

9.3. 鉱山開発による環境への影響と対策

9.3.1. 開発計画の骨子

開発計画を検討したシリムポボン地域および南西マリバウ地域の鉱山開発にともなうて考えられる環境への影響を検討した。

それぞれの炭層の形状からみて、シリムポボン地域および南西マリバウ地域で坑内掘による採掘が検討されている。

産出炭の輸送ルートとしてシリムポボンの場合、山元よりシリムポボン川の下流にある旧炭鉱の積み込み場まで、南西マリバウの場合は、山元からカラバカンまでそれぞれトラックで輸送される。そこで石炭はバージに積み込まれてシリムポボン川およびカラバカン川をそれぞれ Cowee 湾へと輸送される。

9.3.2. 環境への影響

鉱山の開発による自然環境への直接的な影響は、切土、坑道の開削および鉱山施設の建設による森林の伐採や地形の改変、またこれによる土壌の流出がもたらす水質の悪化などが主なものとして考えられる。これまで居住者のいなかった地域に鉱山開発に伴なって居住者が発生する場合には、居住地区周辺の環境に与える影響も考慮する必要がある。

鉱山開発による環境へのおもな影響を鉱山開発地域、運搬道路、居住地区などの地域別にまとめると以下のような項目が考えられる。

(1) 鉱山開発地域：

坑内採掘および選炭設備を始めとする坑外施設による鉱山開発地域および隣接地域の環境への影響

(a) 切土から流出するシルトを含む汚濁水、操業中および操業終了後の切土壁の崩

壊と、これによる土石の河川への流出。

- (b) 開削した坑道からの湧水および選炭機およびズリ堆積場などからのシルト分を含有する汚濁水の流出。
- (c) 坑外施設の建設にともなう剥土によるシルトの流出。
- (d) 発電機およびブルドーザーなどの鉱山機械から発生する騒音。
- (e) 坑内採掘による地表沈下

(2) 運搬道路：

鉱山から幹線道路に至る運搬道路の建設およびバージ積込地までの石炭運搬に伴う道路周辺地域への影響

- (a) 開発された道路を浸食して流出するシルトおよび斜面崩壊による土砂の流出。
- (b) トラックなどの車両による騒音と、炭塵・排気による大気汚染。

(3) 居住地区：

鉱山労働者の居住による周辺環境への影響（もし、居住地区が設置された場合）

- (a) 生活排水などによる汚染
- (b) 木材伐採による森林破壊

9.3.3. 検討結果と対策

(1) シリムポボン地域

すでに述べた通りシリムポボン地域およびその周辺地域では盛んに油椰子のプランテーションが行われており、植栽および収穫用の道路がきめ細かく敷設されている。原生の森林はほとんど残されていない。また、生息する動物種も原生のものはすでにほとんど失われている。したがって、鉱山開発によってこの地域の生態系に新たな悪影響を与える危険性は低いと判断される。

プランテーション用の道路から流出するシルトの影響によってシリムポボン川も黄褐色に濁っている。鉱山の開発によってさらに、地形の改変が進むことによって、一

層シルトの流出が進み、シリムポボン川に流入して、下流域でのシルトの再堆積が現在より加速することが懸念される。シリムポボン地域では坑内堀が計画されているが、坑内からの湧水および選炭機やズリ堆積場からの排出水の管理の方法を十分に検討しさらに、坑外施設建設にともなう地形の改変を出来るだけ少なくして新たなシルトの流出を抑制する方法を検討する必要がある。

運搬道路としては、油椰子の積み出しのための道路が発達しており、これを利用することによって、新たな環境への影響は抑えることが出来ると判断される。当地域は比較的近くにカラバカン等の集落があり、開発区域内に新しく居住地区を設置する可能性は低いと考えられる。

(2) 南西マリバウ 地域

すでに述べた通り、南西マリバウ地域はかつて木材の選択伐採の行われた地域で、現在は二次森林の様相を呈しており、自然の回復が進んでいる地域である。このような状況にあることから、この地域に鉱山が開発された場合には、森林および動物への影響を最小限に押さえる必要がある。鉱山開発地域は山岳地域であり地形が急峻であること、また風化土壌が発達していることから、剥土などにより地形の改変を行い、いったんシルトの流出が始まると、その後の流出を抑止する事が困難となり、斜面崩壊の繰り返しなどによって、土石の河川へ流出が発生することが予想される。従って、坑口の位置および坑外設備の配置は十分に慎重に行う必要がある。

また、この地域のような過去に伐採の行われた二次森林では枯れ木が混在しているため、火災が起こりやすい。また地形が急峻であることからいったん火災が発生した場合には広範囲に燃え広がる危険性がある。従って鉱山設備の防火に対する検討を十分に行う必要がある。

運搬道路としては、現在も木材輸送に使われている幹線道路から、鉱山開発地域に至る8kmの間は往時の林道を全面的に改修する必要がある。当時開発された林道は各所で斜面崩壊および敷設された橋の流失あるいは破損によって寸断され、現在はかろうじて徒歩によって通行可能な状況となっている。また地域を流れる河川は、かつて

の林道建設による斜面崩壊および道路に沿った土壌の流出が進んでおり、シルトを含んで黄褐色に濁っている。地形が急峻であることから、かつての林道も放棄後多年を経た後も植生が繁茂せずシルトの流出が進んでいる箇所が各地に認められる。従って鉱山開発でも新たなシルトの流出を招くことが懸念される。鉱山開発時の道路建設では、排水路の整備や採石敷きによって、道路の浸食によるシルトを防ぐ方法を検討する必要がある。

鉱山労働者の居住区は距離や地形を考慮すれば、もし設けるとしても、幹線道路沿いになるものと予想される。現在木材運搬に使用されている幹線道路に沿ってはすでに開発の進んだ地域となっており、鉱山の開発による新たな影響は少ないと考えられる。

(3) 積み出し施設：

シリムポボン炭鉱にはシリムポボン川の旧炭鉱積込場位置に、南西マリバウ炭鉱にはカラバカン川の現在稼働中のカラバカン木材積込場付近にバージの積み込み施設を設けることが計画されている。両河川では現在木材積み出しが行われており、これらの近傍に施設を建設すれば新たに生態系に与える影響は少ないと判断される。

9.3.4. まとめ

シリムポボン地域の石炭の開発：

この地域はすでにプランテーションによって開発の進んだ地域であり地形も比較的緩い。この地域では坑内堀による採掘を検討しているが、開発計画では坑内、坑外施設の建設にともなう地形の改変を出来るだけ少なくして新たなシルトの流出を抑制する方法を検討する必要がある。これによって、鉱山の開発によるシルトの流出など新たな負荷源をできる限り押さえるようにすれば、環境的には大きな問題はないと判断される。

南西マリバウ地域の石炭の開発：

この地域はかつて選択伐採の行われた地域で現在は2次森林の様相を呈しており、自

然の回復が進んでいる地域であり、鉱山開発による新たな森林および動物への影響を最小限に押さえる必要がある。鉱山開発地域および幹線道路から鉱山建設地域に至る8kmの運搬道路敷設予定地は山岳地域であり地形が急峻であること、また風化土壌が発達していることから、いったん剥土など地形の改変を行うとその後シルトの流出を抑止する事が困難となる。このため、坑口の位置および坑外鉱山設備の配置および道路の設計は十分に慎重に行う必要がある。また、二次森林地域では、火災が起こりやすく、また地形が急峻であることからいったん火災が発生した場合には広範囲に燃え広がる危険性があり、鉱山設備の防火管理を十分に行うとともに、鉱山作業員の宿舎を幹線道路沿いに置くことなどによって、できる限り鉱山地域に居住する人間の数を制限する事により森林火災の発生率を低くする必要がある。

積み出し施設：

バージの積み込み施設を設けることを検討した河川では現在木材積み出しが行われており、これらの近傍に施設を建設ができれば新たに生態系に与える影響は少ないと判断される。

その他：

鉱山開発に伴って考えられる上記以外の項目に関しては以下のように判断される。

・地表沈下；

坑内採掘は地表沈下の原因となる。炭鉱開発計画区域の地表には、沈下を避ける必要のある特別な物件は見あたらない。更に、採掘方法は、地表への影響を少なくするために、南西マリパウ地域においては全充填欠口採炭法、シリムボン地域の川の下での採掘においては柱房式採炭法がそれぞれ適用される。地表沈下は重大な問題にはならないと思われる。

・大気汚染；

採掘した石炭の運搬途上、積み込み、積み卸し時における炭塵飛散防止の対策を行う必要がある。

・騒音および振動；

炭鉱は居住地域から離れた場所に所在するので炭鉱の操業による騒音・振動については特別考慮する必要はないと思われる。

・史跡等その他；

当地域には鉱山開発によって損なわれる、史跡、文化遺産および特別な景観は存在しない。

開発検討地域の初期環境調査の結果をまとめ表9-1に示す。

9.4. 環境影響評価(EIA)の仕様書(TOR)に盛り込むべき事項

将来、開発計画が進む場合にはシリムポボン地域、南西マリバウ地域ともに、環境影響評価(EIA)を実施する必要がある。環境影響評価(EIA)は、ボーリング調査が完了し、F/S調査の段階で行う。特に南西マリバウ地域では鉱山施設の配置および運搬道路の建設計画などを慎重に検討し、環境に与える影響を評価する必要がある。

環境影響評価(EIA)の仕様書(TOR)には以下に示す事項に関する事項を含めることが必要である。

- (1) 鉱山開発による水系変化による水生生物、漁業、その他の水利用への影響
- (2) 鉱山開発により生ずる切土および裸地からの土壌/シルトの流出による水質への影響
- (3) 坑内および選炭機からの廃水、ズリ堆積場浸出水などによる水質への影響
- (4) 鉱山機械から発生する騒音および振動の影響
- (5) 鉱山開発によって発生する居住者による環境への影響
(生活汚染、木材の伐採、動物の捕獲、火災の発生など)
- (6) 石炭運搬、積み出し施設などによる環境への影響
- (7) 既設道路、港湾施設および住民など既設インフラストラクチャーへの影響
- (8) 建設工事中の環境への影響
- (9) 史跡、文化遺産および景観への影響

表 9-1 初期環境調査 (まとめ)

項目	影響の程度		環境への影響	対策
	(a) シリムボロン	(b) 西マリアバ		
1) 鉱山開発地域 鉱山開発地域内の道路建設	小	中	(a) 地形の起伏が比較的穏やか、大規模な崩壊等は起こりにくいと判断される。 (b) 地形が急峻、剥土してシルトの流出が始まった場合、これの抑止は難しい。 坑内からの汚濁排水の流出。 地表沈下の原因となる。両地域とも地表沈下を避ける必要のある特別な物件はない	道路勾配、排水溝/採石敷きなどによるシルト流出の防止策。 道路勾配、排水溝/採石敷きなどによるシルト流出の防止策。 坑口位置の選定 (坑内からの排水が直接河川に影響を与えないような坑口位置の選定。) 地表への影響を小さくするため (a) 川の下の採掘に柱石式採掘法を適用 (b) 全充填大口採掘法を適用
坑内探掘 湧水	小	小	(a) 地形の起伏が比較的穏やか、大規模な崩壊等は起こりにくいと判断される。 (b) 地形が急峻、剥土してシルトの流出が始まった場合、これの抑止は難しい。	剥土面積をできるだけ小さくし、また、排水溝等を施工しシルトの流出を抑止する。 剥土面積をできるだけ小さくし、また、排水溝等を施工しシルトの流出を抑止する。
坑外施設の建設	小	中	(a) 地形の起伏が比較的穏やか、大規模な崩壊等は起こりにくいと判断される。 (b) 地形が急峻、剥土してシルトの流出が始まった場合、これの抑止は難しい。	排水処理施設の設置。
坑外施設 運炭機	中	中	運炭設備からの排水による河川の汚濁。	
鉱山重機械	小	小	発電機およびブルドーザーなどの鉱山機械から発生する騒音と振動	
ズリ堆積場	小	小	堆積場からの排水	
居住地区の設置	-	小	(a) 鉱山開発地域に居住地区が設置される可能性は少ない。 (b) 既に開発の進んだ、既設幹線道路に隣り地域に居住地区を設置するので、居住地区の設置による新たな影響は少ない。	生態排水による汚染、燃料目的等の立木伐採による森林破壊等、対策
その他	-	中	(a) 地形が急峻な二次森林は火災が起こりやすく、かつ広範囲に燃え広がりやすい	鉱山設備の防火管理および防火対策
2) 運搬道路 運搬道路の建設	小	中	(a) 既設道路を改修することにより、新たな道路を建設する必要はない。 (b) 地形が急峻、剥土してシルトの流出が始まった場合、これの抑止は難しい。 (山元から幹線道路まで約8km放棄林道の全面的改修の必要)	排水溝/採石敷きなどによるシルト流出の防止策。 道路勾配、排水溝/採石敷きなどによるシルト流出の防止策。
運搬	中	中	石炭の運搬途上、積み込み、積み卸し時に放塵が発生	炭塵飛散防止の対策
3) 積み出し施設 積み出し施設の建設	小	小	(a) 施設をシリムボロン川沿いの旧炭鉱の積込場位置に移ける計画 (b) 施設をガハカン川沿いの ガハカンの現木材搬送の近くに設ける計画 施設を計画した両河川とも現在木材の積み出しが行われており、新たに生態系に与える影響は少ない	

