

1-5 考察

1-5-1 第1年次調査

火成活動は、二疊～三疊紀の安山岩ないし流紋岩、三疊紀の花崗岩、ジュラ紀の安山岩、鮮新～完新世の玄武岩の4期が知られている。

地質構造は、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ほぼ調和的に連続する傾向が認められる。最下位層である二疊系堆積岩類の走向傾斜の傾向は、山地の中央部を軸とする大きな向斜構造を示す。二疊～三疊系の火山岩は、凝灰岩を伴い二疊系を不整合に覆い、北東-南西方向に2帯の平行帯状分布を示す。二疊～三疊系の凝灰岩類は、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、二疊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-西南西方向のこれ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から北部で発達が著しい。北部に分布するジュラ紀(～白亜紀)の安山岩類や二疊～三疊系の火山岩類に発達する変質帯の分布は、これらの断層系に支配されている。

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-南西方向に一致しているが、3つの岩体の中心を結ぶ線はこの方向と斜交し、北北東-南南西方向を示し、全体として雁行状に分布している。

地域の南半部には花崗岩が露出しているのに対して、北端部では花崗岩の分布が見られない。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が貫入していることが知られており、地域北端部の下部にも花崗岩体の存在が推定される。

以上の事実を考慮すると、チェンコン地域の南北方向の地質構造は、南半部がより隆起、削剥された北にプランジした構造となっているものと推定される。

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、金の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、北東-南西方向の断層帯に沿って幅 3km、延長 12km の規模で広がっている。

地域南部ではあまり明瞭な鉱徴地はないが、地域の南東部に分布する二疊～三疊紀の凝灰岩類の一部に強い粘土化変質や石英脈が認められ、二疊系の粘板岩中にも石英脈が発達する。花崗岩体周辺ではホルンフェルス化や小規模なスカルン化が認められるが、僅かな黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄銅鉱の鉱染を伴う程度である。

地化学探査結果から、Au-Hg-Sの鉱化作用及びハローを表す第3主成分(Z-3)の高得点域は、北部のサラ川上流周辺(金の異常値は30~770ppb)に断層に沿った粘土化変質帯と重複して広範囲に分布するほか、断層の南西延長上、タム川からソ川(同36ppb以下)にかけても分布する。南部では、パヤメンライ南西のメーリアップ沢にもZ-3の高得点域が広く分布する。これ以外の高得点域は、まとまりが悪く、地域南西部のブラ沢を除けば、Au、Hgの単一元素異常値を伴わず、Sの異常値を反映している。

ベースメタルの鉱化作用を指標するZ-1の高得点域は、北部では変質帯及び断層と調和的に分布する。サラ川上流部ではZ-3の高得点域を取り囲んでいる。これらの高得点のうち、Feの異常値が関与するものを除くと、Cu、Znの鉱化作用が賦存する可能性の大きな地域は、変質帯の南西部のツンロ沢からコンケン沢支流の地域に限られる。地域南東部では花崗岩体東側に高得点域が分布する。

したがって、チェンコン地域では地化学探査で得られた金とベースメタルの鉱化作用を表す指標は、一部では重複するものの異なった分布を示す。

これらの鉱化作用は、二畳~三畳系の火山岩類、一部二畳系の堆積岩を原岩として生じており、北部ではジュラ~白亜紀の安山岩の活動、南部では三畳紀の花崗岩に関連して形成された可能性が強い。

以上より、チェンコン地域で鉱床賦存の可能性の高い地区としては、金鉱床の胚胎が期待されるサラ川上流部地区とメーリアップ沢地区、ベースメタル鉱床の胚胎が期待されるナムメーボン沢地区、マイヤ沢地区などが抽出される。

1-5-2 第2年次調査

地化学探査により、本地域には金鉱床が賦存する可能性を示す地化学異常帯が、調査域の東半部に抽出された、金の鉱化作用の有無を直接表していると考えられる第1主成分と、熱水作用の上部ハローを表していると考えられる第4主成分が、北東-南西系とそれから派生した北北東-南南西系の断層・裂隙に規制されて分布する。

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、コンケン川支流の強珪化変質帯付近から再び南北方向に連続している。この分布は地質調査での断層の位置とは一致せず東側にずれているものの、基本的な方向性は類似する。変質帯との関係では、精査域周辺でセリサイト-石英帯よりは弱い変質帯に対応して広く分布する。Au単一元素の異常値分布も、セリサイト-石英帯の周辺部に発達する。鉱石分析で最高Au品位が得られ、強珪化帯及びセリサイト

--石英帯の分布するコングレーション変質帯では、第1主成分の分布は狭く、金の濃度も低い。この変質帯に対応して広がる地化学異常値はSbであり、Sb単独での地化学異常は金鉱化作用自体よりは珪化変質帯の分布を表しているものと思われる。最高Au品位の石英脈付近ではAsの地化学異常が認められ、As, Auの異常域が比較的浅部に胚胎する金鉱化域を示しているものと推定される。

Hgは、揮発成分であり昇華しやすく、潜頭性の熱水鉱床の上部ハローを表す指示元素である。Hgの因子負荷量の多い第4主成分は、精査域の第1主成分分布域の西側に断層に近接して分布する。地形的には第1主成分の分布域より標高の高い部分に分布し、Auの異常値はないものの、Asの地化学異常も付随している。J測線700m付近の沢の角礫構造を示す褐鉄鉱-石英脈はAu含有量は低いものの、最高Au品位を有する石英脈と同様にAs, Hgの値が高く、この下部延長には金が濃集している可能性が高い。これらのことから第4主成分分布域の下部には、金を含む潜頭性熱水鉱脈の賦存が期待される。

石英脈の流体包有物充填温度は、125~150℃に最頻値を持ち、この温度付近での沸騰があったことを示している。上記の温度は平均的な金の沈殿温度よりは低温であり、より深部で金の沈殿が生じている可能性が高い。沸騰したと思われる石英脈は、二層系堆積岩類と上位の火山岩類の境界部に賦存する。

これらの結果を総合して、第2年次調査の地化学探査で抽出される探鉱有望箇所は、以下のように比較的浅部に金の鉱徴が賦存すると思われる6箇所と、潜頭性の金鉱徴の期待される4箇所に絞られる。

有望箇所	選択理由	不利な条件
S-A	最高品位の石英脈が賦存、変質状況良好 包有物充填温度が低い。Asの異常値、Z-4が分布	基盤岩が近く、地下では石英脈の脈勢が弱まる可能性大
S-B	土壌試料114ppb、強珪化部との境界部に位置	
S-C	Au, Asの異常値が重複、強珪化セリサイト-石英帯の境界部、石英脈の延長部	
S-D	Au, Asの異常値が重複、強珪化セリサイト-石英帯の延長部	変質、地質状況が不明瞭
S-E	Au, As, Sbの異常値が重複、石英脈の細かい転石多	変質、地質状況が不明瞭
S-F	Au, As, Sbの異常値が重複、S-B, S-Cの延長部	変質、地質状況が不明瞭

有望箇所	選択理由	不利な条件
D-A	強い珪化のセリサイト-石英帯, 石英脈・角礫状 褐鉄-石英脈が分布, Hg 異常値, 高 Hg, As の 脈 周辺の充填温度が低い	
D-B	Hg, As の異常値が分布	変質, 地質状況が不明瞭
D-C	Hg の異常値, 強珪化セリサイト-石英帯の境界 部	
D-D	強珪化セリサイト-石英帯の境界部に Hg の強 い異常値, 周辺に As の異常値	ベースメタルの高濃度分 布, 充填温度が高い可能性 あり

これ以外の有望箇所としては, 調査域東端のワイ川右岸が Au, As の異常値が高く, 変質帯の状況もセリサイト-石英帯が広く分布する。鉱化帯の本体は調査域よりさらに東側にある様子で, 再調査が必要である。

第 21 図で示すように, 精査域において A 測線 1,000m から H 測線の終点付近及び B 測線, C 測線の終点には, 第 1 主成分, 第 4 主成分, Hg, As の異常値が分布する。この周辺は, 二層系基盤岩が分布するが, これらの異常値は基盤岩中の弱線の存在を表しているものと思われる。流体包有物の均質化温度測定で, 基盤岩と上部火山岩類の境界部で鉱液の沸騰が起こっていることが示されたことにより, 基盤岩中の石英脈中にも金の沈殿が起こっている可能性が高い。

物理探査結果より抽出された A 測線の測点 500 から H 測線の測点 300 に続く低比抵抗異常帯及び, H 測線から方向を変えて M 測線に続く低比抵抗異常帯から西側の地域は, 概ね高比抵抗帯となっている。これらの範囲は浅部より二層系の基盤岩が分布しており, 高比抵抗帯は基盤岩の粘板岩や砂岩の比抵抗値と対応している。上記の低比抵抗帯を含んだ東側は, 二層～三層系の凝灰岩類が分布し, 広範囲に珪化を伴った粘土化変質を被っており, 低比抵抗は変質した凝灰岩に対応する。この範囲には, 金鉱化作用を示唆する Au, As, Sb, Hg の地化学異常が, 変質帯に重複して広がっている。これらの地化学異常の分布は, A 測線の測点 500 から H 測線の測点 300 に続く, 北東-南西系の低比抵抗異常帯には伴わず, A 測線から E 測線付近ではより南東側に異常域が認められる。Au, Sb, As の異常域は, H 測線の測点 400m から L 測線 600m に連続する, 南北系の比抵抗不連続線の東側に位置する。これに対して, より上位の鉱化ハローを表す Hg, As の異常域はこの不連続線の西側の低比抵抗帯に一致しており, 一部は北東-南西系の不連続線を跨いで, その東側にも広がっている。

Au, Sb, As の異常域は, 垂直的な比抵抗分布では, 地表部に低比抵抗が分布し, 地下 100m から 250m に高比抵抗帯が認められる。この高比抵抗帯は, 室内試験の比抵抗値からは安山岩の値に近いが, 地質状況から考えると珪化した凝灰岩または珪化帯が賦存する可能性もある。

地表での石英の流体包有物充填温度が、150℃と低いことを考慮すると、この地下の高比抵抗帯に伴って金の鉱化作用が期待される。地化学探査から得られた精査域から南側に延びる Au, Sb, As の異常域も、同様の地質・変質状況にあり、そこに分布する Au の高異常の下部にも同様の珪化帯の賦存が期待される。一方、Hg, As の異常域は、H 測線から M 測線では、南北系の比抵抗不連続線の西側出基盤岩の高比抵抗帯に沿った低比抵抗帯に一致している。この低比抵抗帯は、海拔 0m 以深にまで板状に連続している。Hg, As の異常域が、熱水鉱床の上部の鉱化ハローを表す事を考えると、地下深部に金鉱化作用の賦存が期待される。また、E 測線から G 測線に分布する Hg, As の異常域の下部の比抵抗構造は、H 測線から M 測線のものとは異なり、深度 200m 付近までに幅 200m にわたって広がっており、地化学異常はこの低比抵抗帯と西側の高比抵抗帯の境界部近くに分布する。

地化学探査で推定された有望箇所のうち、浅部の有望箇所としたものは、比較的浅部に珪化帯が分布するか、珪化帯が既に地表に露出している。有望箇所がより深部に期待される H 測線から M 測線付近では、深度 350~400m まで低比抵抗帯が連続しており、より深部へ比抵抗値が上昇する。石英脈・珪化帯を表すような明瞭な高比抵抗帯は認められないが、低比抵抗帯の深部や L, M 測線の比較的高比抵抗域には金鉱化作用の賦存が期待される。その深度は、海拔 0m 付近までと推定される。地化学探査では、E 測線から G 測線の Hg, As 地化学異常域を深部の有望域 (D-B) とした。しかし、物理探査結果では、この下部の比抵抗構造は、深度 200m、幅 200m の紡錘形をした低比抵抗帯の北端部で、H 測線から M 測線の低比抵抗帯とは異なっている。ここでの金鉱化作用の賦存深度は、比抵抗値の上昇する深度 300m 付近までと推定される。

基盤岩分布域の高比抵抗域中にある A 測線から D 測線の終点付近の比抵抗不連続線は、As や弱い Hg の地化学異常を伴い、且つセリサイト-石英変質帯と一致している。この付近の石英脈には沸騰現象が認められ、基盤岩中に金鉱化作用が賦存する可能性が高い。

精査域付近では、変質、地化学異常、比抵抗構造などは、南北及び北東-南西方向の断層に規制されているが、特に調査結果からは南北方向の断層・断裂が強く関与している傾向が認められる。

1-5-3 第3年次調査

今回の調査結果では、二疊紀の堆積岩類と二疊~三疊紀の火山岩類を境する南北系の逆断層に沿って熱水変質作用と大量の黄鉄鉱の鉱染が生じていることが確認された。これらの変質作用は、堆積岩中に貫入した玄武岩・安山岩の岩脈や断層などに沿って上昇した熱水によって、岩脈や周辺の砂岩、スランプ性の堆積物中の砂岩岩片などが粘土化、黄鉄鉱鉱染を受けている。これに対して泥岩はスレート劈開に沿って黄鉄鉱のクロットや細脈が発達するに過ぎない。

変質作用と黄鉄鉱の鉱染は、変質部に亀裂の発達弱いこともあり若干の強弱はあるもののほぼ均質的に生じており、石英による珪化と緑泥石、絹雲母による粘土化のあと、黄鉄鉱の鉱染を生じ、最後にアンケライト、方解石が網状に交代する。最後に残液となった鉱液は石英-方解石(一緑泥石)脈としてこれらを切って発達する。

この地区では熱水鉱脈鉱床に見られるような大量の付加型珪化作用や明瞭な石英脈の発達は認められず、変質・鉱化作用は亀裂に規制されることなく全体を均質に交代していることから、裂隙を熱水が循環して鉱脈を形成するような鉱化作用の中心部と違い、それらの周辺部の蒸気が卓越するような条件下で孔隙率の多い火山岩類や砂岩などを交代した可能性が高い。

