

オマーン国 ラカー地域
資源開発協力基礎調査報告書

第1年次

平成元年2月



No. 3

オマーン国 ラカー地域
資源開発協力基礎調査報告書

第1年次

平成元年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱計資
CR(3)
89-32

20445

オマーン国 ラカー地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成元年 2 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

オマーン国 ラカー地域
資源開発協力基礎調査報告書

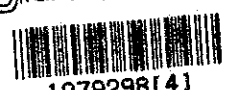
第 1 年 次

平成元年 2 月

JICA
310
661
MIN
LIBRARY

国 立 大
CR (3)
19-32

JICA LIBRARY



1079298141

20445

オマーン国 ラカー地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成元年 2 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱計資
CR (3)
89-32

国際協力事業団

20445

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ラカー地域の鉱物資源開発の可能性を確認するため、鉱床探査及び鉱山開発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、昭和63年度を第1年次とする1年次にあたり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して昭和63年9月25日から平成元年1月16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、通産省、在オマーン日本国大使館及び関係各社の方々に哀心より感謝の意を表するものである。

平成元年2月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団

理事長 佐藤淳一郎

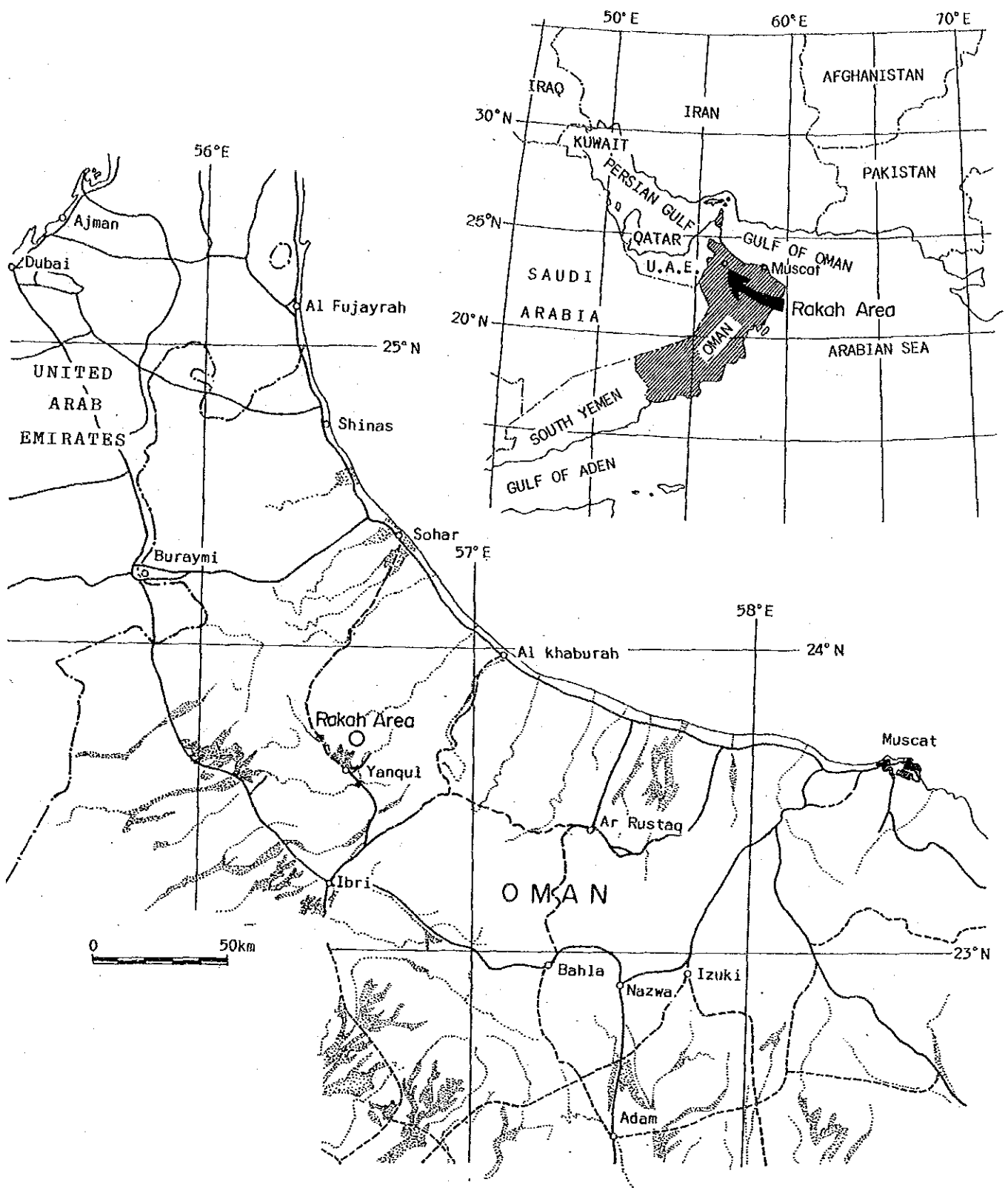


Fig. 1 Location Map of the Rakah Area

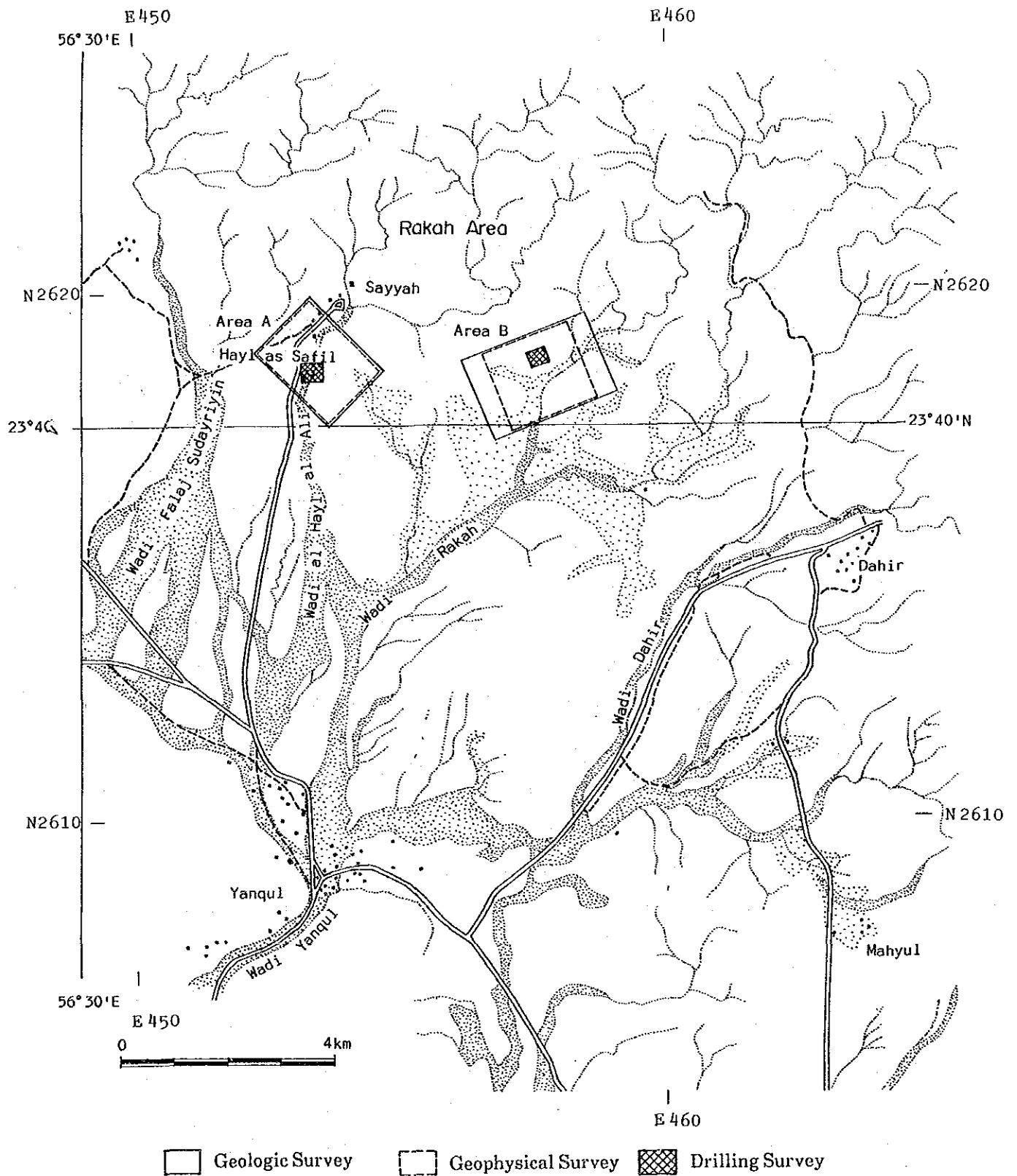


Fig. 2 Location Map of Survey Areas

要 約

オマーン国ラカー地域資源開発協力基礎調査は、ラカー地域の2箇所で行われている既知鉱床のポテンシャルの解明とこの両鉱床に対する鉱山開発のためのプレリミナリー・フィジビリティ・スタディーの実施を目的とする。第1年次に当る本年度は、これら両鉱床の賦存状況を把握するとともに、そのポテンシャルを明らかにするため、地質調査、物理探査（CP法）及びボーリング調査を行った。これに加えて第2年次に計画されているプレリミナリー・フィジビリティ・スタディーのための予備調査及び資料の収集を行った。

