

インドネシア共和国 ティガプル地域  
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成3年2月

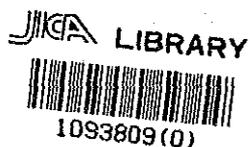
国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱計資  
CR4  
91-45



インドネシア共和国 ティガブル地域  
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書



22944

平成3年2月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

国際協力事業団

22944

## 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、同国のスマトラに位置するティガプル地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査など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、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、平成元年度の第1年次から平成2年度の第2年次まで、2年次にわたり実施された。金属鉱業事業団は毎年次、5名の調査団を編成して現地に派遣した。

現地調査は、インドネシア共和国政府機関、鉱山エネルギー省鉱物資源局の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、2年間の調査結果を総括した最終報告書である。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたインドネシア共和国政府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の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成3年2月

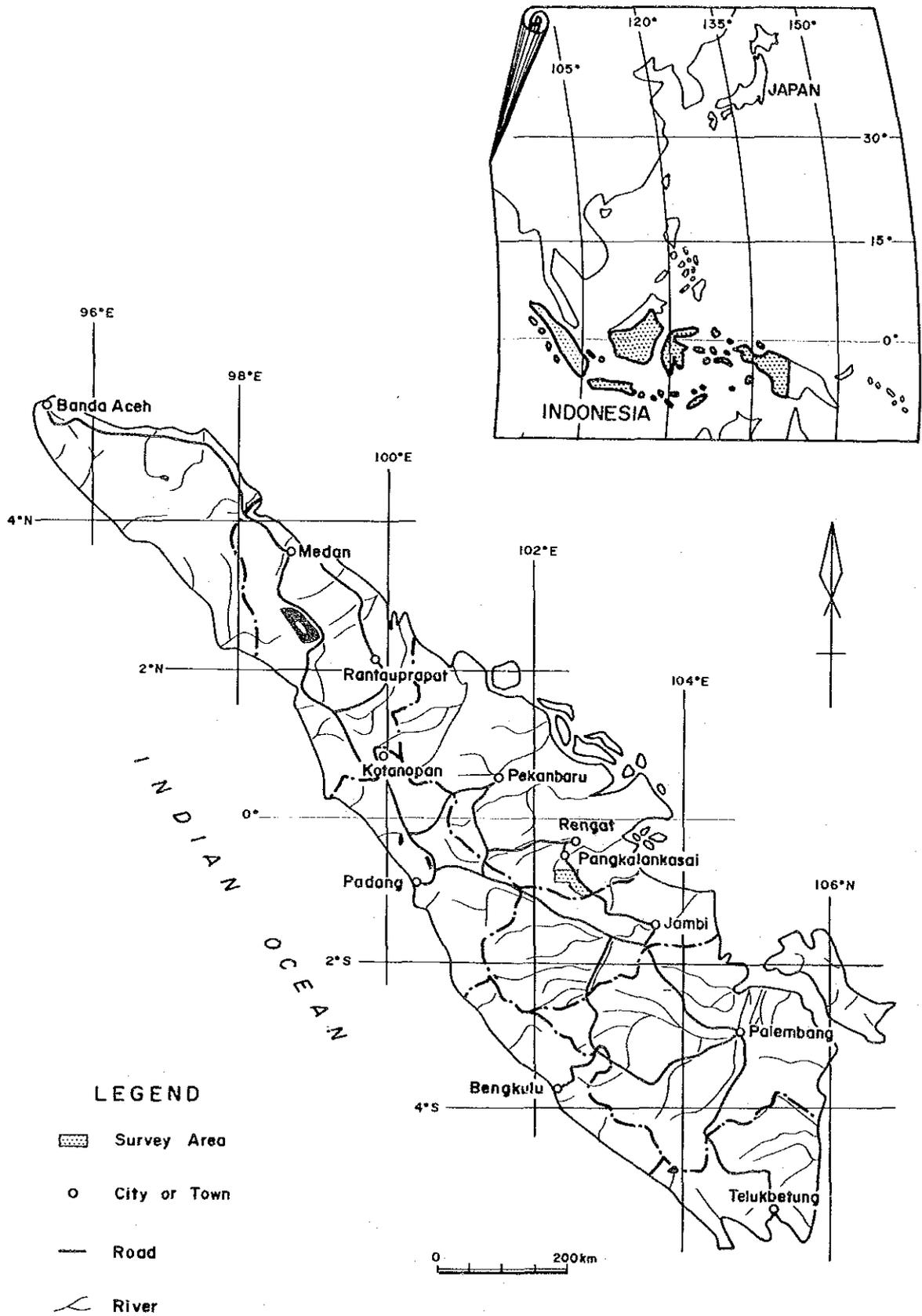
国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 福 原 元 一





第1-1图 調査地域位置図



## 要 約

本報告書は、インドネシア共和国ティガブル地域において、2年次にわたり実施された資源開発協力基礎調査の結果をとりまとめた総括報告書である。本調査の目的は、地質調査、地化学探査及びボーリング調査により、本地域に分布する花崗岩に伴われる金属鉱床の賦存状況を把握することにある。

第1年次調査ではティガブル地域において地質調査・地化学探査を実施した。第2年次には第1年次に抽出された鉱床賦存有望地域であるピンツーツジュ地区において地質調査・地化学探査及びボーリング調査を実施した。調査結果は以下の通りである。

### 1. ティガブル地域

(1) 本地域の地質は石炭紀～二畳紀の堆積岩類、ジュラ紀から白亜紀前期の花崗岩類、古第三紀の火山砕屑岩類、新第三紀の堆積岩類及び第四紀の堆積物よりなる。

(2) 本地域に分布する花崗岩類は、その岩相及び化学組成から、斑状黒雲母花崗岩、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩、ペグマタイト及びアプライトに区分される。いずれの花崗岩類とも、化学組成及び帯磁率からチタン鉄鉱系列の花崗岩に分類される。斑状黒雲母花崗岩と黒雲母花崗岩とを化学組成上から比較すると、斑状黒雲母花崗岩の方がより分化の進んだ花崗岩であるといえる。

(3) 本地域に認められる鉱化帯は、西部イサハン川上流及びシカンブ川下流に認められた優白色花崗岩中に賦存する含錫石石英網状脈及び錫石鉱染である。

(4) イサハン川上流及びシカンブ川下流の既知錫鉱化帯では、河床堆積物試料及びパンニング試料の両者によるAランク地化学異常値が得られている。既知錫鉱化帯以外の異常域において河床堆積物試料、パンニング試料の両者がそろってAランク地化学異常値を示す異常域を抽出すると、既知鉱化帯周辺に4区域(SnまたはSn-W)が抽出された。

(5) 既知錫鉱化帯の地化学異常と合わせ、6区域の地化学異常域の配列は大きくみてWNW-ESE方向を示し、この方向をもつ弱線が鉱化作用に関連していると考えられる。

(6) ティガブル地域にNb, Ta, Ce, Y, Laなどを含む初生鉱床の賦存が期待されたが、本地域に賦存が期待される鉱床は、Sn-Wを含む初生鉱床であり、ピンツーツジュ地区が有望地区としてあげられる。

### 2. ピンツーツジュ地区

(1) 本地区に分布する花崗岩類は、その岩相及び化学組成から、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩及びアプライトに区分される。優白色花崗岩は、花崗岩の脈岩相を示すものと考えられ、下部には斑状黒雲母花崗岩が潜頭していると推定される。

(2) 調査地域内にはWNW-ESE系とNNW-SSE系の断層が発達する。既知錫鉱化帯の母岩となっ

ている優白色花崗岩の平面的配列をみるとイサハン川上流からツラン川にかけほぼWNW-ESE方向に配列する。

(3) 河床堆積物試料、パンニング試料及び土壌試料による地化学探査において重複して地化学異常域を構成する成分はSn、Wである。また、いずれの地化学探査においても抽出された地化学異常域はほぼWNW-ESE方向に配列している。これは優白色花崗岩の配列方向と同じであり、この方向の弱線が優白色花崗岩の分布及び錫鉍化帯の分布を規制したものと考えられる。

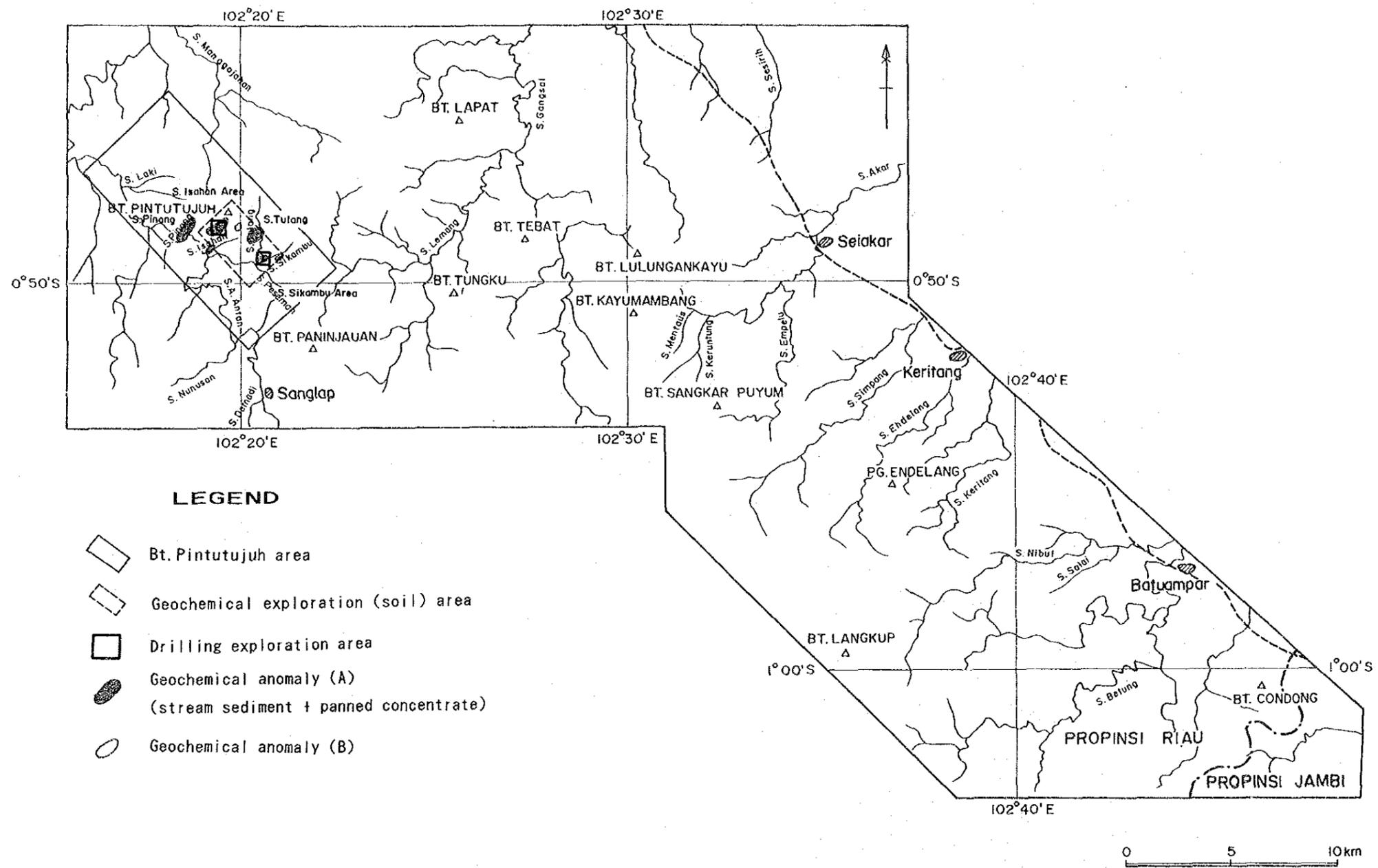
(4) イサハン川及びシカンブ川錫鉍化帯では鉍化は細脈と鉍染の形をとる。鉍脈を構成する鉍物は、石英が大部分を占め、次いで黄鉄鉍、白雲母、電気石、方解石、硫砒鉄鉍の順である。錫石、輝水鉛鉍は石英脈中でその結晶の数を数えられる程度にしか出現しない。母岩中には錫石、黄鉄鉍、電気石、白雲母が鉍染している。鉍染している鉍石鉍物は黄鉄鉍が大部分であり、鉍染は優白色花崗岩中にもみ認められる。錫石の鉍染が肉眼的に認められたのはシカンブ川地区の優白色花崗岩のみである。

(5) 地質調査・地化学探査及びボーリング・コアの分析結果から、既知錫鉍化帯であるイサハン川鉍化帯及びシカンブ川鉍化帯に賦存が期待される鉍種はSnである。Sn品位をもたらすものは優白色花崗岩中に発達する石英-カリ長石-電気石-白雲母-黄鉄鉍-硫砒鉄鉍-錫石脈と優白色花崗岩中の錫石鉍染である。これら鉍脈及び鉍染の入れ物となる優白色花崗岩の規模は、本岩が斑状黒雲母花崗岩の脈岩相と予想されることから、大きなものは期待できない。鉍量計算を行うにはデータ不足であるが、Sn0.1%以上の品位を示したのはMJIT-2号の幅1.5m、2箇所のみであり、また、最高品位はSn0.24%と低品位であった。従い、イサハン川区域及びシカンブ川区域には経済的鉍床となりうる鉍床はないものと判断される。

(6) 土壌地化学異常域のなかでも最も広い異常域を形成しているイサハン川-ツラン川域（イサハン川区域ボーリング調査実施地点を除く）においてSn分析値はボーリング調査実施地点の土壌試料のSn分析値と似た値を示す。本地域には優白色花崗岩が賦存し、Snを伴う鉍化作用が期待できるが、土壌地化学異常値及びその広がりからして、期待できる鉍床規模及び品位は上記のイサハン川区域及びシカンブ川区域と同程度と考えられる。

(7) 河床堆積物及びパンニング試料によるAランク地化学異常値が得られているのは、イサハン川鉍化帯西方のピナン川流域のみである。異常値の分布はピナン川本流にのみ得られ上流域に鉍化帯の賦存が期待できる。また、上流域はイサハン川-ツラン川に分布する優白色花崗岩を結ぶ線の西方延長部にあたり、錫鉍化作用に関連する優白色花崗岩の分布が予想されるが、河床堆積物及びパンニング試料により得られている地化学異常値からして、本流域には既知鉍化帯を上回る規模及び品位を有する鉍床の賦存は期待できない。

(8) 調査の結果、調査地区には経済的鉍床となりうる鉍床賦存の可能性は低いことが明らかになった。



第1-2図 調査結果総合解析図



# 目 次



## 目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要約	
調査結果総括図	
目次	
付図付表一覧	

### 第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要	1
1-1 調査地域及び調査目的	
1-2 調査方法及び調査量	
1-3 調査期間及び調査員	
第 2 章 調査地域の状況	8
2-1 交通, 地形及び水系	
2-2 気候及び植生	
第 3 章 調査地域の地質概要	10
3-1 スマトラ中央地域の一般地質	
3-2 ティガプル地域及びピンツーツジュ地区の地質概要	
第 4 章 従来の調査	12
第 5 章 結 論	14

### 第 II 部 各 論

第 1 章 ティガプル地域	23
1-1 写真地質解析	
1-2 地質調査	
1-2-1 地質概要	
1-2-2 貫入岩類	
1-2-3 地質構造	
1-2-4 帯磁率及び放射能測定	
1-2-5 鉍化・変質作用	
1-2-6 花崗岩と鉍化作用との関連	
1-3 地化学探査	
1-3-1 河床堆積物試料による地化学探査	
1-3-2 パンニング試料による地化学探査	

1-3-3	地化学異常と鉱化・変質作用との関連	
第2章	ピンツーツジュー地区	42
2-1	地質調査	
2-1-1	地質概要	
2-1-2	貫入岩類	
2-1-3	地質構造	
2-1-4	鉱化・変質作用	
2-1-5	花崗岩, 地質構造と鉱化作用との関連	
2-2	地化学探査	
2-2-1	河床堆積物試料による地化学探査	
2-2-2	パンニング試料による地化学探査	
2-2-3	土壌による地化学探査	
2-2-4	地化学異常と鉱化・変質作用との関連	
2-3	ボーリング調査	
2-3-1	調査目的, 孔別位置及び掘進長	
2-3-2	ボーリング工法, 使用機材及び作業形態	
2-3-3	調査結果	
2-3-3-1	地質	
2-3-3-2	鉱化作用	
第3章	総合考察	63
3-1	ティガブル地域	
3-2	ピンツーツジュー地区	

### 第Ⅲ部 結 論

第1章	結 論	67
1-1	ティガブル地域	
1-2	ピンツーツジュー地区	

参考文献

巻末資料

## 付図

- 第1-1図 調査地域位置図
- 第1-2図 調査結果総合解析図
- 第1-3図 調査フローシート
- 第1-4図 鉍床有望地区抽出フローシート
- 第1-5図 地質調査・地化学探査・ボーリング調査範囲図
- 第1-6図 中央スマトラ地質概略図
- 第1-7図 ティガブル地域地質図
- 第1-8図 ティガブル地域地質層序図
- 第1-9図 ピンツーツジャー地区地質図
- 第1-10図 シカンブ川区域地質図, 地質断面図及びボーリング位置図
- 第1-11図 イサハン川区域地質図, 地質断面図及びボーリング位置図
- 第2-1図 写真地質解析結果図
- 第2-2図 石英-アルカリ長石-灰長石ダイアグラム
- 第2-3図 アルカリ/石灰比ダイアグラム
- 第2-4図 ACFダイアグラム
- 第2-5図  $C/ACF-Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ ダイアグラム
- 第2-6図  $Fe^{2+}/Fe^{3+}-SiO_2$ ダイアグラム
- 第2-7図 全岩石の帯磁率・放射能強度散布図
- 第2-8図 花崗岩類の帯磁率・放射能強度散布図
- 第2-9図 鉍徴地分布図
- 第2-10図 ティガブル地域地化学探査解析結果図 (河床堆積物試料)
- 第2-11図 ティガブル地域地化学探査解析結果図 (パンニング試料)
- 第2-12図 イサハン川鉍化帯スケッチ
- 第2-13図 シカンブ川鉍化帯スケッチ
- 第2-14図 ピンツーツジャー地区地化学探査解析結果図 (土壌試料)

## 付表

- 第1-1表 調査方法及び調査量一覧表
- 第1-2表 調査期間及び調査員一覧表
- 第2-1表 河床堆積物による地化学異常域一覧 (ティガブル地域)
- 第2-2表 パンニング試料による地化学異常域一覧 (ティガブル地域)
- 第2-3表 孔別位置及び掘進長

## 卷末資料

- 第1表 ティガブル地域花崗岩全岩分析結果及びノルム計算結果
- 第2表 ピンツーツジュー地区貫入岩全岩分析結果（主成分）及びノルム計算結果
- 第3表 ピンツーツジュー地区貫入岩微量成分分析結果
- 第4表 ピンツーツジュー地区貫入岩微量成分分析値主成分分析結果
- 第5表 K-Ar年代
- 第6表 岩石薄片検鏡結果
- 第7表 鉍石研磨片検鏡結果
- 第8表 X線回折結果
- 第9表 鉍石分析結果
- 第10表 ティガブル地域河床堆積物試料分析値基本統計量
- 第11表 ティガブル地域河床堆積物試料分析値主成分分析結果
- 第12表 ティガブル地域河床堆積物試料分析値閾値一覧
- 第13表 ティガブル地域パンニング試料分析値基本統計量
- 第14表 河床堆積物試料とパンニング試料平均値比較（ティガブル地域）
- 第15表 ティガブル地域パンニング試料分析値閾値一覧
- 第16表 ピンツーツジュー地区河床堆積物試料分析値基本統計量
- 第17表 ピンツーツジュー地区河床堆積物試料分析値主成分分析結果
- 第18表 ピンツーツジュー地区パンニング試料分析値基本統計量
- 第19表 ピンツーツジュー地区パンニング試料分析値主成分分析結果
- 第20表 ピンツーツジュー地区土壌試料分析値基本統計量
- 第21表 ピンツーツジュー地区土壌試料分析値主成分分析結果
- 第22表 ピンツーツジュー地区土壌試料分析値閾値一覧
- 第23表 ボーリング調査使用機器一覧表
- 第24表 ボーリング調査作業時間総括表
- 第25表 化学分析結果（ボーリング・コア試料）
- 第1図 ボーリング柱状図

# 第 I 部 総 論



# 第 I 部 総 論

## 第 1 章 調査概要

インドネシア共和国における資源開発協力基礎調査は、これまでスラウエシ地域ほかの 5 地域において実施され、金属資源開発のための数多くの基礎資料を得ることができた。また、インドネシア地質調査所または鉱物資源局の調査技術の向上、地質鉱床資料の集積など多大の成果を収めてきている。

インドネシア共和国鉱山エネルギー省は、南スマトラ地域に続く新たな金属鉱物資源調査の実施を計画し、日本政府に協力を要請した。日本政府はその要請に応え、平成元年 8 月、金属鉱業事業団小山恭一を団長とする調査団を現地に派遣し事前調査を行うと共に、カウンターパートとなるインドネシア共和国鉱山エネルギー省地質鉱物資源総局と協議を行った結果、ティガプル地域における協力調査実施につき合意した。

第 1 年次である平成元年度には、ティガプル地域における鉱物資源胚胎の可能性を探查及び評価することを目的に、面積 1,000km<sup>2</sup> に対する写真地質解析、地質調査・地化学探查、帯磁率測定・放射能測定が実施された。

第 2 年次である平成 2 年度は、第 1 年次に抽出された探查有望地区において、鉱化作用と地質構造及び火成活動の関係を解明し、有望な鉱徴地を抽出するとともに鉱徴地の地下の状況を把握し、鉱床としての評価を行うことを目的として、地質調査・地化学探查及びボーリング調査が実施された。

