



国際協力事業団(JICA)

No. 5

マレーシア国  
第一次産業省  
鉱物資源科学局(MGD)

マレーシア国サバ州石炭探査・評価調査 最終報告書

# マレーシア国 サバ州石炭探査・評価調査

## 最終報告書

平成11年9月

国際協力事

平成11年9月

JICA LIBRARY



J 1152904(7)

三井鉱山エンジニアリング株式会社  
日 鉱 探 開 株 式 会 社

CD-ROM 付

JICA  
113  
667  
MPN  
LIBRARY

鉱調査  
JR  
99-146







国際協力事業団 (JICA)

マレーシア国  
第一次産業省  
鉱物資源科学局 (MGD)

マレーシア国  
サバ州石炭探査・評価調査

最終報告書

平成11年9月

三井鉱山エンジニアリング株式会社  
日 鉱 探 開 株 式 会 社



1152904 [7]

## 序 文

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、同国のサバ州における石炭探査・評価調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成9年3月から平成11年7月までの間、11回にわたり、三井鉱山エンジニアリング株式会社 高健彦氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。調査団はマレーシア国政府関係者と協議を行うとともに、対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書提出の運びとなりました。

この報告書が、サバ州における石炭資源の探査・評価に寄与するとともに、両国の友好と親善の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいたマレーシア国政府の関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年9月

国際協力事業団

総 裁

藤 田 公 郎

平成11年9月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎 殿

### 伝 達 状

今般、マレーシア国サバ州石炭探査・評価調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。本報告書には、日本国政府ならびに貴事業団の関係者各位のご助言およびご提案と、クアラルンプールにて実施した協議で交わされたマレーシア国鉱物資源科学局からの意見が含まれております。

本調査は2段階に分けて実施され、第1段階の調査の結果、マリバウ、南西マリバウおよびシリムポボンの3地域が第2段階の調査対象として選定されました。本報告書は両段階の調査結果を包括し、石炭資源の地質的評価、南西マリバウおよびシリムポボン地域に対する炭鉱開発計画と初期環境調査、さらには炭鉱開発可能性の経済性評価の結果をまとめたものであり、結論としてシリムポボン地域における将来の開発可能性を示唆しております。

マレーシア国における国内石炭資源開発の必要性に鑑み、シリムポボン地域の詳細調査の実施、および隣接するマリアウ地域の調査を含めた本地域全体の石炭資源開発に関する包括的なマスタープランの作成を提言しております。

本調査の実施にあたり、貴事業団を始め、外務省、通産省の関係者各位よりご指導とご協力を賜り、厚くお礼を申し上げます。また、鉱物資源科学局を始め、マレーシア国政府の関係者各位のご協力とご支援に対し、深く感謝致します。

マレーシア国サバ州石炭探査・評価調査

団 長 島 健 彦



## 目次

1. 緒言	1-1
1. 1. 調査の概要	1-1
1. 1. 1. 調査の経緯	1-1
1. 1. 2. 調査の目的および範囲	1-2
1. 2. 調査の背景	1-5
1. 2. 1. エネルギー政策（石炭の位置付け）	1-5
1. 2. 2. 石炭需給の現状と動向	1-7
2. フェーズ 1 調査	2-1
2. 1. 調査対象地域	2-1
2. 1. 1. 位置および交通	2-1
2. 1. 2. 地形および気候	2-1
2. 2. 地質調査	2-5
2. 2. 1. 過去の調査	2-5
2. 2. 2. 地質調査の方法	2-6
2. 2. 3. 地質概要	2-8
2. 3. 炭層状況	2-8
2. 3. 1. 概要	2-8
2. 3. 2. マリバウ地域	2-13
2. 3. 3. 南西マリバウ地域	2-18
2. 3. 4. シリムボボン地域	2-18
2. 3. 5. 他の地域	2-19
2. 4. 石炭資源量	2-20
2. 4. 1. マリバウおよび南西マリバウ地域	2-20
2. 4. 2. シリムボボン地域	2-33
2. 5. 炭質	2-33
2. 6. フェーズ 1 調査の結論	2-36
2. 6. 1. 地質的評価	2-36

2. 6. 2. 炭鉄開発可能性	2-37
3. フェーズ 2 調査	3-1
3. 1. 概要	3-1
3. 2. フィールド調査の概要	3-1
3. 2. 1. 地形図の作成	3-1
3. 2. 2. 詳細地表地質調査	3-2
3. 2. 3. 石炭サンプリングと分析	3-5
4. 炭層状況	4-1
4. 1. マリバウ地域	4-1
4. 1. 1. 炭層賦存状況	4-1
4. 1. 2. 地質構造	4-3
4. 2. 南西マリバウ地域	4-3
4. 2. 1. 炭層賦存状況	4-3
4. 2. 2. 地質構造	4-6
4. 3. シリムボボン地域	4-15
4. 3. 1. 炭層状況	4-15
4. 3. 2. 地質構造	4-17
5. 石炭資源量評価	5-1
5. 1. 石炭資源量計算基準	5-1
5. 2. 石炭資源量	5-2
6. 炭質評価	6-1
6. 1. 分析結果	6-1
6. 2. 炭質の評価と利用	6-12
7. 炭鉄開発の概念設計	7-1
7. 1. シリムボボン地域	7-1

7. 1. 1. 基本事項	7-1
7. 1. 2. 坑内設計と採掘方式	7-3
7. 1. 3. 石炭生産	7-8
7. 1. 4. 人員計画	7-10
7. 2. 西南マリバウ地域	7-16
7. 2. 1. 基本事項	7-16
7. 2. 2. 坑内設計と採掘方式	7-20
7. 2. 3. 石炭生産	7-34
7. 2. 4. 人員計画	7-36
7. 3. 産出炭の品位	7-42
7. 3. 1. 分析データ	7-42
7. 3. 2. 品位推定の方法	7-43
7. 3. 3. 製品炭の品位	7-45
7. 4. 石炭の運搬	7-46
8. 経済性評価	8-1
8. 1. 設備投資、操業コストの推定	8-1
8. 1. 1. シリムボボン炭鉱	8-1
8. 1. 2. 南西マリバウ炭鉱	8-8
8. 1. 3. まとめ	8-15
8. 2. 経済分析	8-16
8. 2. 1. 前提条件および基礎	8-16
8. 2. 2. 経済分析結果	8-17
8. 2. 3. 炭鉱開発の可能性評価	8-31
9. 初期環境調査	9-1
9. 1. 環境関連法および行政組織	9-1
9. 1. 1. 環境質法および関連法規/制令	9-1
9. 1. 2. 行政組織	9-3
9. 2. 調査地域の自然・社会環境	9-4

9. 2. 1. サバ州の自然環境の特徴	9-4
9. 2. 2. 調査地域の自然環境の現状	9-5
9. 3. 鉱山開発による環境への影響と対策	9-6
9. 3. 1. 開発計画の骨子	9-6
9. 3. 2. 環境への影響	9-6
9. 3. 3. 検討結果と対策	9-7
9. 3. 4. まとめ	9-9
9. 4. 環境影響評価(E I A)の仕様書(T O R)に盛り込むべき事項	9-11
10. 結論と提言	10-1
10. 1. 結果の総括と結論	10-1
10. 2. 提言	10-4

## APPENDIXES

表・図

表	頁
(フェーズ 1)	
表 2-1 気象観測	2- 5
表 2-2 地質調査の実績 (フェーズ 1)	2- 7
表 2-3 石炭露头リスト	2-16
表 2-4 石炭資源量 (フェーズ 1)	2-28
表 2-5 クイーン層の炭量 (P. Collenette, 1954)	2-33
表 2-6 石炭分析結果表 (Phase 1)	2-34
(フェーズ 2)	
表 3-1-1 石炭露头リスト - マリバウ地域	3-11
表 3-1-2 石炭露头リスト - 南西マリバウ地域	3-14
表 4-1 シリムボボン地域における試錐実績	4-16
表 5-1 石炭資源量	5- 7
表 6-1-1 石炭分析結果 マリバウ地域	6- 3
表 6-1-2 石炭分析結果 南西マリバウ地域	6- 5
表 6-2 主要項目分析結果比較表	6- 7
表 6-3 クイーン層分析データ	6- 8
表 6-4 発電用石炭品位基準	6-12
表 6-5 灰の一般炭指標	6-16
(炭鉱開発計画 シリムボボン)	
表 7-1 実収炭量 シリムボボン炭鉱	7- 4
表 7-2 坑道掘進能率と石炭産出量	7- 9
表 7-3 生産工程 - シリムボボン炭鉱	7-11
表 7-4 人員計画	7-10
表 7-5 生産部門人員	7-13
(炭鉱開発計画 南西マリバウ)	
表 7-6 採掘計画対象炭層	7-17
表 7-7 平均稼行丈	7-18

表7-8	実収炭量総括 南西マリバウ	7-18
表7-9	実収炭量 南西マリバウ	7-19
表7-10	3案比較	7-33
表7-11	掘進能率と石炭生産能率	7-35
表7-12	欠口採炭の1日当たり出炭量	7-36
表7-13	生産工程 南西マリバウ炭鉱	7-37
表7-14	生産工程と生産量概要	7-36
表7-15	人員計画	7-39
表7-16	生産部門人員	7-40
(生産炭品位)		
表7-17	クイーン層分析データ	7-42
表7-18	南西マリバウ採掘炭層分析値	7-43
表7-19	産出原炭品位推定	7-44
表7-20	製品炭品位推定	7-45
(コスト シリムボボン)		
表8-1	設備投資総括	8- 2
表8-2	設備投資の詳細	8- 2
表8-3	人件費総括	8- 5
表8-4	坑道掘進用資材 (US\$/m)	8- 6
表8-5	柱房採炭用資材 (US\$/m)	8- 6
表8-6	長壁式採炭用資材 (US\$/t)	8- 7
表8-7	操業コスト総括表	8- 8
(コスト 南西マリバウ)		
表8-8	設備投資総括表	8- 8
表8-9	設備投資の詳細	8- 9
表8-10	人件費総括	8-12
表8-11	坑道掘進用資材 (US\$/m)	8-13
表8-12	沿層昇り掘進用資材 (US\$/m)	8-13
表8-13	欠口採炭用資材 (US\$/t)	8-14
表8-14	操業コスト総括表	8-15

表8-15	コスト比較		8-15
(経済性評価)			
表8-16	経済分析	シリムボボン炭鉱 (ベースケース)	8-19
表8-17	経済分析	南西マリバウ炭鉱 (ベースケース)	8-21
表8-18	経済分析	シリムボボン炭鉱 (ハイケース)	8-29

表9-1	初期環境調査 (まとめ)		9-12
------	--------------	--	------

図		頁
図1-1	調査対象地域	1- 3
図1-2	調査業務のフローチャート	1- 6
図2-1	地形と水系	2- 3
図2-2	マッピングルート位置図 (Phase 1)	2- 9
図2-3	地域地質図	2-11
図2-4-1	炭層露頭位置図-Sheet No. 4/117/5 (Sungai Kalabakan)	別袋
図2-4-2	炭層露頭位置図-Sheet No. 4/116/8 (Tambulanan)	別袋
図2-4-3	炭層露頭位置図-Sheet No. 4/116/12 (Gunung Maliat)	別袋
図2-4-4	炭層露頭位置図-Sheet No. 4/117/9 (Gunong Luis)	別袋
図2-4-5	炭層露頭位置図-Sheet No. 4/117/10 (Serudong)	別袋
図2-5	地質概要図	2-14
図2-6-1	地層柱状図 - マリバウ (中央-東部)	別袋
図2-6-2	地層柱状図 - マリバウ (西部)	別袋
図2-6-3	地層柱状図 - 南西マリバウ	別袋
図2-6-4	地層柱状図 - セスイ西	別袋
図2-7	代表層序図	2-15
図2-8-1	炭層柱状図 セスイ西地域	2-21
図2-8-2	炭層柱状図 グノンルイス地域	2-23
図2-8-3	炭層柱状図 セルドン地域	2-25

図2-9-1	炭量計算図	マリバウ (Phase 1)	2-29
図2-9-2	炭量計算図	南西マリバウ (Phase 1)	2-29
図3-1	フェーズ 2 調査位置図		3- 3
図3-2	地形図作成位置図		3- 4
図3-3-1	マッピングルート位置図	マリバウ地域	3- 7
図3-3-2	マッピングルート位置図	南西マリバウ地域	3- 9
図4-1-1	地質図	マリバウ地域	別袋
図4-1-2	地質図	南西マリバウ	別袋
図4-2-1	炭層対比図	マリバウ地域	4- 7
図4-2-2	炭層対比図	南西マリバウ地域	4- 9
図4-3-1	炭層柱状図	マリバウ地域 (東部)	別袋
図4-3-2	炭層柱状図	マリバウ地域 (西部)	別袋
図4-3-3	炭層柱状図	南西マリバウ地域	別袋
図4-4-1	地質断面図	マリバウ地域	4-11
図4-4-2	地質断面図	南西マリバウ地域	4-13
図4-5	炭層柱状図	クイーン層	4-19
図4-6	地質構造図	クイーン層	4-21
図5-1-1	炭量計算図	マリバウ	5- 3
図5-1-2	炭量計算図	南西マリバウ	5- 5
図6-1	発熱量 - 灰分 相関図		6- 9
図7-1	シリムボボン炭鉱採掘計画図		7- 5
図7-2	南西マリバウ炭鉱骨格概要		7-21
図7-3-1	東部坑採掘計画図		7-23
図7-3-2	西部坑 (SE1層) 採掘計画図		7-27
図7-3-3	西部坑 (SE2層) 採掘計画図		7-29



図7-4	3案比較	7-31
図7-5	運搬ルート	7-47
図8-1-1	感度分析(1) -シリムボボン炭鉱	8-23
図8-1-2	感度分析(2) -シリムボボン炭鉱	8-25

## List of Appendixes

Appendix 1           GSD's Resource/Reserve Classification System (extract)

Appendix 2           Coal Graphic Logs

- Appendix 2-1       Malibau
- Appendix 2-2       Southwest Malibau
- Appendix 2-3       Silimponon
- Appendix 2-4       Sesui West
- Appendix 2-5       Gunong Luis
- Appendix 2-6       Serudong

Appendix 3           Compilation Map of Mapping Sheets

Appendix 3-1       Malibau Area

- Appendix 3-1-T1       Malibau Area (T1)
- Appendix 3-1-T2       Malibau Area (T2)
- Appendix 3-1-T3       Malibau Area (T3)
- Appendix 3-1-T4       Malibau Area (T4)
- Appendix 3-1-T5       Malibau Area (T5)
- Appendix 3-1-T6       Malibau Area (T6)
- Appendix 3-1-T7       Malibau Area (T7)
- Appendix 3-1-T8       Malibau Area (T8)
- Appendix 3-1-T9       Malibau Area (T9)
- Appendix 3-1-T10       Malibau Area (T10)

Appendix 3-2       Southwest Malibau Area

- Appendix 3-2-T1B       S. W. Malibau Area (T1B)
- Appendix 3-2-T2B       S. W. Malibau Area (T2B)
- Appendix 3-2-T3B       S. W. Malibau Area (T3B)
- Appendix 3-2-T4B       S. W. Malibau Area (T4B)

Appendix 4           Basic Data of Mining Plan

- Appendix 4-1       Details of Mining Plan
- Appendix 4-2       Basis of Cost Estimate
- Appendix 4-3       Illustration of Mining Method

Appendix 5           Photographs

## 1. 緒 言



## 1. 緒言

### 1.1. 調査の概要

#### 1.1.1. 調査の経緯

マレーシア国政府の要請に応じて、日本国政府はマレーシア国サバ州における石炭探査・評価調査（以後本調査と称する）の実施を決定した。調査の協定書は平成8年1月21日、マレーシア地質調査所（以後 GSD と称する）と国際協力事業団（以後 JICA と称する）との間で締結された。

本調査は二つのフェーズから構成され、フェーズ1調査は平成9年3月より平成10年3月まで実施された。平成10年3月11日にクアラルンプールに於いて開催された評価委員会に於いて、フェーズ1調査の結果に基づいて、フェーズ2調査に進む決定がなされた。フェーズ2調査は平成10年7月に開始され、平成11年3月までにマレーシアにおける現地調査を完了した。その後日本に於いてフェーズ1およびフェーズ2調査の結果を総合したファイナルレポートを完成した。

本調査は GSD スタッフの協力の下に、三井鉱山エンジニアリング株式会社と日鉱探検株式会社とで構成する JICA 調査チームによって実施された。本調査に直接従事した JICA および GSD のメンバーは次の通りである。

#### JICA 調査団

島 健彦	団長
金子 宣弐	石炭探査・評価
河口 雄三	石炭探査・評価
菊池 秀也	石炭探査・評価
菊地 良弘	石炭探査・評価
鈴木 理裕	石炭探査・評価
柿崎 厚	炭鉱開発計画
谷 藤吉郎	環境

## GSD

Alexander S. W. Yan	Co-Leader
Wong Vui Chung	Geology
Badrol Mohamad	Geology
Dee Dee L. Lakkui	Geology
Mohamad Faizul Hamdan	Geology
Richard Clemen	Geology

なお、1999年7月1日より、鉱山局との合併に伴い、従来の地質調査所 (Geological Survey Department Malaysia：略称 GSD) は、「鉱物資源科学局」(Minerals and Geoscience Department：略称 MGD) と名称変更になったが、本報告書の中では、すべて従来の名称を使用して記述している。

