

# マレーシア国石灰石有効利用 試験的事業開発計画調査 報告書

1987年12月

国際協力事業団

ARY



マレーシア国石灰石有効利用  
試験的事業開発計画調査  
報告書

JICA LIBRARY



1041176173

1987年12月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 '88.2.16 月日	113
登録No. 17162	66.9 MPP

## は じ め に

国際協力事業団は、日本セメント株式会社及び丸紅株式会社の要請にもとづき、マレーシア国において石灰石有効利用試験的事業開発計画調査を行うこととし、1987年3月9日から同年3月21日迄、松浦敏工業投融資課課長代理を団長とする調査団を派遣した。

本調査の目的は、マレーシア・ペルリス州等において産出する石灰石を有効利用し、製紙、高級塗料等に添加する軽質炭酸カルシウム（Light Calcium Carbonate）を製造する試験的事業の開発計画を策定することである。

現地においてはマレーシア鉱業公社、ペルリス州経済開発公社等の積極的な協力により調査はごく円滑に実施され、本報告書は現地調査にもとづき技術的、経済的な検討等を取りまとめたものである。本報告書が今後の事業計画策定にあたりその一助となれば幸いである。

おわりに本調査の実施にあたり、種々御協力をいただいたマレーシア国の政府関係各機関、日本国大使館、外務省、通商産業省及び現地においてあたたかい御協力をいただいた関係企業の方々に深く感謝の意を表すとともに、あわせて今後の御支援をお願いする次第である。

昭和62年12月

国際協力事業団

総 裁 右 川 圭 補



# 目 次

第1章 調査の概要 .....	1
1-1 本プロジェクトの経緯, 目的 .....	1
1-2 調査の対象及び内容 .....	1
1-3 調査団の構成 .....	2
1-4 調査期間 .....	2
1-5 調査日程 .....	2
1-6 面談者リスト .....	3
第2章 マレーシア経済概況 .....	7
2-1 マレーシアの一般状況 .....	7
2-2 経済概況 .....	7
2-3 日本との経済関係 .....	8
第3章 マレーシア(マレー半島)の地質と石灰石鉱床の分布 .....	9
3-1 マレーシア(マレー半島)の地質 .....	9
3-2 マレーシアの石灰石鉱床の分布 .....	13
第4章 石灰石鉱山の概要・地質鉱床及びセメント工場 .....	16
4-1 石灰石鉱山の概要・地質鉱床 .....	16
4-1-1 CEMENT INDUSTRIES OF MALAYSIA BERHAD (CIMA) .....	16
4-1-2 KEDAH CEMENT SDN. BERHAD .....	25
4-1-3 SAW CHONG TEOK QUARRY SDN. BHD. 及び JKR QUARRY .....	31
4-1-4 PERAK-HANJOONG SIMEN SDN. BHD. ....	39
4-1-5 TASEK CEMENT BHD. ....	45
4-2 セメント工場 .....	51
第5章 各鉱山における石灰石のL.C.C.への適合性について .....	52
5-1 適合試験 .....	52
5-2 結 果 .....	52
5-3 考 察 .....	52
5-4 結 論 .....	57
第6章 事業化について .....	58
6-1 概 説 .....	58
6-2 事業予定地の概要 .....	59

6-3	原 料	59
6-4	ユーティリティ	60
6-5	当事業の経済性評価	60
第7章	期待される開発効果	72
7-1	開発ニーズ	72
7-2	開発効果	72
参 考 文 献		73



## 第1章 調査の概要

### 1-1 本プロジェクトの経緯、目的

日本セメント㈱及び丸紅㈱は、マレーシア・ペルリス州等において産出する石灰石を有効利用して、製紙、高級塗料等に添加する軽質炭酸カルシウム（Light Calcium Carbonate：以下L.C.C.と略）を開発する計画を立てた。

しかし、L.C.C.の生産はASEAN地域ではいまだ行われておらず、マレーシアの石灰石のL.C.C.原料としての適合性等において未知の部分が多いため、実施するにしてもパイオニア的事業化である。

このため、前記本邦企業連合は、JICA投融資の前提としての当該事業の有効性の調査をJICAに要請してきたものである。

なお、本プロジェクトは、最初はペルリス州経済開発公社（Perlis State Economic Development Corporation：以下、Perlis SEDCOと略）が、同州の経済開発の一環として発案したものであり、マレーシア政府の基本的な承認も得ており、事業化に当ってはPerlis SEDCOの他に、マレーシア鉱業公社（Malaysia Mining Corporation：MMC）も参加するものである。

上記次第に鑑み、本件調査はマレーシア国内の石灰石を使用するL.C.C.試験的事業の可能性の調査を目的とした。

### 1-2 調査の対象及び内容

#### 1-2-1 調査対象

- (1) CIMB（Cement Industries of Malaysia）鉱山
- (2) Kedah Cement 鉱山
- (3) Saw Chong Teok 鉱山及びJKR 鉱山（同一鉱山）
- (4) Perak Hanjoong Cement 鉱山
- (5) Tasek Cement 鉱山

以上5鉱山。

なお、マレーシア側のL.C.C.プラント操業能力を予測するため、(1)、(2)、(4)、(5)の各鉱山のセメント工場の視察も行った。

#### 1-2-2 調査内容

- (1) 一般条件調査（ユーティリティ等）
- (2) 各石灰石鉱山の地質・鉱床調査
- (3) 各石灰石鉱山の石灰石サンプル採取
- (4) セメント工場視察
- (5) 石灰石サンプルのL.C.C.適合性試験

(6) 当事業経済性評価

1-3 調査団の構成

松浦毅	団長・総括	JICA・鉱工業投融資課長代理
志村明	開発協力行政	通産省南アジア東欧課
山田毅久	業務調整	JICA・鉱工業計画課担当
渡部春夫	鉱床	コンサルタント・住鉱コンサルタント(株)
大川徳男	軽質炭酸カルシウム	コンサルタント・住鉱コンサルタント(株)嘱託
植野泰治	事業化	コンサルタント・住鉱コンサルタント(株)嘱託

1-4 調査期間

昭和62年3月9日～昭和62年3月21日(13日間)

1-5 調査日程

日順	月/日	曜日	行 程	主要調査内容
1	3/9	月	JL721 東京→クアラ・ルンブール	移動
2	10	火		JICA事務所打合せ 大使館表敬, (株)丸紅KL支店打合せ
3	11	水	MH308 クアラ・ルンブール→ベナン	移動, 総領事館表敬
4	12	木	ベナン→カンガール	移動, Perlis SEDCOとの打合せ CIMA 鉱山調査
5	13	金		CIMA 鉱山調査(石灰石採掘)
6	14	土	カンガール→ランカウイ	Kedah Cement 鉱山調査
7	15	日		資料整理
8	16	月	ランカウイ→カンガール アロールスター	Perlis SEDCOとの打合せ Saw Chong Teok 鉱山, JKR 鉱山調査
9	17	火	アロールスター→タイピン	Saw Chong Teok 鉱山調査 移動
10	18	水	タイピン→イポー	Perak Hanjoong Cement 鉱山調査 移動
11	19	木	イポー→ベナン	Tasek Cement 鉱山調査 移動

日 順	月 / 日	曜 日	行 程	主要調査内容
12	20	金	MH309 ベナン→クアラ・ Lumpur	移動, MMC 報告打合せ JICA 事務所報告
13	21	土	OX500 クアラ・ Lumpur→東京	帰国

## 1-6 面談者リスト

### クアラ・ Lumpur

松 崎 孝 雄	JICA マレーシア事務所 所長
林 典 伸	" 次長
香 川 敬 三	"
細 野 哲 弘	在マレーシア大使館一等書記官
後 藤 健	" 二等書記官
今 泉 政 春	(株)丸紅クアラ Lumpur 支店長
L. C. Wan	MMC, Area Manager-South
A. W. Ikhsan	MMC, Project Engineer

### ベナン

床 野 栢 八 郎	在ベナン総領事館総領事
真 中 弘 道	" 副領事

### カンガール

Izham Omar	Perlis SEDC General Manager
N. A. Rahman	" Assistant Manager
Liew Saik Wai	CIMA 社 General Manager
Liew Suk Yee	" Quarry Manager

### ランカウイ

Ismail Omar	Kedah Cement 社 Admin. Manager
Tseng Kok Pheong	" Acting QC Manager
Loke Wong Kong	" Quarry Engineer
Yusoff A. Khalid	" Production Engineer

### アロールスタ

Saw Ban Hoe	Saw Chong Teok Quarry 社, Manager
Gurjail Sin	Jawatan Keriang Raya Quarry, Quarry Engineer

### タイピン

H. B. Ibrahim	Perak Hanjoong Simen 社, Admin. & Personal Manager
C. S. Kang	KIHC 社 (Perak Hanjoong Simen 社顧問)

イボ

Ong Kien Peng	Tasek Cement 社	Managing Director
Kuch Chuan Chin	"	Chief Engineer
Chong Won Foi	"	Mechanical Engineer

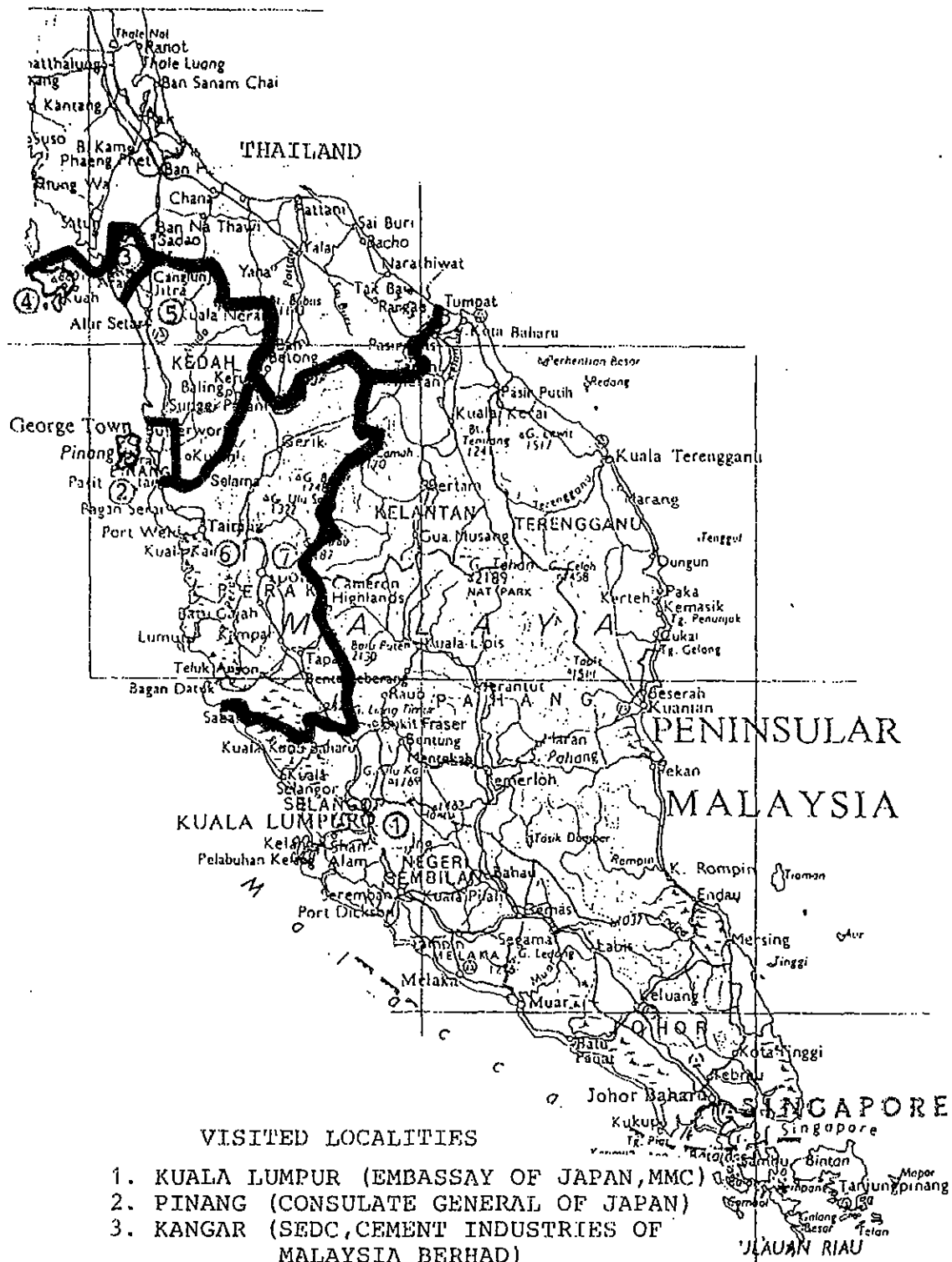


図1 調査位置図



## 第2章 マレーシア経済概況

### 2-1 マレーシアの一般状況

#### 概 観

面 積：33万km<sup>2</sup>（対日比約90％）

（半島部13万km<sup>2</sup>，ボルネオ島（サバ，サラワク）20万km<sup>2</sup>）

首 都：クアラルンプール（人口98万人）

人 口：1,556万人（1985年末：IMF/IPS）

〔マレーシア外務省の1986年推計：1,611万人〕

（分布：半島部83％，サバ州・サラワク両州17％）

民族構成：マレイ系57％，中国系32％，インド系10％，その他1％）

（以上，半島部の統計；86年）

言 語：国語は，マレイ語。（中国語，タミール語，英語を併用。）

宗 教：国教は，イスラム教。但し，信教の自由は憲法で保証。

（イスラム教56％，仏教（大乘）・その他中国宗教32％，ヒンズー教8％，その他（キリスト教・アニミズム等）4％）

#### 政 治

独 立：1957年8月31日，英連邦から独立，マラヤ連邦と称す。1963年9月16日，サバ，サラワク及びシンガポール（1965年に分離）を加えて「マレーシア」を結成。

政 体：立憲君主制（議会は，二院制。）

元 首：トング・マームド・イスカンドル国王（ジョホール州出身。第8代国王。1984年4月即位。任期5年。）

首 相：マハティール 副首相：ガフアール・ババ

### 2-2 経済概況

- (1) マレーシアは天然資源に恵まれた国であり，原油，LNG，天然ゴム，パーム油，木材等の輸出入収支が経済の柱となっている。
- (2) 1人当たりGNPは，2,000ドル代（84年）に達し，中進国の人口にさしかかっている。
- (3) 多民族国家であるため，貧困の撲滅，民族間経済格差の是正を目標とする「新経済政策」（NEP：1971～90）をベースに，民族間の融和を図りつつ経済開発を推進中である。
- (4) マハティール首相はマレーシアの工業の発展と近代化のため，特に日本，韓国に目を向け，労働倫理，経営哲学，技術を学ぼうとする“ルック・イースト”政策を積極的に推進してい

る。

- (5) マレーシア経済は、70年代を通じ良好なパフォーマンスを維持したが、80年代に入り経済成長は鈍化し、特に、85年は一挙にマイナス成長（ $-1.0\%$ ）に陥った。しかし、86年は一部の製造業、農業、鉱業の各部門で生産が増加したこと、年後半から一次産品価格が持ち直してきたことなどの要因により、プラス成長（ $1\%$ ）に転じた。
- (6) 一次産品主導型の経済構造の転換を図るとともに、民間活力の活性化を図る観点から86年に工業マスタ・プランを策定すると同時に積極的な外資導入政策を打ち出している。

### 2-3 日本との経済関係

- (1) 日本のマレーシアとの貿易は、近年、輸出が年間20億ドル台、輸入が年間40億ドル台で、恒常的に日本の人超となっている。品目は、日本から機械類等を輸出し、マレーシアから原油、液化天然ガス、木材等を輸入しており、相互補完関係にある。
- (2) 日本のマレーシアに対する民間直接投資額は1985年度末累計（許可・届出ベース）1.1億ドル余となっており、製造業が70%を占めている。
- (3) 日本のマレーシアに対する経済協力は、毎年円借款供与（86年末累計3,280億円）のほか、研修生受入れ、専門家派遣などの技術協力等各種の協力を実施している。



## 第3章 マレーシア（マレー半島）の地質と石灰石鉱床の分布

### 3-1 マレーシア（マレー半島）の地質

マレー半島は構造的に、東部ビルマからタイ、マレー半島及びスマトラの東海岸に伸長し、更にボルネオの南西部を含むスンダランドの一部をなす（図2）。この地域は、三畳紀～ジュラ紀のインドシナ期の造山運動によって形成された大陸地塊からなり、北～北北西の顕著な広域トレンドを有している。マレー半島の地質構造もこの構造パターンに支配され、北～北北西に発達する褶曲山脈、各時代の地層及び花崗岩の分布により特徴づけられる（図3）。マレー半島の地質は、カンブリア紀から第四紀に及ぶ主として堆積岩類からなる地層と、花崗岩類などからなる（図4）。

堆積岩類は、基本的には、三畳紀以前に形成されたものは大部分が海成、三畳紀以降のものは非海成である。三畳紀のものは海成及び非海成の両者からなり、非海成堆積物が分布する場合は、三畳系の上部に分布する。

堆積作用はマレー半島においては、主な花崗岩の活動期に密接する堆積の休止期を除いて、古生代と中生代を通じて大局的には連続的であったとされている。しかし堆積盆の不安定のゆえに、どの地域においても完全に連続する堆積の記録は認められないようである。

花崗岩類は半島の全面積の殆んど半分を占め、半島の西側及び東側に広域的構造トレンドに平行に北北西に伸長して分布し、地形的な高みを形成している。最大のものは西側に位置する主要山脈で、長さ約480 km、幅平均65～80 kmで、海拔は地域的に2,100 m以上に達している。花崗岩類の主な活動期は、後期石炭紀～前期三畳紀、前期三畳紀、後期三畳紀及び白亜紀～新第三期の4回認められており、半島に顕著な錫の鈍化をもたらしている。

