

**オマーン国**  
**ソハール地域鉦害防止フェージビリティ調査**  
**(予備調査)**

**報 告 書**

平成 11 年 12 月

**国際協力事業団**  
**鉦工業開発調査部**

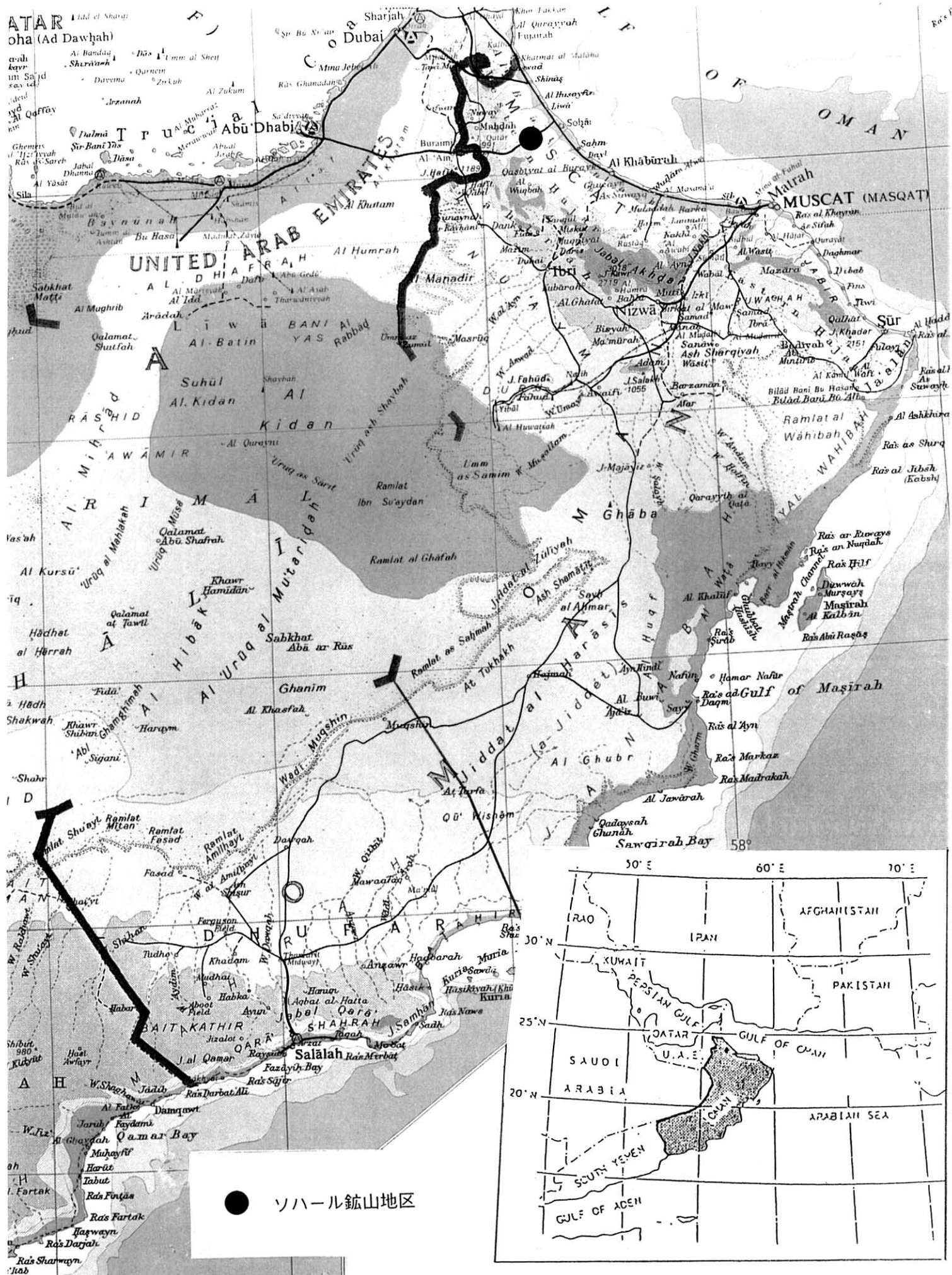
**オマーン国**

**ソハール地域鉦害防止フェージビリティ調査  
(予備調査)**

**報 告 書**

平成 11 年 12 月

**国際協力事業団  
鉦工業開発調査部**



● ソハール鉱山地区

調査位置図



S/W署名



日本国大使館表敬



MRME 表敬・協議



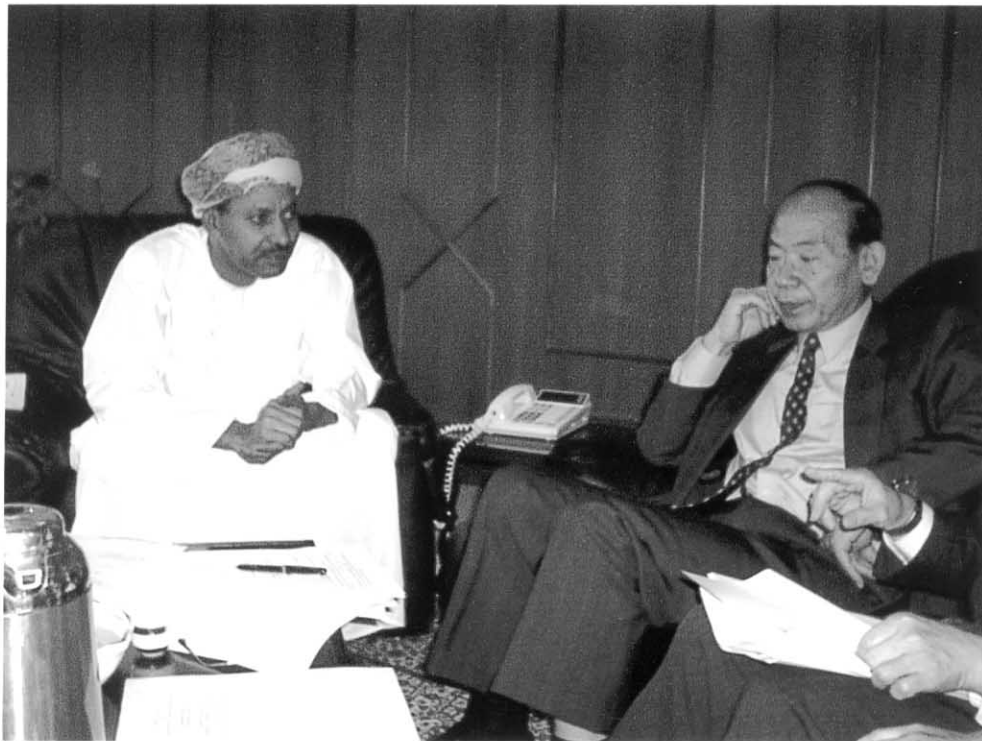
MWR 表敬・協議



MWR ソハール事務所での協議



OMCO との協議



MCI との協議



廃さい堆積場から製錬所を望む



トレンチ No.1





トレンチ No.2



トレンチ No.2



Aarja Mine 跡



Bayda Mine 跡陷没坑

# 目次

関係地図（調査位置図）

写真集

第1章 予備調査の概要 .....	1
1-1 要請の背景および経緯 .....	1
1-2 調査目的 .....	2
1-3 団員構成 .....	2
1-4 調査日程 .....	3
1-5 主要面談者 .....	4
第2章 協議の概要 .....	7
2-1 協議結果 .....	7
2-2 団長所感 .....	9
2-3 実施細則 .....	10
2-4 協議議事録 .....	21
第3章 本格調査の概要 .....	27
3-1 本格調査の目的及び基本方針 .....	27
3-1-1 調査の目的 .....	27
3-1-2 基本方針 .....	27
3-2 調査対象地域 .....	27

