

マレーシア・サラワク地域
資源開発協力基礎調査報告書

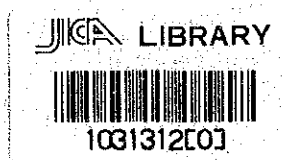
第二年次

昭和59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

第二年次



昭和 59 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 '84. 5. 18	113
登録No. 10282	66.1
	MPN

マイクロ
フィッシュ作成

は し が き

日本政府は、マレーシア政府の要請に応え、サラワク地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱物資源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およ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。

金属鉱業事業団は7名からなる現地調査団を編成して、昭和58年5月11日より昭和59年1月21日までマレーシアに派遣し、調査および報告書の作成を行った。

調査は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のもとに予定通り完了した。

本報告書は第二年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力をいただいたマレーシア政府関係機関および地質調査所、ならびに日本国外務省、在マレーシア日本大使館および関係会社の各位に衷心より感謝の意を表するものである。

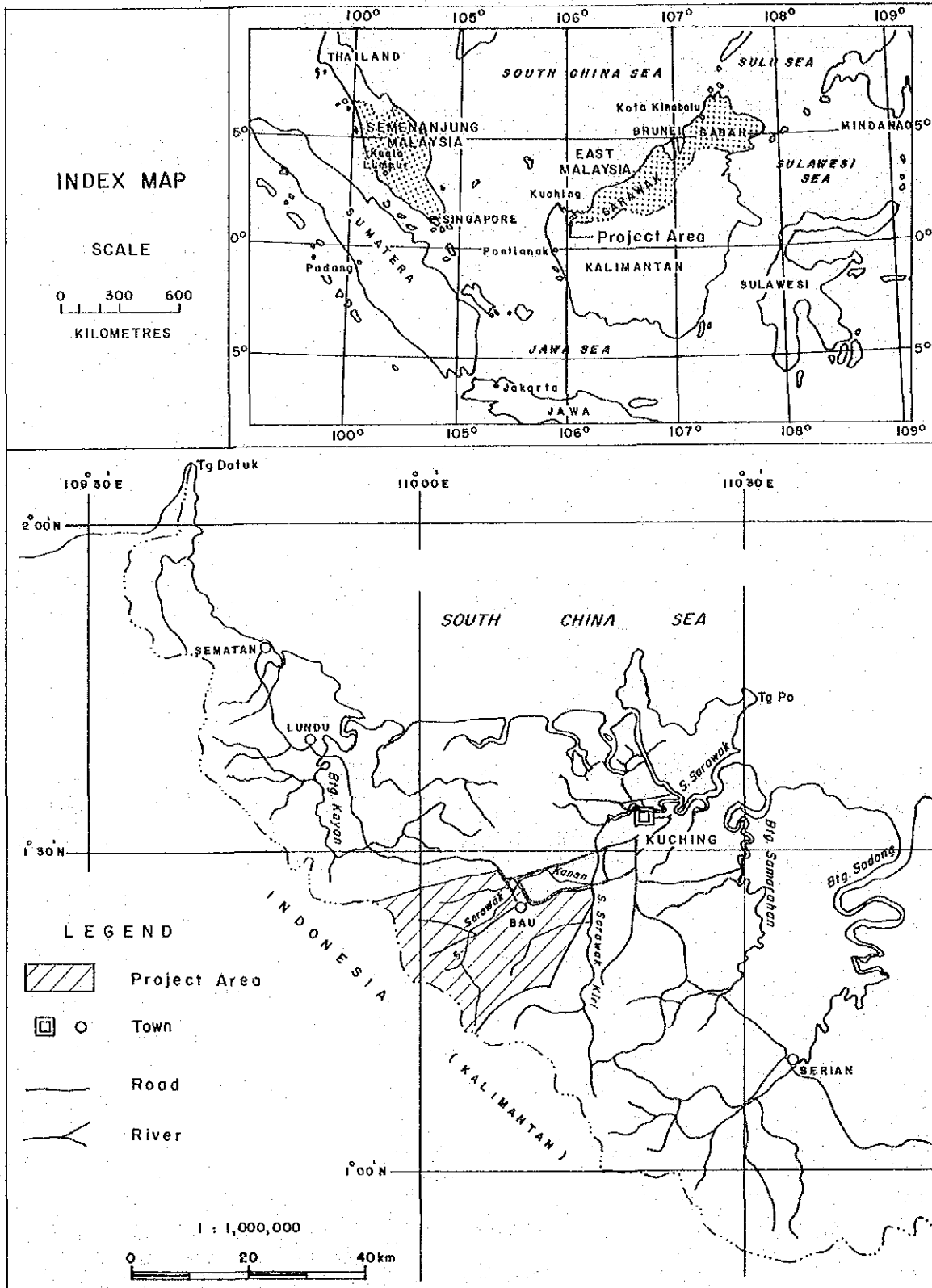
昭和59年2月

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 1220/1/83

Fig. 1 Location Map of Project Area

目 次

はしがき	
調査地域位置図	
目 次	
要 約	

総 論

第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第一年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第一年次調査の結論	1
1-2-2 第一年次調査の提言	2
1-3 第二年次調査の概要	3
1-3-1 調査地域	3
1-3-2 調査目的	3
1-3-3 調査方法	4
1-3-4 調査団の編成	5
1-3-5 調査期間	6
第2章 調査地域の地理	7
2-1 地形および水系	7
2-2 気候および植生	7
第3章 一般地質	8

各 論

第 I 部 地質調査・地化学探査

第1章 ジャンブサンタータイ・パリット地区	11
1-1 地質調査結果	11
1-1-1 地 質	11
1-1-2 変成および変質	12
1-1-3 地質構造	13
1-2 地化学探査結果	13
1-2-1 試料採取および分析	13
1-2-2 データ処理	14

1-2-3	解析結果	14
1-3	鉍化作用	18
1-3-1	既知鉍床	18
1-3-2	鉍微地	38
1-4	考察	38
第2章	ロピ山-ジュアラ山地区	43
2-1	地質調査結果	43
2-1-1	地質	43
2-1-2	変質	44
2-1-3	地質構造	45
2-2	地化学探査結果	45
2-2-1	試料採取および分析	45
2-2-2	データ処理	45
2-2-3	各元素および各因子の異常帯分布	47
2-2-4	異常帯の分布傾向	49
2-3	鉍化作用	49
2-4	考察	50
第3章	アピ山-ブテ川地区	53
3-1	地質調査結果	53
3-1-1	地質	53
3-1-2	変成および変質	53
3-1-3	地質構造	54
3-2	地化学探査結果	54
3-2-1	川砂を対象とした地化学探査	54
3-2-2	パンニングによる金の探査	56
3-3	鉍化作用	57
3-4	考察	58

第Ⅱ部 物理探査

第1章	調査方法	60
1-1	測定方法	60

1-2	使用機器	61
第2章	データ処理・解析方法	62
2-1	データ処理	63
2-2	地形補正	63
2-3	物性測定結果	65
2-4	解析方法	66
第3章	解析結果および考察	68
3-1	解析結果	68
3-2	考察	71

