

### 3-2 鉍床の一般的特徴

個々の鉍化帯の概要は上に述べた通りであるが、これらをもとにプロジェクト地域内に分布する鉍化帯の一般的な特徴、特に鉍化帯の形成環境、形成機構について要約すると次のようである。

1. プロジェクト地域内に分布する鉍化帯は鉍床のタイプによって、(1)鉍染ないし網状型、(2)鉍脈型、(3)スカルン型の3種類に大別され、これらのうち鉍染ないし網状型が最も卓越し、大部分の鉍化帯はこのタイプに属する。鉍脈型に属する鉍化帯としてはアブラ・ラヤカン両鉍化帯であり、スカルン型としてはラクブ・アブレグ両鉍化帯の一部のみである。なお、プリブエノ鉍化帯は鉍脈型とすべきかもしれないが、アブラ鉍床のような単純脈ではなく、しばしば細脈網状帯を形成しかつ鉍染部を伴うため(1)のタイプに分類した。
2. 各鉍化帯の分布状態、特に地質との関係をみると、Fig 11-7の通り大部分の鉍化帯が深成岩ないし半深成岩岩体の内部およびその周辺の被貫入岩中と形成されている。貫入岩体と全く無関係と思われる鉍徴は幾つか観察されたが、いずれも小規模で鉍化作用も微弱である。
3. 鉍化帯を構成する主な鉍物は、鉍染～網状型鉍化帯では黄鉄鉍・黄銅鉍で、これに少量の斑銅鉍・輝銅鉍・輝水鉛鉍・磁鉄鉍を伴い、稀に方鉛鉍・閃亜鉛鉍がみられる。鉍脈型では黄鉄鉍・黄銅鉍・斑銅鉍・方鉛鉍・閃亜鉛鉍が一般的で、脈石鉍物としては石英・方解石が多い。孔雀石、藍銅鉍などは多くの鉍化帯の酸化部分に二次鉍物としてしばしば認められるが、いわゆる二次富化帯は認められない。スカルン型では黄銅鉍・黄鉄鉍・磁硫鉄鉍のほかザクロ石、灰鉄輝石などのスカルン鉍物を伴っている。
4. 鉍化作用に伴う変質としては、珪化・絹雲母化・粘土化作用が一般的で、強度の珪化作用を受けた部分に銅の鉍化作用が認められることが多い。緑泥石化・緑レン石化も広範囲にみられ、特に母岩が火山岩類の場合にこれらの変質が著しい。このほかの変質としてはラクブ鉍化帯にみられるカリ変質、マニクベル鉍化帯に多い沸石化作用、ラヤカン鉍化帯での葉ロウ石・明バン石・ダイアスポアの生成などがある。
5. 鉍化帯の形成環境についてみると、鉍化帯の分布状態から明らかな通り、大部分の鉍化帯が深成岩ないし半深成岩類の岩体内部または周辺に形成されており、これらの岩類と鉍化作用とが密接な関係を示すことが明白である。深成岩～半深成岩体に伴う鉍化帯についてさらに詳しくみると、(1)深成岩の大岩体の中央部で、かつ半深成岩の活動がみられないか、あっても極めて小規模な区域に形成された鉍化帯、(2)深成岩の大岩体の主として縁辺部であって、かつ半深成岩類の活動があまり顕著でない区域の鉍化帯、(3)比較的規模の小さい深成岩体の中央部ないし縁辺部で、半深成岩類の活動の旺盛な区域に形成された鉍化帯、(4)小規模な岩株状深成岩または半深成岩の岩体内部およびその周辺に形成された鉍化帯の4つのグループに分けられる。既に述べた21鉍化帯のうち、現地調査の実施が不可能であったチコ川流域の5鉍化

帯を除いた16鉱化帯を4つのグループに分類すると、(1)のグループとしてはボクロック鉱化帯、(2)のグループとしてソルソナ、マドンガン、アブラ、アブレグの4鉱化帯、(3)のグループとしてアバヤオ、バドゥアット、ラクブ、カブアラン、マニクベル、ドラオ、マリブコンの7鉱化帯、(4)のグループとしてブリブエノ、バルスグアン、タウイニ、ラヤカンの4鉱化帯となっており、(3)および(4)のグループに属する鉱化帯が圧倒的に多い。

一方、過去または現在探鉱・開発が実施されている鉱化帯としてはボクロック、アブラ、ラクブ、マニクベル、ブリブエノ、タウイニの6鉱化帯で、これらを前記のグループに従ってみると、ボクロック鉱化帯を除く5鉱化帯が(3)または(4)のグループに属する。ボクロック鉱化帯は主鉱化部分が調査不能区域となったため詳しい産状は判っていない。

6. 以上の事実から、プロジェクト地域内における有望鉱化帯の「形成環境」を帰納的に考察すると、比較的小規模な露出面積をもつ中性～酸性深成岩体の縁辺部で、深成岩と成因的に関係あると考えられる半深成岩の活動が旺盛な区域および岩株状～岩脈状の深成岩または半深成岩岩体の内部またはその周辺が鉱床形成上最も適した地質環境であると考えられ、鉱床探査の上で最も重要な区域と言える。チコ川流域のバトンブハイ・マウンティン両鉱床は共に石英閃緑斑岩を母岩とするポーフリー・カッパー型鉱床で、上に述べた地質環境がそのまま適応している。

7. 本プロジェクト地域の南方に位置するバギオ鉱床区においても、現在操業あるいは探鉱中の鉱床は、アグノバソリスと呼称されている石英閃緑岩の大岩体中には存在せず、岩体の縁辺部または周辺の被貫入岩類中に貫入した石英閃緑斑岩などの半深成岩に伴って形成されていることが、ルソン北部地区資源開発協力基礎調査ほか多くの調査によって明らかにされている。

8. 鉱床の形成機構・成因については、未だ明確には解明されておらず、推測の域を出ないが、第3年次において詳細な調査が実施されたマニクベル鉱化帯を例として考察すれば次のようなパターンが考えられる。すなわち、石英閃緑岩—花崗閃緑岩底盤の進入→進入に伴う構造的弱線の形成→(黄鉄鉱を主とする前駆的鉱化作用)→石英閃緑斑岩あるいは花崗閃緑斑岩岩株(または岩脈)の貫入→既成構造の増幅・拡大→(銅を伴う主鉱化作用)→各種岩脈類の貫入→少量の黄鉄鉱を伴う後鉱化作用という過程であって、個々の鉱化帯で岩種、岩体の形態に多少の差はあるが、基本的にはこのパターンに従っているものとする。

## III 地化学探查



## 第 1 章 総 説

広い範囲の未調査または概査区域から、鉍床賦存の可能性のより高い区域を短期間のうちに最も効率よく抽出するためには、河川堆積物を対象とした地化学探査が最も効果的であり、概査あるいは準精査区域から鉍化帯の範囲・鉍化作用の強度を知るためには土壌による地化学探査が有効であることは過去の多くの事例から明らかである。

本プロジェクトにおいても、Table III-1 に示す通り、第一年次においては、チヨ川流域を除く 4,300 km<sup>2</sup> の区域に対して河川堆積物を対象とした地化学概査が実施され、地質調査ルート沿いに合計 1,067 個の試料が集められた。第二年次では第一年次調査の結果から抽出された鉍床賦存の有望区域に対して河川堆積物を試料とする地化学準精査が実施され、4 地域（合計面積 1,800 km<sup>2</sup>）から 1,971 個の試料が採取された。第二年次は準精査終了後、地質・地化学調査の結果にもとづいてより有望な 4 地域（合計面積 180 km<sup>2</sup>）を選び出し、この 4 地域に対しては土壌による地化学精査が行われ、657 個の試料が採取された。最終年度にあたる第三年次においては、第二年次の精査結果によって鉍床賦存の可能性の最も高い区域として抽出された 2 地域（面積 25 km<sup>2</sup>）について、採試密度のより高い土壌地化学精査が行われ、511 個の試料が集められた。

採取された試料のうち、第二年次の河川堆積物試料および第三年次の 2 地域のうちの 1 地域の土壌試料はマニラにおいて、他の試料は全て日本においてそれぞれ原子吸光分析法によって分析された。指示元素は第一・二年次調査では Cu および Zn，第三年次調査では Cu のみとされた。なお、第一年次では土壌地化学探査の本プロジェクト地域への適応性を検討するため、50 個の土壌試料が採取・分析された。

調査の結果、第一年次の概査では 10 箇所の異常帯が得られ、第二年次の準精査では 4 地域のなかから合計 14 箇所の異常帯が得られた。この 14 箇所の異常帯内には第一年次で得られた異常帯の一部が含まれている。第二年次における土壌の地化学精査では、精査が実施された 4 地域にそれぞれ異常帯が検出された。第三年次の土壌地化学精査は、第三年次の準精査地域の一部および同精査地域の一部について実施されたもので、両地域からそれぞれ異常帯が得られた。

これらの各異常帯は鉍化帯の分布とよく調和しており、有望区域の抽出にあたっては重要な判定基準の 1 つとされた。特に、土壌地化学探査では鉍化帯の分布範囲・鉍化の強度をより直接的に把握することができた。

以下、河川堆積物と土壌とに分け、探査結果の概要を述べる。

Table III-1 Details of Geochemical Survey in Project Area

Phase	Accuracy of Survey	Analyzed Sample	
		Stream Sediments	Soil
Phase I	Reconnaissance Survey	Name of Area : Whole area An Area : 4,300 km <sup>2</sup> Number of Sample : 1,117 pcs Sampling Density : 0.25 pcs/km <sup>2</sup> Indicator Element : Cu · Zn	
Phase II	Semi-detailed Survey	Name of Area : Abra, Solsona, Bontoc Kabugao An Area : 1,800 km <sup>2</sup> Number of Sample : 1,971 pcs Sampling Density : 1.10 pcs/km <sup>2</sup> Indicator Element : Cu · Zn	
	Detailed Survey		Name of Area : Bucloc, Abieg, Lacub Malibcong An Area : 180 km <sup>2</sup> Number of Sample : 657 pcs Sampling Density : 3.65 pcs/km <sup>2</sup> Indicator Element : Cu · Zn
Phase III	Detailed Survey		Name of Area : Manikbel, Layacan An Area : 25 km <sup>2</sup> Number of Sample : 511 pcs Sampling Density : 20.44 pcs/km <sup>2</sup> Indicator Element : Cu

## 第 2 章 河川堆積物による地化学探査

### 2-1 探査方法とデータ処理

#### 2-1-1 探査方法

第一年次における地化学概査では、調査地域内のより広い範囲から情報を得るため、地域内をでき得る限り広くかつ均等にカバーするよう調査ルートが検討された。しかしながら、地化学探査は地質調査と併行して行われ、主要河川の本流が地質調査ルートとされたため、地化学試料は主要河川の本流に流入する各支流から、支流の流域面積の大小に関係なく1支流-1試料として採取された。このため試料の採取間隔が不規則となり、また1つの試料によって代表される範囲も流域によって著しく異なる結果となった。試料採取密度は $0.25$ 個/ $\text{km}^2$ である。

第二年次の地化学準精査はアブラ、ソルソナ、ポントック、カブガオの4準精査地域について実施された。これらの地域には第一年次に実施された地化学概査によって得られた異常帯がそれぞれ含まれている。

第二年次の地化学準精査の調査ルートは第一年次のルートとの重複を避け、より広い範囲をカバーするように予め図上で計画された主要支流およびその小支流とされ、また試料採取地点は個々の試料によって代表される範囲が出来る限り細分化、均一化されるように配置された。採試密度は、第一年次が平均 $0.25$ 試料/ $\text{km}^2$ であったのに対して、第二年次平均 $1.10$ 試料/ $\text{km}^2$ と高められた。

個々の試料は $80$ メッシュの篩を使用して水中でふるい分けられ、 $10\sim 20$ gが採取された。採取にあたっては誤差の要因となる有機物質や河岸堆積物が混入しないよう特に注意が払われた。採取された試料は、水を切った後ビニール袋に入れられてサブキャンプまたはベースキャンプに集められ、自然乾燥されたあと第一年次の試料は日本で、第二年次の試料はマニラで、それぞれ原子吸光分析法によりCu・Znの定量分析が行われた。分析方法は次のとおりである。

試料 $1$ gに濃硝酸 $5$ mlと過塩素酸 $3$ mlを加え、サンドバス上で白煙が上るまで加熱する。放冷後稀硝酸(1+2) $5$ mlを加えて溶解し、水を加えながら全量を $20$ mlに調整し、その溶液を原子吸光光度計で測定する。測定波長はCu： $3247\text{\AA}$ 、Zn： $2139\text{\AA}$ である。

#### 2-1-2 データ処理

第一年次調査で得られた $1,067$ 試料および第二年次で採取された $1,971$ 試料の各分析データは異常値を抽出するため、全てグラフによる簡易統計処理法(Lepeltier, 1969)によって処理された。グラフから求められた平均後背値(b)、後背値の上限を示すしきい値(t)、異常図作成に使用した補助しきい値( $t'$ ,  $t''$ )はTable III-2の通りである。

Table III-2 Regional Mean Background and Threshold Values of Phase I and II Surveys (Stream Sediments)

		b	t'	t	t''	2t	2t''	Number of Samples
Phase I	Cu	32 ppm	72 ppm	125 ppm	ppm	250 ppm	ppm	1,067 pcs
	Zn	58	—	120	187	—	374	
Phase II	Cu	48	115	170		340		1,971
	Zn	60	150	250		500		

b : Mean background value  
t : Threshold value  
t', t'' : Subsidiary threshold values

図上での地化学異常の表示方法はいろいろあるが、ここでは試料採取地点の試料の金属含有量はその河川の流域全体に影響されていると考え、指示元素の種類と異常の強度によって採取河川の流域を模様分けする方法が採用された。この方法では、異常域は試料採取河川の流域内に存在することとなり、精査すべき範囲が直接的に把握出来る利点があるが、反面1つの試料が代表する範囲がそのまま流域面積となり、流域の大・小についての配慮がなされないため異常帯を過大評価する恐れがある。異常帯の解釈においてはこの点を充分考慮する必要がある。