ラカー地域はサマイル・ナップの分布域に位置し、その地質は、サマイル・オフィオライト及びオフィオライト上部堆積物より構成される。サマイル・オフィオライトは、下位よりテクトナイト、層状岩体、ハイレベル斑れい岩、シート・コンプレックス及びサマイル火山岩類より成る。本地域の地質構造は、サマイル・オフィオライトの衝上に伴う衝上断層群により特徴付けられる。また、インブリケート構造により見掛上逆転した構造を示す。

鉱床は、サマイル火山岩類の下部に賦存するキプロス型の銅鉱床でハイル・アス・サhil鉱床（A地区）及びラカー鉱床（B地区）が知られている。両鉱床ともその鉱質は、ストックワーク状鉱、塊状鉱及び珪質鉱より成るが、ストックワーク状鉱が最も発達している。ハイル・アス・サhil鉱床は、その北側で見られる大規模なゴッサン帯に連続する。

A地区で行った物理探査結果は、ハイル・アス・サhil鉱床の分布域がさらに広がることを示す。B地区で行った物理探査結果では、良導体の分布と既知のラカー鉱床の分布域が一部を除き良く一致する。

ハイル・アス・サhil鉱床に対するボーリング調査では、既知鉱体が更に西方へ広がることを示しておりその平均鉱況は、厚さ 43.60m, Au0.73g/t, Cu 1.27%であり、約 3,000千トンの鉱量の増加が期待される。ラカー鉱床に対するボーリング調査結果は、鉱体が2層より成り、下部の鉱化帯に対する探鉱が不十分であることを示す。またAuの高品位部（厚さ 18.30m, Au 8.96g/t, Ag13.3g/t）が鉱床の北西部で捕捉されている。

以上の調査結果によれば、そのポテンシャルの高い箇所として、A地区ではメイン・ゴッサンの南半部の下部及び南側とハイル・アス・サhil鉱床の北東及び南東延長部、B地区では、ラカー鉱床の下部、南西及び東方延長が挙げられる。これらの箇所に対するボーリング調査を引き続き実施すべきと考えられる。ラカー鉱床で捕捉したAuの高品位部に対しては、ラカー鉱床の評価に重要な要素となる可能性があるため地表で見られるゴッサン帯も含めた地表精査及びボーリング調査が必要であろう。

プレリミナリー・フィジビリティ・スタディーを行うための予備調査では、一部を除きかなりの

資料が収集でき、また鉱山施設建設予定地や運搬道路などに対する見通しが立った。これらの結果を基に、第2年次にプレリミナリー・フィジビリティ・スタディを実施する。このスタディには、鉱量計算及び選鉱試験が含まれる。

目 次

は し が き

ラカー地域位置図

調査地区位置図

要 約

目 次

第 I 部 総 論

第1章 序 論	3
1-1 調査の経緯及び目的	3
1-2 第1年次調査の範囲, 目的及び作業の概要	3
1-3 調査団の編成	4
1-4 現地調査期間	5
第2章 調査地域の地理	6
2-1 位置及び交通	6
2-2 地形及び水系	6
2-3 気候及び植生	7
第3章 調査地域の既存地質情報	8
3-1 既往調査の概要	8
3-1-1 A地区(ハイル・アス・サヒル鉱床)	8
3-1-2 B地区(ラカー鉱床)	9
3-2 ラカー地域の一般地質及び地質的位置付け	9
3-3 ラカー地域の鉱業略史	9
第4章 調査結果の総合検討	11
4-1 地質構造, 鉱化作用の特性と鉱化規制	11
4-2 ハイル・アス・サヒル鉱床及びラカー鉱床のポテンシャル	13
4-3 プレリミナリー・フィジビリティ・スタディ	14
第5章 結論及び提言	16
5-1 結 論	16
5-2 第2年次調査への提言	17

