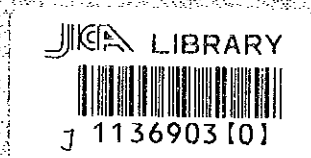


マレーシア国 サバ中央地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次

平成 9 年 3 月



国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱調資
CR(1)
97-035



マレーシア国 サバ中央地域

# 資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次

平成 9 年 3 月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1136903 [0]

## は し が き

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に応え、同国東部に位置するサバ州中央地域のインバック川地区における鉱物資源賦存の可能性を確認するため、ボーリング調査による鉱床探査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することであることから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成6年度を第1年次とする3年次にあたり、金属鉱業事業団は2名の調査団を編成し、平成8年9月から平成8年12月まで現地に派遣した。現地調査は、マレーシア国一次産業省地質調査所サバ支所の協力を得て予定どおり完了した。本報告書は、本年度の調査で実施したボーリング調査をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたマレーシア国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在マレーシア国日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成9年3月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公 郎

金属鉱業事業団  
理事長 清 瀧 昌 三 郎



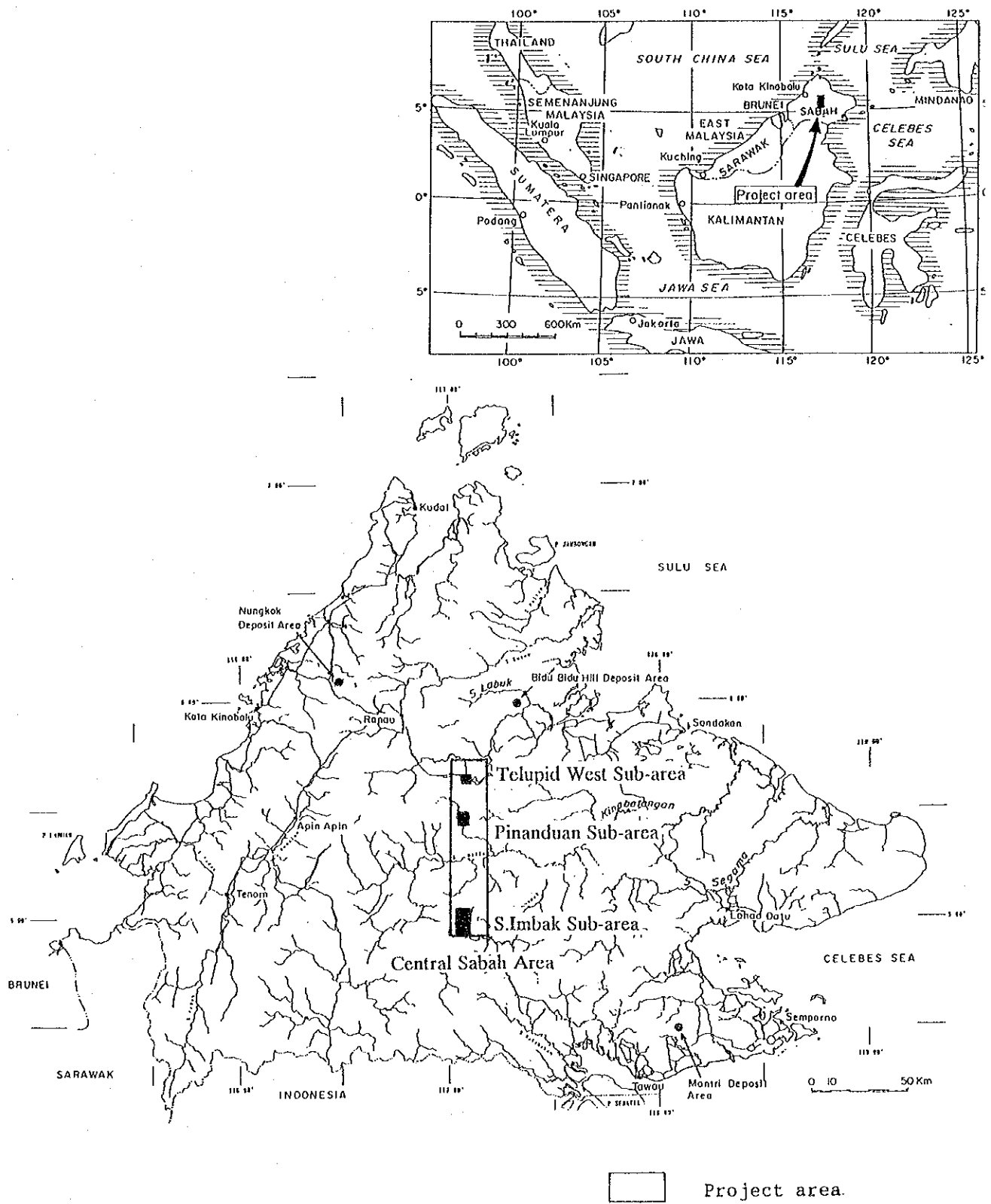


Fig. 1 Location map of the project area





## 要 約

本調査は、日本国政府とマレーシア国政府との間で平成6年9月1日に締結された作業協定 (Scope of Work) に基づき、同国サバ中央地域において鉱物資源賦存の可能性を調査することを目的とする。本調査は平成6年度を初年度とし、3カ年で実施された。

最終年度の3年次である本年度は、インバック川地区北部において、M J S I - 6及びM J S I - 7の2孔のボーリングを実施し、以下の点が明らかとなった。

ボーリング地点周辺は、泥岩、砂岩、砂岩のラミナを伴う泥岩など堆積岩からなり、それに閃緑斑岩が貫入する。堆積岩類と閃緑斑岩の境界は、地表下では斜交する場合が多く、閃緑斑岩の分布は地下で広がり、今までシート状のあまり幅をもたない岩体と考えていたが、それより大きな体積を持つ岩体であることが想定される。

変質鉱物としてほとんどの試料が緑泥石-絹雲母-石英の組み合わせを持ち、変質分帯からすると、ほぼ普遍的に緑泥石及び絹雲母を持つ点から、両孔の変質作用の程度は、斑岩型銅鉱床に見られるプロピライト帯からフィリック帯への漸移帯に対応すると考えられる。

最も顕著な鉱化作用は、M J S I - 7孔の272.80mから288.35mの間で見られ、磁硫鉄鉱-黄鉄鉱-黄銅鉱の鉱染に加えて、黄鉄鉱-硫砒鉄鉱-黄銅鉱からなる硫化物の細脈 (幅1cmから1mm) のネットワークが見られる。品位の最も良い部分は、ほぼ3m (275.15mから278.00m) に渡ってAu 0.3-4.3g/t、Ag 1.6-17.7g/t及びCu 0.04-0.12%の値がえられた。これら以外では、砂岩中及び閃緑斑岩中に幅数cmの石英-硫化物脈 (硫砒鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、磁鉄鉱) が見られ、母岩を含めた品位でAu 2.9及び5.1g/t、Ag 58.1及び71.5 g/tと金及び銀に富む。金は、今までの調査での様に硫砒鉄鉱中に含まれると考えられ、硫砒鉄鉱を多量に含む試料は金の品位が高い。

鉱化帯中に見られる黄鉄鉱は、細粒のコロフォーム状の組織を持つ物が自形性の結晶に伴って見られる場合が多く、鉱床生成の後期に比較的低温の熱水循環があり、硫化鉄の急速な沈殿があった事が推定される。この様な現象は鉱化帯周辺部の弱鉱染帯に認められる場合が多い。

今までの調査の結果から、本地区の鉱化作用は、斑岩型銅鉱床に類似した鉱化作用と考えられ、ボーリング調査を行った地点は、鉱化帯の中心部よりやや外れた、その周辺部に当たると想定される。

本調査地域に斑岩型銅鉱床の存在を想定した場合、「C」の字形のIP異常帯の中心部が最も有望と考えられる。



# 目次

はしがき	
調査地域位置図	
要約	
目次	

## 第I部 総論

第1章 序論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査範囲及び作業の概要	1
1-3 調査団の編成	1
1-4 調査期間	5
第2章 調査地域の地理	7
2-1 位置及び交通	7
2-2 地形及び水系	7
2-3 気候及び植生	8
第3章 調査地域の既存地質情報	11
3-1 一般地質	11
3-2 鉱化作用及び鉱業略史	15
第4章 調査結果	19
4-1 インバック川地区北部	19
第5章 結論及び提言	21
5-1 結論	21
5-2 提言	21

## 第II部 各論

第1章 インバック川地区北部	27
1-1 調査の概要	27
1-1-1 調査地区の概要	27
1-1-2 調査の経緯	27
1-1-3 探査手法及び調査量	28

1-2	ボーリング調査	28
1-2-1	調査方法	28
1-2-2	調査結果	32
1-3	考察	44

### 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章	結論	47
第2章	将来への提言	49

参考文献	References	53
------	------------	----

図表一覧	Lists of figures, tables, plates and appendices	55
------	---	----

巻末	Appendices	
----	------------	--

# 第 I 部 総 論



# 第1章 序 論

## 1-1 調査の経緯及び目的

本調査は、日本国政府とマレーシア国政府との間で平成6年9月1日に締結された作業協定 (Scope of Work) に基づき、マレーシア国サバ中央地域において実施した資源開発協力基礎調査である。調査地域として抽出されたサバ中央地域 (Fig. 1) は、平成2年度より平成5年度までの4年間にわたって行われた鉱物資源基本図調査・サバ地域の結果に基づき、金属鉱床賦存の可能性の最も高いと考えられる地域である。本調査は平成6年度を初年度とし、3か年で実施され、本年度は最終年度にあたり、その3年次である。

マレーシア・サバ中央地域 (テルピド西部地区・ピナンドアン地区及びインバック川地区) における平成6年度資源開発協力基礎調査 (第1年次) の結果、金及び銅鉱床賦存の可能性の高い地区としてインバック川地区が選出された。それ結果に基づき、平成7年度は、インバック川地区において地質調査、物理探査及びボーリング調査を実施した。

本年度の調査は、平成7年度の調査に基づき、インバック川地区北部においてボーリング調査を実施することにより地質状況及び鉱床賦存状況を明らかにし、開発可能性の高い区域を発見することを目的とする。また、調査と同時に相手国機関であるマレーシア地質調査所に対して技術移転を図ることも目的とする。

## 1-2 調査範囲及び作業の概要

本調査の対象地域であるサバ中央地域は、サバ州の中央部に位置し、テルピドから南に延びた長方形を成す地域であり、鉱物資源基本図調査のラプク地域の南部に位置する (Fig. I-1)。本年度の調査は、インバック川地区北部 (Fig. I-2) において Table I-1 に示す調査量及び調査内容、Table I-2 の室内試験及び分析件数に示すボーリング調査を実施した。