マレー半島の石灰石鉱床を形成する石灰岩は主に三畳紀の地層に属し、この他に少数は、オルドビス～シルル紀、デボン紀、石炭紀及び三畳紀に属している。これら石灰石鉱床を胚胎する各時代の地層の分布と特徴は以下のとおりである。

#### オルドビス系～シルル系

半島の西部に花崗岩帯の縁に沿って、またその内部に点在して分布する。更にLangkawi 島に分布する。本系は千枚岩、片岩、粘板岩及び石灰岩からなり、少量の砂岩及び火山岩を挟む。

#### デボン系

前者と同様に主として西部花崗岩帯の縁に沿って分布する。分布は半島の南部で卓越する。本系は千枚岩、片岩、粘板岩を主とし、局部的に石灰岩の発達が著しい。礫岩やチャートの挟みも認められ、まれに火山岩も分布する。

#### 石炭系

半島北東部で東部花崗岩に接して大分布し、また、西部花崗岩帯の西方に数ヶ所まとまった分布をもつ。この他に中央部に点在する。本系は千枚岩、粘板岩、砂岩を主とする。粘土質岩起源の岩石は一般に石灰質であり、地域的に石灰岩が顕著に発達する。また、酸性～中性火山

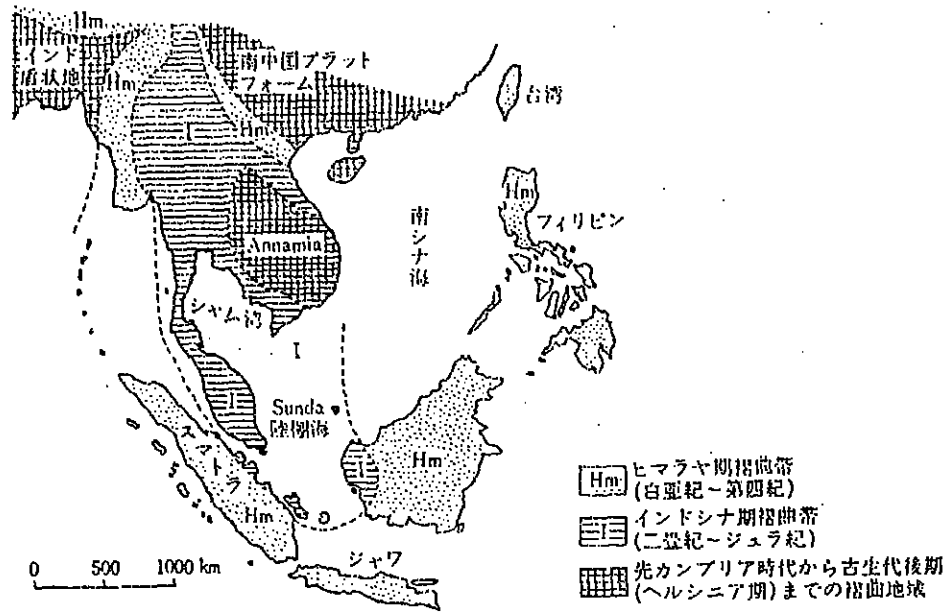


図2 マレー半島周辺の地質構造区分

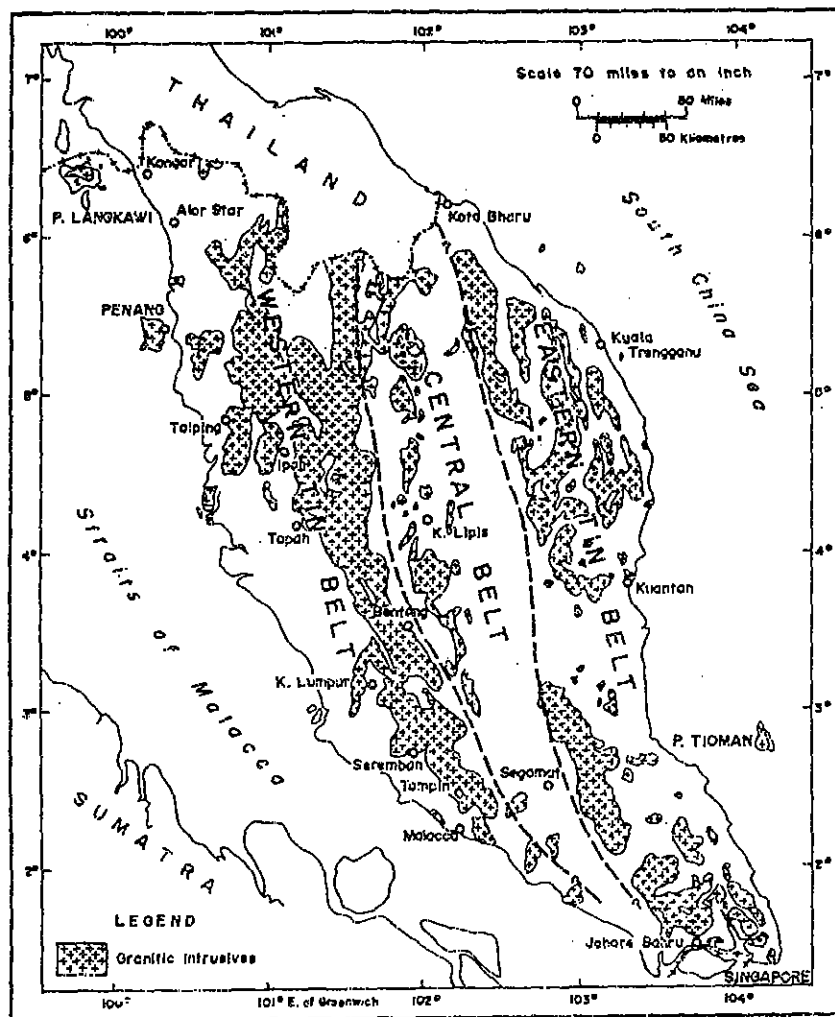


図3 マレーシア(マレー半島)の花崗岩類の分布

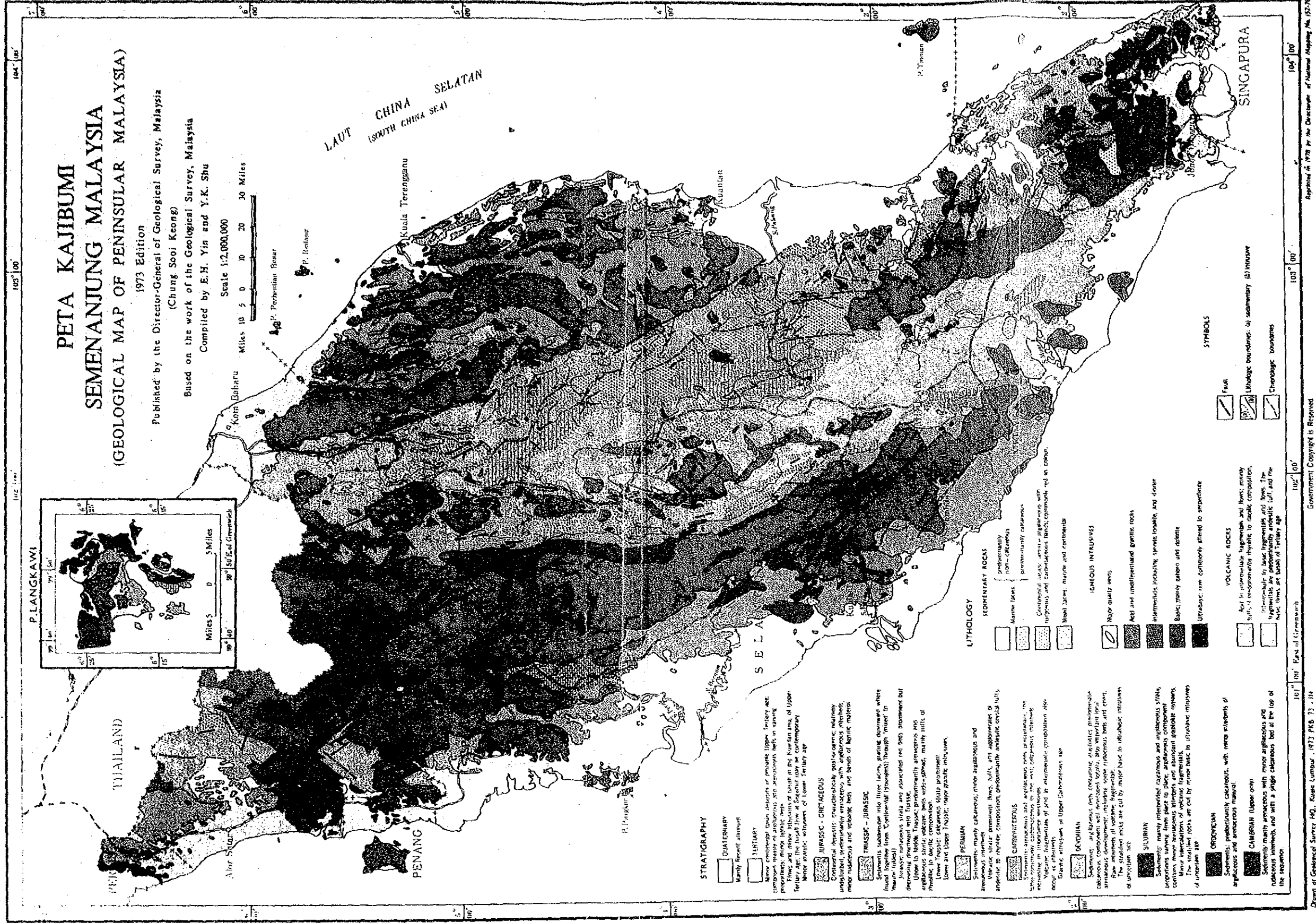


图4 马来西亚(马来半岛)地质图



岩が局部的に分布する。

### 二疊系

半島の中央～北東部及び南西部に大分布するほか、半島北西端部と Langkawi 島に分布する。本系は千枚岩、粘板岩、頁岩を主とし、砂岩、片岩を随伴する。系全体に石灰岩が顕著に発達し、また流紋岩～安山岩質火山岩が広範に分布する。

### 三疊系

半島の中央部に南北に広く分布し、また、北東部にまとまった分布をもつ。本系は砂岩、シルト岩、頁岩及びこれらの互層を主とするが、半島の中央部では流紋岩～デイサイト質の凝灰岩を主とする火山岩が広く分布する。石灰岩は本系の下部で顕著である。

## 3-2 マレーシアの石灰石鉱床の分布

マレーシア（マレー半島）における石灰石鉱床は Penang 及び Melaka 州を除くすべての州に分布する（図5）。このなかで、鉱量の大部分は Kelantan, Perak, Pahang, Kedah, 及び Selangor の各州に存在する。

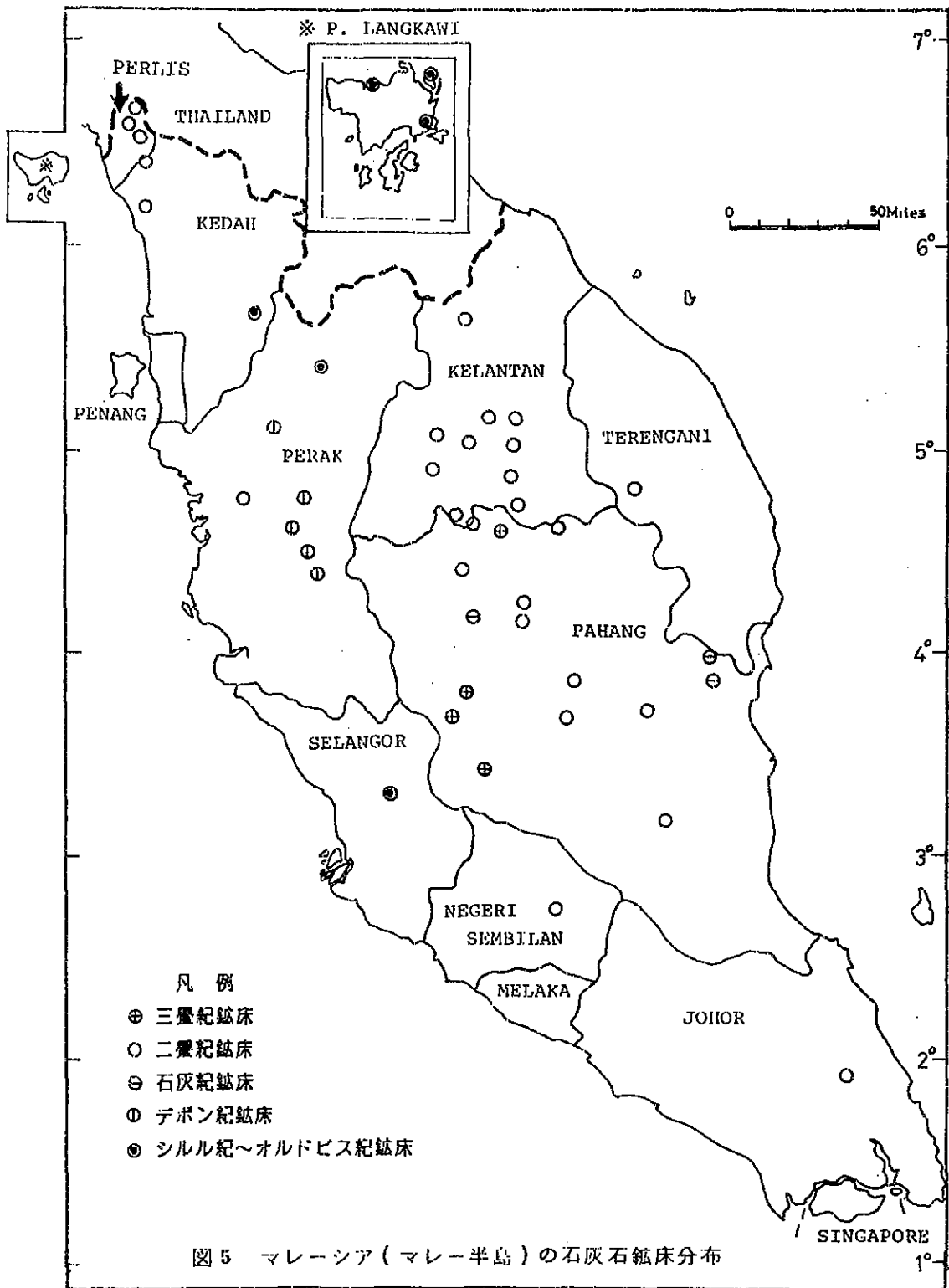
マレーシア地質調査所発行（1973年度）の縮尺1:2,000,000の鉱産図には、45の主な石灰石鉱床の分布が示されている。これらの石灰石鉱床（石灰岩）の生成時代は必ずしも明確でないが、縮尺1:500,000のマレーシア地質図（マレーシア地質調査所、1985）で検討すると、大部分は二疊紀の地層に属している。各時代の内訳は、オルドビス紀～シルル紀：6ヶ所、デボン紀：5ヶ所、石炭紀：3ヶ所、二疊紀：27ヶ所、三疊紀：4ヶ所である。時代別の分布の特性は次のとおりである。オルドビス紀～シルル紀のものは半島の西側及び Langkawi 島、デボン紀のものは半島の西側の Ipoh 周辺に分布する。石炭紀のものは半島の中央及び東部に少数分布し、二疊紀のものは半島の中央～西部に広く分布する。三疊紀のものは半島の中央に少数分布する。全般に半島の東部及び南部の分布は稀である。

マレーシア（半島）における石灰石鉱床の多くは、周囲にほぼ垂直～急傾斜の断崖をもつ石灰岩丘からなり、カルスト地形が発達し内部に多数の洞穴を有している。これらは長さ数100m～数kmの長円状の平面形をもち、比高数100mで沖積平野から突出して存在する。

今回調査した6ヶ所の石灰石鉱床も、Langkawi 島の鉱床を除いてすべて石灰岩丘が採掘の対象となっている。これら石灰岩丘の多くは、ダイアピル及び浸食作用により形成されたものと考えられている。石灰岩丘の基部の形成は海食によっても行われたが、大部分は更新世における陸上での浸食によるものであり、石灰岩の化学的特質が浸食を支配する最も大きな要素であるとされている。

マレーシアにおいて、石灰石は主にコンクリート骨材、道路のバラス、ポルトランド及び白色セメントの製造に使用されているほか、大理石床～壁材、工業用及び農業用原料として用いられている。マレー半島における殆んどすべての石灰石は  $\text{CaCO}_3 + \text{MgO} > 97\%$  の高品位で、農業用石灰石として適している。主として工業用に用いられている  $\text{CaCO}_3 > 95\%$  の高

カルシウム石灰石の鉄量の大部分は Perak, Kelantan, Perlis, Kedah 州等に分布する。一方、高マグネシウムドロマイト ( $MgCO_3 > 40\%$ ) 鉄床は、Perak, Perlis 及び Kedah 州に発見されている。



## 第4章 石灰石鉱山の概要・地質鉱床及びセメント工場

### 4-1 石灰石鉱山の概要・地質鉱床

次の5つの鉱山、①CEMENT INDUSTRIES OF MALAYSIA(CIMA)、②KEDAH CEMENT SDN. BERHAD、③SAW CHONG TEOK QUARRY SDN. BHD及びJKR QUARRY、④PERAK-JIANJOONG SIMEN SDN. BHD及び⑤TASEK CEMENT BERHADの鉱山またはセメント工場を調査した。その概要は次の通りである。