## 2-2 探査結果

分析データの解析結果から、第一年次および第二年次の調査地域内でそれぞれ多くの異常帯が検出された。各異常帯の状況は次の通りである。なお、第二年次の調査区域は第一年次の調査範囲の一部であるため、異常帯が重複するところが多いが、ここでは年次ごとに記述する。

### 2-2-1 第一年次調査の異常帯

この調査では、Cuについては補助しきい値  $t'$  (72 ppm) 以上、Znについてはしきい値  $t$  (120 ppm) 以上をそれぞれ異常値とした。この結果、PL-3に示された10箇所の異常帯が得られた。大部分の異常帯は深成岩体の周辺に集中している。

#### (1) ソルソナ川異常帯

ソルソナ川上流部に分布するCu異常帯で、異常の程度はあまり強くはないが比較的まとまっている。この異常帯は主として斑レイ岩体中にあり、異常帯内にはソルソナ鉱化帯を構成する黄銅鉱・黄鉄鉱・石英脈(脈巾1.5cm, Cu 19.90%)などがみられる。

#### (2) バルスグアン川異常帯

バルスグアン川の中流から上流にかけて広い範囲を占めるCu-Zn異常帯である。異常値

としては、Cu はしきい値を超える地点が3箇所、最高値194 ppm、Znはしきい値以上が14地点で最高値311 ppmを示し、特に高い値はないが広範囲によくまとまっている。この異常帯内にはバルスグアン鉍化帯が本流沿いに広く分布しており、強い黄鉄鉍鉍染部が諸所に認められるほか、下流部では少量の黄銅鉍を伴う黄鉄鉍鉍染部も分布する。

### (3) マラナス川異常帯

この異常帯はマラナス川中～下流部に広がるCu-Zn異常帯であるが、Cu・Znの最高値は99 ppm・219 ppmで異常の程度は弱い。異常帯の大部分はリクアン層群Ⅱ層の安山岩質岩類よりなり、東南端部で花崗閃緑岩がみられる。鉍化帯としては花崗閃緑岩の西縁部にラクブ鉍化帯の一部が分布しているに過ぎず、異常帯主要部の本流沿いには鉍化帯は認められない。

### (4) ボクロック川異常帯

ボクロック川・イクミン川両流域に分布する最も広い面積を占めるCu異常帯で、Znはしきい値を超える地点は1点(129 ppm)のみである。Cu異常は補助しきい値(72 ppm)以上の異常が20地点あるが、しきい値を超えるものは4地点(最高値157 ppm)で異常の程度としては高くない。この異常帯は主として花崗閃緑岩体中にあり、異常帯中にはボクロック・マニクベル両鉍化帯が分布し、諸所に黄鉄鉍鉍染部や石英細脈がみられる。

### (5) ボクロック川上流異常帯

ボクロック川の最上流部に位置する小範囲の異常帯で、Znの強い異常で特徴づけられる。異常の程度はしきい値を超える地点が4点含まれ、最高値は565 ppmである。この異常帯は主としてリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩・同質火山砕屑岩中に分布し、鉍化帯としては異常帯西縁部の安山岩中に局所的な黄鉄鉍鉍染部がみられるに過ぎない。

### (6) ラヤカン川異常帯

ラヤカン川中～下流部に分布するCu-Zn異常帯で、異常帯のまとまりはよくないがCu最高値1,066 ppm、Zn最高値944 ppmを含み、強い異常を示している。付近一帯は主としてリクアン層群Ⅰ層の玄武岩溶岩よりなり、異常帯の中央より西側には玄武岩中に発達する小割れ目に沿う黄鉄鉍鉍染部、黄銅鉍・斑銅鉍を主とする鉍脈(脈巾20 cm, Cu 32.76%)、閃緑斑岩岩脈の周辺に生じた黄鉄鉍鉍染部などからなるラヤカン鉍化帯が存在する。

### (7) バリリアン川異常帯

チコ川の支流バリリアン(Balilian)川の下流部にみられるCu-Zn異常帯で、Cu・Znの最高値は153 ppm・332 ppmを示し、異常の程度はあまり強くない。付近はリクアン層群Ⅰ層の玄武岩溶岩とティネグ層の火山砕屑岩類よりなり、ティネグ層の一部で珪化・黄鉄鉍化が認められるだけで、顕著な鉍化・変質はみられない。

#### (8) レネング川異常帯

カブガオの南方5 km, レネング川東岸に沿って広がるCu-Zn異常帯で, Cu・Znの異常の最高値は104 ppm・246 ppmとそれほど高くはないが, まとまりはよい。この区域は主としてリクアン層群Ⅱ層の火山砕屑岩と, その西側に分布する花崗閃緑岩よりなる。異常帯の北部には花崗閃緑岩を貫く石英閃斑岩の小岩脈がみられ, この岩脈には少量の黄銅鉱を伴う黄鉄鉱鉱染帯がある。

#### (9) ティネグ川上流異常帯

ティネグ川最上流部に位置するCu-Zn異常帯で, 小範囲ではあるがCu異常4地点(最高値368 ppm), Zn異常1地点(246 ppm)を含み, 比較的強い異常を示す。この異常帯は石英閃緑岩体中にあり, 部分的な鉱染状~微細脈状黄鉄鉱を伴う強い珪化帯が認められる。

#### (10) ビノンガン川上流異常帯

マリブコンの東方, ビノンガン川上流部に分布するCu-Zn異常帯で, Cu・Zn各最高値は292 ppm・510 ppmと高い値を示している。この異常帯はリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩と石英閃緑岩との境界付近にあり, 境界部を中心に少量の黄銅鉱を伴う黄鉄鉱鉱染帯よりなるドラオ鉱化帯が分布する。Cu最高値は石英閃緑岩体中の黄銅鉱・黄鉄鉱鉱染部付近で得られた。

上述の異常帯のほか, アバヤオ川流域およびその支流シカバオ川中~上流部, マドンガン川およびその支流ボルネイ川, ティネグ川中流部, ビノンガン川中流部, バレン川入口など小規模な異常が得られ, これらの一部には付近に黄鉄鉱鉱染帯を伴っている。

### 2-2-2 第二年次調査の異常帯

第二年次の地化学準精査は第一年次の概査で得られた異常帯のうちの主要なものが分布するアブラ・ソルソナ・ポントック・カブガオの4地域で実施された。この結果, PL. 4に示される通りアブラ地域において5異常帯, ソルソナ地域で4異常帯, ポントック地域で3異常帯, カブガオ地域で2異常帯の合計14異常帯が得られた。各異常帯の概要は次の通りである。

#### 1. アブラ地域

##### (1) ボクロック異常帯

この異常帯は第一年次のボクロック川異常帯の中央部に相当するもので, ボクロック川とイクミン川との分水界にあたる稜線に沿って東西7 km, 南北5 kmの範囲に分布している。

Cuの異常が優勢で, 特にCuの高い異常は中央部に密集している。Cuの最高値は488 ppmであり, 2t(340 ppm)以上の異常が5点含まれている。

この異常帯は, 花崗閃緑岩および石英閃緑岩からなる深成岩類の分布範囲内にあり, この付近には, 石英安山岩および石英閃緑斑岩の岩脈が見られる。この異常帯の大部分はボクロック鉱化帯の範囲内にあり, 諸所に黄鉄鉱を主とする鉱染状露頭が分布するが, 銅鉱物を伴う露頭

は少ない。

## (2) マニクベル異常帯

マニクベル川上流ウドゥディアオ部落の北方に東西 6 km, 南北 5 km の範囲を占めて分布する Cu の優勢な異常帯である。Cu の 2 t 以上の異常は、4 点ほど中央部にまとまって分布しており、その最高値は 793 ppm である。Zn の 2 t 以上の異常はこの異常帯の西端に 1 点存在するのみで、その最高値は 746 ppm である。

この異常帯中には、石英閃緑岩とリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩が分布しており、そのほぼ中央部では、花崗閃緑岩岩株がみられる。この岩株の周辺には銅鉱物を多く含むマニクベル鉱化帯があり、Cu 2 t 以上の異常帯はこの鉱化帯の存在をよく表している。

## (3) ラクブ異常帯

ピノンガン川中流部、ラクブ部落の北方から南方にかけて分布し、南北 8 km, 東西最大 5 km の範囲を占める。

この異常帯の大半は Cu のみの異常からなるが、南部は Zn のみの異常からなる。Cu の最高値は 519 ppm, Zn の最高値は 447 ppm である。

この異常帯域には、花崗閃緑岩が異常帯とほぼ一致した分布を示しており、異常帯の北部には孔雀石・黄銅鉱の鉱染帯を含むラクブ鉱化帯があつて、Cu 異常はこの鉱化帯とよく一致している。南端部にはカプアラン鉱化帯があるが、この鉱化帯は黄鉄鉱を主とし、銅鉱物をほとんど含まないため Cu の異常は得られなかった。

## (4) マリブコン異常帯

ピノンガン川上流のマドカイ山北東麓に分布している。この異常帯は第一年次のピノンガン川上流異常帯中にあるが、異常の特徴が異なるので、南北 3 km, 東西 2 km の小範囲ながら独立した異常帯とした。この異常帯は Cu の異常が優勢であり、その最高値は 292 ppm である。

この異常帯は、花崗閃緑岩とリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩との境界部付近にあり、北部の花崗閃緑岩中には黄鉄鉱・黄銅鉱・孔雀石の鉱染状露頭や石英脈からなるマリブコン鉱化帯が存在する。

## (5) ピノンガン川上流異常帯

ピノンガン川上流で、上記マリブコン異常帯の東方に南北 8 km, 東西 4 km の広い範囲を占めて分布する。この異常帯は圧倒的に Zn が優勢で、Zn の最高値 1,777 ppm という高い値を示している。Cu の異常は北部および南端部に少数認められるに過ぎない。

この異常帯中には、花崗閃緑岩、石英閃緑岩およびリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩が分布し、小規模な黄鉄鉱の鉱染露頭はあるが、特記すべき鉱化帯は発見されていない。

## 2. ソルソナ地域

### (1) ソルソナ川上流異常帯

この異常帯はソルソナ川上流に位置しており、第一年次の同名異常帯が準精査の結果この範囲に絞られたもので、異常帯の大きさは東西 1.5 km、南北 2 km である。異常の数は少ないが、Cu の最高値が 892 ppm、Zn が 1,915 ppm と高い異常を示す。この異常帯内には斑レイ岩、リクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩およびアラワ層の石灰岩が分布し、斑レイ岩体の縁辺部にはソルソナ鉍化帯を構成する多数の黄鉄鉍鉍染帯がみられる。

### (2) マドンガン川上流異常帯

マドンガン川最上流部にある東西 4 km、南北 3 km の異常帯で、第一年次のバルスグアン川異常帯が第二年次の準精査の結果、この異常帯とあとで述べる 2 つの異常帯に分割され、それぞれ独立したものである。

この異常帯は高い Cu の異常およびそれほど高くない Zn の異常からなる。Cu の最高値は 509 ppm、Zn の最高値は 244 ppm である。

この異常帯内にはリクアン層群Ⅱ層の安山岩質火砕岩類が広く分布しており、石英閃緑岩岩株および岩脈がそれを貫いて数ヶ所に分布している。異常帯の西部にはヘルクレス社によって探鉍中のブリブエノ鉍床がある。

### (3) バルスグアン川上流異常帯

バルスグアン川上流北側にある東西 3 km、南北 5 km の範囲で、Cu の低い異常のみがまとまって分布する。異常帯内にはリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩および安山岩質火山砕屑岩類とこれらを通る岩株状～岩脈状の石英閃緑岩および石英閃緑斑岩が分布している。しかしながら、第二年次の調査では特記すべき鉍化帯は認められなかった。

### (4) バルスグアン川中流異常帯

バルスグアン川中流部北側斜面に分布する異常帯で、その範囲は東西最大 4 km、南北 5 km である。この異常帯は Cu の t 以上の異常を 7 点含み、その最高値は 233 ppm である。また Zn の t 以上の異常を 5 点、2 t 以上を 1 点含み、その最高値は 530 ppm である。

異常帯内にはリクアン層群Ⅱ層の安山岩質火山砕屑岩類とこれを通る NE-SW 系の石英閃緑斑岩岩脈があり、岩脈の周辺には多数の黄鉄鉍鉍染～網状帯が集中して、バルスグアン鉍化帯を形成している。

## 3. ポントック地域

### (1) バリリアン (Balilian) 川異常帯

この異常帯はバリリアン川およびアムルソン (Amlusong) 川沿いに東西 8 km、南北約 6 km の広い範囲を占めて分布し、Zn の異常が優勢であるが、Cu の異常をも伴う。Zn の 2 t 以上の異常は 7 点あり、その最高値は 1,320 ppm、Cu の 2 t 以上の異常は 1 点で、その値は 407 ppm

である。

この異常帯内には、ティネグ層の石英安山岩質火山砕屑岩類、石英安山岩溶岩および石灰岩が分布している。顕著な鉍化帯は認められていないが、石英安山岩の一部は著しい粘土化を受けている。

#### (2) ラヤカン川北方異常帯

ラヤカン川下流部の北支流に東西・南北ともに約2kmの小範囲を占めて分布するもので、Zn異常を主とする。Znの2t以上の異常は3点で、その最高値は724ppmである。この異常帯にはティネグ層の石英安山岩質火山砕屑岩類が分布し、鉍徴は認められていない。

#### (3) ラヤカン川異常帯

ラヤカン川下流の南側に東西2km、南北2.5kmの範囲を占めて分布する。

Cuの異常が極めて優勢で、2t以上の異常を4点含み、その最高値は1,066ppmである。Znのt以上の異常は1点も含まれておらず、その最高値は221ppmにすぎない。

