

オマーン国中央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 8 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資
J R
96-038

オマーン国中央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 8 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中央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7年度を第1年次とするものであり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して平成7年10月10日から平成8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8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

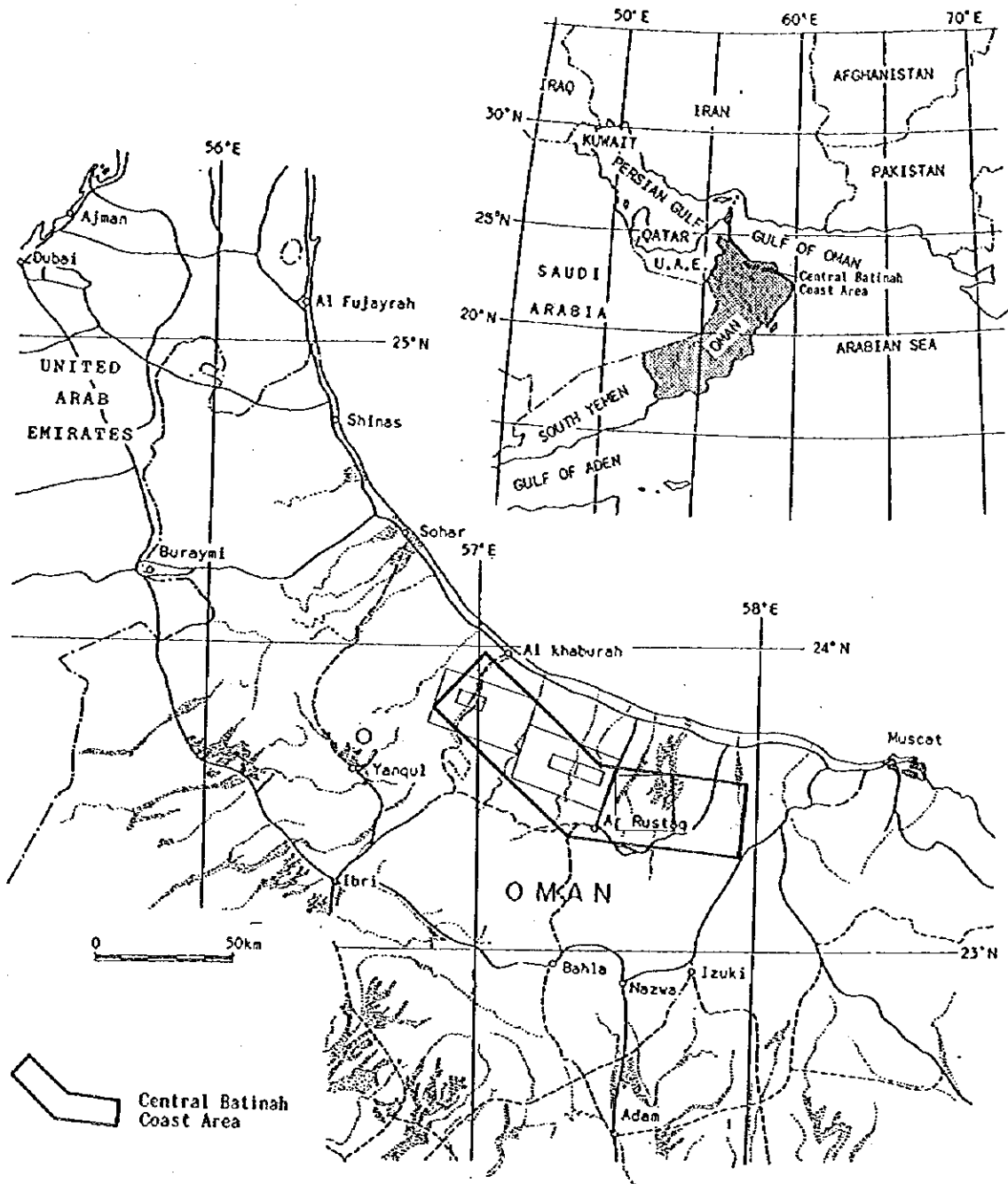


Fig.1 Location Map of the Central Batinah Coast area.

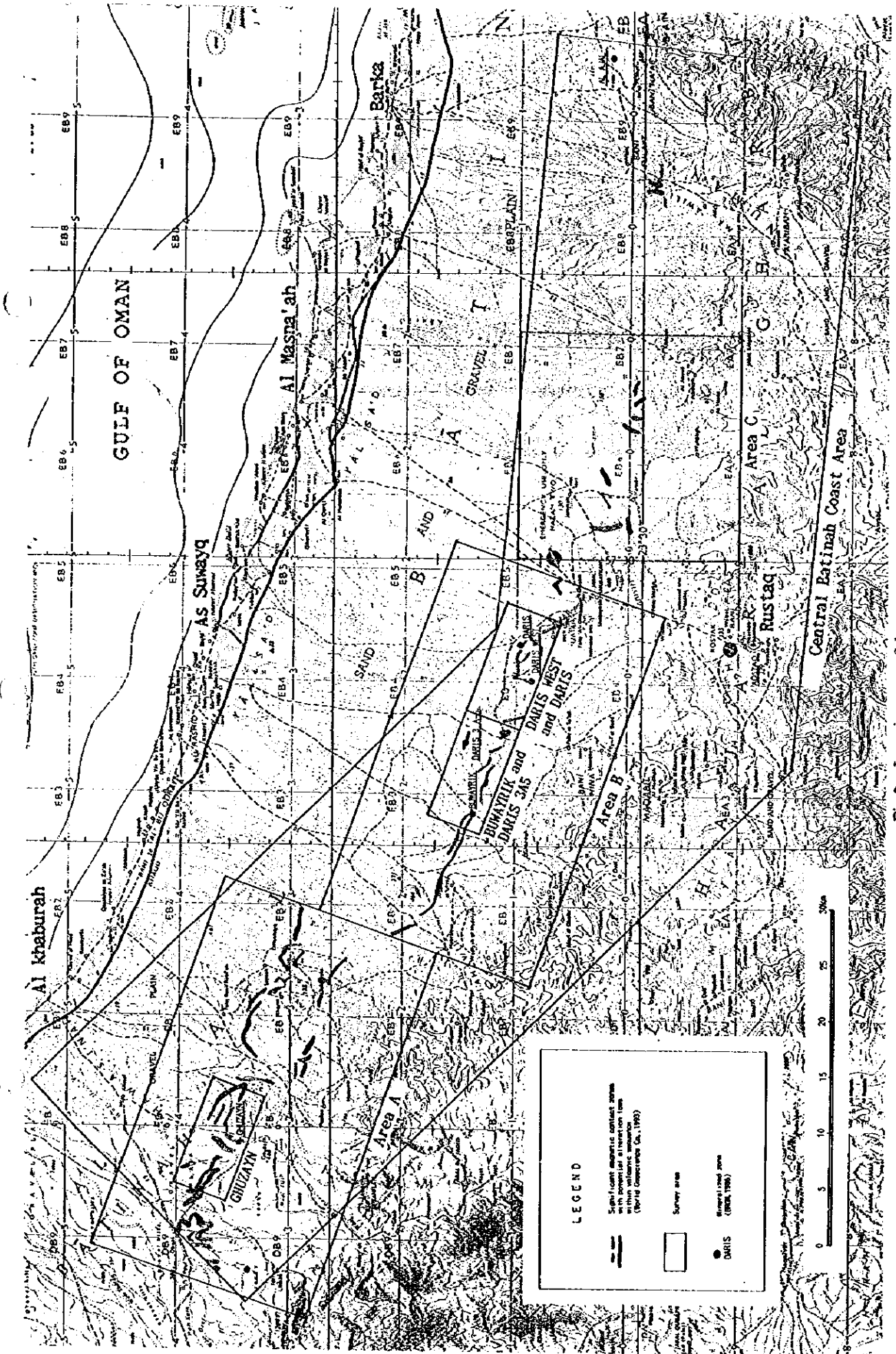


Fig.2 Location map of the survey areas.

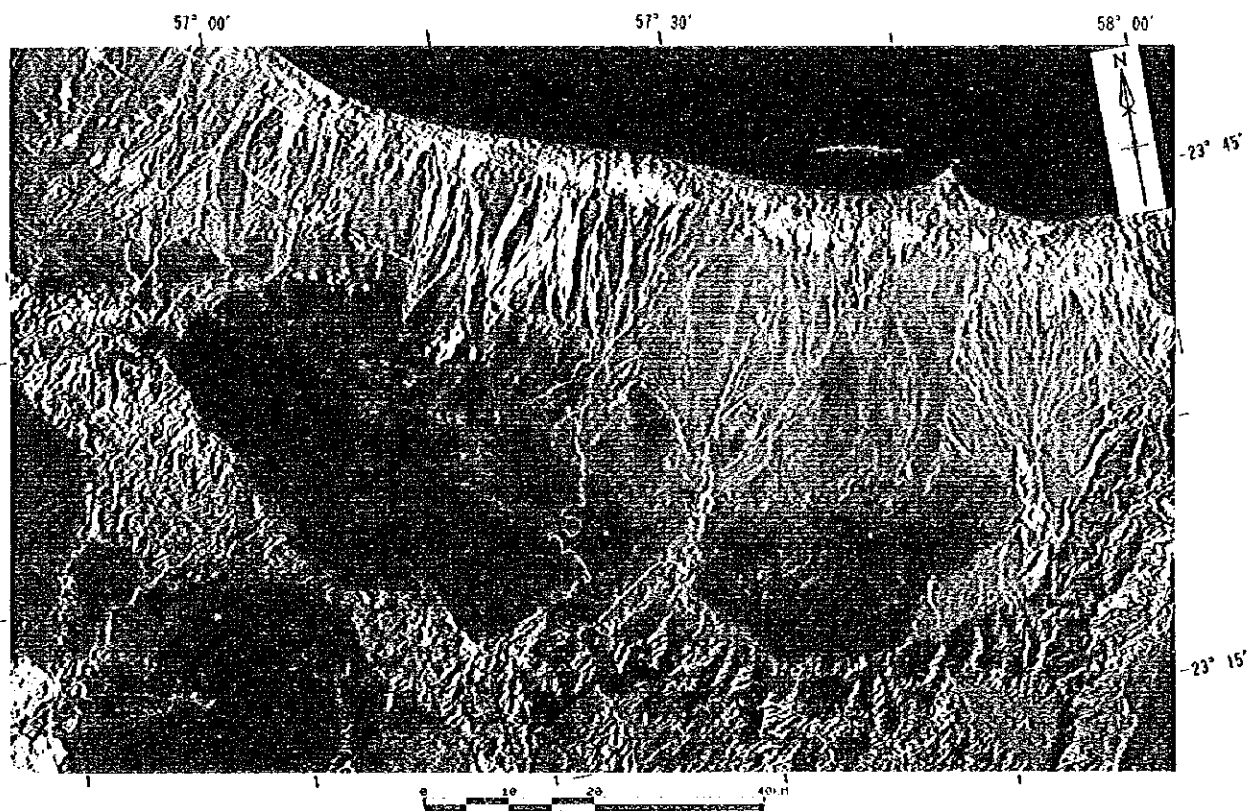


Fig.3 Landsat image of the Central Batinalah Coast area.

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7年2月7日付けで締結されたScope of Work に基づいてオマーン国中央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。

第1年次である本年度の調査は地質調査と物理探査からなる。地質調査はA、B、Cの3地区における地質概査と、A地区内のグザイン地区、B地区内のブワイリク・ダリス3A5地区、C地区内のダリス西部・ダリス地区における地質準精査、物理探査は地質準精査地区内におけるIP法及びTEM法である。

塊状硫化物鉱床の賦存は下部火山岩類中の下部層 (V_{1-1} 層) と上部層 (V_{1-2} 層) の境界部に期待されることから、この境界部を概査地区全域で追跡し、その分布を明らかにした。しかしC地区ではシート状岩脈群を中部火山岩類 (V_2 層) が直接覆っており、 V_{1-1} 及び V_{1-2} 層が欠如していることから、鉱床が賦存する可能性は低いことがわかった。

概査地区ではすでにグザイン、ダリス3A5及びダリスにゴッサンの存在が知られているが、A地区内における地質調査の結果、新たにドカール、ファルダ、サナー、グザイン部落北方及びクライヤにおいて有望なゴッサンを発見した。これらのうち、ドカールとファルダで採取した試料からは金及び銀を検出した。

準精査地区内のグザインゴッサン地区、グザイン西部地区、グザイン東部地区、ダリス3A5地区及びダリス地区の5地区において、IP法調査を実施した結果、グザインゴッサン地区ではゴッサンの北と西に有望なIP異常を補足し、ダリス地区においてもゴッサンの周辺に明瞭なIP異常が確認された。またダリス3A5地区においては、比較的分極率の高いゾーンがゴッサンから西の方に伸びているのが確認された。

IP異常に対して実施したTEM法調査では、グザインゴッサン地区で、ゴッサンのすぐ北の浅部及び北東の深部にTEM異常を検出した。またダリス地区では、ゴッサンから地区の北東部にかけて北東方向に伸びる浅部の異常、ゴッサンの西方から北西方向に伸びる浅部の異常及び地区の北西部における深部の異常を捕捉した。

以上の本年次の調査結果から、第2年次の調査は本年次で捕捉したTEM異常に対するボーリング調査、新たに発見したゴッサンに対する物理探査及び及び地質準精査を実施することを提言する。

目 次

はしがき	
調査地域位置図	
調査地域の衛星画像	
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	1
1-4 調査期間	3
第 2 章 調査地域の地理	4
2-1 位置及び交通	4
2-2 地形及び水系	4
2-3 気候及び植生	4
第 3 章 調査地域の既存地質情報	5
3-1 一般地質	5
3-2 鉍化作用及び鉍業略史	6
第 4 章 調査結果	15
4-1 地質調査結果	15
4-2 物理探査結果	17
第 5 章 結論及び提言	19
5-1 結 論	19
5-2 提 言	20

第II部 各論

第1章 既存探査資料の検討	29
1-1 各探鉱地区の過去の探査結果の概要	29
1-2 空中物理探査の結果の概要	41
1-3 探査資料の検討及び調査地区の選定	42
第2章 地質概査	59
2-1 調査の経緯及び目的	59
2-2 調査位置及び調査方法	59
2-3 地質調査結果	59
2-3-1 地質概要	59
2-3-2 A地区	60
2-3-3 B地区	76
2-3-4 C地区	79
2-4 空中磁気境界帯と地質との関係	80
第3章 地質準精査	86
3-1 調査の経緯及び目的	86
3-2 調査位置及び調査方法	86
3-3 地質調査結果	86
3-3-1 グザイン地区	86
3-3-2 ブワイリク-ダリス3A5地区	95
3-3-3 ダリス-ダリス西部地区	101
第4章 TDI P法調査	105
4-1 調査の経緯及び目的	105
4-2 調査位置及び調査量	105
4-3 調査方法	106
4-4 解析方法	109
4-5 物性測定	111
4-6 グザインゴッサン地区	111
4-7 グザイン東部地区	113
4-8 グザイン西部地区	114

4-9	ダリス3A5 地区	115
4-10	ダリス地区	116
第5章 TEM法調査		215
5-1	調査の経緯及び目的	215
5-2	調査位置及び調査量	215
5-3	調査方法	215
5-4	解析方法	217
5-5	グザインゴッサン地区	217
5-6	ダリス地区	218

第III部 結論及び提言

第1章	結論	245
第2章	第2年次への提言	246
参考文献		247
図表一覧		249
巻末		
付図		

第 1 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7年2月7日付けで締結されたScope of Work に基づいてオマーン国中央パ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。

本調査は、中央パ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。

1-2 調査範囲及び作業の概要

本調査の対象地域である中央パ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。調査地域は3地区からなり、西から東に向かってA地区、B地区及びC地区である。調査対象地域の位置図をFig. 1 及びFig. 2 に示す。本年度の調査は地質調査と物理探査からなる。地質調査はA、B、Cの3地区における地質概査と、A地区内のグザイン(Ghuzayn)地区、B地区内のブワイリク(Buwayrik)・ダリス(Daris) 3 A 5地区、C地区内のダリス西部・ダリス地区における地質準精査、物理探査は地質準精査地区内におけるIP法及びTEM法である。

地質調査及び物理探査の調査量、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)

(オマーン国側)

袁 輪 厚彦	金属鉱業事業団	Mohammed bin Hussain Kassim	Director General	MPM
西川 信康	金属鉱業事業団	Hilal Mohamed Sultan Al-Azri	Deputy Director General	MPM

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

Area and Content	Amount of Work	
	Survey Area	Survey Route
1. Geological Survey		
(1) Detail survey Area-A, Area-B, Area-C	1800 km ²	50 km
(2) Semi-detail survey Ghuzayn , Buwayrik-Daris 3A5 and Daris-Daris west Area	150 km ²	81 km
2. Geophysical Survey	Total line length	Number of measurements
(1) IP method Ghuzayn, Buwayrik-Daris 3A5 and Daris-Daris west Area	116 km	3,958 points
(2) TEM method Ghuzayn, Buwayrik-Daris 3A5 and Daris-Daris west Area	10 km	243 points

Table I -1-2 Content and amount of laboratory work

Laboratory work	Amount
1. Geological Survey	
1) Thin section	21 samples
2) Polished section	20 samples
3) X-ray diffraction analysis	22 samples
4) Chemical analysis	
Ore Assay (8 elements :Cr,Mn,Fe,Cu,Zn,Ag,Au,Pb)	56 samples
2. Geophysical Survey	
1) Resistivity measurement	21 samples
2) Polarizability measurement	21 samples

松本 和子 国際協力事業団 Said Salim Al Fori Director MPM
 Salim Omer Abdullah Ibrahim Director MPM

MPM: Ministry of Petroleum and Minerals

(2) 現地指導監督

大野 克久 金属鉱業事業団

(3) 現地調査

(日本国側)

(オマーン国側)

柴田 芳彰	団長	大手開発	Salim Omer Abdullah Ibrahim	Director	MPM
	地質調査				
後藤 求	地質調査	大手開発	Mohammed Salem Al-Battashi	Geologist	MPM
田島 俊雅	物理探査	大手開発	Hussain Abobaker Al-Zubaidy	Geophysicist	MPM
エヌ・エフ	物理探査	大手開発			
佐々木純一	物理探査	大手開発			
笠置 敏郎	物理探査	大手開発			
高橋 武春	物理探査	大手開発			

