

# 「オマーン・オフィオライトと海洋地殻」 —海洋地殻と大規模硫化物鉱床の形成—

川幡 穂高<sup>1)</sup>・宮下 純夫<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

科学技術振興調整費「海嶺におけるエネルギー・物質フラックスの解明に関する国際共同研究」(リッジフラックス計画)では1995年12月にオマーン・オフィオライトを調査した。これは資源調査などを除くと、初めての日本人グループによる純粋な科学調査であったが、川幡ほか(1997)で報告したように多くの知見が得られた。それから2年が経過し、採取試料の岩石学的、鉱物学的、地球化学的分析が進んだので、1997年11月から1998年1月にかけて研究テーマごとの詰めを行うため、再びオマーン・オフィオライトを訪れた。この2年間にオマーン・オフィオライトの研究体制には大きな進歩が2つあった。一つは、文部省関係の科学研究費補助金(国際学術研究)で「海洋地殻生成のダイナミクス—オマーンオフィオライトを例として—」(研究代表者、宮下純夫)が平成9年度から開始されたことである。これによって、長期間の調査が可能になり、岩石のサンプリングを主体としたものから、最低1ヵ月以上時間のかかるマッピングをも含む地質調査も実施できるようになった。もう一つは、平成9年度より始まった通商産業省関係の工業技術院国際研究協力事業特別研究「オマーン、オフィオライト中の金白金鉱床のポテンシャルと探査手法の研究」(研究代表者、地質調査所小笠原正継)である。これは、科学研究のほかに資源探査手法の研究やオマーンの若い鉱床関係者の訓練が含まれている。

ここでは今回のオマーン・オフィオライトの調査の概略とオマーン国の現状についてふれる。

## 2. オマーン北部のサマイル・オフィオライトの概略

オマーン・オフィオライトはアラビア半島東端のオマーン山脈に沿って延長500km、幅約80kmの広がりをもって分布する世界最大規模のオフィオライトである。オフィオライトには海洋地殻から上部マントルまで、初生的な構造・層序が乱されることなく保存されている。オフィオライトの北端と南端はそれぞれDibba lineとMachirah lineの二つの断層で限られるが、これはもともと断裂帯であったと考えられている(第1図)。大きなブロック(ナップ)では溶岩層からマントル上部まで厚さ14kmにおよぶ海洋プレートの断面をみることができる(第2図)。これらの各岩層の侵食に対する抵抗力の違いは地形によく現れている。地殻最上部を構成する溶岩層は低平な丘陵地を作り、いく筋ものワジ(Wadi: 涸れ川)によって横切られている。溶岩層の下位に

