

# 第 I 部 総 論

# 第 I 部 総 論

## 第 1 章 調査の概要

### 1-1 調査目的

本調査の目的は、Umm ad Damar 地域にお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、及び相手国機関に対して技術移転を図ることである。本調査は3年間にわたって実施され、今年次調査はその第2年次に当たる。

### 1-2 第1年次調査の結論・提言

#### 1-2-1 第1年次調査の結論

ウム・アダマール地域における第1年次調査として、既存データ解析、航空写真解析、地質調査及びIP法物理探査を実施し、以下の結論を得た。

- ①調査地域の地質は、原生代後期 Arj 層群の安山岩、デイサイト及び流紋デイサイト、同質火砕岩よりなり、閃緑岩、石英閃緑岩、トータル岩、安山岩、デイサイト等に貫かれる。これらを不整合に被覆して原生代後期 Mahd 層群の安山岩、火砕岩が調査地域の西端部に分布する。
- ②調査地域には、Umm ad Damar North, Umm ad Damar South, 4/6 Gossan の3プロスペクトが分布する。これらのプロスペクトでは、epigenetic な熱水鉱化作用により形成された Arj 層群中の剪断帯に鉱染状ないし網状に胚胎する鉱化帯が Umm ad Damar North で5列(No. 1~No. 5), Umm ad Damar South で1列, 4/6 Gossan で1列存在するものと推定される。Umm ad Damar North と Umm ad Damar South の鉱化帯では黄銅鉱・黄鉄鉱を主とするが、Umm ad Damar South の鉱化帯の地表部で採取した試料の分析結果から、本鉱化帯は Au を伴うものと推定される。また、4/6 Gossan の鉱化帯では Cu の他に Au, Ag, Pb, Zn 品位が高い。
- ③これらの鉱化帯に対して、既に地質調査、IP法物理探査、地化学探査、トレンチ調査、ボーリング調査が実施されているが、鉱化帯の下部及び延長部に対しては十分な探鉱は行われていない。また、調査地域の約60%を占める現世の砂礫層分布域においても十分な探鉱は行われていない。
- ④第1年次に実施したこれら3プロスペクトにおける地質精査のデータ及び過去に実施されたボーリング調査のデータを総合的に検討した結果、Umm ad Damar North のカラミ分布域の下方、Umm ad Damar South の鉱化帯の西部、4/6 Gossan の鉱化帯の下部と南部には探鉱余地があると考えられる。
- ⑤IP法物理探査により Jabal Sujarah(“B-12”異常域)、Umm ad Damar North の

No. 3 鉱化帯の南東方延長部(“J-25”異常域), Umm ad Damar North と Umm ad Damar South プロスペクトの中間地点(“M-27”異常域), 及び Umm ad Damar South プロスペクトの西端部(“P-18”異常域)の4箇所で 24 mV/V 以上の強い充電率異常を抽出した。

- ⑥上記異常域のうち, “J-25”異常域は NW-SE 走向の No. 3 鉱化帯と No. 4 鉱化帯の中間に位置する。“M-27”異常域と “P-18”異常域は NE-SW 方向の断層付近に分布し, “M-27”異常域の近傍には酸化銅鉱を含む石英脈や古代採掘跡が分布する。“B-12”異常域では, 炭酸塩化作用が著しく, NE-SW 及び NW-SE 方向の断層の交差部に位置する。また, ジヤスパーや流紋デイサイトが分布するなど, 地表地質は Jabal Sayid 鉱床に類似する。これらの異常域では比抵抗が高い。物性試験の結果などからも, これらの充電率異常は地下深部に胚胎する硫化物鉱体を反映したものと考えられる。

#### 1-2-2 第1年次調査の提言

以下の地域においてボーリング調査が望まれる。

Umm ad Damar North : No. 2 鉱化帯は, その大部分がカラミに覆われているため, 全貌が明らかではない。本鉱化帯下部に対するボーリング調査が必要である。また, “J-25”異常域は Southeast Hill の No. 3 鉱化帯と Southeast Extension の No. 4 鉱化帯の中間に位置しており, 本異常域に向けたボーリング調査が必要である。

4/6 Gossan : 充電率異常の分布域が小さいため, 大規模な鉱化帯は期待できないが, 鉱化帯は Au, Ag に富むことから, 本鉱化帯の深部及び UAD-13 号孔より南方でボーリング調査を実施し, 本鉱化帯のポテンシャルを明らかにする必要がある。

また, 以下の地域において精密物理探査が望まれる。

“B-12”異常域 : 調査地域内では最も強い充電率異常域である。第1年次の IP 法物理探査は測線間隔が 300m と広いために, 本異常域の方向及び中心が不明であり, ただちにボーリング調査に移行できない。測線間の距離を 100m 程度とした, IP 法物理探査及び TEM 法物理探査を実施する必要がある。

“M-27”異常域から “P-18”異常域にかけての範囲 : 両異常域は NE-SW 走向の

弱線部に胚胎する鉍化帯を示唆しているものと推定され、両異常域を含む範囲において、測線間の距離を 100m 程度とした IP 法物理探査、及び TEM 法物理探査を実施し、異常の連続性と中心を明らかにする必要がある。

### 1-3 第2年次調査の概要

#### 1-3-1 調査地域

調査地域は、サウディ・アラビア西部に位置する。調査面積は 18km<sup>2</sup> である (Fig. 1-1 参照)。

#### 1-3-2 重点課題

##### (1) ボーリング調査

第1年次に実施した地質概査、Umm ad Damar North プロスペクトと 4/6 Gossan プロスペクトの地質精査及び測線間隔を 300m とした概査的な IP 法物理探査により抽出された有望地区において、ボーリング調査を行い、深部の鉱化状況を把握する。

##### (2) 地質精査

今年次に TEM 法物理探査を実施した5地区は主に第四系砂礫層に覆われる平坦地に位置し、かつボーリング調査も十分に行われていない。本物理探査結果の解釈に必要な地質や鉱化作用のデータを得るために、これらの地区の周辺部の地質精査を行う。

##### (3) IP 法物理探査

第1年次に実施した IP 法物理探査により抽出された拡がりの大きな充電率異常域に対し、測線間隔を 100m とした精密な IP 法物理探査を実施し、詳細な充電率異常分布を把握する。

##### (4) TEM 法物理探査

精密な IP 法物理探査から得られた充電率異常分布をもとに、その中心部で TEM 法物理探査を実施し、鉱化帯の位置および形状を推定する。

#### 1-3-3 調査方法

第2年次調査は、地質精査、ボーリング調査、IP 法物理探査及び TEM 法物理探査からなる。その作業量を Table 1-1 に示す。

#### 1-3-4 調査団の編成及び調査期間

##### (1) 調査団の編成

現地指導監督

柴崎洋志(金属鉱業事業団 調査事業部)