本調査では、インバック川地区に木材運搬道路が最も近接する地点にベースキャンプを設営して調査の基地とし、調査地区内に前進キャンプを設営して調査を行った。

## 1-3 調査団の編成

本調査の現地調査に参加した団員は、次の通りである。

### (1) 現地指導監督及び折衝

遠藤 英史	金属鉱業事業団
佐藤 直樹	金属鉱業事業団
五十嵐 吉昭	金属鉱業事業団

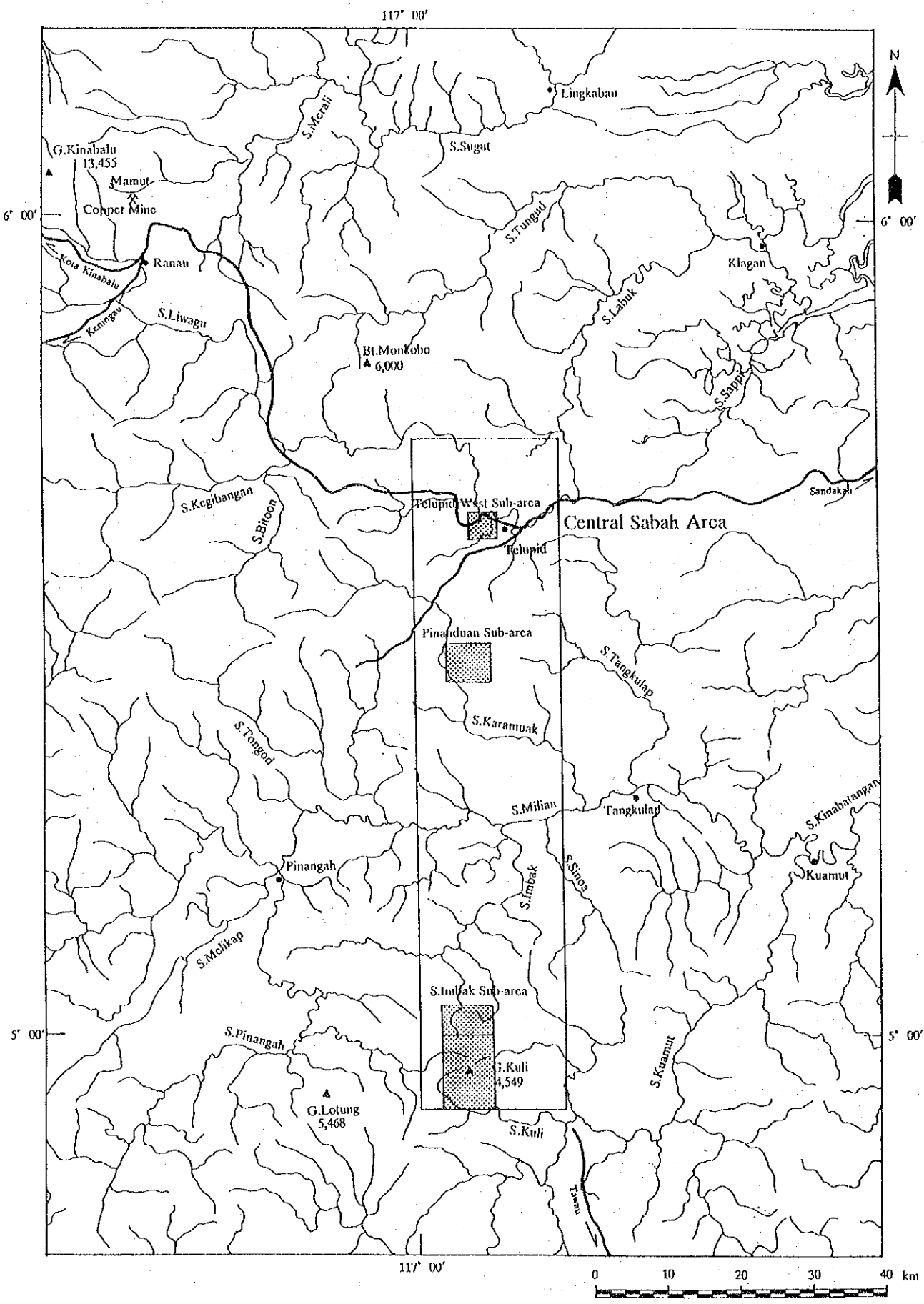


Fig. I -1 Location of the Central Sabah Area



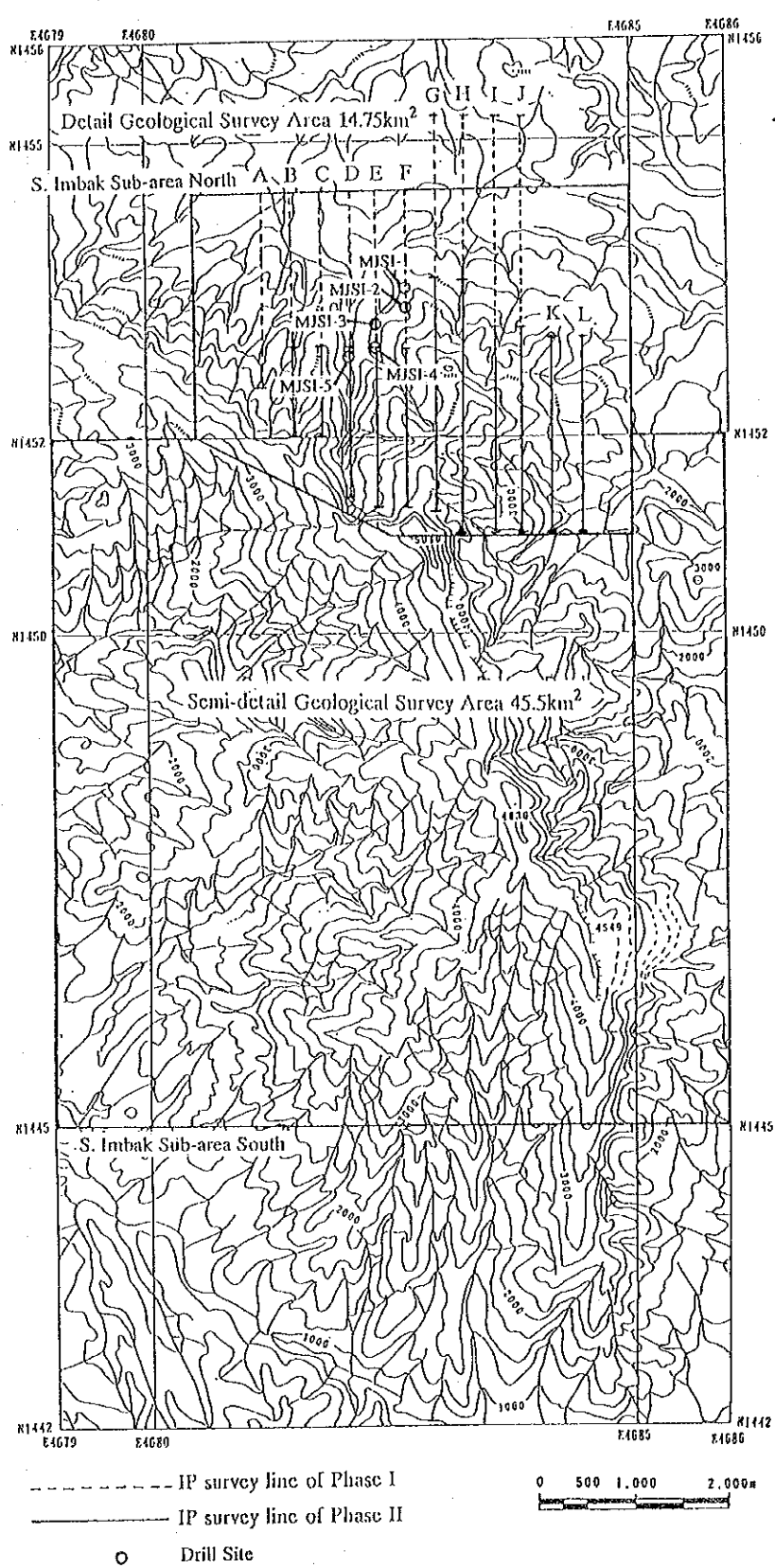


Fig. I -2 S. Imbak Sub-area

Table I -1 Amount of work

Content	Amount of Work		
Drilling	(Hole No.)	(Depth)	
	MJSI-6	300.50 m	Vertical
	MJSI-7	302.70 m	Vertical

Table I -2 Work amounts of laboratory studies

Laboratory work	Amount
Drilling Survey	
1) Thin section	11 samples
2) Polished section	13 samples
3) X-ray diffraction analysis	22 samples
4) Chemical analysis	
Ore Assay (7 elements :Ag, Au, Cu, Mo, Pb, S, Zn)	51 samples

(2) 現地調査

日 本 側		マ レ イ シ ア 側			
岡崎 正次	団長、 ボーリング調査	大手開発 (株)	Alexander Yan	Deputy Director	GSM
山縣 順一	ボーリング調査	大手開発 (株)	Joanes Muda	Geologist	GSM
			Salleh Adanan	Senior Assistant	GSM

GSM: Geological Survey of Malaysia

1-4 調査期間

本調査に伴うマレーシア国での調査の期間は、以下の通りである。

ボーリング調査

平成8年 9月 8日 ~ 平成8年12月25日

(現地解析:平成8年12月12日 ~ 平成8年12月21日)



## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

マレーシア国は、マレー半島に位置する西部マレーシアとボルネオ島北西部に位置する東部マレーシアより構成される。西部マレーシア及び東部マレーシアを合わせた総人口は、約1,800万人で、その面積は約33万km<sup>2</sup>である。人種は、マレー人を主とし中国人、インド人の他多くの少数民族より構成される多民族国家である。

東部マレーシアは、サバ(Sabah)州、サラワク(Sarawak)州の2州より構成される。本調査地域のサバ州は、ボルネオ島北部を占め、北緯4°から北緯7°、東経115°から東経119°の間に位置し、西岸、北岸、東岸は南シナ海、スルー海及びセレベス海に囲まれフィリピンと国境をなし、その南西はサラワク州と、南はインドネシア領カリマンタンと接する。サバ州の面積は約73,700km<sup>2</sup>で、人口は約1,393,000人、州都はコタ・キナバル(Kota Kinabalu)である。

本調査の対象地域であるサバ中央地域は、サバ州の中央部に位置し、テルピド(Telupid)から南に延びた長方形を成す地域で、東西20km、南北90km(1,800km<sup>2</sup>)の広がりを持ち、鉱物資源基本図調査のラプク地区の南部に位置する(Fig. I-1)。

サバ州の西海岸に位置するコタ・キナバルには国際空港があり、国外よりの交通は至便で、首都のクアラルンプールをはじめ、香港、台湾、フィリピン、シンガポール、日本へ直行便が就航している。サバ州内のタワウ(Tawau)、サンダカン(Sandakan)等の主要な町には、コタ・キナバルより国内定期便が就航している。主要道路は、コタ・キナバルよりラナウ(Ranau)、テルピドを経由して東海岸のサンダカンへ至る道路と、サンダカンよりラハッド・ダーツ(Lahad Datu)を経て南海岸のタワウへ至る道路で、いずれも舗装されている。

サバ中央地域内では、コタキナバルーサンダカンを結ぶ道路が北端部を通り、地域内で唯一の舗装道路である。その他の道路は、テルピドから南西方の散在する集落へ向かう道路、及びテルピドから南方へ向かう木材運搬用道路である。木材運搬用道路は、本地域内の東部及び本地域に近接してその東方を南下し、近年、タワウ方面から北上する道路と連結された。本年度の調査地区であるインバック川地区内には、道路は一切存在しない。

### 2-2 地形及び水系

サバ州の地形は、西海岸と平行に走る北北東-南南西方向の急峻な山岳地形、東側の丘陵地形、南部の火山地形及び主要河川に沿って分布する平坦地とに分けられる。西部の山岳地形を成す地域はクロッカー(Crocker)山脈からなり、東南アジア最高峰のキナバル山(G. Kinabalu)(標高4,101m)が存在する。

サバ州中央部に位置する本地域は、全体的に標高500mから1,000mの山岳地形を成し、主要河川沿いに標高100mから200mの丘陵地が分布する。丘陵地の分布は、ほぼ北部に限られ

ラブク川 (S. Labuk)、カラマック川 (S. Karamuak)、ミリアン川 (S. Milian) の沿岸である。本地域南東部は地形が急峻で、1,000 m を越える山脈が北北東-南南西方向に走り、最高 1,500 m に達する。

サバ中央地域を流れる河川はラブク川、キナバタンガン川 (Kinabatangan) の水系に属し、ほぼ西南西から東北東方向に流れてスルー海に注ぐ。本地域では北部をラブク川が、中央部をミリアン川が西から東に流れている。カラマック川 (S. Karamuak) 及びインバック川はミリアン川のそれぞれ北側及び南側支流である。本地域南部のインバック川地区南部を流れるクリ川 (S. Kuli) はクワム川 (S. Kuamut) の支流で、クワム川は本地域東方でミリアン川と合流し、サバ最大の河川であるキナバタンガン川を形成する。これらの河川は上流部で渓谷を造り、丘陵地域及び平地では著しく蛇行する場合が多い。

### 2-3 気候及び植生

サバ州は熱帯モンスーン気候の範囲に位置し、通常、10月下旬ないし11月上旬から3月頃までが北東モンスーン季で、5月頃から8月頃までが南西モンスーン季である。年間降水量は地域によって 1,500 mm から 4,000 mm と大きな差がある。西海岸では南西モンスーン季が雨期となり、東海岸では北東モンスーン季に雨量が多い事が常であったが、近年雨期と乾期の明確な区別がつかなくなってきたとも言われている。気温は、年間を通じてほとんど変化が無く、22~33°C の範囲にあるが、日中の最高気温は34°C 前後となり、夜間は20°C 前後まで下がることもある。

サバ州の西海岸に位置するコタ・キナバル、東海岸のサンダカン及び南海岸に位置するタワウの月別最低及び最高気温と月別降雨量を Table 1-3 に示す。この表で明らかのように、東海岸と西海岸とでは月別降雨量に地域性が見られ、モンスーンの影響を表している。

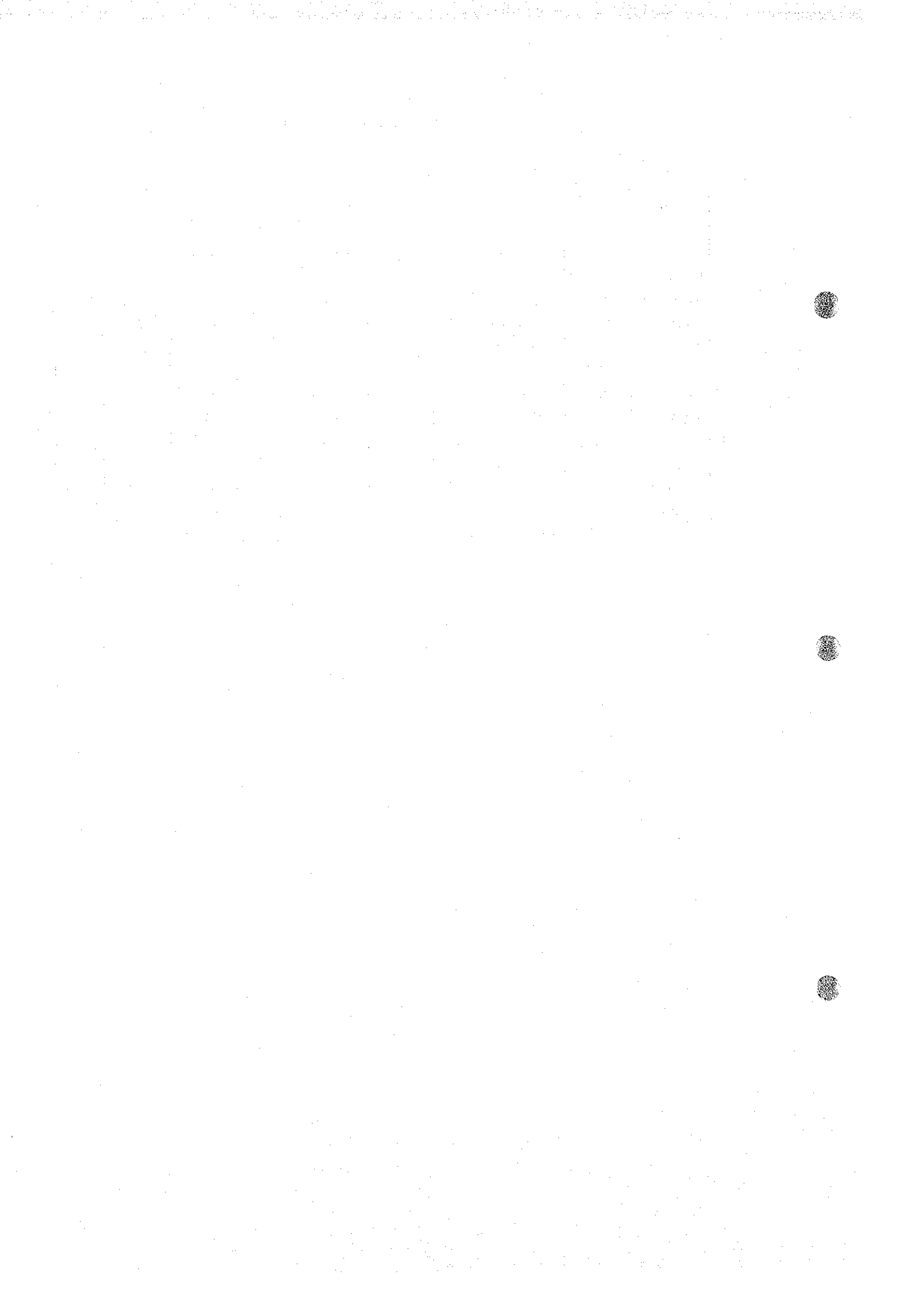
サバ中央地域の大部分は、ジャングル地帯により占められる。ジャングルは、まだ人手の入っていない初生ジャングルと、既に大木の伐採が終わっている二次ジャングルとに区分される。本地域のジャングルは、北部から中部にかけては二次ジャングルで、南部の地域は現在伐採が行われているものかなりの部分が初生ジャングルであり、インバック川地区はすべて初生ジャングルに覆われる。本地域北部のテルピド周辺ではプランテーションが行われ、主としてパームヤシが栽培されている。

