

No. 6

タイ王国オムコイ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第二年次

昭和60年4月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱計資
CR(3)
85-117

タイ王国オムコイ地域 資源開発協力基礎調査報告書 第二年次

昭和六十年四月

JICA
122
66.1
MPN
LIBRARY

12296

タイ王国オムコイ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第二年次

昭和60年4月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

タイ王国オムコイ地域 資源開発協力基礎調査報告書 第二年次

昭和六十年四月

122
66.1
MPN

鉱計資
CR(3)
85-117

タイ王国オムコイ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第二年次

JICA LIBRARY



1030842E7J

12296

昭和60年4月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85.12.27	122
登録No. 12296	66.1
	MPN

は し が き

日本国政府はタイ王国政府の要請に応え、同国北西部オムコイ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門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59年度が第2年次にあたり、金属鉱業事業団は4名からなる調査団を編成して、昭和59年10月31日より昭和60年1月30日まで現地に派遣した。

現地調査はタイ王国政府機関、特に工業省鉱物資源局の協力を得て予定通り完了した。

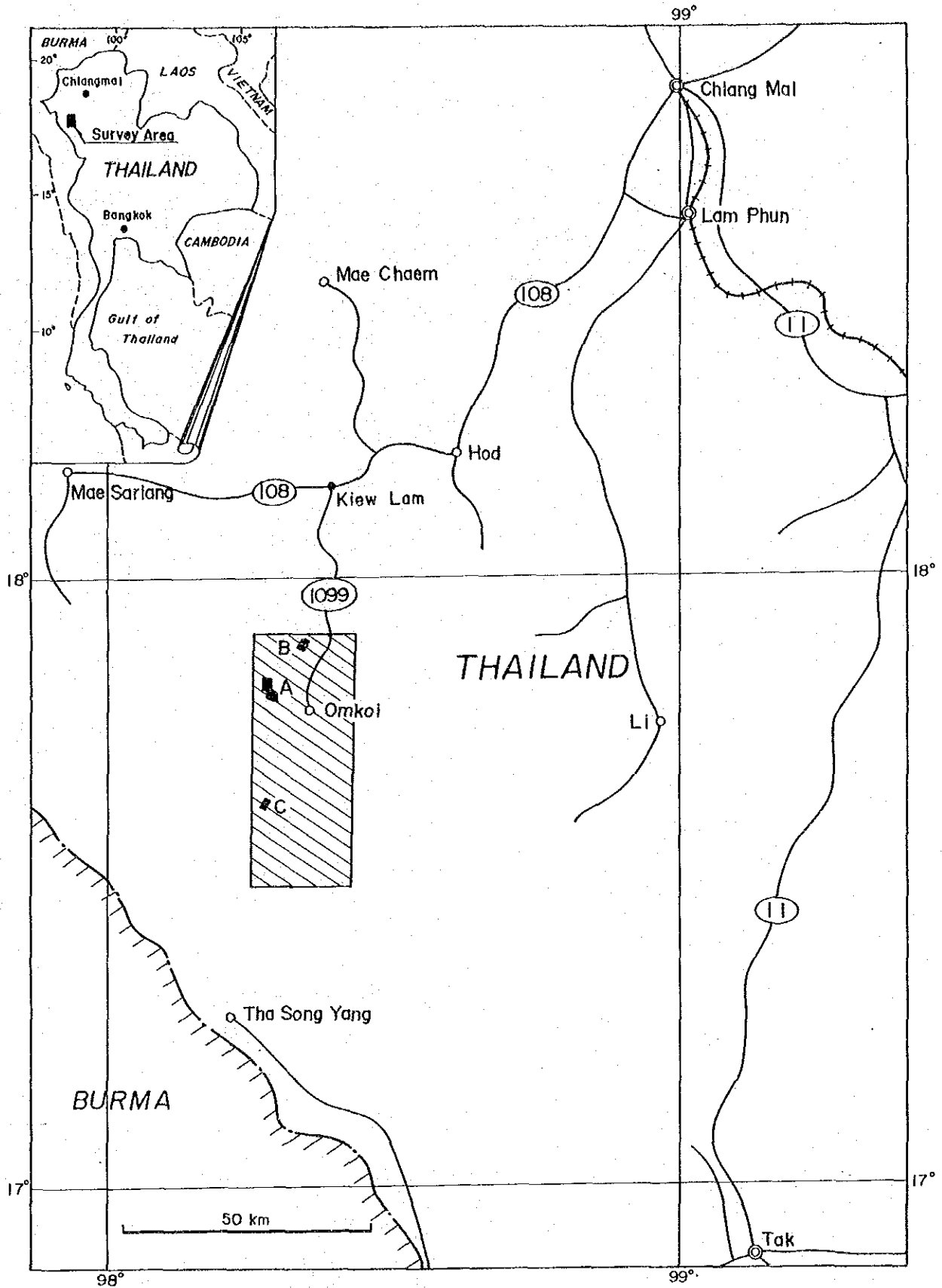
本報告書は第2年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告の一部となるものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力いただいたタイ王国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在タイ日本国大使館および関係各社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

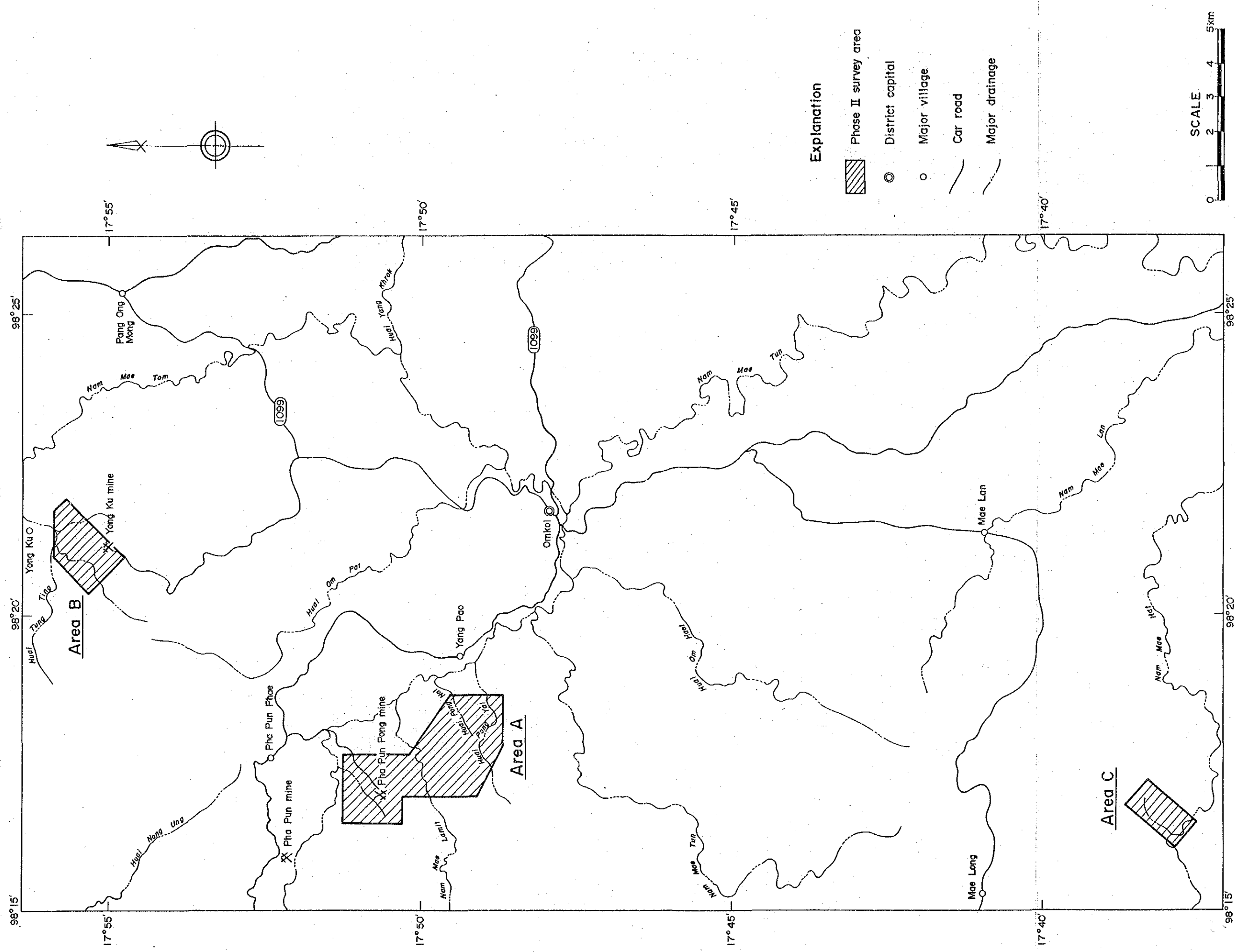
国際協力事業団総裁 有田圭輔

金属鉱業事業団理事長 西家正起



- Explanation
- ⊙ Province capital
 - District capital
 - Phase I survey area
 - Phase II survey area
 - Main road
 - Railway

第1図 調査位置図



第2圖 調查範圍圖

要 約

本調査は、タイ王国オムコイ地域における資源開発協力基礎調査の第2年次にあたり、調査地域は、初年度の調査（地質調査、地化学探査：1000km²）により錫、タングステン、ニオブ、タンタルの有望地域として抽出されたA、B、Cの3地区（15.6km²）である。

本調査では、各地区における花崗岩類の特性、地質構造、鉍化作用等を把握し、地化学異常との相互関係を検討することにより、鉍床賦存の可能性の高い区域を抽出することを目的として、地質調査及び地化学探査を実施した。

調査地区を含めたオムコイ地域の地質は、先カンブリア時代の変成岩類、堆積岩類、カンブリア紀とオルドビス紀の堆積岩類、先石炭紀変成岩類、これらに貫入する石炭紀、三疊紀及び白亜紀の花崗岩類、第三紀の礫岩、第四紀の砂礫層から構成される。

A地区は、三疊紀の花崗岩類が広く分布し、岩相より中粒—粗粒黒雲母花崗岩、中粒—粗粒両雲母花崗岩、細粒黒雲母花崗岩、アプライト及びペグマタイトに分けられる。既知鉍床には、地区北部のパプンドン（Pha Pun Dong）鉍山と中央部メラミット（Mae Lamit）川支流の鉍床がある。前者は、中粒両雲母花崗岩を母岩とする初生の含タングステンペグマタイト脈及び含錫タングステン電気石石英脈鉍床で、後者は後生の含錫原地堆積砂礫鉍床である。

地化学探査の結果、タングステンの異常域は地区北部、錫の異常域は中央部、ニオブ—タンタルの異常域は南東部に分布し、元素毎に分布域のちがいが見られた。

タングステンの異常域は、パプンドン鉍山及びその南東方にまとまった異常域がある。後者はパプンドン鉍山と同程度の異常域（53ppm以上）で、母岩の白雲母化、採掘跡の存在などから鉍化帯の存在する可能性がある。

錫の異常域は、メラミット川を横切って帯状に分布し、2次鉍床の採掘場を含むが、鉍化脈は認められず、周辺の沢砂では錫の含有量も35—90g/m³と少なく、有望な鉍化脈が賦存する可能性は少ない。

ニオブ、タンタルの異常域は、地区南東部に広範囲を占めるが、まとまりがなく高異常域（Nb78ppm以上、Ta16ppm以上）も小規模のものが点在する程度である。異常値のオーダも全体に低く、有望な鉍化脈が存在する可能性は少ない。

B地区は、先カンブリア時代の変成岩類が広く分布し、局所的に白亜紀(?)のアプライト、ペグマタイト、石英脈が見られる。変成岩類は、ミグマタイト質黒雲母準片麻岩、黒雲母準片麻岩、石英片岩、珪岩、泥質片岩、石灰珪酸塩岩に分けられ石灰岩を挟んでいる。これらの岩類は、

走向NWを示しNE方向に傾斜している。

地区内の既知鉱床は、ヨンク (Yong Ku) 鉱山のみである。鉱化脈は錫石、鉄マンガン重石及び灰重石を伴うペグマタイト脈あるいは石英脈で、母岩の黒雲母準片麻岩の片麻状構造に沿って胚胎する。

地化学探査の結果では、タングステンが最も顕著な異常を示す。タングステンの中異常域 (40 ppm 以上) はヨンク (Yong Ku) 鉱山から北西方向に細く帯状に延び、北西側の尾根まで連続する。この方向は変成岩の片麻状構造や鉱化脈の方向と一致している。錫の異常域もこれに重複して分布し、北西部異常域南方の沢砂中には多量の錫石が認められる。この錫、タングステン異常域はいずれも高異常域 (Sn 56 ppm 以上, W 105 ppm 以上) を含み、有望な鉱化脈の賦存が期待される。

この異常域の北方に、ニオブ、タンタルの異常域が重複して分布する。A, B, C の3地区の中でニオブ、タンタルの異常域としては最もまとまっており、規模も大きくニオブ、タンタルを含むペグマタイト脈の賦存が期待される。

地区北東部では、ニオブ、タンタル、錫の異常域がほぼ重複して分布し、このうち錫が最も高い異常を示す。ここでは石灰岩を挟む珪岩、石英片岩が分布し一部でスカルン化も認められる。異常域の分布はNW-SE方向を示し、この方向の鉱化脈が存在する可能性もあるが、沢砂中の錫石及びニオブ、タンタル鉱物の含有量は低く鉱化帯としてまとまる可能性は少ない。

C地区は、三疊紀の花崗岩類が全域に分布し、中粒～粗粒の黒雲母花崗岩、細粒の黒雲母花崗岩、アプライト及びペグマタイトに分けられる。地化学探査の結果では、各元素とも小規模低異常域が分散し、中高異常値も数箇所に散見されるがまとまりがない。地区各所に電気石-白雲母ペグマタイト脈が見られるほか、絹雲母化、緑泥石化作用や珪化作用も見られるが顕著な鉱化部は認められない。沢砂からの重鉱物中には、ニオブ、タンタル、錫、タングステンが認められたがいずれも微量である。したがって有望な鉱化脈の存在する可能性は少ない。

以上の調査結果から、A地区北部パブンドン鉱山南東方のタングステン異常域、B地区ヨンク鉱山より北西方向へ延びる錫、タングステン異常域、その北方にあるニオブ、タンタル異常域が最も有望と考えられる。

A地区中央部に分布する錫の異常域は沢砂中の錫含有量は低いが、規模は大きくまとまっており、高異常域を含むことから検討の余地はある。

目 次

は し が き	(1)
調 査 位 置 図	(2)
要 約	(4)
目 次	(6)
第1章 序 論	1
1 調査の概要	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査の内容	1
1-3 調査団の編成	3
1-4 従来 of 調査	4
2 調査地域の概要	4
2-1 位置及び交通	4
2-2 地 形	5
2-3 気候・植生	5
2-4 一般情勢	5
2-5 地質概要	6
第2章 地質調査	10
1 A 地 区	10
1-1 調査位置	10
1-2 地 質	10
1-3 地質構造	13
1-4 変質作用	13
1-5 鉱床及び鉱化作用	14
2 B 地 区	21
2-1 調査位置	21
2-2 地 質	21

2-3	地質構造	24
2-4	変質作用	25
2-5	鉍床及び鉍化作用	25
3	C地区	29
3-1	調査位置	29
3-2	地質	29
3-3	地質構造	32
3-4	変質作用	32
3-5	鉍化作用	33
4	花崗岩類の年代測定	34
5	花崗岩類の地化学的性質	38
第3章	地化学探査	54
1	調査方法	54
1-1	試料採取	54
1-2	地化学指示元素及び化学分析	55
2	地化学データの解析	55
2-1	土壤断面及び深度, 粒度別元素含有量	55
2-2	土壤試料の化学分析結果	57
2-3	分析値の対数変換値による統計値	58
2-4	指示元素間の相関関係	60
2-5	地化学異常値区分	61
3	地化学異常域の分布	70
第4章	総合検討及び結論	76
1	総合検討	76
2	結論	78
3	次年度への提言	79
参 考 文 献		80
卷末付図付表		

付 表

第 1 表	室内試験一覧表
第 2 表	鉍石試料化学分析結果 (A 地区)
第 3 表	切羽堆砂及び沢砂のニオブ, タンタル, 錫, タングステン含有量 (A 地区)
第 4 表	鉍石試料化学分析結果 (B 地区)
第 5 表	沢砂のニオブ, タンタル, 錫, タングステン含有量 (B 地区)
第 6 表	重鉍物鉍石試料の化学分析結果及び沢砂のニオブ, タンタル, 錫, タングステン含有量 (C 地区)
第 7 表	Rb-Sr 全岩年代測定結果
第 8 表	花崗岩類の全岩化学分析試料
第 9 表	花崗岩類の全岩化学分析結果
第 10 表	初年度採取花崗岩類試料のニオブ, タンタル含有量
第 11 表	花崗岩類の S-タイプ / I-タイプ分類
第 12 表	地化学データの自然数値による統計値
第 13 表	地化学データの対数変換値による統計値
第 14 表	対数変換データによる各指示元素の相関係数
第 15 表	地化学後背値区間と異常値区間の区分

付 図

第 1 図	調査位置図
第 2 図	調査範囲図
第 3 図	オムコイ地域地質図
第 4 図	模式地質層序図
第 5 図	A 地区地質図
第 6 図	パプンドン鉍山主採掘跡平面図
第 7 図	パプンドン鉍山北西採掘跡平面図
第 8 図	B 地区地質図
第 9 図	ヨンク鉍山平面図

- 第10図 C地区地質図
- 第11図 Rb-Sr 全岩年代測定試料採取位置図
- 第12図 Rb-Sr アイソクロン図
- 第13図 花崗岩類の化学組成図
- 第14図 ノルム石英-斜長石-正長石図及びA.C.F図
- 第15図 M.F.A図及びアルカリ-ライム図
- 第16図 Cl-F図及び $S_n - (F + Cl)$ 図
- 第17図 $S_n - F$ 図及び $S_n - Cl$ 図
- 第18図 代表的土壤断面及び深度，粒度別元素含有量
- 第19図 頻度分布図(ニオブ)
- 第20図 頻度分布図(タンタル)
- 第21図 頻度分布図(錫)
- 第22図 頻度分布図(タングステン)
- 第23図 累積頻度分布図(ニオブ)
- 第24図 累積頻度分布図(タンタル)
- 第25図 累積頻度分布図(錫)
- 第26図 累積頻度分布図(タングステン)
- 第27図 A地区地化学異常図
- 第28図 B地区地化学異常図
- 第29図 C地区地化学異常図

巻末付表，付図

- 付表1 鉍石試料化学分析結果一覧表
- 付表2 岩石試料薄片顕微鏡観察結果一覧表
- 付表3 鉍石試料研磨薄片顕微鏡観察結果一覧表
- 付表4 重鉍物のX線回折分析結果一覧表
- 付表5 地化学土壤試料化学分析結果一覧表

- 付図1 代表的岩石，鉍石試料の顕微鏡写真
- 付図2 重鉍物のX線回折チャート

別 添 図 (縮尺5,000分の1)

- PL. 1 A地区地質図及び地質断面図
- PL. 2 B地区地質図及び地質断面図
- PL. 3 C地区地質図及び地質断面図
- PL. 4 A地区岩石、鉍石及び地化学土壌試料採取位置図
- PL. 5 B地区岩石、鉍石及び地化学土壌試料採取位置図
- PL. 6 C地区岩石、鉍石及び地化学土壌試料採取位置図
- PL. 7 A地区土壌試料のニオブ含有量分布図
- PL. 8 A地区土壌試料のタンタル含有量分布図
- PL. 9 A地区土壌試料の錫含有量分布図
- PL.10 A地区土壌試料のタングステン含有量分布図
- PL.11 B地区土壌試料のニオブ含有量分布図
- PL.12 B地区土壌試料のタンタル含有量分布図
- PL.13 B地区土壌試料の錫含有量分布図
- PL.14 B地区土壌試料のタングステン含有量分布図
- PL.15 C地区土壌試料のニオブ含有量分布図
- PL.16 C地区土壌試料のタンタル含有量分布図
- PL.17 C地区土壌試料の錫含有量分布図
- PL.18 C地区土壌試料のタングステン含有量分布図
- PL.19 A地区鉍徴地分布図
- PL.20 B地区鉍徴地分布図
- PL.21 C地区鉍徴地分布図

第 1 章 序 論

第 1 章 序 論

1 調査の概要

1-1 調査の経緯および目的

タイにおける主要鉱産物は、錫、タングステン、ホタル石、重晶石、アンチモニー等多数にのぼる。このうち錫はタイにとって最も重要な金属資源で、マレーシア、インドネシア、ボリビアについて世界第4位の生産量となっている。

また、タイの錫鉱業で注目すべきことは、錫生産の大なることだけでなく副産物として産するニオブ、タンタル等稀少金属の含有量の多いことである。

従来タイはニオブ、タンタルを錫溶練鍍及び鉱石として輸出していたが、現在回収プラントを準備中でありこれに供給する原料の安定確保とともに、今後需要の増加も見込まれることからタイ政府は日本政府に対してニオブ、タンタル等稀少金属の資源開発協力基礎調査を要請してきた。

日本政府は、これに応じて昭和58年事前協定折衝調査団を派遣し、錫、タングステンの他、ニオブ、タンタル等の稀少金属の賦存が期待されるタイ国北部オムコイ地域について資源開発協力基礎調査を昭和58年度を初年次として開始することに合意した。

第1年次調査は、昭和58年12月から2月までの3ヶ月間にわたり実施した。

調査地域は第1図に示す様にチェンマイ (Chiang Mai) 県オムコイ (Omkoï) 郡を中心とする南北50km、東西20km (1000km²) の範囲で、この地域について地質調査及び河床堆積物による地化学探査を実施した。