今回検出されたAu, Ag, Pb, Znの異常帯は、石英-緑泥石-絹雲母-アンケライト-方解石変質に伴う黄鉄鉱鉱染帯の中でも、これらに葉ロウ石が伴われる箇所に見られる。両者には肉眼的に鉱化、変質作用を区別できる特徴はない。葉ロウ石とアンケライト、方解石とは生成条件が極めて違うことから少なくとも2回の鉱化作用があったか、1回の鉱化作用で酸性から中性への鉱化鉱液の変化があったものと推察されるが、これについて証明できるようなデータは得られていない。しかし、アンケライトの変質が塩基性岩の活動に関係して生じるのに対して、葉ロウ石の変質は中性ないし酸性岩の活動に伴うことが多い。また、一般的に金鉱化を伴う熱水鉱脈鉱床の形成に関わる火山岩はカルクアルカリ系であることが多く、この地域では二疊～三疊系火山岩類末期の角閃石安山岩、流紋岩がこれにあたる。これらから、この地域の鉱化の中心は今回の調査位置より南東側に位置する流紋岩の分布域の変質帯か精査域の基線付近に分布する地化学探査のAu異常域を伴う浅所高比抵抗域にある可能性が高い。

第2章 ドイチョン地域

2-1 地質

2-1-1 地質概要

ドイチョン地区の地質は、下位よりシルル～デボン～石炭紀のメータ層群(Mac Tha Group)・ドンチャイ層群(Donchai Group)、二疊紀のラトブリ層群(Ratburi Group)キウロム層(Kiu Lom Formation:P1)・パーファ層(Pha Huat Formation:P2)・ホエタック層(Huai Thak Formation:P3)、二疊～三疊紀の火山岩類(Lampang-Phrac Volcanic Formation:PTR)、三疊紀のランパン層群ホンホイ層(Hong Hoi Formation:TR)及び三疊紀の貫入岩類である花崗岩(Gr)・閃緑岩(Di)などから構成される。

本調査地域は地形的に大きく3区分され、調査地の主要部分を占める急峻な山地地形、北部に分布するなだらかな丘陵地形及び最南部に認められる平坦地である。このうち、北部の丘陵地は三疊紀のランパン層群ホンホイ層、南端部の平坦地は沖積層に対応するものと考えられる。25

万分の1地質図(DMR,1974)によれば、調査地の主要部である山地には、シルル～デボン紀の地層が広く分布する。しかし、調査地域内の石灰岩より、二疊紀中期の化石が発見されていることや岩相の特徴から、本調査ではこれらの地域には広く二疊紀が分布するものとし、シルル～デボン～石炭紀の地層は、その分布を変成・変形作用を比較的強く被っている調査地南西部に限定した。また、二疊～三疊紀の火山岩類は調査地の南東端に分布が限られる。

花崗岩体及び閃緑岩体は比較的小規模なものが多く、最大規模の岩体は2×8km程度の大きさを有し、メートート沢(Huai Mae Thot)とメーティア沢(Huai Mae Tia)に挟まれた山地部に認められる。花崗岩類周辺の堆積岩類は、しばしば接触変成作用を被っていることが確認され、これらの花崗岩類が貫入岩であることを示している。花崗岩類の貫入方向は南北方向もしくは南西-北東方向と推定され、周囲の堆積岩類の地質構造及び断層の走向と調和する。調査地内の花崗岩類の年代は不明であるが、これらの花崗岩類が二疊紀～三疊紀の地層に貫入していることや、調査地周辺の花崗岩類から205～236MaのRb-Sr放射年代が報告されていることなどから、三疊紀後期のものと考えられる。ただし、花崗岩と閃緑岩の貫入順序については不明である。

ドイチョン地域の地質図・模式柱状図を第29図及び第30図に示す。

2-1-2 地質各説

(1) シルル～デボン～石炭系(CDS)

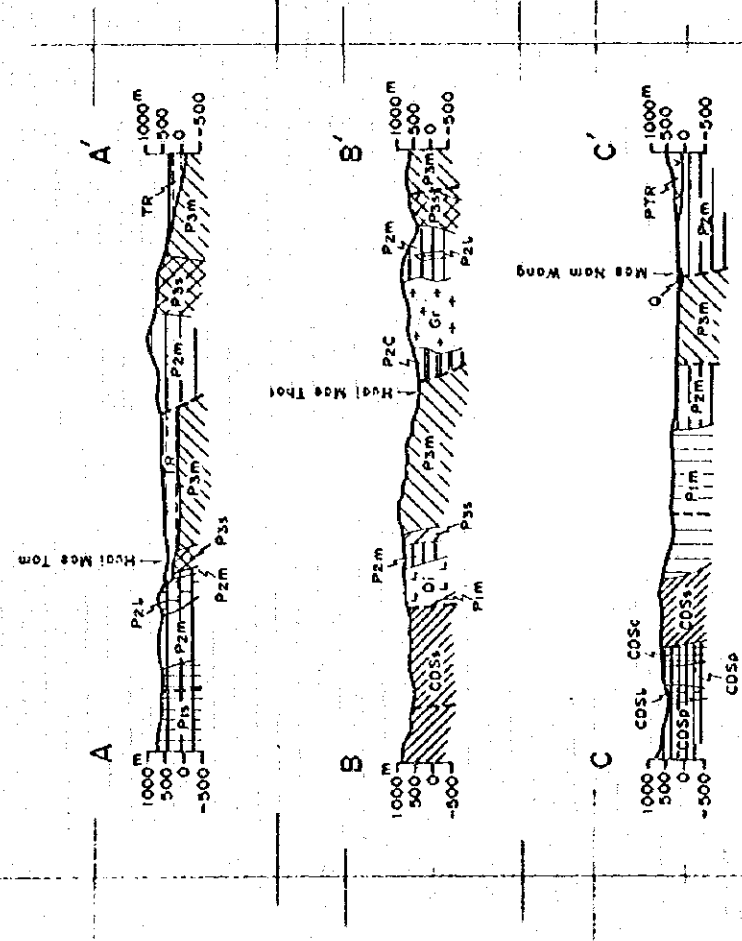
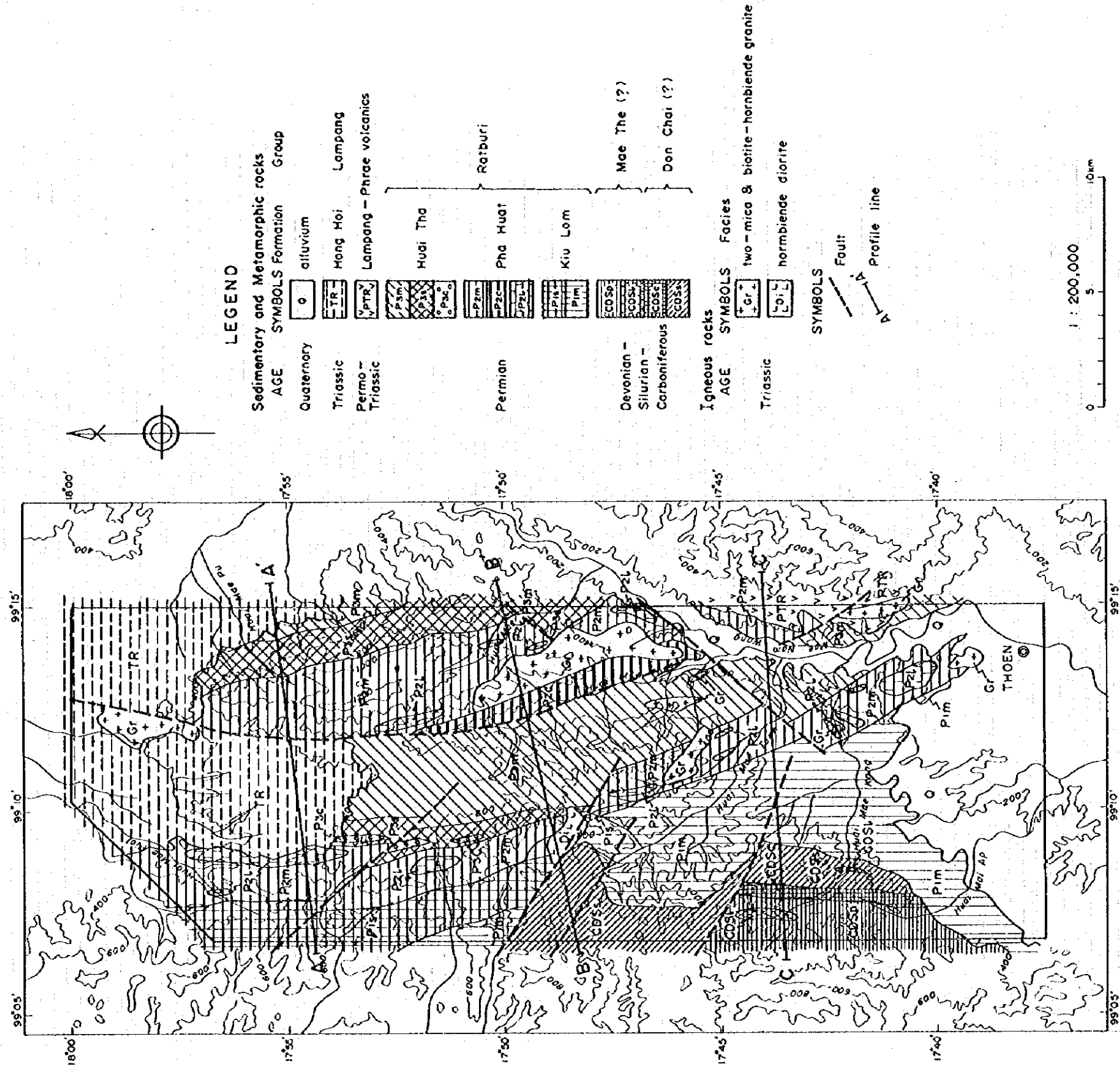
本調査地域内のシルル～デボン～石炭系は、石英-雲母片岩、クォーツアイト、緑泥石片岩などの結晶片岩類(CDSs)、変形作用を被った礫岩(CDSc)、千枚岩(CDSp)及び石灰岩(CDSl)よりなる。岩相の特徴から、シルル～デボン紀のドンチャイ層群もしくは石炭紀のメータ層群に対比される。本層は二疊系の西側に分布し、二疊系とは不整合関係、または一部断層関係にある。

結晶片岩類(CDSs)は、主として珪質片岩と塩基性片岩の二種類が認められる。珪質片岩は、石英-雲母片岩、石英片岩などを主とし、泥質片岩、石灰岩、変礫岩、緑泥石片岩の薄層を挟在する。塩基性片岩は、緑泥石片岩、角閃岩などを主とし、塩基性凝灰岩や塊状塩基性溶岩などを原岩とする。

礫岩(CDSc)は、径数cm～10枚cmの石灰岩、石英岩の礫を含む。全体に強く変形作用を被っており、基質には雲母が生成し、片理面が発達する。

千枚岩(CDSp)は、灰白色～灰色を呈し、白色雲母などを伴う。面構造が発達し、葉片状に剥離しやすい。希に、極細粒砂岩や石灰岩を挟在する。

石灰岩(CDSl)は、千枚岩や石英-雲母片岩中に小岩体として分布する。白色～灰白色を呈し、結晶質である。全体に変形作用を被っており、弱い面構造をもつものや、礫状を呈するものが認められる。本層中に分布する石灰岩は、変形作用を被っていることやフズリナを全く含まないこと



第29図 ドイチャヨン地域の地質図及び地質断面図

period	column	formation	group	lithology	igneous activity	mineralization
Quaternary	Q	alluvium		gravel, sand, clay		
Triassic	+ Gr +	granite		two-mica & bio-hornblende granite	granite	Au, Cu, Zn, Nb, Ta, REE, F, Sb
	L Di L	diorite		hornblende diorite		
	TR	Hong Hoi	Lampang	gray shale, sandstone partly red sandstone		
Permo-Triassic	V PTR V	Lampang-Phrae volcanics		andesite, andesitic tuff	andesite rhyolite	Au, Pb
	P3m	Huai Thak		shale, slate with sandstone, conglomerate, limestone		
Permian	P3s P3c			sandstone siliceous conglomerate	Ratburi	
	P2m	Pha Must		shale, slate with conglomerate limestone, marble		
	P2c			calcareous shale, slate with limestone		
	P1s			siliceous sandstone, quartzite slightly metamorphosed		
	P1m	Kiu Lom		slate, calcareous slate locally sheared		
Devonian-	CDSp CDSi		Mae Tha(?)	phyllite limestone with shale		
Silurian-	CDSc			conglomerate with deformation		
Carboniferous	CDSa		Don Chai(?)	qtz-schist, chl schist, amphibolite		

第30図 ドイチョン地域の模式柱状図

が特徴であり、二疊系の石灰岩とは区別される。

(2) 二疊紀 ラトブリ層群(Ratburi Group)

ラトブリ層群は一般にキウロム層(P1)、パーファ層(P2)、ホエタック層(P3)に区分される。キウロム層は主に泥岩、頁岩及び砂岩よりなり、剪断変形を被っていることが特徴である。パーファ層は多くの石灰岩岩体をとまない、頁岩、石灰質頁岩などから構成される。ホエタック層は頁岩、砂岩及び石灰岩の薄層よりなる。

調査地域内のラトブリ層群の岩相は、おもに頁岩、粘板岩、砂岩、礫岩、石灰質頁岩及び石灰岩などで構成される。これらの岩相は漸移的に変化し、上記の様な地層区分は困難であるが、調査範囲の南東端～北西端にかけて、ほぼ連続的に帯状に分布する石灰岩体及びその周囲の頁岩をパーファ層に対比した。また、パーファ層の西側に分布する弱変成作用を被った砂岩層及び千枚岩をとまなう頁岩層はキウロム層に対比され、東側に分布する頁岩を主体とする地層は、ホエタック層に対比されるものと考えられる。

(3) 二疊～三疊紀 火山岩類(Lampang-Phrae Volcanic Formation :PTR)

本層は、本調査地内の東南端に僅かにその分布が認められ、下位の二疊系を不整合で被覆しているものと考えられる。岩相は安山岩、淡緑色～緑灰色凝灰岩及び凝灰質頁岩などである。本層中には花崗岩の貫入岩体が存在し、花崗岩周辺の安山岩は弱い熱変成作用を被っている。

(4) 三疊紀 ランバン層群 ホンホイ層(Hong Hoi Formation :TR)