Table I -3 Statistics of temperature and rainfall

Month	Kota Kinabalu			Sandakan			Tawau		
	Temperature (°C)		Rainfall (mm)	Temperature (°C)		Rainfall (mm)	Temperature (°C)		Rainfall (mm)
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
January	30.5	22.4	95.1	29.7	24.2	398.2	31.4	22.2	161.4
February	31.6	22.5	61.6	30.5	23.6	229.9	31.9	22.3	132.4
March	31.8	22.8	47.1	31.0	23.8	120.0	32.4	22.6	107.7
April	32.5	23.4	137.5	32.2	23.8	87.5	32.6	22.8	101.3
May	32.5	23.9	287.9	32.5	24.3	110.8	32.8	23.5	113.6
June	31.7	23.3	248.7	32.8	23.6	209.3	32.3	23.0	185.5
July	31.6	23.0	257.2	32.4	23.5	214.5	31.6	22.7	226.3
August	31.7	23.3	263.4	32.9	23.5	183.6	31.3	22.6	217.7
September	31.8	23.2	315.8	32.3	23.5	241.2	31.7	22.5	196.9
October	32.0	23.5	292.9	31.8	23.6	271.9	31.9	22.8	188.1
November	31.4	23.2	314.6	31.2	24.0	324.8	32.4	23.1	174.0
December	31.3	22.7	149.7	29.8	24.4	453.0	32.4	22.4	135.3

Temperature: 1989 and 1990

Rainfall: average of last 10 years(1981 - 1990)





### 第3章 調査地域の既存地質情報

#### 3-1 一般地質

サバ州の地質は、基盤をなす三畳紀以前の結晶質岩類(Cb)、白亜紀から始新世の玄武岩溶岩を伴う堆積岩類(K、KP)、フリッシュタイプの堆積岩を特徴とする、始新世～中新世中期の堆積岩類(P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub>)及び構造運動(中新世中期～鮮新世)と同時期あるいはそれ以降の、中新世前期～更新世の堆積岩類(N<sub>1</sub>、N<sub>2</sub>、N<sub>3</sub>、N<sub>4</sub>、N<sub>5</sub>)から構成される。

本調査地域を含むサバ州の地質図(Heng Y. E., 1985)をFig. 1-3に示す。

基盤を成す変成作用を受けた結晶質岩類(Cb)は主にセガマ川上流域に分布し、角閃岩、片麻岩、珪岩、変成した凝灰岩及び火砕岩より成る。

白亜紀から始新世の岩石はサバ州東部及び中央南部に広く分布するチャート・スピライト(Chert-Spilite)層(KPSc)と サプラット(Sapulut)層(KPSP)である。チャート・スピライト層は、石灰岩、放散虫チャート、砂岩、礫岩、スピライト、火山角礫岩、集塊岩、粗粒玄武岩及びケラトファイヤを伴う枕状溶岩から成る。これらの岩石は、超塩基性岩及び斑レイ岩(Ub)と共にオフィオライト系列の岩石を構成するものであり、白亜紀初期の海洋地殻の一部と考えられている。このようなオフィオライト系列の岩石の断片が多く散在し、漸新世から中新世の時期に複数の複雑な構造運動のによりもたらされたもので、始新世～中新世中期の堆積岩類(P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub>)の上に乗っている(Benard et al., 1990, Ragin et al., 1990)。サプラット層は、泥質の岩石を主とし海洋トラフの中心部で堆積した地層である。

暁新世から漸新世の堆積岩類は、サバ州西部及び北部に分布するトルスマディ(Trusmadi)層(P<sub>1</sub>Ts)及びクロッカー(Crocker)層(P<sub>2</sub>Cr)で、前者は弱変成した粘板岩、千枚岩、珪岩等を主体とし、後者は砂岩、泥岩の互層を主体とするフリッシュタイプの堆積岩である。

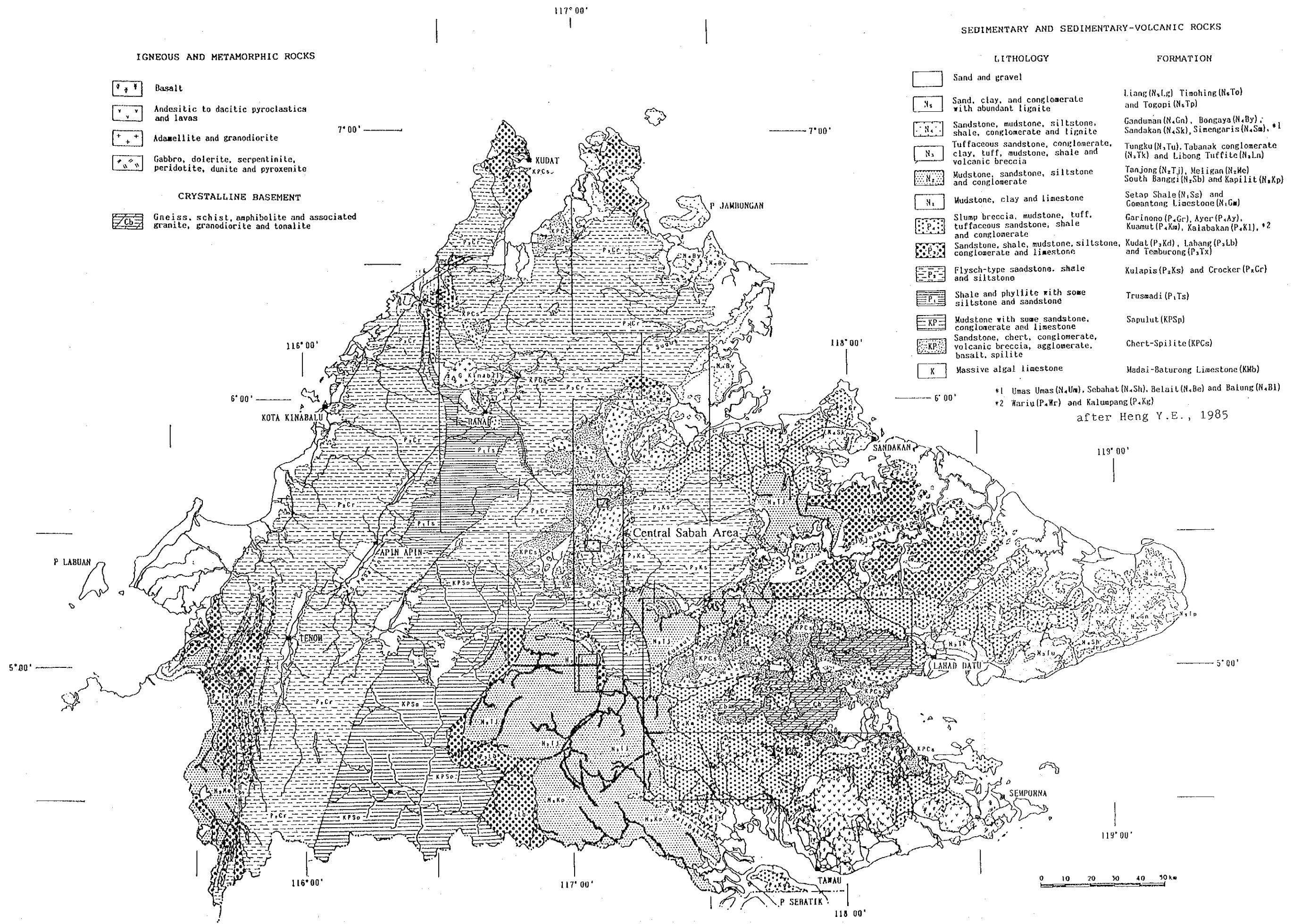
中新世から鮮新世の岩石は、サバ州東部、北部及び南西部に分布する。

サバ州東部の中新世の地層は、海成の泥質岩から成るカラバカン(Kalabakan)層(P<sub>4</sub>K1)、泥岩、頁岩、凝灰岩から成るカルンパン(Kalumpang)層(P<sub>4</sub>Kg)及びスランプ堆積物からなるガリノノ(Garinono)層(P<sub>4</sub>Gr)、ラパング(Labang)層(P<sub>3</sub>Lb)、アヤー(Ayer)層(P<sub>4</sub>Ay)、クワム(Kuamut)層(P<sub>4</sub>Km)である。後四者の、スランプ堆積物を中心とする地層は、チャート、石灰岩、斑レイ岩、砂岩、蛇紋岩などの古期の岩石のブロックと泥質のマトリックスからなり、テクトニックメランジェと考えられ、カオティックな地層である。後期中新世の地層はタンジュン(Tanjung)層(N<sub>2</sub>Tj)及びサンダカン(Sandakan)層(N<sub>4</sub>Sk)で、これらは浅海成で泥岩-砂岩のシーケンスからなり、顕著なベーズン構造を形成する。

サバ州北部の中新世の地層は、厚い石英質砂岩及び頁岩からなるボンガヤ(Bongaya)層(N<sub>4</sub>By)とクダット(Kudat)層である。サバ州南西部では北部に類似した中新世の地層が分布し、メリガン(Meligan)層と呼ばれている。







IGNEOUS AND METAMORPHIC ROCKS

- Basalt
  - Andesitic to dacitic pyroclastics and lavas
  - Adamellite and granodiorite
  - Gabbro, dolerite, serpentinite, peridotite, dunite and pyroxenite
- CRYSTALLINE BASEMENT
- Gneiss, schist, amphibolite and associated granite, granodiorite and tonalite

SEDIMENTARY AND SEDIMENTARY-VOLCANIC ROCKS

- | LITHOLOGY | FORMATION  |
|-----------|--|
|           | Liang (N <sub>1</sub> Lg) Timohing (N <sub>1</sub> To) and Togopi (N <sub>1</sub> Tp)  |
|           | Gandumani (N <sub>1</sub> Gn), Bongaya (N <sub>1</sub> By), Sandakan (N <sub>1</sub> Sk), Simangaris (N <sub>1</sub> Sm), *1 |
|           | Tungku (N <sub>1</sub> Tu), Tabanak conglomerate (N <sub>1</sub> Tk) and Libong Tuffite (N <sub>1</sub> Ln)                  |
|           | Tanjong (N <sub>1</sub> Tj), Meigan (N <sub>1</sub> Me) South Banggi (N <sub>1</sub> Sb) and Kapilit (N <sub>1</sub> Kp)     |
|           | Setap Shale (N <sub>1</sub> Ss) and Comantong Limestone (N <sub>1</sub> Cm)  |
|           | Garinono (P <sub>1</sub> Gr), Ayer (P <sub>1</sub> Ay), Kuamut (P <sub>1</sub> Ku), Kalabakan (P <sub>1</sub> Kl), *2        |
|           | Kudat (P <sub>1</sub> Kd), Lahang (P <sub>1</sub> Lh) and Temburong (P <sub>1</sub> Tx)                                      |
|           | Kulapis (P <sub>1</sub> Ks) and Crocker (P <sub>1</sub> Cr)  |
|           | Truswadi (P <sub>1</sub> Ts)   |
|           | Sapulut (KPSp)   |
|           | Chert-Spilitite (KPCs)   |
|           | Madai-Baturong Limestone (KMB)   |
|           |  |
- \*1 Umas Umas (N<sub>1</sub>Um), Sebahat (N<sub>1</sub>Sh), Belait (N<sub>1</sub>Be) and Balung (N<sub>1</sub>Bl)  
 \*2 Wariu (P<sub>1</sub>Wr) and Kalumpang (P<sub>1</sub>Kg)  
 after Heng Y.E., 1985

Fig. I-3 Geologic map of Sabah, Malaysia



鮮新世から第四紀の地層として粘土、砂、礫岩からなるリヤング(Liang)層(N<sub>5</sub>Tp)等があり、それ以前の地層に不整合に乗る。

サバ州に分布する火成岩の時代は主に三つの時期に分けられる。まず、三畳紀初期の貫入岩で、トーナライト、花崗閃緑岩、トロニエマイト、花崗岩からなり、それらは基盤を成す結晶質岩類に貫入する。その次の時期の火成岩類は斑レイ岩、粗粒玄武岩、玄武岩質溶岩等のオフィオライト系列の岩石で、白亜紀初期の火成岩類であり、これらは漸新世から中新世の時期に現在の位置にもたらされた。さらに、中新世後期から第四紀にかけて、センボルナ地区で石英安山岩、安山岩、玄武岩から成るカルクアルカリ岩の著しい火山活動が見られ、さらにキナバル地区においては、アダメロ岩、花崗閃緑岩を主とする花崗岩質岩のバソリスを伴う火成活動がある。

サバ中央地域においては、北部を中心にオフィオライト系列の岩石である超塩基性岩(Ub)及び枕状構造を伴う玄武岩(KPCs)が広く分布する。堆積岩類は、白亜紀後期から始新世後期のサブラット層、始新世から漸新世のカラピス(Kulapis)層及びクロッカー層、漸新世のラバング層、漸新世から中新世中期のガリノノ層及び中新世初期から中新世中期のタンジュン層よりなる。サブラット層は、本地域南部に超塩基性岩を取り囲む様に広く分布し、不整合ないしは断層でその上位のラバング層、タンジュン層が分布する。クロッカー層は中央部に広く超塩基性岩を取り囲んで分布し、中央東部では、カラピス層が分布する。メランジェ岩体であるガリノノ層が超塩基性岩に接してその東側に小規模に分布する。

### 3-2 鉍化作用及び鉍業略史

サバ州に見られる主要な金属鉍床の分布する地帯は、北部のバンギ島から南部のセンボルナ半島にかけてのサバ州中央部を横断する地帯に見られる。主要な既知の鉍床及び鉍徴地の分布図(Leong K.M., 1976)を、Fig. 1-4に示す。鉍化作用は、関係する岩石によって四種類に分けられる。すなわち、基盤の結晶質岩に伴うもの、オフィオライト系列の岩石に伴うもの、新期の半深成岩が伴う火山岩類に関係したもの、花崗岩類に関係した鉍化作用である。