この異常帯内には、リクアン層群I層の玄武岩ないし塩基性安山岩溶岩およびティネグ層の石英安山岩質火山砕屑岩類が分布しており、リクアン層群中には石英閃緑斑岩岩株がみられる。この異常帯内にはラヤカン鉍化帯を形成する黄銅鉍・斑銅鉍・黄鉄鉍細脈を伴う幅2.0mの強珪化帯および石英閃緑斑岩岩株の内部あるいはその周辺に多数認められる黄鉄鉍粘土脈、黄鉄鉍鉍染帯が分布している。

### 4. カブガオ地域

#### (1) レネング川異常帯

レネング川の東側に分布する東西3km、南北6kmの異常帯でCuおよびZnのそれほど高くない異常が比較的広範囲に密集しているが、Cu、Znいずれの異常もt以下である。異常帯内にはリクアン層群II層の安山岩溶岩およびアラワ層の石灰岩が分布しており、深成岩類および岩脈類はみられず、鉍徴も認められていない。

#### (2) タウイニ異常帯

タウイニ部落の北方にみられる東西・南北ともに2kmの小範囲の異常帯で、Cuの2t以上の異常が優勢であり、Znの弱い異常を伴う。Cuの2t以上の異常は2点でその最高値は403ppmであり、Znの異常2点は、いずれもt'以下である。

この異常帯内には、リクアン層群II層の安山岩溶岩およびそれを貫く石英閃緑岩岩株が分布し、この岩株および周辺部には黄鉄鉍・黄銅鉍・孔雀石を含む鉍染帯よりなるタウイニ鉍化帯があり、現在マルカッパー社によって試錐探鉍が実施されている。

以上が第一年次および第二年次に実施された河川堆積物を対象とした地化学探査の結果であるが、大部分の異常帯、特にCu異常帯は鉍化帯と密接に関係した分布を示し、広い範囲から鉍化帯を把握する上で極めて有効であることが確められた。ポーフイリーカッパー型鉍床のよ

うに広い鉍化範囲を探索する場合は特に効果的である。

## 第3章 土壤による地化学探査

### 3-1 探査方法とデータ処理

#### 3-1-1 探査方法

第二年次の土壤地化学精査は準精査の結果に基づいて抽出されたボクロック・アブレグ・ラック・マリブコンの4地域において実施された。

この調査の試料は、準精査時のルート間を埋めるように計画された地質調査ルートに沿って、主として尾根、山腹から採取されたが、採取間隔が広過ぎる場合、あるいは河川堆積物による地化学異常帯が分布するところでは、小沢、山道などを利用して試料を追加し、全体として採取位置が偏らぬよう、かつ異常帯内では採試間隔が密になるように配慮された。物理探査実施区域では、IP測線を利用して東西200m、南北400mのグリッド採試が行われた。全平均採試密度は3.65試料/㎏である。

第三年次の地化学精査はマニクベル・ラヤカン両地域で実施されたが、マニクベル地域では鉍化帯の分布範囲をより明確に把握する目的で、主として鉍化露頭の分布範囲で実施され、また併行して行われた物理探査のIP測線沿いでも試料が集められた。ラヤカン地域は第二年次の土壤地化学探査が実施されていないため、調査地域をでき得る限り広くカバーするよう試料採取位置が定められた。試料採取密度は平均39.30個/㎏である。

土壤試料は主として集積層(B層)から採取され、ビニール袋に入れてベースキャンプに送られた。このようにして各地区から送られて来た試料はベースキャンプにおいて自然乾燥されたあと、篩によって-80メッシュに調整され、分析試料とされた。全分析試料は二等分されて一方は釜山地球科学局へ送られ、他方は日本に持ち帰られ原子吸光分析法によってCu・Znの定量分析が実施された。分析方法は河川堆積物試料の分析と同じである。

#### 3-1-2 データ処理

第二年次で得られた67.5試料および第三年次で採取された51.1試料の分析データは河川堆積物の場合と同じ方法で統計処理がなされ、Table III-3に示す数値によって地化学異常図が作成された。なお、アブレグ地域は試料が少なく、かつボクロック地域に近接するため、一括して処理・解析された。

Table III-3 Regional Mean Background and Threshold Values of Phase II and III Surveys

	Area		b	t''	t'	t	2t	3t
	Bucloc & Ablég	Cu	115	250	400	780	1,560	—
		Zn	60	—	—	100	200	300
Phase II	Lacub	Cu	70	150	210	380	760	—
		Zn	56	—	—	75	150	225
	Malibcong	Cu	50	130	210	450	900	—
		Zn	75	—	—	130	260	390
Phase III	Manikbel	Cu	250	300	800	2,500	—	—
	Layacan	Cu	100	—	200	900	—	—

b : Mean Background Value  
t' & t'' : Subsidiary Threshold Value  
t : Threshold Value

### 3-2 探査結果

分析データの解析結果、第二年次および第三年次の土壌地化学探査においても明瞭な地化学異常が得られた。

これらの異常帯の状況を調査年次別に記述する。

#### 3-2-1 第二年次調査の異常帯

##### 1. ボクロック地域

Fig. III-1 に示される通り、Cuの異常は地域の北部と南部の2ヶ所に集中している。北部の異常は、マニクベル川上流ウッドディアオ部落北方に t (780 ppm) 以上の値で2箇所異常帯が存在する。西側の異常帯は4点のサンプルを含み、範囲は0.2~0.3 km程度で、最高値は1,250 ppmである。東側の異常帯は1点サンプルのみからなるため、分布範囲は確かではないが、0.1 km程度と推定される。

南部の異常はボクロック川とイクミン川との分水界付近に集中している。t (780 ppm) 以上の異常点は6箇所あるが、そのうち最高値は2,471 ppmである。t'' (250 ppm) 以上の範囲は、3~4帯のME-SW方向の帯状の分布形態を示し、分布範囲はおよそ4.0 kmである。しかしながら、マルカッパー社の非公開資料によれば稜線の南にCu 1,000 ppm以上の異常帯が広く分布しており、南部の異常帯は稜線の南側まで連続していると考えられる。

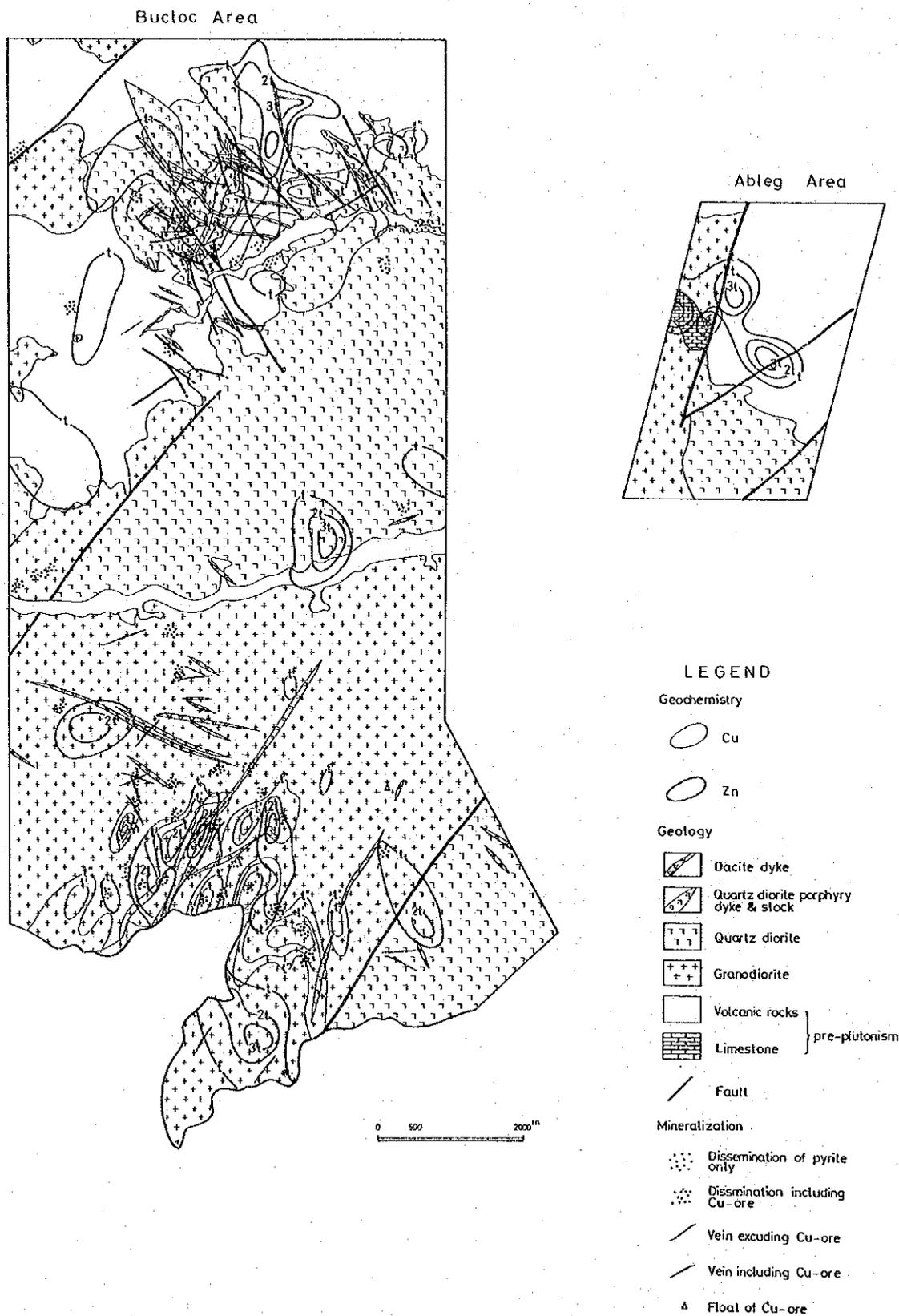


Fig. III-1 Geochemical Anomaly Map in Bucloc and Ableg Areas (Soil)

一方、Zn異常は分散した分布を示すため、特徴はつかみにくい。しかしながら、Cu異常とZn異常とが重なり合うことはまれで、相関はほとんど認められず、大局的には不明瞭ながらCu異常を中心としてZn異常がその周囲をとり囲むような帯状分布を示しているものと考えられる。

南・北両異常帯と地質との関係を見ると、北部の異常帯付近にはリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩が広く分布しており、そのなかに盛り上がるように低角度で石英閃緑岩が進入、さらに両者を花崗閃緑斑岩岩株が貫いている。南部の異常帯は花崗閃緑岩体中にあり、この岩体を石英閃緑斑岩岩脈が貫いている。リクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩の分布は非常に限られ、スロウエン沢の上流および稜線付近に小規模なルーフ・ペンダント状に露出している。

以上のことから、北部・南部いずれの異常帯も主として底盤状深成岩体中にあり、岩体とリクアン層群Ⅱ層との境界に近い部分で、しかも花崗閃緑斑岩や石英閃緑斑岩のような半深成岩が付近に貫入しているような地質環境のところにあるということが明らかである。

なお、ボクロック南部の異常帯分布域では物理探査（IP法電気探査）が実施され、Cu地化学異常が分布する範囲にFE5%以上のIP異常帯が検出され、その分布はCu異常帯とよく一致している。特に、IP実施区域のうち西側半分では、強IP異常帯の分布はCuの高異常帯とほぼ同じ分布を示し、IP異常は深部でも連続してみられることから黄銅鉱・黄鉄鉱などの硫化物を主とする鉱化が存在するものと考えられる。しかしながら東南部においては、Cuの高い異常帯が稜線部から南方に連続して分布するにもかかわらず、IP異常帯は南部には伸びておらず、バック・グラウンド値を反映するのみである。これはCu異常をもたらした鉱化帯が非常に浅部にあり、かつ酸化銅鉱物などを主とし、硫化物をあまり含まないためと考えられる。これらの結果から、土壌地化学探査とIP法電気探査の併用は地化学探査による分布範囲の限定と鉱種の推定、IPによる深部への連続性の把握とそれぞれの特性を活用することにより、より効果的な探鉱が可能であることが明らかとなった。

## 2. アブレグ地域

この地域のCu異常は地域の中西部に540ppmの1点が存在するのみである。またZn異常は地域の中部から西部にかけて分布しており、その最高値は479ppmである。Cu異常とZn異常の関係ではボクロック地域同様、不明瞭ながら帯状分布が認められる。一方、地質との関係を見ると、この付近には花崗閃緑岩上にルーフ・ペンダント状に石灰岩（リクアン層群Ⅰ層）がのっており、スカルン化作用を受けている。異常帯はこの石灰岩周辺に主として分布している。

## 3. ラクブ地域

本地域では、Fig. Ⅲ-2の通り、Cuの $t''$ （150ppm）以上の主な異常は2箇所あり、1箇所は地域のほぼ中心部にあるラクブ部落の北方約2kmから南方約1kmの間に分布し、そのなかにも $t''$ （380ppm）以上の異常帯が3箇所含まれている。面積は1km<sup>2</sup>弱である。他の1箇所

はラグブ部落の南南西約2 kmから3 kmの間に分布し、そのうち  $t$  以上の異常帯は約0.3 km<sup>2</sup>で、Cuの最高値は2,082 ppmである。Znの  $t$  (75 ppm)以上の異常は、この地域の主として西側および南西部に広く分布している。Cu異常とZn異常はほとんど重複することなく、互に無関係に分布している。

一方、異常帯と地質との関係を見ると、Cuの異常帯は、ほとんどが花崗閃緑岩体内にあり、一部はリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩中であって、かつ岩体に極めて近い位置にある。しかしながら、Znの  $t$  以上の異常帯の分布はリクアン層群の分布と非常によく一致している。このことは、リクアン層群のZnの後背値が花崗閃緑岩体に比べて非常に高いことを示すものであろう。