調査の結果、広域的な地質及び地質構造を把握し、ヨンク (Yong Ku) 鉱山、パプンドン (Pha Pun Dong) 鉱山の鉱化帯を精査するとともにいくつかの地化学異常域が抽出された。

本年度の調査は、本調査の第2年次調査にあたり、第1年次調査で抽出された異常域のうち最も有望と考えられる地区 (A, B, C) について地質状況、地質構造と鉱化作用、地化学的特性の関係を総合的に把握し、鉱床賦存の高い地域を抽出することを目的として実施した。

1-2 調査の内容

第1年次調査の結果抽出された有望地域のうち、第2図に示す3地区において地質調査及び地化学探査を実施した。

地質調査は、あらかじめ計画された地化探測線沿いに行い、状況に応じて河川沿いのルート

を追加し、縮尺5千分の1のルートマップを作成した。露頭鉱徴地については簡易測量により詳細な調査を行った。

地化学探査は、B層土壌を対象として矩形格子法により実施した。測線は地質構造及び鉱化脈の方向を考慮して地区毎にその方向を定め、間隔はいずれも100mとした。採試点間隔は、A地区25m、B、C地区50mとした。試料総数は5313個となった。

上記調査に平行して、簡易地形測量を行い既存の縮尺5万分の1の地形図を参考として縮尺5千分の1の簡易地形図を作成し、調査結果を取りまとめた。

現地調査終了時には、タイ鉱物資源局 (Department of Mineral Resources : DMR) に対して調査結果の概要報告を行い、詳細な解析作業は日本へ携行した各種試料の分析・試験と総合的な解析検討のあと本報告書としてとりまとめた。室内試験の内訳は第1表に示した。

第1表 室内試験一覧表

分析項目及び成分	数 量
岩石薄片観察	17枚
鉱石研磨片観察	11枚
X線回析	13個
年代測定 (Rb - Sr 法)	2個
化学分析	
岩石 : SiO ₂ , TiO ₂ , FeO, Fe ₂ O ₃ , MnO, MgO, CaO, K ₂ O, BaO, Na ₂ O, Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ , LOI, Cl, F, Sn, W.	17件 (289成分)
鉱石 : Sn, W, Nb, Ta, Au, Ag.	17件 (68成分)
地化学探査試料分析	
土壌 : Sn, W, Nb, Ta.	5,313件 (21,252成分)

1-3 調査団の編成

本年度調査のための計画、折衝及び現地調査に参加した調査員は次の通りである。

(1) 調査計画策定及び折衝

日本側

石 田 真	金属鉱業事業団
逆瀬川 敏 夫	”
大 迫 次 郎	”
江 沢 忠 昭	”
上 田 英 之	国際協力事業団

タイ側

Sermsakdi Kulvanich	Department of Mineral Resources (プロジェクト担当課長)
Phairat Suthakorn	” (錫担当課長)
Prachon Charoensri	” (タングステン担当課長)
Peerapong Khuenkong	” (現地調査責任者)

(2) 現地調査

日本側

内 村 巖	日鉄鉱コンサルタント株式会社 (地質, 総括)
吉 田 廣	” (地質)
野 沢 博 光	” (地質)
阿 部 昭 夫	” (地質)

タイ側

Sermsakdi Kulvanich	Department of Mineral Resources (総括責任者)
Phairat Suthakorn	” (副総括責任者)

Peerapong Khuenkong	Department of Mineral Resources	(地質, 現場責任者)
Patchara Jariyawat	"	(地質)
Aroon Tritrangan	"	(地質)
Boonchu Panglinput	"	(調査助手)
Sawang Wanlaiad	"	(調査助手)

1-4 従来の調査

調査地域は、タイ北部の西部に位置し、タイ・マレー半島部からタイ・ビルマ国境へ連なる錫ベルトに含まれる。

タイ北部については、Brown ほか (1951), Javaraphet (1969), Baum ほか (1970), German Geological Mission (1972) などの総括的な報告がある。

これらの報告のうち、German Geological Mission (1972) は、1965年から1971年にかけて広範囲に組織的な調査を行い、広域的な地質鉱床の記載を行うとともに各地域における鉱物資源賦存の可能性を論じた。この報告で、オムコイ地域の錫、タングステン、螢石の簡単な記載がある。さらに、この調査の結果をもとに縮尺25万分の1地質図が作成され、そのうちの一つ、Geological Map of Northern Thailand (compiled by E.v. Braun, L.Haha and H-D Maronde, 1981) Sheet (Amphoe Li) 6 にオムコイ地域は含まれる。

Vichit ほか (1983) はオムコイ地域に点在する鉱床について記載し、本地域における地質及び地質構造と鉱化作用との関係を検討した。

2 調査地域の概要

2-1 位置及び交通

調査地域は第1図に示す通りタイ北部最大の都市チェンマイ市の南西約160kmに位置し、行政上は地域のごほとんどがチェンマイ県オムコイ郡に属している。

調査地域のほぼ中央にあるオムコイ郡オムコイ町へ至る道路は、チェンマイから南西方へ国道108号線で約120kmのキュウラム (Kiew Lam) 部落を起点として南下する国道1099号線があり、国道108号線は完全舗装、国道1099号線は未舗装である。チェンマイーオムコイ間は自動車です3～4時間を要する。

調査地域内には集落や農耕地 (水田, 焼畑) が点在し、これらを結ぶ小径が縦横に発達し

ている。自動車道はオムコイを中心として東側のヤンピアン (Yang Piang), 西側のヤンパオ (Yang Pao), パブンペー (Pha Pun Phae), 南側のソプラン (Sop Lan), 南西のメラン (Mae Lan) - メロン (Mae Long) 等の主要部落へ通じる道路があり, 東側のヤンピアン (Yang Piang) 部落へ向う道路を除き, ほかは急坂, カーブが多く四輪駆動車しか使用できない。雨期には使用不能となる。

本年度の調査地区のうち, A地区は地区北部にあるパブドン鉱山までは鉱山用の自動車道路が通じている。B地区は地区南端にあるヨンク鉱山から国道1099号へ接続する自動車道路がある。C地区はメラン部落から徒歩約13kmで達する。

2-2 地 形

標高700mから1700mまで約1000mの比高を示す山岳地帯でNW-SE, NE-SW, N-S方向の山稜とこれに並走する河川が発達する急峻な地形である。

調査地域でも北半部を北西から南東へ流下するメツン (Mae Tun) 川及びその上流のメラミット (Mae Lamit) 川によって画される北東側では, ややなだらかな地形となっている。

2-3 気候・植生

調査地域は熱帯性サバンナ気候を示し, 5月~10月は南西モンスーンによる雨季, 11月~2月は北東モンスーンによる乾季となるが, 3月~4月は北東風が弱まり年間で最も暑い季節となる。月間の平均気温は16~28℃の間にあるが, 乾季には35~3℃, 雨季には32~18℃の温度差が見られる。年間雨量は800mm~900mmで12月~3月はほとんど降雨がない。

2-4 一般情勢

オムコイ町は, メトム川 (Nam Mae Tom), メツン (Nam Mae Tun) の合流点に発達する広大な水田地帯で, 役場, 警察署, 郵便局, 病院, 小学校, 中学校があり, オムコイ郡の中心となっている。地域内の主要河川沿いの各所には主要部落があり, 上流の山間部の狭あいな平地にも, 農耕地, 小集落が点在する。

オムコイ郡は, 人口約24,000人, 高地民族 (カレン族, メオ族, ムセル族) が大半を占めタイ族は少ない。

産業は, 農業 (水田, 焼畑) が主体で, そのほか牧畜 (牛, 豚), 織物, 鉱業 (錫・タン

グステン)等がある。

2-5 地質概要

本年度の調査対象地区を含むオムコイ地域の地質は縮尺25万分の1 Geological Map of Northern Thailand : Sheet 6 (Braun, 1981), German Geological Mission (1972), 及び初年度の調査結果から次のように要約される。

(1) 層 序

本地域の地質は、第3図の地質図、第4図の模式層序図に示すように、堆積岩類、変成岩類及び花崗岩類で構成され、堆積岩類と変成岩類は、下位から先カンブリア時代の変成岩類、カンブリア紀～オルドビス紀の堆積岩類、先石炭紀変成岩類、第三紀及び第四紀の堆積岩類よりなる。

花崗岩類は、石炭紀、三畳紀、及び白亜紀のものに大別される。

先カンブリア時代変成岩類は、地域北部及び地域中央部に分布する準片麻岩、片岩、石灰岩及び石灰珩酸塩岩からなる。準片麻岩は本岩類の大半を占め、黒雲母による明瞭な片麻状構造を特徴とする。片岩は石英片岩及び泥質岩起源の雲母片岩が多い。石灰岩及び石灰珩酸塩岩は、準片麻岩、片岩中にレンズ状に挟まれる。

カンブリア紀堆積岩類は、地域南東部に急峻な山体を形成して分布する。白色～灰色中粒結晶質の塊状石灰岩からなり、一部に灰色～暗黄緑色頁岩や細粒砂岩を挟んでいる。石灰岩は花崗岩との接触部付近ではスカルン化を受け、ザクロ石、輝石、緑簾石、緑閃石などが生成している。

オルドビス紀堆積岩類は、地域中央部のほか、各所に分布し、石灰岩、珩岩、片岩及び石灰珩酸塩岩よりなる。

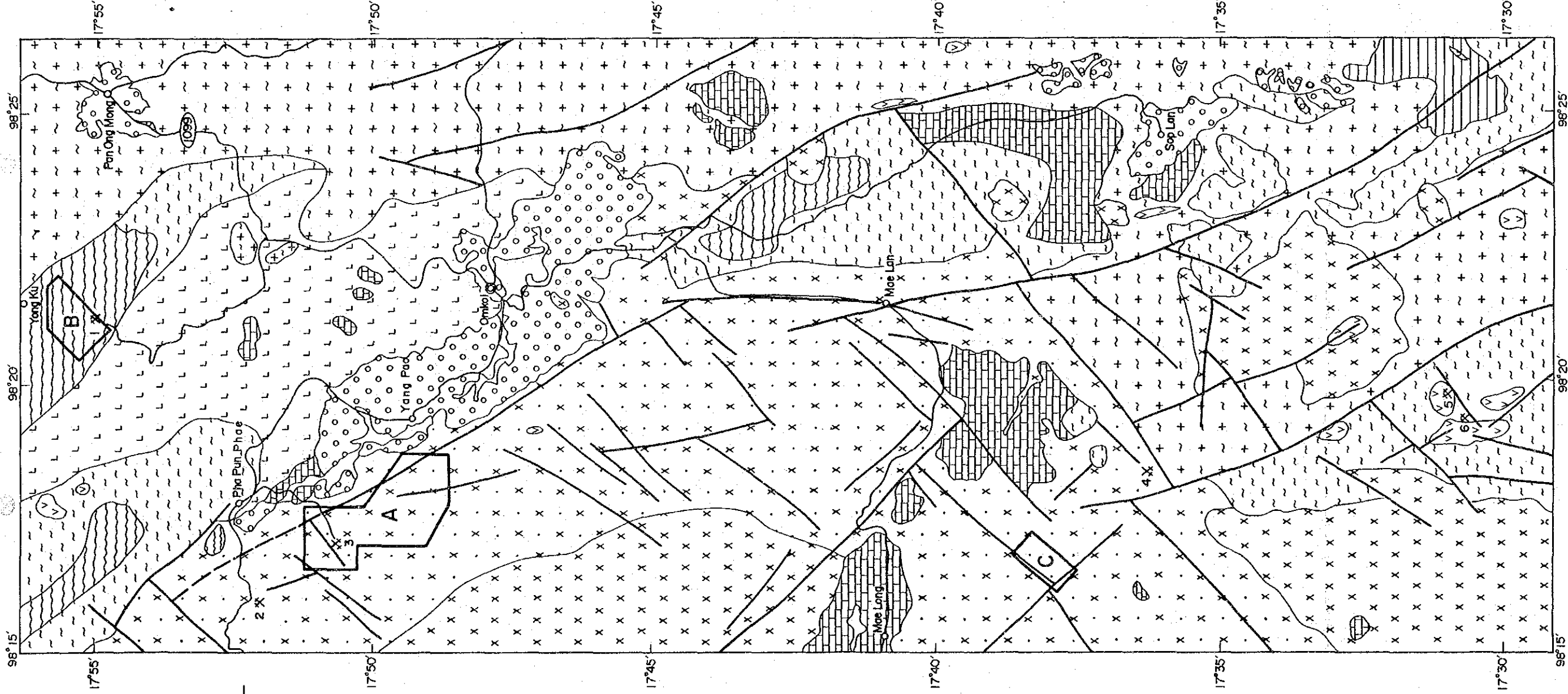
先石炭紀変成岩類は、地域北部及び南部に分布する黒雲母を含む準片麻岩及び片岩からなり、場所により小規模な堆積岩類のレリックを含む。

第三紀礫岩は、オムコイ盆地に広く分布するほか北部及び南部に発達する。主として礫岩よりなるが場所によっては砂岩が卓越する。礫種はそれぞれの後背地の地質を反映している。

第四紀砂礫層は主要河川に沿って狭長な分布を示し、未固結の礫、砂及び粘土からなる。

(2) 火成岩類

調査地域内には、底盤状及び岩株状の花崗岩類が広く分布しており、石炭紀、三畳紀及



LEGEND

(a) Sedimentary rocks

- Quaternary Gravel & sand
- Tertiary Conglomerate & sandstone
- Ordovician Limestone, quartzite, schist & calc-silicate rocks
- Ordovician ~ Cambrian Limestone, sandstone & shale

(b) Igneous rocks

- Cretaceous Fine- to coarse-grained granite
- Triassic Fine-grained granite & aplite
- Medium- to coarse-grained granite
- Medium- to coarse-grained, foliated granite
- Carboniferous Gneissose granite

(c) Metamorphic rocks

- Pre-Carboniferous Paragneiss & schist (anatectic aureole of Carboniferous granite)
- Precambrian Paragneiss & schist

(d) Geologic symbols

- Fault
- Major mine (active, inactive)

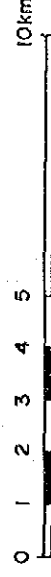
(e) Major mines

1. Yong Ku (Sn-W, vein)
2. Pha Pun (Sn-W, vein)
3. Pha Pun Dong (Sn-W, vein)
4. Pi Tu Khi (Sn, eluvial)
5. Hual Yap (Sn, eluvial)
6. Hual Sue (Sn, eluvial)

(f) Survey area

- Phase I survey area
- Phase II survey area (A, B & C)

SCALE



第3図 オムコイ地域地質図

Age		Geological column	Lithology	Igneous activity	Mineral -zation	Survey area
Cenozoic	Quaternary		Gravel & sand			↑
	Tertiary		sandstone, shale & conglomerate			
Mesozoic	Cretaceous		Granite & aplite	Granite	Sn, W (Nb, Ta) ? - Cu, Sb, F	↑ A & C
	Jurassic			Granite		
	Triassic		Granite, aplite & pegmaite	Granite		
Paleozoic	Permian			Granite	Whole Survey area ↑ B	
	Carboniferous		Gneissose granite & aplite	Granite		
	Devonian					
	Silurian					
	Ordovician		Alternation of quartzite & pelitic schist Alteration of quartzite & limestone Limestone, quartzite & pelitic schist Shale			
Cambrian		Sandstone & shale Limestone, sandstone & shale				
Precambrian			Paragneiss Quartz schist & pelitic schist Limestone Quartz schist, pelitic schist & limestone Paragneiss Quartz schist & limestone Paragneiss	(Granite) ?		

第4图 模式地質層序图

び白亜紀の花崗岩類に大別される。

石炭紀花崗岩類は、東部及び南部に広く分布する2～4 cmのカリ長石斑晶を含む完晶質粗粒の黒雲母花崗岩で、黒雲母とカリ長石が平行に配列して片麻状構造を示すことが多い。

三疊紀花崗岩類は、西半部に広く分布する底盤状の岩体のほか、変成岩類や石炭紀の花崗岩類に貫入する岩株状岩体がある。本岩類は、その岩相から中粒～粗粒葉状花崗岩、中粒～粗粒花崗岩、細粒花崗岩及びアプライト、ペグマタイトに分けられる。前二者は2～4 cmのカリ長石斑晶を含むことが多い。

白亜紀花崗岩類は、地域北部に岩株状に分布する。本岩は大部分が中粒ないし粗粒の斑状両雲母花崗岩であるが、岩体周辺部には細粒の黒雲母花崗岩やアプライト岩脈がみられる。

(3) 地質構造

地域内に卓越する断裂系は、NNW-SSE系、NW-SE系、NE-SW系で、これに次ぐものとしてN-S系、E-W系が認められる。地域中央部から南部にかけてはこれらの断層により地層がブロック化している。

(4) 鉍床

地域内に見られる錫、タングステン鉍床は、初生鉍床と二次鉍床がある。鉍床はいずれも三疊紀あるいは白亜紀の花崗岩類の分布域及びその近傍にある。

初生鉍床は花崗岩中あるいは花崗岩岩体の周辺の変成岩中に胚胎される脈状鉍床で、ヨンク、パプン、パプンドンの3鉍山がある。

二次鉍床は河川沿いの地形凹部に堆積した砂礫層の基底部に鉍石を含む小規模な原地砂礫鉍床でピツキ (Pi Tu Khi)、ファイヤブ (Huai Yap)、フェイスア (Huai Sue) の3鉍山がある。

鉍石鉍物は、初生鉍床では灰重石、鉄マンガン重石を主として錫石を伴い、二次鉍床では錫石を主とする。

各鉍山の位置は第3図に示した。

第 2 章 地 質 調 查

第2章 地質調査

1 A地区

1-1 調査位置

調査地区は、オムコイの北西約10kmに位置し、地区北部にはパブドン鉱山がある。面積は10.4km²である。

本地区の北部、中部、南部をパブドン沢 (Huai Pha Pun Dong)、メラミット川 (Nam Mae Lamit)、ポン沢 (Huai Pong) の3河川が東流し、地区南東側でメツン川 (Nam Mae Tun) に合流している。調査地区はこれらの河川に囲まれあるいは分断された標高800mから1,300mまで約500mの比高を示す地形急峻な山岳地帯である。

調査地区北東側にはオムコイから北西へヤンパオ (Yang Pao)、パブンペー (Pha Pun Phae) の部落を通りさらに西へ延びる自動車道路がありパブドン鉱山の専用道路がこれに接続している。調査地区南部はヤンパオ部落より徒歩で現地に至る。

本地区では初年度の地化学探査の結果、ニオブ、タンタル、錫、タングステンの高異常が重複して見られ、このうちタングステンの異常はパブドン鉱山を中心としているがニオブ、タンタル、錫の高異常域は南へずれておりパブドン鉱山とは別の鉱化帯の存在を示唆した。

1-2 地質

本地区は、オムコイ地域の西半部に分布する三疊紀葉状花崗岩岩体の北部に位置し花崗岩類が地区のほとんどを占めるが主要河川沿いには第四紀の河川堆積物が分布する (第5図、PL. 1)。

三疊紀の花崗岩類は、岩相及び構成鉱物により、中粒～粗粒黒雲母花崗岩、中粒～粗粒両雲母花崗岩、細粒黒雲母花崗岩、アブライト及びペグマタイトに分けられる。これらのうち、前二者及びアブライトの一部には、有色鉱物による葉状構造が発達する。

(i) 中粒～粗粒黒雲母花崗岩 (Gt_{1b})

本岩は地区の周縁部に主に分布し、一般に1～3cm大のカリ長石斑晶による斑状構造と黒雲母による葉状構造が顕著である。代表的試料の顕微鏡観察では、初生鉱物のうち主構成鉱物としては石英、パーサイト質正長石、斜長石及び褐色黒雲母が、副構成鉱物としては磷灰石及びイルメナイトが認められる。二次鉱物としては黒雲母の一部あるいは全部を

交代した緑泥石，斜長石の一部を交代した針状の絹雲母及び黄鉄鉱が認められる。

(ii) 中粒～粗粒両雲母花崗岩 (Gt₁m)

本岩は地区の中央部に主に分布し，一般に0.5 cm～2 cm大のカリ長石斑晶による斑状構造と，褐色黒雲母による葉状構造が顕著である。一方，地区南部では，前述の中粒～粗粒黒雲母花崗岩が多数のアブライト脈やペグマタイト脈沿いに白雲母化作用を受けて一部細粒となっていることがあるがこれも本岩に含めた。斑状を呈する本岩の代表的試料の顕微鏡観察では，主構成鉱物は，石英，パーサイト質正長石，斜長石，褐色黒雲母，白雲母で，副構成鉱物は緑簾石，燐灰石，ルチル，ジルコン，スフェーン，緑泥石，絹雲母及び不透明鉱物が認められる。これらのうち，緑簾石は微粒変晶として生成しており，緑泥石は黒雲母の一部を交代し，絹雲母は長石類の内部を交代している。白雲母は試料により量比が変化するが，一般に黒雲母の周縁あるいはへき開沿いに黒雲母を交代していることが多い。

(iii) 細粒黒雲母花崗岩 (Gt₃)

本岩は南北方向の小規模岩脈あるいは岩床として分布する。それらのうち，バブンドン鉱山南西に分布する岩脈は，一般に黄褐色を呈し1 cm大のカリ長石斑晶を含む。一方，小ボン沢下流の小岩床はカリ長石斑晶を含まない。いずれも主構成鉱物は，石英，正長石，斜長石，黒雲母である。

(iv) アブライト (Ap)

