

ビルマ連邦国鉱物資源調査  
専門家派遣報告書

昭和46年7月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1016134[7]

海(派)71-17

**ビルマ連邦国鉱物資源調査  
専門家派遣報告書**

昭和46年7月

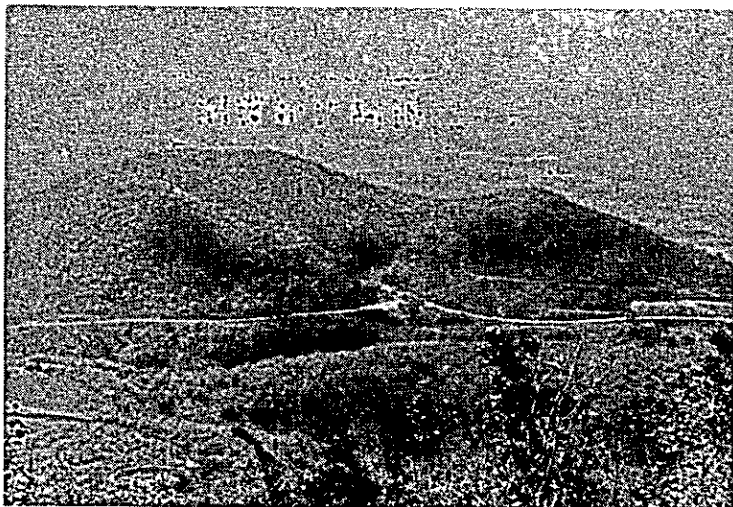
**海外技術協力事業団**

国際協力事業団	
受入月日 '84. 5. 18	2/04
月日 10/10	66.1
登録No. 05703	EX

## Monywa copper mine

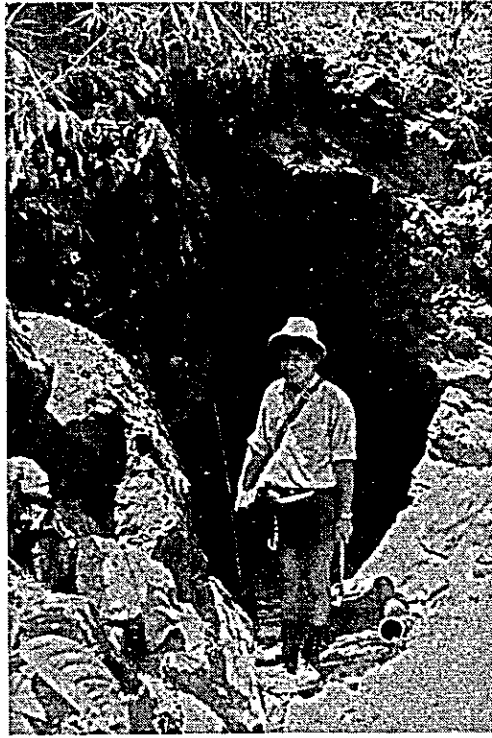


A view of Sabedaung ore deposit in Monywa copper mine (under prospecting)



A view of Kyisindaung ore deposit in Monywa copper mine (after prospecting)

## Nat San mine

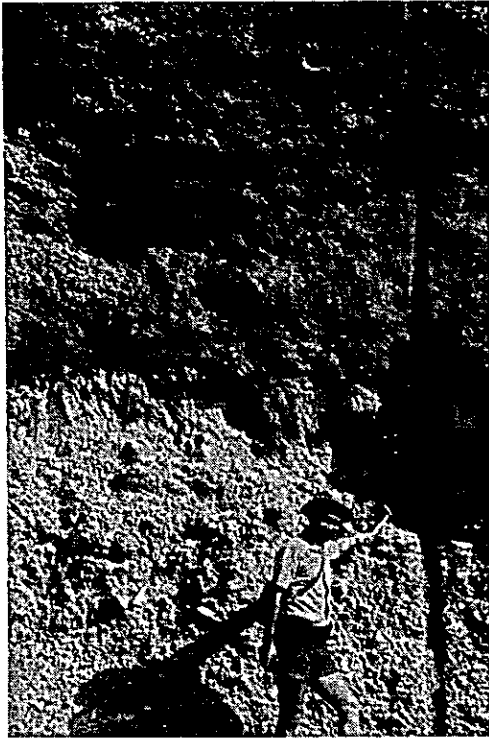


Adit of Natsan antimony mine



Stock-piled place of Natsan antimony mine

## Kanbauk mine



Working face of gravel deposit  
(tin-tungsten deposit) in Kanbauk mine



Mining place of gravel deposit  
(tin-tungsten deposit) in Kanbauk mine

## 目 次

I 序 文 .....	1
1. 専門家調査団派遣の経緯および目的 .....	1
2. 調査団の編成 .....	1
3. 調査行程 .....	4
4. 謝 辞 .....	5
II ビルマの一般事情 .....	7
III ビルマの鉱物資源概況 .....	11
IV ビルマの鉱業事情について .....	14
V ビルマの鉱物資源調査 .....	23
1. モニワ鉱山(銅) .....	23
2. ボードウィン鉱山(鉛, 亜鉛) .....	37
3. ナツサン鉱山(アンチモン).....	69
4. カンバウク鉱山(錫・タングステン) .....	71
VI 結 論 .....	78
VII 主要参考文献 .....	82



# I 序 文

## 1. 専門家調査団派遣の経緯および目的

1962年3月2日のクーデターによってネ・ウイン大将(革命評議会、議長)が政権を掌握し、革命政府を樹立して以来、日本からビルマの鉱物資源調査団が派遣されたのは初めてである。今回の調査団派遣の経緯は、1970年1月に海外鉱物資源開発(株)渡辺社長よりビルマ国のモノワ鉱山(銅)開発計画立案の協力を申し入れを行ない、さらに同年11月には、1971年4月～5月頃に調査団を派遣する用意のあることを申し入れた。1971年2月に国家計画副大臣より調査団の来緬を歓迎する。そして現在ビルマ政府が所有する地下資源に関する調査資料をすべて、公開し、その調査資料にもとづき討議したい旨連絡があった。その後日本政府より、2月には石油貿易使節団、3月には経済協力調査団がビルマ政府に派遣され、同国の国家計画副大臣、鉱山省副大臣と会議を行なった際に、日本がビルマの銅を中心とする鉱物資源開発に積極的協力を期待することが述べられた。

1971年3月ビルマ国、国家計画省副大臣マオン・ルイン大佐が訪日し、通産省、通商局貿易振興局、鉱山石炭局長表敬の際に、日本政府からビルマ国の鉱物資源調査団を4月以後に派遣し、現地調査資料の討議と、現地調査を実施し、今後の資源開発について協力したいことが述べられた結果、その主旨については同意がえられた。

1971年4月に在ビルマ国鈴木大使より連絡があり、ビルマの鉱物資源調査団派遣に関してビルマ政府保管の調査資料を全て見せること、および若干の現地視査について便宜を取計らうことが国家計画副大臣より非公式に回答されて来た。その後ビルマ国外務省より、5月3日から21日までの来緬許可の連絡があり、日本政府はコロンボ計画による専門家をビルマ国に派遣することになり、海外技術協力事業団にその実施を依頼した。

同事業団はビルマ国における銅鉱資源開発の重要性を考え、調査団を編成して、5月3日から21日まで19日間現地に専門家を派遣することとした。

## 2. 調査団の編成

団長	大町北一郎	通産省地質調査所、鉱床部金属課長
	塩原 幹治	金属鉱物探鉱促進事業団囑託、三井金属鉱業(株)探査部、副部長
	中本 正二	金属鉱物探鉱促進事業団囑託、海外鉱物資源開発(株)、事業部副部長
	清滝晶三郎	通産省鉱山石炭局鉱政課、課長補佐
	田所 久造	金属鉱物探鉱促進事業団、海外部、海外調査課、課長代理

Fig.-1 Index Map of the Union of Burma

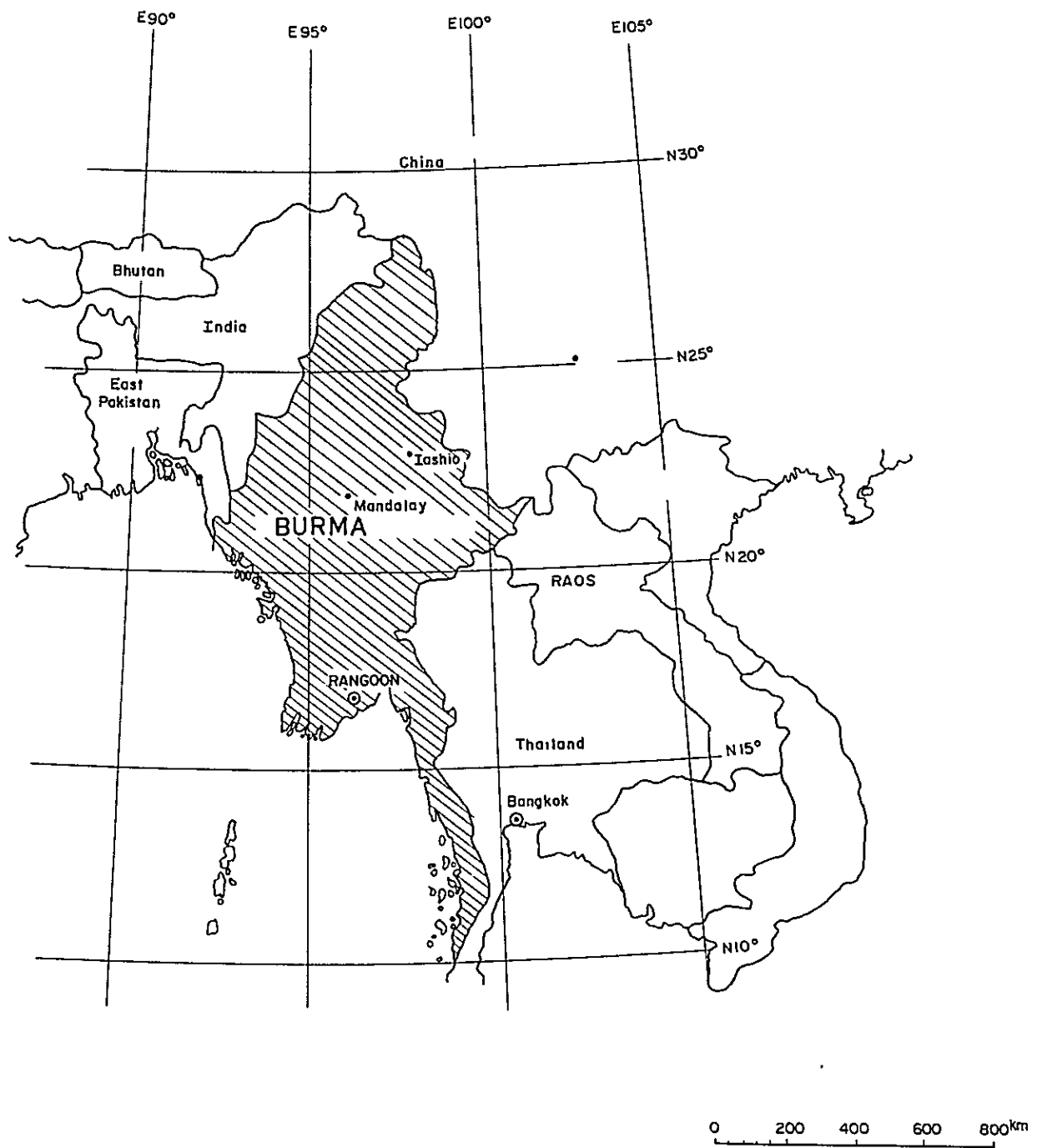
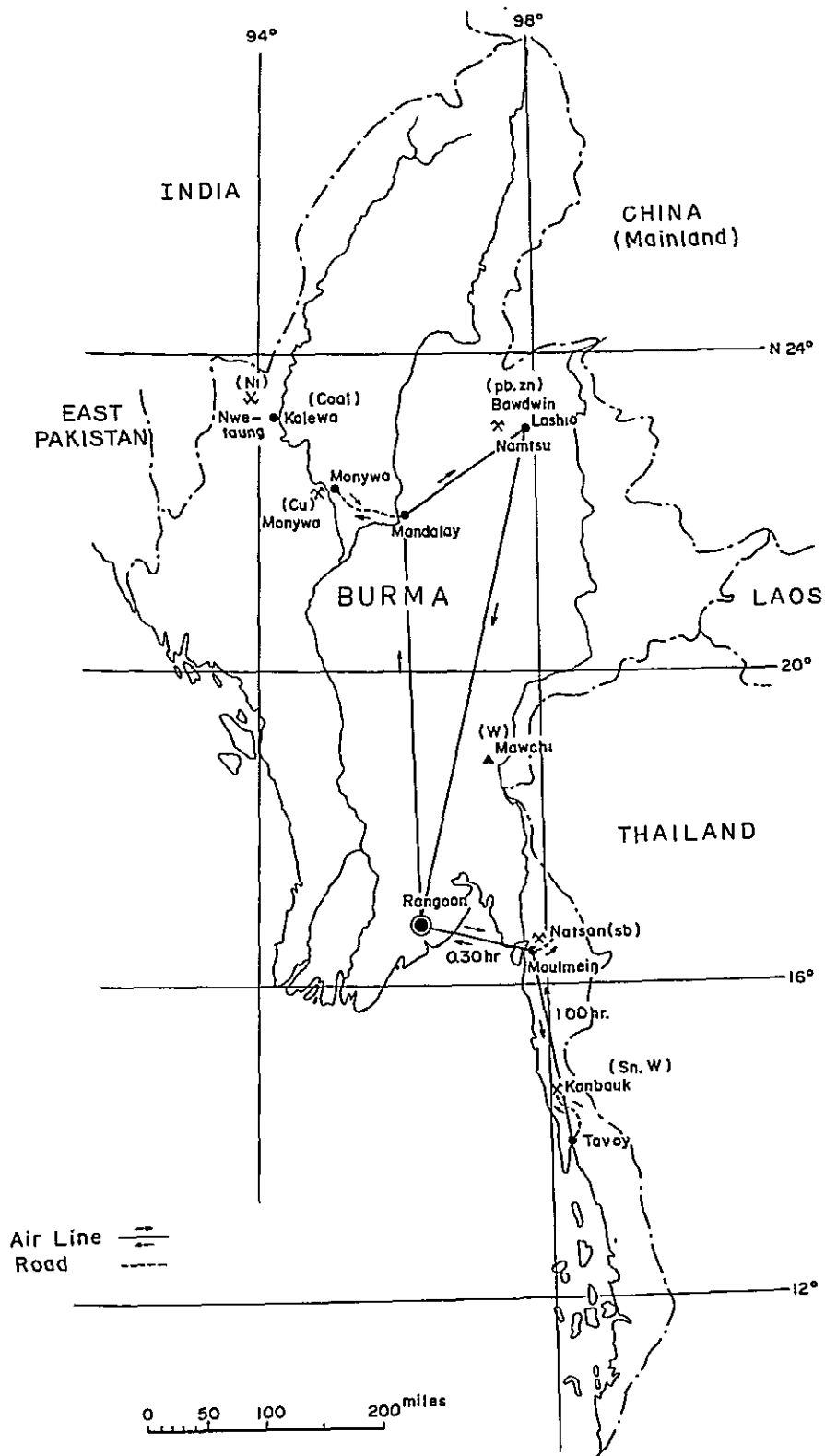


Fig. 2 Index Map of Visited Places in the Union of Burma



### 3. 調査行程

日順	年 月 日	曜日	行 程
1	46. 5. 2.	日	東京発 → バンコック着
2	46. 5. 3.	月	バンコック発 → ラングーン着, 在ビルマ日本大使館 鈴木大使, 内村書記官と打ち合わせ
3	46. 5. 4.	火	鉦山省 Aung Pe 大佐副大臣, 国家計画省Maung Lwin大佐 副大臣および鉦物開発公社(MDC), Hkun Naung大佐総裁 Hal Myint 中佐副総裁, ビルマ・ボードウイン公社, J.Smyth 中佐専務理事. 訪門
4	46. 5. 5	水	鉦物開発公社にて鉦床調査資料について討議
5	46. 5. 6	木	同様
6	46. 5. 7	金	ビルマ・ボードウイン公社にてボードウイン鉦山について討議
7	46. 5. 8	土	同様
8	46. 5. 9	日	討議資料について, 団員と検討する。
9	46. 5.10	月	ラングーン発 → マンダレー着 マンダレー発 → モニワ鉦山着
10	46. 5.11	火	モニワ鉦山の探鉦状況説明をうけ, 試錐作業視察 モニワ鉦山発 → マンダレー着
11	46. 5.12	水	マンダレー発 → ラシオ着 ラシオ発 → ナムツ製錬所着
12	46. 5.13	木	ナムツ製錬所発 → ボードウイン鉦山着 露天堀および坑内見学後討議
13	46. 5.14	金	ナムツ製錬所施設の視察 ナムツ製錬所発 → ラシオ着 ラシオ発 → ラングーン着
14	46. 5.15	土	ラングーン発 → モールメン着 ナツサン鉦山(マンチモン鉦)調査
15	46. 5.16	日	モールメン発 → タボイ着 タボイ発 → カンバウク鉦山(タングステン・錫)着
16	46. 5.17	月	カンバウク鉦山発 → タボイ着
17	46. 5.18	火	タボイ発 → ラングーン着, 日本大使館と打ち合せ

日順	年 月 日	曜日	行 程
18	46. 5. 19	水	<p>鉾山省, Aung Pe 大佐副大臣と調査結果と今後の協力体制について討議</p> <p>ビルマ・ボードウィン公社 J.Smyth 中佐専務理事と調査結果について討議</p>
19	46. 5. 20	木	<p>鉾物開発公社 Hkun Naung 大佐総裁と調査結果と今後の協力体制について討議</p> <p>国家計画省 Maung Lwin 大佐副大臣とビルマ国鉾物資源開発について日本の協力体制について討議</p>
20	46. 5. 21	金	<p>ビルマ石油公社会議室にて, ビルマ地質, 石油, 鉾山諮問委員会 ( G. P. M. A. C ) 8 名と今回の調査目的と結果について討議</p>
21	46. 5. 22	土	<p>ラングーン発 → 東京着</p>

#### 4. 謝 辞

今回の調査にあたり、ビルマ連邦政府の鉾山省、国家計画省およびビルマボードウィン公社、鉾物開発公社は各種の便宜を供与され、調査団実施を援助された。とくに現地調査にあたっては鉾物開発公社およびビルマボードウィン公社の関係職員が行を共にされ、大した支障なく、資料蒐集、調査を実施できた。短期間に有効に調査が実施できたのは、ビルマ連邦政府の御支援の賜であり、ここに深甚な感謝の意を表したい。

また在ビルマ鈴木大使、内村書記官を始めとして在ビルマ日本大使館の方々には、ビルマ政府との交渉その他御協力をいただいた。

なお、本調査に対して、討論し、現地調査に協力されたビルマ側の人名は以下のとおりである。

- o Ministry of Mines
  - Col. Aung Pe Deputy Minister
- o Ministry of National Planning
  - Col. Maung Lwin Deputy Minister
- o Mineral Development Corporation (M. D. C.)
  - U Khun Naung Director General
  - Lt. Col. Hla Myint, Deputy Director General
  - U Saw Alaric Director (Production)
  - U Kyi Soe Senior Geologist
  - U Than Maung, Sr, Metallurgical Engineer
  - U Khin Maung Maung Geologist
  - Capt. Thein Aung
- o Monywa (M. D. C. Copper Exploration Camp)
  - U Kyaw Nyein Senior Geologist
- o Moulmein (M. D. C. Antimony Mine)
  - U Ye Myint Geologist
- o Kanbawk (M. D. C. Tavoy District. Sn-W Mine)
  - U Hla Htun Mine Manager
  - U Soe Myint Inspector of Mines
- o Myanma Bawdwin Corporation
  - Lt. Col. J. Smyth Chief Executive Officer (Rangoon)
  - U A. Kai Hpa Deputy Mine Supdt. (Bawdin)
  - U Ko Ko Tham Deputy Smelting and Mine Supdt. (Namtu)
  - U Sein Hla Aung Mill Supdt. (Namtu)
  - U Pein Kwong Smelting Supdt. (Namtu)
  - U Bo Refinery Supdt. (Namtu)
  - U Ba Lwin Secretary (Rangoon)

## II ビルマの一般事情

ビルマは、総面積 677,790 km<sup>2</sup> で日本の総面積の約 1.8 倍に相当し、人口は 26,389,000 人(1968)で、日本の人口の約 1/4 程度である。

北は北緯 28°, 南は北緯 10°, にわたり、東西には東経 92° から 102° までにわたる細長い国であるため、周辺は、東パキスタン、インド、中共、ラオス、タイの 5 カ国によって、とりまかれている。

地勢としては北高南低で、東北部は鉱物資源の豊富なシヤン高原、西北部にアラカン山脈がある。南はマレーシア半島に細く伸び、世界的米産地として知られる南部デルタ地帯がある。この地帯をイラワジ、ジッタ、サルウインの三大河の主流、支流が貫流し、アンダマン海に注いでいる。

気候は熱帯、亜地帯にまたがり、全般に高温多湿である。暑期は雨期前の 3～5 月中旬と雨期明け直後の 10 月で、デルタ地帯では華氏 100 度をこすことが多い。雨期は 5 月中旬～10 月中旬で乾期は 11 月～4 月である。涼期は 12 月～1 月で、日蔭の温度は華氏 65 度ぐらいに下がることもある。

ビルマには約 50 種族が居住するといわれている、そのおもなものは、ビルマ族(64%)、カレン族(8%)、シヤン族(7%)、チン族(2.4%)、モン族(2.3%)、カチン族(1%)、バーオ族(1.5%)、アラカン族(1.4%)などである。この他にインド・パキスタン人(7%)、華僑(2%)がいる。

公用語はビルマ語で、渉外用語には英語が重要されている。宗教としては、約 85% が仏教徒で、この他に回教徒 4%、ヒンズー教 3%、キリスト教 3%、アミニズム 5% などである。

ビルマは、ビルマ本部(チンドウイン省、サガイン省、マンドレー省、マグエイ省、ベグー省、ラングーン省、テナセリム省、イラワジ省、アラカン省の 9 省からなる)、カチン州、北シヤン州、南シヤン州、カヤー州、コート・ウーレイ州の 5 省およびチン特別省からなる連邦組織を形成している。

ビルマは政治的には、紀元 5 世紀にブロームにおいて、バイアス人によって始められた。その後モン人が支配したが、11 世紀にアニルダ王に率いられたビルマ人が北方から進入し、中央ビルマのバカンに首都を開き、ビルマ黄金時代を築いた。ビルマ人はモン人、タイ人と英国人が進入してくる 19 世紀初頭に至るまで抗争をつづけていたが、その後英国の支配を受け、1885 年に英領インドの 1 州となった。

1937 年にインドから分離し、自治政府を樹立するに至ったが、第 2 次大戦中の 1942 年～1945 年まで日本軍に占領された。

第2次大戦終了後の1948年1月4日に独立したが、すぐ、非ビルマ人である、カレン、シャン、カチンその他の少数民族によって、反政府運動がおこり、ビルマ経済発展の障害となった。1962年3月2日に無血軍事クーデターがおこり、ウー・ヌー政権は崩壊し、新しく、ネウウィン(Ne Win)大将に率いられた軍事政権が樹立されて以来今日に至っている。

憲法は1947年9月24日に制定され、1948年4月15日に発布された。しかし1962年3月2日の軍部クーデターが成功し、最高権力機関としてビルマ連邦革命評議会が生まれ、1963年3月15日付け法律によって、憲法を含むすべての法の延長および中止に関する権限を、革命評議会に与えており、現在、憲法はないに等しい。

行政組織としては、革命評議会が最高権限を有しており、評議会委員がそれぞれ大臣職を担当している。内閣は首相以下、次の各省から成る。国防、大蔵、協同組合、貿易、教育、保健、外務、国家計画、内務、法務、移民、国民登録、通信・運輸、社会福祉、救済・再定住：民族団結、農林、土地国有化、住宅・公共事業、鉱山、工業、情報、文化の22省におよんでいる。

立法権は革命評議会の手に移つり、政党は1964年3月28日発布の国家統一法により革命評議会の支持政党であるビルマ社会主義計画党(BSPP)を除き、すべての政党活動は禁止されている。

1962年4月に革命政府は「ビルマ社会主義への道」と題する基本政策要綱を発表し、ここで、(1)社会主義経済の建設を目標として、これを達成する。(2)議会民主主義を放棄し、社会主義的人民民主主義確立のために単一政党を結成する。(3)政策実施は現実主義にもとづき、慎重にかつ漸進的に行なう方針を明らかにしている。

現在はこの基本方針にもとづいて、貿易の国有化(1964年)、高額流通紙幣(100チャット、50チャット)の使用禁止、農民の地代支払い義務の廃止(1965年)、各種主要物資配給の国有化など社会主義的政策を展開している。

通貨としては、ビルマ・チャット(Kyat=K)、は100ピア(Pyaw=P)からなり、外国通貨に対するIMF平価は1953年8月7日に次のとおり設定されている。純金1オンス=166.67チャット、1米ドル=4.76チャットであり、日本円にして、1チャットは75.6円である。紙幣はK 1.00, K 5.00, K 10.00, K 20 00, の4種類と補助貨幣はP.1, P.5, P.10, P.50 の5種類が流通している。

産業としては、国内総生産の3分の1を占めるものは農業(米、小麦、メイズ、豆類、南京豆、ゴム、綿花、砂とうきび、玉ねぎ、茶、たばこ等)で、全労働力人口の65%を吸収している。しかも米は輸出総額の3分の2を占める主要外貨獲得資源である。次いで林業が主産業であり、森林地区面積は、合計14万5,000平方マイルあり、全国土のほぼ57%を占め、主産物はチーク材で、他のハード・ウッドとあわせると船材材料としては、全世界産出量の約8割を

