

インドネシア共和国南スマトラ地域
資源開発協力基礎調査報告書

(総括報告書)

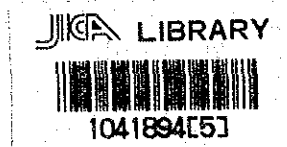
昭和63年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱計資
CR 7
88-46

インドネシア共和国南スマトラ地域
資源開発協力基礎調査報告書

(総括報告書)



昭和63年2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	'88. 4. 04	108
登録No. 17403		66.1
		MPN

はしがき

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に応え、同国南スマトラ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および鉱物資源の調査という専門的な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することとした。

本調査は、昭和60年から昭和62年にわたって実施され、インドネシア共和国関係機関、鉱物資源総局の協力を得て予定通り完了した。本報告書は3カ年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ご協力いただいたインドネシア共和国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在インドネシア日本国大使館および関係各位に対し衷心より感謝の意を表します。

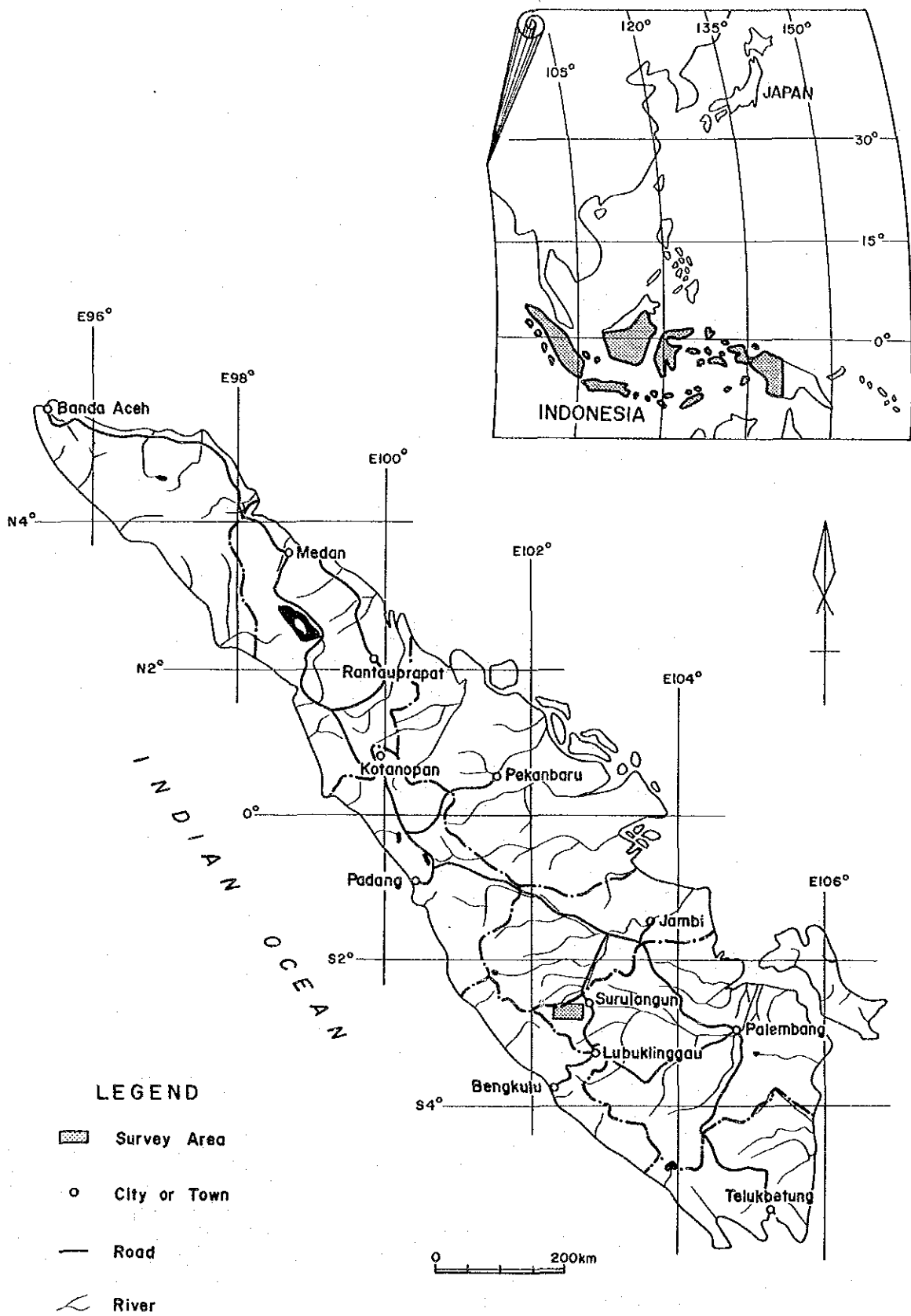
昭和62年2月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

金属鉱業事業団

理事長 佐藤 淳一郎



第 1 図 南スマトラ地域位置図

要 約

インドネシア共和国南スマトラ地域では、昭和60年から同62年にかけて次のような調査を実施した。

第1年次：全域(1,250 km²)の写真地質解析を行い、全域を1,238 km²の概査対象地域および18 km²の精査対象地域に分け、地質調査・地化学探査からなる概査および精査を実施した。

第2年次：① 第1年次の概査結果により抽出したラヤ山(Bt. Raja)地区(22 km²)に対し地質調査・地化学探査および地上磁気探査からなる精査を実施した。

② 第1年次の精査地域から抽出したトウボ川地区(600 m × 500 m)でボーリング調査(10孔, 1,510 m)を実施した。

第3年次：トウボ川地区においてボーリング調査(13孔, 3,170 m)を実施した。

以上の調査結果は次のようにまとめられる。

1) 地 質

南スマトラ地域の地質は次の通りである。

中生界：(ジュラ～白亜系)：ラウス川層(S. Rawas Formation)---本層上～中部の石灰岩卓越層準をメルシップ(Mersip)石灰岩部層と呼ぶ。

(白亜系) : クイス川層(S. Kuwis Formation)

新生界：(新第三系) : ナパリチン層(Napalicin Formation)

: フルシンパン層(Hulusimpang Formation)

: ミナク川層(S. Minak Formation)

(第四系) : スルランゲン層(Surulangun Formation)

貫入岩類は、80 M. Y. の石英閃緑岩、60～50 M. Y. の花崗岩類およびアルカリ質岩、新第三紀の石英閃緑斑岩、玄武岩、安山岩、石英安山岩等からなる。

中生界は、一般にNW-SEトレンドを示すが、精査を実施したトウボ川地区を含む周辺地域では、これにほぼ直交するNE-SWトレンドを示す。

2) 鉱化作用

以下の各種鉱化作用が認められ、あるいは高い確度で存在が推定されるが、これらのうちではトウボ川鉱徴で代表されるスカルン型Ag-Zn-Pb鉱化帯が最も重要である。

a. 精査地域のスカルン型鉱化作用(トウボ川, クリン川, スパン川, の3鉱徴がある)

で、このうちトウボ川鉱徴がまとまりのある発達を示す。

- b. ラヤ山地区に認められるポーフィリー・銅型鉱化作用、スカルン型鉱化作用および黄鉄鉱染鉱化作用で、いずれも低品位かつ小規模である。
- c. 概査地域クイス川下流の黄鉄鉱染鉱化作用で、いずれの鉱徴も低品位である。

このほかにその存在が推定される鉱化作用として次のものがある。

- d. 中生界の分布地域に存在が推定される変成分化型金鉱化作用で、ラウス川で採取されている砂金のソースと考えられる。
- e. 新第三系の分布地域に把握した地化学異常から推定される鮮新～更新世の浅熱水金鉱化作用。

以上のほか、地下資源としては、北部ブキット・プラン周辺の石灰岩並びにトウボ川鉱徴およびその周辺のマーブルがある。

3) トウボ川地区の鉱化作用

トウボ川地区のボーリング調査によって把握した都合9帯のスカルン型Ag-Zn-Pb-(Cu)鉱化帯のうち、7帯の埋蔵鉱量試算結果を下に示す。

トウボ川地区鉱化帯の埋蔵鉱量試算結果

埋蔵鉱量	品 位					含 有 量				
	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
($\times 10^3$ t)	(g/t)	(g/t)	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(t)	(t)	(t)
1,726	0.1	130	0.8	1.5	10	192	229,760	14,000	25,600	176,000

一方、クリン川およびスパン川の二つの鉱徴は、微粒石英の大塊(最大10 m)の積み重なりからなる鉱徴で、微粒石英塊中に少量の黄鉄鉱、方鉛鉱、黄銅鉱を含有する。トウボ川鉱徴と同じく、スカルン型鉱化作用に由来するものと考えられるが、これら二つの鉱徴は、その産状から見て、崩壊した鉱化帯から土石流として現在地にもたらされたものである可能性がある。

トウボ川地区の鉱化帯は、埋蔵鉱量約1,700,000トンを示しているが、今後は、この鉱量・品位の精度を高めること、並びにその周辺および比較的近傍のクリン川、スパン川の両鉱徴からニラオ川中流のマーブル分布域を含めた周辺地域の探査を行って鉱量の増加を図り、F/S調査を実施する等、トウボ川地区を中心とする周辺地域の資源ポテンシャルを総合的に評価する必要がある。

目次

はしがき

要 約

第I部 総 論

第1章 調査概要	1
1-1 調査地域および調査目的	1
1-2 調査方法および調査量	1
1-3 調査期間および調査員	1
第2章 従来 of 調査	2
第3章 南スマトラ地域の地質概要	6
第4章 現地状況	8
4-1 交 通	8
4-2 調査環境	8
第5章 結論および提言	9
5-1 結 論	9
5-2 将来への提言	10

第II部 南スマトラ地域

第1章 調査概要	11
第2章 地 質	11
2-1 地質概況	11
2-2 地質各説	11
2-2-1 堆積岩類	11
2-2-2 貫入岩類	16
第3章 地質構造	17
第4章 鉍化作用	17
4-1 概 要	17
4-2 各 論	24
4-2-1. スカルン型鉍化作用	24
4-2-2. ポーフイリー・カッパー型鉍化作用	24
4-2-3. 金鉍化作用	24
第5章 写真地質解析	25

5-1. 概要	25
5-2. 解析結果	27
5-3. 地表地質との対比	27
第6章 地化学探査	28
6-1 調査概要	28
6-1-1. 試料採取	28
6-1-2. 指示元素	28
6-1-3. 分析データの処理と検討	28
6-1-4. 異常地域の抽出と評価	35
第Ⅲ部 ラヤ山地区	
第1章 調査概要	41
第2章 地質	41
2-1 地質概況	41
2-2 堆積岩類	42
2-3 貫入岩類	42
第3章 地質構造	42
第4章 鉍化作用	43
4-1 概要	43
4-2 ポーフィリー・銅型鉍化作用	48
4-3 スカルン型鉍化作用	48
第5章 地化学探査	49
5-1 試料採取	49
5-2 指示元素	49
5-3 分析データの解析	50
第6章 地上磁気探査	53
6-1 概要	53
6-2 データ・プロセッシング	53
6-3 解析結果の検討	55
第Ⅳ部 トウボ川地区	
第1章 調査概要	59
第2章 地質	59
2-1 地質概況	59
2-2 堆積岩類	60

2-3	貫入岩類	60
第3章	地質構造	60
第4章	鉍化作用	65
第5章	埋蔵鉍量試算結果	69
第6章	ボーリング調査	79
6-1	ボーリング調査量	79
6-2	ボーリング調査作業状況	79
第V部 結論および将来への提言		
第1章	結 論	83
第2章	将来への提言	85

参考文献

表

第1表	調査団の編成
第2表	鉍微地一覧(1, 2, 3,)
第3表	写真地質構造解析チャート
第4表	地化学探査異常域一覧(1, 2, 3,)
第5表	ラヤ山地区鉍微地
第6表	統計値およびしきい値
第7表	地化学分析成分と地化学示徴との対比表
第8表	解析モデルの設定
第9表	鉍化帯と判定された磁気異常
第10表	磁気異常解析結果一覧表
第11表	トウボ川地区鉍化帯の鉍石・脈石鉍物
第12表	埋蔵鉍量計算表
第13表	ボーリング調査作業成績総括表

図

第1図	南スマトラ地域位置図
第2図	調査地区位置図
第3図	南スマトラ地域調査フロー
第4図	南スマトラ地域鉍化有望地区抽出フロー
第5図	南スマトラ地域地質図
第6図	南スマトラ地域概査地区地質図
第7図	南スマトラ地域概査地区地質柱状図
第8図	南スマトラ地域概査地区鉍化帯分布図
第9図	南スマトラ地域概査地区地化学探査異常域
第10図	トウボ川地区地化学探査異常域分布図
第11図	ラヤ山地区鉍微地分布図
第12図	ラヤ山地区地化学探査異常域分布図
第13図	ラヤ山地区地上磁気異常域分布図
第14図	トウボ川地区地質図
第15図	トウボ川地区地質柱状図
第16図	トウボ川地区鉍化帯分布図
第17図	トウボ川地区鉍化特性のまとめ
第18図	鉍化帯投影図(鉍量計算図-1, 2, 3)

第19図 ボーリングによる鉍化帯断面図

第20図 ボーリング実施位置図

第 I 部 總 論

第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要

1-1 調査地域および調査目的

調査地域は、インドネシア共和国の西部の一角を構成するスマトラ島の南部、南スマトラ州(Southern Sumatra Province = Sumatera Selatan)の最北縁にあって、その一部は北隣のジャンビ州(Jambi Province)にまたがる面積 1,250 km²の範囲である。経・緯度上はほぼ次の各点によって画される。

北縁	南緯	2°36′
南縁	南緯	2°50′
東縁	東経	102°44′
西縁	東経	102°17′

南スマトラ地域は、それまでに得られていた僅かな情報から、スマトラ島南部に於ける非鉄金属資源賦存地域の一つと見られていた。昭和60年度を初年度とするこの3年間の調査は、当地域の地質・鉱床の状況を明らかにし、当地域の金属資源の賦存に関する評価を行うことを目的として行われたものである。

1-2 調査方法及び調査量

調査方法、調査量、調査フローを第3図に、有望地域抽出のフローを第4図に示す。

これらの図に示すように、インドネシア共和国南スマトラ地域では、既存資料の検討と写真地質解析結果に基づいて、1,238 km²の概査地域と既存資料に記述がある3カ所の鉱徴(トウボ川 : S. Tuboh, クリン川 : S. Kering, スパン川 : S. Sepan)を含む18 km²の精査地域を設定し、それぞれの地域について第1年次に地質調査・地化学探査からなる概査および精査を実施した。その結果、有望地区として概査地域からラヤ山地区を抽出し、精査地域からトウボ川地区を抽出して、第2年次にラヤ山地区では地質・地化学探査および地上磁気探査からなる精密調査を、トウボ川地区ではボーリング調査を、それぞれ実施した。第3年次では第2年次の調査結果に基づき、トウボ川地区地区で引き続きボーリング調査を行った。

1-3 調査期間および調査員

調査団の編成は第1表に示すとおりである。

第2章 従来の調査

南スマトラ地域では、まとまった従来の調査が少ない。スマトラ島全体の地質・鉱床に関する包括的なまとめとしては、Bemmelen(1970)があり、この一部に南スマトラ地域の鉱化作用に関する記載がある。尚、このまとめの出典と思われる、1912年以前の探査活動に関するDickman(1917)の報告(未公刊)があるが、資料は散逸のためその一部分しか残っていない。

地質資料としては、Kartografi Direktorat Geologi(1977)およびGeological and Development Centre(1984)のサロラングン図幅(Salorangun, Jambi Province)があるが、いずれも未公刊である。両者間では地層の区分や命名が異なっており、精度も異なる。探査活動としては、上に述べたもののほかに、Kennecot Indonesia(1971)の地質調査・地化学探査、DMRの地化学探査のまとめ(1984, 内部資料)がある。

(1). Bemmelen(1970)の記載

R. W. van Bemmelenは、1970年公刊のThe Geology of Indonesia Vol. I Aにおいてインドネシアの地質全般を、同Vol. IIにおいてインドネシアの地下資源全般を、それぞれまとめている。Vol. I Aにおける記載の中には、南スマトラ地域に含まれる部分の地質に関する記述はない。一方鉱床(鉱徴)については、Vol. II A にトウボ川、クルス川(Aer Kulus)、セリ川(Aer Seri)、ラヤ山(Bukit Raja)の記述がある。トウボ川にはクリン川およびスパン川の2鉱徴を含めて記述している。クルス川鉱徴は南スマトラ地域の南西部に見いだされた閃亜鉛鉱を伴う石灰岩大塊の転石、セリ川はラヤ山南麓の閃亜鉛鉱・黄鉄鉱細脈としている。

(2). Kennecot Indonesia 社の探査

同社は、1970年に南スマトラ地域をほぼ包含する広域の地質概査および地化学探査を実施し、1971年に報告書が出ている。その概要は次の通りである。

1) 調査期間：1970. 4. 1~1970. 11. 30

2) 面積23,600 km²

Block 10 : N2°- 3°E, E102°- 103°

Block 11 : N3°- 4°E, E102°45'以西

3) 調査者：Kennecot Indonesia 社、25名(地質技師、助手)

