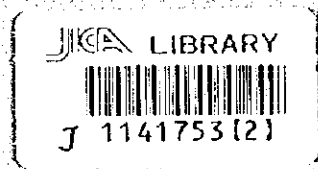


オマーン国南バチナコースト地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成10年3月



国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資
CR/2
98-068

オマーン国南バチナコースト地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成10年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1141753 (2)



は し が き

日本国政府はオマーン国政府の要請に応え、同国の北部に位置する南バチナコースト地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、物理探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、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10年度を第1年次とするものであり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して平成9年8月17日から平成10年1月9日まで現地に派遣した。

現地調査はオマーン国政府機関、石油鉱物省鉱物局（現商業工業省鉱物局）の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本年次の調査結果を取りまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたオマーン国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在オマーン国日本国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10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 桧 山 博 昭

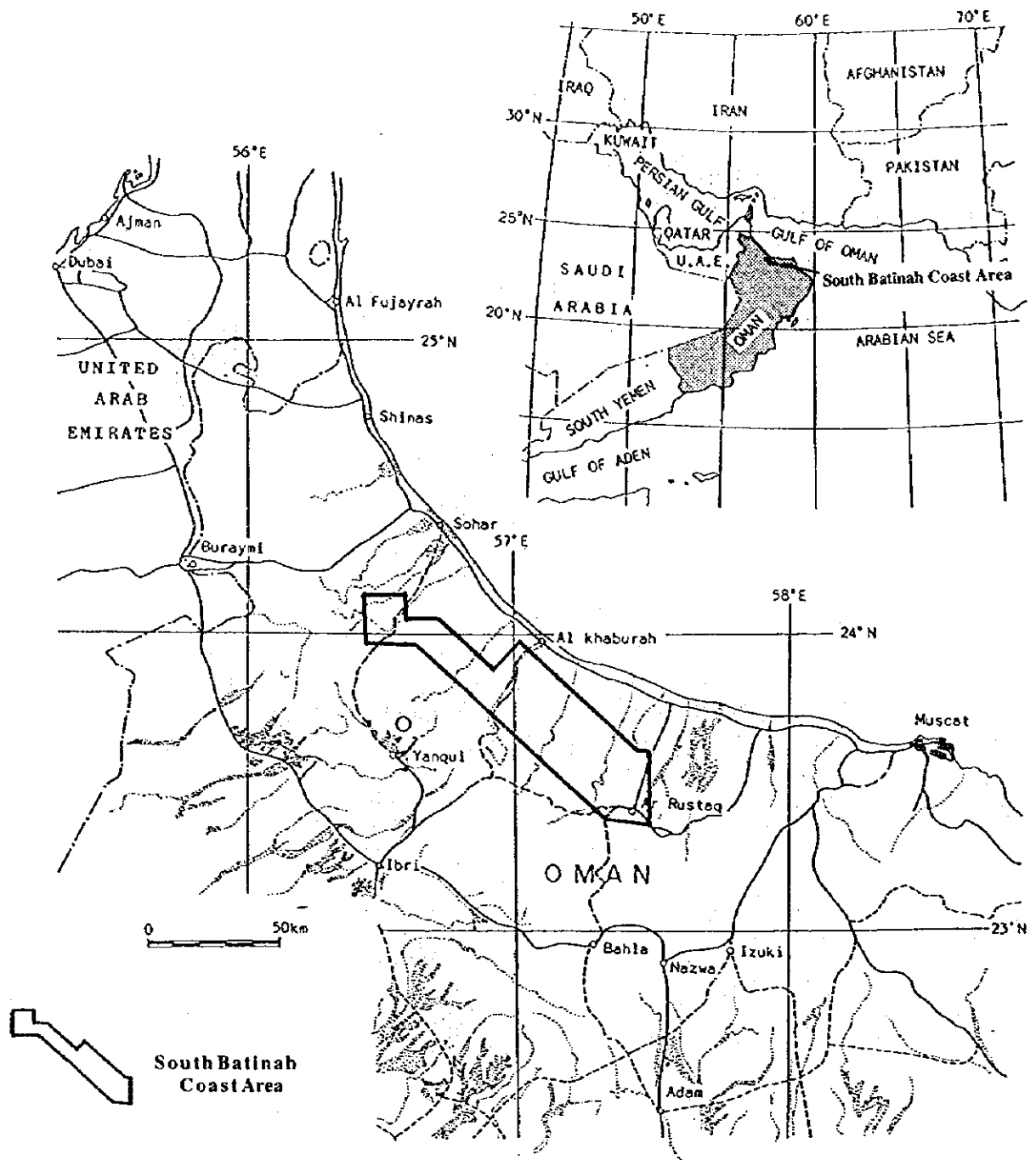


Fig.1 Location Map of the South Batinah Coast area

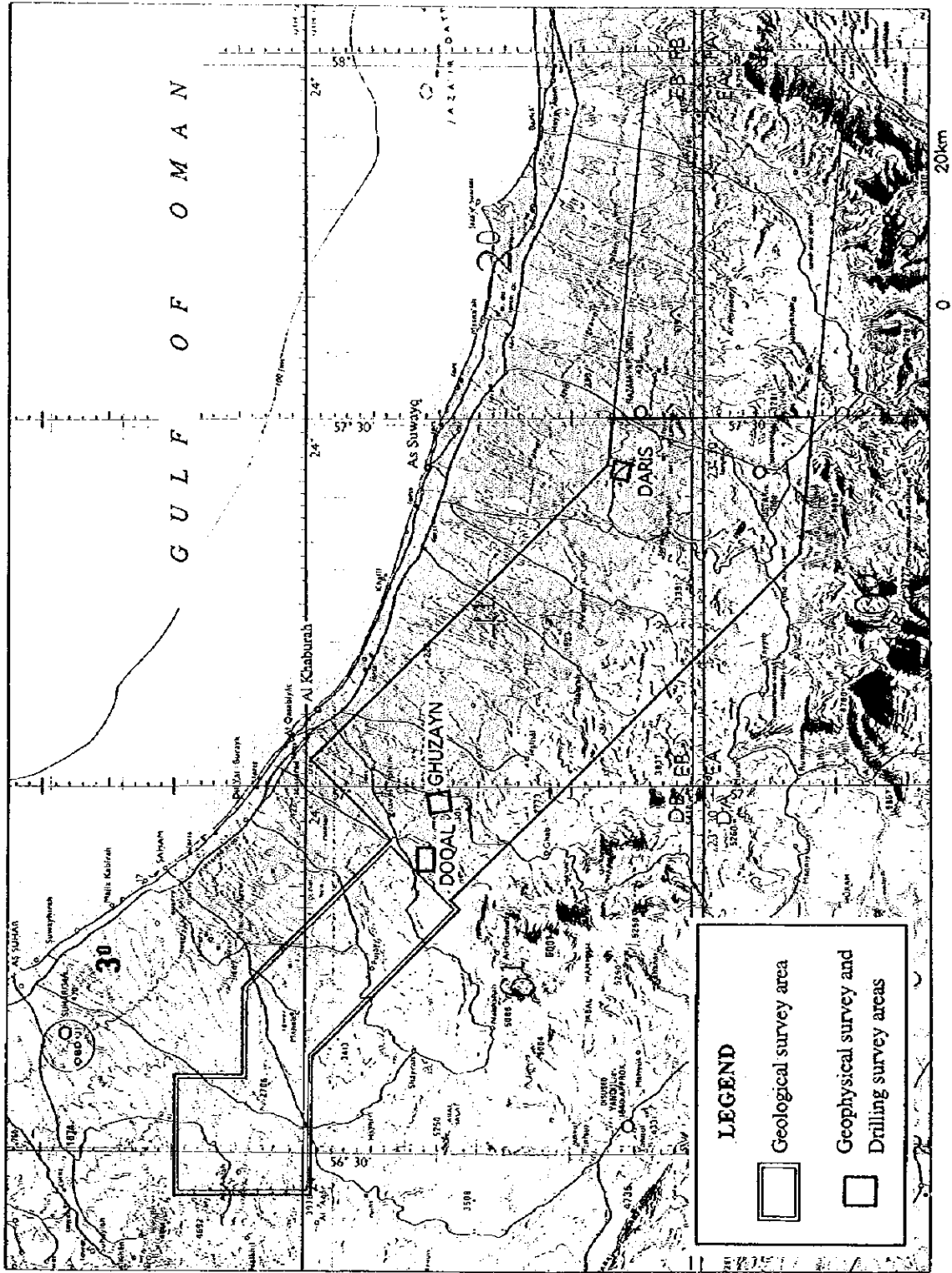


Fig.2 Location map of the survey areas

要 約

本調査は、日本国政府とオマーン国政府との間で平成9年6月17日付けで締結された Scope of Work に基づいてオマーン国南バチナコースト地域において実施した資源開発協力調査である。本地域では、すでに地表徴候のある既知鉱徴地を中心として、数々の探査が実施されてきた。しかしながら、それらは鉱徴地の極く近傍に限られており、全地域として見れば極めて限られた部分の探査が行われたのみである。平成7年度及び8年度に実施された中央バチナコースト地域資源開発協力基礎調査の結果、グザイン地区において2ヶ所で塊状硫化物鉱体が捕捉され、バチナコースト地域にはなお大規模な塊状硫化物鉱床が存在している可能性が高いことが証明された。

本年度は第1年次にあたり、調査対象地域南東部では平成7年度及び8年度の調査結果に基づいた物理探査（TDIP法及びTEM法調査）とボーリング調査をグザイン地区、ドカール地区及びダリス地区で実施し、北西部では主として既知の鉱徴地及びその周辺部において詳細な地質調査を実施した。

グザイン地区で実施したTDIP法とTEM法調査の結果では、西部において塊状硫化物鉱体の存在を示唆する顕著な異常を抽出した。

上述のIP及びTEM異常に対して実施した4本のボーリング調査の結果、MJOB-G30孔でコア長91.40m、平均銅品位2.68%という大規模かつ高品位の塊状硫化物鉱体（No.3 鉱体）を捕捉した。また、その延長部で実施したG31孔～G33孔でも塊状硫化物鉱を捕捉し、それらの着鉱部のコア長はそれぞれ72m、39.65m、16.45mであった。

グザイン地区のNo.2 鉱体については7本のボーリング調査を実施し、そのうちの5本で塊状硫化物鉱を捕捉した。この結果、No.2 鉱体は塊状硫化物鉱のみでは南北延長400m×東西延長200mの規模を有することが明かとなった。

調査対象地域北西部地区の14ヶ所で実施した既知鉱徴地における地質調査の結果では、ハラキラブ（Hara Kilab）からマハブ（Mahab）にかけての地区には古代の鉱山跡が存在し、緑れん石化と珪化からなる顕著な鉱化変質を蒙っているところが確認されたことから、この地区が塊状硫化物鉱体賦存のポテンシャルが最も高い地区として抽出された。また、グザイン地区のTDIP調査既実施地区の南方延長部と西方延長部において塊状硫化物鉱体賦存の可能性を示す、鉱化変質と酸化銅を伴う有望な鉱徴を確認した。

以上の本年次の結果から、本地域の第2年次の調査として、グザイン地区の周辺部における塊状硫化物鉱体を捕捉するための物理探査及びボーリング調査、北部のマハブ地区及びその周辺地区での地質調査、物理探査及びボーリング調査による塊状硫化物鉱床賦存のポテンシャル評価を行う必要があることを提言する。

目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要 約	
目 次	

第1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	2
1-4 調査期間	3
第2章 調査地域の地理	6
2-1 位置及び交通	6
2-2 地形及び水系	6
2-3 気候及び植生	6
第3章 調査地域の既存地質情報	7
3-1 一般地質	7
3-2 欽化作用及び欽業略史	11
第4章 調査結果	15
4-1 物理探査	15
4-2 ボーリング調査	19
4-3 地質調査	27
第5章 結論及び提言	28
5-1 結 論	28
5-2 提 言	28

第Ⅱ部 各論

第1章 地質調査	31
1-1 調査の経緯及び目的	31
1-2 調査位置及び調査方法	31
1-3 地質調査結果	33
1-4 考察	58
第2章 TDIP法調査	60
2-1 調査の経緯及び目的	60
2-2 調査位置及び調査量	60
2-3 調査方法	60
2-4 解析方法	61
2-5 調査結果	64
2-5-1 物性測定	64
2-5-2 グザイン地区	66
2-5-3 ドカール地区	69
第3章 TEM法調査	133
3-1 調査の経緯及び目的	133
3-2 調査位置及び調査量	133
3-3 調査方法	133
3-4 解析方法	136
3-5 調査結果	139
3-5-1 グザイン地区	139
3-5-2 グリス地区	157
3-5-3 ドカール地区	167
3-6 考察	185
3-6-1 グザイン地区	185
3-6-2 グリス地区	185
3-6-3 ドカール地区	186
第4章 ホーリング調査	193
4-1 調査の経緯及び目的	193

4-2 調査位置及び調査量	193
4-3 調査方法	193
4-4 ボーリング調査結果	193
4-4-1 グザイン地区中央部	193
4-4-2 グザイン地区東部	205
4-4-3 グザイン地区西部	208
4-4-4 グリス地区	211
4-4-5 ドカール地区	211
4-5 考察	212
4-5-1 グザイン地区中央部	212
4-5-2 グザイン地区東部	213
4-5-3 グザイン地区西部	222
4-5-4 グリス地区	222
4-5-5 ドカール地区	224
4-5-6 探査指針についての考察	224

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論	229
第2章 将来への提言	233
参考文献	234
図表一覧	236
巻末	

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、日本国政府とオマーン国政府との間で平成9年6月17日付けで締結された作業協定 (Scope of Work) に基づいて、オマーン国南バチナコースト地域において実施する資源開発協力調査である。

本調査は、南バチナコースト地域に於いて地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床を発見することを目的とする。

本地域では、既に地表徴候のある既知鉱徴地を中心として、数々の探査が実施されてきた。しかしながら、それらは鉱徴地の極く近傍に限られており、全地域として見れば極めて限られた部分の探査が行われたのみである。これは対象となる地域が非常に広い範囲にわたって第四紀の堆積物に覆われていることが原因であり、従ってこの堆積物の下を如何にして効率的に調査するかが本地域の探査の重要課題である。

平成7年度及び8年度に実施された中央バチナコースト地域資源開発協力基礎調査の結果、グザイン地区において2ヶ所で塊状硫化物鉱体が捕捉された。さらに同地区で実施したTEM法調査から、西部の鉱体はさらに北方へ延長していること、他に3ヶ所で塊状硫化物鉱体が分布する可能性が高い有望な異常部が存在することが明らかになった。また、ドカール地区で実施したTDIP法及びTEM法調査によって、同地区にも塊状硫化物鉱体が分布する可能性を示す異常部が抽出された。これらのほかに、ダリス地区で抽出した広範囲のIP異常帯についても未だその一部についてTEM法調査とボーリング調査が実施されたのみであり、なお探査余地が残されている。

以上の中央バチナコースト地域資源開発協力基礎調査の結果から、バチナコースト地域にはなお大規模な塊状硫化物鉱床が存在している可能性が高いことが証明され、継続した今後の調査の必要性が提言された。

1-2 調査範囲及び作業の概要

本調査の対象地域である南バチナコースト地域は、首都マスカット (Muscat) の西方に位置し、オマーン山脈とオマーン湾に挟まれた地域である。調査対象地域の位置図を Fig.1 及び Fig.2 に示す。本対象地域の南東部は、平成7年度から8年度にかけて実施された中央バチナコースト地域の調査範囲と重複しており、北西部は新規に調査対象地域として選定された範囲である。

オマーンに分布する塊状硫化物鉱床は、キプロス型の銅鉱床で、主として玄武岩質の枕状溶岩からなる火山岩類中に層準規制を受けて胚胎される鉱床である。したがって、本鉱床探査を効率的に行うための作業フローとしては、先ず第一に地質調査による胚胎層準の追跡及び空中物理探査による磁気異常 (鉱化作用にともなう磁性の消失) の抽出によって、探査ターゲットとなる地

域を選定することである。この選定された地域に対して地質精査及び地上物理探査を実施し、鉛床賦存ポテンシャルが高い地区を抽出し、ボーリング調査によって鉛床の存在を確認するというのが探査の基本フローである (Fig. I-1-1)。このフロー中の地上物理探査については、中央バチナコースト地域の 2 年間の調査から、第 1 段階は鉛化帯の把握のために TDIP 法、そして第 2 段階は鉛化帯からの鉛体の抽出のために TEM 法を用いることが最適であるとの結論が得られている。さらにボーリング調査を効率的に行うためには、小ループ (50m×50m) による TEM 法調査を併用することが有効であることも示された。

本年度は第 1 年次にあたり、東部地域では平成 7 年度及び 8 年度の調査結果に基づいた物理探査 (TDIP 法及び TEM 法調査) とボーリング調査をグザイン地区、ドカール地区及びダリス地区で実施し、西部地域では主として既知の鉛微地及びその周辺部において詳細な地質調査を実施した。

本年度の物理探査、ボーリング調査及び地質調査の調査量、また室内試験の数量は、それぞれ Table I-1-1 及び Table I-1-2 に示す通りである。

1-3 調査団の編成

本調査の調査計画策定、折衝及び現地調査に参加した調査団員は、次の通りである。

(1) 調査計画策定及び折衝

(日本国側)

伊藤 正 金属鉛業事業団海外部計画課課長
青山 健治 外務省経済協力局開発協力課
柴崎 洋志 金属鉛業事業団海外部計画課

(オマーン国側)

Mohamed H. Kassim Ministry of Commerce and Industry
Hilal Mohamed Sultan Al Azri Ministry of Commerce and Industry
Salim Omer Abdullah Ibrahim Ministry of Commerce and Industry
Saif Ali Al Rashidi Ministry of Commerce and Industry

(2) 現地指導監督

吉岡 謙 金属鉛業事業団調査部調査第二課

(3) 現地調査

(日本国側)

柴田 芳彰 三菱マテリアル資源開発㈱ 総括、ボーリング調査、地質調査
古野 正憲 三菱マテリアル資源開発㈱ 地質調査、ボーリング調査

田島 俊雅 三菱マテリアル資源開発㈱ 物理探査
エスコバル・太仁 三菱マテリアル資源開発㈱ 物理探査
高橋 武春 三菱マテリアル資源開発㈱ 物理探査

(オマーン国側)

Salim Omer Abdullah Ibrahim Ministry of Commerce and Industry 総括

Durair Ismail Ali A'Shaikh Ministry of Commerce and Industry ボーリング調査, 地質調査

1-4 調査期間

本調査に伴うオマーン国での調査の期間は、以下の通りである。

(1) 現地計画策定及び折衝

平成9年6月13日～平成9年6月22日

(2) 現地指導監督

平成9年11月13日～平成9年12月5日

(3) ボーリング調査

平成9年8月17日～平成10年1月9日

(4) 物理探査

平成9年9月16日～平成10年1月2日

(5) 地質調査

平成9年10月21日～平成9年11月21日

Table I-1-1 Content and amount of work of Phase I

CONTENT AND AREA		AMOUNT OF WORK	
1. Geophysical Survey		Total line length	Number of measurements
1) IP method	Ghuzayn area	23 km	780 points
	Doqal area	21 km	830 points
2) TEM method	Ghuzayn area	15.6 km	Total 581 points
	Doqal area	8.4 km	
	Daris area	4.2 km	
2. Drilling Survey		Total length	Grand total length
	Ghuzayn area	4,040.10 m	4,941.25 m
	Doqal area	550.65 m	
	Daris area	350.50 m	
3. Geological Survey		Survey area	Survey route
		20 km ²	15.5 km

Table I-1-2 Laboratory work in Phase I

LABORATORY WORK	AMOUNT
1. Geophysical Survey	
1) Resistivity and polarizability measurement	32 samples
2. Drilling Survey	
1) Thin section	30 samples
2) Polished Section	11 samples
3) X-ray diffraction analysis	21 samples
4) Chemical analysis ore assay (6 elements: Fe,Cu,Zn,Ag,Au,Pb)	427 samples
3. Geological Survey	
1) Thin section	6 samples
2) Polished Section	7 samples
3) X-ray diffraction analysis	19 samples
4) Chemical analysis ore assay (6 elements: Fe,Cu,Zn,Ag,Au,Pb)	60 samples

