百万トン）

エネルギー源	石　炭	石　油	ガ　ス	原子力	水力その他	電　力	合　計
国内生産	0.2	32.6	21.3	0.0	0.4	0.0	54.4
輸入	1.1	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7
輸出	0.0	△25.3	△9.9	0.0	0.0	0.0	△35.2
一次ｴﾈﾙｷﾞｰ供給	1.3	18.6	11.4	0.0	0.4	0.0	31.8
発電用	△0.8	△2.3	△4.4	0.0	△0.4	3.0	△4.8
石油精製	0.0	△1.4	△3.3	0.0	0.0	0.0	△1.4
最終ｴﾈﾙｷﾞｰ消費	0.6	13.9	1.7	0.0	0.0	2.7	18.8
工業	0.6	4.9	1.7	0.0	0.0	1.4	8.6
輸送	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6
民生その他	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.2

出所：IEA/OECD, "Energy Statistics and Balance of Non-OECD Countries 1992-1993" (1995)

第４章　マレイシア国の石炭開発事情

第4章　マレイシア国の石炭開発事情

1，石炭開発の状況

マレイシア国の石炭鉱業の歴史は古いが、これまでに一時生産を中断している。最初の石炭の生産は、1848年にサバ州のラブアン島で始められた。サラワク州では、セラドングの国営炭鉱が1890年代におけるマレイシア最大の輸出産業であった。バツ・アラング炭鉱は、1915年にマレー半島のセランゴール州で操業を開始し、第二次世界大戦前まで地域の需要を満たした。その後、1925年にペラック州のエンゴール炭鉱や1957年にジョホール州のセラムバング炭鉱などの小規模な炭鉱の開発が行われた。

コウイ・ハーバー炭鉱会社は、20世紀の始めの30年間に亘り、サバ州のタワウ市に近いシリムポポン炭田で石炭の生産を行った。この期間に生産された石炭は、主に蒸気機関車や蒸気船の燃料として使用された。しかしながら、石炭のユーザーは、安価な石油の流通により、この液体燃料の石油に転換したため、1960年代には石炭の消費が衰退した。東部マレイシアの輸出向けの炭鉱は、1930年代に閉山したが、マレー半島の炭鉱は、石炭の消費地に近かったので当座の延命ができた。

表4．1．1　マレーシア国の石炭鉱業の歴史(1848 - 1960)

炭　鉱	位　置	採掘期間	総出炭量 (百万トン)
Labuan Is	サバ	1848 - 1912	0.6
Sadong	サラワク	1874 - 1931	0.9
Silimpopon	サバ	1905 - 1932	1.5
Engor	ペラック	1925	na
Batu Arang	セランゴール	1915 - 1960	15.3
合　計			18.3

1918年から1960年までの期間における石炭の総出炭実績は、約1,830万トンとなっており、最大年間出炭量は、1940年のバツ・アラング炭鉱における782,000トンである。

その後、近年に至るまで東部マレイシアの石炭産業は、沈滞していたが、1988年に米国のグローバル・ミネラル社と韓国のラッキー・ヒル鉱業会社により小規模な二つの炭鉱が開山された。しかし、グローバル・ミネラル社は、クアラルンプールの証券取引所に上場されている私企業のパン・グローバル社に買収され、ラッキー・ヒル鉱業会社のシランテック炭鉱は、生産コストが高いため1994年に閉山した。シランテック炭鉱の生産量は、約3万トンに過ぎない。グローバル・ミネラル社のベラダイ炭鉱は、計画された石炭の生産

量の年産30万トンを達成していない。1980年代に生産開始を計画していた炭鉱を表４．１．２に示す。

表４．１．２　1980年代に計画された炭鉱開発　　（単位：トン）

炭鉱名	生産開始	生産能力	炭　種	採掘法	備考
シランテック	1988	30,000	瀝青炭／無煙炭	坑内堀	1994年に閉山
ベラダイ	1988	300,000	瀝青炭	露天掘	操業中
バツ・アラング	??	330,000	瀝青炭	坑内堀	
ビンツール	??	250,000	瀝青炭	露天掘	

マレイシア国における1988年以降の石炭生産量の実績を表４．１．３に示す。

表４．１．３　石炭生産量の実績　　（単位：千トン）

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
生産量	27	112	99	65	75	264	174	240e