### 1.1.2. 調査の目的および範囲

#### (1) 調査の目的

本調査の協定書に示されている目的は次の通りである。

- (a) マリバウおよびシリムポボン・セルドン堆積盆地における石炭探査・評価の実施。調査対象地域を図 1-1 に示す。
- (b) マレーシアおよび日本との共同調査を通じて、GSD スタッフに対する技術移転の実施

#### (2) 調査の範囲

本調査は2フェーズから構成され、それぞれの調査の範囲は次の通りである。

##### (a) フェーズ 1

調査地域全体の地質概査および石炭資源の予備的評価

- (i) 既存情報、資料および報告書の収集と分析
- (ii) 地質概査の実施

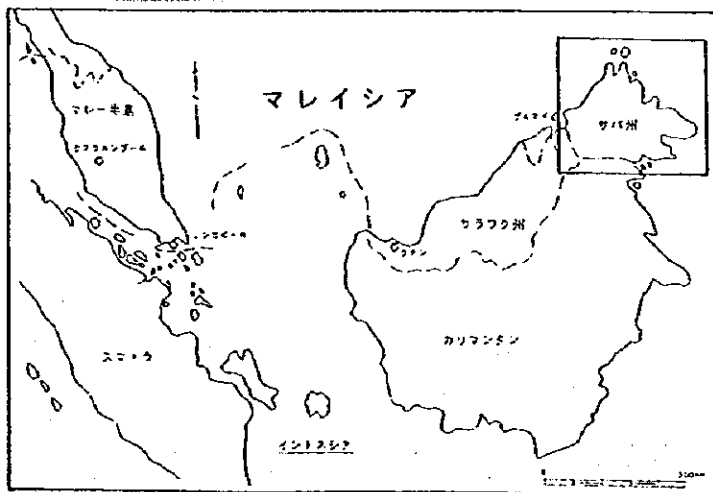
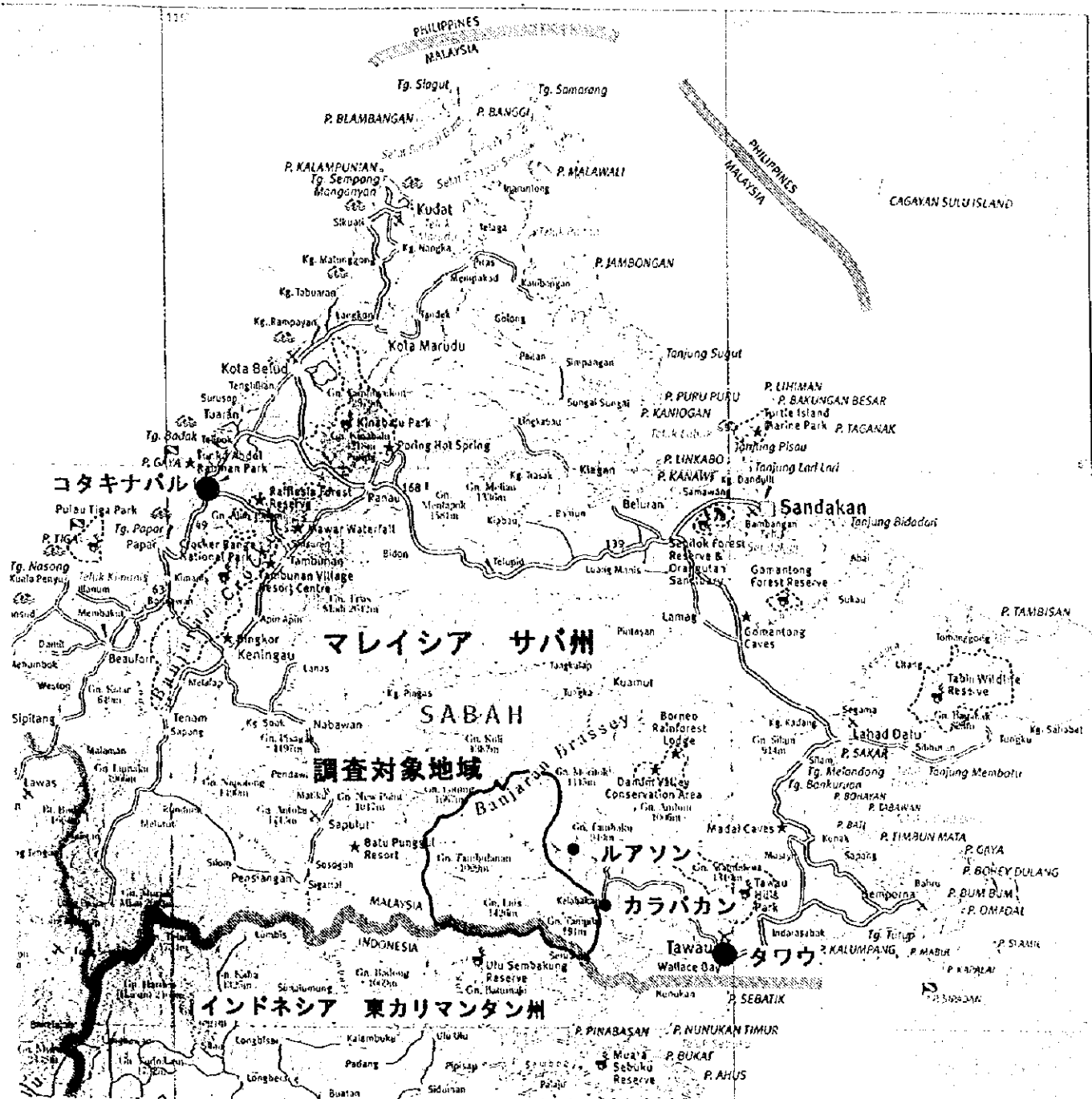


図1-1 調査対象地域





- (iii) 石炭試料の採取および分析
- (iv) 石炭資源の評価 - 炭量および炭質
- (v) 炭鉄開発可能性の予備的評価

フェーズ 1 調査の結果に基づいて、フェーズ 1 の最終段階に於いてフェーズ 2 調査の実施が決定された。

## (b) フェーズ 2

詳細地表地質調査、予備的炭鉄開発計画、初期環境調査および石炭資源開発についての提言

- (i) 1/10,000縮尺の地形図の作成
- (ii) 選定した地域の詳細地表地質調査
- (iii) 石炭試料の採取および分析
- (iv) 石炭資源の評価 - 炭量および炭質
- (v) 予備的炭鉄開発計画
- (vi) 初期環境調査
- (vii) 炭鉄開発可能性の評価および提言

本調査全体のスケジュールを図 1-2 に示す。

## 1.2. 調査の背景

### 1.2.1. エネルギー政策（石炭の位置付け）

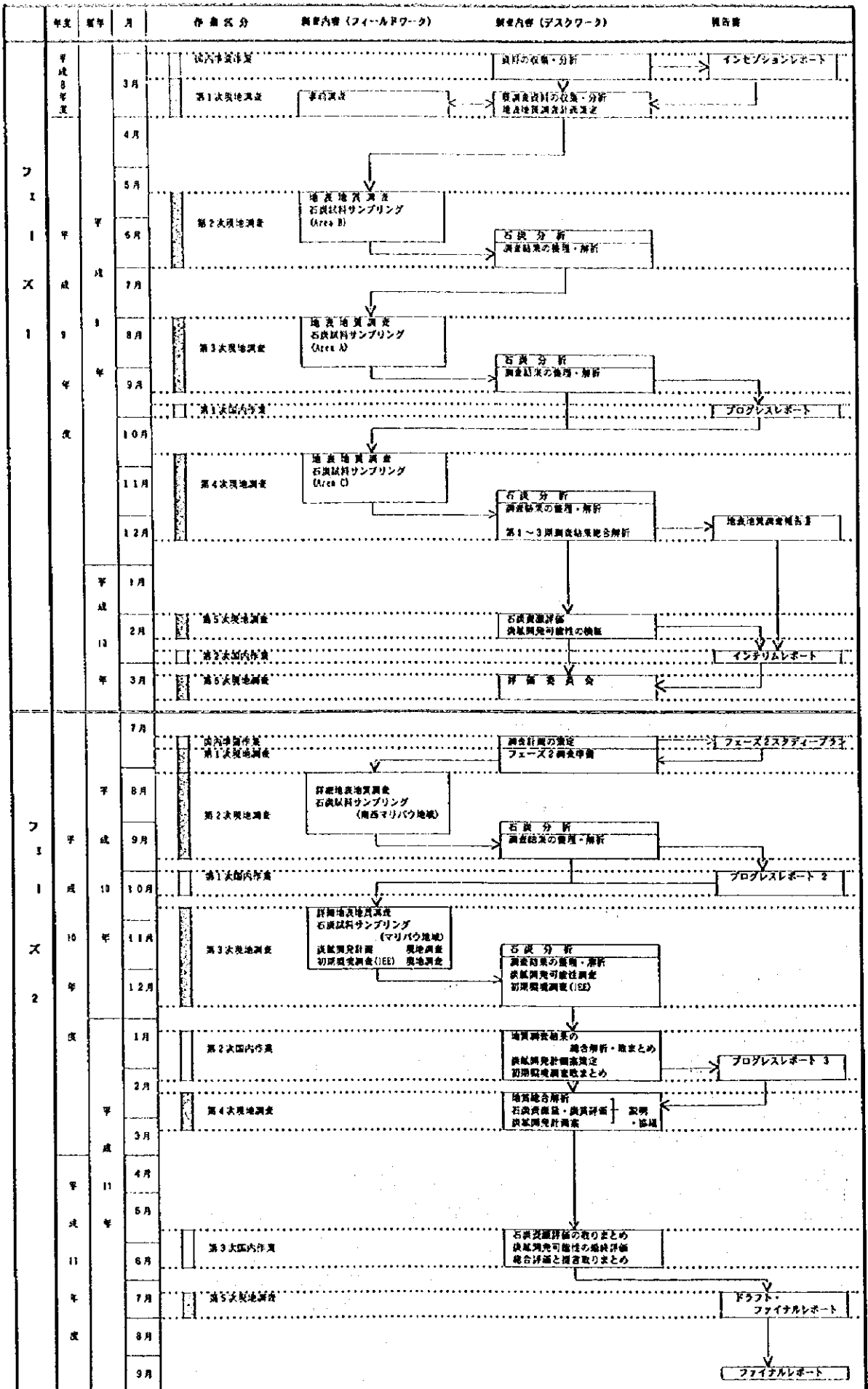
マレーシア国は各種のエネルギー資源を保有している。その資源量および潜在能力は 1995年時点で次のように見積もられている。

石油	:	41億バレル（5億4千万トン）
ガス	:	85兆立方フィート
水力	:	29,000メガワット
石炭	:	9億8200万トン

（ソース：Seventh Malaysia Plan）

図1-2

調査業務のフロー・チャート



過去のマレーシアにおけるエネルギー利用は、基本的には輸入石油に依存していたが、1978年の第二次石油危機を契機として、方針の転換がなされた。即ち、国産天然ガスの利用を優先することにより輸入石油への依存度を減らし、エネルギー源の分散化を図ろうとするものである。

この方針は、現在のエネルギー政策の基本である "4つの燃料エネルギー政策" (Four Fuel Energy Policy) につながるものである。この政策は、4つの重要なエネルギー源、即ち石油、天然ガス、水力および石炭の、適切なバランスで効率の良い、また環境に調和した利用を目的としており、特に国産資源の利用に重点を置いている。

1996年に制定された第7次5ヶ年計画 (1996-2000) では、石炭の利用が従来より強調されている。これは天然ガスの埋蔵量が先細りとなり、長期に亘る利用を支えるためには不十分となる懸念があるため、2000年以降は発電用のガス供給量が減少するという見通しもあるが、政府は新しいガス田の発見に期待をかけている。

第7次計画のなかで、石炭の役割については次のように記述しているのでここにその一部を引用する。

「燃料分散化政策を追求する努力のなかで、石炭は、本計画期間中もますます重要な役割を果たすであろう。石炭資源の探査と評価は地質調査所と民間によって、特にサバ州とサラワク州において加速されるであろう。既知の石炭鉱床の開発は、電力とセメントの高い需要を考慮して、さらに増強されることが期待される。マレーシアの年間需要550万トンのうち90%は輸入によって賄われる。石炭に関連するインフラストラクチャーの改善により、国内炭の生産は更に増加し、1995年の20万トンから2000年には51万トンに増加すると期待される。この大部分は国内で消費されるだろう。」

また、民間が果たす役割についても、石炭の探査、開発および生産の各分野で重要な位置を占めるものとしている。しかし、開発には長いリードタイムが必要なため、民間主導の成果は、2000年以降になると予想している。さらに、技術やノウハウの向上・蓄積を強調しており、特に坑内採掘技術に注目している。

次の表は、第7次計画の中に示された電源別発電量の実績と見通しである。2000年迄は天然ガスが総発電量の70%近くを占め、石炭は1995年の9.7%から2000には16.5%へと上昇する見通しになっている。

発電量の電源別実績と見通し

	1990		1995		2000	
	GWH	(%)	GWH	(%)	GWH	(%)
石油	9,352	(41.9)	4,704	(11.2)	4,667	(6.7)
石炭	3,146	(13.8)	4,068	(9.7)	11,427	(16.5)
ガス	5,967	(26.2)	28,689	(68.4)	48,029	(69.2)
水力	4,061	(17.8)	4,424	(10.5)	5,204	(7.5)
その他	62	(0.3)	76	(0.2)	89	(0.1)
合計	22,768	(100.0)	41,961	(100.0)	69,416	(100.0)

(ソース：Seventh Malaysia Plan)

1.2.2. 石炭需給の現状と動向

(1) 石炭需給の現状

(a) 石炭資源量

マレーシアの石炭資源は、その殆どが東マレーシアのサラワク州とサバ州で占められ、半島マレーシアには僅かしか存在しない。次表に、公表された州別、确实度別の埋蔵炭量を示す。

マレーシアの石炭埋蔵量

	確定	推定	予想	合計	
サラワク州	170,680	100,910	455,840	727,430	(74%)
サバ州	4,800	1,500	231,700	238,000	(24%)
半島マレーシア	-	-	17,000	17,000	(2%)
合計	175,480	102,410	704,540	982,430	(100%)

(ソース：マレーシア地質調査所)

(b) 石炭供給

下表に示すように石炭供給の90%以上は輸入炭に依存しているのが現状である。

石炭供給実績 (単位：トン)

	国内炭	輸入炭	合計
1994	173,749	1,380,833	1,554,582
1995	114,100	2,003,315	2,117,415
1996	73,747	3,003,294	3,077,041
1997	105,231	2,550,511	2,655,742

(ソース：Malaysian Minerals Yearbook)

輸入相手国では、次の表に示すように、インドネシアが最大で豪州がこれに続く。この2ヶ国で90%以上を占める。他はインド、中国、ベトナム等からも輸入しているが、いずれも少量である。

国別輸入炭 (単位：トン)

	1994	(%)	1995	(%)
インドネシア	935,099	(67.7)	1,303,833	(65.1)
豪州	330,247	(23.9)	509,198	(25.4)
インド	65,623	(4.8)	62,675	(3.1)
中国	8,734	(0.6)	25,587	(1.3)
ベトナム	6,945	(0.5)	9,814	(0.4)
南アフリカ	32,659	(2.4)	133	(<0.1)
その他	1,526	(0.1)	92,075	(4.6)
合計	1,380,833	(100.0)	2,003,315	(100.0)

ペラダイ炭鉱はマレーシアにおける唯一の石炭生産者である。サラワク州中央部にあり、トラック/ショベル方式の露天掘り炭鉱であるが、積み出し地迄300km以上におよぶトラックとバージによる内陸輸送の困難さもあり、生産量が伸びない状況にある。生産した石炭は主に国内の発電所で使用されており、一部は日本や台湾に輸出されて

いる。

(c) 石炭消費

マレーシア国内における石炭の需要は、大部分が電力用とセメント用である。大まかに言って、60%が電力用、40%がセメント用に消費されている。

国内石炭消費 (単位 1000トン)

	電力 (%)	セメント (%)	他産業	合計
1990	1,161 (61.3)	692 (36.6)	40	1,893
1991	1,375 (61.7)	815 (36.5)	40	2,230
1992	1,382 (59.0)	914 (39.0)	45	2,341
1993	1,262 (54.7)	1,002 (43.4)	45	2,309
1994	1,350 (55.3)	1,040 (42.6)	50	2,440
1995	1,570 (56.3)	1,170 (41.9)	50	2,790

(ソース：Barlow Jonker Pty. Ltd. Malaysian Coal Profile 1996)

(2) 今後の動向

石炭の今後の需給については種々の予測がある。第7次5ヶ年計画のなかで示されている諸表から、電力とセメント向けの需要量を推定した結果を以下に記す。

(a) 電力

前掲の電源別発電量の見通しの表から、1995年の実績との比較により2000年の需要を推定する。

	1995	2000
発電容量 (GWH)	4,068	11,427
石炭使用量 (1000 t)	1,570 (実績)	→ 4,410

以下に既存および建設中の石炭火力発電所をしめす。

発電所名	容量(MW)	運開	石炭使用量(1000t)
TNB Port Kelang - Phase 2	2 x 300	1988	1,500
TNB Port Kelang - Phase 3	2 x 500	1999	2,500
SESCO Kuching	2 x 50	1999	400