#### 4-1-1 CEMENT INDUSTRIES OF MALAYSIA BERHAD(CIMA)

##### (1) 概 要

##### 位置・交通

ペナンから約120km北方のPerlis州、Bukit Ketri, Cuping地区に位置する。当地区は、州都Kangarの北東方10kmの地点にあり、国際鉄道・幹線道路に近接し、交通は至便である(図6)。

##### 沿革・現況

CIMA社は、日本セメント㈱の技術協力を得て1977年からセメントの生産を開始した。1983年に生産能力の増大工事に着手し、1986年から本格操業(生産能力100万トン/年)を開始した。1987年3月現在、日本セメント㈱の3名の技術者が駐在している。原料の石灰石はセメント工場東方1kmの地点にあるBukit Chupingの採石場から供給されている。

##### 株主構成

Malaysia : Bumiputra	60.95%
Non-Bumiputra	22.48%
	(83.43%)
Overseas :	16.57%
Total	100.00%

##### 筆頭株主は

Perlis State Economic Development Corporation(Perlis SEDC)で58.84%を所有し、日本セメント㈱は2.66%を所有している。

##### 採 掘

CIMACO(Contractor:CIMA 60%, LIEW兄弟40%のJ/V)が実施している。採掘法は山頂より掘り下げる露天階段採掘法を採用し、ベンチは2段、ベンチ高さ10mである。

削孔にはTYCD120クローラードリルを使用、孔径3"φ、孔間隔を4ft×6ftとしている。



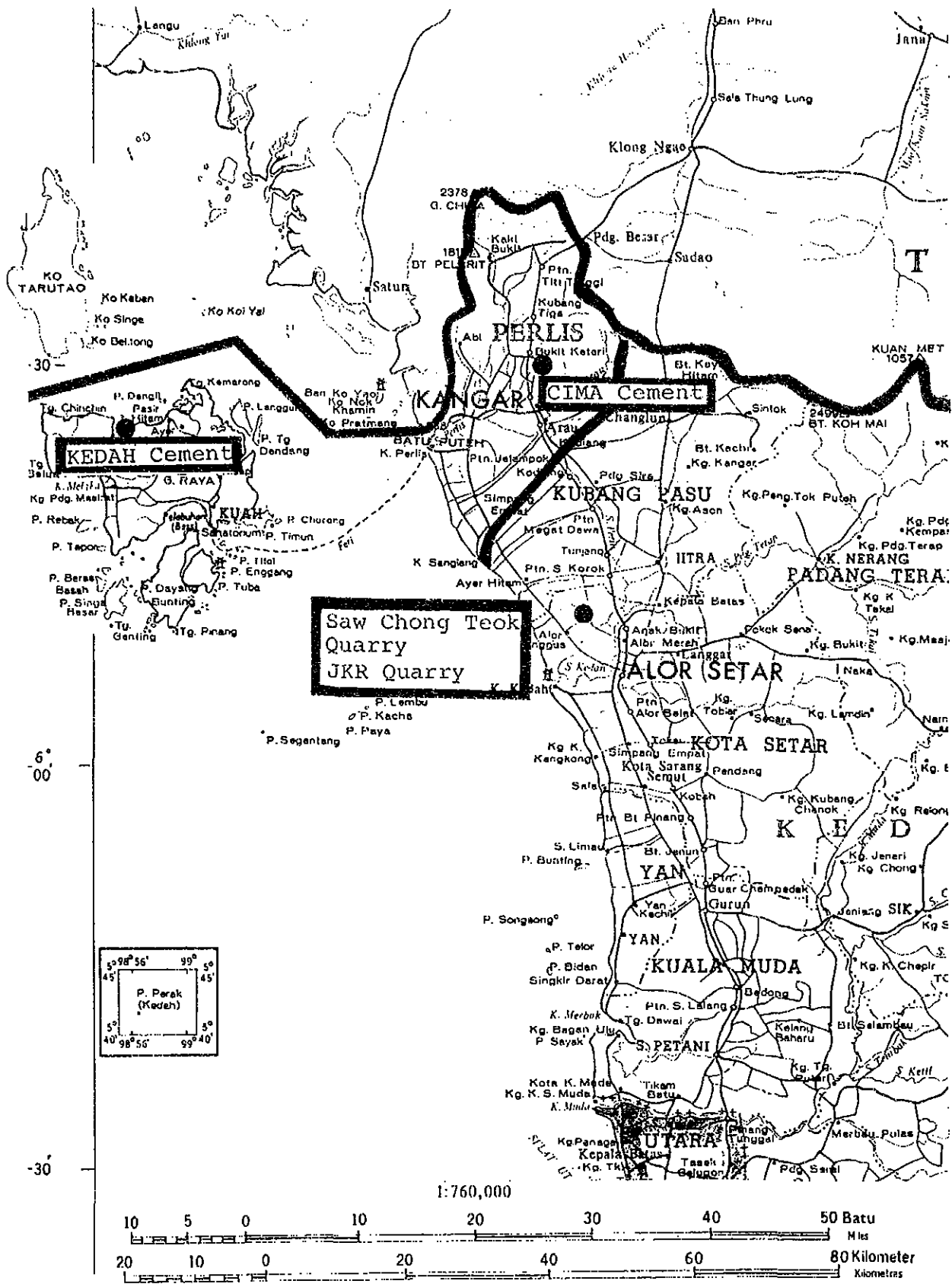


図6 CIMAセメント社, KEDAHセメント社, Saw Chong Teok Quarry社  
JKR Quarry社位置図



爆薬は現場混合のAN・FOを使用している。積込みにはCAT980ホイールローダを使用、運搬は25t積みダンプトラックで、約100m下部の一部破砕場に通じるシュート(6mφ)まで運び投入する。運搬距離が短い場合はホイールローダで直接投入する。大塊はドロップボールにより小割している。

1方/日、6日/週の操業形態を採っているが、セメントの需要が生産能力の50%まで落ち込んでおり、現状は2ヶ月操業1ヶ月休業の状態です。約600,000t/年の生産を行っている。

## (2) 地質・鉱床

### 地 質

石灰石が採掘されているBukit Chuping(Chuping)は、南北1.7km、東西約0.6kmの長円状の平面形をもち、海拔250mの急崖を形成し沖積平野から突出した石灰岩丘(Limestone Hill)である(図7)。この地域は、Bukit Chupingの北方0.5kmの地点に同様な石灰岩の小丘があり、また5~10kmの北方にも多数の石灰岩丘があるなど、石灰岩丘群による特異な地形を呈している。

Bukit Chupingの石灰岩丘はカルスト地形を形成し、石灰岩柱やドリ・ネが発達し、また、内部には多数の洞穴が発達している。一方、ラテライト化もみられ、石灰岩丘の表層や割目には赤褐色土壌が発達している。

本鉱床の石灰石は、マレーシア地質調査所による縮尺1:63,360のPerlis地質図(1967)によれば、古生代二疊紀(2.4~2.9億年前)~三疊紀(2.1~2.5億年前)のChuping層に属し、縮尺1:500,000のマレーシア地質図(マレーシア地質調査所、1985)では二疊紀に対比されている。

地表踏査・ボーリング調査を基にしたOIMA社の資料によれば、本鉱床は、灰色~暗灰色の微晶質石灰岩を主とするが淡紅色石灰岩も広範に分布する。淡紅色は主にラテライトに起因している。これは灰色石灰岩と同様にセメント原料として用いられている。これらの石灰岩の他に、珪質石灰岩やドロマイトが分布する。これらはセメントの原料として不適であるが、分布と量が限定されているので操業上は問題がないとのことである。石灰岩の構造は、一般走向はN-Sで、傾斜は略70°Eである。しかし西傾斜の部分もかなり認められ、周囲の地質状況から、全体として軸面が東にかたむいたNS系の向斜構造を形成しているものと考えられる。

### 鉱 床

本鉱床における石灰石の鉱量は、114,000,000tと計算されている。石灰岩丘は、現在採掘中の北部と未開発の南部に分けられる。採掘切羽は北部の最上段付近に設けられている。

切羽内にみられる石灰石は、灰色~淡灰色を示す微晶質石灰石が大部分であり、明淡灰色~白色を示すものは極く少量である。灰色及び淡灰色を示す石灰石の量比は極低

等しく、それぞれまとまった産状を示すので、淡灰色石灰石を選別的に採掘するのは容易と考えられる。

採掘場設計にあたってCIMA社が実施したボーリングにおける石灰石のコアの化学分析値は、全般に $\text{CaO} \geq 55\%$ 、 $\text{MgO} = 0.3\%$ 、 $\text{SiO}_2 \leq 0.3\%$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.1\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0.1\%$ を示すとのことであり、高カルシウム、低マグネシウム、低珪酸の高品位である石灰石の性質を示している。

今回、当鉱床に分析する石灰石が軽質炭酸カルシウム(L.C.C)の原料として適するかどうかを判断する目的で、6試料の化学分析と3試料の白色度試験を実施した。これらの結果は5-2で述べるが、化学分析結果から、本鉱床の石灰石はCIMA社の試験結果同様に、高カルシウム( $\text{CaO}$ : 53.3~55.1%)、低マグネシウム( $\text{MgO}$ : 0.1~0.8%)、低珪酸( $\text{SiO}_2$ : 0.16~0.5%)、低酸化アルミニウム( $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.04~0.18%)の性質が示された。

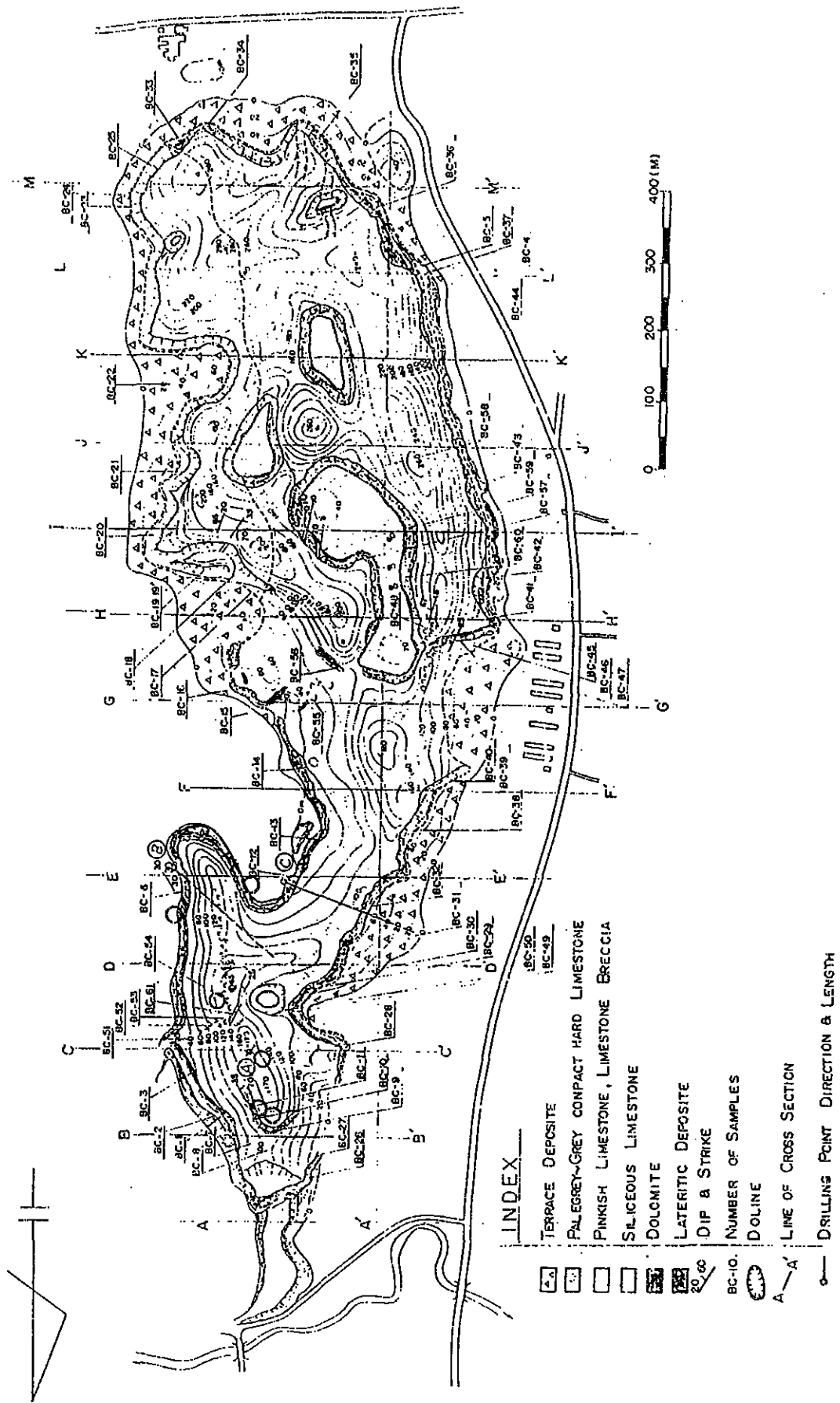
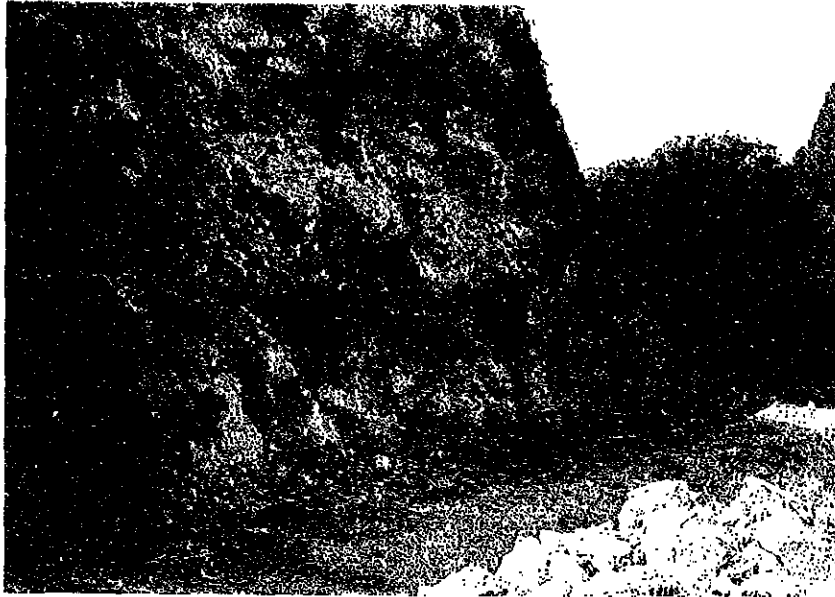


図7 CIMAセメント社Bukit Chuping採石場の地質





CIMA 欽山石灰石



CIMA 欽山石灰石





#### 4-1-2 KEDAH CEMENT SDN BHD

##### (1) 概要

###### 位置・交通

マレー半島北部西海岸の西方25 kmに浮かぶLangkawi島に位置する(図6)。Langkawi島へは本土のKuala Perlisからフェリーで約1時間であり、またペナン島よりデイリフライトがある。

###### 沿革・現況

Kedahセメント社は1981年に起業着手し、1984年9月に完成、生産をスタートした。クリンカー生産能力4,000t/dayで、2,000t/dayをLangkawi plantでセメントに粉砕し、残り2,000t/dayはジョホールバルのPasir Gudang plantに送り南部マーケット用に充てている。原料の石灰石はセメント工場に隣接した採石場から供給されている。港湾設備はセメント工場に隣接して建設されており、低コスト、迅速な輸送が可能である。電力は本土からの海底ケーブルで供給され、工業用水は近くの谷川より引水している。工場設備は石川島播磨重工業(IHI)が納入し、技術指導のため現在IHI1名、住友セメント2名、東芝1名、計4名の日本人技術者が駐在している。

起業費はセメント工場及び附帯設備で約700 Million m\$ (マレーシアドル)である。

###### 株主構成

Heavy Industries Corporation of Malaysia	35%
Kedah State Economic Development Corporation	25%
Private Sector (※4社)	40%
Total	100%

(※大手はTemasck Holding of Singapore, 日本企業は0)

のジョイントベンチャーである。

###### 採掘

JUIFOUNG (台湾の業者)が請負って採掘している。

採掘法は露天階段採掘法であり、一段ベンチの拡大方式により採掘が進められている。

削孔にはFurukawa PCR200 クローラードリルを使用、削孔径3"φ、孔間隔3m×2.5m~2.7mとしている。

爆薬は現場混合のANFOを使用。積込みはKomatsu W260 ホイールローダ、運搬はKomatsu HD320 (32t積み) ダンプトラックで一次破砕場まで約1km運搬する。重機所有台数はPCR200 クローラードリル7台、W260 ホイールローダ4台、HD320 10台であるが、実際に稼働しているのは各約6割でセメント業界の不況から苦しい操業を行っている。

## (2) 地質・鉱床

### 地 質

石灰石鉱床は、Langkawi島の北端部、Ewa湾に接する海拔約130mの丘陵地にある。本鉱床の石灰岩は縮尺1:63,360のLangkawi島地質図(マレーシア地質調査所, 1965)によれば、古生代オルドビス紀(4.5~5.1億年前)からシルル紀(4.2~4.5億年前)前期のSetul層に属し、同層は層厚約1,500mで、層状暗灰色の石灰岩を主としている。本鉱床の石灰岩分布域の西方にはカンブリア紀の堆積層、また東方及び南方には、これらの岩石よりも新期の花崗岩類が広く分布している。鉱床の石灰岩は花崗岩の貫入による接触変成作用のため細粒結晶質~大理石となっている。一方、石灰岩の分布する丘陵地にはカルスト地形が発達し、石灰岩柱の林立が顕著である。