1995年におけるマレイシア国の石炭生産量は、約240千トンであり、グローバル・ミネラル社のベラダイ炭鉱がその全量を生産した。ベラダイ炭鉱の石炭は、主にポート・クランに近いカパール石炭火力発電所に出荷されており、また、操業を開始した当時から台湾や日本に石炭を輸出している。グローバル・ミネラル社は、ナマル商事を通して日本の煉瓦工場へ100千トンの石炭を輸出している。国内販売は、国家電力公社に対する120千トンであり、一方、マレイシア国が輸入する石炭は、約2.8百万トンに達している。

ベラダイ炭鉱の見通しは、国際市場における石炭価格のアップに依り良くなっている。また、国家電力公社との間で契約を更新すると共にサラワク州に建設中の石炭火力発電所(2 x 50MW)用にサラワク電力供給公社との間でも契約を確保している。ベラダイ炭鉱は、年間360千トンの低発熱量の石炭をこの石炭火力発電所の第１ステージ用として供給することになっている。更に、グローバル・ミネラル社は、マレイシア政府の配慮の下に数カ所のＩＰＰの火力発電所へ石炭を供給するため、その市場開発を行っている。

マレイシア国における今後の国内炭の生産は、石炭資源の殆どがサラワク州とサバ州に賦存しており、エネルギーと電気の需要がマレー半島に集中しているため、内陸輸送のインフラを整備できない場合には、大幅に増やすことが難しいと思われる。現状では、貧弱なインフラ、高い生産コストや輸送コストなどの要因

により、新規に炭鉱を開くには、大量の石炭を消費するユーザーの確保が必要になっている。

マレイシア国は、連邦国家であり、鉱業行政に関しても連邦政府と州政府がそれぞれの権限内において相互に協力して業務を行っている。石油および天然ガスを除く鉱物資源（石炭を含めて）に関する行政は、第一次産業省の管轄であり、同省のマレイシア地質調査所が鉱物資源の探査、鉱山局が採掘の業務を司っている。石油を除いた鉱物資源については、州政府がその所有権を持っており、資源開発の行政を担当している。石油については、石油開発法により国営石油会社に油田所有権と独占的鉱業権が与えられており、連邦政府の首相府の管轄になっている。

石炭開発に関連する法規には、連邦政府の鉱物資源開発法(Mineral Development Act 1994, Laws of Malaysia Act 525)とサバ州政府のサバ州鉱業法令(Sabah State Mining Ordinance (No. 20 of 1960)がある。サバ州の鉱業権は、Prospecting Permit(PP)、Prospecting Licence(PL)とMining Lease(ML)に区分されている。

2. 石炭政策

1995年９月にエネルギー・通信・郵政省は、従来からのガス、水力、石油および石炭の４つの主要エネルギーについての新しい国家エネルギー戦略を発表している。これによると、輸入石油に依存する体質から国内に賦存する天然ガスに転換することを目的にしている。石炭と水力は、補完的な位置づけとしている。

1996年３月に発表された第７次５ヶ年計画では、石炭の利用促進を進める計画である。長期的に持続可能な天然ガスの利用のためには、埋蔵量の面での不安がある。石炭火力向けの石炭は、1990年の1,074千トン（実績）から2000年で4,410千トンになると計画している。

これは、マレー半島の３つの新石炭火力発電所とカパール発電所の第３ステージの開発が見込まれるためである。

3. 石炭需給の動向

マレイシア国では、古くからエネルギー源として石炭を消費してきたが、石油と天然ガスの消費に比べると、全エネルギー消費量の中で石炭が占めるシェアは小さい。国家電力公社（ＴＮＢ）がポート・クランに近いカパールで唯一の石炭火力発電所（２x 300MW）を操業しており、稼働率にもよるが、年間約1.3 - 1.6百万トンの石炭を消費している。これに加えて、６つのセメント工場が年間約1.2百万トン、その他の一般産業が５万トンの石炭を消費している。しかしながら、マレイシア政府の４つのエネルギー政策により、1995には石炭の消費が約2.9百万トンに増えた。

セメント産業における石炭の消費は、1984年から増え始めているが、これは海外炭に対する５％の関税免除と原油価格の高騰のためにセメント工場がエネルギー源を石油から石炭に転換したことに起因する。これに

より、石炭の消費量は、1982年から1984年には、136千トンから400千トンに増え、1980年代および1990年代になってからも増え続け、1995年には約1.2百万トンに増えた。