本報告書は第 1 年次から第 2 年次までの調査結果を総括した最終報告書である。本調査のフローシートを第 1-3 図に示した。

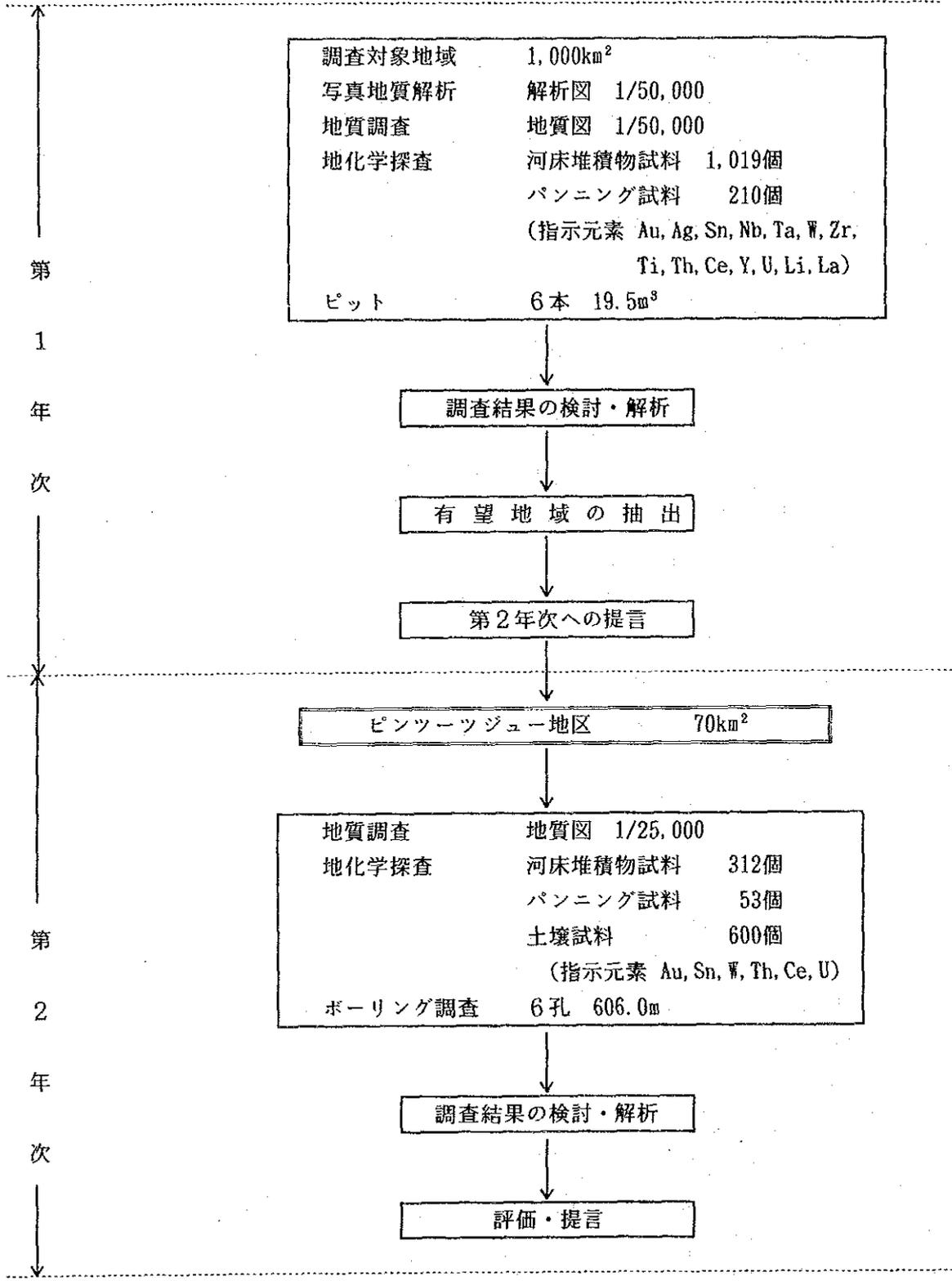
### 1-1 調査地域及び調査目的

#### 1-1-1 調査地域

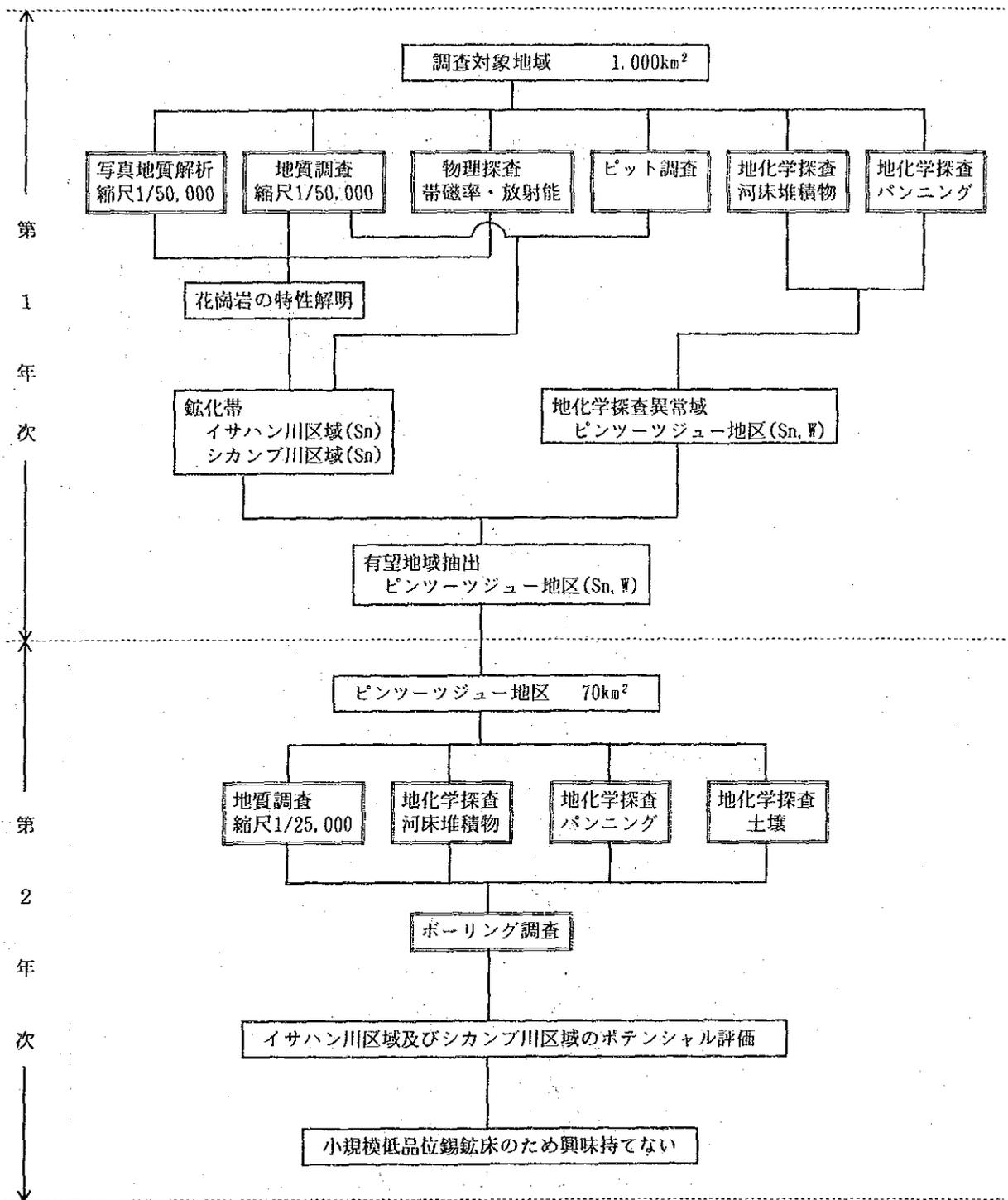
調査地域は第 1-1 図に示される通り、スマトラ島の中央部から少し南に位置し、下記の経緯点に囲まれた範囲である（第 1-5 図）。

##### (1) ティガプル地域

南 緯	東 経	南 緯	東 経
0°43'23"	102°15'34"	1°03'16"	102°38'28"
0°43'23"	102°37'07"	0°55'55"	102°30'53"
0°50'25"	102°37'07"	0°53'42"	102°30'53"
1°01'00"	102°48'52"	0°53'42"	102°15'34"
1°03'16"	102°48'52"		



第1-3図 調査フローシート



第1-4図 鉱床有望地区抽出フローチャート



## (2)ピンツーツシュー地区

南 緯	東 経	南 緯	東 経
0°44'52"	102°18'02"	0°51'40"	102°20'17"
0°47'08"	102°15'46"	0°49'23"	102°22'34"

### 1-1-2 調査目的

本調査は調査地域において地質状況を解明することにより、金属鉱床賦存状況を把握することを目的とした。調査方法ごとの重点課題は次の通りである

#### (1)地質調査・地化学探査

調査地域の地質状況を解明し、鉱化作用と地質構造の関係、鉱化作用と花崗岩の関係及び鉱床賦存状況を把握し、鉱床賦存の可能性の高い地域を抽出する。

#### (2)ボーリング調査

地質調査及び地化学探査により抽出された鉱化帯の地下の状況を把握し、鉱床としての評価を行う。

### 1-2 調査方法及び調査量

調査方法は地質調査、地化学探査、ボーリング調査及び各種室内試験に区分される。各年次ごとの調査種及び調査量は第1-1表に示した。

### 1-3 調査期間及び調査員

各調査ごと、年次ごとのインドネシアにおける調査期間及び調査員を第1-2表に示した。

第1-1表 調査方法及び調査量一覧表

年次	調査方法	地 域	作 業 量
第1年次	写真地質解析	ティガブル地域	1,000km <sup>2</sup>
	地質調査	ティガブル地域	1,000km <sup>2</sup> (地質図縮尺1/50,000) ピット調査 (6本 19.5m <sup>3</sup> )
	地化学探査	ティガブル地域	河床堆積物 1,019試料 パンニング 210試料 (Au, Ag, Sn, Nb, Ta, W, Zr, Ti, Th, Ce, Y, U, Li, La)
	帯磁率 ・放射能測定	ティガブル地域	
	室内試験	岩石薄片 X線回折粉末法試験 放射年代測定 全岩分析 鉍石分析	31件 31件 5件 10件 (SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, MnO, MgO, CaO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , BaO, F, LOI) 21件 (Au, Ag, Sn, Nb, Ta, W, Zr, TiO <sub>2</sub> , Th, Ce, Y, Li, La, MnO, Fe)
第2年次	地質調査	ピンツーツジュ 地区	70km <sup>2</sup> (地質図縮尺1/25,000)
	地化学探査	ピンツーツジュ 地区	河床堆積物 312試料 パンニング 53試料 土壌 600試料 (Au, Sn, W, Th, Ce, U)
	ボーリング調査	イサハン川区域及び シカンブ川区域	6孔 (MJIT-1~6) 合計延長 606.0m
	室内試験	岩石薄片 鉍石研磨片 X線回折粉末法試験 放射年代測定 全岩分析 鉍石分析 ボーリング・コア分析	40件 10件 20件 3件 10件 (SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, MnO, MgO, CaO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , BaO, F, LOI, Ce, Sr, Rb, Nb, Ta, Y, Zr, Sn, W, Th, U, Li) 5件 (Au, Sn, W, Th, Ce, U) 209件 (Au, Sn, W, Th, Ce, U)

第1-2表 調査期間及び調査員一覧表

年次 (年)	業 務	期 間	氏 名	
			日本側	インドネシア側
第1年次 (1989~1990)	事前調査及び協定折衝		小山恭一 <sup>(3)</sup> 篠川秀育 <sup>(1)</sup> 貝沼弘康 <sup>(2)</sup> 佐藤直樹 <sup>(3)</sup>	Dr. Adjat Sudrajat <sup>(4)</sup> Salman Padmanagara <sup>(5)</sup> A. Machali Muchsin <sup>(5)</sup> Sunarya Johari <sup>(5)</sup> Nally Ahmad <sup>(4)</sup> Ratnawidupi <sup>(5)</sup>
	現地指導監督		遠山正治 <sup>(3)</sup>	
	地質調査・地化学探査	1989. 10. 10~ 1989. 12. 26	俣野米治 <sup>(6)*</sup> 粥川富喜雄 <sup>(6)</sup> 菊池秀也 <sup>(6)</sup> 佐藤哲男 <sup>(6)</sup> 佐藤健二 <sup>(6)</sup>	Sunarya Johari <sup>(5)*</sup> Zamri Ta'in <sup>(5)</sup> Endang Suwargi <sup>(5)</sup> Karno <sup>(5)</sup> Malik Manurung <sup>(5)</sup> Sahala L. Gaol <sup>(5)</sup> A. Said Ismail <sup>(5)</sup> Zulkifli MD. <sup>(5)</sup>
第2年次 (1990~1991)	現地指導監督		増田信行 <sup>(3)</sup>	
	地質調査・地化学探査	1990. 7. 12~ 1990. 9. 25	俣野米治 <sup>(6)*</sup> 佐藤哲男 <sup>(6)</sup>	Sunarya Johari <sup>(5)*</sup> Zamri Ta'in <sup>(5)</sup> Dwi Nugroho <sup>(5)</sup> Suhandi <sup>(5)</sup> Rukanda A. R. <sup>(5)</sup>
	ボーリング調査	1990. 8. 9~ 1990. 12. 11	堀口進 <sup>(6)</sup> 神成総二 <sup>(6)</sup> 加藤準市 <sup>(6)</sup>	Endang Suwargi <sup>(5)</sup> Awan Rachman <sup>(5)</sup> Maman Suherman <sup>(5)</sup> Mardiyanto <sup>(5)</sup>

(注)

- (1) : 通産省
- (2) : 国際協力事業団
- (3) : 金属鉱業事業団
- (4) : 地質鉱物資源総局
- (5) : 鉱物資源局
- (6) : 日鉱探開株式会社
- \* : 調査団長

## 第2章 調査地域の状況

### 2-1 交通、地形及び水系

#### (1)交通

首都ジャカルタから調査地域に至るには、空路、調査地域の西方直距250kmに位置するスマトラ島西岸の都市パダン (Padang) に渡り、パダンから陸路約10時間 (約400km) を要する。道路状況は、パダンからパンカランカサイ (Pangkalan Kasai) までは舗装道路であるが、途中に橋梁が多く、このため車両は5トン車まで通行可能である。

調査地域内の道路は、パンカランカサイから南東方のジャンビ州の州都ジャンビ (Jambi) へ通じる道路が調査地域中央北端から北東端を走っており、また、パンカランカサイから調査地域西端に隣接するバツバパン (Batupapan) 村まで通じている。いずれの道路も未舗装道路であり、雨季には河川の氾濫及び泥路化することによりジープをもってしても通行不能となる。このほか、公道ではないが、2つの林業会社が木材切り出し用の道路を建設中であり、1つはピンツーツジュ山地区の東端を通っている。

このほかの交通手段としては、地域西端のチュナコブサル川 (S. Cenakobesar) とその支流のアンタン川 (S. A. Antan) 及び地域中央部のガンサル川 (S. Gangsal) においてエンジン付ボートが利用できる。

#### (2)地形

調査地域の位置するスマトラ島では延長約1,600kmのNW-SE方向に延びるバリサン (Barisan) 山脈がその骨格を形作る。バリサン山脈は約90の火山よりなり、それらは海拔2500mを越す高さを有する。バリサン山脈の東側では、途中に丘陵地帯を挟み、緩やかに高度を減ずる。海岸沿いには不毛のマングローブ湿地帯からなる沖積平野が広く分布する。

調査地域は、バリサン山脈の東方の丘陵地帯のなかに孤立した、ティガプル山地の北部にあたる。調査地域の大部分は標高100~400mの山地よりなり、最高峰は調査地中央部カユマンバン山 (Bt. Kayumambang), 標高618mである。調査地域の北東部は標高100m以下の丘陵地または平地よりなる。

#### (3)水系

調査地域に発達する水系は、本地域がティガプル山地の北部に属することから、いずれの河川も北西から北東方にむかって流下する。これらの中で調査地域中央部を流れるガンサル川を西端とするルティー川 (S. A. Retih) 水系に属する河川が大部分を占め、いずれの河川も地域北東方で合流し、南シナ海に注ぎ込む。地域西端部を流れるアンタン川はチュナコブサル川さらにバンタン・クアンタン川 (S. A. Bantang Kuantan) に合流し、南シナ海に注ぎ込む。

## 2-2 気候及び植生

### (1)気候

インドネシアは熱帯雨林気候帯に属し、季節は雨季と乾季の二季に分かれる。これは乾季（4月～10月）には南東モンスーンがオーストラリア大陸からの暑い乾燥した空気を送り込み、雨季には北東モンスーンが南シナ海から湿った空気をもたらす、雨を降らせることによる。これら季節差はオーストラリア大陸に近いインドネシア東部で最も顕著であるが、スマトラ島では南東モンスーンはインド洋から湿った空気をもたらす雨を降らせるため、6月～8月に降雨量がわずかに減少するものの乾季はなきに等しい。

調査地域の北北西方50kmに位置するジャプラ（Japura）測候所で観測された1984年～1988年の5年間の月平均気温、最高最低気温、月平均湿度、月平均降水量を示す。

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
平均 気温(°C)	25.6	26.0	26.2	26.4	27.0	26.8	26.3	26.4	26.2	26.3	26.2	25.6	26.3
最高 気温(°C)	33.0	34.3	34.4	34.0	34.6	34.4	33.6	34.4	34.2	34.5	34.0	35.0	
最低 気温(°C)	18.1	18.6	17.6	17.4	16.6	17.2	17.0	16.4	19.0	19.2	19.1	18.4	
平均 湿度(%)	87	85	86	86	85	85	85	82	85	86	85	86	85
平均 降水量(mm)	303	212	224	286	162	157	146	94	211	205	202	177	2379

(ジャプラ測候所の位置：南緯 0°20′，東経102°19′，海拔19m)

### (2)植生

山地の大部分は人間の手の入らない熱帯雨林であり、直径2m以上、高さ20mを超える巨木が頻繁に見られる。この巨木の周囲には直径10～50cm、高さ10m程度の樹木が密生しており、その中は昼間も暗く写真撮影にはフラッシュが常に必要である。樹木密生地では下草は多くはなく、人力による伐開により歩行は比較的容易である。

低地の大部分は人間の手が入りその後放置された、高さ10m程度の低木林である。平地及び丘陵地の一部では焼畑により陸稲が栽培されている。また、低地ではあまり管理の良くないゴム林も見られる。

### 第3章 調査地域の地質概要

#### 3-1 スマトラ中央地域の一般地質

Geological Research and Development Centre(1987)のルンガット(Rengat)図幅(縮尺1:250,000)に基づいて、調査地域周辺の地質について以下に述べる。

調査地域周辺の地質は、石炭紀～二畳紀の堆積岩類とこれを貫くジュラ紀～白亜紀の花崗岩類、さらにこれらを不整合に覆う第三紀堆積岩類及び第四紀の堆積物よりなる。

石炭紀～二畳紀の堆積岩類はその岩相からガンサル(Gangsai)層、プンガブアン(Pengabuan)層、ムンツル層(Mentulu)に分けられる。ガンサル層は粘板岩、片岩、変砂岩、石灰岩及び珪岩からなり、プンガブアン層は石質砂岩、変ワッケ、変シルト岩からなる。ムンツル層は凝灰岩、凝灰質粘土岩より構成される部層とグレーワッケ、含礫泥岩よりなる部層とに分けられる。

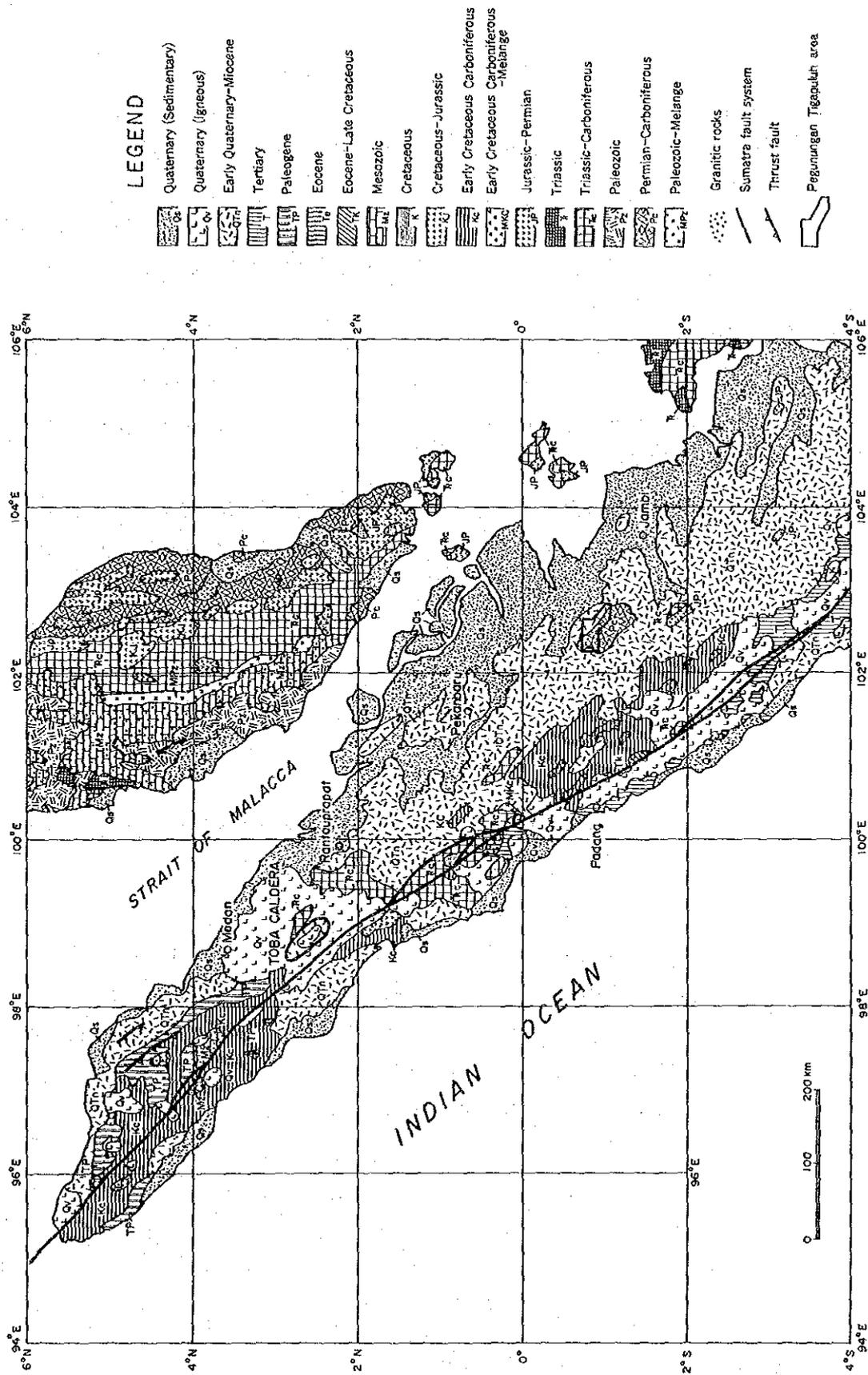
第三紀の堆積岩類は、下位より漸新世のクルサ(Kelesa)層(多源礫岩及び含礫砂岩)、中新世のラカット(Lakat)層(多源礫岩、石英砂岩及び石英砂岩-粘土岩互層)、ツアラン(Tualang)層(石英砂岩及び粘土岩)及びグマイ(Gumai)層(頁岩、粘土岩及び砂岩)、中新世～鮮新世のビニオ(Bioni)層(粘土岩-砂岩-頁岩-シルト岩互層)及びコリンチ(Korinci)層(凝灰質砂岩)よりなる。