結 論 お よ び 提 言

第1章	結 論	73
第2章	第三年次調査への提言	75
参考文献		76

APPENDICES

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1 Location Map of Project Area.
- Fig. 2 Location Map of Phase II Survey Area.
- Fig. 3 Geological Map of Project Area.
- Fig. 4 Stratigraphy and Geologic Activities, Bau Area.
- Fig. 5 Areas Recommended for Phase III Follow-up Work.
- Fig. I-1 Geological Map of Jambusan – Tai Parit Area
- Fig. I-2 Stratigraphic Correlation of Jambusan – Tai Parit Area
- Fig. I-3 Flow Chart of Trend Analysis
- Fig. I-4-1 Selection of Cell and Section Sizes, Jambusan-Tai Parit Area (1)
- Fig. I-4-2 Selection of Cell and Section Sizes, Jambusan-Tai Parit Area (2)
- Fig. I-4-3 Selection of Cell and Section Sizes, Jambusan-Tai Parit Area (3)
- Fig. I-5 Location Map of Old Mine Workings around Gunung Krian and Gunung Bau
- Fig. I-6 Gunung Krian Old Mine Workings (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 and 9)
- Fig. I-7 Gunung Bau Old Mine Workings.
- Fig. I-8 Location Map of Old Mine Workings around Gunung Arong Bakit.
- Fig. I-9 Gunung Arong Bakit A Old Mine Workings.
- Fig. I-10 Gunung Arong Bakit B Old Mine Workings.
- Fig. I-11 Location Map of Old Mine Workings around Gunung Tai Ton.
- Fig. I-12 Gunung Tai Ton Old Mine Workings.
- Fig. I-13 Tai Ton B Ore Deposit.
- Fig. I-14 Location Map of Old Mine Workings around Gunung Saburan.
- Fig. I-15 Gunung Saburan Old Mine Workings.
- Fig. I-16 Location Map of Rumoh Ore Deposit.
- Fig. I-17 Location Map of Saburan Ore Deposit.
- Fig. I-18 Jambusan East Ore Deposits.
- Fig. I-19 West Batu Bekajang Ore Deposit.
- Fig. I-20 Outcrop, West of Batu Bekajang Lake.
- Fig. I-21 Location Map of Gunung Tongga Ore Deposit.
- Fig. I-22 Location Map of Gunung Siriung Mineralized Occurrence.
- Fig. I-23 Au Contents in Various Types of Samples.
- Fig. I-24 Variation of Au/Ag Contents in Ore Samples.
- Fig. I-25 Schematic Section of Tai Ton B Old Mine Adit.

- Fig. I-26 Geological Map of Gunung Ropih-Gunung Juala Area.
- Fig. I-27 Distribution of Alteration Minerals, Gunung Ropih-Gunung Juala Area.
- Fig. I-28 Location Map of Rock Samples for Chemical Analysis and K-Ar Age Determination.
- Fig. I-29 QPA Diagram.
- Fig. I-30 ACF Diagram.
- Fig. I-31 Variation Diagrams of CaO, MgO and SiO₂ Versus Solidification Index.
- Fig. I-32 Result of Discriminant Analysis.
- Fig. I-33 Cumulative Probability Plots, Soil Samples, Gunung Ropih-Gunung Juala Area.
- Fig. I-34 Results of Factor Analysis, Gunung Ropih-Gunung Juala Area
- Fig. I-35 Selection of Cell and Section Sizes, Gunung Ropih.
- Fig. I-36 Results of Geochemical Soil Survey, Au, Ag and Cu, Gunung Ropih-Gunung Juala Area.
- Fig. I-37 Results of Geochemical Soil Survey, Pb, Zn and Mo, Gunung Ropih-Gunung Juala Area.
- Fig. I-38 Gunung Ropih, Anomaly Surface Map (Cu in Soil).
- Fig. I-39 Gunung Ropih, Anomaly Surface Map (Mo in Soil).
- Fig. I-40 Gunung Ropih, Anomaly Surface Map (Pb in Soil).
- Fig. I-41 Gunung Ropih, Anomaly Surface Map (Zn in Soil).
- Fig. I-42 Gunung Ropih, Anomaly Surface Map (Au in Soil).
- Fig. I-43 Gunung Ropih, Anomaly Surface Map (Ag in Soil).
- Fig. I-44 Old Mine Workings and Mineral Showings, Gunung Ropih-Gunung Juala Area.
- Fig. I-45 Geological Map of Gunung Api-Sungai Puteh Area (1 : 25,000)
- Fig. II-1 Location Map of Spectral IP Survey Lines
- Fig. II-2 Layout of Potential Electrodes and Preamplifier
- Fig. II-3 Layout of Current Electrodes
- Fig. II-4 Block Diagram of Spectral IP Survey Instruments
- Fig. II-5 Spectral IP Effect
- Fig. II-6 Transmitted and Received Waveforms
- Fig. II-7 Relation between Frequency Effect and Phase Shift
- Fig. II-8 Example of Terrain Correction (Line A)
- Fig. II-9 Block Diagram of Laboratory Measurement
- Fig. II-10-1 Frequency Response of Ore Sample

- Fig. II-10-2 Frequency Response of Ore and Rock Sample
- Fig. II-10-3 Frequency Response of Rock Sample
- Fig. II-10-4 Frequency Response of Rock Sample
- Fig. II-10-5 Frequency Response of Rock Sample
- Fig. II-10-6 Frequency Response of Rock Sample
- Fig. II-10-7 Frequency Response of Rock Sample
- Fig. II-11 Three-point Decoupled Phase Shift
- Fig. II-12 Spectral IP Pseudo-Section of Line A
- Fig. II-13 Spectrum Diagram of Line A
- Fig. II-14-1 Raw Phase Pseudo-Section of Line A (1)
- Fig. II-14-2 Raw Phase Pseudo-Section of Line A (2)
- Fig. II-14-3 Raw Phase Pseudo-Section of Line A (3)
- Fig. II-14-4 Raw Phase Pseudo-Section of Line A (4)
- Fig. II-14-5 Raw Phase Pseudo-Section of Line A (5)
- Fig. II-15 Spectral IP Pseudo-Section of Line B
- Fig. II-16 Spectral IP Pseudo-Section of Line C
- Fig. II-17 Spectrum Diagram of Line B
- Fig. II-18 Spectrum Diagram of Line C
- Fig. II-19-1 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (1)
- Fig. II-19-2 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (2)
- Fig. II-19-3 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (3)
- Fig. II-19-4 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (4)
- Fig. II-19-5 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (5)
- Fig. II-20-1 Raw Phase Pseudo-Section of Line C (1)
- Fig. II-20-2 Raw Phase Pseudo-Section of Line C (2)
- Fig. II-20-3 Raw Phase Pseudo-Section of Line C (3)
- Fig. II-20-4 Raw Phase Pseudo-Section of Line C (4)
- Fig. II-20-5 Raw Phase Pseudo-Section of Line C (5)
- Fig. II-21 Spectral IP Pseudo-Section of Line D
- Fig. II-22 Spectral IP Pseudo-Section of Line E
- Fig. II-23 Spectral IP Pseudo-Section of Line F
- Fig. II-24 Spectrum Diagram of Line D
- Fig. II-25 Spectrum Diagram of Line E
- Fig. II-26 Spectrum Diagram of Line F