Flow for massive sulphide deposits exploration in Batinah Coast

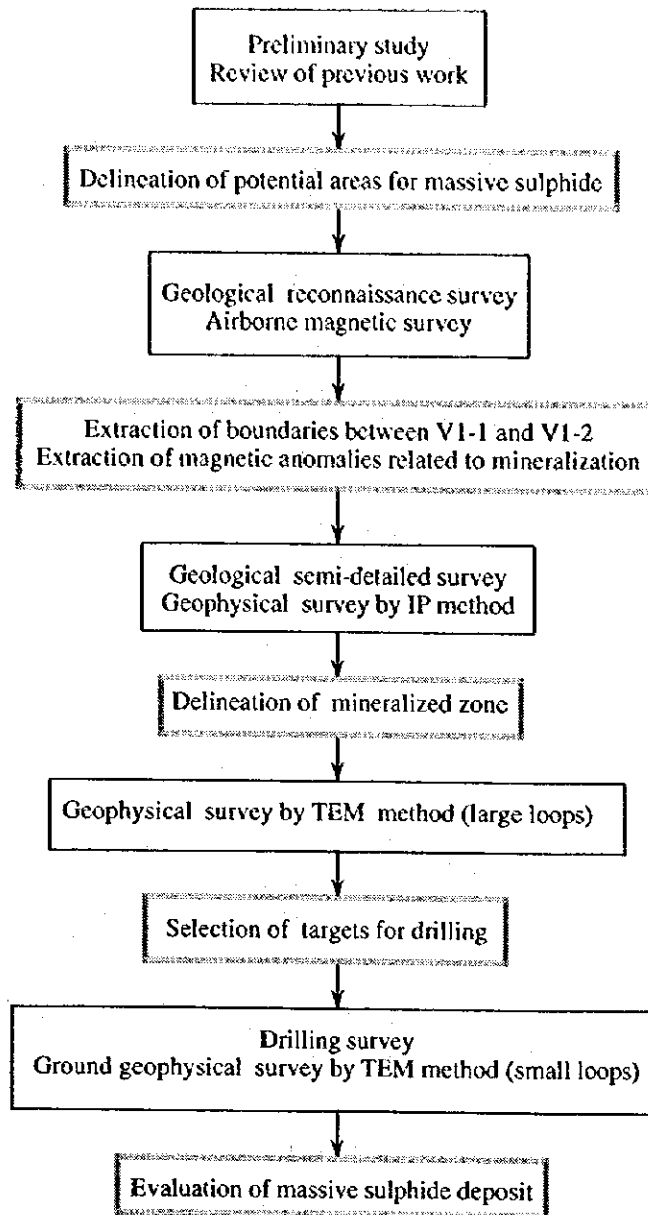


Fig. I -1-1 Flow for massive sulphide deposits exploration in Batinah Coast

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

オマーン国は、アラビア半島の南東端に位置し、約 30 万 km² の面積を有する。人口は約 200 万人で、首都はマスカット (Muscat) である (Fig.1)。

本調査対象地域は、この首都マスカットの西に位置し、オマーン山脈及びオマーン湾に平行する面積約 2,900km² の範囲である。本地域の中心位置はほぼ北緯 23° 50' , 東経 57° 00' である。

首都マスカットから本地域の中央部に位置するカブラ (Al-Khaburah) までは、海岸線を走る国道 1 号線を用いて 170km、車で約 2 時間を要する。

2-2 地形及び水系

調査対象地域はオマーン山脈のすそ野を形成する標高 100m から 1,000m の丘陵地とオマーン湾に沿う海岸平野 (バチナ海岸平野) からなる。

枯れ川であるワジはバチナ海岸平野をほぼ南北に流れ、南の丘陵地からオマーン湾に流れ込んでいる。主要なワジは東から西に、Wadi al Hawqayn, Wadi Mabrah, Wadi Halhal, Wadi al Hawasinah, Wadi Shafan, Wadi Sarami, Wadi Sakhin 及び Wadi al Hilti である。

2-3 気候及び植生

バチナ海岸平野の気候は半乾燥気候であるものの、オマーン山脈によって砂漠地方から切り離されているため高温多湿型の性格も併せ持っている。海から来る湿気がオマーン山脈に止められるため、冬季には山間地においては通常雨が降る。この雨は海岸平野に地下水を供給することから、ここではライム、マンゴ、タバコ等のオマーンの代表的な農作物の他に、多くの野菜や果物が栽培されている。しかし、耕作地を除くと植生は極めて乏しく、アカシア等の植生が認められるのはワジの中及びその周辺部のみである。

気温は夏期 (4月から10月) には平均気温が 40°C、ときには 50°C に達し、湿度も日中で 40%、夜間には 100% 近くまで達する。冬期 (11月から3月) の平均気温は 25°C 前後である。

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 一般地質

オマーン北部の地質は、Fig.1-3-1 に示すように、概略的には南から海側に向かって原地性から準原地性の先後期二疊紀の堆積性基盤岩及びハジャー（Hajar）ユニット、ハワシナ（Hawasina）ナッペ（原地性の基盤の上位に衝上した異地性岩体）及びサマイル（Smail）ナッペ、原地性の第三紀の後ナッペユニット及び第四系からなる。

これらのうち本地域に分布するのは、ハワシナナッペ、サマイルナッペ、後ナッペユニット及び第四系である。

ハワシナナッペは、本調査地の中央部から北部にかけて局部的に分布する後期二疊紀～ジュラ紀のハムラット・ドウル（Hamrat Duru）層群、及び調査地域の中央部にわずかに分布する三疊紀のウマル（Umar）層群からなる。ハムラット・ドウル層群は石英砂岩・頁岩・チャート・石灰岩・玄武岩・安山岩・ケラトファイアー、ウマル層群はチャート・石灰岩・角礫岩からなる。

サマイルナッペは調査地域の大部分を占めて分布しており、主にオフィオライト（海洋地殻起源）からなる。オフィオライトは、最下位に変成岩層を持ち、下位からテクトナイト（ハルツバージャイト）、ダナイト、ガプロ、シート状岩脈群及び下部火山岩類からなる初期火成活動シーケンスと、ウェーライト・ダナイト・斑れい岩・トロニエマイト・花崗岩及び上部火山岩類からなる後期火成活動ユニットからなる。

後ナッペユニットは白亜紀最上部のアルマ（Aruma）層及び第三紀のハドラムット（Hadhranut）層からなり、調査地域の東縁から北縁のバチナ海岸平野の南部に線状に分布する。アルマ層はポリミクティック角礫岩及び泥灰岩からなり、またハドラムット層は石灰岩・炭酸塩岩・泥灰岩からなる。

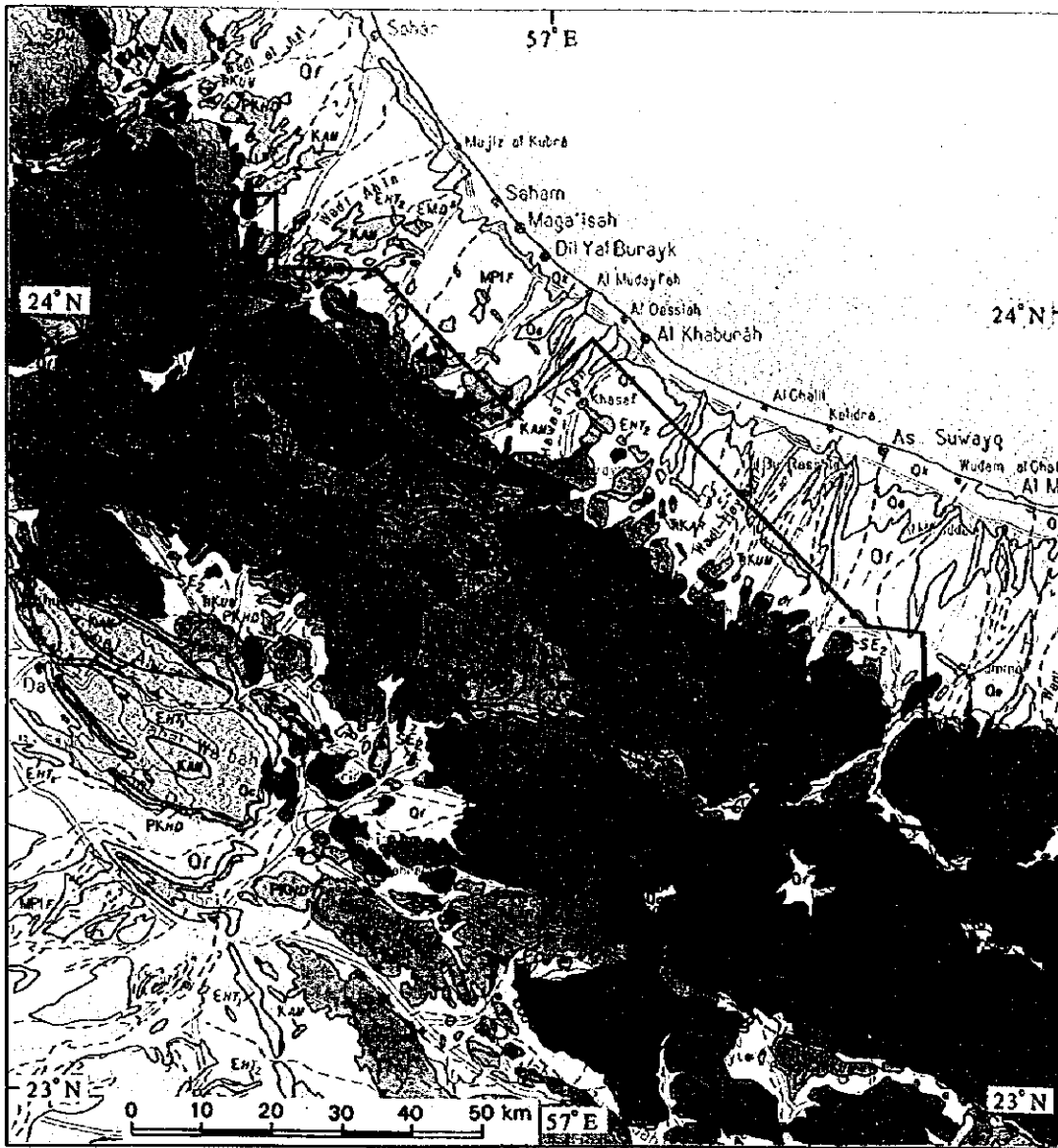
第四系は、中央部から東縁ないし北縁に広く分布する扇状地堆積物、段丘堆積物、河川堆積物及び崩壊性堆積物からなる。

本調査対象地域の地質構造は、ハワシナナッペ及びサマイルナッペが先後期二疊紀の堆積性基盤岩及びハジャーユニットとともに、白亜紀後期にアラビア盾状地に付加されるときに形成された積重構造を主要構造とする。第三紀の後ナッペユニット及び第四系はその後にバチナコーストに下位とは不整合関係で堆積した。多くの衝上断層が発達しており、第三紀以前の積重構造の境界部を形成するとともに、積重構造を形成する原地性及び異地性のブロックをスライスしている。さらに高角断層が良く発達し、各ブロックを切り、地質的境界を転移させている。これら断層は主に第三紀以前に形成されたものである。

①

②

③



SURFICIAL DEPOSITS

Quaternary

- Alluvial deposits
- Coastal deposits

SEDIMENTARY COVER

End-Cretaceous - Tertiary

- MIOCENE-PLIOCENE
Upper Fars Group
Shelf facies
- LATE EOCENE - EARLY MIOCENE
Dholar Group
Shelf facies
- LATE EOCENE
Upper Hadramaut Group
Shelf facies
- EARLY-MIDDLE EOCENE
Middle Hadramaut Group
Shelf facies
- EARLY-MIDDLE EOCENE
Lower Hadramaut Group
Shelf facies
- END-CRETACEOUS
Anama Group
Shelf, slope and basin facies

SAMAL OPHIDOLITE

Middle - Late Cretaceous

- LATE MAGMATIC UNIT
Upper extrusives
- Intrusives - Peridotite, gabbro
- EARLY MAGMATIC SEQUENCE
Sheeted dyke complex
and Lower extrusives
- Cumulate and High level gabbro
- Dunite
- MANTLE SEQUENCE
Textonized harzburgite

SUMEINI AND HAWASINA NAPPEs

Late Permian - Late Cretaceous

- TRIASSIC-CRETACEOUS
Umar Group
Volcanic rocks, basin facies
- TRIASSIC-CRETACEOUS
Kawa Group
Volcanic rocks, platform facies
- LATE PERMIAN - LATE CRETACEOUS
Hamat Dura Group
Volcanic rocks, basin facies
- LATE PERMIAN - JURASSIC
Baird Formation
Shelf facies
- TRIASSIC - LATE CRETACEOUS
Al Anah Group
Volcanic rocks, slope facies
- LATE PERMIAN - LATE CRETACEOUS
Sumain Group
Slope facies

Geological symbols

- Contact
- Fault - Dashed where inferred
- Major thrust fault - Saw-tooth on upper plate
- Minor thrust fault, reverse fault

Ministry of Petroleum and Minerals (1993)

Fig. I -3-1 Geologic map of the South Batinah Coast area

①

②

③

3-2 鉱化作用及び鉱業略史

3-2-1 鉱床概要

本地域の探査ターゲットである銅の鉱床及び鉱微地について、そのタイプと胚胎位置との関係を模式的に示したものが Fig.1-3-2 である。このような鉱床タイプのうち、本地域で経済性が期待できる塊状硫化物鉱床について以下に述べる。

オマーン山脈地域に見られる塊状硫化物鉱床は、いずれもサマイル火山岩類を構成する下部火山岩類中に位置し、層準規制を受けている。鉱床は、形態及び構成鉱物の特性より、大洋底で生成したキプロス型の銅鉱床と考えられている。

オマーン山脈地域に分布する代表的なキプロス型の銅鉱床としては、ソハール (Sohar) 地域のラセイル (Lasail) 鉱床、アアジャ (Aaja) 鉱床及びベイダ (Bayda) 鉱床、ラカー (Rakah) 地域のラカー鉱床及びハイル・アス・サヒル (Hayl as Sahil) 鉱床が挙げられる。このうち最大の規模であるラセイル (Lasail) 鉱床の概要を例として以下に示す。

ラセイル鉱床

- 鉱床賦存位置 : 下部火山岩類中の下部噴出岩類と上部噴出岩類の境界部。
- 鉱体の広がり : 600 m (N-S) x 300 m (E-W)。
- 鉱体の延長と厚さの比 : 12:1 (厚さに対して広がりが多い)。
- 主要構成鉱物 : 黄銅鉱, 黄鉄鉱。
- 主要随伴鉱物 : 閃亜鉛鉱, 赤鉄鉱, 磁鉄鉱, 石膏, 石英。
- 鉱石の産状 : 塊状黄銅鉱・黄鉄鉱, 塊状黄鉄鉱, 網状黄鉄鉱。
- 随伴鉱物の産状 : 側方部及び上部に赤鉄鉱, 磁鉄鉱及び鉄石英を伴う。
- 鉱物の累帯分布 : 明瞭。
- 鉱物の組織 : コロフォーム組織及び堆積組織 (側方部), 交代組織 (中央部)。
- 下盤側の鉱化作用 : 黄鉄鉱-石英網状鉱。
- 下盤側の変質作用 : 緑泥石化及び強珪化。

3-2-2 鉱業略史

オマーン国北部のオマーン山脈地域は、メソポタミアの時代には銅の主要な生産地であったことが知られている。この古代の銅の採掘、製錬はイスラム時代初期の西暦 940 年頃まで続いたと伝えられている。この時代に稼行された銅の鉱床は、現在のラセイル鉱床やラカー鉱床と推定され、現在でもこの地域でこの時代のもと考えられる多量のスラグや製錬跡を見ることができる。

オマーン山脈地域において銅鉱床を主な対象とする近代的な探査は、1960 年代にカナダの Prospection Ltd.により始められ、現在知られているソハール地域のラセイル鉱床、ベイダ鉱床、アアジャ鉱床やラカー地域のラカー鉱床に対してこの時期にボーリング調査を含む探査が実施され、鉱床の賦存が確認された。

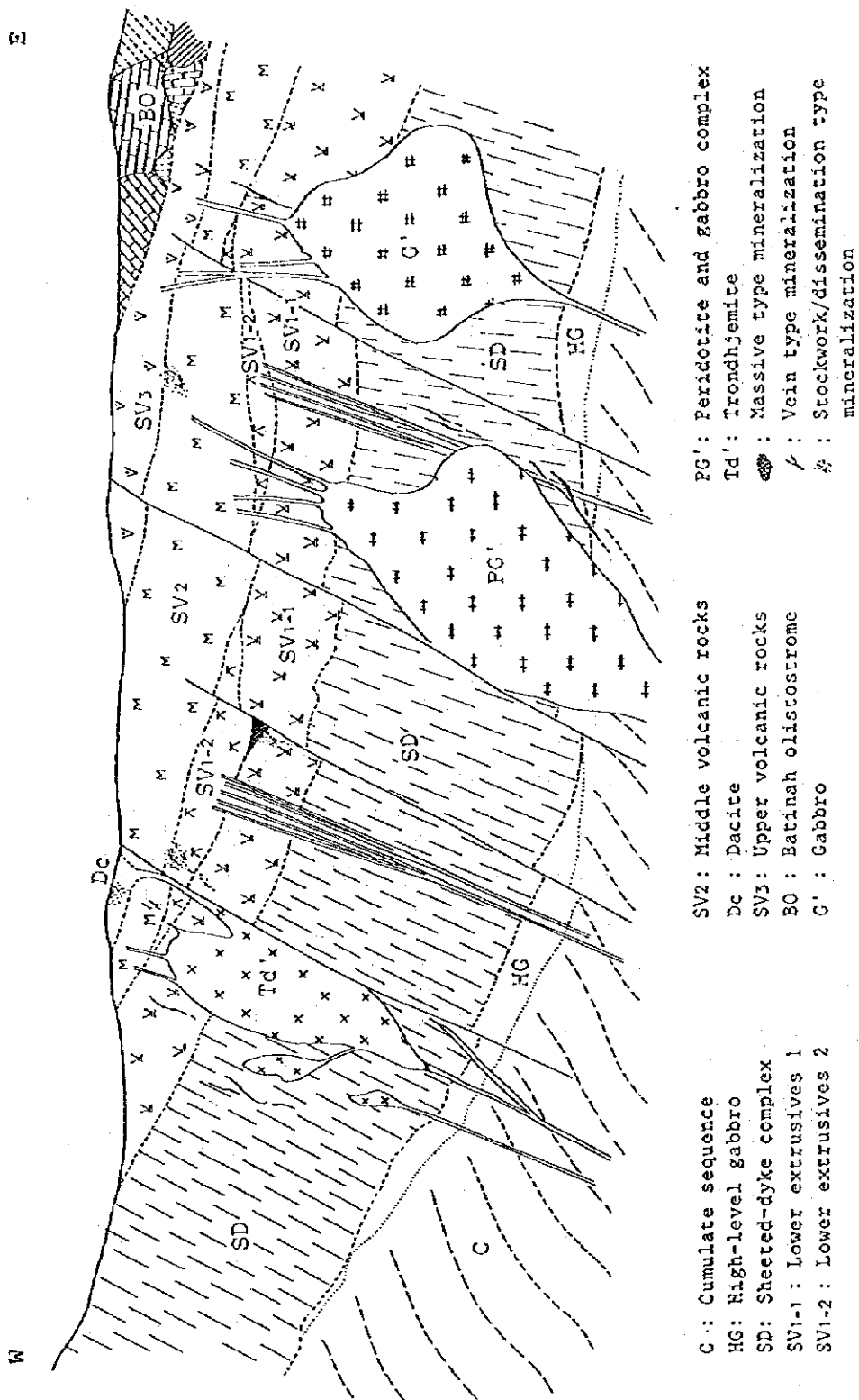


Fig. I -3-2 Schematic geologic model in Batinah Coast

1970年代にはオマーン国政府は、Prospection Ltd.の所有していた利権を買収し、ソハール地域の鉱山開発に着手した。この結果1983年、オマーン国政府の全額出資により設立されたOMCO（オマーン国営鉱山社）によりラセイルとベイダの両鉱山及びソハール銅製錬所の操業が開始された。この製錬所の能力は、銅地金24,000トン/年である。

オマーン政府は、このソハール製錬所に対し原料の安定供給を図るため、1984年に国際入札によりソハール製錬所を中心とする8,000km²の範囲に対する銅鉱床探査を大手開発（株）に発注した。調査は1987年までの4年間実施され、既知鉱床周辺において新たに鉱量を獲得するとともに、多くの鉱徴地を確認した。

一方、フランスのBRGMは、1983年にオマーン国政府より北部オマーン山脈地域に対する地質図幅作成調査プロジェクトを受注し、1985年までの間実施した。この図幅調査中オマーン山脈の西麓に位置するハイル・アス・サヒル（Hayl as Sahil）部落近くで大規模なゴッサン帯を発見すると共に、幾つかの鉱徴地を確認した。

1985年にはオマーン国政府は、図幅作成調査中に発見された主要な13ヶ所の銅の鉱徴地に対する調査をBRGMに発注し、1986年までの間実施した。この結果ハイル・アス・サヒル部落近くのゴッサン帯において塊状硫化物鉱床の賦存を確認した。なお、本協力基礎調査の対象地区内に位置するマハブ（Mahab）6、マフム（Mahmum）、ビルモーセン（Bir Mohsen）、グザイン、ブワイリク、ダリス西部、ダリス3A5及びダリスの各鉱徴地は、この13の鉱徴地に含まれる。