先第三系を貫く花崗岩類は花崗岩、花崗閃緑岩、ペグマタイト及び石英斑岩よりなる。

第1-6図に中央スマトラの地質概略図(HAMILTON, 1978)を示す。

TJIA(1989)は、マレー半島からティガプル地域の北方まで伸びるベントン-ベンカリス縫合線(Bentong-Bengkalis Suture)の構造発達史を以下のとおりまとめている。

「マレー半島の西部構造区と中央構造区を境する本縫合線は、マラッカ海峡を越え、スマトラ東部のベンカリス凹地へ連続する。このベンカリス凹地は、近年の石油探査結果から明らかになったものであり、調査地域であるティガプル山地北方まで追跡されている。カンブリア紀～二畳紀前期には本縫合線の西部は Gondwana 大陸の縁辺部であった。西部に分布する石炭紀から二畳紀前期の水河海成堆積物はこのことを支持している。東部はカタイジア植物群化石により特徴づけられる。二畳紀中頃西部は Gondwana 大陸から分離し、三畳紀中期に東部と西部は縫合した。マレー半島西部構造区に分布する、三畳紀後期からジュラ紀前期の珪長質の深成岩の存在は、西部が三畳紀以降強い圧縮の場にあったことを示す。東部スマトラは、白亜紀後期まで圧縮の場にあり、白亜紀後期～第三紀前期には引張りの場に転じた。これに伴い、南北方向の断裂沿いに地溝が発達した。漸新世の始めには、スマトラは圧縮の場になり、スマトラ東部では南北方向の断裂沿いに右ずれの走向移動断層が発達した。鮮新世にはスマトラはNW方向の断層や褶曲を生む圧縮場となった。」



第1-6図 中央スマトラ地質概略図

### 3-2 ティガプル地域及びピンツーツジュ-地区の地質概要

#### 3-2-1 ティガプル地域

本地域の地質は、石炭系～二畳系、第三系、第四系及び石炭系～二畳系を貫く花崗岩類よりなる(第1-7図)。

古生界はヌヌサン川(S. Nunusan)層及びピンツーツジュ-山(Bt. Pintutujuh)層に区分される。ヌヌサン川層は泥質岩起源の千枚岩及び黒色粘板岩よりなる。ピンツーツジュ-山層は、シルト岩、黒色粘板岩等からなる。

古生界を貫いて花崗岩類が分布するが、それらは岩相上、斑状黒雲母花崗岩、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩、ペグマタイト及びアプライトに区分される。貫入時期はジュラ紀から白亜紀前期である。この貫入類の貫入により、石炭系～二畳系の堆積岩は接触変成作用を受け、ホルンフェルスとなっている。

これらを不整合に覆い、安山岩質凝灰岩類よりなる古第三系が狭い範囲に分布する。さらに古第三系と不整合関係で、石英質アレナイト、粘土岩などからなる新第三系が各所に分布する。

本地域に認められる地質構造は、古生界の多数の褶曲構造と新第三系を切る断層により特徴づけられる。多数の向背斜構造は古生界中に認められ、S字型配列を示す。断層は、NW-SE系、NNW-SSE系、NE-SW系のものが発達する。

#### (2)ピンツーツジュ-地区

ピンツーツジュ-地区の地質は、石炭系～二畳系、第三系及び石炭系～二畳系を貫く貫入岩類よりなる(第1-8図)。

古生界はピンツーツジュ-山層よりなる。

古生界を貫いて花崗岩類が分布し、それらは岩相上、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩及びアプライトに区分される。黒雲母花崗岩の貫入時期は白亜紀前期である。

これらを不整合に覆い、石英質アレナイト、粘土岩などからなる新第三系が分布する。

本地域に認められる断層は、WNW-ESE系、NNW-SSE系のものである。

上記優白色花崗岩には含錫石石英細脈と錫石鉱染が胚胎する。

#### 第4章 従来の調査

調査地域を含むスマトラ島全体の地質についての記載は、VAN BEMMELEN(1970)がある。また、インドネシア全体の地質構造については、HAMILTON(1978)がある。このほか未公刊資料として、Geological Research and Development Centre(1987)のルンガット(Rengat)図幅(縮尺1:250,000)がある。調査地域北方からマレー半島にかけての地域の地質構造発達史を論じたものに、TJIA(1989)がある。

調査地域付近の地質・鉱床についての調査は、P. T. Timahとインドネシア地質調査所とが協力して、1974~1975年に行われた(SUBANDORO et al. 1975)。この際実施されたパンニング調査により調査地域内に錫石異常を発見している。この錫石異常に対し、1984~1986年に鉱物資源局(D. M. R.)はフォローアップ調査を行っている(HARAHAP et al., 1986とHARMANTO et al., 1986)。

## 第5章 結 論

### (1) ティガプル地域

本地域の地質は石炭紀～二畳紀の堆積岩類，ジュラ紀から白亜紀前期の花崗岩類，古第三紀の火山碎屑岩類，新第三紀の堆積岩類及び第四紀の堆積物よりなる。

本地域に分布する花崗岩類は，その岩相及び化学組成から，斑状黒雲母花崗岩，黒雲母花崗岩，優白色花崗岩，ペグマタイト及びアプライトに区分される。いずれの花崗岩類とも，化学組成及び帯磁率からチタン鉄鈳系列の花崗岩に分類される。斑状黒雲母花崗岩と黒雲母花崗岩とを化学組成上から比較すると，斑状黒雲母花崗岩の方がより分化の進んだ花崗岩であるといえる。

斑状黒雲母花崗岩と黒雲母花崗岩はそれぞれ調査地域中央部から東部にかけての地域と，西部から中央部にかけての地域に，NW-SE方向に配列する。

本地域に認められる鈳化帯は，西部イサハン川上流及びシカンブ川下流に認められた優白色花崗岩中に賦存する含錫石英網状脈及び錫石鈳染である。

河床堆積物試料による地化学探査では，AランクのSn異常域が6区域，Sn，W及びAuのAランク異常域が2区域，Nb，W，Zr，Th，Ce，Y，U，Li及びSnよりなるAランク異常域が1区域抽出された。これら異常域のうち2区域が既知錫鈳化帯に対応し，Snは70～710ppmの含有量を示す。

パンニング試料による地化学探査では，AランクのSn異常域が4区域，SnにWまたはAuを伴うAランク異常域が3区域，SnにNb-W，NbまたはLiを伴うAランク異常域が3区域，Sn-Zr-LiよりなるAランク異常域が1区域抽出された。このうち2区域が既知錫鈳化帯に対応する。

イサハン川上流及びシカンブ川下流の既知錫鈳化帯では，河床堆積物試料及びパンニング試料の両者によるAランク地化学異常値が得られている。既知錫鈳化帯以外の異常域において河床堆積物試料，パンニング試料の両者がそろってAランク地化学異常値を示す異常域を抽出すると，既知鈳化帯周辺に4区域（SnまたはSn-W）が抽出された。

既知錫鈳化帯の地化学異常と合わせ，6区域の地化学異常域の配列は大きくみてWNW-ESE方向を示し，この方向をもつ弱線が鈳化作用に関連していると考えられる。

上記よりティガプル地域に賦存が期待される鈳床は，Sn-Wを含む初生鈳床であり，ピンツーツジャー地区が有望地区としてあげられる。

### (2) ピンツーツジャー地区

本地域の地質は石炭紀～二畳紀の堆積岩類，ジュラ紀から白亜紀前期の花崗岩類及び新第三紀の堆積岩類よりなる。

本地域に分布する花崗岩類は，その岩相及び化学組成から，黒雲母花崗岩，優白色花崗

岩及びアプライトに区分される。優白色花崗岩は、花崗岩の脈岩相を示すものと考えられ、下部には斑状黒雲母花崗岩が潜頭していると推定される。

調査地域内にはWNW-ESE系とNNW-SSE系の断層が発達する。既知錫鉍化帯の母岩となっている優白色花崗岩の平面的配列をみるとイサハン川上流からツラン川にかけほぼWNW-ESE方向に配列する。

調査地域全体にわたり、河床堆積物試料による地化学探査とパンニング試料による地化学探査が行われた。さらに既知鉍化帯を含む面積6km<sup>2</sup>の範囲において土壌による地化学探査が実施された。分析成分はAu, Sn, W, Th, Ce, Uの6成分である。

河床堆積物試料及びパンニング試料による地化学探査結果は、ティガプル地域の項で述べた。

土壌による地化学探査において得られた異常域は、イサハン川上流からツラン川にかけほぼWNW-ESE方向に延びる地域（イサハン川-ツラン川域, Sn, Au, W, Th, U）、イサハン川中流域（Sn）、シカンプ川-ツラン川合流点地域（Sn, Au）の3区域である。このうちイサハン川-ツラン川域は3箇所の異常域のうちその占める面積は最も広い（0.3×2km）。

河床堆積物試料、パンニング試料及び土壌試料による地化学探査において重複して地化学異常域を構成する成分はSn, Wである。また、いずれの地化学探査においても抽出された地化学異常域はほぼWNW-ESE方向に配列している。これは前述の優白色花崗岩の配列方向と同じであり、この方向の弱線が優白色花崗岩の分布及び錫鉍化帯の分布を規制したものと考えられる。

イサハン川及びシカンプ川錫鉍化帯では鉍化は細脈と鉍染の形をとる。鉍脈を構成する鉍物は、石英が大部分を占め、次いで黄鉄鉍、白雲母、電気石、方解石、硫砒鉄鉍の順である。錫石、輝水鉛鉍は石英脈中でその結晶の数を数えられる程度にしか出現しない。鉍脈の生成順序から、鉍化順序を組み立てると、石英-カリ長石-電気石-白雲母-黄鉄鉍-硫砒鉄鉍-（錫石または輝水鉛鉍）、石英-カリ長石-黄鉄鉍、石英-黄鉄鉍、方解石-石英-黄鉄鉍の順となる。

母岩中には錫石、黄鉄鉍、電気石、白雲母が鉍染している。鉍染している鉍石鉍物は黄鉄鉍が大部分であり、鉍染は優白色花崗岩中にも認められる。錫石の鉍染が肉眼的に認められたのはシカンプ川地区の優白色花崗岩のみである。

地表では含錫石石英脈は、最も高品位脈でSn3.84%, W0.07%, Ce0.02%を示す。また、白雲母化した優白色花崗岩に石英脈を含む幅1~2mの溝切りサンプリング試料はSn0.2~0.5%, Ce0.08~0.24%を含む。

ボーリング・コアの分析結果は以下の通りである。

Au：最高品位0.07g/tと低品位である。

Sn：最高品位0.24%であり、大部分は0.01%以下（全試料の93%）である。

- W : すべて0.01%以下である。  
Th : すべて0.01%以下である。  
Ce : すべて0.02%以下である。  
U : すべて0.01%以下である。

優白色花崗岩は石英、カリ長石、斜長石及び白雲母を主造岩鉱物とし、これら斑晶が破碎され、その空隙を満たして白雲母（絹雲母）が発達している。また、細粒の二次石英が生じている。またシカンブ川地区及びイサハン川地区共にボーリング・コアの一部にグライゼンを認めている。このほか変質鉱物としてカオリンが検出されている。優白色花崗岩の場合、鉱脈の多少と母岩の変質の間に関係は認められない。

古生界ピンツーツシュー山層ツラン川部層のシルト岩、頁岩及び含礫シルト岩は珪岩及び石英片を含み、基質には白雲母、黒雲母、方解石または苦灰石が生じている。石英脈に接する部分では脱色し、細粒の二次石英が生じていることが多い。

優白色花崗岩及び古生界とも変質と品位との間には明瞭な関係はない。グライゼンの部分でSnが高品位となることが期待されたが、グライゼン化した部分で品位の上昇は認められない。

地質調査、地化学探査及びボーリング調査の結果に基づき、調査地域に賦存が期待される鉱床は含錫初成鉱床である。調査地域を、ボーリング調査が実施されたイサハン川地区及びシカンブ川地区とそれ以外の地域とに分けて評価する。

#### 【イサハン川区域及びシカンブ川区域】

地質調査・地化学探査及びボーリング・コアの分析結果から、イサハン川鉱化帯及びシカンブ川鉱化帯に期待される鉱種はSnである。ボーリング調査結果から、Sn品位をもたらすものは優白色花崗岩中に発達する石英-カリ長石-電気石-白雲母-黄鉄鉱-硫砒鉄鉱-錫石脈と優白色花崗岩中の錫石鉱染である。これら鉱脈及び鉱染の入れ物となる優白色花崗岩の規模は、本岩が斑状黒雲母花崗岩の脈岩相と予想されることから、大きなものは期待できない。鉱量計算を行うにはデータ不足であるが、Sn0.1%以上の品位を示したのはMJIT-2号の幅1.5m、2箇所のみであり、また、最高品位はSn0.24%と低品位であった。従い、イサハン川区域及びシカンブ川区域には経済的鉱床となりうる鉱床はないものと判断される。

#### 【イサハン川区域及びシカンブ川区域以外の調査地区】

土地化学探査により得られている地化学異常域の評価を行う。

土地化学異常域のなかでも最も広い異常域を形成しているイサハン川-ツラン川域（イサハン川区域ボーリング調査実施地点を除く）においてSn分析値は16~72ppmを示し、ポ

ーリング調査実施地点の土壤試料のSn分析値と似た値を示す。本地域には優白色花崗岩が賦存し、Snを伴う鉍化作用が期待できるが、土壤地化学異常値及びその広がりからして、期待できる鉍床規模及び品位は上記のイサハン川区域及びシカンブ川区域と同程度と考えられる。その他の土壤試料による地化学異常域については、他の地化学探査による異常域と重複しないか、または、その占める範囲が狭いことから興味を持ってない。

土壤試料による地化学探査を除く調査地区において得られている地化学異常について評価する。

河床堆積物及びパンニング試料によるAランク地化学異常値が得られているのは、イサハン川鉍化帯西方のピナン川流域のみである。異常値の分布はピナン川本流にのみ得られ上流域に鉍化帯の賦存が期待できる。また、上流域はイサハン川-ツラン川に分布する優白色花崗岩を結ぶ線の西方延長部にあたり、錫鉍化作用に関連する優白色花崗岩の分布が予想されるが、河床堆積物及びパンニング試料の地化学異常値からして、本流域には既知鉍化帯を上回る規模・品位をもつ鉍床の賦存は期待できない。

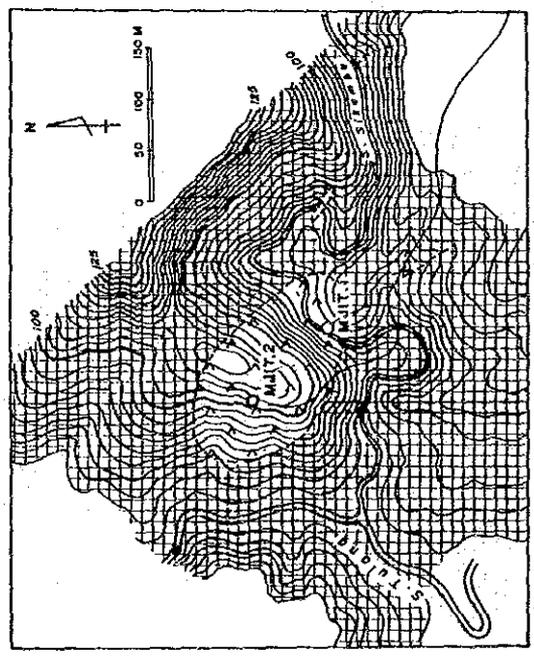
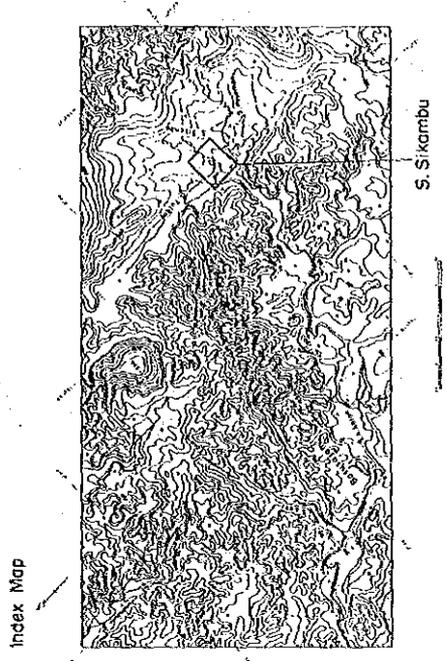
調査の結果、調査地区には経済的鉍床となりうる鉍床賦存の可能性は低いことが明らかになった。



Geological Age	Formation	Columnar Section	Thickness (m)	Rock Facies	Igneous Activity	Mineralization			
Cenozoic	Quaternary		500+	Clay, Sand, Gravel	Porphyritic Biotite Granite (Gp) Biotite Granite (Gb), Leucocratic Granite (Gl) Pegmatite (Pe), Aplite (Ap) Contact Meta. → Hornfels (Ho)	Primary Tin deposits			
							Neogene	300	Quartz Arenite (Q), Acidic Fine Tuff (AZ) Conglomerate (Co), Claystone (Cl), Coal Seam (Cs)
Mesozoic	Cretaceous		1,100+	Black Slate, Muddy Quartzite	Contact Meta. → Hornfels (Ho)	Primary Tin deposits			
							Jurassic	1,000	Siltstone, Lithic Wacke, Black Slate, Pebbly Mudstone
Paleozoic	Permian Carboniferous		1,100+	Black Slate, Muddy Quartzite	Porphyritic Biotite Granite (Gp) Biotite Granite (Gb), Leucocratic Granite (Gl) Pegmatite (Pe), Aplite (Ap) Contact Meta. → Hornfels (Ho)	Primary Tin deposits			
							S. Sesirih	S. Tulang	Siltstone, Lithic Wacke, Black Slate, Pebbly Mudstone
S. Nunusan	500+	Phyllite, Black Slate							

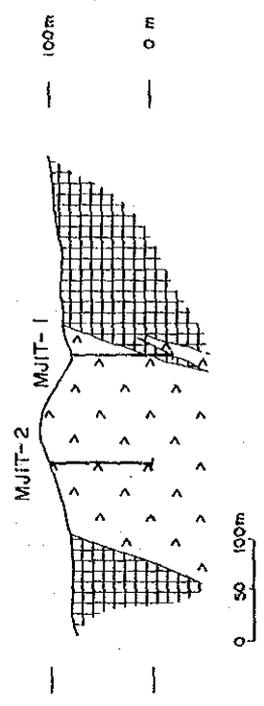
第1-8図 タイガブル地域地質層序図





LEGEND

-  Hornfels (siltstone)
-  Leucocratic granite

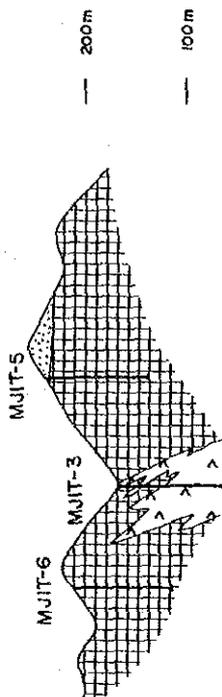
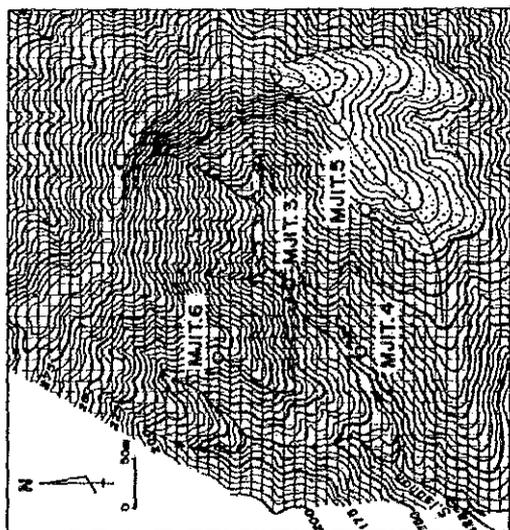


第1-10図 シカンプ川区域地質図、地質断面図及びボーリング位置図

Index Map



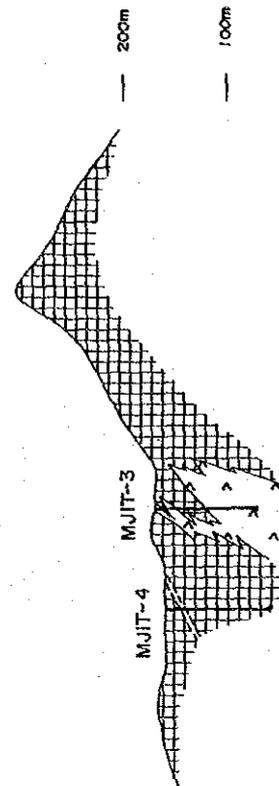
S. Isahan



200m

100m

0 50 100m



200m

100m

0 50 100m

LEGEND

-  S. Empelu Formation (Tertiary)
-  Hornfels (siltstone)
-  Leucocratic granite
-  Fault

第1-11図 イサハン川区域地質図, 地質断面図及びボーリング位置図

## 第Ⅱ部 各 論



## 第 II 部 各 論

### 第 1 章 ティガプル地域

#### 1-1 写真地質解析

本地域の地質単元及び広域的な地質構造を解明することにより、地質調査・地化学探査の指針を得ることを目的に、縮尺約1:110,000の白黒航空写真、30枚を使用し写真地質解析を行った。

#### (1)地質単元区分

写真地質解析の結果、本地域の地質は8地質単元（以下、地質単元を単元と称する）に区分された（第2-1図）。これらは、碎屑岩類（6単元）、貫入岩類（単元G）及び未固結碎屑物（単元Q）からなる。碎屑岩類は、既存資料との対比より、古生界のP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、Hと第三系T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>の単元に分けられる。

##### ①単元P<sub>1</sub>

ガンサル川（S. Gangsal）とアンタン川（S. A. Antan）に挟まれる範囲、ガンサル川東部及び本地域南東部に広く分布する。分布面積は8単元中最も広い。本単元は硬質の碎屑岩類より構成されると判定される。

##### ②単元P<sub>2</sub>

本地域南西部アンタン川西方の山地を構成する単元であり、また、本地域南東端にも小規模に分布する。本単元が本地域内で占める面積は、極めて狭い。本単元は、単元P<sub>1</sub>に比べ、より硬質の碎屑岩類から構成されると判定される。

