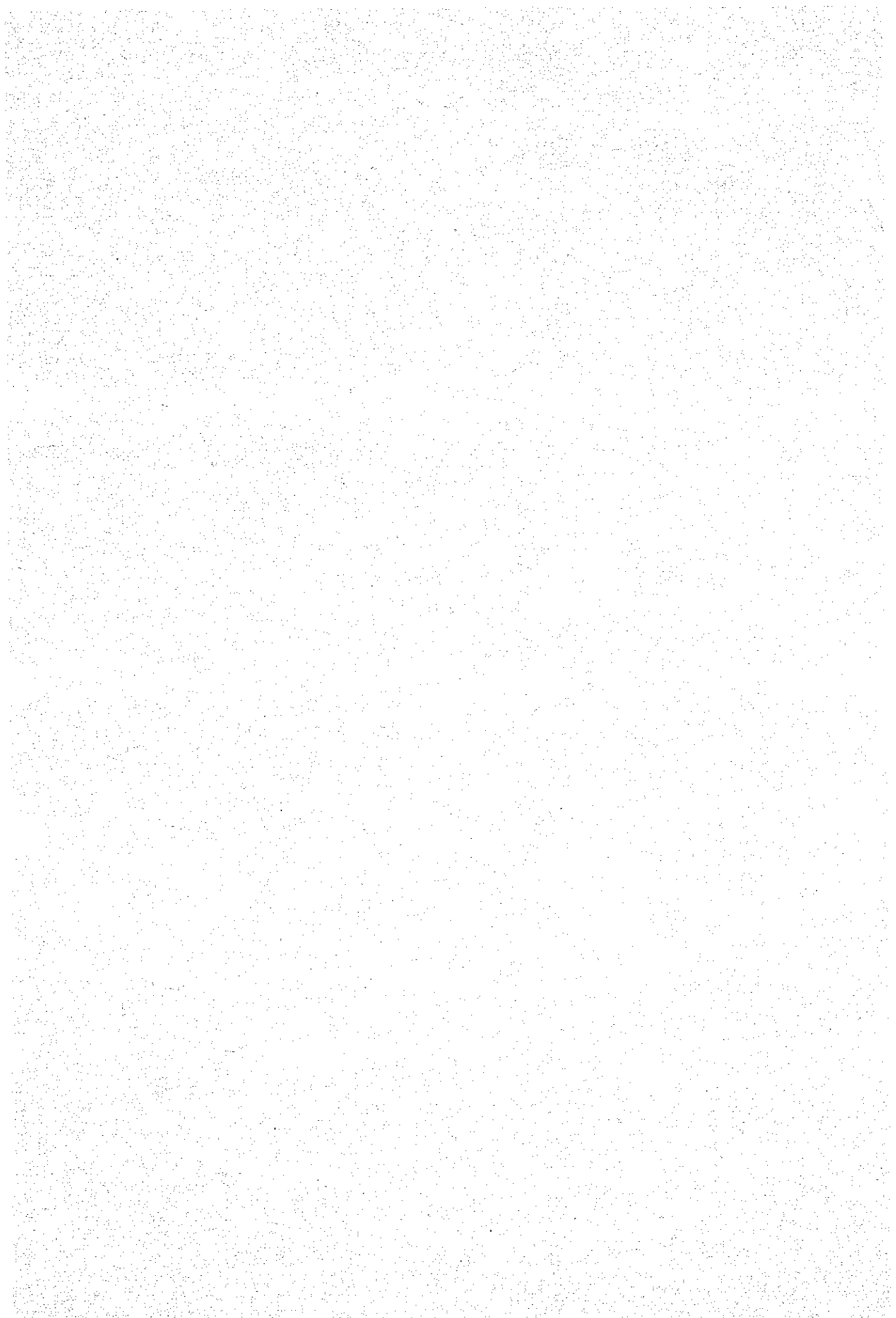


マレーシア・サラワク地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

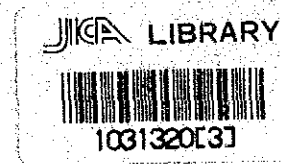
昭和60年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



マレーシア・サラワク地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書



昭和60年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 4. 30	113
登録No. 11415	66.1
	MPN

は し が き

日本政府は、マレーシア政府の要請に応じて、マレーシア・サラワク地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託した。

調査は昭和57年度から昭和59年度まで3ケ年にわたって実施され、マレーシア政府関係機関特にマレーシア地質調査所の多大なる協力を得て予定通り完了した。

本報告書は3年間の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力いただいたマレーシア政府関係機関並びに日本国外務省、在マレーシア日本大使館及び関係会社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

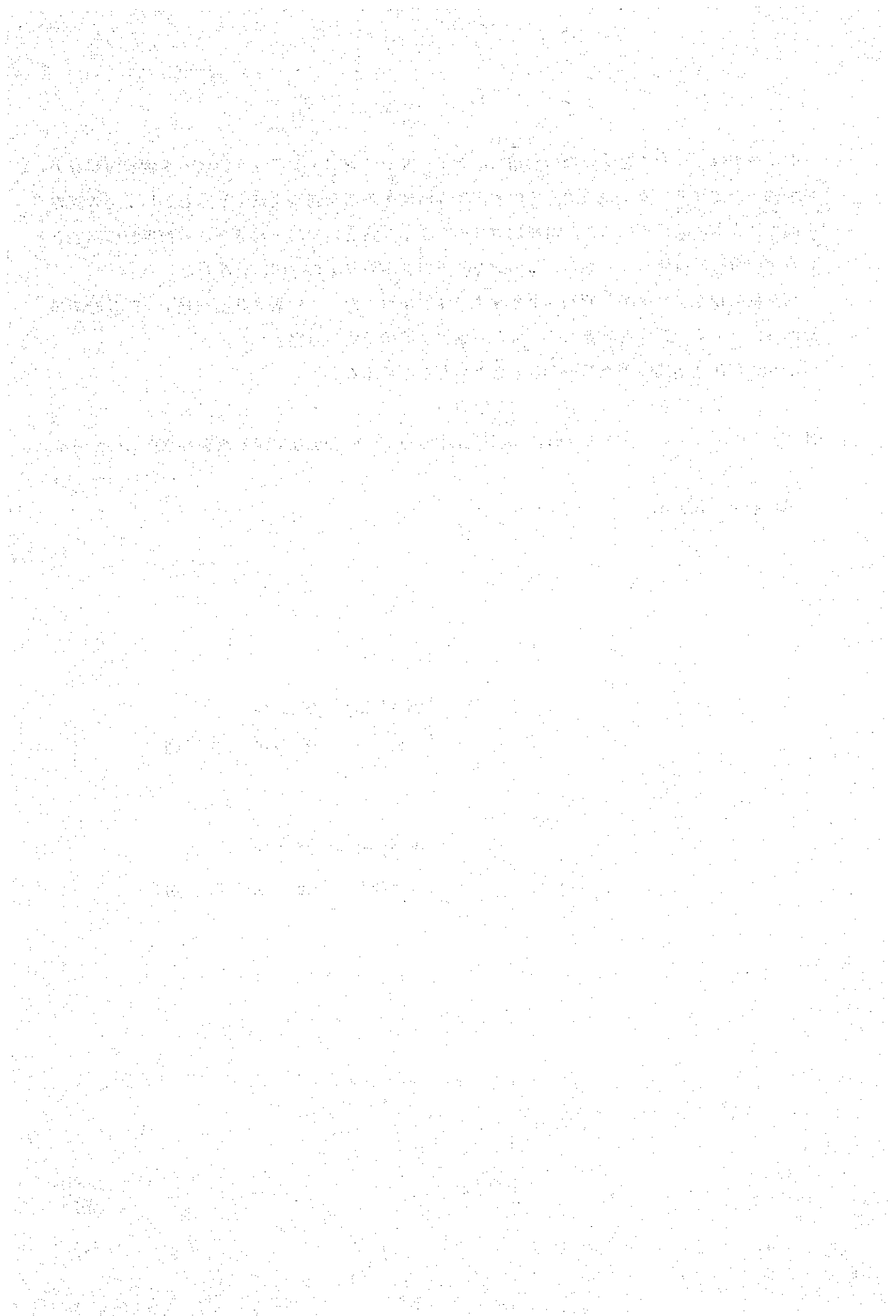
昭和60年3月

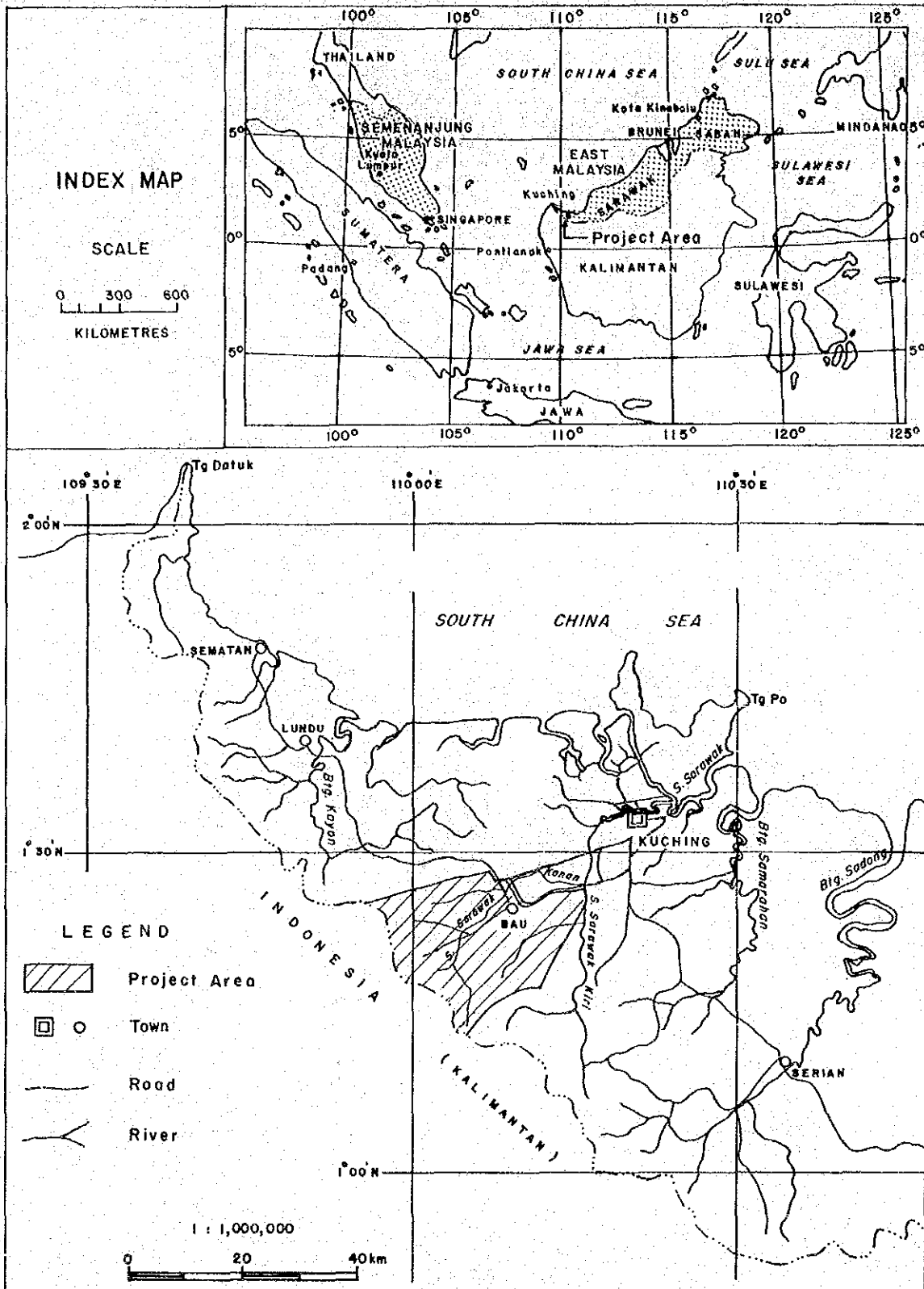
国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起





SM I220/1/83

第 1 図 プロジェクト地域位置図

1942

1943

1944

1945

1946

1947

1948

1949

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

1962

目 次

は し が き
目 次
要 約

第I部 総 論

第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調 査 範 囲	1
1-3 調 査 の 概 要	2
1-4 調査団の編成	5
第2章 調査地域の概要	9
2-1 位置及び交通	9
2-2 地形及び水系	9
2-3 気候及び植生	10
第3章 既往調査の概要	11

第II部 地 質 調 査

第1章 総 説	13
第2章 地 質	15
2-1 写真地質解析	15
2-2 層 序	16
2-3 貫 入 岩 類	18
2-4 火成岩類の化学組成と絶対年代	19
2-5 変成作用と変質作用	21
2-6 地 質 構 造	22
第3章 鉞 床	25
3-1 総 説	25
3-2 鉞 床 各 説	26

第Ⅲ部 地化学探査

第1章 総説	37
第2章 第一年次の地化学探査	39
2-1 調査方法	39
2-2 解析結果	39
第3章 第二年次の地化学探査	43
3-1 調査方法	43
3-2 解析結果	44
第4章 第三年次の地化学探査	47
4-1 調査方法	47
4-2 解析結果	47

第Ⅳ部 物理探査

第1章 総説	49
第2章 スペクトル I.P. 法電気探査	51
2-1 調査方法	51
2-2 解析結果	51
第3章 I.P. 法電気探査	53
3-1 調査方法	53
3-2 解析結果	54

第Ⅴ部 ボーリング調査

第1章 総説	57
第2章 ボーリング調査の結果	59
2-1 MJM-1孔	59
2-2 MJM-2孔	60
2-3 MJM-3孔	61

第Ⅵ部 結論及び提言

第1章 結 論	63
第2章 提 言	65
参 考 文 献	67

図 表 一 覧

挿入図

第 1 図	プロジェクト地域位置図
第 2 図	プロジェクトの流れ
第 I - 1 図	調査地域位置図
第 II - 1 図	パウ地域地質総括図
第 II - 2 図	プロジェクト地域地質図
第 II - 3 図	岩石化学分析及び絶対年代測定サンプル位置図
第 II - 4 図	酸化物変化図
第 II - 5 図	CaOと固結指数との関係図
第 II - 6 図	ノルム石英-正長石-斜長石三角ダイアグラム
第 II - 7 図	鉱床及び鉱徴地分布図
第 II - 8 図	ラッキーヒルA, クリアン山及びパウ山鉱床
第 II - 9 図	アロン・バキット山B鉱床
第 II - 10 図	サブラン鉱床
第 II - 11 図	ルモ鉱床
第 II - 12 図	ビディ鉱床
第 II - 13 図	ロピ山鉱化帯
第 III - 1 図	パウ地域川砂分析成分デンドログラム
第 III - 2 図	パウ地域川砂地化学成分別異常分布図
第 III - 3 図	パウ地域川砂地化学異常帯分布図
第 III - 4 図	ジャンプサン-タイ・パリット地区地化学異常面総合解析図
第 III - 5 図	ロピ山-ジュアラ山地区地化学異常分布図
第 III - 6 図	アピ山-ブテ川地区砂金分布図
第 IV - 1 図	タイ・トン地区スペクトル I.P. 測線位置図
第 IV - 2 図	ロピ山地区 I.P. 測線位置図
第 IV - 3 図	ロピ山地区 K 測線 I.P. 断面図
第 IV - 4 図	ロピ山地区 I.P. 平面解析図
第 V - 1 図	ロピ山地区ボーリング孔位置図
第 V - 2 図	ロピ山地区ボーリング地質断面図

挿入表

第Ⅰ-	1表	年次別調査概要
第Ⅱ-	1表	岩石化学分析値及びノルム計算結果一覧表(第一年次)
第Ⅱ-	2表	岩石化学分析値及びノルム計算結果一覧表(第二年次)
第Ⅱ-	3表	K-Ar年代測定結果一覧表
第Ⅲ-	1表	パウ地域川砂地化学因子分析結果
第Ⅲ-	2表	パウ地域川砂地化学異常帯一覧表
第Ⅴ-	1表	ロピ山地区ボーリング・コア鑑定及び分析結果のまとめ

添付表

付表1	パウ地域鉍床及び鉍微地一覧表
付表2	岩石及び鉍石分析結果一覧表(第一年次)
付表3	岩石及び鉍石分析結果一覧表(第二年次)
付表4	岩石及び鉍石分析結果一覧表(第三年次)

別添図

Geological Map of Bau Area, West Sarawak (Scale 1:50,000)

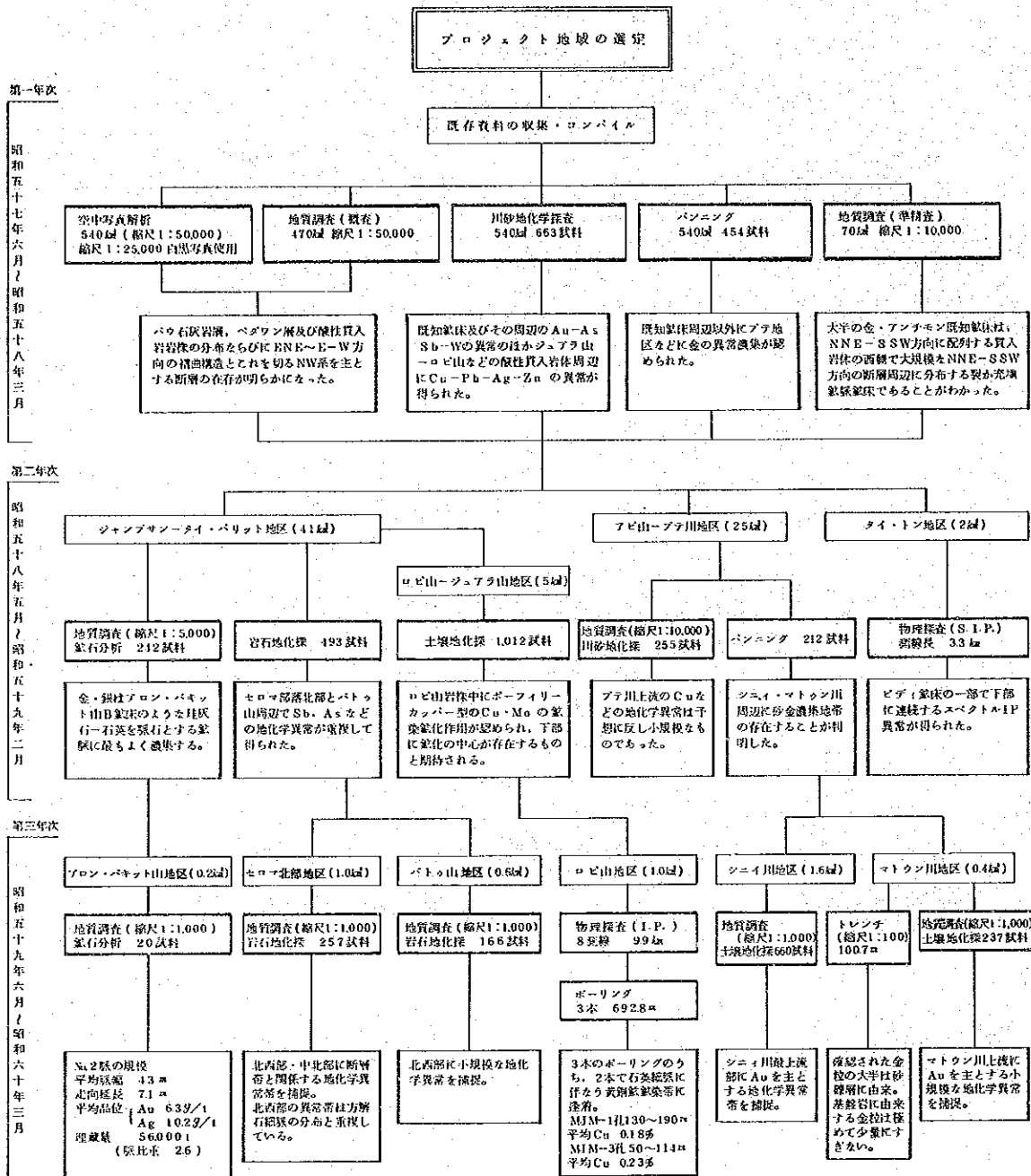
要 約

マレーシア・サラワク地域における資源開発協力基礎調査は、この地域の詳細な地質状況を解明し、鉛床賦存状況を把握することを目的として、昭和57年度から3ケ年にわたって実施された(第2図)。