1988年には、ハイル・アス・サヒル鉱床とラカー鉱床の開発の可能性を明らかにするため、オマーン国政府はその調査を日本政府に要請した。この要請に対して日本政府は、国際協力事業団及び金属鉱業事業団を通じて、この地域に対して資源開発協力基礎調査・地域開発計画調査を実施し、その開発の可能性を調査した。

一方、OMCOは、ラセイル、ベイダ両鉱床の鉱量が枯渇してきたことから、ソハール製錬所への原料供給のため1988年にソハール地域のアアジャ鉱床の開発に着手したが、1993年にはこの鉱床も終掘しており、現在は海外からの買鉱により操業を続けている。終掘した各鉱床の総生産量と品位を以下に示す。

鉱山名	総生産量	品位
ラセイル（Lasail）鉱山	9,183,677t	1.42%
アアジャ（Aaja）鉱山	2,561,887t	0.97%
ベイダ（Bayda）鉱山	790,891t	1.60%
ラセイル西（Lasail West）鉱山	434,478t	1.02%

このような背景よりオマーン国政府とOMCOは、引き続き国内鉱山開発のため精力的に探鉱活動を実施している。特に、ハイル・アス・サヒル鉱床に対しては、重点的に探鉱を実施しており、これまでに既知鉱床の周辺部でアルジャディード（Al Jadeed）、アルアスガー（Al Asghar）、

アルビシャラ (Al Bishara) という 3 つの衛星鉱体を確認している。これらの探査によって捕捉された鉱量は、ハイル・アス・サヒル鉱床とその衛星鉱体及びラカー鉱床を併せて合計約 11 百万 t、銅平均品位 1.44%、金平均品位 0.73g/t である。

また、1994 年にはラカー鉱床の地表部のゴッサンを対象としてラカー金鉱山が操業を開始し、年間 500kg の金を生産している。このラカー金鉱床とハイル・アス・サヒル鉱床の衛星鉱体であるアルビシャラ鉱床のゴッサン部を合計した確認鉱量は 895,042t で、その金品位は 5.23g/t である。

さらに、これまで実施した探鉱結果の見直しを行うため、オマーン国政府はオマーン山脈北東側の地域に対して 1990 年より 1992 年までヘリコプターによる空中磁気探査を実施し、鉱化作用に関連する磁気異常帯の抽出を行った。この結果に基づいた物理探査を主とする調査が 1995 年から開始されており、本協力調査もその一環として位置付けされている。

第4章 調査結果

4-1 物理探査

物理探査手法として精査地区を抽出するために TDIP 法、その精査地区内での調査のために TEM 法を用いた。

TDIP 法は分極率と比抵抗の 2 つのパラメーターを同時に測定できることから、分極率異常を伴った低比抵抗異常（メタルファクター異常部）部の平面的分布域を抽出でき、その拡がりから鉱化作用が及んでいる地域（鉱化帯）を推定できる。しかし、測線に沿った探査であるために測線下のみならず側方からの影響をも受け、異常体の位置の特定及びその特性の把握に限界があり、ボーリング地点を決定するためにはさらに精度の良いデータを取得する必要がある。

これに対して、TEM 法は比抵抗に関するデータが得られるのみであるが、側点直下からの応答が得られ、かつ電導体に対する感度が高いため、比抵抗異常体の位置を特定するのに優れている。したがって、TDIP 法で抽出される高メタルファクター異常部に対して TEM 法による調査を実施することにより、塊状硫化物鉱体が分布する可能性を示す低比抵抗異常部の位置を精度良く把握することができる。

4-1-1 TDIP 法調査

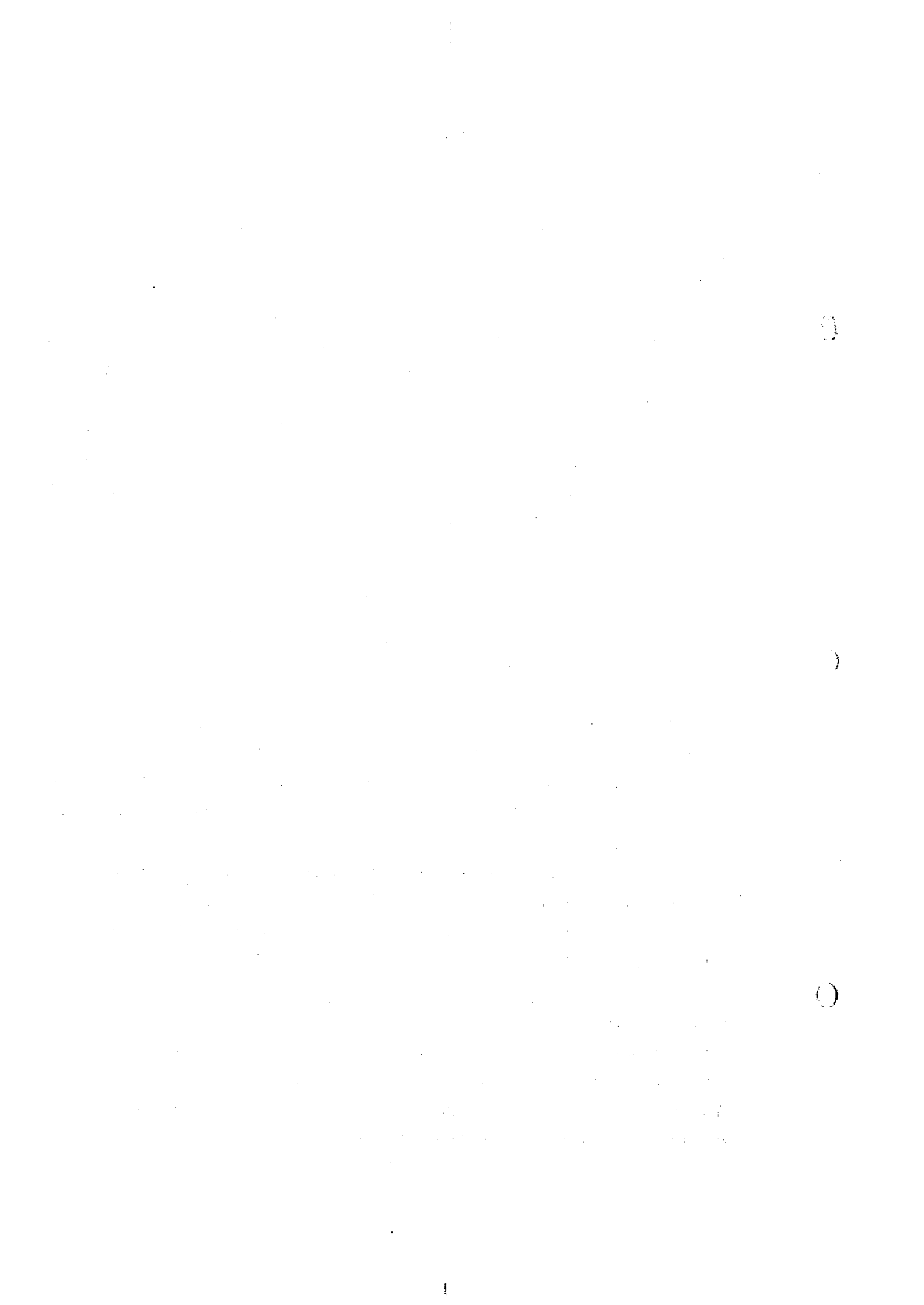
TDIP 法調査は、グザイン地区では平成 7 年度の調査範囲の西方及び東方延長部、ドカール地区では平成 8 年度の調査範囲の西方及び南方延長部において、鉱化帯の抽出を目的として実施した。

グザイン地区では、西部の中央付近において低比抵抗異常を伴った高分極率異常が抽出された。この異常の分極率と比抵抗の比から求めたメタルファクターは、グザイン地区内で最も高い値を示し、その分布は南北に伸張する傾向が認められた。この調査結果を Fig. I-4-1 に示す。一方東部については、広範囲に高分極率異常が認められたものの、その中に低比抵抗異常を検出することはできなかった。

ドカール地区では、平成 8 年度の調査で検出された高分極率異常を特徴とする IP 異常が、北西方向に連続することが確認され、それ以外では調査地区の南西端に高分極率異常部が抽出された。しかし、ドカール地区ではこれらの高分極率を示す範囲内においては、グザイン地区のような低比抵抗異常部は検出されなかった。

4-1-2 TEM 法調査

本年度 TEM 法調査を実施した場所は、平成 8 年度の大ループ TEM 法調査で異常部が検出されたグザイン地区の中央部、本年度の TDIP 法調査で異常部が検出されたグザイン地区西部、平成 7 年度と 8 年度の調査で IP 異常が検出されたダリス地区とドカール地区の 4 ケ所である。これらの地区において比抵抗構造の解明と塊状硫化物鉱体賦存部の抽出を行った。



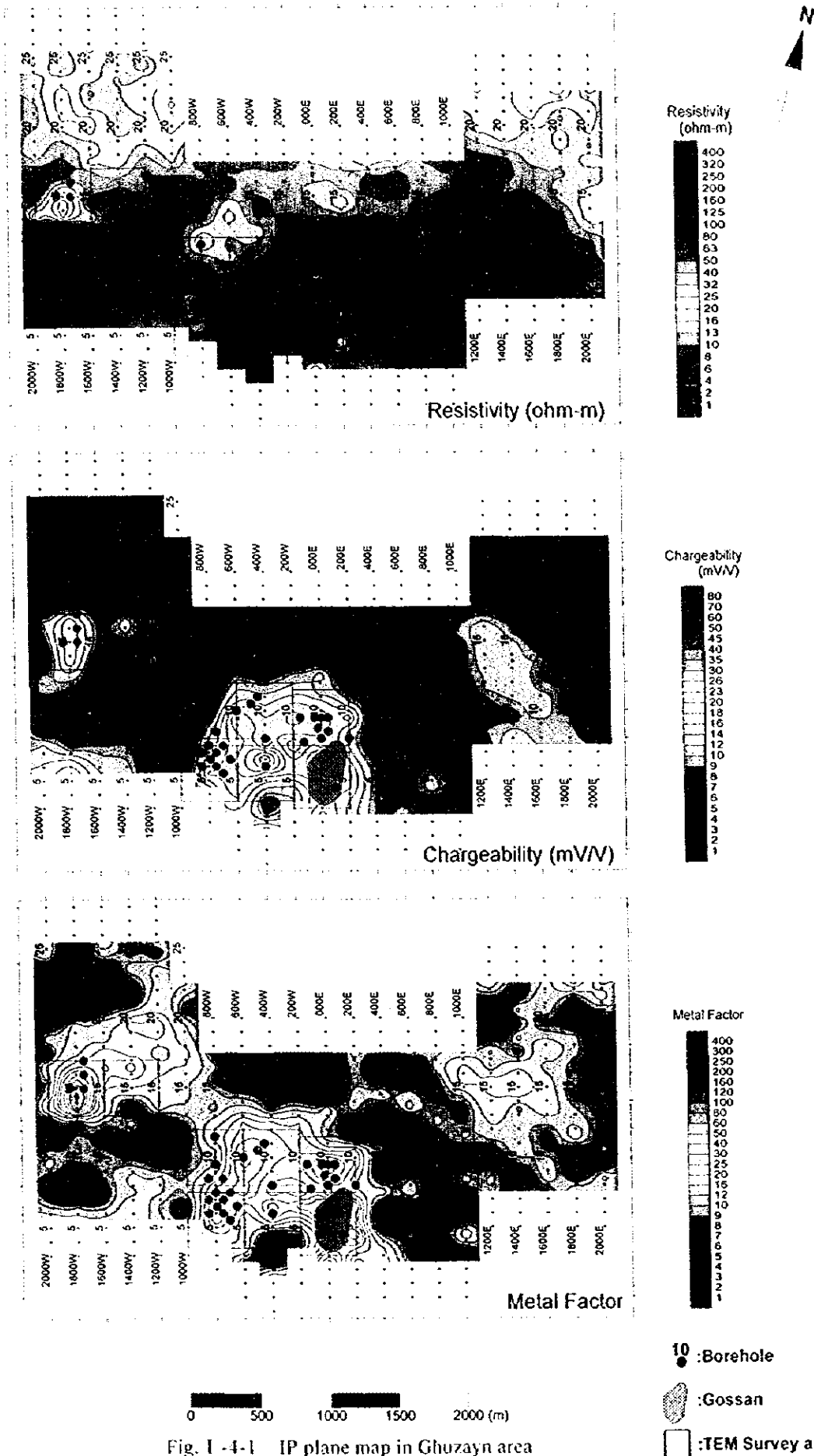


Fig. I -4-1 IP plane map in Ghuzayn area

0

0

0

グザイン地区の中央部の 2ヶ所で実施した小ループ TEM 法調査の結果は、No.1 鉱体周辺では小規模な鉱体の分布を示唆する弱い異常が検出され、No.1 鉱体と No.2 鉱体の中間に検出された高磁場異常部については小ループでは異常部は抽出されなかった。

グザイン地区の西部で実施した大ループと小ループによる TEM 法調査の結果は、後述するボーリング調査で捕捉された塊状硫化物鉱体 (No.3 鉱体) の賦存域を明瞭に示した。その分布範囲は東西約 200m、南北約 400m の楕円状であると推定された (Fig. I-4-2)。また、鉱体は南側で厚く、南縁はおそらく断層で境されており、北側に向かって緩やかに傾斜するとともにその厚さを減じていると推定された。

ドカール地区では、平成 8 年度の調査範囲の西側で大ループによる調査を実施したが、顕著な異常は認められなかった。

ダリス地区については、広範囲の IP 異常部から 2ヶ所を選出して大ループによる TEM 法調査を実施した。そのうちの 1ヶ所で、やや高い磁場異常を検出した。

4-2 ボーリング調査

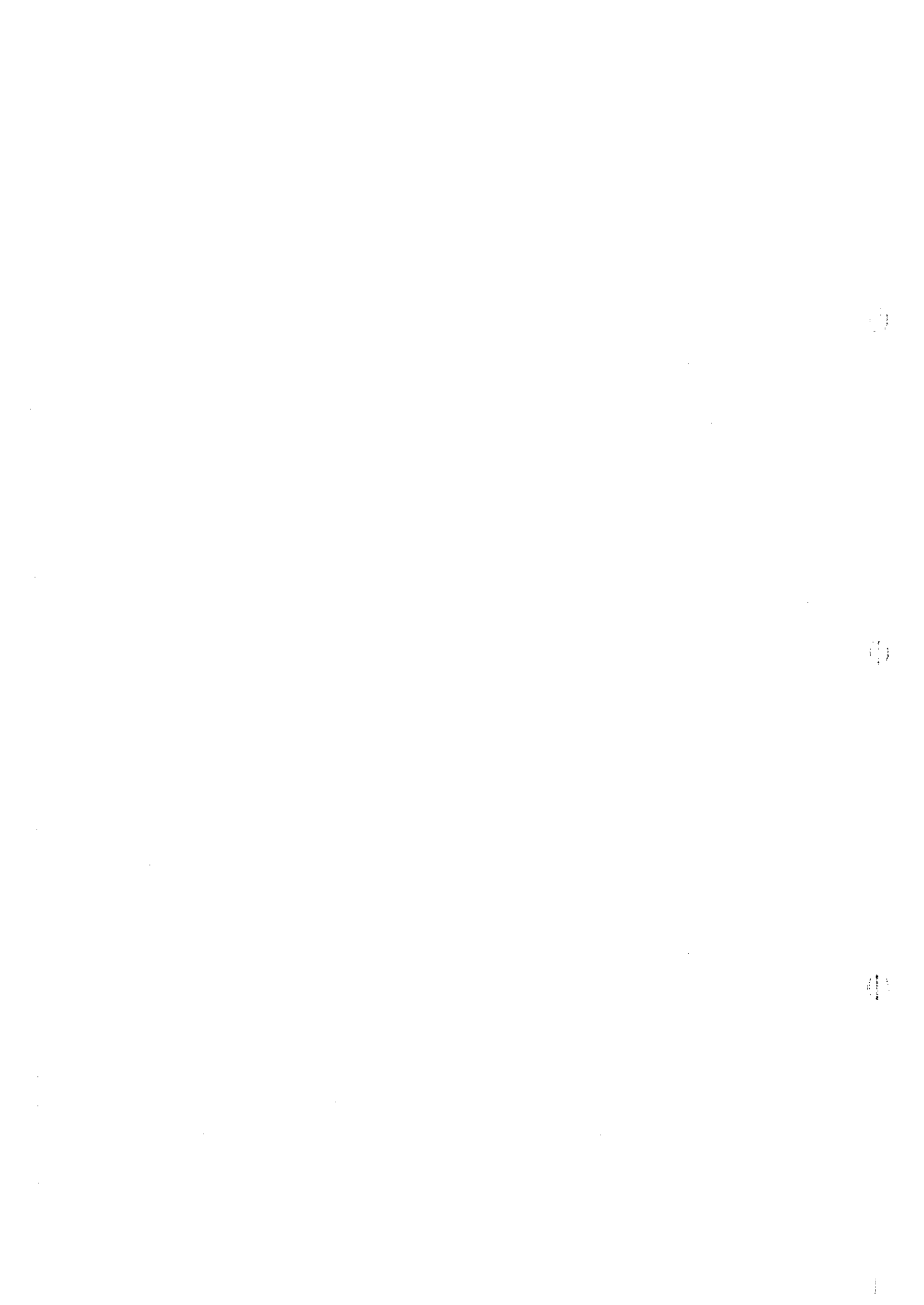
平成 8 年度及び本年度の調査結果に基づいて、グザイン、ダリス及びドカールの 3 地区において、合計 19 孔、総掘進長 4,941.25m のボーリング調査を実施した。

グザイン地区では中央部、東部及び西部でボーリング調査を実施した。これらの結果をとりまとめたものを Table. I-4-1 に、ボーリングの位置及び鉱体の位置を Fig. I-4-3 に示す。

中央部では平成 8 年度に本調査によって発見された No.2 鉱体について、その分布範囲と品位を調べるためにボーリング調査を行った。その結果、5 孔で塊状硫化物鉱体を捕捉し、その他の 2 孔では鉱体の延長部である磁鉄鉱に富む 1~2m の厚さの金属質堆積物の存在を確認した。平成 8 年度と本年度のボーリング調査によって、No.2 鉱体は南北延長 400m×東西延長 200m の楕円状の分布を示し、鉱体の鉛直方向の厚さは平均約 20m で、深度 90m から 280m の間に位置しており、北西方向に 20 度~40 度傾斜していることが明らかになった。概算では、本鉱体の地質鉱量は約 500 万トン、その銅平均品位は約 1.2% である。

グザイン地区東部では、No.1 鉱体の調査と平成 8 年度の TEM 法調査で抽出された 3ヶ所の高磁場異常についてボーリング調査を実施した。その結果、No.1 鉱体では MJOB-G25 孔がコア長 7.45m、銅平均品位 3.51% の塊状硫化物鉱体に着鉱した。しかし、高磁場異常部では G26 孔が既に報告されている磁鉄鉱の塊状鉱体を捕捉したのみで、いずれも塊状硫化物鉱体を捕捉することはできなかった。

グザイン地区の西部では、本年度の物理探査で検出された顕著な異常に対するボーリング調査を実施した。その結果、実施した 4 孔全てで塊状硫化物鉱体 (No.3 鉱体) を捕捉した。これらの鉱体部のコア長とその銅平均品位は、MJOB-G30 孔では 91.4m で 2.68%、G31 孔では 72m で 1.66%、G32 孔では 39.65m で 1.13%、G33 孔では 16.45m で 0.83% を示した。なお着鉱部の深度は、110m から 247m の間であった。以上の塊状硫化物鉱体のほかに、MJOB-G31 孔と