#### 4. マリブコン地域

前記Fig. III-2の通り、Cuの  $t'$  (130 ppm)以上の異常は、この地域の西部の中央に集中しており、このなかにも  $t$  (450 ppm)以上の異常帯が3箇所含まれ、それぞれ約0.5 km<sup>2</sup>、0.15 km<sup>2</sup>、0.05 km<sup>2</sup>の規模である。そのうち最高値は1,106 ppmである。Znの  $t$  (130 ppm)以上の異常は主としてこの地域の東部に分布しており、最高値は622 ppmである。Cu異常とZn異常との関係は、ラグブ地域と同様にほとんど重複せず、帯状分布の存否も明らかでない。また、異常帯と地質との関係を見ると、Cu異常は主として花崗閃緑岩体中またはリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩中で岩体に非常に近いところに分布しており、特に  $t$  (450 ppm)以上の異常帯は、両者の接触部あるいは極く近くにある。また、Zn異常は主として安山岩溶岩中にあり、そのうち2  $t$  (260 ppm)以上の異常帯は岩体との接触部付近に多いことがわかる。

#### 3-2-2 第三年次調査の異常帯

第三年次の地化学探査はマニクベル地域およびラヤカン地域において、鉍化帯のより確かな分布範囲と鉍化作用の強さを把握する目的で実施された。このため既に述べたように試料の採取密度は第二年次の場合よりはるかに高くなっている。調査の結果、両地域において鉍化帯の分布とよく調和したCu異常帯が得られた。

##### 1. マニクベル地域

この地域には少量の黄銅鉍と多量の孔雀石など二次生銅鉍物を伴う黄鉄鉍鉍染露頭が多数分布することが第二年次までの調査によって明らかにされている。第三年次ではこの露頭群の分布範囲と鉍化の強度をより詳細に把握することを目的として、主として露頭群の分布域をカバーするように実施された。

調査の結果、Fig. III-3に示すように地質調査で確認されている露頭分布範囲とほぼ一致した東西1.5 km、南北1.1 kmの規模の異常帯が検出された。特に、銅に富む黄鉄鉍鉍染露頭が多く分布する範囲には補助しきい値  $t'$  (800 ppm)を超える異常帯が得られ、露頭の分布と

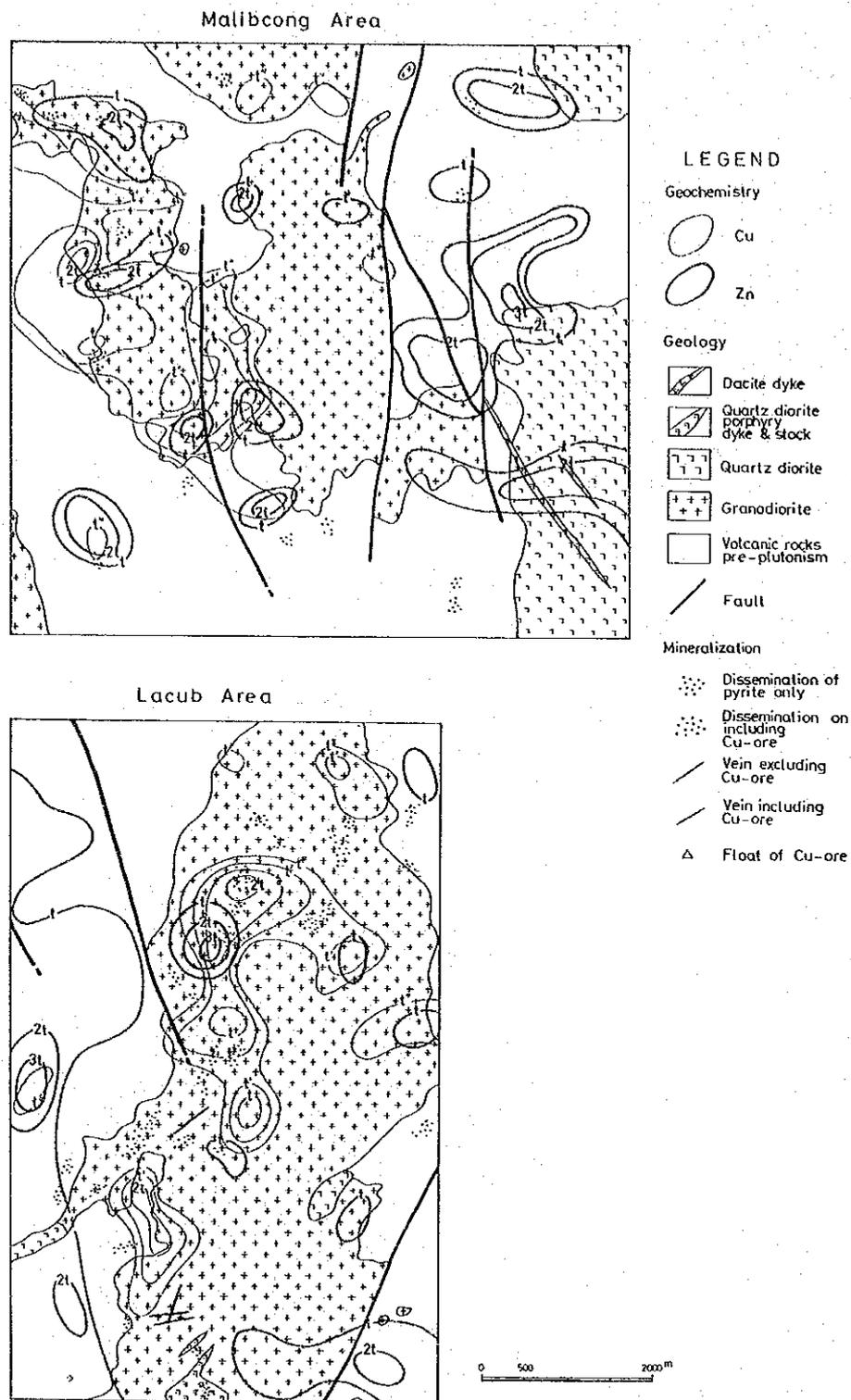
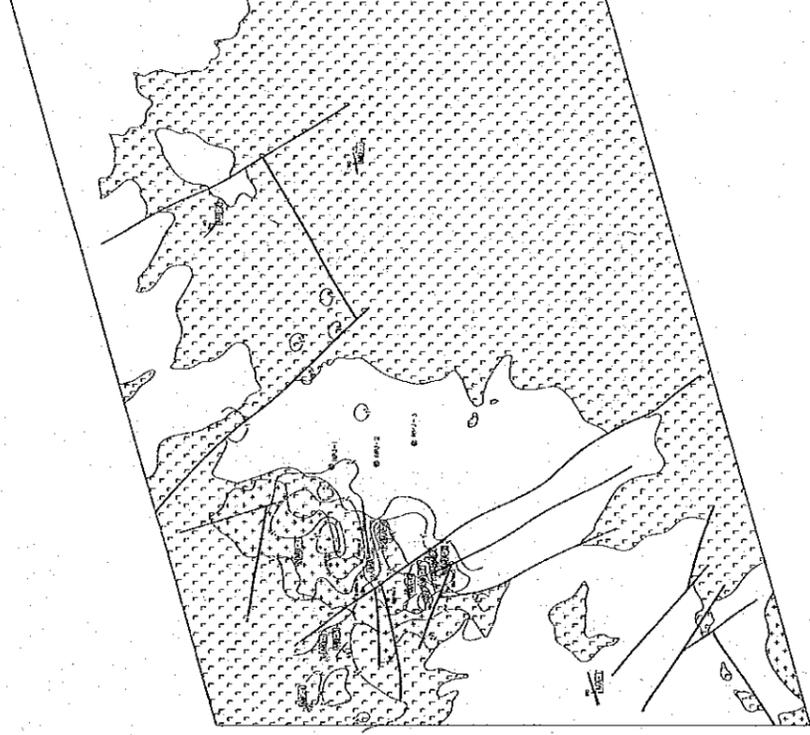


Fig. III-2 Geochemical Anomaly Map in Lacub and Malibcong Areas (Soil)

Manikbel Area



Layacan Area

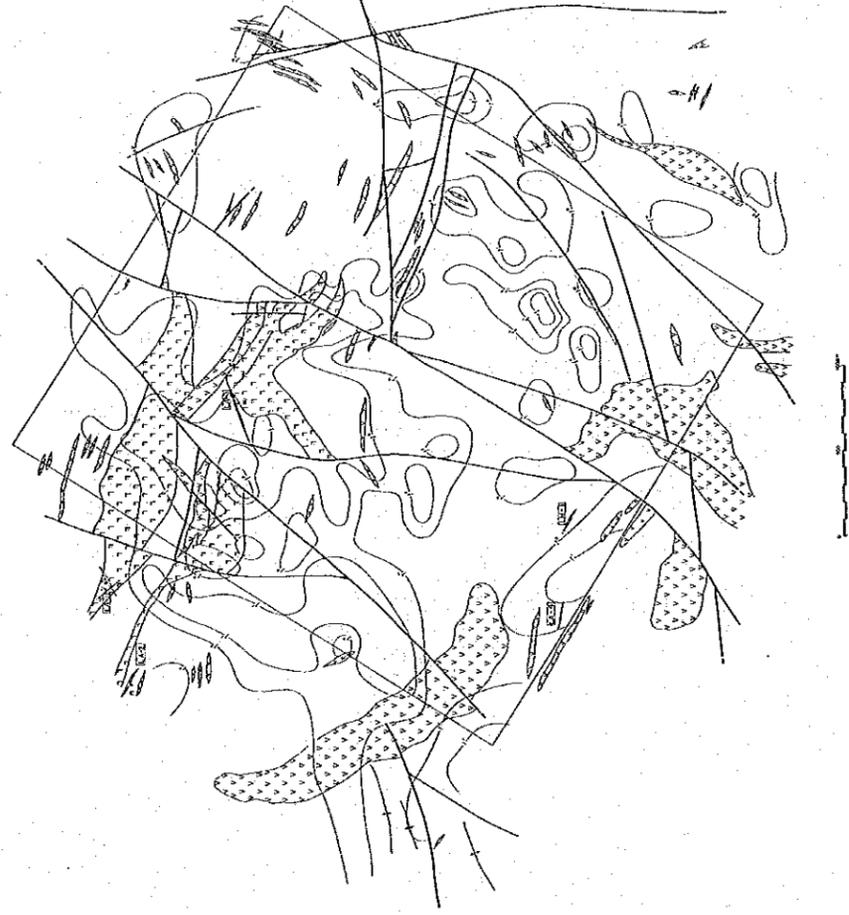


Fig. III-3 Geochemical Anomaly Map in Manikbel and Layacan Areas (Soil)

Cu 地化学異常帯の分布が極めて良好な相関関係を示すことが明らかとなった。銅に富む黄鉄鉱染帯は安山岩溶岩と石英閃緑岩との境界付近の石英閃緑岩体中にあり、 $t'$  以上の異常帯は両岩のほぼ境界に沿って伸長している。北東に伸びる異常帯付近は厚い植生にはばまれ、露頭の存在は確認されていないが、異常帯の分布から鉱化露頭の存在が期待される。

地化学異常帯の分布する範囲は IP 法電気探査が実施されたが、FE 5% 以上の IP 異常帯は地化学異常帯の東・西両側に検出され、地化学異常帯分布域では FE 5% 以下の低 FE 域となっている。これは露頭群が非硫化銅鉱物に富み、硫化物をあまり多く含まないこと、鉱化帯が深部まで連続していないこと、などの理由によると考えられる。

## 2. ラヤカン地域

この地域では、Fig. III-3 の通り、地域の約半分を占める広い異常帯が得られたが、異常の程度はマニクベル地域に比較すると低く、しきい値  $t$  (900 ppm) を起える点は 2 点のみである。異常帯の分布区域は主としてリクアン層群 I 層の玄武岩～塩基性安山岩溶岩とこれを貫く石英閃緑斑岩岩株よりなり、岩株の内部および周辺に多数の黄鉄鉱粘土脈が形成されている。これらの脈のなかには黄銅鉱-斑銅鉱-黄鉄鉱鉱条をを伴うものがあり、Cu 900 ppm 以上の地点の 1 つはこの脈の近くから得られている。このように、地化学異常帯は鉱脈群の分布とほぼ合致しているが、一方黄鉄鉱粘土脈の分布する区域でも異常が得られないところもあり、銅に乏しい鉱脈露頭では露頭と地化学異常帯との相関は必ずしも明瞭でないことが考えられる。鉱脈鉱床の場合は採試密度のより高いグリッドサンプリングを行い、指示元素も Cu に限らず多成分を採用することが望ましい。

本プロジェクトで実施された土壤による地化学探査の結果は以上の通りであるが、これらの調査によって得られた異常帯は、ごく一部を除けば、鉱化帯の分布とよく合致している。特に、Cu 異常帯の分布は鉱化の程度をよく示しており、鉱床探査の準精査・精査の段階では、採試密度の高い土壤地化学探査は鉱化帯の範囲・強度を把握する上で極めて有効な探鉱方法であることが確認された。

## IV 物理探查



## 第 1 章 総 説

本プロジェクト地域における物理探査は、第二年次にボクロック地域で I P 法電気探査および地上磁気探査が、また第三年次にはマニクベル地域で I P 法およびスペクトル I P 法電気探査が実施された。なお第二年次には、このプロジェクトの開始に先だつて N A C O M E S O (National Committee on Mineral Exploration and Survey Operations) が実施した空中磁気探査 ( 1975, 1977 ) の結果と地上磁気探査結果との総合検討も行われた。

ボクロック地域は第一年次の地質・地化学概査および第二年次の地質・地化学準精査の結果から鉱床賦存の可能性が極めて高いとして抽出された区域で、同区域内には花崗閃緑岩・石英閃緑斑岩を母岩とす多数の黄鉄鉱鉱染帯が存在し、Cu の高い地化学異常も検出されている。