##### ③単元H

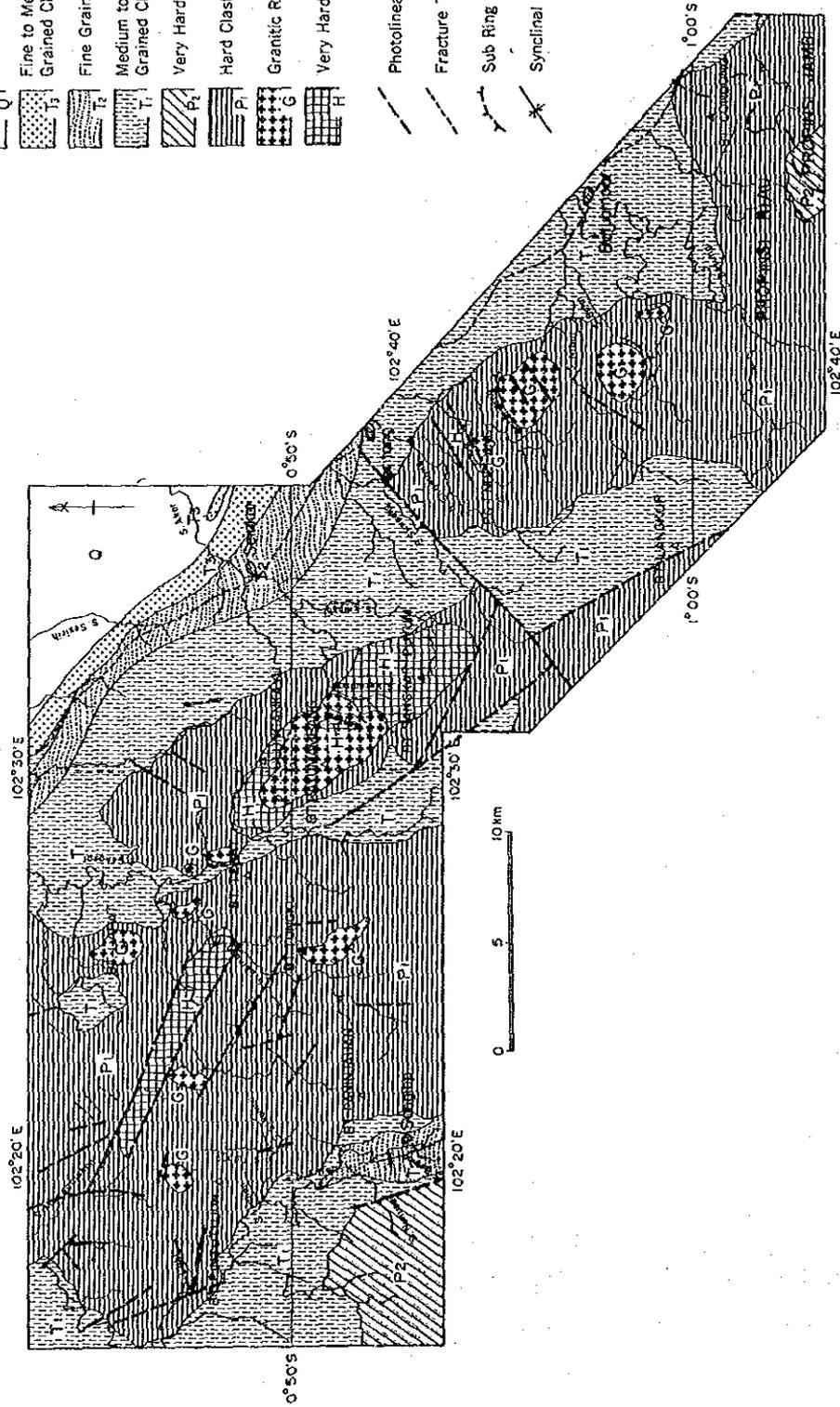
本地域中央部カユマンバン山（Bt. Kayumambang）付近の単元Gの北西及び南東延長部に分布するほか、東部ウンヅラン山（Pg. Endelang）北東方に小規模に、また、中央部から北西部にかけWNW-ESE方向に細長く延びて分布する。本単元は、花崗岩類と判定される単元Gの一部で直接して分布することから、単元P<sub>1</sub>が接触変成をうけ、ホルンフェルス化したものと判定される。

##### ④単元T<sub>1</sub>

本地域西部アンタン川流域、中央部ガンサル川流域、北東部及び南東部の丘陵地帯、さらに、南部ランクupp山（Bt. Langkup）周辺に、単元P<sub>1</sub>に次ぐ広がりを持ち、分布する。本単元は、やや軟質かつ中～粗粒の碎屑岩から構成されると判定される。下位の単元（P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>）との関係は不整合と解される。

LEGEND

- Unconsolidated Deposit (Q)
- Fine to Medium Grained Clastic Rock (T<sub>1</sub>)
- Fine Grained Clastic Rock (T<sub>2</sub>)
- Medium to Coarse Grained Clastic Rock (T<sub>3</sub>)
- Very Hard Clastic Rock (P<sub>2</sub>)
- Hard Clastic Rock (P<sub>1</sub>)
- Granitic Rock (G)
- Very Hard Rock (Hornfelsic) (H)
- Photolineament (—)
- Fracture Trace (---)
- Sub Ring Structure (⋈)
- Synclinal Axis (X)



第2-1图 写真地质解析结果图

#### ⑤ 单元 T<sub>2</sub>

本地域北東部において单元 T<sub>1</sub>のさらに北東側に、また、西部アンタン川上流域にも分布する。本单元は、軟質かつ細粒の碎屑岩から構成されると判定される。下位の单元 T<sub>1</sub>との関係は整合と解される。

#### ⑥ 单元 T<sub>3</sub>

本地域北東部单元 T<sub>2</sub>のさらに北東側にNW-SE方向に細長く延びて分布する。本单元は、軟質かつ細～中粒の碎屑岩から構成されると判定される。下位の单元 T<sub>2</sub>との関係は整合と解される。

#### ⑦ 单元 Q

本地域北東端にのみ分布する。本单元は、未固結碎屑物から構成されると判定される。

#### ⑧ 单元 G

本地域中央部カユマンバン山周辺に本单元の中では最も広い面積を占め、また、カユマンバン山から北西方向に4カ所、南東部ウンツラン山 (Bt. Endelang) 付近から南西方に4カ所、さらに西部ピンツーツジュ山 (Bt. Pintutujuh) 付近及び東方、中央南部ツンク山 (Bt. Tungku) に小規模に分布する。本单元は、周囲に单元 H を伴うこと、亜環状構造が認められること、さらに、水系パターン及び地形的特徴から、单元 P<sub>1</sub>を貫く花崗岩類から構成されると判定される。

### (2) 地質構造

碎屑岩よりなるいずれの单元にも、ベディングは認められず、これらは塊状岩より構成されると判定される。

本地域全体で35本のリニアメントが認められた。このうち、28本は单元 P<sub>1</sub>、H、G中に発達し、7本は单元 T<sub>1</sub>中または单元 T<sub>1</sub>とそれ以下の单元とにまたがって分布する。本地域全体のリニアメントを方向別に本数で区分するとN-SからNNW-SSE方向及びWNW-ESE系統が卓越する。地域ごとにみると、西部单元 P<sub>1</sub>分布域にリニアメントがまとまって分布する。リニアメント1本ごとの延長を見ると、延長10km以上の長さを持つものはNNW-SSEからWNW-ESEの方向を示す。

## 1-2 地質調査

### 1-2-1 地質概況

調査地域の地質は、石炭系～二疊系、第三系、第四系及び石炭系～二疊系を貫く花崗岩

類よりなる。

古生界はヌヌサン川 (S. Nunusan) 層及びピンツーツジャー山層に区分される。ヌヌサン川層は泥質岩起源の千枚岩及び黒色粘板岩よりなる。ピンツーツジャー山層は、シルト岩、黒色粘板岩等からなり、本層は岩相の違いからツラン川部 (S. Tulang) 層、セシリー川 (S. Sesirih) 部層に区分される。

古生界を貫いて花崗岩類が分布するが、それらは岩相上、斑状黒雲母花崗岩、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩、ペグマタイト及びアプライトに区分される。貫入時期はジュラ紀から白亜紀前期である。この貫入類の貫入により、石炭系～二畳系の堆積岩は接触変成作用を受け、ホルンフェルスとなっている。

これらを不整合に覆い、安山岩質凝灰岩類よりなる古第三系が狭い範囲に分布する。さらに古第三系と不整合関係で、石英質アレナイト、粘土岩などからなる新第三系が各所に分布する。

本地域に認められる地質構造は、古生界の多数の褶曲構造と新第三系を切る断層により特徴づけられる。多数の向背斜構造は古生界中に認められ、S字型配列を示す。断層は、NW-SE系、NNW-SSE系、NE-SW系のものが発達する。花崗岩類は、そのタイプごとにNW-SE方向に配列する傾向が認められる。

第1-7図に地質図・地質断面図を、第1-8図に本地域の層序・火成活動の要約を示す。

#### (1)ヌヌサン川層

本地域南西部にのみ分布し、アンタン川支流ヌヌサン川を模式地とする。

本層は、黒色、灰黒色またはオリーブ灰色を呈する非常に硬質の薄板状に割れやすい千枚岩及び黒色粘板岩より構成される。

本層は本地域の最下位層であり、層厚は500m+である。ルンガット図幅のガンサル層に対比される。

#### (2)ピンツーツジャー山層

本層は、岩相の違いから、ツラン川部層、セシリー川部層の2部層に分けられる。

##### ①ツラン川部層

西部ではピンツーツジャー山周辺、中央部ではカユマンバン山南東方にNW-SE方向に、東部ではウンツラン山から南方にかけ広範囲に、分布する。

灰色、暗灰色、稀に暗緑灰色を呈するシルト岩ないし石質グレーワッケを主体とし、黒色泥岩ないし黒色粘板岩を挟在する。一般に塊状を呈し、層理が認められることは少ない。

本部層は、1,000mの層厚を有し、ルンガット図幅のムンツル層の一部に対比される。

##### ②セシリー川部層

本地域西部から中央部にかけ、下位のツラン川部層を取り囲み分布する。

黒色を呈する泥岩，粘板岩よりなり，全般に塊状を呈する。

本部層は層厚1,100mを有し，ルンガット図幅のムンツル層の一部に対比される。

### (3)シンパン川層

主として安山岩質の凝灰岩よりなり，一部に砂岩が認められる。本調査地域の東部ウンヅラン川 (S. Endelang) を中心とした地域にのみ分布する。本層の層厚は300m程度である。

本層の岩石は，上位の新第三系中新統の岩石に比べ，固結度が高いこと，南スマトラにおいて古第三紀漸新世から中新世にかけて安山岩質の火山活動があること (BEMMELEN, 1970) から，本層の時代を古第三紀とした。

### (4)ウンプル川 (S. Empulu) 層

本層は，ガンサル川流域，ウンヅラン山から南西部にかけ広範囲に，また，古生界の外縁部に直接して，分布する。

灰白色ないし灰色の石英質アレナイトと白色の細粒酸性凝灰岩を主体とする。一般に厚さ10~30cmの黄灰色の粘土岩を挟み，稀に厚さ最大1.5mの石炭層をはさむ。いずれも固結度は良好ではない。

本層は300mの層厚を有する。ルンガット図幅のラカット層に対比され，第三紀中新世前期の堆積物である。

### (5)ドゥマディ川 (S. Demadi) 層

西部アンタン川流域及び，東部ウンプル川層分布域のさらに北東で，下位ウンプル層を整合に覆って分布する。

粘土岩とシルト岩を主体に構成され，下位では石英質アレナイトと石炭層を挟在する。

本層は500m+の層厚を有する。ルンガット図幅のツアラン層及びグマイ層に対比され，第三紀中新世前期~中期の堆積物である。

## 1-2-2 貫入岩類

本地域に分布する貫入岩類は，古生界を貫く，斑状黒雲母花崗岩，黒雲母花崗岩，優白色花崗岩，ペグマタイト及びアプライトよりなる花崗岩類である。

### (1)斑状黒雲母花崗岩

本地域中央北部ラパット山 (Bt. Lapat) から北方に延びる6×2kmの範囲，中央部カユマンバン山を中心とする5×4kmの範囲及びツバット山 (Bt. Tebat) を中心とする2×1kmの範囲，東部ニブル川中流域を中心とする9×3kmの範囲に分布する。

本岩は最大5×5cmの柱状または菱形状を示すカリ長石巨斑晶を含むことにより特徴づけられ，カリ長石巨斑晶は容積比で全体の60%を越す部分もある。カリ長石巨斑晶中には中

～細粒の黒雲母斑晶を含むことが多い。カリ長石巨斑晶を除くと、鏡下では等粒構造を示す石英、カリ長石、斜長石及び黒雲母を主造岩鉱物とする。カリ長石、斜長石はソーシュライト化している。

本岩のK-Ar年代は、東部ニブル川中流域ではジュラ紀中期 ( $167 \pm 4\text{Ma}$ ) を、カヌマンバン山ではジュラ紀後期 ( $143 \pm 3\text{Ma}$ ) を、ラパット山北方ではジュラ紀後期 ( $134 \pm 3\text{Ma}$ ) を示し、南方より北方に向かい順次若い年代を示す傾向がある。

## (2) 黒雲母花崗岩

中央部ツンク山を構成するとともに、西部ピンツーツジャー山東方及び北方に分布する。

石英、カリ長石、斜長石、黒雲母及び普通角閃石を主造岩鉱物とし、鏡下では等粒構造または集斑状構造を示す。カリ長石、斜長石はソーシュライト化している。

本岩のK-Ar年代は、西部ピンツーツジャー山付近では白亜紀前期 ( $128 \sim 110\text{Ma}$ ) を示す。

## (3) 優白色花崗岩

西部イサハン川 (S. Isahan) 上流からシカンブ川 (S. Sikambu) にかけて小規模貫入岩として分布する。地表面での形態は、 $100 \times 200\text{m}$ 程度の楕円形または幅1~5mの岩脈をなす。石英、カリ長石及び斜長石を主造岩鉱物とし、少量の白雲母を伴う。鏡下では文象構造、ペグマタイト構造または等粒構造を示す。カリ長石、斜長石はソーシュライト化している。

## (4) ペグマタイト及びアプライト

ペグマタイトは東部アカル川 (S. Akar) 支流クルンツン川 (S. Keruntung) 及びムンタウス川 (S. Mentaus) に小規模貫入岩として分布する。地表面での形態は幅1~5m程度の岩脈をなす。本岩は、石英、カリ長石及び斜長石を主造岩鉱物とし、少量の白雲母を伴う。鏡下では文象構造、ペグマタイト構造または等粒構造を示す。

アプライトは、西部ピンツーツジャー山東方の中粒黒雲母花崗岩中、ルマン川 (S. Lemang) 上流及びムンタウス川の古生界中に幅3~5mの小規模岩脈として分布する。また、ツンク山西方及びラパット山南方には多量のアプライト転石が認められ、ルマン川河口付近には小規模アプライト岩株として分布する。本岩は、等粒構造を示す石英、カリ長石、斜長石及び白雲母を主造岩鉱物とする。ツンク山西方、ラパット山南方で本岩は、多量の石英と微量の黒雲母、白雲母、普通角閃石、褐レン石から構成されるアプライト～高温石英脈の岩相を呈する。

## (5) 化学組成

斑状黒雲母花崗岩、黒雲母花崗岩及び優白色花崗岩より19個の試料を採取し、主成分として13成分を、さらに微量成分としてフッ素を分析した。

分析結果及びC. I. P. Wノルム鉱物重量比は巻末第1～2表の通りである。石英-アルカリ長石-灰長石ノルム重量比から見ると斑状黒雲母花崗岩、黒雲母花崗岩及び優白色花崗岩はそれぞれ異なるグループを形成している（第2-2図）。

分化指数（D. I.）をみると、優白色花崗岩は79～91%、斑状黒雲母花崗岩は83～85%の値を示し、黒雲母花崗岩は54～70%と低い値を示す。錫鉱化を伴う、北スマトラのハタパン（Hatapan）地域の花崗岩類（JICA・MMAJ, 1983）と本地域の花崗岩類とをSiO<sub>2</sub>含有量及び分化指数について比較すると、前者はSiO<sub>2</sub>73～77%、分化指数92%以上と分化の進んだ花崗岩であるのに対し、後者はSiO<sub>2</sub>73%以下、分化指数は91%以下と分化の程度の低い花崗岩と言える。

アルカリ-石灰の含有量を比較すると（第2-3図）、優白色花崗岩はK<sub>2</sub>O>>Na<sub>2</sub>O>CaO、斑状黒雲母花崗岩はK<sub>2</sub>O>Na<sub>2</sub>O>CaO、黒雲母花崗岩はK<sub>2</sub>O>CaO>Na<sub>2</sub>Oの傾向を示し、前2者に比べ後者はCaOに富む。また、同図上にタイの含錫花崗岩（ISHIHARA et. al., 1980）の例を示したが、これに比べると、本地域の斑状黒雲母花崗岩は前者と接近して分布するが、優白色花崗岩及び黒雲母花崗岩は明らかに離れた分布を示す。

花崗岩を形成するに至った珪長質マグマの生成に関与した物質の性質を明らかにするための花崗岩区分として、S-type・I-type、磁鉄鉱系列・チタン鉄鉱系列がある。S-type・I-type区別のためのACFダイアグラム上（第2-4図）では、斑状黒雲母花崗岩はS-typeゾーン及び両者の境界に位置し、黒雲母花崗岩は境界線上及びI-typeゾーンに分布する。C/ACF-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)ダイアグラム上（第2-5図）では両花崗岩ともほぼI-typeと見なせる。

磁鉄鉱系列・チタン鉄鉱系列の区分に用いられるFe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup>-SiO<sub>2</sub>図上（第2-6図）では、本地域の花崗岩類はすべてチタン鉄鉱系列に属する。

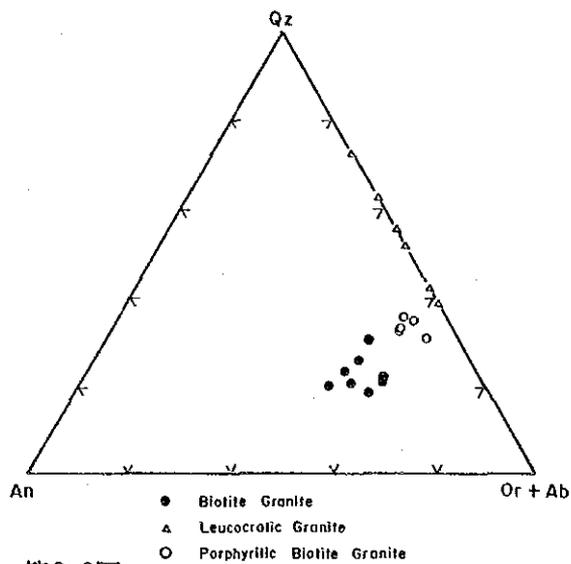
フッ素含有量については、410～1,460ppmの値を示し、これはハタパン地区の花崗岩（350～6,050ppm）やマレーシア・キンタバレーの花崗岩（300～5,700ppm, SCHWARTZ, 1989）に比べ、上限値、平均値ともに低い。

### 1-2-3 地質構造

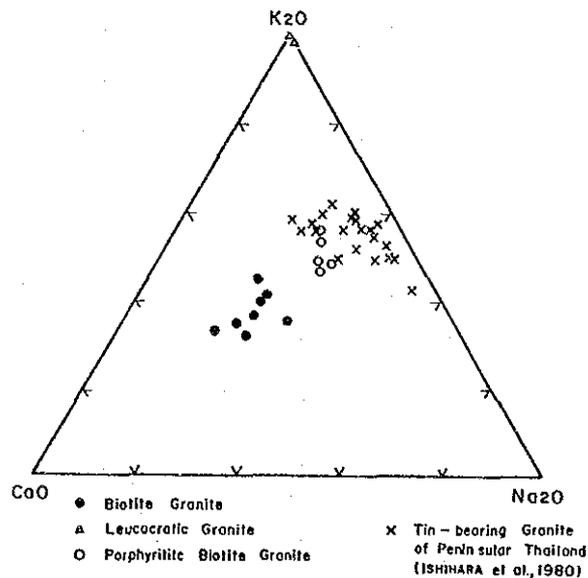
本地域の地質構造は、古生界の多数の褶曲構造と、第三系の緩傾斜構造とによって特徴づけられる。さらに、古生界及び第三系を切る断層はNW-SE系、NNW-SSE系、NE-SW系のもが認められ、NW-SE系はNNW-SSE系に、さらにNNW-SSE系はNE-SW系に切られる傾向が認められる。

#### (1) 褶曲構造

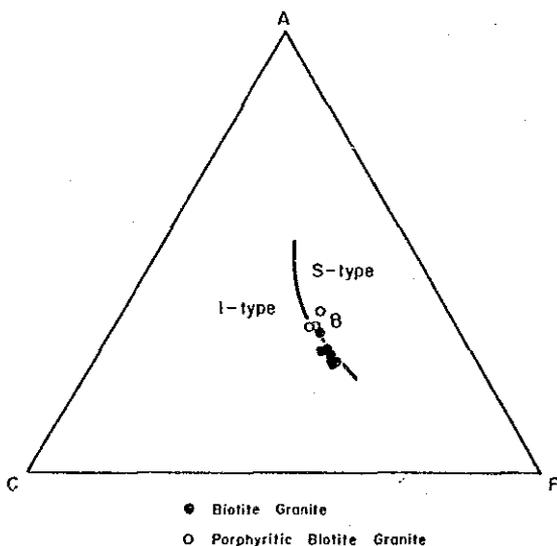
本地域の古生界は、いずれの地層も層理が不明瞭であり、その構造は明らかでないことが多いが、西部ピンツージュ-山付近から、ツバット山、カユマンバン山北方では層理の明瞭な部分があり、そこには複数の向背斜構造が認められる。それらの褶曲の波長は