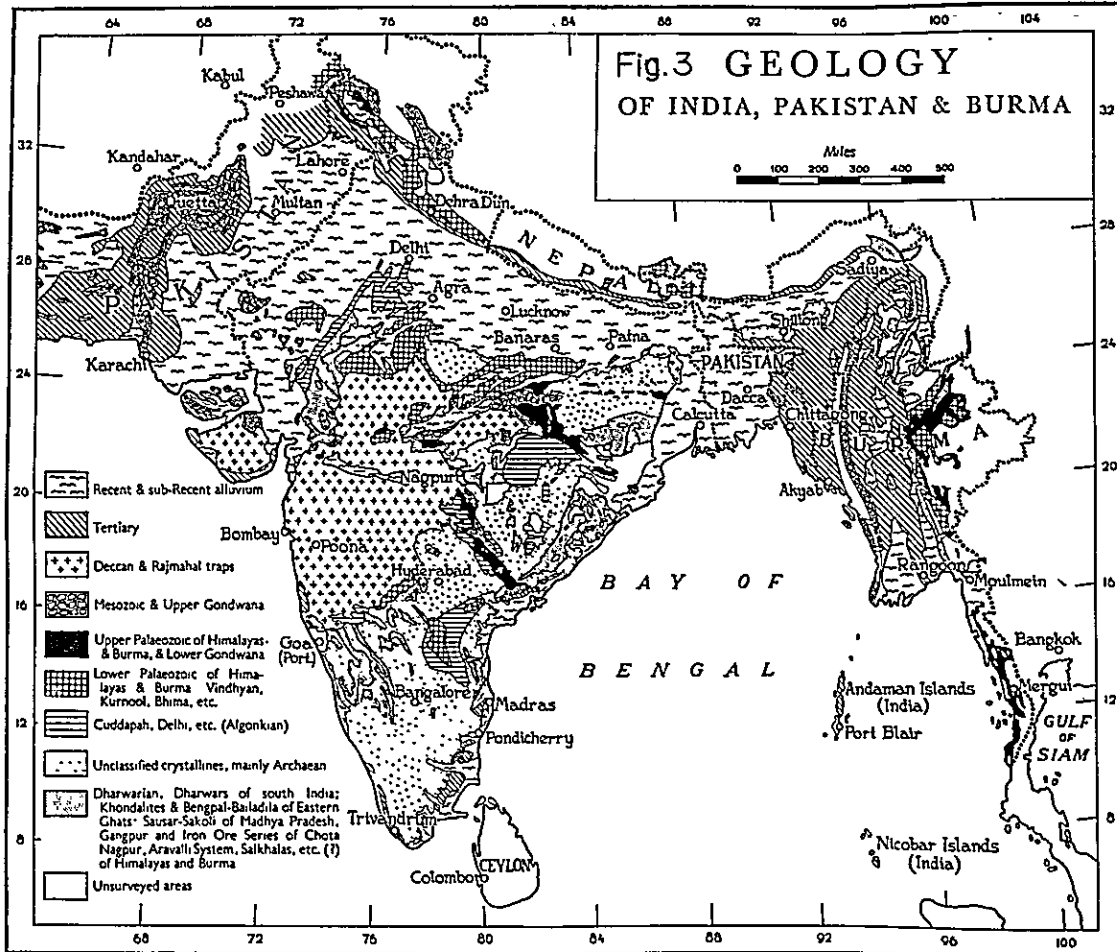


占めている。したがって外貨獲得源として政府は力を入れている。

次いで鉱業であるが、詳細については、次章に述べてあるので、こゝでは省略する。

この他には水産業、畜産業、工業、建設、商業、公共事業、運輸、通信、観光等があるけれど、みるべきものはない。

Fig-3 第3図 インドおよびビルマの地質概略図



### Ⅲ ビルマの鉱物資源概況

ビルマの一般地質としては、先カンブリア紀を基盤として、古生層、中生層、第三紀層、第四紀層にわたる地層が、それぞれ特徴ある地質構造単元をなして分布している。

#### (1) カチン・シヤン地域（ビルマ北東部）

この地域は地形的にシヤン高原地域といわれ、主として、先カンブリア紀の片麻岩、結晶片岩を基盤として、古生層（先デボン紀）および中生層が広く発達している。そして火成岩類の発達は少なく、北部に若干の超塩基性岩類の発達がみられる。鉱床はアルプス造山運動（キンメル期）にともなう。ジュラ紀に形成されると考えられている。

主な鉱物資源としては、含銀鉛・亜鉛、アンチモン、タングステン、銅・鉛・亜鉛、マンガ、鉄鉱、クロム鉄鉱、重晶石、螢石、石膏、カオリン、石墨、雲母、石灰岩、石炭、および宝石（ルビー、ヒスイ、アンバー）など、ビルマではもっとも多くの鉱物資源を産出する地域として有名である。とくに含銀鉛・亜鉛を主とするボードウィン鉱山（Bawdwin）（戦時中三井金属鉱山によって稼働されたことがある）、タングステン・錫を主とするモワチ鉱山（Mawth）および宝石産地として、モンゴク地方（Mogok）が著名な鉱産地として知られ、現在も稼行中であるが、他の諸鉱床については、一部探鉱中のところもあるが、大部分は第2次大戦後の荒廃から、たちなおっていないのが現状である。

#### (2) カレーン・テナセリム地域（ビルマ南部）

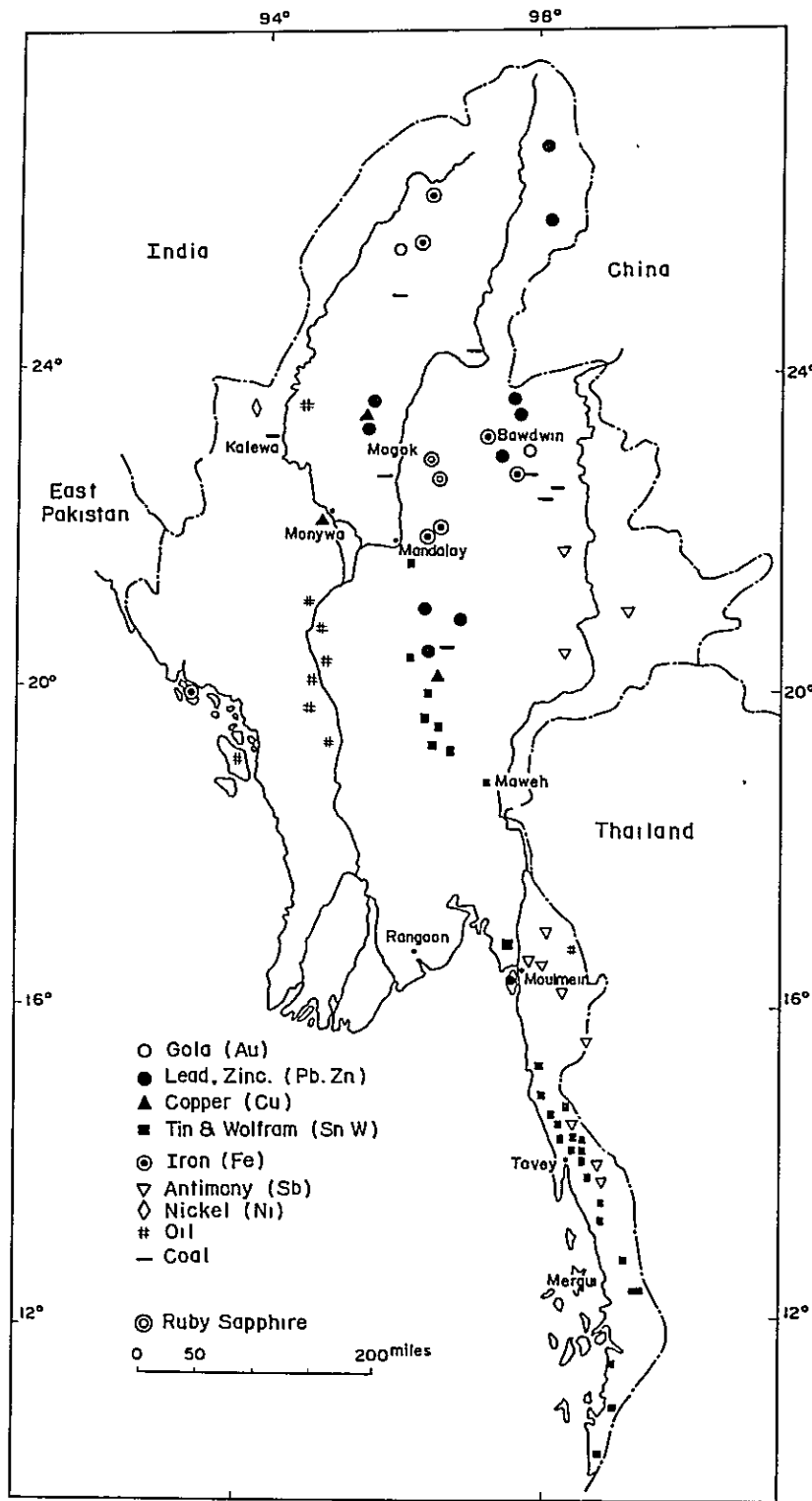
この地方は古生層（先デボン紀）に属する珪岩、千枚岩、石灰岩類に貫入した後白亜紀の火成活動にともなう花崗岩類の発達が著しい。

主な鉱物資源としては、錫・タングステン、アンチモン、モリブデン、マンガ、鉄、ボーキサイト、重晶石、石炭等が知られているが、とくに錫およびタングステンはこの地方の特徴的な鉱産資源である。とくにタボイ（Tavoy）地方の錫・タングステン鉱床は戦前から著名で、第2次大戦中に三菱金属鉱業によって一時稼行されたことがある。現在は小規模ながら稼行されているが、第2次大戦後の荒廃がいちじるく、復旧されていないのが現状である。

#### (3) ビルマ中央部地域（ビルマ中央部）

この地域はイラワジ地向斜によって形成されたもので主として、新第三紀層よりなり、火成活動としては、鮮新世末期の活動と考えられる。酸性、火山岩類（主として石英安山岩）の発達がみられる。

Fig.-4 Major Mineral Resources Map of the Union of Burma



主な鉱物資源としては、銅、マンガン、岩塩、カオリン、石油、天然ガス、石炭等が知られている。とくに石油、石炭および銅はこの地方の特徴的な鉱産資源である。とくに石油の開発はもっとも古くその起源は 13 世紀からおこなわれたともいわれている。現在は中部油田群に属する Yenangyaung 油田、Chauk 油田、Yenangyat-Sabe 油田、Minbu 油田、および Pyaye ガス田から開発生産されているが、この他に、北部油田群の Indow、Yenan 油田、南部油田群の Myanaung 油田、Prome 油田、Shwepyitha 油田等が探鉱されている。銅については、現在モニワ鉱山 (Monywa) が探鉱中で、所謂新第三紀の火成活動にともなう、石英安山岩中の鉱染鉱床と考えられている。

#### (4) チン・アラカン地域 (ビルマ西部)

この地域は、主として中生代、白亜紀および第三紀層からなるが、火成岩類としては、古第三紀末の活動とおもわれる超塩基性岩類の貫入がみられる。

主な鉱物資源としては、クロム鉄鉱、ニッケル (ガーニーライト)、銅、カオリン、石綿、石炭、石油、天然ガス等が知られているが、とくに、石炭はカレワ炭鉱 (Kalewa) がビルマ唯一の稼行炭鉱である。また石油・天然ガスはアラカン油田群の探鉱がおこなわれている。最近 Upper ehindwin 地方の Mwetaung で、大きなニッケル鉱床 (ガーニーライト) およびクロム鉱床が発見され、現在探鉱中である。

以上の状況から判断するとビルマの鉱物資源の特徴として、その主力をなすものは、石油、天然ガス、含銀鉛、亜鉛鉱、銅鉱、アンチモン鉱、錫、タングステン鉱、宝石 (ルビー、サファイヤー、ヒスイ)、石灰石等であるが、今後の地質調査の進め方によっては、クロム鉄鉱、ニッケル鉱、砂金、マンガン鉱、螢石等の鉱物資源が多量に発見されることが期待される。また銅・鉛、亜鉛鉱、タングステン、錫鉱については潜在鉱物資源として主力をなすものであるが、探鉱活動が十分でないので、その開発がおくれている。とくに錫、タングステンについては、東南アジア地域においてはもっとも多くの埋蔵鉱量が期待される国であるけれど、第 2 次大戦後の荒廃および革命後の探鉱活動がおくれたために戦前生産量の約半分以下の状態である。したがって、今後は探鉱および開発の促進が必要であろう。

## Ⅳ ビルマの鉱業事情について

### 1 一般概況

ビルマにおける鉱業の歴史は古く、15世紀初期には、今回我々の訪問したボードウィン鉱山が稼行されていたといわれ、また日本との関係も第2次大戦中、ボードウィン鉱山のほか錫、タングステン、アンチモニーなどの鉱山の操業が日本人の手によって行なわれた経緯もあってビルマの鉱物資源に対する関心が従来から大きかった。

戦後 三井金属鉱業(株)が、モニワ鉱山の探鉱活動を行なったが、1962年の政変によりこれが中止され、従来民間ベースでの鉱山開発はことビルマに関する限り閉ざされてきたといえる。

政変による行政機構の改変とともにビルマの鉱業事情も少なからず変革を示してきたわけであるがビルマ革命評議会による1970～71年の年次報告によって示される鉱業の現況は次のとおりである。

1969～70年のビルマにおける農業、鉱業、工業、建設業の総生産額は111億7950万チャット(8,450億円)でうち鉱業生産額は約1.7%にあたる1億8600万チャット(140億円)である。また1961～62年の実績との比較では総生産額は61～62年当時の72億3千万チャット(5,460億円)に比較して54%増、鉱業生産額は9360万チャット(71億円)に比較して倍増している。(第1表参照)

労働者数は1968～69年の数字で全産業総計1千70万人の0.3%にあたる約3万人が鉱業に従事している。(第2表参点)

第1表 ビルマの生産額

注 1チャット=75.6円 (単位 10万チャット)

年	1967	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
農 業	21,687	26,924	23,836	25,295	24,136	27,506	33,187	34,565	35,120
家畜・漁業	4,732	6,002	6,451	6,539	6,507	8,188	8,841	8,684	9,417
林 業	3,377	3,604	3,472	3,479	3,807	3,721	3,907	3,962	4,288
鉱 業	936	912	941	1,178	1,116	1,380	1,539	1,718	1,860
製 造 業	35,877	40,953	37,561	42,185	41,000	42,374	48,528	51,339	53,222
電 力	678	662	627	614	756	768	816	874	949
建 設 業	4,986	5,321	4,922	5,053	6,303	6,371	6,527	7,112	6,939
合 計	72,273	84,378	77,810	84,343	83,625	90,308	103,345	108,254	111,795

第2表 労働者数 (単位 人)

	国						管 部			門		民間部門	合 計
	専門家	技能者	熟練者	準熟練者	未熟練者	パートタイム労働者	小 計						
							小計	小計					
農 業	694	1,500	12,523	13,522	125,484	24,297	178,020	5,400,300	5,578,320				
家 畜・漁 業	181	903	598	182	599	50	2,513	165,000	167,513				
林 業	303	654	5,273	4,053	1,996	50,276	62,555	39,538	102,093				
鉱 業	605	949	4,973	4,794	8,503	8,351	28,175	1,790	29,965				
製 造 業	1,487	2,727	13,727	20,467	28,594	6,710	73,712	701,600	775,312				
電 力	503	831	1,959	7,968	2,122	-	13,383	-	13,383				
建 設	571	2,248	16,135	1,320	1,118	36,000	57,392	41,546	98,938				
運 輸 通 信	984	3,316	18,971	31,968	24,296	-	79,535	260,100	339,635				
社 会 サ ー ビ ス	14,813	86,364	10,114	5,420	17,565	24	134,300	-	134,300				
行 政	10,153	68,100	60,183	78,641	107,553	20	324,650	-	324,650				
商 業	1,509	5,354	12,918	53,088	27,676	-	100,545	854,963	955,508				
パ ー ト タ イ ム 農 業 労 働 者	-	-	-	-	-	-	-	1,500,000	1,500,000				
そ の 他	-	-	-	-	-	-	-	705,400	705,400				
合 計	31,803	172,946	157,374	221,423	345,506	125,728	1,054,780	9,670,237	10,725,017				

現在稼行中の鉱山は第3表に示したように71 鉱山あり、とくに錫・タングステン鉱山が数のうえでは53 鉱山で一番多いが、これらはいずれも規模は小さい。

従来、民営であった鉱山は、軍事政権後まず外国合弁企業が国有化され、ボードウィン鉱山はPeople's Oil Industryに、また油田はPeople's Oil Industry に引き継がれた。さらに1970年これらはMyanma Bawdwin Corporation (M.B.C)とMyanma Oil Corporation (M.O.C)と改組され、またその他の民営鉱山も零細な請負式の鉱山を除いて、すべて国営化されるにいたった。

鉱物開発公社 (Minerals Development Corporation) はM.B.C. M.O.C 以外のビルマ全体の鉱物資源についての調査から開発にいたる問題に責任をもち、いわば地質調査所といったものであるが、タングステン等の小規模の稼行鉱山をも運営している。

もし大規模な鉱山開発が行なわれた場合には、M.B.C と同様に別の公社が設立されてその鉱山の運営にあたることとなるようである。

第3表 鉱 山 現 況

鉱 種	地 域	1 9 6 8			1 9 6 9			1 9 7 0		
		国営	民営	計	国営	民営	計	国営	民営	計
鉄	マンドレー地区	1	—	1	1	—	1	1	—	1
	北部シャン州	4	—	4	4	—	4	4	—	4
鉛・亜鉛鉱	北部シャン州	2	—	2	2	—	2	2	—	2
方鉛鉱	南部シャン州	1	—	1	1	—	1	1	—	1
錫・タングステン	タポイ地区	3	89	92	4	69	73	4	23	27
	マーギー地区	2	16	18	2	16	18	2	6	8
	ヤメシン地区	—	22	22	—	17	17	—	17	17
錫・タングステン	カヤ州	1	—	1	1	—	1	1	—	1
セライト混合物										
石 炭	カレワ	1	—	1	1	—	1	1	—	1
重 晶 石	マンドレー地区	1	—	1	1	—	1	1	—	1
ヒ ス イ	カチン州	1	—	1	—	—	—	—	—	—
宝 石	モゴーク	—	1,064	1,064	5	—	5	7	—	7
石 灰 石	タイエット地区	1	—	1	1	—	1	1	—	1



鉍産物の生産量は第4表に示したように1969～70年の実績では往年に比較して原油の増加が著しく、1961～62年当時に比しく約30%の増加をなしている。

一方、非鉄金属部門では、ボードウィン鉍山に依存する銀、亜鉛、鉛、銅、ニッケル等は、同鉍山の衰退によって、いずれも生産量は半減している。

また錫、タングステン等は1961～62年当時よりは減少しているが、ここ数年来回復を示しつつある。

なお、ビルマの鉍産物としてヒスイ、ルビー、サファイア等の貴石、宝石類があるが、全般的に著しく減少を示している。

第4表 鉍産物の生産量

鉍種	単位	1961～62	1964～65	1968～69	1969～70
原油	チガロン	152,815	133,210	208,890	210,000
石炭	トン	—	8,200	7,962	13,000
ヒスイ	viss	31,000	21,000	852	950
銀地金	チオンス	1,437	1,204	827	740
亜鉛精鉍	トン	14,225	14,131	9,734	7,200
銅マット	トン	354	310	186	160
ニッケルスパイス	トン	520	266	98	80
鉛地金	トン	16,615	15,693	9,986	8,500
アンチモン鉛	トン	376	561	356	230
方鉛鉍	トン	200	270	568	800
錫精鉍	トン	900	910	506	637
タングステン精鉍	トン	1,440	70	197	246
錫・タングステン混合精鉍	トン	—	440	270	274
錫タングステンシーライト 混合精鉍	トン	—	360	123	420
アンチモン鉍	トン	—	—	—	237
石	Sudrum	210,000	337,000	564,000	532,000
リバーシングル	"	27,000	34,000	153,000	144,000
石灰石	トン	—	407,000	553,000	591,000
タラゾ石	Sudrum	—	—	351	150

## 2 鉱業行政機構

ビルマの鉱業行政の中心は鉱山省 ( Ministry of mines ) であり、この監督下のもとに M. D. C M. B. C M. O. C M. Q. C ( Myanmar Quarry Corporation ) などがある。

鉱業行政に関し、鉱業諮問委員会 ( Geology petroleum and Mining Advisory Council ) が鉱山大臣に直屬して設置されている。

### (1) M. D. C ( Minerals Development Corporation )

M. D. C は、先にも述べたようにビルマ全体の鉱物資源に関する調査から開発に関して責任をもっており、地質調査、探鉱部門とともに生産部門をも合せ持っている。(参考第5表)

従業員は約3,000人、年間投資予算額は約2,000万チャット(15億円)といわれている。

現在、モニワ鉱山などを含めて、20数件におよぶプロジェクトをもち、また9鉱山の運営を行なっている。

現在もっとも生産部門で力を入れているのは採掘、選鉱処理等が容易でかつ高価なタングステン、錫等であり、タボイ地区で採掘されたものは一部、ラングーンの本部において選鉱し、精鉱はすべて、貿易公社 ( Myanmar Export & Import Corporation ) に送られ、国際入札によって海外に販売されることになっている。

### (2) M. B. C ( Myanmar Bawdwin Corporation )

M. B. C はボードウィン鉱山、精錬所等の運営と他の二支山の運営を行なっているが、全従業員は約8,000人、うちラングーン本部には100人、ボードウィン鉱山には3,400人、ナムツ精錬所及び機械工場に3,700人、Z支山に900人が配置されている。

年間予算は資本投資1千万チャット(7億6千万円)操業経費3,900万チャット(29億5千万円)の規模である。

生産物はすべて貿易公社に送られ、国際入札によって海外に販売されることとなっている。

なお、器材の海外からの購入は一般に必要なが生じてからこの貿易公社を通じて国際入札により行なわれるため、鉱山において使用する機械の補修部品類等の輸入も相当の時間を要することとなり、鉱山開発のネックとなっているようである。

### (3) 鉱業諮問委員会 ( Geology petroleum and Mining Advisory council )

本諮問委員会は学識経験者15人のグループによって構成され鉱山大臣の諮問に対して勧告等を行なうものであって、毎月1回程度ほど定期的に会合をもっている。

M. D. C M. B. C M. O. C 等のプロジェクトや予算等についても本委員会において検討が行なわれることとなるが、機能はほぼ日本における審議会と同様と考えられる。

我々調査団もビルマ滞在の最終日にこの委員会メンバーと懇談する機会をもったが、次に掲

Table 5

Mineral Development Corporation

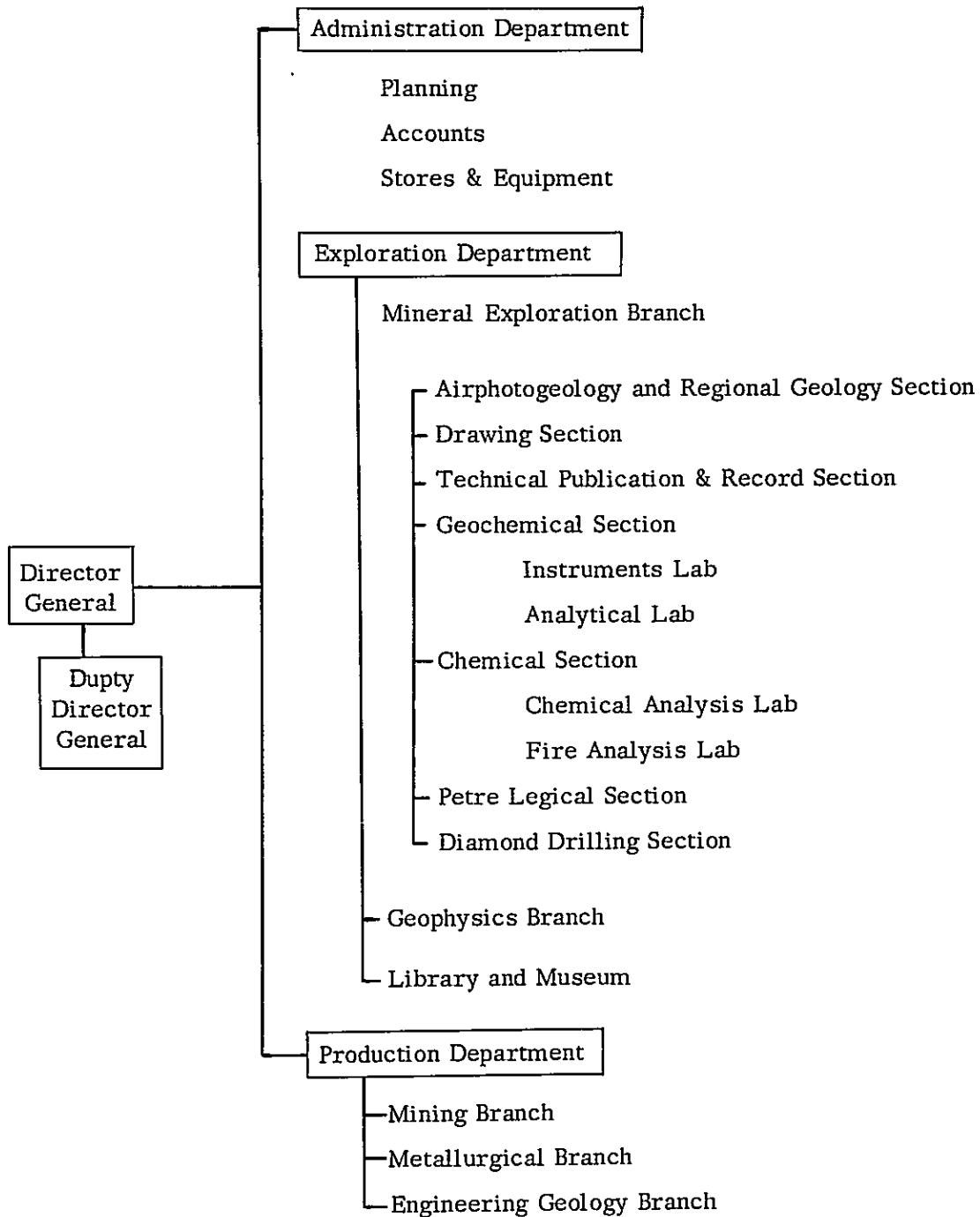
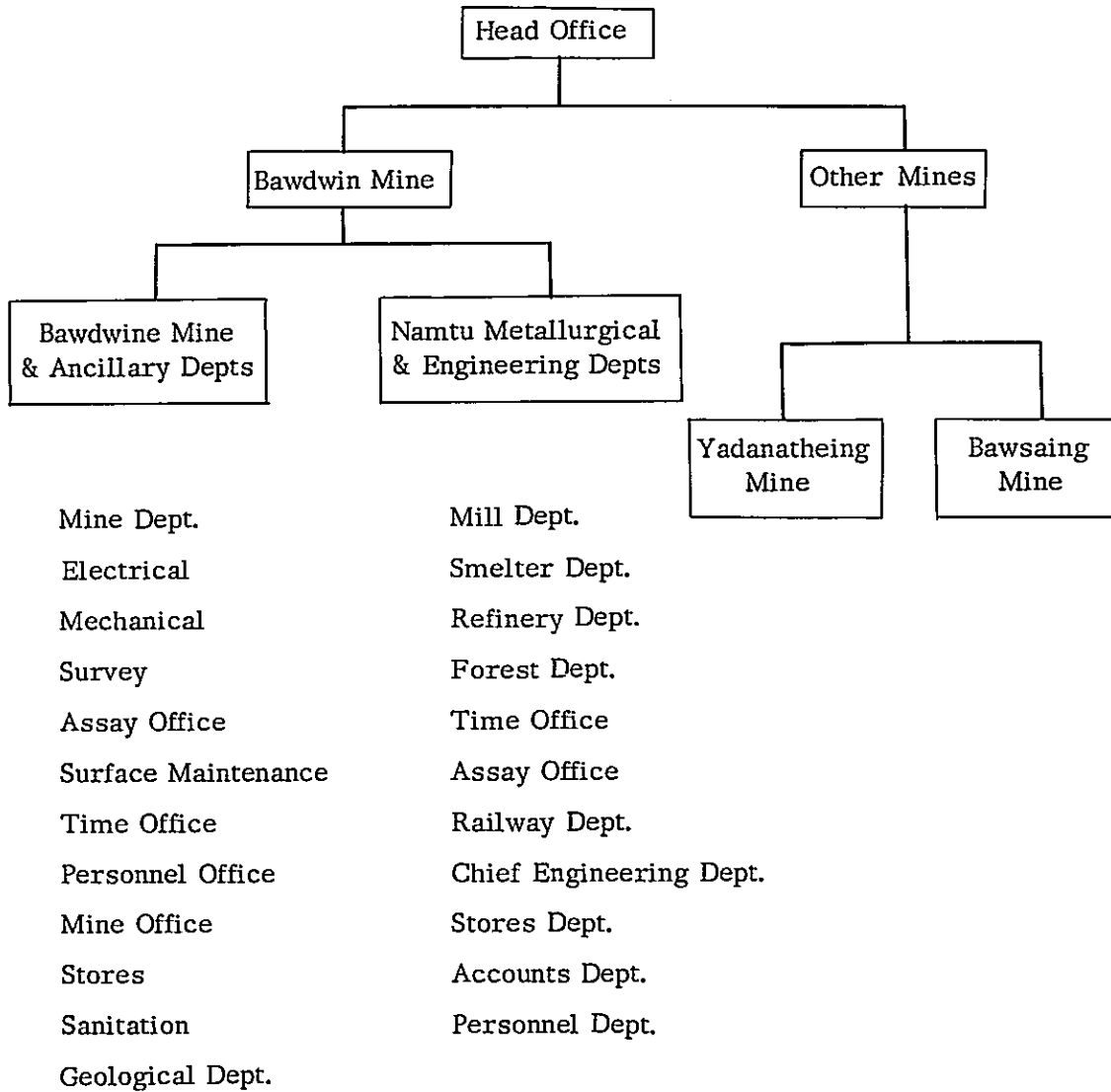


Table 6  
Myanma Bawdwin Corporation



げるメンバーが出席した。

Table 7

MEMBER OF GEOLOGY, PETROLEUM AND MINING ADVISORY COUNCIL

1. U Ba Than Haq,  
Professor of Geology,  
Rangoon Arts & Science University.
2. U Soon Sein,  
Professor of Mining Department,  
Rangoon Institute of Technology.
3. U Saw Alaric,  
Director (Production),  
Mineral Development Corporation.
4. Dr. F. Ba Hli,  
Director,  
Union of Burma Applied Research Institute.
5. U Aye Hlaing,  
Rector,  
Institute of Economics.
6. U Khin Aung Kyi,  
Professor of Chemical Engineering,  
Rangoon Institute of Technology.
7. U Than Win,  
Refinery Manager,  
Myanma Oil Corporation.
8. U Ngwe Thein,  
Lecturer,  
Petroleum Production Engineering Department,  
Rangoon Institute of Technology.