I P 法電気探査はこれらの鉱化帯の水平的・垂直的広がりを明らかにする目的で、測線 5.6.2 km について実施され、その結果、鉱化帯の分布と極めてよく調和した 5 % 以上の F E 異常帯が検出された。地上磁気探査は、北部ルソンに分布するポーフィリー銅型鉱床が磁鉄鉱に富むことから、磁鉄鉱に富む貫入岩体および鉱化帯の存在を明らかにする目的をもって 2,506 地点について実施された。しかしながら、実施区域が一様な花崗閃緑岩よりなり、また鉱化帯中の磁鉄鉱が予想したほど高くないことなどから、鉱床探査に直接役立つような結果は得られなかった。空中磁気探査の結果と地上磁気探査の比較・検討についても、空中磁気探査結果の解析が遅れて中間報告書しか入手できず、十分な検討はできなかった。

マニクベル地域は第二年次までの調査の結果、鉱床賦存の可能性が最も高い区域として選出された地域で、安山岩溶岩とこれに進入した石英閃緑岩との境界付近に少量の黄銅鉱を含む黄鉄鉱鉱染ないし網状帯が多数分布し、また鉱染帯の分布域には土壤地化学探査による Cu 800 ppm 以上の高異常帯が検出されている。このため、第三年次に鉱染帯および Cu 地化学異常帯の深部への連続性を確認し、併せて深部での異常源の分類 - 鉱種の判別 - を目的として I P 法 ( 測線延長 2.66 km ) およびスペクトル I P 法 ( 測線延長 4.8 km ) 電気探査が実施された。

I P 法電気探査の結果、調査地域の東部、中央部および西部の 3 箇所、低比抵抗帯と一致した 5 % 以上の F E 異常帯が検出された。これらの異常帯は地化学探査による Cu の高異常域とは一致せず、Cu の高異常域は西部 F E 異常帯と中央部 F E 異常帯に囲まれた低 F E 帯に対応している。この F E 異常帯は安山岩、あるいは石英閃緑岩中の小割目に発達した黄鉄鉱に富む網状鉱化帯によるもので、特に安山岩と石英閃緑岩の境界部付近で高 F E 異常が認められた。スペクトル I P の結果によれば、F E 異常とほぼ同一箇所に " B " 型応答スペクトルが検出されている。この応答スペクトルはサンプル測定結果では、主に黄鉄鉱によって誘起されることが明らかにされており、従つてこの " B " 型応答スペクトルは黄鉄鉱鉱染帯によるものと考えられる。

また、地化学探査によるCuの高異常域では硫化物がほとんど期待できない“0”型応答スペクトルが得られ、この区域での銅の硫化物は微弱であると予想される。しかし、金属鉱業事業団による新たな解析法によれば、このCuの異常域で、高周波域の位相が変化する周波数スペクトルを把握し、この位相変化が銅の鉱化帯による可能性があるとして報告されている。今後サンプル測定、現場測定データ等を集積し、さらに検討を重ねる必要があると考える。

Table IV-1 List of Survey Line

Bucloc Area (Phase II)

LINE	LENGTH	INTERVAL	SPACE FACTOR
A	2.2km	100m	n = 1 ~ 5
B	3.5	"	"
C	3.5	"	"
D	4.0	"	"
E	4.0	"	"
F	4.0	"	"
G	4.0	"	"
H	4.0	"	"
I	4.0	"	"
J	4.0	"	"
K	2.3	"	"
L	1.6	"	"
M	1.6	"	"
N	1.8	"	"
O	1.9	"	"
P	1.9	"	"
Q	1.9	"	"
R	2.0	"	"
S	2.0	"	"
T	2.0	"	"
Total	56.2km		

Manikbel Area (Phase III)

LINE	LENGTH	INTERVAL	SPACE FACTOR
A	2.5km	100m	n = 1 ~ 5
B	4.0	"	"
C	4.0(1.6)	"	"
D	4.0(1.6)	"	"
E	4.0(1.6)	"	"
F	4.0	"	"
G	2.5	"	"
H	1.5	"	"
Total	26.5 (4.8)km		

\* ( ) : For Complex Resistivity Survey

Table IV-2 List of Survey Instruments

	PHASE II	PHASE III
IP transmitter	Model CH-T7802 and CH-505, Chiba Electronics Co., Japan	Model CH-T7802 and CH-505, Chiba Electronics Co., Japan
Engine generator	Model 421, Geotronics Inc., USA	Model 421, Geotronics Inc., U.S.A.
IP receiver	Model YDC-443, Yokohama Electronic Co., Japan Model CH-R7801, Chiba Electronics Co., Japan	Model YDC-7505-B by, Yokohama Electronic Co., Japan Model CH-R7801, Chiba Electronics Co., Japan
Portable magnetometer	Model G-816, Geometrics, Inc., USA Model MP-2, Scintrex Ltd., Canada	
Station magnetometer	Model G-806, Geometrics, Inc., USA	
CR receiver		GDP-12/2G, Zonge Engineering, USA CAP-12, " " ISO-12, " " FP-1, " "
CR transmitter		FT-4, Geotronics Inc., USA B-2, " "

## 第2章 IP法電気探査

### 2-1 探査概要

#### 2-1-1 第二年度調査

第二年度のIP法電気探査はボクロック地域で実施された。調査方法は可変周波数法(0.3 Hzと3 Hz)で、双極子電極配置により電極間隔 $a=100m$ にて、 $n=1\sim 5$ まで測定した。測線は $N78^{\circ}E-S78^{\circ}W$ 方向に、測線間隔 $200m$ で計17本、 $N12^{\circ}W-S12^{\circ}E$ 方向に3本合計20測線56.2kmである。

調査地域の地質は、底盤をなす花崗閃緑岩とこれを貫く石英閃緑斑岩・石英安山岩の岩脈で特徴づけられ、これらの岩体中には多数の黄鉄鉱染帯～黄鉄鉱微細脈の網状帯が分布している。

#### 2-1-2 第三年度調査

第三年度のIP法電気探査は、第二年度と同様の調査方法によりマニクベル地域で実施された。測線は $N74^{\circ}E-S74^{\circ}W$ 方向に、測線間隔 $250m$ で7測線、これと直行方向に1測線、計8測線26.5kmである。

調査地域の地質は主に安山岩溶岩とこれに進入した石英閃緑岩が分布し、両者を随所で岩脈状の石英閃緑斑岩～石英安山岩が貫いている。石英閃緑岩は、堅硬な中粒完晶質岩で黄鉄鉱の微粒染帯が普遍的に認められ、安山岩との境界部付近では、細い割れ目が発達している。安山岩溶岩は、石英閃緑岩の進入の影響を受け、ホルンフェルス化していると同時に、割れ目の発達も顕著で微粒黄鉄鉱～石英で充填されている部分が多い。

第二・三年次の調査測線の一覧を表IV-1に、測定機器を表IV-2に示した。

### 2-2 探査結果

#### 2-2-1 第二年度調査

- ① 調査地域西部に大規模な高FE異常帯が確認された。また、調査地域南東部には小規模なFE異常が多数検出された。
- ② 調査地域西部の高FE異常帯はNNW-SSW方向に幅約1kmで延び、北にいくほど弱くかつ深くなり、南へ向うに従い徐々に強くなっている。特にLine-G, H, I, Jでは、浅部から深部へ続く大規模な異常帯が検出され、更に南の未調査地域へと延びている。
- ③ 浅部の高FE異常帯および小規模なFE異常帯と地化学異常の分布域とはほぼ一致している。
- ④ 花崗閃緑岩の比抵抗 $500\sim 1,000\Omega m$ で比較的高く、粘土化変質を伴った低比抵抗の鉱化帯は確認されなかった。

F E異常帯と鉍化帯の関係をみると、中央南部の稜線付近から北西部に広がる高F E異常帯の分布は、露頭の分布とよく一致し、強珪化に多量の黄鉄鉍が鉍染するところでは特に高F E異常帯が検出されており、F E異常帯は鉍化帯と明瞭な対応を示している。

#### 2-2-2 第三年次調査

- ① 調査地域の東部、西部および中央部の3箇所が高F E異常が検出された。
- ② それらのうち、中央部異常帯は本地域中最大の規模で、低比抵抗帯とほぼ一致してN-S方向に分布し、特に北に向うに従って広がる傾向がある。
- ③ 東部・西部異常帯は共に石英閃緑岩分布域に認められ、これらの異常帯の中の高F E異常帯も低比抵抗と一致している。
- ④ 従って上記の3異常帯はいずれも低比抵抗-高F Eの特性を示している。これらの異常帯と鉍化帯との関係をみると、中央部異常帯は安山岩中および安山岩と花崗閃緑岩との境界部の小割れ目、節理に発達したフィルム状黄鉄鉍の網状を示すと考えられる。東部・西部異常帯は石英閃緑岩中の主に黄鉄鉍の網状鉍染帯によるもので、いずれの異常帯にも銅の硫化物はあまり期待できない。
- ⑤ Cuの地化学異常および地質で確認されたマニクベル鉍化帯とF E異常帯とは一致していない。鉍山局がLine-CのNo10およびLine-EのNo8で実施したボーリングでは、低品位(0.12%~0.43%)の銅の鉍染帯を把握しているが、硫化物の総量が上記3区域に比較して相対的に少なくF E異常をもたらさなかったと推定される。

第二・三年次のIP法電気探査結果を要約すると以下の通りである。

両年次で検出された高F E異常帯は、いずれも黄鉄鉍の網状~鉍染帯によるもので、銅の硫化物が微弱であることが判明した。

ボクロック地域とマニクベル地域でのIP結果を比較すると、F E異常の形態は類似しているが、マニクベル地域のF E異常帯は低比抵抗域と一致しているのに対し、ボクロック地域では比抵抗との相関があまり認められない、これは、ボクロック鉍化帯が大規模な花崗閃緑岩体の中心部で生じており、岩質的に堅硬・緻密であるのに対して、マニクベル鉍化帯は石英閃緑岩体の外縁部で、小割目、節理に規制されて鉍化が発達し、これらの小割目が低比抵抗を示す大きな要素となっているからと考えられる。

一般に、ポーフイリ・銅-鉍床はIP現象の上から2種に分類され、1つは“比較的緻密・均質な岩体中に硫化物が鉍染した鉍床”もう1つは“網状~細脈状に硫化物が鉍化した鉍床”で、後者が強いIP異常を示すことが知られている。この分類によれば、ボクロック鉍化帯は前者の型、マニクベル鉍化帯は後者の型に対応している。

地表地質調査で銅鉱物が比較的多く認められたボクロック地域南東部（Cu 高異常帯）およびマニクベル地域のマミシング沢流域（Cu 高異常帯）においては、顕著なF E異常は検出されなかった。従って、この区域では黄鉄鉱の含有量が少なく、硫化物（黄銅鉱＋黄鉄鉱）の総量がF E異常が検出された区域に比べ少ないものと考えられる。このことがポーフイリ・カッパー鉱床の黄鉄鉱－黄銅鉱の累帯構造に関係しているか否かは現段階では定かではないが、F E異常帯が主に黄鉄鉱帯を表わしていることはほぼ確実で、今後スペクトルIP法による硫化物の鉱種判定が確立されれば、黄鉄鉱－黄銅鉱の累帯構造の解明が可能になるものと思われる。

### 第3章 スペクトルIP法電気探査

スペクトルIP法は、従来のIP法の難問であったカップリングの除去と鉱種の判定を可能にするものとして注目されている新しい探査法であり、昭和55年に金属鉱業事業団によって我が国に導入されたものである。現在は、黒鉄鉱床、脈状鉄床、鉄染状鉄床など各種鉄床についてデータが収集されつつあり、ポーフィリー銅型鉄床の期待されるマニクベル地区にも本探査法を適用し、スペクトル応答の検討、カップリングの除去、示徴源とアノマリーの考察を目的に実施されたものである。尚、本スペクトルIP法の実施は、システムのメーカーである米国Zonge Engineering and Research Organizationを得て行われた。

#### 3-1 探査概要

測定は顕著なIP異常が検出されたLine-C, D, Eの3測線について行なわれ、測線長は各測線1.6 km, 延4.8 kmである。表IV-2に使用機器を示した。

#### 3-2 探査結果

- ① 従来のIP法によるFE異常帯のうちLine-C, D, Eの $\#14 \sim \#20$ で、黄鉄鉄の鉄染帯によると推定される“B”型応答分布が検出され、IP法の結果を裏づけている。
- ② Cu地化学異常が検出された測線の両端で、母岩によると推定される“C”型応答分布が得られ、ボーリングにより確認された低品位の銅の鉄染帯に対応するスペクトル応答は得られなかった。しかし、金属鉱業事業団による新たな解析によれば、この区域でスペクトルIPの高周波の位相が変化することを見出しており、この位相変化は銅の鉄化帯による可能性があるとして報告されている。今後サンプル測定、現場測定データを集積して、さらに検討する必要がある。
- ③ 硫化物を多量に含有し、いわゆるポーフィリー銅型鉄床でみられる教科書的な“A”型応答の鉄化帯は、本調査地域では認められなかった。

## 第4章 磁気探査

### 4-1 探査概要

#### 4-1-1 ルソン北西部地区空中磁気探査

本調査は1975年と1977年にNACOMESOにより実施された。調査方法は下記の通りである。

1975年：東経120°50'より西側の海岸までの地域……飛行高度 1,800 m

1977年：東経120°50'より東側の山間部地域……飛行高度 2,700 m

主測線(南北方向)間隔 約2.5 km

交線(東西方向)間隔 約10 km

#### 4-1-2 地上磁気探査

地上磁気探査は第2年次のボクロック地域において、IP測線上で実施された。Geometrics社製プロント磁力計により、測点間隔は測線上50 mとし、総測点数は2,506点であった。

### 4-2 探査結果

#### 4-2-1 ルソン北西部地区空中磁気探査結果

磁気異常形態から調査地域を次の4地域に分けることができる。

I 調査地域のほぼ全域を占め、東西方向のコンターが卓越した正異常分布域である。この区域では、NNE-SW方向の構造線(Geotectonic Lineament)が優勢で地質調査での断層群の分布との一致がみられる。深成岩類の分布はこの構造線によって規制されていると考えられる。