先三畳紀の結晶質岩中の鉍化作用は、セガマ川上流の片岩中に見られ、銀の鉍化作用は片状の粗粒玄武岩質岩中に見られる。碎屑性の金はセガマ川、ディワタ川等の河川で見られ、これらの河川は結晶質の基盤岩を流れる河川で、金の源は結晶質基盤岩に貫入する酸性岩と考えられている。

オフィオライト系列の岩石に伴う鉍化作用としては、キプロス型の塊状硫化鉍床があり、ビドゥビドゥヒル(Bidu Bidu hill)鉍床はその代表例である。ダヌン川上流では、粗粒玄武岩中に銅を伴う硫化物のストックワークが見られる。その他、ニッケルラテライト、クロムの鉍徴地が超塩基性岩の分布域に存在する。

センボルナ半島では、鮮新世の半深成岩を伴った火山岩に関係した浅熱水性の金及び鉛-亜鉛-銅の鉍化作用が見られ、代表的なものはマントゥリ(Mantri)およびナゴス(Nagos)である。

キナバル山の地域では、中新世から鮮新世の花崗岩質岩に関係した斑岩銅鉍床が見られ、マム



ート(Mamut)鉱山及び鉱徴地としてヌンコック (Nungkok) がある。

サバ州で現在操業中の金属鉱山は、キナバル地区のラナウ北方に位置する斑岩銅鉱床のマムート鉱山のみである。マムート鉱山は、国連による地化学探査の結果発見された銅鉱床である。1968年、日本の海外鉱物資源開発(株)(OMRD)が国際入札により探鉱権を取得し、1968年より1972年までの間探鉱を実施した後、1973年開発に着手、1975年5月に操業を開始した。現在(1994年7月1日より1995年6月30日)の操業規模は、粗鉱量19.6百万トン、Cu 0.43%であり、Mega First社(クアラルンプール)の子会社であるMamut Copper Mining社により、人員約1,200名で操業が行われている。

探鉱作業がほぼ終了して開発待ちの鉱床としては、ラブク地区の西部に位置するビドゥビドゥヒル鉱床が挙げられる。本鉱床は、玄武岩質溶岩中に賦存するキプロス型の塊状硫化鉱床で、Leadstar SDN BHDにより探鉱が実施されている。これまでに実施したボーリング調査の結果(約40,000 m)では、鉱量360万トン、Cu 3.6%、Au 1~2 g/t、Ag 8~15 g/tが計上されている。

調査地域南部のセンボルナ地区では、同地区の火山岩類中に賦存する金銀鉱床の探査がZamia SDN BHDにより実施されていたが、現在は中断している。この会社による調査は、東方に位置するセンボルナの西側よりタワウの北方までの広範囲に及んでいる。調査は、主として土壌による地化学探査及びトレンチで、ボーリングによる調査はマンツリィ地区で実施されているのみである。

サバ中央地域内で過去に探査の行われた実績のある鉱徴地としてカラマック川東岸のピナンドアンがあり、1964年にボーリング、オーガー、ピットによる調査が行われた。超塩基性岩中の硫化物の量は経済的ではないが、地表には二次酸化物としてのCu 0.7%を含む土壌が100万トン以上存在するとされたが、その後放置されている。





## 第4章 調査結果

### 4-1 インバック川地区北部

ボーリング調査の結果、ボーリング地点周辺は、泥岩、砂岩、砂岩のラミナを伴う泥岩など堆積岩からなり、それに閃緑斑岩が貫入する。ボーリングコアから類推される堆積岩類の傾斜は、 $10^{\circ}$  から  $30^{\circ}$  で、それらに貫入する閃緑斑岩は堆積岩の構造にやや斜交する場合が多い。地表の地質調査の結果では、堆積岩類と閃緑斑岩の境界は調和的な場合が多いが、地表下では斜交する場合が多く、断面図でも見られる通り、閃緑斑岩の分布は地下で広がり、今まで考えていたよりは、大きな体積を持つことが想定される。

閃緑斑岩は、M J S I - 6 及び M J S I - 7 の両孔で捕捉した。この内、M J S I - 6 孔のものは、斜長石、角閃石の単斜輝石の斑晶を持ち、M J S I - 7 孔の深部に見られる閃緑斑岩よりやや細粒である。M J S I - 7 孔では、閃緑斑岩は、二種類見られ、浅部のものは、コア長約 1.6 m に渡って見られ、細粒の見かけは安山岩様の岩石で、斑晶は角閃石のみである。一方、深部の 195.40 m 以深に見られる閃緑斑岩は、粗粒の斜長石とそれより細粒の角閃石の斑晶を持つ岩石である。これら三者の閃緑斑岩の関係は不明である。閃緑斑岩との境界付近の堆積岩はやや珪化及び酸化した部分が見られるが、ホルンフェルス化は認められず、閃緑斑岩にも細粒の急冷相は認められない。閃緑斑岩は、随所で程度の異なる変質作用を受け、緑泥石化、珪化及び粘土化を受けた所がコア長数 m から数 10 cm に渡って見られる。その様な所では斑状組織が不鮮明になっており、鉍化作用は、変質の著しい所により強く見られる。

顕微鏡観察及び X 線回折試験の結果、変質鉍物としてほとんどの試料が緑泥石-絹雲母-石英の組み合わせを持ち、それらに、希にモンモリロナイト、絹雲母/モンモリロナイト混合層を含むものもある。第 2 年次に行った、変質分帯の結果からすると、ほぼ普遍的に緑泥石及び絹雲母を持つ点から、両孔の変質作用の程度は、斑岩型銅鉍床に見られるプロピライト帯からフィリク帯への漸移帯に対応すると考えられる。

鉍化作用は M J S I - 6 孔で弱く、M J S I - 7 で比較的強い。さらに、閃緑斑岩では、周りの堆積岩類よりやや強い。閃緑斑岩は、全体的に弱く磁硫鉄鉍及び黄鉄鉍に鉍染し、それらに少量の黄銅鉍が伴う。鉍染程度は、珪化及び緑泥石化した部分で強い。最も顕著な鉍化作用は、M J S I - 7 孔の 272.80 m から 288.35 m の間で見られ、磁硫鉄鉍-黄鉄鉍-黄銅鉍の鉍染に加えて、黄鉄鉍-硫砒鉄鉍-黄銅鉍からなる硫化物の細脈（幅 1 cm から 1 mm）のネットワークが見られる。品位の最も良い部分は、ほぼ 3 m（275.15 m から 278.00 m）に渡って Au 0.3-4.3 g/t、Ag 1.6-17.7 g/t 及び Cu 0.04-0.12% の値がえられた。これら以外では、砂岩中及び閃緑斑岩中に幅数 cm の石英-硫化物脈（硫砒鉄鉍、黄鉄鉍、黄銅鉍、磁鉄鉍）が見られ、母岩を含めた品位で Au 2.9 及び 5.1 g/t、Ag 58.1 及び 71.5 g/t と金及び銀に富む。金は、今までの調査での様に硫砒鉄鉍中に含まれると考えられ、硫砒鉄鉍を多量に含む試料は金の品位が高い。

黄鉄鉱は、鉱染している物でも、石英—硫化物脈で産するものにおいても、細粒のコロフォーム状の組織を持つ物が自形性の結晶に伴って見られる場合が多く、粗粒の黄鉄鉱及び磁硫鉄鉱がコロフォーム組織を持つ微細粒の黄鉄鉱集合体に交代されていると考えられる。この様な産状から、鉱床生成の後期に比較的低温の熱水循環があり、硫化鉄の急速な沈殿があった事が推定される。このような、低温環境を示す硫化鉱物の組織は、鉱化帯周辺部の弱鉱染帯に認められると考えられる。黄銅鉱の産出量が少ない点に関しては、初成鉱化作用の銅含有量が少なかったのか、鉱化作用の後期の溶脱により失われたかは不明である。

第1年次及び第2年次の結果も合わせて考えると、本地域の鉱化作用は以下の様に考えられる。

Au-Ag, Cu, Zn に特徴付けられる鉱化作用で、閃緑斑岩の火成活動と密接に関係した鉱化作用である。火山岩類を全く伴わない等の地質状況、斑岩銅鉱床の地帯に類似した変質帯が確認される点、流体包有物の充填温度 (300° C から400° C) 等から浅熱水性とは考えられない。しかし、流体包有物の充填温度、石英—硫化物脈がやや低温で生成されたと考えられる銀鉱物 (輝銀鉱、硫銀鉱) を伴う点、Auに比べてAgの含有量の高い試料が存在することなどから、火成活動の中心に接した鉱化作用ではないと考えられる。この様な点から、本地区に見られる鉱化作用は、斑岩銅鉱床に類似した鉱化作用の縁辺部の可能性が考えられる。珪化・黄鉄鉱鉱染帯は、典型的な斑岩銅鉱床の変質分帯で言えばフィリック帯に対応し、その外側にプロピライト帯が伴う。

I P法による物理探査により、本地区に20 mV/V 以上の中～高分極率異常域が分布することが明らかとなった。異常域は、ほぼ2km (NS) × 2km (EW) の広がりを持ち、東に開いた「C」の字の形をなして、珪化・黄鉄鉱鉱染帯および地化学探査のAg, As, Au, Cu等の異常帯を覆って分布する。

この高I P異常を対象に第2年次のボーリングを実施した結果、著しい鉱化作用は補足出来なかった。この高I P異常は、地表浅部の黄鉄鉱脈及び鉱染を象徴しているものと思われる。

「C」の字の形のI P異常帯は典型的な斑岩型銅鉱床の地帯で見られ、鉱化帯の中心部は、この円形状の高異常帯の内部に存在する例が知られている。従って、斑岩銅鉱床に類似した鉱床を仮定した場合、異常タイプ1 (低比抵抗・高分極率) よりも、地区中央部から地区南東部に至る地区及び地区中央東部の異常タイプ2の分布域である「C」の字形のI P異常帯の中心部が有望なターゲットと成りうると思われる。第3年次のボーリング調査のターゲットとして「C」の字形のより中心部に位置する、やや低いI P異常の地帯を選定した。しかし、ボーリング予定地点が、保安原生林 (Reserved Virgin Jungle) に指定されているため、木材の伐採は禁止されており、ヘリポートの造成あるいは運搬路の造成は不可能であり、ボーリング予定地点を移動せざるを得なかった。従って、それより東側の予定地点と同じ性質のI P異常を示す地点にボーリング地点を移動し、第3年次のボーリング調査を実施したが、その結果、顕著な鉱化帯を把握するには至らなかった。しかし、本地域においては、斑岩銅鉱床タイプの鉱化作用を想定した場合、「C」の字形のI P異常帯の中心部が最も有望と考えられる。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

インバック川地区北部において、M J S I - 6 及び M J S I - 7 の 2 孔のボーリングを実施し以下の結果が明らかとなった。

ボーリング地点周辺は、泥岩、砂岩、砂岩のラミナを伴う泥岩など堆積岩からなり、それに閃緑斑岩が貫入する。堆積岩類と閃緑斑岩の境界は、地表下では斜交する場合が多く、閃緑斑岩の分布は地下で広がり、今までシート状のあまり幅をもたない岩体と考えていたが、それより大きな体積を持つ岩体であることが想定される。

変質鉱物としてほとんどの試料が緑泥石-絹雲母-石英の組み合わせを持ち、変質分帯からすると、ほぼ普遍的に緑泥石及び絹雲母を持つ点から、両孔の変質作用の程度は、斑岩型銅鉱床に見られるプロピライト帯からフィリック帯への漸移帯に対応すると考えられる。

最も顕著な鉱化作用は、M J S I - 7 孔の272.80mから288.35mの間で見られ、磁硫鉄鉱-黄鉄鉱-黄銅鉱の鉱染に加えて、黄鉄鉱-硫砒鉄鉱-黄銅鉱からなる硫化物の細脈（幅1cmから1mm）のネットワークが見られる。品位の最も良い部分は、ほぼ3m（275.15mから278.00m）に渡ってAu 0.3-4.3g/t、Ag 1.6-17.7g/t及びCu 0.04-0.12%の値がえられた。これら以外では、砂岩中及び閃緑斑岩中に幅数cmの石英-硫化物脈（硫砒鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、磁鉄鉱）が見られ、母岩を含めた品位でAu 2.9及び5.1g/t、Ag 58.1及び71.5g/tと金及び銀に富む。金は、今までの調査での様に硫砒鉄鉱中に含まれると考えられ、硫砒鉄鉱を多量に含む試料は金の品位が高い。

鉱化帯中に見られる黄鉄鉱は、細粒のコロフォーム状の組織を持つ物が自形性の結晶に伴って見られる場合が多く、鉱床生成の後期に比較的低温の熱水循環があり、硫化鉄の急速な沈殿があった事が推定される。この様な現象は鉱化帯周辺部の弱鉱染帯に認められる場合が多い。

今までの調査の結果から、本地区の鉱化作用は、斑岩型銅鉱化作用に類似した鉱化作用と考えられ、ボーリング調査を行った地点は、鉱化帯の中心部よりやや外れた、その周辺部に当たると想定される。

本調査地域に斑岩型銅鉱床の存在をを想定した場合、「C」の字形のIP異常帯の中心部が最も有望と考えられる。

### 5-2 提言

インバック川地区北部に、斑岩型銅鉱床に類似した鉱化作用が存在すると仮定すると、今まで行われたボーリング調査は、鉱化帯の中心からやや外れた周辺部で実施されたこととなる。従って、鉱化帯の中心部は、「C」の字形のIP異常帯の中心部に存在すると想定され、この地点に深度300m以上のボーリング調査を実施し、鉱化作用を明らかにする必要がある（Fig. I-5）。