本層は調査地の北部に広く分布し、なだらかな盆地及び丘陵地形を形成する。岩相は砂岩、頁岩、砂岩・頁岩互層よりなり、砂岩が卓越する。下位の二疊系とは、一般に不整合関係にあるが、ムーヘート沢(Huai Mae Haet)流域では、南北方向の逆断層によって境されているものと考えられる。層理面、へき開面とも北北東～南南西走向、高角西傾斜を示し、シルル～デボン～石炭系や二疊系の地質構造と類似する。砂岩は中～粗粒で、一般に灰色～灰白色を呈するが、赤色～暗褐色のものも出現する。強風化作用を被っていることが多く、やや軟質である。頁岩は灰色～淡灰色を呈し、北西～南東方向に軸を持つ褶曲構造を示すものが認められる。本層中には花崗岩の貫入岩体が存在するが、その周辺の岩石類にホルンフェルス化等は認められない。

(5) 貫入岩類

本調査地域内には、大小あわせて9岩体の貫入岩が認められる。このうち、1岩体のみは閃緑岩質であるが、貫入岩の殆どは花崗岩質岩である。

花崗岩(Gr):花崗岩の貫入方向は南北もしくは北西～南東方向を示すことが多く、周囲の地質構造や断層方向に規制されている。進入層準は二疊系、二疊～三疊系、三疊系と様々で、二疊系、二疊～三疊系に接触変成作用を与えている。

岩質は黒雲母花崗岩、黒雲母-白雲母花崗岩、白雲母花崗岩、白雲母花崗斑岩などで、一般に優白質である。岩体の周縁部は、特に優白質・細粒で、有色鉄物を殆ど含まないものも認められる。これら花崗岩の帯磁率は低く、 $0.04 \sim 0.06 \times 10^{-3}$ S.I. unit の値を示し、イルメナイト系列に属するものと考えられる。

閃緑岩(Di):メートーン沢の最上流部に分布する。角閃石及び輝石を含む閃緑岩及び石英閃緑岩から構成され、圧砕作用を受けている部分が多い。岩体の周辺に広範囲の珪化帯が形成されているほか、この岩体自身も輝水鉛鉄、硫鉄ニッケル鉄などの鉄染を受けている。

(6) 沖積層(Q)

ワン川流域及び調査地南部の平坦地に分布する。未固結の礫及び砂より構成される。

2-1-3 地質構造

本調査地域内には、北西-南東方向、南北方向及び北西-南東方向の断層が推定される。これらのうち、ワン川(Mae Nam Wang)沿いの北東-南西方向の断層やメートーン沢上流の北西-南東方向の断層付近では、地層の層理面・へき開面の走向が、断層方向に振れる。他の断層も、断層を境に地質の不連続が推定され、特にメートーン沢沿いの北北西-南南東~南北方向の断層は比較的大規模な逆断層と推定される。

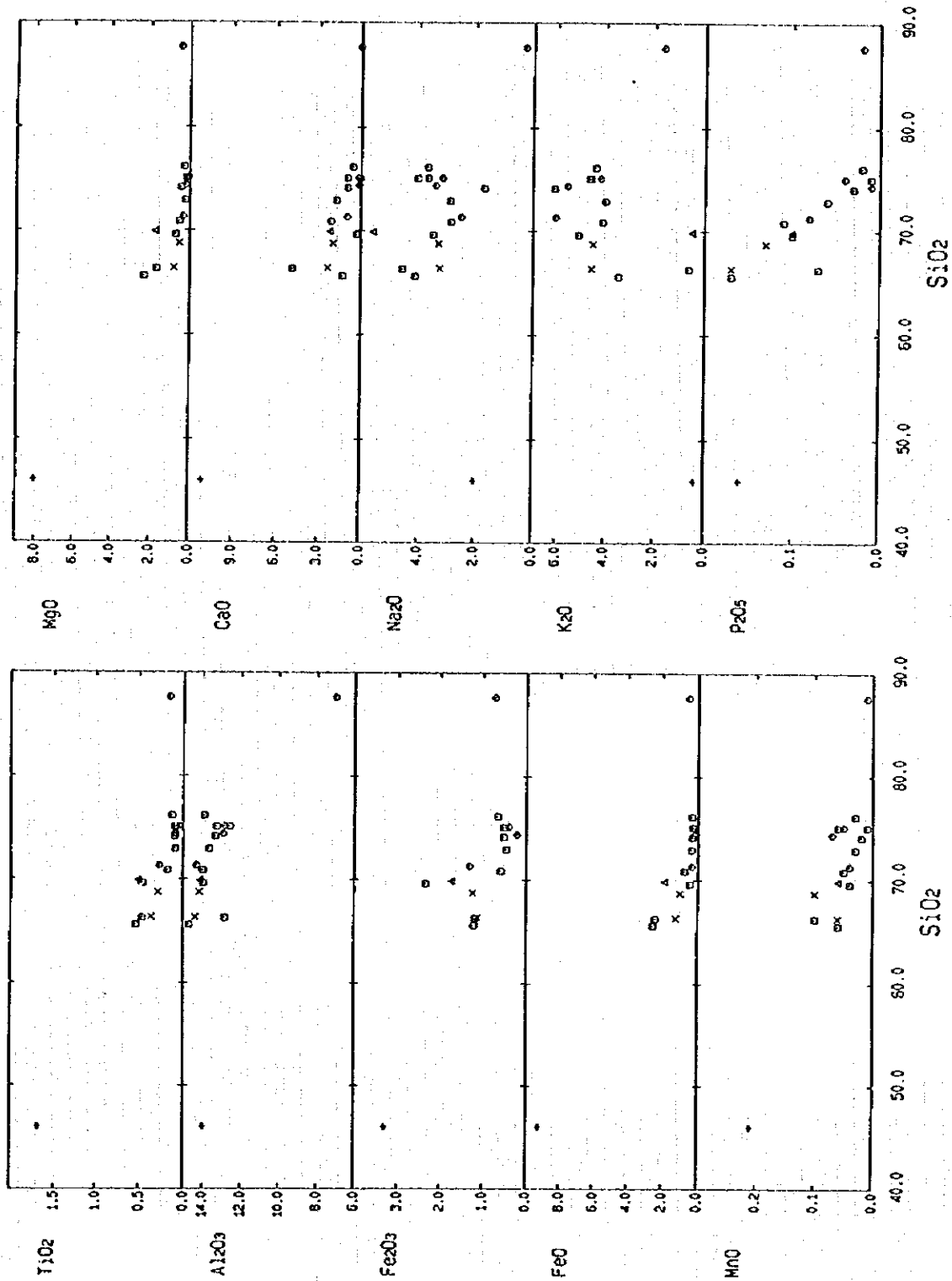
シルル~デボン~石炭系及び二畳系の地質構造は、大局的には北北西-南南東走向であり、北東に向かって上位の地層が累重する。また、これらを不整合で被覆して、二畳~三畳紀の火山岩類及び三畳系が分布する。ただし、メートーン沢沿いの断層により、相対的に断層の東側が上昇しているものと考えられ、この断層を境に二畳系の下位層が露出する。

調査地内の大部分の堆積岩類には、様々な程度の片理面もしくは劈開面が認められ、その面構造は大局的には北北西-南南東~南北走向である。調査地域周辺は、石炭紀に広域的な変形作用を被ったことが知られており、シルル~デボン~石炭系は片理面の発達、ソイライト化、礫岩の変形等が顕著である。また、二畳系、三畳系に認められる面構造は、断層付近で発達するとともに、花崗岩体周辺でもホルンフェルス化を伴って発達する。

2-1-4 火成岩の地化学特性

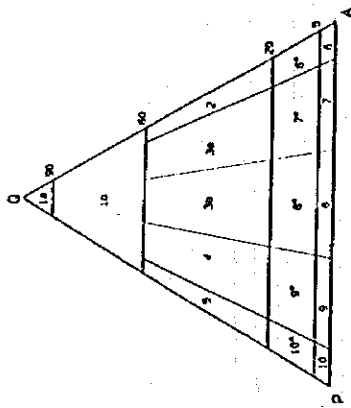
ドイチョン地域では、14 試料について全岩分析を実施した。

第 31, 32 図で示されるように、閃緑岩と花崗斑岩の 1 試料を除けば、 $\text{SiO}_2=65 \sim 75\%$ の狭い範囲に収まっている。個々の元素の挙動も類似するが、タックパソリスの 2 試料は花崗岩類の中でも塩基性の部類に入り、 $\text{TiO}_2, \text{MgO}, \text{Na}_2\text{O}$ などの挙動がドイチョン地区の花崗岩類とはやや異なっている。閃緑岩、石英閃緑岩は同一岩体を構成していることから、一つのマグマからもたらされた



- 1 granite(Gr)
- ◇ 2 granite porphyry(Gr)
- △ 3 quartz diorite(D)
- ◆ 4 diorite(D)
- × 5 Tak basalt/b

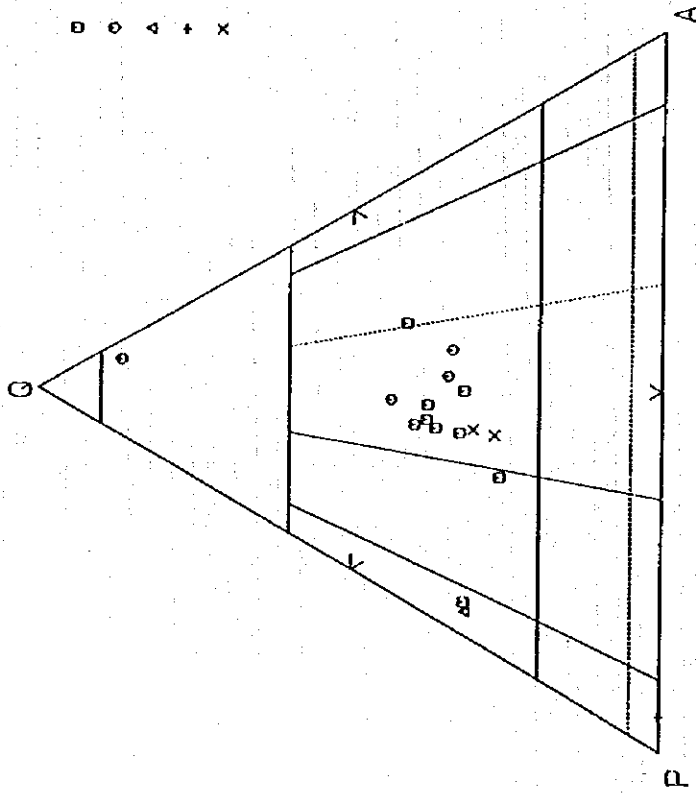
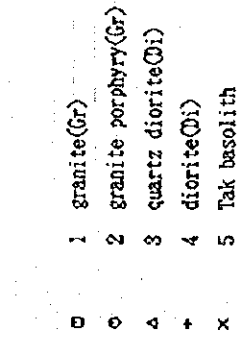
第31図 ドイチオン地域の火成岩のハーカー図



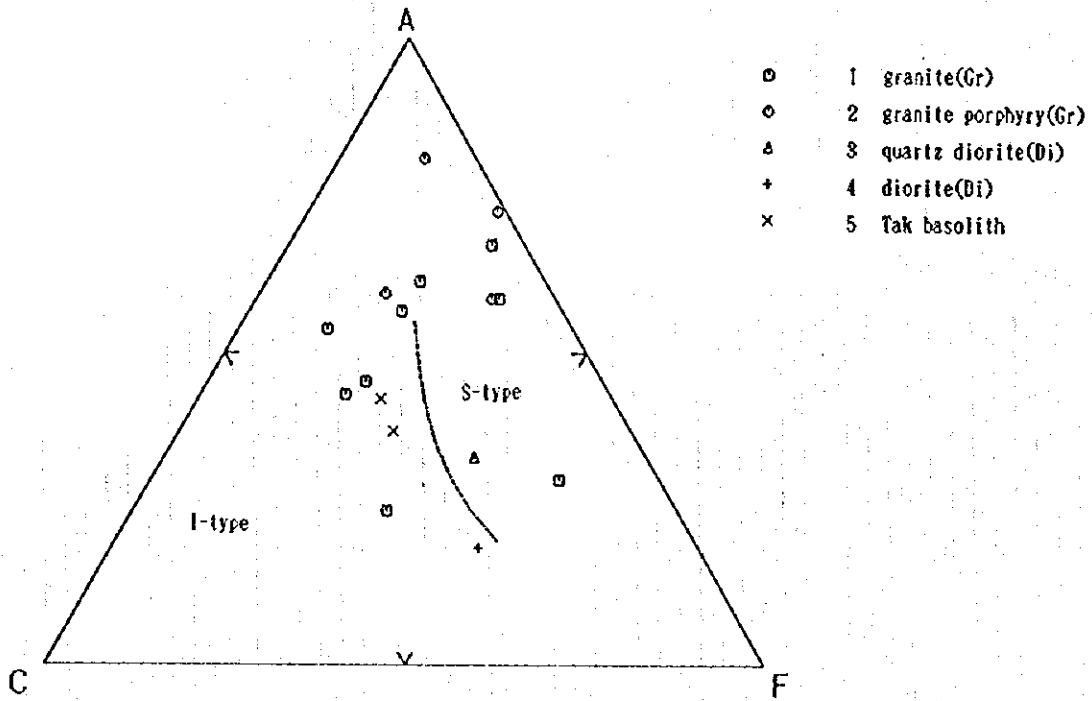
Classification of granitic rocks (IUGS, 1973)

Q = quartz; A = alkali feldspar (including microcline, orthoclase, sanidine, anorthoclase, and perthites (including their plagioclase components), and plagioclase An-Q); P = plagioclase other than An-Q; F = feldspathoids (leucite and pseudoleucite, nepheline, sodalite, nosean, hauyne, cancrinite, analcime, etc.

