

JICA
タイ王国ヤンキャン地域
資源開発協力基礎調査報告書

タイ王国ヤンキャン地域

資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成元年10月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

総括報告書

平成元年10月

国際協力事業
金属鉱業事業

JICA

122

66.1

MPN

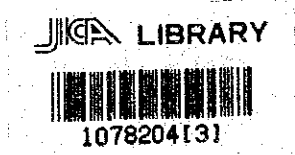
LIBRARY

鉱計資
CR 5
89-182

タイ王国ヤンキャン地域

資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書



20147

平成元年10月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



国際協力事業団

20147

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11月より平成元年6月までの3か年にわたって実施され、タイ王国政府機関、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3か年間の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたり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哀心より感謝の意を表するものである。

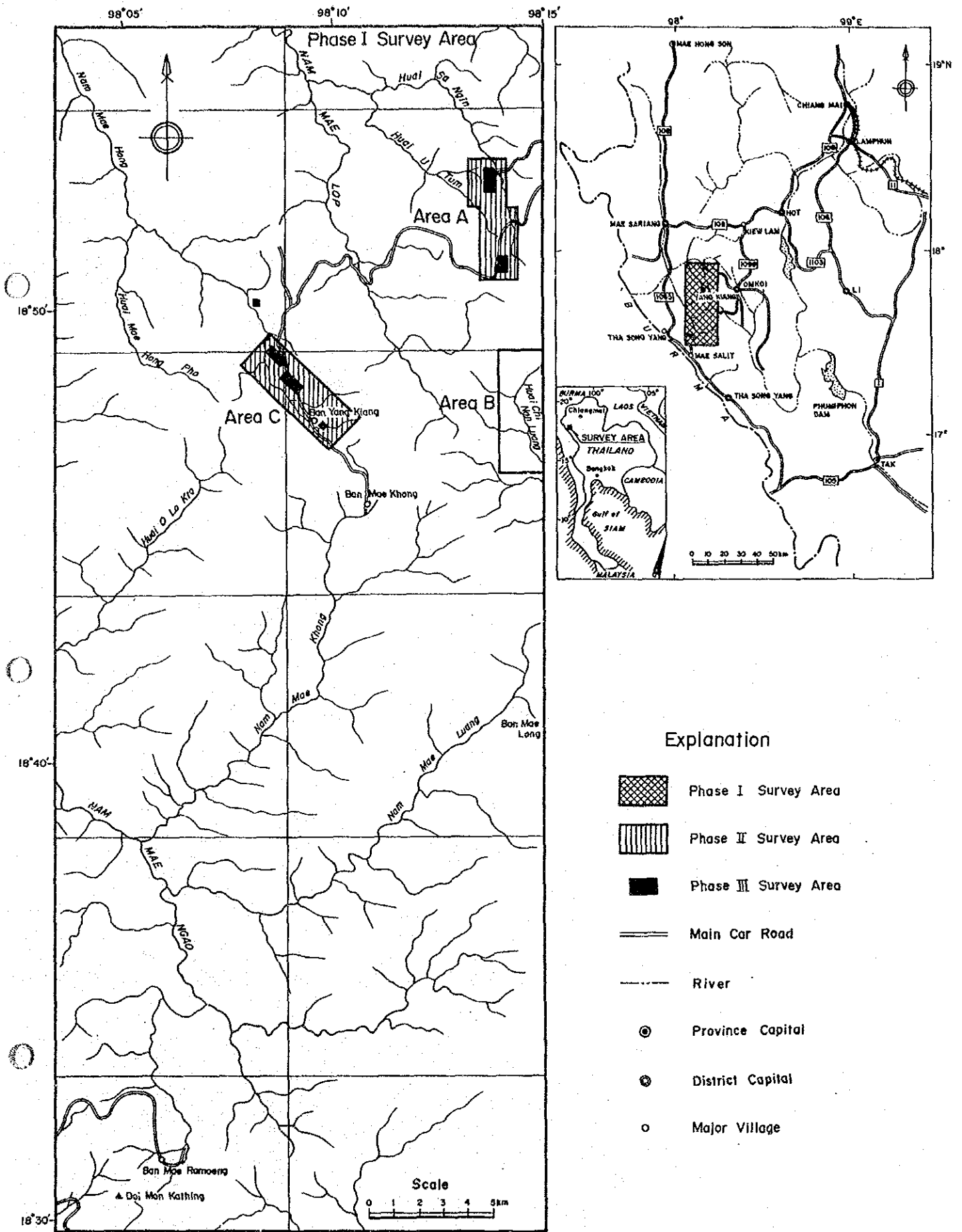
平成元年 6月

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



第 1 图 調査地域位置图

要 約

本調査はタイ王国北西部ヤンキャン地域におけるニオブ、タンタル、錫、タングステンのほか銅、鉛、亜鉛、金、銀等の有用金属鉱物資源の賦存の可能性を確認することを目的として実施された。

調査地域の地質はカンブリア紀から三畳紀にわたる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からなる。地域の東部は底盤状の花崗岩体が占め、西部には堆積岩類が分布する。堆積岩の構造は、NW-SE走向を示し、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。南西端の岩株状岩体は両雲母花崗岩からなり、他の岩体は黒雲母花崗岩からなる。黒雲母花崗岩中には、これに貫入した両雲母花崗岩の小岩体が認められる。

花崗岩の Ar-K 年代測定の結果、年代値 189Ma は黒雲母花崗岩の貫入時期を、73~80Ma は両雲母花崗岩とその活動に伴う錫、タングステンの鉱化時期を、40Ma は硫化物の鉱化の時期を示すものと推定された。

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、南西端の岩株状花崗岩体中に錫、タングステンの鉱脈鉱床及びその周辺に二次鉱床が形成されている。

ニオブ、タンタル、錫、タングステンの河川堆積物による地化学異常域は地域東部、地域中央部、地域南西部等に抽出された。これらの中から、新鉱床賦存の可能性の高い地域東部のサンギン沢-ウツム沢上流域 (A 地区) と地域中央部ヤンキャン部落周辺 (C 地区) において有望地区を集約し、鉱徴の有無を確認するため両地区で土壌地化学探査を、引続いて A 地区でトレンチ、C 地区でボーリング調査を実施した。

A 地区は三畳紀の黒雲母花崗岩、白亜紀の両雲母花崗岩及びこれらに貫入するペグマタイト、アブライト、石英脈から構成される。土壌地化学探査ではニオブ・タンタル・錫・タングステン各元素の異常域が抽出され、そのうち各元素の地化学高異常が重複する地域についてトレンチ調査を実施した。その結果、ほとんどのトレンチからペグマタイトを主とする貫入岩脈を見出し、かつ、これらの品位分析は地化学異常に対応する高い値を示し、地化学異常の原因がペグマタイトであることを確認した。しかし、これらの岩脈類はいずれも初生鉱床としては低品位であることが判明した。地化学異常域周辺の沢のパンニング試料に錫、タングステン鉱物が含まれており、かつ地元民による多数の採掘跡が存在することから、供給源はペグマタイトを主とする岩脈類であることを示唆した。しかしながら、二次鉱床形成の適地はほとんど採掘されており、新たに二次鉱床の発見される可能性は少ない。

C 地区はカンブリア紀~石炭紀堆積岩類と、これらに進入する三畳紀と白亜紀の花崗岩類及びこれを不整合に覆う第四紀砂礫層から構成される。錫、タングステンの土壌地化学異常域は NNW-SSE 方向の帯状分布を示し、この中に小規模なゴッサンが多数点在する。

ボーリング調査の結果、錫、タングステン異常域には、小規模の堆積岩がルーフペンダントとして数か所に点在し、堆積岩と花崗岩の境界部及び堆積岩中に石灰岩ないし石灰質岩を交代した接触交代鉱床が形成されていることを確認した。鉱体はスカルン中に発達しており、鉱石鉱物は閃亜鉛鉱、磁硫鉄鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱を主とし、方鉛鉱、灰重石、磁鉄鉱、硫砒鉄鉱、藍銅鉱を少量伴っている。各鉱体は小規模なレンズ状で、連続性に乏しいが、それらの分布範囲は幅 200~300m、延長 3km 以上の範囲に及ぶ。さらに、C 地区北北西約 1km の石灰岩地域では石灰岩の下位に優勢なスカルン帯及び塊状硫化鉄を確認し、C 地区から北北西へ鉱化作用がより優勢になることが示された。

C 地区及び北部石灰岩地域を合わせた埋蔵鉱量、899,000t (Cu : 0.49%, Pb : 0.08%, Zn : 1.17%, Ag : 27g/t) が試算された。これは開発対象とするには低品位であるが、本地区から北北西側へはより有望な鉱床の賦存する可能性が高い。

目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

第 1 部 総論

第 1 章 調査概要	1
1-1 調査地域及び調査目的	1
1-2 調査方法及び調査量	1
1-3 調査期間及び調査員	6
第 2 章 従来 of 調査	8
第 3 章 調査地域の一般地質及び鉱床	8
第 4 章 調査地域の概要	11
4-1 位置及び交通	11
4-2 地 形	12
4-3 気候・植生	12
4-4 一般情勢	12
第 5 章 調査結果の総括	14
5-1 調査地域全域	14
5-2 A 地区	15
5-3 C 地区	16
第 6 章 結論及び提言	18
6-1 結 論	18
6-2 将来への提言	19

第II部 各論

第1章 調査地域の地質	20
1-1 層序	20
1-2 火成活動	25
1-3 地質構造	28
1-4 鉱床	29
1-5 花崗岩類の地化学特性	35
1-6 花崗岩の年代測定	53
第2章 河床堆積物による地化学探査	56
2-1 試料採取	56
2-2 化学分析方法	56
2-3 データの解析	56
2-4 異常域の分析	57
2-5 重鉱物試料の検討	60
2-6 考察	64
第3章 A地区	66
3-1 調査位置	66
3-2 地質・鉱床調査	66
3-3 土壌地化学探査	74
3-4 トレンチ調査	77
3-5 考察	81
第4章 C地区	83
4-1 調査位置	83
4-2 地質・鉱床調査	83
4-3 土壌地化学探査	93
4-4 ボーリング調査	96
4-5 考察	107

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論	110
第2章 将来への提言	110
参考文献	111

付 表

第 1 表	調査量一覧表	5
第 2 表	鉍石試料化学分析結果一覧表	34
第 3 表	花崗岩試料化学分析結果一覧表	39
第 4 表	花崗岩の化学特性と花崗岩系列の分類	40
第 5 表	A・C地区 花崗岩試料全岩化学分析値一覧表	47
第 6 表	A・C地区 花崗岩の化学特性と花崗岩系列の分類	52
第 7 表	絶対年代測定結果一覧表	55
第 8 表	異常値のレベル区分	57
第 9 表	A地区鉍石試料化学分析結果一覧表	73
第 10 表	A地区地化学後背値区間と異常値区間の区分	75
第 11 表	C地区鉍石試料化学分析結果一覧表	92
第 12 表	C地区パンニング試料化学分析結果一覧表	92
第 13 表	C地区地化学後背値区間と異常値区間の区分	94
第 14 表	鉍量表	109

付 図

第 1 図	調査地域位置図	
第 2 図	鉍床有望地区抽出フローチャート	2
第 3 図	調査フローチャート	3
第 4 図	広域地質図	10
第 5 図	ヤンキャン地域地質図	21
第 6 図	模式層序図	22
第 7 図	モンカティン地区鉍床分布図	32
第 8 図	花崗岩類の化学組成図	41
第 9 図	ノルム石英 - 斜長石 - 正長石図	42
第 10 図	K ₂ O - Na ₂ O 相関図	42

第11図	ACF ($Al_2O_3 - Na_2O - K_2O / FeO + MgO$) 図	43
第12図	CNK ($CaO - Na_2O - K_2O$) 図	43
第13図	分化指数 - Fe^{3+} / Fe^{2+} 相関図	44
第14図	CaO - Sn 相関図	44
第15図	A・C地区 花崗岩類の化学組成	48
第16図	A・C地区 ノルム石英 - 斜長石 - 正長石図	49
第17図	A・C地区 $Na_2O - K_2O$ 相関図	49
第18図	A・C地区 ACF ($Al_2O_3 - Na_2O - K_2O / FeO + MgO$) 図	50
第19図	A・C地区 CNK ($CaO - Na_2O - K_2O$) 図	50
第20図	A・C地区 分化指数 - Fe^{3+} / Fe^{2+} 相関図	51
第21図	鉍床分布図及びNb, Ta, Sn, W地化学異常域図	59
第22図	沢砂中の重鉍物試料肉眼鑑定結果 (錫石)	61
第23図	沢砂中の重鉍物試料肉眼鑑定結果 (灰重石)	62
第24図	沢砂中の重鉍物試料肉眼鑑定結果 (ザクロ石, 鉄マンガン重石)	63
第25図	A地区地質図及び地質断面図	67
第26図	A地区鉍微分布図	71
第27図	トレンチ調査総合解析図 (A地区北部)	79
第28図	トレンチ調査総合解析図 (A地区南部)	80
第29図	C地区地質図及び地質断面図	84
第30図	C地区鉍微分布図	88
第31図	C2鉍体平面図	91
第32図	C地区地質総合図	98
第33図	C地区地質図 (北部石灰岩地域)	99
第34図	C地区地質図 (C地区北部)	100
第35図	C地区地質図 (C地区中部)	101
第36図	C地区ボーリング断面図 1	102
第37図	C地区ボーリング断面図 2	103
第38図	C地区ボーリング断面図 3	104
第39図	C地区ボーリング断面図 4	105
第40図	C地区ボーリング断面図 5	106

第 I 部 總 論

第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要

1-1 調査地域及び調査目的

日本国政府は昭和58年から3年間に亘り、タイ王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。タイ王国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。

日本国政府はタイ王国政府の要請に応じて、タイ王国北西部に位置するヤンキャン地域について、昭和61年度を第1年次として3か年にわたる資源開発協力基礎調査を実施することとなった(第1図)。

本調査は、調査地域の地質および地質構造と鉱化作用並びに地化学的特性との関係を総合的に把握することにより、ニオブ、タンタル、錫、タングステンの他、金、銀、銅、鉛、亜鉛等の有用鉱物の鉱床胚胎有望地域を抽出し、最終的には新鉱床を発見することを目的とした。

1-2 調査方法及び調査量

調査はまず調査対象地域全体についての地質概査および河床堆積物による地化学探査を実施し、その結果から抽出された有望地区について、地質精査および土壌による地化学探査を行った。さらにより有望な地区を集約し、最終的にはボーリングあるいはトレンチ調査により鉱徴の存在を確認する方法をとった。これら作業の流れは第2、3図に示した。

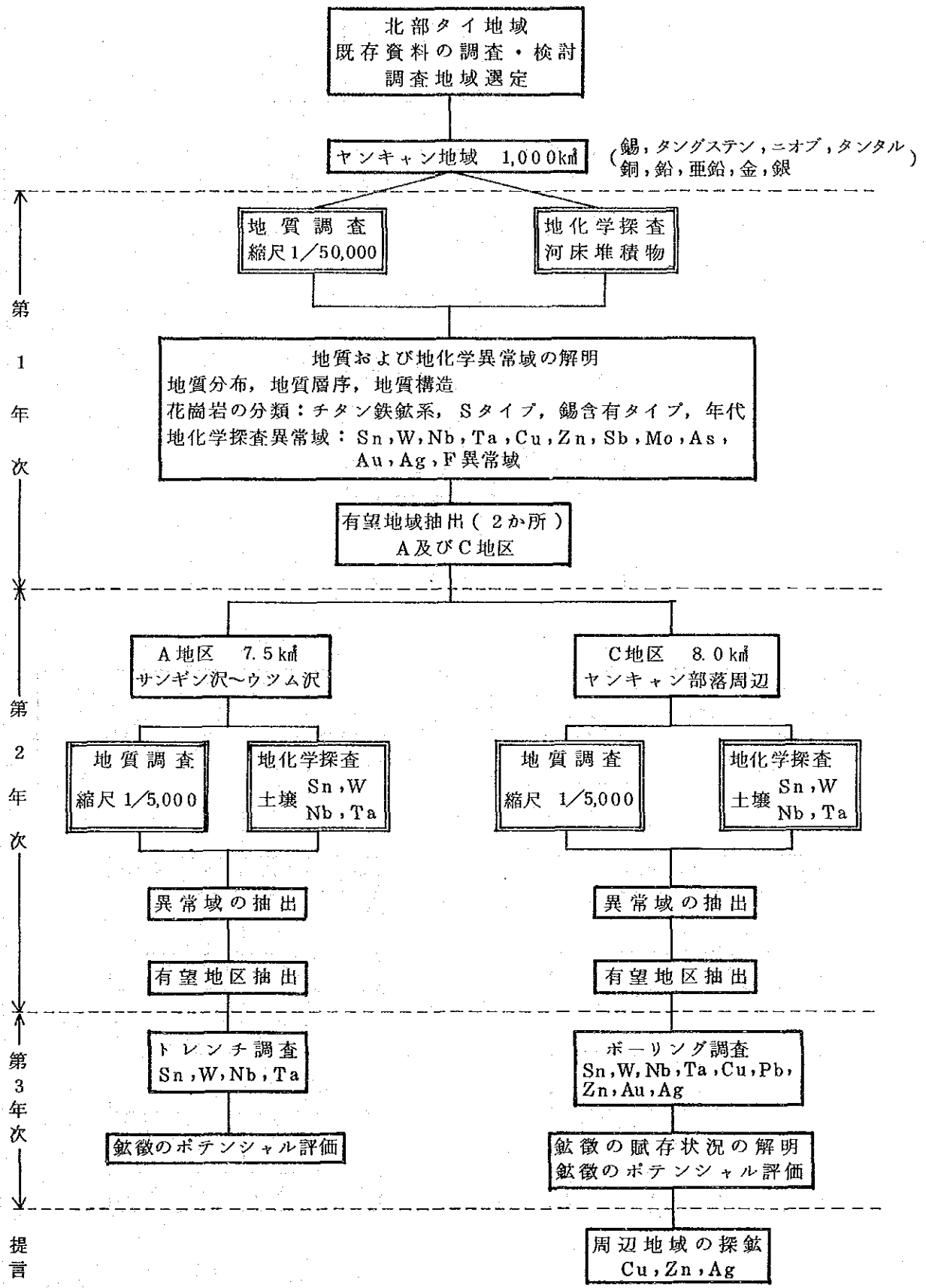
各年次ごとの調査内容および調査数量は以下のとおりである。

1-1-1 第1年次調査(1986年)