Fig. II-27-1	Raw Phase Pseudo-Section of Line D (1)
Fig. II-27-2	Raw Phase Pseudo-Section of Line D (2)
Fig. II-27-3	Raw Phase Pseudo-Section of Line D (3)
Fig. II-27-4	Raw Phase Pseudo-Section of Line D (4)
Fig. II-27-5	Raw Phase Pseudo-Section of Line D (5)
Fig. II-28-1	Raw Phase Pseudo-Section of Line E (1)
Fig. II-28-2	Raw Phase Pseudo-Section of Line E (2)
Fig. II-28-3	Raw Phase Pseudo-Section of Line E (3)
Fig. II-28-4	Raw Phase Pseudo-Section of Line E (4)
Fig. II-28-5	Raw Phase Pseudo-Section of Line E (5)
Fig. II-29-1	Raw Phase Pseudo-Section of Line F (1)
Fig. II-29-2	Raw Phase Pseudo-Section of Line F (2)
Fig. II-29-3	Raw Phase Pseudo-Section of Line F (3)
Fig. II-29-4	Raw Phase Pseudo-Section of Line F (4)
Fig. II-29-5	Raw Phase Pseudo-Section of Line F (5)
Fig. II-30-1	Plan Map of Apparent Resistivity (n = 1)
Fig. II-30-2	Plan Map of Apparent Resistivity (n = 3)
Fig. II-30-3	Plan Map of Apparent Resistivity (n = 5)
Fig. II-31-1	Plan Map of Three-point Decoupled Phase (n = 1)
Fig. II-31-2	Plan Map of Three-point Decoupled Phase (n = 3)
Fig. II-31-3	Plan Map of Three-point Decoupled Phase (n = 5)
Fig. II-32-1	Plan Map of Percent Frequency Effect (n = 1)
Fig. II-32-2	Plan Map of Percent Frequency Effect (n = 3)
Fig. II-32-3	Plan Map of Percent Frequency Effect (n = 5)

LIST OF TABLES

Table 1	Work Schedule of Phase II
Table 2	Number of Tested Samples
Table 3	K-Ar Age Determination of the Jagoi Granodiorite
Table I-1	Analytical Results of Samples from the Saburan Ore Deposit
Table I-2	Analytical Results of Samples from the Rumoh Ore Deposit
Table I-3	Record of Production, Jambusan East Ore Deposits
Table I-4	Analytical Results of Samples, Bidi South Ore Deposit

Table I-5	Analytical Results of Samples from the Gunung Tongga Ore Deposit
Table I-6	Chemical Composition and CIPW Norms
Table I-7	Statistical Parameters of Metal Content in Soil Samples, Gunung Ropih-Gunung Juala
Table I-8	Correlation Matrix of 6 Elements
Table I-9	Factor Loadings after Varimax Rotation
Table I-10	Statistical Parameters of Metal Contents in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Table II-1	Spectral IP Survey Instruments
Table II-2	IP Properties of Ore and Rock Samples
Table II-3	Characteristics of Ore and Rock Samples
Table II-4	Classification of Spectral IP Data

LIST OF MAPS

Map I-1	Geological Map of Jambusan-Tai Parit Area
Map I-2	Au Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-3	Ag Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-4	Cu Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-5	Pb Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-6	Zn Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-7	Mo Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-8	As Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-9	Sb Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-10	Hg Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-11	Mn Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-12	Fe Trend Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-13	Au Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-14	Ag Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-15	Cu Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-16	Pb Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-17	Zn Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-18	Mo Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-19	As Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-20	Sb Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-21	Hg Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-22	Mn Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-23	Fe Anomaly Surface Map, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-24	Combined Anomaly Surface Map, Sb, As, Hg, Ag and Mn
Map I-25	Location Map of Old Mine Workings and Mineral Showings
Map I-26	Plan Map of Rumoh Ore Deposit
Map I-27	Rumoh Ore Deposit, Level No. 1
Map I-28	Rumoh Ore Deposit, Level No. 2
Map I-29	Rumoh Ore Deposit, Level No. 3
Map I-30	Plan Map of Saburan Ore Deposit
Map I-31	Saburan Ore Deposit, Old Working I, Level No. 1

Map I-32	Saburan Ore Deposit, Old Working I, Level No. 2
Map I-33	Saburan Ore Deposit, Old Working II, III, V-X
Map I-34	Bidi South Ore Deposit
Map I-35	Gunung Nanui Ore Deposit
Map I-36	Gunung Jabul Ore Deposit (I & II)
Map I-37	Gunung Tongga Ore Deposit and Gunung Siriung Mineralized Occurrence
Map I-38	Geological Map of Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-39	Location Maps of Samples, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-40	Distribution of Au in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-41	Distribution of Ag in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-42	Distribution of Cu in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-43	Distribution of Pb in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-44	Distribution of Zn in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-45	Distribution of As in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-46	Distribution of Sb in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-47	Distribution of Hg in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-48	Distribution of Mo in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-49	Distribution of W in Stream Sediments, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-50	Distribution of Au in Panned Concentrate Samples, Gunung Api-Sungai Puteh Area
Map I-51	Location Map of Rock Samples, Jambusan-Tai Parit Area
Map I-52	Location Map of Soil Samples, Gunung Juala
Map I-53	Location Map of Soil Samples, Gunung Ropih

LIST OF APPENDICES

Appendix 1	Detection Limits and Analytical Methods
Appendix 2	Results of Polished Ore Section Determination
Appendix 3	Thin Section Determination of Rock Samples
Appendix 4	Result of X-Ray Diffractive Analysis
Appendix 5	Results of Chemical Analysis of Ore Samples
Appendix 6	Results of Chemical Analysis of Rock Samples
Appendix 7	Results of Chemical Analysis of Soil Samples
Appendix 8	Results of Chemical Analysis of Stream Sediment Samples

NOTES

The following Malay and Dayak geographical words are used in the report:

Batang	.....	Main river
Pangkalan	.....	Jetty
Bukit (Bt)	.....	Hill
Arong	.....	Valley
Kampung (Kg)	.....	Village
Plaman (Plm)	.....	New village
Sungai (S)	.....	River
Gunung (G)	.....	Mountain
Ulu (U)	.....	Headwaters of river or surrounding country
Besar (B)	.....	Large
Kecil (K)	.....	Small
Kanan	.....	Right
Kiri	.....	Left

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昭和57年度から開始され、今年度はその第二年次にあたる。

第一年次調査結果に基づいて有望地区として抽出されたジャンプサンータイ・パリット地区、ロピ山-ジュアラ山地区、アピ山-ブテ川地区およびタイ・トン地区に対して、地質調査・地化学探査および物理探査からなる第二年次調査が、昭和58年5月から昭和59年2月まで実施された。

ジャンプサンータイ・パリット地区では地質精査、岩石地化学探査および旧坑調査が実施された。

地質精査の結果、酸性貫入岩体に伴われる大理石の分布状態が明らかとなり、地化学探査の結果、既知鉱床地帯でSb・Asなどの地化学異常が重複して把握された。セロマ部落北部およびバトウ山周辺においても同様の地化学異常が把握され、その地化学異常の大きさと強さおよび地質条件を考慮に入れば、この両地区において既知鉱床と同様の鉱床の存在が充分期待される。