第 II 部 各 論

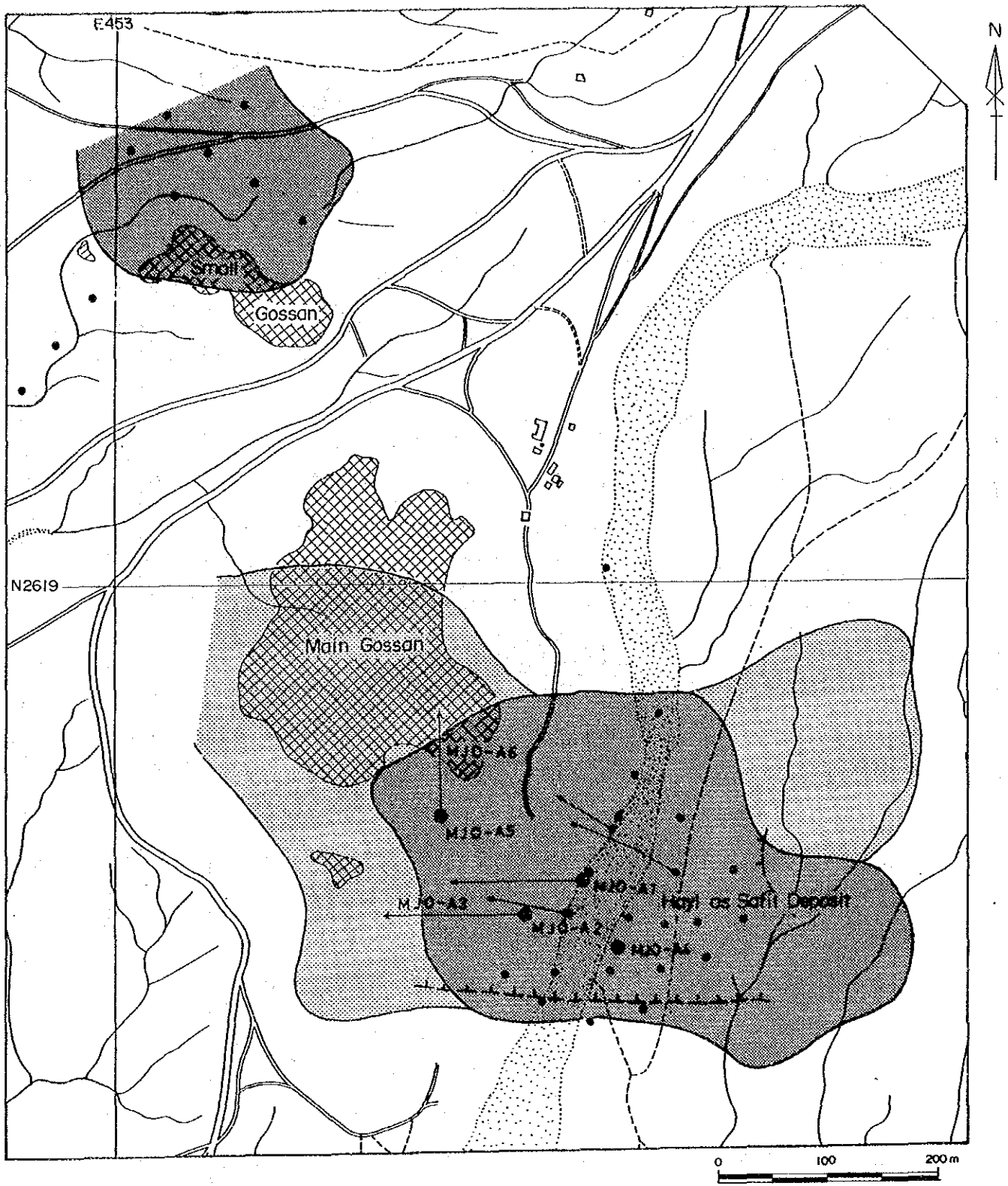
第1章 A地区	19
1-1 調査方法	19
1-2 地質調査	19
1-2-1 地 質	19
1-2-2 地質構造	34
1-2-3 鉍化作用	36
1-3 物理探査	48
1-3-1 調査方法	48
1-3-2 調査結果	55
1-4 ボーリング調査	71
1-4-1 調査工事内容	71
1-4-2 調査結果	78
1-5 考 察	86
第2章 B地区	92
2-1 調査方法	92
2-2 地質調査	92
2-2-1 地 質	92
2-2-2 地質構造	99
2-2-3 鉍化作用	99
2-3 物理探査	112
2-3-1 調査方法	112
2-3-2 調査結果	112
2-4 ボーリング調査	131
2-4-1 調査工事内容	131
2-4-2 調査結果	134
2-5 考 察	145
第3章 岩石化学的検討	149
3-1 調査目的及び調査方法	149
3-2 調査結果	149
3-3 考 察	154

第4章 プレリミナリー・フィジビリティ・スタディ予備調査	164
4-1 調査目的及び調査方法	164
4-2 収集資料及び調査結果	164
4-2-1 ソハール鉱山の操業資料	164
4-2-2 鉱山施設建設予定地の調査	167
4-2-3 資機材輸送道路の調査	168
4-2-4 精鉱輸送道路の調査	169
4-2-5 電 力	174
4-2-6 通 信	174
4-2-7 用 水	175
4-3 考 察	175

第III部 結論及び提言

第1章 結 論	177
第2章 第2年次調査への提言	179
参考文献	181
添付図表類	183
巻 末	

第I部 総論









- | | | | | | |
|---|-------------------------------|---|--|---|---------------------------------|
|  | Gossan Zone |  | Drill Hole Done in This Survey |  | Previous Drill Hole |
|  | Mineralized Zone by CP Method |  | Thin or Deep Mineralized Zone by CP Method |  | Ore Boundary by Drilling Survey |

Fig. I-1-1 Compilation Map of Survey Results in Area A

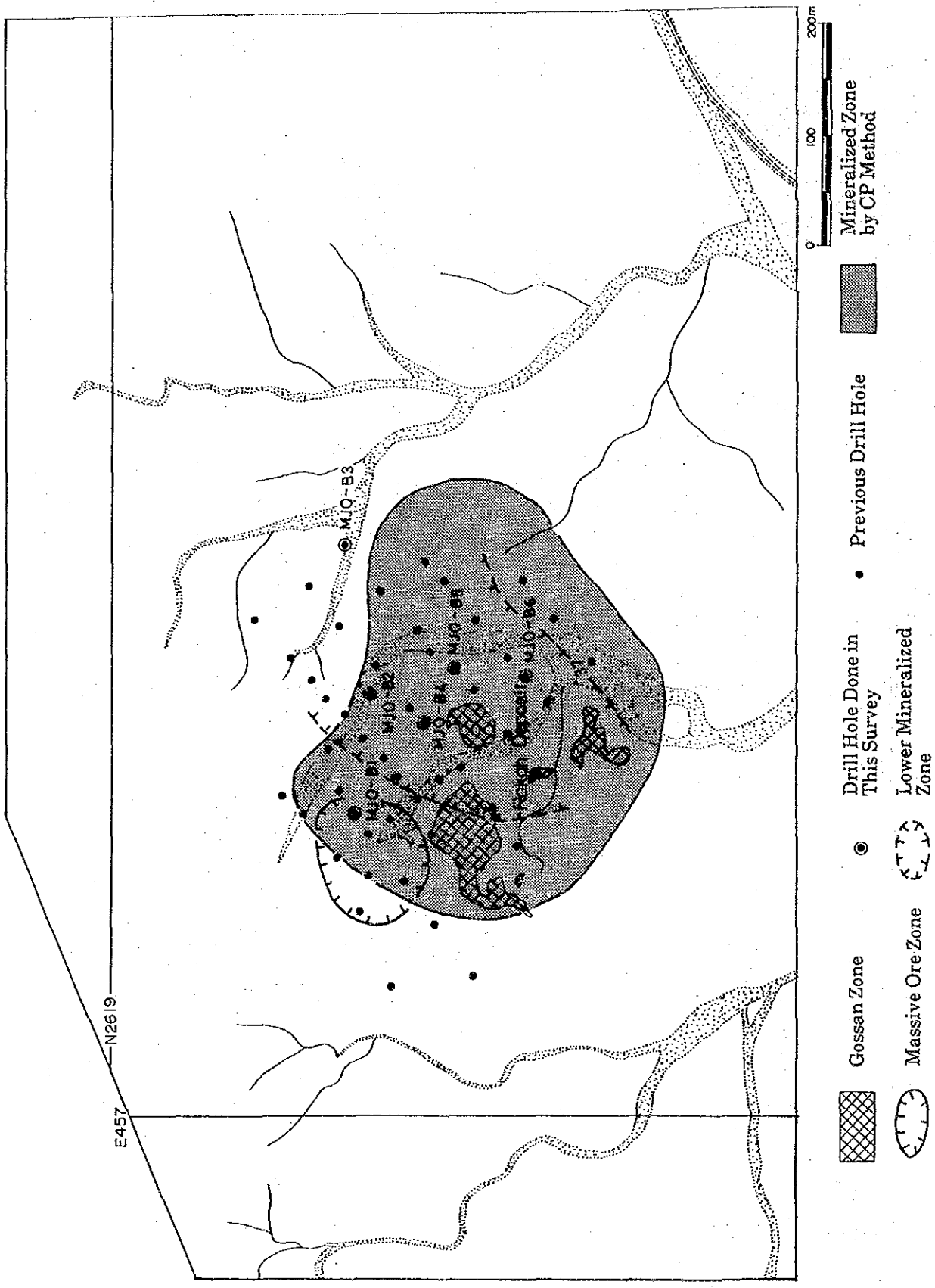
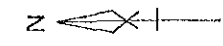


