

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

総括報告書

平成12年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

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

総括報告書

平成12年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

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9年度から平成11年度までの3ヶ年にわたって実施され、オマーン国政府機関、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、3ヶ年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12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 田 代 直 弘

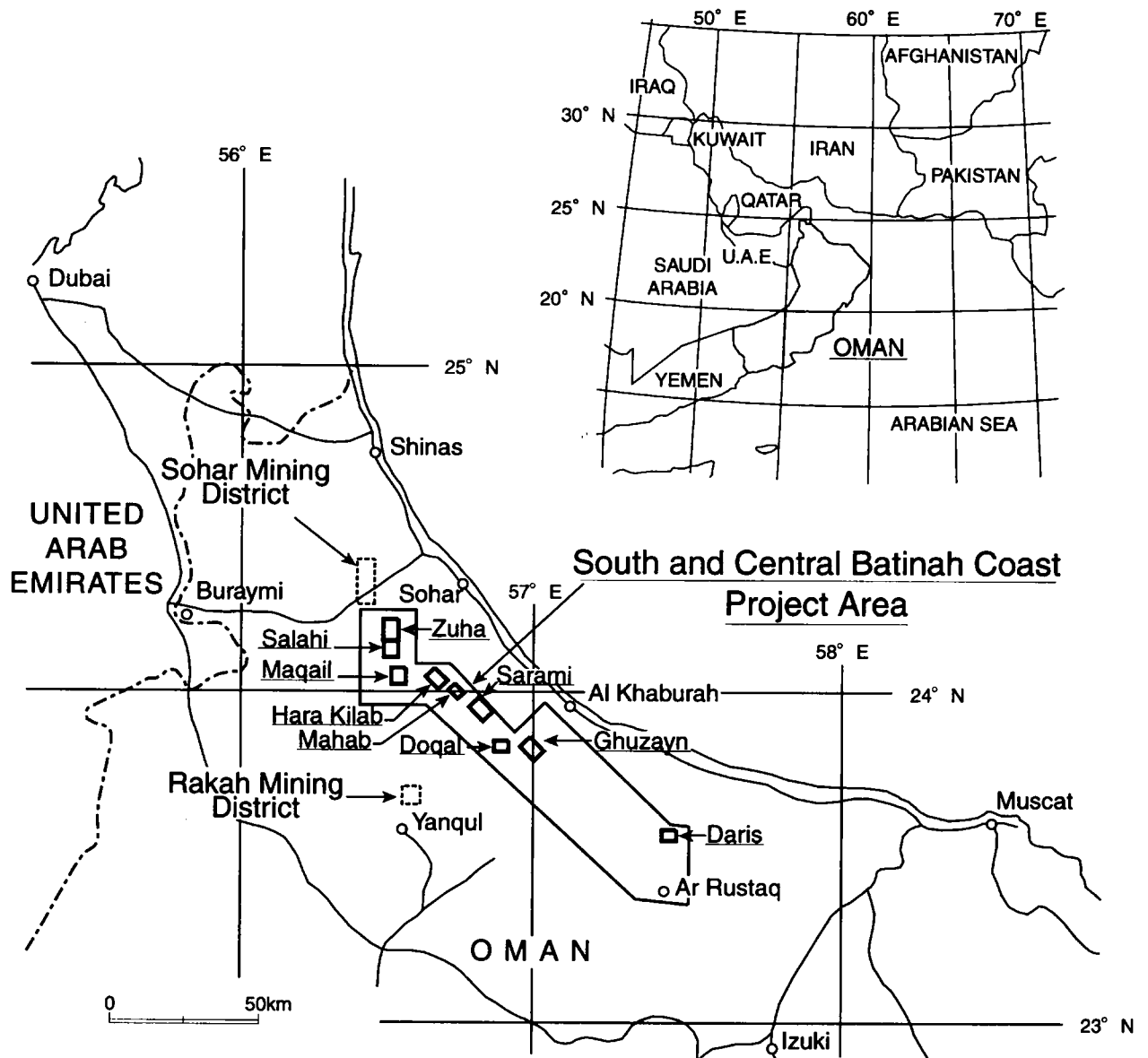


Fig.1 Location map of the surveyed area

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。これは本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、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 (No.1 及び No.2 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。

平成9年度から3ヶ年にわたって実施された、地質調査、物理探査及びボーリング調査からなる本調査によって、以下のような成果が得られた。

グザイン地区において3番目の塊状硫化物鉱体 (No.3 鉱体) を捕捉し、その規模は推定地質鉱量で約860万t、平均銅品位は1.5%であった。MJOB-G30孔の着鉱部は規模、品位ともに最高で、コア長とその銅平均品位はそれぞれ91.4mと2.68%を示した。この結果、3鉱体を合わせた合計の推定地質鉱量は約1,400万t、平均銅品位は1.4%となった。グザイン地区以外にも南バチナコースト地域には各所に鉱化作用が認められるが、経済性を持つ規模の塊状硫化物鉱体の存在はグザイン地区に限られることが明らかになった。

オマーンにおける銅鉱床探査では、第四紀層の広い被覆のために地上物理探査が探査の重要なポイントを握っている。中央バチナコースト地域資源開発基礎調査でキプロス型塊状硫化物鉱床の物理探査手法として提案したフロー、つまり第1段階の鉱化帯の把握のためにTDIP法、そして第2段階の鉱化帯からの鉱体の抽出のためにTEM法を用いるというフローが効果的であることが今回の調査でも証明された。

以上の結果から、今後はグザイン鉱床についてさらに詳細な調査を行い、その経済性評価を行うことを提言する。しかしながらグザイン地区の鉱体は深度が深いこと及び金をほとんど伴わないことから、本地区単独での開発は現状では困難であることが予想される。したがって、すでに発見され、まだ未開発である(一部のゴッサン部のみは開発されている)ヤンクル地区の鉱床とセットにして経済性評価を行うことを提言するものである。また、ラカー地域を初め、ソハール旧鉱山地域、さらにはオマーン山脈一帯にはまだ未探鉱のポテンシャル地域が多く残っていることから、新規鉱床発見のための調査も継続することを提言する。

目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要約	
目次	

第 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	3
1-4 調査期間	6
第 2 章 調査地域の地理	8
2-1 位置及び交通	8
2-2 地形及び水系	8
2-3 気候及び植生	8
第 3 章 調査地域の既存地質情報	9
3-1 一般地質	9
3-2 鉱化作用及び鉱業略史	9
第 4 章 調査結果	18
4-1 地質調査	18
4-2 物理探査	18
4-2-1 TDIP 法調査	19
4-2-2 TEM 法調査	23
4-3 ボーリング調査	23
4-4 グザイン鉱床の評価	30
第 5 章 結論及び提言	32
5-1 結論	32
5-2 提言	32

第Ⅱ部 各論

第1章 地質調査	33
1-1 地質層序	33
1-2 南バチナコースト地域の地質構造	36
1-3 南バチナコースト地域の塊状硫化物鉱床	36
1-4 地質調査	38
第2章 ダリス地区の精査	39
2-1 地質及び鉱化作用	39
2-2 調査結果	39
2-2-1 物理探査	39
2-2-2 ボーリング調査	43
第3章 グザイン・ドカール地区の精査	49
3-1 地質及び鉱化作用	49
3-1-1 グザイン地区	49
3-1-2 ドカール地区	49
3-2 グザイン地区の調査結果	49
3-2-1 物理探査	49
3-2-2 ボーリング調査	51
3-3 ドカール地区の調査結果	69
3-3-1 物理探査	69
3-3-2 ボーリング調査	69
第4章 サラミ・マハブ・ハラキラブ地区の精査	78
4-1 地質及び鉱化作用	78
4-1-1 サラミ地区	78
4-1-2 マハブ地区	78
4-1-3 ハラキラブ地区	81
4-2 サラミ地区の調査結果	81
4-2-1 物理探査	81
4-2-2 ボーリング調査	84
4-3 マハブ地区の調査結果	91
4-3-1 物理探査	91
4-4 ハラキラブ地区の調査結果	91

4-4-1 物理探査	91
4-4-2 ボーリング調査	101
第5章 マケール・サラヒ・ズーハ地区の精査	107
5-1 地質及び鉱化作用	107
5-1-1 マケール地区	107
5-1-2 サラヒ地区	107
5-1-3 ズーハ地区	107
5-2 マケール地区の調査結果	111
5-2-1 物理探査	111
5-2-2 ボーリング調査	111
5-3 サラヒ地区の調査結果	119
5-3-1 物理探査	119
5-4 ズーハ地区の調査結果	119
5-4-1 物理探査	119
5-4-2 ボーリング調査	129
第6章 調査結果についての考察	135
6-1 南バチナコースト地域に分布する銅鉱床について	135
6-2 グザイン鉱床の鉱化作用について	135
6-2-1 鉱床の生成	135
6-2-2 品位分布および鉱量	135
6-2-3 鉱化変質	141
6-3 グザイン鉱床の経済的評価	141
6-4 調査手法について	142