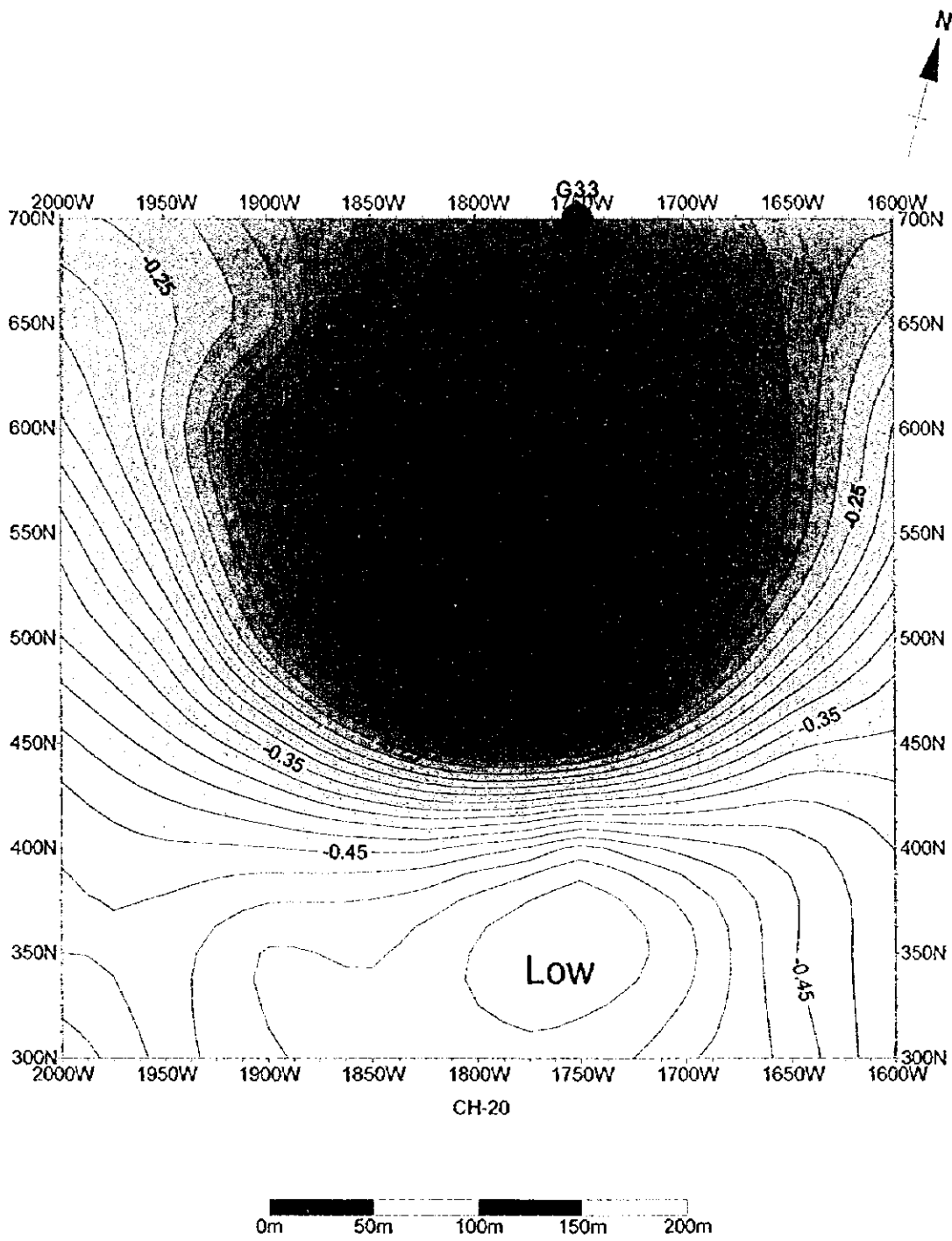


Fig. I -4-2 TEM response map in western part of Ghuzayn area

0

0

0

Table I -4-1 Summary of drilling results in Ghuzayn area

Ore Body Name	Bore Hole NO.	Type of Ore	Depth (m)		Thickness (m)	Average Grade	
			from	to		Cu%	Zn(%)
GHUZAYN No.1 Body	MJOB-G25	massive sulphide	115.60	123.05	7.45	3.51	0.03
		stockwork	123.05	148.95	25.90	0.19	0.04
GHUZAYN No.2 Body	MJOB-G18	massive sulphide	251.80	267.00	15.20	0.96	0.08
	MJOB-G19	massive sulphide	194.10	227.50	33.40	1.15	0.05
	MJOB-G20	massive sulphide	273.90	279.30	5.40	0.69	0.02
	MJOB-G21	massive sulphide	126.10	138.75	12.65	0.50	0.01
	MJOB-G22	stockwork(upper)	90.50	96.55	6.05	0.33	0.01
		massive sulphide	96.55	110.20	13.65	2.70	0.03
		stockwork(lower)	110.20	144.85	34.65	1.33	0.14
		stockwork(high grade)	117.85	127.85	10.00	3.56	0.10
MJOB-G29	stockwork	132.75	142.85	10.10	1.16	0.05	
GHUZAYN No.3 Body	MJOB-G30	massive sulphide	110.40	201.80	91.40	2.68	0.01
		massive sulphide (high grade part)	114.40	126.40	12.00	7.71	0.01
	MJOB-G31	massive sulphide	109.30	181.30	72.00	1.66	0.04
		stockwork	181.30	213.25	31.95	0.27	0.01
	MJOB-G32	massive sulphide	169.35	209.00	39.65	1.13	0.05
	MJOB-G33	stockwork	223.20	230.95	7.75	0.70	0.04
		massive sulphide	230.95	247.40	16.45	0.83	0.06

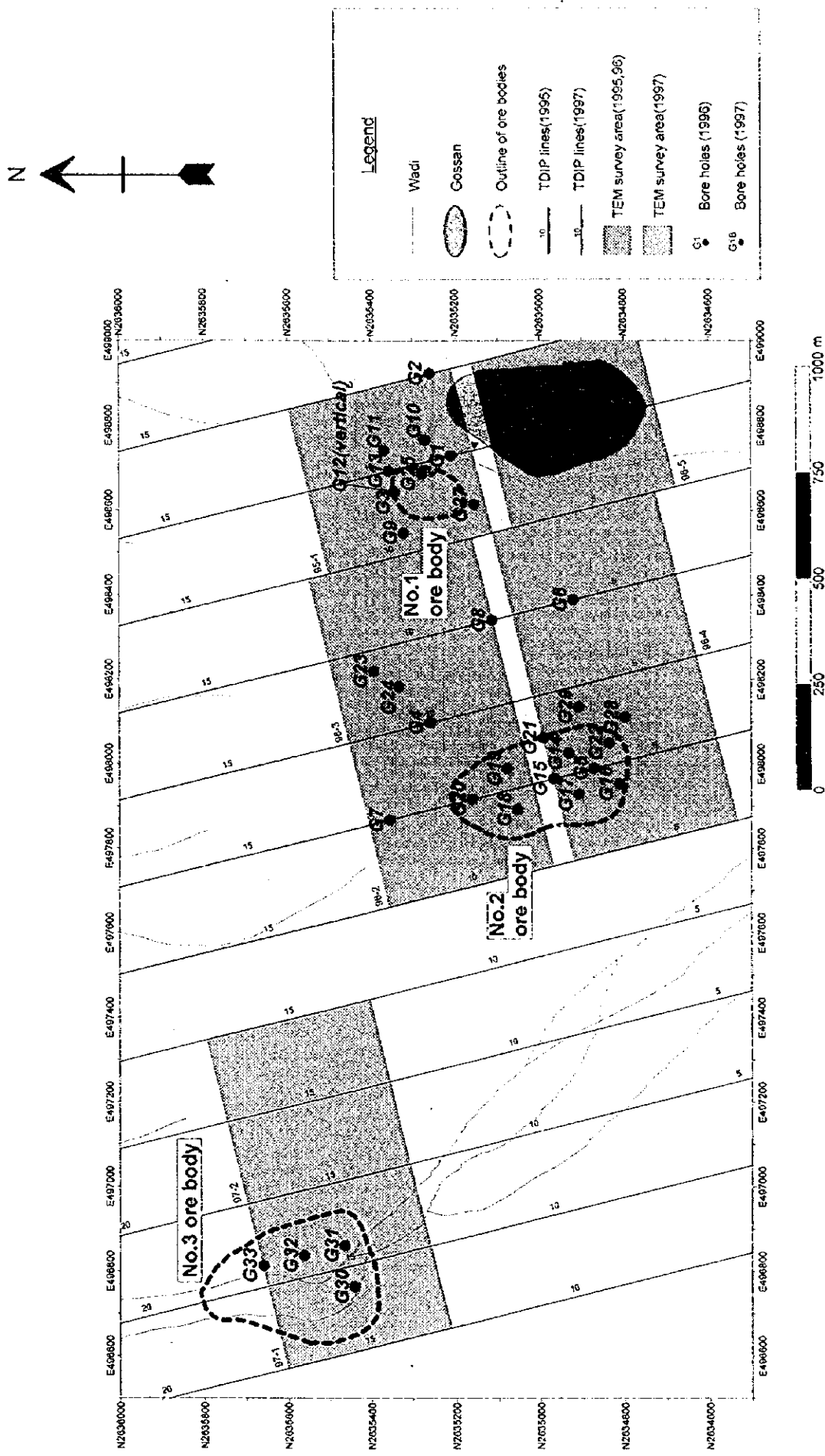


Fig. I -4-3 Location map of Ore bodies and boreholes in Ghurayn area

①

①

①

G33 孔ではそれぞれ塊状鉱体の下部と上部に鉱染とネットワークからなるストックワーク鉱部が存在するのを確認した。

なお、ダリス及びドカール地区におけるボーリング調査では、硫化鉱物の鉱染及び微脈を確認したのみで塊状硫化物鉱体を捕捉することはできなかった。

4-3 地質調査

グザイン地区における塊状硫化物鉱床周辺の地質及び鉱化状況から、次のような探査指針が考えられる。

- (1) 本地域の塊状硫化物鉱床は層準規制を受けており、下部噴出岩類 (V1-1) と上部噴出岩類 (V1-2) の境界部に胚胎されている。
- (2) 塊状硫化物鉱体の周辺には、鉱化変質として珪化、白色緑泥石化及び緑れん石化が認められ、このうち珪化と緑れん石化は鉱体の周辺部でも顕著である。
- (3) 塊状硫化物鉱床と断層は、鉱床の生成において密接な関係を有している。
- (4) 金属質堆積物が明瞭な堆積構造を示し、磁鉄鉱層を多く挟みかつ銅の鉱徴が認められる場合、側方で塊状硫化物鉱体に漸移する可能性がある。

上述の探査指針に基づいて、調査対象地域北西部の 14 ケ所の既知鉱徴地において地質調査を実施した。その結果、次の 7 つの鉱徴地、ハラキラブ、マハブ 5 及び 6、マハブ 3、マハブ 4、マフム、マケール、マケール南方が塊状硫化物鉱床の賦存ポテンシャルが高い地区と判断された。その中でも、ゴッサンが顕著な酸化銅の鉱徴を伴っており、小規模ながらも塊状硫化物鉱体が確認されているハラキラブ鉱徴地とマハブ 3 鉱徴地の周辺は最も有望と考えられる。

また、グザイン地区の TDIP 法調査既実施地区の南方延長部と西方延長部において、塊状硫化物鉱体賦存の可能性を示す鉱化変質と酸化銅を伴う有望な鉱徴を確認した。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本年度の調査結果は以下のように結論付けられる。

- (1) グザイン地区の東部と西部で実施した TDIP 法調査の結果では、西部において塊状硫化物鉱体の存在を示唆する顕著な IP 異常を抽出した。
- (2) 上述のグザイン地区西部の IP 異常に対して実施した TEM 法調査のうち、大ループによる調査の結果、その TEM 異常から塊状硫化物鉱体のおおよその分布範囲を特定することができた。さらに、小ループによる調査の結果から鉱体の分布範囲、深度及び厚さの傾向についての有用な情報を得ることができた。
- (3) グザイン地区の No.1 鉱体について実施したボーリング調査 (MJOB-G25 孔) の結果、コア長 7.45m で平均銅品位 3.51%の塊状硫化物鉱体を捕捉した。
- (4) グザイン地区の No.2 鉱体について 7 本のボーリング調査を実施し、そのうちの 5 本で塊状硫化物鉱体を捕捉した。この結果、No.2 鉱体は塊状硫化物鉱体のみでは南北延長 400m×東西延長 200m の規模を有し、概算では鉱量 500 万 t、その平均銅品位は約 1.2%であることが明かとなった。
- (5) グザイン地区西部で抽出した IP 及び TEM 異常に対して実施した 4 本のボーリング調査の結果、G30 孔でコア長 91.40m で平均銅品位 2.68%の塊状硫化物鉱体 (No.3 鉱体) を捕捉した。また、その延長部で実施した G31 孔～G33 孔でも塊状硫化物鉱体を捕捉し、それらの着鉱部のコア長はそれぞれ 72m、39.65m、16.45m であった。
- (6) ボーリングコアの観察結果から、本地域の鉱化変質として、緑レン石化と珪化が鉱体の周辺部に普遍的に認められることが明かとなり、これが地表調査において最も重要な探査指針になりうることが判明した。
- (7) 調査対象地域北西部地区の 14 ケ所で実施した既知鉱微地における地質調査の結果では、ハラキラブ (Hara Kilab) からマハブ (Mahab) にかけての地区が、塊状硫化物鉱体賦存のポテンシャルが最も高い地区として抽出された。
- (8) グザイン地区の TDIP 調査既実施地区の南方延長部と西方延長部において塊状硫化物鉱体賦存の可能性を示す、鉱化変質と酸化銅を伴う有望な鉱徴を確認した。

5-2 提言

本年度の調査によってグザイン地区において 3 番目の、しかも本地区で最も優勢な塊状硫化物鉱体を捕捉したことにより、グザイン地域のみならずバチナコースト全域の鉱床賦存ポテンシャルが非常に高いことが証明された。したがって、以下の地区において引き続き物理探査及びボーリング調査を実施することを提言する。

(1) グザイン地区

1. 本年度のボーリング調査で捕捉した No.3 鉱体についてその詳細を確認するためのボーリング調査を実施するとともに、北部延長部の分布範囲を明かにするために TEM 法調査を行う。
2. TDIP 法調査を鉱徴地が存在する既実施地区の南方及び西方にさらに延長して実施し、塊状硫化物鉱体賦存の可能性を調査する。
3. 2. の TDIP 法調査で抽出される異常部に対して、TEM 法調査及びボーリング調査を実施する。

(2) ドカール地区

1. TDIP 法調査を既実施地区の南西方にさらに延長して実施し、周辺部における塊状硫化物鉱床存在の可能性を調査する。
2. 1. の TDIP 法調査で抽出される異常部に対して、TEM 法調査及びボーリング調査を実施する。

(3) ハラキラブーマハブ地区

1. 本年度の地質調査により塊状硫化物鉱体賦存のポテンシャルが高いと評価されたハラキラブからマハブにかけての地区において TDIP 法調査を実施し、塊状硫化物鉱床存在の可能性を調査する。
2. 1. の TDIP 法調査で抽出される異常部に対して、TEM 法調査及びボーリング調査を実施する。

第Ⅱ部 各 論

0

0

0

1

第1章 地質調査

1-1 調査の経緯及び目的

本年度の調査では、調査対象地域の北西部における既知鉱徴地とその周辺部において詳細な地質調査を実施した。

本地域では地表徴候のある既知鉱徴地を中心にして、数々の探査が実施されてきた。しかしながら、それらは鉱徴地の近傍のみであり、極めて限られた部分の探査が実施されたに過ぎない。また平成7年度と8年度に実施された中央パチナコースト地域資源開発協力調査によって、パチナコースト地域の鉱床賦存ポテンシャルが高いことが確認された。

従って、本調査地域内で塊状硫化物鉱床の胚胎が期待される下記の14鉱徴地において、地質及び鉱化状況を把握することにより、新しい探鉱有望地を抽出することを目的に本調査が実施された。

1-2 調査位置及び調査方法

地質調査を実施したのは下記の14ヶ所の鉱徴地を含む地区である。これらの位置を Fig.II-1-1 に示す。

マハブ (Mahab) 地区	(1)ハラキラブ (Hara Kilab) (2)マハブ5及び6 (3)マハブ3 (4)マハブ4 (5)マフム (Mahmum) (6)マハブ2
サラミ (Sarami) 地区	(7)サラミ (8)サラミ東方
ドカール (Doqal) 地区	(9)リストワイナイト (Listwaenite) (10)ドカール西方
サラヒ (Salahi) 地区	(11)サラヒV及びVI (12)サラヒI
マケール (Maqail) 地区	(13)マケール (14)マケール南方

調査に当たっては、既存の縮尺10万分の1ないし縮尺5万分の1の地形図、地質図及び縮尺2万分の1の航空写真を使用して、2,500分の1のルートマップを作成した。踏査ルートは既存の資料を十分に検討し、主にサマイル・オフィオライト中のシート状岩脈群及び火山岩類の分布する地域に設定した。踏査に当たっては、衛星画像、航空写真及び既存資料を活用した。調査結

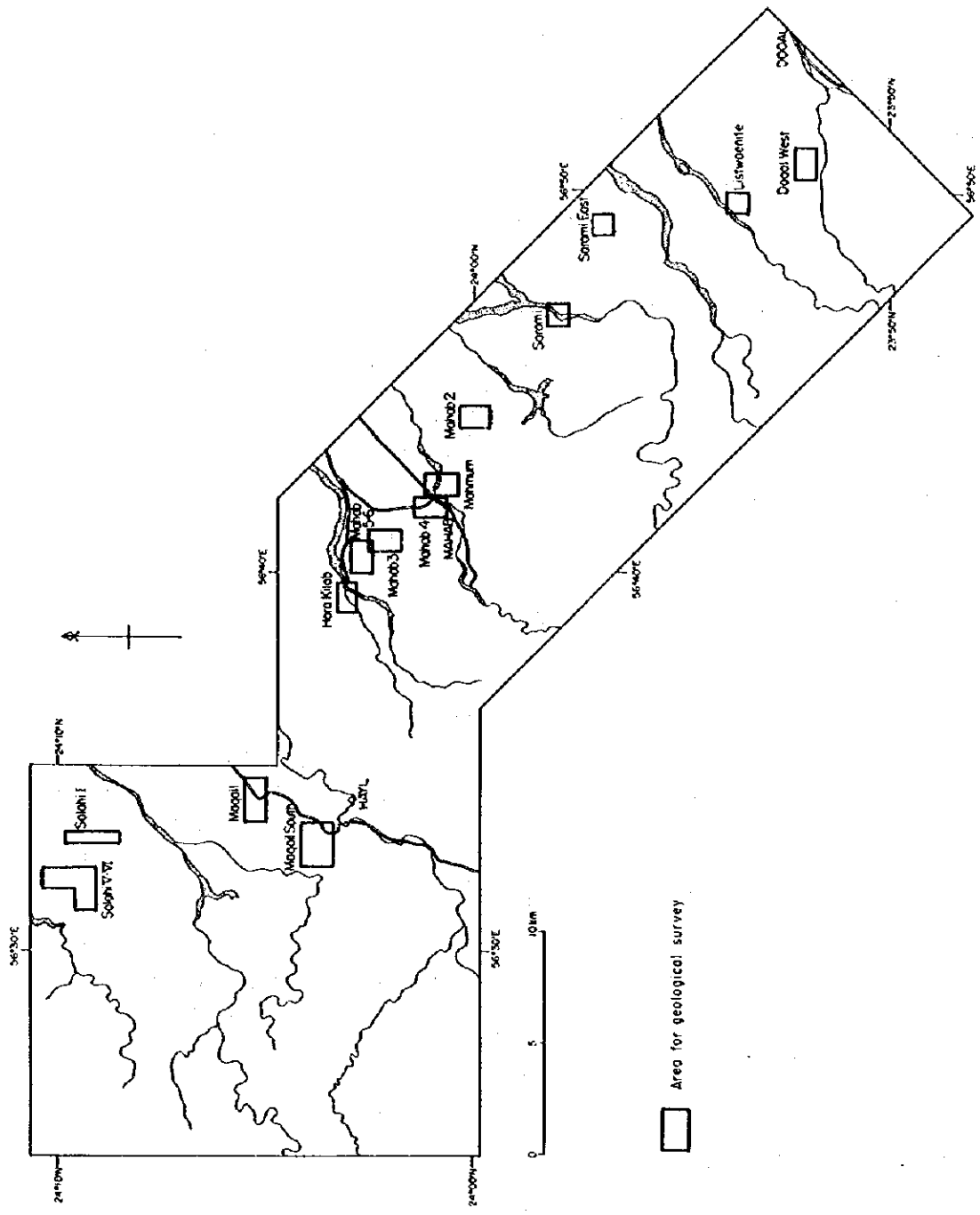


Fig. II-1-1 Location map of mineral showings in northern part of the survey area

果は、既存資料を含め縮尺 2,500 分の 1 の地質図にまとめた。

1-3 地質調査結果

1-3-1 地質概要

本調査地域の地質概要を以下にまとめた。総合柱状図を Fig. II-1-2 に示す。

本地域は、主にサマイル・オフィオライト、オフィオライト最上部層（パチナ・オリストストローム）及び原地性の第三系・第四系からなる。これらのうち地質調査の範囲には、サマイル・オフィオライトのうちの集積岩ガブロ（CG）、シート状岩脈群（SD）、サマイル火山岩類（SV）及び貫入岩類（I）が分布する。

