

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 一般地質

オマーン山脈は、ヨーロッパより連続するアルプス・ヒマラヤ造山帯の一部を構成し、主として先カンブリア界から古生界及び中生界の現地性岩体（基盤）とその上位に衝上した異地性岩体（ナップ）より成る。異地性岩体は、下位のハワシナ・ナップと上位のサマイル・ナップより構成され、二層構造を示す。ハワシナ・ナップは主にハワシナ堆積岩類より構成され、サマイル・ナップはサマイル・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。調査対象である含銅硫化物鉱床はこれらのうちのサマイル・オフィオライト中に胚胎されており、このサマイル・オフィオライトは、層序的に下位よりテクトナイト、層状岩体、ハイレベル班れい岩、シート状岩脈群及びサマイル火山岩類に区分される。本対象地域の地質図を Fig.I-3-1 に、模式層序を Fig. I-3-2 に示す。

本地域の地質構造発達史は大きく3つに区分され、第1期はサマイル・オフィオライトの生成、第2期はサマイル・オフィオライトのオブダクト、そして第3期はオブダクト以降である。第1期は白亜紀前期より中期にかけてサマイル・オフィオライトが古テーチス海において生成・発達した（Lippard et al., 1986）時期である。この時期には、この拡大軸と基盤をなすアラビア・プレートの間に大規模なハワシナ堆積盆が存在し、そこにハワシナ堆積物が堆積したと考えられている。第2期は、ハワシナ・ナップのオブダクトとオフィオライト上部堆積物の堆積に引き続き、サマイル・オフィオライトが大洋底より分離し、アラビアプレートの南西端（オマーンプレート）の上にサマイル・ナップとしてオブダクトするまでの時期を示す。サマイル・ナップのオブダクトは、白亜紀に起こった（Coleman, 1981 and Lippard et al., 1986）と考えられている。オブダクトに伴う衝上断層群及び褶曲群がオマーン山脈全域に発達するが、ヤンキル地域においてもこの時期の衝上断層群がよく発達している。第3期は、サマイル・ナップの定置以降の構造であり、一般に地域性を有している。本地域においてもこの時期の断層群が発達している。