アブライトは地区の各所で小規模岩脈あるいは岩床として認められる。それらのうち，バブンドン鉱山周辺のアブライトは，一般に電気石あるいは電気石と緑簾石による葉状構造が著しい。これらの顕微鏡観察では，主構成鉱物は，石英，斜長石，正長石，電気石，緑簾石及び不透明鉱物であるが，正長石が斜長石に比べて著しく少ない。又，肉眼で淡黄緑色を呈するアブライトには，緑簾石がモード比にして20%以上含まれる。一方，地区南部の小ボン沢沿いでは，含ザクロ石黒雲母アブライトが認められる。ザクロ石は4 mm大で，石英，黒雲母，白雲母をポイキリティックに含む。このアブライトは石英，正長石，斜長石がほぼ等量含まれており，むしろ花崗岩とすべき鉱物組成を示す。又，メラミット川沿いではNW系の淡桃色白雲母アブライトが中粒～粗粒両雲母花崗岩中に貫入している。

(v) ペグマタイト (Pg)

ペグマタイトは地区各所で幅0.1～2 mの小規模脈として産する。多くは白雲母ペグマタイトであるが，場所により黒雲母，電気石，ザクロ石を含む。ペグマタイト脈の方向性は，バブンドン鉱山及びその北西の採掘跡ではほぼE-W/30～80°Sを示すが，それらの

他ではWNW/30°S~90°Sを示すことが多い。

(vi) 河川堆積物 (a)

第四紀の河川堆積物は、メラミット川、大ボン沢の中流付近に狭小に分布し、三疊紀の花崗岩類及び脈石英の礫及び砂からなる。

1-3 地質構造

本地区のほとんどを占める中粒~粗粒両雲母花崗岩及び一部のアブライトには葉状構造が発達し、又、後述するように本地区では多数の石英脈及び石英脈による珪化帯が分布する。

花崗岩類中の葉状構造は、岩体の貫入形態あるいは内部構造を示していると考えられるが、本地区では一般に露頭が少なく、又、沢沿いの一部を除いてはクリーピングにより信頼できるデータが得られないことから貫入形態などを推定するには至っていない。しかし測定した葉状構造の一般的走向方向はNNWないしNW性で、岩体の延長方向に一致している。

一方、岩脈及び石英脈は本地区の断裂系を示していると考えられる。本地区ではNE~ENE系断層がメラミット川中流及び小ボン沢と大ボン沢にかけて推定されており、又、航空写真によるリニアメントは、NS~NNE系、NE~ENE系、NW~WNW系に大別できる。岩脈及び石英脈は、NNW~NS~NNE系、NE~ENE系、E-W系及びNW~WNW系にまとめることができ、E-W系を除けば断層及びリニアメントの方向と一般によく一致している。

また岩脈及び石英脈の生成時期をみると、NS系は細粒黒雲母花崗岩の貫入方向であり、比較的早い時期に形成された裂か方向と考えられる。これに次ぐのがアブライト、ペグマタイト及び電気石を含む高温石英脈であるが、これらは主にNW~NNW系あるいはEW系を示し、NS系の裂かに引き続いてこの2方向の裂かが形成されたと思われる。鉍化変質作用の最末期とみられる低温石英脈はNE系が卓越しており、NE系裂かは本地区では比較的新規の裂かと考えられる。

1-4 変質作用

本地区では、風化作用を除いては、中粒~粗粒黒雲母花崗岩の白雲母化作用及び低温石英脈による珪化作用が認められる。白雲母化作用については、一般にタイを含む東南アジアの両雲母花崗岩は、黒雲母花崗岩が気成ないし熱水作用を受けて黒雲母の一部が白雲母に交代されたものといわれており (Hutchison, 1983)、本地区での両岩の顕微鏡観察によっても

このことが確認される。本地区では、顕著な気成期を示すペグマタイトは局所的であり、白雲母化作用は、電気石を含む様な高温石英脈をもたらした熱水作用によると考えられる。白雲母の含有量が熱水作用の程度を表わしていると考え、パブンドン鉱山周辺及びその北西の採掘跡やメラミット川中流兩岸では比較的白雲母含有量が多く、本地区内での高温熱水作用はこれらの区域で強かったものと考えられる。

低温石英脈による珪化作用は、地区各所で認められる。石英脈は時に幅10mに達し、乳白色ないし灰色で細粒～非顕晶質で場所により細縞メノウ質となっている。

珪化作用は、石英脈の境界から最大幅5mまで及び一部では母岩の構造が角礫状に残存していることがある。

顕微鏡観察では、0.1 μ m大の玉髄質石英の集合体であるが、一部では10 μ m大の玉髄質石英の集合体を礫状にとり囲んでいる例もあり珪化作用が重複したことがうかがわれる。珪化作用は微量の黄鉄鉱化作用を伴っており、そのため珪化岩露頭及び転石には軽度の“ヤケ”がみられる。

1-5 鉱床及び鉱化作用

本地区における既知鉱床としては、初生の錫、タングステン鉱脈を対象としたパブンドン鉱山と、後生の含錫砂礫層を対象としたメラミット川南岸の小規模採掘場がある。又、未探鉱の鉱徴としては、地区各所でペグマタイト及び石英脈が認められる。

(i) パブンドン鉱山

本鉱山は、地区中央部の尾根に位置する。選鉱場が付随した主露天採掘跡(第6図)とその北方、北西方(第7図)、東南東方に位置する小規模採掘跡からなる。これらの採掘跡の周辺及び主要な尾根には、トレンチ、ピットなどの採掘跡が多数認められる。主露天採掘跡までは、オムコイからパブンペー部落を経て更に地域西方に延びる自動車道路から分岐する鉱山道路があり、オムコイから主露天採掘跡までの四輪駆動車による所要時間は約1時間である。又、主露天採掘跡からその東南東の旧採掘跡までは、ブルドーザー道路がある。パブンドン鉱山では、1984年夏期に選鉱用破砕機が撤収され操業は中断されたが、過去約15年間に断続的に操業し、その初期には地表部の原地堆積砂礫層から4~5(?)t/月の鉄マンガン重石の精鉱を得たといわれる(Vichit and Khuenkong, 1983)。

操業が進むにつれて採掘対象は風化母岩中の初生鉱化脈に移行し、主採掘跡は最終的に広さ約100m \times 200m、高低差約25mとなり、3箇所短い鍾押坑道が掘進されて

いる。1983年には、主として北端部の坑道が採掘され、灰重石主体の精鉱約0.4 t/月を生産した。衛星採掘跡のうち北西のものは約60 m×20 mの規模で主に鉄マンガン重石を対象にして稼行され、1983年には精鉱生産量0.3 t/月であった。又、北方のものは約15 m×30 mの規模で錫石を産出したという。東南東の採掘跡は約40 m×80 mの規模であるが主採掘跡より以前に終掘しており生産実績は不明である。

鉍化脈は、中粒両雲母花崗岩を母岩とした含タングステンペグマタイト脈及び含錫、タングステン電気石石英脈である。各採掘跡にはペグマタイト脈及び電気石石英脈が多数認められるが、これらのうち鉍化部はごく局所的である。

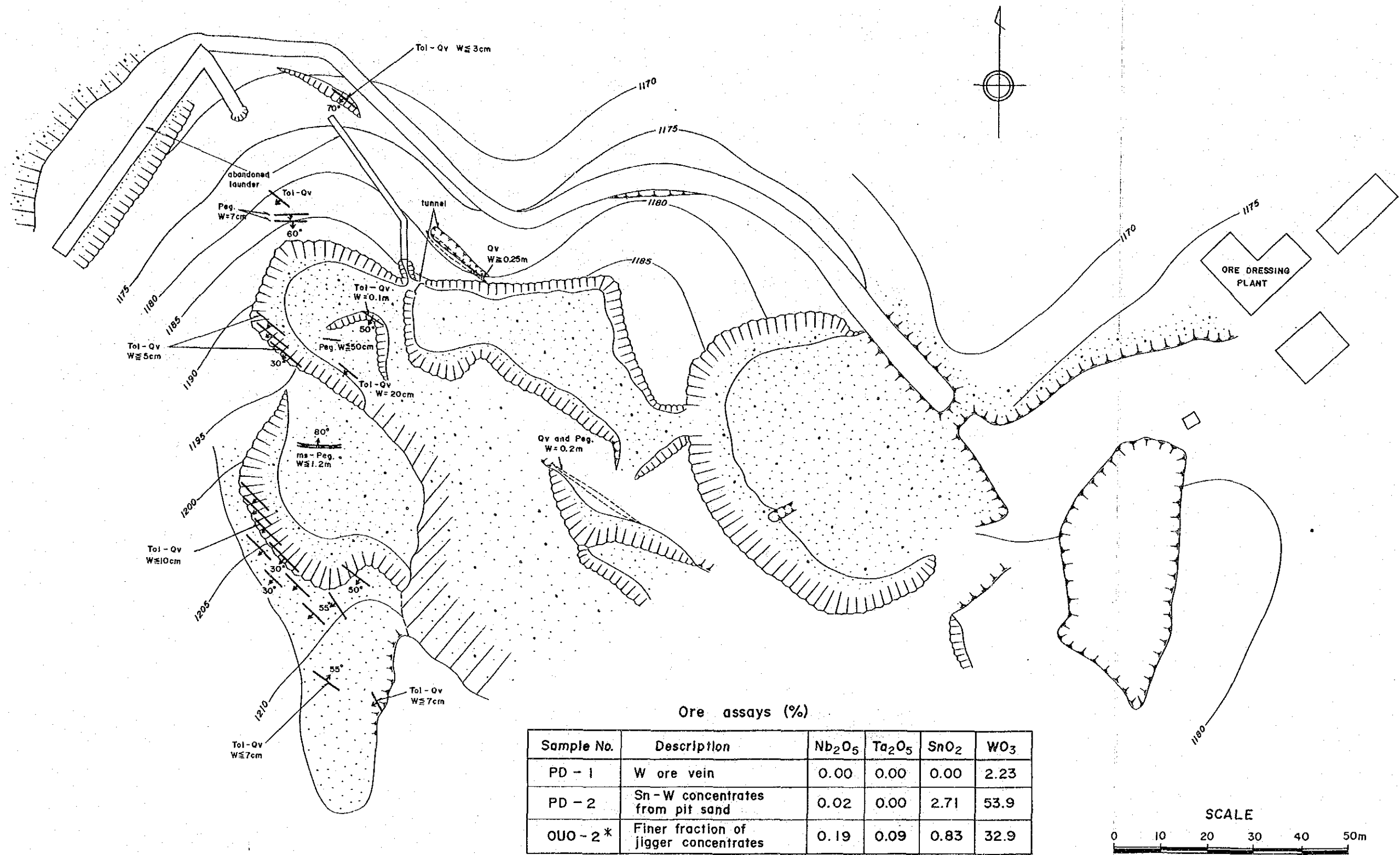
ペグマタイト脈は、主採掘跡及び北西の小規模採掘跡でみられ、その規模は幅3~120 cm、走向延長5~30 m程度で、N70°E/75°SからEW/70°~85°Sの一般走向傾斜を示す。ペグマタイト脈の主構成鉍物は、石英、カリ長石、斜長石、白雲母及び黒雲母で、電気石はごくまれにしか認められない。又、ペグマタイト脈は、錫石を含まないといわれている (Vichit and Khuenkong, 1983)。

電気石石英脈は各採掘跡にみられ、その規模は幅2~25 cm、走向延長5~20 m程度で、N30°W/30°~55°W~N60°W/30°~70°Wの走向傾斜が一般的であるが、まれにEW/85°Nの走向のものも認められる。主採掘跡西部の残壁では、N45°W/30°~35°Wの電気石石英細脈が1~2 m程度の間隔で平行に配列している。

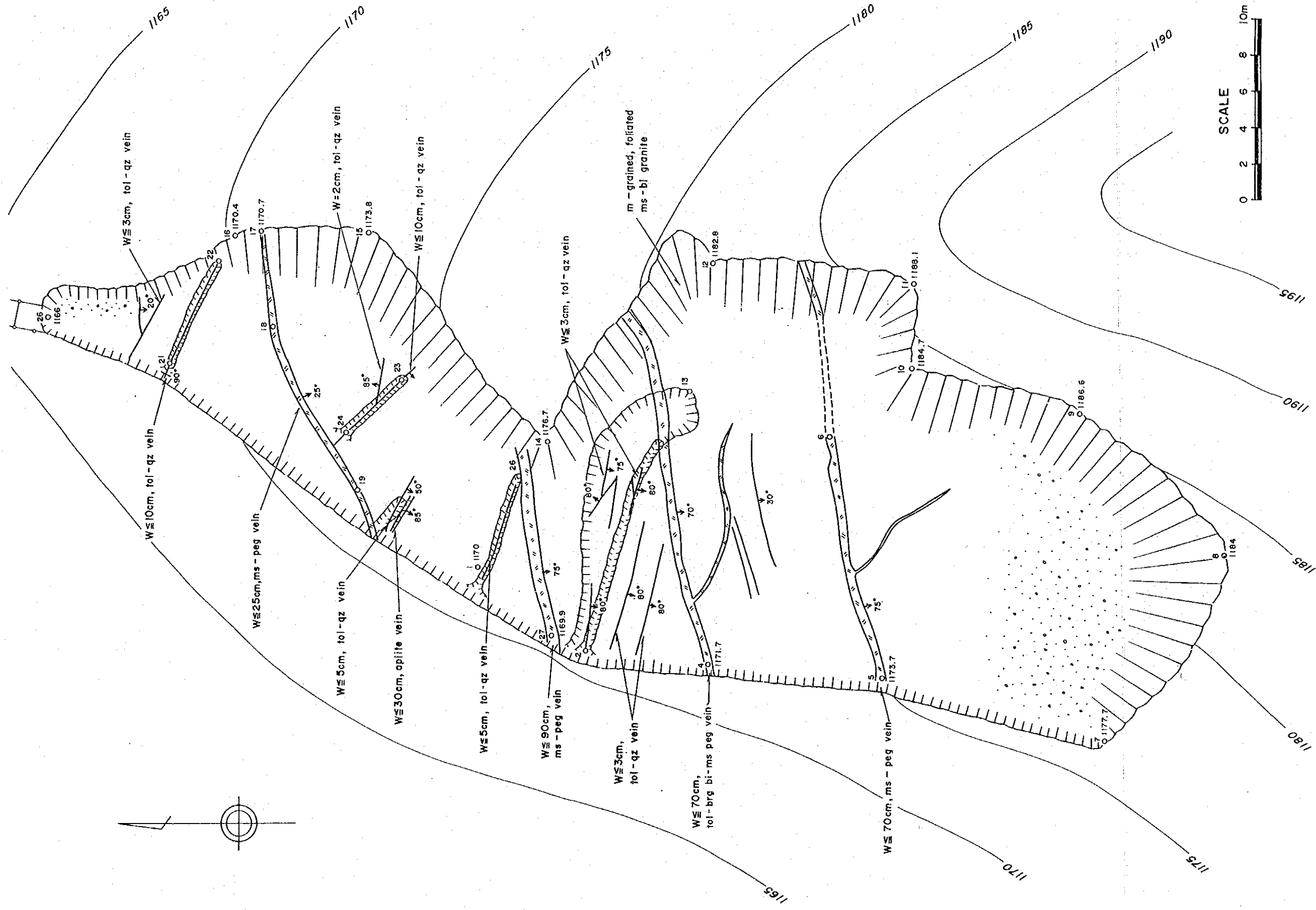
一般にペグマタイト脈はEW系で、電気石石英脈はNW系である。両者の前後関係については、主採掘跡西部残壁では、EW系ペグマタイトが電気石石英脈を切るのに対し、北西の小規模採掘跡ではNW系電気石石英脈がEW系ペグマタイトを切っている。これらのことからペグマタイト脈と電気石石英脈は、相前後して貫入したと思われる。

鉍石鉍物は褐色錫石、鉄マンガン重石及び灰重石であり、一般に鉄マンガン重石が卓越する。鉍石試料の顕微鏡観察では、錫石は多色性を全く示さないかごく弱い多色性を示す程度である。鉄マンガン重石は全く不透明で鉄含有量が多いことを示している。Vichit and Khuenkong (1983)は、本鉍山の鉄マンガン重石について66.51%WO₃、2.10%MnO₂の分析値を得ている。又、鉄マンガン重石は、一般にその周縁及び劈開沿いに灰重石に交代されているが、Vichit and Khuenkong (1983)は灰重石の大粒子(2×3 cm)が鉄マンガン重石にとり囲まれている例を報告している。このようなことから、鉄マンガン重石と灰重石の生成時期は複数回あったものと思われる。

鉍石試料の化学分析結果(第2表)では、肉眼で鉄マンガン重石が認められる程度の鉍



第6図 パンドン鉱山主採掘跡平面図



第7図 パンプン北西採掘跡平面図

第2表 鉍石試料の化学分析結果 (A地区)

番号	試料番号	採取位置	試料記号	Nb ₂ O ₅ (ppm)	Ta ₂ O ₅ (ppm)	SnO ₂ (%)	WO ₃ (%)	Au (ppm)	Ag (ppm)
1	PD-1	パブンドン鉍山	含タングステン電気石石英脈	8	< 1	0.00	2.23	< 0.2	< 1
2	PD-2	パブンドン鉍山	切羽堆砂中の錫, タングステン精鉍	170	8	2.71	5.39	—	—
3	A-19-51	パブンドン鉍山東1km	黄鉄鉍微量低温石英脈	—	—	—	—	< 0.2	2
4	A-37-128	パブンドン鉍山南東3.5km	電気石石英脈	1	< 1	0.00	0.02	—	—
5	APC-3	メラミット川南支流	沢砂中の重鉍物精鉍(バルク)	900	260	4.65	0.69	—	—
6	APC-5	メラミット川南支流	沢砂中の重鉍物精鉍中の錫石	130	87	9.23	0.06	—	—
7	APC-7	メラミット川南支流	沢砂中の重鉍物精鉍(バルク)	2,000	720	7.53	0.33	—	—
8	APC-8	小ボン沢	同上	4,290	1,000	2.58	0.19	—	—
9	APC-11	大ボン沢	同上	3,290	610	0.05	0.12	—	—

第3表 切羽堆砂および沢砂のニオブ, タンタル, 錫, タングステン含有量 (A地区)

番号	試料番号	原鉍容量 (L)	重鉍物量 (g)	Nb ₂ O ₅ (g/m ³)	Ta ₂ O ₅ (g/m ³)	SnO ₂ (g/m ³)	WO ₃ (g/m ³)
1	PD-2	40	24	0.10	0.00	16.3	323.4
2	APC-3	16	18	1.0	0.29	52.3	7.8
3	APC-7	32	15	0.94	0.34	35.3	1.5
4	APC-8	40	140	15.0	3.5	90.3	6.7
5	APC-11	16	42	8.6	1.6	1.3	3.2

化脈は2.23%WO₃を示す。採掘跡堆砂のパンニングにより得られた精鉱は2.71%SnO₂, 53.9%WO₃を示す。ニオブ, タンタルはパンニング精鉱でも170ppmNb₂O₅, 8ppmTa₂O₅に過ぎない。ニオブ-タンタル鉱物はベグマタイトに伴われており, 本鉱山のようない電気石石英脈を主体とする場合はニオブ, タンタルの含有量はかなり低い。

(ii) メラミット川南方の採掘場

地区中央部のメラミット川南方の支流では, 砂礫層中の錫石を対象として2箇所の小規模採掘場がある。そのうち西側のものは4年前から断続的に採掘され, 東側のものは1984年に新規に開始された。採掘規模は西側のものが10×70m程度, 東側のものが10×50m程度でありいずれも2~3人の鉱夫により手掘り採掘されている。1984年秋以降の生産量は, いずれも錫精鉱50kg/月である。

両採掘場における採掘対象砂礫層の厚さは, 沢中では0.5m, 山腹部で1m程度であり, 1m程度の覆土がある。砂礫層中の錫石含有量は, 鉱夫によれば大礫を除いた後の細砂で500~600g/m³(茶サジ半杯/パンニング)である。

鉱石鉱物は, 暗褐色ないし黒色錫石が主体で鉄マンガン重石, 灰重石は少ない。微量のコロンバイト-タンタライト, ストロベライト-イルメノルチル, モナズ石, ルチル, ジルコン, イルメナイト, 磁鉄鉱, ザクロ石などの重鉱物も精鉱中に含まれる。錫石は最大8mm程度で一般的には0.5~3mmである。鏡下では弱い淡桃色の多色性を示す。鉄マンガン重石は0.2~3.0mm大で鉄に富む。ニオブ-タンタル鉱物としては, 微量のコロンバイト-タンタライトのほかに, 暗赤褐色のストロベライト-イルメノルチルが微量認められる。

パンニング精鉱の化学分析結果では, 西側の採掘場の精鉱は7.53%SnO₂, 0.33%WO₃, 0.2%Nb₂O₅, 0.07%Ta₂O₅を示し, 原砂礫層1m³当りの品位は35gSnO₂, 1.5gWO₃, 0.4gNb₂O₅, 0.1gTa₂O₅, となる。又, パンニング精鉱中の錫石のみの化学分析値は92.3%SnO₂, 0.06%WO₃, 130ppmNb₂O₅, 87ppmTa₂O₅を示し錫石中に微量のニオブ, タンタルが含まれていることがうかがわれる。暗褐色ないし黒色錫石は一般にベグマタイト中に含まれていることが多い。メラミット川支流の沢砂から得られる錫石は, ほとんど暗褐色ないし黒色を呈しており, これらはベグマタイトに由来するもので, そのため微量のニオブ, タンタルを含むと考えられる。

(iii) 未探鉱の鉱徴地

本地区には, 上記の既知鉱床以外にも, ベグマタイト脈及び電気石石英脈が各所に認められる。又, 電気石を伴わない高温石英脈や珪化作用を伴った低温石英脈も分布するが,

