

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 2 年 次

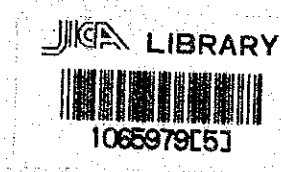
昭和63年3月

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 2 年 次



17704

昭和63年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

17704

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、同国北西部に位置する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、地化学探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、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年度を第1年次とする第2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62年11月5日から昭和63年1月16日まで現地に派遣した。

現地調査はタイ王国政府関係機関、工業省鉱物資源局の協力を得て予定どおり完了した。本報告書は第2年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力いただいたタイ王国政府関係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の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

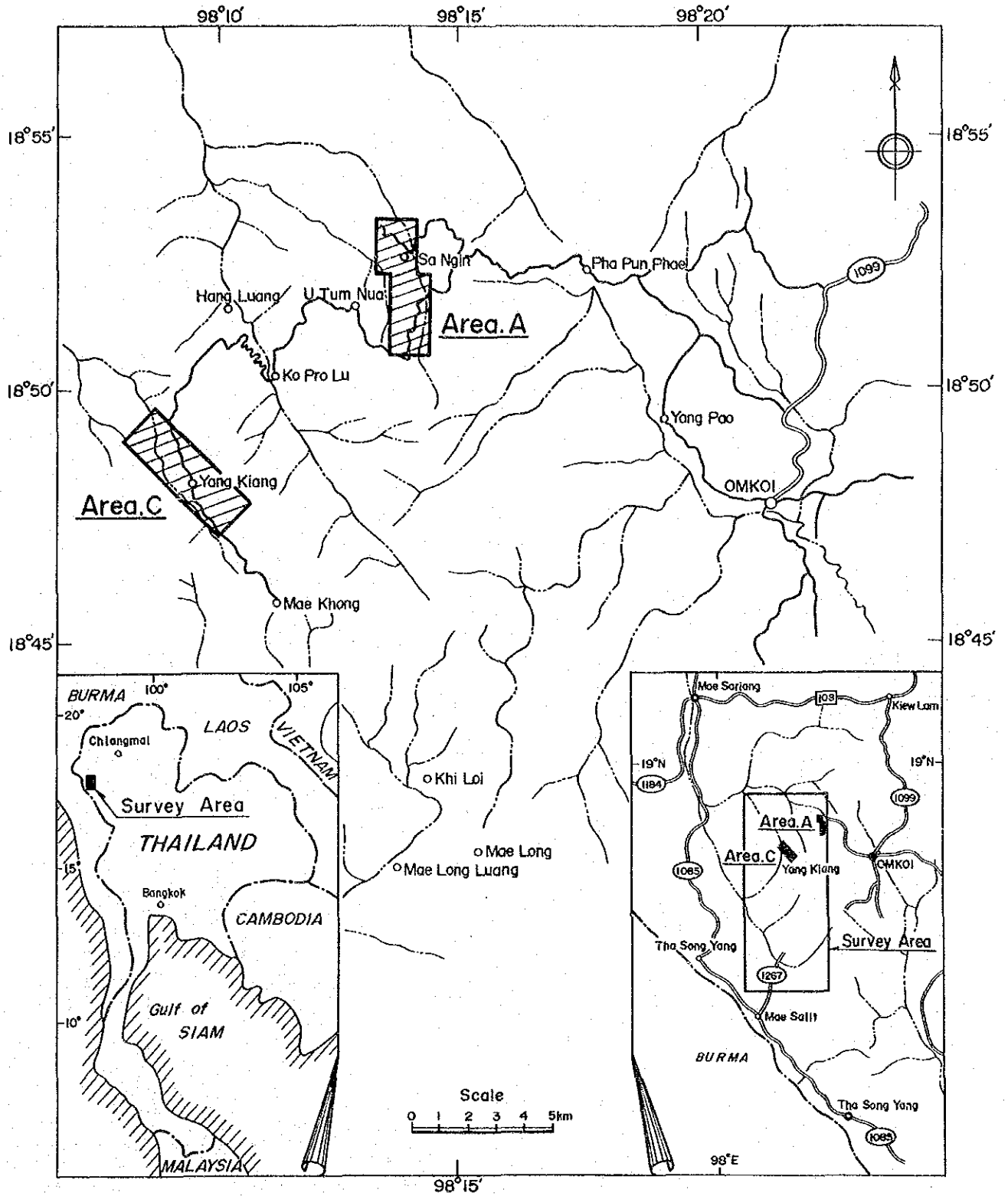
昭和63年2月

国際協力事業団







総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 佐藤 淳 一 郎



**Explanation**

- |   |                  |   |               |
|---|------------------|---|---------------|
|  | Survey Area      |  | Main Car Road |
|  | Province Capital |  | Car Road      |
|  | Major Village    |  | River         |

第 1 図 調査地域位置図

## 要 約

本調査はタイ王国ヤンキャン地域における資源開発協力基礎調査の第2年次にあたる。

第1年次はヤンキャン部落を中心とする1,000km<sup>2</sup>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。

本年度は第1年次の調査結果からニオブ、タンタル、錫、タングステンの有望地区として抽出されたA地区(7.5km<sup>2</sup>)及びC地区(8.0km<sup>2</sup>)を調査対象とした。

本調査では各地区における花崗岩類の特性、地質構造、鉍化作用などを把握し、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。

調査地域を含めたヤンキャン地域の地質は、先石炭紀から三疊紀に至る堆積岩類とこれに底盤状あるいは岩株状に貫入する花崗岩類及び第四紀砂礫層から構成される。

A地区は三疊紀の活動とされる花崗岩類が全域を占め、この花崗岩類は中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩、細粒～中粒両雲母花崗岩及びペグマタイト、アプライト脈より構成される。これらのうち前二者の関係は明瞭ではないが、両者の分布、形状、岩質及び組織の違いから、両者は別々の岩体と考えられ、その活動の順序は、黒雲母花崗岩が底盤状に進入した後、両雲母花崗岩が岩株状に貫入し、さらに両者を切ってペグマタイト、アプライト脈が貫入したものと推定される。

本地区内には、サンギン沢上流域、同下流域及びウツム沢支流域に、錫、タングステンの二次鉍床採掘跡があり、またこれら主要河川沿いに二次鉍床鉍徴地が存在する。

沢砂のパニング試料からは、錫石、灰重石が検出され、さらにペグマタイト脈風化部のパニングでも数か所で錫石、灰重石、コロンバイトータンタライトなどを認めた。これは二次鉍床の起源がペグマタイト脈であることを示していると考えられる。

地化学探査の結果では、錫、タングステン、ニオブ、タンタルの異常域は、おおむね一致し、先に述べた二次鉍床採掘跡及び鉍徴地周辺の地形的高位域に分布する。特にウツム沢支流の採掘跡周辺、サンギン沢中流域の鉍徴地周辺には、これらの各元素の高異常域が重複して分布しており、含錫、タングステン、ニオブ、タンタルペグマタイト脈の賦存する可能性がある。

C地区はカンブリア紀～石炭紀堆積岩類と、三疊紀の活動とされる花崗岩類及び第四紀河

川堆積物より構成される。

堆積岩類は地区南西側に細長く分布するオルドビス紀の石灰岩、デボン～石炭紀の砂岩、頁岩と小規模にルーフペンダントで点在するカンブリア～オルドビス紀の砂岩、頁岩から成る。これらの堆積岩類は花崗岩類との境界部でスカルン化を受けている。

花崗岩類は中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩と細粒～中粒両雲母花崗岩に区分される。これらの花崗岩類の相互関係は明確ではないが、両者の分布、形状、岩質及び組織の差異よりそれぞれ独立した岩体を形成していると推定され、底盤状を示す黒雲母花崗岩の活動後、NW-SE～NNW-SSE方向の構造線に沿って両雲母花崗岩が岩株状に貫入したものと考えられる。

両雲母花崗岩の分布域には多数のゴッサンが点在する。これらは幅約200mでNNW-SSE方向に延長約3kmに亘る帯状の範囲に存在し、ゴッサン帯を形成している。ゴッサンは下部に、スカルン帯が認められることからスカルンの地表酸化により形成されたと推定され、鉄、銅、亜鉛、錫、タングステンの鉱化を伴っている。

スカルンの原岩はスカルン化の弱い部分で砂岩、頁岩の構造が認められることから、カンブリア～オルドビス紀堆積岩類と推定される。このスカルンには、銅、亜鉛、錫、タングステンのほか、稀に鉛、銀の鉱化が認められる。スカルン帯下部には珪化帯が発達し、ここにも鉄及び銅の鉱化が認められる。これらスカルン～珪化帯の鉱化作用及び変質作用は、両雲母花崗岩の活動とそれに続く気成～熱水作用によってもたらされたと推定される。

さらに地区内では、両雲母花崗岩のカオリン化変質が認められる。特に地区南部ではカオリン帯がまとまって発達しており、気成～熱水性の変質作用が存在したことを示している。

地化学探査の結果、錫、タングステンの異常域はNNW-SSEの帯状分布を示し、ゴッサン帯の分布とよく一致する。ニオブ、タンタルの異常域は錫、タングステン異常域の南西側に分布しカオリン帯の分布とよく一致する。全体的に見れば、錫、タングステンとニオブ、タンタルの異常域はNNW-SSE方向に連続しており、この方向に規制された鉱化作用と変質作用の存在を反映している。

これら異常域には1,000ppmを超える錫、タングステンの地化学高異常値も数多く認められ、鉄、銅、亜鉛などの鉱徴地も含まれることから有望な鉱化帯の存在が期待される。



# 目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

## 第 I 部 総 論

第 1 章 序 論 .....	1
1-1 調査の経緯及び目的 .....	1
1-2 第 2 年次調査の内容 .....	1
1-3 調査日程及び調査団の編成 .....	3
第 2 章 調査地域の地理 .....	5
2-1 位置及び交通 .....	5
2-2 地 形 .....	5
2-3 気候及び植生 .....	6
2-4 一般情勢 .....	6
第 3 章 調査地域の既存地質情報 .....	7
3-1 従来 of 調査 .....	7
3-2 調査地域の一般地質及び鉱床 .....	7
第 4 章 調査結果の総合検討 .....	13
4-1 A 地区 .....	13
4-2 C 地区 .....	14
第 5 章 結論及び提言 .....	17
5-1 結 論 .....	17
5-2 第 3 年次調査への提言 .....	18

## 第Ⅱ部 各 論

第1章 A地区 .....	19
1-1 調査位置 .....	19
1-2 地質調査 .....	19
1-3 地化学探査 .....	26
1-4 考 察 .....	31
第2章 C地区 .....	33
2-1 調査位置 .....	33
2-2 地質調査 .....	33
2-3 地化学探査 .....	42
2-4 考 察 .....	47
第3章 花崗岩類の地化学的性質 .....	50
3-1 分化指数とノルム鉱物 .....	50
3-2 主要化学成分による花崗岩系列の分類 .....	53
3-3 考 察 .....	57

## 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論 .....	59
第2章 第3年次調査への提言 .....	60
参考文献 .....	61
添付図表	

## 付 表

第 1 表	調査内訳一覧表 .....	2
第 2 表	A 地区鉍石試料化学分析結果一覧表 .....	24
第 3 表	A 地区地化学分析値の基本統計値 .....	27
第 4 表	A 地区指示元素間の相関係数 .....	28
第 5 表	A 地区地化学後背値区間と異常値区間の区分 .....	28
第 6 表	C 地区鉍石試料化学分析結果一覧表 (1) .....	39
第 7 表	C 地区鉍石試料化学分析結果一覧表 (2) .....	39
第 8 表	C 地区地化学分析値の基本統計値 .....	43
第 9 表	C 地区指示元素間の相関係数 .....	44
第 10 表	C 地区地化学後背値区間と異常値区間の区分 .....	45
第 11 表	花崗岩試料全岩化学分析値一覧表 .....	51
第 12 表	花崗岩の化学特性と花崗岩系列の分類 .....	58

## 付 図

第 1 図	調査地域位置図	
第 2 図	ヤンキャン地域地質図	8
第 3 図	模式層序図	9
第 4 図	A 地区鉍微分布図	14
第 5 図	C 地区鉍微分布図	16
第 6 図	A 地区地質図及び地質断面図	20
第 7 図	C 地区地質図及び地質断面図	34
第 8 図	C2 鉍体平面図	40
第 9 図	花崗岩類の化学組成図	52
第 10 図	ノルム Q - Ab - Or 図	54
第 11 図	Na <sub>2</sub> O - K <sub>2</sub> O 相関図	54
第 12 図	ACF (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - Na <sub>2</sub> O - K <sub>2</sub> O / CaO / FeO + MgO) 図	55
第 13 図	CNK (CaO - Na <sub>2</sub> O - K <sub>2</sub> O) 図	55
第 14 図	Fe <sup>3+</sup> / Fe <sup>2+</sup> - 分化指数相関図	56

## 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	パニング試料肉眼観察結果一覧表	A- 4
付表 5	A地区地化学土壌試料化学分析結果一覧表	A-10
付表 6	C地区地化学土壌試料化学分析結果一覧表	A-28
付図 1	A地区頻度分布・累積頻度分布図(1)	A-22
付図 2	A地区頻度分布・累積頻度分布図(2)	A-23
付図 3	A地区ニオブ含有量分布図	A-24
付図 4	A地区タンタル含有量分布図	A-25
付図 5	A地区錫含有量分布図	A-26
付図 6	A地区タングステン含有量分布図	A-27
付図 7	C地区堆積岩分布域頻度分布・累積頻度分布図(1)	A-40
付図 8	C地区堆積岩分布域頻度分布・累積頻度分布図(2)	A-41
付図 9	C地区両雲母花崗岩分布域頻度分布・累積頻度分布図(1)	A-42
付図10	C地区両雲母花崗岩分布域頻度分布・累積頻度分布図(2)	A-43
付図11	C地区黒雲母花崗岩分布域頻度分布・累積頻度分布図(1)	A-44
付図12	C地区黒雲母花崗岩分布域頻度分布・累積頻度分布図(2)	A-45
付図13	C地区ニオブ含有量分布図	A-46
付図14	C地区タンタル含有量分布図	A-47
付図15	C地区錫含有量分布図	A-48
付図16	C地区タングステン含有量分布図	A-49
付図17	代表的岩石、鉍石試料の顕微鏡写真	A-50
付図18	X線回折チャート	A-56

Attached plates (scale 1:5000)

- PL. 1 Geologic map and profile (Area A)
- PL. 2 Location map of samples for laboratory examination (Area A)
- PL. 3 Nb content distribution map (Area A)
- PL. 4 Ta content distribution map (Area A)
- PL. 5 W content distribution map (Area A)
- PL. 6 Sn content distribution map (Area A)
- PL. 7 Mineral indication map (Area A)
- PL. 8 Geologic map and profile (Area C)
- PL. 9 Location map of samples for laboratory examination (Area C)
- PL.10 Nb content distribution map (Area C)
- PL.11 Ta content distribution map (Area C)
- PL.12 Wcontent distribution map (Area C)
- PL.13 Sn content distribution map (Area C)
- PL.14 Mineral indication map (Area C)
- PL.15 Geologic map of the Yang Kiang area

# 第I部 総論

# 第 I 部 総 論

## 第 1 章 序 論

### 1-1 調査の経緯及び目的

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、鉱床の特性などについて数多くの基礎資料が得られるとともに、一部で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。

日本政府はタイ政府の要請に応じて、タイ国北西部に位置する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となり、昭和 61 年度を第 1 年次として調査を開始した。

本地域はニオブ、タンタル、錫、タングステンのほか、金、銀、銅、鉛、亜鉛などの有用鉱物資源の賦存が期待され、第 1 年次はヤンキャン部落を中心とする 1,000km<sup>2</sup> の地域について地質調査（概査）、地化学探査を実施した。その結果、サンギン沢～ウツム沢（A 地区）、チノルアン沢（B 地区）、ヤンキャン部落周辺（C 地区）の 3 地区が、ニオブ、タンタル、錫、タングステンなどの鉱床賦存の可能性の高い地区として抽出された。

本年度は調査の第 2 年次にあたり、上記 3 地区のなかから A 及び C 地区について、地質調査（精査）、地化学探査を実施して、詳細な地質、地質構造を把握するとともに、鉱化作用及び地化学特性との関係を総合的に考察して、次年度の探鉱指針を得ることを目的に調査を実施した。

### 1-2 第 2 年次調査の内容

本年度の調査は第 1 年次の調査により抽出された有望地区のなかから A 及び C 地区を調査対象地区として選定し、地質調査、土壌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採試線沿いに、土壌サンプリングと併行して行い、このほか主要な河川や沢沿いについても踏査し、縮尺 5 千分の 1 のルートマップを作成した。

また、鉱徴地については簡易測量によりその形状、規模を把握するとともに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。採試線の方向は各地区における主要な地質構造及び鉱脈の方向を考慮して地区毎にその方向を定め、採試線間隔は 100m、



採試点間隔は50mとした。採試線，採試点の設定にあたってはポケットコンパス，間縄による簡易測量を行い，併せて縮尺5千分の1の地形図を作成し，調査結果の取りまとめに使用した。

採取試料の分析，調査結果の解析は日本国内で実施した。

調査項目及び調査量は第1表に示す。

第1表 調査内訳一覧表

項 目	調 査 量
精 査 地質調査  地化学探査	A地区 調査面積 7.5km <sup>2</sup> 踏査延長 76.5km C地区 調査面積 8.0km <sup>2</sup> 踏査延長 95.0km
岩石薄片観察	15枚
鉍石研磨片観察	21枚
X線回折粉末法試験	24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 鉍石：Nb, Ta, Sn, W 土壌：Nb, Ta, Sn, W	11個 17個 A地区 1,591 個 } C地区 1,658 個 } 3,249個

### 1-3 調査日程及び調査団の編成

#### 1. 調査計画の策定及び折衝

##### 日本側

和泉 武	金属鉱業事業団
石田誠一	〃
細井義孝	〃
遠藤泰生	〃
林 歳彦	国際協力事業団

##### タイ側

Sivavong Changkasiri	鉱物資源局(局長)
Thawat Japakasetr	〃 (鉱床部長)
Chanin Rasrikriengkrai	〃 (プロジェクト担当課長)
Phairat Suthakorn	〃
Prachon Charoensri	〃
Kasem Chancharoonpong	〃
Samai Chiemchindaratana	〃
Sunoj Uenguum	〃

#### 2. 第2年次調査

(i) 期間 昭和62年11月5日～昭和63年2月29日

(現地調査 昭和62年11月5日～昭和63年1月16日)

(ii) 調査団の編成

##### 日本側

地質・地化学探査	内村 巖	日鉄鉱コンサルタント株式会社
	松永 潤	〃
	伊藤康則	〃
	堀越孝昌	〃
	前野潤一	〃
	三好 誠	〃

タイ側

地質・地化学探査	Peerapong Khuenkong	鉱物資源局
	Patchara Jariyawat	”
	Wason Chanseang	”
	Sawang Wanlaiad	”

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

第1年次の調査対象地域は、第1図に示すようにヤンキャン部落を中心とする南北50km、東西20kmの範囲で、タイ北部最大の都市チェンマイ（Chiang Mai）市の南西方約200kmに位置する。行政上は、東側半分がチェンマイ県オムコイ郡に属し、北西部がメホンソン（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）郡に属する。1983年～1985年に実施された資源開発協力基礎調査オムコイ（Omkoi）地域とは東側で接する。

チェンマイからベースキャンプを設けたオムコイ郡オムコイ町までは、国道108号線経由で国道1099号線が通じており一日一回のバス便がある。国道はいずれも完全舗装されており、チェンマイ・オムコイ間は道程約180km、自動車では約3時間を要する。