また、旧坑調査の結果、アロン・バキット山B鉱床No.2、サブラン鉱床およびルモ鉱床で高品位金・銀脈が確認され、その連続性が期待される。

ロピ山-ジュアラ山地区では、土壌地化学探査と地質精査が実施され、ロピ山、特にその南西斜面において、ポーフイリーカッパー型の銅・モリブデン鉱化作用が確認された。地表部の鉱徴はCu 0.11%、Mo 0.007%と低品位であるが、母岩の変質と石英細脈の発達から典型的なポーフイリーカッパー型鉱化作用と考えられ、深部での品位の好転が期待される。

アピ山-ブテ川地区では地質準精査と川砂地化学探査およびパンニングが実施された。その結果、酸性貫入岩の一部で珪化および石英細脈が認められたものの期待された銅・鉛・亜鉛鉱化作用は確認できなかった。しかし、パンニングによりシニイ川およびマトウン川で砂金濃集個所が確認された。この砂金は付近の酸性貫入岩岩脈周辺のペダワン層中に胚胎する含金石英脈に由来するものと思われる。

タイ・トン地区では金・アンチモン鉱床に対して実施されたスペクトルIP法による物理探査の結果、ビディ鉱床では強い、ビディ南部鉱床では弱い、タイ・トンB鉱床では微弱なスペクトルIP異常がそれぞれ把握された。

物性測定および解析の結果、これらの異常は主に輝安鉱・硫砒鉄鉱によるものと考えられ、石灰岩中の硫化鉱物に乏しい方解石脈の判別は予想外に困難であることが明らかになった。

また、ビディ鉱床については、その分布および下部への連続性が把握された。

総論

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯

マレーシア・サラワク州西部サラワク地方は、地質鈹床上、金・アンチモン鈹床区を形成しているが、その開発は19世紀初頭のバウ(Bau)地域での金の採掘に始まる。その後同地域でアンチモン鈹が発見され、合せて採掘されてきた。このようにして西部サラワク地方の鈹業活動は1900年から1920年頃にかけて最盛期に達したが、原始的で未熟な探鈹・採掘技術のため採掘対象範囲は露頭周辺でしかも地表付近に限られていた。そのため主だった露頭の採掘を終えた1940年頃から鈹産高は急激に減少し今日に至っている。

西部サラワク地方の鈹業活動の復活とその地域振興を期待して、マレーシア政府は“第四次マレーシア計画(1981-1985)”の一環として、バウ地域およびルンドゥーセマタン(Lundu-Sematan)地域の総合的鈹物資源調査プロジェクトを企画し、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・協定接衝調査団を現地に派遣し、プロジェクト地域の予察およびマレーシア政府と調査に関する詳細な協議を実施させた。

この結果、同調査団とマレーシア総理府経済企画部(Economic Planning Unit)およびマレーシア地質調査所(Geological Survey of Malaysia)との間で、バウ地域に調査を集中させること、そして予算・時間的余裕があればルンドゥーセマタン地区の調査を実施することで合意が成立し、同年6月16日、SCOPE OF WORKを締結した。

このSCOPE OF WORKに基づき、バウ地域(面積570km²)の地質概査と地化学探査、およびこの地域内にあって特に既知鈹床の密集するバウ町とその南部(面積70km²)の地質準精査が、第一年次調査として昭和57年7月29日~昭和58年3月10日に実施された。

第一年次調査の結論と提言に基づいて、鈹床賦存の可能性の高い有望地区に対して地質精査・地化学探査・物理探査が、第二年次調査として昭和58年5月11日~昭和59年2月10日に実施された。

1-2 第一年次調査の結論と提言

1-2-1 第一年次調査の結論

第一年次調査の結論を要約すると次の通りである。

1. 調査地域の地質構造は、ENE-W SW~E-W方向に軸をもつ褶曲、およびNNE-SSW系、NW-SE系、WNW-ESE~E-W系の断層によって特徴づけられる。

2. 調査地域に多数分布する既知鈹床は、いずれも新第三紀酸性貫入岩に関係した浅熱水性

鉱脈型鉱床であり、石灰岩中の金・アンチモン鉱床、酸性貫入岩岩株およびその周辺に見られる銅・鉛・亜鉛鉱床、および頁岩・砂岩中に胎胚する水銀鉱床に大別される。

3. 大半の金・アンチモン鉱床は、NNE—SSW方向で直線的に配列する貫入岩岩株の西側で、大規模なNNE—SSW系断層周辺に密集しており、断層および断層に伴って形成された裂かを充填した鉱脈鉱床である。

4. 銅・鉛・亜鉛鉱床は、酸性貫入岩岩株およびその周辺の石灰岩中のNE—SW系裂かを充填した鉱脈鉱床であり、また、モリブデンを伴う鉱染鉱床は強度に熱水変質を受けた岩株中に形成されている。

5. 水銀鉱床は、頁岩・砂岩中のNE—SW系断層破碎帯中に形成されている。

6. 川砂およびパンニング試料による地化学探査の結果得られた異常帯は、既知鉱床分布域以外に、プテ(Puteh)川—アピ(Api)山—帯およびテゴラ(Tegora)山の北部・東部区域において得られた。

7. これらの調査結果から、次の区域が有望区域として抽出された。

(i) 金・アンチモン鉱床の有望区域として、パク(Paku)、クロコン(Krokong)、ポアック(Poak)、セロパック(Seropak)およびジャンブサン(Jambusan)で囲まれる石灰岩分布域。

(ii) 銅・鉛・亜鉛鉱床の有望区域として、NNE—SSW方向に配列する貫入岩岩株周辺で、特に、ジュアラ(Juala)山—ロピ(Ropih)山— balan(Balan)山—帯および南部のアピ山—プテ川周辺で鉱染～網状型の新鉱床賦存の期待が大きい。

1-2-2 第一年次調査の提言

上記の結論に基づいて第二年次以後の調査対象地区として次の4地区が抽出された。

1. ジャンブサナータイ・バリット区域

抽出理由：本区域はジャンブサナータイ・バリット断層、ロピ山—ジュアラ山の各地化学異常帯を含む区域で、石灰岩中に形成された金・アンチモン鉱床の大部分および銅・鉛・亜鉛鉱床と鉱徴が分布し、両鉱床探査の最も有望な区域である。

探査方法：(i) 全域に対する地質精査および山地状石灰岩分布域における岩石地化学探査
(ii) 露出不良区域での土壌地化学探査および主要断層周辺の岩石地化学探査

2. ロピ山—ジュアラ山区域

抽出理由：ロピ山—ジュアラ山異常帯を含む区域で、区域内に分布する石英斑岩岩株およびその周辺には銅・鉛・亜鉛鉱床とモリブデンを伴う石英細脈網状帯が存在し、従来みられなかった鉱染～網状型鉱床の期待が大きい。