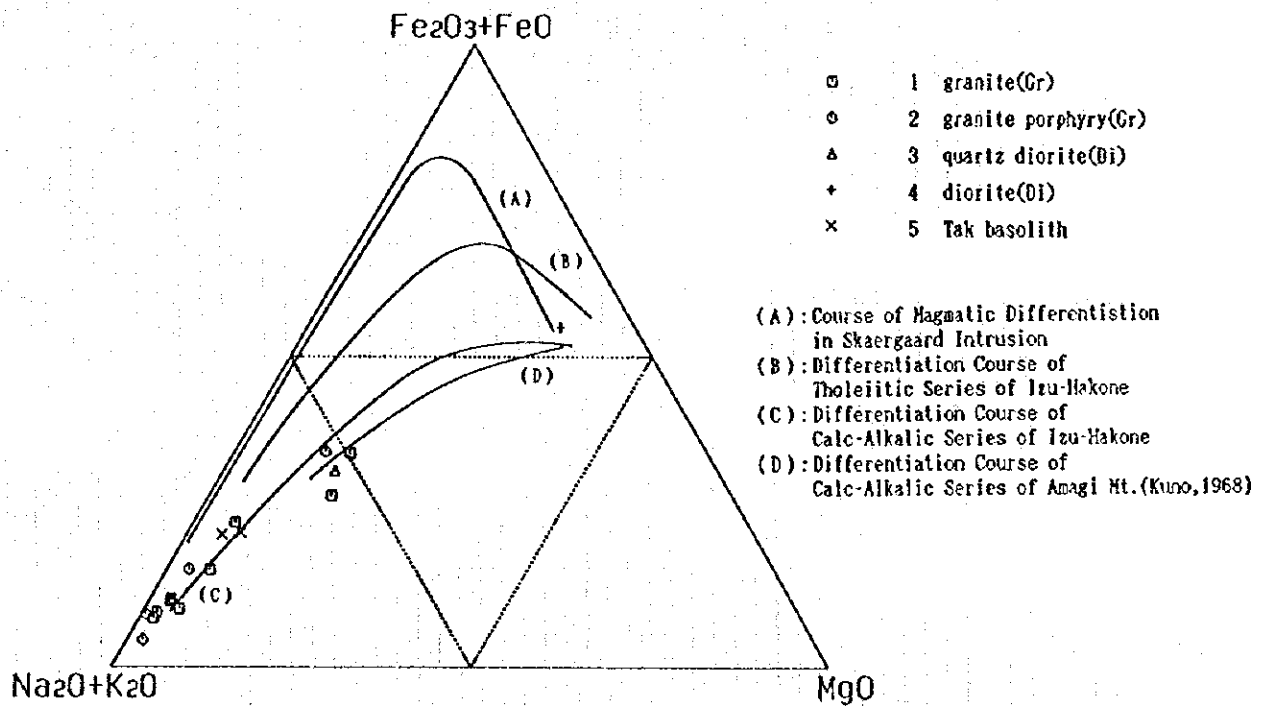
1a, quartzite (silexite); 1b, quartz-rich granitoids; 2, alkali-feldspar granite; 3, granite; 4, granodiorite; 5, tonalite; 6, quartz alkali-feldspar syenite; 7, quartz syenite; 8, quartz monzonite; 9, quartz monzonite/quartz monzodiorite; 10, quartz diorite/quartz gabbro/quartz anorthosite; 6, alkali-feldspar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



第32図 ドイチョン地域の火成岩のQPA図



第33図 ドイチョン地域の火成岩のACF図



第34図 ドイチョン地域の火成岩のMFA図

ものと考えられるが、 MgO, Na_2O, K_2O, P_2O_5 の挙動からみると花崗岩類とは明らかに異なる分化経路をとる。これは、花崗岩類の初源マグマと閃緑岩の初源マグマが異なる可能性を示唆する。

第 33 図の ACF 図では、花崗斑岩がほぼ S-type に分類されるが、花崗岩類については S-type, I-type の両側にプロットされる。

第 34 図の MFA 図で、本地区の花崗岩の分化経路は、島弧のカルク-アルカリ岩系の分化経路と良く一致している。

2-1-5 鉱床・鉱徴地

ドイチョン地域の鉱徴地位置図を第 35 図に示す。

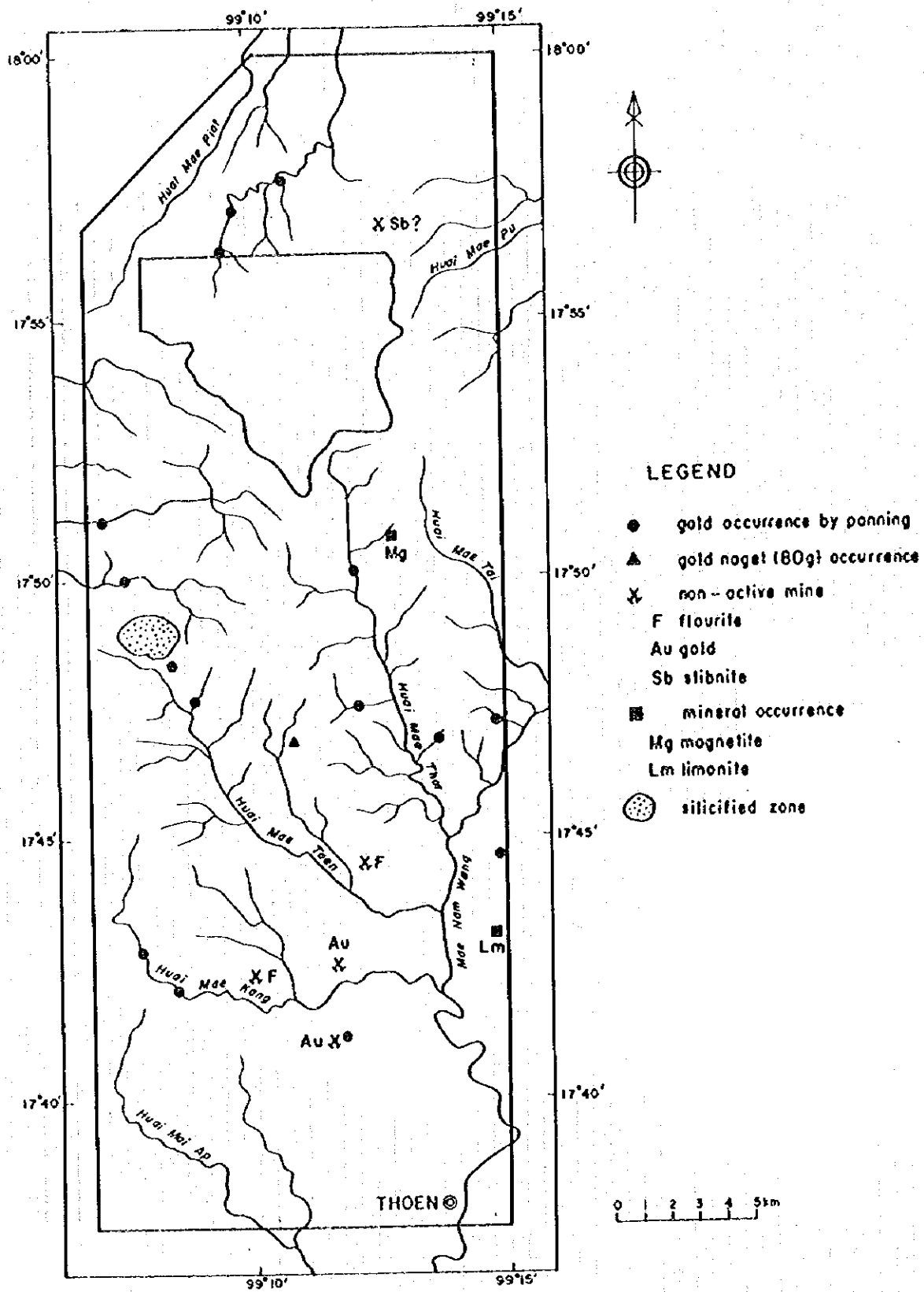
ドイチョン地域には、2ヶ所の螢石鉱山があった。1ヶ所は、メートーン部落(Ban Mae Toen)の北約 1km に位置し、二疊紀の千枚岩中に胚胎する塊状鉱で、母岩との間に粘土化帯を伴う。鉱床は、延長 150m、深部延長 10~20m、脈幅 5~20m の規模で埋蔵鉱量 3 万 t であった。1968 年より坑道採掘にて操業が開始されたが、1987 年頃坑道の崩落により人命が失われたことから放棄された。もう1ヶ所は、メーケーン部落 (Ban Mae Keang) のメーケーン寺 (Wat Mae Keang) の東 200m の平坦の丘陵地に位置する。1975 年から日本企業により探鉱が行われたが、その後鉱業権が中国系企業に移り、露天掘りにより開発された。鉱体の規模など不明な点が多いが、鉱体はメートーンの鉱床と同様に、千枚岩中の塊状鉱で、断層に沿ってくの字型に曲がり、屈曲部が塊状の富鉱部となっていた。現在は幅 100m、延長 300m の掘跡が残されている。

金の探掘跡が、ナバンライ部落 (Ban Na Ban Rai) の東とこれより北 2.5km のタムスックカセムサワン寺(Wat Tham Suk Kasem Sawan)の西側の2ヶ所に分布する。前者は、平坦なラテライト土壤中に円磨の進んだ石英脈の礫が胚胎するもので、50×60m の範囲にピット及び掘削残土のマウンドが点在する。土壤による地化学探査では、最高でも 477ppb であり、金の含有量はあまり高くない。後者は、雲母片岩と両雲母花崗岩の形成する比高 20m 以下の丘陵地で地表部には拳大の石英脈の転石が広い範囲に散在する。花崗岩中に胚胎する黒色ないし灰色の石英脈を主に採掘し、スクラブで破砕した後、パンニングによって目視できる金粒のみを回収していた。現在は、良好な石英脈が枯渇したため放置されている。母岩の花崗岩とピット中の石英脈を分析したがともに、 $Au < 0.03g/t$ であった。

このほか、磁鉄鉱の鉱徴地がメートート沢上流左岸のチョン山の山腹に、また褐鉄鉱の鉱徴地が地区南東部のヒア沢 (Huai Hia) に知られており、DMR が狭い範囲での精査を実施したが開発には至っていない。

地元民の情報では、メーヘート沢の花崗岩体近くにアンチモン鉱床があった。

今回の現地調査では、これ以外の鉱徴地は観察されていないが、ドイチョン地域には数 m 幅の



第35図 ドイチョン地域の鉱微地理位置図

アプライトの岩脈が散在しており、周囲に小規模の珪化帯を伴うことが確認された。また、メートーン沢上流の閃緑岩の周囲には大規模の珪化帯が分布する。

2-2 地化学探査

2-2-1 調査方法

ドイチョン地域では、チェンコン地域と同様に 623 個の試料採取を実施した。

ドイチョン地域では、S-type の花崗岩の存在が知られており、錫、ニオブ、タンタルの鉱徴も期待されたことから、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Hg, As, Fe, S, W, Sn, Sb, F, Ta, Nb の 15 元素を指示元素とした。また、分析データの解析は、チェンコン地域と同様である。

2-2-2 地化学探査の結果

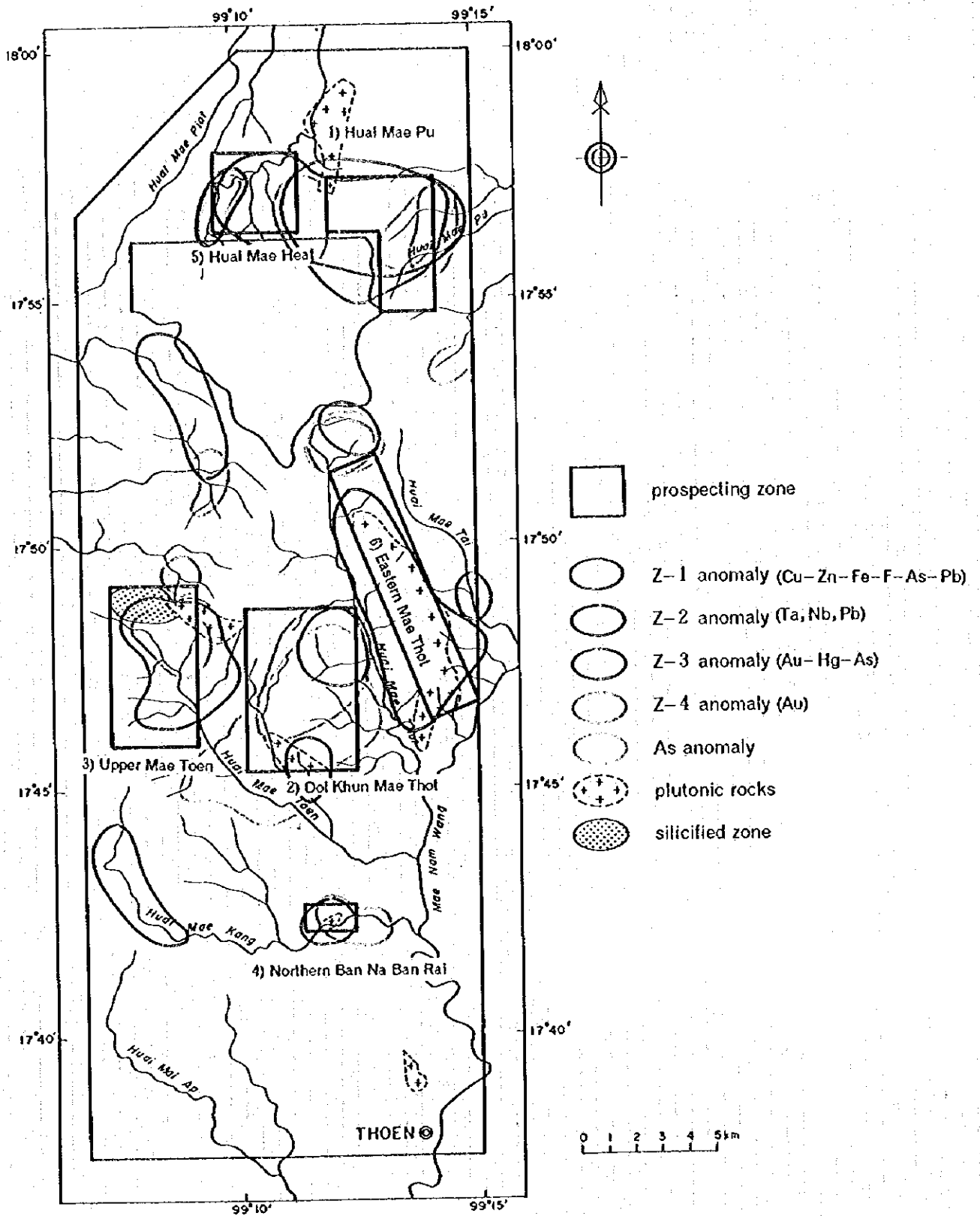
ドイチョン地域の総合解析図を第 36 図に示す。

本地域の Au 異常値は、北東部のメーブ沢(Huai Mae Pu)、ウアサムトゥア沢(Huai Wua Sam Tua)に、北部中央のメーハート沢(Huai Mae Haet)、メータム沢(Huai Mae Tam)に認められる。北部中央の異常値の近辺ではバンニングによって金粒が確認されている。メートーン沢中流部の異常値は小花崗岩体の周辺部に分布する。メートート沢中流域の異常域とは尾根を挟んだ位置にあり、地元民が 80g のナゲットを発見した箇所に対応する。ナバンライ部落北部の異常域は、地元民の金採掘跡付近の異常値であるが、この金鉱徴地の広がりはおく狭い範囲にあり、小花崗岩体に起因するものと考えられる。地域南西部のメーケン沢の異常値は変成岩分布域に存在しており、特にこの異常値に関するような鉱化帯は認められない。