4) 調査量：6,000河床堆積物/17,000 km², 試料採取地点でpH測定

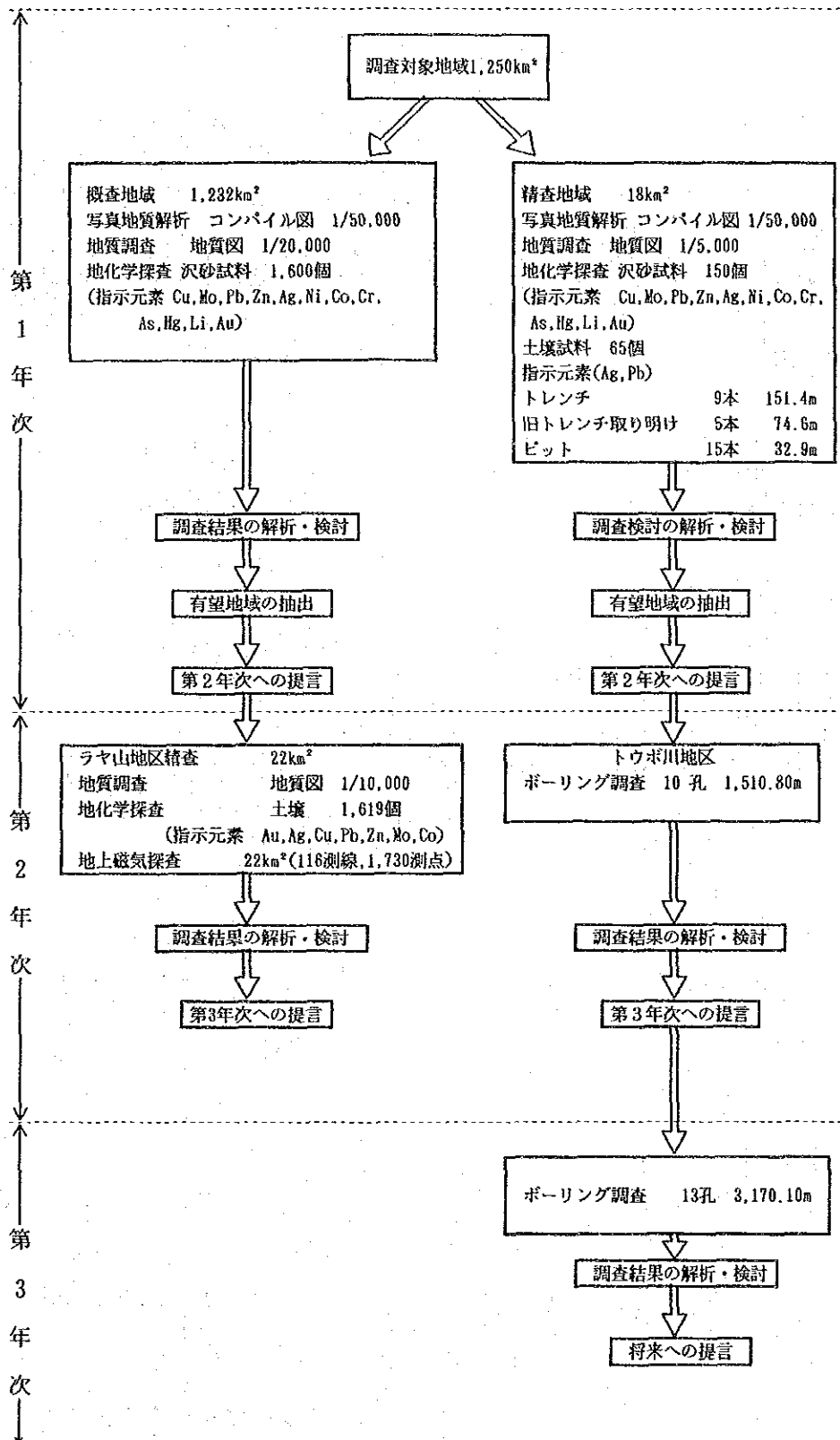
5) 成果物：サンプル位置図：1:100,000

地質図：1:250,000

6) 探鉱費：US\$ 407,000(1970年直接費)

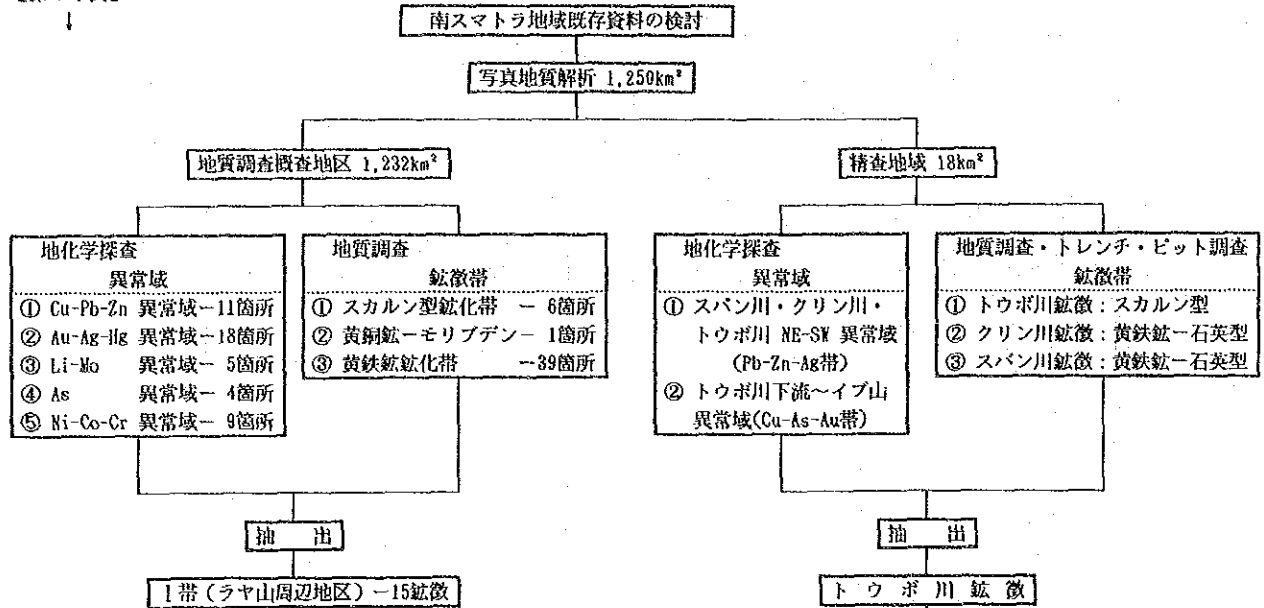
単価 24.0 US\$/km², 68 US\$/試料

7) 調査結果に基づく総合評価：次段階調査の展開を促す可きものない。

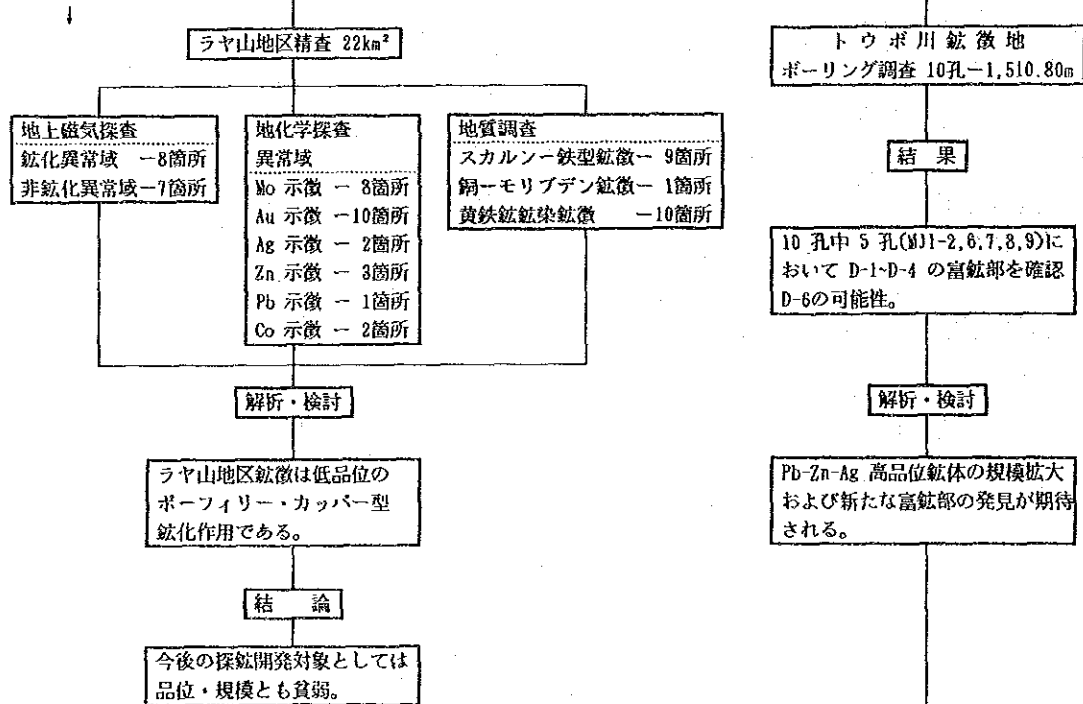


第3図 南スマトラ地域調査フロー

【第1年次】



【第2年次】



トウボ川鉱徴地
ボーリング調査 10孔 - 1,510.80m

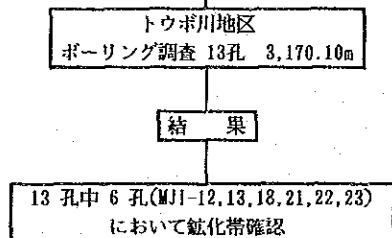
結果

10孔中5孔(MJ1-2,6,7,8,9)においてD-1-D-4の富鉱部を確認D-6の可能性。

解析・検討

Pb-Zn-Ag 高品位鉱体の規模拡大および新たな富鉱部の発見が期待される。

【第3年次】



第4図 南スマトラ地域鉱化有望地区抽出フロー

第1年次調査団の編成		第2年次調査団の編成		第3年次調査団の編成	
事前調査協定折衝 日本側 団長 団員 団員 日本側企画・調整 インドネシア側	昭和60年8月26日~9月7日 逆瀬川敏夫(金属鉱業事業団) 岸本庄太郎(通商産業省) 納 寛(金属鉱業事業団) 林 彦(国際協力事業団) 納 寛(金属鉱業事業団) Pro. Dr. J. A. Katili Ir. Salman Padmanagara Ir. P. H. Silitonga Ir. Yaya Sunarya	企画・調整 日本側 インドネシア側 企画・調整	昭和61年7月6日~61年7月12日 逆瀬川敏夫(金属鉱業事業団) 下田 道久(金属鉱業事業団) 納 寛(金属鉱業事業団) Salman Padmanagara(D.M.R.) J. Rainir Dhadar(D.M.R.) A. Machali Muchsin(D.M.R.)	企画・調整 日本側 インドネシア側 企画・調整	昭和62年6月21日~62年6月30日 納 寛(金属鉱業事業団) 神谷 夏実(金属鉱業事業団) Salman Padmanagara(D.M.R.) J. Rainir Dhadar(D.M.R.) A. Machali Muchsin(D.M.R.) Sukirno Djaswadi(D.M.R.)
日本側調査員(現地) 団長・総括 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 インドネシア側 総括 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査	昭和60年10月20日~61年2月1日 小熊洋逸(日鉱探開株式会社) 菊池秀逸(日鉱探開株式会社) 宮石 修(日鉱探開株式会社) 佐藤哲男(日鉱探開株式会社) 菅原一安(日鉱探開株式会社) Yaya Sunarya(D.M.R.) Pudjo Audjarwo(D.M.R.) Hendro Wahyono(D.M.R.) Bambang Pardiarso(D.M.R.) Danny Z. Herman(D.M.R.) Atok S. Prapto(D.M.R.)	日本側調査員(現地) 団長・総括 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 インドネシア側 総括 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査 地質調査・地化学探査	昭和61年7月6日~12月27日間 小熊洋逸(日鉱探開株式会社) 田所洗夫(日鉱探開株式会社) 菊池秀逸(日鉱探開株式会社) 高橋邦夫(日鉱探開株式会社) 中山 勇(日鉱探開株式会社) 熊野初男(日鉱探開株式会社) 神成総二(日鉱探開株式会社) Sukirno Djaswadi(D.M.R.) Bonifatius Bandi(D.M.R.) Atok S. Prapto(D.M.R.) Subedjo(D.M.R.) R. Tatto Sudharto(D.M.R.) Empon Ruswandi(D.M.R.) Harjo Mustang(D.M.R.) Edi Kurnia(D.M.R.) Zulkifli Bugis(D.M.R.) Antonius Harsono(D.M.R.) Madtuh(D.M.R.) Saksono(D.M.R.) Agus Mulyadi(D.M.R.)	日本側調査員(現地) 団長・総括 ボーリング調査 ボーリング調査 ボーリング調査 ボーリング調査 ボーリング調査 インドネシア ロッピング ボーリング調査 ボーリング調査 ボーリング調査 ボーリング調査	昭和62年6月21日~63年1月7日 小熊洋逸(日鉱探開株式会社) 中山 勇(日鉱探開株式会社) 堀口 進(日鉱探開株式会社) 神成総二(日鉱探開株式会社) 杉端忠輝(日鉱探開株式会社) 糸田秀光(日鉱探開株式会社) 野村光雄(日鉱探開株式会社) Bonifatius Bandi(D.M.R.) Saksono(D.M.R.) Agus Mulyadi(D.M.R.) Encep Sudjana(D.M.R.) Kisman(D.M.R.)

第1表調査団の編成

(3) D. M. R. の調査

ティク川、メンクラン川およびその他の河川での、主に河床堆積物を対象にした地化学探査で、調査は1984年5月～10月、調査面積1,175 km²、サンプル個数875という調査である。結論は述べられていない。

第3章 南スマトラ地域の地質概要

南スマトラ地域は、スマトラ島の地質構造的バック・ボーンをなすバリサン(Barisan)山脈の東側に位置しているところから、バリサン山脈を構成する中生界とその東に広く分布する新生界の一部とが混在・分布する地域に当たっている。このため、南スマトラ地域は、中生界とこれらを一貫するアルカリからカルシウムに互る各種貫入岩類(深成相～浅成相)およびこれを覆う新生界新第三系および同第四系から構成されている。

中生界は、当地域の中央部から北部にかけて分布しており、NW-SE方向の一般走向が顕著である。但し、トウボ川地区だけはこれとほぼ直交するNE-SW方向を示す。アルカリからカルシウムに互る各種貫入岩類は、大局的にはほぼ中生界のトレンドに一致した伸長方向をもち、時期的には80 M. Y. および60-50 M. Y. の活動にかかるものとみなすことができる。

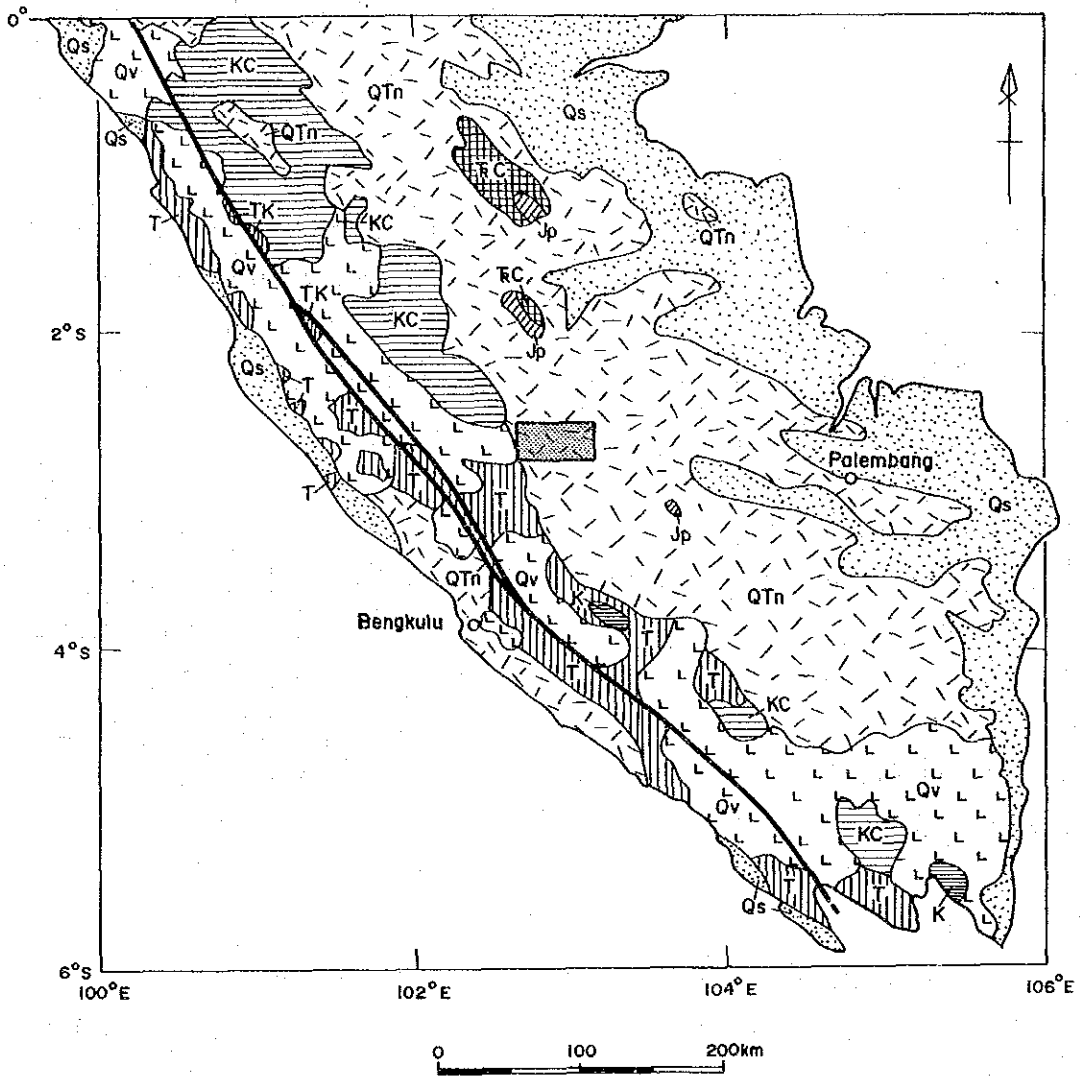
新生界は、中生界を取り巻くようにその西～南～東に分布しており、マフィック質からフェルシク質に互る各種の火砕岩類と砂質、泥質、石灰質等の堆積岩からなっている。火砕岩類には、ハイアロクラスタイトや溶結凝灰岩を伴う層準がある。

地質構造は、一般的には、より古いNW-SEに伸びる褶曲構造および同方向の断層構造、これらを切るNE-SW方向の若い断層構造とからなるが、トウボ川地区ではNE-SW方向の構造がより古く、これを切ってNNW-SSE～N-S方向の断層構造が発達している。












この3年間の調査は、南スマトラ地域にスカルン型鉍化作用、ポーフィリー・銅型鉍化作用、変成分化型金鉍化作用、浅熱水金鉍化作用等の鉍化作用が存在することを明らかにした。

スカルン型鉍化作用は、トウボ川地区のAg-Zn-Pb-(Cu)鉍化作用が代表的なもので、他にラヤ山地区のFe-(Cu)鉍化作用がある。ポーフィリー・銅型鉍化作用は、ラヤ山地区の花崗岩体中のMo-Cu-Pb-Znを伴う網状石英脈で代表される鉍化作用である。変成分化型金鉍化作用は、ラウス川層の分布地域にその存在が推定される鉍化作用で、ラウス川層の変成作用によって生じた金の濃集である。ラウス川の砂金の起源となっていると推定される。浅熱水金鉍化作用は、新第三系の分布地域の地化学探査異常からその存在が推定される若い時代(鮮新～更新世)の金-石英鉍脈鉍床の鉍化作用である。

当地域の地下資源としては、他に石灰石及び大理石がある。



LEGEND

- | | |
|--|--|
|  Qs Quaternary (Sedimentary) |  K Cretaceous |
|  Qv Quaternary (Igneous) |  KC Early Cretaceous - Carboniferous |
|  QTn Early Quaternary - Miocene |  Jp Jurassic - Permian |
|  T Tertiary |  TC Triassic-Carboniferous |
|  TK Eocene - Late Cretaceous |  Surveyed area |
|  Sumatran fault system | Source : W. Hamilton (1978) |

第5図 南スマトラ地域地質図

第4章 現地状況

4-1. 交通

インドネシアの首都ジャカルタからここに至るには、ジャカルタ～ブンクル間の空路を利用(1時間)できる。ブンクルからは陸路3.5時間(130km)でラワス県の県都ルブク・リングアウ(Lubuk Linggau, 人口約 50,000, ホテルあり)に至る。ここからはスマトラ・ハイウエーを 100 km (1時間)で南スマトラ地域北東縁のスランゲン(Surulangun)村に達する。