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論	149
第2章 提言	150
参考文献	151
図表一覧	153

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平成9年度から平成10年度にかけて3ヶ年にわたって実施された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して実施された。

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った。

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 (No.1 及び No.2 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。

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 に示す。

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。中央バチナコースト地域資源開発協力基礎調査及びソハール地域における過去の探査の調査結果から、次のような探査指針が得られた。

- 1) 本地域の塊状硫化物鉱床は層準規制を受けており、スマイル火山岩類中の下部火山岩類の下部層 (V1-1 : Geotimes ユニット) と上部層 (V1-2 : Lasail ユニット) 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と緑れん石化作用が顕著である。
- 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) 下部火山岩類の金属質堆積岩が層状の磁鉄鉱から主としてなり、それに銅の鉱化が認められる場合は、側方で塊状硫化物鉱体に漸移する可能性がある。

しかしながら、本地域は第四紀の堆積物に広く覆われていることから、鉱徴を地表で確認できる部分が限られている。そのため、本鉱床探査を効率的に行うための作業フローを以下のように策定した。Fig. I-1-1 にそのフロー図を示す。

- 1) まず第一に地質調査による胚胎層準の追跡、鉱徴地の抽出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

Flow for massive sulphide deposits exploration in Batinah coast

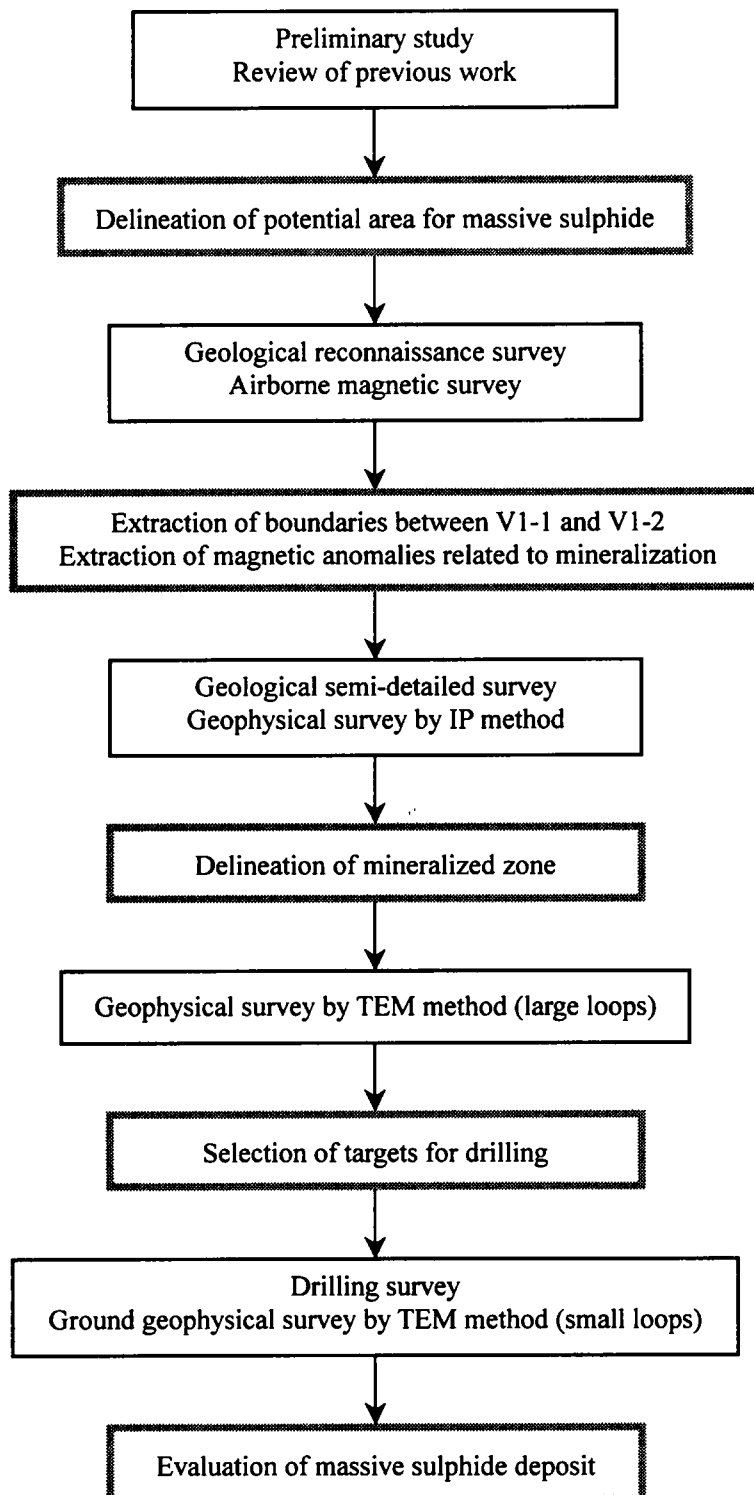


Fig.I-1-1 Flow for massive sulphide deposits exploration in Batinah Coast

選定することである。

- 2) この選定された地域に対して地上物理探査を実施し、鉍床賦存ポテンシャルが高い地区を抽出する。この地上物理探査では、第1段階は鉍化帯の把握のために TDIP 法、そして第2段階は鉍化帯からの鉍体の抽出のために TEM 法を用いることが最適である。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 x 50m) による TEM 法調査を併用することが有効である。
- 3) 地上物理探査の異常部についてボーリング調査を実施し、鉍床の存在を確認する。

このような探査フローに基づいて実施した3年間の作業の概要を Fig.I-1-2 にまとめた。この図に示すように、第1年次はグザイン地区、ドカール地区及びダリス地区で物理探査とボーリング調査を行うとともに、調査対象地域の北西部において既知鉍徴地及びその周辺部の地質調査を実施した。

第2年次では、グザイン地区で第1年次に引き続いて物理探査とボーリング調査を行った。また、サラミ地区、マハブ地区、ハラキラブ地区及びマケール地区では地質調査と物理探査を実施し、これらのうちサラミ地区とハラキラブ地区では物理探査の結果に基づいてボーリング調査も行った。さらに、ズーハ地区では地質調査を実施した。

第3年次は、第2年次の結果に基づいて、グザイン地区、ズーハ地区及びマケール地区で物理探査とボーリング調査、サラヒ地区において物理探査を実施した。

本調査で実施した各手法の調査量及びそれに伴って実施した室内試験の数量を Table I-1-1 に示した。

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、次のとおりである。

(1) 調査計画策定及び折衝

(日本国側)

大迫 次郎	金属鉍業事業団海外部次長
伊藤 正	金属鉍業事業団海外部計画課課長
上木 隆司	金属鉍業事業団海外部計画課課長代理
青山 健治	外務省経済協力局開発協力課
柴崎 洋志	金属鉍業事業団海外部計画課

(オマーン国側)