Table 1-1 Amount of Work

Survey Method	Amount					
Geological Survey	Area Extent					6 km <sup>2</sup>
	Laboratory Works					
	Microscopic Observation (Rock)					13 samples
	Micro. Observ. (Ore from Old Core)					8 samples
	Micro. Observ. (Ore from Outcrop)					2 samples
	X-ray Diffraction Analysis (Old Core)					2 samples
	X-ray Diffraction Analysis (Outcrop)					8 samples
	Ore Assay (Au,Ag,Cu,Pb,Zn,S-Old Core)					5 samples
Ore Assay (Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Fe-Outcrop)					8 samples	
Drilling Exploration	Number of Drill Holes					8 holes
	Total Drilling Length					2,152.05 m
	Drill Hole	Area	Direction	Inclination	Drilling Length	
	MJSU-1	4/6Gossan	245°	-55°	251.60 m	
	MJSU-2	4/6Gossan	245°	-55°	250.00 m	
	MJSU-3	UAD North	225°	-55°	250.00 m	
	MJSU-4	UAD North	260°	-55°	304.25 m	
	MJSU-5	UAD North	260°	-55°	346.20 m	
	MJSU-6	4/6Gossan	245°	-55°	250.00 m	
	MJSU-7	4/6Gossan	245°	-55°	250.00 m	
	MJSU-8	Jabal Sujarah	25°	-70°	250.00 m	
	Laboratory Works					
	Microscopic Observation (Rock)					73 samples
	Microscopic Observation (Ore)					27 samples
X-ray Diffraction Analysis					28 samples	
Ore Assay (Au,Ag,Cu,Pb,Zn,S)					419 samples	
Geophysical Survey IP Method	Length of Survey Lines					10.0 km
	Number of Stations					260 points
	Laboratory Works					
	Measurement of Rock Resistivity and Chargeability	Core				28 samples
		Outcrop				6 samples
TEM Method	Number of Stations					319 points

## 現地調査

### 1) 日本側調査団(日鉱探開株式会社)

菊地良弘 (団長, ボーリング調査, 地質精査)  
石橋利久 (物理探査)  
立川三郎 (物理探査)  
斎藤光義 (物理探査)

### 2) サウディ・アラビア王国側調査団

Ghazi ABDULHAY (サウディ側代表, 調整)  
Mohamad SAHL (ボーリング調査)  
Abdullah AL-JOHANI (ボーリング調査)  
Ghazi KATTU (ボーリング調査)  
Ahmad ZAMZAME (物理探査)

## (2) 調査期間

- 1) 現地指導監督(柴崎) : 平成 12 年 2 月 26 日～平成 12 年 2 月 28 日
- 2) 現地調査(調査地域)
- ボーリング調査 : 平成 11 年 9 月 5 日～平成 11 年 11 月 18 日
- 地質精査, IP 法物理探査, TEM 法物理探査 :  
平成 12 年 1 月 25 日～平成 12 年 2 月 28 日
- 3) 室内解析・報告書作成 : 平成 11 年 11 月 26 日～平成 12 年 1 月 20 日  
平成 12 年 3 月 8 日～平成 11 年 3 月 24 日

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

調査地域はジェッダの北東約300kmに位置する。調査のベースキャンプとして、調査地域から北西方へ約20km離れたJabal Sayid 鉱床付近の DMMR キャンプ (Fig.1-1 の上図で Jabal Sayid Camp と表示)を使用した。ベースキャンプから調査地域までは車で約30分を要する。

### 2-2 地形及び水系

調査地域を含む広域の地形は、西より紅海、紅海沿岸平野部～丘陵地、Hijaz 山脈、Harat Rahat と呼ばれる玄武岩台地、サブカ分布地、小起伏山地に区分でき、調査地域は最も東側の小起伏山地に位置する。紅海沿岸から東に向い順次高度を上げ、Hijaz 山脈が1,200～2,300m、Harat Rahat が最高1,500m程度、サブカ分布地と小起伏山地が1,000～1,200mの標高を持つ。

調査地域の位置する小起伏山地はHijaz 山脈東方のNajd Plateauの一部に当たり、調査地域には標高約900mの平地に比高50～100mの丘陵ないし山地が分布する。

これら丘陵ないし山地はN-SないしNW-SE方向に伸長して分布することが多いが、調査地域南東部では様相を異にして、NE-SW方向に伸びる。

調査地域には永久河川はないが、大きく見て北向き、または北西向きに高度を下げるワジが発達し、調査地域北西方にてWadi al Arjに合流する。

### 2-3 気候及び植生

サウディ・アラビアはアフリカ北部からアジアまで延びる大熱帯砂漠の中央に位置する。高原地帯では、夏は日中40℃以上になるが、冬季には夜間0℃前後に下がることも少なくない。調査地域の南西25kmに位置するMahd ad Dhahab市の年平均降雨量は62mmである。

調査地域では植生が少なく、ワジ沿いにアカシアが生育しているのみである。



### 第3章 調査地域の地質及び鉱化作用

#### 3-1 調査地域周辺部の一般地質及び鉱化作用

##### 3-1-1 一般地質

Kemp et al. (1982)を基に、調査地域、Jabal Sayid 鉱床及び Mahd adh Dhahab 鉱山を包含する地域(本章において「本地域」と呼称する)の地質について以下に述べる(Fig. 1-2 参照)。

本地域には、下位より原生代後期の Arj 層群、Mahd 層群、Ghamr 層群が分布する。それらを買いて、Dhukhr トーナル岩、Fufayriyah トーナル岩、Bari 花崗閃緑岩、Raghiyah Suite の花崗岩類が分布する。

Arj 層群は本地域の最下位層であり、本層群の基盤は不明である。本地域の Arj 層群は珪長質火山岩よりなる Sayid 層(Fig. 1-2 の asa)と火砕岩、安山岩よりなる Jabal Azlam 層(ajz)、そして未区分岩(asz)に分けられる。Sayid 層は暗灰色～緑色を呈する塊状の珪長質岩を主とし、堆積岩を伴う。Jabal Azlam 層下部は玄武岩～安山岩質角礫岩・凝灰角礫岩と安山岩よりなり、上部は角礫岩、砂岩、円礫岩よりなる。本層群は Mahd 層群によって不整合に被覆される。

Mahd 層群として、本地域では Tulaymisah 層と Haf 層が分布する。Tulaymisah 層は火山砕屑岩ユニット(mtv)と火山岩ユニット(mt)に細分される。Haf 層は玄武岩、安山岩及び流紋デイサイトよりなる Juraysiyah 部層(mhj)と流紋岩、堆積岩よりなる Zur 部層(mhz)及び未区分岩(mh)に区分される。