II 調査地域の北西端に位置し、NE-SW方向の大規模な負異常が分布している。この区域では、NE-SW方向及びこれと斜交する構造線が発達し、負異常を誘起した塩基性岩体の分布を規制している。

III 調査地域の西側にみられ、顕著な磁気異常は検出されていない。本地域は堆積岩の優勢な分布地域と考えられる。

IV 調査地域の東南端に位置し、東西方向のコンターの卓越した短波長磁気異常帯の区域である。Iの区域とはENE-WSW方向の構造線でわかれており、ENE-WSWおよびEW方向の幅の狭い磁性岩体が分布し、I区域と比較して、磁性は高いと考えられる。磁性岩体の磁性の大きさを大きい順に並べると

$$II > IV > I > III$$

となる。

#### 4-2-1 地上磁気探査結果

鉍化変質，特に黄鉄鉍化による消磁岩体は確認されなかった。これに対し，花崗閃緑岩の帯磁率が高くその分布と，磁気異常との対応が見られたが，安山岩・石英閃緑斑岩等には磁性の差が認められなかった。

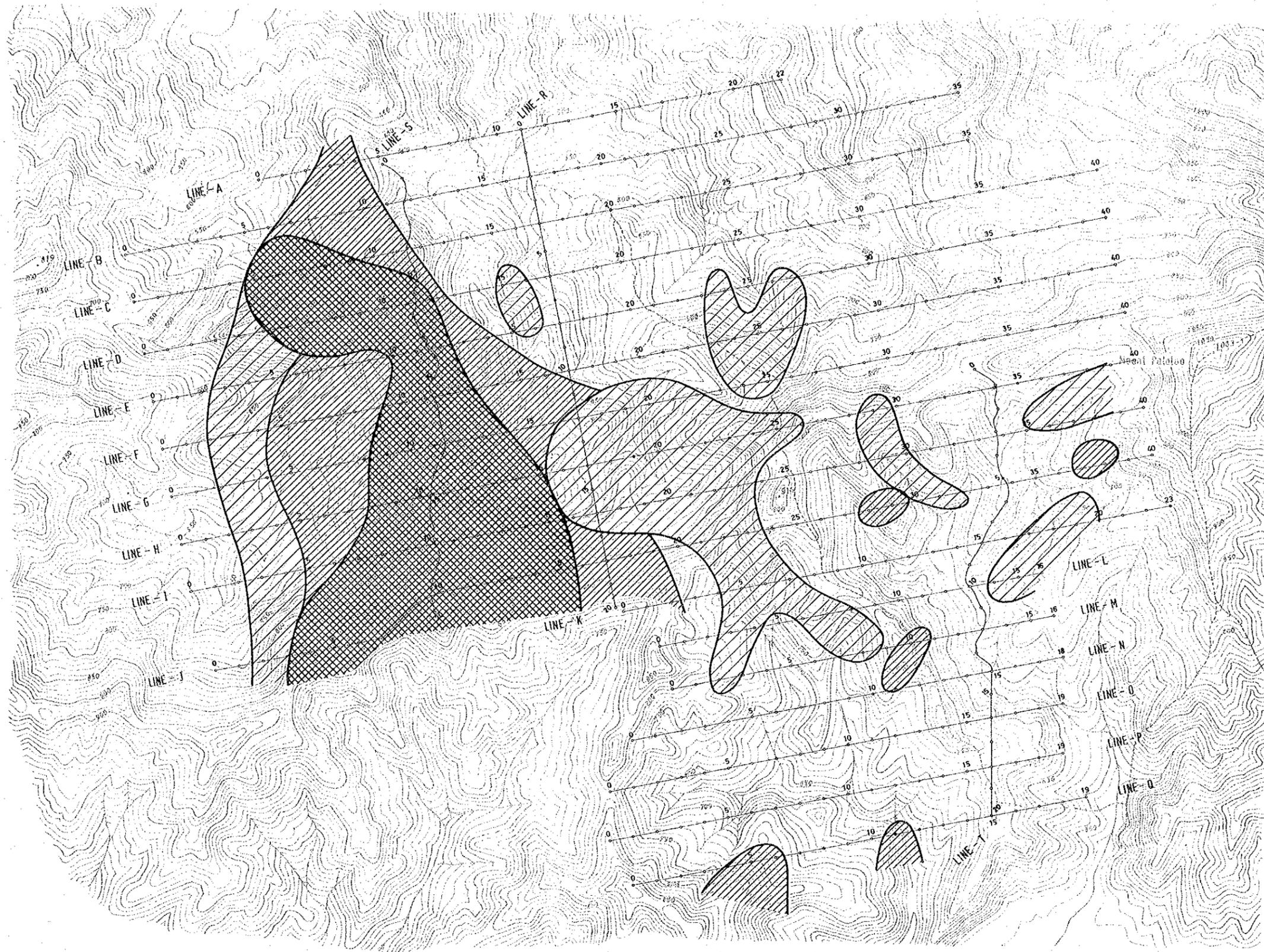


Fig. IV-1 General Interpretation Map in Bucloc Area

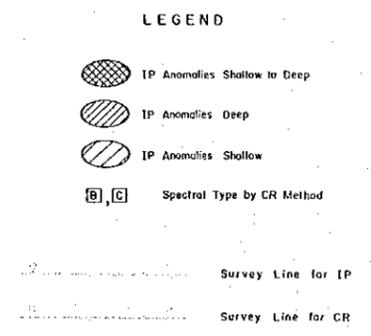
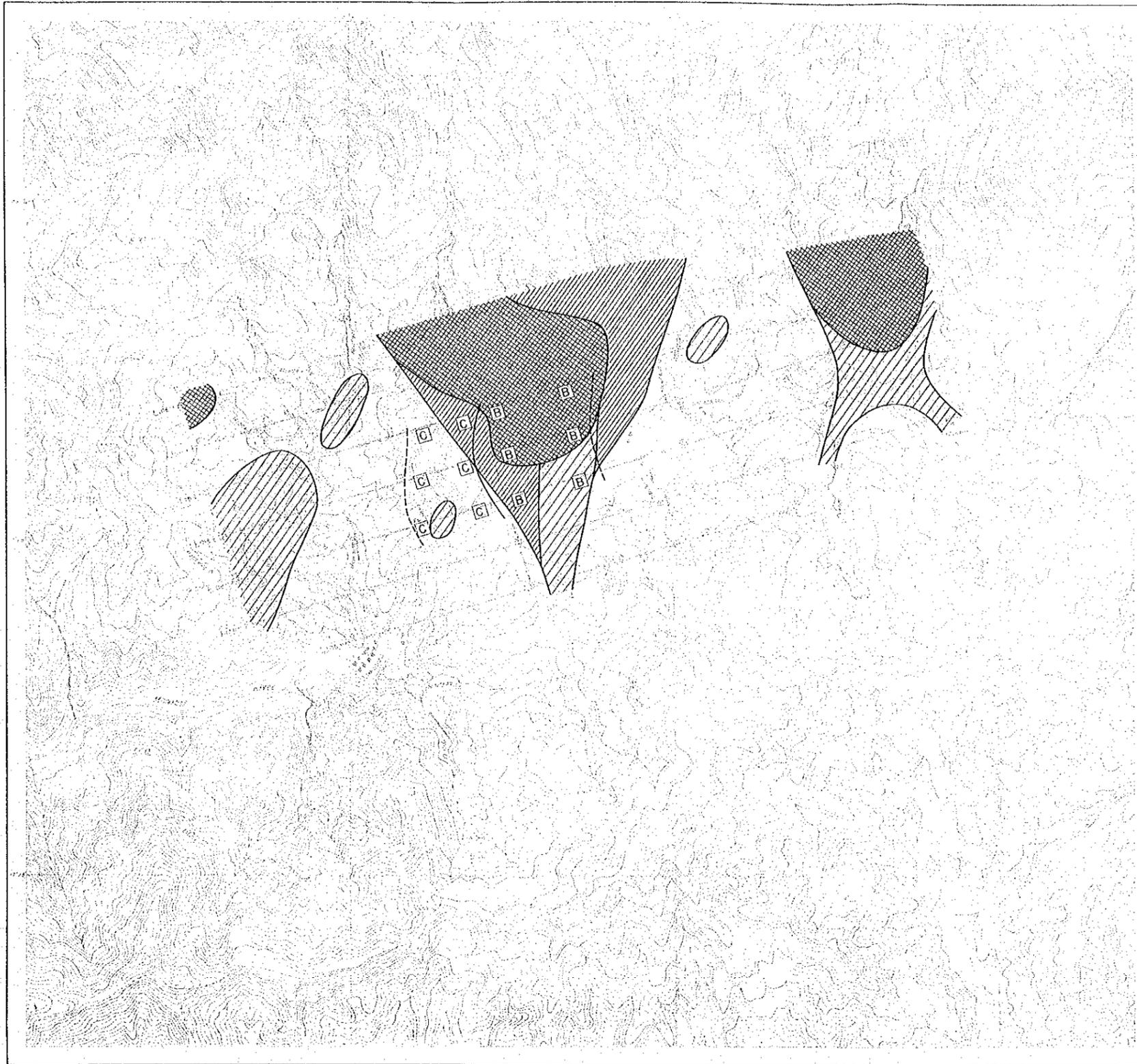


Fig. IV-2 General Interpretation Map in Manikbel Area

# V 試錐探查



## 第 1 章 総 説

試錐探査は、第一年次、第二年次および第三年次の地質・地化学調査ならびに物理探査の結果から鉱床賦存の可能性が最も高い区域の1つとして抽出されたマニクベル地域において実施された。この地域には安山岩溶岩と石英閃緑岩との境界付近に多量の孔雀石を伴う黄鉄鉱鉱染露頭が多数分布しており、露頭の分布する区域には土壤地化学探査によるCuの高異常帯が検出されており、露頭分布域の東・西両側、特に東側には深部まで連続するIP高異常帯の存在が確認されている。

試錐探査は地表で確認された露頭群の下部への連続性およびIP異常帯の実態を明らかにする目的で3孔・掘進総延長932.20mが第三年次に実施される。

試錐作業はワイヤーライン工法により、1日3方制で順調に進められた。総実掘進方数における1方当りの掘進長は9.32m、また総平均コア採取率は98.3%であった。

なお、この露頭分布域の中心部において鉱山地球科学局は1973年から1974年にかけて6孔（各孔の掘進長100～160m）の試錐探査を実施しており、BM・163孔において銅の高品位を捕捉しているものの、他の5孔では鉱化部は確認できず、全体としては不満足な結果であった。

## 第2章 試錐結果

### 2-1 RPJ-1孔(掘進長 310.00 m, コア採取率 99.1%)

第1孔であるRPJ-1孔は露頭分布域の東縁から約500 m東方にあるマニクベル川とマミシング沢との分水界をなす山稜付近に位置し、本孔の西方320 m地点には鉱山地球科学局が実施したBM・№6孔がある。また、この試錐はIP測線Line-Cの№15.3にあたる。

試錐地付近の地質はリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩よりなるが、試錐地の北西方70 mには安山岩溶岩を貫く石英閃緑岩が分布し、両者の境界面は試錐地に向かって傾斜している。また、試錐地および南部には石英閃緑斑岩-石英安山岩岩脈が多数貫入している。

本孔の岩石は深度8.30 mまで表土で、8.30 mから29.20 mまでは淡灰色粗粒の石英閃緑岩であるが、29.20 mからはホルンフェルス化した安山岩溶岩である。安山岩溶岩は113.10 mまで続くが、この間多数の石英閃緑岩、石英閃緑斑岩の岩脈に縦横に貫かれている。113.10 m~196.00 mでは石英閃緑岩・花崗閃緑岩・石英閃緑斑岩が錯綜して分布し、全体としては岩体縁辺部に石英閃緑斑岩・花崗閃緑岩が無数の岩脈(一部岩株)として貫入していることを示している。

石英閃緑岩は淡緑灰色の、また花崗閃緑岩は黒雲母の目立つ淡緑灰色の中粒~粗粒優白質岩で、一般に等粒状完晶質岩であるが斑状組織の認められるものもある。

深度195.00 mから260.00 mまで、282.60 mから299.60 mおよび303.70 mから孔底の310.00 mまでは緑泥石化した中粒~粗粒の花崗閃緑岩で、黄鉄鉱・黄銅鉱の鉱化帯を伴っている。

深度260.00 m~282.60 m間は暗灰色細粒の石英閃緑岩が、また299.60 mから303.70 mまでは石英閃緑斑岩がそれぞれみられ、石英閃緑斑岩は鉱化作用を全く伴っていない。

本孔にみられる鉱化作用は安山岩、石英閃緑岩、花崗閃緑岩のいずれにも認められる。しかしながら、鉱化作用の形態は安山岩と貫入岩類ではやや異なり、前者では細脈ないし細脈網状型が、後者では鉱染ないし網状鉱染型がそれぞれ卓越している。

安山岩中にみられる脈は主として緑泥石・方解石・緑レン石よりなる幅1 cm以下の細脈、多くの場合1 mm以下のフィルム状~毛状細脈をなし、石英は比較的少ない。しかしながら、深度44.60~44.80 mの間ほか2箇所では10~30 cmの石英質脈が認められる。主要鉱石鉱物は黄鉄鉱で、これに少量の黄銅鉱を伴う。黄銅鉱は石英質部にも含まれるが、緑泥石脈にむしろ多い。

安山岩中の主な脈の品位は、

深 度 (m)	コア長 (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)
44.60 ~ 44.80	0.20	0.0	5.4	1.64
55.70 ~ 55.80	0.10	0.0	7.7	2.76
84.60 ~ 84.90	0.30	0.0	2.2	0.72