調査地域内には、スランゲンからラワス川沿いの 7 km を除き、車両通行可能な道路がない(1987年8月からスランゲン～プロキダ Pulau Kidak間32 km の旧道改修及び橋の架け替え工事が進められている)。このため調査地域内の通行にはもっぱらラワス川の川船を利用することとなる。スランゲンから調査地域の西縁までは一部徒歩を含め10時間を要するが、第2年次及び第3年次にボーリング調査を行ったトウボ川地区へは、スランゲン～ニラオ(Nilau)間2時間、ニラオ～トウボ川地区3.5 km徒歩 1時間である。但し、ラワス川の水深次第で所要時間は大幅に変わり、水深の小さい乾季(5月～9月)ではこの数倍の時間を要することも稀ではない。

4-2 調査環境

南スマトラ地域は、スマトラ島の骨格をなすバリサン(Barisan)山地が東に向かって次第に高度を減じ、やがてパレンバン平野に移る変移点に位置している。従って、地域内では西側程起伏量大きい。しかし、全般に高度は小さく、最高所でも海拔高度は1,000m以下である。中でも新第三系の分布する東側の部分は100 m ~ 200 m程度の丘陵地からなり、しばしば広い湿地帯が発達する。

一帯は熱帯雨林に属し、高温・多湿であり、年間降雨量は3,000 mmを超えられている。しかし、例年5月から9月にかけては比較的雨の少ない時期である。

水系は、パレンバンから東シナ海に注ぐムシ川(Sungai Musi)水系のラワス川とその支流が地域の大部分を支配しているが、地域の北西部分はジャンビから東シナ海に注ぐバタンハリ川(Sungai Batanghari)水系のテンバシ川(S. Tembesi)の上流域である。

植生は、人手の未だ入らない部分ではラワン等の巨木が見られるものの、このような部分は少なく、大部分は焼き畑またはその跡地である。

ラワス川沿いには、12カ所の小村落(戸数50~100, 人口500~1,000)がある。住民は焼き畑による陸稲栽培及びゴムの採取によって生計を維持しているが、現金収入を伴うような産業は少なく、米の生産量は自家消費を賄うに至っていない。ラワス川での自家消費の

ための漁労やごく小規模な砂金採取も行われている。

第5章 結論および将来への提言

5-1 結論

過去3年間の調査により、南スマトラ地域には、トウボ川地区および周辺地域のスカルン型鉱化作用、ラヤ山地区のポーフィリー・銅型鉱化作用、スカルン型鉱化作用および黄鉄鉱鉱染鉱化作用、クイス川下流の黄鉄鉱鉱染鉱化作用などが存在することが明らかになった。また、中生界分布地域の変成分化型金鉱化作用および新第三系分布地域の浅熱水金鉱化作用の存在が推定される。

これらの中では、トウボ川地区のAg-Zn-Pbスカルン型鉱化作用がまとまった分布を示す鉱化帯を形成することが明らかになった。

トウボ川地区で発見した9鉱化帯のうち、7鉱化帯の埋蔵鉱量の試算結果は、下に示した通りである。

トウボ川地区鉱化帯の埋蔵鉱量試算結果

埋蔵鉱量	品 位					含 有 量				
	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
($\times 10^3$ t)	(g/t)	(g/t)	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(t)	(t)	(t)
1,726	0.1	130	0.8	1.5	10	192	229,760	14,000	25,600	176,000

この埋蔵鉱量の試算結果は、探査の初期段階での計算であるところから、計算要素に不確かな部分が含まれているものの、今後更に鉱量を増加することにより、経済的環境が整えば開発の可能性のあることを意味している。一方、トウボ川地区の既知鉱化帯周辺およびクリン川、スパン川からニラオ川中流にかけてトウボ川地区の周辺地域には未だ探査余地が多く残っている。従って、これらの地域に今後更に探査を進め、鉱量の増加を図る必要がある。

浅熱水金鉱化作用は、金の経済的濃集(鉱床)を形成する可能性のある鉱化作用として重要である。新第三系(フルシパン層)分布地域で把握した地化学異常域およびその周辺地域の探査により、金鉱化帯の存在を特定できる可能性がある。

この他の地下資源としては、北部のブキット・ブラン周辺の石灰岩やトウボ川地区の大埋石が挙げられる。

5-2 将来への提言

トウボ川地区については、鉱量・品位の精度を上げること、既知鉱化帯周辺の未探査部分およびクリン川、スパン川の両鉱徴からニラオ(Nilau)川中流のマーブル分布地域を含む周辺地域の探査を行って鉱量の増加をはかることが望ましい。次いで、これらの結果に基づいてF/S調査を実施する等、トウボ川地区を中心とする周辺地域の資源ポテンシャルを総合的に評価することが望まれる。

F/S調査に当たっては、開発にかかる技術的面に加え、開発規模・生産量、販売収入および山命の見積、投下資本、ランニング・コスト、資本コスト、資本調達、税法および税法上の特典、労働力、輸送、港湾、販売、エネルギー・サプライ、給・排水、環境問題等多分野に亘る検討項目があるので、必要に応じてこれらに対応できるような専門家からなるプロジェクト・チームを結成し、検討を行うことが望まれる。また、鉱山の開発が地元を与えるインパクトについても十分な検討が必要である。

尚、クリン川、スパン川の両鉱徴は、土石流の可能性を究明し、土石流であることが判明した場合には、その根源地の追跡が必要である。

浅熱水金鉱化作用については、南スマトラ地域南半部の新第三系(フルシンパン層)分布地域で把握した地化学異常域を含む周辺地域の精査が望まれる。

北部のブキット・ブラン周辺の石灰岩については存在量の確定が必要であり、トウボ川地区の鉱化帯周辺のマーブルおよび岩石については大理石としての開発可能性を把握するため、品質面の検討が望まれる。

第 II 部 南スマトラ地域

第II部 南スマトラ地域

第1章 調査概要

南スマトラ地域では、全域(1,250 km²)の写真地質解析結果と既存資料の検討結果に基づき、第1年次の調査対象地を次のように設定した。

- ① 地質調査および地化学探査からなる概査を行う地域、面積1,238 km²。
- ② 地質調査(鉱徴地に対するピット、トレンチ調査を含む)および地化学探査からなる精査を行う地域、面積18 km²。

既存資料から、上記②には、トウボ川、クリン川、スパン川の3鉱徴の存在が推定された。また、写真地質解析の結果、ここには石灰質岩が分布し、これを貫く火成岩体が存在することから、鉱化作用が発達するとすれば、スカルン型鉱床の可能性が考えられた。

第2年次の調査対象地となったラヤ山地区は①から、トウボ川地区は②から、それぞれ抽出した地区である。

記述の都合上、以下①を概査地域、②を精査地域と呼ぶ。

第2章 地質

2-1. 地質概況

南スマトラ地域の地質は、ジュラー白亜系および白亜系の中生界、新第三系および第四系からなる新生界、これらを貫く火成岩類によって構成されている。古第三系は欠如している。先ジュラ系は、南スマトラ地域には露出しておらず、当地域外の北西方に分布するとされている二畳系、三畳系が南スマトラ地域の基盤をなすものと推定される。

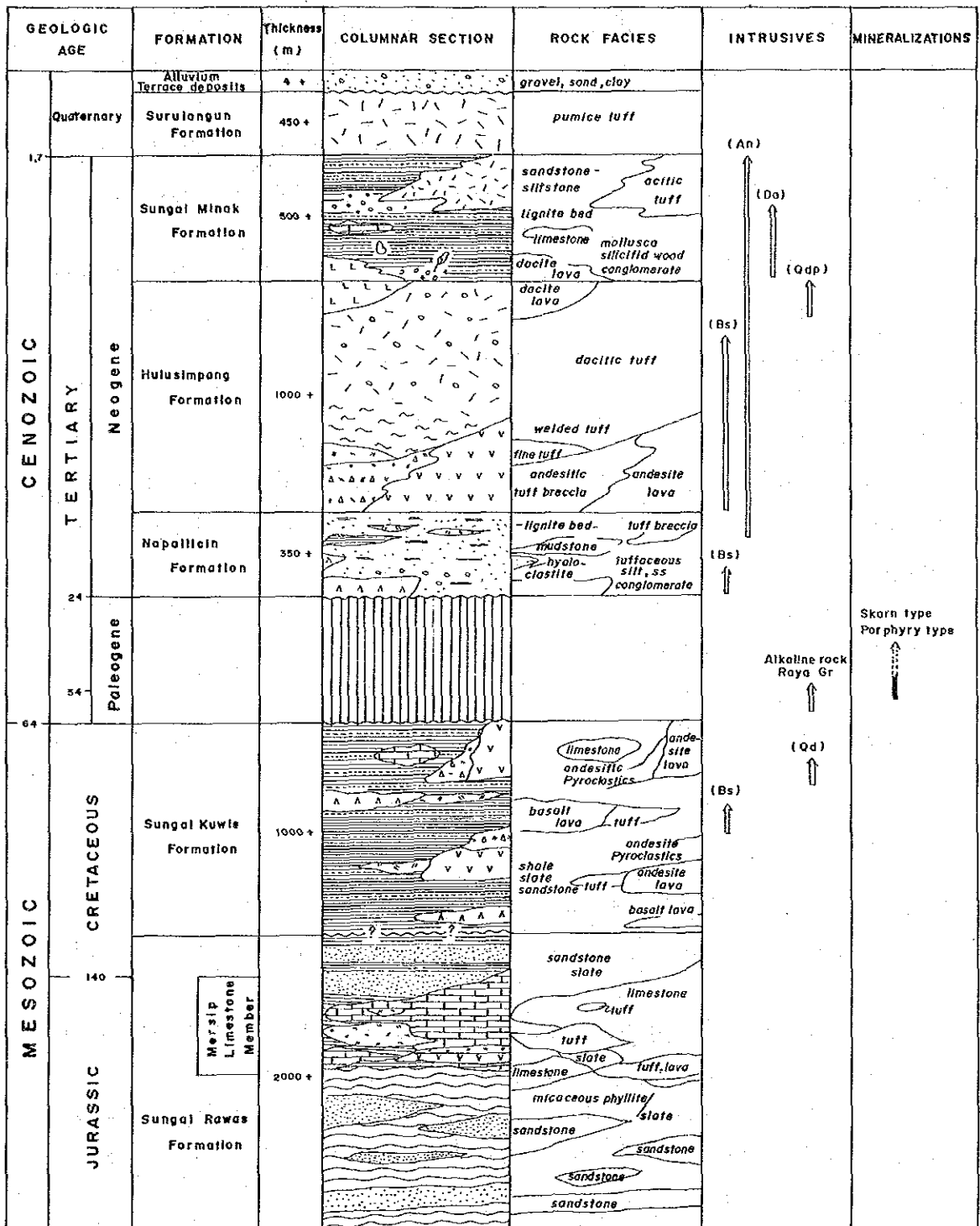
火成岩類は、各地層を構成する火山岩類とアルカリからカルシックに互る各種の貫入岩類からなっている。

2-2. 地質各説

2-2-1. 堆積岩類

中生界は、ラワス川層(Sungai Rawas Formation)およびその上位のクイス川層(S. Kuwis Formation)からなる。これらは、主として南スマトラ地域の中央部から北部にかけて露出する。

ラワス川層は、ジュラ～白亜系と見なされ、フルート・キャストを伴う泥勝ちのフリッシュ型堆積相が優勢に発達する下部層準、その上位の石灰岩、安山岩質～玄武岩質火砕岩



Bs : Basalt An : Andesite Da : Dacite
 Qdp : Quartz diorite porphyry
 Alkaline rock : Alkali gabbro, Monzonite, Tonalite, Quartz monzonite, Diorite, Trachy basalt, Trachy andesite, Trachite, Alkalic basalt, Alkali dolerite etc
 Raya Gr : Raya Granitoid (Granite, Granodiorite, Diorite, Diorite-porphyry)
 Qd : Quartz diorite

第7図 南スマトラ地域概査地区地質柱状図

をまじえるスレートおよび千枚岩が優勢な中部層準，砂岩とスレートが大きな単位で互層する上部層準からなっている。中部層準に属し，石灰質岩相が卓越する層準をメルシッブ(Mersip)石灰岩部層と呼ぶ。精査地域のメルシッブ石灰岩部層には，安山岩質凝灰岩，同質溶岩，凝灰質砂岩を伴う。

クイス川層は，白亜系と考えられ，砂岩，頁岩，スレート，石灰岩および火砕岩(玄武岩溶岩，同質火砕岩，安山岩質溶岩，同質火砕岩)よりなる。ラウス川層よりは，片理の発達および鉱物の再結晶の度合いにおいて明らかに低変成を示す。

中生界を不整合に覆う新生界は，下位から上位に，ナパリチン層(Napalicin F.)，フルシンパン層(Hulusimpang F.)，ミナク川層(S. Minak F.)の新第三系，および第四系のスルランゲン層(Surulangun F.)，段丘堆積物からなる。

ナパリチン層は，ハイアロクラストイトを伴う軟質砂岩を主体とする地層で，南スマトラ地域の西縁部に分布する。

フルシンパン層は，下位が安山岩質，中～上位が石英安山岩質火砕岩(一部は溶結)および溶岩からなる地層で，南スマトラ地域の西部から南部にかけて広い分布を示す。全体に緑色化変質を受けている。

ミナク川層は，泥岩，シルト岩，砂岩，石灰質岩および石英安山岩質凝灰岩からなる地層で，基底部近くに亜炭層を伴う。しばしば海棲動物化石を産する。

スルランゲン層の主体は，淡黄色～淡灰色の軽石質凝灰岩である。

段丘堆積物は，河川沿いの低平地に分布する未固結砂礫層，砂およびシルトからなっている。

2-2-2. 貫入岩類

花崗岩，花崗斑岩，花崗閃緑岩，石英閃緑岩，石英閃緑斑岩，閃緑岩，トナール岩，石英モンゾニ岩，石英モンゾニ斑岩，アルカリ斑礫岩等の深成岩類およびこれらの浅成相からなる。

石英閃緑岩は，南スマトラ地域の西部ナパリチン村からメンクラン村にかけてラウス川沿いからその南側に分布しており，K/Ar年代値 83.6 ± 4.2 M.Y. が得られている。

花崗岩，花崗斑岩，花崗閃緑岩，閃緑岩はラヤ山からその南東にかけて分布しており，周囲の堆積岩(ラウス川層)をホルンフェルス化している。K/Ar年代値は， 51.9 ± 2.6 および 54.1 ± 2.7 M.Y. が得られている。

石英閃緑斑岩は，ミナク川層を貫いてラウス川，ラヤ山の北西にあまり大きくない岩体として産する。新第三紀の貫入岩である。

石英モンゾニ岩，石英モンゾニ斑岩，トナール岩，アルカリ斑礫岩は，主としてトウボ川地区からその北に分布し，小岩体は，ラウス川にも知られている。K/Arによる年代値は 51.7 ± 2.7 M.Y. (アルカリ斑礫岩) が得られている。精査地域には，これらの浅成相がNE

-SWに伸びる平行小岩体として産し、トウボ川地区の鉍化帯を伴う。粗面岩質安山岩、玄武岩質粗面安山岩、玄武岩質粗面岩、粗面岩質ドレライト等のアルカリ岩で、K/Ar年代値は、粗面岩質ドレライトから 51.9 ± 2.6 M.Y.が得られている。

第3章 地質構造

概査地域では、中生界に一般的なNW-SE方向の褶曲構造とこれに平行する断層構造が卓越する。これに対し、精査地域では、見掛け上この関係が丁度これとは逆の関係にあって、NE-SW方向の構造（褶曲構造および断層）が優勢である。また、これにほぼ直交する若いNNW-SSEまたはN-S方向の断層構造が発達する。南スマトラ地域全体では、NW-SE方向の構造は見掛け上古く、NE-SW方向のそれは若い。しかしながら、これら2方向の断層は、若いミナク川層にも変位を与えている場合があるので、必ずしも一方が古く一方が若いとも断定できない。つまり、部分的に見ればこの両者には前後関係があるように見え、事実ある時間単位でとらえればその通りであるが、それは多分に地域的、局所的な現象であって、両者は本質的には相前後して発生し、度々再生しつつ発達して来た構造と見なすことができる。

なお、南スマトラ地域に卓越的な構造方向のうち、NW-SE方向は、スマトラ島をNW-SEに縦断するスマトラ大断層の方向である。同大断層は、白亜紀中期には既に垂直方向のセンスをもつグラベンとして活動しており、中新世中期の褶曲構造運動に関与し、更新世初期以降現在までStrike-slip faultとして活動して来ている(Katili et Hehuwat, 1967)。しかもその性格は、スマトラ島の火山フロントを伴うことから、深部断裂であることが明らかである。従って、南スマトラ地域の地層はクイス川層以後その堆積の場を、貫入岩類はその活動の場を、それぞれこの構造に規制されて来た可能性が高い。

第4章 鉍化作用

4-1. 概要

全域に亙る地質調査によって、概査地域において観察した鉍化・変質帯(鉍徴)は都合46カ所である。また、精査地域の鉍徴はトウボ川、クリン川、スパン川の3カ所である。46カ所の鉍徴分布を第8図に、その概要を第2表に示す。また、精査地域の3カ所の鉍徴位置は第10図に示した。これらの鉍徴は、関連する鉍化作用のタイプにより、次のように区分出来る。

Mineralized zone	Point of zone	Location	Formation	Host rock	Mode of Mineralization, Alteration	Mineral assemblage	Remarks
	1	S. Meliki	S. Rawas	slate sandstone	silicification	Py	quartz veinlet (N60° W, 70° SW)
	2	S. Kurur	S. Rawas	slate	silicification	Py	dissemination of pyrite
	3	S. Betung	S. Rawas	limestone	skarnitization	Skarn	garnet skarn, weathered outcrop (width 8m)
	4	S. Menalu	S. Rawas	slate limestone	silicification	Po, Py	quartz veinlet with green skarn (N70° W, 55° NE) width 2~5mm
	5	S. Pedang	(Float)	limestone?	skarnitization?	Hm	N30° W tunnel has been situated at a brook where flots were discovered
	6	S. Sungsang	S. Rawas	slate limestone	pyritization	Py	dissemination of pyrite
【1】	7	S. Menalu	-	granite	silicification	Py, Cp, Ga, Sp, Mo	joint filling pyrite vein width 1~2mm
	8	S. Suban	-	limestone?	skarnitization	Skarn	garnet skarn width 7 m
	9	S. Pangi	S. Rawas	limestone slate	skarnitization	Skarn Py	width 0.15 m garnet with green mineral
	10	S. Seri	-	limestone	skarnitization	Skarn	green skarnitized(float)
	11	S. Seri	S. Rawas	slate	silicification	Py	dissemination of pyrite
	12	S. Suban	S. Rawas	andesite	pyritization	Py	dissemination of pyrite
	13	S. Suban	S. Rawas	sandstone	silicification	-	silicification only
	14	S. Simpang	S. Rawas	sandstone	silicification	Py	dissemination of pyrite