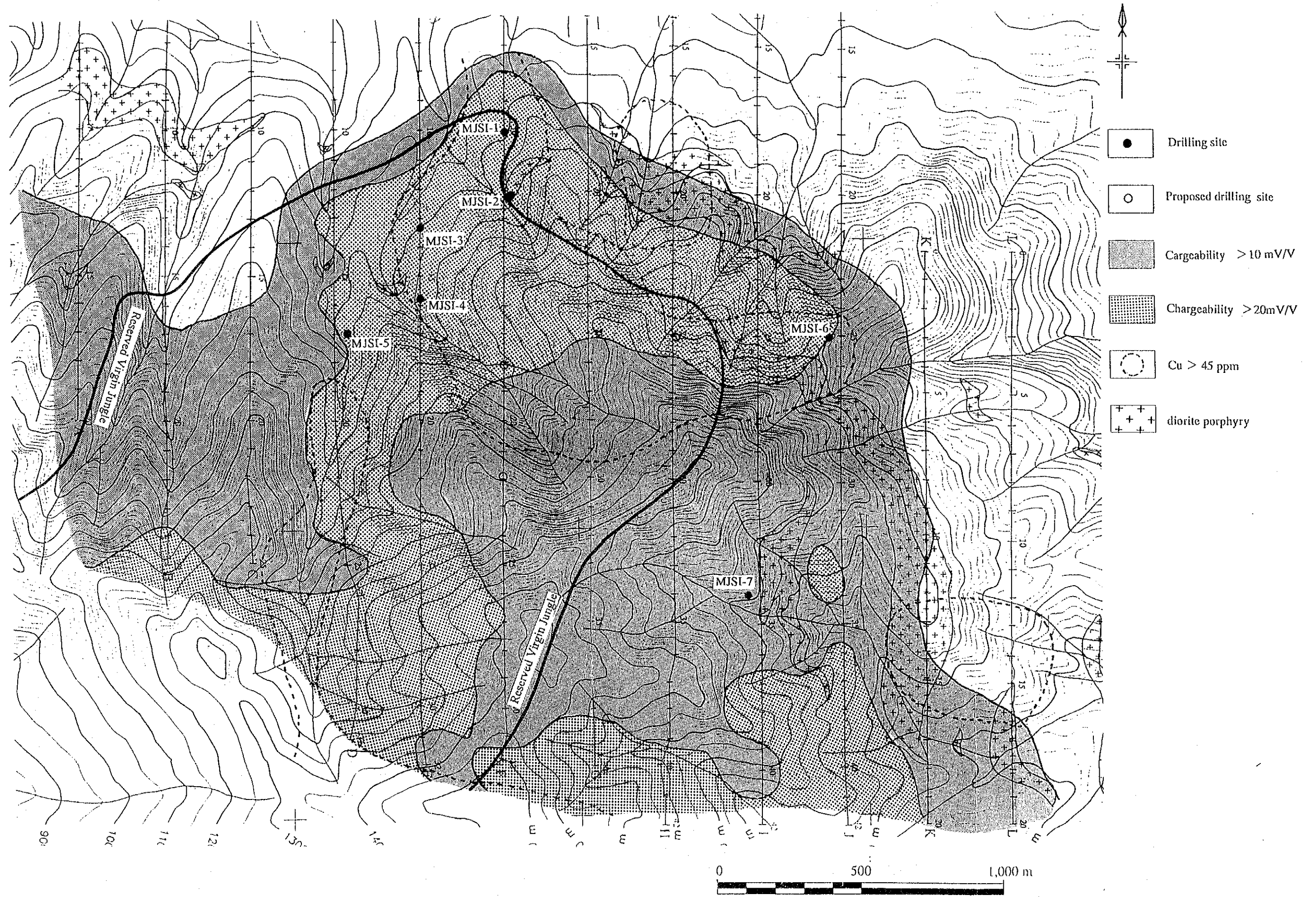


Fig. I -5 Recommendation for future work in S. Imbak Sub-area North





尚、インバック川地区北部及びインバック川地区南部の鉍化作用は一連の類似した鉍化作用であり、更に、類似する鉍徴地の存在がサバ中央地域に隣接してその南にも確認されており、これらの鉍徴地は、一連の山脈に沿って分布する。インバック川地区からその南にかけてのこれら鉍徴地の分布する山脈の地帯は、金、銅の鉍物資源ポテンシャルの高い地域と考えられ、今後、詳しい調査が行われることが望ましい。



## 第Ⅱ部 各論



# 第1章 インバック川地区北部

## 1-1 調査の概要

### 1-1-1 調査地区の概要

インバック川地区北部は、第1年次のインバック川地区北部の中央部から南部にかけての地域であり、南側の境界は、鉱化帯の連続性を追跡するため、インバック川地区南部に延長して設定した。調査範囲は、東西4.5km、南北3.5kmで、面積は14.75km<sup>2</sup>である。

インバック川地区北部は、その東部を除きインバック川の南側支流の流域にあたり、この河川の小支流が地区内に扇状に広がって分布し、南から北に流れる。本地区東部の河川は、クアムー川の水系に属する。地形は、地区全域で急峻な山岳地形をなし、標高は地区北部で400m前後であるが、地区南部で最大1,500m以上に至り、グノクリ山を含む、NNW-SSEに走る稜線に到達する。

本地区の植生はすべて初生のジャングルで、耕作あるいは林業等の人為的な活動の形跡は認められない。アクセスは悪く、地区内には車両の通行できる道路等は一切ない。木材運搬用道路が本地区に最も近接する地点にベースキャンプを設営し、さらに調査地域内に前進キャンプを設営して調査を行った。ボーリング調査においては、各ボーリング地点にヘリポートを設置し、機材及び資材の輸送は、ベースキャンプより各ヘリポートへヘリコプターにより行った。

### 1-1-2 調査の経緯

本地区は、鉱物資源基本図調査が行われるまで、ほとんど調査が行われたことのない地域で、全体的に第三紀の堆積岩類が分布するとされていた。鉱物資源基本図調査における広域地化学探査の結果、本地区を流れるインバック川の南側支流において河床堆積物で高濃度のAu、Hg（最大値：Au 6,530ppb、Hg 24,735ppb）が得られ、それに引き続くその支流上流域での土壌地化学探査の結果、As、Au、Cu、Hg、S、Znの異常帯が確認された最上流域において金の鉱化作用の存在が推定された。

上記の鉱化作用を詳細に把握し、評価するため、引き続き行われた資源開発協力基礎調査サバ中央地域の第1年次（平成6年度）及び第2年次（平成7年度）において、インバック川地区北部を対象とし、地質調査、物理探査及びボーリング調査を実施した。その結果の概要は以下の通りである。

本地区は、前期～中期中新世のタンジュン層とそれに貫入する閃緑斑岩から成り、閃緑斑岩の貫入岩に伴い珪化・黄鉄鉱の鉱染が形成され、本地域の主要な鉱化帯を成す。この珪化・黄鉄鉱鉱染帯中に脈幅は数cmから25cmの石英-硫化物（黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱）脈が発達し、高品位のAu、Ag（Au 8 - 30 g/t max. 72 g/t、Ag 30 - 100 g/t max. 196 g/t）を含有するものがある。これらの脈は、①Au及びAgに富み、Au $\geq$ Agのタイプ、②Au及びAgに富み、Ag $>$ Auタイプ及び③Pb、Znに富むタイプの3種類が見られる。①及び②は、珪化・黄鉄鉱鉱染帯

の西側の調査地区中央部よりやや西側付近に見られ、③は中央部からやや東よりに分布する。

ボーリング調査では、MJSI-2、MJSI-4及びMJSI-5の3孔で閃緑斑岩を捕捉した。MJSI-4では、最も著しい鉍化作用が見られ、閃緑斑岩中に閃亜鉛鉍-(黄銅鉍)のネットワーク状脈が約15mに渡って見られ(Zn 0.40% - 1.00%)、その中で約3mに渡って銀に富む(Ag37.2g/t - 90.5g/t)石英-硫化物脈及びパッチが見られる。MJSI-5では、閃緑斑岩に近接してAuを伴う石英-硫化物脈が見られる。

本地区の鉍化作用は閃緑斑岩の火成活動と密接に関係した鉍化作用であり、地質状況、鉍石鉍物の組み合わせ、変質鉍物、流体包有物の充填温度(300°C から400°C)から、本地区の鉍化作用は斑岩銅鉍床の周縁部に類似した環境であると考えられる。

物理探査によるIP異常は、地区中央部から南東部に至る地区及び中央部から中央南部に至る地区に顕著に見られ、東に開いた「C」の字形をなす。このIP異常の分布は、地化学探査のAu、Ag、Cu異常域、或いは貫入岩体に伴う珪化・黄鉄鉍鉍染帯の分布域と調和的である。なお、地区中央部の高IP異常帯に対して実施したボーリング調査において、顕著な鉍化作用は確認できなかった。すなわち、斑岩銅鉍床に類似した鉍床と仮定した場合、IP異常タイプ1(低比抵抗、高分極率)をターゲットとするよりは、IP異常タイプ2(中比抵抗、高分極率)を目標とすることが妥当と考えられる。

### 1-1-3 探査手法及び調査量

インバック川地区北部において300 mの垂直ボーリング2孔(MJSI-6、MJSI-7)を実施した。

### 1-2 ボーリング調査

本調査地域では、東に開いた「C」の字形をしたIP異常帯が抽出された。この「C」の字形をしたIP異常帯は斑岩銅鉍床でよく見られ、一般に鉍化作用の中心は、外側のIP異常の高い部分ではなく、中心部のやや低いIP異常の部分に存在することが知られている。

平成7年度のボーリング調査は、外側のIP異常が非常に高く、IP異常タイプ1(低見かけ比抵抗、高分極率)の地帯をターゲットとして行ったが、著しい成果は得られなかった。すなわち、IP異常の非常に高い部分は黄鉄鉍の鉍染帯を反映していると考えられる。したがって、ボーリング調査のターゲットとしてより中心部のやや低いIP異常の地帯及び、IP異常タイプ2(中見かけ比抵抗、高分極率)及びIP異常タイプ3(高見かけ比抵抗、高分極率)の地帯がより有望なターゲットとなりうると考えられる、その様な地点にボーリング地点を選定した。ボーリング予定地点は、IP異常帯及び珪化・黄鉄鉍鉍染帯の東側に位置し、貫入岩である閃緑斑岩の規模も大きく、地表化に鉍化作用が存在することが期待される地点である。

#### 1-2-1 調査方法

地表下の鉍化作用及び鉍化状況を把握するため、インバック川地区北部の珪化・黄鉄鉍鉍染帯

内に2孔のボーリング調査を実施した。Table II-1-1に緒元を示す。2孔とも、垂直ボーリングで、計画深度は各孔300mで、総掘進長600mである。ボーリング地点をFig. II-1-1に示す。

### 1. 資機材の搬入及び設営作業

ボーリングの資機材は、林道がインバック川地区に最も近接する地点に設けたヘリコプター基地まで、コタキナバルより車輛で輸送した。各ボーリング地点において、掘削地点と近接してほぼ数10mの地点にヘリポートを造成し、ヘリコプターによるピストン輸送で資機材の搬入及び搬出を行なった。このヘリコプター基地より、それぞれのボーリング地点までは、直線距離でほぼ7kmである。ボーリング機械は分解し、一つの部品が200kg以内と成るようにした。ヘリコプターの使用機種はBell 206 Jet Rangerである。人員の移動及び食料の補給は、トレールを設け、徒歩にて行った。ボーリング機械は1台使用し、以下の順序でヘリコプターを3回チャーターし資機材の搬出入を行った。

- 1 回目ヘリコプターチャーター  
    ベースキャンプ -----> MJSI-6孔
- 2 回目ヘリコプターチャーター  
    MJSI-6孔 -----> MJSI-7孔
- 3 回目ヘリコプターチャーター  
    MJSI-7孔 -----> ベースキャンプ

それぞれのボーリング地点にキャンプを設営し掘進作業を行った。水量が十分な沢が近くに存在する場合、直接ポンプで汲み上げ、近くに小沢しか無い場合はそれをせき止め作業用水を確保した。

### 2. 掘進作業

ボーリング作業は、1996年10月5日より1996年12月16日の間に実施した。機材の搬入、解体、移設等の作業は日勤のみとし、掘進作業は2方交替制を採用した。掘進方法は、表土層を除きワイヤーライン工法を採用し、コアの採取率及び作業効率の向上に努めた。ボーリング機械の能力は、予定深度を延長することもあるため、予定深度に対して十分な掘進能力のあるMindrill F-31（オーストラリア製）を使用した。コアは、全コアを採取することに努めた。

ボーリング調査の掘進実績をAppendix 1に、掘進作業に係わる掘進工程をAppendix 2に、掘進資機材及び消耗品についてはAppendix 3に示す。

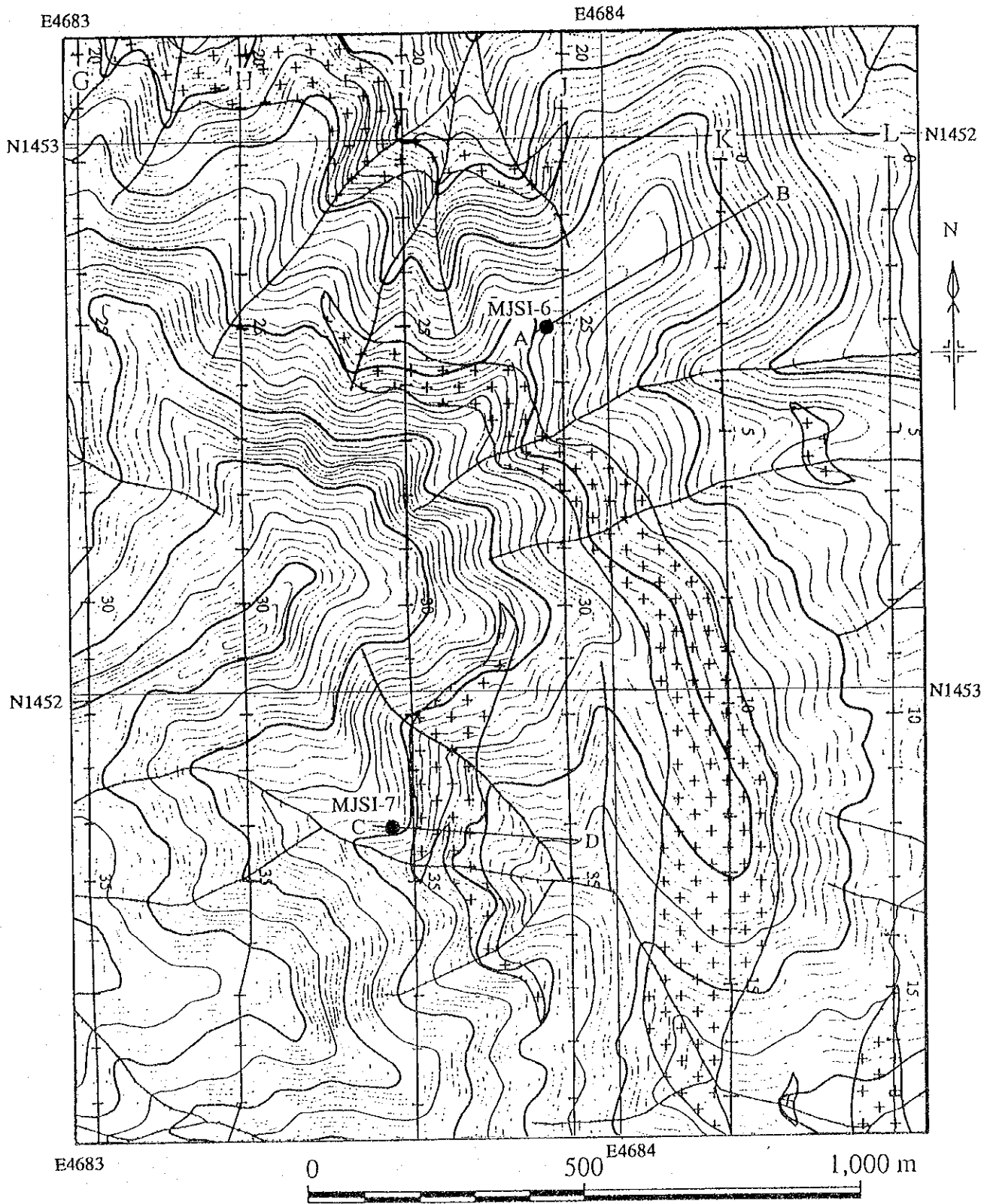
### 3. ボーリングコア調査

ボーリングのコア調査は、ボーリングサイト及び、ヘリコプター基地であるベースキャンプで、掘進作業と平行して行い、縮尺200分の1の柱状図にまとめた。各種室内試験用試料の採取は掘進

