

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

(第二年次)

昭和62年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

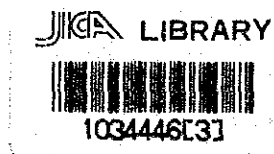
統計表

CR 8

87-13

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

(第二年次)



昭和62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 '87. 4. 24	108
	66.1
登録No. 16219	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非鉄金属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、この調査を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は、昭和61年度が第2年次にあたり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して昭和61年7月6日から昭和61年12月27日まで現地に派遣し調査及び現地報告書の作成を行った。

現地調査は、インドネシア共和国政府関係機関の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、第2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関係機関ならびに外務省、通商産業省、在インドネシア共和国日本国大使館及び関係各位に対し衷心より感謝の意を表します。

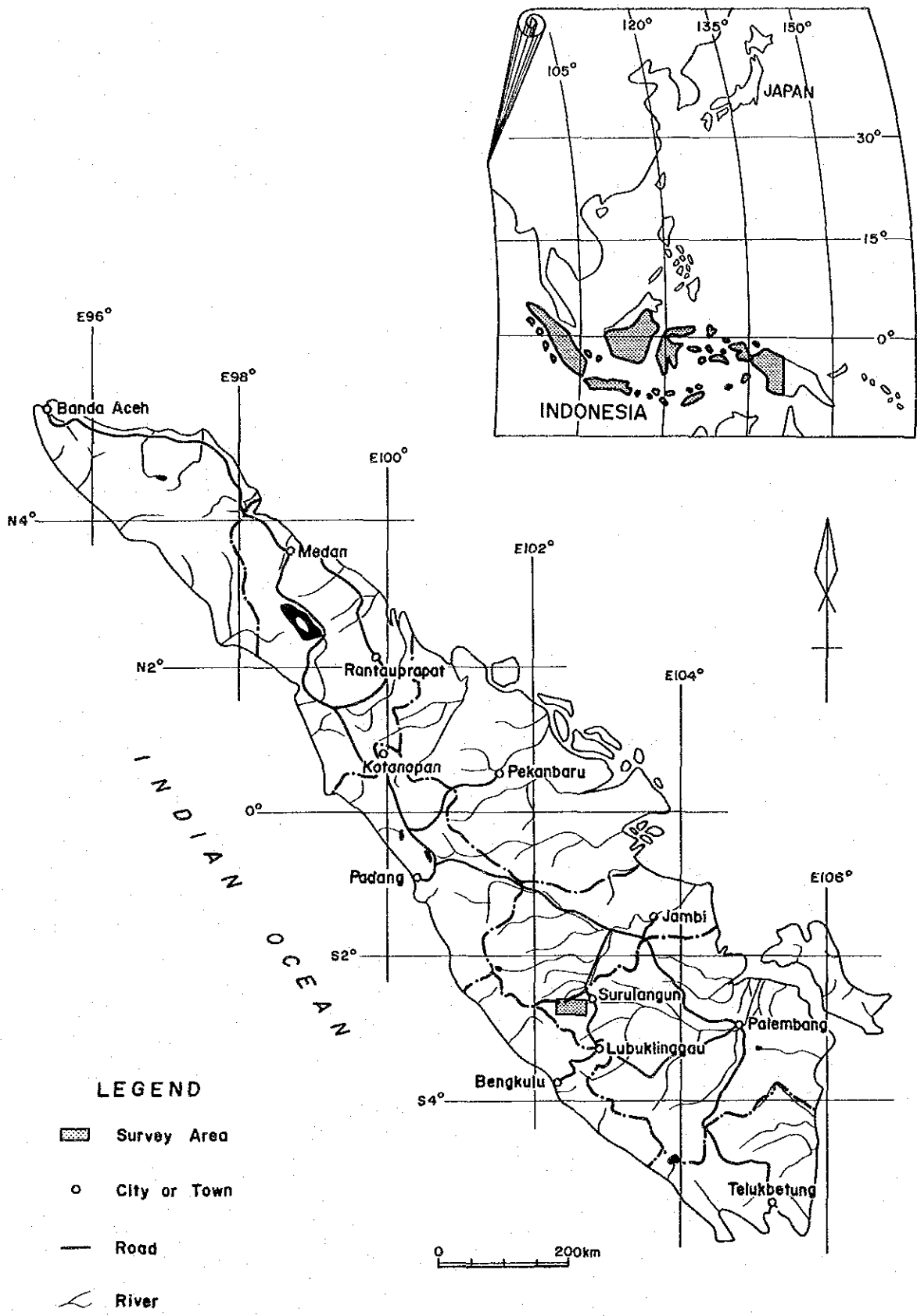
昭和62年2月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

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

南スマトラ地域の第2年次の調査は、ラヤ山地区の地質調査 (22km²)、地化学探査(土壌地化学探査 22km², 1,619試料)及び物理探査 (磁気探査 22km², 1,730測点)と、トウボ川地区のボーリング調査(10孔, 1,510.80m)からなっている。これらの調査地区及び調査手法は、第1年次の調査結果に基づいて選定したものである。

第2年次の調査の結果、ラヤ山地区は、ラヤ花崗岩の活動 (60-50M. Y.) によってもたらされたポーフィリー・銅型(銅)の鉱化帯と、これをとりまくように分布するスカルン型及び鉱染型の鉱化帯からなることが明らかになった。但し品位的には元来が低品位を示す傾向のあるポーフィリー・銅型(銅)の鉱化のなかでも更に低く、又周辺のスカルン型及び鉱染型の鉱化も低品位である。

トウボ川地区は高品位の Ag-Zn-Pb を伴うスカルン型の鉱化帯からなり、10孔のボーリング中 5孔において鉱化帯を把握した。中でも南西側の3孔 (NJI-6, 7, 8,) では上・下に約 50 m をへだてて重なる2枚の鉱化帯の存在が確認された。この2鉱化帯は走向、傾斜のいずれの方向にもある程度の連続性を有することが判明している。トウボ川地区の鉱化帯は、NE-SW に走り、SE に急斜する小規模貫入岩体の上盤側、下盤側又はその両盤側に形成された富銅部からなるものとしてとらえられ、このような富銅部と貫入岩の組合せを1個の鉱化帯(鉱床ゾーン)とみなせば、現時点では7鉱化帯を数えることができる。

⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 同位体比データは、トウボ川地区の鉱化作用についてそれが 60-50 M. Y. の頃及びそれに続く熱水活動によってもたらされたらしいこと、及び鉱化帯の金属元素がラウス川層メルシップ石灰岩部層・同層準よりもたらされたこと、を示している。又メルシップ石灰岩部層・同層準が後期ジュラ紀に形成されたことをも示した。

なお、トウボ川地区の貫入岩類は岩相変化にとみ、富銅部を伴うことが多い小規模貫入岩は、アルカリドレライト、粗面岩、粗面岩質安山岩、粗面岩質ドレライト、玄武岩質粗面安山岩、モンゾニ斑岩等からなる。又、規模の大きい岩体を形成する貫入岩は、石英モンゾニ岩、石英モンゾニ斑岩、斑れい岩等である。しかし岩系上はいずれもアルカリ岩ないしアルカリ-カルク岩に属し、本質的には同一マグマに由来するものとみなされる。従って、小規模岩体は大規模岩体の浅部相であるとの見方が成り立つ。なお岩石年代測定結果もこのことを支持している。

目 次

はしがき	1
要約	II
第 1 部 序 論	
第 1 章 調査概要	1
1-1 緒 言	1
1-2 調査日程及び調査団の編成	1
1-3 調査地域及び調査地区	3
1-4 調査方法及び調査量	3
第 2 章 調査地域の概要	4
2-1 調査地域の地理	4
2-2 調査地域における既往の調査及び探査活動	4
2-3 調査地域の地質及び鉱床	4
第 2 部 ラヤ山地区の調査	
第 1 章 ラヤ山地区の調査	9
1-1 調査地区の設定と調査の実施	9
1-2 調査地区の地質鉱床概要	9
第 2 章 地質調査	9
2-1 概要	9
2-2 地質構成	10
2-3 貫入岩類	10
2-4 変成作用	15
2-5 地質構造	15
2-6 鉱化作用	16

第 3 章 地化学探査	29
3-1 概要.....	29
3-2 試料及び分析成分.....	29
3-3 解析結果.....	29
第 4 章 物理探査.....	33
4-1 概要.....	33
4-2 地上磁気の測定及び測定値の補正.....	33
4-3 地上磁気探査の解析.....	35
4-4 解析結果の検討.....	46
第 5 章 ラヤ山地区の総合的考察.....	55
5-1 調査各手法による成果まとめ.....	55
5-2 ラヤ山地区の地質鉱床に対する総合考察.....	56

第 3 部 トウボ川地区の調査

第 1 章 ボーリング調査の概要.....	61
1-1 ボーリング調査結果の概要.....	61
1-2 トウボ川地区の従来知見.....	62
1-3 ボーリング調査計画の概要.....	62
1-4 ボーリング調査作業状況及び諸成績.....	62
第 2 章 ボーリング各孔の地質鉱床状況.....	74
2-1 MJI-1.....	74
2-2 MJI-2.....	74
2-3 MJI-3.....	75
2-4 MJI-4.....	76
2-5 MJI-5.....	76
2-6 MJI-6.....	77
2-7 MJI-7.....	79
2-8 MJI-8.....	81
2-9 MJI-9.....	82
2-10 MJI-10.....	84

第3章 トウボ川地区に関する総合考察	125
3-1 地質及び地質構造	125
3-2 関係火成活動及び貫入岩	127
3-3 鉍床及び構成鉍物	137

第4部 ICP分析

第1章 ICP分析の目的と実施の経緯	143
第2章 ICP分析試料及び分析	143
第3章 ICP分析結果	144

第5部 結論と提言

第1章 総合検討及び結論	151
1-1 ラヤ山地区の地質鉍床特性	151
1-2 トウボ川地区の地質鉍床特性	151
1-3 ラヤ山地区及びトウボ川地区の結論	152
第2章 第3年次調査への提言	153

付記

付-1 全岩分析結果	155
付-2 年代測定	160
付-3 岩石薄片観察	161
付-4 X線回折分析	166
付-5 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比分析	170
付-6 鉍石品位分析	174
付-7 鉍石研磨片の検鏡結果	174
付-8 トウボ川地区鉍石のEPMA分析	179

参考文献	185
------	-----

表 (文中)

第 1 表	調査量 (その 1、その 2).....	3
第 2 表	ラヤ山地区の鉍微地.....	17
第 3 表	統計値 及び しきい値.....	29
第 4 表	地化学分析成分による地化学探査示徴の区分と小地区の地化学特性.....	30
第 5 表	岩石試料帯磁率測定結果一覧表.....	36
第 6 表	岩石の種類と帯磁率の対比表 (その 1、その 2).....	37
第 7 表	解析モデルの設定.....	40
第 8 表	磁気異常解析結果一覧表.....	44
第 9 表	鉍化帯と判定された磁気異常.....	45
第 10 表	鉍化帯と判定されなかった鉍微地の磁気異常.....	45
第 11 表	使用機器一覧表.....	66
第 12 表	消耗品使用明細表.....	67
第 13 表	ダイヤモンドビット使用状況 (1).....	68
第 14 表	ダイヤモンドビット使用状況 (2).....	69
第 15 表	作業時間総括表 (その 1、その 2).....	70
第 16 表	ボーリング調査作業総括成績表.....	73
第 17 表	各種試験・分析及び肉眼観察に基づくトウボ川地区の鉍物組合せ.....	142
第 18 表	分析成分及び検出限界.....	144
第 19 表	I C P 分析結果表.....	145

付記

第 20 表	全岩分析結果表.....	156
第 21 表	全岩分析値によるノルム計算結果.....	157
第 22 表	ラヤ山地区及びトウボ川地区の火成岩の全岩分析による分類.....	158
第 23 表	ラヤ地区の岩石薄片検鏡結果.....	162
第 24 表	トウボ川地区の岩石薄片検鏡結果.....	164
第 25 表	岩石検鏡結果のまとめ (ラヤ山地区、トウボ川地区).....	166
第 26 表	ラヤ山地区の X 線回折分析結果.....	167
第 27 表	トウボ川地区の X 線回折分析結果.....	169
第 28 表	ラヤ山地区の鉍石分析品位.....	175

第 2 9 表	トウボ地区の鉍石分析品位	176
第 3 0 表	ラヤ山地区の鉍石研磨片検鏡結果	178
第 3 1 表	トウボ川地区の鉍石研磨片検鏡結果	180
第 3 2 表	トウボ川地区鉍石の E P M A 分析結果	182

図 (挿入)

第 1 図	南スマトラ地域位置図	
第 2 図	第 2 年次調査位置図	
第 3 図	調査日程	1
第 4 図	ラヤ山地区地質図 (付 地質断面図)	11
第 5 図	ラヤ山地区地質柱状図	13
第 6 図	ラヤ山地区鉍微地分布図	19
第 7 図	S. Suban 鉍微関係図	21
第 8 図	S. Suban 旧トレンチスケッチ	23
第 9 図	S. Padan 鉍微関係図	25
第 1 0 図	S. Padan 旧坑スケッチ	27
第 1 1 図	S. Padan 旧トレンチスケッチ	28
第 1 2 図	ラヤ山地区地化学探査示微分布図	31
第 1 3 図	岩石別帯磁率分布図	39
第 1 4 図	磁気異常分布図	41
第 1 5 図	ダイク状異常源の幅及び帯磁率と磁気異常振幅との関係	43
第 1 6 図	薄板状異常源の厚さと磁気異常振幅との関係	43
第 1 7 図	鉍化帯磁気異常断面解析結果 (A-I-1)	47
第 1 8 図	” ” (A-V-7)	48
第 1 9 図	” ” (C-II-6)	49
第 2 0 図	” ” (C-II-11, C-II-12)	50
第 2 1 図	” ” (C-II-13)	51
第 2 2 図	” ” (C-V-16)	52
第 2 3 図	” ” (E-W-14)	53
第 2 4 図	鉍化帯に占める鉍石体積比鉍化帯の厚さとの関係	54

第 2 5 図	トウボ川地区地質図	63
第 2 6 図	トウボ川地区地質柱状図	65
第 2 7 図	ボリング調査作業工程図	72
第 2 8 図	M J I - 1 柱状図	85
第 2 9 図	M J I - 2 柱状図	89
第 3 0 図	M J I - 3 柱状図	93
第 3 1 図	M J I - 4 柱状図	97
第 3 2 図	M J I - 5 柱状図	101
第 3 3 図	M J I - 6 柱状図	105
第 3 4 図	M J I - 7 柱状図	109
第 3 5 図	M J I - 8 柱状図	113
第 3 6 図	M J I - 9 柱状図	117
第 3 7 図	M J I - 1 0 柱状図	121
第 3 8 図	試錐柱状断面図 (その 1)	128
第 3 9 図	試錐柱状断面図 (その 2)	129
第 4 0 図	試錐柱状断面図 (その 3)	130
第 4 1 図	試錐柱状断面図 (その 4)	131
第 4 2 図	試錐柱状断面図 (その 5)	133
第 4 3 図	鉍化帯と貫入岩の分布図	139
第 4 4 図	トウボ川地区地質鉍床特性総括図	152
第 4 5 図	$\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 図 (その 1)	159
第 4 6 図	$\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 図 (その 2)	159
第 4 7 図	測定誤差を考慮した年代測定値の幅	160
第 4 8 図	顕生代における Sr 同位体比の海水中での変動曲線	172
第 4 9 図	各試料の Sr 同位体比の相互関係	172
第 5 0 図	$\text{Bi}_2\text{S}_3 - \text{Ag}_2\text{S} - \text{Pb}_2\text{S}_2$ 三角ダイアグラム上における中竜鉍山産 Ag-Bi-Pb-S 系鉍物相及びトウボ川地区産グスタバイト	182
第 5 1 図	ラヤ山地区室内試験試料採取位置図	183

写真

写真1 鉍石顕微鏡写真

写真2 鉍石顕微鏡写真

巻末資料

※ ラヤ山地区土壌地化学探査試料分析結果表

※ 磁気定点観測値一覧表

※ ボーリング成績表(その1)

※ ボーリング成績表(その2)

※ ボーリング掘進工程図

付図

付図第1図 ラヤ山地区地質図

付図第2図 ラヤ山地区地質断面図

付図第3図 ラヤ山地区地化学探査、磁気探査測点位置図

付図第4図 ラヤ山地区鉍微分布図

付図第5図 ラヤ山地区地化学探査示微分布図

付図第6図 ラヤ山地区磁気異常及び試料採取位置図

付図第7図 全磁力図

付図第8図 ICP 分析試料採取位置図(その1～その6)

第1部 序論

第1部 序論

第1章 調査概要

1-1 緒言

昭和61年度におけるインドネシア共和国南スマトラ地域の調査は、昭和60年8月31日付けをもって、日本・インドネシア共和国間に締結された Scope of work にもとづく第2年次の調査である。

第2年次調査では、第1年次の地質・地化学調査の結果に基づいて選定した2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。

1-2 調査日程及び調査団の編成

(1) 調査期間

第2年次の調査期間は昭和61年7月6日より昭和62年2月24日までである。

第3図に調査日程を掲げる。

作業項目	61・7月	8月	9月	10月	11月	12月	62・1月	2月	
動 員	6 11 21 22								
地質調査・地化学探査、物理探査	12	2							
ボーリング調査 資材搬入・設置 掘削作業	23 13	14				4			
資材撤収						5 12			
現地解析			3 8			5 24			
撤 収			9 11			13 16 25 27			
報告書作成			12	-----					24

■ : 国外作業 □ : 国内作業

第3図 調査日程

(2)調査団の編成

調査団の編成は次のとおりである。

日本側

企画・調整

逆瀬川 敏夫(金属鉱業事業団)

下 田 道久(金属鉱業事業団)

納 篤(金属鉱業事業団)

団 長

小熊洋逸(日鉱探開株式会社)

地質調査・地化学探査

田所洸夫(日鉱探開株式会社)

地質調査・地化学探査

菊池秀也(日鉱探開株式会社)

物 理 探 査

高橋郁夫(日鉱探開株式会社)

ボーリング調査

中山 勇(日鉱探開株式会社)

ボーリング調査

熊野初男(日鉱探開株式会社)

ボーリング調査

神成総二(日鉱探開株式会社)

インドネシア側

企画・調整

Salman Padmanagara(D. M. R.)

J. Rainir Dhadar(D. M. R.)

A. Machali Mushin(D. M. R.)

総 括

Sukirno Djaswadi(D. M. R.)

地質調査・地化学探査

B. Bandi (D. M. R.)

地質調査・地化学探査

Atok S. Prapto (D. M. R.)

ロツギング

Subedjo (D. M. R.)

ロツギング

R. Tatto Sudharto(D. M. R.)

物 理 探 査

Empon Ruswandi (D. M. R.)

物 理 探 査

Hario Mustang (D. M. R.)

物 理 探 査

Edi Kurnia (D. M. R.)

物 理 探 査

Zulkifli Bugis (D. M. R.)

ボーリング調査

Antonius Harsono(D. M. R.)

ボーリング調査

Nadtuhi (D. M. R.)

ボーリング調査

Saksono (D. M. R.)

ボーリング調査

Agus Mulyadi (D. M. R.)

※ D. M. R. : インドネシア側の機関、Directorate of Mineral Resources.

1-3 調査地域及び調査地区

南スマトラ地域全体は、おおよそ次の経・緯点に囲まれた面積 1,250 Km²の範囲である(第1図)。

北緯	南緯	2° 36′
南緯	南緯	2° 50′
東緯	東経	102° 44′
西緯	東経	102° 17′

第2年次の調査対象部分は、「ラヤ山地区」(「Bt. Raja Detailed Survey Area」)及び「トウボ川地区」(「S. Tuboh Prospective Area」)の2地区である。

ラヤ山地区は、南スマトラ地域の中央やや北側に位置するラヤ山(海拔849m)を囲むように設定したA, B, C, D, E, F計6小地区(Sector)、合計22 Km²の範囲である。トウボ川地区はその東南約4 Km、トウボ川沿いに点在する鉱徴地を含む小範囲である(第2図)。

1-4 調査方法及び調査量

ラヤ山地区においては、6小地区について地質調査、地化学探査及び物理探査として地上磁気探査を、又、トウボ川地区ではボーリング調査をそれぞれ実施した。これらをまとめて第1表に示す。

第1表 調査量(その1)

ラヤ山地区		トウボ川地区	
内 容	数 量	内 容	数 量
地質調査面積	22 km ² (116測線)	鉱石品位分析(7成分)	27ヶ
ソイルサンプル数	1,619ヶ	岩石薄片	16ヶ
地上磁気探査面積	22 km ²	鉱石研磨片	23ヶ
地上磁気測点数	1,730点	X-線回折分析	27ヶ
岩石薄片	13ヶ	EPMA 定量分析	5ヶ
鉱石研磨片	15ヶ	年代測定(K/Ar法)	2ヶ
X-線回折分析	19ヶ	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr比分析	6ヶ
年代測定(K/Ar法)	2ヶ	全岩分析	2ヶ
全岩分析	10ヶ		
鉱石品位分析(8成分)	16ヶ		
地化学分析	1,619ヶ		
ICP分析	200ヶ		

第 1 表 調査量(その 2)

ボーリング 番号	計画延長 (m)	掘進延長 (m)	傾斜 (°)	表土深度 (m)	岩芯長 (m)	岩芯採取率 (%)	掘進期間	
							開始	終了
MJI-7	150	150.20	-90	6.00	144.00	99.8	S.61. 8.28	S.61. 9. 4
MJI-8	150	151.00	-90	4.50	145.90	99.5	S.61. 9. 8	S.61. 9.13
MJI-5	150	151.00	-90	8.80	139.00	97.7	S.61. 9.23	S.61. 9.26
MJI-6	150	151.00	-90	6.20	144.70	100.0	S.61. 9.30	S.61.10. 4
MJI-4	150	152.40	-90	10.60	141.80	100.0	S.61.10. 7	S.61.10.11
MJI-3	150	151.00	-90	4.00	147.00	100.0	S.61.10.14	S.61.10.17
MJI-1	150	151.00	-90	4.40	140.50	95.8	S.61.10.26	S.61.10.29
MJI-2	150	151.00	-90	12.90	116.40	84.2	S.61.11. 5	S.61.11. 8
MJI-10	150	151.00	-90	15.00	122.80	90.3	S.61.11.18	S.61.11. 8
MJI-9	150	151.20	-90	11.20	123.50	88.2	S.61.12. 1	S.61.12. 4
計	1500	1,510.80				95.5		

$$\text{岩芯採取率 (\%)} = \frac{\text{岩 芯 長}}{\text{掘進長} - \text{表土深度}} \times 100$$

第 2 章 調査地域の概要

2-1 調査地域の地理

南スマトラ地域の地形、水系、気候、植生、交通、通信、集落及び産業については、第 1 年次の報告書に述べてあるので省略する。

2-2 調査地域における既往の調査及び探査活動

南スマトラ地域を含むスマトラ島全体の地質・鉱床の包括的な記述としては、BEMMELLEN(1970)がある。その他の資料としては Kartografi Direktorat Geologi(1977)及び Geological and Development Centre(1984)によるいずれもサロランゲン(Sarolangun)図幅の調査があるが未公開である。

鉱床については DIECKMAN(1917) があり探査活動をまとめているが、図・表は散逸してしまっている。近年の探査活動の記録としては Kennecot Indonesia(1971)及び D. M. R. (1984)によるいずれも主として地化学的探査のまとめがある。

これらの細部については、第 1 年次の報告書に掲げた。

2-3 調査地域の地質及び鉱床

第 1 年次の調査結果にもとづいて略述すれば次の通りである。

(1) 地質

南スマトラ地域の地質は、ジュラー白亜系、白亜系、新第三系及び第四系からなる。ジュラー白亜系は、ラウス川層(S. Rawas Formation)及びその上位のクイス川層(S.