第2表 鉍微地一覽(1)

Mineralized zone	Point of zone	Location	Formation	Host rock	Mode of Mineralization, Alteration	Mineral assemblage	Remarks
【 I 】	15	S. Puar	S. Rawas	slate	silicification	Py	dissemination of pyrite
	16	S. Senawar Seni	S. Kuwis	tuff	silicification	Py	dissemination of pyrite
	17	S. Senawar	S. Kuwis	tuff	silicification	-	silicification only
【 II 】	18	S. Senawar	S. Kuwis	sandstone	silicification	Py	dissemination of pyrite
	19	S. Senawar	S. Kuwis	tuff andesite	silicification	Py	dissemination of pyrite
	20	S. Keruh	S. Kuwis	slate tuff	argillization silicification pyritization	Py	pyrite dissemination in shear zone (width 0.6 m, N55° W, 65° SW)
	21	S. Mengkulan	S. Kuwis	diorite slate	pyritization silicification	Py	dissemination of pyrite
	22	S. Kuwis	-	diorite	silicification	Py	dissemination of pyrite
	23	S. Labi	S. Kuwis	tuff	silicification	-	silicification only
	24	S. Kerali	-	basalt	silicification	Py	dissemination of pyrite width 100 m
	25	S. Kurur	S. Rawas	slate	argillization	-	argillization only
	26	S. Melki	S. Rawas	andesite	silicification	Py	dissemination of pyrite
	27	S. Maloko	S. Rawas	slate	argillization silicification	Py	quartz vein with pyrite
28	S. Buluh	S. Rawas	slate	silicification	Py	dissemination of pyrite	
29	S. Limun	S. Rawas	diorite sandston	pyritization	Py	dissemination of pyrite	

第 2 表 鉍微地一覽(2)

Mineralized zone	Point of zone	Location	Formation	Host rock	Mode of Mineralization, Alteration	Mineral assemblage	Remarks
【H】	30	S. Labi	-	diorite	pyritization	Py	dissemination of pyrite
	31	S. Kuwis	(S. Kuwis)	diorite tuff	pyritization	Py	dissemination of pyrite.
	32	S. Kulus	Napallicin	tuff	silicification	Py	dissemination of pyrite
	33	S. Kuwis	S. Kuwis	tuff	pyritization	Py	dissemination of pyrite
	34	S. Kasai	-	quartz diorite	argillization	Py	dissemination of pyrite
	35	S. Kuwis	Hulusimpang	tuff	argillization	-	argillization only
	36	S. Minak	Hulusimpang	tuff	argillization	Py	pyrite along joint
	37	S. Minak	Hulusimpang	tuff	silicification	-	silicification only
	38	S. Tiku	Hulusimpang	tuff	pyritization	Py	dissemination of pyrite
	39	S. Pelantingan	S. Minak	shale	pyritization	Py	dissemination of pyrite
	40	S. Crag	S. Minak	siltstone	pyritization	Py	dissemination of pyrite
	41	S. Minak	S. Minak	andesite	silicification	-	silicification only
	42	S. Gagahflir	S. Minak	tuff	argillization	Py	dissemination of pyrite
	43	S. Semamba	S. Minak	tuff	silicification	Py	dissemination of pyrite
	44	S. Maling	S. Minak	tuff	pyritization (silicification)	Py	dissemination of pyrite
	45	S. Tarum	S. Minak	shale	silicification	Py	pyrite along joint
	46	S. Tiku	S. Minak	tuff	silicification	Py	dissemination of pyrite

Abbreviation Py : Pyrite Po : Pyrrhotite Spe : Sphalerite
Cp : Chalcopyrite Mo : Molybdenite Hm : Hematite
Sp : Sphalerite Mal : Malachite

第2表 鉍微地一覽(3)

- ① スカルン型鉍化作用に関連する鉍徴
- ② モリブデン-黄銅鉍鉍染網状石英脈(ポーフイリー・カッパー型)鉍化作用に関連する鉍徴
- ③ 黄鉄鉍鉍染鉍化作用に関連する鉍徴
- ④ 金鉍化作用に関連する鉍徴

46カ所の鉍徴のうち、25カ所の鉍徴は、二つの地域に良くまとまった分布を示しているので鉍化ゾーンを形成しているものと考えられる。その一つは第8図のゾーンIで、ラヤ山の花崗岩類周辺に分布する15カ所の鉍徴群からなり、上記区分の①～③に相当する各種のタイプが認められる。今一つは、南スマトラ地域の西部中央に位置するゾーンIIとしてまとめた一群の鉍徴群であって、スナワル川下流域に位置する。スナワル石英閃緑岩体の南側から南東にかけて分布する10カ所の鉍徴からなるが、いずれも、上記区分の③に属する鉍徴である。これらを上記区分に従って分けると次のとおりである。

- * 区分①のスカルン型.....6カ所
- * 区分②のモリブデン-銅ポーフイリー・カッパー型.....1カ所
- * 区分③の黄鉄鉍鉍染型.....18カ所

その他の21カ所の鉍徴は、地域的に分散しており、鉍化・変質の程度も微弱な黄鉄鉍鉍染であったり、あるいは珪化のみが視認できる程度であるが、これらの中では南スマトラ地域南部中央のフルシンパン層分布域に位置する8カ所の鉍徴が上記区分の④に相当する可能性が高く、地化学異常域にはほぼ一致する鉍徴である。

4-2. 各論

4-2-1. スカルン型鉍化作用

この種の鉍化作用には、精査地域のAg-Zn-Pb-(Cu)鉍化作用およびラヤ山のFe-oxide鉍化作用がある。このうち、トウボ川のスカルン型鉍化作用は、第2年次および第3年次のボーリング調査の対象となった鉍化帯を形成した鉍化作用であって第IV部において述べる。また、ラヤ山のFe-oxide鉍化作用については第III部において記述する。

4-2-2. ポーフイリー・カッパー型鉍化作用

このタイプは、ラヤ花崗岩体中に見られる鉍化作用である。網状石英脈に伴う低品位のMo-Cu-Pb-Zn鉍化作用であって、第III部において述べる。

4-2-3. 金鉍化作用

場所の特定は今後に残されているが、南スマトラ地域には金鉱化作用の存在を窺わせる鉱徴があり、現実に砂金の採取が小規模に行われている。鉱徴(地化学示徴)の分布や地元民による砂金の採取状況および採取産物からみて金鉱化作用としては2タイプがあると推定できる。

(1). 変成分化型金鉱化作用

中生界の分布地域に於ける金鉱化作用で、ラウス川における砂金の採取状況から推定した金の濃集機構に基づく呼称である。

ラウス川層、なかでも、本層の泥質相の変成作用に伴って生じた金の濃集と考えられる金鉱化作用である。ラウス川層の泥質岩には著しい分結石英脈の密集が見られることが多い。これは泥質岩に含まれていたシリカが泥質岩の変成過程を通じて濃集・再結晶したものである。これと同時に泥質岩に含まれていた金成分もまた濃集したことが考えられ、このような機構によつて濃集した金(山金 : Mountain gold)は、その後の侵食作用によって河川にもたらされ、砂金(小指大のナゲットがある)として採取されているものと考えられる。この例と見られる金の濃集は、かつて日立鉱山諏訪鉱床(キースラーガー型鉱床)の緑色片岩中の分結石英脈に見いだされたことがある。但し、このような機構による鉱化作用では金の濃集は突発的なものであるはずで、ある程度の規模の鉱化帯を形成する可能性は低いものと考えられる。

(2). 浅熱水金鉱床

インドネシアでは、鮮新-更新世の鉱化作用とされる金鉱化作用が島弧-海溝系を形成するスマトラ島~大スンダ列島~小スンダ列島~スラウエシ島にかけた島々に発達することが知られている。主として第三系を母岩とする金-石英脈鉱床で、珪化、粘土化、角礫岩脈、温泉を伴い70 M. Y. から現世に至る火山活動に関係する浅熱水金鉱化作用と言われている(Katili 1987)。

南スマトラ地域の新第三系分布地域に認められる地化学示徴の多くは、このような鉱化作用に関係しているのではないかと考えられ、フルシンパン層に見られる微弱な石英脈はこの種の鉱化作用の存在を暗示しているものと思われる。

第5章 写真地質解析

5-1. 概要

第1年次に、南スマトラ地域全域(1⁴⁶ 950 km²)を対象として実施した調査である。縮尺約1:10,000の白黒印画計36枚を使用した。

UNITS		MORPHOLOGICAL EXPRESSION											CONCLUSIONS		
		PHOTO-CHARACTERISTICS				DRAINAGE				ROCK PROPERTIES					
		TONE		TEXTURE		External or Internal	Pattern	Density	Cross-section	Resistance	Bedding	Attitude		Lineament	Boundary
Sedimentary Rocks	Unconsolidated Sediment	medium grey	light grey	fine	speckled	external	meandering	low		Very low	none	horizontal	none	sharp	lluvium
		medium grey	light grey	fine	speckled blocky	external	sub-dendritic	very high		low	massive	gentle	none	vague	clastics
		dark grey	-	medium	-	external	ub-dendritic	high		high	massive	moderate	medium density three directions	sharp	pyroclastics
		dark grey to medium grey	medium to grey	medium to fine	speckled to blocky	external	sub-dendritic	high		low to moderate	massive	gentle	low density two directions	vague	clastics and/or pyroclastics
		dark grey	-	medium	-	external	sub-dendritic	high		high	massive	moderate	none	vague	clastics
		dark grey to medium grey	medium to grey	medium to fine	speckled to blocky	karst phenomena	sub-dendritic partly trellis	high		high to low	massive to partly bedded	moderate to gentle	low density several directions	vague	clastics (partly well bedded)
		dark grey	medium grey	medium	speckled blocky	external	dendritic	very high		moderate	massive	gentle to moderate	low density several directions	vague	clastics
		dark grey to medium grey	medium to grey	medium to fine	speckled	external	radial	medium		very high	very massive	steep	none	sharp	acidic to intermediate intrusive rocks
		dark grey	-	medium	-	external	sub-dendritic	low		very high	very massive	steep to moderate	low density several directions	sharp	granitic rock
		dark grey	medium grey	medium	speckled	external	sub-dendritic	low		very high	very massive	moderate	low density several directions	sharp	granitic rock

第3表 写真地質構造解析チャート

5-2. 解析結果

第3表に示すように、南スマトラ地域の地質は、10の写真地質単元(以下「単元」という)に区分できる。これらは、堆積岩類(単元A~F)、未固結堆積物(同Q)および貫入岩類(同I₁~I₃)からなる。

地層のトレンドは、大局的にNW-SEを示しており、同方向の褶曲構造の存在が推定できる。またフォト・リニアメントで表現される断層は、南スマトラ地域の中央部から東部にかけて認められ、NE-SWおよびNW-SEの2方向が卓越する。

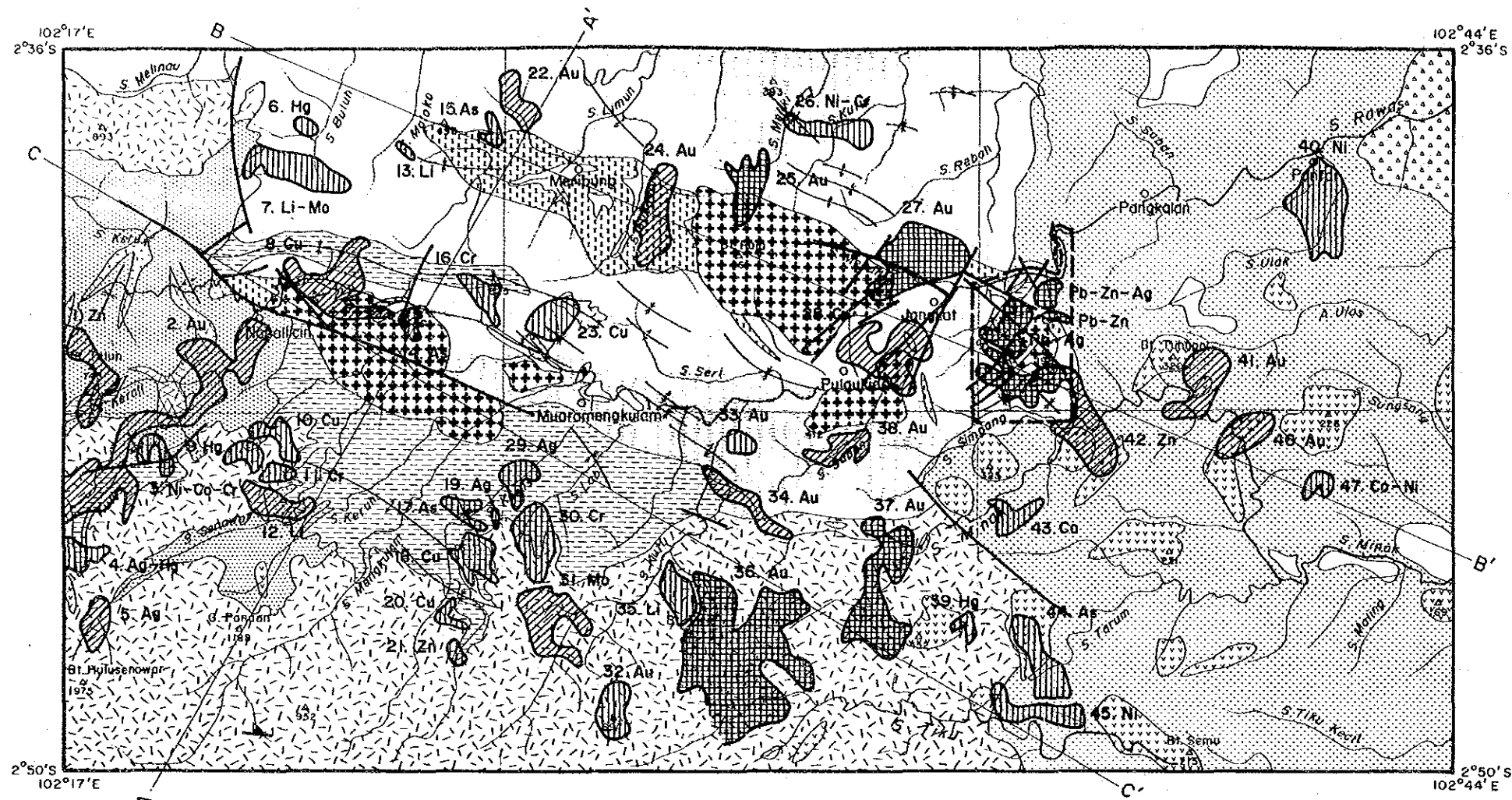
単元Bの分布地には、北部のマリブン(Maribung)からブキット・ブラン(Bt. Burang)にかけてカルスト地形の発達が明瞭である。トウボ川付近にはカルスト地形および単元Bを切る単元I₁が解読できる。また、単元A, Bと単元E, Fとの間には不整合が解読できる。

5-3. 地表地質との対比

写真地質解析の結果は、その後の地質調査結果によく一致している。なかでも、2系統の断層構造および不整合の存在の解読は、その後の地質調査結果のまとめに際し、有力な手掛かりとなった。解読した単元と地質調査による地質区分との対比は次の通りである。

単元	地質区分
Q	段丘堆積物
F	主としてミナク層
E	主としてフルシンパン層
D	ミナク層
C	クイス川層
B	ラウス川層, クイス川層
A	ラウス川層
I ₃	安山岩
I ₂	未確認
I ₁	花崗岩類

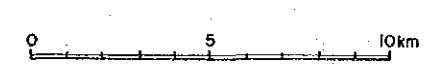
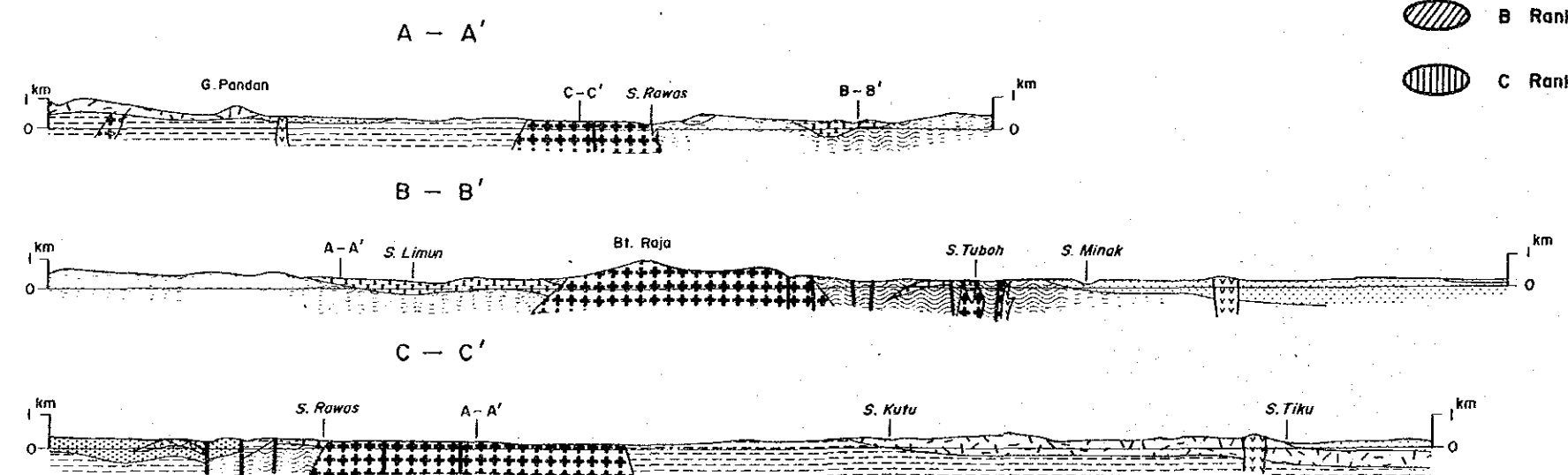
ナバリチン層およびスラングン層が写真から解読出来なかった理由は、写真の画質が良くないことと縁辺部に当たっていることによるものである。



LEGEND

Quaternary	Alluvium	Gravel, sand, silt
	Surulangun F.	Pumice tuff
Tertiary	S. Minak F.	Sandstone, siltstone, limestone conglomerate, tuff, lignite
	Hulusimpang F.	Dacite lava, andesite lava pyroclastics
	Napallicin F.	Sandstone, siltstone, pyroclastics Basalt lava, hyaloclastite
Cretaceous	S. Kuwis F.	Sandstone, shale, slate, pyroclastics Basalt lava, andesite lava, limestone
	Cretaceous + Jurassic	S. Rawas F.
Intrusive rocks		Granitic rock
	Dacite	
	Andesite	
	Basalt	
	Anticlinal axis	
	Synclinal axis	
	Fault	
	Detailed survey area	