本年度の調査対象地区は、サンギン沢～ウツム沢上流域（A地区）とヤンキャン部落周辺（C地区）の2地区で、オムコイより両地区を経てメコン部落へ至る自動車道路が通じる。この道路は未舗装道路で急坂、カーブが多く、四輪駆動車でなければ通行できず、雨季には通行不可能となる。オムコイからA地区までは約25km、C地区までは約55kmの道程で、自動車ではそれぞれ1時間半、3時間半を要する。

### 2-2 地 形

本地域の地形は、NW-SE方向の主要河川と、これに直交する支流及びこれら河川にはさまれたNW-SE方向あるいは、NE-SW方向の山稜によって特徴づけられる。

本地域は、北東部の北西側へ流下するメロップ川（Nam Mae Lop）と南西部の北西側へ流下するメンガォ川（Nam Mae Ngao）によって3つの区域に分けられる。

メロップ川の北東側では、標高700～1,100mの比較的開析の進んだ高原状地形を呈する。メロップ川とメンガォ川にはさまれた区域は、本地域の大部分を占め、標高200～1,800mまで約1,600mの標高差を示す急峻な山岳地形である。メンガォ川の北西側は、モンカティン山（Doi Mon Kathing）を中心とするNW-SE方向の山稜に向かって次第に高度を増す緩い山地地形を呈し、山稜の南西側で著しく急峻な地形となっている。

## 2-3 気候及び植生

調査地域を含む一帯は熱帯性サバンナ気候に属し、5月～10月は南東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に分かれる。3月、4月は、北東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1日の較差が30～35℃と大きく、高地では最低気温が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800～900mmで、12月～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混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混じるジャングル様の密林が多い。

## 2-4 一般情勢

調査地域の住民は殆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して居住する。

主要部落のヤンキャン (Yang Kiang)、メコン (Mae Khong)、メラモン (Mae Ramoeng) などには小学校があり、巡回診療も行われるなど調査地域も徐々に開けつつあるが、未だ自動車道路が殆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、焼畑での米作が主体で、他に牧畜 (牛、水牛、豚)、織物、鉱業 (錫、タングステン)、林業 (チーク材) などがある。

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、小学校、中学校、病院、郵便局、警察署、雑貨店、食堂、ガソリンスタンドなどがあり、行政、商業の中心となっている。

### 第3章 調査地域の既存地質情報

#### 3-1 従来の調査

調査地域はタイ北西部に位置し、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ている。

タイ北部については、German Geological Mission (1972) が1965年から1971年にかけて鉱物資源局と協力して、広域調査を行い、地質層序、地質構造を総括するとともに各地域に分布する各種鉱床の記載を行い、それぞれのポテンシャルを評価した。この報告にはオムコイ地域の錫、タングステン、螢石、アンチモンの鉱床が簡単に記載されている。

この広域調査の結果をもとに、縮尺25万分の1の地質図Geological Map of Northern Thailand (compiled by E.V.Braun, L.Hahn and H.D. Maronde, 1981) が編纂された。

Hahn and Siebenhuner (1982) は同上地質図中に産する化石を記載した。

Vichit and 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、沢砂中にニオブ、タンタルの鉱物を見出し、錫鉱床との関係を論じている。

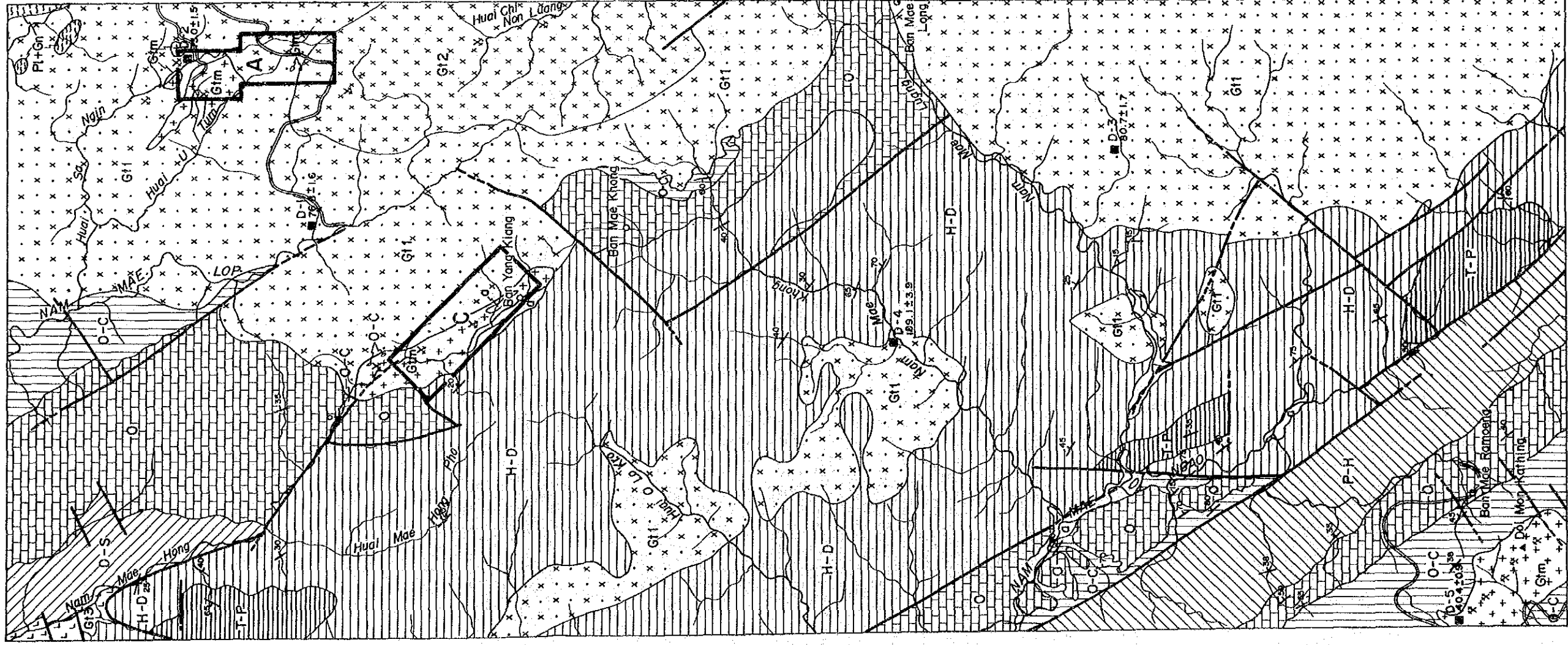
#### 3-2 調査地域の一般地質及び鉱床

本年度の調査対象地区を含むヤンキャン地域の地質は、縮尺25万分の1の地質図Geological Map of Northern Thailand Sheet 6-Amphoe Li (Braun 他1981), German Geological Mission (1972) 及び第1年次の調査結果から次のように要約される。

##### 1. 層序

本地域の地質はヤンキャン地域地質図(第2図)及び模式層序図(第3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、下位より先石炭紀変成岩類、カンブリア～オルドビス紀、オルドビス紀、シルル～デボン紀、デボン～石炭紀、石炭～二畳紀、二畳～三畳紀の堆積岩類及び第四紀砂礫層に分けられる。

これらの堆積岩類は地域南西部メンガォ川に平行するNW-SE方向の断層を境として、その北東側と南西側では異なる堆積環境を示している。即ち前者ではオルドビス系は石灰岩を主として、その上位にオルドビス～石炭系、二畳～三畳系が累重するのに対して、後者ではオルドビス系は石灰岩・頁岩の互層よりなり、その上位はシルル系、デボン系を欠いて石炭～二畳系が堆積している。このような堆積作用の相異は両者がもともと異なる



### 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-D shale, sandstone, limestone and chert
- Devonian D-S shale, sandstone and limestone
- Ordovician O limestone (and shale)
- Ordovician O-C sandstone, shale, chert and limestone

#### 2. Granitic rocks

- Gtm medium-grained two mica granite
- Gt2 medium to coarse-grained biotite granite (massive)
- Gt1 medium to coarse-grained biotite granite (foliated)
- Gt3 coarse-grained amphibole biotite granite

#### 3. Metamorphic rocks

- Pre-Carboniferous PltGn paragneiss

#### 4. Geologic symbols

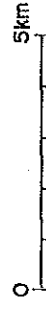
- fault
- strike and dip
- mines (active)
- mines (inactive)
- samples for K-Ar dating

#### 5. Survey area

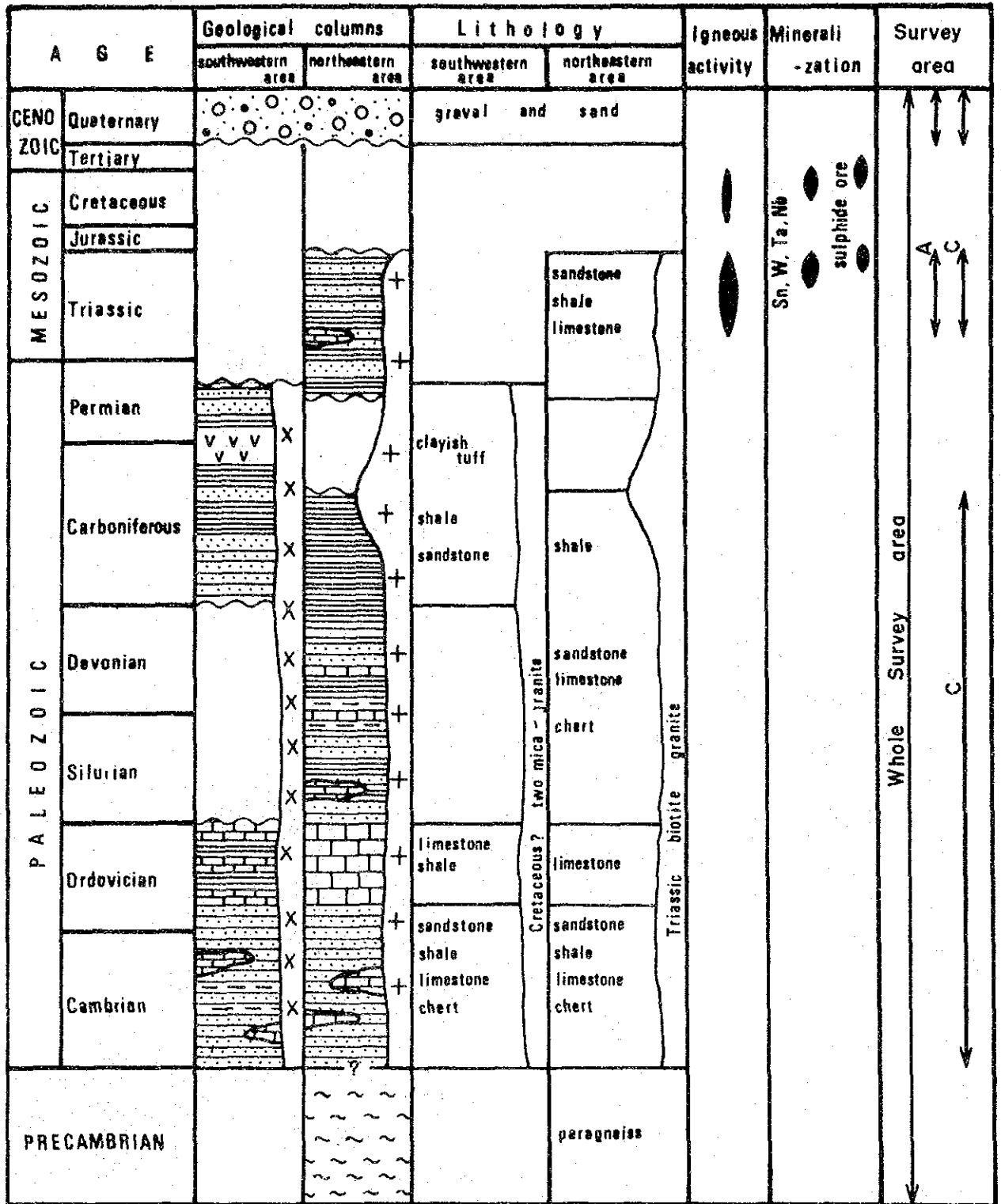
- phase I survey area
- phase II survey area (A & C)

modified from phase I (1987)

SCALE



第2図 ヤンキャン地域地質図



第 3 图 模式層序图



る環境下にあったことを意味し、北部タイの構造区分 (JICA, 1984) のうち前者は西部主要山岳地帯構造区、後者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。

先石炭紀変成岩類は地域北端部にごく狭い範囲に分布する。本岩類は花崗岩中の捕獲岩として認められ、延長数100mの規模を示す。主要構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母で明瞭な片麻状組織をもつ。

カンブリア～オルドビス紀堆積岩類は地域北部のメロップ川流域、中央部メコン部落付近、南西部メンガォ川西岸及びモンカティン山周辺などに比較的狭い範囲で分布する。本岩類は細粒～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、一部に石灰質頁岩や石灰岩の薄層を挟在する。

オルドビス紀石灰岩層は北部のメロップ川～メホン川 (Nam Mae Hong) 間に広く分布するほか、東部のメコン～メロン (Mae Long) 間、南西部のメンガォ川中流及びメラモン付近にもまとまって分布する。本岩層は白色～灰色の非晶質～微晶質石灰岩で一部に頁岩、チャートの薄層を挟在するが、メラモン付近では石灰岩・頁岩の互層となっている。

シルル～デボン紀堆積岩類は地域北部のメホン川東岸にごく狭い範囲で分布する。本岩類は頁岩、砂岩を主としてレンズ状の石灰岩を伴う。

デボン～石炭紀堆積岩類は地域中央部に広く分布する。黒色頁岩を主としてチャート・石灰岩互層、レンズ状のチャートあるいは石灰岩を挟在する。

石炭～二畳紀堆積岩類は地域南西部にのみ見られ、NW-SE方向の帯状分布を示す本岩類は頁岩、砂岩を主とし、粘土化した凝灰岩を伴う。

二畳～三畳紀堆積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、頁岩よりなり石灰岩レンズを挟在する。

第四紀砂礫層は主要河川沿いに発達する沖積層で、未固結の砂、礫よりなる。メンガォ川下流域、メホン川上流域では比較的広い分布を示す。

## 2. 火成活動

北部タイにおける花崗岩類の活動は石炭紀、三畳紀、白亜紀～第三紀の3時期がある (GGM, 1972)。

地域内には東部に2つの底盤状花崗岩体、中央部から南西部にかけて6つの岩株状花崗岩体が分布しており、いずれも三畳紀の活動とされている。これらの岩体は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つに区分される。

北東及び南東の両岩体は地域東半部に広く分布する底盤状岩体で、メロン付近に分布するオールドビス系によって南北に隔てられている。大部分が中粒～粗粒の黒雲母花崗岩よりなり、一部に中粒の両雲母花崗岩及びペグマタイト脈、アプライト脈が認められる。

黒雲母花崗岩は2～4cmのカリ長石斑晶を特徴的に含み、黒雲母の平行配列による片麻状構造を示すことが多い。両雲母花崗岩は2×4kmあるいはそれ以下の規模で黒雲母花崗岩中に点在する。ペグマタイト脈、アプライト脈は幅数cm～数mの岩脈として産し、NW-SE, WNW-ESE, N-S, NE-SWなどの方向性を示す。

北西岩体は地域北西端のメホン川下流域にその一部が分布し、さらに北部へ大きく広がっている。本岩もカリ長石の斑状組織が発達する黒雲母花崗岩であるが角閃石を伴うことが他の岩体と異なる。

中央部岩体は地域中央部に分布する岩株状岩体で、中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩である。

モンカティン岩体は地域南西部モンカティン山鉱床群の母岩をなす花崗岩岩体で、中粒の両雲母花崗岩からなる。他の岩体と異なりカリ長石の斑状組織は顕著でない。

### 3. 地質構造

前述のように地域南西部メンガォ川に沿う断層を境としてその両側では堆積環境が異なる。

地質構造にもこれを境として相異が見られる。即ち北東側の堆積岩類は、部分的には小さな背斜向斜を認めるものの全体としてはNW-SE方向の軸をもつ向斜構造を示すのに対して、南西側ではNW-SEの走向で北東に傾斜する単斜構造を示している。

断裂系はNW-SE系、NE-SW系が卓越しN-S系も認められる。タイ北部の主要構造方向はN-S系であるが、本地域では堆積岩の構造もNW-SE方向であり、主要構造方向はNW-SE方向であり、NE-SW系及びN-S系はむしろ副次的構造方向と考えられる。

### 4. 鉱床

北部タイの錫・タングステン鉱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), 貫入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鉱床, あるいは石英脈やペグマタイト脈に伴う脈状鉱床などの初生鉱床と, これらを起源とする二次鉱床がある。

地域内には錫, タングステンの初生鉱床と二次鉱床が賦存する。これらは地域北東部底

盤状花崗岩岩体及び南西部岩株状花崗岩岩体中に分布する。

北東部ではサンギン沢、チノルアン沢流域に発達する砂礫層を対象とする二次鉱床があり、南西部ではモンカティン山を中心とする地域に岩株状の両雲母花崗岩を母岩とする鉱脈鉱床及びそれに由来する二次鉱床がある。

## 第4章 調査結果の総合検討

本年度の調査により調査地区の地質、地質構造、鉱徴及び地化学特性についての多くのデータが得られた。これらを地区毎に総括して第4図、第5図に取りまとめ、総合的に検討した。検討結果を以下に述べる。

### 4-1 A地区

本地区には三畳紀の活動とされる黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩が広く分布し、これに脈幅数cm~数mのペグマタイト脈、アプライト脈及び石英脈が貫入している。

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いる(Hutchison, 1983)。

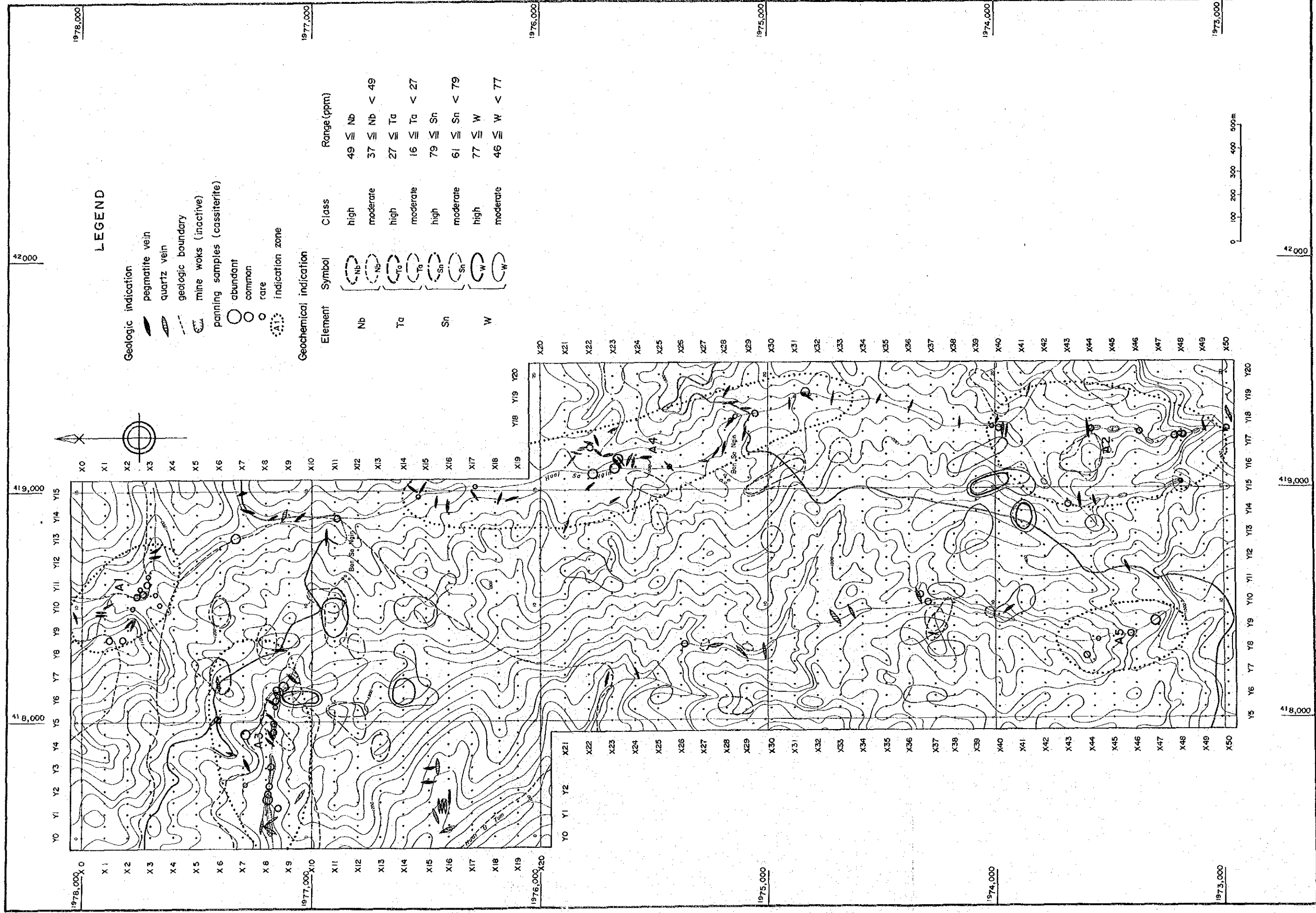
一方、本地区の黒雲母花崗岩は貫入するペグマタイト脈に沿って黒雲母の白雲母化が認められるものの、両雲母花崗岩中には初生的な白雲母が多量に認められる。また黒雲母花崗岩にはカリ長石の巨晶を普通に含むが、両雲母花崗岩中には殆どそれが認められない。これらことから、本地区では黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩はそれぞれ独立した岩体を形成しており底盤状の前者に後者が岩株状に貫入した可能性が強いと考えられる。