* (a): シリムボロン (b): 西マリアバ

10. 結論と提言

10. 結論と提言

10.1. 結果の総括と結論

本調査は次の事項を調査する目的で実施された。

- (a) 調査地域の石炭資源の地質的評価 - 炭層条件、資源量、炭質
- (b) 選ばれた地域における概念的炭鉱開発計画の策定
- (c) 開発計画の経済性評価
- (d) 初期環境調査
- (e) 炭鉱開発可能性の評価

地質調査・解析の作業が調査期間の主要な部分を占め、その評価結果に基づいて各種の調査・検討が行われた。各調査はまだ予備的・概念的なものであり、以下に要約する検討結果は、最終結論ではないことに留意すべきである。

(1) 石炭資源の地質的評価

(a) 各地域の炭層条件

フェーズ1調査の結果に基づき選ばれた3地域における炭層条件の特徴を以下に記す。

マリバウ地域 : 炭層は広い範囲に分布しその数も多いが、全体に薄く殆どが1m以下の厚さである。炭層傾斜は平均40度。

南西マリバウ地域 : 炭層の厚さはマリバウ地域よりもはるかに厚いが、平均70度の急傾斜である。

シリムポボン地域 : 一炭層(クイーン層)のみが採掘対象となる。厚さは最大1.8mで、緩い向斜構造を示し、傾斜は平均10度。

(b) 資源量

本調査で査定した各地域に埋蔵する資源量(推定炭量)は次のとおりである。

マリバウ地域	:	17,901,000 t
南西マリバウ地域	:	26,230,000 t
シリムポボン地域	:	14,092,000 t (P. Collenette, 1954)

(c) 炭質評価

本地域の石炭は、低~中灰分、高揮発分、高カロリー、低~中硫黄および低窒素の歴青炭で、一般炭としての適性を有する。また灰の分析結果もボイラー燃焼用に支障がない性状を示している。

(2) 炭鉱開発計画

地質評価結果に基づき、シリムポボンおよび南西マリバウの2地域における炭鉱開発計画を策定した。マリバウ地域は炭層が薄く経済的な採掘が期待できないため、計画区域から除外した。以下に計画の骨子を示す。

	<u>シリムポボン</u>	<u>南西マリバウ</u>
操業期間	24年	19年
開坑方式	岩石→沿層斜坑	岩石斜坑、岩石立入
採炭法	長壁式、柱房式採炭	全充填欠口採炭
総出炭量	3,110,100 t	1,545,000 t
平均年産	138,000 t	87,000 t
選炭歩留	85 %	85 %
石炭運搬	7 km	83 km
労務者数	458名	372名

(3) 開発計画の経済分析

(a) 開発コスト

マレーシアにおいては坑内掘炭鉱がないため、同国の類似産業の例、および日本やインドネシアにおける基準単価を参考としてコストを算定した。その結果を次に示す。

	シリムポボン	南西マリバウ
設備投資	25,078,000 \$ (8.1 \$/t)	12,429,000 \$ (8.0 \$/t)
操業費	74,647,000 \$ (24.0 \$/t)	58,617,000 \$ (37.9 \$/t)
合計	99,725,000 \$ (32.1 \$/t)	71,046,000 \$ (46.0 \$/t)

(b) 経済分析

上記の開発コストを費用(C)とし、バージ積み込み箇所における FOB 想定価格(US\$ 30)による石炭販売収入を便益(B)として、簡便な方法で分析した結果は次の通りである。

	シリムポボン		南西マリバウ
	ベースケース	ハイケース	ベースケース
B - C :	-6,419,000\$	+30,894\$	-24,690,000 \$
B / C :	0.94	1.33	0.65
EIRR :	-4.59%	+13.79%	-

ベースケースは開発計画に適用したコストおよび石炭価格に基づくものであり、ハイケースは、有利な方向に変動する可能性が大きいと予想される、石炭価格、年間生産量および操業コストの3要素が、それぞれ10%改善された場合を想定したものである。

(4) 初期環境調査

開発計画地域の地表は、シリムポボンが、なだらかな起伏の油椰子の栽培地、南西マリバウが、数年前に一次伐採が行われた二次森林の山地である。計画地およびその周辺には住民は全くいない。このような自然・社会環境における小規模な坑内掘炭鉱の開発は、これによる周辺環境への影響の程度は小さいものと判断される。以下に予想される影響項目について記す。

- (a) 水質汚濁 - 道路や坑外施設建設による剥土や、選炭機からの廃石・廃水が流出し、付近の水系の水質を汚濁する。

- (b) 地表沈下 - 坑内採掘による地表への影響
- (c) 大気汚染 - 石炭運搬中やパージ積み込み地における炭塵の飛散
- (d) 騒音、振動 - 坑外機械や発破による影響
- (e) 新たな居住区における周辺の環境汚染

上記の項目はいずれも適切な対策を構ずることにより、影響を最小に抑えることができる。また、史跡や文化遺産、保護すべき景観は調査地域には存在しない。

(5) 炭鉱開発可能性の評価

開発計画を策定した地域のうち、南西マリバウ地域は経済性からみて、現時点では開発の可能性は非常に低いと判断される。ただ、将来西側に隣接するマリアウ盆地の石炭開発が行われた場合には、その衛星炭鉱的な位置づけで、インフラの共有等の利点を活かして再度開発の検討がなされる可能性は残されている。

シリムポボン地域は、条件によっては経済的な開発も見込まれ、開発が州や地域社会に与える影響も考慮すれば、将来の開発可能性は比較的高いと判断される。ただし、8.2（経済分析）のハイケースに示したような条件の適用の可否については、今後の探査結果による。また比較的硫黄分の高い本地域の石炭の利用についての検討も今後の課題である。

10.2. 提言

本調査により得られた結果と結論に基づき、本地域における今後の石炭探査・開発に関連する活動および施策について、以下のことを提言する。

(1) シリムポボン地域における石炭探査と石炭開発の F/S

本調査の結果、シリムポボンの石炭資源は、将来の開発可能性を有するものとして評

価された。しかし今回の調査では、本地域に対しては何らの探査も実施しておらず、評価は殆ど過去の報告書のデータに基づいてなされたものである。過去に数本の試錐が実施されているが、その記録の精度は、試錐位置を示す地形図のそれと共に不詳である。従ってより確実な評価を行うためには、より精度の高い探査が必要である。

GSD が本年同地域で試錐を実施することは、この意味からも評価される活動であるが、今後も含め同地域における探査では、次の点に留意すべきである。

- (a) より正確で縮尺の大きい地形図の入手。
- (b) 露頭調査 - 旧調査における露頭位置の確認
 - 炭層の厚い北東部におけるトレンチ調査（露天掘りの可能性）
- (c) 試錐調査 - 深部および西部における炭層の薄化・分裂状況の確認
 - 推定露頭線近くの浅尺試錐
- (d) 石炭分析 - 硫黄の形態分析の実施が望ましい（選炭による硫黄分の除去率）

探査結果に基づき、F/S（フィージビリティースタディー）を実施する。F/S では、採炭法の選択と製品炭のマーケットに留意する。

(2) 周辺地域を含む地域全体の石炭開発に関するマスタープランの作成

今回の調査のように、個々の調査地域に対する評価のみでなく、周辺地域を含めた包括的な開発構想の策定が望まれる。これにより、個々の地域の評価も変わってくるだろうし、また地域全体の環境に対する有効な調和策を検討するためにも必要であろう。

(3) マリアウ地域の石炭探査

上記のマスタープランにおいては、今回の調査地の西に隣接するマリアウ地域がその核になると考えられる。今回の調査の範囲外であるため、調査団が知る同地域の石炭資源に関する情報は限られているが、炭層条件および資源量は、大規模で経済的な開

発の可能性を支持するものであるといわれている。もちろん同地域における環境保全に対する配慮が大前提であるが、試錐を含む探査により同地域の石炭資源の状況を把握することは、マレーシア国或いはサバ州における将来のエネルギー政策立案のためにも、重要な意味をもつものと考えられる。

Appendix 1

GSD's Resource/Reserve Classification System (Extract)

**JABATAN PENYIASATAN KAJIBUMI
MALAYSIA**
Geological Survey Department
Malaysia

**MANUAL ON GEOLOGICAL SURVEY
DEPARTMENT MALAYSIA'S RESERVE/RESOURCE
CLASSIFICATION SYSTEM**

NO. LAPORAN : EM

KEMENTERIAN PERUSAHAAN UTAMA
Ministry of Primary Industries

**MANUAL ON GEOLOGICAL SURVEY DEPARTMENT
MALAYSIA'S RESERVE/RESOURCE CLASSIFICATION SYSTEM**

1.0 INTRODUCTION

There are several different reserve classification systems in use today, all based on differing principles. Presently individual officers of the Geological Survey Department Malaysia (Kajibumi) have adopted, with minor modifications, the reserve classification system drawn up by the US Bureau of Mines (USBM) for its general usage. However, specifically for reserve classification of the country's coal resources, the Malaysian Coal Classification System has been devised (Table 1).

Using this Malaysian Coal Classification System as a basis, the Federal Institute for Geoscience and Natural Resources Germany (BGR) had, between 1987-1995, further developed the coal classification into more comprehensive formats (Extended Resource Classification System : Kelter, 1991; A new reserve/resource classification : Kelter and Bandelow, 1992). The final version, originally referred to as the UN - 3D Reserve/Resource Classification System was submitted to the Economic Commission Europe, UN for adoption. After a series of meetings of experts from Europe, Canada, USA and Australia, the system was finally adopted by UN/ECE at its meeting in Hanover in December 1995 as the UN International Framework Classification For Reserves/Resources (Table 2). The intention is to encourage countries to fit their national classification systems into this international framework.

Kajibumi, which is the custodian of Malaysia's mineral-related information, has no reserve classification system of its own at the moment other than the specific scheme to cater for coal. As such, a national, practical, general purpose reserve/resource classification system, capable of meeting the needs of the department and the mineral industry, is necessary. For this purpose, Kajibumi has adopted the UN International Framework Classification for Reserves/Resources as a basis for structuring a national classification scheme (the UN Framework Classification is included as appendix I of this manual).

