

タイ王国ヤンキャン地域  
資源開発協力基礎調査報告書

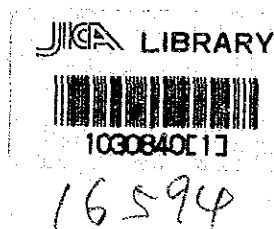
第 1 年 次

昭和 62 年 6 月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

タイ王国ヤンキャン地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次



昭和62年6月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 87.6.30	122
登録 No. 16594	66.1 MPN

マイクロ  
フィルム作成

## は し が き

日本国政府はタイ王国政府の要請に応え、同国北西部ヤンキャン地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門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61年度が第1年次にあたり、金属鉱業事業団は6名の調査団を編成して、昭和61年10月23日より昭和62年3月18日まで現地に派遣した。現地調査はタイ王国政府機関の協力を得て予定どおり完了した。

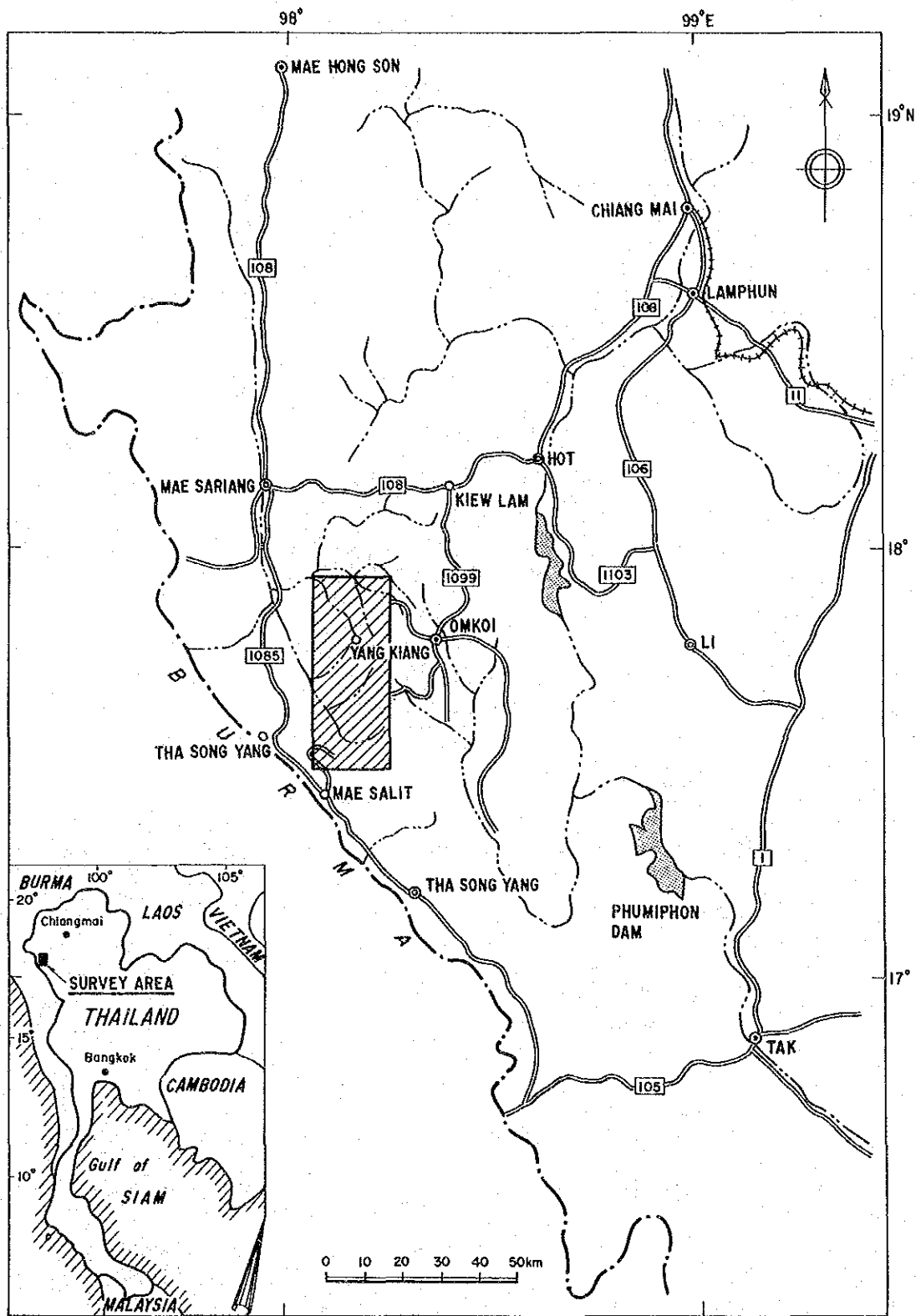
本報告書は第1年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告の一部となるものである。

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及び関係各位に衷心より感謝の意を表します。









昭和62年5月

国際協力事業団  
総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団  
理事長 佐 藤 淳一郎



Explanation

- |   |                  |   |             |
|---|------------------|---|-------------|
|  | Survey area      |  | Border line |
|  | Province capital |  | Car road    |
|  | District capital |  | Railway     |
|  | Major village    |  | River       |

第1圖 調查地域位置圖

## 要 約

本調査はタイ王国北西部ヤンキャン地域における資源開発協力基礎調査の第1年次にあたり、調査地域はチェンマイ県オムコイ郡オムコイの西方約25kmにあるヤンキャン部落を中心とした南北50km、東西20km(面積1,000km<sup>2</sup>)の地域で1983年から1985年にかけて実施された資源開発協力基礎調査オムコイ地域の西隣りに位置する。

本調査では調査地域の地質、地質構造、火成活動、鉍化作用の状況を把握するとともに、河床堆積物中の錫、タングステン、ニオブ、タンタルなどの有用鉍物の含有量濃度分布をもとに、それらの相互関係を検討し、鉍床賦存の可能性の高い地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。

調査地域の地質は、先石炭紀、カンブリアーオールドビス紀、オールドビス紀、シルルーデボン紀、デボンー石炭紀、石炭ー二畳紀、二畳ー三畳紀の堆積岩類と、これらに貫入する花崗岩類及び第四紀砂礫層より構成される。

堆積岩類は砂岩、頁岩、粘板岩、石灰岩の互層からなり、オールドビス紀のみに石灰岩が卓越する。

調査地域内の花崗岩類は、底盤状をなす北東岩体と南東岩体、岩株状をなす北西岩体、中央部岩体及びモンカティン岩体の5つの岩体に分けられる。モンカティン岩体を除く4つの岩体は、カリ長石斑状黒雲母花崗岩からなり底盤状岩体の一部には両雲母花崗岩が見られる。モンカティン岩体は、両雲母花崗岩からなる。

これら花崗岩は、岩石化学的には全て錫花崗岩に分類されるが、このことを除けば各々が固有の性質を示し、これは岩体の形成、分化過程や鉍化作用の影響を受けたことが原因と考えられる。

K-Ar法年代測定によると、北東部と南東部の岩体が73~80Ma、中央部の岩体が189Ma、モンカティン岩体が40Maの値を示した。また調査地域周辺の三畳紀花崗岩類のRb-Sr年代、K-Ar年代では190~236Maの値が得られていることから、本地域の花崗岩類も同時代のものと考えられ、上記年代値73~80Maは錫・タングステン鉍化の時期、40Maは硫化鉍の鉍化の時期を示すものと推測される。

地質構造の主要な方向は、NW-SE系、N-S系、NE-SW系である。堆積岩類の走行はNW-SEで、調査地域の南東部では単斜構造を示す。北東部では大きな向斜構造を示し、その軸はNW-SE方向である。

断層の方向は、NW-SE系が卓越し、NE-SW系、N-S系は副次的に見られる。

調査地域内の鉍床としては、底盤状北東花崗岩体中の二次鉍床及び南西端岩株状モンカティン花崗岩体中の初生鉍床と二次鉍床とがある。北東花崗岩体中の鉍床は、緩やかな山間地を流れる沢の上流域に堆積した砂礫層を対象とする原地残留堆積性鉍床で、数か所に旧採掘場がある。その鉍石鉍物は錫石を主として、灰重石を伴う。パニング試料の化学分析ではニオブ・タンタルが認められた。モンカティン地区

の鉱床は、花崗岩中の含錫・タングステン石英脈及びその周辺の低地に堆積した砂礫層を対象とする原地残留堆積性鉱床である。上記石英脈は走向NW-SEに脈幅10~80cm, 7~8条の平行脈で賦存する。鉱脈は、NW-SE方向約4kmの間に点在、配列して賦存し、5か所で採掘されている。鉱石鉱物は、鉄マンガン重石を主とし、錫石を伴う。石英脈の周辺部では、磁硫鉄鉱、硫砒鉄鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱が鉱染する。バンニング試料の化学分析、X線回折の結果、ニオブ・タンタルは殆んど認められない。

地化学探査では、河床堆積物を対象に、ニオブ、タンタル、錫、タングステン、銅、亜鉛、アンチモン、モリブデン、ヒ素、金、銀、フッ素の12元素について地化学異常域の抽出を試みた。その結果、北東岩体及びモンカティン岩体分布域に、錫、タングステン、ニオブ、タンタルの高異常域が認められた。亜鉛とモンカティン地区を除いた銅、ヒ素は、殆んど後背値以下しか示さず、その分布も堆積岩の分布域に限られることから、堆積岩から由来したものと考えられる。フッ素の分布は、底盤状花崗岩の分布域に対応しており、その中でチノルアン沢及びメロン地区に高異常域が集中する。金、銀、モリブデン、アンチモンは濃度が低く殆んど異常は認められない。

以上の調査結果から、北東岩体の異常域とモンカティン岩体の異常域が有望地区として考えられる。モンカティン岩体は、鉱化作用の範囲が限られ、既に地表部は殆んどが開発されている。一方北東岩体は、高異常域の分布するチノルアン沢地区、サンギン沢~ウトム沢地区、ヤンキャン地区が、オムコイ地域からの含錫・タングステン花崗岩の延長部に当たること、二次鉱床採掘跡があること、バンニングで錫・タングステンのほか、ニオブ・タンタルの存在も認められることなども合わせて、新鉱床賦存の可能性の高い地区と考えられる。

# 目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要 約	i
目 次	iii
第1章 序 論	1
1-1 緒 言	1
1-2 調査日程及び調査団の編成	1
1-3 調査の内容	2
第2章 調査地域の概要	5
2-1 位置及び交通	5
2-2 地 形	5
2-3 気候・植生	6
2-4 一般情勢	6
第3章 地質調査	7
3-1 地質概要	7
3-2 層 序	7
3-3 火成活動	13
3-4 地質構造	16
3-5 鉱 床	17
3-6 花崗岩類の地化学特性	23
3-7 花崗岩類のK-Ar法年代測定	32
第4章 地化学探査	36
4-1 試料採取	36
4-2 化学分析方法	36
4-3 データの解析	36
4-4 異常域の分布	41



4-5	重鉍物試料の検討	41
4-6	地化学探査の考察	45
第5章 結論及び第2年次への提言		48
5-1	結論	48
5-2	第2年次への提言	48
参考文献		49

巻末付図付表

## 表

第1表	調査内容及び調査量	4
第2表	鉍石試料化学分析結果一覧表	22
第3表	花崗岩試料化学分析値一覧表	25
第4表	花崗岩の化学特性と花崗岩系列の分類	31
第5表	絶対年代測定結果一覧表	34
第6表	地化学分析値の基本統計値	37
第7表	異常値のレベル区分	39
第8表	地化学分析値の相関行列	39
第9表	主成分分析結果及び主成分に対する因子負荷量	40

## 付 図

第1図	調査地域位置図	
第2図	広域地質図	8
第3図	地域地質図	10
第4図	地質模式層序図	11
第5図	鉍徴地分布図	18
第6図	モンカティン地区鉍床分布図	20
第7図	花崗岩類の化学組成図	26
第8図	ノルム $Q - Ab - Or$ 図	27
第9図	$K_2O - Na_2O$ 相関図	27
第10図	$ACF (Al_2O_3 - Na_2O - K_2O / CaO / FeO + MgO)$ 図	28
第11図	$CNK (CaO - Na_2O - K_2O)$ 図	28
第12図	分化指数 $- Fe^{3+} / Fe^{2+}$ 相関図	29
第13図	$CaO - Sn$ 相関図	29
第14図	重鉍物試料肉眼鑑定結果 (錫石)	42
第15図	"                  (灰重石)	43
第16図	"                  (ザクロ石, 鉄マンガン重石)	44
第17図	鉍床分布図及び $Nb, Ta, Sn, W$ 地化学異常域図	47

## 卷末 付表 ・ 付図

付表 1	岩石薄片顕微鏡観察結果一覧表 .....	A-1
付表 2	鉍石研磨片顕微鏡観察結果一覧表 .....	A-2
付表 3	X線回折分析結果一覧表 .....	A-3
付表 4	地化学試料化学分析結果一覧表 .....	A-4
付図 1	頻度分布・累積頻度分布図(ニオブ) .....	A-30
付図 2	頻度分布・累積頻度分布図(タンタル) .....	A-31
付図 3	頻度分布・累積頻度分布図(錫) .....	A-32
付図 4	頻度分布・累積頻度分布図(タングステン) .....	A-33
付図 5	頻度分布・累積頻度分布図(銅) .....	A-34
付図 6	頻度分布・累積頻度分布図(亜鉛) .....	A-35
付図 7	頻度分布・累積頻度分布図(アンチモン) .....	A-36
付図 8	頻度分布・累積頻度分布図(モリブデン) .....	A-37
付図 9	頻度分布・累積頻度分布図(ヒ素) .....	A-38
付図10	頻度分布・累積頻度分布図(金) .....	A-39
付図11	頻度分布・累積頻度分布図(銀) .....	A-40
付図12	頻度分布・累積頻度分布図(フッ素) .....	A-41
付図13	Nb 異常値分布図 .....	A-42
付図14	Ta 異常値分布図 .....	A-43
付図15	Sn 異常値分布図 .....	A-44
付図16	W 異常値分布図 .....	A-45
付図17	代表的岩石, 鉍石試料の顕微鏡写真 .....	A-46
付図18	X線回折チャート .....	A-52

## 添 付 図 版

PL. 1	Geologic map
PL. 2	Geologic profiles
PL. 3	Location map of samples for laboratory examination
PL. 4	Nb content distribution map
PL. 5	Ta content distribution map

- PL.6 Sn content distribution map
- PL.7 W content distribution map
- PL.8 Cu content distribution map
- PL.9 Zn content distribution map
- PL.10 Mo, Sb content distribution map
- PL.11 As content distribution map
- PL.12 Au, Ag content distribution map
- PL.13 F content distribution map

# 第1章 序 論

# 第 1 章 序 論

## 1-1 緒 言

日本政府は、昭和58年から3年間にわたり、タイ国北部オムコイ地域において資源開発協力基礎調査を実施した。その結果、オムコイ地域の地質、地質構造、関係火成岩、鉱床の特性等について数多くの基礎資料が得られるとともに、タングステンの鉱徴地を確認した。タイ政府はこれらの結果に基づき、オムコイ地域の西側に隣接するヤンキャン地域についても、引き続き資源開発協力基礎調査の実施を要請した。

日本政府は、その要請に応じて昭和61年7月協定折衝のための調査団を派遣し、カウンターパートとなる工業省鉱物資源局と協議を行った結果、ヤンキャン地域における資源開発協力基礎調査を実施することに合意した。

## 1-2 調査日程及び調査団の編成

### (1) 調査計画の策定及び折衝

ヤンキャン地域資源開発協力調査の計画策定につき、事前調査・協定折衝及び第1年次調査計画打合せのための調査団が下記日程により派遣された。

(a) 事前調査・協定折衝 昭和61年7月14日

～昭和61年7月19日

### (b) 調査団の編成

#### 日本側

団長	和 泉 武	金属鉱業事業団
団員	遠 藤 泰 生	”
団員	林 歳 彦	国際協力事業団

#### タイ側

Sivavong Changkasiri	鉱物資源局(局長)
Chanin Rasrikriengkrai	鉱物資源局 (プロジェクト担当課長)
Phairat Suthakorn	鉱物資源局
Prachon Charoensri	鉱物資源局
Kasem Chanchaaronpong	鉱物資源局
Samai Chiemchindaratana	鉱物資源局
Sunoj Uenguoorn	鉱物資源局

(2) 第1年次調査

(a) 調査期間

第1年次調査は昭和61年10月23日～昭和62年3月18日の日程で実施した。

(b) 調査団の編成

現地における調査団の編成は次のとおりである。

日本側

企画・調整	松田憲和	通商産業省
	上條直樹	国際協力事業団
	和泉武	金属鉱業事業団
	石田誠一	"
	神谷夏実	"
	遠藤泰生	"
地質・地化学探査	内村巖	日鉄鉱コンサルタント株式会社
	吉田廣	"
	滝沢健一	"
	市毛芳克	"
	高畑裕之	"
	三好誠	"

タイ側

企画・調整	Chanin Rasrikriengkrai	鉱物資源局
	Phairat Suthakorn	"
地質・地化学探査	Peerapong Khuenkong	"
	Patchara Jariyawat	"
	Arun Tritrangarn	"
	Wason Chanseang	"
	Boonchu Panglinput	"
	Sawang Wanlaid	"

1-3 調査の内容

(1) 調査地域

調査地域はチェンマイ県オムコイ郡ヤンキャン部落を中心とする地域で、南北50km、東西20km、面積1,000km<sup>2</sup>の範囲について、地質状況の把握と、地化学異常の抽出により、ニオブ、タンタル、錫、タングステンのほか、金、銀、銅、亜鉛、モリブデン、アンチモン等につ

いても、それらの鉱床賦存状況を把握し、有望地域を抽出することを目的とした。

## (2) 従来の調査

German Geological Mission (1972) は、1965年から1971年にかけて、鉱物資源局と協力して、タイ北部の組織的な広域調査を行い、地質層序、地質構造を総括するとともに地域内に分布する各種鉱床の記載を行い、そのポテンシャルを評価した。この中でオムコイ地域の錫、タングステン、螢石、アンチモン鉱床について簡単に記載している。

上記広域調査の結果をもとに、縮尺1/250,000の地質図 Geological Map of Northern Thailand (compiled by E.V. Braun, L. Hahn and H.D. Maronde, 1981) が編纂され、調査地域はその中の Sheet (Amphoe Li) 6に含まれている。また Hahn and Siebenhüner (1982) は同図幅中に産する化石について考察している。

Vichit & Khuenkong (1983) はオムコイ地域に点在する錫、タングステンの鉱床、鉱徴地を記載し、鉱化作用の特徴を述べるとともに、河床堆積物中にニオブ、タンタルの鉱物を見出し、錫鉱床との関係を論じている。

JICA & MMAJ (1986) は、1983年から1985年にかけてオムコイ町を中心とする1,000 km<sup>2</sup>の地域について、地質調査、地化学探査を行い、その結果から有望地域を抽出し、一部でタングステンの鉱徴を確認した。

## (3) 調査の内容

本年度の調査は、調査地域全域を対象とする概査で、地質調査、地化学探査及びそれらに付随する室内試験を実施した。

地質調査及び地化学探査の試料採取は、調査地域全域から均等な密度で水系を選定し、これらの水系に沿って実施した。

現地調査には、既存の縮尺1/50,000地形図を拡大した縮尺1/25,000地形図を使用し、調査結果は縮尺1/50,000地質図及び地化学異常図にまとめた。

調査期間は昭和61年10月8日より昭和62年5月11日までで、そのうち現地調査の期間は、昭和61年10月23日より昭和62年3月18日までの147日であった。

採取試料の分析、調査結果の解析は、日本国内で実施した。

調査内容及び調査量の内訳を第1表に示す。



第1表 調査内容及び調査量

項 目		調 査 量
現 地 調 査	概 査	
	地 質 調 査 地 化 学 探 査	調査面積 1,000 <i>km</i> <sup>2</sup> 踏査延長 600 <i>km</i>
室 内 試 験	岩石薄片観察	15枚
	鉍石研磨片観察	15個
	X線回折	14個
	K-Ar法年代測定	5個
	化 学 分 析	岩石: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, MnO, TiO <sub>2</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , BaO, LOI, Sn
	鉍石: Nb, Ta, Sn, W	12個 (48成分)
	河床堆積物: Nb, Ta, Sn, W, Cu, Zn, Sb, Mo, As, Au, Ag, F	2,027個 (24,324成分)
	重鉍物: 肉眼観察	537件