Kuwis Formation)に区分される。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している。

ラウス川層の下半部は泥勝ちのフリッシュ型堆積相を示し、フルート・キャストを伴う。その上位は石灰岩、安山岩質～玄武岩質火砕物を混じえるスレート、千枚岩及び砂岩からなり、石灰岩がとりわけ卓越する層準をメルシップ(Mersip)石灰岩部層と呼ぶ。更に上位では砂岩相が卓越的である。

クイス川層は、その大部分が白亜系に属する地層と考えられている。砂岩、頁岩、スレート、石灰岩及び火砕岩類(玄武岩溶岩、同質火砕岩、安山岩溶岩、同質火砕岩)よりなる。ラウス川層よりは、片理の発達、鉱物の再結晶の度合いにおいて明らかに低変成を示す。

ジュラー白亜系を不整合におおって発達する新第三系は、下位から上位に、ナパリチン層(Napallicin Formation)、フルシンパン層(Hulusimpang Formation)及びミナク川層(S. Minak Formation)に区分される。

ナパリチン層は、ハイアロクラスタ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の火砕岩(一部溶結)及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広い分布を示す。全体に緑色化変質が認められる。

ミナク川層は、泥岩、シルト岩、砂岩、石灰岩及び石英安山岩質凝灰岩からなり、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。

第四系は、当地域の東縁部に分布するスルラングン層(Surulangun Formation)及び段丘堆積物からなる。スルラングン層の主体は、淡黄～淡灰色の軽石質凝灰岩である。

(2) 火成活動

ラウス川期からクイス川期の中生代においては、安山岩質及び玄武岩質の火山活動が認められる。新第三紀から第四紀にかけては、ナパリチン期：玄武岩質、フルシンパン期～スルラングン期：安山岩質・石英安山岩質の火山活動がそれぞれ起こっており中でもフルシンパン期～スルラングン期において旺盛であったことがうかがえる。

貫入岩類としては、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、石英モンゾニ岩等の深成岩類及び上述の火山活動に関連するとみられる玄武岩質、安山岩質、石英安山岩質の火山岩類が認められる。

石英閃緑岩は、ナパリチン村からメンクラン村にかけたラウス川からその南側に主として発達しており、K/A r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東南にかけて分布しており、

ホルンフェルス化を伴う。K/Ar 年代 (※) は、 51.9 ± 2.6 M. Y. 及び 54.1 ± 2.7 M. Y. が得られている。

石英閃緑斑岩は、ミナク川層をつらぬいてラウス川に1岩体のみが知られている。周囲に熱的影響を与えていない。

石英モンゾニ岩は、主としてトウボ川沿いからその上流に認められ、小岩体はラウス川にも知られている。 40.1 ± 2.0 M. Y. の K/Ar 年代を示す。

火山岩類のうちでは主としてミナク川層の分布地に多数の安山岩質貫入岩体が分布している。いずれも独立丘をつくりかつ定方向に配列する。

(3) 変成作用

ラウス川層の主体は片理にとむ泥質岩であり絹雲母、緑泥石及び斜長石の生成と石英の再結晶化が認められるので、緑色片岩相に相当するものと考えられる。

一方、深成岩類の活動に起因するとみられる黒雲母ホルンフェルスの生成が認められており、ラヤ山周辺、プロキダ村西方及び東方からジャンカット村東方にかけて発達している。

(4) 地質構造

南スマトラ地域の地質構造は、中生界に卓越的な、NW-SE 方向の著しく閉じた褶曲構造及びほぼ直行する二つの断層系(NW-SE, NE-SW) によって特徴づけられる。

褶曲構造としては、北部の泥質岩(タービダイト)のフルート・マークから明らかな地層の逆転とこれをもたらした等斜褶曲構造、メルシップ石灰岩部層をその軸部にもち東南にプランジするラヤ山付近の複向斜構造等が注目される。

断層構造は、ナパリチン村付近及びラヤ山東南からトウボ川にかけたあたりで発達が顕著である。特にラヤ山東南からトウボ川にかけては、NW-SE 及び NE-SW の二方向の断層が共在し、深成岩類の活動の場及びその発達形状に影響を及ぼしたことがうかがわれる。

東南部の安山岩質貫入岩体は、NW-SE 及び NE-SW のいずれの方向にも直線状に点在しており、NW-SE、NE-SW の2方向またはそのいずれかの断層がこれら安山岩岩体形成の場に関与したことがうかがわれる。

(5) 鉍化作用

第1年次の調査において、鉍化作用を示すものとして数え上げた鉍徴は49箇所である。このうち15箇所はラヤ山からその東南に、10箇所はスナワル川(Senawar R.) 下流に、3箇所はトウボ川からその北方に、それぞれまとまって見出されている。これらのうち、スカルン型に関連するとみられる鉍徴はラヤ山周辺で5箇所、トウボ川及びその北方で3箇所の計8箇所である。これら8箇所のスカルン型鉍床に関

※) 第2年次調査の結果は貫入岩類の活動期について従来とは異なる考え方が得られており、第2部第2章において再述する。

連するとみられる鉱徴のうちでは、トウボ川鉱徴が Pb、Zn、Ag 品位が高く、ある程度の広がりを持ち、かつ地質状況がスカルン型鉱床賦存の条件を備えているとみなされた。

なお、南スマトラ地域には稼行実績のある鉱床はないが、探鉱跡（ピット、トレンチ、坑道）のみられる鉱徴は 5 箇所（S. Tuboh, S. Kering, S. Sepan, S. Pa dan, S. Suban）あり、探鉱活動はいずれも 1910 年代に行われたものらしい。

第2部 ラヤ山地区の調査

第 2 部 ラヤ山地区の調査

第 1 章 ラヤ山地区の調査

1-1 調査地区の設定と調査の実施

第 1 年次の調査によってラヤ山周辺に見出された 15 箇所の鉱徴のうち、10 箇所を含む A～F 計 6 小地区を調査対象とした。

各小地区では、いずれも延長 1,000 m の測線を 200 m 間隔で設定し、鉱化状況等に応じて 1,000 m の測線上から 100 m 又は 50 m 間隔にソイルサンプルを採取して地化学探査試料とし、同地点で地上磁気を測定して磁気探査作業を行う一方、測線上及び相隣る測線間をトラバースして地質調査作業を行った。

一帯は濃密な森林地帯のため、全測線及びこれをつなぐ基線はいずれも伐開を必要とした。

1-2 調査地区の地質鉱床概要

ラヤ山地区は、NW-SE に軸をもち、SE にプランジする複向斜構造の軸部に貫入した花崗岩、花崗閃緑岩、花崗斑岩、閃緑岩等の深成岩類（以下「ラヤ花崗岩」）とこの貫入に伴って黒雲母ホルンフェルス化した泥質岩、砂質岩及び結晶化した石灰岩等の堆積岩類で構成されている。これらの堆積岩類はラウス川層の中～上位層準に当たり、メルシップ石灰岩部層が東南に向かってやや規模を減じ多くの単層に分岐薄層化する部分に当たっているらしい。

10 箇所の鉱徴は堆積岩類及びラヤ花崗岩の中に存在している。この内スカルン型とみられる 5 箇所の鉱徴は磁鉄鉱-赤鉄鉱-ザクロ石の組み合わせをもつ。他にモリブデナイト-黄銅鉱-黄鉄鉱-石英のフィルム状鉱徴 (S. Menalu) 及び細脈状のザクロ石に微量の黄鉄鉱を伴う鉱徴 (S. Pangi) がある。残り 3 箇所は黄鉄鉱または磁硫鉄鉱を伴う珪化帯である。なお、S. Padang 鉱徴は赤鉄鉱の転石であるがその近くのラヤ花崗岩中に旧坑がある。

第 2 章 地 質 調 査

2-1 概 要

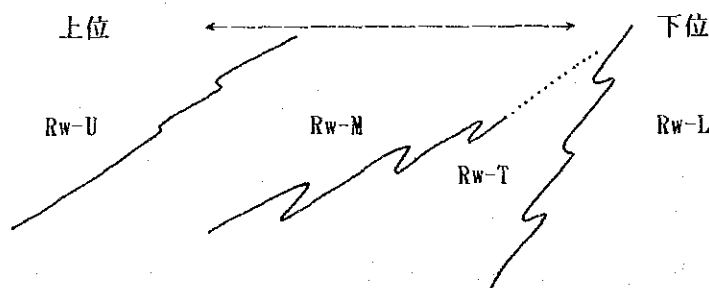
ラヤ山地区の地質に関しては、二つの大きな課題があった。その 1 つは、ラヤ山地区の鉱徴がスカルン型に関連すると見られることから、鉱床母岩として可能性の高い石灰質岩の発達程度を明らかにすることであり、今 1 つは、ラヤ花崗岩を岩型ならびに時代によって区分し、鉱化作用と最も深い関係をもつ岩型を特定することである。調査の結果は、次

節以降において述べるように、所期の目的はほぼ達し得たといえる(第 4 図、第 5 図、付図第 1 図及び同第 2 図)。

2-2 地質構成

ラヤ山地区の地質は、ラウス川層とこれを貫くラヤ花崗岩からなるという点では従来知見と変わるところがない。しかし今次調査によりラウス川層の細分及びその岩相変化の様相が明らかになってきた。又、次節で述べるように、ラヤ花崗岩の構成が明らかになってきている。

ラヤ山付近のラウス川層は、メルシップ石灰岩部層を基準として 3 層準と 1 漸移層準にわけることができる。すなわち、下位から上位に Rw-L, Rw-M, Rw-U 及び Rw-L と Rw-M の漸移層(相)としての Rw-T である。



Rw-L : 砂・泥質ブリッシュ型の岩相を示し、ラヤ山地区の北東及び南東に分布する。

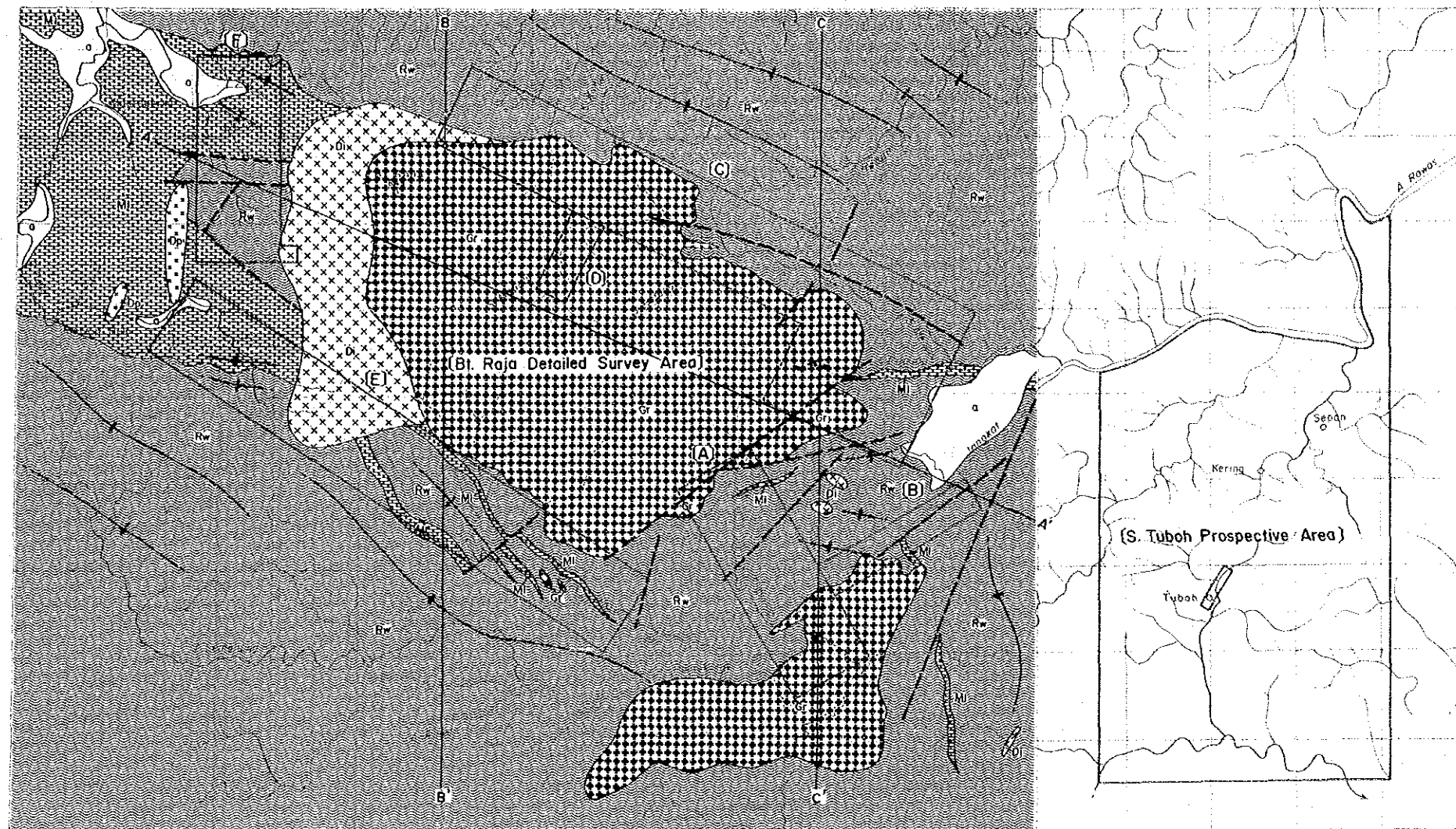
Rw-M : メルシップ石灰岩部層によって代表されるが南東では石灰岩部が多数の薄層にわかれ、この間を Rw-T, Rw-L 及び Rw-U に特徴的な岩相が占めるようになる。

Rw-U : 砂岩勝ちのスレート及び細粒砂岩からなり、プロキダ村～ジヤンカット村間のラウス川一帯に分布する。

Rw-T : 凝灰質、泥質、砂質物等を混じえる石灰質岩相、時に玄武岩溶岩の薄層を挟む。Rw-M の東南延長上に分布する。

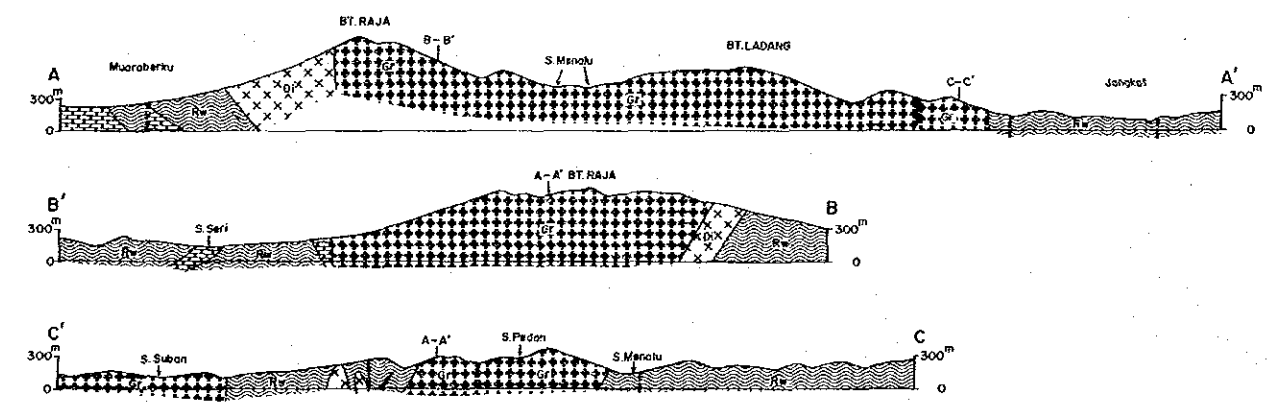
ラヤ花崗岩は、Rw-L から Rw-U まで貫いており、これに伴うと見られるホルンフェルス化は Rw-M から Rw-U にかけて発達している。

以上のようにラヤ山地区では、スカルン型鉱床の母岩としては一般に最も機能し易いと考えられている石灰岩の厚さが北西から南東に向かって急激に減じ、あるいは個々の石灰岩単層が薄層化してくる。このためか個々のスカルン鉱徴の拡がり及びその連続性は、断続的かつ分散的であるように見える。

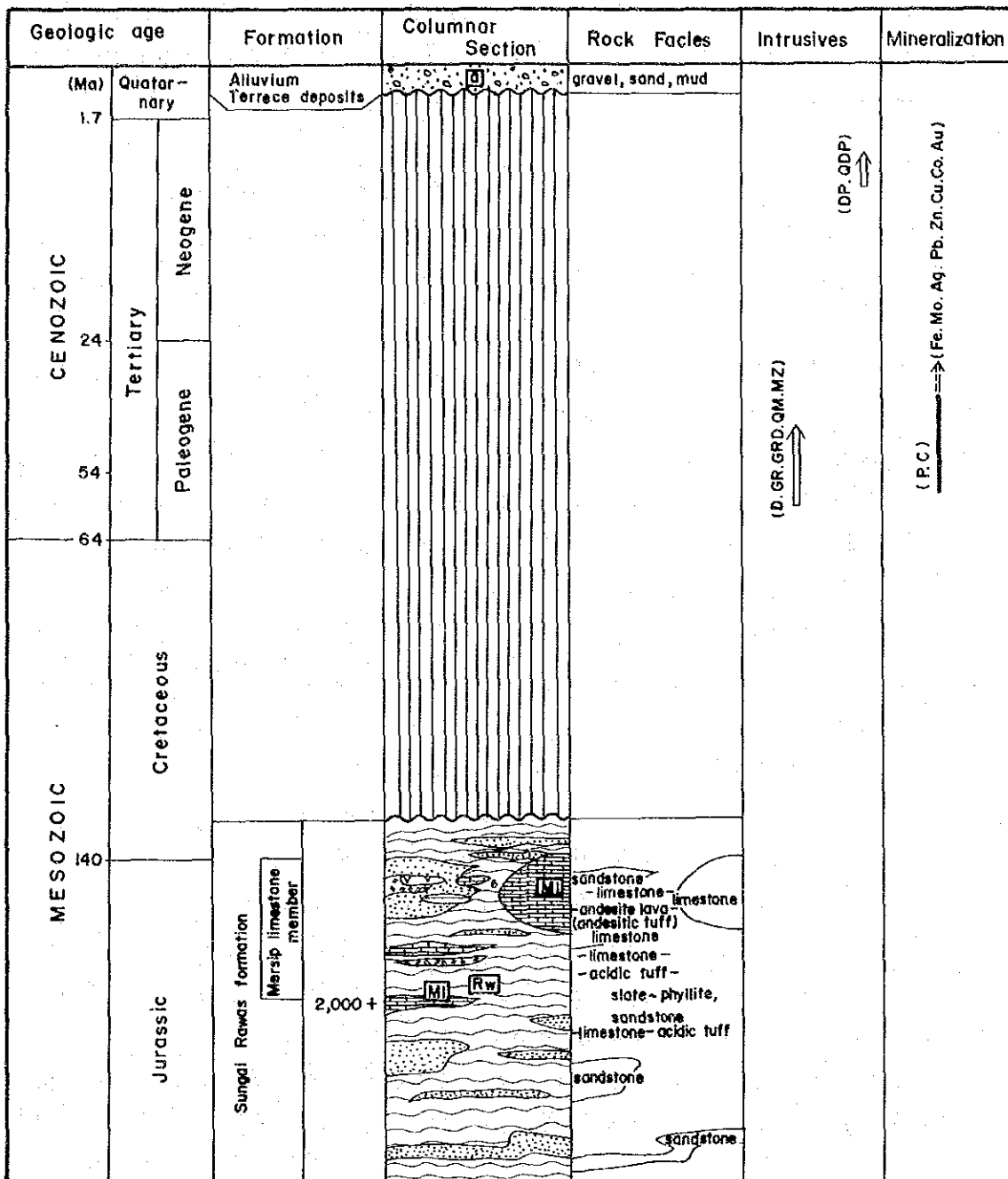


LEGEND

- | | | | |
|-----------------------|-------------|------|---|
| Quaternary | Alluvium | a | Gravel, Sand, silt |
| Cretaceous ~ Jurassic | S. Rawas F. | MI | Limestone |
| | | Rw | Slate ~ phyllite, sandstone, acidic tuff, andesite lava, andesitic tuff |
| Intrusive rocks | | Dp | Diorite porphyry |
| | | Gr | Granitic rock |
| | | Di | Diorite |
| | | X | Anticlinal axis and synclinal axis |
| | | — | Fault |
| | | □ | Detailed survey area |
| | | — | Old adit |
| | | A—A' | Profile Line |



第 4 図 ラヤ山地区地質図



- P.C : Porphyry copper type
- QDP : Quartz diorite-porphyry
- DP : Diorite-porphyry
- GR : Granite
- GD : Granodiorite
- D : Diorite

第 5 図 ラヤ山地区地質柱状図

2-3 貫入岩類

ラヤ山地区の貫入岩類は、花崗岩、花崗閃緑岩、閃緑岩、閃緑斑岩、(石英)モンゾニ岩、花崗斑岩等種々の岩相からなっている。このうち、広い分布をもち、ラヤ山地区の主要な構成をなす岩相は前 3 者である。これらを更に年代測定結果及び産状を加味して分類すれば以下のとおりとなる。

i) 閃緑岩 : 次に述べる ii) と共にラヤ花崗岩を構成するが、産状からみて、ii) よりもやや早い時期の貫入活動とみなされる。K/Ar による年代測定値は 57.8 ± 2.9 M. Y. を示す。貫入時期に基づいて St-1E とする。

ii) 花崗岩・花崗閃緑岩 : ラヤ山地区の中央に広い分布をなすほか、プロキダ村の東南からスパン川の中～下流にかけて分布する。大部分は桃色の花崗岩であるが、白色から暗黒色まで各種の色調からなる種々の岩相を含む。このうち主なものは花崗岩及び花崗閃緑岩の他、花崗斑岩、閃緑岩、モンゾニ岩、アプライト等である。花崗閃緑岩は花崗岩の周縁相とみられる部分であり、これらの一部に花崗斑岩や閃緑岩とみなされる部分も認められる。又これらを通る幅 2 cm ~ 5 cm のアプライト岩脈が認められることがある。プロキダ村東南の岩体では黄鉄鉱の鉍染やセリサイト変質等による脱色・粘土化を伴う部分がある。この岩体で注目されることは、岩体の周縁部にモンゾニ岩(又は石英モンゾニ岩)を伴うことである。