Table II-1-1 Specification of drill holes

Hole No.	Coordinates		Elevation	Bearing	Inclination	Depth
	N	E				
MJSI-6	1452.66	4683.89	982 m	-	-90°	300.50 m
MJSI-7	1451.77	4683.59	1,118 m	-	-90°	302.71 m





● drill site

Fig. II-1-1 Location of drill site

完了後に行い、ボーリングコアを半分に切断し保存用コアを確保した。鉍石分析用試料は、鉍化帯が連続する場合は、平均品位が得られる様に連続サンプリングをした。

## 1-2-2 調査結果

ボーリングコアの地質柱状図及びボーリング地点の地質断面図は、それぞれAppendix 4及びFig. II-1-2に示す。また、薄片及び鉍石研磨片の記載結果をTable II-1-2及びTable II-1-3に、X線回折試験結果及び鉍石分析結果をそれぞれTable II-1-4及びTable II-1-5に示す。各ボーリング孔の地質及び鉍化作用は、下記に示すとうりである。

### 1. MJS1-6

地質：灰色で斜長石及び角閃石の斑晶を持つ閃緑斑岩が地表から227.70mまで占める、その下位(227.70mから300.50m)は暗灰色のラミナを持つ泥岩で、泥岩中に260.55mから280.40mの間に著しく珪化した閃緑斑岩が貫入する。泥岩のラミナは、20°から30°である。

0.00- 5.10：黄橙色のシルト質表土で閃緑斑岩の礫をもつ。

5.10- 8.60：褐黄色の閃緑斑岩が風化したサポロライトからなる。

8.60-227.70：灰色の閃緑斑岩で、数mmの斜長石、角閃石及び単斜輝石の斑晶を持ち、MJS1-7で見られる閃緑斑岩よりやや細粒である。斑晶の斜長石と角閃石及び単斜輝石の量比は変化するが、常に斜長石の量が優勢である。更に、数cmの細粒閃緑斑岩のゼノリスを含む部分が見られる。下位の泥岩との境界は鮮明で、泥岩のラミナにやや斜交し45°である。泥岩中にホルンフェルス化は認められず、閃緑斑岩にも細粒の急冷相は認められない。全体的に、変質作用は弱く、斑状組織が鮮明な部分が多いが、随所に数10cmから数m渡って珪化及び粘土化し斑状組織が不鮮明となる部分がある。75.35mから83.10mの間は淡灰色の著しく珪化した岩石で斑状組織は定かではない。

227.70-260.55：顕著なラミナを持つ暗灰色泥岩で、ラミナは25°から30°である。246.50mから260.55mでは厚さ数mmから数10cmの砂岩のラミナを多く伴う。閃緑斑岩との境界(227.70m)より1mに渡って珪化しているが、それ以外では顕著な変質は、ほとんど見られない。

260.55-280.40：淡灰色の著しく珪化及び粘土化した閃緑斑岩で、肉眼では斑状組織は認められない。

280.40-300.50：暗灰色の泥岩で、顕著なラミナを持つ。293.20mから孔底(300.50m)までは、コアが中礫サイズに破碎されている。

顕微鏡観察によると閃緑斑岩は、5mmから1mmの斜長石>角閃石≥輝石の斑晶よりなり、石基

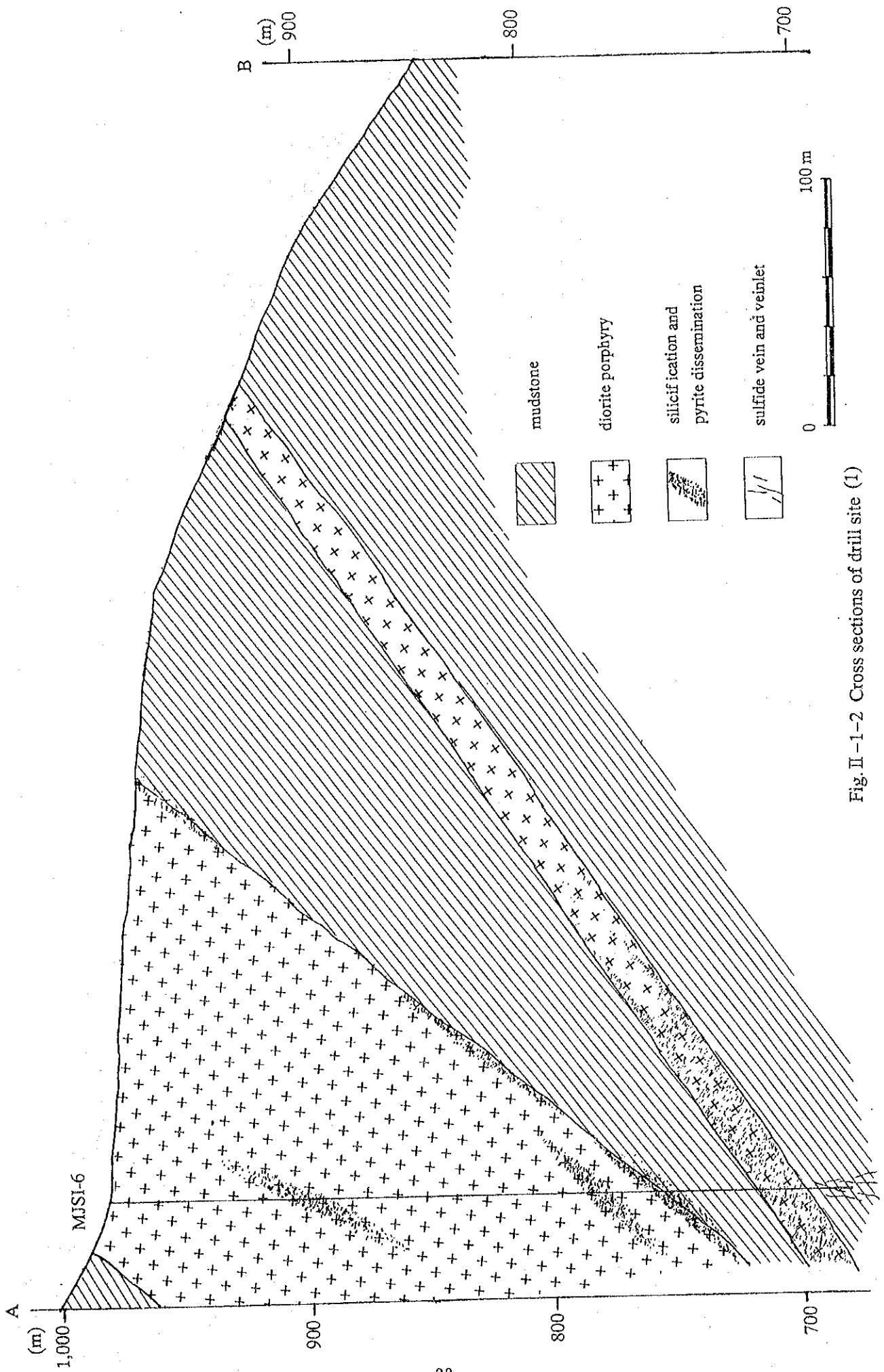


Fig II - 1-2 Cross sections of drill site (1)

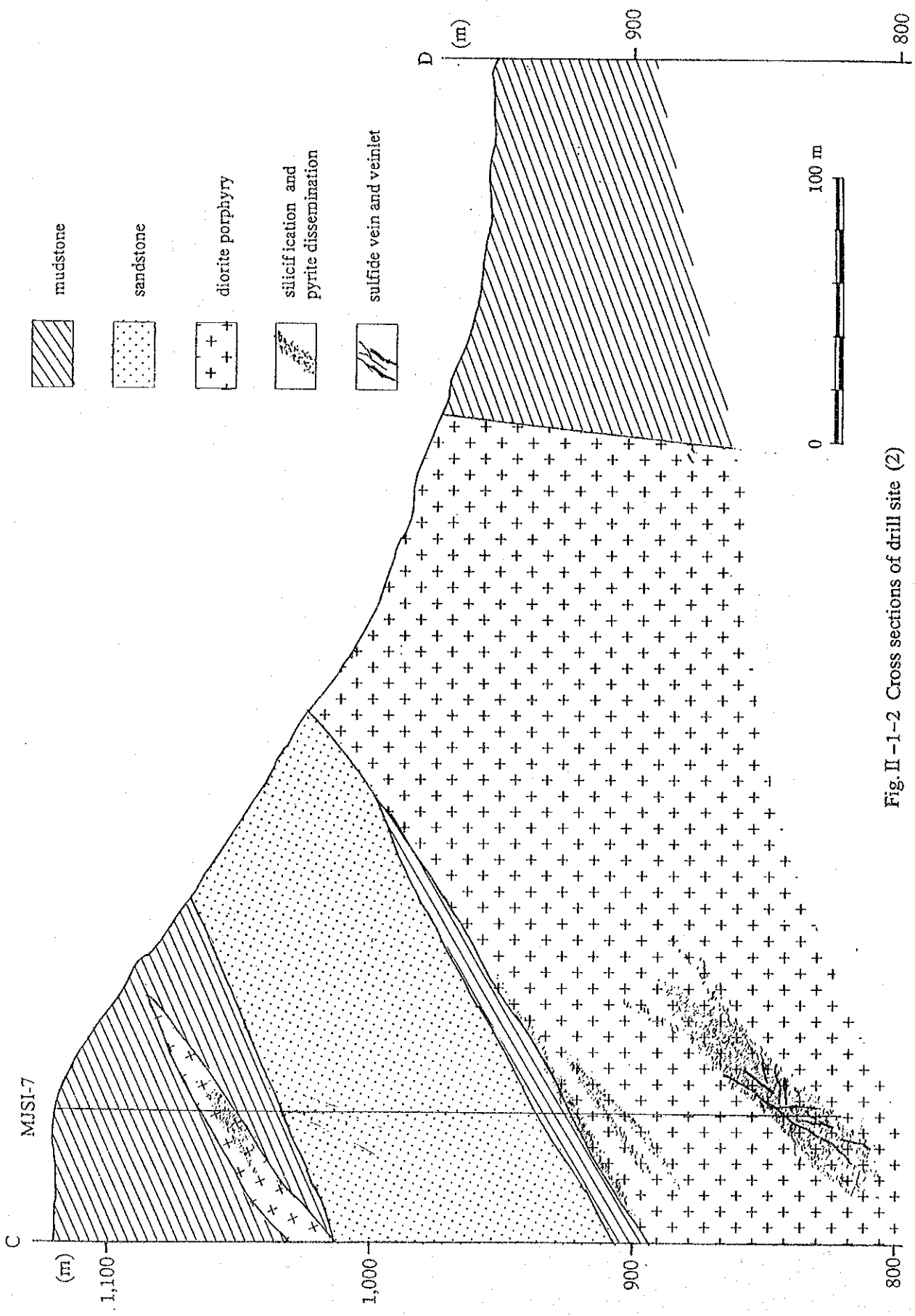


Fig. II -1-2 Cross sections of drill site (2)

Table II-1-2 Description of thin section of drilling core

Ser. No.	Sample No.	Hole No.	Depth	Rock Name	Texture	Phenocryst, crystal, & Rock Fragment							Groundmass, matrix, Accessory Minerals.							Secondary Minerals							Remarks
						Quartz	Plagioclase	Clinopyroxene	Hornblende	Biotite	Rock fragments	Others	Quartz	Plagioclase	Apatite	Sphene	Zircon	Tourmaline	Opaque minerals	Others	Quartz	Sericite	Calcite	Chlorite	Biotite	Epidote	
1	T-6-1	MJSI-6	132.40	diorite porphyry	porphyritic granoblastic	⊙	⊙	○	○								+	⊙	+	○	+	+					*K-feldspar, weakly chloritized diorite porphyry
2	T-6-2	MJSI-6	189.90	diorite porphyry	porphyritic granoblastic	⊙	⊙	+	+								⊙	⊙	+	+	+	+					*hornblende, relatively fresh diorite porphyry
3	T-6-3	MJSI-6	222.85	mudstone	clastic	⊙											○										weakly sericitized mudstone
4	T-6-4	MJSI-6	241.76	mudstone	clastic	⊙	+										+										sericitized mudstone
5	T-6-5	MJSI-6	274.65	diorite porphyry	granoblastic													⊙									strongly silicified and sericitized diorite porphyry
6	T-7-1	MJSI-7	63.20	diorite porphyry	porphyritic granoblastic	+	+											⊙									*tremolite, relatively fresh diorite porphyry
7	T-7-2	MJSI-7	72.50	mudstone	clastic												⊙										relatively fresh mudstone
8	T-7-3	MJSI-7	153.60	sandstone	clastic												⊙										relatively fresh, fine, well sorted sandstone
9	T-7-4	MJSI-7	199.90	diorite porphyry	porphyritic fine granoblastic	○												⊙									relatively fresh diorite porphyry
10	T-7-5	MJSI-7	276.14	diorite porphyry	(porphyritic) granoblastic	+	+																				strongly silicified and sericitized diorite porphyry
11	T-7-6	MJSI-7	301.10	diorite porphyry	porphyritic granoblastic	+	+																				*pseudomorph, silicified and sericitized diorite porphyry