探査方法：土壌による地化学精査

3. タイ・トン区域

抽出理由：平地状石灰岩の分布域で、多数の金・アンチモン鉱床とタイ・パリット断層異常帯を含む。この地域内にはバウ鉱床区最大のタイ・パリット鉱床が存在し、既知鉱床の水平的・垂直的延長は新鉱床発見と同等に重要な探査課題であるが、区域内は河川堆積物とペダワン（Pedawan）層の頁岩・砂岩が広く石灰岩を被覆しているため物理探査が必要である。

探査方法：物理探査（電気探査）

4. アピ山ーブテ川区域

抽出理由：本区域は調査地域の南部にあって、強度の熱水変質作用を受けた石英斑岩岩株の分布する区域であり、アピ山およびブテ川両地化学異常帯とパンニング試料による金の分布が明らかにされている。既知鉱床としては小規模な金の採掘跡が知られているに過ぎないが、地化学異常から金・アンチモン鉱床のほかロピ山ージュアラ山区域にみられる銅・鉛・亜鉛鉱床が期待される。

探査方法：地質精査および川砂による地化学精査

1-3 第二年次調査の概要

1-3-1 調査地域

第二年次の調査地域は、Fig. 2に示す通り、ジャンプサンータイ・パリット地区、ロピ山ージュアラ山地区およびアピ山ーブテ川地区の地質調査・地化学探査対象3地区と、物理探査を対象としたタイ・トン（Tai Ton）地区の計4地区からなっている。

ジャンプサンータイ・パリット地区は、バウ町およびその南方の石灰岩台地を含む南北5.5 km東西7.5 kmで面積41 km²の範囲にある。酸性貫入岩岩株より構成されるロピ山ージュアラ山地区もこの地区内に包含され、面積約5 km²を有している。

アピ山ーブテ川地区は、サラワク・カナン（Sarawak Kanan）川の支流ペディ（Pedi）川の上流にあり、南西側はインドネシア国境に境された範囲で面積25 km²を有している。

物理探査が実施されたタイ・トン地区は、ジャンプサンータイ・パリット地区の西側に隣接する面積2 km²の範囲で、この地区には、タイ・トン、ルモ（Rumoh）、ビディ（Bidi）などの既知鉱床が含まれている。

1-3-2 調査目的

これらの地区の鉱床賦存状況をさらに詳しく把握し、それらの評価を試みることである。

この目的を達成するために、各地区では特に次のような点を重視して調査を実施した。

(1) ジャンプサンータイ・パリット地区

バウ石灰岩層中に胎胚する金・アンチモン鉱床の特性を母岩の岩質との関係および地質構造

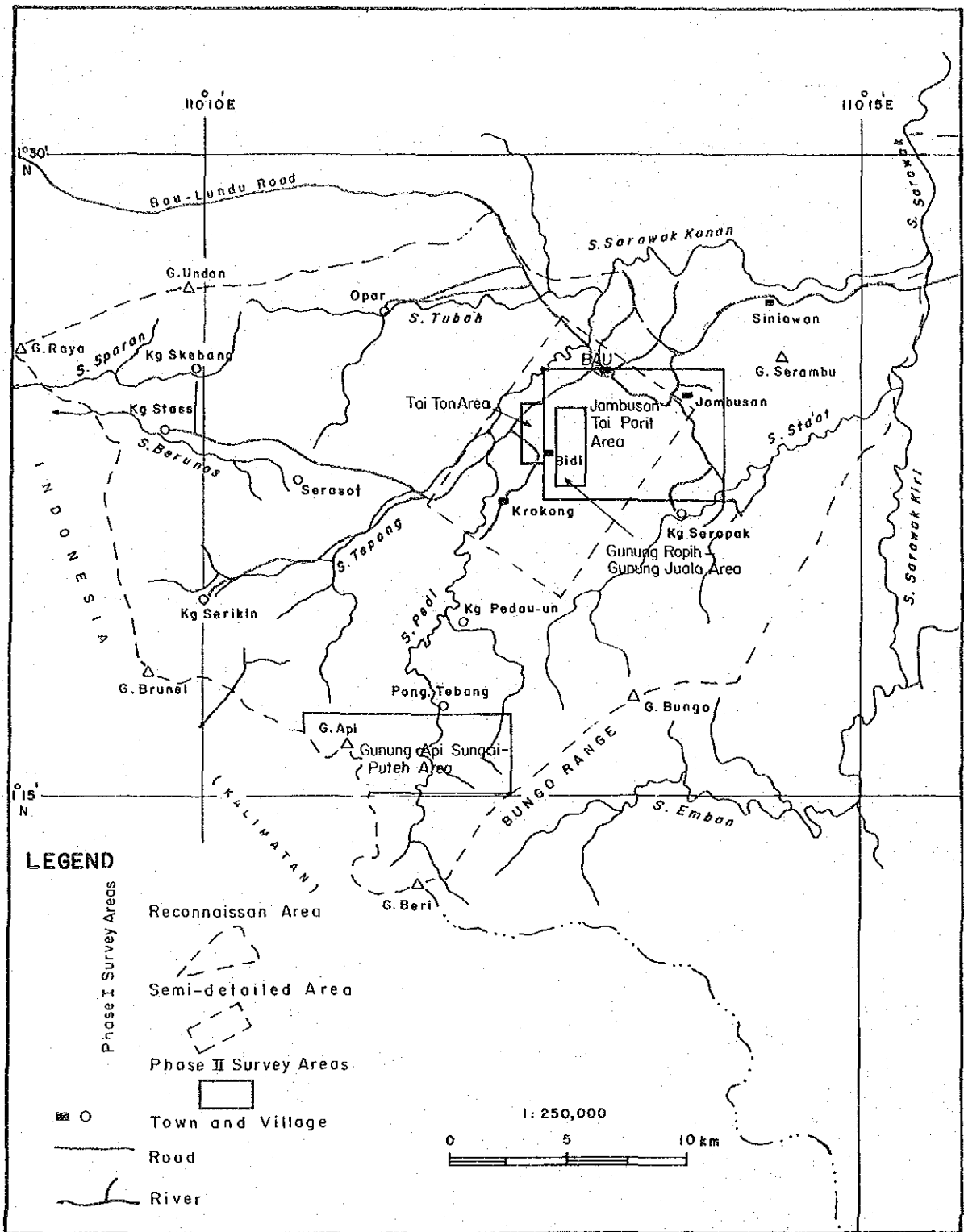


Fig. 2 Location Map of Phase II Survey Area

との関係を重視して解明する。

(2) ロピ山-ジュアラ山地区

酸性貫入岩岩株およびその周辺の石灰岩類中に胚胎が予想される銅・鉛・亜鉛の鉍脈型ないし鉍染・網状型の鉍化作用の特性を母岩の変質を重視して解明する。

(3) アピ山-ブテ川地区

第一年次の地化学探査によって異常が得られたブテ川およびアピ山周辺の鉍化状況を把握し、鉍化作用の特性を解明する。

(4) タイ・トン地区

金・アンチモン既知鉍床の地下深部への連続性および水平方向の連続性の有無を確認すると共に、パウ石灰岩層の地下構造を解明する。

1-3-3 調査方法

(1) ジャンブサン-タイ・パリット地区

ジャンブサン-タイ・パリット地区では、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併行して実施した。旧坑調査は地質調査と併行して実施した。多数ある探鉍・探掘跡のうち鉍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。