K/Ar による年代値は、

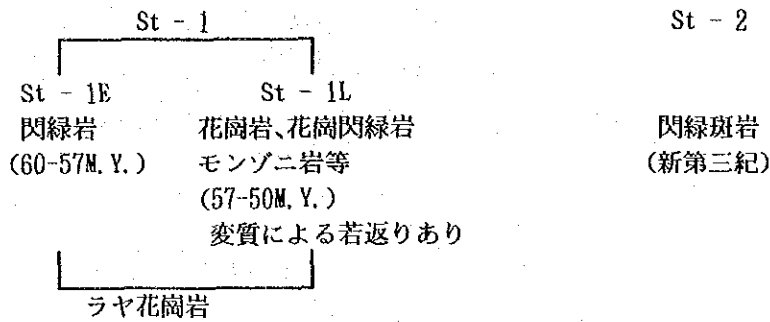
AR - 126	55.7 ± 2.8 M. Y. (ラヤ山)
BR - 98	54.1 ± 2.7 M. Y. (ラヤ山)
85AR - 14	51.9 ± 2.6 M. Y. (プロキダ村東南)

が得られている。一見 AR - 126 と BR - 98 が早期、85AR-14 が後期のようにみえるが 85AR-14 がやや変質していることを考えると、51.9 は変質による若返りの可能性もあり、3 者の時代に有意差はないと考えるべきであろう。これを St - 1L とする。

すなわち、ラヤ花崗岩は早期活動の St - 1E とこれにつづく晩期活動の St-1L から構成されているものとみなされ、大略 60-50 M. Y. の活動にかかるものといえる。

iii) 閃緑斑岩 : ラヤ山地区の北西縁に N - S 方向の小規模な 2 岩体が知られている。おそらく第 1 年次精査地区の北東縁にみられる(石英)閃緑斑岩と時代的及び岩質的近縁性をもつものと考えられる。これを St - 2 とする。

以上によってラヤ山地区の貫入岩類をまとめれば次のとおりとなる。



ラヤ山地区の貫入岩類を $\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 図上にプロットすると、これらの貫入岩がアルカリ岩系、アルカリ - カルク岩系、カルク - アルカリ岩系、カルシク岩系にわかれるらしいことが分かる。しかも一つの岩体で多相系をなすことがわかる。このことは、ラヤ山地区の花崗岩に混成作用の過程が伴っているらしいことをうかがわせるものである。なお、これらについては、第 3 部において再述する。

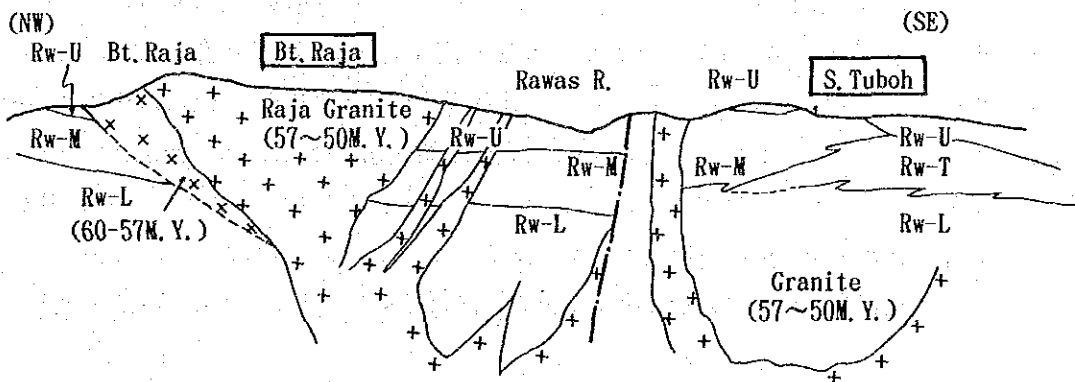
2-4 変成作用

前述のとおり、ラヤ山地区では、特に Rw-M 及び Rw-U においてホルンフェルス化が明瞭である。これに伴い広域の変成作用によって生じたと考えられる片理面は消失し、地層は全般に塊状化するに至っている。

ホルンフェルス化は、いわゆる黒雲母ホルンフェルスの形成及び砂質岩における構成粒子の粗粒化であって、グラノプラスチック組織を示す。

2-5 地質構造

ラヤ山地区は、NW - SE に走り、SE にプランジする複向斜構造部に位置している。この複向斜構造の軸部は、メルシップ石灰岩部層及びこれを貫くラヤ花崗岩によって占められている。この構造の東南延長は、ラウス川沿いに走る断層 (NE - SW) によって胴切りにされ、相対的に南東地塊が上昇している(このことがトウボ川地区にメルシップ石灰岩部層とその下位層準、すなわち Rw-M, Rw-L 及び Rw-T が露出する原因となっている)。下に概念断面を示す。



ラヤ花崗岩の活動には、次の地質構造要素が関与したことが考えられる。

- i) NW - SE 系の深部断裂。この断裂は褶曲構造の形成にも関与したらしい。
- ii) NW - SE 方向に軸をもち、SE にプランジする褶曲構造を形成するような応力の作用。
- iii) NE - SW 系の深部断裂の活動。

すなわち、閃緑岩は NW - SE 系の断裂に沿って褶曲軸方向に上昇・貫入し、褶曲構造とかなり Concordant であった可能性がある。次いで NW - SE 及び NE - SW の 2 つの断裂の活動が優勢な貫入活動を呼び起こし、ラヤ花崗岩の大半を形成した。2 つの断裂の交叉部はマグマ上昇の通路となった可能性がある。

2-6 鉍化作用

(1) 概要

第 1 年次及び第 2 年次調査を通じてラヤ山地区に見出された鉍徴は 20 箇所である。このうち、10 箇所は第 2 年次調査によって新たにその存在が確認されたものである。又、既知鉍徴についても、その範囲、産状、構成を調査した。その結果は第 2 表に示すとおりである。又その分布を付図第 4 図及び第 6 図に示した。

第 2 表からよみとれるように、鉍徴のうち 9 箇所はスカルンを伴う磁鉄鉍を主とするものであり、時に赤鉄鉍又は磁硫鉄鉍あるいは黄鉄鉍を伴うものであることがわかる。すなわち、ラヤ山地区の鉍化作用は「鉄」をもたらしたスカルン型鉍化作用とみなすことができ、一見その他の Cu, Pb, Zn, Au, Ag 等を殆んど欠いているように見える。しかし本質的にそうではないことは後述のとおりである。

(2) 主要鉍徴の記載

第 2 表の 20 箇所の鉍徴地には、鉍化程度の低い微弱な黄鉄鉍鉍染部をも含めている。よって特に注目された鉍徴についてのみ以下に述べる。

① スバン川(S. Suban)鉍徴地〔3〕：A 小地区

第 1 年次調査により確認された、ラウス川とスバン川合流部付近の鉍徴地である。鉍徴分布域内には 4 箇所に露頭があり、N 25° W 方向の一連の連続性が認められている。これらの関係を第 7 図に示した。スバン川合流点から 40m 上流の左岸の露頭は、約 7m に亘って磁鉄鉍、ザクロ石の縞状部からなる。又、ラウス川本流右岸には赤鉄鉍、磁鉄鉍の塊状鉍とガーネットスカルン帯からなる露頭があり、この露頭部では、かつて横坑又はトレンチによる探鉍がなされた模様である。これらのスケッチを第 8 図に示した。ラウス川本流には乾季の低水位時にもみ露出する磁鉄鉍鉍染を伴うガーネットスカルン帯の露頭がある。その北西延長部はラウス川左岸に認められ磁鉄鉍を鉍染するスカルン帯を形成して

第2表 ラヤ山 地区 鉱徴地

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	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 Granodiorite	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. Solok)	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. Menalu)	Intrusive rock	Granodiorite	Argillization	Py+(Lm)	Clay vein with Py at the old adit
(13)	E. Line1-8(S. Pangl)	S. Rawas	Limestone	Net work Pyritization	Cp+Py+Sp+Gn+Mb Py+(Po)+(Sk)	Joint filling quartz vein Py vein in joint
(14)	E. Line12(S. Pangl)	Intrusive rock	Diorite	Silicification	Po+Py+(Cp)	Float zone: Dissemination
(15)	E. Line17-19(S. Seri)	S. Rawas	Limestone	Skarnization	Py+(Po)+(Sk)	Veinlet in joints
(16)	E. Line20-23(S. Seri)	S. Rawas	Slate, limestone	Skarnization	He+(Py)+(Po)+(Mt) +(Sk)	Float of massive ore zone
(17)	E. Line26-32(S. Seri)	S. Rawas & Intrusive rock	Slate, limestone Granite	Pyritization	Py	Dissemination
(18)	F. Line3-5(S. Tamulun)	S. Rawas	Limestone	Silicification	Qtz>Op+Py+Sp+Gn+(Mb)	Quartz vein (wd 0.1-0.2m)
(19)	F. Line8-10(S. Tamulun)	S. Rawas	Slate	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: Chaicoopyrite Po: Pyrrhotite He: Hematite Sk: Skarn minerals
 Sp: Sphalerite Mb: Molybdenite Spe: Specularite Qtz: Quartz

いる。これらの鉱化帯で肉眼的に観察される鉱石鉱物は赤鉄鉱、磁鉄鉱の他は若干の磁硫鉄鉱である。

② ベタン川(S. Betung)鉱徴地〔6〕：C 小地区

ラヤ花崗岩体の中央部北東縁のラウス川層中の鉱徴。第1年次調査でスカルン帯及び塊状磁鉄鉱の転石が認められていた。第2年次の調査では新たな露頭の発見はなかったものの、磁鉄鉱主体の転石帯は東西750m、南北250mの広がりを持ち、沢及び山腹に分布することが判明した。

露頭は次の2箇所からなる。両者は、NE-SW方向に連続するらしい。

ベタン川上流350m地点：沢右岸の幅7m×高さ2mのスカルン帯。

ガーネットスカルン主体、スカルン中の幅1.0~1.5cmの石英細脈はN50°Eに走り、鏡鉄鉱を伴う。

ベタン川・メナル川合流点：赤褐色風化岩中幅2mの褐鉄鉱-鏡鉄鉱鉱染。

③ パダン川(S. Padan)鉱徴地〔11〕：C 小地区

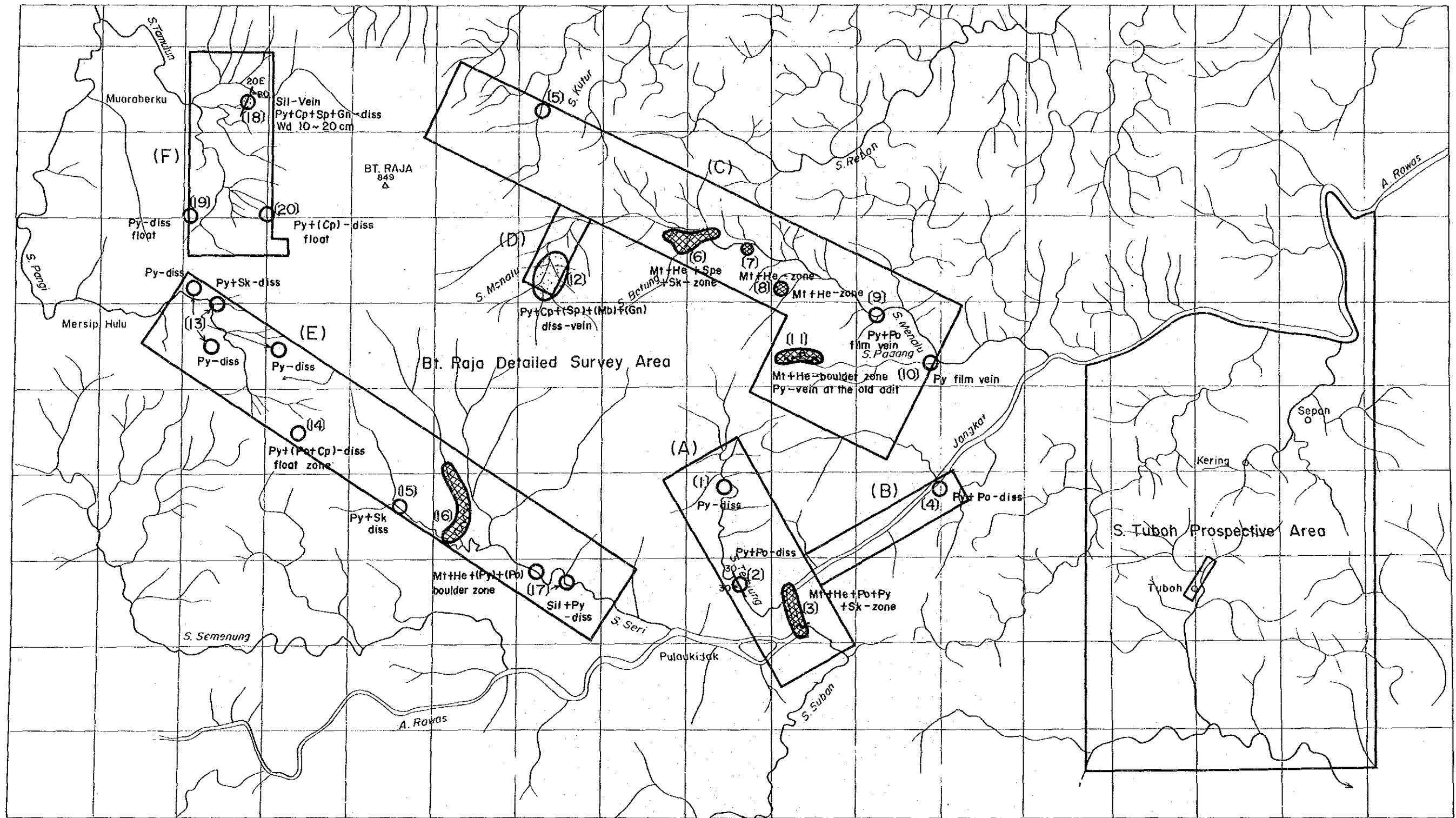
パダン川上流約1.5kmの海拔250~350m間に東西400m、南北100mにわたり認められる塊状鉱の分布域である。第9図に示す通り、付近には、かつてのトレンチ・ピット・横坑の探鉱跡が数箇所に認められる。海拔250m付近より上流のパダン川左岸一帯には赤鉄鉱を主とし磁鉄鉱を含む10×5×4m大の塊状鉱3個が風化土の中に埋没するかの様に相接して分布する。かつての探鉱跡もこれらの周辺部に見出されるが、トレンチ・ピット跡は大部分表土で覆われている。この塊状鉱の下部(高低差10m)を目的に探鉱したと思われる横坑は、入坑可能であり、これらのスケッチを第10図に示した。横坑はやや風化したラヤ花崗岩を掘進して2脈を捕捉している。坑口より6mの脈は、走向E-W、傾斜70°Nの幅5~10cmの粘土脈であり、若干の褐鉄鉱を鉱染するが見るべきものはない。又、坑口より20m付近の脈は、走向N78°W、傾斜78°NEの粘土脈で幅5~20cmである。粘土脈の中には5~10cmの黄鉄鉱を脈状に有するが他の金属鉱物は観察できない。海拔300mのパダン川右岸にある塊状鉱付近のトレンチ跡スケッチを第11図に示した。

④ メナル川(S. Menalu)鉱徴地〔12〕：D 小地区

メナル川上流の海拔300~400m付近の沢の中に認められる石英細脈の鉱徴である。ラヤ花崗岩の北東縁辺部に位置する。鉱化は花崗岩中の節理に沿う幅0.1~0.3cmの石英細脈に伴う黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、モリブデナイトの鉱染からなる。沢の中に見られるこれらの石英細脈は、N60~80°W方向の節理系に比較的顕著であるが、石英脈の密度は低い。今次調査では、近くの河床に滴状のやや大きな(径1cm)モリブデナイトを伴う石英脈(2cm)転石が見出された。

⑤ セリ川(S. Seri)鉱徴地〔16〕：E 小地区

今次調査により新たに見出された鉱徴である。付近にはラウス川層のスレート及び石灰岩薄層が分布する。鉱徴は主として赤鉄鉱の転石帯からなり、セリ川中流から支流のタン



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

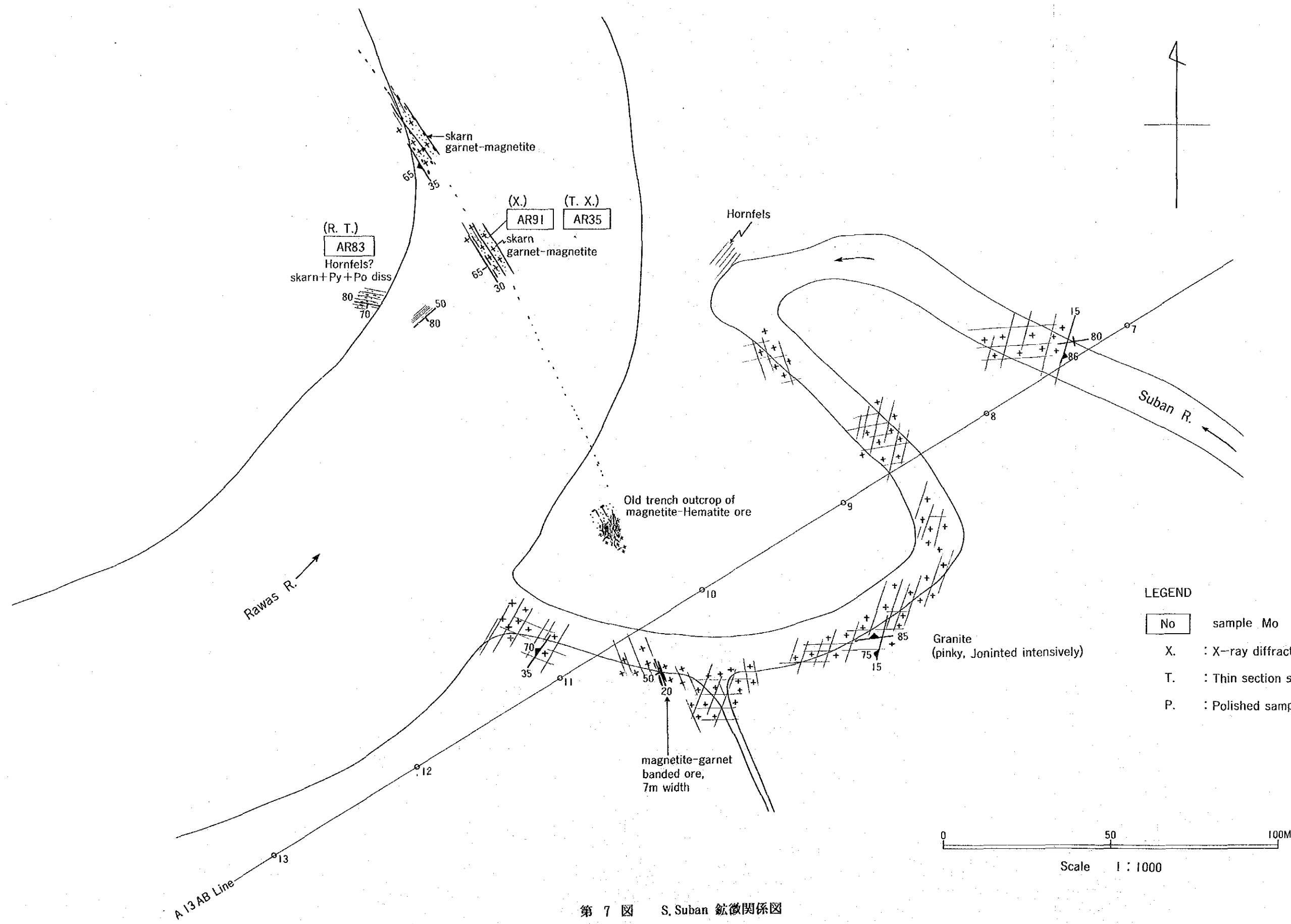
Mt : Magnetite

He : Hematite

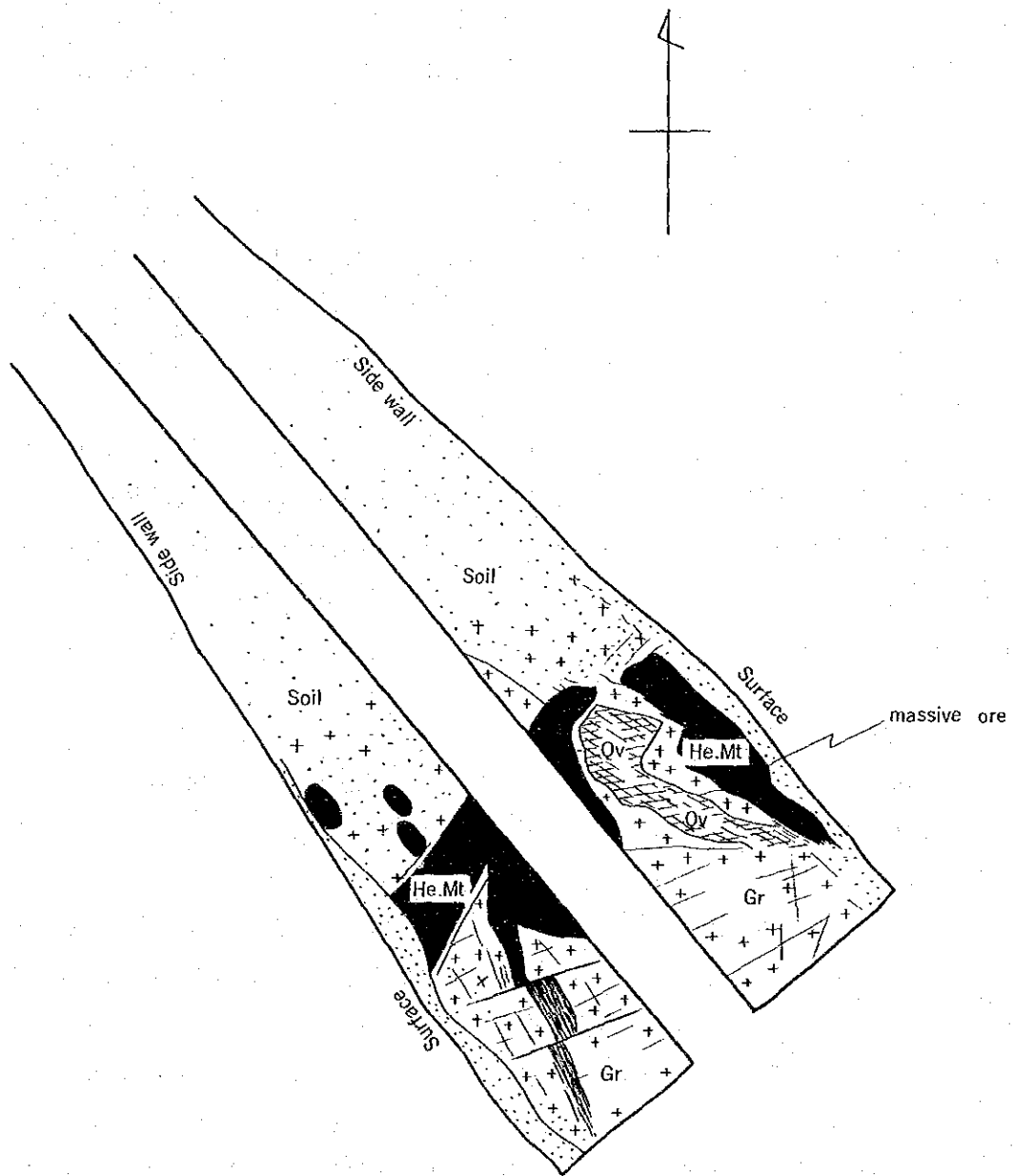
Sk : Skarn

diss : dissemination

Sil : Siliceous, silicified



第 7 図 S. Suban 鈦微関係図



0 5 10m
Scale 1 : 100

LEGEND
 He : Hematite
 Mt : Magnetite
 Qv : Quartz
 Gr : Granite

第 8 図 S. Suban 旧トレンチスケッチ

ドイ川(S. Tandui)に沿い南北約 700m の細長い(幅最大50m)分布をなす。鉱石塊の中には、赤鉄鉱と共生する磁鉄鉱-磁硫鉄鉱-黄鉄鉱の鉱物組合せをもつものが認められる。塊鉱の最大径は 3.5m、一般に 0.2~0.3m である。表土中の礫として産するが、鉱徴(6) や(11)に比べれば礫の濃集の程度は低い。