その第一年次(昭和57年7月～昭和58年3月)には、この地域の地質層序・地質構造と鉛化作用の概略及び広域的地化学異常分布を把握するため、空中写真解析を併用した地質調査及び地化学探査を実施した。その結果、この地域の地質層序・地質構造が明らかになり、既知鉛床については、銅・鉛・亜鉛→金・アンチモン→水銀の広域的帯状分布を示していることが判明した。また、川砂による地化学探査によって、19の地化学異常帯が抽出された。

第二年次(昭和58年5月～昭和59年2月)には、この地化学異常のうち重要性の高い5ヶ所の異常帯を含む地区に対して、有望地区を抽出するため地質調査・地化学探査及び物理探査(スペクトルI.P.法)を実施した。その結果、ロピ山南部にポーフイリーカッパー型鉛徴、アロン・バキット山南部の探鉛跡において高品位金鉛脈、セロマ北部及びバトゥ山周辺の石灰岩中に金・アンチモン鉛床を指示するSb・Asなどの地化学異常帯並びにシニィ川及びマトゥン川周辺に砂金濃集地帯が存在することが判明した。

第三年次(昭和59年6月～昭和60年3月)には、これらの地区に対して、地質調査・地化学探査、物理探査(I.P.法)及びボーリングを実施し、鉛床賦存の可能性を追求した。その結果、ロピ山地区の3孔のボーリングのうち2孔でポーフイリーカッパー型の黄銅鉛鉛染帯に逢着し、MJM-1孔深度139mから190mでCuO.18%,MJM-3孔深度50mから114mでCuO.23%の平均品位が得られた。また、アロン・バキット山南部の金鉛脈は、平均脈幅4.3mで走向方向に約71m連続しており、56,000t(平均品位Au6.3g/t, Ag10.2g/t)以上の埋蔵量が期待できることが判明した。このほか、セロマ北部、バトゥ山、シニィ川及びトゥン川の各地区に、金・アンチモン鉛化作用を指示する地化学異常を把握したが、鉛徴の発見までには至らなかった。



第 2 図 プロジェクトの流れ

第I部 総論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

マレーシア政府は、1900年代初期に多量の金の産出によって隆盛を極めた西部サラワクの鉱業活動の復活を図るため、第四次マレーシア計画(1981-1985)において、パウ(Bau)地区及びルンドゥーセマタン(Lundu-Sematan)地区の総合的な鉱物資源探査計画を策定、その実施について日本政府の協力を要請した。

日本政府は、マレーシア政府の要請に応え、昭和57年6月事前調査・協定折衝調査団を現地に派遣し、マレーシア総理府経済企画部及びマレーシア地質調査所と調査計画及びその実施の細部について検討した。この結果、最もポテンシャルが高いとみられるパウ地区の調査を同年7月より開始することで合意し、昭和57年6月16日調査団と経済企画部との間でサラワク地域資源開発協力基礎調査の作業協定(scope of work)が締結された。

パウ地区は多数の金・アンチモン鉱床が密集するパウ鉱床区を有し、サラワク州における現在までの産金量の大部分をこの地区から産出しており、西部サラワクの鉱業の中心をなしている。

このプロジェクトの目的は、調査地域内の層序、地質構造、火成活動並びに鉱化作用を詳細に調査して、これらの特性と相互関係を解明するとともに、地域内に分布する既知鉱床の実態を明らかにし、既知鉱床の水平的・垂直的延長部を含む鉱床賦存の可能性の高い区域を抽出し、その開発の可能性の有無を検討することにある。

1-2 調査範囲

本プロジェクトの対象地域は、第1図に示される。

北 縁：サラワク・カナン(Sarawak Kanan)川とサラワク・キリ(Sarawak Kiri)川との合流点からパウ(Bau)-ルンドウ(Lundu)道路を経て、インドネシアとの国境ラヤ(Raya)山に至る線。

南西縁：ラヤ山からブルネイ山を経て、ベリ(Beri)山に至る国境線。

南東縁：ベリ山よりブンゴ(Bungo)山脈最北縁部を経て、上記合流点に至る線。

で境された面積540Km²の範囲である。地域のほぼ中央部には鉱床の密集するパウ鉱床区(面積約260Km²)が位置している。

調査は、昭和57年度より59年度まで3箇年にわたって実施したが、各年次ごとに有望区域を絞る段階的手法を採り、第一年次は全域を対象に、第二年次は、第一年次の調査範囲内から有望として抽出された4区域合計68Km²について、更に第三年次は、第二年次の調査範囲から絞られた6地区合計4.8Km²について、それぞれ調査を実施した。

各年次ごとの調査範囲を第 I - 1 図に示した。

1-3 調査の概要

このプロジェクトでは、第 I - 1 表に示される通り、地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査を、調査の目的と精度に応じた組合せにより実施した。また、採取試料の測定・分析・結果の解析、報告書作成等は、一部の試料の分析を除いて全て現地で行った。

調査の経過及び各年次ごとの調査概要は次の通りである。

第 I - 1 表 年次別調査概要

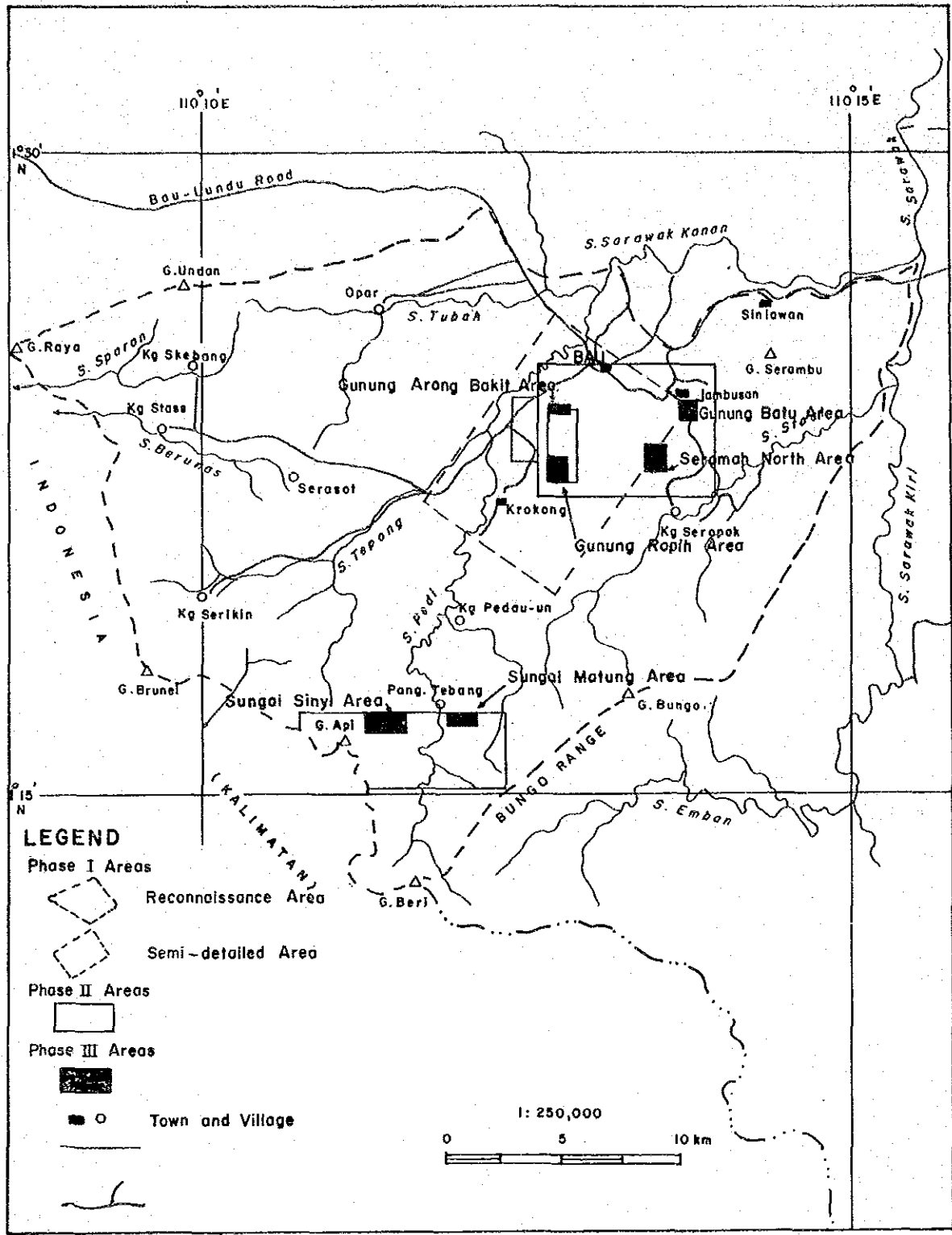
	Phase I	Phase II	Phase III
Field Work	July 29 ~ Oct. 20, 1982	May 11 ~ May 19, 1983	June 5 ~ Nov. 4, 1984
Geological Survey	July 29 ~ Oct. 20, 1982	June 6 ~ Aug. 10, 1983	June 10 ~ Aug. 4
Area Surveyed	540 km ²	66 km ²	3.8 km ²
Length of Route Traversed	620 km	254.6 km	69.7 km
Geochemical Survey	July 29 ~ Oct. 20, 1982	May 20 ~ Aug. 6, 1983	June 17 ~ Aug. 4
Area Surveyed	540 km ²	66 km ²	3.6 km ²
Stream Sediment Samples Collected	663	255	-
Panned Concentrate Samples Collected	454	212	296
Soil Samples Collected	-	1,019	897
Rock Samples Collected	-	493	423
Geophysical Survey	-	Aug. 29 ~ Oct. 15, 1983	June 10 ~ July 24, 1984
I. P. Method	-	-	9.9 km
Total Length Surveyed	-	-	-
Spector I. P. Method	-	3.3 km	-
Total Length Surveyed	-	-	-
Drilling Exploration	-	-	July 27 ~ Nov. 5, 1984
Number of Holes	-	-	3
Total Depth Drilled	-	-	693
Data Processing, Interpretation and Report Preparation in Malaysia	Oct. 21, 1982 ~ Feb. 16, 1983	Oct. 3 ~ Jan. 21, 1984	Aug 5 ~ Dec. 28, 1984
Printing of Report in Japan	Feb. 17 ~ Mar. 10, 1983	Jan. 22 ~ Feb. 10, 1984	Dec. 29, 1984 ~ Mar. 5, 1985

1-3-1 第一年次調査

第一年次調査は、地域内の地質層序を確立すること、地質構造、火成活動及び地化学的特性を解明すること、並びに既知鉱床の鉱床地質学的特性を把握することにより今後の鉱床探査に有益な指針を得ることを目的として、地質概査、地化学概査及び地質準精査を実施した。また、地質調査の精度向上のため、簡易空中写真解析とランドサット画像のリニアメント解析を現地で行った。

地質概査は、準精査範囲を除く 470 Km² について、既存資料などから予め計画された調査ルートに沿って実施し、結果は縮尺 1:50,000 の地質図にまとめた。

地化学概査は、準精査範囲を含む全域 540 Km² について、川砂の採取とベンニングによる



SMI469/12/84

第 I - 1 図 調査地域位置図

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for ensuring transparency and accountability in financial operations. This section also highlights the role of internal controls in preventing fraud and errors.

2. The second part of the document focuses on the implementation of robust risk management strategies. It outlines various risk assessment techniques and provides guidance on how to identify, measure, and mitigate potential risks. The text stresses the need for a proactive approach to risk management to protect the organization's assets and reputation.

3. The third part of the document addresses the importance of effective communication and reporting. It discusses the need for clear and concise communication channels and the role of regular reporting in keeping stakeholders informed. This section also touches upon the importance of maintaining confidentiality and data security.

4. The fourth part of the document discusses the importance of continuous improvement and monitoring. It emphasizes that organizations should regularly review their processes and procedures to identify areas for improvement. This section also highlights the role of key performance indicators (KPIs) in measuring organizational success and progress.

5. The fifth part of the document discusses the importance of compliance with relevant laws and regulations. It outlines the various legal and regulatory requirements that organizations must adhere to and provides guidance on how to ensure compliance. This section also highlights the consequences of non-compliance and the importance of staying up-to-date with changes in the regulatory environment.

6. The sixth part of the document discusses the importance of ethical conduct and corporate social responsibility (CSR). It emphasizes that organizations should operate in an ethical and transparent manner and should be committed to making a positive impact on society. This section also highlights the role of CSR in enhancing the organization's reputation and long-term sustainability.

7. The seventh part of the document discusses the importance of talent management and employee development. It outlines various strategies for attracting, retaining, and developing top talent. This section also highlights the role of training and development programs in enhancing the skills and capabilities of the workforce.

8. The eighth part of the document discusses the importance of financial management and budgeting. It outlines various techniques for managing the organization's finances and provides guidance on how to develop and maintain a budget. This section also highlights the role of financial reporting in providing stakeholders with accurate and timely information.

9. The ninth part of the document discusses the importance of innovation and research and development (R&D). It emphasizes that organizations should invest in R&D to drive innovation and stay competitive in the market. This section also highlights the role of intellectual property protection in safeguarding the organization's innovations.

10. The tenth part of the document discusses the importance of crisis management and business continuity planning. It outlines various strategies for preparing for and responding to crises and provides guidance on how to develop a business continuity plan. This section also highlights the role of crisis communication in managing the organization's reputation during a crisis.

金の濃集部の追跡を行い、663個の川砂試料のAu, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Sb, As, Mo, Hg, W, Ba, U について分析した。採取された454個のパンニング試料については、実体鏡下で金粒数を計測した。

地質準精査は、既知鉱床が最も密集する70Km²に対して、鉱床の実態把握を行い、結果は、縮尺1:10,000地質図並びに1:1,000~1:2,000の地質鉱床図としてまとめた。

空中写真解析では、既存の縮尺1:25,000黑白空中写真をもとに、岩相の大別とリニアメントの抽出等による主要地質構造の判読を目的として行い、その結果は地質図作成に活用した。

地質調査の結果から、調査地域はENE-WSW方向の褶曲とNNE-SSW方向及びNW-SE方向の断層によって特徴づけられること、既存の金、アンチモン鉱床の大部分は石灰岩中にあり特に石灰岩を貫く第三紀酸性貫入岩岩株付近のNNE-SSW方向の断層周辺に集中すること、などが明らかとなり、更に酸性貫入岩岩株中でCu-Moの鉱徴を確認した。

一方、地化学探査の結果、既知鉱床及びその周辺の石灰岩分布域でAu, As, Sb, Wの異常が得られ、酸性貫入岩岩株の周辺ではCu, Pb, Zn, Mo, Agの異常が得られた。パンニングの結果、既知鉱床分布域以外に、地域の南部にも金の濃集部が存在することが判明した。

これらの結果を総合的に検討した結果、鉱床賦存の有望区域として、4地域・面積68km²が抽出された。

1-3-2 第二年次調査

第二年次調査では、第一年次調査結果に基づいて抽出された4地区について、地質調査、地化学探査及び物理探査を実施した。現地調査に先立ち、ジャンブサン(Jambusan)-タイ・パリット(Tai Parit)、ジュアラ山(Gunung Juala)-ロピ山(Gunung Ropih)及びタイ・トン(Tai Ton)の3地区を含む面積70Km²の範囲について、航空写真を基にして縮尺1:5,000及び1:10,000の地形図を作成した。

(1) ジャンブサン-タイ・パリット地区(面積36Km²)

母岩の岩質との関係及び地質構造との関係を重視しながらパウ石灰岩層中に胎児する金アンチモン鉱床の特性を、解明することを目的として、地質精査、地化学探査および旧坑調査を実施した。

地質精査はあらかじめ計画された踏査ルートに沿って実施し、縮尺1:5,000のルート・マップを作成した。地化学探査は石灰岩分布域の岩石を対象とし、その試料採取は地

質調査と並行して実施した。旧坑調査は多数ある探鉱・採掘跡のうち鉱床露頭の観察できるものを選び、それを詳細にスケッチし、分析用試料を採取した。その結果、金は石英-珪灰石脈中によく濃集し、方解石脈では一般に低品位であることが明らかとなり、また岩石地化学探査の結果、東部の石灰岩台地において2箇所の顕著なSb, As, Hgなどの地化学異常帯が得られた。

(2) ロピ山-ジュアラ山地区 (面積 5 Km²)

酸性貫入岩岩株及びその周辺の石灰岩類中に胚胎が予想される銅・鉛・亜鉛の鉱脈型ないし鉱染・網状型の鉱化作用の特性を解明するため地化学探査と地質精査を実施した。

地化学探査はロピ山・ジュアラ山両貫入岩岩株分布域内の土壌を対象として行った。探試は25m×100m及び25m×50mのグリッド方式でB層土壌を採取した。

地質精査は地化学探査の探試測線に沿って行い、縮尺1:5,000のルート・マップを作成した。

その結果、ロピ山岩株中にポーフイリーカッパー型の銅・モリブデンの鉱染鉱化作用の存在が確認され、Au, Ag, Cu, Pb, Zn 及びMoの地化学異常帯の分布が明らかになった。

(3) アピ山-プテ川地区

第一年次の地化学探査によって異常が得られたプテ川及びアピ山周辺の鉱化状況を把握し、鉱化作用の特性を解明するため、地質準精査はあらかじめ計画されたルート(主として沢)に沿って実施し、縮尺1:10,000のルート・マップを作成した。地化学探査は川砂を対象とし、主として沢口において80メッシュ・アンダーの川砂を採取し分析試料とした。パンニングは主として砂金を対象とし、原則として川砂試料採取地点で実施した。

その結果、第一年次調査で得られたCuなどの地化学異常帯は予想に反し小規模なものであったが、シニイ川及びマトウン川周辺に砂金濃集地帯が存在することが判明した。

(4) タイ・トン地区

金・アンチモン既知鉱床の垂直並びに水平方向の連続性の有無を確認するとともに、パウ石灰岩層の地下構造を解明するため、タイ・トンB、ビディ南部(Bidi South)の3鉱床でスペクトルIP法電気探査を実施した。

その結果、ビディ鉱床の一部で下部に連続するスペクトルIP異常が得られたが、硫化物をほとんど含まないタイ・トンB鉱床のような方解石脈では異常帯は捕捉できなかった。

以上の調査結果から、鉱床賦存の可能性の最も高い範囲として、ジャンプサン タイ・パレット地区より3区域(面積1.8Km²)、ジュアラ山-ロピ山地区より1区域(面積1.0Km²)、アピ山-プテ川地区より2区域(面積2.0Km²)の合計6区域(面積4.8Km²)が抽出された。

1-3-3 第三年次調査

第三年次の調査では、第二年次調査によって抽出された6地区において、地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査を実施した。