### 鉱 床

石灰石は、東西約2km、南北約3kmの範囲に、東西2ヶ所に別れて分布する(図8)。東部の鉱体はA鉱体、西部の鉱体はB鉱体と呼ばれ、地形的にそれぞれ、A-1, A-2鉱画及びB-1, B-2, B-3鉱画に区別されている。石灰岩層の構造は、A, B両鉱体とも走向はNNE-SSWで、傾斜はA鉱体が西傾斜、B鉱体が東傾斜であり、全体としてゆるい向斜構造をなしているものと判断される。A, B両鉱体の中間及びA鉱体の東側には珪質石灰岩、またA鉱体の東縁に花崗岩岩株、B鉱体の西側に砂岩が分布している。

現在、採掘切羽はA-1鉱画及びB-1鉱画に設けられている。A-1鉱画に分布する石灰石は、暗灰色~灰色を呈し、粒径0.5~1.0mmの糖晶質石灰石である。B-1鉱画では、暗灰色を呈し、粒径0.1mm程度の細粒糖晶質石灰石が大部分であるが、径数10m x 100m程度の限定された範囲に、帯黄灰白色の大理石様糖晶質石灰石(粒径0.5mm)が分布する。

本鉱床の石灰石の平均的組成は、今回Kedahセメント社から示された分析結果によれば、CaO:平均50%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0.5~1.0%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0.5~0.7%, SiO<sub>2</sub>:平均5.0%, Na<sub>2</sub>O:0.01~0.03%, K<sub>2</sub>O:0.03~0.06(Max 0.1%), MgO:1.4~1.5%であり、全般に低カルシウム、高マグネシウム、高珪酸で、鉄分やアルミニウム分の多い、かなり不純な石灰石であると判断される。今回の調査では、L.C.C.の原料としての適否を判断する目的で、4試料の化学分析と2試料の白色度試験を実施した。これらの結果は5-2で述べるが、化学分析の結果、CaO:49.34%~53.32%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0.31~0.93%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0.15~0.97%, SiO<sub>2</sub>:2.40~6.84%, Na<sub>2</sub>O:0.03~0.05%, K<sub>2</sub>O:<0.01%で、Kedah社の分析結果と同様な値が得られた。

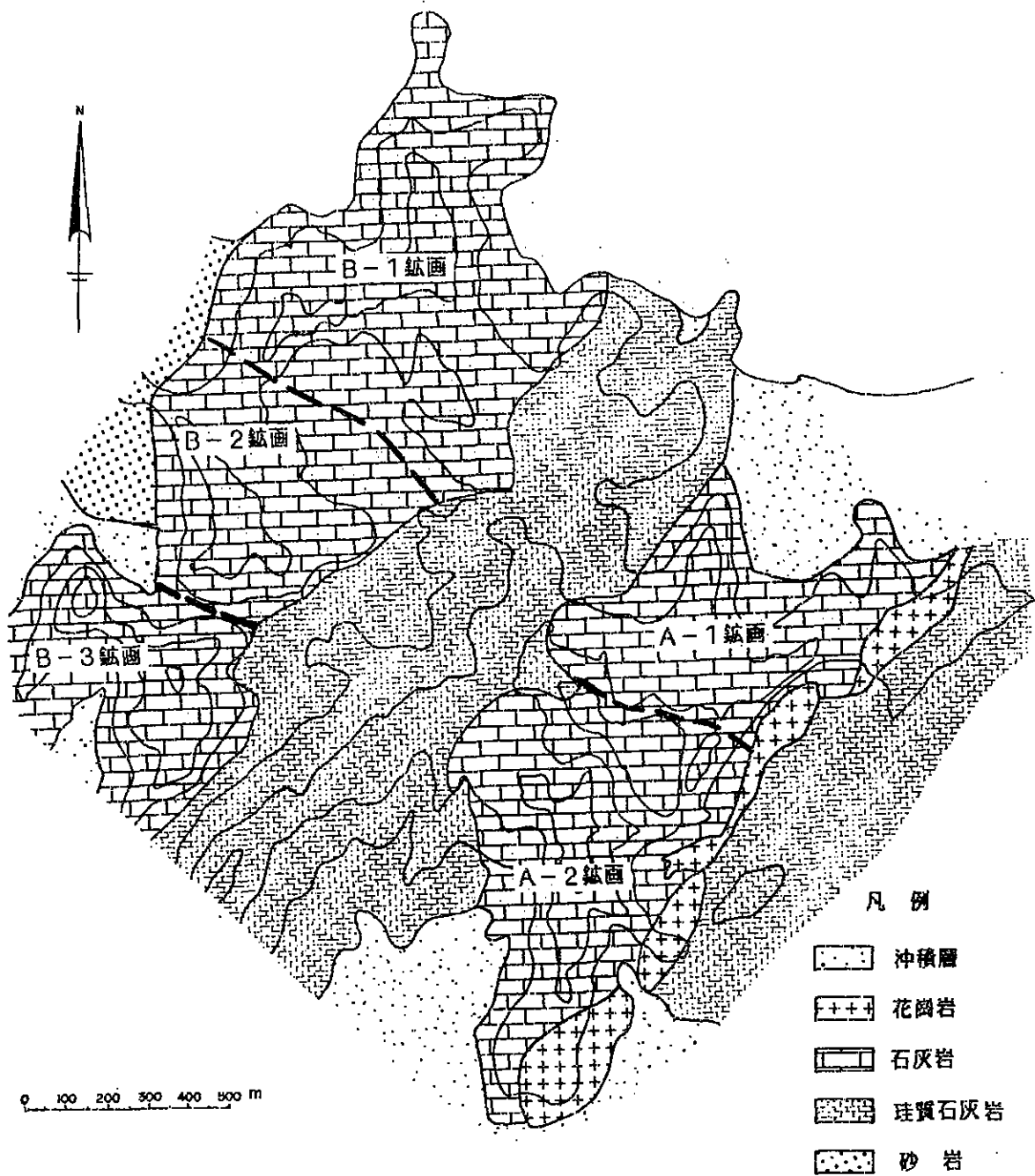
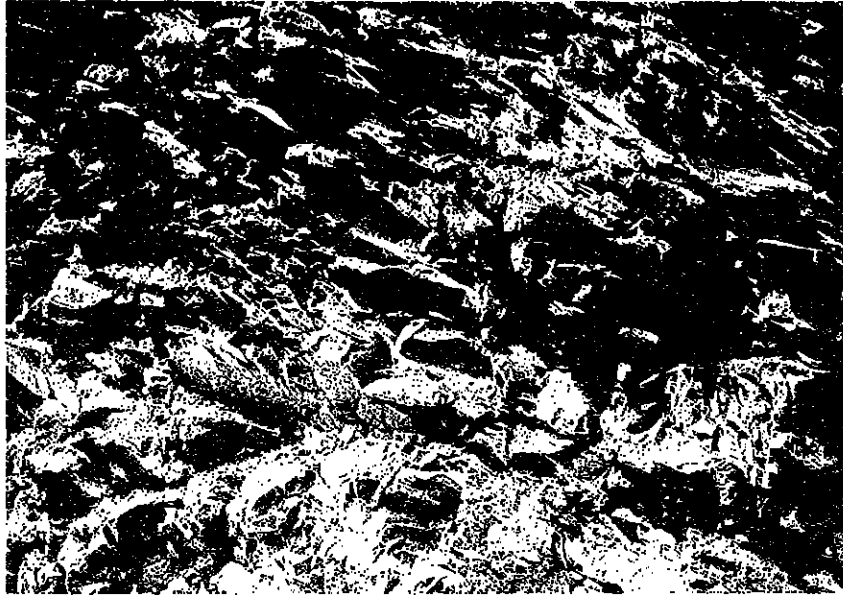


図8 KEDAHセメント社採石場の地質





Kedah 欽山石灰石



Kedah 欽山石灰石



#### 4-1-3 SAW CHONG TEOK QUARRY SDN.BHD., 及び JKR QUARRY

##### (1) 概 要

###### 位置・交通

Saw Chong Teok Quarry 及び JKR Quarry はともにも、Kedah 州の州都 Alor Star の北北西約 10 km の地点の Chong Keriang に位置する。Gunong Keriang は沖積平野に孤立した石灰岩丘で Alor Star より車で 10 数分である（図 6）。

###### 沿革・現況

Saw Chong Teok Quarry は蘇 萬和社長個人が 100% 所有の砕石場である。1964 年に生産を開始、生産量 800 t/day の全量を骨材として販売している。

###### ◎販売価格：

3/4"	\$ 13.00/t
1 1/2"	\$ 10.00/t
CR 2"	\$ 9.00/t
CR 3"	\$ 8.00/t

JKR Quarry (Public Working Department) は Saw Chong Teok Quarry に隣接して位置し、Kedah 州政府が操業を行っている。

生産は 500 t/day で全量骨材用として販売している。販売価格は 3/4" ~ 1" のものが \$ 42/t で Saw Chong Teok Quarry の販売価格の約 3 倍である。

###### 採 掘

###### Saw Chong Teok Quarry :

採掘は Jack Hammer を使用したすかし掘りによって行っている。積み込みはドザ・ショベル、運搬は 8 t 積みトラックを使っているが、かなりの年代物である。操業は、8 時間/日、7 日/週で 35 人が 1 週間交代で働いている。

###### JKR Quarry :

採掘は“すかし掘り”を行っており、重機類は UH 123, MARION 45MB, KOMATSU JH60B 等を所有し、増産は可能である。

##### (2) 地質・鉱床

###### 地 質

採掘の対象となっている Gunong Keriang (Gunong 山) は、沖積平野に孤立する南北約 1.2 km、東西約 0.6 km、海拔 215 m の石灰岩丘で、基部に急斜面の崖を有している（図 9）。Saw Chong Teok Quarry は石灰岩丘の東部に、JKR Quarry は南部にそれぞれ位置している。この石灰岩層は、縮尺 1:63,360 の Kedah 地質図（マレーシア地質調査所、1972）によれば、二疊紀（2.5 ~ 2.9 億年前）~ 三疊紀（2.1 ~ 2.5 億年前）の Chuping 層に対比されており、縮尺 1:500,000 のマレーシア地質図（マレーシア地質調査所、1985）では三疊紀に対比されている。

石灰岩丘はソテライト化により、表層及び割目に赤色土壌が発達しており、また、カルスト地形も発達し、内部には多数の洞穴があるとのことである。

石灰岩の構造は、全般に走向はN-W、傾斜は $30^{\circ}$ ～ $50^{\circ}$ Sを示している。しかし、Saw Chong Teok Quarryのある西斜面に於て、波長数10mの反復した褶曲構造が認められ、構造は必ずしも単純でないことがうかがえる。

#### 鉄 床

両探石場に分布する岩石は、灰色、灰褐色、淡灰色等を呈する塊状及び層状の微晶質石灰岩を主とし、暗灰色苦灰岩質石灰岩、暗灰色泥灰岩等が随伴する。塊状及び層状の石灰岩は、数mから数10mの幅で互層する。軽質炭酸カルシウムの原料に適する可能性が考えられる淡灰色の～白色の石灰岩は局部的に認められるが量的に少なく(10%以下)、白色の石灰岩は稀である。

今回のL.C.C.の原料としての適否を判断するため、Saw Chong Teok Quarryでは3試料の化学分析と2試料の白色度試験、またJKR Quarryでは2試料の化学分析と白色度試験を実施した。この結果は5・2の項で述べるが、化学分析値はSaw Chong Teokで一般的なもの、やや不純質(CaO:5.279%, MgO:0.70%, SiO<sub>2</sub>:1.70%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0.47%)であり、量的に少ないが白色を示すものは、Saw Chong Teok Quarryと同様の分析値を示した。



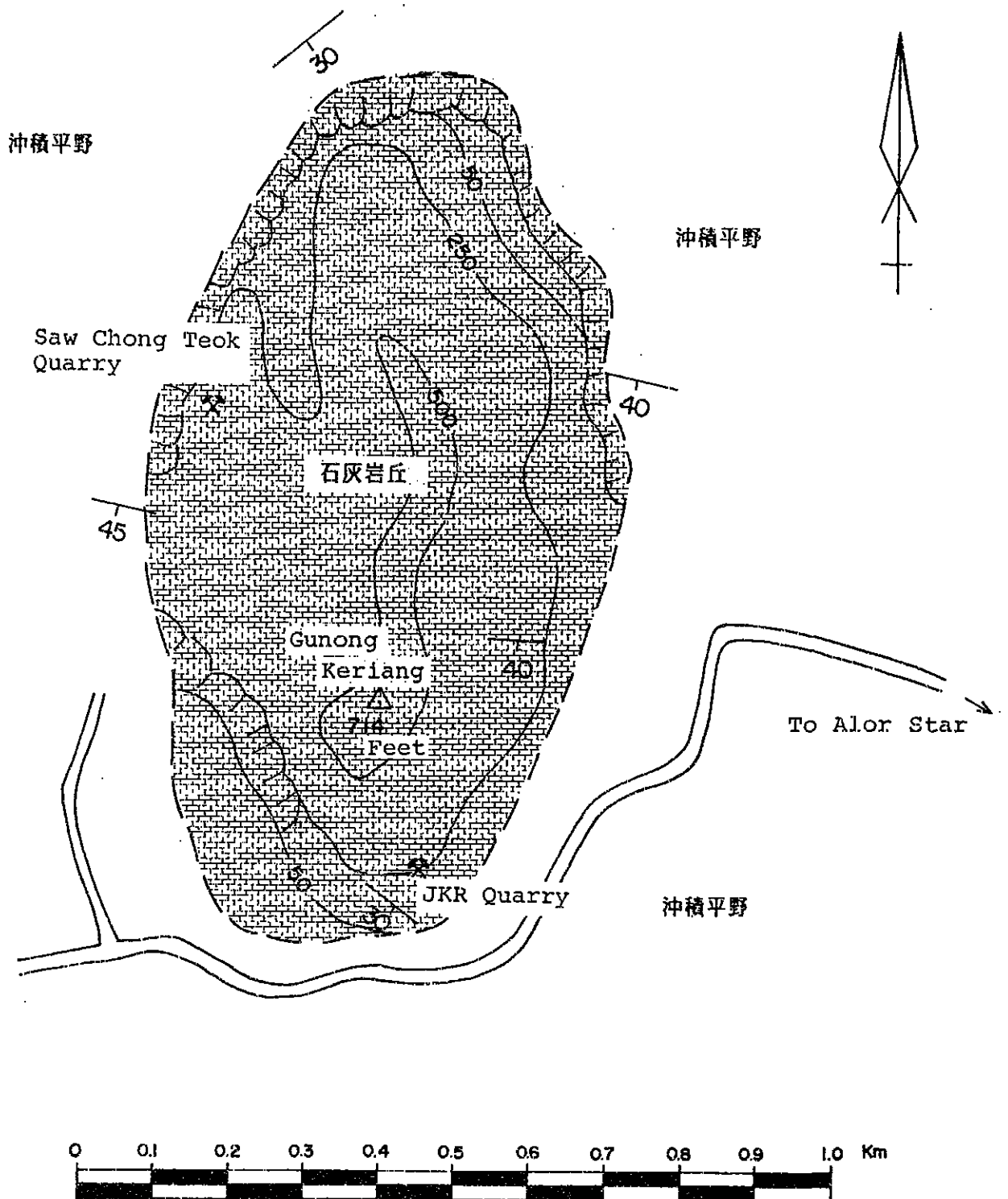


図9 Saw Chong Teok Quarry社及びJKR Quarry社採石場見取図





Saw Chong Teok 欽山石灰石



JKR 欽山石灰石



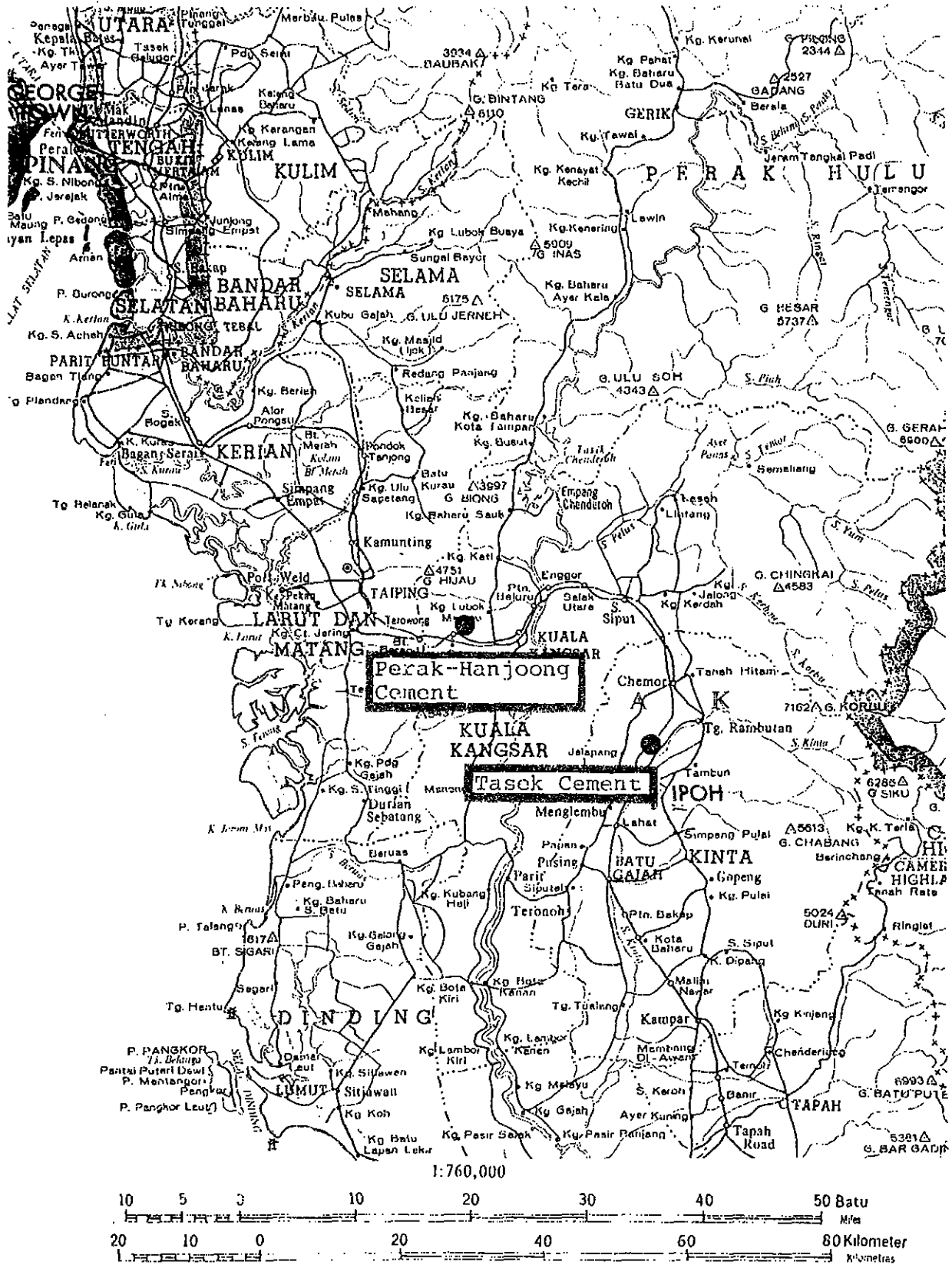


図 10 Perak-Hanjoong セメント社及び Tasek セメント社位置図



#### 4-1-4 PERAK, HANJOONG SIMEN SDN. BHD.,

##### (1) 概 要

###### 位置・交通

Perak 州の州都 Ipoh より 35 km 方向 Padang Rengas に位置する。この地域には鉄道と幹線道路が並走しており、交通は至便である（図 10）。

