

インドネシア共和国北スマトラ地域
資源開発協力基礎調査報告書

(総括報告書)

JICA LIBRARY



1034439E8J

昭和60年4月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

正誤表

頁及び行	誤	正
5 上8	DMA	DMR
11 上4	Hatapong花こう岩	Hatapang層
12 下13	等粒含まれる	等量含まれる
第II-1表	$40\text{Ar} / \text{rad}$	$40 / \text{Ar rad}$
15 下	第 表	第II-2表
第II-5図	Total Fe	Total FeO
第II-8図	collision related	collision related
31 上10	Bt. Ruruk Raku	Bt. Ruruk Raru
第III-1表	$40\text{Ar} / \text{rad}$	40Ar rad
33 下8	ノルム鉱物重晶化	ノルム鉱物重量比
第III-3図	Total Fe	Total FeO
第III-2図	Group age (Ma)	age (Ma)
55 上5-6	及びその下盤に見られる。 縞状-層状	及びその下盤に見られる 縞状-層状
第IV-8図	○ Third phase	● Third phase
58 下9	$\text{Sp} > \text{gal} > \text{Cp} \cdot \text{Py} > \text{Aspy}$	$\text{Spb} > \text{Gal} > \text{Cp} \cdot \text{Py} > \text{Aspy}$
第V-5表	$\text{Fe} / \text{Fe} + \text{Ms}$	$\text{Fe} / \text{Fe} + \text{Mg}$
第V-2表	1/1	%

国際協力事業団	
受入 月日 '85.11.22	108
	66.1
登録No. 12106	MPN

は し が き

日本政府はインドネシア共和国政府の要請に応え、同国北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及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57年から昭和59年にわたって実施され、インドネシア共和国関係機関の協力を得て予定通り完了した。本報告書は3ケ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御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、在インドネシア日本大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

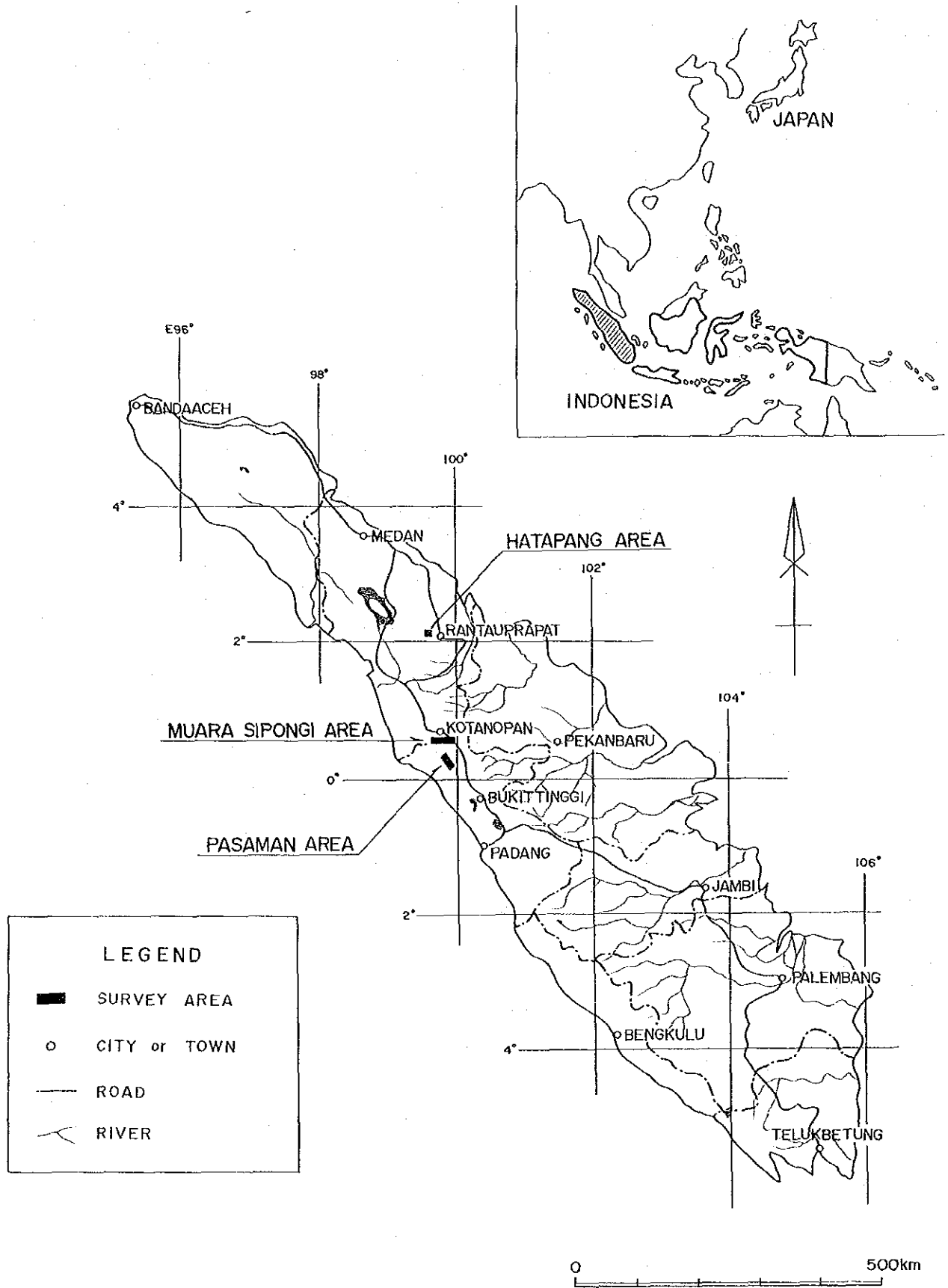
昭和60年4月

国際協力事業団

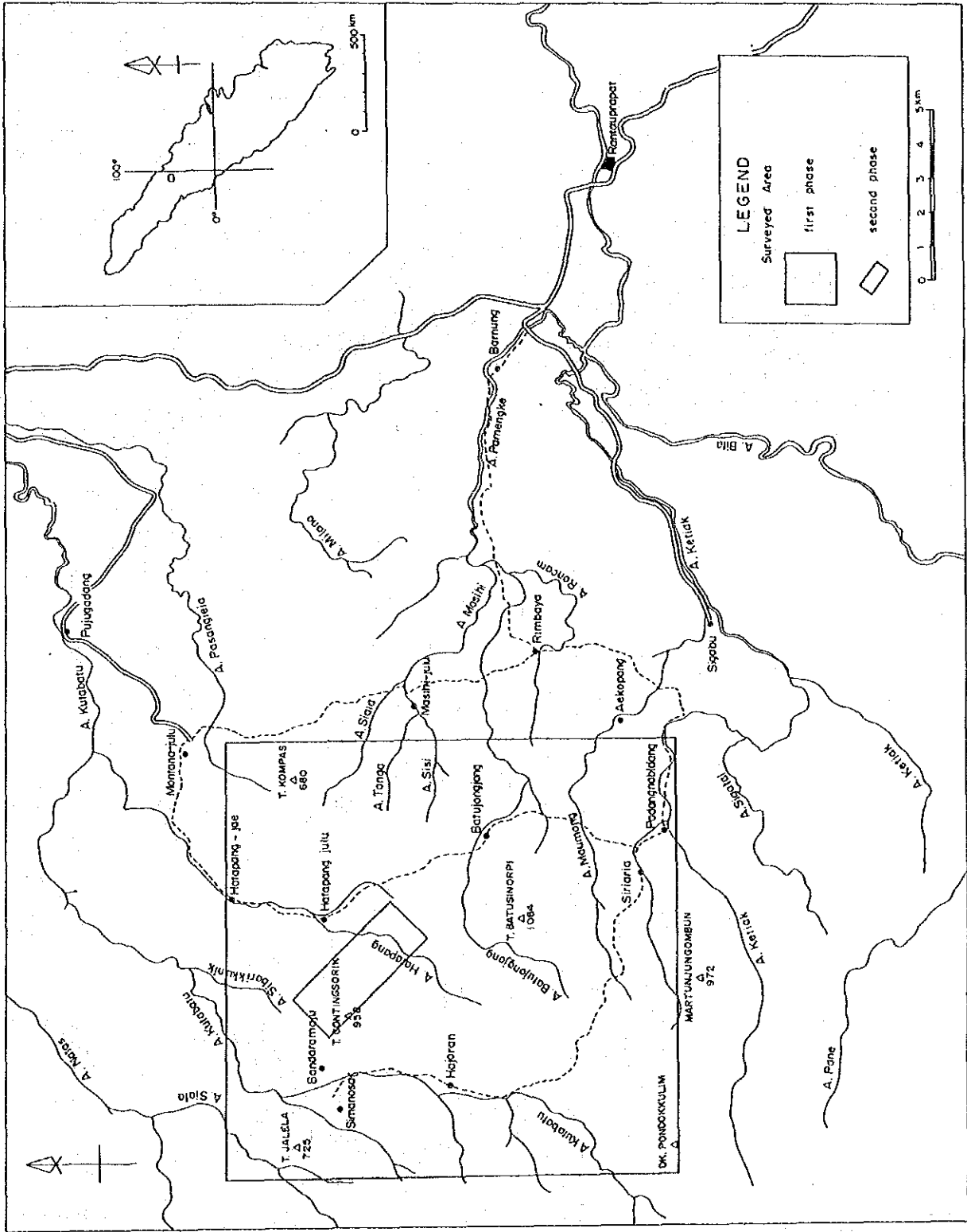
総裁 有田圭輔

金属鉱業事業団

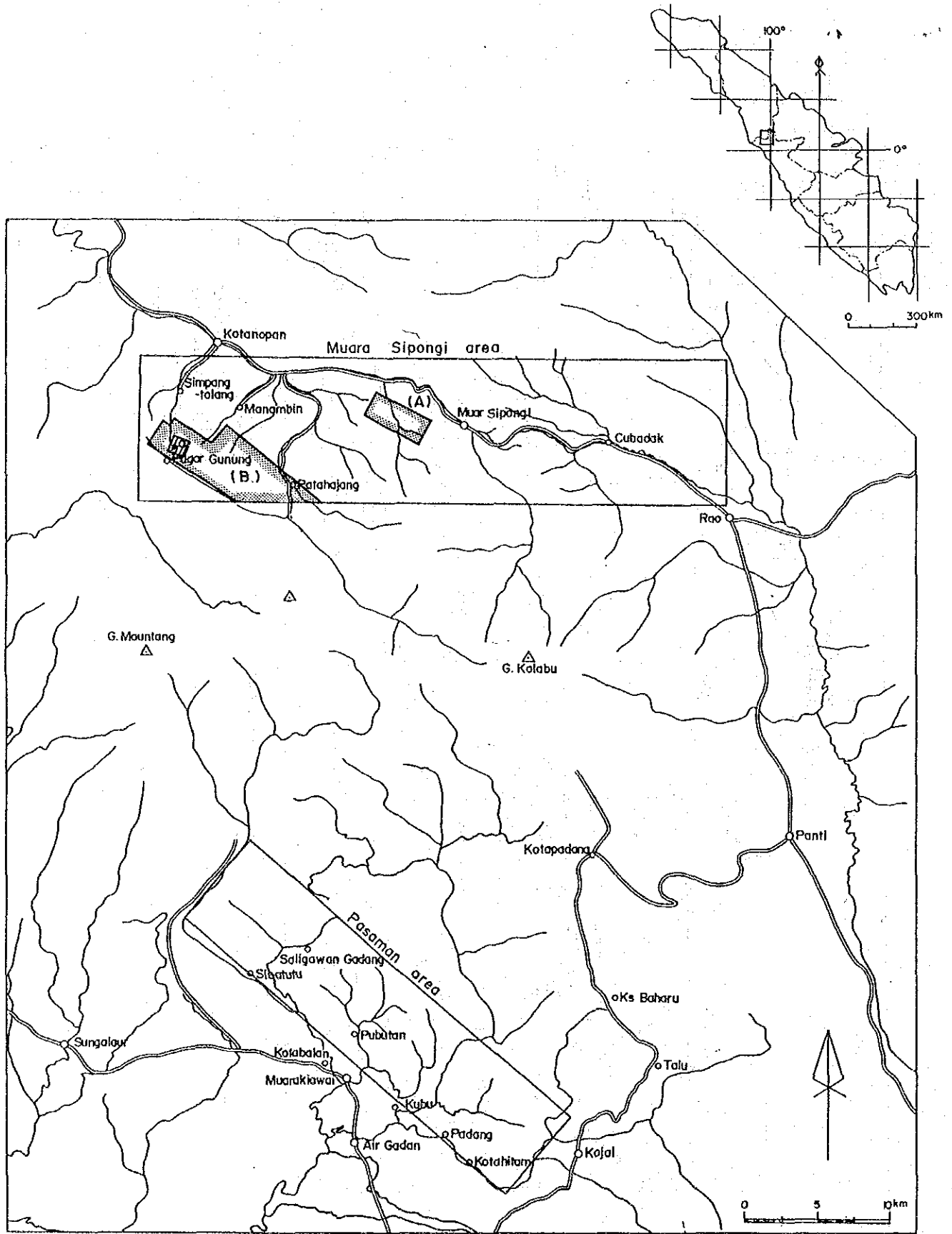
理事長 西家正起



第1-1図 北スマトラ調査地区位置図



第 I - 2 图 Hatapang 地区调查范围图



- Survey area
- first phase
 - ▨ second phase geological & geochemical survey
 - ▧ second phase geophysical survey (SIP survey)
 - second phase (Drilling survey)
 - third phase (Drilling survey)

第 1 - 3 图 Muara Sipongi 地区・Pasaman 地区調査範囲図

目 次

はしがき	
調査位置図	
目 次	i
要 約	viii
第 I 部 序 論	
第1章 調査概要	1
1-1 調査地域及び調査目的	1
1-2 調査方法及び調査量	1
1-3 調査期間及び調査員	1
第2章 従来 of 調査	5
第3章 北スマトラの地質概要	7
第4章 現地状況	9
4-1 交 通	9
4-2 調 査 環 境	9
第 II 部 HATAPANG 地区	
第1章 地 質	11
1-1 地質概況	11
1-2 地質各説	11
1-2-1 堆積岩・火山碎屑岩	11
1-2-2 花崗岩類	12
第2章 Hatapang 花崗岩の特性	15
2-1 迸入時期	15
2-2 化学組成	15
2-2-1 主成分組成	15
2-2-2 微量成分組成	16
2-2-3 Hatapang 花崗岩の特性	17

第3章 地質構造	19
第4章 鈹化作用	21
4-1 錫・タングステン鈹の砂鈹調査	21
4-2 鈹化帯	21
第5章 地化学探査	23
5-1 河床堆積物による地化学探査(概査)	23
5-1-1 試料採取	23
5-1-2 指示元素	23
5-1-3 分析データの解析	23
5-2 土壌による地化学探査(精査)	25
5-2-1 試料採取	25
5-2-2 指示元素	25
5-2-3 分析データの解析	25
第Ⅲ部 Muara Sipongi 地区	
第1章 地質	29
1-1 地質概要	29
1-2 二疊系～石炭系堆積岩・火山岩層	29
1-2-1 S. Ranya 層	29
1-2-2 Muara Botung 変安山岩層	29
1-2-3 Patahajang 層	30
1-3 第三紀デイサイト質凝灰岩	30
1-4 第三紀安山岩	30
1-5 第四紀	31
1-6 貫入岩類	31
1-6-1 Muara Sipongi 花崗岩類	31
1-6-2 Bt Ruruk Raru 花崗岩	33
1-6-3 石英斑岩	33
第2章 地質構造	35

第3章 鉍化作用	37
3-1 概 要	37
3-2 Subunsubun - Bt Pionggu鉍化帯 - Si Ayuスカルン帯	37
3-3 Pagar Gunung~Patahajang鉍化帯	37
第4章 地化学探査(河床堆積物)	39
4-1 試料採取	39
4-2 指示元素	39
4-3 分析データの解析	39
第5章 砂金調査	41
5-1 調査方法	41
5-2 解析及び結果	41
第 IV 部 Muara Sipongi 地区 B	
(Pagar Gunung ~ Patahajang 地区)	
第1章 地 質	43
1-1 地質概要	43
1-2 地 質	43
1-2-1 Muara Botung 層	43
1-2-2 Patahajang 層	43
1-2-3 第三紀安山岩	44
1-2-4 貫 入 岩	44
第2章 鉍 化 帯	45
2-1 概 要	45
2-2 Pagar Gunung 鉍化帯	45
2-3 Barute露頭	46
第3章 地化学探査	47
3-1 概 要	47
3-2 物理探査域	47
3-2-1 指示元素の相関関係	47
3-2-2 異 常 域	47

3-3	物理探査域外	48
3-3-1	指示元素の相関関係	48
3-3-2	異常域	49
第4章	物理探査 (SIP法)	51
4-1	調査の概要	51
4-2	調査結果	51
4-3	物理探査異常とボーリング調査結果との関係	52
第5章	ボーリング調査	55
5-1	概要	55
5-1-1	目的及び実施位置	55
5-1-2	調査期間及び調査量	55
5-2	地質	56
5-3	鉍化帯	57
5-4	鉍化帯の特性	58
第 V 部 Pasaman 地区		
第1章	地質	61
1-1	地質概要	61
1-2	Wolya 層群	61
1-3	超塩基性岩	61
第2章	超塩基性岩の化学的特徴及び鉍化作用	63
2-1	岩石の化学組成	63
2-2	主造岩鉍物の化学組成	63
第3章	超塩基性岩とクローム鉄鉍鉍化作用について	65
第 VI 部 結論及び提言		
1.	結論	67
2.	勧告	67
参 考 文 献		

付 図 一 覧

- 第 I - 1 図 北スマトラ調査地区位置図
- 第 I - 2 図 Hatapang 地区調査範囲図
- 第 I - 3 図 Muara Sipongi 地区・Pasaman 地区調査範囲図
- 第 I - 4 図 北スマトラ地域地質図 (DMR / IGS)
- 第 II - 1 図 Hatapang 地区地質図
- 第 II - 2 図 Hatapang 地区地質層序模式柱状図
- 第 II - 3 図 Hatapang 花崗岩ノルム石英-斜長石-アルカリ長石比図
- 第 II - 4 図 Hatapang 花崗岩モード石英-斜長石-アルカリ長石比図
- 第 II - 5 図 Hatapang 花崗岩 F - M - A 図
- 第 II - 6 図 Hatapang 花崗岩アルカリ-石英比図
- 第 II - 7 図 花崗岩に伴われる微量成分 (錫・タングステン・弗素・リシユーム),
Na₂O / K₂O 比分布図
- 第 II - 8 図 Hatapang 花崗岩に伴われる錫・弗素の相関関係図
- 第 II - 9 図 東南アジアの含錫花崗岩と Hatapang 花崗岩の分布関係
- 第 II - 10 図 Mabat 川の錫鉍徴
- 第 II - 11 図 Hatapang 川上流の錫鉍徴
- 第 II - 12 図 Hatapang 花崗岩周縁の錫石砂鉍分布
- 第 II - 13 図 Hatapang 地区地化学探査異常域
- 第 II - 14 図 Mabat 川 - Hatapang 川地化学探査 (土壤) 異常域
- 第 II - 15 図 Mabat 川 - Hatapang 川地化学探査 (土壤) 錫・弗素傾向図
- 第 III - 1 図 Muara Sipongi 地区地質図・鉍徴図
- 第 III - 2 図 Muara Sipongi 花崗岩ノルム石英-斜長石-カリ長石
- 第 III - 3 図 Muara Sipongi 花崗岩類 F - M - A 比図
- 第 III - 4 図 Muara Sipongi 花崗岩類の成分傾向図
- 第 III - 5 図 Subunsubun 鉍化帯図
- 第 III - 6 図 Bt. Pionggu 鉍化帯図
- 第 III - 7 図 Si Ayn スカルン鉍化帯図
- 第 III - 8 図 Muara Sipongi 地区地化学探査異常域図
- 第 IV - 1 図 Muara Sipongi 地区 B 地質図・鉍化帯図