- A Rank
- B Rank
- C Rank



第9図 南スマトラ地域概査地区地化学探査異常域

No	Location	Number of Anomalous Samples	Main anomalous element and range	Subordinate Anomalous element and the range	Inferred Mineralization	Rank
1	S. Kerala	4	Zn:173 ~ 775(4)	Pb:25, Co:22(1)	(Pb)-Zn [24]	B
2	S. Kulus	20	Au:38 ~ 141(13) Ag:0.3 ~ 1.9(10) Hg:80 ~ 260(12)	Co:21(1), Li:48(1) Cr:124 ~ 180(2) Zn:176(1), Cu:60 ~ 67(2)	Au-(Ag)-(Hg) [32]	B
3	S. Kulus	4	Ni:52 ~ 74(3) Co:23(3) Cr:220 ~ 270(3)		Ni-Co-Cr	C
4	S. Kulus	4	Hg:70 ~ 180(3) Ag:0.2 ~ 1.8(2) Cu:73 ~ 119(2)	Cu:48(1), Pb:23(1) Cr:118(1)	Ag-Hg (Cu)-Au	C
5	S. Senawar	3	Au:356 ~ 390(2) Hg:60(2)			C
6	S. Buluh	2	Li:48 ~ 92(7)	As:20 = 01 105(2)	Hg Li-Mo [28]	C
7	S. Susup	8	Mo:2 ~ 22(3)			C
8	Napalicin	13	Cu:55 ~ 81(6)	As:16 ~ 81(3), Hg:60(1) Ni:82 ~ 104(2), Co:38 ~ 41(2), Cr:290(2)	Cu	B
9	S. Senawar Seni	2	Hg:70 ~ 80(2)		Hg	C
10	S. Senawar Seni	4	Cu:35 ~ 81(4)		Cu [17]	C
11	S. Senawar Seni	3	Cr:118 ~ 270(3)	Mo:2(1), Ni:30(1)	Cr	C
12	S. Senawar	5	Li:32 ~ 54(5)		Li	B
13	S. Maloko	2	Li:46 ~ 52(2)		Li	C
14	S. Sosokan	2	As:12 ~ 20(2)		As	C
15	North of Bt. Bulam	2	AS:17 ~ 30(2)	Ni:55(1)	As	C
16	Mengkulam	3	Cr:140 ~ 162(3)	Cu:53(1), Ni:59(1)	Cr	C

第 4 表 地化学探查異常域一覽(1)

No	Location	Number of Anomalous Samples	Main anomalous element and range	Subordinate Anomalous element and the range	Inferred Mineralization	Rank
17	S. Kuwis	2	As:10 ~ 11(2)		As	C
18	S. Kuwis	6	Ag:0.2 ~ 0.3(3) Cu:74 ~ 91(2)	Pb:21(1), Au:91(1)	Cu 31	C
19	S. Kuwis	2	Ag:0.2 ~ 0.3(2)		Ag 11 zone	C
20	S. Kuwis	3	Cu:50 ~ 82(2)	Pb:25(1), Cr:195(1) Mo:45(1), As:36(1)	Cu 31	C
21	S. Kuwis	2	Pb:34(1), Zn:345(1)		(Pb)-Zn	C
22	North of Meribung	4	Au:568 ~ 4,130(3)	Ag:0.2(1)	Au	B
23	S. Tunbuk	3	Cu:56 ~ 60(2)	Hg:70(1)	Cu	C
24	S. Pangi	4	Cu:29 ~ 52(2) Au:158 ~ 1,230(2)		(Cu)-Au 16 9	B (A)
25	S. Meliki	5	Au:76 ~ 1,200	Pb:200	Au 11	A
26	S. Meliki-S. Kutur	4	Ni:61 ~ 280(4) Cr:160 ~ 720(4)		Ni-Cr	C
27	S. Menalu	7	Au:102 ~ 2,050(7)		Au 31 4 5	A
28	S. Temiang	8	Cu:71 ~ 102(6)	Co:34 ~ 53(4) Mo:12(1), Pb:28(1)	Cu 8	B
29	S. Kuwis(lower)	3	Ag:0.2(3)		Ag 29	C
30	S. Kuwis(lower)	10	Ni:34 ~ 160(7) Co:37 ~ 51(5) Cr:250 ~ 520(8)	As:23(1) Cu:48 ~ 58(2) Ag:0.2 ~ 0.3(2)	(Ni)-(Co)-Cr 23	C
31	S. Kutu(upper)	7	Mo:2(6)	Li:39 ~ 41(2)	Mo	B
32	S. Kutu(upper)	2	Au:56 ~ 1,710(2)	As:33(1), Ag:0.6(1)	Au	C
33	S. Kutu	2	Au:71 ~ 96(2)	Ag:0.2(1)	Au	C
34	S. Kutu	4	Au:850 ~ 2,100(3)	Ag:0.2(1)	Au	B
35	S. Kutu	3	Li:48 ~ 50(3)		Li	C
36	S. Kutuu-S. Minak	17	Au:70 ~ >10,000(16) Ag:0.5 ~ 12.3(11) Au:144 ~ 2,420(7) Ag:6.8(1)	As:22(1)	Au-(Ag) 37	A
37	S. Minak	7		As:38(1)	Au-(Ag) 36	A

第 4 表 地化学探查異常域一覽(2)

No	Location	Number of Anomalous Samples	Main anomalous element and range	Subordinate Anomalous element and the range	Inferred Mineralization	Rank
38	S. Suban	3	Au:84 ~ 1,250(3)		Au: 12, 13, 14	B
39	Bt. Telumerangin	2	Hg:70 ~ 110(2)		Hg	C
40	S. Mejaja	3	Ni:11 ~ 38(3)		Ni	C
41	S. Minak	3	Au:596 ~ 9,730(3) Ag:7.6 ~ 10.2(3)		Au-(Ag) 41	B
42	Bt. Ipuh	6	Cu:22 ~ 45(2) Zn:165 ~ 285(2) Co:11 ~ 16(3) Cr:40 ~ 44(3)	Li:20 ~ 22(2) As:7 ~ 9(2) Au:205(1)	(Cu)-Zn-(Co)-(Cr) S. Tuboh	B
43	Bt. Meru	3	Co:10 ~ 13(3)	Au:3,630(1)	Co	C
44	S. Jarum	3	As:7 ~ 11(3)	Pb:38(1), Hg:80(1)	As 45	C
45	S. Tiku	3	Ni:10 ~ 13(3)	Cr:70(1), Zn141(1)	Ni 46	C
46	S. Minak	3	Au:584 ~ 7,000(2)	Ag:7.0(1)	Au 42	B
47	S. Minak	2	Co:18 ~ 20(2) Ni:33(1)	Pb:83(1), As:7(1) Hg:70(1)	Co-Ni	C

Abbreviation

□ : 対応する鉱徴地の番号
() : ランクがより下位となる元素

第4表 地化学探査異常域一覧(3)

水準 2	第三系：フルシンパン層
水準 3	第三系：ナバリチン層
水準 4	中生界：タイス川層
水準 5	中生界：ラワス川層
水準 6	貫入岩類：花崗岩類，アルカリ岩類
水準 7	貫入岩類：石英閃緑斑岩，玄武岩，安山岩，石英安山岩

以上の区分に基づいて、それぞれの平均値、標準偏差を計算し、度数分布図、累積度数分布図を作成し、分散分析を行った。この結果Moを除く各元素には、後背地の岩石による含有量の差があると考えられるに至った。従って、各元素のしきい値の計算も上記の区分毎に行った。

鉱化作用には複数の元素が関与することが多いので、元素間の関係を見ておく必要がある。このため、相関行列を作成し、これをもとに主成分分析を行った。相関行列から、Cu-Zn, Cu-Ni, Cu-Co, Cu-Cr, Zn-Co, Zn-Cr, Ni-Co, Ni-Cr, Co-Crは0.5以上の相関係数を示すことが判明した。主成分の累積寄与率は、第6主成分までで81.9%であり、全元素の挙動は6の要因で大まかに説明できると言える。第1主成分の寄与率が0.35を示す他は高くなく、第4主成分から第6主成分の寄与率は0.1以下である。因子負荷量から、主成分と元素の相関については次のように言える。

第1主成分	Cu, Zn, Ni, Co, Cr
第2主成分	Pb, Ag, As, Hg,
第3主成分	Au, Ag

それぞれの主成分が何を表しているかについては、地質調査結果と因子得点とを個々に比較し、更に鉱化作用に伴う元素の挙動、種々の岩石の元素含有量等のデータから、次のように言える。

- ① 第1主成分：鉱化作用に起因すると考えるよりも、後背地の「塩基性」の程度を示している。
- ② 第2主成分：Ag-Pb鉱化作用を表しており、As, Hgも鉱化作用に伴う付加。
- ③ 第3主成分：Au鉱化作用を表しており、AgはAuに随伴。

各元素のしきい値の設定には、Lepeltier(1969)の方法、 $m + 2\sigma$ (m :平均値, σ :標準偏差)による地質区分別の値を検討し、後者、即ち、後背地の地質毎の値を用いた。

6-1-4. 異常域の抽出と評価

a) 概査地域

隣接する2以上の試料の元素含有量が共に異常値のときにその試料の採取地点の集水域をすべて異常域とした。また、PbとZnの異常が隣接している場合には、両者を併せて異常域とした。

概査地域の異常域は47カ所である。このうち、Cu-Pb-Znの少なくともいずれかの異常域は11カ所、Au-Ag-Hgの少なくともいずれかの異常域は18カ所、Asの異常域は4カ所、Mo-Liの少なくともいずれかの異常域は4カ所、Ni-Co-Crの異常域は9カ所である。

異常域の一覧を第4表に、その分布を第10図に掲げた(異常域に付したNo.は第4表および第10図に一致する)。

Cu-Pb-Zn異常域は、精査地区とその近くの異常域以東に広く分布し、特定の地域、地層に集中していない。Au-Ag-Hg異常域も全地域、全層準に及ぶが、フルシパン層の分布域にやや集中する。これらのうち、異常域の広がり大きいのはクルス川(S. Kulus, No. 3, 4)ミナク川(S. Minak, No. 46, 47)上流、メナル川(S. Menalu, No. 27)である。

As異常域は、ソソカン川(S. Sosokan, No. 14)、ブラン山(Bt. Bulang, No. 15)北側、タルム川(S. Tarum, No. 43)、クイス川(S. Kuwis, No. 17)であるが、後背地の地質に特徴はない。

Mo-Li異常域は、マロコ川(S. Maloko, No. 13)、スナワル川(S. Senwar, No. 12)およびクトツ川(S. Kutu, No. 35)に限られる。Ni-Co-Cr異常域は、クルス川(No. 3)、スナワル・セニ川(S. Senawar Seni, No. 10)、メンクラン川(S. Mengkulam, No. 16)、ラビ川(S. Labi, No. 30)、ウラク川(S. Ulak, No. 40)、ティク川(S. Tiku, No. 45)、ミナク川下流(No. 47)と広く分散する。後背地との関係は、断言は出来ないものの、マフィック質火山岩類との関連が推定出来る箇所もある。

異常域の評価に当たっては、異常値の大きさと地殻・岩石中の平均含有量との比較および地質調査の結果を考慮して異常域をA、B、Cの3-ランクに分けて行った。

- A-ランク：異常値が5個以上隣接し、かつ2以上の試料の元素含有量のいずれかが地殻・岩石中の元素の平均含有量の2倍よりも大きい場合。
- B-ランク：A-ランクの必要条件の一つを満たす場合。
- C-ランク：いずれの条件も満たさない場合およびNi-Co-Cr異常域。

このようにランク付をすると、A-ランクは4カ所、B-ランク14カ所となる。これを元素の組み合わせで区分すると次の通りである。

元素の組み合わせ	A-ランク	B-ランク
Cu-Pb-Zn異常域	-	4カ所

Au-Ag-Hg異常域	4カ所	8カ所
Mo-Li 異常域	—	2カ所

これらのうち、B-ランクのCu-Pb-Zn異常域4カ所、Mo-Li異常域1カ所の概要は以下の通りである。

∴ No. 1. ケラリ川(S. Kerali)異常域：Znの異常値(173ppm～775ppm)4個の他、Pb(25ppm)、Co(20ppm)の異常値がある。ケラリ川にはナパリチン層中に珪化変質帯を伴う黄鉄鉱鉱染帯があるが、その分布は狭く、鉛、亜鉛の鉱化作用は未確認である。

∴ No. 8. ナパリチン異常域：Cu異常値は6個と多いが、その値は最大81ppmで玄武岩中の含有量に比べて大きいとは言えない。この異常はナパリチン層の玄武岩に起因する可能性がある。

∴ No. 28. タミアン川異常域：Cu異常値6個の他、Mo、Pb、Co異常を伴う。Cu異常値は71～102ppmと玄武岩中の含有量(100ppm)、地殻中の存在度(50ppm)に比べて特に大きいとは言えないが、後背地の岩石が主として花崗岩からなり、その含有量は低いはずのものとところから(花崗岩の平均値10ppm)、鉱化作用等による付加の可能性があると云える。

∴ No. 31. クトッ川上流異常域：Mo異常値が6個あるが、いずれも2ppmである。この値は花崗岩や頁岩中の含有量に比べて大きくはない。

∴ No. 42. イブ山異常域：トウボ川地区の南東に連なる異常域で、Cu-Znの他、Co-Crの異常値がある。

尚、このグループに属する異常域のうち、スナワル川、パンギ川の両異常域は、AuによるB-ランク異常域である。

Au-Ag-HgのA、Bランク異常域のうち、A-ランク異常域の概要は次のとおりである。

∴ No. 25. メリキ(Meliki)川異常域：Au異常値が5個あり、76～1,200ppbを示す。Pb異常を伴う(200ppm)。後背地の地質は花崗岩、ラワス川層である。

∴ No. 27. メナル川異常域：Au異常値が6個あり、102～2,060ppbを示す。ほかに、Mo、Pb、Coの異常値がある。メリキ川と同じ地質の後背地を持ち、同じ地質現象、例えば、変成分化型金鉱化作用ないしはラヤ山地区の花崗岩に伴う鉱化作用に起因する異常域の可能性はある。

∴ No. 36, 37. ミナク川上流異常域：ティク・ミナクとミナクの隣接した二つの異常域からなっている。前者では16個、後者では7個のAu異常値があり、概査地域で最も広い異常域を形成している。前者にはAuが10,000ppbを超える異常値があり、また、Agの異常値が11試料に認められる点で後者と異なる。いずれもフルシンパン層分布域の異常域であるところから既述した鮮新-更新世の浅熱水金鉱化作用に起因する可能性が高い。

b) 精査地域

精査地域は、第2年次のトウボ川地区を含む面積18 km²の範囲である。この地区から採取した150個の試料の分析値を対数変換し、元素毎に最大値、最小値、平均値、標準偏差を求め、度数分布図、累積度数分布図を作成して異常値の検討を行った。各元素の含有量は、LiとAuを除けば、概査地区に比べていずれも高く、特にAgのそれは概査地区の5倍に達する。Cu, Mo, Pb, Znもかなり高い。

相関行列は、精査地区では、Cu-Co, Cu-Cr, Cu-As, Pb-Ag, Zn-Ag, Ni-Co, Ni-Cr, As-Liが0.5以上の相関関係にあることを示している。これは概査地区の約0.7よりは低いものの、概査地区には見られないPb-Ag, Zn-Ag, Cu-Asの相関が認められ、鉍化作用による元素の動きを示すものと考えられる。

因子負荷率から、第1主成分は、Cu, Zn, Ni, Co, Cr, Asとの相関が高く、Cu鉍化作用に関連する要因として説明出来る。第2主成分は、Pb-ZnおよびAgとの相関が高く、Pb-Zn-Ag鉍化作用に関係した要因と見なすことが出来る。尚、第3主成分は、Zn, Coとは正の相関、As-Liとは負の相関を示すことから、後背地の岩石を反映している可能性がある。

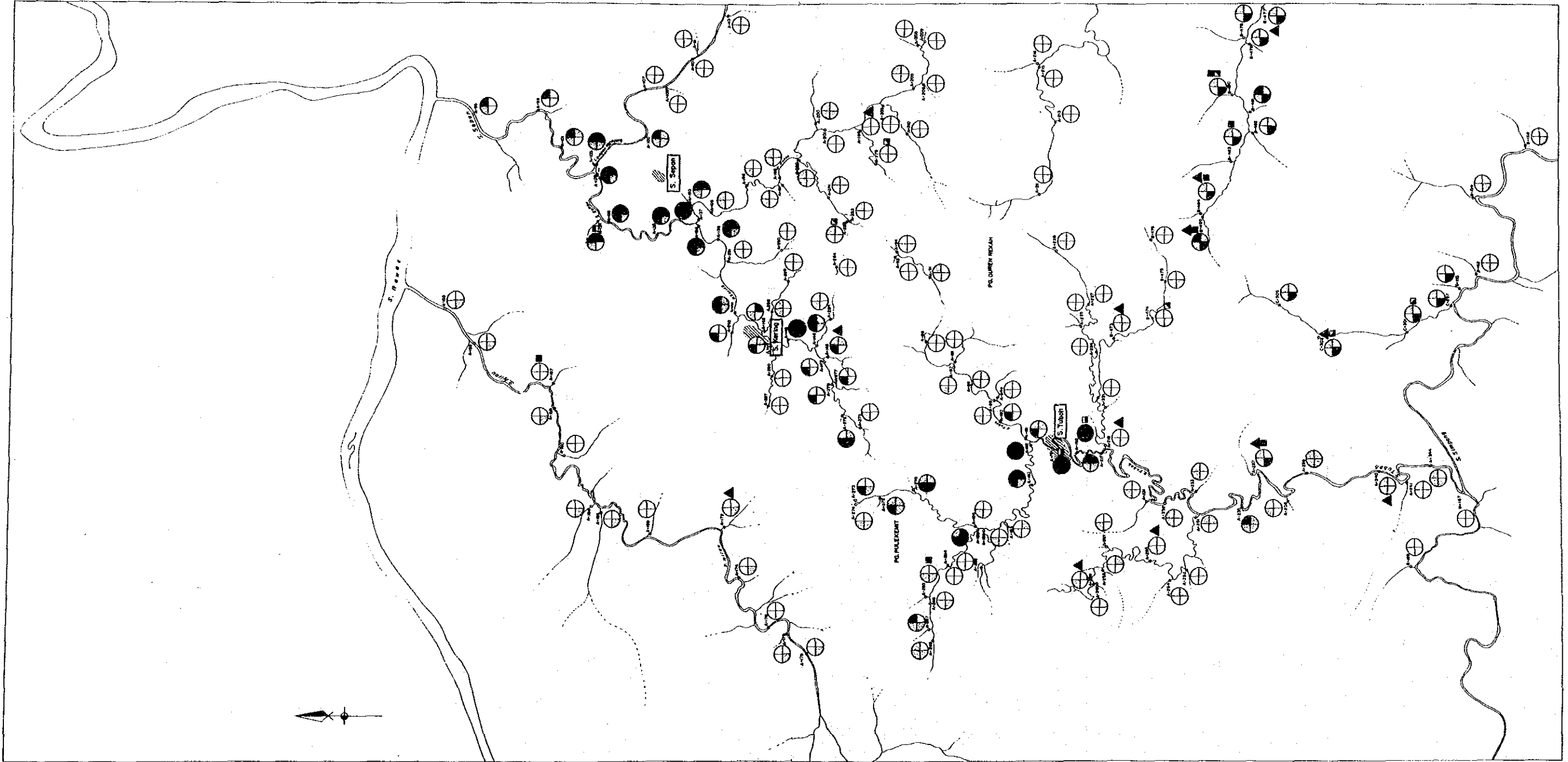
しきい値については、Pb, Zn, Agなどの元素の含有量が概査地域に比べて高いので概査地域と同じ要領でしきい値を定めると鉍化作用の及んでいる地点を見落とす恐れがある。このため、精査地域では、 $m + \sigma$ 、および $m + 2\sigma$ の値によって、2段階のしきい値を設定し、2-ランクの異常値を抽出した。