主成分分析では、検出限界値及び検出限界値以下を示す試料が 90% 越える Ag, S, W, Sn を除く 11 成分に対して解析を行った。

第 1 主成分: Zn, Fe, Cu, F, As, Pb の因子負荷量が高く、ベースメタルの鉱化作用を表現する因子と考えられる。地域北部のメータム沢からメーブ沢までの東西の範囲、メートーン沢の上流部に広範囲の高得点域が分布する。このほか、メートート沢及びメーケン沢上流部と地域東部のメーチッド沢(Huai Mae Tid)にも高得点域が分布する。メートート沢及びメーケン沢上流部の高得点域は、As, Fe の異常値に起因するものでベースメタルの鉱徴は期待できない。

第 2 主成分: Ta, Nb, Pb の因子負荷量が高い。Ta, Nb と共存する Pb は、ウランの壊変した鉛の可能性があり、これらにはレアアース元素が伴っている可能性が高い。この主成分は、花崗岩に関連したレアメタル、レアアース元素の賦存状況を示す因子と考えられる。高得点域は、花崗岩体の周囲に集まっており、特にメートート沢左岸の花崗岩体周辺には広範囲に高い値が集まっている。メートーン沢上流左岸にも小さいながら高得点域が分布し、潜頭性花崗岩体の存在が推定さ



第36図 ドイション地域の総合解析図

れる。

第3主成分: Hg, Au, Sbの因子負荷量が高く、浅熱水性の含金石英脈などの鉱化作用とそのハローを表す因子と考えられる。北部のメータム沢とメーヘート沢からメープ沢間、北西部のメーボン沢上流の北西-南東方向の断層沿い、メートート沢最上流部、メートート沢右岸のクラティン沢~ブンヤン沢、メーケン沢中流部、ナバンライ部落北部などに高得点域が認められる。

第4主成分: Au が単独で高い因子負荷量を、金に關係の深い Hg が負の因子負荷量となっている。この主成分は、金の鉱化作用というよりは、むしろ沢砂中の金の高濃度の分布(砂金の分布)を示す因子と思われる。砂金がパンニングで確認された付近及びその上流で高得点が認められる。

2-3 考察

ドイチョン地区の地質は、下位よりシルル~デボン~石炭紀のメータ層群・ドンチャイ層群、二疊紀のヲブリ層群キウロム層・パーファ層・ホエタック層、二疊~三疊紀の火山岩類、三疊紀のランパン層群ホンホイ層及び三疊紀の貫入岩類である花崗岩・閃緑岩などにより構成される。

花崗岩体及び閃緑岩体は比較的小規模なものが多く、最大規模の岩体は、メートート沢左岸の2×8km程度の大きさを有し、メートート沢とメーティア沢に挟まれた山地部に認められる。花崗岩類の周囲の堆積岩類は、しばしば接触変成作用を被っていることが確認され、これらの花崗岩類が貫入岩であることを示している。花崗岩類の貫入方向は南北方向もしくは北東-南西方向と推定され、周囲の堆積岩類の地質構造及び断層の走向と調和的である。調査地内の花崗岩類の年代は不明であるが、これらの花崗岩類が二疊紀~三疊紀の地層に貫入していることや、調査地周辺の花崗岩類から205~236MaのRb-Sr放射年代が報告されていることなどから、三疊紀後期のものと考えられる。

調査地内の大部分の堆積岩類には、様々な程度に発達する片理面もしくは劈開面が認められ、その面構造は大局的には、北北西-南南東~南北走向である。ドイチョン地域周辺は、石炭紀に広域的な変形作用を被ったことが知られており、シルル~デボン~石炭系は片理面の発達、フライト化、礫岩の変形等が顕著である。また、二疊系、三疊系に認められる面構造は、断層付近で発達すると共に、花崗岩体周辺でもホルンフェルス化を伴って発達する。

ドイチョン地域は、二疊系より古い堆積岩、変成岩が卓越しており、これらは固結度が高く鉱化変質が発達しにくいものと思われる。実際にも粘土化などの変質は観察されていない。しかし、花崗岩体周辺やアブライト細脈の周辺には小規模の珪化帯を伴い、石英脈が発達する。また、メートート沢上流の閃緑岩の周囲には大規模の珪化帯が分布する。

地化学探査の結果では、ベースメタルの鉱化作用を指標する第1主成分 (Z-1)は、地域北部の

メータム沢からメープ沢まで東西方向の広範囲に高得点域が認められる。この高得点域は、メータム沢とメーハート沢の中間のベースメタルの鉱化作用が期待できる地区と、メーハート沢とメープ沢の中間の第3主成分 (Z-3)の高得点域と重複する中～浅熱水性の多金属鉱脈鉱床が期待できる地区に区分される。メートーン沢上流部の広範囲の高得点域は、閃緑岩及びその周辺に分布する。この高得点域のうち、北部は金の異常値を伴うが、水銀、砒素の異常値がなく、高温の接触交代鉱床のような鉱種が考えられる。また、南側は水銀、砒素の値が高く、熱水性の鉱脈鉱床が期待される。この南側の地区は、ニオブ、タンタル、フッ素の異常値も分布することから、深部には潜頭性の花崗岩体の存在が推定される。地域東部のメーチャット沢の高得点域も、単一元素の異常値分布から高温型のベースメタル鉱床を賦存する可能性を示す。第2主成分 (Z-2)は、ニオブ、タンタルのレアメタルとレアアースの鉱床の賦存の可能性を示しており、特にメート沢左岸の花崗岩体の周辺では、初生及び漂砂鉱床の賦存する可能性が高い。第3主成分は、熱水性の金鉱床の賦存を表しているものと思われ、Z-1の高得点域と重複するメーハート沢・メープ沢間のほか、南西部のメーケン沢上流部、北西部のメーボン沢上流、メート沢最上流部、メート沢右岸のクラティン沢～ブンヤン沢、ナバンライ部落北部の金鉱徴地に高得点域が分布する。これに金の賦存状況を示す第4主成分を重ねてみると、メーボン沢上流とメーケン沢の高得点部は、水銀の指標が強く、鉱床の上部を表している可能性が高い。クラティン沢～ブンヤン沢の高得点域は、Z-4と金の鉱徴のハローと考えられる砒素の単一元素異常値の分布からすると、鉱床の賦存する可能性の高い地区はクンメート山 (Doi Khun Mae Thot)を中心としてメートーン沢まで広がる。ナバンライ部落北部は、実際に探掘されていた地区であり、探鉱の余地がある。また、ドイチョン地域の鉱化作用は、その殆どが三畳紀の深成岩に関連したものと考えられる。

以上より、ドイチョン地域では、金、ベースメタルの鉱脈鉱床の期待されるメープ沢地区、ベースメタル鉱床の賦存する可能性の高いメーハート沢地区・メートーン沢上流地区、熱水性の金鉱床が期待されるクンメート山地区・ナバンライ部落北部地区、レアメタル、レアアース鉱床の期待されるメート沢東部地区などが鉱床賦存の有望地区として抽出される。

第3章 ラブリ地域

3-1 地質

3-1-1 地質概要

ラブリ地域は、オールドビス系のツンソン(Thung Song)層群、シルル～デボン系のカンチャナブリ(Kanchanaburi :SD)層群、デボン～石炭系のケンクラチャン(Kaeng Krachan)層群ホエブーロン

(Huai Phu Ron :Ch)層, カオブラ (Kao Phra :Ck)層及びジュラ～白亜紀に貫入した花崗岩から構成される。各河川沿いには厚い河床堆積物が堆積しており, かつては錫の二次鉱床が採掘されていた。

ラブリ地域の地質及び模式柱状図を第 37 図, 第 38 図に示す。

3-1-2 地質各説

(1) オルドビス系ツンソン層群(OO)

ツンソン層群は, ラブリ地域の調査範囲より北のタクアピットン沢(Huai Takua Pit Thong)付近の花崗岩中にループペンダント状に分布する。岩相は粘板岩を主体とし, 石灰質泥岩, 石灰岩の薄層を挟む。全体に花崗岩による熱変成を強く受けている。

(2) シルル～デボン系カンチャナブリ層群(SD)

カンチャナブリ層群は, , パチ川(Mae Nam Phachi)上流のナムナック沢(Huai Nam Nak), 地域北西部のパチ川支流のボークルン沢(Huai Bo Khlung)流域及び郡庁所在地のスアンブンの南部に分布する。クォーツァイト, 千枚岩, 雲母片岩などの互層から構成され, 全体に片理構造が発達する。特に花崗岩との接触部では, 片理構造が明瞭でグラノプラスチック組織の片岩となっている。

(3) デボン～石炭系ケンクラチャン層群

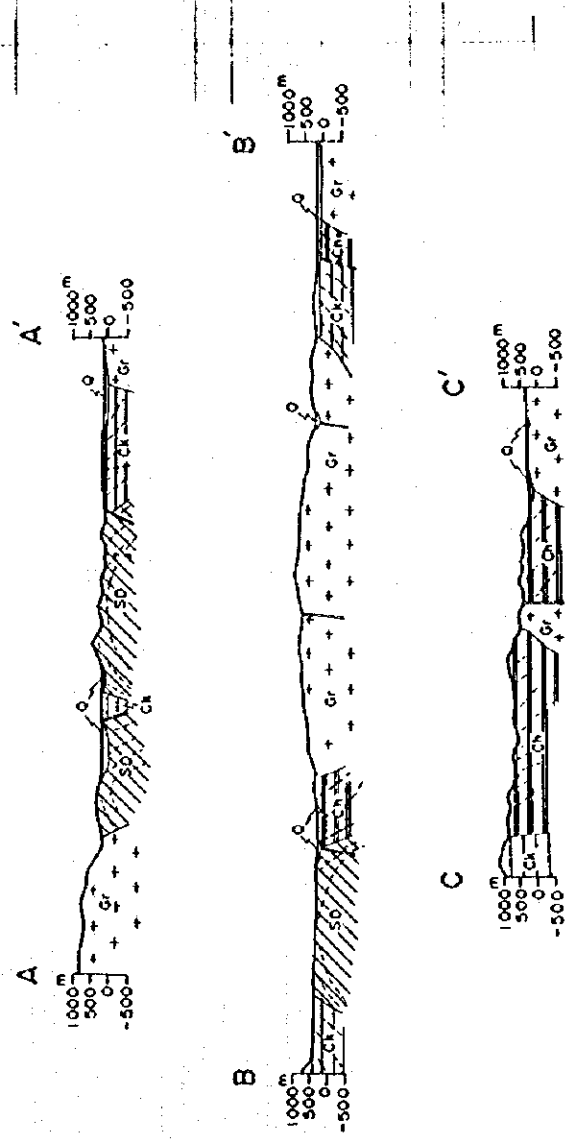
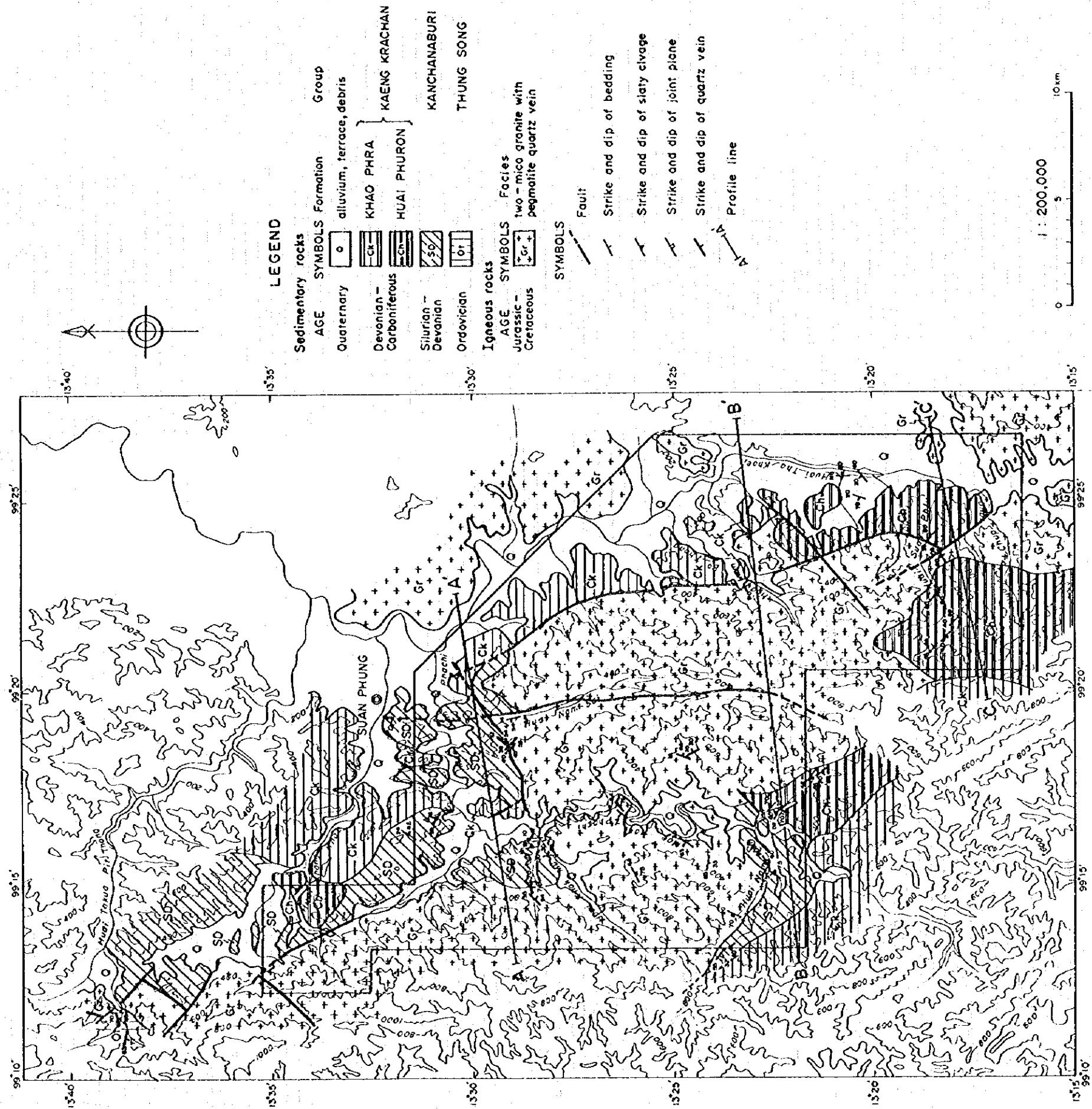
ケンクラチャン層群は, クォーツァイト, 粘板岩からなるポエプーロン層(Ch)と含礫泥岩で特徴づけられるカオブラ層(Ck)よりなる。