Fig. I-1-2 Compilation Map of Survey Results in Area B

第1章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

オマーン国北部のオマーン山脈地域は、古い時代には中近東における銅の主要な生産地であった。近代的な探鉱活動がこの地域で開始されたのは1970年代であり、1983年には北部のソハール(Sohar)地域においてオマーン国営鉱山社(以下OMCO)によりラセイル(Lasail)及びベイダ(Bayda)の両銅鉱山及びソハール銅製錬所の操業が開始され年産約15千トンの銅地金を生産している。生産された電気銅は、全量輸出されており、非石油輸出金額の28パーセントを占める重要な輸出品目である。

しかしながら、ソハール地域の銅鉱山の埋蔵鉱量は、1990年代の初頭には掘り尽くされるものと予想されオマーン国の経済及び地域社会に及ぼす影響の大きいことから、オマーンとしては新鉱山の開発が緊急の課題であった。このためラカー地域において1970年代に探鉱され埋蔵鉱量の計上されているラカー(Rakah)鉱床と、1985年に発見されその後の探鉱活動により鉱量の計上されているハイル・アス・サヒル(Hayl as Safil)鉱床が最もその可能性が強いものと判断し、オマーン国政府は日本国政府に対しこの両鉱床のポテンシャルの解明及びプレリミナリー・フィジビリティ・スタディの実施を要請した。日本国政府はこの要請に応じて、国際協力事業団(以下JICA)及び金属鉱業事業団(以下MMAJ)のミッションをオマーンへ派遣し、1988年7月7日石油鉱物省(以下MPM)との間でラカー地域の資源開発協力基礎調査の Scope of work を結び地域開発計画調査を2年間で実施することとした。

第1年次に当る本年度の調査目的は、ラカー地域において地質調査、物理探査及びボーリング調査によりその鉱床賦存状況を把握するとともに、そのポテンシャルを明らかにすること、並びに鉱山開発及びこれに関連するインフラストラクチャーの予備的調査を行うことである。

1-2 第1年次調査の範囲、目的及び作業の概要

調査範囲は、Fig. 2に示すA地区(3km²)及びB地区(4km²)の2地区からなり、既知のハイル・アス・サヒル鉱床及びラカー鉱床はそれぞれの地区のほぼ中央部に位置する。この両地区に対し地質調査、物理探査及びボーリング調査をそれぞれ行った。

地質調査は、本地域の地質及び地質構造を明らかにするとともに、特に既知鉱床の鉱床母岩である火山岩類の層序を確立することにより、本地域におけるポテンシャルの解明及び探鉱指針を得ることを目的として行った。

物理探査では、ボーリング孔を利用し流電電位法による調査を行った。この目的は、既知鉱床の広がりを明らかにすることにより、今後のボーリング調査の指針を得ること及び新たな有望地

を抽出することである。

ボーリング調査は、既知鉱床の賦存状況、広がり及び鉱化作用の性格を明らかにするとともに、第2年次に計画されている選鉱試験用の試料採取を目的として行った。

これらの調査に加え、第2年次に予定されている鉱山開発のためのプレリミナリー・フィジビリティ・スタディに関する資料の収集及び調査を行った。

第1年次に実施した各種調査の作業量は、以下のとおりである。

(i) A地区

地質調査：面積4km²、踏査ルート長 20.2km

物理探査：流電電位法、面積4km²、測点数 611点

ボーリング調査：6孔、計898.70m (MJO-A1～MJO-A6)

(ii) B地区

地質調査：面積3km²、踏査ルート長 39.2km

物理探査：流電電位法、面積2km²、測点数 402点

ボーリング調査：6孔、計811.45m (MJO-B1～MJO-B6)

(iii) その他

岩石薄片 30枚、鉱石研磨片 38枚、X線回析粉末法試験 11件

全岩分析 30件、微量成分分析 33件、鉱石分析 265件

EPMA試験 12件、比抵抗測定 24件

1-3 調査団の編成

本プロジェクトに対する計画調整、事前調査協定折衝団と現地調査団の団員は以下のとおりである。

調査計画及び折衝（昭和63年6月30日～7月9日）

日 本 側			オ マ ー ン 国 側	
和 泉 武	金属鉱業事業団		Mohamed H. Kassim	MPM
地 引 万由里	外務省		Salim O. Ibrahim	MPM
山 崎 守 一	通省産業省		Hilal M. Al-Azri	MPM
平 野 英 雄	金属鉱業事業団		Saif A. Al-Rashidi	MPM
北 良 行	国際協力事業団		Harib H. Al-Hashmi	MPM
			Munir A. Haddadin	MPM
			Omer Al-Amin	MPM

MPM：石油鉱物省

現地調査団

日 本 側			オ マ ー ン 国 側	
永松武彦	団長・地質調査 ・ボーリング	大手開発(株)	Saif A. Al-Rashidi	MPM
梶間幹雄	地質調査	大手開発(株)	Abdulla H. S. Al-yahya' Ey	MPM
佐々木進	物理探査	大手開発(株)		
菅原公平	物理探査	大手開発(株)		
兵頭 浩	物理探査	大手開発(株)		
大谷 徹	資料収集	大手開発(株)		
中山 駿	資料収集	大手開発(株)		

1-4 現地調査期間

昭和63年9月25日～平成元年1月16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する面積30万km²の国であり、その領土の一部はホルムズ海峡の南側にある (Fig. 1)。人口は公称 150万人とされており、その首都はマスカット (Muscat) である。

オマーン国の北部地域には、オマーン湾との海岸線に平行してオマーン山脈が走りその最高峰は 3,000m に達する。ラカー地域は、このオマーン山脈の西麓に位置し、その位置はほぼ北緯 23° 36′ 東経 56° 24′ である。

本調査地域は、既知のハイル・アス・サヒル鉱床を中心とするA地区及びラカー鉱床を中心とするB地区の2地区より成る。A地区の東方約4kmの位置にB地区はある (Fig. 2)。