精査地域では、3カ所の鉍徴地(トウボ川、クリン川、スパン川)が既知であるところから、これら鉍徴地と同様の鉍化帯がどのような広がりで存在するのかを求めるのが主目的となる。そこでCu, Pb, Zn, Agを選び、これらの元素を2段階のしきい値によって3-ランクに分け、異常値の広がりを把握することとした。その他の元素については $m + 2\sigma$ 以上の試料のみを検討対象とした。異常域としては、 $m + 2\sigma$ が2個以上隣接している範囲とした。

このようにして得られた異常値の分布は、二つの異常域を形成する。その一つは、スパン川・クリン川の鉍徴地からトウボ川鉍徴に至るNE-SW方向の異常値の密集部であり、今一つは、トウボ川下流から東に広がり概査地域のイブ山に至る異常域に連続するものである。前者は、トウボ川の鉍徴を形成した鉍化作用がトウボ川鉍徴からスパン川・クリン川の鉍徴にかけて連続している可能性を示唆しており、Pb-Zn-Agを主とする鉍化帯の存在を窺わせるものである。後者は、Cuを主とする鉍化作用を意味するものと考えられ、Cu-As-Au鉍化帯の存在を示唆するものと見なすことができる。

尚、前者は、トウボ川を中心とする異常域とその西側ラン川(S. Larang)の中流から北東に伸びてスパン川、クリン川の両鉍徴に連なる雁行状の二つの異常域からなるものと見ることできる。このような見方をすると、トウボ川を中心とする異常域は、より南東側のアルカリ岩質貫入岩(深成相)の近傍に、ラン川から北東に伸びる異常域は、北西側の

アルカリ岩質貫入岩(深成相)の近傍に、それぞれ位置することとなり、二つの鉍化帯が存在する可能性を暗示しているとも考えられる。



PL. 10
 REPORT ON THE MINERAL EXPLORATION OF
 SOUTHERN SUMATRA AREA, THE REPUBLIC OF INDONESIA
 PHASE 1
 GEOCHEMICAL ANALYSIS MAP OF THE DETAILED
 SURVEY AREA
 FEBRUARY 1966
 THE INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 WITH THE MINING AGENCY OF JAPAN

LEGEND

○	1-14	○	76-78
○	15-22	○	79-179
○	23-24	○	179-188
○	1-18	○	81-82
○	19-20	○	83-85
○	21-25	○	86-87
○	26-27	○	88-89
○	28-30	○	90-91
○	31-32	○	92-93
○	33-34	○	94-95
○	35-36	○	96-97
○	37-38	○	98-99
○	39-40	○	100-101
○	41-42	○	102-103
○	43-44	○	104-105
○	45-46	○	106-107
○	47-48	○	108-109
○	49-50	○	110-111
○	51-52	○	112-113
○	53-54	○	114-115
○	55-56	○	116-117
○	57-58	○	118-119
○	59-60	○	120-121
○	61-62	○	122-123
○	63-64	○	124-125
○	65-66	○	126-127
○	67-68	○	128-129
○	69-70	○	130-131
○	71-72	○	132-133
○	73-74	○	134-135
○	75-75	○	136-137

Ore mineral occurrence

第10図 トウボ川地区地化学探査異常域分布図

第Ⅲ部 ラヤ山地区

第Ⅲ部 ラヤ山地区

第1章 調査概要

ラヤ山地区は、第1年次の概査結果から抽出した第2年次の調査対象地区である。第1年次の概査により、ラヤ山周辺部には、地質調査によって、都合15カ所の鉍徴が見いだされ、また、地化学探査によって、これらの鉍徴に一致するパンギ川(第4表No. 24)、メリキ川(同No. 25)、メナル川(同No. 27)、スパン川(同No. 38)等の地化学探査異常が得られていた。鉍徴は、Moを伴う網状石英脈あるいは磁鉄鉍ないし赤鉄鉍の転石帯として産し、スパン川鉍徴のように柘榴石・磁鉄鉍からなるスカルン型の鉍化作用を窺わせる場合も認められたので、第2年次の調査対象地区として抽出したものである。

第2年次では、これらの鉍徴のうち、ラヤ花崗岩類に近い位置にある10カ所の鉍徴を包含するように設定したA、B、C、D、E、Fの6小地区からなる面積合計22 km²の範囲において、地質調査、地化学探査および地上磁気探査からなる精査を行った。調査作業量は、次の通りである。

地質調査	: 22 km ² , 116測線
地化学探査	: 土壌試料1,619個(73.5個/km ²)
地上磁気探査	: 1,730点

この結果、地質調査では、新たに10カ所の鉍徴を見だし、地化学探査では、26カ所の異常域を把握し、地上磁気探査では、15カ所の磁気異常の存在を明らかにした。

第2章 地質

2-1 地質概要

ラヤ山地区の地質は、地区の中央部を占める貫入岩類とこれを取り巻くように分布するラフス川層からなる。

貫入岩類は、一部を除き、60~50 M. Y.の活動にかかる貫入岩(ラヤ・カコウ岩類)であって、岩相的には主として閃緑岩と花崗岩(ラヤ・花崗岩)から構成されている。

鉍化作用は、貫入岩(ラヤ・花崗岩類)とその近傍のラフス川層中に存在し、後述の通

り、本質的にはポーフィリー・銅型のカッパー型の鉱化作用と考えられる。

2-2. 堆積岩類

上述の通り、ラウス川層からなる。ラウス川層は、主としてラヤ・花崗岩の北東側に分布する下部の砂・泥質相(フリッシュ相)とその上位に来る中部のメルシップ石灰岩部層からなり、南東部では上部に属する砂岩相の分布も認められる。これらはラヤ・花崗岩を主とする貫入に伴う熱変成作用によりホルンフェルス化およびマーブル化を受けている。

2-3. 貫入岩類

岩体の中心部を占めて広い分布をなす花崗岩とその外縁部の閃緑岩からなり、この両者を総称してラヤ・花崗岩類と呼ぶ。ラヤ山地区の北西および南西には若い閃緑斑岩の小岩体が認められる。

花崗岩は、アルカリ・石灰指数による分類ではカルシック岩系に相当し、 $SiO_2 \cdot Na_2O + K_2O$ 図上で非アルカリ岩の領域に入っている流紋岩相当の岩石である。肉眼的には淡灰色～白色を呈する岩石と桃色の岩石が大部分を占めるが、より暗色を呈する岩石も知られている。本岩体中には、これを貫く幅2 cm～5 cmのアプライト岩脈が認められることがある。

閃緑岩は、ややアルカリ岩質であって、 $SiO_2 \cdot Na_2O + K_2O$ 図でアルカリ岩の領域に落ち、粗面岩・粗面岩質安山岩に相当する。アルカリ・石灰指数ではアルカリ・カルク岩系に当たる岩石である。

以上のほか新第三紀の貫入と見なされる石英閃緑斑岩が小岩体をなして認められる。

第3章 地質構造

一般に、ラウス川層の構造は、同斜褶曲構造・複褶曲構造、フルート・キャストから推定される地層の逆転、走向断層の発達等により、明らかでない部分が多い。ラヤ山地区においてはこれに加えて規模の大きい貫入岩が中心部を占め、一層不確かなものとなっている。しかしながら、大局的には、ラヤ山地区のラウス川層は、その軸部にラヤ・花崗岩類をもち、NW-SEに長軸を有する複向斜構造をなすものと考えられる。

断層構造は、NW-SE、NE-SWの2系統が認められ、後者の方がやや後期の形成のように見える。即ち、NW-SE系の断層は、ラヤ・花崗岩類貫入以前の形成と考えられる発達傾向を示す。これに対し、NE-SW系の断層は、ラヤ・花崗岩を切る場合が多い。尚、ラヤ・花崗岩類の貫入によりはっきりしなくなっているが(貫入により消されている)、北東側に分布するラウス川層の下部を構成する砂・泥質相とその上位のメルシップ石灰岩部層との間には、古い走向断層の存在が推定される。このような断層の発達とラヤ・花崗岩類の貫入と

の間には関連性があるものと考えられ、NW-SE系の断層は、ラヤ・花崗岩類貫入の場となったものと見なされる。

第4章 鉱化作用

4-1. 概 要

第2年次の調査では、ラヤ・花崗岩類の近傍に位置する10カ所の鉱徴の産状を明らかにすると共に、更に新たな鉱徴を見だし、ラヤ山地区全体の鉱化特性を明らかにするための調査である。この結果、第1年次、第2年次を通じてラヤ山地区に見いだした鉱徴は、都合20カ所である。

これら鉱徴の産状と地化学探査の結果から、ラヤ山地区の鉱徴は、鉱石鉱物の組み合わせによって次のように分けることが出来る。

タイプ a₁: Fe-oxide + Sulfide-1 + スカルン

タイプ a₂: Fe-oxide + Sulfide-2 + スカルン

タイプ b₁: Sulfide-1を伴う石英網状脈

タイプ b₂: タイプ b₁ + スカルン

タイプ c : Fe-sulfide + Very low grade of Cu-sulfide

(Fe-oxide:磁鉄鉱または赤鉄鉱, Sulfide-1:Fe, Mo, Ag, Pb, Zn, Co, Cuの硫化物鉱物+Au, Sulfide-2:Sulfide-1にMoを欠く, スカルン:柘榴石で常にアンドラタイト)

これらの各タイプに共通していることは、いずれのタイプも硫化鉱物を伴うということである。従って、硫化鉱物を生じるような鉱化作用がラヤ山地区の本質的な鉱化作用であると考えられる。更に、共通性という点に着目すると、上の5区分の中でも、タイプ b₁が基本型であると思なされる。タイプ b₁は次のような特徴をもつ。

構成鉱物: モリブデナイト, 黄鉄鉱, 黄銅鉱, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱

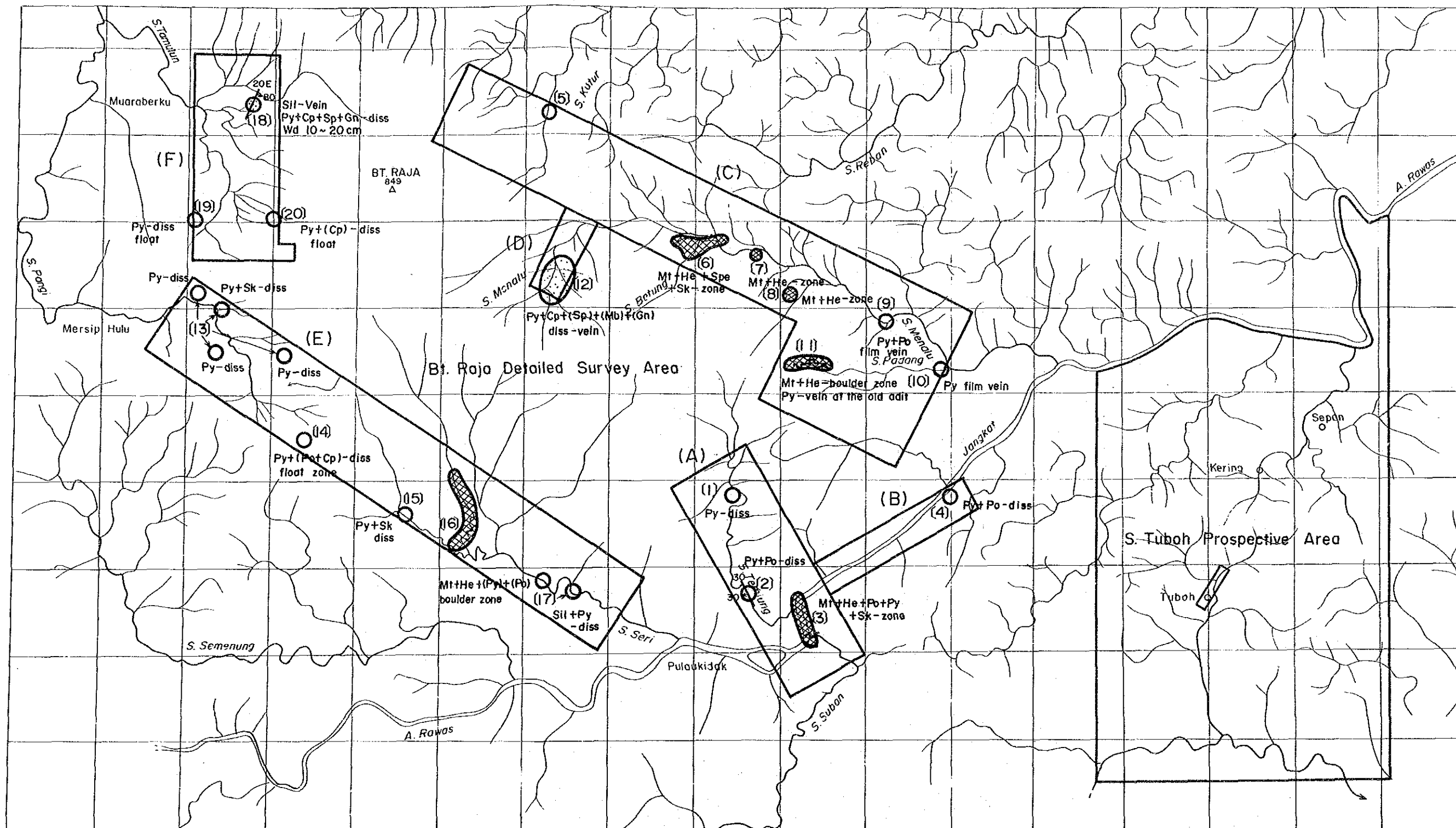
脈石鉱物: (全体としては少ないが)石英(多), セリサイト(中), 緑泥石(少)

変 質: セリサイト化, 珪化

産 状: 石英脈に伴う鉱染状

母 岩: ラヤ・カコウ岩(ラヤ・花崗岩類の中ではやや後期の優白岩)

即ち、構成鉱石鉱物とその産状、脈石鉱物の種類、脈石の量(少ない)、変質作用、母岩



LEGEND

- | | | | |
|--|-------------------|----------------------|----------------------------|
| (A) Detailed Survey Area | Py : Pyrite | Mb : Molybdenum | Sil : Siliceos, silicified |
| (No.) Mineralization of Mt + He + Sk (Massive ore) | Po : Pyrrholite | Mt : Magnetite | |
| (No.) Mineralization of Cp - Gn - Sp - Py - Mb (Vein) | Cp : Chalcopyrite | He : Hematite | |
| (No.) Mineralization of Py, Po, Cp, Sp, Gn (Vein, diss.) | Sp : Sphalerite | Sk : Skarn | |
| Old adit | Gn : Galena | diss : dissemination | |

第11図 ラヤ山地区鉱微地分布図

Mineral indication	Location	Host rock (formation)	Rock facies	Mode of Mineralization, Alteration	Mineral assemblage	Remarks
[1]	A. Line2-4(S.Temiung)	S.Rawas	Hornfelsic slate	Silicification	Py	Dissemination
[2]	A. Line7-9(S.Temiung)	S.Rawas	Slate	Argillization	Py, Po	Py vein in the shear zone
[3]	A. Line10-14(S.Suban)	S.Rawas & Intrusive rock	Hornfels. Granite	Skarnization	He+Mt+(Po)+Sk	Massive ore zone
[4]	B. Line5-6(S.Rawas)	S.Rawas	Slate	Pyritization	Py+(Po)	Dissemination
[5]	C. Line7-8(S.Kutur)	S.Rawas	Slate	Pyritization	Py	Float
[6]	C. Line16-20(S.Betung)	S.Rawas & Intrusive rock	Slate Granite	Skarnization	Mt+He+(Spe)+Sk	Massive ore zone
[7]	C. Line21(S.Menalu)	S.Rawas	Slate	Skarnization	Mt+He+(Sk)	Float of massive ore
[8]	C. Line24(S.Selok)	S.Rawas	Slate	Skarnization	Mt+He+(Sk)	Float of massive ore
[9]	C. Line30(S.Menalu)	S.Rawas	Slate	Skarnization	Py+(Po)+(Sk)	Quartz vein (wd 0.3-0.5cm)
[10]	C. Line34(S.Padan)	S.Rawas	Limestone	Skarnization	Py+(Po)+(Sk)	Quartz vein in joint
[11]	C. Line35-38(S.Padan)	Intrusive rock	Granite	Skarnization	He+Mt	Massive ore zone
[12]	D. Line1-3(S.Menaru)	Intrusive rock	Granite	Argillization	Py+(Lm)	Clay vein with Py at the old adit
[13]	E. Line1-3(S.Menaru)	Intrusive rock	Granite	Net work	Cp+Py+Sp+Gn+Mb	Joint filling quartz vein
[14]	E. Line1-3(S.Pangi)	S.Rawas	Limestone	Pyritization	Py+(Po)+(Sk)	Py vein in joint
[15]	E. Line12(S.Pangi)	Intrusive rock	Diorite	Silicification	Po+Py+(Cp)	Float zone, Dissemination
[16]	E. Line17-19(S.Seri)	S.Rawas	Limestone	Skarnization	Py+(Po)+(Sk)	Veinlet in joints
[17]	E. Line20-23(S.Seri)	S.Rawas	Slate, limestone	Skarnization	He+(Py)+(Po)+(Mt)+(Sk)	Float of massive ore zone
[18]	E. Line26-32(S.Seri)	S.Rawas	Slate, limestone	Pyritization	Py	Dissemination
[19]	F. Line3-5(S.Tamulun)	S.Rawas & Intrusive rock	Granite	Silicification	Qtz>Op+Py+Sp+Gn+(Mb)	Quartz vein (wd 0.1-0.2m)
[20]	F. Line8-10(S.Tamulun)	S.Rawas	Limestone	Silicification	Py	Float of Py disseminated rock
[20]	F. Line10-11(S.Tamulun)	Intrusive rock	Diorite	Silicification	Py+(Po)+(Cp)	Float of sulfide disseminated rock

Abbreviation Py : Pyrite Ga : Galena Mt : Magnetite Lm : Limonite
Cp : Chalcopyrite Po : Pyrrhotite He : Hematite Sk : Skarn minerals
Sp : Sphalerite Mb : Molybdenite Spe : Specularite Qtz: Quartz