2.0 KAJIBUMI'S RESERVE/RESOURCE CLASSIFICATION SYSTEM

The structure of Kajibumi's reserve/resource classification scheme is shown in Table 3. In essence, the overall features of the UN Framework Classification is retained, except that:-

- (a) Additional reserve/resource classes (123) and (223) are included in Kajibumi's classification scheme to cater for non-metallic minerals such as clays and construction sand and gravel which require low mining investment. The economic viability of such deposits can often be established with minimal investigation and simple cost-benefit estimates during the prefeasibility study stage.

- (b) Economic viability category "3" (intrinsically economic : meaning economic to potentially economic) is introduced to replace economic viability categories "1-2" (economic to potentially economic, ie: intrinsically economic) and "?" (economic viability undetermined) in the UN Framework Classification so as to harmonize the economic viability categories with the codings for resource classes under various stages of Geological Study (compare tables 2 and 3).

As in the UN Framework Classification, the main features of the Kajibumi Classification System are :-

- (a) Mineral reserves/resources are classified based on
- four stages of Geological Assessment
 - three levels of Feasibility Assessment
 - three categories of Economic Viability
- (b) There are eight classes of mineral reserves and resources (see tables 3 & 4).
- (c) Each reserve/resource class is codified based on the stage of geological and feasibility assessment and its economic viability (see tables 3 & 4).

For details of the classification and codification, the reader is referred to appendix 1 : UN Framework Classification.

The significant features of this classification system are :

- (a) It can accommodate the reserve/resource figures estimated through Kajibumi's existing exploration methodologies.
- (b) It can accommodate the reserve/resource figures supplied by exploration/mining companies.
- (c) It is practical and readily understood.
- (d) It conforms to the UN Framework Classification.

3.0 DEFINITION OF TERMS USED IN THE KAJIBUMI CLASSIFICATION SYSTEM

The definitions of terms used in the Kajibumi System largely conform to those terminologies introduced in the UN Framework Classification.

The definitions used are as follows:-

(a) Definitions of Stages of Feasibility Assessment

Mining Report : A Mining Report is understood as the current documentation of the state of development and exploitation of a deposit during its economic life including current mining plans. It is generally made

by the operator of the mine. The study takes into consideration the quantity and quality of the minerals extracted during the reporting time, changes in Economic Viability categories due to changes in prices and costs, development of relevant technology, newly imposed environmental or other regulations, and data on exploration conducted concurrently with mining.

It presents the current status of the deposit, providing a detailed and accurate, up-to-date statement on the reserves and the remaining resources.

Feasibility Study : A Feasibility Study assesses in detail the technical soundness and Economic Viability of a mining project, and serves as the basis for the investment decision and as a bankable document for project financing. The study constitutes an audit of all geological, engineering, environmental, legal and economic information accumulated on the project. Generally, a separate environmental impact study is required.

Cost data must be reasonably accurate (usually within $\pm 10\%$), and no further investigations should be necessary to make the investment decision. The information basis associated with this level of accuracy comprises the reserve figures based on the results of Detailed Exploration, technological pilot tests and

capital and operating cost calculations such as quotations of equipment suppliers.

A detailed list of the items addressed in a Feasibility Study is given in Appendix I.

Prefeasibility Study : A **Prefeasibility Study** provides a preliminary assessment of the Economic Viability of a deposit and forms the basis for justifying further investigations (Detailed Exploration and Feasibility Study). It usually follows a successful exploration campaign, and summarizes all geological, engineering, environmental, legal and economic information accumulated to date on the project.

In projects that have reached a relatively advanced stage, the Prefeasibility Study should have error limits of $\pm 25\%$. In less advanced projects higher errors are to be expected. Various terms are in use internationally for Prefeasibility Studies reflecting the actual accuracy level. The data required to achieve this level of accuracy are reserves/resources figures based on Detailed and General Exploration, technological tests at laboratory scale and cost estimates e.g. from catalogues or based on comparable mining operations.

The Prefeasibility Study addresses the items listed under the Feasibility Study, although not in as much detail.

For the low investment mining of non-metallic mineral commodities such as construction sand and gravel, clays etc. which requires only minimal investigation, a comprehensive prefeasibility study is not necessary for the assessment of economic viability. In such cases, a "prefeasibility study" consisting of a simple cost-benefit estimate will be sufficient to establish the economic viability of a deposit.

Geological Study : A **Geological Study** is an initial evaluation of Economic Viability. This is obtained by applying meaningful cut-off values for grade, thickness, depth, and costs estimated from comparable mining operations.

Economic Viability categories, however, cannot in general be defined from the Geological Study because of the lack of details necessary for an Economic Viability evaluation. The resource quantities estimated may indicate that the deposit is of intrinsic economic interest, i.e. in the range of economic to potentially economic.

A Geological Study is generally carried out in the following four main stages: Reconnaissance, Prospecting, General Exploration and Detailed Exploration (for definition of each stage see below). The purpose of the Geological Study is to identify mineralization, to establish continuity, quantity, and quality of a mineral deposit, and thereby define an investment opportunity.

(b) Definitions of Stages of Geological Study

Reconnaissance : A Reconnaissance Study identifies areas of enhanced mineral potential on a regional scale based primarily on results of regional geological studies, regional geological mapping, airborne and indirect methods, preliminary field inspection, as well as geological inference and extrapolation. The objective is to identify mineralized areas worthy of further investigation towards deposit identification. Estimates of quantities should only be made if sufficient data are available and when an analogy with known deposits of similar geological character is possible, and then only within an order of magnitude.

Prospecting : Prospecting is the systematic process of searching for a mineral deposit by narrowing down areas of promising enhanced mineral potential. The methods utilized are outcrop identification, geological mapping, and indirect methods such as geophysical

and geochemical studies. Limited trenching, drilling, and sampling may be carried out. The objective is to identify a deposit which will be the target for further exploration. Estimates of quantities are inferred, based on interpretation of geological, geophysical and geochemical results.

**General
Exploration :**

General Exploration involves the initial delineation of an identified deposit. Methods used include surface mapping, widely spaced sampling, trenching and drilling for preliminary evaluation of mineral quantity and quality (including mineralogical tests on laboratory scale if required), and limited interpolation based on indirect methods of investigation. The objective is to establish the main geological features of a deposit, giving a reasonable indication of continuity and providing an initial estimate of size, shape, structure and grade. The degree of accuracy should be sufficient for deciding whether a Prefeasibility Study and Detailed Exploration are warranted.

**Detailed
Exploration :**

Detailed Exploration involves the detailed three-dimensional delineation of a known deposit achieved through sampling, such as from outcrops, trenches, boreholes, shafts and tunnels. Sampling grids are closely spaced such that size, shape, structure, grade, and other relevant characteristics of the deposit

are established with a high degree of accuracy. Processing tests involving bulk sampling may be required. A decision whether to conduct a Feasibility Study can be made from the information provided by Detailed Exploration.

(c) Definitions of Economic Viability Categories

Economic : Quantities, reported in tonnes/volume with grade/quality, demonstrated by means of a Prefeasibility Study, Feasibility Study or Mining Report, in order of increasing accuracy, that justify extraction under the technological, economic, environmental and other relevant conditions, realistically assumed at the time of the determination.

Potentially Economic : Quantities, reported in tonnes/volume with grade/quality, demonstrated by means of a Prefeasibility Study, Feasibility Study or Mining Report, in order of increasing accuracy, not justifying extraction under the technological, economic, environmental and other relevant conditions, realistically assumed at the time of the determination, but possibly so in the future.

Intrinsically Economic (Economic to Potentially Economic) Quantities, reported in tonnes/volume with grade/quality, estimated by means of a Geological Study. Since the Geological Study includes only a preliminary evaluation of Economic Viability, no distinction can be made between economic and potentially economic. These Resources are therefore said to Intrinsically Economic and lie in the range of economic to potentially economic.

(d) Definitions of Mineral Reserve/Resource Terms

Proved Mineral Reserve (111) : Demonstrated to be economically mineable by a Feasibility Study or actual mining activity usually undertaken in areas of Detailed Exploration.

Probable Mineral Reserve (121+122+123) Demonstrated to be economically mineable by a Prefeasibility Study usually carried out in areas of Detailed Exploration and General Exploration or in areas covered by Prospecting for certain non-metallic minerals which require low mining investment and minimal investigation.

Feasibility Mineral Resource (211) : Demonstrated to be potentially economic by a Feasibility Study or prior mining activity usually carried out in areas of Detailed Exploration.

Prefeasibility Mineral Resource (221+222+223) : Demonstrated to be potentially economic by a Prefeasibility Study usually carried out in areas of Detailed Exploration and General Exploration or in areas covered by Prospecting for certain non-metallic minerals which require low mining investment and minimal investigation.

Measured Mineral Resource (331) : Estimated to be of intrinsic economic interest based on Detailed Exploration establishing all relevant characteristics of a deposit with a high degree of accuracy.

Indicated Mineral Resource (332) : Estimated to be of intrinsic economic interest based on General Exploration establishing the main geological features of a deposit providing an initial estimate of size, shape, structure and grade.

Inferred Mineral Resource (333) : Estimated to be of intrinsic economic interest based on Prospecting having the objective to identify a deposit. Estimates of quantities are inferred, based on outcrop identification, geological mapping, indirect methods and limited sampling.

Reconnaissance Mineral Resource (334) : Based on Reconnaissance, having the objective to identify areas of enhanced mineral potential. Estimates of quantities should only be made if sufficient data are available and when an analogy with known deposits of similar geological character is possible and then only within an order of magnitude.

- e) **Total Mineral Resource** : All naturally occurring concentrations of mineral raw material of economic interest and with specified geological certainty.
- (f) **Mineral Reserve** : The economically mineable part of Total Mineral Resource as demonstrated by Feasibility Assessment.
- (g) **Remaining Mineral Resource** : Balance of the Total Mineral Resource that has not been identified as a Mineral Reserve.
- (h) **Uneconomic Deposit** : Mineral raw material of estimated quantity that are too low in grade or for other reasons are not considered potentially economic. Thus Uneconomic deposit is not part of Mineral Resource.
- (g) **Mineral Occurrence** : An indication of mineralization that is worthy of further investigation. The term Mineral Occurrence does not imply any measure of volume/tonnage or grade/quality and is thus not part of a Mineral Resource.

5.7.3 Limiting factors

- (a) For high calcium limestone, $\text{CaCO}_3 > 95\%$.
- (b) For high magnesium limestone, $\text{MgO} > 17\%$ ($\text{MgCO}_3 > 35\%$).
- (c) Limestone has many industrial applications. The following are the $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$ requirements for some major end uses:-
 - (i) Agriculture : $\text{CaCO}_3 > 80\%$. or $\text{MgCO}_3 > 31\%$
 - (ii) Acid neutralization : $\text{CaCO}_3 > 95\%$.
 - (iii) Glass : $\text{CaCO}_3 > 98\%$.
 - (iv) High calcium lime : $\text{CaCO}_3 > 90\%$, $< 5\% \text{MgCO}_3$.
 - (v) High magnesium lime : $\text{MgCO}_3 > 40\%$.
 - (vi) Portland cement : $\text{CaCO}_3 > 75\%$, $\text{MgCO}_3 < 5\%$.
 - (vii) Refractory dolomite : $\text{MgCO}_3 > 40\%$.
 - (viii) Open hearth furnace : $\text{CaCO}_3 > 98\%$.

5.8 Coal

5.8.1 Definition

"Coal" is a readily combustible rock containing $> 50\%$ by weight of carbonaceous material.

5.8.2 Exploration guidelines

Field method is essentially geological mapping and sampling supported by geophysical investigations and core drilling.

Coal is derived from the compaction and induration and/or metamorphism of plant remains. The deposits may be tabular or lenticular in shape.