いずれも肉眼では錫，タングステン，ニオブ，タンタル鉱物は確認されていない。

ペグマタイト脈はNW～WNW系で幅0.1～2 m程度である。多くは白雲母ペグマタイトであり，場所によりザクロ石，あるいは少量の電気石及び黒雲母を含む。

電気石石英脈のうち最大規模のものは地区東端部のもので，露頭は少ないが幅20 m，走向延長300 mの範囲に多量の転石が分布している。走向方向はN60°Wと推定される。試料の分析結果では注目すべき品位は得られていない（第2表）。この他の電気石石英脈の規模は0.3～1 m程度である。場所によっては，電気石長柱状結晶が発達しており，径0.5～1 cm，長さ5～10 cmに達するものもある。

電気石を伴わない高温石英脈は，地区東端部を代表例として地区各所に認められる。地区東端部のものはWNW～EW方向に2条確認され，それぞれ最大幅25 m，15 m，延長700 m，500 mである。これらの石英脈は，2～5 mmの粒状石英からなる。後述する低温石英脈と違ってこの石英脈は珪化作用を伴っていない。

低温石英脈は，地区内各所で確認され，NS系，NNE系，NE系，NNW～NW系及びEW系を示す。最大規模のものは地区中央部をNE方向に斜断する幅3～10 mの2条の石英脈である。低温石英脈は母岩に珪化作用及び弱い黄鉄鉱化作用を与えているが，錫，タングステン（ニオブ，タンタル）の鉱化作用とは関連していないと考えられる。又，金，銀の品位も極めて低い（第2表）。

上述のように，ペグマタイト脈や石英脈露頭では鉱化部は確認されていないが，黒雲母花崗岩の白雲母化作用の程度やアブライト脈，ペグマタイト脈及び石英脈の出現頻度からすると，パブンドン鉱山周辺以外では，メラミット川，小ボン沢，大ボン沢沿いに鉱化帯の賦存が期待されたので，地表踏査の補完として，沢砂中の重鉱物を採取し，鉱物種及び含有量を検討した。その結果では，錫石を始めとして微量の鉄マンガン重石，灰重石，ロンバイトータンタライト，ストロベライトーイルメノルチル，モナズ石，ゼノタイム，ジルコン，イルメナイト，磁鉄鉱，亜鉛尖晶石が確認され，又，メラミット川流域に比べて小ボン沢及び大ボン沢ではザクロ石が多量に産出することがわかった。ザクロ石は，アブライト脈及びペグマタイト脈中に含まれており沢砂中の多量のザクロ石の産出は小ボン沢及び大ボン沢流域ではこれらの脈の出現頻度が高いことを裏づけている。一方，重鉱物の化学分析値（第2表）から求められる沢砂中の元素含有量は第3表に示される様に，錫はメラミット川と小ボン沢流域で35～90 g/m²を示す。又，ニオブ，タンタルは小ボン沢及び大ボン沢流域でそれぞれ8～15 g/m²，1～3 g/m²である。タングステンは，

10 g/m³未満で非常に低い。全体としてはいずれの成分も濃集度は低く、これらの流域で有望な鉱化帯が賦存する可能性は小さいと考えられる。

2. B 地区

2-1 調査位置

オムコイの北方約14kmに位置し調査地区南端にヨング鉱山がある。面積は3.25km²である。標高1,000~1,100mの比較的ゆるやかな地形を呈する。

ヨング鉱山からは、国道1099号線に接続する鉱山専用自動車道路がある。

初年度の調査の結果、ニオブ、タンタル、錫、タングステンの異常が重複して見られる地区であるが細かく見れば、タングステンの異常は鉱山の中心に広い高異常があり、ニオブ、タンタルの異常は鉱山の北東側にずれている。錫の異常はタングステンに重複するが鉱山の近傍に限られている。

2-2 地 質

本地区は、オムコイ地域の北端部の先カンブリア時代の石灰岩及び変成岩類分布区域に位置し、石灰岩を挟む変成岩類が地区のほとんどを占めるが、局所的に白亜紀(?)のアブライト、ベグマタイト、石英脈が出現し、又、主要な河川沿いには、第四紀の河川堆積物が分布する(第8図, PL.2)。

先カンブリア時代の変成岩類は、その岩相からミグマタイト質黒雲母準片麻岩、黒雲母準片麻岩、石英片岩、珪岩、泥質片岩、石灰珪酸塩岩に大別される。

変成岩類と石灰岩は、おおむねNWの走向を示し、NE方向に傾斜する。

(i) ミグマタイト質黒雲母準片麻岩 (Gm)

本岩は地区南西端部に分布し、みかけ上変成岩類の最下部層に相当する。一般に細粒ないし中粒塊状で、場所によっては片麻状構造を欠き、この西方に分布する白亜紀の花崗岩に酷似するが、大半は黒雲母による微細な片麻状構造を示すことと、場所により後述する黒雲母片麻岩をレンズ状に挟むことがあることからミグマタイト質準片麻岩とした。代表的試料の顕微鏡観察では、主要鉱物は石英、パーサイト質正長石、斜長石、黒雲母で、長石類の一部は内部から絹雲母化し、黒雲母の一部は絹雲母化あるいは緑泥石化している。

(ii) 黒雲母準片麻岩 (Gp)

本岩は地区中央部に比較的厚い2層が分布する外、北東部に薄層として認められる。一

般に黒雲母による片麻状構造が明瞭であり、細粒部と中～粗粒部が0.5～5 m毎に互層状に繰り返している場合が多い。中～粗粒部には0.5～2 cm大のカリ長石の変斑晶が認められ、いわゆる眼球状片麻岩となっている。中粒部試料の顕微鏡観察では、主要鉱物は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母で、カリ長石は変斑晶を除けば少ない。黒雲母は黄緑色を呈するものが多く、全体に緑泥石化が進んでおり、また周縁部から絹雲母により交代されている。長石類は比較的清楚である。

本岩分布域では、時に石灰珪酸塩岩の転石及び小露頭が認められ、本岩は薄い石灰質岩レンズを挟む。

(iii) 石英片岩、珪岩及び泥質片岩 (Qs)

本岩類は地区中央部から北東部にかけて3層分布する。

石英片岩は3層のうち下位層と上位層で卓越しており、淡桃色ないし淡灰色を呈し1～2 mm程度の片状構造が明瞭である。石英片岩の構成鉱物はほとんどが細粒の石英であるが、場所により少量の白雲母が認められる。

珪岩は灰色細粒で明瞭な片状構造を欠き、主として泥質片岩中の薄層として認められる。

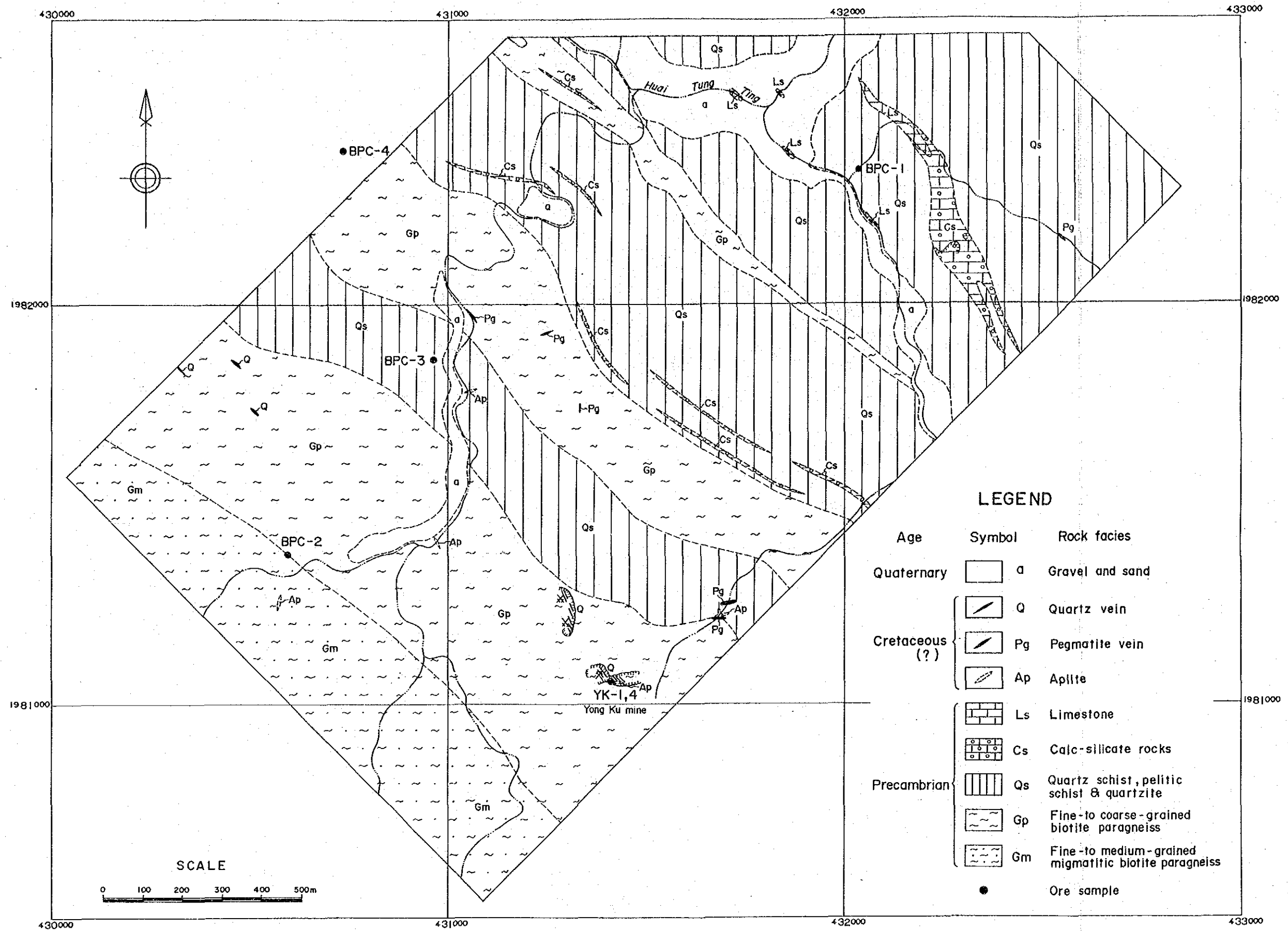
泥質片岩は、ツンティン沢南東支流沿いの区域で比較的卓越しており、この他石英片岩中に薄層として挟まれる。本岩は暗灰色ないし暗褐色、ときに暗緑色を呈し1～5 mmの片状構造が明瞭である。暗灰色ないし暗褐色の片岩は、石英、長石、黒雲母、白雲母及びグラーファイトを主とする。暗緑色の片岩は極めて稀であるが、緑泥石を主とする。

(iv) 石灰岩 (Ls) 及び石灰珪酸塩岩 (Cs)

本岩類は、黒雲母準片麻岩、石英片岩、泥質片岩中の幅10 m以下の薄層小レンズとして出現することが多いが、地区北東部では、みかけ上最大幅約70 mの石灰珪酸塩岩層が分布する。

石灰岩は、地区北部のツンティン沢及びその南東支流中で認められる。淡灰色ないし灰色細粒で1～2 mmの細縞が明瞭である。又、1～10 cm大の灰白色フリントノジュールを含む。主要鉱物は細粒方解石で少量の石英、長石類を含む。

石灰珪酸塩岩は地区各所に分布する。淡緑色ないし暗緑色を呈し、そのほとんどは片状構造を示すが一部では塊状である。本岩の一部では石英脈のレンズの貫入が認められる。特に地区北東部の最大幅約70 mの石灰珪酸塩岩層では、厚さ1.5 m以下の白色石英脈が緩傾斜岩床状 (N45°W/35°E) あるいは片状構造 (N45°W/60°～80°E) に平行に胚胎している。この石灰珪酸塩岩層は、北西方向に向って淡灰色細縞状石灰岩に漸移する。



第8图 B 地区地质图

主要鉱物は透輝石、緑泥石、石英、正長石及び斜長石である。場所により微量の黄鉄鉱、灰重石が鉱染している。

(V) アプライト (Ap) 及びペグマタイト (Pg)

白亜紀(?)のアプライト及びペグマタイトは、変成岩を切る小岩脈及び小岩床として認められる。

アプライトは、ヨソク鉱山付近では比較的出現頻度が高いが、その他で散発的に分布するに過ぎない。淡黄白色細粒で幅3 m以下の岩脈及び岩床として認められ、岩脈の主な貫入方向は $N70^{\circ}\sim 80^{\circ}E/90^{\circ}$ であり、岩床の方向は変成岩類の片状構造とほぼ平行な $N35^{\circ}\sim 45^{\circ}W/35^{\circ}\sim 50^{\circ}E$ である。顕微鏡観察では、主要鉱物は、石英、斜長石であり、微量の白雲母及び不透明鉱物を含み、不透明鉱物はリュウコクシン化している。

ペグマタイトは、アプライトと同様にヨソク鉱山周辺で出現頻度が高いが、地区中央部及び北東部にも認められる。幅5 m以下普通0.3～2 mの岩脈状及び岩床状の2形態があり、岩脈状のものの貫入方向は、ヨソク鉱山周辺では $N70^{\circ}\sim 80^{\circ}E/80^{\circ}S\sim 90^{\circ}$ 、地区北東部では $N45^{\circ}W/90^{\circ}$ を示す。岩床状のものは変成岩類の片状構造と平行な $N40^{\circ}\sim 50^{\circ}W/30^{\circ}\sim 60^{\circ}E$ を示す。構成鉱物は、石英、正長石、斜長石、白雲母、黒雲母、電気石であるが場所により黒雲母、電気石を欠く。

(vi) 河川堆積物 (a)

第四紀の河川堆積物は、ツンティン沢及びその支流沿いに分布し未固結の礫、砂及び粘土からなる。

2-3 地質構造

本地区に分布する先カンブリア時代の変成岩類及び石灰岩の露頭の一部では、3～8 mの範囲での引きずり褶曲が発達し、又、小規模断層、アプライトとペグマタイト岩脈及び石英脈の貫入方向及び航空写真によるリエアメントなどから示される断裂系が認められる。

引きずり褶曲は、ほとんどの場合、北東傾斜する褶曲軸に対して北東翼部が北東に緩傾斜し、南西翼部が北東に急傾斜する形態を示し、本地区は、その南西方に主背斜軸をもつ背斜構造の北東翼部に位置しており、本地区の変成岩類及び石灰岩は、小規模褶曲による層内の繰り返しはあるものの全体としては、北西方向の走向を示し、北東に 45° 程度の傾斜で累重しているものと考えられる。

断裂系には、NW系、NS系、NNE～NE系の3系が認められる。このうちNW系は地

区内で卓越し、先カンブリア界の褶曲構造、片状構造に平行であり、地区近辺の主要構造方向を示している。NS系及びNNE～EW系は、NW系の2次断層方向と思われる。

2-4 変質作用

地区内では、先カンブリア時代及びそれ以降の広域変成作用の外に、熱水作用によるスカルン化作用及びカオリン化作用が認められる。

スカルン化作用は、先カンブリア時代の石灰岩、石灰質岩に及んでおり、透輝石-緑簾石スカルン(石灰珪酸塩岩)を形成している。地区内の石灰珪酸塩岩の大半は、石灰岩、石灰質泥岩が広域変成作用により形成されたものと考えられるが、しかし、一部のものは含灰重石石英脈に貫かれ、又、微量の灰重石が鉱染している。特に地区北東部では、多量の石英脈に貫かれた部分がスカルン化し、その北東延長では石英脈が少ないため淡灰色縞状石灰岩として残存している例がみられる。又、この近辺には、火成活動を示す幅4mの電気石ベグマタイトが認められる。このようなことから、本地区に分布する石灰珪酸塩岩の一部は、熱水作用によるスカルン化部も存在すると考えられる。

カオリン化作用は、地区北東部の沢沿いでみられ、泥質片岩起源と思われる塊状白色岩を生じている。又、一部ではベグマタイト細脈沿いに泥質片岩が白色カオリン化しており、気成～熱水作用によるカオリン化作用の存在を示している。

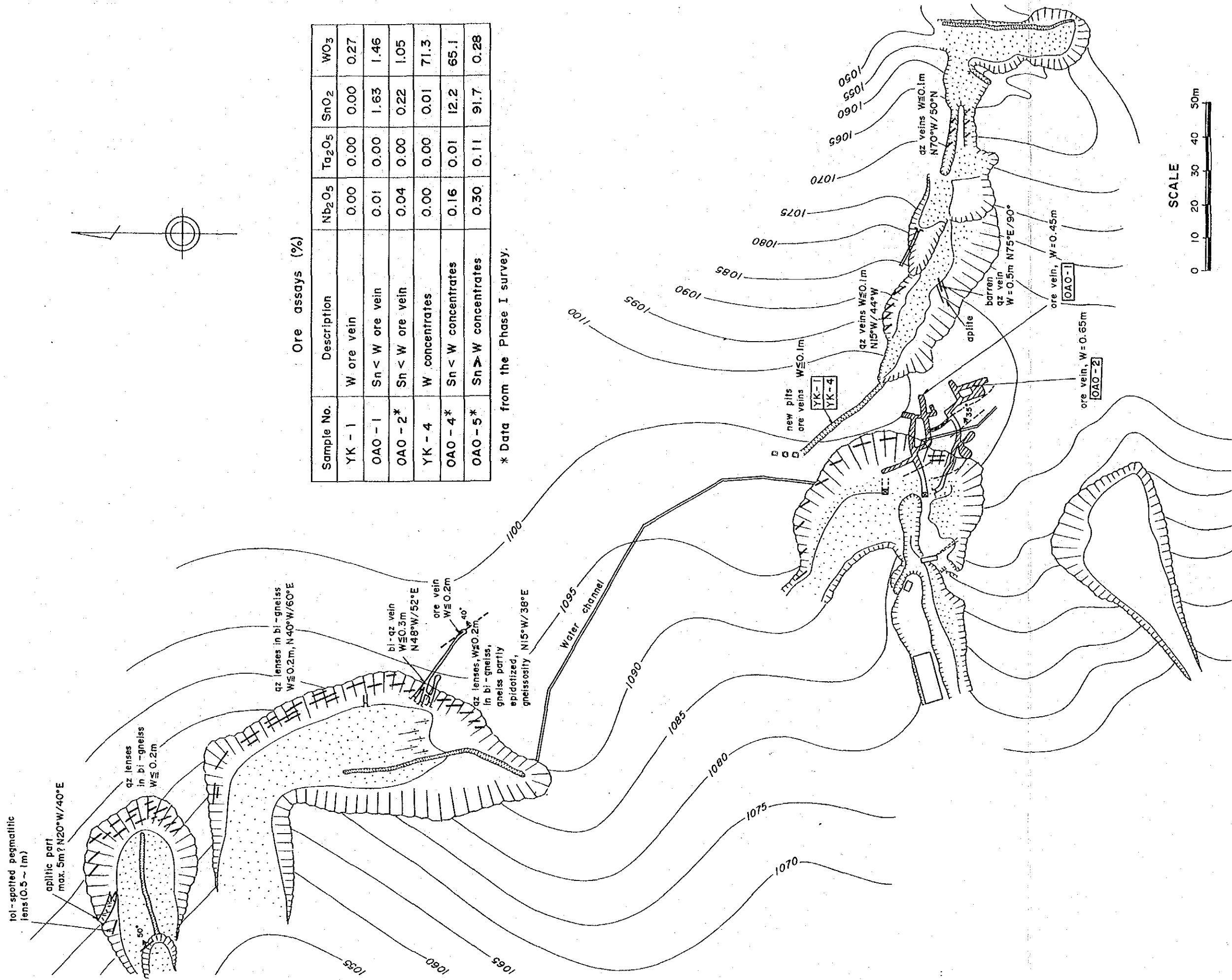
2-5 鉱床及び鉱化作用

本地区には、既存鉱床としてヨンク鉱山があり、この外にもベグマタイト脈、石英脈、及びスカルン帯などから示される未探鉱の鉱徴地が認められる。

(i) ヨンク鉱山

本鉱山(第9図)は、地区南東隅部に位置し、約200m×300mの範囲内の4箇所の主露天採掘跡、採掘跡内の錘押坑道及び多数の採掘ピットからなる。鉱山南方0.4kmにヨンク部落があり、オムコイからヨンク部落までは国道1099号と国道から分岐する鉱山道路を経て四輪駆動車で約1時間で到達する。

ヨンク鉱山は、10年以上前から主に尾根南側で浅部の錫、タングステンを対象に、ジェット水流採掘法及び一部の手掘り錘押採掘法により稼行されてきた。主な錘押坑道は4箇所でいずれも30～35m程度掘進されている。1981～1982年間の生産量は、タングステン精鉱300～500kg/月といわれる(Vichit and Khuenkong, 1983)。採掘



Ore assays (%)

Sample No.	Description	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	SnO ₂	WO ₃
YK-1	W ore vein	0.00	0.00	0.00	0.27
OA0-1	Sn < W ore vein	0.01	0.00	1.63	1.46
OA0-2*	Sn < W ore vein	0.04	0.00	0.22	1.05
YK-4	W concentrates	0.00	0.00	0.01	71.3
OA0-4*	Sn < W concentrates	0.16	0.01	12.2	65.1
OA0-5*	Sn > W concentrates	0.30	0.11	91.7	0.28

* Data from the Phase I survey.