(2) ロピ山-ジュアラ山地区

ロピ山-ジュアラ山地区では、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なった。探試は25m×100mおよび25m×50mのグリッド方式とし、ポケット・コンパスと間縄で探試地点を測量した後、ハンド・オーガーを用いて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ない、縮尺1:5,000のルート・マップを作成した。

(3) アピ山-ブテ川地区

この地区では地質準精査と地化学探査およびパンニングを実施した。

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、原則として地化学探査試料採取地点で実施した。

(4) タイ・トン地区

この地区ではタイ・トンB, ビディおよびビディ南部 (Bidi South)の3鉱床でスペクトルIP法電気探査を実施した。調査内容は下記の通りである。

全測線長	3,300 m
全測線数	6 測線
全測定点数	210 点
測点(電極)間隔	a = 50 m
電極隔離係数	n = 1 ~ 5
電極配置	ダイポール・ダイポール型電極配置

各測線ごとの内容を下表に掲げる。

鉱床名	測線名	測線長 (m)	測定点数	測線の方向
タイ・トンB	Line A	550	35 点	N50°E
ビディ	Line B	550	35 点	N80°W
	Line C	550	35 点	N80°W
ビディ南部	Line D	550	35 点	N10°W
	Line E	550	35 点	N10°W
	Line F	550	35 点	N10°W
計		3,300m	210 点	

1-3-4 調査団の編成

第二年次調査計画の検討・折衝および現地調査に参加した調査団員は下記の通りである。

日本側調査計画・結果の検討および折衝

沢谷 勝三	金属鉱業事業団
逆瀬川 敏夫	"
大迫 次郎	"
馬場 洋三	"
阿部 信司	国際協力事業団
河西 達	"
山本 雅生	"
安永 美津雄	大手開発株式会社
谷口 洋文	"

マレーシア側調査計画の検討および折衝

Mohd. Yusof Ismail	総理府経済企画部
Husniarti Tamin	"
Mohd Aminuddin Hashim	"
Ho Yok Leng	"
D. Santokh Singh	地質調査所 (クアラルンプール)
Kho Heng Ching	" (サラワク)
Chen Sick Pei	" "
Victor Hon	" "

日本側現地調査員

安永美津雄 (団長, 総括, 渉外, 報告書)	大手開発株式会社
谷口洋文 (地質, 地化学)	"
林育浩 (地質, 地化学, 報告書)	"
野並集 (地質, 地化学)	"
佐々木進 (物理探査, 報告書)	"
田中富雄 (物理探査)	"
松久保和人 (")	"

マレーシア側現地調査員

Victor Hon (責任者, 地質, 報告書)	地質調査所 (サラワク)
Dorani Johari (地質, 地化学, 報告書)	"
Paul Ponar Sinjeng (")	"
Wan Zawawie bin Wan Akil (物理探査, 報告書)	"
Charles Chin (化学分析)	"
Pang Suh Cem (")	"

1-3-5 調査期間

第二年次調査の調査期間および各種試験試料の内訳を Table 1 および Table 2 にそれぞれ示した。

Table 1 Work Schedule of Phase II

Contents	Location	Duration	Area km ²	Length of Route Traversed km
Preparation of Topographic Maps (1/5000, 1/10000)		Before Project Survey	70	
Preparation and Orientation		May 11 – May 19, 1983		
Geochemical Soil Survey (Rock sampling)	Gunung Ropih – Gunung Juala	May 20 – Aug. 10, 1983	5	25.0
Semi-detailed Geological Survey (stream sediments and panned concentrates sampling)	Gunung Api – Sugai Puteh	Jun. 6 – Jun. 25, 1983	25	76.0
Detailed Geological Survey and Geochemical Survey (rock)	Jambusan – Tai Parit	Jun. 26 – Aug. 6, 1983	41	153.6
Geophysical Survey	Tai Ton	Aug. 29 – Oct. 15, 1983		3.3
Data Processing Interpretation and Report Preparation (in Malaysia)		Oct. 3 – Jan. 21, 1984		
Printing of Report		Jan. 22 – Feb. 10, 1984		

Table 2 Number of Tested Samples

	G. Api – S. Puteh Area	Jambusan – Tai Parit, G. Ropih – G. Juala and Tai Ton Areas	Others	Total
Thin Section	4	25		29
Polished Section		27		27
K-Ar Dating			2	2
X-ray Diffractive Analysis	3	38		41
Chemical Analysis of Whole Rock	6	8	6	20
Chemical Analysis of Rock Samples		493	493	
Chemical Analysis of Soil Samples		1019		1019
Chemical Analysis of Ore Samples				
Au, Ag		201		201
Au, Ag, Sb		20		20
Au, Ag, Cu, Pb, Zn		6		6
Au, Ag, Cu, Mo		15		15
Panned Concentrate Samples	212			212
Stream Sediment Samples	255			255
SIP Test Samples		20		20

第2章 調査地域の地理

2-1 地形および水系

ジャンプサントイ・パリット地区および西隣のタイ・トン地区は、峻しい石灰岩台地とその周辺の石灰岩平坦地、および泥岩・砂岩の丘陵地からなっている。

石灰岩台地は標高300m以上を有し石灰岩平坦地にそびえ立っている。台地周縁は直立した断崖となっており、広い台地の頂部にはドリーネやウバーレが発達する典型的な石灰岩地形を呈している。石灰岩台地を切るようにNE-SWおよびNW-SE方向の直線的な断層谷が発達しているが、流水は見られない。

石灰岩平坦地は標高50m以下で、起伏はほとんどなく、大部分が洪水時の堆積物（沖積層）で覆われているが、所々に石灰岩のカツレン・フェルドが発達している。この石灰岩平坦地には、石灰岩台地の鐘乳洞に源を発する蛇行河川が見られるが、伏流するものが多く、一般に水系密度は低い。

泥岩・砂岩丘陵地は、標高50m~100mの多数の小山からなっている。網目状水系が特徴的で、その水系密度は高い。セロマ（Seromah）部落南部では、NW-SE方向の水系が顕著であり断層の存在を暗示しているように見える。

アビ山-ブテ川地区は、泥岩・砂岩が優勢に発達しており標高50m~100mの丘陵地形を示しているが、酸性貫入岩のアビ山、バドゥド（Badud）山、ベガ（Bega）山、ブラン（Blan）山などが標高350m~470mでその中にそびえ立っている。水系は密で水量は豊富である。

2-2 気候および植生

年間を通じて高温・多湿の熱帯性気候で、11月から2月の北東モンスーン期は雨期、4月から8月の南西モンスーン期は乾期に相当する。

平均年間降雨量は約4,200mm、最高気温の月間平均値は29.7℃（1月）と32.8℃（5月）の間にあり、年間を通じて気温の変化は少ない。

植生は、石灰岩台地が大半を占め幹線道路に近いジャンプサントイ・パリット地区およびタイ・トン地区と、幹線道路から遠く離れているアビ山-ブテ川地区では異なっている。

ジャンプサントイ・パリット地区およびタイ・トン地区の石灰岩台地は人跡未踏のまま放置され、小樹林が繁茂しており耕作地は皆無であるが、泥岩・砂岩丘陵地は二次森林で覆われており、点在する集落の周辺には耕作地が見られる。