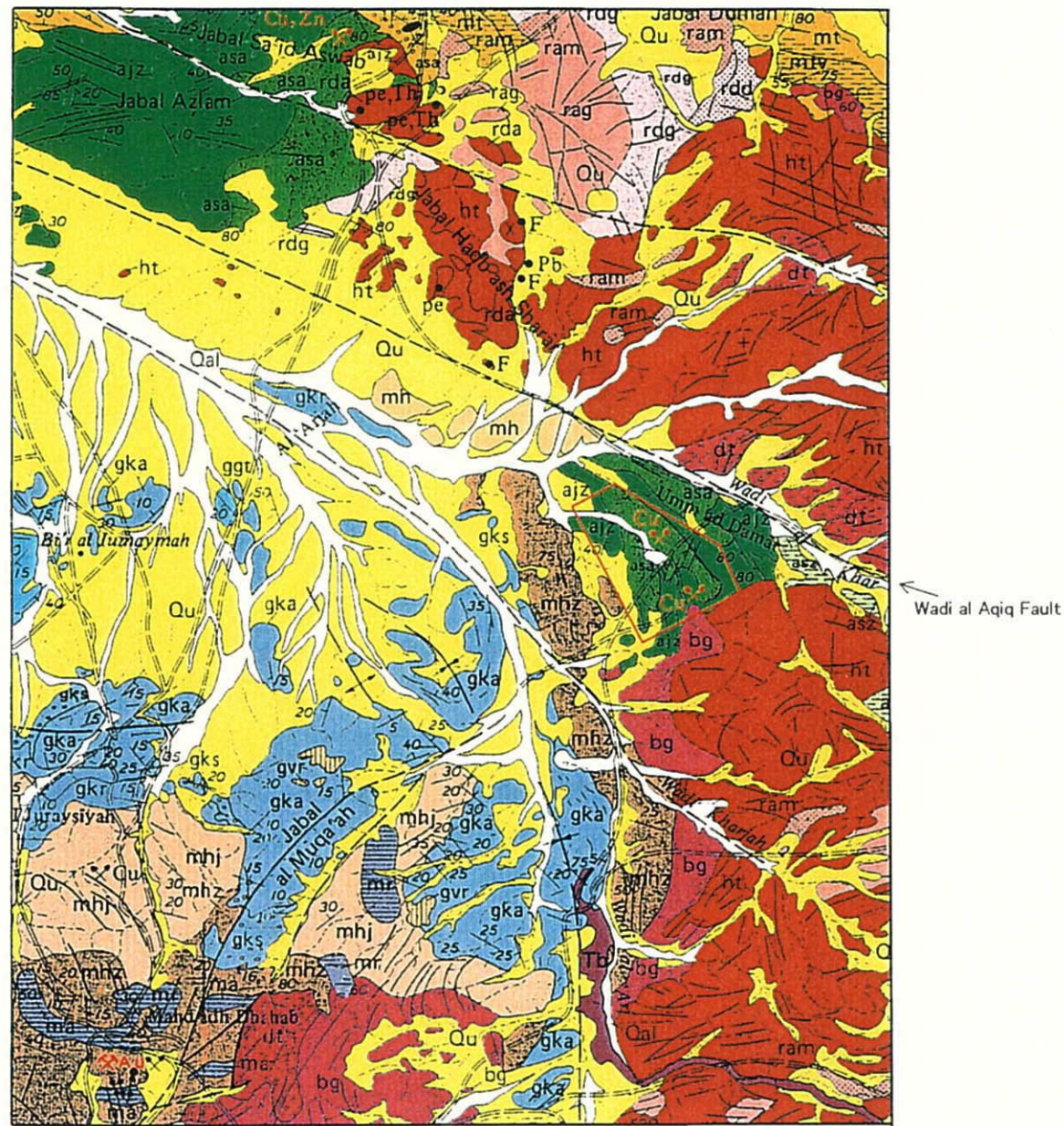
Ghamr 層群として、本地域には凝灰質メンバー(ggt)と Kharzah 層が分布する。Kharzah 層は、更に苦鉄質岩ユニット(gka)、珪長質岩ユニット(gkr)及び堆積岩ユニット(gks)に細分される。

Dhukhr トーナル岩(dt)はハンレイ岩～トロニウム岩・花崗閃緑岩からなるが、ほとんどは石英閃緑岩～トーナル岩である。Dhukhr トーナル岩と Arj 層群との関係は明らかではない。トーナル岩の U-Pb 年代(ジルコン)として、 $816 \pm 4\text{Ma}$  が報告されている。

Fufayriyah トーナル岩(ht,  $760 \pm 10\text{Ma}$ )は、石英閃緑岩～トーナル岩の組成を示す。

Bari 花崗閃緑岩(bg)は Mahd 層群を買き、Mahd 層群に接触変成作用を与えている。本岩は、未変成の Ghamr 層群に被覆され、トーナル岩～トロニウム岩の組成を示す。

Raghiyah 花崗岩類は Dayahin 花崗岩(rda,  $582 \pm 26\text{Ma}$ )、Assharah 花崗岩、Dumah 花崗閃緑岩に区分され、Assharah 花崗岩は更にモンゾニ花崗岩(rag,  $573 \pm 22\text{Ma}$  と  $575 \pm 28\text{Ma}$ )と花崗岩(ram)に、Dumah 花崗閃緑岩は花崗閃緑岩(rdg)と石英モンゾニ閃緑岩(rdd)に細分される。



AGE	SEDIMENTARY, VOLCANIC AND METAMORPHIC ROCKS	INTRUSIVE ROCKS
CENOZOIC	QUATERNARY WADI ALLUVIUM Qal sand, gravel	
	OLDER WADI DEPOSITS, FANS, TERRACES Qu SCREE(Qu)	
TERTIARY	BASALT Tb	
UNCONFORMITY		
PROTEROZOIC	GHAMR GROUP ggt tuffaceous member gka Kharzah Formation: mafic units(gka), silicic units(gkr), sedimentary units(gks) gks gkr	RAGHIYAH SUITE rda Dayahin Granite(582±26Ma): porphyritic rag Assharah Granite: monzogranite(rag, 573±22Ma&575±28Ma), red granite and microgranite(ram) ram rdg Dumah Granodiorite: granodiorite(rdg), quartz monzodiorite(rdd) rdd SUBVOLCANIC ROCKS gvr Rhyolite to rhyodacite
	MAHD GROUP mtv Tulaymisah Formation: volcaniclastic rocks(mt) with volcanic units(mtv) mt mh Haf Formation: undifferentiated(mh), Juraysiyah Member(mhj)-basalt, andesite, rhyodacite, mhj mhz Zur Member(mhz)-rhyolite, sedimentary rocks	BARI GRANODIORITE bg HUFAYRIYAH TONALITE ht tonalite(760±10Ma) SUBVOLCANIC ROCKS mr rhyolite to rhyodacite ma basalt to andesite
UNCONFORMITY		
	ARJ GROUP asz Undifferentiated Sayid and or /Jabal Azlam Formations ajz Jabal Azlam Formation: volcaniclastic rocks, andesite asa Sayid Formation: silicic volcanic rocks	DHUKHR TONALITE dt tonalite(816±4Ma)

Fig.1-2 Regional Geology of the Survey Area

本地域では、Arj 層群の分布は Jabal Sayid 鉱床周辺と調査地域周辺に限られる。調査地域周辺の Arj 層群の分布範囲はその北東方を NW-SE 走向の Wadi al Aqiq 走向移動断層によって、南方を Bari 花崗閃緑岩・Dhukhr トーナル岩によって、西方を Mahd 層群によって限られ、三角形の分布を示す。