## 第2章 調査地域の概要

## 第2章 調査地域の概要

### 2-1 位置及び交通

調査対象地域は、第1図に示すように東経 $98^{\circ}03'30''$ ~ $98^{\circ}15'00''$ 、北緯 $17^{\circ}29'00''$ ~ $17^{\circ}56'30''$ の範囲で、タイ北部チェンマイ (Chiang Mai) 市の南西方約 $200\text{ km}$ に位置し、南北 $50\text{ km}$ 、東西 $20\text{ km}$ 、面積 $1,000\text{ km}^2$ の地域である。行政上は、東側半分がチェンマイ県オムコイ郡に属し、西部がメホンソン (Mae Hong Son) 県メサリアン (Mae Sariang) 郡、南西~南部がタク (Tak) 県タソンヤン (Tha Song Yang) 郡に属している。

1983年~1985年に実施された資源開発協力基礎調査オムコイ (Omko i) 地域に西接する。

チェンマイからベースキャンプを置いたオムコイ郡オムコイ町までは、チェンマイ~メサリアン~メホンソンを結ぶ国道108号線のチェンマイから約 $120\text{ km}$ にあるキュウラン (Kiew Lam) 村を起点として南下する国道1099号線が通じており、1日1往復のバス便がある。国道108、1099号線は完全舗装道路で、チェンマイからオムコイまでは約 $170\text{ km}$ 、自動車では約3時間を要する。

メサリアンからは、調査地域の西方を南下する国道1085号線がタソンヤンを経由してタク方面に通じている。この国道は、メサリアンからメサリット (Mae Salit) 付近までは未舗装であり、南部では現在道路改修が行なわれている。オムコイ~メサリアン間は $114\text{ km}$ 、所要時間2時間、メサリアン~メサリット間は $116\text{ km}$ 、所要時間は約3.5時間である。

チェンマイと首都バンコク (Bangkok) 間は直距約 $570\text{ km}$ で、国内航空のジェット機が毎日4~5便就航しており所要時間は60分である。鉄道はチェンマイ~バンコク間 $751\text{ km}$ を約1.35時間で運行している。また、ハイウェイも通じており、高速バスで約10時間を要する。

調査地域に通ずる自動車道路は、オムコイから調査地域北東部のウツムタイ (U Tum Tai)、コプロル (Ko Pro Lu) 及び南東部のメロン (Mae Long) に通ずる未舗装道路とメサリットからメラモン (Mae Ramoeng) に通ずる国道1267号線 (完全舗装) がある。未舗装道路は、いずれも急坂、カーブが多く、四輪駆動車でなければ安全運転は困難であり、オムコイよりの所要時間は3~4時間である。これらの道路は、雨季には泥濘化して殆んど通行不能となる。地域中央に位置するヤンキャン (Yang Kiang) までは、コプロルから自動車道路が敷設されているが、現在は倒木、雨裂等により通行不能である。

また、調査地域内には、点在する高地民族の集落や農耕地を結ぶ小径が縦横に発達している。

### 2-2 地 形

本調査地域のうち、北東部を南東から北西へ北流するメロップ川 (Nam Mae Lop) 以東では、

標高700～1,100 mの比較的開析の進んだ高原状山地地形を呈する。メロップ川以西で地域南西部を南東から北西に北流するメンガオ川(Nam Mae Ngao)以東の地域は、標高200 mから1,800 mまで約1,600 mの比高差を示す急峻な山岳地形を示す。メンガオ川以西の地域は、鉦山の点在する地域南西端のモンカティン山(Doi Mon Kathing)を含むNW-SE方向に連なる山稜部に向って次第に高度を増す緩い山地地形を呈する。この山稜の南西側は急峻な崖地形を示す。

### 2-3 気候・植生

調査地域を含む一帯は、熱帯性サバナ気候に属し、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である。3月、4月は、北西風が弱まり年間で最も暑い季節となる。

一般に、月平均気温は16～28℃であるが、乾季には一日の温度変化が3～35℃と大きく、高地山間部では最低気温が0℃前後に下がり、稀には霜の降りることもある。

年間降雨量は、800～900 mmで、12～3月にはほとんど降雨がない。

調査地域の植生は、北部～東部では、松などの針葉樹が一部まじる広葉樹の原生疎林が大部分を占めているが、南西部では、シュロなどがまじるジャングル様の密生林が卓越する。

### 2-4 一般情勢

調査地域の住民は殆んどが高地民族のカレン族で、主要河川沿いの平地や山間部の丘陵地に数戸～数10戸からなる集落を形成して、調査地域内全域に点在、居住する。

主要部落のヤンキャン(Yang Kiang)、メコン(Mae Khong)、メラモン(Mae Ramoeng)等には小学校が所在し、巡回診療も行なわれるなど調査地域も徐々に開らけつつあるが、未だ自動車道路が殆んど発達していないため、大部分の住民は自給自足の生活を営んでいる。

産業は、水田、焼畑地での米作が主体で、他に牧畜(肉牛、水牛、豚)、織物、鉦業(錫、タングステン)、林業(チーク材)などである。

資材、穀物等の運搬は、人力のほか、しばしば象が使われる。

ベースキャンプを設けたオムコイは、オムコイ郡の郡庁所在地で郡庁のほか、小学校、中学校、病院、郵便局、警察署、雑貨店、食堂、ガソリンスタンド等があり、行政、商業の中心となっている。オムコイでは、タイ民族が大部分を占めている。

### 第3章 地質調査

## 第3章 地質調査

### 3-1 地質概要

調査地域を含む北部タイは、インドシナ半島のほぼ中央に位置する。

インドシナ半島一帯は、先カンブリア時代末期、バリスカン期（ヘルシニア期、古生代末期）、インドシナ期（中生代三畳紀～ジュラ紀）、アルプス期（ヒマラヤ期、中生代白亜紀～新生代）の4回の造山運動を重複して受けた地質帯である。北部タイに見られる地質構造要素は、この複数の造山運動の産物であり、とくに造山運動に伴う断裂運動の影響を強くうけている。この断裂運動の結果にもとづいて、西側から4つの地質構造区にわけられる（JICA, 1984）。すなわち、西部構造区（タイ～ビルマ国境）、西部主要山岳地帯構造区（メサリアン～チェンマイ間）、中央北部構造区、東部構造区（コラート高原）の4構造区である。

調査地域の大部分は、西部主要山岳地帯構造区に属するが、南西部は西部構造区にかかる。西部主要山岳地帯構造区を構成する岩石は、先カンブリア時代末の変成岩類とこれを不整合に覆う古生代～中生代の堆積岩類及びこれらに貫入する石炭紀、三畳紀の花崗岩類である。また、西部構造区は、古生代～中生代の炭酸塩岩と砕屑岩、これに貫入する中生代の花崗岩により構成される（第2図）。

調査地域を概括すると、東部を南北に底盤状の花崗岩体が占め、西部には、古生代～中生代の堆積岩類が分布する。堆積岩類の構造は、NW-S E 走向を示しており、この構造方向に調和して、花崗岩の岩株状岩体が地域中央部及び南西端に貫入する。

鉱床は中生代以降の花崗岩の活動と密接に関係するとされ、錫、タングステン、鉛、亜鉛、アンチモンなどの鉱床、鉱徴地が各地に知られている。

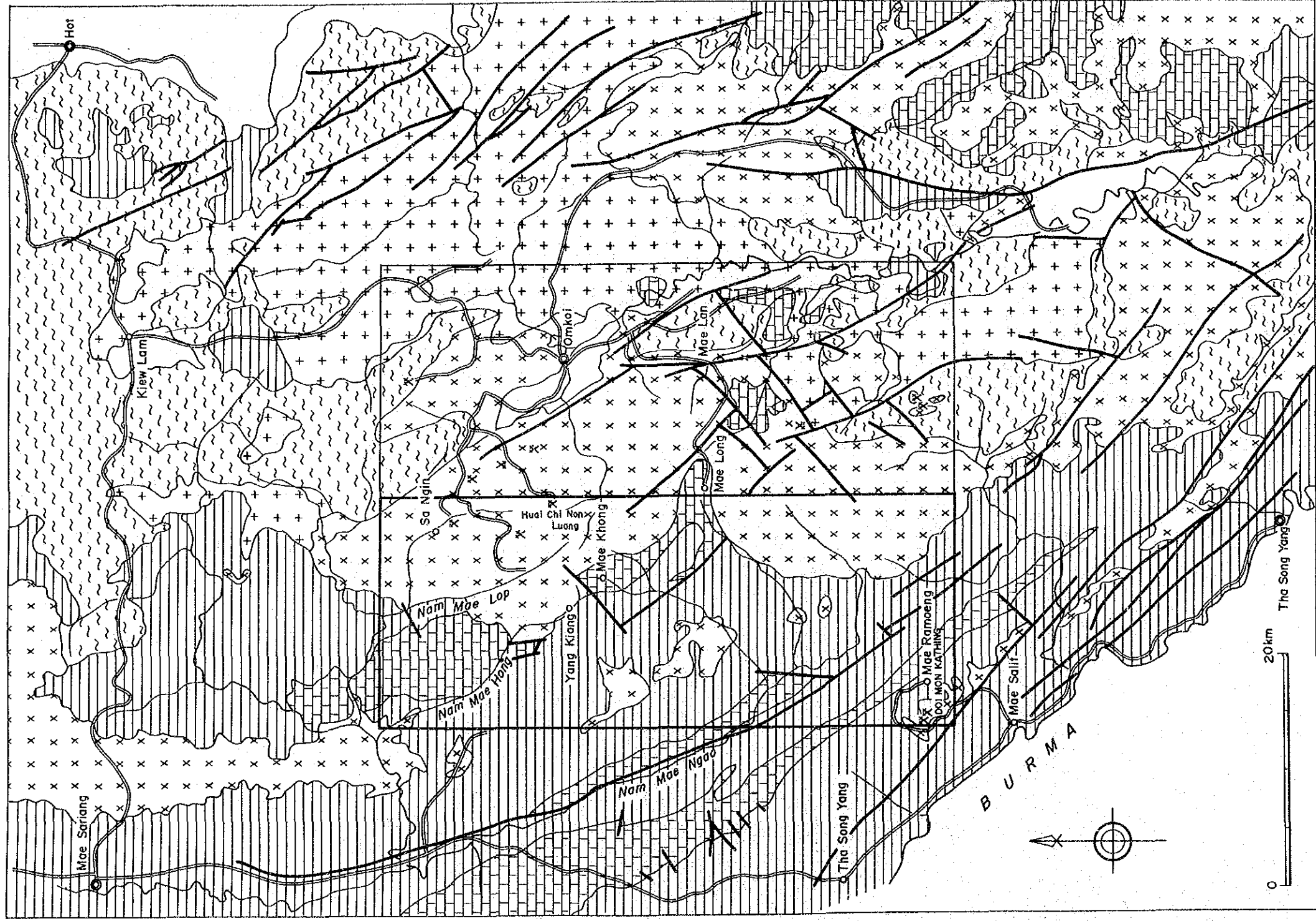
特に錫、タングステン鉱床はすべて中生代以降の花崗岩及びそれに由来する石英脈に伴われ、岩株状花崗岩の頂岩、縁辺部あるいは岩株上の堆積岩中に生成している（GGM, 1972）。

調査地域内には東部の底盤状花崗岩中に錫、タングステンの二次鉱床が、南西端のモンカテイン山を中心とする岩株状花崗岩中に鉱脈鉱床及びその周辺に二次鉱床が形成されている。

その他調査地域東側のオムコイ地域にはヨンタ、パブン、パブンドン、ピッキ、ヤップ沢、スー沢などの錫、タングステンの鉱山が、西側のメサリアン地域にはメラマ、パマークなどの鉱山がある。

### 3-2 層 序

調査地域内の地質は、German Geological Mission (GGM, 1972) によって、堆積岩類・変成岩類は、先石炭紀の変成岩類、古生代カンブリア紀から中生代三畳紀の堆積岩類、第四紀



**LEGEND**

- |         |   |   |   |
|---------|---|---|---|
| Geology | <ul style="list-style-type: none"> <li>Quaternary ~ Tertiary</li> <li>Ordovician limestone</li> <li>Triassic ~ Cambrian Sediments</li> <li>Metamorphic rocks (Pre-cambrian, Pre-carboniferous)</li> <li>Triassic ~ Cretaceous granite</li> <li>Carboniferous granite</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fault</li> <li>Mine</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Survey area</li> <li>Yang Kiang area (1986)</li> <li>Omkoï area (1983 ~ 1985)</li> </ul> |
|---------|---|---|---|

第 2 图 広域地質图

の砂礫層に分けられ、花崗岩類は三疊紀の活動とされている。

今回の調査結果では、これらの地層の分布について、GGMの報告と一部異なる部分もあったが、地域全体では露岩状況の悪い場所が多く、層序関係については必ずしも明らかにできなかった。このため、地質分布、層序関係については、GGM(1972)に準拠した。

本地域の地質図と地質模式層序図を第3図、第4図に示した。

本調査地域内に分布する堆積岩類は、第3図、第4図のように分類できるが、地域南西部メンガオ川に平行するNW-SE方向の断層によって、堆積環境の異なる北東地域と南西地域に区画されている。すなわち、北東地域のオルドビス紀石灰岩層は、石灰岩を主体とし、チャート、頁岩を挟在するのに対して、南西地域のそれは、石灰岩、石灰質頁岩、頁岩が同量程度に互層する。またこの石灰岩層の上位に累重する地層も、北東地域ではシルル～石炭紀の堆積岩がほぼ整合に堆積し、その上位に二疊～三疊系が不整合に堆積しているのに対し、南西地域では、石灰岩層の上位には、シルル系、デボン系を欠いて、石炭～二疊系が堆積している。ただし、最下位層のカンプリア～オルドビス紀堆積岩類については、ほとんど差異は認められない。

上述のような堆積作用の相違は、両地域がもともと異なる堆積環境下にあったことを意味している。つまり、このことは、JICA(1984)による北部タイ地域の構造区分のうち、北東地域は、西部主要山岳地帯構造区に、南西地域は西部構造区に属することを示しているものと考えられる。

以下に各層について記載する。

#### (1) 先石炭紀変成岩

本変成岩は、調査地域北東端のノンウン(Nong Ung)付近に花崗岩体中の捕獲岩塊として分布する準片麻岩で、数100mの規模を示す。

準片麻岩の主要構成鉱物は、石英、カリ長石、斜長石、黒雲母であり、黒雲母による明瞭な片麻状組織を特徴とする。本岩の周囲に分布する花崗岩類にも比較的明瞭な片麻状組織が認められ、両者の構造は一致し、 $N60^{\circ}W/50^{\circ}N$ を示す。このため、片麻岩の粗粒部と花崗岩類とは岩相が酷似しているために、両者の境界が不明瞭な部分も認められる。

本岩は、花崗岩類の捕獲岩塊であるために、古生代の堆積岩類との関係は不明である。

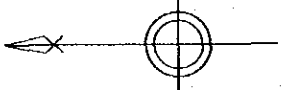
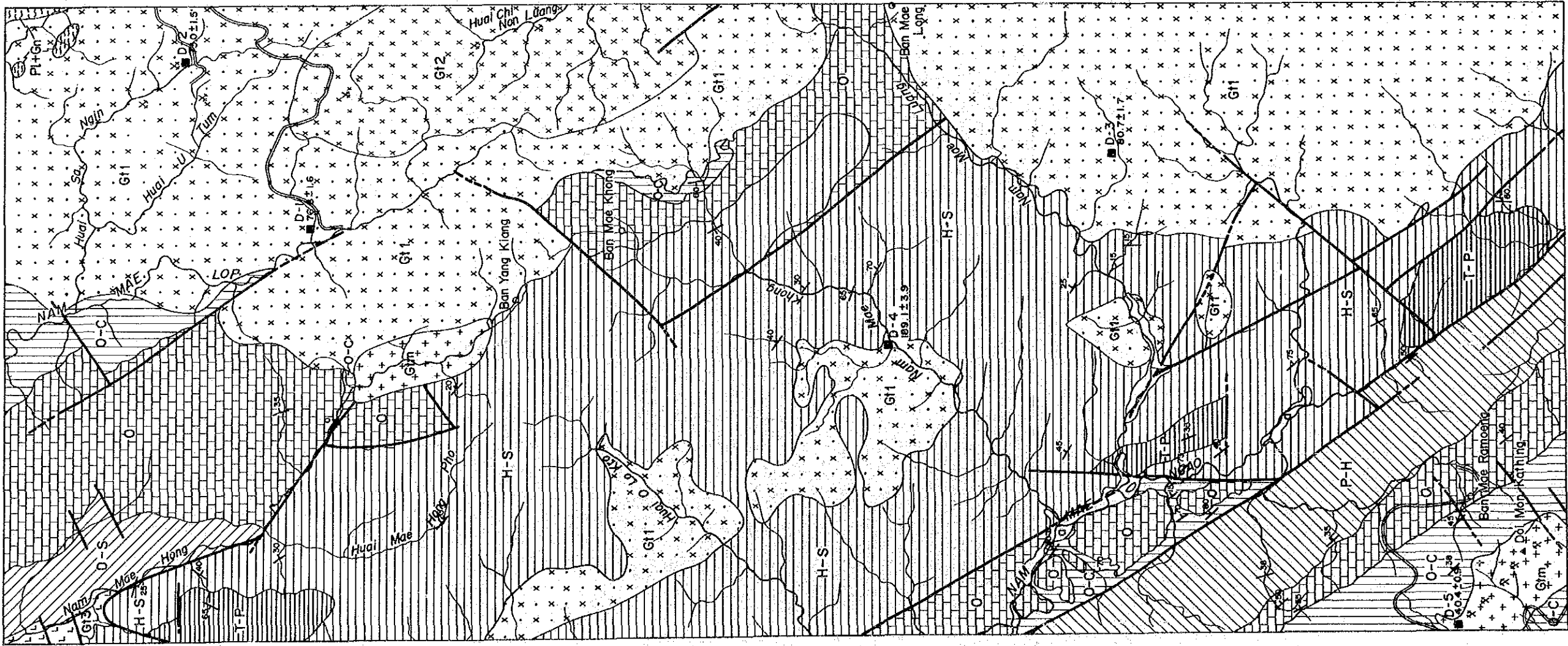
#### (2) カンプリア～オルドビス紀堆積岩類

調査地域北部のメロップ川流域と南西部のメンガオ川西岸、モンカティン山周辺などに分布する。

本岩類は、細～中粒砂岩・頁岩互層、細粒砂岩・チャート互層などから構成され、一部に石灰質頁岩、石灰岩の薄層を挟在する。本岩類からの化石の産出は報告されていない。

メロップ川流域、メコン(Mae Khong)付近では、東側を花崗岩により貫入をうけており、数m～20m程度の幅で接触熱変成作用を受けている。またこの付近での構造は、一般走向傾斜N-S～NW-SE/ $30^{\circ}\sim 65^{\circ}W$ を示し、西側に上位のオルドビス紀石灰岩層が累重し、両者の関係は、