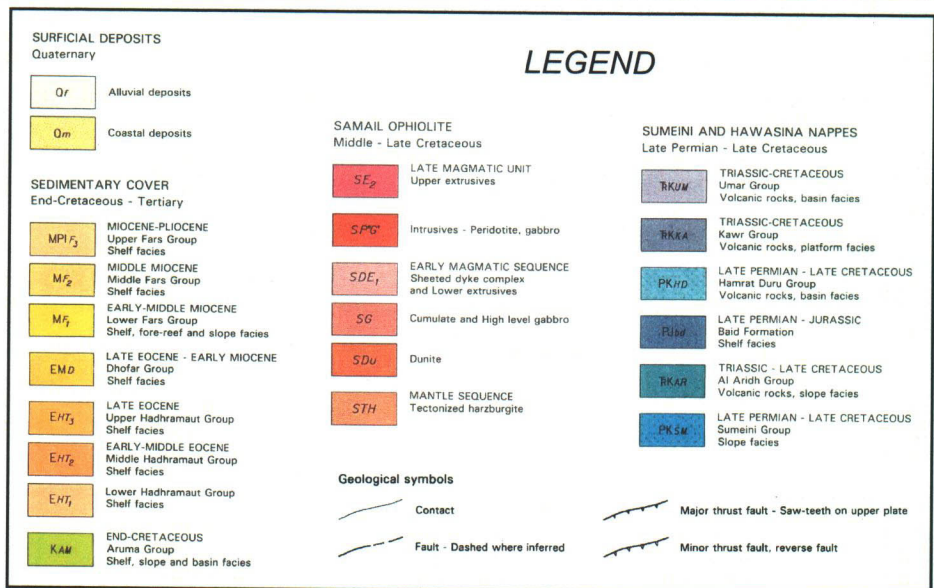
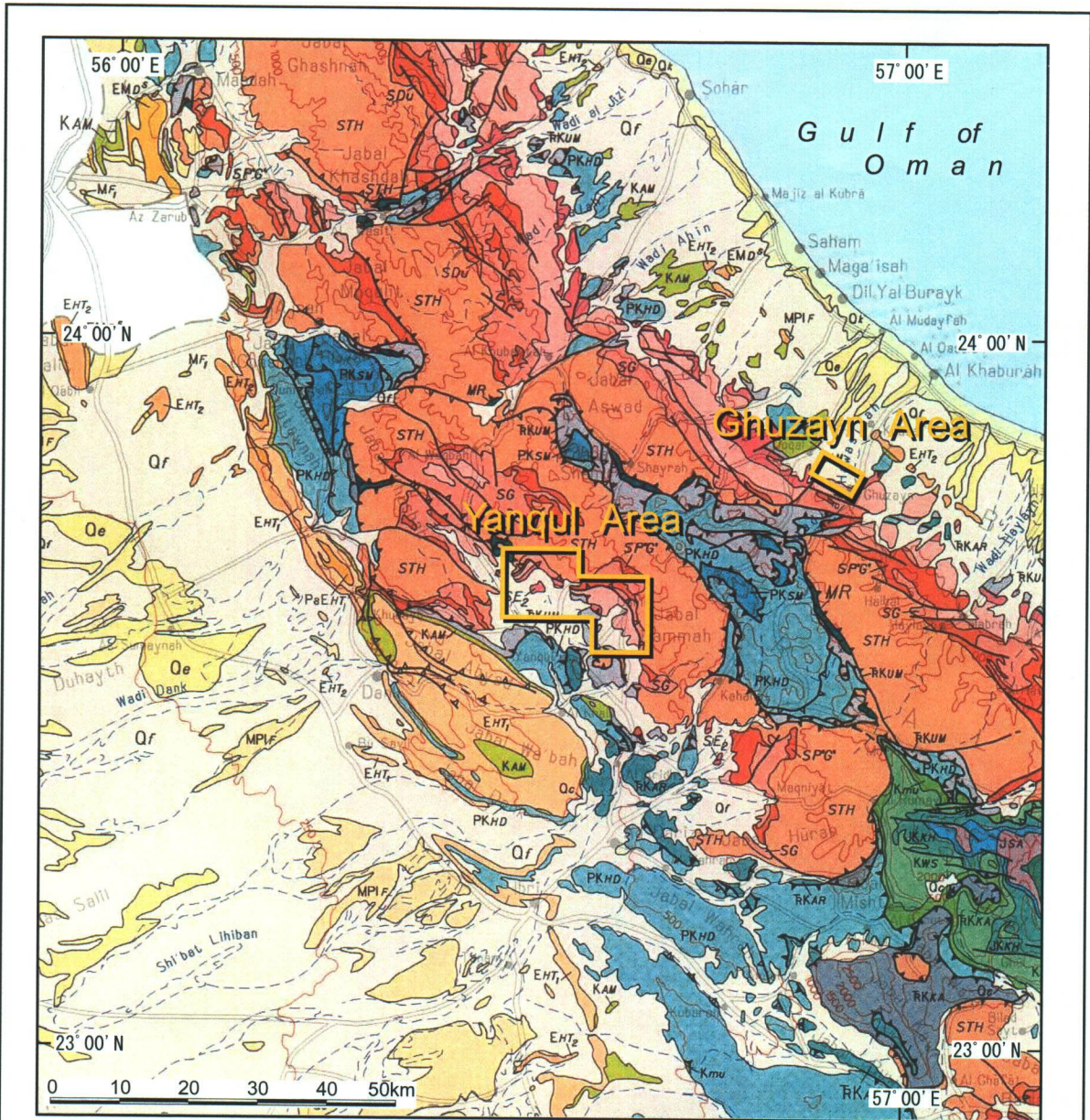
3-2 鉱化作用及び鉱業略史