###### 沿革・現況

Perak-Hanjoong State Development Corporation (Perak 州開発公社) と Korea Heavy Industries Construction Co. Ltd (KHIC, 韓国重工業建設株式会社) の Joint-Venture で 1983 年に設立され、起業に着手した。プラントは 1986 年 10 月に完成し生産を開始した。セメント生産能力は 120 万 t/y で起業費は m\$ 500 million である。設計には KHIC (韓国), Fuller (USA), Kaiser (USA) が当り、施工は KHIC が行った。

1987 年 3 月の時点で 30 人の韓国人スタッフが技術指導のため残っていたが、今年 4 月には 20 人になり、1 年後には 0 人の予定である。

###### 株主構成

Perak-Hanjoong State Development Corporation	60%
Korea Heavy Industries Construction Co. Ltd	40%

###### 採 掘

採掘場の最上段は海拔 575 m にあり、セメント工場より 500 m の高度差でかつ山が急峻なため、山頂への道路には約 600 m のトンネルがある。

一次破砕場はこの道路途中にあり、破砕能力 860 t/hr の 42" Gyrotory Crusher が設置されている。

採掘は、山頂より掘り下る露天階段採掘法を採用し、ベンチは 3 段、ベンチ高さは 10 ~ 12 m である。

削孔にはクラウ・ドリルを使用、削孔径 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" φ、孔間隔 2.7 m × 3.0 m としている。

爆薬は現場混合の ANFO を使用、大塊は油圧ロックブレイカー、ドロップボールで処理している。

積込みには CAT 988, DEMAG, CAT D8 等を使用、運搬は TEREX R-35 B を使い、一次破砕場ビンに投入している。採掘は Malaysian Contractor が請負っている。大型操業可能な鉱山である。

##### (2) 地質・鉱床

###### 地 質

Pondok 山は、東西 1.8 km, 南北 0.8 km, 北高 500 m の石灰岩丘で、沖積平野から緩立し、東部と南部の 2 ヶ所に山頂を有し、周囲に分布する花崗岩（大部分は風化して露出し

ていない)にとり囲まれて存在する。縮尺1:500,000のマレーシア地質図(マレーシア地質調査所, 1985)によればPondok山の石灰岩は二畳紀(2.1~2.5億年前)に對比されており, 周囲の花崗岩は時代未詳である。

Pondok山は, 山体の東部にNS系の断層が発達する。石灰岩の走向は, 西部ではNE-SW系, 東部ではNS系であり, 傾斜は高角度で変化し, 褶曲の存在が推定される。全般にカルスト地形が発達し, 内部には石灰岩の走向に平行な多数の洞穴があり, 北東部では地表に開口している。ラテライト化も顕著で, 山頂付近の表層部には赤褐色の土壌が形成されている。山体を形成する石灰岩は, 粒径1~数mmの結晶質石灰岩である。結晶化は花崗岩の貫入に伴う接触変成作用によるものであり, 切羽内にも石灰岩と花崗岩岩株の接触部がみられた部分もあったとのことである(図11)。

## 鉱 床

本鉱床の鉱量は数億トン以上とされている。

Perak-Hanjoong社は, 鉱量・品位の算定にあたって, 15本, 合計1800mの試錐を実施した。試錐結果を参照すると, 地表から最大数mの深度まで赤色表土層が発達し, 局部的に, 特に鉱体の東部で, 深度数10mまで地表からの降水による影響が認められる。これは, この地区に断層が多数発達すること起因するものと考えられる。現在の採掘切羽は, 原地表に近い部分であるので, 石灰石の割目の表面には, 降水水によってもたらされた褐色の酸化鉄が汚染している。鉱床に分布する岩石は, 大部分は結晶質石灰石で柱状石灰岩や苦灰岩質石灰岩は量的に少なく, 分布範囲も限定されているようである。

採掘切羽にみられる石灰石は, 粒径1~3mmの結晶質石灰石で, 淡灰色~灰色を呈するもの及び白色を呈するものがある。白色の石灰石は比較的まとまった産状を示しているので, 選別採掘は容易である。

本鉱床に産する石灰石の化学組成は, Perak-Hanjoong社の実施した試錐の石灰石コアの分析値を参照すると, 全般に, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の不純物が少なく, 低マグネシウム, 高カルシウムの性質を示している。今回, 当鉱床に分布する石灰石のL. C. C.原料としての適否の判断の目的で, 白色石灰石4試料の化学分析と3試料の白色度試験を実施した(5-1, 5-2)。化学分析の結果は, CaO: 54.64~55.45%, MgO: 0.15~0.21%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.03~0.09%, SiO<sub>2</sub>: 0.10~0.28%であり, 高カルシウム, 低マグネシウムで鉄分等の不純物の少ない純度の高い石灰石の性質を示す。



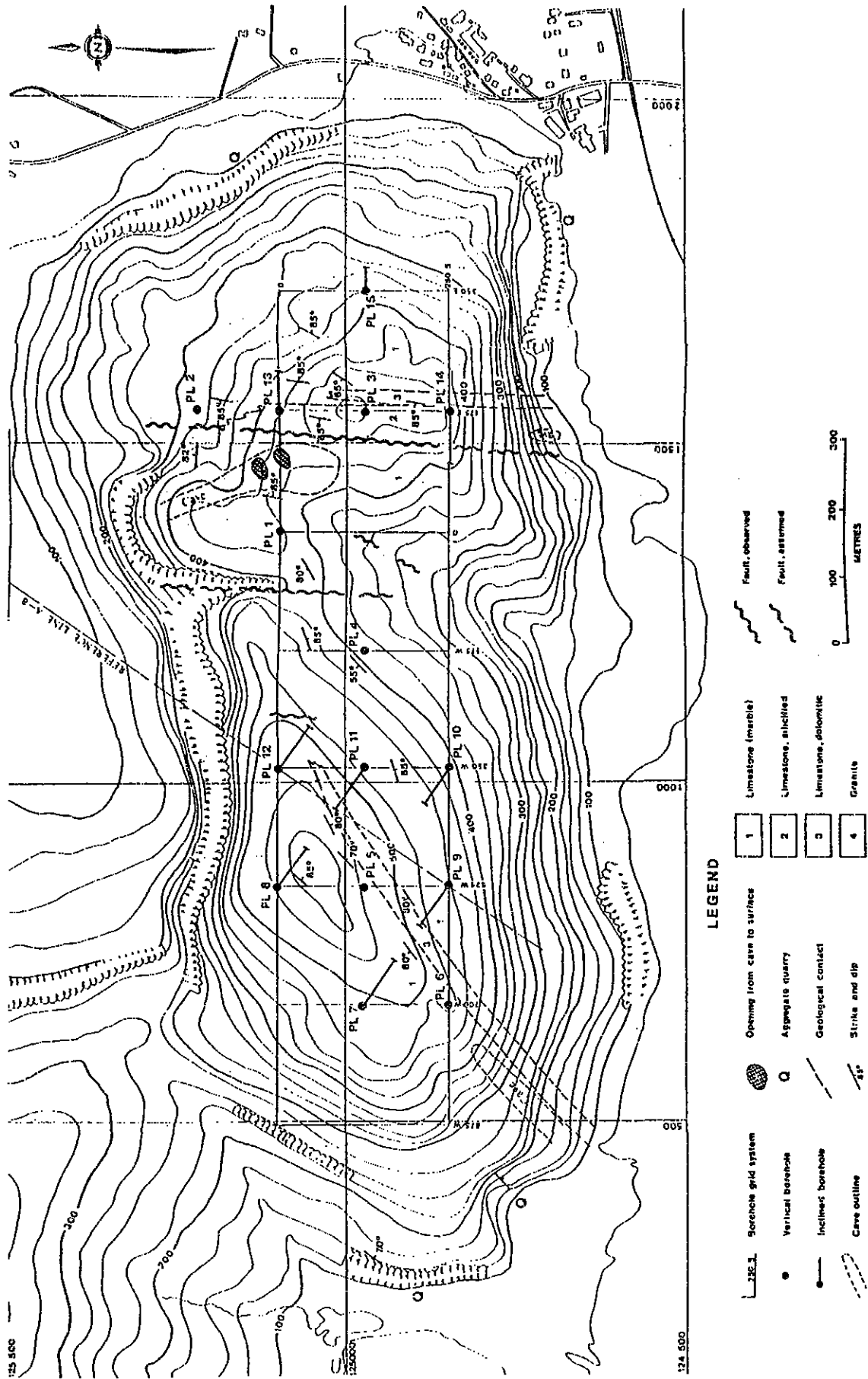
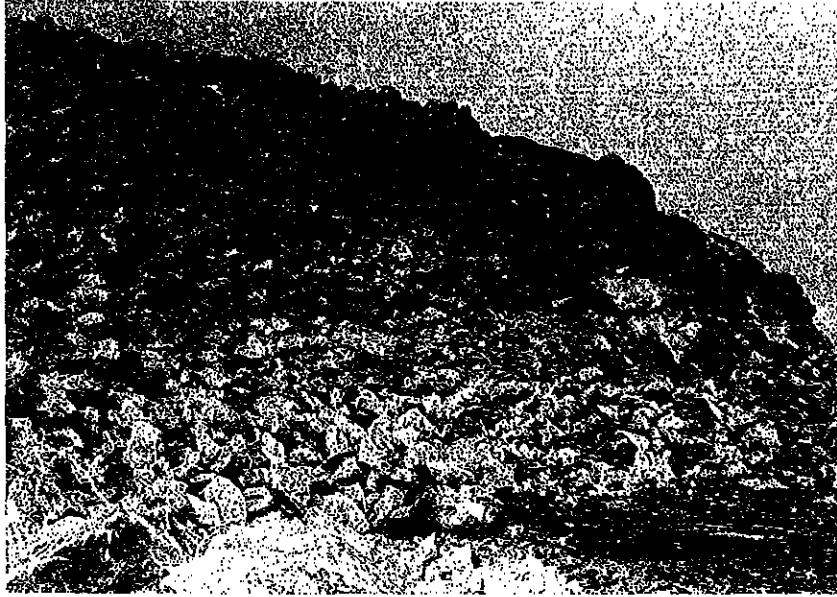


図 11 Perak-Hanjoong セメント 社 Gunong Pondok 探石場の地質





Perak-Hanjoong 欽山石灰石



Perak-Hanjoong 欽山石灰石



#### 4-1-5 TASEK CEMENT BID.

##### (1) 概況

###### 位置・交通

Perak 州の州都 Ipon の Tasek Industrial Estate にある。セメント工場、石灰石採石場はともに工業地帯にあって、鉄道・幹線道路に近接し、交通は至便である（図 10）。

###### 沿革・現況

1962年に会社設立、1963年に1次起業に着手。1964年1キルン（Cap. 25万t/yr）完成、1966年拡張起業により生産能力を50万t/yrに倍増、1976年には第3次起業が完成し、生産能力は120万t/yrに達した。しかしセメント需要の落ち込みにより現在の操業率は50%で、3キルンのみが稼働している。

###### 株主構成

株主の上位3者は、

Singapore Cement Industrial Co. (Pte.) Ltd	18.14%
Tan Lark Sye Holdings Pte. Ltd (シンガポール)	11.50%
Aik Hoe & Co. Pte. Ltd. (Local Honda Agent)	9.21%

である。

###### 採掘

採石場の操業は、他の採石場同様 Malaysian Contractor が請負っている。

鉱山はセメント工場から約1kmの位置にあり、採石中のものは3山の石灰岩丘である。しかし各々が小山のため、階段採掘等の大型化は難しい。

削孔はハンドハンマー、ワゴンドリルを使用し、爆薬はAN-DFOを使用、積込みはCat 988、運搬は20tダンプトラックを使用している。

操業は8hrs/shift, 2shift/dayを採っているが、削孔爆破がday shiftのみ、積込み、運搬は2shiftの操業である。

セメント工場の生産が50%に落ち込んでいるため現在は全量供給出来ているが、フル生産時には供給能力は無く、買鉱しなければならぬ。

##### (2) 地質・鉱床

###### 地質

石灰石鉱床は径200~500m（平面）、海拔最大130m程度の沖積平野に突出した4体の石灰岩丘から構成されている（図12）。これらの石灰岩丘の分布する沖積平野は東西に分布する花崗岩からなる山地に挟まれて南北に伸長しており、石灰岩丘の石灰岩は、西側に分布する花崗岩に近接しているため、花崗岩貫入に伴う接触変成作用を受け微粒結晶質となっている。

本鉱床の石灰岩は、縮尺1:63,360のPerak地質図（マレーシア地質調査所、

1957)によれば、古生代石炭紀(2.9~3.7億年前)、または二畳紀(2.5~2.9億年前)に対比されており、縮尺1:500,000のマレーシア地質図(マレーシア地質調査所、1985)によると古生代デボン紀(3.7~4.2億年前)に対比されている。

石灰岩丘に分布する岩石は、塊状~厚層理を有す淡灰色~白色の石灰岩を主とするが暗灰色縞状の石灰岩もしばしば認められる。

石灰岩丘にはカルスト地形が発達し、各所に地表に開口した洞穴が存在する。またラテライト化による赤褐色土壌の発達も著しく、地表付近の割目をみだしている。構造は、裂けが多数発達するものの褶曲は顕著でなく、比較的単純である。

### 銹床

本調査では現在稼働中の、南部、西部、北西部の3体の石灰岩丘に設けられた採石場を調査した。各採石場の状況は次のとおりである。

#### [南部石灰岩丘]

淡灰色の石灰石が多いが明淡灰色~白色の石灰石も分布している。風化表層部付近を採掘中であるので赤褐色土壌が混入したり、石灰石の割目に酸化鉄が汚染している場合が多く、白色石灰石の採掘は幾分困難である。

#### [西部石灰岩丘]

数10mの幅で白色石灰石と暗灰色石灰石が互層している。白色石灰石の採掘は容易である。

#### [北西部石灰岩丘]

採掘切羽全体に白色石灰石が分布する。石灰石の割目に地表から浸透した酸化鉄の汚染が幾分みられる。白色石灰石は容易に採掘できる。

本銹床に分布する石灰石には、白色を呈するものがかなり多く含まれ、採石場調査の時点ではL.O.C.の原料に適するのではないかと判断された。しかし、後述するように(5

I)、白色度試験の結果、白色度は必ずしも高くない。調査時において、セメント工場分析室から示された粉砕後の石灰石の化学分析値は次のとおりである。

試料	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	LOI (%)
I	3.10	0.90	0.85	50.21	1.90	43.03
II	2.80	0.80	0.72	51.34	1.74	42.58

この値は、混入した赤褐色土壌等も含んだ試料の分析結果であるため、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等が高めに出的るものと判断されるが、全体に高マグネシウムの性質を示している。一方、本調査で実施した6試料の化学分析結果からも、本銹床の石灰石は、Perak-Hanjoong社の試料の分析結果と比較して、高マグネシウム(MgO:0.34~2.81%)、相対的に低カルシウム(CaO:51.44~54.36%)で、また鉄分が多い(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0.09~0.14%)傾向が認められる。これらが白色度が高くない要因として考えられる。

