

第Ⅱ部 各 論

第Ⅱ部 各 論

第1章 チェンコン地域

1-1 地 質

1-1-1 地質概要

チェンコン地域は、二疊紀の砂岩 (PRs)・泥岩 (PRm)・礫岩 (PRc)・石灰岩 (PRI)等の堆積岩類、二疊～三疊紀の安山岩質～流紋岩質の溶岩 (PTa, PTr), 凝灰岩 (PTi)及び凝灰角礫岩 (PTb), 三疊紀の花崗岩類 (Gr), ジュラ紀の安山岩溶岩 (ms2), ジュラ紀の赤色シルト岩・砂岩 (ms3), 鮮新世のシルト岩 (ng), 鮮新～完新世の玄武岩類 (Ba)などで構成される。

しかしながら、第2年次調査地域内においては、上記の二疊～三疊紀とされる安山岩質～流紋岩質火山岩類の一部が、地質層序、火成岩の化学組成及び K-Ar 全岩年代測定により、白亜紀に活動した可能性があることから、第2年次調査の地質図及び地質柱状図に限り、三疊紀～白亜紀と表現した。第2年次調査で特に変更した地質内容は、従来の二疊～三疊紀流紋岩質火山岩類 (PTr), 角閃石安山岩 (PTh)及び安山岩質火山礫凝灰岩・凝灰角礫岩 (PTi)を三疊紀～白亜紀、ジュラ紀の安山岩溶岩 (ms2)をジュラ～白亜紀とした点である。ただし、以下の地質各説においては従来の地質年代のままで記述している。

全体の地質構造は、チェンコン地域の山稜の連続方向と一致していて、北東－南西方向の伸張方向を示している。

第2年次調査範囲内には、南北系断層と北東－南西系断層の2系統の断層が認められる。両系統の断層とも垂直方向の変位量を持っており、相対的に西側もしくは北西側のブロックが上昇しているものと推定される。北東－南西系断層は、二疊系の向斜軸部に発達するもので、第2年次調査域の南西方まで連続する。南北系断層は北東－南西断層に収斂しており、この断層の派生断層と考えられる。

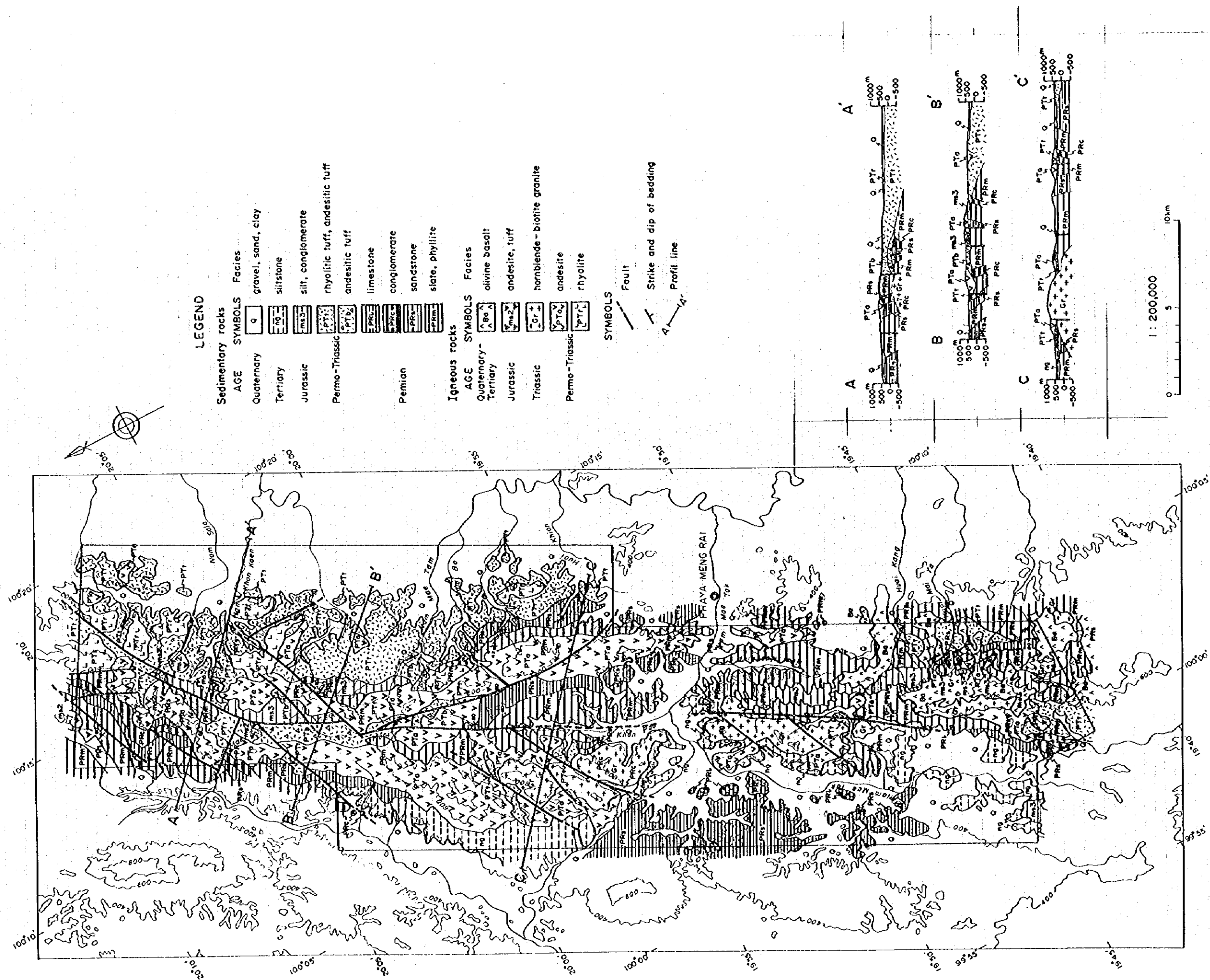
チェンコン地域の第1年次調査の地質図と模式柱状図を第4図及び第5図に、第2年次調査の地質図及び模式柱状図を第6図と第7図に示す。

1-1-2 地質各説

(I) 二疊系堆積岩類 (PR)

二疊系堆積岩類は、砂岩、礫岩、泥岩、石灰岩からなり、一部は互層をなしている。チェンコン地域の北部境界沿い、中部中央部から南部にかけて広く分布する。

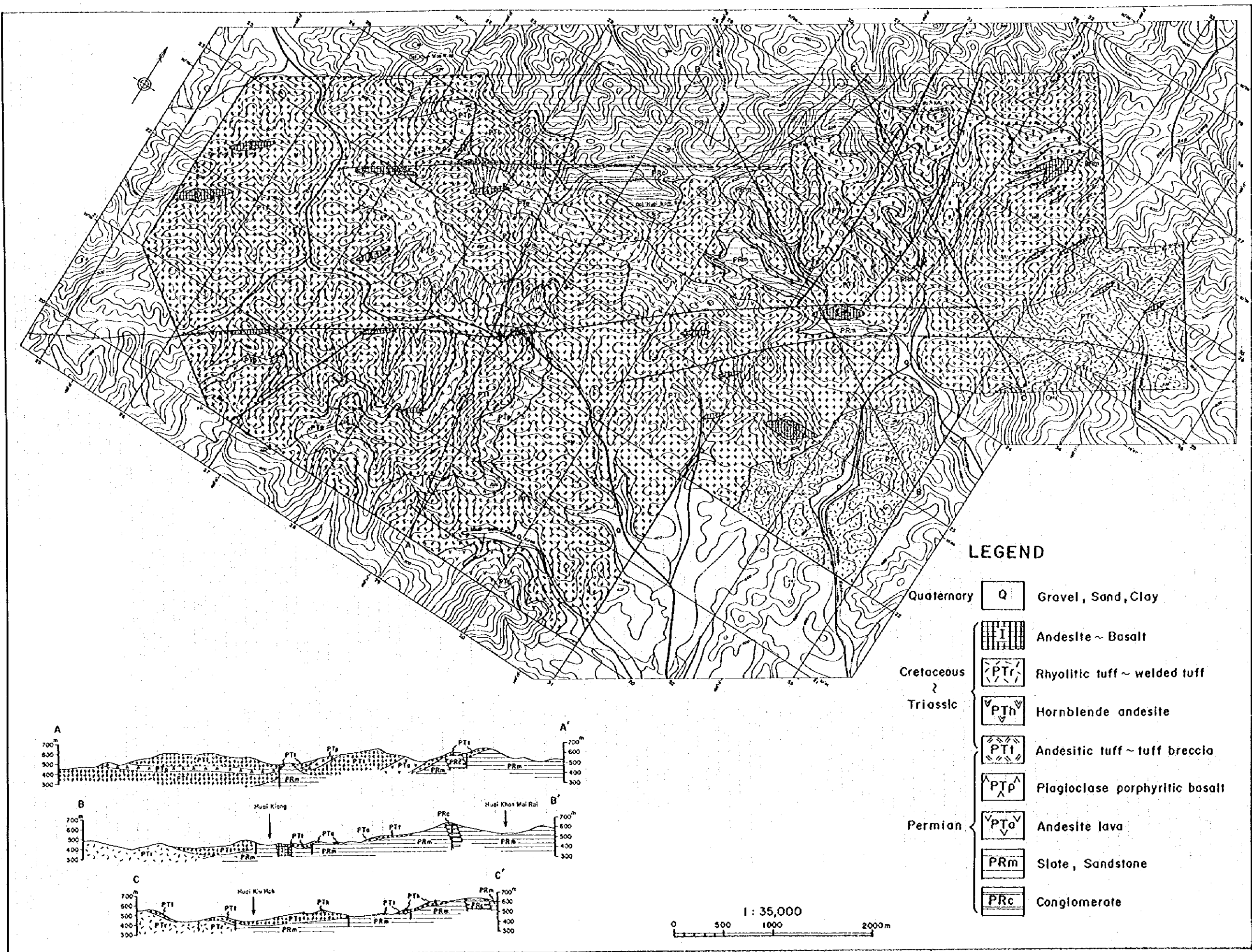
最も広く分布する泥岩類 (PRm)は、北部では黒色の粘板岩、砂質泥岩を主体とし、花崗岩体の



第4図 チェンコン地域の地質図及び地質断面図

period	column	lithology	igneous activity	mineralization
Quaternary	Q	gravel,sand,clay		placer
Quaternary Tertiary	Λ Ba Λ	olivine basalt	basalt	
Tertiary	— ng —	siltstone(partly tuffaceous)		
Jurassic	— ms3 —	dusky red colored silt, coarse sandstone, granule to pebble conglomerate		
	<div style="text-align: center;"> V V ms2 V V </div>	andesite,tuff	andesite	Au, Cu, Pb, Zn
Triassic	<div style="text-align: center;"> + + Gr + + </div>	hornblende-biotite granite	granite	
Permo-Triassic	<div style="text-align: center;"> V V PTa V V </div>	andesite (porphyritic tex dominate)		
	<div style="text-align: center;"> L L PTl L L </div>	rhyolite	andesite	
	<div style="text-align: center;"> PTl </div>	rhyolitic tuff, andesitic tuff (partly welding)		
	<div style="text-align: center;"> Δ PTb Δ Δ </div>	andesitic tuff breccia	rhyolite	
Permian	<div style="text-align: center;"> PRI </div>	limestone		
	<div style="text-align: center;"> PRc </div>	pebble to cobble conglomerate		
	<div style="text-align: center;"> PRs </div>	fine to medium sandstone		
	<div style="text-align: center;"> PRm </div>	slate, phyllite		

第5図 チェンゴン地域の模式柱状図



第6図 サラ川上流地区の地質図及び地質断面図

Period	Column	Lithology	Igneous activity	Mineralization
Quaternary	Q	gravel, sand, clay		Placer
Cretaceous } Triassic	I	andesite ~ basalt	Andesite ~ basalt	Au, Cu Pb, Zn
	PTr	rhyolitic tuff ~ welded tuff	rhyolite	
	PTH	hornblende andesite		
?	PTi	andesitic lapillituff ~ tuff breccia	Andesite	
Permian	PTp	plagioclase porphyritic basalt		
		andesitic tuff		
	PTt	andesite lava		
	PTo	andesitic tuff		
	PTi	andesite lava		
	PTo	andesitic tuff		
	PTi	andesite lava		
	PTo	andesitic tuff		
	PTi	andesite lava		
	PTo	andesitic tuff		
	PRm			
	PRc	PRm : slate, sand stone		
	PRm	PRc : pebble to cobble conglomerate		
	PRc			
	PRm			

第7図 サラ川上流地区の模式柱状図

分布する南部では雲母片岩化している場合が多い。また、最南部の花崗岩体の西側では石灰岩のレンズ状岩体を挟在する。

砂岩(PRs)は、北部では灰色の中～粗粒砂岩が卓越するが、南半部では細粒ないし中粒の白色を呈する凝灰質砂岩が卓越する。南部の砂岩は凝灰質のシルト分を多含し、砕屑物は石英、長石などからなる。

礫岩(PRc)は、暗灰色の比較的円磨度の良い中礫岩が主体である。

石灰岩(PRI)は、地域南西部の平野部に、独立山体として分布するほか、南部の泥岩地域の中にも、小規模のレンズ状石灰岩体が散在する。この石灰岩からはフズリナ類が確認されており、石炭紀最上部から下部二疊紀に対比される(Hahn et al., 1982)。

(2) 二疊～三疊系火山岩類(PT)

二疊～三疊系(～白亜系)の火山岩類は、安山岩溶岩(PTa)、安山岩質～流紋岩質凝灰岩(PTi)、安山岩質凝灰角礫岩(PTb)及び流紋岩溶岩(PTr)から構成される。この二疊～三疊系火山岩類は、Bunopas(1981)の上部二疊紀～下部三疊紀火山岩帯の一部であり、チェンコン地域及びこの東側のヤオ山(Doi Yao)の山塊を北端として、S字状の形態を有して南部のガオ(Ngao)、プレー(Phrae)を通り、ドイチョン地域の東側まで連続する。この火山岩類は、チェンコン地域の北部地区に卓越し、南部には少ない。

安山岩溶岩(PTa):暗赤色ないしは暗緑色を呈する塊状溶岩で、一部では自形板状の斜長石の斑晶を特徴的に含む。填間状組織を示す兩輝石安山岩で、緑泥石、絹雲母、方解石の変質を強く受けている。

凝灰岩類(PTi):流紋岩質の細粒凝灰岩、安山岩質の砂質凝灰岩、火山礫凝灰岩及び溶結凝灰岩からなる。また、流紋岩質凝灰岩類の緑泥石化作用は一般に安山岩類に比べて弱いが、地域北部のケン部落(Ban Kaeng)の西側国道沿いで、カオリン化ないしは絹雲母化作用などの熱水変質を強く受けた凝灰岩露頭が広く分布する。

安山岩質凝灰角礫岩(PTb):タム川(Nam Mae Tam)上流のタークアン沢(Huai Ta Khuan)などに分布する。灰色を呈し、礫は亜角～亜円礫で、礫の量は少ない。

斜長石斑状玄武岩(PTp):第2年次調査範囲の南部に位置するタークアン山(Doi Ta Khuan)周辺及びナムメボン沢(Huai Nam Mae Bon)右岸の山腹やツンロ川(Nam Thung Lot)流域などに露出する。本岩は自形板状斜長石の斑晶を多量に含むことが特徴で、斜長石の粒径は1cm前後、希に2cmに達するものも認められる。石基は細粒緻密で、新鮮なものでは灰色～暗灰色を呈するが、変質作用により暗緑色を示す場合がある。

角閃石安山岩(PTb):第2年次調査の精査域付近に位置するカラ山(Doi Kha La)やキウホック山(Doi Kiu Hok)山などの山頂部や尾根部などに分布に限られる。二疊～三疊紀火山岩類の最

上位層に相当し、安山岩質凝灰岩や二疊紀の堆積岩類を不整合に被覆する。緑～青緑色を示し、自形長柱状の角閃石斑晶を多く含んでいることが特徴である。一般に粗粒完品質で、半深成岩～細粒深成岩様の組織を示すが、岩体の周縁部などでは細粒な岩相も認められる。

流紋岩火山岩類岩(PTr):一般的には両輝石を含むガラス質岩で、球顆組織、真珠岩組織などが認められる。安山岩と同様に緑泥石、絹雲母の変質を強く被っている。

第2年次調査の範囲内では、東部に分布し、灰白色～淡い紫色で縞状の構造を持つことがある。ガラス質凝灰岩を主とし、礫径 2cm 程度の火山礫凝灰岩を伴う。本地域に分布する流紋岩質凝灰岩は全体的に溶結しており、扁平化した軽石片を含むものや、葉片状を呈するものなどが認められる。また、強溶結した硬質緻密な凝灰岩が認められ、これらは帯状に分布するものと推定される。主として火山ガラスよりなり、結晶片、火山岩片などを含む。火山ガラスは、シリカ鉱物などの二次鉱物にほぼ完全に置換されているが、溶結組織は残存している。結晶片は斜長石、カリ長石、不透明鉱物などからなり、ジルコン、燐灰石などを伴う。また、第2年次調査で実施した K-Ar 全岩年代測定の結果、変質の影響が考慮されるものの、白亜紀を示す $67.4 \pm 1.7\text{Ma}$ の年代値が得られた。

(3) 三疊紀花崗岩(Gr)

三疊紀の黒雲母－角閃石花崗岩類が、地域の中中部から南部にかけて3岩体に分かれて分布する。この花崗岩類は、黒雲母と角閃石を含む中粒～粗粒の花崗岩で完品質等粒状を示す。黒雲母、角閃石の緑泥石化、斜長石の絹雲母化が認められるが、全体的には新鮮である。

簡易帯磁率計によるこの花崗岩類の帯磁率は、 $6.0 \sim 7.7 \times 10^{-3}$ S.I. unit, $7.4 \sim 9.6 \times 10^{-3}$ S.I. unit, $10.0 \sim 12.5 \times 10^{-3}$ S.I. unit を示し、磁鉄鉱系列に分類される。