表4．3．1　石炭需給の動向　　(単位：千トン)

				国内炭生産	輸　入
	電　力	セメント	計（その他含む）		
1989	859	815	1,709	112	1,210
1990	1,161	692	1,893	99	1,736
1991	1,375	815	2,230	65	2,110
1992	1,382	914	2,341	75	2,330
1993	1,262	1,002	2,309	264	2,210
1994	1,350	1,040	2,440	174	2,333
1995	1,570	1,170	2,790	240	2,670

出所：Barlow Jonker Pty. Ltd., "Coal Profile, Malaysia"(1996)

マレシア国の石炭需要は、1995年の2.9百万トン（実績）から2000年に6.4百万トン、2005年に14.7百万トン、2010年に22.6百万トンに増えると見込まれている。この石炭需要の増加の大部分は、電力業界における石炭需要の増加であり、主に21世紀の始めに運転開始が計画されている石炭火力発電所（2x1000MW）に供給されると予測されている。このセクターでは、石炭の需要が1995年の1.6百万トン（実績）から2000年に3.7百万トン、2005年に7.6百万トン、2010年に12.8百万トンに増えると見込まれている。この期間にセメント産業も1.2百万トンから5.1百万トンに増えると予測されている。

表4．3．2　石炭需給の見通し（一般炭）　　（単位：石炭換算百万トン）

	1992	1993	1994	1995	2000	2005	2010
発電用	1.4	1.3	1.4	1.6	3.7	7.6	12.8
セメント鉱業用	0.9	1.0	1.0	1.2	2.5	3.9	5.1
その他用	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
輸出	0.03	0.05	0.05	0.10	0.10	3.10	4.60
需要計	2.5	2.4	2.5	2.9	6.4	14.7	22.6
国内炭生産	0.07	0.26	0.17	0.24	0.85	4.80	6.55
輸入炭需要	2.32	2.21	2.32	2.67	5.53	9.88	16.08

出所：Barlow Jonker Pty. Ltd., "Coal Profile, Malaysia"(1996)

エネルギー・通信・郵政省は、マレー半島に一連の石炭火力発電所の建設を計画している。予備調査では、ルムト火力発電所の燃料としてインドネシアのスマトラ島およびサラワク州の石炭を供給することを想定している。同省は、石炭の供給源としてスマトラ島のセブリダおよびチェレント炭田を含めて一連の炭田についても調査している。グローバル・ミネラル社は、ルムト火力発電所へメリット・ピラ炭田のベラダイ炭鉱から石炭を供給する交渉を行っている。

マレー半島に建設される計画になっている石炭火力発電所は、次のとおり。

ルムト石炭火力発電所(２ x 500MW)
ペナン石炭火力発電所(２ x 500MW)
ヤン石炭火力発電所(２x 500MW)

４．　石炭開発分野における我が国の協力の可能性

マレイシア国の石炭需要については、電力およびセメントにほとんどを消費し、国内での石炭生産はその10分の１弱をカバーするだけで、残りは輸入に頼っている。また、２．　石炭政策で述べたように石炭の需要は伸びていく計画である。

このような中で石炭資源の把握のための基礎的な探査はＧＳＤが担当しており、現在も随時ＧＳＤが石炭の探査を実施してきている。しかしながら、今回の調査でＧＳＤが提出した調査報告書では、探査の初期段階までである。

これに対し今回の本調査は、探査技術の移転に有効である。また、今後石炭の開発段階に至ることになれば、採掘技術等の移転の可能性もある。

第５章　マレイシア国の石炭資源

第５章　マレイシア国の石炭資源

１．石炭資源分布と地質環境

マレイシア国の石炭資源は、図５．１．１ に示すように、西マレイシア（半島）にも一部分布するが、主体は東マレイシア（ボルネオ）にある。現在考えられている石炭分布区域の広がりは、東マレイシアのサラワク州 4,469km²、サバ州 1,340km²、および西マレイシア 14km² となり、マレイシア国の石炭資源はサラワク州に最も広く分布している。

マレイシア国最大の炭田は、サラワク州の Merit-Pila 炭田とサバ州の Meliau 炭田であり、この２つの炭田で、マレイシア国の全石炭資源量の 60% を占めている。