5.8.3 Limiting factors

For classification purposes, the coal should meet the following requirements:-

- (a) Seam thickness of more than 0.6 metre.
- (b) Ash content of raw coal less than 50%.
- (c) "Overburden : coal thickness" ratio (for opencast mining) less than 10:1.
- (d) Net calorific value of raw coal more than 11,000 kj/kg.
- (e) In addition, different categories of coal have their own individual requirements with respect to:-
 - (i) Ash content.
 - (ii) Net calorific value.
 - (iii) Total sulphur content.

Table 3: Geological Survey Department Malaysia Reserve/Resource Classification

	Detailed Exploration	General Exploration	Prospecting	Reconnaissance
Feasibility Study and/or Mining Report	1 Proved mineral reserve (111) 2 Feasibility mineral resource (211)			
Prefeasibility Study	(121)	1 Probable mineral reserve + (122)	+ (123)	
	(221)	2 Prefeasibility mineral resource + (222)	+ (223)	
Geological Study	3 Measured mineral resource (331)	3 Indicated mineral resource (332)	3 Inferred mineral resource (333)	3 Reconnaissance mineral resource (334)

Note:-

(a) Economic viability categories: 1 = economic 2 = potentially economic

3 = intrinsically economic (economic to potentially economic)

(b) Codified reserve/resource classes (123) and (223) are for non-metallic minerals such as construction sand and gravel, clays etc. which require low mining investment. The economic viability of such deposits can often be established with minimal investigation and simple cost-benefit estimates during the 'prefeasibility study' stage. In such cases, comprehensive prefeasibility studies are not necessary.

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
3-1-T1	Malibau Area (T1)
3-1-T2	Malibau Area (T2)
3-1-T3	Malibau Area (T3)
3-1-T4	Malibau Area (T4)
3-1-T5	Malibau Area (T5)
3-1-T6	Malibau Area (T6)
3-1-T7	Malibau Area (T7)
3-1-T8	Malibau Area (T8)
3-1-T9	Malibau Area (T9)
3-1-T10	Malibau Area (T10)
Appendix 3-2	Southwest Malibau Area
3-2-T1B	S.W. Malibau Area (T1B)
3-2-T2B	S.W. Malibau Area (T2B)
3-2-T3B	S.W. Malibau Area (T3B)
3-2-T4B	S.W. Malibau Area (T4B)

図書付属資料調査結果

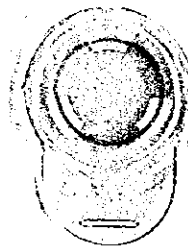
図書資料名：マレーシア国サバ州石炭探査・評価調査最終報告書

付属CD-ROM

拡張子 DWG のデータを読むには AutoCad などの
CAD(Computer Aided Designing) ソフトが必要です。

国際協力事業団図書館

CD POCKET 5302753



Appendix 4

Basic Data of Mining Plan

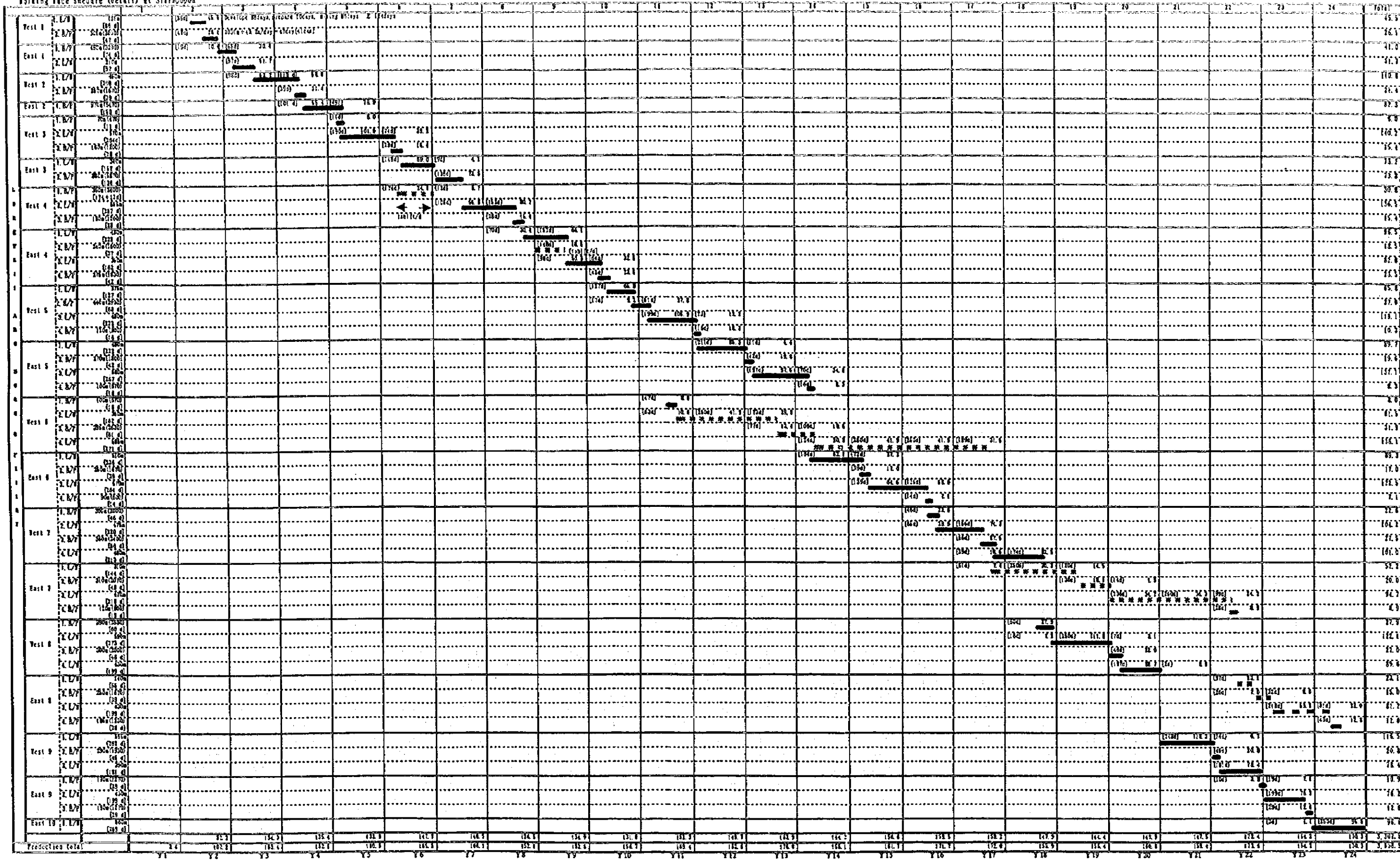
Appendix 4-1 Details of Mining Plan

Silimpon Work Schedule

Road development

	Road length	Y1		Y2		Y3		Y4		Y5		Y6		Y7		Y8		Y9		Y10		Y11		Y12		Y13		Y14		Y15		Y16		Y17		Y18		Y19		Y20		Y21		Y22	
		meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS	meter	TONS
Main & Sub slope(Rock)	324m x 2 [101 d]	★ Reinforcement rail: road																																											
Main & Sub slope(Coal)	1410m x 2 [391 d]	480	3.6	260	2.0			260	2.0	260	2.0			260	2.0			260	2.0			260	2.0					54	0.4	208	1.6					260	1.8					260	1.8		
West 1	630m x 2 [88 d]			1260	10.2																																								
East 1	750m x 2 [110 d]			1500	12.8																																								
West 2	840m x 2 [117 d]					1680	13.7																																						
East 2	1070m x 2 [143 d]					1915	15.4	275	2.9																																				
West 3	960m x 2 [133 d]							1920	15.4																																				
East 3	1320m x 2 [183 d]							940	7.7	1700	13.2																																		
West 4	1335m x 2 [171 d]									1380	11.4	1090	8.7																																
East 4	1445m x 2 [174 + 114d]									1251	9.1	1839	12.0																																
West 5	1425m x 2 [201 d]											1440	11.6	1470	11.8																														
East 5	1530m x 2 [425 d]													1944	13.8	1858	7.3																												
West 6	1570m x 2 [436 d]															1095	8.4	2045	15.7																										
East 6	1570m x 2 [422 d]																	1556	10.0	1484	9.5																								
West 7	1735m x 2 [482 d]																			799	5.6	1800	12.9	871	6.4																				
East 7	1370m x 2 [364 d]																																												
West 8	1850m x 2 [514 d]																																												
East 8	1105m x 2 [306 d]																																												
West 9	1385m x 2 [385 d]																																												
East 9	910m x 2 [253 d]																																												
East 10	700m x 2 [194 d]																																												
Total	50,188m	1128	3.6	3100	25.0	3595	29.1	3345	26.7	3340	26.6	2341	17.8	3339	25.6	3414	25.6	2421	17.7	3501	25.7	2549	17.1	1800	12.9	1800	12.1	1245	10.8	1596	11.1	1800	12.2	1803	12.8	1671	8.0	2448	12.0	2031	10.9	2048	11.9	224	1.2