岩脈類はペグマタイト脈が最も多く、アプライト脈、石英脈は少ない。これら岩脈類は黒雲母花崗岩中に多数発達し、両雲母花崗岩の活動に関係して生じたと考えられる。地区各所のペグマタイト脈中には、パニングにより錫、タングステン、ニオブ、タンタルの鉱物が認められ、特に緑柱石を含むものはこれらの鉱物の含有量が多い。

ペグマタイト脈の露出は殆ど沢部に限られ、全体の出現頻度は把握できないが、二次鉱床近傍に集中する傾向があり、ペグマタイト脈が二次鉱床の供給源であることを示している。

地化学異常域はニオブ、タンタル、錫、タングステンともほぼ重複して分布するが、一般に地区内に分散し、はっきりした傾向を示さない。

比較的まとまった異常域であるウツム沢支流上流域とサンギン沢下流域の異常域は、ペグマタイト脈や二次鉱床の分布域と対応し、さらにその周辺の山腹や尾根部に広がっており、ここに錫、タングステンなどを含むペグマタイト脈が発達していると推定される。



第 4 图 A 地区钨微分布图

#### 4-2 C 地区

本地区内には、カンブリア紀から石炭紀にかけての堆積岩類とこれに侵入した三畳紀とされる花崗岩類及び第四紀河川堆積物が分布する。堆積岩類は、地区南西側に細長く分布するオルドビス系、デボン～石炭系と小規模のルーフペンダントで点在するカンブリア～オルドビス系に区分される。

花崗岩類は地区の大半を占め、黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩に区分される。

黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩は、A地区と同様に、岩質、組織に違いが認められるほか、錫・タングステン・タンタルの地化学後背値も、両雲母花崗岩の方が著しく高い値を示し、両者は別々の岩体であると考えられる。

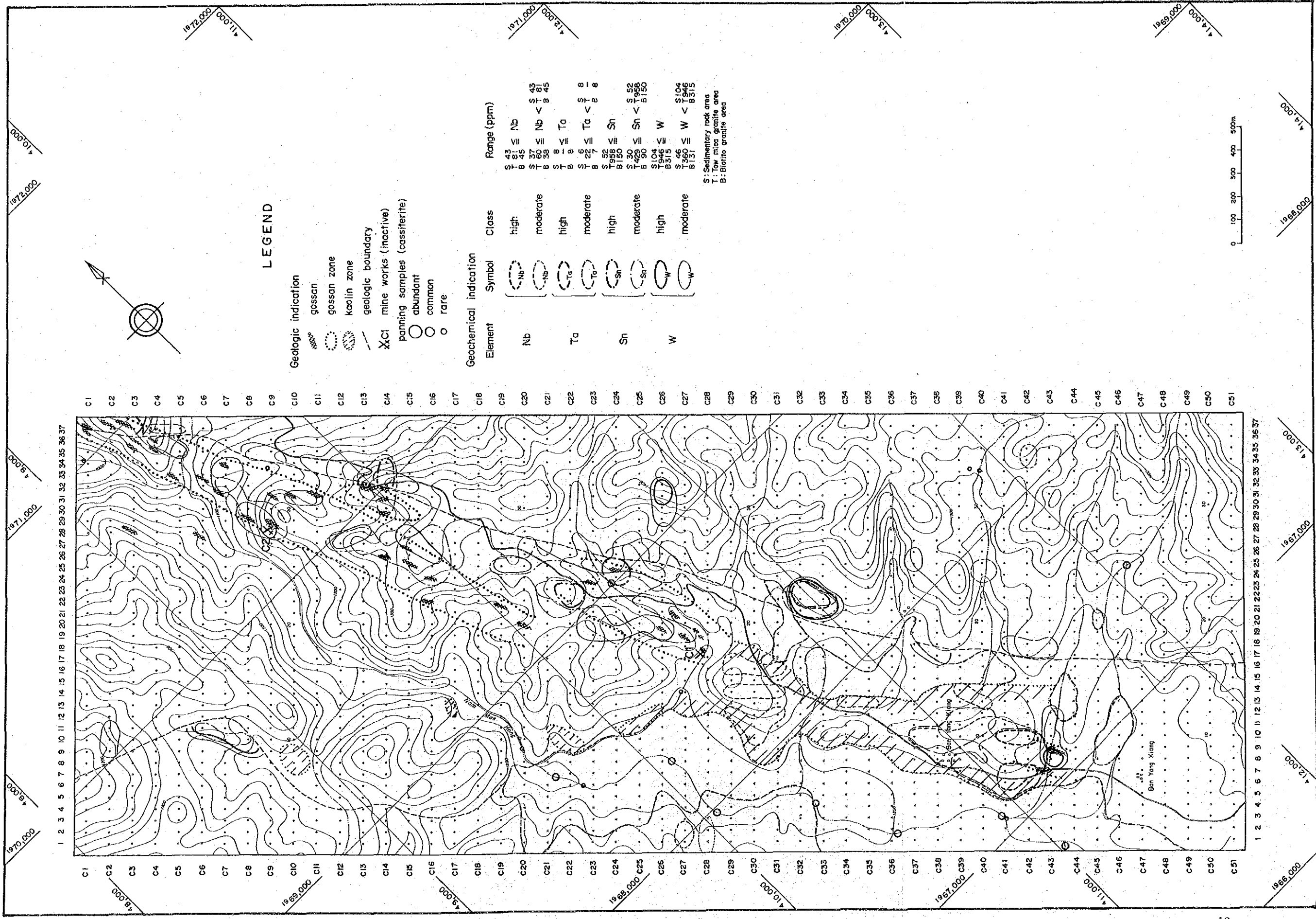
両雲母花崗岩の分布域には、ゴッサンが北部から中央部にかけて点在し、NNW-SSE方向に延びるゴッサン帯を形成している。また、南部ではカオリン帯が分布する。

ゴッサンはその下位にスカルン帯、珪化帯を伴い、スカルン帯及び珪化帯には黄銅鉱、黄鉄鉱などの硫化鉱及び磁鉄鉱が認められる。

本地区の鉱化作用は黒雲母花崗岩の活動後、これに貫入した両雲母花崗岩に伴う気成～熱水作用に由来するもので、スカルン帯、珪化帯、カオリン帯が形成され、その一部に磁鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱などの鉱化が行われたと推定される。

錫及びタングステンの地化学異常域はゴッサン帯に重複し、ニオブ、タンタルの地化学異常域はカオリン帯に重複する。全体として、これらの異常域は地区中央部をNNW-SSE方向に調査地区を縦断するように分布し、この方向に変質作用及び鉱化作用が規制されていることを示している。

錫、タングステンの異常値の中には1,000ppm以上のものが多数含まれることから有望な鉱化帯の存在が期待される。南部のカオリン帯では、電気石、白雲母が検出され、下部ではグライゼン化を受けている可能性もある。



**LEGEND**

- Geologic indication**
- gossan
  - gossan zone
  - kaolin zone
  - geologic boundary
  - mine works (inactive)
  - panning samples (cassiterite)
  - abundant
  - common
  - rare

**Geochemical indication**

Element	Symbol	Class	Range (ppm)
Nb		high	S 43 B 45
		moderate	S 37 B 38
		low	S 181 B 45
Ta		high	S 8 B 8
		moderate	S 22 B 27
		low	S 81 B 8
Sn		high	S 52 B 56
		moderate	S 30 B 30
		low	S 52 B 56
W		high	S 104 B 115
		moderate	S 45 B 45
		low	S 104 B 115

S: Sedimentary rock area  
T: Low mica granite area  
B: Biotite granite area

第 5 图 C 地区钽微分布图

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

本年度は第1年次の調査結果から抽出されたA、Cの2地区について地質調査及び地化学探査を実施し次の結論を得た。

#### A地区

- (1) 地区内の地質は、三畳紀の活動とされる黒雲母花崗岩、両雲母花崗岩及びペグマタイト・アプライト・石英脈より構成される。
- (2) 上記花崗岩類の関係は、岩質と組織の違い、分布、形状などから底盤状黒雲母花崗岩の活動後、両雲母花崗岩が岩株状に貫入し、これらを切って、ペグマタイト・アプライト・石英脈が貫入したと推定される。
- (3) ペグマタイト脈は、パニング結果からニオブ、タンタル、錫、タングステンを含有することが確認され、地区内に賦存する錫、タングステン二次鉱床の供給源となっている。このうち緑柱石を含有するペグマタイト脈は、いずれの元素についても高い含有量を示した。
- (4) 本地区内の二次鉱床及び鉱徴地は、ペグマタイト脈の発達する箇所と対応している。
- (5) 地化学探査の結果抽出された異常域は、各元素ともおおむね一致し、特にウツム沢支流の採掘跡周辺、サンギン沢中流域の鉱徴地周辺には、高異常域が重複して分布する。これらの異常域には、含ニオブ・タンタル・錫・タングステンペグマタイト脈が賦存する可能性があると考えられる。

#### C地区

- (1) 地区内の地質は、カンブリア紀～石炭紀堆積岩類と三畳紀の活動とされる花崗岩類及び第四紀河川堆積物より構成される。
- (2) 堆積岩類はカンブリア～オルドビス系、オルドビス系、デボン～石炭系に区分され、前者はルーフペンダント状で小規模に分布し、後二者は南西側に細長く分布する。
- (3) 花崗岩類はA地区と同様に黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩に区分され、両者の関係は岩質及び組織の違い、分布、形状などから後者が前者を貫いて分布すると推定される。
- (4) 両雲母花崗岩の分布域には、小規模なゴッサンが多数認められ、これらはNNW-SSE方向に点在し、地区北部から中央部にかけて幅約200m、延長約3kmのゴッサン帯を



形成している。

(5) ゴッサンには、スカルン帯、珪化帯を伴うものがあり、錫、タングステン、銅、亜鉛などの鉱化が認められ、これらの鉱化作用はNNW-SSE方向に規制されていると考えられる。

(6) 地区中央部から南部にかけて両雲母花崗岩中にカオリナイト、石英、絹雲母、電気石から構成されるカオリン帯が分布し、ゴッサン帯と連続しているように見える。

(7) 錫、タングステンの地化学異常域はNNW-SSE方向の帯状分布を示し、ゴッサン帯の分布と重複する。この異常域の南西側に連続してニオブ、タンタルの異常域が分布し、これはカオリンの変質帯と重複している。これらの異常域は錫、タングステンの高異常値を多数含み有望な鉱化帯賦存の可能性が高いと考えられる。

## 5-2 第3年次調査への提言

以上の結果から、A地区のウツム沢支流の二次鉱床採掘跡周辺及びサンギン沢中流の地化学異常域、並びにC地区のゴッサン帯及びカオリン帯に重複してNNW-SSE方向に延びる地化学異常域が鉱床胚胎の可能性のある区域として挙げられる。

これらを、期待される鉱床規模の観点から比較した場合、それぞれの地化学異常域の分布状況や異常値などからC地区の地化学異常域が最も有望と考えられる。

従って、第3年次の調査ではC地区の地化学異常域を対象として、トレンチ及び30~50m程度の浅掘ボーリングを実施し、鉱徴の有無、鉱化帯の規模などを確認することが望まれる。

## 第II部 各 論

## 第Ⅱ部 各 論

### 第Ⅰ章 A地区

#### 1-1 調査位置

調査地区は、第1図に示すとおりオムコイ西北西方直距約15kmに位置し、北緯17°52′、東経98°14′をほぼ中心とする面積7.5km<sup>2</sup>の範囲である。

本地区内の主要河川には、東部を北流するサンギン沢と西端を北流するウツム沢があり、各々の支流が主としてE-W～NW-SE方向に発達している。調査地区は、標高1,100～1,500mまで400mの比高差を示す急峻な山岳地帯であり、その山系は主としてN-S方向に連らなる。

調査地区へは、オムコイを起点とし、南西方のメコンに至る未舗装道路が通じており、本地区をNE-SW方向に横切っている。オムコイより調査地区までの距離は約25km、乾季における四輪駆動車での所要時間は約1時間半である。雨季の自動車通行はほとんど不可能である。

本地区では第1年次の地化学探査（河床堆積物）の結果、ニオブ、タンタル、錫、タングステンの地化学異常が重複して認められ、特にニオブ、タンタルについては高異常分布域（サンギン沢～ウツム沢地化学異常域）として、鉱床賦存の可能性が高いと評価された。

#### 1-2 地質調査

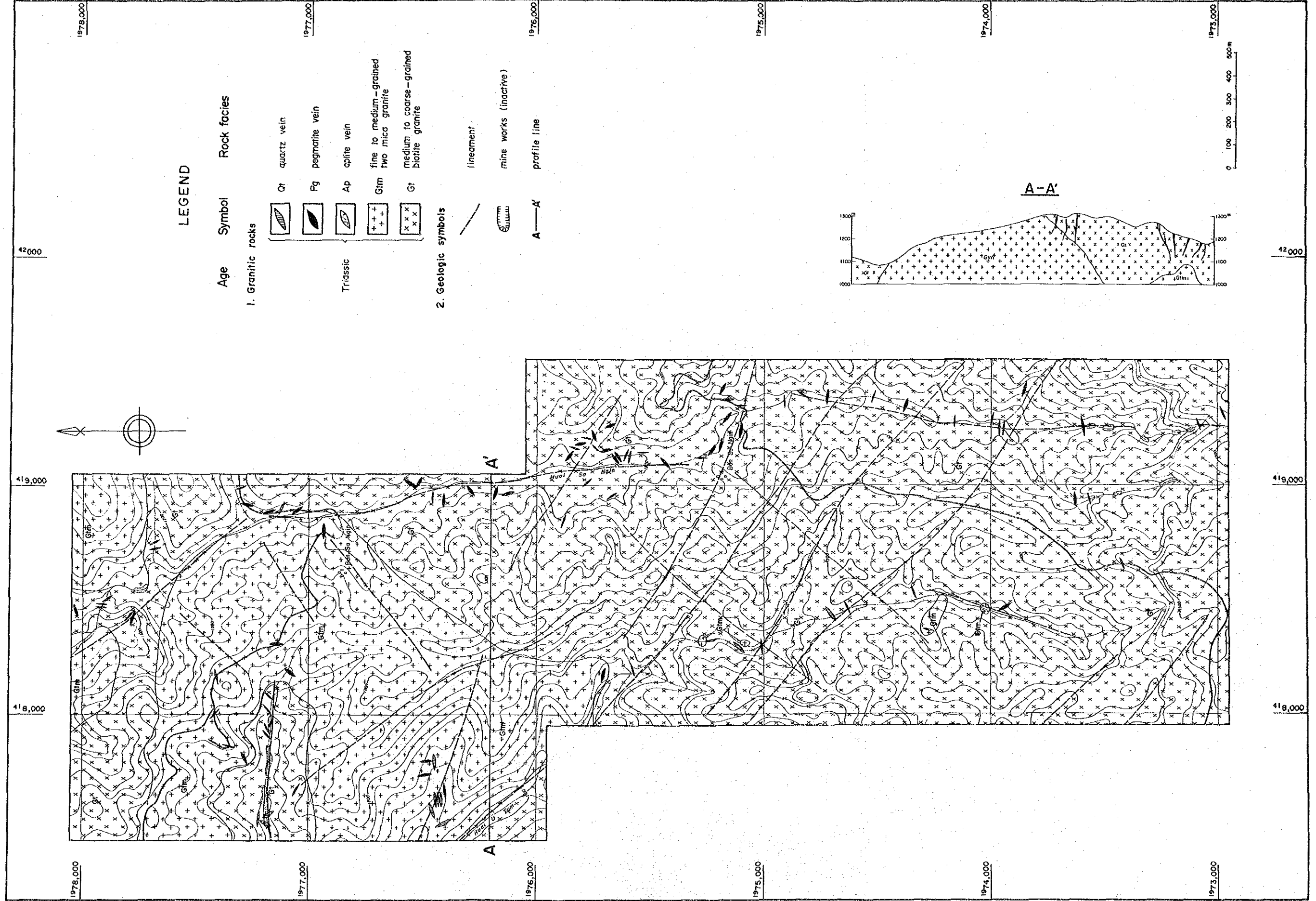
##### 1-2-1 地質

本地区は、ヤンキャン地域の北東部に広く分布する底盤状花崗岩岩体（北東岩体）のほぼ中央部に位置し、河川沿いに小規模の第四紀河川堆積物が分布するほかは、全て花崗岩類より構成される（第6図）。

この花崗岩類は、中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩、細粒～中粒両雲母花崗岩、ペグマタイト及びアプライトから構成され、これらの花崗岩類は中生代三疊紀の活動とされている。

##### 1. 中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩

本岩は、南部及び北東部に広く分布し、長径1～5cmに達するカリ長石の巨斑晶を特徴的に含有する。一般的に風化作用を著しく被り土壌化が進んでいる。本地区東部を



第 6 图 A 地区地质图及地质断面图

北流するサンギン沢沿いに黒雲母が定向配列を示す片麻状岩相が局所的に分布するが、他の大部分では塊状岩相が卓越する。第1年次の地質調査で、地区内の本岩から $73 \pm 1.5$  Ma (K-Ar法)の絶対年代値が得られている。

本岩の初生主要構成鉱物は石英、カリ長石、斜長石、黒雲母であり、副構成鉱物として、ジルコン、燐灰石、不透明鉱物を伴う。不透明鉱物はチタン鉄鉱が極めて微量認められる。二次鉱物としては、斜長石を交代した微細な白雲母、黒雲母の周縁部や劈開沿いに生成した緑泥石、白雲母及びチタン鉄鉱を交代したリュウコクシンが認められる。

## 2. 細粒～中粒両雲母花崗岩

本岩は北西部及び北部に分布するほか、小岩体が黒雲母花崗岩岩体中に点在する。

黒雲母花崗岩で一般的に認められたカリ長石の斑状組織は顕著でない。

本岩の初生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、初生的な白雲母が黒雲母と同量かそれ以上含まれる場合もある。副構成鉱物としては、ジルコン、燐灰石、チタン鉄鉱が認められる。二次鉱物は、黒雲母花崗岩と同様斜長石を交代した白雲母、黒雲母が少量認められるほか、チタン鉄鉱をリュウコクシンが交代している。