第5表 ラヤ山地鉱徴地

の種類（花崗岩）等の状況は、タイプ b_1 がポーフイリー・銅型の変質作用を示唆するものであると受け取れる。

b_1 以外のタイプは b_1 の偏性型と考えられ、それぞれ次のように説明出来る。

タイプ b_2 : ガーネット・スカルンを伴う点がタイプ b_1 との違いである。母岩がメルシupp石灰岩部層であることを考慮すればスカルンを伴うことは当然であるとも言える。 b_2 よりは貫入岩体の外方に位置するスカルン型変質作用。

タイプ c : b_2 よりも更に外方に位置する黄鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・モリブデナイトの浸染状変質作用または珪化を伴う弱変質作用。やや早期の貫入と見られる閃緑岩に関係した変質作用。

タイプ a_1 : Mo を伴う点で a_2 と異なる。 a_2 よりも変質作用の中心に近い部分に位置しており、Mo の拡散能を反映しているものと考えられる。

タイプ a_2 : Mo を欠く。 a_2 よりも変質作用の中心から遠い部分に位置している。Mo よりも拡散能の高いと考えられる元素からなる変質徴を形成する。

以上、第2年次の調査の結果、ラヤ山地区には、ポーフイリー・銅型およびその偏性型としてのスカルン型の変質作用があることが判明した。

4-2. ポーフイリー・銅型変質作用

第5表のNo. 12メナル川(S. Manalu)変質徴で代表される変質作用。メナル川上流の海拔300~400 m付近の沢の中の変質徴である。ラヤ・花崗岩の北東縁辺部に位置する。花崗岩の節理に沿う幅0.1~0.3 cmの網状石英細脈に伴う黄銅鉱・黄鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・モリブデナイトの浸染状変質徴からなる。石英脈は、 $N60^\circ \sim 80^\circ W$ (節理系の方向)を示す。石英脈の密度は低い。珪化およびセリサイト化変質を伴う。尚、近くの河床に径1 cmの滴状のモリブデナイトを伴う石英脈転石(幅2 cm)が見いだされている。

4-3. スカルン型変質作用

第5表のNo. 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, の各変質徴はこのタイプの変質作用に属する。これらは地域的に見て、3, 6-7-8-9-10-11, 13, 15-16の4群をなすものと見なされる。これらの中では、No. 3のサブアン川(S. Suban)変質徴が最も明瞭な *in situ* 変質徴である。No. 6, 11も *in situ* と見なされるが、No. 15, 16はそうではないらしい。

サブアン川変質徴は、多量の磁鉄鉱に赤鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱を伴い、X-線回折分析で酸化銅鉱物の存在を確認している。磁鉄鉱はアンドラタイトと縞状をなす。変質部の幅は約7 m、 $N20^\circ \sim 35^\circ E$ に伸長し、ラウス川を横切って200 m余り追跡可能である。桃色の花崗岩とラウス川層の石灰質スレートとの境界付近に位置している。No. 6のベタン川、No. 11

のパダン川の両鉱徴は、磁鉄鉱を主とする転石帯からなるが、近くには石英細脈や粘土脈およびスカルンが認められる。No. 16のセリ川鉱徴は、磁鉄鉱を伴う赤鉄鉱を主とする転石帯で、延長(南北)700 m最大幅50 mの転石帯を形成している。鉱塊の最大径は3.5 mに達する。

以上述べた通り、ラヤ山地区のスカルン型鉱徴の主たる鉱石鉱物は、磁鉄鉱である。しかしながら、ラヤ山地区の地上磁気探査結果は、当地区の磁鉄鉱が殆ど地表付近にしか発達していないことを示唆している。

尚、No. 18のタムラン川鉱徴もまたスカルン型の一つと見なされるが、上に述べた各鉱徴とは趣を異にし、メルシップ石灰岩部層中の幅15~20 cmの石英脈に伴うフィルム状の黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄鉄鉱・モリブデナイト・アンドラダイトの鉱物組み合わせを示す。

第5章 地化学精査

5-1. 試料採取

ラヤ山地区に、鉱徴を包含するように、A, B, C, D, E, F, 計6の小地区、合計22 km²、116-測線の調査範囲を設定し、地質・鉱化状況に応じて測線上100 mまたは150 m間隔にB層から合計1,619個の土壌試料を採取した。試料採取密度は、73.6個/km²、1測線平均14個である。採取した試料は風乾後軽く粉碎し、ふるい分けの後、-80メッシュを分析試料とした。

5-2. 指示元素

Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Au, Co, の7成分につき、第1年次の地化学探査の場合と同じ基準の化学分析を行った。

分析結果を数理的に処理してしきい値を次のように設定し、これによって濃度分析等を実施した。

第6表 統計値およびしきい値

分析成分	$m + \sigma$	$m + 2\sigma$	$m + 3\sigma$	しきい値
Cu(ppm)	66.363	196.734	583.223	150(2.5%)
Mo(ppm)	1.790	2.768	4.281	2.0(5%)
Pb(ppm)	26.864	51.472	98.691	45(2.5%)
Zn(ppm)	70.874	122.985	213.412	110(2.5%)
Ag(ppm)	0.165	0.233	0.330	0.2($m+2\sigma$)
Co(ppm)	13.321	37.906	107.862	35(2.5%)
Au(ppb)	7.439	27.212	99.537	27($m+2\sigma$)

5-3. 分析データの解析

分析データの数値処理により抽出された地化学探査示徴は、26カ所である(第12図)。これらの示徴のあるものは地表の鉱徴と位置的に一致し、またあるものは一致しない。元素相互の相関も、それが明らかな場合とそうでない場合がある。

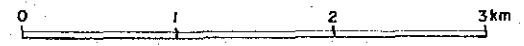
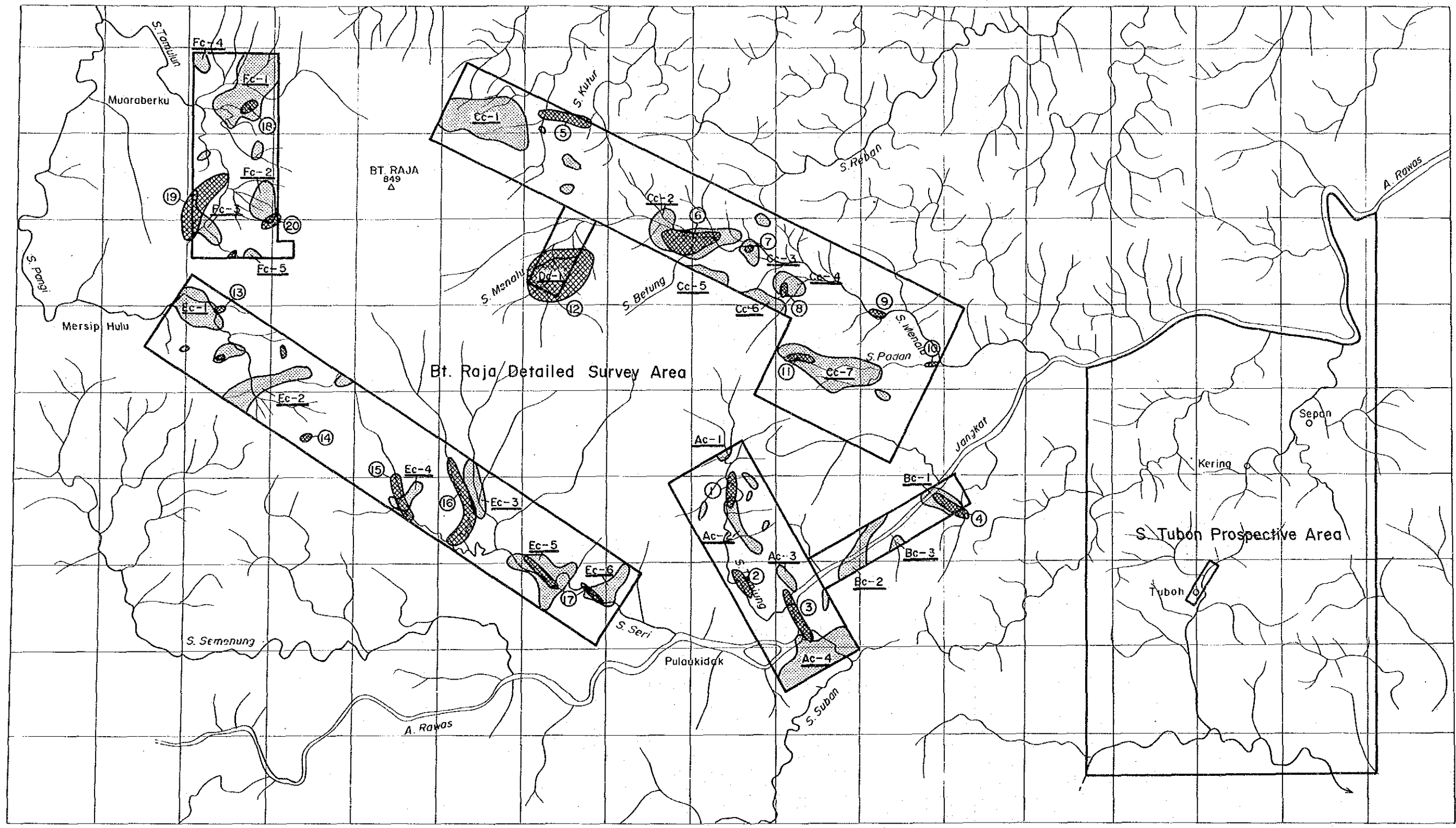
26カ所の示徴を、主成分によって分類すると次のようになる。

Moを主成分とする示徴……………8カ所
 Auを主成分とする示徴……………10カ所
 Agを主成分とする示徴……………2カ所
 Znを主成分とする示徴……………3カ所
 Pbを主成分とする示徴……………1カ所
 Coを主成分とする示徴……………2カ所

これを各地化学示徴と対比して示せば第7表のようになる。

第7表 地化学分析成分と地化学示徴との対比表

主成分	成分組み合わせ	該当地化学示徴
Mo	Mo Mo……………(Pb, Cu, Au, Ag)	} Cc-5, Ac-4, Dc-1, Cc-6
	Mo-Au-Ag-Pb-Zn……………Co	
	Mo-Pb-Zn-Co-Au-Ag	Ec-5
	Mo-Co……………(Au, Ag, Zn)	Fc-1
	Mo-Au[Mo≒Au]	Fc-2
Au	Au……………(Pb)	} Ac-1, Fc-4, Fc-5
	Au-Ag	
	Au-Cu-Zn-Ag-Pb-Co……………(Mo)	Cc-2, Cc-7, Cc-1, Bc-3, Cc-4, Ec-3, Ec-6
Ag	Ag……………(Au, Pb)	Bc-1, Ec-2
Zn	Zn-Co-Cu-Pb	Ac-2, Ec-1
	Zn-Ag……………(Pb)……………(Cu)	Ec-4
Pb	Pb-Zn-Au……………(Ag)……………(Co)	Bc-2
Co	Co-Au……………(Cu)……………(Zn)	Ac-3, Fc-3
注) 成分組み合わせは：① 左方程濃度大(しきい値との差が大) ② ……の右端成分または()内成分は 極低濃度で、かろうじて存在が認められる成分		



- LEGEND**
- (No) [Hatched pattern] Mineral Indication by Geological Survey
 - [Solid black shape] Geochemical Anomalous Area
 - [Rectangular box] Detailed Survey Area

第12図 ラヤ山地区地化学探査異常域分布図

第7表から、Au, Ag, Zn, Pb, Coを主成分とする場合はMoを伴うことが少ないかまたはMoが低濃度であるのに対し、Moを主成分とする場合にはAu, Ag, Pb, Zn, Coの濃度が高い傾向が読み取れる。これに地質状況を加味して見ると、Moを主成分とする示徴は例外なくラヤ花崗岩中またはその極近傍に位置していることがわかる。これに対し、Au, Ag, Pb, Zn, Co等を主成分とする示徴は、Mo示徴からその外側(ラヤ花崗岩から遠い)にかけた辺りに位置することが判る。これが鉍化作用の累帯分布を意味しているものであるとすれば、ラヤ山地区の鉍化作用は、次のようにまとめられる。

- ① 鉍化中心と見られる辺りに位置し、花崗岩を母岩とするMo-(Pb, Cu, Au, Ag)-石英網状脈によって代表されるポーフイリー・銅型鉍化作用
- ② ①の外側に分布する傾向をもち、Moを殆ど伴わず、現象的には、磁鉄鉍または赤鉄鉍床を形成するFe-(Au-Cu-Zn-Ag-Pb-Co)スカルン型鉍化作用
- ③ ①, ②よりも早期の火成活動に関係すると見られる黄鉄鉍鉍染鉍化作用で、北西部の閃緑岩の外方に黄鉄鉍鉍染鉍化帯を形成する。

第6章 地上磁気探査

6-1. 現地測定作業

第1年次の調査によって、ラヤ山地区には強磁性鉍物を含む鉍化帯の存在が明らかにされた。これは、磁気探査によって強磁性鉍物を伴う鉍化帯の分布および広がり の把握が期待できることを意味する。このため第2年次に「地化学探査」と同じA~Fの6小地区で地上磁気探査を実施したものである。測定地点もまた地化学探査の試料採取地点と同じである。測点は、50 m間隔が726点、100 m間隔が1,004点、合計1,730点である。測定にはプロトン磁力計を使用した。

6-2. データ・プロセッシング

フィールド測定値に日変化補正を行って全磁力図を作成し、得られた磁気異常に対し、二次元Talwani法による磁気異常解析を行った。

解析に際して設定するパラメーターは、異常源の幅、賦存深度、形態(板状かダイク状かの別)および帯磁率である。一般に、これらのパラメーターを一義的に決定することはできないので、ここでは、次に掲げる条件①, ②を前提に、③, ④の磁気特性に基づいて解析を行った。

- ① 異常源の幅および賦存深度：全磁力の磁気コンターの特徴から；
- a. 異常源は地表から存在するものとする。
 - b. 異常値の幅は、全磁力図から判定して求めた一対の高・低異常のピーク間距離に等しいとする。
 - c. 解析により、鉍化作用に関係すると考えられるに至った異常については、個々に断面解析を行って検討する。
- ② 異常源の形態および帯磁率：岩石試料の帯磁率測定値を参考にし、解析の対象として想定する異常源の種類、帯磁率および形態を第8表のように設定する。

第8表 解析モデルの設定

異常源の種類	帯磁率(10^{-6} emu/cc)		解析モデルの形態
	岩石試料測定値の平均	解析モデル	
I カコウ岩(弱磁性)	428	500	ダイク状
II カコウ岩(強磁性)	1,850	2,000	ダイク状
カコウ閃緑岩	2,073		
III 閃緑岩	2,422	2,500	ダイク状
IV 磁鉄鉍	165,483	165,000	薄板状

- ③ ダイク状異常源の幅および帯磁率と磁気異常振幅との関係：ダイク・モデルに対してTalwani法を適用した場合の計算結果により、幅が既知の異常源について磁気異常の振幅を試算することが出来る。この試算値と観測値を比較して異常源の種類を限定する。
- ④ 薄板状異常源の厚さと磁気異常振幅との関係：薄板状異常源の厚さが幅に比べて小さい場合には、磁気異常の振幅は殆ど厚さのみに依存する。異常源の帯磁率を第8表の解析モデルの $165,000 \times 10^{-6}$ emu/ccと置き、観測した磁気異常が鉍化帯によった場合の、鉍化帯の厚さ(等価層厚)を試算する。

上記③、④による試算結果が②による試算結果よりも有意差をもって上回る場合は鉍化帯による異常と判断される。全15カ所の磁気異常のうち、上記判定基準により鉍化帯と判定した異常は8カ所である(第9表)。また、この判定基準では鉍化帯と判定出来なかった異常は7カ所である。第9表に示した異常については、断面解析を行った。個々の磁気異常について磁気プロファイルを作成し、このプロファイルと計算値が一致する鉍化帯モデルの形状を求めた。

6-3. 解析結果の検討

地質調査で確認された20の鉱徴のうち、強磁性鉱物が認められるのは、2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 14, 16の9カ所である。一方、磁気探査により、明らかに鉱化帯によると判定した磁気異常8カ所を含む異常域は、A-I, A-V, C-II, C-III, C-V, E-IVの6地域である。このうち、強磁性鉱物が認められる鉱徴地に一致するのは、A-V（鉱徴地3）、C-II（同6）、C-III（同7）、C-V（同11）であり、鉱徴地以外で把握した異常域はA-I, E-IVである。

強磁性鉱物が認められながら、磁気異常からは鉱化帯として判定できなかった鉱徴は、2, 4, 8, 14, 16である。強磁性鉱物が認められない鉱徴1, 5, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20は鉱化帯と判定できるような磁気異常を示していない。

磁気異常の解析により見積もられた鉱化帯の規模は、平面的広がり50~200 m、厚さ（等価層厚）20~150 cmである。ただし、この値は、鉱化帯がすべて強磁性鉱物からなるとしての試算であり、強磁性鉱物の体積比が50%, 30%, 20%, 10%になると、鉱化帯モデルの厚さは等価層厚の2倍、4倍、6倍、16倍となる。地質調査で確認した鉱化帯の産状を参考に、強磁性鉱物の体積比を10~20%と見積もると、鉱化帯の厚さ（地表からの深さ）は、十数メートル程度と算定される。

尚、鉱化帯とは判定できなかった磁気異常の大部分は、磁性の強い岩石に起因するものと判断される。

第9表 鉱化帯と判定された磁気異常

調査小地区	異常域番号	異常番号	異常の振幅	等価層厚	鉱徴番号
A	I	1	2,520(nT)	35(cm)	-
A	V	7	3,180	45	3
C	II	6	1,780	25	6
C	II	11	3,190	45	6
C	II	12	4,170	60	6
C	III	13	1,900	25	7
C	V	16	2,100	30	11
E	IV	14	1,700	25	-