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。

調査計画策定及び折衝

平成7年 2月 3日 ~ 平成7年2月7日

現地指導監督

平成7年12月12日 ~ 平成7年12月25日

地質調査

平成7年10月10日 ~ 平成8年1月9日

物理探査

平成7年10月10日 ~ 平成8年1月9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(Mascat)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3,300km²の範囲である。本地域の中心位置はほぼ北緯23°30′、東経57°30′である。

首都マスカットから本地域の中央部に近いアススウェイク(As Suwayq)までは、海岸線を走る国道1号線を用いて130km、車で1時間30分を要する。

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 Ajal, Wadi Bani Kharus, Wadi Ma'awil, Wadi al Abiad, Wadi Far', Wadi al Hawoayn, Wadi Wadiyah, Wadi Nabrah, Wadi Halhal及びWadi al Hawasinah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、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℃、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。冬期(11月から3月)の平均気温は25℃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

本地域の地質は、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（Samail）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。

先後期二疊紀の堆積性基盤岩は本調査地の西端に分布し、玄武岩質から安山岩質の枕状溶岩からなる。

ハジャーユニットは、本調査地の東端及び中央南端に分布し、石灰岩とドロマイトからなる後期二疊紀のアフダル（Akhdar）層群、砂岩及び石灰岩からなるジュラ紀のサータン（Sahtan）層群、石灰岩からなるジュラ紀から白亜紀のカーマー（Kahmah）層群、石灰岩からなる白亜紀のワシア（Wasia）層群、及び礫岩・石灰質岩・角礫岩・石灰岩・砂岩・チャートからなるムティ（Muti）層から構成される。

ハワシナナッペは、本調査地の西端及び中央南端に分布する後期二疊紀からジュラ紀のバイド（Baid）層とハムラット（Hamrat）層群、及び調査地域の主に北西に分布する三疊紀のウマール（Umar）層群からなる。バイド層は炭酸塩岩から、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・ケラトファイアーから、ウマール層群はチャート・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る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・ハンレイ岩・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パチナ海岸平野の南部に線状に分布する。アルマ層はポリ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、原地性から準原地性の先後期二疊紀の堆積性基盤岩、ハジャーユニット、異地性のハワシナナッペ及びサマイルナッペが、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。原地性の第三紀の後ナッペユニット及び

第四系はその後にパチナコーストに下位とは不整合関係で堆積した。積重構造を形成するサマイルナッペは西側のハイライン(Haylayn)ブロックと東側のルスタク(Rustaq)ブロックの2つのブロックから構成され、調査対象地域中央南部からパチナ海岸のバルカ(Barka)西方の10km付近に延びるNE-SW系の断層及び線状構造によって区分される。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

本調査対象地域には、Fig. I-3-2に示すように銅、金及びクロムの鉱床・鉱微地が分布する。

これらのうち、本地域の主たる探査ターゲットである銅の鉱床及び鉱微地について、その産状等をTable I-3-1にまとめて示した。そのタイプと胚胎位置との関係をオマーン山脈北部をモデルとして模式的に示したものがFig. I-3-3である(Bishimetal, 1987)。このような様々な鉱床タイプのうち、本地域で最も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の最上部に位置し、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キプロス型の銅鉱床と考えられている。キプロス型の銅鉱床は、大洋底で生成したと考えられる含銅硫化鉄鉱床で、下盤側に塩基性火山岩類を伴っている。

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)及びベイダ(Bayda)鉱床、ラカー(Rakah)地域のハイル・アス・サヒル(Hayl as Sahil)鉱床及びラカー鉱床が挙げられる。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 : 下部火山岩類の最上部。上部火山岩類に覆われる。

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大きい)。

鉱体数 : 1 鉱体 (衛星鉱体を伴わない)。

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, 黄鉄鉱網状鉱。

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。

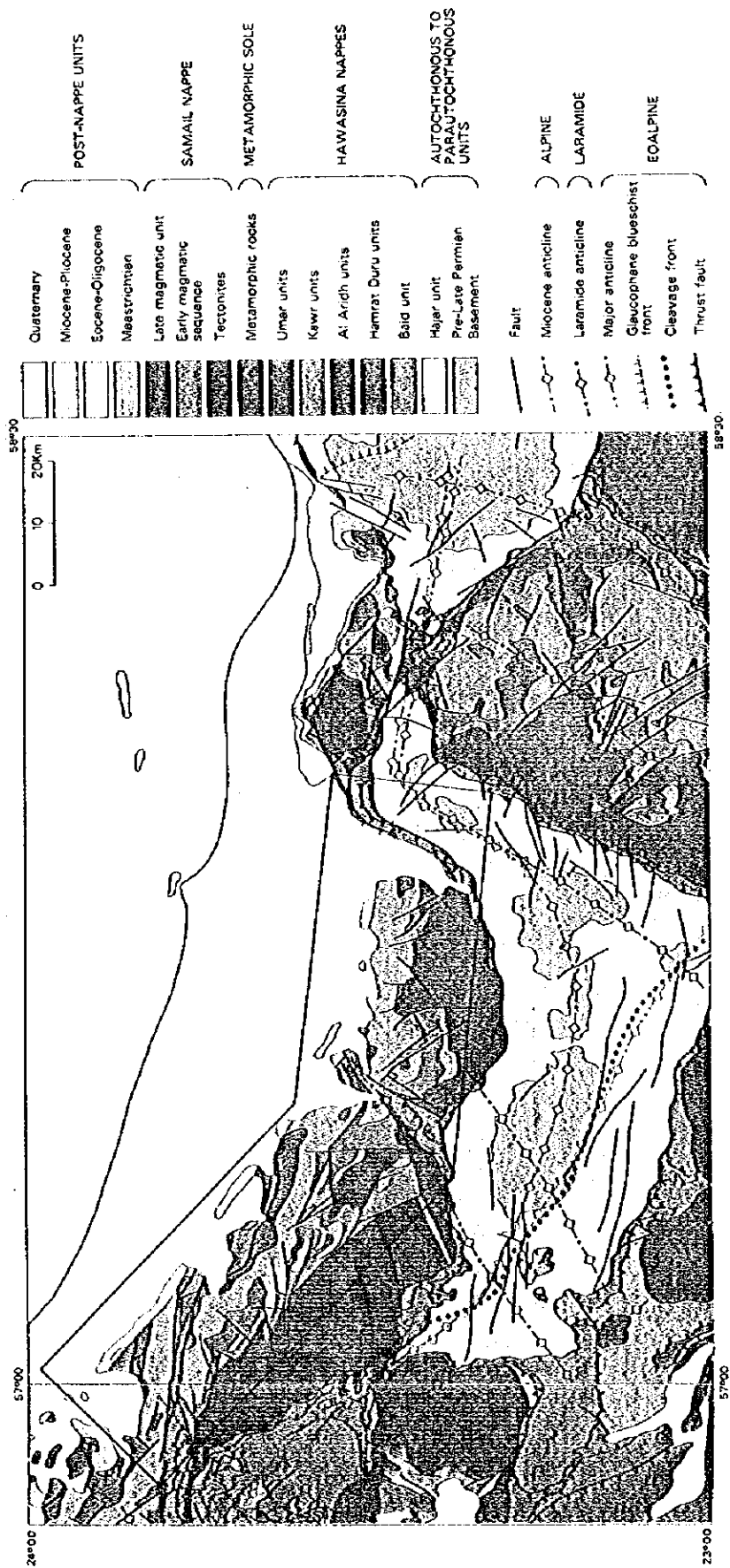


Fig. I -3-1 Geologic map of the Central Batinah Coast area.

0

0

0

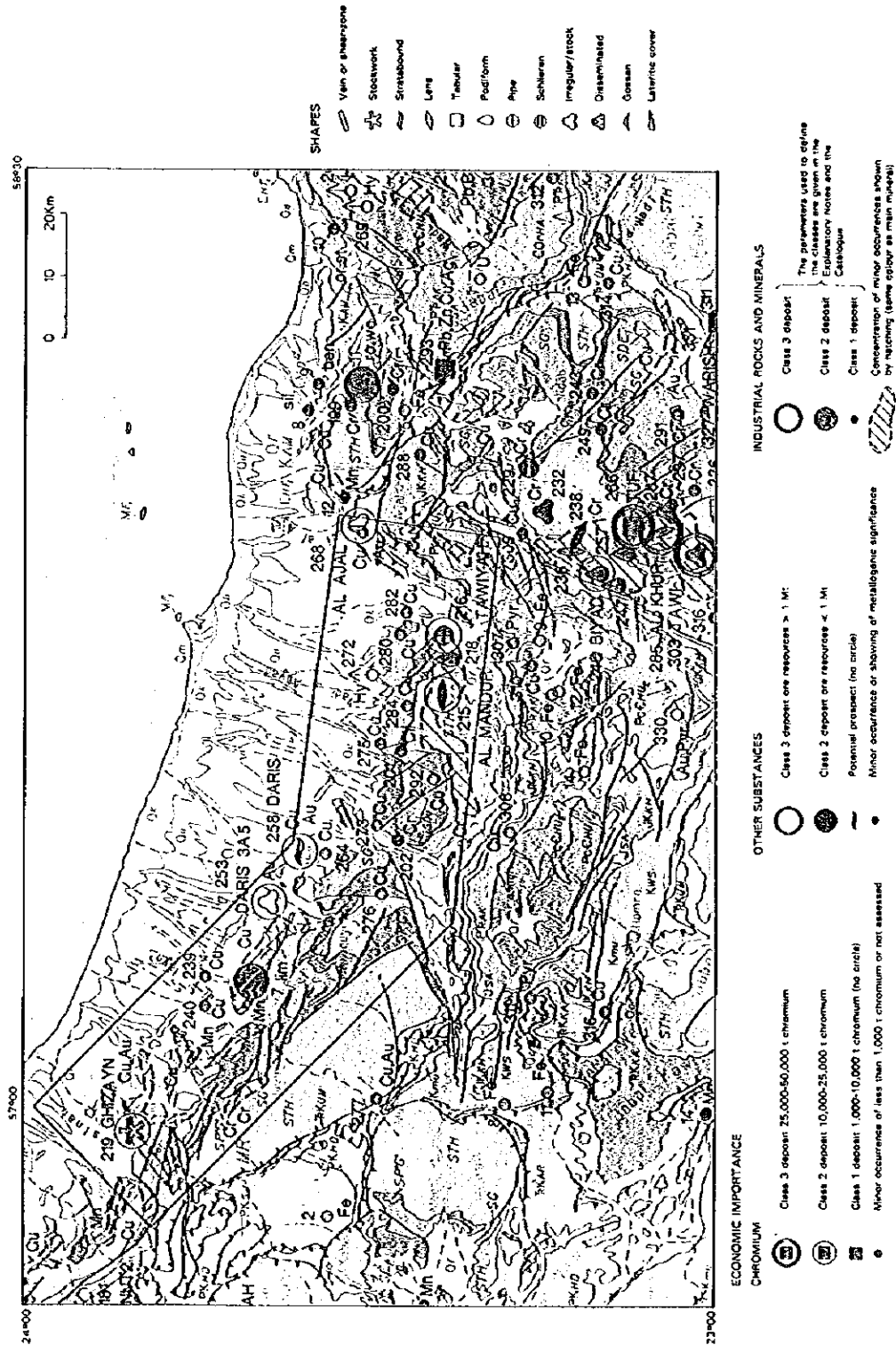


Fig. I -3-2 Mineral occurrence and metallogenic map of Central Batinah Coast area

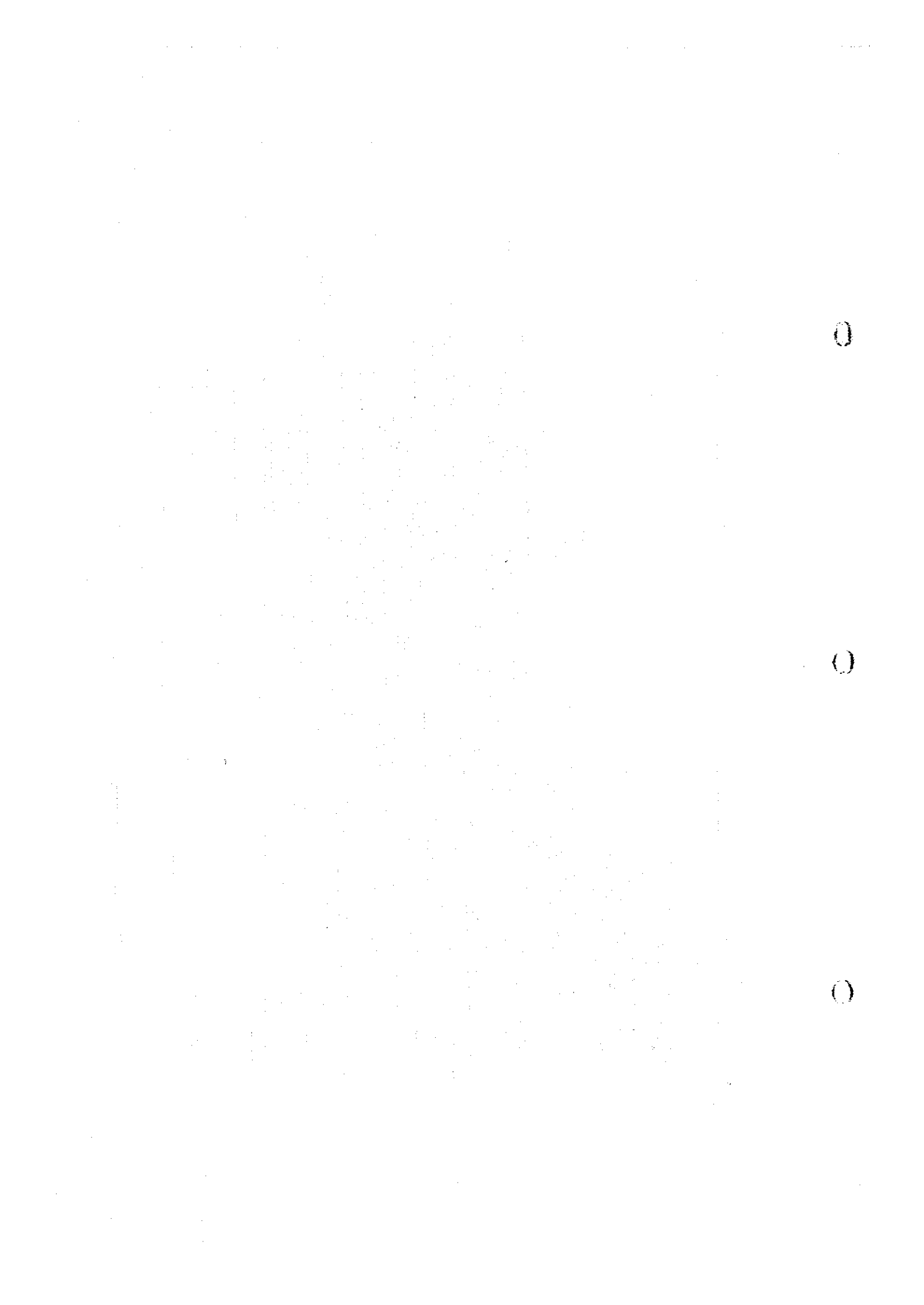
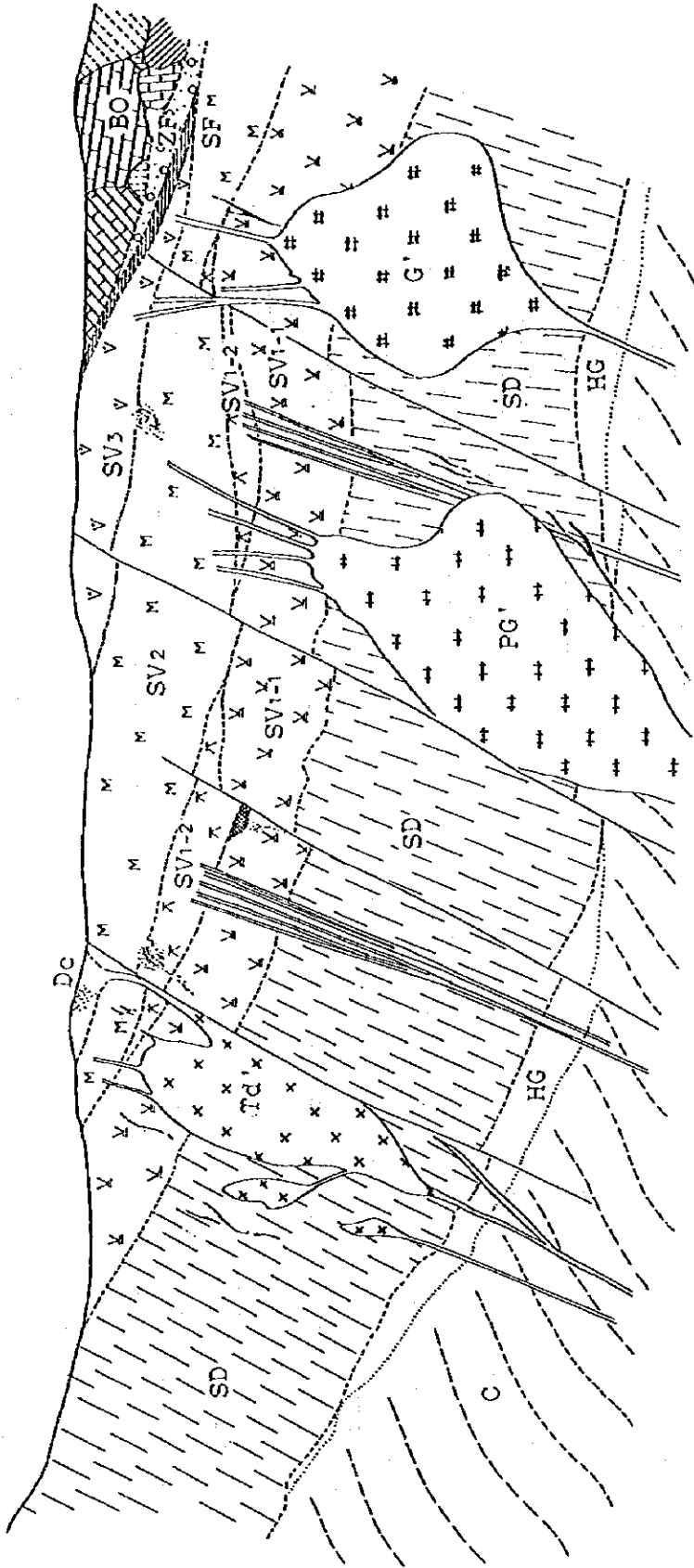