Working face schedule (detail) at Sillapooon



Appendix 4-2 Basis of Cost Estimate

Cost Estimation at Southwest Malibau

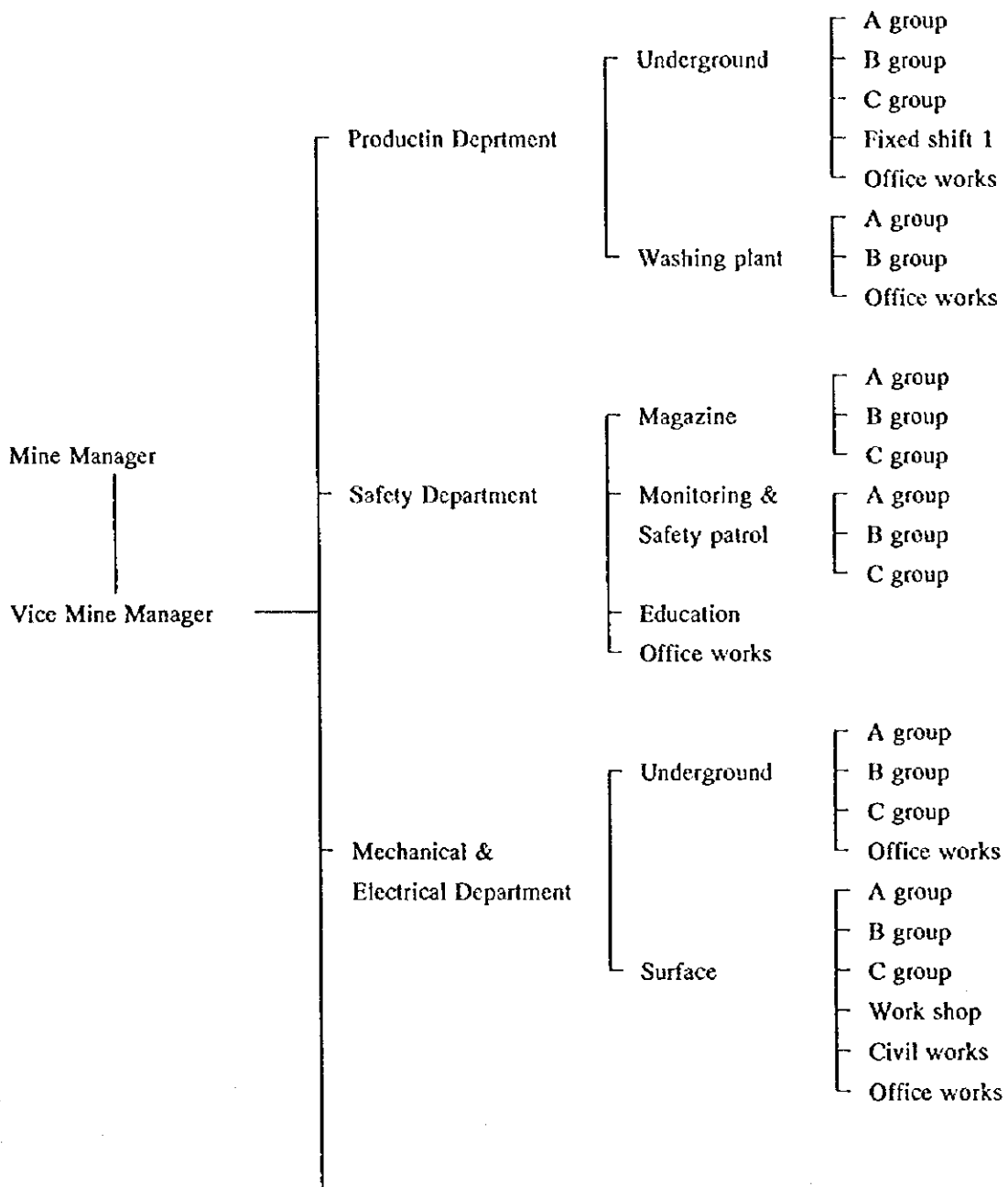
1. Working days and operating shift

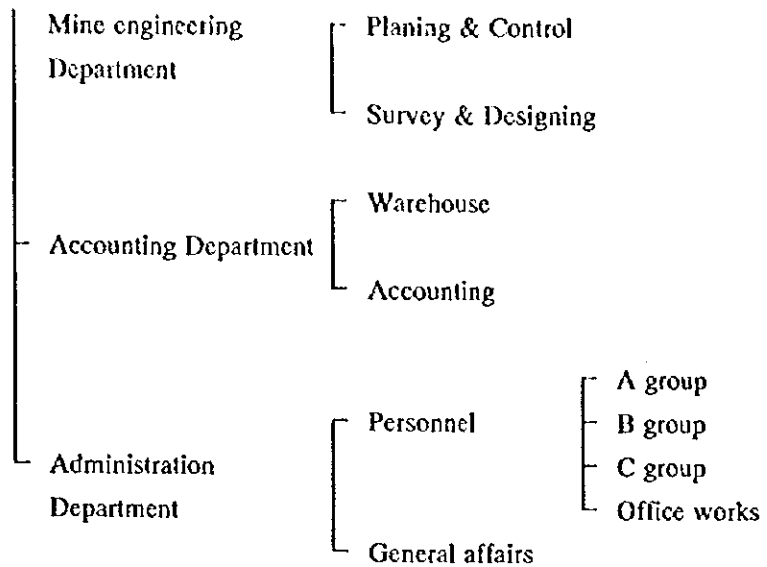
Working days per week is 5 days .

$$\begin{aligned} \text{Annual working days} &= [52 \text{ weeks / year}] \times [5 \text{ days / week}] - \text{public holidays} \\ &= 52 \times 5 - 10 = \underline{250 \text{ days / year}} \end{aligned}$$

One working day is divided 3 shifts . One shift is 8 operating hours .

2. Organization at mine site





2. Numbers of Personnel

2-1. Production department

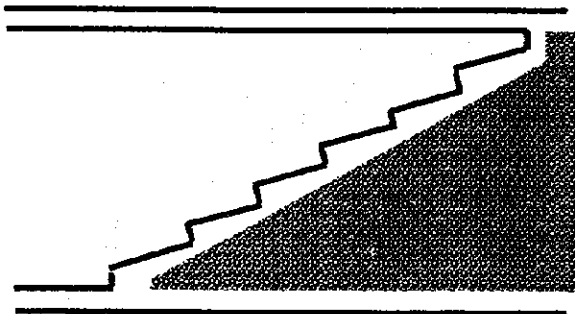
(1) Underground

Coal production mainly consists of 1 face of long wall mining (Kakkuchi Harai) , 2 faces of road development and its operation are done by 3 shifts (A , B , C group). Average attendance ratio of these direct production groups is estimated 85 % through 3 shifts .

Average attendance ratio of other groups is estimated 85 % through 3 shifts .

① There are 5 kakkuchies at a longwall face and these 5 kakkuchies are operated .

2 workers are placed at every kakkuchi for mining work and other 2 workers are placed to help distribute supporting materials and to load produced coal into mine cars .



So 12 workers are required per shift and 15 registered workers are necessary per shift .

2 shifts/day are used for coal production and 1 shift/day is used for filling work at mined out area .

- ② In this study there are regularly 2 driving faces . One driving face needs 5 workers/shift . Therefore 10 workers are required per shift and 12 registered workers are necessary per shift .
- ③ To maintain roads , to prepare and do various works , for these purpose 8 workers are required per shift . Average attendance ratio of these workers is estimated 90 % per shift . Therefore 9 registered workers are necessary per shift .
- ④ To transport coal , rock , materials and so on , battery locomotives & mine cars are introduced at horizontal rail roads . Basicly one battery locomotive at upper level road and two battery locomotives at lower level road are used . One battery locomotive is run by one operater and one conductor . Therefore 6 workers are required per shift . Then 2 conductors are required at slope transportation . So for horizontal and slope transportation 8 workers are required per shift at underground works . Additionally at surface one battery locomotive is used for various works and one operater , one conductor and one helper are necessary per shift . Total transpotation workers are 11 . Average attendance ratio of these workers is estimated 90 % per shift . So 12 registered workers are necessary per shift .

	required	registered
U/G horizontal rail road	6	
Slope conductors	2	
Surface	3	
Subtotal	11	12

- ⑤ Fixed shift 1 group is necessary to do important works using skilled worker .

(2) Washing plant

There will be many out-of-dilutions from filling material of mined out area , rock of floor and roof .

So at least a baum jig and hand picking system will be introduced .

When input capacity of the jig is 60 tons/hour and input capacity of hand piking is 15 tons/hour , total input capacity is $(60 + 15)$ tons/hour \times 6 hours/shift \times 1 shifts/day = 450 tons/day [450 \times 250 = 112,500 tons/year].

This capacity shows this plant has enough capacity by 1 shift operation/day in many years except in 6 th and 7 th year .

In 6 th and 7 th year sometimes it needs overtime work to wash coal .

12 workers for handpicking and 6 workers for various operators are required per shift . Therefore 18 workers are necessary per shift . Average attendance ratio of these workers is estimated 90 % per shift . So 20 registered workers are necessary per shift .

Table 30 Workforce of Production Department

Number of workers

		required workers				registered workers			
		shift 1	shift 2	shift 3	total	shift 1	shift 2	shift 3	total
U/G	Mining	12	12	12	36	15	15	15	45
	Headings	10	10	10	30	12	12	12	36
	Maintenance	8	8	8	24	9	9	9	27
	Transportation	11	11	11	33	12	12	12	36
	Fixed shift 1	8			8	9			9
	Office works	2			2	2			2
	Subtotal	51	41	41	133	59	48	48	155
W/P	Hand picking	12			12	13			13
	Operators	6			6	7			7
	Subtotal	18			18	20			20
Department total		69	41	41	151	79	48	48	175

Number of staff (registered)

		shift 1	shift 2	shift 3	total	
Department head		1			1	
U/G	Superintendent	1			1	
	Section chief	1			1	
	Group chief	1	1	1	3	
	General staff	Mining	2	2	2	6
		Heading	2	2	2	6
		Maintenance	1	1	1	3
		Transportation	1	1	1	3
Fixed shift 1	1			1		
U/G subtotal		10	7	7	24	
W/P	Superintendent	1			1	
	Group chief	1			1	
	General staff	2			2	
	W/P subtotal	4			4	
Department total		15	7	7	29	

Number of registered personnel for Production department.

	shift 1	shift 2	shift 3	subtotal
Workers	79	48	48	175
Staff	15	7	7	29
Production department total	94	55	55	204

2-2. Safety department (number of resistered personnel)

		shift 1	shift 2	shift 3	subtotal	
Staff	Department head	1			1	
	Superintended	1			1	
	Group chief	1	1	1	3	
	General staff	Magazine	2	2		4
		Monitor & patrol	1	1	1	3
		Education	2			2
Subtotal		8	4	2	14	
Workers	Patrol	2	2	2	6	
	Office work	1			1	
	Subtotal		3	2	2	7
Safety department total		11	6	6	21	

2-3. Mechanical & electrical department (number of registered personnel)

		shift 1	shift 2	shift 3	subtotal		
Department head		1			1		
U/G	Staff	Superintended	1			1	
		Section chief	1			1	
		Group chief	1	1	1	3	
		General staff	Mechanical	1	1	1	3
			Electrical	1	1	1	3
	Staff subtotal		5	3	3	11	
Workers	Mechanical (including winding operator)		6	6	6	18	
	Electrical		2	2	2	6	
	Fixed shift 1 (Mechanical & Electrical)		3			3	
	Office works		1			1	
	workers subtotal		12	8	8	28	
U/G subtotal		17	11	11	39		
	Superintended	1			1		

Sur- face	Staff	Section chief		1			1
		Group chief		1	1	1	3
		General staff	3 shifts	1	1	1	3
			Work shop	2			2
			Civil works	1			1
	Staff subtotal		7	2	2	11	
	Workers	3 shift		3	3	3	9
		Workshop		6			6
		Civil work (including road maintenance)		6			6
		Office works		1			1
		Worker subtotal		16	3	3	22
Surface subtotal		22	5	5	32		
Mechanic & electrical department		Staff		13	5	5	23
		Workers		28	11	11	50
		total		40	16	16	73

2-4. Mine engineering department (number of personnel)

Staff	Department head		1	
	Planing & control	Section chief	1	
		General staff	2	
		Subtotal	3	
	Survey & designing	Section chief	1	
		General staff	2	
		Subtotal	3	
	Staff subtotal		7	
	Workers	Survey & designing		6
	Mine engineering department total			13

2-5. Accounting department

Staff	Department head		1
	Superintendent		1
	Warehouse	Section chief	1
		General staff	1
	Accounting	Section chief	1
		General staff	2
	Staff subtotal		7
Warehouse		2	

Workers	Accounting	4
	Workers subtotal	6
Accounting department total		13

2-6. Administration department

		shift 1	shift 2	shift 3	subtotal	
Staff	Department head	1			1	
	Superintendent	1			1	
	Personnel & General affairs	Section chief	1			1
		General staff (3 shift)	1	1	1	3
		General staff	2			2
		Polyclinic	1	1	1	3
Staff subtotal		7	2	2	11	
Workers	Personnel & General affairs	Driver & helper	6	6	6	18
		Security guard	4	4	4	12
		Polyclinic , other	1	1	1	3
		Office works	2			2
	Workers subtotal		13	11	11	35
Administration total		20	13	13	46	

2-7. Classified personnel

	Manager	Production	Safety	Mec/Ele	Mn/Eng	Account	Adomini	Subtotal
Manager/Vice	2							2
Department head		1	1	1	1	1	1	6
Superintended		2	1	2		1	1	7
Section chief		1		2	2	2	1	8
Group chief		4	3	6				13
General staff		21	9	12	4	3	8	57
Staff subtotal	2	29	14	23	7	7	11	93
Workers		175	7	50	6	6	35	279
	2	204	23	73	13	13	46	372

2-8. Labor cost

This is referred to Mamut Copper Mining .

Overtime , welfare and other cost is calculated as 20 % of basic salary .