一方、アビ山-ブテ川地区の西部には集落が点在し、耕作地も見られるが、東部のペダウン（Pedau-un）川上流はいまだに原始林で覆われており未開のジャングルとなっている。

第3章 一般地質

調査地域は、白亜紀後期以後の堆積物からなる北西ボルネオ地向斜の基盤（いわゆる西ボルネオ基盤）のなかに位置している。地域内の地質は、その基盤を構成する三畳紀後期のセリアン（Serian）火山岩類、ジュラ紀後期～白亜紀のパウ石灰岩層およびペダワン層、ジュラ紀後期以前のジャゴイ（Jagoi）花崗閃緑岩、ならびに陸成堆積物である白亜紀後期～第三紀のカヤン（Kayan）砂岩層および新第三紀酸性貫入岩類からなっている（Fig. 3およびFig. 4参照）。

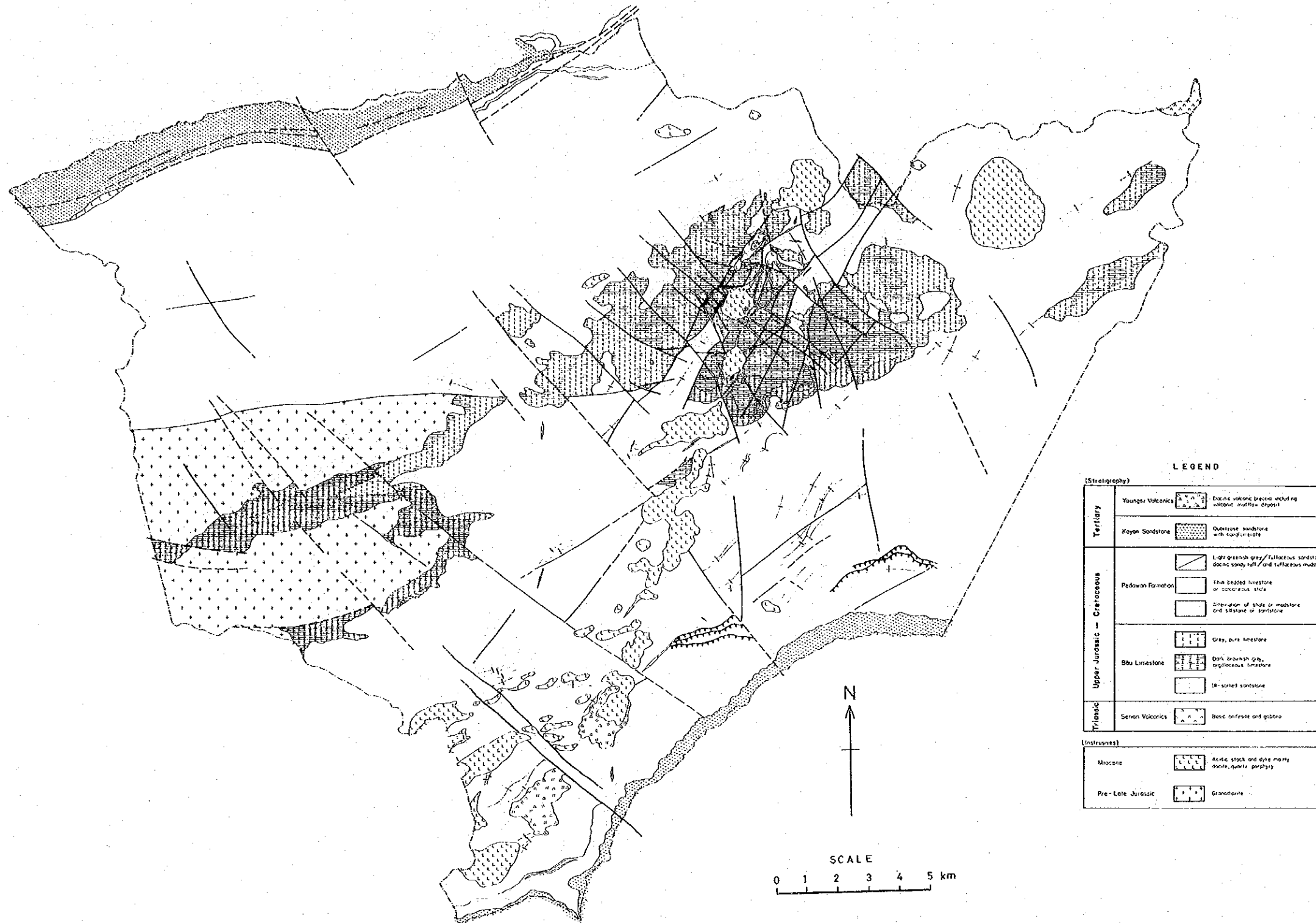
セリアン火山岩類は、地域外のセリアン地方において優勢に分布する三畳紀後期の塩基性～酸性溶岩・角礫岩・凝灰岩からなる一連の火山岩類に対して命名されたものである（Pimm, 1965）。調査地域のセリアン火山岩類は、サラワク・キリ（Sarawak kili）とサラワク・カナン川の合流点付近およびパウ町南南東約4 kmのシニアワン（Siniawan）川最上流部の二ヶ所で地窓状に小範囲露出しているに過ぎない。いずれも安山岩質～玄武岩質溶岩からなっており、一連のセリアン火山岩類の極く一部が露出しているものと考えられる。このセリアン火山岩類は、ジャゴイ花崗閃緑岩と共に、白亜紀後期以後の堆積岩類の基盤を構成している。

パウ石灰岩層は、プロジェクト地域中央部において、ENE-WSSW方向幅約7 kmのゾーン内に限られて分布しており、特にパウ町およびその南部一帯（ジャンブサンータイ・バリット地区）、ならびに地域西部のジャゴイ花崗閃緑岩体周辺に優勢に発達している。本層は礁性の石灰岩および泥質石灰岩を主とするが、最下部に層理不明瞭で淘汰不良な砂岩層が存在している。大半の既知鉱床（金・アンチモン鉱床）はこのパウ石灰岩層中に胚胎しており、この石灰岩が金・アンチモン鉱床生成にとって最適な母岩と考えられる。

ペダワン層は、既述したENE-WSSW方向に伸長するパウ石灰岩層の南・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・砂岩の互層からなるが、最上部では凝灰質砂岩・泥岩が卓越し、石灰質泥岩・砂岩～泥質石灰岩まれに礫岩を伴う。ペダワン層は下位のパウ石灰岩層と指交関係にあると言われており、そのことがペダワン層の下限をジュラ紀後期におく根拠になっている（Pimm, 1964）が、いまだその指交関係を示す確実な証拠は得られていない。

カヤン砂岩層は、プロジェクト地域北縁のウンダン（Undan）山地およびその北側、南縁のブンゴ山脈（Bungo Range）およびその南側に分布している。本層は淘汰良好な石英質砂岩および円礫岩からなり、ペダワン層堆積後の海退によって孤立化した堆積盆の陸成堆積物である。