Table I-1-3 List of mineral deposits and showing in the survey area

BASE AND PRECIOUS METAL OCCURRENCES															
Number in map	Occurrence name	Surface	Type	Size	Strike (°)	Dip (°)	Host	Miner. (%)	Status	Resource (Ore:kt)	Cu (%)	Ag (g/t)	Class		
219	CHIZANN	gossan	stock	-	-	-	SE1/SE2	-	0	0.55	0.33	-	2		
229	-	limestone	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0		
240	W MURROH	jasper	vein	5x0.5	170	90	SE2	-	0	-	-	-	0		
253	DARIS 345	gossan	massive	30x10	25	80E	SE2	Zn Mn	0	0.1	-	2/3 30	2		
258	DARIS	gossan	stratab	20x5	-	-	SE2	Zn	0	0.145	1.95	0.6 12	2		
264	FALAJ MUSTAH	gossan	vein	-	-	-	SD	-	0	-	-	-	0		
268	AL AJAL	gossan	stock/massive	200x50	165	-	Hawasina	ZnO, Fe	0	0.5	0.9	2.5 18	2		
273	MAZHAT NE	slag	-	-	-	-	mant seq	-	1	-	-	-	0		
275	MARJUL	-	shz	-	-	-	gabb/cum	-	0	-	tr	-	0		
276	W FALLAH	slag	shz	-	-	-	mant seq	-	1	-	-	-	0		
280	AFI W	slag	shz	-	-	-	SD/gabbro	-	0	-	-	-	0		
282	AFI	slag	shz	-	-	-	cumuli seq	-	0	-	-	-	0		
284	W. AL ABRAD	staining	shz	-	-	-	35NE gabb/cum	-	0	-	tr	-	0		
282	BANI SUJ W	coating	-	-	-	-	cumuli seq	-	0	-	tr	-	0		
CHROMITE OCCURRENCES															
Number in map	Occurrence name	Size (m)	Type	Strike (°)	Dip (°)	Host	Position	Miner.	Status	Resour ore 000t	Access	Cr2O3 (%)	S.G.	Cr/Fe	Class
201	AL GRAYL	2 x 15	lens	155	90	harzbur	harzbur	M	0	<100	E	40	-	-	0
202	RUSTAD	-	pod	-	-	-	mantle sq	M	0	n.e.	E	-	-	-	0
215	AL MANJUL	10 x 115	pod/lens	90	80N	dun/hartz	harzbur	D	0	60.00	E	31.50	3.4	2.25	2
215	TAFIYAH south	30 x 60	dipe	140	-	dunite	mantle sq	M	0	40.00	E	31.50	3.5	2.14	2
218	TAFIYAH, NAWL	60 x 4	pod	140	-	dunite	harzbur	M	1	5.00	E	38/25	-	-	1
INDUSTRIAL ROCKS AND MINERALS OCCURRENCES															
Number in map	Occurrence name	Host	Type	Stratigraphy Unit	Group	Application	Reserves Mt min	max	Class						
7	AK KHADRA	Limestone	Limestone	Hawasina	Hamret Duru Gr.	Chemical/Filler	0.3	1	2						

Status:
 0: unexploited
 1: abandoned
 2: operating mine
 Mineralization:
 M: massive
 D: disseminated
 Access:
 E: easy
 D: difficult
 Class for base and precious metals:
 3: large deposits
 2: small deposits
 1: interesting prospect
 0: minor occurrences of metallogenic interest
 Class for chromite:
 3: over 90,000t
 2: 35,000t to 90,000t
 1: 5,500t to 35,000t
 0: below 5,500t or unknown
 Class for industrial rocks and minerals:
 3: large deposits
 2: small deposits
 1: interesting prospects
 0: minor occurrences
 S.G.: specific gravity of ore
 Type: vein; vein
 shz: shear-zone
 stratab: stratabound
 stock: stockwork
 dissemin: disseminated
 Host: Hawasina; Hawasina Nappe
 cumuli sq: Cumulate sequence
 mantle sq: Mantle sequence
 SD: Sheeted dyke
 SE1: Lower Small volcanics (Lower extrusives)
 SE2: Upper Small volcanics (Upper extrusives)
 gabb: gabbro
 harzbur: harzburgite
 Cr/Fe: chromium iron ratio

(After BSGL, 1994)



- | | | |
|-----------------------------|---------------------------|---|
| C : Cumulate sequence | Dc : Dacite | PG' : Peridotite and gabbro complex |
| HG: High-level gabbro | SV3: Upper volcanic rocks | Td' : Trochjemitite |
| SD: Sheeted-dyke complex | SF : Subaylah formation | ••• : Massivite type mineralization |
| SV1-1 : Lower extrusives 1 | ZF : Zabyat formation | / : Vein type mineralization |
| SV1-2 : Lower extrusives 2 | BO : Batinah olistostrome | * : Stockwork/dissemination type mineralization |
| SV2 : Middle volcanic rocks | G' : Gabbro | |

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

鉍物の累帯分布 : 明瞭。

鉍物の組織 : コロフォーム組織及び堆積組織(側方部), 交代組織(中央部)。

下盤側の鉍化作用 : 黄鉄鉍-石英網状鉍。

下盤側の変質作用 : 緑泥石化及び強珪化。

3-2-2 鉍業略史

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鉍床は、現在のラセイル鉍床やラカー鉍床と推定され、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ッ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鉍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鉍床、ベイダ鉍床、アアジャ(Aarja)鉍床やラカー地域のラカー鉍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、鉍床の賦存が確認された。

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、ソハール地域の鉍山開発に着手した。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(オマーン国営鉍山社)によりラセイル及びベイダの両鉍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8,000 km² の範囲に対する銅鉍床探査を大手開発(株)に発注した。調査は1987年までの4年間実施され、既知鉍床周辺において新たに鉍量を獲得するとともに、多くの鉍徴地を確認した。

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、幾つかの鉍徴地を確認した。

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ヶ所の銅の鉍徴地に対する探鉍を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鉍床の賦存を確認した。なお、本協力調査の対象となるグザイン、ブワイリク、ダリス西部、ダリス3A5、ダリス及びアルアジャール(AI AjaI)の各鉍徴地は、この13の鉍徴地に含まれる。

1988年には、ハイル・アス・サヒル鉍床とラカー鉍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鉍業事業団を通じて、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、ペ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。

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、これまで既知鉱床の周辺部で幾つかの衛星鉱体を確認している。

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年までの間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 地質調査

これまでにオマーン国内において実施されたソハール地域に代表される塊状硫化物鉱床の探査から、次のような探査指針が得られている。

- ① 火山岩類中で鉱床を胚胎する層準規制が認められることから、火山岩類の層序を明らかにすることが重要である。
- ② 比較的規模の大きな鉱床では、中央部は変質作用による消磁のため磁性が著しく低くなるが、側方部では磁鉄鉱が生成しており高い磁性を示すという磁気特性を有する。
- ③ 鉱床によって塊状鉱を主とするものと網状鉱（ストックワーク状鉱）を主とするものがある。これは堆積の場の違いによるもので、本質的には同一タイプの鉱化作用により生成されたものと考えられる。従って、キプロス型銅鉱床は、塊状硫化物鉱床と限定せず、そのバリエーションについても考慮しておくことが必要である。
- ④ 塊状鉱床の形態は、生成した時点での海底地形に影響されることから、探鉱に当たっては、生成時の海底地形を考慮すべきである。
- ⑤ 鉱物の累帯分布、鉱物組み合わせの側方変化、鉱物組織の上下及び側方変化が認められることから、鉱体のどの箇所を確認したか推定しながら探鉱を進めることが重要である。

本年次の調査においては、上述の探鉱指針のうち、①と②を特に重要な指針として捉え、地質調査を実施した。なお、②の磁気特性については、既述した1990年～1992年に実施された空中磁気探査によって鉱化作用に関連すると考えられる磁気境界帯が抽出されている。したがって、本調査ではこの磁気境界帯が分布する範囲を調査最優先地区として位置づけ、Fig. 2 に示すようにA、B及びCの3地区が本年次の調査対象地区として設定された。さらに、それらの地区内で既に鉱床あるいは鉱徴が確認されているところは準精査地区として選定された。

4-1-1 地質概査

本調査地域で塊状硫化物鉱床が賦存する可能性が高いA、B及びCの3地区において、地質状況の把握と鉱徴地の確認を行うための調査を実施した。また、鉱化作用と磁気境界帯の関連についての検討も行った。

塊状硫化物鉱床の賦存は下部火山岩類中の下部層（ V_{1-1} 層）と上部層（ V_{1-2} 層）の境界部に期待されることから、この境界部を全地区で追跡し、その分布を明らかにした。ただしC地区ではシート状岩脈群を中部火山岩類（ V_2 層）が直接覆っており、 V_{1-1} 及び V_{1-2} 層が欠如していることから、鉱床が賦存する可能性は低いことがわかった。

すでにグザイン、ダリス 3 A 5 及びダリスにはゴッサンの存在が知られているが、A 地区内のドカール(Doqa), ファルダール(Fardah), サナー(Sanah), グザイン部落北方及びクライヤ(Qulayyah)において、新たにゴッサンを発見した。これらのゴッサンについてその概略を以下に述べる。

- ・ドカール : V_2 層中に脈状に分布。ゴッサンの主要部は幅10mで、延長600m以上。ゴッサンの試料から最高2.0g/tの金と44.2g/tの銀を検出した。
- ・ファルダール : V_{1-2} 層中に分布。延長1kmに及ぶ厚い金属質堆積岩を伴う。第三紀石灰岩層中にもゴッサン化した部分がある。200 m×200 m以上の広さの白色粘土化帯を確認。褐鉄鉱化した試料より少量の金と銀を検出した。
- ・サナー : 火山岩類を覆う第三紀石灰岩層中の最下部の礫岩が広範囲にゴッサン化している。その範囲は幅100 mで延長900 m以上。
- ・グザイン部落北方 : 狭い盆地を形成する V_{1-2} 層中に分布。小規模ながらゴッサン及び珪化部が各所に存在する。
- ・クライヤ : 幅10mで延長50m、高さ5m程度の小さい丘をゴッサンが形成している。シート状岩脈群中の石英脈に伴われたものである。

磁気境界帯は、ゴッサンが生成しているほとんどのところで抽出されており、探査の指標として非常に有効と考えられるが、一方地表に鉱化作用を示唆するような兆候が認められない地域においても各所で磁気境界帯が抽出されており、鉱化作用のみならず火山岩類のフローユニットの境界あるいは貫入岩と被貫入岩の境界などを示している可能性がある。

4-1-2 地質準精査

準精査地区として選定されたグザイン地区、ブワイリク-ダリス 3 A 5 地区及びダリス-ダリス西部地区において、地質状況及び鉱化状況を把握し、鉱床賦存のポテンシャルを評価するために、詳細な地質調査を実施した。

その結果、各地区及び探鉱地の鉱化状況について以下のような事実が得られた。

- ① グザイン地区中央のゴッサンは東西200 m×南北400 mの規模を有し、 V_{1-1} 層との境界に近い V_{1-2} 層中に存在しており、西側にゆるく傾斜している。ゴッサンの周囲の玄武岩中には酸化銅が多量に生成している。
- ② グザイン地区では中央のゴッサンの他に、東部では連続性のある含銅石英脈、西部では広範囲にゴッサン化した玄武岩の分布を確認した。
- ③ ダリス 3 A 5 探鉱地のゴッサンは V_2 層中に存在している。チャンネルサンプリングによる試料の分析では最高3.4g/tの金と44.5g/tの銀の値が得られた。
- ④ ブワイリク探鉱地にはわずかに弱い珪化が認められるのみで、有望な鉱徴は何も認められない。
- ⑤ ダリス探鉱地のゴッサンは10m×30mの規模であり、 V_{1-2} 層中に存在している。

⑥ ダリス西部探鉱地はシート状岩脈群の分布域にあり、一部の岩脈に黄鉄鉱の鉱染が認められるのみで、有望な鉱徴は何も認められない。

以上の地質調査の結果から、IP法調査地区としてグザインゴッサン地区、グザイン東部地区、グザイン西部地区、ダリス3 A 5 地区及びダリス地区を選定した。

4-2 物理探査

塊状硫化物鉱床の場合、電気的な物理現象として、1)分極率が高い、2)比抵抗が低い、が上げられる。このため、これらの物理現象を用いて鉱床を探査する手法として、電磁カップリングの影響を受けないTDIP法及びTEM法が考えられる。

TDIP法では測線に沿った探査となり、原理的に測線下のみならず側方からの異常体の影響を受け、ターゲットの位置を特定するのに限界がある。しかしながら、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、測線を多く設定することにより、鉱化帯の平面的分布域を抽出でき、その拡がりから鉱床賦存域を推定できる。それに対して、TEM法では測点直下からの応答が得られ、また塊状鉱床等の電導体に対する感度が高いため、ターゲットの位置を特定するのに優れている。

以上の観点から、概査としてTDIP法、精査としてTEM法を用いた。

4-2-1 TDIP法調査

グザインゴッサン地区、グザイン西部地区、グザイン東部地区、ダリス3 A 5 地区及びダリス地区において、電気探査IP法を実施し、鉱化作用に関連するIP異常帯の抽出を行った。

グザインゴッサン地区においては、ゴッサンの北と西に有望なIP異常を捕捉した。またダリス地区においてもゴッサンの周辺に明瞭なIP異常が確認された。しかし、グザイン西部地区とグザイン東部地区においては顕著なIP異常は認められなかった。ダリス3 A 5 地区に関しては、地区全体が異常に低い比抵抗を示すために良好なデータの取得が困難であったが、比較的分極率の高いゾーンがゴッサンから西の方に伸びているのが確認された。

4-2-2 TEM法調査

IP法の測定結果から、鉱床胚胎の可能性が高いと判断されたグザインゴッサン地区の2ヶ所及びダリス地区の1ヶ所を抽出し、電磁探査TEM法を用いてこれらの地区の比抵抗構造の解明を行った。

グザインゴッサン地区では、ゴッサンの北部隣接部の約20mにTEM異常を検出した。この異常は北西にむかって少しずつ深くなる傾向を示す。また、ゴッサンの北東の深部の約150mにもTEM異常を検出した。ゴッサンの西方の地区では、その北東部の約数10mに、南西部及び北西部の約100mにTEM異常を検出した。この異常は連続することが確認された。

ダリス地区では、ゴッサンから調査地区の北東部にかけて北東方向に伸びる深度数10m にTEM異常及びゴッサンの西方から北西方向に伸びる深度数10m にTEM異常を検出した。また調査地区の北西部の深度約150m~200mにもTEM異常を捕捉した。

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) 塊状硫化物鉱床の賦存は下部火山岩類中の下部層 (V_{1-1} 層) と上部層 (V_{1-2} 層) の境界部に期待されることから、この境界部を概査地区全域で追跡し、その分布を明らかにした。しかしC地区では V_{1-1} 及び V_{1-2} 層が欠如しており、鉱床が賦存する可能性は低いことがわかった。
- (2) 過去に探査が実施された5地区のうち、グザインゴッサン、ダリス3A5及びダリス地区は地表兆候から鉱床賦存の可能性が高い地区であると判断されたが、ブワイク及びダリス西部地区については鉱床の存在を示すような地表兆候あるいは地質条件が認められなかった。
- (3) グザイン地区ではその中央に位置する既知のゴッサンの他に、東部(グザイン東部地区)では連続性のある含銅石英脈、西部(グザイン西部地区)では広範囲にゴッサン化した玄武岩の分布を確認した。
- (4) 本調査で新たにドカール、ファルダー、サナー、グザイン部落北方及びクライヤにおいてゴッサンを発見した。これらのうち、ドカールとファルダーで採取した試料からは金及び銀を検出した。またクライヤのゴッサンはシート状岩脈群中の石英脈に伴われたものであることを確認した。
- (5) グザインゴッサン地区、グザイン西部地区、グザイン東部地区、ダリス3A5地区及びダリス地区の5地区において、電気探査IP法を実施した結果、グザインゴッサン地区ではゴッサンの北と西に有望なIP異常を捕捉し、ダリス地区においてもゴッサンの周辺に明瞭なIP異常が確認された。またダリス3A5地区においては、比較的分極率の高いゾーンがゴッサンから西の方に伸びているのが確認された。
- (6) グザインゴッサン地区で実施したTEM法調査では、ゴッサンの北方隣接部の浅部(地表下40m付近)にTEM異常を検出した。この異常は北西にむかって少しずつ深くなる傾向を示す。また、ゴッサンの北東の深部(地表下150m付近)にもTEM異常を検出した。ゴッサンの西方の地区では、その北東部の浅部(地表下50m付近)、南西部の中深部(80m付近)及び北西部の中深部(地表下100m付近)にTEM異常を検出した。この異常は中央部に向かって深さを増しながら連続することが確認された。
- (7) ダリス地区で実施したTEM法調査では、ゴッサンから調査地区の北東部にかけて北東方向に伸びる浅部(地表下20m付近)のTEM異常及びゴッサンの西方から北西方向に伸びる浅部(地表下40m付近)のTEM異常を検出した。また調査地区の北西部の深部(地表下150~200m付近)にもTEM異常を捕捉した。

5-2 提言

本年次の調査結果から、第2年次の調査として以下のようなボーリング調査、物理探査及び地質準精査をFig. I-5-1に示す地区で実施することを提言する。

(1) 地質準精査

IP法調査を実施するドカール、ファルダール、サナー及びグザイン部落北方及びその周辺地区に対して、地質及び鉱化状況を詳細に把握するための地質準精査を実施する。

(2) 物理探査

第1年次で新たにゴッサンが発見されたドカール、ファルダール、サナー及びグザイン部落北方において、塊状硫化物鉱床が賦存する可能性を調査するためにIP法とTEM法による物理探査を実施する。なお、TEM法調査はIP法調査によって抽出されるIP異常に対して実施するものとする。また、第1年次で広範囲のIP異常が捕捉されたダリス地区北部に対してもTEM法調査を実施する。

(3) ボーリング調査

グザインゴッサン地区のゴッサンの北及び西に抽出されたTEM異常 (Fig. I-5-2)、ダリス地区のゴッサンの北及び北西方 (Fig. I-5-3)、さらに同地区の東部及び西部に抽出されたTEM異常 (Fig. I-5-4)、及びダリス3A5地区で抽出されたIP異常に対して、鉱床の存在を確認するために深度150 m～300 mのボーリング調査を実施する。また、第2年次で新たに実施する物理探査によって捕捉される有望地区に対しても同様にボーリング調査を実施する。