(1) セロマ北部及びバトウ山地区（面積1.6Km²）

金・アンチモン鉱床賦存の可能性の有無を確認するため第二年次の岩石地化学探査によって得られた地化学異常域に対し、調査密度を上げて地質調査及び岩石地化学探査を実施した。

その結果、セロマ北部地区の北西部でENE-WSW方向の地化学異常帯をそれぞれ検出した。これらの異常帯はいずれも断層帯と密接に関係し、Au及びSb鉱化作用の潜在する可能性が明らかとなった。

(2) アロン・パキット山地区（面積0.2Km²）

アロン・パキット山B鉱床No.2高品位金鉱脈の走向方向の連続性を明らかにするため、地質精査及びチャンネル・サンプリングを実施した。

その結果、No.2探鉱跡の金鉱脈は平均脈幅4.3mで走向方向に約71m連続しており、その平均品位は、Au 6.3 g/t、Ag 10.2 g/tであることが明らかとなった。

(3) シニィ川及びマトウ川地区（面積2.0Km²）

砂金の分布状態を明らかにし、その源の初生金鉱化作用の存在を確認するために、地質精査、バンニング、トレンチ調査及び土壌地化学探査を実施した。

その結果、シニィ川最上流部にAuを主とする地化学異常を検出し、マトウ川上流部にAuを主とする小規模な地化学異常を捕捉したが、顕著な初生金鉱化作用は確認できなかった。

(4) ロビ山地区（面積1.0Km²）

銅・モリブデン鉱染鉱化作用の地下深部への連続性を解明するために、I.P法電気探査による物理探査及びボーリング調査を実施した。

その結果、第二年次調査で得られた地化学異常帯下部のI.P.異常に対する2本のボーリングによって、小規模ながらポーフリーカッパー型の銅鉱染鉱化作用を捕捉した。

1-4 調査団の編成

本調査の計画と折衝、現地調査及び解析に参加した調査員は次の通りである。

1) 第一年次調査

[計画及び折衝]

日 本 側	マ レ イ シ ア 側
田 所 久 造 (金 属 鉱 業 事 業 団)	Mohd. Yusof Ismail (総 理 府 経 済 企 画 部)
神 部 靖 (")	Ho Yok Ling (")
小 山 恭 一 (")	Wong Peg Har (")
馬 場 洋 三 (")	Chung Sooi Heng (地 質 調 査 所 本 部)
越 後 哲 雄 (")	Kho Chin Heng (地 質 調 査 所 サ ラ ワ ク 支 所)
大 迫 次 郎 (")	Chen Shick Pei (")
福 田 洋 一 (資 源 エ ネ ル ギ ー 庁)	Victor Hon (")
笠 間 猛 (")	
向 井 英 昭 (国 際 協 力 事 業 団)	
谷 口 洋 文 (大 手 開 発 株 式 会 社)	
脇 田 健 治 (")	

[現 地 調 査 及 び 解 析]

日 本 側	マ レ イ シ ア 側
谷 口 洋 文 (団 長, 全 般)	Victor Hon (リ ー ダ ー, 全 般)
林 育 浩 (地 質, 地 化 学, 報 告 書)	Dorani bin Johari (地 質, 地 化 学, 報 告 書)
川 井 正 和 (地 質, 地 化 学, 写 真 地 質)	Paul Ponar Sinjeng (")
野 並 集 (地 質, 地 化 学)	Charles Chin (分 析)
佐 藤 哲 男 (")	
大 内 敏 郎 (分 析 指 導)	

2.) 第 二 年 次 調 査

[計 画 及 び 折 衝]

日 本 側	マ レ イ シ ア 側
沢 谷 勝 三 (金 属 鉱 業 事 業 団)	Mohd. Yusof Ismail (総 理 経 済 企 画 部)
逆 瀬 川 敏 夫 (")	Musniarti Tami (")
馬 場 洋 三 (")	Mohd. Aminuddin Hashim (")
大 迫 次 郎 (")	Ho Yok Ling (")
阿 部 信 司 (国 際 協 力 事 業 団)	Santokh Singh (地 質 調 査 所 本 部)
河 西 達 (")	Kho Chin Heng (地 質 調 査 所 サ ラ ワ ク 支 所)

山本雅生(")	Chen Shick Pei (")
安永美津雄(大手開発株式会社)	Victor Hon (")
谷口洋文(")	

[現地調査及び解析]

日 本 側	マレーシア側(地質調査所サラワク支所)
安永美津雄(団 長 , 全 般)	Victor Hon (リーダー, 全 般)
谷口洋文(地 質, 地 化 学)	Dorani bin Johari(地質, 地化学, 報告書)
林 育 浩(地質, 地化学, 報告書)	Paul Ponar Sinjeng (")
野 並 集(地 質, 地 化 学)	Wan Zawawie bin Wan Akil (物理探査)
佐々木 進(物 理 探 査)	Charles Chin (分 析)
田 中 富 雄(")	Pang Suh Cem (")
松久保 和 人(")	

3) 第三年次調査

[計画及び折衝]

日 本 側	マレーシア側
石田 真(金属鉱業事業団)	Mohd. Yusof Ismail (総理府経済企画部)
中山 健(")	Ho Yok Ling (")
馬場洋三(")	Santokh Singh (地質調査所本部)
上木隆司(")	Ee Heng Yin (")
林 育 浩(大手開発株式会社)	Kho Chin Heng(地質調査所サラワク支所)
谷口洋文(")	Chen Shick Pei (")
	Victor Hon (")

[現地調査及び解析]

日 本 側	マレーシア側
林 育 浩(団 長 , 全 般)	Victor Hon (リーダー, 全 般)
谷口洋文(地質, 地化学, 報告書)	Dorani bin Johari (地 質, 地 化 学)

賀 来	学(物 理 探 査)	Paul Ponar Sinjeng (地質, 地化学, 報告書)
松久保 和 人	(")	Wan Zawawie bin Wan Akil(物 理 探 査)
兔 沢 富 衛	(ボ ー リ ン グ 調 査)	Charles Chin (分 析)
大 森 輝 男	(")	
浜 崎 真 人	(")	

第2章 調査地域の概要

2-1 位置及び交通

調査地域はサラワク州行政区の第一県バウ地区に属し、サラワク州州都クチン(Kuching)の南西15Kmのサラワク・カナン川とサラワク・キリ川との合流点から、同50Kmのインドネシアとの国境までの間の、サラワク・カナン川の中〜上流部の全流域を包含する範囲を占めている。

本地域内にはバウ地区の行政の中心であるバウ町と、53の中・小部落があり、これらは主として道路及び主要河川に沿って発達している。バウ町は地域内最大の集落で、クチンより道路距離35Km、車で約45分である。中・小部落の主要なものとしては、シニアワン、ジャンブサン、ビディ、クロコン、オバ、スケパン、セリキン、セロマなどがあり、これらの部落には野外調査期間中サブ・キャンプを設置した。

地域内の交通路としては、地域の北縁をなす幹線道路と、バウ町から主要部落へ通ずる小道路よりなり、全般に車輛道路の発達が悪い。幹線道路はクチンよりバウ町を経てルンドウ、セマタン(Sematan)地方へ連絡するもので、クチンよりバウ町西方までの45Kmは舗装されている。バウ町より西部のオバ、スケパン、セリキンの各部落、東部のジャンブサン、セロマ、セロバック、及び中央部のビディ、クロコン部落などには非舗装道路が通じており、雨期、乾期とも車輛の運行が可能である。しかしながら、地域南部には道路はなく、山道が通じているに過ぎない。

通信機関としては、バウ町及びシニアワンには電話設備があり、クチンほか主要都市との通信が可能であるが、他の部落には通信施設はなく、調査期間中少なからぬ支障を来した。

2-2 地形及び水系

調査地域の地形は、地域全体の約85%を占め、NE-SW方向に広がる標高150m以下の低地帯と、低地帯の北西・南東両縁を境する標高150m以上の山陵によって特徴づけられ、山陵は低地帯の中央部にもNE-SW方向に断続的に分布する。標高300mを超える高地は地域全体の約5%で、その範囲は低地帯南東縁のブンゴ山脈に集中するほか、北西縁のウندان山地・バウ町南部の石灰岩台地、地域南縁のジャゴイ(Jagoi)山、キサソ(Kisan)山などに小範囲にみられる。地域内の最高峰はブンゴ山(996m)である。

このような地形の特徴は、地形と地質との密接な関係を示しており、低地帯は標高50m以下の石灰岩平坦地と標高50~150mの泥岩・砂岩丘陵地よりなる。標高150~300mの山陵は低地帯中央部にみられる石灰岩台地及び酸性貫入岩岩株と、低地帯の北西・南東縁にみられる第三紀砂岩層よりなり、これらの頂部はしばしば標高300m以上の連続した山陵を形

成している。

石灰岩台地には急崖が発達し、極めて急峻な地形を呈する。ドリーネ、カツレンなどが発達しており典型的なカルスト地形を呈している。

本地域の水系はサラワク・カナン川及びサラワク・キリ川支流スタアト (Staat) 川の2大水系に属し、地域北西部及び南西部の国境付近はインドネシア側の水系に属している。

地域内の主要河川としては、サラワク・カナン川、その支流であるトゥバ (Tubah) 川、テポン (Tepong) 川、スタアト川とその支流などである。地域の大部分が低地帯となっているため、主要河川の中～下流部はゆるやかな水流となり、しがしば蛇行し、流路に沿って広い氾濫原が発達している。

2-3 気候及び植生

調査地域は年間を通じて高温・多湿・多雨の典型的な熱帯気候で特徴づけられるが、アジア・モンスーンの影響下にあり、11月から2月までは北東モンスーン期で比較的降雨量が多く雨期となり、5月から8月までは南西モンスーン期で降雨量は少なく、乾期とみなされている。

調査地域は、年間降雨量が4,200mmを超える多雨地域であるため、植生は極めて厚く、地域の約85%は初生ないし二次的なジャングルによって覆われている。初生ジャングルは全域の30%を占め、ブンゴ山脈、ウンダン山地、ジャゴイ山地及び石灰岩台地にみられる。二次的ジャングルはかつて耕作地として利用されたが、その後放棄されたもので、全地域の約55%を占めている。

恒久耕作地及び住宅地など永続的に利用されている区域は地域の約15%で、耕作地ではゴム、コショウなどが栽培されている。

第3章 既往調査の概要

西部サラワクは19世紀初頭より活発な鉱業活動が行われ、かつ1949年クチンに地質調査所が設置されたことなどから、地質・鉱床に関する多くの調査・研究報告が蓄積されてきている。これらのうち、調査地域に関連した主要なものは次の通りである。

西部サラワクにおける最初の地質調査は、1845年Hiram Williamsによってサラワク川の河口からパウ付近までの流域に沿って行われ、パウ町周辺の金は石灰岩中の鉱脈に産し、アンチモン鉱床は石灰岩を貫く貫入岩に関係あることが指摘された。

この調査以降、Beccari(1904)、Geiki(1905-1906)、Scrutton(1906)、Scrivenor(1905-1927)、Zeylmans van Emmichoven(1939)ほか多くの調査が行われたが、いずれも狭い範囲を対象としたスポット的なものであった。1949年に地質調査所が開設されてからは広い範囲を対象とした調査が実施されるようになり、その最初の総合的な調査報告書としてWilford(1955)が公表された。この報文はクチンよりサラワク西端部までの約5,300Km²の地域に関する層序、地質構造、火成活動、鉱化作用を総括的に論じたもので、全域について縮尺1:125,000、パウ周辺について1:50,000の地質図が作成され、パウ鉱床区については各鉱床の詳細な記載が行われている。その後セマタン・ルンドウ地域の調査(Wolfenden, 1963)、パウ西部のパウ・ルンドウ道路周辺の調査(Wolfenden, Kho, 1964)、クチン南東部のペンリセン(Penrissen)地域(Wilford, 1965)、セリアン(Serian)地域(Pimm, 1965)などの調査が相ついで行われ、西部サラワクの層序・地質構造が明らかにされた。これらのうち、ペンリセン地域及びセリアン地域には本調査地域内に分布する一部の地層の模式地が含まれている。

鉱床関係の主要なものとしては、パウ鉱床区260Km²のうちのパウ町周辺50Km²を調査したWolfenden(1965)とその南側隣接区域50Km²の調査を行ったPimm(1967)がある。両報文は縮尺1:10,000地質図による地質・鉱床の詳細な記載を行っているほか、Wilford(1955)に比較して、地層区分、貫入岩類の活動時期、鉱床の胚胎の場などに関して、より新しい報告・解釈が試みられている。

広域的な地質・鉱床関係資料としては、東マレーシア全域の地質を論じたLiechti・Reo・Haile(1960)、同地域の火成活動を総括したKrik(1968)、西部サラワクの地質的位置づけ・構造に関係あるHutchison(1973)及びHamilton(1977)の調査などがあり、広域的な地質、地質構造、地史等を理解するにあつて有益である。

最近の鉱業活動及び鉱床に関する資料としては、サラワク州の鉱業活動の歴史を概括したHon(1976)、同州の鉱産物を総括したKho・Chen(1978)、パウ周辺の鉱床にみられる鉱化規制を論じたHon(1981)などがあり、サラワク州の鉱業事情及びパウ鉱床区の鉱化

作用の特性を理解する上で有益である。

以上のほか、地質調査所サラワク支所には地質、鉱床、探査等の多数の公表・未公表資料があり、本プロジェクトの報告書作成にあたって随時活用した。

第Ⅱ部 地質調査

第1章 総 説

サラワク地方の地質は、先第三系の“西ボルネオ基盤”と、第三紀の厚い地向斜性堆積物よりなる北西ボルネオ地向斜”より構成され、西部サラワクには基盤岩類が広く分布する。西ボルネオ基盤は、ボルネオ島の中核をなす“Sunda Shield”の一部で、古生代・中生代の堆積岩類とこれらを買く先第三紀の深成岩類よりなる。本調査地域は西部サラワクの中央部西寄りに位置しており、広域地質の上からは西ボルネオ基盤形成過程末期の堆積岩類と、基盤形成後局地的に発生した堆積盆に堆積した陸成ないし浅海性堆積岩類の分布域に相当する。

調査地域の地質は、基盤岩類に属する三疊紀後期の安山岩類～玄武岩質火山岩類と、ジュラ紀初期の古期貫入岩、ジュラ紀後期～白亜紀の堆積岩類、白亜紀末期～第三紀の局地堆積盆で形成された堆積岩類及びこれらを買く第三紀の新时期貫入岩類より構成されている。これらのうち、先第三系は白亜紀末期に激しい構造運動を受け、褶曲、断層構造を生じたが、構造運動は第三紀堆積岩類堆積後にも生じ、酸性火成岩の貫入活動と、これに伴う鉍化作用をもたらした。

調査地域の鉍化作用を大別すると、金・アンチモンを主とする鉍脈鉍床、鉛・亜鉛を主とする鉍脈～交代鉍床、銅・モリブデンの鉍染鉍床及び水銀鉍床に分けられる。

金・アンチモンを主とする鉍脈鉍床は主としてパウ町及びその周辺の石灰岩中に胚胎しており、かつて盛んに採掘された鉍床である。現存する多数の探鉍・採掘跡の大半は、この金・アンチモン鉍床を対象にしたものである。

鉛・亜鉛を主とする鉍脈～交代鉍床は、酸性貫入岩岩株の近くの石灰岩・大理石あるいは頁岩中に胚胎する小規模な鉍床である。

銅・モリブデン鉍染鉍床は、ロビ山酸性貫入岩岩株中に見られるポーフィリー・カッパー型の鉍床である。

水銀鉍床は、調査地域南部テゴラ山の酸性貫入岩周辺の頁岩・砂岩中に胚胎し、第二次大戦中、日本軍によって採掘されている。

本プロジェクトは、これらの鉍床の水平的・垂直的延長部を含めて、稼行可能な鉍床を発見することを目的として開始され、このため既知鉍床の詳細な調査が試みられた。大部分の鉍床は終掘あるいは廃棄され、採掘跡の崩壊・埋没によって、それらの実態把握は必ずしも充分とは言えない。しかしながら、3ヶ年にわたる調査によって、地域内に分布する鉍床の形成の場及び鉍化作用の特性を考察するための多くのデータが得られた。

第2章 地 質

2-1 写真地質解析

広域的な岩相区分及び地質構造の把握により、より精度の高い地質図を作成する目的で、調査地域全域について空中写真並びにランドサット画像の解析が第一年次に現地において実施された。解析に使用された写真及び画像は、縮尺1:25,000 黑白空中写真と、縮尺1:500,000 黑白画像(Na E-30160-02132-7)である。

空中写真解析の結果、地形、植生、水系パターンなどの特徴から、地域内より新期砂岩ユニット、平地状石灰岩-頁岩ユニット、台地状石灰岩ユニット及び貫入岩ユニットの4つの岩相ユニットが判読できた。

新期砂岩ユニットは、急傾斜の斜面をもつ山陵地形、多数の平行水系の発達、相対的に稀薄な植生などから他の岩相ユニットとは容易に識別されるもので、このユニットはブンゴ山脈及びウンダン山地の高所を占めている。

平地状石灰岩-頁岩ユニットは起伏に富む緩傾斜丘陵地形を呈し、樹枝状水系模様が卓越するユニットで、地域の大部分を占めて分布する。石灰岩と頁岩との識別は可能な部分もあるが、一般には不明瞭である。

台地状石灰岩ユニットは、著しく急峻な斜面・断崖をもつ台地状地形と特徴あるカルスト地形の発達によって、他の岩相ユニットとは容易に判別される。このユニットはバウ町南部に広く分布するほか、地域西部及び東部に小範囲に認められる。

貫入岩ユニットは、調査地域の南西部に分布するグループと、バウ町より地域最南端にかけて多数みられるグループとは細分される。前者は周辺の緩い丘陵地形から相対的に急峻な地形と、顕著な水系パターンの相違によって識別されるもので、大規模な古期貫入岩体に相当すると考えられる。後者は丘陵地形内にあつて急傾斜斜面を有し、しばしば円錐形の山地地形を示すほか、線構造の欠除、稀薄な水系及び植生などによって判別されるもので、岩株状岩体を形成する新規貫入岩体に相当するとみられる。

これらの岩相区分は、引続き実施された地質調査によって、岩種・境界のチェックが行われ、境界の一部修正はあったものの、全体として調査結果とよく一致していることが確認された。

空中写真判読から得られた主要な褶曲構造としては、バウ町からスタッズ部落に至る延長20 kmのENE-WSW系向斜構造と、バトウ・キタン部落よりセロバック部落に至る延長約10 kmのNE-SW系の向斜構造とがあり、これら主要向斜構造に平行な小規模背斜・向斜構造は諸所に認められる。

ドーム構造及び盆状構造のうち、ドーム構造は主として新期貫入岩体の周辺に認められ、盆状構造はENE-WSW系向斜構造の周辺に同系統の小規模褶曲を伴って発達する。なお、調査範囲外であるが、ブンゴ山脈に分布する新期砂岩ユニットは南に向って傾斜し、山陵に一致した明瞭な同心状盆状構造を形成していることが写真から判読された。

調査地域及びその周辺を含むランドサット画像について、リニアメントを検討した結果、地域内より大小155本のリニアメントが得られ、これらの内26%がN40°~50°W、22%がH50°~60°Eを占め、次いでN10°~20°E方向のものが卓越することが判明した。