## 3. ペグマタイト・アプライト

本岩類は幅数cm～数mの岩脈状を呈し、地区内各所に散見されるが、比較的两雲母花崗岩分布域よりも黒雲母花崗岩分布域及びその周辺において、規模及び分布頻度とも増加する傾向を有する。

この岩脈群の方向性は地区南部ではE-W系が卓越するが、北部ではN-S系、NW-SE系、NE-SW系が卓越する。

本岩の主要構成鉱物は、カリ長石、石英、斜長石、白雲母であり、副構成鉱物として電気石、柘榴石、ジルコン、ゼノタイム、モナズ石、ルチル石、緑柱石を随伴するほか、微量の錫石、コロンバイトータンタライトを伴うものもある。

本地区は一般に露頭状況が悪く確認されたペグマタイトの露頭は沢沿いに限定されるが、地区内各所に転石が分布することにより、潜在性のペグマタイト脈も存在すると推定される。

### 1-2-2 地質構造

第1年次地質調査により、本地区周辺の主要地質構造の方向として、NW-SE系、NE-SW系及びN-S系が抽出された。

即ち、堆積岩類の構造はNW-SE方向で、断裂系はNW-SE系が卓越し、NE-SW系、N-S系は副次的に認められている。

地区内の地質構造は、この広域的な地質構造を良く反映している。地区内の両雲母花崗岩岩体の分布、岩脈群の貫入方向及び水系異常、山系鞍部の配列から抽出したリニアメントの発達方向には、NW-SE系、NE-SW系及びN-S系が認められる。

NW-SE系構造は、両雲母花崗岩岩体の分布伸長方向であり、地区外北方より延長されるウツム沢の直線谷及びこれと並走する直線谷-山系鞍部をつないだ方向でもある。

NE-SW系構造は山系鞍部が連続する方向である。

N-S系構造は直線谷を呈するサンギン沢の方向と山系の方向で示される。

さらに、断裂系の明瞭な指標である岩脈及び石英脈は、おおよそNW-SE~E-W系、NE-SW系及びN-S系に分類でき、それぞれ周囲のリニアメントと調和的に発達している。

### 1-2-3 変質作用

本地区では、風化作用を除いては、中粒~粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩中の斜長石の白雲母化及び黒雲母の緑泥石化、白雲母化が一般に認められる。白雲母化作用は、特にペグマタイト、アプライト岩脈の周辺で顕著であり、これら岩脈をもたらした気成ないし熱水作用に起因すると推定される。さらに、地区北東端付近の黒雲母花崗岩の一部は再結晶化しており、熱変成作用を受けた可能性が高いと考えられる。

細粒~中粒両雲母花崗岩においても斜長石の白雲母化が認められるが、黒雲母花崗岩に比べ軽微である。

### 1-2-4 鉱床及び鉱化作用

本地区における既存鉱床には、サンギン沢沿いに2か所(A1鉱床、A2鉱床)、ウツム沢支流沿いに1か所(A3鉱床)の含錫砂礫層を稼行対象とした小規模二次鉱床が認められる。A1鉱床とA3鉱床は、1980年頃約1年間採掘され、従業員は10~20人で出鉱量は約2t/月といわれる。A2鉱床は、地元住民により小規模に採掘されたいが実績は

不詳である。また、地区内には、初生錫鉍床の存在は知られていない。

地質調査の補完として、主要河川沿いに、沢砂及びペグマタイト脈中の重鉍物をパニングにより採取し、その構成鉍物及び含有量を検討した（巻末付表4）。その結果、ほぼ地区全域に亘って錫石及び灰重石が検出されたが、中でもサンギン沢中流域及びウツム沢支流域においてまとまった鉍徴（A4鉍徴地、A5鉍徴地）が確認された（第4図）。以下に各既存鉍床及び鉍徴地について詳細を列記する。

### 1. A1鉍床

A1鉍床は地区北東部サンギン沢下流域に位置し、土壤採試点X3, Y0.5を中心とする500×100mの範囲内に30×20m以下の採掘跡が点在する。

鉍床はサンギン沢沿いに発達する厚さ1~2m程度の含錫砂礫層で、沢砂中の重鉍物のうち鉍石鉍物は錫石を主とし、微量の灰重石、コロンバイト-タンタライトを伴う。脈石鉍物は主として柘榴石、ジルコンから構成される。パニング試料（O-1, O-2）の分析結果は、第2表に示すとおりで、分析値から求めた鉍石品位は、 $\text{SnO}_2$  ; 27~38g/m<sup>3</sup>,  $\text{WO}_3$  ; 0~1g/m<sup>3</sup>,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  ; 1g/m<sup>3</sup>,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  ; 2g/m<sup>3</sup>, 程度である。

本鉍床周辺及び上流域には、黒雲母花崗岩中に貫入する幅3m以下のペグマタイト脈がNW-SE~E-W及びN-S性を示して多数分布する。肉眼では錫、タングステン等の鉍石鉍物は識別されなかったが、パニングにより重鉍物中に少量~微量の錫石が検出され、これらのペグマタイト脈が本鉍床の供給源と推定される。

### 2. A2鉍床

A2鉍床は地区南東部サンギン沢上流域に位置し、土壤採試点X44~49, Y17.5付近と、X42~48, Y15付近のサンギン沢本流及び支流沿いに延長10~30m前後の小規模な採掘跡が点在する。

鉍床は、沢沿いに発達する含錫砂礫層で、その厚さは河床から1~2m、側方への広がり、沢を挟んで2~4m程度である。

沢砂中の重鉍物のうち鉍石鉍物は錫石を主とし、少量の灰重石を伴っている。脈石鉍物は柘榴石、ジルコンから構成される。本鉍床周辺には顕在するペグマタイト脈の分布は少く、鉍石鉍物は、上流域もしくは潜在性のペグマタイト脈より供給されたと推定される。

第2表 A地区鉍石試料化学分析結果一覧表

番号	試料番号	採取位置	試料記微	Sn(%)	W(%)	Nb(%)	Ta(%)	原鉍量 (g)	重鉍物量 (g)	SnO <sub>2</sub> (g/m <sup>2</sup> )	WO <sub>3</sub> (g/m <sup>2</sup> )	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/m <sup>2</sup> )	Ta <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (g/m <sup>2</sup> )
1	AO-13	サンギン沢 (X11, Y14 付近)	風化ペグマタイト中の重鉍物	9.03	0.40	0.43	0.99	100	5	5.7	0.3	0.3	0.6
2	AO-20	サンギン沢 (X25, Y16 付近)	風化ペグマタイト中の重鉍物	1.87	0.41	0.43	0.91	50	2	1.0	0.2	0.3	0.4
3	AO-31	サンギン沢 (X31, Y19 付近)	沢砂中の重鉍物	53.8	0.54	0.74	2.93	100	22	155.9	1.5	2.3	7.9
4	AO-43	ウツム沢支流北側尾根 (X6, Y5 付近)	風化ペグマタイト中の重鉍物	1.44	0.25	2.38	2.77	30	10	60.9	1.1	1.1	1.1
5	AO-57	ウツム沢支流 (X8, Y15 付近)	沢砂中の重鉍物	46.9	0.89	1.08	2.52	40	32	476.3	9.0	12.3	24.6
6	AO-70	ウツム沢支流 (X47, Y9.5 付近)	沢砂中の重鉍物	66.5	3.10	0.79	4.78	70	4	48.1	2.2	0.6	3.3
7	O-1*	サンギン沢 (X1, Y8.5 付近)	沢砂中の重鉍物	6.49	0.08	0.28	0.36	30	10	27.4	0.3	1.3	1.5
8	O-2*	サンギン沢 (X2, Y8.5 付近)	沢砂中の重鉍物	11.3	0.32	0.35	0.57	30	8	38.3	1.1	1.3	1.9
9	O-3*	ウツム沢支流 (X8, Y3.5 付近)	沢砂中の重鉍物	17.2	0.35	0.33	0.56	25	15	131.0	2.6	2.8	4.1
10	O-4*	ウツム沢支流 (X8, Y3 付近)	沢砂中の重鉍物	19.2	0.27	0.22	0.35	60	10	4.1	0.6	0.5	0.7

\* 第1年次調査試料



### 3. A3 鉍床

A3 鉍床は地区北西部ウツム沢支流上流域に位置し、ウツム沢支流沿いの約500mの範囲に、延長10~50m程度の小規模な採掘跡が点在する。採掘跡の分布範囲の中心は、土壌採試点X8, Y4付近である。

鉍床は沢沿いに発達する含錫砂礫層で、その厚さは河床から1~2m程度、側方への広がり、一般に1~10m程度である。

沢砂中の重鉍物のうち鉍石鉍物は錫石を主とし、極く微量の灰重石及びコロンバイトータンタライトを伴っている。脈石鉍物は主として柘榴石より構成される。パニング試料(AO-57, O-3, O-4)の分析結果は第2表に示すとおりであり、分析値から求めた鉍石品位は、 $\text{SnO}_2$ ; 4~476g/m<sup>3</sup>,  $\text{WO}_3$ ; 1~9g/m<sup>3</sup>,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ; 1~12g/m<sup>3</sup>,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; 1~25g/m<sup>3</sup>であり、他の既存鉍床及び鉍微地よりも鉍石に富み、特に $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ の品位が高い。

本鉍床周辺及び上流域には、花崗岩類に貫入する幅1m以下のペグマタイト、石英脈がNW-SE, NE-SW性を示し多数分布する。この中には、長径1cm大の緑柱石を含有するペグマタイト脈が散見され、その重鉍物(AO-43)中には比較的多量の錫石及びコロンバイトータンタライトが検出された。分析結果は第2表に示すとおりであり、分析値から求めた鉍石品位は、 $\text{SnO}_2$ ; 61g/m<sup>3</sup>,  $\text{WO}_3$ ; 1g/m<sup>3</sup>,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ; 11g/m<sup>3</sup>,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; 11g/m<sup>3</sup>程度である。

石英脈中には、電気石が認められるが、肉眼では鉍石鉍物は認められない。

### 4. A4 鉍微地

A4 鉍微地はサンギン沢中流域に位置し、土壌採試点X14, Y14からX38, Y19に亘る範囲である。本鉍微地上流約2kmにA2 鉍床、下流約2kmにA1 鉍床がある。

A4 鉍微地中には、幅約2m以下のペグマタイトが主としてN-S及びNW-SEの走向を示し、黒雲母花崗岩中に多数貫入している。

沢砂中の重鉍物のうち鉍石鉍物は錫石を主とし、微量の灰重石を伴う。脈石鉍物は主として柘榴石から成る。パニング試料(AO-31)の分析結果は、第2表に示すとおりであり、分析値より求めた鉍石品位は、 $\text{SnO}_2$ ; 156g/m<sup>3</sup>,  $\text{WO}_3$ ; 2g/m<sup>3</sup>,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ; 2g/m<sup>3</sup>,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ; 8g/m<sup>3</sup>程度である。

ペグマタイト中の重鉍物は、柘榴石、錫石、ジルコン、ルチルであり、微量のコロンバ

イトータンタライト、ゼノタイム、鋭錐石を伴うものもある。パニング試料（AO-15、AO-20）の分析結果は第2表に示すとおりであり、いずれも低い値ながら錫、タングステン、ニオブ、タンタルが認められた。

従って沢砂中の鉱石鉱物は、周囲のペグマタイト脈及び地区外上流域より供給されたと推定される。

## 5. A5 鉱徴地

A5 鉱徴地はウツム沢支流の上流域に位置し、土壌採試点 X43, Y8~X47, Y10 に亘る範囲である。

沢砂中の重鉱物のうち鉱石鉱物は、錫石を主とし灰重石を伴う。脈石鉱物は主として石榴石より構成され、モナズ石、ジルコンを伴うものもある。パニング試料（AO-70）の分析結果は第2表に示すとおりであり分析値から求めた鉱石品位は、 $\text{SnO}_2$  ; 48g/m<sup>3</sup>,  $\text{WO}_3$  ; 2g/m<sup>3</sup>,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  ; 1g/m<sup>3</sup>,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  ; 3g/m<sup>3</sup> 程度である。

本鉱徴地周辺では、顕在性ペグマタイト脈はあまり見うけられず、沢砂中の鉱石鉱物は周囲及び潜在性ペグマタイト脈から供給されたと推定される。

## 1-3 地化学探査

### 1-3-1 調査方法

#### 1. 試料採取及び調製

試料は採試線間隔 100m, 採試点間隔 50m の矩形格子法により B 層土壌を対象として採取した。

採試線方向は第1年次調査により、チノルアン沢（B 地区）からウツム沢・サンギン沢（A 地区）へ NNW-SSE 方向に並ぶニオブ、タンタル、錫、タングステンの異常域が得られたことから、この異常域を覆うようにウツム沢・サンギン沢沿いに調査地区を設定し、この方向の鉱化帯を有効に抽出するために E-W 方向とした。

採試線及び採試点は計画に従ってポケットコンパスと間縄を使用した簡易測量により標定し、土壌試料を採取した。A 層の厚さは地表から 0~60cm と様々であるが、一般的には地表から 20~40cm の深度で B 層の土壌試料が得られた。

採取した土壌試料は風乾後篩分けし、-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、1,591個である。試料採取位置はPL. 2に示した。

## 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、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、ボロンなどもある程度有効と考えられるが、本調査は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ニオブ、タンタル、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。各元素の検出限界値は1ppmとした。分析値は巻末付表5に付した。

### 1-3-2 地化学データの解析

#### 1. 統計解析

一般に地化学探査において微量元素の含有量は分析精度が十分であれば対数正規型の分布に近似することが多いとされていることから、以下の解析には各分析値の常用対数値を用いた。

解析にあたって本地区に分布する黒雲母花崗岩分布域と両雲母花崗岩分布域での各指示元素の濃度分布にあまり差が認められなかったことから、地区全体を一括して統計解析を行なった。

本地区の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3表に示す。また、各元素の含有量の頻度分布図及び累積頻度分布図を巻末付図1~2に示す。

第3表 A地区地化学分析値の基本統計値

上段 対数変換値  
下段 自然数値, 単位 ppm

元素	最小値	最大値	平均値 M	標準偏差 $\sigma$	M + $\sigma$	M + 2 $\sigma$	M + 3 $\sigma$
Nb	8	77	1.33 21.6	0.12	1.45 28.2	1.57 36.8	1.68 48.0
Ta	1	51	0.68 4.8	0.25	0.93 8.6	1.18 15.2	1.43 26.9
Sn	16	130	1.54 34.7	0.12	1.66 45.7	1.78 60.1	1.90 79.0
W	3	260	1.21 16.1	0.23	1.43 27.1	1.66 45.4	1.88 76.3

第4表 A地区指示元素間の相関係数

元 素	Nb	Ta	Sn	W
Nb	—	0.68	0.28	0.12
Ta	0.68	—	0.48	0.14
Sn	0.28	0.48	—	0.42
W	0.12	0.14	0.42	—

各指示元素間の相関係数を第4表に示す。

各指示元素間の相関はニオブ・タンタル、錫・タングステン間での相関が大きい。

錫・ニオブ間の相関は小さい。タングステンはニオブ・タンタルとほとんど相関がない。

## 2. 異常値区分

地化学データを異常値と後背値に区分するためのしきい値決定には、頻度分布の自然の切れ目を用いる方法、累積頻度分布図を用いる方法、統計量（平均値や標準偏差）による方法などがある。

本調査では各指示元素のしきい値決定及び後背値区間と異常値区間との細分には、頻度分布図、累積頻度分布図を参考にして、平均値（ $M$ ）と標準偏差（ $\sigma$ ）を用いた。

本地区での各指示元素のしきい値は $M + \sigma$ 値の近似値とした。さらに後背値区間は平均値（ $M$ ）により、低後背値区間と高後背値区間に細分し、異常値区間は $M + 2\sigma$ 値及び $M + 3\sigma$ 値の近似値により、低異常値区間、中異常値区間、高異常値区間に細分した。

各元素の異常地区分は第5表に示す。

第5表 A地区地化学後背値区間と異常値区間の区分

単位 ppm

元 素	後 背 値 区 間		異 常 値 区 間		
	低後背値区間	高後背値区間	低異常値区間	中異常値区間	高異常値区間
Nb	~21	22~ 28	29~ 36	37~ 48	49~
Ta	~ 4	5~ 8	9~ 15	16~ 26	27~
Sn	~34	35~ 45	46~ 60	61~ 78	79~
W	~16	17~ 27	28~ 45	46~ 76	77~

### 3. 地化学異常域の分布

前項で述べた地化学異常値区分をもとに各分析値を5段階にクラス分けして地形図上にプロットし、異常域を抽出した(巻末付図3~6図PL. 3~PL. 6.)。以下に異常域の分布状況を述べる。

本地区の異常は、いずれの指示元素もややまとまりに欠けるが、それぞれの指示元素はいくつかの小規模な異常域が集まって異常域群を形成している。

地区北部のウツム沢支流付近では、いずれの元素も異常域が重複するように見られるが、地区中部~南部では、ニオブ、タンタルの異常域が比較的重複する。

#### (i) ニオブ

地区北部のウツム沢支流上流域、中部のサンギン沢中流域、南西部のサンギン沢上流域の3地域に異常域がまとまって認められる。ウツム沢支流上流域は、X6測線からX12測線上に不規則な形状で大小5か所の中異常域があり、最高72ppmの異常値が含まれる。サンギン沢中流域は、X24測線からX36測線のY5点より東側に中異常域が散在し、最高52ppmの異常値がある。

地区南西部サンギン沢上流域では、X39測線より南に小規模な中~高異常域が散在する。

#### (ii) タンタル

地域北部のウツム沢支流を中心とした地域、地区中部、地区南部サンギン沢上流部に中~高異常域がニオブの異常域とほぼ重なって分布するが、ニオブの異常域よりやや広がりを持っている。

ウツム沢支流を中心とした地域ではX2測線からX16測線にわたって中異常域が点在し、最高35ppmの異常値が認められる。地区中部ではX27測線からX35測線に中~高異常域がいくつか分布する。これらの異常域は、NW-SEの方向性を持つように見える。

地区南東部のサンギン沢上流域では、中~高異常域が点在するが、特にこの地域ではX43測線からX44測線上に100×150mの中異常域があり、最高31ppmの異常値をもつ。このほかサンギン沢に沿っていくつかの小規模な異常域が認められる。

#### (iii) 錫

地区北部ウツム沢支流域及び地区東部サンギン沢中~上流域に比較的まとまった異常域が広がり、そのほかウツム沢上流に低~中異常域が散在する。

ウツム沢支流域では X6 測線から X16 測線に広がる低異常域のなかに中異常域が散在し、最高 84ppm の異常値が認められる。サンギン沢中～上流域は X39 測線以南のサンギン沢流域に広く低異常域が分布し、その中に最高 83ppm の異常値を含む中～高異常域が散在する。

(iv) タングステン

地区北部のウツム沢支流～上流域を含む X8 測線から X15 測線付近と南部の X36 測線から X44 測線付近に中～高異常域がまとまって分布する。北部では、不規則な形状で大小 5 か所の中～高異常域があり最高 180ppm の異常値を含む。南部では、とくに尾根付近に高異常域があり最高 260ppm の異常値が認められる。

#### 1-4 考 察

地質調査及び地化学探査結果をもとに、本地区の地質、地質構造、鉱床についての考察結果を以下に述べる。

本地区内には、三畳紀の活動とされる黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩が広く分布し、これらに貫くペグマタイト、アプライト、石英脈が発達している。

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て生成する (Hutchison, 1983) とされている。