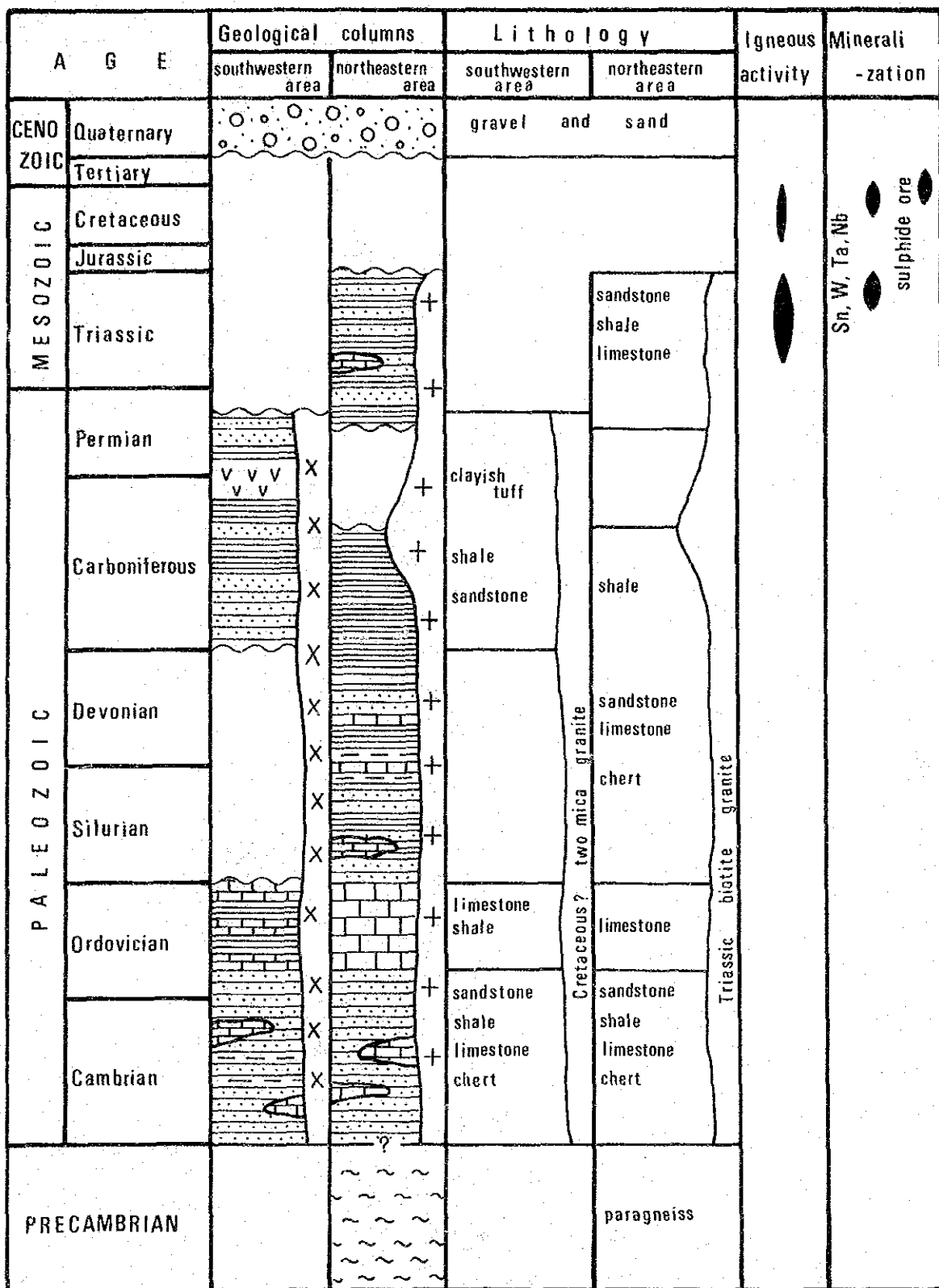


**LEGEND**

- 1. Sedimentary rocks**
- Quaternary: a gravel and sand
  - Triassic: T-P shale, sandstone and limestone
  - Permian: P-H shale, sandstone and clayish tuff
  - Carboniferous: H-S shale, sandstone, limestone and chert
  - Devonian: D-S shale, sandstone and limestone
  - Ordovician: O limestone (and shale)
  - Ordovician-Cambrian: O-C sandstone, shale, chert and limestone
- 2. Granitic rocks**
- G7m medium-grained two mica granite
  - G72 medium to coarse-grained biotite granite (massive)
  - G71 medium to coarse-grained biotite granite (foliated)
  - G73 coarse grained amphibole biotite granite
- 3. Metamorphic rocks**
- Pre-Carboniferous: Pl+Gn paragneiss
- fault
- 80 strike and dip
- x mines
- samples for K-Ar dating



第 3 图 地域地质图



第 4 图 地質模式層序图

整合であると思われる。

メンガオ川西岸部では、本岩類は、走向傾斜NS~N40°W/15~70°Eを呈し部分的に直立する。これに対し、上位のオルドビス紀石灰岩層は緩く東に傾斜しており、ここでの両者の関係は不整合であると考えられる。

モンカティン山周辺では、本岩類の構造は、走向傾斜N35~40°W/38~55°Eと一定であり、上位の石灰岩層とは整合関係を示している。また、同地区では、モンカティン山を中心として構造と調和的に花崗岩が貫入しており、本岩類は、接触部において強い熱変成作用を受け片状ホルンフェルス化している。

### (3) オルドビス紀石灰岩層

本岩類は、北部のメロップ川~メホン川(Nam Mae Hong)間に広く分布し、山頂部にカルスト地形が発達している。このほか本岩類は、東部のメコン~メロン間、南西部のメンガオ川中流及びメラモン付近に分布する。本石灰岩層の岩相は、メラモン付近の岩体を除いて、白色~灰色の細粒石灰岩で、一部に頁岩、チャートの薄層を挟在する。一方、メラモン付近では、石灰岩、石灰質頁岩、頁岩の互層で特徴づけられる。

本層からは、東部に分布する岩体を除いて、下部~上部オルドビス紀のコノドントの産出が報告されている。

北部及び東部に分布する本層は、花崗岩による熱変成を受けて、粗粒再結晶化しているほか、部分的に珪化作用を受けた部分も認められるが、スカン化した部分はほとんど認められない。しかしながら、ヤンキャン北方には少量ではあるが数m大の黄緑色を呈する石灰珪酸塩鉱物岩が転石として認められる。

本層の構造は、全地域においてNW-S E走向を示し、北部では西傾斜、南西部では東傾斜を示す。東部に分布する岩体ではやや北方に沈み込む向斜構造をなしている。

前述のように下部のカンプリア~オルドビス紀堆積岩類とは大部分整合関係にあると考えられるが、一部では不整合である可能性も示している。

### (4) シルル~デボン紀堆積岩類

地域北部のメホン川東岸に分布し、オルドビス紀石灰岩層の上位に分布する。本岩類の岩相は、頁岩、砂岩を主体とし、レンズ状の石灰岩を伴う。下位の石灰岩層とは整合関係にあると考えられるが、他の層準とは断層関係であり不明である。

### (5) シルル~石炭紀堆積岩類

本岩類は、調査地域の中央部に広く分布する。岩相は黒色の頁岩が卓越することを特徴とし、レンズ状チャート、レンズ状石灰岩、チャート・石灰岩薄互層、赤色岩(頁岩、砂岩)等により構成される。本岩類は、その大部分が無層理塊状の頁岩であり、鍵層となる地層も見出し得なかったために、明確な構造、層序は把握されず、上記の岩相を含む地域を一括した。岩相の

分布状況は、シルル紀、上部デボン紀～下部石炭紀のコノドントを産するメンガオ川付近では、頁岩・石灰質頁岩、レンズ状石灰岩などが分布し、近接のメルアン川 (Nam Mae Luang) ではチャート・石灰岩薄互層が塊状無層理の頁岩の下部に発達する。赤色の頁岩は、ヤンキャン北西部及びメンガオ川、メコン沢 (Huai Mae Khong) の合流点付近に分布する。総体的にみると、本岩類の下位層には石灰岩、チャート、砂岩と頁岩の互層が発達し、上位層になるにつれて頁岩が卓越する傾向が認められる。

本岩類の構造は、いくつかの背斜、向斜を繰り返しつつ、全体としてはNW-S E走向で大きな向斜構造を形成しているものと考えられる。

本岩類は、東部地域を底盤状花崗岩体、中央部を4つの岩株状花崗岩体によって貫入をうけている。本岩類が花崗岩と接する数m～数10mの間は、黒雲母ホルンフェルスないし両雲母ホルンフェルス化を受けているが、スカルン化は認められない。特に岩株状花崗岩体は、岩体の頂部付近が露出していると思われたことからスカルンなどの鉍化の存在が期待されたが、花崗岩中や周囲の頁岩中に数mm幅の石英脈がわずかに認められる程度で、鉍化作用は全く認められない。

#### (6) 石炭～二疊紀堆積岩類

本岩類は、地域南西部においてNW-S E方向の帯状分布を示す。本岩類は頁岩、砂岩を主体とし、粘土化した凝灰岩を伴う。構造は、NW-S E走向で35～40°の東傾斜である。下位のオルドビス系との関係は不整合であり、東側はカンブリア紀およびシルル～石炭紀堆積岩類とは断層関係で接する。

本岩類からは、クレクロ (Kre Kro) 付近において、上部石炭紀中期のコノドントの産出が報告されている。

#### (7) 二疊～三疊紀堆積岩類

本岩類は、地域北西部及び南西部に小規模な分布を示す。本岩類は、砂岩、頁岩および少量の石灰岩レンズにより構成され、メンガオ川東岸に分布する小岩体は、中部二疊紀のフズリナと中・上部三疊紀の二枚貝化石の産出が報告されている。

#### (8) 第四紀砂礫層

第四紀砂礫層は、地形的低地を埋めた沖積層であり、主要河川沿いに発達する未固結の砂、礫より構成される。

### 3-3 火成活動

北部タイにおける花崗岩類の活動は、古生代石炭紀、中生代三疊紀、中生代白亜紀～新生代第三紀の3時期が知られている (GGM, 1972)。

本調査地域内には、東部に2つの底盤状花崗岩体と中央～西部に6つの岩株状花崗岩体が分布しており、従来からすべて三疊紀の活動とされている。これらの岩体をその分布と岩相から、

北東岩体、南東岩体、北西岩体、中央部岩体、モンカティン岩体の5つに区分し以下に記載する。

#### (1) 北東岩体

本岩体及び南東岩体はJICA&MMAJ(1986)によって報告されたオムコイ地域の三疊紀花崗岩から連続する岩体であるが、両者では構成する岩相が異なる。本岩体は調査地域北東部を占め、メロン付近に分布するオルドビス系により南東岩体と画される。

岩体を構成する岩相は中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩(片麻状～塊状)、中粒両雲母花崗岩、ペグマタイト、アプライトである。

中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩は北東岩体の大部分を占め、平均2～4cm(max. 2×6cm)のカリ長石の巨斑晶を特徴的に含む。岩質は狭義の花崗岩に分類される。

本岩体の低々中央部に位置するウツムヌア(U Tum Nua)からヨンレ(Yong Lae)付近にかけて塊状岩相が分布し、これを取囲むように片麻状岩相が発達する。片麻状組織は全体としては黒雲母の比較的弱い定向配列として認められるが、ウツムタイ(U Tum Tai)やサンギン(Sa Ngin)付近から地域北東端のノンウン(Nong Ung)にかけては、カリ長石斑晶による流理組織や黒雲母による定向配列が明瞭であり、先石炭紀変成岩の捕獲岩塊を含む地域では特に強くあらわれている。

塊状部と片麻状部は漸移関係にあり、両者は底盤状岩体の中核相と外縁相を示していると考えられる。

本岩体の構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母を主として、ジルコン、燐灰石、不透明鉱物を伴う。斜長石はすべての結晶が微細な白雲母によって置換されており、石英、カリ長石との粒間にも二次白雲母が生じている。黒雲母は周縁部やへき開面に沿って緑泥石、緑レン石、二次白雲母などによって置換されている。

不透明鉱物は磁鉄鉱とチタン鉄鉱がごく微量含まれ、磁鉄鉱は赤鉄鉱にチタン鉄鉱はリュウコクシンに変わっている。この花崗岩は磁鉄鉱を含むことからIshihara(1977)の磁鉄鉱系列に属する。

中粒両雲母花崗岩は本岩体西端のヤンキャン北方に2km×4kmの分布を示すほか、小岩体が黒雲母花崗岩中に点在する。主要構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、白雲母、黒雲母であり、初生的な大型白雲母が黒雲母と同量かそれ以上含まれている。本岩においても斜長石の細粒白雲母による変質が認められるが、黒雲母花崗岩ほど変質は強くない。

ペグマタイト・アプライトは幅数cm～数mの脈で産しNW-SE, WNW-ESE, N-S, NE-SWなどの方向を示す。本岩体の各所に散見されるがメロップ川の北東側では面積比で10～20%を占め、サンギン付近の尾根部ではペグマタイト石英の転石が多量に認められる。主要構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、白雲母である。サンギンの錫の二次鉱床付近に分布

するペグマタイトは、石英、カリ長石、斜長石、白雲母を主として、電気石、ザクロ石、ジルコンも多量に含む。

## (2) 南東岩体

本岩体は調査地域南東部に分布する底盤状岩体で、中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩より構成され、一部、中粒両雲母花崗岩の小岩体が認められるが、地図上に示されるほどの分布は示さない。

中粒～粗粒カリ長石斑状花崗岩は北東岩体と同様にカリ長石の巨斑晶を含み、全区域にわたって黒雲母の弱い定向配列による片麻状組織が認められる。構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母を主として、燐灰石、ジルコン、不透明鉱物を伴い、北東岩体と同質である。変質についてもほぼ同様であるが、アクチノ閃石などを生じている部分もあり、弱い熱変成を受けている可能性がある。不透明鉱物は、ごく微量しか含まないが、磁鉄鉱、赤鉄鉱、チタン鉱、黄鉄鉱よりなり、Ishihara (1981)の磁鉄鉱系列に属する。

中粒両雲母花崗岩はごく小規模の分布で、黒雲母花崗岩との関係は不明である。構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、白雲母であり、随伴鉱物として燐灰石、ジルコン、電気石、赤鉄鉱を伴う。白雲母は大型の初生結晶が少量認められる。また斜長石の中心部を置換したのも認められる。構成鉱物の特徴からIshihara (1981)のチタン鉄鉱系列に属すると考えられる。

本岩体でもペグマタイト・アプライト脈が散見されるが、いずれも脈幅数cm程度で、鉱化変質を伴っていない。

## (3) 北西岩体

本岩体はメホン川下流域に分布する。GGM (1972)によればこの岩体は調査地域の北方に広く分布する岩体の一部である。

本岩はカリ長石の斑状組織が発達することなど他の岩体を構成する黒雲母花崗岩と類似しているが、角閃石を伴うことが特徴的である。構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、角閃石を主として、燐灰石、ジルコン、スフェーン、磁鉄鉱、黄鉄鉱、赤鉄鉱を伴う。斜長石は白雲母、黒雲母は緑泥石・緑レン石化し、角閃石は完全に方解石、緑泥石等に置換されたものが殆んどである。Ishihara (1981)の磁鉄鉱系列に属する。

## (4) 中央部岩体

本岩体は調査地域中央部のオロクロ沢(Huai O Lo Kro)、メコン沢(Huai Mae Khong)北岸、メルアン(Mae Luang)、サエキ(Sae Khi)の4か所に分布する岩株状岩体である。

これらの岩体は、すべて中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩よりなり、頁岩との接触部においても殆んど岩相の変化が認められない。構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母を主

として、燐灰石、ジルコン、黄鉄鉱を随伴する。斜長石の変質はあまり強くなく、黒雲母も周縁部がわずかに緑泥石化する程度で、全体に軽微な変質である。本岩体も磁鉄鉱系列に属する。

#### (6) モンカティン岩体

本岩体は調査地域南西部のモンカティン山鉱床群の母岩をなす花崗岩体で中粒の両雲母花崗岩からなる。他の4岩体と異なりカリ長石の斑状組織は顕著でない。白雲母の含有量は黒雲母と同量程度から完全に白雲母のみの岩相まで変化する。構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、白雲母、黒雲母を主として、燐灰石、ジルコンを随伴する。不透明鉱物はチタン鉄鉱であり、本岩体はチタン鉄鉱系列に属する。

### 3-4 地質構造

#### (1) 褶曲

調査地域を含む北部タイ地域では、先カンブリア時代末、石炭紀、三畳紀～ジュラ紀、白亜紀～新第三紀の4回の構造運動を受けており、地質構造は複雑である。また、調査地域内の沢沿いにおいては一般に露岩状況が悪く、さらに堆積岩類は無層理塊状の頁岩が卓越しており、鍵層となる岩相も少ないために、地質構造は必ずしも明確とはなっていないが、ほぼNW-S E走向の構造を示している。

前述のように、堆積岩類の分布域は、その堆積環境の相違から北東地域と南西地域に区分される。

北東地域では、カンブリア系～三畳系堆積岩類が分布する。カンブリア系、オルドビス系は、北東地域の北東端と南西端に分布し、NW-S E走向で、北東端では南西傾斜、南西端では北東傾斜を示しており、北東地域全域は、大きくは向斜構造を示しているものと考えられる。また、オルドビス紀石灰岩層のうちの東部に分布する岩体とその上位のシルル系～石炭系の頁岩とともに、緩く北に沈み込む向斜構造を形成している。中央部に分布するシルル系～石炭系は、その下部層である石灰岩、チャートの多い層準の分布から、小さな向斜・背斜構造を繰り返しながら大きな向斜構造を形成しているものと考えられる。

南西地域は、カンブリア系～二畳系の堆積岩が分布しており、各層はNW-S E走向で北東方向に単傾斜する構造を示している。

#### (2) 断層

本調査地域内には、NW-S E系、NE-S W系の断裂系が卓越しており、N-S系の断裂系も認められる。調査地域を含む北部タイ地域の主要構造方向はN-S系であるが、本地域では、堆積岩の構造もNW-S E方向であり、主要構造方向はNW-S E方向であると考えられ、NE-S W系はむしろ副次的構造方向である。

本調査地域で最も大きな断裂系は、メンガオ川西岸を通るNW-S E方向の断裂であり、この

断層により、北部タイ西部構造区と西部主要山岳地帯構造区 (JICA, 1984) が区画される。

### 3-5 鉍 床

北部タイの錫・タングステン鉍床は中生代以降の花崗岩類に密接に関連するとされ (GGM, 1972), 花崗岩の頂部や周縁部のグライゼン化やスカルン化に伴う塊状鉍床あるいは石英脈, ベグマタイト脈に伴う脈状鉍床などの初生鉍床と, これらを起源とする二次鉍床がある。

調査地域にも, 錫・タングステンの初生鉍床と二次鉍床の両者が分布する。これらは, 北東部底盤状花崗岩体及び南西端岩株状花崗岩体の分布域内にある。北東部は, チノルアン沢 (Huai Chi Non Luang), サンギン沢 (Huai Sa Ngin) 流域に発達する砂礫層を対象とする二次鉍床であり, 南西部は, モンカティン山 (Doi Mon Kathing) を中心とする岩株状花崗岩中の鉍脈鉍床及びそれに由来する二次鉍床である (第5図)。

#### (1) 北東部の鉍床

この地区の地質は, カリ長石斑状黒雲母花崗岩が広く分布しており, 特にチノルアン沢からサンギン沢にかけての二次鉍床分布域にはベグマタイト, アプライト, 石英脈が発達するほか, 中粒両雲母花崗岩の小岩体が点在している。

北東部の鉍床は前述の2地区のほかには小さな採掘跡があちこちに点在する。鉍石は錫石が主であり, 灰重石も認められる。

#### (i) チノルアン沢地区

調査地区東端部に位置し, 周囲は標高 1,100~1,200 m のなだらかな丘陵性山地である。この地区へはオムコイより自動車道路が通じている。チノルアン沢及びそれから樹枝状に発達する支沢に沿って, 厚さ 1~2 m の含錫・タングステン砂礫層が発達し, 1980年頃の約2年間地元民により採掘された。最盛時には従業員40人, 最大 2 t / 月の精鉍を生産したといわれる。鉍石鉍物は殆んどが錫石である。一部に含灰重石石英脈も見られたというが, 今回の調査では見出されていない。