(b) セメント

商業用エネルギー需要見通しから推定。本表には発電用に供給する石炭を含まないため、殆ど全量セメント向けと考えてよい。

	1995	2000
石炭エネルギー (PJ)	40.1	92.0
石炭使用量 (1000 t)	1,170 (実績) →	2,680

上記(a), (b)をまとめれば次のようになる。(単位 1000トン)

	電力	セメント	合計
1995	1,570	1,170	2,740
2000	4,410	2,680	7,090

上述の電力用需要440万トンは、建設中の発電所が全て運転を開始した場合の需要量である。時期に多少の遅れがあったとしても、この分の需要増は間違いない。このあとには、2001年から2005年にかけて IPP(独立発電業者)を含む大型の石炭火力発電所の建設計画があり、これに対する石炭使用量は、1,000万トンを超える規模である。実現の時期は不確定であるが、近い将来における電力石炭の大幅な伸びは可能性が高いといえよう。

セメント産業における石炭消費は、第二次石油危機後、海外炭に対する5%の輸入関税の免除という政府の援助もあったため急激な伸びを示し、1983年には90%のプラントが石油から石炭に転換し、1988年には全てのプラントが石炭専焼かまたは石油との混焼になった。セメントの需要は建設工事とくに公共事業の動向におおきな影響をう

ける。1997 年以来のアジアにおける経済不況からようやく脱して、今後はセメントの需要も次第に伸びてくると予想されている。

一方、石炭供給の面では、唯一の国内における供給源であるペラダイ炭鉱の生産は低迷しており、また新しい炭鉱の開発もすぐには実現する可能性は低いと思われる。従って、需要の伸びに対応する供給は、当面は輸入に依存することとなろう。第7次計画の方針にもあるように、石炭探査を加速させ、新しい地区での炭鉱開発が期待されるところである。



## 2. フェーズ 1 調査



## 2. フェーズ1調査

### 2.1. 調査対象地域

#### 2.1.1. 位置および交通

調査対象地域は前掲の図1-1に示すようにサバ州の中央南部に位置している。地域の南側はインドネシアとの国境に接し、北側は北緯4度51分、また東西は東経117度30分および116度50分の線に囲まれている。地域はほぼ2,000km<sup>2</sup>の面積があり、次の1/50,000縮尺の地形図でカバーされている。

4/116/8 (Tambulanan),      4/116/12 (Gunung Maliat),      4/117/1 (Gunong Kuli),  
4/117/2 (Gunong Moritok),      4/117/5 (Sungai Kalabakan),      4/117/6 (Sungai Tiagau),  
4/117/9 (Gunong Luis),      4/117/10 (Scrudong)

調査対象地域には、タワウからルアソンまたはカラバカンを経由する道路が通じており、調査地域の東端まで約90kmである。地域内には、自動車が通行可能ないくつかのルートがあり、主なものは木材運搬に使用されている。しかし、主要道路から分岐する古い木材搬出道路は、伐採作業が終了すると直ぐに悪化し、廃止されている。

調査対象地域内には、木材会社が所有するキャンプの他は、集落は無く、また居住民もいない。一番近い村落としては、カラバカンおよびルアソンがあり、いずれも調査対象地域の東端近くに位置している。カラバカンは、製材工場、バージへの木材積み込み施設が所在し、木材関連活動の基地となっている。ルアソンにはヤヤサンサバ(サバ基金)の経営する林業センターが所在する。

#### 2.1.2. 地形および気候

図2-1に調査対象地域の地形および水系の状況を示す。

地域の主要部分、特に西側は急な山岳地帯で、大部分が二次森林で覆われている。南西部に所在する当地域の最高峰は標高 5,500フイート(1676m)あり、いくつかの山頂の標高は1000mを超えている。山岳地形は南東部で次第に緩やかになり、いくつかの河川の下流が流れる低地となっている。

当地域の水系はかなり複雑であるが、全体には二つの水系に分けられる。その一つは当地域の主要部に広がり、カラバカン川、セルドン川、シリムボボン川を含むいくつかの河川で構成されている。これらの河川は全体的には南東方に流れ、最後はコウイ一湾に注いでいる。他の一つはクアムート川の水系で、当地域の北西部に分布し、川は北東方に流れ、サンダカンに近いスル海に注いでいる。図2-1に示すように、うねった山脈が二つの水系を分ける分水嶺となっている。

表2-1にルアソンの林業センターで観測された過去7年間(1990~1996)の気象統計を示す。

表からわかるように、年間を通じて気温は変動しない。最高と最低の10℃ある気温差は一日の間の変化を表すものである。年間降雨量は、1991年の2,072mmから1995年の3,920mmまで大きい変動を示している。月間降雨量は乾期と雨期との間の明確な区別を示していない。しかし、毎年大きく変動はしているが、降雨量は1月から4月の間は他の月に比較してより少なく、10月から12月まではより多いように見える。





表2-1 気象観測データ 於 ルアソン (1990~1996)

	雨量 (mm)			気温 (℃)	
	平均	最大	最小	最高	最低
1月	190.9	296.7	50.6	31.7	21.5
2月	202.0	333.0	108.6	32.1	21.9
3月	210.1	494.3	60.2	32.6	22.2
4月	170.5	320.4	44.5	32.8	22.7
5月	259.1	359.0	156.7	32.9	23.1
6月	208.8	268.0	144.2	32.2	22.9
7月	232.4	428.7	142.5	32.0	22.8
8月	233.1	395.8	111.5	32.1	22.9
9月	230.4	413.0	88.2	32.2	22.7
10月	297.8	489.1	136.4	32.4	22.5
11月	260.1	367.1	180.5	32.7	22.5
12月	271.5	391.6	186.1	31.6	22.2
合計	2766.8	3919.6	2072.1		

## 2.2. 地質調査

### 2.2.1. 過去の調査

1900年代の始めに、数名の外国地質技師によって当調査対象地域周辺において、予察的な地質調査がなされているが、その報告書は入手できなかった。1950年から1952年にかけて、P. Collenette がシリムポボン地域の炭田の地質調査を行った。また同氏は、1958年から1960年にかけて、今回の調査対象地域を含むサバ州の南中央部の広い区域に於いて予察的地質調査を実施している。これらの調査結果は次のレポートにまとめられている。

Collenette, P. (1954): The coal deposits and a summary of the geology of the Silimpopon area.

Tawau District, Colony of North Borneo.

Collenette, P. (1965): The geology and mineral resources of the Pensiangan and Upper Kinabatangan area, Sabh, Malaysia.

BHP Minerals 社は今回調査対象地域の北西側に隣接するマリアウ堆積盆地において予察的地質調査を実施し、1986年以降数年間、同堆積盆地のいくつかの区域に於いて探査権を獲得し地質調査を実施している。その結果はマリアウ堆積盆地の石炭資源の有望なポテンシャルを示している。

GSD サバ支所は、鉱物資源探査計画のもとに、1994年今回の調査対象地域において石炭資源の調査を開始した。結果は次のレポートにまとめられている。

Reconnaissance prospecting for coal in Malibau Basin. Report No. SB/CI/94/1

Reconnaissance survey for coal in Gunong Luis Area. Report No. SB/CI/95/1

Follow-up prospecting for coal in Malibau Basin. Report No. SB/CI/95/2

Reconnaissance survey for coal in Southwest Malibau Area. Report No. SB/CI/96/1

Reconnaissance prospecting for coal in Tambulanan Barat. Report No. SB/CI/96/2

Reconnaissance prospecting for coal in Tambulanan Timur. Report No. SB/CI/96/3

上記レポート中の関連する情報は今回の調査において検討し利用している。

### 2.2.2. 地質調査の方法

限られた期間内に広大な調査対象地域の全体を調査するために、既存の調査レポートの情報に基づいて、石炭の賦存が期待される地域に重点を置いて地質調査を行った。

調査対象地域を次の3区域に分けて地質調査を実施した。

Sub-area A: マリバウ地域を含む北東部地域 (面積約 800km<sup>2</sup>)

Sub-area B: 南西マリバウ地域を含む南西部地域 (面積約 700km<sup>2</sup>)

Sub-area C: シリムボボン地域を含む南東部地域 (面積約 500km<sup>2</sup>)



調査は3段階に分けて、各々の区域について実施した。各々の区域にはベースキャンプを設け、また調査地へのアクセスに自動車が使えず、徒歩では遠い場合には臨時のキャンプを設営した。代表的なマッピングルートを、主として過去の木材搬出道路または沢沿いにえらび、ルート沿いの全ての露頭を調査した。またコンパス、テープ、ハンドレベルを使い、位置および高さを測定する簡易測量も同時に実施した。露頭位置および測量点は、調査した地質データと共に現場でマッピングシートに記入した。

全ての石炭露頭については、薄層および炭質頁岩のように貧化したものを除き、炭層柱状を調査し、露頭番号をつけた。45個の石炭試料を採取し、GSD サラワク支所の分析所で分析を実施した。C区域の調査時には、旧シリムポボン炭鉱の旧坑口付近でクイーン層の炭層露頭を調査し分析試料を採取した。

上記マッピング調査法の利点は、地質ルートマップが現場でできあがり、ルート沿いの断面図を作図することにより、各々の露頭の地質層序上の位置を把握することが出来ることにある。この調査方法は、多数の炭層が急傾斜で賦存している今回の調査地域のような炭田の地質調査には特に有効な方法である。

マッピングルートの位置を図2-2に示す。また、Phase 1で行った地質調査の実績を表2-2にまとめて示す。

表2-2 地質調査の実績 (フェーズ1)

	Sub-area A (マリバウ)	Sub-area B (南西マリバウ)	Sub-area C (シリムポボン)	合計
面積 (概略km <sup>2</sup> )	800	700	500	2,000
フィールド調査期間	8月6日 ~30日	5月16日 ~6月15日	10月28日 ~11月21日	81日間
マッピングルート距離	40km (13ルート)	71km (15ルート)	78km (15ルート)	189km (43ルート)
調査石炭露頭数	141	112	37	290
分析石炭サンプル数	12	14	19	45

### 2.2.3. 地質概要

Geological Map of Sabah (Third Edition, 1985)によれば図2-3に示すように、調査対象地域の大部分には前期～中期中新世のTanjong層およびKapilit層が分布している。Labang層、Kuamut層、Kalabakan層、および Simengaris層と呼ばれる、他の第三紀層は当地域の周辺に分布している。

Collenette(1965)は前期～中期中新世のTanjong層は南東部に於いてKapilit層とKalabakan層 に変わっていると述べている。これら地層の相互関係は不詳であるが、Kapilit層とKalabakan層 はTanjong層の上部と下部とに相当する可能性がある。Tanjong層は当調査地域の西方に分布する、漸新世のLabang層を不整合に覆っている。一方当地域東方に於いて、Kapilit層はKalabakan層を整合に覆い、また僅かな不整合でもって後期中新世～ 鮮新世のSimengaris層に覆われている。

Tanjong 層は、泥岩、シルト岩、砂岩および石炭より成り、まれに礫岩や石灰岩が含まれる。地域により卓越する岩相は異なり、全般にマリアウ盆地を含む北西部は泥質岩が主力を占め、Kapilit 層と呼ばれている南西部では砂質岩が優勢になる。Tanjong層の厚さはマリアウ地域で最大 40000フィート、Kapilit 層はシリムポボン地域で7000フィートと推定されている。

Tanjong層の上位および下位に位置する、Labang層、Kalabakan層、およびSimengaris層は海成層とされている。Tanjong層が堆積する間、泥炭堆積沼地は海岸線からあまり遠くない位置に形成されたと考えられる。これらの沼地の大部分は不安定で、その時により位置を変えて形成したと考えられる。

マリアウ、マリバウ両盆地を分けている Lonod 断層で代表されるように、本地域の主要な断層は北東方向を示す。Kapilit層が分布する南東部では、その地質構造は、Sesui、Luis、Silimponon等の向斜構造によって特徴づけられる。



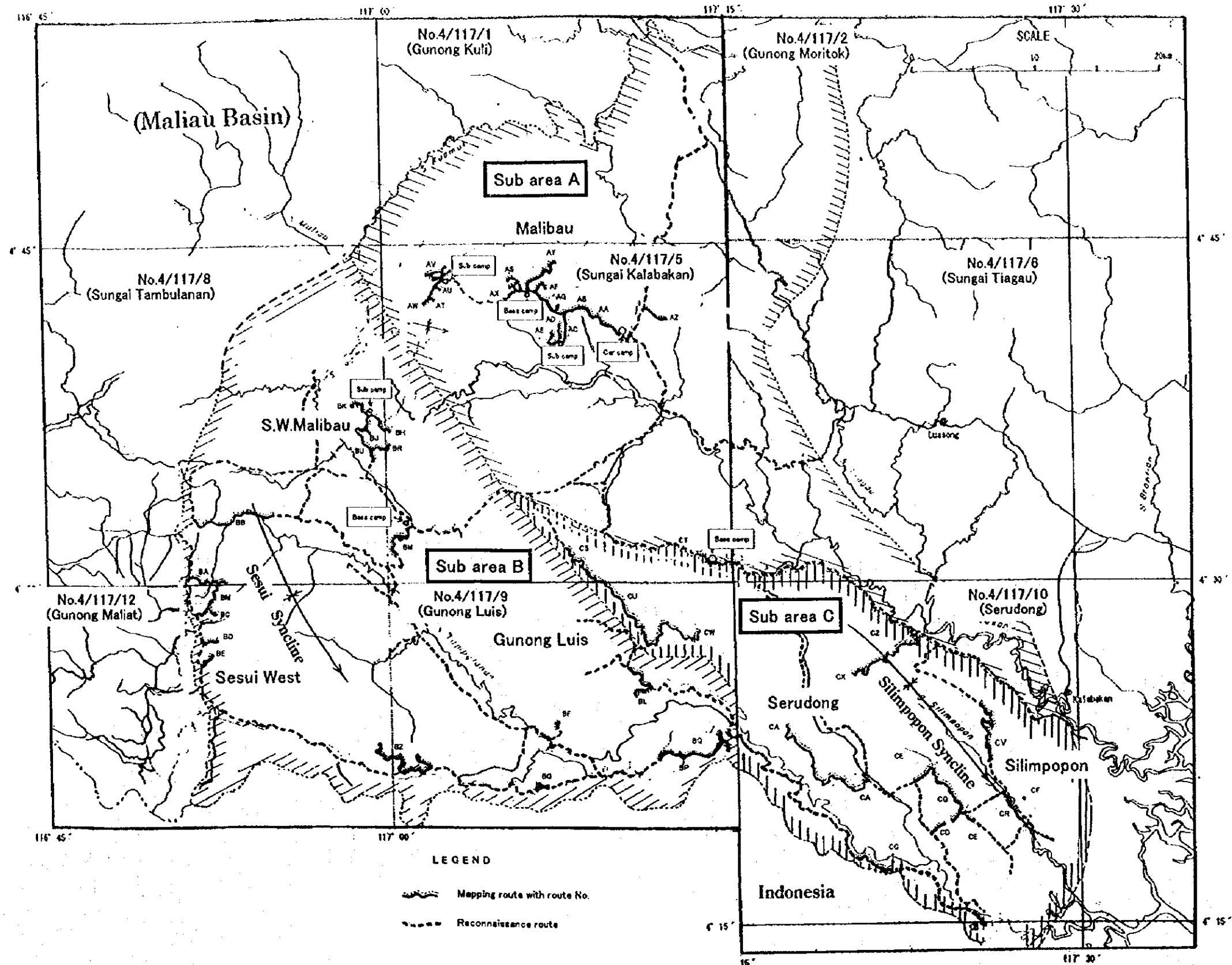
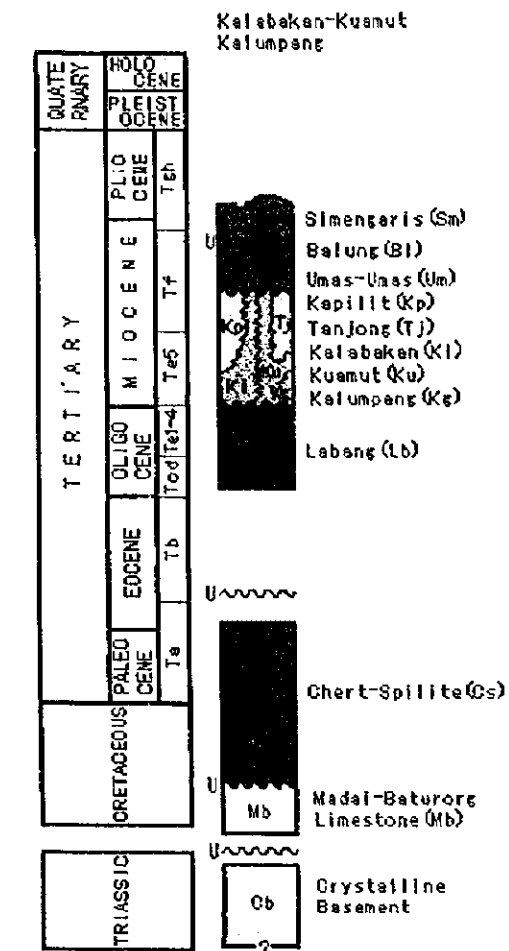
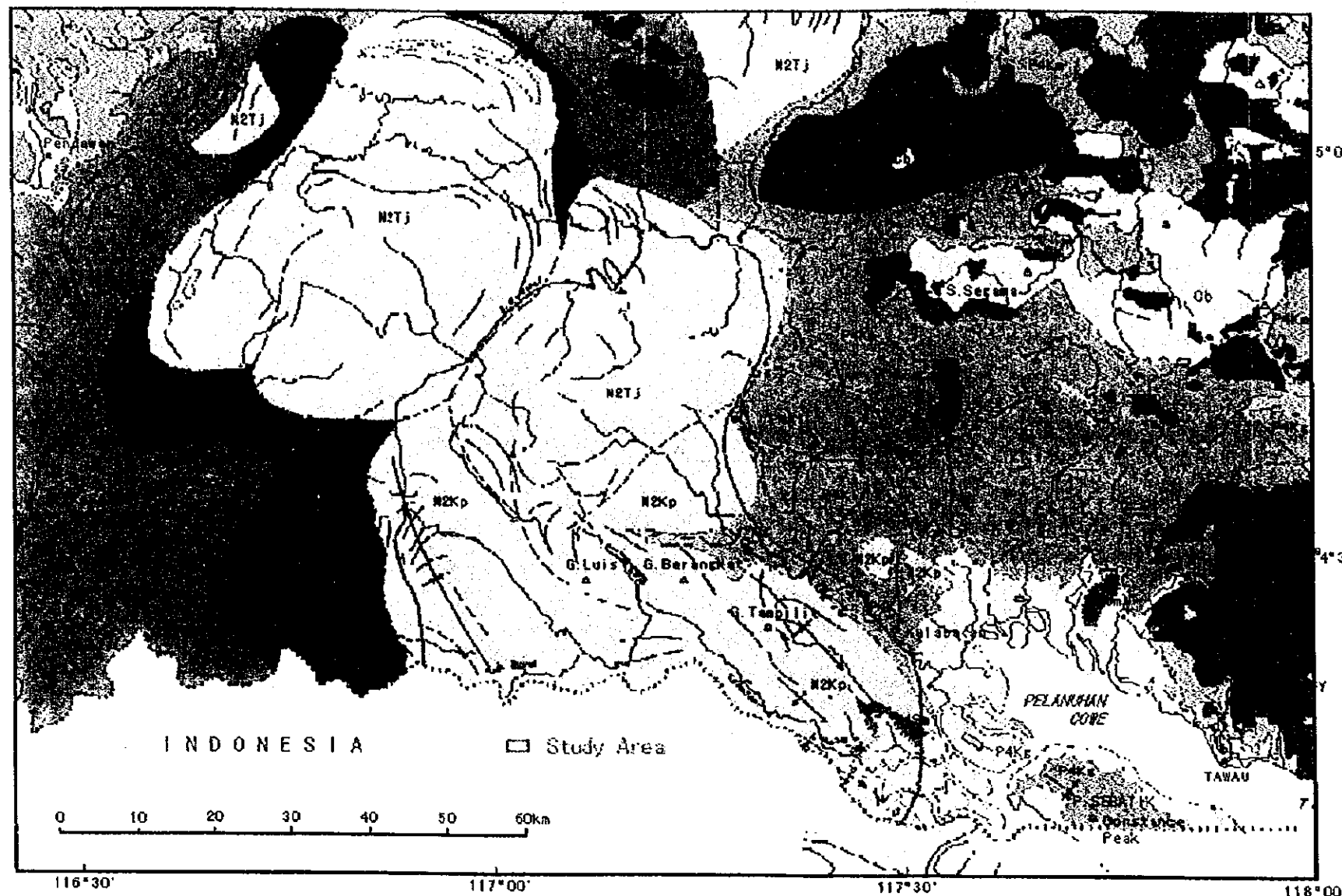