彼らの関心はもっぱらモニワ鉱山、ボードウィン鉱山等、我々の訪問した鉱山についての評価、見解等にあったが、非常に専門的な観点からの質問が多かったほか、とくに日本にお

ける鉱業の現状をはじめ海外の事情に興味を示していたことが印象づけられた。

### 3 各国の援助技術協力等

各先進諸国のビルマに対する経済技術協力は活発で、日本をはじめ米国、西独、ソ連、中共東独、ポーランド、英国、濠洲などがそれぞれ名を連ねている。

鉱物資源関係では、西独が極めて活発であって、石油開発において無償供与を含めて800万ドルの借かん供与を行なっているほかタボイ地区の錫、タングステン鉱床の探鉱開発の援助協定を結ぶなど積極的な動きを示しつつある。

また、ソ連はマウチ錫、タングステン鉱山の調査開発を援助しており、カナダは最近ボードウィン鉱山の支山に専門家を派遣しているといわれる。

英国はもっぱら教育、医療分野での援助を行なっているといわれるが、それでもM.D.C本部における試験研究用機器は英国製のものが多く、コロソ計画による供与というラベルの貼ってあるものが多かった。

国連UNDPの援助はボードウィン鉱山をはじめ、最近ではタボイ地区の錫タングステンの調査のプロポーザルを出すなど積極的に利用をはかっている。

日本は1962～63年に鉱物資源調査および天然ガス資源開発計画調査等の援助を行なってきたほか最近では石油開発に関して積極的に援助を申し出ている。日本の駐ビルマ大使によると駐ビルマ米国大使は、ビルマの諸般の情勢からみて、日本、西独あたりの国が資源開発に対する援助協力を行なうことが最も適当ではないかという意見を表明しているとのことで、西独の動き等からみても当を得た意見といえよう。

## V ビルマの鉍物資源調査

### 1 Monywa (モニワ) 鉍山

#### (1) 位置, 交通 (第5図)

モニワ市は中央ビルマの中心地, マンダレー市から道路沿いに西方約 134 km のところにある。モニワ鉍山はモニワ市の西側を流れるチンドウィン河の西岸に位置する。

既知の鉍床群は, Letpadaung (レパドン), Kyisindaung (キンドン), Sabedaung (サベドン) と呼ばれる三つの円頂丘の中にある。レパドンは北緯 22°04', 東経 96°06' のところにあり, それはモニワ市南西約 5 km にあたる。キンドンとサベドンは近接している。比較的大きなキンドン丘に対して, サベドンはその東側に, 峡谷をへだてて子持ち丘の様な関係で存在する。

ラングーン市とモニワ市間には鉄道 (730 km), 舗装道 (800 km) がある。鉄道運賃は 14 ton 貨車で 942 kyats (チャット), トン当り約 67.3 kyats (約 14 u.s.\$) である。

ラングーンよりイラワジ河を経てチンドウィン河を利用する舟艇輸送は, 上記の輸送費に較べ割高を上, 乾期の半年間は河水の減少が著しく, 困難と思われる。ラングーン港に出入できる船舶の最大トン数は, draft 標準 26 ft で 8,000~10,000 トンまでである。

山元よりモニワ市鉄道起点までの輸送のためには, 現時点ではチンドウィン渡河が local フェリーボートにたよっているため, 架橋ないしは流送輸送用パイプの架設が必要となる。

#### (2) 地形, 気候

本地域は比較的乾燥した地域に属し, 夏期 3 月~7 月間は暑く, 最高約 48° にもなる。

年間雨量は 762 mm 程度で, 6 月より 10 月までが雨期となる。モンスーン期には, 時々洪水が発生し丘陵まで浸水することがある。

レパドン (1,057 ft), キンドン (約 1,000 ft) およびサベドン (約 600 ft) は, 平地に盛上った円頂丘を形成している。その周辺には標高約 300 ft の平坦地が開け, 人口まばらで貧しいが, 農耕地として利用されている。

#### (3) 沿革

この地域における銅の発見は古く, H.L. Chibber; Mineral Resources of Burma および, E.L.G. Clegg; Mineral Deposits of Burma に記載されているのが最古の記録で, 現在でも昔のスラッグの残がいが見られる。

1930 年, Jamal Brothers 商会 (インド人) により酸化鉍リーチング処理が企画され, わずかに採掘, 処理がおこなわれたが, まもなく閉山となった。

1955年、ユーゴスラビアの地質技師とビルマ地質技師が概査し、その報告書で精査の必要性が recommend されている。この線にそって、ビルマ鉱産資源開発公社 (Mineral Resources Development Corporation = M.R.D.C) はユーゴスラビアの Geostavanza と請負契約をおこない、モニワを含めた鉱産資源調査を実施することとなった。モニワについては、M.R.D.C により 1957年4月より8月まで地質調査、サンプリング、物理探査 (S.P.) が実施された。

1959年、上記報告書の強い recommend のもとに、とくに S.P 法によって得られた顕著なアノーマリイの checking を目的として coredrilling が開始された。

1960年、三井金属鉱業は、M.R.D.C の joint 開発の申入れを受けて、2名の技師を派遣して調査をおこなった。当時、約40本の試錐が完了しており、サベドンを中心に約1,500万トン程度の期待鉱量が見込まれ、本山の探鉱、開発に興味をもたれるようになった。

その後、M.R.D.C と joint 開発のネゴに入り、仮調印もおこなわれたが、1962年、たまたま新政権が出現し、joint 方式による開発を新政権が許可しなかったため不調に終わった。

新政権になって、旧 M.R.D.C は Mineral Development Corporation (M.D.C) に改組された。モニワ鉱山は M.D.C の管轄下におかれ、予算との見合で間欠的にボーリング作業が続けられ、現在に至っている。

#### (4) 地 質

モニワ市よりチンドウィン河の対岸、西部平原に突出する円錐丘、レバドン、キシンドン、サベドン等はいずれも火山岩を主体し、基底部に堆積が分布する。

この地域の堆積岩は、主として Pegu 及 Irawaddian Series に属する砂岩から構成されている。Pegu Series は本地域中最古の地層で、砂岩、石灰岩より、レバドン丘陵にみられる。正確な時代は不詳で Oligocene-Miocene ないしは Eocene と考えられている。Irawaddian Series は Pegu Series に乗り、レバドン-キシンドン間にもみられる。主として砂岩、礫岩よりなる。

火成岩は、主として火山岩より構成され、上記堆積岩を貫き、Biotite dacite, Biotite andesite 等からなる。その他、Tuff, Volcanic breccia, Agglomerate もみられる。これらの火山岩はレバドン、キシンドン円頂丘の主要部を形成している。通例、Dacite が丘の中央部を形成し、まわりを Andesite が取り囲んだような産状を呈する。

#### (5) 鉱 床

鉱床の母岩は上記の火山岩であるが、とくに珪化を受けた Biotite-dacite が主体である。鉱床は小さな割れ目を充填した網状細脈よりなり、一部鉱染もみられる。主要な初生鉱物は、Pyrite, Marcasite, Chalcopyrite で、二次鉱物としては Chalcocite, Bornite,



Fig. 5 Geological Map Around Monywa Mine

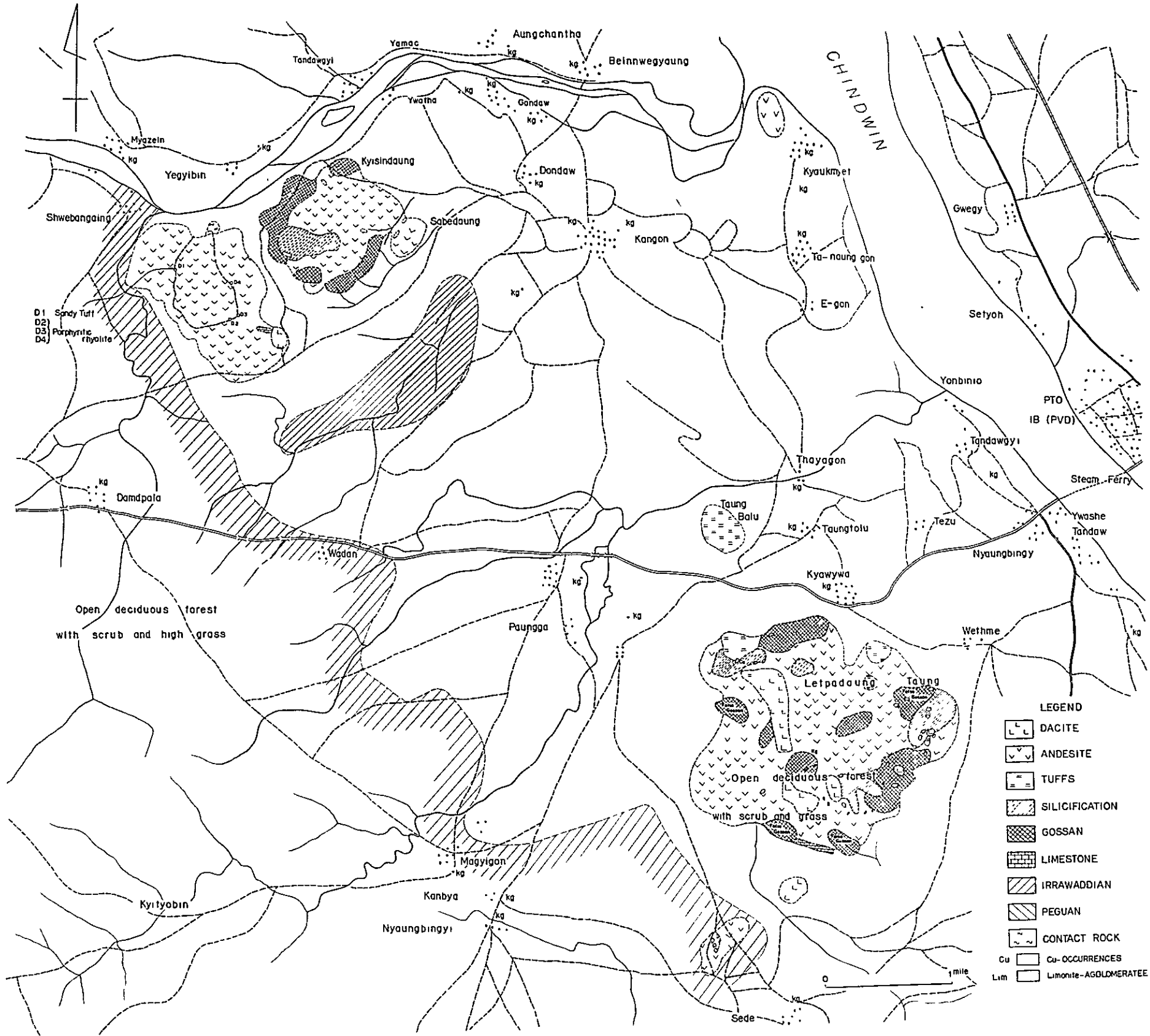


Fig 6 Map of Pilot Boring Position, Monywa Mine





Covellite がみられ、その他、酸化帯には緑色銅鉱物が観察される。

細脈は通常幅1インチ以下からhair crack にいたる狭いもので、一般に急傾斜をなして分布する。鏡下では、Tetrahedrite, Sphalerite等の記載がある。Molybdenite はないようである。Au, Agの含有量は分析例が少ないのではっきりしないが、少量含まれている。

現在、探鉱の最も進んでいるサベドン鉱体についてみれば、cut off grade Cu 0.5%とした場合、主要鉱体は大部分Chalcocite, Chalcopyrite, Borniteで、一部covellite等を含む。多少とも二次富化作用を受けた部分は、その下の初生帯の銅品位は急激に0.5%以下に低下する。

母岩変質は珪化を主とし、Sericitizationをともなう。

#### (6) 探鉱(第6図, 第7図, 第8図1・2・3・4)

ユーゴスラビアGeostravanza社(国営探鉱会社)のS.P法による電気探鉱の結果、レバドンに6カ所(計240エーカー)、キシンドンに1カ所(90エーカー)、サベドンに1カ所(45エーカー)の顕著なアノーマリイを検出した。

1959年よりS.Pアノーマリーに対してCore drillingを開始し、レバドンで15孔、キシンドンで5孔、サベドンで8孔実施した。その結果、各々の地区で鉱床を確認した。とくに、サベドンについては、良くまとまった鉱体を捕捉したので、精密探鉱を目標に200 ft × 300 ftのグリッド・ボーリングをおこなうこととした。サベドンでは、既に41本(総延長約25,300 ft)の試錐を完了した。

次に、キシンドンに移り、300 ft × 300 ftのグリッドでdrillingを実施中で、現在までに総計22本が終っている。

今後は、キシンドンに37孔(延長37,000 ft)、レバドンに70孔(延長63,000 ft)、合計107孔(総延長100,000 ft)の試錐を計画している。それに要する期間を約4年と見込み、ビルマの鉱山開発4年計画に盛り込んでいる。

なお、最近、モニワ鉱山を含む、東西に長く南北にやゝ短い約2,100 mil<sup>2</sup>の地域に対し、コロポ計画による援助の下に、空中磁気(カナダ、バリンジャー社のプロトンによる)探査を実施した結果、南北および東西方向の地質構造線を検出し、レバドンーキシンドン間にアノーマリーを捕捉した。このアノーマリーについては地質調査とともに、地上磁気探査およびスウェーデン製EM-GUNによるE・M探査を100 m間隔で実施している。地質調査では鉱徴は発見できず、探鉱の計画は立っていない。

サベドンのグリッド・ボーリングはほぼ完了し、その結果は第8表の通りである。ボーリングは総計41孔、総延長25,286 ftで、4孔を除き全部着鉱し、平均の鉱体の厚さは108 ft、平均品位1.5% Cuと算出されている。

第8表 Sabedaung 鉞床試錐一覽表

Sr No.	試錐番号	掘進深度 呎	着 鉞		鉞 体 厚	平均品位 Cu %	摘 要
			FROM	TO			
1	DHS 23	900	217.5	341	123.5	0.56	鉞床 2 帶
2	" 23 A	535	80.5	105.5	25	2.02	
3	" 23 B	511	135	145	20	0.51	
4	" 23 C	510.8"	320	330	170	1.76	
5	" 23 D	514.6"	60	230	—	—	
6	" 23 E	514	—	—	—	—	
7	" 27	896.6"	—	—	—	—	
8	" 28	1,235	143.5	247	103.5	1.10	
9	" 28 A	904.6"	105	160.5	55.5	3.60	
10	" 28 B	542.10"	145	268.6	123.6	2.85	
11	" 28 C	1,200	67.5	125.5	58	0.65	
12	" 28 D	330	75	140	65	1.14	
13	" 28 E	292.6"	140	200	60	1.03	
14	" 28 F	312	131	195	64	1.41	
15	" 28 G	488	96	246	150	1.58	
16	" 28 H	505	85	155	70	1.28	
17	" 28 I	653.6"	138.5	266	87.5	0.68	
18	" 28 J	700	215	315	100	0.89	
19	" 28 K	295	110	140	30	1.00	
20	" 28 L	551	70	196	126	0.70	
21	" 28 M	601	82.5	256	173.5	1.53	
22	" 28 N	650	115	210.5	95.5	1.65	
23	" 28 O	501	50	115	60	0.90	
24	" 29	690	120	355	235	1.35	
25	" 29 A	520	130	235	105	1.21	
26	" 29 B	502	165	180	15	6.50	
27	" 29 C	445.6"	230	370	140	1.04	
28	" 30	1,618.6"	305	355	50	0.57	
29	" 30 A	941	89	606	557	2.10	
30	" 30 B	520	705	745	90	1.57	
31	" 30 C	710	75	165	395	1.65	
32	" 31	770.6"	60	455	107.5	0.86	
33	" 31 A	511	139.5	247	50	1.64	
34	" 31 B	537	95	145	155	1.82	
35	" 31 C	500	90	245	80	2.17	
36	" 32	478	55	75	15	1.26	
37	" 32 A	570.6"	110	170	52	1.01	
38	" 32 B	520	300	315	150	1.41	
39	" 32 C	519.6"	50	102	50	0.90	
40	" 32 D	365.6"	70	220	—	—	
41	" 32 E	424	135	185	10	0.73	
總計 (平均)		25,286 ft			108 ft	1.5%	鉞床 2 帶

ここで注意を要する点は、一般に core recovery が低く、悪い場合には 30 %、恐らく平均して 50 ~ 60 % 前後と推定される。品位は、各々 5 feet 毎に分析しており、5 feet 間の core 重量と sludge 重量を秤量して、weighted average を出し、5 feet 間の品位としている。Sludge の採取は、5 feet 長の木樋でまず coarse grain を沈澱、採取後、3 本ないし 4 本のドラムカンで、多少の石灰を投入し、fine の Sludge を沈澱、採取している。この為、品位は Sludge 品位に大きく影響されるので、その信頼性には問題がないとはいえない。また、コア、スラッグとも採取できなかった所も少なくなく、鉦体の連続性、品位共、今後充分チェックの必要がある。(第 8 表)

キンンドンでは、グリッド・ボーリングを実施中で、22 孔が完了している。その中で、ま  
とまって着鉦しているものは 2 A, 3 A, 10 B, 10 C, 11 B, 12 B, 14 の 7 孔である。

2 A は深度約 200' より 100 ft 以上の鉦体に着鉦、3 A は深度約 30' より 200 ft 以上の  
鉦体に着鉦、10 B は深度 105' より 117' まで 1 鉦体、更に 252' より 314' まで 62' の鉦  
体と 2 体に着鉦、11 B は 109' より 449' まで 340 ft の鉦体に着鉦する他、更に 514' より  
634' まで 120 ft のもう一つの鉦体に着鉦、12 B は 571' より 708' まで 137 ft 着鉦、  
14 孔は 159' より 332' まで 173 ft 着鉦している。品位の詳細なデータは入手出来なかつ  
たが、先方の見込みでは 1.3 ~ 0.4 Cu % としている。

レバドンでは総計 25 本の試錐が行なわれているが、1 本は掘りなおして、実質 24 本であ  
る。着鉦の状況は次の通りである。

孔名	試錐深度 (ft)	着 鉦	鉦体の厚さ (ft)
92	855	(380 ~ 410) (510 ~ 700)	( <sup>30</sup> 190) 2 体
104	763	80 ~ 260	180
158	1,005	150 ~ 460	310
168	970	345 ~ 665	320
181	681	160 ~ 180	20
188	885	170 ~ 658	488
192	1,040.6'	120 ~ 180	60