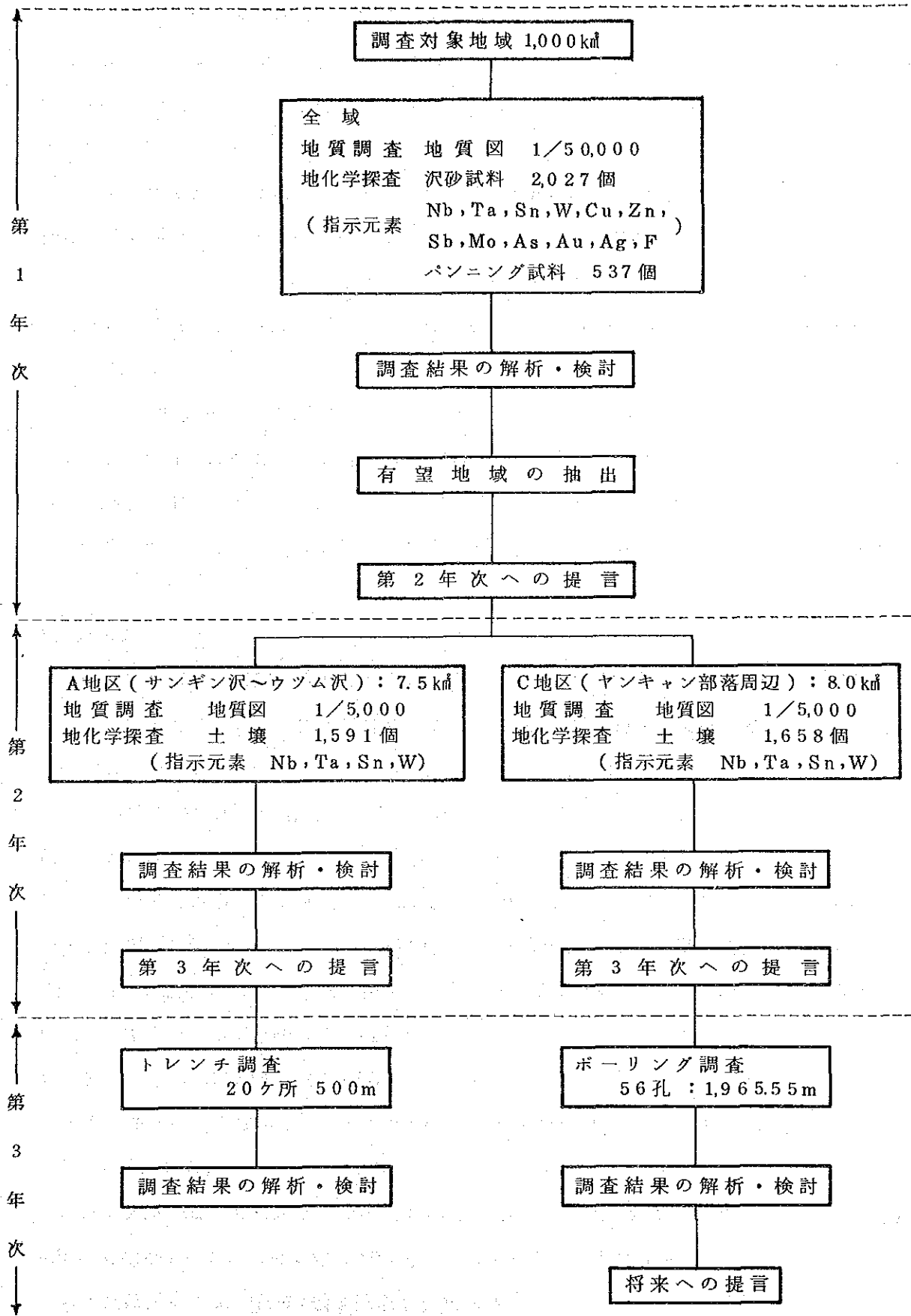
調査対象地域全域(1,000k m²)について地質概査および河床堆積物による概査的な地化学探査を実施した。

1. 地質概査

地化学探査試料の採取と併行して地質調査を行い、縮尺1/50,000の地質図を作成し、代表的な岩石試料について顕微鏡観察及び主要成分と微量成分の化学分析を行った。特に地域内の大半を占めて分布する花崗岩類については、鉱物組成、化学組成並びに地化学的性質



第2図 鋳床有望地区抽出フローチャート



第3図 調査フローチャート

と錫、タングステン鉱化作用との関連性等について検討した。また、花崗岩類のうち主要な4岩体については年代測定を行った。さらに既存鉱山の調査を行い、鉱石および精鉱の顕微鏡観察、X線回折分析、化学分析等を実施し、鉱床の状況をまとめた。

2. 地化学探査

調査地域全域からほぼ均等な密度となるように水系を選定し、それらの水系から合計2,027個の河床堆積物試料(-80メッシュ産物)を採取し、化学分析に供した。採取試料はNb, Ta, Sn, W, Cu, Zn, Sb, Mo, As, Au, Ag, Fの12指示元素について化学分析を行い、統計処理のうえ各元素毎に縮尺1/50,000の地化学異常図を作成し、各元素間の相互関係を検討した。

1-2-2 第2年次(1987年)

第1年次調査の調査結果から、2か所の有望地区(A地区:サンギン沢(Huai Sa Ngin)~ウツム沢(Huai U Tum)7.5k㎡, C地区:ヤンキヤン(Yang Kiang)部落周辺, 8.0k㎡, 合計15.5k㎡)を選定し、両地区について地質精査および土壌による地化学探査を行った。

1. 地質調査

地化学探査試料の採取と併行して地質調査を行い、地区別に縮尺1/5,000の地質図を作成した。各地区で採取した代表的な岩石試料について、顕微鏡観察及び主要成分と微量成分の化学分析を行い、第1年次のデータと総合し、特に鉱化作用との関連性を細かく検討した。さらに地区内の鉱床鉱徴地について追加調査を行い、鉱床状況をまとめた。

2. 地化学調査

100m×50mの格子点を設け、A地区では1,591個、C地区では1,658個、合計3,249個の土壌試料(-80メッシュ産物)を採取し、化学分析に供した。採取試料はSn, W, Nb, Taの4指示元素について分析し、統計処理のうえ各元素毎縮尺1/5,000の地化学異常図を作成し、各元素間の相互関係を検討した。

1-2-3 第3年次調査(1988年)

鉱徴確認のためA地区ではトレンチ調査、C地区ではボーリング調査を実施した。

(1) トレンチ調査

トレンチ調査は、幅1m、深さ2mの規格を原則として、長さは25mで、20か所、総延長500mを掘削し、その結果を縮尺100分の1スケッチ図としてまとめた。また、各トレンチから鉱徴確認のため合計50個を採取し分析に供した。

(2) ボーリング調査

ボーリングは掘進長30~50m, 一部75mとし, いずれも垂直で合計56孔, 総掘進長1,965.55mを掘削し, その結果を縮尺200分の1柱状図にまとめた。また鉱徴確認のため各孔から合計209個の試料を採取し分析に供した。

これらの調査結果を用い, 各地区での鉱徴の有無, その規模, 連続性および鉱床のポテンシャルを総合的に検討した。年次別の調査量は第1表に示した。

第1表 調査量一覽表

年次		第1年次 1986年	第2年次 1987年	第3年次 1988年	
項目	調査種別	地質調査 地化学探査 (河床堆積物)	地質精査 地化学探査 (土壌)	トレンチ調査	ボーリング調査
	面積・数量	1,000 Km ²	A地区 7.5 Km ² C地区 8.0 Km ² 計 15.5 Km ²	A地区 20か所 計500m	C地区 56孔 計1,965.55m
室内 試 化 学 分 析	岩石薄片	15枚	15枚	5枚	20枚
	鉱石研磨片	15個	21個	6個	13個
	X線回折	14個	24個	6個	8個
	E P M A 分析	—	—	6個	10個
	年代測定(K-Ar法)	5個	—	—	—
	岩石	12個	11個	—	—
	分析成分	SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , BaO, Sn, I.g. loss	SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , BaO, I.g. loss	—	—
	鉱石	12個	17個	50個	209個
	分析成分	Nb, Ta, Sn, W	Nb, Ta, Sn, W	Sn, W, Nb, Ta	Sn, W, Nb, Ta, Cu, Pb, Zn, Cd, Au, Ag
	地化学探査試料	2,027個	3,249個	—	—
分析成分	Nb, Ta, Sn, W, Cu, Zn, Sb, Mo, As, Au, Ag, F	Sn, W, Nb, Ta	—	—	

1-3 調査期間及び調査員

本調査のための計画, 折衝および現地調査に参加したメンバーは以下のとおりである。

1-3-1 第1年次(1986年)

1. 期間 昭和61年10月23日～昭和62年5月11日

2. 調査団の編成

	日本側	タイ側
計画・折衝	松田憲和 上篠直樹 和泉 武 石田誠一 神谷夏実 遠藤泰生 林 歳彦	Sivavong Changkasiri Chanin Rasrikriengkrai Phairat Suthakorn Prachon Charoensri Kasem Chancharoonpong Samai Chiemchindaratana Sunoj Uengoom
地質調査・地化学探査	内村 巖 吉田 廣 滝沢健一 市毛芳克 高畑裕之 三好 誠	Peerapong Khuenkong Patchara Jariyawat Arun Tritrangarn Wason Chanseang Boonchu Panglinput Sawang Wanlaid

1-3-2 第2年次(1987年)

1. 期間 昭和62年11月5日～昭和63年2月29日

2. 調査団の編成

	日本側	タイ側
計画・折衝	和泉 武 石田誠一 細井義孝	Sivavong Changkasiri Thawat Japakasetr Phairat Suthakorn Prachon Charoensri Kasem Chancharoonpong Samai Chiemchindaratana

地質調査・地化学探査

内村 巖

松永 潤

伊藤康則

堀越孝昌

前野淳一

三好 誠

Sunoj Uengoom

Peerapong Khuenkong

Patchara Jariyawat

Wason Chanseang

Sawang Wanlaid

1-3-3 第3年次(1988年)

1. 期間 昭和63年12月4日～平成元年6月30日

2. 調査団の編成

日本側

タイ側

計画・折衝

藤田 実

Thawat Japakasetr

石田誠一

Phairat Suthakorn

霜島 洋

Prachon Charoensri

地質調査・地化学探査

内村 巖

Peerapong Khuenkong

堀越孝昌

Patchara Jariyawat

Wason Chanseang

ボーリング

草野章平

Veerachart Jittamasey

安宅久雄

Sontaya Pungsuk

島山悦雄

Kwanchai Saingtong

辰柳一人

Sukhum Tawachana

藤貫秀宣

Winai Trumong

新窪裕二

Sangwarn Kattapong

Suwicha Puthanon

第2章 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 (GGM,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. von Braun, L.Hahn and H.D.Maronde.1981) が編纂された。

Hahn and Siebenhüner (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。

JICA and MMAJ (1986) は、オムコイ町を中心とする1,000km²の地域において1983年から1985年にかけて資源開発協力基礎調査を実施し、地質、地質構造、関係火成岩、鉱床の特性及びタングステンの鉱徴について報告した。

第3章 調査地域の一般地質及び鉱床

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、パリスカン期（ヘルシニアン期、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碎屑岩、これに貫入する中生代の花崗岩により構成される（第4図）。

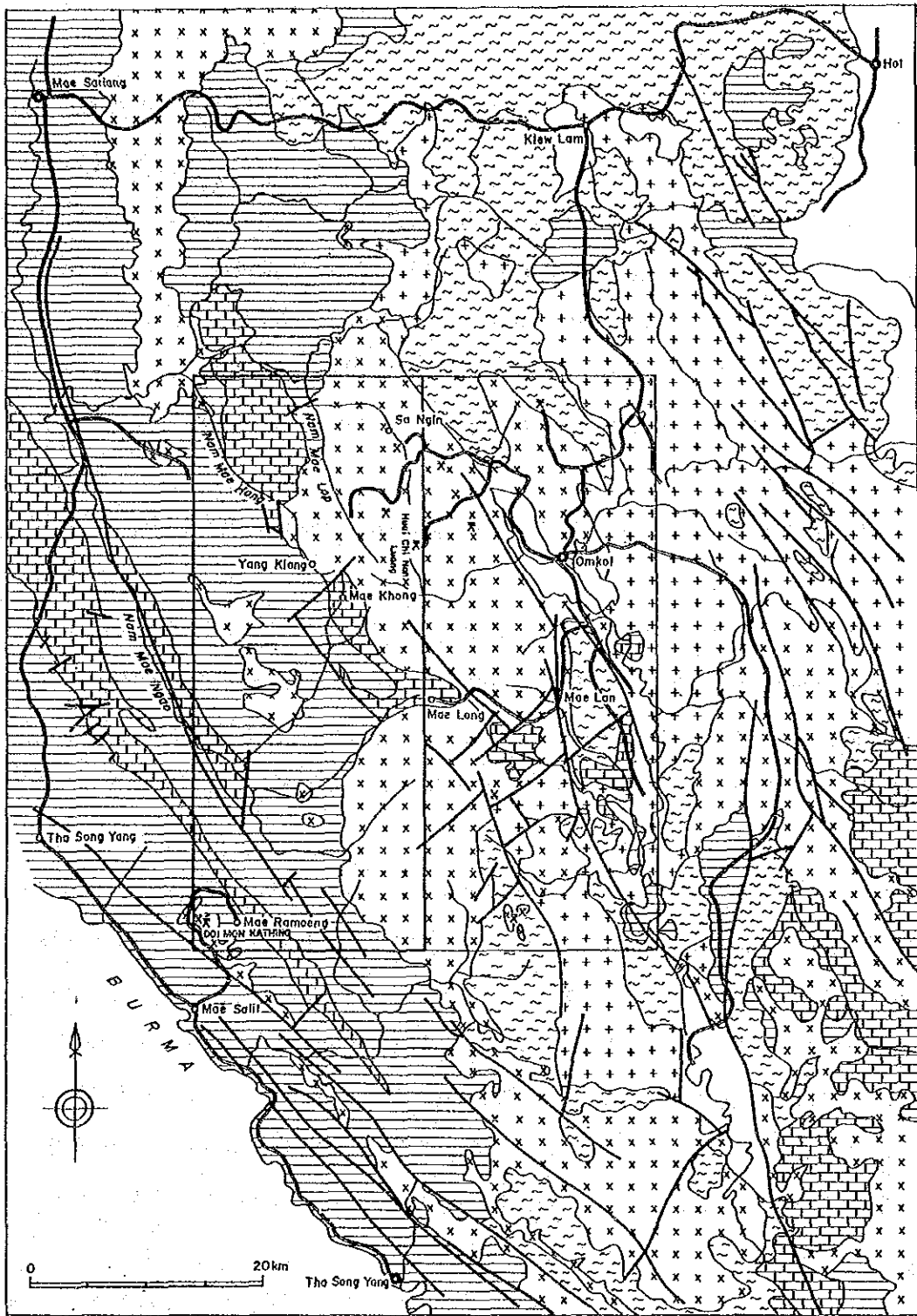
調査地域を概括すると、東部を南北に底盤状の花崗岩体が占め、西部には、古生代～中生代の堆積岩類が分布する。堆積岩類の構造は、NW-SE走向を示しており、この構造方向に調和して、花崗岩の岩株状岩体が地域中央部及び南西端に貫入する。

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、岩株状花崗岩の頂部、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、南西端のモンカティ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ク（Yong Ku）、パブン（Pha Pun）、パブドン（Pha Pun Dong）、ピッキ（Pi Tu Khi）、ヤップ沢（Huai Yarb）、スー沢（Huai Sia）などの錫、タングステン鉱山が、西側のメサリアン地域にはメラマ（Mae Lama）、パマーク（Pa Mark）などのタングステン鉱山がある。





L E G E N D

Geology

-  Quaternary ~ Tertiary
-  Ordovician limestone
-  Triassic ~ Cambrian Sediments
-  Metamorphic rocks (Pre-cambrian, Pre-carboniferous)
-  Triassic ~ Cretaceous granite
-  Carboniferous granite

-  Fault
-  Mine

Survey area

-  Yang Kiang area (1986)
-  Omkoi area (1983 ~ 1985)

第 4 图 広域地質図

第4章 調査地域の概要

4-1 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200kmに位置し、南北50km、東西20km、面積1,000 km²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 (Omkoï) 地域に西接する。

チェンマイから最寄の町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120kmにあるキュウラム (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170km、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われている。オムコイ～メサリアン間は114km、所要時間2時間、メサリアン～メサリット間は116km、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570km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751kmを約13.5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。

調査地域に通じる自動車道路は、オムコイから調査地域北東部のウツムヌア (U Tum Nua)、コプロル (Ko Pro Lu) を経由して中央部のヤンキャン (Yang Kiang)、メコン (Mae Khong) 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。この道路は、雨季には泥濘化して殆ど通行不能となる。

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。

4-2 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700~1,100mの比較的解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200mから1,800mまで約1,600m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、鉾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か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。

4-3 気候・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、800~900mm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。

4-4 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、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、焼畑地での米作が主体で、他に牧畜 (肉牛、水牛、豚)、織物、鉾業 (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。