図2-2 マッピングルート位置図(Phase 1)





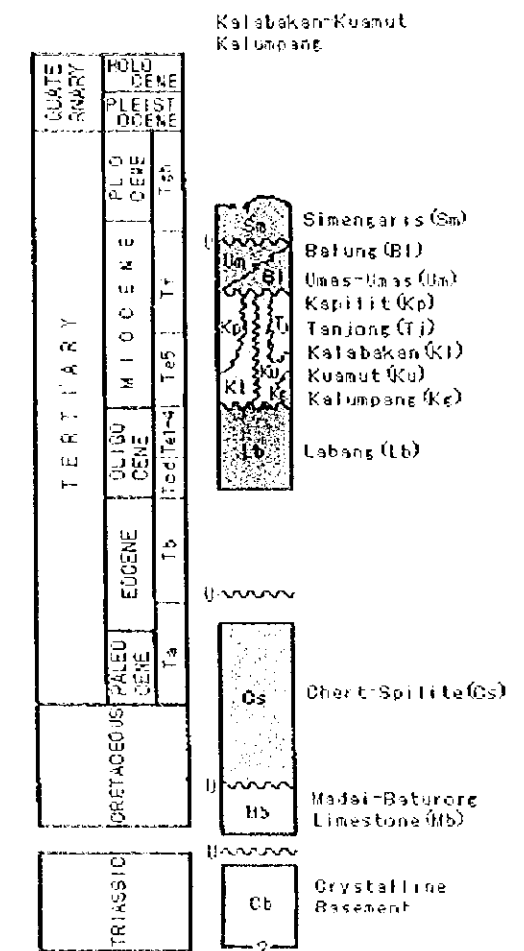
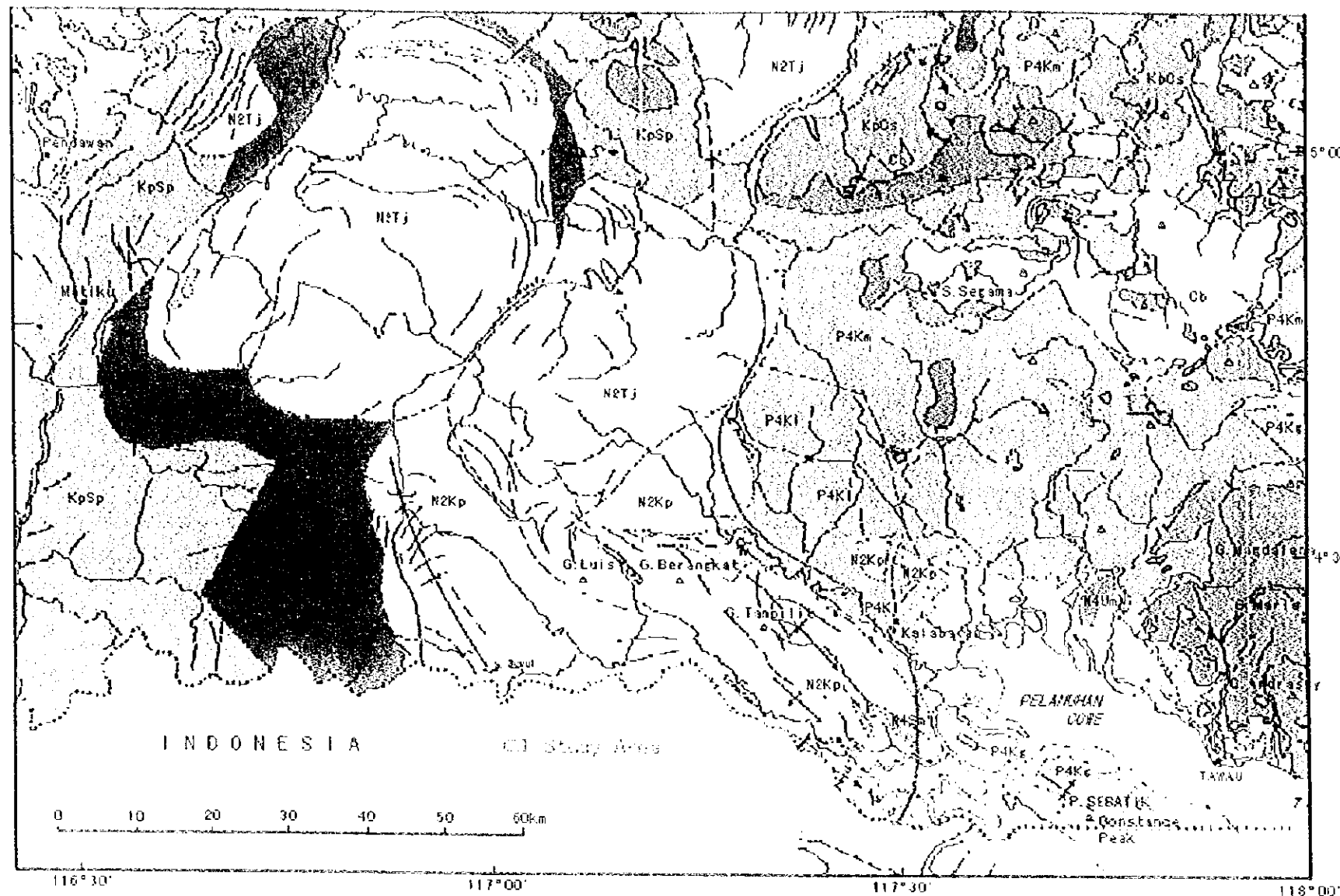


Source: Geological Survey Department, Malaysia

- RECENT  Coastal and river alluvium
- PLEISTOCENE  Terrace sand and gravel
- MIDDLE MIOCENE-PLIOCENE  Sandstone, mudstone, siltstone, shale, conglomerate and lignite with minor limestone and tuff Umas-Umas (U4Um), Simengaris (S4Sm)
- EARLY MIOCENE-MIDDLE MIOCENE  Mudstone, sandstone, siltstone, conglomerate, minor limestone and lignite Tanjong (N2Tj) and Kapilit (N2Kp)
- OLIGOCENE-MIDDLE MIOCENE  Slump breccia and sequences of interbedded mudstone, tuff, tuffaceous sandstone, shale, conglomerate with minor chert and limestone Kuamut (P4Kk), Kalabakan (P4Kl) and Kalumpang (P4Kp)
- OLIGOCENE  Sandstone, shale, mudstone, siltstone, conglomerate and limestone Rhythmic alternations of siltstone and shale with rare limestone Labang (P3Ll)

- LATE CRETACEOUS-LATE EOCENE  Mudstone with some sandstone, conglomerate and limestone Sapulut (KpSp)
- CRETACEOUS-EOCENE  Sandstone, chert, conglomerate, volcanic breccia, agglomerate, basalt, spilitite Chert-Spilitite (KpCs)
- TRIASSIC  Gneiss, schist, amphibolite and associated granite, granodiorite and tonalite, mainly in the Upper Segana-Darvel Bay area
- PLEISTOCENE-HOLOCENE  Basalt and Dacite
- PLIOCENE  Dacitic pyroclastic rocks and lava at G. Magdalena, andesitic pyroclastic rocks and lava at G. Andassy
- CRETACEOUS-EARLY TERTIARY  Gabbro, dolerite, serpentinite, peridotite, dunite, pyroxenite

图2-3 地域地質圖



Source: Geological Survey Department, Malaysia

RECENT		Coastal and river alluvium
PLEISTOCENE		Terrace sand and gravel
MIDDLE MIOCENE-PLIOCENE		Sandstone, mudstone, siltstone, shale, conglomerate and lignite with minor limestone and tuff Unas-Unas (Uu), Simangaris (Sm)
EARLY MIOCENE-MIDDLE MIOCENE		Mudstone, sandstone, siltstone, conglomerate, minor limestone and lignite Tanjong (N2Tj) and Kapilit (N2Kp)
OLIGOCENE-MIDDLE MIOCENE		Slump breccia and sequences of interbedded mudstone, tuff, buffaceous sandstone, shals, conglomerate with minor chert and limestone Kuanut (P4K), Kalabakan (P4Kl) and Kalumpang (P4Ke)
OLIGOCENE		Sandstone, shale, mudstone, siltstone, conglomerate and limestone Rhythmic alternations of siltstone and shale with rare limestone Labang (P3L)

LATE CRETACEOUS-LATE EOCENE		Mudstone with some sandstone, conglomerate and limestone Segulut (KpSp)
CRETACEOUS-EOCENE		Sandstone, chert, conglomerate, volcanic breccia, agglomerate, basalt, spilitite Chert-Spilitite (KpCs)
TRIASSIC		Gneiss, schist, amphibolite and associated granite, granodiorite and tonalite, mainly in the Upper Segama-Darvel Bay area
PLEISTOCENE-HOLOCENE		Basalt and Dacite
PLIOCENE		Dacitic pyroclastic rocks and lava at G. Magdalena, andesitic pyroclastic rocks and lava at G. Andrassy
CRETACEOUS-EARLY TERTIARY		Gabbro, dolerite, serpentinite, peridotite, dunite, pyroxenite

图2-3 地域地質圖











## 2.3. 炭層状況

### 2.3.1. 概要

明確な定義では無いが、本調査に於いては「石炭帯」の名称を、炭層がある程度の頻度で存在するような地層単位に対して使用する。今回の地質調査は石炭帯の調査に重点を置いたのでTanjong層全体の層序については調査していない。従って、層序および対比については各々の区域の石炭帯について調査検討している。

図 2.4.1.～図 2.4.5. に示すように、地質調査で入手したデータは、周辺の既存のデータと共に縮尺1/50,000の地形図にまとめて記入した。これらの図からわかるように、石炭帯はマリバウ、南西マリバウ、セスイ西およびシリムボボンの4地域に於いて、比較的厚く、また長く広がっているのが認められる。石炭帯の分布を含む主な地質状況について図2-5地質概要図にまとめた。

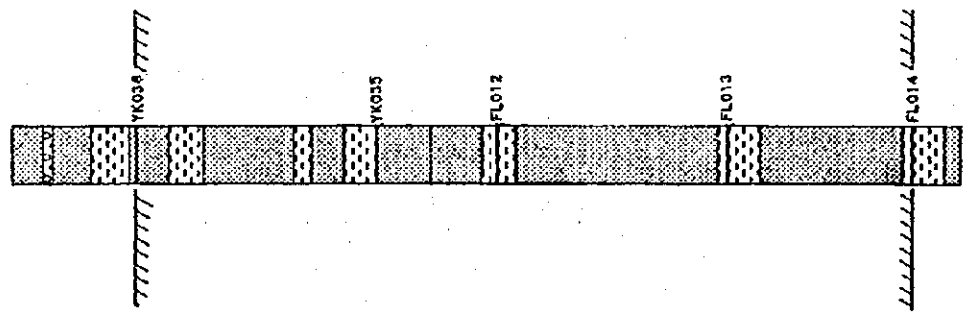
図 2.6.1.～図 2.6.3. にマッピングルートの岩相柱状図を示す。岩相柱状図は調査した露頭を投影して作図した地質断面図から作成している。これらの岩相柱状図には、露頭のない部分に相当する空白部分があるが、これらの岩相柱状図を対比することによって、石炭帯の層厚および炭層の枚数、層位は概略把握することが出来る。図2-7に、各々のルートの岩相柱状図をまとめて石炭帯の代表層序を示した。

これらの石炭帯に於いて多数の石炭露頭を確認した。確認した石炭露頭のリストを表2-3に、またこれらの露頭で調査した炭層柱状図を図2-8-1～図2-8-3に示す。マリバウおよび南西マリバウ地域の石炭露頭のリストおよび炭層柱状図は、フェーズ2調査で得られたデータと合わせて、別個に表3-1-1～表3-1-2および図4-3-1～図4-3-3に示す。

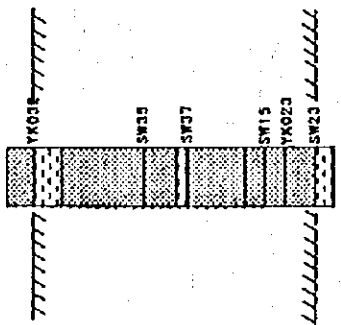
フェーズ1の地質調査の結果に基づき、各々の地域の炭層状況は次のようにまとめられる。



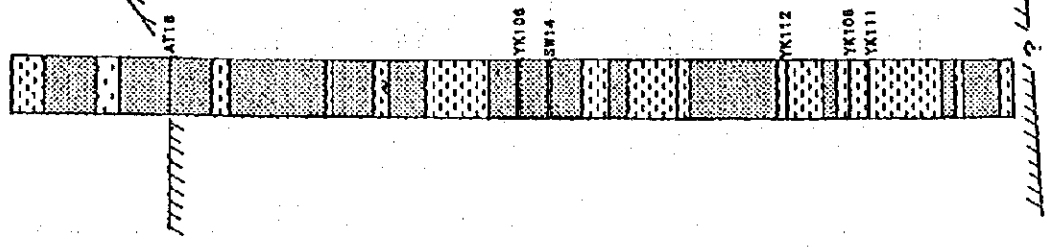
Sesui West



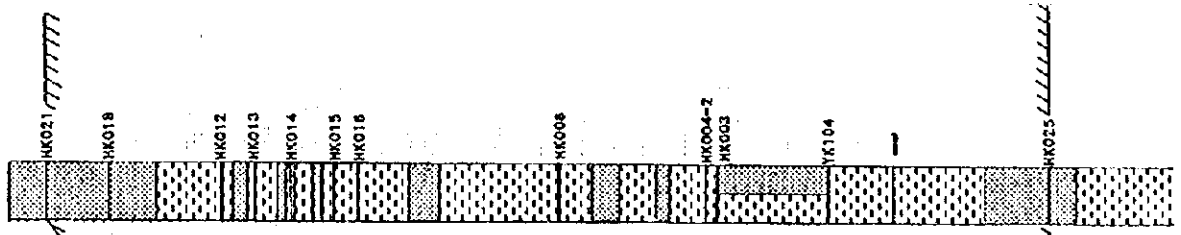
Southwest Malibau



Malibau(West)