首都のマスカットより調査地域南方のヤンクル (Yanqul) までは、イズキ (Izuki)、ニズワ (Nazwa) 及びイブリ (Ibri) を経由する舗装道路があり交通は至便である。マスカットとヤンクルの間は約 370km で車行 4.5時間を要する。ヤンクルより調査地域のA地区までは、約13kmで未舗装であるが、普通乗用車の通行には支障なく車行20分で達する。調査地区A及びBの間には数本の道路があるがいずれも未整備のためトラックのみ通行可能である。

尚、本調査のためのベースキャンプは、A地区の北に隣接するサイヤ (Sayyah) 部落に設けた。

2-2 地形及び水系

ラカー地域は、北側の急峻な山岳地帯と南側に広がる平坦地の中間に位置する。

A地区は、北東端及び北西端に山岳地形が見られる以外は段丘面が発達し平坦である。地区中央部には、高さ約90mの小丘があるが、これはメイン・ゴッサンと呼ばれている風化鉱化帯である。これ以外にもメイン・ゴッサンの北西方にこれよりも小さい小丘があり、これをスモール・ゴッサンと呼称している。段丘面は中位段丘面及び下位段丘面が見られ、その標高差は3m~8mである (Plate II-1-1)。

A地区に見られる河川 (ワジ) の大部分は南流する。地区の中央には、ワジ・アル・ヘイル・アル・アリ (Wadi al Hayl al Ari) がある。地区西部のワジは、ワジ・ファラージ・スダイライン (Wadi Falaj Sudayriyrin) の支流であり、東部のワジは、ワジ・ラカー (Wadi Rakah) の支流である (Plate II-1-1)。

B地区の北側は、急峻な山岳地形を示すが、地区の大部分は低い丘が継続しその間にワジが発達する。地区西部には上位段丘面が発達し、これ以外にも中位及び下位段丘面が見られる。地区

中央部には、鉱化帯の風化したゴッサン帯が数ヶ所で見られこれらはいずれも急峻な小丘を形成している。又これらのゴッサンの一部は古い時代に採掘されていることから特異な地形を示す部分もある。

B地区の中央部には、南西方向に流れるワジ・ラカーがあるが、本地区で見られるワジはいずれもワジ・ラカーの支流である (Plate II-2-1)。

2-3 気候及び植生

本地域のあるオマーン山脈の西側は、主として岩石砂漠より成り一部のオアシスやワジ沿いを除くと一般に植生は希である。

A地区には、メイン・ゴッサンの東側より南東側にかけて農地があり、ナツメヤシや小麦が栽培されている。この農業用水は、古い時代に作られた水路 (falaj)により数キロメートル離れた場所より引いているものと、水井戸からの揚水により供給されている。これ以外は、ワジ沿いにアカシヤの灌木が認められるのみで特に段丘面上ではほとんど植生は見られない。

B地区では、ワジ沿いに植生が見られるのみで、それ以外は希である。

オマーンにおける年間降雨量の平均は、104.3mmとされているが調査地域は、これよりも少なくより乾燥した気候を示す。また平均気温は、首都のマスカット地域では以下のとおりであるが、本地域は内陸部のためこれよりも夏冬の温度差があるものと思われる。

1月	22°C	5月	33°C	9月	33°C
2月	25°C	6月	37°C	10月	31°C
3月	27°C	7月	36°C	11月	26°C
4月	32°C	8月	35°C	12月	22°C

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

本調査地域では、ハイル・アス・サヒル鉱床及びラカー鉱床がこれまでの探鉱活動により発見されている。これらの探鉱活動の概要は以下のとおり。

3-1-1 A地区（ハイル・アス・サヒル鉱床）

フランスのBRGMは、北部オマーン山脈地域において1983年より1985年の間図幅調査を行った。この折、ハイル・アス・サヒル部落周辺で金を伴う大規模なゴッサン帯を発見した。

1985年MPMは、BRGMに対しハイル・アス・サヒル地区を含む13箇所の鉱徴地の探鉱を発注した。この調査では、地質精査、物理探査、地化学探査及びボーリング調査を行い以下の結果が得られた。

地質精査：メイン・ゴッサン及びスモール・ゴッサンより成るゴッサン帯は、熱水変質を受けた下部火山岩類の上のり、下部火山岩類の最上部に位置する。メイン・ゴッサンとスモール・ゴッサンは、NE-SW系の断層によって分断されている。

物理探査：磁気探査及びIP法による電気探査を行った結果、磁力探査により、2つの異常帯が捕捉した。これらはメイン・ゴッサンの東側及びスモール・ゴッサンの東西方に位置する。

地化学探査：ゴッサンより系統的に採試し分析した結果、Cu-Mo-As-Auの間に相関が認められる。ゴッサンの分析結果では、Auの品位は平均0.48/t、最高11.0g/tである。

ボーリング調査：これらの調査結果に基づき、HS-1よりHS-8までの8孔のボーリング調査を行った（Fig. II-1-10）。このうちメイン・ゴッサンの南東で行ったHS-6孔では幅4.70m、Au1.67g/t、Ag14.6g/t、Cu2.29%の塊状鉱とその下位のストックワーク状鉱を捕捉した。またHS-7孔ではスモール・ゴッサンの北側で幅13.70m、Cu3.69%の塊状鉱を捕捉した。

この調査により有望な鉱徴地を捕捉したことから、MPMは引き続きその延長部に対しボーリング調査を行い以下の鉱量を本プロジェクト開始までに計上した。

2,086 千トン Cu2.09% Au0.97g/t Ag6.86g/t

本地区において探鉱開始より本プロジェクト開始までに行ったボーリングは33孔、合計4,463.30mである（Table II-1-6）。このうち23孔（計3,551.15m）をメイン・ゴッサンの南東方で、又10孔をスモール・ゴッサンの周辺で実施している（Table I-1-1）。

3-1-2 B地区 (ラカー鉱床)

ラカー鉱床のゴッサン帯は、1973年10月カナダのプロスペクション社 (Prospection Ltd.) のヘリコプターによる予察調査により発見された。プロスペクション社は引き続きこの鉱徴地に対し種々の調査を実施しそのポテンシャルの高いことを確認した。このため1976年4月～1977年10月にかけて42本のボーリング (計5,493.32m) を行い (Fig. I-1-2, Table II-2-2), 4,150千トン, Cu1.31%, Zn0.24%の鉱量を計上した。この鉱量に関しては、その後1980年OMCOにより又1981年MPMにより鉱量の再評価がなされている。

1985年BRGMは、ハイル・アス・サヒル鉱床と同様ラカー鉱床に対する既存資料の再解析を行い、鉱量の再評価を行うとともに塊状鉱のポテンシャル地区としてラカー鉱床の北西部を抽出した。引き続きBRGMは、IP及びSP法による物理探査及び地表精査を実施し鉱床西部において異常帯を捕捉した。この異常帯に対し3本のボーリング (計445.00m) を行った結果、1孔で厚さ8m (Cu0.55%, Zn0.09%, Au9.6g/t, Ag20g/t)の塊状鉱を捕捉した。

3-2 ラカー地域の一般地質及び地質的位置付け

オマーン山脈で見られる異地生岩体 (ナップ) は、下位のハワシナ・ナップと上位のサマイル・ナップの二層構造を示す。ラカー地域は、サマイル・ナップの分布域にありサマイル・オフィオライト及びオフィオライト上部堆積物より構成される。サマイル・オフィオライトは、下位よりテクトナイト、層状岩体、ハイレベル斑れい岩、シート・コンプレックス及びサマイル火山岩類より成る。又、オフィオライト上部堆積物は主としてオリストストローム層より構成される (Fig. II-1-1)。