2-2 層 序

プロジェクト地域の層序は、第II-1図に示されるとおり、下位よりセリアン火山岩類、パウ石灰岩層、ペダワン層、カヤン(Kayan)砂岩層及び新期火山岩類から成る。

セリアン火山岩類

セリアン火山類は、プロジェクト地域東方のセリアン地域に発達する塩基性火山岩類に対して命名された(Pimm, 1965)ものである。

本地域では、サラワク・カナン川とサナワク・キリ川の合流点バトゥ・キタン付近及びパウ町の南南東約4kmのシニアワン川最上流部の2箇所小範囲に露出している。バトゥ・キタンに露出するものは暗緑色中~粗粒ハンレイ岩で著しい緑泥石化を受けている。シニアワン川最上流部のものは暗緑色隠微晶質両輝石安山岩で強度の緑泥石化及び緑レン石化を受けている。本岩類は、セリアン地域において上部三疊系のサドン(Sadong)層と指交関係にあることから、三疊紀後期の火山活動の産物と考えられる。

パウ石灰岩層

パウ石灰岩層は過去に多くの人によって定義され、研究されてきたが、ここでは、セリアン火山岩類の上に不整合にのり、後述するペダワン層によって覆われている厚い石灰岩層で部分的ではあるが最下部に砂岩を伴う一連の岩層と再定義した。

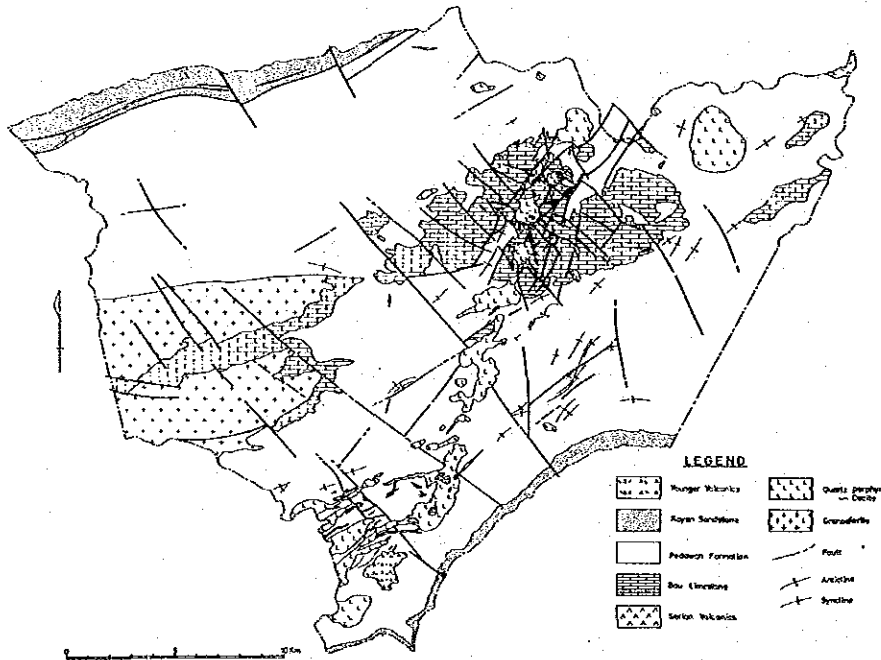
パウ石灰岩層はプロジェクト地域の中央部において、幅約7kmでENE-WSW方向に走る一つのゾーンに限られており、主としてパウ町付近及び西部のジャゴイ花崗閃緑岩の縁辺部に分布している。

Wolfenden(1965)によってクリアン(Krian)部層と呼ばれていたパウ石灰岩層最下部の砂岩は、層理が不明瞭で淘汰不良、緑灰色ないし赤灰色粗粒岩である。この砂岩はシニアワン川最上流部、タイ・トン山の北麓及びクリアン山の西方の3箇所のいずれも小範囲に露出している。

石灰岩は、黒色~暗褐色、暗灰色~褐灰色、灰色~淡灰色のように様々な色相を呈するが

GEOLOGICAL AGE	GEOLOGICAL UNIT	GEOLOGICAL COLUMN	ROCK TYPES	TECTONIC MOVEMENT	IGNEOUS ACTIVITY	MINERALIZATION
TERTIARY	YOUNGER VOLCANICS		Andesite, basalt, rhyolite, tuff, etc.	Uplift		
	KAYAN SANDSTONE		Sandstone, shale, etc.	Uplift		
CRETACEOUS	PEDEBAN FORMATION		Sandstone, shale, etc.	Uplift		
	BAU LIMESTONE		Limestone, etc.	Uplift		
JURASSIC			Limestone, etc.	Uplift		
TRIASSIC	SERIAN VOLCANICS		Andesite, basalt, etc.	Uplift		

第II-1図 バウ地域地質総括図



第II-2図 プロジェクト地域地質図

大局的に見ると下部に暗色のいわゆる“黒色石灰岩”が卓越し、上部に淡色のいわゆる“灰色石灰岩”が優勢である。黒色石灰岩は碎屑組織を示し、層状の緑泥石、丸みを帯びた方解石粒、微細な石墨粒、石英および他形の不透明鉱物から成る。灰色石灰岩はパウ石灰岩層の大半を占めており、化石特に有孔虫を多産する。これらの化石は、すでにWolfenden (1965)などに詳細に記載されているが、第一年次に採取した5試料からジコラ紀後期(Kimmeridgian)を示す有孔虫化石*Pseudocyclamina lituus* (Yokoyama)が検出された。

ペダワン層

ペダワン層は、上述したパウ石灰岩層の分布の主に南北両側に広く分布している。

本層は主として頁岩、泥岩、シルト岩及び砂岩の互層から成り、その上部は、凝灰岩、凝灰質泥岩及び泥質石灰岩から成り、まれに礫岩を狭在する。

パウ町南部の石灰岩台地周辺、北側のスケバン-オペー地域、デバン周辺の互層は、一般にシルト岩と砂岩が優勢で、やや軟質であり、しばしば炭化植物破片を伴う。一方、スタアト川の南側からブンゴ山脈に至る地域及びベディ川上流の互層は、一般に頁岩とシルト岩が優勢で、やや硬質である。

本地域南西端のベディ川最上流部には、本層の最上部を構成する凝灰岩～凝灰角礫岩の厚層がみられ、その厚層の最下部には厚さ2～3mの泥質石灰岩薄層を2枚伴っている。本地域北東端のウンダン山地東端に見られる石灰質泥岩及び凝灰質砂岩も同じ層準と推定される。

本層と下位のパウ石灰岩層とは従来から整合関係にあるとされてきたが、バトウ・ベカジャン(Batu Bekojang)湖周辺やジャンブサン南方で、下位のパウ石灰岩層の層理が20～30°で傾斜しているにもかかわらずペダワン層の分布と地形から推定される両層の接触面が水平に近いことから、両層の間に緩い傾斜不整合の存在する可能性がある。

ペダワン層の時代は、主として化石からジコラ紀後期～白亜紀後期といわれている。

カヤン砂岩層

プロジェクト地域のカヤン砂岩層は、地域の南縁ブンゴ山脈及び北縁ウンダン山地の高所に分布し、石英質砂岩及び少量の礫岩から成る。

石英質砂岩は、白色中～粗粒で淘汰良好の砂岩であり、クロスラミナが普通に見られる。

礫岩は主として珪質岩の円磨された細中礫からなり、マトリックスは石英砂を主とする。

このカヤン砂岩層は上述のペダワン層の上に傾斜不整合関係での上りっており、その時代は白亜紀後期から第三紀と推定されている。

新期火山岩類

新期火山岩類は後述する新第三紀酸性貫入岩の噴出相に対して新たに命名したものである。分布は本地域の南西端ベディ川の上流部に限られている。

本岩類は主に石英安山岩質火山礫凝灰岩から成り、一部に火山泥流堆積物を伴う。火山礫凝灰岩は一般に淡黄色ないし淡灰色を呈し、径数mmから10cmの凝灰岩や砂岩の角礫を含む。代表的な火山礫凝灰岩を鏡下で観察すると、岩片として凝灰岩と砂岩、結晶片として石英とセリサイト化、方解石化した斜長石を含み、基地の部分は、モザイク状の石英で構成されている。

2-3 貫入岩類

プロジェクト地域内の貫入岩類は、ジュラ紀後期のパウ石灰岩層に覆われているジャゴイ花崗閃緑岩とパウ石灰岩層のみならずカン砂岩層をも貫いている第三紀酸性貫入岩類からなっている。

ジャゴイ花崗閃緑岩

ジャゴイ花崗閃緑岩は、地域西部のセリキン川南北両側の二つの山地を構成しており、北側の山地にあるジャゴイ山にちなんでジャゴイ花崗閃緑岩と呼ばれている。

一般に本岩は、中粒ないし粗粒優白色完晶質岩であり、主として斜長石(オリゴクレス)、石英及びカリ長石から成り、少量の角閃石、黒雲母及び不透明鉱物を含んでいる。変質は弱く、緑泥石とセリサイトが変質鉱物として普通に認められる。

ジャゴイ花崗閃緑岩とパウ石灰岩層とは不整合関係にあるが、セリアン火山岩類との関係は、両者が直接していないため、明らかでない。

第三紀酸性貫入岩類

第三紀酸性貫入岩類は主として石英斑岩・石英安山岩の岩株及び岩脈から成り、少量の閃緑斑岩岩株と安山岩岩脈を伴う。

上述した各岩種を肉眼的に識別するのは必ずしも容易ではないが、鏡下では次のような特徴が認められる。

- (i) 石英斑岩は斑状組織を呈し、主として斜長石と石英、少量のカリ長石と黒雲母の斑晶からなり、基地の部分は石英、斜長石及びカリ長石から成る。
- (ii) 石英安山岩は本質的には石英斑岩と同様の鉱物組から成るが、斑状・ガラス基流晶質組織を示す。主要な斑晶は石英斑岩と同様であるが、基地の部分は主としてガラスと斜長石の微細なラスからなる。
- (iii) 閃緑斑岩は、石英がほとんど認められないことを除くと、石英斑岩と類似している。
- (iv) 安山岩は斑状・ピロタキシチック組織を示し、斑晶は主として斜長石から成り、単斜輝石・斜方輝石及び普通角閃石を伴う。まれに少量のカリ長石及び黒雲母を含み、基地の部分は斑晶とほぼ同様の組成を示す。

石英斑岩岩株は主として石灰岩台地地域を貫いており、一般に緑泥石化、セリサイト化

及び緑レン石化などの強い熱水変質を受けている。他方、石英安山岩岩株は、主としてテパン地域に見られ、これらの大部分も強い熱水変質を受けている。岩株のうちのあるものは、地表下比較的浅所あるいは地表で固結したものである。石灰岩台地地域で断層裂かを充填する石英斑岩や石英安山岩岩脈は、明らかに岩株から派生したものである。

2-4 火成岩類の化学組成と絶対年代

2-4-1 火成岩類の化学組成

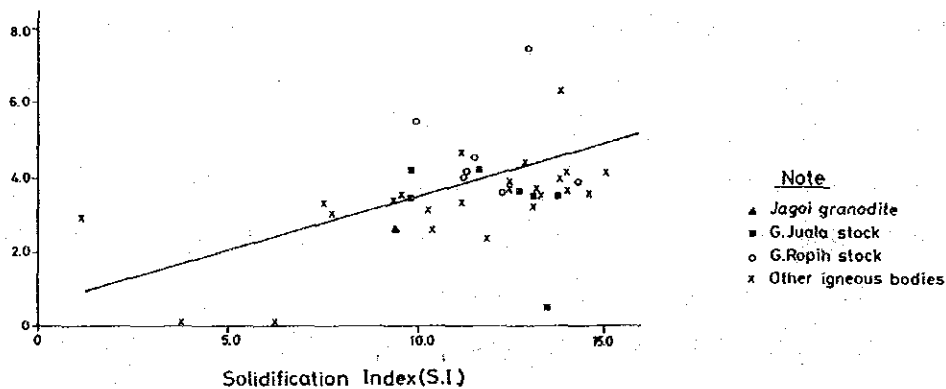
調査地域内に分布する火成岩類の化学組成を明らかにするため、第一年次に20試料、第二年次に20試料合計40試料の化学分析を実施した。

第II-3図は試料の採取位置を、第II-1表、第II-2表は分析結果及び分析値から算出したノルム鉱物組成をそれぞれ示したものである。

これらの表から、調査地域内に分布する貫入岩類は SiO_2 60.04-74.95%の範囲内にあり、中性岩ないし酸性岩の性質を示すことがわかる。また、大部分の試料のMgO含有量は1.5%以下、CaO含有量は5%以下であり、有色鉱物に乏しい優白質岩であることを示している。

第II-4図は各試料の酸化物と分化指数(D.I.)との関係を示したものである。この図では新期貫入岩類のジュアラ山岩株、ロピ山岩株及びその他の地域に分布する岩株の3つのグループに分けて図示してある。これらグループ相互間には著しい差異は認められないが、ジュアラ山・ロピ山両岩株は、他の地域の岩株よりも TiO_2 、MgO、CaO、 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ がやや高い傾向が認められる。

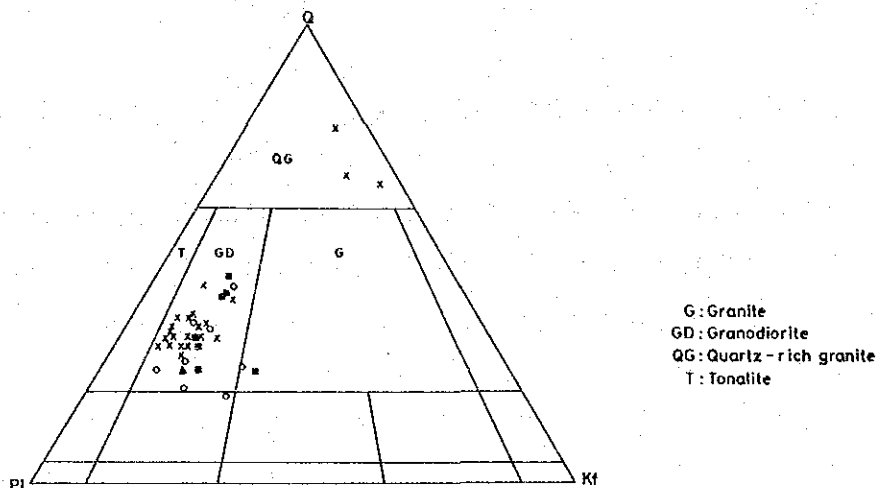
第II-5図は、CaO量と固結指数との関係を示したものである。



第II-5図 CaOと固結指数との関係図

CaO量は全体としてはマグマの結晶分化の進行（固結指数の減少）に伴ってほぼ直線的に減少する傾向を示す。明らかに石灰岩を貫いてきたとみられる貫入岩は例外的にCaOを多量に含み、貫入時に石灰岩の同化があったことが推測される。

第II-6図は花崗岩質深成岩類の分類によく用いられるノルム石英-斜長石-正長石図である。大部分の試料は花崗閃緑岩の領域にプロットされ、一部の試料が花崗岩、石英質花崗岩の領域に入ることを示している。



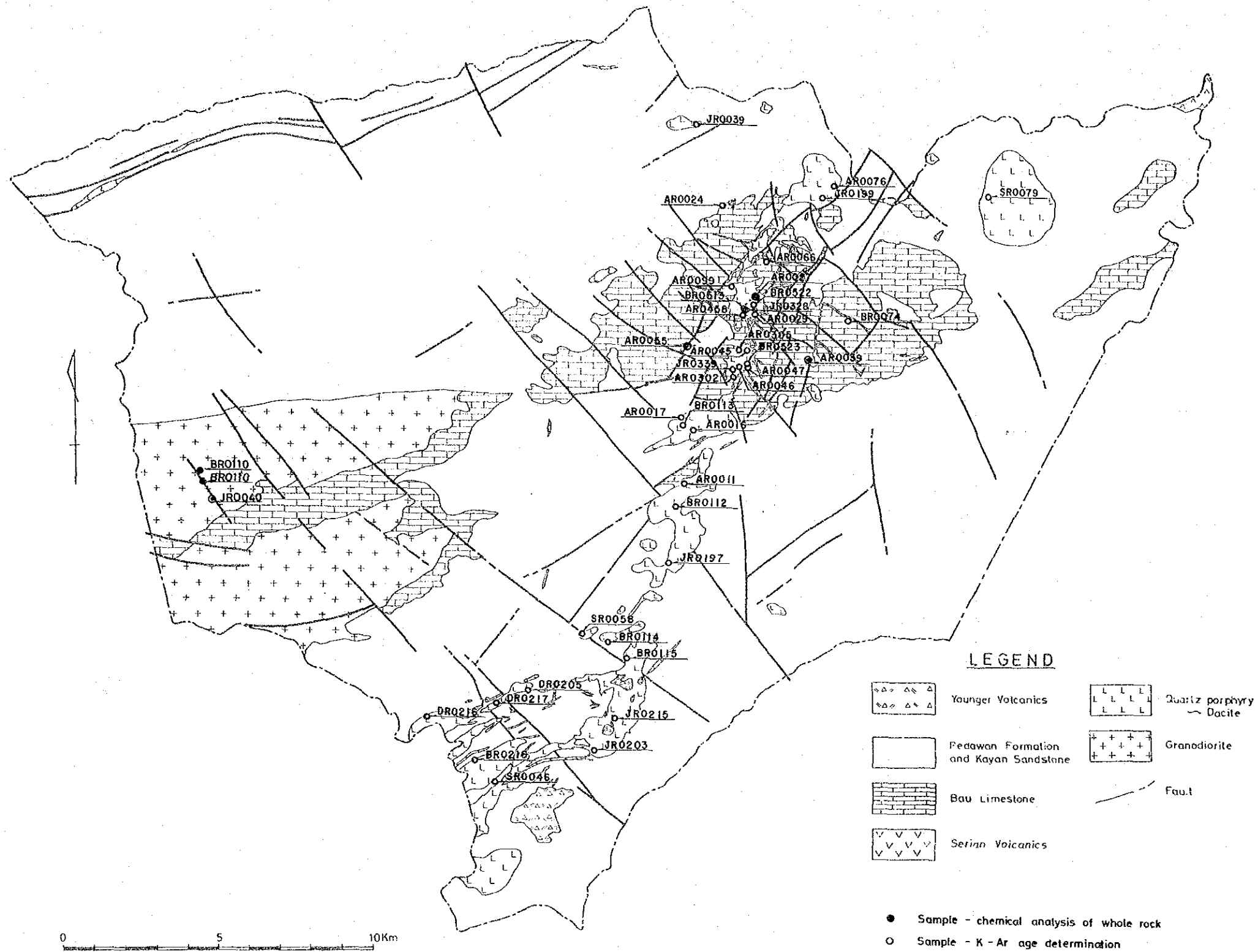
第II-6図 ノルム石英-正長石-斜長石三角ダイアグラム

2-4-2 貫入岩類の絶対年代

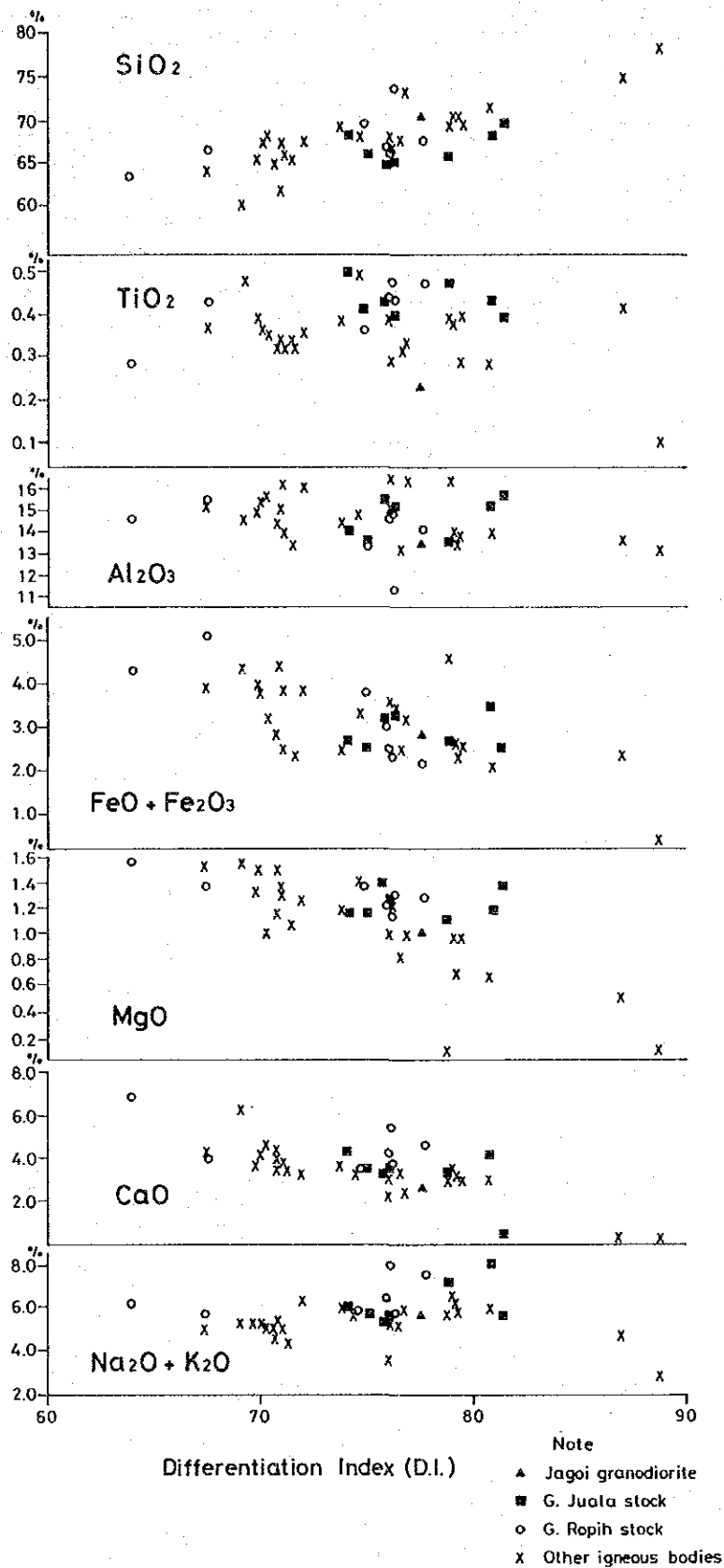
地域内に分布する貫入岩類の活動時期を明らかにするため、ジャゴイ花崗閃緑岩3試料、第三紀酸性貫入岩類3試料を採取（第II-3図参照）し、K-Ar法による絶対年代の測定を行った。この結果、第三紀酸性貫入岩類のうちの1試料はAr量不足のため年代決定が出来なかったが、他の5試料から第II-3表に示す年代が得られた。