Malibau(East)



LEGEND

- HK018 Coal / Outcrop No.
- Mudstone/Shale
- Very fine-grained sandstone
- Fine to Medium-grained sandstone
- Conglomerate
- Coal zone



图2-7 代表层序图

表 2-3

## 炭層露頭リスト

Mapping Route	O/C No.	Mapping No.	Seam Thick.(m)	Coal Thick.(m)	Strike	Dip	
AZ route	---	AZ21-22	0.10	0.10	N60E	60N	
	---	AZ24-25	0.10	0.10			
	---	AZ28-29	0.10	0.10	N30E	40N	
	---	AZ40	0.10	0.10	N35E	32N	
	---	AZ56-57	0.10	0.10			
	YK101	AZ57	0.20-0.50	0.20-0.50	N30E	40N	
BA route	---	AZ68	0.10-0.20	0.10-0.20			
	FL014	BA31	1.05	1.05	N50E	7S	
	FL013	BA23	1.50	1.20	N30E	28E	
BB route	FL012	BA31	0.25	0.25	N10E	46E	
	NK001	BB49	---	---	N5W	26E	CSH
	NK002	BB52	0.35	0.30	NS	27E	FL03(?)
	NK003	BB60	0.30	0.15	N10E	31E	
	NK004	BB73-1	0.75	0.15	N20E	35E	
BM route	NK005	BB96	0.20	0.00	N40E	32E	CSH
	---	BM4	0.30	0.30	N10E	42E	
	---	BM12	0.15	0.15	N10W	42E	
	YK036	BM57	0.51	0.40	N10E	33E	
	---	BM59	0.40	---	NS	35E	CSH
	YK035	BM44	0.50	0.50	N10E	35E	
BC route	---	BM45	0.15	---	N10E	35E	CSH
	FL015	BC22-BC23					traced over 50m.
	FL016	BC30	0.20	0.20			roof/flower SS
BD route	---	BC31	0.5-0.3	---	NS		CSH
	YK001*	BD0	1.16	1.13	N85E	32S	
	YK002	BD7	---	---	N75W	30S	
	YK003	BD11	0.55	0.55	N60W	25SW	
	YK004	BD13	0.50	0.50	N85W	40S	
	---	BD15	0.50	0.50	N84W	31S	
	---	BD16	0.50	0.50			
	YK005	BD22	1.22	1.22	N88E	32S	
	YK006	BD23	0.65	0.40	EW	32S	
BE route	YK007	BD27	1.90	1.45	N88E	22S	
	YK008	BE41	0.78	0.78	N80E	30S	
BF route	YK010*	BF0	0.63	0.63	N45W	38S	
	---	BF2	thin out				
BG route	YK011	BF4	0.60	0.60	N60W	28S	thin out at BF6-BF7
	YK013*	BG5	1.20	0.95	N50E	37S	
	---	BG1	0.20		N50E	30S	
BL route	YK014*	BG24	0.60	0.60	N45E	30S	
	YK034	BL90	0.50	0.50	N35W	60W	
	---	BL78	0.25	0.25	NS	75W	
	---	BL69	0.30	0.30	N15E	85E	
	---	BL69	0.50	0.50	N15E	85E	
	---	BL51-BL52	0.40	0.40	NS	90	
	---	BL50	0.15	0.15			
	---	BL47	0.60	0.60	N10E	75E	
BQ route	YK033	BL7	0.53	0.38	N55W	42S	
	NK021	BQ80	0.47	0.22	N36W	34SW	
	NK020	BQ73-1	0.20	0.10	N30W	28SW	thin out at around BQ78
	NK017	BQ63	0.47	0.42	N20W	35SW	0.13/0.63, 0.15/0.55
		BQ62-BQ63	0.63	0.13	N20W	35SW	
	---	BQ62	0.55	0.15	N30W	32W	
	NK018*	BQ57	0.42	0.37	N34W	37SW	
	NK016	BQ54-BQ55	0.55	0.30	N30W	40SW	
	ditto	BQ54-BQ55	0.45	0.20	N30W	30W	
	NK019	BQ63-13-14	0.55	0.40	N16W	20SW	
	NK015	BQ13	0.45	0.35	EW	27S	
	---	BQ9	0.10	0.10	N80W	28S	
	---	BQ3	0.60	0.40	N80W	36S	
	---	BQ2-BQ3	0.30	0.30	N80W	36S	
	NK014	BQ1	0.50	0.45	EW	50S	
---	BQ38-4	0.35	0.35	N60W	30N		
---	BQ38-4-5	0.25	0.25	N60W	24N		



Mapping Route	O/C No.	Mapping No.	Seam Thick.(m)	Coal Thick.(m)	Strike	Dip	
BZ route	NK010*	BZ183	2.58	1.49	N85E	8S	
	NK009*	BZ168	0.48	0.48	N85E	6S	
	---	BZ166-2	0.50	0.50	N75E	14S	
	---	BZ166-3	0.40	0.40	N56E	5S	
	---	BZ136-2	1.00	1.00			Faulted
	NK008*	BZ94-3	1.15	1.00			
NK007*	BZ94-2	0.70	0.60				
CA route	---	CA53-54	0.15	---	N70W	20SW	CSH
CB route	---	CB2	0.35	0.15	N18E	16SE	
	---	CB15	0.70	---	N33W	21NE	CSH - SHC
CC route	KK003	CC30	0.90	0.40	N85E	10S	
	KK005	CC33	0.50	0.37	N58W	15SW	
	---	CC43	0.30	---	N33W	24SW	SHC
	KK006	CC52-1	0.32	0.17	N78W	20SW	
	KK007	CC61	0.86	0.34	N42E	16SE	
	KK008	CC64	1.26	0.44	N26E	19SE	
	---	CC65	0.78	---	N56E	25SE	
KK009	CC74	1.35	0.82	N18E	15SE		
CR route	KK011	CR15	1.64+	1.58+	N61E	11SE	Queen Seam
CW route	YK201	CW108	0.25	0.25	N15W	10W	
	---	CW138	0.50	---			CSH
CU-CS route	---	CU71	0.14	---			COAL-CSH
	YK202	CU73	0.19	0.15	N70W	12S	
	YK203	CU77	0.30	0.10	N20W	20W	
	---	CU79	0.12	0.07	N30W	12W	
	---	CU81	0.17	0.10	N55W	12W	
	YK204	CU82	0.41	0.23	N50W	10S	
	---	CU83	0.07	0.07	N35W	8W	
	---	CU86	0.05	0.05	N50W	15W	
	---	CU88	0.10	0.10	N40W	10W	
	---	CU90	0.07	0.07	N50W	15W	
	---	CU95	0.06	---	N55W	12S	CSH
	---	CU96	0.05	0.05			
	---	CU98	0.05	0.05	N65W	8S	
	---	CU103	0.05	0.05	N35W	15W	
	YK207	CU105	0.07	0.19	NS	8W	
	---	CU107	0.13	0.13	NS	8W	
	YK208	CS06	0.27	0.27	EW	20S	
YK209	CS54-55	0.52	0.17	N40E	50S		
YK210	CS55	0.65	0.20	N65E	50S		
YK211	CS55-56	0.53	0.36	N80E	55S		
CT route	YK205	CT27	1.38	1.03	N40W	30SW	
	YK206	CT28-1	0.68	0.45	N40W	30SW	
	---	CT29	0.30	---	N50W	50SW	CSH

### 2.3.2. マリバウ地域

石炭帯は走向方向に12kmの広がりを持つ。その層厚は西部に於いて800m、中央および東部に於いて1,150mである。

炭層の枚数および賦存する層位は各々の区域に於いて様々である。西部に於いては石炭帯の下部に4層の炭層が存在するのみであるが、中央部および東部に於いてはそれぞれ異なる層位に10層の炭層が賦存している。即ち、中央部に於いては石炭帯の中部から下部に、東部に於いては中部から上部に炭層が賦存している。

炭層の厚さは一般に薄い。1m以上の厚さを持つ露頭は数ヶ所のみで認められる。地域南東部の石炭露頭(HK012)は最大層厚1.50mであったが、多数の頁岩の挟みを介在している。

当地域の地質構造は比較的単純である。炭層は一般に東西の走向を持ってひろがり、東部に於いて次第に北西-南東方向に、西部に於いて次第に東北東-西南西にその走向を変えている。また炭層は25~50度、平均35度南方に傾斜している。野外調査においては、地質構造の顕著な乱れは認められない。

### 2.3.3. 南西マリバウ地域

石炭帯は層厚330mで、4.5kmの走向方向の広がりを示し、北西および南東側にそれぞれ1km延長する可能性を持つ。炭層は西部に於いて6層準に、東部に於いて10層位に賦存している。

炭層の層厚はマリバウ地域よりかなり厚い。確認した炭層露頭の半分以上はその層厚が1mを超えている。確認した最大炭層厚は地域西端部の4.86mであるが、この炭層は東方に薄くなっている。

炭層は一般に北西-南東の走向を示し、西端部に於いて僅かに西にその向きを変えて

いる。また炭層は一般に南方に急傾斜を示すが、東部に於いてはほぼ垂直または逆に北方に傾斜するところもある。地域中央部に於いて、石炭帯の南に隣接して石炭帯に平行な向斜構造の形を示すところがある。この向斜軸の南側に於いては炭層の賦存が非常に少ないことから、この構造が向斜構造か、或いは北側の急傾斜の炭層は逆倒構造を示しているのか、フェーズ1調査の未解決点として残された。

#### 2.3.4. シリムボボン地域

当地域に賦存する炭層の内、採掘可能な層厚を持つ炭層はクイーン層のみである。クイーン層は以前採掘された経緯がある。1932年まで27年間操業され合計約150万トンの石炭を産出した。1900年代の始めには9本のボーリング調査がクイーン層に対して実施され、また1950年頃 P. Colleneteによって同地域の地質調査が実施されている。以下に上記調査レポートおよび今回のマッピング調査結果に基づいて本地域の地質状況をまとめて述べる。

クイーン層の露頭は北から南東に7kmに亘って追跡されている。炭層は北部に於いては1.6m以上の層厚を持つが、南東方にいくに従って薄化、貧化している。西部に於いては露頭が無く、炭層は確認されていない。しかし、南西部に於いて東部と同様に薄化した延長とも思える3カ所の石炭露頭が確認されている。当地域の地質構造は南東方に沈む軸を持つ緩やかな向斜構造となっている。炭層は向斜軸方向に10~25度傾斜している。クイーン層の上位に分布する砂岩層の変位から1本の断層が推定される。クイーン層に対して実施されたボーリングの内2本については、予想深度を超えても炭層を確認していない。クイーン層が確認されない理由が断層の介在によるためか、或いは炭層の貧化によるためか不明である。

#### 2.3.5. 他の地域

以上述べた地域の他に約20ルートにおいて地質マッピングを行い、多数の石炭露頭を確認した。しかし、これらの大部分は薄層であり、また限られた広がりで見つかる。以下にこれらのルートの炭層状況について述べる。

### (1) セスイ西地域

当地域はセスイ向斜の西翼にあたり、調査対象地域の西端に近い位置にある。数ルート进行调查し、600～800mの層厚の石炭帯が約 8kmに亘って南北方向に広がっている。炭層の大部分は非常に薄いか、炭質頁岩に貧化している。石炭帯の最下部に近い位置に1mの層厚を持つ2カ所の露頭を確認したが、1ルートの他では確認できず、北方に薄化していると思われる。

比較的厚い炭層を地域南端部の2本のルートに於いて確認した。しかし、これらは層厚が非常に変化している。また炭層の走向方向が異なることから、北部の石炭帯には連続しないと考えられる。当地域の石炭帯はセスイ向斜の東翼にその延長が期待された。しかし、既存のレポートによれば、期待される区域には数枚の薄炭層および炭質頁岩が賦存しているのみである。従って、向斜の東翼部には厚い炭層の賦存の可能性は低いと判断される。

当地域の石炭露頭の位置および炭層柱状図を図 2-4-2、図 2-4-3 および図 2-8-1にそれぞれ示す。

### (2) グノンルイス地域

いくつかのルートに於いて多数の石炭露頭を確認した。これらの位置および炭層柱状図を、図 2-4-1、図 2-4-4 および図 2-8-2 に示す。

ルートBZにおいて4カ所の露頭で3炭層を確認した。最大層厚は2.58mあるが、多数の頁岩の挟みを介在している。ルートBGおよびBFにおいては、各々1炭層を確認したが、これらの炭層は層厚が変化し易く、ルートBFの炭層柱状図に示すように、レンズ状の産状を示している。

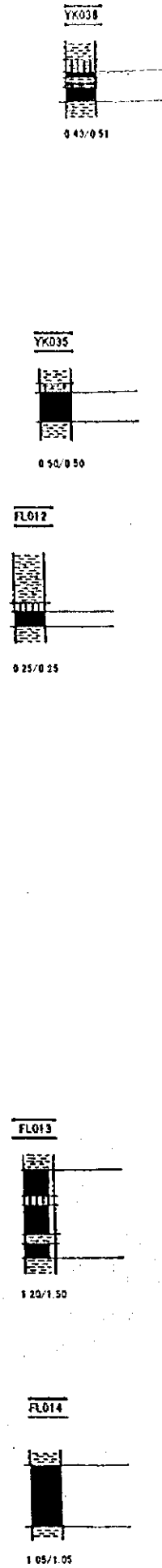
ルートCSでは多数の石炭露頭を確認したが、全て非常に薄いか炭質頁岩に貧化している。ルートBLおよびBQにおいて確認した石炭露頭は一定した厚さを示すが0.5mと薄い。両ルートにおける地質構造は複雑である。