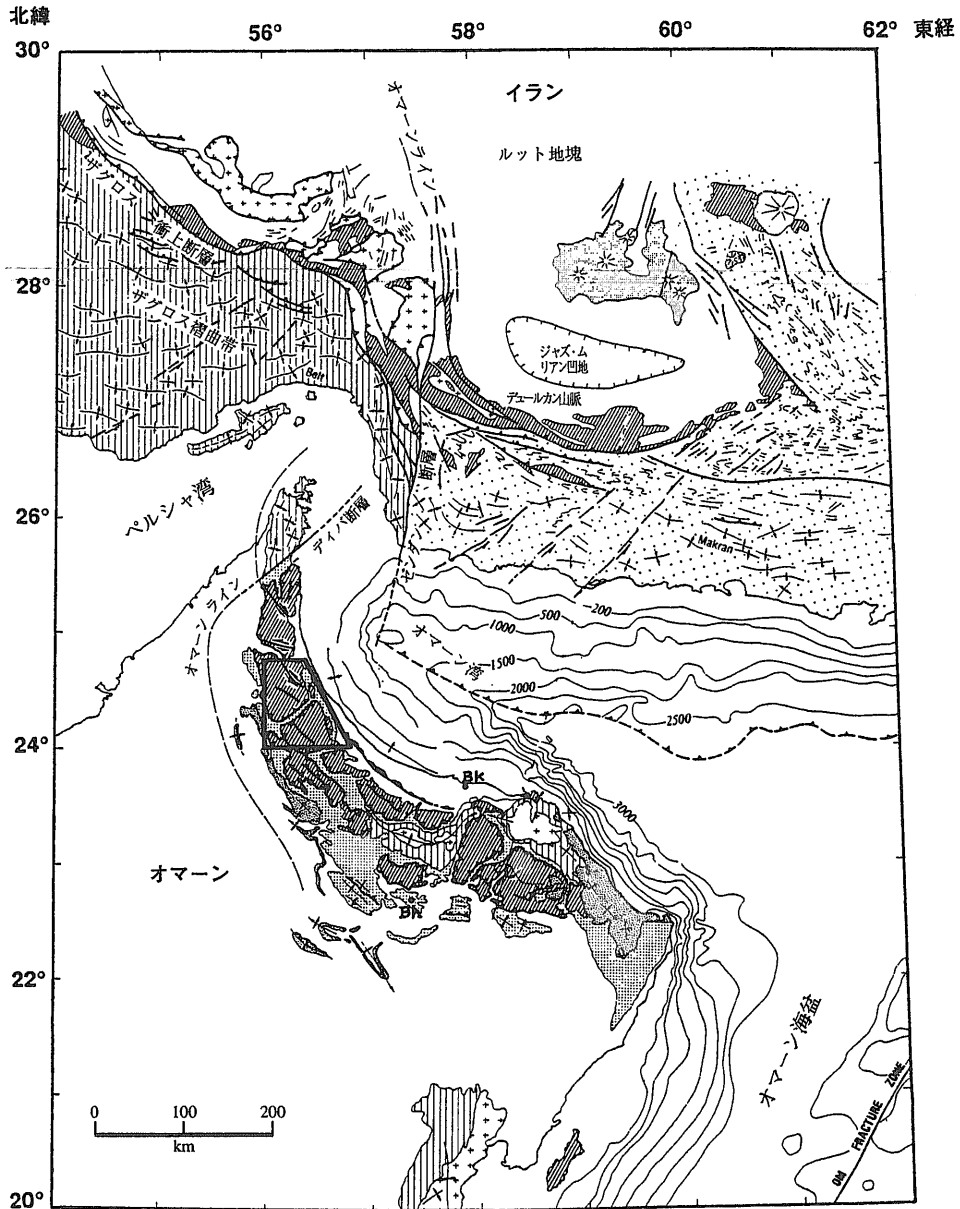
第1表: 調査団のリスト。

	期 間	参加者 (所属機関)
第一グループ	11月11日~	宮下純夫 <sup>1)</sup> (新潟大学), 足立佳子 <sup>1)</sup> (新潟大学)
	12月29日	海野 進 <sup>1)</sup> (静岡大学), 中目 大 <sup>1)</sup> (静岡大学)
第二グループ	12月26日~	川幡穂高 <sup>2)</sup> (地質調査所), 木川栄一 <sup>2)</sup> (富山大学),
	12月29日	秋山友恵 <sup>2)</sup> (富山大学), 増田俊明 <sup>1)</sup> (静岡大学), 釘宮康郎 <sup>1)</sup> (静岡大学), 石川剛志 <sup>1)</sup> (静岡大学), 阿部なつ江 <sup>1)</sup> (東京工業大学)
第三グループ	12月16日~ 1月15日	荒井障司 <sup>1)</sup> (金沢大学), 森下知晃 <sup>1)</sup> (金沢大学)
第四グループ	12月16日~ 1月 5日	長橋 徹 <sup>1)</sup> (新潟大学), 高沢栄一 <sup>1)</sup> (新潟大学)
第五グループ	12月21日~ 12月29日	浦辺徹郎 <sup>2)</sup> (地質調査所), 藤岡換太郎 <sup>2)</sup> (海洋科学技術センター), 赤澤克文 <sup>2)</sup> (海洋科学技術センター), 小川勇二郎 <sup>2)</sup> (筑波大学), 岡本憲治 <sup>2)</sup> (筑波大学), 千葉 仁 <sup>2)</sup> (九州大学), 広安優子 <sup>2)</sup> (九州大学), 平野直人 <sup>2)</sup> (九州大学), 柴田次夫 <sup>2)</sup> (岡山大学), 石井輝秋 <sup>2)</sup> (東京大学海洋研究所)