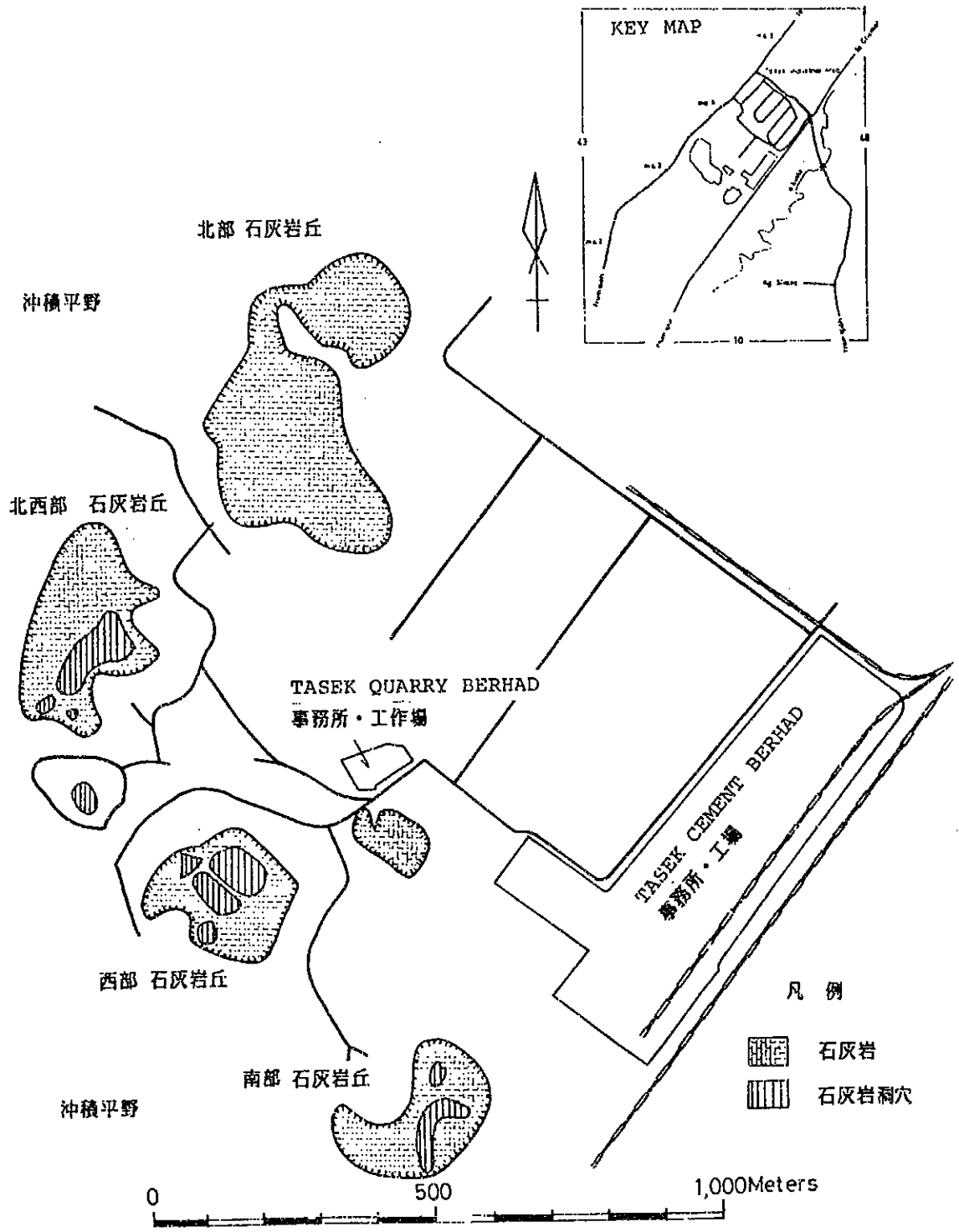


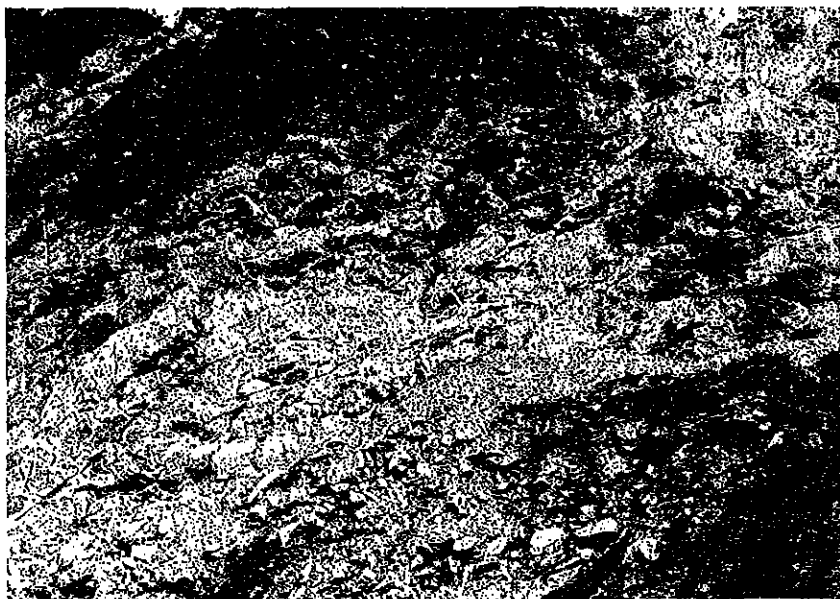
図12 Tasekセメント社の石灰石鉱床分布







Tasek 鉄山石灰石



Tasek 鉄山石灰石



#### 4-2 セメント工場

セメント製造は、主原料である石灰石、粘土、けい石、酸化鉄を所定化学組成比率に混合し、粉砕後焼成してクリンカー（焼塊）を得たのち、石こうを加え再粉砕してセメントとする。したがって製造工程は比較的簡単であって、見学した4工場とも大同小異の装置であり、これは我国の場合とあまり変らない。

なお、セメント製造の原料はほとんどマレーシア国内で調達されているが、一部（石こう）はタイより輸入されている。

各工場の概要を次表に示す。

セメント工場	生産能力 (万t/年)	人 員 (人)	原料粉砕	焼 成 (Kiln仕様)	中央制御 (主要メーカー)
C I M A	1 0 0	3 4 8	ボールミル (8φ×8m, 2基)	4φ×57m	東 芝
K E D A H	1 2 0	2 8 2	ボールミル (4.6φ×9.6m)	5φ×70m	東 芝
P E R A K - H A N J O O N G	1 2 0	3 5 2	ロシエミル (320t/H)	4.9φ×73m	ハニエウエル
T A S E K	1 2 0	5 6 0	ロシエミル (3φ×7m, 2基)	4.6φ×80m	ヒューレット

装置工業であるため、いずれの工場も原料配合、キルン操業等は中央制御室でコンピュータコントロールがなされている。

また、蛍光X線による迅速分析、コンクリート成型品の圧縮試験等、品質管理の面でも十分技術の高いことはうかがえる。

ここ数年来、マレーシアのセメント工業は増産をはかってきている。すなわちC I M Aは昨年、神戸製鋼によるプラント増設、K E D A Hは83年、I H Iによるプラント完成、P E R A Kは昨年、韓国重工業によるプラント完成等である。現在、生産能力は約700万t/年（我国の1/15）と言われているが最近の景気の落ち込みはかなり厳しいようである。

## 第5章 各鉱山における石灰石のL.C.C.への適合性について

### 5-1 適合性試験

調査した6鉱山において採取した石灰石のサンプルのうち15ヶを選び、L.C.C.への適合性を検討した。

L.C.C.はゴム、プラスチック、ペイント、紙等に添加されてその物理科学的特性を積極的に改良するが、原料である石灰石の適合性についてはL.C.C.にした場合の白色度が重要視される。

試験は石灰石試料を電気炉で焼成してCaOとしたのち、消化、および炭酸化を行い、得られたL.C.C.についてKBTW光電白色度計を用いて白色度を測定した。

実プラントで製造されるL.C.C.の白色度は、このように試験的に作られるL.C.C.の場合とは少し異なるので、試験結果から製造L.C.C.の白色度を予測した。

### 5-2 結 果

表1(P54)には各鉱山における石灰石の分析値と白色度を表示した。また表2(P55)にはこれらの石灰石の岩質及び概況を表示した。

### 5-3 考 察

(1) L.C.C.の白色度は石灰石中の $Fe_2O_3$ 及びCaOと高い相関を示す。 $Fe_2O_3$ については、赤褐色の着色物質であって焼成した場合にはこれが顕著にあらわれL.C.C.の白色度を阻害する。

図13、14に今回採取した石灰石の $Fe_2O_3$ 及びCaO品位と白色度との関係を示した。一般的に、 $Fe_2O_3$ の含有量は1%以下が好ましいとされているが、図13にみられるように、今回の石灰石についても白色度90%以上を得るには少なくとも $Fe_2O_3$ 品位は、0.1%以下である事が必要との傾向がみられた。

石灰石の主成分であるCaOについてもこの品位が高いほど白色度が高くなる事は図14からも十分にうかがえる。

(2) L.C.C.の白色度は、用途によって要求されるグレードが異なるが、プラスチック、ペイントの特殊な分野では、95%と高い白色度が要求される場合がある。

今回の石灰石では、白色度が最も高いもので95.5%であり、将来的には、更に高い白色度を得られる石灰石を探す必要が生じるかもしれない。

(3) 経済的なL.C.C.を製造する上で、白色度の他には原料石灰石の結晶性が重要な要因となる。即ち、結晶質石灰石は、焼成炉内で加熱中に破砕して粉状化し炉内の通風を阻害する。その結果、下記の問題を生ずる可能性が高い。

イ) 焼成炉の安定運転を阻害する。

- ロ) 通風障害を生じた部分の石灰石は、十分な焼成が行われず生焼けの石灰石になる。
- ハ) 従って、この生焼けの石灰石は乳化（消石灰化）が不可能となり焼成炉内にこびりつき、L. O. C. 原料とならない。
- ニ) その結果、L. O. C. 製造のための石灰石使用原単位が高くなる。
- (4) 上述の諸項を勘案し、今回調査した5鉱山の評価を行うと下記の如くである。（表1，表2参照）
- ① CIMA 鉱山
- 採取した6サンプルにつき、その成分の化学分析を行うとともに、C-1，C-3，C-6の3サンプルの白色度試験を行った。
- この鉱山の石灰石は、見た目には灰色がかっているが白色度はかなり高く、白色度92～93%程度のL. O. C. 製造が可能である。
- 結晶性の面から考慮しても、当該石灰石は微品質であり、L. O. C. 製造は可能であると考えられる。
- ② Kedah 鉱山
- 採取した4サンプルにつきその成分の分析を行い、このうち、K-2，K-3の2サンプルの白色度試験を行った。この結果、この鉱山の石灰石は白色度が85～86%と低く、L. O. C. の原料として適さないことが判明した。
- ③ Saw Chong Teok 鉱山及びJKR 鉱山
- 採取した5サンプルにつきその成分の分析を行い、うちS-2を除く4サンプルについて白色度試験を行った。
- その結果、この鉱山の石灰石は白色度94%が期待でき、微品質石灰石も存在するが、その鉱量は、全体の20～30%と少なく、選別採掘もその分布状況から難しいと考えられる。
- ④ Perak Hanjoong 鉱山
- 採取した4サンプルにつき、その成分の分析を行うとともに、P-1，P-2，P-3の3サンプルの白色度試験を行った。
- この鉱山の石灰石は、白色度95%とかなり高く、また鉱量が多く、L. O. C. に適する白色の石灰石は、まとまって分布するため選別採掘も容易と考えられる。
- しかしながら、結晶性の面から考慮すると、この鉱山の石灰石は大理石化した結晶質石灰石であるため、L. O. C. 製造上、(3)項で指摘した様な問題を生じる可能性が高い。
- ⑤ Tasck 鉱山
- 採取した6サンプルにつき、その成分の分析を行うとともに、T-1，T-5，T-6の3サンプルの白色度試験を行った。
- この鉱山の石灰石は、見た目には白色であるが、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の不純物が多く白色度は84～92%と低く、L. O. C. 原料には適さない。

表 I 各鉱山における石灰石の分析値と白色度

鉱山	No	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MgO%	CaO%	Na <sub>2</sub> O%	K <sub>2</sub> O%	TiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	MnO%	LOI%	Total%	白色度%
CINA	C-1	0.53	0.18	0.07	0.43	53.31	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	43.25	97.91	92.8
	C-2	0.38	0.14	0.07	0.30	57.71	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	43.34	99.02	93.0
	C-3	0.21	0.07	0.03	0.32	54.24	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	43.28	98.22	
	C-4	0.24	0.10	0.04	0.31	54.79	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	43.29	98.84	
	C-5	0.17	0.05	<0.01	0.19	55.06	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	43.28	98.84	
	C-6	0.25	0.07	0.01	0.22	54.58	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	43.43	98.62	90.1
Kedah	K-1	6.84	0.93	0.40	1.15	49.34	0.05	<0.01	0.04	0.04	<0.01	40.06	98.87	86.0
	K-2	2.64	0.31	0.15	0.30	53.32	0.03	<0.01	0.11	<0.01	0.01	42.37	99.16	25.5
	K-3	4.88	0.69	0.97	1.45	50.82	0.03	<0.01	0.03	0.03	0.03	39.56	98.50	
	K-4	2.40	0.40	0.27	0.66	52.50	0.03	<0.01	0.01	0.01	<0.01	42.40	98.70	
Saw Chong Teok	S-1	0.02	0.02	<0.01	0.26	54.83	0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	43.50	98.70	94.0
	S-2	1.70	0.47	0.19	0.70	52.59	0.04	<0.01	0.02	0.04	<0.01	42.85	98.62	
	S-3	0.23	0.08	0.07	0.50	54.23	0.03	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	43.40	98.61	94.8
JKR	J-1	0.16	0.04	<0.01	0.36	54.33	0.02	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	43.32	98.28	94.0
	J-2	0.63	0.59	0.28	10.45	40.77	0.03	<0.01	0.02	0.06	0.01	44.79	97.84	88.8
Perak Hanjoong	P-1	0.13	0.04	0.06	0.18	55.45	0.02	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	43.35	99.29	95.5
	P-2	0.28	0.09	0.08	0.21	54.97	0.04	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	43.28	99.01	95.0
	P-3	0.13	0.05	0.03	0.15	54.64	0.03	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	43.10	98.17	95.5
	P-4	0.10	0.03	0.01	0.21	55.08	0.02	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	43.32	98.82	
Tasek	T-1	0.34	0.13	0.11	1.05	53.57	0.03	<0.01	<0.01	0.03	0.01	43.09	99.43	87.0
	T-2	0.20	0.10	0.07	0.68	54.33	0.03	<0.01	<0.01	0.08	0.01	43.35	98.87	
	T-3	0.36	0.12	0.14	1.49	52.95	0.04	<0.01	<0.01	0.03	0.05	43.58	98.78	
	T-4	0.23	0.09	0.10	0.56	54.36	0.04	0.11	<0.01	0.03	<0.01	43.10	98.64	
	T-5	0.31	0.11	0.09	0.34	54.51	0.04	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	42.46	97.92	92.2
	T-6	0.20	0.08	0.10	2.81	51.44	0.02	<0.01	<0.01	0.02	0.05	43.81	98.55	84.0

表 2 各鉱山における石灰石の岩質と概況

鉱山	No.	岩 質			概 況
		岩石名 <sup>#1</sup>	色 調 <sup>#2</sup>	結 晶 粒 度	
CIMA	C-1	Ls	Light gray	微 晶 質 微 晶 質 微 晶 質 微 晶 質 微 晶 質	現採掘切羽で一般的に産する。 同上、やや選別要する。 白色度の高いもの、稀に産する。 同上、 コンベア出口付近、転石 未開発地区、転石、選別採掘可
	C-2	Ls	Light gray		
	C-3	Ls	Very light gray		
	C-4	Ls	Very light gray		
	C-5	Ls	Grayish pink		
	C-6	Ls	Very light gray		
Kedah	K-1	Ls	Dark gray	0.1mm 程度 0.5mm 程度 Saccharoidal } 0.5 ~ 1mm 細粒Saccharoidal	B-1 Quarry 一般的岩石 B-1 Quarry Marble zone 転削 数10m X 100m A-1 Quarry 一般的岩石 A-1 Quarry 一般的岩石
	K-2	Ls	Very light gray (Yellowish)		
	K-3	Ls	Dark gray		
	K-4	Ls	Medium gray		
Saw Chong Teok	S-1	Ls	Very light gray	微 晶 質 微 晶 質 微 晶 質	切羽で白色度の高いものをピックアップ 30%程度 S.C.T Quarryで多産するタイプ ピックアップサンプル, 切羽で20%程度
	S-3	Ls	Brownish gray		
	S-4	Ls	Light gray		
JKR	J-1	Ls	Very light gray	0.1mm (微晶質) 微晶質	JKR Quarryで多産するタイプ JKR Quarryで一般的タイプ
	J-2	Ls	Medium dark gray		
Perak Hanjoong	P-1	Ls	White	1 ~ 3mm Saccharoidal 接触変成作用 により大理石化	白いタイプ, grayの岩石と同時に産するが、 まとまって分布するため選別は容易 最も白いタイプ
	P-2	Ls	White		
	P-3	Ls	White		
	P-4	Ls	White		
Tasek	T-1	Ls	Light gray	0.1 ~ 0.3mm 微粒Saccharoidal } 0.1 ~ 0.5mm 微粒Saccharoidal	平均的試料 白色度の高いタイプ } 選別ピックアップ 白色度の高いタイプ } 試料 暗灰色の岩石と互層するが選別採掘は可能 白色度は高く、量的に多い。しかし苦灰質
	T-2	Ls	Very light gray		
	T-3	Ls	Very light gray		
	T-4	Ls	Very light gray		
	T-5	Ls	White		
	T-6	Ls	White		

\* 1 : 分析値から決定 (Ls : 石灰岩)