最寄りの町オムコイは、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5章 調査結果の総括

本調査により、調査地域の地質及び鉱床については多くの基礎データが得られた。調査結果を検討し、本地区の地質、地質構造及び鉱床について総括的に述べる。

5-1 調査地域全域

5-1-1 地質

本調査地域の地質は、先カンブリア紀または先石炭紀の変成岩類、カンブリア紀-オルドビス紀、オルドビス紀、シルル紀-デボン紀、デボン紀-石炭紀、石炭紀-二畳紀、二畳紀-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から構成される。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、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。

K-Ar法年代測定の結果、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、本地区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・タングステン鉱化の時期、40Maは硫化鉱の鉱化の時期を示すものと推定される。

地質構造の主要な方向は、NW-SE系、N-S系、NE-SW系である。堆積岩類の走向は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。

5-1-2 鉱床

調査地域内の鉱床としては、底盤状北東花崗岩体中の二次鉱床及び南西端岩株状モンカティン花崗岩体中の初生鉱床と二次鉱床とがある。北東花崗岩体中の鉱床は、砂礫層を対象とする現地残留堆積性鉱床で、数か所に旧採掘場がある。鉱石鉱物は錫石を主として、灰重石を伴う。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、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。鉍石鉍物は、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、磁硫鉄鉍、硫砒鉄鉍、黄銅鉍、黄鉄鉍が鉍染する。

5-1-3 地化学探査結果

河床堆積物による地化学探査では、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。

モンカティン岩体は、鉍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。一方北東岩体では、サンギン沢～ウツム沢地区（A地区）、チノソルアン沢地区（B地区）、ヤンキャン部落周辺（C地区）の3地区に異常域が抽出された。このうち、チノソルアン沢地区は森林局の許可がおりないため、A地区及びC地区について、土壌地化学探査を実施した。

5-2 A地区

5-2-1 地質

本地区は三畳紀および白亜紀の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、その活動の順序は三畳紀に黒雲母花崗岩が底盤状に進入した後、白亜紀に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。

5-2-2 鉍床

本地域内には、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点在する。

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。

5-2-3 土壌地化学探査結果

地化学探査の結果、錫、タングステン、ニオブ、タンタルの異常域は、おおむね重複して抽出され、既存鉍床及び鉍徴地周辺の地形的高位域に点在分布している。このうち、比較的まとまった異常域についてトレンチ調査を実施した。

5-2-4 トレンチ調査

トレンチ調査の結果、ほとんどのトレンチからペグマタイトを主とする貫入岩脈を見出し、かつ、これらの品位分析は地化学異常に対応する値を示し、地化学異常の原因がペグマタイトであることを確認した。しかし、これらの岩脈類は一部のトレンチにおいてニオブ、タンタル、錫の比較的高い値を示したものの、いずれも初生鉱床としては低品位であることが判明した。地化学異常地周辺の沢のパンニング試料に錫、タングステン鉱物が含まれており、かつ地元民による多数の採掘跡が存在し、供給源はペグマタイトを主とする岩脈類であることを示唆している。しかしながら、二次鉱床形成の適地はほとんど採掘されており、新たに二次鉱床の発見される可能性は少ない。

5-3 C地区

5-3-1 地質

本地区はカンブリア紀～石炭紀堆積岩類と、三疊紀及び白亜紀の活動と推定される花崗岩類及び第四紀河川堆積物から構成される。

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、デボン紀～石炭紀の砂岩、頁岩と小規模にループペンダントで点在するカンブリア紀～オルドビス紀の砂岩、頁岩からなる。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、両者の分布、形状、岩質及び組織の差異からそれぞれ独立した岩体を形成しており、三疊紀の底盤状を示す黒雲母花崗岩の活動後、白亜紀に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。

5-3-2 鉱床

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、カンブリア紀～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、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。

5-3-3 土壤地化学探査

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。全体的にみれば、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鉍化作用と変質作用の存在を示唆している。

この錫、タングステン異常域及びニオブ、タンタル異常域に対してボーリング調査を実施した。

5-3-4 ボーリング調査

ボーリング調査の結果、錫、タングステン異常域では、広さ50×50m～500×500m、厚さ5～50mの規模を持つ堆積岩類がルーフペンダントとして数か所に点在することが確認された。鉍徴は、花崗岩と堆積岩との境界部あるいは堆積岩中に見られ、石灰岩あるいは石灰質岩を交代した接触交代鉍床が形成されている。スカルンは、緑レン石、ヘデン輝石、角閃石、柘榴石、石英などからなる。鉍体はスカルン中に発達しており、主として閃亜鉛鉍、黄銅鉍を鉍染する部分と、多量の磁硫鉄鉍を鉍染し黄銅鉍を伴う部分とからなる。主要鉍石鉍物は閃亜鉛鉍、黄銅鉍、磁硫鉄鉍、黄鉄鉍で、方鉛鉍、灰重石、磁鉄鉍、硫砒鉄鉍、藍銅鉍等を少量伴っている。各鉍体は広さ20×20m～70×100m、厚さ5～10mの規模でレンズ状を呈し、連続性に乏しいが、それらの分布範囲は幅200～300m、延長3km以上の範囲に及ぶ。

さらに、C地区北北西約1kmの石灰岩地域では石灰岩の下位に優勢なスカルン帯及び塊状硫化鉍を確認し、C地区から北北西へ鉍化作用がより優勢になることが示された。

C地区及び北部石灰岩地域を合わせた埋蔵鉍量品位899,000t、Cu：0.49%、Pb：0.08%・Zn：1.17%、Ag：27g/tが試算されたが現状では採掘対象とするには低品位である。

しかし、C地区と北部石灰岩地域の間部には未調査のルーフペンダント状の石灰岩が分布しており、ゴッサンも見られることから、有望な鉍床の賦存する可能性が高く、さらに北部石灰岩地域から北北西へも鉍化帯の拡大が期待される。

第6章 結論及び提言

6-1 結論

本調査では、第1年次に地質概査及び河床堆積物による地化学探査、第2年次に地質精査及び土壌地化学探査、第3年次にトレンチ調査及びボーリング調査を実施し、段階的に有望地域を集約して次の結論を得た。

(1) 各種の岩相区分と年代測定により、地質層序が確立された。花崗岩は5つの岩体に区分され、化学分析からいずれもがS-タイプ及び錫花崗岩であることが示された。

(2) 調査地域内の既存鉱床は調査地域南東部モンカティン花崗岩体中に胚胎する含錫タングステン石英脈と地域東部の花崗岩分布域に点在する錫、タングステンの二次鉱床がある。前者はすでに開発されており探鉱の余地は少ない。後者はいずれも小規模な採掘跡が存在するのみである。

(3) 第1次、第2次の調査結果から有望地区としてA地区（サンギン沢～ウツム沢）とC地区（ヤンキャン部落周囲）の2地区が抽出され、前者ではトレンチ調査、後者ではボーリング調査を実施し、次の結論を得た。

A地区

(i) 殆どのトレンチでペグマタイト脈を主とする貫入岩脈が確認され、これら岩脈の分析品位はほぼ地化学高異常値に相当する値が得られ、地化学高異常がペグマタイトに起因することが明らかとなった。

(ii) 一部のトレンチでは錫、ニオブ、タンタルに比較的高い値を示したが、いずれも初生鉱床としては低品位である。

(iii) 上記トレンチを含む地化学高異常域周辺の沢のパンニング試料に錫、タングステン鉱物が認められ、地元民による二次鉱床採掘跡が点在することから、ペグマタイトを主とする岩脈類が二次鉱床の供給源であることを示唆した。

(iv) しかしながら、二次鉱床賦存の適地はほとんど、採掘あるいは探鉱されており、新規に二次鉱床が見つかる可能性は少ない。

C地区

(i) 堆積岩類は花崗岩分布域にルーフペンダントの小規模岩体で点在する。

(ii) 鉱床は花崗岩類と堆積岩類との境界部及び堆積岩中に認められ、石灰岩あるいは石灰質岩を交代した接触交代鉱床である。比較的優勢なスカルン及び鉱徴がC地区北北西1kmの石灰岩地域でも確認され、鉱化作用は北北西へ向かって優勢となる傾向がある。

(iii) 鉱石鉱物は閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、灰重石、磁鉄鉱であり、このほかビスマス鉱物、銀鉱物を微量含む。このうち比較的含有量の多い有用鉱物は、閃亜鉛鉱、黄銅鉱である。

(iv) 銅、亜鉛を対象とする埋蔵鉱量899,000t、平均品位Cu：0.49%、Pb：0.08%、Zn：1.17%、Ag：27g/tが試算された。しかし、現状では採掘対象としては品位が低い。

6-2 将来への提言

C地区では確認された鉱化帯の周辺部、延長部へかけて鉱床の拡大が期待される。特に、石灰岩の卓越するC地区北方へ鉱化はより優勢となる傾向にあることから、C地区北側延長部が有望な地域として挙げられる。

鉱床は硫化鉱床であることからIP法等の電気探査を併用することにより有望地区を集約し、ボーリングにより鉱床の規模、品位等を確認することが望まれる。

第Ⅱ部 各論

第Ⅱ部 各論

第1章 調査地域の地質

1-1 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、先カンブリア紀また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、第四紀の砂礫層に分けられ、花崗岩類は三畳紀及び白亜紀の活動とされている。

本調査結果では、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、地域全体では露頭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、地質区分、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5図、第6図に示した。

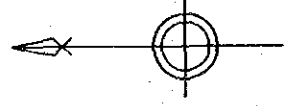
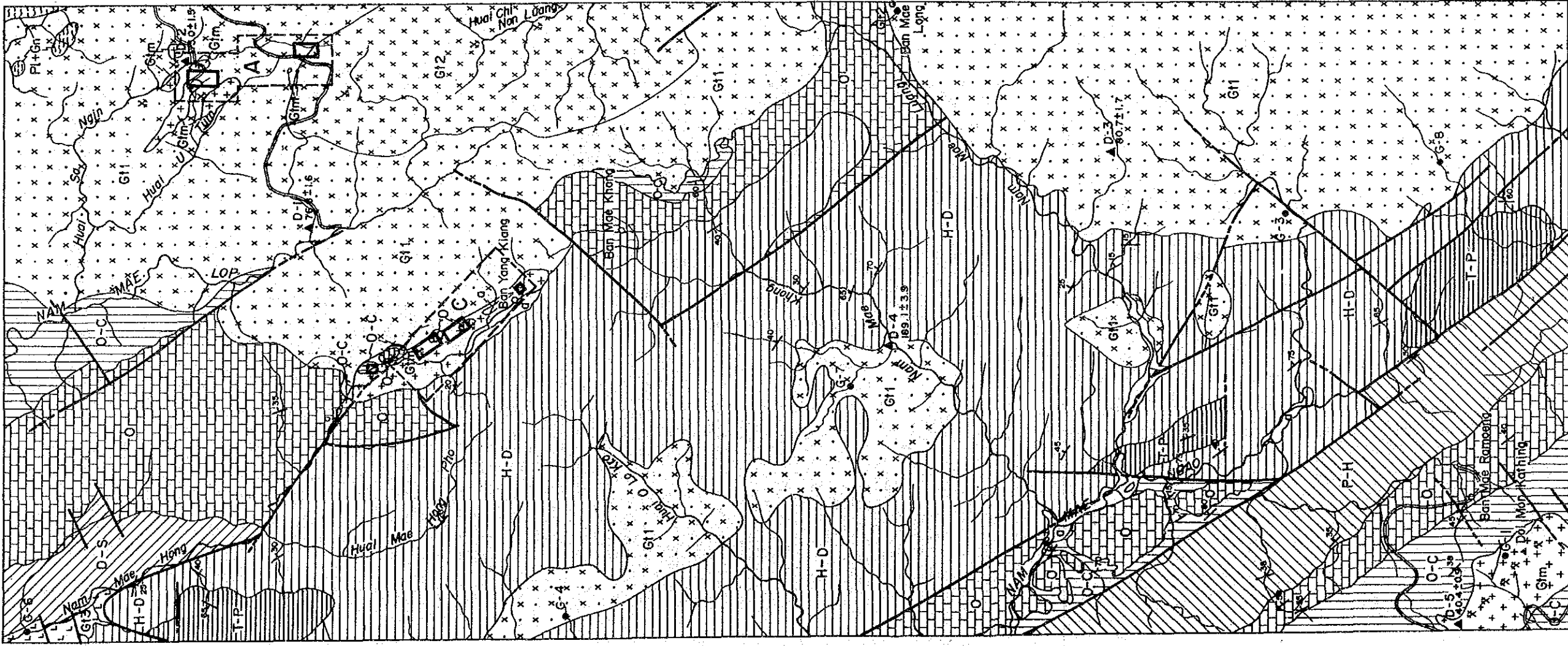
本調査地域内に分布する堆積岩類は、第5図、第6図のように分類できるが、地域南西部メングオ川に平行するNW-SE方向の断層によって、堆積環境の異なる北東地域と南西地域に区画されている。すなわち、北東地域のオルドビス紀石灰岩層は、石灰岩を主体とし、チャート、頁岩を挟在するのに対して、南西地域のそれは石灰岩、石灰質頁岩、頁岩が同量程度に互層する。またこの石灰岩層の上位に累重する地層も、北東地域ではシルル紀～石炭紀の堆積岩がほぼ整合に堆積し、その上位に二畳系～三畳系が不整合に堆積しているのに対し、南西地域では、石灰岩層の上位には、シルル系、デボン系を欠いて、石炭系～二畳系が堆積している。ただし、最下位層のカンブリア紀～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。

以下各層について記載する。

1-1-1 先カンブリア紀または先石炭紀変成岩

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



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
- Cambrion

2. Granitic rocks

- G1m medium-grained two mica granite
- G12 medium to coarse-grained biotite granite (massive)
- G11 medium to coarse-grained biotite granite (foliated)
- G13 coarse-grained amphibole biotite granite

3. Metamorphic rocks

- Pre-Carboniferous PltGn paragneiss

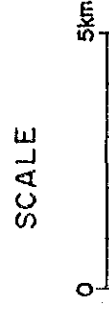
4. Geologic symbols

- fault
- strike and dip
- mines (active)
- mines (inactive)
- samples for chemical analysis and K-Ar dating, and their age (Ma)
- samples for chemical analysis

5. Survey area

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

modified from phase I (1988)



第 5 図 ヤンキン地域地質図

A G E		Geological columns		Lithology		Igneous activity	Minerali- zation
		southwestern area	northeastern area	southwestern area	northeastern area		
CENOZOIC	Quaternary			gravel and sand			
	Tertiary			two mica granite			
MESOZOIC	Cretaceous			two mica granite			
	Jurassic						
	Triassic			sandstone shale limestone			
PALEOZOIC	Permian			tuff			
	Carboniferous			shale sandstone		shale	
	Devonian					sandstone limestone	
	Silurian					chert	
	Ordovician			limestone shale		limestone	
	Cambrian			sandstone shale limestone chert		sandstone shale limestone chert	
PRECAMBRIAN				paragneiss			

第 6 图 模式層序图

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。

1-1-2 カンプリア紀～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受けており、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 $N-S \sim NW-SE/30^{\circ} \sim 65^{\circ} W$ 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、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 $N-S \sim N40^{\circ} W/15^{\circ} \sim 70^{\circ} E$ 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 $N35^{\circ} \sim 40^{\circ} W/38^{\circ} \sim 55^{\circ} E$ 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。

1-1-3 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、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、スカル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-SE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ブリア紀～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。

1-1-4 シルル紀～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。

1-1-5 デボン紀～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、デボン紀前期～石炭紀古期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（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-SE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鉱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、鉱化作用は全く認められない。

1-1-6 石炭紀～二疊紀堆積岩類

本岩類は、地域南西部においてNW-SE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-SE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及びシルル紀～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。

1-1-7 二疊紀～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。

1-1-8 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、礫から構成される。

1-2 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、従来はすべて三疊紀の活動とされていた。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。

1-2-1 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、メロン村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。

本岩体のほぼ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

1-2-2 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、地質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、チタン鉄鉱、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 (1977) 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、鉱化変質は伴っていない。

1-2-3 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どである。Ishihara (1977) の磁鉄鉱系列に属する。

1-2-4 中央部岩体

本岩体は調査地域中央部のオロクロ沢 (Huai O Lokro)、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からなり、頁岩との接触部

においても殆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い、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。

1-2-5 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。

1-3 地質構造

1-3-1 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、三疊紀～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-SE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～三疊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-SE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～二疊系の堆積岩が分布しており、各層はNW-SE走向で北東方向に単傾斜する構造を示している。

1-3-2 断層

本調査地域内には、NW-SE系、NE-SW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-SE方向であり、主要構造方向はNW-SE方向であると考えられ、NE-SW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-SE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。

1-4 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）、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、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。

調査地域にも、錫・タングステンの初生鉱床とその二次鉱床及びスカルン鉱床が分布する。前二者は調査地域北東部の底盤状花崗岩体及び南西端の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鉱床であり、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鉱脈鉱床及びそれに由来する二次鉱床である（第5図）。スカルン鉱床は、ヤンキャン部落の北北西に位置する。

1-4-1 北東部の鉱床

この地区には、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鉱床分布域にはペグマタイト、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。

北東部の鉱床は前述の2地区のほかに小さな採掘跡が各所に点在する。鉱石は錫石が主であり、灰重石も認められる。

1. 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鉱床である。

2つの沢はNW-SE方向の尾根（標高1,300~1,400m）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2t/月の精鉱を生産した。鉱石鉱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。

パンニング試料では、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4表）。

2. チノルアン沢地区

調査地区東端部に位置し、周囲は標高1,100～1,200m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1～2m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2t/月の精鉱を生産したといわれる。鉱石鉱物は殆どが錫石である。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。