Fig 7 Map of Boring Position, Monywa Mine and Kyisindaung and Sabedong Deposits

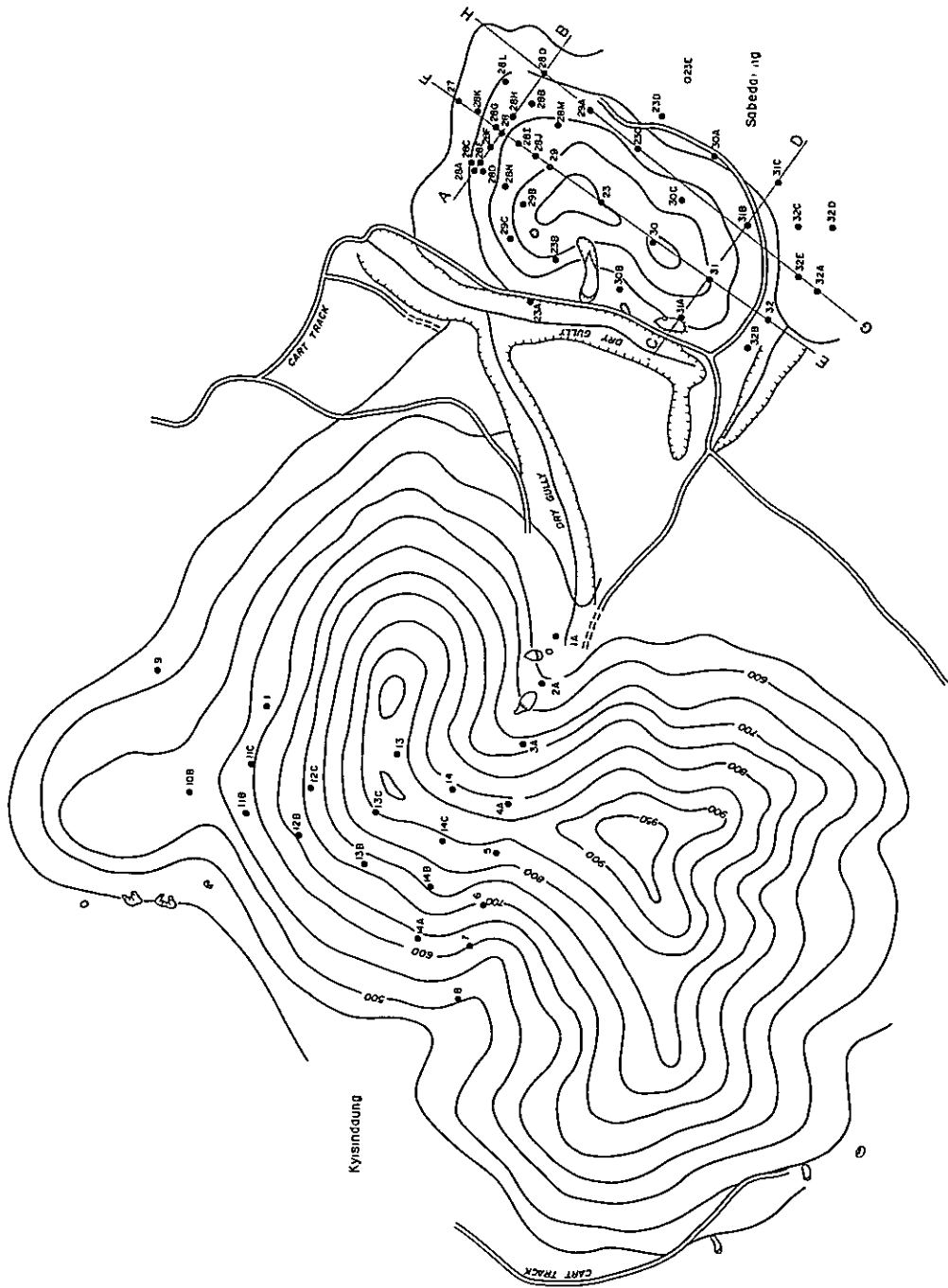


Fig 8-1 Vertical Section of Boring Positions, Monywa Mine and Sabedaung Deposit

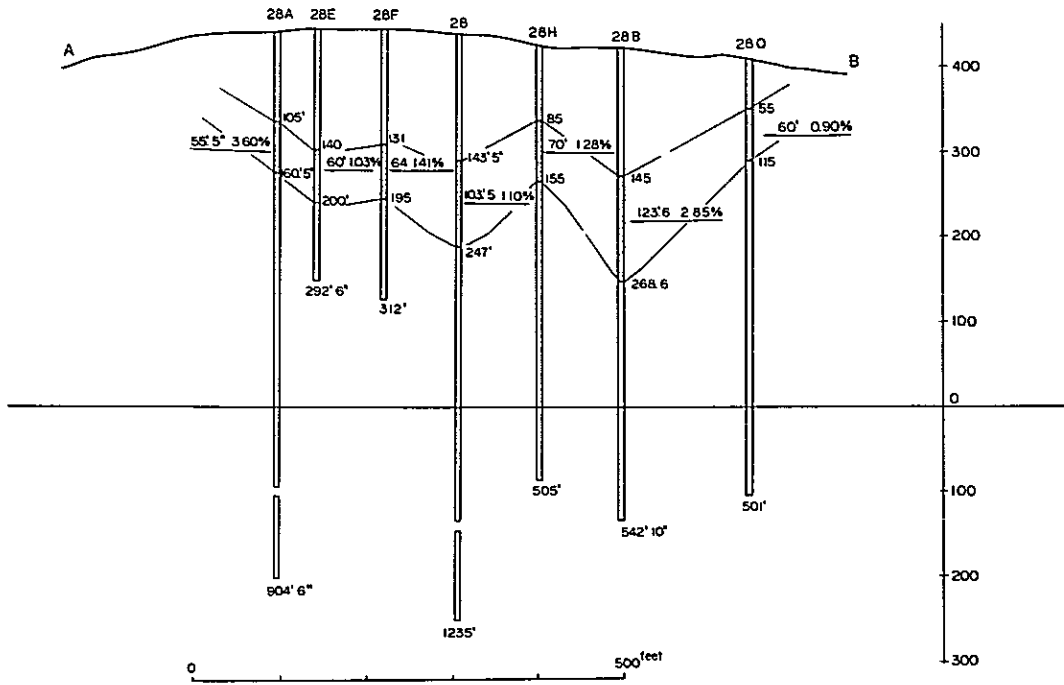


Fig 8-2 Vertical Section of Boring Positions, Monywa Mine and Sabedaung Deposit

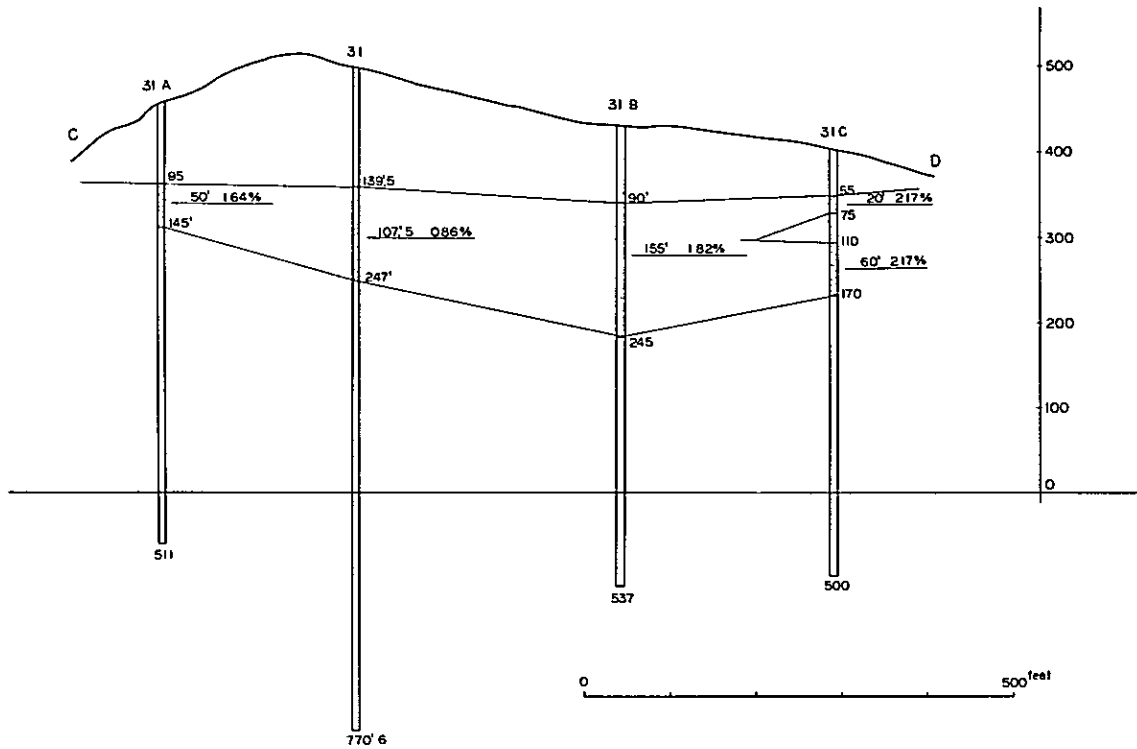




Fig. 8-3 CROSS - SECTION ALONG G-H  
Copper Deposit Sabedung Hill

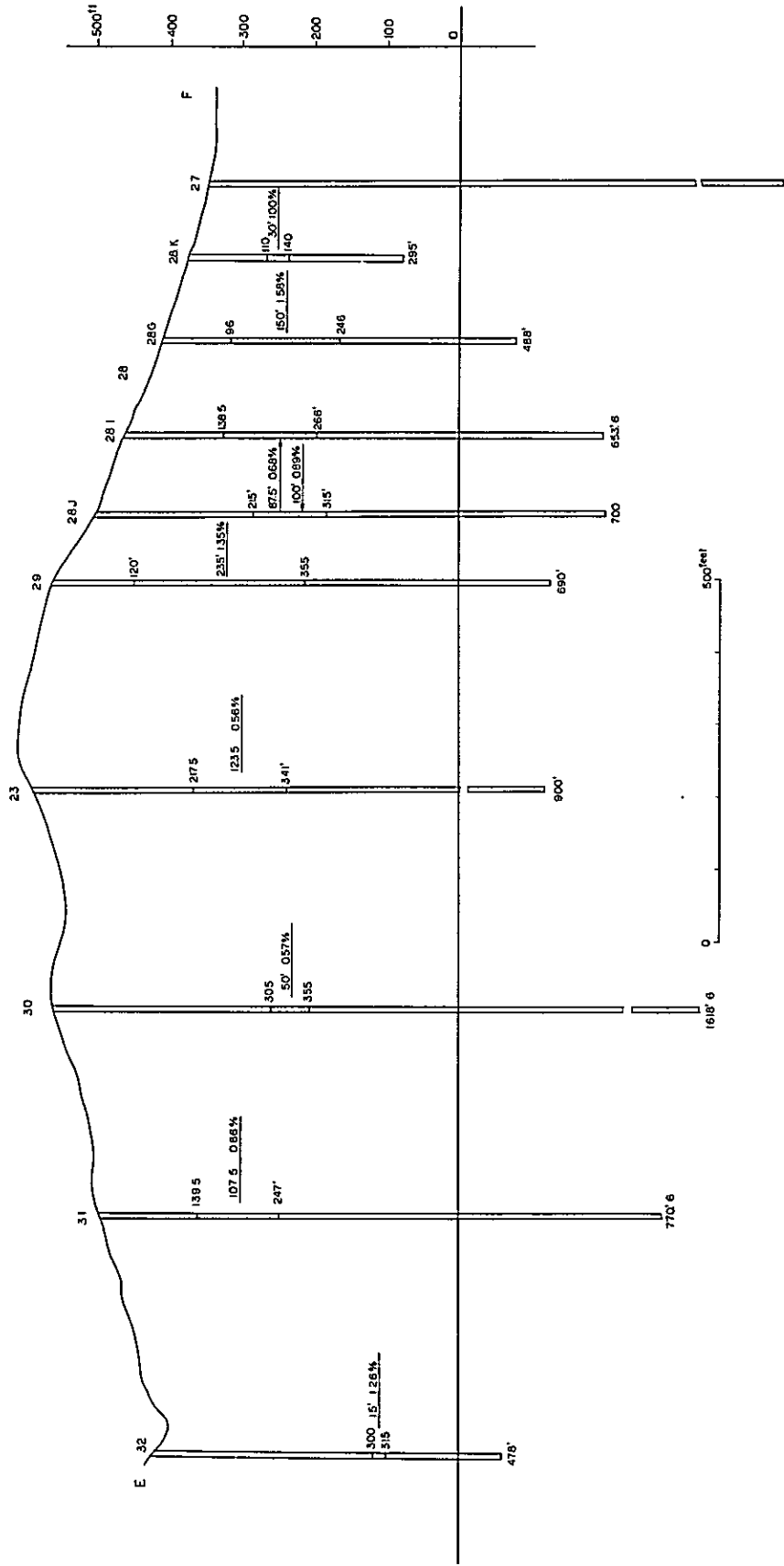
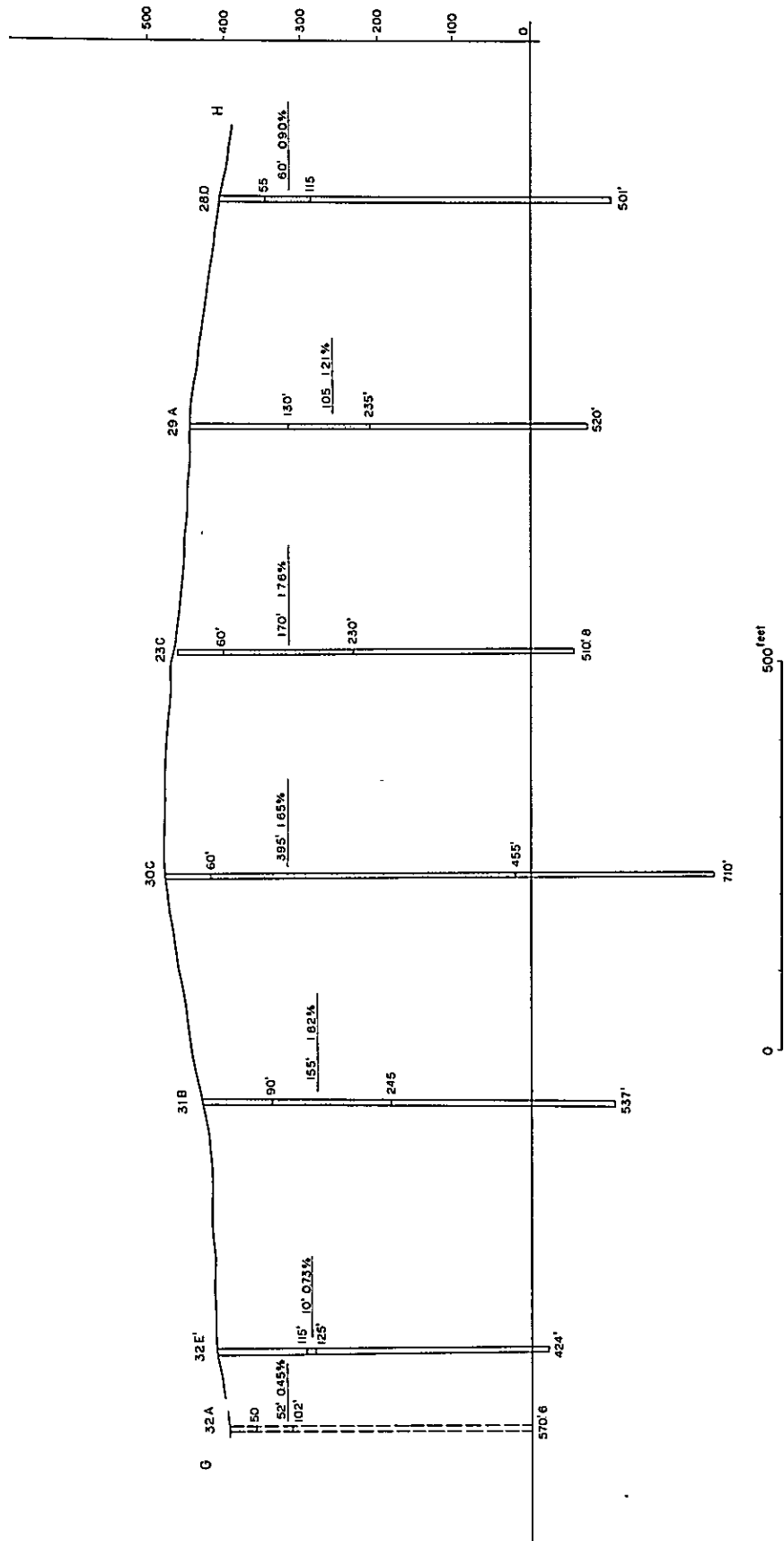


Fig. 8--4 CROSS -- SECTION ALONG G~H  
Copper Deposit Saberdang Hill



(7) 埋蔵鉍量品位

M. D. C 資料による先方の鉍量計算は次の通りである。

		Cu %
Sabedaung ( 準確定 )	11,000,000 LT	1.5 ( cut of grade ) 0.5 %
Letpadaung		
} 期待鉍量	7,900,000	1.2 - 1.4
Kyisindaung	7,800,000	1.3 - 1.4
小計	15,700,000	
合計	26,700,000	

上記の鉍量計算は試錐データの処理の適確性に多少疑問があること、また、前述の様に core recovery の低いこと、鉍床範囲と品位の決定にやゝ疑義がある点で、今後、厳密にチェックの必要はあるが、Sabedaung の鉍量は大筋においてほぼ妥当な見方であろうと思われる。

また、レパドン、キシンドンの期待鉍量も、グリッド・ボーリングで全貌は明らかとなるが、現状でこの程度見込むことには同意し度い。品位については、1.5% Cu はまだ高過ぎる見方をしていると思われる。三井金属鉍業(株)の調査資料等より考え、その上、core logging の感触からいって、1.0~1.2% 程度に見込んでおくのが妥当と考えられる。

(8) 考 察

現在までの探鉍結果からみて、Sabedaung の鉍体は 1,200 万 M.T, Cu 品位 1.0 ~ 1.2 %, Sabedaung に近接する Kyisindaung では少なくとも数 100 万トン、両者あわせて約 2,000 万 M.T はほぼ確認されつつある。その賦存状況よりみて、勿論今後の品位の check, 選鉍試験等に基づいた正確な Feasibility study が要求されるが、先ず feasible であると推定される。

さらに、今後の potentiality を考えると、Kyisindaung の発展、Lelpandaung の発展、また、平坦地帯へ発展、とくに Sabedaung 鉍体の西方及び東方への発展、平地下部の新鉍体の発見の可能性もあり、日産 5,000 M.T/day 程度の生産開始の可能の公算が大きいと考えられる。したがって、本報告では今後十分な探鉍を推進するに足る山であると結論される。

今後の探鉍計画は、当面、キシンドンのグリッド・ボーリングを完了させ、ついで、レパドンのグリッド・ボーリングに移る計画であるが、大筋としてこれで良いと思うものの、実施に当たっては既存の試錐データを充分活用して、試錐順位の適正化をはかることは、勿論、グリッドの再編、更改等 flexible に運営する必要がある。

Sabedaung は一応グリッド・ボーリングが終了してはいるが、なお、西部、東南部、西南部、西北部、東北部は open であり、これ等の地域に対しては追加試錐が必要である。とくに

西部キシンドン寄りはキシンドン鉱体へ発展連続する可能性さえ感している。したがって、試錐探鉱の終了した時点で、あるいはそれと平行して、Sabedaung では堅坑または斜坑掘削を開始し、鉱体着鉱後、南北方向の鉱体内への立入坑道により品位の厳密なチェックと鉱質チェックの為の pilot mill (日処理 20~30 ton 程度) の建設と operation が必要となる。このようにして、本プロジェクトの feasible study に必要な品位の実体と選鉱採取率、精鉱品位の他、選鉱場設計に必要なあらゆる基礎データを集めることが出来る。

探鉱についてのもう一つの Suggestion は、既知のレバドン、キシンドン、サベドンを取りまく平地帯に於いて、有効と思われる IP 探査によって既知鉱体の延長状況も、また、新鉱発見の機会の糸口も見出される可能性も充分あると思われる。

## ⑨ 結 論

以上述べたように、本山銅山として非常に期待されるプロジェクトについて、ビルマ側も日本に非常に期待しているので、次の段階をへて援助、育成していきたい。

### 1) 第一段階(初年度)

(A) 開発経験を有する地質技術者の派遣により、現地技術者へ試錐データの適切な compilation と処理を教えると共に、今までのデータの再吟味と compilation を完成する。とくに品位算定と操業を想定した鉱量の block 別、品位算定と鉱量計算の発足と完成、露天掘の際のズリ比率の算定、ならびに可採鉱量品位の把握が必要であろう。

(B) 現状の core recovery の改善と試錐工程の上昇の為に、経験ある試錐技術者の派遣を行ない、先方技術者をよく指導すること。その他、Wire line 工法、泥水工法を導入する必要があるため、その為の機材の grant の供与。

### 2) 第二段階(次年度以降)

試錐計画促進のため金属鉱物探鉱促進事業団による試錐の実施は、先方の最も希望するところでもあり、経済面でも最も Neck となっている点で、この実現は最も望ましい。さらに、既知鉱体周辺部平地(約 10 km × 20 km) に対する IP 探査を行なってやる事は、既知鉱体の延長を知る上でも、また新鉱体発見にもつながり極めて有効と考えられ是非実現したい問題である。

## 2 Bawdwin (ボードウイン) 鉱山

### (1) 位置, 交通

Bawdwin 鉱山は Myanma Bawdwin Corporation (M.B.C) の管轄下にあり、Northern Shan States に存在する。(第 6 表参照)

探鉱の中心をなす Bawdwin は雲南省国境より約 96 km の地にあり、首都並びに積出港のラングーンの北鉄道で約 960 km にて達する海拔約 945 m、日本の飛驒山地を想わせる急峻な谷合

にある。

選鉱場、製煉所（鉛の乾式）、総合事務所、工作工場等は Bawdwin 南東 7.2 km 下方の Namtu にあり、Lushio より 672 km にて達する。又水力発電所は Namtu 南東 448 km の Mansam Falls にある。

鉱名、資材の運搬は Rangoon より Mandalay 経由 Lashio の手前の Namyao まで Burma 国有鉄道により、Namyao よりは鉱山の狭軌鉄道（61 cm ゲージ）で Namtu まで 54.4 km にて達する。Namtu より Bawdwin までは上記狭軌鉄道にて更に 192 km にて達する。

Lashio Namtu 間には Hsipaw 経由舗装道路があるが、その他 Namtu には飛行場があり軽飛行機で Lashio より 15 分にて達する事も出来る。

Namtu, Bawdwin 間は道路が未貫通ですべての資材、人間、鉱石の搬出は狭軌鉄道 1 本に限られている。

## (2) 沿革

歴史は古く記録に残る最古のものは明朝時代（1412 A.D.）に中国人により銀を対象に稼行され、多くの鉛 slag の残がいみられるが、特に 18 世紀末より 19 世紀中期まで盛んに稼行されたが、1868 A.D. 放棄された。此の間採掘された鉱石は約 100 万トンと推定される。

上記 slag は銀を対象とした為、鉛の含有高く（40～60%）。20 世紀初欧州人の注目する処となり、この slag を対象に製煉が計画された。1908 年 Burma Mines Ltd は Mandalay に小規模な製煉所を建設し、Mandalay - Lashio 間の Namyao 駅より Bawdwin 山元まで 72 km 間狭軌鉄道を建設した。

1909 年より製煉を開始したが山元 - Mandalay 間の鉄道輸送距離は 260.4 km で輸送費が高んで収益は上げられなかった。

1911 年 Namtu に新たに製煉所が建設され、旧 slag 20 万～30 万トン（pb 含有 40～60%）を処理すると同時に Chinaman 鉱床を主とした探鉱採掘に移って行った。

1913 年 Herbert Hoover 氏が赴任以降 3 年間にわたり初めて探鉱、採鉱、選鉱に至る近代鉱山経営の基礎が出来上った。Hoover 氏は米国 Stanford 大学の出身、後の大統領となった人である。

その後、若干の変遷はあるが、遂次生産も上昇し、世界有数の鉛、亜鉛山に成長した。

採鉱生産量は次の如くである。

1910 - 1919	262,420 t
1920 - 1929	4,630,570
1930 - 1940	4,569,330

品位は鉛、亜鉛合計で実に 28% 以上と推定される。（Pb 18, 7m 11, CuO<sub>4</sub> 程度）

第二次大戦中は旧日本陸軍により陸軍ボードウィン鉱業所が開始され、三井鉱山株式会社が採鉱、選鉱、鉛製煉の任に当り日本鉱業株式会社が銅製煉を担当した。日本から総数約240名が派遣され1942年来より1944年末まで約2年間操業されたが、米軍爆撃に絶えず見舞れ操業は中断される事が多かった。

選鉱場の操業は当初300 t/日 を計画、1943年9月より600 t/日 に拡張されたが、操業通算360日にすぎなかった。

坑内出鉱は当初6カ月は坑内の修復に要し、日産30 ton 程度の本番坑出鉱、その後1年間は200 ton～250 ton/日 (Pb + Zn 28%) 出鉱、最後の6カ月間は400 ton/日 (Pb + Zn 22%) 出鉱した。

Burma 側推定では戦時中、日本の採掘した鉱石量は約20万トンとしていたが、上記よりみて実際には約14～15トンと推定される(結局精鉱は1 tonも日本には到達しなかった)

戦後は英国人により再開されたが戦時中の爆撃による破壊がひどく特に以前1,300 ton/日程度のCapacityを有した鉛、亜鉛、浮選工場が終戦2カ月前完全に崩壊した事、送電線爆破による6番坑以下の長い間の水没等悪条件が重なり、この復旧に対する多額の投資に対しては、消極的で復旧は遅々として進まなかった。遂に1915年Burma 政府の介入する処となり、Burma 政府50%、Burma Minas Ltd. 50%のJoint ventureが出来上り、Burma Corporation Ltd.が発足した。

1965年1月18日には完全国有化が実施され名称もPeoples Bawdwin Industryと改められ、Myanma Bawdwin Corporation (M.B.C) 管轄下に置かれ今日に至っている。

1952年以降の出鉱量は別表に示す通りであるが、1962年以降は出鉱量、品位共に低下の傾向にある。

往昔より今日までの出鉱総計は約1,300万トン鉛、亜鉛合計品位約28%以上と推定される。

### (3) 地質及構造 (第9図)

Bawdwin 地域は主として古生層より成り、西部より東部に古期岩層より新期岩層が分布し、一般に東傾斜をなす。

これ等の地層は新期のものより古期の順に下記の如くである。

層 序	時 代	原
Namyan beds	Jurassic	mini 1,000 ft
Platean limestone	Dev-Carboniferous	mini 3,000
Nam Hsim Sandstone	Silurian	mini 2,000
Panphsapye Graptolite bed	Silurian	数 ft

Fig. 9 Geological Map Bawdwin Mine

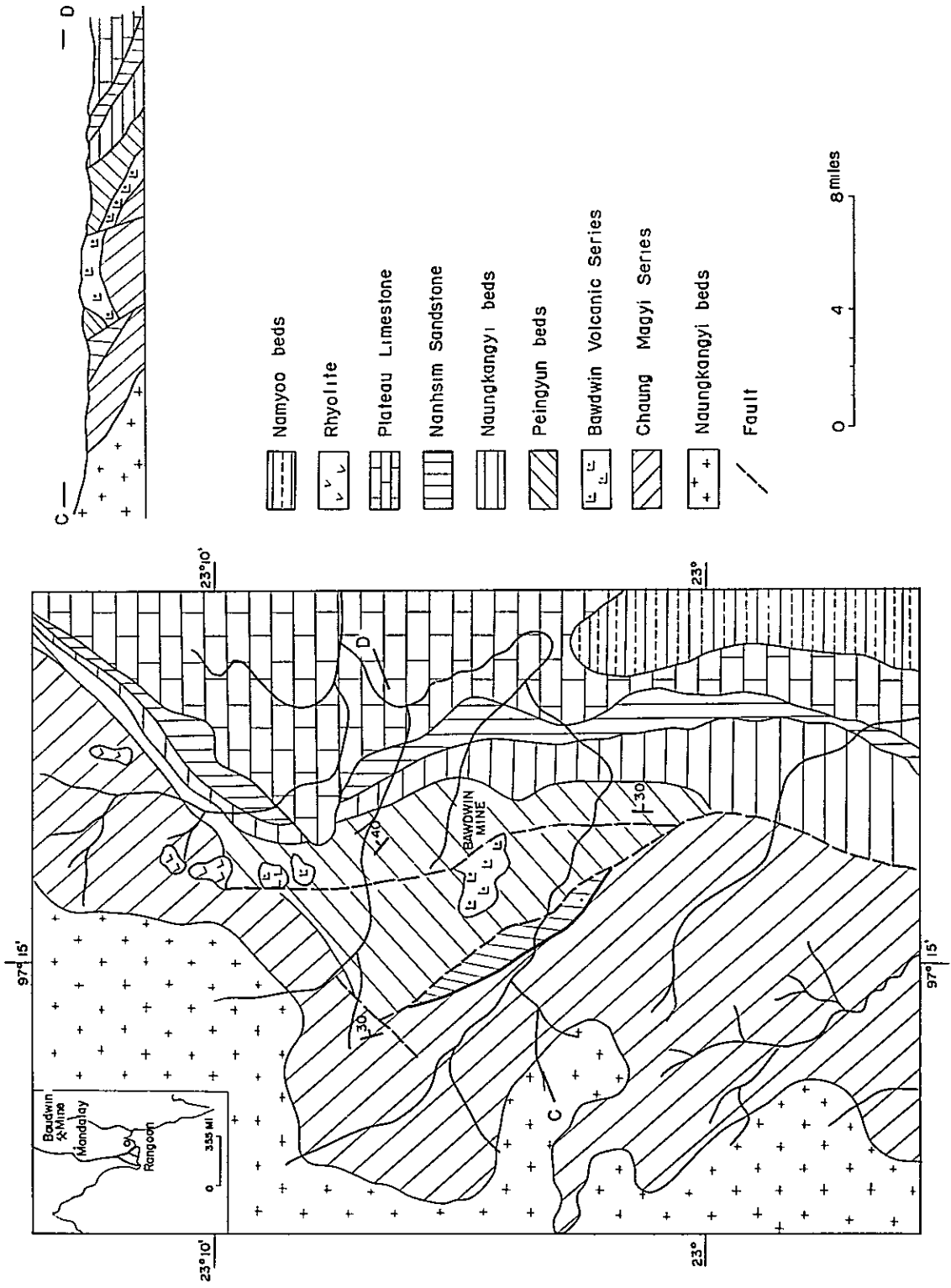


Table 9 The Results of Production, Bawdwin Mine (1952 - 1970)

ORE		ASSAY					Antimonial Lead Tons	Refined Lead Tons	Silver Ozs.	Gold Ozs.	Zinc Concentrates Tons	Nickel Spoils Tons	Copper Matte Tons	REMARKS
Year	Tons	Ag Ozs.	Pb %	Zn %	Cu %									
1952/53	38284 *	13.6	15.5	11.6	0.24	166	3740	405914	42	5000	171	65		
1953/54	83990 *	12.7	15.6	10.0	0.21	96	9081	863085	26	9558	160	154		
1954/55	99769 *	13.9	17.2	11.6	0.24	376	11513	1036813	167	13021	527	297	* Milled Tonnages.	
1955/56	111170 *	14.1	17.2	11.2	0.24	530	14885	1358513	124	13953	492	379		
1956/57	118301 *	13.6	16.6	10.9	0.26	291	13892	1238259	178	14922	298	369		
1957/58	120147 *	15.5	19.3	12.5	0.24	237	13577	1206339	113	17772	264	259		
1958/59	126738	16.4	20.4	13.1	0.12	544	20823	1831724	190	20520	546	381		
1959/60	124365	16.0	19.3	11.9	0.21	496	16929	1530693	307	18287	275	344		
1960/61	128356	14.0	17.1	9.8	0.24	486	15564	1379686	306	14549	396	314		
1961/62	153063	12.7	15.8	8.6	0.20	376	16615	1436955	177	14225	520	354		
1962/63	204078	12.3	15.4	8.3	0.21	492	21769	1832384	287	18286	559	498	15 months.	
1963/64	160221	11.6	15.7	8.2	0.19	530	16525	1395183	220	14125	398	378		
1964/65	163508	10.8	13.6	8.0	0.19	561	15693	1204130	208	14131	265	370		
1965/66	164889	8.7	11.9	6.4	0.17	508	14534	1190084	136	11487	160	215		
1966/67	150850	7.3	10.4	5.2	0.14	400	13163	1022310	145	9812	126	181		
1967/68	153885	6.0	9.06	4.89	0.13	279	9390	801045	147	8223	114	151		
1968/69	175560	6.9	8.93	4.89	-	356	9986	827406	-	9734	98	186		
1969/70	159951	6.08	8.49	4.69	0.13	284	7517	553447	-	6968	83	195		

Rangoon, Dated 6th May, 1971  
AP/nb(8).