Mohamed H. Kassim	Al-Yafai	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

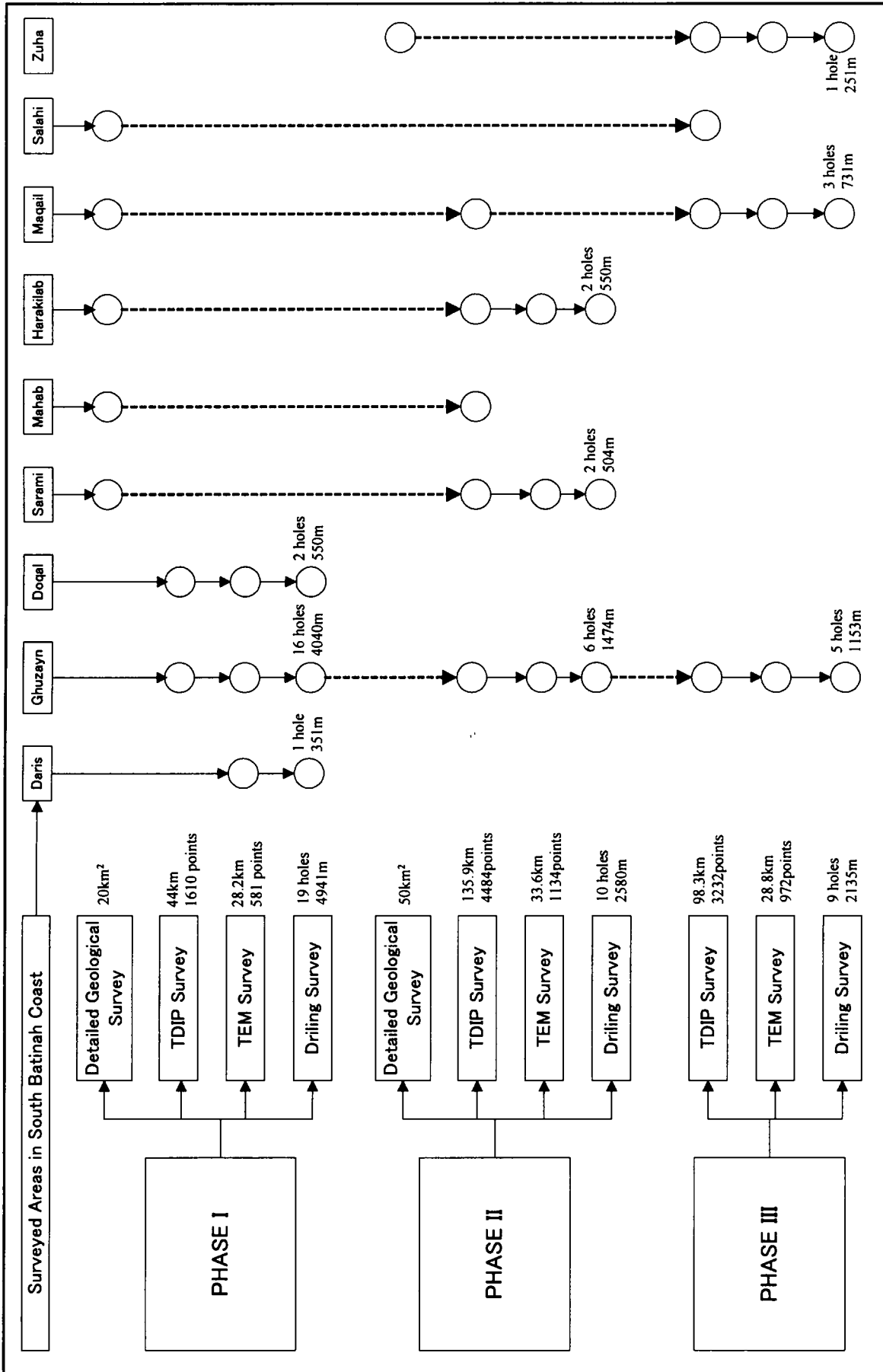


Fig.1-1-2 Flow of the project

Table I-1-1 Amounts of works

CONTENTS	PHASE I		PHASE II		PHASE III	
		Area coverage Laboratory work - Thin sections - Polished sections - X-ray diffraction - Chemical analysis	20 km ² 6 samples 7 samples 19 samples 60 samples (ore)	Area coverage Laboratory work - Thin sections - X-ray diffraction - Chemical analysis	50 km ² 7 samples 7 samples 23 samples (ore)	
Detailed Geological Survey	Survey areas	Ghuzayn, Doqal	Survey areas	Ghuzayn, Mahab, Harakilab, Sarami, Maqail	Survey areas	Ghuzayn, Maqail, Salahi, Zuha
TDIP Survey	Line length Measurement points Laboratory work	44 km 1610 points 32 samples	Line length Measurement points Laboratory work	135.9 km 4484 points 33 samples	Line length Measurement points Laboratory work	98.3 km 3232 points 30 samples
TEM Survey	Survey areas Line length Measurement points	Daris, Ghuzayn, Doqal 28.2 km 581 points	Survey areas Line length Measurement points	Ghuzayn, Sarami, Harakilab 33.6 km 1134 points	Survey areas Line length Measurement points	Ghuzayn, Maqail Zuha 28.8 km 972 points
Drilling Survey	Daris area Ghuzayn area Doqal area Total amount -- Laboratory work - Thin sections - Polished sections - X-ray diffraction - Chemical analysis	1 hole, 350.50m 16 holes, 4040.10m 2 holes, 550.65m 19 holes, 4941.25m 30 samples 11 samples 21 samples 427 samples (ore)	Ghuzayn area Sarami area Harakilab area Total amount -- Laboratory work - Thin sections - Polished sections - X-ray diffraction - Chemical analysis	6 holes, 1474.15m 2 holes, 504.25m 2 holes, 602.00m 10 holes, 2580.40m 14 samples 13 samples 14 samples 149 samples (ore)	Ghuzayn area Maqail area Zuha area Total amount -- Laboratory work - Chemical analysis	5 holes, 1153.50m 3 holes, 731.40 1 hole, 250.90 9 holes, 2135.80m 82 samples

(2) 現地指導監督

藤井 昇 金属鉱業事業団調査事業部海外協力課
吉岡 謙 金属鉱業事業団調査部調査第二課
増田 一夫 金属鉱業事業団調査計画部調査計画課

(3) 現地調査

(日本国側)

柴田 芳彰	三菱マテリアル資源開発 (株)	総括, ボーリング調査
古野 正憲	三菱マテリアル資源開発 (株)	地質調査
田島 俊雅	三菱マテリアル資源開発 (株)	物理探査
エスコバル 太仁	三菱マテリアル資源開発 (株)	物理探査
佐々木 純一	三菱マテリアル資源開発 (株)	物理探査
堀内 浩久	三菱マテリアル資源開発 (株)	物理探査
高橋 武春	三菱マテリアル資源開発 (株)	物理探査
遠藤 晋	三菱マテリアル資源開発 (株)	物理探査
館原 秀博	三菱マテリアル資源開発 (株)	物理探査
城森 信豪	三菱マテリアル資源開発 (株)	物理探査

(オマーン国側)

Salim Omer Abdullah Ibrahim	Ministry of Commerce and Industry	総括
Ali Salim Al-Rajhi	Ministry of Commerce and Industry	ボーリング調査
Durair Ismail A'Shaikh	Ministry of Commerce and Industry	ボーリング調査
Saeed Bin Monsher Bin Atti Ba'lhaf	Ministry of Commerce and Industry	物理探査

1-4 調査期間

本調査に伴う各年次の現地調査の期間は、以下のとおりである。

第1年次

(1) 地質調査	平成9年10月21日 ~ 平成9年11月21日
(2) 物理探査	平成9年9月16日 ~ 平成10年1月2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

第2年次

(1) 地質調査	平成10年9月28日 ~ 平成10年10月28日
(2) 物理探査	平成10年10月1日 ~ 平成11年1月15日
(3) ボーリング調査	平成10年9月28日 ~ 平成11年1月27日

第3年次

- (1) 物理探査 平成11年12月7日 ～ 平成12年3月10日
- (2) ボーリング調査 平成11年12月7日 ～ 平成12年3月15日

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、そこではライム、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、ワジの中及びその周辺部にアカシア等の疎らな植生が認められるのみである。

気温は夏期(4月から10月)には最高気温が 40℃, ときには 50℃に達し、湿度も日中で 40%, 夜間には 100%近くまで達する。しかし冬期(11月から3月)には最高気温は 25℃前後まで下がる。

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.I-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である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（原地性である基盤の上位に衝上した異地性岩体）及びサマイル（Samail）ナッペ、原地性である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、ガブロ、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（Hadhramut）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。