ジャゴイ花崗閃緑岩は、地域西部のセリキン（Serikin）川南・北両側の山地を構成している。中～粗粒の優白色完晶質岩で、変質は強くないが、鏡下ではセリサイトと緑泥石が普通に認められる。このジャゴイ花崗閃緑岩は既述のパウ石灰岩層によって不整合に覆われている。セリキン部落北北西約1.5 kmのブアン（Buan）川中流で採取した花崗閃緑岩3試料（第一年次1試料・第二



LEGEND

(Stratigraphy)

Tertiary	Younger Volcanics	Dark volcanic breccia including volcanic mudflow deposit
	Koyan Sandstone	Quaternary sandstone with conglomerate
Cretaceous		Light greenish grey/tuffaceous sandstone, dacite sandy silt, and tuffaceous mudstone
	Padawan Formation	Thin bedded limestone or calcareous shale
		Alteration of shale or mudstone and siltstone or sandstone
Upper Jurassic -		Grey, pure limestone
	Bbu Limestone	Dark brownish grey, argillaceous limestone
		Light-colored sandstone
Triassic	Serian Volcanics	Basic and/or and gabbro
(Intrusives)		
	Miocene	Acidic stock and dyke mainly dacite, quartz porphyry
	Pre-Late Jurassic	Gneiss

Fig. 3 Geological Map of the Project Area

GEOLOGICAL AGE	GEOLOGICAL UNIT	GEOLOGICAL COLUMN	ROCK TYPES	TECTONIC MOVEMENT	IGNEOUS ACTIVITY	MINERALIZATION
TERTIARY	YOUNGER VOLCANICS		debtic tuff ~ tuff breccia mudflow			
	KAYAN SANDSTONE		quartzose s.s. oolitic quartzose s.s. oolitic sandy tuff ls. calcareous shale ls. calcareous shale ls. calcareous shale alterations of shale & siltstone (shale dominant)	NW-SE folding ? folding folding	Acidic - Intermediate Intrusion & Volcanism	Cu, Mo Porphyry copper type Au, Sb Vein type Pb, Zn, Cu Vein type Hg Mineralization
	PEDAWAN FORMATION		alterations of siltstone, sandstone & tuff (siltstone dominant)		Andesitic - Basaltic Volcanism	
JURASSIC	BAU LIMESTONE		light grey - white limestone grey limestone dark grey black limestone			
	SERIAN VOLCANICS		andesite ~ basalt (gabbro)			
TRIASSIC						

SP 2571/2/83

Fig. 4 Stratigraphy and Geological Activities, Bau Area

年次2試料)のK-Ar法による絶対年代測定結果(Table. 3)は、192 m.y.から89.3 m.y.まで年代に幅があるが、ジュラ紀後期のパウ石灰岩層によって不整合に覆われているという事実から、最も古い192 m.y.(ジュラ紀)が妥当と考えられる。

新第三紀酸性貫入岩類は、主に石英斑岩～石英安山岩の岩株および岩脈からなっている。岩株は地域中央部においてNNE-SW方向に直線的に配列する北からシレンゴック(Sirengok)山、ジュアラ山、ロビ山、ダアン(Da-an)山、ウンギアン(Ngian)山、ドゥヤン(Duyan)山、サアン(Sa-an)山、セブタン(Sebutan)山、ベガ山、ブラン山などの山塊を形成している。これらの岩株は、強度の差はあるが、一般に珪化、セリサイト化、緑泥石化、カリ長石化、カオリン化、粘土化などの変質を受けている。これらの酸性貫入岩岩株の貫入時期は、第一年次のK-Ar法による絶対年代測定結果から、10.8 m.y.～11.2 m.y.(中新世末～鮮新世初期)であることがわかっている。

プロジェクト地域の地質構造は、パウ石灰岩層およびベダワン層の分布を大きく支配する、ENE-WSW方向のパウ背斜、この方向にほぼ平行な軸をもつベダワン層の多くの小褶曲およびほぼ同方向の断層、この方向にほぼ直交するNW-SE方向の直線的な貫入岩岩株の配列で特徴づけられる。

ENE-WSW方向に軸をもつパウ背斜は、二ヶ所でカルミネーションを形成している。パウ町およびその南部の石灰岩台地ならびにパウ石灰岩層に縁取られているジャゴイ花崗閃緑岩地域はそのカルミネーションの場となっている。

ENE-WSW方向の小褶曲はベダワン層中に普通に認められる。この褶曲はパウ背斜形成と同時期に同じ応力場の下で生じた合同褶曲(Congruent fold)である。

ENE-WSW～NE-SW方向の断層は上述の褶曲軸に平行な走向断層であり、地域南部ブテ地区周辺では岩株・岩脈の方向を規制している。この方向の断層の少なくとも一部は逆断層であり、上述の褶曲に伴って形成されたものと推定される。

NW-SE方向の断層は、パウ町およびその南部の石灰岩台地では平行に多数発達しており、NE-SW方向の断層を切り若干の転移を与えている。ジュアラ山・ロビ山周辺のこの方向の断層はそれらの岩株から派生した岩脈によって充填されている。

北のシレンゴック山・ジュアラ山・ロビ山から南のベガ山・ブラン山に至る貫入岩岩株は、極めて明瞭なNNE-SW方向の直線的配列を示している。上述した地表の褶曲・断層からこの方向に調和的な構造方向は見出せないが、おそらく地下深部の基盤構造を反映しているものと考えられる。

プロジェクト地域の鉱化作用を大別すると、金・アンチモンを主とする鉱脈鉱床、鉛・亜鉛を主とする鉱脈～交代鉱床、銅・モリブデンの鉱染鉱床および水銀鉱床に分けられる。

Table 3 K-Ar Age Determination of the Jagoi Granodiorite

Sample No.	BRO 110	BRO 111	* JR0040
Coordinates X Y	89820 4763	89808 4800	89865 4700
Rock Name	Granodiorite	Granodiorite	Granodiorite
Unit Name	Older Intrusive	Older Intrusive	Older Intrusive
Material	Hornblende	Hornblende	Whole Rock
K %	0.40 0.42	0.37 0.38	2.20 2.20
$^{40}\text{Ar}_{\text{r}}\%$	28.0 19.7	52.6 50.1	78.2 82.5
$^{40}\text{Ar}_{\text{r,d}}$, SCC/g x 10^{-5}	0.194 0.204	0.289 0.300	0.772 0.803
Isotope Age (m.y.)	123 ± 15	192 ± 10	89.3 ± 3.6

* Data from Phase I Work

Determination by Teledyne Isotopes, New Jersey, U.S.

金・アンチモンを主とする鉱脈鉱床は主としてパウ町およ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鉱床である。現存する多数の探鉱・採掘跡の大半は、この金・アンチモン鉱床を対象にしたものである。

鉛・亜鉛を主とする鉱脈～交代鉱床は、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鉱床である。

銅・モリブデン鉱染鉱床は、ロビ山酸性貫入岩岩株中に見られるポーフイリー・カッパー型の鉱床である。

水銀鉱床は、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たことのある鉱床である。