	Salary scale/month/pcson	Number	1000US\$/year
Manager & Vice	Supervisory G15 A&B (1355+1195)/2/3.8=336\$	2	9,676
Department head	Supervisory G13 A&B (1245+1045)/2/3.8=301\$	6	26,006
Superintendent	Supervisory G11 A&B (1140+1000)/2/3.8=282\$	7	28,426
Section chief	Supervisory G9 A&B (1040+910)/2/3.8=257\$	9	33,307
Group chief	Supervisory G7 A&B (950+830)/2/3.8=234\$	13	36,504
General staff	Supervisory G5 A&B (865+755)/2/3.8=213\$	57	145,692
Worker	Production G5 I II III (630+495+400)/3/3.8=134\$	279	448,632

3. Work shedule

3-1. Basic rule for work schedule

(1) Road development

- ① Main and Submain slope in rock \Rightarrow 1 m/shift/slope , 3 m/day/slope
- ② Cross cut in rock \Rightarrow 1.2 m/shift/cross cut , 3.6 m/day/cross cut
- ③ Inseam road \Rightarrow 2.4 m/shift/road , 7.2 m/day/road
- ④ Inseam raise \Rightarrow 2 m/shift/raise , 6 m/day/raise

(2) L/W

Coal is cut out by blasting and wooden prop and beam are used to support roof.

2 shifts/day are set for production work and 1 shift/day is set for filling work of mined out area to prevent earth pressure .

Usually at a kakkuchi blasting work is 5 ~ 8 times/shift . In this study, true dip is very steep and supporting and other works take time , so 5 times blasting/shift is applied . 1 time blasting advances 1.2 m so $5 \times 1.2 = 6$ m/shift/kakkuchi and 5 kakkuchies $\times 6 = 30$ m/shift , 30 m/shift $\times 2$ shift /day = 60 m/day .

At west colliery after finishing road developement, 1 of 2 groups/shift of road development is moved to W/F . So 3 workers are distribute at a kakkuch (1 worker is added) from middle of 14th year and productivity is estimated 20 % up . Next table shows productivity of W/F .

Seam	working hight	advanced M	width	gravity	recovery rate	Tons/day
B1	1.9	60	2.4	1.4	0.95	364
E1	1.7	60	2.4	1.4	0.95	326 \Rightarrow 391
E2	1.6	60	2.4	1.4	0.95	306 \Rightarrow 367

(3) Production schedule (× 1000 tons)

Year	1	2	3	4	5	6	7	8
Production								
Year	9	10	11	12	13	14	15	16
Production								
Year	17	18	19					
Production								

Table 43 Details of Capital Costs

(a) Surface facilities (US\$)

	Facility and equipment	Number	Unit price	Total	Memo
1	Access road and site preparation			300,000	
2	Office, shower room, etc.	1	300\$/m ²	240,000	800 m ² , 1/3 of Japan
3	Warehouse	1	300\$/m ²	120,000	400 m ² , 1/3 of Japan
4	Explosives magazine	1	300\$/m ²	60,000	200 m ² , 1/3 of Japan
5	Ware house	1		200,000	including implements
6	Air compressor	1	250,000	500,000	300HP × 2
7	Washing plant	1 set		600,000	Jig , conveyor , pumps
8	Main fan	1	150,000	150,000	200HP
9	Main winding machine	1	600,000	600,000	300 ~ 400HP
10	Submain main winding machine	1	100,000	100,000	50 ~ 100HP
11	Clean water plant	1 set		100,000	
	Subtotal			2,970,000	
12	Others			594,000	20 % of Subtotal
	Total			3,564,000	

(b) Vehicles and heavy equipments at surface (US\$)

	Facility and equipment	Number	Unit price	Total	Memo
1	Commuter bus	2	100,000	200,000	Life - 8 years
2	Service truck	2	30,000	60,000	Life - 8 years
3	Patrol car	1	40,000	40,000	Life - 8 years
4	Bulldozer (D-85)	1	350,000	350,000	Life - 10 years
5	Front-end loader (WA-350)	1	200,000	200,000	Life - 10 years
6	Grader	1	150,000	150,000	Life - 10 years
	Total			1,000,000	

(c) Safety equipment in U/G (US\$)

	Facility and equipment	Number	Unit price	Total	Memo
1	Safety lamp (YL2000)	250	500	125,000	Life - 5 years
	Lamp charger (YL-5240-40)	7	12,000	84,000	
2	CO mask	250	115	28,750	Life - 3 years
3	Dust mask	250	30	7,500	Life - 3 years
4	Methane detector (Toka)	50	1,360	68,000	
	Methane detector (Toka 100 %)	6	1,360	8,160	
5	Oxygen measure (GO-25KS)	6	2,100	12,600	
6	CO detector	6	1,400	8,400	
7	Oxygen breathing apparatus	30	12,000	360,000	Rescue team
8	Radio communication system	1 set		70,000	
9	U/G telephone system	1 set		50,000	
	Total			822,410	

(d) U/G main transportation (US\$)

	Facility and equipment	Number	Unit price	Total	Memo
1	Mine car (2 m ³)	200	5,000	100,000	
2	Flat car	10	5,000	50,000	
3	Menride slope train	1 set		200,000	
4	Battery locomotive	4	200,000	800,000	
				1,150,000	

(e) U/G road development

	Facility and equipment	Number	Unit price	Total	Memo
1	Side-dump loader (ME632)	3	250,000	750,000	Life - 10 years
2	Local fan	4	25,000	100,000	
3	Air auger	6	2,000	12,000	Life - 2 years
4	Rock hammer	6	3,000	18,000	Life - 2 years
5	Coal pick	6	1,000	6,000	Life - 2 years
6	Small pump	10	2,000	20,000	Life - 2 years
	Total			1,066,000	

(f) U/G Longwall (US\$)

	Facility and equipment	Number	Unit price	Total	Memo
1	Plastic trough (Sanko)	200	150	30,000	Life - 1 year
2	Chain conveyor	4	50,000	200,000	Life - 10 years

3	Air auger	8	2,000	16,000	Life - 2 years
4	Coal pick	8	1,000	8,000	Life - 2 years
5	Hydraulic prop (for material recovery)	40	700	28,000	Life - 10 years
	Total			282,000	

(h) U/G Others

	Facility and equipment	Number	Unit price	Total	Memo
1	Fixed drainage pump	2	30,000	60,000	Life - 10 years
2	Small back-hoe (for maintenance)	3	50,000	150,000	Life - 10 years
3	Survey Instrument	1 set		50,000	
				260,000	

4-8. First investment

1	Parmanent facilities and others at surface	3,564,000
2	Transportation and other equipment at surface	1,000,000
3	Safety equipment	822,000
4	U/G main transportation	1,150,000
5	U/G road development	1,066,000
6	U/G Long wall	282,000
7	U/G others	260,000
		8,144,000

5. Consumables

5-1. Electricity (Industrial Class 2)

Installed capacity is 1500kw and its working ratio is supposed 60 % .

① At working days : $250 \times 24 \times 900\text{kw} \times 0.23 \text{ RM} \div 3.8\text{RM}/\$ = 326,842 \text{ US\$/year}$

② At holidays : $115 \times 24 \times 300\text{kw} \times 0.23 \text{ RM} \div 3.8\text{RM}/\$ = 50,116 \text{ US\$/year}$

376,958 US\$/year

5-2. Materials for road development US\$ / meter

	Number	Unit price	total	Memo
Steel support	one set		150	3 pieces (beam \times 1 , leg \times 2)
Bracing wood	10	0.8	8.0	6" \times 6" 3.5 RM/Ft devided 4 pieces
Wood plate	18	0.5	9.0	6" \times 6" 3.5 RM/Ft devided 6 pieces
Tention bar	10	0.2	2.0	
Detonator cap	40 / 30	1.5	60 / 45	Rock / Coal
Explosive	80 / 50	1.0	80 / 50	Rock / Coal

Slipper wood	2	8.9	17.8	
Rail		20.0	20.0	22.7 kg/m
Air pipe	1	7.9	7.9	excluding valves
Water pipe	1	3.3	3.3	excluding valves
Drainage pipe	1	3.3	3.3	
Power cable	1	80	80	
Others			10	hoses , tamping materials , etc
			451.3 / 406.3	Rock / Coal

From 7th year material cost of roads is 50 % (Support ~ pipes) and 20 % (power cable) of above mentioned table excluding explosives and wood materials.

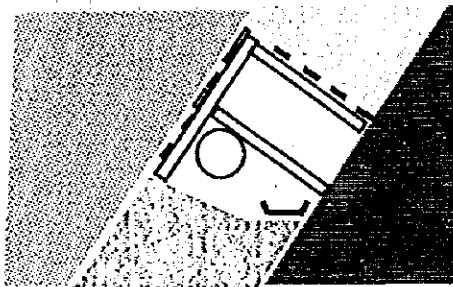
Because these materials can be recoverable from mined out area .

* Rock : $451.3 - (150 + 20 + 7.7 + 3.3 + 3.3) \times 0.5 + 80 \times 0.8 = \underline{295.2 \text{ US\$ / meter}}$

* Inseam $406.3 - (150 + 20 + 7.7 + 3.3 + 3.3) \times 0.5 + 80 \times 0.8 = \underline{250.2 \text{ US\$ / meter}}$

5-3. Materials for Raise US\$ / m

	Number	Unit price	total	Memo
Wooden beam & prop	3	16	38	
Wood plate	8	0.5	4	
Detonator cap	10	1.5	15	
Explosive	10	1	10	
Others		1	1	
Total			68.0	

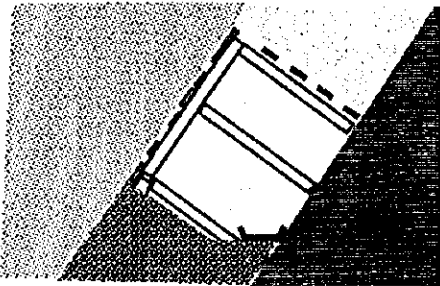


One beam , 2 props and 8 plates are used to support the roof and hanging wall .

5-4. Materials for W/F US\$ / ton

	Number	Unit price	total	Memo
Wooden beam & prop	0.42	16.0	6.7	
Wood plate	1.14	0.5	0.6	
Detonator cap	1	1.5	1.5	
Explosive	1	1.0	1.0	
Others		0.5	0.5	Air hose , water hose ,etc
Total			10.3	

Note : At a kakkuchi after blasting work , immediatly supporting work is done .



One beam ,2 props and 8 plates are used to

One blasting advances 1.2 m .

Average working hight of B, E1, E2 Seam at working face is $\{(1.9 + 1.7 + 1.6) \div 3 = 1.73 \text{ m}\}$.

Beam length is 2.4 m .

Therefore coal production by one blasting work is $1.2 \times 1.73 \times 2.4 \times 1.4 = 7 \text{ tons}$.

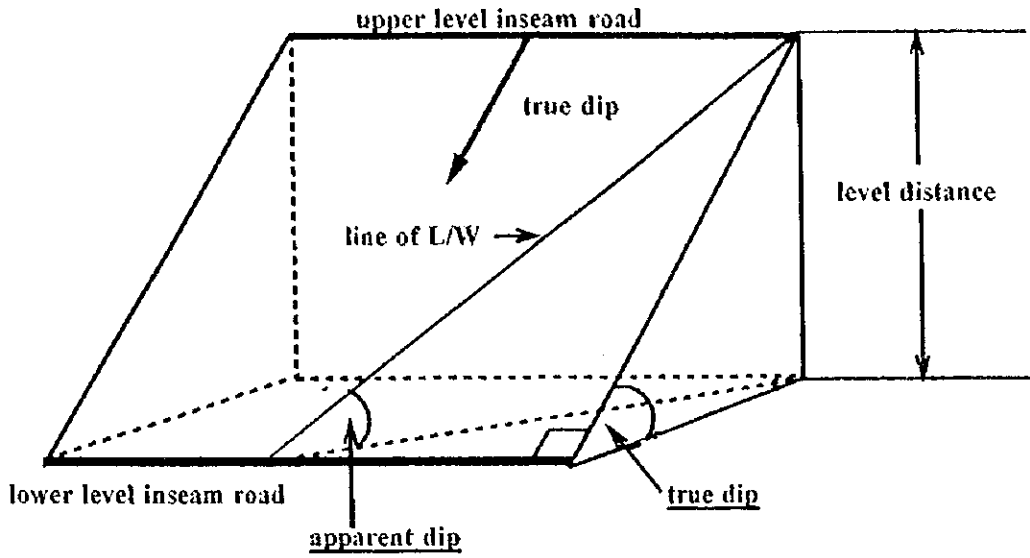
So consumed post/ton is $3\text{ps} \div 7 \text{ tons} = 0.42/\text{ton}$, consumed plate is $8\text{ps} \div 7\text{tons} = 1.14/\text{ton}$.