- 第Ⅳ- 2 図 Muara Sipongi 地区 B 地質模式柱状図
- 第Ⅳ- 3 図 Pagar Gunung 地区地化学探査異常域
- 第Ⅳ- 4 図 Pagar Gunung-Patahajang 地区地化学探査異常域
- 第Ⅳ- 5 図 物理探査 (S I P 法) 調査測線図
- 第Ⅳ- 6 図 S I P 擬似断面図周波数効果 (0.125 ~ 1.0 Hz) B.C.D.E.F.G.H.I. 測線
- 第Ⅳ- 7 図 S I P 擬似断面図見掛比抵抗 (0.125Hz) B.C.D.E.F.G.H.I. 測線
- 第Ⅳ- 8 図 Pagar Gunung 地区ボーリング位置図
- 第Ⅳ- 9 図 Pagar Gunung 地区地質図
- 第Ⅳ-10 図 Pagar Gunung 地区地質模式柱状図
- 第Ⅳ-11 図 Pagar Gunung 地区ボーリング地質及び鉍床対比図
- 第Ⅳ-12 図 Pagar Gunung 鉍化帯品位図
- 第Ⅴ- 1 図 Pasaman 地区地質図
- 第Ⅴ- 2 図 Pasaman クローム鉍成分図

付表一覧

- 第Ⅰ- 1 表 北スマトラ地域有望地区抽出フローシート
- 第Ⅰ- 2 表 北スマトラ地域調査フローシート
- 第Ⅰ- 3 表 北スマトラ地域調査日程調査員表
- 第Ⅱ- 1 表 Hatapang 花崗岩の K-Ar 法による年代測定結果
- 第Ⅱ- 2 表 Hatapang 花崗岩化学分析一覧表
- 第Ⅱ- 3 表 Hatapang 地区地化学探査指示元素相関関係
- 第Ⅱ- 4 表 Hatapang 地区地化学探査異常値
- 第Ⅱ- 5 表 Hatapang - Mabat 川地区地化学探査指示元素相関関係
- 第Ⅱ- 6 表 Hatapang 川 - Mabat 川地化学探査異常値
- 第Ⅲ- 1 表 Muara Sipongi 花崗岩類 A-Ar 法による年代測定結果
- 第Ⅲ- 2 表 Muara Sipongi 花崗岩類分析一覧表
- 第Ⅲ- 3 表 Subunsnbun - Bt.Pionggu - SiAyu 鉍化帯鉍石分析一覧表
- 第Ⅲ- 4 表 Muara Sipongi 地区地化学探査指示元素相関関係
- 第Ⅲ- 5 表 Muara Sipongi 地区地化学探査異常値

- 第Ⅳ－１表 Pagar Gunung 鉍化帯鉍石分析一覧表
- 第Ⅳ－２表 Pagar Gunung 物理探査域地化学探査指示元素相関関係
- 第Ⅳ－３表 Pagar Gunung 物理探査域外地化学探査異常値
- 第Ⅳ－４表 Pagar Gunung 物理探査域外地化学探査相関関係
- 第Ⅳ－５表 Pagar Gunung 物理探査域外地化学探査異常値
- 第Ⅳ－６表 Pagar Gunung 地区ボーリング調査実施表
- 第Ⅳ－７表 Pagar Gunung 地区ボーリング調査着鉍鉍化帯別品位一覧表
- 第Ⅴ－１表 Pasaman 超塩基性岩分析一覧表(A)
- 第Ⅴ－２表 Pasaman 超塩基性岩分析一覧表(B)
- 第Ⅴ－３表 Pasaman 超塩基性岩カンラン石分析値表
- 第Ⅴ－４表 Pasaman 超塩基性岩単斜輝石分析値表
- 第Ⅴ－５表 Pasaman 超塩基性岩の斜方輝石分析値表
- 第Ⅴ－６表 Pasaman 超塩基性岩クローム鉍分析値表

要 約

インドネシア共和国政府は、北スマトラ地域資源開発協力基礎調査を日本政府に要請してきた。日本政府はこの要請に応え、昭和57年度より昭和59年度にかけて地質調査・地化学探査・物理探査(SIP法)・ボーリング調査を実施した。

調査の結果は次のように要約される。

1 Hatapang 地区(169km²)、対象鉱種：錫・タングステン

本地区の地質は古生界二疊系—石炭系Hatapang層及びこれに貫入する白亜紀後期のアダメライト質花崗岩(Hatapang花崗岩)からなる。Hatapang花崗岩には錫品位が10ppm~98ppmと高い値を示すいわゆる含錫花崗岩が認められる。

Hatapang花崗岩は岩相、年代などからタイ~マレーシア~インドネシア錫鉱化帯のうち最西端に分布するPhuketゾーンの延長部に位置するものと思われる。

花崗岩中の錫・弗素・リシウム分布、または河床堆積物の錫・弗素の異常域、ボーリング調査による錫石砂鉱の濃集分布などにより、Hatapang花崗岩の北縁部(Hatapang川~Mabar川域)及び東縁部(Batu Jongjong川中流域)が錫鉱床賦存の可能性の高い地域として抽出された。

さらにHatapang花崗岩北縁部において実施された地化学探査(土壌)による精査では、Mabar川上流の花崗岩と堆積岩との接触部に、東西800m、幅200mの錫・弗素異常域が認められた。この区域はHatapang地区に錫鉱床が賦存するとすれば最も可能性の高い区域である。

2 Muara Sipongi地区(400km²)、対象鉱種：金・銀・銅・鉛・亜鉛

本地区は二疊系—石炭系のMuara Botung変安山岩層及びPatahajang石灰岩・堆積岩・火山砕屑岩層よりなり、これにジュラ紀のMuara Sipongi花崗岩類が貫入している。

本地区には含金・銅鉱床(鉱脈型鉱床及びスカルン型鉱床)であるSubunsubun-Bt Pionggu-Si Ayu鉱化帯及び含銀・鉛・亜鉛鉱化帯(スカルン型鉱床)であるPagar Gunung鉱化帯—Patahajang変質帯が分布することが明らかとなり、このうちPagar Gunung鉱化帯がより有望な鉱化帯として抽出された。

Pagar Gunung鉱化帯は、露頭・旧坑により東鉱化帯と西鉱化帯(両鉱化帯間650m)が確認され、また地化学探査の銀・銅・鉛・亜鉛異常域が東西1,000mにわたり東鉱化帯から西鉱化帯に連なる鉱化帯ゾーンに沿って認められた。また物理探査(SIP法)の2異常

域(300m~400m 延長及び 1,000m 延長)の存在などから, Pagar Gunung 鉍化帯は東西 1,000m 以上の延長をもって賦存することが期待されるにいたつた。

引続き Pagar Gunung 鉍化帯にボーリング調査(14孔 掘削延長 3,300 m)が実施され, 次の諸点が明らかとなった。

(1) Pagar Gunung 鉍化帯は Patahajang 層に属する堆積岩・火山碎屑岩部層に胚胎する。

この部層に4つの鉍化帯が発見され, そのうち上位2鉍化帯(第Ⅰ' 鉍化帯, 第Ⅰ 鉍化帯)は泥質岩卓越相の石灰質岩を交代した緑れん石, 単斜輝石スカルンを伴う含銀・銅・鉛・亜鉛鉍化帯, また下位の珪質岩・凝灰岩卓越相に胚胎する第Ⅱ 鉍化帯は緑れん石, ザクロ石スカルンを伴う(閃亜鉛鉍)磁硫鉄鉍・黄鉄鉍鉍化帯, また第Ⅲ 鉍化帯は絹雲母変質を伴う黄鉄鉍鉍化帯である。

各鉍化帯の特徴は下表のとおりである。

鉍化帯	胚胎層準	鉍石鉍物及びスカルン鉍物
第Ⅰ' 鉍化帯	泥質岩卓越相 (20m)	含金・銀・黄銅鉍・方鉛鉍・閃亜鉛鉍・緑れん石・(単斜輝石), (特に金が高い)
第Ⅰ 鉍化帯	泥質岩卓越相 (10m~30m)	含銀(黄銅鉍)・方鉛鉍・閃亜鉛鉍・緑れん石・(単斜輝石)
第Ⅱ 鉍化帯 (6 鉍徴層準 よりなる)	珪質岩・凝灰岩相 (30m~60m)	(閃亜鉛鉍)・磁硫鉄鉍・黄鉄鉍 (上位の鉍化帯ほど閃亜鉛鉍に富む) 緑れん石・ザクロ石(単斜輝石)
第Ⅲ 鉍化帯	同上(10m)	塊状黄鉄鉍・絹雲母変質作用

(胚胎層準厚さ)

- (1) 第Ⅰ' 鉍化帯はボーリング調査で新たに着鉍した鉍化帯で, 鉍化帯の厚さ 110 cm, 品位金 0.41 g/t, 銀 195 g/t, 銅 1.25%, 鉛 1.31%, 亜鉛 9.85%(MJ I-13) と好況を示した。なお, MJ I-14 ボーリングにより捕捉した鉍化帯は細脈(20 cm)ながら金品位は 1.63 g/t と他の鉍化帯に比し高いことが特徴である。
- (2) 第Ⅰ 鉍化帯は消長しながら東西に 1,200m 以上の延長が確かめられ, その平均的な厚さ, 品位は 60cm~100cm, 銀 165 g/t~12 g/t, 銅 0.84%~0.28%, 鉛 3.44%~1.59%, 亜鉛 7.56%~1.29% であった。
- (3) 第Ⅱ 鉍化帯は6枚の鉍徴からなり, 部分的に亜鉛(最大 6.94%)を含むが, 第Ⅲ 鉍化帯とともに全般的に銀・銅・鉛・亜鉛などの品位は低い。
- (4) 主な着鉍脈の鉍況は次のとおりである。

試錐番号	掘進深度(m)	幅(m)	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %
第 I' 鉍化帯							
MJI-13	23.10~ 24.20	1.10	0.41	195.0	1.25	1.31	9.85
MJI-14	38.30~ 38.50	0.20	1.63	94.0	0.90	6.48	3.84
"	39.10~ 39.80	0.70	—	32.0	0.11	2.24	1.58
第 I 鉍化帯	(m)	(m)					
MJI- 3	53.70~ 54.30	0.60	<0.1	62.0	0.14	3.44	1.29
MJI- 4	122.00~ 22.60	0.60	<0.1	42.0	0.30	2.50	4.48
MJI- 5	190.40~192.60	2.20	<0.1	27.7	0.28	0.17	3.73
MJI- 6	61.70~ 62.70	1.00	<0.1	20.3	0.08	1.60	2.47
MJI- 9	150.40~151.40	1.00	<0.1	164.6	0.82	1.69	7.52
MJI-12	75.10~ 76.10	1.00	—	23.9	0.48	0.02	7.56
MJI-14	141.65~142.35	0.70	—	12.0	0.04	1.59	1.47
第 II 鉍化帯							
MJI- 5	241.40~242.20	0.80	<0.1	13.0	0.05	0.60	2.03
MJI-11	195.15~195.40	0.25	<0.1	0.9	0.05	<0.01	6.94

以上の結果にもとづく埋蔵鉍量を試算すると約 800,000 t, 平均厚さ 0.88m, 銀 68g/t, 銅 0.45%, 鉛 1.20%, 亜鉛 4.60% が期待出来る。

3 Pasaman 地区 (200km²), 対象鉍種: クローム

南北 8 km, 東西 4 km の規模をもつ超塩基性岩体は若干のダナイトを伴うが, 殆んどハルツパーチャイトよりなる。このハルツパーチャイトは Cr₂O₃ を 0.2~0.5% 含有しているが, 含有されるクローム鉍石の Cr₂O₃ 品位は 27%~47% に対して Al₂O₃ が 40%~20% と高く, クロームスピネルと称すべきもので, クローム鉍石としては良質と言えない。

したがって経済的価値のあるクローム鉍床が胚胎する可能性は少ないと考える。

第 I 部 序 論

第1章 調査概要

1-1 調査地域及び調査目的

インドネシア北スマトラ地域に分布する鉍化帯より次の三地区を選び、各地区の地質・地質構造・火成活動と鉍化作用の関係を解明し、鉍床の賦存の可能性を確かめることにある。

調査地区は次のとおりである。(第1-1図)

a) Hatapang 地区

およその位置は北緯 $2^{\circ}10'$ 、東経 $99^{\circ}37'$ で調査面積は 169 km^2 ($13\text{ km}\times 13\text{ km}$)、調査対象鉍種は錫・タングステンである。(第1-2図)

b) Mura Sipongi 地区

次の経緯点に囲まれた 400 km^2 (東南 $40\text{ km}\times$ 東北 10 km)。

北緯	$0^{\circ}30'$	東経	$99^{\circ}38'$
"	$0^{\circ}40'$	"	$99^{\circ}38'$
"	$0^{\circ}30'$	"	$100^{\circ}02'$
"	$0^{\circ}40'$	"	$100^{\circ}02'$

調査対象鉍種は金、銀、銅、鉛、亜鉛である。(第1-3図)

c) Pasaman 地区

およその位置は北緯 $0^{\circ}31'$ 、東経 $99^{\circ}53'$ で調査面積 200 km^2 ($7\text{ km}\times 30\text{ km}$)、調査対象鉍種はクローム鉄鉍である。(第1-3図)

1-2 調査方法及び調査量

調査は昭和57年より昭和59年の3ケ年にわたり実施された。

年次別調査方法及び調査量は第1-2表に示した。

1-3 調査期間及び調査員

事前調査・協定接渉調査は、昭和57年7月6日より昭和57年7月20日にかけて実施された。

その調査団員は次のとおりである。

団 長 沢谷勝三(金属鉍業事業団)

団 員 永井正博(通商産業省資源エネルギー庁)

中山 健 (金属鉱業事業団)

団 員 江沢忠昭 (国際協力事業団)

なお現地折衝のインドネシア側メンバーは次のとおりである。

- Prof. Dr. J. A. KATILI - Director General
 Directorate General of Mines
 Ministry of Mines and Energy
 DIRECTORATE OF MINERAL RESOURCES
- Ir. Salman PADMANAGARA - Director ;
- Drs. DJUMHANI - Chief, Exploration Services Division
- Drs. Juliar THAIB - Chief, Geochemistry Division;
- Ir. P. H. SILITONGA M. Sc - Chief, Metallic Minerals Exploration
 Division;
- Ir. SUBANDORO - Acting Chief, Exploration Geophysics
 Division;
- Ir. Yaya SUNARYA - Chief, Volcanogenic Minerals Section;
- Dra. Ellya DAMAN - Mineral Chemistry Laboratory;
- Dra. RATNAWIDURI S - Chief, Foreign Technical Cooperation
 Sud Section.

また、年次別調査期間及び調査団員は第I-3表に示すとおりである。

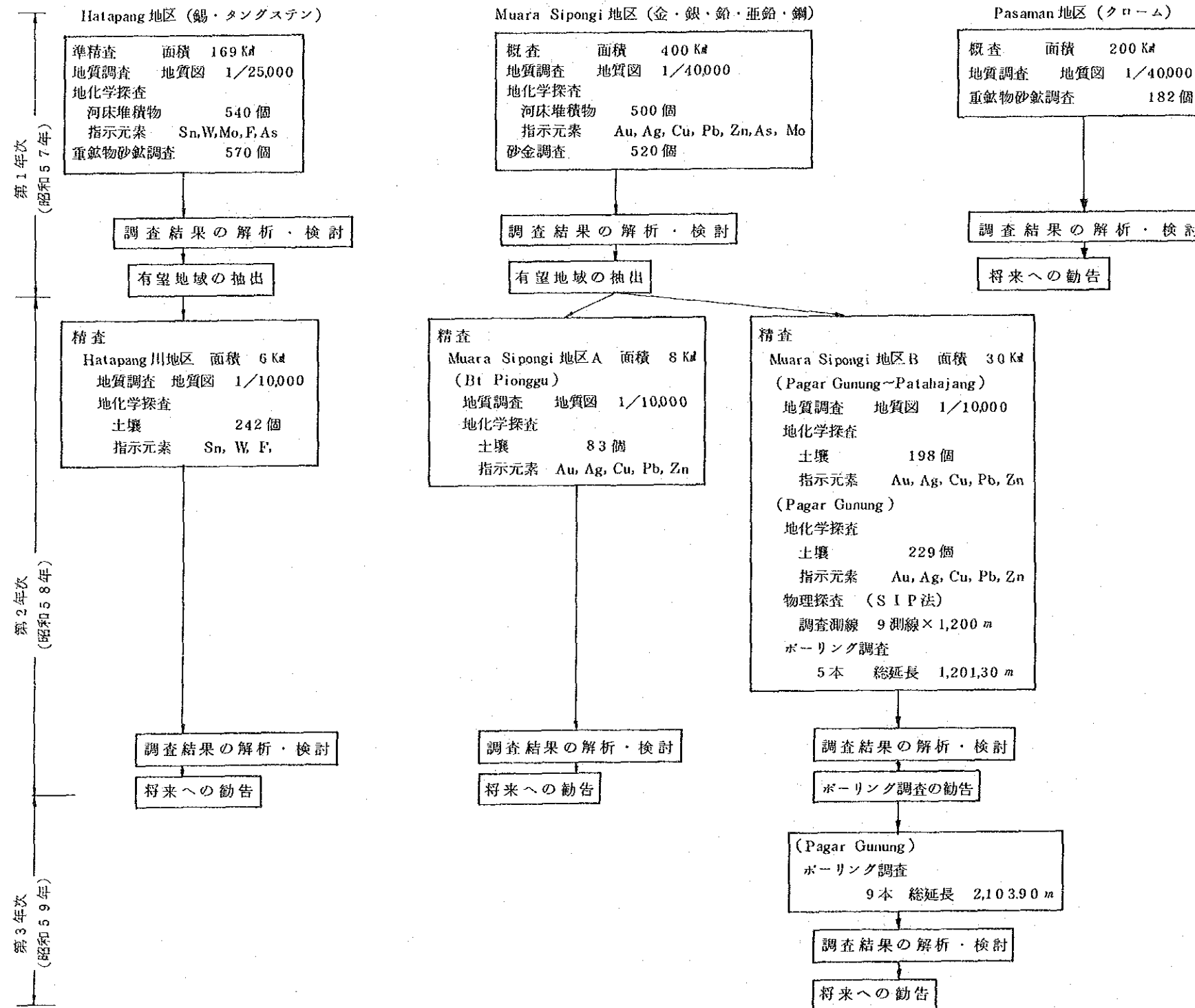
第1-3表 北スマトラ地域調査日程・調査員表

	調 査	現地調査期間	調 査 員	
			日本調査団	インドネシア調査団
第1次 (昭和57年)	調査計画策定及び折衝		中山 健	P. H. Silitonga
	地質調査・地化学探査 (現地解析)	昭和57年8月24日 昭和57年11月6日 昭和57年11月7日 昭和57年12月6日	市原 栄 鈴木 英夫 渡部 春夫 宮石 修 鈴木 満 濱田 郁也	Yaya Sunarya Surjono Yan S. Manurung Adin Simbolon Deddy T. Sutisna Johnny R. Tampubolon Danny Z. Herman Sukmana Hotma Simangunsong Zulkifli Wahju III M. Mamat

	調 査	現地調査期間	調 査 員	
			日本調査団	インドネシア調査団
第 2 年 次 （ 昭 和 58 年 ）	調査計画策定及び折衝		石田 真 中山 健 大迫 次郎 山本 恭久 和田 重夫	P.H.Silitonga
	地質調査・地化学探査 (現地解析)	昭和58年5月30日 昭和58年8月16日 昭和58年8月17日 昭和58年10月15日	市原 栄 菊池 秀也 佐藤 哲男	Yaya Sunarya Surjono Koswara Yudawinata Soebejo Jonny R.Tampubolon Danny Z.Herman Wahju III Atun Sunyana M.Mamat
	物理探査(SIP法)	昭和58年5月30日 昭和58年8月13日	吉田 正夫 田中 富雄 加藤 雅胤	Marino Rachmat Setiawan Empon Ruswandi Manalsal Hutagalung W.Suparmin Asngari Suparno
	ボーリング調査	昭和58年11月2日 昭和59年5月10日	大丸広一郎 川村 行雄 中山 勇 沢口 達雄	Yaya Sunarya Surjono Saksono Suratman Bany Johan Encep Sudjana Bambang Wahono Deddy T.Sutisna Johnny R.Tampubolon Danny Z.Herman Moe'tamar M.Mamat