第9図 ヨック鉱山平面図

第4表 鉍石試料の化学分析結果 (B 地区)

番号	試料番号	採取位置	試料記載	Nb ₂ O ₅ (ppm)	Ta ₂ O ₅ (ppm)	SnO ₂ (%)	WO ₃ (%)	Au (ppm)	Ag (ppm)
1	YK-1	ヨング鉍山	含タングステン黒雲母化帯(粗鉍)	11	< 1	0.00	0.27	—	—
2	YK-4	ヨング鉍山	タングステン精鉍	9	< 1	0.005	71.3	< 0.2	< 1
3	BPC-1	ヨング鉍山北北東 1.8 km	沢砂中の重鉍物精鉍 (バルク)	8,010	2,560	5.40	0.06	—	—
4	BPC-2	ヨング鉍山西北西 0.9 km	沢砂中の重鉍物中の錫石	6	< 1	93.0	0.06	—	—
5	BPC-3	ヨング鉍山北北西 0.9 km	沢砂中の重鉍物精鉍 (バルク)	170	120	14.9	1.46	—	—
6	BPC-4	ヨング鉍山北北西 1.5 km	同上	4,000	1,470	0.10	0.04	—	—

第5表 沢砂のニオブ, タンタル, 錫, タングステン含有量 (B 地区)

番号	試料番号	原鉍容量 (ℓ)	重鉍物量 (g)	Nb ₂ O ₅ (g/m ³)	Ta ₂ O ₅ (g/m ³)	SnO ₂ (g/m ³)	WO ₃ (g/m ³)
1	BPC-1	104	22	1.7	0.54	12.5	0.13
2	BPC-2	16	58	—	—	3,125*	—
3	BPC-3	80	29	0.06	0.04	5.40	5.3
4	BPC-4	64	35	2.2	0.80	0.55	0.22

* 錫石重量 50g/16ℓ から換算。

の進行につれて高品位部は終掘し、また堅硬な母岩に達したためほとんど終山し、現在は
ヨック部落の10人程度の住民が残壁及び未採掘の尾根部の残存小鉍化脈を手掘り錘押採
掘しているに過ぎない。

鉍化脈は、錫石、鉄マンガン重石及び灰重石を伴うペグマタイト脈と石英脈で、これら
は母岩の黒雲母準片麻岩の片麻状構造(N25°~50°W/35°~70°E)に平行に胚胎する。

それぞれの脈の規模は、幅2~60cm、走向延長10~30m程度であるが、断続的に
80m以上追跡できる例も報告されている(Vichit and Khuenkong, 1983)。ペグマ
タイト及び石英脈の一部は電気石を含む。石英脈沿いに緑簾石がみられることがある。

錫石は、黒褐色あるいは淡褐色を呈し、黒褐色のものはやや多色性が強い。錫石の産出
は局所的であるが、尾根北東側の採掘跡で比較的多かったといわれている。

鉄マンガン重石、灰重石はほぼ同程度産出する。これらはペグマタイト脈や石英脈中にも
少量みられるが、むしろ脈の境界に発達する幅1~10cmの熱水黒雲母化帯に濃集して
いる。鉄マンガン重石は、鏡下では全く不透明で鉄に富む。又、灰重石の紫外線による蛍
光色は青色のものが多く、一部では淡白色~淡黄色を呈しパウエライト質灰重石が少量
存在することを示している。

鉍石試料の分析結果(第4表)は、石英脈際の黒雲母化帯の粗鉍が0.27%WO₃を示
し、灰重石+鉄マンガン重石精鉍が7.13%WO₃を示す。ニオブ、タンタル、錫の含有量は
2試料とも極めて低い。

(ii) 未探鉍の鉍徴地

地区内には、ペグマタイト脈、石英脈及びスカルン化帯による鉍徴地が各所に分布する
が、肉眼及び鏡下で確認できる鉍化部はヨック鉍山北西約0.9kmの灰重石が微量鉍染する
スカルンのみである。このスカルンは5mm大の灰重石を含む石英細脈に切られており、ス
カルン内部にも1mm大の灰重石が散見されるが、鉍石としての品位は極めて低く、肉眼では
0.00n%WO₃と推定される。ペグマタイト脈のうち最大規模のものは、地区北東部にみら
れる幅4m、走向・傾斜N45°W/90°(?)の電気石両雲母ペグマタイトで、この付近では
幅5cm程度の平行ペグマタイト脈も数条認められる。石英脈のうち、ヨック鉍山北西0.9
kmの尾根沿いでは露頭規模、方向性は不確実なものの、高温粗粒石英脈の大礫が多量に認
められ、一部の礫は電気石を含み、又、黒雲母細縞をもつものがある。

本地区では、ペグマタイト脈、石英脈の規模及び出現頻度、スカルン化帯の規模及び地
化学試料分析結果などから地区北東部及びヨック鉍山北西0.9kmの尾根付近に鉍化脈の賦

存が期待されたので、地質踏査の補完として、これらの区域の沢砂中の重鉱物を採取し、鉱物種及び含有量を検討した。その結果では、ヨルク鉱山西北西0.9kmの小沢で多量の錫石(3.1 kg/m³)を確認したほか、各所で錫石、鉄マンガン重石、灰重石、及び微量のコロンバイト-タンタライト、ストロベライト-イルメノルチル、モナズ石、ゼノタイム、ジルコン、イルメナイト、微鉄鉱、褐鉄鉱を確認した。又、重鉱物の化学分析値(第4表)から沢砂中のニオブ、タンタル、錫、タングステンの含有量を検討した(第5表)。

ヨルク鉱山西北西0.9kmの小沢で確認された多量の錫石は、最大1cm、普通3~8mm大で円磨度は極めて低く供給源がごく近いことを示している。又、錫石は淡黄色あるいは淡紫色ないし淡褐色を呈し石英脈起源である。この錫石中のニオブ、タンタル含有量は極めて低い(第4表)。この小沢北方の小沢でも少量の淡褐色あるいは淡黄色錫石、鉄マンガン重石、灰重石が認められ、尾根付近の石英脈に関連して一部には高錫品位の鉱化脈が賦存する可能性が大きいと考えられる。又、ヨルク鉱山北北西1.5kmの小沢中の沢砂には、錫、タングステン鉱物よりニオブ-タンタル鉱物が多いがいずれも微量である。一方、地区北東部では、微量のニオブ-タンタル鉱物及び錫石が含まれる。錫石は暗褐色を呈し多色性がやや強いことから、ニオブ-タンタル鉱物と共に、露頭が確認されている様な電気石ベグマタイト起源であると思われる。しかしながら沢砂中のニオブ、タンタル、錫、タングステン鉱物の含有量は低く、この区域に大規模高品位鉱化帯が賦存する可能性は小さいと考えられる。

3. C 地区

3-1 調査位置

オムコイ南西方約20kmに位置する。面積は2.0km²である。標高1,100mから1,300mを示し地形急峻な山岳地帯である。

オムコイから南へ14kmのメラン(Mae Lan)部落までは自動車道路が通じている。ここから調査地区までは、メハット(Mac Hat)川沿いに約13kmである。

本地区は、前年度の地化学探査の結果、タンタルの高異常が認められた地区である。

3-2 地 質

本地区は、オムコイ地域の西半部を占める三疊紀葉状花崗岩岩体の中央部に位置し、花崗岩類が地区のほとんどを覆うが、玄武岩小岩脈が花崗岩中に貫入しており、又、メハット川

とその支流沿いには第四紀の河川堆積物が分布する(第10図, PL. 3)。

三疊紀の花崗岩類は、岩相により、中粒～粗粒黒雲母花崗岩、細粒黒雲母花崗岩、アブライト及びペグマタイトに分けられる。

(i) 中粒～粗粒黒雲母花崗岩 (Gt_{1b})

本岩は地区全域に分布し、一般に1～4 cm大のカリ長石斑晶による斑状構造と、黒雲母による葉状構造が顕著である。粗粒部試料の顕微鏡観察では、主要鉱物は、石英、パーサイト質正長石、斜長石及び褐色黒雲母で、副成分鉱物は不透明鉱物である。斑晶のカリ長石はパーサイト質正長石で、石英、正長石、斜長石の小粒子をポイキリテクに含む。黒雲母は一部緑泥石化し、長石類の一部は内部から絹雲母化している。又、不透明鉱物の一部は黄鉄鉱である。

(ii) 細粒黒雲母花崗岩 (Gt₃)

本岩は地区南西部及び北東隅部に、幅25 m以下のNS系岩脈として出現する。岩脈中心部は灰色を呈し、1 cm以下のカリ長石斑晶を含む斑状細粒黒雲母花崗岩であるが、周縁部に向うにつれて斑晶は矮小化し、境界部では淡灰色非顕晶質急冷相を示す。又、急冷相では珪化及び黄鉄鉱化が認められる。

(iii) アブライト (Ap) 及びペグマタイト (Pg)

アブライトは、地区南東隅部及び南東端部で幅5 m以下のNS系岩脈として出現する。いずれも淡灰色ないし淡桃色細粒で、主要鉱物は石英、斜長石、カリ長石及び白雲母である。南東隅部のアブライトはペグマタイトを伴う。

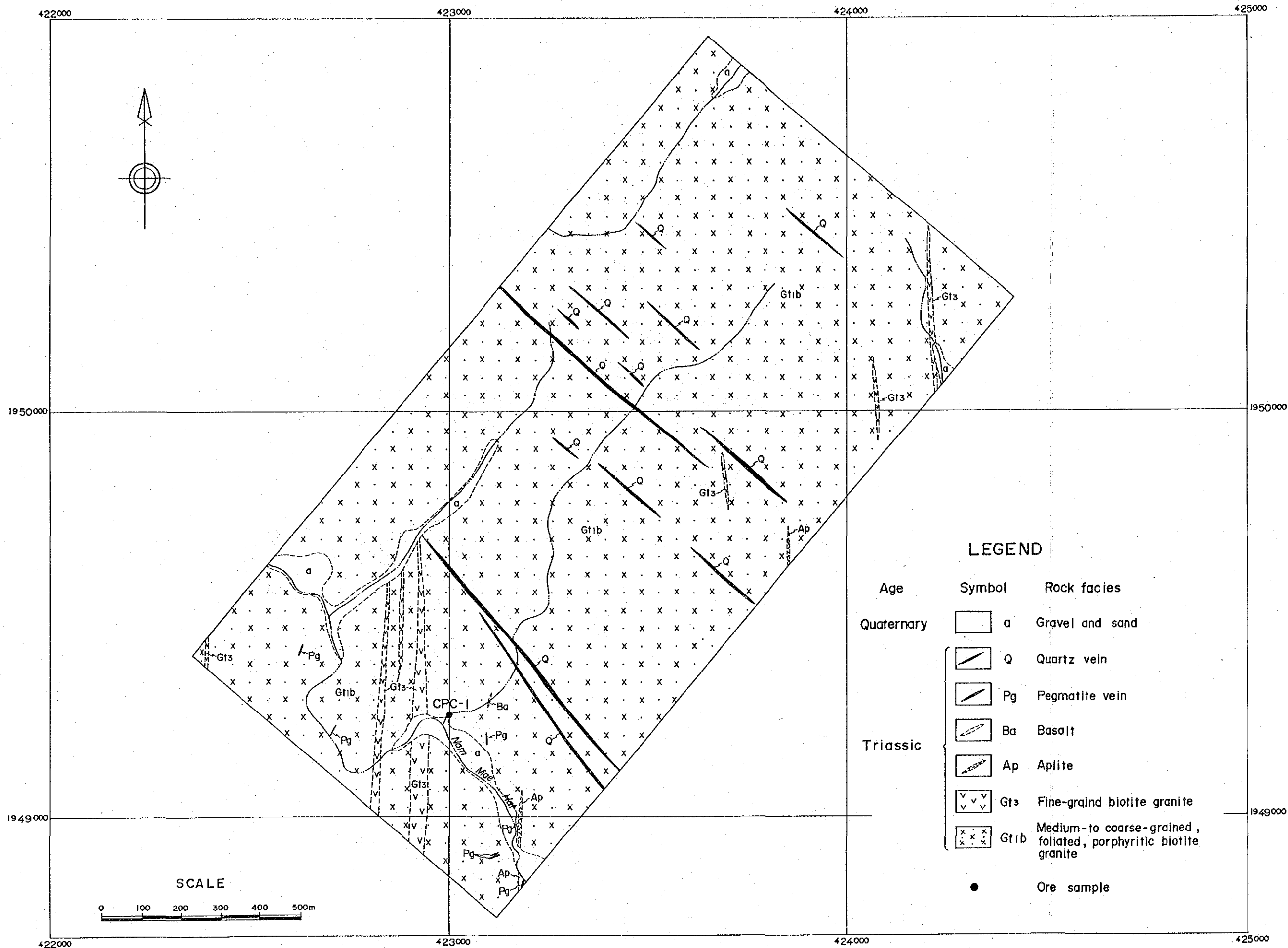
ペグマタイトは、地区南西部で最大幅5 m以下の岩脈として出現する外、地区各所で転石大塊として産する。多くは電気石-白雲母ペグマタイトであるが、時に緑柱石を含み、又、電気石を欠くことがある。

地区内で最大規模のものは、南東隅部のアブライトに伴った幅5 m、NS系の電気石-白雲母ペグマタイトである。この外のは、幅0.2～0.5 m程度でNNE系、ENE系の2系がある。

(iv) 玄武岩 (Ba)

本岩は、メハット川北支流の最下流で、幅1.2 mのNNE系小岩脈として中粒～粗粒黒雲母花崗岩中に貫入している。暗灰色緻密細粒で、主要鉱物は、輝石、斜長石及び不透明鉱物である。本岩は時代未詳であるが一応三疊紀と考えられる。

(v) 河川堆積物 (a)



第10图 C地区地质图

第四紀の河川堆積物は、メハット川及びその支流沿いの低地に分布し、主として花崗岩類及び脈石英の礫と砂からなる。

3-3 地質構造

本地区に分布する中粒～粗粒黒雲母花崗岩には、黒雲母による葉状構造が顕著であり、又、地区内では岩脈類、ペグマタイト脈、石英脈、及び航空写真によるリニアメントから示される断裂系が発達する。

葉状構造の多くは、走向NS～NNWで北東に中～急傾斜しており、中粒～粗粒黒雲母花崗岩岩体の貫入方向にはほぼ一致している。

断裂系は、NS～NNE系、NW系、ENE系及びNE系に大別される。NS～NNE系は、細粒黒雲母花崗岩岩脈、アブライト岩脈及び一部のペグマタイト脈の貫入方向であり、中粒～粗粒黒雲母花崗岩岩体の広域的貫入方向と一致している。

NW系は、石英脈の貫入方向で地区各所に発達し、地区内の主要断裂系となっている。

NNE系は、ペグマタイト脈の貫入方向であるが、出現頻度は低い。

NE系は、幅1～3cmの石英脈の貫入方向で、露頭ではごく局所的に出現するに過ぎないが、航空写真によるリニアメントは、この方向にも発達している。

3-4 変質作用

本地区では、風化作用を除いて、熱水作用による絹雲母～緑泥石化作用と珪化作用が認められる。

絹雲母～緑泥石化作用は、地区内で発達するNW系の石英脈の周辺の中粒～粗粒黒雲母花崗岩に認められる。石英脈沿いの中粒～粗粒黒雲母花崗岩中の黒雲母は、絹雲母あるいは緑泥石に完全に交代され、又、脈に平行した顕著な片麻状構造がみられる。絹雲母化作用が最も強い箇所では、中粒～粗粒黒雲母花崗岩は、石英脈から幅約5mにわたって全く灰色絹雲母片岩と呼ぶべき外観を示す。

珪化作用は、NW系石英脈周辺の一部及び細粒黒雲母花崗岩岩脈の周縁部に認められる。中粒～粗粒黒雲母花崗岩の珪化部では角礫状に原岩が残存していることがある。又、細粒黒雲母花崗岩岩脈の周縁部は本来の急冷相に加わった珪化作用による灰白色化と非頭晶質化が強い。珪化作用は、微量の黄鉄鉱、黄銅鉱を伴っている。

3-5 鉍化作用

本地区では、ペグマタイト脈及び石英脈が認められる。

ペグマタイト脈の多くは、電気石-白雲母ペグマタイトで、地区南東隅では幅5 mに達するものがある。又、地区東南部では径2 cm大の緑柱石を含む転石大塊も認められる。

石英脈は、細粒石英を主とし、電気石、白雲母、黒雲母は極めて稀である。本地区での石英脈のほとんどはNW系で、最大のものは幅10 m、走向延長約700 m以上を示し、母岩に絹雲母化作用、緑泥石化作用及び珪化作用を与えている。

中粒～粗粒黒雲母花崗岩及び細粒黒雲母花崗岩の珪化部には、微量の黄鉄鉍、黄銅鉍が鉍染している。

本地区では、ペグマタイト脈や石英脈の露頭あるいはそれらの転石のいずれにも肉眼ではニオブ-タンタル鉍物、錫石、鉄マンガン重石、灰重石は確認されなかつたため、地質踏査の補完として、メハット川北支流の沢砂中の重鉍物を採取し、鉍物種及び沢砂中のニオブ、タンタル、錫、タングステン鉍物の含有量を検討した。その結果では、重鉍物としては、橙色ザクロ石及び電気石のほか、微量のコロンバイト-タンタライト、ストロベライト-イルメノルチル、錫石、鉄マンガン重石、灰重石、モナズ石、ゼノタイム、ジルコン、ルチル、イルメナイト、磁鉄鉍が確認された。しかし、重鉍物(バルク)の化学分析値から求められる沢砂中のニオブ、タンタル、錫、タングステンの含有量は極めて低く(第6表)、本地域内では有望な鉍化帯が賦存する可能性は低いと思われる。

第6表 重鉍物鉍石試料の化学分析値及び沢砂のニオブ、タンタル、錫、タングステン含有量(C地区)

試料番号	採取位置	試料記載	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	SnO ₂	WO ₃
CPC-1	メハット川北支流	沢砂中の重鉍物精鉍 (バルク)	2,290	2,560	2.16	0.08
			1.0	1.1	9.6	0.36

上段；化学分析値(Nb₂O₅, Ta₂O₅はppm；SnO₂, WO₃は%単位)。

下段；沢砂1 m³あたりの含有量(g；バルク重鉍物重量/沢砂原鉍=20g/45ℓ)

4. 花崗岩類の年代測定

オムコイ地域に分布する花崗岩類は、石炭紀の片麻状花崗岩類と三疊紀の花崗岩類に大別されてきた。初年度においては片麻状花崗岩類を除いた3岩体(5試料)の黒雲母を用いてK-Ar法による年代測定を行なったが、その結果は2岩体(4試料)が白亜紀末期($70.2 \pm 3.5 \sim 65.1 \pm 3.3$ Ma), 1岩体(1試料)が第三紀(46.2 ± 2.3 Ma)を示した。

オムコイ地域が位置するタイ北部の花崗岩類については、Baumほか(1970), Braun(1970), Teggin(1975), Braunほか(1976), Beckinsaleほか(1979)がRb-Sr法, K-Ar法による年代測定結果を報告している。花崗岩類はRb-Sr年代から見ると三疊紀初期~ジュラ紀初期(236~190 Ma)と、白亜紀初期(130 ± 4 Ma)に大別され、K-Ar年代でもRb-Sr年代と比べて一般にやや若い値を示すものの大まかには一致していることが多い。しかし、K-Ar年代の一部にはRb-Sr年代と大きくく違っている例があり、これらは花崗岩類貫入後の断層沿いの熱水作用によるK-Ar年代の若返り、あるいは貫入後地殻深部に保存されその高温下でK-Arについて開放系となっていた花崗岩が後の構造運動により隆起し冷却した結果と解釈されている(Hutchison, 1983ほか)。

また、Braunほか(1976)は、Baumほか(1970)や Braun(1970)が予察的に石炭紀の片麻状花崗岩としたチェンマイ北西の岩体について再検討し、北タイではRb-Sr年代が明瞭な石炭紀を示す例は得られなかったことを報告している。

このようなことから、本年度は石炭紀とされてきた岩体及び第三紀のK-Ar年代を示す岩体についてRb-Sr法全岩年代測定を行った(第7表, 第11~12図)。

測定結果では、石炭紀とされてきた岩体については、試料毎の測定値の分散が大き過ぎるため適切な全岩アイソクロンは得られずこの岩体の年代は確定できないが、第三紀のK-Ar年代をもつ岩体については、測定値の分散がやや大きいもののひとまずRb-Sr全岩年代は 87.6 ± 6.12 Ma, 初生Sr同位体比は 0.7115 ± 0.005 と算出され、白亜紀の可能性が推定される。

石炭紀とされている岩体は明瞭な片麻状構造を呈し、高度の変成作用を受けている。年代測定に供した試料は、ダム工事の際に発破された箇所から採取したもので、試料薄片の顕微鏡観察では、わずかに黒雲母の緑泥石化あるいは長石類の絹雲母化が認められる程度であり、地域内で採取し得る限りでは最も新鮮な試料と言える。測定値が一つのアイソクロンにプロットされない原因としては一般的には、i) 形成されたマグマが固結するまでの間の地殻物質の混入、ii) マグマが形成されてから固結するまで長期間を要した場合の複雑な分化、