バンニング試料では, 錫石のほか, 紫外線光下において灰重石が認められる。分析の結果, Sn 9.79~27.5%, W 0.02~0.19%, Ta 0.30~0.39%, Nb 0.17~0.21% が得られた (第2表)。

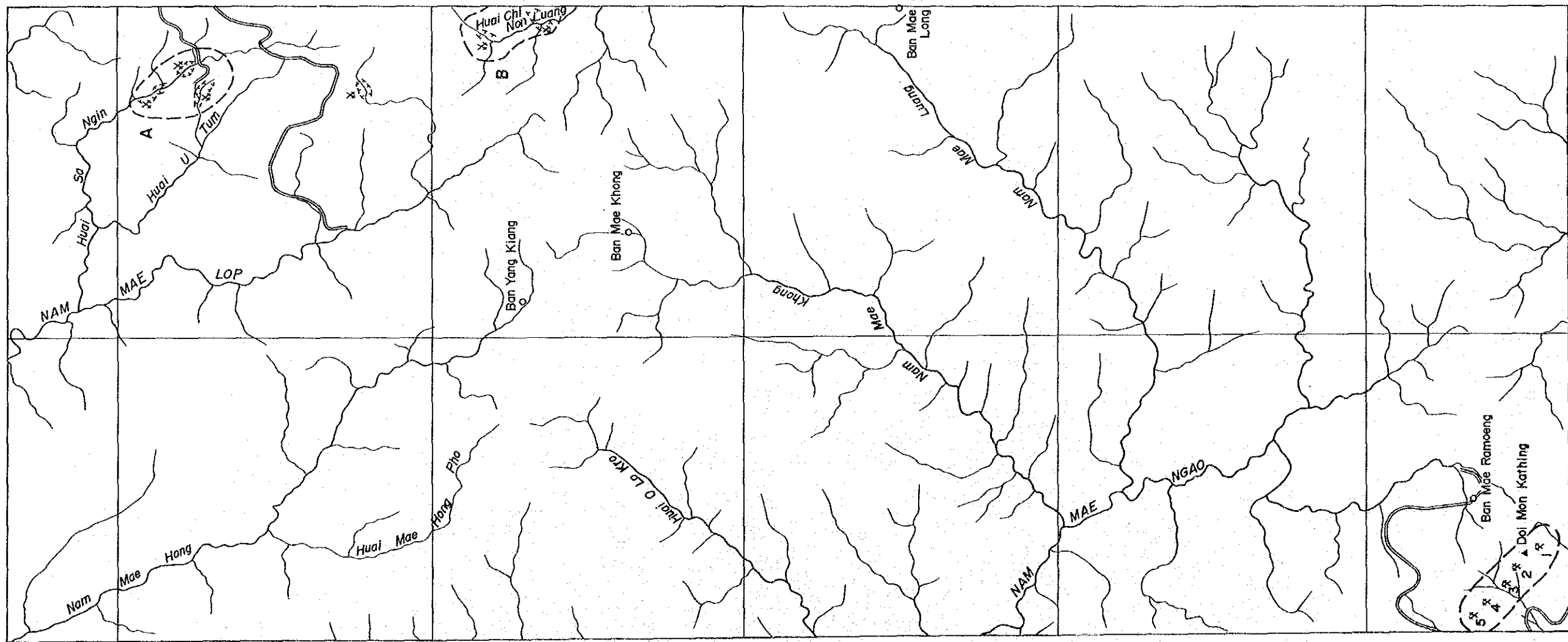
#### (ii) サンギン沢-ウツム沢地区

調査地域北東部に位置し, メロップ川の支流サンギン沢, ウツム沢の上流域に発達する砂礫層を対象とする二次鉍床である。

2つの沢はNW-SE方向の尾根 (標高 1,300~1,400 m) をはさんで東西両側にあり, この尾根まではオムコイより自動車道路が通じている。

この地区の採掘跡は 1980年頃1年間採掘され, 従業員 10~20人で, 約 2 t / 月の精鉍





**LEGEND**

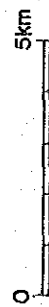
Mon Kathing area

1. Mae Salit Luang mine
2. Mae Moei mine
3. Surin mine
4. Moru mine
5. Piiiko mine

Northeasten area

- A. Huai Sa Ngin-Huai U Tum area
- B. Huai Chi Non Luang area

- Mining site
- X Working mine
- X Old mine
- == Car road



第 5 图 区 域 分 布 图

を生産した。鉍石鉍物は錫石を主として、少量の灰重石を含む。一部で含錫・タングステン石英脈が見られたという。

バンニング試料では、錫石のほか、紫外光線下で多量の灰重石が多量に認められる。分析結果では、Sn 1.92~17.2%, W 0.08~5.31%, Ta 0.17~0.57%, Nb 0.02~0.35%が検出された(第2表)。

## (2) 南西部モンカティン地区の鉍床

### (i) 位置及び道路状況

調査地域南西端のモンカティン山(1,173m)を中心とした4×1.5kmの地区にメサリットルアン(Mae Salit Luang), メモイ(Mae Moei), スリン(Surin), モル(Moru), ピリコ(Piliko)の5つの錫・タングステン鉍山が集中している。

これらの鉍山は、第6図に示す様に、NW-SE方向の線上に配列し、このうちメモイ鉍山が最大の規模をもち、メサリットルアン鉍山がこれに次ぐ。

鉍山は、いずれも標高900~1,000mの山頂部付近に限って分布する。山頂部はなだらかな地形を示すが、山腹は急峻である。

山裾には、モンカティン山を迂回するように南麓のメサリットルアン(Mae Salit Luang, 標高500m)から西麓を廻って北東側のメラモン(標高600m)まで国道1267号線が走り、この道路はメサリットルアンから南下して約1.5kmで国道1085号線に接続する。

メサリットルアン, メモイ, モルの各鉍山までは上記自動車道路からメサリットノイケクロ沢(Huai Mae Salit Noi Ke Kro), メコブド沢(Huai Mae Kho Phu Do)に沿って山道があり、徒歩1.5~2時間を要する。ピリコ鉍山までは北西麓側の自動車道路から徒歩30分で採掘現場に至る。

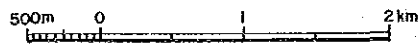
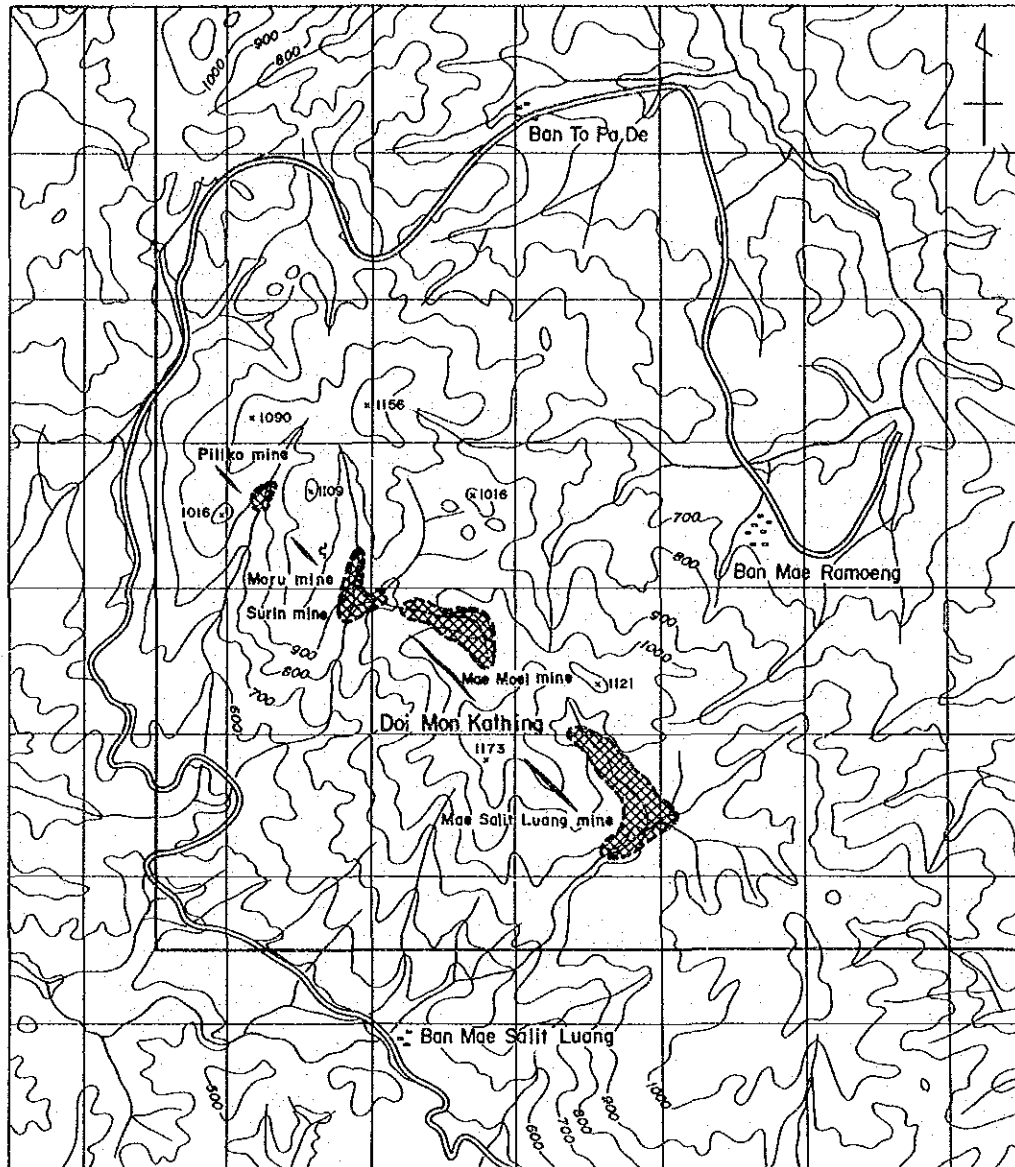
### (ii) 地質・鉍床

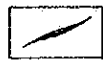

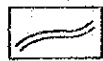

本地区の地質は、古生代カンブリア紀の堆積岩類とこれに貫入する岩株状花崗岩よりなる。カンブリア系は、頁岩、砂岩、チャートからなり、鉍床付近のものは、片状ホルンフェルスとなっている。花崗岩は、両雲母花崗岩で鉍山付近では電気石も認められる。

鉍床は、次に述べる錫・タングステン石英脈、錫・タングステン鉍染花崗岩及び原地残留堆積鉍床の3つのタイプがあり、このうち稼行対象とされるものは、石英脈鉍床と残留堆積鉍床である。

#### (a) 錫・タングステン石英脈

石英脈は各所に見られるが、鉍化脈はモンカティン山からNNWに延びる尾根部の標高1,000m前後の位置に限って分布する。脈の走向・傾斜はNW-SE/75-90°W, 脈幅は数cm~80cmを示す。これらの脈は、南東側からメサリットルアン, メモイ, モル, ピリコの各鉍山にかけて延長4kmの間に点在して認められ、一つの鉍山での規模は5~20m間隔で7~8条の平行脈として賦存し、延長は30~100mと推定される。



-  Sn/W Quartz Vein
-  Secondary Deposit
-  Car Road
-  Boundary of Survey Area

第6図 モンカティン地区鉱床分布図

鉍石鉍物は、主として鉄マンガン重石を主として、錫石を伴うほか、黄鉄鉍、黄銅鉍、硫砒鉄鉍が認められる。ピリコ鉍山の錫石石英脈、メサリットルアン鉍山の錫石・鉄マンガン重石石英脈の化学分析値は、各々、Sn 73.4%、W 0.03%、Sn 0.011%、W 29.6%であり、Ta、Nbは含まれていない(第2表)。

(b) 錫・タングステン鉍染花崗岩

上記鉍化脈の周辺部の花崗岩には、硫砒鉄鉍、磁硫鉄鉍、黄鉄鉍、黄銅鉍などの硫化鉍物が鉍染し、一部には著しく濃集している。錫・タングステンは肉眼では殆んど認められないが、風化花崗岩のパンニングにより回収される。

(c) 原地残留堆積鉍床

モンカティン山山頂付近の東麓及び北麓に比較的ゆるやかな盆地状低地が広がり、厚さ1～5mの砂礫層が発達する。この砂礫層中に錫・鉄マンガン重石などの重鉍物を含む。

(iii) 鉍山概要

本地区の鉍床は、第2次大戦後から本格的に開発され、メモイ、メサリットルアン鉍山を中心に発達し、現在は5つの鉍山が存在する。

採掘は、鉍脈鉍床では露頭から脈に沿って手掘り、または一部機械掘りで採掘し、破碎・パンニングの工程により、精鉍を得ている。風化部及び二次鉍床は圧力水により洗流し、洗鉍樋を通して精鉍を回収している。

各鉍山とも鉍石価格の低迷により、細々と操業を続けており、一部は休止中である。

各鉍山の概況は次の通りである。

(a) メモイ鉍山

モンカティン山の北側の尾根部に分布する鉍脈鉍床とその北側に分布する二次鉍床を採掘している。鉍脈鉍床では浅部を殆んど掘りつくし、現在はその下部を直径2m程度の堅坑を5～10m掘り下げ採掘している。坑口には木の支柱を組み、掘出した鉍石、廃石はバケツに入れロープで地上に引き上げられる。このような堅坑が鉍脈に沿って10数m間隔で無数にある。

最盛時には1,000人をこえる従業員がいたというが、現在は数10人で、約4t/月の精鉍を生産する。

標高約1,000mの山元には、鉍山事務所、選鉍場、数10軒の宿舎、売店のほか、寺院、集会所、畑、養魚場等もあり、1つの集落を形成している。

(b) メサリットルアン鉍山(ウィジン鉍山; Wijin mine)

モンカティン山の南東側の尾根部に分布する鉍脈鉍床とその東側に広がる盆地状低地に堆積した二次鉍床を採掘している。従業員は約15人、主体は二次鉍床で、約1t/月の精鉍を得ている。

第2表 鉍石試料化学分析結果一覧表

番号	試料番号	採取位置	試料記載	Sn(%)	W(%)	Nb(%)	Ta(%)
1	0-1	サンギン沢	沢砂中の重鉍物	6.49	0.08	0.28	0.36
2	0-2	サンギン沢 (0-1の南50m)	沢砂中の重鉍物	11.3	0.32	0.35	0.57
3	0-3	ウツム沢	沢砂中の重鉍物	17.2	0.35	0.33	0.56
4	0-4	ウツム沢 (0-3の西50m)	沢砂中の重鉍物	1.92	0.27	0.22	0.35
5	0-5	チノルアン沢	沢砂中の重鉍物	9.79	0.19	0.17	0.39
6	0-6	ビリコ鉍山	錫・タンクステン精鉍	16.7	43.6	0.01	0.00
7	0-7	メモイ鉍山	錫・タンクステン精鉍	55.6	14.3	0.00	0.00
8	0-8	メサリットルアン鉍山	含タンクステン石英脈	0.011	29.6	0.00	0.00
9	0-9	メモイ鉍山	錫・タンクステン精鉍 (細粒)	37.2	21.0	0.00	0.00
10	0-10	ビリコ鉍山	錫鉍石	73.4	0.03	0.00	0.00
11	GT-14H	チノルアン沢 0-5の北2km	沢砂中の重鉍物	27.5	0.02	0.21	0.30
12	BP-16H	サンギン沢	沢砂中の重鉍物	15.2	5.31	0.02	0.17

(c) スリン鉱山

メモイ鉱山の西側に位置し、メコブド沢の上流域の二次鉱床を対象に、数家族で採掘していたが現在は休止している。

(d) モル鉱山

メモイ鉱山の鉱脈の北西延長にあたる。尾根部に露出する鉱脈を殆んど掘りつくし、その下部をねらって約50mの坑道を掘削したが、未だ着鉱せずに中断している。

5年前から操業を始め、従業員20人で、700~800kg/月の精鉱を生産している。

(e) ビリコ鉱山

モル鉱山の鉱脈の北西方約800mの尾根部に鉱脈が分布し、現在脈に沿って採掘中である。鉱脈は、幅30~80cm、走向N-S、延長20mの石英脈及びこれに斜交する幅10~40cm、走向NW-SEの数本の石英脈である。

鉱石鉱物は、鉄マンガン重石で、数cm~10数cmの塊状鉱として石英脈に点在する。このほか、硫砒鉄鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱が石英脈及び母岩の花崗岩中に鉱染する。

約1年前から本格的な操業を始め、従業員は約20人、精鉱生産量約1.5t/月である。

(iv) 鉱石分析結果

メモイ鉱山、ビリコ鉱山の錫・タングステン精鉱とビリコ鉱山の錫石、メサリットルアン鉱山の鉄マンガン重石・錫石の分析値を第2表に示す。

本地域の鉱床では、北東部の二次鉱床と異なり、鉄マンガン重石を主とすること、硫化物が多いこと、ニオブ、タンタルを殆んど伴わないことが特徴である。

### 3-6 花崗岩類の地化学特性

従来花崗岩類は、一括して論じられて来たものを1970年中ごろより、主成分に関する化学的パラメーターを導入することで区分し、それによって花崗岩を形成するに至った珪長質マグマの生成に参与した物質の性質を明らかにする試みが行なわれるようになった。即ちChapell & White (1974), White & Chapell (1977)によるS-types (Sedimentary source types)・I-types (Igneous source types), Ishihara (1977)による磁鉄鉱系列(magnetite-series), チタン鉄鉱系列(ilmenite-series), White (1979)によるM-types (Mantle source types)などの区分がそれである。このうち、S-types, I-types, M-typesの分類は、マグマの起源を明らかにするものであり、磁鉄鉱系列・チタン鉄鉱系列の分類は、マグマの発生・分化過程が酸化条件にあったか、還元条件にあったかを明らかにするものである。このため、両者の区分体系は必ずしも一致せず、S-type花崗岩類は一般にチタン鉄鉱系列であるが、I-type・M-type花崗岩類には、磁鉄鉱系列とチタン鉄鉱系列の両者が含まれる。

一方、Ishiharaほか(1980)は、タイ半島部の花崗岩類の性質と錫鉱化作用との関連性に

ついて、Ishihara (1981)は磁鉄鉱系列・チタン鉄鉱系列の各花崗岩類に関連する鉍化作用について各々論述している。

本調査では、調査地域に分布する花崗岩体の12試料について主要成分の化学分析を行い、その地化学的性質を検討した。分析結果は第3表に示した。

#### (1) 化学組成と花崗岩系列の分類

本調査地域の花崗岩類のノルム石英・正長石・曹長石・カスミ石・カルシライトの重量百分率の合計で示される分化指数(Differentiation Index; D.I.)は、北東岩体で8.07~8.77, 南東岩体で7.93~8.4.8, 北西岩体で7.9.5, 中央部岩体で8.0.5~8.4.5, モンカティン岩体で8.9.1~8.9.6の値を示す。両雲母花崗岩からなるモンカティン岩体が最も高い値を示し分化が進んだ岩体であることを意味する。他の4岩体では重複した値を示している。

分化指数と主要成分との相関図(第7図)において12試料全体でみると、分化指数と正の相関を示す成分は、 $\text{SiO}_2$ が強い相関をみせるほかは $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ に弱い相関が認められる。負の相関を示す成分は $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ である。相関性の認められない成分は $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Sn}$ である。

また、各岩体ごとでみると、北東岩体、中央部岩体では、全試料の示す傾向をより鮮明に現わすが、両岩体の分化トレンドは異なっている。南東岩体では、 $\text{K}_2\text{O}$ に正の相関、 $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ に負の相関が認められるほかは、他の成分はほぼ一定であり相関性が認められない。モンカティン岩体の2試料はD.I.がほとんど同じであり、大部分の成分で差は認められないが、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Sn}$ で大きな差が認められる。北西岩体は、一試料のみであるがD.I.が低いにも拘わらず、高 $\text{K}_2\text{O}$ , 低 $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ の傾向が認められる。