Naung kangyi	Ordovician	数百 ft
Pangynn	Ordovician	数千 ft
Chaung Magyi	Cambro-Ordovician	数百 ft

#### Chaung Magyi Series

当地域の基底をなし Bawdwin 鉞山の西部に広く分布する。Tawnpeng Granite により intrude されていると報告されている。本岩は鉞山地帯では Pangyun Series の下部に現出する。

Slaty Shale, graywacke, phyllite より成る上記 Tawnpeng granite は西部で本累層の下部に現出する。一部の geologist は granite が基底で本累層が不整合で cover すると考えているが多くの geologist は granite が貫入していると考えている。

#### Pangyum Series

Bawdwin 鉞床の母岩をなし、鉞床地帯では薄い Band より成る quartzite, shaly slate の互層より成る。

鉞山の北部では、Coarse arkose sandstone, grid, conglomerate が互層する。

更に鉞山東北部では Nam La Sediment がみられ、それ等の累層と同種岩石であるが、Porphyry を含み、ferruginous cement を多く含み、Pangyun Series と見掛上 inter-finger している。それは volcanic activity の local centre を示すものの如くである。

Coggin Brown (1917) によれば、鉞床母岩をなし Bawdwin Ryolite Series 及 tuff は Bawdwin 背斜に沿い南北 38 km, 東西 53 km に分布すると記載されているが、これは volcanic tuff ではなくて Pangyun series が熱水変質を受けたものであって pseudo tuff とでも呼ぶべきものである。

Pseudo tuff は Aecondry quartz, sericite clay minerals, carbonate の集合体で、原岩構造は完全に破壊されているが、漸移的に Pangyin Sediment に移化する。

原岩には一部 tuffaceous clebris もみられるが、殆んど一部に限られていて大部分は siet, mudstone, sandstone, grid と一部 conglomerate である。

#### Naungkangyi Series

薄い黒色 carbonaceous graptolite bearing shale が本 series の上に分布する。graptolite の化石は必ずしもよく保存されていないが時代は Landoverly と鑑定されている。(Silurian 最下部)

本累層は Pangyum Series の上に整合に乗って来る。Coggin Brown によれば brownish red 乃至はチョコレート色の Sandy Mudstone, shale 及 Marl より成る。含化石層で Ordovician と鑑定される。

## Namyan Beds

Platean limestone を不整合に蔽ひ、Sandstone を主代に基底近くでは impure limestone を含み、上部では clay を含む。

## 構造

Bawdwin 鉞山地域についてみるに Tiger Camp (6 番坑大通洞坑口) 附近より北西、Mt. Herschel の先まで約 80 km を超える背斜構造があり鉞床は此の背斜の西側に存在し、本褶曲に伴う多くの断層がみられる外、後期断層による鉞床の転位等もみられる。

前期破碎帯としては北西方向を有する Bawdwin zone 自体がそれであり、褶曲軸と平行しているが軸から西方へ約 0.8 km 離れている。小褶曲はこの fault zone により極端に破壊されている。

この fault zone を代表するのが Hsenwi thrust fault である。

この zone に平行に東側に Tawnpeng fault が走っている。ほぼ南北走向を有する Yunnang fault は上記 fault zone に転位を与え Hsenwi fault は約 23.74 m ずらしている。

Hsenwi fault 及 Yunnang fault は初期鉛、亜鉛鉞の mineralization 後発達し、一部 Copper - Nickel - cobalt mineralization の前に発達したものである。

東西系の fault は最も新しく、すべての fault 系を切っている。

## Loi Mi Qurty Porphyry

多くの dike, sill, 不規則の mass として Bawdwin Ore zone にみられる。特に鉞体下盤側に多い Bawdwin 背斜の頂部を占めていて、特に Mt. Herschel 附近の背斜の北西部附近に広く分布し、Nam La Series (Pangyum series) に intrude したものの様である。

本岩は部分的に母岩となる外、mineralization を受け外側 Halo zone となっている。

本岩の intrude した時期は明確には分っていないがことによればかなり新しいものかもしれない。

## Alteration

Hydrothermal alteration は Tiger Camp 地域より、西北 Mt. Herschel の先まで背斜に沿って広くみられる。下方では 906 m の深さまで坑内でみられるが恐らく更に下方まで続くであろう。

Bawdwin Shear zone 内の破碎された rock 中に fault, fracture, joint 等を通じて上昇して来た熱水、又は gas が拡散して生じたものであろう。

Porphyry の dike は alteration zone の深い下底部にみられ同じ通路を通して上って来たものであろう。両者は Bawdwin 背斜の下部に存在したであろう同一の magma より生じたものであろう。

Pangyum Series ( Nam La Series を含め ), Loi mi Quarty Porphyry は hydrothermal alteration を受け, 時に Aediment は “ pseudo tuff ” となり時に特徴のない clay の塊となる。

塊状の fracture, crack を有する岩石片は時に粒状となり, 時に粉状となりそこに hydrothermal solution 又は gas が flood することにより, 大量の silica, feldspar, ferromagnesian は破壊されたであろう。

ilicit quartz はひどく corrode されている。feldspar は clay minerals, sericete, silica で replace され ferromagnesian は chloritize している。

部分的に破壊された grain 及 fragment は中心部に残り, 回りを secondary silica, potash feldspar 及他の alteration product で取囲まれている。

#### (4) 鉱床 ( 第 10 図 1. 2. 3. 4. 5 )

鉱床は NW 方向の Bawdwin Shear zone に沿いこれと平行に延び, 西に急斜している。

鉱床は強い変質を受けた Pangyum Sediment と porphyry が強く crush され permeable となった zone に胚胎される。

鉱床は vein 又は mass, 複雑に入組んだ network stringer の集合より成る。

主要鉱体の規模は幅 7 m ~ 50 m, 長さ 1,000 m, 深 400 m。

多くの鉱石は Shear zone の Open space を充填し, rock fragment も強く replace されている。個々の vein 鉱体に接して Halo diffusion により local pod, bunch が出来ている外, 鉱染も行なわれている。halo は数 10 cm より数 10 m に及ぶ。

鉱体は断層により 3 つの segment に分かれている北部の shan lode は Yunnag fault により 30.3 m 転位している。又, 南部の Miengtha lode は Hsenwi fault により 37 m 南東にづれている中央部は Chinaman Lode と呼ばれ, 鉱床の主要部をなし, 出鉱も最も多くなされて来た。

主要な鉛, 亜鉛の鉱化は Yunnang, Hsenwi 両 fault より前に行なわれたが, Cu-Co-Ni の mineralization は一部断層後に行なわれている。

鉱体の基底部, 鉛, 亜鉛鉱体の外側部特に下盤側には halo-mineralization がみられる。

鉱石鉱物は早期 mineralization として重要なものは galena, sphalerite の外 pyrite, chalcopyrite, tetrahedrite その他少量の boulangerite, loellingite bismuthinite, pyrargyrite を産する。

後期 mineralization として gersdorffite, cobaltite, chalcopyrite, sphalerite, galena, bournonite pyrargyrite 等を産する。

脈石鉱物は石英, 方解石, 絹雲母が主である。Chinaman Lode は Ag/Pb ratio が高く,

Fig.-10 Distribution Map of ore Deposits  
Bawdwin Mine

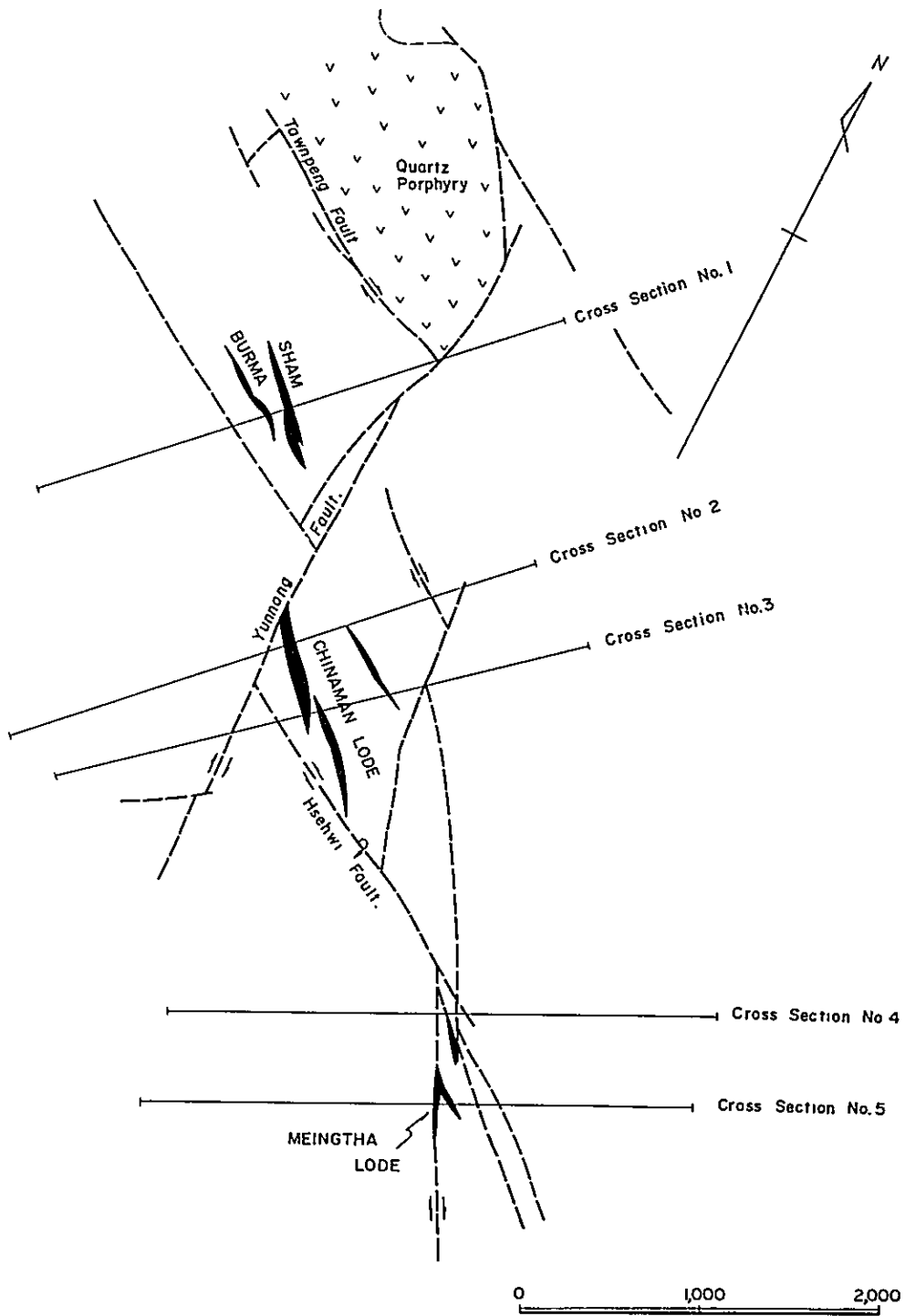


Fig.10-1 Cross Section No.1

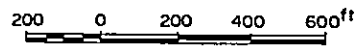
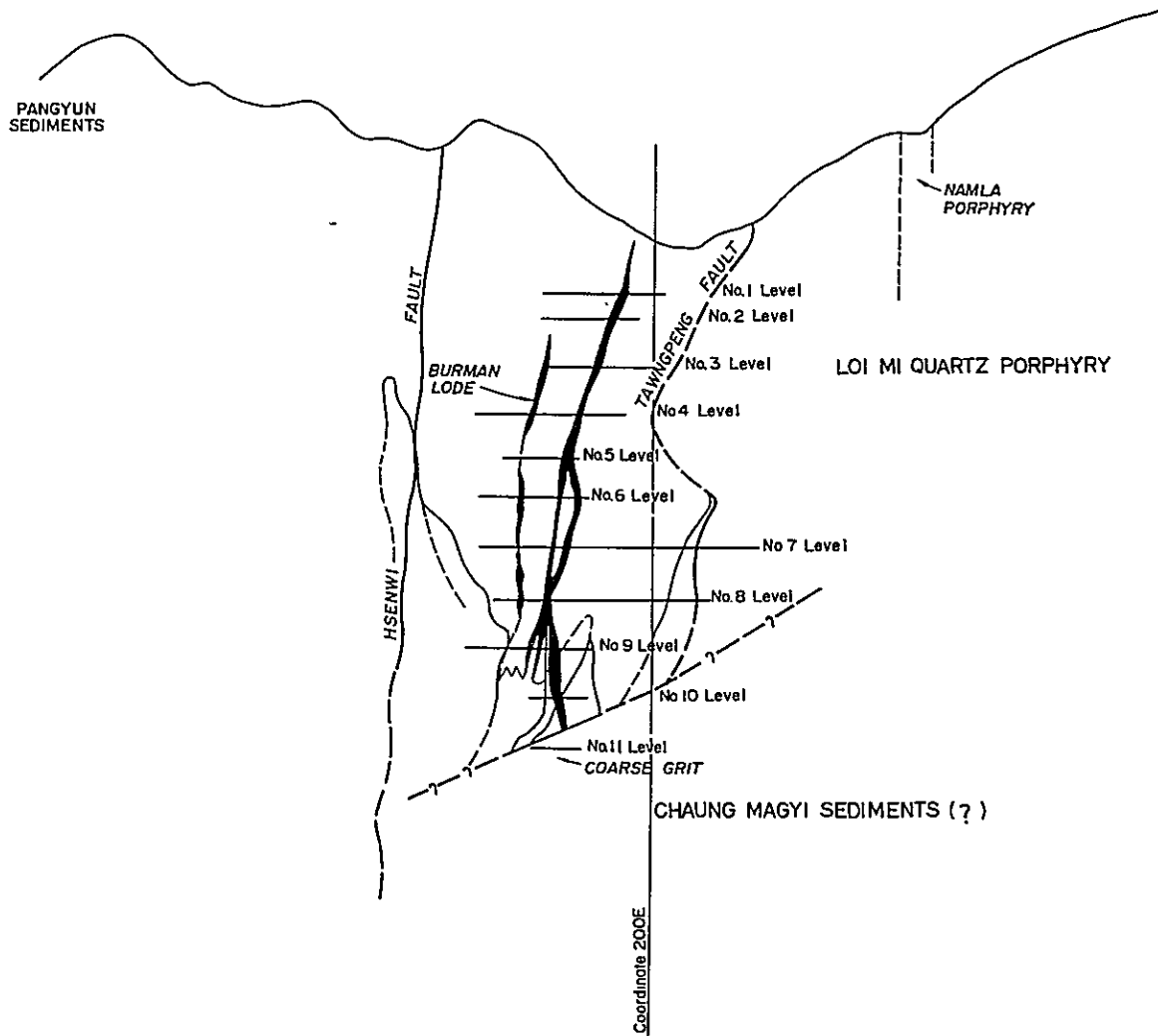