3-3	調査業務の内容	27
3-3-1	調査の段階	27
3-3-2	調査の内容	28
3-4	調査の実施体制	32
3-5	調査実施上の留意事項	32

#### 添付資料

- 資料1 面談記録
- 資料2 収集資料リスト
- 資料3 MWR提供井戸データ
- 資料4 OMC Oラボ保有機材
- 資料5 現地再委託用参考資料

## 第1章 予備調査の概要

## 第1章 予備調査の概要

### 1-1 要請の背景及び経緯

昔から鉱業は、オマーン経済に重要な役割を演じてきた。約5千年も前から国内数カ所で銅鉱石が採掘され、メソポタミアのシュメール国に輸出され、伝説に語られている古代都市ウルの宮殿を飾った多量の銅はブライミイ（Buraimi）とソハール（Sohar）の間にあったマガン（Magan）から送られたと伝えられている。

現国王サルタン・カブースの統治が始まった1970年に開国したオマーン国は、石油開発と共に近代化を進めその発展は目覚ましいものが見られる。近代化と共に石油・天然ガス開発以外の鉱物探査も積極的に進められ、1978年にはOman Mining Co.L.L.C（OMCO）が設立され、銅を主とする鉱山開発および銅製錬に着手した。その結果、1982年ソハール鉱山および製錬所の操業を開始した。

ソハール鉱山は1982年に年間粗鉱生産量は約110万tで操業を開始し、1994年銅鉱石の枯渇により閉山した。鉱床はラセイル、ベイダ、アルジャおよびラセイル・ウエストの各鉱床から合計約1,500万tの銅鉱石を生産、この間製錬所で使用する精鉱の全量を供給した。その結果、約1,100万tの硫化物に富む廃さいが、堆積場に投棄処分された。選鉱場は、1983年から1994年まで操業が行われ、選鉱用水は当初全量海水で賄っており、1993年に清水に置換されたものの、その間使用された約500万tの海水が上記堆積場で投棄処分された。

また、銅製錬所は1992年以降自山精鉱量の低減を補うための受託中心の買鉱製錬を開始し、現在は全て輸入鉱に依存している。

現在、上記のソハール銅鉱山地区における廃さい堆積場での処理が原因と思われる、堆積場からの浸透による地下水の塩害及び重金属汚染が生じ、さらに現在も稼働中である製錬所からの亜硫酸ガス等を含む排煙による煙害が発生している。特に、ワジ・スークの地下水汚染については、地域住民からの苦情が相次ぎ、現在、オマーン国閣議でその対策について話し合われている程の重要案件となっている。

なお、OMCOはソハール鉱山以外にワジ・ラジミのクロマイト鉱山およびラカー金鉱山の操業を行っている。クロマイト鉱山は1971年にワジ・ラジミ上流部で発見され、1989年以降少量をスポット的に売鉱している。ラカー金鉱山はラカー銅鉱床域の探査結果から、ラカー鉱床の浅部に賦存する酸化鉱石中にAu品位の高い部分があることが判明し、

この高品位部分を対象として 1994 年 7 月から操業を開始した。1999 年には終掘の予定である。

このような背景をもとに、オマーン国政府は、1997 年 8 月、ソハール鉱山地区に係る鉱害防止調査を要請してきた。

また、1999 年 1 月 31 日～2 月 13 日の間、OMCO の監督官庁である、商工省 (Ministry of Commerce and Industry (MCI)) 鉱物局 Qassim 局長が訪日し、2 月 1 日に国際協力事業団 鉱工業開発調査部を表敬、対談を行った。

これを受け、1999 年 2 月 26 日～3 月 10 日の間、プロジェクト形成基礎調査団 (以下プロ形調査) を派遣し、調査の必要性、妥当性を確認するとともに、調査の範囲、方法等について先方機関との協議を通して、要請内容を確認し、開発調査の実施可能性を検討した。

### 1-2 調査目的

本予備調査では、前回プロ形調査の結果を踏まえ、先方政府機関との協議、関連情報収集・分析及び現地踏査を通し、本格調査における調査内容、工程、範囲等を明確にし可能ならば S/W の署名を行うことを目的とした。

### 1-3 団員構成

- 1) 佐野 美則 団長・総括：国際協力事業団 専門技術嘱託
- 2) 平塚 智章 技術協力行政：通商産業省 通商政策局 経済協力部 技術協力課
- 3) 児玉 敬義 鉱害防止対策：金属鉱業事業団 環境業務部 調査課 課長代理
- 4) 早川 智雄 調査企画：国際協力事業団 鉱工業開発調査部 資源開発調査課
- 5) 大木 久光 水理・地質：三井金属資源開発株式会社
- 6) 小林 昭左 製 錬：三井金属資源開発株式会社

#### 1-4 調査日程

10月22 (金)	東京→バンコク→マスカット	移動、東京11:00 - 〈JL717〉 - 15:15バンコク 18:00 - 〈GF153〉 - 21:10マスカット
23 (土)	マスカット	MCI 表敬・打合せ MRME 表敬・打合せ
24 (日)	マスカット	MWR 表敬・打合せ 日本国大使館表敬
25 (月)	マスカット→ソハール	ポーリング会社能力調査 移動〈車輦〉
26 (火)	ソハール	OMCO (ソハール) 打合せ 製煉場調査
27 (水)	ソハール	MWR (ソハール) 表敬・打合せ ソハール銅鉱山全体概要踏査 廃石・廃さい堆積場、廃水処理施設調査 OMCO 分析所、分析能力調査
28 (木)	ソハール	OMCO (ソハール) 打合せ
29 (金)	ソハール→マスカット	移動〈車輦〉
30 (土)	マスカット	MCI 打合せ (S/W 協議)
31 (日)	マスカット	MCI 打合せ (S/W 協議)
11月 1 (金)	マスカット	MCI 打合せ (S/W 協議・署名)
2 (火)		日本大使館報告
3 (水)	マスカット→バンコク→東京	移動、マスカット01:10 - 〈GF152〉 - 09:55バンコク11:20 - 〈TG640〉 - 19:00 東京

※平塚団員は、10月24日にマスカットに到着、10月25日より調査団と合流。



## 1 - 5 主要面談者

### (1) 商工省鉱物局 (MC I)

Mohammed H. Qassim Al Yafei (Director General of Minereals)

Hilal Mohamed Sultan Al Azri (Deputy Director General of Minereals)

Salim Omar Abdullah Ibrahim (Director Mineral Exploration)

Saif Ali Al Rashidi (Director of Development of Minerals Project)

Durair Al. Shaikh

Ryoichi Nobumoto (Director General of Minereals)

### (2) 地方自治環境省 (MRME)

Ahmed Al Sabahi (Director General of Environmental Afferes)

Mohammad A. Al Muharrami (Deputy Director General of Environmental Afferes)

Paul Sharples (Cheef Inspector Water & Waste Pollution Control)

### (3) 水資源省 (MWR)

Suleiman Al Akhzami (Director Water Resources Protection)

Juma Al Ralosh

Mohd Isam Eldin

Salem Hameed Al-Shibli

Fahad Ali Asadi ( Head Section of Network Monitoring Sohar)

### (4) オマーン鉱山公社 (OMCO)

Ali Said Abdullah Al Waify (Deputy General Manager)

Barry Hepworth (Head of Analytical Services)

Najeeb Al Barwani (Environment Metallurgist)

B.K.Sharma (Smelter/Refinery Suprintendent)

D.K.Ganguly (Smelter/Refinery Metallurgist)

(9) 在オマーン日本国大使館

神長 善次 (特命全権大使)

嶋村 英治 (二等書記官)

## 第2章 協議の概要

## 第2章 協議の概要

### 2-1 協議結果

本プロジェクトのオマーン側関係機関である MRME 及び MWR を表敬し、本格調査中の協力を取り付けたとともに、実施機関となる MCI 及び OMCO と調査団が提示した S/W 案に沿って協議が行われ、本格調査全体計画に関する双方の合意が得られた。

なお、今回協議におけるオマーン側からの要望については、以下のとおり対処した。

#### (1) 銅製錬所の拡張計画

プロ形調査時に合意された、現状 20,000t/y の生産規模の製錬所を 40,000t/y に拡張した場合における環境影響調査（シミュレーション調査）に関し、現在 MCI では 100,000t/y の生産へ拡張する構想があり、右計画に係る F/S 調査（製錬所拡張 F/S 調査）を本プロジェクトの対象に含めて欲しい旨の要望があった。