本地区内においても、黒雲母花崗岩中に貫入するペグマタイト脈に沿って黒雲母の白雲母化作用が認められるが、両雲母花崗岩中の白雲母はむしろ初生的なものが多い。また、黒雲母花崗岩に一般的に認められるカリ長石の斑状構造は、両雲母花崗岩中では認められず、両者の地化学特性も異なっていることから地区内の黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩は、本地区ではそれぞれ独立した岩体であると推定される。

両者の関係は、直接認めることはできないがこれら花崗岩類の分布状況より、底盤状を示す黒雲母花崗岩の活動後、両雲母花崗岩が岩株状に貫入し、さらに両者を切ってペグマタイト、アプライト、石英脈が貫入したものと考えられる。

ヤンキャン地域の断裂系は、NW-SE系が卓越し、NE-SW系、N-S系は副次的に見られる。地区内のリニアメント、両雲母花崗岩岩体の分布及び岩脈類の走向は、この広域地質構造と調和的であり、本地域の地質構造は広域地質構造の支配を受けていると推定される。

本地区内には主要河川沿いに錫、タングステンの二次鉱床及び鉱徴地が分布する。これらはいずれも、第四紀河川堆積物中に含錫、タングステン砂礫層として胚胎する二次鉱床であるが、地区内では第四系の発達が乏しく鉱床、鉱徴地は小規模である。

一方、上記の鉱床及び鉱徴地の周辺から上流域にかけては、花崗岩類中に貫入するペグマタイト脈が発達しており、風化部のパニングの結果、数か所で錫、タングステン、ニオブ、タンタルの鉱物を認めた。これは、ペグマタイト脈が本地区の二次鉱床の起源であることを示している。特にウツム沢支流の緑柱石を含有するペグマタイト脈からは、比較的高品位のコロンバイト-タンタライトが検出された。

この緑柱石を含有するペグマタイトは、ウツム沢流域のほか、サンギン沢中流域の沢沿いでも認められたが、土壌に覆われた潜在性のものも分布すると考えられる。

一般にベリリウム、リチウム、セシウム、タンタル、錫などの鉱物に富むペグマタイトは

3.5～4kmから6～7kmの深度で、花崗岩岩体の頂部付近に卓越的に形成され、被貫入岩層内では、花崗岩岩体から2km以内に形成されると考えられており、この一般則に従えば、本地区の鉱床関係火成岩は両雲母花崗岩岩体でその頂部付近が露出していると考えられることができる。

地化学探査の結果ではニオブ、タンタル、錫、タングステンの異常域はおおむね一致し、先に述べた既存鉱床及び鉱徴地周辺の地形的に高位域に分布する。

特にウツム沢支流の二次鉱床周辺、サンギン沢中流域周辺には、これら各元素の高異常域が重複して分布しており、有望な含錫、タングステン、ニオブ、タンタルペグマタイト脈の存在する可能性がある。



## 第2章 C地区

### 2-1 調査位置

調査地区は、第1図に示すとおり、オムコイの西方直距約20kmに位置し、北緯17°48'、東経98°16'をほぼ中心とする面積8.0km<sup>2</sup>の範囲である。

本地区内の主要河川として、南西端から北東端に流下するメホン川がある。このメホン川は、地区南部から中央部にかけてほぼ直線的に北西方向に流下するが、中央部から北部にかけては、流下方向を急激に北方に転ずるといふ水系異常が認められる。さらにその支流は、本流と直交するNE-SW方向に主として発達している。調査地区は、メホン川沿いの平坦部を除くと、標高1,000~1,500mまで500mの比高差を示す急峻な山岳地帯であり、その山系は、主としてNNW-SSE方向に連らなる。

調査地区には、オムコイを起点とし、南東方のメコン村に至る未舗装道路が通じており、本地区をN-S方向に縦断する。オムコイより調査地区までの距離は約55km、乾季における四輪駆動車での所要時間は約3時間半である。雨季の自動車通行は不可能である。

本地区では第1年次の地化学探査（河床堆積物）の結果、ニオブ、タンタル、錫、タングステンの異常域が重複して認められ、特にニオブについては高異常域（ヤンキャン部落周辺地化学異常域）として、鉱床賦存の可能性が高いと評価された。

### 2-2 地質調査

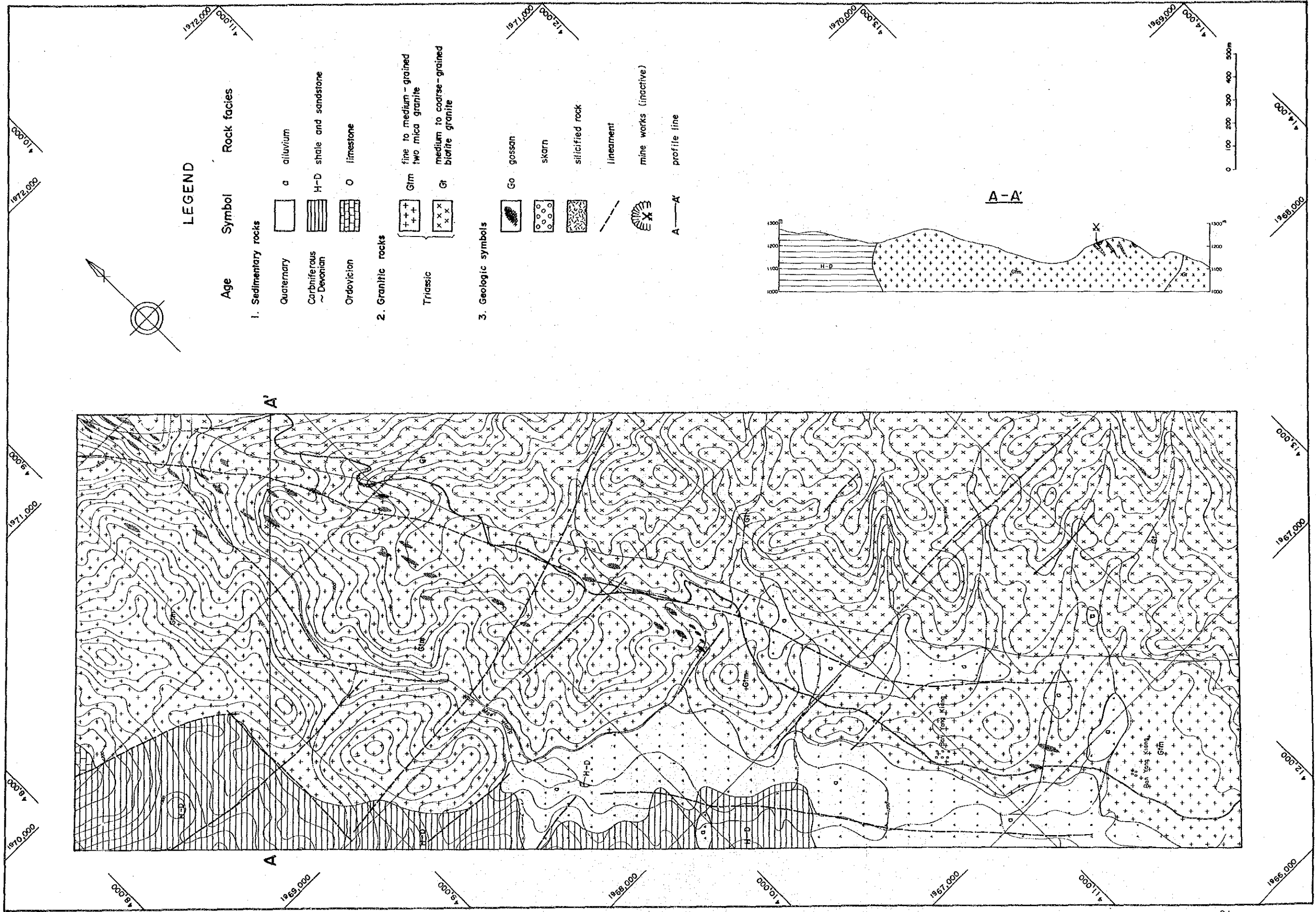
#### 2-2-1 地質

本地区は、カンブリア~オルドビス紀堆積岩類、オルドビス紀石灰岩層、デボン~石炭紀堆積岩類と、これらに進入した三疊紀とされる花崗岩類及びこれらを不整合に覆う第四紀河川堆積物より構成される（第7図）。

#### 1. カンブリア~オルドビス紀堆積岩類

本岩類は、メホン川東側の山系頂部付近にNNW-SSE方向に連続する狭小な帯状範囲の中に点在する。岩相は砂岩、頁岩であるが、両雲母花崗岩の貫入によるスカルン化作用及び地表酸化作用を著しく被り原岩の組織は不明瞭なものが多い。

本岩類は周囲の地質状況より両雲母花崗岩岩体中のルーフペンダントと考えられ、その分布はNNW-SSE系の構造に規制されているように見える。



第 7 图 C 地区地质图及地质断面图

## 2. オルドビス紀石灰岩層

本層は地区内では北西端に分布するのみであるが、地区外北方に向って広く連続する。岩相は灰色層状石灰岩であり、両雲母花崗岩との接触部付近では、小規模ながら粗粒再結晶化しているほか、淡緑色スカルン鉱物の生成が認められる。

本層の構造はNW-SE走向、E傾斜を示し、上位のデボン～石炭紀堆積岩類とは、NE-SW性の断層で接する。

## 3. デボン～石炭紀堆積岩類

本岩類はメホン川左岸に分布し、黒色頁岩及び赤色頁岩が卓越する。花崗岩類との接触部付近では、千枚状～片状構造を呈する部分もあるが一般にスカルン化は軽微である。

本岩類は地区南部では第四紀河川堆積物に被覆され、北部でも、露頭は認められず、転石によりその分布を推定した。

## 4. 第四紀河川堆積物

第四紀河川堆積物はメホン川本流沿いに広く分布し、厚さ1～3mの未固結砂、礫より構成される。

## 5. 花崗岩類

本岩類は、中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩、細粒～中粒両雲母花崗岩及びアブライトから構成される。

これらの花崗岩類は中生代三畳紀の活動とされている。

### (i) 中粒～粗粒カリ長石斑状黒雲母花崗岩

本岩は地区東部に広く底盤状岩体を形成し、長径1～5cmに達するカリ長石の巨斑晶を特徴的に含有する。片麻状構造は認められず、塊状岩が卓越する。

本岩の初生主要構成鉱物は、石英、カリ長石、斜長石、黒雲母であり、副構成鉱物としてジルコン、燐灰石、不透明鉱物を伴う。不透明鉱物はチタン鉄鉱が極めて微量認められる。二次鉱物は、斜長石を交代した微細な白雲母、黒雲母を交代した緑泥石、チタン鉄鉱を交代したリュウコクシンが認められる。

### (ii) 細粒～中粒両雲母花崗岩

本岩は、地区中央部に約1.5×5kmのNW-SE方向に延びた岩株状岩体を形成する。岩帯の周辺部は細粒であり、周囲の岩石とは貫入関係で接すると推定される。

本岩の初生主要構成鉱物は、石英、カリ長石、斜長石、白雲母、黒雲母であり、初生

的な白雲母が黒雲母より多く含まれることを特徴とする。副構成鉱物は、ジルコン、燐灰石、チタン鉄鉱である。二次鉱物は、斜長石を交代した白雲母、黒雲母を交代した緑泥石・白雲母、チタン鉄鉱を交代したリュウコクシンが認められる。

オルドビス紀石灰岩層及びデボン紀～石炭紀堆積岩類と接する本岩体西側境界付近では、白色粘土化（カオリン化）が進行している。また、黒雲母花崗岩と接する東側境界付近では、黒雲母の緑泥石化が著しい。さらに、岩体内にルーフペンダント状に分布するカンブリア～オルドビス紀堆積岩との境界付近では、珪化が認められる。

### (iii) アプライト

本岩は、地区各所にて径数 cm～数 10cm の転石として散見されるが、露頭で確認できるものは限られる。主要構成鉱物は、石英、カリ長石、白雲母である。

## 2-2-2 地質構造

第1年次地質調査より、本地区周辺の主要地質構造の方向として、NW-SE系、NE-SW系及びN-S系が抽出された。

即ち、堆積岩類の構造はNW-SE方向で、断裂系はNW-SE系が卓越し、NE-SW系、N-S系は副次的に認められている。

地区内の地質構造は、この広域的な地質構造を良く反映している。地区内に分布する各地層・岩体の配列方向及び水系異常、山系鞍部配列から抽出したリニアメントは主要な方向としてNW-SE系、NE-SW系及びN-S系が認められる。

NW-SE系構造は、両雲母花崗岩岩体の貫入方向、メホン川の直線谷部分及び山系の配列方向である。

NE-SW系構造は、オルドビス紀石灰岩類とデボン～石炭紀堆積岩類間の断層方向であり、また、メホン川支流の直線谷及び山系鞍部をつないだ方向である。

N-S系構造は、地区北部におけるメホン川の急激な転向異常のほか、同河川支流の直線谷の方向である。

### 2-2-3 変質作用

本地区の変質作用は、風化作用を除くとスカルン化作用、珪化作用、カオリン化作用及び白雲母・緑泥石化作用が認められる。

スカルン化作用は、両雲母花崗岩岩体中にルーフペンダント状に点在するカンブリア～オルドビス紀堆積岩類中で著しく、灰鉄輝石－緑簾石スカルン帯を形成している。このスカルン帯は、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、灰重石等を鉱染状に伴い地表部では著しい酸化を受け、針鉄鉱を主要構成鉱物とするゴッサン帯を形成している。

珪化作用は上記スカルン帯下部で著しい。また、スカルン帯周辺の両雲母花崗岩でも珪化帯を形成している。この珪化帯中には鉱染状～細脈状の磁鉄鉱、黄銅鉱が認められる。

カオリン化作用は両雲母花崗岩岩体中に広く認められるが、特に堆積岩類の接触部付近で著しく、NW-SE方向に、幅50～400m、延長2～3kmのカオリン帯を形成している。このカオリン帯は南東部において肥大化し、強変質を呈する。本帯の主要構成鉱物は、カオリナイト、白雲母、石英、電気石であり、原岩の残存鉱物として、カリ長石、石英を伴う。

白雲母・緑泥石化作用は、スカルン帯中で著しく認められるほか、花崗岩類中にも一般的に認められる。花崗岩類中では、斜長石が白雲母に、黒雲母が緑泥石と白雲母に交代されている。

これらの変質作用の大部分は、両雲母花崗岩岩体の貫入と、それに続く気成～熱水作用によりもたらされたと推定される。

### 2-2-4 鉱床及び鉱化作用

本地区には記録に残る既存鉱床は知られていないが、鉱徴として小規模なゴッサンが多数点在する。これらのゴッサンはNNW-SSE方向で、幅約200m、延長約3kmにわたる帯状の範囲に分布してゴッサン帯を形成しており、地区外北方へさらに約1.5kmのびている。

これらのゴッサンは、主として針鉄鉱より構成されるが、磁鉄鉱・赤鉄鉱が残存している場合もある。

ゴッサン帯の一部には、かつて採掘された跡があり、地区内では2か所に旧坑が認められる（C1鉱体、C2鉱体）。

## 1 C1 鉱体

C1 鉱体は地区中央部土壤採取試点 C28-17 付近の沢中に位置し、スカルン化を受けたカンブリア～オルドビス紀堆積岩類及びその下位の珪化を受けた両雲母花崗岩中に鉱体を形成している。

スカルン帯は、数 m 程度の広がりで見出し、露頭を形成している。主要構成鉱物は、柘榴石、灰鉄輝石、石英、方解石であり、微量の閃亜鉛鉱、黄銅鉱、灰重石が鉱染状に認められる。スカルン化の弱い部分では砂岩～頁岩の構造を残し、原岩はカンブリア～オルドビス紀堆積岩類と推定される。さらに、スカルン帯の見かけ上の上位には径 2～3m 大の針鉄鉱より成る巨礫が散在する。

珪化帯はスカルン帯の見かけ上の下位に分布し、沢中に高さ約 3m の小滝を形成している。この珪化帯には小規模なひ押坑道が、1 か所認められる。坑道は崩積土により埋没しており、確認できる延長は、N30° E 方向に約 2m である。鉱床は両雲母花崗岩中に鉱石鉱物が網脈状ないし鉱染状を呈し、鉱化範囲は露頭状況が悪く不明確である。網脈状部の鉱石鉱物は磁鉄鉱を主とし、少量の黄銅鉱を伴う。鉱染部では、磁硫鉄鉱を主とし黄銅鉱、黄鉄鉱を伴っている。鉱床母岩の両雲母花崗岩は、熱水変質を受け、石英、白雲母、緑泥石が生成している。

珪化帯鉱染部、スカルン帯から採取した鉱石 (CO-107, CO-108) の分析結果は第 6 表に示すとおりであり、前者はタングステンで 1,900ppm、銅で 6,600ppm を示し、後者は亜鉛で 4,800ppm を示した。

## 2 C2 鉱体

C2 鉱体は地区北部、土壤採試点 C9-28～29 に位置し、C1 鉱体と同様、スカルン帯と珪化帯中に鉱体を形成している。露頭から確認できる鉱化範囲は、約 80×40×50m で、地区内の鉱徴地としては最大のものである。(第 8 図)

鉱体は、上部より地表酸化帯、スカルン帯、珪化帯、両雲母花崗岩に区分される。

地表酸化帯 (ゴッサン) は、本鉱体の地表部を皮殻状に覆い、その厚さは数 cm～数 10cm 程度と推定される。主要構成鉱物は針鉄鉱であり、下部のスカルン帯に漸移する。

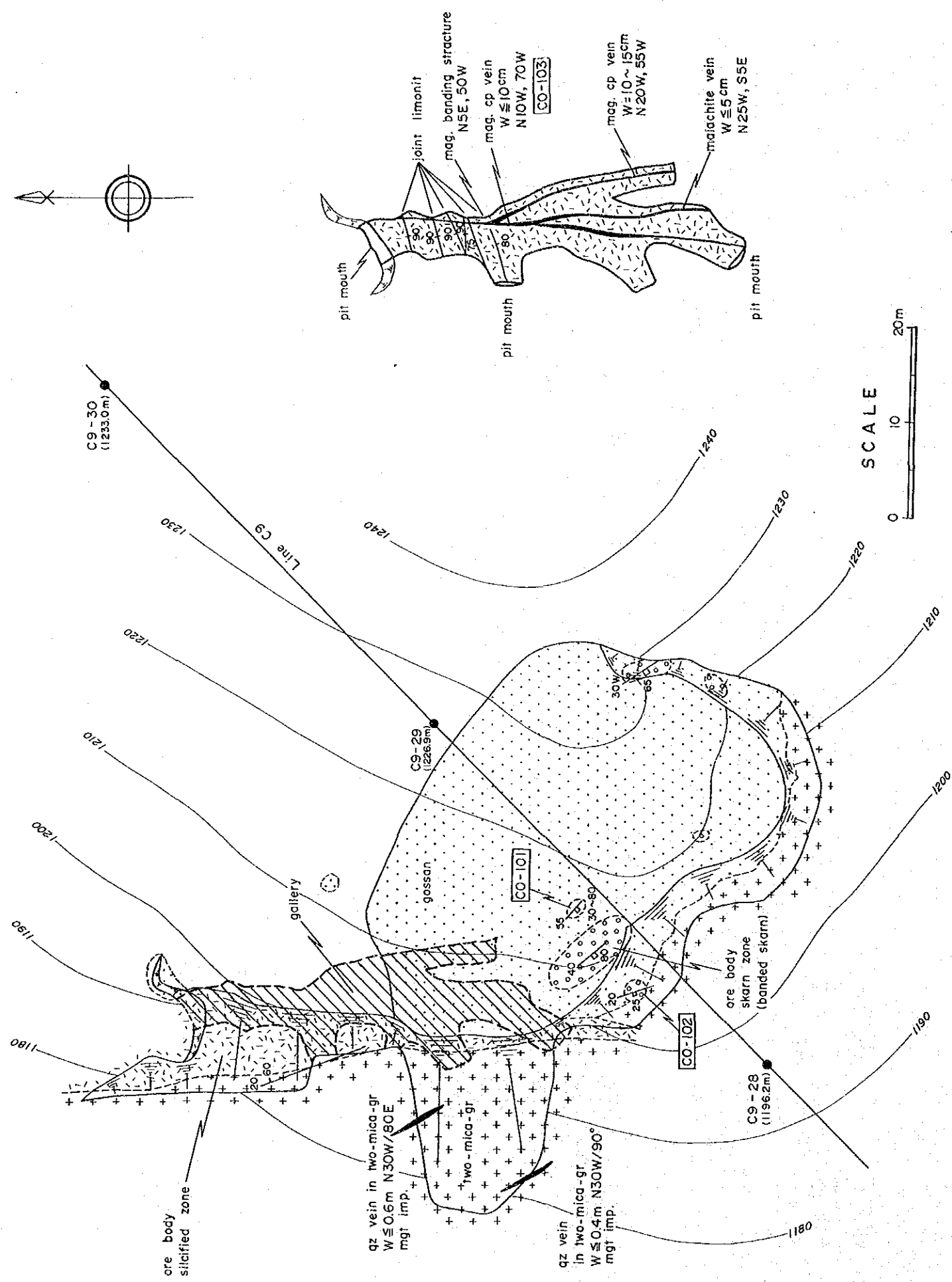
スカルン帯の露出範囲は狭く、上記地表酸化帯中に 10m 以下の地窓状を呈して分布する。スカルンの主要構成鉱物は、緑簾石、カリ長石、石英、白雲母であり、これらと針鉄鉱とが 1～数 mm の縞状構造を呈する縞状スカルンが卓越する。この縞状構造は NW-SE 方向に発達している。主要な鉱石鉱物は、針鉄鉱、磁硫鉄鉱であり、少量の黄鉄鉱、