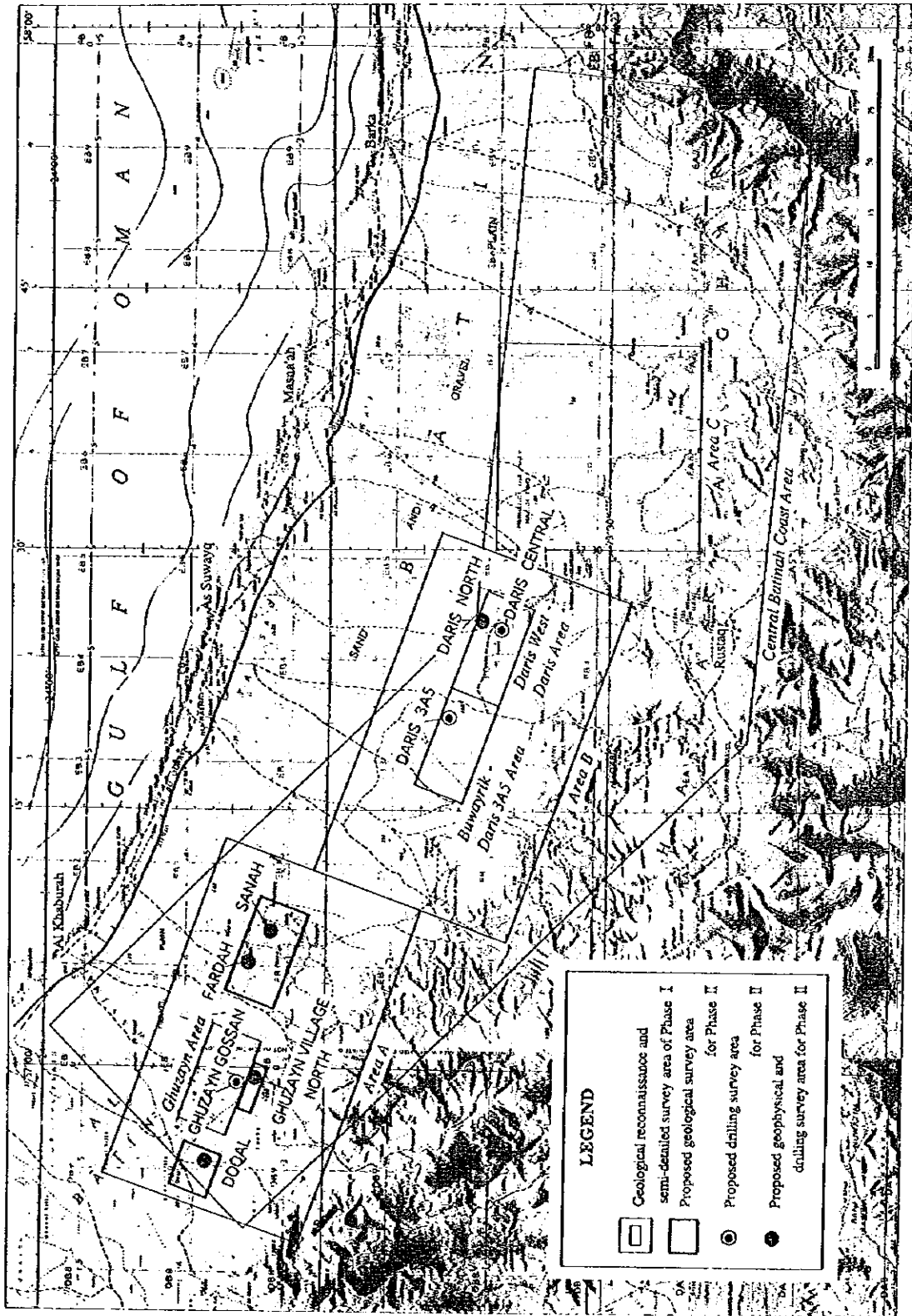


Fig. I-5-1 Location map of proposed survey area for Phase II

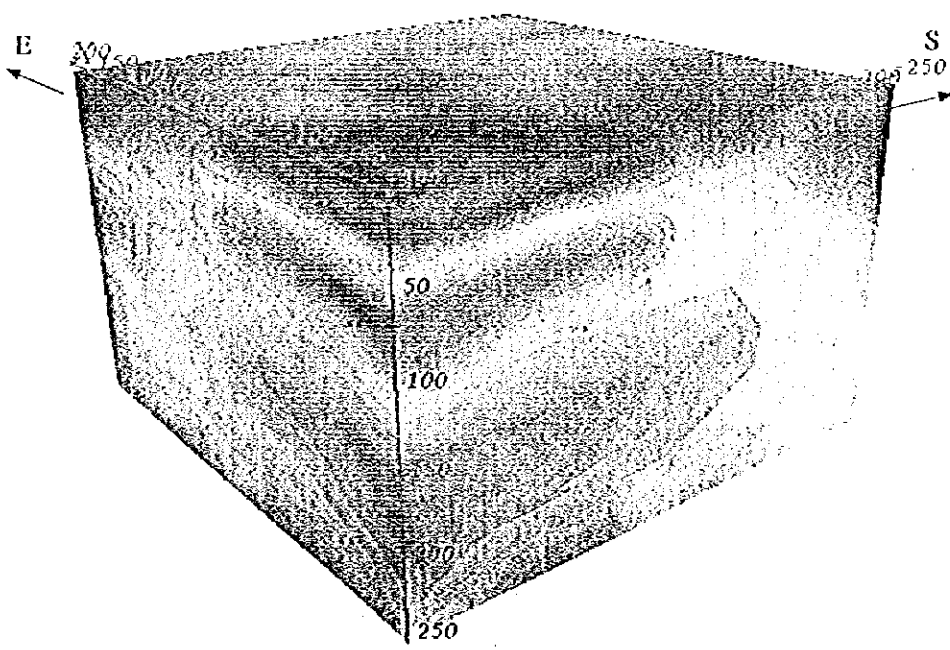
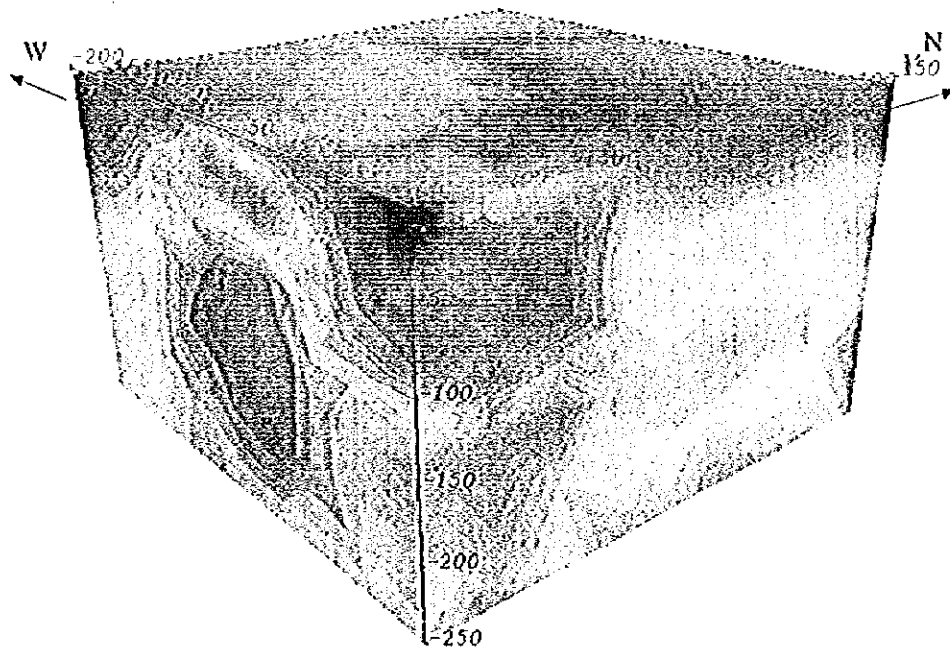


Fig. 1 -5-2 3-D TEM resistivity view in Ghuzayn Gossan north area

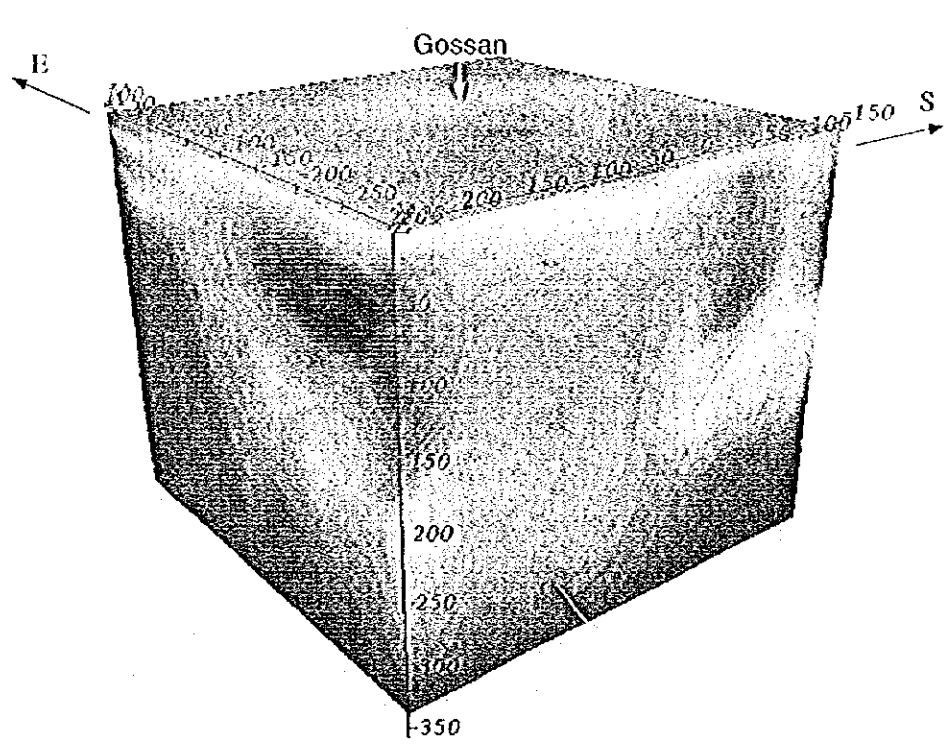
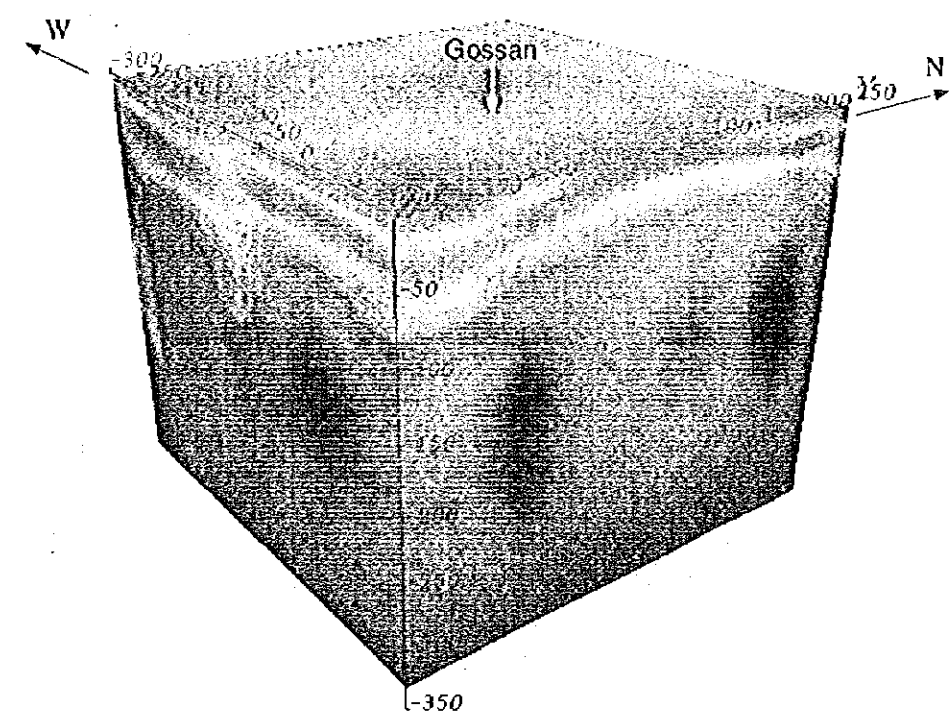


Fig. 1-5-3 3-D TEM resistivity view in Ghuzayn Gossan west area

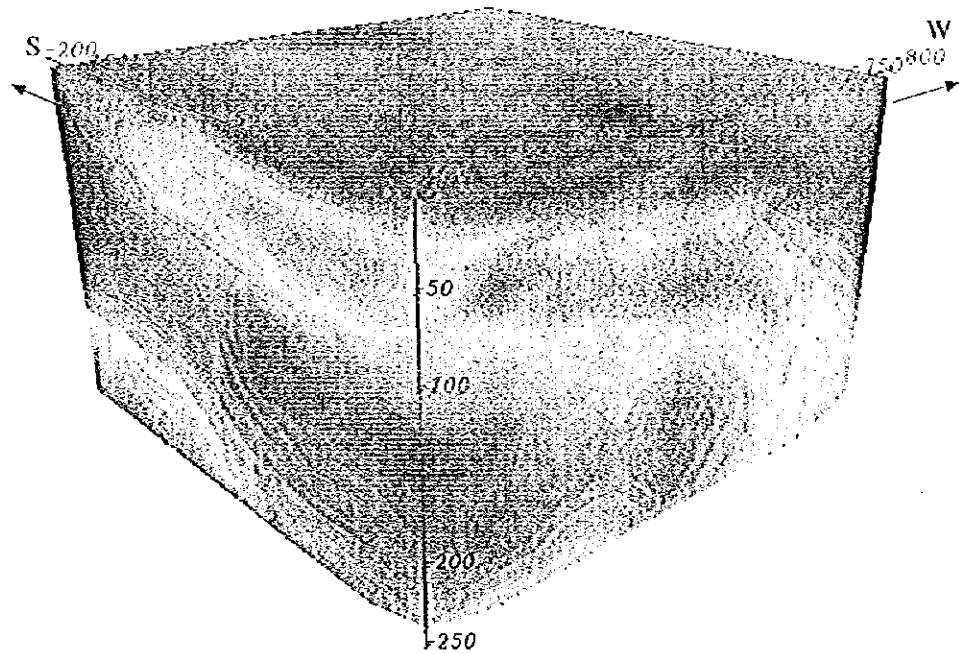
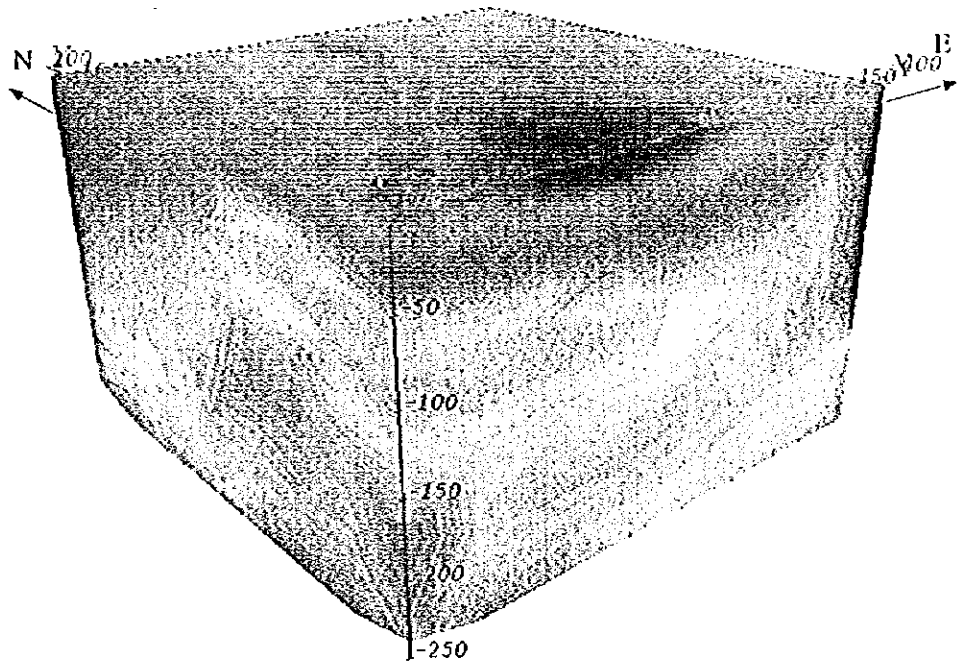


Fig. I-5-4 3-D TEM resistivity view in Daris Gossan west area

第II部 各 論

第1章 既存探査資料の検討

過去にオマーン国側で実施された探査プロジェクトに関する資料の検討を現地調査に先立って行い、本調査対象地域において鉱床を賦存する可能性が高い地区の抽出を行った。

本地域では、過去にカナダの探鉱会社であるProspection Ltd.、オマーン石油鉱物省、フランスの国営探鉱会社のBRGM (Bureau de Recherches Geologiques et Minieres) 及びオマーンの国営鉱山会社のOMCO (Oman Mining Company Ltd.) によって、物理探査、ボーリング調査及び地化学探査を主とする銅鉱床探査が実施されてきた。このほか、World Geoscience Corporationがヘリコプターを使用した広域の空中物理探査等も実施している。これらについて以下にその概要を述べる。

1-1 各探鉱地区の過去の探査結果の概要

これまでに本調査対象地域において探査が行われた地区は、西からグザイン、ブワイリク、ダリス西部、ダリス3A5、ダリス及びアルアジャール地区の6地区であり、ダリス3A5、ダリス等では小規模ながら塊状硫化物鉱床を確認したことが報告されている。これらの地区における過去の探査状況及びその結果について以下に述べる。Table II-1-1はそれらの概要を表にとりまとめたものである。

1-1-1 グザイン地区

本地区ではProspection Ltd.、オマーン石油鉱物省及びBRGMが探査を実施してきた。これらの探査の位置図をFig. II-1-1に示す。

Chuzayn 地区の大きな珪質のゴッサンは、BRGMの分類による下部火山岩類 (SV1 ; Bishimetal (1987)の下部火山岩類の下部層に相当) と上部火山岩類 (SV2 ; Bishimetal(1987)の下部火山岩類の上部層と中部～上部火山岩類に相当) の境界部付近に形成された完全に酸化した硫化物鉱体である。また1977年にProspection Ltd.によって実施された試錐探査の結果では、ゴッサンは硫化物鉱体の副次的なものであり、変質した下部火山岩を切る黄鉄鉱・磁鉄鉱の鉱脈からなる東に傾斜した網状脈帯に存在することが確認されている。この総延長3,462.8m、合計25本の試錐探査の結果、銅品位0.33% で鉱量 554,000トンという鉱量計算結果を得ている。