\* 2 : Rock Color Chart (Geological Society of America 発行) により比較決定

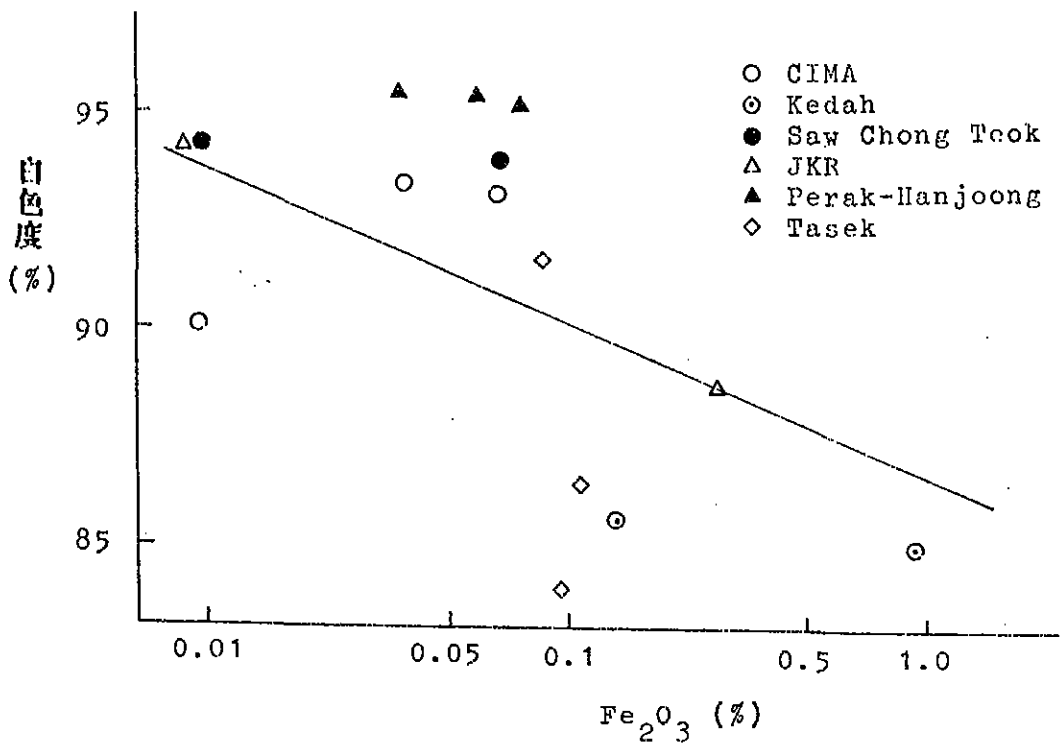


図13 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>品位と白色度の関係

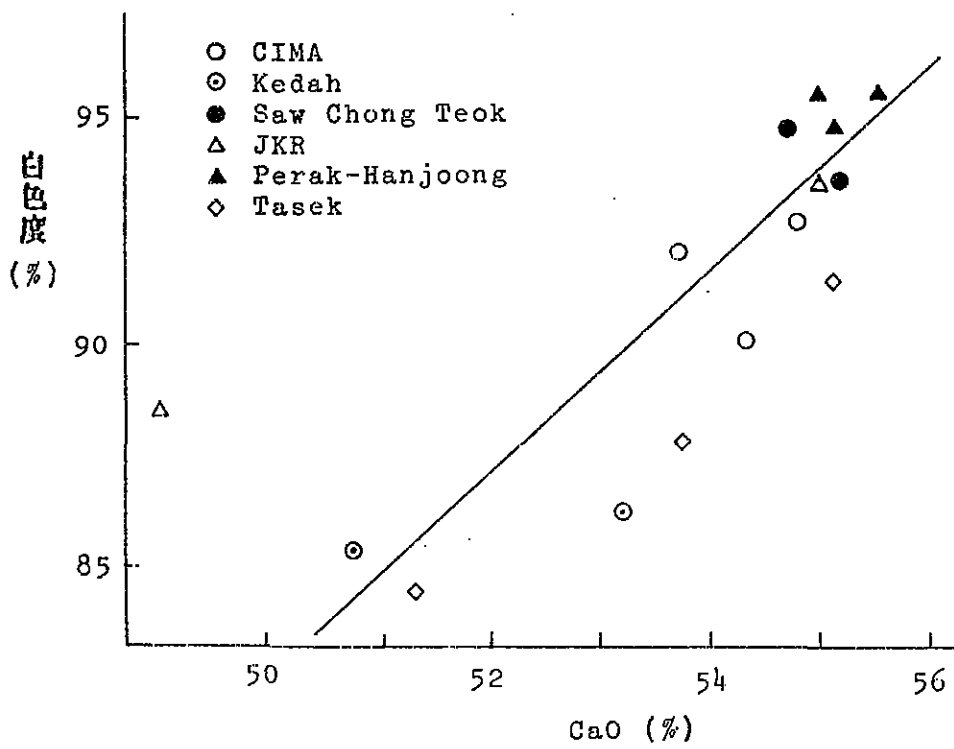


図14 CaO品位と白色度の関係



#### 5-4 結 論

以上の考察から、CIMA 鉱山の石灰石が、L.C.C.の製造には最も適しているといえる。

但し、CIMA 鉱山の石灰石を原料としたL.C.C.製造事業を行うためには、更に以下の2点に留意する必要がある。

- (1) L.C.C.製造白色度は、92～93%程度が予想され、この白色度は一般市場に於ては受入れ可能な範囲と思われるが、更に詳細市場調査等を実施して、その市場性を確認する必要がある。
- (2) CIMA 鉱山の当該石灰石埋蔵鉱量の確認をする。

## 第 6 章 事業化について

### 6-1 概 説

L.C.C. は単に石灰石を粉状にするのではなく、図 15 に示すように、一度焼成したあとさらに炭酸ガスと焼成後消和してできる消石灰を反応させて微細な炭酸カルシウムを作り、ゴム等と相溶性のよい物性にかえてしまうもので、高度の製造技術を必要とし、また原料石灰石も白色度の高い良質なものが必要される。

因みに我国では年間約 25 万 t の L.C.C. が生産されている。

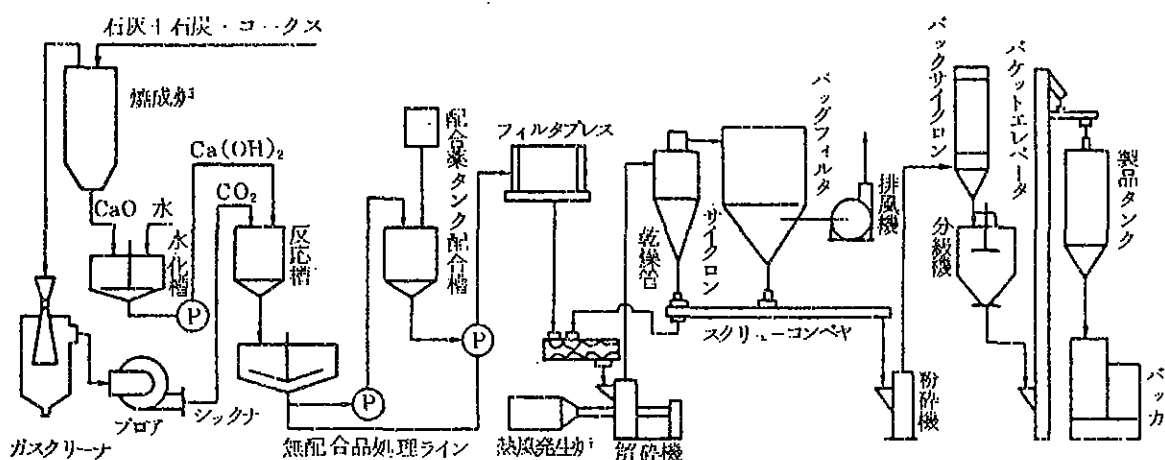


図 15 沈降炭酸カルシウム製法プロセスシート(炭酸ガス化合プロセス)

今回の調査で、CIMA Quarry (鋳山) の石灰石が L.C.C. の原料として使用できることが判明した。したがって、P PEDC の計画どおり CIMA セメント工場内にプラントを建設することで事業化の検討を行うこととする。

L.C.C. の製造設備は 24 t/日 (7,200 t/年) のものを、日本の L.C.C. メーカーの技術により、投資額 10.96 億円 (18.27 Million\$ (リンギット: マレーシアドル), 60 円/\$) で作る。

最初の 5 年間は日本側の技術援助を必要とするが、6 年日以降はマレーシア人 35 名で操業をする。

製品 L.C.C. の市場価格 \$700/t, 操業費 \$221/t をベースにしてこの事業の経済性をみると、マレーシア側の優遇策、法人所得税 10 年間免除の条件であれば、もし金利 8% 以下のローンができるならば事業化の可能性はあり、詳細な調査に進む価値があると云える。

## 6-2 事業予定地の概要

Perlis 州 Bukit Ketri, Chuping Industrial Estate 及び CIMA の原料を前提として工場の建設を考えている。

Perlis 州は半島マレーシア最北端に位置する州で面積 7 9 1. 1 2 km<sup>2</sup>, 比較的平坦な地形の中に、森林と石灰山が散在する。北はタイ国に、東及び南はマレーシア国 Kedah 州に接し、西はマラッカ海峡に面している。

マレーシア国では辺鄙な位置にあるが、インフラストラクチャーは整備されている。道路は国道、州道があり、その約 80% は舗装されており、この道路網は、西海岸の主要都市と結ばれている。

州都 Kangar から主要都市への道路延長は、

Kangar … Penang	1 4 0 km
… Ipoh	3 0 2 "
… Kuala Lumpur	5 1 9 "
… Johor Bahru	8 8 5 "

国鉄も Perlis 州を縦断し、西海岸の主要都市 Alor Setar, Ipoh, Kuala Lumpur, Serembar, Johor Bahru 等と連絡しており、北に向っては Padang Besar でタイ鉄道と連絡しており、Perlis 州から半島マレーシア、西海岸への輸送にはこのルートが使われる。

空路は Kedah 州 Alor Setar に国内線用空港が、Penang には国際線用空港がありそれぞれ利用できる。

空港から Kangar までの車での所要時間は、Alor Setar から約 30 分、Penang から約 2 時間 30 分である。

気候に関しては、気温は年間を通じて変化が少なく 26℃～27℃、湿度は 82～86% で高温多湿である。平均降水量は 2,083mm、雨期が 9～11 月、乾期が 1～3 月である。

人口は 1980 年に実施された国勢調査によると約 30 万人で、人種構成はマレー系 78.3%、中国系 16.9%、インド系 2.7%、その他 2.1% である。

この半数が 15 才以上で構成されており、労働力は豊富である。技術レベルは比較的高いが、政府は更に技術レベルの向上に力を入れており、Kangar に職業訓練校を設置し、電気、機械、建築、その他の教育を行っている。

## 6-3 原 料

CIMA Quarry の石灰石が原料として使用できる。価格は、P S B D C 試算では \$15/t とのことであるが、選別採鉱の必要があるので \$25/t 程度と考えられる。

## 6-4 ユーティリティ

### 6-4-1 電力

Perlis 州の電力は National Grid System から取っており、Bukit Keteri に変電所がある。

送電容量は：

容量	30 MVA
電圧	132 KV or 32 KV
周波数	50 Hz
電力料	\$ 0.18 / KWH

### 6-4-2 工業用水

Perlis SEDC によると、Sungei Jerni 川からの取水が可能であり、

水質は：

pH	7.2
Hardness	116 ppm
Fe & Cl contents	0.08 ppm
Others :	
Mn	2.4 ppm
SO <sub>4</sub>	6.2 ppm

と云われているが、更に蒸留残渣 50.0 ppm 以下、懸濁物 200 ppm 以下、無色の水質であれば L.C.C. の製造には特に差し支えはない。

参考までに、CIMA セメント工場では井戸を掘って取水している。

## 6-5 当事業の経済性評価

日本の企業が現地に L.C.C. プラントを作ること前提にした投資額は \$18.27 百万となる（表4参照）。これに運転資本（操業費の3ヶ月分）を加え、P-SEDC から出されている事業化計画の生産量 7,200 t/年、L.C.C. 市場価格 \$700/t 法人所得税 10 年間免除案をベースに概算の経済評価を行った。

評価期間については、L.C.C. 生産技術ノウハウの部分が多いこと、市場の特殊性（ユーザー側の使用品質の守秘的傾向）等を考慮し、安全を見て 10 年とした。

一般的にも、こうした事業化可能性の調査の場合は、評価期間を 10 年で設定するケースが多い。

評価結果は次のとおりである。

与件：生産量	7,200 t/年
※投資額	\$ 18,740,000 (含運転資本)
※操業費	\$ 221/t
資本金	\$ 3,000,000

※ 操業費，投資額の算定基礎は表3，表4に記載

概算評価：借入金金利 (%)	12	10	8	6
利益率 (%)	10.5	14.2	16.9	19.1
回収期間 (年)	7.8	7.0	6.4	5.9

(キャッシュフローは，表5～表8を参照)

一般的に事業化可能性調査の場合，回収期間が5～6年以内でないとは事業化が難しいとされている。

上記結果より，法人所得税10年間免除というインセンティブが与えられたとしても，金利12%では事業化は難しかろう。もし，金利8%以下のローンが可能であるなら，事業化の可能性はあり，詳細な調査に進む価値があると云える。

MMGの話では，法人所得税の免除期間は5年間～10年間とのことであるので，参考までに法人所得税5年間免除というケースを試算してみた。

評価結果は次のとおりである。

概算評価(法人所得税免除期間5年)

借入金金利 (%)	12	10	8	6
利益率 (%)	6.2	9.4	12.5	14.9
回収期間 (年)	8.1	7.4	6.7	6.1

(キャッシュフローは，表9～表12を参照)

この場合も，事業化には，より低利のローンが前提になる。

以上の試算結果より，与件であたえた条件が揃うならば，この試験的事業は事業化の可能性ありと云える。

今回の調査では，石灰石のサンプル採取はハンドピッキングに近いものであった。また，マレーシア国内における需要量については，Perlis SEDCの推定値に対してもMMGでも肯定的ではあったが，需要量は，経済状況により変動し，その予測にはかなり不確実な面がある。

試算で使ったこれらの与件は，この事業の経済性を左右するものである。

投資に当っては

- (1) CIMA QuarryにおけるL.C.C.に逸する石灰石の鉱量
- (2) マレーシア国内におけるL.C.C.の市場

等について詳細な調査を実施する必要がある。

表 3 操業費試算

系	項目	原単位 (/t LCC)	単 価 ( \$ )	コスト (\$/t LCC)		
1	原料：					
	Limestone	1.17 t	25 / t	29.3		
2	エネルギー：					
	Cokes	0.12 t	530 / t	63.6		
	Kerosene	73 ℓ	0.4 / ℓ	29.2		
	電力	223 KWH	0.18 / KWH	40.1		
				132.9		
3	Maintenance：					
	機械，電気設備の1%					
	\$11.23 million * 0.01 / 7,200t =			15.6		
4	労務費：					
	年 度	国 別	人 数	年間給料	総 額	コスト
			(人)	( \$ / 人 )	( \$ * 10 <sup>3</sup> )	( \$ / t LCC )
	1 ~ 2 年目	マレーシア	35	4,450	155.8	21.6
		日 本	2	220,000	440.0	61.1
				( 4 万円 / 人 日 * 330 日 )		82.7
	3 ~ 5 年目	マレーシア	35	4,450	155.8	21.6
		日 本	1	220,000	220.0	30.6
						52.2
	6 年目以降	マレーシア	35	4,450	155.8	21.6

○ 操業費のまとめ

1 ~ 2 年目 : 29.3 + 132.9 + 15.6 + 82.7 = \$ 260.5 / t LCC

3 ~ 5 年目 : 29.3 + 132.9 + 15.6 + 52.2 = \$ 230.0 / t LCC

6 年目以降 : 29.3 + 132.9 + 15.6 + 21.6 = \$ 199.4 / t LCC

表 4 投資額資産

項 目	日本で調達 (億円)	マレーシア国内調達 (億円)	小 計 (億円)
1 機械, 電気設備			
設備購入費	5.78	0.58	6.36
輸 送 費	0.02	0.19	0.21
政府保険料	0.17	—	0.17
小 計	5.97	0.77	6.74
2 同上現地据付工事			
据付工事費	0.51	1.09	1.60
組立保険料	—	0.11	0.11
小 計	0.51	1.20	1.71
3 土木建築工事			
工 事 費	0.54	1.85	2.39
小 計	0.54	1.85	2.39
4 車輛, 重機			
購 入 費	—	1.12	0.12
合 計	7.01	3.93	10.96 億円

1,096 \* 10<sup>6</sup>円 / 60円/\$ = \$ 18.27 million

運転資本

操業費の3ヶ月分

\$ 260.5 \* 7,200 t \* 1/4 = \$ 0.47 million

表5 QUICK DCF FOR LIGHT CALCIUM CARBONATE PROJECT IN PERLIS

CONSTRUCTION = 2 YRS		EST. PERIOD = 10 YRS		PRODUCTION RATE = 7.200 T/Y							
INVEST. COST = 18.270 M\$		ICM = 34.500 M\$		MARKET PRICE = 7.00 \$/T							
EQUITY = 3.000 M\$		INTEREST = 12.0 %		TAX= 45.0 %							
YR	INV	INC	INT	DEP	TXI	TAX	PRO	CFL	REP	NCF	BAL
-1	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.135
0	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.006
1	0.000	2.694	1.921	0.773	0.000	0.000	0.000	0.773	0.773	0.000	15.233
2	0.000	3.164	1.828	1.336	0.000	0.000	0.000	1.336	1.336	0.000	13.897
3	0.000	3.384	1.668	1.716	0.000	0.000	0.000	1.716	1.716	0.000	12.181
4	0.000	3.384	1.462	1.922	0.000	0.000	0.000	1.922	1.922	0.000	10.258
5	0.000	3.384	1.231	2.153	0.000	0.000	0.000	2.153	2.153	0.000	8.105
6	0.000	3.604	0.973	2.631	0.000	0.000	0.000	2.631	2.631	0.000	5.474
7	0.000	3.604	0.657	2.257	0.691	0.000	0.691	2.947	2.947	0.000	2.527
8	0.000	3.604	0.303	1.827	1.474	0.000	1.474	3.301	2.527	0.774	0.000
9	0.000	3.604	0.000	1.827	1.777	0.000	1.777	3.604	0.000	3.604	0.000
10	0.000	4.074	0.000	1.827	2.247	0.000	2.247	4.074	0.000	4.074	0.000
TT	18.270	34.500	10.042	18.270	6.188	0.000	6.188	24.453	16.006	8.452	0.000