第6表 C地区鉍石試料化学分析結果一覽表(1)

番号	試料番号	採取位置	試料記載	Sn (ppm)	W (ppm)	Nb (ppm)	Ta (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)
1	CO-101	C2鉍体 (C9-29付近)	綠色スカルン(縞状)	2,000	310	15	8	2,0500	48	720	92
2	CO-102	C2鉍体 (C9-29付近)	綠色スカルン	2,300	140	8	3	3,400	<5	160	12
3	CO-103	C2鉍体 (C9-29付近)	珪化鉍	3	5	<2	2	580	<5	90	1
4	CO-107	C1鉍体 (C28-17付近)	礫化鉍	56	1,900	13	3	6,660	17	310	9
5	CO-108	C1鉍体 (C28-17付近)	綠色スカルン	230	79	27	12	240	230	4800	8
6	CO-109	C2鉍体付近 (C11-31付近)	礫化鉍(ゴッサン)	73	390	5	4	2,780	68	4,900	2

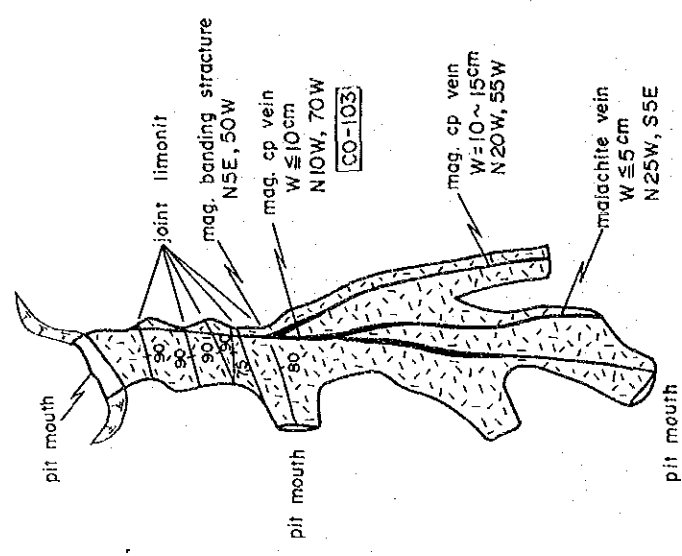
第7表 C地区鉍石試料化学分析結果一覽表(2)

番号	試料番号	採取位置	試料記載	Sn(%)	W(%)	Nb(%)	Ta(%)	原鉍容量 (L)	重鉍物量 (g)	SnO <sub>2</sub> (g/m <sup>3</sup> )	WO <sub>3</sub> (g/m <sup>3</sup> )	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/m <sup>3</sup> )	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/m <sup>3</sup> )
1	CO-11	メホン川本流 (C41-3付近)	沢砂中の重鉍物	18.5	1.17	0.23	0.13	100	12	282	1.8	0.4	0.2
2	CO-19	メホン川支流 (C24-24付近)	沢砂中の重鉍物	3.85	0.43	0.26	0.09	70	250	174.6	19.3	13.2	3.9
3	CO-24	メホン川支流 (C30-28付近)	沢砂中の重鉍物	1.08	0.13	0.14	0.04	30	6	2.7	0.3	7.1	0.1
4	CO-27	メホン川支流 (C43-9付近)	沢砂中の重鉍物	6.41	3.78	0.04	0.03	20	225	91.58	5366	6.8	4.5
5	CO-29	メホン川支流 (C46-25付近)	沢砂中の重鉍物	5.07	1.29	0.23	0.09	10	6	38.6	9.8	2.0	0.7



Surface geologic sketch

Under ground geologic sketch



LEGEND

- gossan zone
- skarn zone
- silicified zone
- two mica granite
- quartz vein
- gallery
- ore sample
- C9-28 geochemical soil sample

Ore chemical analyses (ppm)

Sample No.	Description	Sn	W	Nb	Ta	Cu	Pb	Zn	Ag
CO-101	Green skarn (Banded)	2,000	310	15	8	20,500	48	720	92
CO-102	Green skarn	2,300	140	8	3	3,400	<5	160	12
CO-103	Magnetite chalcocopyrite disseminated silicified ore	3	5	<2	2	580	<5	90	1

Soil chemical analyses (ppm)

Sample No.	Description	Sn	W	Nb	Ta
C9-28	Brown silt	690	600	18	5
C9-29	Reddish brown silt	1,700	390	16	5
C9-30	Light brown silt	690	320	22	3

第 8 图 C2 钽体平面图



黄銅鉱を伴う。

珪化帯はスカルン帯の見かけ上の下部に脈状に分布すると推定され、主要構成鉱物は石英であり、磁鉄鉱、黄銅鉱が鉱染状～縞状を呈して認められる。採掘跡はこの珪化帯中に展開され、N-S方向に約50m、E-W方向に平均5～7m（最大10m）の規模で、東側に最大10m掘り下がっている。側岩の両雲母花崗岩との境界は比較的明瞭であり、N20° E, 60° Nの走向・傾斜を有する。これは採掘跡の伸長方向とよく一致している。

珪化帯付近の両雲母花崗岩は熱水変質作用を受け、白雲母、石英が生成している。また、本岩中にも、幅40～60cmの磁鉄鉱を伴う石英脈がNNW-SSE走向、E傾斜で認められる。

各帯の鉱石試料の分析結果（CO-101, CO-102, CO-103）は第6表に示すとおりであり、スカルン帯で、錫；2,000～2,300ppm、タングステン；140～310ppm、銅；3,400～20,500ppmを示したが、珪化帯ではいずれの元素も低い値に留まった。

### 3 その他の鉱徴

さらに地表踏査の補完として沢砂中の重鉱物を採取し、構成鉱物種及び含有量を検討した（巻末付表4）。その結果では、錫石をはじめ、ゼノタイム、チタン鉄鉱、灰重石、鉄マンガン重石、コロンバイトータンタライトが、地区全域にわたってメホン川本流及びその支流で認められた。沢砂中の重鉱物化学分析値から求めた鉱石品位は、第7表に示すとおりゴッサン近傍で採取した試料CO-19及びCO-29がニオブ、タンタル、錫、タングステンともに比較的高い品位を示している。

その他、本地区南東部には、両雲母花崗岩の強変質によって生成したカオリン帯が広く分布している。

## 2-3 地化学探査

### 2-3-1 調査方法

#### 1. 試料採取及び調製

本地区では、第1年次調査によりヤンキャン部落からメホン川に沿って北西方向に延びるニオブ、タンタル、錫、タングステンの異常域が抽出された。さらに地区内の地質構造及び鉱徴地の分布を検討した結果、鉱化作用はNW-SE性の断裂系と関連していると予想された。従ってNW-SE方向に調査地区を設定し、この方向に直交するNE-SW方向の採試線を定めた。

試料はA地区と同様に採試線間隔100m、採試点間隔50mの矩形格子法によりB層土壌より採取した。

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

採取試料数は1,658個である。試料採取位置はPL. 9に示す。

#### 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、タングステン鉱床であり、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支持するニオブ、タンタル、錫、タングステンの4成分を採用した。

これら4指示元素についての化学分析は、プラズマ発光分光法により、各元素の検出限界値は1ppmとした。分析値は巻末付表6に付した。

### 2-3-2 地化学データの解析

#### 1. 統計解析

一般に地化学探査において微量元素の含有量は分析精度が十分であれば対数正規型の分布に近似することが多いとされていることから、以下の解析には各分析値の常用対数値を用いた。

本地区では、各指示元素分析値は岩質によって著しく異なった値を示したので、堆積岩分布域、両雲母花崗岩分布域、黒雲母花崗岩分布域の3地域に分けて、統計解析を行った。なお、堆積岩分布域に区分された土壌試料は174個、両雲母花崗岩分布域は858個、黒雲母花崗岩分布域は626個である。

第8表 C地区地化学分析値の基本統計値

上段 対数変換値  
下段 自然数値, 単位 ppm

地層区分	元素	最小値	最大値	平均値 M	標準偏差 $\sigma$	M + $\sigma$	M + 2 $\sigma$	M + 3 $\sigma$
堆積岩類	Nb	14	54	1.43 27.0	0.07	1.50 31.4	1.56 36.6	1.63 42.7
	Ta	1	17	0.46 2.90	0.14	0.60 4.0	0.74 5.5	0.88 7.6
	Sn	5	180	1.00 10.1	0.24	1.24 17.3	1.47 29.8	1.71 51.2
	W	3	1200	0.94 8.6	0.36	1.30 19.8	1.66 45.3	2.02 103.5
両雲母花崗岩	Nb	12	110	1.51 32.5	0.13	1.64 43.9	1.77 59.3	1.90 80.1
	Ta	2	32	0.91 8.1	0.22	1.12 13.3	1.34 21.8	1.55 35.8
	Sn	8	2500	1.94 86.1	0.35	2.28 192.1	2.63 429.0	2.98 957.7
	W	3	4000	1.72 52.2	0.42	2.14 137.1	2.56 359.9	2.98 945.0
黒雲母花崗岩	Nb	12	42	1.41 25.9	0.08	1.49 31.0	1.57 37.1	1.65 44.4
	Ta	6	12	0.62 4.2	0.10	0.72 5.2	0.82 6.6	0.91 8.2
	Sn	12	2200	1.51 32.4	0.22	1.73 54.0	1.95 89.9	2.17 149.6
	W	6	3600	1.36 22.7	0.38	1.74 54.5	2.12 130.9	2.50 314.3
全 域	Nb	12	110	1.47 29.3	0.12	1.59 38.6	1.70 50.7	1.82 66.6
	Ta	1	32	0.76 5.7	0.24	1.00 10.0	1.24 17.3	1.48 29.9
	Sn	5	2500	1.69 48.8	0.42	2.11 127.8	2.52 334.7	2.94 876.7
	W	3	4000	1.51 32.3	0.47	1.98 95.5	2.45 282.3	2.92 834.6

各分布域での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8表に示す。  
また、各元素の含有量の頻度分布図及び累積頻度分布図を巻末付図7～12図に示す。

各分布域での指示元素の統計量を比較すると、最も高いニオブ、タンタル、錫、タングステンの含有量を示すのは両雲母花崗岩分布域であり、最も低い値を示すのは堆積岩分布域である。平均値を自然数に変換して比較すると、ニオブでは各域とも大差はないが、両雲母花崗岩分布域のタンタル含有量の平均値は、堆積岩分布域平均値の3倍、錫では約8倍、タングステンでは約6倍の高い値を示す。

黒雲母花崗岩分布域の平均値、標準偏差は、ともにA地区での平均値、標準偏差とほぼ似通った値である。各指示元素間の相関係数は第9表に示すとおり、ニオブ－タンタル、錫－タングステン間での相関は大きい、錫－ニオブ間の相関は小さい。タングステンはニオブ－タンタルとほとんど相関がない。

第9表 C地区指示元素間の相関係数

地層区分	元 素	Nb	Ta	Sn	W
堆積岩類	Nb	—	0.45	0.28	-0.05
	Ta	0.45	—	0.66	0.43
	Sn	0.28	0.66	—	0.84
	W	-0.05	0.43	0.84	—
両雲母花崗岩	Nb	—	0.80	0.21	0.03
	Ta	0.80	—	0.39	0.07
	Sn	0.21	0.39	—	0.68
	W	0.03	0.07	0.68	—
黒雲母花崗岩	Nb	—	0.50	-0.05	-0.02
	Ta	0.50	—	0.39	0.19
	Sn	-0.05	0.39	—	0.66
	W	-0.02	0.19	0.66	—

## 2. 異常値区分

地化学データを異常値と後背値に区分するためのしきい値決定には、A地区と同様に、頻度分布図、累積頻度分布図を参考として、平均値(M)と標準偏差( $\sigma$ )を用いた。

さらに後背値区間は平均値(M)により低後背値と高後背値に細分し、異常値区間は $M+2\sigma$ 値及び $M+3\sigma$ 値の近似値により、低異常値区間、中異常値区間、高異常値区間に細分した。

各元素の異常値区分は第10表に示す。

第10表 C地区地化学後背値区間と異常値区間の区分

単位  $\mu\text{g/g}$

岩相区分	元素	後背値区間		異常値区間		
		低後背値区間	高後背値区間	低異常値区間	中異常値区間	高異常値区間
堆積岩類	Nb	~26	27~31	32~36	37~42	43~
	Ta	~2	3	4~5	6~7	8~
	Sn	~10	11~17	18~29	30~51	52~
	W	~8	9~19	20~45	46~103	104~
両雲母花崗岩	Nb	~32	33~43	44~59	60~80	81~
	Ta	~8	9~13	14~21	22~	
	Sn	~86	87~192	193~428	429~957	958~
	W	~52	53~137	138~359	360~945	946~
黒雲母花崗岩	Nb	~25	26~31	32~37	38~44	45~
	Ta	~4	5	6	7	8~
	Sn	~32	33~53	54~89	90~149	150~
	W	~22	23~54	55~130	131~314	315~

### 3. 地化学異常域の分布

前項で述べた地化学異常区分をもとに、各分析値を5段階にクラス分けして地形図上にプロットし、異常域を抽出した(付図13~16, PL.10~PL.13)。以下に異常域の分布状況を述べる。

本地区では、いずれの指示元素も明瞭な異常域が区分される。とくに両雲母花崗岩分布域でニオブ、タンタル、錫、タングステンともに顕著な異常域がみられる。

錫、タングステンの主要な異常域が中部~北西部に分布するのに対し、ニオブ、タンタルの主要な異常域は地区南部のヤンキャン部落周辺にあり、錫、タングステンとニオブ、タンタルの異常域分布が異なっていることが本地区の異常域分布の特徴である。

#### (i) ニオブ

堆積岩分布域には、C26測線からC30測線にかけて低異常域が分布し、最大54ppmの異常値が認められる。

両雲母花崗岩分布域には、C29測線からC42測線にかけて中~高異常域が広く分布する。特にC41測線からC42測線には、最大110ppmの高異常値を含む異常域が100×250mの範囲に認められる。そのほかC17測線からC25測線へNNW-SSEの方向性を持つ低異常域がいくつか分布する。

黒雲母花崗岩分布域では、南部に低異常域が散在するが顕著な異常域は認められない。

#### (ii) タンタル

堆積岩分布域には、ニオブと重複してC26測線からC30測線にかけて低異常域が分布する。

両雲母花崗岩分布域には、C28測線からC42測線にかけて低~中異常域が広がる。特にニオブの高異常域を包含する最高29ppmの異常値をもつ中異常域が、C37測線からC42測線上に350×500mの広がりをもって分布する。そのほかNNW-SSEの方向性をもつ低~中異常域が分布する。

黒雲母花崗岩分布域には、C30測線より南に小規模な低~中異常域が散在する。

### (iii) 錫

堆積岩分布域では、C5 測線から C8 測線の両雲母花崗岩との境界部に中～高異常が分布する。

両雲母花崗岩分布域には、C1 測線から C27 測線までの黒雲母花崗岩との境界近くに、幅 100～500m の中～高異常域が NNW-SSE 方向に断続的に分布する。いずれの異常域も 500ppm 以上の異常値が各所にみられ、最高 2,500ppm の異常値が得られている。

黒雲母花崗岩分布域には、両雲母花崗岩との境界付近に 3 か所の中～高異常域がある。このうち C1 測線から C5 測線にかけて最高 2,200ppm の異常値をもつ高異常域と、C13 測線から C14 測線にまたがる最高 1,100ppm の異常値をもつ中異常域は、いずれも両雲母花崗岩中の異常域から連続しているものである。C31 測線から C32 測線の中～高異常域は 100×150m 程度の広がりを持ち、最高 1,500ppm の異常値をもつ。

### (iv) タングステン

堆積岩と両雲母花崗岩の境界には、C1 測線から C3 測線、C6 測線から C8 測線にそれぞれ最高 770ppm、1,200ppm の異常値をもつ中～高異常域が認められる。

両雲母花崗岩と黒雲母花崗岩の両分布域にまたがって幅 300～500m の中～高異常域が、NNW-SSE 方向に断続的に分布する。この分布は、ほぼ錫の異常域と重複するが、C42 測線付近に錫の異常域と重複しない中～高異常域がある。

異常域中には各所に 1,000ppm 以上の濃度を示す試料がみられ、最高で 4,000ppm の異常値が得られている。

黒雲母花崗岩分布域には、C35 測線から C40 測線へ NNW-SSE 方向に分布する低～中異常域がある。

## 2-4 考察

地質調査及び地化学探査結果をもとに、本地区の地質、地質構造、鉱床についての考察結果を以下に述べる。

本地区内には、カンブリア紀から石炭紀にかけての堆積岩類と、これに遡入した三畳紀とされる花崗岩類及び第四紀河川堆積物が分布する。

堆積岩類は、地区南西側に細長く分布するデボン～石炭系と小規模のルーフペンダント状

に点在するカンブリア～オールドビス系とに区別される。

花崗岩類は地区の大半を占め、黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩とに分けられ、両者の関係は明瞭ではないが、広域的に見れば両雲母花崗岩はNW-SE～NNW-SSE方向に伸長した5×1.5kmの矩形分布を示し、黒雲母花崗岩とは直線的に接しており貫入岩体の様相を呈する。

また黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩とは岩質、組織にも差異が認められ、別々の岩体であると推定される。

一方、本地区の主要な地質構造の方向はNW-SE～NNW-SSEであり、本地区北西方には堆積岩類を切る同方向の断層が発達している。これらのことから、本地区では底盤状を呈する黒雲母花崗岩の活動後、両雲母花崗岩がNW-SE～NNW-SSE構造線に沿って貫入したものと推定される。