この花崗岩体は、各所で周囲の堆積岩類に熱変成を与えているが、その幅は数 10m 程度である。

(4) ジュラ系(～白亜系)安山岩類(ms2)

地域北部に径 1km 程度の溶岩丘状の分布を示すほか、二疊～三疊系の安山岩溶岩を切って岩脈状の分布を示すものもある。肉眼的には無斑品質の安山岩で、変質は弱い。また、第2年次調査で実施した K-Ar 全岩年代測定の結果、変質の影響が考慮されるものの、白亜紀を示す $90.2 \pm 8.9\text{Ma}$ の年代値が得られた。

(5) ジュラ系堆積岩類(ms3)

地域の中央部に帯状に分布する。二疊系の礫岩、砂岩や安山岩溶岩、凝灰岩類を不整合に覆って発達する。岩相は、暗赤色、レンガ色、赤紫色などを呈するシルト岩、粗粒砂岩、細礫岩などで、傾斜は 20° 以下の緩傾斜を示す。産状などから陸生の堆積物と想定される。

(6) 鮮新世堆積岩(ng)

地域西部の中央より南部の山地と平地の境界部に分布している。半固結のシルト岩や凝灰質砂岩などから構成される。

(7) 鮮新世～完新世玄武岩類(Ba)

南部地域では、第四紀の玄武岩が堆積岩類及び花崗岩類を覆って分布する。脊梁部をキャップブロック状に覆うほか、平野部まで緩やかに流下する形で分布している所もある。Jungyusuk & Sirinawin (1983)の Chiang Rai basalt に相当し、K-Ar 全岩年代で 1.69 ± 1.25 Ma を示す。この玄武岩は、淡灰色から黒色を示す多孔質な岩石で、填間状組織を示し、かんらん石、輝石、斜長石の微斑晶を含む。スメクタイト、緑泥石が僅かに認められるが、極めて新鮮である。

1-1-3 地質構造

第1年次調査の範囲は、全体として北東-南西方向に伸長した山地を形成し、各地層の分布もこの方向に調和的に連続する傾向がある。二畳系堆積岩類の走向傾斜は、チェンコン地域の北部から中央部の西半部では、北東-南西走向で南東傾斜、中央部の東側では北東-南西～南北走向で西傾斜を示し、大きな向斜構造を呈するものと推定される。二畳～三畳系の火山岩類は、凝灰岩を伴い二畳系を不整合に覆い、北東-南西方向に2帯の平行帯状分布を示す。二畳～三畳系の凝灰岩類は、ドーム状の安山岩、流紋岩溶岩を伴い、チェンコン地域の北東部に卓越し、東側に単斜構造を示している。

チェンコン地域の断層及びリニアメントは、二畳系堆積物の向斜軸の軸部に沿って北東-南西方向に発達するほか、東北東-西南西方向のものと斜交するものが顕著である。これらの断層及びリニアメントはチェンコン地域の中央部より北部で発達が著しい。北部に分布するジュラ紀の安山岩類や変質帯の分布は、これらの断層系に規制されている。

花崗岩体は、ほぼ向斜構造の軸部に貫入し、岩体の長軸方向は本地域の北東-南西方向に一致するが、3つの岩体の中心を結ぶ線はこの方向と斜交し、北北東-南南西方向を示すことから、全体としては雁行状に分布する。また、地域の南半部には花崗岩が広く露出するのに対し、北端部では認められない。しかしながら、チェンコン地域の北方には小さな花崗岩体の貫入が知られることから、地域北端部の下部にも花崗岩体の存在が推定される。

以上の事実より、第1年次調査範囲の南北方向の地質構造は、南半部がより隆起、削剥され、北にプランジした構造となっているものと推定される。

第2年次調査地域の地形および地質構造は、北東-南西～北北東-南南西方向が支配的である。カラ山(Doi Kha La)～サラ山(Doi Huai Nam Sala)～タークアン山(Doi Ta Khuan)などを結ぶ稜線は北北東-南南西方向に連続し、山地と盆地を境する地形遷移線も北東-南西方向に直

線的に連続する。各地層の分布もこの方向と調和的に連続する傾向が認められる。

第2年次調査範囲内には、南北系断層と北東-南西系断層の2系統の断層が認められ、前者は調査域北部で認められる。南北系断層の運動方向を直接示す露頭は少ないが、断層の西側では基盤である二畳紀の堆積岩類が広く分布し、標高の高い所まで露出して山体を形成しているのに対し、東側では基盤である堆積岩類が沈み込んでおり、相対的に西側のブロックが上昇しているものと推定される。北東-南西系断層は調査域のほぼ中央部を通過する。この断層は二畳系の向斜軸部に発達するもので、チェンコン地域を縦断して南西方向に連続する。調査地域での変位方向は南北系断層と同様、相対的に北西側のブロックが上昇しているものと推定される。両系統の断層を挟んで、二畳～三畳紀の安山岩質凝灰岩の層厚が異なることや、ジュラ紀(～白亜紀)の貫入岩が断層付近に分布し、その貫入方向が断層とほぼ平行していることなどから、これらの断層の活動時期は、二畳～三畳紀の安山岩質凝灰岩の堆積時には活動が開始しており、少なくともジュラ紀(～白亜紀)までは活動が継続し、当時の火成活動を規制していたものと考えられる。

1-1-4 火成岩の地化学特性

チェンコン地区では、第1年次調査で12試料、第2年次調査で13試料について全岩化学分析を実施した。

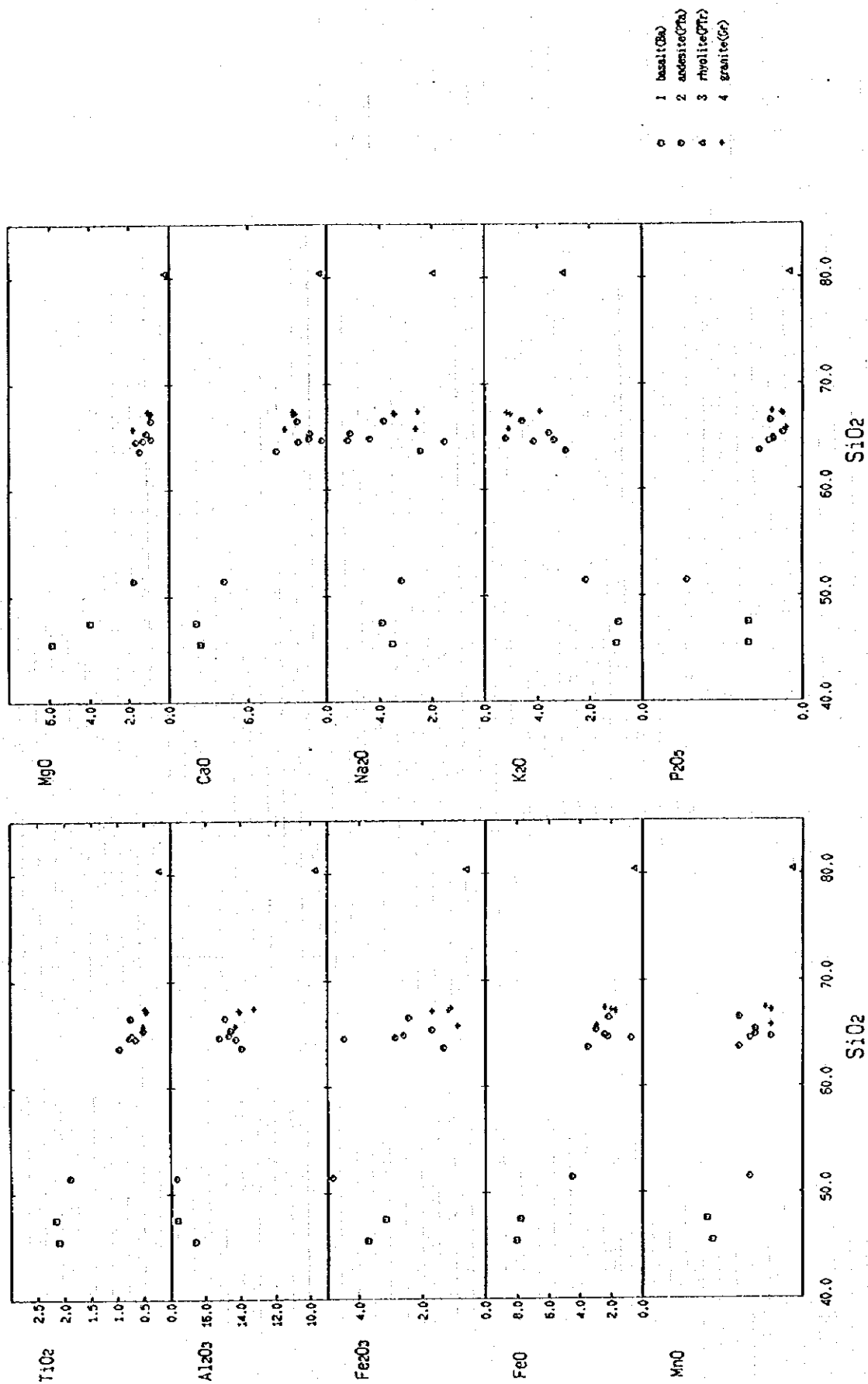
(I) 第1年次調査結果

第8図で、鮮新世の玄武岩はアルカリ及び P_2O_5 が安山岩より低く、明らかに異なった構造場で形成されたものと考えられる。安山岩類のうち最も塩基性のものは斑状の斜長石を含んだ岩相のもので、他の安山岩類とは組成的にかけ離れている。安山岩類と花崗岩の値は、安山岩が変質などで三価鉄、アルカリなどが大きく動いていることを除けば、極めて良く似た化学組成値を持っており、生成年代から考えても同じマグマからもたらされた可能性がある。

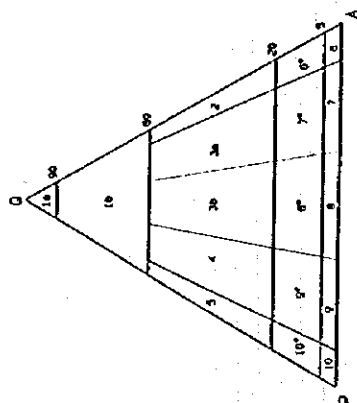
第9図で、花崗岩はいずれも狭義の花崗岩に分類される。また、第10図からI-typeと判断され、帯磁率では磁鉄鉱系列に属する。

第11図のMFA図で、花崗岩類、安山岩、流紋岩は島弧のカルクアルカリ系の分化系列に良く一致するのに対して、玄武岩は分化に伴いやや鉄に富む傾向があり、ソレイト系列の分化経路を示す。ハーカー図でも両者が異なる場で形成された可能性があることが指摘されたが、この図の結果からは、安山岩、花崗岩のマグマは応圧の場で発生し、玄武岩のマグマは引張の場で形成されたものと考えられる。

タイ国の鮮新世玄武岩の周辺では、サファイヤなどの宝石が見つかることが多く、玄武岩の過剰アルミナがその起源と考えられているが、本地域の玄武岩では過剰アルミナを示すノルムコラング



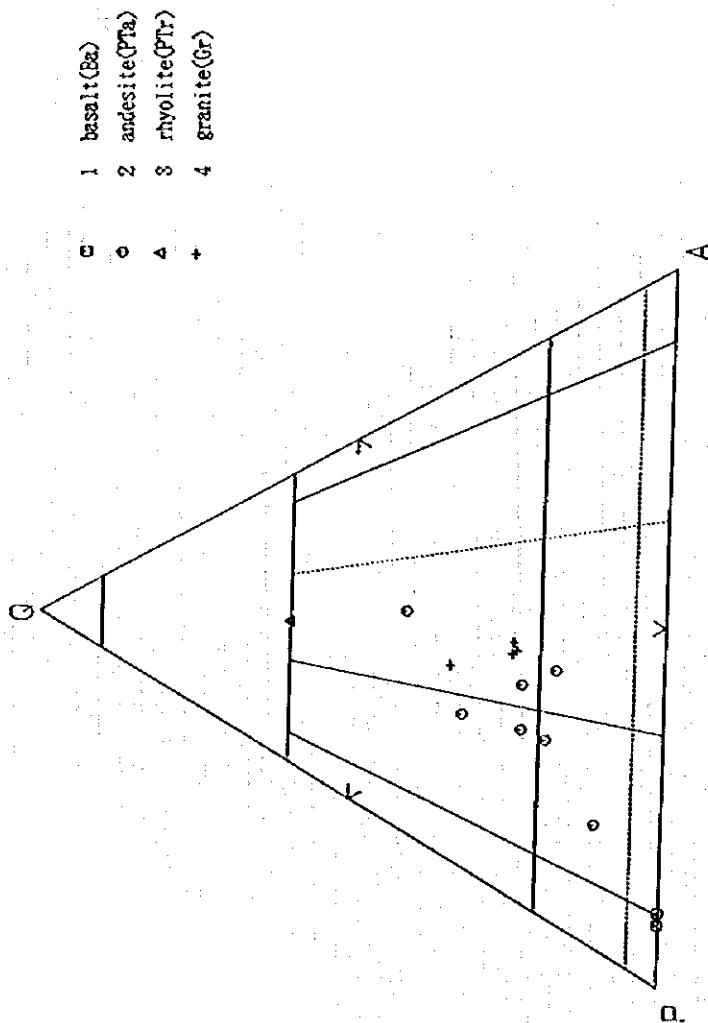
第8図 チェンコン地域の火成岩のハーガー図



Classification of granitic rocks
(IUGS, 1973)

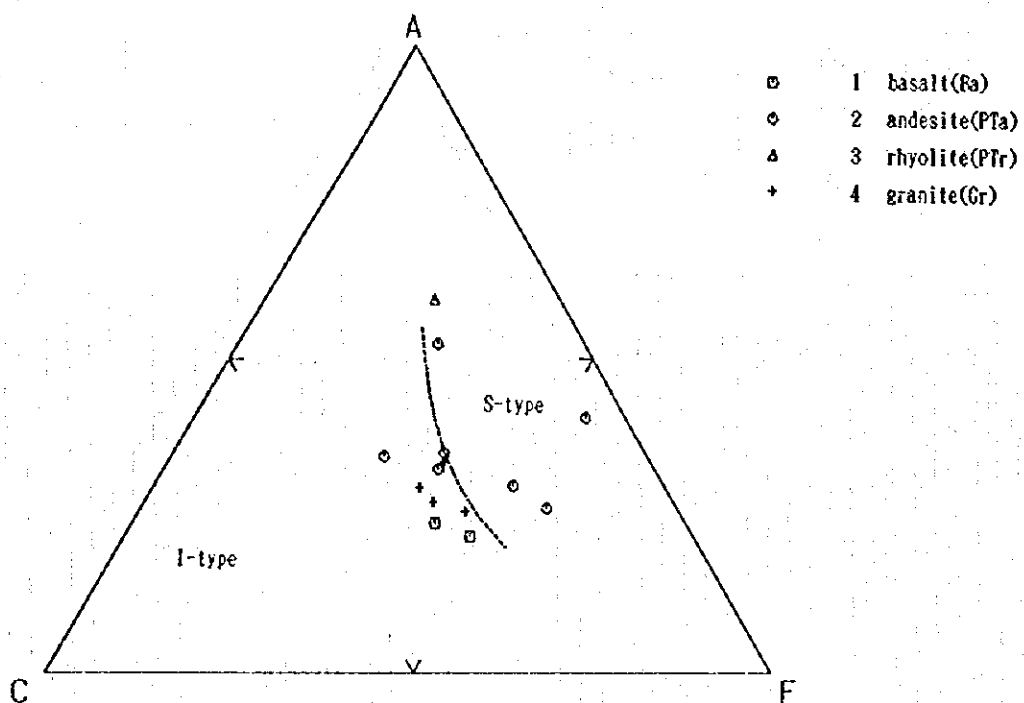
Q = quartz; A = alkali feldspar (including microcline, orthoclase, sanidine, anorthoclase, and perthite (including their plagioclase components), and plagioclase An-O-S); P = plagioclase other than An-O-S; F = feldspathoid (leucite and pseudobrookite, nepheline, sodalite, nosean, heyerite, cancrinite, analcime, etc.