それに対し当方は、今回の鉱害防止調査は、製錬所の拡張計画そのものは対象とせず、それに伴う排ガスの環境影響をシミュレートするものであり（プロ形調査時に合意済）、先方の 100,000t/y の構想は、実質的にはプラントの新設計であり（EIA を含む）、鉱害防止を目的とする調査ではない旨説明し、先方要請は本プロジェクトの対象外とし、別プロジェクトとして整理することで合意された。

なお先方は、日本の ODA 事業として製錬所の拡張計画を望んでいるため、別途日本政府へ要請する用意がある旨コメントがあった。

#### (2) 廃さい堆積場キャッピング計画

1997 年の閣議決定に基づき、廃さい堆積場への雨水等の浸透対策として、堆積場をキャッピングする計画書が、OMCO により策定され、本年 8 月 31 日付で MRME に提出された。

OMCO の提出した対策工事計画書によると、堆積場を樹脂もしくはアスファルトの様なもので覆い、両側に水路を設けて雨水を逃がす計画であり、来年初頭に工事開始の指示がでていたとのこと。

MCI は本調査団に対し、上記対策計画を延期するよう記した文書を提出して欲しいと

要求したが、当方は、オマーン政府で閣議決定された計画の善し悪しを、今回調査団が公式に評価することは出来ないし、汚染源対策の提言は本格調査で行うものであるため、MCI が上記工事延長を切望するのであれば、今回調印される S/W をもって、閣議に延長申請すべしと説明し、理解を求めるとともに、本計画実施に際して4項目の事前検討・確認を申し入れた。

ただし、堆積場のキャッピング自体は汚染源対策の1要素であるため、予定どおり工事が始まるのであれば、JICA プロジェクトはキャッピングによる効果の検証及びその補完を目的の1つとすることとした。

### (3) 調査分担（現地補助業務等）項目、範囲の確認

当方及び先方の調査分担については、調査団の S/W 案のとおり合意された（APPENDIX-5）。試料分析については、現在オマーン側で行われているシステム（同一サンプルを OMCO, MWR, MRME がそれぞれの分析室で分析し、結果を照合させる方法）を適用することとなった。

なお、地形図及び地質図等、本プロジェクトに必要とされる資料提供については、一部オマーン国の機密事項も含まれる可能性があるため、「法令・守秘義務に反しない範囲で」可能な限り無償提供することで合意した。

### (4) 調査用資機材

調査に必要な資機材6品目に関して、先方から機材調達の要望がなされたため、かかる要請があった旨 M/M に記載した。

### (5) 本邦研修

先方より本邦研修の受入について同年度に3人を受け入れるよう要望がなされたが、基本的に1人である旨説明し、理解を求めた。しかしながら、先方はさらに強く要望したため、同年度に3人で要望のあった旨 M/M に記載した。

### (6) 本格調査期間

当方が、本格調査開始は、1999年度末、現地調査は2000年度初旬に開始し、調査期

間は約2年間とすることを説明したところ、先方は、本プロジェクトは閣議で議論されているほどの重要案件であるため、本格調査を可能な限り早く終了して欲しいと要望されたため、その旨 M/M に記載した。

#### (7) 本プロジェクトに係るオマーン側の実施体制の確認

プロ形調査において、本プロジェクトに係るオマーン国内機関から成るコミッティーを設立することが合意されたが、本格調査開始までに、MCI が主導となり、ステアリングコミッティー及びテクニカルコミッティーを設立することが合意された。

### 2-2 団長所感

ソハール地域の鉱害防止については、所管の MCI (OMCO を含む) をはじめ、MRME 及び MWR の関係各省が関与し、オマーン国全体としても関心が高い。これら関係各省の JICA への期待は大きく、今次調査期間を通じて、本調査団に終始協力的であった。このため、各課題に関し円滑かつ真剣にはば十分な討議を実施できたことは幸いであった。


本案件の緊急性に鑑み、特に上記 6. の(1)、(4)、(5)及び(6)の実施につき、JICA 本部において前向きにご検討いただければ幸甚である。

最後に、今次調査の円滑な実施に多大のご支援とご協力をいただいた関係者の方々に、本調査団を代表してここに厚くお礼申し上げます。

**SCOPE OF WORK  
FOR  
THE FEASIBILITY STUDY ON MINE POLLUTION CONTROL  
IN  
SOHAR MINE AREA  
SULTANATE OF OMAN**

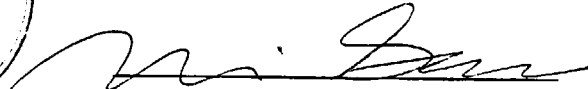
**AGREED UPON BETWEEN  
MINISTRY OF COMMERCE AND INDUSTRY  
AND  
THE STUDY TEAM  
OF THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

Muscat, November 1, 1999

  
\_\_\_\_\_

Mr. Mohammed H. Qassim Al Yafei  
Director General of Mines,  
Ministry of Commerce and  
Industry,  
Sultanate of Oman



  
\_\_\_\_\_

Dr. Minori Sano  
Team Leader,  
The Study Team,  
Japan International Cooperation  
Agency (JICA)

## **I. INTRODUCTION**

In response to the request of the Government of the Sultanate of Oman (hereinafter referred to as "the Government of Oman"), the Government of Japan decided to conduct the Feasibility Study on Mine Pollution Control in Sohar Mine Area in the Sultanate of Oman (hereinafter referred to as "the Study"), in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Oman signed at Muscat on 1<sup>st</sup>. November, 1999 (hereinafter referred to as "the Agreement").

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of the Government of Oman.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

## **II. OBJECTIVE OF THE STUDY**

The main objectives of the Study are to conduct an environmental impact study on the mining activity in the Sohar area to make appropriate recommendations for improving the environmental condition in the said area as follows:

1. to identify contamination sources and their distribution.
2. to clarify contamination mechanism.
3. to forecast the dispersion of contamination and its impact on the environment in the future.
4. to carry out a pre-feasibility study for restoration of the contaminated area
5. to propose a future monitoring system.
6. to make recommendations in connection with appropriate countermeasure for mitigating the contamination and establish environment management plan in the study area

## **III. Study Area**

The study area will be focused in the Sohar district (see APPENDIX 1).

## **IV. SCOPE OF THE STUDY**

The detailed scope of the study is itemized as follows:

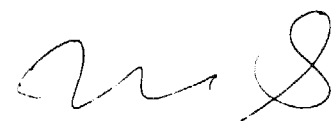


1. as for the Water Pollution

- (1) Collection and review of existing information and data, including laws, regulations and standards relating to environment and mining, mining activities of the Sohar mine, the ore processing plant, the tailing dam and waste dump area, socio-economic activities etc.
- (2) Geological, geomorphologic and hydrogeological investigations in the Study area.
- (3) Geotechnical investigations including soil, Wadi sediment and the plant Analytical items required are shown in APPENDIX-2
- (4) Contamination source investigation at the tailing dam and waste dump area, and the copper refining plant including sampling and executing chemical analysis of water and air. Analytical items required are shown in APPENDIX-2
- (5) Drilling investigation for groundwater contamination in the watercourse of Wadi Suq and other necessary area in the Study area. Drilling points are recommended in APPENDIX-3. However, those points will be decided finally by the result of hydrogeological and geological study.
- (6) Geophysical investigation at the Wadi Suq.
- (7) Forecast of the dispersion of contamination and its impact to the environment.
- (8) Study on remedial countermeasures including alternatives.
- (9) Design an impervious capping method for the tailing dam along with a seepage water collection / containment and evaporation area which compiles with the Ministry of Regional Municipalities and Environment (hereinafter referred to as "MRME") criteria.
- (10) Establishment of the Monitoring System
- (11) Construction of conceptual database for future monitoring
- (12) Establishment of the Environment Management Plan
- (13) Social Economic Analysis.