第1-2表 北スマトラ地域調査フローシート





第2章 従来の調査

北スマトラにおける地質・鉱床調査はオランダ統治時代 Schürmann(1930), Bemmelen(1932, 1939), Westerveld, Van der Mare(1941, 1947, 1948), Druif(1932, 1934, 1939) により Ache-Medan-Toba 湖を中心に調査が行われ, また調査結果は Bemmelen(1949)によりその著書“Geology of Indonesia”に北スマトラの地質・地質構造・鉱物資源についての総括的な記載がなされている。また縮尺 1/1,000,000, 1/150,000 などの地質図が編集されている。

北スマトラの本格的な総合調査は, 1975年より1980年にかけてインドネシア GSI/DMA (Geological Survey of Indonesia/Directorate of Mineral Resources)・イギリス IGS (Institute of Geological Science) の共同チームによる広域地質調査及び地化学探査が実施され, 北スマトラの地質・地質構造・火成活動が解明されたほか, 幾つかの鉱物資源賦存地域が発見されている。これらの調査結果は 1/250,000地質図シリーズとして鉱山エネルギー省地質研究開発センター (Geological Research and Development Center) より出版されている。

北スマトラの地質構造解析はプレートテクニクスの観点から Katili(1973~1982), Hamilton(1978), Cameron(1981) らにより数多くの研究が発表され, 北スマトラ地質構造発達史が解明されている。

北スマトラの金属鉱物資源は南 Tapanuli の Kotanopan~Muara Sipongi 地域にある金・銀・銅・鉛・亜鉛鉱化帯が古くから知られており, 1970年には海外鉱物資源開発株式会社により調査が行われている。そのほか Rokop 地域の鉛, 亜鉛鉱化帯, またインドネシア・イギリス共同調査で発見されたポーフリー銅鉱化帯 (Tangse), 錫・タングステン鉱徴 (Hatapang) などが知られている。

第3章 北スマトラの地質概要

北 Sumatra の地質については、1975 年より 1980 年あたり赤道以北の Sumatra 島 (190,000 km²) に実施したインドネシア (GSI/DMR)、イギリス (IGS) 共同調査結果により多数の研究論文が発表され、またこれに基づき編集された 1/250,000 地質図により最新の資料が提出されている。これらの資料により北 Sumatra の地質概要をまとめると次のごとくになる(第 I-4 図)。

現在北 Sumatra に知られている最も古い地層は二畳系～石炭系の Tananuli 層群で、石英アレナイト・泥岩・砂岩層よりなる Kluet 層、これと同時異層である無層理の礫岩質ワッケ(ペブル泥岩)からなる Bohorok 層、kluet 層を覆い石灰岩を主とする Alas 層からなる。

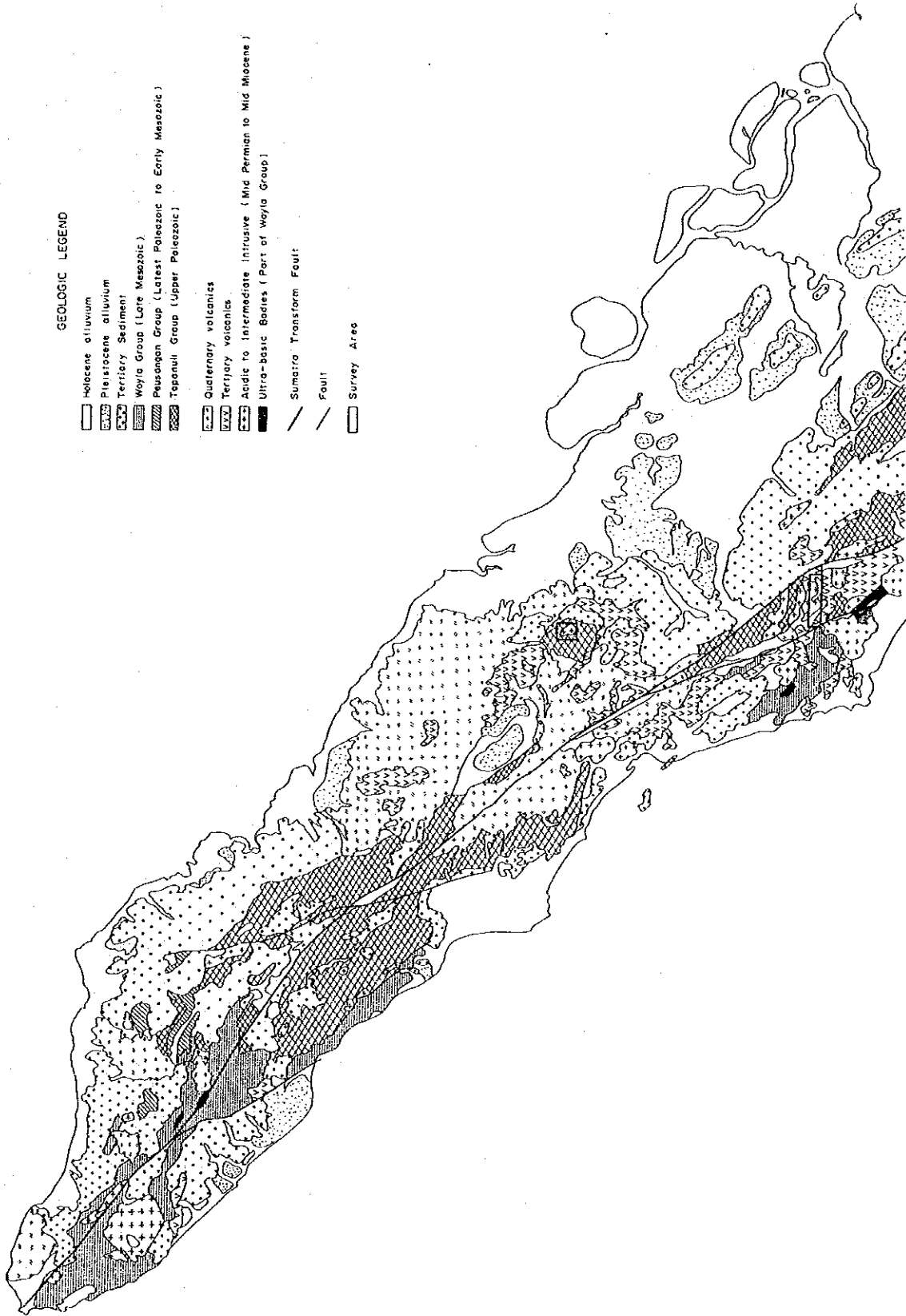
Tapanuli 層群を覆う上部二畳系～三畳系の Peusangan 層群は、中性・塩基性火山岩及び石灰岩よりなる Silungkang 層、これを不整合で覆う三畳系の石灰岩・ラジオラリアチャート・ワッケ砂岩・シルト岩からなる Kuala 層からなる。

Silungkang 層は中央 Ache の Takengon 構造線沿い、また Muara Sipongi 地域に分布しており、Katili(1969)、Silitonga、Kastowo(1975) により調査された Sumatra 島南部の Silungkang 層に対比される。Kuala 層は Barisan 山脈の Rantau Prapat ～ Prapat に分布する。

上部ジュラ系～白亜系の Woyla 層群は、ワッケ・粘板岩・石灰岩、上部に塩基性～中性火山岩類、また縁海の産物と考えられる超塩基性岩・ラジオラリア・枕状玄武岩よりなるオフルオライトよりなり、Ache、Natal、Pasaman 地域に分布している。

新生代には周期的な火山活動、また多くの堆積盆地の形成があり、中央 Sumatra 盆地、北 Sumatra 盆地、北西 Ache 盆地、西 Sumatra 盆地などが分布している。鮮新世には Toba 地域を中心に大規模な噴火活動が知られ、Toba 火山陥没が形成されて広範囲にその凝灰岩が分布している。

花崗岩の侵入活動は主に古生代、ジュラ紀～白亜紀、第三紀に見られる。ジュラ紀の花崗岩類の侵入により銅・鉛・亜鉛の接触交代鉱床が、白亜紀後期の花崗岩の侵入により錫・タングステン鉱化作用が、また第三紀後期の花崗岩侵入によりポーフーリー銅鉱化作用がもたらされた。



第 1-4 図 北スマトラ地域地質図 (DMR/IGS)



第4章 現地状況

4-1 交通

北スマトラ州Madan と西スマトラ州Padang間880kmにスマトラ縦断道路があり、3調査地域にはこのスマトラ縦断道路により容易に達することができる。(Fig 1-1)

Hatapang 地区には Medan よりスマトラ縦断道路を南進285kmのRantauprapatより入る。その地域のベースキャンプHatapang Julu には、Montong Juluまで16kmを四輪駆動車、Montong JuluよりHauapang Julu まで8kmを徒歩にする。

Muara Sipongi地区の北縁にはスマトラ縦断道路があり、またKotanopan よりPatahajang, Batas よりLimau Manis までは、未舗装道路があり、自動車により調査地域に入ることが出来る。なおMedan よりMuara Sipongiまでは631km、Muara SipongiよりPadang までは249kmである。

Pasaman 地区はMuara Sipongi 南50kmのPantiよりスマトラ西海岸Air Bangis へのスマトラ横断道路約90kmの位置にある。Air Gadang, Muara Kiawai までは自動車により到着出来る。Air Gadang ではPasaman 川を渡航のためフェリーがあるが、洪水期にはフェリーの運航に支障があり自動車、機材等の渡河は難しい。

なお、調査各地域ともこれら主要道路により、最寄りの町部落に達することが出来るが、調査地域に入るには徒歩道、または山道よりなく、調査ベースキャンプへの調査機材、キャンプ用具、食料品等の運搬は入力による以外にない。

4-2 調査環境

Hatapang 地区は北スマトラ州、Muara Sipongi地区は北スマトラ州、西スマトラ州、Pasaman 地区は西スマトラ州に属し、それぞれの州政府の行政管轄にある。

いずれの調査地区もスマトラ島の西に縦走する脊梁山地であるBarisan 山脈に位置し、200m~1,500m の標高にある中~高地地域である。中~低地地域、特に大きな河川沿いはよく開発され、集落があり、稲作を主に農業が行われ、特にHatapang 東域の丘陵地域は油脂用椰子の栽培農園があり良く開発されている。山地、高地の植生は密で熱帯雨林を形成し、道路、山道、川沿い以外は通行は困難である。

気候は高温多湿の熱帯性気候で過去の雨量記録によると5月より8月までが乾季、8月より4月までが雨季である。Kotanopan での記録によると、月間雨量は乾季の5月~8月が

83mm~168mm，雨季である9月~4月には196mm~284mm で年間月平均147mm である。とりわけ10月~11月は最も雨量が多く300mm に達する。

低地地帯は高温であるが高地地域また森林地域では夜間に気温が下がり，キャンプにおける睡眠には寝袋の使用が必要である。

山間部は虎・猿類が生息し，特に Pasaman 地区での調査では生々しい虎の足跡が認められた。その他姪，毒草等が多く，低地地帯はマラリアの危険地域である。

第 II 部 HATAPANG 地区

第1章 地 質

1-1 地質概況

調査地域の地質は二疊系～石炭系の含礫砂岩・泥岩層(Hatapang層)からなる。Hatapang層は白亜紀後期に貫入したHatapaog花崗岩により熱変質を受けて、貫入岩体の周辺1km～2kmはホルンフェルスとなっている。なおHatapang層はイギリス、インドネシア共同調査によるBohorok層に対比される。

第三紀後期より第四紀初めにかけてToba湖の大カルデラを生じたToba火山活動によりToba湖周辺に堆積した火山砕屑岩(Toba凝灰岩)は、Hatapang層及びHatapang花崗岩を不整合に覆って調査地域の北域河川沿いに広く分布している。第II-2図に調査地域の層序・火成活動・地質構造及び鉍化作用を総括し示した。

1-2 地質各説

1-2-1 堆積岩・火山砕屑岩

(1) Hatapang層

陶汰の悪い角礫・亜角礫を持つ頁岩(泥岩質・シルト岩質及び細粒砂岩よりなる。鏡下ではシルトの基質に石英長石の砂粒(0.1mm～0.3mm)を含んだ陶汰の悪いシルト岩が観察されるが、一部には花崗岩・砂岩・泥岩の角礫・亜角礫(0.5mm～2cm)及び長石片・石英片を含む含礫泥岩・含礫シルト岩も認められる。Batu Jongjong川下流には凝灰岩質砂岩が観察されており、Hatapang層には若干の火山砕屑岩を挟在する可能性がある。なお砂岩と泥岩は漸移し指交関係にある。

本層は白亜紀後期貫入のHatapang花崗岩に貫入され、その接触部より1～2km以内は接触熱変質作用を受けて多数の黒雲母及び白雲母、石英などが生じ、塊状堅硬なホルンフェルスとなっている。

(2) Montong Julu層

本層は調査地域の北東端Montong川付近に分布するが、その分布範囲は狭い。緑色砂岩からなりHatapang層を不整合に覆い、またJampalan川でToba凝灰岩層に不整合に覆われており、また岩石の固結度などから第三系として区分した。

(3) Toba凝灰岩層

調査地域の北域Kota Batu川、Hatapang川下流流域及びそれらの支流域に分布

し、時に小台地を形成している。淡緑色のデイサイト質凝灰岩で、外来岩片が少ない黒雲母、石英片を含むグラス質結晶質凝灰岩である。Kota Batu川上流の支配 Pang-alan川には頁岩・花崗岩円礫を伴う火山円礫岩がある。第三紀末期～第四紀初期のToba火山活動に由来する凝灰岩である。

1-2-2 花崗岩類

(1) Hatapang花崗岩

Kota Batu川上流、Hatapang川上流及び Batu Jongjong川上流にかけての調査地域中心部に東西6km、南北8kmの規模の楕円状貫入岩体として分布する。また本貫入岩体の周辺には、同質の黒雲母花崗岩が小貫入岩体または岩脈として多数分布する。

Hatapang花崗岩は岩石組織、構成鉱物などにより、次の3つの型に分類される。

(a) 斑状～等粒状黒雲母花崗岩

長石の巨斑晶をもつ斑状黒雲母花崗岩はHatapang花崗岩の主体をなし、その岩体の中央部、東部及び南部にかけて分布している。岩体の西縁は等粒状となり、特にKota Batu川沿いに粗粒～中粒等状・花崗閃緑岩が分布する。両岩とも鏡下では斜長石・カリ長石・石英・黒雲母を主造岩鉱物とし、随伴鉱物としてトパズ・螢石・ジルコン等が普遍的に伴われる。モード解析による斜長石・カリ長石・石英比では、カリ長石と斜長石がほぼ等粒含まれるアダメライトと分類される。

(b) 細粒（両雲母）花崗岩

Hatapang花崗岩の東部から北周辺、またHatapang川上流及びKota Batu川のHajoran北に分布している。本岩は斑状～等粒状花崗岩に岩脈としてまた不規則な形で貫入しており、時に斑晶～等粒状花崗岩の不規則部の様子を示しているが、白雲母を伴い、また後記するごとく微量成分としての錫の含有量は斑晶状～等粒状黒雲母花崗岩より多い特徴があり、またHatapang花崗岩岩体では、やや後期に貫入したものである。鏡下では斜長石・カリ長石・石英・黒雲母を主構成造岩鉱物とし、白雲母・トパズ・螢石などが伴われる。モード解析結果では花崗岩（アダメライト）に分類される。

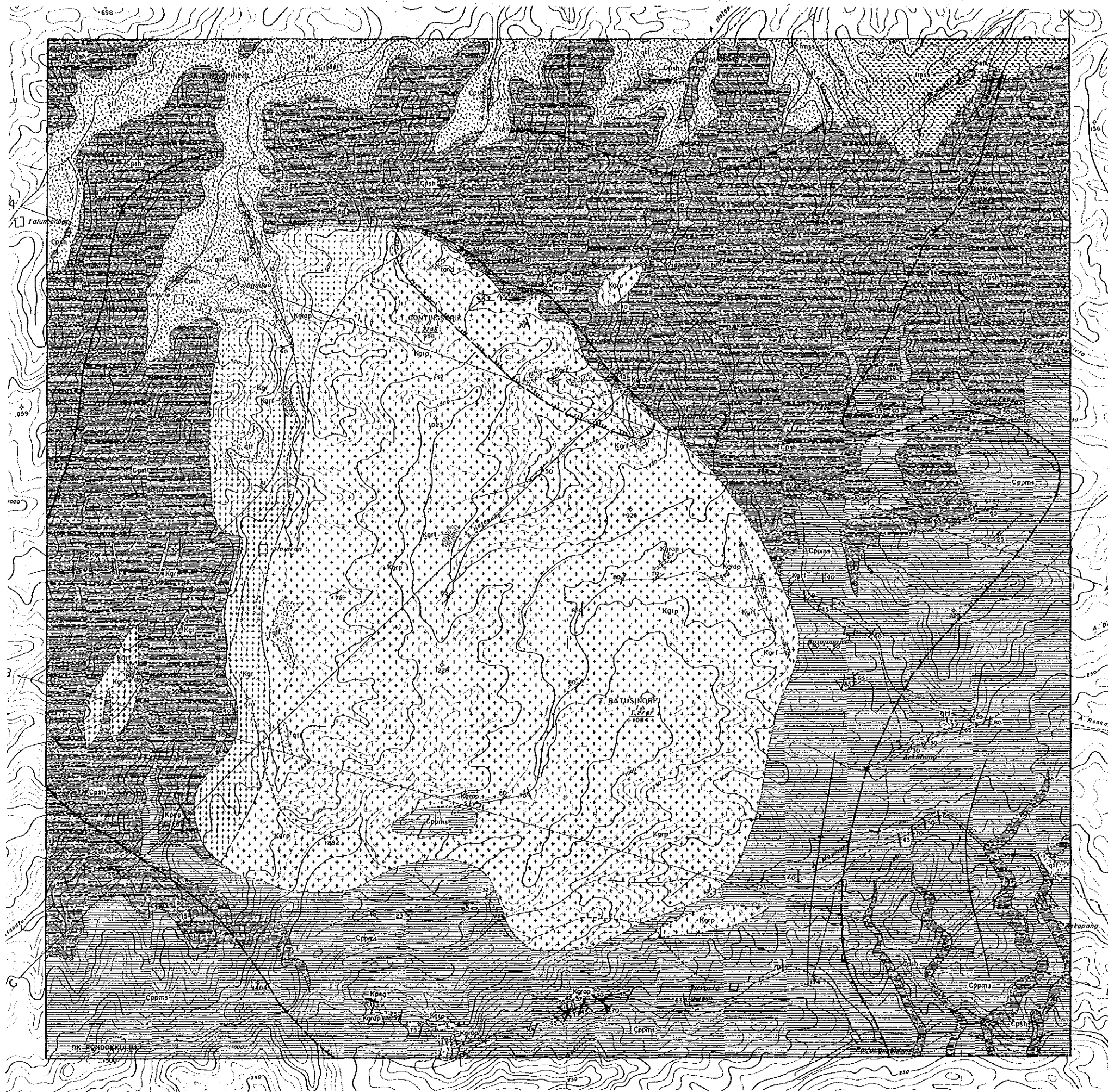
(c) アプライト

白色細粒アプライトが岩脈としてKota Batu川上流、Hajoran地域にHatapang川周縁部に沿い認められる。細粒等粒状で斜長石・石英を主構成造岩鉱物とし