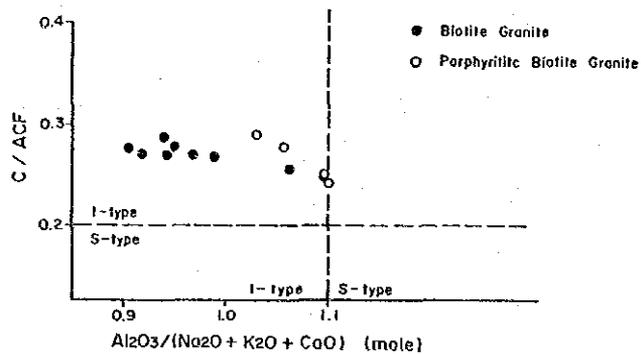
第2-2図  
石英-アルカリ長石-灰長石ダイアグラム



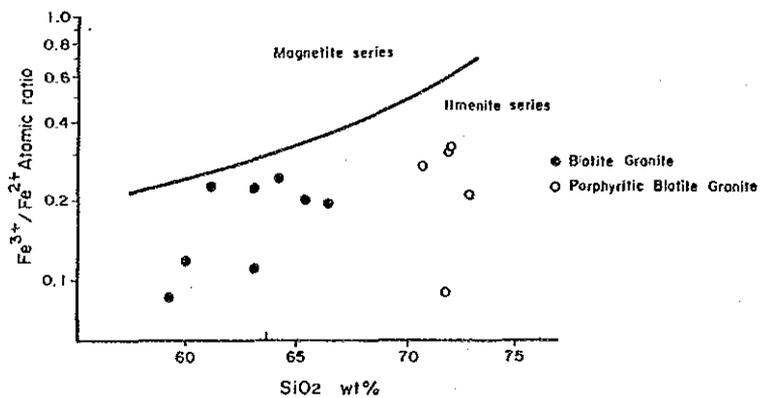
第2-3図 アルカリ/石灰比ダイアグラム



第2-4図 ACFダイアグラム



第2-5図  
C/ACF-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)ダイアグラム



第2-6図 Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup>-SiO<sub>2</sub>ダイアグラム

1km程度で、ピンツーツジュー山付近から南東方向にかけ、向背斜構造がS字型に配列している。

新第三系には緩傾斜構造が認められるのみであるが、古生界との境界付近では、地域を問わず、より急傾斜(15°~45°)となっており、これらは新第三紀中新世以降の古生界のブロック隆起を反映したものと考えられる。

## (2)断層

NW-SE系断層は西部マンガジョハン川(S. Manggajohan)上流域にのみ認められる。NNW-SSE系断層は、西部アンタン川上流域、マンガジャハン川下流域、ツラン川中流域、中央部ガンサル川上流域に、また、東部セシリー川からカユマンバン山東方にかけて分布し、新第三系にまで変位を与えている。NE-SW系はカユマンバン山南方に分布し、新第三系にまで変位を与えている。WNW-ESE系はラキ川の古生界中に分布する。

東部スマトラの構造発達史(TIJA, 1989)に基づき、本地域の断層活動を解釈すると、西部アンタン川流域及び中央部ガンサル川流域の第三系分布域には、白亜紀後期~第三紀前期に形成された地溝帯または断裂が潜在している可能性が高い。第三紀漸新世以降NNW-SSE系の断層が活動を始め、中新世以降この断層は古生界のブロック隆起に伴う縦すべり断層の様相を呈してくる。NE-SW系断層はNNW-SSE系断層に続き活動を始めた横すべり要素の強い断層と解される。WNW-ESE系断層は先第三紀の活動と考えられる。

## (3)貫入岩の配列

斑状黒雲母花崗岩は、中央北部ラパット山からカユマンバン山にかけてNW-SE方向に配列する。さらに南東部では、前述のNE-SW系断層を挟み、ニブル川中流域に別岩体が分布する。このNE-SW系断層を左横ずれ断層と考え、走向方向に約7km移動させると、斑状黒雲母花崗岩は4岩体がNW-SE方向に一直線上に配列する。

黒雲母花崗岩は本地域西部にて、方向は前述の方向とわずか異なるが、NW-SE方向に配列する。

### 1-2-4 帯磁率及び放射能測定

SANO et al. (1988)等により、錫・タングステンの鉱化作用を伴う花崗岩類は相対的に低い帯磁率と高い放射能強度を有することが指摘されている。花崗岩は含有される鉄鉱物の種類と鉱化作用の関係、さらに花崗岩形成の場との関係から磁鉄鉱系列とチタン鉄鉱系列(ISHIHARA, 1980)または酸化型花崗岩と還元型花崗岩(佐藤, 1988)に区別され、これら磁鉄鉱系列花崗岩・チタン鉄鉱系列花崗岩と酸化型花崗岩・還元型花崗岩とはほぼ対応づけられる(佐藤, 1988)。調査地域に分布する花崗岩類が、上記2型のいずれに属するかを知り、鉱化作用との関係を探る目的で帯磁率及び放射能強度測定を行った。また、

調査地域のその他の岩石の帯磁率及び放射能強度を知り、これらの測定が今後の探鉱手段として有効か否かを明らかにすることを目的とし、花崗岩以外の岩石についても測定を行った。

#### (1)測定結果

すべての岩石の帯磁率・放射能強度の散布図を第2-7図に、花崗岩類のみの散布図を第2-8図に示す。

花崗岩類の帯磁率は、黒雲母花崗岩、斑状黒雲母花崗岩、優白色花崗岩・ペグマタイト・アプライトとも、帯磁率そのものは極めて低い値を示し、散布図でみると重複する範囲に分布する。花崗岩類と堆積岩類・ホルンフェルスとは散布図上で重複した分布を示し、両者は明瞭な差を有しない。

$\gamma$ 線放射能強度については、斑状黒雲母花崗岩>優白色花崗岩・ペグマタイト・アプライト $\approx$ 黒雲母花崗岩の傾向が認められる。すべての岩石の散布図でみると、一部重複する部分もあるが、花崗岩類>堆積岩類・ホルンフェルスといえる。

帯磁率と放射能強度の間には相関関係は認められない。

#### (2)考察

花崗岩類を帯磁率とチタン鉄鉱の化学組成に基づいて区分し、 $3.5 \times 10^3$  S. I. 以上は酸化型、それ以下の帯磁率を示すものは還元型とされる(佐藤, 1988)。

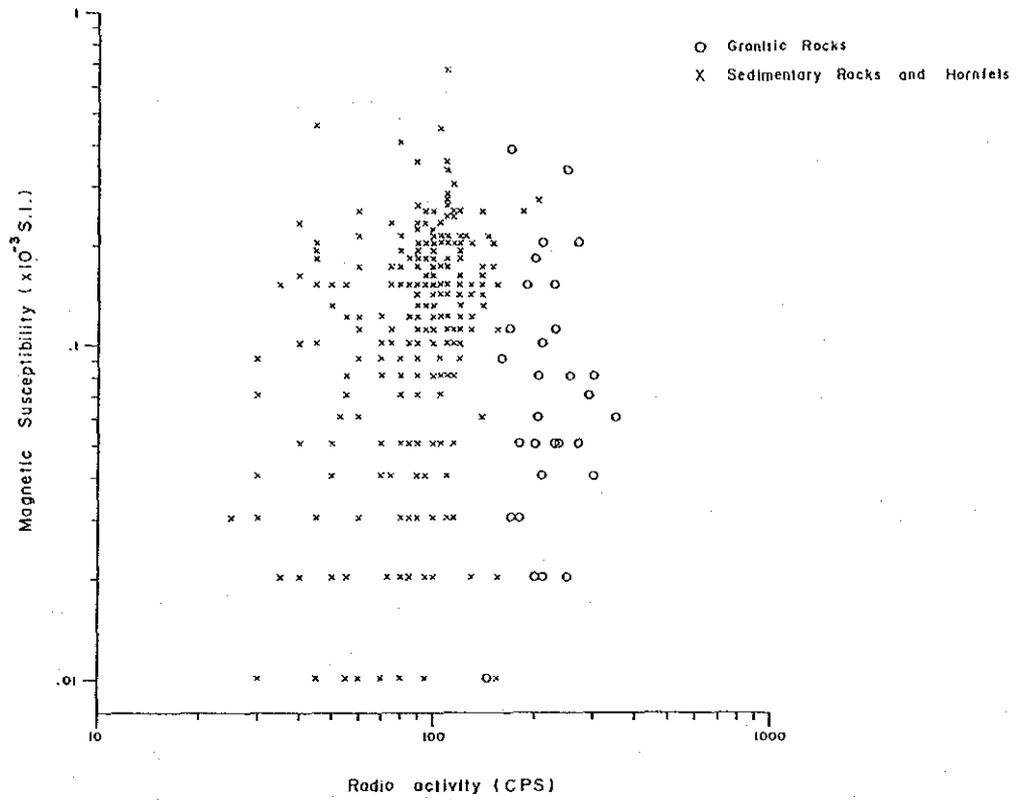
今回の帯磁率測定結果から、本地域の花崗岩類はいずれも $3.5 \times 10^3$  S. I. 以下の値を示し、帯磁率の面からは還元型花崗岩(=チタン鉄鉱系列花崗岩)に分類される。このことは前述の花崗岩類の主成分分析値検討結果と整合する。

放射能強度については、花崗岩類中でも優白色花崗岩・ペグマタイト・アプライトが高い放射能強度を示すことが期待されたが、他の花崗岩類と似た値しか示さない。一方、堆積岩類・ホルンフェルスと花崗岩類とを比較すると、後者は、前者と一部重複するものの、明らかに高い値を示す。このことは放射能測定値を用いての花崗岩類と堆積岩類・ホルンフェルスの区分が可能であることを示唆している。

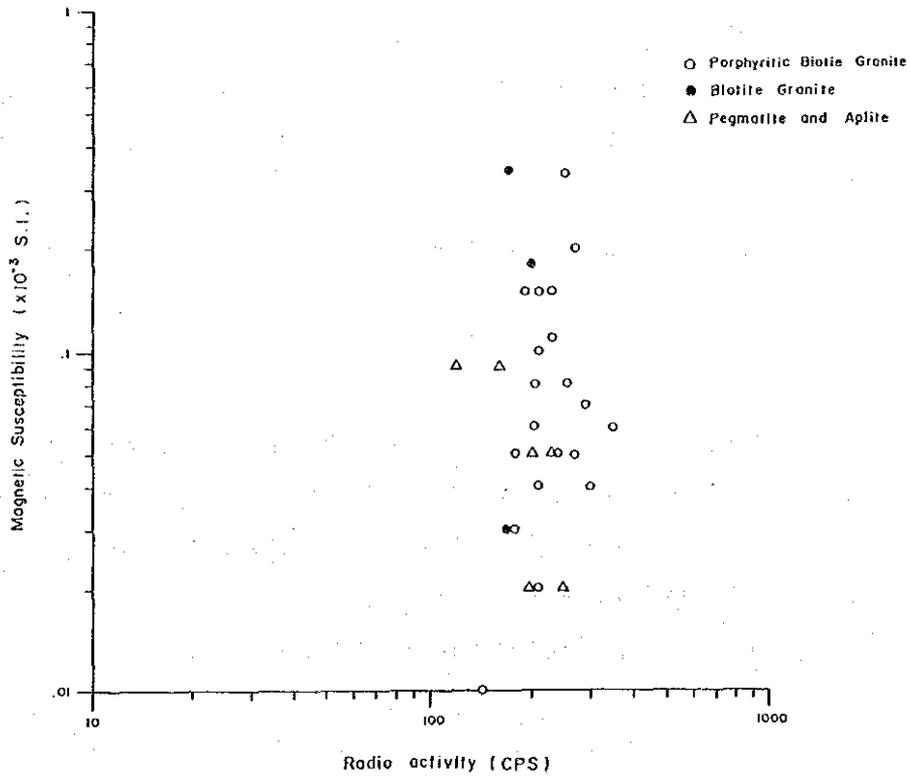
#### 1-2-5 鉱化・変質作用

調査地域に認められた鉱徴(第2-9図)を、さらにその母岩及び鉱物組み合わせから分類すると以下の通りとなる。

- ・優白色花崗岩・ペグマタイト中の石英-白雲母-電気石脈
- ・花崗岩中の石英脈
- ・古生界中の石英脈
- ・珪化・粘土化帯



第2-7図 全岩石の帯磁率・放射能強度散布図



第2-8図 花崗岩類の帯磁率・放射能強度散布図

## ・新第三系中の石炭

なお、上記鉱徴のうち、花崗岩類と特に密接な関連を有すると考えられる鉱徴を4カ所選び、その鉱徴地付近でピットを掘削し、鉱化状況の解明を図った

### (1)優白色花崗岩・ペグマタイト中の石英-白雲母-電気石脈

西部イサハン川上流、シカンブ川、東部アカール川、ムンタウス川に見られる。

#### ①イサハン川上流

第2章ピンツーツジュ地区の項で述べる。

#### ②シカンブ川

第2章ピンツーツジュ地区の項で述べる。

#### ③アカール川

ホルンフェルスを貫く幅2mのペグマタイト中に、幅1cmの石英脈とさらにこれを切る幅1mmの白雲母脈が認められる。本脈を分析したが低品位であった。

#### ④ムンタウス川

ホルンフェルスを貫く幅1mのペグマタイト中に、幅1cm程度の石英-電気石網状脈とこれを切る石英-白雲母細脈が認められる。本脈を分析したが低品位であった。ペグマタイト露頭の南西方30mの地点でピットを掘削したが、鉱徴は認められなかった。

### (2)花崗岩中の石英脈

西部ラキ川上流及び中央部カユマンバン山南西に分布する。

ラキ川上流では、黒雲母花崗岩中に幅10cmの石英-カリ長石-黄鉄鉱脈が胚胎する。母岩は強く絹雲母化し、多量の黄鉄鉱が鉱染している。本脈はCeを0.06%含む以外他の成分は低品位であった。

カユマンバン山南西では、斑状黒雲母花崗岩中に幅30cmの石英-カオリナイト-絹雲母脈が賦存する。

### (3)古生界中の石英脈

脈幅10cm以上の石英脈は、西部アンタン川支流、中央部ルマン川流域、セシリー川、東部アカール川等に見られる。いずれの脈も幅60cm以下で膨縮に富み、連続性は悪い。石英-黄鉄鉱、石英-電気石、石英-白雲母-黄鉄鉱などの鉱物組み合わせを示す。分析をした限りではいずれの石英脈も低品位であった。

古生界分布域の河川には、上記石英脈の転石が多数見られる。

#### (4)珪化・粘土化帯

東部ムンタウス川及びウンヅラン山東方の古生界中に認められ、珪化・粘土化岩中に黄鉄鉱網状脈が発達する。珪化・粘土化岩は石英と少量の絹雲母から構成される。

このほか、東部サライ川 (S. Salai) では斑状黒雲母花崗岩が500×1,500mにわたりカオリナイト-絹雲母化し、この中に黄鉄鉱の網状脈または鉱染が発達している。粘土化斑状黒雲母花崗岩露頭の南方50mの地点でピットを掘削し、露頭でみられる網状脈と同様のものを捕捉したが、分析結果は低品位であった。

#### (5)新第三系中の石炭

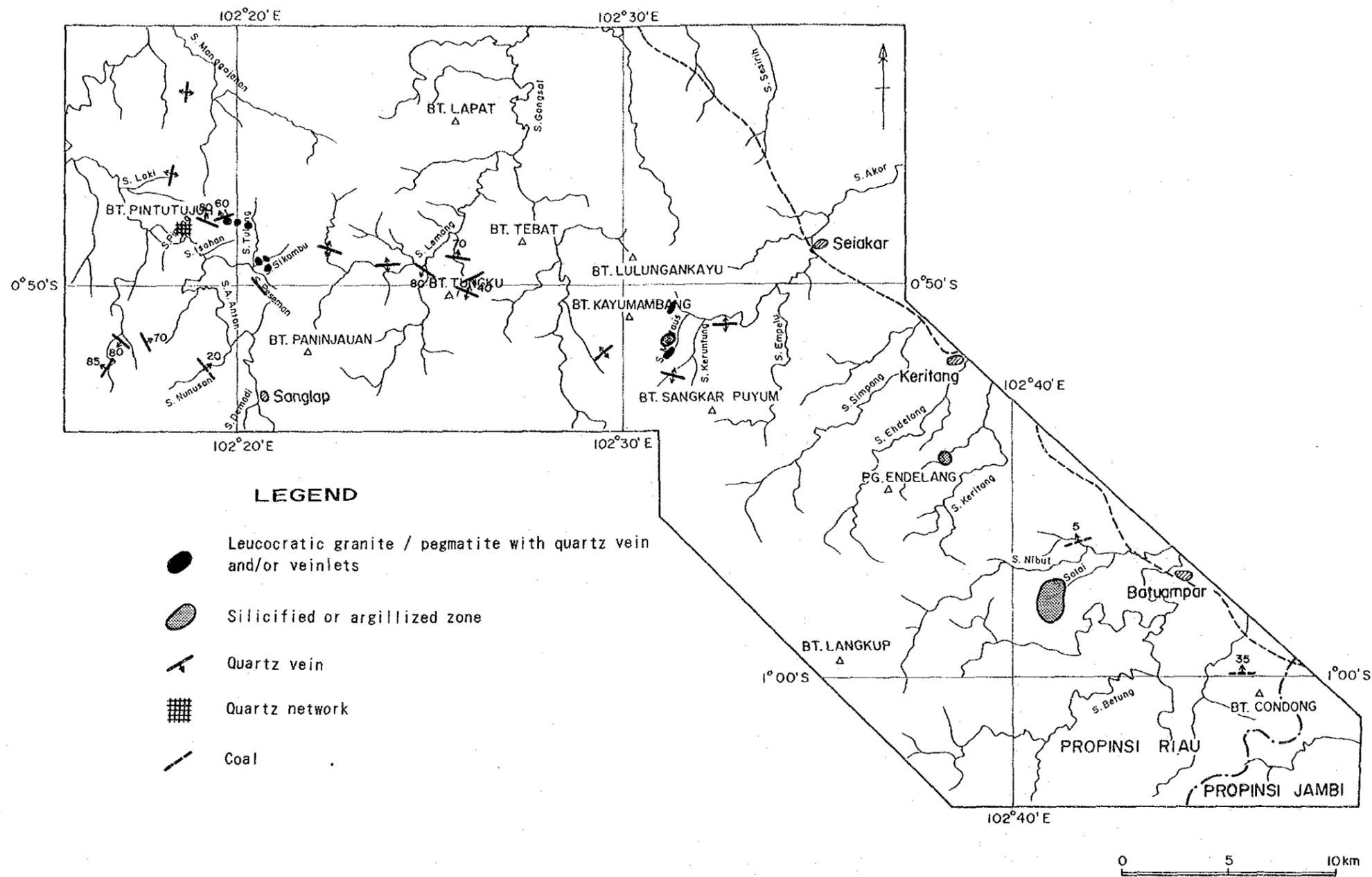
新第三系分布域において、数箇所石炭露頭を認めた。炭層の厚さは30cm～3mで、炭質は肉眼的には粘土を含むもので良質ではない。

#### 1-2-6 花崗岩と鉱化作用との関係

調査地域に分布する貫入岩類は、古生界を貫く斑状黒雲母花崗岩、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩、ペグマタイト及びアプライトである。これらの花崗岩類はいずれもチタン鉄鉱系列の花崗岩である。一般にチタン鉄鉱系列の花崗岩に伴われることが期待される鉱種はSn, W, Nb, Ta, Thなどの親石元素である。

斑状黒雲母花崗岩の絶対年代はジュラ紀中期からジュラ紀後期を示す。黒雲母花崗岩は白亜紀前期を示す。既知錫鉱化帯の母岩となっているグライゼン化した優白色花崗岩のK-Ar年代はジュラ紀中期を示す。優白色花崗岩は鉱化作用の賦存を直接規制するものであるが、この優白色花崗岩が斑状黒雲母花崗岩の脈岩相と考えられること、花崗岩の年代、分化指数及びアルカリ/石灰比から鉱化作用の賦存を間接的に規制するものは斑状黒雲母花崗岩であると考えられる。





第2-9图 鉍微地分布图



### 1-3 地化学探査

本探査は、地質調査では把握し得ない新たな鉱徴地を発見する手がかりを得るとともに、地質調査で捕捉された鉱徴地の拡がりを明らかにすることを目的に、地質調査に並行して、河床堆積物試料及びパンニング試料による地化学探査が実施された。河床堆積物試料試料は-80meshの細砂であり、試料数は1,019個である。パンニング試料数は210個である。分析成分は、Au, Ag, Sn, Nb, Ta, W, Zr, Ti, Th, Ce, Y, U, Li, Laの14成分である。地化学異常域の抽出にあたっては、ピンツーツジュ地区で第2年次に採取された河床堆積物試料(312個)及びパンニング試料(53個)の分析値(Au, Sn, W, Th, Ce, Uの6成分)を加え、解析を行った。

#### 1-3-1 河床堆積物試料による地化学探査結果

##### (1)統計処理結果

巻末第10表に各成分の統計量を示す。

各成分の“最大値”を“地殻における平均含有量(MASON, 1966)”で割ったものを、その成分の濃縮度とみるならば、最も濃縮度の高いものは、Snであり、Zr, U, Thなどがこれに次ぐ。逆に濃縮度の低いものは、Ti, Li, Y, Agである。

全試料、Agを除く13成分の分析値を用い主成分分析を行った結果は以下の通りである。

【第1主成分】：Nb, Yで最も高い正の因子負荷量を示し、W, Zr, Ti, Th, Ce, Liがこれに次ぐ正の値を持つ。Au, Sn, Ta, Uは第1主成分と相関を持たない。これらの正の因子負荷量を持つ成分は、花崗岩類、とくにペグマタイトに伴われることが多い。従い、この主成分は花崗岩類を間接的に指し示すものと解釈される。因子スコア2.0以上の値をもつ試料は、ラパット山、カユマンバン山、ニブル川流域の斑状黒雲母花崗岩分布域付近に多く認められる。

【第2主成分】：Sn, Ta, Uで正の因子負荷量を持つ。これらの成分は、第1主成分で相関を示さない成分のうちAuを除く成分が抽出されたものである。2成分間でこれらは相関を示さず、その主成分の意味について地質的に明瞭な解釈を下せない。