主要炭田は、地質学的には新しい年代である新生代第三紀に形成されたものである。これらの炭層は、デルタあるいは後背湿地の環境で堆積したと考えられるが、小規模な石炭分布地のなかには、湖沼あるいは山間低地に堆積したものもある。炭層には頁岩および砂岩をともなうが、多くの炭層は泥質岩優勢帯に挟まれている。夾炭層を構成する岩石は、地質時代が新しいために一般に軟質である。

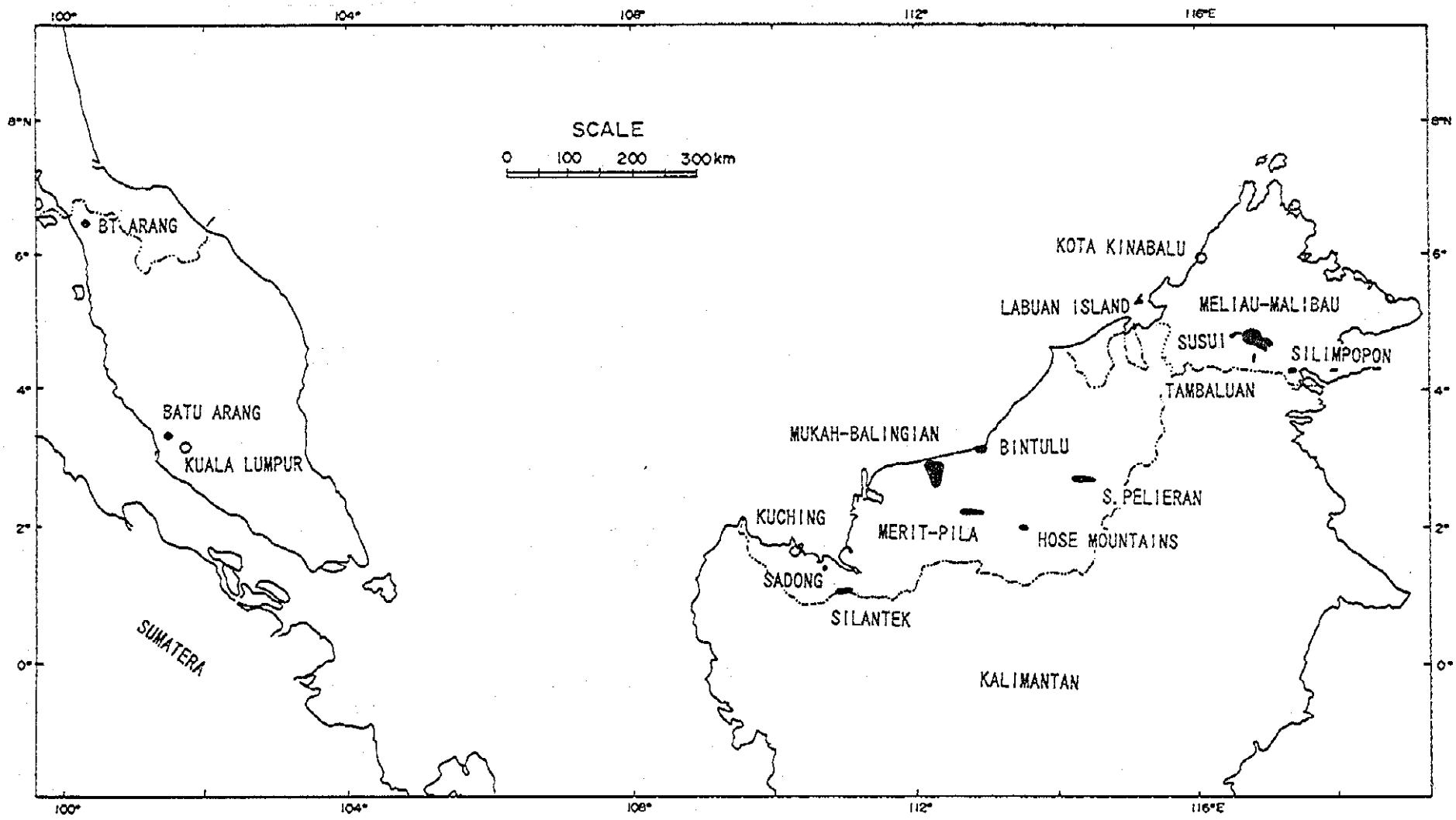


図５.１.１　マレイシア図の炭田分布

2．石炭資源分類

マレイシア国地質調査所は、石炭資源の分類／集計にあたって、"The Malaysian Coal Reserve / Resource Classification" を規定している（表５．２．１）に示す 。この分類は、"マレイシア・ドイツ共同石炭プロジェクト" のもとで、1987年に導入されたものである。種々な分類基準を参考して作られたようであるが、特に、地質的精度の境界値すなわち石炭確認点からの距離に関しては、米国鉱山局の基準と同じ値を採用している。