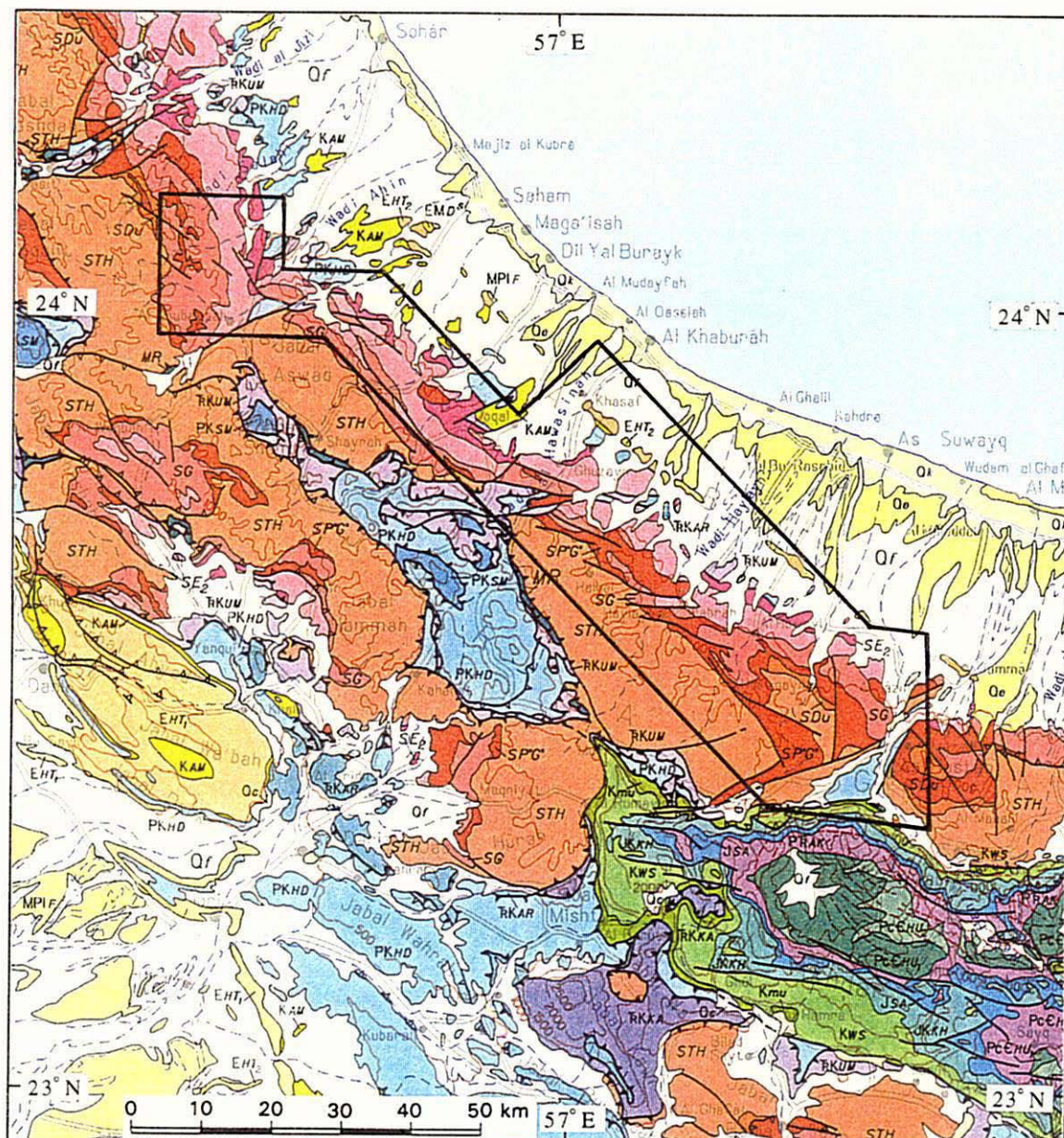
第四系は、中央部から東縁ないし北縁に広く分布する扇状地堆積物、段丘堆積物、河川堆積物及び崩壊性堆積物からなる。

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楕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。

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徴地について、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.I-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。



<p>SURFICIAL DEPOSITS Quaternary</p> <p>Or Alluvial deposits</p> <p>Om Coastal deposits</p> <p>SEDIMENTARY COVER End-Cretaceous - Tertiary</p> <p>MPI₂ MIOCENE-PLIOCENE Upper Fars Group Shelf facies</p> <p>EMD LATE EOCENE - EARLY MIOCENE Dhofar Group Shelf facies</p> <p>EHT₃ LATE EOCENE Upper Hadramaut Group Shelf facies</p> <p>EHT₂ EARLY-MIDDLE EOCENE Middle Hadramaut Group Shelf facies</p> <p>EHT₁ Lower Hadramaut Group Shelf facies</p> <p>KAM END-CRETACEOUS Aruma Group Shelf, slope and basin facies</p>	<p>SAMAIL OPHIOLITE Middle - Late Cretaceous</p> <p>SE₂ LATE MAGMATIC UNIT Upper extrusives</p> <p>SPG₂ Intrusives - Peridotite, gabbro</p> <p>SDE₁ EARLY MAGMATIC SEQUENCE Sheeted dyke complex and Lower extrusives</p> <p>SG Cumulate and High level gabbro</p> <p>SDu Dunite</p> <p>STH MANTLE SEQUENCE Tectonized harzburgite</p> <p>Geological symbols</p> <p>— Contact</p> <p>- - - Fault - Dashed where inferred</p> <p>Major thrust fault - Saw-teeth on upper plate</p> <p>Minor thrust fault, reverse fault</p>	<p>SUMEINI AND HAWASINA NAPPEs Late Permian - Late Cretaceous</p> <p>RKUW TRIASSIC-CRETACEOUS Umar Group Volcanic rocks, basin facies</p> <p>RKKA TRIASSIC-CRETACEOUS Kawa Group Volcanic rocks, platform facies</p> <p>PKHD LATE PERMIAN - LATE CRETACEOUS Hanwat Duru Group Volcanic rocks, basin facies</p> <p>RUBJ LATE PERMIAN - JURASSIC Baid Formation Shelf facies</p> <p>RKAR TRIASSIC - LATE CRETACEOUS Al Aridi Group Volcanic rocks, slope facies</p> <p>PKSW LATE PERMIAN - LATE CRETACEOUS Sumeini Group Slope facies</p>
--	---	--

Ministry of Petroleum and Minerals (1993)

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

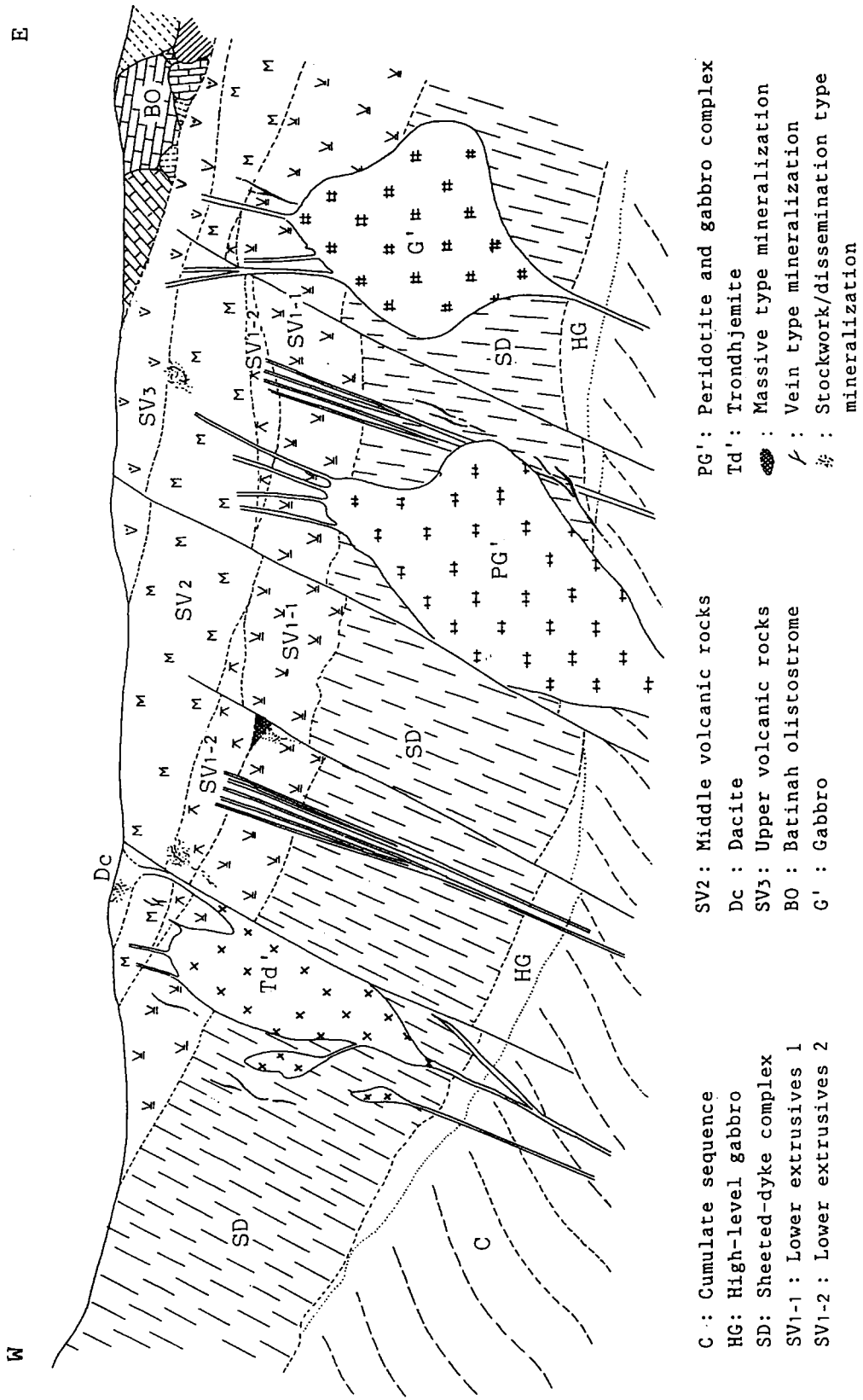


Fig. I -3-2 Schematic distribution of Samail Volcanic Rocks and mineralization in Sohar area