本調査では、調査地域に分布する花崗岩を5岩体に区分したが、以上のように岩石化学的にみて、各岩体は固有の性質を持っており、岩体の形成・分化過程やその後鉍化作用の影響を反映しているものと考えられる。

ノルム鉍物について考察すると、ノルム石英、斜長石、正長石比による花崗岩類の分類(第8図)では、全試料とも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の結果と一致する。

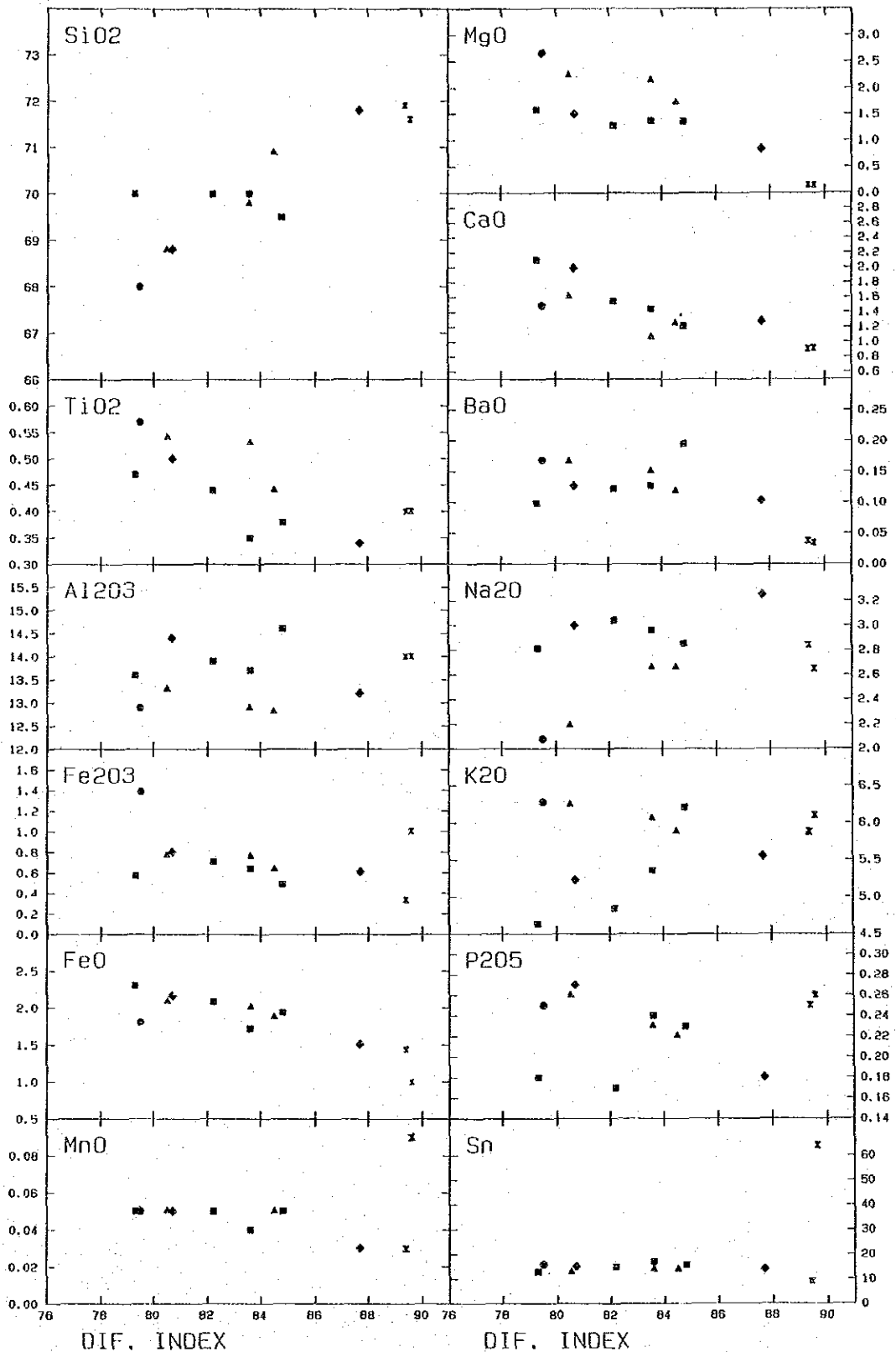
ノルムコランダムは試料D-2を除いて算出され、これらの花崗岩は試料D-2を除いて過アルミナマグマから由来した花崗岩である。また、Chapell & White (1974)によれば、ノルムコランダム量が1.0%以上の花崗岩はS-types, ノルム透輝石を含むがノルムコランダム量1%以下のものはI-typesに分類される。この規準によると北東岩体、北西岩体、中央部岩体を構成する花崗岩はI-type花崗岩に、南東岩体の黒雲母花崗岩はI-typeに、両雲母花崗岩はS-typeに、モンカティン岩体の両雲母花崗岩はS-typeに分類される。

Chapell & White (1974), White & Chapell (1977)の花崗岩の主成分によるS-types,

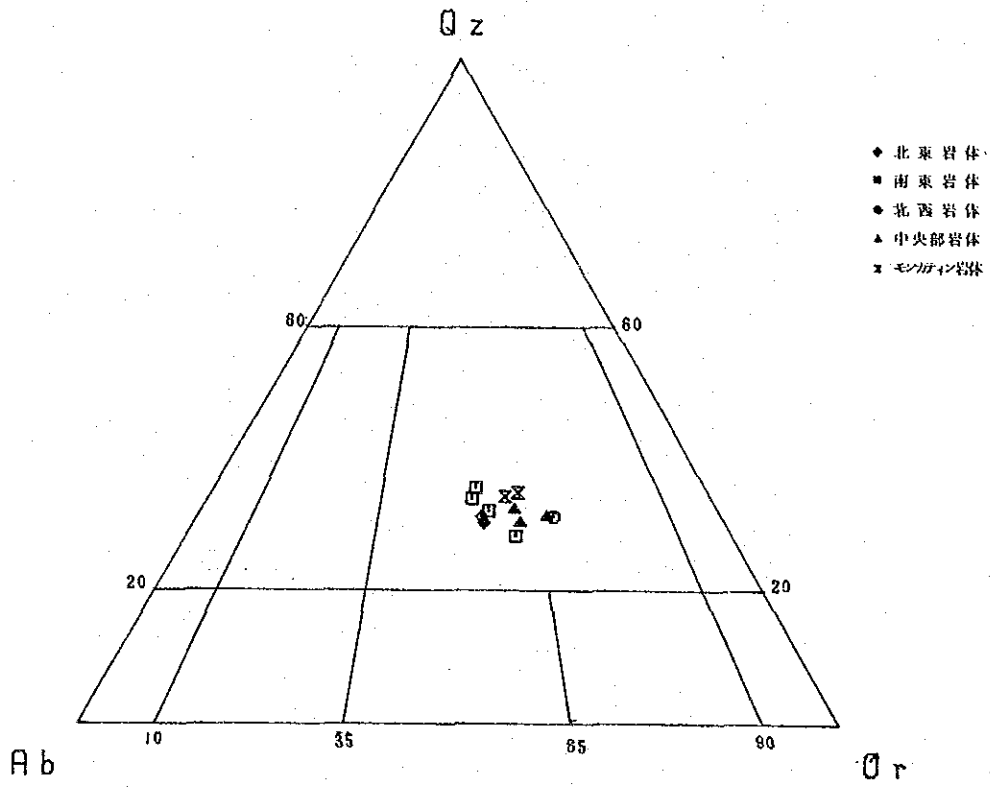
第3表 花崗岩試料化学分析値一覽表

成分	試料	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	G-1	G-2	G-3	G-4	G-6	G-7	G-8
SiO <sub>2</sub>		68.80	71.80	70.00	69.80	71.60	71.90	70.00	70.00	70.90	68.00	68.80	69.50
TiO <sub>2</sub>		0.50	0.34	0.47	0.53	0.40	0.40	0.44	0.35	0.44	0.57	0.54	0.38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		14.40	13.20	13.60	12.90	14.00	14.00	13.90	13.70	12.80	12.90	13.30	14.60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.80	0.61	0.57	0.76	1.00	0.34	0.71	0.64	0.63	1.39	0.77	0.49
FeO		2.16	1.51	2.30	2.01	1.00	1.44	2.08	1.72	1.87	1.80	2.08	1.94
MnO		0.05	0.03	0.05	0.04	0.09	0.03	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
MgO		1.50	0.84	1.58	2.14	0.15	0.15	1.27	1.37	1.73	2.65	2.23	1.35
CaO		1.99	1.28	2.10	1.07	0.92	0.91	1.54	1.44	1.25	1.49	1.61	1.21
Na <sub>2</sub> O		3.00	3.25	2.81	2.66	2.65	2.84	3.04	2.96	2.66	2.08	2.19	2.85
K <sub>2</sub> O		5.23	5.55	4.63	6.06	6.10	5.88	4.84	5.36	5.88	6.28	6.25	6.21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.27	0.18	0.18	0.23	0.26	0.25	0.17	0.24	0.22	0.25	0.26	0.23
BaO		0.127	0.103	0.098	0.151	0.035	0.038	0.122	0.127	0.119	0.169	0.167	0.195
LOI		0.69	0.41	0.84	1.06	1.08	0.93	0.87	0.88	0.87	1.60	1.43	1.02
Total		99.517	99.103	99.228	99.411	99.285	99.108	99.032	98.827	99.419	99.229	99.677	100.025
Sn (ppm)		15	14	13	14	64	9	15	17	14	16	13	16
Q		24.42	27.39	28.19	25.27	31.14	30.61	27.90	26.85	27.25	24.83	25.01	24.00
C		0.83	0.00	0.58	0.57	1.99	1.91	1.27	0.99	0.31	0.57	0.63	1.54
or		30.91	32.80	27.36	35.81	36.05	34.75	28.60	31.68	34.75	37.11	36.94	36.70
ab		25.39	27.50	23.78	22.51	22.42	24.03	25.72	25.05	22.51	17.60	18.53	24.12
an		8.11	5.04	9.24	3.81	2.87	2.88	6.53	5.58	4.76	5.76	6.29	4.50
di		0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
hd		0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
en		3.74	2.06	3.94	5.33	0.37	0.37	3.16	3.41	4.31	6.60	5.55	3.36
fs		2.57	1.74	3.07	2.26	0.52	1.76	2.60	2.13	2.28	1.31	2.38	2.62
mt		1.16	0.88	0.83	1.10	1.45	0.49	1.03	0.93	0.91	2.02	1.12	0.71
il		0.95	0.65	0.89	1.01	0.76	0.76	0.84	0.66	0.84	1.08	1.03	0.72
ap		0.63	0.42	0.42	0.53	0.60	0.58	0.39	0.56	0.51	0.58	0.60	0.53
岩体名		北東岩体	北東岩体	南東岩体	中央部岩体	モンガティン岩体	モンガティン岩体	南東岩体	南東岩体	中央部岩体	北西岩体	中央部岩体	南東岩体