(a) 集積岩ガブロ（CG）

集積岩ガブロ（CG）は、集積層の最上位に現れ、集積層とシート状岩脈とを分けている。本岩は等粒状の角閃石ガブロからなり、粒度変化に富む。

(b) シート状岩脈（SD）

シート状岩脈群（以下、SD と略す）は、幅 0.5m～3.0m の岩脈のみから構成され、細粒から中粒のドレライト～細粒ガブロより構成される。岩脈の縁には急冷相が発達する。SD はサマイル火山岩の下部噴出岩の下位に現れ、それらとは漸移関係にある。

(c) サマイル火山岩類（SV）

サマイル火山岩類（SV）は、下部火山岩類（SV1）、中部火山岩類（SV2）及び上部火山岩類（SV3）に分けられる。下部火山岩類と下位のシート状岩脈群とは漸移関係にある。

下部火山岩類（SV1）：下部火山岩類（以下、SV1 と略す）は、下部噴出岩類（以下、V1-1 と略す）、上部噴出岩類（以下、V1-2 と略す）及び下部金属質堆積岩（以下、U1 と略す）からなる。

V1-1 は化学組成的に分化した玄武岩質溶岩から安山岩質溶岩で構成され、大部分は直径 1.0m から 2.0m の大きな茶褐色の枕状溶岩からなり、ほかに茶褐色から灰色の塊状のシート溶岩、ハイアロクラスタイト及びピロー・ブレッチャーからなる。風化した岩石表面は割れ方が鋭く、尖ったものが多い。V1-1 の枕状溶岩は無斑晶質で、厚いハイアロクラスタイト（5cm～40cm）を有するのが特徴である。塊状溶岩は灰色から褐灰色を呈し、数 10cm から数 m の厚さを呈する。厚い塊状溶岩には柱状節理が発達する。

V1-2 は、化学組成的には V1-1 より未分化な玄武岩質溶岩で、直径 10cm から 1.0m の淡緑色から紫灰色の枕状溶岩よりなる。特に直径 10cm から 30cm 程度の枕状溶岩が多いことが特徴である。V1-2 の枕状溶岩は、斑晶質で、バリオール組織を示すことがあり、伴うインターピロー

が薄い (1cm~5cm) ことが特徴である。

本岩の上部には放射状摂理の発達する小型から中型の枕状溶岩を挟在する。また、V1-1 との境界付近には U1 及び厚い塊状溶岩が発達することが多い。

U1 はいわゆるアンバーと呼称されるもので、暗褐色の放散虫化石を含む鉄分に富む堆積岩である。特に層状の磁鉄鉱を主体とし、酸化銅の鉱染が認められる場合には、塊状硫化物鉱床に側方漸移することがある。

中部火山岩類 (SV2) : 中部火山岩類 (SV2) は火山円礫岩から角礫岩 (以下、V2c と略す)、シート状シル (以下、SS2 と略す)、中部噴出岩類 (以下、V2 と略す) 及び中部金属質堆積岩 (以下、U2 と略す) からなる。

V2c は、円礫岩質から角礫岩質の砂礫からなるマトリックスと、SD 及び下部火山岩ブロック及び岩片から構成された再移動堆積物からなる。一般に、本岩は SD 及び SV1 を不整合で被覆する。SS2 は灰色の安山岩質からデイサイト質のシート、シル及び岩脈からなる。

V2 は、単斜輝石と斜方輝石の両輝石を含む安山岩質枕状溶岩及び塊状溶岩からなり、塊状溶岩を主体とする。塊状溶岩は灰色、褐灰色、緑色、青灰色、オレンジ色と多種の色彩を持ち、特に風化面では溶岩の急冷相がオレンジ色を示すことが多い。溶岩の中央部では緑色から青灰色を示す。最下部の塊状溶岩は茶褐色を示すことが多い。塊状溶岩は岩相的には粗粒玄武岩質である。枕状溶岩は紫色、緑色及び緑灰色を呈し、形の歪んだ枕状溶岩からなる。枕状溶岩は直径 0.5m から 1.0m のものを主体とし、1.5m を越えるものは稀である。

U2 は、U1 と比較すると鉄分が少なく、珪質のものが多く、本岩は V2 中に挟在される。北部の Salahi I 鉱徴地では、この U2 が金の鉱化作用を受けている。

上部火山岩類 (SV3) : 上部火山岩類 (SV3) は、ドレライト質塊状溶岩 (sheet flows) を主体とする上部噴出岩類 (以下、V3 と略す) 及び上部金属質堆積岩 (以下、U3 と略す) からなる。本岩類は、調査地域北部の Salahi 鉱徴地付近に広く分布する。

V3 の塊状溶岩は柱状節理が良く発達し、淡緑灰色を呈する。このような塊状溶岩のシート・フローは、ひとつのユニットが最大で厚さ 170m に達する。

V3 の枕状溶岩は、上部火山岩類の最下部、中部及び最上部に認められ、一般に暗緑灰色を呈する。枕状溶岩は、直径 0.6m から 1.2m のものを主体とする。

U3 は、上部火山岩類の最下部及び中部に認められ、桃色頁岩及びジャスパーを伴った赤褐色の鉄分に富む堆積物を主体に構成され、緑灰色の珪質頁岩及びチャートを挟在する。

(d) 貫入岩類

貫入岩類は、カンラン岩 (P^r)、ガプロ (Gu^r)、トロニエマイト (Tr^r) 及び後期ドレライト岩脈などが認められる。カンラン岩 (P^r) はウェーライト、トロクトナイト、含斜長石ダナイト及

び含カンラン石輝岩からなる。ガプロ (Gu) は、ほかに閃緑岩及び石英閃緑岩を含む。トロニエマイト (Tr) はほかに石英閃緑岩を含む。後期ドレライト質岩脈はほかに細粒ガプロからなる。

本調査地域の Mahab-3 鉱徴地及び Mahab-4 鉱徴地においては、V1-1 と V1-2 の境界に沿ってトロニエマイト (Tr) が、Sarami では同境界にガプロ (Gu) が貫入している。

(e) オフィオライト最上部層 (パチナ・オリストストローム)

オフィオライト最上部層は、テチース海形成時の堆積物がテチース海の閉塞に伴う衝上運動によって再移動・再堆積したオリストリスからなる。この堆積物は、一般にパチナ・オリストストロームと呼ばれている。本層は三疊系から白亜系の堆積岩類及び火成岩類のオリストリスから形成されている。

(f) 異地性ナップ形成後の現地性堆積岩類

異地性ナップ形成後の現地性堆積岩類は、第三系及び第四系からなる。第三系は、後期暁新世から前期始新世の大型有孔虫化石を含む黄色泥灰岩、上部ノジュール状石灰岩及び堆積性角礫岩からなる。第四系は、段丘堆積物を構成する古扇状地堆積物、準現世扇状地堆積物、活動中の準現世斜面崩壊堆積物、現世から準現世の粘土・シルトからなるカグラ堆積物、現世から準現世の砂丘を構成する風成砂、現世の扇状地堆積物及び沖積層からなる。

1-3-2 地質構造

本地域の地質構造は、異地性ナップのサマイル・オフィオライト及びオフィオライト最上部層 (パチナ・オリストストローム) が白亜紀後期にアラビア盾状地に付加される時に形成された積重構造を主要構造とする。ナップ形成後の現地性の第三系及び第四系は下位の層とは不整合関係でパチナ海岸に堆積した。また、多くの衝上断層が発達し、第三紀以前の積重構造の境界部を形成したり、積重構造を形成する現地性及び異地性のブロックをスライスしている。さらに高角断層も良く発達し、ブロック状に地質的境界を転移させている。

1-3-3 各鉱徴地の地質及び鉱化作用

各鉱徴地の地質図を Fig. II-1-3~Fig. II-1-16 に示す。

(1) ハラキラブ鉱徴地

本鉱徴地は、パチナコースト沿いの主要都市サハム (Saham) の南西約 25km に位置する。

本地域の地質は、Fig. II-1-3 示すように、主にサマイル・オフィオライトの SD, V1-1, V1-2, U1, パチナ・オリストストローム、扇状地堆積物及び沖積層で構成される。

V1-1 は厚さ 50~100m 程度で、南方にて下位の SD に漸移する。V1-2 は露出が悪く、散点的に小露頭が認められるに過ぎず、厚さは比較的薄い (50m 以下) と考えられる。北部において、

その上位はパチナ・オリストストロームの石灰岩類に被覆される。

U1 は、調査地域南東部の V1-1 と V1-2 の境界付近に認められる。試料採取地点 HK-7 での U1 は、赤鉄鉱とジャスパーからなる典型的なもので、僅かながら酸化銅が認められる。

本鉱徴地には粘土質ゴッサンが認められ、その分布は 100m×150m である。1976 年に Prospection Ltd. が実施したボーリング調査によって、このゴッサンの下部で小規模な初生の塊状硫化物鉱体が捕捉されている (Fig. II-1-3)。ゴッサン周辺には、多くの鉱滓 (からみ) や酸化銅の付着したズリが存在する。このゴッサンは、E-W 系 (N80E) 断層と NW-SE (N60W) 系断層の交差部に存在し、E-W 系断層沿いには変斑れい岩及びトロニエマイトのマイロナイトが分布する。また、NW-SE 系断層は V1-1 ないし SD と V1-2 を境する。

(2) マハブ 5 及び 6 鉱徴地

本鉱徴地は、ハラキラブ鉱徴地より東南東方向に連続する鉱徴地であり、地質は主にサマイル・オフィオライトの SD, V1-1, V1-2, U1, 扇状地堆積物及び沖積層で構成される。

マハブ 6 鉱徴地は、V1-1 ないし SD と V1-2 を境する断層 (E-W~N40°W) に沿って、局部的に珪化・緑れん石化作用が認められる。

この付近の断層及び裂か系には、E-W 系、NW-SE 系、N-S 系及び NE-SW 系が認められる。NW-SE 系の断層沿いの変質 (珪化・緑れん石化) が最も強く、NE-SW 系断層は鉱化作用を伴わず、新期に活動したものと考えられる。

マハブ 5 鉱徴地は、V1-1 と V1-2 が断層関係で接しており、境界付近の岩石類は細かく塊状に破砕されている。試料採取地点 MB-4 から MB-9 までは、N15°W~N30°W の NW-SE 系断層沿いに、珪化・粘土化作用が認められる。変質は石英-赤鉄鉱-褐鉄鉱を主体とし、部分的に緑れん石を伴う。

(3) マハブ 3 鉱徴地

本鉱徴地は、マハブ 5 鉱徴地の南東部に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトの SD, V1-1, V1-2, U1, 扇状地堆積物及び沖積層で構成され、トロニエマイトが V1-1 と V1-2 の境界部に沿って貫入している。

鉱徴としては、V1-1 と V1-2 の境界付近に酸化銅に富むゴッサンが存在し、露頭での鉱徴としては顕著なものである。旧鉱山の鉱滓 (からみ) もハラキラブ鉱徴地よりも多い。ただし、ゴッサンの北方にはトロニエマイトが大規模に露出し、1976 年に Prospection Ltd. が実施したボーリングでは、ゴッサン直下 30~40m 付近で既にトロニエマイトを確認している。また、このボーリングによってゴッサンの下部にほとんど黄鉄鉱からなる塊状鉱体を補足している。

トロニエマイトは、塊状硫化物鉱床形成後の産物と思われるが、上述のように V1-1 と V1-2 の境界に貫入していることが多く、トロニエマイトの活動によって塊状硫化物鉱床が細かく分断されている可能性もある。

(4) マハブ 4 鈹微地

本鈹微地は、マハブ村の北方約 1.5km、マハブ 3 鈹微地の南東部に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトの集積岩ガプロ (CG), SD, V1-1, V1-2, U1, 扇状地堆積物及び沖積層で構成される。

本地域には、薄いながら比較的連続性の良い金属質堆積岩 (MB-16~MB-19) が露出する。ただし、地表部での銅の鈹微は弱く、金属質堆積岩もかなり珪質である。また、本地域は V1-1 と V1-2 の境界が明瞭であり、MB-23 のように断層関係で接する境界付近には酸化銅を伴う褐鉄鈹質ゴッサンが認められる。

(5) マフム鈹微地

本鈹微地は、マハブ村の東方約 1km に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトの SD, V1-2, V2, 扇状地堆積物及び沖積層で構成される。

本鈹微地では V1-2 が E-W 系断層によって強く破砕されている。鈹微としては、インターロー中や NW-SE (~E-W) 系裂かに沿って、石英-石膏-緑れん石-赤鉄鈹の脈が発達する。これらが、酸化されて褐色のゴッサンや粘土化帯を形成している。

(6) マハブ 2 鈹微地

本鈹微地は、マハブ村の東南東約 3.5km に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトの SD, V1-1, V1-2, U1, 扇状地堆積物及び沖積層で構成され、NW-SE 系の断層に沿ってガプロの貫入が認められる。また、岩脈やシルの走向及び V1-1 と V1-2 の境界部に認められる U1 の走向なども、上記の NW-SE 系断層とほぼ一致する。鈹微としては、ガプロ中における上記の NW-SE 系断層とこれに斜交する NE-SW 系断層 (推定) の交差部に比較的大きなゴッサンが認められる。ゴッサン中には、酸化銅の鈹微も数多く認められるが、南部のゴッサンは再堆積したような様相を呈している。このゴッサンに対して、1976 年に Prospection Ltd. がボーリング調査を実施し、ゴッサンの下部で幅数メートル程度の硫化物が鈹染した珪化・緑泥石化帯を確認している。

(7) サラミ鈹微地

本鈹微地は、サハムの南南西約 20km、マハブ 2 鈹微地の南東部に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトの V1-1, V1-2, U1, 扇状地堆積物及び沖積層で構成され、V1-1 と V1-2 の境界に沿ってガプロの貫入が認められる。

本地域では、細粒の玄武岩質溶岩 (V1-2) の露頭が NW-SE 方向に配列しており、弱い緑れん石化が認められる。試料採取地点 SM-3 では、ゴッサン化した V1-2 の表面に酸化銅が付着し

ている。

(8) サラミ東方鉱徴地

本鉱徴地は、サラミ鉱徴地の東南東に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトのSD、V2及びU2で構成され、SDとV2はN70°Wの断層で接している。V1-1とV1-2の特徴を有する噴出岩相は認められず、SDに直接V2が接している。N70°W断層とN10°~20°W断層の交差部には、ひん岩の大規模(幅:20~30m)な岩脈が貫入しており、幅:10m程度の破碎帯は著しい珪化作用を被っている。V2中には、部分的にゴッサン化したチャート質頁岩(U2)が数枚挟在されており、局部的に珪化作用を被っている。

鉱徴としては、珪化したチャート質頁岩と下位の溶岩の境界付近に、酸化銅の鉱染が認められる(SE-4, SE-6)。

(9) リストワイナイト鉱徴地

本鉱徴地は、ドカールの西北西約9km、サラミ東方鉱徴地の南南東に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトのV2、扇状地堆積物及び沖積層で構成される。E-W(~N70°W)系の初生的な構造に沿う断層とNW-SE(N40°~55°W)系の断層が推定され、これらの交差部にN80°W方向に伸長した大規模なゴッサンが存在する(120m×30~40m)。北側にはNW-SE裂かに沿って、珪化作用が顕著で、幅3mの炭酸塩化した珪長岩岩脈や変質カンラン岩の貫入が認められる。ゴッサンの南側は、V2に相当する玄武岩溶岩が分布する。ゴッサンの下部は、緑泥石、緑れん石、石英に富むプロピライト変質が主体となり、顕著な珪化作用を被っているのは地表部だけの可能性もある。

(10) ドカール西方鉱徴地

本鉱徴地は、ドカールの西方約7kmに位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトのV1-1、V2、V2c、U2、扇状地堆積物及び沖積層で構成される。

本地域には、N60°~80°W方向に伸長した大規模なゴッサン(50m×15m)が存在する。ゴッサンの南西側には、走向:N40°~55°W、傾斜:30°~50°NEを示す珪質頁岩(U2)が露出し、周辺母岩はV1-2というより、むしろV2と考えられる。また、ゴッサンの北東側は緩やかで露頭がなく、衛星画像上で明らかに南西側と色調が異なることから、N40°~60°W、30°~50°NEの断層が想定される。また調査地域東部には、V1-1とV2を境するE-W(~N70°W)系の断層が存在し、ゴッサンは上記2方向の断層の交差部に位置する。

鉱徴としては、ゴッサン中に強珪化部や網状石英脈群が存在し、珪化部中には酸化マンガンも多く含む箇所が認められる。

(11) サラヒ V 及び VI 鉍微地

本鉍微地は、ソハールの南西方約 30km に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトの V1-1, V1-2, U1, V2, 扇状地堆積物及び沖積層で構成され、V1-2 中にはカンラン岩の貫入が認められる。

本地域は、一般に V1-1 と V1-2 の境界が平坦で枕状溶岩が薄く、U1 は赤鉄鉍を主体とするものが多い。

鉍微としては、試料採取地点 SH-1 では磁鉄鉍に富み、酸化銅を伴う U1 が、また試料採取地点 SH-7 では WNW-ESE 方向の断層沿いに珪化・緑れん石化した、若干の酸化銅の鉍染を伴う V1-2 が認められる。

(12) サラヒ I 鉍微地

本鉍微地は、サラヒ V 及び VI 鉍微地の東南東に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトの V2, U2, V3, チャート質頁岩、扇状地堆積物及び沖積層で構成される。U2 は N-S~N20° E, 40°~60° E の走向傾斜を有し、金属質堆積岩というより、むしろチャート質頁岩と呼ぶべきものである。

本地域の鉍微としては、ゴッサン化した U2 中の金鉍化作用が知られている。この U2 中には、N70° W, 45° S~90° の裂罅系が発達し、これらに沿って褐鉄鉍-粘土脈や珪化作用（石英±カオリナイト脈）が認められる。また、このゴッサンの近傍には、サラヒ V 及び VI 鉍微地から連続する走向 N70° W, 傾斜 80° S の大規模な断層の存在が推定される。さらに、試料採取地点 SH-13 では、石英、緑れん石、赤鉄鉍からなる縞状構造を呈する変質したチャート質頁岩が認められた。

(13) マケール鉍微地

本鉍微地は、サラヒ I 鉍微地の南方に位置する。

地質は主にサマイル・オフィオライトの V1-1, V1-2, U1, V2, U2, バチナ・オリストストロームの石灰質岩及びチャート質頁岩、扇状地堆積物及び沖積層で構成される。

本地域には、U1 が各所に分布しているが、これらはグザイン地区の V1-2 中のものと、サラヒ I 鉍微地の V2 中のものの中間的な性質を示す。鉍微としては、試料採取地点 MQ-1~4 のように NE-SW 系断層沿いに強い珪化作用と酸化銅の局所的な鉍染が認められる。また、MQ-6 では、塊状黄鉄鉍石の転石が発見された。