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・サフィール (Hayl as Sahil) 鉱床、それに本資源開発協力調査で発見したグザイン (Ghuzayn) 鉱床が挙げられる。

グザイン鉱床のこれまでの調査結果に基づいて、その地質構造及び鉱化変質の特徴を模式的に示したものが Fig.I-3-3 である。この図に示すように、鉱体部には以下のような地質構造及び鉱化変質の特性が認められる。

地質構造特性

- (1) 鉱体は下部火山岩類の下部噴出岩類 (V1-1) と上部噴出岩類 (V1-2) の境界部に賦存する。
- (2) 鉱体の片側は鉱体生成前の断層によって境されており、その断層付近で鉱体の厚さが最も厚い。
- (3) 鉱体は側方部では堆積構造を持ち、磁鉄鉱に富む金属質堆積岩に漸移する。

鉱化変質特性

- (1) 鉱化変質は珪化、Mg 緑泥石 (Chinochlore) 化及び緑れん石化からなる。
- (2) これらの変質は鉱体に近いほど強く、下盤側でより強い。

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のと考えられる多量のスラグや製錬跡を見ることが出来る。

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 Propection 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。

1970 年代にはオマーン国政府は、Propection 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。

オマーン国政府は、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 8,000 km² 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

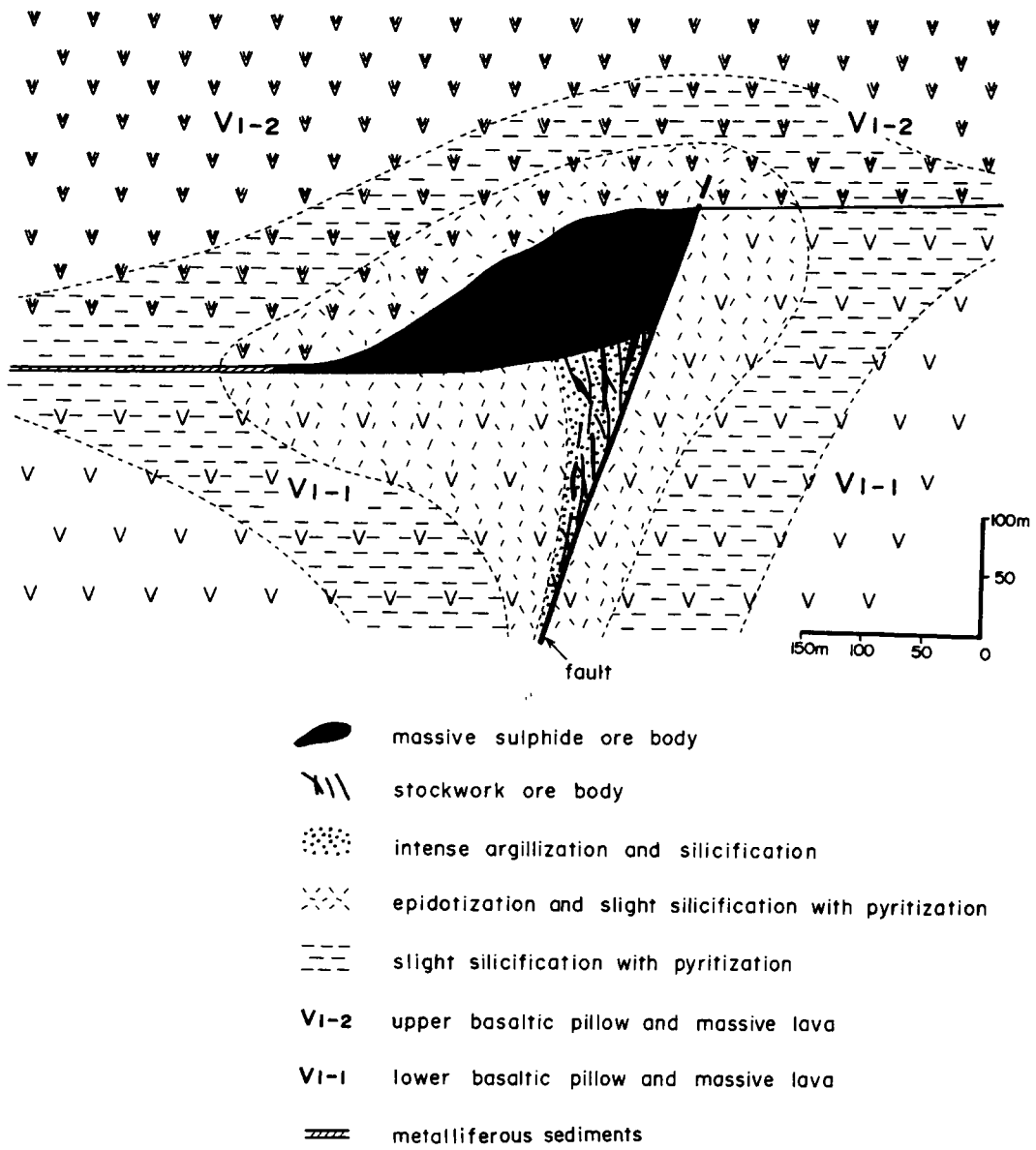


Fig. I -3-3 Schematic model of massive sulphide deposits in Ghuzayn area

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・サフィール (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 ケ所の銅の鉱徴地に対する調査を BRGM に発注し、1986 年までの間物理探査及びボーリング調査が実施された。この結果ハイル・アス・サフィー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, マフムーン (Mahmum), ビルモーセン (Bir Mohsen), グザイン, プワイリク, 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・サフィー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(Lasai)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(Lasai 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・サフィール鉱床に対しては、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), アルアスガール(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・サフィー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・サフィー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、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 地質調査

第1章に示した探査指針に基づいて、調査対象地域北西部の既知鉱徴地及びそれらの周辺部において地質調査を実施し、塊状硫化物鉱床の賦存ポテンシャルが高い地区の抽出を行った。有望地として抽出した地域は、北からズーハ、サラヒ、マケール、ハラキラブ、マハブ及びサラミの6地区である。これらの中でも、大規模なゴッサンが存在するズーハ地区、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地区が最も有望と考えられた。これらの地区の調査結果は以下の通りである。

ズーハ地区：本地区にはグザイン地区のゴッサンとほぼ同規模のゴッサンが存在し、その周辺には酸化銅が多く生成している部分が認められ、古代の製錬跡も存在する。V1-1層中に強い緑れん石化が認められるところがあり、連続性のよい金属質堆積岩も発達していることから、鉱床賦存の可能性は高いと考えられる。地質構造はやや複雑で、衝上断層、正断層、褶曲が認められた。

ハラキラブ地区：古代に銅鉱石の採掘・製錬が行われた鉱山跡が2箇所存在し、中央部には部分的にゴッサン化した珪化帯が広く分布している。南部のマハブ村に近いところでは鉱山跡付近同様に強い緑れん石化を伴うV1-1層が認められた。

サラヒ地区：U1中に酸化銅や磁鉄鉱が伴われるのが各所で認められ、緑れん石化が強い部分も数ヶ所で認められた。特に北部に露出する磁鉄鉱に富むU1は厚さが2mに及び、層理が発達し、かつ酸化銅を伴っており、塊状硫化物鉱体の末端部の様相を呈するものである。

マケール地区：磁鉄鉱を多く含む厚い金属質堆積岩が発達しており、地区中央部を南北に走る断層に沿ってゴッサン化が認められる。これら金属質堆積岩およびゴッサン中には銅の鉱化が認められる。北部の金属質堆積岩が厚く発達しているところではV1-1層中に強い緑れん石化が認められる。

マハブ地区：磁鉄鉱を多く含む金属質堆積岩が存在し、V1-1層中にはやや強い緑れん石化が認められるところがある。しかし、断層によって切られているため、鉱床の賦存が期待できる範囲は限られている。

サラミ地区：下盤であるV1-1層中に各所で銅の鉱化作用が認められ、北部では上盤のV1-2層分布域に小規模なゴッサンを伴う広い珪化帯が存在することが明らかになった。この珪化帯に隣接するV1-1層中に強い緑れん石化も認められた。また一部の金属質堆積岩には磁鉄鉱と酸化銅を伴うものも認められた。

4-2 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法を、その精査地区内における鉱化範囲の絞り込みとボーリング地点の選定のためにTEM法を用いた。

4-2-1 TDIP 法調査

TDIP 法調査は鉍化帯の抽出を目的として、グザイン地区、ズーハ地区、ハラキラブ地区、マケール地区、サラミ地区、ドカール地区、マハブ地区及びサラヒ地区の8地区において実施した。各地区の調査結果は以下のとおりである。