【第3主成分】：Auが負の因子負荷量を持つ。第1主成分、第2主成分で抽出されなかったAuに関する情報が抽出された主成分と考えられる。

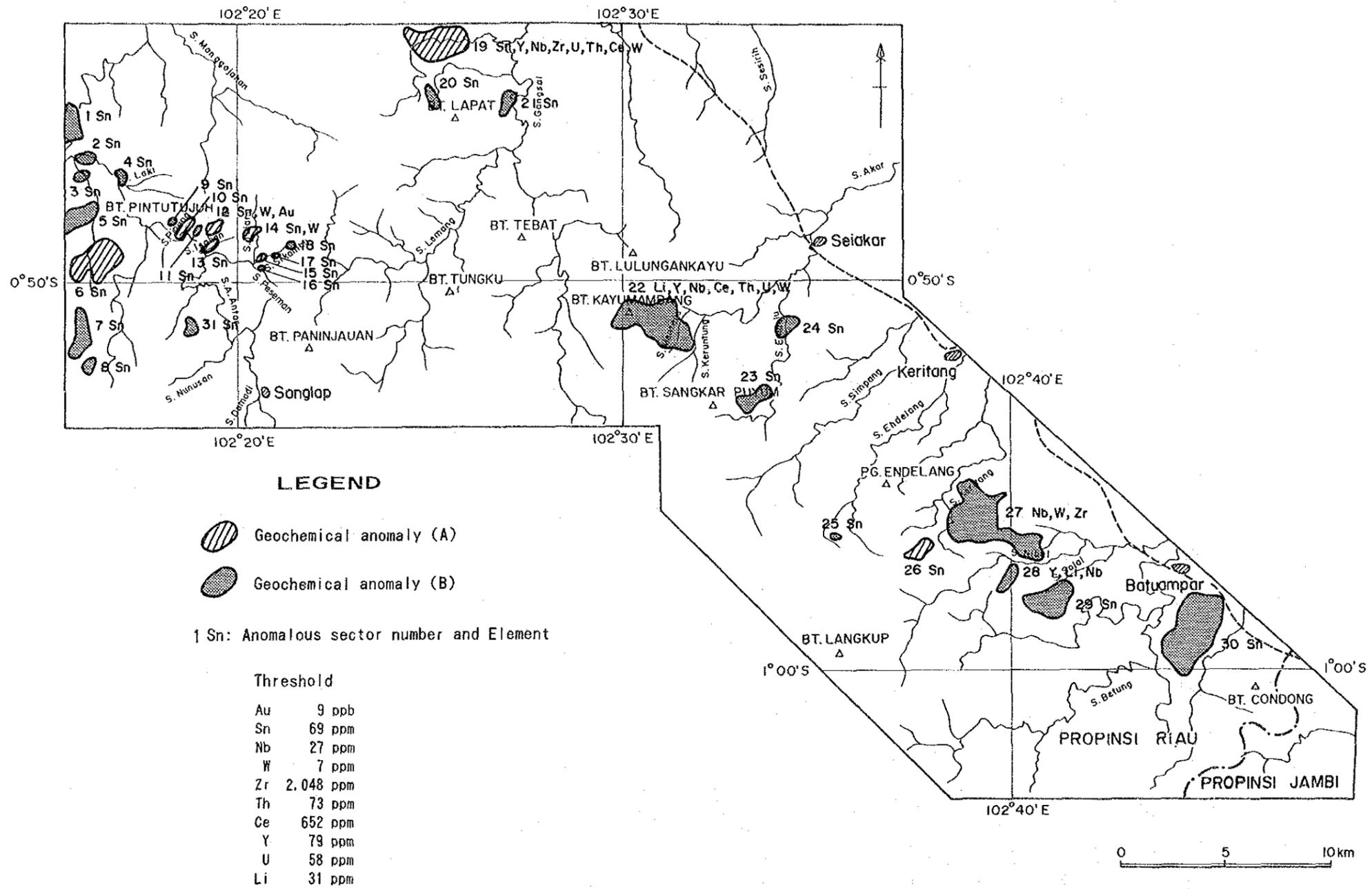
【第4主成分】：Au, Wが正の因子負荷量を持つ。Nb, Yなどと挙動を共にするWの情報は第1主成分で抽出されており、これとは異なり挙動を共にするAu, Wの情報が抽出されたものと解釈できる。

##### (2)地化学異常値及び異常域

調査地域内に30箇所の異常域が抽出された(第2-1表及び第2-10図)。各成分の閾値を巻末第12表に示す。地化学異常域をこの異常値の程度によりA, B 2つのランクに分けた。

第2-1表 河床堆積物による地化学異常域一覧 (ティガプル地域)

No.	Location	Number of anomalous samples	Anomalous elements and the range	Rank
1	S. Cenakobesar	1	Sn: 88ppm	B
2	S. Antan	1	Sn: 95ppm	B
3	Tributary of S. Antan	1	Sn: 120ppm	B
4	S. Antan	1	Sn: 83ppm	B
5	Tributary of S. Antan	1	Sn: 110ppm	B
6	Tributary of S. Antan	4	Sn: 100-170ppm	A
7	Tributary of S. Antan	1	Sn: 100ppm	B
8	Tributary of S. Antan	2	Sn: 74-82ppm	B
9	Tributary of S. Antan	1	Sn: 77ppm	B
10	S. Pinang	3	Sn: 80-180	A
11	Tributary of S. Antan	1	Sn: 70ppm	B
12	S. Isahan	7	Sn: 70-400ppm, W: 7-32ppm, Au: 10-15ppb	A
13	S. Isahan	5	Sn: 71-330ppm	A
14	S. Tulang	4	Sn: 230-290ppm, W: 7-28ppm	A
15	S. Sikambu	1	Sn: 710ppm	A
16	S. Peseman	1	Sn: 80ppm	B
17	S. Sikambu	1	Sn: 290ppm	A
18	S. Sikambu	1	Sn: 94ppm	B
19	S. Muara	5	Nb: 27-44ppm Th: 91-125ppm U: 83-165ppm W: 11-17ppm (Ce: 680ppm) (Sn: 220ppm) Zr: 2,450-10,300ppm Y: 210-360ppm	A
20	S. Muara	1	Sn: 80ppm	B
21	Tributary of S. Gangsal	1	Sn: 95ppm	B
22	Bt. Kayumambang	9	Nb: 31-33ppm Y: 79-130ppm (U: 64ppm) W: 11-22ppm Li: 37-47ppm (Th: 85ppm)	B
23	Tributary of S. Empelu	1	Sn: 75ppm	B
24	S. Empelu	2	Sn: 87-130ppm	B
25	Tributary of S. Endelang	1	Sn: 78ppm	B
26	S. Keritang	1	Sn: 140ppm	A
27	S. Keritang -- S. Nibul	18	Nb: 27-45ppm (Zr: 2,200-4,300ppm) (W: 9ppm)	B
28	Tributary of S. Nibul	5	Nb: 36-45ppm (Y: 85ppm) Li: 32-36ppm	B
29	S. Salai	5	Nb: 28-33ppm Y: 85-90ppm Li: 32-39ppm	B
30	South of Batuampar	1	Sn: 96ppm	B
31	S. Tanau	1	Sn: 69ppm	B



第2-10図 ティガブル地域地化学探査解析結果図(河床堆積物試料)



閾値の2倍以上の異常値をもつ異常域をAランクとし、それ以下の値をもつ異常域をBランクとした。

このようにランク付けすると、AランクのSn異常域は6区域、Sn、W及びAu異常域は2区域、その他の成分の異常域は1区域となる。

Aランク異常域の概要は以下の通りである。

アンタン川流域 (No. 6) : Snの異常値 (100~170ppm) が4カ所で捕捉された。集水域は新第三系ドゥマディ層よりなる。

ピナン川流域 (No. 10) : Snの異常値 (80~180ppm) が3カ所に分布する。集水域は古生界ピンツーツジュール山層よりなる。

イサハン川上流域 (No. 12) : Snの異常値 (70~400ppm) , Wの異常値 (7~32ppm) 及びAuの異常値 (10~15ppb) が7カ所で捕捉された。集水域には古生界ピンツーツジュール山層とこれらを通る優白色花崗岩が分布する。流域には錫鉍化帯がある。

イサハン川下流域 (No. 13) : Snの異常値 (71~330ppm) が5カ所で捕捉された。集水域には古生界ピンツーツジュール山層が分布する。

ツラン川流域 (No. 14) : Snの異常値 (230~290ppm) 及びWの異常値 (7~28ppm) が4カ所で捕捉された。集水域には古生界ピンツーツジュール山層と優白色花崗岩が分布する。

シカンブ川下流域 (No. 15) : Snの異常値 (710ppm) が1カ所ある。集水域には古生界ピンツーツジュール山層とこれを通る優白色花崗岩が分布し、試料採取地点のすぐ上流には錫鉍化帯がある。

シカンブ川流域 (No. 17) : Snの異常値 (290ppm) が1カ所で捕捉された。集水域には古生界ピンツーツジュール山層と優白色花崗岩が分布する。

ラバット山北方 (No. 19) : Nb (27~44ppm) , W (11~17ppm) , Zr (2,450~10,300ppm) , Th (91~125ppm) , Y (210~360ppm) , U (83~145ppm) の異常値が5カ所に認められ、さらに一部でSn (220ppm) , Ce (680ppm) 異常を認める。集水域は斑状黒雲母花崗岩よりなる。

クリタン川流域 (No. 26) : Sn異常値 (140ppm) を1カ所で認めた。集水域は古生界ピンツーツジュール山層からなる。

### 1-3-2 パンニング試料による地化学探査

#### (1)統計処理結果

巻末第13表に各成分の統計量を示す。

パンニング試料と河床堆積物試料が同地点で採取された192試料のパンニング試料分析値 (平均値) を河床堆積物試料分析値 (平均値) で割った値を、パンニングによる濃縮度とすると、濃縮度はSnで6.7倍と最も高く、1.5~2倍のW, Ceがこれに次ぐ。その他の成分は0.8~1.4倍で、平均値で見るとほとんど濃縮されていない。このことは河床堆積物試料

中の重鉍物はSnに富むことを示している。

## (2)地化学異常値及び異常域

調査地域内に25の異常域が抽出された(第2-2表及び第2-11図)。これらの異常域を河床堆積物の場合と同様にその異常値を基にA, B 2つのランクに分けた。Aランク異常域は11区域である。それぞれのAランク異常域の概要は以下の通りである。

アンタン川流域(No. 2) : Au異常値(72ppb)及びSn異常値(>1,000ppm)が1カ所で検出されている。集水域は古生界ピンツーツジャー山層よりなる。河床堆積物試料によるBランク異常域の一部と重複する。

ピナン川流域(No. 5) : Sn異常値(>1,000ppm)が3カ所で捕捉された。集水域は古生界ピンツーツジャー山層よりなる。河床堆積物試料によるAランク異常域と重複する。

イサハン川及びシカンブ川流域(No. 6) : Sn異常値(600~>1,000ppm)及びW異常値(16~55ppm)が9カ所に認められる。イサハン川上流及びシカンブ川には錫鉍化帯がある。一部は河床堆積物試料によるAランク異常域と重複する。

ツラン川流域(No. 7) : Sn異常値(>1,000ppm)及びW異常値(27ppm)を1カ所で捕捉した。集水域は古生界ピンツーツジャー山層及び優白色花崗岩よりなる。河床堆積物試料によるAランク異常域と重複する。

ラパット山西方(No. 8) : Sn異常値(>1,000ppm)が3カ所で捕捉された。集水域にはピンツーツジャー山層とこれを貫く斑状黒雲母花崗岩及び黒雲母花崗岩が分布する。この区域には河床堆積物試料による地化学探査では、他の成分も合わせ異常値は得られていない。

カユマンバン山東方(No. 13) : Sn異常値(>1,000ppm)とNb異常値(77ppm)が1カ所で捕捉された。集水域には斑状黒雲母花崗岩, ピンツーツジャー山層及びホルンフェルスが分布する。河床堆積物試料によるBランク異常域(Nb)と一部が重複する。

ムンタウス川流域(No. 14) : Sn異常値(>1,000ppm), W異常値(75ppm)及びNb異常値(100ppm)が1カ所で得られている。集水域の地質はNo. 19異常域と同様であり、河床堆積物試料によるBランク異常域(Nb, W)と一部が重複する。

アカール川流域(No. 17) : Sn異常値(>1,000ppm)が1カ所で捕捉された。集水域は古生界ピンツーツジャー山層と新第三系ウンブル川層及びドゥマディ川層よりなる。河床堆積物試料によるBランク異常域と一部が重複する。

ウンブル川流域(No. 18) : Sn異常値(714ppm), Nb異常値(176ppm), Zr異常値(43,260ppm), Ti異常値(48,720ppm), Th異常値(395ppm), Ce異常値(2,814ppm), Y異常値(441ppm), U異常値(126ppm)及びLa異常値(1,386ppm)が1カ所で認められた。集水域は新第三系ウンブル川層よりなる。河床堆積物試料による異常域とは重複しない。

シンバン川北方(No. 19) : Sn異常値(>1,000ppm), Zr異常値(15,708ppm)及びTi異

第2-2表 パンニングによる地化学探査異常域一覧 (ティガブル地域)

No.	Location	Number of anomalous samples	Anomalous elements and the range	Rank
1	Tributary of S.Antan	1	Ti:40,640ppm	B
2	S.Antan	1	Sn:>1,000ppm Au:72ppb	A
3	S.Antan	1	Sn:560ppm	B
4	Tributary of S.Antan	1	Sn:608ppm	B
5	S.Pinang	3	Sn:>1,000ppm	A
6	S.Isahan -- S.Sikambu	9	Sn:600->1,000ppm W:16-55ppm	A
7	S.Tulang	1	Sn:>1,000ppm W:27ppm	A
8	S.Manggajahan -- Bt.Lapat	3	Sn:>1,000ppm	A
9	Bt.Lapat	1	Au:13ppb Sn:931ppm	B
10	Tributary of S.Lemang	1	Sn:510ppm	B
11	Tributary of S.Lemang	1	Sn:537ppm	B
12	Southwest of Batuampar	1	Zr:7,854ppm	B
13	Bt.Kayumambang	1	Sn:>1,000ppm Nb:77ppm	A
14	S.Mentaus	1	Sn:>1,000ppm W:75ppm Nb:100ppm	A
15	Tributary of S.Gangsal	1	Au:96ppb	B
16	S.Talang Lakat	1	Zr:9,200ppm	B
17	S.Akar	1	Sn:>1,000ppm	A
18	S.Empelu	1	Sn:714ppm Nb:176ppm Zr:43,260ppm Ti:48,720ppm Th:395ppm Ce:2,814ppm Y:441ppm U:126ppm La:1,386ppm	A
19	S.Selanama	1	Sn:>1,000ppm Zr:15,708ppm Ti:26,355ppm	A
20	S.Empelu	1	Sn:>1,000ppm Li:61ppm	A
21	S.Keritang	1	Sn:594ppm	B
22	S.Keritang	1	Nb:78ppm W:23ppm Li:68ppm	B
23	S.Keritang	2	W:18-42ppm	B
24	Tributary of S.Nibul	1	Li:57ppm	B
25	S.Salai	1	Li:74ppm	B

常値 (26,355ppm) が1カ所で得られている。集水域は第四系及び新第三系ウンプル川層よりなる。河床堆積物試料による異常域とは重複しない。

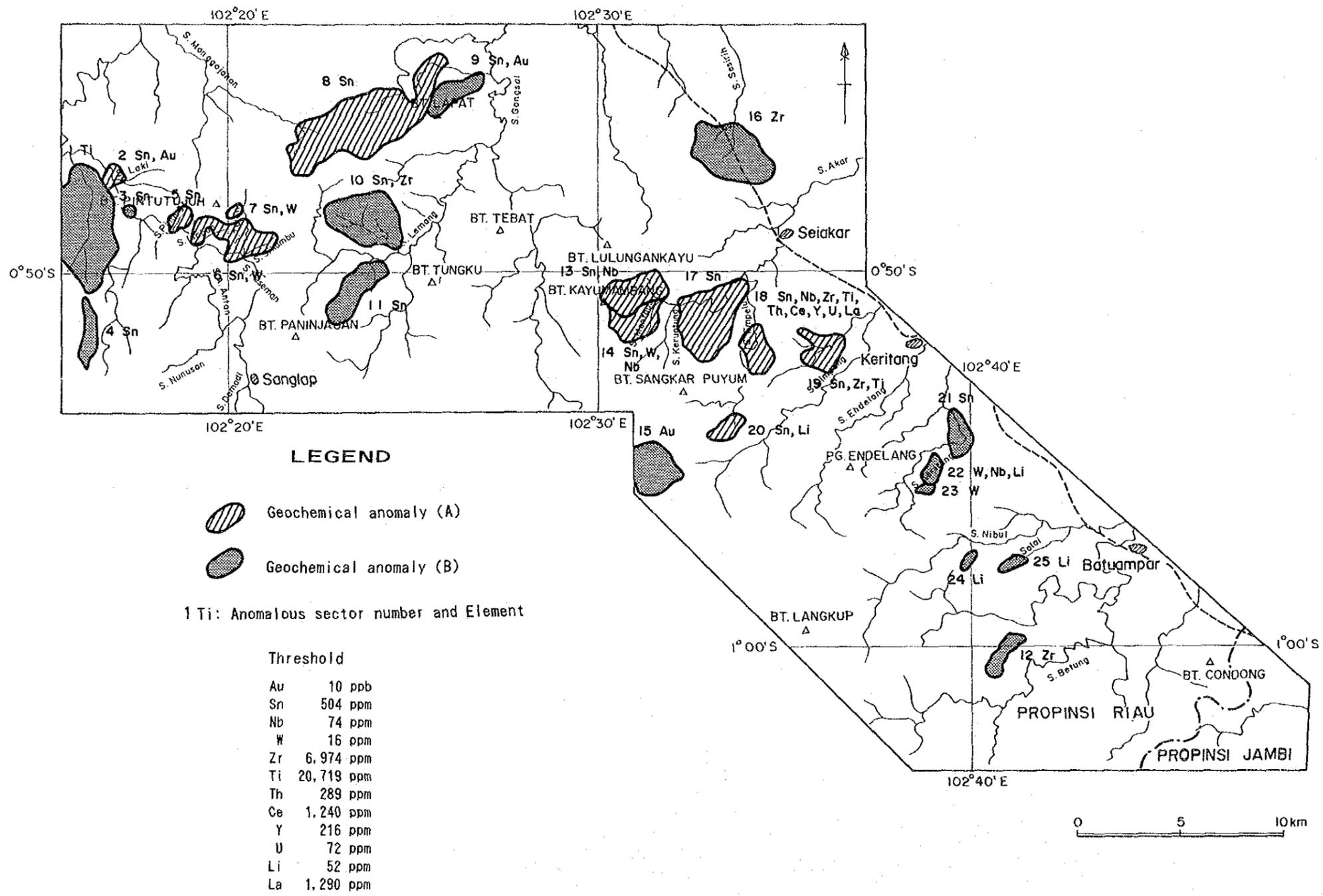
ウンプル川流域 (No. 20) : Sn異常値 (>1,000ppm) 及びLi異常値 (61ppm) が1カ所で認められた。集水域は古生界ピンツーツジャー山層と新第三系ウンプル川層よりなる。河床堆積物試料による異常域とは重複しない。

### 1-3-3 地化学異常と鉍化・変質作用との関連

河床堆積物試料またはパンニング試料による地化学異常域と鉍化・変質帯が対応する区域は、河床堆積物試料及びパンニング試料によるAランク異常域ではイサハン川区域 (錫鉍化帯)、シカンプ川区域 (錫鉍化帯) であり、河床堆積物試料によるBランク異常域ではサライ川区域 (粘土化帯, No. 29) である。イサハン川及びシカンプ川の錫鉍化帯からの鉍石分析結果によれば、本鉍化帯で高い分析値を示す成分はSnのみであり、これは地化学探査でSnの高い異常値が得られていることと調和する。サライ川流域の異常域 (Y, Nb, Li) では、粘土化岩の分析結果ではLiは検出下限値 (0.01%) 以下であり、Nb, Yについては地殻中の平均含有量と同程度である。

このほかのすべての地化学異常域についてはそれらの流域に鉍化帯は確認されていない。

このように既知錫鉍化帯では、河床堆積物試料及びパンニング試料の両者による地化学異常値が得られている。そこで既知鉍化帯以外のすべての異常域において河床堆積物試料、パンニング試料の両者がそろってAランク地化学異常値を示す異常域を抽出すると、第1-2図に示す通り、既知錫鉍化帯2区域のほか、それらの周辺に4区域 (SnまたはSn-W) が抽出された。



第2-11図 ティガプル地域地化学探査解析結果図 (パンニング試料)



## 第2章 ピンツーツジュー地区

### 2-1 地質調査

ティガブル地域で抽出された探査有望地区において鉱化作用と地質構造及び火成活動の関係を解明し有望な鉱徴地を抽出することを目的に、地質調査を実施した。

#### 2-1-1 地質概要

調査地区の地質は、石炭系～二畳系、第三系及び石炭系～二畳系を貫く貫入岩類よりなる。

古生界はピンツーツジュー山層よりなる。ピンツーツジュー山層は、シルト岩、黒色粘板岩等からなり、これらはその岩相の違いからツラン川部層、セシリー川部層に区分される。

古生界を貫いて花崗岩類が分布し、それらは岩相上、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩及びアプライトに区分される。黒雲母花崗岩の貫入時期は白亜紀前期である。これらの貫入岩類の貫入により、石炭系～二畳系の堆積岩は接触変成作用を受け、ホルンフェルスとなっている。さらに黒雲母花崗岩の周辺にはランプロファイヤーが分布する。

これらを不整合に覆い、石英質アレナイト、粘土岩などからなる新第三系が分布する。本地域に認められる断層は、WNW-ESE系、NNW-SSE系のものである。

第1-9図に地質図・地質断面図を示す。

#### 2-1-2 貫入岩類

本地区に分布する貫入岩類は、古生界を貫く、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩、アプライト及びランプロファイヤーである。

##### (1)黒雲母花崗岩

ピンツーツジュー山東方及び北方に3岩体が分布する。

石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、普通角閃石及びカミングトン閃石を主造岩鉱物とし、鏡下では等粒構造または集斑状構造を示す。カリ長石、斜長石はソーシュライト化している。一部の黒雲母は変質し、緑泥石を生じている。

本岩のK-Ar年代は、白亜紀前期(128～110Ma)を示す。

##### (2)優白色花崗岩

イサハン川上流、シカンブ川及びプセマン川付近に小規模貫入岩として分布する。地表面での形態は100×200m程度の楕円形または幅1～5mの岩脈をなす。石英、カリ長石、斜長石を主造岩鉱物とし、少量の白雲母を伴う。鏡下では文象構造、ペグマタイト構造または等粒構造を示す。カリ長石、斜長石はソーシュライト化している。

イサハン川上流及びシカンブ川では本岩はグライゼン化しており、これらグライゼン試

料のK-Ar年代はジュラ紀中期（160～150Ma）を示す。従い、優白色花崗岩の貫入時期はジュラ紀中期以前である。

### (3)アプライト

調査地区南東部ルマン川及びシカンブ川に小規模岩脈として分布する。等粒構造を示す石英、カリ長石、斜長石、白雲母及び黒雲母を主造岩鉱物とする。斜長石は強くソーシュライト化している。ルマン川では、多量の石英と微量の斜長石、カリ長石からなるアプライト～高温石英脈の岩相を呈する。