ポエプーロン層(Ch):本層は, 地域南西端のパチ川(Mae Nam Phachi)上流のア・ナ沢(Huai A Na)流域, 地域北部のカンカオ沢(Huai Khang Khao), 地域南西部のタコーイ川(Huai Tha Khoei)上流部に分布する。暗灰色塊状のクォーツァイト, 暗灰色ないし黒色の粘板岩, 石灰質頁岩, ホルンフェルス及び定向配列を示すスポット片岩からなる。カンチャナブリ層群に比較すると弱いながら各所で片状構造が観察される。

カオブラ層(Ck):本層は, 調査地域の東側に花崗岩の外縁に沿って分布している。カオブラ層は, 様々の粒径を有する礫を含んだ泥岩及び砂岩で特徴づけられ, スレート状劈開や貝殻状断面を示す頁岩, グレイワック砂岩, 石灰質砂質頁岩などから構成される。含礫泥岩・砂岩は, 概して塊状であるが, 一部にスランブ構造や斜交葉理が認められる。

(4) ジュラ～白亜紀花崗岩類(Gr)

花崗岩類は, 地域の大半を占めて分布する。タコーイ川(Huai Tha Khoei)の沖積低地を挟んで 2つの岩体に分かれているが, 岩質の違いは認められない。岩相は中粒～粗粒の両雲母(一電気石)花崗岩で, 一部にカリ長石の巨斑晶が認められる。岩相変化は殆ど認められないが, ペグ



第37図 ラブリ地域の地質図及び地質断面図

period	column	formation	group	lithology	igneous activity	mineralization
Quaternary	Q	alluvium, terrace, debris		gravel, sand, clay		
Jurassic-Cretaceous(?)	+ Gr +	granite		two-mica-tourmaline granite		Au, Sn, W, Nb, Ta
	+ Ck	Khao Phra		pebbly-mudstone, shale, graywacke		
Devonian-Carboniferous	Ch		Kaeng Krachan	quartzite, slate, carbonaceous-shale, hornfels		
	SD	Huai Phu Ron		quartzite, Phyllite, slate, mica-schist		
Silurian-Devonian			Kanchanaburi	Shale, hornfels, limestone		
			Thung Song			

第38図 ラブリ地域の模式柱状図

マタイト、アブライト、石英脈などが岩体の周辺部に散点する。

(5) 第四紀堆積物(Q)

地域南西端のパチ川上流のア・ナ沢、ナムナック沢(Huai Nam Nak)の合流点付近や地域北西部のパチ川支流のボークルン川(Huai Bo Khlung)流域及びパチ川との合流点、地域東部のターコイ川流域に発達する。未固結の砂礫、粘土、シルトなどからなり、層厚は 8~20m 程度である (Suthakorn & Udomporvirat, 1991)。

3-1-3 地質構造

堆積岩類の構造は、花崗岩の貫入のために断続的な分布となっているが、片理や堆積構造は北西-南東の走向を有し、シルル〜デボン系の背斜構造を中心として、両側に新しい地層が累重する傾向にある。

花崗岩体は、タイ-ミャンマー国境に沿って貫入する巨大バソリスの一部であり、このバソリスの貫入方向は大局的に堆積岩の構造に一致している。花崗岩の分布域では、北東-南西〜北北東-南南西方向のリニアメントが顕著である。

3-1-4 花崗岩類の地化学特性

ラブリ地域においては、花崗岩類など 12 試料について全岩化学分析を実施した。

第 39 図によれば、花崗岩、花崗斑岩は $\text{SiO}_2=70\sim75\%$ の極めて狭い範囲にあり、その他の元素でも大きな差異はない。狭い範囲であるが、分化作用の進行に伴って TiO_2 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 CaO 、 K_2O の減少が認められ、 MnO 、 Na_2O の増加傾向が認められる。

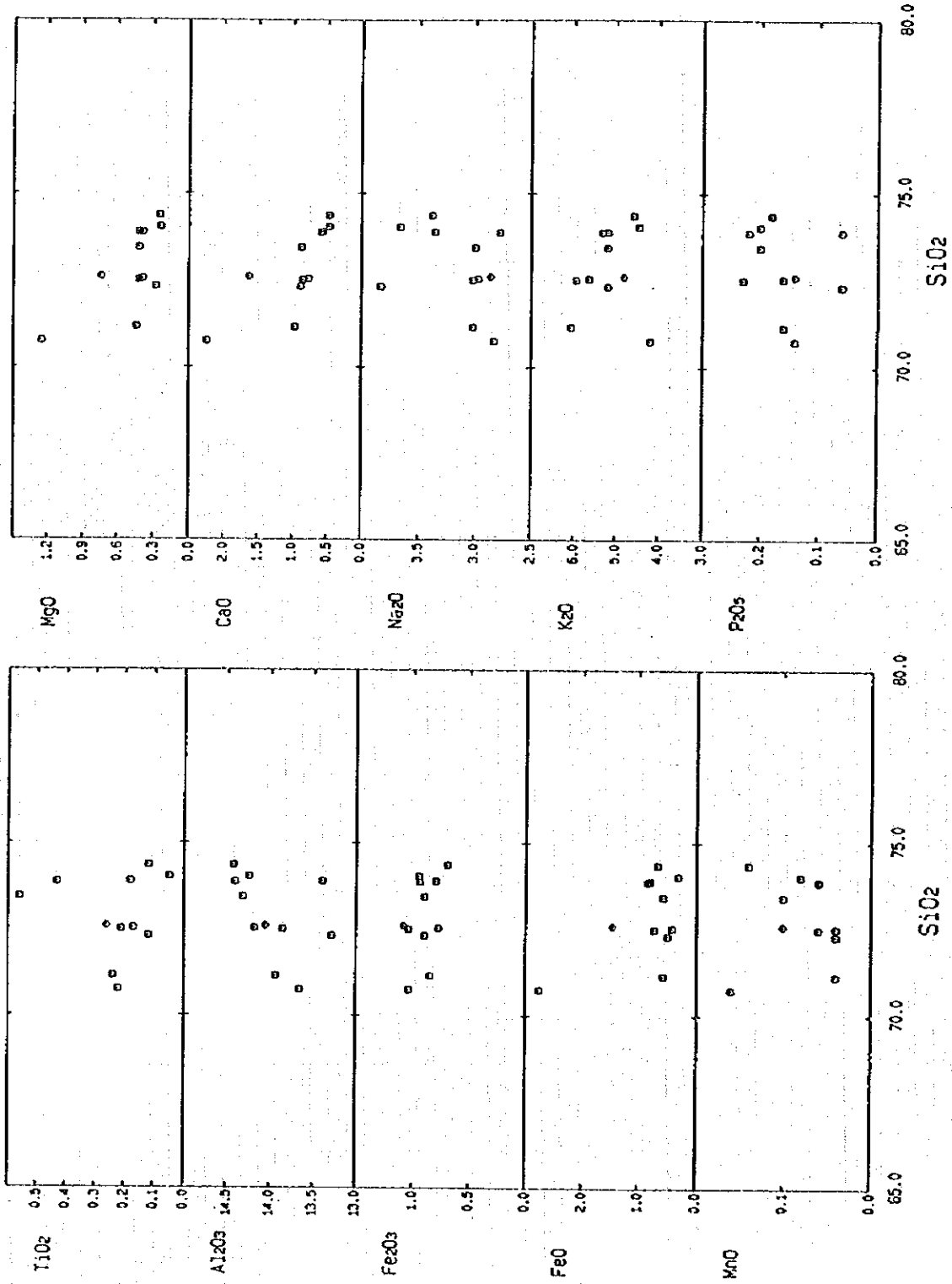
第 40 図の QPA 図では、花崗岩類はすべて狭義の花崗岩に分類される。また、第 41 図の ACF 図では一部の試料は I-type の領域にプロットされるものの、全体は S-type に分類される。第 42 図の MFA 図では、花崗岩の分化経路は島弧のカルクアルカリ岩系の分化経路とよく一致している。

3-1-5 鋳床・鋳微地

ラブリ地域の鋳微地位置図を第 43 図に示す。

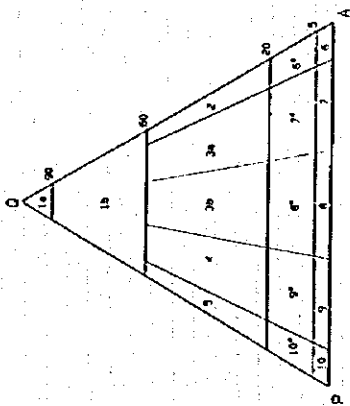
ラブリ地域では、古くから錫の採掘が盛んであり、二次の漂砂鋳床をはじめ、ペグマタイトやグライゼンなどを対象とした山錫(初生)鋳床も分布する。鋳山数は、1980 年代後半で約 40 ヶ所程度であった。現在は、すべての鋳山が閉山しており、1ヶ所のみがペグマタイトの長石を採掘している。

ラブリ地域を含むタイ-ミャンマー国境地帯に沿った錫鋳床地帯は、錫の濃集も明らかに高い値を示すが、金粒を含むことでも有名であった。



□ 1 granite
○ 2 granite porphyry

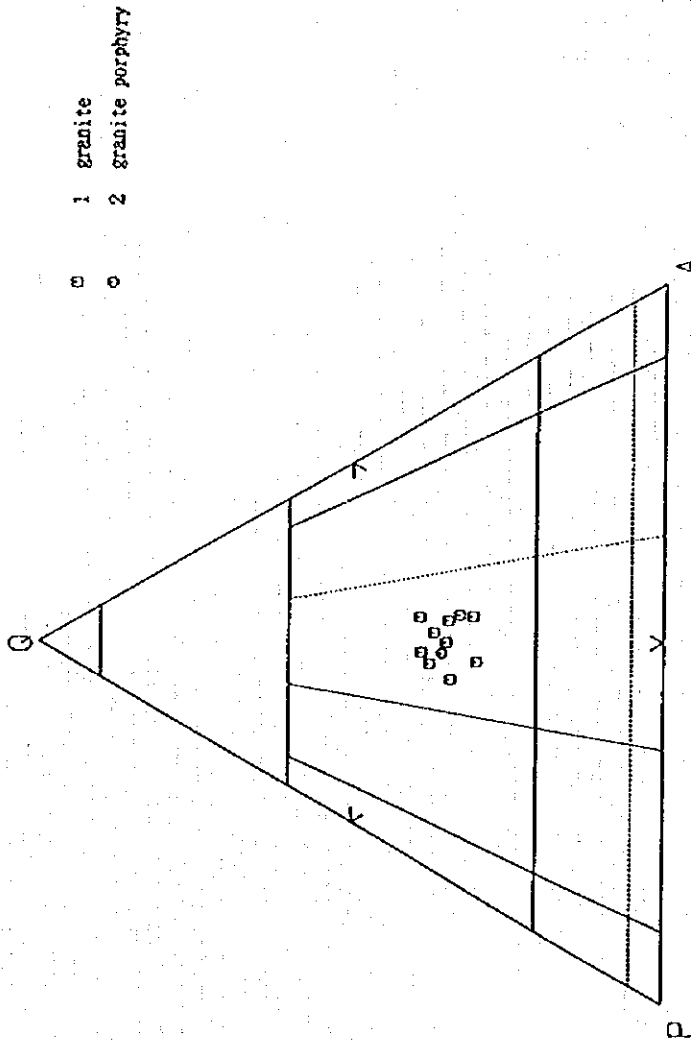
第39図 ラブリー地域火成岩のハーカー図



Classification of granitic rocks
(IUGS, 1973)

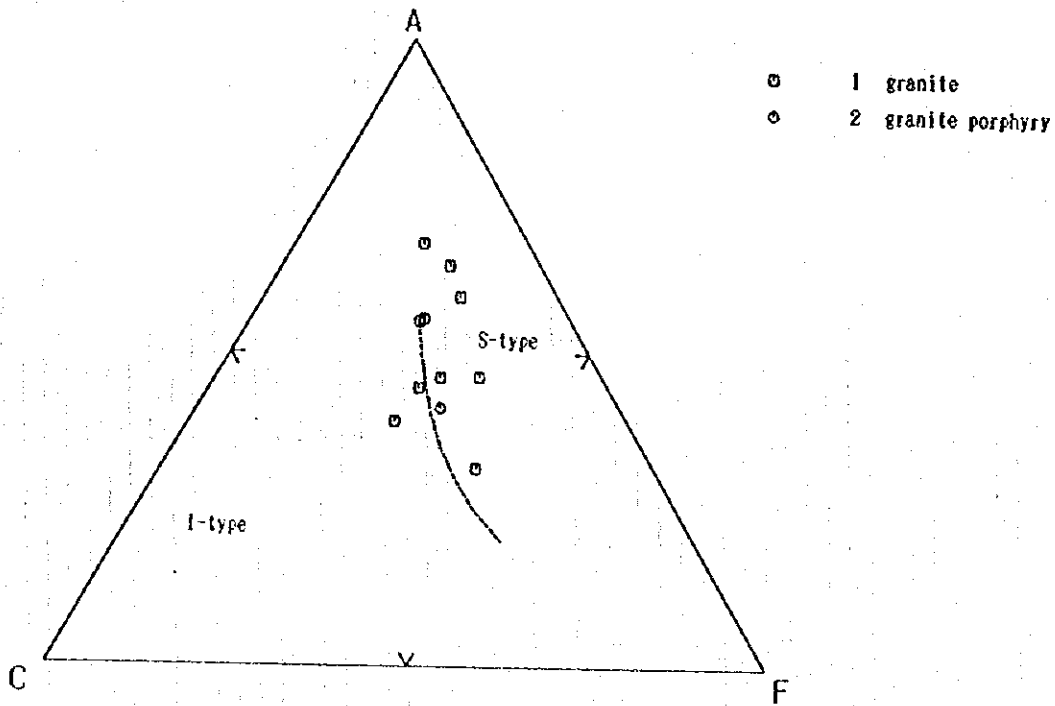
Q = quartz; A = alkali feldspar (including microcline, orthoclase, sanidine, anorthoclase, and perthites (including their plagioclase components), and plagioclase An-Q); P = plagioclase other than An-QS; F = feldspars (leucite and pseudoleucite, nepheline, sodalite, nosean, hauyne, cancrinite, analcime, etc.