グザイン地区：Fig.I-4-1に示すように、中央西部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。一方ゴッサンの東方及び西部のA'Ruwydhat 部落では、広範囲に高分極率異常が認められたものの、その異常域に低比抵抗異常を検出することはできなかった。また、さらに西方及び東方延長部でも調査を行ったが、鉍床胚胎層準に鉍化作用を示唆するような異常は認められなかった。

ズーハ地区：ゴッサン周辺からその北方にかけて、V1-1層分布域のみならず、鉍床胚胎層準の分布域にも高分極率異常が抽出された。しかしながら低比抵抗異常は、V2層の分布域以外では顕著なものは認められなかった。

ハラキラブ地区：中央部に低比抵抗異常を伴う顕著な高分極率異常帯（Dhahwa IP 異常帯）が抽出された。この異常帯も高いメタルファクター値を示した。

マケール地区：中央部から南部にかけて南北方向に連続する顕著な高分極率異常及び北部から北西部にかけての高分極率異常が抽出された。それらのうち北西部の異常はやや低い比抵抗異常を伴うものであった。

サラミ地区：北部に広範囲の非常に高い分極率異常（Omah No.1 IP 異常帯）が抽出され、その南方にも小規模な高分極率異常（Omah No.2 IP 異常帯）が抽出された。これらの異常帯はやや低い比抵抗値を示す部分を伴っており、その部分のメタルファクターは極めて高い値を示した。

ドカール地区：中央バチナコースト地域資源開発協力基礎調査で抽出された顕著な高分極率異常を伴う IP 異常がさらに北西方向に連続することが確認され、本地区の南西端にも高分極率異常帯が抽出された。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、明瞭な低比抵抗異常部は抽出されなかった。

サラヒ地区及びマハブ地区：V1-1層分布域と一部の鉍床胚胎層準分布域に高分極率異常が抽出されたが、低比抵抗異常は V2 層分布域で認められたのみで、塊状硫化物鉍の鉍化作用に起因すると考えられる異常は認められなかった。

3年間の調査結果から、本地域における塊状硫化物鉍及びその母岩の IP 特性は次のようにまとめられる。

- ① 塊状硫化物鉍は中～高分極率で、低～中比抵抗を示す。
- ② 下盤の V1-1 層は一般に高い分極率で、高い比抵抗を示す。
- ③ 上盤の V1-2 層は一般に低い分極率で、高い比抵抗を示す。
- ④ V1-2 より上位の V2 層は一般に低い分極率で、低い比抵抗を示す。

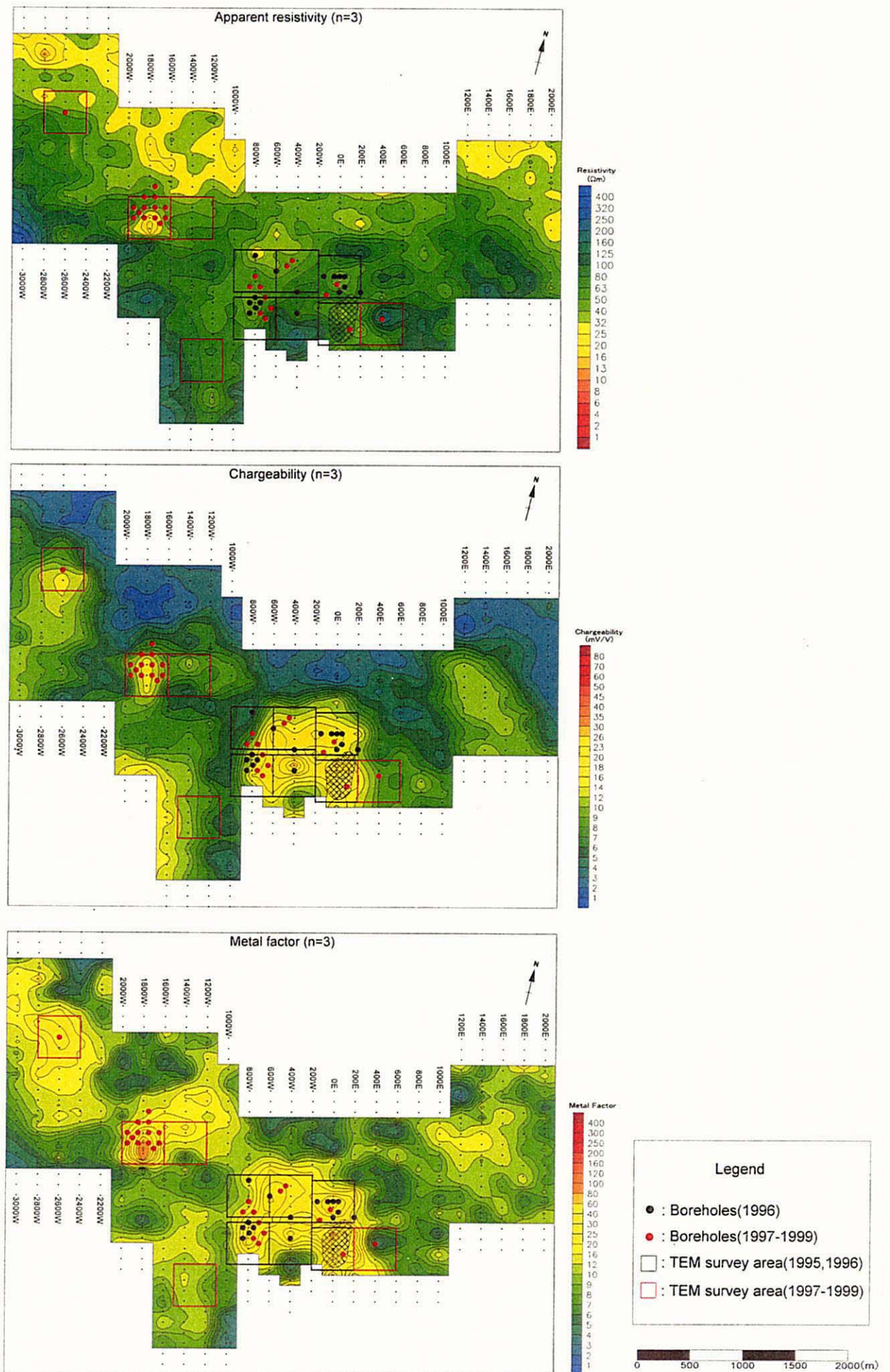


Fig.I-4-1 IP plane map in Ghuzayn area

4-2-2 TEM 法調査

TDIP 法調査で異常が検出されたグザイン地区、ズーハ地区、ハラキラブ地区、マケール地区、サラミ地区、ドカール地区及びダリス地区の 7 地区で比抵抗構造の解明と塊状硫化物鉱体賦存部の抽出を目的として TEM 法調査を実施した。各地区の調査結果は以下のとおりである。

グザイン地区：西部で実施した調査の結果は、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 300m 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。本地区では A'Ruwydhāt IP 異常帯に対しても TEM 法調査を実施したが、異常は検出できなかった。またゴッサンの東部で実施した結果、浅部に高磁場異常が検出された。

ハラキラブ地区：Dhahwa IP 異常帯の中央部で鉱化作用に起因すると考えられる高磁場異常が検出された。

マケール地区：実施した 3 ループのうち、1 つのループにおいて塊状硫化物鉱床を示唆する高磁場異常が検出された。

サラミ地区：Omāh No.1 IP 異常帯の中央部と西部の 2 ヶ所に鉱化作用に起因すると考えられる高磁場異常が検出された。

ダリス地区：広範囲の IP 異常部から 2 ヶ所を選出して 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。

ズーハ地区及びドカール地区：塊状硫化物鉱床を示唆する異常は捕捉できなかった。

4-3 ボーリング調査

物理探査の調査結果に基づいて、グザイン地区、ズーハ地区、ハラキラブ地区、マケール地区、サラミ地区、ドカール地区及びダリス地区の 7 地区において、合計 38 孔、総掘進長 9,657.45m のボーリング調査を実施した。

グザイン地区：本地区で実施した 27 孔のボーリングの位置及び捕捉した鉱体の位置を Fig. I-4-3 に、着鉱部についてとりまとめたものを Table. I-4-1 に示す。

中央バチナコースト地域資源開発協力基礎調査で発見された No.1 及び No.2 鉱体について、これら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、No.1 鉱体では MJOB-G25 孔がコア長 7.45m、銅平均品位 3.51% の塊状硫化物鉱に着鉱した。No.2 鉱体については、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。これらのボーリング調査の結果、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。