⊙: abundant ○: common +: a little ·: rare

Table II -1-3 Description of polished sections of drilling core

Ser. No.	Sample No.	Bore hole No and depth		Descriptions	Ore minerals										Remarks		
		No.	Depth(m)		Chalcopyrite	Sphalerite	Galena	Pyrite	Arsenopyrite	Pyrrhotite	Magnetite	Hematite	Gang minerals	Cavity			
1	P-6-1	MJSI-6	79.50	Qz vein with Ap, Py, Sp in dio. por.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
2	P-6-2	MJSI-6	199.60	argillized dio. por., Py, Ap dism.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
3	P-6-3	MJSI-6	244.70	Py-rich lamina in mudstone, W. 1cm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
4	P-6-4	MJSI-6	248.80	Qz-Py vein in mudstone, W. 1cm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
5	P-7-1	MJSI-7	61.10	silicified dio. por., Py dism.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
6	P-7-2	MJSI-7	63.50	Silicified dio. por., Po, Py dism	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
7	P-7-3	MJSI-7	159.90	Py-rich layer in mudstone, W. 5cm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
8	P-7-4	MJSI-7	217.00	Py vein in dio. por., W. 0.5cm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
9	P-7-5	MJSI-7	249.45	chloritized dio. por. Po, Py dism.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
10	P-7-6	MJSI-7	275.10	Py-Ap vein in dio. por	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
11	P-7-7	MJSI-7	275.50	Py-Ap veinlet in dio. por	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
12	P-7-8	MJSI-7	275.80	Py-Ap veinlet in dio. por.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included
13	P-7-9	MJSI-7	279.50	dio. por. with Po dism.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	pyrite with colloform texture included

⊙: abundant    ○: common    +: a little    •: rare



Table II -1-4 Results of X-ray diffraction analyses of drilling core (2)

Ser. No.	Hole No.	Sample No.	Depth	Description	Identified Minerals											Remarks								
					Pyrite	Calcite	Epidote	Hornblende	K-feldspar	Plagioclase	Quartz	Montmorillonite	Sericite	Chlorite	Kaolinite		Se/Mo mixed layer							
1	MJSI-7	X-7-1	22.90	oxidized mudstone																				
2	MJSI-7	X-7-2	59.90	argillized fine diorite porphyry																				
3	MJSI-7	X-7-3	66.60	chloritized and argillized dio. por.																				
4	MJSI-7	X-7-4	73.90	mudstone																				
5	MJSI-7	X-7-5	95.10	silicified sandstone																				
6	MJSI-7	X-7-6	132.20	chloritized sandstone																				
7	MJSI-7	X-7-7	174.70	silicified sandstone																				
8	MJSI-7	X-7-8	195.80	chloritized diorite porphyry																				
9	MJSI-7	X-7-9	226.10	chloritized diorite porphyry																				
10	MJSI-7	X-7-10	274.80	silicified diorite porphyry																				
11	MJSI-7	X-7-11	276.10	silicified diorite porphyry																				
12	MJSI-7	X-7-12	301.10	silicified diorite porphyry																				

◎: abundant ○: common +: a little ·: rare



Table II -1-5 Assay results of drilling core (1)

Ser. No.	Hole No.	Sample No.	Sampling (m)		Descriptions	Assay results							
			From	To		Length	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	S (%)
1	MJSI-6	A-6-1	75.50	76.50	1.00	silicified dio. por. weak Py dism.	<0.1	1.1	113	93	182	3	0.33
2	MJSI-6	A-6-2	79.00	80.00	1.00	dio. por. with Qz vein of 2 cm wide	0.4	10.3	117	4,160	2,460	2	1.94
3	MJSI-6	A-6-3	80.00	81.00	1.00	silicified dio. por. weak Py dism.	<0.1	0.7	56	219	188	2	0.70
4	MJSI-6	A-6-4	97.20	97.50	0.30	argillized dio. por. weak Py dism.	<0.1	0.5	76	43	99	7	1.54
5	MJSI-6	A-6-5	103.85	104.00	0.15	argillized dio. por. weak Py dism.	<0.1	0.6	122	37	86	<1	2.57
6	MJSI-6	A-6-6	199.30	200.00	0.70	argillized dio. por. weak Py dism.	<0.1	4.1	41	1,480	394	1	1.23
7	MJSI-6	A-6-7	221.00	221.70	0.70	silicified dio. por. weak Py dism.	<0.1	0.4	55	47	79	<1	0.44
8	MJSI-6	A-6-8	221.70	222.70	1.00	silicified dio. por. weak Py dism.	<0.1	0.6	69	38	129	2	0.65
9	MJSI-6	A-6-9	242.80	243.00	0.20	mudstone with Py-rich lamina, 1cm wide	<0.1	0.3	40	92	155	<1	7.93
10	MJSI-6	A-6-10	247.80	248.00	0.20	mudstone with Qz-Py vein, 1cm wide	<0.1	0.3	44	50	77	<1	4.44
11	MJSI-6	A-6-11	266.85	267.25	0.40	mud block in silicified dio. por.	<0.1	3.7	28	1,310	550	<1	3.79
12	MJSI-6	A-6-12	275.20	276.20	1.00	argillized dio. por., weak Py dism.	<0.1	0.1	10	30	183	<1	0.33
13	MJSI-6	A-6-13	292.00	293.00	1.00	argillized mudstone with Py films	<0.1	0.5	37	51	154	<1	5.21
14	MJSI-6	A-6-14	299.50	300.50	1.00	mudstone with Py veinlets, few mm wide	<0.1	1.6	185	48	100	<1	10.52

Table II -1-5 Assay results of drilling core (2)

Ser. No.	Hole No.	Sample No.	Sampling (m)		Descriptions	Assay results							
			From	To		Length	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	S (%)
1	MJSI-7	A-7-1	60.80	61.70	0.90	silicified, argillized fine Dydio. por.	<0.1	4.6	56	812	246	<1	0.89
2	MJSI-7	A-7-2	63.30	64.10	0.80	silicified fine dio. por. Py, Po dism.	<0.1	1.4	81	444	783	<1	0.97
3	MJSI-7	A-7-3	91.60	92.50	0.90	sandstone with Py films	<0.1	1.7	75	230	218	<1	1.41
4	MJSI-7	A-7-4	114.00	114.10	0.10	Py-rich mud layer, 3cm wide	0.2	4.6	424	80	137	<1	15.32
5	MJSI-7	A-7-5	125.55	125.65	0.10	Py-rich layer in sandstone	0.2	1.8	459	23	151	<1	8.78
6	MJSI-7	A-7-6	128.50	128.80	0.30	mud layer with Py	<0.1	2.2	574	35	147	<1	7.55
7	MJSI-7	A-7-7	159.90	160.00	0.10	Py-rich layer in mudstone, 5cm wide	0.8	2.5	386	45	95	<1	19.60
8	MJSI-7	A-7-8	167.60	167.90	0.30	silicified sandstone with Py vein	2.9	58.1	578	734	7,290	80	6.85
9	MJSI-7	A-7-9	195.85	196.70	0.85	chloritized dio. por. with Py dism.	0.2	0.4	203	28	113	2	1.45
10	MJSI-7	A-7-10	208.35	208.80	0.45	silicified dio. por. with Py, Po dism.	<0.1	0.3	172	27	81	<1	1.10
11	MJSI-7	A-7-11	216.40	216.90	0.50	chloritized and silicified dio. por.	0.2	0.2	257	37	69	<1	2.48
12	MJSI-7	A-7-12	225.55	226.20	0.65	chloritized dio. por. Po dism.	<0.1	<0.1	161	23	72	<1	1.17
13	MJSI-7	A-7-13	228.90	229.10	0.20	dio. por. with Qz-Py vein, 2cm wide	0.3	27.5	178	285	574	2	2.65
14	MJSI-7	A-7-14	248.55	248.80	0.25	chloritized dio. por. Po, Py dism.	<0.1	<0.1	35	25	85	1	2.14
15	MJSI-7	A-7-15	261.80	262.00	0.20	chloritized dio. por. Po, Py dism.	<0.1	<0.1	95	21	69	<1	1.03
16	MJSI-7	A-7-16	264.10	264.40	0.30	chloritized dio. por. Po, Py dism.	<0.1	<0.1	74	21	83	1	0.40
17	MJSI-7	A-7-17	267.55	268.00	0.45	chloritized dio. por. Po, Py dism.	<0.1	0.4	273	30	68	<1	2.84
18	MJSI-7	A-7-18	271.50	271.75	0.25	dio. por. with Qz vein Py, Cp, Sp, W, lcm	0.1	15.0	2,660	864	2,860	<1	4.10
19	MJSI-7	A-7-19	273.20	274.20	1.00	silicified dio. por. Po, Py dism.	<0.1	1.1	149	47	85	<1	1.16
20	MJSI-7	A-7-20	274.20	274.85	0.65	silicified dio. por. Po, Py dism.	0.2	4.6	487	137	864	2	3.86

Table II -1-5 Assay results of drilling core (3)

Ser. No.	Hole No.	Sample No.	Sampling (m)		Descriptions	Assay results							
			From	To		Length	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	S (%)
21	MJSI-7	A-7-21	274.85	275.15	0.30	Py-Ap vein in dio.por	3.5	26.5	3,360	488	158	<1	31.41
22	MJSI-7	A-7-22	275.15	276.15	1.00	dio.por. with Py-Po veinlets, W. 1-5cm	4.3	15.6	1,180	360	150	<1	11.94
23	MJSI-7	A-7-23	276.15	276.90	0.75	dio.por. with Py veinlet, W. 1-0.1cm	<0.1	2.2	725	32	71	<1	5.26
24	MJSI-7	A-7-24	277.10	277.85	0.75	silicified dio.por. with Po,Py,Ap	0.3	1.6	473	34	76	1	3.79
25	MJSI-7	A-7-25	277.85	278.00	0.15	argillized dio.por.	0.7	17.7	842	613	1,460	<1	17.02
26	MJSI-7	A-7-26	278.00	279.00	1.00	silicified dio.por. Po,Py dism.	<0.1	<0.1	209	20	62	<1	2.05
27	MJSI-7	A-7-27	279.00	280.00	1.00	silicified dio.por. Po,Py dism.	<0.1	0.1	192	32	64	<1	1.45
28	MJSI-7	A-7-28	280.00	281.00	1.00	silicified dio.por. Po,Py dism.	<0.1	0.7	204	33	80	1	1.53
29	MJSI-7	A-7-29	281.00	282.00	1.00	silicified dio.por. Po,Py dism.	<0.1	0.2	213	43	73	<1	1.71
30	MJSI-7	A-7-30	282.00	282.55	0.55	dio.por. with Qz-Py vein, W. 3 cm	5.1	71.5	1,240	11,500	2,340	2	8.25
31	MJSI-7	A-7-31	282.55	283.20	0.65	silicified dio.por. Po,Py dism.	<0.1	0.6	186	36	71	<1	1.63
32	MJSI-7	A-7-32	283.20	283.40	0.20	dio.por. with Qz-Py-Cp vein, W. 1 cm	0.3	2.9	667	70	83	<1	5.68
33	MJSI-7	A-7-33	283.40	284.20	0.80	silicified dio.por. Po,Py dism.	<0.1	0.2	306	26	68	<1	2.21
34	MJSI-7	A-7-34	284.20	285.10	0.90	silicified dio.por. Po,Py dism.	<0.1	0.9	344	36	66	1	2.73
35	MJSI-7	A-7-35	285.90	286.30	0.40	silicified dio.por. Po,Py dism.	<0.1	<0.1	247	16	66	<1	1.69
36	MJSI-7	A-7-36	291.40	292.25	0.85	silicified dio.por. Po,Py dism.	<0.1	0.2	82	26	68	1	0.70
37	MJSI-7	A-7-37	301.10	301.30	0.20	silicified dio.por. Po dism., Py film	<0.1	0.3	94	19	65	2	1.47

はほとんど細粒の斜長石よりなる。斑晶に希にカリ長石が認められるもの、及び石基に少量の石英あるいは角閃石が認められるものがある。変質鉱物は、石英、方解石、緑泥石及び緑糜石が認められる。著しく珪化及び粘土化した閃緑斑岩(260.55m-280.40m)は、石基は本来の火成岩源の斜長石を残すが、それ以外は、二次鉱物である、石英、方解石、絹雲母の覆われる。泥岩は、0.1mm以下の細粒の石英の碎屑片を主とし、二次鉱物の絹雲母及び方解石が見られる。

コア全長に渡って、閃緑斑岩及び泥岩の10試料のX線回折試験を行った。顕微鏡観察の結果と合わせて考えると、変質鉱物として緑泥石-絹雲母-石英の普遍的な組み合わせを持ち、それらに、絹雲母/モンモリロナイト混合層、モンモリロナイトを含むものもある。第2年次に行った、変質分帯の結果からすると、ほぼ普遍的に緑泥石及び絹雲母を持つ点から、プロピライト帯からフィリック帯への漸移帯に属すると思われる。

鉱化作用：本孔では、著しい鉱化作用は確認できなかった。全体的に非常に弱い黄鉄鉱の鉱染が見られる。閃緑斑岩中では、数10cmから数mで珪化ないしは粘土化した部分が見られ、著しいのは75.35mから83.10mで、この様な部分では、黄鉄鉱及び希に硫砒鉄鉱の鉱染はやや強く、幅数mmの黄鉄鉱のフィルム散在する。260.55mから280.40mの間は、著しく珪化および粘土化した閃緑斑岩で、全体的に弱く黄鉄鉱に鉱染し幅mmの黄鉄鉱のフィルム散在する。更に、まれに幅2cmから0.3cmの石英-硫化物(黄鉄鉱、硫砒鉄鉱)脈が見られることもある。泥岩中では、黄鉄鉱の鉱染は、ほとんど見られず、しばしば、数cmの黄鉄鉱に富むジュール状のパッチが見られる。285m以深では黄鉄鉱鉱染及び幅数mm細脈がやや多くみられる。

研磨片の顕微鏡観察結果によると、粘土化した閃緑斑岩では、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱に鉱染し少量の黄銅鉱が伴う。閃緑斑岩中の石英-硫化物脈は、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、磁硫鉄鉱を含む。泥岩中の黄鉄鉱に富むラミナ及び石英-黄鉄鉱脈は、硫化物として黄鉄鉱のみしか見られなかった。黄鉄鉱は自形性の結晶に加えて、細粒のコロフォーム状の組織を持つ物が自形性の結晶に伴って見られる場合が多い。