2. as for the Air Pollution

- (1) Collection and review of existing information and data, including laws, regulations and standards relating to environment and mining, mining activities of the Sohar mine, the copper refining plant, current land use activities, socio-economic activities etc.
- (2) Geotechnical investigations including soil, Wadi sediment and the plant Analytical items required are shown in APPENDIX-2
- (3) Contamination source investigation at the tailing dam and waste dump area, and



the copper refining plant including sampling and executing chemical analysis of water and air. Analytical items required are shown in APPENDIX-2

- (4) Preparation of the simulation of ambient SO<sub>2</sub> in both cases of current state (20,000 ton of copper production) and after plant extension (40,000 ton of copper production)
- (5) Technical study on available remedial countermeasures focused on desulfurization of smelter off-gasses.
- (6) Establishment of the Monitoring System
- (7) Construction of conceptual database for future monitoring
- (8) Establishment of the Environment Management Plan
- (9) Social Economic Analysis.

## V. STUDY SCHEDULE

The Study will be executed in accordance with the attached Tentative Work Schedule as shown in APPENDIX 4.

## VI. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to the Government of Oman in accordance with the attached Tentative Work Schedule shown in APPENDIX 3.

1. Inception Report (Ic/R) : 20 copies
2. Interim Report (It/R): 20 copies
3. Progress Report (Pr/R): 20 copies
4. Draft Final Report (DF/R): 20 copies

The Government of Oman shall provide its comments on the DF/R within one (1) month after the submission of the DF/R.

5. Final Report (F/R): 30 copies

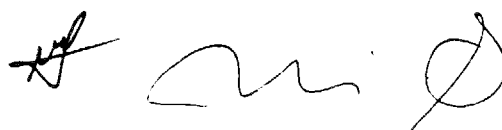
JICA will submit F/R within two (2) months after receiving the comments of the Government of Oman on the DF/R.

## VII. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING

The division of technical undertaking by MCI and JICA of the Study is detailed in APPENDIX 5.

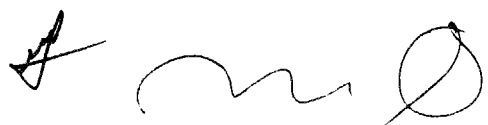
## VIII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF OMAN

1. In accordance with the Agreement, the Government of Oman shall afford benefits



to the Japanese Study Team as follow:

- (1) to permit the members of the Japanese Study Team to enter, leave and sojourn in Oman for the duration of their assignment therein, and exempt from foreign registration requirements and consular fees,
  - (2) to exempt the members of the Japanese Study Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery brought into Oman for the conduct of the Study,
  - (3) to provide the necessary facilities to the Japanese Study Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into the Sultanate of Oman from Japan in connection with the implementation of the Study,
  - (4) to exempt the members of the Japanese Study Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to them for there services for the implementation of the Study Work,
  - (5) to bear claims, if any arises, against the members of the Japanese Study Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Japanese Study Team.
2. To facilitate smooth conduct of the Study, MCI shall take necessary measures in cooperation with other relevant organizations,
- (1) to cooperate in secure the safety of the Japanese Study Team, whenever it is required in the course of the Study,
  - (2) to cooperate in secure permission for entry into private properties or restricted areas for the implementation of the Study,
  - (3) to cooperate in secure permission for the Japanese Study Team to take all data, documents, maps, photographs and materials related to the Study out of Oman, where it does not conflict with any prevailing rules or regulations or breach any confidentiality obligation.
  - (4) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable on members of the Japanese Study Team.
3. MCI shall, at its own expenses, provide the Japanese Study Team with the followings in cooperation with other relevant organizations.
- (1) available data and information related to the Study,



- (2) counterpart personnel,
- (3) suitable office space with necessary equipment in Muscat and the Study Site (Sohar).
- (4) Credentials or identification cards.

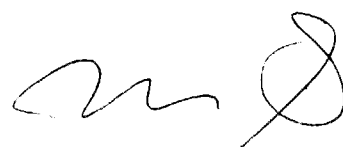
#### **IX. UNDERTAKING OF JICA**

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures,

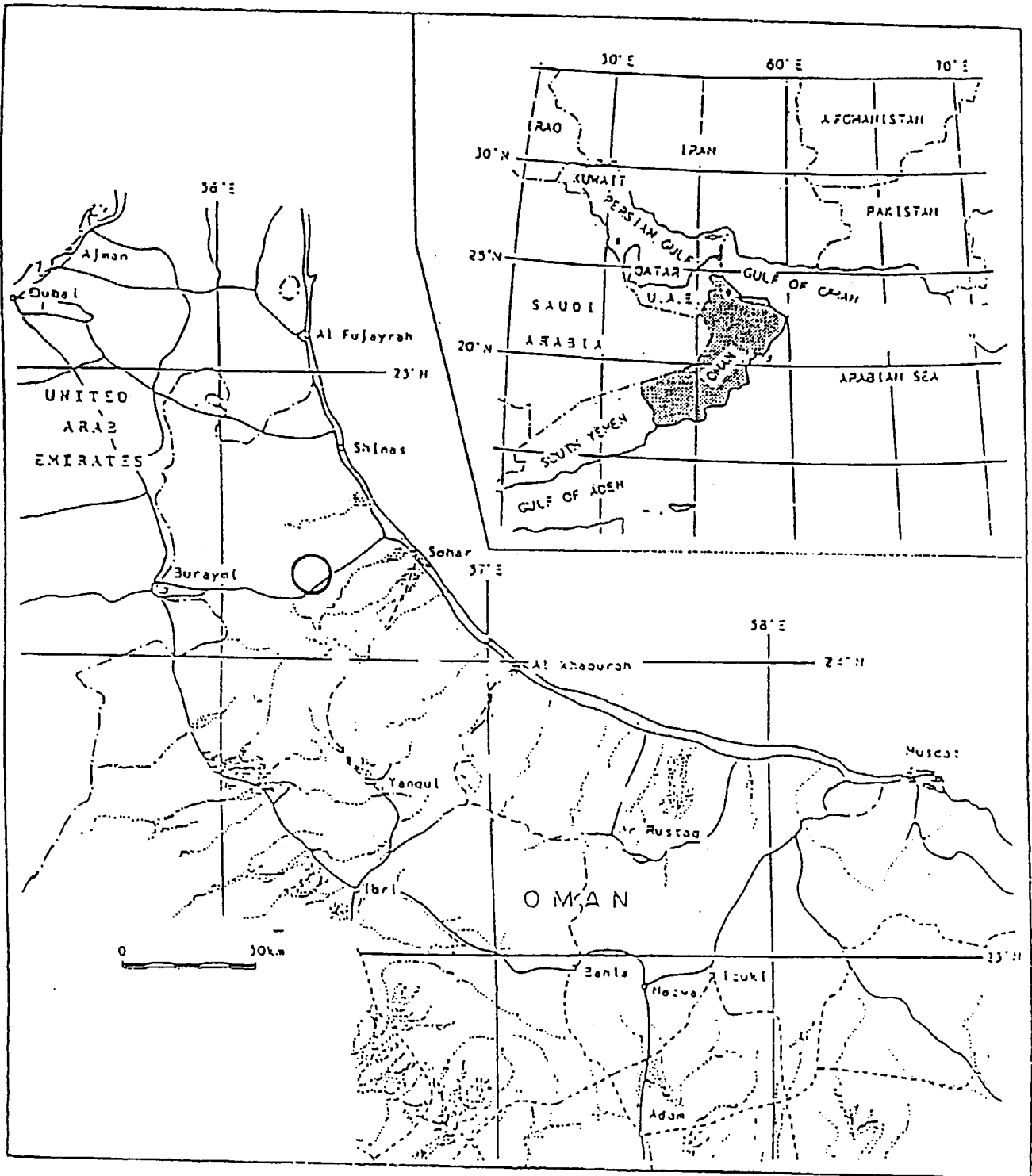
1. to dispatch, at its own expense, study team to Oman, and
2. to pursue technology transfer to the Oman counterpart personnel in the course of the Study.

#### **X. CONSULTATION**

JICA and MCI shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.