一方、本地区西部では、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、合計 10 孔で塊状硫化物鉱体 (No.3 鉱体) を捕捉した。これらのうち MJOB-G30 孔では着鉱部のコア長とその銅平均品位は、それぞれ 91.4m と 2.68% を示した。なお着鉱部の深度

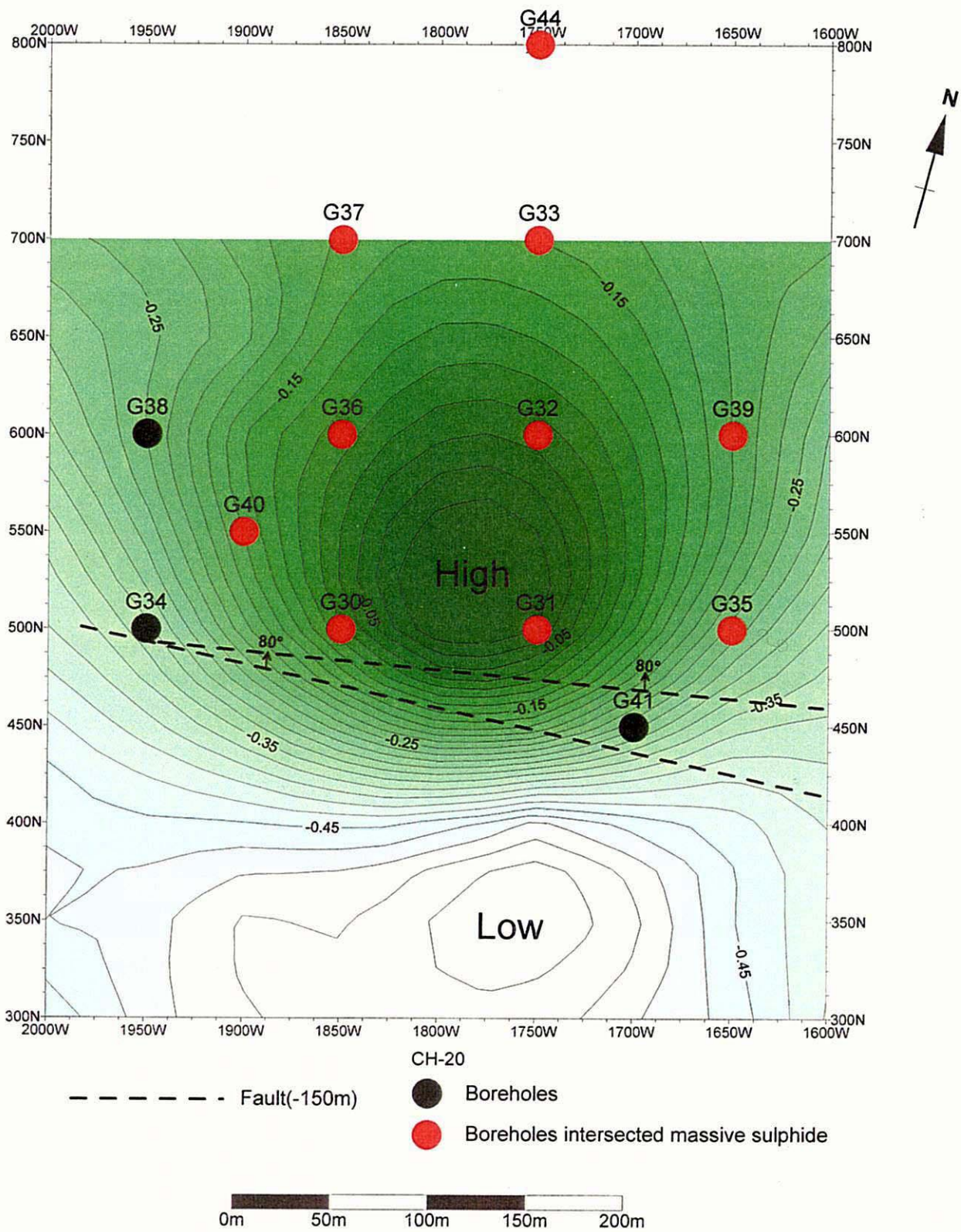


Fig.I-4-2 TEM response map of Ghuzayn area

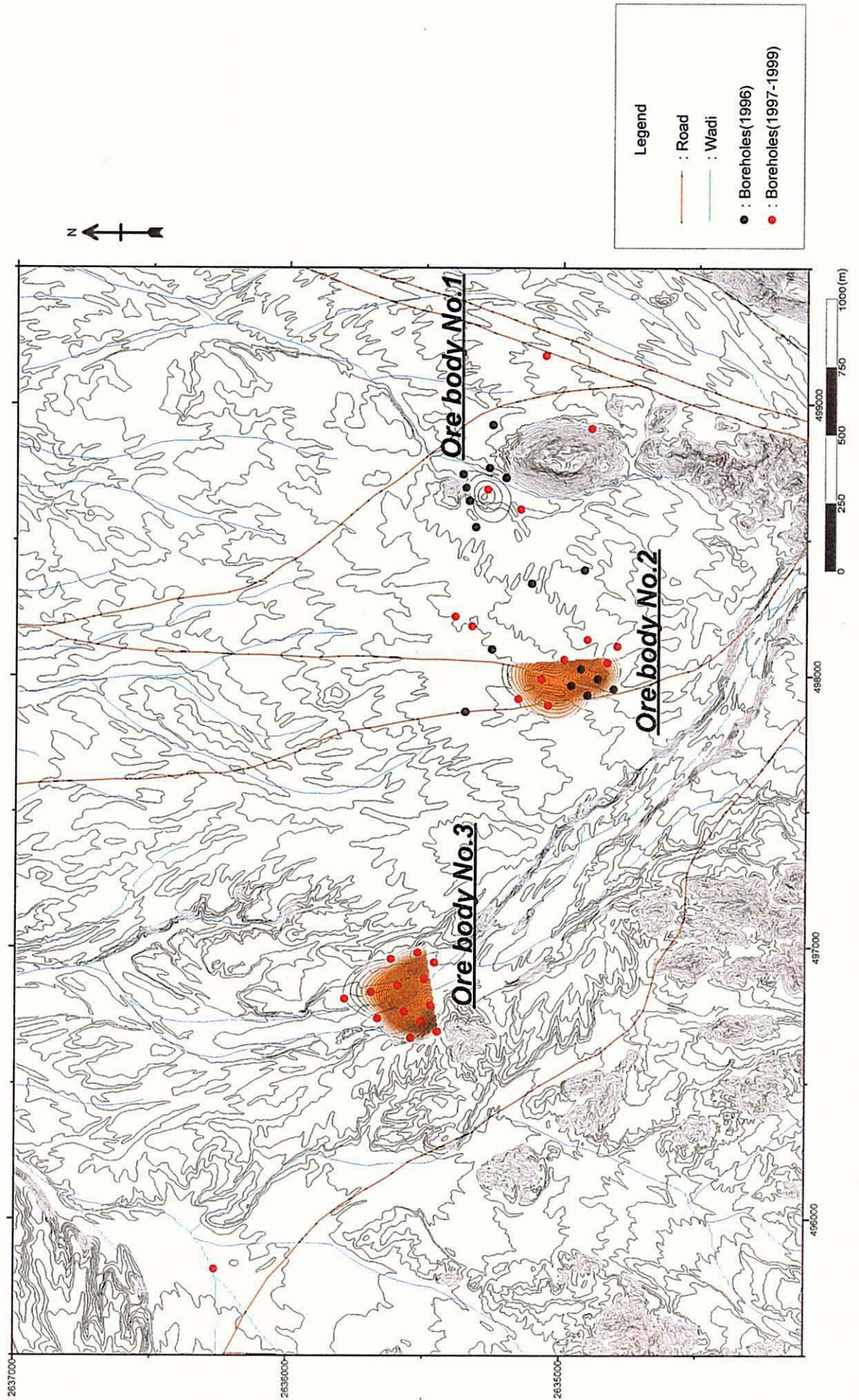


Fig.1-4-3 Location map of boreholes and confirmed orebodies of Ghuzayn area

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

Ore Body Name	Bore Hole No.	Type of Ore	Depth (m)		Thickness (m)	Average Grade	
			from	to		Cu (%)	Zn (%)
Ghuzayn Body No.1	MJOB-G3	massive sulphide	133.45	142.80	9.35	4.66	0.04
		stockwork	142.80	179.90	37.10	0.47	0.11
	MJOB-G13	massive sulphide	152.80	154.40	1.60	0.17	0.04
	MJOB-G25	massive sulphide	115.60	123.05	7.45	3.51	0.03
Ghuzayn Body No.2	MJOB-G5	massive sulphide	136.90	170.60	33.70	1.47	0.04
	MJOB-G14	massive sulphide	119.80	164.75	37.10	1.88	0.04
		stockwork	164.75	171.50	6.75	2.74	0.44
	MJOB-G15	metaliferous sediment	178.85	179.20	0.35	2.10	0.01
		massive sulphide	179.20	212.30	29.90	1.55	0.05
	MJOB-G16	massive sulphide	186.90	189.40	2.50	1.63	0.05
	MJOB-G17	massive sulphide	215.90	222.80	6.90	1.17	0.05
	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
		stockwork	117.85	127.85	10.00	3.56	0.10
	MJOB-G22	massive sulphide	96.55	110.20	13.65	2.70	0.03
MJOB-G29	stockwork	132.75	142.85	10.10	1.16	0.05	
	stockwork	132.75	142.85	10.10	1.16	0.05	
Ghuzayn Body No.3	MJOB-G30	massive sulphide	110.40	201.80	91.40	2.68	0.01
		(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
	MJOB-G35	massive sulphide	127.25	133.35	6.10	0.80	0.04
	MJOB-G36	massive sulphide	177.00	231.25	54.25	1.14	0.05
	MJOB-G37	massive sulphide	255.05	259.15	4.10	1.59	0.08
	MJOB-G39	massive sulphide	188.05	188.95	0.90	0.84	0.09
	MJOB-G40	massive sulphide	141.95	199.05	57.10	2.10	0.05
		stockwork	199.05	216.80	17.75	1.06	0.22
MJOB-G44	massive sulphide	277.10	280.00	2.90	0.79	0.02	

は、110m から 280m の間であった。塊状硫化物鉱体のほかに、鉱染と網状脈からなるストックワーク鉱が塊状鉱の下部と上部に存在するのを MJOB-G31 孔、G33 孔及び G40 孔で確認した。この No.3 鉱体はその西側と東側で非対称であり、西側の方が厚く、さらに西縁では急激に薄くなること、本鉱体が 300m の連続性をもつこと及び鉱体の下底が南北方向では北に 20 度の勾配で単調に傾斜していることが明らかとなった。

A'Ruwydhat で実施したボーリング調査では、広範囲の強い珪化帯を捕捉したものの、弱い黄鉄鉱の鉱染しか認められず、ゴッサンの東部におけるボーリング調査でも変質、鉱化とも弱いものしか認められなかった。

ハラキラブ地区：Dhahwa IP 異常帯中の TEM 異常に対して実施した 2 孔のボーリング調査では、2 孔とも V1-2 層中における強度の鉱化作用の存在を確認した。この鉱化作用は、強い珪化と粘土化を伴う強度な黄鉄鉱化で、黄鉄鉱の鉱染と微脈を主とするが、部分的には黄銅鉱も伴われることを確認した。

サラミ地区：TEM 異常に対して 2 孔のボーリング調査を実施した結果、強度の黄鉄鉱の鉱染及び微脈が岩脈中及び上部層 (V1-2 層) 中に発達していることが明らかになった。

その他の地区：ズーハ地区、マケール地区、ダリス地区及びドカール地区において実施したボーリング調査の結果は、主として下盤中に黄鉄鉱の鉱染及び微脈、珪化と緑れん石化からなる鉱化変質が認められたものの、塊状鉱を捕捉することはできなかった。

4-4 グザイン鉱床の評価