て黒雲母・白雲母などは殆んど含まれていない。随伴鉱物として螢石，屑石などが伴われている。

(d) ペグマタイト

電気石を伴うペグマタイト脈が，花崗岩体の周辺を小花崗岩岩体に伴って分布する。



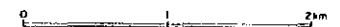
LEGEND

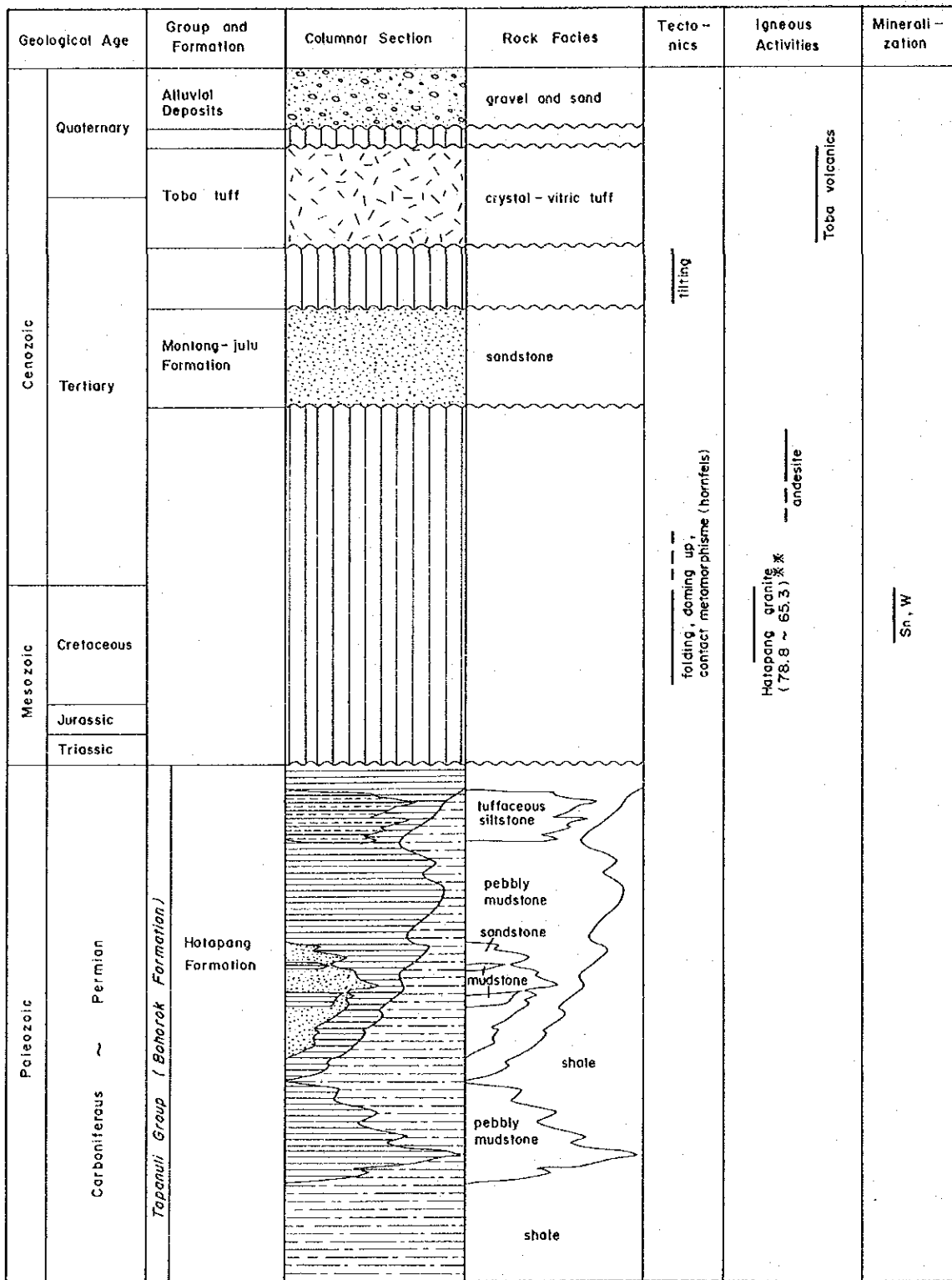
Geological Age	Geological unit	Sedimentary Rocks	Igneous Rocks
CENOZOIC	QUATERNARY	<p>ea Alluvium</p> <p>atf Toba tuff</p>	
	TERTIARY	<p>msss Sandstone</p>	<p>and Andesite</p>
MESOZOIC	CRETACEOUS		<p>Xprg Pegmatite</p> <p>Kgrap Hatapang Granite (Aplite)</p> <p>Kgrl Hatapang Granite (Two-mica Granite)</p> <p>Kgr Hatapang Granite</p> <p>Kgra Hatapang Granite (Porphyritic)</p>
PALEOZOIC	CARBONIFEROUS - PERMIAN	<p>Hatapang Formation (Bohorok Group)</p> <p>Cpms Pebble Mudstone II (Sandstone & Mudstone)</p> <p>Cpsh Pebble Mudstone I (Shale)</p>	

- 30 Dip and strike
- Joint
- Anticlinal axis
- Synclinal axis

- Alteration Zone of Mineralization
- Hornfels Zone

第 1-1 图 Hatapang 地区地质图





* * K-Ar Age (Ma)

第 II - 2 图 Hatapang 地区地質層序模式柱状图

第2章 Hatapang 花崗岩の特性

2-1 進入時期

Hatapang 黒雲母花崗岩の進入時期を明らかにするためK-Ar法による年代測定を実施した。選定した岩石はHatapang Julu(CR-7), Batu Jongjong 川上流(ED-1) (ともに斑状黒雲母花崗岩)及びKota Batu 川上流のアプライト(A-6)の3個で, 前者2試料は黒雲母, 後者1試料は黒雲母・角閃石を含まないため, 全岩により分析を実施した。

第II-1表 Hatapang 花崗岩のK-Ar法による年代測定結果

No	Sample No	Locality	Rock Name	Mineral or Rock	$^{40}\text{Ar}/\text{rad}$ ($\text{sec}/\text{gm}\times 10^{-5}$)	$^{40}\text{Ar}/\text{rad}$ (%)	k%	Age (Ma)
1	AR-6	S. Manunggal	Aplite	Whole Rock	1.09 1.10 1.10	85.7 86.4 88.0	4.25 4.25	65.3±2.6
2	CR-7	A. Hatapang	Granite	biotite	2.37 2.33 2.47	83.8 81.3 83.6	7.52 7.63	78.8±3.2
3	ED-1	A. Batu Jongjong	Granite	biotite	1.73 1.79	76.0 80.1	5.79 5.83	76.2±3.0

測定の結果, 斑状・黒雲母花崗岩は78.8Ma, 76.2Ma またアプライトは65.3Maとなり, 白亜紀後記の年代を示した。

なお, Hatapang花崗岩の帯磁率は $17\sim 1\times 10^{-5}$ SIユニットと非常に小さく, チタン鉄鈳系花崗岩に分類される。

2-2 化学組成

Hatapang花崗岩体から出来る限り均等に31個の試料を採集し, 主成分(SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , BaO Loi)及び微量成分(F, Cl, Li, W, Sn, Mo)の分析を実施した。試料採取は細粒(両雲母)花崗岩より12個, 斑状黒雲母花崗岩より17個, アプライト1個及びペグマタイト1個である。

その分析結果及び分析結果より算出したノルム鈳物の重量比を第 表に示した。なお参考に世界の含錫花崗岩の平均値(Stemproskovor 1974, Hoskins 1979), 含錫花崗岩の微量成分平均値(Tischendorf 1977, Hoskins 1979)を併記した。

2-2-1 主成分組成

Hatapang 花崗岩類は SiO_2 が 73%~77%、分化指数(ノルム標準鉱物の石英, 正長石, 長石, のしめる重量百分率)は 92 以上を示す酸性岩であり, 分化の進んだ花崗岩であることを示している。

ノルム鉱物の石英-(斜長石+曹長石)-カリ長石三角関係図・モード鉱物の石英-斜長石-カリ長石関係図ともに花崗岩(アダメライト)領域にプロットされる。また M-F-A 関係図でも本岩は殆んど分化してアルカリ($Na_2 + K_2 O$)のコーナーに集まる(第 II-3 図, 第 II-4 図, 第 II-5 図)。

$K_2 O-Na_2 O-CaO$ 関係図でも本岩は CaO の量が少なく, $K_2 O-Na_2 O$ 線近くに集まる(第 II-6 図)。

Hatapang 花崗岩は Stenskovor による世界の含錫花崗岩の平均品位に類似の値を示す。

2-2-2 微量成分組成

(a) 錫

Hatapang 花崗岩の錫含有量は 1 ppm より 98 ppm まで認められた。この含有量は 1 ppm~7 ppm (21 個), 10 ppm~23 ppm (7 個), 59 ppm~98 ppm (3 個) の 3 つの級に分けられる。Tischendorf (1977) によると, 一般の花崗岩に含まれる錫の含有量の上限~下限は 1 ppm~8 ppm とされていることから, 本岩の錫含有量 10 ppm 以上を異常値と考えて考察した。第 II-7 図にその分布を示したが, Hatapang 花崗岩の北縁の Hatapang 川及びその支流, また北東縁の Batu Jongjong 川中流域に異常値が分布する。なお 10 ppm 以上の錫を含有する花崗岩は, 細粒両雲母花崗岩に多い傾向を示す。

(b) タングステン

タングステンについて殆んどが 12 ppm~22 ppm の値にあり, その後背値が高いが, 特に異常値を示した 170 ppm, 198 ppm の高異常値は Batu Jongjong 域にみられ, 錫異常域の南部 Hatapang 花崗岩岩体の中央部に分布している(第 II-7 図)。

(c) 弗素

2 試料を除いてすべて 1,500 ppm~5,000 ppm の間に入り一般の花崗岩(250 ppm~1,500 ppm Tischendorf 1979)に比し高い値を示している。Tischendorf は, 錫花崗岩は $3,750 \text{ ppm} \pm 1,500 \text{ ppm}$ の弗素含有を示すと述べているが, この比較よりみれば Hatapang 花崗岩は含錫花崗岩同等の値を示した(第 II-7 図)。

弗素と錫は特に高い相関関係は認められないが, 第 II-8 図に示すごとく, 弗素と CaO

との相関関係では斑状黒雲母花崗岩に比し錫の含有が高い細粒花崗岩が、弗素の含有（後背値）が高い傾向を示す。また、4,000 ppm以上を示す地域はHatapang花崗岩の北縁（Hatapang川上流域）及び中央域（Batu Jongjong川上流域）にあるが、（第II-7図）これは前者が錫、後者がタングステン異常域に重複している。

(d) リシウム

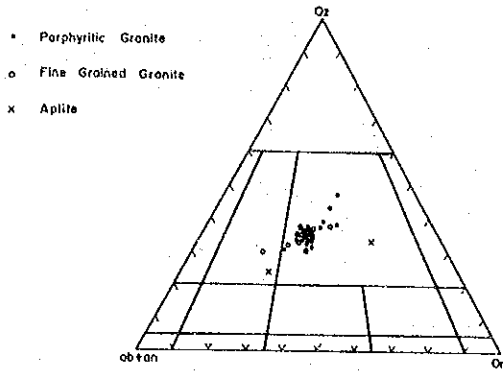
最低値45 ppm，最高値350 ppmの値を示すがその等含有値コンターを描くと、150 ppm以上を示す地域はHatapang花崗岩北縁域にあり錫高含有域に重複する（第II-7図）。

2-2-3 Hatapang花崗岩の特性

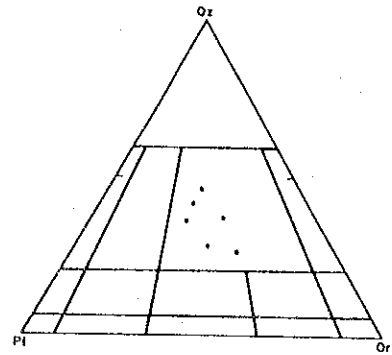
以上の年代測定，帯磁率化学組成などからHatapang花崗岩の特性をまとめると次のごとくなる。

- (1) SiO₂は73%~77% また分化指数も92%以上を示し分化の進んだ酸性岩である。
- (2) モード解析，ノルム解析によると花崗岩（アダメライト）である。
- (3) 化学組成は世界の含錫花崗岩の平均品位（Stemproskovor 1974）に類似する。
- (4) 錫・タングステン・弗素・リシウム含有量Tishendorf（1977）により提案された錫花崗岩の値に類似する。
- (5) Hatapang花崗岩岩体での錫，弗素，リシウム及びNa₂/K₂O比の異常値分布は北縁（Hatapan川上流）及び東北縁（Batu Jongjong川中流）に濃集する。
- (6) k-Ar法による年代測定では65~78Maを示し，白亜紀後期の貫入岩と考えられる。
- (7) 帯磁率の測定結果では錫鉍化を伴うチタン鉍系花崗岩の可能性が高い。

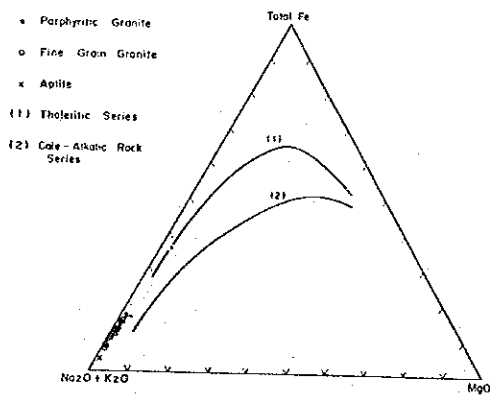
タイマレーシアーインドネシア錫鉍化帯のうち白亜紀後期の年代を示すのは，最西縁に分布するPhuketゾーン（Mitchell 1976, P. Nutalaya et al）にあり，またこのゾーンの花崗岩はカリ長石の斑晶をもつ斑状黒雲母花崗岩（アダメライトまたはモンゾニ花崗岩）であること（Ishihara et al 1979）などと対比すると，Hatapang花崗岩は年代・岩相・化学組成・微量成分の特徴及びその位置などから，Phuket地域の錫花崗岩帯の南延長部にある可能性が強い。その関係を第II-9図に示した。



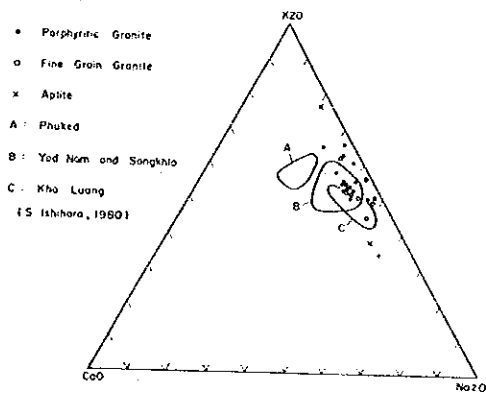
第 II - 3 図 Hatapang 花崗岩ノルム石英
- 斜長石 - アルカリ長石比図



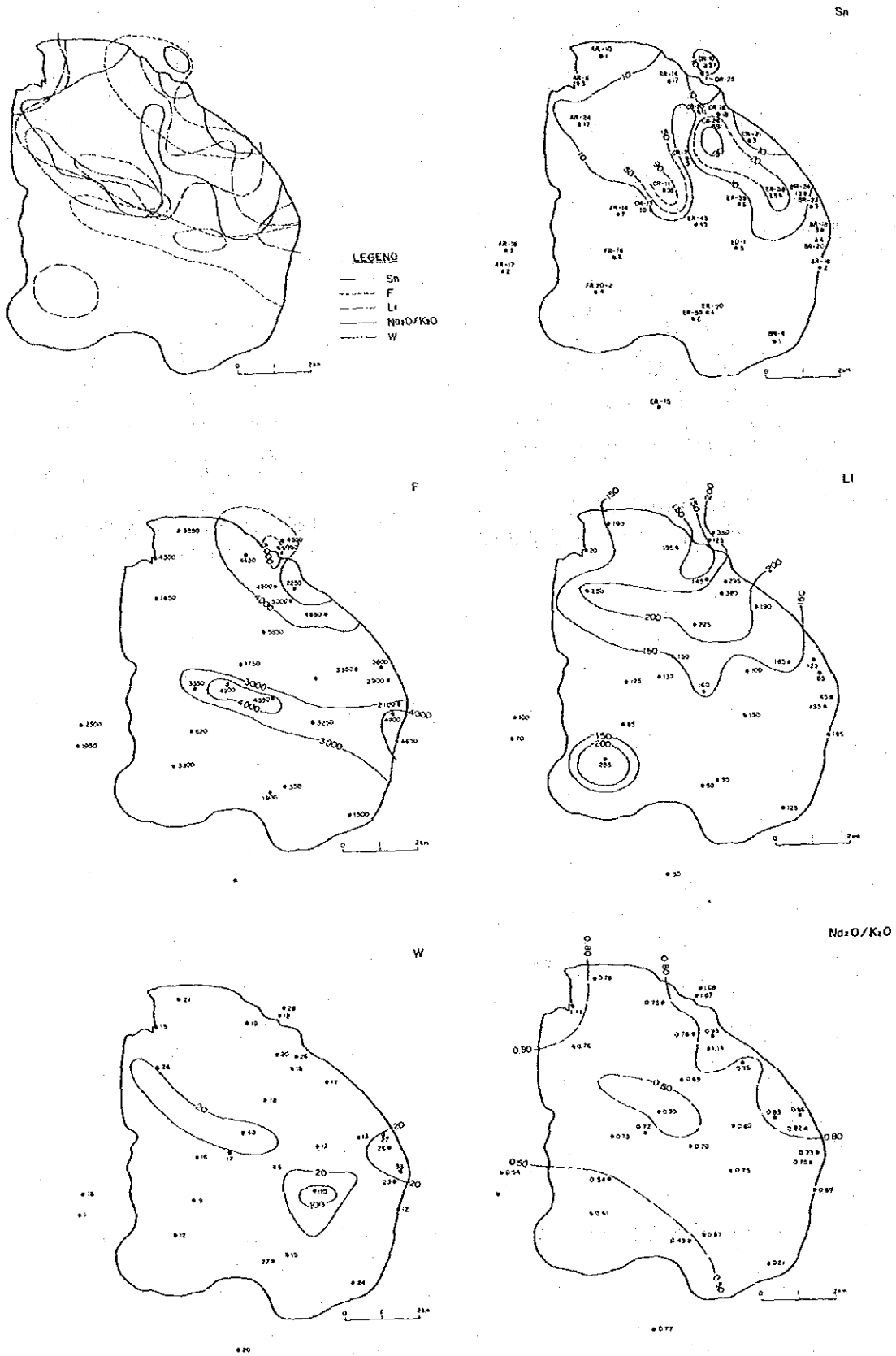
第 II - 4 図 Hatapang 花崗岩モード石英
- 斜長石 - アルカリ長石比図