APPENDIX-1



○ SOHAR MINE AREA

APPEDIX-2

1. GEOTECHNICAL INVESTIGATION ITEMS FOR SOIL, WADI SEDIMENT, PLANT AREA

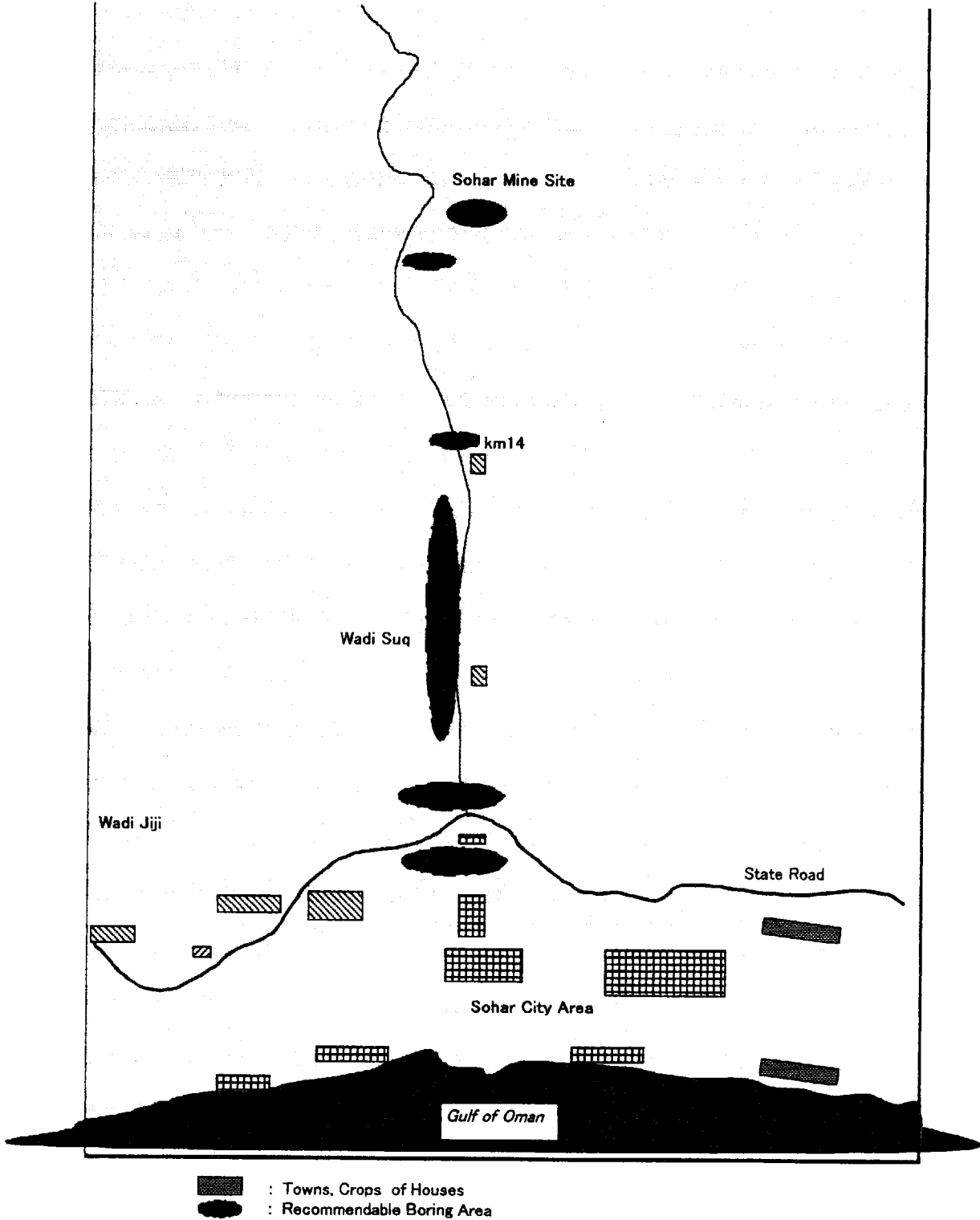
Soil: Hg, Cd, Cr, As, Pb, Cu, Mn, Fe, Ni, Sn, Zn, SO4, Cl  
Water (Wadi, well): Hg, Cd, Cr, As, Pb, Cu, Mn, Fe, Ni, Sn, Zn, SO4, Na, Mg, Ca, Cl, HCO3, Temp (°C), EC(T.D.S.), pH  
Plant Site: Hg, Cd, Cr, As, Pb, Cu, Mn, Fe, Ni, Sn, Zn, SO4, Cl

2. CONTAMINATION SOURCE INVESTIGATION

Soot & Smoke: SO2, Hg, Cd, Cr, As, Pb, Cu, Mn, Fe, Ni, Sn, Zn, Volume  
Tailing Materials: Hg, Cd, Cr, As, Pb, Cu, Mn, Fe, Ni, Sn, Zn, SO4, Cl  
Water: Hg, Cd, Cr, As, Pb, Cu, Mn, Fe, Ni, Sn, Zn, SO4, Na, K, Mg, Ca, Cl, HCO3, Temp (°C), EC(T.D.S.), pH

DRILLING INVESTIGATION METHOD

1. Drilling Investigation Map  
see Fig. 1 Drilling Investigation Map
2. Drilling Method     all coreing inserting strainer for water monitoring.
3. Items of Analysis  
     Ground Water     Hg, Cd, Cr, As, Pb, Cu, Mn, Fe, Ni, Sn, Zn, SO<sub>4</sub>, Na, K, Mg, Ca, Cl, HCO<sub>3</sub>,  
                           Temp (°C), EC(T.D.S.), pH



Recommendable Drilling Investigation Area along Wadi Suq

*[Handwritten signatures]*

Tentative Study Schedule

Study Items	Year												
	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2000											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2001											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2002											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Study inside Japan (1) Preparatory Work													
2 Existing Data Collecting													
2 Explanation of Ic/R and Discussion													
(2) Data Collection and Analysis													
3 Site Survey													
(1) Topographical, Geological, Hydrogeology													
(2) Geochemical Study													
(3) Geophysical study													
(4) Survey of Contamination Sources													
(5) Boring Survey													
4 Chemical Analysis													
(1) Surface and Ground Water													
(2) Soil, Sediment, Precipitate Dust													
5 Clarification for Pollution Mechanism and Formation of Counter Measure													
(1) Clarification for Pollution Mechanism													
· Water Quality													
· Air Quality													
(2) Formation of Counter Measure													
· Water													
· Air													
6 Establishment of Monitoring System and Environment Management Plan													
(1) Establishment of Monitoring System													
(2) Arrangement and Establishment of Environment Management Organization													
(3) Arrangement of Environment Management System and Review of Law and regulations													
7 Socio-economic Analysis													
8 Technological Analysis and Evaluation													
9 Reporting Reports and Documents													
Others													
Ramadan													

Ic/R: Inception Report Pr/R: Progress Report It/R: Interim Report DF/R: Draft Final report F/R: Final Report



The Oman side will set up a steering committee, which monitors the Study progress, and a technical committee, which supervises technical activities required for the Study. The committees consist of organizations as follows:

**Steering Committee:** Ministry of Commerce & Industry (MCI),  
 Ministry of Regional Municipalities & Environment (MRME),  
 Ministry of Water Resources (MWR)  
 JICA