Fig.10-2 Cross Section No.2

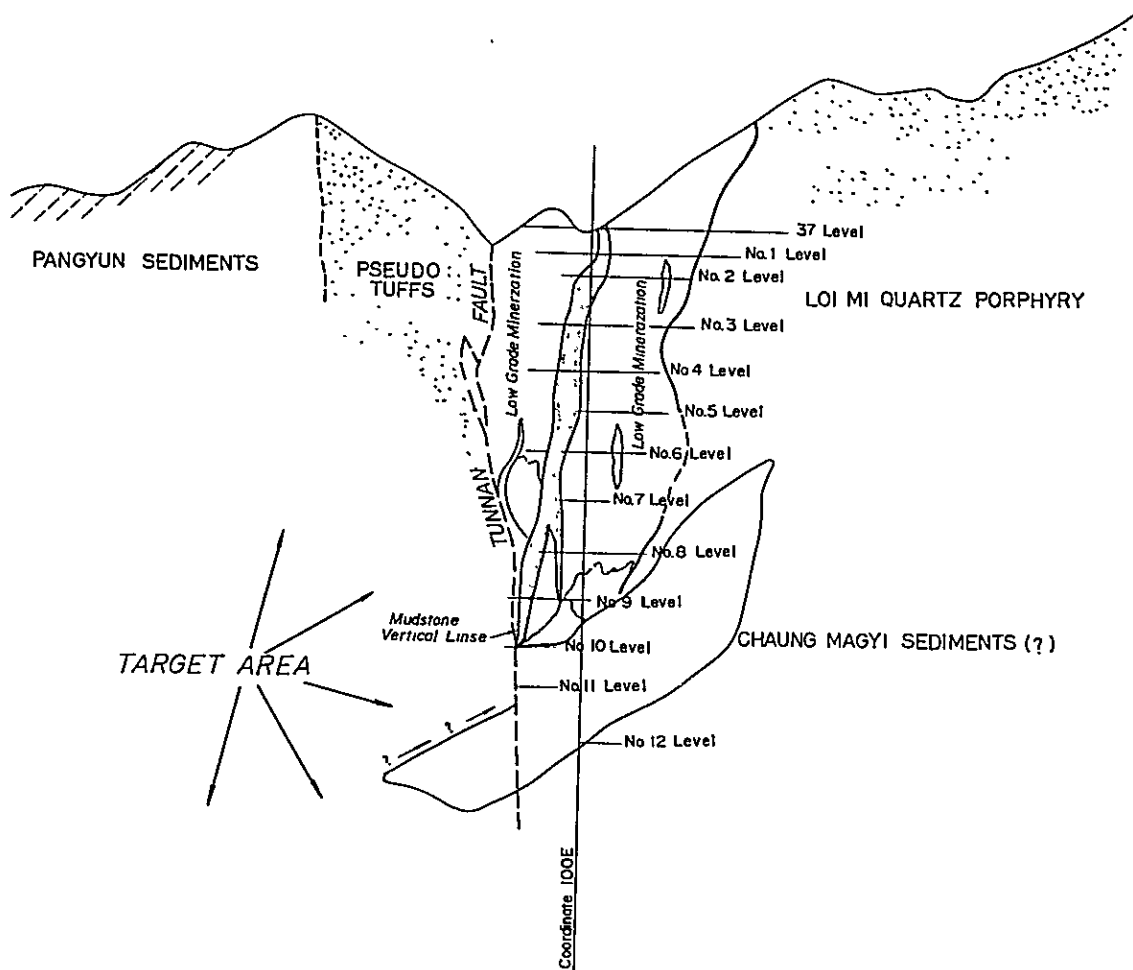


Fig.10-3 Cross Section No.3

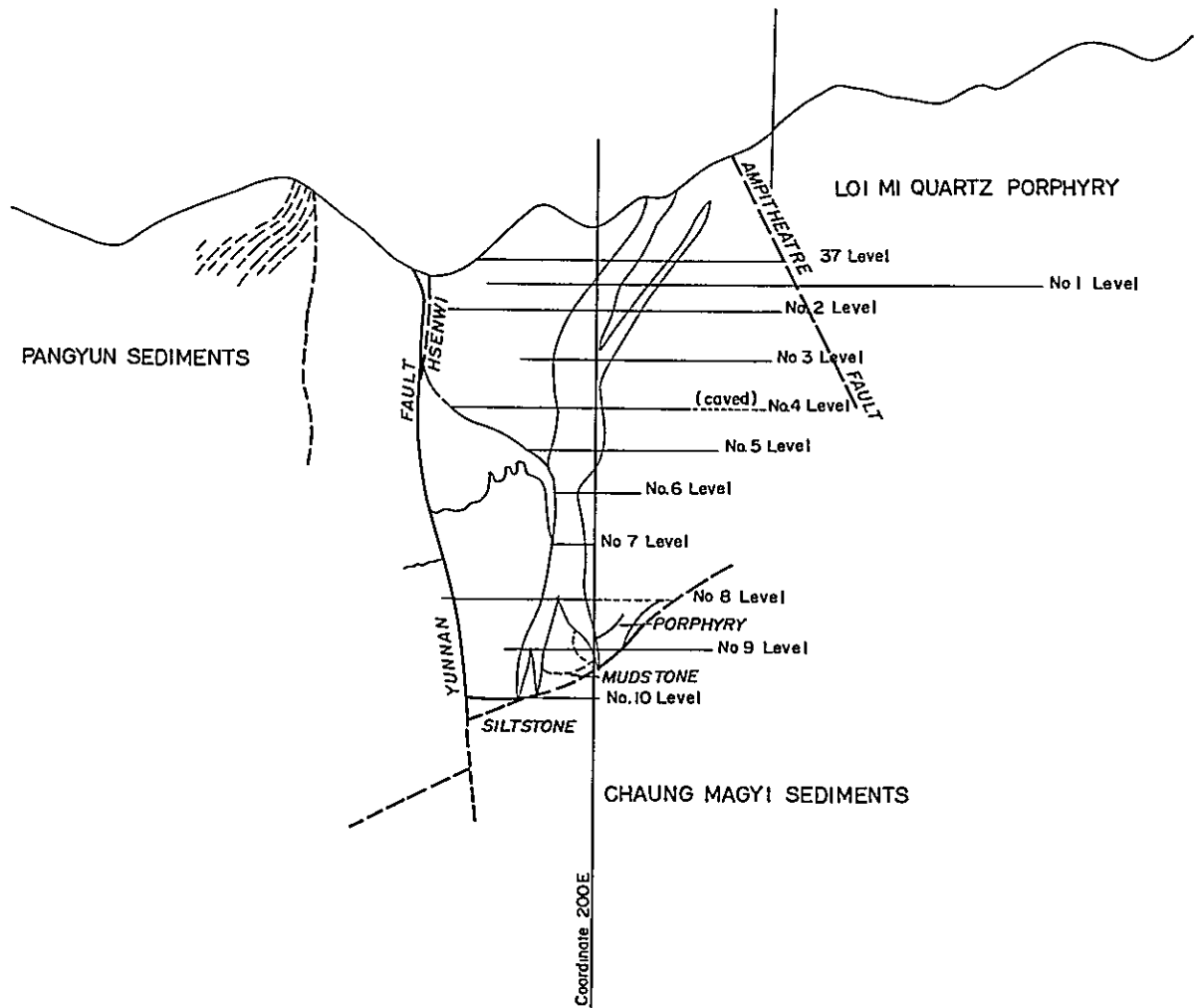


Fig.10-4 Cross Section No.4

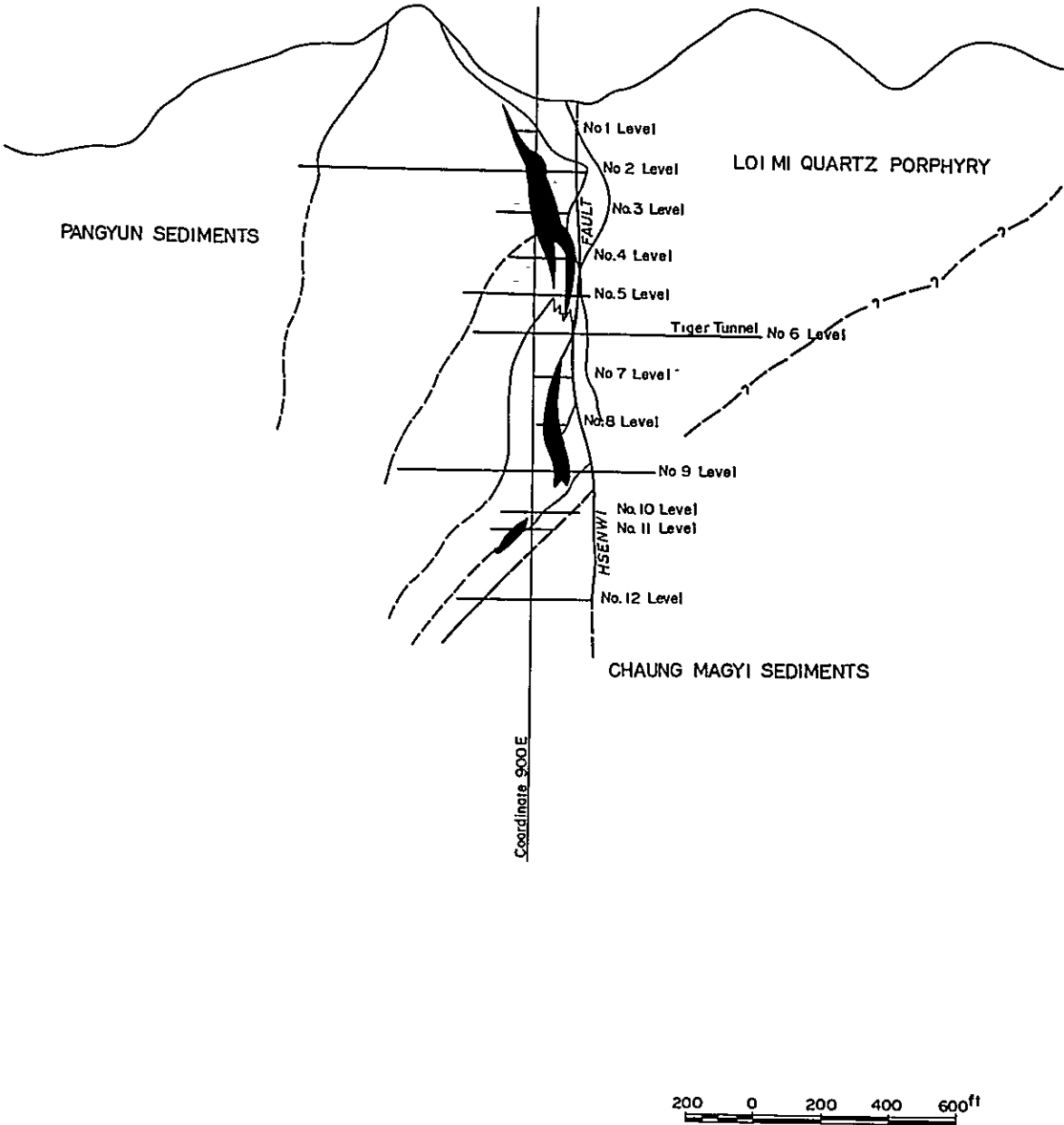
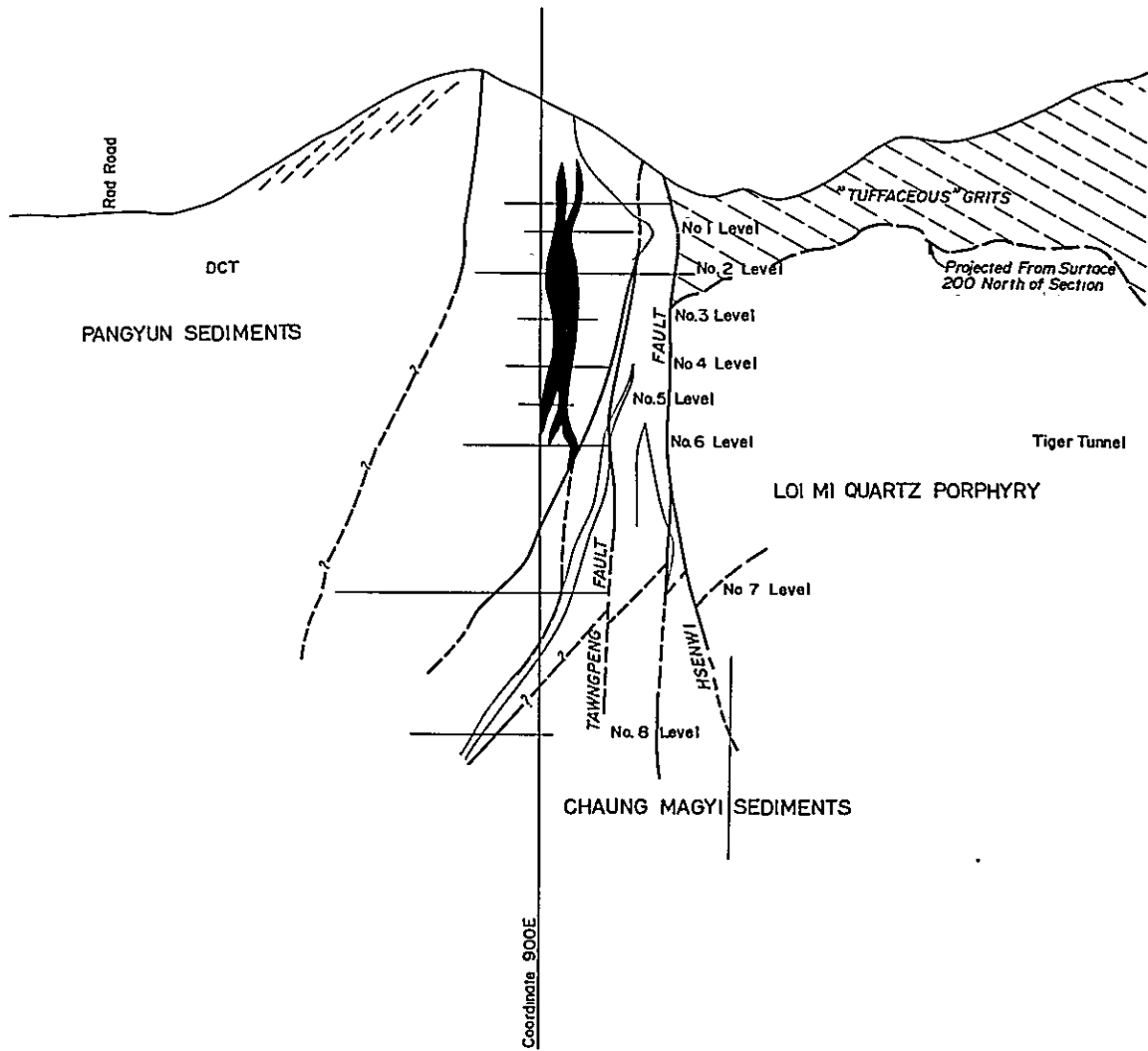




Fig.10-5 Cross Section No.5



中央部に位置し幅も最大であるが、末端部に行くに従い Ag/Pb ratio が下り Pb/Zn ratio が上る。Ag 含有は later stage の chalcopyrite に伴う galena に高く、この galena は同時に Ni, Co 鉱物と伴う。

鉱体の下部は西方に傾斜し、多少変質を受けた Compact sediment で切られている様に見える。鉱体下部にみられる porphyry dike もこの sediment には root をもたない。

鉱床もこの dike rock も恐らく、西方にある強い変質を受けた又破砕された Pangyung series の所 pseudo tuff より上昇して来たものと考えられる。

#### (5) 鉱 量

国連援助による Consultant の綿密な調査結果、1968 年現在の鉱量計算の結果は次の通りである。

鉱量 (ton)	Ag (OZ/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
6,072,495	7.8	11.2	5.6	0.3

Cut off grade (Pb t Zn) 13%

但し glory hole 対象鉱は (Pb+Zn) 9%

これ以外に従前は Cut off grade 20% として、充填に使用していた為相当量の鉱石が充填物として含まれている。又採掘ずみの Ore shoot の fringe には相当量の残鉱もある。従って将来採掘法を変えて、Block caving 法を一部採用するとすれば、採用可能な個所があり、例えば Chinaman No.5 - plus 6 m 準間は block caving 可能であるがこの部分は長さ 3965 m、幅 60 m あり、この部分だけで約 800 万トンの鉱量が見込まれる。

これ以外にも、第二次大戦後近寄れない shan Lode の No.5 level 以上は Copper が強いため、往時出鉱が制限されていて、多くの残鉱が見込まれる。

meingtha の上部も同様に残鉱が多く且、Caving 可能な区域である。

これ等を考慮することにより、鉱量は格段に増加する。又未探鉱地域の探鉱により将来鉱量増の可能性も多く、potentiality の多くが期待出来る。

#### (6) 探 鉱

現在露天掘を一部行なっている (glory hole) 外、主に坑内採掘をしている。坑道は上部より +6 m, 11 m, No.1, No.2, No.3, …… No.12 Level まで 14 Level で開坑され、Level 間隔概ね 30 m としている。

Main, Shaft が 1 本あり、Marmion Shaft と呼ばれ No.1 level より No.12 level まで達している。

No.6 level は通洞となり、Main haulage level で shaft から南東 315 m にて坑口 Tiger Camp に達する (Tiger Tunnel と呼んでいる)。

## 採鉱法

坑内採鉱は古く Hoover 時代に端を発した square set 法で stope の長さを 30 m としている。一部露天掘の glory hole 法を除き坑内は全面的に square set 法を採用している。square set は 5.5 ft × 5.5 ft × 7.5 ft が 1 unit になる様 hard wood 12 調の timber で組合せ、1 unit 又は 2 unit 毎に採掘、水平に進み 1 floor (31 m 長) 終了すると空間を充填後、underhand により下部 floor に進むか、場所によっては Overhand により上部 floor に進む。一般に各 level 間は 17 ~ 20 floor より成る。stope 75 - 80 の内 75 % が出鉱 25 % が充填にあてられる。

## Drilling & Blasting

holmans silver thirty rock drill 使用 rod は 7/8 hexagonal drill steel 使用 bit は 1 1/2 detachable tapered W.C (十文字) 坑道掘進は Wedge cut 又は pyramid cut 採掘は parallel drill である。

爆薬は "gelignite" (42% ニトログリセリン), 径 1", 長さ 4"

No. 6. detonator 及 safety fuse 使用, 爆薬の消費量は約 250 Lb/日 である。

## 充填

地表露天掘でズリを採取 (glory hole) し坑内充填に用いている。

## 運搬

中出し運搬は 1/2 ton car を手押によって行なっている No. 7, 8, 9, 10 の 4 level は 3 1/2 ton battery locomotive を計 10 台使用して行なっている。

Marmion Shaft は cage と 3 ton skop の pair より成り, rope 径は 1 3/8 6 strand steel rope を使用, 約 3 年に 1 回 rope を変えている。Cage 用に 126 Hp Hoist, skip 用に 365 Hp Hoist を使用している。

鉱体内を一部通過しているため地盤変動を受け中心が 6 - 10 m ずれているということである。6 番坑が主要運搬坑道であるため 6 番坑準以下の鉱石はすべて 6 番坑まで巻揚げている。

6 番坑 (Tiger tunnel) は trolley electric locomotive 10 台使用, 1 列車, 10 mine car で編成し, mine car の capacity 2.5 ton である。各 level のゲージは 20" であるが, 此処 6 番坑は 24" ゲージ使用。上記 trolley 電気機関車によって Tiger tunnel 坑口から更に Wallah 谷まで運搬し, Tippler により 3,000 ton capacity の one bin に貯鉱される。

Wallah 貯鉱舎からは更に 6 m ゲージの鉱山鉄道で蒸気機関車により 20 ton の open 貨車 (botton dump) にて Namtu 選鉱場まで約 3 m 運搬される。この鉄道輸送費は約 0.72 kyants/ton/mile と いわれている。

### 排水量

Tiger tunnel の排水量は 100,000 gal/hour であるがその約半分が下部よりの揚水による。揚水は下部より 3 段の pump により行なわれている。

### Ventilation

坑内温度は 80°-93°F, 湿度も高く 80-90% で極めて条件が悪い。これは通気が不十分で特に材木 (square set 法) の腐蝕と硫化鉍の酸化による熱に起因する。4 個の suction fan があり, total 10,000 ft<sup>3</sup>/min の capacity を有するも不十分である。

### 木材

木材の消費は多く 8,000 ton/月 で鉍石 ton 当り 32 board feet である。

長年にわたる無計画な掘削的な採掘により, 又充填が磁充填を行なっているため空隙が完全に充填されていない事と充填が極度に遅れたため各所に地盤沈下, 崩落が起り, 山は相当に荒れている。

坑内の地質調査も, 細部探査も全く行なわれている形跡すらなく, 為に計画採鉍も到底及びもつかない状態である。

掘場もその場当りの設計で各所に分散し, 集中採鉍からは程遠い。

現在 6 番坑準より上部で 45%, 下部で 55% 出鉍しているが各 Level での切羽の分散は著しく, 正にその日暮らしの出鉍というべき状態である。

従って出鉍量は逐年低下の傾向をたどり, 又出鉍品位も近年極度に低下しつつある。

出鉍品位の control も不能で各日の出鉍品位のバラつきも烈しく, mill 操業の安定化を著しく困難にしている。

### (7) 選鉍 (第 10 表, 第 11 表)

第二次大戦までは Namtu station より 2.4 km 離れた Mile 32 と呼ばれる地区に重力選鉍 (jig 及 Table) を combine した浮選工場があり, 当時 1,300 LT/日の capacity で操業していた。

然し, 戦時中爆撃により破壊されたので戦後 Burma corporation の手により, 現在の地点に即ち, 鉛製煉所に隣接して存在した銅鉍石処理用の選鉍場が幸い爆撃をまぬがれたため, これを改修, 拡張して再建され, 現在 capacity は 600 LT/D である。

選鉍方式はすべて前選鉍場をモデルにし, 又再建にあたっては旧選鉍場を手直ししたり, 爆撃をうけた旧機械類を補修したりして, 文字通りつきはぎだらけの拡張を行なったので, 現時点に於ては種々の問題点がある。

現在の選鉍方式は附属系統図に示す様に重力選鉍と浮遊選鉍を併用している。現場で得られた系統図は非常に複雑で分り難いので, 一般方式により簡明にして添附した。





系統図には示されていないが、鉛浮選の cleaning に際して、鉛を抑制し銅を浮遊させて銅精鉱の回収を行なっている。鉛浮選には  $\text{SO}_2$  gas を用いている。

現行の工程成績は次の通りである。

原鉱 鉱量 500 - 600 LT/日

品位 Pb 8.7%, Zn 4.5%

鉛精鉱 品位 Pb 60%, Ag 14 oz/T, Zn 8 ~ 10%

採取率 70 ~ 80%

亜鉛精鉱 品位 Zn 52 ~ 54%, Pb 5%, Fe 4 ~ 6%, Cd 0.3%

採取率 50 ~ 60%

銅精鉱 品位 Cu 10 - 15%, Ag 17 - 18 oz/T

尾鉱品位 Pb 2% (内半分が鉛の Oxide), Zn 0.8 - 0.9%

産出量は現在鉛精鉱日産 50 ~ 60 ton, 銅精鉱月産約 100 ton, 亜鉛精鉱年産約 8,000 ton である。

上記の様に選鉱成績は良好といえ難いがその理由は、原鉱中に Cerrusite, Anglesite, Pyromorphite 等の酸化鉱が含有され、これ等は Pb - 優先浮選回路中での回収は困難であって一部は Zn - 浮選回路中に逃去し大部は Zn 浮選尾鉱中に逃去している。

現在国連調査団の recommendation により Oxidized Lead Circuit を建設中で畧完成に近づいているが、この完成によりこの問題は或程度解決されるであろう。

選鉱系統の頭初に押入された重力選鉱工程はこの程度の原鉱品位では充分な効果を発揮出来ず且つ系統も整然としていないので、重力選鉱自体の工程は勿論、これに続く浮選工程にも悪い影響を与えている様に思われる。

原鉱自体の性質が多く複雑な鉱物の細かい集合より成る点は技術的に困難ではあるが、解決を要する大きな問題点であろう。

又、資材機械類の現地調達の問題性が操業を一層困難にしている如く思われる。

別添の系統図により現操業方式を検討してみると同図中に点線で囲んである部分 (\*\* 印) は Capacity 不足の為、臨時に補充したものと思われるが、これは他の系統と異なり、jig を通さずに Ball mill で grid してから table のみを使用しているが、系統を統一した方が有利と思われる。

然しながら、原鉱品位が現況程度であれば通常の jig を使用するよりも、mineral jig 或いは unit cell を使用して鉛鉱の回収割合を鉛鉱自体の overgrinding による浮選回収の低下を防ぐ程度にとどめるべきで、一般 jig, table 選鉱により、大量の水を不均一に使用して、次の浮選操業の安定を乱すような方式は出来る丈止めて、大部分の鉛鉱は浮選によって回収すべ

きであろうかと思われる。

点線で囲んだ\*\*\*の部分はPb-浮選の最終rougher及びscavengerのfrothをcleaningする工程であるが、Pb鉛の片刃が多いと考えられるので新にball millを設置してregrindingを行なった後、up-grading flotationを行なった方が良いと思う。

Zn-flotationについてもZn-精鉱中にPb鉱の混合が多いのはPb-優先浮選回路中で回収出来なかったPb酸化鉱の一部が浮遊混入するのも一因であろうが、多くは鉛鉱の片刃があると考えられるので、この回路のfrothをregrindingしてZn-精鉱中のPbを低下せると共にZn精鉱品位の上昇及び混入鉛鉱の回収を図ることが得策と考えられる。

国連 recommendation を base にしたPb-酸化鉱回収浮選回路は現在建設中であることは前述の通りであるが、この回路で良いと思われる。

亜鉛精鉱の脱水 (filter を使用する等) 及び Tailing 処理については考慮の要がある。

国連の recommendation の要旨は次の如くであるが、即ち

- 1) 現行の重力-浮遊選鉱の混合方式による選鉱操業は一応成行しているが更に成績を向上させるためにはPb鉱-Zn鉱-脈石をよく分離させるため200 mesh grindingを行なう必要があり、このためにはall-slime flotationを適用すべきである。
- 2) Crushing と grinding を山元の tiger tunnel 通洞坑口の Wallah Gorge で行ない、鉱石の pipe による流送を行なえば、現行の鉱石の鉄道輸送に比し著しい運搬費の節減が出来る。
- 3) 一般的に言って all slime flotation 方式は combined gravity-flotation 方式よりも必要な工場面積が少なくてすむ利点がある。
- 4) oxidized lead circuit の新設により鉛の酸化鉱の回収をすべきである。

(前述の如く、この工場は建設中で現在完成間近である)

以上により、新選鉱場を前選鉱場の存在した mile 32 の地域に建設すべきであり、この工場は all slime flotation 方式ですべての機械は新しい近代的なものを使用すべしとしている。

特に Wallah Gorge に新設する Crushing & Grinding plant には、現在の粗鉱石は水分粘土分の含有が多く、且つその混合割合も不定であって2次、3次破碎に於いて種々の trouble が生ずるので、これをさけるために autogeneous mill を設置して、2次破碎以下を省くことを強調している。

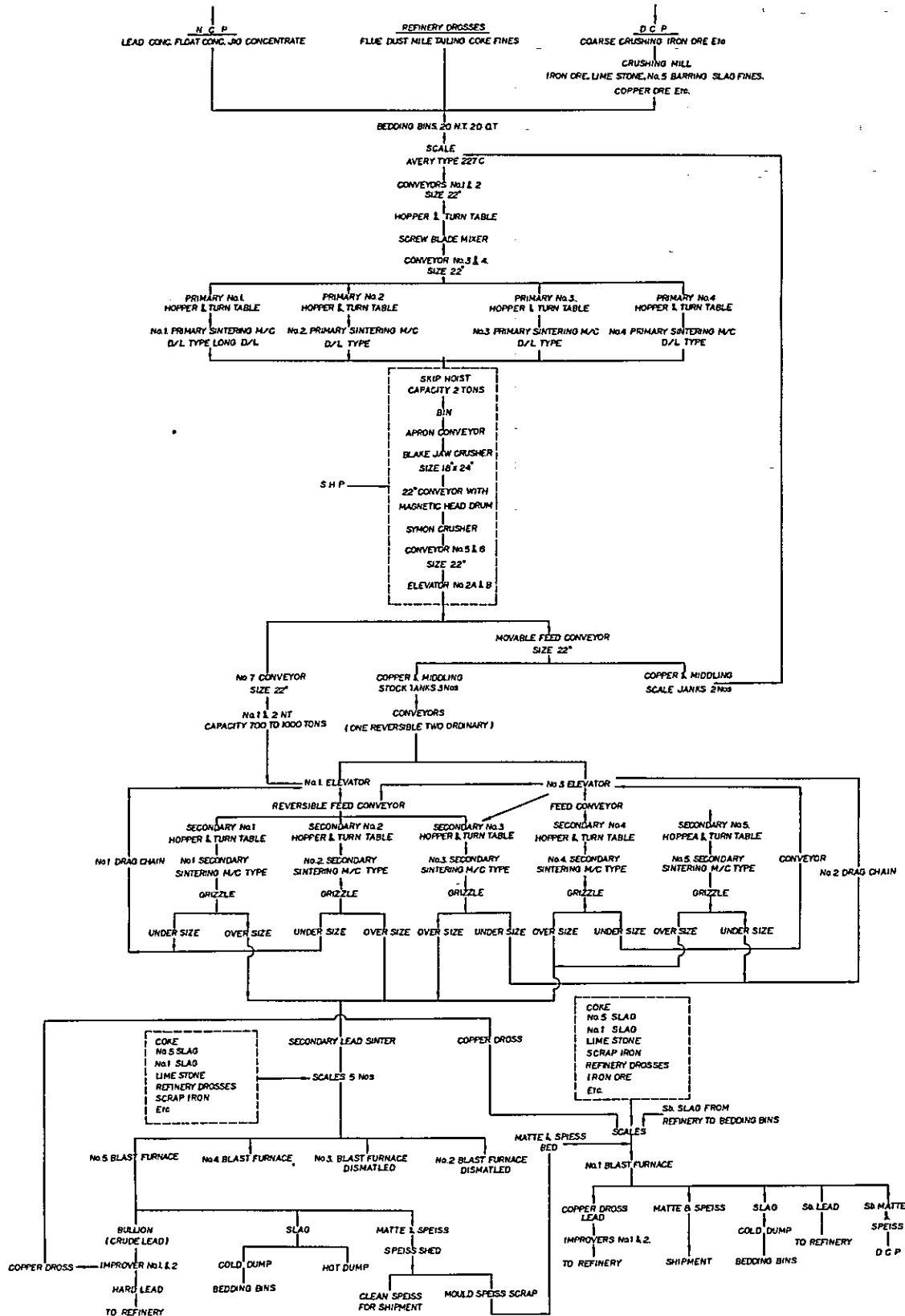
上記国連調査団の recommendation は誠に尤もと思われるが、autogeneous mill の使用は grinding media の適正 size の調整が非常に面倒であり、現地の事情を考慮すると操業技術的に困難ではなからうかと思われる。従って rod mill の設置を考えたらどうかと思う。

#### ㊦ 製煉 (第12表, 第13表)

製煉は1910年以来半世紀以上も旧態を踏襲した乾式鉛精練を行なっている。



Table 12 Smelter Flow Sheet, Namtu Refinery





選鉱場から産出される鉛精鉱と少量の銅精鉱を処理して最終的には refined pig lead, refined silver, copper matte, Nickel-cobalt speiss, refined antimonial lead 等を生産している。

その詳細は附表に示した Smelter 及び refinery の flow sheet の如くである。

鉛精鉱は若干の iron ore (hematite), limestone, 粉碎された slag, Copper ore, cokes と秤量の上 bedding bin (13 個それぞれ 500 ton capacity) で layer by layer に積み重ね、blending した後、sintering を行なっている。

sintering は一次と二次で 2 段に行ない、後 blast furnace (現在 2 基使用) で処理して、hard lead, copper matte, nickel cobalt speiss を作っている。

Sintering の温度は 800°C 一次 sintering の後の鉱石は Pb 47%, Zn 8.4%, Cu 0.7% S 6~8% 程度の成分を有し、二次 sintering 後の鉱石は平均 Pb 48%, Zn 8.8%, Cu 0.8%, Ag 35 oz/T, S 2~3% の成分であると言う。

blast furnace から産出される hard lead は Pb 94~96%, Cu 0.5~0.8, Ag 80~86 oz/T の成分を有するが、これは refinery に送られて処理される。

refinery では最初に Cu, Ni, Co, As 除去を 2 炉使用の上行ない、次の step では更に尙微量含有される Cu を 5 つの kettle を使用して硫黄添加を行なって除去している。次の step では Sb 除去を 2 炉使用して Compressed air を吹込んで行なっている。

更に次の step では脱金銀の為に 3 kettle 使用金属亜鉛の添加を行なって除去している。次の step では Vacuum 法で脱亜鉛を行ない後最終的に 2 炉を使用して精製して refined lead を生産している。

途中の中間生成物は複雑な手のこんだ方法で処理し、銀の精製 plant, 鉛-アンチモニー plant で最後の精製を行なって refined silver, refined antimonial lead を生産している。

金は以前少量生産されたが、近年は生産されていない。

refined lead の品位は Pb 99.99%, refined silver の品位は 99.9% Ag, Copper matte の品位は Cu 45%, (鉛, 銀の含有量が高い), Ni-Co speiss の品位は Ni 24~25%, (0.3~4%, Cu 20% の外 Pb, Ag の含有も高い。Antimonial lead は Pb 85%, Sb 12~13% である。選鉱場から生産される Cu 精鉱は前述の様に少量で月 100 ton 程度であるので貯鉱の後一定量に達した時点で blast furnace を稼働せしめて Copper matte を生産している。

生産量については第三章に附した表に示してある。

此処で特記すべきは鉛製煉で blast furnace で生ずる slag についてであるが、1910 年操

業以来 Namtu に堆積されているが、その量は 300 万 ton ~ 350 万 ton と推定されている。此の slag 中には 19% の oxide Zinc, Zinc metal で 15% が含有され (Pb 含有は 1.0 ~ 15%) ているのでこの回収が問題となる。

国連調査団はこの slag の有利処理のための feasibility study を一つの目的として、その為に 2 つの方法を検討、研究している。即ち一つは Waelz 炉で Cold slay の処理、他は hot slay の fuming 処理である。

Cold slay の処理は cokes 及 low volatile coal の使用が必要で、その量は slag の重量の 25% の重量を要し、hot slag の処理は当然 fuel consumption が少なくなる事は当然であるが、いづれにしても fuel cost が高く総 operation cost の 75% を要する。従って F/R の結論は - にかかって Zn の price と low cost coal の確保いかにあり、厳密な cost 計算と亜鉛価格の見込みの上で決定すべき事を強調している。

国連調査団の意見をまつまでもなく、此の漠大な slag 処理の検討は真剣になされるべきものであろう。

当面考えられる処理法としては Waelz 炉使用よりも fuming 法、(粉炭吹込み又は重油使用) 更には前処理として crush, grind の後の浮選による up grade の可否の feasibility study 等最近の進んだ技術を apply した厳密な検討が必要であらう。

#### (9) 人員及機構 (第 14 表)

Bawdwin 鉱山を含め、更に探鉱中の Bawsaing 鉱山、Yadanatheringi 鉱山も含めた Myanma, Bawdwin Corporation (M.B.C) の全機構、人員及給料は別表に示した。

表中例えば chief geologist (1000 - 50 - 1,400) とあるのは給料を示し、月給 1,000 kyats, 毎年 50 kyats/月昇給するが、1,400 kyats/月 で頭打ちとなる意味である。