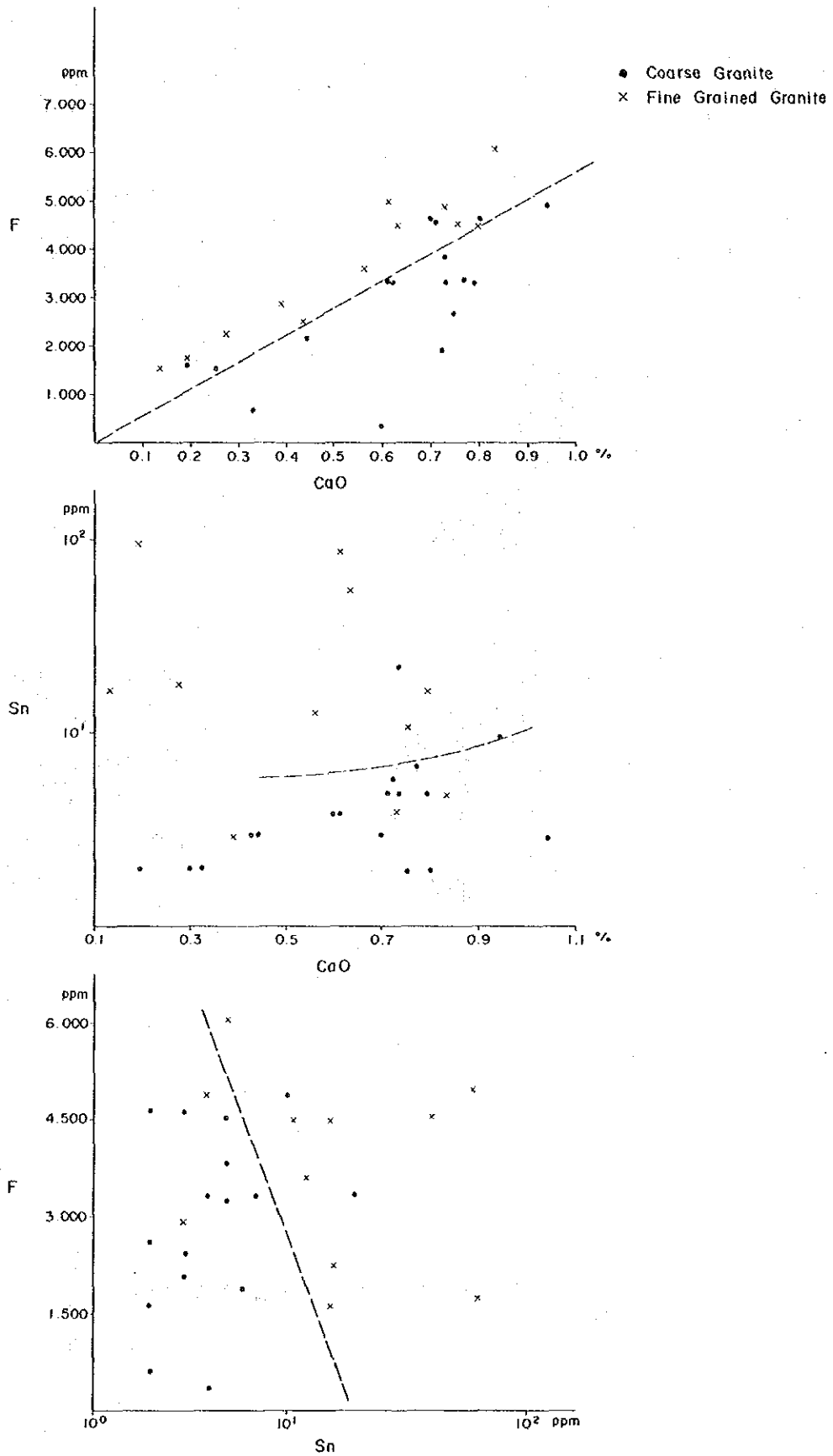
第 II - 5 図 Hatapang 花崗岩 F - M - A 図



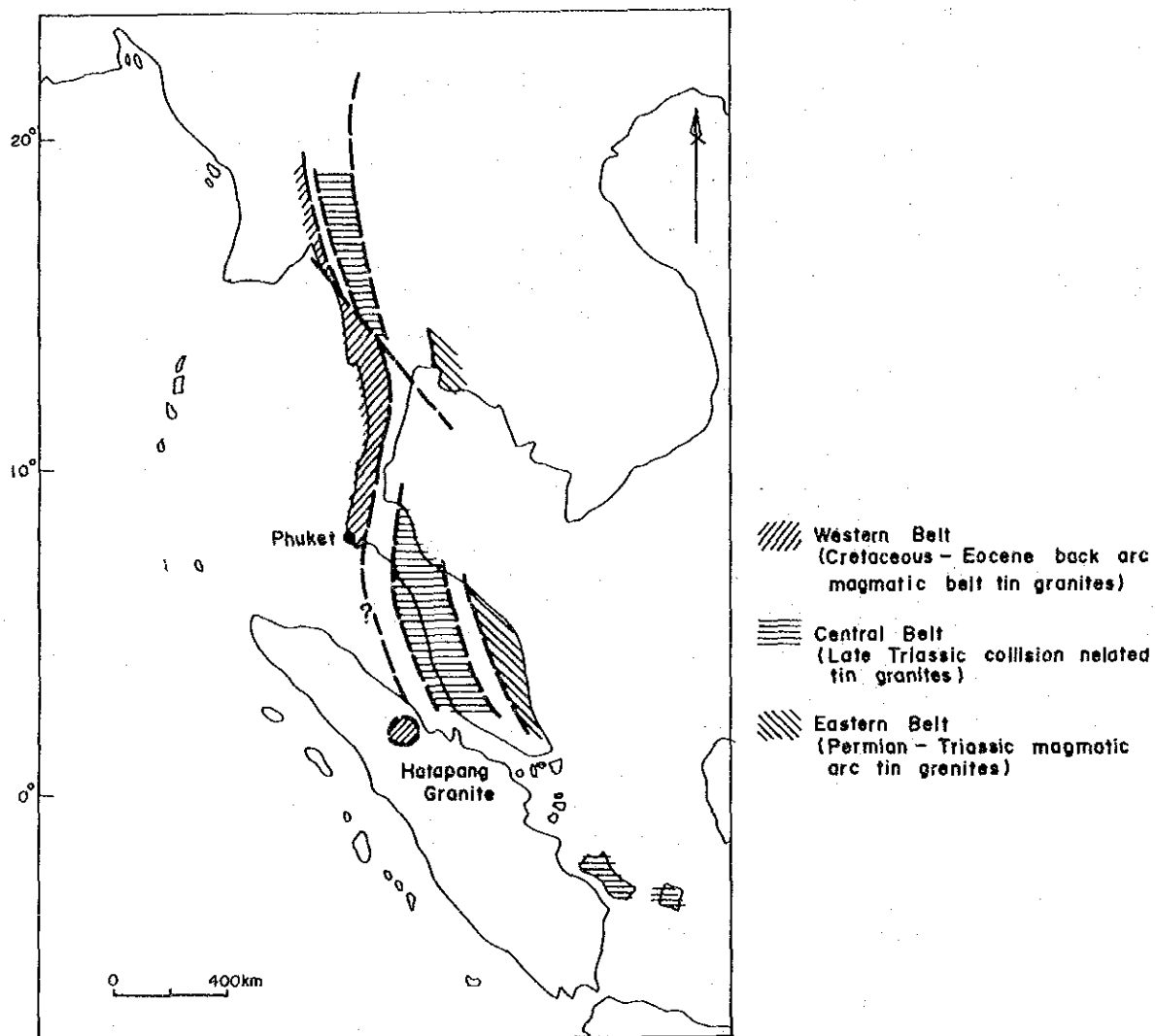
第 II - 6 図 Hatapang 花崗岩アルカリ
- 石英比図



第II-7図 花崗岩に伴われる微量成分(錫・タングステン・弗素・リシユーム),
Na₂O/K₂O比分布図



第 Ⅱ - 8 図 Hatapang 花崗岩に伴われる錫・弗素の相関関係図



第II-9図 東南アジアの含錫花崗岩とHatapang花崗岩の分布関係
(Mitchell 1979 に加筆)

第 II - 2 表 Hatapang 花岗岩化学分析一览表

Sample No.	AR-10	BR-4	BR-16	BR-18	CR-7	CR-13	CR-21	ED-1	ER-15	ER-45	ER-50	ER-55	ER-57	ER-58	FR-14	FR-16	FR-20-2	AR-16	AR-24	BR-20	BR-22	BR-24	CR-11	CR-18	CR-20	CR-24	DR-10	DR-14	DR-25	AR-6	AR-17	Average of Tin Granite of the world, according to Stemporskvor (1974)		
Rock Name	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	C-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	F-Gr	Ap	Peg		
SiO ₂	73.94	77.55	75.82	75.73	75.30	74.26	75.46	76.05	76.37	75.48	75.54	76.17	75.33	76.23	75.42	76.85	76.21	77.18	77.35	75.80	74.79	75.43	75.64	75.22	74.99	75.26	75.24	75.07	73.48	73.62	75.26	73.02		
TiO ₂	0.07	0.09	0.08	0.01	0.09	0.20	0.06	0.10	0.07	0.07	0.06	0.09	0.13	0.06	0.06	0.12	0.27	0.03	0.03	0.06	0.02	0.03	0.05	0.04	0.07	0.02	0.04	0.07	0.02	0.01	0.01	0.21		
Al ₂ O ₃	12.91	12.64	12.95	13.49	13.12	13.62	12.81	12.40	12.98	13.09	13.46	13.75	12.96	12.78	13.42	12.34	10.96	12.58	13.10	12.90	14.62	13.60	13.57	13.62	13.33	13.39	13.47	13.28	15.77	14.93	13.77	13.90		
Fe ₂ O ₃	0.16	0.24	0.12	0.01	0.18	0.28	0.20	0.12	0.19	0.18	0.14	0.17	0.32	0.16	0.23	0.40	0.89	0.10	0.16	0.17	0.20	0.15	0.07	0.28	0.20	0.26	0.21	0.44	0.07	0.11	0.22	0.78		
FeO	0.94	0.86	1.22	0.58	1.08	1.15	1.15	0.94	0.72	1.01	0.79	0.36	1.15	0.94	0.72	1.01	2.74	0.79	0.79	1.15	0.50	0.86	0.79	0.86	0.86	0.86	0.94	0.94	0.72	0.22	0.50	1.34		
MnO	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.04	0.03	0.04	0.02	0.07	0.01	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.05	0.02	0.06	0.07	0.03	0.02	0.01	0.02	0.05		
MgO	0.10	0.09	0.10	0.02	0.10	0.26	0.11	0.06	0.08	0.11	0.01	0.09	0.17	0.08	0.08	0.11	0.28	0.10	0.02	0.09	0.02	0.06	0.02	0.06	0.14	0.02	0.05	0.06	0.01	0.06	0.09	0.52		
CuO	0.61	0.25	0.80	0.44	0.73	0.94	0.70	0.79	0.75	0.71	0.60	0.19	0.72	0.73	0.77	0.32	0.61	0.43	0.13	0.73	0.39	0.56	0.19	0.27	0.75	0.61	0.63	0.79	0.83	1.04	0.30	1.24		
Na ₂ O	3.75	3.24	3.57	3.83	3.55	3.55	3.97	3.46	3.77	3.67	4.03	2.88	3.14	3.75	3.77	2.71	2.01	3.04	3.78	3.57	4.26	3.92	4.03	4.19	4.15	4.77	4.56	3.83	5.27	5.72	2.06	3.28		
K ₂ O	4.77	5.24	5.12	5.20	5.14	4.92	5.28	4.62	4.85	5.17	4.75	5.82	5.22	4.50	4.98	4.98	4.80	5.59	4.94	4.91	4.60	4.55	4.21	4.28	5.20	4.17	4.19	5.07	3.15	4.05	7.81	4.57		
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
BaO	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01			
LOI	0.82	0.69	0.84	0.58	0.68	1.09	0.83	1.06	0.74	0.78	0.79	1.11	0.91	0.74	0.90	0.93	1.29	0.58	0.54	0.94	0.66	0.67	0.59	0.59	0.77	0.76	0.68	0.83	0.66	0.91	0.56			
Total	98.14	100.96	100.69	99.95	98.97	100.34	100.62	99.65	100.57	100.35	100.21	100.67	100.11	100.03	100.42	99.82	100.16	100.46	100.9	100.18	100.1	99.89	99.22	99.49	100.51	100.22	100.11	100.45	100.03	100.71	100.63			
F ppm	3350	1500	4650	2100	3850	4900	4650	3250	2650	4550	350	1600	1900	3350	3350	620	3300	2500	1650	4900	2900	3600	1750	2250	4500	5000	4550	4450	6050	4300	1950	(3,700 ± 1,500)*		
Cl ppm	200	<400	500	400	100	100	500	200	400	300	300	400	500	400	400	300	600	400	<300	500	300	200	100	200	500	100	200	300	300	200	300			
Li ppm	190	125	185	45	225	135	190	130	35	160	95	50	100	185	125	85	285	100	230	135	85	125	150	295	145	385	350	195	125	20	70	(200 ± 100)*		
W ppm	21	24	12	33	18	17	17	170	20	6	15	22	12	13	16	9	12	16	26	23	198	27	40	26	20	18	28	19	18	1	30	(7 ± 3)*		
Sn ppm	1	1	2	3	5	10	3	5	2	5	4	2	6	23	7	2	4	3	17	4	3	13	98	18	11	91	57	17	5	3	2	(30 ± 15)*		
Mo ppm	1	1	1	8	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	(4 ± 2)*		
q	33.79	37.46	32.73	32.19	32.54	32.88	30.09	35.86	33.74	31.98	32.12	36.46	34.56	34.88	32.23	40.63	42.68	36.49	35.62	34.5	31.28	33.33	35.1	33.25	28.86	29.65	30.6	31.09	28.48	22.88	32.33	32.13		
or	28.19	30.97	30.26	30.73	30.38	29.08	31.2	27.3	28.66	30.55	28.07	34.4	30.85	26.6	29.43	29.43	28.37	33.04	29.2	27.84	27.19	26.89	24.88	25.29	30.73	24.64	24.76	29.96	18.62	23.94	46.16	27.27		
ab	31.71	27.4	30.19	32.39	30.02	28.33	33.57	29.26	31.88	31.04	34.08	24.36	26.55	31.71	31.88	22.92	17	25.71	31.97	30.19	36.03	33.15	34.08	35.43	35.1	40.34	38.56	32.39	44.57	48.37	17.42	27.79		
an	2.9	1.11	3.84	2.05	3.49	4.53	1.55	3.79	3.59	3.39	2.85	0.81	3.51	3.49	3.69	1.46	2.9	2	0.52	3.49	1.8	2.65	0.81	1.21	2.39	2.82	3	3.79	3.99	3.11	1.36	6.12		
c	0.52	1.23	0.13	0.81	0.44	1.12	0	0.32	0.21	0.22	0.65	2.42	0.86	0.46	0.48	1.96	1.4	0.8	1.35	0.65	1.97	1.26	2.09	1.65	0	0	0.34	0.11	2.23	0	1.43	1.22		
di	0	0	0	0	0	0	1.63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.03	0.07	0	0	0	1.63	0	0		
hy	1.86	1.58	2.39	1.07	2.09	2.46	1.31	1.68	1.33	2.02	1.29	0.68	2.26	1.81	1.37	1.72	4.9	1.66	1.39	2.22	0.8	1.66	1.43	1.57	1.15	1.46	1.78	1.5	1.3	0.36	1.05	3.01		
mag	0.23	0.35	0.17	0.14	0.26	0.41	0.29	0.17	0.28	0.26	0.2	0.25	0.46	0.23	0.33	0.58	1.29	0.14	0.23	0.25	0.29	0.22	0.1	0.41	0.29	0.38	0.3	0.64	0.1	0.16	0.32	1.16		
il	0.13	0.17	0.15	0.02	0.17	0.38	0.11	0.19	0.13	0.13	0.11	0.17	0.25	0.11	0.11	0.23	0.51	0.06	0.06	0.11	0.04	0.06	0.09	0.08	0.13	0.04	0.08	0.13	0.04	0.02	0.02	0.46		
ap	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0		
ol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
lum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	99.38	100.32	99.91	99.45	99.44	99.24	99.77	98.62	99.87	99.64	99.42	99.6	99.32	99.34	99.57	98.98	99.1	99.95	100.39	99.3	99.45	99.27	98.63	98.94	99.73	99.45	99.47	99.66	99.38	99.8	100.14	99.16		
Q+Or+Ab	93.69	95.83	93.18	95.31	92.94	90.29	94.86	92.42	94.28	93.57	94.27	95.22	91.96	93.19	93.54	92.98	88.05	95.24	96.79	92.53	94.5	93.37	94.06	93.97	94.69	94.63	93.92	93.44	91.67	95.19	95.91	87.19		
D.I.	94.27	95.52	93.26	95.84	93.46	90.98	95.08	93.71	94.40	93.91	94.82	95.60	92.59	93.81	93.94	93.94	88.85	95.29	96.41	93.18	95.02	94.06	95.37	94.98	94.95	95.15	94.42	93.76	92.24	95.38	95.78	8793		
Age (Ma)					78.8±3.2			76.2±3.0																									±2.6	

C-Gr: Coarse Grain Granite
F-Gr: Fine Grain Granite

Ap: Aplite
Peg: Pegmatite

* Specialized Granites Proposed Average Content (ppm) by Tischendorf (1977)

第3章 地質構造

Hatapang 花崗岩の貫入によって Hatapang 層はドーム構造を示している。即ち両岩の接触部は局部的な構造の乱れを除けば Hatapang 花崗岩の西方、南方及び南東方では、Hatapang 層は $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ で貫入岩体の外側に傾斜している。しかし北東側では Hatapang 層はドーム構造と調和せず、その方向は $N60^{\circ} \sim 80^{\circ} E$ 、傾斜 $30^{\circ} \sim 60^{\circ} SE$ となっている。このことは Hatapang 花崗岩の貫入は Hatapang 層をドーム構造に押し上げたフォースフル貫入であるのに対して、北東域ではストーピング的であったものと思われる。錫にとむ細粒花崗岩や石英脈、また弗素、リシウムなどの気成の微量成分が高いことなど錫・タングステンの鉱化がこの北東部に沿った地域に分布することは、Hatapang 花崗岩がこの北東部でストーピングによる貫入をしたことによるものと思われる。Hatapang 花崗岩本体の周囲 $1 \sim 2 \text{ km}$ の間には同質の花崗岩の小岩脈が分布するが、これは花崗岩本体が下部側方に広がっている可能性を示す。

第4章 鉍 化 作 用

4-1 錫鉍・タングステン鉍の砂鉍調査

河床堆積物のパンニングにより錫鉍石(錫石)・タングステン鉍の砂鉍調査を実施した。各試料地点で40ℓ容量(20ℓポリバケツ2杯分)のパンニングにより採取された試料はBandungの鉍物資源局において分離し、錫鉍石(錫石)及びタングステンなどの重鉍物重量が測定された。その結果第Ⅱ-12図 錫石粒数頻度分布図のごとくHatapang川上流及びBatu Jongjong川中流域に錫石砂鉍の濃集が見られる。

4-2 鉍 化 帯

地質調査の結果弱鉍化帯ながらHatapang川上流及びその支流のMabat川, Batu Jongjong川中流に認められた。いずれも重鉍物砂鉍調査による錫石濃集域と一致する。

(1) Mabat川流域

Mabat川流域のHatapang堆積岩層とHatapang花崗岩境界域の東西2500m×南北1,000mの地域に石英脈が多数分布する(第Ⅱ-10図)。この石英脈は赤鉄鉍ステインや電気石を伴い、また錫含有の高い細粒両雲母花崗岩が分布し、弱い絹雲母粘土化帯がみられる。これらの石英脈8個(転石1個を含む)の分析では、錫630ppm, タングステン410ppmが最大の値であった。弱粘土帯には結晶度の良い2M型の絹雲母(若しくは白雲母)を伴っている。しかし強いグライゼン変質は認められなかった。

(2) Hatapang川上流域

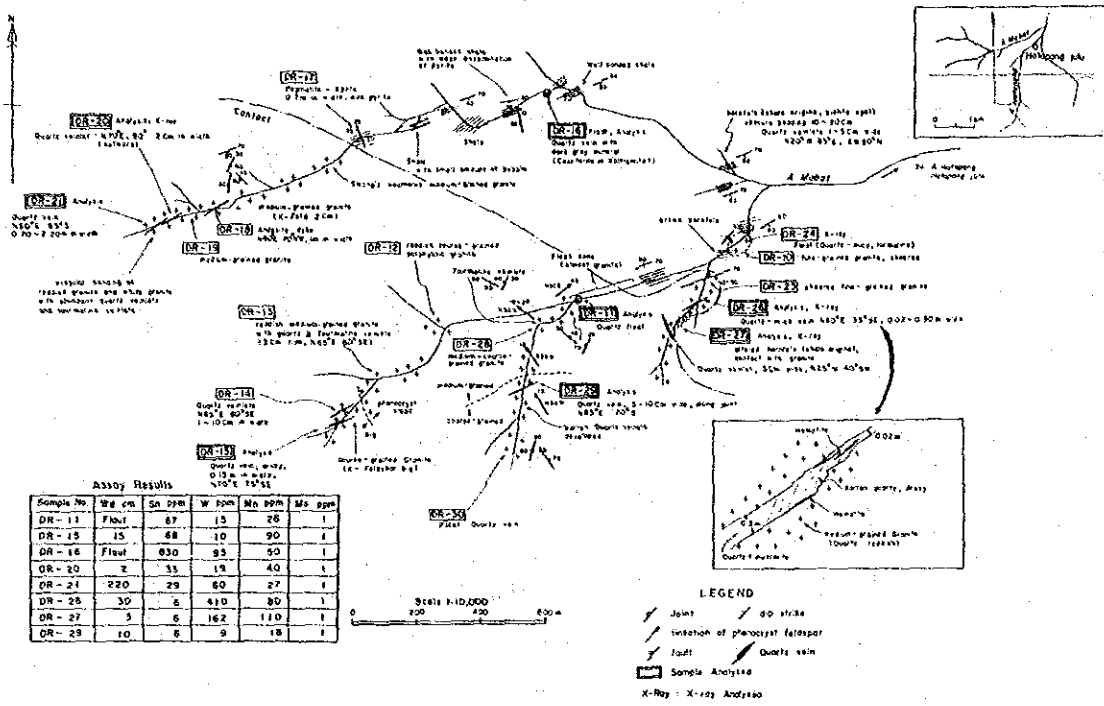
Hatapang Julu村より、Hatapang川上流1kmの地点の支流20mの間に石英脈8条があり、そのうち2条の分析では脈巾10cm 錫0.83%, 脈巾15cm sn 0.06%の値を得ている(第Ⅱ-11図)。