<sup>1)</sup>文部省関係経費での参加者, <sup>2)</sup>科学技術振興調整費関係経費での参加者

1) 地質調査所 海洋地質部  
2) 新潟大学理学部地質科学教室

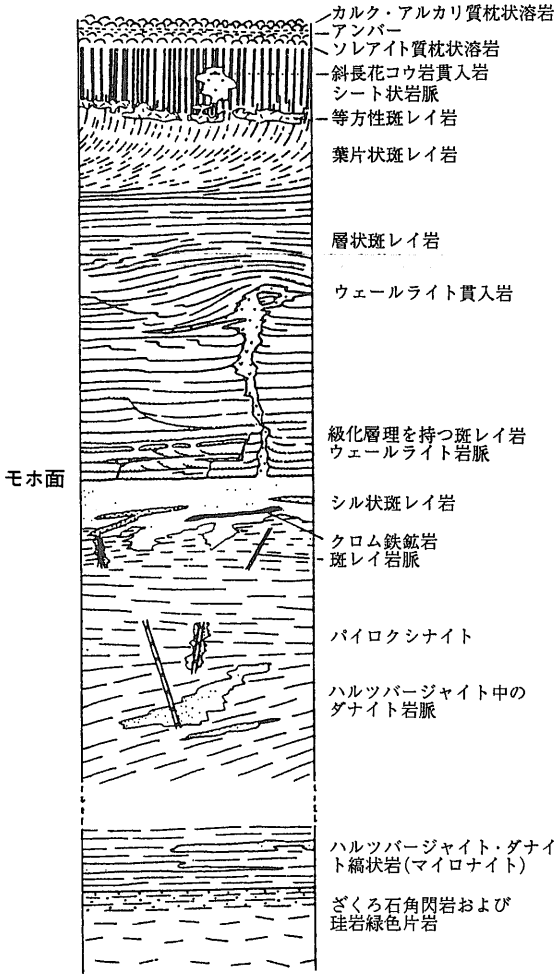
キーワード: オマーン, オフィオライト, 海洋地殻, 上部マントル, 中央海嶺, フラックス, 硫化物鉱床



第1図 オマーンおよび南部イランのテクトニクス図。主要な調査地域を黒枠で示す (Bk: Barka, Bh: Bahla ; Coleman, 1981, 海野, 1995)。

現れるシート状岩脈はやや急峻な小山になり、岩脈面が山の斜面となったケスタ状の地形が見られる。層状深成岩体は縦横に交差する節理に沿って侵食され、階段状のテラスをもつ高い山地となる。マントルカンラン岩は断層や節理に沿って蛇紋岩化が進み、選択的に侵食された結果、深い峡谷とこのぎりの歯のようなぎざぎざの屋根をもつ急峻な山

岳地形を作っている(海野, 1995)。激しい褶曲や多数の断層によるブロック化がないにもかかわらず、正確な地殻の厚さの見積もりは困難であるが、Nicolas (1989)によると、溶岩層の厚さは400m-1,600m、シート状岩脈で1,000m-1,700m、深成岩体が1,700m-4,100m、地殻全体で5,000m±1,000mと推定されている。



第2図. オマーン・オフィオライトの模式的柱状図。構造的な方向は考慮してあるが、各ユニットの相対的な厚さは正しくない(Nicolas, 1989, 海野, 1995)。

### 3. 調査概要および結果

調査の基礎となる地殻構造、岩石学、変成岩、熱水変質、鉱化作用、岩石磁気、変質の地球化学的情報は、1970年代に行われたアメリカのグループによる調査結果(“Oman ophiolite”: J. Geophys. Res., Vol. 86, 1981), モンペリエ大学のNicolasによる構造地質学的解説(“Structures of Ophiolites and Dynamics of Oceanic Lithosphere”: Nicolas, 1989), および本調査参加者によってまとめられたレビュー(“特集: 海洋地殻のダイナミクス”: 地学雑誌104巻3号)を参照されたい。今回の調査もソハール周辺が主な対象地域であ