* Wood price of 6" is 3.5 RM/ft and wood price of 6" square is 8.5 RM/ft .

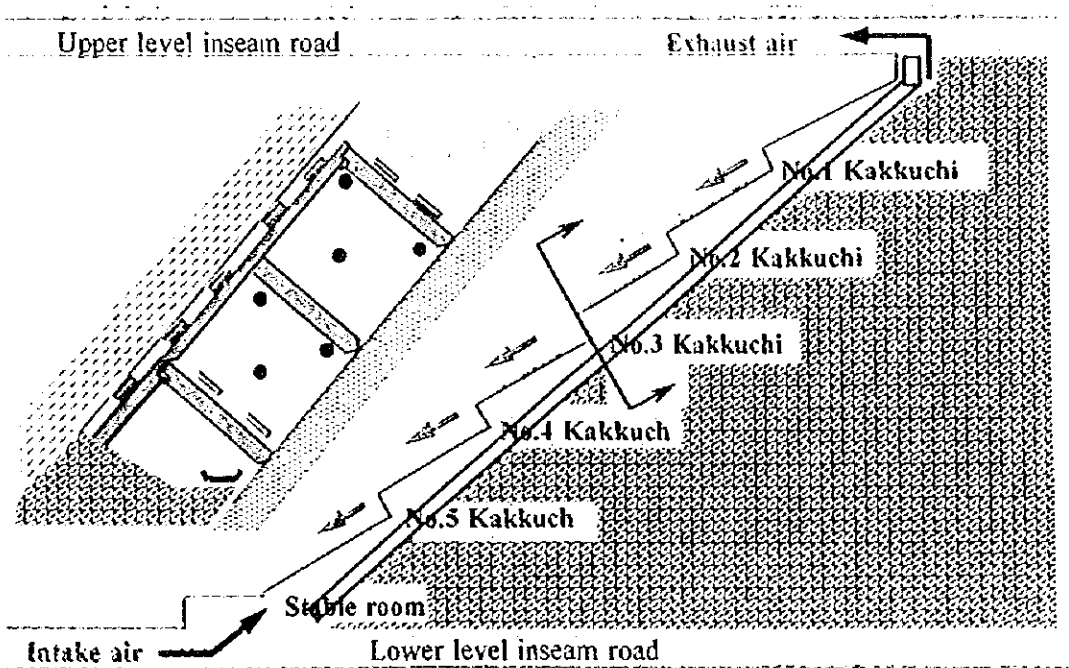
Wood price of 8" square is 18.5 RM/ft . So in case of 8" diameter , its price is $3.5/8.5 \times 18.5 = 7.6 \text{ RM/ft}$. Therefore the price of one piece of 8" $\phi \times 8$ feet length post is $7.6 \times 8 = 60.8 \text{ RM/piece} = 16 \text{ US\$/piece}$

Appendix 4-3 Illustration of Mining Method

Conception of Kakkuchi mining



General layout of Kakkuchi L/W

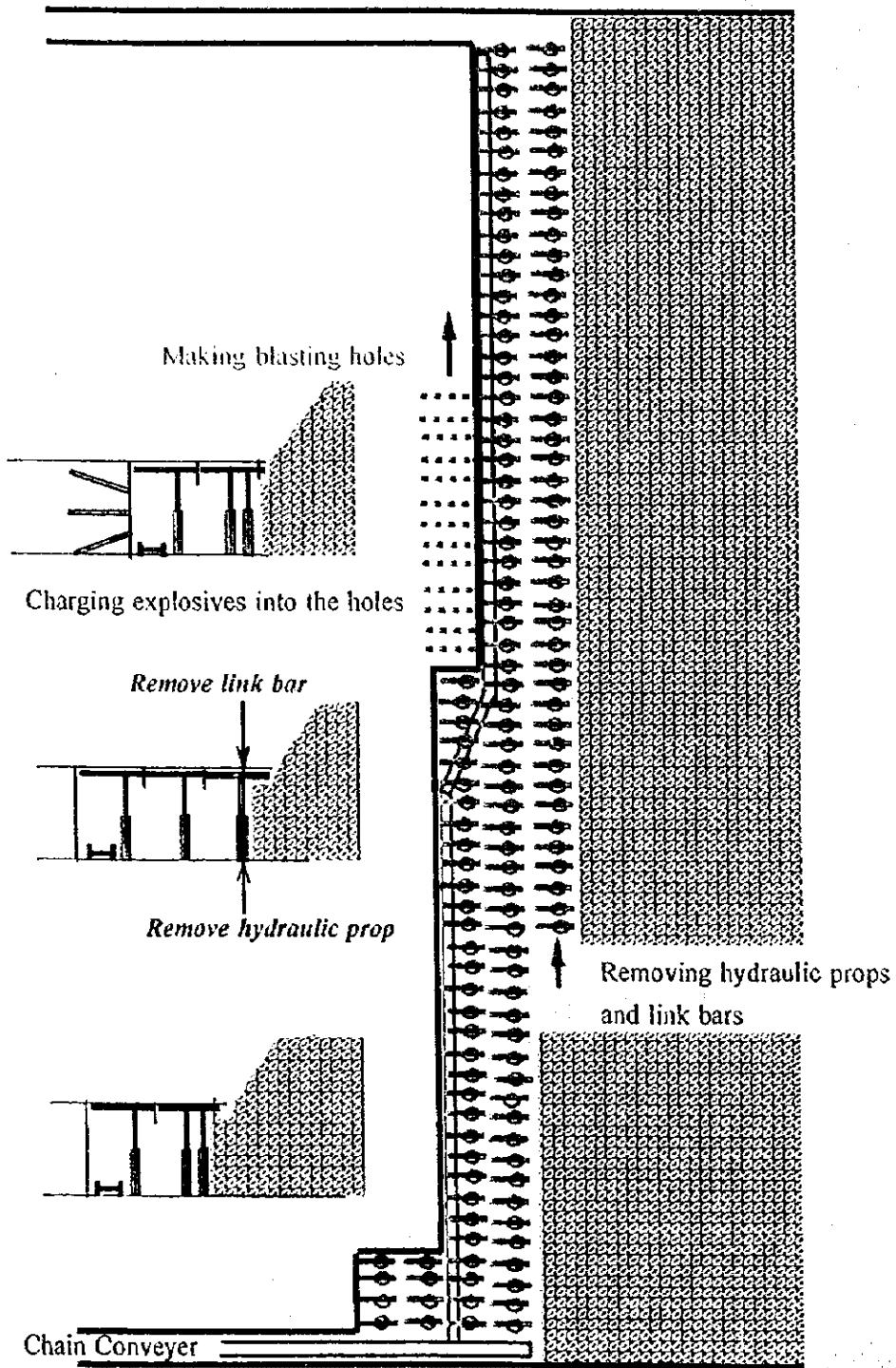


● : Blasting hole ◻ : Plastic (or steel) trough

Working Sequence of L/W using Hydraulic props and Blasting

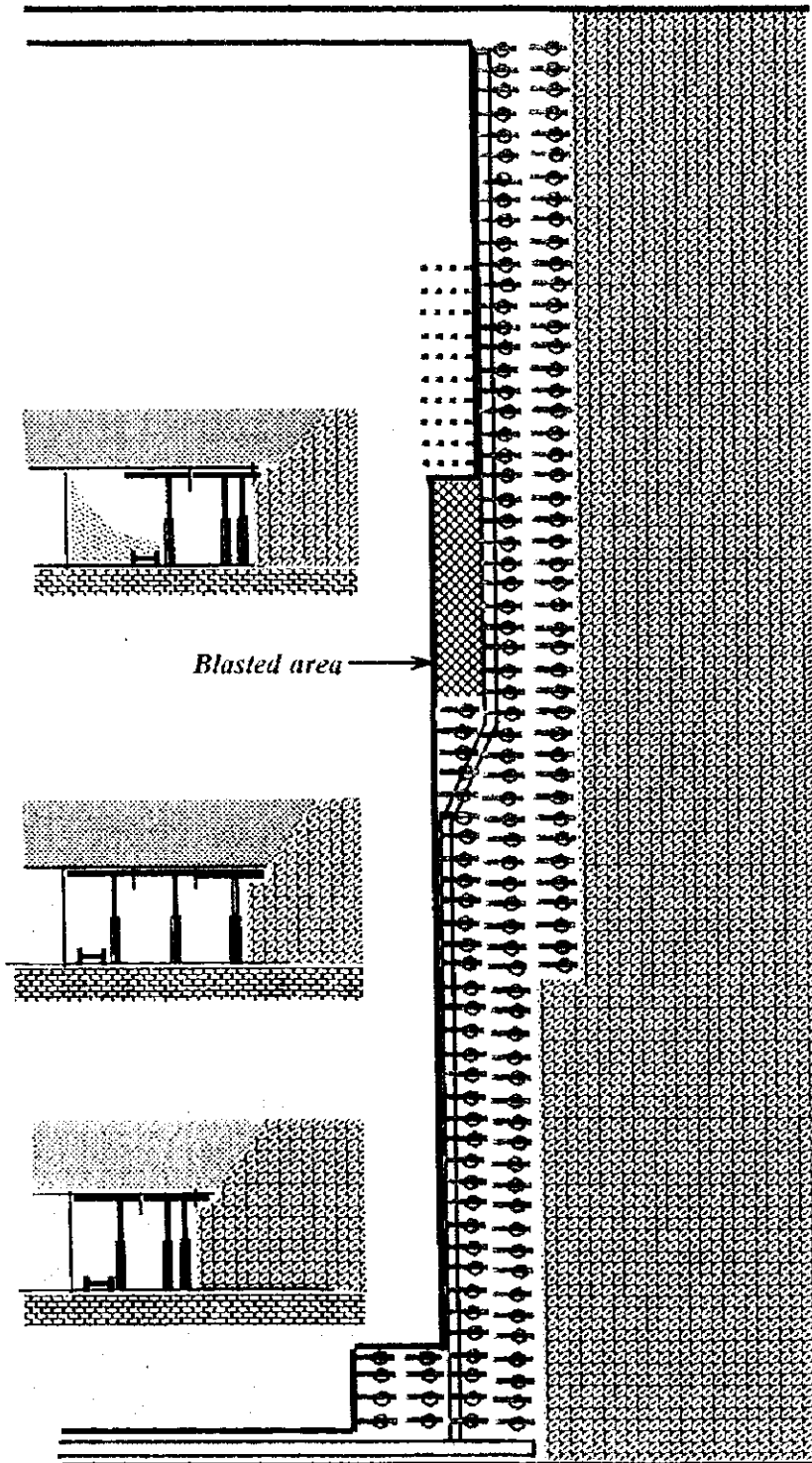
I. Before Blasting

Blasting holes are made and explosives are charged into the holes.