一般作業者の賃銀は月 130 kyats 前後、1 日当り約 U.S. \$ 100 程度とのことである。

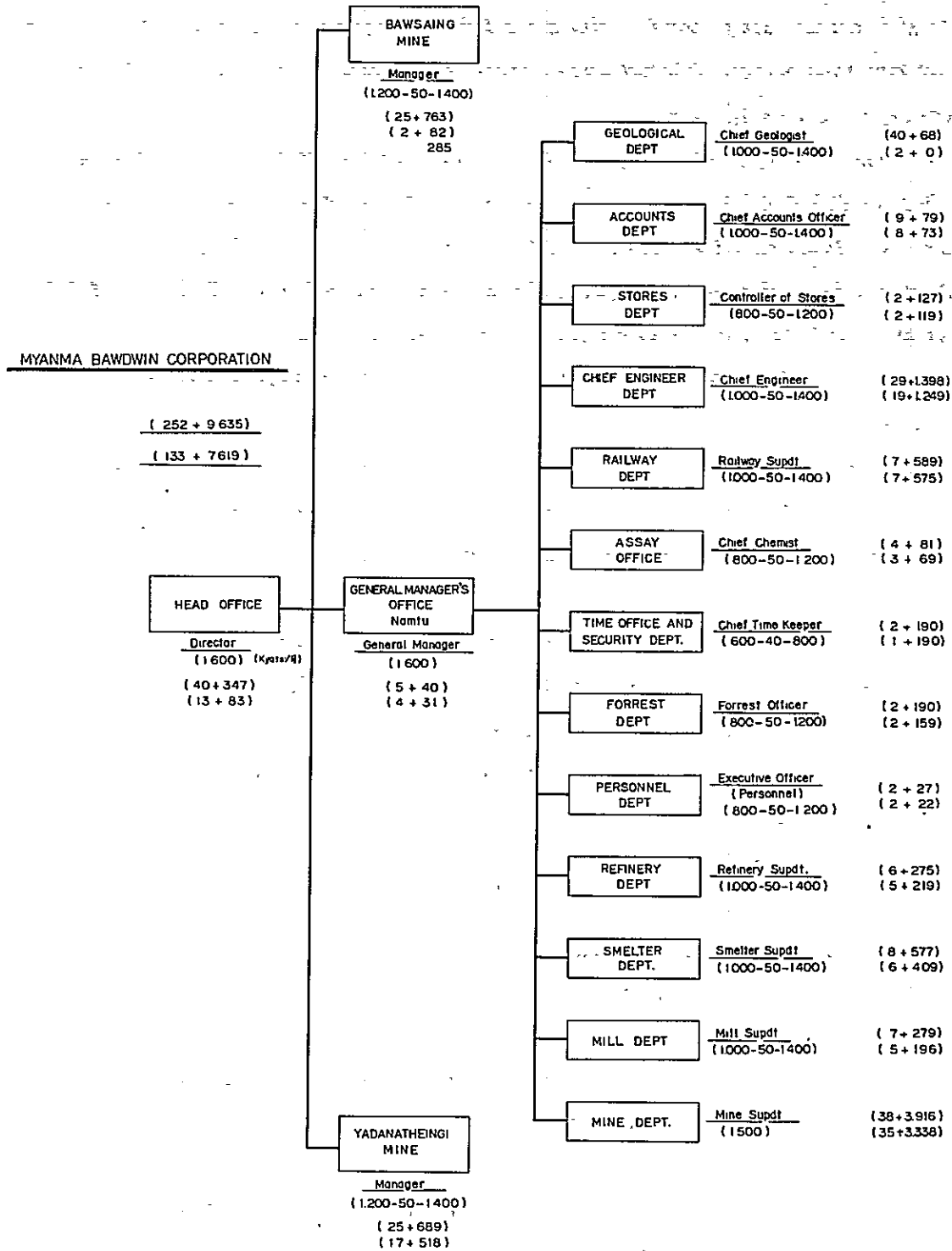
表で明かな如く、M.B.C 全員で実に staff 133 名 従業員 7,619 名で、これが Bawdwin 鉱山一山にかかっているわけである。

#### (10) 国連調査団報告書と recommendation

近年に於ける Bawdwin 鉱山の生産低下はビルマ政府の憂慮する処となり、特に高品位鉱抜掘りによる鉱山 life の短命化は真剣に認識されその対策を構ずべく、国連に special fund による援助を要請し、Bawdwin を主体にした Burma の鉛、亜鉛鉱生産量を少なくとも戦前水準までに引上げる事が出来るかどうか十分に検討すると共にその対策の樹立を求める事となった。

国連はこのビルマ政府要請を受入れる事を採択 1961 年 11 月ビルマ政府との間に協定が結ばれた。国連は調査団派遣により調査を行なうこととなったが、その目的は、

Table . 14 Organization of Bawdwin Mine



- a) ビルマに於ける鉛、亜鉛の増産の可能性の検討
- b) Zinc Smelter建設の feasibility study
- c) Bawdwin 鉱山の現在の採鉱、選鉱、鉛製煉技術を改善し低品位の経済的な開発を行なうために recommendation の作成
- d) Namtu に堆積されている多量の鉛製煉より生じた slag から亜鉛を回収する事の可能性の検討
- e) 亜鉛 smelterが出来上った場合 Lough Kengh 鉱山の亜鉛の処理が可能かどうかの検討等であった。

1962年なかばには調査団の骨組みが出来 1963年3月に project team の編成が完了した。

その内容は次の通りである。

#### A. Project Staff

Project manager : D. C. Deringer (U.S.A)

Asst project manager : C.H. Richards (U.K.)

Geologist : S.R. Steinhauser (U.S.A.)

Mining engineer : R.R. Basserman (Canada)

Mill engineer : J. Dzienisiwi (U.K.)

その他

#### B. Consultant

Mining Engineer : E.R. Borchardt (U.S.A)

Geologist : R.H. Carpenter (U.S.A)

Metallurgical Engineer : J.H. Reimers (Canada)

Hydroelectric power : K. Pranich (Thailand ECAFE staff)

#### C. Contractors

Colorado School of Mines, Research Foundation (U.S.A) 選鉱試験

O.W. Walvoord Inc. (U.S.A) Mill layout of cost

Cerro de Pasco (Peru)

Electrolytic Zinc

Smelting test

その他

調査団の各専門別報告書は 1964年に出来上り、1966年に総合 report が出来上っている。

その要旨は Bawdwin 鉱山について先づ効率の良い management と近代化増産計画により

life も延び、充分収益性の上る山に再建可能である点を明確に述べている。

近代化、増産計画の recommendation は 2 つの stage に分けて、述べられていて、第一 stage では採鉱、選鉱及び補助部門の近代化増産計画を、第二 stage では鉛電解又は亜鉛電解工場の建設を述べている。その概要は次の通りである。

#### 1. 投資額

第一 stage の近代化、増産計画のため約 1,130 万\$ を要する。

第二 stage で鉛電解工場の建設の為に約 570 万\$、又は亜鉛電解工場の建設のために 760 万\$ を要する。

#### 2. Management

近代化、増産計画のためには最初の 4～5 年間経験ある management team を国外より招へいする必要があり、ビルマ人はその下で学ぶ必要がある。その費用は約 100 万\$～120 万\$ を要すると見積られるが、それは前述した投資額の中に含まれている。

#### 3 Mining

現在の cost の高い旧式の square set 法を全面的に Sand を使用した Overhand 又は underhand cut and fill 法に替えるべきであり、此の採鉱法切り替えは最も緊急な問題であると強調している。若しこれが遅れると鉱床部分の地盤沈下が今以上に進み相当な量の商品鉱が採掘不能となり、山の life を縮めることとなり、増産不能となる。

#### 4. Milling

現在の Combined gravity-flotation mill を全面的に廃止して年間 35 万トン capacity の all flotation comcentrator を新設する。

#### 5. Smelting

鉛電解工場又は亜鉛電解工場の新設を採鉱選鉱の増産の完了した時点で検討、決定する。

#### 6. 電力

Kon yang Falls に 8,000 kW の水力発電の建設が必要である。又 dry season の補助用に 2,500 kW の deasel power plant の建設が必要である。なお、この dam site の地形測量をくわしく行なって dry season でも充分貯水量を確保出来る工事を行なってもそれが feasible であるかどうかの検討が必要である。

#### 7. 運搬

坑口より選鉱場までの鉱石運搬を現行の鉄道輸送を pipeline による流送に切り替え、かつ、資材輸送は蒸気機関車を deasel 機関車に切り替えるべきである。

#### 8. 探鉱計画

現在の切羽の延長部の探鉱、新鉱体の発見のために短期並びに長期の探鉱計画の立案と実施は

最も緊要である。

調査団結論では Bawdwin の現存する鉛量程度は尙新鉛量が発見されうる地質的な可能性を見出している。

上記が国連調査報告書の報告要旨であるが、その中最も基礎的なかつ、緊急な探鉛、探鉛関係について、少し詳述する必要がある。即ち、

#### 1 鉛量管理

a) block別の鉛量品位計算と管理が必要である。新に 1962 年 10 月現在で国連 project teamで行なったblock 別鉛量計算を基礎として、台帳を作り、遂次 up to dateに追加、keep してゆく事が望ましい。

b) 鉛量、増加の potential source については2つの重要な sourceが考えられる。即ち一つは低品位鉛の submarginal oreの鉛量、品位、位置を正確に把握する事で mining cost を低下させる方法を構ずれば充分生きて来るもの、他の一つは充分によく検討された探鉛計画により新鉛量を獲得する事である。

今回の調査団の調査結果では上記2つの source とも充分期待出来る事が明かとなった。

即ち、既知鉛量に加えて、そのまわりに多量の submarginal oreがある事がはっきりした。かつ、旧充填物も相当な品位をもっている事が分った。

c) 従って高品位鉛体のまわりの低品位鉛床帯の systematic な sampling と旧充填物の systematic sampling の実施が強く望まれる。

この実態が分れば、block cavingの実施の検討も可能となり恐らくblock cavingによる低 cost 採掘によりこれら充填物を含めて低品位鉛回収が可能となる。

#### 2. 探鉛

##### a) short-range の探鉛

国連 project team により坑道探鉛約 1,700 m core drilling 約 1,500 m, percussion drilling 約 9 km 実施された。

その結果地質構造品位について、多くの有意義な information を得たが、特に Shan Lode に於いて既知鉛体より約 60 m 下盤にまで鉛体が発達している事が明かとなり約 255,000 ton の新鉛量が発見されたその品位は Ag 5.5 oz/ton Pb 11.2%, Zn 0.5% である。

それ以外にも各既知鉛体周縁の favorable host rockの探鉛は特に重要であり、強く、recommend し度い。

##### b) long-range の探鉛

在来鉛床母岩は tuff であって、その下部の Aediment は favorable bed でないという通念であったが、今回調査により、母岩は実は tuff ではなくて Pangyun sediment が Baw-



dwin Shear zoneに沿って強度に変質をうけたものであることがはっきりし、現在の ore zone の基底では西部に更に相当長く下方に延びている模様であるので西部の下部探鉱が期待される。

従って今後経験ある geologist が数年の長期にわたり滞在する事が必要で恐らくその最は 3 名位を海外より導入し、探鉱計画の立案と supervise の必要があると思う。

### 3 探鉱

#### a) Underhand または Overhand cut and fill 法の採用

現行の square set 法は非能率かつ塊状岩石を充填に使用しているため、地盤沈下、崩落をまねいているので、早急に cut & fill に切り替え、Sand fill を行なうべきである。

cost も低減され、生産も上昇し、地盤沈下を防止できる。また、材木の腐蝕による坑内発熱もある程度防止出来るであろう。

cut & fill では、幅 12 ft、高さ 9 ft、長さ 50 ft の unit で、探鉱、抽出が可能となる。

Overhand では timbering のかわりにロック・ボルトの使用が可能で、unit の採掘後、水と混ぜた sand の充填により、充填の完璧化が可能となり、地盤沈下を防止できよう。

Underhand は overhand に比べ、杭木使用が多く、コストも高くなるが、地盤変動による割目の多いゾーンでは行なわざるを得ないであろう。おそらく、全掘場の ¼ は underhand、¾ は overhand で、cut & fill が可能であろう。

#### b) Glory hole 法

プラス 20 レベル水準以上の upper chinaman の low grade ore は glory hole による露天掘採掘が望まれる。35 万トン/年増産計画では、最初の 7~10 年間は全出鉱量の 25 % を glory hole 法で、残りの 55 % は overhand cut & fill 法、残りの 20 % を underhand cut & fill で出鉱することになるろう。

#### c) Block caving

block caving は最低のコストで、低品位および低品位充填物の回収も可能となるので、真剣に検討すべき問題であるが、おそらく可能であろう。

block caving を広い区域に適応する前に、現切羽に影響を与えない所で、小縮尺の実験的 block caving を行なったら良い。それによりこの方法に習熟出来ると同時に、鉱石の性質についても分るであろう。

その場所は、Meing the lode の上部を recommend する。この実験は block caving に充分習熟した engineer の指導下で行わなければならない。

chinaman lode の 5 番坑準以上の大規模な block caving の検討の為に、詳細な sampling の実施が必要で、これらは増産計画第三年目までには完了していなければならない。

d) internal shaft

Main haulage level の No.6 level (Tiger Tunnel) 以下の鉱石は主要堅坑である。Marmion shaft ともう一つの補助 shaft で巻揚げられているが、両者共鉱体内にあるため、とくに marmion shaft は地盤変動の影響を受けて中心が 2~3 ft ずれており、他の補助 shaft は小さすぎる。したがって、新しい internal shaft の開さくが必要となる。その場所は、S 2,000, E 950 の場所で少なくとも No.9 レベルまで、引続き必要に応じ下部に延長することが望まれる(完全に下盤に入る位置とする)。

増産にはこの shaft 開さくは不可欠で、投資の中に含めてある。

e) 出鉱の順序

block caving の可能性のある場所での、高品位鉱抜掘は sampling が完了し、全容が把握できるまでは厳禁である。

今後の採掘する平均品位は、1968 年鉱量計算の平均品位を上廻ってはならない。もし、増産計画の最初の年の間に、高品位鉱の抜掘を行なうようなことがあれば、計画に狂いを生ずることは当然である。

Project team の block 別鉱量計算を基礎とした出鉱順序を述べてあるので、その計画を実践する必要がある。その概要は次の通りである。

i) 既知鉱量は一定した年間の平均品位を維持して出鉱すべきこと

ii) Upper chinaman No.5 ~ No.1 レベル間は Sampling 終了時まで採掘してはならない。

iii) 現在の選鉱物への送鉱は No.6 レベル以下から出鉱し、cut & fill 法採用のこと。また、充填は sand preparation plant が完成し、sand fill が完全に行なうことが可能となるまでは mill tailing で行なうこと。

iv) 現在広い地域に分散している切羽を集中させ、管理の合理化と maintenance の cost の低下を計ること。おそらく、block caving は可能となるだろうが、これにより最底 2,000 ton/day 抽出可能となり、それにより既知鉱量を対象にしただけでも、mill capacity を 2 倍またはそれ以上に増産可能となるであろう。

f) 通気

通気の改善については次の 2 つの方法を検討した。

(1) Conventional な方法で cross cuts, drives, raises を開さくし、通気の改善を計ると共に suction fan を必要箇所に備えること。

(2) Air conditioner を坑内に設置すること。両者の比較検討の結果、経費的に(1)は渾大であり、(2)を recommend したい。すなわち、坑内用に設計された 2 つの carrier air conditioner が必要である。600 ton/day capacity のもの一台を chinaman, shan lode

用に設置し、他の一台、300 ton/day capacity のものを meing the lode 用に設置する必要がある。その方が capital cost, operating cost と共に安くてすむ。これは投資額に含めてある。

#### (11) 結 論

今回の調査は極めて限られた短時間であったが、それにもかかわらず、国連調査報告に述べられた多くの問題については、全くうなづける点が少なくない。

国連の再建計画は、誠に当を得たものと感銘される。しかしながら、これの実施と完遂には、長い時間と莫大な経費を要し、しかも、経験ある習熟した技術者の指導が不可欠要件となる。

一方、とくに採鉱関係では、坑内の地質マッピングが行なわれていないのみか、採鉱もほとんど行なわれていないで、採鉱もほとんど無計画にいわば、その日暮らしの様な状態であって、山はじり貧の状態にあって、ここで抜本的な施策を構ずる必要がある。そのために、当面 Bawdwin 鉱山で最も緊急でかつ基本的な問題の処理は、採鉱切羽の整備と cut & fill への採鉱法への早期切替えであろう。

ついで、次の施策を応急的に実施する必要があるかと考えられる。

第一に経験ある地質技術者の派遣により、現地人指導をかねて、坑内地質図の作製、整備を行ない、この資料の compilation と解析を行ない、坑内細部採鉱の立案と実施を行なうことが必要である。細部採鉱の実施には、坑内携帯用に便利で、工程も良い short boring, "Bazuka" 使用を recommend したい。本機使用により採鉱効率が上昇し、必要なデータの集積に著しく貢献できるであろう。

第二に経験ある mining engineer の派遣により、上記地質技術者と密に協力して、切羽整備、計画採鉱に必要なデータの compilation と具体的立案を早急に樹立し、cut & fill 法への転換をできるだけ早い時期に円滑に実施する様にならなければならない。上記は Bawdwin 鉱山再建の為に、最も緊要なかつ基本的な問題であって、まず、実施の迫られる問題である。おそらく、この実施には少なくとも2～3年を要するであろう。当面、上記を実施しながら、国連計画に述べられている増産計画への基礎固めをなすべきであろう。

本山は、現状ではかなり重症というべきであるが、以上述べた緊要かつ基礎的な問題の解決にむかって、前進して着々とデータの集積、採鉱法の転換、切羽整備を行なった後、国連計画の実現に努力することにより、将来、十分に再建可能な potentiality を有することはまず疑いないと思う。また、本邦に対しても有力な亜鉛 source となることも間違いないと思われるであろう。

### 3 Nat San (ナツサン) 鉱山

#### (1) 位置, 交通

当鉱山はモールメイン市の南東北緯 16°23', 東経 97°41' に位置する。

この鉱山にはモールメイン市よりモールメイン～チャイクマロウ間を走る幅員約 6 m の舗装道路を約 19 km 南下すると Naunglon (ナングロン) 村があり, これより西方へ山道を約 3 km 行くことにより到達する。

なお, モールメイン市より山元まではジープが通じ, その所要時間は約 1 時間である。

#### (2) 地形, 気候

鉱山付近の地形は灌木が粗生する南北に延びるなだらかな丘陵地とまばらな農耕地の平野からなり, ナツサン鉱床は丘陵地の東部の平野に存在する。

当地域の気象は年間雨量 3,800 mm を伴うモンスーン型であり, 雨期は 6 月に始まり 10 月に終る。最高気温は 37 °C を記録する。

#### (3) 沿革, 生産

ナツサン鉱床は, 戦前 E.L.G. Clegg により発見され, その後村人により小規模の探鉱採掘が行なわれたが, 現在は M.D.C が接收し, 小規模の採掘が行なわれている。

この間, 1957 年に村岡誠<sup>1)</sup>が当鉱床を調査している。(Naunglon 鉱床として記載)

鉱石生産の実績は少なく現在まで 10 LT のアンチモニー精鉱が生産されているに過ぎない。

鉱石は手選により塊精鉱と粉精鉱に選別され, その品位は塊精鉱 Sb 63%, 粉精鉱 Sb : 62.89% である。なお, これらの精鉱に含まれる砒素は 0.04% である。

#### (4) 地質 鉱床

付近の地質は古生代の砂岩および珪岩より構成されている。地層の一般走向ならびに傾斜は南北走向, 東落しである。

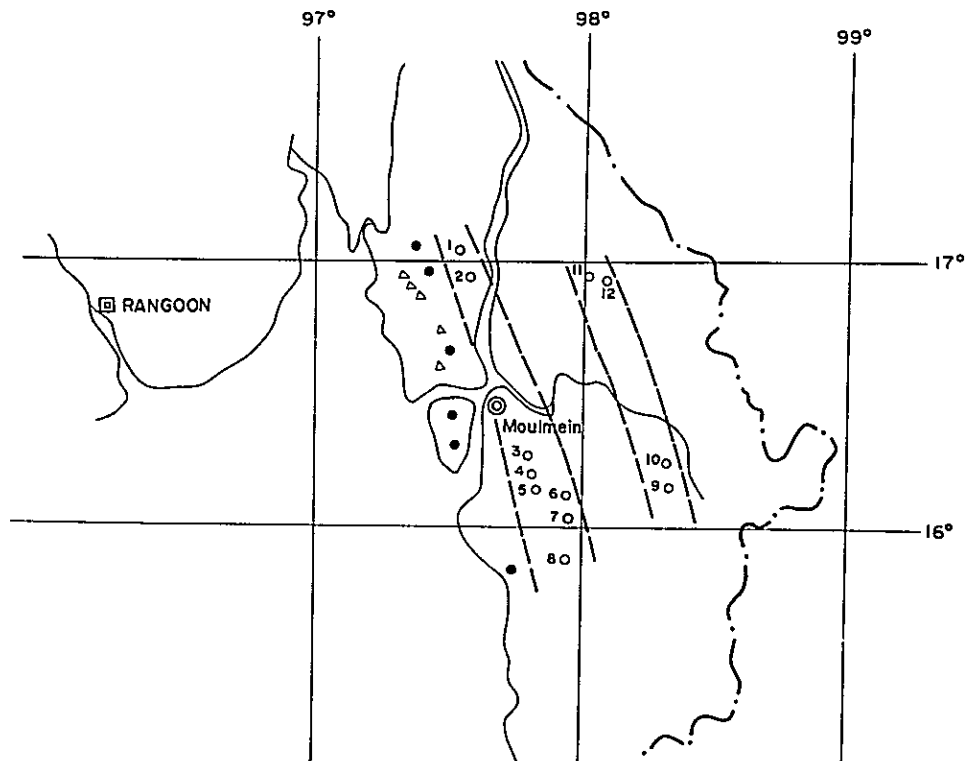
鉱床は熱水変質を蒙った珪質砂岩の割れ目に沿って胎生する輝安鉱の浅熱水性交代鉱床である。付近の古生層には略々 N30°W 系と NS~N35°E 系の割れ目が発達し, ナツサン鉱床はこれら割れ目の交叉部に富鉱部として形成された塊状の鉱床である。

#### (5) 探 鉱

現在, M.D.C により本鉱体に対し出鉱をかねた錘押探鉱が行なわれているほか, 付近に 3 カ所のビット探鉱の実績がある。

1) 村岡 誠 ビルマ連邦の鉱業 - とくにアンチモニー-鉱床について, 鉱山地質  
Vol 12. No.54, PP 229~235 1962。

Fig.11 Distribution Map of Ore Deposits  
in Moulmein Region



- Antimony    • Tin    △ Tungsten  
 1 Kyank Yedwin    2. Kadaik    3. Talegyaung  
 4 Nat San    5. Karun    6. Pongon    7 Naing Lan  
 8. Paung Sein    9. Thabyu    10. Mipaya    11. Lergar    12. Tangaw

本鉱体の探鉱はNW系の割れ目に沿う輝安鉱細脈露頭下部に向って地表よりN30°W方向に約15°の斜坑で錘押探鉱がなされ、坑口より約15mで南北系の割れ目に交会して、そこに富鉱部を発見し、現在交会部より西錘押と北錘押を行なっている。いずれの引立も鉱況は良好である。

ビット探鉱は本鉱体の南錘先に対する探鉱で、坑口より南西約300mに2カ所(No.1, No.2)さらにNo.2より北約100mに1カ所(No.3)の深度2m~3mからなるビットが掘られている。

No.1およびNo.2のビットにはNW系の割れ目が発達し、その割れ目に沿って輝安鉱の細脈(2~3mm)がわずかながら認められるほか、母岩の珪質砂岩中にも輝安鉱のスポットが認められる。

#### (6) 結 論

ナツサン鉱床の賦存状況から考慮して、当鉱は鉱化作用が弱く、連続性も乏しいので大規模に発展する可能性は少ない。

しかし、当鉱床を含めたモールメイン地域はビルマにおけるアンチモニー鉱床の密集地域の1つであり、小規模ながらすでにいくつかの鉱床の存在が知られており、今後広域的調査を組織的に行なうことにより優秀な鉱床を発見する可能性が高い。

### 4 Kanbauk (カンバウク) 鉱山

#### (1) 位置, 交通

当鉱山は南部ビルマの中心地の1つタボイ市の北北西、北緯14°35′, 東経98°00′に位置するM・D・C管轄の鉱山である。

この鉱山にはタボイ市より幅員約6mの舗装道路を約72km北上するとKalein Aung (カレイン・アウング)村があり、これより北西へ山道を約19km行くことにより到達する。

なお、タボイ市よりKalein Aung 経由Ye 町までは毎日バスが運行し、山元まではジープで行くことが可能であり、その所要時間は4時間30分である。

#### (2) 地形, 気候

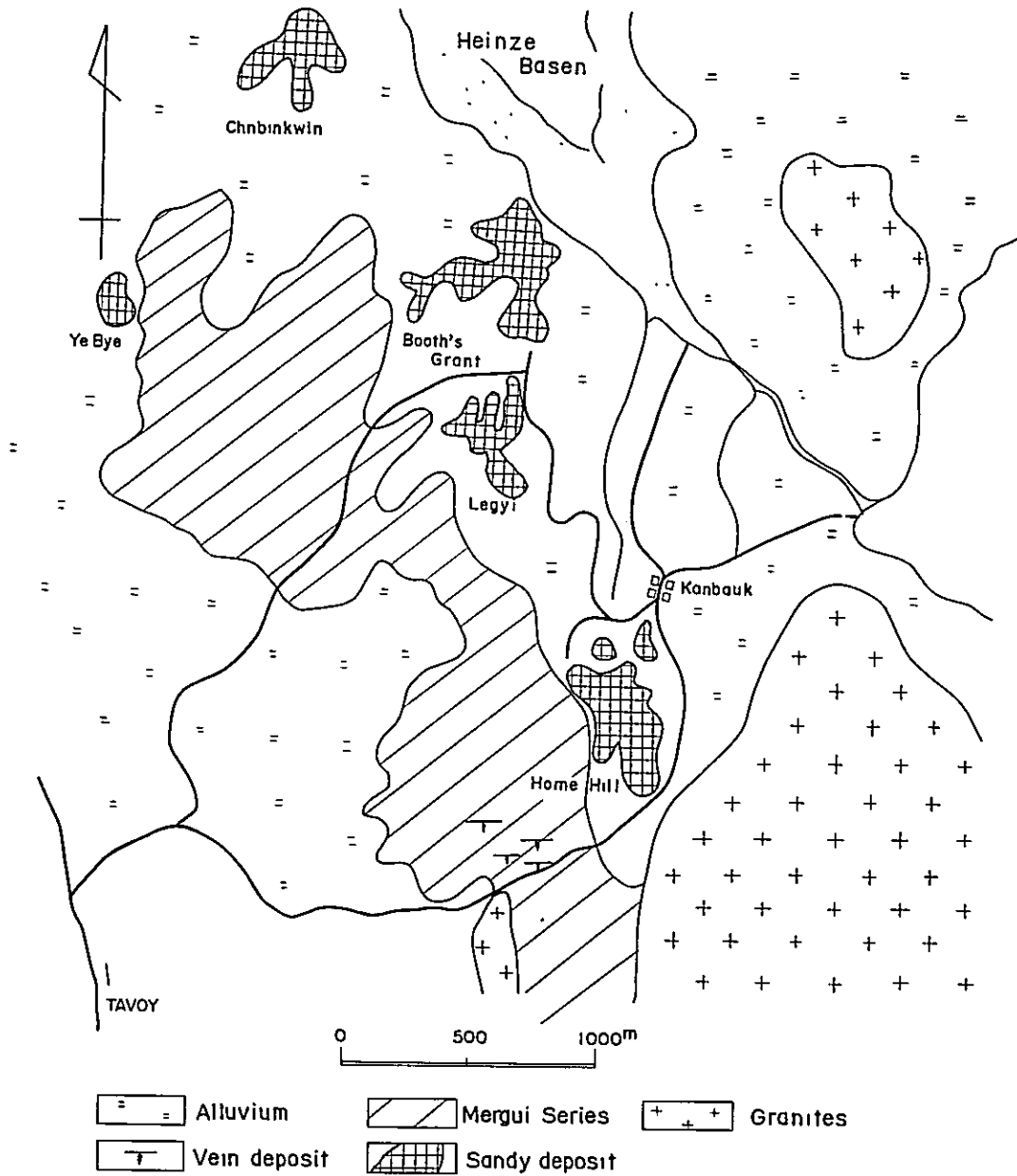
カンバウク鉱山はHeinze盆地に南側より流入するTin Ye流域に位置する。付近の地形は古期岩類の山塊が広く開析されて出来たなだらかな山岳地形からなり、カンバウク鉱山は山塊にかこまれた紅樹林の茂る平坦な谷間に存在する。