パンニング試料では、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）。

1-4-2 ヤンキャン部落北方の鉱床

調査地域中央部ヤンキャン部落の北北西約1km及びさらに北方約1kmの2か所に旧坑が存在する。

前者は小規模な探鉱坑道で坑口近くから崩落している。鉱床はスカルン化を受けたカンブリア紀～オルドビス紀堆積岩類及びその下位の珪化した両雲母花崗岩中に微量の閃亜鉛鉱、黄銅鉱、灰重石が鉱染する接触交代鉱床である。

後者は、およそ50m×7mの規模で最大10m掘り下がった坑内採掘跡である。採掘の経緯、実績等は不明である。

地表では80×40×50mの範囲に鉱化帯が見られ地表酸化帯、スカルン帯、珪化帯、両雲母花崗岩に区分される。

採掘跡は珪化帯中に展開しており、磁鉄鉱、黄銅鉱が鉱染状に見られる。

1-4-3 南西部モンカティン地区の鉱床

1. 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・タングステン鉱山が集中している。

これらの鉱山は、第7図に示す様に、NW-SE方向の線上に配列し、このうちメモイ鉱山が最大の規模をもち、メサリットルアン鉱山がこれに次ぐ。

鉱山は、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15kmで国道1085号線と接続する。

メサリットルアン、メモイ、モルの各鉱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), メコプド沢(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。ピリコ鉱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。

2. 地質・鉱床

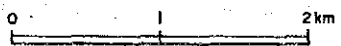
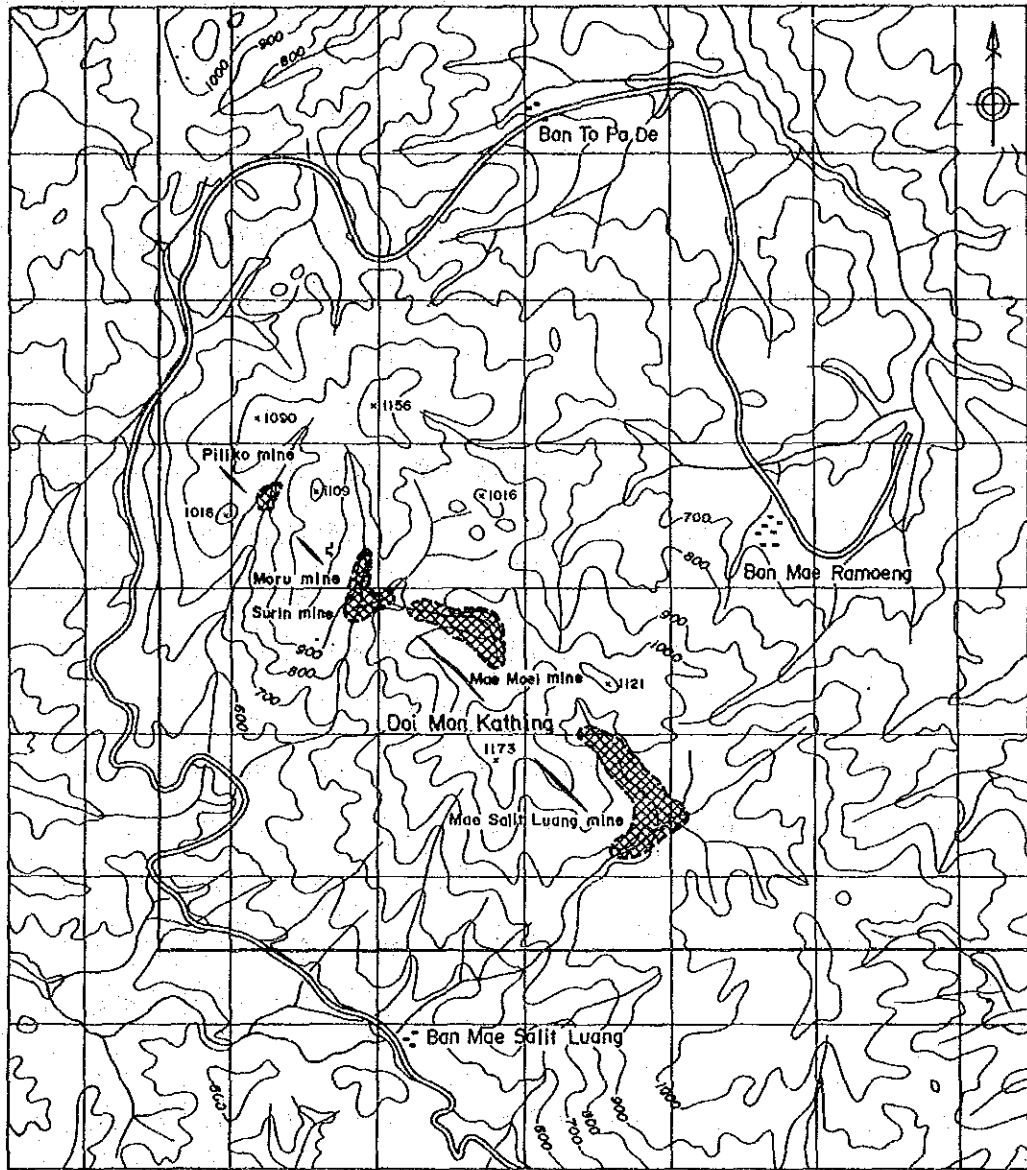
本地区の地質は、古生代カンブリア紀の堆積岩類とこれに貫入する岩株状花崗岩からなる。カンブリア系は、頁岩、砂岩、チャートからなり、鉱床付近のものは、片状ホルンフェルスとなっている。花崗岩は、両雲母花崗岩で鉱山付近では電気石も認められる。

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

(i) 錫・タングステン石英脈

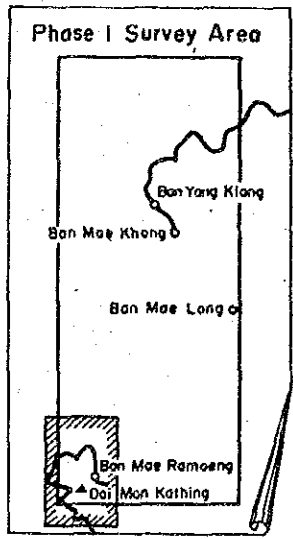
石英脈は各所に見られるが、鉱化脈はモンカティン山からNNWに延びる尾根部の標高1,000m前後の位置に限って分布する。脈の走向・傾斜はNW-SE/75-90°W, 脈幅は数cm~80cmを示す。これらの脈は、南東側からメサリットルアン、メモイ、モル、ピリコの各鉱山にかけて延長4kmの間に点在して認められ、一つの鉱山での規模は5~20m間隔で7~8条の平行脈として賦存し、延長は30~100mと推定される。

鉱石鉱物は、主として鉄マンガン重石を主として、錫石を伴うほか、黄鉄鉱、黄銅鉱、硫砒



LEGEND

- Sn/W Quartz Vein
- Secondary Deposit
- Car Road
- Village
- Mountain
- Mon Kathing Area



第 7 図 モンカティン地区鉱床分布図

鉄鉱が認められる。ピリコ鉱山の錫石石英脈、メサリットルアン鉱山の錫石・鉄マンガ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)。

(ii) 錫・タングステン鉱染花崗岩

上記鉱化脈の周辺部の花崗岩には、硫砒鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱などの硫化鉱物が鉱染し、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。

(iii) 原地残留堆積鉱床

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・鉄マンガ重石などの重鉱物を含む。

(iv) 鉱山概要

本地区の鉱床は、第二次大戦後から本格的に開発され、メモイ、メサリットルアン鉱山を中心に発達し、現在は5つの鉱山が存在する。

採掘は、鉱脈鉱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、精鉱を得ている。風化部及び二次鉱床は圧力水により洗流し、洗鉱樋を通して精鉱を回収している。

各鉱山とも鉱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。

各鉱山の概況は次の通りである。

(a) メモイ鉱山

モンカティン山の北側の尾根部に分布する鉱脈鉱床とその北側に分布する二次鉱床を採掘している。鉱脈鉱床では浅部を殆ど掘りつくし、現在はその下部を直径2m程度の立坑を5~10m掘り下げ採掘している。坑口には木の支柱を組み、掘出した鉱石、廃石はバケツに入れロープで地上に引き上げられる。このような立坑が鉱脈に沿って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/月の精鉱を生産する。

標高約1,000mの山元には、鉱山事務所、選鉱場、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。

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	ピリコ鉍山	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	ピリコ鉍山	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	53.1	0.02	0.17

(b) メサリットルアン鉱山 (ウィジン鉱山; Wijin mine)

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

(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る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) ピリコ鉱山

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、従業員約20人、精鉱生産量約1.5t/月である。

(v) 鉱石分析結果

メモイ鉱山、ピリコ鉱山の錫・タングステン精鉱とピリコ鉱山の錫石、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表に示した。

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、タンタルを殆ど伴わないことが特徴である。

1-5 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関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Chappell & White (1974), White & Chappell (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鉱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。採取位置は第 5 図, 分析結果は第 3 表に示した。

1-5-1 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 80.7~87.7, 南東岩体で 79.3~84.8, 北西岩帯で 79.5, 中央部岩体で 80.5~84.5, モンカティン岩体で 89.1~89.6 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 8 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, SiO_2 が強い相関をみせるほかは Na_2O , K_2O に弱い相関が認められる。負の相関を示す成分は TiO_2 , FeO , MnO , MgO , CaO , BaO である。相関性の認められない成分は Al_2O_3 , P_2O_5 , 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, K_2O に正の相関, TiO_2 , 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, Fe_2O_3 , FeO , MnO , Sn で大きな差が認められる。北西岩体は, 1 試料のみであるが D.I. が低いにも拘わらず, 高 K_2O , 低 CaO , Na_2O , Al_2O_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・分化過程やその後の鉱化作用の影

響を反映しているものと考えられる。

ノルム鉱物について考察すると、ノルム石英、斜長石、正長石による花崗岩類の分類（第9図）では、全試料とも狭義の花崗岩の領域プロットされ、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、そ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、Chappell & 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。

Chappell & White (1974)、White & Chappell (1977) の花崗岩の主成分によるS-types、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10図）では、S-typeは比較的 Na_2O に乏しく、 K_2O が5%前後のときは Na_2O が3.2%以下、 K_2O が2%前後のときは Na_2O 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11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。また今回の結果では、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。

CaO 、 Na_2O 、 K_2O 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、 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 K_2O/Na_2O 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。そ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 CaO が減少し SiO_2 が増大しても K_2O 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12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 Fe_2O_3/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13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、 Fe_2O_3/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 Fe_2O_3/FeO 比に反映されないためと考えられる。

1-5-2 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、9~64ppm で、モンカティン岩体の2試料を除けば、13~17ppm とほぼ一定である。モンカティン岩体の試料 D-5 は 64ppm 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) が指摘する錫石 - 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、9ppm 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 3ppm と報告し、Tischendorf (1977)

第 3 表 花崗岩試料化學分析結果一覽表

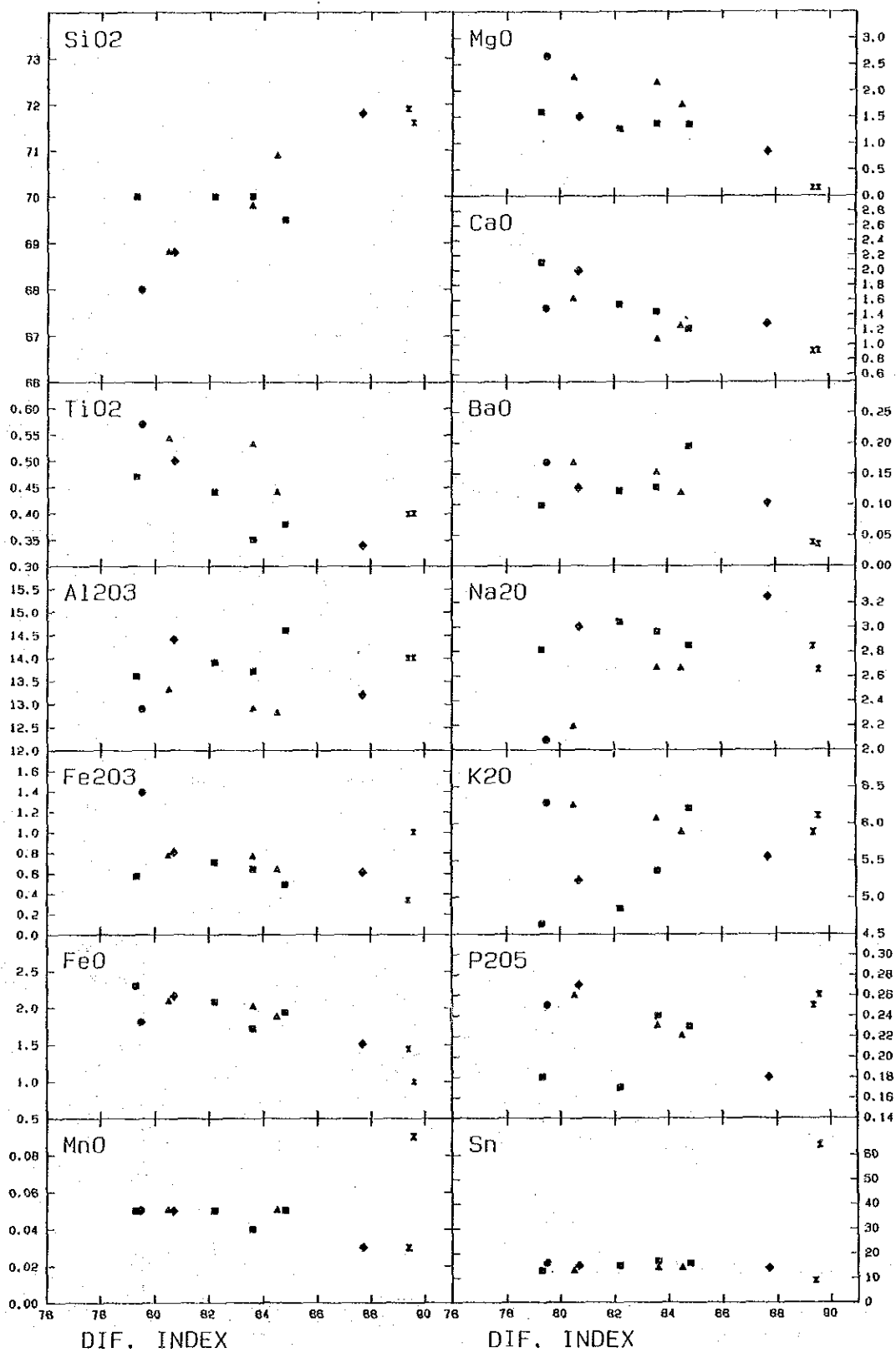
Sample No.	D-1		D-2		D-3		D-4		D-5		G-1		G-2		G-3		G-4		G-6		G-7		G-8			
	biotite granite	northeast	biotite granite	northeast	biotite granite	southeast	biotite granite	center	two mica granite	Mon Kathing	two mica granite	Mon Kathing	Altered granite	southeast	biotite granite	southeast	biotite granite	center	biotite granite	northwest	biotite granite	center	biotite granite	center	biotite granite	southeast
mass																										
SiO ₂	68.80	71.80	70.00	70.00	69.80	71.60	71.90	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.90	68.00	68.00	70.90	68.80	68.80	68.80	69.50	
TiO ₂	0.50	0.34	0.47	0.47	0.53	0.40	0.40	0.44	0.44	0.40	0.40	0.44	0.44	0.35	0.35	0.35	0.44	0.44	0.57	0.57	0.44	0.54	0.54	0.54	0.38	
Al ₂ O ₃	14.40	13.20	13.60	13.60	12.90	14.00	14.00	13.90	13.90	14.00	14.00	13.90	13.90	13.70	13.70	13.70	12.80	12.80	12.90	12.90	12.80	13.30	13.30	13.30	14.60	
Fe ₂ O ₃	0.80	0.61	0.57	0.57	0.76	1.00	0.34	0.71	0.71	0.34	0.34	0.71	0.71	0.64	0.64	0.64	0.63	0.63	1.39	1.39	0.63	0.77	0.77	0.77	0.49	
FeO	2.16	1.51	2.30	2.30	2.01	1.00	1.44	2.08	2.08	1.44	1.44	2.08	2.08	1.72	1.72	1.72	1.87	1.87	1.80	1.80	1.87	2.08	2.08	2.08	1.94	
MnO	0.05	0.03	0.05	0.05	0.04	0.09	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
MgO	1.50	0.84	1.58	1.58	2.14	0.15	0.15	1.27	1.27	0.15	0.15	1.27	1.27	1.37	1.37	1.37	1.73	1.73	2.65	2.65	1.73	2.23	2.23	2.23	1.35	
CaO	1.99	1.28	2.10	2.10	1.07	0.92	0.91	1.54	1.54	0.91	0.91	1.54	1.54	1.44	1.44	1.44	1.25	1.25	1.49	1.49	1.25	1.61	1.61	1.61	1.21	
Na ₂ O	3.00	3.25	2.81	2.81	2.66	2.65	2.84	3.04	3.04	2.84	2.84	3.04	3.04	2.96	2.96	2.96	2.66	2.66	2.08	2.08	2.66	2.19	2.19	2.19	2.85	
K ₂ O	5.23	5.55	4.63	4.63	6.06	6.10	5.88	4.84	4.84	5.88	5.88	4.84	4.84	5.36	5.36	5.36	5.88	5.88	6.28	6.28	5.88	6.25	6.25	6.25	6.21	
P ₂ O ₅	0.27	0.18	0.18	0.18	0.23	0.26	0.25	0.17	0.17	0.25	0.25	0.17	0.17	0.24	0.24	0.24	0.22	0.22	0.25	0.25	0.22	0.26	0.26	0.26	0.23	
BaO	0.127	0.103	0.098	0.098	0.151	0.035	0.038	0.122	0.122	0.038	0.038	0.122	0.122	0.127	0.127	0.127	0.119	0.119	0.169	0.169	0.119	0.167	0.167	0.167	0.195	
LOI	0.69	0.41	0.84	0.84	1.06	1.08	0.93	0.87	0.87	0.93	0.93	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.87	0.87	1.60	1.60	0.87	1.43	1.43	1.43	1.02	
Total	99.517	99.103	99.228	99.228	99.411	99.285	99.108	99.032	99.032	99.285	99.108	99.032	99.032	98.827	98.827	98.827	99.419	99.419	99.229	99.229	99.419	99.677	99.677	99.677	100.025	
Sn (ppm)	15	14	13	13	14	64	9	15	15	64	9	15	15	17	17	17	14	14	16	16	14	13	13	13	16	
Q	24.42	27.39	28.19	28.19	25.27	31.14	30.61	27.90	27.90	31.14	30.61	27.90	27.90	26.85	26.85	26.85	27.25	27.25	24.83	24.83	27.25	25.01	25.01	25.01	24.00	
C	0.83	0.00	0.58	0.58	0.57	1.99	1.91	1.27	1.27	1.99	1.91	1.27	1.27	0.99	0.99	0.99	0.31	0.31	0.57	0.57	0.31	0.63	0.63	0.63	1.54	
or	30.91	32.80	27.36	27.36	35.81	36.05	34.75	28.60	28.60	36.05	34.75	28.60	28.60	31.68	31.68	31.68	34.75	34.75	37.11	37.11	34.75	36.94	36.94	36.94	36.70	
ab	25.39	27.50	23.78	23.78	22.51	22.42	24.03	25.72	25.72	22.42	24.03	25.72	25.72	25.05	25.05	25.05	22.51	22.51	17.60	17.60	22.51	18.53	18.53	18.53	24.12	
an	8.11	5.04	9.24	9.24	3.81	2.87	2.88	6.53	6.53	2.87	2.88	6.53	6.53	5.58	5.58	5.58	4.76	4.76	5.76	5.76	4.76	6.29	6.29	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	0.00	0.00	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	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	3.94	5.33	0.37	0.37	3.16	3.16	0.37	0.37	3.16	3.16	3.41	3.41	3.41	4.31	4.31	6.60	6.60	4.31	5.55	5.55	5.55	3.36	
fs	2.57	1.74	3.07	3.07	2.26	0.52	1.76	2.60	2.60	0.52	1.76	2.60	2.60	2.13	2.13	2.13	2.28	2.28	1.31	1.31	2.28	2.38	2.38	2.38	2.62	
mt	1.16	0.88	0.83	0.83	1.10	1.45	0.49	1.03	1.03	1.45	0.49	1.03	1.03	0.93	0.93	0.93	0.91	0.91	2.02	2.02	0.91	1.12	1.12	1.12	0.71	
il	0.95	0.65	0.89	0.89	1.01	0.76	0.76	0.84	0.84	0.76	0.76	0.84	0.84	0.66	0.66	0.66	0.84	0.84	1.08	1.08	0.84	1.03	1.03	1.03	0.72	
ap	0.63	0.42	0.42	0.42	0.53	0.60	0.58	0.39	0.39	0.60	0.58	0.39	0.39	0.56	0.56	0.56	0.51	0.51	0.58	0.58	0.51	0.60	0.60	0.60	0.53	