(3) Batu Jongjong川中流域

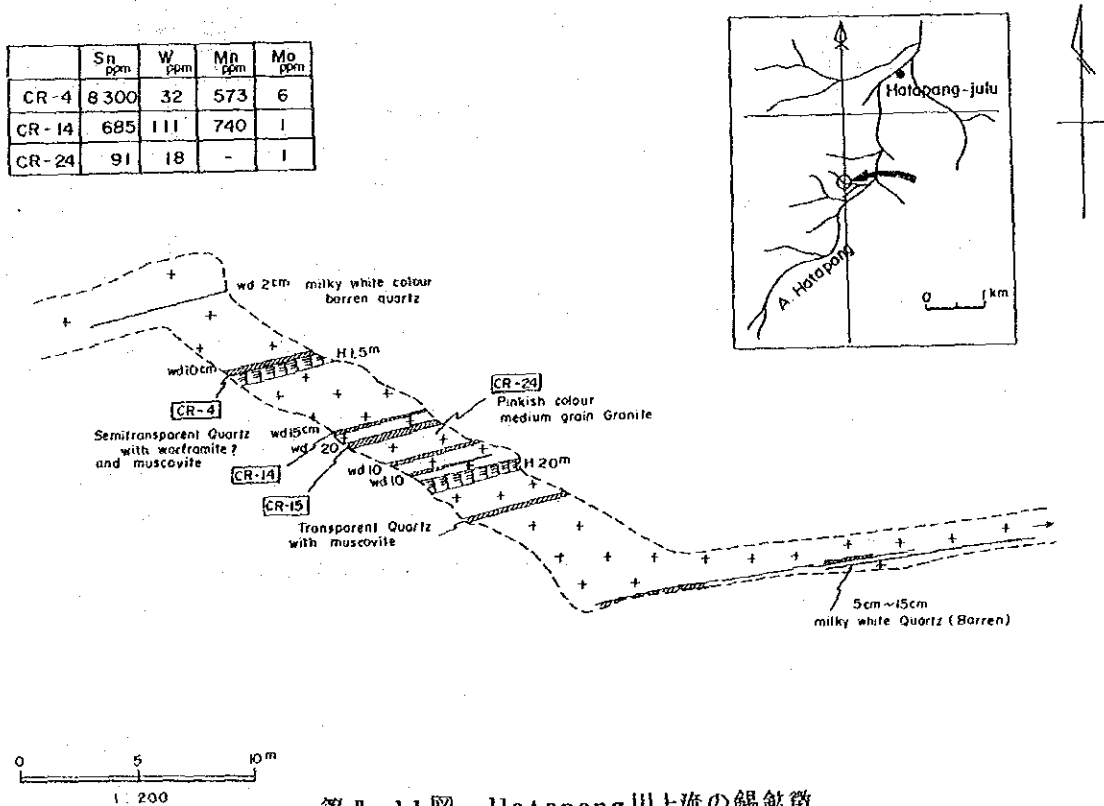
Hatapang花崗岩の接触部のホルンフェルス側200mに石英脈及び細粒花崗岩岩脈が多くなる。石英脈では電気石が伴われる。細粒花崗岩は岩脈または粗粒花崗岩中不均質部のごとく貫入しているが、鉍物資源局の調査(1981)では細粒花崗岩より錫石の鉍染を発見している。

以上のごとくHatapang川上流及びその支流Batu Jongjong川中流域は、含錫細粒花崗岩、石英脈の分布、Hatapang花崗岩岩体における微量成分(Sn, F, Li, Na₂O/K₂O)の濃集、

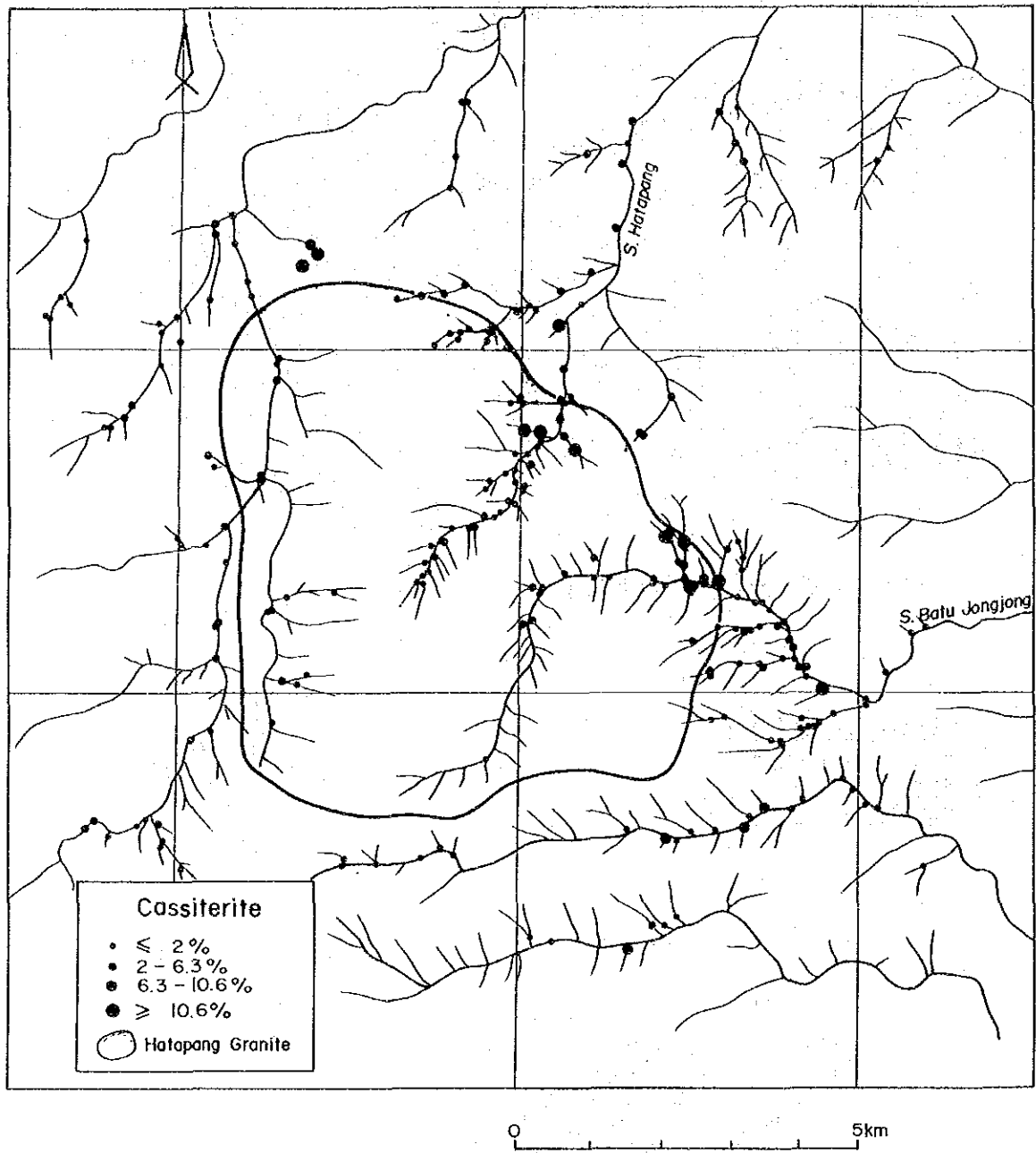
花崗岩の侵入様式(ストーピング侵入)・錫石砂鉱の分布及び後記する地化学探査の Sn・F の異常域などを考察すると、これらの範囲 Hatapang 地域での最も有力な錫鉱化帯域と思われる。



第II-10図 Mabot 川の錫鉍徴



第II-11図 Hatapang 川上流の錫鉍徴



第 II - 12 図 Hatapang 花崗岩周縁の錫石砂鉍分布

第5章 地化学探査

5-1 河床堆積物による地化学探査(概査)

5-1-1 試料採取

第1年次調査ではHatapang花崗岩を中心に主要河川1 kmあたり4個の密度で河床堆積物を採取した。採取試料は571個であった。

5-1-2 指示元素

錫・タングステン鉱化作業の追跡を考慮して錫・タングステン・弗素・砒素・モリブデンの5成分を選び分析した。

5-1-3 分析データの解析

(1) 成分間の相関関係

各指示元素の相関関係は第II-3表に示すごとく、錫-弗素-タングステンは非常に良い相関関係にあるが砒素・モリブデンと錫・タングステン・弗素との相関はほとんど認められない。

第II-3表 Hatapang地区地化学探査指示元素相関関係

	F	W	Mo	As
Sn	0.5590	0.6918	-0.0412	0.1967
F		0.7340	0.2930	0.0705
W			0.0017	0.0248
Mo				0.0963
As				

(Population 540)

(2) 異常域

統計処理を行った結果、各指示元素の平均品位(M)、標準偏差(S.D.)、しきい値(M+S.D.)(M+2×S.D.)を計算し、しきい値(M+S.D.)を2級の異常値(M+2×S.D.)を1級の異常値とし、これが2点以上隣接する範囲を異常域とした。

各指示元素の最低・最高値、平均値(M)、標準偏差(S.D.)、しきい値(M+S.D.)(M+2×S.D.)を第II-4表に示した。

第Ⅱ-4表 Hatapang地区地化学探査異常値

	Min Value ppm	Max Value ppm	M ppm	S.D.	M+S.D.	M+2×S.D.
Sn	1	3,100	24	0.3676	174	1284
F	110	2,000	433	0.2812	827	1581
W	1	1,800	23	0.9198	192	1594
Mo	1	4	1	0.1080	1	2
As	2	59	7	0.2572	12	22

(1) 錫異常域

Hatapang 村よりHatapang 川上流 2 kmの地点及びその西支流にかけて 1 級の異常域(最大値 3,100 ppm) を示す地域がある。この地域のこの最大値(ppm) 付近には石英脈(巾 10 cm Sn 0.83%) が分布する。2 級の異常域はHatapang 川支流のMabat 川からKotahong 川上流, Batu Jongjong川にかけて東西 4 km, 南北 1 km の範囲にみられる(第Ⅱ-13図)。

これらの異常域はHatapang 花崗岩岩体の北縁部及び東縁部にあたり、花崗岩の分析による錫、弗素、リシウムの高含有域また Na_2O/K_2O 比の高い地域、またパニング調査での錫砂鉍濃集域また高錫含有の細粒花崗岩・石英脈が多く分布する地域にほぼ一致している。

(2) 弗素異常域

弗素の 2 級異常域は大凡錫及びタングステンの異常域に重複に分布する。

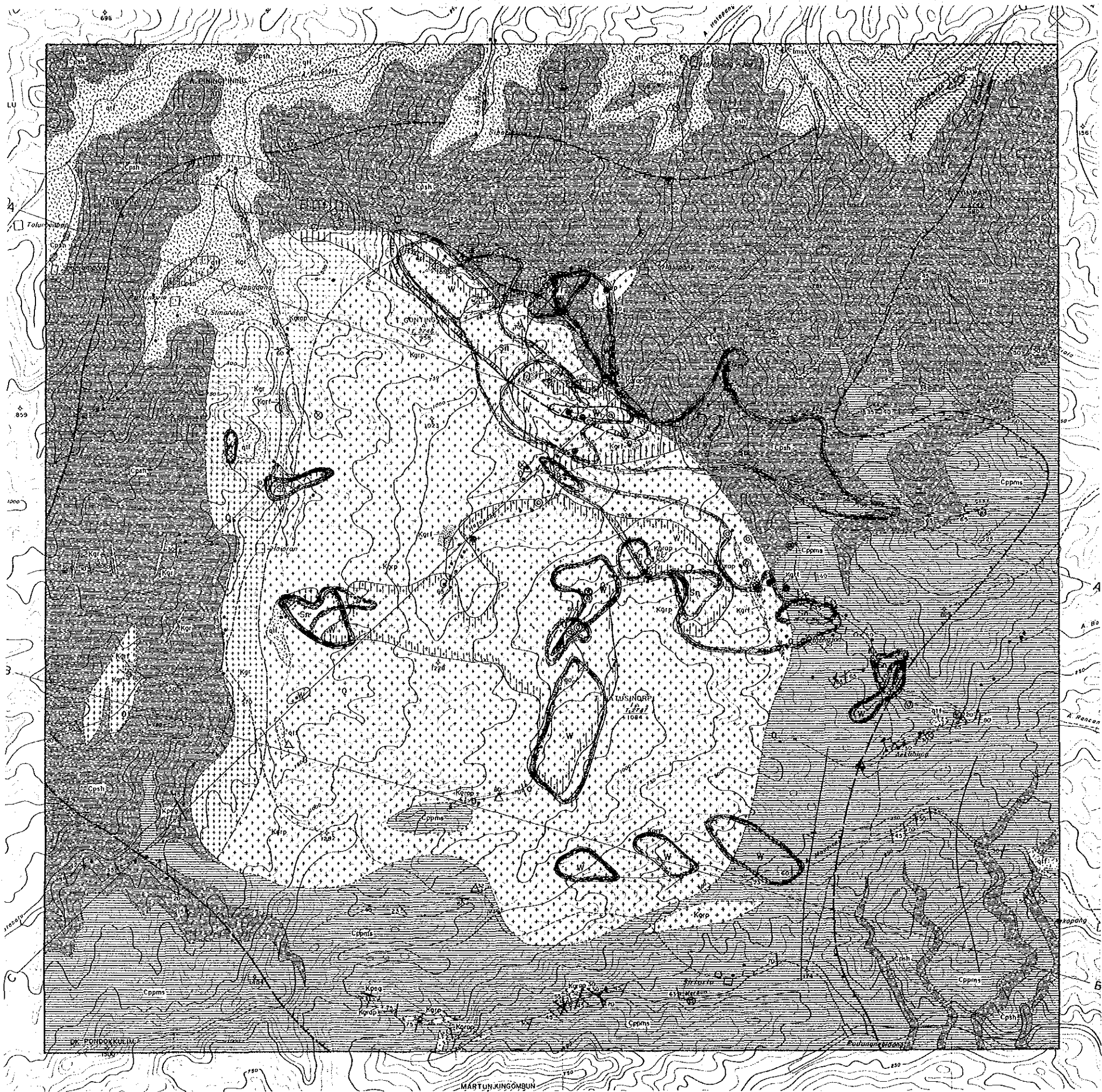
(3) タングステン異常域(第Ⅱ-13図)。

タングステンの第 2 級異常域は、Batu Jongjong 川上流及びHatapang 川上流に分布する(第Ⅱ-13図)。

なおHatapang 花崗岩のタングステン濃集部は、錫濃集部に比し花崗岩体の中心部に濃集する傾向にあるが、地化学探査結果でもこれと同様の傾向が認められた。

(4) 砒素・モリブデン異常域

砒素の異常域はHatapang 花崗岩岩体の北東外縁、南西外縁に分布する。モリブデン大部分が 1 ppm~2 ppm と低分析値を示し異常域が得られないが、2 ppm(全体 11%) の分布域を参考に考慮するとHatapang 花崗岩岩体の周縁に点在する。砒素とモリブデンは錫、タングステン、弗素との相関度低くまたその分布域を異にするととから、むしろその異常域はHatapang 花崗岩貫入の際周辺のHatapang 層に与えた接触変質作用に関



LEGEND

Geological Age	Geological unit	Sedimentary Rocks	Igneous Rocks
CENOZOIC	QUATERNARY	qo Alluvium qt Toba tuff	
	TERTIARY	Montong-Jule Formation tms Sandstone	Andesite
MESOZOIC	CRETACEOUS		Kgrg Pegmatite Kgrp Hatapang Granite (Aplite) Kgrf Hatapang Granite (Two-mica Granite) Kgr Hatapang Granite Kgrp Hatapang Granite (Porphyritic)
PALEOZOIC	CARBONIFEROUS PERMIAN	Hatapang Formation (Bohorok Group) Cppms Pebble Mudstone II (Sandstone & Mudstone) Csh Pebble Mudstone I (Shale)	

- 30 Dip and strike
- Joint
- Anticlinal axis
- Synclinal axis
- Alteration Zone of Mineralization
- Hornfels Zone
- F

Geochemical Anomaly

Element	Anomaly Area		Anomaly point	
	M + σ	M + 2σ	M + σ	M + 2σ
Sn				
W				

X more than two Anomaly points
 XX single Anomaly point

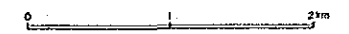
Panning Result

Number of Cassiterite	100 ~ 260 (pcs)	261 ~ 730 (pcs)	731 ~ 2000 (pcs)	2001 ~ 5400 (pcs)	5401 ~ 15000 (pcs)
		•	o	○	⊙

Minor Element in Granit

	Chemical Composition			
	1 ~ 9 (ppm)	10 ~ 50 (ppm)	51 ~ 170 (ppm)	170 ~ 200 (ppm)
Sn	0	0	0	
W				⊗

第 II - 13 图 Hatapang 地区地化学探查异常域



連するものと思われる。なお現在のところモリブデン鉱化帯は発見されていない。

5-2 土壌による地化学探査(精査)

5-2-1 試料採取

第1年次調査により有望な錫鉱化帯として抽出されたHatapang川上流~Mabat川上流6km²(1.5km×4km)の地域に土壌による地化学探査を実施した。

試料採取は11測線(N45°E方向, 測線間隔400m)沿いに70m間隔で実施, 総数量は242個。

5-2-2 指示元素

錫・タングステン鉱化作用を指示する錫・タングステン・弗素の3元素を分析した。

5-2-3 分析データの解析

(1) 成分間の相関関係

錫・タングステン・弗素の相関関数は第II-5表のごとく, それぞれ良い関係にある。

第II-5表 Hatapang川~Mabat川地化学探査指示元素相関関係

	W	F
Sn	0.585668	0.554423
W		0.538544

(Population 242)

(2) 異常域

各指示元素の平均値(M), 標準偏差(S.D.)及びしきい値(I)(M+S.D.), しきい値(II)(M+2×S.D.)は第II-6表のごとくなる。なお, Hatapang花崗岩とHatapang層(ホルンフェルス)の地質单元ごとに解析を行った(Fig II-6)。

第Ⅱ-6表 Hatapang川~Mabat川地化学探査異常値

(a) Total Area

	Max ppm	Min ppm	Mean ppm	S. D.	M+S. D.	M+2×S. D.	M+3×S. D.
Sn	860	2	35	0.377205	85 ppm	203 ppm	484 ppm
W	350	1	25	0.481666	76	231	
F	2,700	300	1,086	0.187131	1,671	2,572	

(Population 242)

(b) Hatapang Granite Area

	Max ppm	Min ppm	Mean ppm	S. D.	M+S. D.	M+2×S. D.	M+3×S. D.
Sn	860	6	41	0.334251	90 ppm	193	418
W	350	7	40	0.238737	69	119	207
F	2,700	300	1,165	0.171989	1,730	2,572	

(Population 177)

(c) Hatapang Formation Area

	Max ppm	Min ppm	Mean ppm	S. D.	M+S. D.	M+2×S. D.	M+3×S. D.
Sn	150	2	24	0.427971	64	(171)	
W	65	1	7	0.557983	26	(95)	
F	2,200	380	899	0.201293	1,428	(2,271)	

(Population 65)

東よりYA~YKの11測線(400m 間隔)での錫・タングステン・弗素の含有傾向を第Ⅱ-15図に示した。指示元素のうち弗素の平均値はHatapang 花崗岩岩体で1,163ppm に対しHatapang ホルンフェルス層で899ppm である。また、両岩の接触部では高く、特にMabar 川域(測線YJ~YI)では弗素平均値(1,165ppm)以上の異常値を示した。またHatapang 花崗岩岩体内では、Hatapang 川上流域(YA~YC測線:500ppm ~ 900ppm)よりSosopan 川・Mabar 川域(YD~YJ, 900ppm 以上)の方が弗素のバック・グラウンドが高い傾向にある。地質精査結果では、東域(Hatapang 川域)より西域(Sosopan 川, Mabar 川)のほうが石英脈・細粒花崗岩の分布頻度が高いことから、弗素の含有量の違いを示しているものと思われる。