⑥ パンギ川(S. Pangi)鉱徴地〔14〕：E 小地区

今次調査により新たに確認された鉱徴地である。パンギ川の最上流域の海拔 400~450m 間の山腹斜面に磁硫鉄鉱主体の転石帯として認められる。分布域の幅は 50m x 50m の小規模なものでラヤ花崗岩を形成する閃緑岩の南縁部に位置する。暗緑灰色珪化閃緑岩転石中の磁硫鉄鉱を主とし、若干の黄鉄鉱、黄銅鉱を伴う。転石の径は1~3m大である。

⑦ タムラン川(S. Tamulan)鉱徴地〔18〕：F 小地区

今次調査により新たに確認された鉱徴地である。タムラン川の北東枝沢付近の平坦部に位置する。鉱徴地付近はメルシップ石灰岩部層が卓越する地域で、この石灰岩中に幅 15~20cm の石英脈が N 20° W, 80° SE を示しフィルム状の黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱及び若干のモリブデナイトの鉱染を伴っている。脈際には若干のザクロ石スカルンがフィルム状に観察される。

(3) 鉱化作用と火成活動

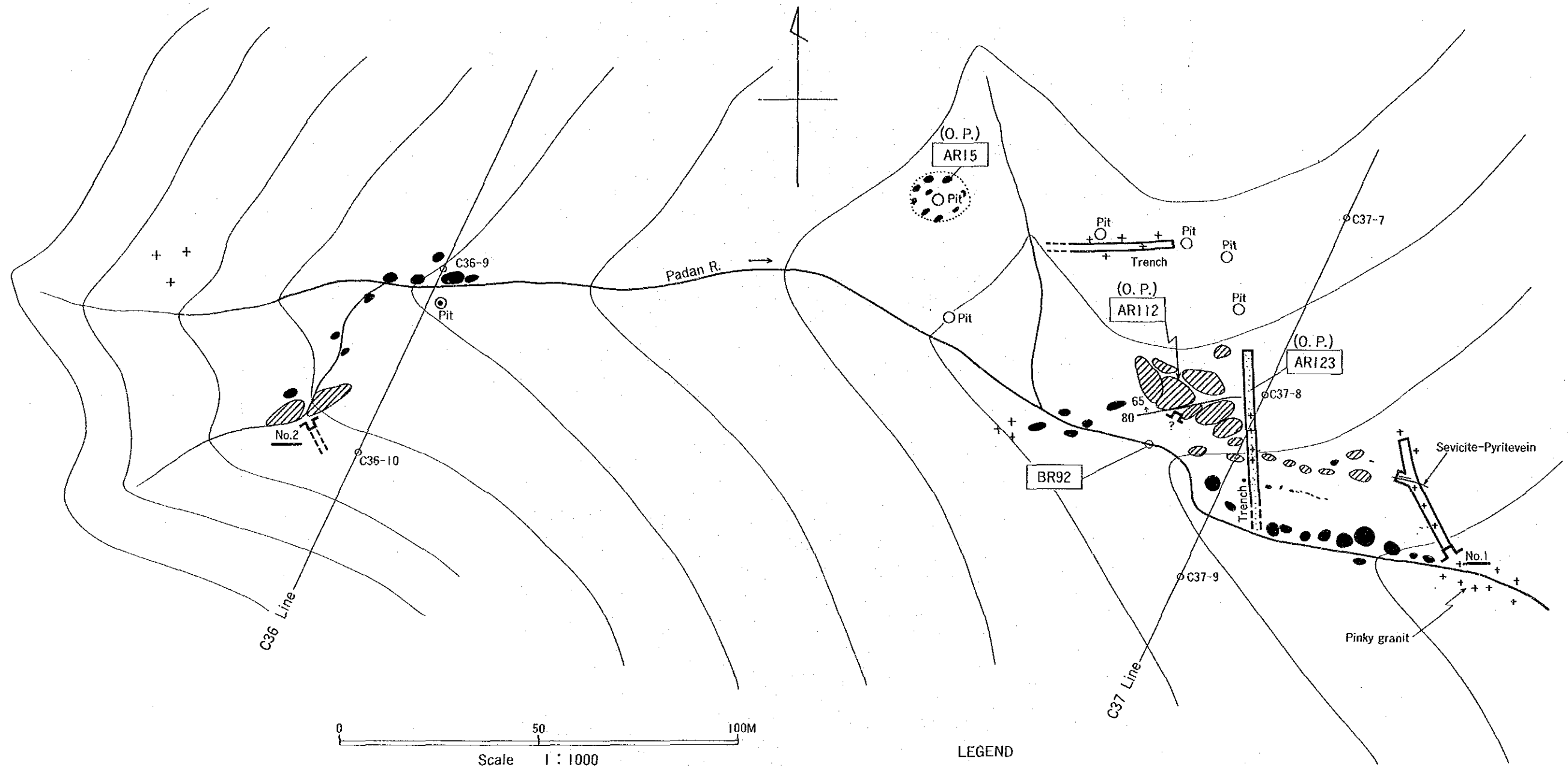
第 3 節に述べたように、ラヤ山地区の火成活動(貫入活動)は、ラヤ花崗岩、わけても晩期の St-1L により密接な関連性をもつものと考えられる。このことは、次のような鉱徴の産状ならびにその鉱化特性から導き出されたものである。

- i) 鉱徴のうち、磁硫鉄鉱鉱染からなる鉱徴は、閃緑岩(St - 1E)の周辺に多い。閃緑岩はいずれも変成・変質作用をうけているように見え、St-1L の貫入に伴う変成・変質作用と考えられる。
- ii) 磁鉄鉱又は赤鉄鉱からなり、スカルンを伴う鉱徴は St - 1L が発達するあたりに多い。
- iii) Cp - Gn - Sp - Mb - Py を伴う石英細脈~網状脈からなる鉱徴は、ラヤ花崗岩の周縁部自体又はそれに極めて近い部分の堆積岩中に位置している。








すなわち、ラヤ山地区の鉱化作用は、St - 1E の貫入に伴って開始された可能性もあるが、St - 1L の貫入からその後にかけて本格化したものと考えられる。従って主要鉱化期は、ラヤ花崗岩とそれに続く時期、すなわち、60-50 M.Y. からこれにつづく時期とみなされる。

(4) 鉱化作用と地質構造

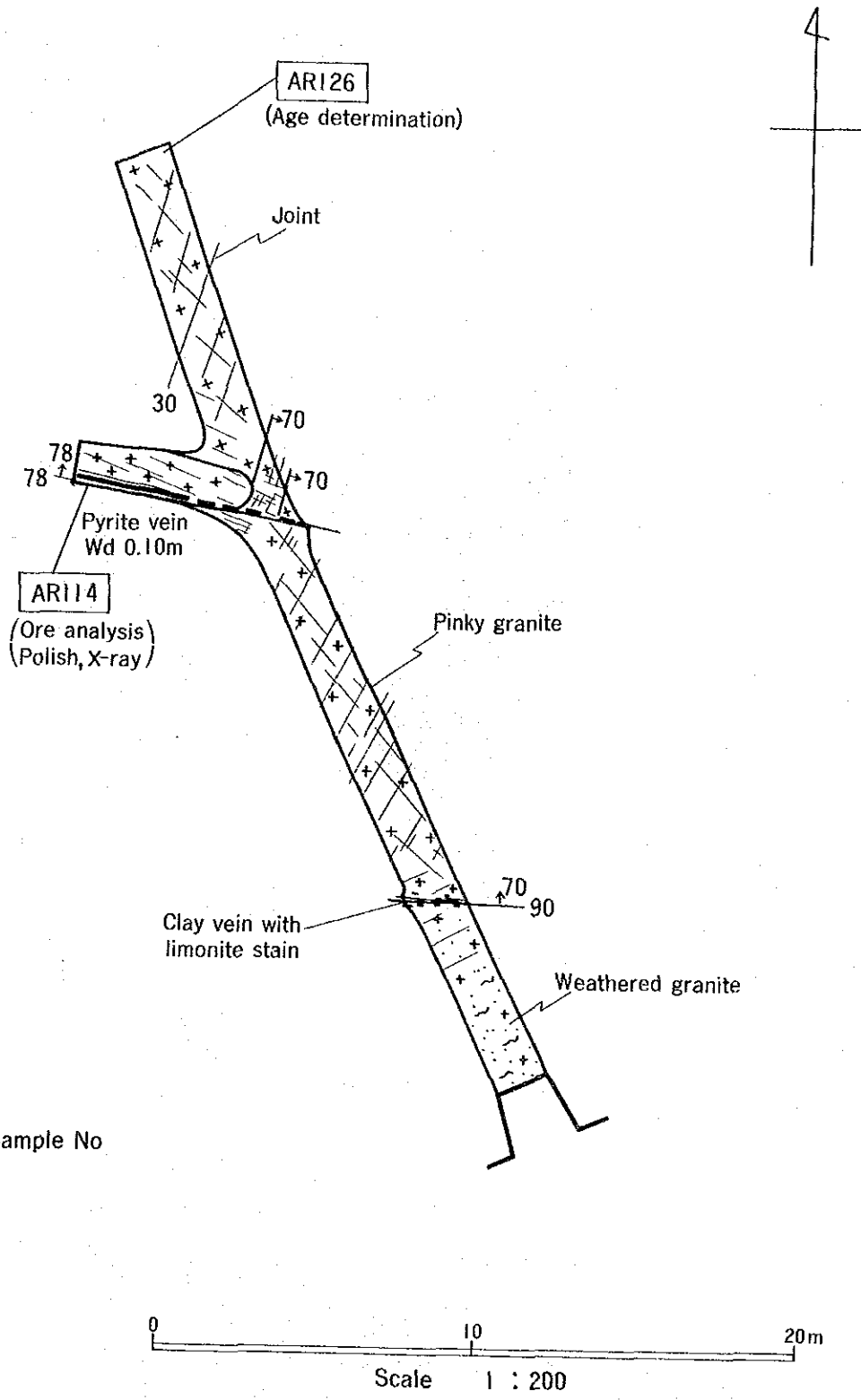
メルシップ石灰岩部層、すなわち、Rw-M の現在の分布形態が、複向斜構造の形成によ



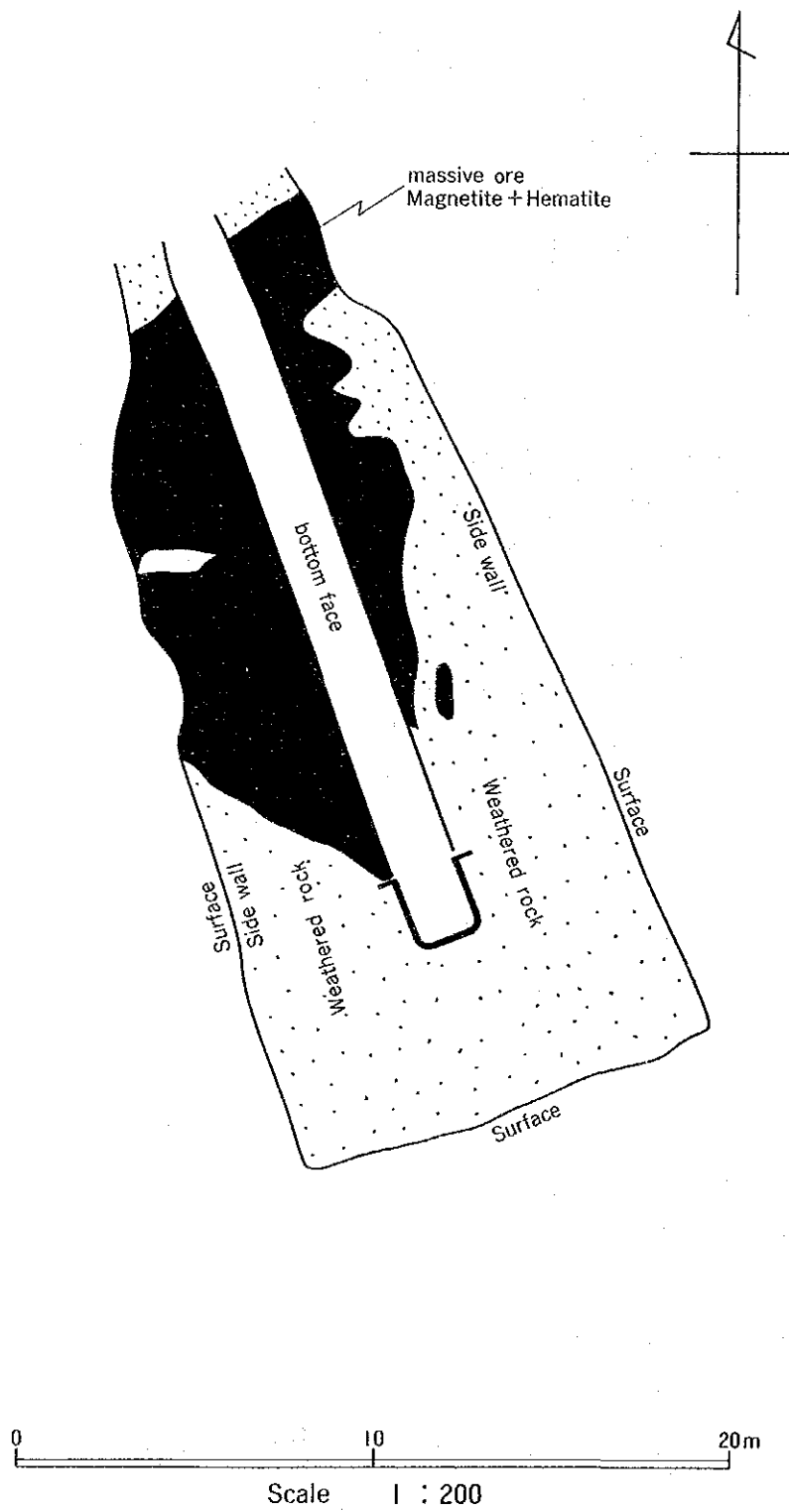
LEGEND

-  float of massive ore (Hematite + Magnetite)
-  O : Ore analysis
-  P : Polished sample
-  Old adit
-  Old trench
-  Old pit
-  Sample No

第 9 図 S. Padan 鉱微関係図



第10図 S. Padan 旧坑スケッチ



第 1 1 図 S. Padan 旧トレンチスケッチ

るものであり、又鉱徴の形成が見掛け上 Rw-M, Rw-T の石灰岩・石灰質岩の存在に大きく依存しているという点で広域的地質構造と鉱化作用の間には関連性があるといえる。又、既述のとおり、ラヤ花崗岩が NW - SE 及び NE - SW の 2 つの深部断裂の活動に関連しているらしいという点でも地質構造と鉱化作用との関連性がうかがわれる。

第 3 章 地化学探査

3-1 概要

第 3 章に述べたように、ラヤ山地区には多くの鉱徴があるものの、いわゆる “insitu” と明確にいえる場合が少ない、すなわち、大部分が転石状の鉱石塊からなり、この転石帯の源が不明確である。このことを解決すること、及び、Cu, Pb, Zn, Au, Ag 等の鉱化作用の可能性を探ること、この 2 つをねらいとして土地化学探査を実施したものである。

ラヤ山地区は、やや起伏量が大きく、かつその気候条件から、土壌は浅く腐蝕土を欠くため、地化学精査の対象地としては比較的良好な条件下にあると判断される。

3-2 試料及び分析成分

試料は、測線上 100 m 又は 50 m 間隔に B 層から採取した。採取した試料は、風乾後軽く粉砕(乳鉢使用)、80 メッシュ篩にて篩別し、篩下を試料とした。

分析は、Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Au, Co の 7 成分につき「地化学探査」レベルの分析を実施した。分析結果を巻末に掲げる。

3-3 解析結果

分析結果を数理的に処理して “しきい値” を算出し、これによって濃度分析等を実施した。しきい値は各成分につき第 3 表右欄のとおりに定めた。

第 3 表 統計値及び “しきい値”

分析成分	M+ δ	M+2 δ	M+3 δ	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)	26.846	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 δ)
Co(ppm)	13.321	37.906	107.862	35 (2.5%)
Au(ppb)	7.439	27.212	99.537	27 (M+2 δ)

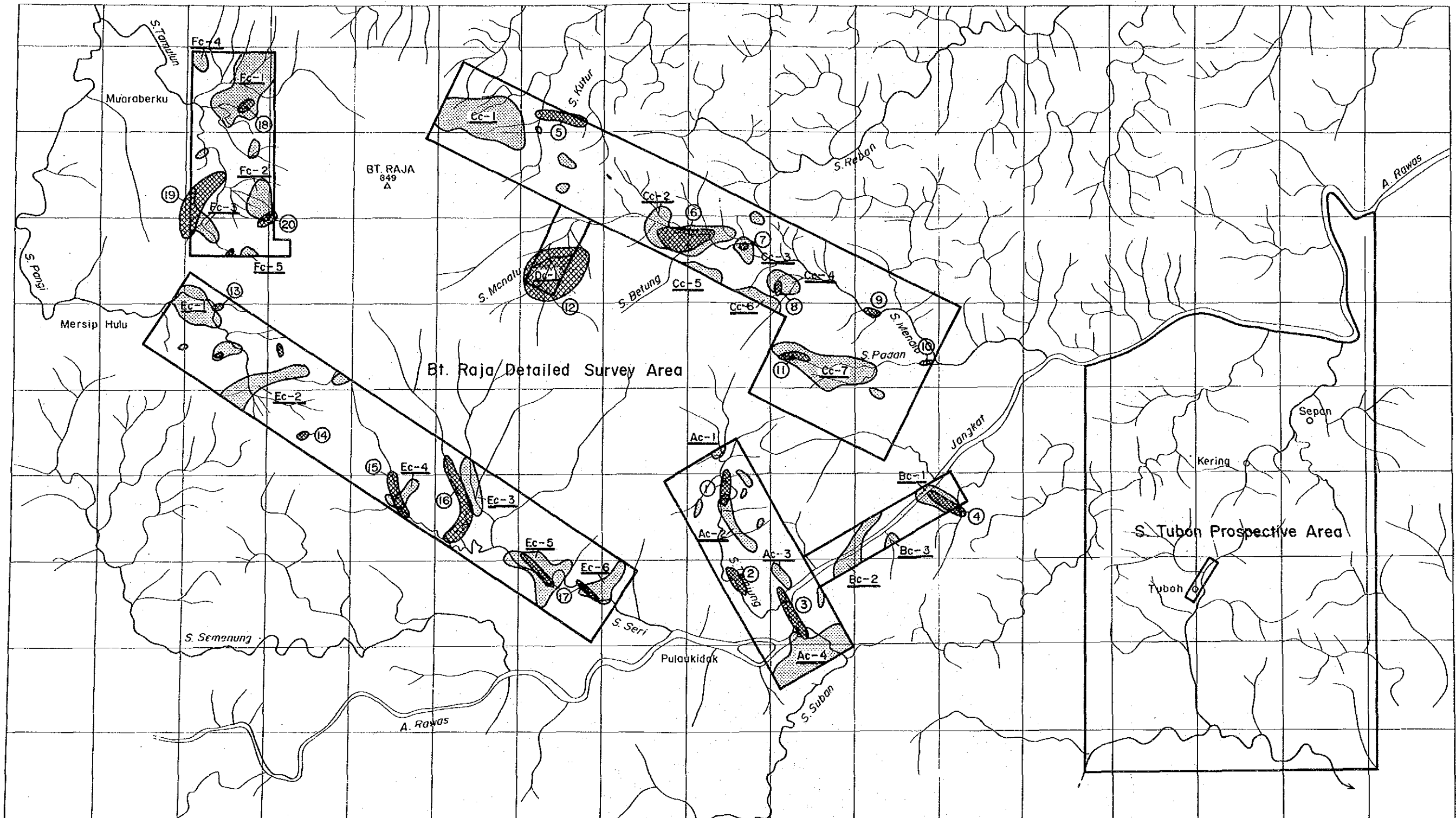
さて上記の数値を用いて抽出された地化学探査示徴は、合計 26 箇所である(第 12 図及び付図第 5 図)。これらの示徴のあるものは地表の鉱徴と位置的に一致し、又あるものは一致しない。又、分析元素相互の相関もそれが明らかな場合とそうでない場合がある。

26 箇所の示徴は“主成分”元素によって分類する次のとおりになる。

Mo を主成分とする示徴・・・ 8 箇所
 Au " " " " " 10 "
 Ag " " " " " 2 "
 Zn " " " " " 3 "
 Pb " " " " " 1 "
 Co " " " " " 2 "

第 4 表 地化学分析成分による地化学探査示徴の区分と小地区の地化学特性

地化学分析成分と地化学探査示徴			調査小地区の地化学特性
主要成分	成分組合せ	該当地化学探査示徴	
Mo	Mo	Ce-5, Ac-4, Dc-1, Cc-6	A 小地区：Ac-4 のみ Mo が左端に来る。 B 小地区：Au, Ag 又は Pb が左端に来る。 C 小地区：Au 又は Mo が常に左端に来る。 D 小地区：Mo only E 小地区：花崗岩に近い Ec-5, Ec-6 で Mo にとむ。 F 小地区：北の Fe-1 及び東(花崗岩に近い) Fe-2 で Mo 高く他は Au-Co 又は Au が高い。
	Mo.....(Pb, Cu, Au, Ag)		
	Mo-Au-Ag-Pb-Zn...Co	Ec-5	
	Mo-Pb-Zn-Co-Au-Ag	Fe-1	
	Mo-Co.....(Au, Ag, Zn)	Fe-2	
	Mo-Au(Mo=Au)	Cc-3	
Au	Au.....(Pb)	Ac-1, Fe-4, Fe-5	
	Au-Ag		
	Au-Cu-Zn-Ag-Pb-Co...(Mo)	Cc-2, Ce-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, Fe-3	
注) 成分組合せは：① 左方濃度大(各元素のしきい値との差が大)。 ②の右端成分又は()内成分は極く低濃度で、かろうじて存在が認められる成分。			



LEGEND

- (No) Mineral Indication by Geological Survey
- No Geochemical Anomalous Area
- Detailed Survey Area