Sample locations are shown in Fig. 5.

第4表 花崗岩の化学特性と花崗岩系列の分類

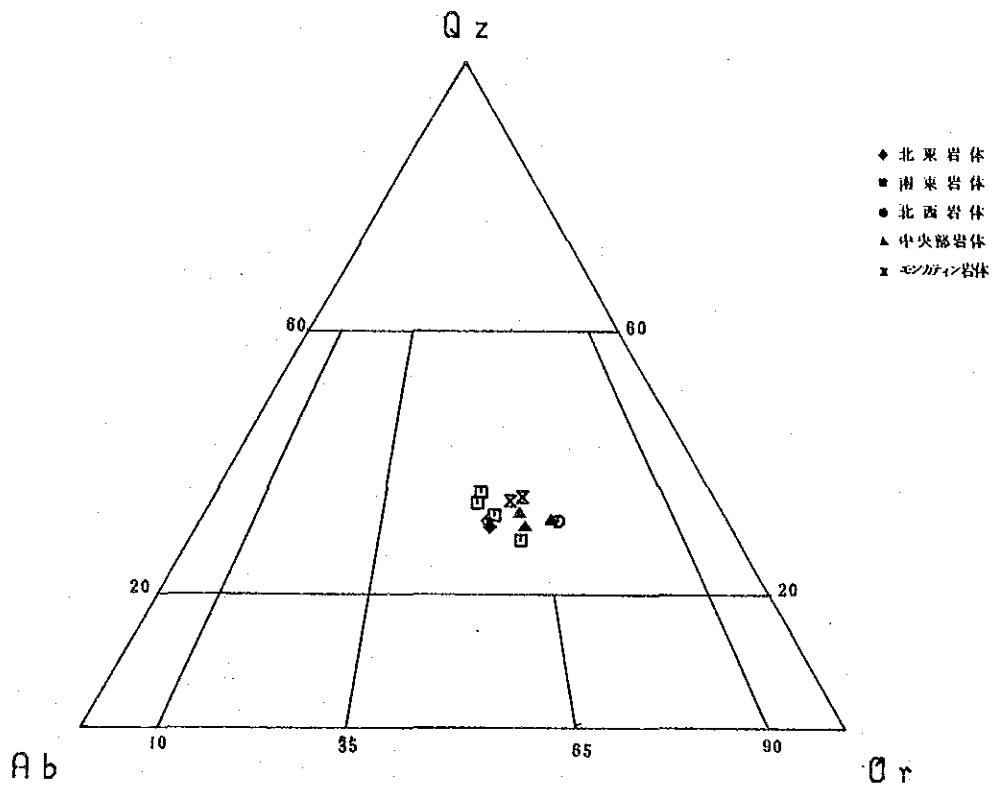
項目 試料番号	採取位置	岩石名	手法別の花崗岩系列の判別						検鏡結果 (鉱物組成 モート不透明物量)
			ソルコランダム	Na ₂ O/K ₂ O	Al ₂ O ₃ (Na ₂ O+K ₂ O+CaO)	ACF	CNK	Fe ₂ O ₃ /FeO	
D-1	コブノイ部港北方	黒輝母花崗岩	I (0.83)	S (3.00-5.23)	I (1.01)	S	S	il (0.37)	mg
D-2	サンギン沢	黒輝母花崗岩	I (0.00)	S (3.25-5.55)	I (0.96)	S	S	il (0.40)	mg
D-3	ヤンカゴダミア部港西方	黒輝母花崗岩	I (0.58)	S (2.81-4.63)	I (1.01)	S	S	il (0.25)	mg
D-4	メコン沢・サテクロ部港合流点	黒輝母花崗岩	I (0.57)	S (2.66-6.06)	I (1.00)	S	S	il (0.38)	mg
D-5	モンカチイン山北東方2 km	両輝母花崗岩	S (1.99)	S (2.65-6.10)	S (1.11)	S	S	mg (1.00)	il
G-1	モンカチイン山	両輝母花崗岩	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	アリクロ部港西方	黒輝母花崗岩	I (0.99)	S (2.96-5.36)	I (1.03)	S	S	il (0.37)	mg
G-4	メハン沢	黒輝母花崗岩	I (0.31)	S (2.66-5.88)	I (0.98)	S	S	il (0.34)	mg
G-6	メホン川・クロンタ部港合流点	黒輝母花崗岩	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	黒輝母花崗岩	I (0.63)	S (2.19-6.25)	I (1.00)	S	S	il (0.37)	mg
G-8	セクラ部港西方	黒輝母花崗岩	S (1.54)	S (2.85-6.21)	I (1.07)	S	S	il (0.25)	il
備考			Chapel & White (1974) (S < 1.0, I < 1.0)	Chapel & Chapel (1977) White & Chapel (1977)	Chapel & White (1974) White & Chapel (1977) (S < 1.1, I < 1.1)	Fig. 11	Fig. 12	Fig. 13	