写真1 オマーン国中央パチナココスト地域のグザイン部落北方の風景。硫化物鉱床は平らな砂漠の下、約100m以深に存在している。

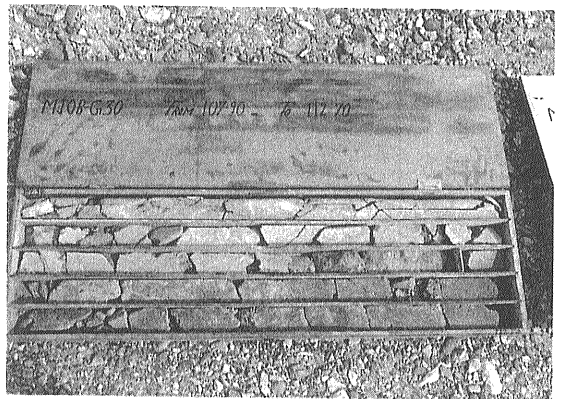


写真2 鉱体を買いたボーリングコアMGOB-G30の107.90-112.70mの層準のセクション。硫化物鉱床のトップが110-112m付近に見られる。

ったが、マスカット周辺も含めて広範囲にわたった。ここでは、昔の海底表面から下位にむかって調査概要を紹介しよう。

平成8年度および9年度にオマーン国中央パチナココスト地域のグザイン部落北方のオフィオライト中に有望な硫化物鉱床が新しく発見された。これは、オマーン石油鉱物省の要請を受け、国際協力事業団が金属鉱業事業団に委託して行われている資源開発協力基礎調査中に見つかったものである(写真1, 2)。これらの鉱床はキプロス型火山性塊状硫化物鉱床に属するもので、紀元前3000年頃ペルシャ湾の対岸に栄えたスメル王朝に銅を輸出した記録が残っている同国の400を数える銅鉱床の

中でも最大級のもの期待されている。これらの鉱床群は北東-南西方向の数条の断層により変位を受けているものの、隣り合う断層に挟まれた地域内では北西方向に30度傾斜した整合的な層序関係を保っており、鉱床を含む海洋地殻上部全体が変位、変形を被ること無く保存されている。

そこで、鉱床下盤の上部海洋地殻中の熱水循環の全容を明らかにするため、鉱床上盤のラセル・ユニットの火山岩から、鉱床本体、下盤のジオタイムス・ユニットの玄武岩、その下部のシート状岩脈にわたる岩石試料をボーリングコア(ラセルおよびジオタイムス・ユニット)および露頭(シート状岩脈)から連続的に試料を採取した(浦辺, 川幡, 千葉, 私信)。

ボーリングは厚さ500メートル程度と推定されるジオタイムズ・ユニット中で停まっている。鉱床生成当時の熱水循環系ではその直下に反応帯(リアクション・ゾーン)が存在していたはずである。そこで、下部のシート状岩脈群露出地域(約4km×4km)から垂直距離約2.5km, 水平距離約2.5kmにわたって200-300mおきに系統的なサンプリングを行った。露頭観察によるとこのシート状岩脈は鉱床を胚胎するジオタイムス・ユニットにより漸移的に覆われており、断層による変位は認められない。またシート状岩脈の走行はいずれもN40-70W, 傾斜はほぼ垂直と乱されておらず、地層の傾斜(約30度)のため鉱床直下ではないものの、鉱床が生成していた海嶺の海嶺軸方向の延長部(水平距離にして2-5km)における上部地殻を代表しているものと考えられる。

実際、シート状岩脈の浅部(生成当時、以下同じ)、深部のトラバースと垂直方向の3方向について地質調査を行ったが、予察的結果によるとシート状岩脈の浅部での変質では、二次鉱物の量も少量で、比較的高温変質に普遍的な二次鉱物(例えば、緑れん石)はあまり出現せず、逆に深部では鉱脈や二次鉱物による置換も多く、緑泥石に富んだ変質岩なども出現し、高温熱水の反応帯がこのゾーンであることを示唆していた(川幡, 浦辺, 千葉, 私信)。

オマーン・オフィオライトのシート状岩脈群に関して、(1)地温勾配と岩脈の結晶作用の関係、(2)溶岩層-岩脈群および深成岩体-岩脈群の遷移帯の

構造、(3)岩脈群の構造を明らかにする目的で調査が行われた。(1)に関しては、一続きの岩体で構造的に乱されていないナップを対象に溶岩層から斑レイ岩(深成岩体)までの5層準から岩脈を採取し、岩脈の石基粒径の層序変化を調べたところ、岩脈群最下部から斑レイ岩への遷移帯にかけて粗粒化が認められた。但し、それより上位では不明瞭であった。(2)については、溶岩層と岩脈は貫入関係と断層で接し、両者の境界は鉛直方向に100m以上の起伏があった。(3)では、Wadi FizhからWadi Sudumまでの南北50kmを調査地域に選んで、岩脈の走向傾斜を調べたところ、シート状岩脈群は脆性剪断帯で画され、走向方向に1-10kmの延長を有するNNW走向とNNE走向の多数のセグメントからなることがわかった。境界をなす剪断帯はNW-WNW走向で、層序の下位の斑レイ岩では延性剪断帯に、マントルカンラン岩中では線構造の発達したテクトナイト帯に移り変わっていった。剪断帯では深成岩体、シート状岩脈群、溶岩層が薄く、岩脈の発泡、100m以上の落差を有する正断層などの異常が認められた。これは後期の活動であるアレー・ユニットの分布を支配していることから、アレー・ユニット堆積以前拡大軸の近傍で生じた構造である可能性が示唆された(海野, 私信)。