1a, quartzite (silicite); 1b, quartz-rich granite; 2, alkali-feldspar granite; 3, granite; 4, granodiorite; 5, tonalite; 6, quartz alkali-feldspar syenite; 7, quartz syenite; 8, quartz monzonite; 9, quartz monzodiorite/quartz monzogabbro; 10, quartz diorite/quartz gabbro/quartz anorthosite; 6, alkali-feldspar syenite; 7, syenite; 8, monzonite; 9, monzodiorite/monzogabbro; 10, diorite/gabbro/anorthosite

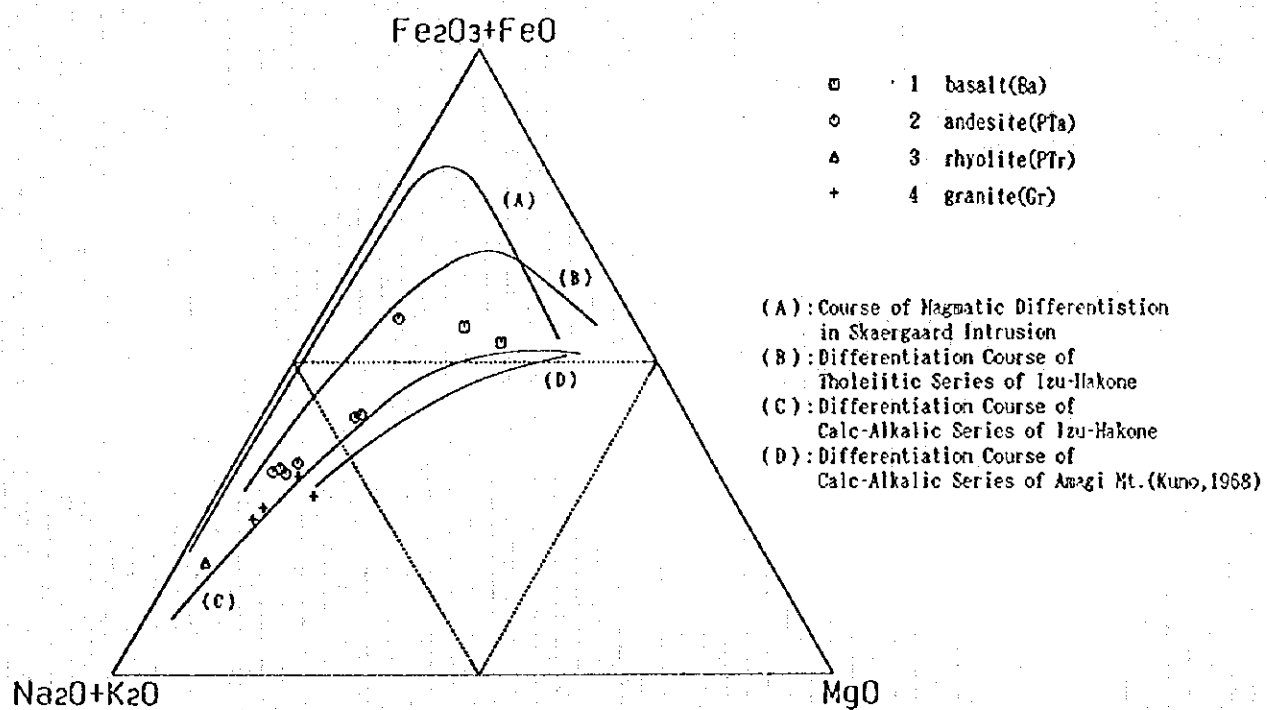


- 1 basalt(Ba)
- 2 andesite(Pta)
- 3 rhyolite(Pr)
- 4 granite(Gr)

第9図 チェンコン地域の火成岩のQPA図



第10図 チェンコン地域の火成岩のACF図



第11図 チェンコン地域の火成岩のMFA図

列の分化経路を示す。ハーカー図でも両者が異なる場で形成された可能性があることが指摘されたが、この図の結果からは、安山岩、花崗岩のマグマは応圧の場で発生し、玄武岩のマグマは引張の場で形成されたものと考えられる。

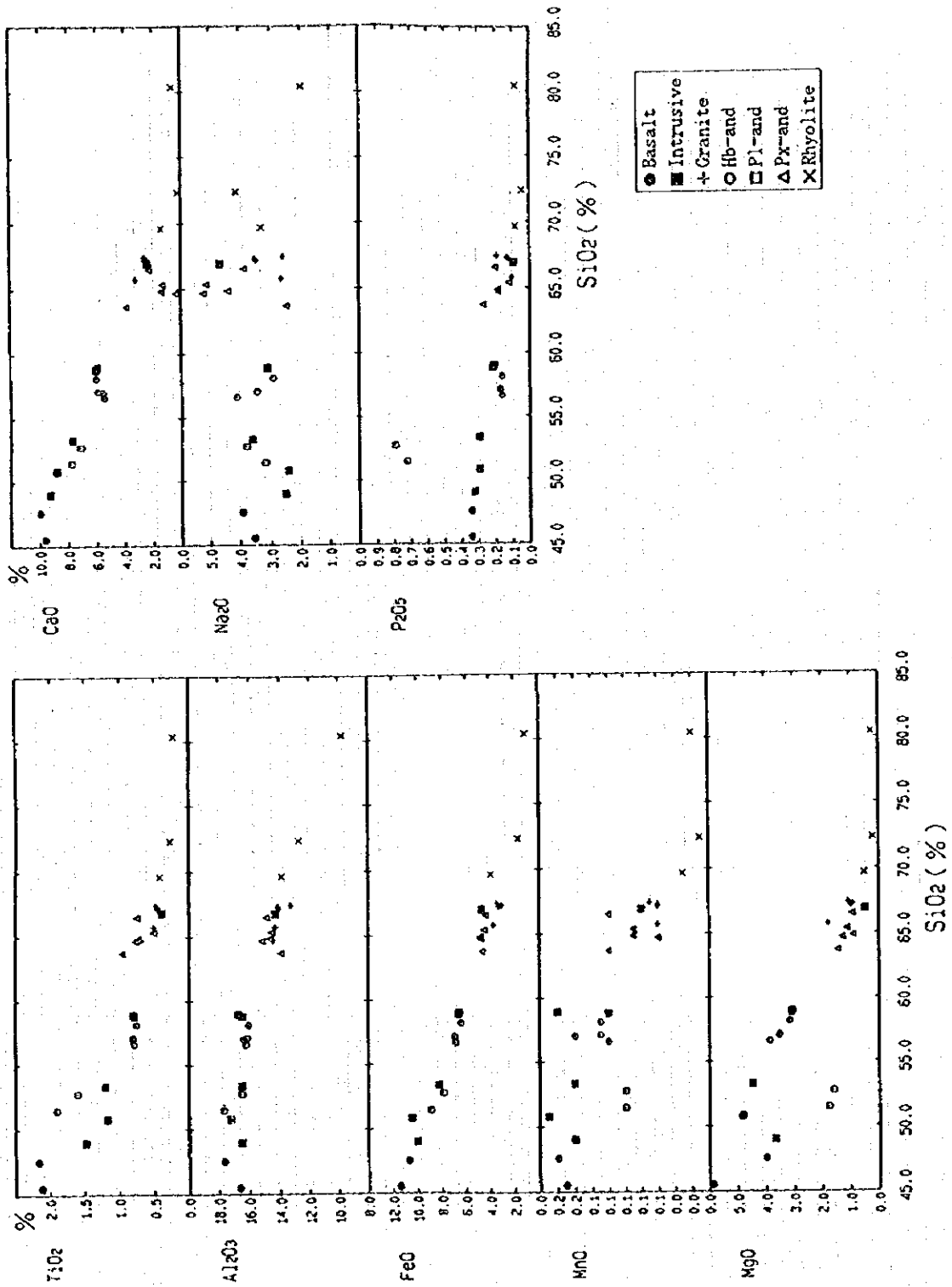
タイ国の鮮新世玄武岩の周辺では、サファイヤなどの宝石が見つかることが多く、玄武岩の過剰アルミナがその起源と考えられているが、本地域の玄武岩では過剰アルミナを示すノルムコランダムは認められない。

(2) 第2次調査結果

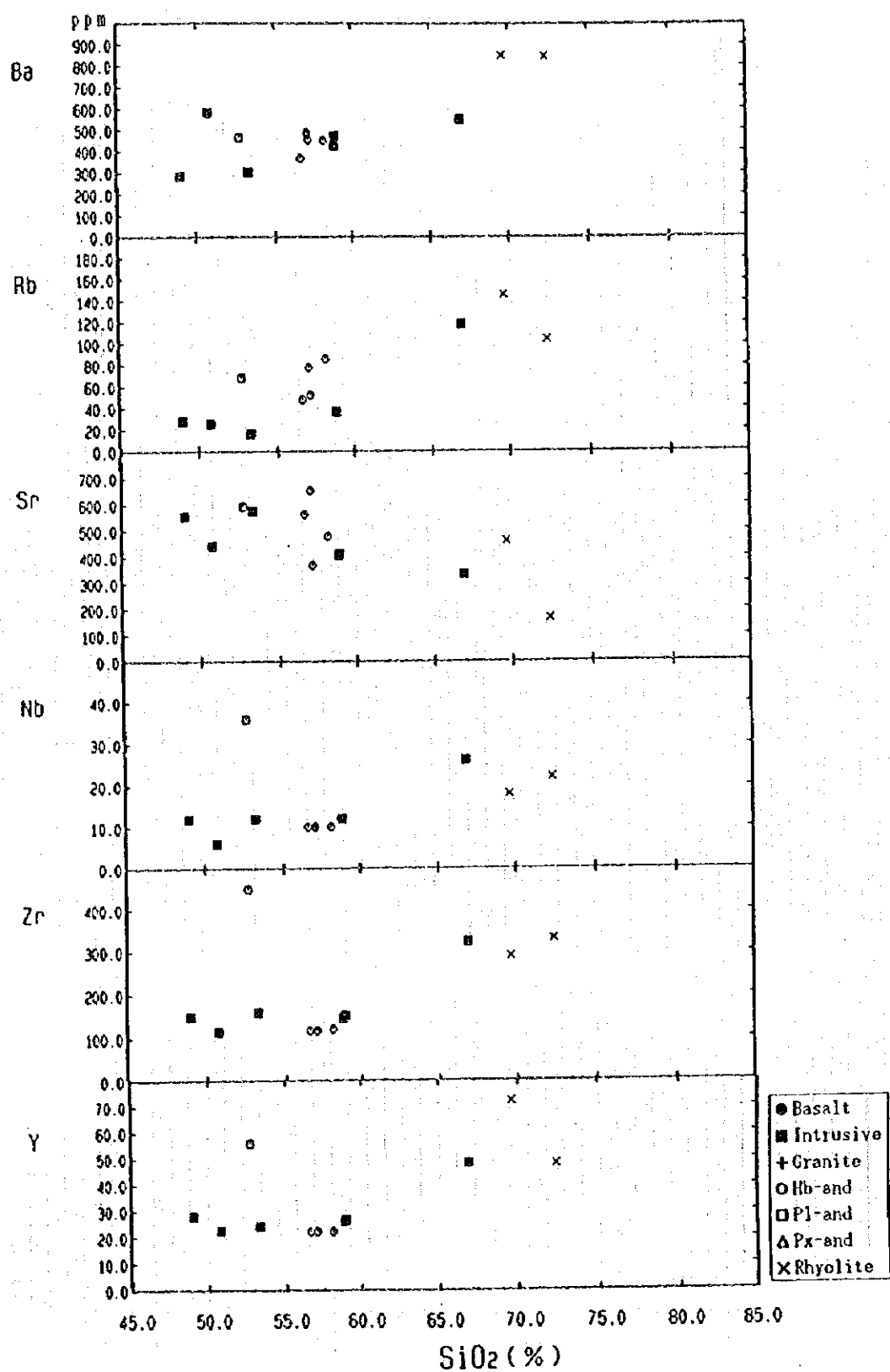
第2年次調査の試料分析値で作成した第12図及び第13図によると、CaO, Na₂O, Sr量が変質作用の影響を受けてばらついているものの、斜長石斑状玄武岩(PTp)以外の岩石の化学組成は非常に良く似た変化傾向を持つ。ただし、角閃石安山岩(PTh)、花崗岩(Gr)の組成は、玄武岩(Ba)、貫入岩類(I)、安山岩溶岩(PTa)のものとは僅かに異なり、TiO₂, FeO, P₂O₅, Zr, Y 量に乏しく、MgO 量に富む。また、前者は中性岩において、角閃石斑晶が出現するのに対し、後者は石基に単斜輝石を含み、デイサイト質岩においても、両輝石斑晶が優勢である。

第14図はSiO₂-FeO(*)/MgO図で、カルクアルカリ岩系列とソレイト岩系列の境界はMiyashiro(1974)に従っている。斜長石斑状玄武岩(PTp)は明らかにソレイト岩系列の組成を示す。その他の岩石は、ソレイトとカルクアルカリ岩系列の境界付近にプロットされるが、角閃石安山岩(PTh)および花崗岩(Gr)はカルクアルカリ岩よりの領域に、玄武岩(Ba)、貫入岩類(I)、安山岩溶岩(PTa)はソレイトよりの領域にプロットされる。

第15図のMgO-FeO+Fe₂O₃-Na₂O+K₂O(MFA)の三角図でも同様の傾向が認められ、角閃石安山岩(PTh)および花崗岩(Gr)は僅かに、ハイパーシン質系列よりに、玄武岩(Ba)、貫入岩類(I)、安山岩溶岩(PTa)はピジョン輝石質系列よりの領域にプロットされる。本調査域に分布する火成岩類は、斜長石斑状玄武岩(PTp)を除き、カルクアルカリ系列とソレイト系列との中間的な結晶分化経路をもち、角閃石安山岩(PTh)および花崗岩(Gr)はカルクアルカリ系列、玄武岩(Ba)、貫入岩類(I)、安山岩溶岩(PTa)はソレイト系列の性格を有する。

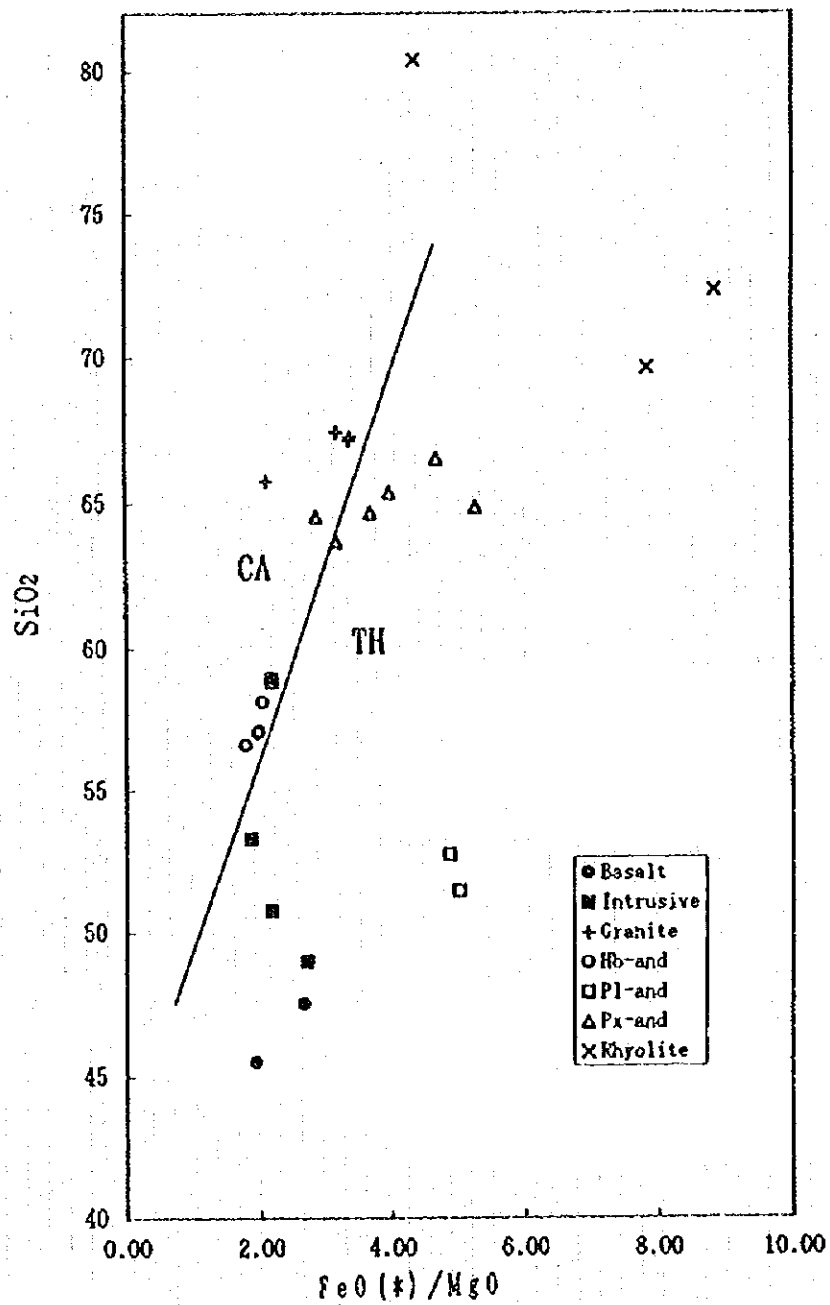


第12図 サラ川上流地区の火成岩のハーカー図

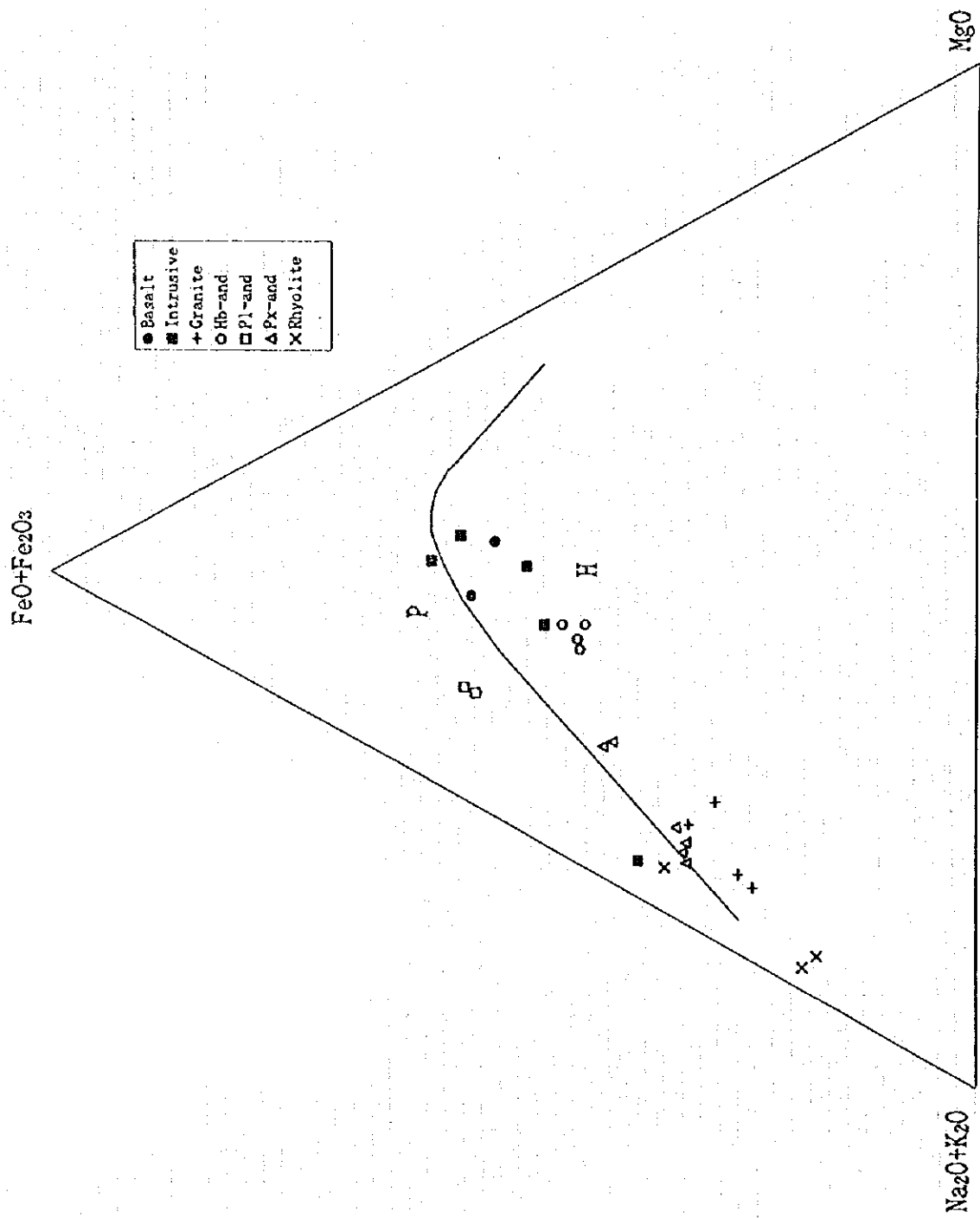


第13図 サラ川上流地区の火成岩の微量成分変化図

SiO₂ (%)