**Technical Committee:** MCI  
 MRME  
 MWR  
 JICA  
 OMCO

Working Items	Oman Side	Japanese Side	Steering Committee
1 Existing Data Collecting and Analysis (1) Mining and Smelting Data (2) Environmental Data (3) Natural Condition of the Survey Area 2 Site Survey (1) Topographical and Geological Survey (2) Geochemical Study (3) Geophysical study (4) Hydrogeological Survey (5) Survey of Contamination Sources (6) Drilling Survey 3 Chemical Analysis (1) Surface and Ground Water (2) Soil, Sediment, Precipitate Dust 4 Clarification for Pollution Mechanism and Formation of Counter Measure (1) Clarification for Pollution Mechanism • Water Quality • Air Quality • Water • Air (2) Formation of Counter Measures 5 Establishment of Monitoring System and Environment Management Plan (1) Establishment of Monitoring System (2) Arrangement and Establishment of Environment Management Organization (3) Arrangement of Environment Management System and Review of Law and regulations 6 Socio-economic Analysis (1) Cost Estimation and Finance (2) Socio-economic Analysis	To assist in selecting C/P personnel Assistance to collect data/Information - ditto - - ditto - To assist in selecting and allocate C/P personnel To assist survey works - ditto - - ditto - - ditto - - ditto - - ditto - - ditto - To cooperate in selecting and allocate C/P personnel, and to carry out analytical works To carry out sampling and analytical works - ditto - To assist in selecting and allocate C/P personnel To assist survey works - ditto - - ditto - - ditto - - ditto - To assist in selecting and allocate C/P personnel To assist survey works - ditto - - ditto - To assist in selecting and allocate C/P personnel To assist survey works	To manage and compile the works To collect, review and analyze data - ditto - - ditto - To supervise survey and transfer techniques To carry out the survey and OJT - ditto - - ditto - - ditto - - ditto - - ditto - To supervise survey and transfer techniques To supervise sampling and transfer techniques - ditto - To supervise study and transfer techniques To analyse and transfer techniques - ditto - - ditto - To analyse and transfer techniques - ditto - - ditto - To supervise study and transfer techniques To analyze, discuss and transfer techniques - ditto - - ditto - To supervise study and transfer techniques To analyze, discuss and transfer techniques - ditto -	To arrange the data collection works - ditto - - ditto - - ditto - To cooperate the supervision and joint owing of aquised technology To cooperate the supervision - ditto - - ditto - - ditto - - ditto - - ditto - To cooperate the supervision and joint owing of aquised technology To carry out cross-check - ditto - To cooperate the supervision and joint owing of aquised technology To discuss analysed data - ditto - - ditto - To discuss analysed data - ditto - - ditto - To cooperate the supervision and joint owing of aquised technology To discuss analysed data - ditto - - ditto - To cooperate the supervision and joint owing of aquised technology To discuss analysed data - ditto -


MINUTES OF MEETING  
ON  
SCOPE OF WORK  
FOR  
THE FEASIBILITY STUDY  
ON MINE POLLUTION CONTROL  
IN SOHAR MINE AREA,  
SULTANATE OF OMAN

AGREED UPON BETWEEN  
MINISTRY OF COMMERCE AND INDUSTRY (MCI)  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

Muscat, November 1, 1999

  
Mr. Mohammed H. Qassim Al-Yafei  
Director General of Mines,  
Ministry of Commerce and  
Industry,  
Sultanate of Oman



  
Dr. Minori Sano  
Team Leader,  
The Study Team,  
Japan International Cooperation  
Agency (JICA)

In response to the request of the Government of the Sultanate of Oman (hereinafter referred to as "the Government of Oman"), the Japan International Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched a mission headed by Dr. Sano from 23 October to 2 November, 1999(hereinafter referred to as "the Team") for commencing the Study on Mine Pollution Control in Sohar Mine Area in the Sultanate of Oman (hereinafter referred to as "the Study").

The Team had a series of discussions with the authorities concerned of the Government of the Sultanate of Oman, in particular with Ministry of Commerce and Industry (hereinafter referred to as "MCI"). The both sides agreed on the Scope of the Work for the Study, which was duly signed on 1 November, 1999.

The document sets forth the main points confirmed in the discussions. Attendants of the meeting are shown in Attachment 1.

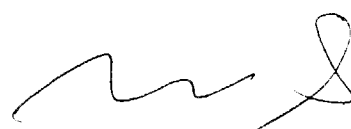
#### **1. EXPANSION OF EXISTING OMCO PLANT CAPACITY.**

MCI requested the Team to prepare Feasibility Study including an EIA for the expansion of existing OMCO PLANT capacity from 20,000 to 40,000 and 100,000 metric tons per annum. The Team feels that for both 40,000 and 100,000 metric tons per annum expansion, lot of additional work will be required. It will thus be appropriate, if a separate request from MCI is submitted in this respect. In view of this, the Team feels that the preparation of this new Feasibility Study should be a new project and not included in the present proposed study.

#### **2. GROUND WATER POLLUTION AND REMEDIATION PROJECT.**

The Team feels that the concept on the above subject is correct. However, the Team recommends the following items would be better to be fully studied prior to the implementation of construction work because the technical specification of the OMCO project may be changed;

- 1) Maintenance and repair programme for capping.
- 2) Expected lifetime of the capping materials.
- 3) Drainage system of rain water to the wadi.
- 4) Design of water channel.



### **3. WATER SAMPLING AND ANALYSIS.**

Water sampling and analysis during the Feasibility Study will be conducted in line with the existing concerned Government authorities (OMCO/MRME/MWR) system.

### **4. EQUIPMENT REQUIRED FOR THE STUDY.**

The existing equipment with OMCO is quite old and will not be adequate to analyze and monitor the proposed work during and after the Study. In this context, MCI feels that the following equipment will be needed to conduct the Study. MCI, therefore, requests the Team to provide the same.

- (1) Atomic absorption with graphite furnace and Hg-analyzer and hydrate system
- (2) Electrical conductivity meter
- (3) Autotitrator
- (4) pH-meter
- (5) SO<sub>2</sub> Analyzer
- (6) SO<sub>4</sub> Analyzer

### **5. COUNTERPART PERSONNEL TRAINING IN JAPAN.**

MCI requested that 3 counterpart personnel be trained in Japan, instead of one suggested by the Team. One each be from OMCO representing MCI, MWR and MRME.

### **6. REDUCTION IN FEASIBILITY STUDY EXECUTING PERIOD.**

MCI has strongly requested that in view of the urgency of the situation, the Feasibility Study completion period be reduced as far as possible, of course without effecting the already defined scope of work.

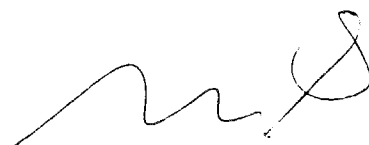
### **7. ESTABLISHMENT OF COMMITTEES.**

Both sides agreed to establish the steering committee, which monitors the Study progress, and the technical committee, which supervises technical activities requested for the Study.

The steering committee is chaired by MCI and consists of organizations mentioned below;

Ministry of Commerce & Industry (MCI),

Ministry of Regional Municipalities & Environment (MRME),



Ministry of Water Resources (MWR),  
and JICA

The committee will treat the managerial issues and be held at the beginning, the end and during the Study if necessity arises.


The technical committee consists of organizations mentioned below;

MCI,  
MRME,  
MWR,  
Oman Mining Company (OMCO),  
and JICA.

The committee will treat technical issues to occurred during the Study and will be held when the necessity arises.

#### **8. COMMENTS OF MRME ON THE SCOPE OF WORK.**

The Team expressed the thanks to the comments and remarks made by MRME through the letter No. MRME/15-1/1755/99, dated 30/10/99, and promised to consider them during the implementation of the Study.



ATTENDANTS OF THE MEETING

**Japan Side:**

1. Minori Sano  
Leader of the Team  
Special Technical Advisor  
Japan International Cooperation Agency
  
2. Tomoaki Hiratsuka  
Technical Official  
Technical Cooperation Division  
International Trade Policy Bureau  
Ministry of International Trade and Industry
  
3. Takayoshi Kodama  
Metal Mining Agency of Japan
  
4. Tomoo Hayakawa  
Energy & Mining Development Study  
Division  
Mining & Industry Development Study  
Department  
Japan International Cooperation Agency
  
5. Ooki Hisamitsu  
Mitsui Mineral Development Engineering  
Co., Ltd.
  
6. Akisuke Kobayashi  
Mitsui Mineral Development Engineering  
Co., Ltd.

**Oman Side:**

1. Mohamed H. Kassim Al Yafei  
Director General of Minerals  
Ministry of Commerce and Industry
  
2. Hilal Mohamed Sultan Al Azri  
Deputy Director General of Minerals  
Ministry of Commerce and Industry




3. Salim Omar Abdullah Ibrahim      Director Mineral Exploration  
Ministry of Commerce and Industry

4. Saif Ali Al Rashidi                      Director of Development of Minerals  
Projects  
Ministry of Commerce and Industry