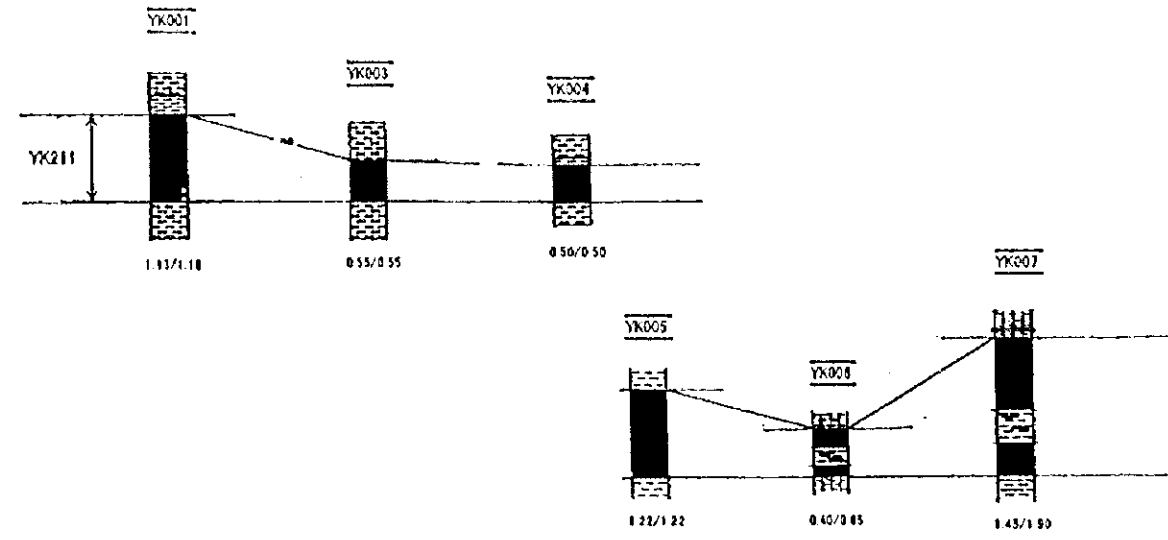
Route BB



Route BA-BC



Route BD



LEGEND

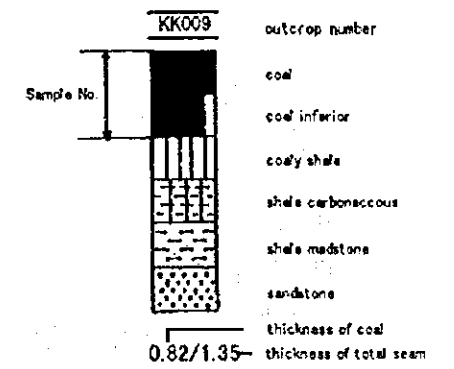


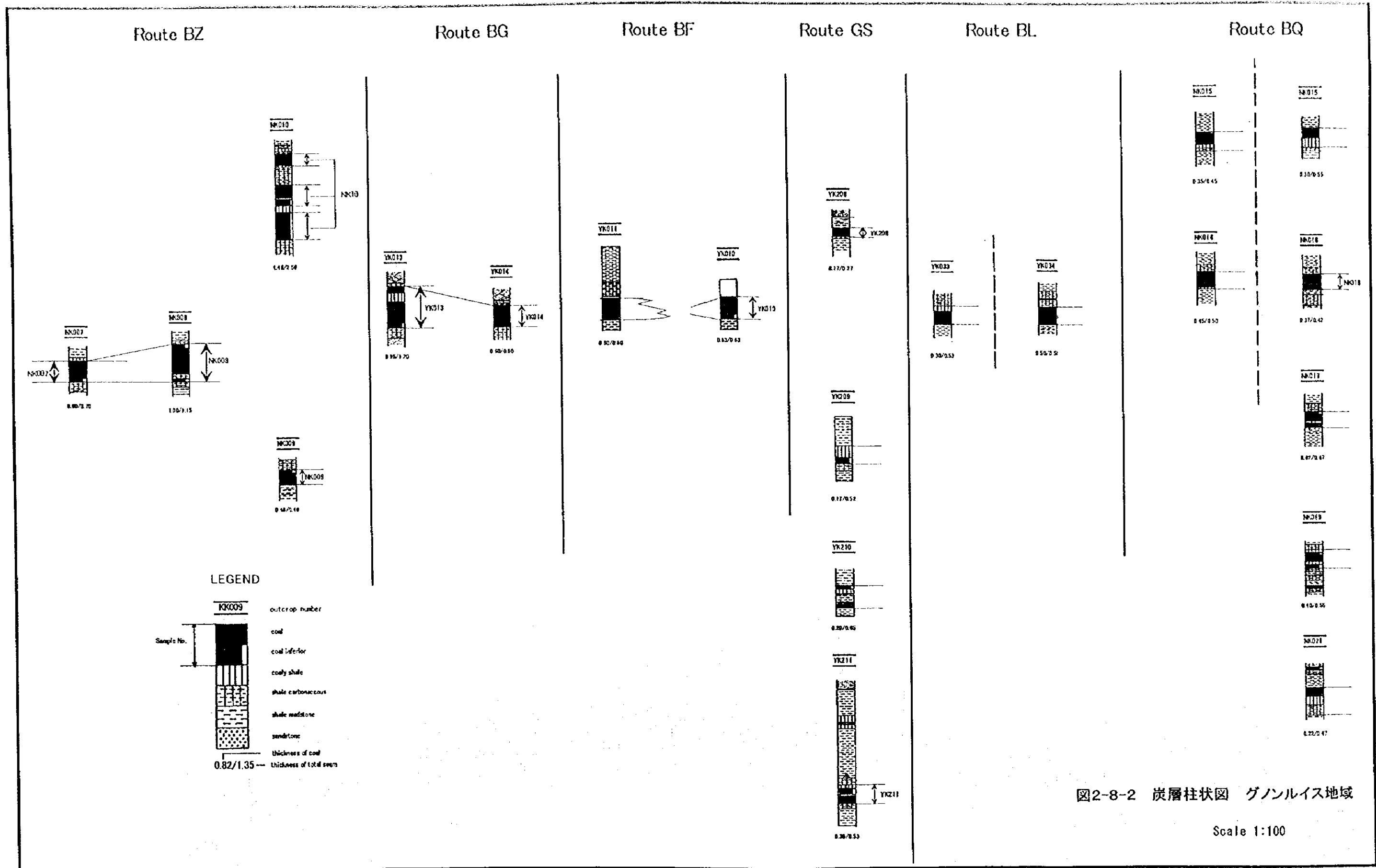
図2-8-1 炭層柱状図 セスイ西地域

Scale 1:100





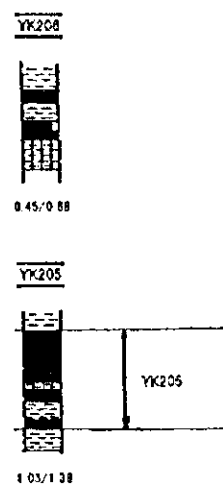




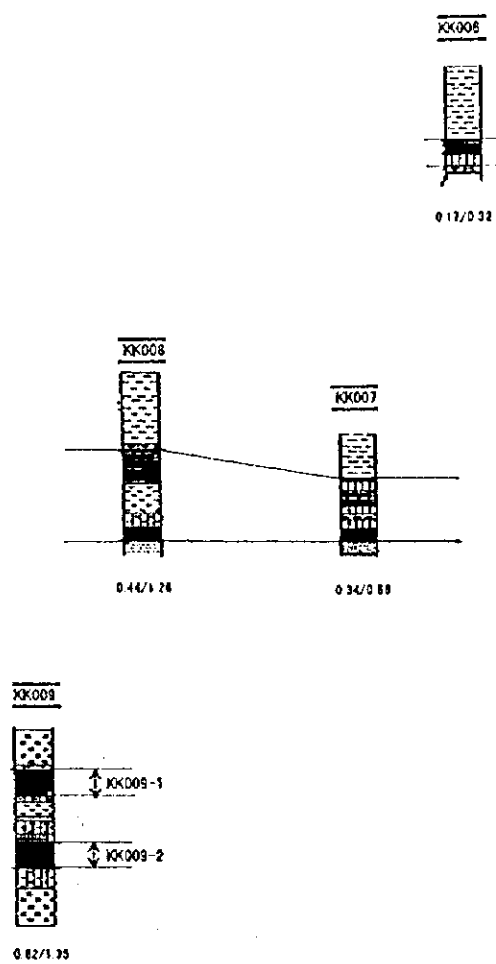




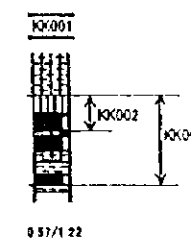
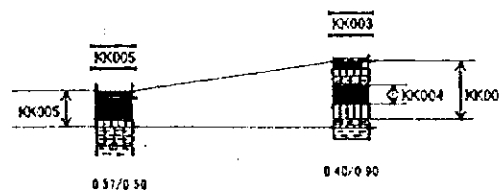
Route CT



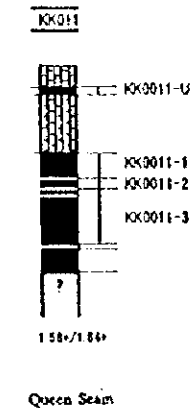
Route CC



Route CB



Route CR



LEGEND

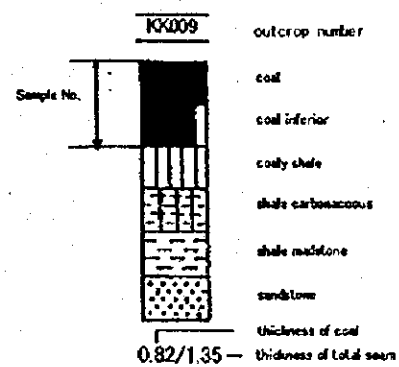


図2-8-3 炭層柱状図 セルドン地域

Scale 1:100







### (3) セルドン地域

いくつかのルート进行调查した。石炭露頭の位置およびその炭層柱状図を図 2-4-1、図 2-4-5 および 図 2-8-3 に示す。当地域で確認した石炭露頭は、前項 2.3.4. で述べたクイーン層を除き、全て多数の挟みを介在する薄層である。

## 2.4. 石炭資源量

### 2.4.1. マリバウおよび南西マリバウ地域

フェーズ 1 調査の結果に基づいて、マリバウおよび南西マリバウ地域の地質的炭資源量の算出を試みた。算出は基本的には、「United Nations International Framework Classification for Reserves/Resources」を若干変更し定められた GSD の「Reserve/Resource Classification System」に沿って行った。GSD の計算基準のうち、石炭資源に関する部分の抜粋を Appendix 1 に示す。

今回の石炭資源量の算出に適用した基準は次の通りである。

#### (a) 資源量の分類

本調査の段階は GSD 基準の「prospecting」に該当し、計算された資源量は「Inferred Resources (333)」（予想資源量）に分類される。

#### (b) 資源量計算諸元

今回資源量計算に適用した諸元は次の通りである。

最小炭層丈：0.6m

計算深度：地表から500mまで

石炭比重：1.3

#### (c) 計算方法

資源量算出の為、マリバウ地域は4ブロックに、南西マリバウ地域は3ブロックに分



けた。各ブロック毎に確認された石炭露頭の層厚から各々の炭層の平均値をとり、全炭層の炭丈の合計を計算に使用した。

各々のブロックの資源量は、次式により計算した。

$$\text{資源量 (t)} = \text{ブロック延長 (m)} \times \text{深度 (500m)} \times \text{炭丈合計 (m)} \times \text{比重 (1.3)}$$

マリバウおよび南西マリバウ地域の資源量計算の詳細を図 2-9-1と図 2-9-2 に、計算結果を表 2-4 に示す。マリバウ地域については、2,500万トンの資源量が推定され、その大部分は層厚1m以下の炭層からなる。南西マリバウ地域は、2,600万トンが推定され、その主要部分は層厚1m以上の炭層からなっている。

#### 2.4.2. シリムボボン地域

シリムボボン地域の資源量については、かつて、P. Colletette が地質調査を実施したときに計算されており(1954)、その後、新しいデータが得られていないことから、今回改めて計算をしていない。

P. Colletette の算出した結果は次の通りである。

表 2-5 クイーン層の炭量(P. Colletette, 1954)

	残存炭量	採掘可能炭量
確定炭量	4,851,000	2,739,000
推定炭量	1,486,000	1,472,000
予想炭量	7,745,000	6,403,000
合計	14,092,000	10,614,000

注：(i) 単位はロングトン (1ロングトン=1.016メトリックトン)

(ii) 炭層厚3フィート未満は計算範囲から除外

(iii) 残存炭量とは、全域の炭量から採掘された炭量および採掘に伴い放棄された炭量を減じたものである。

(iv) 採掘可能炭量とは、残存炭量から、既採掘跡および地表露頭から保安炭柱の炭量を減じたものである。



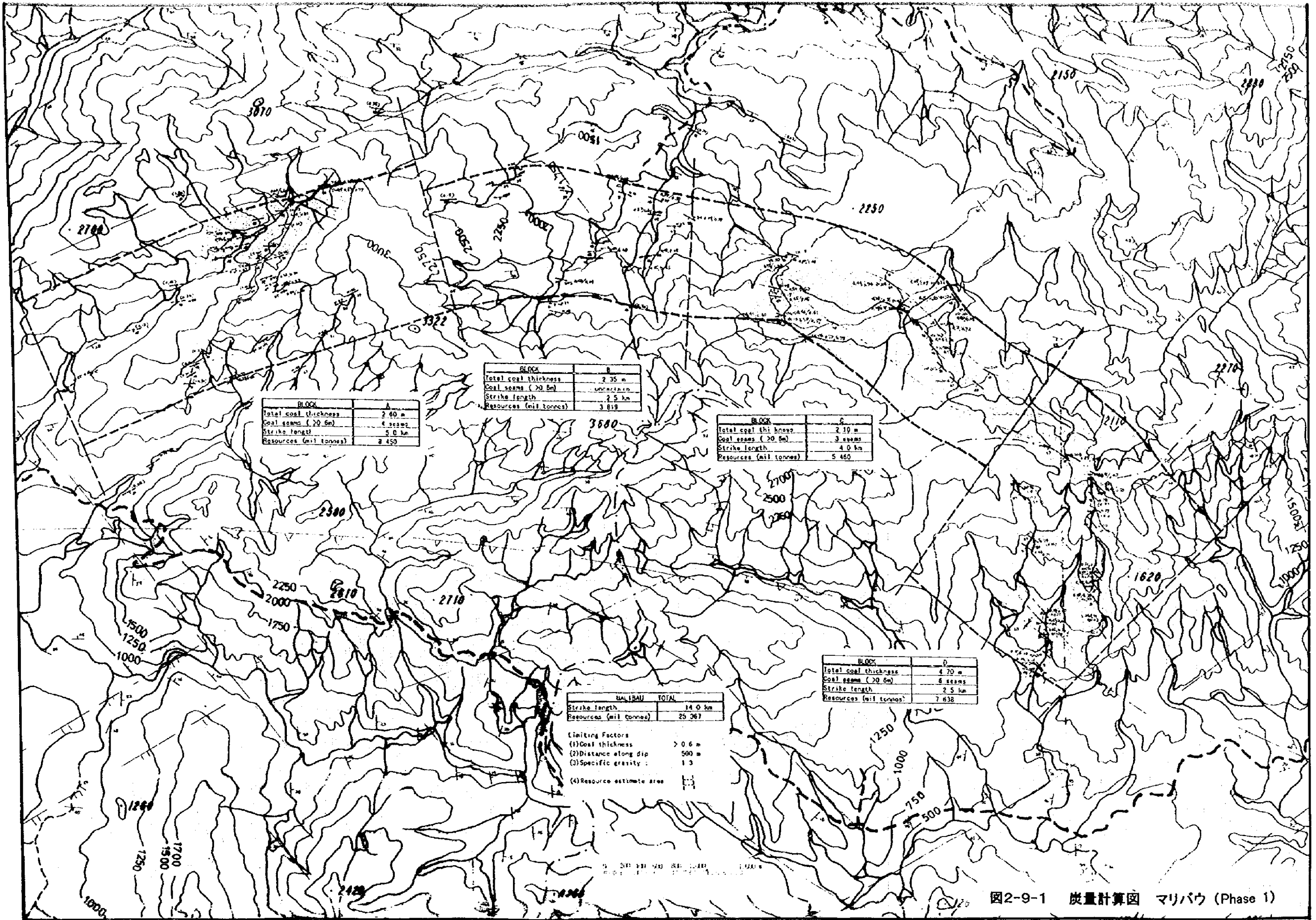
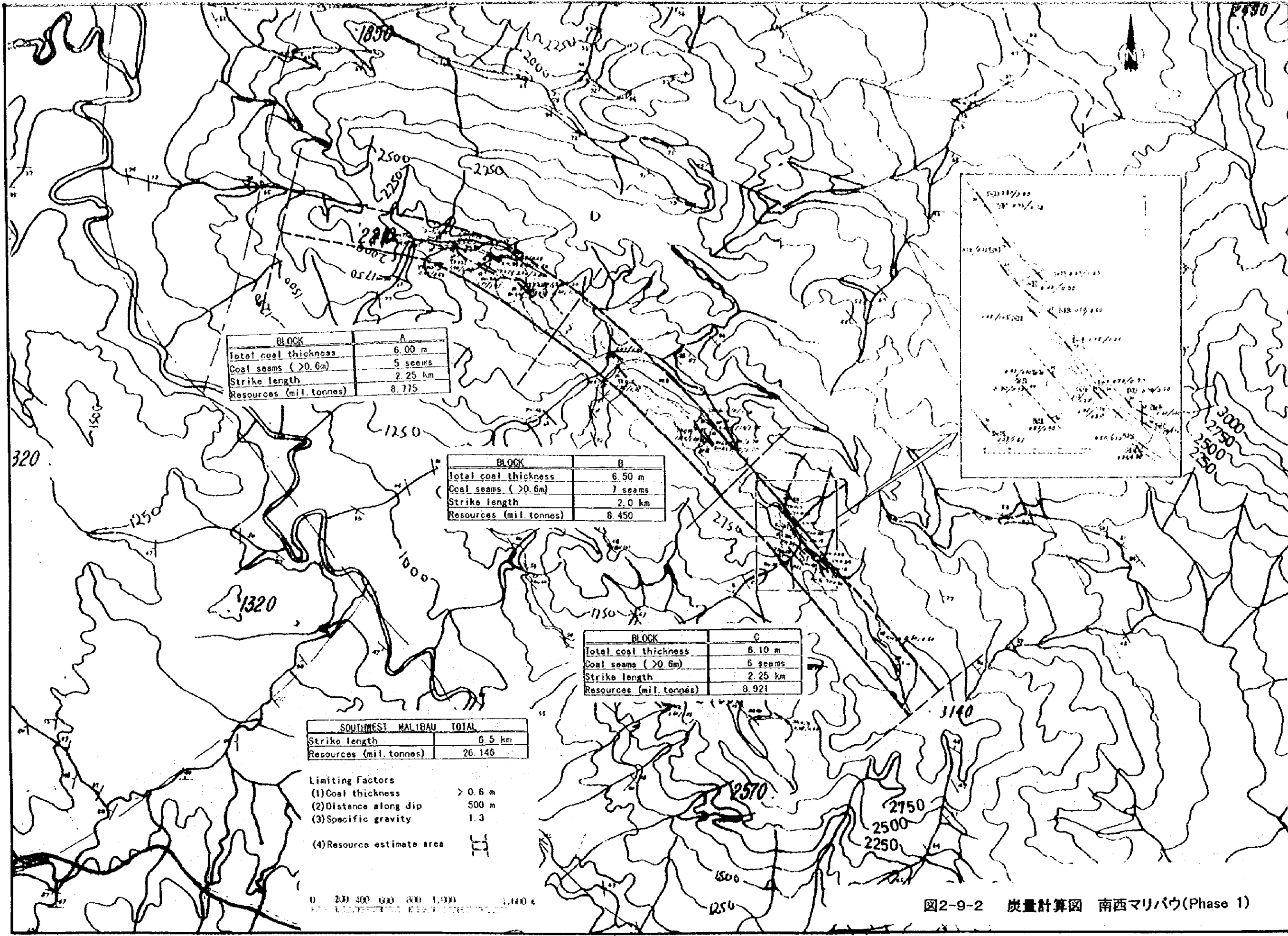


図2-9-1 炭量計算図 マリバウ (Phase 1)