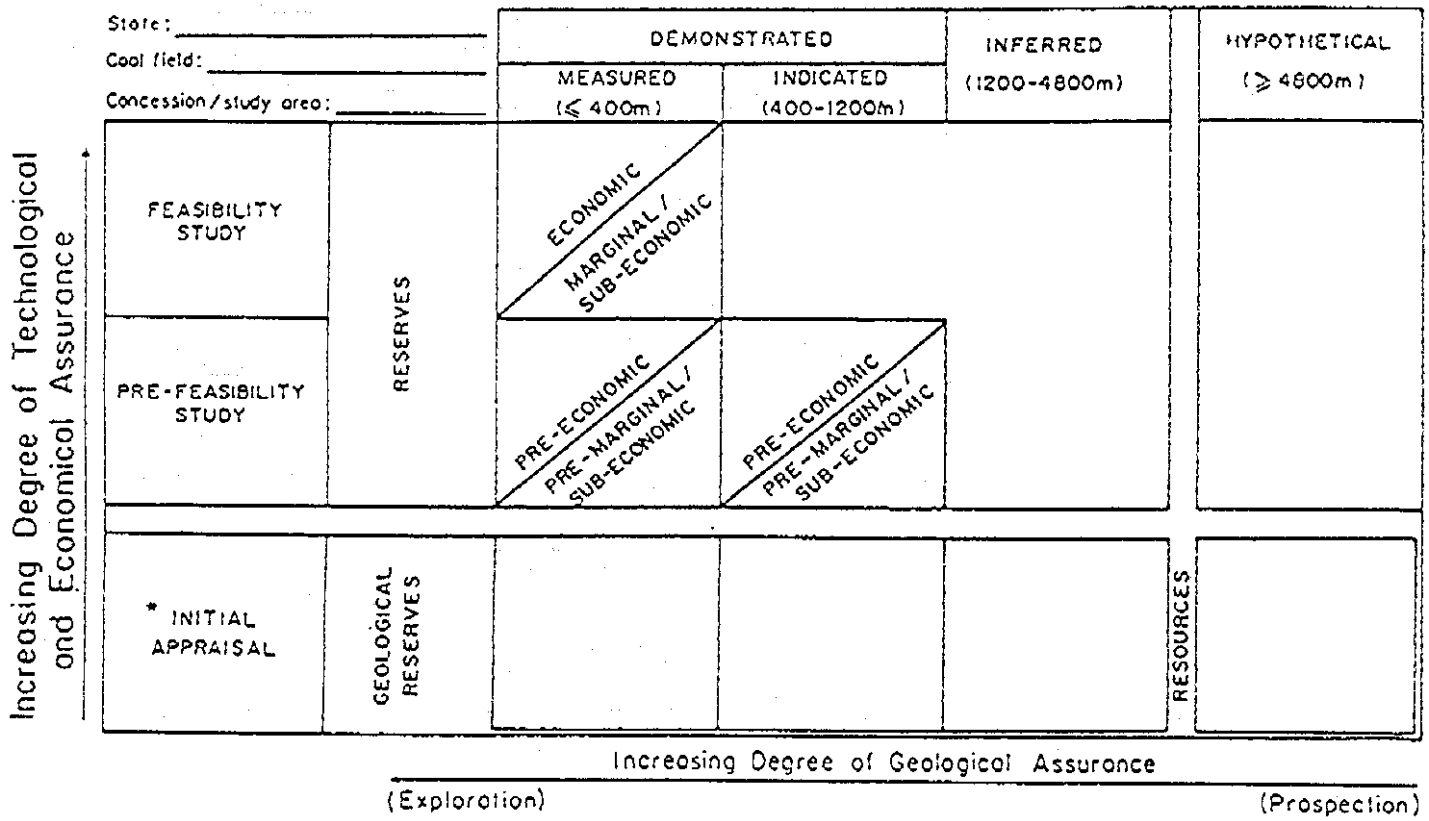
石炭資源の分類は、調査の地質的な精度に基礎をおいて、これを "Demonstrated"、"Inferred"、および "Hypothetical" に分け、"Demonstrated" は、さらに "Measured" および "Indicated" に細分する。また、石炭の採掘性に関係した技術的・経済的要素をも考慮し、各探査段階で "Economic Reserves" の評価に適用しているが、この具体的な基準については明らかでない。