### 3-1-2 鉱化作用

調査地域の北西約 20km に Jabal Sayid 鉱床が、また、南西 25km に Mahd adh Dhahab 鉱山が分布する。

Jabal Sayid 鉱床は、下位にストックワーク状鉱体を伴う火山性塊状硫化物型 Cu 鉱床であり、No. 1~No. 4 の 4 鉱体よりなる。鉱体は Sayid 層の珪長質岩類の上部に胚胎し、化学的沈殿物であるチャート及び炭酸塩岩層に覆われる。塊状鉱体の硫化鉱物は、主に黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱である。ストックワーク状鉱体の硫化鉱物は主に、黄鉄鉱と黄銅鉱であり、閃亜鉛鉱は少ない。ストックワーク状鉱体の母岩である火砕岩は緑泥石化作用を受けている。1985 年に BRGM が実施したフィージビリティ調査の結果では、本鉱床の鉱量は、No1 鉱体と No. 2 鉱体を合わせて、19.93 百万トン (Cu 2.68%) である。

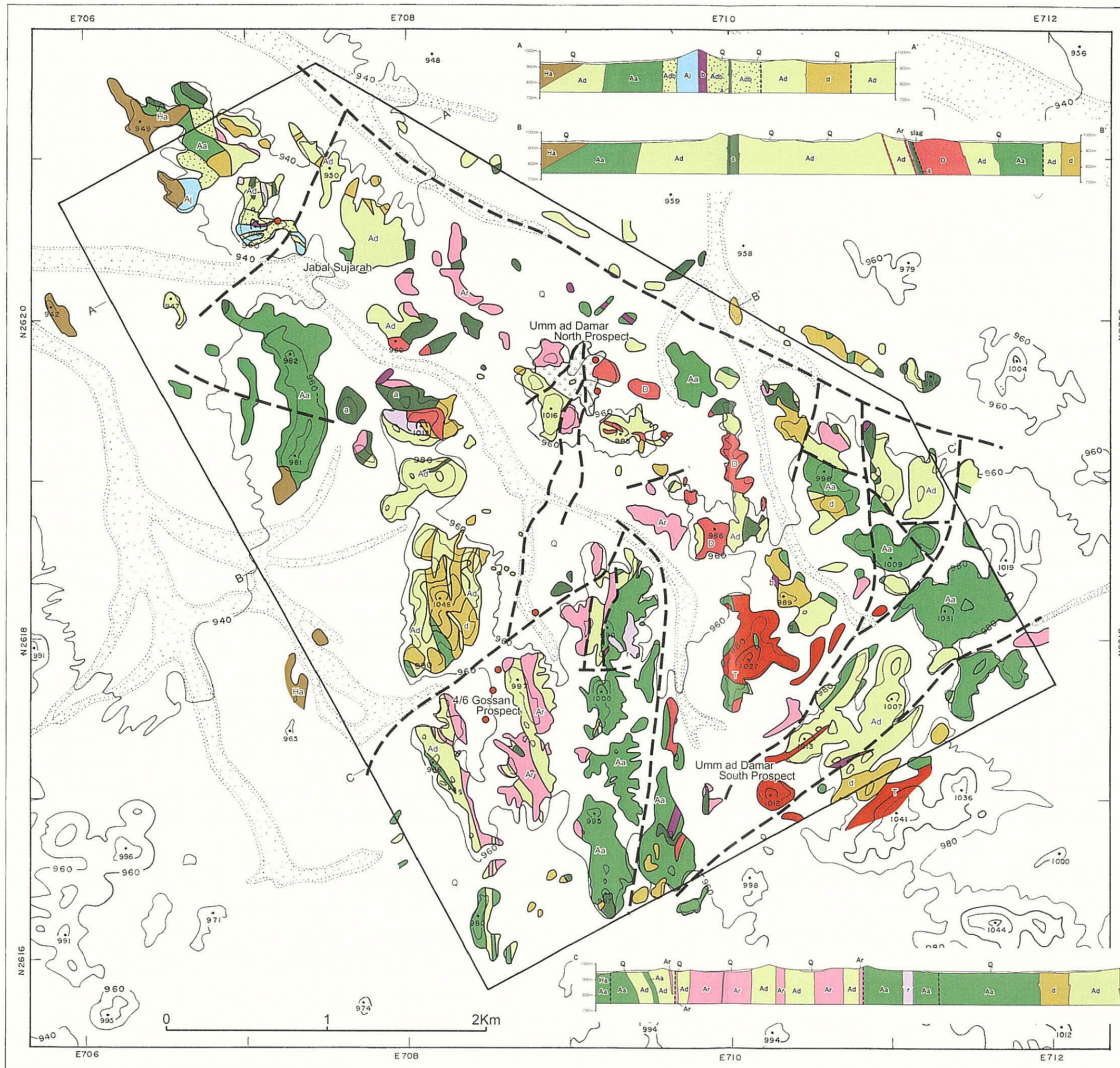
Mahd adh Dhahab 鉱山は、古代 (3,000B.P.) より採掘され、現在も坑内掘が行われている。本鉱山の鉱化作用は、鉱脈型 Au-Ag-Cu-Zn 鉱化作用であり、鉱化作用の時期は 649Ma である。本鉱山の鉱床は Mahd 層群 Haf 層の安山岩質凝灰岩、安山岩、集塊岩、砂岩等中に胚胎する。主な鉱石鉱物は、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱である。脈石は石英、緑泥石である。母岩は珪化作用、緑泥石化作用およびカリ長石交代作用を受けている。1992 年の残存鉱量は 114 万トン (Au 31.8 g/t, Ag 167 g/t, Cu 0.87%, Zn 3.24%) である (DGMR, 1994)。

## 3-2 調査地域の地質及び鉱化作用

### 3-2-1 地質

調査地域の地質概略図を Fig. 1-3 に、また縮尺 1:10,000 の地質図を Plate 1 に示す。これらは、今年次の地質精査の結果を元に、第 1 年次の地質図を修正したものである。

調査地域の地質は、原生代後期 Arj 層群の流紋デイサイト・同質火砕岩 (Fig. 1-3 の Ar)、デイサイト・同質火砕岩 (Ad)、角礫岩 (Adb)、安山岩・同質火砕岩 (Aa) 及びジャスパー (Aj) よりなり、この他、ボーリング孔では流紋デイサイト質火砕岩中に挟在する玄武岩質凝灰岩が確認されている。これらの Arj 層群は閃緑岩・石英閃緑岩 (D)、トーナル岩 (T) の花崗岩類、安山岩・斑状安山岩 (a)、デイサイト・斑状デイサイト (d)、流紋デイサイト (r) 及び玄武岩・斑状玄武岩 (b) に貫かれる。



AGE	SEDIMENTARY AND VOLCANIC ROCKS	INTRUSIVE ROCKS	
CENOZOIC QUATERNARY	Q Sand, Gravel		
	MAHD GROUP (Haf Foramtion) Ha Andesite, Andesitic pyroclastic rocks, Conglomerate		
LATE PROTEROZOIC		T Tonalite	
		D Quartz diorite, Diorite	
		b Basalt, Porphyritic basalt	
		a Andesite, Porphyritic andesite	
		d Dacite, Porphyritic dacite	
		r Rhyodacite	
	ARJ GROUP (Jabal Azlam & Sayid Formations)	Aa Andesite, Andesitic pyroclastic rocks	
		Ad Dacite, Dacitic pyroclastic rocks (Adb: Breccia)	
		Ar Rhyodacite, Rhyodacitic pyroclastic rocks	
		Aj Jasper	