(14) マケール南方鉍微地

本鉍微地は、マケール鉍微地の南南西に隣接する。

地質は主にサマイル・オフィオライトの V1-1, V1-2, U1, V2, バチナ・オリストストロー

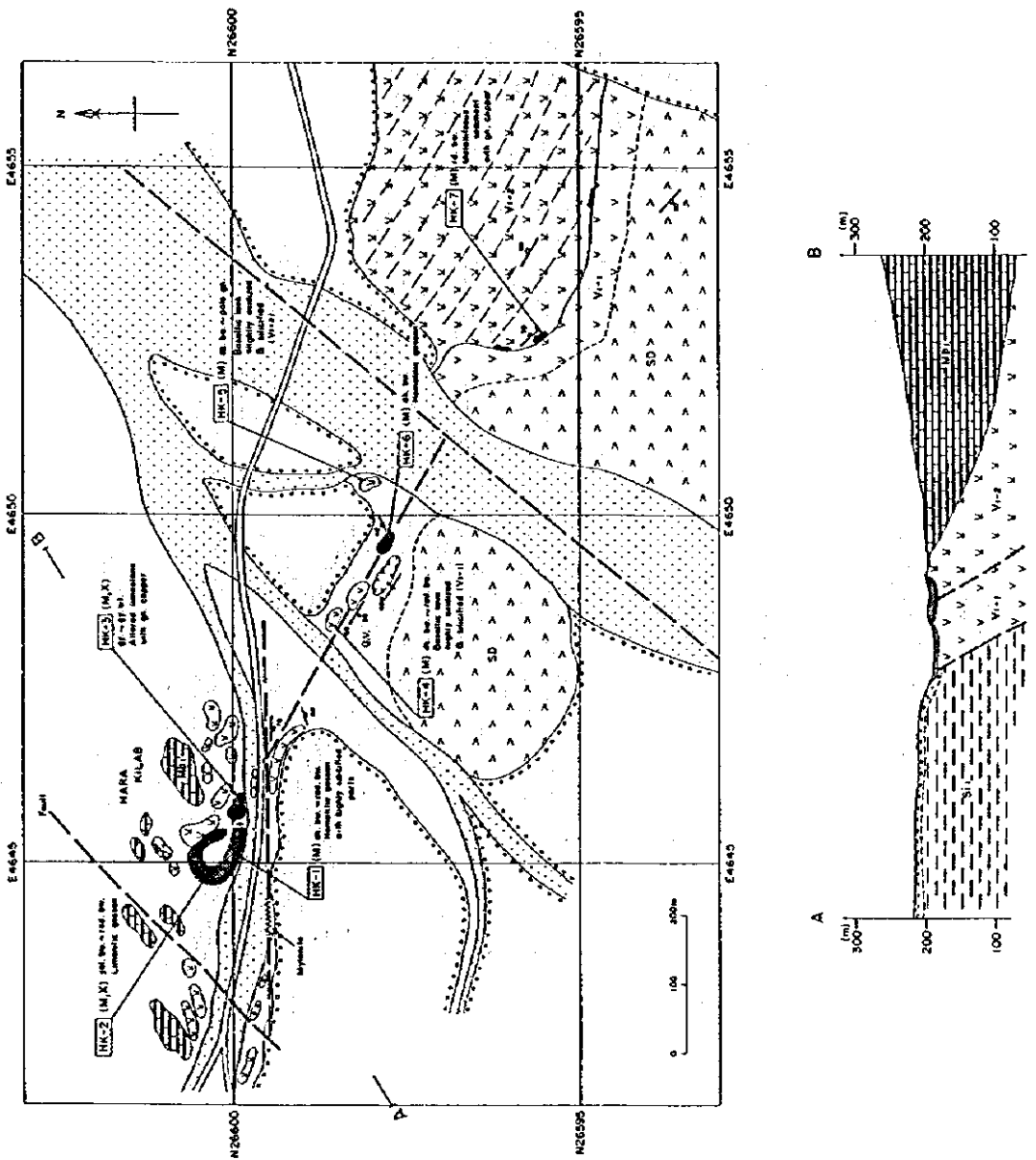


Fig. II-1-3 Geologic map of Hara Kilab area

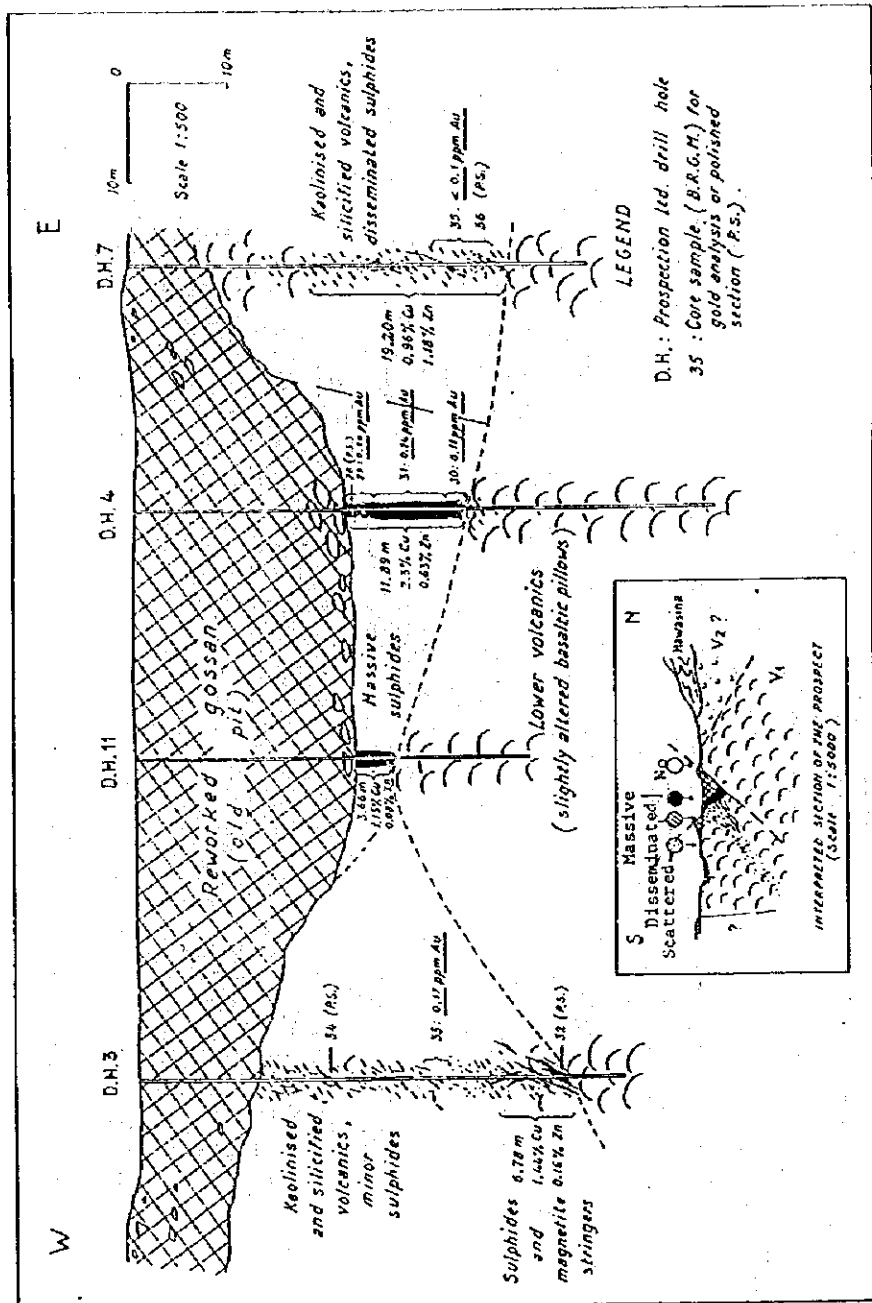
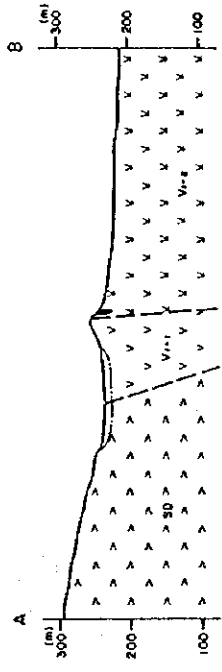
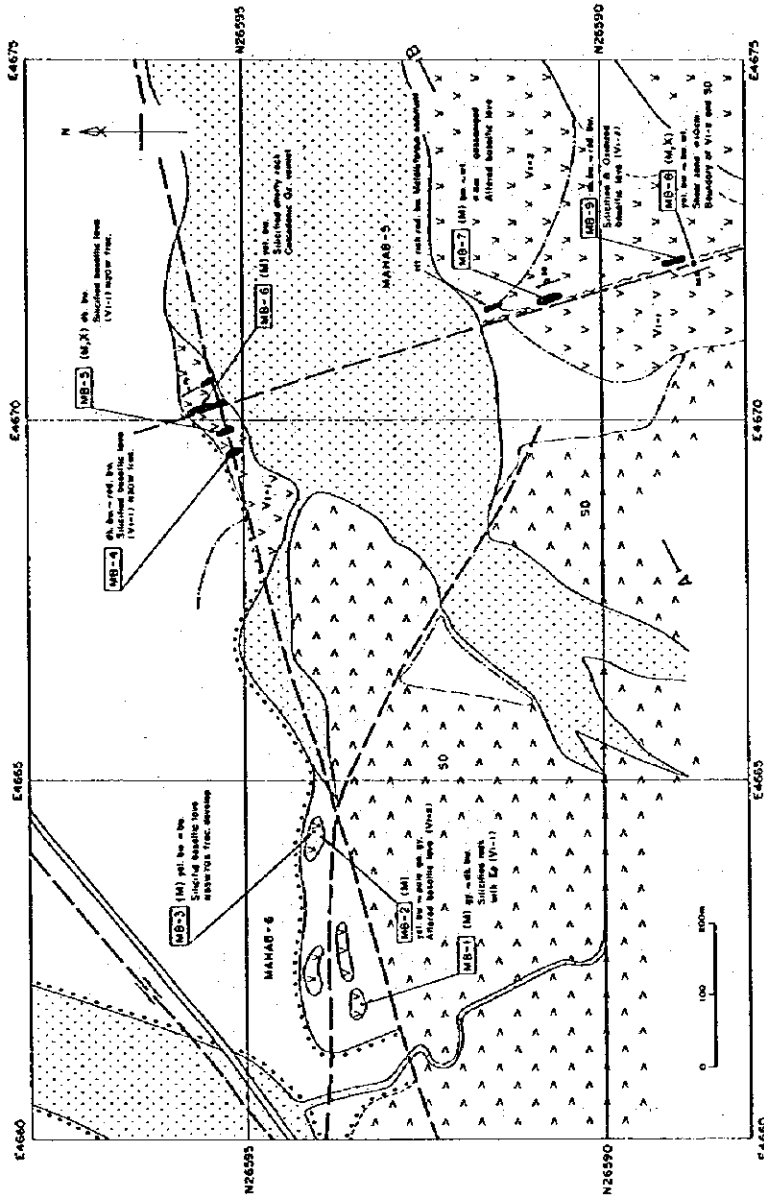


Fig. II-1-4 Cross section of borehole site in Hara Kilab area



LEGEND

Wood

Alluvial fans and alluvium

Quartzites derived from the Saptar Formation

Chert and silicified micritic limestone

Middle and uppermost basaltic to andesitic pillow lava and nodular lava with two pyroxene

Volcanic conglomerate or breccia, reworked rocks composed of SD, V1a, V1b and so on with calcareous sediments

Lower and uppermost basaltic pillow lava with small pillow lava and radiolaria lens

Lower and uppermost basaltic pillow lava composed of big size pillow lava

Shaded dyke, detritic and basaltic dyke

Cumulate gabbro

Trochiliform or quartz diorite

Gabbro

Slog

ECONOMIC GEOLOGY SYMBOLS

Green shaded mineral showing

Small green shaded mineral showing and some of mineral showing

Quartz vein (V1) network

STRUCTURAL FEATURES

Strike and dip of bedding

Strike and dip of dykes and sills

Fault, dashed where inferred or unconcealed

Sample location

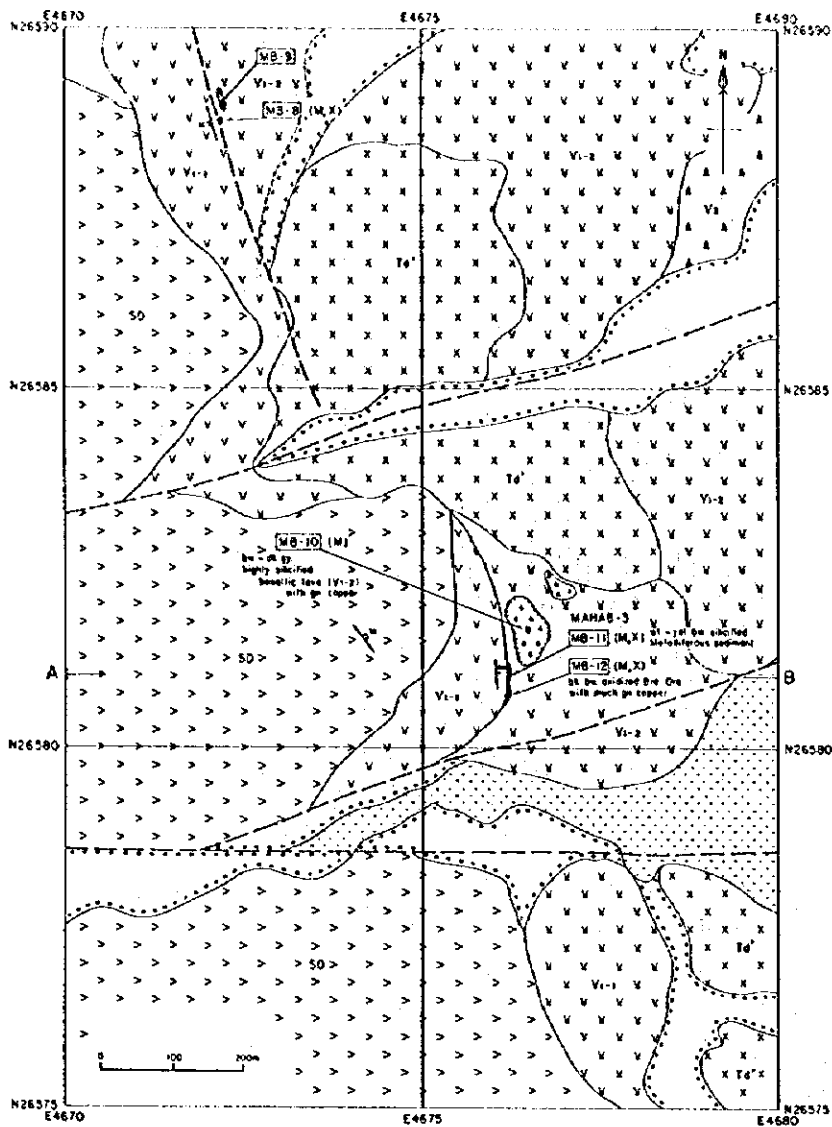
Thin section

Polished section

Chemical analysis

X : X-ray diffraction analysis

Fig. II-1-5 Geologic map of Mahab 5 and Mahab 6 area



LEGEND

SATINIAK QUATERNARY

- Wadi
- Alluvial fans and alluvium
- Osilolith derived from the Mabot Formation
- Chert and silicified micritic limestone
- Middle extrusives; basaltic to andesitic pillow lava and massive lava with few pyroxene
- Volcanic conglomerate or breccia; reworked rocks composed of SD, Vi-1, Vi-2 and so on
- Umber or metalliferous sediments with radiolarian chert

SAMAIL VOLCANIC ROCKS

- Lower extrusives 2; basaltic pillow lava with small pillow lava and massive lava
- Lower extrusives 1; basaltic pillow lava composed of big size pillow lava
- Sheeted dyke; felsitic and basaltic dyke
- Cumulate gabbro

INTRUSIVES

- Trochilite or quartz diorite
- Gabbro
- Slag

ECONOMIC GEOLOGY SYMBOLS

- Gossanized mineral showing
- Small gossanized mineral showing and name of mineral showing
- Quartz vein and network

STRUCTURAL FEATURES

- Strike and dip of bedding
- Strike and dip of dykes and sills
- Fault; dashed where inferred or concealed
- Sample location
- Thin section
- Polished section
- Chemical analysis
- X-ray diffraction analysis

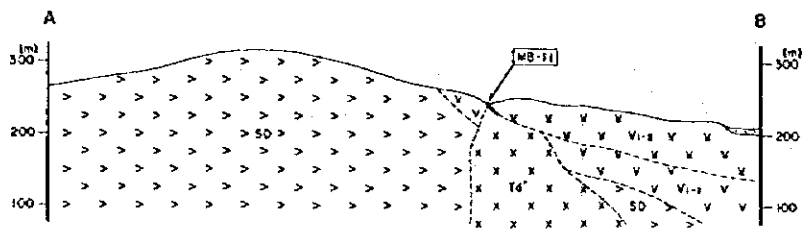


Fig. II -1-6 Geologic map of Mahab 3 area

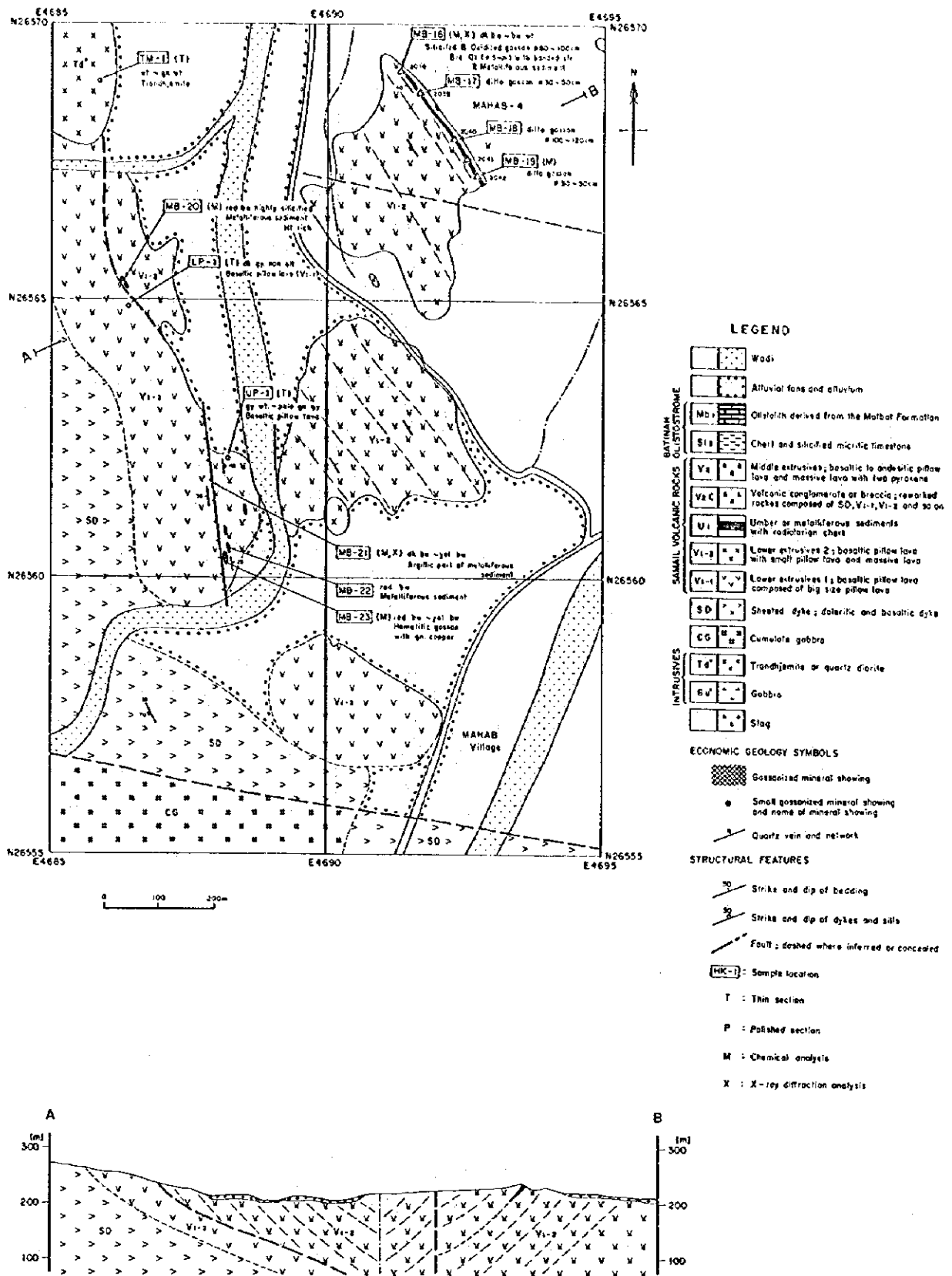
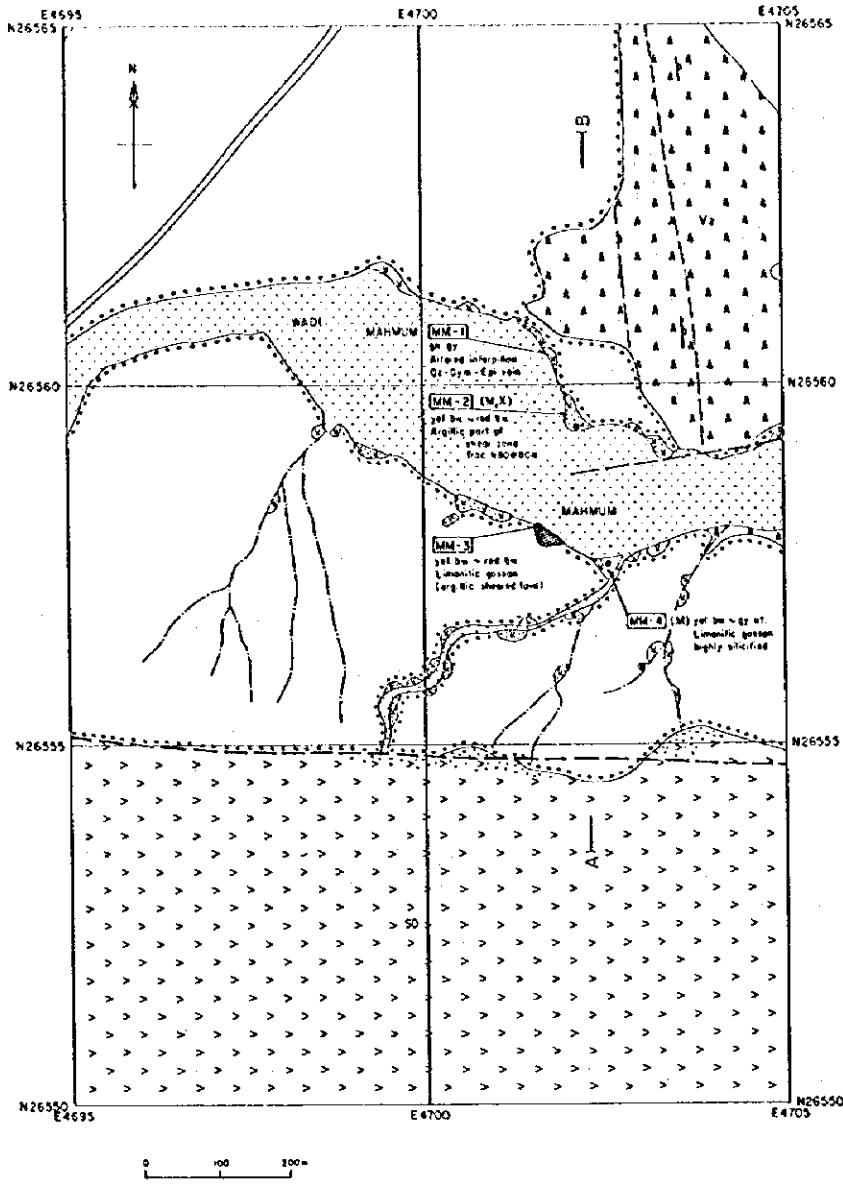