この両雲母花崗岩分布域には多数のゴッサンが点在する。これらは幅約200m、延長約3kmのNNW-SSE方向に延びる帯状範囲に含まれ、ゴッサン帯を形成している。

ゴッサンはスカルン帯を伴っていることから、スカルンの地表酸化により生じたものと推定される。

スカルン帯は主として緑簾石-石英より構成され、柘榴石、灰鉄輝石を伴うものもある。また本帯中には、銅、亜鉛、錫、タングステン、稀に鉛、銀の鉱化が認められる。このスカルン帯の一部は砂岩～頁岩の構造を残しており、原岩は周囲の地質状況を加味して考慮するとカンブリア～オールドビス紀堆積岩と推定される。このことは、ループペンダント状の堆積岩類がNNW-SSE方向の構造規制を受けて分布していると考えられる。

スカルン帯の下部には鉄、銅の鉱化を伴う珪化帯が存在し、この原岩は両雲母花崗岩である。従ってスカルン帯～珪化帯は、両雲母花崗岩の貫入とそれに続く気成～熱水の活動によりもたらされ、母岩の選択性により、堆積岩類中ではスカルン帯、花崗岩中では珪化帯を形成したと考えられる。

さらにデボン～石炭紀堆積岩類と両雲母花崗岩との境界付近では、花崗岩側にカオリン化が認められる。これは地区中央部から南部へかけて帯状のカオリン帯を形成し、南部ほど変質が著しい。構成鉱物はカオリナイト、石英、白雲母、電気石であり、気成～熱水変質作用が存在したことを示している。

地化学探査の結果、錫、タングステンの異常域はNNW-SSE方向の帯状分布を示し、ゴッサン帯の分布と良く一致する。



全体的にみれば錫、タングステンとニオブ、タンタルの異常域は連続しており、この明瞭な NNW-SSE 方向の帯状分布はこの方向に規制された鉱化作用、変質作用の存在を反映している。また、異常域の中には、1,000ppm を越える錫、タングステンの高異常値が数多く含まれることから、有望な鉱化帯の存在を示していると考えられる。

### 第3章 花崗岩類の地化学的特性

ヤンキャン地域には、三疊紀とされる花崗岩類が広く分布している。第1年次は、本地域の花崗岩を北東岩体、南東岩体、中央部岩体、モンカティン岩体の各岩体に区分し、各花崗岩岩体から採取した12試料について、全岩化学分析を行い、花崗岩類の地化学的性質と錫、タングステンの鉱化作用の関連性を広域的に検討した。その結果、ヤンキャン地域に分布する花崗岩類のほとんどは、狭義の花崗岩で、Chapell and White (1974), White and Chapell (1977) のS-タイプの花崗岩に相当し、錫含有量の高い錫花崗岩であることが判明した。

本年度の調査地区は、A、C地区ともに第1年次の花崗岩の区分によれば北東岩体分布地域にあたり、前述したように花崗岩類は黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩に分けられる。本年度は、それぞれの岩相から採取した11試料について全岩分析を行い、第1年次の結果と併せて花崗岩類の地化学特性について検討した。分析成分は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{BaO}$ 、LOIの13成分である。

#### 3-1 分化指数とノルム鉱物

花崗岩類の主要化学成分及びノルム組成を第11表に示す。

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、A地区の黒雲母花崗岩で85.9~90.1、両雲母花崗岩で87.2~95.7、C地区の黒雲母花崗岩で80.7~85.1、両雲母花崗岩で93.2~94.7の値を示す。これらの値は、第1年次調査でヤンキャン地域全域から採取した花崗岩のデータよりも全体に高い値を示しており、本地域の花崗岩類の中でも、やや分化の進んだ花崗岩類であることを示している。

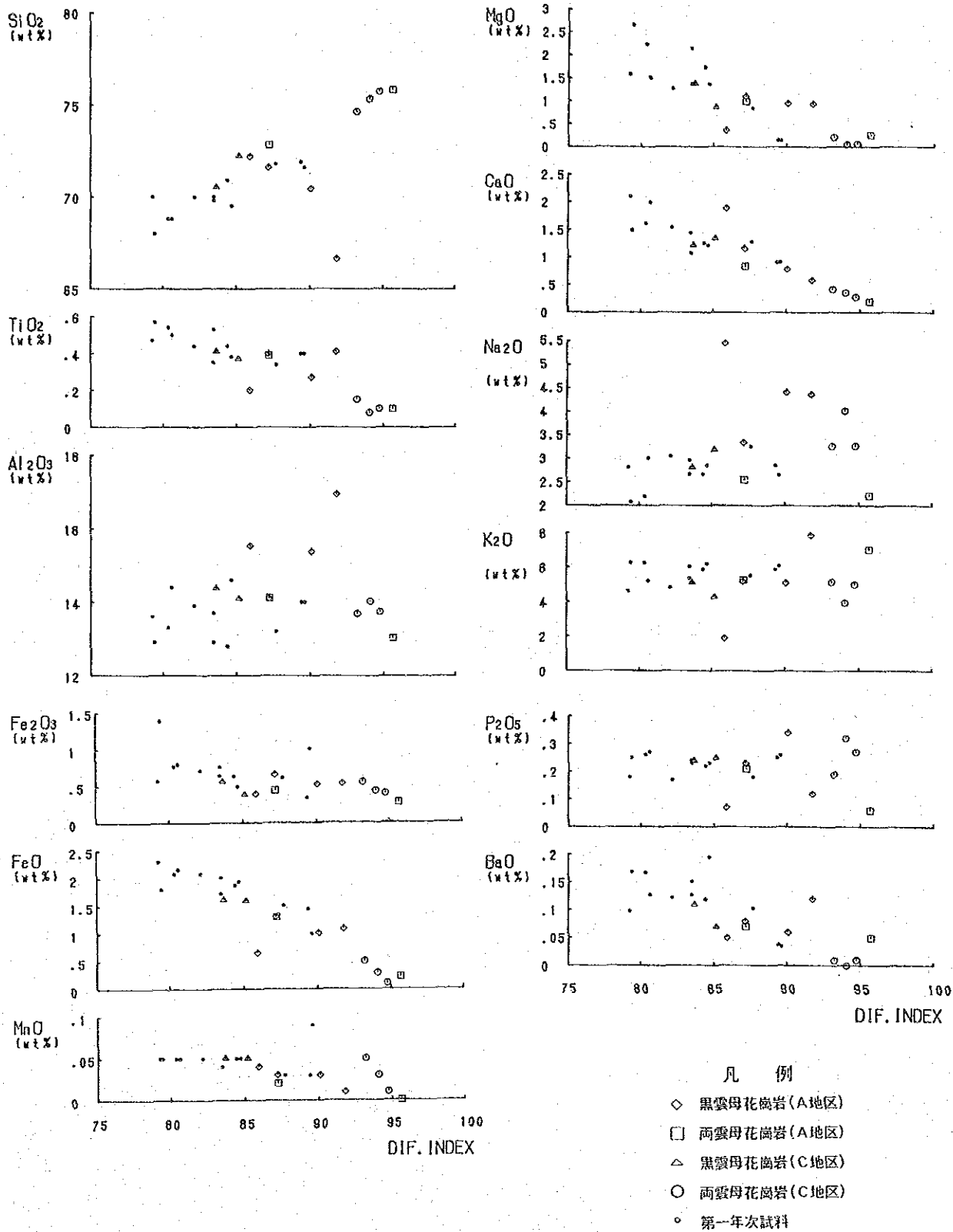
これらのうち、A地区の両雲母花崗岩とC地区の両雲母花崗岩が最も分化の進んだ岩相であり、C地区の黒雲母花崗岩は、最も分化の進んでいない岩相である。また、A地区の黒雲母花崗岩はそれぞれの中間的な値を示している。

分化指数と主要成分の関係図を、第1年次の結果ともあわせて、第9図に示す。分化指数と主要成分は、 $\text{SiO}_2$ が強い正の相関を示す。負の相関を示す成分は、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{BaO}$ である。特に $\text{CaO}$ は、強い負の相関を示す。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ には、分化指数との間にあまり相関性が認められない。

ノルム鉱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の分類(第

第11表 花崗岩試料の全岩化学分析値一覽表

地区	A 地区						C 地区					
	AR-1 黑雲母花崗岩	AR-2 黑雲母花崗岩	AR-3 黑雲母花崗岩	AR-4 黑雲母花崗岩	AR-5 両雲母花崗岩	AR-6 両雲母花崗岩	CR-1 黑雲母花崗岩	CR-2 黑雲母花崗岩	CR-3 両雲母花崗岩	CR-4 両雲母花崗岩	CR-5 両雲母花崗岩	
SiO <sub>2</sub>	72.21	71.60	70.44	66.64	72.84	75.81	72.24	70.53	74.62	75.31	75.72	
TiO <sub>2</sub>	0.20	0.40	0.27	0.41	0.39	0.10	0.37	0.41	0.15	0.08	0.10	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.53	14.10	15.37	16.93	14.12	13.02	14.09	14.37	13.68	14.02	13.73	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.39	0.65	0.52	0.53	0.44	0.27	0.38	0.56	0.55	0.43	0.39	
FeO	0.65	1.30	1.01	1.08	1.30	0.22	1.59	1.61	0.50	0.29	0.10	
MnO	0.04	0.03	0.03	0.01	0.02	0.00	0.05	0.05	0.05	0.03	0.01	
MgO	0.36	1.10	0.95	0.94	0.99	0.26	0.86	1.38	0.21	0.05	0.07	
CaO	1.89	1.16	0.79	0.59	0.84	0.20	1.34	1.22	0.42	0.36	0.28	
Na <sub>2</sub> O	5.44	3.34	4.40	4.36	2.55	2.21	3.18	2.81	3.25	4.01	3.26	
K <sub>2</sub> O	1.93	5.20	5.12	7.89	5.28	7.06	4.30	5.12	5.18	3.96	5.03	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.23	0.34	0.12	0.21	0.06	0.25	0.24	0.19	0.32	0.27	
BaO	0.05	0.08	0.06	0.12	0.07	0.05	0.07	0.11	0.01	0.00	0.01	
LOI	0.52	0.58	0.58	0.40	0.96	0.52	1.05	1.27	0.89	0.93	1.12	
total	99.28	99.77	99.88	100.02	100.01	99.78	99.77	99.68	99.70	99.79	100.09	
Q	28.47	28.16	22.58	8.26	34.42	35.24	32.83	29.64	35.07	36.71	37.40	
C	1.19	1.37	1.93	0.35	3.14	1.49	2.32	2.49	2.41	3.14	2.92	
or	1.141	3.073	30.26	46.63	31.20	41.72	25.41	30.26	30.61	23.40	29.73	
ab	46.03	28.26	37.23	36.89	21.58	18.70	26.91	23.78	27.50	33.93	27.59	
an	9.01	4.40	1.81	2.36	2.92	0.69	5.14	4.68	0.86	0.00	0.00	
di	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
hd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
en	0.90	2.74	2.37	2.34	2.47	0.65	2.14	3.44	0.52	0.12	0.17	
fs	0.62	1.25	1.04	0.89	1.42	0.02	2.09	1.91	0.31	0.10	0.00	
mt	0.57	0.94	0.75	0.77	0.64	0.39	0.55	0.81	0.80	0.62	0.07	
il	0.38	0.76	0.51	0.78	0.74	0.19	0.70	0.78	0.28	0.15	0.19	
ap	0.16	0.53	0.79	0.28	0.49	0.14	0.58	0.56	0.44	0.74	0.63	
D.I.	85.91	87.15	90.07	91.78	87.20	95.66	85.15	80.68	93.18	94.04	94.72	



第 9 図 花崗岩類の化学組成図

10図)では、花崗閃緑岩と石英モンゾニ岩に分類されるA地区の2試料(AR-1, AR-4)を除いて狭義の花崗岩の領域にプロットされ、ほぼ第1年次の調査結果と一致する。

ノルムコランダムは、第1年次ではほとんどの試料から算出されており、本年度でもすべての試料からコランダムが算出された。このことから調査域の花崗岩は過アルミナマグマから由来した花崗岩であると考えられる。

### 3-2 主要化学成分による花崗岩系列の分類

いくつかの主要化学成分に関するパラメーターを使用して、花崗岩を形成するに至ったマグマの起源を考察する試みが1970年代中ごろから行われている。

Chappell and White (1974), White and Chappel (1977)は、花崗岩の主要化学成分から得られる以下の4種類のパラメーターによって、S-タイプ(Sedimentary-types)及びI-タイプ(Igneous-types)に分類した。すなわち、S-タイプは、

(1)  $K_2O$ が5%前後のとき  $Na_2O$ が3.2%以下、 $K_2O$ が2%前後のとき  $Na_2O$ が2.2%以下

(2) モル比での  $Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO)$  が1.1以上

(3) ノルムコランダム重量百分率が1.0%以上

(4) ACF図で、よりCaの乏しい領域にプロットされる

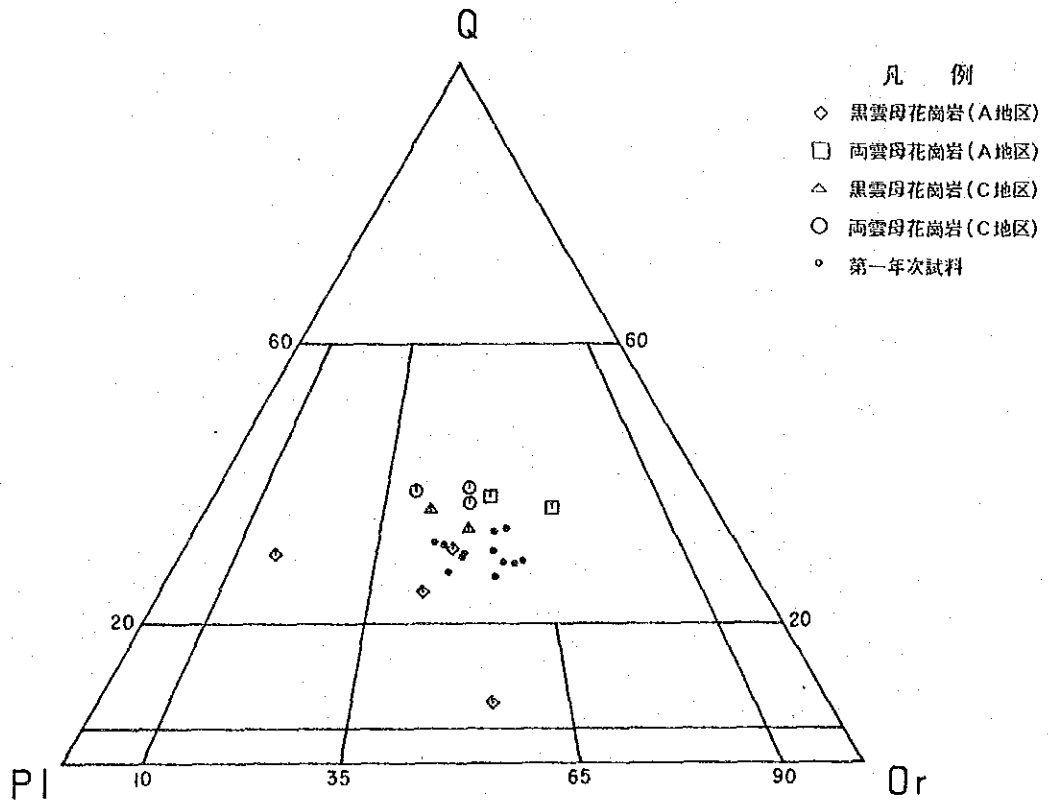
の化学的特性を示し、I-タイプはその逆の特性を示す。 $Na_2O-K_2O$ の相関図(第11図)では、第1年次の試料はすべてS-タイプの領域に分類された。しかし、本年度の試料は一部の試料(AR-5, AR-6, CR-2)がS-タイプの領域にプロットされるのを除いて、I-タイプの領域もしくはS-タイプとI-タイプの境界部付近にプロットされる試料が多い。

$Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO)$ の基準によれば、A地区黒雲母花崗岩がI-タイプに分類され、残りはS-タイプに分類される。

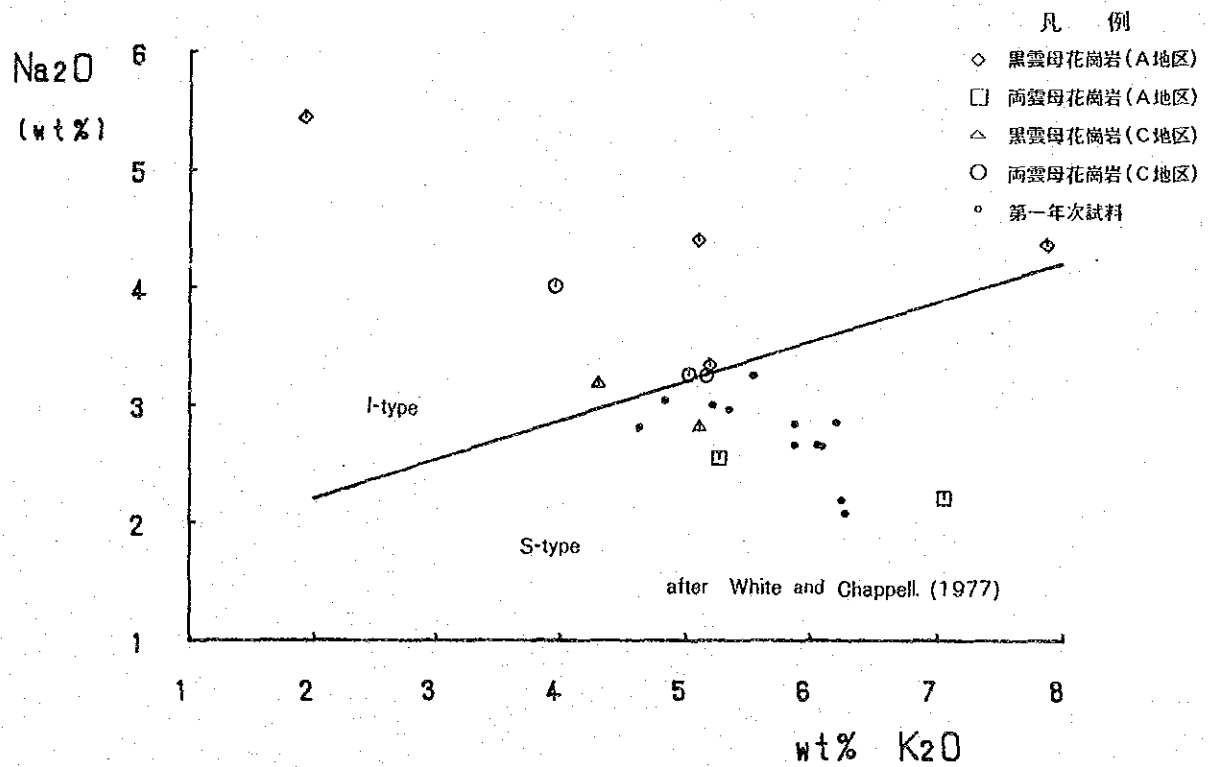
ノルムコランダム量が1.0%の基準によれば、A地区の試料AR-4を除いて本地域の花崗岩はすべてS-タイプに分類される。

ACF図(第12図)によれば、A地区黒雲母花崗岩の試料AR-1がI-タイプに、C地区両雲母花崗岩の2試料、CR-4, CR-5がI-タイプかSタイプかはっきりしない点にプロットされるほかは、すべてS-タイプの領域にプロットされる。