第 1 2 図 ラヤ山地区地化学探査示微分布図

各元素の組合せは第 4 表のとおりで、各元素の濃度は左側程高い。但しこれは絶対値ではないので、左側の元素程その元素の“しきい値”との差が大きいという意味である。

第 4 表を眺めると Au, Ag, Zn, Pb, Co 等を主成分とする場合は、Mo を伴うケースが少ないか又は極低濃度であるのに対し Mo を主成分とする場合にはかなりの濃度で Au, Ag, Pb, Zn, Co を伴う場合のあることがわかる。

一方、地質状況を加味してみると、Mo を主成分とする示徴は例外なくラヤ花崗岩中又はその極近傍に位置している。これに対し Au, Ag, Pb, Zn, Co 等を主成分とする示徴は Mo 鉱徴からその外側(ラヤ花崗岩から遠い)にかけてあたりに位置することがわかる。このことは、ラヤ山地区の鉱化作用に累帯分布のあることを思わせるものである。これが事実累帯分布であるとすればラヤ山地区の鉱化作用の特性が極めて鮮明になって来る。すなわち、ラヤ山地区の鉱化作用は、Fe - Mo - Au - Ag - Pb - Zn - Co をもたらすような多金属型の鉱化作用であり、かつ単一の鉱化期によるものということが出来る。又、Mo の高濃度示徴が常にラヤ花崗岩中又はその近傍にあることから、ラヤ山地区の鉱化作用と花崗岩の活動が関連性を持っているらしいこともいえるであろう。

なお、第 4 表からよみとれるように、ラヤ山地区では Cu が極めて低濃度を示す傾向がある。

第 4 章 物理探査

4-1 概要

(1) 調査の目的

地上磁気探査の目的は、対象地区の磁気特性を把握し磁気異常の解明を行うことにより、強磁性鉱物を含む鉱床賦存有望地を抽出することにある。

(2) 調査の範囲

調査範囲は「地質調査、地化学探査」と同じ A~F 6 小地区であり測定点も地化学探査の試料採取点と同地点で行うことを原則とした(第 2 図)。

(3) 調査作業量

測点数は 50 m 間隔 726 点、100 m 間隔 1,004 点、合計 1,730 点である。

4-2 地上磁気の測定及び測定値の補正

(1) 地上磁気測定

地上磁気測定は、プロトン磁力計により全磁力値を測定した。プロトンセンサーは常に地表から 2.4 m に保持し 1 測点当たり 3 回読み取りとし、平均値を算出して測定値とした。

(2) 岩石試料採取

調査地域内に分布する岩石の磁気的特性を把握するため、岩石試料を採取し帯磁率の測定を行った。岩石試料は伐開測線上から計 75 個を採取した。試料採取位置を付図第 6 図に示す。

A 小地区	12 個
B 小地区	1 個
C 小地区	34 個
D 小地区	5 個
E 小地区	12 個
F 小地区	11 個

(3) 測定機器

本調査で使用した測定機器は次のとおりである。

磁気測定	プロトン磁力計	
	Geometrics G 816	1 台
	Geometrics G 826	1 台
定点観測	プロトン磁力計	
	Geometrics G 836	1 台
岩石帯磁率測定	Bison Ins. Model 3101 A	

各プロトン磁力計の主な性能は次のとおりである。

測定範囲	20,000 nT~90,000 nT
感度	1 nT
サンプリングレート	マニュアル (1 測定/6 sec)
データ出力	デジタル 5 桁

(4) 日変化補正

地磁気の日変化観測のための磁力計を、地域南東部のジャンカット村小学校前に設定した。調査期間中における観測地点での 1 日の地磁気変化量はおおよそ 40~50 nT 程度であった。定点での標準磁力値としては測定期間中の最高値 43,490 nT を採用した。この

値に対する時間的変化量を読み取り日変化補正表を作成し、測定された磁気値を現地で補正した。

(5) 全磁力図

付図第 7 図は、フィールド測定値に日変化補正をした磁力値を用いて作成した全磁力図であり、20 nT の間隔でコンター表示したもので 100 nT 毎に太線で表してある。傾度の大きい部分では 100 nT コンターのみで表現している。

(6) 帯磁率の測定

調査地で採取された岩石試料を日本に持ち帰り、粗砕した岩石の試料をアクリル容器に入れ、これを試料ホルダー内に置いて 10^{-6} emu/cc の精度で測定(ダイヤル直読)を行った。

(7) 地球磁場の特性

本調査地域における地球磁場の特性は次のとおりである。

全磁気値	43,400 nT
地磁気伏角	-25°
地磁気偏角	0°

4-3 地上磁気探査の解析

(1) 岩石試料帯磁率測定結果

岩石試料の帯磁率 (K 、 10^{-6} emu/cc) 測定結果を第 5 表～第 6 表、及び第 13 図に示す。第 6 表から明らかなようにラヤ山地区の岩石の種類と帯磁率との間には明瞭な対応関係が認められる。帯磁率の大きな岩石は広く分布する閃緑岩、花崗岩及び花崗閃緑岩である。閃緑岩はバラツキの少ない $K=2,422$ (平均値) の高い値を示す。花崗閃緑岩は $K=2,073$ (平均値)、花崗岩では一部低い値も含まれるが $K=1,430$ (平均値) を示す。また、これらの貫入岩類によってホルンフェルス化を被った部分では、 $K=100$ 前後と $K=1,000$ 以上の 2 つのグループに分かれる。堆積岩類(石灰岩、粘板岩、砂岩、千枚岩)は一般に 100未満の帯磁率が得られ、閃緑岩及び花崗岩との間には明らかに有意差が認められる。

鉱化作用と密接に関係する鉱物や岩石については次の点が指摘できる。

- i) 鉍石(磁鉄鉍)は極めて高い値 $K=165,484$ を示す。
- ii) スカルン($K=169$)、石英($K=39$)及び珪化岩($K=29$)は低い値を示す。

すなわち、本地域の磁気異常を形成する鉱物及び岩石は、磁鉄鉍、閃緑岩、花崗閃緑岩、花崗岩及びホルンフェルスの一部である。

(2) 全磁力図

第 5 表 岩石試料帶磁率測定結果一覽表

No.	Sample No.	Rock Type	Suscep. (emu/cc)	Den. g/cm ³	No.	Sample No.	Rock Type	Suscep. (emu/cc)	Den. g/cm ³
1	AR-1	Granite	2,541	2.65	39	BR-62B	Limonitized skarn	218	1.71
2	AR-10	Hornfels	120	2.86	40	BR-64	Silicified rock	29	2.56
3	AR-14	Hornfels	898	2.76	41	BR-65	Granodiorite	2,291	2.61
4	AR-17	Granite	679	2.61	42	BR-67	Qz vein	51	2.75
5	AR-18	Hornfels	4,856	2.80	43	BR-69	Granodiorite	2,375	2.72
6	AR-20	Hornfels	95	2.78	44	BR-74	Skarn with Mt, Hm	241	3.23
7	AR-23	Hornfels(Py)	1,629	2.85	45	BR-75	Mt ore	88,877	4.57
8	AR-30	Hornfels	2,364	2.77	46	BR-79	Skarn with Sp	119	1.78
9	AR-31	Granite	723	2.64	47	BR-80	Mt ore	244,227	4.44
10	AR-35	Skarn	162	3.37	48	BR-84	Mt ore	196,588	3.46
11	AR-38	Granite(Py)	2,297	2.64	49	BR-86	Granodiorite	1,511	2.71
12	AR-41	Granite(Py)	1,931	2.60	50	CR-1	phyllite	40	2.30
13	AR-75	Limestone	236	3.03	51	CR-3	Limestone	11	2.71
14	AR-83	Siliceous slate	136	3.01	52	CR-6	Diorite	1,922	2.76
15	AR-112	Hm-Mt ore	16,957	3.91	53	CR-8	Limestone	31	2.69
16	BR-3	Diorite	2,447	2.88	54	CR-9	Phyllite	28	2.27
17	BR-8	Diorite	2,932	2.76	55	CR-10	Limestone	4	2.71
18	BR-12	Limestone	21	2.70	56	CR-14	Limestone	13	2.72
19	BR-15	Phyllite	59	2.55	57	CR-16	Hornfels	2,190	2.78
20	BR-19	Slate	37	2.62	58	CR-17	Silicified slate	102	2.72
21	BR-26	Hornfels	78	2.82	59	CR-18	Diorite	3,433	2.76
22	BR-33-2	Hornfels	115	2.87	60	CR-20	Cry limestone	18	2.72
23	BR-35	Siliceous slate	97	3.06	61	CR-21	Hornfels	89	2.71
24	BR-38	Silicified lime	155	2.69	62	CR-23	Silicified slate	52	2.70
25	BR-41	Qz vein with Py	27	2.62	63	CR-28	Sandstone	38	2.56
26	BR-43	Sandstone	137	2.68	64	CR-29	Granodiorite	2,474	2.75
27	BR-44	Slate	50	2.55	65	CR-32	Granite	2,170	2.65
28	BR-45	Granite	1,698	2.64	66	CR-36	Granite	1,205	2.63
29	BR-46	Silicified slate	77	2.65	67	CR-40	Granite	1,231	2.63
30	BR-47	Sandstone	26	2.65	68	CR-46	Mt ore	218,691	4.73
31	BR-48	Slate	93	2.69	69	CR-48	Weathered skarn	106	1.81
32	BR-49	Sandstone	133	2.77	70	CR-49	Mt ore	227,566	4.58
33	BR-51	Granite	1,727	2.63	71	CR-54	Sandstone	100	2.68
34	BR-53	Slate	139	2.72	72	CR-56	Granite	595	2.61
35	BR-54	Diorite	1,378	2.65	73	CR-58	Slate	67	2.46
36	BR-55	Hornfels	58	2.71	74	CR-60	Slate	59	2.52
37	BR-57	Granite	368	2.59	75	CR-61	Slate	40	2.76
38	BR-62	Granodiorite	1,715	2.66					

Abbreviations

Suscep: susceptibility Den: density
 Qz: quartz Py: pyrite Hm: hematite
 Mt: magnetite Sp: sphalerite Cry: crystalline

第 6 表 岩石の種類と帯磁率の対比表 (その1)

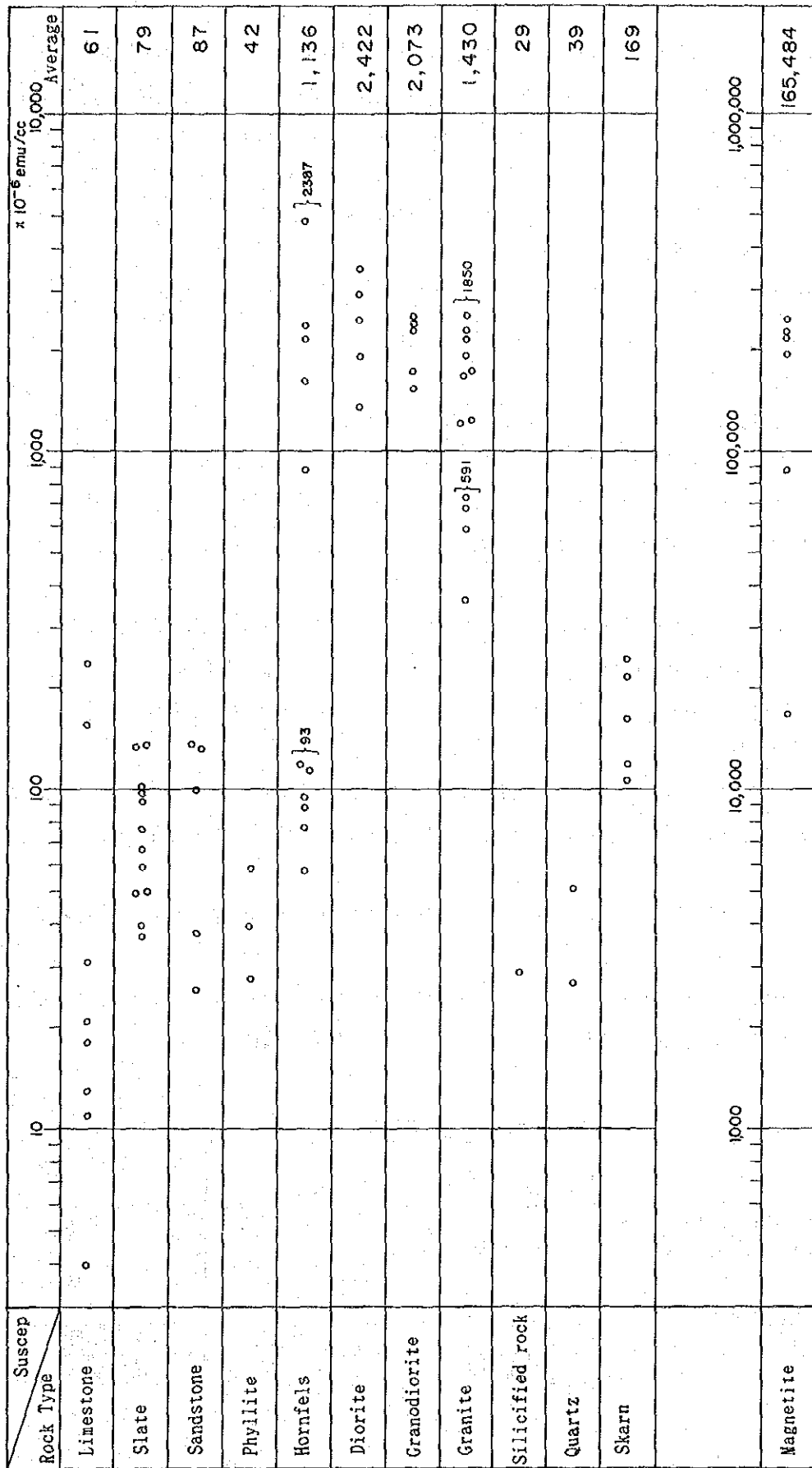
Rock Type	Sample No.	Sector	Suscep($\times 10^{-6}$ emu/cc)		Density(g/cm ³)		
			MV	Average	MV	Average	
Limestone	AR-75	E	236	61	3.03	2.75	
	BR-12	E	21		2.70		
	BR-38	F	155		2.69		
	CR-3	E	11		2.71		
	CR-8	E	31		2.69		
	CR-10	E	4		2.71		
	CR-14	E	13		2.72		
	CR-20	F	18		2.72		
Slate	AR-83	A	136	79	3.01	2.71	
	BR-19	F	37		2.62		
	BR-35	F	97		3.06		
	BR-44	C	50		2.55		
	BR-46	C	77		2.65		
	BR-48	C	93		2.69		
	BR-53	C	139		2.72		
	CR-17	F	102		2.72		
	CR-23	F	52		2.70		
	CR-58	C	67		2.46		
	CR-60	C	59		2.52		
	CR-61	C	40		2.76		
Sandstone	BR-43	C	137	87	2.68	2.67	
	BR-47	C	26		2.65		
	BR-49	C	133		2.77		
	CR-28	C	38		2.56		
	CR-54	C	100		2.68		
Phyllite	BR-15	E	59	42	2.55	2.37	
	CR-1	E	40		2.30		
	CR-9	E	28		2.27		
Hornfels	AR-10	A	120	(1, 136)	2.86	2.79	
	AR-20	A	95		2.78		
	BR-26	F	78		2.82		
	BR-33-2	F	115		2.87		
	BR-55	C	58		2.71		
	CR-21	F	89		2.71		
	AR-14	A	898		2.76		
	AR-18	A	4,856		2.80		
	AR-23	A	1,629		2,387		2.85
	AR-30	B	2,364		2.77		
CR-16	F	2,190	2.78				

第 6 表 岩石の種類と帯磁率の対比表 (その2)

Rock Type	Sample No.	Sector	Suscep($\times 10^{-6}$ emu/cc)		Density(g/cm ³)	
			MV	Average	MV	Average
Diorite	BR- 3	E	2,447		2.88	
	BR- 8	E	2,932		2.76	
	BR-54	C	1,378	2,422	2.65	2.76
	CR- 6	E	1,922		2.76	
	CR-18	F	3,433		2.76	
Granodiorite	BR-62	C	1,715		2.66	
	BR-65	D	2,291		2.61	
	BR-69	D	2,375	2,073	2.72	2.69
	BR-86	C	1,511		2.71	
	CR-29	C	2,474		2.75	
Granite	AR- 1	A	2,541		2.65	
	AR-38	A	2,297		2.64	
	AR-41	A	1,931		2.60	
	BR-45	C	1,698	1,850	2.64	2.63
	BR-51	C	1,727		2.63	
	CR-32	C	2,170		2.65	
	CR-36	D	1,205		2.63	
	CR-40	C	1,231	(1,430)	2.63	(2.63)
	AR-17	A	679		2.61	
	AR-31	A	723	591	2.64	2.61
	BR-57	C	368		2.59	
CR-56	C	595		2.61		
Silicified rock	BR-64	D	29	29	2.56	2.56
Quartz	BR-41	C	27	39	2.62	2.69
	BR-67	D	51		2.75	
Skarn	AR-35	A	162		3.37	(3.30)
	BR-62B	C	218		1.71	
	BR-74	C	241	169	3.23	2.38
	BR-79	C	119		1.78	
	CR-48	C	106		1.81	(1.77)
Magnetite	AR-112	C	16,957		3.91	
	BR-75	C	88,877		4.57	
	BR-80	C	244,227	165,484	4.44	4.28
	BR-84	C	196,588		3.46	
	CR-46	C	218,691		4.73	
	CR-49	C	227,566		4.58	

Suscep:susceptibility

MV:Measurement value



第 1 3 图 岩石别带磁率分布图

本調査区域では付図第 7 図に示すように、全体的に測点配置との間に強い相関を持つ串刺し状の顕著な磁気異常が数多く認められる。これは磁力計のセンサーが地表近傍(地上 2.4 m) に設定されたため、地表または地下浅部の磁性体の影響を強く受けることによるものである。本調査地域のうち、磁性の強い貫入岩分布域、磁鉄鉱・磁硫鉄鉱を含有する鉱床露頭及び鉱石転石が散在するところでは、局所的な強い磁気異常が地下深部の磁気異常と合成されて観測されることとなる。

第 14 図は磁気異常が密集して把握された区域 (A-I~F-I) を示したものである。なお、図には地質調査により判明している鉱微地 (1~20) も示した。

(3) 磁気異常解析

二次元 Talwani 法により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は、異常源の幅、賦存深度、形態(板状かダイク状かの別)及び帯磁率である。一般に、これら全てのパラメータを一義的に決定することはできないので、今回は下記 ①、② の設定条件のもとに、③、④ の手法を用いて解析を行った。

① 異常源の幅及び賦存深度：全磁力図の磁気コンターの特徴(測点配置と強い相関を持つ大振幅の高・低異常が現れる)から判断すると、振幅の大きい磁気異常には、地表付近に存在する測点配置間隔程度あるいはそれ以下の規模の異常源によるものが多く含まれる。

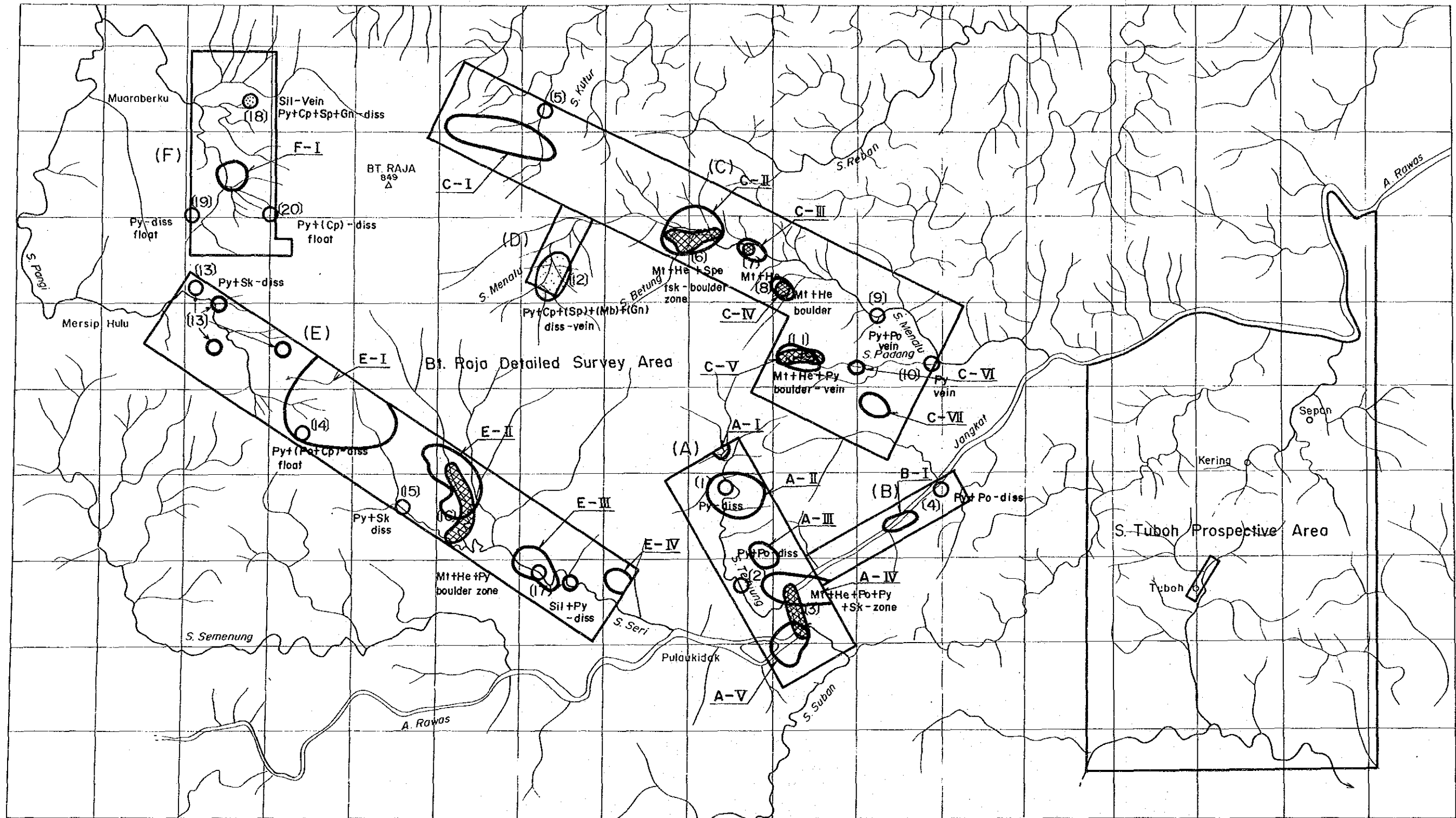
従って、異常源の賦存深度に関しては地表から存在すると設定する。又、異常源の幅は、全磁力図から判定して求めた一対の高・低異常のピーク間距離に等しいとする。

なお、解析の結果、鉱化に関係すると思われる異常については、個々に断面解析を行って検討する。

② 異常源の形態及び帯磁率：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、帯磁率及び形態を第 7 表の様に設定する。

第 7 表 解析モデルの設定

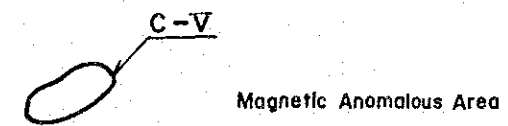
	異常源の種類	帯磁率(10^{-6} emu/cc)		解析モデルの形態
		岩石試料測定値の平均	解析モデル	
I	花崗岩(磁性の弱いもの)	428	500	ダイク状
II	花崗岩(磁性の強いもの)	1,850	2,000	ダイク状
	花崗閃緑岩	2,073		
III	閃緑岩	2,422	2,500	ダイク状
IV	磁鉄鉱	165,483	165,000	薄板状