第14図 サラ川上流地区の火成岩のSiO₂-FeO(*)/MgO図



第15図 サラ川上流地区の火成岩のMFA図

ムは認められない。

(2) 第2次調査結果

第2年次調査の試料分析値で作成した第12図及び第13図によると、CaO, Na₂O, Sr量が変質作用の影響を受けてばらついているものの、斜長石斑状玄武岩(PTp)以外の岩石の化学組成は非常に良く似た変化傾向を持つ。ただし、角閃石安山岩(PTh)、花崗岩(Gr)の組成は、玄武岩(Ba)、貫入岩類(I)、安山岩溶岩(PTa)のものとは僅かに異なり、TiO₂, FeO, P₂O₅, Zr, Y量に乏しく、MgO量に富む。また、前者は中性岩において、角閃石斑晶が出現するのに対し、後者は石基に単斜輝石を含み、デイサイト質岩においても、両輝石斑晶が優勢である。

第14図はSiO₂-FeO(*)/MgO図で、カルクアルカリ岩系列とソレライト岩系列の境界はMiyashiro(1974)に従っている。斜長石斑状玄武岩(PTp)は明らかにソレライト岩系列の組成を示す。その他の岩石は、ソレライトとカルクアルカリ岩系列の境界付近にプロットされるが、角閃石安山岩(PTh)および花崗岩(Gr)はカルクアルカリ岩よりの領域に、玄武岩(Ba)、貫入岩類(I)、安山岩溶岩(PTa)はソレライトよりの領域にプロットされる。

第15図のMgO-FeO+Fe₂O₃-Na₂O+K₂O(MFA)の三角図でも同様の傾向が認められ、角閃石安山岩(PTh)および花崗岩(Gr)は僅かに、ハイパーシン質系列よりに、玄武岩(Ba)、貫入岩類(I)、安山岩溶岩(PTa)はビジョン輝石質系列よりの領域にプロットされる。本調査域に分布する火成岩類は、斜長石斑状玄武岩(PTp)を除き、カルクアルカリ系列とソレライト系列との中間的な結晶分化経路をもち、角閃石安山岩(PTh)および花崗岩(Gr)はカルクアルカリ系列、玄武岩(Ba)、貫入岩類(I)、安山岩溶岩(PTa)はソレライト系列の性格を有する。

以上より、第2年次調査地域の火山岩類の地化学的特徴は下表のようにまとめられる。

Tectono-magmatic	K ₂ O	Differentiation series	Lithology	Period
Island arc Basalt ~ Alkali	Low~	Tholeiite	Olivine basalt (Ba)	Q-Ter
			Intrusive Rocks (I)	Jura
	Mid-K	Calc-alkaline	Granite (Gr)	Tr
	Mid~		Hb andesite (PTh)	P-Tr
	High-K		Px andesite (PTa)	P-Tr
Within-plate Alkali	Mid-K	Tholeiite	Pl porphyritic basalt (PTp)	P-Tr

1-1-5 変質及び鉱微地

チェンコン地域には稼行実績のある金属鉱山は存在しない。チェンコン地域の鉱微地位置図

を第16図に示す。

今回の現地調査中の唯一の情報では、タム川の中流域で10年ほど前から5年間ほど河床堆積物中の砂金を、10数名ほどの地元民が採掘していたとのことであるが、詳細については不明である。

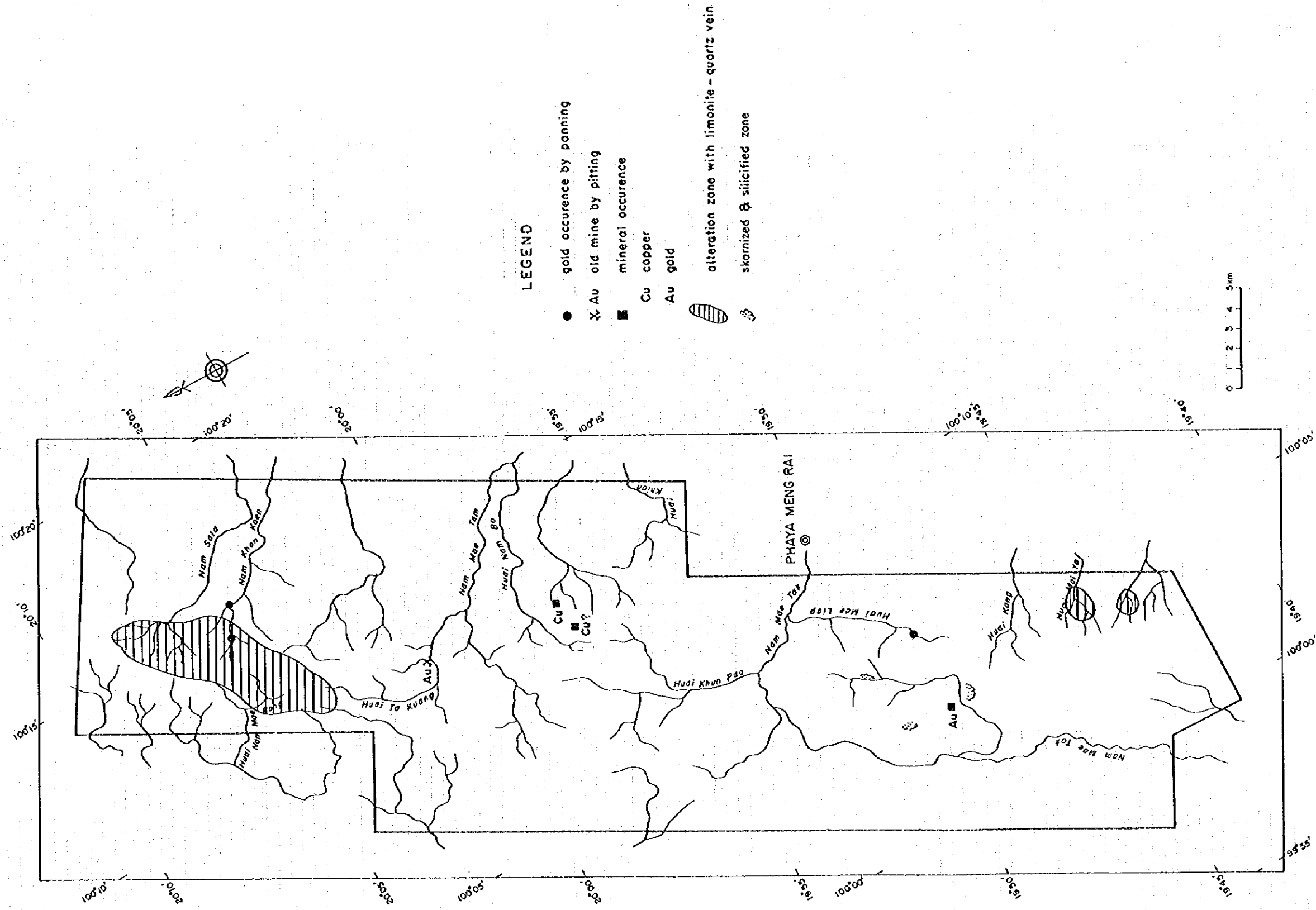
また、地元の鉱業権者からの情報では、2ヶ所の銅の鉱徴地と1ヶ所の金の鉱徴地があるとのことであった。そのうち、金の鉱徴地は南部のホムヘー沢(Huai Hom Hae)流域の中央花崗岩体の最南部と堆積岩との境界部にあり、鉱業権者がかつてパンニングで数mm径の金粒を発見したと言う。この周囲は、花崗岩と堆積岩源の雲母片岩の接触部が認められるほか、安山岩との接触部も認められ、安山岩はスカルン化し、磁硫鉄鉱、黄銅鉱、磁鉄鉱などが鉱染する。さらに、同沢の上流部においても堆積岩中に小規模な珪化帯とスカルン帯が認められ、微粒の黄銅鉱、黄鉄鉱が鉱染する。銅の鉱徴地の1ヶ所は、ボーセーン部落(Ban Bo Seang)西方のゲーム山(Doi Ngaem)の山稜に分布する。地質は、二疊系堆積岩の白色砂岩層で、この塊状砂岩中に緑色銅のシームが認められる。鉱石分析ではCu=1.58%が得られた。もう一つの銅鉱徴地は、先の銅鉱徴地の西側の安山岩から構成されるナンブック山(Doi Nang Puk)の山稜部に位置し、直径2mほどの岩塊からなり、表面は銅藍や緑パンなどで覆われていると言う。

チェンコン地域の凝灰岩類は、著しい白色粘土化を被っているが、その大部分は熱帯風化によるカオリナイト化と思われる。しかしながら、チェンコン地域の北部を横切る国道脇では褐鉄鉱—石英脈を伴う白色粘土化変質帯が数ヶ所で認められる。この変質帯沿いの沢ではパンニングにより2ヶ所で金粒が発見されており、金鉱化作用に関係した変質帯である可能性が高い。この変質帯は、サラ川(Nam Sala)上流部を中心に、北東—南西方向の断層帯に沿って幅2km、延長15kmの規模で広がっている。

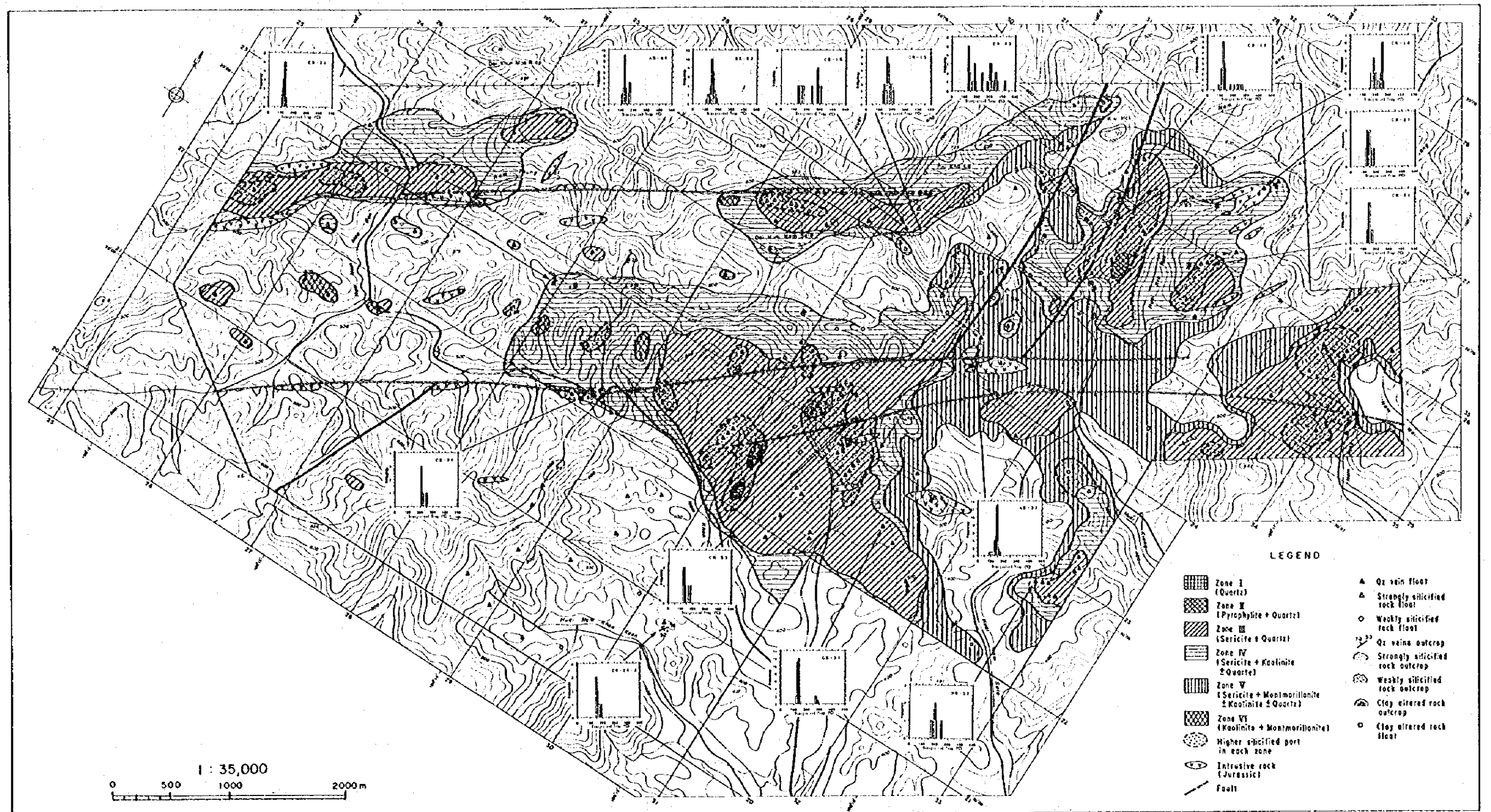
上記以外にチェンコン地区では小規模の石英脈や硫化物の鉱染した岩石が、地域内の各所に散見される。

第2年次調査地域の変質分布図及び鉱徴地位置図を、それぞれ第17図及び第18図に示す。本調査域には、中央部から北東部にかけて珪化変質を伴う白色粘土化変質帯が広く分布し、その他西端部及び東端部にも同様の変質帯が分布する。これらの変質帯は、同地域に発達する北北東—南南西方向、北東—南西方向の断層に調和的に分布している。変質帯は、珪化の強弱はあるが、中心からセリサイト+石英帯、セリサイト+カオリナイト+石英帯、セリサイト+モンモリロナイト+カオリナイト+石英帯、モンモリロナイト+カオリナイト帯、未〜弱変質帯の弱酸性から中性の変質に分類され、累帯構造を示している。変質作用は、主に二疊〜三疊系の凝灰岩類で顕著であるが、同層岩類や二疊系堆積岩にも及んでいる。

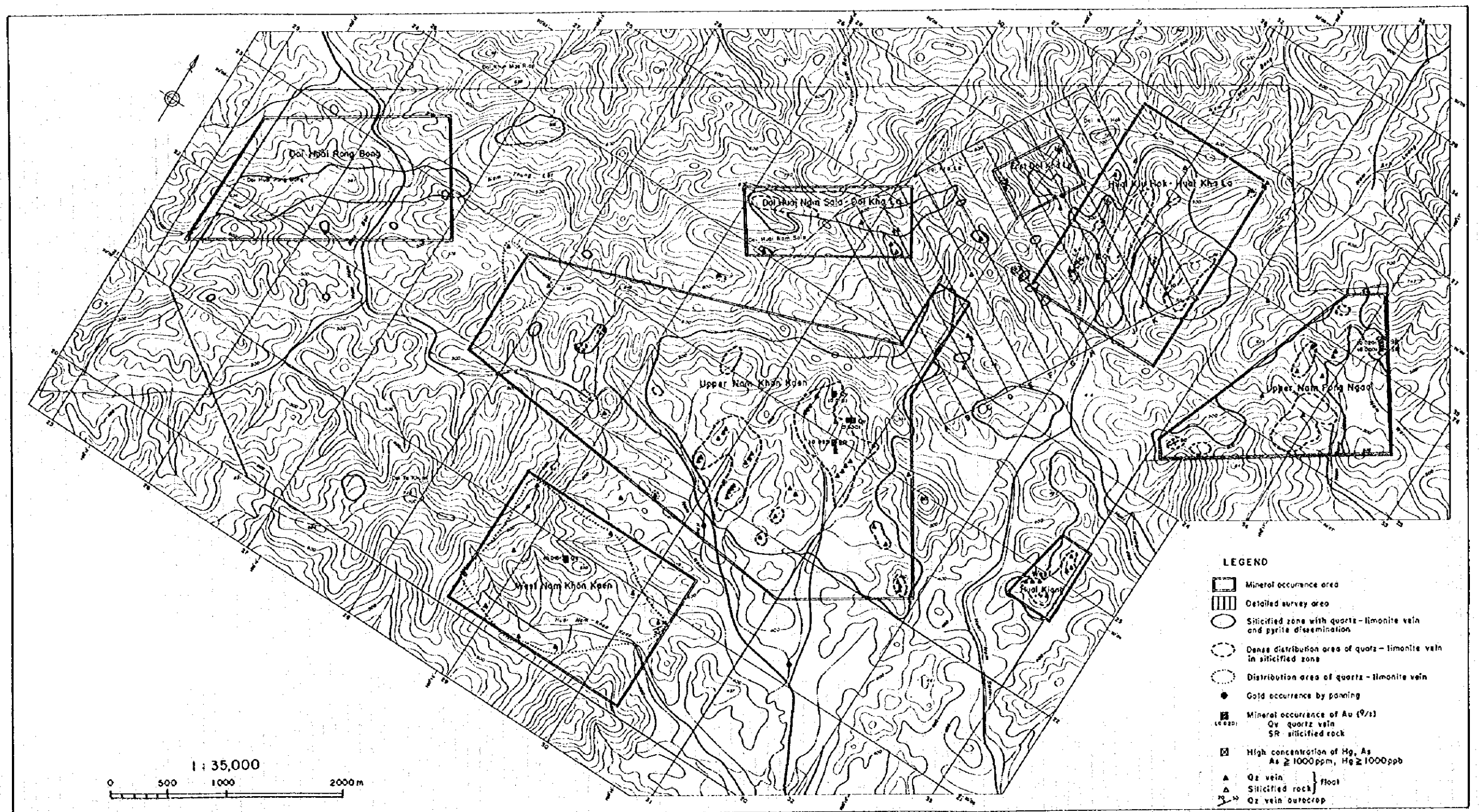
本調査域には、稼行中の鉱山や稼行対象となるような鉱徴地はないが、上記の変質帯に伴って、