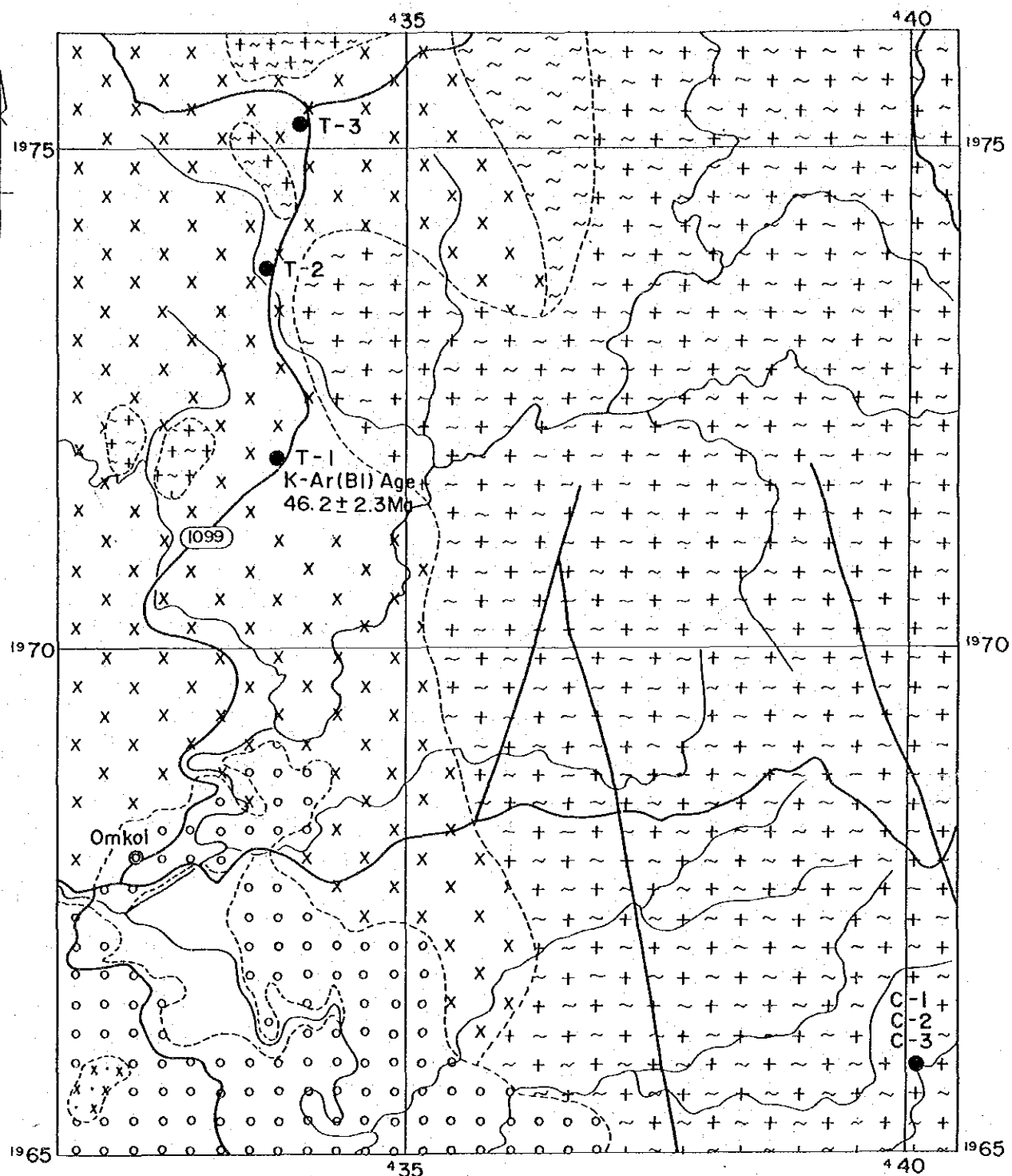
iii) 地質的、岩石学的にはいわゆる同源性的に見えても実際には相異なる複数の起源物質からのマグマの分化、iv) 固結後の風化、変質あるいは変成作用による影響が指摘されている(加々美・周藤, 1977ほか)。激しい変成作用を受けている火成岩などについては、一般にかなりの測定値の分散が生じることが知られており(加々美・周藤, 1977)、本岩体も変成作用によりもともとのRb-Sr閉鎖系がくずれていることが多いと考えられる。

北タイにおける石炭紀の花崗岩類の活動についてはBraunほか(1976)は懐疑的である。しかし、確定的なデータは得られておらず、オムコイ地域の本岩類については、従来通り石炭紀の花崗岩類としておく。

一方、白亜紀後期の可能性を示す岩体は、オムコイ北方に岩株状に分布するもので、葉状構造は示さない。この岩体の黒雲母によるK-Ar年代は 46.2 ± 2.3 Ma (第三紀; 初年度調査結果)で、Rb-Sr年代とは約41 Maの年代差がある。Rb-Sr全岩年代はマグマの起源物質からの分化時期を表わし、必ずしも固結時期を示すものではないが、本岩体のような小岩株ではマグマ発生から貫入固結までの時間差がこの年代差ほど大きかったとは考えにくい。むしろ、K-Ar年代はマグマ固結後の熱水作用などの影響の結果と考えられる。

オムコイ地域西半部を占める岩体及びそのほかの岩株状岩体には一般に葉状構造が発達しているが、部分的には葉状構造を欠くことがある。これらの岩体の黒雲母によるK-Ar年代は両岩相とも $70.2 \pm 3.5 \sim 65.1 \pm 3.3$ Ma (白亜紀末期)で、両岩相にはほとんど年代差はない。葉状構造を欠く部分は、白亜紀と推定される花崗岩と同様な岩相を示すことから、これらは白亜紀後期に発生したマグマに由来している可能性がある。一方、広域的にみればオムコイ地域周辺に分布する花崗岩岩体の多くは三畳紀の年代を示していることからすると、葉状を呈する部分は三畳紀のものかも知れない。即ち、三畳紀のマグマの貫入固結後、白亜紀花崗岩をもたらした造構造運動により葉状構造が形成され、また白亜紀花崗岩類の活動によりK-Ar年代が若返った可能性がある。しかし、オムコイ地域の三畳紀以降の花崗岩類についてのRb-Sr法によるデータは本年度の1データに限られるため、白亜紀と思われる岩体以外は従来の様に三畳紀のものとして一括しておく。

北タイにおける白亜紀の花崗岩類としては、オムコイ地域西方約50kmのメラマ(Mae Lama)花崗岩岩体(Rb-Sr年代 130 ± 4 Ma; Beckinsaleほか, 1979)がある。この岩体の縁辺部および周囲の堆積岩類中には錫、タングステン、鉍、石英脈が賦存し、メラマ鉍山その他により採掘されている。Braunほか(1976)は、鉍脈沿いのグライゼン化部のRb-Sr年代



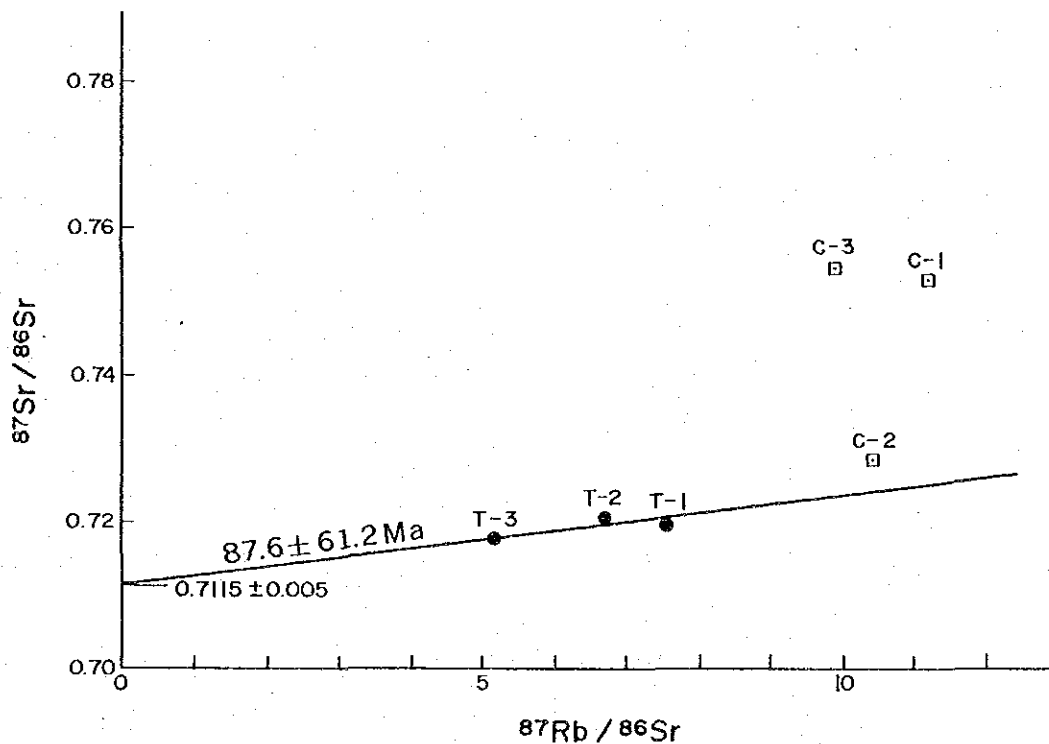
- 1 ; Quaternary alluvium
- 2 ; Tertiary conglomerate
- 3 ; Cretaceous granite
- 4 ; Triassic foliated granite
- 5 ; Carboniferous gneissose granite
- 6 ; Pre-Carboniferous metamorphic rocks

第 11 図 Rb - Sr 全岩年代測定試料採取位置図

第7表 Rb - Sr 全岩年代測定結果

試料番号	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Rb - Sr 年代
C-1	417.04	107.81	11.19	0.75333 ± 0.00006	
C-2	538.55	149.37	10.43	0.73854 ± 0.00007	
C-3	315.18	91.84	9.93	0.75473 ± 0.00013	
T-1	314.09	120.40	7.55	0.71983 ± 0.00004	$87.6 \pm 61.2\text{Ma}$
T-2	297.20	129.33	6.65	0.72086 ± 0.00004	
T-3	271.29	153.62	5.11	0.71784 ± 0.00013	

- C-1 ; 粗粒斑状片麻状優黒質黒雲母花崗岩,
- C-2 ; 中粒斑状片麻状黒雲母花崗岩,
- C-3 ; 中粒片麻状優白質黒雲母花崗岩,
- T-1 ; 中粒斑状両雲母花崗岩,
- T-2 ; 細粒黒雲母花崗岩,
- T-3 ; 細粒斑状白雲母含有黒雲母花崗岩.



第12図 Rb - Sr アイソクロン図

は78 Ma, 岩体の白雲母K-Ar年代は72 Ma, 黒雲母K-Ar年代は53 Maとしている。Beckinsale (1979)は, これらのデータから, メラマ岩体が130 Ma前(白亜紀初期)に貫入した後約70 Ma前(白亜紀末期)に錫, タングステンを伴う鉍化熱水作用が起つたとしている。

タイ半島部では, 白亜紀花崗岩類は錫, タングステン鉍化作用に密接に関連しており (Garsonほか, 1975ほか), メラマ花崗岩に次いで本地域で白亜紀の花崗岩が推定されたことは, 北タイにおける花崗岩類の活動と錫, タングステンを始めとする鉍化作用の関係を検討するための有意義なデータの一つとなろう。

5. 花崗岩類の地化学的性質

オムコイ地域には, 石炭紀, 三疊紀及び白亜紀の花崗岩類が広く分布している。初年度は, 各花崗岩岩体から採取した50個の試料について, 主要成分と微量成分(フッ素, 塩素, 錫, タングステン)の化学分析を行ない, 花崗岩類の地化学的性質と錫, タングステン鉍化作用の関連性を広域的に検討した。その結果, オムコイ地域に分布する花崗岩類のほとんどは狭義の花崗岩で, Chappell and White (1974), White and Chappell (1977)のS-タイプ (Sedimentary-type)の花崗岩に相当し, フッ素/塩素比が高く錫含有量が高い錫花崗岩であることが判明した。

本年度は各地区のニオブ, タンタル, 錫, タングステン鉍微地周辺の花崗岩類から, 特に活動末期に生成した細粒花崗岩, アブライト, ベグマタイトを含めて17個の試料を採取して(第8表, PL. 4~6, 第11図), 主要成分と微量成分(フッ素, 塩素, ニオブ, タンタル, 錫, タングステン)を分析し(第9表), 初年度のデータを合わせて, 花崗岩類の分化に伴った地化学的性質の変化と, ニオブ, タンタル, 錫, タングステン鉍化作用の関連について検討した。

主要成分から計算されるノルム鉍物組成(第9表)をみると, 初年度は全ての試料からコランダムが算出されているのに加えて, 本年度でも, 2試料(A-13-43, A-15-41)を除いてはコランダムが算出され, オムコイ地域の花崗岩類は局所的な例外を除いてはパーアルミナスな花崗岩であることが確認された。例外的にノルムコランダムを含まない2試料は, A地区パブドン鉍山東方の電気石-緑簾石アブライトで, これらの Al_2O_3 含有量は, それぞれ17.1%, 16.9%であり, オムコイ地域の花崗岩類の中では最もアルミナに富んでいるが, CaO含有量もそれぞれ1.99%, 6.13%と異常に高いために, ノルム計算では Al_2O_3 はアノ

ーサイト、透輝石などにその大部分が消費されてコランダムが算出されない結果となっている。

ノルムの石英、正長石、曹長石、カスミ石、カルシライトの合計重量百分率で示される分化指数 (D. I. ; Differentiation index) からみると、初年度のデータを合わせて、石炭紀の片麻状花崗岩が 6.8 ~ 8.6 程度であるが、三疊紀の花崗岩類は、前述の 2 つのアブライトを除けば 7.4 以上で、特に細粒花崗岩は 8.5 以上のものが多く、アブライト、ペグマタイトには 9.0 以上の値を示す。石炭紀と白亜紀の花崗岩類についてはデータが少ないため全域での分化の傾向は指摘し得ないが、三疊紀の花崗岩類については、中粒~粗粒花崗岩から細粒花崗岩、さらにアブライト、ペグマタイトに至る分化過程での主要成分の変化に応じたものであるといえる。例外は、前述の高 CaO アブライトで、アノーサイトが多量に算出され、珪灰石や透輝石が算出されることもあつて分化指数がそれぞれ 4.4, 6.6 と低く、これらのアブライトの分化過程、貫入過程あるいは貫入後の変質過程で異常現象があつたことがうかがわれる。これらのアブライトは、緑簾石-電気石アブライトで、そのうち試料 A-13-43 は、モード比にして緑簾石 20% ±, 電気石 5% ±, 斜長石 40% ±, 石英 35% ±, カリ長石 1% 以下, 不透明鉱物 2% ± の鉱物組成を示し、試料 A-15-41 は、これに比べて緑簾石がやや少なく電気石がやや多い。これらのアブライトの高 CaO 含有量は、緑簾石、電気石及び多量に存在するカルシウムに富む斜長石に由来する。カルシウムに富む斜長石は、苦鉄質岩中に含まれるもので、アブライトのような珪長質岩では極めて少ない (例、B-15-20) のが一般的である。2 試料が高 CaO 含有量を示す原因は、今のところ確定できないが、可能性としては花崗岩とそれにとりこまれた石灰質岩の混成メルトからのものと高カルシウムの分化脈として形成されたか、あるいは貫入後にカルシウムに富むエマネーションにより形成されたからと考えられる。

分化指数と主要成分及び微量成分との関係 (第 13 図) をみると、まず主要成分では、分化指数が増加するにつれて SiO_2 , Na_2O は漸増し、 CaO , FeO , MgO , TiO_2 , MnO_2 , P_2O_5 は減少している。 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , 及び K_2O は分化指数との明瞭な関係を示さず、一部の例外を除いては、それぞれ 1.3 ~ 1.5%, 0.1 ~ 0.8%, 4 ~ 5.5% の範囲に集中している。これらの成分の傾向を岩相毎にみると、三疊紀の中粒~粗粒花崗岩類と細粒花崗岩、アブライト、ペグマタイトでは、例外及び重複区間はあるものの、一般的には、前者は CaO , FeO , MgO , TiO_2 , P_2O_5 が比較的多く、後者は SiO_2 , Na_2O が比較的多いといえる。石炭紀と白亜紀の花崗岩類については、分析データが少ないため特定の傾向はつかめない。微量成分と分

化指数の関係では、ニオブ、タンタル、錫、タングステン、フッ素、塩素ともに明瞭な傾向は認められない。

ノルムの石英、斜長石、正長石による花崗岩類の分類(第14図a)ではほとんどが狭義の花崗岩の領域にプロットされ、野外及び顕微鏡観察による結果とほぼ一致している。

花崗岩マグマの起源については、近年花崗岩のS-タイプ(Sedimentary-type)とI-タイプ(Igneous-type)への分類(Chappell and White, 1974; White and Chappell, 1977)や $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初生比などからの研究が行なわれている。S-タイプとI-タイプへの分類は、主要成分による4種類のパラメーターが用いられており、S-タイプは、i) K_2O 約5%のとき $\text{Na}_2\text{O} < 3.2\%$ (K_2O が約2%のときは $\text{Na}_2\text{O} < 2.2\%$)、ii) モル比での $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}) > 1.1$ 、iii) ノルムコランダム重量百分率 $> 1.0\%$ 、iv) ACF図(第14図b)でカルシウムが少ない領域に入ることによってI-タイプと分けられる。採取試料をこれらに従って分類(第11表)すると、中粒～粗粒花崗岩類は、4パラメーターとも一致してS-タイプであることが判明し、初年度のデータと合せてオムコイ地域には、岩体によってはI-タイプを示す例外はあるものの、ほとんどの岩体はS-タイプの花崗岩であると考えられる。

又、一般に造山帯の花崗岩類は、カルクアルカリ岩系に属するが、MFA図(第15図a)では、オムコイ地域の花崗岩類には、ソレイアイト系に相当すると思われるものがある。又、三疊紀の花崗岩類のうちでは、粗粒黒雲母花崗岩が比較的MgOに富み、白雲母化作用を受けた箇所では、MgOが減少する傾向がうかがわれる。

オムコイ地域の花崗岩類については、S-タイプの花崗岩が卓越していること及び $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初生比が0.7115のものがあることから、そのほとんどは、タイを含む東南アジアに分布する花崗岩と同様に、シアル物質起源の花崗岩マグマによりもたらされたものと推定される。

一方、花崗岩類と(錫-)タングステナーモリブデン鉍化作用に関連して、花崗岩中の磁鉄鉍とイルメナイトの量比により、磁鉄鉍系とイルメナイト系への分類(Ishihara, 1977)が行なわれている。オムコイ地域の花崗岩類は、顕微鏡観察により、磁鉄鉍はイルメナイトより少なく、イルメナイト系花崗岩に属することが判明している。

又、Ishihara(1980)は、タイ半島部の花崗岩類について検討し、その中でアルカリ-ライム図(第15図b)により錫花崗岩と錫不毛花崗岩の領域を示した。オムコイ地域の花崗岩類は、三疊紀の中～粗粒葉状花崗岩の1試料が高 Na_2O 側にあり、ベグマタイトとアプライトが試料による組成の違いを示すほかは、各岩相ともほとんどが半島部の花崗岩が示す傾

域にプロットされる。

微量成分のうち、フッ素と塩素の含有量は、それぞれ60～690 ppm、塩素は10～130 ppmである。オムコイ地域の花崗岩類は、タイ半島部の花崗岩類に比べてフッ素に乏しいが、フッ素/塩素比(第16図a)については、三疊紀の細粒花崗岩を除いてはややフッ素/塩素比が高く、タイ半島部の花崗岩類と同様の傾向を示している。

ニオブ、タンタルの含有量は、それぞれ1～58 ppm、1～34 ppmであり、ニオブの最大値は石炭紀の片麻状花崗岩、タンタルの最大値は三疊紀の電気石-白雲母ペグマタイトから得られている。このペグマタイトは、ニオブ含有量も多く、オムコイ地域でのニオブ-タンタル鉱物のほとんどは、このような電気石-白雲母ペグマタイトに含まれていると推定される。その外では、ニオブは10～20 ppm、タンタルは1～3 ppmの含有量のものがほとんどで、花崗岩類中の平均的含有量を示している。

錫含有量は、2～83 ppmで、30 ppm以上の高錫含有量を示すものは、パブン鉱山付近及びパブンドン鉱山切羽の三疊紀の中粒両雲母花崗岩と、パブンドン鉱山北東の粗粒黒雲母花崗岩及び同鉱山東方の電気石-緑簾石アブライトである。Taylor(1964)は、花崗岩の平均的錫含有量を3 ppmと報告し、Tischendorf(1977)は、錫鉱化作用に関して“normal granites”の含有量を4.3 ppm、“metallogenetically specialized granites”の含有量を30±15 ppmとしている。又、Yeap(cited in Hosking, 1973)は、マレー半島での錫花崗岩の平均値を6.5 ppm、錫不毛花崗岩の平均値を5.1 ppmと報告し、Ishihara and Terashima(1978)は、日本での錫花崗岩は、4～9 ppm、錫不毛花崗岩は、1～2 ppmの錫含有量であるとしている。オムコイ地域の花崗岩類試料のほとんどは、マレー半島での錫花崗岩の平均値である6.5 ppm以上の錫含有量を示しており、本地域の花崗岩類は錫花崗岩に相当する。又、Tischendorf(1977)から高錫花崗岩を15 ppm Sn以上とすると、オムコイ地域の西半部を占める花崗岩岩体の各岩相でしばしば15 ppm Sn以上のものが認められ、この花崗岩岩体は、高錫花崗岩といえる。

タングステン含有量は、検出限界以下～500 ppmで、最大値は初年度採取された細粒花崗岩から得られているが、本年度のパブンドン鉱山切羽の中粒花崗岩も41 ppmと高い。前者では、石英毛脈中に灰重石微粒が認められ、明らかなタングステン鉱化作用が認められる。後者は錫含有量も高く、肉眼及び鏡下では錫、タングステン鉱物は認められないが、オムコイ地域での錫、タングステン鉱化作用に関連する花崗岩の典型とみなせる。これに類似するものは含有量はやや低いがおムコイ地域の南西隅部の粗粒黒雲母花崗岩である。

第8表 花崗岩類の全岩化学分析試料

番号	試料番号	採取位置	岩石名
1	A-9-40	パブンドン鉾山切羽残壁	中粒斑状葉状両雲母花崗岩
2	A-13-43	パブンドン鉾山東0.4 km	細粒葉状電気石-緑簾石アブライト
3	A-15-15	パブンドン鉾山北東1 km	粗粒斑状葉状黒雲母花崗岩
4	A-15-41	パブンドン鉾山東0.6 km	細粒葉状緑簾石-電気石アブライト
5	A-15-95	メラミット川	中粒斑状葉状白雲母含有黒雲母花崗岩
6	A-29-146	小ボン沢	細粒ザクロ石含有黒雲母花崗岩
7	A-35-131	小ボン沢	細粒白雲母含有黒雲母花崗岩
8	A-35-169	大ボン沢	粗粒斑状葉状両雲母花崗岩
9	B-15-20	ヨング鉾山北東0.3 km	白雲母含有アブライト
10	C-5-7	メハット川北方	電気石-白雲母ベグマタイト
11	C-10-13	メハット川北方	粗粒斑状葉状黒雲母花崗岩
12	C-1	オムコイ東南東8 km	粗粒斑状片麻状優黒質黒雲母花崗岩
13	C-2	同上	中粒斑状片麻状黒雲母花崗岩
14	C-3	同上	中粒片麻状優白質黒雲母花崗岩
15	T-1	オムコイ北北東4 km	中粒斑状両雲母花崗岩
16	T-2	オムコイ北北東6 km	細粒黒雲母花崗岩
17	T-3	オムコイ北北東7.5 km	細粒斑状白雲母含有黒雲母花崗岩