オマーン山脈地域に見られる塊状銅鉱床は、いずれもサマイル火山岩類中に賦存し、キプロス型の銅鉱床とされている。サマイル火山岩類は、下部火山岩類、中部火山岩類及び上部火山岩類に区分され、更に下部火山岩類は下位より下部噴出岩類I及び下部噴出岩類IIに区分される (Fig. II-1-7)。本地域北方のソハール地域で稼行中のラセイル (Lasail) 鉱床やベイダ (Bayda) 鉱床は、下部噴出岩類Iの最上部に賦存し下部噴出岩類IIによって覆われる。本地域に見られるハイル・アス・サヒル鉱床及びラカー鉱床は、ラセイル鉱床と同様、下部噴出岩類IとIIの間に賦存する (Fig. II-1-1)。

3-3 ラカー地域の鉱業略史

オマーンからの銅の産出は、遠く5,000年前にさかのぼる。メソポタミアのシュメール (Sumer) 国に輸出され、シュメール伝説に語られている古代都市ウル (Ur) の宮殿を飾った多量の銅は、

ブレイミー (Buraymi) 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。この古代の銅の採掘、製錬はイスラム時代初期の西暦 860年～ 940年頃まで続いたとされている。

この古代の銅鉱山は、現存稼行中のラセイル鉱山及びその周辺と推定され、現在でもこの時期と思われる多量のスラッグや製錬跡を見ることができる。本地域においてもラカー鉱床及びその周辺に約20千トンのスラッグと製錬跡がありマガンと同時期に採掘及び製錬されたものと思われる。ラカー鉱床に対するこれまでの調査結果では、ゴッサン帯を中心として地表下38m付近まで採掘跡が確認されており、古代にもかなりの深部まで採掘がなされていた。しかしながらこの時期以降については、鉱業活動を行った記録は残されていない。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造, 鈹化作用の特性と鈹化規制

ラカー地域の地質構造発達史は, サマイル・オフィオライトの生成, サマイル・ナップのオブダクション及びオブダクション以降の3つの時期に区分される。サマイル・オフィオライトは, 白亜紀前期から中期にかけて生成発達したと考えられている。アラビアン・プレート上へのオブダクションは, 白亜紀後期と考えられており, このオブダクションに伴う衝上断層群及び褶曲がラカー地域を含むオマーン山脈全域で見られる。ラカー地域に見られる衝上断層群は, NW-S EからE-Wの方向を示し北に傾斜する。各スラスト・シートは正常層序を示すが, 層序的に下位の岩相が上位に載っており, 見掛上逆転している。この成因は, 何枚かのスラスト・シートが衝上したインブリケート構造によると推定される (Fig. II-1-9)。

鈹床は, サマイル・オフィオライトの最上部を構成するサマイル火山岩類に賦存する。ラカー地域のサマイル火山岩類は, 下部火山岩類及び中部火山岩類に区分され更に下部火山岩類は, 下部噴出岩類Ⅰ及び下部噴出岩類Ⅱに細分される。ハイル・アス・サヒル鈹床 (A地区) 及びラカー鈹床 (B地区) の両鈹床はいずれも下部噴出岩類Ⅰの最上部に位置し, 下部噴出岩類Ⅱに覆われる (Fig. II-1-7)。ラカー地域北方のソハール地域で現在稼行中のラセイル鈹床及びベイダ鈹床の火山層序的な賦存位置は, 本地区の鈹床と同様で下部噴出岩類Ⅰの最上部に賦存し, キプロス型の銅鈹床とされている。この様に, ラカー地域の両鈹床は, ソハール地域のものと鈹床賦存層準が同一であること, 及び本地区の鈹床いずれからも堆積構造を示す硫化鈹物がその上部で認められることなどからソハール地域の鈹床と同時期に生成したキプロス型の銅鈹床と考えられる。ソハール地域の銅鈹床は, 下部噴出岩類Ⅱの火山活動に密接な関係を示すが, 本地区においても鈹床近傍では, 下部噴出岩類Ⅱが発達しており, 鈹床との関係が推定される (Fig. II-1-7)。なお, 岩石化学的な調査結果では, 下部噴出岩類Ⅱは, より早期の分化物である可能性が推定されており, ソハール地域で見られる下部噴出岩類Ⅱと同様の傾向を示す。

以上の様にラカー地域に見られる鈹床の生成時期, 賦存位置及び関係火成岩は, ソハール地域のものと同様であるが, 鈹床の形状, 鈹質, 変質などは異なっており各々の鈹床でその鈹床の特性と鈹化規制が認められる。

(1) ハイル・アス・サヒル鈹床

本鈹床の特徴は以下のとおり。

- (i) ハイル・アス・サヒル鈹床とその北西方に連続するメイン・ゴッサン, スモール・ゴッサンなどは, 一連の鈹化帯でその規模は, 900m×300mの広がりを示す大規模なものであり (Fig. I-1-1), これがオブダクション後の構造運動により分断され

ている (Fig. II-1-24)。

- (ii) 鉱質は下位よりストックワーク状鉱、塊状鉱及び珪質鉱に区分され、ストックワーク状鉱は中心部で塊状鉱は側方部で発達する。また、中央部では、塊状鉱とストックワーク状鉱は直接するが、側方部では塊状鉱とストックワーク状鉱との間に下部噴出岩類 I の枕状溶岩を挟む (Fig. II-1-11)。
- (iii) スtockワーク状鉱は、大規模で著しい珪化と数回の角礫化のくり返しが見られ、網状の石英脈が発達する。また鉄石英の角礫も全般に見られ、鉱質の上下方向の変化はあまり見られない。
- (iv) 鉱石鉱物は黄鉄鉱及び黄銅鉱を主とし、少量の閃亜鉛鉱のほか斑銅鉱、輝銅鉱、銅藍が見られ、二次富化もかなりの深部まで及んでいる (Table II-1-7)。

本鉱床の伸長方向は、NW-SE方向を示し、シート・コンプレックスの方向とほぼ同一であり、サマイル・オフィオライトの一般走向ともほぼ一致している。鉱体の大部分を構成するストックワーク状鉱は、角礫化が著しくその中心部の上部では塊状鉱が薄い、このことは、角礫化のくり返しにより空隙が常に存在したことから鉱化熱水が海底面上まで達せずその大部分が角礫の基質中に沈殿したことを示している。また、ラセイル鉱床の上盤側方で良く見られる鉄石英帯が本鉱床では角礫として全般に見られるが、このことも角礫化のくり返しがあったことを示している。尚、ストックワーク状鉱はその南東方で急激にその厚さを減じており、このことからすれば角礫化帯はある限られたゾーンに賦存するものと考えられる。