RATE OF RETURN FOR EQUITY 10.5 %



表 6 QUICK DCF FOR LIGHT CALCIUM CARBONATE PROJECT IN PERLIS

CONSTRUCTION = 2 YRS		EST. PERIOD = 10 YRS		PRODUCTION RATE = 7.200 T/Y							
INVEST. COST = 18.270 M\$		ICM = 34.500 M\$		MARKET PRICE = 700 \$/T							
EQUITY = 3.000 M\$		INTEREST = 10.0 %		TAX = 45.0 %							
YR	INV	INC	INT	DEP	TXI	TAX	PRO	CFL	REP	NCF	BAL
-1	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.135
0	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.884
1	0.000	2.694	1.588	1.106	0.000	0.000	0.000	1.106	1.106	0.000	14.778
2	0.000	3.164	1.478	1.686	0.000	0.000	0.000	1.686	1.686	0.000	13.092
3	0.000	3.384	1.309	2.075	0.000	0.000	0.000	2.075	2.075	0.000	11.017
4	0.000	3.384	1.102	2.282	0.000	0.000	0.000	2.282	2.282	0.000	8.734
5	0.000	3.384	0.873	1.986	0.525	0.000	0.525	2.511	2.511	0.000	6.224
6	0.000	3.604	0.622	1.827	1.155	0.000	1.155	2.982	2.982	0.000	3.242
7	0.000	3.604	0.324	1.827	1.453	0.000	1.453	3.280	3.242	0.037	0.000
8	0.000	3.504	0.000	1.827	1.777	0.000	1.777	3.604	0.000	3.604	0.000
9	0.000	3.604	0.000	1.827	1.777	0.000	1.777	3.604	0.000	3.604	0.000
10	0.000	4.074	0.000	1.827	2.247	0.000	2.247	4.074	0.000	4.074	0.000
TT	18.270	34.500	7.297	18.270	8.933	0.000	8.933	27.203	15.884	11.320	0.000

RATE OF RETURN FOR EQUITY 14.2 %

表7 QUICK DCF FOR LIGHT CALCIUM CARBONATE PROJECT IN PERLIS

CONSTRUCTION =	2 YRS	EST. PERIOD =	10 YRS	PRODUCTION RATE =	7.200	T/Y					
INVEST. COST =	18.270 M\$	ICM	= 34.500 M\$	MARKET PRICE =	700	\$/T					
EQUITY =	3.000 M\$	INTEREST	= 8.0 %	TAX= 45.0 %							
YR	INV	INC	INT	DEP	TXI	TAX	PRO	CFL	REP	NCF	BAL
-1	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.135
0	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.761
1	0.000	2.694	1.261	1.433	0.000	0.000	0.000	1.433	1.433	0.000	14.328
2	0.000	3.164	1.146	2.018	0.000	0.000	0.000	2.018	2.018	0.000	12.310
3	0.000	3.384	0.985	2.030	0.369	0.000	0.369	2.399	2.399	0.000	9.911
4	0.000	3.384	0.793	1.827	0.764	0.000	0.764	2.591	2.591	0.000	7.320
5	0.000	3.384	0.586	1.827	0.971	0.000	0.971	2.798	2.798	0.000	4.521
6	0.000	3.604	0.362	1.827	1.415	0.000	1.415	3.242	3.242	0.000	1.279
7	0.000	3.604	0.102	1.827	1.675	0.000	1.675	3.502	1.279	2.223	0.000
8	0.000	3.604	0.000	1.827	1.777	0.000	1.777	3.604	0.000	3.604	0.000
9	0.000	3.604	0.000	1.827	1.777	0.000	1.777	3.604	0.000	3.604	0.000
10	0.000	4.074	0.000	1.827	2.247	0.000	2.247	4.074	0.000	4.074	0.000
TT	18.270	34.500	5.234	18.270	10.996	0.000	10.996	29.266	15.761	13.505	0.000

RATE OF RETURN FOR EQUITY 16.9 %



表9 QUICK DCF FOR LIGHT CALCIUM CARBONATE PROJECT IN PERLIS

CONSTRUCTION =	2 YRS	EST. PERIOD =	10 YRS	PRODUCTION RATE =	7.200 T/Y						
INVEST. COST =	18.270 M\$	ICM	= 34.500 M\$	MARKET PRICE =	7.00 \$/T						
EQUITY =	3.000 M\$	INTEREST	= 12.0 %	TAX= 45.0 %							
YR	INV	INC	INT	DEP	TXI	TAX	PRO	CFL	REP	NCF	BAL
-1	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.135
0	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.006
1	0.000	2.694	1.921	0.773	0.000	0.000	0.000	0.773	0.773	0.000	15.233
2	0.000	3.164	1.828	1.336	0.000	0.000	0.000	1.336	1.336	0.000	13.897
3	0.000	3.384	1.668	1.716	0.000	0.000	0.000	1.716	1.716	0.000	12.181
4	0.000	3.384	1.462	1.922	0.000	0.000	0.000	1.922	1.922	0.000	10.258
5	0.000	3.384	1.231	2.153	0.000	0.000	0.000	2.153	2.153	0.000	8.105
6	0.000	3.604	0.973	2.631	0.000	0.000	0.000	2.631	2.631	0.000	5.474
7	0.000	3.604	0.657	2.257	0.691	0.311	0.380	2.636	2.636	0.000	2.837
8	0.000	3.604	0.340	1.827	1.437	0.646	0.790	2.617	2.617	0.000	0.220
9	0.000	3.604	0.026	1.527	1.751	0.788	0.963	2.790	0.220	2.569	0.000
10	0.000	4.074	0.000	1.827	2.247	1.011	1.236	3.063	0.000	3.063	0.000
TT	18.270	34.500	10.105	18.270	6.125	2.756	3.369	21.639	16.006	5.632	0.000

RATE OF RETURN FOR EQUITY 6.2 %

表19 QUICK DCF FOR LIGHT CALCIUM CARBONATE PROJECT IN PERLIS

YR	INV	INC	INT	DEP	TXI	TAX	PROG	CFL	REP	NCF	BAL
-1	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.135
0	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.884
1	0.000	2.694	1.588	1.106	0.000	0.000	0.000	1.106	1.106	0.000	14.778
2	0.000	3.164	1.478	1.686	0.000	0.000	0.000	1.686	1.686	0.000	13.092
3	0.000	3.384	1.309	2.075	0.000	0.000	0.000	2.075	2.075	0.000	11.017
4	0.000	3.384	1.102	2.282	0.000	0.000	0.000	2.282	2.282	0.000	8.734
5	0.000	3.384	0.873	1.986	0.525	0.000	0.525	2.511	2.511	0.000	6.224
6	0.000	3.604	0.622	1.827	1.155	0.520	0.635	2.462	2.462	0.000	3.762
7	0.000	3.604	0.376	1.827	1.401	0.630	0.770	2.597	2.597	0.000	1.164
8	0.000	3.604	0.116	1.827	1.661	0.747	0.913	2.740	1.164	1.576	0.000
9	0.000	3.604	0.000	1.827	1.777	0.800	0.977	2.804	0.000	2.804	0.000
10	0.000	4.074	0.000	1.827	2.247	1.011	1.236	3.063	0.000	3.063	0.000
TT	18.270	34.500	7.465	18.270	8.765	3.708	5.057	23.327	15.884	7.443	0.000

RATE OF RETURN FOR EQUITY 9.4 %

CONSTRUCTION = 2 YRS EST. PERIOD = 10 YRS PRODUCTION RATE = 7.200 T/Y  
 INVEST. COST = 18.270 M\$ ICM = 34.500 M\$ MARKET PRICE = 7.00 \$/T  
 EQUITY = 3.000 M\$ INTEREST = 10.0 % TAX= 45.0 %

表11 QUICK DCF FOR LIGHT CALCIUM CARBONATE PROJECT IN PERLIS

YR	INV	INC	INT	DEP	TXI	TAX	PRO	CPL	REP	NCF	BAL
-1	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.135
0	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.761
1	0.000	2.694	1.261	1.433	0.000	0.000	0.000	1.433	1.433	0.000	14.328
2	0.000	3.154	1.146	2.018	0.000	0.000	0.000	2.018	2.018	0.000	12.310
3	0.000	3.384	0.985	2.030	0.369	0.000	0.369	2.399	2.399	0.000	9.911
4	0.000	3.384	0.793	1.827	0.764	0.000	0.764	2.591	2.591	0.000	7.320
5	0.000	3.384	0.586	1.827	0.971	0.000	0.971	2.798	2.798	0.000	4.521
6	0.000	3.604	0.362	1.827	1.415	0.637	0.778	2.605	2.605	0.000	1.916
7	0.000	3.604	0.153	1.827	1.624	0.731	0.893	2.720	1.916	0.804	0.000
8	0.000	3.604	0.000	1.827	1.777	0.800	0.977	2.804	0.000	2.804	0.000
9	0.000	3.604	0.000	1.827	1.777	0.800	0.977	2.804	0.000	2.804	0.000
10	0.000	4.074	0.000	1.827	2.247	1.011	1.236	3.063	0.000	3.063	0.000
TT	18.270	34.500	5.285	18.270	10.945	3.978	6.967	25.237	15.761	9.476	0.000

RATE OF RETURN FOR EQUITY 12.5 %

CONSTRUCTION = 2 YRS EST. PERIOD = 10 YRS PRODUCTION RATE = 7.200 T/Y  
 INVEST. COST = 18.270 M\$ ICM = 34.500 M\$ MARKET PRICE = 700 \$/T  
 EQUITY = 3.000 M\$ INTEREST = 8.0 % TAX= 45.0 %

表12 QUICK DCF FOR LIGHT CALCIUM CARBONATE PROJECT IN PERLIS

CONSTRUCTION = 2 YRS		EST. PERIOD = 10 YRS		PRODUCTION RATE =		7.200 T/Y					
INVEST. COST = 18.270 M\$		ICM		MARKET PRICE		7.00 \$/T					
EQUITY = 3.000 M\$		INTEREST = 6.0 %		TAX= 45.0 %							
YR	INV	INC	INT	DEP	TXI	TAX	PRO	CFL	REP	NCF	BAL
-1	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.135
0	9.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.638
1	0.000	2.694	0.938	1.756	0.000	0.000	0.000	1.756	1.756	0.000	13.882
2	0.000	3.164	0.833	1.898	0.433	0.000	0.433	2.331	2.331	0.000	11.551
3	0.000	3.384	0.693	1.827	0.864	0.000	0.864	2.691	2.691	0.000	8.860
4	0.000	3.384	0.532	1.827	1.025	0.000	1.025	2.852	2.852	0.000	6.008
5	0.000	3.384	0.360	1.827	1.197	0.000	1.197	3.024	3.024	0.000	2.985
6	0.000	3.604	0.179	1.827	1.598	0.719	0.879	2.706	2.706	0.000	0.279
7	0.000	3.604	0.017	1.827	1.760	0.792	0.968	2.795	0.279	2.517	0.000
8	0.000	3.604	0.000	1.827	1.777	0.800	0.977	2.804	0.000	2.804	0.000
9	0.000	3.604	0.000	1.827	1.777	0.800	0.977	2.804	0.000	2.804	0.000
10	0.000	4.074	0.000	1.827	2.247	1.011	1.236	3.063	0.000	3.063	0.000
TT	18.270	34.590	3.552	18.270	12.678	4.122	8.556	26.826	15.638	11.188	0.000

RATE OF RETURN FOR EQUITY 14.9 %

## 第7章 期待される開発効果

### 7-1 開発ニーズ

今回の調査の結果は、1) CIMB 鉱山における L.C.C. に適する石灰石の鉱量、2) マレーシア国内における L.C.C. の市場等について詳細な調査をさらに行う必要はあるものの、CIMB 鉱山石灰石より白色度の 92~93% 程度の L.C.C. が製造可能ということであった。

つまり、白色度 94% 以上を要求されない用途においては外国製品に対抗し得る L.C.C. の生産が可能であるということである。

その場合、マレーシアの主要産業であるゴム、錫、パームオイル等の一次産品を輸出するという従来のパターンだけでなく、L.C.C. を有効利用することにより付加価値を高めた高級ゴム製品や高級絶縁被覆材、高級塗料、食品、製紙等の製造も可能となり新たな経済開発も見込まれるなど L.C.C. に対するニーズは自ら高くなるものと思われる。

### 7-2 開発効果

ペルリス州は、マレーシアの代表的地下資源である錫にもあまり恵まれず、他の州との経済的格差が大きい。

このような地域に日本の協力により経済開発が行われる意義は大きい。しかも ASEAN 地域における唯一のバイオニア的産業として L.C.C. プロジェクト事業が実施されるならば、現在全需要を輸入している L.C.C. に代替することによる外貨の節約を図るのみでなく、近い将来には近隣諸国に市場を求めるとも考えられる。ひるがえって事業地域社会においては、バイオニア産業としての L.C.C. 生産と原料用石灰石鉱山の開発に際し、地域住民の雇傭機会の増大と、賃金取得による社会生活の向上発展に寄与するばかりでなく、地域社会に及ぼす各種有形、無形の開発効果は極めて高いものと判断される。



## 参 考 文 献

### 地 質 圖

- Geological Survey, Malaysia (1985) : Geological Map of Peninsular Malaysia, 1 : 500,000
- Geological Survey, Malaysia (1976) : Mineral Distribution Map of Peninsular Malaysia, 1 : 500,000
- Geological Survey, Malaysia (1984) : Quaternary Geological Map of Taiping Area, Perak; Sheet 40, 1 : 500,000
- Geological Survey, Malaysia (1972) : Geology of the Alor Star Area and Pulau Paya Area, Kedah; Sheet 2E/13 & 2E/14, 1 : 63,360
- Geological Survey, Malaysia (1967) : Geology of the Kaki Bukit Area, Perlis; Sheet 2E/5, 1 : 63,360
- Geological Survey, West Malaysia (1967) : Geology of the Chuping Area, Perlis; Sheet 2E/6, 1 : 63,360
- Geological Survey, West Malaysia (1967) : Geology of the Kangar Area, Perlis; Sheet 2E/9, 1 : 63,360
- Geological Survey, West Malaysia (1967) : Geology of the Jitra Area, Kedah; Sheet 2E/10, 1 : 63,360
- Geological Survey, Federation of Malaysia (1957) : Geology of the Ipoh Area and Batu Gajah Area, Perak; 1 : 63,360

### 地 質 文 献

- Geological Survey, Malaysia (1984) : Annual Report
- Gobbett, D.J., Hutchison, G.S. (1973) : Geology of the Malay Peninsular (West Malaysia and Singapore), Wiley-Interscience
- Gobbett, D.J. (1968) : Bibliography and Index of the Geology of West Malaysia and Singapore; Geological Society of Malaysia, Bulletin No. 2

都城秋穂編(1979): 地球科学16--世界の地質, 岩波書店

#### 鉱床文献

石灰石鉱業協会(1983): 日本の石灰石, 石灰石鉱業協会

沖村雄二(1982): 石灰岩, 地学団体研究会

吉田国夫(1978): 最新版鉱産物の知識と取引, 通商産業調査会

坪谷幸六(1965): 資源鉱物ハンドブック, 朝倉書店

#### 軽質炭酸カルシウム文献

石灰石鉱業協会(1983): 石灰石の用途と特性, 石灰石鉱業協会

Nazarewicz, W. (1986): Precipitated calcium carbonate  
and its use in the paper industry, Society of  
Mining Engineer, AIME

化学工業社(1986): 製造工程全集1, 沈降炭酸カルシウム, №137

柴崎弘二他(1981): 新しい沈降炭酸カルシウムの塗工紙への応用, 紙パルプ技協誌  
第35巻第5号

Jouko Laine (1980): Manufacture of Precipitated Calcium  
Carbonate, Paperi ja Puu No. 11

石灰石鉱業協会(1977): タンカル便覧

石黒久三郎(1985): 中性抄紙と炭酸カルシウム; 石灰石214, 石灰石鉱業協会

Annual Report,

Tasek Sement Berhad (1986): 25th Annual Report 1986,  
Cement Industries of Malaysia Berhad

Brochure

Perlis State Economic Corporation

Kedah Cement Sdn. Berhad

Perak-Hanjoong Simen Sdn. Berhad

Tasek Cement Berhad

各社内部資料

Cement Industries of Malaysia Berhad

地質図,

石灰石化学分析結果一覧表

Kedah Cement Sdn. Berhad

ランカウイ島地質図

石灰石鉱床地質図

分析結果メモ

Saw Chong Teok Quarry

鉱区図

石灰石製品単価メモ

Perak-Hanjoong Simen Sdn. Berhad

地質図及びボーリング孔位置図

ボーリング孔石灰石分析結果一覧表

Tasek Cement Berhad

セメント工場及び石灰石採石場見取図

分析結果メモ

Perlis State Economic Corporation

質問事項に対する回答書





JICA