ゴッサン付近の下部火山岩と上部火山岩の境界部は、広域的には北西方向に傾斜しており、ここでの鉱化帯存在の可能性を調べるためにBRGMはSP法探査を実施した。その結果、北部に2つのSP異常を捕捉し、それに対して合計3本のボーリングを行ったが、いずれにおいても鉱徴は認められなかった。

Table II-1-1 Previous survey in the prospect areas

Ser. No	Name of prospect area	Survey Methods			
		Geological Survey	Geochemical Survey	Geophysical Survey	Drilling Survey
1	GHUZAYN	Detailed survey by BRGM		SP electric survey by BRGM Down-hole electric survey by BRGM	Performed by Prospection Performed by BRGM - 3 holes: GZ1, GZ2 & GZ3 (T:258m) 2 holes in 1987
2	BUWAYRIK	Detailed survey by BRGM	Stream sediments geochemical survey by BRGM	SP electric survey by BRGM Down-hole electric survey by BRGM	Performed by BRGM - 2 holes: BW1 & BW2 (T:100m)
3	DARIS WEST	Detailed survey by BRGM		SP electric survey by BRGM Down-hole electric survey by BRGM	Performed by BRGM - 2 holes: DW1 & DW2 (T:100m)
4	DARIS 3 A-5	Reconnaissance geological mapping by BRGM Detailed survey by BRGM	Detailed rock geochemical survey by BRGM	SP electric survey by BRGM Magnetic survey by BRGM TEM survey by OMCO (after 1993)	Performed by BRGM - 4 holes: 3A-1, 3A-2, 3A-3 & 3A-4 (T:230.20m) Performed by MPM - 8 holes 1991 to 1992 (T:811.90m) Performed by OMCO - 15 holes (T:1,272.85m) Total :28 holes
5	DARIS	Detailed geological survey by BRGM Trench survey by BRGM	Stream sediments geochemical survey by BRGM Gas geochemical survey by BRGM	Magnetic survey SP electric survey by BRGM Down-hole electric survey by BRGM	Performed by Prospection Ltd. DH1 to DH27 Performed by BRGM DA1 to DA8 percussion (T:573m) DA9:core:83m Performed by NPM - 1 hole: DA10
6	AL AJAL	Regional geological mapping by BRGM Detailed geological survey by BRGM	Detailed geochemical survey by BRGM	SP electric survey by BRGM Down-hole electric survey by BRGM	Performed by BRGM - 4 holes : AJ1, AJ2, AJ3 & AJ4 (T:573m) - 2 percussions

Remarks: T:Total length

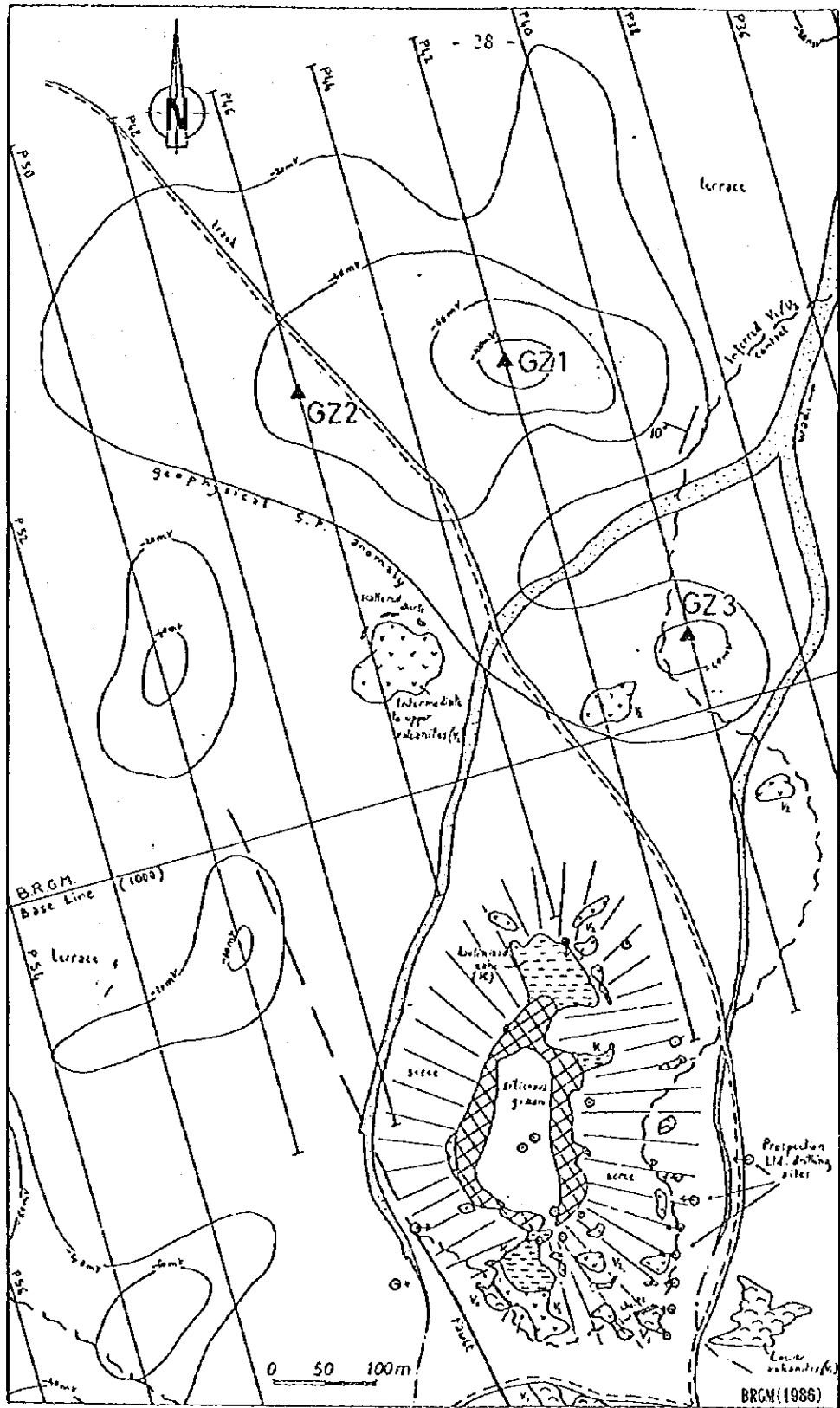


Fig.II-1-1 Location map of previous surveys in Ghuzayn prospect area

1-1-2 プワイリク地区

本地区ではBRGMが1985年に地化学探査及び物理探査（S P法）を実施した。地化学探査で抽出された異常に対して行われた物理探査の結果、強い磁気勾配と浅い良導体に関連した広いS P異常が捉えられた。このS P異常に対してボーリングが実施されたが、わずかな黄鉄鉱鉱染が認められたのみであった。

1-1-3 ダリス西部地区

本地区でもプワイリク地区同様に1985年にBRGMによってS P法物理探査が行われ、3つのS P異常が捕捉された。それらの1つは塊状硫化物鉱床が胚胎する層準である下部火山岩と上部火山岩の推定境界部付近に位置することから、この異常に対し2本のボーリングが実施された。その結果、鉱化した下部火山岩と上部火山岩の境界部はDW1 ボーリング孔でのみ捕捉された。それは低い銅品位(0.2%)をもつ酸化した珪化帯からなるものであった。深度30m から35m では、下部火山岩は僅かに熱水変質し、僅かの黄鉄鉱と磁鉄鉱による鉱染が認められた。

1-1-4 ダリス3A5地区

本地区ではBRGM、石油鉱物省、World Geoscience Corporation及びOMCOが探鉱を実施してきた(Fig. II -1-3)。本地区には金の高い含有量を示すゴッサンが存在する。BRGMは1986年にこのゴッサンの周囲で4本のボーリングを実施した。

ゴッサンの北40mに位置する3A-3孔は、58m ~60.25mで塊状硫化物鉱体を捕捉した。その鉱石は塊状から準塊状の黄鉄鉱、閃亜鉛、黄銅鉱、白鉄鉱及び磁硫鉄鉱からなり、ほかに方鉛鉱、斑銅鉱、銅藍、及びダイジェナイトからなる。コア長3mの鉱体(真の厚さで1.5m)の分析品位は、Zn 2.71%、Cu 0.71%、Ag 32g/t、Au 0.4g/tであった。熱水変質した玄武岩質枕状溶岩中にも僅かに鉱染した硫化物が認められ、コア長12m で0.9%のZn品位が捕捉された。

3A-4 孔は 3A-3 孔と同じ地点から南西方向に傾斜掘りされたもので、21.2m ~31.6m までの深度で酸化した鉱体に着鉱し、それは鉄酸化物に富む珪化したゴッサンを形成するものであった。自然金と黄鉄鉱を僅かに伴う褐鉄鉱、針鉄鉱及び水酸化赤鉄鉱が研磨片中に観察されている。コア長9mでの分析品位はAu 2.8g/t、Ag 28.6g/t、ゴッサンの中央部のコア長4mではAu 4.5g/t、Ag 43.7g/t の品位を示した。

3A-2孔はゴッサンの西への広がり調べるために3A-3及び 3A-4 孔の西40m の地点で実施され、15.2m ~28.5m で 3A-4 孔で着鉱したものと類似の酸化鉱体に着鉱した。自然金の斑点が、深度約24m 地点のカッチングスの中に認められた。鉱体は16m ~24m までの8mのコア長ではAu 3.2g/t、Ag 33.5g/t の品位を示した。

BRGMによる探鉱後、石油鉱物省自身で1991年~1992年に本地区において探査を実施しており、8本のボーリング(総延長811.90m)が掘削された。これらのうち1孔が、コア長3.5mで、品位がCu 9.65%、Au 4.2g/t、Ag 37.6g/t の塊状硫化物鉱体を捕捉した。

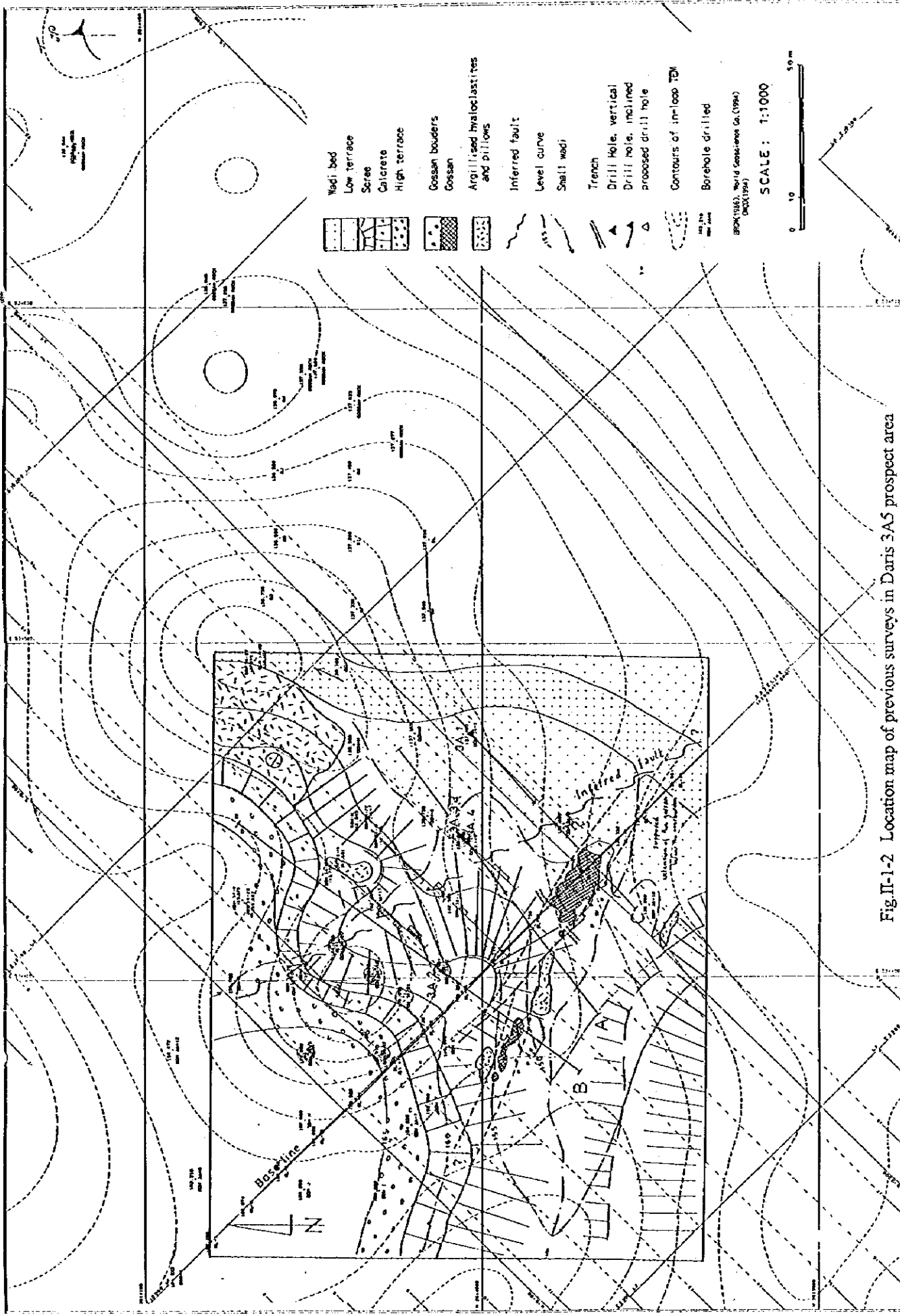


Fig II-1-2 Location map of previous surveys in Daris 3A5 prospect area

さらにOMCOが1993年～1994年にかけて総延長 1,272.85m, 総本数15本の試錐探査を実施し, 小規模で薄く北東に急傾斜する金を含む銅硫化物鉱体の輪郭を捕捉した。この結果をまとめてFig. II-1-2のパネル断面に示した。

以上の試錐探査の結果から求められた鉱量計算の結果をTable II-1-2に示す。

Table II-1-2 Estimated ore reservoirs of Daris 3A5 deposits

Type of Ore	Amount (t)	Ore Grade		Metal Content	
		g/t Au	% Cu	kg Au	t Cu
Gossan	31,680	3.21	0.09	100	
Sulphide	61,146	0.95	5.18	58	3,200
Total	92,826			158	3,200

1-1-5 ダリス地区

本地区ではProspection Ltd. 及びBRGMが探鉱を実施した。

Prospection Ltd. が実施した試錐探査の結果, ダリス地区には2つの異なる鉱化帯(東ブロックと西ブロック)が存在することが分かった(Fig. II-1-4)。

東ブロックは, ゴッサンを中心とする範囲で, ここではゴッサンの下位に少量の塊状硫化物鉱体の存在が確認されている。Prospection Ltd. はこの鉱体について品位Cu 1.9% で0.6 Mtの鉱量を見積っている。

西ブロックは推定断層で東ブロックと境されており, ここで実施されたProspection Ltd. の試錐探査では2本のボーリング(DH-1 とDH-26)で塊状硫化物鉱体を捕捉している。この塊状硫化物鉱体については, その後実施されたBRGMによる試錐探査の結果から, 西方向に少なくとも200m以上延長する幅20m ~50m の浅いセミグラベン(幅20m から50m)に形成された小規模鉱体であることが確認されている。

BRGMはDA-6, DA-8 及び DA-9 の3本のボーリング によって上述の小規模鉱体から100m西に新たに塊状硫化物鉱体を発見した。これは黄鉄鉱-黄銅鉱-(白鉄鉱-閃亜鉛-磁硫鉄鉱)の鉱物組合せからなる塊状鉱体で, ベースメタル及び貴金属の品位は南東から北西方向に厚さと共に減少する。DA-6孔では7mのコア長でCu 2.36%, Zn 0.15%, Ag 16g/t, Au 0.86g/t, DA-9孔では4mのコア長で, Cu 1.94%, Zn 0.21%, Ag 13g/t, Au 0.47g/t, DA-8孔ではCu 0.23%, Zn 0.09%, Ag 4g/t, Au 0.22g/t の品位を示した。

以上のボーリング調査の結果から, 西ブロックの鉱体については, 品位はCu 1.95%, Zn 0.21%, Ag 12 g/t, Au 0.6 g/t で, 鉱量は145,000 t と計算されている。