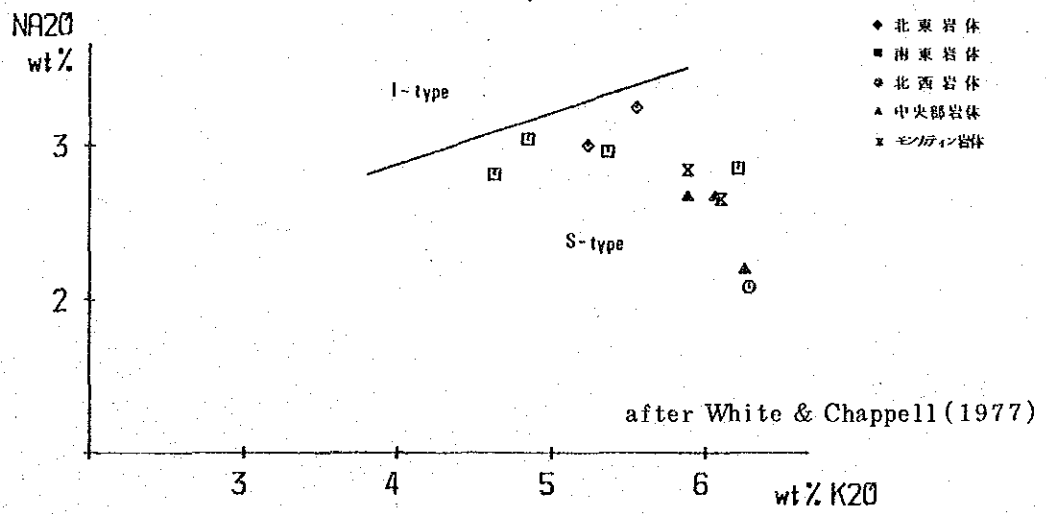




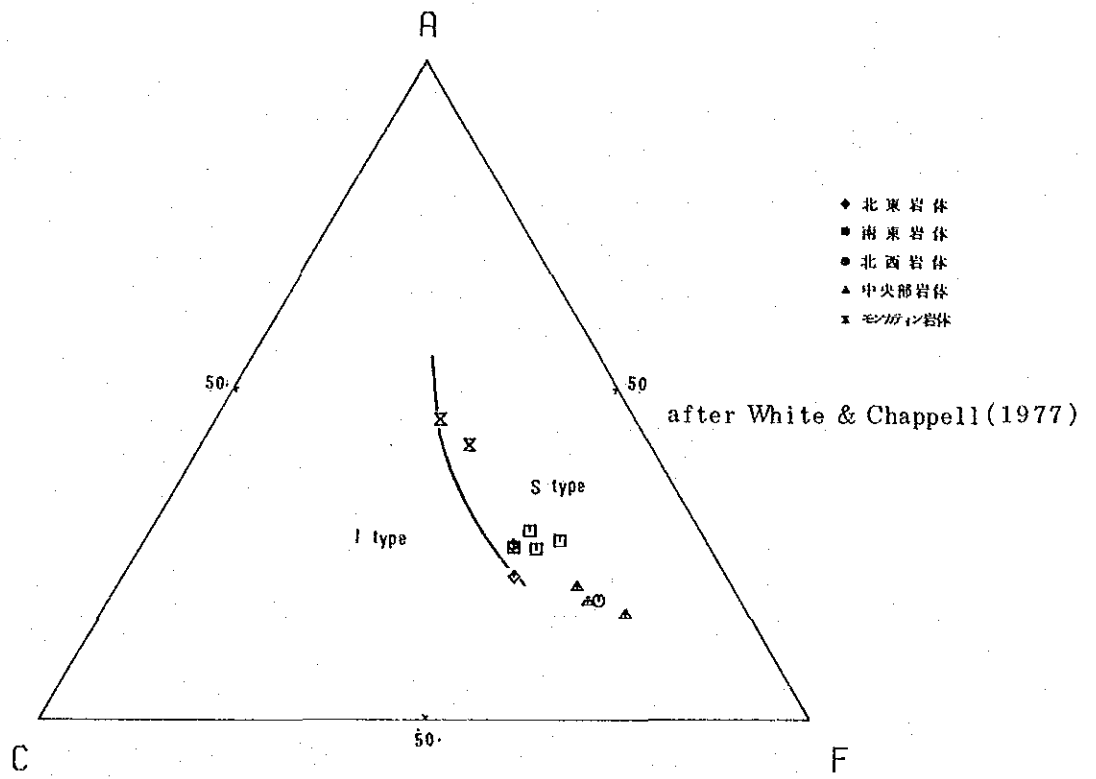
第 7 図 花崗岩類の化学組成図



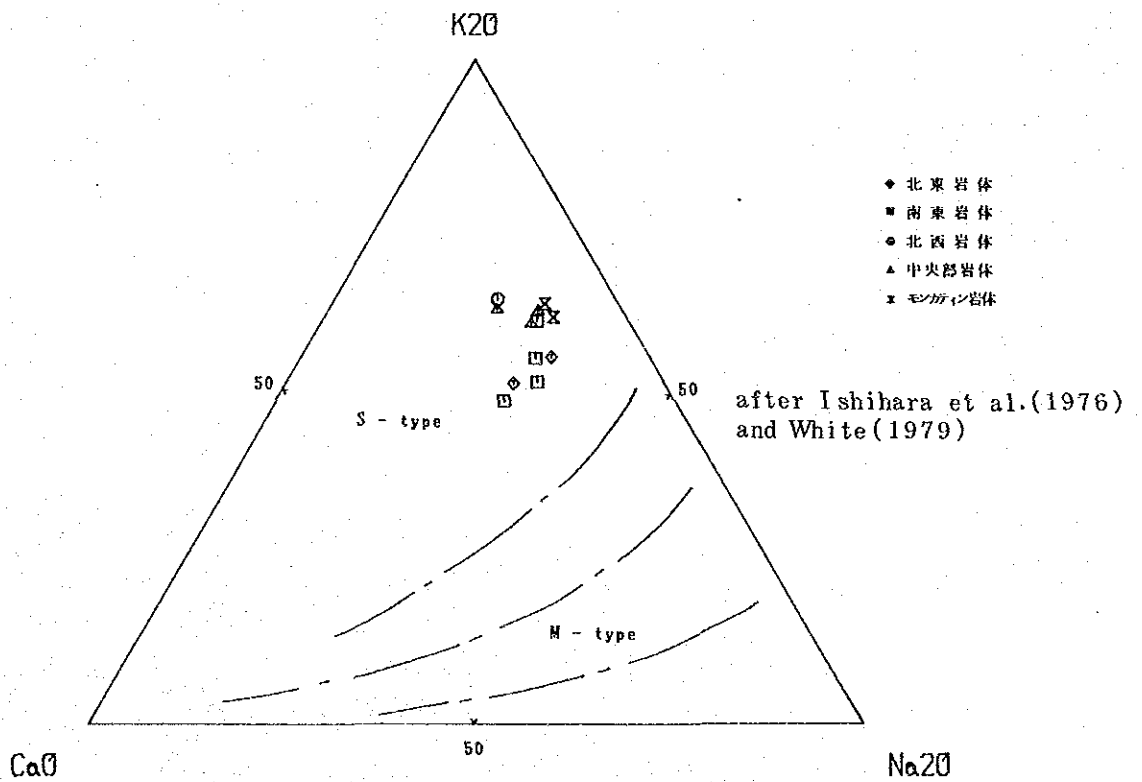
第8図 ノルムQ-Ab-Or 図



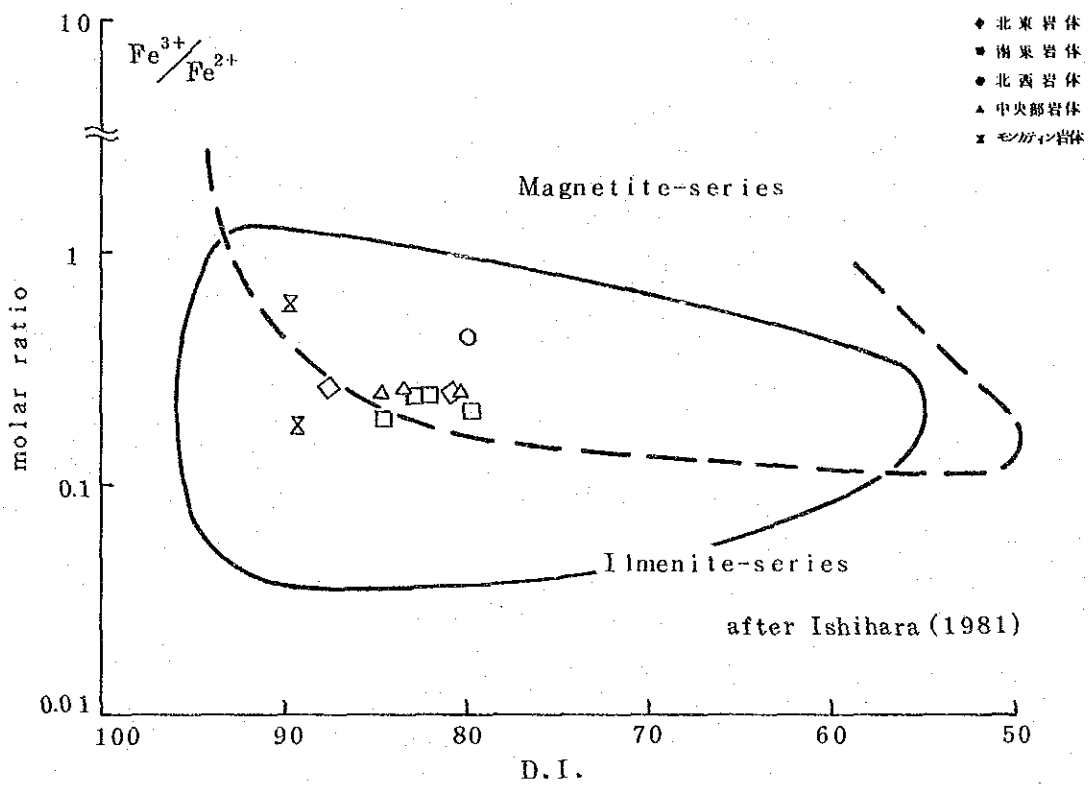
第9図 K<sub>2</sub>O-Na<sub>2</sub>O 相関図



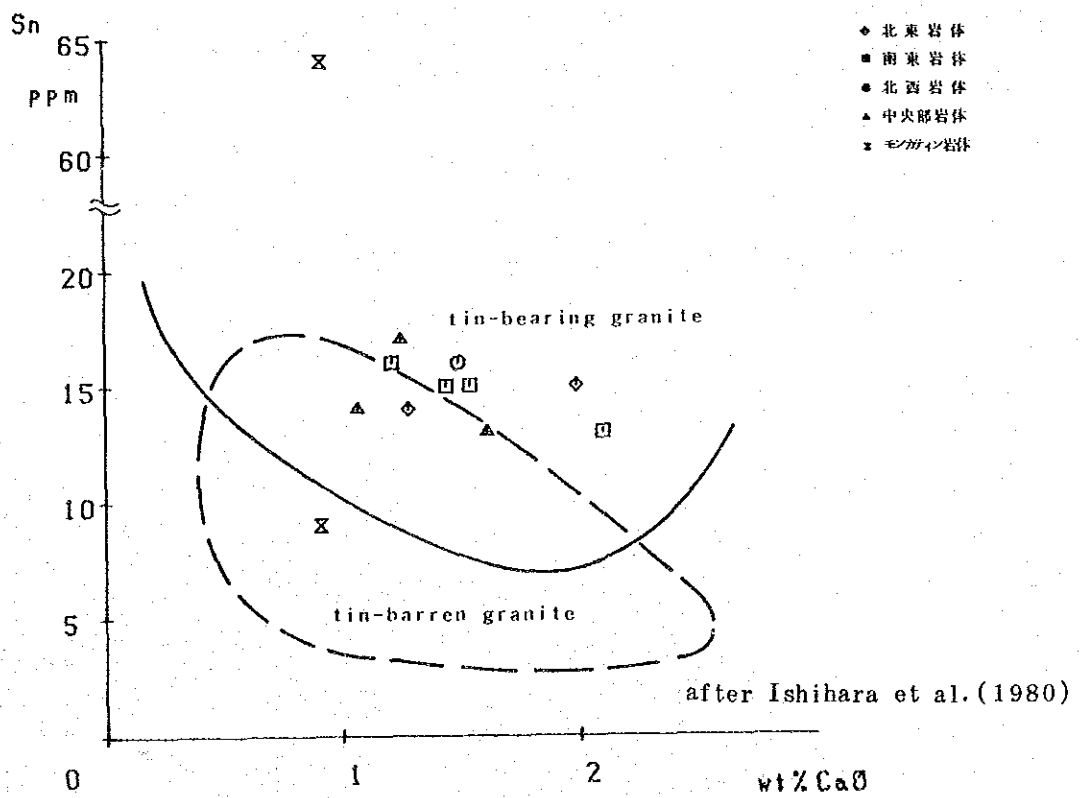
第10図 ACF ( $Al_2O_3 - Na_2O - K_2O / CaO / FeO + MgO$ ) 図



第11図 CNK ( $CaO - Na_2O - K_2O$ ) 図



第12図 分化指数- $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  相関図



第13図 CaO-Sn相関図

I-typesの分類は、次の指標により良く識別できる。すなわち、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比、ACF ( $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}/\text{FeO}+\text{MgO}$ )比、 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO})$ 比である。 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 相関図(第9図)では、S-typeは比較的 $\text{Na}_2\text{O}$ に乏しく、 $\text{K}_2\text{O}$ が5%前後のときは $\text{Na}_2\text{O}$ が3.2%以下、 $\text{K}_2\text{O}$ が2%前後のときは $\text{Na}_2\text{O}$ が2.2%以下の領域を占める。この図においてはすべての試料がS-typeに分類される。 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO})$ では、1.1以上がS-type、1.1以下がI-typeとされている。今回の試料では、モンカティン岩体の試料D-5、G-1が1.10、1.11を示しS-typeに分類されるが、他の岩体の花崗岩は、0.96~1.07でありI-typeに分類される。ACF図(第10図)では、S-type花崗岩はよりCaの乏しい領域に、I-typeはよりCaに富む領域にプロットされる。このことは、ACF図上における変成岩類の検討結果で、泥質岩がCaに乏しくAlに富んだ領域に、また塩基性火山岩がCaに富みAlに乏しい領域にプロットされることと対応しており、S-typeが堆積岩類と、I-typeが塩基性火成岩類と成因的により親近性のあることを示している。本調査では、全試料がS-typeに分類されて、これらの初生マグマが地殻内で生じたことを推定させる。また今回の結果は、従来の結果と比較してF端成分( $\text{FeO}+\text{MgO}$ )に富む領域にプロットされるものが認められる。

$\text{CaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ の関係は、花崗岩の主成分を考える上で基本的に重要であり、CNK ( $\text{CaO}-\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ )図は、 $\text{CaO}$ 量とアルカリ量の関係を眺める上で有効である。石原他(1976)は、日本の中新世花崗岩類をこのCNK図上で区分し、大きい $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比を示す西南日本外帯トレンド、極めて小さな $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比を示す丹沢-新島トレンド及びその中間のトレンドの3つに分類した。このうち西南日本外帯トレンドは典型的なS-typeトレンドであり、丹沢-新島トレンドは分化が進んで $\text{CaO}$ が減少し $\text{SiO}_2$ が増大しても $\text{K}_2\text{O}$ の増大しないいわゆるトーナライト、トロニエマイト花崗岩に対応し、White(1979)によって提唱されたM-type (mantle source type)花崗岩類にあたる。この指標によって本地域に分布する花崗岩を区分すると、全試料がS-typeに分類される(第11図)。

Ishihara(1977)は花崗岩中に含まれる不透明鉱物の種類に着目して、それらを磁鉄鉱系列(magnetite-series)とチタン鉄鉱系列(ilmenite-series)に区分した。両系列の違いは全岩主成分では $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比で代表され、磁鉄鉱系列はこの重量%比でほぼ0.5以上、チタン鉄鉱系列は0.5以下であるがその境界値は必ずしも明確ではなく、第12図にみるように重複する領域が大きい。この基準値を用いて、本地域の花崗岩を分類すると、モンカティン岩体の試料D-5が1.00、北西岩体の試料G-6が0.76で磁鉄鉱系列に分類されるほかはチタン鉄鉱系列に分類される。

以上の分類の結果を第4表に示す。

この結果、明確にS-typeとして区分できる岩体はモンカティン岩体のみであり、他の岩体

第4表 花崗岩の化学特性と花崗岩系列の分類

項目 試料番号	採取位置	岩石名	ΣAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /ΣCaO	Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O	$\frac{Al_2O_3}{(Na_2O+K_2O+CaO)}$	ACF	CNK	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /FeO	検査結果
D-1	コプロルイ部港北方	黒雲母花崗岩	I (0.83)	S (3.00-5.23)	I (1.01)	S	S	il (0.37)	mg
D-2	サンギン沢	黒雲母花崗岩	I (0.00)	S (3.25-5.55)	I (0.96)	S	S	il (0.40)	mg
D-3	ヤンオロデミア部港西方	黒雲母花崗岩	I (0.58)	S (2.81-4.63)	I (1.01)	S	S	il (0.25)	mg
D-4	メコン沢・サテクロ沢合流点	黒雲母花崗岩	I (0.57)	S (2.66-6.06)	I (1.00)	S	S	il (0.38)	mg
D-5	モンカティン山北東方2km	両雲母花崗岩	S (1.99)	S (2.65-6.10)	S (1.11)	S	S	mg (1.00)	il
G-1	モンカティン山	両雲母花崗岩	S (1.91)	S (2.84-5.88)	S (1.10)	S	S	il (0.24)	il
G-2	メロンルアン部港東方	変質花崗岩	S (1.27)	S (3.04-4.84)	I (1.06)	S	S	il (0.34)	mg
G-3	ブリクロー部港南方	黒雲母花崗岩	I (0.99)	S (2.96-5.36)	I (1.03)	S	S	il (0.37)	mg
G-4	メハン沢	黒雲母花崗岩	I (0.31)	S (2.66-5.88)	I (0.98)	S	S	il (0.34)	mg
G-6	メホン川・クロンタ沢合流点	黒雲母花崗岩	I (0.57)	S (2.08-6.28)	I (1.00)	S	S	mg (0.77)	mg
G-7	メハキ沢東方	黒雲母花崗岩	I (0.63)	S (2.19-6.25)	I (1.00)	S	S	il (0.37)	mg
G-8	メクラ部港西方	黒雲母花崗岩	S (1.54)	S (2.85-6.21)	I (1.07)	S	S	il (0.25)	il

S-type; S, I-type; I, 磁鉄鉱系列; mg, チタン鉄鉱系列; il

はアルミナを用いた指標ではI-typeに分類され、アルカリを用いた指標ではS-typeに分類される。各花崗岩が絹雲母化を受けていることを考えると、モンカティン岩体以外の岩体はある程度はI-typeに区分される可能性が高い。

また、磁鉄鉱系列とチタン鉄鉱系列の区分では、検鏡結果で磁鉄鉱系列となる試料が、 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比ではチタン鉄鉱系列に区分される。これは検鏡による判定が鉱物組合せだけを用いたもので、不透明鉱物の量比が著しく少ないことが $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比に反映されないためと考えられる。

## (2) 花崗岩類の錫含有量

本調査地域の花崗岩類の錫含有量は、9～64 ppmで、モンカティン岩体の2試料を除けば、13～17 ppmとほぼ一定である。モンカティン岩体の試料D-5は64 ppmと最高値を示すが、この花崗岩は錫-鉄マンガン重石鉱床と最も関連性の高いと考えられる岩体であり、S-type、チタン鉄鉱系列とIshihara (1981)が指適する錫石-鉄マンガン重石の鉱化と関連する花崗岩の特性を有している。また試料G-1は9 ppmと最低値を示すが、この花崗岩は強い圧砕作用を受けており、このために錫含有量が低下しているものと考えられる。

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 $30 \pm 15$  ppmとし、15 ppm以上を含有する花崗岩を高錫花崗岩と呼んだ。また、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としている。さらに、Ishihara ほか (1980)はタイ半島部の錫花崗岩と錫不毛花崗岩の錫含有量を第13図のように示し、重複する部分が多いが比較的錫含有量の多い方が錫花崗岩の特徴であることを指摘している。同図において錫花崗岩と錫不毛花崗岩の錫含有量は確かに重複する領域が広いが、約15 ppm付近がほぼ両者の境界値であり、この値はTischendorf (1977)の高錫花崗岩の値と一致する。このことから錫含有量が15 ppm前後より高い場合には錫鉱床の胚胎可能性の高い花崗岩であるといえよう。

本調査地域の花崗岩は、13 ppm以上と考えられることから錫花崗岩に分類され、錫鉱床を胚胎する可能性を示している。

## 3-7 花崗岩類のK-Ar法年代測定

本調査地域に分布する花崗岩類は前述のように二疊紀に活動した花崗岩のみとされている。また東隣りのオムコイ地域の花崗岩類は石炭紀と三疊紀の活動とされていたが、JICA & MAJ (1986)はRb-Sr年代とK-Ar年代から石炭紀、三疊紀、白亜紀の3期の活動があると推論した。

タイにおける錫・タングステン鉱床の生成は、中生代以降の花崗岩およびこれに由来する石英脈あるいはペグマタイト脈に密接に関係しており、この鉱化時期は、三疊紀と白亜紀の2時期が考えられているが、本地域西方20kmのメラマ(Mae Lama)岩体やタイ半島部では、白亜紀末期の鉱化説が有力である。このため花崗岩類の年代測定を行なうことは、有望地域を抽出する上で重要であると考えられる。

本地域を含むタイ北部の花崗岩類の放射性年代については、Baum et al.(1970)、Braun(1970)、Teggin(1975)、Braun et al.(1976)、Beckinsale et al.(1979)の報告がある。Rb-Sr年代でみると、三疊紀初期～ジュラ紀初期(236~190Ma)と白亜紀初期(130Ma)に大別され、K-Ar年代でもRb-Sr年代に比較して10~20Maほど若い年代を示すもの的大まかには一致する。しかし、K-Ar年代の一部にはRb-Sr年代より著しく新しい年代を示すものがあり、この原因は花崗岩貫入後の断層沿いに起った熱水作用によるK-Ar年代の若返り、または貫入後も地下深部で高温状態におかれ、K-Ar年代について開放系となっていた花崗岩が、後の構造運動によって隆起冷却し、閉鎖系に転じた結果と解釈されている(Hutchison, 1983)。同様の傾向を示す例として、Ishihara et al.(1980)はタイ半島部の錫鉱山地帯において花崗岩類のRb-Sr年代とK-Ar年代の不調和があることを指摘し、その原因について、花崗岩の貫入固結の初期段階からペグマタイト期の終期段階までの一つのサイクルを示しているための不調和、鉱化作用に伴う熱水作用による若返り、断層・剪断運動に伴う若返りの3つの理由を考えている。

#### (1) 測定結果

本調査では、北東岩体から2個、南東岩体、中央部岩体、モンカティン岩体から各1個の花崗岩試料を採取し、黒雲母を分離し、測定に供した。尚、モンカティン岩体では白雲母についても測定した。採取位置はPL-3及び第3図に、測定結果は第5表に示した。

測定した花崗岩類は、モンカティン岩体を除いた3岩体の4試料はカリ長石斑状黒雲母花崗岩であり、モンカティン岩体の試料は中粒の両雲母花崗岩である。

カリ長石斑状黒雲母花崗岩は、長石の白雲母化が強く、黒雲母も緑泥石・緑レン石・白雲母化が著しい。また、北東、南東の底盤状岩体では試料D-2のような再結晶化や試料D-3のようなアクチノ閃石の形成が認められ、熱変成作用を受けた可能性が高い。

モンカティン岩体の両雲母花崗岩も長石に白雲母化が認められるが、黒雲母はわずかに緑泥石化する程度である。

測定結果は、北東岩体、南東岩体の3試料で、 $73.0 \pm 1.5$ Ma、 $76.8 \pm 1.6$ Ma、 $80.6 \pm 1.7$ Ma、中央部岩体で $189.1 \pm 3.9$ Ma、モンカティン岩体の黒雲母で $40.4 \pm 0.9$ Ma、白雲母で $42.5 \pm 0.9$ Maの値が得られた。



第5表 絶対年代測定結果一覧表

試料番号	採取位置座標		採取位置	岩石名	測定鉱物	K (wt%)	$^{40}\text{Ar rad}$ ( $10^8$ cc STP/g)	Atm. $^{40}\text{Ar}$ (%)	Age (Ma)
	E	N							
D-1	413.6	1973.4	北東岩体 コプロルイ北方	粗粒黒雲母花崗岩	黒雲母	7.87 $\pm 0.16$	2392 $\pm$ 17 2398 $\pm$ 17	6.8 4.9	76.8 $\pm$ 1.6
D-2	418.7	1977.7	北東岩体 サンギン沢上流	中粒黒雲母花崗岩	黒雲母	7.97 $\pm 0.16$	2306 $\pm$ 16 2302 $\pm$ 19	5.3 4.9	73.0 $\pm$ 1.5
D-3	415.7	1947.7	南東岩体 ヤンオロチヌ下流	粗粒黒雲母花崗岩	黒雲母	6.36 $\pm 0.13$	2015 $\pm$ 15 2056 $\pm$ 16	6.1 4.2	80.7 $\pm$ 1.7
D-4	409.7	1954.9	中央部岩体 メコン沢中流	粗粒黒雲母花崗岩	黒雲母	7.58 $\pm 0.16$	5810 $\pm$ 46 5921 $\pm$ 48	2.0 1.4	189.1 $\pm$ 3.9
D-5	401.0	1936.8	モンカティン岩体 モンカティン山北西	黒雲母	7.12 $\pm 0.14$	1152 $\pm$ 10 1103 $\pm$ 8	1.21 1.20	40.4 $\pm$ 0.9	
				白雲母	7.03 $\pm 0.14$	1173 $\pm$ 10	2.00	42.5 $\pm$ 0.9	

K-Ar法年代計算定数:  $\lambda\beta = 4.96 \times 10^{-10} \text{ year}^{-1}$ ,  $\lambda e = 0.581 \times 10^{-10} \text{ year}^{-1}$ ,  $^{40}\text{K}/\text{K} = 1.167 \times 10^{-4}$

## (2) 考 察

本地域に分布するカリ長石斑状黒雲母花崗岩からは、73~80Maと189Maの大きく異なった年代が得られた。このうち北東岩体と南東岩体の試料D1~3の73~80Maの値は、JICA& MMAJ(1986)が同岩体のオムコイ地域で得た70Maとほぼ同一である。また、中央部岩体の試料D-4の189Maは、調査地域周辺に分布する三疊紀花崗岩のRb-Sr年代、K-Ar年代の236~190Maと一致している。調査地域周辺の三疊紀花崗岩と調査地域内のカリ長石斑状黒雲母花崗岩は、岩相・鉱物組成などが同一であることから、同様の岩相は、三疊紀初期~ジュラ紀初期に形成されたものと考えられる。北東岩体・南東岩体の両岩体が中央部岩体より若いのは、試料が著しい変質作用と熱変成作用を受けていることに起因すると考えられる。また広域的にみた場合、東隣のオムコイ地域から本地域東部の底盤状花崗岩体にはN-S~NW-SE系の断層帯が発達しており、この運動に伴う火成、熱水作用による若返りの可能性も高い。

本調査地域の西方約20kmに位置するメラマ(Mae Lama)花崗岩体(Rb-Rr年代 $130 \pm 4$ Ma; Beckinsale et al., 1979)の岩体周縁部および周囲の堆積岩中に発達する錫・タングステン鉱化脈、グライゼンの形成年代が、Rb-Sr法による全岩年代で78Ma、白雲母のK-Ar法による年代で72Ma、黒雲母で53Maであることが知られている(Braun et al., 1976)。このことから考えると、本地域の73~80Maの年代は、この時期に本地域の錫・タングステン石英脈が形成されたものとも考えられる。

モンカティン岩体は、前述のメラマ岩体の構造延長上にあり、同様の錫・タングステン鉱化作用を受けている。さらにモンカティン岩体は、硫化鉱の鉱染が認められ、両雲母花崗岩を鉱染状に硫砒鉄鉱が交代している。このような事実から、モンカティン岩体では、両雲母花崗岩の貫入後、70Ma前後に錫・タングステン鉱化作用が起こり、引き続き硫化鉱物の鉱化作用が40Ma(古第三紀)まで続いたものと推測される。