3-2-1 鉱床概要

オマーン山脈地域に見られる塊状硫化物鉱床は、いずれもサマイル火山岩類を構成する下部火山岩類中に位置し、層準規制を受けている。鉱床は、形態及び構成鉱物の特性より、大洋底で生成したキプロス型の銅鉱床と考えられている。

オマーン山脈地域に分布する代表的なキプロス型の銅鉱床としては、ソハール（Sohar）地域のラセイル（Lasail）鉱床、アアジャ（Aaja）鉱床及びベイダ（Bayda）鉱床、ヤンキル地域のラカー（Rakah）鉱床及びハイル・アス・サフィール（Hayl as Safil）鉱床、それにグザイン（Ghuzayn）地域のグザイン鉱床が挙げられる。

グザイン鉱床についてののこれまでの調査結果（JICA/MMAJ, 1997, 1998, 1999, 2000）に基づいて、その地質構造及び鉱化変質の特徴を模式的に示したものが Fig.I-3-3 である。この図

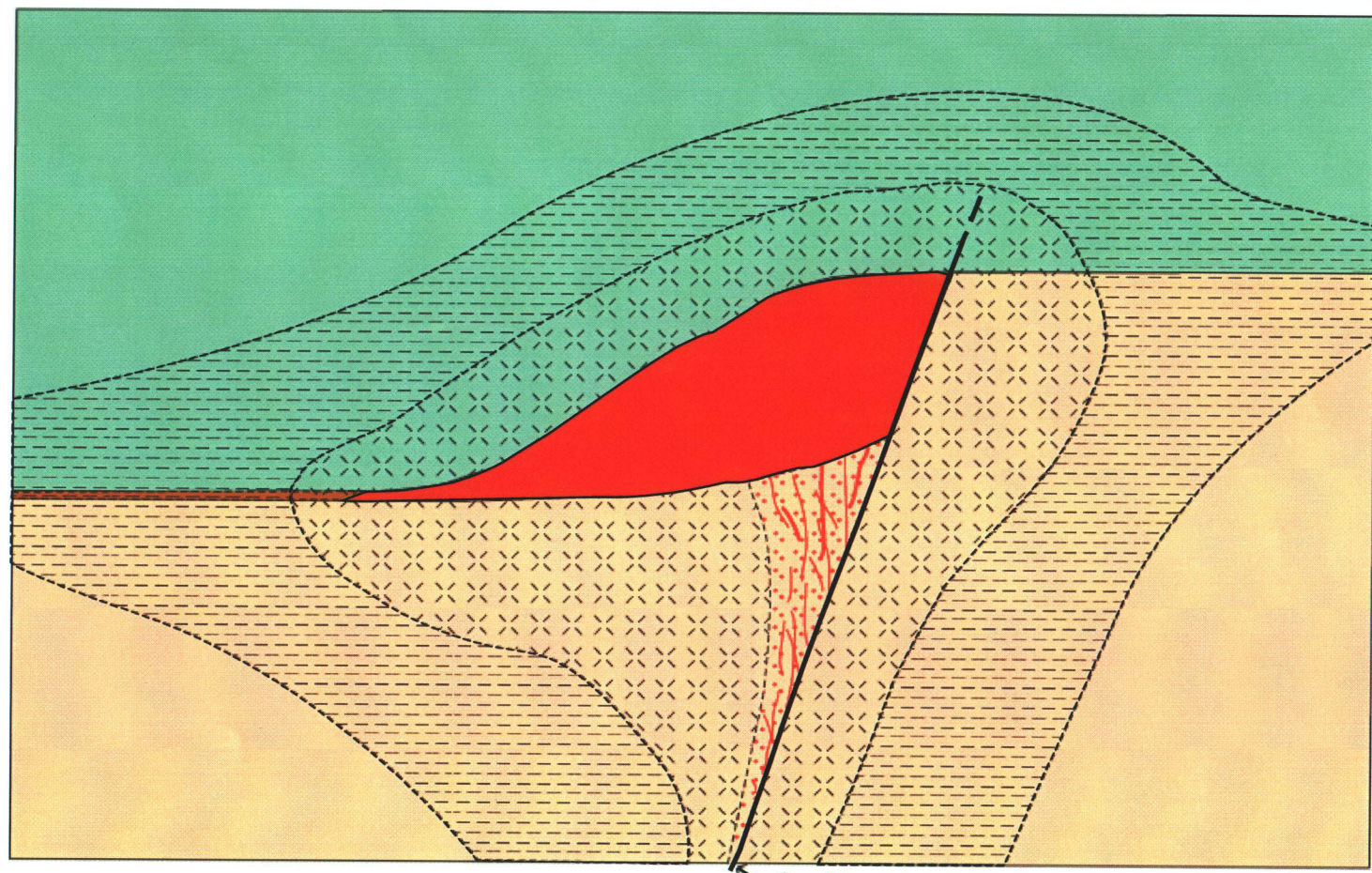


Ministry of Petroleum and Minerals (1993)

Fig. I -3-1 Geological map of the Yanqul - Ghuzayn area

Geologic Time		Geological Unit		Columnar Section	Lithology	Volcanism	Mineralization	
Quaternary	Holocene	Alluvium	Wadi sediments, detritus		Gravel, sand			
	Pleistocene	Terrace deposits			Gravel, sand			
Cretaceous	Late	Samail Nappe (Ophiolite)	Samail volcanic rocks	Alley unit	Pillow lava Massive lava (sheet flow) Metalliferous sediments	 (Basalt) { (Andesite)	(Stock-work type) (Massive and stockwork types)	
				Lasail unit	Pillow and massive lavas Metalliferous sediments			Dyke
				Geotimes unit	Ore deposit (Cu) Pillow and massive lavas Metalliferous sediments			Dyke
	Middle			Sheeted-dyke complex	Sheeted-dykes			