(2) ラカー鉱床

ラカー鉱床の特徴として以下が載げられる。

- (i) 鉱体は、上部鉱化帯及び下部鉱化帯の2層より成りこの鉱化帯の間に弱い鉱化作用を受けた火山岩類を挟むが、東部ではこの火山岩類が消滅し鉱化帯は1層となる (Fig. II-2-5)。
- (ii) 鉱質は、ストックワーク状鉱を主とし珪質鉱及び塊状鉱より構成される。珪質鉱及び塊状鉱の分布は、チャートをも主とする堆積岩類の分布域で見られる (Fig. II-2-5)。珪質鉱の原岩はチャートである。
- (iii) スtockワーク状鉱の母岩は、緑泥石化が顕著で珪化及び角礫化を伴う。またその原岩は、枕状溶岩である。鉱化帯はその上下盤に強緑泥石化帯を伴い、下盤及び上盤の火山岩類との境界は明瞭である。
- (iv) 鉱石鉱物としては、黄鉄鉱、黄銅鉱と少量の閃亜鉛鉱、銅藍、輝銅鉱、斑銅鉱及び自然金が見られる (Table II-2-3)。ストックワーク状鉱では、硫化鉱物の量がハイル・アス・サヒル鉱床に比較して少ないが、黄鉄鉱に比較して黄銅鉱が多い傾向を

示す (Fig. II-2-14)。塊状鉱は、主として黄鉄鉱と銅の二次富化鉱物より成るがそのAu品位が高い傾向を示す。

本鉱床で見られるストックワーク状鉱は、角礫及び枕状溶岩の基質を硫化鉱物が充填し更に黄鉄鉱-黄銅鉱脈が枕状溶岩を切っている。しかしながらハイル・アス・サヒル鉱床で見られるような著しい角礫化や珪化は認められず石英脈も少ない。また、鉱体の側方部では変質、鉱化作用とも弱く原岩の組織を鏡下で見ることができる (Table II-1-2)。これらのことからすると、本鉱床を生成した鉱化熱水の活動は、穏やかであったと推定される。また鉱化帯も既知鉱床が中心であった可能性が強い。

塊状鉱はラカー鉱床北西部で確認されており下部噴出岩類I及びIIの境界部に見られる堆積岩類の東端部に位置する。この堆積岩中には角礫化した塊状鉱を挟んでおり、更に塊状鉱の上盤に見られる珪質鉱も原岩がチャートである。従って、本鉱床で見られる塊状鉱の生成には、堆積岩が密接に関係しているものと考えられる。

4-2 ハイル・アス・サヒル鉱床及びラカー鉱床のポテンシャル

ハイル・アス・サヒル鉱床を含むA地区では、厚い段丘堆積物のため鉱床母岩である火山岩類の分布が明らかでないことから地質的にそのポテンシャルを評価することは困難であるが、本調査で実施した物理探査 (CP法) の解析結果では、既知鉱床を除くと良導体は捕捉されていない (Fig. I-1-1) ことからそのポテンシャルは、既知鉱床及びその周辺地域に限られるものと考えられる。

一方B地区では、火山岩類のうち既知鉱床の上盤をなす下部噴出岩類II及び中部火山岩類がラカー鉱床の南東方に広く分布するが、ラカー鉱床の胚胎層準である下部噴出岩類I及びIIの境界部には鉱化作用は認められない (Plate II-2-1)。物理探査の解析結果でも既知鉱床及びその周辺を除けば良導体は捕捉されていない (Fig. I-1-2)。これらのことからするとB地区におけるポテンシャルは、ラカー鉱床及びその周辺に限られるものと考えられる。

(1) ハイル・アス・サヒル鉱床

地質調査の結果では、スモール・ゴッサン、メイン・ゴッサン及びその南東の既知鉱床 (ハイル・アス・サヒル鉱床) は同じ時期に生成した一連の鉱化帯であり、これが後期の断層活動により転移したことを示している。ボーリング調査結果では、ハイル・アス・サヒル鉱床がメイン・ゴッサンの下位まで連続することを示しており良好部も見られる (Fig. II-1-11)。メイン・ゴッサンの南で行ったボーリング結果では、かなりの深部までゴッサン化が進んでいることを示す。このことからするとメイン・ゴッサンの大部分はゴッサン化しているものと推定される。物理探査の解析結果では、ハイル・アス・サヒル鉱床は、従来BRGMやMPMが

推定した分布域よりさらに広い範囲に賦存している可能性が大きいことを示している。特にメイン・ゴッサンの南半部及びその南部、ハイル・アス・サヒル鉱床南東部及び北東部に広がる可能性が考えられる (Fig. I-1-1)。

以上の各手法による調査結果を総合すると以下の地区が有望地として抽出できる。

- (i) メイン・ゴッサンの南半部の下部及び南側
 - (ii) ハイル・アス・サヒル鉱床の北東及び南西延長部
- (2) ラカー鉱床

本鉱床に対する地質及びボーリングの調査結果では、鉱化帯が2層あることを示すが、下部鉱化帯に対するこれまでのボーリングによる調査が不十分でありその鉱況の解明がなされていない (Fig. II-2-5)。また、地質断面図より推定すると本鉱床の南西部及び東部で若干の広がり期待される。一方北西部で行ったボーリング調査の結果では、捕捉した塊状鉱のAu品位が高く (8.96g/t) Au のポテンシャルもかなり高いことを示す。物理探査の解析結果では、断層構造を反映するとともに既知鉱床の分布と良導体の分布が良く一致し更に、鉱床の南西部及び東部では若干の張り出しが認められる (Fig. I-1-2)。

以上の結果に基づけば、下記の箇所が有望地として抽出できる。

- (i) 下部鉱化帯
- (ii) 既知鉱床の南西方及び東方延長部
- (iii) 塊状鉱分布域及びその周辺のAuの富鉱部

4-3 プレリミナリー・フィジビリティ・スタディ

第2年次に計画されているプレリミナリー・フィジビリティ・スタディを行うためには、鉱床の規模、形態及び鉱量などを明らかにすることが重要である。これにより採掘方法や各施設の位置の決定が行われ、更にその鉱量及び品位が経済評価の重要な要素となる。本調査の結果、鉱体の規模及び形態はかなり明らかとなったが、鉱量計算を実施し、これにより採掘計画を作成するにはボーリング調査が不十分であり、引き続きボーリング調査による鉱況の確認が必要である。しかしながら既存のボーリング結果及びそれによる鉱量計算結果と本調査で行った12本のボーリングの結果により以下のことが考えられる。

- (i) ハイル・アス・サヒル鉱床に対するMPMの行った鉱量計算結果では、2,086千トンCu 2.09%, Au 0.97g/tである。本調査で行った6本のボーリングのうち既知鉱床の中心で行ったMJO-A 4孔を除く5本のボーリングは、鉱体の西方延長部に対し行ったものでありその平均鉱況は、厚さ 43.60m, Au 0.73g/t, Cu 1.27%を示す。MPMで行った鉱量計算範囲の外側で確認された鉱化帯の広がり約 150m × 150mで