第16図 チェンコン地域の鉱微地図位置図



第17図 サラ川上流地区の変質分布図



第18図 サラ川上流地区の鉱微地位置図

石英脈やそれらの転石、黄鉄鉱の鉱染を伴った珪化岩などが認められる。主な鉱徴地は、精査域東端のキウホック沢～カラ沢、ボンンガオ川～キアン沢、中部のコンケーン川～サラ川、北部のホエナムサラ山周辺、西部のホエロンボン山周辺などに分布する。いずれも上記の変質帯が認められるが、その強弱は様々である。キウホック沢～カラ沢の変質帯は、北北東～南南西方向の断層に沿って、主にはその東側に発達している。キウホック沢の東尾根とカラ沢の東尾根上に、あまり広くない強珪化部を伴うセリサイトー石英帯、その周辺にセリサイト+カオリナイト±石英帯が分布し、セリサイト+モンモリロナイト±カオリナイト±石英帯を介してコンケーン川～サラ川の変質帯に連続する。変質母岩は、二畳～三畳系の凝灰岩類を主体とするが、最上部の角閃石安山岩溶岩にも珪化作用及び角閃石を置換する黄鉄鉱化作用が認められる。本地区には、N10～25° E 方向、脈幅 10～30cm の晶洞を伴う石英脈が、露頭及び転石として分布する。鉱石分析では、Au の有意の値は得られていないが、カラ沢東岸の J 測線 700m 付近の小沢中の褐鉄鉱ー石英脈で、As:2,610ppm, Hg:8,440ppb, Sb:20ppm を示した。後述のコンケーン川地区の Au 高濃度試料と同じく As, Hg が高く、この脈の下部には金の賦存が期待される。コンケーン川～サラ川の変質帯は、北東～南西方向の主要断層に沿って発達し、変質帯東部では北北東～南南西方向の派生断層に沿って南北方向に広がっている。セリサイトー石英帯の分布範囲が広く、大きな強珪化部が認められる。強珪化部の中心には、殆ど石英からなる強珪化帯が分布し、その周辺には黄鉄鉱の鉱染が認められる。その外側にセリサイト+カオリナイト±石英帯が広がる。露頭では石英脈は見られないが、脈幅 20～50cm の石英脈や 1m に及ぶ珪化岩の転石が多数認められる。鉱石分析結果では、コンケーン川支流上流部の強珪化帯周辺の石英脈、珪化岩の転石で、各々 Au:5.63g/t, Ag:3.6g/t, As:5,530ppm, Hg:10,630ppb, Sb:120ppm; Au:0.995g/t, Ag:1.8g/t, As:96ppm, Hg:70ppb, Sb:22ppm が得られた。ボンンガオ川～キアン沢の変質帯では、流紋岩質溶結凝灰岩が変質を被っている。強珪化したセリサイトー石英帯が中心にあり、外側へ順次セリサイト+カオリナイト±石英帯、セリサイト+モンモリロナイト±カオリナイト±石英帯に漸移するが、外側の2帯の分布範囲は狭い。石英脈、珪化岩の転石は多い。調査域東端の尾根の強珪化した変質岩2個の鉱石分析値では、ともに Au:0.02g/t, Ag:0.4g/t が得られ、As:80ppm, 52ppm, Hg:160ppb, 10ppb を示す。ホエナムサラ山からカラ山の変質帯は、北東～南西方向の断層に沿って狭長に分布し、ホエナムサラ山北部にセリサイトー石英帯が分布し、それを英状に包んでセリサイト+モンモリロナイト±カオリナイト±石英帯がキウホック山付近まで分布する。二畳系堆積岩から二畳～三畳系火山岩類が変質を被っている。脈幅 20～50cm の石英脈や直径 50～150cm の珪化岩の転石が多数認められる。ホエロンボン山周辺の変質帯は、ホエナムサラ山近辺の変質帯を規制する断層の南西延長上にあり、この断層に沿って伸張する。二畳～三畳系の安山岩が強く珪化しており、しばしば多量の黄鉄鉱の鉱染を伴う。

1-2 地化学探査

1-2-1 調査方法

(1) 試料採取及び指示元素

第1年次調査の試料採取は、あらかじめ調査地域全域を覆うように主要河川及びその支流を選定し、地質調査と並行して実施した。採取地点の間隔は、原則として350～450mとし、各採取地点では水流中央部の沢砂を80メッシュ篩でふるい分け、80メッシュ以下の沢砂を100から150g採取した。採取試料数は、698個である。採取した試料については現地にて風乾した後、タイ側と日本側で折半し、一方を分析に供した。

第1年次調査では、調査の主たる目的が金を含めたベースメタル鉱床を抽出することにあつたことから、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Hg, As, Fe, S, W, Sb, Mnの12元素を指示元素とした。

第1年次調査の結果から、本地区には河床堆積物によるAu, Hg, Cuなどの地化学異常が分布するほか、パンニングでも金粒が数ヶ所で確認された。これらの地化学異常は、河床堆積物試料の異常値であることから、必ずしも現位置での異常を示唆しているとは限らない。このため、第2年次調査では、Ridge and Spur法による土地化学探査を実施し、初生的な異常域を抽出するとともに、そのポテンシャルを評価することにした。特に、パンニングにより金粒が確認され、強いAu, Hgの地化学異常が分布するサラ川上流地区では、精査域として測線長2km、測線間隔200mの測線13本を設定し、CSAMT法による比抵抗探査を併用して、金鉱化作用の賦存する箇所の抽出を試みた。

第2年次調査の指示元素は、第1年次調査の結果に基づき、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Hg, Sb, As, Sの9元素とした。試料数は、精査域の物理探査実施測線上では50m間隔で533個を採取し、それ以外では尾根沿いにほぼ250～300m間隔に449個を採取した。総数は982個である。

(2) データの解析

地化学データの処理に当たっては、分析値の常用対数を用いた。検出限界値未満のデータは検出限界値の1/2の値を便宜的に統計計算に使用した。

地化学異常のしきい値の決定には、平均値と標準偏差を用い、これに頻度分布及び累積頻度曲線図を加味して決定した。

解析にあたっては、最初に各元素の単独の異常値分布図を作成した(単変量解析)。次に、指示元素同士が相関をもって挙動しているか、また、相関の強いグループがあるとすればどのような因子によって支配されているのかを検討するため、主成分分析(多変量解析)を行った。

1-2-2 地化学探査の結果

(1) 第1年次調査

第1年次調査の総合解析図を第19図に示す。

金単一元素の高異常域は、チェンコン地域の北部で特に顕著に認められ、コンケン川(Nam Khon Kaen)及びサラ川(Nam Sala)の上流部、ボン川(Nam Mae Bong)、ツンロ川(Nam Thung Lo)などに分布する。これらの異常域は、ボン川のものを除けば、この地域に認められる変質帯と調和的であり、安山岩の活動を伴う断層にも密接に関連している。同様の異常域は、小規模ながらコンケン川の南側にも認められる。地域中北部の散点的な金異常域は、各異常域とも1点ないし2点の異常で、まとまった異常域を示さない。異常点の分布は、断層に近接、あるいは断層の延長上にあり、これらの断裂に沿った金の鉱徴を示しているものと思われる。タム川中流域の異常値はかつて砂金を採掘したビットに近い。地域南部では、花崗岩と堆積岩の境界部付近に異常点 が散在する。ここでも異常点はまとまった分布を示さない。まとまった異常域としてはバヤメンライ南西のメリアップ沢 (Huai Mae Liap)、花崗岩体西側のブラ沢 (Huai Pla)に認められ、ブラ沢では4点の異常値が集まり、チェンコン地域で最高の1660ppbが得られた。

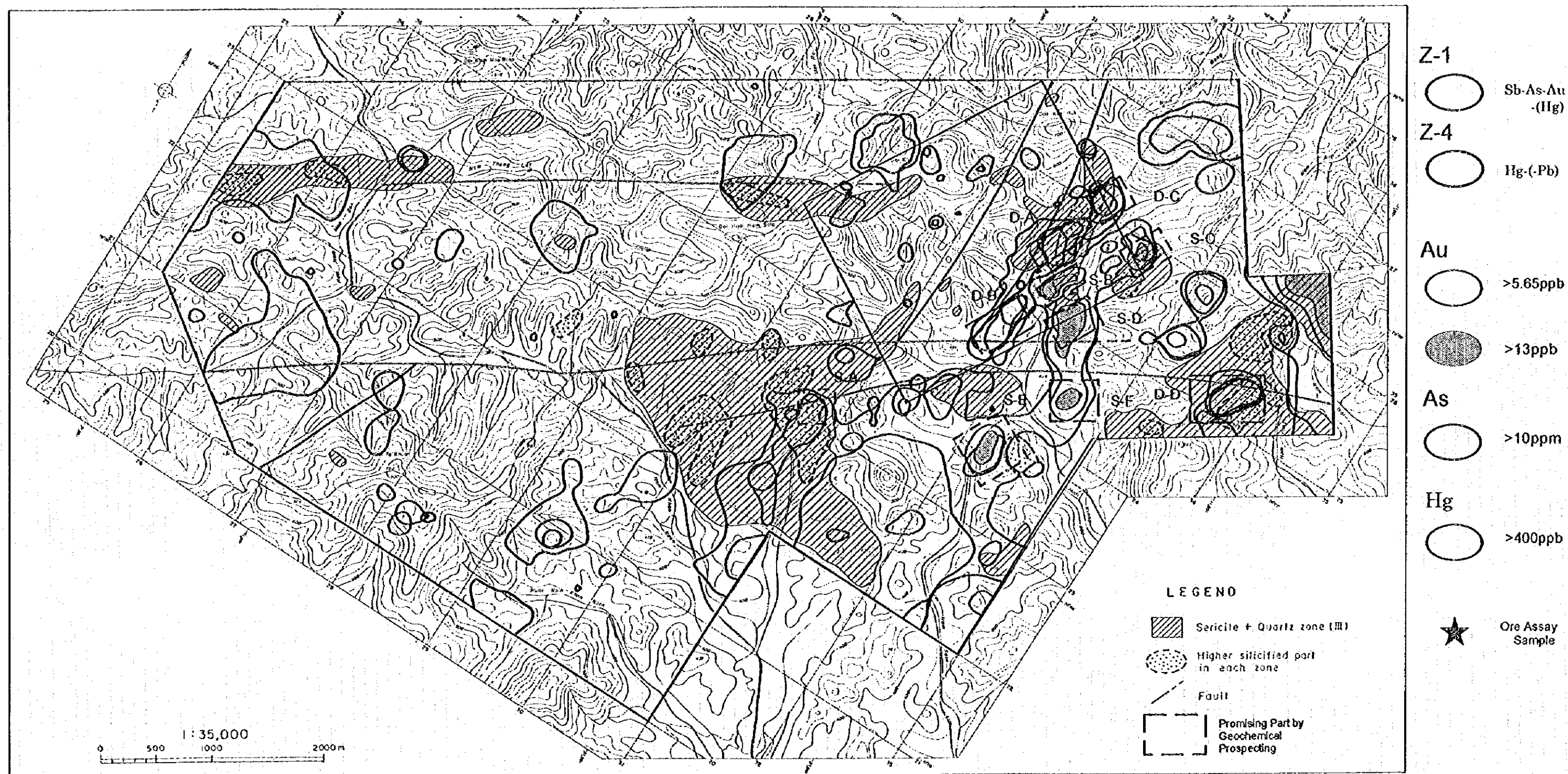
主成分分析では、第1主成分がFe, Zn, Mn, Cu, Pb, W, Hgの因子負荷量が大きく、ベースメタルの賦存を反映する因子と考えられる。Z-1の高得点の分布は、北部では変質帯周辺や断層沿いに認められ、ベースメタルの鉱化作用を表す因子と思われる。南部では最南部の花崗岩体の東側に分布している。この近辺には玄武岩の溶岩もあり、カン沢(Huai Kang)では単一元素の異常値の分布などを加味すると、玄武岩から供給されたベースメタルの賦存状況を示している可能性も指摘される。第3主成分はAg, S, Au, Hgの因子負荷量が高い。Agが低濃度であることを考慮すると、金の鉱化作用及びそのハローを表す因子と考えられる。地域北部ではサラ川上流部の変質帯及び断層に重複して分布するほか、コンケン沢下流支流の変質帯の南西部に連続する断層沿いに分布する。また、タム川からツ川中流部にかけての地区にも東西方向の分布が見られる。中部では北部花崗岩体の西側に堆積岩との境界部に高得点が認められる。この高得点域はSの異常値に依存している。南部では、メリアップ沢上流及び南部花崗岩体の西側のブラ沢に高得点が分布する。

(2) 第2年次調査

第2年次調査の地化学探査に関する解析図を、第20図及び第21図に示す。

精査域における矩形格子法、調査域全域におけるRidge and Spurランダム法による土壌地化学探査により、Au及びAu親元素であるAs, Sb, Hgの地化学異常が、調査域の東半部に分布することが明らかとなり、金を含む熱水鉱脈鉱床の賦存する可能性が高くなった。

主成分分析の結果、金鉱化作用に関係する因子である第1主成分は、調査域北東部のワイ川、ボンガオ川上流部に分布するほか、精査域の東端部から南北方向に調査域の南東端まで連続する。サラ川上流部付近から北東-南西方向の断層に沿って南西方に分岐し、コンケン川



第20図 サラ川上流地区の地化学探査総合解図

支流の強珉化変質帯付近から、再び南北方向に連続している。また、熱水鉱床上部のハローを表す因子である第4主成分は、精査域では第1主成分の西側、断層に近接して分布する。第1主成分の分布は、第4主成分と重複する箇所を除くと、沢筋及び第4主成分の分布する尾根よりは標高の低い尾根に分布している。これは、金鉱化作用を示唆する指示元素の垂直方向での累帯構造を表している可能性がある。

Au, As, Sb, Hgの4元素の分布の関係で見ると、標高や変質状況の関係から、最も上部のハローを表す元素はHgであり、AsがHgとAuの間にあり、Auは下部または高温部のハローを示している。

1-3 物理探査

1-3-1 調査方法

第2年次調査の精査域において、物理探査測線として延長2.0kmの測線13本を200m間隔で設定した(第22図)。測線の方向はN60°Wである。また、全ての測線上に100m間隔で21点の測点を合計273点設定した。測定方法は、アレイ式CSAMT法(Controlled Source Audio-frequency MagnetoTelluric Method)を用いた。