グザイン地区で確認された 3 つの鉱体の詳細を Table I-4-2 に示す。なお、この表は塊状鉱のみについて計算したものであり、ストックワーク鉱は分布範囲が狭く、まだ情報が十分ではないため現段階では計算対象から除いた。

Table I-4-2 Comparison of ore bodies in Ghuzayn area

(Cut off grade: 0.5%×4m)

Ore Body Name	Ore Body No.1	Ore Body No.2	Ore Body No.3
Geologic ore reserves(t)	180,000	5,000,000	8,650,000
Average Cu grade(%)	3.0	1.2	1.5
Average Au grade(g/t)	0.1	0.1	0.1
Average thickness(m)	6	20	33
Areal extension(m ²)	9,000	73,000	74,000

(Cut off grade: 1.0%×4m)

Ore Body Name	Ore Body No.1	Ore Body No.2	Ore Body No.3
Geologic ore reserves(t)	180,000	3,600,000	7,430,000
Average Cu grade(%)	3.0	1.4	1.6
Average Au grade(g/t)	0.1	0.1	0.1
Average thickness(m)	6	22	46
Areal extension(m ²)	9,000	47,000	47,000

グザイン鉱床の採算性について予備検討を行った結果、これまでの探鉱で確認された No.2 鉱体と No.3 鉱体を合計した鉱量の 1,400 万トン (Cu1.4%)では経済性は低く、単独での開発への移行は困難と判断される。その主な原因は以下に示す通りである。

- a) 鉱体が地表下 100m 以深にあり、オープンピットの場合は剥土比が 6~7 と高い。
- b) 採掘コストに対し品位が銅 1.4%と低くかつ銅単味である。
- c) 全体鉱量の規模が小さいことから操業規模 3000t/日が限界である。

したがって、No.2 及び No.3 鉱体を開発へ移行させるためにはさらに新鉱体を発見することが肝要であり、その新鉱体は 100m 以浅に賦存すること、または金を 0.5g/t 以上伴うことが望ましく、それらの条件が満たされない場合は鉱量を倍増する規模の新鉱床が必要であると考えられる。しかしながら、グザイン地区及びその周辺部には経済性を有する新規鉱体がなお存在する可能性は低いことが本プロジェクトの結果判明した。

現在オマーン国政府は、ラカー鉱床の開発や新地域での探鉱促進に関する検討を進めている。ラカー地域を初め、ソハール旧鉱山地域、さらにはオマーン山脈一帯にはまだ未探鉱のポテンシャル地域が多く残っている。したがって、これらを含めたオマーン国全体の銅資源戦略と結びついたグローバルな視点からの資源評価・開発検討も考慮に入れなければならない。その場合、他地区の鉱山開発と関係づけることにより操業規模の拡大、共通費目の削減による起業費・操業コストの圧縮等が可能になれば、単独開発が不可能であった鉱床が開発可能なレベルに浮上する可能性も十分考えられる。

グザイン鉱床については初期探査が終わった段階であり、開発のための調査・検討は今後の作業である。しかし上述したような予備検討結果を考慮すると、グザイン鉱床の経済性評価はヤンクル地区のラカー鉱床及びハイル・アス・サフィール鉱床とセットにした開発というプログラムとして検討する必要があるものと考えられる。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

1997年から1999年までの3ヶ年にわたって実施した、地質調査、物理探査及びボーリング調査からなる本調査の結果は、以下のように結論付けられる。

- (1) グザイン地区において3番目の塊状硫化物鉱体 (No.3 鉱体) を捕捉し、その規模は推定地質鉱量で約860万t、平均銅品位は1.5%であった。MJOB-G30孔の着鉱部は規模、品位ともに最高で、コア長とその銅平均品位はそれぞれ91.4mと2.68%を示した。この結果、3鉱体を合わせた合計の推定地質鉱量は約1,400万t、平均銅品位は1.4%となった。
- (2) グザイン地区以外にも南バチナコースト地域には各所に鉱化作用が認められるが、経済性を持つ規模の塊状硫化物鉱体の存在はグザイン地区に限られることが明らかになった。
- (3) オマーンにおける銅鉱床探査では、第四紀層の広い被覆のために地上物理探査が探査の重要なポイントを握っている。中央バチナコースト地域資源開発基礎調査でキプロス型塊状硫化物鉱床の物理探査手法として提案したフロー、つまり第1段階の鉱化帯の把握のためにTDIP法、そして第2段階の鉱化帯からの鉱体の抽出のためにTEM法を用いるというフローが効果的であることが今回の調査でも検証された。
- (4) グザイン地区同様にオマーン山脈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。したがってオマーンにおいてはなお未発見のキプロス型塊状硫化物鉱床が存在する可能性は高いと考えられる。

5-2 提言

グザイン鉱床の合計の推定鉱量は約1,400万tに達することから、今後はさらに詳細な調査を行い、その経済性評価を行うことを提言する。

しかしながらグザイン地区の鉱体は深度が深いこと及び金をほとんど伴わないことから、本地区単独での開発は現状では困難であることが予想される。したがって、すでに発見され、まだ未開発である（一部のゴッサン部のみは開発されている）ヤンクル地区の鉱床とセットにして経済性評価を行うことを提言するものである。

また、ラカー地域を初め、ソハール旧鉱山地域、さらにはオマーン山脈一帯にはまだ未探鉱のポテンシャル地域が多く残っていることから、新規鉱床発見のための調査も継続することを提言する。