1a, quartzite (silexite); 1b, quartz-rich granitoids; 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

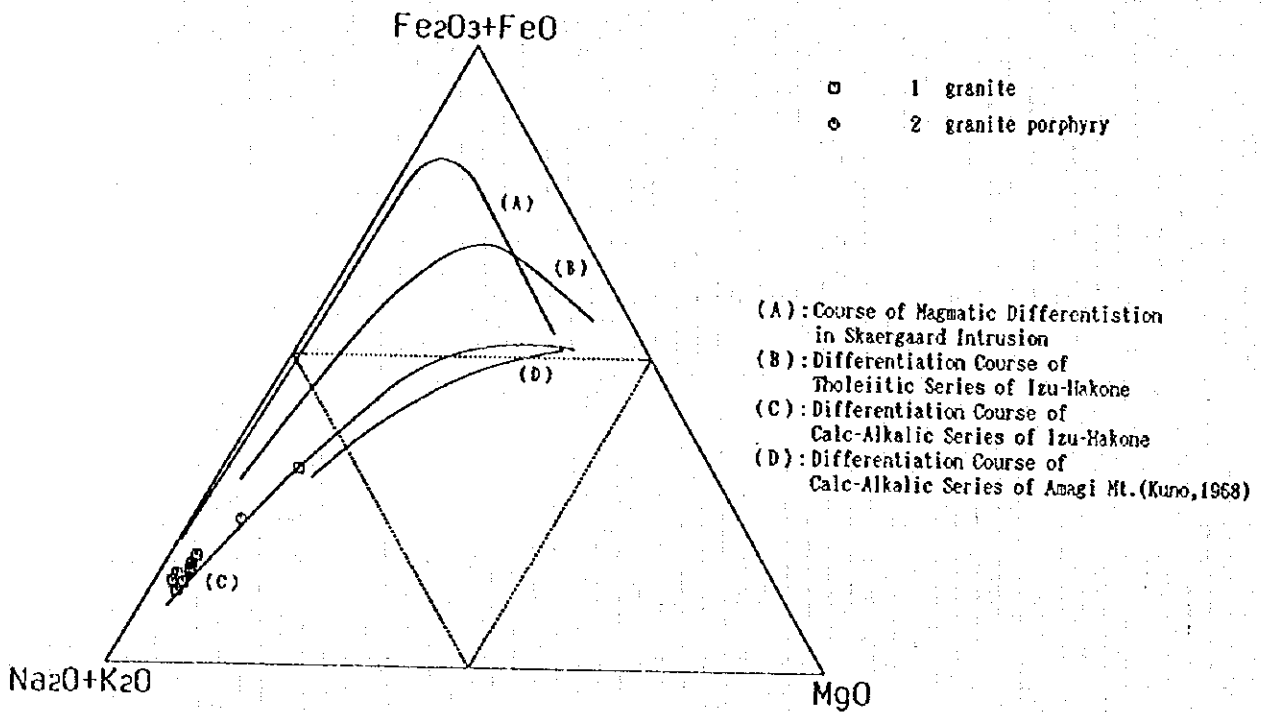


1 granite
2 granite porphyry

第40図 ラブリ地域火成岩のQPA図



第41図 ラブリ地域火成岩のACF図



第42図 ラブリ地域火成岩のMFA図

ラブリ地域の錫や金の鉱化作用は、花崗岩類と変堆積岩との境界部に限られている。錫は、岩体周辺部に発達するペグマタイト、グライゼン及び花崗岩や堆積岩中の石英脈などに産出するが、金の起源については未だ明らかにされていない。

今回の調査では、花崗岩中に明瞭な石英脈は見いだせなかったが、花崗岩周辺の堆積岩中には数～十数cmの石英脈が多産する。また、石英脈の周辺には熱水変質は伴わない。

3-2 地化学探査

3-2-1 調査方法

ラブリ地域でも、前述の2地域と同様に、530個の試料採取を実施した。ただし、本地域の本流沿いには錫の2次鉱床跡が多数分布し、地化学的の汚染が心配されたため、可能な限り2次鉱床跡をはずして試料採取に努めた。

ラブリ地域では、古くからの錫鉱床地帯であり、未開発のニオブ、タンタル、タングステンを伴う錫鉱床の期待もあり、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Hg, As, Fe, S, W, Sn, Sb, F, Ta, Nbの15元素を指示元素とした。また、分析データの解析も、前述の2地域と同様である。

3-2-2 地化学探査の結果

第44図にラブリ地域の総合解析図を示す。

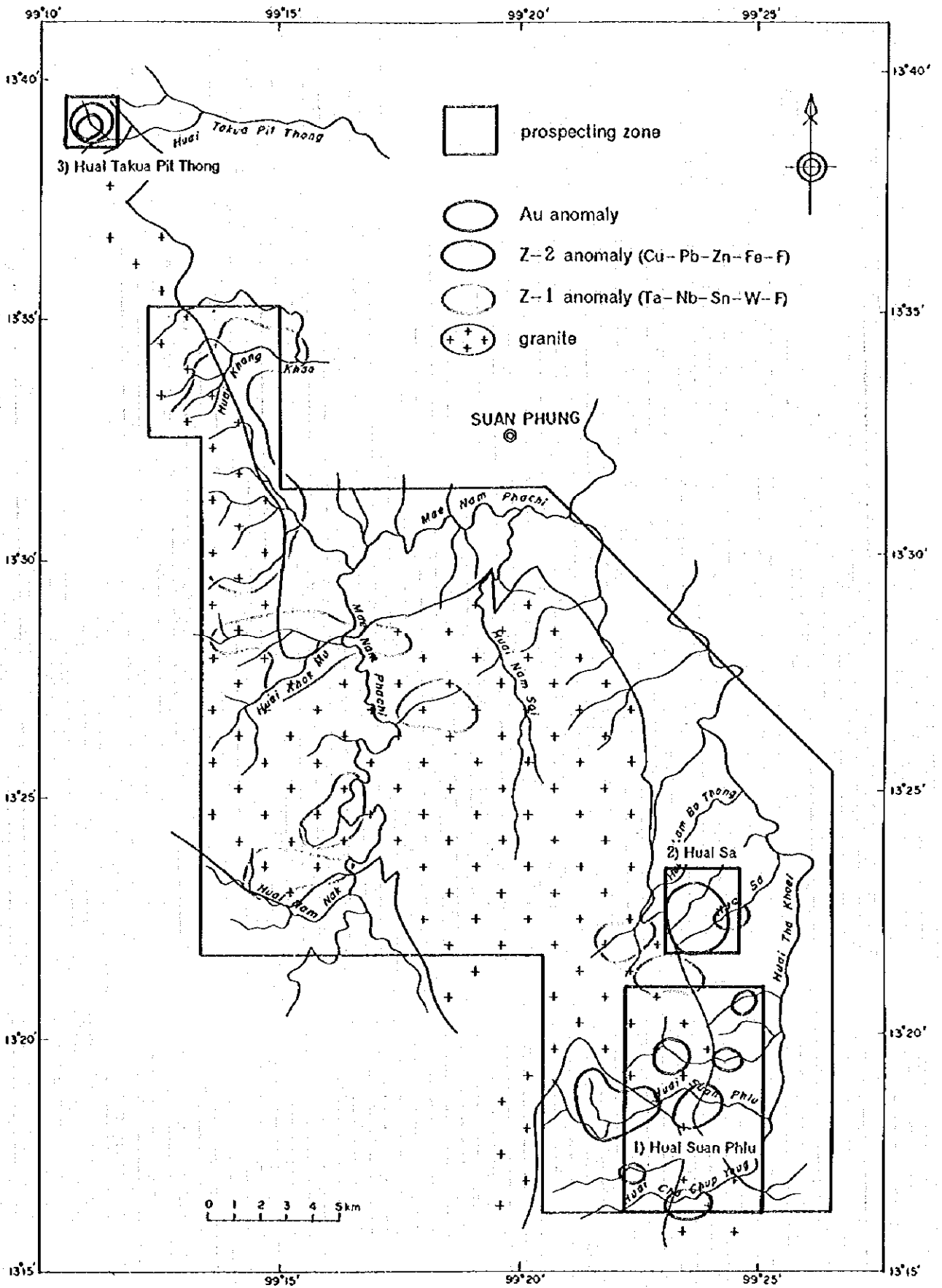
Au単一元素の異常値は、特に西部では散点的で、地域南東部では数点のまとまりを示す。地域最南部のチャチュブヨン沢(Huai Cha Chup Yong)では、堆積岩と花崗岩との境界部で106, 148ppbの異常値が得られた。また、その北の沢でも98ppbが得られている。

また、主成分分析は検出限界値及び検出限界値以下を示す試料が90%越えるAg, Sbを除く13成分について解析を行った。

第1主成分:Sn, Ta, Nb, F, Wの因子負荷量が大きく、Fe, As, Cu, Sなどの負の因子負荷量が多い。この主成分は、花崗岩からもたらされたSn, Nb, Ta, Fの河床堆積物中の分布と初生鉱床の賦存を表す因子と考えられる。高得点域は、西部の旧鉱床地帯に広く分布し、東部の鉱床地帯では少ない。負の高得点域は堆積岩の分布域と重複する。

第2主成分:Au, Ta, Sなどの因子負荷量が低いものの、すべてに対して正の因子負荷量を示し、Auを除いた指示元素の高濃度分布範囲を示す因子と考えられる。特に、高得点は、ボーウィ部落の東の沢、パチ川上流の花崗岩と堆積岩の境界部、地域南東のサ沢、スアンプル沢及び北方のタクアビットン沢に分布する。

3-3 考 察



第44図 ラプリ地域の総合解析図

ラブリ地域は、オールドビス系のツンソン層群、シルル～デボン系のカンチャナブリ層群、デボン～石炭系のケンクラチャン層群ホエプーロン層、カオブラ層及びジュラ～白亜紀に貫入した花崗岩から構成される。各河川沿いには厚い河床堆積物が堆積しており、かつては錫の二次鉱床が数多く採掘されていた。

堆積岩類は、花崗岩の貫入のために断続的な分布を示すが、片理や堆積構造は北西～南東の走向方向を示し、シルル～デボン系の背斜構造を中心として、両側に新しい地層が累重する傾向にある。

花崗岩体の貫入方向は、大局的に堆積岩の構造に一致している。花崗岩の分布域では、北東～南西～北北東～南南西方向のリニアメントが顕著である。この地域に分布する花崗岩は、S-type、チタン鉄鉱系列に属し、いわゆる錫花崗岩の特徴をよく表している。

花崗岩と接触する堆積岩類は準片岩～片岩化し、片理に沿って石英脈が発達することが多い。しかし、石英脈周辺には粘土化などの変質作用は認められない。

地化学探査の結果では、単一元素の濃度が Sn, Ta, Nb, F, W を除いて全体に低いことが特徴である。Sn, Ta, Nb, F, W は、旧鉱床の多いパチ川流域に異常値が集中し、異常値は旧鉱床やその後背地の花崗岩地帯に分布する。一方、やはり旧鉱床の多いターコイ川流域では花崗岩地帯や旧鉱床跡でも異常値が認められない場合が多い。このことはパチ川とターコイ川では花崗岩の削剥レベルが異なり、パチ川ではまだ漂砂鉱床に錫、ニオブ、タンタルを供給できる花崗岩の浅部層が露出し、ターコイ川側では、上記元素の濃集する浅部層より深い部分が露出している可能性が高い。ターコイ川流域でも、北部と堆積岩が広く分布する南部では、南部の方が削剥量が少ないものと推定される。また、これらの異常値は既知鉱床と一致しており、新期の鉱床が賦存する可能性は少ないと判断される。

金及びベースメタルの異常値は、地域北方のタクアピットン沢のルーフペンダント状のツンソン層群分布域及び地域南部の堆積岩と花崗岩との接触部に集中する。ただし、このような地域では石英脈の発達が良いものの、変質帯が少ないことから、接触交代性または花崗岩周辺に胚胎するストックワーク型の石英脈鉱床の存在が最も期待される。

ラブリ地区の鉱化作用は、ジュラ～白亜紀に貫入した花崗岩に関連した鉱床で、錫、タングステン、ニオブ、タンタルをもたらした気成～高温熱水鉱床、タクアピットン沢で観察される接触交代鉱床、地区南部のストックワーク型の石英脈鉱床などである。

有望地としては、金、ベースメタルの期待されるタクアピットン沢地区、ストックワーク型の金鉱床の期待されるサ沢地区及びスアンプル沢地区が挙げられる。

第Ⅲ部 結論及び提言

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論

1-1 第1年次調査

第1年次調査は、タイ王国の北部のチェンコン地域、ドイチョン地域、西部のラブリ地域の3地域1800km²から鉱床賦存の可能性が高い地域を抽出することを目的として、地質調査及び地化学探査を実施し、次の結論を得た。

1-1-1 チェンコン地域

チェンコン地域は、二畳紀の砂岩・泥岩・礫岩・石灰岩等の堆積岩類、二畳～三畳紀の安山岩質～流紋岩質溶岩、凝灰岩及び凝灰角礫岩、三畳紀花崗岩類、ジュラ紀～白亜紀の安山岩溶岩、ジュラ紀の赤色シルト岩・砂岩、鮮新世のシルト、鮮新～完新世の玄武岩類から構成される。