Survey Area No.	Magnetic Anomalies		Results of Magnetic Analyses				Estimated Magnetic Source	Formation and Intrusives	Geology Mineral Indication No.			
	Anomalous Area No.	Line No.	Locality Station No.	Width (m)	Amplitude (nT)	Calculated Amp. (nT)						
						K=500				K=2000		
A	1	1	6	75	8520	190	770	980	Ore	Gr		
	2	2	12	200	830	250	1000	1250	Granite	Rw		
	3	3	7	200	1010	250	600	250	Granite	Rw		
	4	4	13	130	760	230	900	1180	Granite	Rw		
	5	5	10	200	590	250	1000	1250	Granite	Gr		
	6	6	1	225	970	250	930	1290	Granite	Gr		
	7	7	16	225	3180	260	1030	1290	Ore	Gr	3	
	8	8	13	225	600	260	1030	1290	Granite (Ore?)	Gr	3	
	B	1	1	21	30	840	170	680	850	Diorite?	Rw	
		2	2	16	50	380	170	680	850	Granite	Rw	
		3	3	10	150	300	230	940	1170	Granite	Gr	
		4	4	17	130	300	230	940	1170	Granite	Rw	
		5	5	9	150	380	230	940	1170	Granite	Gr	
6		6	4	125	840	220	900	1120	Granite	Rw		
7		7	8	125	350	220	900	1120	Granite	Gr		
8		8	16	50	1780	170	680	850	Ore	Gr	6	
9		9	10	150	600	230	940	1170	Granite	Rw		
10		10	12	50	310	230	680	850	Granite	Rw		
11		11	18	150	760	230	940	1170	Granite (Ore?)	Rw	6	
12		12	15	100	690	210	840	1050	Granite (Ore?)	Gr	6	
C		1	1	11	93	3190	170	680	850	Ore	Rw	
	2	2	19	75	4170	190	770	960	Ore	Rw	6	
	3	3	6	75	1300	190	770	960	Ore	Rw	6	
	4	4	24	75	170	190	770	960	Ore	Rw	7	
	5	5	9	75	710	190	770	960	Granite (Ore?)	Rw	8	
	6	6	37	75	640	190	770	960	Granite (Ore?)	Rw	11	
	7	7	40	100	430	210	840	1050	Ore	Gr	11	
	8	8	42	300	530	270	1080	1360	Granite	Rw		
	D	1	1	4	100	830	210	840	1050	Diorite	Di	
		2	2	8	100	700	210	840	1050	Diorite	Di	
		3	3	6	250	1430	260	1050	1320	Diorite	Di	
		4	4	4	225	720	260	1030	1290	Diorite	Di	
		5	5	3	225	1280	260	1030	1290	Diorite	Di	
6		6	3	100	510	210	840	1050	Granite (Ore?)	Rw	16	
7		7	7	200	720	250	1000	1250	Granite (Ore?)	Rw	16	
8		8	10	75	430	190	770	960	Granite	Rw		
9		9	13	75	400	190	770	960	Granite	Rw		
10		10	6	75	600	190	770	960	Granite	Rw		
11		11	12	100	760	210	840	1050	Granite	Gr		
12		12	14	75	990	190	770	960	Diorite? - Gr	Gr		
E		1	1	3	200	530	250	1000	1300	Granite	Rw	
	2	2	2	100	1700	210	840	1050	Ore	Rw		
	3	3	2	325	730	280	1100	1380	Granite?	Rw		
	4	4	8	325	730	280	1100	1380	Granite?	Rw		
	5	5	6	325	730	280	1100	1380	Granite?	Rw		

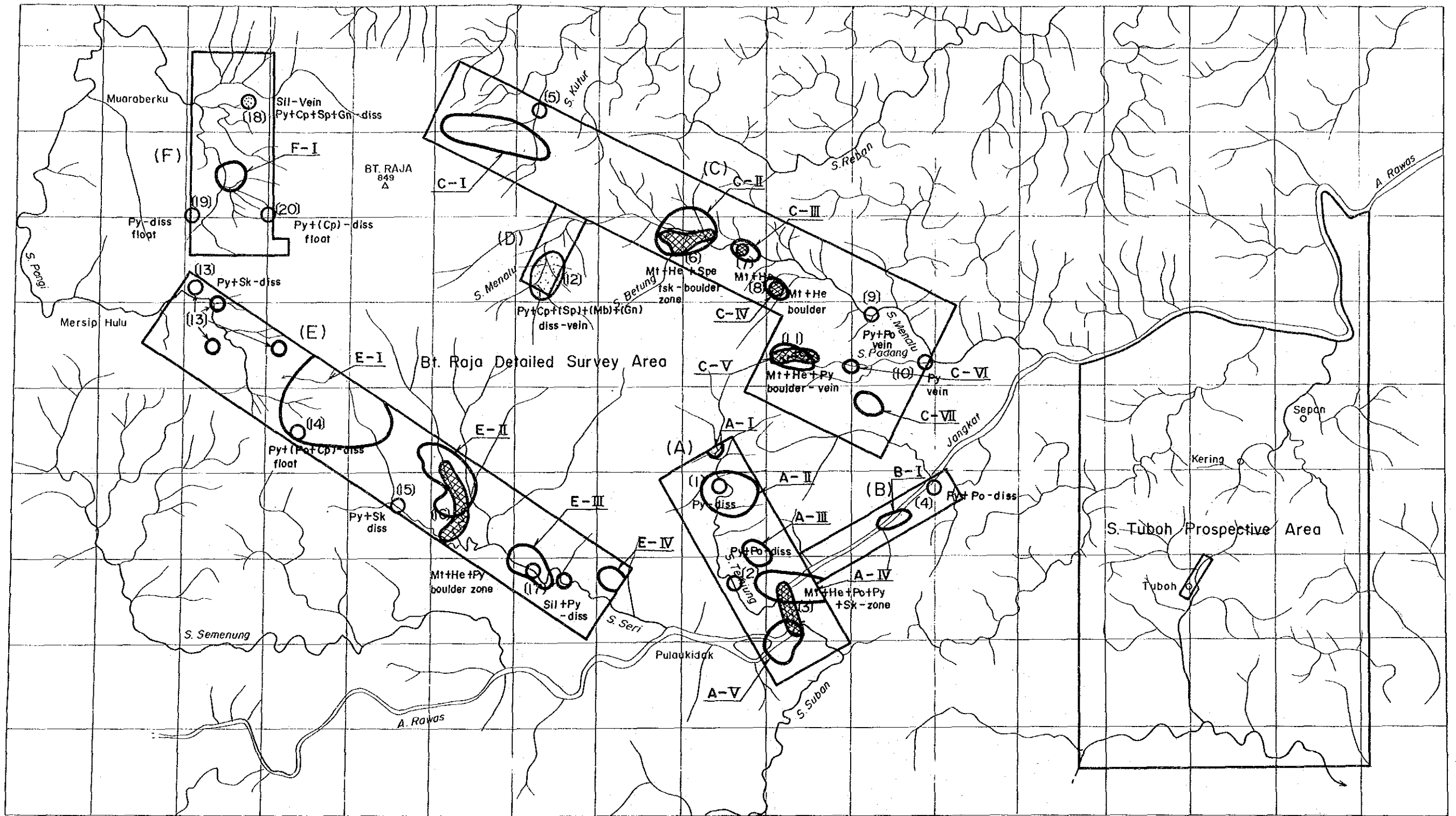
Abbreviations

Gr: Granite and Granodiorite

Di: Diorite

Rw: S. Rawas Formation

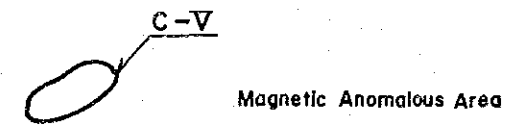
第10表 磁気異常解析結果一覽表



LEGEND

- (A) Detailed Survey Area
- (No.) Mineralization of Mt + He + Sk (Massive ore)
- (No.) Mineralization of Cp - Gn - Sp - Py - Mb (Vein)
- (No.) Mineralization of Py, Po, Cp, Sp, Gn (Vein, diss.)
- Old adit

- Py : Pyrite
- Po : Pyrrhotite
- Cp : Chalcopyrite
- Sp : Sphalerite
- Gn : Galena
- Mb : Molybdenum
- Mt : Magnetite
- He : Hematite
- Sk : Skarn
- diss : dissemination



第13図 ラヤ山地区地上磁気異常域分布図

第IV部 トウボ川地区

第IV部 トウボ川地区

第1章 調査概要

既述の通り、トウボ川地区は、第1年次に地質調査、地化学探査からなる精査を実施した面積18 km²の地域から抽出した地区であって、第1年次の精査地域に位置する3カ所の鉱徴(トウボ川、クリン川、スパン川)のうち、トウボ川鉱徴を囲む部分である。

第1年次の精査によって、トウボ川鉱徴は、Ag-Zn-Pb-Cuからなる高品位のスカルン型鉱化帯であり、走向、傾斜のいずれの方向にも発展性をもつ数帯の鉱化帯を形成する可能性があるとの結論が得られ、第2年次のボーリング調査対象となった。第2年次のボーリング調査は、鉱化帯の平面的分布状況を主として把握するため、比較的浅いボーリング孔を鉱化帯の予想走向に沿って配置し、150 m/孔 × 10孔 計1,580m を実施した。

第2年次の調査の結果、トウボ川鉱徴がスカルン型鉱化作用によって形成された2～4帯の高品位Ag-Zn-Pb-(Cu)鉱化帯であることが判明した。この結果に基づき、第3年次の調査は、トウボ川のこれらの鉱化帯の平面的広がりを更にSW方向に追跡すると共に、傾斜延長方向への追跡を行うこととし、150 m/孔 × 6孔の垂直孔、270～350 m/孔 × 7孔の傾斜孔、合計13孔、3,170 mを実施した。この結果9鉱化帯の存在が明らかになり、このうち7帯の鉱化帯の埋蔵鉱量は、地表下300 mまでで約1,700,000 トンである。

トウボ川地区で実施したボーリング調査の範囲は、第2年次：NE-S600 m × NW-SE400m、第3年次：NE-SW900 m × NW-SE500 mである。

第2章 地質

2-1. 地質概況

トウボ川地区の地質は、ラワス川層(S. Rawas Formation中生代ジュラ紀後期から白亜紀初期)の中～上部に属するメルシップ石灰岩部層(これ自体3岩相に区分出来る)により主として構成されており、他に、その下位の安山岩質凝灰岩、安山岩質溶岩を挟む砂・泥質相、上位の砂岩相、これらを貫くアルカリ岩類(50 M. Y. 前後)の分布が認められる。また極小範囲に新第三系ミナク川層に対比される弱固結火砕岩の分布がある。

2-2. 堆積岩類

トウボ川地区のメルシップ石灰岩部層は、模式地のメルシップから、ラヤ山地区を経て南東に伸長した部分に相当する。トウボ川地区ではマーブル化しており、これに挟まる薄い砂・泥質相はホルンフェルス化を、凝灰質相は蛇紋石化・滑石化を受けている。しかしながら、多くの場合、原岩の構造・構成が保存されており、また、この層準に挟まるアルカリ・マフィック質凝灰質相および同質溶岩により、おおよその地質構造を窺い知ることが出来る。トウボ川流域からその下流、東方のクリン川、スパン川、北方のニラオ川中流にも同層準と見られるマーブルが分布している。

下位の安山岩質凝灰岩、安山岩質溶岩を挟む砂・泥質相は、トウボ川地区の北方に分布し、凝灰質砂岩および凝灰質・泥質岩起源とみられる絹雲母・緑泥石千枚岩相からなる。

上位の砂・泥質相は凝灰質物質を殆ど伴わず、砂岩とスレートの大まかな互層をなすことが多い。ホルンフェルス化している場合が一般的である。

ミナク川層に対比される弱固結火砕岩層は、トウボ川地区の西側の一部に狭小な分布を示すフェルシクな火砕流堆積物であって、珪化木を含むことがある。

2-3. 貫入岩類

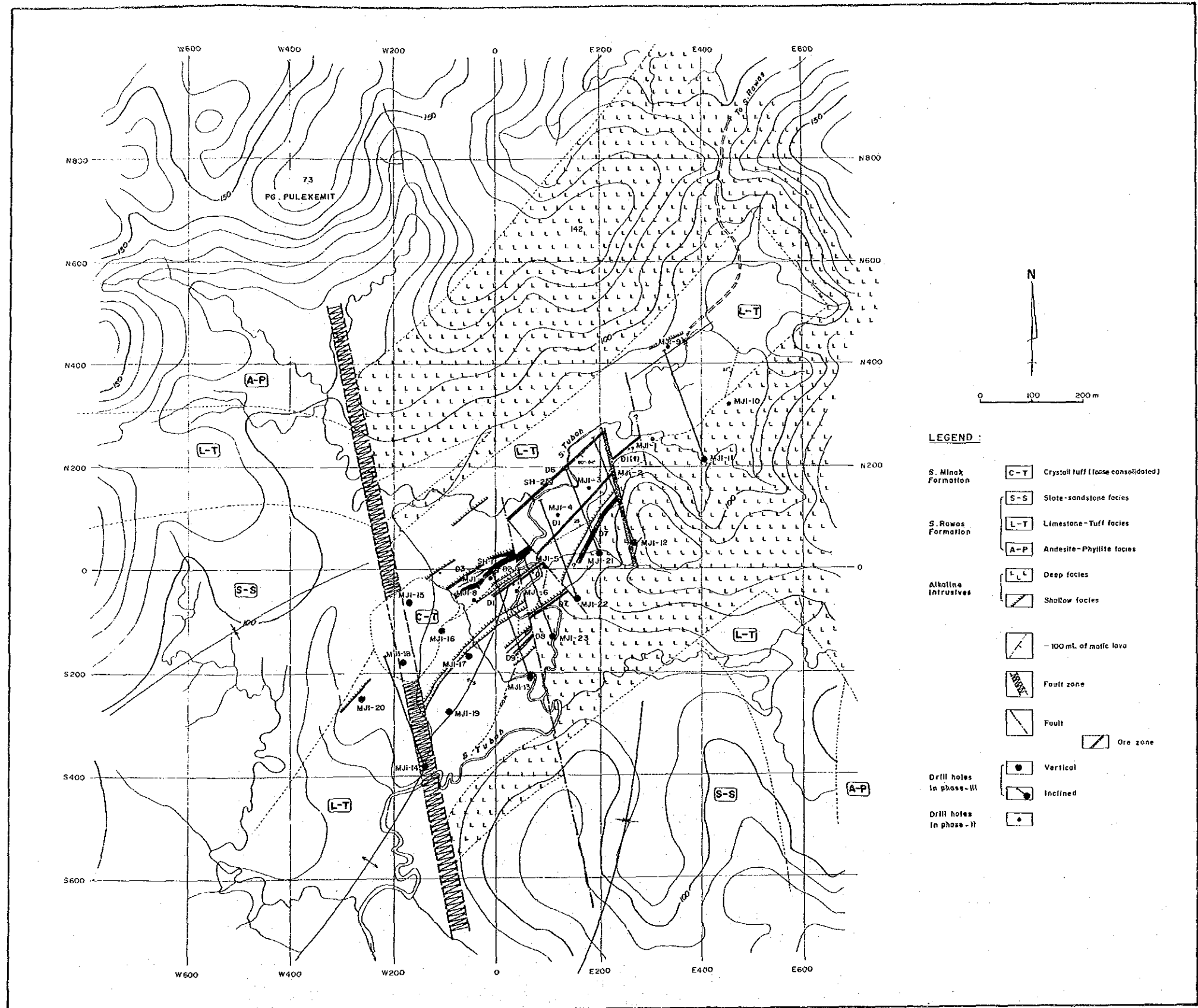
上述の通り、2相(深成相および浅成相)のアルカリ岩質貫入岩類からなる。いずれも地質構造に密接に支配されつつ貫入したことを窺わせる産状を示し、規模の大小を問わずNE-SWに伸長する傾向がある。

アルカリ岩質貫入岩(深成相)は、トウボ川地区の鉍化帯の東南方および北西方に、やや規模の大きなNE-SWに伸長する二つの岩体として産する。見掛けは一連ながら、多くの岩質からなる岩体の集合によって構成されているものと見なされ、鏡下観察および全岩分析の結果から、石英モンゾニ岩、石英モンゾニ斑岩、トナール岩、アルカリ斑礫岩、石英閃緑岩、閃緑岩等が知られている。

アルカリ岩質貫入岩(浅成相または火山岩相)は、粗面岩質安山岩、玄武岩質粗面岩、玄武岩質粗面安山岩、アルカリ玄武岩、粗面岩質ドレライト等からなり、常に小規模な岩体として産する。しばしば鉍化帯と共産し、かつ、スカルン化を受けていることが多い。アルカリ岩質貫入岩(深成相)と同様に、NE-SWに伸長する傾向が著しく、いずれもSEに急斜する。

第3章 地質構造

トウボ川地区では、同地区の一般走向にほぼ直交するNNW-SSEないしN-S系の断層が発達し、地質構造を複雑なものにしている。



第14図 トウボ川地区地質図

FORMATION	FACIES	COLUMNAR SECTION	ROCK FACIES	
Alluvium Terrace deposits			clay, silt, sand, gravel	
S. Minak			loose consolidated crystal tuff. silicified wood, gravel	
S. Rawas	S - S		slate, sandstone (thermal metamorphosed)	
			fine, impure mbl. mafic lava slate coarse, mss. pure mbl.	
	Mersip limestone member	L - T		fine, impure tuff mbl.
				coarse mss. pure mbl. cloudy pattern
				medium grain mbl.
				coarse mss. pure mbl.
				tuffaceous ss andesitic tuff
				slate (tuffaceous) andesite lava
		A - P		micaceous phyllite

第15図 トウボ川地区地質柱状図

地層は、全体としては緩傾斜を示す。そのトレンドはラウス川以北とは著しい対照をなしており、ラウス川以北のNW-SEに対し、トウボ川地区のそれは、NE-SWである。

トウボ川地区では、アルカリ岩質貫入岩もまたNE-SWの伸長方向を示していることから、地層のもつこのNE-SW走向は、貫入岩の構造を規制した深部断裂の方向とも一致しているらしい。従って、トウボ川地区で支配的なNE-SW方向の地質構造は、南スマトラ地域全体の中では局所的な構造とみられるものの、本質的な構造の一つであるといえる。

トウボ川地区の主要部を構成するメルシップ石灰岩部層の変成産物と見られるマーブル主体の地層は、この層準に挟在するアルカリ・マフィック質溶岩の分布から、地区の北東部ではENE-WSWに伸び、SWに沈む緩い向斜構造、その南西では、NW傾斜の単斜構造、中央部からその南西にかけてはNE-SWに伸びNEに沈む背斜構造をなすものと見なされる。この背斜構造は、地区の中央部をN10°W-S10°Eに走る断層によってその北東延長部が切られている。

第1年次の報告書には、トウボ川地区を含む精査地区をNE-SW系及びNW-SE系ないしN-S系の2系統の断層が発達する地域として報告した。しかし、地質図上では、N-S系の断層のみが際立って発達しているかのように見える。この理由は、N-S系の断層がトウボ川地区では最も若い地質構造要素であることに加え、古い構造方向とほぼ直交するという特性を持つために、その存在が分かり易いという点にある。これに対し、NE-SW系の断層は走向断層であり、トウボ川地区の貫入岩形成の場を支配した古い時期の形成にかかるものであって、貫入岩の活動によりその存在が不明瞭になっていること、地層や貫入岩の走向と一致するためにその存在が分かりにくいことなどによるものである。

しかし、断層の新・旧関係についてのこの記述は、トウボ川地区に限って言えば、どの前提に立っている。第1年次の報告書に述べた通り、南スマトラ地域のNW-SEとNE-SWの2系統の断層の関係は、単純に新・旧では説明出来ない。二つの系統は、地域性やその時々地質環境を反映しつつ、過去度々再生を繰り返しながら発展して来たと思える性格をもっている。従って、トウボ川地区ではNE-SWに比べて、NW-SE系の一つと見られるN-S系断層が明らかに若いのが、南スマトラ地域全域について眺めれば、両者の関係は、逆の場合がむしろ一般的である。つまり、トウボ川地区のみに限れば、「N-S系の断層がNE-SW系よりも若い活動の歴史をもつ」との認識に立つべきことを示唆している。