の通りで、Cu品位は比較的高いが脈幅極めてせまい。

一方、花崗閃緑岩、石英閃緑岩中の鉍化帯はいずれも鉍染状が圧倒的に多い。主要な鉍化部分は深度192.50 ~ 260.00 m間の花崗閃緑岩中に形成された黄鉄鉍と少量の黄銅鉍鉍染帯、292.30 ~ 299.60 mの黄鉄鉍・黄銅鉍鉍染帯および303.70 ~ 308.40 m間の黄鉄鉍鉍染帯で、いずれも花崗閃緑岩を母岩としている。主な鉍化部分の平均品位は次の通りである。

深 度 (m)	区間長 (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)
198.00 ~ 210.00	12.00	0.0	0.5	0.14
210.00 ~ 222.00	12.00	0.0	1.0	0.31
222.00 ~ 231.00	9.00	0.0	0.6	0.17
246.00 ~ 260.00	14.00	0.0	1.3	0.22
292.30 ~ 299.60	7.30	0.0	2.1	0.58
303.70 ~ 308.45	4.75	0.0	1.0	0.20

これらのうち、198.00 mから231.00 mまでは連続した鉍染帯で、鉍化範囲としては広いが品位は低調である。

鉍染状鉍化帯は上記区間以外にも諸所にみられるが、いずれも小範囲・低品位である。なお、S品位は断片的に分析されており、このため平均品位の算出からは除外したが、品位としては分析値が最大1.31%という低い値であった。IP法電気探査によって得られたFE異常の強さから、より高いS品位が期待されたが、分析結果は予想したほどの黄鉄鉍が存在しないことを示している。

### 3-2 RPJ-2孔 (掘進長 310.90 m, コア採取率 97.5%)

この試錐孔はRPJ-1孔の南方250 m, IP測線Line-Dの#15に位置している。試錐地付近には安山岩溶岩が分布し、安山岩と石英閃緑岩との境界は試錐地の西方250 mにあり、RPJ-1孔に比較して離れている。

本孔は表土部分をわずか2 m掘進して着盤し、これから39.00 mまで中粒石英閃緑斑岩が、深度39.00 m ~ 71.50 m間では暗緑灰色のホルンフェルス化した安山岩がみられる。深度71.50 mから100.30 mまでは淡緑灰色の石英閃緑岩であり、100.30 mから再びホルンフェルス化した安山岩となり、深度263.90 mまで連続している。この間128.40 mから139.40 mまでは岩脈状石英閃緑岩が貫いており、安山岩との境界付近は斑状組織が明瞭である。深度

263.90mから305.20mまでは主として細粒の斑レイ岩からなり、中粒ないし細粒の優白質完晶質岩小岩脈が多数貫いている。305.20mから孔底の310.90mまでは石英閃緑斑岩である。

このように、RPJ-2孔は種々の貫入岩によって縦横に貫かれているが、巨視的には深度264mに安山岩溶岩と石英閃緑岩との境界があり、この境界付近を中心に多数の岩枝・岩脈が分岐・貫入したものと考えられる。

RPJ-2孔における鉍化作用は、RPJ-1孔とは異なり、多数のフィルム状～毛状黄鉄鉍微細脈によって特徴づけられる。これらの微細脈は単独脈あるいは多数の脈の網状帯として、主として安山岩中に発達している。RPJ-1孔にみられるような範囲の広い鉍染状鉍化帯はみられない。これは、本孔が深度としては石英閃緑岩岩体に達しながら、岩体が多数の岩脈類に貫かれ、かつ岩脈には局部的細脈以外の鉍化作用が伴われないことに起因するものと考えられる。

本試錐孔ではまとまった脈としてあげられるものは

深 度 (m)	区間長 (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)
254.10～254.40	0.30	0.0	10.0	2.42
288.50～289.40	0.90	0.0	3.6	0.86

の2条のみで、ともに石英に乏しい黄鉄鉍-黄銅鉍-緑泥石脈であり、銅を伴う鉍化作用は微弱である。

### 2-3 RPJ-3孔 (掘進長 311.30m, コア採取率 98.3%)

この試錐はPPJ-2孔のさらに南方250m、マニクベル川の北岸のウドゥディアオ～ナガサン部落道に位置し、IP測線Line-EのNo15.4にあたる箇所にある。

試錐地付近には安山岩が広く分布するが、東方約200mのマニクベル川対岸には安山岩と石英閃緑岩との境界が存在する。

本孔は深度6.80mで着盤し、311.30mの孔底まで安山岩溶岩が連続し、このうち深度247.80m～264.70m間で暗灰色石英閃緑斑岩がみられるほかは岩脈類も分布しない。安山岩溶岩は隠微晶質のものが大半を占めるが、斑状を呈するものもある。また、この安山岩は他の2孔と異なりホルンフェルス化がほとんど認められない。

鉍徴としては、RPJ-2孔と同様安山岩中に黄鉄鉍-緑泥石細脈、粘土を伴う石英-緑泥石細脈などが無数に生じているが、いずれもフィルム状～毛状微細脈が多く、かつ黄銅鉍は非常に少ない。深度268mから孔底までの間で数箇所の鉍染状黄鉄鉍を伴う方解石-石英細脈網状帯があり、ごく少量の黄銅鉍がみられるが、銅品位はいずれも0.1%以下で、わずかに孔底付近の幅50cmの黄鉄鉍-黄銅鉍-方解石細脈の網状帯で銅品位0.40%が得られたにすぎない。石英閃緑斑岩岩脈中には鉍化はない。

このように、本試錐孔は岩体・岩脈類がほとんどみられず、かつ鉍化作用も微弱で、全体としては石英閃緑岩岩体から離れた比較的安定した安山岩中を掘進したものと考えられる。このことから、マニクベル川の南側流域に広く分布する石英閃緑岩岩体の北縁は当初想定していた傾斜よりはるかに急な傾斜を示していることが明らかとなった。

以上が各孔ごとの状況であるが、試錐結果を要約すると、地質調査で明らかにされた鉍化帯の深部への延長とみられる鉍染ないし網状帯はR P J - 1孔の深度192.50 mから260.00 mまでの67.50 m間として確認された。ここでは花崗閃緑岩中の黄鉄鉍鉍染帯で、少量の黄銅鉍を伴うものの銅品位は露頭に比較して著しく低下しており、初生的には黄銅鉍-黄鉄鉍であったものが地表付近で二次生成の非硫化銅鉍物になり、高品位化したものと考えられる。R P J - 2孔では安山岩と石英閃緑岩との境界は確認されたものの鉍化帯はなく、R P J - 3孔では安山岩のみという結果に終わった。

これらの試錐結果と既に述べたI P異常帯の分布状態から判断すると、露頭群は石英閃緑岩体の最外縁部に沿って層状ないし皮殻状に形成された黄銅鉍-黄鉄鉍鉍染帯であって、露頭部は二次生銅鉍物の生成によって銅品位が高められているが、初生的には低品位銅鉍化帯であることが知られた。露頭分布域の直下でI P異常が検出されないことから、鉍染帯の厚さは100 mを超えることはないものと推定される。

露頭群の東部で得られた深部まで続くI P高異常帯は主として安山岩中に無数に生成した黄鉄鉍のフィルム状~毛状微細脈によって誘起されたものと考えられる。

一方、鉍山地球科学局の試錐のうちB M・163は孔底付近まで比較的銅品位が高いが、付近の他の試錐孔では鉍化部分は確認されておらず、局所的なものとする。

各孔の概略柱状図をFig V - 2として示した。

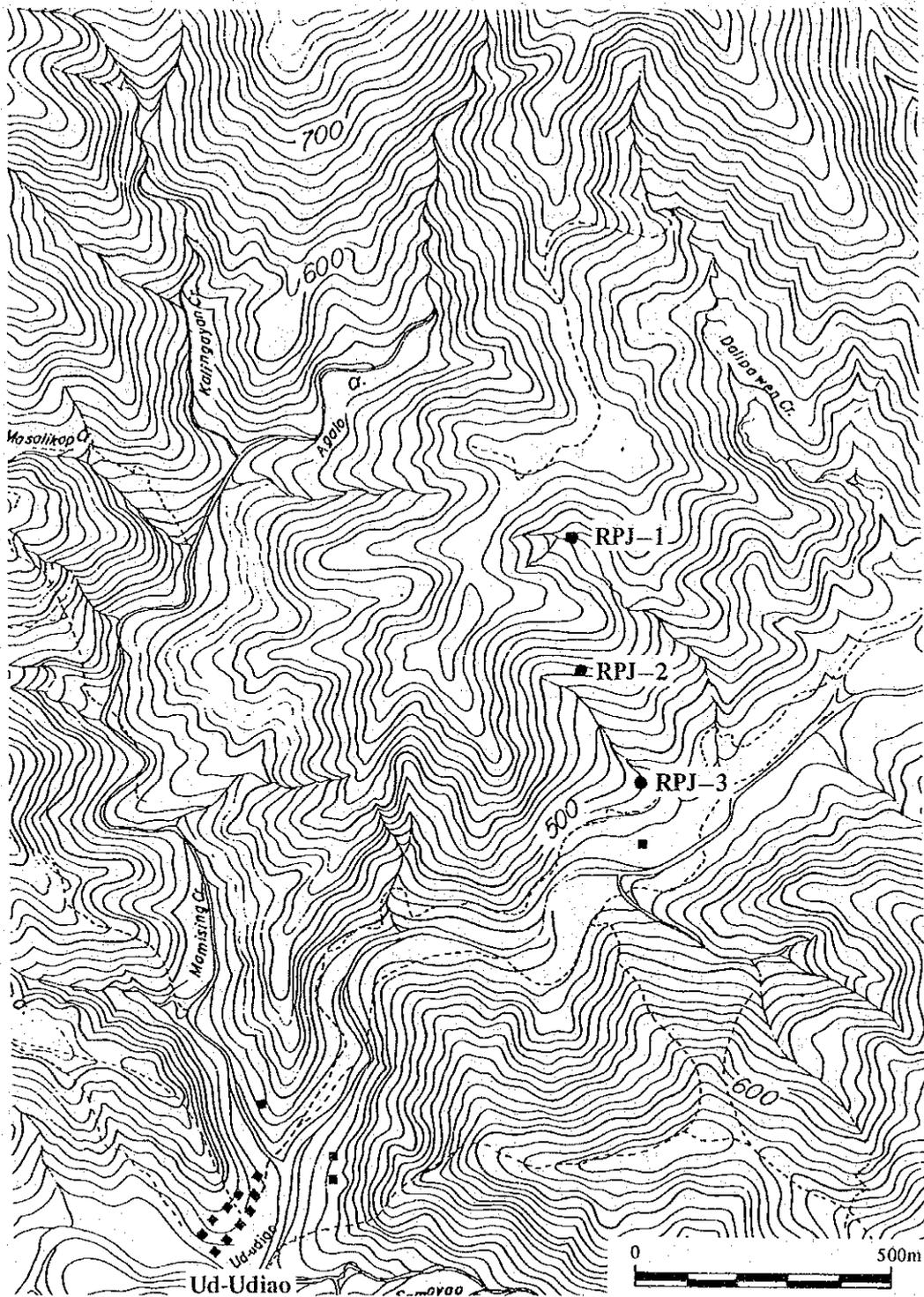


Fig. V-1 Location Map of Drilling Sites

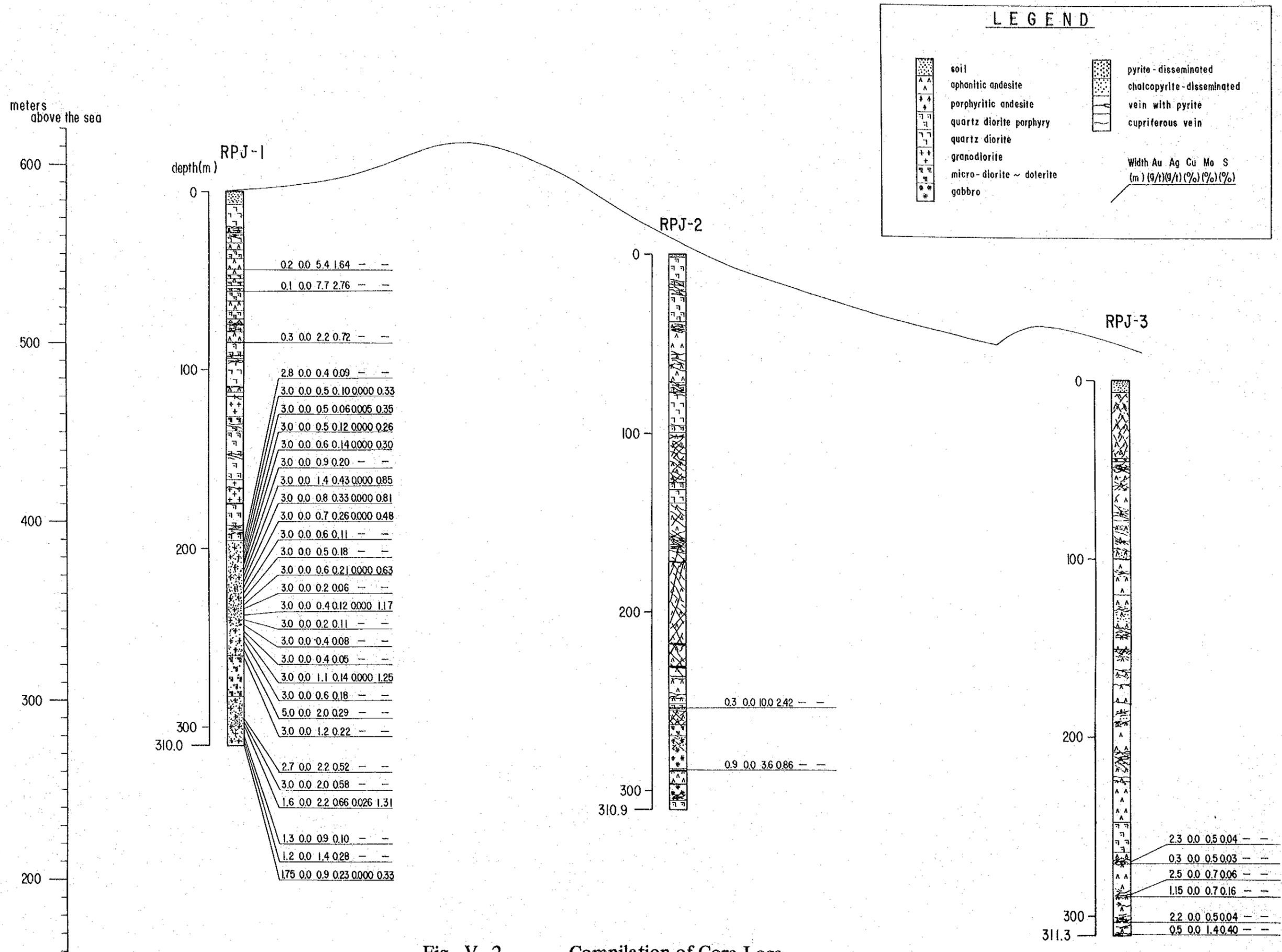


Fig. V-2 Compilation of Core Logs

# VI 結 論



## 第1章 調査結果の総合検討

本プロジェクト地域で実施された地質・地化学調査、物理探査および試錐探査のそれぞれの結果は既に詳述されているので、ここでは各調査結果相互の関係を鉍化作用と関連づけて検討する。