火成活動は、二畳～三畳紀の安山岩・流紋岩、三畳紀の花崗岩、ジュラ紀の安山岩、鮮新～完新世の玄武岩の四期が知られる。

チェンコン地域の北部のサラ川上流付近では、ジュラ紀の安山岩の活動を伴う北東～南西方向の断層帯に沿って、褐鉄鉱～石英脈を伴う白色粘土化変質帯が幅3km、延長12kmの規模で認められる。この断層や変質帯に沿って、金やベースメタルの地化学異常が分布し、熱水性の鉱床が期待される。

地域の南部には、あまり明瞭な鉱徴地はないが、地域の南東部に分布する二畳～三畳紀の凝灰岩類の一部に強い粘土化変質や石英脈が発達し、二畳系の堆積岩中にも石英脈が発達する。同地区ではベースメタルの地化学異常が認められる。花崗岩体周辺では、ホルンフェルス化や小規模のスカン化が認められるが、僅かな黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄銅鉱の鉱染を伴う程度である。

チェンコン地域で鉱床賦存の可能性の高い地区は、金鉱床の期待されるサラ川上流部地区とメーリアップ沢地区、ベースメタル鉱床の期待されるナムメーボン沢地区、マイヤ沢地区が挙げられる。

1-1-2 ドイチョン地域

ドイチョン地域の地質は、下位よりシルル～デボン～石炭紀のメーク層群・ドンチャイ層群、二畳紀のラトブリ層群キウロム層・パーファ層・ホエタック層、二畳～三畳紀の火山岩類、三畳紀のランバン層群ホンホイ層及び三畳紀の貫入岩類である花崗岩・閃緑岩などにより構成される。

花崗岩体周辺やアブライト細脈の周辺は、小規模の珪化帯を伴い、石英脈が発達する。また、

メートン沢上流の閃緑岩の周囲には大規模の珪化帯が分布する。

地化学異常値は、花崗岩・閃緑岩周辺またはアブライトなどの脈岩の周辺や断層沿いに分布し、接触交代性または熱水鉱脈型の鉱床が期待されるほか、最大の花崗岩体周辺ではニオブ、タンタルの鉱床が期待される。

ドイツン地域で鉱床賦存の可能性の高い地区は、金、ベースメタルの鉱脈鉱床の期待できるメープ沢地区、ベースメタル鉱床の賦存する可能性の高いメーヘート沢地区・メートン沢上流地区、熱水性の金鉱床が期待されるクンメート山地区・ナバンライ部落北部地区、レアメタル、レアアース鉱床の期待できるメートン沢東部地区である。

1-1-3 ラブリ地域

ラブリ地域は、オールドビス系のツンソン層群、シルル～デボン系のカンチャナブリ層群、デボン～石炭系のケンクラチャン層群ホエプーロン層、カオブラ層及びジュラ～白亜紀に貫入した花崗岩から構成される。各河川沿いには厚い河床堆積物が堆積しており、かつては錫の二次鉱床として採掘されていた。

花崗岩と接触する堆積岩類は準片岩～片岩化し、片理に沿って石英脈が発達することが多い。しかし、石英脈周辺には粘土化などの変質作用は認められない。

この地域に分布する花崗岩は、S-type・チタン鉄鉱系列に属し、いわゆる錫花崗岩の特徴をよく表している。

地化学探査の結果では、単一元素の濃度が錫、タンタル、ニオブ、フッ素、タングステンを除いて全体に低いことが特徴である。

錫、タンタル、ニオブ、フッ素、タングステンは、旧鉱床の多いパチ川流域に異常値が集中し、異常値は旧鉱床やその後背地の花崗岩地帯に分布する。一方、やはり旧鉱床の多いターコイ川流域では花崗岩地帯や旧鉱床跡でも異常値が認められない場合が多い。しかしながら、これらの異常値の分布は、既知鉱床と一致しており、新期の鉱床が賦存する可能性は少ない。金及びベースメタルの異常値は、最北部と南東部の堆積岩と花崗岩との接触部に集中する。

ラブリ地区の鉱化作用は、ジュラ～白亜紀に貫入した花崗岩に関連した鉱床で、錫、タングステン、ニオブ、タンタルをもたらした気成～高温熱水鉱床、タクアピットン沢で観察される接触交代鉱床、地区南部のストックワーク型の石英脈鉱床などである。

有望地としては、金、ベースメタルの期待されるタクアピットン沢地区、ストックワーク型の金鉱床の期待されるサ沢地区及びスアンプル沢地区が挙げられる。

1-2 第2年次調査

第2年次調査は、第1年次調査で実施した地化学探査の結果を踏まえて、チュンコン地域サラ川上流地域の金鉱床及び銅鉱床の賦存する可能性の高い有望地域40km²を選定し、土壤地化学探査及び地質調査による準精査と、特に有望と思われる4.8km²については物理探査及び土壤地化学探査・地質調査の精査を実施した。

精査域の東半部に、金鉱化作用の賦存を示唆する地化学異常と、それに対応した低比抵抗帯と高比抵抗帯の分布が明らかとなり、地下に金鉱床が賦存する可能性が高い。

サラ川上流地域は、二畳紀の堆積岩類を基盤とし、二畳～三畳紀の流紋岩質火山岩類、二畳～三畳紀の安山岩質火山岩類、ジュラ紀～白亜紀の貫入岩類、および第四紀の現河床堆積物よりなる。二畳系基盤岩は精査域の西部に分布する。

本地域内には、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。変質帯・鉱徴地は、この断層系に規制されて、二畳～三畳系凝灰岩類を主な母岩として発達している。

精査域東半部では、断層沿いに発達する変質帯に重複して、金の鉱化作用を示唆するAu, As, Sb, Hgの地化学異常が、断層方向と一致する南北及び北東-南西方向に連続する。

この地化学異常域は、物理探査で抽出された精査域西側の高比抵抗域と東側の低比抵抗域の境界部(比抵抗不連続線)から、低比抵抗帯中にかけて分布している。Au, As, Sbの組み合わせの異常域は、比抵抗不連続線の東側に位置し、地表部は低比抵抗であるが、比較的浅部から珪化帯と推定される高比抵抗帯が地下に分布する。一方、Hg, Asの組み合わせの地化学異常域は、比抵抗不連続線のほぼ直上にあり、深部まで低比抵抗帯及びやや高い比抵抗帯が連続している。

変質帯に伴う石英脈、珪化岩の鉱石分析の結果、高い金品位を示したものは、精査域の南側に広がる強珪化帯に付随する石英脈で、5.6g/t、1.0g/tが得られたのみであるが、上記のHg, Asの異常域中でも最高品位の石英脈と同じ、Hg, As含有量の高い角礫褐鉄鉱-石英脈が賦存する。地表部での石英脈の生成温度は、石英の流体包有物充填温度より150℃前後であり、沸騰現象が推定されることから、本地区では地表下に有望な金鉱化作用が賦存することが期待される。

1-3 第3年次調査

第2年次調査で深部に金の鉱化作用が期待された箇所において2孔のボーリング調査を実施し、最高0.34 g/tの金の鉱徴を得た。

調査域は、二畳紀の堆積岩類と二畳～三畳紀の火山岩類を境する南北系の断層が存在し、東側に分布する火山岩類が相対的に沈降した逆断層となっている。

今回の調査結果では、断層に沿って二畳～三畳紀の火山岩類が岩脈として堆積岩中に

貫入しており、この岩脈やこの岩脈をコントロールしたと思われる古い断層に沿って、岩脈やその周辺の堆積岩が原岩の識別が不能になるほどの石英-緑泥石-絹雲母-アンゲライト-方解石変質を受けていることが明かとなり、調査地点付近は大規模な熱水活動の場であったことが確認された。この変質に伴って大量の黄鉄鉱の鉱染が網状や脈状に交替的に生成されているが、Au, Ag, Cu, Pb, Znなどの有用金属の鉱徴は極めて弱い。ただし、その変質に葉ロウ石が認められる箇所においては Au, Ag, Pb, Zn に異常値といえる高い値が検出される。

この変質作用の性質は、変質部全体を均質的に交代しており、ボーリング近傍で裂隙に沿って繰り返し熱水が循環し鉱脈を形成するような鉱化作用があった証拠は認められていない。

このことから、今回調査した2孔のボーリング孔付近では金の鉱化作用を伴うような熱水活動は存在したが、分析値、変質の状態及び脈の発達状況からこの周辺では鉱山開発に結びつくような鉱化帯が存在する可能性は少ない。

第2章 将来への提言

ボーリング調査の結果、サラ川上流地区では少なくとも金、銀の鉱化作用を伴うような熱水活動があったことは確実であり、この変質帯のどこかに鉱化の中心がある可能性は指摘される。

岩石の化学的特性や変質作用、地化学調査結果から見ると、二疊～三疊紀の火山岩の中でも最末期に活動した角閃石安山岩や流紋岩が金の鉱化作用をもたらすポテンシャルは大きいものと考えられ、これらが分布する第3年次の調査位置より東から南にかけてのサラ川地区東端部では探鉱余地はあるものと考えられる。

従って、同地区で探鉱を継続する場合、今後第2年次に浅所に分布する有望域とした精査域基線付近やそれより東の流紋岩分布域の中の変質帯や地化学異常域を再検討し、その下部に金の鉱徴の賦存の有無を確認されたい。

最後に、タイ国では今まで今回の調査で明らかとなったような大規模な熱水変質帯に伴うような金の鉱化作用は知られていなかった。この場所が特殊である可能性はあるが、ランパン-ブレイ火山岩類はラオスまで延長しており、平行して発達している同地質帯ではまだ調査の不十分などもあり、このようなタイプの鉱床があることにも十分留意すれば今後探鉱余地を広げられるものと考えられる。

REFERENCES

- Bunopus, S., 1982: Paleogeographic history of Western Thailand and adjacent parts of Southeast Asia - A plate tectonics interpretation. Geological Survey paper No.5, DMR, 810p.
- Bunopus, S., 1992: Regional Stratigraphic Correlation in Thailand. Proceeding of a National Conference on "Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development". DMR, 107-110.
- DMR, 1971: Geological map of Thailand, 1:250,000, Changwat Lampang. NE47-17, Geological survey division, Department of Mineral Resources.
- DMR, 1974: Geological map of Thailand, 1:250,000, Changwat Uttaradit. NE47-11, Geological survey division, Department of Mineral Resources.
- DMR, 1985: Geological map of Thailand, 1:250,000, Changwat Nakhorn Pathom. ND47-11, Geological survey division, Department of Mineral Resources.
- German Geological Mission in Thailand, 1976: Geological Map of Northern Thailand 1:250000: Sheet 2 Chiang Rai. Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover.
- Goldstein, M.A. and Strangway, D.W., 1975: Audio-frequency magnetotellurics with a grounded electric dipole source. *Geophysics*, 40, 669-683.
- Govett, G.J.S., 1983. Handbook of exploration geochemistry, Volume 2. Statistic and Data Analysis in Geochemical Prospecting. ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY, 437p.
- Hahn, L., and Siebenhüner, M., 1982: Explanatory Notes (Paleontology) on the Geological Maps of Northern and Western Thailand 1:250,000, (Sheets Ann, Chiang Rai, Phayao, Chiang Dao, Chiang Mai, Li, Thong Pha Phum). Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 76p.
- Harmon, R.S. et al., 1984: Regional O-, Sr- and Pb isotope relationships in late Cenozoic calc-alkaline lavas of the Andean Cordillera. *J. Geol. Soc. Lond.*, 141, 803-822.
- JICA and MMAJ, 1995: Report on the cooperative mineral exploration in the Chiang Khong, Doi Chong, Ratchaburi Area, the Kingdom of Thailand, phase I. Japan International Agency and Metal Mining Agency of Japan
- JICA and MMAJ, 1996: Report on the cooperative mineral exploration in the Chiang Khong, Doi Chong, Ratchaburi Area, the Kingdom of Thailand, phase II. Japan International Agency and Metal Mining Agency of Japan
- Jungyusuk, N. and Sirinwin, T., 1983: Cenozoic Basalts of Thailand. Preprint Conference "Geology and Mineral Resources of Thailand", Bangkok, Thailand
- Kenting Earth Sciences International Limited, 1989: Interpretation Report for Airborne Geophysical Survey of The Mineral Resources Development Project. Volume X, Mapsheet NE 47-11. 25p.
- Kenting Earth Sciences International Limited, 1989: Interpretation Report for Airborne Geophysical Survey of The Mineral Resources Development Project. Volume XXXI, Mapsheet ND 47-11. 23p.
- Kumachan, P., 1989: Gold Occurrence in the Upper Paleozoic-Mesozoic Volcanic Rocks of Thailand. Economic Geology Report No.7, DMR, 26p.
- Kuno, H., 1966: Lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs. *Bull. Volcanol.*, 29, 195-222.

Lepeltier, C., 1969: A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. *Econ. Geol.*, 64, 538-550.

Mahawat, C., Atherton, M.P. and Brotherton, M.S., 1990: The Tak Batholith, Thailand: the evaluation of contrasting granite types and implications for tectonic setting. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, Vol. 4, No.1, 11-27.

Meschede, M., 1986: A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. *Chem. Geol.* 56, 207-218.

Miyashiro, A., 1974: Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *Am. J. Sci.*, 274, 321-355.

Mullen, E.D., 1983: MnO/TiO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 62, 53-62.

Nabighian, Misac N., 1992: Electromagnetic methods. *Applied Geophysics, Volume 2, Part B*, 713-809.

Pearce, J.A. and Cann, J.R., 1973: Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19, 290-300.

Potissat, S., 1992: Geological Setting, Characteristics and Regional Exploration for Gold along Lampang-Phrae Volcanic Belt. Proceeding of a National Conference on "Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development", DMR, 420-433.

Sinclair, A.J., 1976: Application of probability graphs in mineral exploration. Special volume No.4, The Association of Exploration Geochemists.

Steiger, R. and Jaeger, E., 1977: Subcommittee on geochronology, Convention on the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, 359-362.

Suthakorn, P. and Udomporvirat, S., 1991: Geological Survey of Tin Deposits around Central Amphoe Suan Phung, Changwat Ratchaburi (in Thai). *Economic Geology Report, No.4, DMR, 198p.*

JICA