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

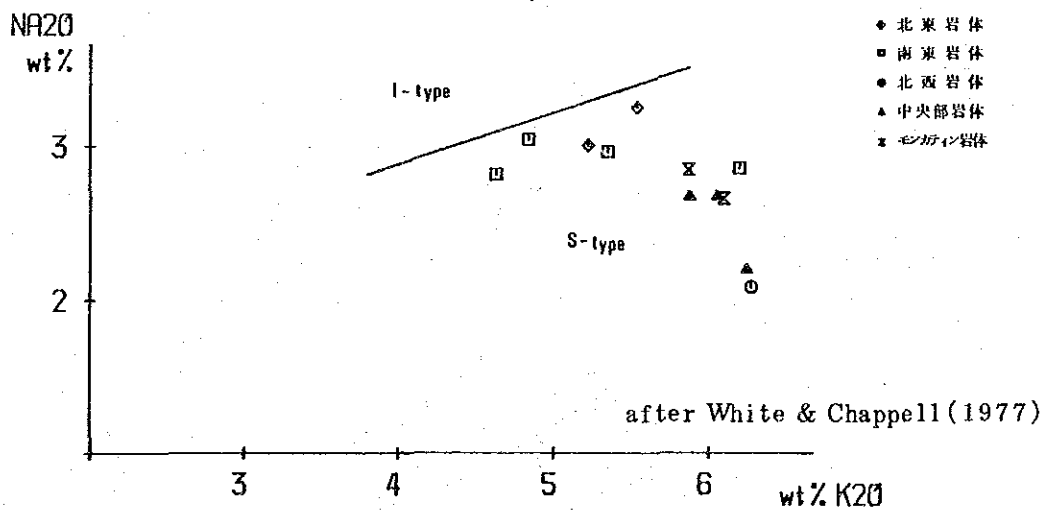


- ◆ 北東岩体
- 南東岩体
- 北西岩体
- ▲ 中央部岩体
- * モンザイト岩体

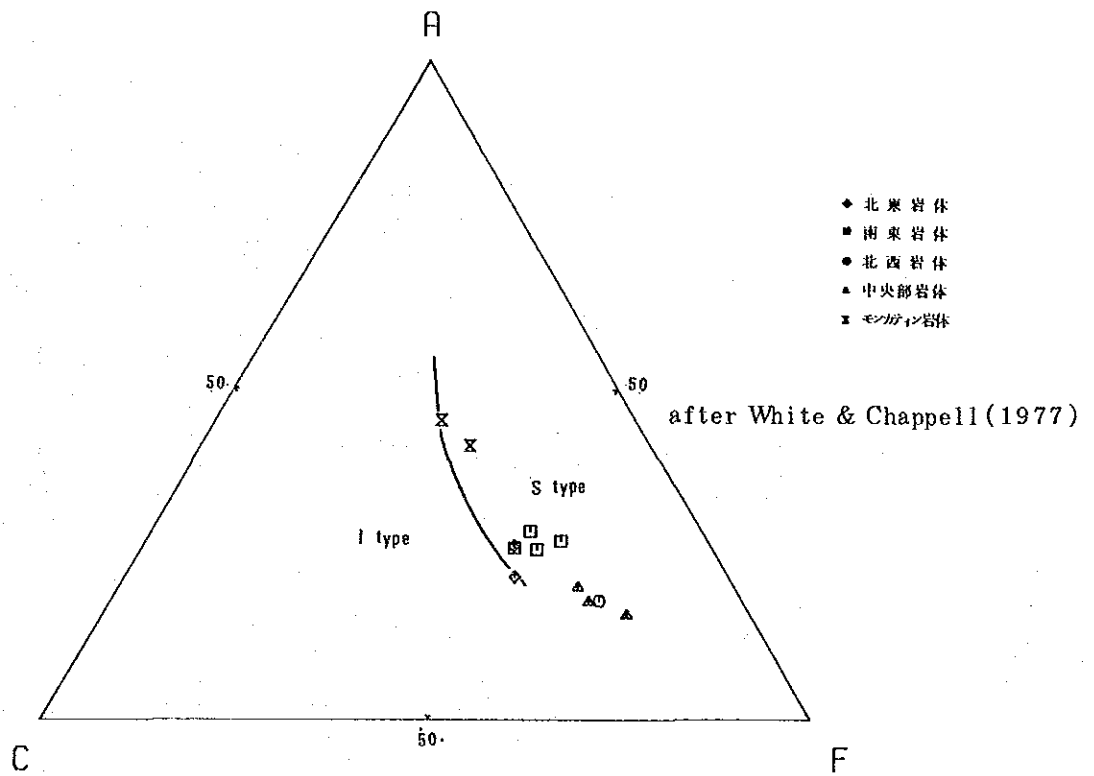
第 8 図 花崗岩類の化学組成図



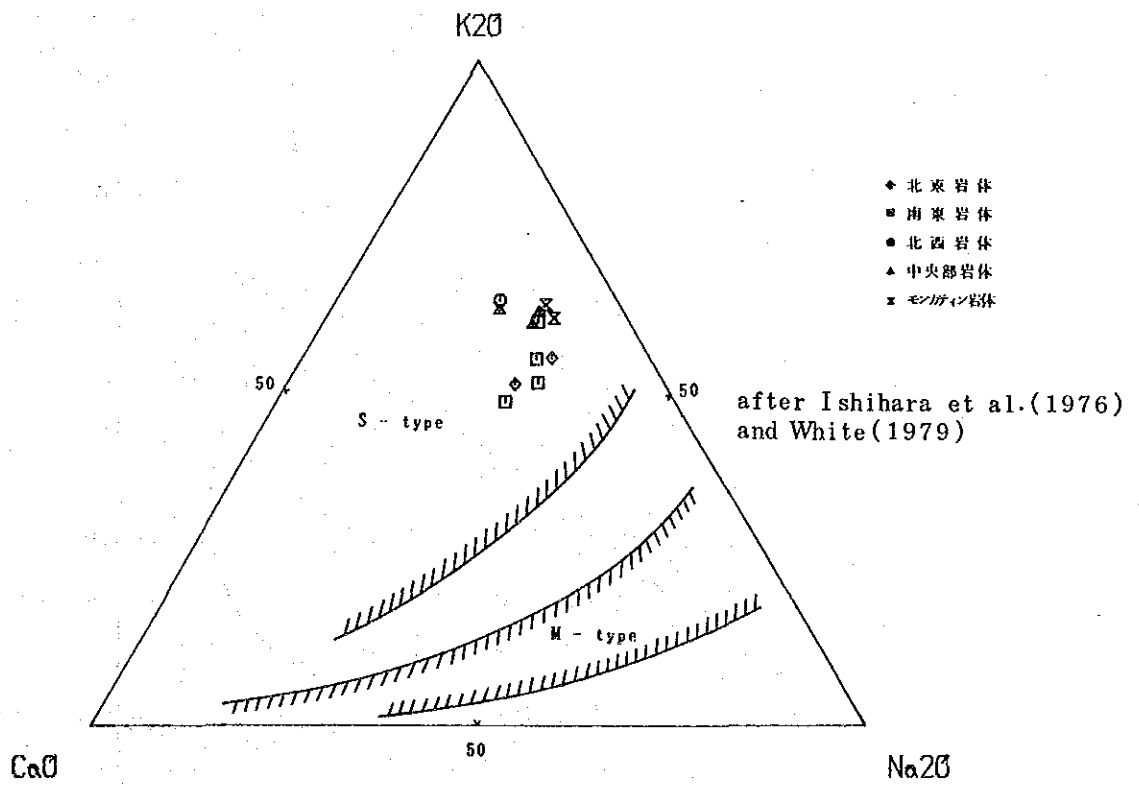
第 9 図 ノルム石英 - 斜長石 - 正長石図



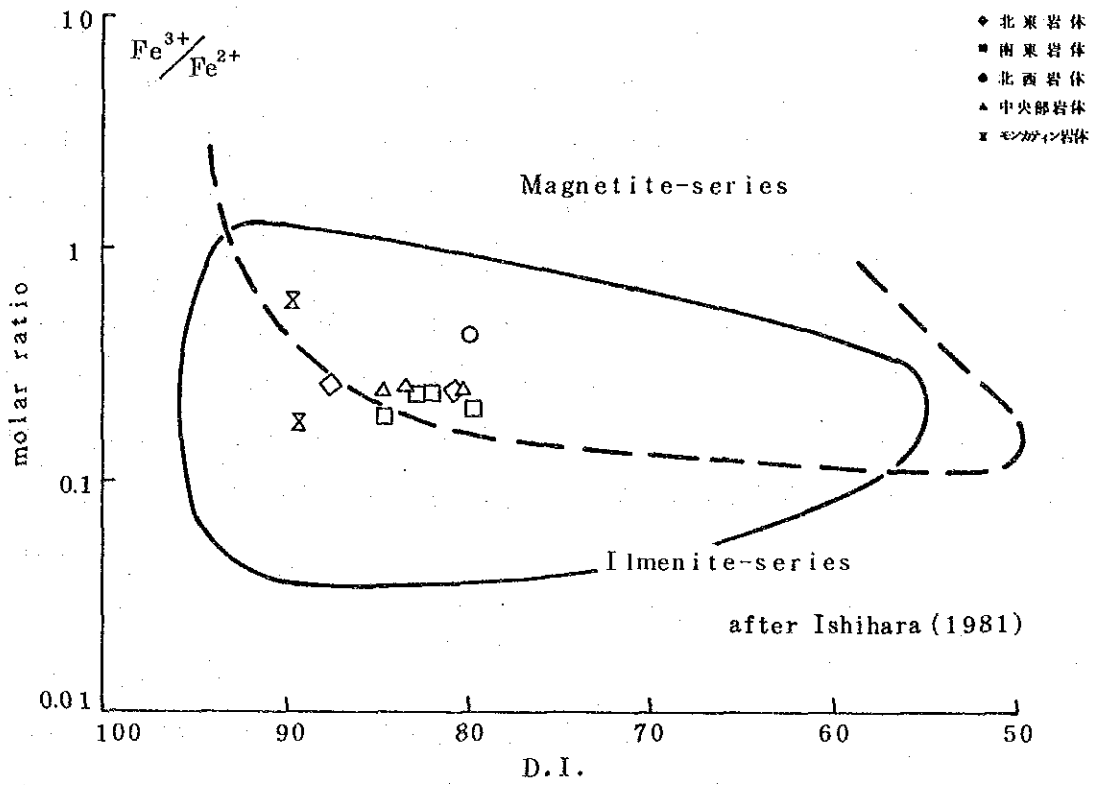
第 10 図 $K_2O - Na_2O$ 相関図



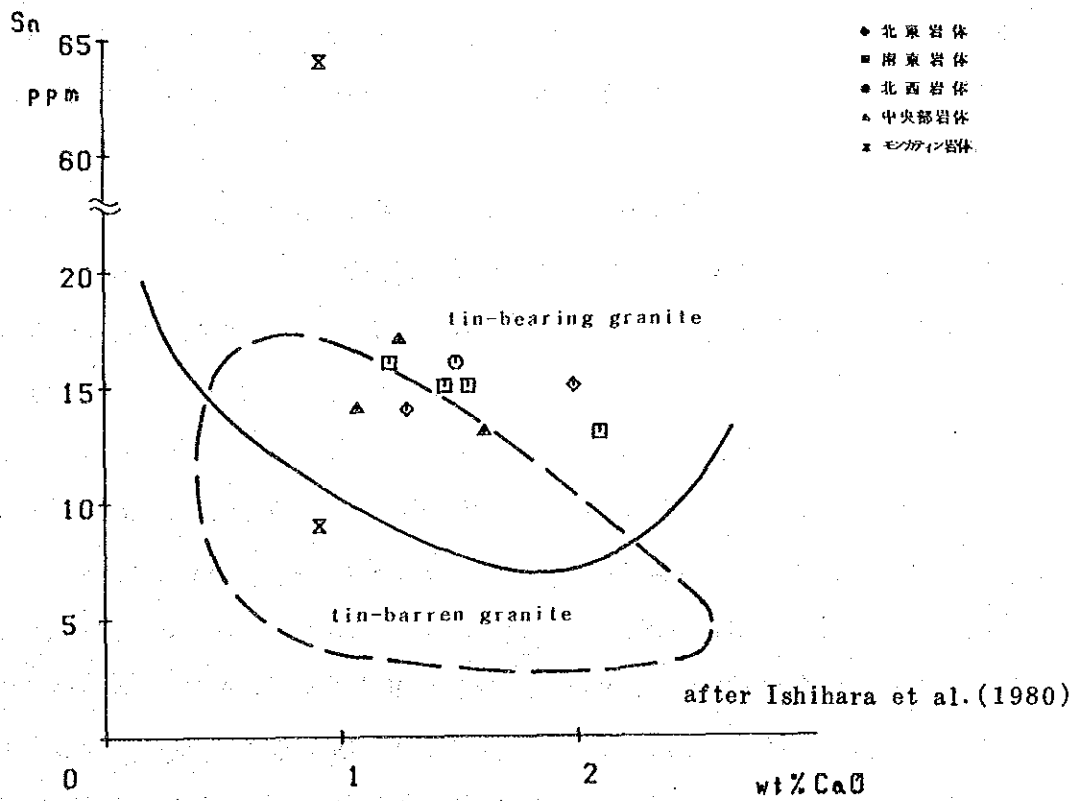
第 11 図 ACF ($\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} / \text{FeO} + \text{MgO}$) 図



第 12 図 CNK ($\text{CaO} - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$) 図



第13図 分化指数 - Fe^{3+}/Fe^{2+} 相関図



第14図 CaO - Sn 相関図

は錫鉍化作用に関して“normal granites”の含有量を4.3ppm “metallogenetically specialized granites”の含有量を 30 ± 15 ppmとし、15ppm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6.5ppm、錫不毛花崗岩の平均値を5.1ppm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14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15ppm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15ppm前後より高い場合には錫鉍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、13ppm以上と考えられることから錫花崗岩に分類され、錫鉍床を胚胎する可能性を示している。

1-5-3 鉍徴地における花崗岩類の地化学的特性

前項では、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、タングステンの鉍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、Chappell and White (1974)、White and Chappell (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。

ここでは、錫、タングステンあるいは銅、鉛、亜鉛の鉍徴地がみられるA地区（サンギン沢～ウツム沢）とC地区（ヤンキャン部落周辺）において黒雲母花崗岩と両雲母花崗岩の、それぞれの岩相から採取した合計11試料について全岩分析を行い、前項の結果と併せて花崗岩類の地化学特性についてさらに細かく検討した。

1. 分化指数とノルム鉍物

花崗岩類の主要化学成分及びノルム組成を第5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、前項で述べた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、前項の結果ともあわせて、第15図に示す。分化指数と主要成分は、 SiO_2 が強い正の相関を示す。負の相関を示す成分は、 TiO_2 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MnO 、 MgO 、 CaO 、 BaO である。特に CaO は、強い負の相関を示す。 Al_2O_3 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_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16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、全域での調査結果と一致する。

ノルムコランダムは、全域ではほとんどの試料から算出されており、A及びC地区でもすべての試料からコランダムが算出された。このことから調査地域の花崗岩は過アルミマグマから由来した花崗岩であると考えられる。

2. 主要化学成分による花崗岩系列の分類

S-タイプ、I-タイプの分類に従えば $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ の相関図（第17図）では、全域からの試料はすべてS-タイプの領域に分類された。しかし、A及びC地区からの試料は一部の試料（AR-5、AR-6、CR-3）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。

$\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ 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。

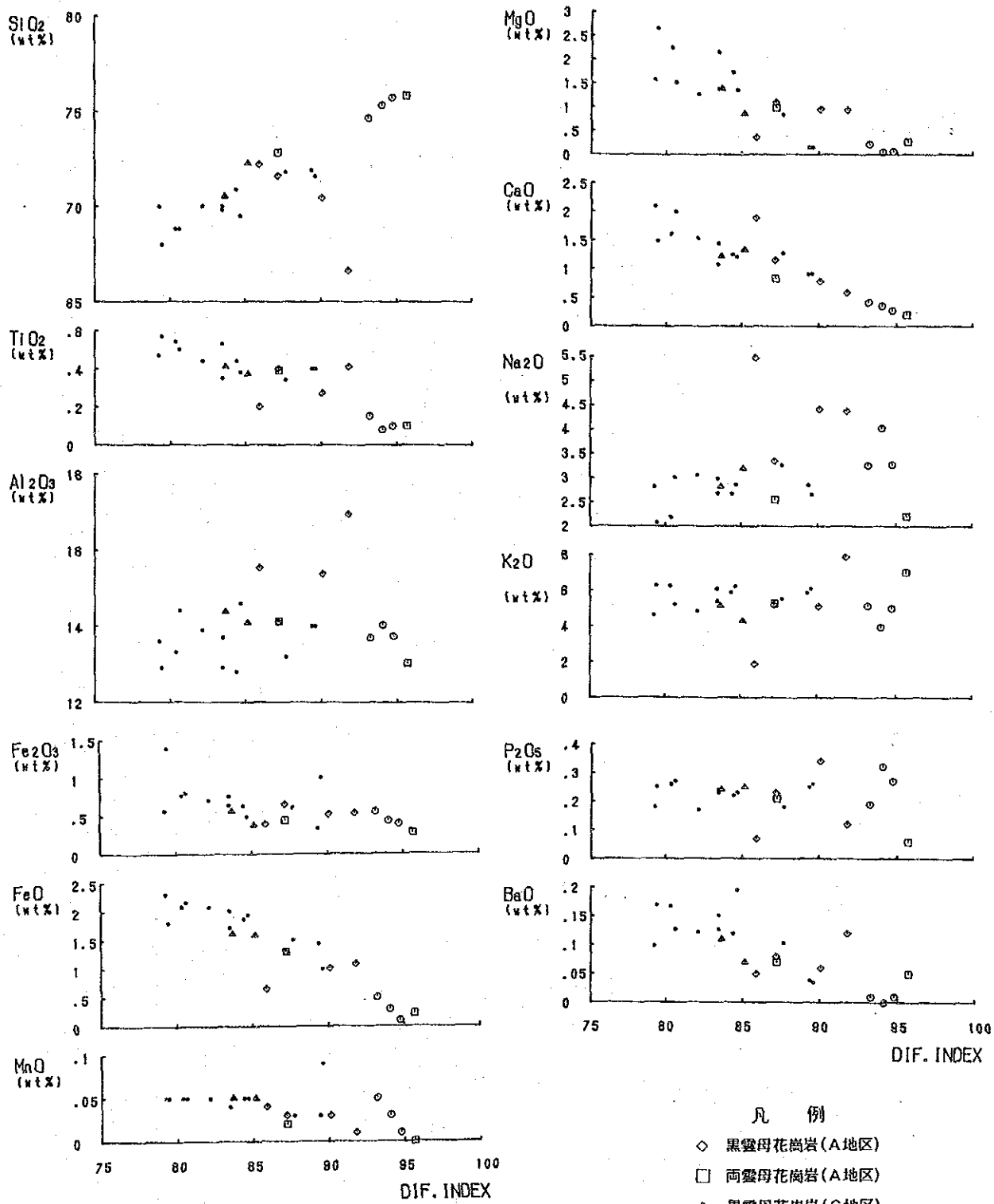
ACF図（第18図）によれば、A地区黒雲母花崗岩の試料AR-1がI-タイプに、C地区両雲母花崗岩の2試料、CR-4、CR-5がI-タイプかS-タイプかはっきりしない点にプロットされるほか、すべてS-タイプの領域にプロットされる。

ヤンキャン地域の花崗岩は、CNK図（第19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。

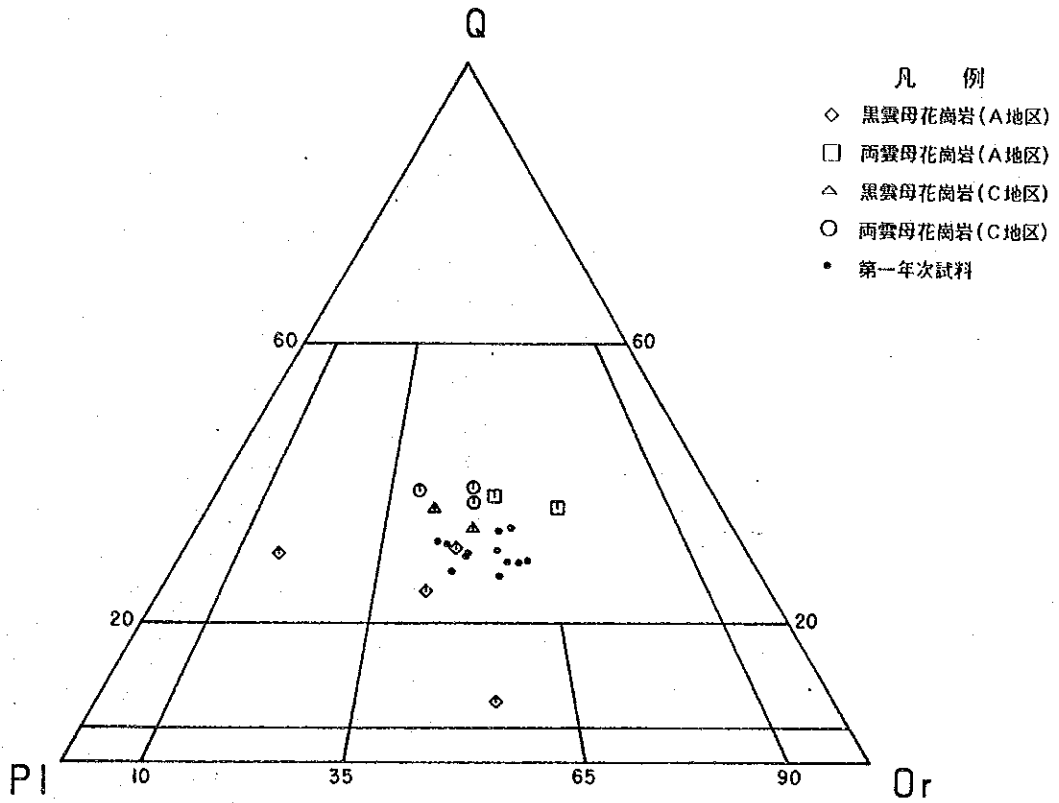
両地区の花崗岩類をIshihara (1981)の基準を用いて分類すれば、分化指数の異常に高い試料（AR-6、CR-3、CR-4、CR-5）を除いて、ほぼチタン鉄鉱系列の花崗岩類に分

第 5 表 A·C 地区 花岗岩试料全岩化学分析值一览表

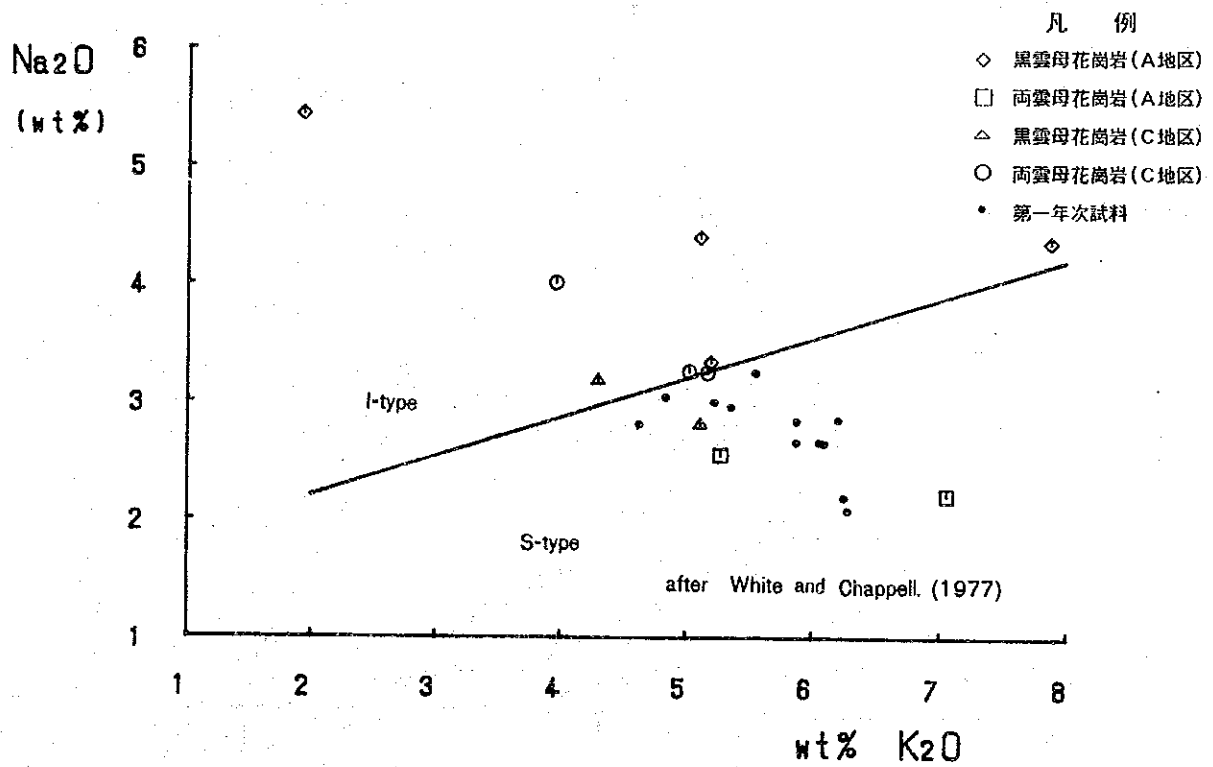
地区	A 地区						C 地区					
	AR-1	AR-2	AR-3	AR-4	AR-5	AR-6	CR-1	CR-2	CR-3	CR-4	CR-5	
试料番号	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	黑雲母花岗岩	
SiO ₂	72.21	71.60	70.44	66.64	72.84	75.81	72.24	70.53	74.62	75.31	75.72	
TiO ₂	0.20	0.40	0.27	0.41	0.39	0.10	0.37	0.41	0.15	0.08	0.10	
Al ₂ O ₃	15.53	14.10	15.37	16.93	14.12	13.02	14.09	14.37	13.68	14.02	13.73	
Fe ₂ O ₃	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 ₂ O	5.44	3.34	4.40	4.36	2.55	2.21	3.18	2.81	3.25	4.01	3.26	
K ₂ O	1.93	5.20	5.12	7.89	5.28	7.06	4.30	5.12	5.18	3.96	5.03	
P ₂ O ₅	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	11.41	30.73	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	83.68	93.18	94.04	94.72	