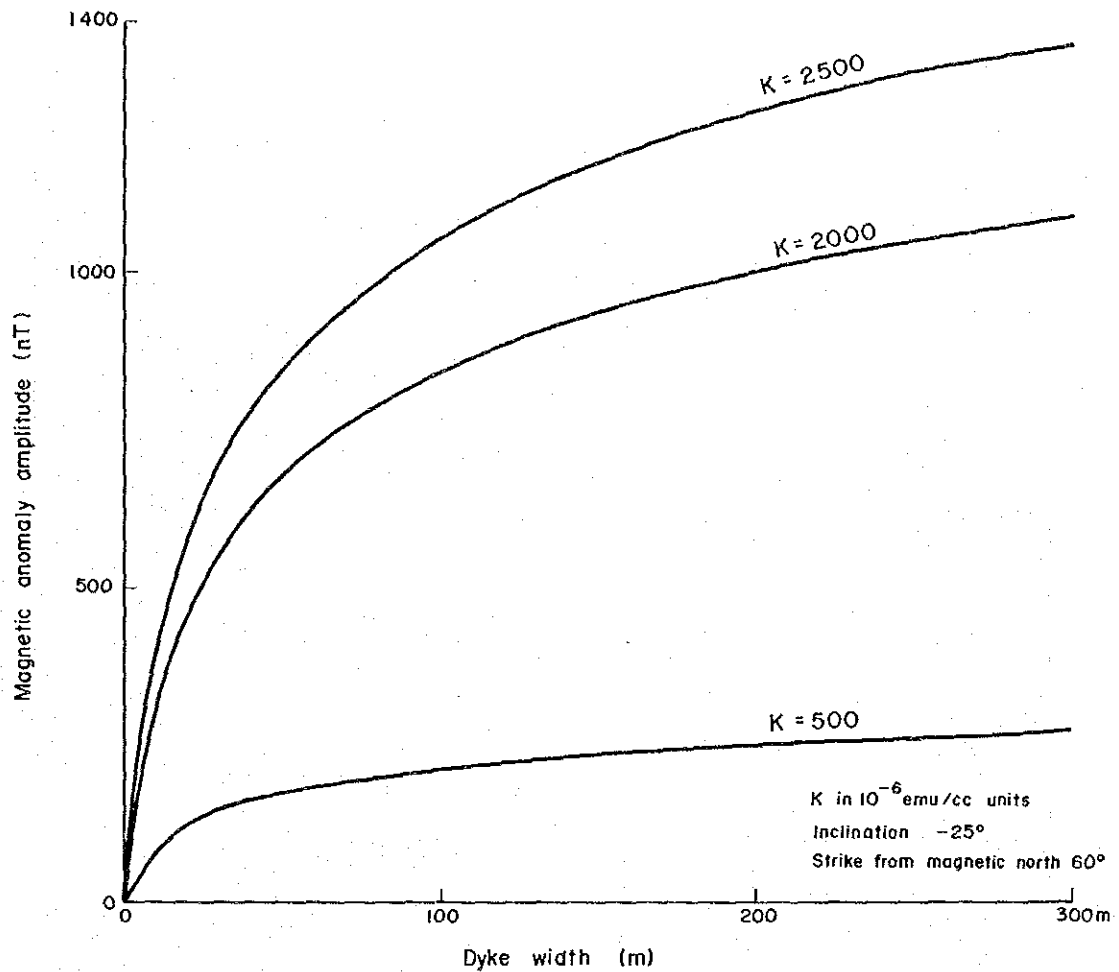
LEGEND

- (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

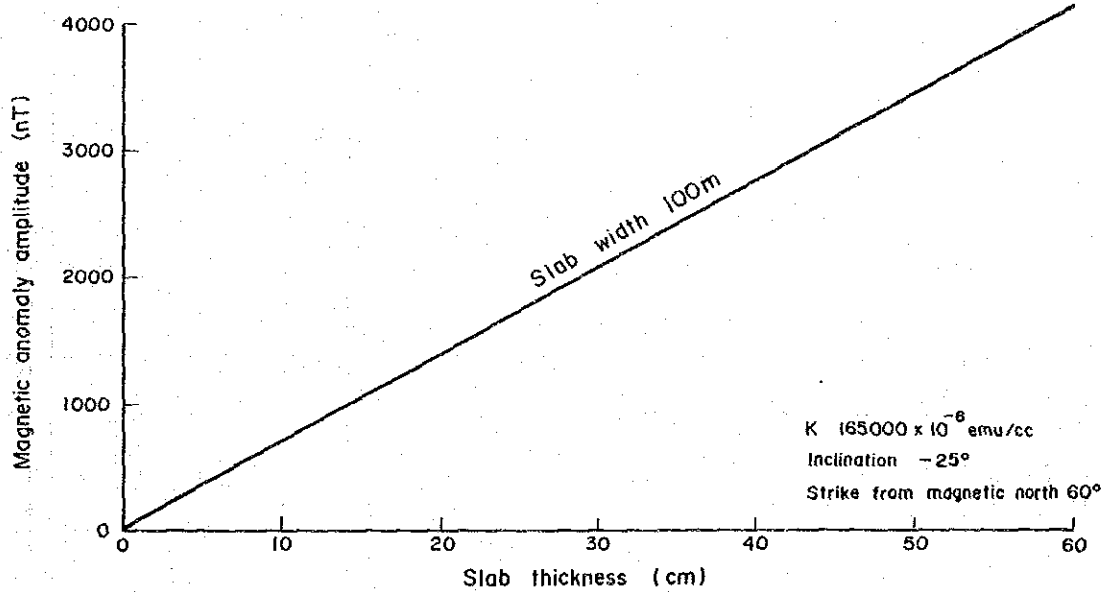
- Py : Pyrite
- Po : Pyrrhotite
- Cp : Chalcopyrite
- Sp : Sphalerite
- Gn : Galena
- Mb : Molybdenum
- Mt : Magnetite
- He : Hematite
- Sk : Skarn
- diss : dissemination



第 1 4 图 磁気異常分布図



第15図 ダイク状異常源の幅及び帯磁率と磁気異常振幅との関係



第16図 薄板状異常源の厚さと磁気異常振幅との関係

第 8 表 磁氣異常解析結果一覽表

Survey Area (Sector)	Anomalous Area No.	Anomaly No.	Magnetic Anomalies		Width (m)	Amplitude (nT)	Results of Magnetic Analyses		Estimated Magnetic Source	Formation and Intrusives	Geology	Mineral Indication No.	
			Line No.	Station No.			Calculated Amp. (nT) K=500 K=2000 K=2500	Equiv. Thickness of Mineralized Zone (cm)					
A	I	1	1	6	75	2520	190	770	960	35	Gr		
	I	2	2	12	200	850	350	1000	1250	10	Rw		
	I	3	7	10	200	1010	350	1000	1250	15	Rw		
	II	4	10	13	130	760	230	900	1130	10	Rw		
	II	5	10	7	200	550	350	1000	1250	10	Gr		
	II	6	11	9	225	970	260	1030	1290	15	Gr		
	II	7	13	16	225	3180	260	1030	1290	45	Gr	3	
	II	8	10	10	225	600	260	1030	1290	10	Gr	3	
	III	1	5	21	10	840	170	680	850	10	Diorite?		
	III	2	5	16	50	390	170	680	850	5	Rw		
	III	3	3	10	150	300	230	940	1170	4	Gr		
	III	4	3	150	300	300	230	940	1170	4	Rw		
	III	5	5	9	380	380	230	940	1170	5	Gr		
	III	6	5	25	840	840	220	900	1120	10	Rw		
	III	7	8	350	350	125	220	900	1120	5	Gr		
	III	8	16.5	16	50	1780	170	580	850	25	Ore	5	
	C	I	1	7	0	150	600	230	940	1170	5	Rw	
		I	2	17	12	50	310	170	680	850	5	Gr	
I		3	17	18	150	760	230	940	1170	10	Rw		
I		4	17.5	3	100	690	210	840	1050	10	Gr		
I		5	19	11	50	3190	170	680	850	45	Ore		
I		6	19	13	75	4170	190	770	960	60	Ore		
I		7	21.5	6	75	1900	390	770	960	25	Ore		
II		1	24	9	75	710	190	770	960	10	Gr		
II		2	26	9	75	640	190	770	960	10	Rw		
II		3	27	3	75	2100	390	770	960	30	Gr		
II		4	40	3	100	490	210	840	1050	5	Rw		
II		5	42	7	300	530	210	1000	1360	5	Rw		
D		I	1	11	4	100	830	210	840	1050	10	Diorite	
		I	2	12	8	100	700	210	840	1050	10	Diorite	
		I	3	2	6	250	1430	260	1060	1330	20	Diorite	
		I	4	14	4	225	720	260	1060	1330	10	Diorite	
		I	5	5	3	225	1230	260	1060	1330	20	Diorite	
		I	6	21	3	100	510	210	840	1050	5	Diorite (Ore?)	
	I	7	22	7	200	720	260	1060	1330	10	Gr		
	II	8	27	10	75	430	190	770	960	5	Rw		
	II	9	27	3	400	400	130	770	960	5	Rw		
	II	10	27	16	75	500	190	770	960	5	Rw		
	II	11	28	12	100	760	210	840	1050	10	Gr		
	II	12	29	14	75	990	190	770	960	15	Diorite?		
	II	13	32	3	200	730	260	1060	1330	10	Gr		
	II	14	33	2	100	1700	210	840	1050	25	Rw		
	II	15	33	8	325	730	260	1100	1380	10	Rw		

Abbreviations: Gr: Granite and Granodiorite Di: Diorite Rw: S. Rawas Formation

③ ダイク状異常源の幅及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 法により計算した結果を第 15 図に示す。この図により、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できる。従って、この試算値と観測値とを比較することにより、異常源の種類をある程度限定することが可能である。

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、磁気異常の振幅は幅には殆んど依存せず、厚さのみに依存する。

Talwani 法により、薄板状異常源について厚さと振幅との関係を求めた結果を第16図に示す。異常源の帯磁率は $165,000 \times 10^{-6} \text{emu/cc}$ である。

この図により、観測された磁気異常が鉍石により生じたと考えた場合の、鉍化帯の厚さ(等価層厚と呼ぶ)を試算することができる。

上記 ③、④ により試算、解析した結果を第 8 表に示す。磁気異常位置は付図第 6 図に示す。観測された磁気異常の振幅が ② による試算値に比べ有意差をもって上回るものについては、鉍化帯による異常と判断される。これらの異常は 8 箇所認められ、第 9 表のとおりである。また、鉍微地近傍の磁気異常で、上記の判定基準では鉍化帯による異常としなかったものは第 10 表のとおりである。

第 9 表 鉍化帯と判定された磁気異常

調査地区	異常域番号	異常番号	異常の振幅	等価層厚	鉍微地番号
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	

第 10 表 鉍化帯と判定されなかった鉍微地の磁気異常

調査地区	異常域番号	異常番号	異常の振幅	等価層厚	鉍微地番号
A	V	8	600 (nT)	10(cm)	3
C	II	9	760	10	6
C	II	10	690	10	6
C	IV	14	710	10	8
C	V	15	640	10	11
E	II	6	510	5	16
E	II	7	720	10	16

(4) 断面解析

鉍化帯による異常として抽出した前述 8 箇所の磁気異常に対し、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。

鉍化帯の帯磁率は、鉍石試料測定値の平均である $165,000 \times 10^{-6} \text{emu/cc}$ とした。

この結果を第 17 図 ~ 第 23 図に示す。なお、図には前項で解析した薄板状モデルによる磁気異常も示した。

4-4 解析結果の検討

(1) 鉍微地と磁気異常との関係

地質調査で確認された鉍微地 20 箇所のうち、磁鉄鉍、磁硫鉄鉍等の強磁性鉍物が認められる鉍微地は 2、3、4、6、7、8、11、14、16、の 9 箇所である。

一方、磁気探査によって、明らかに鉍化帯によると判定された磁気異常(8 箇所)を含む異常域は A-I, A-V, C-II, C-III, C-V, E-W の 6 地域である(第 14 図参照)。このうち、強磁性鉍物が認められた鉍微地に一致するのは A-V (鉍微地 3)、C-II(同 6)、C-III(同 7)、C-V(同 11) であり、鉍微地以外で把握した異常域は A-I, E-W である。

又、強磁性鉍物が認められた鉍微地のうち、2, 4, 8, 14, 16 は磁気探査からは、明らかな鉍化帯であるとは判定されなかった。

強磁性鉍物が認められない鉍微地(1、5、9、10、12、13、15、17、18、19、20)では、鉍化帯と判定されるような磁気異常は把握されなかった。

(2) 鉍化帯の規模

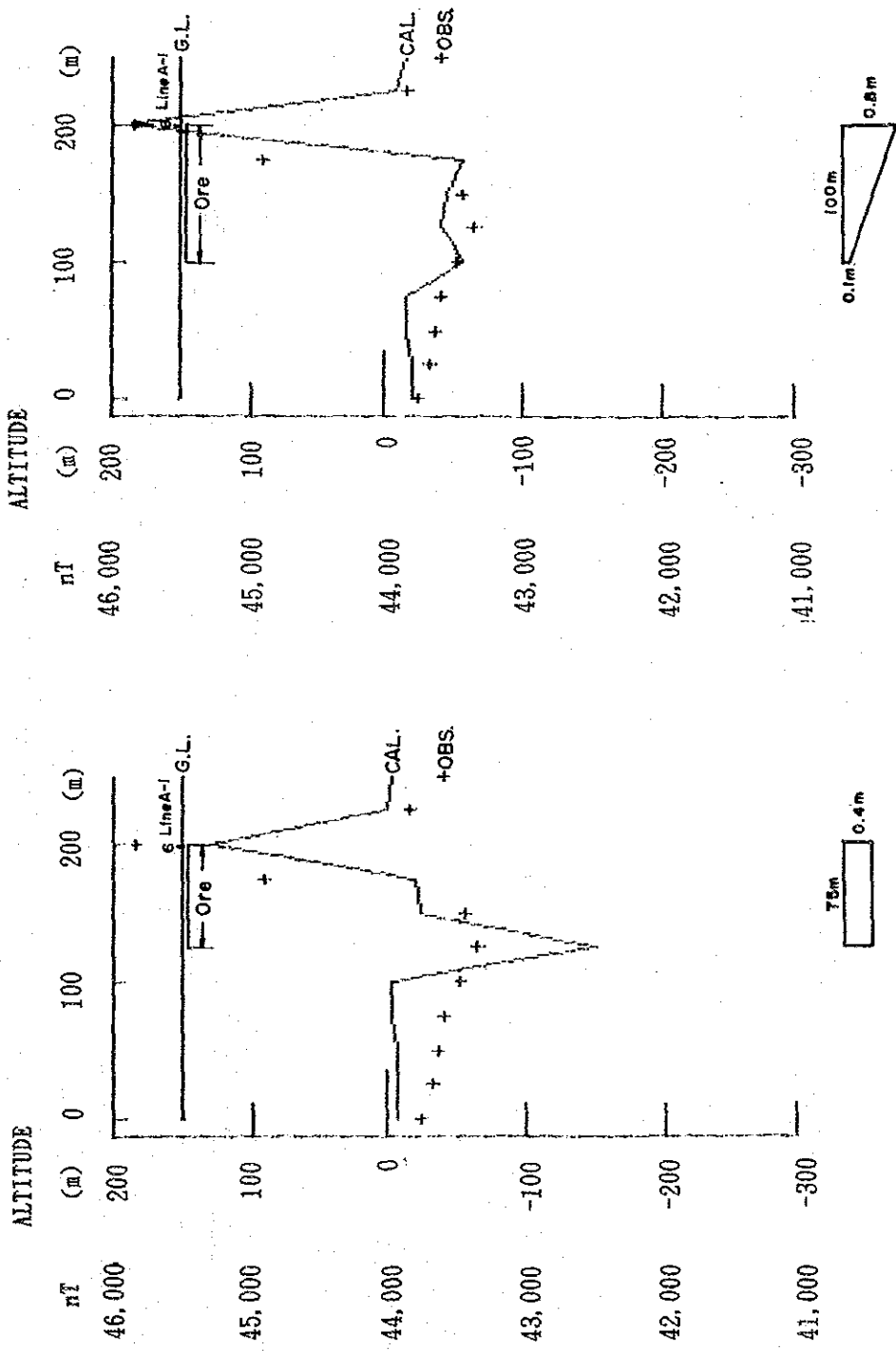
磁気探査で把握した磁気異常から鉍化帯の規模を解析した結果は第 17 図~第 23 図に示したとおりである。これは、鉍化帯が鉍石のみからなるとした場合についての結果であり、平面的な広がりには 50~200m、厚さ(等価層厚)は 20~150cm と解析される。

なお、鉍微地における磁鉄鉍、磁硫鉄鉍等の強磁性鉍物の産状は、鉍染状あるいは塊状である。ちなみにパダン川鉍微地では、径 1~10m の磁鉄鉍塊が花崗岩を覆って散在している。このような鉍石の産状から判断すると、鉍化帯の平均的な帯磁率は鉍石の値より低く見積もる必要がある。鉍化帯に占める鉍石の割合が変わると、磁気異常解析で求めた鉍化帯の厚さがどのように変わるかを検討すると次のとおりである。

第 24 図は、幅 100m、等価層厚 30cm の鉍化帯モデルに対し、鉍化帯中に占める鉍石の体積比と鉍化帯の厚さとの関係を示したものである。

鉍石のみからなる鉍化帯の厚さ(等価層厚)に比べ、鉍石体積比が 50%、30%、20%及び 10% の鉍化帯モデルの厚さは、それぞれ等価層厚の 2 倍、4 倍、6 倍及び 16 倍となる。

PHI = -30° K = 165,000 emu/cc

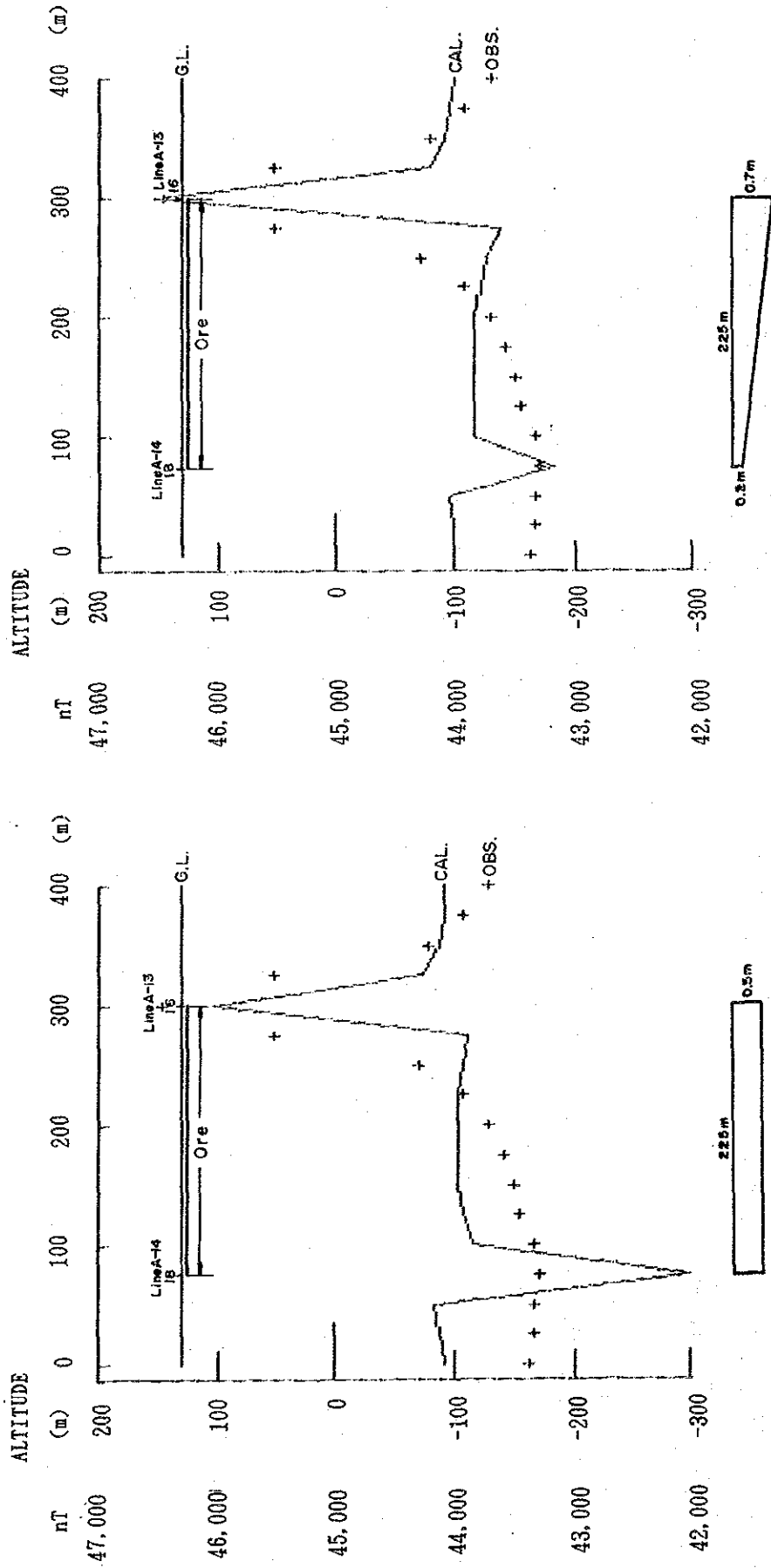


(a) Thin slab model

(b) Profile analysis result

第 17 图 磁化带磁异常断面解析结果 (A-I-1)