④ Mabat・Mabar 川中流域

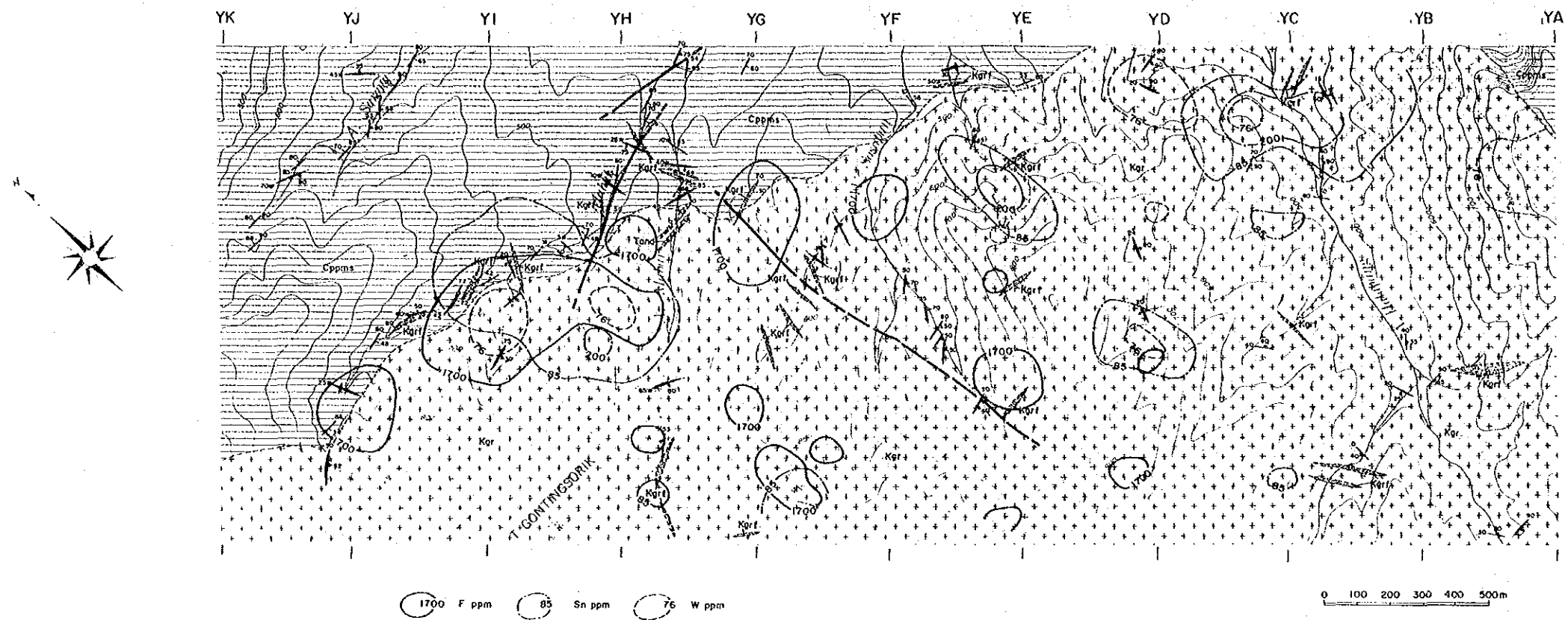
弗素の2級異常域がMabat 川~Mabar 川中流域に東西延長800m, 巾200~300 mの規模で見られる。これに重複して錫1級・2級異常域が、またタングステン2級異常域が見られる。Mabar 川沿いの本異常域には黄銅鉱の鉱染を伴う石英脈(脈巾10cm, 銅0.18%)が認められた(第Ⅱ-14図)。

⑥ Hatapang川上流

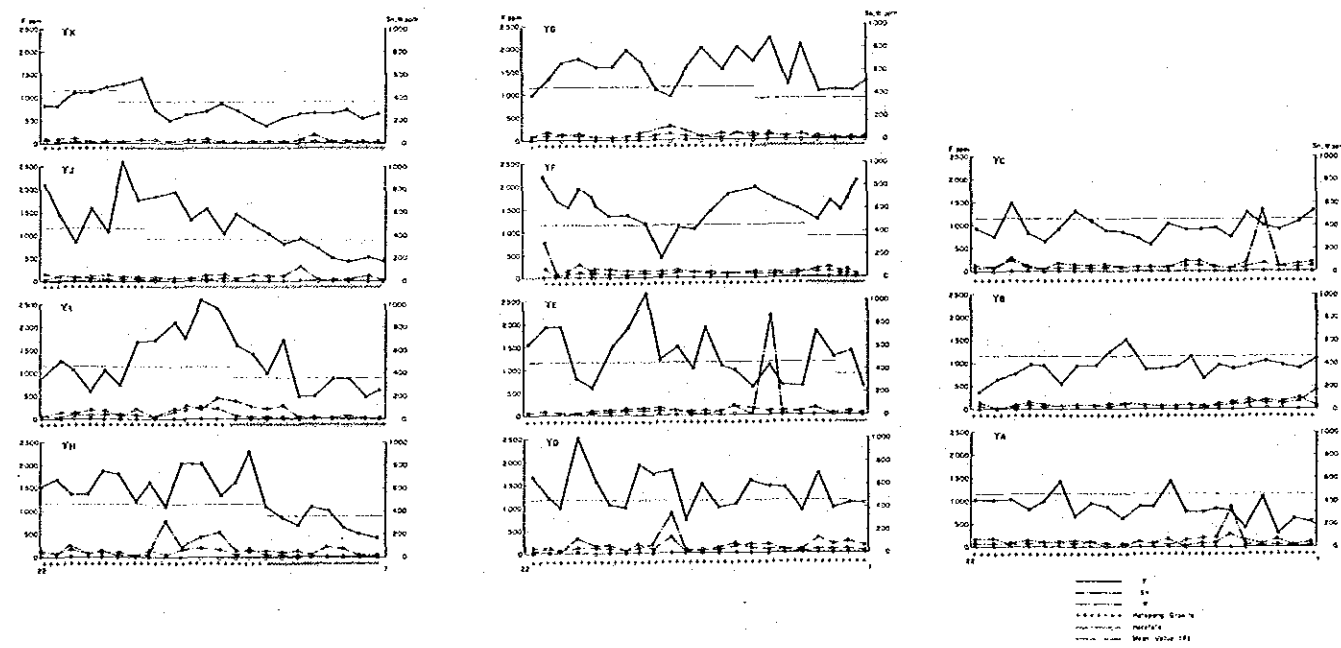
東西延長500m, 巾200m規模で, 錫の2級異常域があり, これに重複してタングステンの異常域がある。

⑦ その他

上記2異常域の他, その中間域Sosopan川及びその支流などに小異常域が転在する。



第II-14图 Mabab川-Hatapang川地化学探查(土壤)異常域



第II-15图 Mabab川-Hatapang川地化学探查(土壤)錫·弗素傾向図

第Ⅲ部 MUARA SIPONGI 地域

第1章 地 質

1-1 地質概要

第1年次地質調査(概査)ではMuara Sipongi地域の地質を次のごとく分帯した。

第四系

第三系 安山岩

第三系 デイサイト凝灰岩層

二疊系～石炭系堆積岩・火山岩層

Patahajang 石灰岩・砕屑岩層 (Bt Tanjung 石灰岩層)

Muara Botung 安山岩層

S. Ranya 砕屑岩層

ジュラ紀貫入のMuara Sipongi 花崗閃緑岩バソリスが調査地域の中心部を占めMuara Botung 層, Patahajang 層に貫入している。

なお, S. Ranya 層は, インドネシア/イギリス共同調査のTapanuli 層群Kluet 層に, またMuara Botung 層・Patahajang 層は同じくPeusangan 層群Silungkang 層に対比した。(第Ⅲ-1図)。

1-2 二疊系～石炭系堆積岩・火山岩層

1-2-1 S. Ranya層

調査地域の最下部層で最東端Ranya 川を中心に分布する粗粒の石英アレナイト砂岩からなり, 細粒砂岩・シルト質岩を挟在する。細粒砂岩及びシルト質岩は明瞭な層理を示す。

斑状黒雲母花崗岩(アダメライト)の貫入による接触変質を受け, アレナイト砂岩の石英粒はやや再結晶をしている。

1-2-2 Muara Botung 変安山岩層

模式地・Muara Botung 村のBotung 川に広く分布する他, 東はLimau Manis 村南のS. Bubungan 川, 西はSi Ayu 川よりPagar Gunung 北東域まで広く分布する。

暗緑色塊状の安山岩溶岩により構成され, 一部安山岩質火山砕屑岩がMuara Botung 川上流, Sipongi 川上流に, また安山岩円礫を含む円礫安山岩質凝灰岩がCubadak 川上流に分布する。

安山岩溶岩は塊状堅硬で角閃石の斑晶が認められる。鏡下では斜長石, 粘土鉱物よりな

る石基に、絹雲母化した斜長石、緑れん石・緑泥石化した有色鉱物の斑晶があり、変安山岩である。

花崗岩類との接触部では、普遍的に黄鉄鉱が散点している。

1-2-3 Patahajang 層

調査地域西南 Pagar Gunung 及び東域の Ranjau Batu 南 (Cubadak 川沿い) に分布する。Ranjau Batu 南域の本層は、白色石灰岩、石灰質珪質岩、砂岩、頁岩、珪質頁岩よりなり、珪質岩は凝灰質である。

Cubadak 川上流では、Muara Botung 変安山岩層との間に薄い礫岩を挟在している。石灰岩は塊状白色で、一部、石灰石円礫を伴う石灰礫岩がある。また Muara Sipongi 花崗閃緑岩との接触部では再結晶し、糖晶質となっている。Patahajang~Pagar Gunung に分布する本層は級化層理をもつ砂岩・頁岩互層で、淡緑色、凝灰岩及び石灰岩を挟在している。

この層については、第2年次調査で精査を実施したので、その項に詳細をのべる。

なおこれら古期堆積岩、火山砕屑岩層には化石など年代を決定する資料は得られていないが、インドネシア/イギリス共同調査にもとづきスマトラ島に特徴的に分布する火山岩及び石灰岩に卓越する Peusangan 層群 Silungkang 層 (Katili 1969, Silitonga 1975) に対比した。

1-3 第三紀デイサイト質凝灰岩

調査地域の南縁、即ち Pagar Gunung ~ Patahajang 南域、Muara Botung 川上流、Cubadak 川上流及び Rao 南域にかけて、古期堆積岩・火山岩・花崗岩類を不整合に覆い分布する。

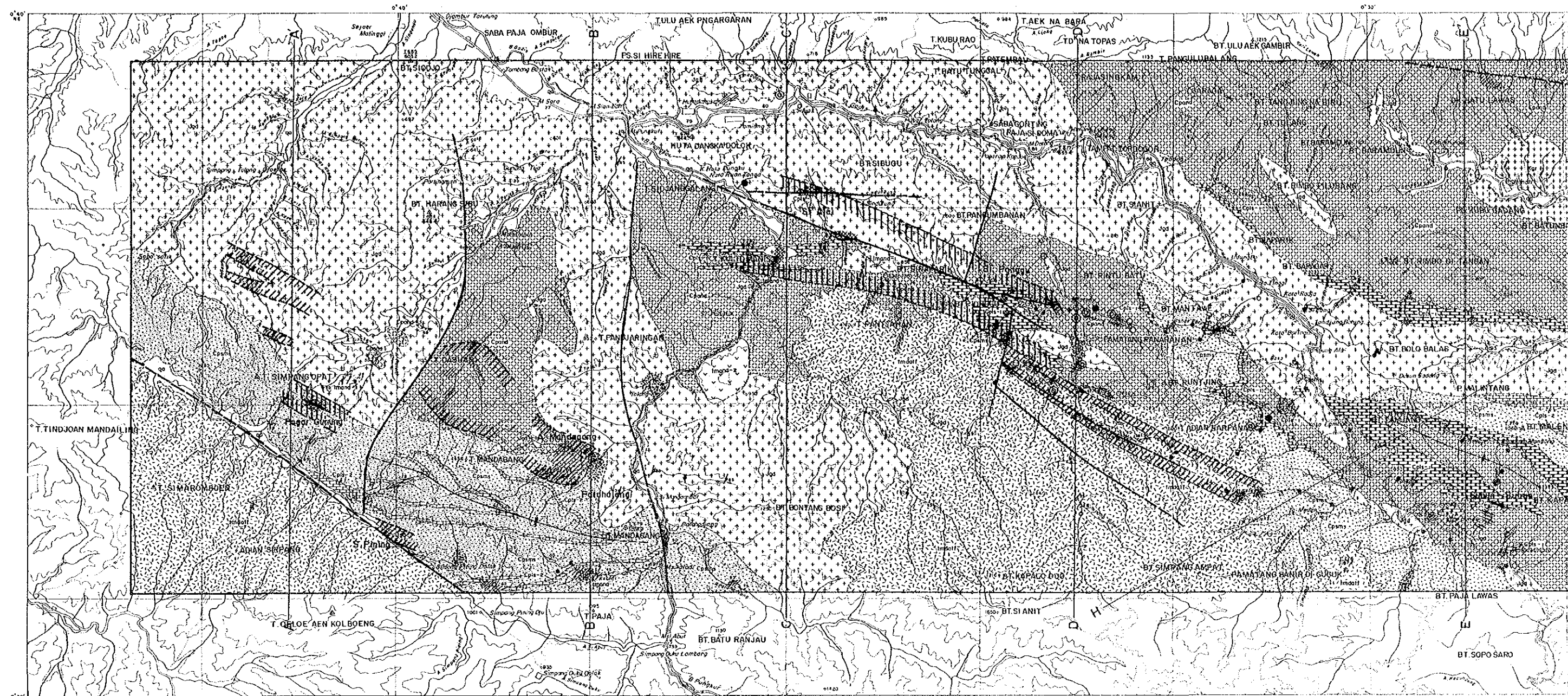
淡緑色・デイサイト質凝灰岩・デイサイト質火山礫凝灰岩よりなり、鏡下ではガラス質の基質に岩片、軽石、石英、長石、黒雲母片が伴われる。

この層は北スマトラに広く分布する新第三紀火山砕屑岩層に属する。

1-4 第三紀安山岩

Cubadak 及び Tolang 北東に黒色安山岩が分布する。主として斜長石よりなる基質に斜長石、及び少量の普通輝石、少量の石英の斑晶をもつ新鮮な輝石安山岩で、Muara Botung 変安山岩を覆って分布する。なお Pagar Gunung ~ Simpang Opat の山頂部にも新鮮な輝石安山岩が分布することを、第2次調査で確認している。



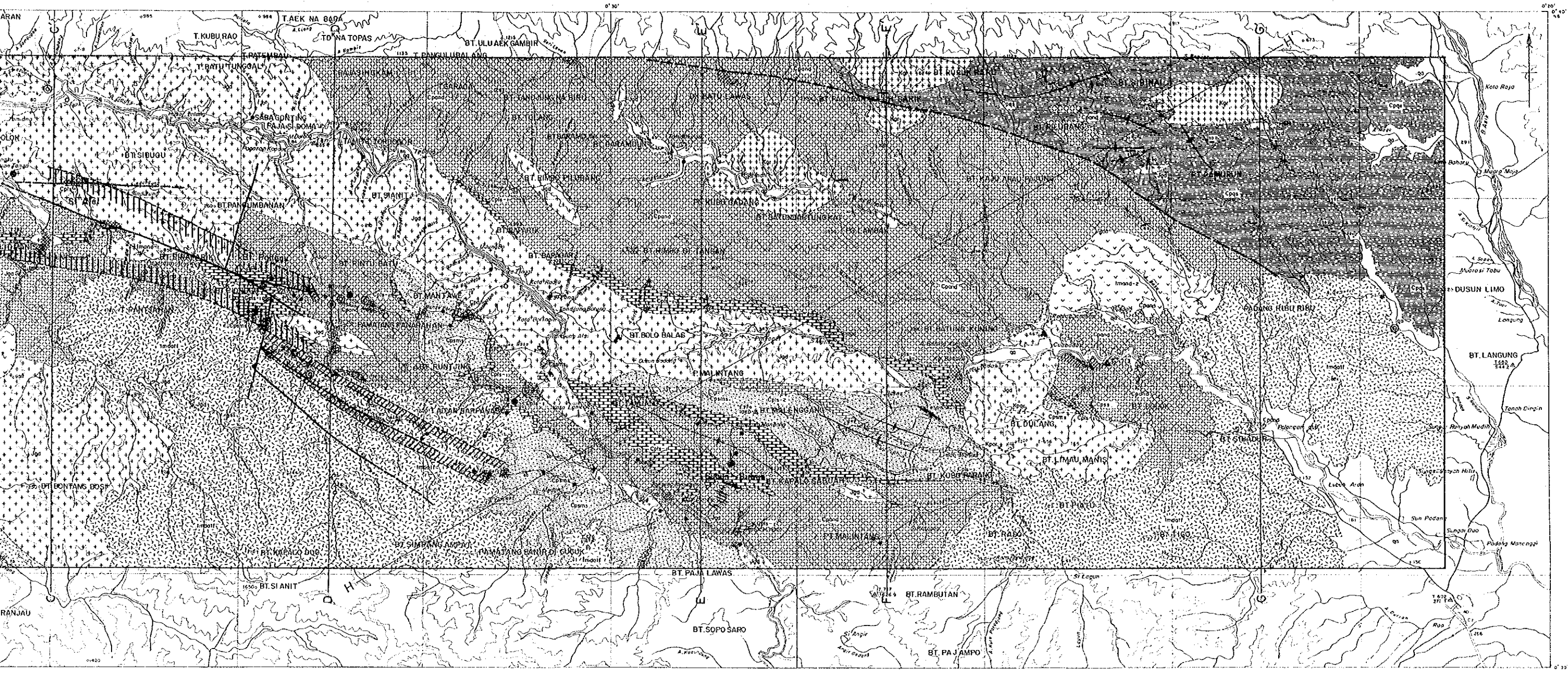


LEGEND

Geological Age		Geological unit	Sedimentary Rocks	Volcanic Rocks	Intrusive Rocks
CENOZOIC	QUATERNARY		qa Alluvium		
	TERTIARY			Imdalt BT. Pocnehan Dacitic tuff	Imad-2 Andesite Imad-1 Andesite
MESOZOIC	CRETACEOUS				Kgr BT. Reruk Raru Granite Xpor Plagio Quartz Porphyry Jgd Muara Sipongi Granodiorite
PALEOZOIC	PERMIAN	Patahajan Formation	Cpt-2 Limestone Cpms Clastic Rock		
		BT. Tanjung Formation S. Ranya Formation	Cpt-1 Limestone Cps Sandstone Cps Quartz Sandstone	Cpand M. Batong Andesite and Pyroclastic Rocks	

- Dip and structure
- Joint
- Fault confirmed
- Fault inferred
- Anticlinal axis
- Synclinal axis
- Folding axis
- Pyrite disseminated zone
- Silicified zone
- Skarn alteration
- Metalliferous vein, Ore bed
- Malachite stain
- Silicification zone
- Skarnization zone

第 1 图 Muara Sipongi 地区地质图 • 矿微图



Intrusive Rocks	
	Imand-2 Andesite
	Imand-1 Andesite
	BT. Ruruk Ruru Granite
	Plagio Quartz Porphyry
	Muara Sipongi Granodiorite

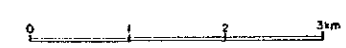
- Dip and structure
- Joint
- Fault confirmed
- Fault inferred
- Anticlinal axis
- Synclinal axis
- Folding axis

- Pyrite disseminated zone
- Silicified zone
- Skarn alteration
- Metiferous vein, Ore bed
- Malachite stain

- Silicification zone
- Skarnization zone

Panning Result

Number (PCS)	1 ~ 3	4 ~ 6	7 ~ 10	11 ~ 32	33 ~
Mineral					
Gold	•	◦	○	⊙	●



第 11 - 1 图 Muara Sipongi 地区地质图・矿微图

1-5 第四紀

未固結の礫・砂・シルトよりなる河岸堆積物が Rao 低地帯や主要河川流域に分布する。

1-6 貫入岩類

火成岩類は調査地域の中央部を N 60°W にのべたバソリスとして分布する花崗閃緑岩で、この周縁に小岩株または岩脈として分布する。石英閃緑岩が主で、一括して Muara Sipongi 花崗岩類とした。この花崗岩類は K-Ar 法による年代測定でジュラ紀の年代が得られている。

Pagar Gunung 北域には圧砕作用を受けたマイロナイト、白雲母花崗閃緑岩が分布することが第2年次調査で明らかとなっているが、Muara Sipongi 花崗岩類より古い貫入岩と思われる。他に Rao 北域、Ranya 川上流に分布する斑晶を顕著に伴う Bt Ruruk Raku 花崗岩、石英斑岩、安山岩岩脈などがある。