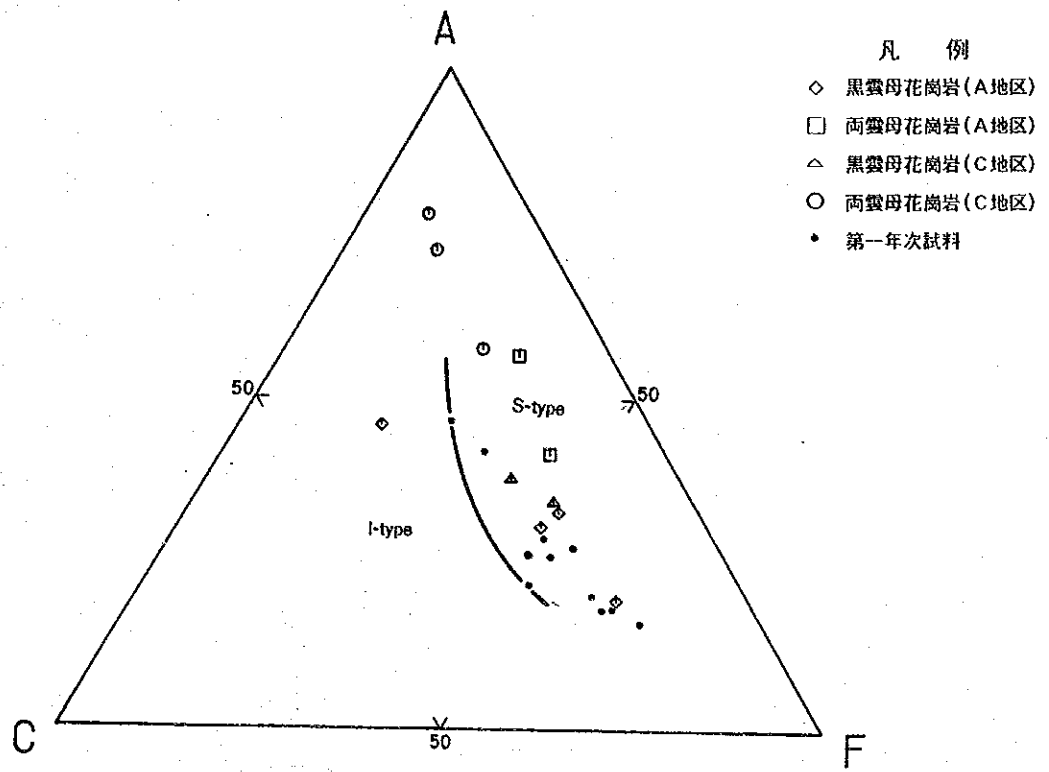
第15図 A・C地区 花崗岩類の化学組成図



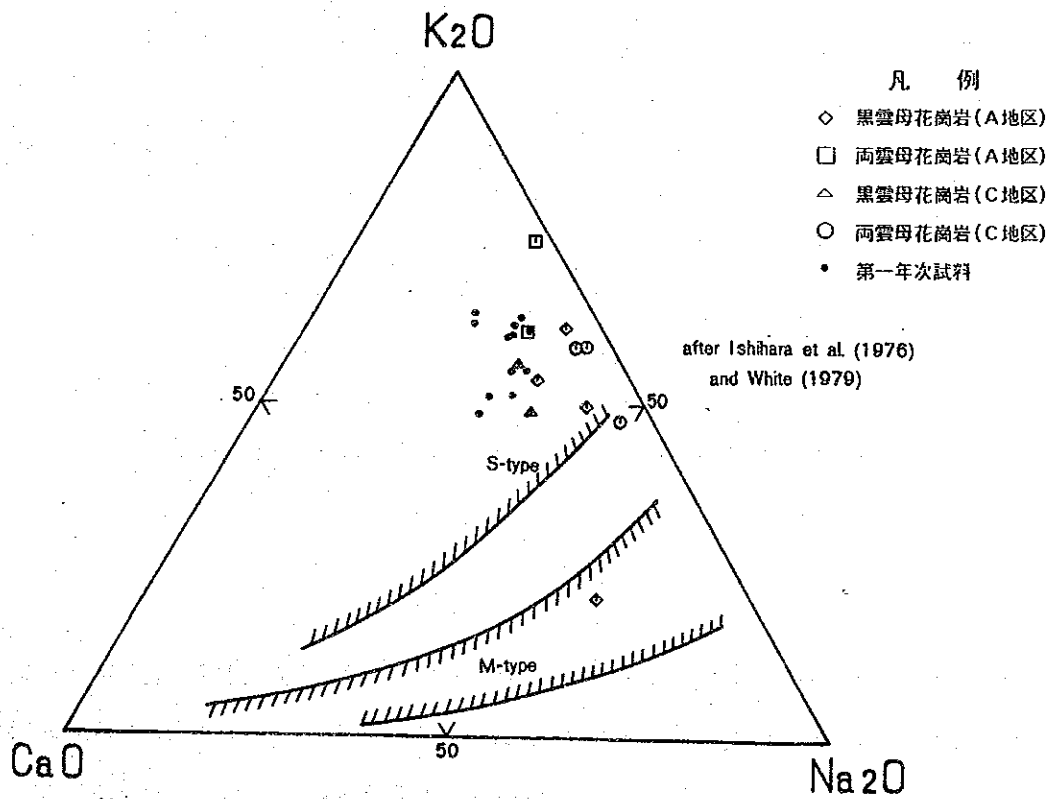
第16図 A・C地区 ノルム石英 - 斜長石 - 正長石図



第17図 A・C地区 $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ 相関図



第18图 A·C地区 ACF ($Al_2O_3 - Na_2O - K_2O / FeO + MgO$) 图

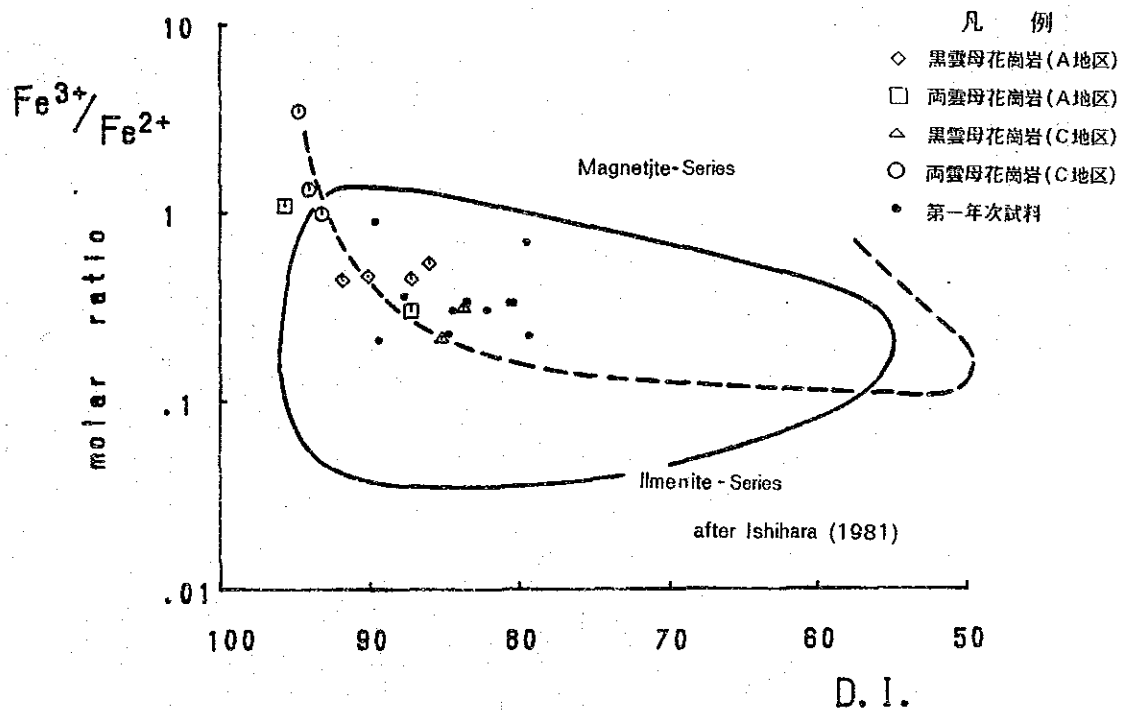


第19图 A·C地区 CNK ($CaO - Na_2O - K_2O$) 图

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（第20図）。

また両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6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、一般にはほとんどの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。A及びC地区の花崗岩類は、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。



第20図 A・C地区 分化指数 - Fe^{3+}/Fe^{2+} 相関図

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、鉱床および鉱徴に密接に関わっていると考えられる。

第 6 表 A・C 地区 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	手法別の花崗岩系列の判別						Fe ₂ O ₃ / FeO	XRF 結果 (不明)
			ノルマ コラダム	Na ₂ O/K ₂ O	$\frac{Al_2O_3}{Na_2O+K_2O+CaO}$	ACF	CNK			
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	ウツム沢 (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	ウツム沢支流 (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	ウツム沢 (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	
備			Chapel & White (1974) (S ≥ 1.0, I < 1.0)	Chapel & White (1974) White & Chapel I (1977)	Chapel & White (1974) White & Chapel II (1977) (S ≥ 1.1, I < 1.1)	Fig. 18	Fig. 19	Fig. 20		

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

1-6 花崗岩の年代測定

本調査地域に分布する花崗岩類は前述のように従来三疊紀に活動した花崗岩のみとされていた。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 & MMAJ (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の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こ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。

1-6-1 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。採取位置は第5図に、測定結果は第7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生成が認められ、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、 $73.0 \pm 1.5\text{Ma}$ 、 $76.8 \pm 1.6\text{Ma}$ 、 $80.6 \pm 1.7\text{Ma}$ 、中央部岩体で $189.1 \pm 3.9\text{Ma}$ 、モンカティン岩体の黒雲母で $40.4 \pm 0.9\text{Ma}$ 、白雲母で $42.5 \pm 0.9\text{Ma}$ の値が得られた。

1-6-2 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190~236Ma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-Sr年代 $130 \pm 4\text{Ma}$; 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 7 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 Ar rad (10 ⁸ cc ST.P/g)	Atm. ⁴⁰ 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 ±0.16	2392±17 2398±17	6.8 4.9	76.8±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 ±0.16	2306±16 2302±19	5.3 4.9	73.0±1.5
D-3	415.7	1947.7	南東岩体 ヤンオロデスア下流	粗粒黒雲母花崗岩	黒雲母	6.36 ±0.13	2015±15 2056±16	6.1 4.2	80.7±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 ±0.16	5810±46 5921±48	2.0 1.4	189.1±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 ±0.14	1152±10 1103±8	1.21 1.20	40.4±0.9 42.5±0.9	
				白雲母	7.03 ±0.14	1173±10	2.00		

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

全岩化学分析値は第 3 表に示す。

第2章 河床堆積物による地化学探査

2-1 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。

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。

2-2 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方法を、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。

2-3 データの解析

異常値の区分

各指示元素のしきい値の決定及び異常値区間、後背値区間の細分には、頻度分布、累積頻度分布を参考として分析値の平均値、標準偏差を用いて決定した（第8表）。

第8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

2-4 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、ニオブ、タンタル、錫、タングステンについては第21図に示した。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、チノルアン沢、ヤンキャン部落周辺の異常域が比較的まとまった分布を示す。

タンタル : ニオブと殆ど重複するがより強い異常を示す。サンギン沢上流域、ウツム沢上流域、チノルアン沢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。

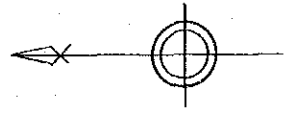
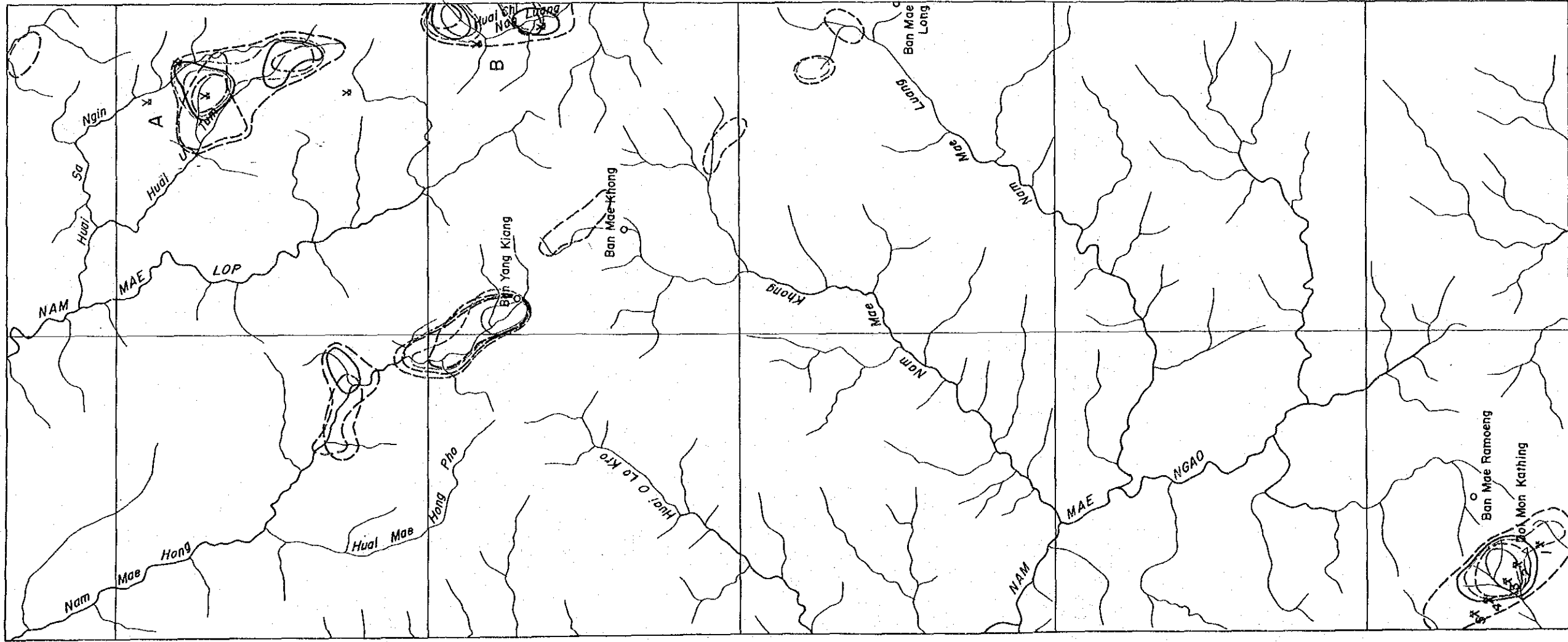
錫 : チノルアン沢、ヤンキャン部落周辺、メコン部落周辺、モンカティン地区に小規模な異常域が分布する。全体に低異常で明確な異常域を示さないが、チノルアン沢及びヤンキャン部落周辺が比較的まとまっている。

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ほぼ限られる。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、殆ど10ppb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。



LEGEND

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

- 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 Ngai - Huai U Tum area
 - B. Huai Chi Non Luang area

- x Working mine
- o Old mine



第21图 铋床分布图及びNb, Ta, Sn, W地化学異常域图

2-5 重鉱物試料の検討

本調査では、河床堆積物を対象とする地化学探査試料と合わせて、重鉱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程度を大型パンニングパンを用いて100~150g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。

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。錫石、灰重石、鉄マンガン重石、ザクロ石の分布状況は第22~24図に示した。