**Observer:**

Ryoichi Nobumoto

JICA Expert



### 第3章 本格調査の概要



## 第3章本格調査の概要

### 3-1 本格調査の目的及び基本方針

#### 3-1-1 調査の目的

本格調査の目的は、過去の銅鉱山活動及び現在も稼働中の銅製錬所を起源とする、地下水及び大気汚染の汚染源調査及び汚染メカニズムの解明を行い、対象地域へのこれら汚染の拡散を軽減するための対策を策定し、併せて調査実施中に鉱害防止計画に関する技術移転をカウンターパート機関である、MCI 及び OMCO に対し実施することである。

#### 3-1-2 基本方針

本格調査は、既に合意されている実施細則（S/W 及び M/M）に基づいて行われるものである。

本格調査対象地域の鉱害防止については、オマーン側関係各省庁が関与し、「オ」国全体として関心が高く、閣議でも論議されている重要案件であり緊急度も高い。これらの状況に鑑み、同国関係機関との円滑な関係を保ちつつ効率的な調査を実施し、調査期間を極力短縮する必要がある。

### 3-2 調査対象地域

本格調査の対象地域は、首都マスカットから北西約 230km にあるソハール地域で、ソハール鉱山、同鉱山周辺及びワジスーク（Wadi Suq）並びにワジジジ（Wadi Jiji）流域である。

### 3-3 調査業務の内容

#### 3-3-1 調査の段階

調査は3段階に分けて実施する。

##### 1) 基礎調査段階

調査開始のための事前準備から、物理探査の開始、現地再委託契約によるボーリング調査の開始、地下水汚染メカニズムの検討、SO<sub>2</sub> 濃度シミュレーションモデルの検討を行うまでの段階を基礎調査段階とする。

## 2) 詳細調査段階

基礎現地調査結果の解析、現地再委託業者の選定、プログレスレポート (Pr/R) の作成から、ステアリングコミッティーへの Pr/R の説明、現地再委託によるボーリング、サンプリング/分析、環境影響聴き取り調査の実施、汚染メカニズムの解明、SO<sub>2</sub> 濃度シミュレーションモデルの構築、水質および大気汚染防止策の立案並びにインテリムレポート (It/R) の作成までの段階を詳細調査段階とする。

## 3) フィージビリティ調査段階

水質汚濁防止策および大気汚染防止策の策定、社会・経済分析およびファイナルレポートの作成・提出までをフィージビリティ調査段階とする。

### 3-3-2調査の内容

本格調査の主な内容は以下のとおり。

#### (1) 関係資料・情報の収集・整理・解析

調査地域の特性及び下記に示す地下水/大気汚染に関する資料・情報を収集し、整理・解析を行う。

- 1) 鉱業、環境関連法規等
- 2) 自然状況関連資料 (地形、地質、地下水、水文、動・植物、気象等)
- 3) 社会/経済的状況関連資料
- 4) 地下水/大気関連資料
- 5) 銅製錬所排煙関係資料
- 6) 水質・土壌関連資料 (サンプリング・分析方法、分析基準、精度等)
- 7) 土木 (堆積場) 関連資料

#### (2) 現地再委託業務の準備・検討・契約・実施

現地コンサルタント等へ再委託する再委託業務 (ボーリング、サンプリング/分析) に関し、再委託業務仕様書 (案) を作成の上、参考見積り等を取得する。

選定した業者候補から、入手した見積書等の関係書類から総合判断し、業者を選定する。また、契約書（案）を作成し、事業団の承認の下に契約を締結する。

1) ボーリング調査

地化学調査および物理探査結果を参考にオールコアボーリングおよびモニタリング井戸設置のボーリング調査を現地業者に委託実施し施工管理を行う。

2) 水質及び大気に係るサンプリング・分析業務

テクニカルコミッティーとともに作成したサンプリング／分析計画に基づきサンプリングおよび分析業務を委託業者に実施させ施工管理を行う。

(3) 現地調査1

テクニカルコミッティーにおいて下記に関する調査計画を立案し、カウンターパート（以下C/P）とともに下記調査を実施する。

また、ワジ・スーク添いの地質構造を解析するために必要な地化学調査、物理探査並びにコアボーリング、水質モニタリングの為のモニタリング井戸作成位置を決定する。

1) 地形・地質、水文調査

2) 地化学調査

3) 物理探査

4) 汚染源調査

5) 水質調査

6) サンプリング・分析施工監理

7) SO<sub>2</sub> 環境濃度の調査

8) 降下煤塵の調査

9) 土壌調査

コ. 製錬所拡張計画の調査

### (3) 現地調査2

水質汚濁メカニズムの解明、水質汚濁防止対策の検討、環境 SO<sub>2</sub>濃度シミュレーションの作成、大気汚染防止対策の検討並びにモニタリングシステム／環境管理組織・体制の検討を行うために必要な資料を入手するために下記調査を実施する。

- 1) 汚染源調査(詳細)
- 2) 環境調査(水質、大気)
- 3) SO<sub>2</sub>環境濃度の調査
- 4) 降下煤塵の調査
- 5) 土壌調査
- 6) モニタリングシステムの現状調査
- 7) 環境管理組織・体制の現状調査
- 8) ボーリング調査(再委託)

### (4) 現地調査結果の整理・解析

現地調査結果を、下記項目に関してまとめ・解析を行う。

- 1) 現地調査収集資料及び調査結果の分析・検討
- 2) 現地再委託調査結果のまとめ・解析
- 3) 水質汚濁メカニズムの解析
- 4) 水質汚濁拡散の検討
- 5) 水質汚濁防止対策の検討
- 6) 環境 SO<sub>2</sub>濃度シミュレーションの作成
- 7) 大気汚染防止対策の検討
- 8) 適正モニタリングシステムの検討
- 9) 適正環境管理組織・体制の検討

### (5) フィージビリティ調査(対策立案)

1) 水質汚濁防止対策の立案

解明した水質汚濁のメカニズムおよび拡散検討結果を基に水質汚濁防止対策を複数案立案する。

2) 大気汚染防止対策の立案

構築した大気汚染シミュレーションモデルを利用して大気汚染防止対策を立案する。

3) 社会経済分析の検討

現地調査で実施した社会経済分析調査項目を活用して社会経済分析を検討する。

(6) フィージビリティ調査（対策・提言策定）

1) 水質汚濁防止対策の策定

複数案を検討の上、技術的、経済的、社会経済的な面から再検討し最適な施策を策定する。

2) 大気汚染防止対策の策定

策定した大気汚染防止対策案を、技術的、経済的、社会経済的な面から再検討し最適化する。

3) モニタリングシステム構築並びに環境管理体制整備に関する提言案策定

Wadi Suq、Wadi Jiji、Wadi Bani Umar に関する地下水水質モニタリングシステムの構築及び Sohar 地域全体の水質汚濁防止並びに大気汚染防止に適した環境管理体制に関する提言を策定する。

4) 経済・財務分析／社会経済分析

作成された水質汚濁防止対策及び大気汚染防止対策のそれぞれについて実施する

場合の経済財務分析を行う。手法については、経済・財務的内部収益率を算出の上、収益性を評価する。また、借入金返済計画作成、キャッシュ・フロー分析、感度分析を行い、投資借入計画をケーススタディする。

社会経済分析に関しては、機会損失、with/without、生産高変化手法等を比較検討の上現地事情に最適な環境経済分析手法を選定の上、対策案実施の効果分析を行う。

#### 5) 対策実現に関する方策の検討と提言

本件対策案を早期に実現するための方策（資金調達を含む）について「オ」国側に最も適した方策を、我国 JBIC の円借款導入も視野に入れて可能性の有る提案を行う。

#### 6) 総合評価及び提言

本案件実施可能性を総合的に評価し、問題点を分析するとともに改善すべき事項に関して提言を行う。

### 3 - 4 調査の実施体制

本調査におけるカウンターパート機関は、政府機関である商工省（Ministry of Commerce and Industry: MCI）とオマーン鉱山公社（Oman Mining Co.L.L.C: OMCO）になるが、地方自治・環境省（Ministry of Regional Municipalities and Environment: MRME）と水資源省（Ministry of Water Resources: MWR）も関係機関となる。