第9表 花崗岩類の全岩化学分析結果

	A-9-40	A-13-43	A-15-15	A-15-41	A-15-95	A-29-146
SiO ₂ (%)	72.7	64.0	71.1	67.1	72.7	75.2
TiO ₂	0.28	0.36	0.47	0.65	0.40	0.09
Al ₂ O ₃	13.7	17.1	13.7	16.9	14.3	13.9
Fe ₂ O ₃	0.20	2.88	0.12	0.47	0.09	0.03
FeO	1.40	1.06	2.28	1.15	1.36	0.68
MnO	0.02	0.04	0.05	0.02	0.01	0.06
MgO	0.63	0.42	1.20	0.98	0.68	0.10
CaO	1.00	11.99	1.52	6.13	1.30	0.66
BaO	0.064	0.099	0.083	0.007	0.069	0.029
Na ₂ O	2.72	0.75	2.94	4.54	3.19	3.11
K ₂ O	5.12	0.03	4.34	0.40	4.46	5.37
P ₂ O ₅	0.20	0.24	0.18	0.27	0.21	0.11
LOI	0.84	0.60	0.59	0.22	0.52	0.36
Total	98.87	99.48	98.57	98.84	99.29	99.70
Q (%)	31.98	37.06	27.91	25.03	31.19	34.06
C	2.30	0	1.78	0	2.32	2.01
or	30.26	0.18	25.65	2.36	26.36	31.74
ab	23.00	6.34	24.86	38.39	26.98	26.30
an	3.78	43.20	6.53	24.56	5.22	2.61
di	0	2.26	0	3.28	0	0
(en)	(0)	(1.05)	(0)	(1.22)	(0)	(0)
(fs)	(0)	(0)	(0)	(0.34)	(0)	(0)
(wo)	(0)	(1.21)	(0)	(1.71)	(0)	(0)
hy	7.10	0	12.78	3.13	6.95	2.87
(en)	(3.14)	(0)	(5.97)	(2.44)	(3.39)	(0.50)
(fs)	(3.96)	(0)	(6.81)	(0.69)	(3.56)	(2.37)
(wo)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
wo	0	4.94	0	0	0	0
mg	0.29	2.50	0.17	0.68	0.13	0.04
il	0.53	0.68	0.89	1.23	0.76	0.17
ap	0.47	0.57	0.43	0.64	0.50	0.26
Salic total	91.32	86.79	86.72	90.35	92.06	96.73
Femic total	8.39	10.95	14.28	8.96	8.33	3.35
D.I.	85.49	44.59	77.65	66.24	84.20	92.03
Nb (ppm)	18	22	22	30	5	10
Ta	1	2	2	2	1	1
Sn	83	45	30	24	17	10
W	41	3	1	2	1	3
F	460	210	690	420	590	140
Cl	29	10	59	34	100	20

(第9表-続き)

	A-35-131	A-35-169	B-15-20	C-5-7	C-10-13	C-1
SiO ₂ (%)	74.7	72.2	73.2	78.3	69.6	69.2
TiO ₂	0.26	0.37	0.04	0.05	0.49	0.75
Al ₂ O ₃	13.8	14.4	14.6	13.2	13.9	13.5
Fe ₂ O ₃	0.03	0.10	0.50	0.24	0.30	0.84
FeO	1.15	1.33	0.14	0.11	2.26	4.06
MnO	0.03	0.03	0.04	0.01	0.04	0.07
MgO	0.41	0.56	0.03	0.67	2.01	1.79
CaO	1.44	0.90	0.37	0.95	1.54	1.96
BaO	0.044	0.077	0.020	0.001	0.130	0.068
Na ₂ O	3.55	3.08	4.36	4.65	2.73	2.46
K ₂ O	2.89	4.90	4.60	0.72	4.81	4.54
P ₂ O ₅	0.06	0.17	0.06	0.05	0.18	0.21
LOI	0.87	0.66	0.70	0.32	1.02	0.95
Total	99.23	98.78	98.66	99.27	99.01	100.40
Q (%)	37.27	30.72	29.52	44.62	23.55	23.38
C	2.33	2.75	1.91	3.17	1.74	1.43
or	17.08	28.96	27.19	4.26	28.43	26.83
ab	30.02	26.05	36.87	39.32	23.09	20.80
an	6.83	3.50	1.48	4.39	6.71	8.49
di	0	0	0	0	0	0
(en)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
(fs)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
(wo)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
hy	5.47	6.40	0.15	3.34	16.34	20.22
(en)	(2.04)	(2.79)	(0.15)	(3.34)	(10.01)	(8.91)
(fs)	(3.43)	(3.61)	(0)	(0)	(6.33)	(11.30)
(wo)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
wo	0	0	0	0	0	0
mg	0.04	0.14	0.47	0.24	0.43	1.22
il	0.49	0.70	0.08	0.09	0.93	1.42
ap	0.14	0.40	0.14	0.12	0.43	0.50
Salic total	93.54	91.98	96.97	95.76	83.52	80.93
Femic total	6.15	7.65	0.83	3.79	18.13	23.36
D.I.	84.64	86.05	95.68	88.60	73.85	68.10
Nb (ppm)	12	16	21	51	18	58
Ta	1	2	3	34	2	4
Sn	28	29	10	15	13	15
W	6	2	1	8	3	1
F	300	530	60	50	300	480
Cl	10	23	11	10	33	110

(第9表-続き)

	C-2	C-3	T-1	T-2	T-3
SiO ₂ (%)	68.6	76.5	72.4	71.9	71.6
TiO ₂	0.53	0.25	0.27	0.39	0.41
Al ₂ O ₃	14.1	11.7	13.9	14.1	14.1
Fe ₂ O ₃	0.60	0.31	0.26	0.41	0.30
FeO	2.66	1.26	1.33	1.51	1.58
MnO	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04
MgO	0.94	0.46	0.38	0.56	0.42
CaO	1.00	1.30	1.54	1.78	1.87
BaO	0.170	0.039	0.063	0.072	0.088
Na ₂ O	2.08	2.28	2.90	2.84	2.94
K ₂ O	7.69	4.56	5.06	5.02	5.00
P ₂ O ₅	0.16	0.05	0.09	0.10	0.12
LOI	0.45	0.47	0.85	0.82	0.73
Total	99.02	99.20	99.07	99.53	99.20
Q (%)	19.18	40.22	30.28	29.24	28.52
C	0.80	0.74	1.03	0.95	0.68
or	45.45	26.95	29.90	29.67	29.55
ab	17.59	19.28	24.52	24.02	24.86
an	4.23	6.19	7.17	8.31	8.66
di	0	0	0	0	0
(en)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
(fs)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
(wo)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
hy	11.86	5.65	5.57	6.48	6.19
(en)	(4.68)	(2.29)	(1.89)	(2.79)	(2.09)
(fs)	(7.18)	(3.36)	(3.67)	(3.69)	(4.10)
(wo)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
wo	0	0	0	0	0
mg	0.87	0.45	0.38	0.59	0.43
il	1.01	0.47	0.51	0.74	0.78
ap	0.38	0.12	0.21	0.24	0.28
Salic total	87.26	93.39	92.90	92.19	92.27
Femic total	14.11	6.70	6.67	8.05	7.69
D.I.	81.11	86.38	85.07	82.73	82.97
Nb (ppm)	37	16	18	17	15
Ta	2	1	1	1	1
Sn	11	9	12	10	7
W	2	1	3	1	3
F	220	140	250	380	430
Cl	49	17	27	34	25

第10表 初年度花崗岩類試料のニオブ、タンタル含有量

	OAR-1	OAR-3	OAR-4	OAR-7	OAR-9	OAR-10	OAR-11	OAR-12	OAR-13	OAR-14
Nb	3	13	20	14	12	13	14	14	4	14
Ta	1	3	3	2	2	3	3	2	1	2

	OAR-15	OAR-16	OAR-17	OAR-18	OAR-19	OAR-20	ONR-1	ONR-7	ONR-11	ONR-12
Nb	12	3	20	14	14	15	1	13	7	16
Ta	2	1	5	2	3	2	1	2	2	2

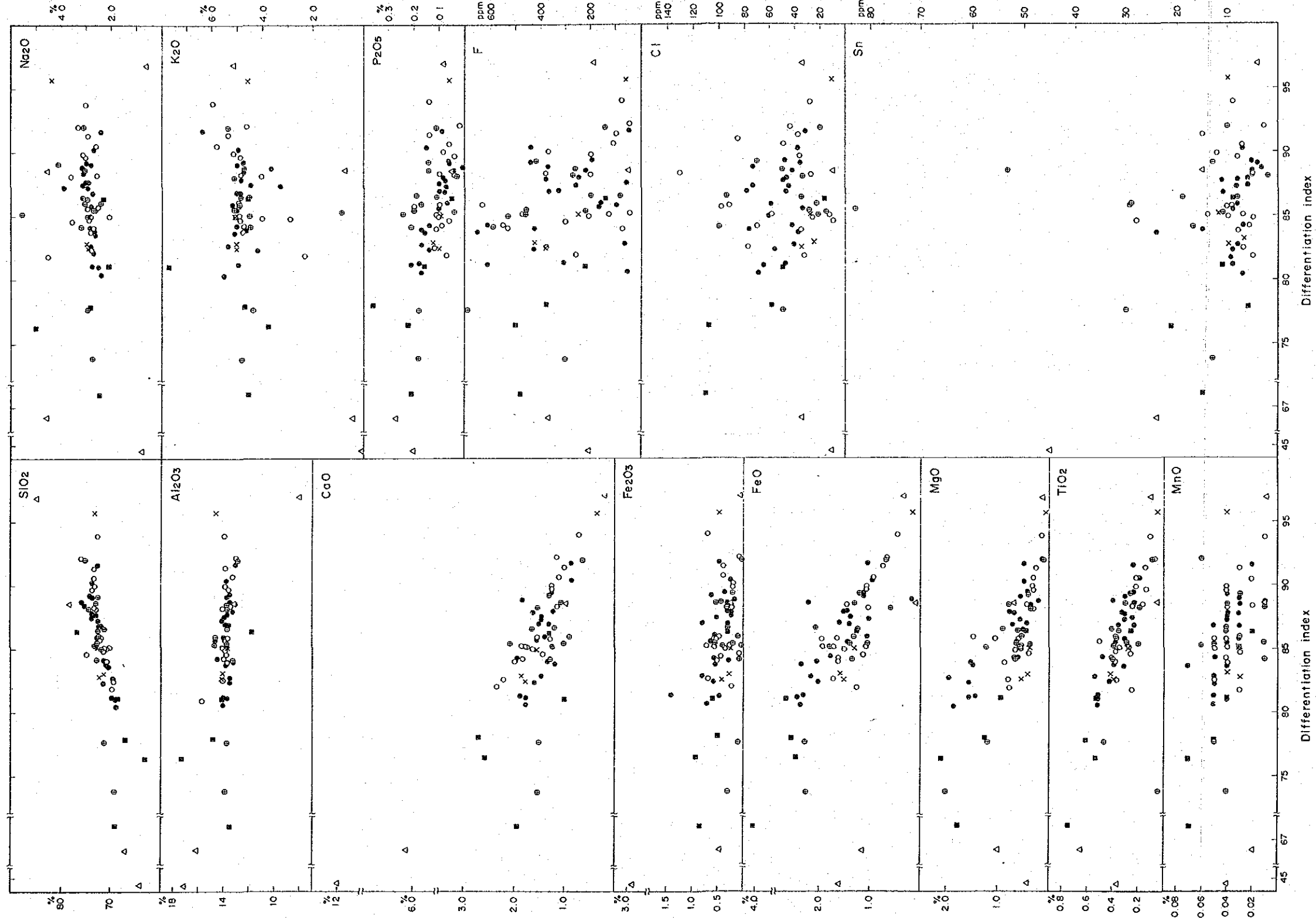
	ONR-14	ONR-15	ONR-16	ONR-20	ONR-26	ONR-27	ONR-29	ONR-30	ONR-31	ONR-32
Nb	4	15	7	23	11	10	17	16	20	13
Ta	1	3	1	6	2	1	3	3	3	2

	ONR-33	ONR-34	ONR-35	ONR-36	ONR-39	ONR-42	ONR-44	ONR-46	ONR-61	OUR-7
Nb	12	12	12	15	12	13	12	12	9	15
Ta	2	2	4	3	3	2	1	2	2	2

	OUR-10	OUR-11	OUR-101	OYR-4	OYR-5	OYR-6	OYR-9	OYR-15	OYR-27	OYR-29
Nb	13	16	16	16	14	11	18	11	10	10
Ta	2	2	3	2	2	1	3	1	2	1

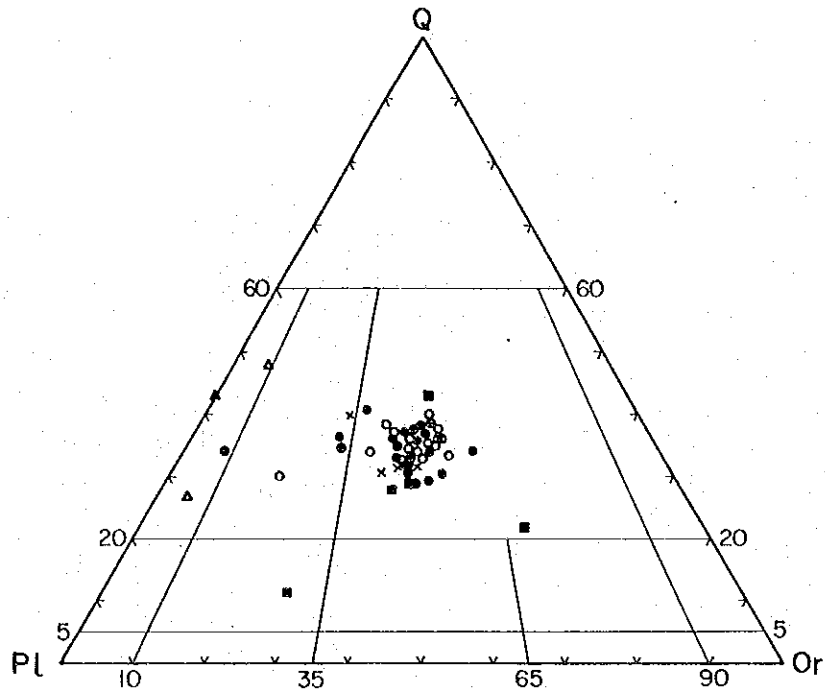
第11表 花崗岩類のSタイプ/Iタイプ分類

番号	試料番号	Na ₂ O-K ₂ O	Mol. Al ₂ O ₃ / (Na ₂ O+K ₂ O+CaO)	ノルム コラン ダム (%)	ACF 図
1	A-13-43	? (0.75-0.03)	I (0.74)	I (0)	I
2	A-15-41	I? (4.54-0.40)	I (0.89)	S (1.78)	I
3	B-15-20	I (4.36-4.60)	S (1.14)	S (1.91)	I
4	C-5-7	I? (4.65-0.72)	S (1.30)	S (3.17)	S
5	A-35-131	I (3.55-2.89)	S (1.19)	S (2.33)	S
6	T-2	S (2.84-5.02)	I (1.06)	I (0.95)	S
7	T-3	S (2.94-5.00)	I (1.03)	I (0.68)	S-I
8	T-1	S (2.90-5.06)	I (1.07)	S (1.03)	S
9	A-9-40	S (2.72-5.12)	S (1.16)	S (2.30)	S
10	A-15-15	S (2.94-4.34)	S (1.11)	S (1.78)	S
11	A-15-95	S-I (3.19-4.46)	S (1.15)	S (2.32)	S
12	A-29-146	S (3.11-5.37)	S (1.15)	S (2.01)	S
13	A-35-169	S (3.08-4.90)	S (1.20)	S (2.75)	S
14	C-10-13	S (2.73-4.81)	S (1.11)	S (1.74)	S
15	C-1	S (2.46-4.54)	I (1.08)	S (1.43)	S
16	C-2	S (2.08-7.69)	I (1.04)	I (0.80)	S
17	C-3	S (2.28-4.56)	I (1.06)	I (0.74)	S

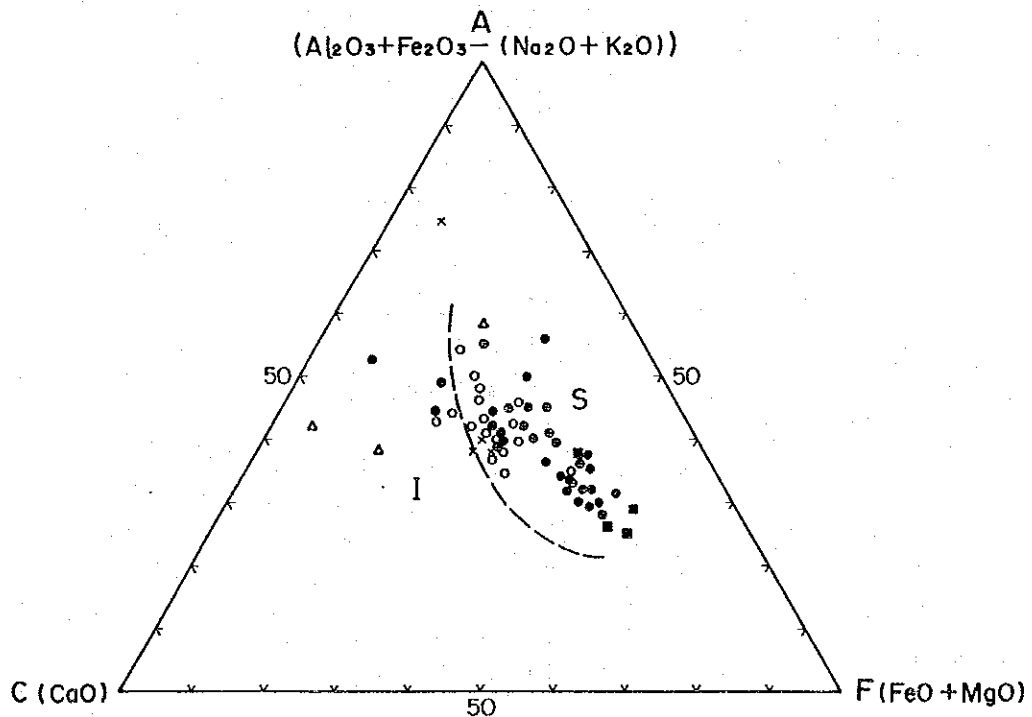


- X Cretaceous fine- to coarse-grained granite and aplite
- Δ Triassic aplite and pegmatite
- Triassic fine-grained granite
- Triassic medium- to coarse-grained porphyritic granite (not foliated)
- ⊕ Triassic medium- to coarse-grained porphyritic granite (foliated)
- Carboniferous gneissose granite

第 13 図 花崗岩類の化学組成図



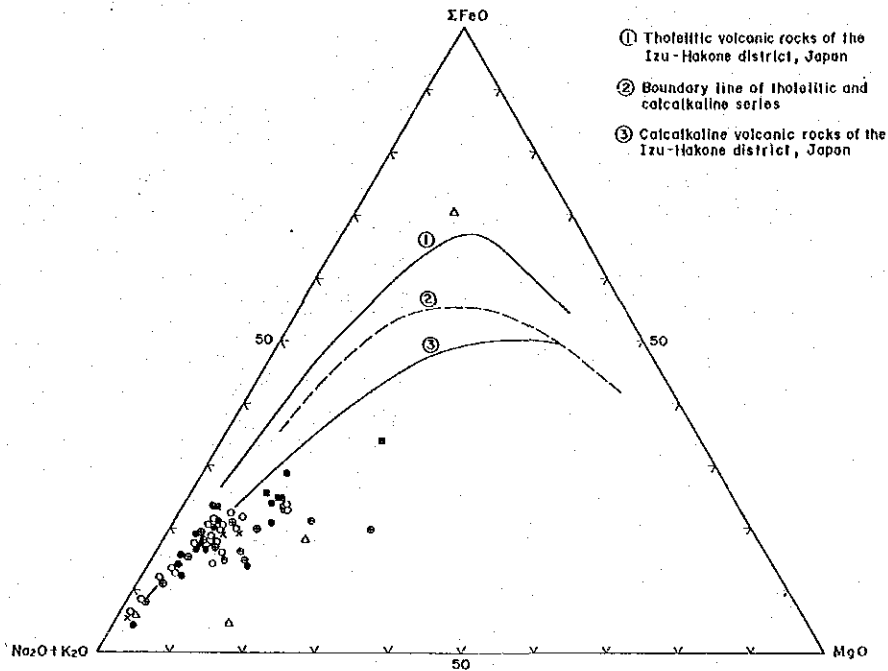
(a) Normative Q - Pl - Or diagram



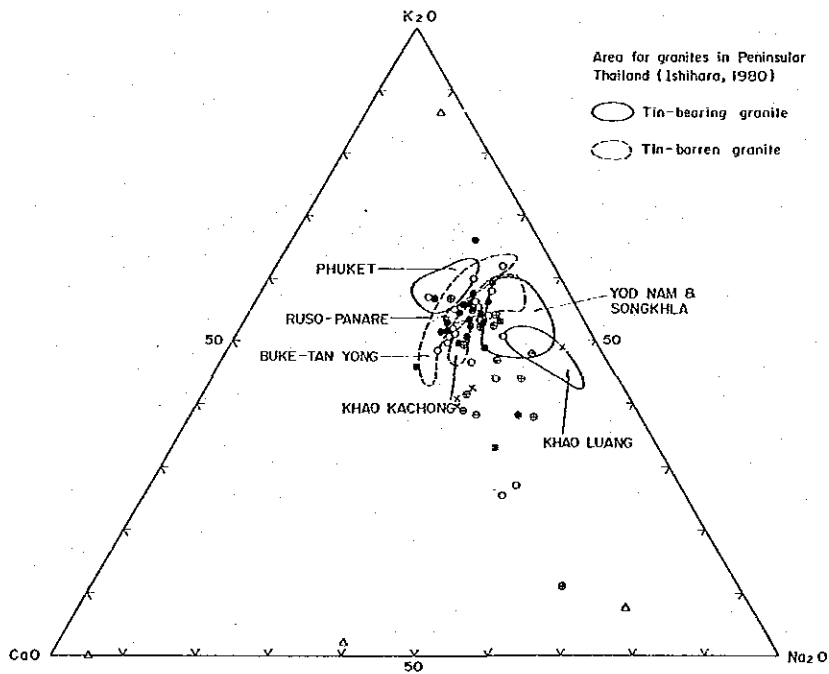
(b) ACF diagram

- × Cretaceous fine- to coarse-grained granite and aplite
- Δ Triassic aplite and pegmatite
- Triassic fine-grained granite
- Triassic medium- to coarse-grained porphyritic granite (not foliated)
- ◐ Triassic medium- to coarse-grained porphyritic granite (foliated)
- Carboniferous gneissose granite