### (4)ランプロファイヤー

調査地区南部シカンブ川に小規模岩脈として分布する。

斜長石、黒雲母、石英、白雲母を造岩鉱物とし、変成または変質鉱物としてアクチノ閃石及び方解石を含む。斑状組織を示し、一部にオフィチック組織が認められる。本岩には輝石または角閃石からの変成鉱物であるアクチノ閃石が存在すること及び黒雲母が特徴的な多色性（淡紅褐色～無色）を示すことから、本岩は接触変成をうけ、その変成度は角閃岩相ないし緑簾石角閃岩相を示すと解される。

### (5)化学組成

黒雲母花崗岩より3個、優白色花崗岩より6個、ランプロファイヤーより1個、計10個の試料を採取し、主成分として13成分を、微量成分として13成分を分析した（巻末第2表及び第3表）。主成分分析結果については既にティガブルの項で述べた。ここでは微量成分分析結果について述べる。

全試料、13微量成分の分析値を用い主成分分析を行った結果を巻末第4表に示した。

【第1主成分】：優白色花崗岩で正の因子スコアを、黒雲母花崗岩及びランプロファイヤーで負の因子スコアを示す。正の高い因子負荷量をもつ微量成分はF, W, Rb, Ta, U, Nb, Yであり、負の高い因子負荷量をもつ微量成分はSr, Ce, Zrである。本因子は、統計上、岩質の差を表すと解釈される。

【第2主成分】：F, Sn, Liで高い正の因子負荷量を示す。高い正の因子スコアをもつ試料はイサハン川上流の含錫石英脈が胚胎する優白色花崗岩である。従い、本因子は鉱化を表す因子と解釈される。

【第3主成分】：Thで高い因子負荷量をもち、ランプロファイヤーが負の高い因子スコアをもつ。第1主成分と同様、岩質の差を表す因子と考えられる。

## 2-1-3 地質構造

本地区にはWNW-ESE系及びNNW-SSE系の断層が発達する。本地区の古生界は、いずれの地

層も層理が不明瞭であり、その構造は明かでない。

#### (1)断層

WNW-ESE系の断層はラキ川上流に推定される。本断層は第1年次写真地質解析結果で指摘されたものである。NNW-SSE系の断層はツラン川とプセマン川の合流地点付近に胚胎するもので、WNW-ESE系の断層と同様、地形的特徴から推定される断層である。

#### (2)貫入岩の配列

優白色花崗岩は、イサハン川上流からツラン川にかけWNW-ESE方向に、またツラン川からシカンプ川、プセマン川にかけ概ねNNW-SSE方向に配列する。イサハン川上流ではホルンフェルスがWNW-ESE方向に延びて分布する。これらの方向は前記断層の方向と同じ方向を示す。

#### 2-1-4 鉍化・変質作用

調査地域に認められた鉍徴(第2-9図)を、さらにその母岩及び鉍物組み合わせから分類すると以下の通りとなる。

- (1)優白色花崗岩中の含錫石-石英網状脈
- (2)黒雲母花崗岩中の石英脈
- (3)古生界中の石英脈

#### (1)優白色花崗岩中の含錫石-石英網状脈

西部イサハン川からシカンプ川にかけて見られる。

##### ①イサハン川

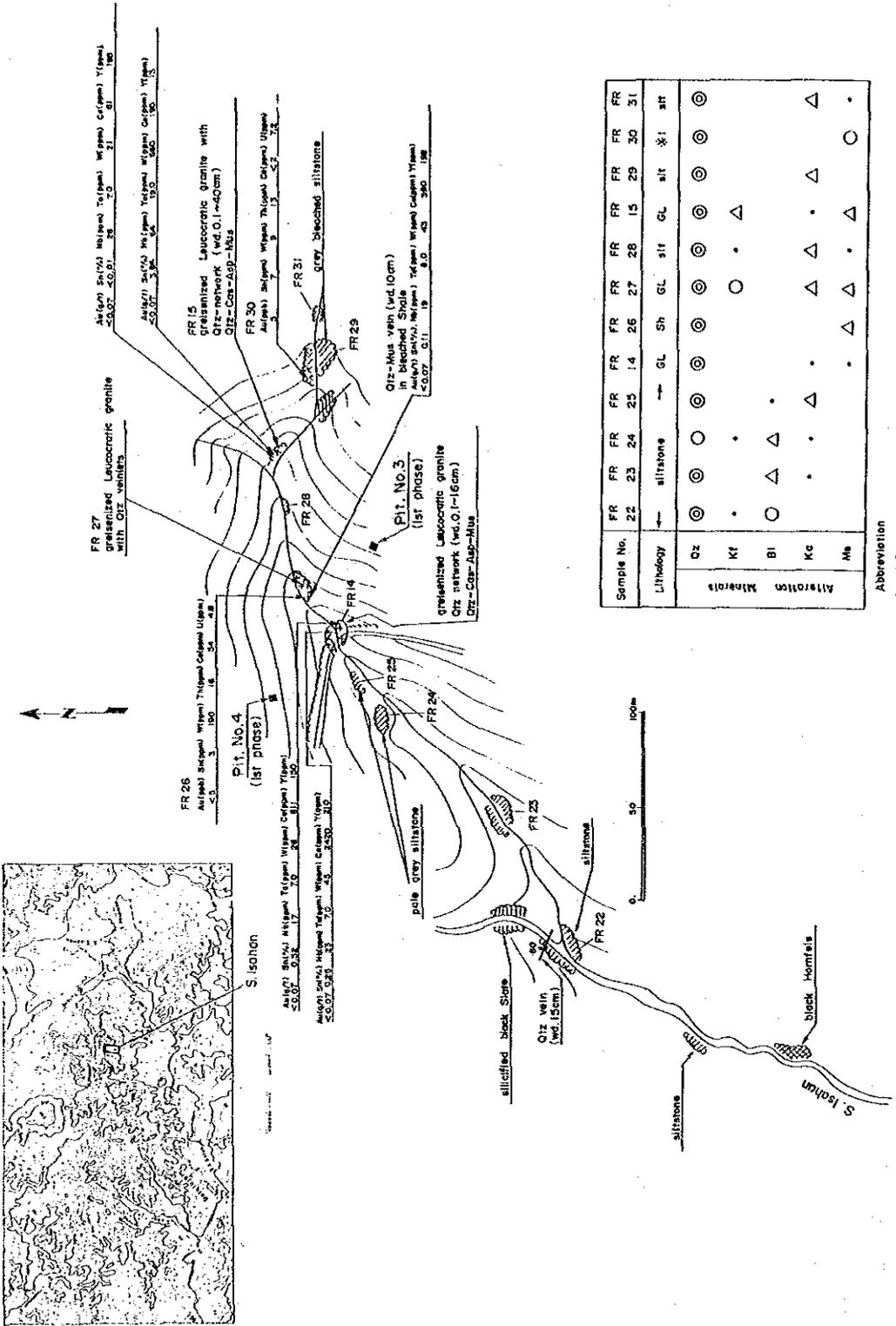
イサハン川上流延長120m間に3カ所優白色花崗岩の露出が見られ、そこには幅1~40cmの石英脈が網状に発達する。石英脈中には錫石、白雲母、電気石、硫砒鉄鉍、黄鉄鉍と微量の緑柱石を含む。錫石は、石英脈中央または脈際に大きさ1×1~5×5cm程度の塊として、大部分は単独で産し、稀に白雲母を伴う。一部に石英脈を切る幅1cmの硫砒鉄鉍脈が認められる。脈幅の厚い石英脈の盤際には幅1~5cmの白雲母-カオリナイト-カリ長石帯が形成されていることが多い。

石英-白雲母脈は、優白色花崗岩に直接する粘板岩中にも幅10cmの脈として認められる。

優白色花崗岩は、カリ長石、斜長石の大部分が白雲母化しており、また一部にはカオリナイト、緑柱石及び褐鉄鉍が認められる。岩体は幅1~5mの岩脈をなす。

優白色花崗岩に隣接するシルト岩及び頁岩は、脱色して灰白色を呈し、X線回折解析結果では石英-カオリナイト-絹雲母の組み合わせを示す。また、優白色花崗岩近傍のシル

Index Map



第2-12図 イサハン川鉱化帯スケッチ

ト岩中にはグライゼン（珪化-白雲母化岩）が認められる。

優白色花崗岩にみられる白雲母化はいわゆるグライゼン化作用によるものと考えられる。イサハン川上流において優白色花崗岩及びシルト岩を採取しX線回折により変質鉱物同定を行った結果、優白色花崗岩から離れた地点のシルト岩はホルンフェルス化をうけており石英-黒雲母-カリ長石の組み合わせを示すが、優白色花崗岩に近づくにつれ黒雲母が消滅しカオリナイト-白雲母が出現する。このことからカオリナイトは熱水変質による生成物と考えられる。

#### ②シカンブ川

地表では100×200mの拡がりをもつ岩体と幅1m程度をなす2優白色花崗岩岩体が分布し、その中には脈幅2~20cmの石英脈5条が認められる。石英脈中には錫石、白雲母、電気石、硫砒鉄鉱を含み、盤際には白雲母を伴う。これらの鉱物の産状はイサハン川上流鉱化帯に類似する。

母岩は白雲母化及びカオリナイト化している。

#### ③イサハン川上流東方

ボーリング調査のための道路造成でその賦存を確認した。幅1~2mの岩脈で、その中には幅1cm以下の石英-白雲母網状脈が胚胎する。母岩は白雲母化及びカオリナイト化している。

#### ④ツラン川支流

石英-白雲母細脈を含む優白色花崗岩の転石がみられる。本岩は白雲母化及びカオリナイト化している。

#### ⑤シカンブ川支流及びその南方

2箇所にて白雲母化及びカオリナイト化した優白色花崗岩の転石をみた。

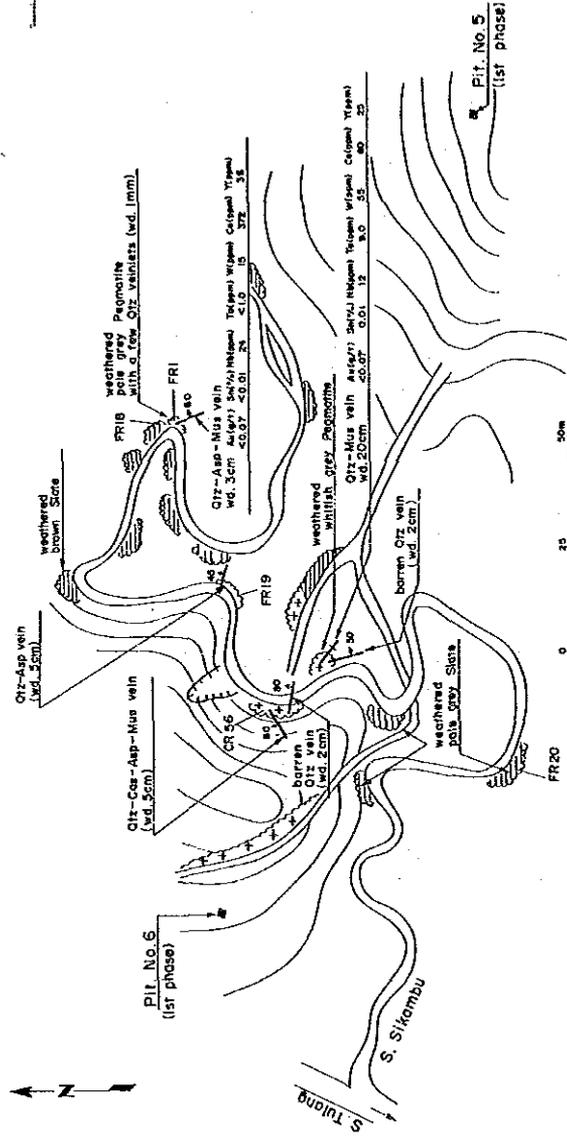
#### (2)黒雲母花崗岩中の石英脈

ティガブル地域の項で述べた。

#### (3)古生界中の石英脈

脈幅10cm以上の石英脈は、北部マンガジョハン川（S. Manggajohan）支流、イサハン川、シカンブ川及びブセマン川に見られる。いずれの脈も幅20cm以下で膨縮に富み、連続性は悪い。石英-黄鉄鉱、石英-電気石、石英-白雲母-黄鉄鉱などの鉱物組み合わせを示す。ピナン川には石英-硫砒鉄鉱網状脈が分布する。

Index Map



第2-13図 シカンプ川鉱化帯スケッチ

古生界分布域の河川には、上記石英脈の転石が多数見られる。

#### (4) 考察

イサハン川上流の優白色花崗岩中の含錫石石英脈試料の分析値は、Sn3.84%、W0.07%を示し、同じ箇所石英脈（脈幅0.1~1cm）を含む優白色花崗岩試料の分析値は、Ce0.08~0.24%を示す。これ以外の成分はいずれの試料も低品位であった。

上記データから、調査地域に期待される鉱床は、Sn, W, Ce等を伴う鉱物が優白色花崗岩に鉱染したものと及び優白色花崗岩中の含Sn, W, Ce石英網状脈と考えられる。

#### 2-1-5 花崗岩、地質構造と鉱化作用との関連

調査地域に分布する貫入岩類は、古生界を貫く黒雲母花崗岩、優白色花崗岩、アプライト及びランプロファイヤーである。

黒雲母花崗岩のK-Ar年代は白亜紀前期（128~110Ma）を示す。一方、イサハン川地区及びシカンブ川地区のグライゼン化した珪化-白雲母化岩（ボーリング・コア）はジュラ紀中期（160~150Ma）を示す。従い、黒雲母花崗岩は鉱化後の火成活動と解される。黒雲母花崗岩形成前に火成活動があったことはランプロファイヤーが接触変成を受けていることから予想される。

イサハン川地区などに分布する優白色花崗岩はジュラ紀中期以前の火成活動の脈岩相であり、花崗岩類の中で最も近いK-Ar年代をもつ花崗岩は斑状黒雲母花崗岩（167~134Ma）である。従い、優白色花崗岩の下部に鉱化に直接関係する斑状黒雲母花崗岩の潜頭が予想される。

次に地質構造と鉱化作用との関係について検討を加える。

鉱化のあったジュラ紀における調査地区の構造的弱線方向は、鉱化作用の母岩となっている優白色花崗岩の配列となって現れている。当然のことながら、これら花崗岩類に伴われる鉱化作用は、この弱線に規制されていると考えられる。イサハン川上流からツラン川にかけては優白色花崗岩はほぼWNW-ESE方向に配列する。さらに露頭における優白色花崗岩岩脈の走向方向はE-Wを示す。また、シカンブ川からその南方にかけて優白色花崗岩はほぼNNW-SSE方向に配列する。これらの方向はラキ川及びツラン川に想定される断層と同じ方向を示す。

## 2-2 地化学探査

本探査は、地質調査では把握し得ない新たな鉱微地を発見する手がかりを得るとともに、地質調査で捕捉された鉱微地の拡がり进行を明らかにすることを目的に、河床堆積物試料、パンニング試料及び土壤試料による地化学探査が実施された。河床堆積物試料は-80meshの細砂であり、試料数は312個である。パンニング試料数は53個である。土壤試料は深さ40～70cmのB層から試料を採取し、試料数は600個である。分析成分はAu, Sn, W, Th, Ce, Uの6成分である。

### 2-2-1 河床堆積物試料による地化学探査

#### (1)統計処理結果

巻末第16表に各成分の統計量を示す。地殻における平均含有量 (MASON, 1966) と各成分の平均値を比較するとほぼ似たオーダーとなっている。

全試料、6成分の分析値を用い主成分分析を行った結果は以下の通りである。

【第1主成分】：Wで最も高い因子負荷量を示し、Snがこれに次ぐ。これらの成分は、本地域に期待される錫鉱床に伴われる元素である。従い、この主成分は鉱化作用を表すものと解釈される。因子スコア2.0以上の値をもつ試料は、イサハン川上流を挟み東西に延びた範囲に分布する。

【第2主成分】：Auで正の因子負荷量を示し、Ce, Snで負の値を示す。その主成分の意味について地質的に明瞭な解釈を下せない。

【第3主成分】：Uで高い正の因子負荷量を示す。高因子スコアをもつ試料の分布域と地質との間に明瞭な関係が認められず、本主成分の意味するところは明かでない。

#### (2)地化学異常値及び異常域

ティガプル地域の項で述べた。

### 2-2-2 パンニング試料による地化学探査

#### (1)統計処理結果

巻末第18表に全試料の統計量を示す。パンニング試料の平均値と河床堆積物試料の平均値を比較すると、前者は後者に対しSnでは約15倍の値を持つのに対し、他の成分では約2倍の値しか持たない。従い、河床堆積物試料中に含まれる重鉱物はSnに富み、他の成分に乏しいものであると言える。

全試料、6成分の分析値を用い主成分分析を行った結果は以下の通りである。

【第1主成分】：Sn, Th, Ce, Uで高い正の因子負荷量を示す。因子スコア2.0以上の値をもつ試料は、ラキ川からアンタン川にかけての範囲、ツラン川支流などに分布し、地質と明瞭な対応関係を持たない。従い、本主成分の意味については不明である。

【第2主成分】：Sn, Wで正の因子負荷量を持つ。イサハン川上流付近で高い因子スコアを示し、鉍化を表す主成分と考えられる。

【第3主成分】：Auで大きな正の因子負荷量を示す。Auは他の成分とはまったく相関を示さず、Auの動きをそのまま表す主成分である。

## (2)地化学異常値及び異常域

ティガプル地域の項で述べた。

### 2-2-3 土壌試料による地化学探査

既知鉍化帯（イサハン川区域及びシカンブ川区域）を含む面積6 km<sup>2</sup>の範囲において既知鉍化帯の広がり把握し、さらに新たな鉍化帯を抽出する目的で土壌試料による地化学探査を実施した。NW-SE方向に伸長した3×2kmの矩形範囲にて100mグリッド状に点を配置し、ハンドオーガーにより深さ40～70cmのB層から試料を採取した。

#### (1)統計処理結果

巻末第20表に各成分の統計量を示す。

全試料、6成分の分析値を用い主成分分析を行った結果は以下の通りである。

【第1主成分】：Au, Sn, Wで高い正の因子負荷量を示す。高因子スコアを示す範囲はイサハン川上流からツラン川にかけてほぼWNW-ESE方向に延びる地域、シカンブ川-ツラン川合流点地域の2箇所であり、これらの地域には錫鉍化帯が分布することから、本主成分はSn鉍化作用を示すものと解釈される。

【第2主成分】：Th, Ceで高い正の因子負荷量を示す。高因子スコアを示す範囲はツラン川中流及びシカンブ川下流であり、これらの範囲には優白色花崗岩の分布が想定され、本主成分はこれら優白色花崗岩の特性を表すと考えられる。

## (2)地化学異常値及び異常域

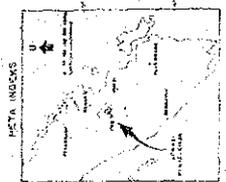
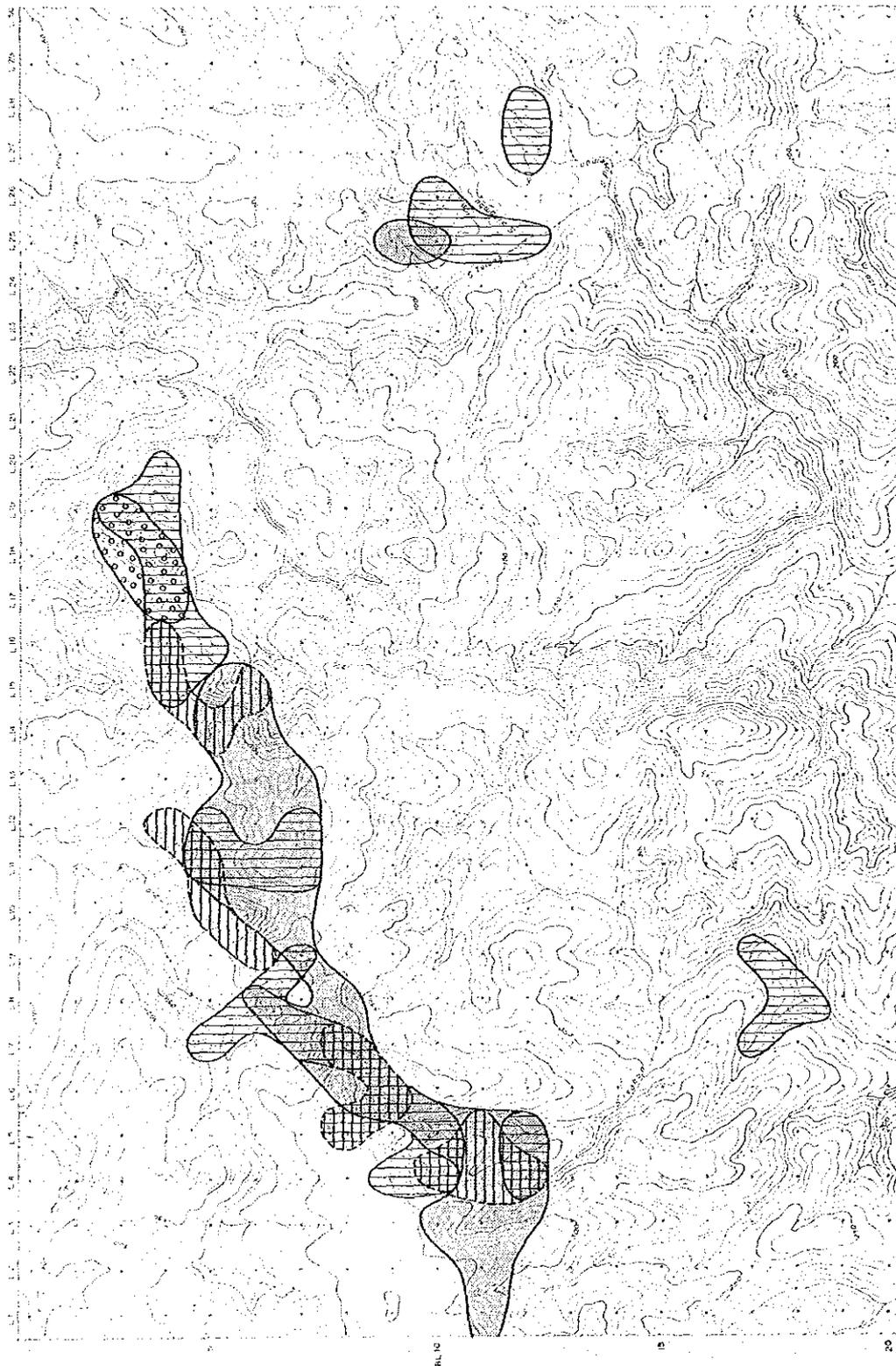
各成分の閾値は巻末第22表に示した。