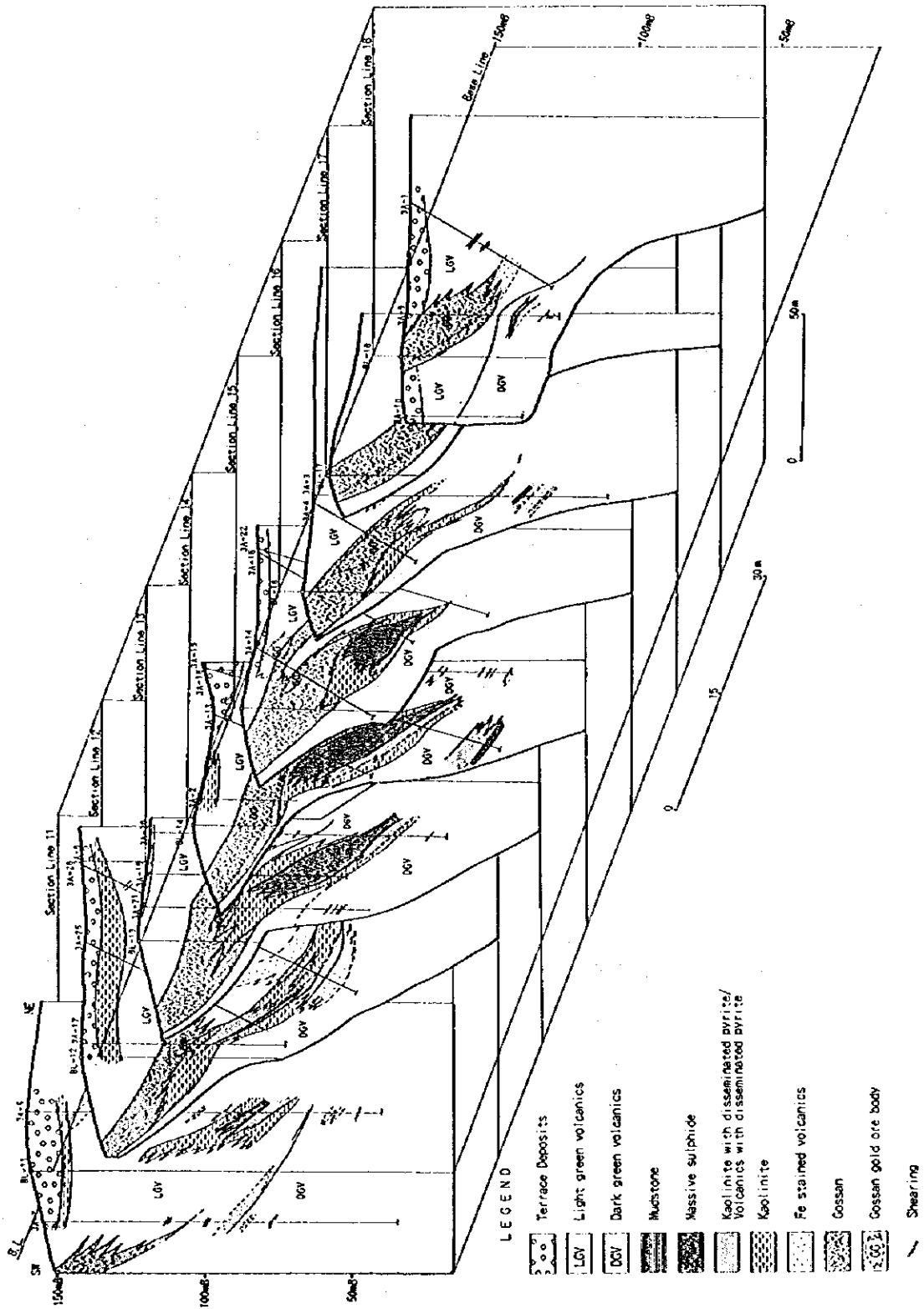
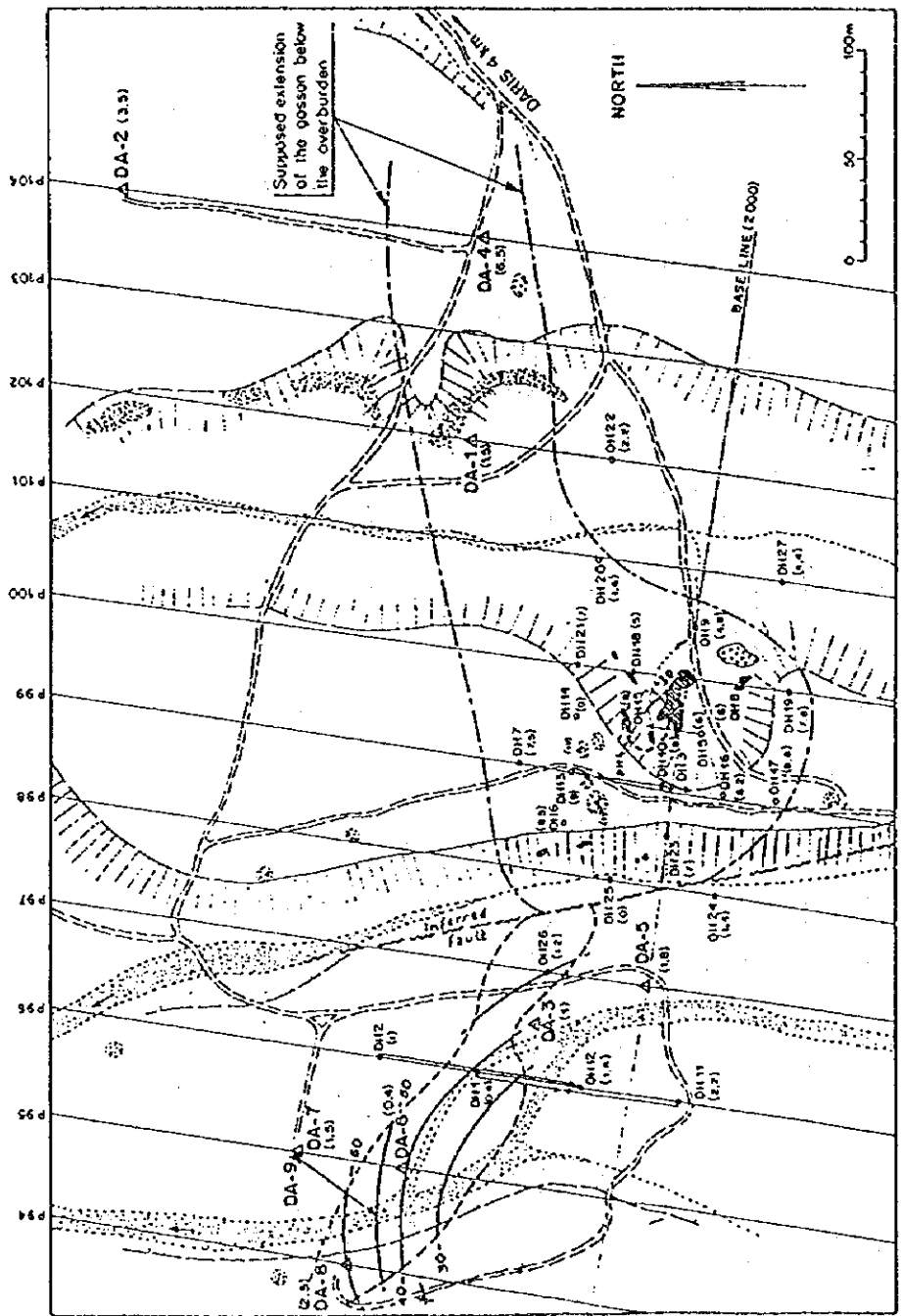


Fig. II-1-3 Panel diagram of Danis SAs deposits



terraced alluvium, scree
 conglomerate
 siliceous gossan
 upper volcanites

terrace edge
 wood
 stone heap
 access track
 coin

01220 Prospection Lid drill-hole (with projection)
 DA-3-9 BRGM percussion drill-hole
 DA-9 BRGM core drill-hole
 (7.6) elevation (m) above the main wadi level

extension at depth of the massive sulphides with isolysores of the top of the ore body (in metres)
 BRGM (1986)

Fig.II-1-4 Location map of previous surveys in Daris prospect area

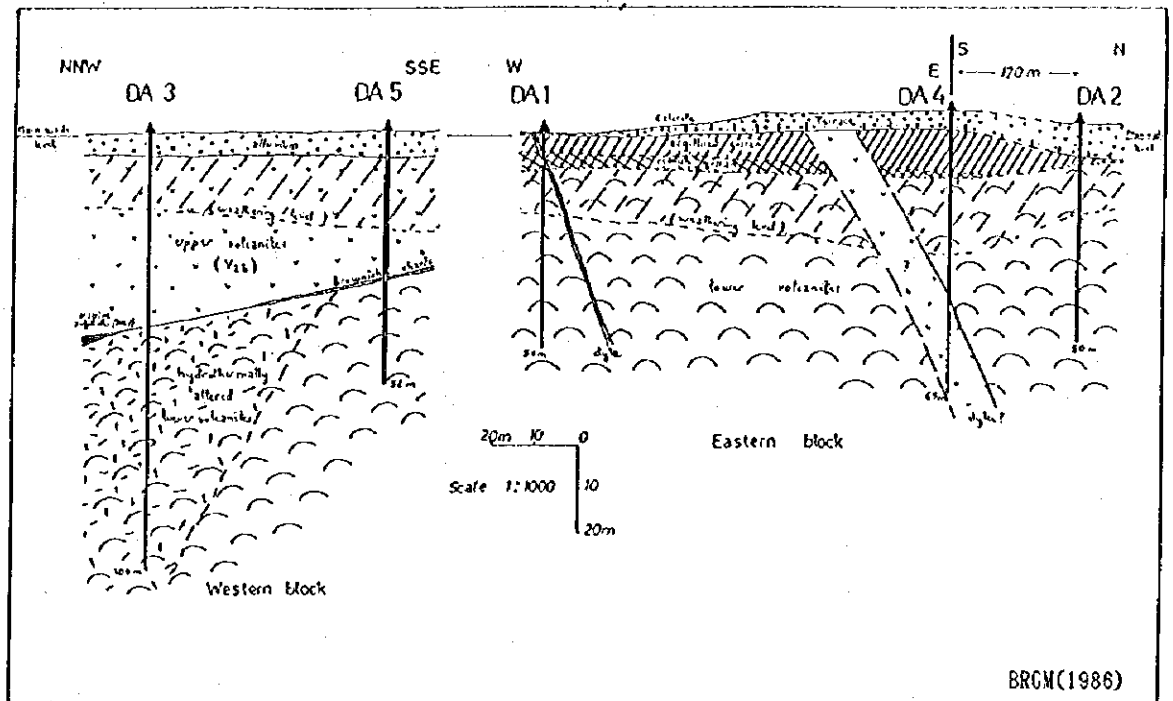


Fig. II-1-5 Cross section of borehole site in the western block of Daris prospect area

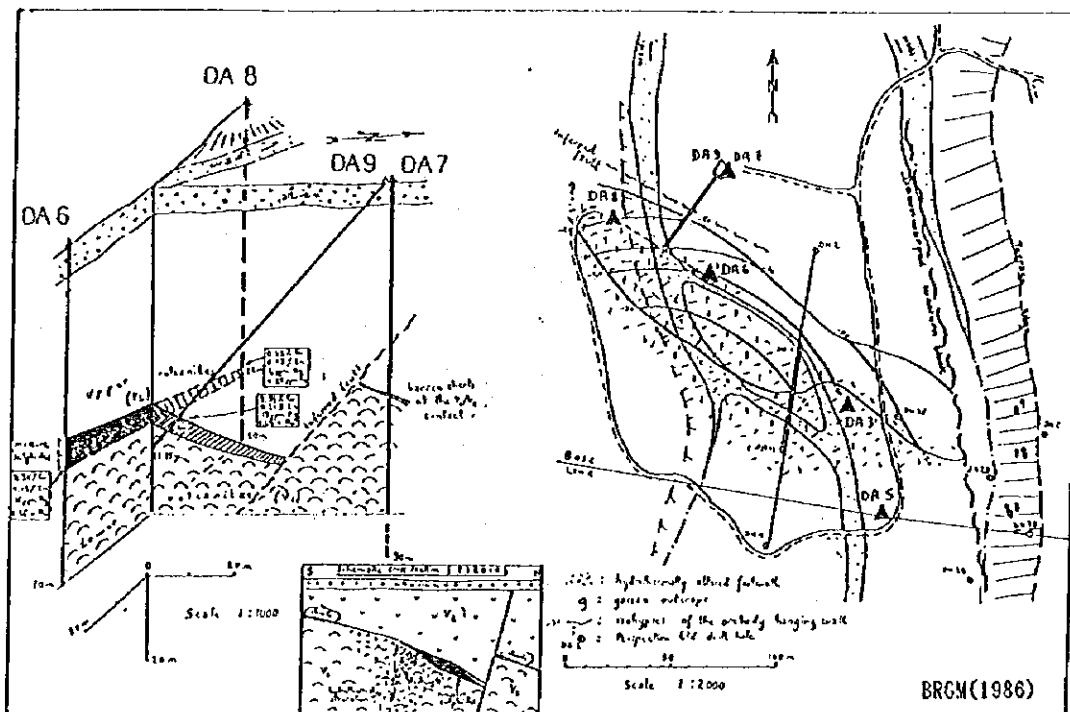


Fig. II-1-6 Plan map and cross-section of borehole site in the eastern block of Daris prospect area

1-1-6 アルアジャール地区

本地区ではBRGMが探鉱を実施した。

アルアジャール地区は、異地性のHawasina累層に位置する唯一の探鉱地である。BRGMによる広域図幅調査の間に採取されたゴッサンの分析によって高い金品位を得られたことから、精密地化探と物理探査が本地区で実施された。

本地区では全ての地質単元は断層で切られており、走向N 70° E の連続性の良い断層群に沿って南方向に衝上している。鉱化帯は褶曲した石灰岩と片岩に覆われる上部二畳紀の逆転した玄武岩層の最上部に胚胎している。これは東西方向に300m以上連続して帯状に露出し、鉄酸化物に富む変質した火山岩、珪化及びカオリナイト化したゴッサン、鉄石英及び東方では菱鉄鉱を含むチャートを伴う赤鉄鉱層からなる。鉱体の形態は、変形前は熱水変質玄武岩→網状脈鉱体→赤鉄鉱層と含菱鉄鉱チャートと水平的に漸移する塊状硫化物鉱体→上部の片岩と石灰岩であったものが、相次ぐ衝上断層運動と褶曲作用によって非常に複雑になったものと解釈されている。

地化探と物理探査（SP法）の結果から、AJ-1、AJ-2、AJ-3及びAJ-4の4本のボーリングが実施され、その結果、合計9mの平均鉱体巾、140m以上の延長、少なくとも90mの傾斜延長を有す塊状硫化物鉱体が捕捉され、その鉱量は約0.5 Mt、平均鉱石品位はCu 0.89%、Zn 0.51%、Ag 18g/t、Au 2.5g/tと計算されている。また、この鉱体の広がりには水平的には非常に限られているとの結果も得られている。Table II-1-3にAJ-2 孔で捕捉された鉱体のタイプ別の分析品位を示す。

Table II-1-3 Composition of the Al Ajal massive ore in the AJ-2 borehole

Type of Ore	Section (m)		Cu (%)	Zn (%)	Ag (ppm)	Au (ppm)
	From	To				
Massive sulphide and stockwork	76	78	0.73	0.19	80	8.2
Massive sulphide and stockwork	80	84	0.06	0.09	4.8	8.2
Massive sulphide	90	95	1.23	0.09	8.5	3.2
Massive hematite	103	108	0.15	0.16	1.6	0.9
Massive sulphide and siliceous ore	108	114	0.93	1.26	18.5	0.9
Average	Total thickness: 22 m		0.64	0.43	15.5	2

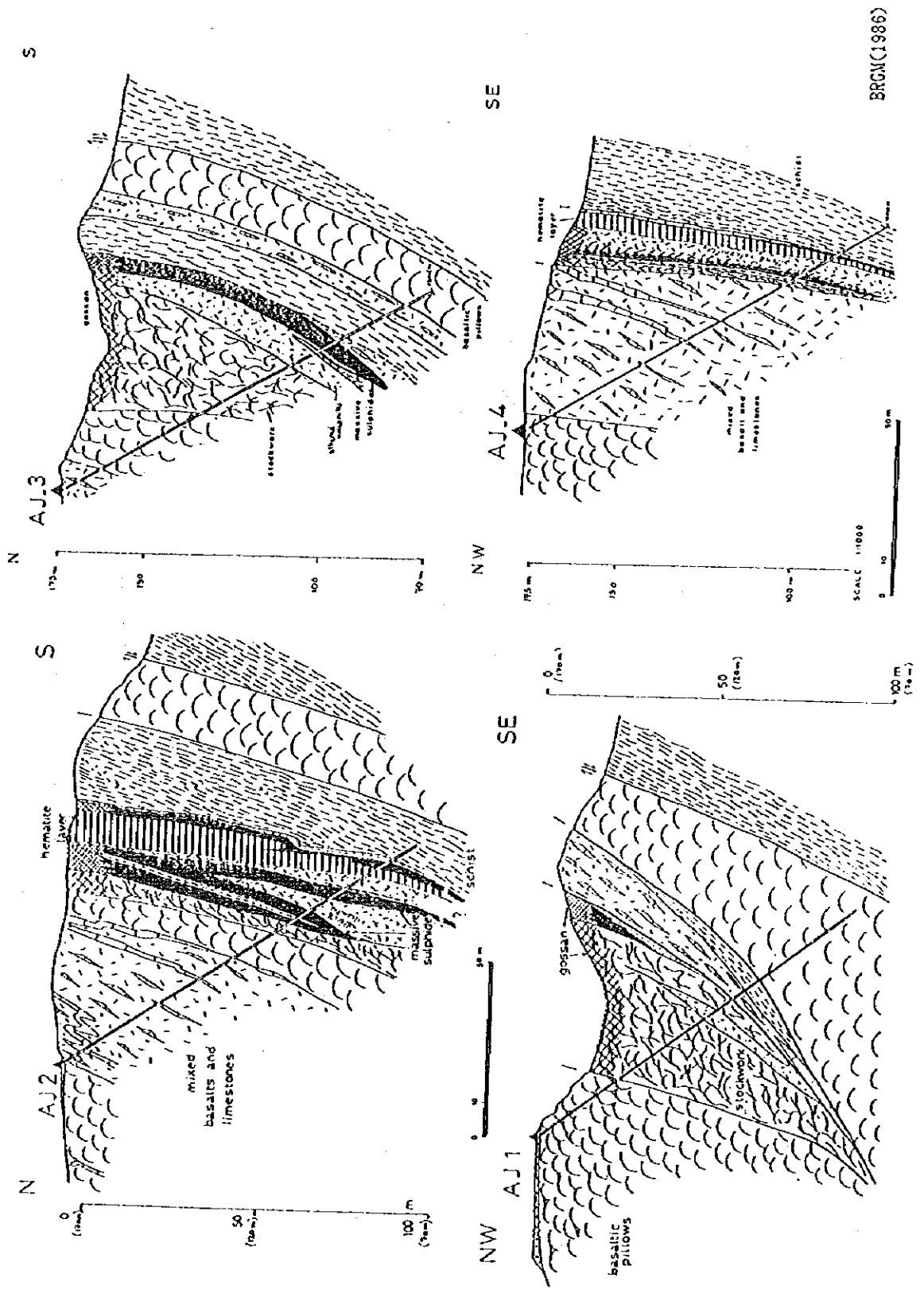


Fig.II-1-7 Cross section of borehole site in the Al Ajal prospect area

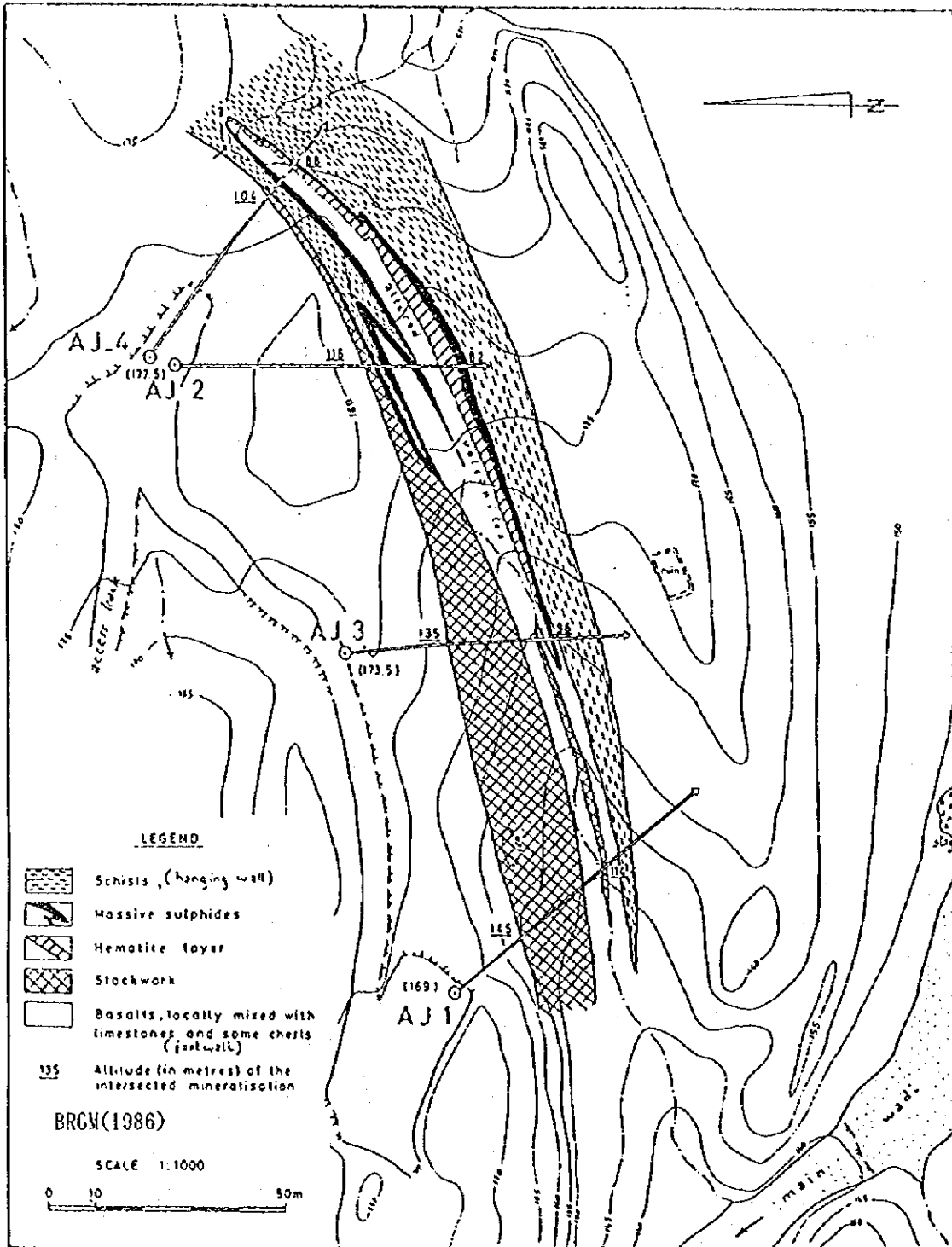


Fig II-1-8 Horizontal projection of the intersected mineralization in Al Ajal prospect area