あることから約 3,000千トン程度の鉱量増が期待される。

- (ii) ラカー鉱床に対しては、これまで種々の鉱量計算がなされているが本調査の結果では、鉱化帯中の良好部の賦存状況が不規則であることから高品位鉱のみの採掘は、相当量のボーリング探鉱を実施しない限り困難と予想される。従って、これまでに実施された鉱量計算の中でプロスペクション社及びOMCOが実施した 4,000千トン～ 5,000千トンの鉱量が開発の対象として考える場合妥当なように思える。これらの鉱量の銅品位は 1.28%～1.31%であるが、本調査で実施した6本のボーリングのうち低品位で採掘の対象とはなりえないMJO-B 3孔を除いた5孔の平均品位（カットオフCu 品位0.25%）は、Au 1.18g/t Cu 1.15%であり、これまでより低い値を示す。また、Au はMJO-B 1で捕捉した塊状鉱で濃集(18.30m, Au 8.96g/t, Ag 13.3g/t)するがストックワーク状鉱ではAu 0.31g/tである。この結果からするとAu 品位の高い部分については別処理の可能性も考えられるので金の濃集部の鉱量を明らかにすることも必要であろう。

本調査による資料収集及び現地調査の結果によれば以下が考えられる。

- (i) 鉱山施設建設予定地は、A地区、B地区のいずれにおいても適当な場所が見出し得るので、各鉱床の鉱量概要が明らかになった時点で最終決定すべきと考えられる。この検討のためには、A、B地区よりヤンクルを含む範囲の地形図の作成が必要である。
- (ii) 資機材輸送道路はヤンクルより建設予定地までの間の道路改修を行えば、既存ルートの使用が可能である (Fig. II-4-1)。
- (iii) 精鉱輸送道路については、引き続き検討が必要であるが既存のルート使用が適当と考えられる (Fig. II-4-2)。
- (iv) 電力については、電力省よりの買電による方が有利と思われるが引き続き調査が必要である。
- (v) 通信については、ヤンクルの電話局より有線による電話回線を設置することが可能であるので、この方向の検討が望まれる。

しかしながら本調査の結果では、ソハール製錬所の現在のコストを明らかにすることができなかった。製錬コストはラカー・プロジェクトの評価に重要なかわりを有するので、このコストを明らかにすることが必要である。本調査では、用水の水源に関する資料が得られなかったので今後水源に関する調査が必要である。尚、プレリミナリー・フィジビリティ・スタディを実施するのに必要なコストなどの資料は、本調査によりかなり収集することができた。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本調査で行った地質調査、物理探査及びボーリング調査の結果は以下のとおりである。

- (i) ラカー地域はサマイル・ナップの分布域に位置し、地質はサマイル・オフィオライト及びオフィオライト上部堆積物より構成される。サマイル・オフィオライトは下位よりテクトナイト、層状岩体、ハイレベル斑れい岩、シート・コンプレックス及びサマイル火山岩類より成る。
- (ii) ラカー地域の地質構造はサマイル・オフィオライトの衝上に伴う衝上断層群により特徴付けられる。この衝上断層により形成された各スラスト・シートは、正常層序を示すが、層序的に下位の岩相が上位に載っており見掛上逆転している。この成因は、インブリケート構造によると考えられる。
- (iii) サマイル火山岩類は、下部火山岩類及び中部火山岩類に区分される。下部火山岩類は、下位より下部噴出岩類Ⅰ及び下部噴出岩類Ⅱに細分される。既知鉱床のハイル・アス・サヒル鉱床（A地区）、ラカー鉱床（B地区）のいずれも下部噴出岩類Ⅰの最上部に位置し、下部噴出岩類Ⅱにより覆われる。これらの鉱床はいずれもキプロス型の銅鉱床である。
- (iv) ハイル・アス・サヒル鉱床とその北西方で見られるメイン・ゴッサン、及びスモール・ゴッサンは、同時期に生成した一連の鉱化帯である。鉱質は、ストックワーク状鉱、塊状鉱及び珪質鉱より成るが、角礫化及び珪化の著しい大規模なストックワーク状鉱により特徴付けられる。
- (v) A地区で行った流電電位法による物理探査結果では、ハイル・アス・サヒル鉱床は、これまでの推定されていた分布域よりさらに広い範囲に賦存している可能性が大きいことを示す。
- (vi) A地区でのボーリング調査結果では、既知の鉱体が更に西方へ広がることを示しており、ボーリングで確認された西方延長部の平均鉱況は、厚さ 43.60m, Au 0.73g/t, Cu 1.27%であり約 3,000千トン程度の鉱量増が見込まれる。
- (vii) ラカー鉱床は東部を除くと下部鉱化帯及び上部鉱化帯の2層の鉱化帯より構成される。鉱質は、ストックワーク状鉱、塊状鉱及び珪質鉱より成るが、その大部分はストックワーク状鉱である。塊状鉱及び珪質鉱は、チャートの主とする堆積岩類と密接な関係を示す。
- (viii) B地区で行った流電電位法による物理探査結果では、その良導体の分布が既知鉱床の分

布域と良く一致するが、良導体の分布域の一部はその外側へ張り出している。

- (ix) B地区でのボーリング調査結果とこの結果を含む地質断面図で検討した結果は、下部鉱化帯に対するボーリング探鉱が不十分であることを示す。また小規模ではあるが良好部が外側へ広がる可能性を示す部分もある。ボーリングにより北西部で捕捉した塊状鉱は、Au品位が高く、厚さ18.30m、Au8.96g/t、Ag13.3g/tを示す。この金の高い鉱石の鉱量はラカー鉱床の評価にとって重要である。

以上の調査結果によれば、そのポテンシャルの高い箇所として以下が載げられる。

A地区：メイン・ゴッサンの南半部の下部及び南側、ハイル・アス・サヒル鉱床の北東及び南東延長部。

B地区：下部鉱化帯。ラカー鉱床の南西及び東方延長部。塊状鉱分布域及びその周辺のAuの富鉱部。

プレリミナリー・フィジビリティ・スタディのために行った資料収集及び現地調査の結果では、一部を除きかなりの資料が収集でき、また鉱山施設建設予定地や運搬道路などに対する見通しが立った。また、選鉱試験用の試料も採取した。これらを基に第2年次にプレリミナリー・フィジビリティ・スタディを実施する。

5-2 第2年次調査への提言

本調査の結果より引き続き以下の調査を実施すべきと考えられる。

(i) A地区におけるボーリング調査

目的：既知鉱床の広がりの確認

ボーリング位置：メイン・ゴッサン南半部下側及び南側、ハイル・アス・サヒル鉱床の北東及び南東延長部

(ii) B地区におけるボーリング調査

目的：既知鉱床の広がり確認、下部鉱化帯の鉱況確認及びAuの濃集部の解明。

ボーリング位置：ラカー鉱床の南西及び東方延長部、鉱床中央部及び塊状鉱分布域。

(iii) B地区西部の地表精査

目的：ゴッサン及びゴッサン・ズリ中のAu品位の分布及び量を明らかにする。

第2年次は、鉱量計算、選鉱試験及びプレリミナリー・フィジビリティ・スタディが計画されているが、この実施に当っては、以下の点を考慮すべきである。

- (i) 鉱量計算は、両鉱床とも低品位鉱が多いことからCuのカットオフ品位を0.20~0.25%程度としてレベル別ブロック別に鉱量を計算すべきである。また、ラカー鉱床にはAu品位の高い部分があるので、この鉱量については別計算により行うことが望ましい。

- (ii) 選鉱試験の実施に当っては、その鉱質の差に基づいて行うことが必要である。
- (iii) 鉱山施設建設地、運搬道路、用水及び排水経路などを決定するため更に広い範囲を含む地形図の作成が必要である。
- (iv) 用水に関する資料がないのでラカー地域周辺での水資源に対する調査が必要である。