PHI = -4° K = 165,000 emu/cc

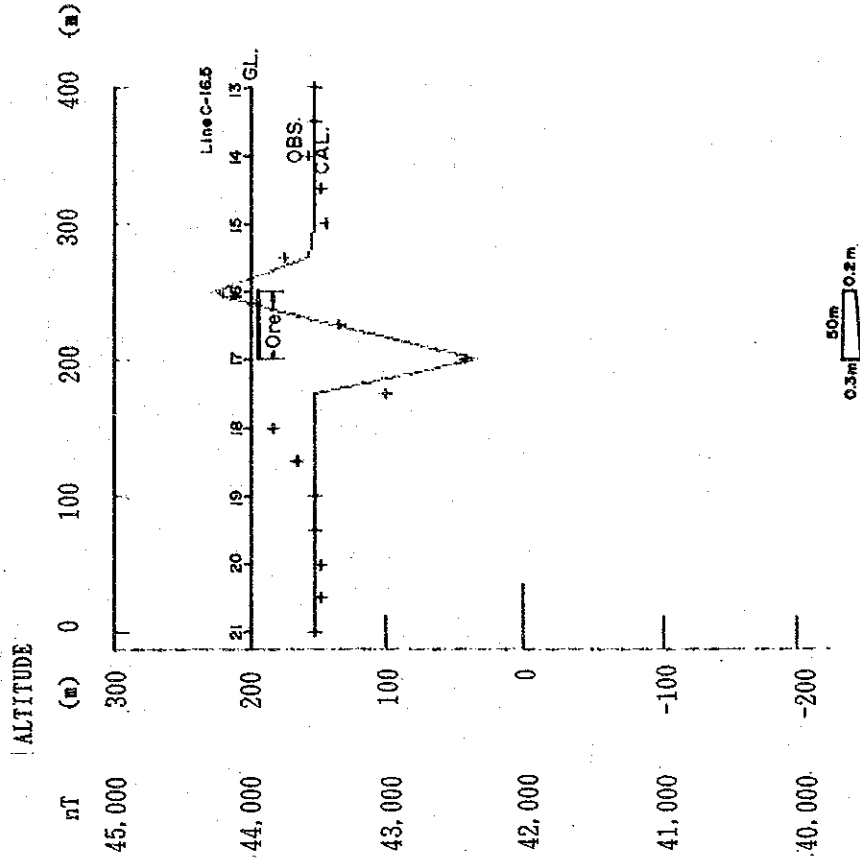


(a) Thin slab model

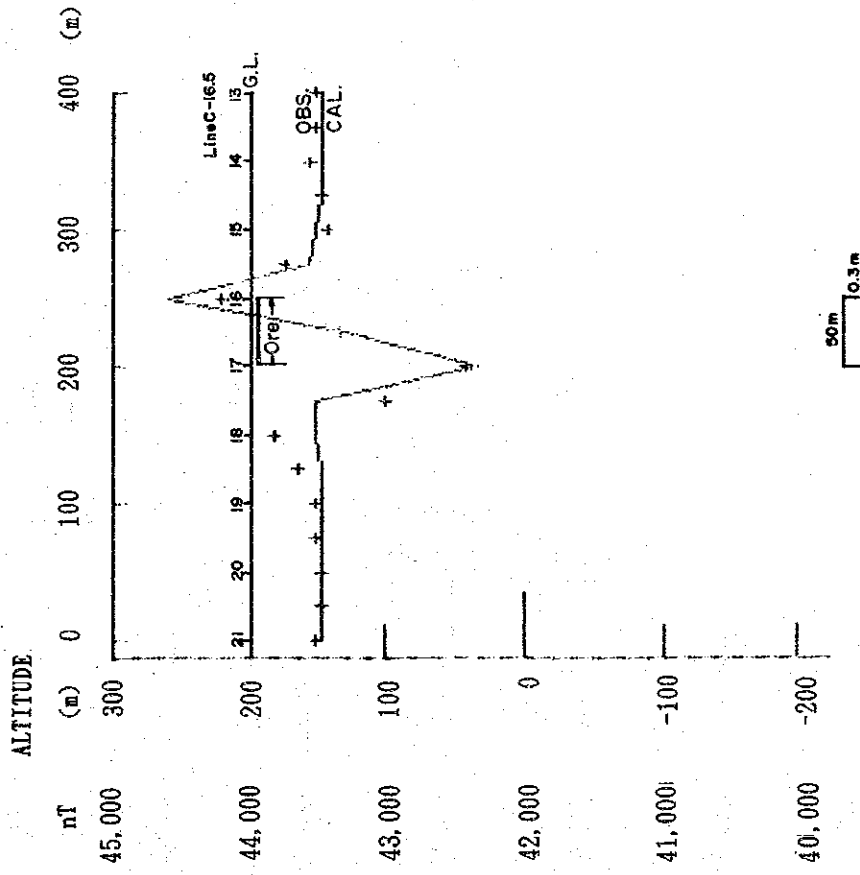
(b) Profile analysis result

第 18 圖 鉍化帶磁異常斷面解析結果 (A - V - 7)

PHI= 26° K=165,000emu/cc



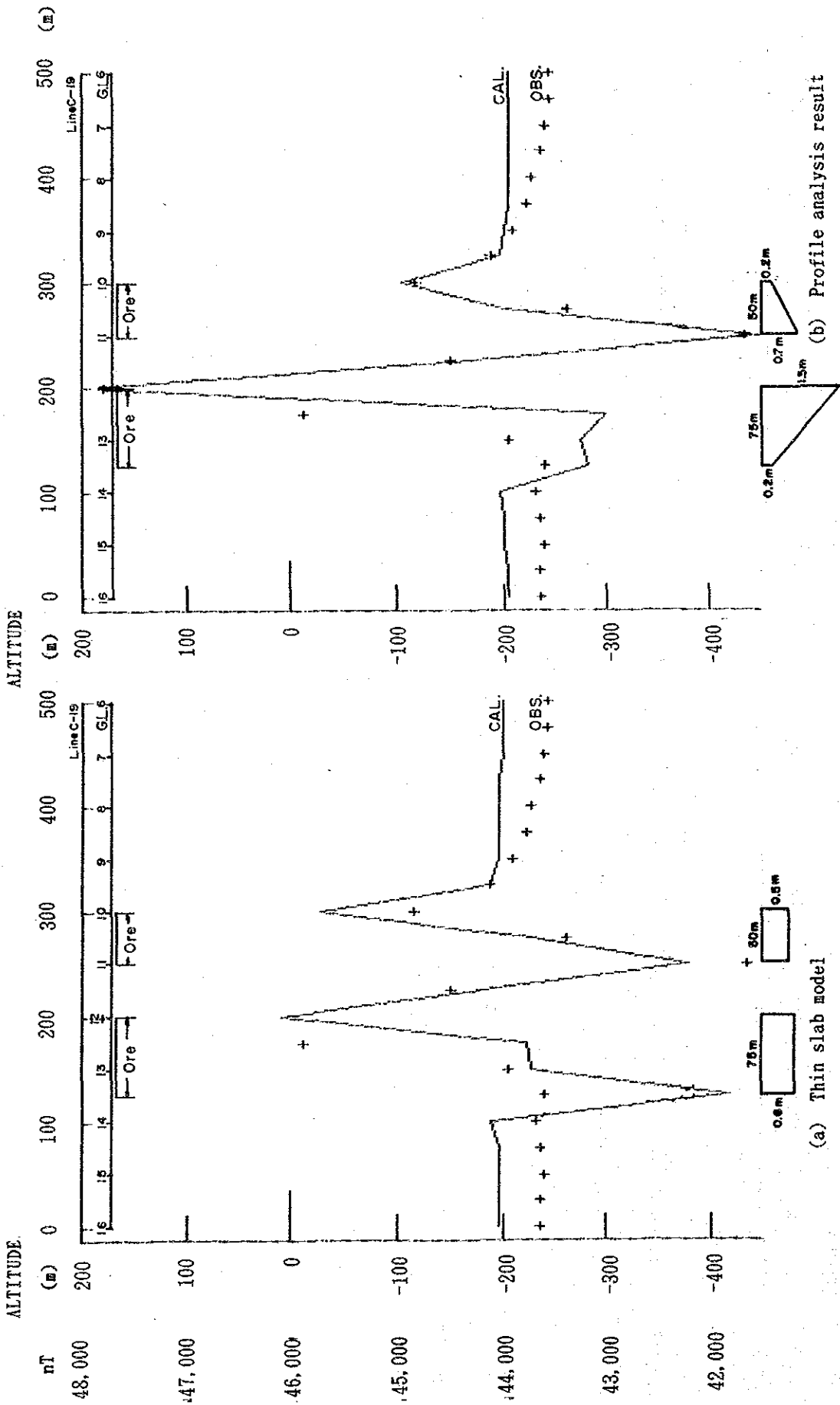
(a) Thin slab model



(b) Profile analysis result

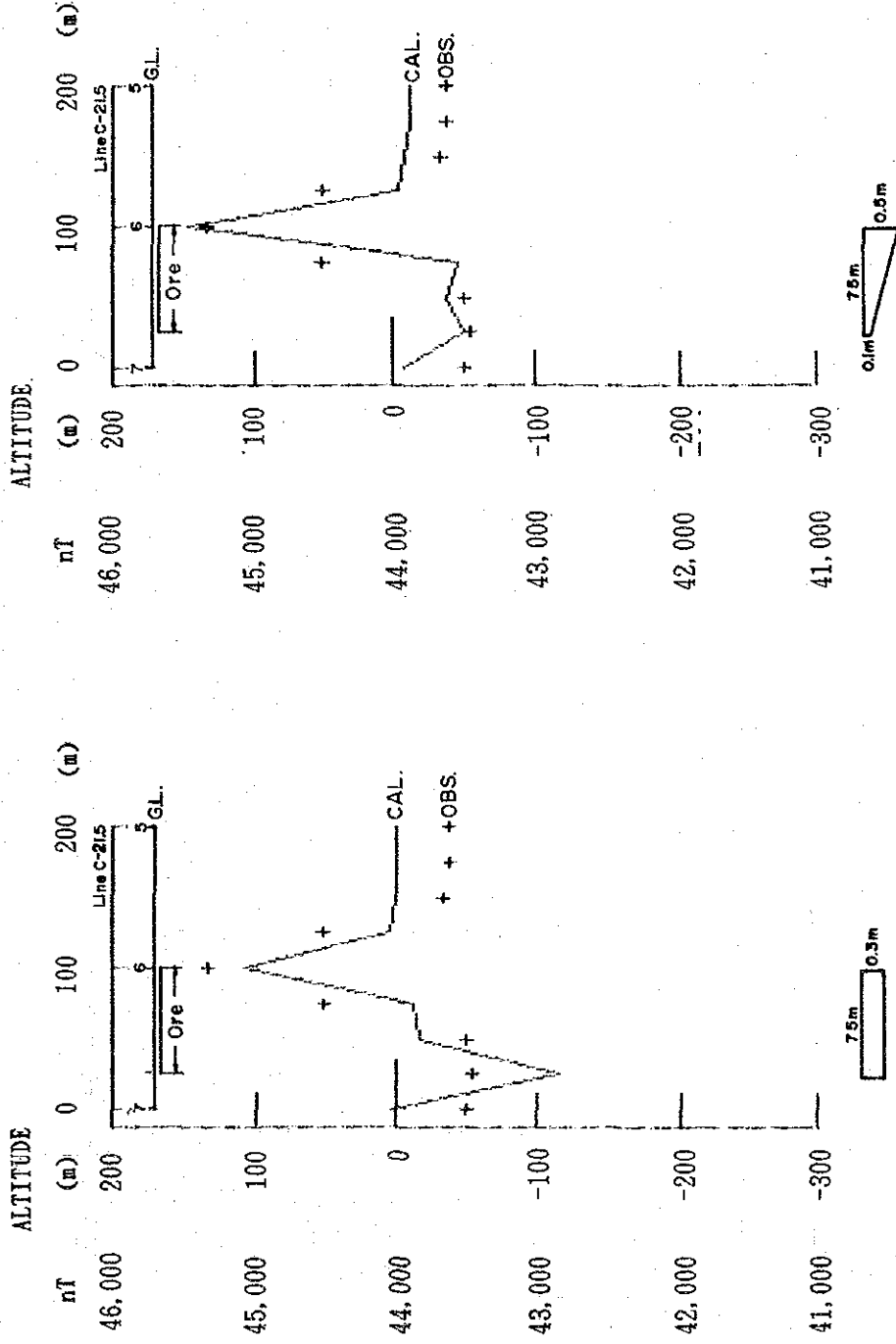
第 19 圖 鉍化帶磁異常斷面解析結果 (C - II - 6)

PHI = 26° K = 165,000 emu/cc



第 20 圖 鉍化帶磁氣異常斷面解析結果 (C-II-11, C-II-12)

PHI = 26° K = 165,000 emu/cc

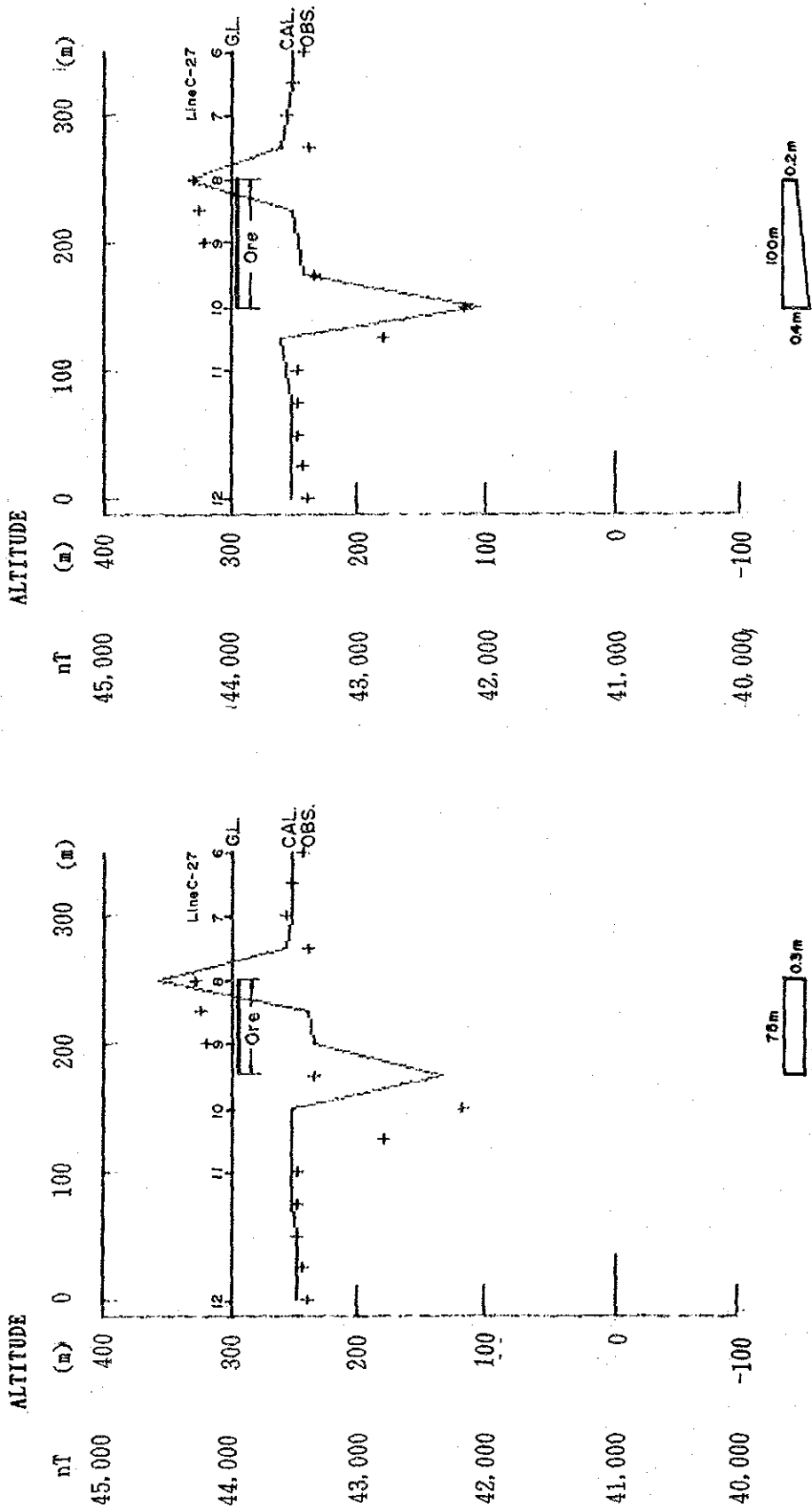


(a) Thin slab model

(b) Profile analysis result

第 2 1 图 磁化带磁气异常断面解析结果 (C-III-13)

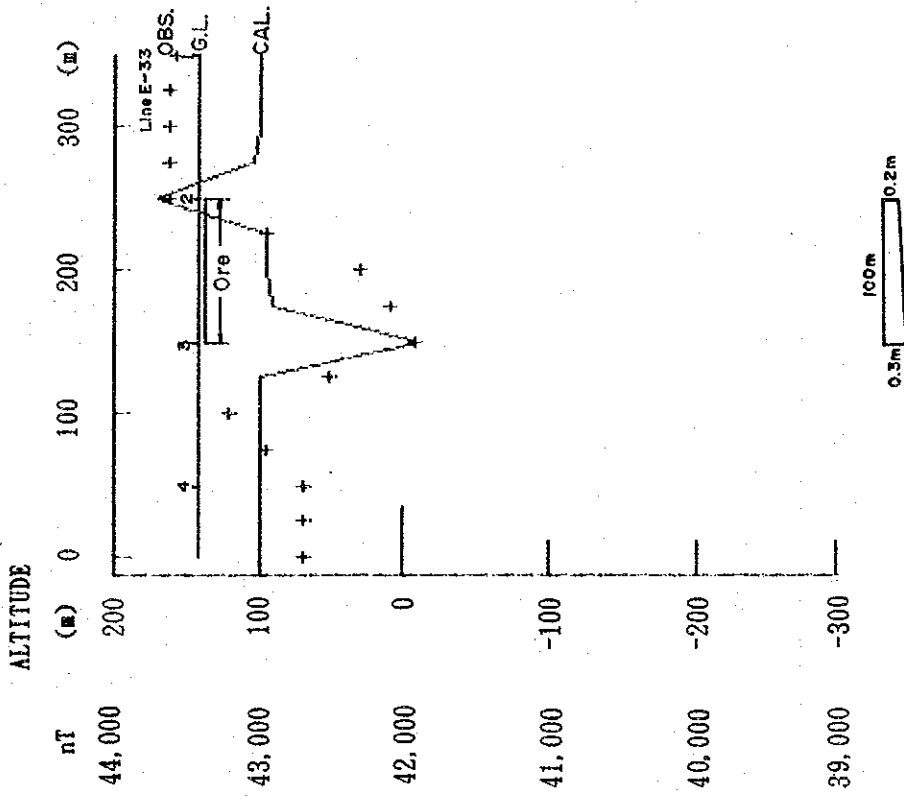
PHI = 26° K=165,000emu/cc



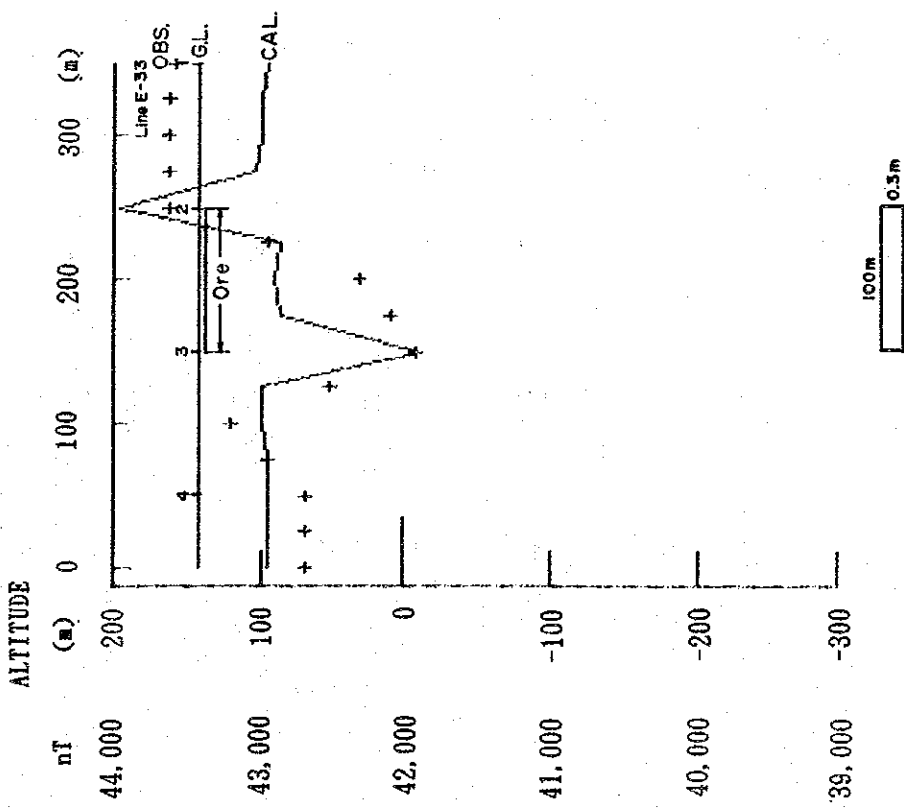
(a) Thin slab model (b) Profile analysis result

第 2 2 图 磁化带磁气异常断面解析结果 (C-V-16)

PHI = 33° K = 165,000 emu/cc

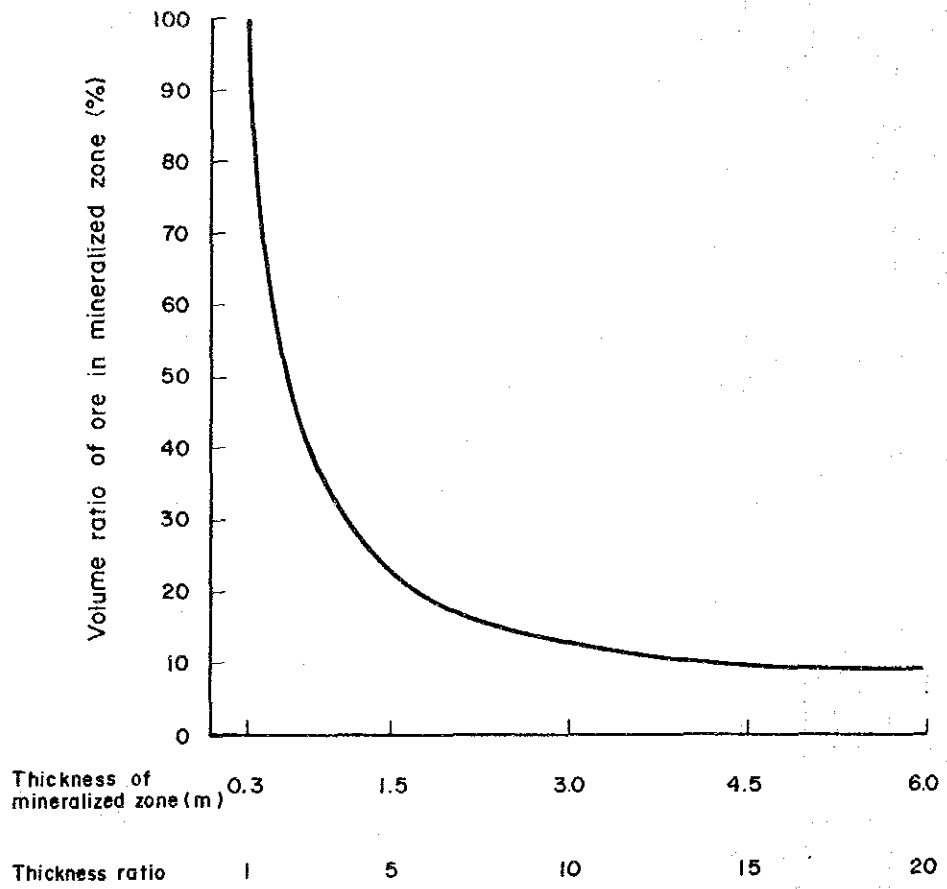


(a) Thin slab model



(b) Profile analysis result

第 2 3 图 磁化带磁异常断面解析结果 (E-IV-14)