1-2 空中物理探査結果の概要

1-2-1 空中物理探査の概要

本調査は、海岸平野の沖積層下のSamailオフィオライトをマッピングすること及び鉱床探査有望地の抽出を行うことを目的として、オーストラリアのWorld Geoscience Corporationが1992～1993年に実施したもので、バチナ海岸平野の北西のShinas地域から南東のSib 地域までの広い範囲をカバーしている。調査仕様の概要はTable II-1-4に示すとおりである。

Table II-1-4 Acquisition parameters for airborne geophysical survey conducted by WGC

Item	Specification
Aircraft	RockwellShrikeCommanderVII-MEH
Magnetometer	ScintrexV201cesiumvapourmagnetometer
* along line sampling	0.2 seconds (14 meters approx.)
Spectrometer	Exploranium GR800B (256 channel)
* along line sampling	1 second (70 meters approx.)
Digital data acquisition system	Picodas PDAS 1000
Analogue data acquisition system	RMS GR33A chart recorder
Flight line spacing	200 meters
Tie line spacing	2,000 meters
Flight line direction	030° -210°
Tie line direction	120° -300°
Survey height	80 meters mean terrain clearance
Navigation	GPS Global Positioning System
Total line kilometers in final data set	49,351 line kilometers
Total area covered in final data set	8,500 km ²

なお、Table II-1-4に示すように空中磁気探査と同時に空中放射能探査が実施されたが、その解析はソハール地域について行われたのみである。

本地域は広く新期堆積物に覆われているが、火山岩類が示す特徴的に強い磁気強度のために、空中磁気探査データによって新期堆積物に覆われた地下1km以上の深さのオフィオライトを追跡

することが可能である。また本データはより詳細な区分を可能にするための広域的な地質構造の全体像を提供する。事実、以前知られていなかった北部サラミ (Sarami) ブロックと呼ばれるオフィオライトのスライスシートの存在の可能性がこのデータによって明らかになってきた。

オフィオライトの個々の岩相の分類という点においては、火山岩類のみが特徴的な空中磁気特性を示すが、下部層の細分は非常に困難である。しかしながら、ソハール鉍山地域における空中磁気データの経験的な手法による解析に基づいた考察が行われた結果、とくに本調査対象地域において多数の鉍床探査ターゲットを抽出している。

1-2-2 抽出された鉍床探査有望地区

本調査対象地域の範囲内で得られた高分解能空中物理探査の解析結果から、Fig. II-1-9に示されるような探査有望地域が抽出された。

火山岩層分布域における特定の磁気单元及び磁気境界と既知鉍化帯との関連性を解析することによって、空中磁気データから探査有望地域を抽出するための有益な情報を得ることができる。鉍化帯は、以下に示す磁気境界部(magnetic contact zones)あるいは線状の低磁気部 (linear magnetic zones) のいずれかと密接な関連をもつことが明らかにされた。

磁気境界部 : 多くの場合溶岩流の境界を示すものと考えられ、最初の段階での火山岩類中のターゲットを絞り込むための情報を提供する。

線状の低磁気部 : 鉍化作用時に生じた堆積構造上の規制を受けたゾーンであると解釈できる。Batchelor(1992) によるBayda 地溝は、Sohar 鉍山地域において卓越するこのような磁気特性に対する地質学的なモデルである。

これらの結果から抽出された本協力調査対象地域における鉍床探査の有望地区は、Fig. II-1-9に示すように、西からドカール、グザイン、グザイン西部、マシム (Mashim) 北部、ファルダー、ムシャイク (Mushayq) 、クライヤ、ブワイリク、ダリス、マンスール (Mansur) 、カタム西部及びヒブラの13地区である。

1-3 探査資料の検討及び調査対象地区の選定

1-3-1 探査資料の検討

オマーン山脈地域に見られる塊状硫化物鉍床は、いずれもサマイル火山岩類を構成する下部火山岩類の最上部に位置し、層準規制を受けている。鉍床は、形態及び構成鉍物の特性よりキプロス型の銅鉍床と考えられている。

これまでにオマーン国内において実施されたソハール地域に代表される塊状硫化物鉍床の探査から、次のような探査指針が得られている。

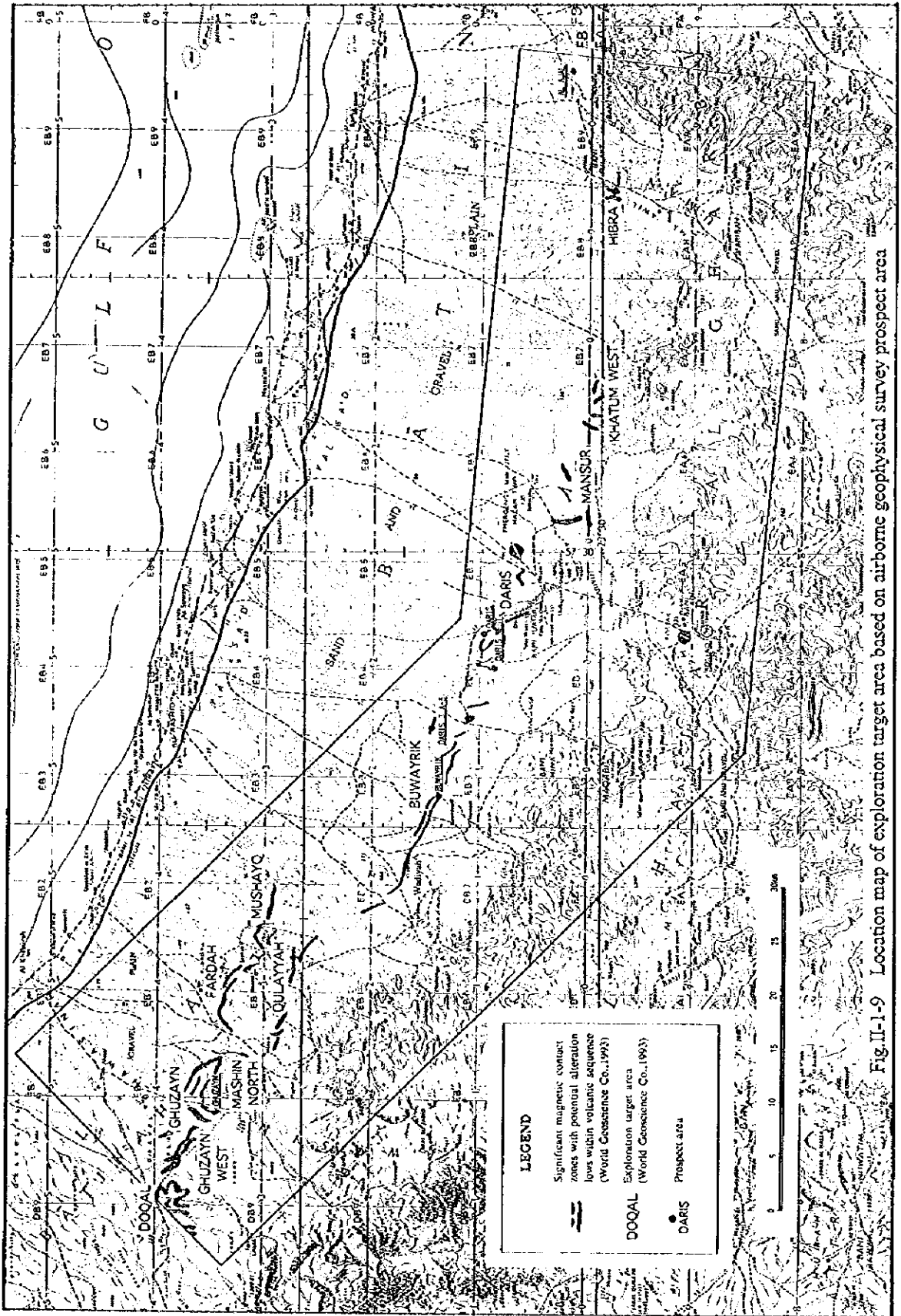


Fig II-1-9 Location map of exploration target area based on airborne geophysical survey prospect area

0

0

0

- ① 火山岩類中で鉍床を胚胎する層準規制が認められることから、火山岩類の層序を明らかにすることが重要である。
- ② 比較的規模の大きな鉍床では、中央部は変質作用による消磁のため磁性が著しく低くなるが、側方部では磁鉄鉍が生成しており高い磁性を示すという磁気特性を有する。
- ③ 鉍床によって塊状鉍を主とするものと網状鉍（ストックワーク状鉍）を主とするものがある。これは堆積の場の違いによるもので、本質的には同一タイプの鉍化作用により生成されたものと考えられる。従って、キプロス型銅鉍床は、塊状硫化物鉍床と限定せず、そのバリエーションについても考慮しておくことが必要である。
- ④ 塊状鉍床の形態は、生成した時点での海底地形に影響されることから、探鉍に当たっては、生成時の海底地形を考慮すべきである。
- ⑤ 鉍物の累帯分布、鉍物組み合わせの側方変化、鉍物組織の上下及び側方変化が認められることから、鉍体のどの箇所を確認したか推定しながら探鉍を進めることが重要である。

本年次の調査においては、上述の探鉍指針のうち、とを特に重要な指針として捉え、本年次の調査対象地区が選定された。

対象地域の選定のための検討に主として用いられたデータは次のものである。

- ・縮尺100,000及び250,000の地質図
- ・空中物理探査解析結果図
- ・衛星リモートセンシングデータ（Landsat TM及びJERS-1 OPSデータ）
- ・鉍床・鉍微地分布データ

Fig. II-1-10は、全磁力図上に抽出された磁気境界帯を示したもので、そしてFig. II-1-11はこの磁気境界帯と既存の地質図上の火山岩類の分布と併せて表示したものである。これらの図から、磁気境界帯は火山岩類中の下部層と上部層との境界部に沿って分布すること、既知鉍微地もその範囲の中に含まれていることがわかる。このことこれらの磁気境界帯は鉍床賦存の可能性を示す地区であるといえる。

Fig. II-1-12及びFig. II-1-13はそれぞれダリス及びグザイン地区において抽出された磁気境界帯をLANDSAT/TM画像上に示したものであり、既知鉍微地との位置関係が明らかであり、その周辺にまだ探査余地が十分であることを示している。また、これらの地区のほとんどが新期の堆積物に覆われていることが明瞭である。なお、グザイン地区の画像上でグザインゴッサンを鮮赤色を示す部分として明瞭に識別できる。

1-3-2 調査対象地区の選定

探査有望地域の抽出に最も重要と考えられた磁気境界帯、鉍微地及び火山岩類の分布のデータをLANDSAT/TM画像上に示したものがFig. II-1-14及びFig. II-1-15である。この図をもとに探査有望地域の絞り込みが行われたが、この際次の条件を満たす地区であることを抽出の基準とし、

とくにの空中磁気探査データ解析結果を最重要視された。

空中磁気探査データ解析結果から抽出された探査対象有望地区であること。

火山岩類の上部層と下部層の境界部であること。

既知鉱徴地が分布する地域であること。

抽出された地区は次のA～Cの3地区である。それらの位置はFig. 2 に示されているとおりである。

A地区：グザイン鉱徴地を中心とする地区

B地区：ダリス、ダリス3A-5、ダリス西部鉱徴地を中心とする地区

C地区：既知鉱徴地なし、ダリス鉱徴地の東方

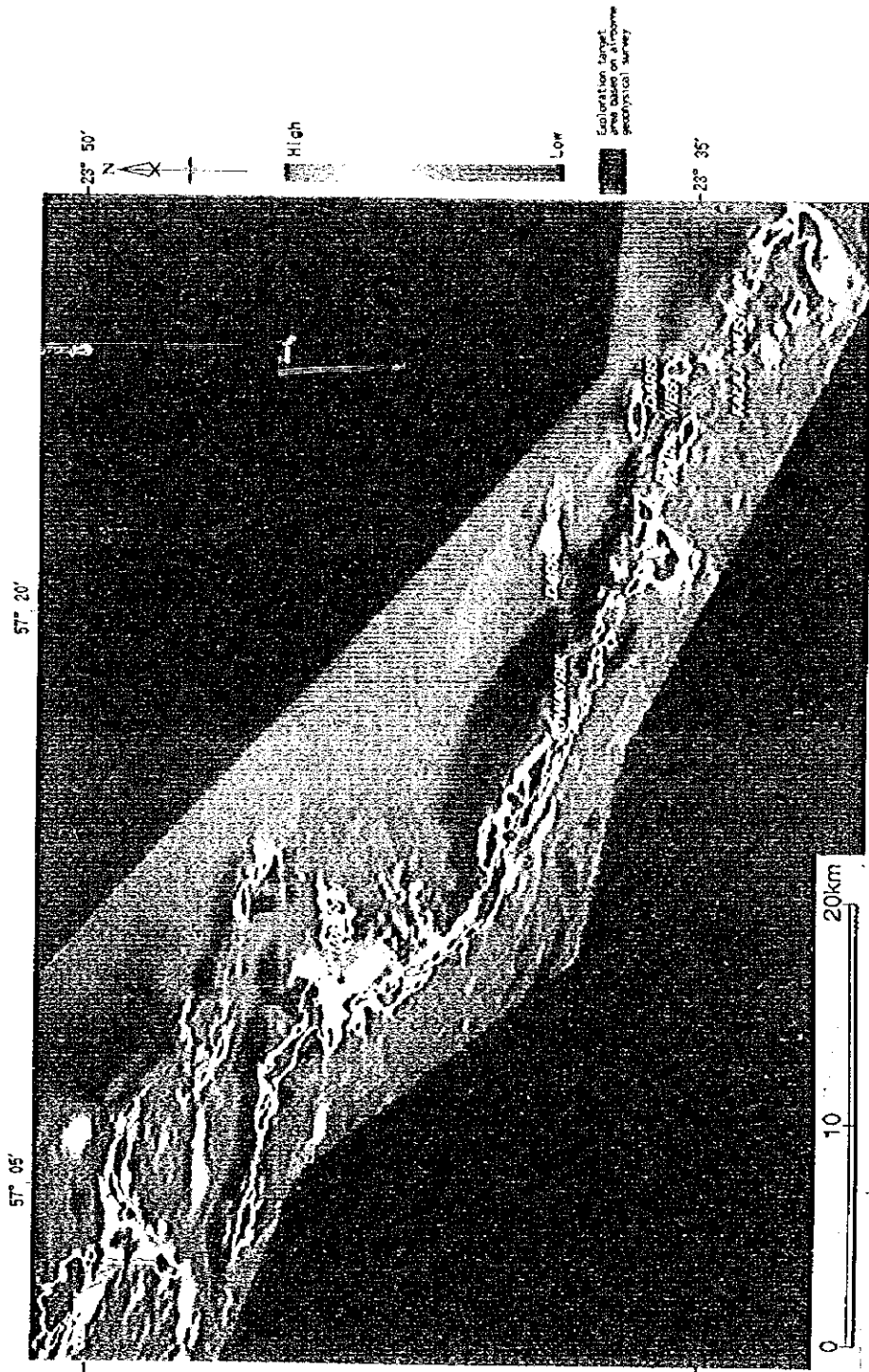


Fig.II-1-10 Composite image of pseudocolor total magnetic data and significant magnetic contact zone