石炭資源分類に適用される各要素の閾値は、サラワク州 Merit-Pila 炭田については次のように決めているが、他の炭田については明確にされているわけではない。

(i)	炭層厚（累計石炭厚）	：≧ 0.60 m
(ii)	灰分（原炭）	：≦ 50 wt.%
(iii)	純発熱量（原炭）	：≧ 11,000 kj/kg = 2,628 kcal/kg
(iv)	全硫黄分	：≦ 1 wt.% for Merit-Pila coal
(v)	最大深度	：≦ 500 m below surface
(vi)	領域（確認点から ）	： 400 m - Measured Reserve
		400 -1200 m - Indicated Reserve
		1,200-4,800 m - Inferred Reserve
		>4,800 m - Hypothetical Reserve
(vii)	対象範囲の境界	：自然および規定した境界

マレイシア国では、世界的に石炭に対する認識が改められた 1973年の石油ショック以前から、石炭資源の評価を進めてきたが、調査精度は一部を除いては低いものであった。しかし、1983年からの政府による系統的な調査および企業による詳細な調査の開始とともに、石炭資源を精度的に分類できるようになった。なお、分類表にある "Hypothetical Coal" のカテゴリーは、現在のところ適用していない。

表5.2.1　マレイシア国の石炭資源分類



Adopted Cut - off Values, Limiting Factors (as in the text)

Lignite
Sub - Bituminous
Bituminous
Anthracite

1. Seam thickness:
2. Ash content (raw coal):
3. Net calorific valve (raw coal):
4. Overburden Coal thickness ratio: (For opencast)
5. Total sulphur content (raw coal)
6. Maximun depth:
7. (　　) = radius of area of influence
8. Boundary of study area

(Modified from Keller, 1987)

Date:

Author:

3．石炭資源量

マレイシア国の石炭資源に関する情報は、近年、政府および企業の積極的な探査活動によって急速に増加している。埋蔵量でみると、1970年代の５億9,000万トン および 1980年代中期の７億5,000万トンから、現在では 10億トン 近くにまで増加している。また、資源分類のカテゴリーの面でも向上がみられている。

表５．３．１ は、炭田別の石炭資源量をカテゴリーによって分類表示した。全石炭資源量９億8,200万トン のうち、74% はサラワク州、24% はサバ州と、東マレイシアがほとんどを占め、西マレイシアは残りの２% を占めるに過ぎない。

4．炭質

マレイシア炭の炭質は、炭田および局地的な地質条件によって変化し、褐炭から無煙炭まであるが、主体は、亜歴青炭～高揮発分歴青炭である。硫黄分は概して少ないが、局地的には多いところもある。代表的な炭質の一例を表５．４．１ に示す。なお、石炭の主要な分析は、表５．４．２ に示すように、ＩＳＯおよびＡＳＴＭに準拠して行っている。

表5.3.1　マレイシア国の石炭資源

Deposit	Coal Reserves (Mt)				Coal Type
	Measured	Indicated	Inferred	Total	
SARAWAK:					
Silantek	7.25	-	43.0	50.25	coking, semi-anthr-anthr
Bintulu	6.0	-	14.0	20.0	bituminous (inc.coking)
Merit-Pila area:					
Belawi-Mujan	8.56	-	6.94	15.5	s-bituminous
Beradai	12.95	6.63	7.72	27.3	s-bituminous
Long Hills	-	-	40.0	40.0	s-bituminous
Pila-Letong	-	-	40.0	40.0	s-bituminous
Stapang-Skroh	-	-	12.0	12.0	s-bituminous
Merit Block	23.8	26.9	13.1	63.8	s-bituminous
South Merit Block	7.46	2.4	-	9.86	s-bituminous
Tebulan Block	38.31	39.93	3.28	81.52	s-bituminous
Musa Block	22.75	16.75	-	39.5	s-bituminous
Kupit-Silong	-	-	57.7	57.7	s-bituminous
Mukah-Balingian:					
Balingian	-	8.3	120.0	120.0	lignite
Liang	43.6	-	98.1	150.0	lignite
TOTAL IN SARAWAK	170.68	100.91	455.84	727.43	
SABAH:					
Silimpopon	4.8	1.5	7.8	14.1	s-bituminous
Labuan	-	-	8.9	8.9	s-bituminous
Meliau	-	-	215.0	215.0	bituminous
TOTAL IN SABAH	4.8	1.5	231.7	238.0	
PEN.MALAYSIA:					
Batu Arang	-	-	17.0	17.0	s-bituminous
TOTAL IN MALAYSIA	175.26	102.41	704.54	982.43	-