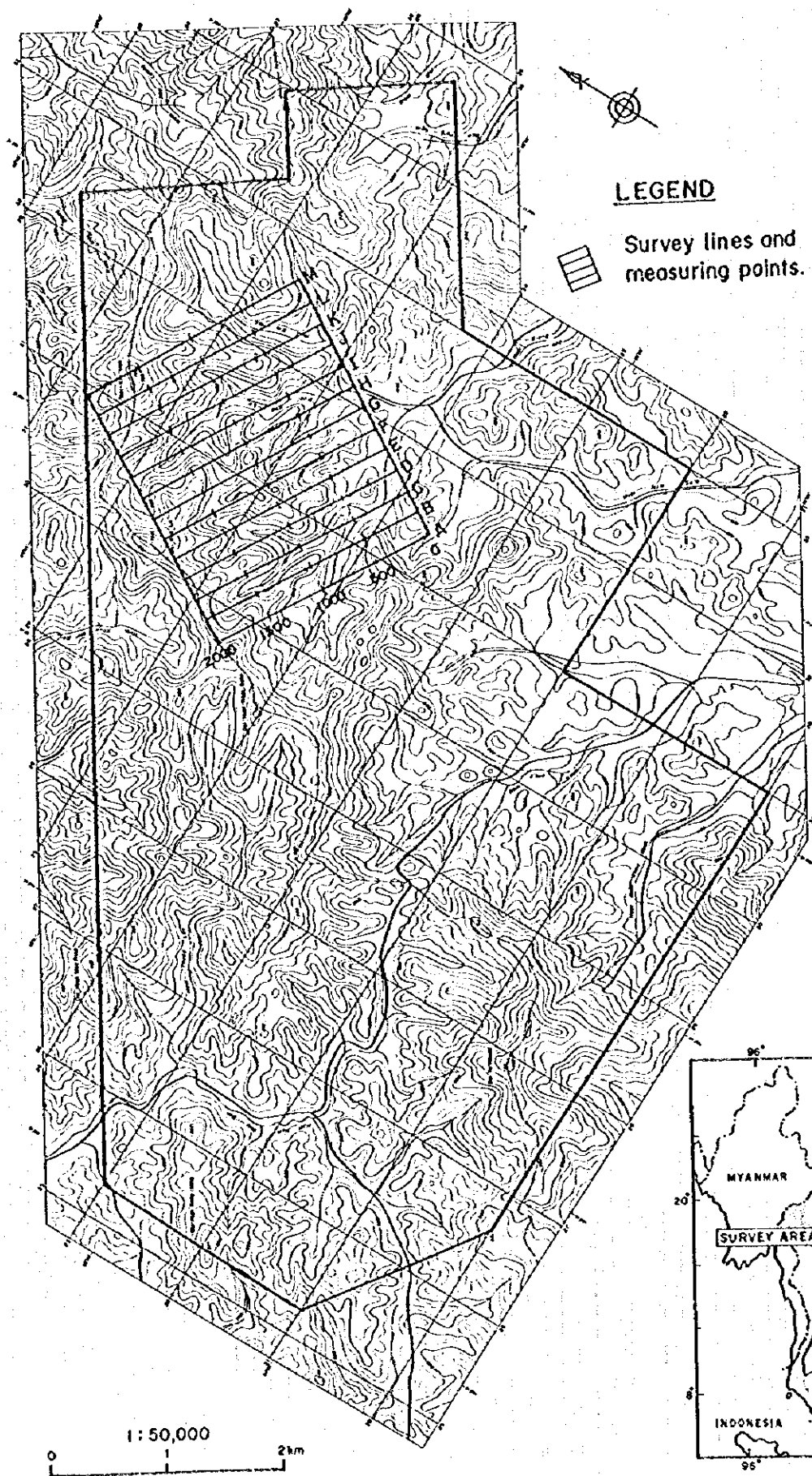
1-3-2 解析方法

CSAMT法の測定データには、地形の影響、地表浅部の局所的な比抵抗異常の影響などステディックシフトの影響が含まれている。これらの影響は1次元解析では評価できないため、解析平・断面に実際の地下比抵抗構造を反映しない構造が表れる。このため、本報では2次元インバージョン解析結果を用いて解析平・断面図を作成し、本調査地域の比抵抗構造を解析した。

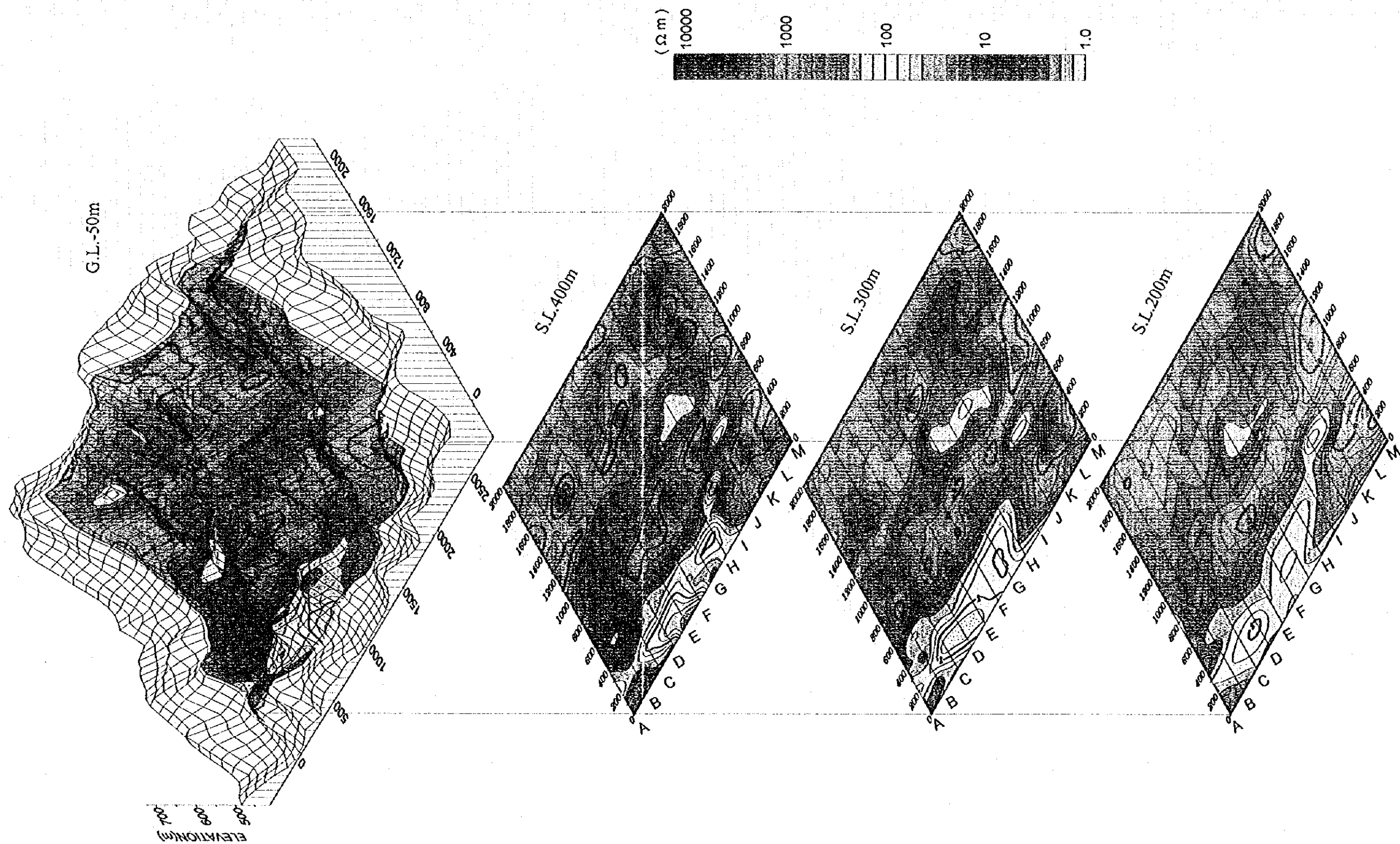
1-3-3 解析結果

2次元解析によって得られた各測線の比抵抗断面図と、地表下50m、海拔400m、海拔300m及び海拔200mの比抵抗平面図を用いて、解析比抵抗平面パネルダイヤグラム(第23図)、解析比抵抗断面パネルダイヤグラム(第24図)を作成した。

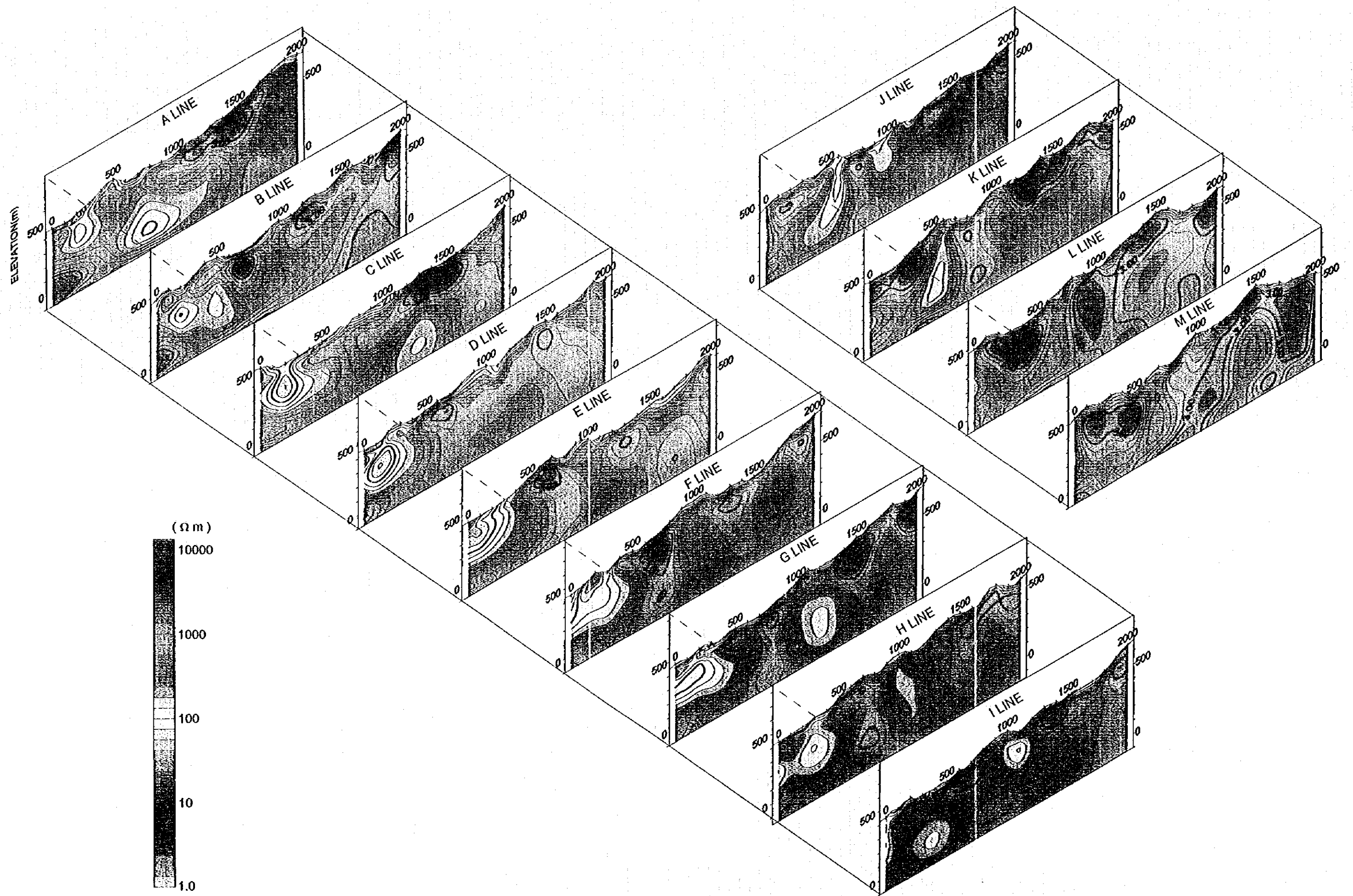
解析比抵抗平面パネルダイヤグラムより、調査地域東部では、A測線からH測線の範囲で測点0から測点500の幅で、ほぼ北東-南西方向の200Ωm以下の低比抵抗帯が分布する。解析比抵抗断面パネルダイヤグラムより、この低比抵抗異常帯は、A測線からE測線へと次第に比抵抗値が低くなり、E測線からH測線へと次第に高くなる傾向が見られ、I測線からM測線では逆に高比抵抗異常帯に変わる傾向が見られる。この低比抵抗異常は地表部からおおよそ海拔



第22図 物理探査実施位置図



第23図 サラ川上流地区(精査域)の解析比抵抗平面パネルダイヤグラム



第24図 サラ川上流地区(精査域)の解析比抵抗断面パネルダイヤグラム

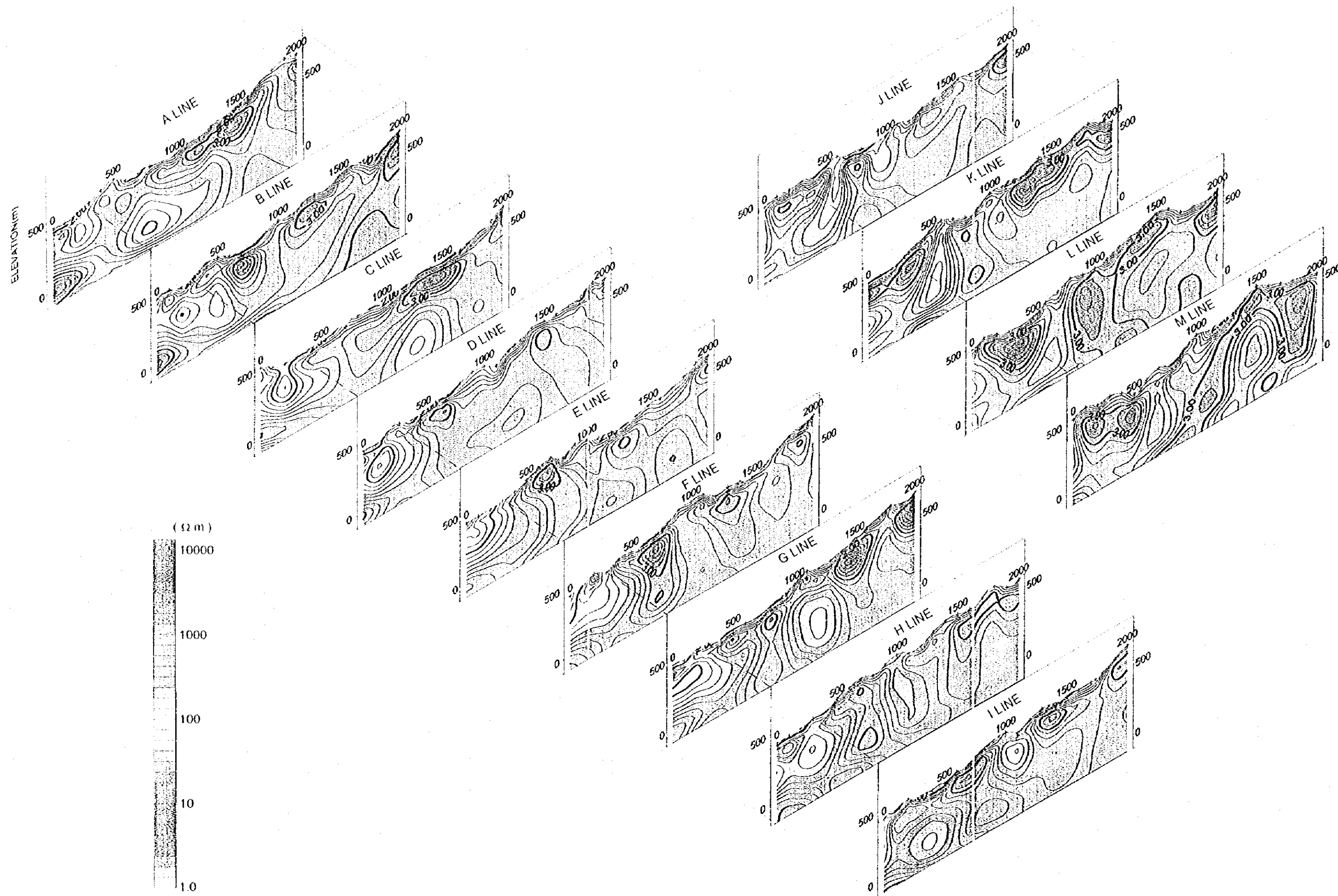


図2.114 九州地方の地形図(等高線)の単位比較表(単位: Ωm)

250m 程度まで続いている。この異常部はさらに、H 測線の測点 400 から方向を変え、I 測線の測点 600 の方向(南北方向)へ線構造状に繋がっている。この比抵抗構造は、見掛比抵抗平・断面図から推定された A 測線の測点 500 付近から H 測線の測点 300 付近へ北東-南西～北北東-南南西方向の比抵抗不連続構造に沿って分布しており、断層及び断層に伴った変質帯であると考えられる。前述の I 測線から M 測線の測点 0 から測点 500 に表れる高比抵抗異常は、I 測線から M 測線へと次第に比抵抗値が高く、面積が広がる傾向を示す。

調査地域中央部、西部地区は概ね高比抵抗帯であるが、G 測線の測点 1100～測点 1200、海拔 0m～海拔 300m から I 測線の測点 1000～1100、海拔 250m～海拔 400m の地区に線状の 200 Ω m 程度の低比抵抗異常が認められる。この低比抵抗異常は、見掛比抵抗平・断面図で B 測線の測点 900 付近から K 測線の測点 1000 付近へ連続する、北東-南西～北北東-南南西方向に推定された構造とほぼ一致するものであり、比抵抗不連続断層構造を示すものと考えられる。この構造で分断されるように B 測線の測点 600～測点 900 から、I 測線の測点 600～測点 900 に帯状の高比抵抗帯が分布する。この高比抵抗帯は、前述の低比抵抗帯と同様に I 測線から N-S 方向に向きを変え、M 測線の測点 1000～測点 1200 へと繋がっている。

これらの構造の他に、見掛比抵抗平・断面図から地域南西部では、A 測線の測点 1800 付近から E 測線の測点 1800 へ北東-南西～北北東-南南西方向の構造、A 測線の測点 200 から C 測線の測点 0 へつながる構造、L 測線の測点 0 から M 測線の測点 100 へ繋がる構造などが推定される。