1. 地質調査の結果、本地域は古第三紀始新世以降の火山岩・火山砕屑岩類と、これら貫く漸新世後期～中新世(26.3～9.8 m.y.)の塩基性～酸性深成岩類、深成岩類と成因的に関係ある半深成岩類および岩脈類より構成される。深成岩類はNNE-SWないしN-S系のトレンドをもつ底盤状岩体をなして地域の中央部を南北に縦断し、全体として南北方向に伸長する隆起帯を形成、本地域が地質的にコルディレラセントラル隆起帯の中軸部に相当することが確かめられた。

2. 地域内に分布する鉍床・鉍徴は、種々のタイプのものがあるが、主要な鉍床は鉍染状ないし細脈網状型をなしている。初生の主要鉍石鉍物は黄銅鉍、斑銅鉍、黄鉄鉍であり、露頭部では孔雀石・藍銅鉍などの二次生銅鉍物を生じている。そして、これらの鉍化帯の大部分は深成岩類の縁辺部あるいはその周辺部に集中的に分布するという著しい特徴を示している。

3. 地域内の火成活動は斑レイ岩から花崗閃緑岩まで岩相変化に富む深成岩類、閃緑斑岩からグラノアィヤーまで種々の岩相を示す半深成岩類、各種の岩脈類などで特徴づけられ、これらは化学組成の検討から一連の火成活動の産物であるとみなされる。鉍化作用は、その分布状態から明らかな通り、火成活動と密接な関係を有し、底盤状深成岩の進入に伴って前駆的鉍化作用が生じ、半深成岩類の貫入に伴って主鉍化作用が、その後の岩脈類の貫入に伴って微弱な後鉍化作用がそれぞれ行われたことが考えられる。

4. 本プロジェクト地域では、調査の前半の段階で河川堆積物を対象とした地化学探査が、後半の段階で土壌を対象とした地化学探査が実施された。その結果、前者では主として深成岩体の周辺部に多くのCu異常帯が得られ、異常帯の分布は鉍化帯の分布と極めて調和的である。後者の場合は深成岩類とはあまり関係なく、銅を含む鉍化露頭の分布とほぼ一致した異常帯を示す。このような結果から、河川堆積物による地化学探査は広い範囲における鉍化帯の存在あるいは概略的な輪郭を知るのに効果的であり、土壌の場合は鉍化帯のより確かな範囲・鉍化作用の強さを把握する上で有効であることが再確認された。

5. 物理探査は多量の黄鉄鉍を含む鉍染～網状帯が多数分布するボクロック地域および二次生銅鉍物と少量の黄鉄鉍とが鉍染状をなす露頭群が分布するマニクベル地域で実施された。その結果、ボクロック地域では露頭分布範囲を含む広い区域に高いIP異常が得られたが、マニクベル地域では露頭分布域にはIP異常は得られず、露頭分布域の東・西両側でIP異常が得られた。この結果、IP法では硫化鉍物の総量が多いところで強い異常帯が得られ、特に鉍物が鉍

染状よりも微細脈網状の場合に強い異常を示すことが確められた。

6. マニクベル地域で露頭分布域の東側で検出されたIP異常帯は、試錐によって安山岩中に無数に形成された黄鉄鉱のフィルム状～毛状微細脈によって誘起されたことが明らかにされた。地表で確認されている露頭群の延長部と考えられる黄鉄鉱と少量の黄銅鉱の鉱染帯はRPJ-1孔において確認されたが、RPJ-2孔およびRPJ-3孔では確認できなかった。

7. 上に述べてきたことを要約すると、本プロジェクト地域には旺盛な深成活動があり、深成岩類進入後引続いて行われた半深成岩類の貫入に際して銅の鉱化作用があり、深成岩類、縁辺部および周辺に貫入した半深成岩の岩株～岩脈に黄銅鉱～黄鉄鉱鉱染ないし網状鉱床が形成された。これらの鉱床探査に当っては、第一段階として河川堆積物による地化学探査を行って鉱床の概略的分布を明らかにし、次いで土壌地化学探査および物理探査によって鉱床の水平的・垂直的広がりおよび主要鉱床・鉱化帯の程度を明確にして、試錐による確認を図るという手法が最も効率的な探査であると言える。

## 第 2 章 結 論

### 2-1 結 論

ルソン北西部地域において、昭和53年度より昭和55年度まで、3ヶ年にわたって組織的な調査を行ってきたが、この調査によって次のような結論が得られた。

1. 本地域内には銅を主とする多数の鉱床・鉱徴が分布し、現在開発準備工事が進められている鉱床を除いた鉱化帯のなかから最も有望と考えられる鉱化帯に対して物理探査・試錐探査を実施した。しかしながら、当該鉱化帯は露頭部は銅品位が高いが下部では少量の黄銅鉱を伴う黄銅鉱染帯で、銅品位は低く、現状では開発の可能は薄い。
2. 第三年次調査では、上記鉱化帯のほか同鉱化帯と同等のポテンシアルティ―をもつと考えられた2鉱化帯が調査される予定であったが、治安上の理由から調査の実施が不可能となり、調査地域の変更を余儀なくされた。若し計画通り調査が実施されれば、より興味深い結果が得られたものと思われる。
3. 三ヶ年にわたる調査を通じて、層序・火成活動・貫入岩の活動時期などに関する多くの基礎データが蓄積された。これらのデータは今後の周辺部の探鉱に際して重要な資料として活用されると考える。
4. 本地域内に分布する鉱床・鉱徴は深成岩・半深成岩類の活動と密接な関係を示し、深成岩体の縁辺部 特に半深成岩が貫入している場合はその周辺が鉱床賦存の最も可能性の高いところである。従って、鉱床探査に当ってはこのような地質環境を呈する箇所を明らかにすることが最も効率的である。
5. 探査の方法としては、第一段階においては地質調査と併行して河川堆積物による地化学探査を行い、次いで土壌による地化学探査および物理探査によって鉱化帯の分布範囲・鉱化の強さ把握する方法が最も効果的である。

### 2-2 将来への展望

1. 第三年次に試錐探査が実施された鉱化帯については、同鉱化帯の北東および南西方向への連続性が未だ充分確められていない。物理探査結果では比較的浅い部分にF B高異常帯が得られているため、今後試錐において同異常帯の深部の確認を図り、鉱化帯の最終評価を行う必要がある。
2. 第三年次調査の対象として抽出されながら、治安上の理由で調査の実施ができなかった2鉱化帯については治安回復後早い時期に精査を実施し、鉱化帯の実態を明らかにすべきである。
3. 第一年次の調査に先立って行われた既存資料の検討から、地域内で最も有望と思われていたチコ川の西側流域は治安状況不良のため第一年次の調査範囲から除外され、既存資料による

マッピングが実施された。この区域には現在開発準備が進められているバトンブハイ鉱床をはじめ多くの鉱床・鉱徴が存在するため、治安回復後早急に地質・鉱床精査を行い、地質のチェックと鉱床の実態把握を図る必要がある。

4. 第三年次に実施したスペクトルIP法電気探査は、対象とした鉱床の銅品位が低く、満足な結果は得られなかった。しかしながら、同調査で得られたデータには興味ある情報が隠されており、将来の電気探査の方向を示唆していると考えられる。今後理論研究を進める一方、各種の鉱石サンプル試験、既知鉱床での測定・解析による基礎データの蓄積によって、より有効な探査方法となることと考える。

## 参 考 文 献

- Almogela, D. (1977) The porphyry copper deposit in the Philippines. First National Mines Research Congress.
- Balce, G. et al. (1978) Geology of Baguio District and its implication : On the tectonic development of Luzon Central Cordillera. Geology and palaeontology of Southeast Asia Symposium, Tsukuba, 78. p.115-116.
- Baptista, A. (1972) Verification of copper mineralization within a portion of the Central Cordillera Forest Reservation at Ud-Udiao, Sallapadan, Abra covered by prospecting permit of Ud-Udiao Mining Co.. Bureau of Mines.
- Bureau of Mines (1963) Geological Map of the Philippines. (1:1,000,000)
- (1974) Mineral resources of Kalinga-Apayao Province.
- (1974) Preliminary report on the diamond drilling exploratory project at Ud-Udyao, Sallapadan.
- (1976) Geology and mineral resources of Abra Province.
- Caagusan, L. (1969) Stratigraphy of the Cagayan Valley Basin. Report of Philippine National Oil Company.
- Cobby, G. et al (1951) Geology and oil possibilities of the Philippines. Dept. of Agric. and Nat. Res. Tech., Bull. 21, p.208-214.
- Custodio, D. (1976) Geological investigation of Inco Mining Corporation

- property in the Central Cordillera Forest Reservation in Barrio Talapak, Lacub, Abra.  
Bureau of Mines.
- Durkee, E. & Pederson, S. (1961) Geology of Northern Luzon. Philippines Bull. of Ame. Asso. of Petro. Geol. Vol. 45, p.137–168.
- Fernandez, J. & Pulanco, D. (1964) Preliminary report on the reconnaissance geology of Northwestern Luzon. Philippines. Bureau of Mines, Philippines
- Gervasio, C. (1966) The age and nature of orogenesis on the Philippines. Phil. Geol., Vol. 20, p.121–140
- (1971) Geotectonic development of the Philippines. Jour. Geol. Soc. Phil., Vol. 25, No. 1
- (1977) Ore deposits of the Philippine Mobile Belt. First National Mines Research Congress
- Hanzawa, S. & Hashimoto, W. (1970) Larger foraminifera from the Philippines (Part I). Geology and Palaeontology of Southeast Asia. Vol. 3, p.187–230
- Hashimoto, W. (1975) Larger foraminifera from the Philippines (Part IV). Geology and Palaeontology of Southeast Asia Vol. 16, p.127–139
- Hashimoto, W. & Matsumaru, K. (1978) Larger foraminifera from the Philippines (Part IX). Geology and Palaeontology of Southeast Asia Vol. 19, p.89–96

- Hatchison, R.D. (1958) Magnetic Analysis by Logarithmic Curves, Geophysics, Vol. 23, No. 4, p.749–769.
- Kalinisan, L.B. (1980) Aeromagnetic data processing and interpretation : Northwestern Luzon, Bureau of Mines and Geo-Sciences and NACOMESO.
- Kenneth L. Zonge (1980) The complex resistivity method. Zonge Engineering & Research Organization.
- Lepeltier, C. (1969) A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Econ. Geol. Vol. 64, p.538–550
- Miranda, F. et al (1975) Data on Philippine mineral resources. Bureau of Mines, Philippines.
- MMAJ (1979) Report on spectral IP method. (in Japanese)
- MMAJ & JICA (1977) Report on geological survey of Northeastern Luzon (consolidated report).
- (1979) Report on geological survey of Northwestern Luzon (Phase I).
- (1980) Report on geological survey of Northwestern Luzon (Phase II).
- Motegi, M. (1975) Mineralization of the Philippines – A geohistorical review – . Geology and Palaeontology of Southeast Asia. Vol. 15, p.393–417.

- (1977) Porphyry copper deposits in the Philippines -- Their tectonic setting and present status of development -- .  
Min. Geol. Japan, Vol. 27, p.221–230 (in Japanese)
- Peña, R. (1970) Brief geology of a portion of the Baguio Mineral District.  
Jour. Geol. Soc. Phil. Vol. 24, p.41–43
- Santiago, N. &  
Velasques, C. (1978) Geological verification for lease of 26 claims in the Bully Bueno Project of Tirad Minerals in Bo. Cacaupan, Marcos, Ilocos Norte.  
Bureau of Mines.
- Sato, T. (1972) Metallogenic locality of green tuff region.  
Min. Geol., Japan. Spec. No. 4, p.644–666 (in Japanese)
- S.E.G. (1976) Mining Geophysics Vol. I and II.
- Sillitoe, R. (1972) A plate tectonic model for the origin of porphyry copper deposits.  
Econ. Geol. Vol. 67, p.184–197
- Summer, J.S. (1976) Principles of induced polarization for geophysical exploration, Elsevier.
- Tuttle-Bowen (1958) Origin of granite in light of experimental studies.  
Min. Geol. Soc. Ame., p.74
- Vaquier, V. et al. (1951) Interpretation of Aeromagnetic Maps,  
G.S.A. Memoir 47.
- Velasques, C. (1977) Geological verification of mineralization of mining claims in Maliblibeg, Cacaupan, Ilocos Norte.  
Bureau of Mines.

Wait, J. R. (1959)

Discussion on a theoretical study of Induced electrical polarization.

Geophysics, Vol. 24, p.144–154.