BLOCK	A
Total coal thickness	6.00 m
Coal seams (>0.6m)	5 seams
Strike length	2.25 km
Resources (mil. tonnes)	8.775

BLOCK	B
Total coal thickness	6.50 m
Coal seams (>0.6m)	7 seams
Strike length	2.0 km
Resources (mil. tonnes)	8.450

BLOCK	C
Total coal thickness	6.10 m
Coal seams (>0.6m)	6 seams
Strike length	2.25 km
Resources (mil. tonnes)	8.921

SOUTHWEST MALIBAU TOTAL	
Strike length	6.5 km
Resources (mil. tonnes)	26.146

- Limiting Factors
- (1) Coal thickness > 0.6 m
  - (2) Distance along dip 500 m
  - (3) Specific gravity 1.3
  - (4) Resource estimate area III

0 200 400 600 800 1,000 1,400 m

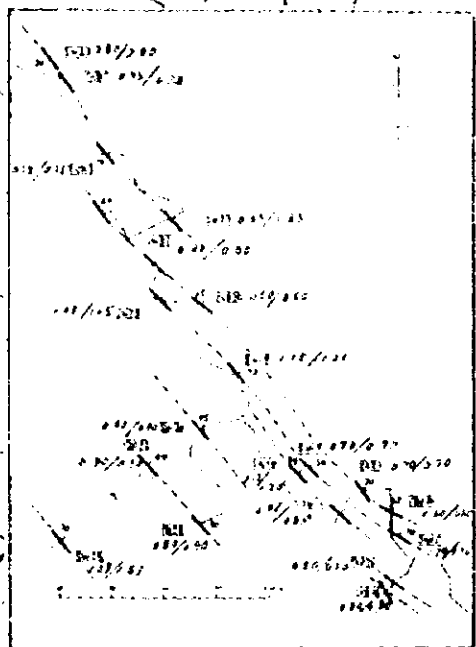


図2-9-2 炭量計算図 南西マリバウ(Phase 1)









表 2-4 石炭資源量(フェーズ 1)

(MALIBAU AREA)

BLOCK	A	B	C	D	TOTAL
Total coal thickness	2.60 m	* 2.35 m	2.10 m	4.70 m	
Coal seams (>0.6m)	4 seams	uncertain	3 seams	6 seams	
	MW-1 0.60 m			MC-1 0.60 m	
	MW-2 0.70 m			MC-2 0.90 m	
	MW-3 0.70 m		MC-4 0.60 m	MC-3 1.20 m	
	MW-4 0.60 m		MC-6 0.60 m	MC-4 0.60 m	
			MC-7 0.90 m	MC-5 0.60 m	
Strike length	5.0 km	2.5 km	4.0 km	0.80 m	
Dip length	500 m	500 m	500 m	2.5 km	
Specific gravity	1.3	1.3	1.3	500 m	
Resources (mil.tonnes)	8,450	3,819	5,460	7,638	25,367

\* : Mean thickness of A and C

(SOUTHWEST MALIBAU AREA)

BLOCK	A	B	C	TOTAL
Total coal thickness	6.00 m	6.50 m	6.10 m	
Coal seams (>0.6m)	5 seams	7 seams	6 seams	
	SW-1 1.40 m	SW-1 1.00 m	SW-1 1.60 m	
	SW-2 2.30 m	SW-2 1.00 m	SW-2 0.80 m	
	SW-3 0.60 m	SW-3 1.10 m	SW-4 1.10 m	
	SW-4 0.60 m	SW-4 0.70 m	SW-5 1.10 m	
	SW-5 1.10 m	SW-5 1.10 m	SW-6 0.60 m	
	2.25 km	2.0 km	2.25 km	
Strike length	500 m	500 m	500 m	
Dip length	1.3	1.3	1.3	
Specific gravity	8,775	8,450	8,921	26,146
Resources (mil.tonnes)				

## 2.5. 炭質

露頭より採取した45個の石炭サンプルをGSDサラワク支所の分析所において分析した。実施した分析項目は、工業分析、発熱量、全硫黄、元素分析(C, H, N)および膨張指数(FSI)である。分析結果を表2-6に示す。各分析項目についての評価は次の通りである。

(a) 気乾ベースの水分含有量は0.6~6.3%である。2.5%以上の値を示すサンプルは風化の影響があると思われる。

(b) 原炭灰分含有量は2.9~48.2%と幅広い値を示す。灰分50%以上のものは石炭と見なされない。マリバウ地域のいくつかのサンプルに見られる高灰分値は、多くの挟みが介在するためである。挟みの殆どない大部分の炭層は灰分5~15%程度と思われる。

(c) 揮発分は、気乾ベースで21.3~48.8%、無水無灰ベースで40.7~52.6%の値を示す。燃料比(固定炭素/揮発分)はほとんどが0.9~1.3であり、これは一般炭(燃料用炭)としての適性を示している。

(d) 発熱量は灰分含有量と反比例の関係にある。灰分含有量にばらつきがあるので、発熱量もばらつきがあるが、風化の影響のない石炭については、10%灰分の石炭は発熱量7,100kcal/kg、15%灰分の石炭は6,650kcal/kg程度になると推定される。

(e) 本調査地域の硫黄分は一般に高い傾向にあるが、場所によりその値は変化している。2%以上の高硫黄分の石炭はグノンルイス、セルドン、シリムボボン、およびマリバウ東部の地域を含む調査対象地域の南東部に見られる。一方、南西マリバウおよびマリバウ地域の主要部を含む北西部においては、1.5%からそれ以下の低い値を示している。

(f) 無水無灰ベースの窒素含有量は全て2%より低い値を示し、大部分は1.5%より低い値となる。これは一般炭としての適性を示す値である。

表 2-6

石炭分析表 (Phase 1)

Analysis by GSD, SARAWAK

Area	Sample No.	Seam No. #	Total Moisture % a.r.	Proximate Analysis (a.d.)			G.C.V. (a.d.) kcal/kg	T. Sulfur (a.d.) %	Ultimate Analysis (d.a.f.)				Fuel Ratio	Coal Rank (ASTM)		
				Moisture %	Ash %	V. M. %			F. C. %	C %	H %	N %			FSI	
Malibau	HK012		14.0	3.9	44.5	24.0	27.6	0.85	73.6	5.39	0.85	0	1.15	hVCb		
	HK013		9.4	2.0	32.0	30.4	35.6	1	77.9	5.67	1.08	1	1.17	hVAb		
	HK014	ME	6.4	0.6	31.3	34.9	33.2	5.442	3.12	79.3	6.15	1.26	1.5	0.95	hVAb	
	HK015		11.9	2.5	48.2	24.3	25.0	3.759	0.70	79.1	6.25	1.95	0	1.03	hVAb	
	HK017		5.8	1.3	41.0	28.4	29.3	4.543	0.19	78.9	6.26	1.02	1	1.03	hVAb	
	HK018		6.6	1.7	17.8	38.2	42.3	6.546	2.53	82.5	5.99	1.17	2	1.11	hVAb	
	HK021		7.8	1.8	15.5	39.3	43.4	6.699	2.56	81.4	5.78	1.27	1.5	1.10	hVAb	
	HK022		10.4	2.2	27.6	33.6	36.6	5.542	1.46	78.8	5.63	1.33	1	1.09	hVAb	
	HK025	MA	5.1	1.6	10.6	40.5	47.3	7.151	0.40	82.9	5.38	1.90	2	1.17	hVAb	
	HK026	MA	5.2	2.0	10.9	39.8	47.3	7.041	0.33	82.9	5.97	1.70	1.5	1.19	hVAb	
SW Malibau	YK115	MD	8.0	2.6	12.9	39.6	44.9	6.668	0.90	79.6	5.81	1.40	1	1.13	hVAb	
	YK120	MB	5.4	1.8	19.3	38.6	40.3	6.388	1.66	81.7	6.11	1.34	2	1.04	hVAb	
	YK027	SE2	6.7	3.2	4.8	44.4	47.6	7.246	0.45	81.1	5.79	1.48	1	1.07	hVAb	
	YK031	SE2	12.7	4.8	9.4	38.4	47.4	6.302	1.27	77.5	5.35	1.24	0	1.23	hVAb	
	SW036	SE1	8.5	2.9	2.9	45.1	49.1	7.397	0.65	81.2	5.90	1.44	1	1.09	hVAb	
	Rt. BR		12.4	4.9	24.6	31.7	38.8	4.928	1.11	75.5	5.11	1.93	0	1.22	hVAb	
	Route BZ	NK007		30.5	6.3	9.1	37.3	47.3	5.961	3.53	74.8	5.01	1.56	0	1.27	hVAb
		NK008		12.6	3.2	5.7	42.7	48.4	7.120	3.83	79.1	5.65	1.66	1	1.13	hVAb
		NK009		15.6	3.4	14.4	37.9	44.3	6.145	4.35	76.8	5.28	1.34	0.5	1.17	hVAb
		NK010		7.2	2.1	19.7	38.9	39.3	6.159	5.14	78.3	5.55	1.25	1	1.01	hVAb
Route BQ			4.7	1.3	14.2	35.3	49.2	6.694	1.39	80.2	5.61	1.50	2	1.39	hVAb	
Route BR			4.0	2.3	5.1	45.3	47.3	7.365	0.49	81.3	6.04	1.24	1	1.04	hVAb	
Route BF			2.9	1.3	3.3	42.8	52.4	7.883	1.28	84.6	6.21	1.52	1.5	1.22	hVAb	
Route BG			4.4	1.8	12.1	42.7	43.4	6.780	3.79	78.6	5.75	1.37	1	1.02	hVAb	
Route BH			4.2	1.8	5.4	48.8	44.0	7.497	3.51	81.0	6.25	1.39	1	0.90	hVAb	
Route CB			3.7	1.5	9.6	47.5	41.4	7.282	4.65	81.5	6.51	1.55	2	0.90	hVAb	
Route CC	KK001		15.3	1.7	37.6	30.6	30.1	4.500	4.52	78.6	5.85	0.78	0.5	0.98	hVAb	
	KK002		9.6	1.5	36.5	30.0	32.0	4.643	5.16	77.7	5.88	0.78	1	1.07	hVAb	
	KK003		15.6	1.8	38.3	29.9	30.0	4.551	2.46	77.0	5.61	1.13	1	1.00	hVAb	
	KK004		9.6	1.4	7.7	42.9	48.0	7.423	3.31	81.8	5.94	1.59	2	1.12	hVAb	
	KK005		8.4	1.4	30.8	33.3	34.5	5.338	2.14	80.1	6.15	1.19	1	1.04	hVAb	
	KK009-1		11.9	1.8	18.3	38.9	41.0	6.508	2.09	81.7	6.02	1.73	1.5	1.05	hVAb	
	KK009-2		20.7	2.8	14.2	37.1	45.9	6.334	3.72	78.5	5.29	1.74	1	1.24	hVAb	
	KK011-0		8.8	1.6	6.5	43.0	48.9	7.310	3.40	80.3	5.52	0.91	1	1.14	hVAb	
	KK011-1	Queen	7.9	0.9	20.6	40.3	38.2	6.239	2.29	79.4	6.10	0.74	1.5	0.95	hVAb	
	KK011-2	Queen	8.8	1.1	28.3	35.7	34.9	5.398	1.72	78.6	6.06	0.78	1	0.98	hVAb	
Route CS	KK011-3	Queen	6.5	1.1	9.0	46.2	45.7	7.555	2.18	83.2	6.18	1.05	6	0.95	hVAb	
	KK010		5.4	0.6	8.7	48.0	42.7	7.642	4.72	82.7	6.11	0.96	6	0.89	hVAb	
	Route CW		3.6	0.9	66.5	16.6	16.0	2.434	2.64	79.0	5.90	0.15	1	0.96	hVAb	
	KK202		7.4	0.7	15.4	32.3	51.6	7.081	3.67	86.2	5.35	0.96	9	1.60	hVAb	
	KK203		9.3	1.6	53.2	19.7	25.5	3.375	3.52	79.7	5.27	0.13	1	1.29	hVAb	
	KK204		9.8	1.1	46.6	21.3	31.0	4.071	3.90	80.5	5.24	0.28	1	1.46	hVAb	
	KK208		3.8	1.0	16.5	42.8	39.7	6.521	9.14	77.2	5.16	0.95	4	0.93	hVAb	
	KK211		16.5	2.8	21.5	35.1	40.6	5.804	2.53	78.6	5.21	1.64	1	1.16	hVAb	
	KK205		13.6	5.0	18.2	24.9	51.9	5.592	1.35	80.7	3.94	1.23	0	2.08	hVAb	

\* : designated for resource estimate

Analysis according to ASTM Standard

a. r. : as received basis, a. d. : air dried basis, d. a. f. : dry ash-free basis,

V. M. : volatile matter, F. C. : fixed carbon, G. C. V. : gross calorific value, FSI : free swelling index

hVAb : High volatile A bituminous coal

hVAbB : High volatile B bituminous coal

hVCb : High volatile C bituminous coal

(g) るつぼ膨張指数 (FSI) は、0~2の低い値を示す。FSI は非常に風化の影響を受けやすいというものの、本地域の石炭のコークス化性は低いようである。例外的に高い FSI 値 (6~9) を示しているものがあるが、その原因は今のところ不明である。

(h) 本調査地域のほとんどの石炭は、ASTM 基準の高揮発分瀝青炭 A (hvAb) にランクされる。高揮発分瀝青炭 B (hvBb) および高揮発分瀝青炭 C (hvCb) にランクされる石炭は、水分がそれぞれ2.5%以上あるいは4%以上を示しており、風化の影響を受けて発熱量が減少したことを示唆している。

以上まとめると、本調査地域の石炭は低~中灰分、高発熱量、高揮発分、低窒素分、および低~高の幅広い硫黄分の特徴があり、一般に一般炭として十分適合する品位を有しているといえる。高硫黄分および高灰分という不利な品質を持つ石炭も一部に見られるが、これらは主要な地域について炭層を選択することによってかなり改善されると思われる。

## 2.6. フェーズ1 調査の結論

### 2.6.1. 地質的評価

フェーズ1の地表地質調査を通して、多数の石炭露頭を確認した。今回調査で得られた地質データと既存のデータを基に、炭層の地質条件、石炭資源の量と質、および採掘性といった観点から検討・評価を行った。

その結果、マリバウ、南西マリバウおよびシリムボボン地域の3地域が石炭資源開発のポテンシャルを有していると判断するに至った。他の地域においては、確認した炭層は全て、薄層であるかまたはその広がり狭く限定されており、採掘の可能性は低いと判断した。

上記3地域の地質条件は次のような特徴を有している。

### (1) マリバウ地域

他の地域に比べて広大な石炭帯に多数の炭層を胚胎しているが、炭層は一般に薄い。効率的な採掘丈の下限と考えられる 1m を超える炭層は僅かである。炭層は35度程度の傾斜を有し、地質構造は安定していると思われる。フェーズ1 調査時点で、2,500万トンの予想資源量 (Inferred Resources) が推定される。炭質については、東部において、高灰分、高硫黄分の石炭が見られるが、全般的に一般炭に適したものが期待できる。

### (2) 南西マリバウ地域

石炭帯の広がりはいささか小さいが、マリバウ地域に比べて炭層は厚い。9枚の炭層がある内、6炭層は 1m 以上の層厚を有している。最大の層厚は4.86m を示す。炭層は非常に急傾斜で賦存し、ほとんど垂直を示す所もある。2,600万トンの Inferred Resources (予想資源量) が推定される。炭質については、低灰分、高発熱量、低～中硫黄分の高品位の一般炭が期待出来る。

### (3) シリムポボン地域

採掘のポテンシャルを有する唯一の炭層であるクイーン層は、北部において1.8 m の層厚を有し、南方にその層厚を減じている。炭層は緩傾斜で、広く緩やかな向斜構造の中に賦存している。総埋蔵炭量として以前に1,400万トンが計上されている。炭質は比較的高硫黄分であること以外には、一般炭としての適性を示す。

## 2.6.2. 炭鉱開発可能性

前項に述べた3地域における炭鉱開発の可能性について、技術的観点からの予備的な考察結果を次に記す。

(1) 各々の地域はそれぞれ異なった採掘条件を有している。即ち、マリバウ地域は炭層が薄く、中～急傾斜、南西マリバウ地域は炭層が比較的厚く、非常に急傾斜、シリムポボン地域は炭層が適当な厚さで、緩傾斜である。各々の地域の採掘条件に合った採掘方法を検討する必要がある。

(2) 露天採掘方法は、これらの3地域のような地形および地質条件においては、おそらく適用は困難であろう。坑内採掘については、緩傾斜の炭層に対しては、長壁式採掘法または柱房式採掘法が適している。急傾斜の炭層に対しては、例えば欠口充填採炭法が検討されるべきである。この方法は日本において類似した地質条件で経験している方法である。これらの採掘方法は、完全機械化採掘でなく、また高度の専門技術は必要としない。