Note:
anthr-anthracite
s-bituminous - sub-bituminous

表5.4.1　マレイシア炭の炭質例

LOCALITY	GROSS CALORIFIC VALUE (kcal/kg) A.D.B.	TOTAL SULFUR % A.D.B.	PROXIMATE %				ULTIMATE %			
			TOTAL MOISTURE AS RECEIVED	ASH A.D.B.	VOLATILE MATTER A.D.B.	FIXED CARBON A.D.B.	C D.A.F.	H D.A.F.	N D.A.F.	O D.A.F.
Silantek, Sarawak	6870-8020	0.40-0.61	2.1-5.4	1.2-10.2	24.7-27.7	63.3-68.0	86.1-87.2	5.42-6.77	1.91-2.20	5.4-5.5
Mukah-Balingian, Sarawak	4030-5700	0.14-0.78	25.4-43.4	1.0-27.7	30.8-42.7	30.3-43.5	67.1-70.0	4.75-5.96	1.01-1.44	23.0-24.8
Bintulu, Sarawak	6940-7690	0.62-0.93	4.2-6.9	0.5-11.4	39.5-49.6	36.5-52.7	75.6-81.1	5.33-6.60	1.27-1.93	10.6-16.9
Maliau Basin, Sabah	5530-8100	1.19-4.70	3.4-6.4	2.3-27.7	31.6-42.9	38.7-53.1	77.0-83.0	6.01-6.24	1.58-1.71	8.0-12.0
Batu Arang, Selangor	5100-5800	0.47-0.56	26.7	5.1-16.3	35.8-38.4	38.9-46.5	72.4	5.56	1.17	20.9
Merit Block, Merit-Pila Coal Field, Sarawak	4860-5680	0.13-0.16	16.7-19.1	7.9-22.5	34.1-41.7	35.9-39.8	72.5-73.2	5.20-5.43	1.17-1.27	20.3-21.1
Tebulan Block, Merit-Pila Coal Field, Sarawak	5150-6050	0.14-0.16	16.4-17.4	3.9-16.1	36.1-45.4	35.0-40.8	71.8-73.0	5.44-5.70	1.10-1.39	20.3-21.1
Merit Block South Merit-Pila Coal Field	4800-5770	0.12-0.16	16.3-19.5	2.6-14.8	35.4-42.9	36.2-42.9	71.0-72.1	5.17-5.51	1.26-1.31	21.5-22.5

A.D.B. — Air Dried Basis　　D.A.F. — Dry, Ash Free

表５．４．２　マレイシア国の石炭分析基準

	Analysis	Standard
1.	Total moisture (as received)	ISO 589 (1981); ASTM D3302-89a
2.	Moisture (air dried)	ISO 589 (1981); ASTM D3173-87
3.	Ash	ISO 1171 (1981); ASTM D3174-89
4.	Volatile matter	ISO 562 (1981); ASTM D3175-89a
5.	Gross calorific value	ASTM D3286-85
6.	Total sulfur	ISO 351 (1975); ASTM D4239-94
7.	Carbon & Hydrogen	ISO 609 (1975); ASTM D5373-93
8.	Nitrogen	ISO 332 (1981); ASTM D5373-93
9.	Free swelling index	ISO 501 (1981); ASTM D720-83
10.	Ash fusibility	ISO 540 (1981); ASTM D1857-87
11.	Chlorine	ISO 352 (1981)
12.	Hardgrove Grindability index	ISO 5074 (1981); ASTM D409-90

ISO : International Organization for Standardization
ASTM : American Society for Testing Method