### 3 - 5 調査実施上の留意事項

#### (1) 重要項目

以下の項目について重点的に検討し、実施すること。

##### 1) 物理探査位置について

- 2) コアボーリング位置の選定、数量及び深さについて
- 3) モニタリング井戸設定位置の選定、数量及び深さについて
- 4) 水質調査用サンプリング手法（採取位置、頻度、主要分析成分等）について
- 5) 大気モニタリング手法（採取位置、頻度、主要分析成分等）について
- 6) 現地再委託の方法（業者の選定、施工監理の方法等）について
- 7) 現地自然条件に合致した水質汚濁防止対策の策定に際して留意すべき点について
- 8) 調査実施に関する安全対策計画について

#### (2) 全体調査工程について

先方 C/P 機関である MCI から S/W 協議において、本件はオマーン国の閣議において話し合われている重要案件であり、調査工程を短縮する要請を受けている。

従って、全体に渡る調査期間の短縮可能性を十分に検討すること。

#### (3) 調査実施における安全体制の確立について

調査対象地域においては、通信状況が完全とは決していえる状況ではないため、本邦からイリジウムまたは携帯イーメールサット等の通信設備を借り上げ、現地に持ち込み常時、現地日本大使館、本邦と連絡がとれる体制とすること。

なお、調査実施においては連絡体制をはじめ、治安対策も含め、インセプションレポート内に安全対策計画書を盛り込むこと。

#### (4) ステアリングコミッティー、テクニカルコミッティーの活用

本格調査までに、MCI の主導によりこれらコミッティーの設立が合意された。同国関係機関との円滑な関係を保ち、MCI を側面的にサポートするために、調査団は、これらコミッティーの場を活用することに留意することが必要である。

#### (5) 廃さい堆積場キャッピング計画

OMCO は、Ground Water Pollution and Remediation Project の中で、地下水汚染防止対策の一つの案として、堆積場の被覆（Tailings Dam Beach Capping と称している）を検討している。

被覆方法の概要は、

- 1) No.2 トレンチ浸透水の流路変更工事
- 2) 堆積場の被覆（4mm 厚の Bitumastic Liner 60 万 m<sup>2</sup>の敷設）
- 3) 堆積場フェンスの設置

であるが、工事実施前に以下の点について確認が必要と思われる。

- 1) 被覆材料の保全及び修繕計画（を明確にする：破損した場合の地下浸透防止策を含む）
- 2) 被覆材料の予想寿命（紫外線直射による高温低湿及び寒暖の極端な差を考慮）
- 3) 雨水のワジへの排水システム（被覆表層に降った雨水の処理方法をリーズナブルに）
- 4) 排水路（山腹水路）の設計（集水範囲に降った雨水の、堆積場への流入防止のための十分に余裕を持った山腹水路の設計：一般に、50 年雨量の最大値に安全係数を掛けて、水路の断面積を算出）

#### (6) 銅製錬所拡張計画

- 1) 40,000 t/y

日本のトーメングループが 1999 年 3 月に予備調査レポートを OMCO に提出したが、次のステップである F/S 作成の為に予定していた MITI からの予算（必要経費概算：500 千 US\$）が確保できなかった為、トーメングループは本計画より撤退し現在に至っている。



推定投資額（予備調査レポートによる）

製錬・電解設備

中古品の炉利用の場合	15～17 百万US\$
新品の炉利用の場合	28 百万US\$

脱硫設備

硫酸工場新設の場合	46 百万US\$
石膏工場新設の場合	43 百万US\$

2) 100,000 t/y

40,000 t/y への拡張計画が頓挫している事情にあるためか、国際競争力を主眼とした 100,000 t/y への拡張が将来構想として浮上している模様である。これに係わる F/S 調査（EIA を含む）を本調査の対象に含めて欲しい旨の要望があった。

これに対し、今回の鉱害防止調査は、銅製錬所の拡張計画作成は対象外である旨説明し、100,000 t/y 拡張に係わる F/S 調査は、別プロジェクトとして整理することで合意された。

なお MCI は、日本の ODA 事業として本拡張構想の具体化を望んでいるため、別途日本政府へ要請する用意がある旨コメントがあった。

本拡張構想は、オマーン政府の意志として検討すべきこととなっている模様であるが、現状は OMCO の将来方向としての願望として、単なるアイデアの域を出ていない。但し、本構想は銅製錬所の新設に匹敵するプロジェクトで、ファイナンス以外にも銅原料繰り、製品・副産物のマーケット、インフラ、工場立地等々多くのクリアすべき調査項目があること、近い将来を含めて硫酸、石膏等の脱硫産物の国内マーケットが極めて見込み薄であることなど、先方は十分承知している。

3) 大気環境の現状

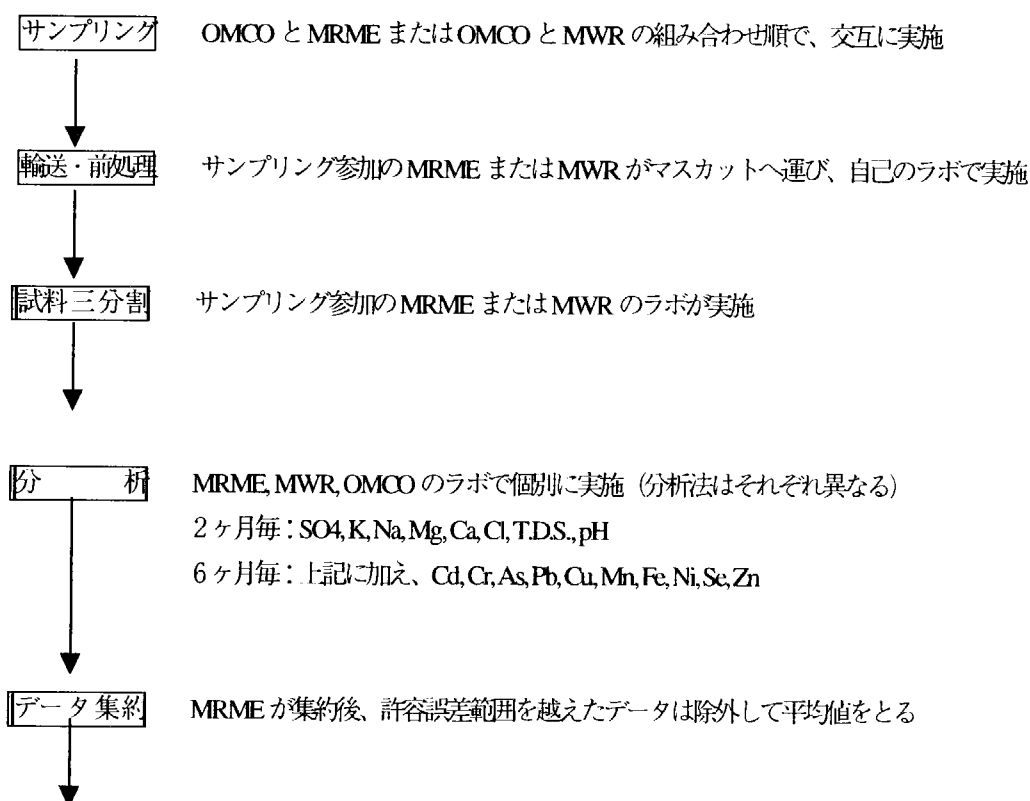
銅製錬所周辺地域の大气中の SO<sub>2</sub> 濃度レベルが、ヨーロッパスタンダードを満

足していること、また地域住民からのクレームもないこと等から、OMCO は脱硫設備のないまま現状操業の継続が可能であると考えている模様である。

本調査で予定されている 40,000 t/y 拡張時（推定）の SO<sub>2</sub> 濃度 シミュレーションは、OMCO にとって十分関心のあるところで、なお基準を上回らなければ、硫酸設備の新設が回避出来るとの期待感が伺える。

#### (7) オマーン側の地下水サンプリング・分析システム

現在オマーン側では、OMCO, MRME, MWR の三機関による協定に基づいて 1994 年末より、ワジ・スークの地下水のサンプリングおよび分析が実施されている。これは下記に示すようなシステムで、定期的に三機関共同でサンプル採取後これを三分割し、各機関が個別に分析し、結果を照合した上で報告値とするもの。本調査のサンプリング・分析については、この現行システムを適用することを基本とする。



報 告 MRME が三機関の代表として実施