				High-level gabbro	Clinopyroxene gabbro			
				Cumulate sequence	Layered gabbro Clinopyroxene gabbro Olivine cpx. gabbro			
					Tectonites			Harzburgite Chromitite(Cr) Dunite(⊥)
Early								
Middle Triassic to Late Cretaceous	Hawasina Nappe	Umar Group	Red radiation chert Micritic limestone					
		Al Aridh Group	Red radiation chert Micritic limestone					

Fig. I -3-2 Geological columnar section of Yanqul area











- | | | |
|---|---|---|
|  : Lasail Unit |  : massive sulphide ore body |  : intense argillization and silicification |
|  : Geotimes Unit |  : stockwork ore body |  : epidotization and slight silicification with pyritization |
| |  : metalliferous sediments |  : slight silicification with pyritization |

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

にも示すように、鉍体部には以下のような鉍化、地質構造及び鉍化変質の特性が認められる。

鉍化特性：

- (1) 主として塊状鉍からなり、鉍石鉍物は黄鉄鉍と黄銅鉍を主とし、一部に閃亜鉛鉍、磁鉄鉍及び赤鉄鉍を伴う。
- (2) 塊状鉍は一般に角礫状を示し、黄鉄鉍の角礫とその間を充填する細粒な黄鉄鉍と黄銅鉍の集合体及び不規則な形の黄銅鉍からなる。
- (3) 塊状鉍は、側方部では堆積構造を持つ、磁鉄鉍に富む金属質堆積岩に漸移する。
- (4) 塊状鉍の下位では、黄銅鉍を主とし、黄鉄鉍を伴う網状脈が一部に発達する。この網状脈は一般に黄鉄鉍の鉍染を伴い、部分的に閃亜鉛鉍の鉍染も認められる。
- (5) 塊状鉍の上位には一般に黄鉄鉍の鉍染が発達し、部分的には黄銅鉍と黄鉄鉍からなる網状脈も認められる。