第 14 図 ノルム石英-斜長石-正長石図及び ACF 図



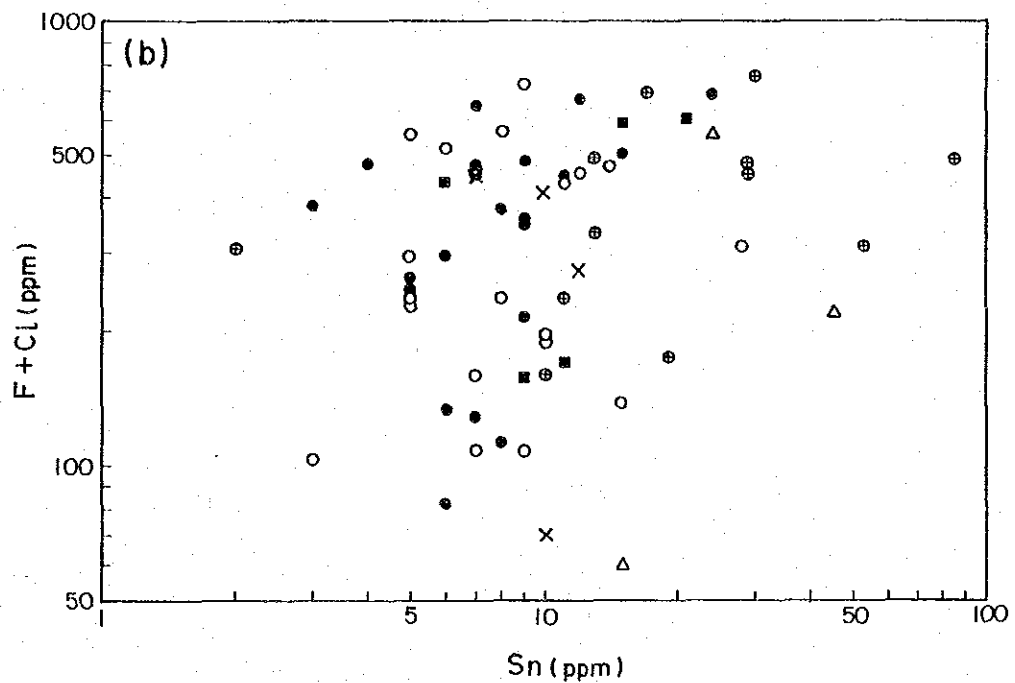
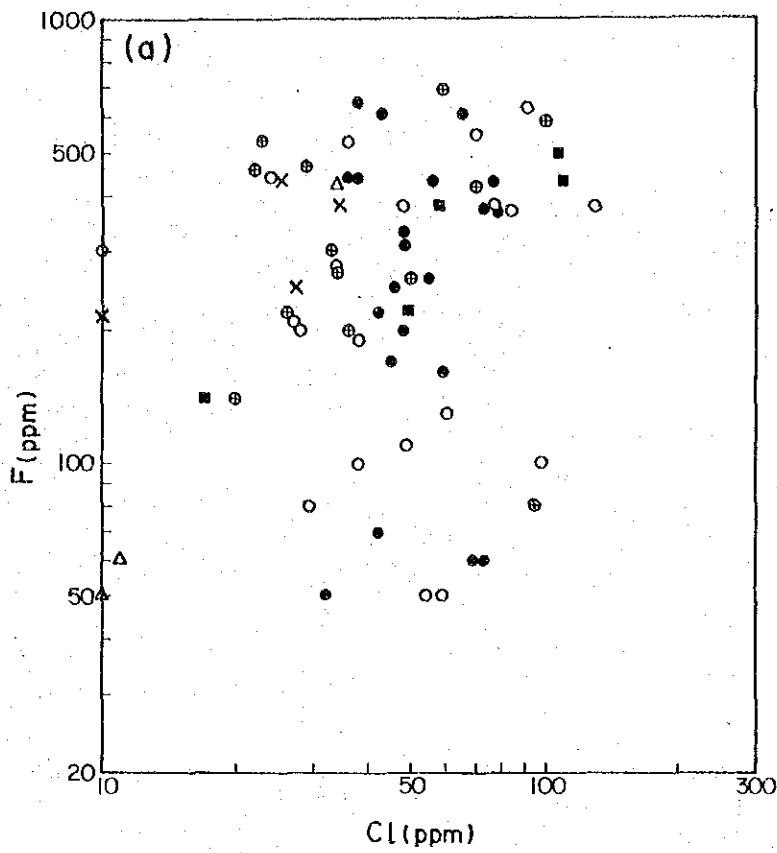
(a) MFA diagram



(b) Alkali-lime diagram

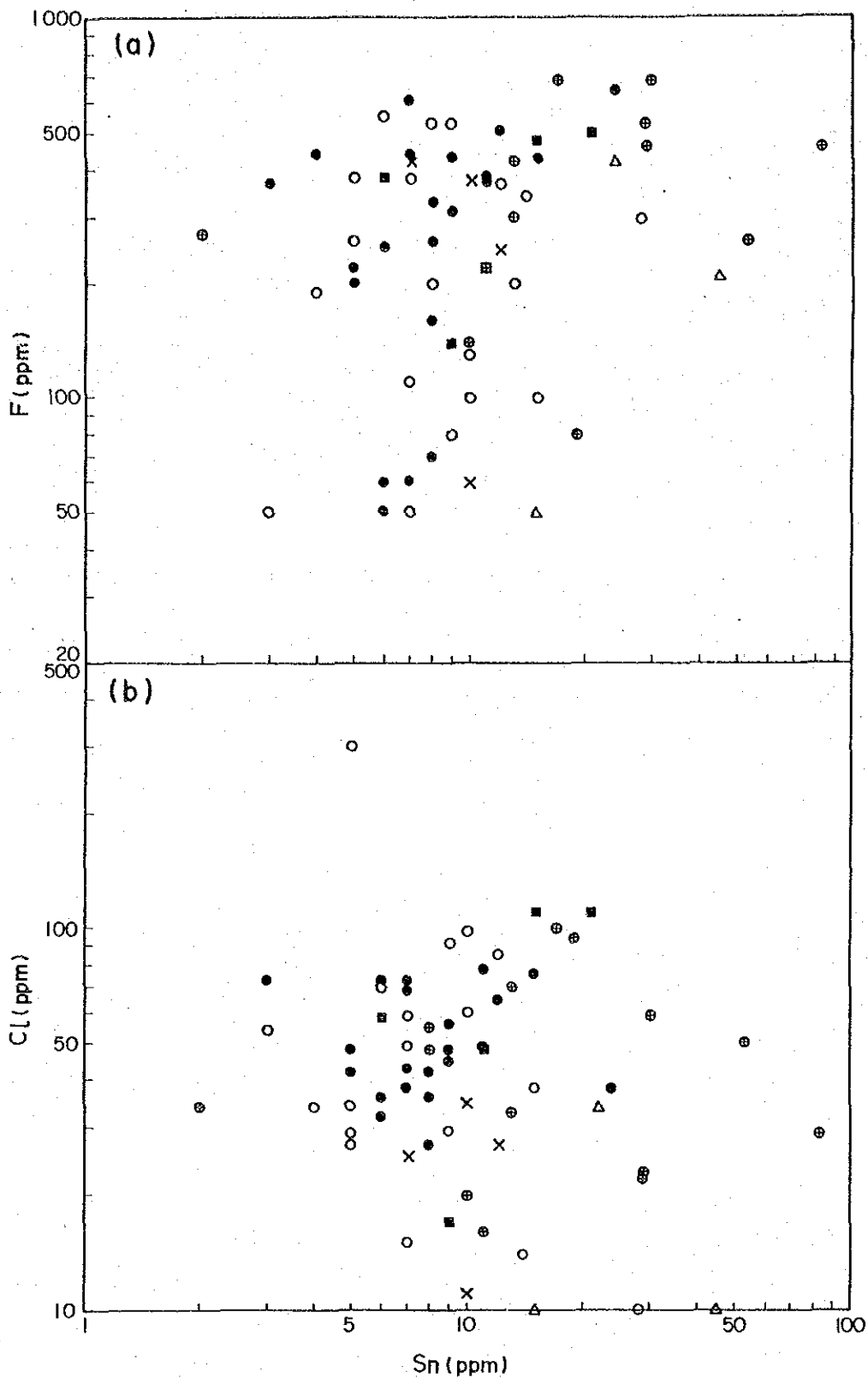
- × Cretaceous fine- to coarse-grained granite and aplite
- △ Triassic aplite and pegmatite
- Triassic fine-grained granite
- Triassic medium- to coarse-grained granite (not foliated)
- ⊗ Triassic medium- to coarse-grained granite (foliated)
- Carboniferous gneissose granite

第 15 図 M F A 図 及 び ア ル カ リ ー ラ イ ム 図



- × Cretaceous fine- to coarse-grained granite and aplite
- △ Triassic aplite and pegmatite
- Triassic fine-grained granite
- Triassic medium- to coarse-grained porphyritic granite (not foliated)
- ⊕ Triassic medium- to coarse-grained porphyritic granite (foliated)
- Carboniferous gneissose granite

第 16 図 Cl - F 図及び Sn - (F + Cl) 図



- × Cretaceous fine- to coarse-grained granite and aplite
- △ Triassic aplite and pegmatite
- Triassic fine-grained granite
- Triassic medium- to coarse-grained porphyritic granite (not foliated)
- ⊙ Triassic medium- to coarse-grained porphyritic granite (foliated)
- Carboniferous gneissose granite

第 17 図 Sn - F 図及び Sn - Cl 図

微量成分の含有量の相関についてみると、まず、(フッ素+塩素)/錫比、フッ素/錫比、塩素/錫比(第16図b, 第17図a, b)では岩相別には明瞭な傾向を示さないが、大まかにはそれぞれ正の相関関係にある。その外の成分の相関関係は、ニオブ、タンタル、タングステン含有量が数例を除けばほぼ一様であるため明瞭な相関関係はうかがえない。しかし、前述したように、本地域ではパブンドン鉍山切羽及び地域南西隅部に高錫・タングステン花崗岩が認められることは興味深い。

第 3 章 地 化 学 探 查

第3章 地化学探査

1. 調査方法

本地化学探査は、各調査地区の土壌中の元素含有量を分析して、各元素の挙動を統計的に解析し、鉍化作用に由来する地化学異常域を抽出することを目的として次の手順で行った。

1-1 試料採取

本調査では、矩形格子法によりB層土壌試料を採取した。

採試線間隔は3地区とも100mとし、採試点間隔は精査地区であるA地区では25m、準精査地区であるB、C両地区では50mとした。採取深度は地表から25~35cmが一般的であった。

採試線方向は次のように計画した。

(i) A地区：N-S方向

本地区内のパブンドン鉍山における錫、タングステン鉍化脈はNW-SE性を示すが、地区北隣のパブン鉍山でのそれらはENE-WSW性であり、本地区ではこれら2方向の鉍化脈の賦存が期待された。また鉍化の有無は確認されてはいなかったが本地区ではNE-SW性の断層およびリニアメントが顕著である。以上のことからNW-SE性、ENE-WSW性、NE-SW性の鉍化脈および断層系を有効に抽出するために採試線をN-S方向に設定した。

(ii) B地区：NE-SW方向

本地区内のヨンク鉍山ではENW-WSWないしNW-SEの走向をもつ片麻岩の片麻状構造に平行に(錫-)タングステン鉍化脈が胚胎する。また本地区では、一般的地質構造はNW-SE性を示す。これらのことから鉍化帯はNW-SE性を示すと予想され、これを有効に抽出するために採試線をNE-SW方向に設定した。

(iii) C地区：NE-SW方向

本地区内ではNW-SE性およびNE-SW性の断層とリニアメントが発達する。そのうち鉍化作用は、パブンドン鉍山と同様にNW-SE性の断層系と関連していると予想された。また初年度の河川堆積物による地化学探査では、本地区から南方にかけてタンタルおよびニオブの小異常域が断続的に確認され、N-S性の地質構造および鉍化帯の存在も予想された。このことから採試線をNE-SW方向に設定した。

各地区における採試線および採試地点は計画に従ってポケットコンパスと測量テープを使用した簡易測量により標定した。

採取した土壌試料は風乾後篩分し、 -80 メッシュフラクションを化学分析用試料とした。

採取試料数は、A地区で4,200個、B地区で674個、C地区で439個、合計5,313個である。

1-2 地化学指示元素及び化学分析

本調査の対象はニオブ、タンタル、錫及びタングステン鉱床であることから、地化学指示元素としては、リチウム、ベリリウム、フッ素、ヒ素、ボロンなどもある程度有効と考えられるが、本調査は準精査および精査の段階にあるため、指示元素としては鉱化帯の存在を直接指示するタンタル、ニオブ、錫、タングステンの4成分とした。

これら4指示元素についての土壌試料の化学分析はプラズマ発光分光法によった。分析にあたっては標準試料(JG-1)を適時平行分析して分析精度をチェックした。分析操作の概略は次のとおりである。

試料2.0gを秤量後テフロンビーカーに投入し、フッ酸15ml、硝酸3ml、過塩素酸3mlを加えて常温でのゆるやかな反応を保つため一夜放置する。その後加熱板にて余剰の試薬を完全に蒸発させ、内容物が乾固するまで加熱(250℃、4~5時間)する。蒸発乾固終了後放冷し、塩酸10ml、純水20~30mlを加えて100℃以下で再加熱しながら乾固物を溶解し純水を加えて50mlに定容する。これにより得られた検液を遠心分離器にて微量の懸濁物(多くはアルミナ)を沈殿させた後、プラズマ発光分光計により定量する。

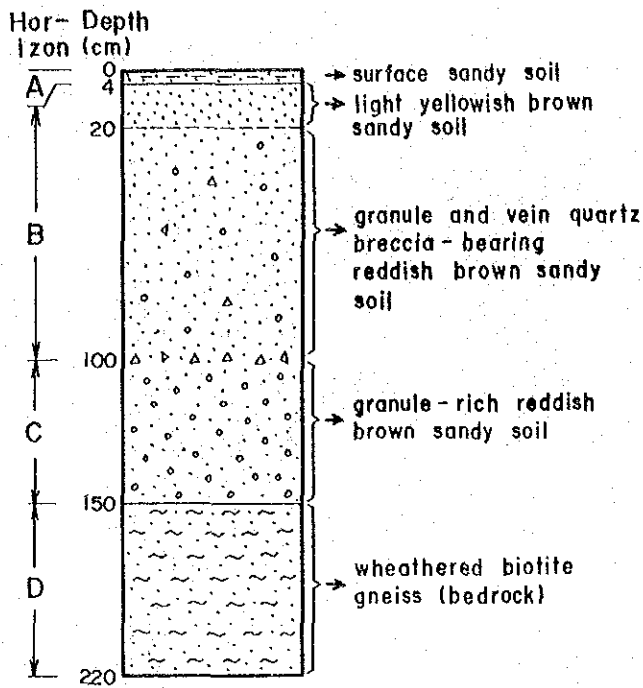
2. 地化学データの解析

2-1 土壌断面及び深度、粒度別元素含有量

各調査地区における土壌断面の例を第18図に示す。土壌の厚さは一般に80~150cm程度で、そのうちA層は2~8cm、B層は60~100cm、C層は20~50cmのことが多い。

土壌の性質は主として土壌母岩によって異なり、花崗岩類が分布するA、C両地区では淡褐色砂質土壌が卓越し、変成岩類が分布するB地区では赤褐色粘土質土壌が多い。

本調査でのB層土壌試料採取深度は地表面から25~35cmが一般的であり、化学分析

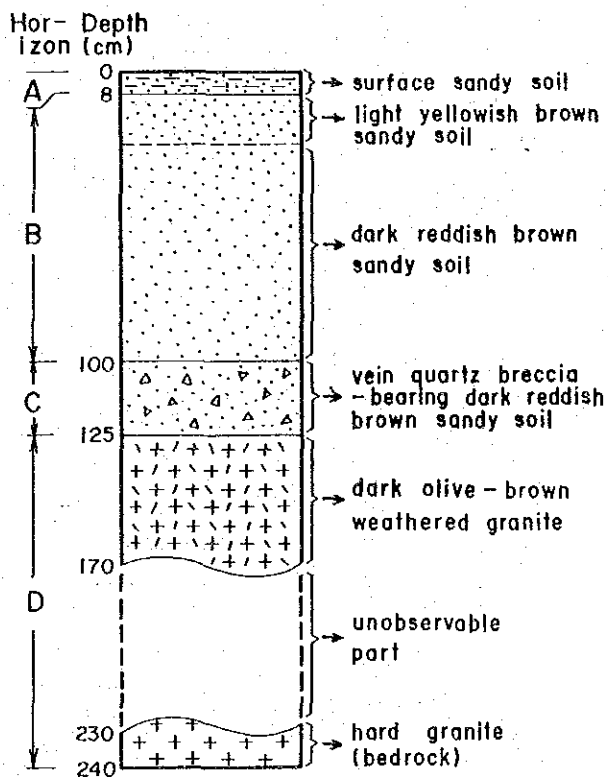


Sample No.	Nb	Ta	Sn	W (ppm)
I YKS-1	22	4	61	94
	4	1	17	89
I YKS-2	22	5	65	92
	5	2	20	31
I YKS-3	23	5	69	97
	4	1	24	46
I YKS-4	21	4	63	82
	8	2	37	21
I YKS-5	24	4	63	83
	5	1	19	32

Geochemical values are as below :

{ upper row ; of -30 and +80 mesh fraction
lower row ; of -80 mesh fraction

Yong Ku mine



Sample No.	Nb	Ta	Sn	W (ppm)
I PPD-1	20	<1	27	33
	3	<1	7	31
I PPD-2	27	2	33	49
	3	<1	8	23
I PPD-3	25	3	33	52
	4	<1	10	12
I PPD-4	25	3	33	51
	5	<1	11	11
I PPD-5	26	2	32	41
	10	<1	16	9

Geochemical values are as below :

{ upper row ; of -30 and +80 mesh fraction
lower row ; of -80 mesh fraction

Pha Pun Dong mine

第 18 图 代表的土壤断面及び深度，粒度別元素含有量

は-80メッシュフラクションについて行なったが、参考のために調査地区内の代表的鉍化帯であるバブンドン鉍山(A地区)とヨック鉍山(B地区)の露天採掘残壁から全土壌断面における深度別土壌試料を採取し、30~80メッシュフラクションについてもそれぞれ化学分析を行なった(第18図)。

その結果では、両地点とも深度による含有量に有意な違いは見られないが、粒度別含有量では地表近くのタングステンを除いては4成分とも30-80メッシュフラクションの方が-80メッシュフラクションの約2~9倍、普通3~5倍の値を示した。

本調査では-80メッシュフラクションを採用して各地区で一応の地化学異常域を抽出できており、30~80メッシュフラクションが高含有量を示すことは単に含有量のオーダーが上がるに過ぎないと考えられなくもないがむしろ錫、タングステン(ニオブ、タンタル)を対象とする調査では80メッシュより粗いフラクションの適用によりさらにコントラストの強い地化学異常域を抽出できる可能性を示唆していると思われる。

2-2 土壌試料の化学分析結果

各地区における土壌試料の分析値の統計値を第12表に示す。試料毎の分析値は巻末に付した。

第12表 地化学データの自然数値による統計値

単位 ppm

地区	元 素	最大値	最小値	平均値	標準偏差	分 散
A	Nb	120	9	29.28	11.61	0.40
	Ta	19	< 1	3.45	1.86	0.54
	Sn	200	11	34.21	15.20	0.44
	W	880	< 1	8.88	21.77	2.45
B	Nb	72	8	23.49	8.11	0.35
	Ta	29	< 1	3.56	2.76	0.78
	Sn	73	6	20.33	8.99	0.44
	W	500	< 1	11.13	24.81	2.23
C	Nb	62	5	25.80	4.88	0.19
	Ta	53	< 1	4.43	2.92	0.66
	Sn	51	11	26.86	5.47	0.20
	W	110	2	10.19	9.30	0.91