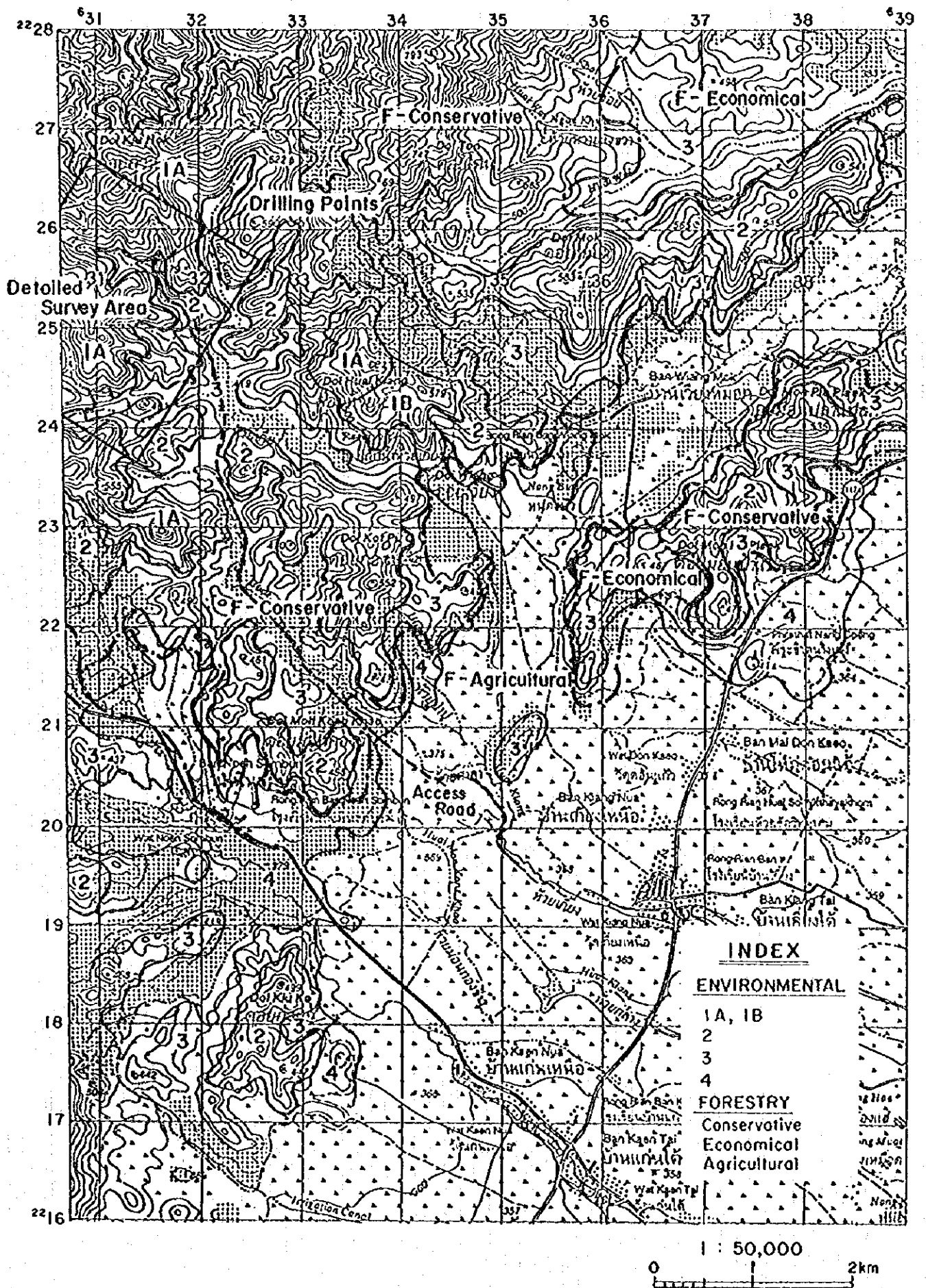
1-4 ボーリング調査

1-4-1 調査内容

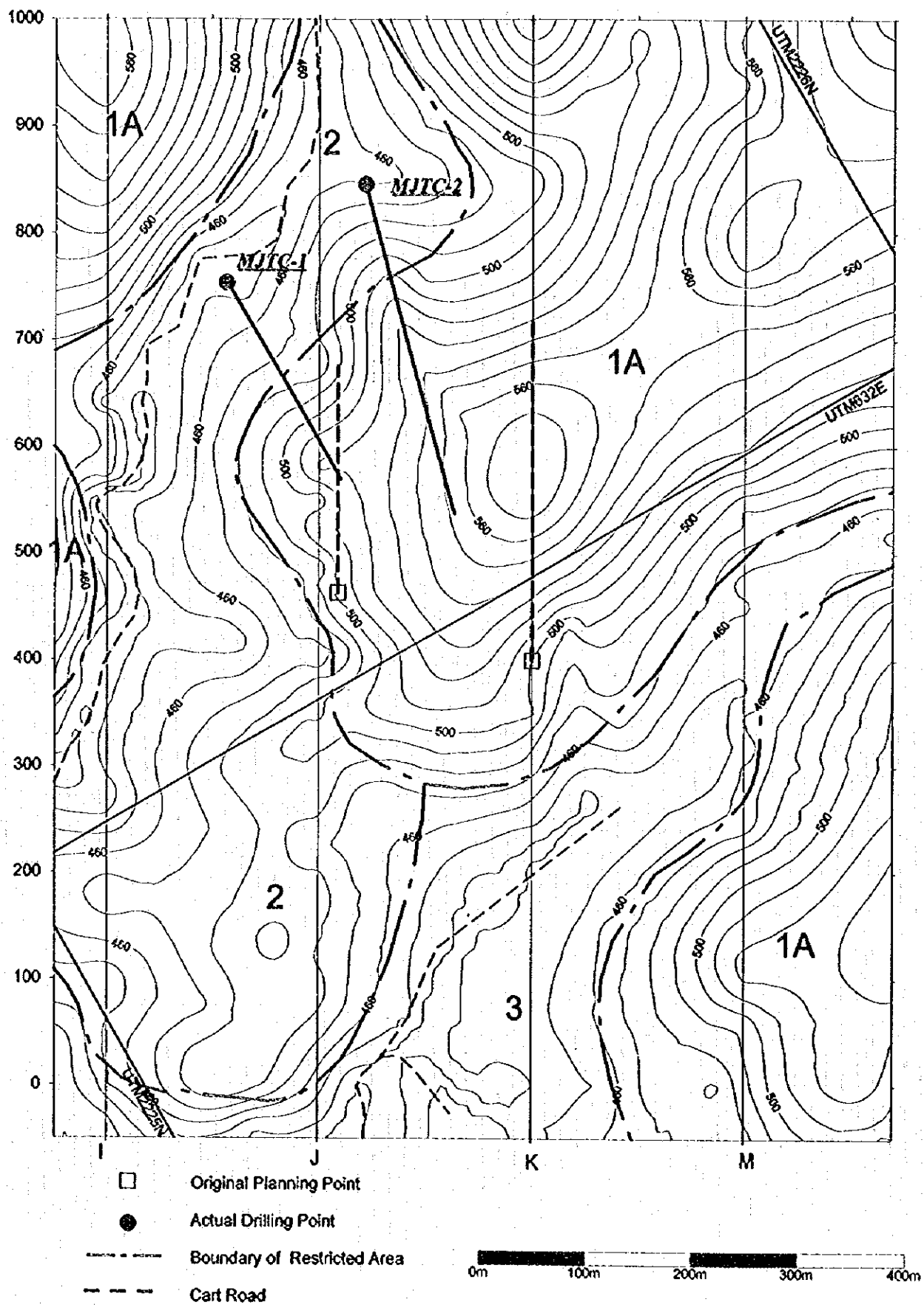
ボーリング調査は、第25図及び第26図に示した2つの試錐座から MJTC-1 及び MJTC-2 の2孔のボーリングが実施され、それぞれの掘進長は MJTC-1: 300.10m, MJTC-2: 454.60m, 合計 754.70m である。両調査孔から鉱石分析, X線回折試験, 研磨薄片, 流体包有物均質化温度測定に供する試験用試料を約120個採取した。

ボーリング工事は、掘進実績表に示したように孔径 PQ, HQ, NQ で掘削され、95%以上のコア回収率が達成された。掘進能率は、掘削中の地質状況に応じて変動し、特に強く破砕された粘土・細礫化帯では極めて低くなるが、孔別掘進能率は MJTC-1 孔で 10.72m/全作業日, MJTC-2 孔で 16.84m/全作業日であった。

採取したコアは、鉱物資源局チェンマイ支所のコア倉庫に収納した。



第25図 ボーリング位置と環境法・森林法の規制区域



第26図 ボーリング位置図

1-4-2 調査結果

以下の孔別の地質及び着鉱状況、鉱石品位について述べる。地質断面図を第27図及び第28図に示す。なお、ここで使用する層理(片理)、貫入面、脈等の見かけの傾斜は、掘進方向に平行なものを0°、垂直なものを90°とした。

(1) MJTC-1 孔

本孔は、掘進方位 N90°E、傾斜角-45°、掘進長 300.10m である。

本孔の地表から 3.30m まではオレンジ色のラテライト質の表土で、円磨した下位の頁岩や変質した凝灰角礫岩の細礫から小礫を含む。

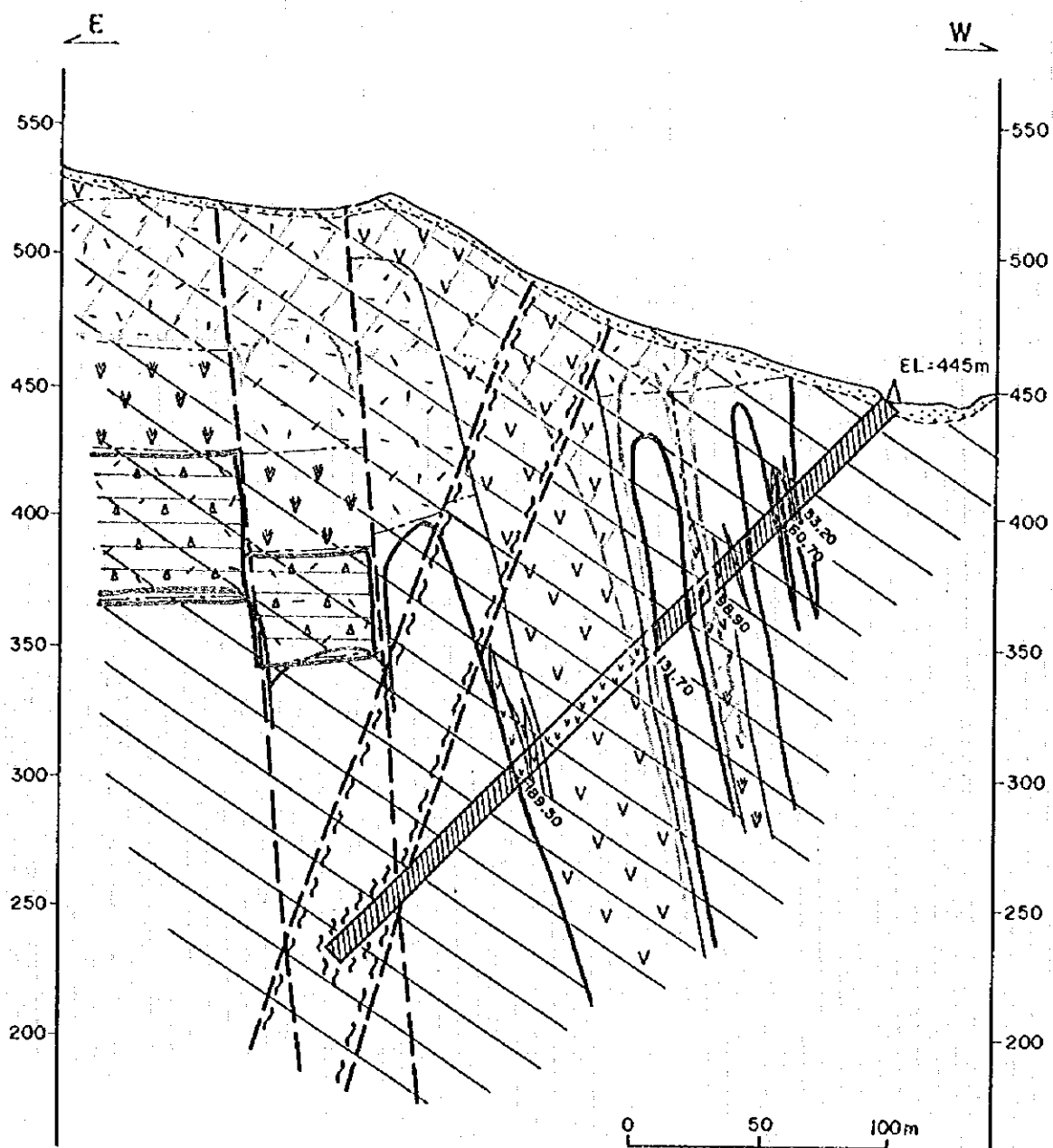
深度 3.30~77.20m 間は、二疊紀の堆積岩類が分布し、頁岩、砂岩、頁岩・砂岩互層が繰り返し出現する。頁岩は、スレート劈開が良く発達している。砂岩との互層部等の層理と比較して、この劈開はほぼ層理と平行に発達する。この区間の層理あるいは片理は 40~65°を示す。

深度 53.20~54.40m 及び 60.70~62.05m には強く変質した斑状玄武岩の岩脈が貫入しており、この貫入面も層理面と平行である。

この区間の堆積岩類は、ごく一部を除いて未変質である。深度 25.70~26.85m、39.50m、50.80m では石英-炭酸塩脈の周辺で頁岩が珪化、粘土化(緑泥石、雲母鉱物)、炭酸塩化(主にアンケライト)作用を受けている。変質玄武岩の変質も泥岩と同じである。

深度 77.20~131.70m 間も、二疊紀の堆積岩類が卓越し、玄武岩、安山岩の貫入が認められる。上位区間に比べて貫入する玄武岩、安山岩の岩脈の幅が広いこと、区間を通じて黄鉄鉱の鉱染が認められることが異なっている。堆積岩類の層理、片理は 40~45°とほぼ一定しているが、岩脈の貫入面はこれと平行なものとやや斜交する 60°のものも認められる。堆積岩は一般に肉眼では変質していないが、変質安山岩の上盤側や亀裂の多い含砂岩礫頁岩では珪化、炭酸塩化が認められる。安山岩は、珪化、粘土化(主に緑泥石)、炭酸塩化(方解石、アンケライト)変質が顕著である。黄鉄鉱は、泥岩ではスレート劈開沿いに鉱染し、砂岩や安山岩では散点状に鉱染するが、100~103m では 45°方向の墨流し状の脈状鉱染帯を形成する。

深度 130.70~200.30m 間は、変質安山岩が分布する。間に幅 0.5~3.5m の頁岩層を挟在する。安山岩は一部自敵砕状の角礫部を持つことから溶岩である可能性が高い。挟在される頁岩との関係は、境界部が新しい断層活動などにより細礫化や破碎している場合が多く不明瞭であるが、粘土を挟んでいたり、安山岩が変質しているのに対して頁岩が未変質であることなど



- | | | |
|--|--|--------------------------|
| | quartz - chlorite - mica - pyrophyllite - pyrite | |
| | quartz - chlorite - mica - andesite - calcite - pyrite | |
| | prophyritic | |
| | top soil | |
| | hornblende andesite | |
| | andesitic ~ basaltic tuff, lapilli tuff | |
| | | |
| | | --- sedimentary boundary |
| | | — intruded boundary |
| | | - - - fault, shear zone |
| | | ~~~~ shear |

第27圖 MJTC-1孔地質断面圖

から、断層関係の可能性が高い。安山岩は、全体に強い変質を受けており、珪化、粘土化(緑泥石、雲母鉱物)、炭酸塩化(アンケライト>方解石)が認められる。珪化作用は、155~178m で最も強く、それより下部では次第に弱まる。粘土化及び炭酸塩化は、下部では珪化が弱まるとともに強くなる。黄鉄鉱の鉱染帯は、墨流し様の脈状鉱染帯を形成していて、45°方向に発達することが多い。この鉱染帯は強珪化帯の直上と強珪化帯より下位で顕著に発達する。

深度 200.30~300.10m 間は、スレート劈開の発達した頁岩、塊状砂岩、片理方向に伸長する砂岩礫を多含する頁岩(スランプ堆積物?)が繰り返し分布する。深度 268m 付近より孔底までは著しい破砕を受けて細角礫化、岩片化、粘土化し、コアの外形をとどめない。鉱微及び変質は、深度 229.65~229.75m で角礫化した砂岩礫に黄鉄鉱が微量鉱染している以外には認められない。

全孔を通して幅 5mm から 20cm の石英-炭酸塩鉱物(一緑泥石)脈が認められる。出現頻度は 10m 間に4ないし5本程度で、脈の方向は 0-10°, 40-60°, 80-90°が卓越する。深度 130~140m の変質安山岩中に胚胎するもの以外は、黄鉄鉱を作わない。

18 個の鉱石分析用を試料採取し、分析に供したが全試料とも $Au < 0.07g/t$, $Ag < 1ppm$ ないし $1ppm$ であった。Cu, Pb, Zn については、深度 95m から 155m の変質安山岩の黄鉄鉱鉱染部で各々 15~105ppm, 40~315ppm, 75~305ppm の値が得られている。