Fig. II-1-7 Geologic map of Mahab 4 area



- ### LEGEND
- Wadi
 - Alluvial fans and alluvium
 - BATINAM OLIGOSTROME**
 - Olistolith derived from the Maibat Formation
 - Chert and silicified micritic limestone
 - SAWAIL VOLCANIC ROCKS**
 - Middle extrusives, basaltic to andesitic pillow lava and massive lava with few pyroxene
 - Volcanic conglomerate or breccia; reworked rocks composed of SD, Vi-1, Vi-2 and so on
 - Unbed or metatiferous sediments with radiolarian chert
 - Lower extrusives 2; basaltic pillow lava with small pillow lava and massive lava
 - Lower extrusives 1; basaltic pillow lava composed of big size pillow lava
 - Sheeted dyke; felsitic and basaltic dyke
 - INTRUSIVES**
 - Cumulate gabbro
 - Trondhjemite or quartz diorite
 - Gabbro
 - Slog
 - ECONOMIC GEOLOGY SYMBOLS**
 - Gossanized mineral showing
 - Small gossanized mineral showing and name of mineral showing
 - Quartz vein and network
 - STRUCTURAL FEATURES**
 - Strike and dip of bedding
 - Strike and dip of dykes and sills
 - Fault; dashed where inferred or concealed
 - Sample locations**
 - Sample location
 - T** : Thin section
 - P** : Polished section
 - M** : Chemical analysis
 - X** : X-ray diffraction analysis

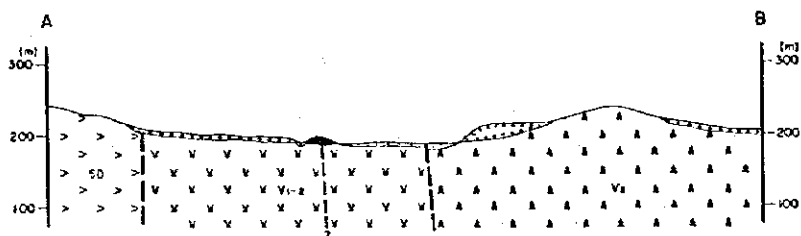
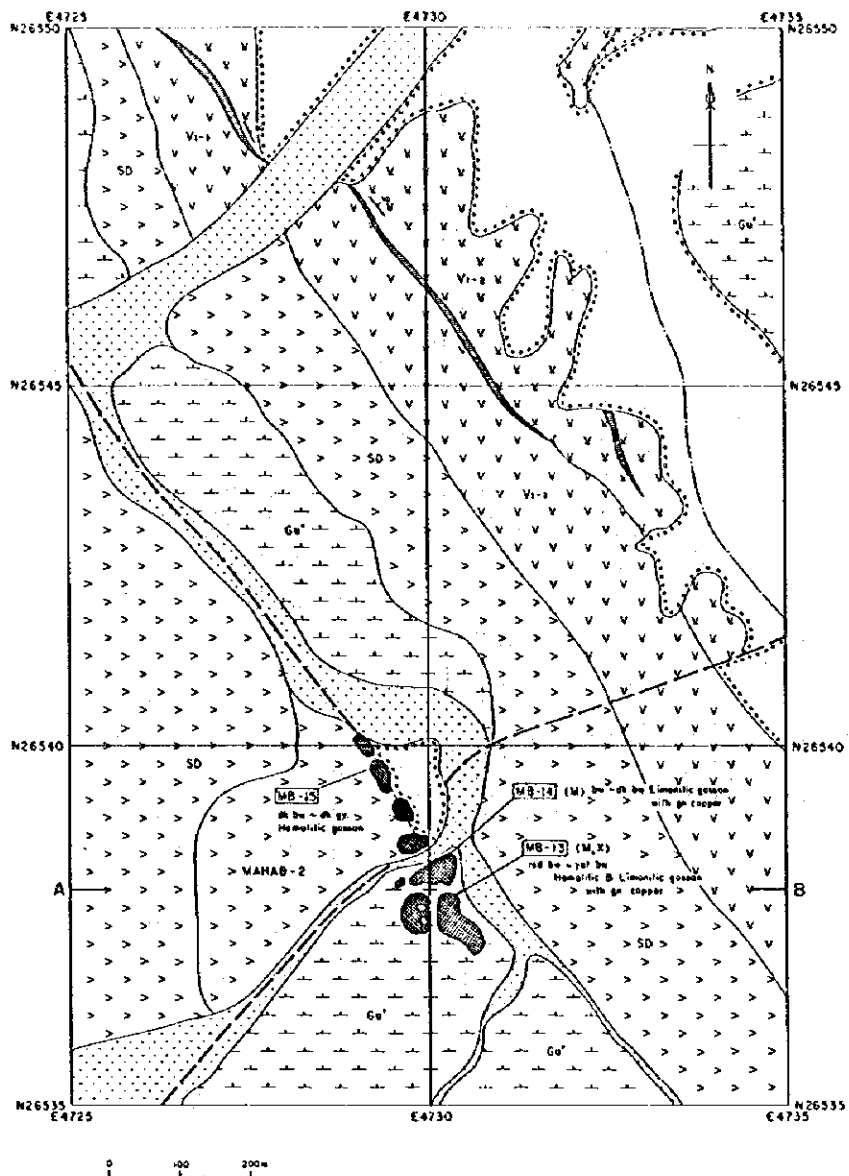


Fig. II-1-8 Geologic map of Mahmum area



- LEGEND**
- Wadi
 - Alluvial fans and alluvium
 - BATINAK OLIGOSTROME**
 - MB1: Olistolith derived from the Matbat Formation
 - S11: Chert and silicified micritic limestone
 - SAMAIL VOLCANIC ROCKS**
 - Ve A B: Middle extrusives; basaltic to andesitic pillow lava and massive lava with two pyroxene
 - Vz C A B: Volcanic conglomerate or breccia, rounded rocks composed of SD, Vi-1, Vi-2 and so on
 - U1: Umber or maficiferous sediments with radiolarian chert
 - Vi-2 X W: Lower extrusives 2; basaltic pillow lava with small pillow lava and massive lava
 - Vi-1 X V: Lower extrusives 1; basaltic pillow lava composed of big size pillow lava
 - SD A B: Sheeted dyke; doleritic and basaltic dyke
 - CG H R: Cumulate gabbro
 - INTRUSIVES**
 - Td A B: Troctolite or quartz diorite
 - Ga A B: Gabbro
 - St A B: Silt
 - ECONOMIC GEOLOGY SYMBOLS**
 - Gossitized mineral showing
 - Small gossitized mineral showing and name of mineral showing
 - Quartz vein and network
 - STRUCTURAL FEATURES**
 - Strike and dip of bedding
 - Strike and dip of dykes and sills
 - Fault; dashed where inferred or concealed
 - Other symbols:**
 - MB-13: Sample location
 - T: Thin section
 - P: Polished section
 - M: Chemical analysis
 - X: X-ray diffraction analysis

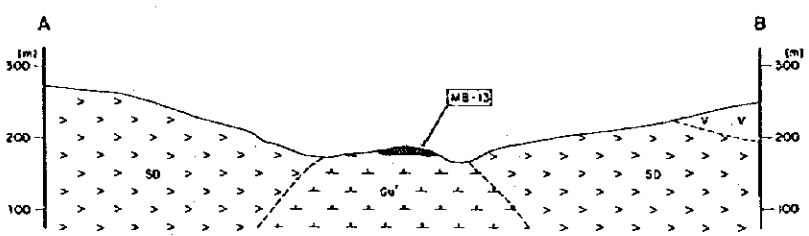
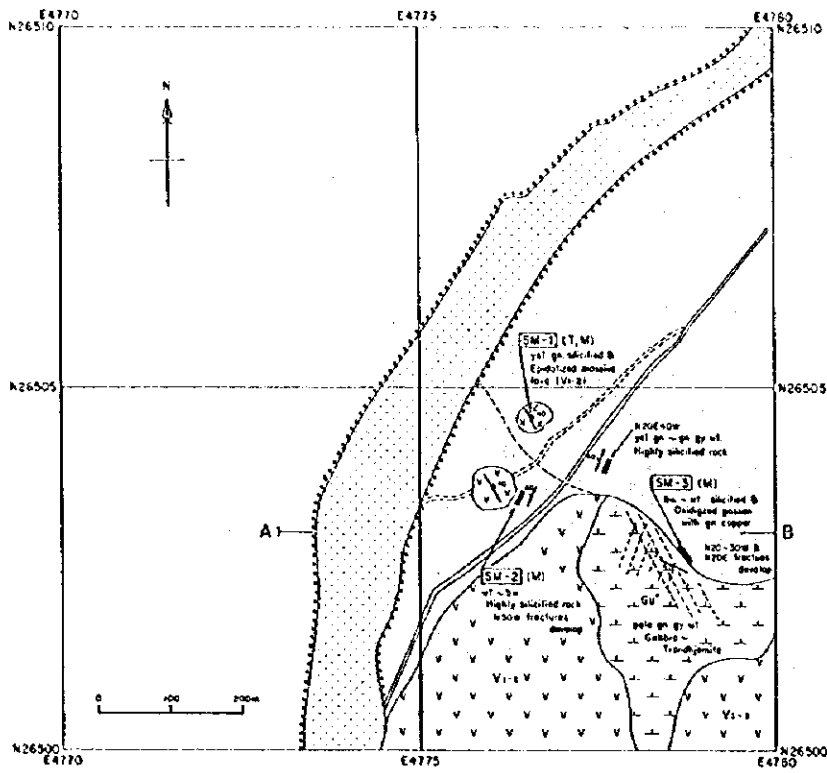


Fig. II-1-9 Geologic map of Mahab 2 area



- LEGEND**
- Wadi
 - Alluvial fans and alluvium
 - Mb1: Dolerite derived from the Malbat Formation
 - St1: Chert and silicified micritic limestone
 - Vz1, Vz2, Vz3: Middle extrusives; basaltic to andesitic pillow lava and massive lava with two pyroxene
 - VzC: Volcanic conglomerate or breccia; reworked rocks composed of SD, Vi-2, Vi-3 and so on
 - Vi1, Vi2, Vi3: Lower extrusives 1; basaltic pillow lava with small pillow lava and massive lava
 - Vi4: Lower extrusives 2; basaltic pillow lava composed of big size pillow lava
 - SD: Sheeted dyke; doleritic and basaltic dyke
 - CG: Cumulate gabbro
 - T: Trenchjemitic or quartz diorite
 - G: Gabbro
 - S: Slog
- ECONOMIC GEOLOGY SYMBOLS**
- Geminized mineral showing
 - Small geminized mineral showing and name of mineral showing
 - Quartz vein and network
- STRUCTURAL FEATURES**
- 30° Strike and dip of bedding
 - 30° Strike and dip of dykes and sills
 - Fault; dashed where inferred or conceded
 - [HK-1]: Sample location
 - T: Thin section
 - P: Polished section
 - M: Chemical analysis
 - X: X-ray diffraction analysis

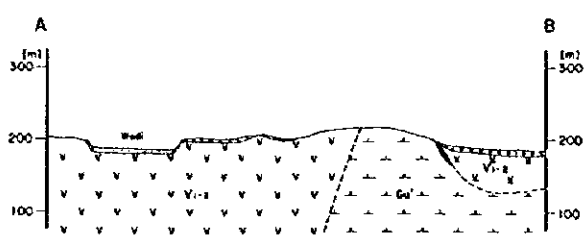


Fig. II-1-10 Geologic map of Sarami area

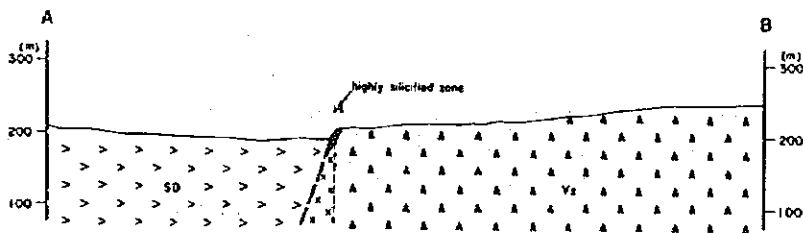
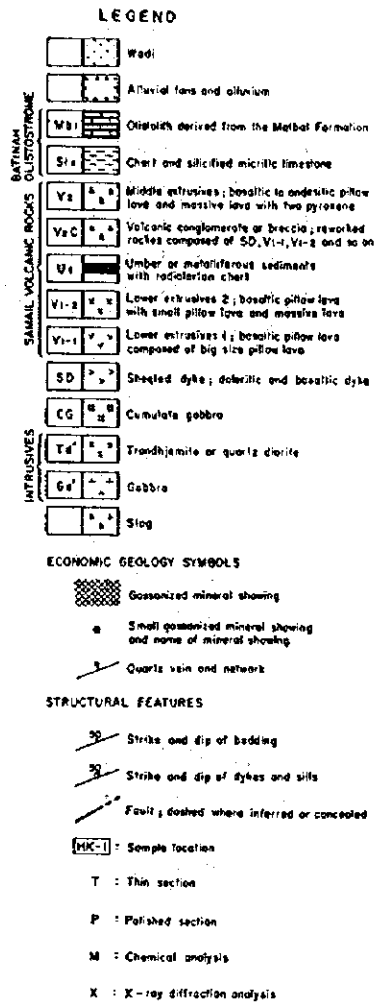
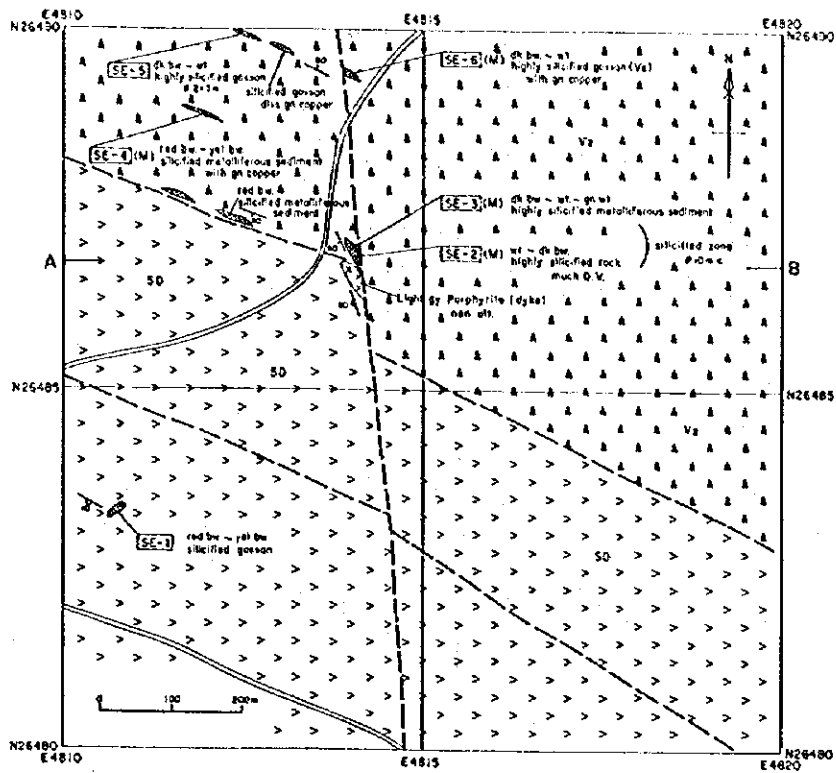
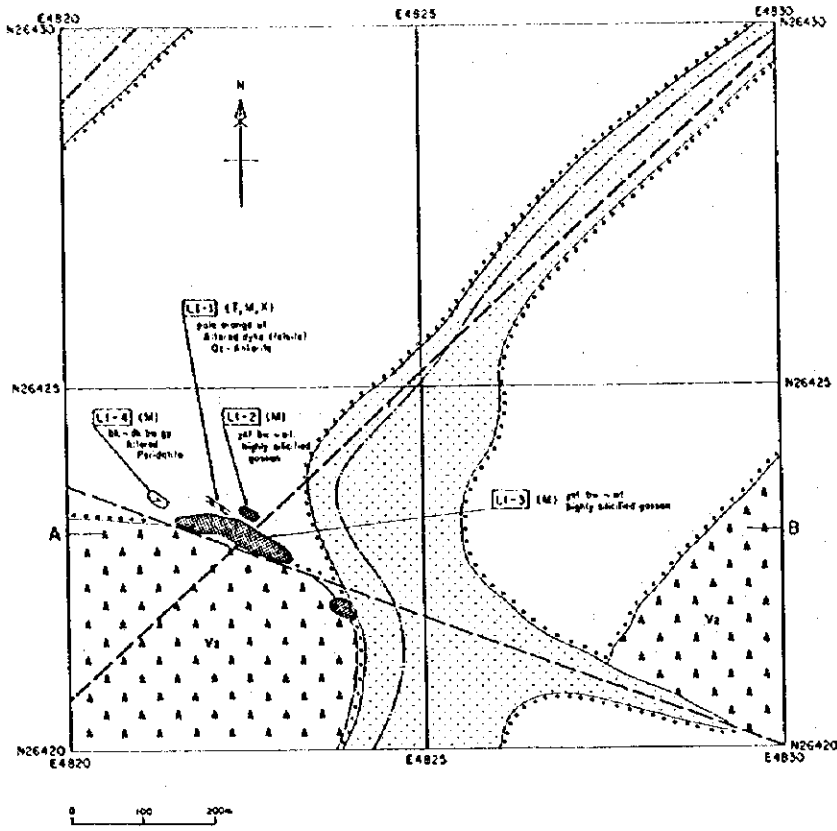


Fig. II-1-11 Geologic map of Sarami East area



- LEGEND**
- BAYTINAH OLISTOSTROME**
- Wadi
 - Alluvial fans and alluvium
 - Mbt Olistolith derived from the Matbat Formation
 - Sts Chert and silicified micritic limestone
 - V2 Middle extrusives; basaltic to andesitic pillow lava and massive lava with two pyroxene
 - V2C Volcanic conglomerate or breccia; reworked rocks composed of SO, V1-1, V1-2 and so on
 - U1 Umber or metalliferous sediments with radiolarian chert
 - V1-2 Lower extrusives 2; basaltic pillow lava with small pillow lava and massive lava
 - V1-1 Lower extrusives 1; basaltic pillow lava composed of big size pillow lava
 - SD Sheeted dykes; doleritic and basaltic dyke
 - CG Cumulate gabbro
- INTRUSIVES**
- Td Trondhjemite or quartz diorite
 - Gg Gabbro
 - Sg Slog
- ECONOMIC GEOLOGY SYMBOLS**
- Gossanized mineral showing
 - Small gossanized mineral showing and none of mineral showing
 - Quartz vein and network
- STRUCTURAL FEATURES**
- SD Strike and dip of bedding
 - SD Strike and dip of dykes and sills
 - Fault; dashed where inferred or concealed
 - (HK-): Sample location
 - T Thin section
 - P Polished section
 - M Chemical analysis
 - X X-ray diffraction analysis