- Fault
- MMAJ drill hole(1999)

Fig.1-3 Geological Map of the Survey Area

これらを不整合に被覆して原生代後期 Mahd 層群の安山岩・同質火砕岩(Ha)が調査地域の西端部に分布する。Arj 層群は広域的な緑泥石・緑レン石化変質を受けており、また、一部に片理が発達する。

Arj 層群の走向は、Umm ad Damar South 及びその東方で、NE 方向を示すが、調査地域内のその他の地域では NW~N 方向を示す。本層群の傾斜は 60° 以上である。また、Mahd 層群は走向が NNW 方向で、傾斜は 20~40° W である。

断層は、NE-SW 系が主である。調査地域の北東端部には Wadi al Aqiq 断層にほぼ平行な NW-SE 系の断層の存在が推定される。

### 3-2-2 鉱化作用

第 1 年次地質調査、既往ボーリング調査及び今年次のボーリング調査により、調査地域では Jabal Sujarah 地区、Umm ad Damar North プロスペクト、Umm ad Damar South プロスペクト及び 4/6 Gossan プロスペクトの 4 箇所に鉱化作用が認められる。

Jabal Sujarah 地区、4/6 Gossan プロスペクト及び Umm ad Damar North プロスペクトの一部の鉱化作用は火山性塊状硫化物型 Cu-Zn 鉱化作用である。また、Umm ad Damar North プロスペクトに鉱脈型 Cu 鉱化作用が、Umm ad Damar South プロスペクトに鉱脈型 Au-Cu-Zn 鉱化作用が賦存している。

これらのプロスペクトでは、地表下 30~40m にわたって酸化帯が形成されているため、地表部では酸化銅鉱を含む、褐鉄鉱及び赤鉄鉱を主体としたゴッサンが認められるのみである。

以下に各地区の鉱化作用について述べる。

#### (1) Jabal Sujarah 地区

本地区の地表部における鉱化変質作用として、著しい炭酸塩岩化作用を受けた珪長質角礫岩が Sujarah 山の南西部に露出するのみで、古代採掘跡やゴッサンは認められない。

MJSU-8 号孔で認められた鉱化作用は火山性塊状硫化物型 Cu-Zn 鉱化作用である。黄鉄鉱薄層に富み、全体として黄鉄鉱を 20% 含む深度 73.25~85.85m 間に、黄銅鉱-閃亜鉛鉱-黄鉄鉱よりなる 2 枚の鉱層が認められる。着鉱幅は 0.70m 以下と薄く、細粒凝灰岩・頁岩と互層する。

#### (2) Umm ad Damar North プロスペクト

本プロスペクトの地表には大量のカラミが分布し、カラミ分布域を取り囲む西方の小山(West Hill)と南東方の小山(Southeast Hill)には多くの古代採掘跡が分

布する。採掘跡は Southeast Hill の南東方の丘陵地にも分布している。本プロスペクトの地質は、主に Arj 層群の流紋デイサイトとデイサイトよりなり、これらを通じて、閃緑岩が北東部に分布する。鉱化作用は Arj 層群中のみに認められ、閃緑岩中には認められない。

古代採掘跡やトレンチ内のゴッサンの分布、及びボーリング調査の結果から、West Hill、カラミ分布域及び Southeast Hill で各 1 列、Southeast Hill の南東方の丘陵で 2 列の、計 5 列の鉱化帯の分布が推定された。第 1 年次調査では、それらを No. 1 鉱化帯から No. 5 鉱化帯と仮称した。No. 1 鉱化帯に対しては過去に 5 孔のボーリング調査が実施されており、そのうち DA-5 号孔では真幅 2.6m、Cu 2.17%の鉱化帯を捕捉している。No. 2 鉱化帯に対しては、ボーリング調査が実施されていない。No. 3 鉱化帯に対しては、4 孔のボーリング調査が実施されており、UAD-11 号孔では真幅 3.1m、Cu 1.87%を示す。No. 4 鉱化帯と No. 5 鉱化帯に対しては、ボーリング調査が実施されていない。

第 1 年次に本プロスペクトの地表で採取した 11 試料 (grab sample) は、Au 品位が低く、最高 Au 0.6 g/t であった。

今年次に実施した MJSU-4 号孔と MJSU-5 号孔により、カラミ分布域の下方にその存在を予想した No. 2 鉱化帯を確認し、同時に No. 1 鉱化帯の下方延長部も確認した。No. 1 鉱化帯、No. 2 鉱化帯とも鉱脈型 Cu 鉱化作用であり、Au、Ag に乏しい。MJSU-5 号孔では、268.90~275.40m 間に鉱石の組織から火山性塊状硫化物型と考えられる Cu-Zn 鉱化作用を認めた。本区間の鉱化作用の母岩は後述の 4/6 Gossan プロスペクトと同じ白色の流紋デイサイト質火砕岩である。

### (3) 4/6 Gossan プロスペクト及び周辺部

本プロスペクトでは、流紋デイサイト質火砕岩を主とし、玄武岩質凝灰岩を挟在する。

本プロスペクトでは、1983 年に 2 孔のボーリング調査が実施されており、UAD-14 号孔では真幅 2.1m、Au 16.1 g/t、Ag 449.8 g/t、Cu 1.15%、Zn 0.25%、Pb 1.02%を示す。ただし、この鉱化部は二次富化帯のものと見られ、鉱石鉱物の組み合わせや鉱石の産状についての記載は無い。また、第 1 年次にトレンチ内で採取した試料 (grab sample) も、Au 3.7 g/t と Ag 287 g/t、Au 1.6 g/t と Ag 23.6 g/t を示し、本プロスペクトの鉱化作用は Au、Ag 品位が高いことを裏づけている。

今年次に実施した 4 孔のボーリング調査により、本地区の鉱化作用は火山性塊状硫化物型 Cu-Zn 鉱化作用と鉱脈型 Cu-Ag 鉱化作用に区分される。後者は脈幅が狭い。

火山性塊状硫化物型 Cu-Zn 鉱化作用は玄武岩質凝灰岩の上下盤に認められ、

MJSU-2号孔の深度121.15～142.25mの鉱化部は本凝灰岩の上盤側に、そしてMJSU-6号孔の深度134.75～138.00mの鉱化部は本凝灰岩の下盤側に位置する。

第1年次調査では既存地質資料および地表地質調査により、本地区の鉱化帯はArj層群の剪断帯に鉱染状ないし網状に胚胎する1列の鉱化帯であり、epigeneticな熱水鉱化作用により形成されたものと考えたが、本地区の鉱化作用は火山性塊状硫化物型であり、syngeneticなものである。