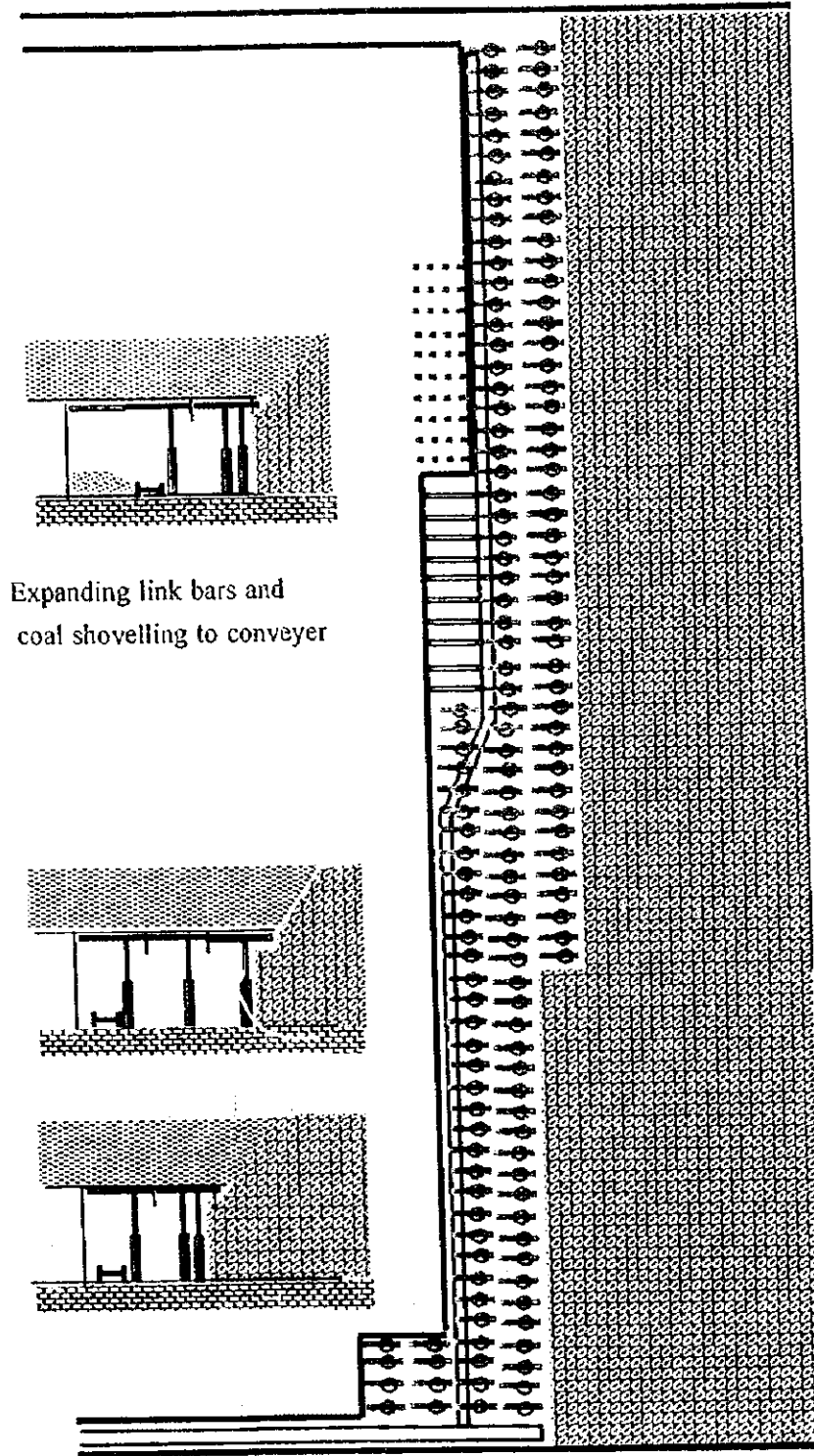


2. Blasting

After checking safety , blasting is done .

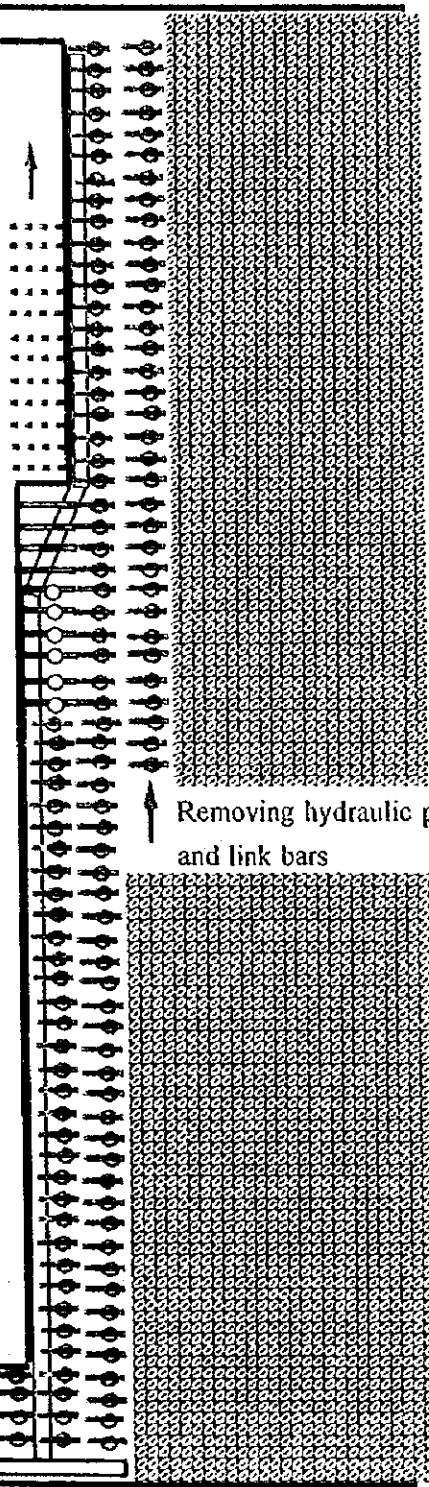
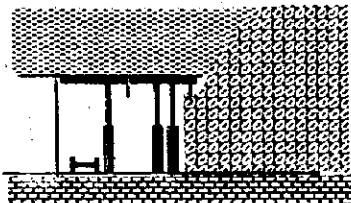
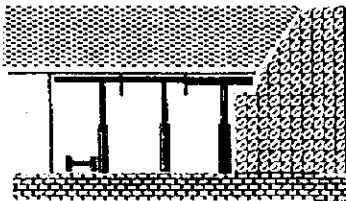
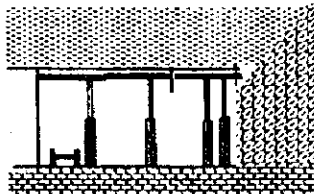


3. Link bars are expanded immediately after blasting to prevent roof falling .
Cutout coal is loaded into the chain conveyer .



Expanding link bars and
coal shovelling to conveyer

Moving the conveyer to the front
Standing hydraulic props



Removing hydraulic props
and link bars

Appendix 5

Photographs



地表地質調査



石炭露頭 (YK001 1.16m,
Sesui West 地域のBDルート)



炭層露頭調査 (NK141
3.05m Malibau 地域)



トレンチ実施後の
サンプリング (SW37)



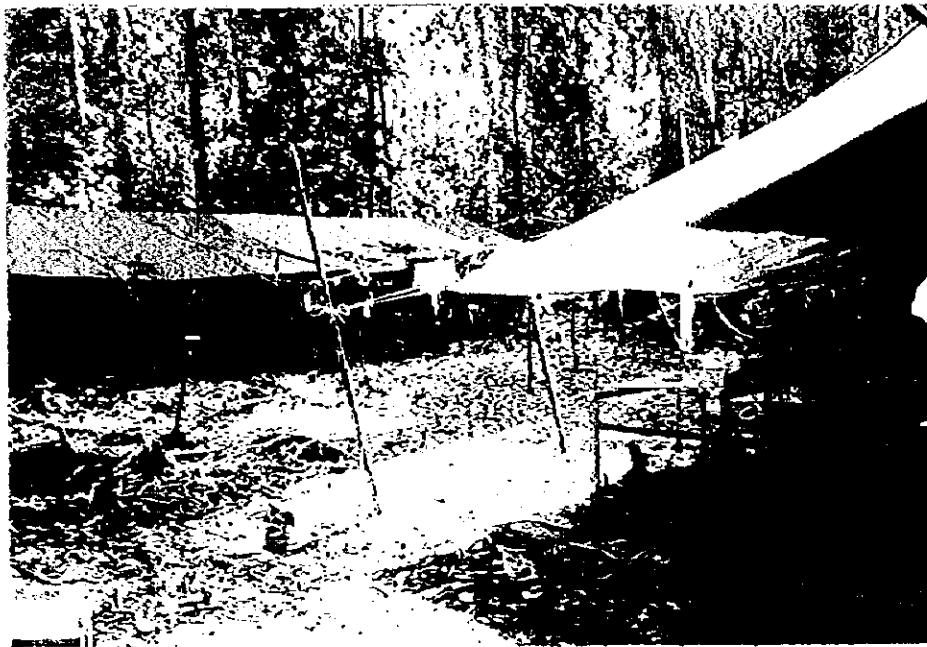
トレンチ NK137



Global Positioning System
(GPS) S.W.Malibau地域



四輪駆動車（JICA供与）
降雨後、ぬかるむ木材
搬出用道路



ベースキャンプ



遠隔地を調査する際の
簡易キャンプ

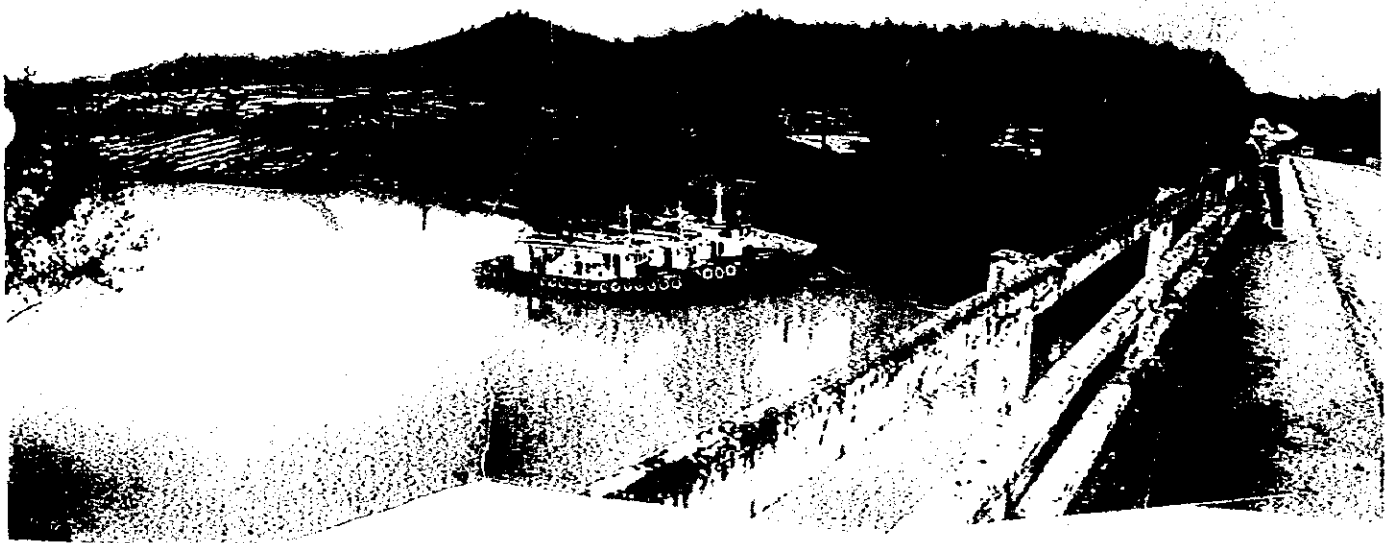


Silimpoon 地域の全景



主要木材搬出用道路

カラバカン(カラバカン川
沿いの街)、木材はここから
バージで搬出される





Silimpoon炭鉱 No.1斜坑
坑口跡



炭鉱施設の残骸
(Silimpoon炭鉱)



調査報告
(マレーシア地質調査所
本部)

JICA