1-6-1 Muara Sipongi 花崗岩類

Kotanopan 地区より Muara Sipongi 地区、Cubadak 南にかけ、巾 2~5 km、延長 20 km 以上の規模で広く分布する。

中粒完晶質、角閃石花崗閃緑岩を主体とし、このバソリスの周辺 (Bt Pionggu, Pagar Gunung など) には石英閃緑岩・閃緑岩の岩株~岩脈が分布する。鏡下では花崗閃緑岩は等粒状完晶質で主造岩鉱物は石英・斜長石・角閃石からなり、少量の黒雲母、カリ長石が付随する。石英閃緑岩は石英の含有が少なく、カリ長石を殆んど含まないやや塩基性の花崗岩類であるが、鉱物構成は花崗閃緑岩と同様、斜長石、角閃石、石英及び少量の黒雲母からなり、若干の輝石が伴われるものもある。

Muara Sipongi 花崗閃緑岩の k-Ar 法による年代測定法 (花崗閃緑岩 2 個、石英閃緑岩 1 個) 結果では、次のごとく 182Ma~142Ma の範囲にあり、ジュラ紀の年代を示している (第 III-1 表)。

第Ⅲ-1表 Muana Sipongi 花崗岩類のK-Arによる年代測定結果

Sample No	Location	Rock Name	Mineral measured	$^{40}\text{Ar}/\text{rad}$ ($\text{Sec}/\text{gm}\times 10^{-5}$)	$^{40}\text{Ar}/\text{rad}$ (%)	K(%)	Δg (Mg)
BR-213	Tanjang Ala	Granodiorite	Hornblende	.214	39.8	37	142±7
				.217	40.2	38	
ED-3	A.M. Botung	Quartz-Diorite	Hornblende	.106	28.3	16	166±20
				.108	17.4	16	
				.111	20.6		
FR-226	Barlan	Granodiorite	Hornblende	.302	48.6	42	182±7
				.314	51.5	42	
				.323	41.3		

Muara Sipongi 花崗閃緑岩及びこれに付随する石英閃緑岩内に均等に分布するよう20個の試料を選んで、主成分及び微量元素(弗素、塩素)を分析した(第Ⅲ-2表)。その結果及びノルム鉱物重量比を第Ⅲ-2表に示した。

これら花崗岩類の内半数の10個は SiO_2 62%~70%で中性、7個が53%~62%でやや塩基性、他3個が43%~53%で塩基性である。

ノルム鉱物重量比による石英・斜長石(灰長石と曹長石)・カリ長石比の三角ダイアグラムにおいては、IUGSの花崗岩類分類による花崗閃緑岩・石英閃緑岩・閃緑岩に分類される(第Ⅲ-2図)。

そのうち、Subun subun 鉍化帯より Bt Pionggu 鉍化帯 Si Ayu スカルン帯にかけての鉍化帯、また Pagar Gunung~Patahajang 地区鉍化帯に分布する花崗岩類は、そのモード鉱物重量比によりトータル岩・石英閃緑岩に分類される。

各酸化物分析値と分化指数(ノルム標準鉍物・石英・正長石・曹長石のしめる重量パーセント)との関係図(第Ⅲ-4図)では、各成分はほぼ一直線の関係を示し、かつ日本の白亜紀花崗岩類の傾向(Aramaki 1972)に比べるとやや Al_2O_3 、 FeO が低く Fe_2O_3 が若干高いが、非常に近い関係を示す。なおこの Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 の日本花崗岩類との違いは、西カリマンタン花崗岩類(MMAJ・JICA/DMR 1979~1981)でも同様の傾向が認められており、インドネシアのジュラ紀・白亜紀花崗岩類の特徴と思われる。

花崗岩類の分化の傾向に検討するための作成した $\text{MgO}\cdot(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)\cdot(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 3成分によるFMA三角ダイアグラム(第Ⅲ-3図)では、平均的なカルクアルカリ岩系列の分化傾向を示し、Muara Sipongi 花崗岩類は島弧系のカルクアルカリ岩系

花崗岩類に分類される。

Muara Sipongi 花崗岩類の弗素含有量は 70 ppm~380 ppm, 塩素含有量は 100 ppm~700 ppm である。弗素は SiO_2 含有量の増加に比例し増加する(酸性花崗岩類程含有量が高い)が塩素は無傾向である。ただ特に高い値を示した花崗岩類(400 ppm~700 ppm) は鉍化帯の付近に分布する傾向を示した。なお Cubadak 村付近の花崗岩類はトータル岩様で往々にして黄銅鉍の散点が認められる。

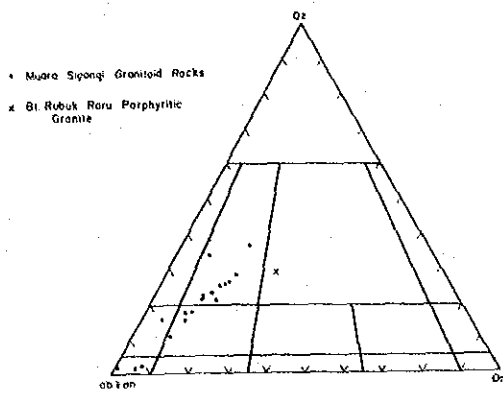
Muara Sipongi 花崗岩類の帯磁率を成型標本(6 cm×4 cm×2 cm)により概測した結果では $9\sim 30\times 10^{-3}$ SI にあり, この値から磁鉄鉍系花崗岩に分類される。因みに $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{TiO}_2$ (mol%) 比では日本の磁鉄鉍に富む花崗岩(津末, 石原 1974)と同様の範囲にプロットされる。

1-6-2 Bt Ruruk Raru 花崗岩

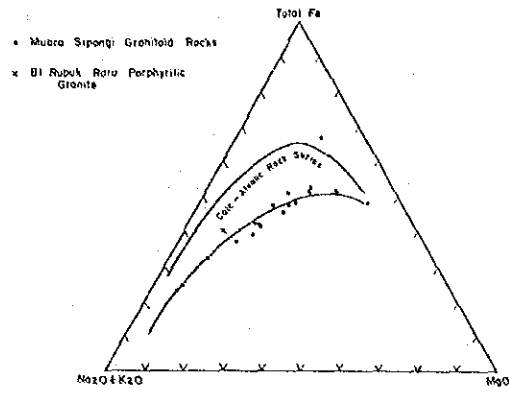
調査地域北東域 Ranya 川及び Kanal 川上流の Bt Ruruk Raru に斑状黒雲母・角閃石花崗岩の小貫入体が S. Ranya 層に貫入している。構成鉱物は石英, 斜長石, カリ長石, 角閃石で若干の黒雲母, 少量の燐灰石を伴い, その斑状を示す外観及び構成鉱物などから, 本花崗岩はインドネシアにおいては鉍鉍化を伴う花崗岩に類似する。化学分析より求めたノルム鉱物重晶化による石英-斜長石-カリ長石三角ダイアグラムでは花崗岩(アダメライト)の範囲にプロットされることから, この花崗岩は Muara Sipongi 花崗岩類の一員でなく鉍鉍化帯の西縁に位置する白亜紀 Hatapang 花崗岩のグループに属すると思われる。

1-6-3 石英斑岩

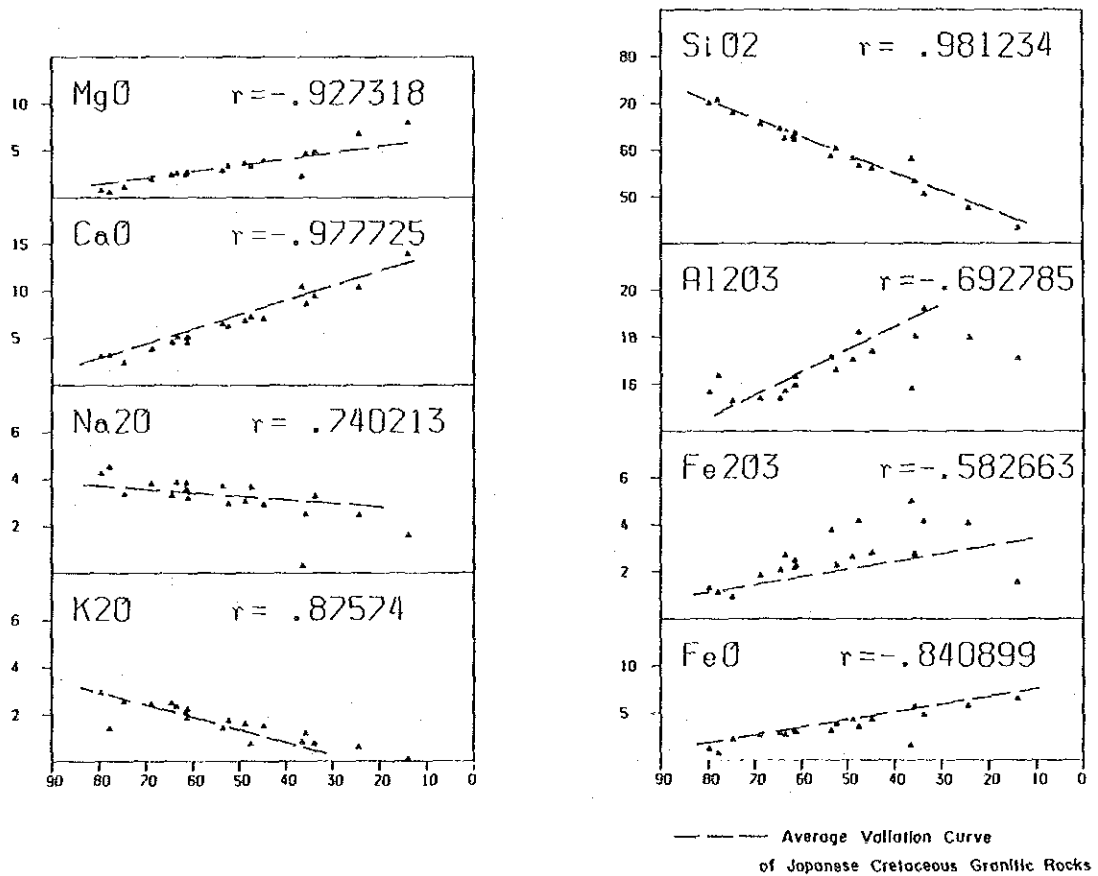
Lumau Manis の東 Bt Bulang には斜長石の斑晶をもつ石英斑岩岩脈が分布する。Cubadak 川上流(Lumau Manis 村)に分布する。本岩岩脈は, $\text{N}20^\circ\text{E}90^\circ$ 走向傾斜を示す。



第 2 図 Muara Sipongi 花崗岩
ノルム石英-斜長石-カリ長石



第 3 図 Muara Sipongi 花崗岩類
F - M - A 比図



第 4 図 Muara Sipongi 花崗岩類の成分傾向図

第 2 表 Muara Sipongi 花崗岩類分析一覽表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Sample No.	AR-51	AR-55	AR-77	AR-100	BR-185	BR-192	BR-213	DR-84	ED-2	ED-3	ER-222	ER-233	ER-237	ER-208	FR-226	FR-229	FR-237	FR-243	FR-248	AR-105	
		Pinyoget	S.Maliti	A.Si Bubungan	A.Cubadak	Simpang Tinggo	S.Nangaton	Tandjung Alai	Tolang	A.Tabur	S.Mangampo	Tobang	A.Simpong Kamar	Kota Tinggi	A.Si Ambok	A.Barlan	A.Simpang	A.Si Aju	B.Pungkut	A.Kaya	A.Mago	
	Rock Name	Gr-dio	Gr-dio	Gr-dio	Gr-dio	Qz-dio	Qz-dio	Gr-dio	Gr-dio	Qz-dio	Qz-dio	Gr-dio	Gr-dio	Gr-dio	Gr-dio	Gr-dio	Gr-dio	Qz-dio	Dio	Gr-dio	Granite	
Chemical Composition	SiO ₂	55.94	60.26	58.56	65.55	58.01	53.22	64.65	70.17	47.61	56.61	58.21	62.58	63.53	70.62	62.80	62.10	50.50	43.39	67.92	66.19	
	Al ₂ O ₃	17.36	16.58	17.10	15.36	15.79	18.00	15.39	15.7	17.98	18.20	17.03	15.70	15.91	16.37	15.91	16.29	19.21	17.11	15.26	15.01	
	CaO	7.06	6.23	6.51	3.80	10.45	8.60	4.51	3.03	10.35	7.21	6.80	5.10	5.10	3.15	5.00	4.52	9.43	13.97	2.32	3.13	
	MgO	3.91	3.32	2.93	1.89	2.26	4.64	2.43	0.76	6.82	3.38	3.62	2.59	2.62	0.57	2.41	2.65	4.88	8.01	1.00	1.39	
	Na ₂ O	2.91	2.95	3.69	3.81	0.31	2.50	3.28	4.23	2.46	3.64	3.03	3.84	3.19	4.50	3.56	3.82	3.26	1.60	3.34	2.65	
	K ₂ O	1.48	1.72	1.41	2.43	0.80	1.19	2.47	2.90	0.58	0.73	1.56	2.33	2.21	1.39	2.05	1.82	0.77	0.07	2.55	4.02	
	Fe ₂ O ₃	2.80	2.27	3.78	1.82	4.98	2.74	2.06	1.30	4.06	4.17	2.63	2.71	2.22	1.13	2.17	2.48	4.15	1.57	0.90	0.99	
	FeO	4.32	3.89	3.10	2.66	1.58	5.69	2.81	1.15	5.76	3.53	4.25	2.66	3.02	0.72	3.24	3.10	4.75	6.55	2.16	3.89	
	MnO	0.18	0.13	0.12	0.09	0.43	0.17	0.10	0.06	0.17	0.16	0.14	0.11	0.11	0.05	0.11	0.11	0.16	0.15	0.06	0.10	
	TiO ₂	0.61	0.61	0.52	0.43	0.64	0.73	0.56	0.33	0.60	0.64	0.70	0.58	0.56	0.19	0.60	0.58	0.60	0.21	0.41	0.74	
	P ₂ O ₅	0.13	0.11	0.09	0.07	0.12	0.15	0.09	0.05	0.10	0.16	0.15	0.10	0.10	0.03	0.12	0.10	0.13	0.04	0.09	0.19	
	Ba O%	0.05	0.06	0.07	0.07	0.02	0.04	0.07	0.08	0.03	0.05	0.05	0.06	0.05	0.08	0.07	0.05	0.03	0.02	0.04	0.11	
	LOI	2.98	1.94	2.24	1.81	4.74	2.22	1.84	0.73	3.09	1.90	2.26	1.97	1.56	1.45	1.85	2.42	2.32	3.02	3.83	1.66	
	Total		99.73	100.07	100.12	99.79	100.13	99.89	100.26	100.46	99.61	100.38	100.43	100.33	100.18	100.25	99.89	100.04	100.19	95.71	99.88	100.07
	F ppm		150	210	260	340	380	230	340	280	100	150	270	260	310	280	410	320	120	70	300	640
Cl ppm		200	100	200	100	100	100	400	100	200	100	200	100	700	100	700	200	300	<200	<400	300	
C.I.P.W. Norm	q	11.44	17.20	14.02	22.22	29.06	7.48	22.26	26.73	0	12.36	13.90	17.26	21.07	31.56	19.33	18.27	1.65	0	31.33	24.75	
	or	8.75	10.17	8.33	14.36	4.73	7.03	14.60	17.14	3.43	4.31	9.22	13.77	13.06	8.21	12.12	10.76	4.55	0.41	15.07	23.76	
	ab	24.61	24.95	31.21	32.22	2.62	21.14	27.74	35.77	20.80	30.78	25.62	32.47	26.98	38.06	30.11	32.30	27.57	13.53	28.25	22.41	
	an	29.94	26.92	25.94	17.64	39.33	31.38	19.98	14.70	36.31	31.17	28.27	18.73	22.57	15.47	21.38	21.77	35.52	39.30	10.92	14.29	
	c	0	0	0	0	0	0	0	0.19	0	0	0	0	0	1.81	0	0.06	0	0	3.00	1.06	
	di	3.43	2.65	4.6	0.61	9.47	5.95	1.46	0	11.56	2.83	3.64	4.73	1.68	0	2.14	0	8.37	24.11	0	0	
	hy	13.02	11.48	7.04	7.24	3.69	15.94	8.07	3.09	14.99	9.34	11.98	6.08	8.70	2.03	8.33	11.56	12.73	10.32	5.93	9.84	
	mag	4.06	3.29	5.48	2.64	4.64	3.97	2.99	1.88	5.88	6.04	3.81	3.93	3.22	1.64	3.15	3.59	6.01	2.28	1.30	1.43	
	il	1.16	1.16	0.99	0.82	1.22	1.39	1.06	0.63	1.14	1.22	1.33	1.10	1.06	0.36	1.14	1.10	1.14	0.40	0.78	1.41	
	ap	0.31	0.26	0.21	0.17	0.28	0.36	0.21	0.12	0.24	0.38	0.36	0.24	0.24	0.07	0.28	0.24	0.31	0.09	0.21	0.45	
	ol	0	0	0	0	0	0	0	0	2.15	0	0	0	0	0	0	0	0	6.23	0	0	
	hm	0	0	0	0	1.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total		96.72	98.08	97.82	97.92	96.82	97.64	98.37	100.25	96.50	98.43	98.13	98.31	98.58	99.17	97.98	99.65	97.85	96.67	96.79	99.40
Q+Or+ab		44.80	52.32	53.56	68.80	36.41	35.65	64.60	79.64	24.23	47.45	48.74	63.50	61.11	77.83	61.56	61.33	33.77	13.94	74.65	70.92	
D.I.		46.31	53.34	54.75	70.26	37.61	36.51	65.67	79.44	25.11	48.21	49.67	64.59	61.99	78.48	62.83	61.55	34.51	14.42	77.13	71.35	
Group age (Ma)								142±7			166±20					182±7						

第2章 地質構造

本調査地区に分布する S. Ranya 層, Bt. Tanjung 層, Patahajang 層からなる堆積岩類, M. Botung 変安山岩層及び Muara Sipongi 花崗岩類の各地質単元の分布を大きく規制する地質構造要素は WNW~ESE 性の方向である。この方向は花崗岩類の貫入方向, 大断層の方向褶曲軸及び鈹化帯-変質帯の一般方向などで, またこの構造は鈹脈裂がこの形成にも関与している。

S. Ranya 層は走向は $N10^{\circ} \sim 70^{\circ}W$ で傾斜は NE または SW 傾斜を示し, NW 方向の軸をもつ背斜構造が推定される。

M. Botung 変安山岩に伴う Bt. Tanjung 石灰岩は, Subunsubun 鈹床付近で WNW-ESE 系のゆるい背斜構造がある。

Cubadak 川沿いの Batas~Lumau Manis 道路に分布する Patahajang 層は向背斜構造のドラッグ褶曲と思われる WNW 系小褶曲がいくつか認められ, また, Patahajang 域の同層も WNW-ESE 方向の軸をもつ向斜構造がある。

第三系デイサイト凝灰岩は, 小褶曲は認められるが, 一般に南にゆるく傾斜する単斜構造である。

Muara Sipongi 花崗岩類及びこれに平行して分布する石英閃緑岩・閃緑岩岩株は, いずれも WNW-ESE 方向に伸長または配列しその進入は本地域の主地質構造方向に沿っている。本地域に分布が推定される WNW-ESE 断層は, Pagar Gunung~Simpang Pining を通る断層及び Bt. Piluban を通る断層があるが, 特に前者は地形的に明瞭に特徴がつかめ, かつスマトラ走向移動大断層 (Sumatra Transcurrent Katili 1967, 1970) の派生断層と思われる。

これらの事実から本地域の地質構造をまとめると, WNW-ESE 系の方向性はこの地区の主地質構造方向で, Muara Sipongi 花崗岩類の進入及び向背斜構造がこの主地質構造方向に支配されている。鈹脈を胚胎する裂か (Bt. Pionggu Subun subun の NNW-SSE 系) の形成なども, この構造方向に支配された花崗岩類の進入に起因するものと考えられる。なお WNW-ESE 系の構造性は, 第三紀デイサイト凝灰岩類にも及んでいるので, 第三紀系火山碎屑岩の堆積後まで断続し続いたものと思われる。