#### (4) Umm ad Damar South プロスペクト

本プロスペクトの地質は、流紋デイサイト、安山岩、安山岩質凝灰岩、デイサイト質凝灰岩よりなる。

Umm ad Damar Southには17箇所に採掘跡が確認される。それらうち、酸化銅鉱が認められる採掘跡及びトレンチ中に認められるゴッサンの分布から、本地域の主な鉱化帯は1列と推定される。本鉱化帯に対しては、UAD-4号孔も含め過去に11孔のボーリング調査が実施されており、UAD-2号孔では真幅6.9m、Cu 1.99%を示す。ただし、これらのボーリング孔の鉱化部のAu品位についてはデータが無い。また、第1年次に本鉱化帯の地表で採取した7試料のうち、2試料(grab sample)はAu 6.2g/t、Au 3.0g/tを示し、Umm ad Damar Northプロスペクトと異なり、本鉱化帯ではAu品位が高い。

今年次はJabal Sayidキャンプに保管されたUAD-4号孔のコアの観察を行った。その結果、本孔の深度105.95～112.05mで黄銅鉱-黄鉄鉱-石英脈、深度112.05～115.00mで黄鉄鉱-黄銅鉱-閃亜鉛鉱鉱染部を認め、試料を採取した。分析品位は以下のとおりである。

孔名	掘進深度 (m)	掘進幅 (m)	分析結果			
			Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Zn (%)
UAD-4	105.95～112.05	6.10	0.34	22.9	1.97	0.23
	112.05～115.00	2.95	1.14	39.2	3.72	3.07

Umm ad Damar Northプロスペクトの鉱脈型Cu鉱化作用はAuとZnをほとんど含まないが、本孔ではZn品位の高い部分でAu品位も高い。

UAD-4号孔のコア観察結果及び鉱化部の品位分析結果から、本プロスペクトの鉱化作用は鉱脈型Au-Cu-Zn鉱化作用と考えられる。

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制

Fig. 1-4 に流紋デイサイト及び同質火砕岩、閃緑岩、トーナル岩の分布を示す。

調査地域では、今年次のボーリング調査および旧コアの鉱化部の化学分析により、火山性塊状硫化物型 Cu-Zn 鉱化作用、鉱脈型 Cu 鉱化作用及び鉱脈型 Au-Cu-Zn 鉱化作用の存在が明らかとなった。

鉱脈型 Cu 鉱化作用は Umm ad Damar North プロスペクトに分布し、閃緑岩岩体西縁部のデイサイト質火砕岩、斑状デイサイト(貫入岩)及び流紋デイサイト質火砕岩の剪断帯に黄銅鉱-黄鉄鉱網状脈として産する。Au, Ag 品位は低い。また、鉱脈型 Au-Cu-Zn 鉱化作用は Umm ad Damar South プロスペクトに分布し、トーナル岩・閃緑岩岩体南西縁の流紋デイサイト質火砕岩中に黄銅鉱-黄鉄鉱-石英脈、黄銅鉱-黄鉄鉱-閃亜鉛鉱鉱染部として産する。後者は Au を 1 g/t 程度含む。両鉱化作用とも深成岩体付近に分布することから、鉱脈型鉱化作用に関連する貫入活動としてトーナル岩及び閃緑岩が挙げれる。

一方、優勢な火山性塊状硫化物型 Cu-Zn 鉱化作用は流紋デイサイト質火砕岩の発達する 4/6 Gossan プロスペクトで認められることから、本鉱化作用は流紋デイサイト質火山活動に関係していたものと考えられる。本鉱化作用の塊状鉱や礫状鉱は頁岩や細粒凝灰岩の薄層と互層することから、塊状鉱や礫状鉱は流紋デイサイト質火山活動の休止期間に堆積したものと考えられる。なお、Jabal Sujarah 地区の MJSU-8 号孔で確認された火山性塊状硫化物型 Cu-Zn 鉱化作用は珪化作用の著しい珪長質火山岩の礫よりなる角礫岩と流紋デイサイト質火砕岩の境に認められ、4/6 Gossan プロスペクトの鉱化作用とは若干性格が異なる。

### 4-2 鉱床賦存のポテンシャル

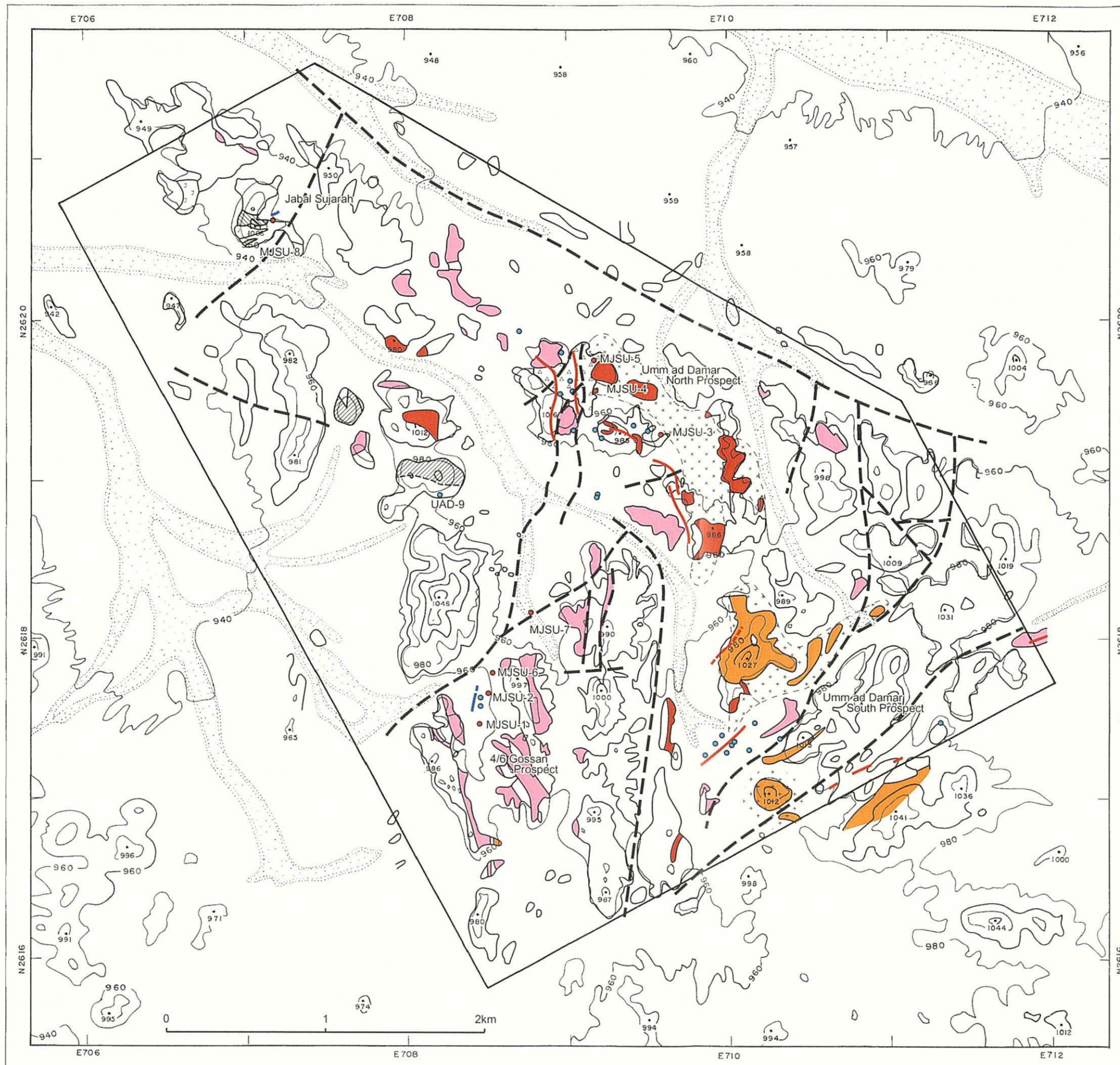
Fig. 1-5 に総合解析図を示す。調査地域の鉱化作用は、火山性塊状硫化物型 Cu-Zn 鉱化作用、鉱脈型 Cu 鉱化作用及び鉱脈型 Au-Cu-Zn 鉱化作用に区分されるが、これらの中、鉱脈型 Cu 鉱化作用は Au, Ag 品位が低く、他の鉱化作用と比べ、経済的価値はやや低い。以下では、今年次のボーリング調査と物理探査の結果に基づき、各調査地区の鉱床賦存のポテンシャルについて述べる。