標高は谷間では約15mであり、山塊部では150m~300mである。

当地域の気象はモンスーン型の季節風を伴う雨期が5月中旬から10月中旬まであって、この間は熱帯気候となる。

Fig.12 Geological Map Showing Deposits

— Kanbawk Mine —



年間雨量は 4,600 mm であり、この 90 % 以上は雨期に集中する。

雨期の気温は 39 °C 以上を記録するが、乾期は 39 °C を越える日は数日に過ぎない。

### (3) 沿 革

当鉱山の開発の歴史は古く、1911 年より the High Speed Steel Alloys Mining Company Limited によって稼行されて来た。

当初はタングステンを主とする鉱脈 鉱床と錫を主とする漂砂 鉱床が稼行の対象であったが、1919 年鉱脈 鉱床の採掘はタングステン価格の下落を機会に中止された。

その後、鉱山は Kanbauk Mining Company の手に移り、1938 年には錫精鉱 155 LT、錫、ビスマス精鉱 177 LT、タングステン精鉱 212 LT を生産した。

その後、1943 年 6 月より三菱鉱業(株) が操業を開始し 1945 年 5 月の休山までタングステン精鉱を月産 18 LT 程度生産した。

その後 M. D. C が接収し、現在は漂砂 鉱床のみを対象に稼行されている。

1945 年から 1969 年までの錫およびタングステン精鉱生産量は 3,288.37 LT である。

### (4) 地 質 鉱 床

付近の地質は古生代初期の Mergui 統を基盤として、これを貫いて白亜紀に活動したと考えられる花崗岩類、さらにこれらの谷間を厚く覆う砂礫層からなる。

Mergui 統は粘板岩、石灰岩、珪岩等から構成されている。

鉱床は花崗岩類の活動に伴って生成されたと考えられる脈状、鉱床とこれからの砂 鉱床からなる。

脈状 鉱床は花崗岩に接する Mergui 統中に数条の平行脈として存在する。これら 鉱脈群の一般走向は東西で、傾斜は南に約 60° 落しである。鉱物組成は鉄マンガン重石と錫石を主体とし、鉄、銅、鉛、亜鉛の硫化物、自然ビスマスを随伴する。随伴 鉱物は 鉱脈下部に産出し、黄鉄 鉱を除く他の 鉱物は微量に産出するに過ぎない。

砂 鉱床は谷間を充める砂礫層中に胎し、現在まで北から南にかけて Chnbinkwin, YeBye Booth's Graut, Legyu, および Home Hill の 5 鉱床が知られている。

いずれの 鉱床も南北系を主とし北西系を従とする基盤の窪みに沿ってレンズ状に存在し、多くの場合、2 ~ 3 m の表土あるいはラテライトに覆われている。

鉱床の厚さは比較的变化に富んでおり、平均厚さ 10 m ~ 15 m、最大厚さ 20 m である。

鉱石 鉱物は錫石を主体とし鉄マンガン重石を少量伴う。

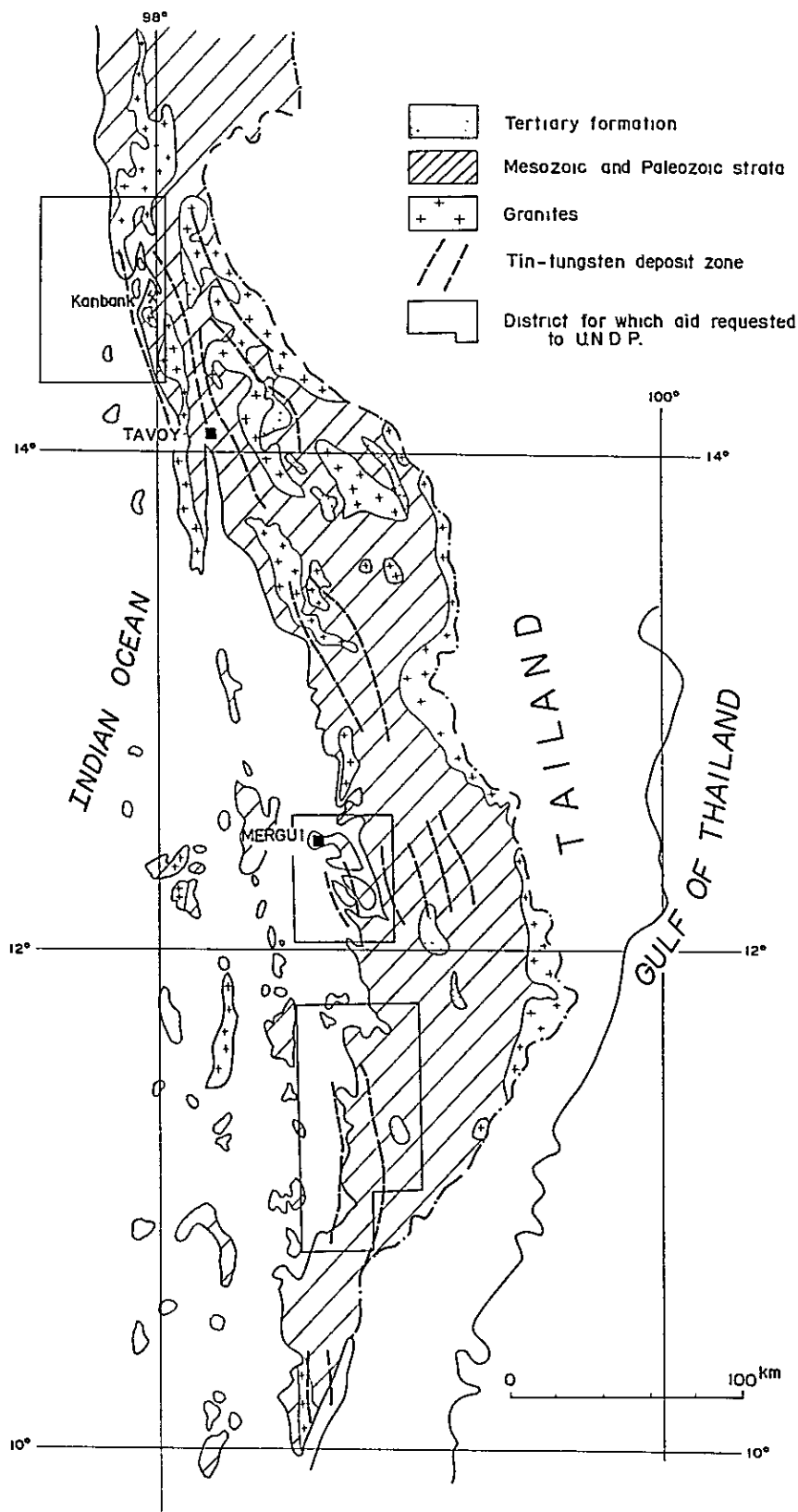
### (5) 採 掘 , 生 産

現在、砂 鉱床を対象に採掘されている。

採 鉱法は水力採 鉱法で、圧水力をモニターから噴出させ砂 鉱床を崩し砂礫と水との混合物を



Fig. 13 Geological Map Showing Deposits of Tenasserim Region



グラベル、ポンプでバロンに送っている。

バロンは一種の比重選鉱操置であって、木製の幅約2mの鍾が直列あるいは並列に配置され、鍾の中には1m～2mおきに高さ約50cmの堰板が設けられ、水の緩急を調節して鉱石鉱物を沈澱させている。

操業期間は雨期の6月から11月の6カ月間で、この間月産平均20LTの錫精鉱(70% SnO<sub>2</sub>)が生産されている。

採掘切羽は2カ所であり、主な山元設備として次のものがある。

貯水ダム： 貯水能力80,000,000立方フィート

水力発電設備： 400kW 1台

グラベル、ポンプ： 110HP 2台

モニター： 2台

バロン： 2設備

屋内水鍾設備： 3台

外に工作工場、その他を有する。

なお、カンバウク鉱山では年間を通して付近の小鉱山より産出される錫、タングステン鉱石を買鉱し、屋内水鍾設備によりタングステン精鉱(65～72% WO<sub>3</sub>)および錫・タングステン混合精鉱が生産されている。

最近の生産実績は次のとおりである。

カンバウク鉱山精鉱生産実績(1969～1970)

月	錫				タングステン				混 合				計			
	T.	C.	Q.	LB	T.	C.	Q.	LB	T.	C.	Q.	LB	T.	C.	Q.	LB
10	22	13	0	3	3	1	2	17	0	8	2	4	26	3	0	24
11	8	13	3	11	0	13	3	24	0	2	1	13	9	10	0	20
12	8	10	2	0	1	10	3	25	0	0	2	3	10	2	0	2
1	3	0	0	4	4	2	0	23	0	0	1	5	7	2	2	4
2	2	3	2	26	0	15	1	26	0	1	0	19	9	0	1	15
3	2	1	0	26	9	10	1	21	0	0	2	8	11	12	0	27
4	1	5	3	17	7	19	1	13	0	0	2	25	9	5	3	27
5	0	7	1	17	6	0	2	14	0	3	1	15	6	11	1	18
6	8	17	2	8	3	10	1	10	0	1	3	21	12	9	3	11
7	20	11	2	5	3	16	0	2	0	15	3	1	25	3	1	8
8	30	19	2	26	5	7	1	8	2	19	2	24	39	6	3	2
9	24	18	1	8	6	15	3	20	3	6	2	25	35	0	3	25
合 計	134	2	3	11	59	4	1	7	8	1	2	25	201	8	3	15

カンバウク鉱山精鉱生産実績(1970~1971)

月	錫				タングステン				混 合				計			
	T.	C.	Q.	LB	T.	C.	Q.	LB	T.	C.	Q.	LB	T.	C.	Q.	LB
10	21	13	2	2	8	12	3	25	2	14	0	15	33	0	2	14
11	14	5	1	25	6	12	3	14	0	16	2	16	21	14	3	27
12	16	3	1	8	13	6	1	4	0	6	1	11	29	15	3	23
1	0	15	2	8	15	12	3	10	0	5	3	7	16	14	0	25
2	0	16	1	17	26	11	0	19	0	6	0	0	27	13	2	8
3	0	7	3	4	26	5	2	21	0	7	3	9	27	1	1	6
4	0	5	0	2	21	4	1	22	0	4	2	20	21	14	0	16
合 計	54	7	0	10	118	6	1	3	5	1	1	22	177	14	3	7

(注) T:英トン  
 C: 1/20 英トン  
 Q: 1/4 C  
 LB: 1/28 Q

(6) 埋 蔵 鉱 量

砂錫鉱床の埋蔵鉱量は次のとおりである。

	(1971年5月)	
	面積 (ft <sup>2</sup> )	精鉱量 72% SnO <sub>2</sub> (LT)
確定鉱量	2,939,100	875
推定鉱量	4,286,325	1,421
予想鉱量	6,841,622	585
期待鉱量	19,698,000	1,099
合 計	33,765,047	3,980

(7) 探 鉱

現在探鉱はほとんど行われていないが、1971年10月~11月にかけて物理探鉱(地震探査, 比抵抗測定)が計画されている。

(8) 結 論

今回、視察したカンバウク鉱山はビルマの主要錫生産地域における代表的砂錫鉱床である。ビルマの錫・タングステン鉱床は南部ビルマの Tenasserim 地域に主に分布し、これらの鉱床は古生代初期の Mergui 統に白亜紀に貫入したと考えられる花崗岩類と関係して生成した含錫・タングステンのペグマタイト脈あるいは石英脈の初生鉱床と、さらに初生鉱床が削剥されて形成された岩屑鉱床と砂鉱床からなる。

当地域における錫・タングステン鉱床の分布を大別すると海岸山脈, 中央山脈および国境山

脈の三つの鉱床群に分けられる。

海岸山脈に分布するもののうち、海浜地帯のドレッシング採掘対象の砂鉱床（4地区）の探鉱、開発について、1970年11月M.D.Cより国連（U.N.D.P）に援助を申し込んでいる。\*

その資金規模は国連援助120万US\$、ビルマ側190万US\$を予定している。

この計画のうち、Heinze盆地の開発については日本の援助を希望している。

また、この計画が国連で取上げられない場合は当地域の探鉱、開発を全面的に日本に依頼したい意向をビルマ政府は持っている。

なお、現在タポイ地方のHeinda錫鉱山の調査が西独の技術協力で実施されており、1971年8月に終了の予定であるが、引続き西独専門家のレコメンドに基づき西独政府借款による開発の協力を提案してくるものと思われ、ビルマ政府はこれを受け入れる予定である。

当地域の錫・タングステン鉱床密集地帯についての探鉱、開発計画の実態は以上のとおりであるが、国連援助計画は海浜地帯に、西独政府援助は一鉱山に限られており、中央山脈および国境山脈に分布する鉱床地帯の協力基礎調査が必要である。

\* United Nations Special Fund Project for prospecting and evaluation—drilling for on—and offshore tin—tungsten placers suitable for dredging.

## Ⅵ. 結 論

今回の金属鉱物資源調査については、ビルマ国政府の好意によって、現在探鉱および稼動中の主要鉱床の報告書を検討することが出来たが、とくにビルマ国政府が現地調査について案内していただいた、モニワ鉱山（探鉱中）、ボードウィン鉱山（銀、鉛、亜鉛）、ナツサン鉱山（アンチモン）、およびカンバック鉱山（錫、タングステン）について、現地予察をおこなった結果について、下記の如き結論に達した。

### 1) モニワ鉱山

現在発見されている、サベドン鉱床、キシンドン鉱床、レバドン鉱床は、M.D.C. によって探鉱を実施しているが、これら3鉱床については地質精査、物理探査（空中磁気探査、地上電磁探査および電気探査〈比抵抗法〉）が完了し、試錐探査の段階に入り、サベドン鉱床は41本（総延長25,300フィート）の試錐が完了し埋蔵鉱量1,200万トン（Cu 1.0-1.2%）が算出されている。キシンドン鉱床については、グリッド試錐22本（平均深度130m）が完了し、あと37本（総延長37,000フィート）の試錐探査がのこされている。またレバドン鉱床については、70本（総延長63,000フィート）の試錐作業がのこされている。そして、キシンドン鉱床、レバドン鉱床の期待鉱量として、約1,570万トン（Cu = 1.2 - 1.4%）が考えられているので、今後4カ年の試錐探査計画（総延長100,000フィート）が完了する頃には、このモニワ鉱山は総計約2,800万~3,000万トン（Cu = 1.2%）の埋蔵鉱量が期待されるのであるが、今後は試錐探査を促進させるために、現在の普通工法による試錐作業でなく、ワイヤー・ライン及び泥水を使用して、試錐作業を早め試錐コアの回収率をたかめる必要がある。また試錐コアおよびスラジの銅品位についての再検討と、同時に柱状図の検討を行ない、鉱体のブロック・ダイグラムを作成し、露天掘操業を想定した鉱面別の可採鉱量計算を行なう必要がある。

このために必要な技術援助方法としては、①鉱山地質技術者を1名派遣する ②試錐計画を促進させるために、ワイヤー・ライン機材（1台~2台）および泥水用ポンプ（1~2組）を援助すると同時に、これらの機材使用法の訓練を行なうために試錐計画技術者を機材とともに派遣する必要がある ③試錐計画100,000フィート（107孔）の探鉱資金援助と、既知の3鉱床以外の周辺地域についての電気探査（例えばI.P.法）の探鉱資金援助が必要で、このためには金属鉱物探鉱促進事業団による海外地質構造調査（補助金）または資源開発協力基礎調査（委託費）の適用が望ましい。

## 2) ボードウィン鉱山

ボードウィン鉱山開発の歴史は古く、1412年頃から中国人によって銀が採行されていたようである。しかし本格的な開発は英国人によって、1908年頃から実施された。

その後第2次大戦によって、その大部分は破かいされたが、現在は一応復旧したけれど品位の低下と坑内の荒廃がいちぢるしいので、生産量の増大が出来ず、また坑内探鉱の不足のため埋蔵鉱量増がなく探鉱方法も旧式のため出鉱能率が悪く、選鉱方法も旧式施設のため、多額の開発および施設改良のための資金を必要としている。このために国連による専門家調査団が1961～1963年にわたって、探鉱、採掘、選鉱、製錬の各部門について調査した結果、ボードウィン鉱山の近代化資金として、約3,000万～5,000万u.s.\$を必要とする報告しているが、このような多額の資金を投入する以前に小規模ながら、もっとも急務な技術援助方法として、坑内探査の再検討によって鉱床の形態を把握することと、坑内採掘切羽を整備する必要がある。このために必要な技術援助方法としては、①坑内探鉱の技術指導と坑内地質図の作成および鉱床の実体を知るために鉱山地質技術者1名を派遣することが望ましい。②坑内採掘切羽を整備し、坑内採掘法の技術指導と訓練をおこなうために中級の探鉱技術者1名を派遣することが望ましい。③援助機材としては、坑内探鉱のスピードを上げるためにスラジ・ボーリング機(深さ10～20m)を2～3台援助することがもっとも望ましい。

## 3) ナツサン鉱山

小規模なアンチモン鉱床で、鉱床の連続性がなく、また鉱床探査のための地質構造支配性についての特徴が発見されていないので、現鉱床をふくめた、広域地質調査を実施し、鉱床探査の指針を見出す必要がある。なおこの周辺部にはアンチモン鉱床が多く分布しているので日本が将来アンチモン鉱を確保する必要があるならば、資源開発協力基礎調査費によって、広域にわたる基礎調査から実施する必要がある。

## 4) カンバウク鉱山

タポイを中心とする錫・タングステン鉱床は、戦前から英国人によって開発されていた世界でも有数の錫・タングステン地域の1つであるが、革命後は、探鉱、および開発の技術者および機材資金不足から生産がのびず今日に到っている。とくに沖積層中に胚胎する砂錫鉱床については、探鉱(試錐)がおくれ、また乾期には水不足のため開発がおくれ、戦前のように年間操業が出来ない状態にある。タングステン鉱床についても同様に探鉱がおかれている。

したがって、現況では砂錫鉱床を開発するためには、広域にわたる探鉱によって鉱量を把握

することと、開発に必要な機材として採掘用機械（例えば大型ドレジャーブルトローザ）および開発資金を必要としているが、この種の砂錫鉍床の探査および開発に関しては、別途専門の調査団を派遣して援助計画について検討する必要がある。尚カンバウク鉍山の北部に位置する Henzie Basin 地区（100km<sup>2</sup>）およびオフ・ショワー（600 km<sup>2</sup>）についての探査は、国連の UNDP 資金援助（190 万 u.s. \$）を申請している。この計画受理の可否は本年 10 月頃になる予定であるが、ビルマ政府としては、もしも採用されない時は日本政府にその技術援助と開発資金援助を希望している。

### 5) Upper chin Hill 地方のニッケル鉍床

西部ビルマ地域、upper chin Hill 地方のカレワ炭鉍の西方約 16 km の Mwefaug hill の超塩基性岩にもなつて珪ニッケル鉍床が最近発見（1964-1966）された。今回は現地調査を行なうことが出来なかつたけれど、M. D. C の説明によると 7 鉍床が確認され、そのニッケル鉍床の分布範囲は約 11,500 平方米におよぶ面積である。現在雨期の期間中だけトレンチ作業と試錐探査を行なっているが、鉍石はガーニーライトで平均の厚さは約 26 m、平均品位は Ni = 1.19 % で、予想鉍量として、約 8,000 万トンに達するといわれている。またこのニッケル鉍床の西部約 20 km の地区にクロム鉄鉍も発見されている。したがって今後日本がこの種のニッケル鉍床を探査・開発する希望があれば、やはり専門の調査団を派遣するか、または資源開発協力基礎調査費の実施候補地域として、検討することが望ましい。

なおこの他に銅鉍床探査地域として考えられるものには、① Misaung Taung（銅鉍脈）地区、② Kyaukse（銅鉍脈）地区、③ Sinbo（銅鉍脈）地区、④ Banmauk-Pinlebu 地区（銅・鉛・亜鉛-鉍脈）、⑤ Thazi 地区があげられるが、いずれもの地区にたいしても基礎調査（広域地質調査、物理探査、地化学探査、試錐探査）がおこなわれていないので、モニワ鉍山と同様に資源開発協力基礎調査の対象地区として、検討することが望ましい。

以上のことから今回のビルマ国の鉍物資源調査の結果から考えられることは、戦前の諸鉍山の大部分は、第 2 次大戦後の独立と革命の結果荒廃しているが、漸次復旧するために最大の努力をつづけていることは十分に観察することが出来た。しかし過去 10 年間の生産量は、すべての鉍種について、約半分になっている。この原因は探査技術者とくに中級技術者の不足と探査資金、および探査機材（試錐機、ジープ等）の不足によって生じたと考えられるので、これらの面について援助活動が実施されることがビルマ国の鉍物資源開発を促進させることになるであろう。

尚現在は諸外国の技術援助としては西ドイツ調査団が Henda 鉍山（錫・タングステン）の周辺について 3 年間の探査をおこなっている。これは 1971 年 2 月にビルマ政府との間に結

ばれた技術協力協定によって、実施されているもので現在6～7人の技術者が派遣されている。

またMawchi鉱山(錫・タングステン)については、ソ連との技術協力協定によって、探鉱が実施されているが、本年1月末に調査が完了して、帰国中で、今後は調査結果から開発協定に入る段階にあるといわれている。この他にカナダ、オーストラリアからも資源開発に関する技術援助が申し込まれているようである。

なお、この他にビルマ国政府の鉱物資源開発関係機関における責任ある人(M. D. Cから Mining Geologist 1名, M. B. C から Mining Engineer 1名, Metallurgist 1名)を日本に招待し、日本の金属鉱業の現状を知っていただくことと、ビルマ側の中級技術者(Mining Geologist, Mining Engineer, Drilling Engineer 3名)を約1カ年間日本で研修させることは将来のビルマ国の鉱物資源開発にとって最大の貢献をすることになると考えられるので、是非実現化を要望する。



## Ⅶ. 主要参考文献

〔単行本〕

- 1) H. L. Chhiber ( 1934 ) : The Mineral Resources of Burma pp 432 London
  - 2) H. L. チ ッ パ ー, 南洋協会訳 ( 1942 ) : ビルマ鉱産資質 pp 432 日本評論社
  - 3) 木下亀城 ( 1944 ) : 南方地域の鉱物及鉱業 pp 304 井田書店
  - 4) J. C. Brown, A. K. Dey ( 1955 ) : India's Mineral Wealth pp 761 Oxford Univ. Press
  - 5) アジア経済研究所編 ( 1962 ) : 東南アジアの資源構造 pp 250 アジア経済研究所
  - 6) 高橋武編 ( 1962 ) ビルマの労働の事情 pp 273 アジア経済研究所
  - 7) 黒崎英雄編 ( 1960 ) ビルマの金融事情 pp 390 アジア経済研究所
  - 8) 電力中央研究所編 ( 1963 ) : ビルマの鉱産資源 ( 正・続 ) pp 1-93 pp1-116 ( 資料室資料海外 第95号 )
  - 9) 原 覚天 ( 1963 ) : アジアの経済 ( 中公新書 20 ) pp 210 中央公論社
  - 10) 林 雄二郎 ( 1967 ) : アジアのエネルギー pp 138 アジア経済研究所
  - 11) 中村豊一 ( 1967 ) : タイ・ビルマ ( 東南アジア開発選書 4 ) pp 287 鹿島平和研究所出版会
  - 12) ジャン・デルヴェール, 菊地一雄訳 ( 1969 ) : 東南アジアの地理 ( クセジュ文庫 446 ) pp 155 白水社
  - 13) 外務省経済局編 ( 1969 ) : ビルマ ( 世界経済ハンドブック ( 8 ) ) pp 77 日本国際問題研究所
  - 14) 日本貿易振興会編 ( 1969 ) : 世界貿易事典 ( 東南アジア ) pp 52-81 日本貿易振興会
  - 15) 海外経済調査研究会編 ( 1970 ) : 外国の知識 ( 東南アジア ( 2 ) ) pp 320 海外経済調査会
  - 16) 戸田弘之 ( 1970 ) : アジアの鉄鋼業 pp 262 アジア経済研究所
  - 17) 大野 徹 ( 1970 ) : 知られざるビルマ pp 292 芙蓉書房
  - 18) 渡辺 光編 ( 1971 ) : 東南アジア ( 世界地理 ( 2 ) ) pp 451 朝倉書店
- 〔 雑 誌 〕
- 1) 斉藤林次, 魚住 悟 ( 1959 ) : ビルマ炭田視察記 vol. 9. No. 35 pp 179-189  
鉱山地質
  - 2) 地質調査所編 ( 1961 ) : ビルマ地質調査所 地質ニュース No 79
  - 3) 村岡 誠 ( 1962 ) : ビルマ連邦の鉱業—とくにアンチモニー鉱業について— vol 12,

No 54, pp, 229 - 235 鉞山地質



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----