検討結果を以下に述べる。

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。

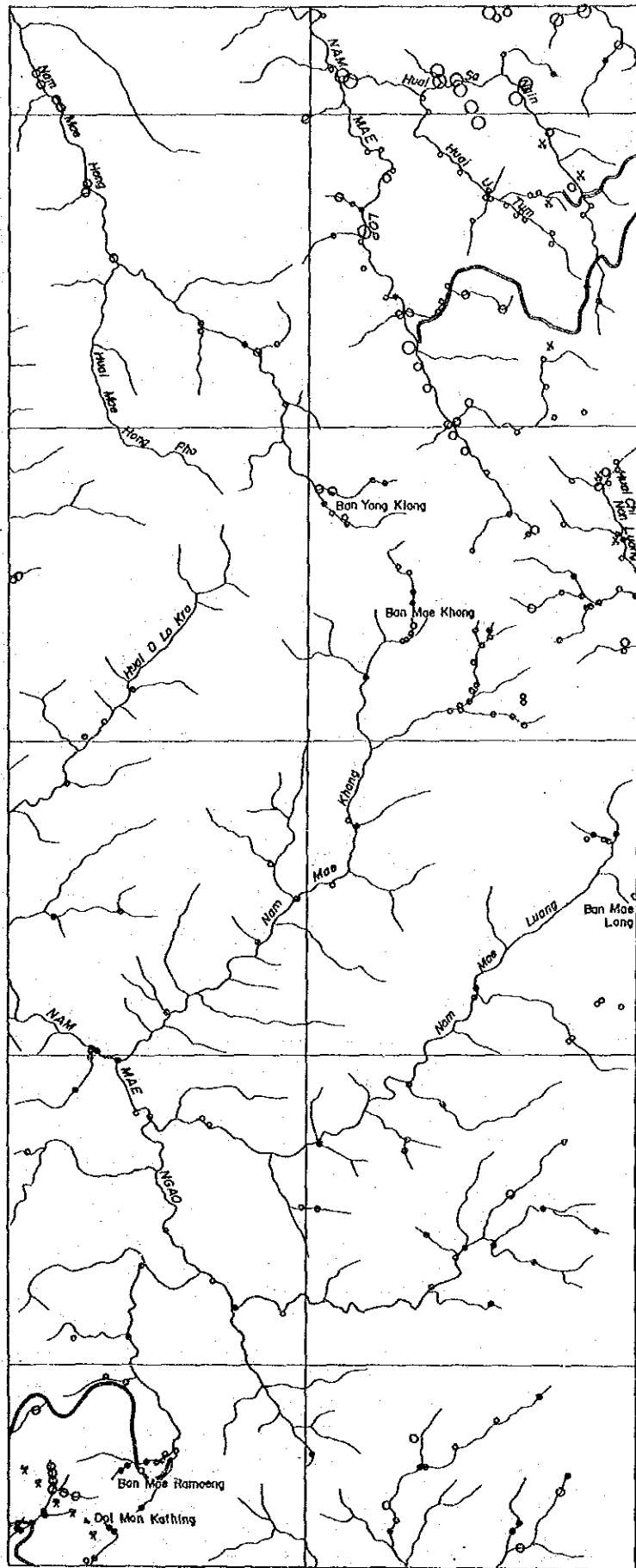
鉄マンガン重石は、モンカティン岩体の南西側にのみ認められた。

灰重石は、ピンホール大の粒度のものが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。

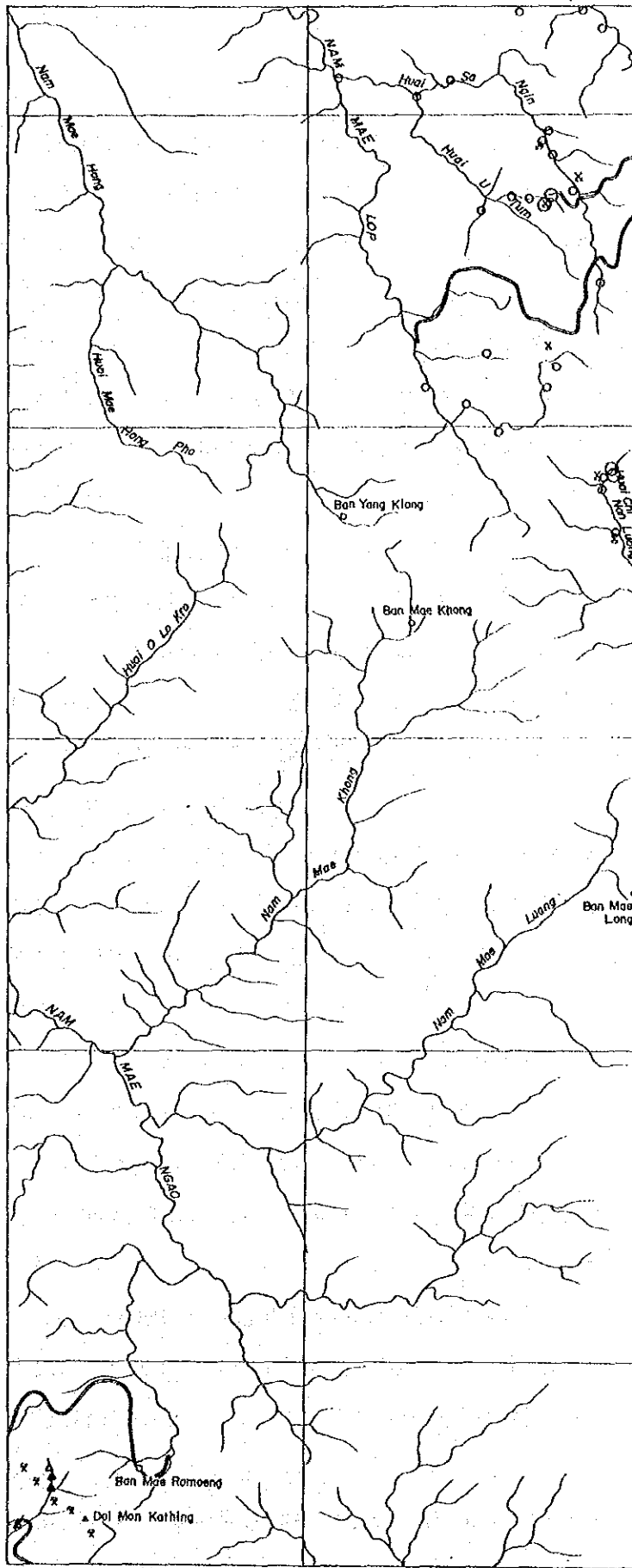
上記鉱物を全く含まない試料は、特にシルル紀-石炭紀堆積岩類の分布する地域に多く、その地域の全試料の約40%を占めている。



LEGEND

- Abundant
- Common
- ◌ Rare

第 23 図 沢砂中の重鉍物試料肉眼鑑定結果 (灰重石)



LEGEND

Garnet

○ Abundant

◦ Common

Wolframite

△ Common

第 24 図 沢砂中の重鉍物試料肉眼鑑定結果 (ザクロ石, 鉄マンガン重石)

2-6 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21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、ウツム沢及びサンギン沢上流域（A地区）、チノルアン沢流域（B地区）、メホン川上流のヤンキャン部落周辺（C地区）及びモンカティン地区である。

ウツム沢、サンギン沢上流（A地区）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。

チノルアン沢（B地区）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、砂礫層の後背地は明瞭ではないが、チノ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、その方向に供給源があると思われる。

ヤンキャン部落周辺（C地区）からメコン部落周辺の異常域は、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。

なお、サンギン沢、チノルアン沢で採取したパ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推定された。

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がある。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、シルル紀―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紀―石炭紀堆積岩類地域内に分布し、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、地域北東部のウツム沢及びサンギン沢上流域（A地区）、チノルアン沢流域（B地区）と、地域中央部のヤンキャン部落周辺（C地区）及び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。このうち、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ものと考えられる。

従って、ニオブ、タンタル、錫、タングステンの高異常域の規模、母岩の性質などから未発見の初生鉱床胚胎の可能性が高い地区として、北東部のウツム沢及びサンギン沢上流域（A地区）、チノルアン沢流域（B地区）と、中央部のヤンキャン部落周辺（C地区）が考えられる。このうち、B地区は森林保護地域内にあり、森林局の許可を得ることが困難と予想されたため、次の段階の精査はA地区とC地区において実施することとなった。

第3章 A地区

3-1 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7.5 km²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、タングステン等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サンギン沢~ウツム沢地化学異常域が、鉱床賦存の可能性が高いと評価された。

3-2 地質・鉱床調査

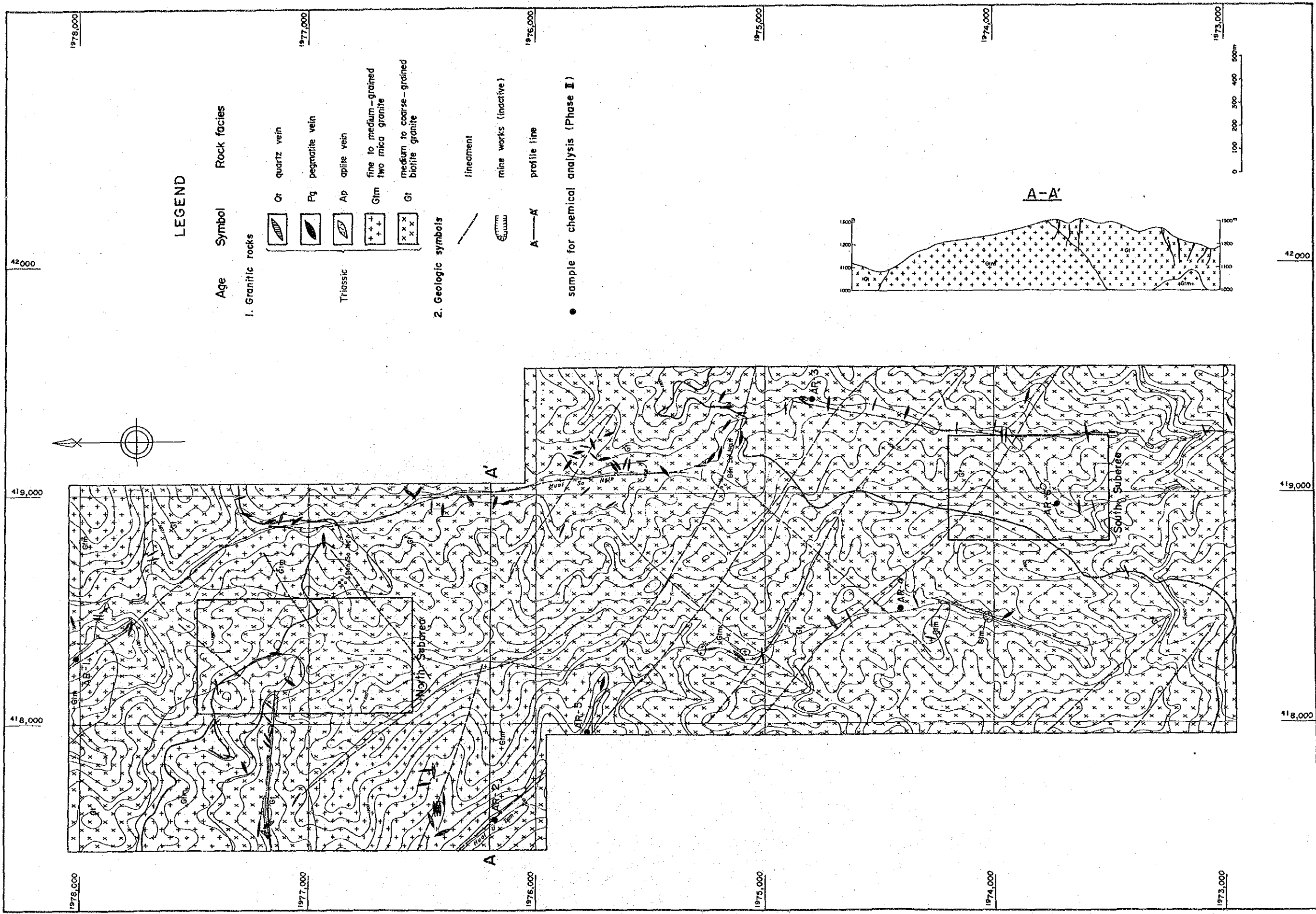
3-2-1 地質

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、全て花崗岩類から構成される（第25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、黒雲母花崗岩は中生代三疊紀の活動、両雲母花崗岩及び岩脈類は白亜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±1.5Ma（K-Ar法）の絶対年代値が得られている。



LEGEND

- | Age | Symbol | Rock facies |
|----------------------------|--------|---|
| I. Granitic rocks | | |
| | | Qt quartz vein |
| | | Fg pegmatite vein |
| Triassic | | Ap apite vein |
| | | Gfm fine to medium-grained two mica granite |
| | | Gt medium to coarse-grained biotite granite |
| 2. Geologic symbols | | |
| | | lineament |
| | | mine works (inactive) |
| | | profile line |

● sample for chemical analysis (Phase II)

第25图 A地区地质图及び地质断面图

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-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、潜頭性のペグマタイト脈も存在すると推定される。

3-2-2 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。

3-2-3 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。

3-2-4 鉍床及び鉍化作用

本地区における既存鉍床には、サンギン沢沿いに2か所(A1鉍床、A2鉍床)、ウツム沢支流沿いに1か所(A3鉍床)の含錫砂礫層を稼行対象とした小規模二次鉍床が認められる。A1鉍床とA3鉍床は、1980年頃約1年間採掘され、従業員は10~20人で出鉍量は約2t/月といわれる。A2鉍床は、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ン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(第9表)。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26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、コロソバイトータンタライトを伴う。脈石鉍物は主としてザクロ石、ジルコンから構成される。パンニング試料（O-1, O-2）の分析結果は、第9表に示すとおりで、分析値から求めた鉍石品位は、 SnO_2 ; 27~38g/m³, WO_3 ; 0~1g/m³, Nb_2O_5 ; 1g/m³, Ta_2O_5 ; 2g/m³, 程度である。

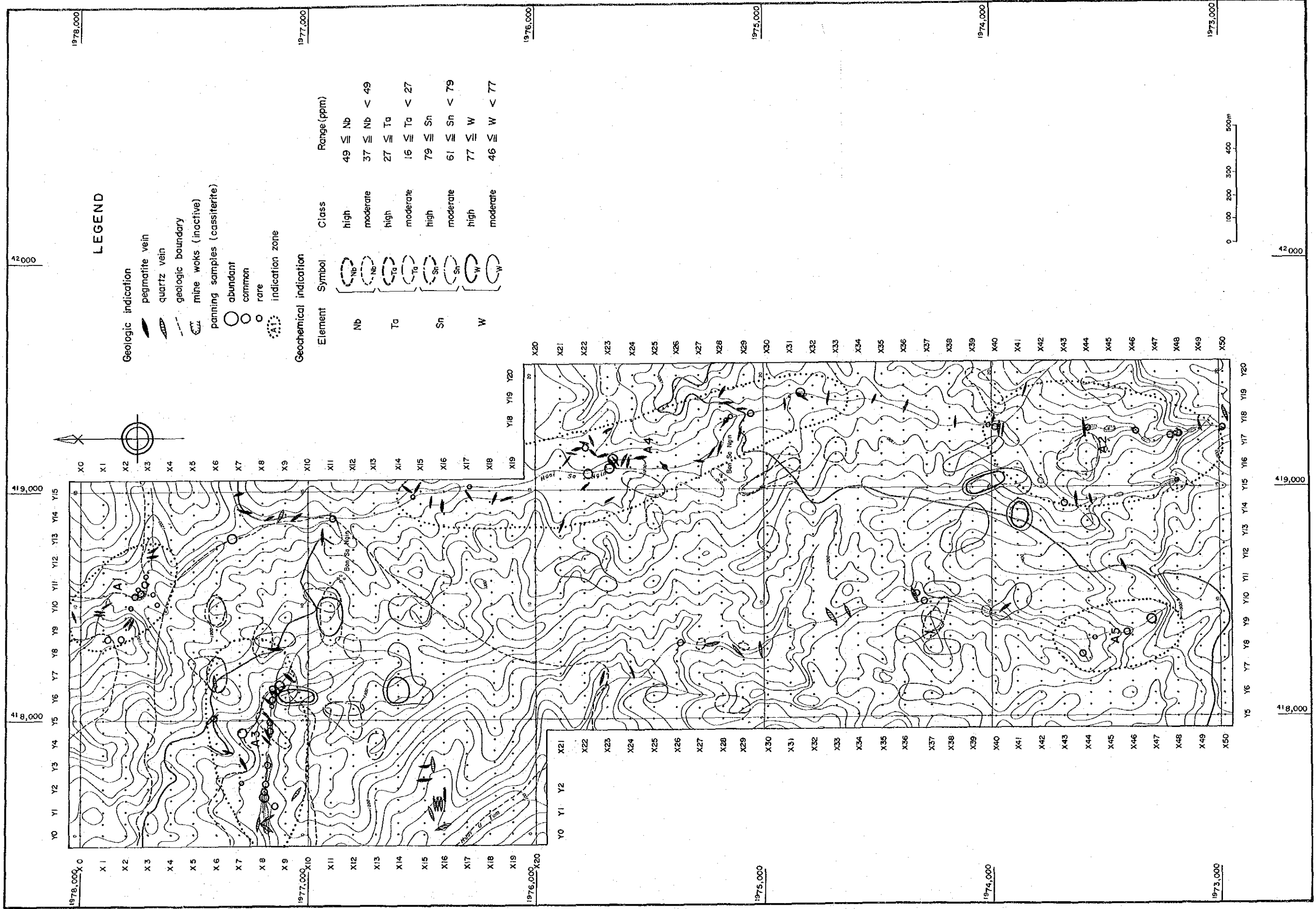
本鉍体周辺及び上流域には、黒雲母花崗岩中に貫入する幅3m以下のペグマタイト脈がNW-SE~E-W及びN-S方向を示して多数分布する。肉眼では錫、タングステン等の鉍石鉍物は識別されなかったが、パンニングにより重鉍物中に少量~微量の錫石が検出され、これらのペグマタイト脈が本鉍床の供給源と推定される。

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。脈石鉍物はザクロ石、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なく、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26图 A地区钽微分布图

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、土壤採試点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ザクロ石より構成される。パンニング試料(AO-57, O-3, O-4)の分析結果は第9表に示すとおりであり、分析値から求めた鉍石品位は、 SnO_2 ; 4~476g/m³, WO_3 ; 1~9g/m³, Nb_2O_5 ; 1~12g/m³, Ta_2O_5 ; 1~25g/m³であり、他の既存鉍床及び鉍徴地よりも鉍石に富み、特に Nb_2O_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9表に示すとおりであり、分析値から求めた鉍石品位は、 SnO_2 ; 61g/m³, WO_3 ; 1g/m³, Nb_2O_5 ; 11g/m³, Ta_2O_5 ; 11g/m³程度である。

4. A4 鉍徴地

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

A4 鉍徴地中には、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ザクロ石から成る。パンニング試料(AO-31)の分析結果は、第9表に示すとおりであり、分析値より求めた鉍石品位は、 SnO_2 ; 156g/m³, WO_3 ; 2g/m³, Nb_2O_5 ; 2g/m³, Ta_2O_5 ; 8g/m³程度である。

第9表 A地区鉍石試料化学分析結果一覽表

番号	試料番号	採取位置	試料記載	Sn(%)	W(%)	Nb(%)	Ta(%)	原鉍容量 (g)	重鉍物量 (g)	SnO ₂ (g/m ²)	WO ₃ (g/m ²)	Nb ₂ O ₅ (g/m ²)	Ta ₂ O ₅ (g/m ²)
1	A0-13	サンギン沢 (X11, Y14付近)	風化ベ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	A0-20	サンギン沢 (X25, Y16付近)	風化ベ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	A0-31	サンギン沢 (X31, Y19付近)	沢砂中の重鉍物	5.58	0.54	0.74	2.93	100	22	15.59	1.5	2.3	7.9
4	A0-43	ウヅム沢支流北側尾根 (X6, Y5付近)	風化ベグマタイト中の重鉍物	14.4	0.25	2.38	2.77	30	10	6.09	1.1	1.1.3	1.1.3
5	A0-57	ウヅム沢支流 (X8, Y1.5付近)	沢砂中の重鉍物	4.69	0.89	1.08	2.52	40	3.2	47.63	9.0	1.2.3	2.4.6
6	A0-70	ウヅム沢支流 (X47, Y9.5付近)	沢砂中の重鉍物	6.65	3.10	0.79	4.78	70	4	4.81	2.2	0.6	3.3
7	0-1*	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	0-2*	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	0-3*	ウトム沢支流 (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	0-4*	ウトム沢支流 (X8, Y3付近)	沢砂中の重鉍物	1.92	0.27	0.22	0.35	60	10	4.1	0.6	0.5	0.7

* 第1年次調査試料