地質構造特性：

- (1) 鉍体は下部火山岩類のジオタイムス層 (Geotimes Unit) とラセイル層 (Lasail Unit) の境界部に賦存する。
- (2) 鉍体の片側は鉍体生成前の断層によって境されており、その断層付近で鉍体の厚さが最も厚い。

鉍化変質特性：

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

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、今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できる。

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 Propection Ltd.により始められ、ソハール地域のラセイル鉍床、ベイダ鉍床、アアジャ鉍床やヤンキル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、Propection 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)によりラセイルと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

に、多くの鉱徴地を確認した。

一方、フランスの BRGM は、1983 年にオマーン国政府より北部オマーン山脈地域に対する地質図幅作成調査プロジェクトを受注し、1985 年までの間実施した。この図幅調査中オマーン山脈の西麓に位置するヤンキル地域のハイル・アス・サフィール部落近くで大規模なゴッサン帯を発見すると共に、幾つかの鉱徴地を確認した。

1985 年にはオマーン国政府は、図幅作成調査中に発見された主要な 13 ケ所の銅の鉱徴地に対する調査を BRGM に発注し、1986 年までの間物理探査及びボーリング調査が実施された。この結果上述のハイル・アス・サフィール部落におけるゴッサン帯において塊状硫化物鉱床の賦存を確認した。

1988 年には、ハイル・アス・サフィール鉱床とラカー鉱床の開発の可能性を明らかにするため、オマーン国政府はその調査を日本政府に要請した。この要請に対して日本政府は、国際協力事業団及び金属鉱業事業団を通じて、この地域に対して資源開発協力基礎調査・地域開発計画調査を実施し、その開発の可能性を調査した。

一方、OMCO は、ラセイル、ベイダ両鉱床の鉱量が枯渇してきたことから、ソハール製錬所への原料供給のため 1988 年にソハール地域のアアジャ鉱床の開発に着手したが、1993 年にはこの鉱床も終掘しており、現在は海外からの買鉱により操業を続けている。終掘した各鉱床の総生産量と品位を以下に示す。

鉱山名	総生産量	品位
ラセイル(Lasail)鉱山	9,183,677t	1.42%
アアジャ(Aaja)鉱山	2,561,887t	0.97%
ベイダ(Bayda)鉱山	790,891t	1.60%
ラセイル西(Lasail West)鉱山	434,478t	1.02%

このような背景よりオマーン国政府と OMCO は、引き続き国内鉱山開発のため精力的に探鉱活動を実施している。特に、ハイル・アス・サフィール鉱床に対しては、重点的に探鉱を実施しており、これまでに既知鉱床の周辺部でアル・ジャディード(Al Jadeed)、アル・アスガール(Al Asghar)、アル・ビシャーラ(Al Bishara)という 3 つの衛星鉱体を確認している。これらの探査によって捕捉された地質鉱量(酸化鉱を含む)は、ハイル・アス・サフィール鉱床とその衛星鉱体及びラカー鉱床を併せて合計約 11 百万 t、銅平均品位 1.44%、金平均品位 0.73g/t である。また、1994 年にはラカー鉱床の地表部の含金酸化鉱(ゴッサン)を対象としてラカー金鉱山が操業を開始し、年間約 500kg の金を現在なお生産している。2001 年末までに鉱石約 70 万 t を採掘・処理し、約 4.2t の金と約 2t の銀を生産している。アル・ビシャーラ鉱体にも同様なゴッサンの存在が確認されており、OMCO の試算によるとその地質鉱量は約 50 万 t で、金平均品位は 6.35 g/t である。

さらにオマーン山脈の東のバチナコーストにおいては、オマーン国政府の要請に応じて国際協力事業団/金属鉱業事業団が 1995 年～1996 年に中央バチナコースト地域資源開発協力基礎調査、

1997年～1999年に南バチナコースト地域資源開発協力基礎調査を実施し、グザイン地区において新規に3つの塊状硫化物鉱体、合計推定地質鉱量約1,400万t（銅平均品位1.64%）を発見している。