第三紀酸性貫入岩類の2試料はいずれも新第三紀中新世末期から鮮新世初期に相当する年代を示し、これは被貫入岩の地質時代とも矛盾しない。

ジャゴイ花崗閃緑岩の3試料は白亜紀後期からジュラ紀初期までの幅広い時代領域を示している。しかしながら、この岩体がジュラ紀後期とされているパウ石灰岩層によって不整合に覆れていることから、貫入の時期は少なくともジュラ紀後期以前で、試料BR0111の示すジュラ紀初期が妥当な年代と考えられる。



第II-3図 岩石化学分析及び絶対年代測定サンプル位置図



第II-4図 酸化物変化図

第II-3表 K-Ar年代測定結果一覧表

Sample No.	AR0027		AR0055		JR0039		JR0040		BR0110		BR0111			
Coordinates ^X _Y	91620 5387		91387 5241		91420 5925		89865 4700		89820 4763		89808 4800			
Location	G. Juala		Bidi		Kg. Grgo		Kg. Serikin		Kg. Serikin		Kg. Serikin			
Rock Name	Quartz porphyry		Two pyroxine andesite		Quartz porphyry		Granodiorite		Granodiorite		Granodiorite			
Unit Name	Younger Intrusive		Younger Intrusive		Younger Intrusive		Older Intrusive		Older Intrusive		Older Intrusive			
Analysis	Material		Whole Rock		Whole Rock		Whole Rock		Hornblende		Hornblende			
	K %		1.60	1.60	1.53	1.54	1.22	1.26	2.20	2.20	0.40	0.42	0.37	0.38
	⁴⁰ Ar _{rd} %		32.3	39.3	-	-	36.2	30.7	78.2	82.5	28.0	19.7	52.6	50.1
	⁴⁰ Ar _{rd} , SCC/g × 10 ⁻⁵		0.066	0.069	-	-	0.053	0.055	0.772	0.803	0.194	0.204	0.289	0.300
Isotope Age (m.y.)		10.8 ± 0.7		-		11.2 ± 0.8		89.3 ± 3.6		123 ± 15		192 ± 10		

(by Teledyne Isotopes, New Jersey, U.S.)

2-5 変成作用と変質作用

2-5-1 変成作用

本プロジェクト地域は広域変成作用を受けておらず、僅かに第三紀貫入岩類による局地的な接触変成作用が認められる。

石灰岩中の貫入岩類周辺部にみられる接触変成作用は石灰岩の再結晶作用による大理石化として認められ、比較的規模の大きいコロシ・パウ山 (Gunung Kolong Bau) 岩株、ジュアラ山岩株、ロピ山岩株などの周辺に発達する。特に、コロシ・パウ山岩株とジュアラ山岩株の間の石灰岩は著しい再結晶作用により白色～灰色、時に暗灰色の糖状大理石となっている。しかしながら、一般に大理石化は貫入岩株周辺部の比較的せまい範囲に限られ、ジュアラ山岩株及びロピ山岩株の場合、岩株の北・南両側には比較的広くみられるが、西側では岩株から数10m以内となり、東側にはほとんど認められない。大理石化のこのような分布は貫入岩株のNNE-SW方向の配列とよく一致しており、岩株東側に大理石化が認められない事実は岩株が西方に比較的急傾斜でブランチすることを示唆している。

貫入岩岩株による石灰岩のスカン化は、比較的まれでクリアン山東方、ラッキー・ヒル (Lucky hill) 鉱山の坑内などにおいて岩株との境界部に幅数cmないし数10cmのザクロ

石及び緑レン石が認められたに過ぎない。

貫入岩岩株とペダワン層の頁岩、泥岩などの接触部では局地的にホルンフェルス化が認められ、頁岩は暗灰色～黒色・緻密なホルンフェルスとなっている。この部ではしばしば黄鉄鉱化、珪化が認められ、時に著しい“焼け”を伴うことがあるが、接触部に極く近い範囲にすぎない。

2-5-2 変質作用

地域内の変質作用としてはジャゴイ花崗閃緑岩類、第三紀酸性貫入岩類及び貫入岩周辺の被貫入岩にみられる熱水変質と、鉱床周辺にみられる局地的な鉱化変質とがある。

セリアン火山岩類は著しい熱水変質を受け、多量の緑泥石、緑レン石を生じているほか、部分的に炭酸塩化、沸石化、黄鉄鉱化が認められる。一方、ジャゴイ花崗閃緑岩の変質は全般に微弱であるが、鏡下ではセリサイト、緑泥石が普通にみられる。

パウ石灰岩層では変質はほとんど認められないが、貫入岩周辺及び鉱床近辺で軽微な珪化作用がみられる。ペダワン層も全体に変質は弱いですが、貫入岩岩株周辺では珪化、セリサイト化、炭酸塩化、時に黄鉄鉱化などの熱水変質が認められる。また、大規模な貫入岩岩株付近ではこのほかに緑レン石を生じていることがある。ベカジャン湖西部、ジャンプサン東部などの鉱床近辺の本層は著しい珪化により石英微細脈、微細粒状の石英などを生じている。

第三紀酸性貫入岩類及びこれらの噴出相である新期火山岩類は、程度の差はあるが、広範囲にわたって珪化、セリサイト化、カオリン化、粘土化、緑泥石化、カリ長石化、部分的な緑レン石化、黄鉄鉱化、沸石化、などの熱水変質を受け、一部の岩株ではアクチノ閃石なども生じている。

2-6 地質構造

空中写真判読、ランドサット画像の解析、層理面による構造解析・地質調査などの結果から、調査地域の地質構造は、ENE-WSW方向の大規模背斜構造とこれに平行したペダワン層の多数の小褶曲、E-W方向、NE-SW方向、ENE-WSW方向、NW-SE方向の各断層、第三紀酸性貫入岩岩株のNNE-SSW方向の直線的配列によって特徴づけられることが明らかとなった。

褶曲

地域内にみられる褶曲には、地域内の岩層分布及び構造を支配するパウ背斜とペダワン層

中にみられる多数の小褶曲とがある。

バウ背斜は主として岩層分布から帰納された構造で、地域南西部のジャゴイ花崗閃緑岩体及びその周辺のバウ石灰岩層、地域北東部バトゥ・キタン(Batu Kitang) 一帯のセリアン火山岩類及びその南部のバウ石灰岩層及びそれ以前のジャゴイ花崗閃緑岩類はバウ背斜の冠部に分布し、ペダワン層及びカヤン砂岩層の分布はこの背斜によって北西部及び南東部に2分されている。しかし、ペダワン層の一部はクロコン(Krokong)西部及びシニヤワン南部でバウ背斜の冠部を覆っており、このことはバウ背斜の背斜軸が波打っていることを示唆するものである。

ペダワン層にはバウ背斜とほぼ平行なNE-SWないしENE-WSW方向の小褶曲が多数認められる。これらの小褶曲はバウ背斜と同じ応力場において形成された合同褶曲と考えられる。バウ石灰岩層中では褶曲は不明瞭であるが、これは褶曲よりも断層を生じやすい石灰岩の岩石物性を反映したものと考えられる。

断 層

調査地域内には種々の方向の断層がみられるが、バウ町南部の石灰岩台地では、特に断層の発達が著しい。これら多数の断層は、E-W方向、NE-SW方向、NW-SE方向及びENE-WSW方向に大別される。

E-W方向の断層はジャゴイ花崗閃緑岩体の北縁を境する走向延長の長い断層で代表されるもので、岩体内部にみられるWNW-ESE方向の小断層、岩体南縁の小断層なども含まれる。この系統の断層はNW-SE方向断層によって切られている。

NE-SW方向の断層は主としてバウ南部の石灰岩分布域に卓越するほかバウ背斜の南側に分布するペダワン層中にも多くみられる。石灰岩中のNE-SW方向の断層はタイ・パリット(Tai Parit)湖からルモ(Rumoh)鉾山に至る延長5 kmのタイ・パリット断層で代表されるNNE-SSWないしNE-SW方向の断層群で、これらの一部に沿って第三紀酸性貫入岩岩脈が貫入している。タイ・パリット断層周辺には多数の鉾床が存在し、鉾液の通路として重要な役割を果たしたものと考えられる。この方向の断層もNW-SE方向の断層によって切られている。

バウ背斜の背斜軸に平行なENE-WSW方向の断層は副次的に形成されたものと思われる。主としてウンダン山麓及びブンゴ山麓に発達し、数は少ないが、その多くが逆断層という特徴を有している。すなわち、スタアト川上流においては $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ S傾斜の逆断層として、またペダウン川上流でも $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ S傾斜の逆断層としてみられる。

NW-SE方向の断層は調査地域内の断層のうち最も優勢で、ジャゴイ花崗閃緑岩体からブンゴ山脈に至る地域、バウ町南方石灰岩台地、ウンダン山地などにみられるほかペダワン層中にも発達する。ジャゴイ花崗閃緑岩体を切る断層はその走向延長が10~15 kmと大規模である。

石灰岩台地に発達する断層は、走向延長数kmで前者よりも短いが、平行断層を伴い大部分は岩脈で充填されている。このNW—SE方向の断層は最も新しい時期のものである。また、この断層は両側の地層に対して大きな転移を与えておらず、本来開放裂かであったものと思われる。

以上のほかにN—S方向の断層が局地的にみられるが、この方向の断層はNW—SE方向の断層形成時に副次的に形成されたものと考えられる。

第三紀酸性貫入岩類の貫入方向と配列

パウ、シニヤワソ付近に分布する第三紀酸性貫入岩岩株と調査地域南部のペダワン地区に分布する岩株との間には平面的な形状に明瞭な相違が認められる。北部に分布する岩株は全体にはほぼ円形を示すが、南部の岩株がNE—SWないしENE—WSW方向に伸長した長楕円形を呈している。これは北部の岩株がNE—SW方向の断層とNW—SE方向の断層の交差部に貫入したのに対し、南部の岩株はNE—SW方向ないしENE—WSW方向の断層や褶曲軸などのペダワン層の構造に規制された結果と推定される。

一方、貫入岩株が示す広域的なNNE—SSWの配列方向は、パウ石灰岩層中にみられるNNE—SSW方向の断層以外にはどの構造線とも関係していない。このことは現在の地表部には表れていない深部に、このNNE—SSW方向の大規模な構造が潜在していることを示している。

応力場について

ペダワン層が著しい褶曲運動を受けているにもかかわらず、上位のカヤン砂岩では褶曲はほとんどみられず僅かに断層を生じているに過ぎないこと、第三紀中新世末期に生成した貫入岩類が断層運動を受けていないことなどから、調査地域の地質構造の大部分はペダワン層堆積末期からカヤン砂岩層堆積以前おそらく白亜紀後期に形成されたものと考えられる。

ENE—WSW方向の軸をもつ大規模なパウ背斜が存在すること、この背斜に平行な多数の小褶曲と断層がペダワン層中に発達すること、ENE—WSW方向の逆断層が見られること、最も優勢なNW—SE方向の断層は開放裂かの性質をもち、第三紀酸性貫入岩岩脈によって充填されているが、NNE—SSW方向の断層には岩脈は比較的少なく剪断裂かの性格をもつことなどの事実から、白亜紀後期にはプロジェクト地域は、NW—SEないしNNW—SSE方向の主応力軸をもつ圧縮応力場にあったものと考えられる。この方向の圧縮応力はENE—WSW方向のパウ背斜と、これと平行な多数の小規模合同褶曲を形成し、これらの褶曲運動の結果としてNW—SE方向の張力裂かとNNE—SSW～NE—SW方向の断層を生じたものと考えられる。

第3章 鋳 床

3-1 総 説

プロジェクト地域には過去に採掘又は探鋳実績をもつ大小合せて約50の鋳床・鋳徴地が報告されているが、その内の大部分はバウ町及びその周辺の石灰岩分布域に集中している(第II-7図)。プロジェクト期間中に再開されたタイ・トン(Tai Ton)やルモ(Rumoh)などの鋳床を除いて現在は採掘・探鋳跡になっており、そのうち石灰岩平坦地に分布する露天掘り採掘跡の多くは水没して池化しているため、その鋳床の詳細は観察し得ない現状にある。したがって鋳床調査は主として石灰岩台地に現存する坑道採掘・探鋳跡が対象となった。調査し得なかった採掘・探鋳跡の鋳床についてはHon(1981), Wilford(1955), Wolfenden(1965), Pimm(1967)などの既存文献を基にし、調査された鋳床と合せて付表1にまとめた。

3-1-1 鋳床の種類

プロジェクト地域の鋳床は、採掘対象となった金属鋳物の種類や観察された鋳物共生に基づいて、金・アンチモン鋳床、銅・鉛・亜鉛鋳床及び水銀鋳床に大別される。

金・アンチモン鋳床は主としてバウ町及びその南部の石灰岩中に胚胎し、Au-As-Sbの金属元素組合せで特徴づけられる鋳脈～層状鋳脈鋳床である。一般に鋳石鋳物は自然金、輝安鋳、自然砒素、黄鉄鋳、硫砒鉄鋳から成り、少量であるが閃亜鉛鋳、方鉛鋳、黄銅鋳、白鉄鋳、未詳硫酸塩鋳物などを伴うことがある。脈石鋳物は、それぞれの鋳床で多少異なるが、主として方解石及び石英から成り、珪灰石やザクロ石などのスカルン鋳物を伴うことがある。

銅・鉛・亜鉛鋳床は主としてロピ山・ジュアラ山酸性貫入岩岩株及びその周辺に認められる。銅はロピ山岩株中においてモリブデンを伴ってポーフイリーカッパー型の鋳染として認められる。鋳石鋳物は主として黄銅鋳及び黄鉄鋳から成り、磁硫鉄鋳、斑銅鋳、孔雀石、輝水鉛鋳、方鉛鋳、閃亜鉛鋳などを伴う。これらは一般に多数の石英細脈に伴われている。一方、鉛・亜鉛はジュアラ山岩株南東において岩株に直接する石灰岩(大理石)中の小規模レンズ状鋳脈として認められ、少量の銅を伴っている。鋳石鋳物は主として方鉛鋳、閃亜鉛鋳、黄鉄鋳、硫砒鉄鋳から成り、少量の黄銅鋳、輝安鋳を伴う。脈石鋳物は方解石及び石英から成る。

水銀鋳床は地域南部のペダワン層中の角礫剪断帯に生成した裂か充填鋳床である。鋳石鋳物は主として辰砂、自然砒素、硫砒鉄鋳、鶏冠石、輝安鋳、黄鉄鋳、白鉄鋳から成り、少量の自然水銀を伴う。脈石鋳物は方解石、重晶石、螢石及び滑石から成る。

3-1-2 鋳床の分布

大多数の鉱床はパウ町及びその南部一帯のパウ石灰岩層中に胚胎している。既述のように、地域南西部のジャゴイ花崗閃緑岩体からENE方向に続くパウ背斜の冠部とNNE-WSW方向の酸性貫入岩岩株配列線とがこの付近で交差しており、付近の多数の鉱床はこのような大構造の交差部に貫入したロピ山・ジュアラ山の両酸性貫入岩岩株によってもたらされたものと考えられる。川砂地化学異常帯分布によると、この地域の鉱化作用は、大局的に見るとロピ山・ジュアラ山両酸性貫入岩株を中心として外側に向って銅・鉛・亜鉛→金・アンチモン→水銀のように広域的な帯状分布を示しているが、既知鉱床の分布は偏在しており、銅・鉛・亜鉛鉱床はロピ山・ジュアラ山岩株中及びその南東側に、金・アンチモン鉱床は両岩株の北東側に、水銀鉱床は南東側に分布している。

パウ町及びその南部一帯のパウ石灰岩層中には鉱床生成以前にすでに形成されていたと考えられるNNE-SSW~NE-SW及びWNW-ESE~NW-SE方向の断層がよく発達している。多数の主として金・アンチモン鉱床はこれらの断層に沿って分布しているが、個々の鉱脈の方向は必ずしも、これらの断層方向に調和的ではない。