第 2 4 図 鉍化帯に占める鉍石体積比鉍化帯の厚さとの関係

地質調査で確認した鉍徴地の鉍石の産状を参考に、鉍石体積比を10~20%と見積もると、鉍化帯の厚さは等価層厚の10倍前後となる。

今回の磁気探査によって抽出した8箇所の鉍化帯(等価層厚20~150cm)について、鉍石体積比を上記のように見積もると、鉍化域は地表部から深さ、数m~10m程度の範囲となる。

又、明らかな鉍化帯とは判定されなかった磁気異常地の大部分は、周辺部に比べて磁性の強い貫入岩の分布地と判断される(第8表の磁気異常源の判定欄を参照)。なお、このうちの一部については、小規模な鉍化帯が含まれる可能性もあるが、等価層厚が5~10cm程度であるので、鉍石の鉍化帯に占める体積比を10%と見積っても鉍化域は表層部に限られると考えられる。

第5章 ラヤ山地区の総合的考察

5-1 調査各手法による成果のまとめ。

第2章地質調査、第3章地化学探査、第4章物理探査の各分野の成果を鉍化作用に主眼をおいてまとめると以下のとおりである。

(1) 地質調査

ラヤ山地区では20箇所の鉍徴がラヤ花崗岩又は、その周辺に見出される。これらの鉍徴のうち9箇所は、ガーネットスカルンを伴う磁鉄鉍(又は赤鉄鉍)からなり、磁硫鉄鉍及び(又は)黄鉄鉍が認められることはあるがその他の鉍石鉍物は認め難い。鉍石は常に円味のある大・小の鉍塊として産し、*insitu* か否か疑わしいことが多く谷(沢)沿いにのびる延長数100mの転石帯とみなされる産状も知られている。鉍徴としては他に $Py - Cp - Gn - Sp - Nb$ を伴う網状石英脈や、石英脈に $Py - Cp - Gn - Sp - Nb$ -スカルンを伴う場合、などが知られている。又 Py (又は Po) - Cp の鉍染状鉍又は“鉍化岩”といった程度のもも見出される。

ラヤ山地区の貫入岩類は大きく $St-1$ 及び $St-2$ の2ステージにわけられ、前者は60~50 M.Y. 後者は25 M.Y. 以降と考えられている。 $St-1$ がいわゆるラヤ花崗岩であってアルカリ岩とカルシック岩が混在して産する。岩相により若干の早・晩があるらしく、閃緑岩質岩よりも花崗岩質岩はやや晩期らしい。ラヤ山地区の鉍化作用はやや晩期のラヤ花崗岩に伴うものとみなされる。

(2) 地化学探査

地化学探査示徴は26箇所である。これをその中でもっとも高い濃度(“しきい値”からのへだたりが大きい)を示す元素を“主成分”と呼びこれによって分類すると Mo , Au , Ag , Zn , Pb , 及び Co をそれぞれ主成分とする6種の示徴があることが分かる。これら6成

分のうち、Mo と他の 5 成分との関係は“非可逆的”であって、Au, Ag, Zn, Pb, Co, を主成分とする示徴に Mo が出現することはまずないが、Mo を主成分とする示徴では、Au, Ag, Zn, Pb, Co, がかなりの高濃度を示す場合が多い。

一方、Mo を主成分とする示徴は常にラヤ花崗岩中又はその極近傍に位置していて、ラヤ花崗岩と成因的な関連性を暗示しているように見える。これに対し Au, Ag, Pb, Zn, Co 等を主成分とする示徴は、ラヤ花崗岩中からより遠くまで拡がっており Mo を主成分とする示徴よりも広い範囲にまたがっている。

すなわち、ラヤ山地区の鉍化作用は、限定的な Mo 鉍化帯と、時にこれに重複し、より遠くまで拡がる Au, Ag, Pb, Zn, Co 等の鉍化帯によって累帯分布を形成しているとみなされ、その鉍化作用は“多元素単一型”といえる。

(3) 物理探査

物理探査の一手法として実施した地上磁気探査により得られた異常域は 6 箇所である。うち 4 箇所は強磁性鉍物からなる鉍徴地に一致し、他の 2 箇所は一致しない。従って強磁性鉍物が認められた 9 箇所の鉍徴地のうち、5 箇所は磁気探査ではとらえられていない。又、強磁性鉍物が認められていない 11 箇所の鉍徴も磁気異常としてはとらえられていない。強磁性鉍物の存在がみとめられながら、磁気異常としてとらえられない理由は、強磁性鉍物の発達が発達部(地表からその近傍)にかぎられていることを暗示している。

5-2 ラヤ山地区の地質鉍床に対する総合考察

(1) 地質構成

ラヤ山地区はラウス川層の中部(又は上部)をなすメルシップ石灰岩部層又はその層準(Rw-M)とこれを貫くラヤ花崗岩によって主として構成されている。岩相変化との位置的関係では、メルシップ石灰岩部層が薄層化し、より下位又は上位の層準で卓越的な凝灰質、泥質、砂質等の岩相がやや優勢になる傾向が出現し、Rw-L 又は Rw-M に代ってこれらの漸移相としての Rw-T が発達して来る部分に当たる。

(2) 地質構造

ラヤ山地区は、Rw-M 及びラヤ花崗岩をその軸部にもち、NW - SE に走り、かつ、SE にブランチする複向斜構造部に当たっている。地区内には NW - SE 方向の小規模な褶曲構造が認められ、NW - SE 系及び NE - SW 系の断層構造が発達するが、中でも、ラウス川沿いに走り、上記複向斜構造を胴切りにする NE - SW 系の断層は、その東南トウボ川地区で Rw-M を露出させる原因となっている点で重要である。

なお、上記 2 系統の断層は、いわゆる深部断裂としてラヤ花崗岩の貫入活動に関与した

とみられる。

(3) 貫入岩類

ラヤ山地区の貫入岩類のうち、60 - 50 M. Y. の活動(St-1)に属するとみなされるラヤ花崗岩類は、岩石系列及び岩相の多様性ならびに鉍化作用と関係づけて考えられる点で重要で、次のように要約できる。

- i) ラヤ花崗岩はアルカリ岩系列に属するマグマに由来した可能性が大きく、カルク-アルカリ岩系列又はカルシク岩系列の岩石を形成するに至った理由は、マグマの分化過程にあると考えられる。
- ii) ラヤ花崗岩のうちでは、よりアルカリにとむ優黒色岩がやや早期、よりカルシクな優白岩がやや後期の活動と考えられる。前者はいわゆる閃緑岩、後者は花崗岩・花崗閃緑岩に相当する。
- iii) やや後期の活動とみなされる優白岩が鉍化作用と密接な関係をもつらしい。

(4) 鉍化作用

地質調査、地化学探査及び地上磁気探査の結果を総合すると、ラヤ山地区の鉍化作用は見掛けの磁鉄鉍(赤鉄鉍) - スカルン型ではなくて、本質的には硫化鉍物からなる“ポーフイリー・銅”型の鉍化作用ではないかと考えられる点が多い。但し、変質分帯や鉍物分布、生成温度等、貫入岩の分布域で主として行われるべき作業を経たわけではないので断定はできないが、以下に述べるいくつかの事柄は、ポーフイリー・銅型の鉍化作用を指向しているとみなされる。

ラヤ山地区の鉍化作用は、鉍徴及び地化学探査示徴により、次の 5 タイプに分けることができる。

- a-1) Fe-oxide※¹⁾ + Sulfide-1※²⁾ + スカルン※³⁾。
- a-2) Fe-oxide + Sulfide-2※²⁾ + スカルン。
- b-1) Sulfide-1 を伴う石英網状脈。
- b-2) b-1) + スカルン。
- c) Fe-sulfide と若干の Cu-sulfide の極低品位鉍染。

さて、以上の 5 タイプに共通していることは、いずれのタイプにも硫化鉍物の鉍化作用

※¹⁾ 磁鉄鉍(又は赤鉄鉍)。

※²⁾ Sulfide-1 : Fe, Mo, Ag, Pb, Zn, Co, Cu の硫化鉍物 + Au。

Sulfide-2 : Sulfide-1 に Mo - 硫化鉍物を欠く。

※³⁾ スカルン : ガーネットで常にアンドラダイト。

があるという点である。個々の鉱物の拡がりも Fe-oxide よりはやや広く、硫化鉱物を形成する鉱化作用がラヤ山地区の本質的な鉱化作用であることを思わせるが、共通性という点に主眼をおくと 5 タイプの中でも b-1) タイプが基本型であるとみなすことができる。

b-1) タイプは、これをくわしくみると次のような特徴をもつことがわかる。

〔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) 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〕：石英脈に伴う網状又はフィルム状。

〔母岩〕：ラヤ花崗岩(後期とみられる優白岩)。

すなわち、構成鉱物とその産状、脈石鉱物の種類、脈石鉱物が多くないこと、変質、母岩が花崗岩であること等、多くの状況がポーフリー・カッパー型の鉱化作用を示しているともみなすことができる。

b-1) 以外の各タイプは b-1) の変形と考えられ、それぞれつぎのように説明できる。

b-2)：b-1)との差はガーネット・スカルンを伴うという点であるが、これは b-2) がラウス川層の石灰質岩を母岩とすることを考えれば当然といえる。b-2)よりは貫入岩の外方に形成されたスカルン型の鉱床である。

c)：b-2)よりも更に外方の鉱染部又は弱鉱化部を意味している。注目すべきは母岩がやや早期とみられる閃緑岩質岩(優黒色岩)であるという点である。

a-1), a-2)：両者の違いは Mo - 硫化鉱物を伴うのが a-1), これを欠くのが a-2) という点にある。両者の相違は Mo とその他の元素(共に硫化物)との“拡散能”の差によるものとみなされる。おそらく Mo は“拡散能”が小さく鉱化中心(貫入岩体中にあった)又はその近傍に沈澱してしまい、遠くには移動しなかったが、その他の硫化物はより遠くまで拡散し、結果的に a-2) タイプの鉱化を形成するに至ったことが考えられる。実際、a-1) はメナル川中流、a-2) はスパン川やパダン川の鉱徴を形成しているが、鉱化中心からの距離及び鉱化の“強さ”等に上のことが反映しているように見える。

ところで a-1), a-2) における Fe-oxide をどう考えるかが一つの問題である。Fe-oxide については次のようなことがおおそ判明している。

i) Fe-oxide は常に円味のある鉱石塊をなし、“転石”の表現が適当といえるような産状を示す。

ii) 地上磁気探査によると、これらの分布は殆んど地表部のみに限られるらしい。

iii) しばしば Fe-sulfide を伴うことがあるが、それは常に下位又は側方に位置している。地化学探査示徴ともほとんど常に若干のずれを示す。

iv) 下に横たわる母岩中に Fe-oxide が“胚胎”する例はスパン川鉱徴の一部以外では知られていない。

以上は、Fe-oxideが初生ではないことを意味しているように見える。しかし、Fe-oxideが二次的であるとした場合でも、現時点でその形成機構をたどるだけのデータは持ち合わせていない。一方、Fe-oxide がスカルン型の鉱床に伴う例はごく普通に知られており、ここでは課題の一つとしておくに止める。

第3部 トウボ川地区の調査

第 3 部 トウボ川地区の調査

第 1 章 ボーリング調査の概要

1-1 ボーリング調査結果の概要

第 1 部 第 1 章に掲げた 10 孔、1,510.80 m のボーリング調査により得られたトウボ川地区の地質鉱床に関する知見は、大要次のようにまとめることができる。

- ① トウボ川地区の鉱床は、比較的良いまとまりを示す西側の富鉱部と連続性に対する手掛かりが不明瞭な東側の富鉱部からなる。
- ② 東側の富鉱部は鉱物組成の上から、次の二つの場合があるものとみなされる。
 - i) MJI-2 及び MJI-10 におけるような石英-閃亜鉛鉱からなる場合。
 - ii) 旧立坑 Sh-2 近傍に推定されるヘデンベルグ輝石-方鉛鉱-閃亜鉛鉱。
- ③ 西側の富鉱部は、旧立坑 Sh-1 周辺からその西方に広がる富鉱部からなる。マーブルを貫く小規模岩体の上・下盤、上盤又は下盤に位置する閃亜鉛鉱-方鉛鉱-黄銅鉱-黄鉄鉱-磁硫鉄鉱等の鉱石鉱物に著量のザクロ石主体のスカルン鉱物を伴う塊状鉱床である。鉱化に伴うザクロ石は常にアンドラタイトである。
- ④ 西の富鉱部は、浅部及び深部の二つの“鉱床ゾーン”より成っている。
- ⑤ 西の富鉱部の構造は、もっぱら貫入岩体の構造に規制されている。
- ⑥ トウボ川地区全般に分布するマーブル主体の岩相は、メルシッブ石灰岩部層層準又はわずかに下位の泥質-石灰質、凝灰質-石灰質、砂・泥質-石灰質等の石灰質岩を原岩とするものとみなされる。若干の例外はあるものの、マーブルの粒度には原岩による差が認められ、石灰岩源では粗粒、石灰質岩源では細粒の傾向がある。石灰質岩源のマーブルには、Water escaped structure 及び Slumping structure が保存されていることがある。
- ⑦ これら堆積岩類は、NE-SW に軸をもつ向斜構造及び背斜構造を形成しており、これを NE-SW に走り SE に急斜する大・小の貫入岩体が貫く。トウボ川地区は、北西側の向斜構造の南東翼又は、南東側の背斜構造の北西翼に位置している。
- ⑧ 鉱化帯近傍の貫入岩体は、トウボ川地区の北東及び南東に優勢に発達する石英モンゾニ岩・アルカリ斑れい岩の浅部相とみられる。
- ⑨ 鉱化帯は優勢に発達する石英モンゾニ岩・斑れい岩の活動に引き続く熱水活動によりメルシッブ石灰岩部層及びその層準からもたらされたいことが $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比及び岩石年代測定結果からうかがわれる。
- ⑩ EPMA 分析結果から銀鉱物は含銀方鉛鉱及びグスタバイトとして存在していることが判明した。

第 25 図は、ボーリングの実施位置図及びボーリング結果をもち込んだ地質図である。

又ボーリング結果による地質柱状図を第 26 図に示した。

1-2 トウボ川地区の従来知見

第 1 年次の地質・地化学精査は、精査地区(18 Km²)にспан川 (S, Sepan) , クリン川 (S, Kering) 及びトウボ川 (S, Tuboh) の 3 鉱徴が存在することを示した。このうち前 2 者はラウス川に注ぐспан川及びその支流のクリン川に沿って位置している。

спан川及びクリン川の 2 鉱徴は、微粒黄鉄鉱を含有するチャート状の石英大塊の集合からなるもので、鉱徴の規模及び品位の点で、トウボ川鉱徴よりはかなり劣るものとみなした。

一方、トウボ川鉱徴では 2 つの旧立坑、多くの旧トレンチ及び 3 箇所の露頭によって、鉱徴がある程度の拡がりをもつこと及び高品位が予測され、最終的には、石英モンゾニ岩体に沿って NE-SW に配列し Ag-Pb-Zn からなる B₁, B₂, B₃₋₁, B₃₋₂, B₄ の 5 富鉱部の存在を推定した。

1-3 ボーリング調査計画の概要

前節に述べた知見に基づき、第 2 年次調査ではトウボ川地区に対し 150m /孔×8孔=1, 200 m のボーリング調査を計画したがその後の実施過程において 150m/孔×10孔=1, 500m に変更した。

この計画は、第 2 年次調査がボーリング調査としては初年度であるところから、まず各富鉱部の拡がり及び連続性等のいわゆる産状を把握すること、ならびに鉱物組合せ、品位変化及び関係火成岩の把握等いわゆる鉱化特性を知ること、の 2 点に主眼をおいたものとなっている。

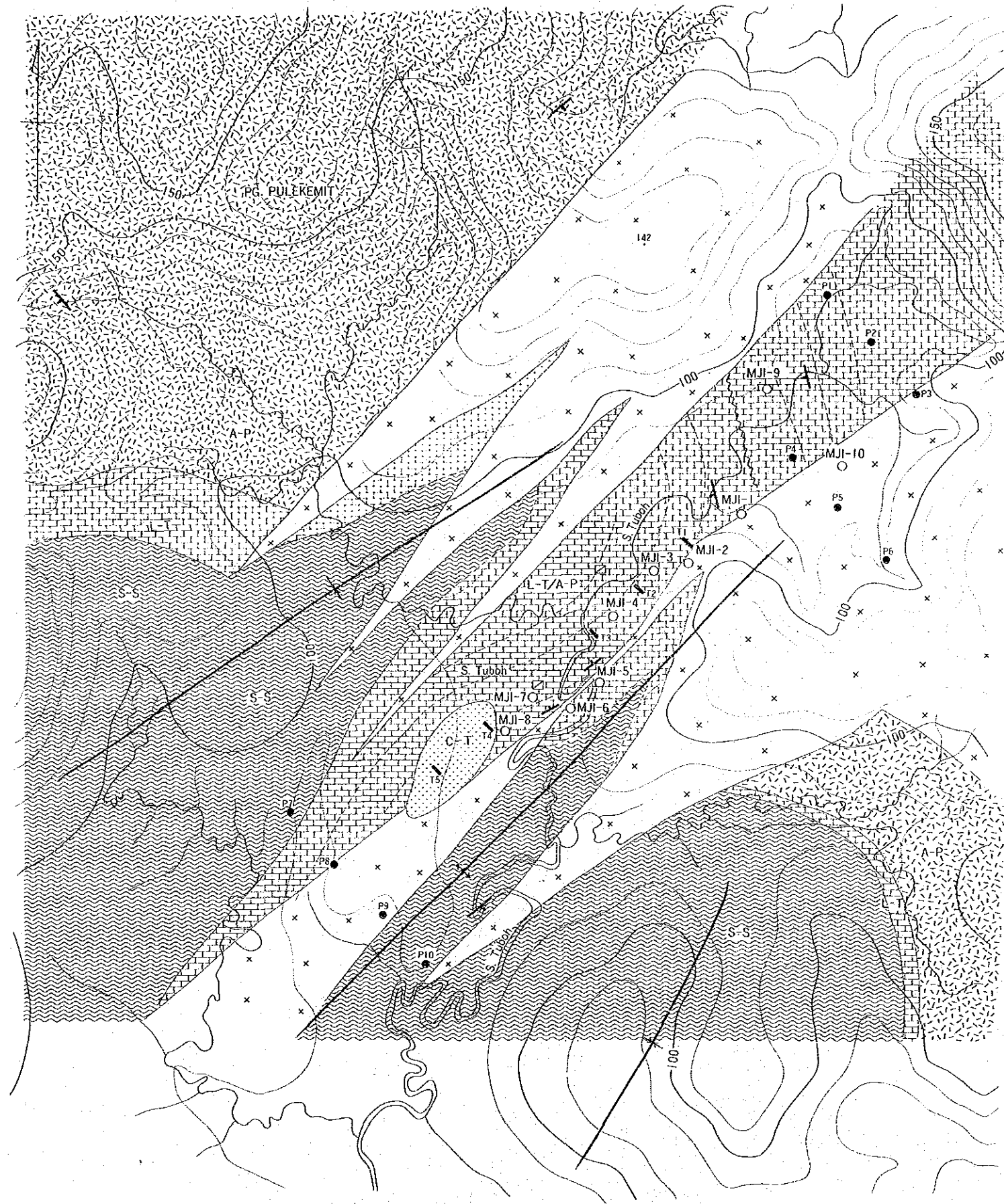
1-4 ボーリング調査作業状況及び諸成績

ボーリング調査作業は、地質及び鉱化状況を踏まえ、 MJI-7 → MJI-8 → MJI-5 → MJI-6 → MJI-4 → MJI-3 → MJI-1 → MJI-2 → MJI-10 → MJI-9 の順序で実施した。

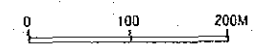
本調査作業に使用した資機材は第 11 表に、作業成績等は第 12 表から第 15 表に、作業工程を第 27 図に、それぞれ示した。

上掲各諸図・表に示したように、ボーリング調査作業は 150m/孔×2孔=300 m の追加により、当初予定よりはほぼ 1ヶ月遅延したものの、事故等による遅延は皆無であった。その理由としては次のことが挙げられる。

- 1) PP-19 (輸入許可証) の取得及びパレンバン港における通関が極めてスムーズであったこと (DMR 側の迅速な対応による)。
- 2) 資機材搬入及び現場間移転への機動力の投入。



- C-T Crystal tuff
- S-S Slate-Sandstone
- L-T Limestone-Tuff
- A-P Andesite-Phyllite
- Intrusives
- Strike Line
- Line of discontinuity
- Fault
- Trench and Pit in Phase- I
- Drilling hole in Phasa II



第 2 5 図 トウボ川地区地質図

Formation	Name of Facies	Columnar Section	Rock Facies	
S. Rawas formation	S - S		Slate Sandstone	
	A - P / L - T (Rw - T ~ Rw - M)	L - T		PMBL (pure marble) coarse grain - MBL (medium grain) IMBL (Slumping structure) (Slate)
		A - P		IMBL (Fine grain impure marble) (Slumping structure) IMBL (tuff, slate Basalt lava)
		L - T		PMBL - MBL IMBL (Tuff)
		A - P		(Slumping structure) IMBL (Slate tuff)
		L - T		IMBL IMBL
		L - T		PMBL - MBL

第 26 図 トウボ川地区地質柱状図

第 11 表 使用機器一覽表

Drilling Machine. Model " OE - 88L "	1 set
Specifications :	
Capacity	300m (BQ WL)
Dimensions L x W x H	1,550mmx700mmx1,260mm
Hoisting capacity	2,000Kg
Spindle speed	Forward 100,190,320,530,rpm
Engine Model NS - 130CG	13 HP/2,200rpm
Drilling pump. Model " MG - 10 "	1 set
Specifications :	
Piston diameter	68mm
Stroke	100mm
Capacity	Discharge capacity 120 l/min Max pressure 70 Kg/cm ²
Dimensions L x W x H	1,690mm x 580mm x 980mm
Engine Model NS - 110C	11 HP/2,200 rpm
Water supply pump. Model " TA - 500 "	1set
Specifications :	
Capacity	Discharge capacity 60 l/min Max pressure 20 Kg/cm ²
Engine Model NS - 50C	5.5 HP/2,400 rpm
Wire line hoist. Model " WJH - 4 "	1 set
Specifications :	
Rope capacity	500m
Hoisting speed	8 ~ 105 m/min
Engine Model NS - 40C	5 HP/2,400 rpm
Mud mixer. Model " MCE - 250 "	1 set
Capacity	200 l/ 1,000 rpm
Engine Model NS - 50C	5.5 HP/2,400rpm
Generator Model " NDY - 3.2S "	1 set
Generator Model " YSC - 2S "	1 set
Drilling tools	
Drilling rod	NQ-WL-- 3m --- 60pcs, BQ-WL-- 3m --- 60pcs
Casing pipe	HX ---- 1m ---- 3pcs, NW ---- 3m --- 10pcs NW ---- 1m ---- 3pcs, BW ---- 3m --- 40pcs BW --- 10m ---- 3pcs
Derrick	1 set
Specifications :	
Hight	9.5m
Max load capacity	6,000Kg
Crane carrier. Model " YFC - 2 "	
Capacity	960Kg
Dimensions L x W x H	3,349mm x 1,692mm x 1,836mm
Engine. Model " NS - 110C "	11 HP/2,200 rpm