#### 4-2-1 ボーリング調査結果

##### (1) Umm ad Damar North プロスペクト

本プロスペクトでは MJSU-4 号孔と MJSU-5 号孔により、カラミ分布域の下方に No. 2 鉱化帯を確認し、同時に No. 1 鉱化帯の下方延長部も確認した。No. 1 鉱化帯、





- Arj Group rhyodacite, rhyodacitic pyroclastic rocks
- Arj Group jasper
- Diorite
- Tonalite
- Slag
- Fault
- Carbonatization
- Silicification
- Vein-type mineralization
- Massive sulfide-type Mineralization
- Previous drill hole
- MMAJ drill hole (1999)

Fig.1-4 Mineralization Map of the Survey Area



- IP anomaly (chargeability > 15mV/V)
- IP anomaly (chargeability > 24mV/V)
- Conductive plate estimated from TEM survey
- Quaternary gravel & sand
- Arj Group rhyodacite, rhyodacitic pyroclastic rocks
- Diorite
- Tonalite
- Other rocks
- Slag
  
- Fault
- Carbonatization
- Silicification
- Vein-type mineralization
- Massive sulfide-type mineralization
- Estimated ore horizon of massive sulfide-type mineralization
- Previous drill hole
- MMAJ drill hole (1999)
- IP survey line (1998)
- IP survey line (1999)
- TEM survey (1999)

Fig.1-5 Integrated Interpretation Map

No.2 鉱化帯とも鉱脈型 Cu 鉱化作用であり、Au、Ag に乏しい。MJSU-5 号孔では、268.90～275.40m 間に鉱石の組織から火山性塊状硫化物型と考えられる低品位の Cu-Zn 鉱化作用を認めた。“J-25”異常域の中心に向けて掘削された MJSU-3 号孔は、深度 188.20～220.90m 間に小規模な鉱脈型 Cu 鉱化作用を認めたのみである。本プロスペクトでは、稼行対象となる鉱床の賦存のポテンシャルは低いと考えられる。

#### (2) 4/6 Gossan プロスペクト及び周辺部

本プロスペクトおよび周辺部では、今年次に MJSU-1 号孔、MJSU-2 号孔、MJSU-6 号孔及び MJSU-7 号孔の 4 孔が掘削されたが、それらの中で優勢な鉱化作用を確認できたのは MJSU-2 号孔の深度 121.15～142.25m 間のみである。本孔で確認された火山性塊状硫化物型鉱化作用は MJSU-1 号孔及び MJSU-6 号孔で非常に薄くなることから水平方向への連続性は弱いものと推定される。

地表下 45m 付近で真幅 2.1m であった鉱体(UAD-14 号孔)は、地表下 100～120m 付近では真幅 3.0m と真幅 8.6m の 2 枚の鉱体よりなっている (MJSU-2 号孔) ことから、MJSU-2 号孔で捕捉した鉱体は更に下方に連続することが期待できる。

#### 4-2-2 物理探査結果

##### (1) TB-12 地区

MJSU-8 号孔では、深度 73.25～73.55m 間に黄銅鉱礫と閃亜鉛鉱礫が、また、深度 82.65～83.35m 間に黄銅鉱-黄鉄鉱よりなる塊状鉱が認められたが、その後、孔底に向い、黄鉄鉱鉱染が弱くなったため、深度 250.00m で終了した。ボーリング調査終了後に TEM 法物理探査の解析結果が得られ、その抽出された導電性プレートは MJSU-8 号孔の孔底より 30m 北に位置しており、MJSU-8 号孔で捕捉した鉱化帯とは別の鉱化帯が賦存する可能性が高い。

##### (2) TJ-18 地区

TEM 法物理探査により、NE-SW 方向に伸長する 3 枚の導電性プレートが抽出され、それらの中の中央部のプレートは IP 法物理探査による充電率異常域の中心部を通る。中央部のプレート付近には小規模な古代採掘跡があり、赤白色の赤鉄鉱化した流紋デイサイトを認める。この採掘跡の東方 300m には SEREM/US Steel によって 1977 年に掘削された UAD-7 号孔と UAD-10 号孔が位置する。UAD-10 号孔のコア観察の結果では、本孔の地質は流紋デイサイト質火砕岩であり、TJ-18 地区には流紋デイサイト及び同質火砕岩が分布すると予想される。地質的に 4/6 Gossan プロスペクトに類似すると考えられることから、中央部のプレートは火山性塊状硫

化物型 Cu-Zn 鉱化作用を反映している可能性が高い。

### (3) TM-27 地区

TEM 法物理探査の結果では、NE-SW 方向に伸長する 2 本の導電性プレートが抽出され、北側に位置するプレートは IP 法物理探査により抽出された充電率異常域の中心部を通る。本地区周辺部では流紋デイサイト質火砕岩が認められず、本プレートは鉱脈型鉱化作用を反映しているものと推定される。本プレートのコンダクタンスから、本プレートは硫化鉱物に富む鉱脈である可能性が高い。

### (4) T0-21 地区

TEM 法物理探査の結果では、IP 法物理探査による充電率異常域の中心部を通り、N-S 方向に伸長する導電性プレートが第四系砂礫層の下方に抽出された。このプレートの北東方の地表部には、断続しながらも長さ 325m に渡って 1 条の石英-方解石脈が認められ、本脈は一部で黄銅鉱を含む。本プレートの位置およびコンダクタンスから、本脈と TEM 法物理探査で抽出されたプレートは連続し、第四系砂礫層分布域では硫化鉱物に富む鉱脈である可能性が高い。