3-2 鉱床各説

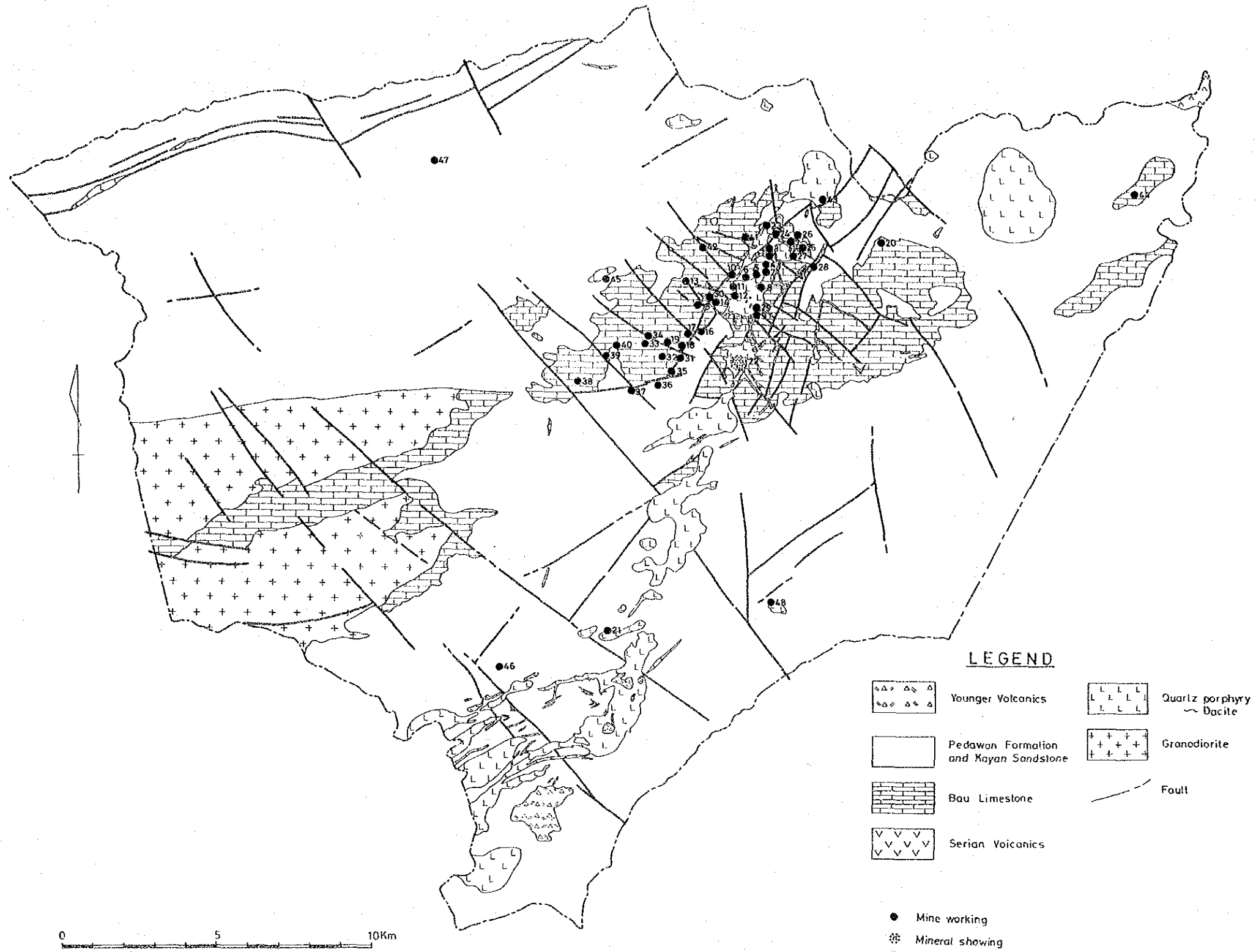
プロジェクト期間中に合計23の鉱床・鉱徴地について詳細な調査を実施したが、そのうちこの地域の鉱床を理解する上で重要と思われる11の鉱床・鉱徴地について詳述する。

3-2-1 ラッキーヒル (Luckyhill) A 鉱床

パウ町の南方1.2 kmに位置する本鉱床は、1960年代にクウェイ・ファー鉱業会社 (Kwei Fah Mining) によって稼行され、同社はSb 40%のアンチモン精鉱130トンを生産した。その後韓国人の経営するラッキー・ヒル社鉱業有限会 (Luckyhill Mining Sendirian Berhad)に移り、同社は約5,000トンのアンチモン精鉱 (Sb品位60~68%)を生産し、1982年閉山した。ラッキーヒル鉱業有限会社によるこの鉱床の開発は、この地域の坑道採掘としては最も大規模に行われたものである。

なり、石灰岩は岩脈付近では大理石化している。また、本坑地並の坑口付近で、石灰岩は断層によりベダワン層と接している。小岩脈は坑口付近のほか、本坑地並にある南向立入坑道にみられる。なお、この立入坑道の南端部には酸性貫入岩はみられないが、広い範囲にわたって石灰岩の大理石化が認められる。

鉱床は石灰岩中に形成された合金アンチモン鉱床で、第II-8図に示す通り、本坑地並の鉱床は、幾つかのサイモイドカーブを成す脈幅50 cm弱の小規模レンズ状鉱脈が集合して、走向NW-SE~WNW-ESE、傾斜45°~60°Sを保ちながら、走向方向に約150 m連続している。鉱脈は方解石及び石英中に輝安鉱と細粒の黄鉄鉱、硫砒鉄鉱を含み、少量



第II-7図 鋇床及び鋇徴地分布図

の金を伴う。良好部では粗粒の輝安鈳を多量に産する。本坑地並で採取した3個のチャンネル・サンプルの分布結果はSb 0.3~5.4%, Au 27~150 g/tを示した。

傾斜方向に約110 m開発されている下部については調査されていないが、鈳脈は下部に向うにつれて交代型の様相を呈し、脈石として珪灰石、グロッシュラー、ベスブ石、緑レン石、サラバウ石などを伴うと言われている。この下部の鈳石と思われる貯鈳2試料について分析した結果は、Sb 4.62~11.90%, Au 3.6~7.6 g/t 及びAs 1.70~2.81%であった。また検鏡の結果、サラバウ石と共に3粒の細粒金粒が確認された。

3-2-2 クリアン山 (G. Krian) 鈳床

クリアン山鈳床は少なくとも3条の鈳脈から成るが、それらはクリアン山から北東方向に延びる小山陵の頂部付近に位置している(第II-8図)。大半の鈳床はリュウ・フー・ニャン金山会社(Liew Foo Nyan Gold Mining Company)によって、1950年から1978年の間に小規模の探鈳・採掘がなされ、約50 kgの金が生産された。一部の鈳床は同じ頃クウェイ・ファー鈳業会社によって探鈳・採掘されている。大部分の高品位鈳が抜き掘りされて、現在は休止中である。

鈳床付近は、パウ石灰岩層とこれを貫くNW-SE及びNE-SW方向の酸性貫入岩岩脈群から成る。

鈳床の北西側にはコロソ・パウ山から延びる酸性貫入岩株、南方にはジュアラ山の岩株があり、鈳床の西~南西方向の石灰岩はこれらの影響を受けて大理石化している。鈳床の開発はまだ、ほとんどなされておらず、その全貌は明らかでないが、主要鈳脈は走向NW-SEで南に傾斜し、石英細脈を伴う方解石脈3条から成る模様である。いずれの脈も山陵付近の露頭から下部に向かって探鈳した模様で、北側の脈に関する探鈳採掘跡は、№1、№2及び№9、中央の脈は№4及び№5、南側の脈は№7及び№8である。

北側の脈は小山陵の頂部№1(標高約80 m)で開坑されている。そこでは、約20 m錘押後、山陵を貫いている。鈳脈は走向N55°W、脈幅約3.5 mの方解石を主とする脈で、脈の中央付近に後期の晶出と思われる幅数mm~数cmの石英細脈が網状に発達している。肉眼で認められる金属鈳物として輝安鈳・自然砒素・黄鉄鈳がまれに石英細脈に伴なって散点的に認められる。石英細脈を含む方解石脈塊鈳(3試料)の分析結果は、Au 6.30~9.17 g/t Ag 19.1~79.5 g/tである。

中央の脈は小山陵の頂部、標高約100 mの№4で露頭採掘し、その錘先を探鈳している。その露頭採掘跡では、石灰岩及び大理石中に石英・方解石網状脈が認められ、走向は一定していない。網状脈の全幅は10 mに及ぶが、その主要部は幅6.8 m、平均品位はAu 1.17 g/t

Ag 0.4 g/t で低品位である。この№ 4 の下部に相当する№ 5 (標高約 70 m) では、走向 N 50~60°W、傾斜 60°N~70°S で中石を含む脈幅約 1.5 m の方解石脈を 押している。方解石脈中には後期の晶出と思われる少量の石英細脈を随伴している。主要部分のチャンネル・サンプルによる幅 1.5 m の脈品位は Au 0.13 g/t、Ag 0.6 g/t の低品位であるが、一部の石英細脈に富む塊鉍から Au 23.00 g/t、Ag 20.2 g/t という高い分析値も得られている。

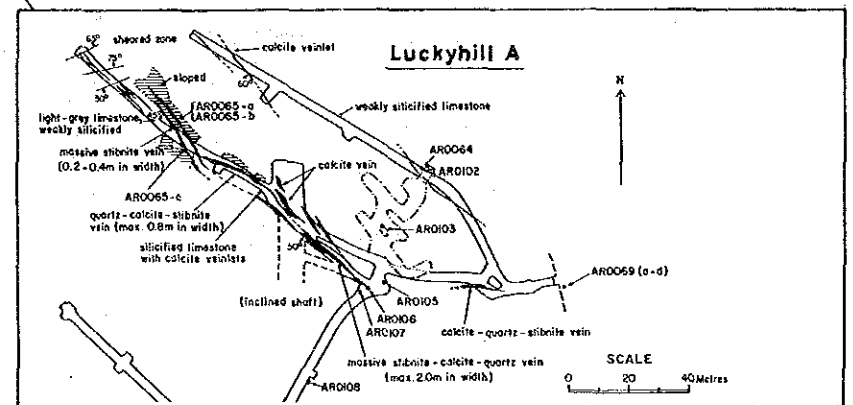
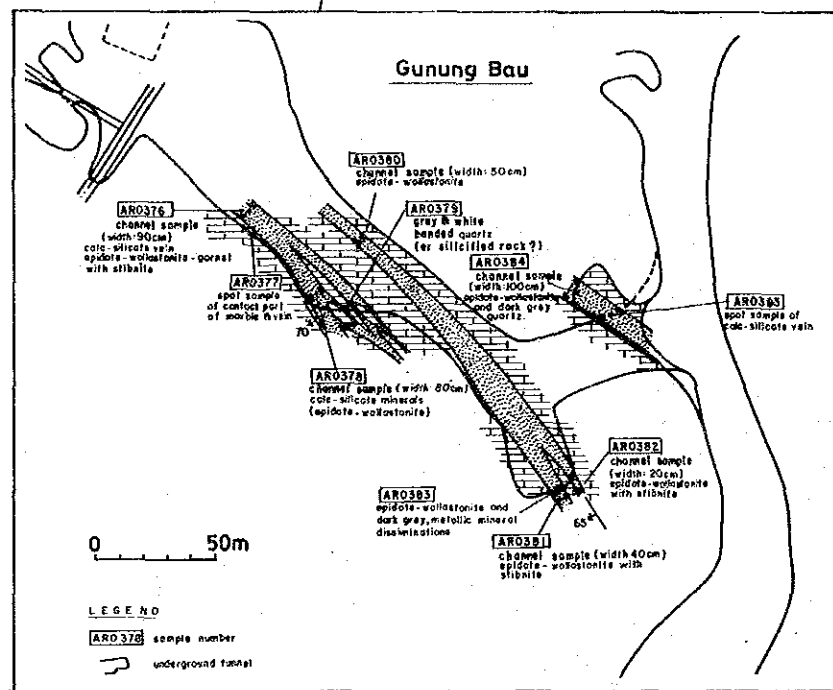
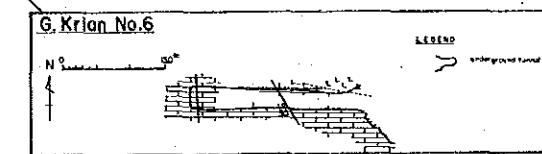
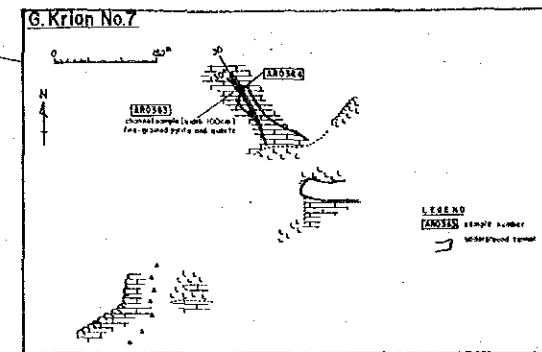
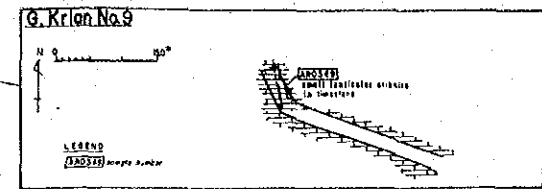
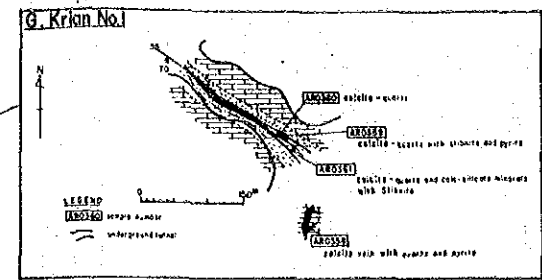
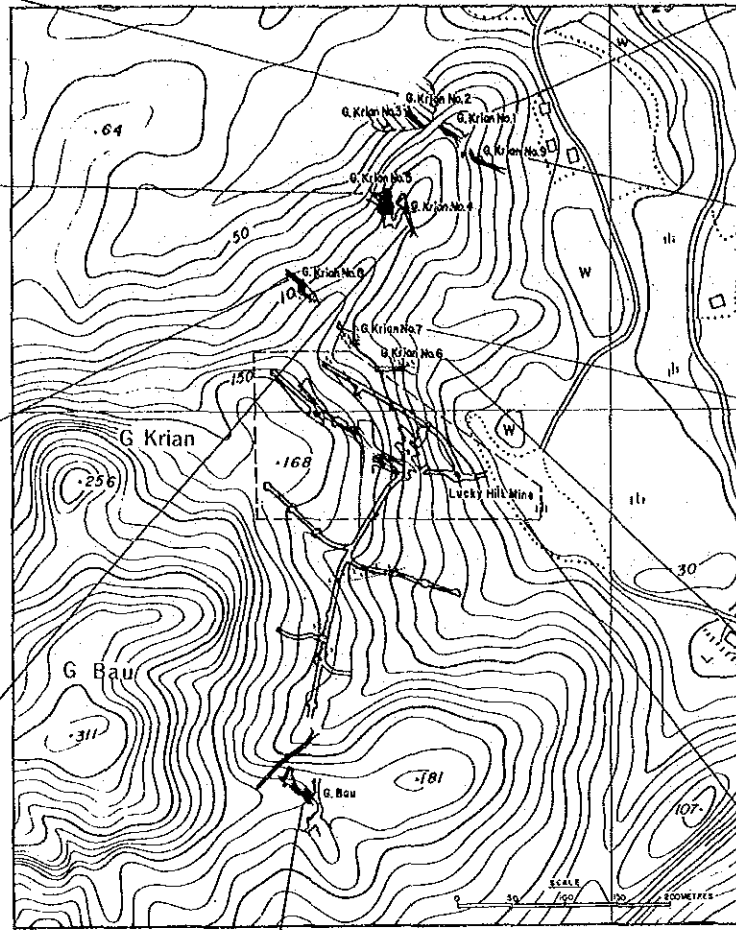
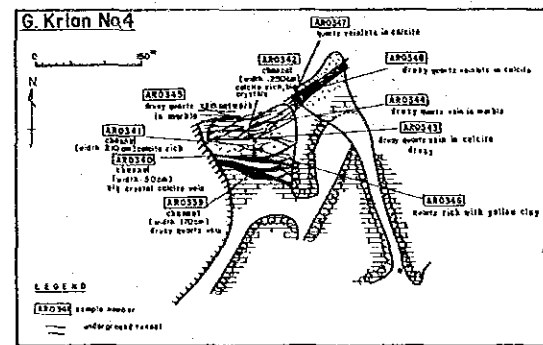
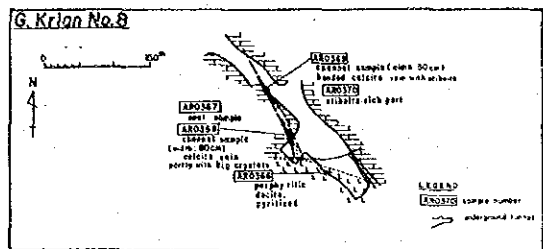
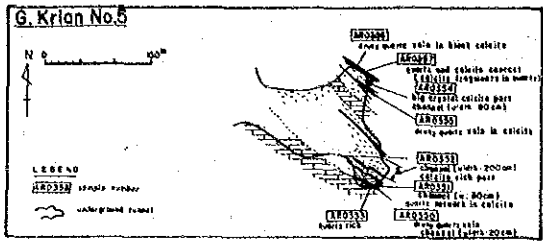
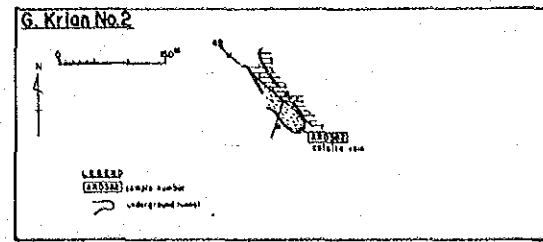
その位置からラッキー・ヒル鉍床の上部錮先を採鉍したと思われる南側の脈№ 6、№ 7 及び№ 8 のうち、着脈しているのは№ 8 及び№ 7 である。№ 8 は小山陵の北西斜面標高約 85 m に位置している。走向 N 30°W ではほぼ垂直、脈幅数 cm~80 cm の方解石脈で、坑口から 2.5 m 付近で断層に当り転移し、脈勢は劣化している。方解石脈の一部は巨晶を呈し、まれに数 cm のレンズ状輝安鉍を伴う。坑口から 10 m の側壁に見られる縞状方解石脈 (幅 0.5 m) のチャンネル・サンプルの分析結果は Au 26.25 g/t、Ag 292.7 g/t の高品位を示したが、さらに 8 m 奥の一部巨晶を呈する方解石脈 (幅 0.8 m) のチャンネル・サンプルは Au 0.80 g/t、Ag 8.8 g/t の低品位であった。一方、小山陵の南東斜面標高約 105 m に位置する延長 10 m のトレンチ跡№ 7 では走向 N 30°W 傾斜 30°S の細粒黄鉄鉍を伴う石英網状脈が見られる。その引立におけるチャンネル・サンプル (幅 1.0 m) の分析結果は Au 0.01 g/t 以下、Ag 0.1 g/t 以下であった。№ 6 は№ 7 のさらに南東方標高約 75 m に位置する延長 2.2 m の西向立入であるが、鉍徴は認められない。

以上のように、クリアン山鉍床の Au・Ag は、局部的に高品位を示すが概して低品位で脈勢も極めて不安定である。Sb は、輝安鉍としてまれに少量認められるのみで、稼行対象とはなり得ない。その他の硫化物として閃亜鉛鉍や少量の方鉛鉍・黄銅鉍などを含む方解石脈塊が№ 5 採掘跡下方の貯鉍中に見られるが、その産状は明らかでない。

3-2-3 バウ山 (G. Bau) 鉍床

バウ山鉍床はバウ町の南方約 1.5 km、バウ山から東方に突き出た標高 181 m の山稜頂上付近に位置している。バン・リー金山会社 (Ban Lee Gold Mining Company) によって、1948年から1959年の間に採鉍・採掘され、現在鉍業権はラッキー・ヒル鉍業有限公司の手にあるが、再開する様子はない。採掘跡に通じる道はやぶに被われ、崩落しているが、採掘跡そのものは完全な形で残っている。