(3) 石炭資源の規模および地質条件から考えて、開発規模は例えば年産10~20万トン程度と小規模が適切であり、この規模ならば初期投資を極力抑えることが出来る。

(4) 石炭分析結果から、本地域の石炭は、発電、セメント工業、或いはその他の工業等様々な目的の一般炭として利用可能である。

(5) 産出炭をサバ州の外まで供給する場合には、運搬方法については、次のような方法が考えられる。

(トラック)            (バージ)            (バージ・本船)  
炭鉱----->カラバカン----->タワウ----->消費地

(6) 開発・操業は小規模の坑内採掘であるため、周囲の環境に与える影響は小さいと考えられる。

### 3. フェーズ 2 調査





### 3. フェーズ2調査

#### 3.1. 概要

フェーズ1調査の結果を受け、1998年3月開催された評価委員会においてフェーズ2調査を行うことが決定された。フェーズ2調査の内容については上記委員会において、当初の Scope of Work に沿って決定された。計画の基本事項は次の通りである。

##### (1) 調査対象地域と広さ (図 3-1 参照)

(a) マリバウ地域	-78 km <sup>2</sup>
(b) 南西マリバウ地域	-26 km <sup>2</sup>
(c) シリムボボン地域	-30 km <sup>2</sup>

##### (2) 調査の目的と内容

フェーズ2調査の目的は、選定された地域における石炭資源の地質的評価と開発可能性評価にある。調査の内容としては、上記目的のための基礎データを得るために、詳細地表地質調査、予備的採掘計画および初期環境調査を実施する。調査の詳細項目およびスケジュールについては、1.2.2. 調査の範囲の項、および図 1-2 に示すとおりである。

#### 3.2. フィールド調査の概要

##### 3.2.1. 地形図の作成

フェーズ1調査においては、地質マッピング用および地質データをまとめるための基礎図として、等高線間隔 250フィート、1/50,000縮尺の既存の地形図を使用した。フェーズ2調査はフェーズ1調査より高い精度を求められるため、マリバウ地域および南西マリバウ地域について図 3-2 に示すように、新たに1/10,000縮尺の地形図を作成した。地形図は GSD より提供された最新の1/25,000縮尺の航空写真から作成され、10m間隔の等高線で合計約100km<sup>2</sup>の面積をカバーしている。地形図の作成は現地基準

点の設定を含め現地の地図製作会社に委託し、1998年10月末までに次の最終成果品を完成させた。

- a) 基準点測量報告書
- b) 航空三角測量データおよび成果リスト
- c) ステレオプロッター計算記録
- d) 地形図：カラードプリント - 3部、青焼き - 3部、フィルム原紙 - 1部
- e) 地形図ディスクセット (AutoCAD R14 フォーマット)

### 3.2.2. 詳細地表地質調査

マリバウ地域および南西マリバウ地域がフェーズ2調査の対象地域として選定された。フェーズ1調査の結果、各々の地域における石炭帯の分布、炭層の数および層厚についておおよその概要は明らかにされた。しかし、フェーズ1調査は予察的調査であり、個々の炭層の対比については精度の低いものであった。

フェーズ2の地質調査は、評価資源量のランクを一段階上げて Indicated(推定)とし、また予備的採掘計画を策定するに耐えるようデータの精度向上を目指し実施した。

詳細地表地質調査においては、フェーズ1調査で未探査の部分において可能な限り多くの石炭露頭を調査すること、比較的厚い炭層の延長をできるだけ長く追跡することに重点を置き、結果として個々の炭層の対比および連続性が必要な精度で把握できることを目的として実施した。

露頭位置の精度を上げるために、マッピングルート上の主な測点については、地形図作成時に設定した基準点を使用して GPS(Global Positioning System)による測量を実施した。全てのマッピングルートは GPS 測点に結束し、石炭露頭の相対位置を調整した。GPS 測量のデータは、BSRO(Borneo Rectified Skewed Orthomorphic)座標系の数値に変換された。

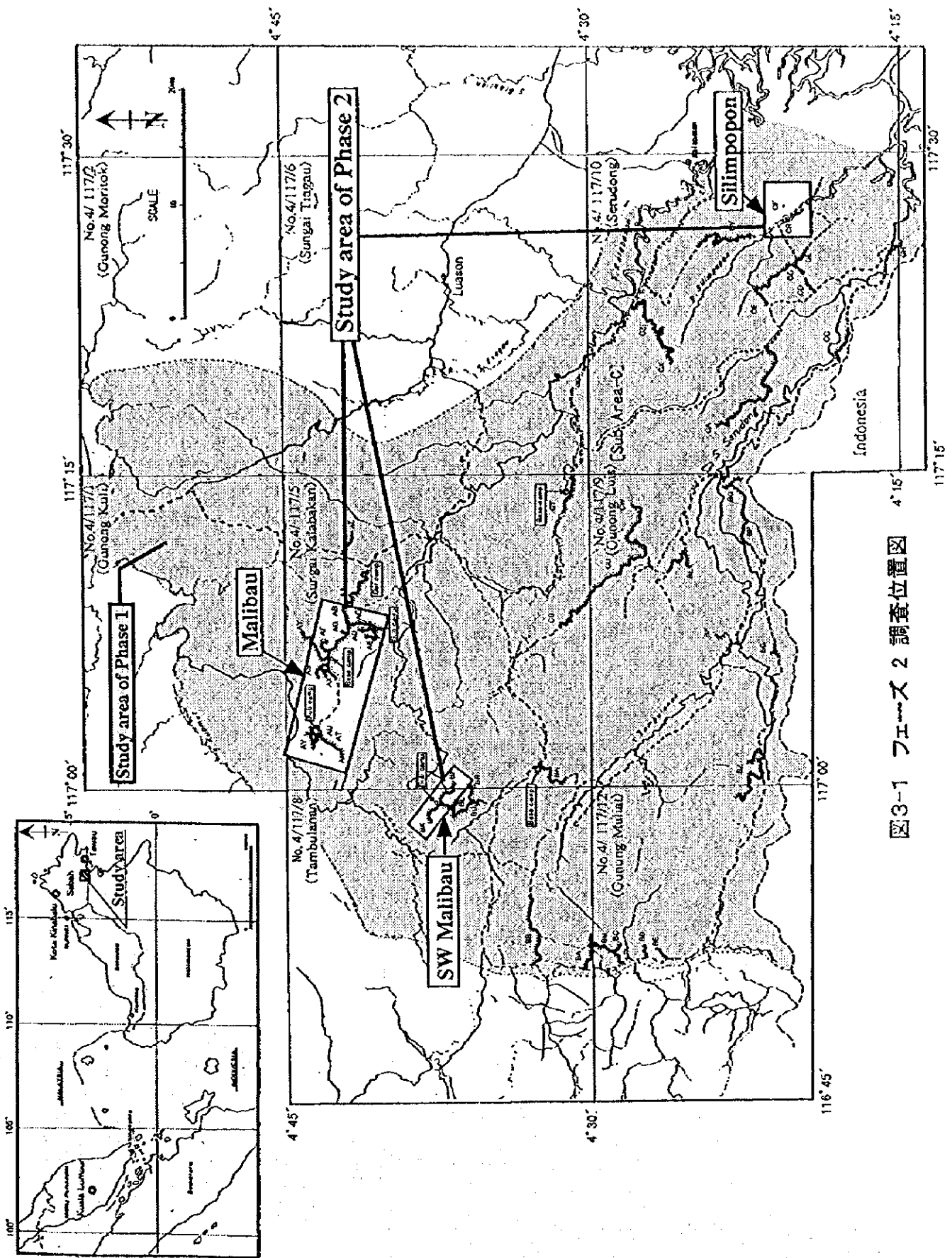


図3-1 フェーズ 2 調査位置図

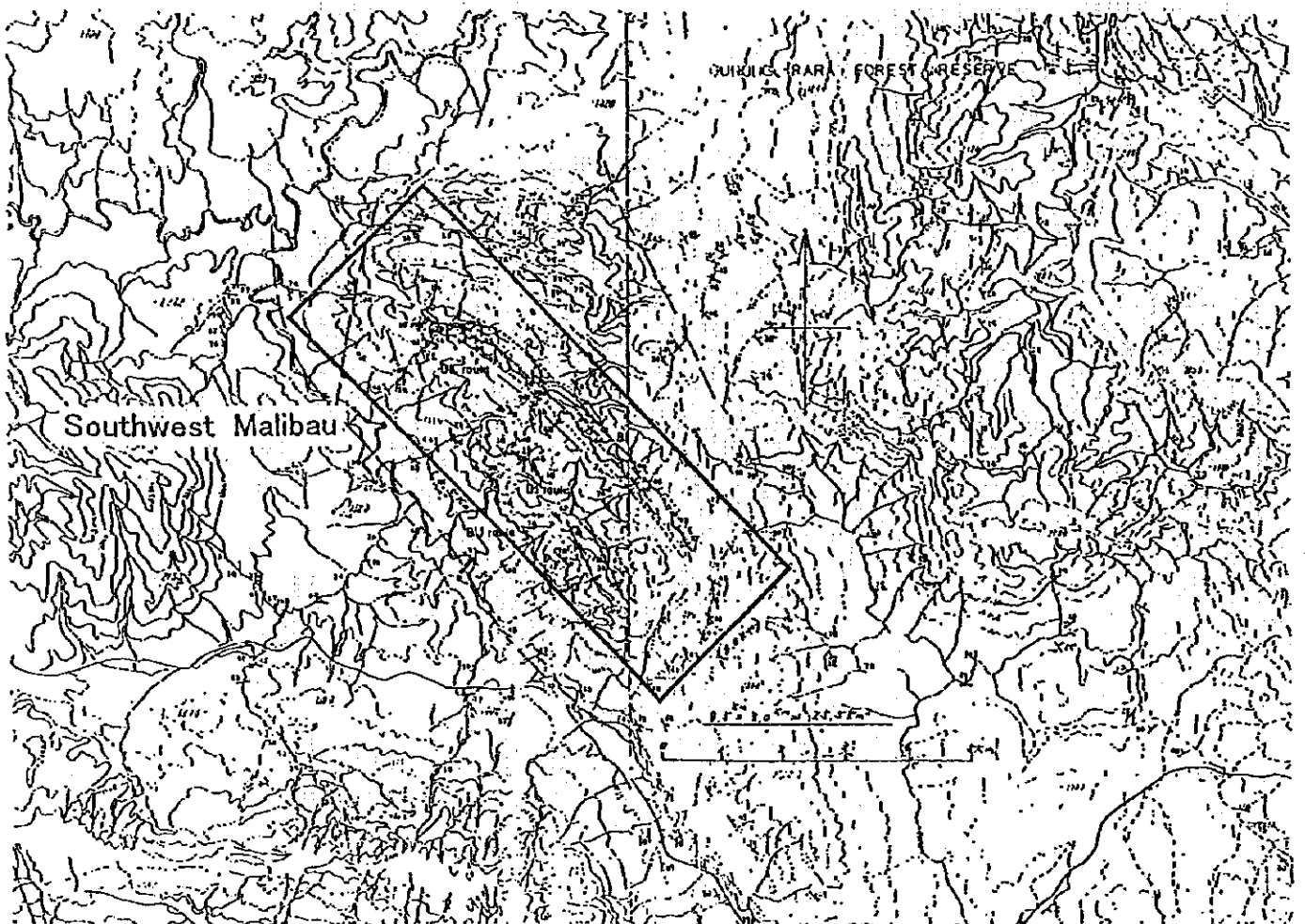
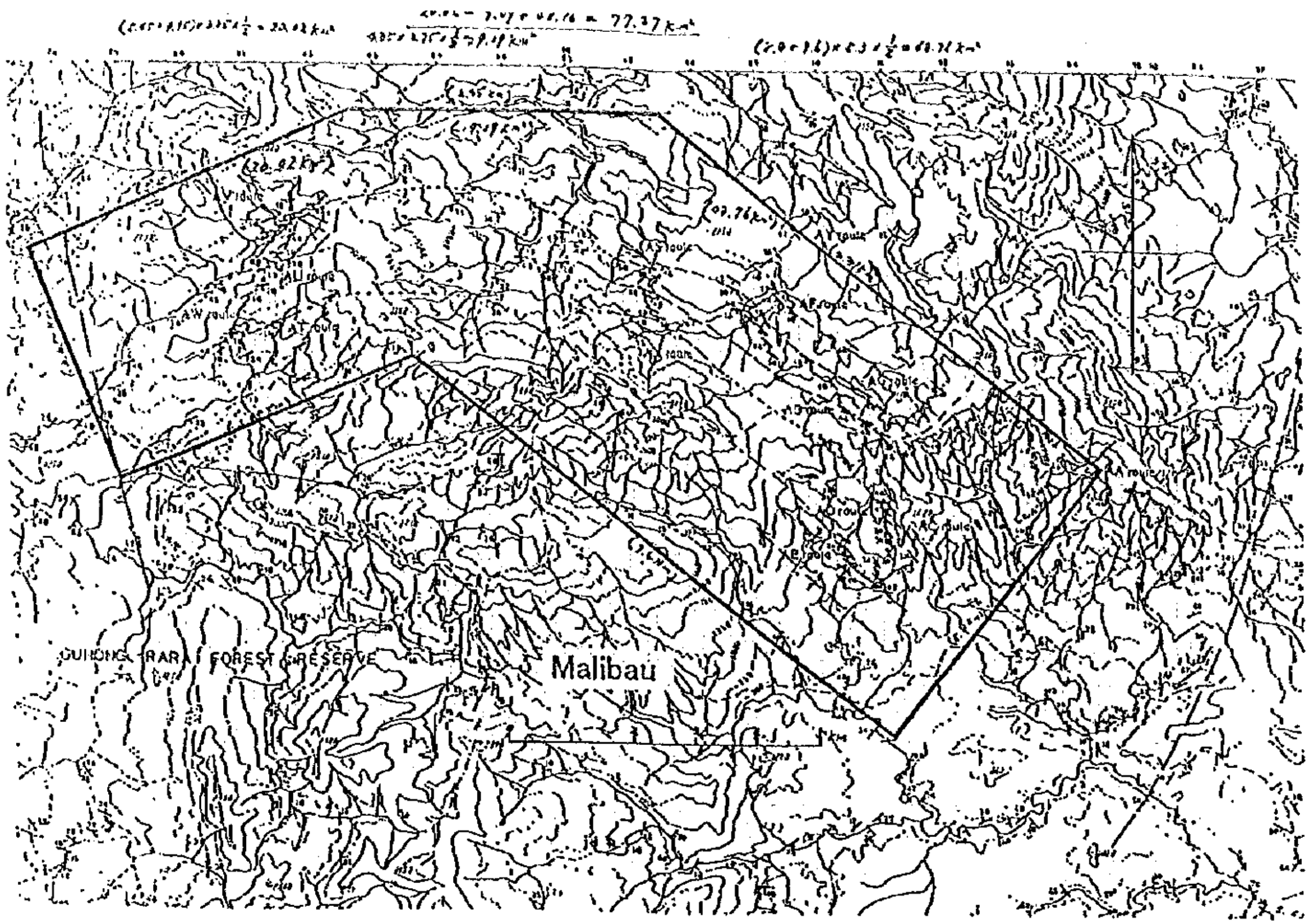


图3-2 地形图作成位置图

各地域のマッピング調査の実績を以下に示す。

#### (1) マリバウ地域

1998年10月29日より12月5日までマッピング調査を実施した。調査のために地域中央部にベースキャンプを、他に南東部、西部、および西端部の3カ所に臨時のキャンプを設けて、ほぼ東西16km、南北3kmをカバーする範囲を調査した。

マッピングルートは59kmに達し、その中で86箇所の石炭露頭を調査した。またベースキャンプ近くの測量点YY01を基準点として、ルート上の6測点においてGPS測量を実施した。マッピングルートの位置と調査した石炭露頭のリストを、図 3-3-1 および表 3-1-1 に、フェーズ1調査の実績と合わせて示す。

#### (2) 南西マリバウ地域

1998年8月7日より9月12日までマッピング調査を実施した。調査のために地域中央部にベースキャンプを、他に東部、および西部の2カ所に臨時のキャンプを設けた。

マッピングルートの距離は合計30kmとなり、97箇所の石炭露頭を調査した。さらに以前調査された16箇所の石炭露頭においてトレンチを掘削し再調査を行った。また、地形図作成時に設定した基準測点TK1を使って、マッピングルート上の13測点においてGPS測量を実施した。マッピングルートの位置と、調査した石炭露頭のリストを、図 3-3-2 および表 3-1-2 に、フェーズ1調査の実績と合わせて示す。

### 3.2.3. 石炭サンプリングと分析

比較的厚い炭層の代表的な露頭から石炭サンプルを採取した。サンプリングにおいては、風化の影響を最小限とするために、出来るだけ深くトレンチを掘って炭層および上下磐を露出させ、炭層部を上から下まで短冊状に採取するチャンネルサンプリングを行った。

フェーズ1調査の炭質評価に基づいて、フェーズ1調査で行った一般的な分析項目に追加して、一般炭としての特性を評価するためのいくつかの分析を、選択した代表サンプルに対して行った。実施した分析項目を次に示す。

(1) 全サンプル：工業分析、発熱量、全硫黄、元素分析、るつぼ膨張指数(FSI)

(2) 代表サンプル：ハードグローブ粉碎性指数(HGI)、灰の溶融温度、  
灰の組成( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ )

各々の地域の分析サンプル数は次の通りである。

	マリバウ	南西マリバウ	シリムボボン	合計
サンプル (1)	15	25	1	41
サンプル (2)	7	7	1	15

サンプル (1) の分析はGSDサラワク支所の石炭分析所にて行い、サンプル (2) の分析は日本にて実施した。代表サンプルについては、均質に二分しそれぞれサラワクおよび日本に送付した。