## 第4章 地化学探查

## 第4章 地化学探査

### 4-1 試料採取

試料採取は、あらかじめ全域を覆うように主要な河川及びその支流を選定し、それに沿って地質調査と平行して実施した。採取間隔は原則として300~400mとした。各採取地点では水流中央部の沢砂を80メッシュ篩で篩分し、-80メッシュ部分約100gを採取した。また4地点に1点の割合でパンニング試料も同時に採取した。

採取試料総数は沢砂試料2,027個、パンニング試料539個であった。試料採取位置はPL-3に示した。

採取試料は現地において風乾後、タイ側用と日本側用に2つに分け、一方を日本に持ち帰り分析に供した。

### 4-2 化学分析方法

本調査では、賦存が期待されるニオブ、タンタル、錫、タングステンの他、銅、亜鉛、モリブデンなどの有用元素を対象としたことから、指示元素はニオブ、タンタル、錫、タングステン、銅、亜鉛、モリブデン、アンチモン、金、銀、ヒ素、フッ素の12元素とした。

分析方法は、錫、モリブデン、タングステン、亜鉛、タンタル、ニオブ、銅についてはプラズマ発光分析法を、銀、ヒ素、アンチモンについては原子吸光法を、フッ素については活動度測定法を、また金については中性子放射化分析法によった。

各元素の検出限界値は、金；1ppb、銀及びアンチモン；0.1ppm、その他の元素は1ppmである。分析結果は付表4に示した。

### 4-3 データの解析

化学分析によって得られた分析値から地化学異常域を抽出するために統計的な解析を行なった。

一般に地化学分析値は正規分布型ないし対数正規分布型の分布をなすことが知られている。特に微量元素の含有量は分析精度が充分であれば対数正規型の分布に近似するといわれている。したがって、以下の解析にあたっては各分析値の常用対数値を用いた。

また分析値のなかには最少検出限界値以下の分析値や最大検出限界値以上の分析値がある。これらは以下の統計処理にあたっては、便宜的に前者はその自然数値の半分の値を、後者はその自然数値の1.5倍の値を用いた。

#### (1) 基本統計値

各元素の含有量の最大値、最小値、平均値及び標準偏差を第6表に示す。

この統計値をもとに元素濃度分布をPL4~13に示した。

第6表 地化学分析値の基本統計値

元素	最大値 ppm*	最小値 ppm*	平均値 ppm*	平均値 (対数値)	標準偏差 (対数値)
Sn	110	<1	7.129	0.853	0.381
Mo	14	<1	0.733	0.153	0.277
W	5500	<1	7.464	0.873	0.454
Zn	630	1	44.259	1.646	0.410
Ta	220	<1	1.393	0.144	0.453
Nb	170	<1	13.032	1.115	0.207
Cu	630	<1	8.954	0.952	0.482
Ag	4.7	0.1	0.105	-0.980	0.111
As	>10000	1	10.416	1.018	0.553
F	1710	40	286.418	2.457	0.218
Sb	22.0	0.1	0.270	-0.569	0.523
Au	67.0	<1	0.585	-0.233	0.232

\* Auについてはppb

### (2) 頻度分布

各元素の含有量の頻度分布図及び累積頻度分布図を付図1~12に示す。

これらの図に見られるように、タングステン、ニオブ、亜鉛及びフッ素では対数正規分布型の分布を示す。鉛、錫及びヒ素ではやや非対称の対数正規分布型を示す。しかし、モリブデン、タンタル、アンチモン、銀及び金については検出限界値以下の値を示す試料が多いため、頻度分布は対数正規型とならずL字型あるいはくし型の分布を示す。これらの元素においては、分析精度上の限界から、それぞれ異なる濃度を持つ試料同士が、ある分析値に総括されていることをしめす。

### (3) 異常値

各元素の累積頻度図と対数正規分布の直線及び元素の地殻存在度などを考慮して、しきい値を求めることによってバックグラウンドと異常値の区分を試みた。

しきい値を求めるにあたってはLapertier(1969)の方法を用いた。各元素のレベル区分は第7表にまとめた。

しきい値決定の手順は以下の通りである(以下Mは平均値、 $\sigma$ は標準偏差をしめす)。

ニオブ : 累積頻度図(付図1)でM+2 $\sigma$ 付近で対数正規分布の直線から逸脱することからM+2 $\sigma$ をしきい値とした。M+3 $\sigma$ 付近で元素濃度分布にギャップがあることからM+3 $\sigma$ をもって低異常域と高異常域の区切りとした。

高異常域内でもM+4 $\sigma$ 付近に屈曲点があることから高異常域を2分し、M+

4 $\sigma$ 以下を高異常域-1, M+4 $\sigma$ 以上を高異常域-2とした。

タンタル : 累積頻度図(付図2)によれば上方屈曲点がM+2 $\sigma$ 付近にあることから, M+2 $\sigma$ をしきい値とした。またM+3 $\sigma$ 付近に元素濃度分布にギャップがあることからM+3 $\sigma$ をもって低異常域と高異常域の区切りとした。M+4 $\sigma$ 付近にもう1つの上方屈曲点があることから高異常域を2分して, M+4 $\sigma$ 以下を高異常域-1, M+4 $\sigma$ 以上を高異常域-2とした。

錫 : 累積頻度図(付図3)で上方屈曲点がM+1.5 $\sigma$ 付近にあることから, M+1.5 $\sigma$ をしきい値とした。M+2.5 $\sigma$ 付近にもう1つの上方屈曲点があることからM+2.5 $\sigma$ をもって低異常域と高異常域に区分した。

タングステン : 累積頻度図(付図4)でM+2 $\sigma$ 付近で対数正規分布の直線から高濃度側へ逸脱するので, M+2 $\sigma$ をしきい値とした。M+3 $\sigma$ 付近で元素濃度分布にギャップがあることからM+3 $\sigma$ をもって低異常域と高異常域の区切りとした。

高異常域内でもM+4 $\sigma$ 付近に上方屈曲点があることから高異常域を2分し, M+4 $\sigma$ 以下を高異常域-1, M+4 $\sigma$ 以上を高異常域-2とした。

銅 : 累積頻度図(付図5)で上方屈曲点がM+2 $\sigma$ 付近にあることから, M+2 $\sigma$ をしきい値とした。M+3 $\sigma$ 付近にもう1つの上方屈曲点があることからM+3 $\sigma$ をもって低異常域と高異常域の区切りとした。

亜鉛 : 累積頻度図(付図6)で上方屈曲点がM+1.5 $\sigma$ 付近にあることから, M+1.5 $\sigma$ をしきい値とした。M+2.5 $\sigma$ 付近にもう1つの上方屈曲点があることからM+2.5 $\sigma$ をもって低異常域と高異常域に区分した。

アンチモン : 累積頻度図(付図7)で上方屈曲点がM+3 $\sigma$ 付近にあることから, M+3 $\sigma$ をしきい値とした。

モリブデン : 累積頻度図(付図8)で上方屈曲点はM+3 $\sigma$ 付近にあることから, M+3 $\sigma$ をしきい値とした。M+4 $\sigma$ 付近にもう1つの上方屈曲点があることからM+4 $\sigma$ をもって低異常域と高異常域に区分した。

ヒ素 : 累積頻度図(付図9)で上方屈曲点がM+2 $\sigma$ 付近にあることから, M+2 $\sigma$ をしきい値とした。M+2.5 $\sigma$ 付近で元素濃度分布にギャップがあることからM+2.5 $\sigma$ をもって低異常域と高異常域の区切りとした。

高異常域内でもM+3.5 $\sigma$ 付近にもう1つの上方屈曲点があることから高異常域を2分し, M+3.5 $\sigma$ 以下を高異常域-1, M+3.5 $\sigma$ 以上を高異常域-2とした。

金 : 累積頻度図(付図10)でM+5 $\sigma$ 付近に元素濃度分布にギャップがあることからM+5 $\sigma$ をしきい値とした。

銀 : 累積頻度図(付図11)でM+3σ付近に元素濃度分布にギャップがあることからM+3σをしきい値とした。

フッ素 : 累積頻度図(付図12)でM+2σ付近に弱い上方屈曲点があることから、M+2σをしきい値とした。M+2.5σ付近でもう1つの上方屈曲点があることから、M+2.5σをもって低異常域と高異常域の区切りとした。

第7表 異常値のレベル区分

元素	後背域	低異常域	高異常域1	高異常域2
Nb	34	54	88	
Ta	11	32	90	
Sn	27	64	—	
W	60	171	487	
Cu	82	249	—	
Zn	182	468	—	
Sb	10	—	—	
Mo	5	9	—	
As	133	252	900	
Au	9	—	—	
Ag	0.3	—	—	
F	780	1,002	—	

単位：ppm,Auのみppb

(4) 主成分分析

地化学分析値を解析する場合、それぞれの鉱徴に関連する指示元素を選別する必要がある。本調査では分析成分が12元素であるのでそれぞれ2つの元素間の相関係数だけでは全体を把握することが難しい。そこで、ここでは相関係数の持つ情報量をなるべく減少させずに要約する手法として主成分分析を用いて解析を試みた。

地化学分析値から求めた相関行列(12×12)を第8表に示した。主成分分析の結果(固有率、寄与率、第8主成分までの因子負荷量)を第9表に示した。

第8表 地化学分析値の相関行列

	Sn	Mo	W	Zn	Ta	Nb	Cu	Ag	As	F	Sb	Au
Sn	1.000	-0.226	0.701	0.045	0.570	0.598	-0.224	0.162	-0.014	0.636	-0.226	-0.010
Mo	-0.226	1.000	-0.065	0.593	-0.107	0.156	0.684	0.141	0.643	-0.025	0.763	0.088
W	0.701	-0.065	1.000	0.115	0.574	0.504	-0.068	0.293	0.130	0.438	-0.014	0.024
Zn	0.045	0.593	0.115	1.000	-0.100	0.319	0.774	0.194	0.685	0.251	0.604	0.083
Ta	0.570	-0.107	0.574	-0.100	1.000	0.627	-0.268	0.126	-0.149	0.435	-0.095	-0.025
Nb	0.598	0.156	0.504	0.319	0.627	1.000	0.170	0.132	0.216	0.542	0.100	0.028
Cu	-0.224	0.684	-0.068	0.774	-0.268	0.170	1.000	0.231	0.744	0.023	0.676	0.107
Ag	0.162	0.141	0.293	0.194	0.126	0.132	0.231	1.000	0.193	0.040	0.236	0.054
As	-0.014	0.643	0.130	0.685	-0.149	0.216	0.744	0.193	1.000	0.081	0.699	0.137
F	0.636	-0.025	0.438	0.251	0.435	0.542	0.023	0.040	0.081	1.000	-0.045	-0.015
Sb	-0.226	0.763	-0.014	0.604	-0.095	0.100	0.676	0.236	0.699	-0.045	1.000	0.113
Au	-0.010	0.088	0.024	0.083	-0.025	0.028	0.107	0.054	0.137	-0.015	0.113	1.000

第9表 主成分分析結果及び主成分に対する因子負荷量

主成分分析結果表

因子負荷量 (第1~8主成分)

主成分	固有値 %	寄与率 %	累積寄 与率%	主成分 元素	Z 1	Z 2	Z 3	Z 4	Z 5	Z 6	Z 7	Z 8
					Z 1	3.946	32.888	32.888	Sn	-0.098	0.888	-0.001
Z 2	3.353	27.948	60.837	Mo	0.833	-0.137	-0.081	-0.007	0.315	0.026	0.182	0.082
Z 3	1.024	8.540	69.377	W	0.076	0.807	0.211	-0.125	-0.021	-0.441	0.003	-0.208
Z 4	0.957	7.980	77.357	Zn	0.850	0.115	-0.164	0.050	-0.249	0.069	-0.130	-0.278
Z 5	0.719	5.991	83.349	Ta	-0.128	0.792	0.032	-0.032	0.499	0.105	0.011	-0.141
Z 6	0.514	4.288	87.638	Nb	0.281	0.784	-0.158	0.107	0.201	0.212	-0.342	0.154
Z 7	0.414	3.450	91.088	Cu	0.896	-0.145	-0.062	-0.007	-0.143	0.095	-0.184	-0.086
Z 8	0.281	2.342	93.431	Ag	0.305	0.235	0.663	-0.549	-0.165	0.274	0.027	0.063
Z 9	0.256	2.135	95.566	As	0.869	0.016	-0.019	0.036	-0.089	-0.291	-0.049	0.242
Z 10	0.217	1.816	97.382	F	0.109	0.736	-0.295	0.182	-0.307	0.243	0.381	-0.006
Z 11	0.177	1.479	98.861	Sb	0.851	-0.131	0.048	-0.072	0.269	-0.070	0.251	-0.009
Z 12	0.136	1.138	100.000	Au	0.164	-0.006	0.621	0.764	-0.000	0.049	0.012	-0.015

本調査で行った12元素の主成分分析では、第4主成分までの固有値が1以上か1に近く、第4主成分までの累積寄与率は約80%である。つまり第4成分までで、もとの分析値の変動の約80%が要約されている。特に第1、第2主成分だけでも全体の変動の60%以上を説明している。

以下、各主成分と各元素との相関について述べる。

第1主成分の因子負荷量は、モリブデン、亜鉛、銅、ヒ素及びアンチモンで正で大きく相関が強い。その他の元素はあまり第1主成分とは相関がない。これらの第1主成分と相関の強い元素は、濃度分布図(PL8~11)を見ると後背地の地質に強く関連した濃度分布を示している。特に堆積岩分布域で高濃度、花崗岩分布域で低濃度である。つまり、第1主成分は後背地の地質によるバックグラウンドの差を示す主成分である可能性が強いと考えられる。

第2主成分の因子負荷量は、錫、タングステン、タンタル、ニオブ及びフッ素が正で大きく第2主成分とは相関が強い。その他の元素はあまり第2主成分とは相関がない。これらの第2主成分と相関の強い元素の中には錫、タングステンを含んでおり、第2主成分は本地域における主要な鉱化に関連する因子であると思われる。

第3主成分の因子負荷量は銀及び金が正でやや大きい。また第4主成分は銀が負、金が正の因子負荷量を持っている。つまり第3・第4主成分は銀及び金と相関が強い因子である。

第5から第8までの主成分は特に際だった特徴は見られない。

以上の結果から本調査で分析を行った12元素は以下の3つの元素群に区分される。

1. Mo, Zn, Cu, As, Sb グループ
2. Sn, W, Ta, Nb, F グループ
3. Ag, Au グループ



#### 4-4 異常域の分布

前述した異常値レベル区分をもとに各元素毎の異常域を抽出し、その結果をPL4~13に示した。ニオブ、タンタル、錫、タングステンについては付図13~16にも示した。

以下に各元素毎に抽出された異常域について述べる。

ニオブ : 北東岩体のサンギン沢上流域、ウツム沢上流域、チノルアン沢流域、ヤンキャン、メコン部落周辺及びモンカティン地区に分布する。いずれも小規模であるが、サンギン沢、ヤンキャン部落周辺、チノルアン沢の異常域が比較的まとまった分布を示す。

タンタル : ニオブと殆んど重複するがより強い異常を示す。チノルアン沢、サンギン沢上流域、ウツム沢上流域に高異常域が集中する。メコン~ヤンキャン部落からメホン川に沿って異常域が延びている。

錫 : チノルアン沢、ヤンキャン部落周辺、メコン部落周辺、モンカティン地区に小規模な異常域が分布する。全体に低異常で明確な異常域を示さないが、チノルアン沢及びヤンキャン部落周辺が比較的まとまっている。

メンガオ川上流にも低異常域が見られるがまとまりがない。

タングステン : ニオブ、タンタルと重複するが分布域は北東部とモンカティン地区には限られる。ヤンキャン部落周辺、ウツム沢、モンカティン地区にまとまった高異常域が分布する。