鉍床付近の地質は、近くにある酸性貫入岩岩株の影響で大理石化したバウ石灰岩層から成る。鉍床は 2 条の石灰質珪酸塩脈から成り、これらは山稜頂上付近にある延長 20 m の錘押坑道内で観察できる (第 II-8 図)。西側坑口付近の上盤脈は幅 90 cm で少量の輝安鉍を伴



第II-8図 ラッキーヒルA, クリアン山及びバウ山鉱床

う緑レン石—ザクロ石—珪灰石脈である。そのチャンネル・サンプルの分析結果は、Au 0.20 g/t, Ag 0.2 g/t, Sb 0.39 %を示している。下盤脈は西側坑口付近と引立て、それぞれ幅 50 cm, Au 1.43 g/t, Ag 0.9 g/t, 幅 120 cm, Au 3.50 g/t, Ag 1.4 g/t, Ag 1.4 g/t である。この坑道の 3 m 上部に下盤脈を 4 m 余り 押した坑道がある。そこでのチャンネルサンプル(幅 100 cm)は、Au 21.00 g/t, Ag 36.4 g/t という比較的高い値を示している。これらの脈の西側錐先は、N 35°E 方向の節理帯までで消滅している模様である。したがって、この脈の下部錐先を採鉱したと思われる山稜北斜面標高約 85 m 付近の南西向立入(延長 60 m)では、全く鉱徴は認められない。

3-2-4 アロン・バキット山(G. Arong Bakit) B 鉱床

アロン山・バキット B 鉱床とは、バウ町の南西方約 2 km のアロン・バキット山南斜面に見られる鉱脈の総称である。3 箇所ある採鉱跡のうち、№ 1 は標高約 150 m, № 2 はその直上標高約 160 m に位置し、№ 3 はこれらの東北東約 200 m の標高 180 m に位置している(第 II-9 図参照)。これらの採鉱跡は、1960 年代クウェイ・ファー鉱業会社によって開坑されたものである。現在、採鉱権はグラディオオリ有限公司(Gladioli Sendirian Berhad)の手にあるが、実際の採鉱活動はなされておらず、3 箇所の採鉱跡はクウェイ・ファー鉱業会社の頃と変わっていない。

鉱床周辺には、上部ジュラ系のバウ石灰岩層が広く分布しており、その南部には、ジュアラ山の新第三紀酸性貫入岩が露出している。バウ石灰岩層の一般走向は E-W, その傾斜は 15°~20°N で、その大半は酸性貫入岩の影響を受けて大理石となっている。一方西部の NE-SW 方向の断層北西側には灰色~暗灰色の石灰岩が分析しており、大理石化は認められない。新第三紀酸性貫入岩は石英斑岩からなるが、この地区では風化変質によって著しく粘土化している。

アロン・バキット山 B 鉱床は、№ 1, № 2 及び № 3 の 3 条の脈からなり、いずれも大理石中に胚胎している。脈石は主として石英からなり珪灰石及び少量の方解石を伴っている。アロン・バキット山南斜面標高 164 m 付近にある № 1 脈は、脈幅最大 2 m 余りで走向延長 8 m 弱の不規則レンズ状脈であり、次に述べる № 2 脈の分岐脈と考えられる。№ 2 脈は № 1 脈の約 10 m 上盤側にあり、一般走向 N 75°E, 傾斜 15°NW で平均脈幅 4.3 m, 走向延長 71 m を有している。一般に脈の上盤側は母岩の大理石と明瞭に境されているが、下盤側は不規則でしばしば母岩の大理石を取込んでいる。この脈の東部錐先は № 2 採鉱跡の東方約 10 m で消滅しており、西部は脈幅約 1 m で断層によって切られている。一方、№ 3 脈は № 2 脈の東部 先からさらに東北東方約 110 m に位置している。一般走向は N 60°W, 傾斜 10°~15°N で脈幅最大 1 m, 走向延長 3.4 m の小規模レンズ状脈である。

チャンネル・サンプリング法による20試料のAu・Ag分析結果から求めた各脈の平均品位は以下のとおりである。

	平均脈幅	Au	Ag
№2脈	4.3m	6.3g/t	10.2g/t
№3脈	0.5m	2.6g/t	28.7g/t

№2脈のうち、特に孔雀石鉱染の著しい試料の分析品位は、Au 1,197.00 g/t, Ag 973.80 g/t という極めて高い値が得られた。この試料の検鏡結果によると、Auは脈石中に単独に存在するもののほか、黄銅鉱、四面銅鉱、ヘツサイト(テルル銀鉱)と共生している。

3-2-5 サブラン (Saburan) 鉱床

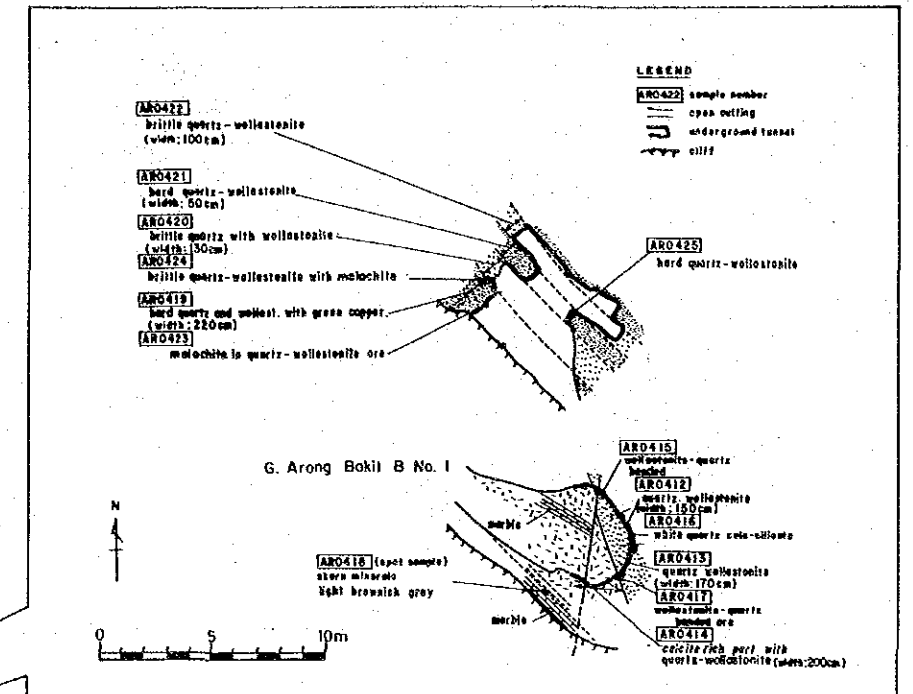
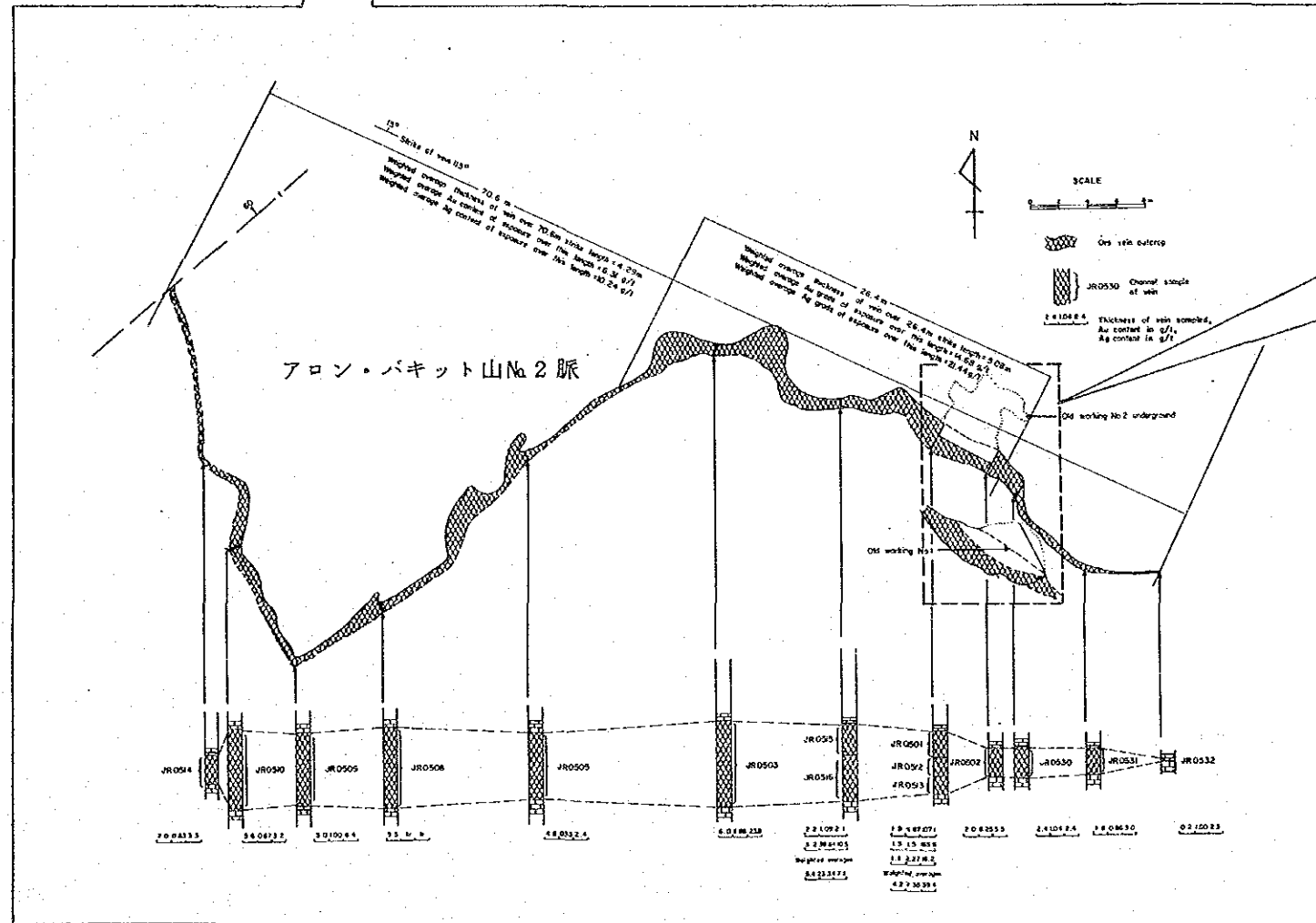
サブラン鉱床はパウ町の南西2kmに位置している。鉱床は1947年-1964年の間、金山としてサブラン金鉱山会社(Saburan Gold Mining Company)によって稼行された。操業期間中に粗鉱約1,4000トンを中心として坑内採掘で出鉱し青化製錬により処理して約109kgの金を生産した。鉱区内には探鉱あるいは採掘された切羽が10箇所あり、青化精錬用水槽(容量約3,000t)もまだ使用可能のまま残されている。現在、採掘権は南部金山開発有限会社(Southern Gold Mining Development Sendirian Berhad)が所有している。

鉱床付近の地質は暗灰色泥質石灰岩及び淡灰色純粋石灰岩より成り、部分的に石灰質砂岩の薄層が認められる。酸性貫入岩脈は断層付近と南東部の鉱床付近に見られるが、いずれも珪化・セリサイト化が著しい。

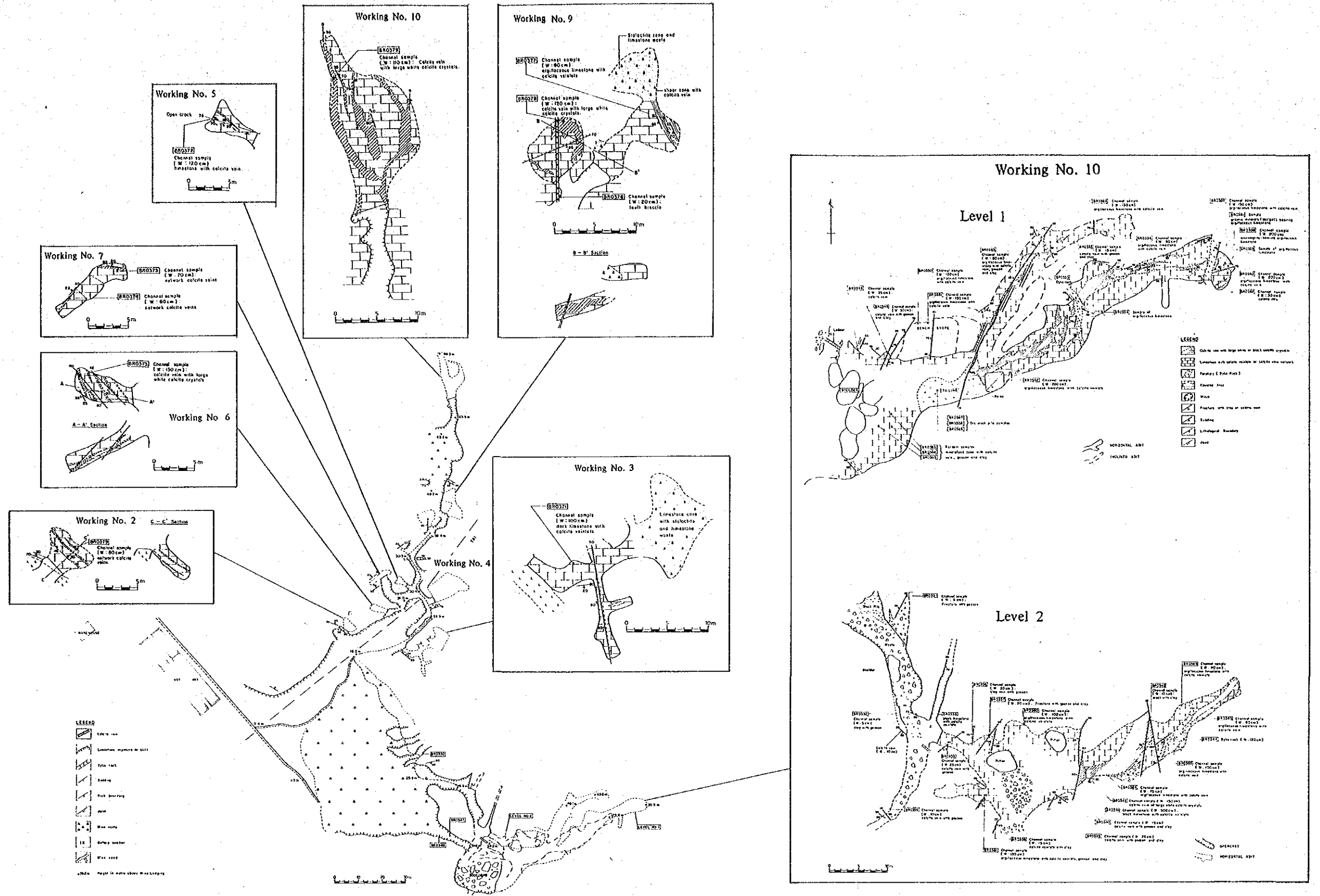
鉱床はNE-SW, N-S及びNW-SE方向の多数の方解石あるいは石英-方解石脈から成っている(第II-10図参照)。そのうち最大の脈は、№1採掘跡に見られるもので、最大脈幅3mの不規則レンズ状脈脈が集合して、全体として走向N80°E, 傾斜20~30°Sを示している。この脈は上・下2坑道で延長約50m採掘されているが、いずれも引立付近で脈勢は劣化している。個々のレンズ状脈は層理にはほぼ平行で、母岩の石灰岩を交代しているように見える。これらの脈は方解石から成り、少量の黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、鶏冠石及び石黄を伴っている。上部坑道から採取した12個のチャンネル・サンプルの平均分析品位はAu 11.21g/t, Ag 4.6g/tを示し、下部坑道から採取した19個のチャンネル・サンプルの平均分析品位はAu 3.09g/t, Ag 4.1g/tを示している。泥質石灰岩中に胚胎する脈はしばしば砒素鉱物が鉱染した方解石細脈網状帯を伴い、これらの網状帯は比較的高いAu品位を示す。

そのほか№2~№10の小規模採掘跡にも方解石脈が見られるが、いずれも低品位である。

サブラン鉱床では、№1採掘跡の脈脈が脈幅大でAu品位も高い。したがって今後の探鉱次



第II-9図 アロン・バキット山B鉱床



第II-10図 サブラン鉱床

第で稼行できる可能性はあるが、砒素鉱物を伴うため、膏化精錬は困難と考えられる。

3-2-6 サブラン山(G. Saburan) 鉱床

サブラン山鉱床は、サブラン山の北東山麓と南東斜面の2箇所に見られる小規模な脈から成る。これらの脈は1984年~1959年間にバン・リー金山会社によって開坑されたものである。現在、探鉱活動はなされておらず、2箇所の探鉱・採掘跡が残存するのみである。№1の採掘跡には、採掘当時の鉱石が山積されている。

いずれの脈もパウ石灰岩層中にあるが、石灰岩はジュアラ山の酸性貫入岩岩株の影響を受けて大理石化している。

北部の№1探鉱・採掘跡(延長20m余り)では、脈は大半掘り尽されているために、脈の状況は現在の引立及び貯鉱中の鉱石から判断する以外に方法はない。引立では、脈は大理石中に不規則形状の方解石脈及びそれを切る石英-珪灰石のレンズ状細脈から成る。そのレンズ状石英-珪灰石脈の分析品位は、Au 1.50g/t, Ag 0.2g/t, 少量の輝安鉱を伴う貯鉱(1試料)の分析品位は、Au 0.01g/t 以下, Ag 0.1g/t 以下を示している。坑道の方向から、この脈の走向はN55°Wと推定される。

南部の№2探鉱跡(鍾押10m)では、大理石中に走向N45°W傾斜40°Nと走向N45°W傾斜40°Nと走向N75°W傾斜40~50°Sの石英-珪灰石細脈網状帯が見られ、輝安鉱はまれであるが少量随伴する。坑道内には、石灰岩、大理石、石英安山岩及び黒色頁岩の礫から成る最大幅20cmの貫入性角礫帯(走向N80°W)が認められる。坑口付近側壁の網状帯のチャンネル・サンプル(幅1.60m)の分析結果は、Au 12.00g/t, Ag 104.0g/t, 引立のチャンネル・サンプル(幅0.60m)の分析結果は、Au 3.83g/t, Ag 2.6g/tである。

3-2-7 タイ・トン(Tai Ton) B 鉱床

タイ・トンB 鉱床は一条の脈からなり、それはパウ町の南西方約4kmのパラット・コロロン山(G. Palat Kolong)を縦断している。この鉱床は、パラット・コロロン山東麓の鉱床(現在は水没)の露天採掘と共に1931年から1954年の間に開坑されたものである。鉱業権は優先貿易有限会社(Priority Trading Sendirian Berhad)の手にあり、現在、再開発の準備中である。

鉱床付近すなわちパラット・コロロン山はパウ石灰岩層から成っており、平坦地にある旧選鉱場付近に酸性貫入岩の岩脈が見られる。

脈は、走向N45°W, 傾斜40°~80°NEで、脈幅2~6m, 走向延長350m以上の方解石脈である。350m余りの坑道のうち大半は、本来の鍾乳洞を拡張したものと考えられる。

大部分の脈は巨晶質方解石より成り、わずかに細粒の石英脈が方解石結晶の粒間を充填している。坑口から35m付近脈幅5mの品位はAu1.5g/t, Ag0.1g/t以下、坑口から160m付近脈幅3mの品位はAu4.9g/t, Ag0.1g/t以下である。坑口から170m以深では、方解石脈に、晶洞に富む石英細脈が巨晶質方解石結晶間を充填するように網状に発達している。また、局部的に少量の輝安鉱を随伴する暗灰色細粒石英がレンズ状に見られる。また方解石片を含む暗褐色"やけ質"粘土が主として方解石脈の裂か中に随所で見られるが、その分布は不規則である。各所で採取された13試料の分析結果を脈質別にまとめると次の通りである。