### (5) TP-18 地区

TEM 法物理探査の結果では、NE-SW 方向に伸長する 2 本の導電性プレートが抽出された。本地区内の東端には、SEREM/US Steel が 1977 年に実施した UAD-4 号孔と UAD-5 号孔が位置する。これらのうち、UAD-4 号孔は、深度 105.95~115.00m 間に鉱脈型 Au-Cu-Zn 鉱化作用を捕捉している。

TEM 法物理探査により抽出された南のプレートは Umm ad Damar South プロスペクトの古代採掘跡から UAD-4 号孔の鉱化部を通る NE-SW 方向の鉱化帯の南西方延長部に位置しており、本プレートは本プロスペクトと同様の鉱脈型 Au-Cu-Zn 鉱化作用の存在を示しているものと推定される。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

ウム・アダマール地域における第2年次調査として、ボーリング調査、地質精査、IP法物理探査及びTEM法物理探査を実施した。その結果は以下の通り要約される。

- ①第1年次調査で実施された既知プロスペクトの地質精査の結果と測線間隔を300mとした概査的なIP法物理探査の結果を基に、鉱化作用の中心と推定される箇所、計8孔、全掘進長2,152mのボーリング調査を実施した。
- ②これらのボーリング調査の結果、Jabal Sujarah 地区、4/6 Gossan プロスペクト及びUmm ad Damar North プロスペクトの一部に火山性塊状硫化物型Cu-Zn 鉱化作用が、また、Umm ad Damar North プロスペクトに鉱脈型Cu 鉱化作用が分布することが判明した。
- ③火山性塊状硫化物型鉱化作用はMJSU-2号孔、MJSU-5号孔、MJSU-6号孔及びMJSU-8号孔で確認された。これらのボーリング孔では、流紋デイサイト質火砕岩を母岩とし、黄銅鉱-閃亜鉛鉱-黄鉄鉱よりなる塊状鉱ないし礫状鉱が認められる。鉱化部は頁岩や凝灰岩を挟在する。母岩の変質は珪化・緑泥石化変質である。主な鉱化部は以下のとおりである。

孔名	掘進深度 (m)	掘進幅 (m)	分析結果			
			Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Zn(%)
MJSU-2	121.15~125.40	4.25	0.37	23.0	0.96	2.17
	130.10~142.25	12.15	0.37	14.0	1.00	3.67
MJSU-5	268.90~275.40	6.50	<0.05	2.1	0.99	0.20
MJSU-6	134.75~138.00	3.25	<0.05	28.0	0.69	3.84
MJSU-8	73.25~73.55	0.30	<0.05	3.9	0.90	12.74
	82.65~83.35	0.70	0.24	19.5	1.57	0.01

- ④鉱脈型Cu 鉱化作用はUmm ad Damar North プロスペクトのMJSU-3号孔、MJSU-4号孔及びMJSU-5号孔で確認された。これらの各孔に見られた鉱脈及び網状脈は、デイサイトやデイサイト質火砕岩を母岩とし、黄銅鉱-黄鉄鉱よりなる。脈石鉱物に乏しい。Au, Ag 品位は低く、鉱脈の盤際は緑泥石化変質が著しい。主な鉱

化部は次のとおりである。

孔名	掘進深度 (m)	掘進幅 (m)	分析結果			
			Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Zn(%)
MJSU-3	220.10~220.90	0.80	<0.05	6.6	2.48	0.03
MJSU-4	140.50~147.80	7.30	<0.05	9.1	1.98	0.03
	155.50~158.85	3.35	<0.05	6.3	2.19	0.07
MJSU-5	79.40~82.55	3.15	0.07	15.4	2.25	0.06
	88.90~93.20	4.30	<0.05	13.7	1.93	0.03
	95.50~99.90	4.40	0.06	12.5	3.70	0.02
	245.65~247.70	2.05	<0.05	2.0	1.02	0.02
	328.90~331.20	2.30	0.07	7.1	6.51	0.01

⑤Jabal Sayid キャンプに保管されていたコア(1977年に掘削)の整理を行い、UAD-3号孔、UAD-4号孔、UAD-6号孔及びUAD-10号孔のコアの観察を行った。その結果、Umm ad Damar South プロスペクトのUAD-4号孔の深度105.95~112.05mには黄銅鉱-黄鉄鉱-石英脈を、深度112.05~115.00mには黄鉄鉱、黄銅鉱及び閃亜鉛鉱の鉱染鉱(母岩は緑泥石化変質岩)を認めた。分析品位は以下のとおりである。

孔名	掘進深度 (m)	掘進幅 (m)	分析結果			
			Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Zn (%)
UAD-4	105.95~112.05	6.10	0.34	22.9	1.97	0.23
	112.05~115.00	2.95	1.14	39.2	3.72	3.07

本プロスペクトの古代採掘跡から採取した鉱石試料も Au 3.0~6.2g/t を示し、本プロスペクトの鉱化作用は、Umm ad Damar North プロスペクトの鉱脈型 Cu 鉱化作用と比べ、Au, Zn に富むことが判明した。

⑥第1年次調査のIP法物理探査により抽出された“B-12”、“M-27”及び“P-18”充電率異常域内の詳細な充電率分布を把握するために、測線間隔を100mとしたIP法物理探査を行った。その結果、以下のことが判明した。

“B-12”異常域：本異常域の平面的拡がり調査地域内で最も大きく、強い異常帯を形成している。

“M-27”異常域：本異常域は南北2つの異常帯からなる。北側の測点 M-27 を中心とする強い異常帯は NE-SW 方向へ伸びる楕円形の分布を示す。南側は測点 N-25 を中心とする小規模の異常帯である。

“P-18”異常域：本異常域は北方への伸びを示し、測点 O-21 へと連続する異常帯を形成している。

⑦IP 法物理探査と地質精査の結果をもとに、TEM 法物理探査地区として5地区 (TB-12, TJ-18, TM-27, TO-21 及び TP-18 地区)を選定した。TEM 法物理探査の結果、すべての地区で、ほぼ垂直の導電性プレートが抽出された。

⑧地質精査、ボーリング調査、既存コア調査、IP 法物理探査及び TEM 法物理探査の結果を総合的に解釈し、TM-27 地区、TO-21 地区及び TP-18 地区で抽出された導電性プレートは鉱脈型鉱化作用を、また、TB-12 地区と TJ-18 地区で抽出された導電性プレートは火山性塊状硫化物型鉱化作用を表わしているものと評価された。

## 5-2 第3年次調査への提言

第3年次調査として以下の調査を提言する。

①4/6 Gossan プロスペクトにおいて、MJSU-2 号孔で着鉱した鉱化部の下方への連続性を確認する目的で、更なるボーリング調査を実施することを提言する。

②Jabal Sujarah 地区において、TEM 法物理探査の結果から、MJSU-8 号孔で捕捉された鉱化帯とは異なる新たな鉱化帯の賦存が期待できる。本地区の鉱化作用を評価する目的で、更なるボーリング調査を実施することを提言する。

③TEM 法物理探査を実施した TJ-18 地区、TM-27 地区、TO-21 地区及び TP-18 地区で抽出された導電性プレートに対し、ボーリング調査を実施することを提言する。