鉱石分析の結果、高い品位を示すものは得られなかった。幅2cmの石英-硫化物脈を伴う閃緑斑岩は金及び銀をやや含有し(Au 0.4g/t、Ag 10.3g/t)、Pb 0.41%、Zn 0.24%である。珪化及び粘土化した閃緑斑岩は、少量のAg(0.4g/tから4.1g/t)を含むのみである。

## 2. MJSI-7

地質：地表より84.20mまでは、泥岩で、52.40mから68.65mの間に細粒の安山岩様の閃緑斑岩が貫入する。84.20mから184.60mの間は砂岩で、184.60mから195.40mの間は、砂岩のラミナを多く含む泥岩となり、それより下位は孔底(302.71m)まで閃緑斑岩である。堆積岩類のラミナは、10°から30°である。

0.00- 3.90 : 表土

- 3.90—43.50：淡灰色の泥岩で表面は淡褐色をなす。珪化及び脱色した泥岩で、一部パッチ状に本来の暗灰色の泥岩が残っている。33.75m以浅では、随所で数cmの角礫岩状に破碎した部分が見られる。
- 43.50—52.40：暗灰色泥岩で、部分的に酸化した部分が見られ、特に下位の閃緑斑岩との境界部付近はそうである。希に10cm前後の砂岩層を含む。
- 52.40—68.65：淡緑灰色、細粒の閃緑斑岩で、安山岩様をなし数mmから5mmの角閃石の斑晶を持つ。数mに渡って、珪化及び緑泥石化している部分が見られる。
- 68.65—84.20：暗灰色の泥岩でラミナはあまり顕著ではない。69.55mから69.70mの間、細粒の閃緑斑岩が貫入する。閃緑斑岩の貫入する付近では、珪化している。
- 84.20—184.60：灰色の細粒砂岩で、全体的に弱く珪化し、弱い黄鉄鉱の鉱染を伴う。随所に、数mmの泥のラミナを伴う。ラミナは20°から30°を成す。
- 184.60—195.40：暗灰色の泥岩で、厚さ10cmから数mmの砂岩層を含む。泥岩と砂岩の比は70:30である。
- 195.40—302.71：灰色の閃緑斑岩で、5mm前後の斜長石と1mm前後の角閃石の斑晶を持ち、M J S I—6で見られる閃緑斑岩よりやや粗粒である。上位の泥岩との境は鮮明で、泥岩のラミナにやや斜行し、10°である。泥岩中にホルンフェルス化は認められず、閃緑斑岩にも細粒の急冷相は認められない。
- 全体的に弱く変質し、黄鉄鉱及び磁硫鉄鉱に弱く鉱染する。数mから数10cmに渡って珪化及び緑泥石化の著しい部分が随所で見られ、黄鉄鉱及び磁硫鉄鉱の鉱染もやや強く、石英—硫化物脈を伴う。特に顕著なのは272.80mから288.35mの間である。この様な部分では、斑状組織はやや不鮮明となる。

顕微鏡の観察によると、泥岩は0.1mm以下の石英及び少量の斜長石の碎屑片よりなり、絹雲母、方解石、緑泥石等の二次鉱物を伴う。砂岩は、0.1mmから0.2mm石英及び少量の斜長石の碎屑片からなるソーティングの良い、細粒砂岩である。52.40mから68.65mの間に見られる細粒閃緑斑岩は、1mmから3mmの角閃石及び少量の斜長石の斑晶を持つ。一方、195.40m以深の閃緑斑岩は、5mmから1mmで、ほぼ同量の角閃石及び斜長石の斑晶を持つ。閃緑斑岩は、変質鉱物として、二次石英、絹雲母、方解石、緑泥石が見られ、変質が強くなると、二次石英、緑泥石の量がまし、斑晶は仮晶となって残るのみである。

コア全長に渡って、閃緑斑岩及び堆積岩の12試料のX線回折試験を行った。顕微鏡観察の結果と合わせて考えると変質鉱物として緑泥石—絹雲母—石英の普遍的な組み合わせを持ち、それらに、希にモンモリロナイトを含むものもある。第2年次に行った、変質分帯の結果からすると、ほぼ普遍的に緑泥石及び絹雲母を持つ点から、プロピライト帯からフィリック帯への漸移帯に属すると思われる。

鉍化作用：40m以浅は、ほとんど鉍化作用は見られないが、それ以深の堆積岩中では、全体的に弱い黄鉄鉍の鉍染が見られ、砂岩において泥岩中より黄鉄鉍の鉍染は強い。黄鉄鉍の鉍染と伴に堆積岩中では、幅1mm前後の黄鉄鉍のフィルム状の脈が随所に見られる。閃緑斑岩中では、黄鉄鉍に伴い磁硫鉄鉍に鉍染し、まれに磁硫鉄鉍に微量の黄銅鉍が伴うことがある。閃緑斑岩中では、数10cmから数mで珪化ないし緑泥石化の強い部分が見られ、このような所では黄鉄鉍及び磁硫鉄鉍の鉍染は強い。特に珪化及び緑泥石化の顕著な部分は、272.80mから288.35mの間の約15mに渡って見られ、黄鉄鉍と磁硫鉄鉍の鉍染及び黄鉄鉍のフィルムが散在する。その間で、274.85mから275.15mの間は硫化物（黄鉄鉍、硫批鉄鉍、黄銅鉍）に富む脈からなり、276.15mから278.15mの間は、黄鉄鉍、硫批鉄鉍、黄銅鉍からなる硫化物の細脈（幅1cmから1mm）のネットワークが見られる。

研磨片の顕微鏡観察結果によると、珪化及び緑泥石化した閃緑斑岩は磁硫鉄鉍、黄鉄鉍、黄銅鉍に鉍染する。浅部の細粒の閃緑斑岩では、それらに閃亜鉛鉍、方鉛鉍を伴うものがある。深部の閃緑斑岩中の特に鉍化作用の著しい部分（274.85mから278.15m）に見られる、硫化物脈は磁硫鉄鉍、黄鉄鉍、黄銅鉍、磁鉄鉍からなる。黄鉄鉍は、いずれの場合も自形性の結晶に加えて、細粒のコロフォーム状の組織を持つ物が自形性の結晶に伴って見られる場合が多い。

鉍石分析の結果、274.85mから275.15mの間の硫化物脈は、Au 3.5g/t、Ag 26.5g/t及びCu 0.33%である。その下位のほぼ3m（275.15mから278.00m）に渡る硫化物の細脈を伴う閃緑斑岩は、金（Au 0.3-4.3g/t）、銀（Ag 1.6-17.7g/t）及び銅（Cu 0.04-0.12）を伴う。それ以外の、緑泥石化及び珪化した閃緑斑岩では、品位は低く、Auはほとんど0.1g/t以下、Agは最大で4.6g及びCuは最大で0.03%である。これら以外では、砂岩中及び閃緑斑岩中に見られる幅数cmの石英-硫化物脈は、母岩を含めた品位でAu 2.9及び5.1g/t、Ag 58.1及び71.5g/tと金及び銀に富むものがある。

### 1-3. 考 察

ボーリング調査の結果、ボーリング地点周辺は、泥岩、砂岩、砂岩のラミナを伴う泥岩など堆積岩からなり、それに閃緑斑岩が貫入する。ボーリングコアから類推される堆積岩類の傾斜は、10°から30°で、それらに貫入する閃緑斑岩は堆積岩の構造にやや斜交する場合が多い。地表の地質調査の結果では、堆積岩類と閃緑斑岩の境界は調和的な場合が多いが、地表下では斜交する場合が多く、断面図でも見られる通り、閃緑斑岩の分布は地下で広がり、今まで考えていたよりは、大きな体積を持つことが想定される。

閃緑斑岩は、MJSI-6及びMJSI-7の両孔で捕捉した。この内、MJSI-6孔のものは、斜長石、角閃石の単斜輝石の斑晶を持ち、MJSI-7孔の深部に見られる閃緑斑岩よりやや細粒である。MJSI-7孔では、閃緑斑岩は、二種類見られ、浅部のものは、コア長約16mに渡って見られ、細粒の見かけは安山岩様の岩石で、斑晶は角閃石のみである。一方、深部の195.40m以深に見られる閃緑斑岩は、粗粒の斜長石とそれより細粒の角閃石の斑晶を持つ岩石である。これら三者の閃緑斑岩の関係は不明である。閃緑斑岩との境界付近の堆積岩はやや珪化及び酸化した部分が見られるが、ホルンフェルス化は認められず、閃緑斑岩にも細粒の急冷相は認め

られない。閃緑斑岩は、随所で程度の異なる変質作用を受け、緑泥石化、珪化及び粘土化を受けた所がコア長数mから数10cmに渡って見られる。その様な所では斑状組織が不鮮明になっており、鉍化作用は、変質の著しい所により強く見られる。

顕微鏡観察及びX線回折試験の結果、変質鉍物としてほとんどの試料が緑泥石-絹雲母-石英の組み合わせを持ち、それらに、希にモンモリロナイト、絹雲母/モンモリロナイト混合層を含むものもある。第2年次に行った、変質分帯の結果からすると、ほぼ普遍的に緑泥石及び絹雲母を持つ点から、両孔の変質作用の程度は、斑岩型銅鉍床に見られるプロピライト帯からフィリック帯への漸移帯に対応すると考えられる。

鉍化作用はM J S I - 6孔で弱く、M J S I - 7で比較的強い。さらに、閃緑斑岩では、周りの堆積岩類よりやや強い。閃緑斑岩は、全体的に弱く磁硫鉄鉍及び黄鉄鉍に鉍染し、それらに少量の黄銅鉍が伴う。鉍染程度は、珪化及び緑泥石化した部分で強い。最も顕著な鉍化作用は、M J S I - 7孔の272.80mから288.35mの間で見られ、磁硫鉄鉍-黄鉄鉍-黄銅鉍の鉍染に加えて、黄鉄鉍-硫砒鉄鉍-黄銅鉍からなる硫化物の細脈(幅1cmから1mm)のネットワークが見られる。品位の最も良い部分は、ほぼ3m(275.15mから278.00m)に渡ってAu 0.3-4.3g/t、Ag 1.6-17.7g/t及びCu 0.04-0.12%の値がえられた。これら以外では、砂岩中及び閃緑斑岩中に幅数cmの石英-硫化物脈(硫砒鉄鉍、黄鉄鉍、黄銅鉍、磁鉄鉍)が見られ、母岩を含めた品位でAu 2.9及び5.1g/t、Ag 58.1及び71.5g/tと金及び銀に富む。金は、今までの調査での様に硫砒鉄鉍中に含まれると考えられ、硫砒鉄鉍を多量に含む試料は金の品位が高い。

黄鉄鉍は、鉍染している物でも、石英-硫化物脈で産するものにおいても、細粒のコロフォーム状の組織を持つ物が自形性の結晶に伴って見られる場合が多く、粗粒の黄鉄鉍及び磁硫鉄鉍がコロフォーム組織を持つ微細粒の黄鉄鉍集合体に交代されていると考えられる。この様な産状から、鉍床生成の後期に比較的低温の熱水循環があり、硫化鉄の急速な沈殿があった事が推定される。このような、低温環境を示す硫化鉍物の組織は、鉍化帯周辺部の弱鉍染帯に認められる場合が多い。黄銅鉍の産出量が少ない点に関しては、初成鉍化作用の銅含有量が少なかったことによるのか、鉍化作用の後期の溶脱により失われたためかは不明である。

第1年次及び第2年次の結果も合わせて考えると、本地域の鉍化作用は以下の様に考えられる。

Au-Ag, Cu, Zn に特徴付けられる鉍化作用で、閃緑斑岩の火成活動と密接に関係した鉍化作用である。火山岩類を全く伴わない等の地質状況、斑岩銅鉍床の地帯に類似した変質帯が確認される点、流体包有物の充填温度(300°C から400°C)から浅熱水性とは考えられない。しかし、流体包有物の充填温度、石英-硫化物脈がやや低温で生成されたと考えられる銀鉍物(輝銀鉍、硫銀鉍)を伴う点、Auに比べてAgの含有量の高い試料が存在することなどから、火成活動の中心に接した鉍化作用ではないと考えられる。この様な点から、本地区に見られる鉍化作用は、斑岩銅鉍床に類似した鉍化作用の縁辺部の可能性が考えられる。珪化・黄鉄鉍鉍染帯は、典型的な斑岩銅鉍床の変質分帯で言えばフィリック帯に対応し、その外側にプロピライト帯が伴う。

I P法による物理探査により、本地区に20 mV/V 以上の中～高分極率異常域が分布することが

明らかとなった。異常域は、ほぼ2km (NS) × 2km (EW) の広がり持ち、東に開いた「C」の字の形をなして、珪化・黄鉄鉱染帯および地化学探査のAg、As、Au、Cu等の異常帯を覆って分布する。

この高IP異常を対象に第2年次のボーリングを実施した結果、著しい鉱化作用は補足出来なかった。この高IP異常は、地表浅部の黄鉄鉱脈及び鉱染を象徴しているものと思われる。

「C」の字の形のIP異常帯は典型的な斑岩型銅鉱床の地帯で見られ、鉱化帯の中心部は、この円形状の高異常帯の内側に存在する例が知られている。従って、斑岩銅鉱床に類似した鉱床を仮定した場合、異常タイプ1（低比抵抗・高分極率）よりは、地区中央部から地区南東部に至る地区及び地区中央東部の異常タイプ2の分布域である「C」の字形のIP異常帯の中心部が有望なターゲットと成りうると考えられる。第3年次のボーリング調査のターゲットとして「C」の字形のより中心部に位置する、やや低いIP異常の地帯を選定した。しかし、ボーリング予定地点が、保安原生林 (Reserved Virgin Jungle) に指定されているため、木材の伐採は禁止されており、ヘリポートの造成あるいは運搬路の造成は不可能であり、ボーリング予定地点を移動せざるを得なかった。従って、それより東側の予定地点と同じ性質のIP異常を示す地点にボーリング地点を移動し、第3年次のボーリング調査を実施したが、その結果、顕著な鉱化帯を把握するには至らなかった。しかし、本地域においては、斑岩銅鉱床タイプの鉱化作用を想定した場合、「C」の字形のIP異常帯の中心部が最も有望と考えられる。