方解石脈	Au tr~0.10g/t, Ag tr~0.1g/t
晶洞質石英を含む方解石脈	Au 1.33~11.25g/t, Ag 1.6~28.6g/t
方解石片を含む暗褐色"やけ"質粘土	Au 15.83~18.00g/t, Ag 1.9~39.6g/t
含輝安鉱暗色細粒石英	Au 9.20~36.70g/t, Ag 1.9~39.6g/t

X線回折チャート解析の結果、引立付近の側壁から採取した粘土は、多量の石英を伴っていることが明らかとなった。この事実と上記分析結果を合せて考えると、石英の存在はAu・Ag品位と密接な関係があるものと考えられる。

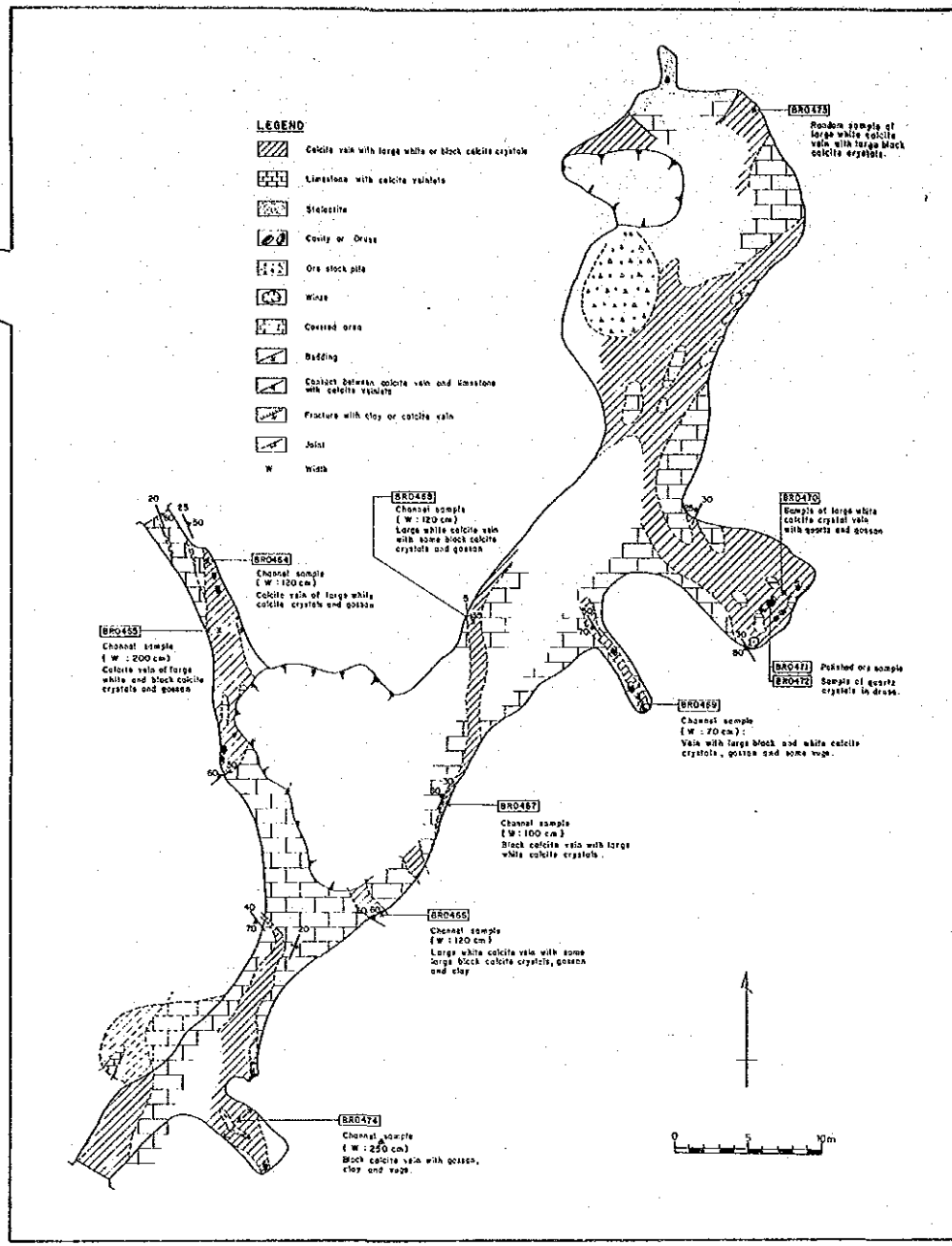
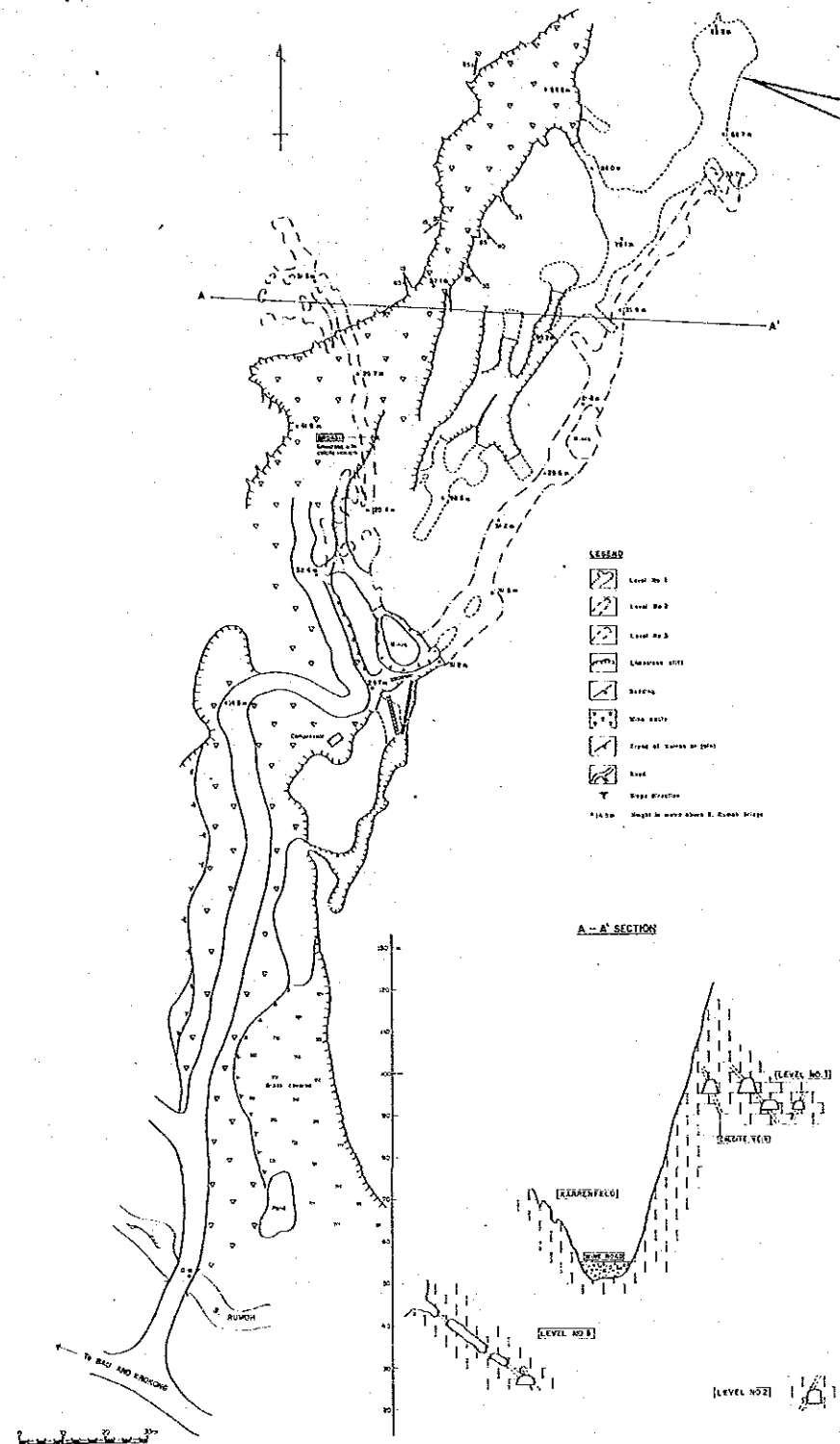
タイ・トンB鉱床は、脈勢が安定しているため、南東方向のナヌイ山(G. Nanui)鉱床まで、あるいはさらにルモ(Rumoh)鉱床まで連続している可能性があり、他方、坑口からさらに平坦地に向って北西方向にも延びていると期待される。

3-2-8 ルモ 鉱 床

ルモ鉱床はパウ町の南西方約6kmに位置している。1949年から1970年代にかけて、ルモ金鉱業会社(Rumoh Gold Mining Company)によって稼行され、1949年から1964年の15年間に粗鉱36,000t約165kgの金を生産している。現在、シアリカット・タバイ有限会社(Syarikat Tabai Sendinan Berhad)により再開発の準備中である。

鉱床付近にはパウ石灰岩層が広く露出するが、このルモ鉱床の位置する石灰岩山塊は逆断層によってペダワン層上に衝上しているものと考えられている。また鉱床付近にはNNE-SW方向のタイ・バリット断層が縦断している。

鉱床は石灰岩中に胚胎する多数の方解石脈から成る。大部分の脈は形状・連続性共に不規則で、主としてレンズ状、場所により幅5mにも達する鉱囊状を呈している(第II-11図参照)。一般にこれらの脈は巨晶質方解石から成り、微量の石英を伴う。ルモ鉱床のAu品位は概して低く、平均するとAu2~3g/tと推定される。しかしながら、"焼け"質粘土を伴う黒色方解石脈の一部は、幅1mのチャンネルでAu68.30g/t, Ag48.4g/tの高品位を示している。したがっ



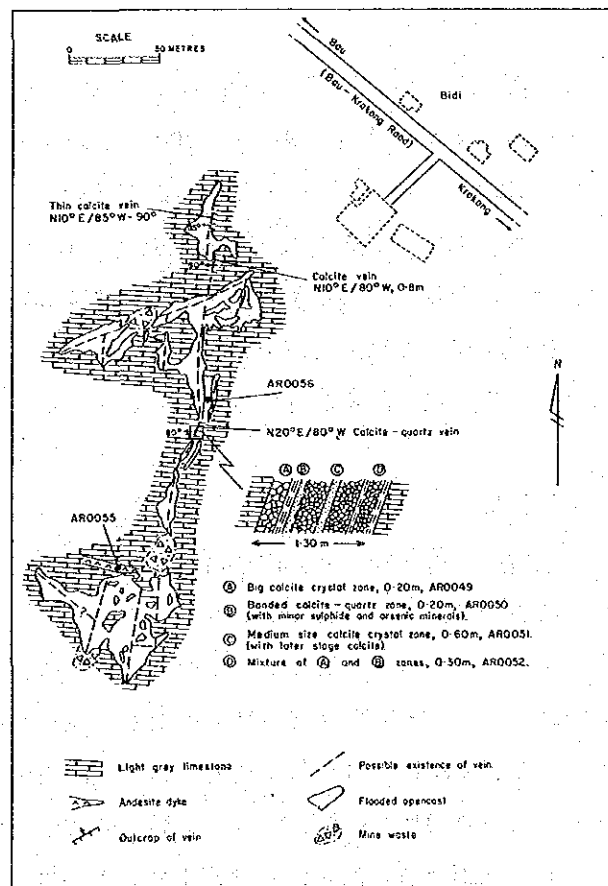
第II-11図 ルモ鉱床

て、この鉱床の開発は、このような“焼け”質粘土に富む脈を重点的に採掘することによって可能と考えられる。

3-2-9 ビディ (Bidi) 鉱床

ビディ鉱床は、パウ町の南西方約4.5 km ビディ部落の石灰岩平坦地にある。この鉱床は、最初1960年代に、ジョン・クェット・シン鉱業会社 (Jong Kuet Syn Mining Company) によって金の採掘が行なわれ、続いて、1970年代になって鉱業権はクサ鉱業有限会社 (Kusa Mining Sendirian Berhad) の手に移り、金と共にアンチモンの採掘も行なわれた。過去の露天掘跡は水没し池になっているが、旧事務所付近には貯鉱が残存している。鉱業権はまだクサ鉱業有限会社の下にあるが、再開の様子はない。

鉱床付近には、パウ石灰岩層が広く分布しているが、東部のクロコン道路付近のNNE-SW方向の断層から東側にはベダワン層が分布している。南部において、WNW-ESE方向の酸性貫入岩岩脈が一部露出している。



第II-12図 ビディ鉱床

採掘跡は水没しているため詳細は不明であるが、未採掘の低品位石英一方解石脈の産状、池の形状、周辺の石灰岩中の方解石脈の方向及び貯鉱されている高品位鉱の観察結果から推定すると、鉱床は、主としてN-S方向とNW-SE方向の二方向の裂か充填鉱脈で、採掘対象となった脈は金・輝安鉱を随伴する石英一方解石脈と考えられる。貯鉱の鉱石中には輝安鉱と共に自然砒素も多量に見られる。

少量の輝安鉱・自然砒素を随伴する露頭の石英一方解石脈(幅1.30m)チャンネル・サンプル分析結果は、Au・Ag共に低品位であるが、貯鉱の鉱石の分析結果(3試料)は、Au 20.0~74.4g/t, Ag 211.0~272.0g/tの高い品位を示している。

3-2-10 ガディン(Gadin) 鉱床

ガディン鉱床は、バウ町の南約1.4kmに位置する。1900年代の初めまでに大部分の鉱床は終掘しているが、1942年~1945年の間再度日本人によって水銀の採掘が行われている。

本地区の地質はペダワン層の頁岩および砂岩から成り、酸性岩岩株が極く近くに貫入している。

鉱床は、NE走向で南落し70°の破碎帯中に胚胎し、その走向方向への広かりは約50mである。低品位の砂鉱床がガディン鉱山の南のヌス川(S.Nusu)、マオング川(S.Ma-ong)およびバロム川(S.Balom)沿いに見られる、主要鉱石鉱物は辰砂であり鶏冠石及び黄鉄鉱を随伴する。脈石鉱物は石英である。鍾下では、主として黄鉄鉱及び辰砂より構成され、紅安鉱及び自然砒素を伴う。黄鉄鉱は自形結晶であるが、コロホーム組織、フランポイダル組織、長柱状組織を示す黄鉄鉱も認められる。辰砂は脈石鉱物の結晶の間隙を埋めた他形結晶として認められる。紅安鉱及び自然砒素は一般に辰砂に伴われて産出する。

3-2-11 ロピ山鉱化帯

ロピ山鉱化帯はバウ町南西方約4kmのロピ山南西斜面に位置している。

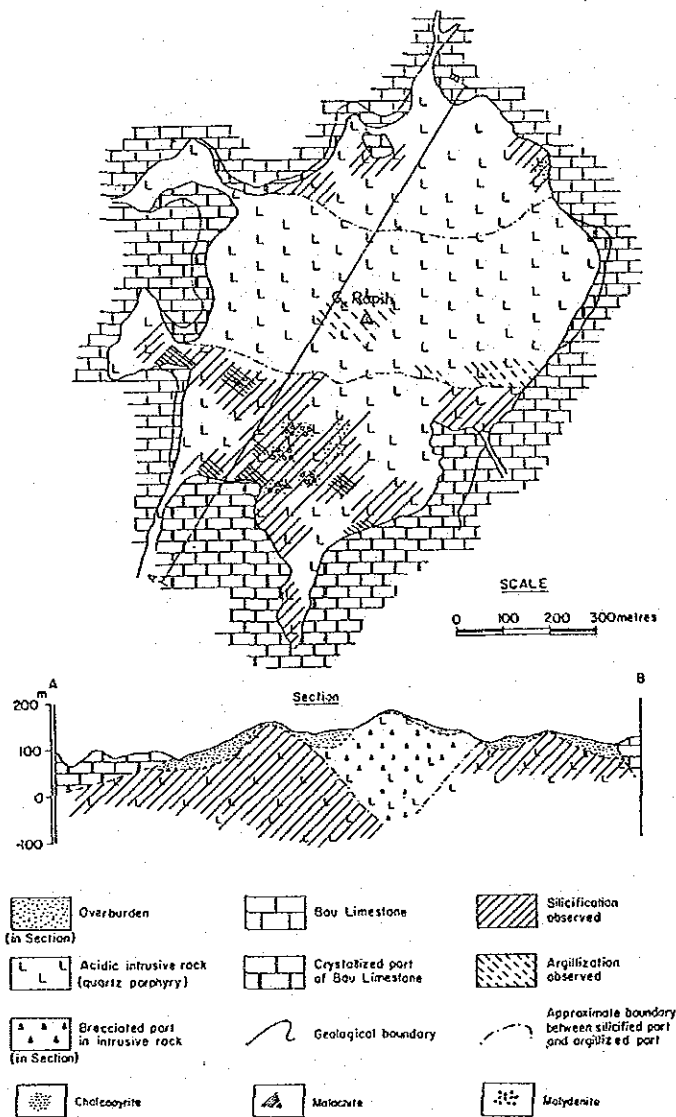
ロピ山は、バウ石灰岩層中に貫入した石英斑岩ないし石英閃緑斑岩から成る第三紀酸性貫入岩岩株で構成されており、その南西斜面には、鉱化の程度は微弱であるが、主として孔雀石、黄銅鉱及び輝水鉛鉱によって鉱染された多数の転石が散在している。このほか不毛石英脈あるいは石英細脈を含む石英閃緑斑岩~石英斑岩の転石が、南斜面に広く認められる。

孔雀石は、幅数mm~2cm程の網状石英脈を部分的に淡緑色に染めている。この石英脈は一般に不毛であるが、まれに微細な黄銅鉱あるいは輝水鉛鉱を少量伴うこともあり、網状石英脈の間の母岩は完全に黄褐色の"焼け"と化している。これら孔雀石を伴う転石は、岩株周縁部の比較的低地に散在している。

黄銅鉱は珪化・セリサイト化を受けて斑状組織さえも不明瞭になった母岩、あるいは珪化・緑泥石化を受けているが斑状組織の残存する母岩のいずれにも、黄鉄鉱と共に微細粒（径平均0.02mm）で鉱染し、あるいは緑泥石—石英微細脈中に輝水鉛鉱と共に随伴する。この黄銅鉱の一部は酸化して斑銅鉱になっているものもある。

輝水鉛鉱は、珪化・緑泥石化を受けているが比較的変質の弱い母岩中の緑泥石—石英細脈に伴われる。普通微粒であるが、中に径5mm程の集合体を形成するものもある。

ロピ山の主として南西斜面から採取した鉱化変質を受けた岩石12試料の平均品位は、Au 0.05g/t, Ag 0.2g/t, Cu 0.09% 及び Mo 0.005% である。



第II-13図 ロピ山鉱化帯

この酸性貫入岩岩株は、著しい珪化、緑泥石化、セリサイト化及びカオリン化を受けている。特に珪化は、ロビ山南斜面によく発達しており、そこでは石英網状細脈が認められる。

共生鉱物組合せ、変質の特徴などから、この銅・モリブデン鉱染はポーフイリー・銅型の鉱化作用によるものと考えられる。ボーリング・コア、転石及び露頭の分析結果では、この鉱化帯のCu品位は必ずしも高くないが、バウ鉱床区にポーフイリー・銅型の鉱化作用が認められたことは、今後のこの地域の探鉱を進めるに当って、重要な意味がある。