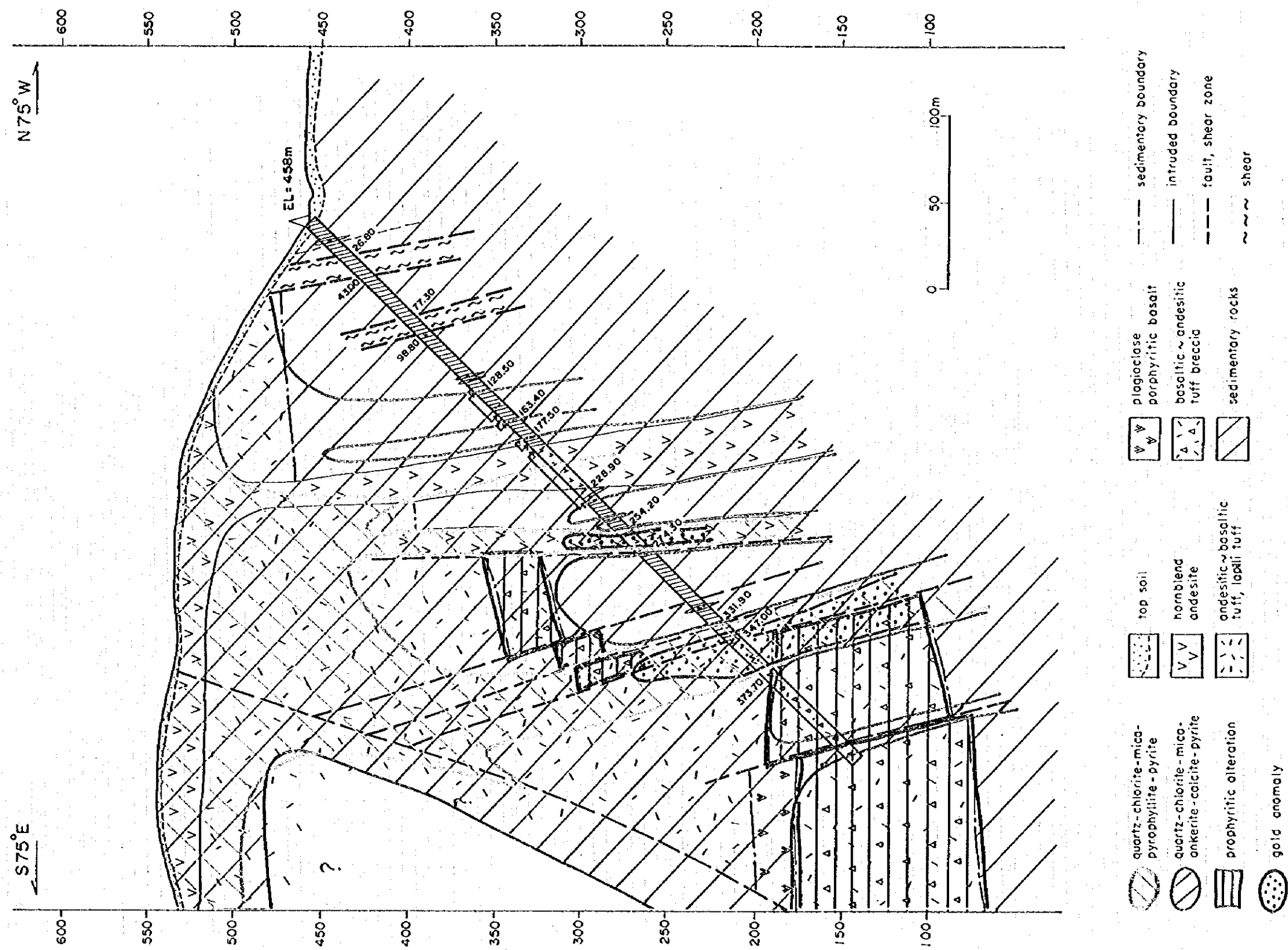
MJTC-1孔では、5試料の石英-方解石脈について流体包有物の充填温度を測定した。F-3を除けば、140℃ないし 150℃付近に値の集中が見られ、これは2年次に地表のサンプルで得られた温度をほぼ同じであり、MJTC-1孔の浅部も深部もほとんど同じ温度である。F-3 及び F-2 の一部には 200℃前後の均質化温度が認められるが、この試料周辺では Pb, Zn, Hg, As, Sb の異常値が得られていて、葉ロウ石が検出される。

(2) MJTC-2孔

本孔は、掘進方位 S75°E、傾斜角-45°、掘進長 454.60m である。

地表から深度 3.25m まではオレンジ色のラテライト質シルトで、最大 1m の緑色の安山岩円礫を含む。

深度 3.25~128.25m 間は、スレート劈開の発達する頁岩、塊状砂岩、化石を含む塊状石灰質頁岩、レンズ状の砂岩礫を多含する片状頁岩、頁岩・砂岩互層が繰り返し分布する。深度



第28图 MJTC-2孔地质断面图

13.50~15.25m 及び 94.20~95.10m に強変質した安山岩岩脈が貫入している。深度 3~11m, 25~43m 及び 77~99m の間は強く圧砕し、粉状化、粘土化、細角礫化が顕著である。堆積岩の片理・層理は深度 50m 付近までは 10~30°を示すが、50m 以深では 40~60°を示す。安山岩の貫入面も片理と平行である。

圧砕されていない部分では石英—炭酸塩鉱物脈が間に 5 ないし 6 本発達する。これらの脈の発達方向は 60~75°, 80~90°のことが多い。

堆積岩類にはほとんど変質の兆候は認められないが、安山岩岩脈は原岩の石基組織が判別できないほど変質を受けている。変質鉱物は、石英、緑泥石、雲母鉱物、方解石、アンケライトが検出された。

深度 128.25~187.40m 間は、比較的砂岩の卓越する区間で、砂岩、砂岩・頁岩互層、頁岩、レンズ状の砂岩礫を含む頁岩が分布するほか、上部の 128.25~129.10m, 131.80~132.80m には安山岩の岩脈が貫入している。層理・片理は深度 150m までは 50~60°, 150m 以深は 40~50°を示す。安山岩の貫入面もこれと平行である。

安山岩岩脈が変質しているほか、砂岩と一部の頁岩も変質及び黄鉄鉱の鉱染を被っている。変質鉱物は、石英、緑泥石、雲母鉱物、アンケライトが主体で、珪化の強い部分ではアンケライトが消失する。これらの変質を切っている。石英—炭酸塩鉱物脈では方解石が主体でアンケライトは出現しない。

石英—炭酸塩鉱物脈の他、石英脈、炭酸塩鉱物脈も発達し、上部の深度 140m 付近まで 30~40°, 下部では 50~70°または 90°の脈が多い。

深度 187.40~228.90m 間には、黄鉄鉱の鉱染を伴う強珪化、強緑泥石化を被った角閃石(?)安山岩が分布する。全体に珪化が強いが、方解石、アンケライトも普遍的に出現する。粘土鉱物は、緑泥石のほか雲母鉱物が認められる。黄鉄鉱は不偏的に 2~5%程度散点状に分布するが、203.60~206.50m では平行して発達する石英脈細脈に伴なって、また 209.30~209.80m では網状細脈状に極めて多量に鉱染する。

深度 215.60~217.35m にはほぼ掘進方向に伸長する縞状石英—炭酸塩鉱物脈が認められる。脈幅は 3~6cm+で、3~5mm の平行した石英、炭酸塩鉱物からなる細脈と脈間に比較的細粒の黄鉄鉱の濃集縞があり、一見すると銀黒様に見える。

深度 226.90~227.90m には頁岩が挟在されていて、頁岩自体には変質は認められないが、緑泥石細脈が網状に発達する。

深度 228.90~254.20m 間は、頁岩及び頁岩・砂岩互層から構成され、246.50~247.60m に安

山岩岩脈が貫入する。堆積岩には変質及び鉍徴は認められない。安山岩岩脈は、珪化、粘土化、炭酸塩化を受け、黄鉄鉍が鉍染する。

深度 254.20～274.30m 間には、変質安山岩が分布する。変質はやや珪化が弱く、粘土化、炭酸塩化が著しい。全体に割れ目が少なく炭酸塩鉍物、石墨、黄鉄鉍から構成される幅 1～2mm の黒色の細脈が網状に発達する。炭酸塩鉍物—石英脈は 269.40～270.50m と 273m から 274m に集中的に分布する。

下位の頁岩・砂岩互層との境界には幅 35cm の断層粘土帯があり両者の角礫が混在するが安山岩礫のみが変質を受けている。

269.40～270.50m の黄鉄鉍鉍染部での鉍石分析の結果、 $Au=0.08, 0.16g/t$ が得られた。

深度 274.65～331.90m 間は頁岩・砂岩互層、頁岩、砂岩よりなり、318.20～319.60m に安山岩岩脈が貫入する。上位の 30m ほどは比較的割れ目が少なく 70～85°の層理が発達し、280～290m にみられる方解石—石英脈もこの構造沿いに発達する。305m 以下は割れ目が多く、細礫化してコアの形状をなさない部分が多い。堆積岩中には変質や鉍徴はほとんどみられない。312～313m には割れ目を充填した緑泥石脈が発達し、周囲が珪化している。

安山岩岩脈は強い珪化、粘土化、炭酸塩化を受けていて黄鉄鉍が大量に鉍染する。この試料の鉍石分析結果では $Au=0.10g/t, Zn=120ppm$ が得られた。

深度 331.90～347.00m 間は、砂岩が卓越する部分で、全体に変質及び黄鉄鉍の鉍染が認められる。338.00～340.40m には火山礫凝灰岩を挟在している。変質は火山礫凝灰岩部で強く、砂岩部で弱い傾向にあるが、黄鉄鉍の鉍染はこれと逆の傾向にあり砂岩部で強くなっている。変質鉍物では石英、緑泥石、雲母鉍物、方解石、アンクライトの他葉ロウ石がX線回折試験で検出される。

黄鉄鉍の鉍染部での鉍石分析の結果、 $Au<0.07, 0.22, 0.08g/t, Ag: 1.0, 1.8, 1.4ppm$ が得られ、同時に $As: 96\sim390ppm, Sb: 19\sim49ppm, Hg: 1,020\sim9,460ppm$ と高い値を示す。

深度 347.00～373.70m 間は、凝灰岩及び自破碎した安山岩溶岩から構成される。347.00～350.00m に分布する細粒凝灰岩は強い珪化及び炭酸塩化を受けているが黄鉄鉍の鉍染は認められない。自破碎安山岩部は珪化、粘土化、炭酸塩化とも強く被っていて、黄鉄鉍も 45°の方向に墨流し様の脈状に全面的に鉍染している。最下部の粗粒凝灰岩の変質も安山岩同様に極めて強い。全体には黄鉄鉍の鉍染はないが 372.50～372.70m に黄鉄鉍の細脈が平行に

発達する。

変質鉱物は、石英、緑泥石、雲母鉱物±、方解石±、アンケライト及び葉ロウ石が認められる。

鉱石分析結果では Au: 0.34, 0.26g/t, Ag: 0.4, 0.2ppm と今回の分析中で最も高い値金の含有量が得られた。同時に As: 444, 492ppm, Sb: 84, 84ppm, Hg: 5,420, 6,150ppm と高い値を示す。

深度 373.70～454.60m(孔底)間は、この地域では特徴的な暗緑色または赤紫色呈する溶岩及び角礫凝灰岩の繰り返しから構成され、一部に火山礫凝灰岩・粗粒凝灰岩を挟在する。この地層は、珪化や炭酸塩化(方解石>>アンケライト)も受けているが、緑泥石化、曹長石化及び黄鉄鉱の鉱染で特徴づけられるプロピライト化変質を被っている。岩相的には二疊～三疊紀火山岩類の最下底を構成する凝灰角礫岩層に対比される。この地層の 443～453m にはやや珪化が強く黄鉄鉱の鉱染のやや強い部分があるがここでも曹長石化が顕著でこの地層以外の変質とは異なっている。

珪化の強い部分での鉱石分析結果は Au<0.07g/t, Ag<0.2ppm である。

流体包有物の均質化温度は、プロピライト変質帯中の 2F-6 を除くと 170～220℃に集中が見られ、MJTC-1 孔に比較して全体的に高温を示す傾向にある。2F-6 は、3箇所に集中点に分かれているが、低温のグループは MJTC-1 孔の試料をほぼ同じ温度範囲を示す。2F-2, 2F-3, 2F-4 は、Au, Ag, Pb, Zn, Hg, As, Sb の異常値が認められる鉱化区間の試料であり、これらの試料では 200℃前後の充填温度が得られている。

1-4-3 調査結果のまとめ

(1) 地質

調査地域は、二疊紀の堆積岩類と二疊～三疊紀の火山岩類が南北系の断層によって接している地域である。地表部では断層の西側には二疊紀の堆積岩類が分布、東側に二疊～三疊紀の火山岩類の凝灰岩が分布し、東側が相対的に沈降しているものと推定されている。

ボーリングは、断層の西側の堆積岩分布域から、堆積岩類と火山岩類の境界部を対象として実施された。

二疊紀の堆積岩類は、スレート劈開の発達した頁岩、塊状な細粒から粗粒砂岩、頁岩・砂岩互層、片理・層理方向に伸張した砂岩礫を含む片状頁岩(スランプ堆積物)、石灰質頁岩、凝灰岩から構成される。地表での層理・片理の走向傾斜は、N5～15°W/70～90°Wを示している。

ボーリング孔での層理・片理面は、剪断帯、断層近辺をのぞけばコアの伸張方向を 0° として $30^{\circ} \sim 70^{\circ}$ を示す場合が多く、地表で観察されるものと比較して $N0 \sim 15^{\circ}W / 65 \sim 90^{\circ}W$ を示しているものと推定される。

二疊紀の火山岩類は、安山岩～玄武岩質角礫凝灰岩、斜長石斑状玄武岩、玄武岩～安山岩質凝灰岩・火山礫凝灰岩、角閃石安山岩が分布している。玄武岩及び安山岩岩脈は、コアでは堆積岩の片理に平行に貫入していて、 $40 \sim 60^{\circ}$ を示している場合が多い。斜長石斑状玄武岩はボーリング孔の比較的浅所(掘進長で 100m 以浅)に分布し、脈幅はあまり広くない。角閃石安山岩は、数m幅のものもあるが $10 \sim 60m$ の広い幅で分布し、調査域の山稜部では溶岩として広がっている。凝灰角礫岩は、MJTC-2孔の深度 373m 付近から孔底までに分布し、濃緑色と赤紫色が入り混じった雑色の凝灰角礫岩、自破碎溶岩、塊状溶岩が混在している。同様の岩相は、今回の調査地域から南西方向に約 10km の主要断層沿いに露出している。

この地域に発達する断層は、堆積岩の層理・片理の走向傾斜と平行なものが主体であり、 $N0 \sim 15^{\circ}W$ 走向で西に傾くものが多い。また、最終的な断層活動として、変質や鉱徴を全く伴わない破碎作用(角礫化や断層粘土化)を主体とする剪断帯の発達がみられる。

(2) 鉱化作用及び変質作用

ボーリング調査の結果、この地域の鉱化作用・変質作用は、堆積岩中に貫入する安山岩岩脈を中心に観察され、岩脈の脈幅が広い場合には岩脈の上盤側の堆積岩にも変質作用や黄鉄鉱の鉱染帯が広がっている。MJTC-2孔の深度 128.50～163.40m や 331.90～373.40m のように岩脈が認められない場合にも強い変質及び黄鉄鉱の鉱染が起こっている場合があるが、このような部分では熱水鉱液の通路となるような断層が発達していたかごく近傍に岩脈が賦存するものと考えられる。

熱水変質は、二疊～三疊紀の火山岩類では最下部の角礫凝灰岩相を除いては、若干の強弱はあるものの普遍的に強い変質を与えている。熱水鉱液の通路となった岩脈の周辺では、砂岩に対して熱水変質と黄鉄鉱化が顕著に現れるが、頁岩には片理に沿った黄鉄鉱の鉱染程度しか発現しない。

検鏡やX線回折試験の結果から、熱水鉱液による変質作用は、珪化、粘土化(緑泥石化、絹雲母化)、炭酸塩化(方解石化、アンケライト化)で特徴づけられ、変質を被った岩石はほとんど原岩の組織が識別できないほどまで交代されている。この変質作用は、黄鉄鉱の鉱染を伴っており、全体には細粒黄鉄鉱の鉱染がみられるほか、やや強い珪化作用の周辺で墨流し状の黄鉄鉱鉱染帯が形成され、目視で最大 40%程度を黄鉄鉱が示す場合もある。

以上の変質作用、鉱化作用は、珪化、粘土化が進行した後、引き続いて黄鉄鉱の鉱染が生

じ、その後これらを脈状に切ったり、石英の粒間を充填するようにアンケライト、方解石の順に晶出しているように観察される。このような変質岩を切ったり、堆積岩中にみられる最末期の石英—方解石(—緑泥石)脈では、黄鉄鉱を随伴することは稀であり、アンケライトも認められない。

鉱石分析結果では、上述してきたような石英—緑泥石—絹雲母—アンケライト—方解石変質に伴った大量の黄鉄鉱鉱染帯や最末期の石英—方解石(—緑泥石)脈ではAu, Agとも検出限界値以下(Au<0.07g/t, Ag<0.2ppm)であり、Cu, Pb, Znも高い値を示さない。一方、上記の変質鉱物組合せに葉ロウ石が加わった場合には金銀の異常値や鉛、亜鉛の異常値が認められる。MJTC-1孔の深度93~103m, 131~150m付近ではPb=55~315ppm, Zn=75~305ppmと高い値を示し、MJTC-2孔の深度255~275m, 340~374mではAu=0.08~0.34g/t, Ag=0.2~1.8ppmが高い値を示す。各々の箇所ではAs, Sb, Hgも同時に高い値となっている。

葉ロウ石を含む変質帯は、昨年度及び今年度調査で今回調査の対象とした断層沿いの低比抵抗帯の上部をカバーする石英—絹雲母—緑泥石変質帯に伴って認められ、下部より地表部での葉ロウ石変質の方が強い傾向にある。この変質帯では昨年の調査結果よりHg, Asの地化学異常が強いことが判明しており、葉ロウ石(—絹雲母)を伴う変質作用が鉱化作用をもたらしたものと考えられる。葉ロウ石を生成する条件は極めて酸性であり、これに対して絹雲母、方解石、アンケライトの生成条件は中性である。一方、アンケライトを伴う変質は、塩基性岩の火成活動に伴って生じるのに対し、葉ロウ石の変質は中性から酸性岩の活動に伴う。これらのことから、この地域には複数の熱水活動があり、それらが重複して現在の変質帯を形成していることが考えられる。今回の調査ではこの変質帯の形成の順序を解明するまでのデータは得られていないが、大量に見られる黄鉄鉱の鉱染帯については石英—緑泥石—絹雲母—アンケライト—方解石変質と密接に関係していることが検鏡結果から指摘される。

流体包有物均質化温度は、MJTC-1孔では150℃、MJTC-2孔では170~220℃に集中し、MJTC-2孔の方が高い傾向を示す。これは、X線回折試験でMJTC-2孔の方の粘土鉱物の結晶度がよいことと矛盾しない。また、鉱石分析結果でAu, Ag, Pb, Zn, Hg, As, Sbが異常値を示す試料の周辺では充填温度は200℃前後を示し、異常値を示さない試料と比べて高い温度を示している。

このような傾向を考慮すれば、この地域の熱水変質作用の中心はMJTC-2孔より北側または下部にある可能性も指摘できる。流体包有物の均質化温度からは、200℃前後の温度で鉱化作用が起こっていることが窺えるが、一般の熱水鉱脈鉱床での鉱化作用の温度よりはやや低い温度を示している。