調査地区内に認められた異常域は、イサハン川上流からツラン川にかけほぼWNW-ESE方向に延びる区域（イサハン川-ツラン川域）、イサハン川中流域、シカンブ川-ツラン川合流点区域の3箇所である（第2-14図）。

### a)イサハン川-ツラン川域

3箇所の異常域のうち占める範囲は最も広い（0.3×2km）。Au, Sn, Wの異常値が重複してこの区域の大部分を占め、この範囲の東方延長部にSn, Th, Uの異常値が認められる。Auは10～65ppb, Snは16～72ppm, Wは33～90ppmの値を示す。Th37～69ppm, Uは6.8～13.2ppmを示す。

本区域にはイサハン川錫鉍化帯及び優白色花崗岩が分布する。



第2-14図 ピンツージー地区地化学探査解析結果図(土壤資料)

b)イサハン川中流域

Snのみの異常値(23~150ppm), 3点からなる。本区域には鉍化帯または貫入岩は認められていない。

c)シカンブ川-ツラン川合流点区域

Au, Snの異常値が分布する。Auは10ppb, Snは16~68ppmを示す。

本地域にはシカンブ川鉍化帯及び優白色花崗岩が分布する。

2-2-4 土壌試料による地化学異常と鉍化・変質作用との関連

本地区内に認められた異常域は、イサハン川上流からツラン川にかけほぼWNW-ESE方向に延びる区域(イサハン川上流-ツラン川支流域), イサハン川中流域, シカンブ川-ツラン川合流点区域の3箇所である。このうち鉍化・変質帯が分布するのは、イサハン川中流域を除く、2箇所である。

イサハン川上流-ツラン川支流域には優白色花崗岩が大きくみて3箇所分布し、そのうち1箇所(イサハン川上流)には錫鉍化帯(イサハン川鉍化帯)が分布する。

シカンブ川-ツラン川合流点区域には、錫鉍化帯(シカンブ川鉍化帯)が分布する

イサハン川中流域は、河床堆積物試料ではAランク地化学異常が得られているが、パンニング試料では地化学異常は得られていない。従い、その地化学異常のランクは低いと考えられる。

## 2-3 ボーリング調査

### 2-3-1 調査目的、孔別位置及び掘進長

地質調査及び地化学探査により捕捉された錫石を含む鉍化帯において、地下の状況を把握し、鉍床としての評価を行うことを目的に、イサハン川区域で4孔、シカンブ川区域で2孔のボーリング調査が実施された。各孔毎の位置及び掘進長を第2-3表に示す。また、各孔の位置、地質・地質断面図を 第1-10~11図に示す。

第2-3表 孔別位置及び掘進長

Drill No.	Locality	Coordinates		Elevation	Inclination	Drilled length
		Latitude	Longitude			
NJIT-1	S. Sikambu	S0°49'28"	E102°20'30"	78m	-90°	101.0m
NJIT-2	ditto	S0°49'26"	E102°20'28"	102m	-90°	101.7m
NJIT-3	S. Isahan	S0°48'37"	E102°19'44"	167m	-90°	101.0m
NJIT-4	ditto	S0°48'39"	E102°19'41"	155m	-90°	101.4m
NJIT-5	ditto	S0°48'39"	E102°19'46"	238m	-90°	100.5m
NJIT-6	ditto	S0°48'34"	E102°19'41"	215m	-90°	100.4m

### 2-3-2 ボーリング工法、使用機材及び作業形態

#### (1)工法

礫層を含む表層風化部（層厚約4m）については、NX-CPシュー（φ92mm）により普通工法で掘進したのち、NXケーシングパイプを挿入した。岩盤に移行した後は、NQ（φ79mm）及びBQ（φ62mm）のオーバーサイズ・ダイヤモンドビットを用いたワイヤーライン工法とした。各孔の岩石とも多くの亀裂が発達しており、掘進に際してはしばしば逸水を伴ったが、テルストップおよびオイルベントナイトを圧入して逸水防止に努めた。

#### (2)機材

試錐機はLongyear社のL-24を使用した。試錐機、ポンプなど使用機材の形式、仕様は巻末第22表に示した。

#### (3)作業形態他

##### ①作業形態

運搬道路造成、設営、移転及び撤去作業は1日1方、掘進作業は原則として1方8時間の3交代制で実施した。掘進作業の1方構成人員は、日本側技術者1名、インドネシア側技術者1名、インドネシア人作業員3名の計5名で編成した。運搬道路造成ほかの諸作業にはさらにインドネシア人作業員15名が従事した。

各作業実施にあたっては、試錐現場近くにキャンプを設営しここに調査団全員が宿泊し、これより試錐現場ほかへ徒歩通勤し、作業を実施した。作業時間総括表を巻末第23表に示した。

#### ②運搬道路造成

シカンブ川区域東方1.5kmの地点を通る木材搬出道路があり、ここよりシカンブ川区域まで延長3.6km、さらに前記道路の延長部よりイサハン川区域まで延長5.0kmの機材運搬道路（幅員7m）を造成した。道路造成はブルドーザを使用して行い、シカンブ川区域では17日間、イサハン川区域では42日間の工期を要した。

#### ③機材運搬

試錐機材の大部分は、日本から海上輸送され、スマトラ西岸の都市パダンに陸揚された。パダンからベースキャンプを設置したパンカラシサイまでトラックで運搬し一旦パンカラシサイに荷下ろしした。ここより既存の木材搬出道路終点まで四輪駆動トラックにて運搬した。さらに既存道路終点より試錐現場まで、また試錐現場間はブルドーザにより機材を運搬した。

#### ④用水

試錐用水は試錐現場近くのシカンブ川及びイサハン川より揚水した。揚水距離は最長650m、高低差最大90mであった。

#### ⑤撤収

調査終了後、大部分の機材は搬入の逆コースをたどり、パダンより日本へ海上輸送された。ボーリングコアはバンドンへ運搬し、鉱物資源局に保管された。

### 2-3-3 調査結果

#### 2-3-3-1 地質

ボーリング孔にみられる岩石は、古生界ピンツーツジュ山層ツラン川部層のシルト岩、頁岩及び含礫シルト岩、これらを通る優白色花崗岩、新第三系ウンプル川層の細粒砂岩及び礫岩、及び第四紀の砂礫層である。

優白色花崗岩を捕捉したのはMJIT-1, 2, 3の3孔である。本岩は石英、カリ長石、斜長石及び白雲母を主造岩鉱物とし、カリ長石及び斜長石の一部はソーシュライト化している。これら斑晶が破碎されその空隙を満たして白雲母（絹雲母）が発達している。また、細粒の二次石英が生じている。変質鉱物としてカオリンが検出されている。

古生界は珪岩片及び石英片を含み、基質には白雲母、黒雲母、方解石または苦灰石が生じている。

#### 2-3-3-2 鉱化作用

ボーリング・コアに認められた鉱石鉱物は、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、錫石、輝水鉛鉱、黄銅

鉱物、閃亜鉛鉱である。脈石鉱物は、石英、方解石、カリ長石、電気石、白雲母、螢石である。鉱化は細脈と鉱染の形をとる。

最も脈幅の厚い脈はMJIT-3でみられた幅43cmの石英-白雲母(-電気石-褐鉄鉱)脈である。全脈のうち幅1cm以上の脈の数を孔別にまとめ、さらにそのうち幅5cm以上の脈の数を示すと以下の通りとなる。

ボーリング番号	幅1cm以上の脈数	幅5cm以上の脈数
MJIT-1	1	1
MJIT-2	10	1
MJIT-3	45	18
MJIT-4	9	5
MJIT-5	4	3
MJIT-6	17	5

これらの脈を構成する鉱物は、石英が大部分を占め、次いで黄鉄鉱、白雲母、電気石、方解石、硫砒鉄鉱の順である。錫石、輝水鉛鉱は石英脈中でその結晶の数を数えられる程度にしか出現しない。錫石を含有する石英脈が認められたのはMJIT-3号のみであり、輝水鉛鉱が認められたのはMJIT-3号及びMJIT-4号である。

幅1cm以下の脈は、幅0.5~3mmのものが大部分で、網状をなし5~40本/mの出現頻度をもつ。石英-白雲母(-電気石-黄鉄鉱-カリ長石)、石英(-カリ長石)、石英(-黄鉄鉱)、石英-方解石(-黄鉄鉱)、黄鉄鉱などの鉱物組み合わせからなり、このうち石英-方解石(-黄鉄鉱)はシルト岩などの古生界中にのみ発達し、石英-白雲母(-電気石-黄鉄鉱-カリ長石)は優白色花崗岩中にのみ認められる。

上記の全脈の生成順序から、鉱化順序を組み立てると、石英-カリ長石-電気石-白雲母-黄鉄鉱-硫砒鉄鉱-(錫石または輝水鉛鉱)、石英-カリ長石-黄鉄鉱、石英-黄鉄鉱、方解石-石英-黄鉄鉱の順となる。

鉱染している鉱石鉱物は黄鉄鉱が大部分であり、優白色花崗岩中にのみ認められる。錫石の鉱染が認められたのはMJIT-2号深度67.1mのみである。

変質としては珪化、粘土化、白雲母鉱染、電気石鉱染が認められる。珪化と同時に白雲母鉱染(稀に電気石または黄鉄鉱を伴う)が見られたのは、MJIT-1及び3の優白色花崗岩である。本変質はグライゼン化変質であり、MJIT-1では5箇所のみみられ、その掘進幅は10~150cmである。MJIT-3では5箇所のみみられ、その掘進幅は10~100cmである。電気石鉱染が認められたのは、MJIT-1の優白色花崗岩である。粘土化は優白色花崗岩及び古生界に認められ、白雲母(絹雲母)及びカオリンが検出されている。一部の優白色花崗岩から緑泥石も検出されている。

前記の通り幅1cm以上の鉍脈は大部分が細脈（幅1cmの鉍脈が最多）であり、幅1cm以下の微細脈は網状をなす。さらに錫石の鉍染も認められたため、鉍床としての評価は塊状のものとしてなすべきと考えられる。優白色花崗岩が出現するMJIT-1, 2, 3号については掘進長1.5mごとに全ボーリングコアの4分の1を採取し分析に供した。MJIT-4及びMJIT-6号については石英脈の発達する部分のみをMJIT-1, 2, 3号と同様にサンプリングし分析を行った。分析成分はAu, Sn, W, Th, Ce, Uである。分析結果を巻末第25表に示す。ボーリング柱状図を巻末第1図に示す。

分析結果は以下の通り要約される。

Au：最高品位0.07g/tと低品位である。

Sn：最高品位0.24%であり、大部分は0.01%以下（全試料の93%）である。

W：すべて0.01%以下である。

Th：すべて0.01%以下である。

Ce：すべて0.02%以下である。

U：すべて0.01%以下である。

以上の通り低品位であるが、その中でも最も高い品位を示すSnについて0.1%以上の品位を示す箇所をまとめると下表の通りとなる。

Drill No.	Depth(m)	Width	Sn(%)
MJIT-2 (シカンブ川区域)	51.0-52.5	1.5m	0.24
	55.5-57.0	1.5m	0.22

上記MJIT-2号の2試料を含む深度49.5～57.0m間延長7.5mの平均品位はSn0.11%を示す。

ここでSn品位と鉍化作用について検討を加える。鉍脈の構成鉍物と品位との関係を見ると、石英-電気石-黄鉄鉍脈が密に発達する部分は高いSn品位を示す。一方、粘土脈または石英-方解石-黄鉄鉍脈が発達する部分は低品位である。また優白色花崗岩中に錫石鉍染が見られる部分は高いSn品位を示す。

6成分の相関係数をみるとW-Uは逆相関を示す。Wはシルト岩中で高い分析値を示す傾向を持ち、Uは優白色花崗岩中で高い値を示す。

### 第3章 総合考察

#### 3-1 ティガブル地域

本地域の地質は、石炭紀～二畳紀の堆積岩類、ジュラ紀～白亜紀前期の花崗岩類、古第三紀の凝灰岩類、新第三紀の堆積岩類及び第四紀の堆積物より構成される。

本地域の花崗岩類の進入の時代はジュラ紀中期から白亜紀前期にかけてである。これらに近い年代を示すマレー半島の花崗岩類は、マレー半島西部構造帯に分布する三畳紀後期からジュラ紀前期の珪長質深成岩類である。石炭紀～二畳紀の堆積岩類、特に礫質泥岩を氷河海成堆積物と解するならば、本地域の古生界、花崗岩類はマレー半島西部構造帯のそれらにほぼ対応づけられる。マレー半島西部構造帯に分布する花崗岩類は錫初生鉱床を伴い、さらに周囲には錫漂砂鉱床が分布することはよく知られている。また、これらの漂砂鉱床はNb, Taほかレアアース元素を含む。

本地域の花崗岩類は、全岩分析結果及び帯磁率測定結果からチタン鉄鉱系列に属すると言え、その岩相及び化学組成から斑状黒雲母花崗岩、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩、ペグマタイト及びアプライトに区分される。一般にチタン鉄鉱系列の花崗岩に伴われることが期待される鉱種はSn, W, Nb, Ta, Thなどの親石元素である。斑状黒雲母花崗岩及び黒雲母花崗岩は共に数岩体がNW-SE方向に配列し、斑状黒雲母花崗岩は南東から北西方向にかけ順次若い年代を示す。黒雲母花崗岩は斑状黒雲母花崗岩より西側に分布し、より若い年代を示す。斑状黒雲母花崗岩については化学組成上この年代の変遷に対応する変化は認められない。

先第三系分布域に認められるリニアメントの方向は、NNW-SSE方向とWNW-ESE方向を示すものが多い。

西部アンタン川流域及び中央部ガンサル川流域の新第三系分布域には白亜紀後期～第三紀前期に形成されたNNW-SSEないしNW-SE方向の地溝帯または断裂が潜在している可能性が高い。また、第三紀漸新世以降活動を始めたNNW-SSE系の断層は、新第三紀中新世以降には、古生界及び花崗岩類分布域のブロック隆起に伴う縦すべり断層に変化したと解される。

河床堆積物試料による地化学探査では、AランクのSn異常域が6区域、Sn, W及びAuのAランク異常域が2区域、Nb, W, Zr, Th, Ce, Y, U, Li, SnよりなるAランク異常域が1区域抽出された。パンニング試料による地化学探査では、AランクのSn異常域が4区域、SnにWまたはAuを伴うAランク異常域が3区域、SnにNb-W, NbまたはLiを伴うAランク異常域が3区域、Sn-Zr-Liを伴うAランク異常域が1区域抽出された。

イサハン川区域及びシカンブ川区域の既知錫鉱化帯では、河床堆積物試料及びパンニング試料の両者によるAランク地化学異常値が得られている。そこで既知鉱化帯以外のすべての異常域において河床堆積物試料、パンニング試料の両者がそろってAランク地化学異常値を示す異常域を抽出すると、既知鉱化帯周辺に4区域（SnまたはSn-W）が抽出された。

既知錫鉱化帯が分布する異常域を合わせ6区域中4区域には優白色花崗岩が分布してい

る。これら6区域の配列方向は大きくみてWNW-ESE方向を示し、この方向をもつ弱線が鉍化作用に関連していると考えられる。

上記よりティガブル地域に賦存が期待される鉍床は、Sn-Wを含む初生鉍床であり、ピンツーツジャー地区が有望地区として抽出される。

### 3-2 ピンツーツジャー地区

調査地域の地質は、石炭紀～二畳紀の堆積岩類、ジュラ紀～白亜紀前期の花崗岩類及び新第三紀の堆積岩類より構成される。

本地域の花崗岩類は、岩相及び化学分析結果から、黒雲母花崗岩、優白色花崗岩、アプライトに分けられる。優白色花崗岩は放射年代がジュラ紀(160～150Ma)を示すグライゼンの母岩となっており、この年代は黒雲母花崗岩の年代(128～110Ma)より、斑状黒雲母花崗岩の年代(167～134Ma)に近い。優白色花崗岩は、地質調査及びボーリング調査結果から花崗岩の脈岩相を示すものと考えられ、インドネシアBelitungに分布する白雲母花崗岩と斑状黒雲母花崗岩との関係(白雲母花崗岩は斑状黒雲母花崗岩の脈岩相、Schwartz et al. 1990)を参考にし上記年代を考え合わせると、優白色花崗岩の下部には斑状雲母花崗岩が潜頭していると推定され、鉍化に関連する花崗岩としては斑状黒雲母花崗岩が考えられる。

既知錫鉍化帯の母岩となっている優白色花崗岩の平面的配列をみると、イサハン川上流からツラン川にかけほぼWNW-ESE方向に配列する。この方向はティガブル地域の項で述べた地化学異常域の配列方向と同じであり、優白色花崗岩及び鉍化帯の分布を規制した方向はWNW-ESE方向と解される。

既知錫鉍化帯を含む面積6km<sup>2</sup>の範囲において土壤による地化学探査が実施された。土壤試料による地化学探査において得られた異常域は、イサハン川上流からツラン川にかけほぼWNW-ESE方向に延びる地域(イサハン川-ツラン川域)、イサハン川中流域、シカンプ川-ツラン川合流点地域の3区域である。このうちイサハン川-ツラン川域にはイサハン川錫鉍化帯及び優白色花崗岩3岩体が分布する。また、シカンプ川-ツラン川合流点地域にはシカンプ川錫鉍化帯及び優白色花崗岩が分布する。本範囲において河床堆積物及びパンニング試料によるAランク地化学異常域は5区域あるが、土壤試料による地化学異常域と重複するのはイサハン川上流域、シカンプ川下流域及びツラン川流域の3区域である。

河床堆積物及びパンニング試料によるAランク地化学異常域と土壤試料による地化学異常域において共通に認められる地化学異常値成分はSn、Wである。従い、地化学探査結果から、調査地域にはSn、Wを伴う鉍化作用が期待される。また、いずれの地化学探査においても抽出された地化学異常域はほぼWNW-ESE方向に配列または伸長している。

イサハン川及びシカンプ川錫鉍化帯では鉍化は細脈と鉍染の形をとる。鉍脈を構成する鉍物は、石英が大部分を占め、次いで黄鉄鉍、白雲母、電気石、方解石、硫砒鉄鉍の順で

ある。錫石、輝水鉛鉱は石英脈中でその結晶の数を数えられる程度にしか出現しない。鉱脈の生成順序から、鉱化順序を組み立てると、石英-カリ長石-電気石-白雲母-黄鉄鉱-硫砒鉄鉱-(錫石または輝水鉛鉱)、石英-カリ長石-黄鉄鉱、石英-黄鉄鉱、方解石-石英-黄鉄鉱の順となる。母岩中には錫石、黄鉄鉱、電気石、白雲母が鉱染している。鉱染している鉱石鉱物は黄鉄鉱が大部分であり、鉱染は優白色花崗岩中にのみ認められる。錫石の鉱染が肉眼的に認められたのはシカンブ川地区の優白色花崗岩のみである。

地表では含錫石石英脈は、最も高品位脈でSn3.84%, W0.07%, Ce0.02%を示す。また、白雲母化した優白色花崗岩に石英脈を含む幅1~2mの溝切りサンプリング試料はSn0.2~0.5%, Ce0.08~0.24%を含む。

ボーリング・コアの分析結果は Au, W, Th, Ce, Uについてはいずれも低品位である。Snについては最高品位0.24%であり大部分は0.01%以下(全試料の93%)である。比較的Sn品位の高い部分(WJIT-2号深度49.5~57.0m間延長7.5m, 母岩は優白色花崗岩)は平均品位Sn0.11%を示す。

母岩である優白色花崗岩及び古生界とも変質と品位との間には明瞭な関係はない。グライゼンでSnが高品位となることが期待されたが、グライゼン化した部分で品位の上昇は認められない。

ボーリング調査において化学分析を行ったAu, Sn, W, Th, Ce, Uの6成分の相関係数をみると6成分のうちW-Uは逆相関を示す。Wはシルト岩中で高い分析値を示す傾向を持ち、Uは優白色花崗岩中で高い値を示す。地化学探査の結果から本地域にはSn, Wを伴う鉱化作用が期待されたが、ボーリング調査結果は、本地域に期待される鉱化作用はSnのみを伴うものであることを示している。

ボーリング調査が実施されたイサハン川地区及びシカンブ川地区とそれ以外の地域とに分けて評価する。

#### 【イサハン川地区及びシカンブ川地区】

地質調査・地化学探査及びボーリング・コアの分析結果から、イサハン川鉱化帯及びシカンブ川鉱化帯に期待される鉱種はSnである。ボーリング調査結果から、Sn品位をもたらすものは優白色花崗岩中に発達する石英-カリ長石-電気石-白雲母-黄鉄鉱-硫砒鉄鉱-錫石脈と優白色花崗岩中の錫石鉱染である。これら鉱脈及び鉱染の入れ物となる優白色花崗岩の規模は、本岩が斑状黒雲母花崗岩の脈岩相と予想されることから、大きなものは期待できない。鉱量計算を行うにはデータ不足であるが、Sn0.1%以上の品位を示したのはWJIT-2号の幅1.5m, 2カ所であり、また、最高品位はSn0.24%と低品位であった。従い、イサハン川区域及びシカンブ川区域には経済的鉱床となりうる鉱床はないものと判断される。

#### 【イサハン川地区及びシカンブ川地区以外の調査地域】

河床堆積物、パンニング試料及び土壌試料による地化学探査により重複する地化学異常域の評価を行う。

土壌地化学異常域のなかでも最も広い異常域を形成しているイサハン川-ツラン川域（イサハン川地区ボーリング調査実施地点を除く）においてSn分析値は、ボーリング調査実施地点のSn分析値と似た値を示す。本区域には優白色花崗岩が賦存し、Snを伴う鉍化作用が期待できるが、土壌地化学異常値（16～72ppm）及びその広がりからして、期待できる鉍床規模及び品位は上記イサハン川区域及びシカンブ川区域と同程度と考えられる。

土壌試料による地化学探査範囲を除く範囲の地化学異常について検討を加える。

河床堆積物及びパンニング試料によるAランク地化学異常値が得られているのは、イサハン川鉍化帯西方のピナン川流域のみである。異常値の分布はピナン川本流にのみ得られ上流域に鉍化帯の賦存が期待できる。また、上流域はイサハン川-ツラン川に分布する優白色花崗岩を結ぶ線の西方延長部にあたり、錫鉍化作用に関連する優白色花崗岩の分布が予想されるが、河床堆積物及びパンニング試料の地化学異常値からして、本流域に既知錫鉍化帯を上回る規模・品位を有する鉍床の賦存は期待できない。