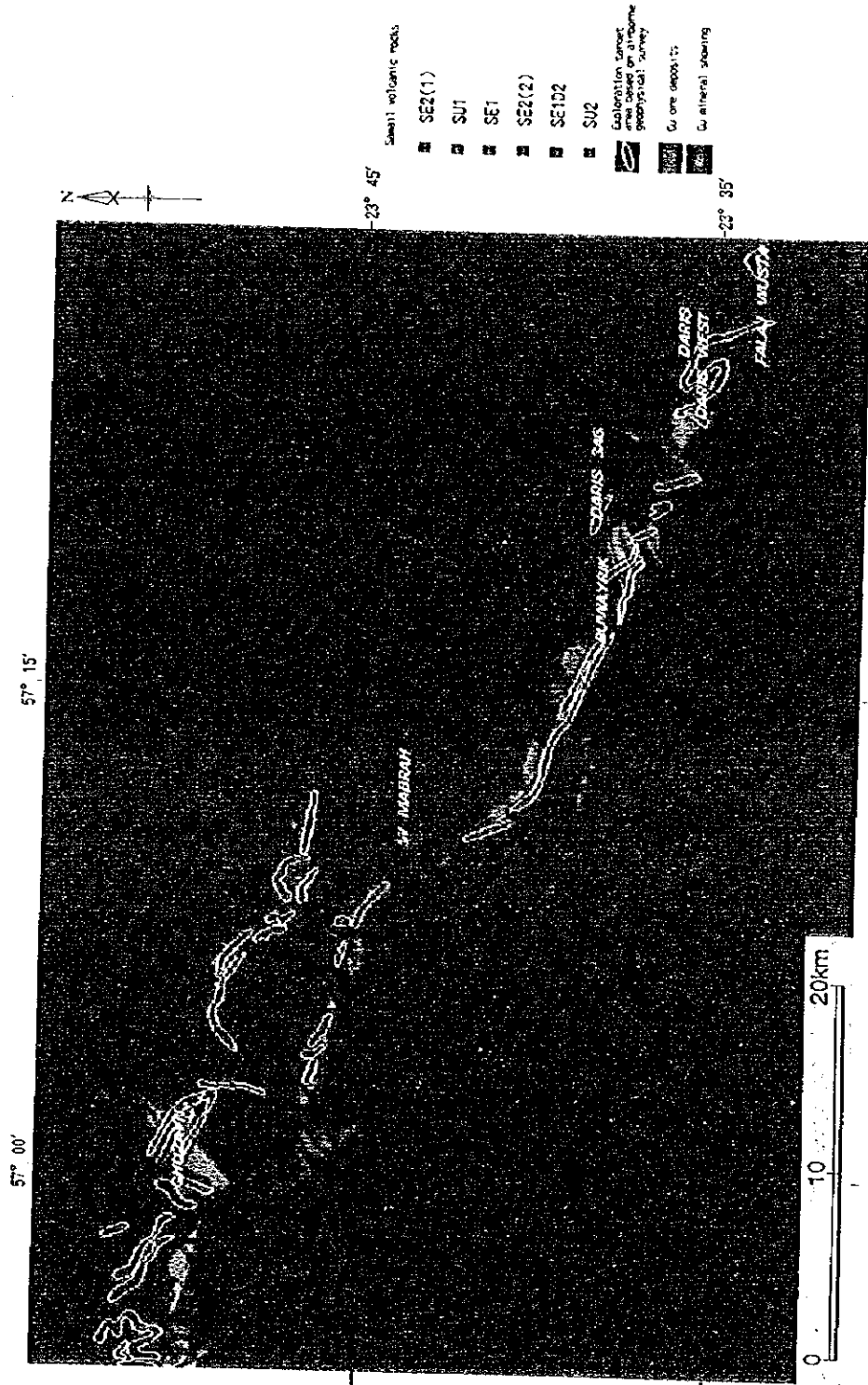


Fig.II-1-11 Composite image of volcanic rocks outcropping and significant magnetic contact zone

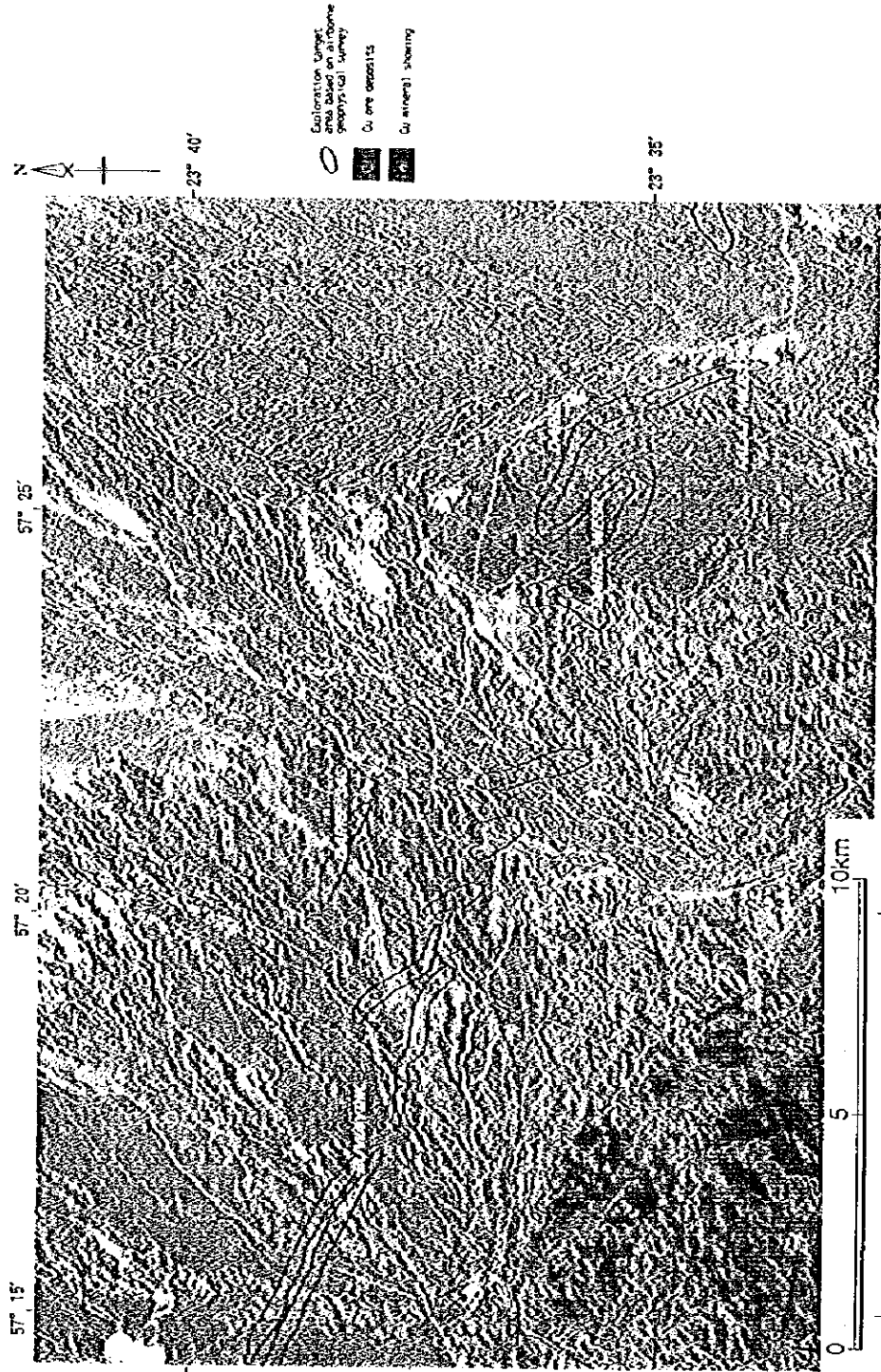


Fig. II-1-12 Landsat image with significant magnetic contact zone in the central survey area

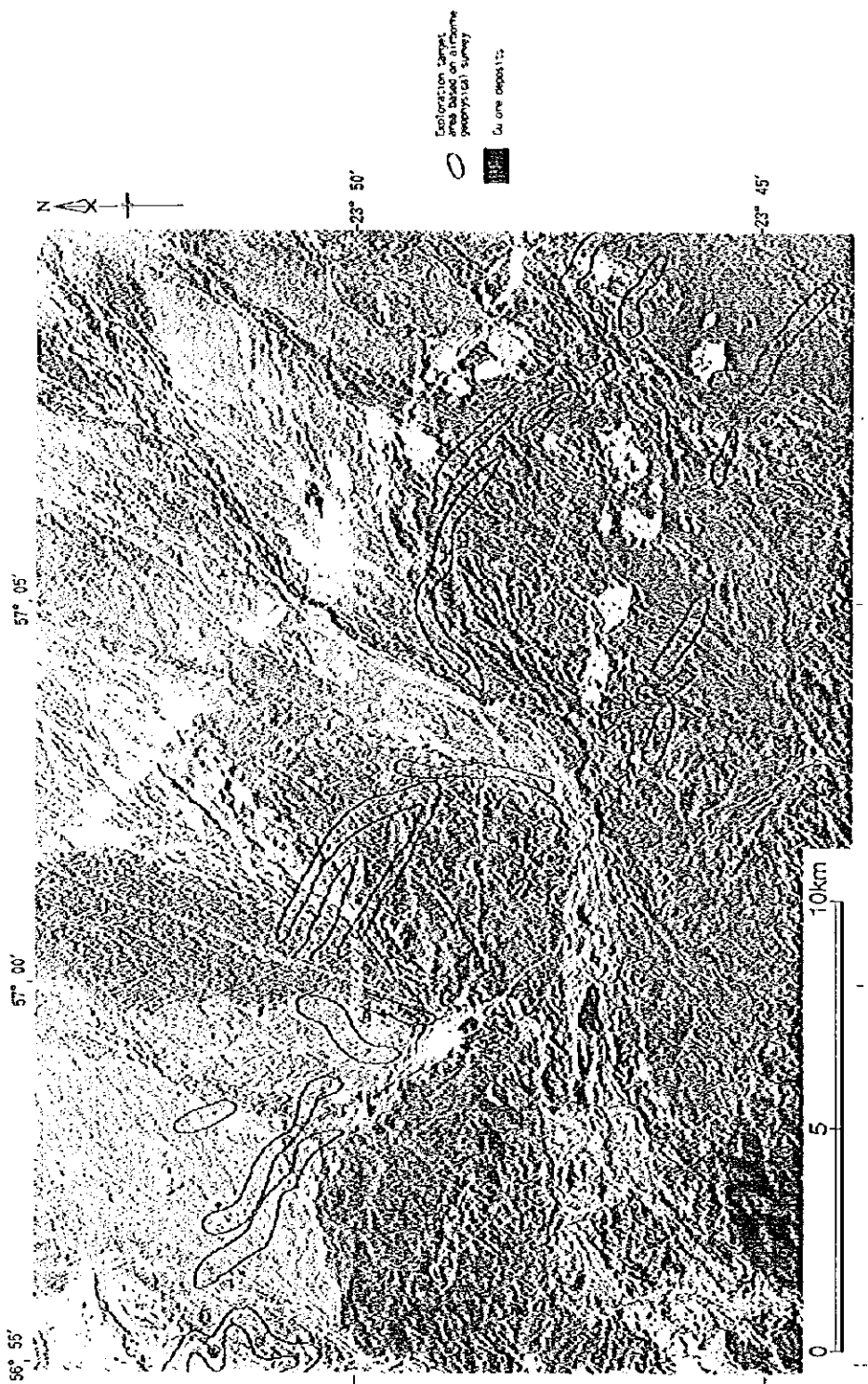


Fig. II-1-13 Landsat image with significant magnetic central zone in the western survey area

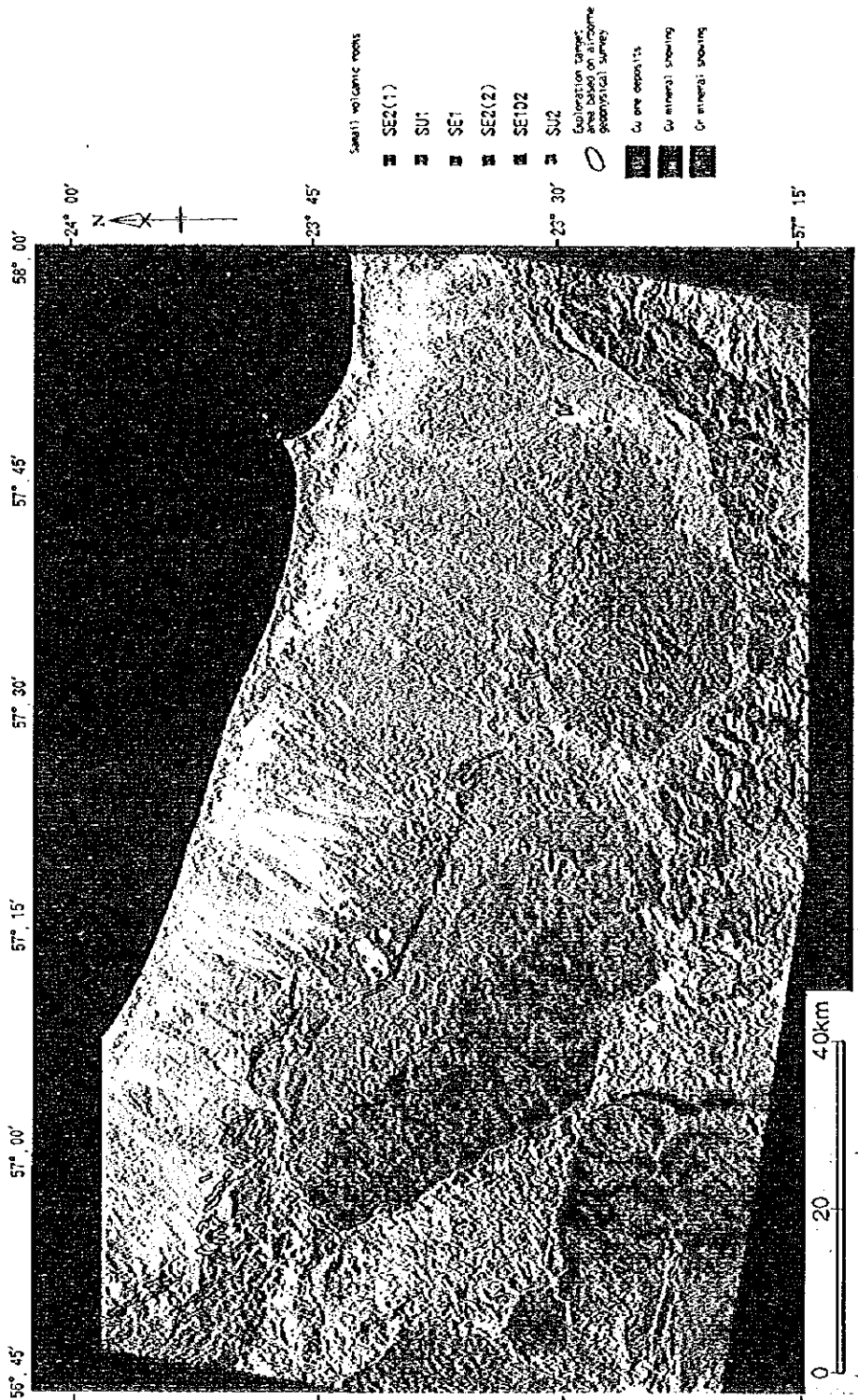


Fig.II-1-14 Landsat image with volcanic rocks outcropping, copper prospect area and significant magnetic contact zone

0

0

1

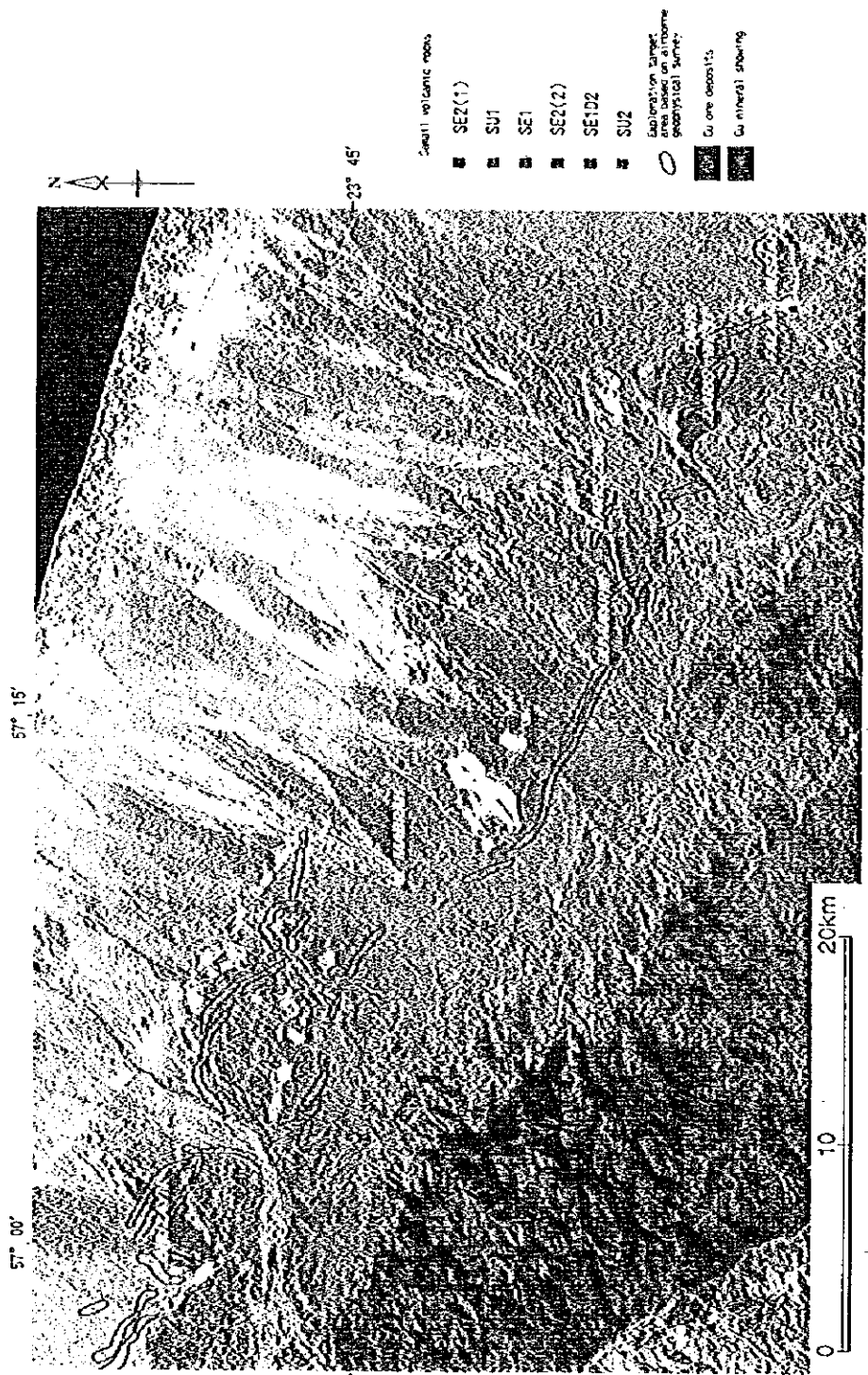


Fig.11-1-15 Landsat image with volcanic rocks outcropping, copper prospect area and significant magnetic contact zone in the central to western survey area

0

0

0