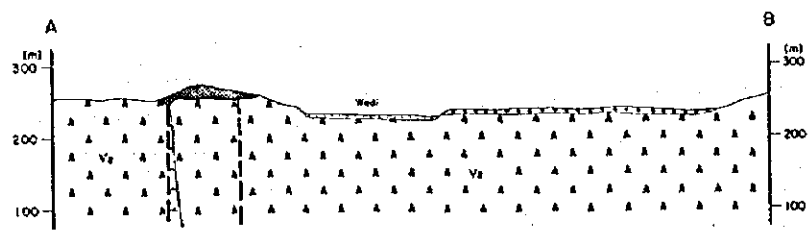


Fig. II-1-12 Geologic map of Listwaenite area

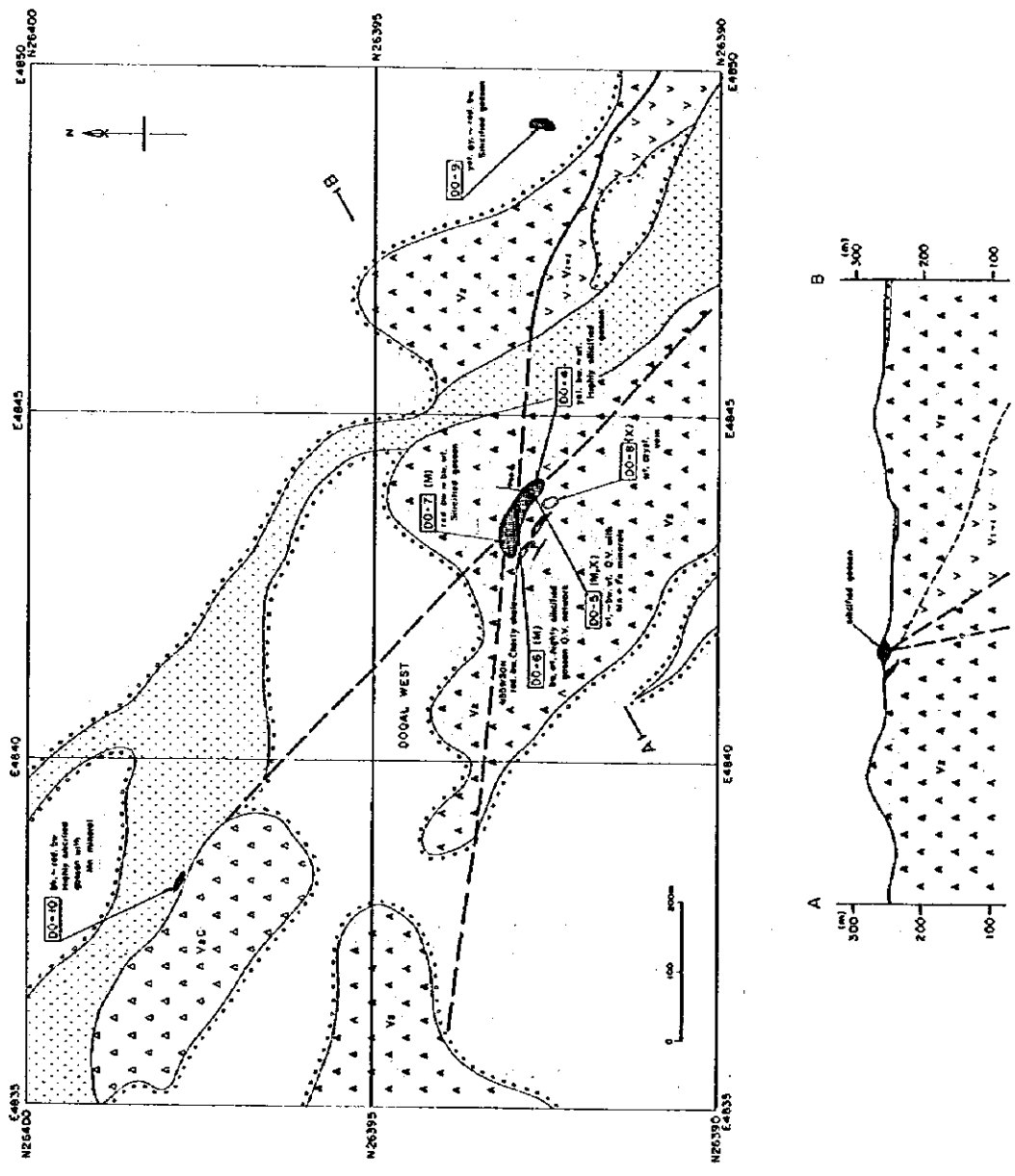


Fig. II-1-13 Geologic map of Doqal West area

LEGEND

- Wadi
- Alluvial fans and alluvium
- Quartzites derived from the Miqhor formation
- Chert and silicified marl limestone
- Middle arenaceous, lenticular to oolitic yellow lens and massive lens with few pyroxene
- Volcanic conglomerate or breccia; reworked rocks composed of SO, Vm, V1-2 and so on with reposition chert
- Upper or maficiferous sediments
- Lower arenaceous Z; basaltic yellow lens with small pebbles and some massive lens
- Lower arenaceous I; basaltic yellow lens composed of big size yellow lens
- Shear/diase; diatritic and basaltic dyke
- Granite gabbro
- Tephritite or quartz diorite
- Gabbro
- Sill

INTRUSIVES

- CG
- Td
- Qu
- Sill

ECONOMIC GEOLOGY SYMBOLS

- Geological mineral showing
- Small generalized mineral showing and some of mineral showing
- Quartz vein and reefers

STRUCTURAL FEATURES

- Strike and dip of bedding
- Strike and dip of dikes and sills
- Fault, dashed where inferred or concealed
- Sample location
- Thin section
- Polished section
- Chemical analysis
- X : X-ray diffraction analysis

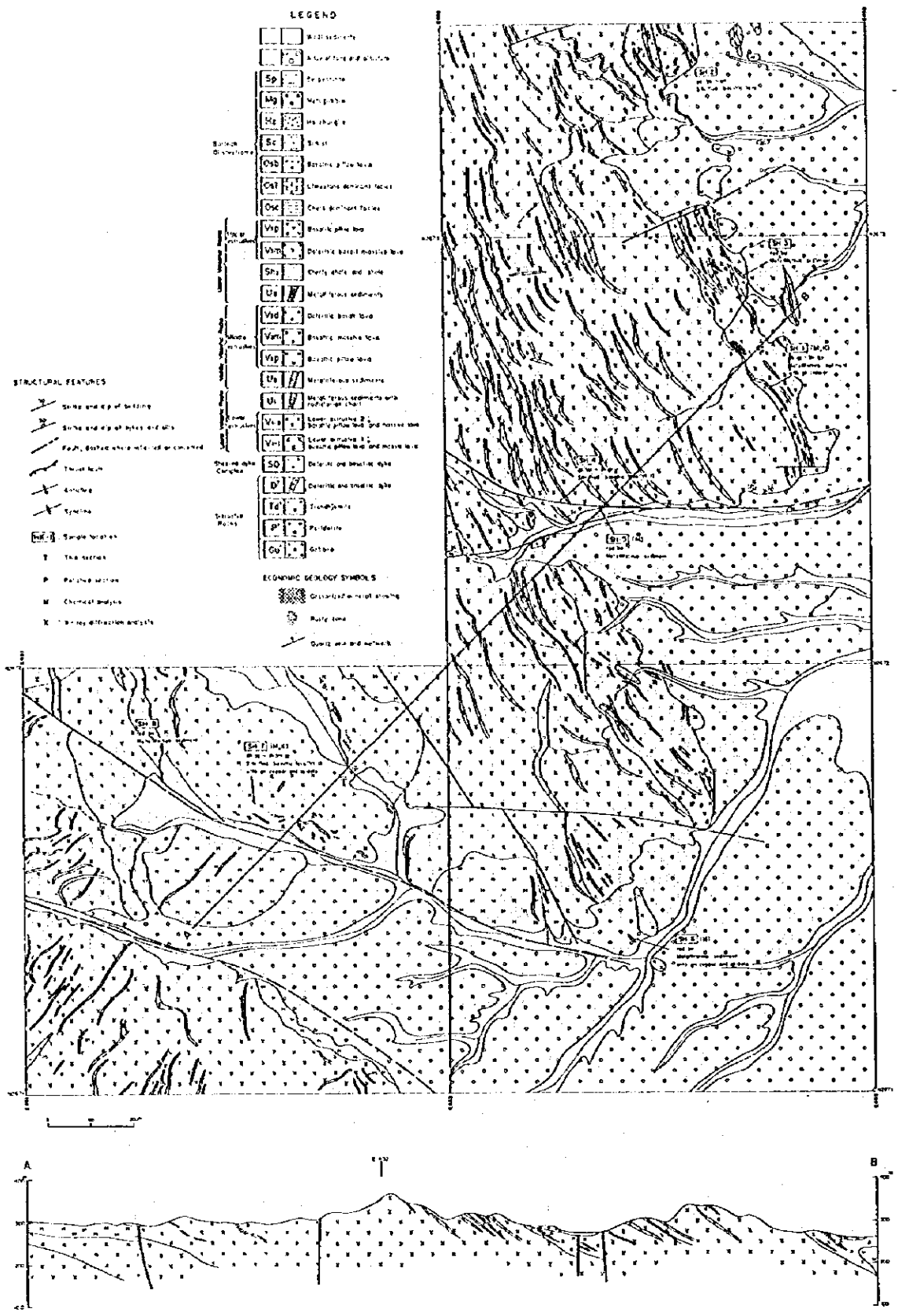


Fig. II-1-14 Geologic map of Salahi V and Salahi VI area

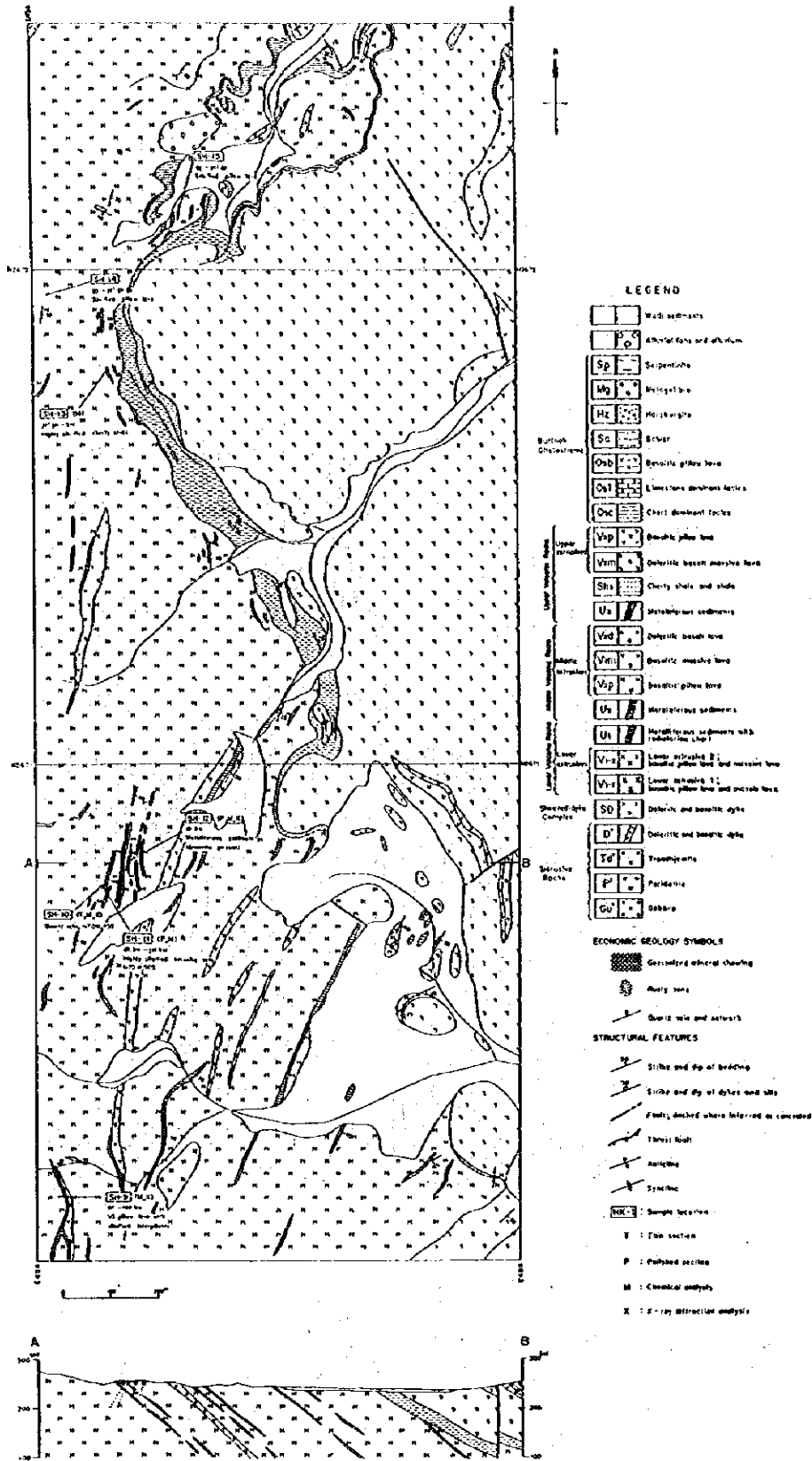


Fig. II-1-15 Geologic map of Salahi I area

Table II-1-3 Results of X-ray diffraction analyses of surface samples

Ser. No.	Sample No.	Coordinate		Lithology(Formation)	Identified Minerals														
		N(km)	E(km)		Qz	Pl	Ch	Cc	Cr	Ep	Gp	Py	Mt	Mi	Go				
1	HK-2	2,660.04	464.48	Limonic gossan	○						○								
2	HK-3	2,659.99	464.59	Limonic gossan with gypsum vein	●			○			○								
3	MB-5	2,659.52	466.98	Silicified basaltic lava(V1-1)	○		○												
4	MB-8	2,658.87	467.22	Sheared rock along fault(SD_V1-1)	●														
5	MB-11	2,658.10	467.62	Silicified metalliferous sediments	●														
6	MB-12	2,658.07	467.62	Gossanized brecciated ore	○														○
7	MB-13	2,653.80	473.03	Siliceous gossan	○														
8	MB-16	2,656.91	469.13	Silicified metalliferous sediments	○														
9	MB-21	2,656.16	468.80	Argillitic part of metalliferous sediments	○														
10	MM-2	2,655.95	470.20	Argillitic part of sheared zone	○														
11	SH-1	2,672.65	452.77	Metalliferous sediments	●														
12	SH-7	2,671.68	451.55	Silicified basaltic lava	○														
13	SH-9	2,670.12	454.03	Inter-pillow of basaltic pillow lava(V2)	○														
14	SH-10	2,670.04	454.11	Quartz vein	○														
15	SH-12	2,670.81	454.19	Gossanized metalliferous sediments	○														
16	MQ-10	2,661.44	453.49	Magnetic rich metalliferous sediments	○														○
17	LJ-1	2,642.34	482.22	Silicified felsic rock	○														
18	DO-5	2,639.27	484.39	Quartz vein in siliceous gossan	○														
19	DO-8	2,639.24	484.38	Calcite vein	○														

◎ abundant
 ○ common
 ● rare
 ◦ very rare

Qz: Quartz
 Pl: Plagioclase
 Ch: Chlorite
 Cc: Calcite
 Cr: Cristobalite
 Ep: Epidote
 Gp: Gypsum
 Py: Pyrite
 Mt: Magnetic
 Mi: Malachite
 Go: Goethite

ムの層状チャート、扇状地堆積物及び沖積層で構成される。本地域の V1-1 及び V1-2 は、ともに枕状溶岩の発達が悪く、塊状溶岩が多い。また、ドレライト岩脈の貫入活動が顕著である。

鉱徴としては、珪化帯やゴッサン中の各所に酸化銅が認められる。ただし、地表部の銅鉱徴の殆どは、NW-SE 系断層沿いに認められることから、2 次的な鉱化作用の影響が強いと考えられる。MQ-10 は、磁鉄鉱に富む厚い U1 中に硫化物が認められ、酸化銅も多いことから、塊状硫化物鉱床へ移行する可能性がある。ただし、本地域の U1 は、一般にグザイン地区のものと比較すると鉄分が少なく珪質である。

1-4 考察

1-4-1 下部火山岩類と中部火山岩類の関係

下部火山岩類のうち、V1-1 は初生的に Fe に富み、化学組成的に分化した玄武岩質溶岩であるのに対し、V1-2 は Fe に乏しく、Mg/Fe 比が高いことから化学組成的には未分化な玄武岩質溶岩の性質を有する。さらに、V1-1 と V1-2 の境界ないし V1-2 中に Fe に富む金属質堆積岩が存在することなどから、両者の活動時期（ないしは活動場）では、酸素フィガシティーが異なっていた可能性が高い。

さらに、本調査地域内では V1-2 と V2 の境界が不明瞭で漸移的に変化すること、各所で SD と V2 が小規模な断層で接すること、トロニエマイト及びガプロの貫入場が、V1-1 と V1-2 の境界であることが多いことなどから、V1-2 の活動は下部火山岩類の末期とするより、中部火山岩類の初期の活動とするのが妥当と考えられる。これまでの地質調査においても、V1-2 と V2 の不整合関係が認められるのは V2 の中性～酸性岩相のみで、V2 の塩基性岩相は一般に V1-2 から漸移するものと報告されている。

V1-2 と V2 は、枕状溶岩の物理的性質の違い（前者が浸食されやすく小塊が円磨されやすいのに対し、後者がトゲトゲしく角れき状になりやすい）はあるものの、同源マグマの結晶分化の程度の違い、つまり SiO₂ 含有量の違いで説明できる。また、トロニエマイト及びガプロ等の貫入岩相は、成因的には中部火山岩類と関連するものと考えられる。

下部火山岩類と比較して、中部火山岩類は塩基性岩相～酸性岩相にまでわたり、分化の程度が大きい。この原因としては、水の関与が考えられ、初生的なマグマと海水ないしは水分を多く含む変質した周辺母岩との混合等が推定される。V1-1 と V1-2 の酸素フィガシティーの違いや、鉱床生成メカニズムも、この点を考慮して考察する必要があると考えられる。

以上の他に、V1-1 と V1-2 の境界に存在する金属質堆積岩は、Fe に富み初生的に黄鉄鉱ないし磁鉄鉱が卓越するものと、赤鉄鉱が卓越するものが存在し、前者は塊状硫化物鉱床と側方漸移する可能性がある。V2 中の堆積岩は、一般に金属質堆積岩というより、縞状チャートないしはチャート質頁岩が主体であり、高 SiO₂、低 Fe である。

1-4-2 塊状硫化鉄床の探査指針

グザイン地区において、平成28年度及び本年度の調査で捕捉された塊状硫化鉄床周辺の地質及び鉄化状況から、以下のような探査指針が考えられる。

- (1) 本地域の塊状硫化鉄床は層準規制を受けており、サマイル火山岩類の下部火山岩類のV1-1とV1-2の境界部に胚胎されている。
- (2) 塊状硫化鉄床の周辺には、鉄化変質として珪化と緑れん石化作用が顕著である。
- (3) 塊状硫化鉄床と断層は、鉄床の生成において密接な関係を有している。
- (4) U1が層状の磁鉄鉱から主としてなり、それに銅の鉄化が認められる場合は、側方で塊状硫化鉄床に漸移する可能性がある。

1-4-3 各鉄徴地の評価

1-4-2の探査指針に基づくと、次の7つの鉄徴地、ハラキラブ、マハブ5及び6、マハブ3、マハブ4、マフム、マケール、マケール南方が塊状硫化鉄床の賦存ポテンシャルが高いと判断される。その中でも、ゴッサンが顕著な酸化銅の鉄徴を伴っており、小規模ながら既知鉄床も存在するハラキラブ鉄徴地とマハブ3鉄徴地の周辺は最も有望と考えられる。

マハブ2鉄徴地は、銅鉄徴を伴うゴッサンの周囲がSDとガプロを主体とすることから、初生の塊状硫化鉄床が存在する可能性は低い。

サラミ鉄徴地は、塊状硫化鉄床の鉄化作用というより、断層沿いに貫入したガプロないしはトロニエマイトの影響による変質の可能性が高い。

サラミ東方鉄徴地、リストワイナイト鉄徴地及びドカール西方鉄徴地には、下部火山噴出岩類が分布しないことから、初生の塊状硫化鉄床は存在しないと考えられる。

サラヒV及びVI鉄徴地は、V1-1とV1-2の境界付近の変質が軽微であること、金属質堆積岩が赤鉄鉱を主体とすることから、塊状硫化鉄床の賦存ポテンシャルは低いものと思われる。

サラヒI鉄徴地は、V2中のチャート質頁岩(U2)がゴッサン化しており、それに金の鉄化が認められるもので、塊状硫化鉄床に関係した鉄徴ではない。ゴッサン化したチャート質頁岩中には、N70°W方向の裂罅系が発達し、これらに沿って珪化作用や褐鉄鉱-粘土化作用が認められ、ゴッサンの近傍にはN70°W80°Sの大規模な断層が存在する。また、試料採取地点SH-13に見られるように、一部のV2中のチャート質頁岩は、石英、緑れん石、赤鉄鉱からなる縞状構造を示すことから、未固結～半固結時に鉄化作用を受けた可能性がある。以上を考慮すると、金鉄化作用はV2の活動の末期に、NW-SE系断層沿いに鉄液が上昇し、チャート質頁岩を鉄化したものと推定される。