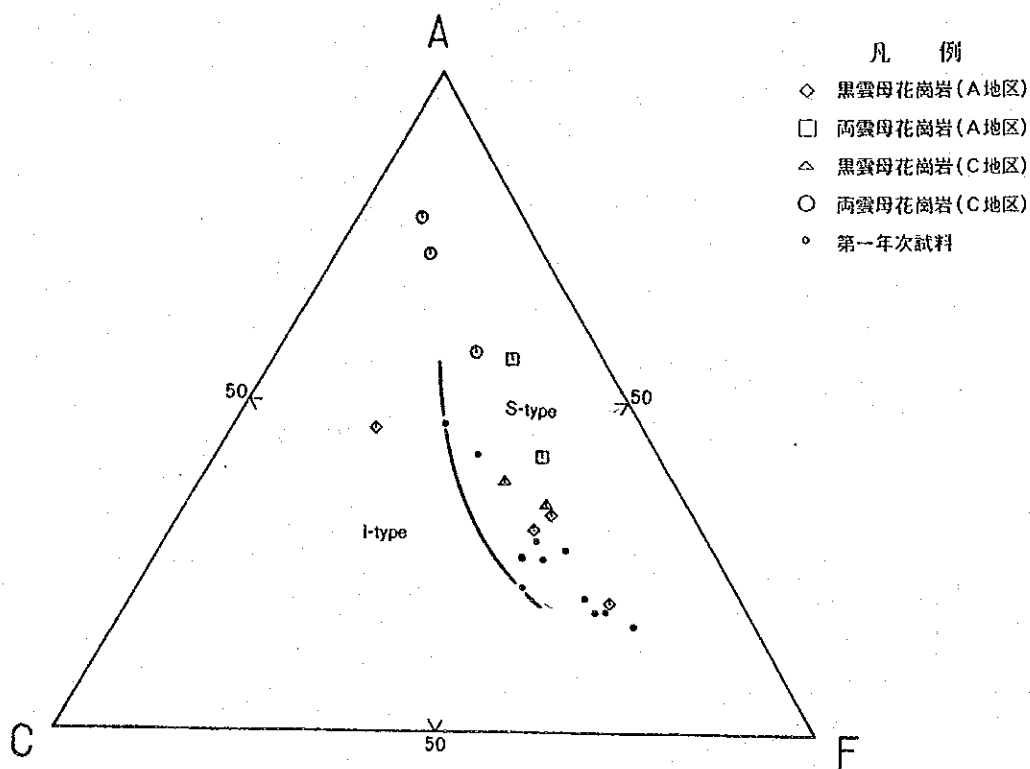
石原他(1976)は、CaO,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ の関係の重要性を指摘し、日本の中新世花崗岩類



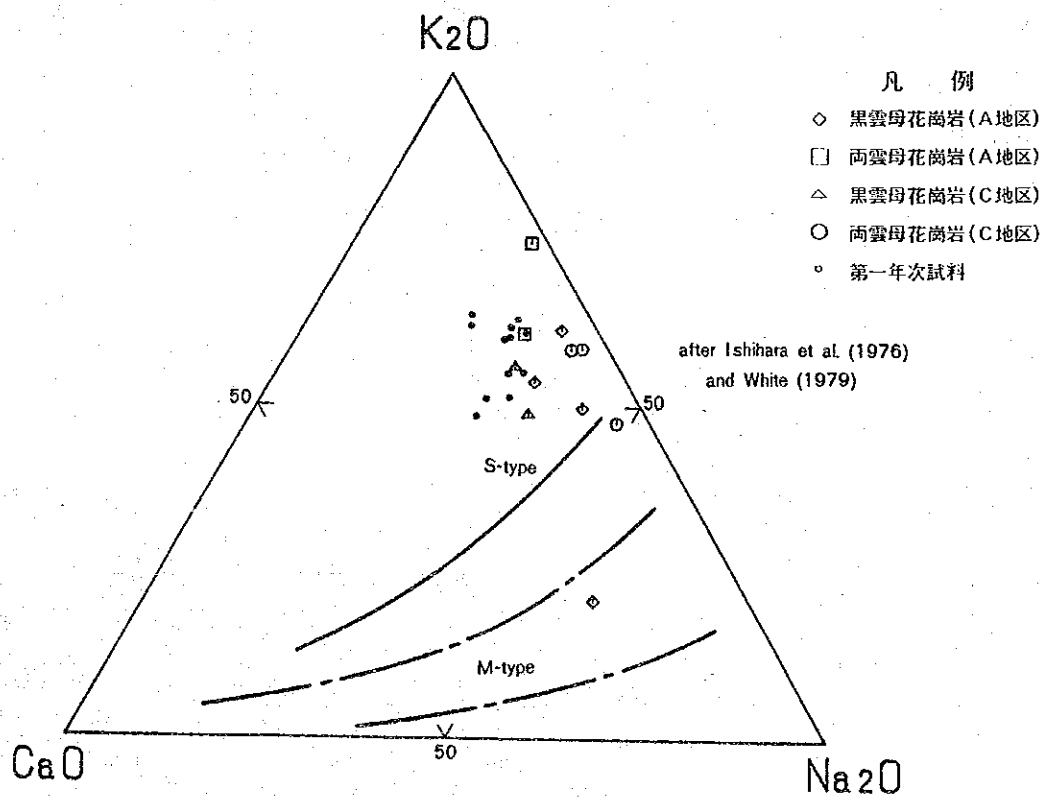
第10図 ノルム Q-Ab-Or 図



第11図  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$  相関図



第 12 图 ACF ( $Al_2O_3 - Na_2O - K_2O / CaO / FeO + MgO$ ) 图



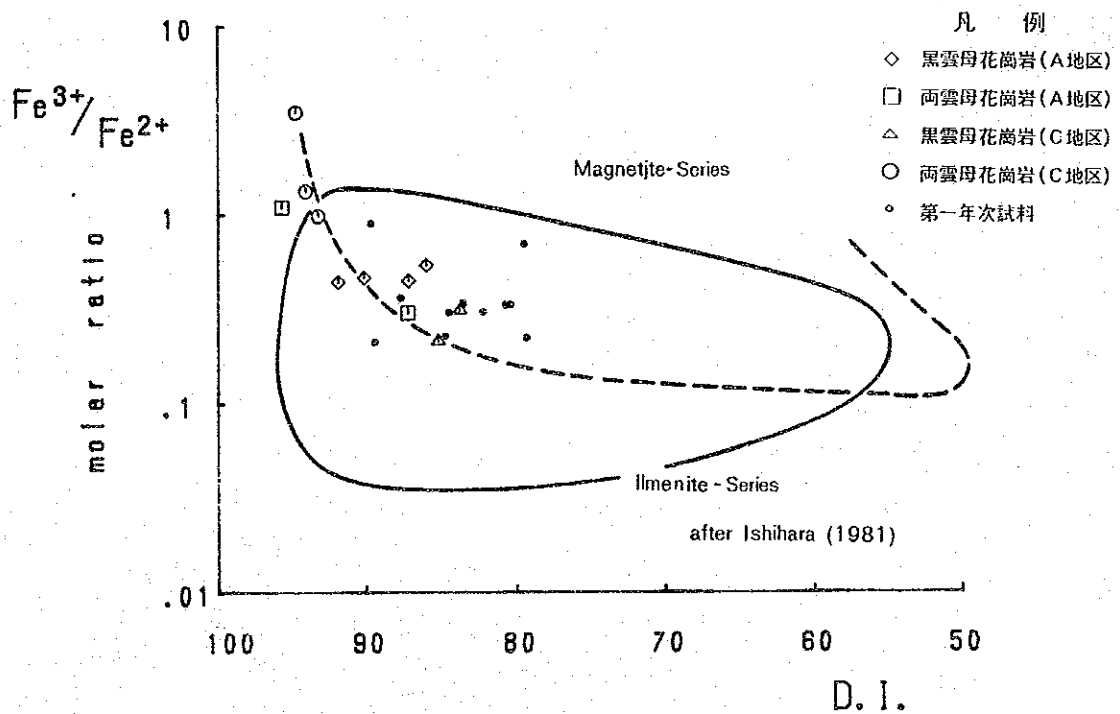
第 13 图 CNK ( $CaO - Na_2O - K_2O$ ) 图

を、CNK ( $\text{CaO}-\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ ) 図上で大きい  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  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、両者の中間のトレンドの3つに分類した。

高橋 (1985) は、このうち西南日本外帯トレンドを、典型的な S-タイプトレンドとみなし、また、丹沢 - 新島トレンドは、White (1979) が I-タイプから独立させて提唱した M-タイプ (Mantle source type) に近い性質を有すると述べた。

ヤンキャン地域の花崗岩は、CNK 図 (第 13 図) 上では明らかに西南日本外帯トレンドに近いトレンドをもち、S-タイプの的であるといえる。

石原 (1975) および Ishihara (1977) は、花崗岩類の帯磁率や含まれる不透明鉱物の研究から、磁鉄鉱系列 (Magnetite-series) とチタン鉄鉱系列 (Ilmenite-series) の2つの花崗岩系列を提唱し、花崗岩マグマが固結時に酸化的条件にあった場合に磁鉄鉱系列花崗岩類に、より還元的条件にあった場合にチタン鉄鉱系列花崗岩類が生成するとしている。この両系列の違いは、主要化学成分では  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  比の差に示され、磁鉄鉱系列は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  の重量%比でおおよそ 0.5 以上、チタン鉄鉱系列は 0.5 以下である。



第 14 図  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  - 分化指数相関図



さらに Ishihara (1981) は、タイ半島部の花崗岩類を第 14 図に示すとおり  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  -D.I. 図上にプロットし、磁鉄鉱系列花崗岩類(点線範囲)とチタン鉄鉱系列花崗岩類(実線範囲)に区分した。このうち、チタン鉄鉱系列が、錫石-鉄マンガン重石の鉱化と関連すると述べている。

本地域の花崗岩類をこの基準を用いて分類すれば、分化指数の異常に高い試料 (AR-6・CR-3, CR-4, CR-5) を除いて、ほぼチタン鉄鉱系列の花崗岩類に分類され、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といえる。

また本地区の分化指数の異常に高い試料は、すべて地区内の鉱徴地に距離的に近い両雲母花崗岩であり、鉱化作用による二次的な酸化状態を反映して高  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比を示すものとも考えられる。以上の分類の結果をまとめて第 12 表に示した。

磁鉄鉱系列/チタン鉄鉱系列と I-タイプ/S-タイプは、本来異なった花崗岩系列の区分体系ではあるが、一般にほとんどの S-タイプはチタン鉄鉱系列に属し、I-タイプには磁鉄鉱系列とチタン鉄鉱系列の両方が認められるとされる。本調査地域の花崗岩類は、いくつか例外はあるものの S-タイプでチタン鉄鉱系列に属していると考えてよい。

### 3-3 考 察

本地区における鉱化作用は、A 地区では主としてペグマタイトに伴われ、また、C 地区では両雲母花崗岩に伴われている。つまり、北東岩体を形成した花崗岩マグマの分化最終産物に近い、非常に分化指数の高い両雲母花崗岩あるいはペグマタイトが、鉱床及び鉱徴に密接に関わっていると考えられる。

第12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	ノ コ ラ ム ダ ム	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	検鏡結果
AR-1	サンギン沢 (X0, Y7.5付近)	黒雲母花崗岩	S (1.19)	I (5.44/1.93)	I (1.07)	I	S?	mg (0.60)	il
AR-2	ウヅム沢 (X18, Y0.5付近)	黒雲母花崗岩	S (1.37)	I (3.34/5.20)	I (1.07)	S	S	il (0.50)	mg
AR-3	サンギン沢 (X32, Y19付近)	黒雲母花崗岩	S (1.93)	I (4.40/5.12)	I (1.08)	S	S	mg (0.51)	il
AR-4	ウヅム沢支流 (X36, Y10付近)	黒雲母花崗岩	I (0.35)	I (4.36/7.89)	I (1.01)	S	S	il (0.49)	il
AR-5	ウヅム沢 (X22, Y4付近)	両雲母花崗岩	S (3.14)	S (2.55/5.28)	S (1.23)	S	S	il (0.34)	il
AR-6	サンギン沢支流 (X43, Y14付近)	両雲母花崗岩	S (1.49)	S (2.21/7.06)	S (1.12)	S	S	mg (1.23)	il
CR-1	メホン川支流 (C6-37付近)	黒雲母花崗岩	S (2.32)	I (3.18/4.30)	S (1.14)	S	S	il (0.24)	il
CR-2	メホン川本流 (C31-35付近)	黒雲母花崗岩	S (2.49)	S (2.81/5.12)	S (1.16)	S	S	il (0.35)	il
CR-3	メホン川支流 (C5-32付近)	両雲母花崗岩	S (2.41)	S (3.25/5.18)	S (1.17)	S	S	mg (1.10)	mg
CR-4	メホン川支流 (C24-24付近)	両雲母花崗岩	S (3.14)	I (4.01/3.96)	S (1.22)	S-I	S	mg (1.48)	il
CR-5	メホン川本流 (C9-28付近)	両雲母花崗岩	S (2.92)	I (3.26/5.03)	S (1.21)	S-I	S	mg (3.90)	il

S; S-タイプ I; I-タイプ S-I; S-タイプ~I-タイプ mg; 磁鉄鉱系列 il; チタン鉄鉱系列

## 第Ⅲ部 結論及び提言

## 第Ⅲ部 結論及び提言

### 第1章 結論

本年度は第1年次の調査結果から抽出されたA、Cの2地区について地質調査及び地化学探査を実施し次の結論を得た。

#### A地区

- (1) 地区内の地質は、三畳紀の活動とされる黒雲母花崗岩、両雲母花崗岩及びペグマタイト・アプライト・石英脈より構成される。
- (2) 上記花崗岩類の関係は岩質や組織の違い、分布、形状などから底盤状黒雲母花崗岩の活動後、両雲母花崗岩が岩株状に貫入し、これらを切って、ペグマタイト・アプライト・石英脈が貫入したと推定される。
- (3) ペグマタイト脈は、パニング結果からニオブ、タンタル、錫、タングステンを含有することが確認され、地区内に賦存する錫、タングステン二次鉱床の供給源となっている。このうち緑柱石を含有するペグマタイト脈は、いずれの元素についても高い含有量を示した。
- (4) 本地区内の二次鉱床及び鉱徴地は、ペグマタイト脈の発達する箇所と対応している。
- (5) 地化学探査の結果抽出された異常域は、各元素ともおおむね一致し、特にウツム沢支流の採掘跡周辺、サンギン沢中流域の鉱徴地周辺には、高異常域が重複して分布する。これらの異常域には、含ニオブ、タンタル、錫、タングステンペグマタイト脈が賦存する可能性があると考えられる。

#### C地区

- (1) 地区内の地質は、カンブリア紀～石炭紀堆積岩類と三畳紀の活動とされる花崗岩類及び第四紀河川堆積物より構成される。
- (2) 堆積岩類はカンブリア～オルドビス系、オルドビス系、デボン～石炭系に区分され、前者はルフペンダント状で小規模に分布し、後二者は南西側に細長く分布する。
- (3) 花崗岩類はA地区と同様に黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩に区分され、両者の関係は岩質及び組織の違い、分布、形状などから後者が前者を貫いて分布すると推定される。
- (4) 両雲母花崗岩の分布域には、小規模なゴッサンが多数認められ、これらはNNW-SSE

方向に点在し、地区北部から中央部にかけて幅約200m、延長約3kmのゴッサン帯を形成している。

(5) ゴッサンには、スカルン帯、珪化帯を伴うものがあり、錫、タングステン、銅、亜鉛などの鉱化が認められ、これらの鉱化作用はNNW-SSE方向に規制されていると考えられる。

(6) 地区中央部から南部にかけて両雲母花崗岩中にカオリナイト、石英、絹雲母、電気石から構成されるカオリン帯が分布し、ゴッサン帯と連続しているように見える。

(7) 錫、タングステンの地化学異常域はNNW-SSE方向の帯状分布を示し、ゴッサン帯の分布と重複する。この異常域の南西側に連続してニオブ、タンタルの異常域が分布し、これはカオリンと重複している。これらの異常域は錫、タングステンの高異常値を多数含み有望な鉱化帯賦存の可能性が高いと考えられる。

## 第2章 第3年次調査への提言

以上の結果から、A地区のウツム沢支流の二次鉱床採掘跡周辺及びサンギン沢中流の地化学異常域、並びにC地区のゴッサン帯及びカオリン帯に重複してNNW-SSE方向に延びる地化学異常域が鉱床胚胎の可能性のある区域として挙げられる。

これらを、期待される鉱床規模の観点から比較した場合、それぞれの地化学異常域の分布状況や異常値などからC地区の地化学異常域が最も有望と考えられる。

従って第3年次の調査ではC地区の地化学異常域を対象としてトレンチ及び30~50m程度の浅掘ボーリングを実施し、鉱徴の有無、鉱化帯の規模などを確認することが望まれる。

## 参 考 文 献

- Chappell, B.W., and White, A.J.R., 1974, Two contrasting granite types: *Pacif. Geol.*, no. 8, p. 173-174.
- German Geological Mission, 1972, Final report of the German Geological Mission to Thailand 1966-1971: *Geol. Survey of Fed. Rep. Germany*, 94p.
- Hahn, L., and Siebenhüner, M., 1982, Explanatory notes (Paleontology) on the Geological maps of northern and western Thailand 1 : 250,000, 76 pp, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- Hutchison, C.S. 1983, Multiple Mesozoic Sn-W-Sb granitoids of southeast Asia: *Geol. Soc. America, Memor.*, 159, p. 35-60.
- Ishihara, S., 1977, The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks: *Mining Geol.*, v. 27, p. 293-305.
- Ishihara, S., 1981, The granitoid series and mineralization: *Econo. Geol. 75th Anniversary vol.*, p. 458-484.
- Ishihara, S., Sawata, H. and Shibata, K., Terashima, S., Arrykul, S. and Sato, K., 1980, Granites and Sn-W deposits of Peninsular Thailand, in Ishihara, S. and Takenouchi, S., eds., *Granitic magmatism and related mineralization: Mining Geol. Spec. Issue*, no. 8, p. 223-241.
- Javanaphet, J.C., 1969, Geological map of Thailand: scale 1:1,100,000: Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand.
- JICA, 1984, The Pre-Feasibility Study for the San Kampaeng Geothermal Development Project in the Kingdom of Thailand, Technical Report
- JICA and MMAJ, 1986, consolidated report on the geological survey of the Omkoi area, north-western Thailand: Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan.
- JICA and MMAJ, 1987, Report on the geological survey of Yang Kiang area, Phase I: Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan.
- Suensilpong, S., Putthapiban, P., and Mantajit, N., 1983, Some aspects of tin granite and its relationship to tectonic setting: *Geol. Soc. America, Memor.*, 159, p. 77-85.
- Takahashi, M., 1985, A proposal and development of granitoid series concept, *Mem. Geol. Soc. Japan*. No. 25, p. 255-244
- Taylor, S.R., 1964, Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table: *Geochim. Cosmochim. Acta*, v. 28, p. 1273-1285.
- Teggin, D.E. 1975, Rubidium-strontium whole-rock ages of granites from northern Thailand:

- ESCAP-Seminar regiometr. Age Dat. May 1975 (Oral present. N.I. Snelling), Bangkok.
- Tischendorf, G., 1977, Geochemical and petrographic characteristics of silicic magmatic rocks associated with rare element mineralization; in Stempok, M., Burnol, L., and Tischendorf, G., eds., Metallization associated with acid magmatism: Geol. Survey of Czechoslovakia, v.2, p. 41-96.
- Tischendorf, G., Schust, F., and Lange, H., 1978, Relation between granites and tin deposits in the Erzgebirge, GDR; in Metallization associated with acid magmatism: v.3, p. 123-137.
- Vichit, P. and Khuenkong, P., 1983, Tin-tungsten deposits in Omkoi, Chiangmai Province: Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand, 119p.
- White, A.J.R. 1979, Mantle source type granite, G.S.A. Abstr. 11, p. 539.
- White, A.J.R., Beam, S.D., and Cramer, J.J., 1977, Granitoid types and mineralization with special reference to tin; in Yamada, N., ed., Plutonism in relation to volcanism and metamorphism: Proc. 7th CPPP Mtg., Toyama, p. 89-100.
- White, A.J.R. and Chappell, B.W., 1977, Ultrametamorphism and granitoid genesis: Tectonophy., v. 43, p. 7-22.