銅 : 殆んどが低異常域で、堆積岩の分布と対応するように北西部から南部にかけて広く分布する。

亜鉛 : 銅と殆んど同じ分布傾向を示す。

ヒ素 : 銅、亜鉛と同じような分布を示すほか、モンカティン岩体に高異常域が見られる。

モリブデン : 低含有量で殆んど異常を示さないが、南部でわずかに異常値が認められる。

アンチモン : 低含有量で殆んど異常を示さないが、数か所に異常値が認められる。

金 : 全域にわたって異常値が点在するが、殆んど10 ppb以下である。

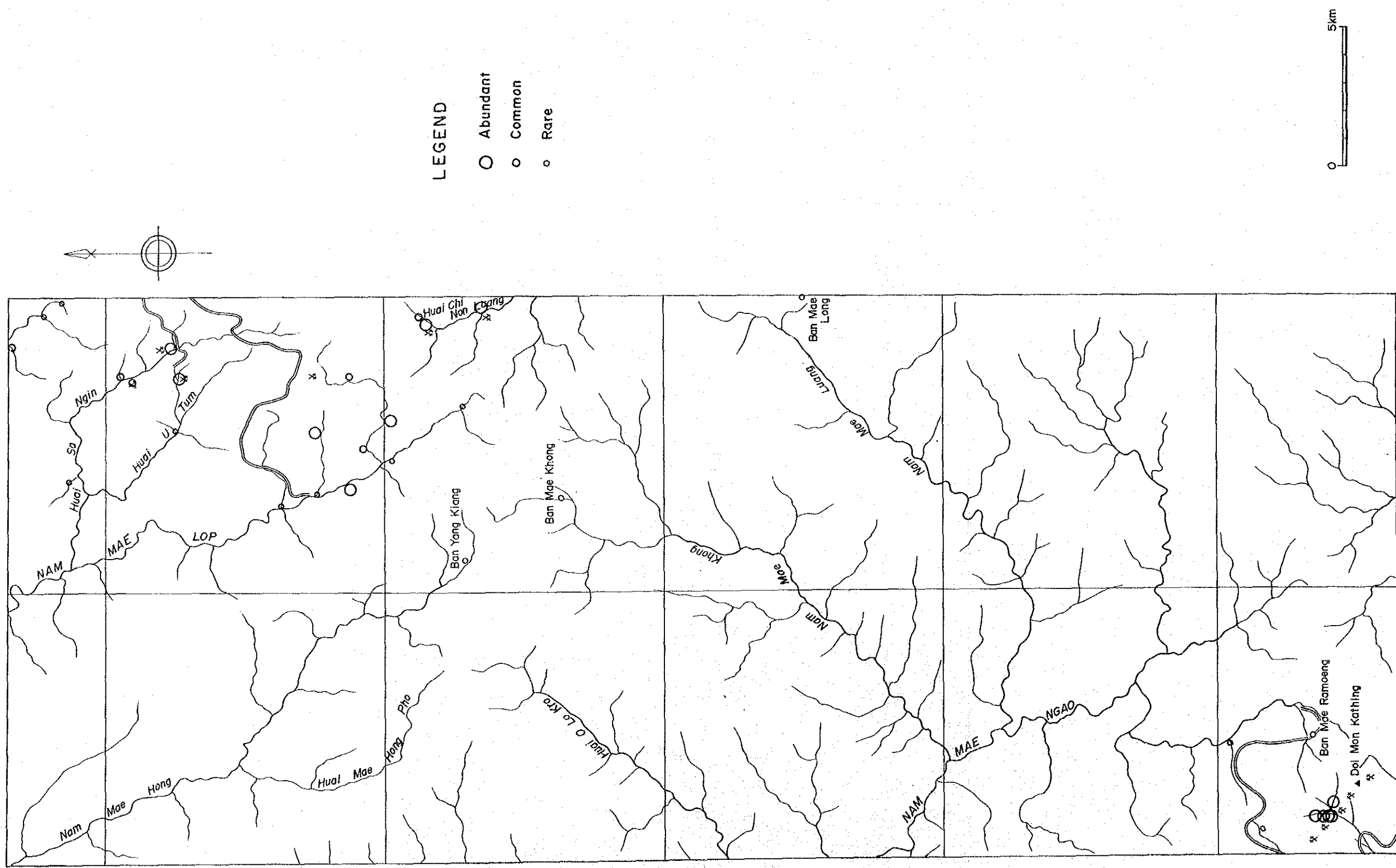
銀 : 数 ppmの点が全域にわたって点在する。

フッ素 : 底盤状花崗岩の分布域内に異常域が広く分布するが、まとまりがない。

#### 4-5 重鉍物試料の検討

今回の調査では、河床堆積物を対象とする地化学探査試料と合せて、重鉍物試料を河床堆積物試料4個に1個の割合で採取した。

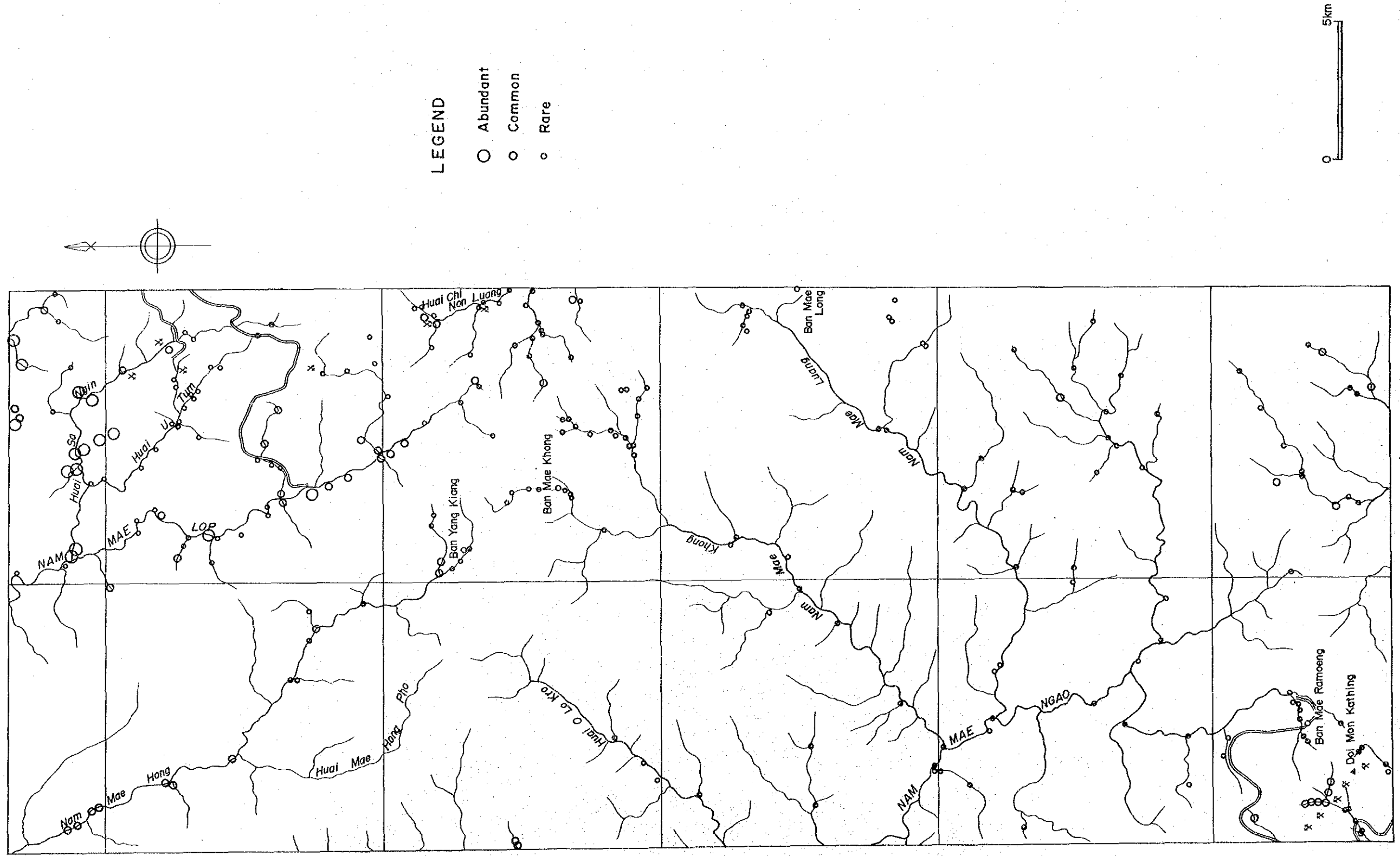
試料採取は、まず現地において川砂30ℓ程度を大型のパンニングパンを用いて100~150



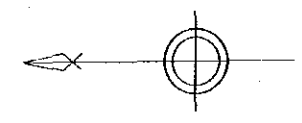
LEGEND  
 ○ Abundant  
 ○ Common  
 ○ Rare

0 5km

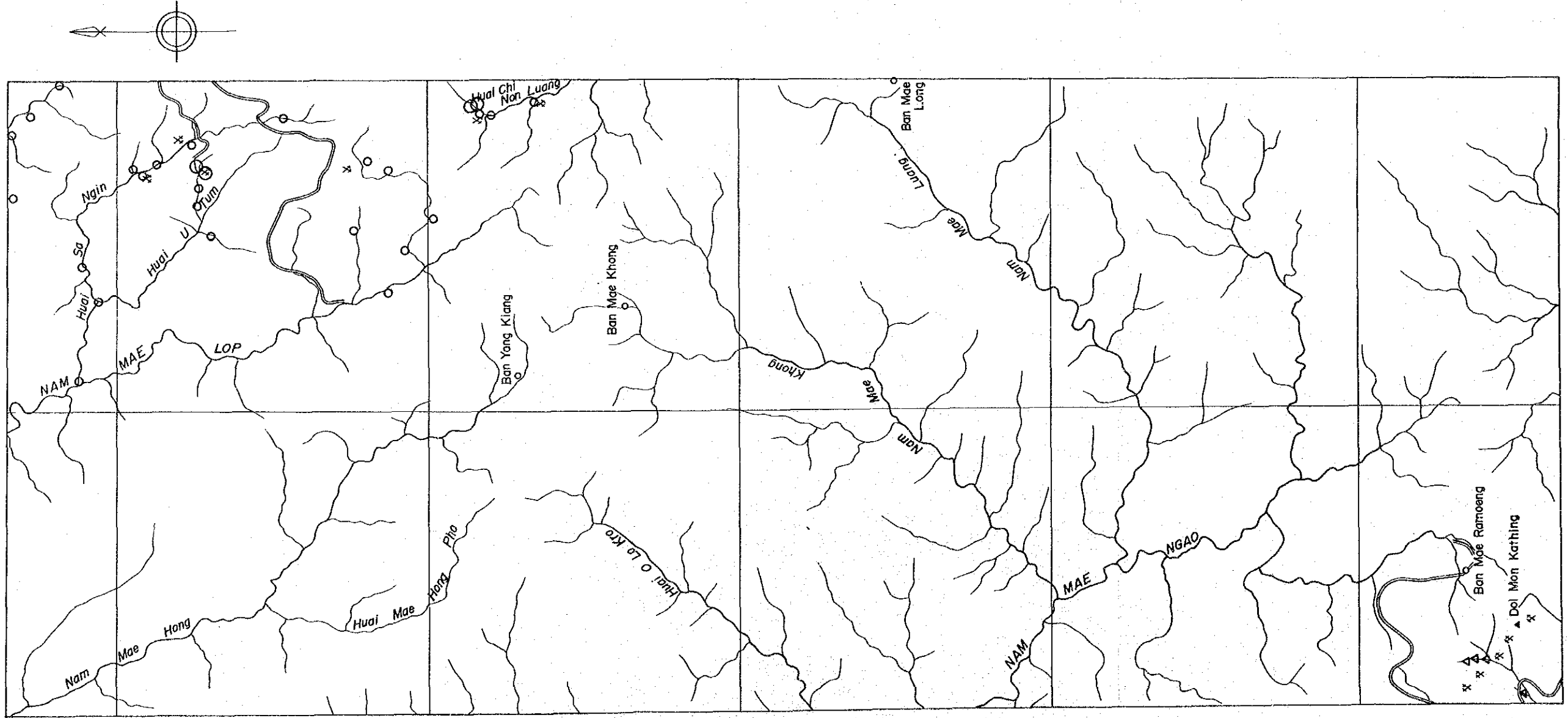
第 1 4 图 重錳物試料肉眼鑑定結果 (錫石)



LEGEND  
 ○ Abundant  
 ○ Common  
 ○ Rare



第 15 图 重金属试料肉眼鑑定結果 (灰燼石)



**LEGEND**

- Garnet
  - Abundant
  - Common
- Wolframite
  - △ Common



第16図 重鉱物試料肉眼鑑定結果（ザクロ石，鉄マンガン重石）

gに濃集し、その後ベースキャンプにおいて再びパンニングによる精選を行い、肉眼鑑定に供した。肉眼鑑定に際しては、灰重石、ジルコン等の識別のために紫外線灯を用いた。

今回識別された鉱物は、錫石、鉄マンガン重石、灰重石、ジルコン、ザクロ石、電気石などであり、磁鉄鉱、チタン鉄鉱などの不透明鉱物は、地域全体において非常に微量であるかないしは全く認められなかった。

検討結果を以下に述べる(第14~16図)。

錫石は、比較的分布が限られており、メロップ川上流、サンギン沢、ウツム沢、チノルアン沢、モンカティン山南西麓に認められた。モンカティン山付近以外では、錫石は必ずザクロ石を伴っている。

鉄マンガン重石は、モンカティン岩体の南西側にのみ認められた。

灰重石は、ピンホール大の粒度のものは地域全体に比較的均等に分布している。しかし、直径0.5ないし1mm以上の大型灰重石が量的にも多く分布する地域は、ウツム沢、サンギン沢、メロップ川上流部に限られる。このほか、大きな灰重石が認められる地域は、チノルアン沢、モンカティン地区、ルイ沢(Huai Lui)などである。

ザクロ石は、メロップ川とチノルアン沢を結ぶ線より北東側に大量に見い出される。

ジルコンは、地域全体に平均的に分布している。

上記鉱物を全く含まない試料は、特にシルル-石炭紀堆積岩類の分布する地域に多く、その地域の全試料の約40%を占めている。

#### 4-6 地化学探査の考察

前述の各元素毎の異常域分布を総括し、地質、鉱床との関係から有望地区を検討した。

以下にその結果を述べる(第17図)。

ニオブ、タンタル、錫、タングステンの異常域は重複しており、その分布は北東部底盤状花崗岩及びモンカティン岩体の分布域に限られている。ヤンキャンからメホン川に沿って北西方向に延びる異常域は、上流からの元素の運搬によるものと推測される。

異常域が集中する地区は、メホン川上流のヤンキャン周辺、メコン沢上流域のメコン周辺、ウツム沢及びサンギン沢上流域、チノルアン沢流域及びモンカティン地区である。

ヤンキャン-メコン周辺の異常域は、元素含有量の分布状況や重鉱物試料に含まれる灰重石の分布などから検討して、メホン川とメコン沢を結ぶ線から北東側に供給源があるものと推定され、そこから両河川に流出し、下流に拡散したものである。

ウツム沢、サンギン沢上流においては、旧採掘跡の点在するウツムタイ周辺とサンギン沢より上流部に高いタンタルの異常域が認められる。またこの一帯には、白雲母、ザクロ石、電気石を多量に含んだペグマタイトが発達し、母岩の花崗岩の変質も強い。

チノソルアン沢では、この付近で最も大きな旧採掘跡付近と沢の最上流部に高い異常が認められる。旧採掘跡については、砂礫層の後背地が明瞭ではないが、チノソルアン沢最上流部では、沢本流に北西方向から流入する小沢に錫、ザクロ石が多くみられ、そちら側に供給源があると思われる。

尚、チノソルアン沢、サンギン沢で採取したバンニング試料の化学分析の結果、比較的高いニオブ、タンタルの含有量が認められた。両地区には、ペグマタイトの貫入が各所に見られるとともに、旧採掘跡にはペグマタイト石英や石英脈の大礫が多いことから、ニオブ、タンタルの高異常はこれらに関係している可能性がある。

モンカティン地区には、錫石、鉄マンガン重石鉱床が賦存し、それを反映した高異常域である。この地区の精鉱の化学分析では、ニオブ、タンタルは検出されなかった。

錫については、これらの地区以外にメンガオ川最上流部に認められる。この地区にも、両雲母花崗岩が分布しており、錫の鉱化作用には両雲母花崗岩が関与していることが考えられる。

銅、亜鉛、ヒ素の異常域は、銅とヒ素のモンカティン鉱床と関連する異常域を除けば、同じような分布領域を示している。これらの元素の低異常域は、地域中央部を北西から南部にかけて広く分布し、その範囲は、シルル-石炭紀堆積岩類の分布と一致している。

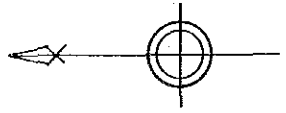
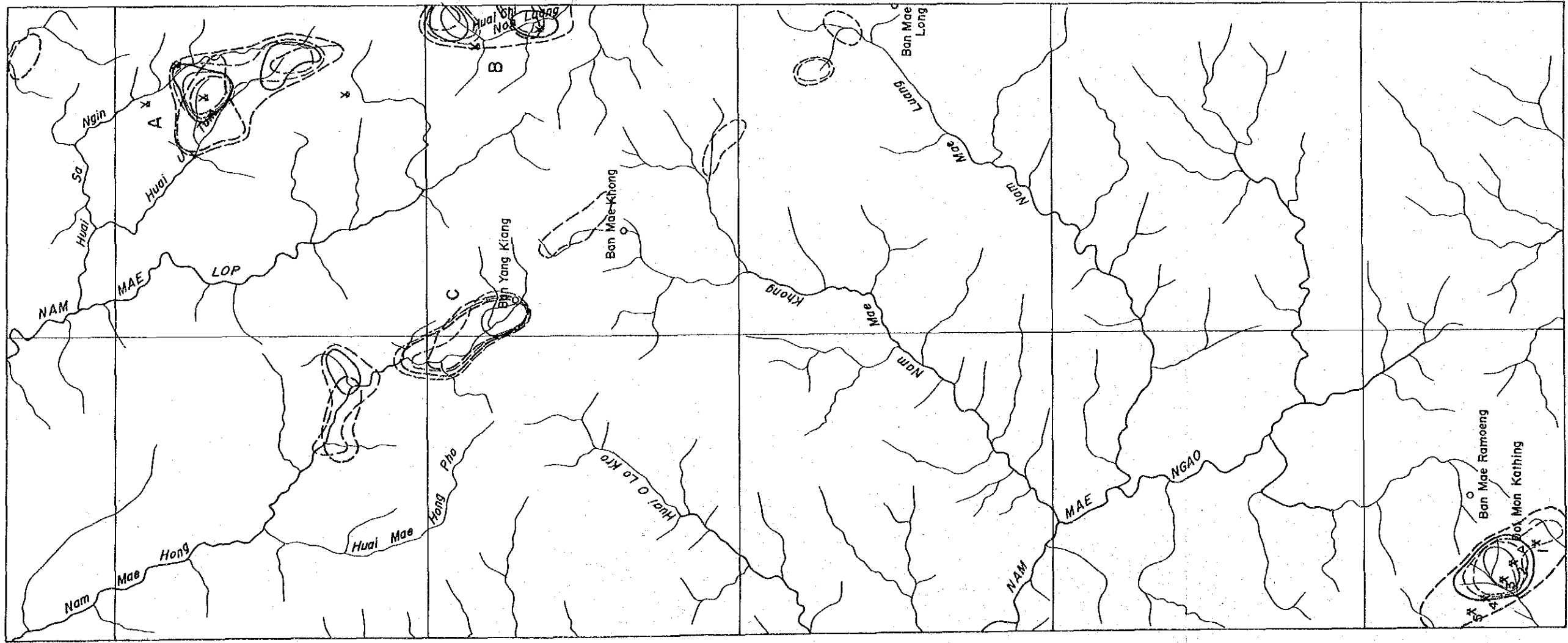
モリブデン、アンチモン、金、銀は、低含有量で検出限界以下の値も多く、異常域は抽出されない。比較的高含有量の試料の分布はモリブデン、アンチモンでは、銅、亜鉛、ヒ素と同様にシルル-石炭紀堆積岩類内に分布し、金及び銀では全域に点在する。

フッ素は、地域東部の底盤状花崗岩中に高含有量試料の分布が認められ、なかでもメコン周辺とメロン南西部に比較的集中した地区が認められる。

以上の結果から、地化学異常域の認められる元素は、ニオブ、タンタル、錫、タングステンであり、その異常域は、地域北東部とモンカティン地区に限られる。重鉱物試料の検討結果もこれと一致する。

モンカティン地区には、錫・タングステンの既知鉱床があり、これによる高異常域が抽出された。

北東地区では、数か所にまとまってこれら4元素の高異常域があり、一部では二次鉱床の採掘跡を含むものの、異常域の規模、母岩の性質などから初生鉱床胚胎の可能性の高い地区と考えられる。



LEGEND

Element	Symbol	Class	Range (ppm)
W		High	$171 \leq W$
		Low	$60 \leq W < 171$
Sn		High	$64 \leq Sn$
		Low	$27 \leq Sn < 64$
Nb		High	$54 \leq Nb$
		Low	$34 \leq Nb < 54$
Ta		High	$32 \leq Ta$
		Low	$11 \leq Ta < 32$

Mon Kathing area

1. Mae Salit Luang mine
2. Mae Moei mine
3. Surin mine
4. Moru mine
5. Pitiko mine

Northeasten area

- A. Huai Sa Ngin - Huai U Tum area
- B. Huai Chi Non Luang area
- C. Yang Kiang area

- Working mine
- Old mine



第 17 图 钼床分布图及 W, Ta, Sn, W 地化学异常域图

## 第5章 結論及び第2年次への提言



## 第5章 結論及び第2年次への提言

### 5-1 結論

第1年次の調査は、ヤンキャン部落を中心とする1,000km<sup>2</sup>の地域から、鉱床賦存の可能性の高い地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、次の結論を得た。

(1) タイ北西部における錫・タングステン・螢石等の鉱化作用は、中生代以降の花崗岩に関連するとされ、本地域にも三疊紀花崗岩が広く分布する。この花崗岩は底盤状あるいは岩株状として見られ、北東岩体、南東岩体、北西岩体、中央部岩体、モンカティン岩体の5つの岩体に区分される。

(2) 年代測定の結果では、189Ma、73~80Ma、40Maの3つの値が得られ、189Maは貫入の時期を、73~80Maは錫・タングステンの鉱化時期を、40Maは硫化物の鉱化時期を示すものと推測される。

(3) 花崗岩の化学組成からは、Chapell & White (1974) ほかのS-タイプ花崗岩に相当し、錫含有量からは含錫花崗岩に分類され、広域的にみれば、本地域の花崗岩は鉱床胚胎の可能性が高いと言える。

(4) 5つに区分した岩体のうち、北東岩体には錫・タングステン鉱脈鉱床及びその二次鉱床が賦存する。後者は、鉱脈周辺部に硫化鉱物が鉱染する。

(5) 地化学探査の結果から抽出されたニオブ、タンタル、錫、タングステンの異常域は、北東岩体及びモンカティン岩体に集中し、ヤンキャン部落周辺、チノルアン沢、サンギン沢上流、ウツム沢上流及びモンカティン岩体が、鉱床胚胎の有望地区と考えられる。ニオブ、タンタルは、特に北東岩体内に高異常域が認められる。

(6) 銅、亜鉛、ヒ素の高濃度域は堆積岩分布域に、フッ素の高濃度域は底盤状花崗岩分布域に対応しているが、まとまった高異常域は認められない。

モリブデン、アンチモン、銀、金の濃度は少なく地化学異常は認められない。

### 5-2 第2年次への提言

以上の結果から、ニオブ、タンタルに注目した場合、調査地域北東部ヤンキャン部落周辺、チノルアン沢、及びサンギン沢~ウツム沢の地化学異常域を中心とする地区が、最も鉱床賦存の可能性が高いと考えられ、今後この地区について地質精査と地化学探査を行い、地質構造と鉱化作用の関係を解明することにより、有望地区を抽出することが望まれる。