岩石磁気の研究では前回の調査でシート状岩脈およびマントルカンラン岩の研究を行ったので、今回は斑レイ岩がメインのターゲットとなった。これらのデータは、ODP Leg 176で掘削された斑レイ岩より得られたデータと比較・検討し、海洋斑レイ岩の磁化モデルを構築するために供される(木川, 私信)。

地質構造に関しては、2年前の調査をふまえて、各ワジ(北から、Wadi Zabin, Wadi Fizh, Buraimy Road, Wadi Hilti, Wadi Sudum)における標準層序と構造の確立と、特にモホ付近の地質観察、および火山岩のサンプリングを行った。Wadi Zabin, Wadi Fizh, Wadi Hilti, Wadi Sudumのモホ周辺では、モホの上位の斑レイ岩体と下位の超苦鉄岩体は、必ずしも教科書的にはなっておらず、側方に著しい変化を示していることがわかった。特に、超苦鉄岩体中の斑レイ岩が側方に急激に厚さを減じたり、傾斜が変化したりするさまがよく観察された。

また、Wadi Zabin上流のBat付近のモホ周辺では、片状の斑レイ岩がドーム状に分布し、その周辺に東方への著しい衝上断層が発達することがマッピングから明らかになった。モホ面直下のカンラン岩中では直径2~20cmのトロクトライト質斑レイ岩が存在していた。この様な斑レイ岩とカンラン岩の産状はモホ面付近に必ず認められるというわけではないが、モホ面の微視的な特性の解明や層状斑レイ岩と下位のカンラン岩の岩石学的な関係を探るうえで重要であると考えられた。この断層面には変成された蛇紋岩片岩が多く産していた。その他、従来十分には知られていなかった小規模な衝上断層や、側方短縮を示す褶曲などが、主にモホ付近の斑レイ岩(その多くは片麻状となっている)に見られることがわかった。これらのことは、先に述べた蛇紋岩片岩との関連において、おそらくこのオフィオライト岩体のオブダクション時の構造運動に関係するものとして、注目された(小川、藤岡、石井、柴田、平野、私信)。

斑レイ岩に関しては、1995年に引き続いて96年にも国際学術共同研究(代表:玉木賢策)から援助を受けて20日間の調査を行った。97年には50日間近い調査を行い、多数の知見を得た。特に、Wadi Fizh地域において海嶺伝播に伴う海洋地殻の'改編'ともいべき現象が明らかになった。

これまで一連の海洋地殻第3層に相当すると見られてきた斑レイ岩体は、生成時期の異なる二つに分けられる。モホ面とシート状岩脈群の間に挟まれる層状斑レイ岩と、岩脈群や上部斑レイ岩によって貫入される斑レイ岩ブロックである。前者には岩脈はほとんど観察されないのに対し、後者には多数の岩脈や塊状斑レイ岩が貫入している。これらのブロックには、比較的分化した特徴を有する斑レイ岩ノーライトなど、多様な岩相のものが存在している。これらの斑レイ岩ブロックは、海嶺伝播に伴った一方の海嶺軸におけるマグマ溜まりの終焉・後退の際に形成されたものと考えられる。マグマ溜まりの終焉・後退は、その溜まりへの新たなマグマ供給を絶つので、その縁辺部では、閉鎖系に近い結晶分化作用システムとなり、より分化した岩石が形成される。一方、前進しつつある海嶺軸の先端部では、そうして形成された海洋地殻を破壊しながら、まず岩脈群が貫入してゆき、その後

からマグマ溜まりが前進してくることによって、斑レイ岩が貫入してゆき、新たな海洋地殻層序が形成されたと考えられる。このことは、一度形成された海洋地殻が、少なくとも海洋地殻第3層までにわたって全面的に改編されたことを示しており、海洋地殻の改編プロセスを考える上で、Fizh地域が重要な意義を有している。

また、今後の詳細な検討のために、今回報告した特殊な2つの斑レイ岩体とともに、Wadi Sudumに露出する「正常」な斑レイ岩体において、100分の1の精度で数十メートルの柱状スケッチを行い、多数の試料を採取した。今後、これらを詳細に解析することにより、海洋地殻の形成プロセスや、斑レイ岩に発達する層状構造の成因などに迫っていきたいと考えている(宮下、足立、私信)。

マントル部分の調査については、Wadi Hilti, Wadi Fizh, Wadi Farfarを中心に、主要な露頭の詳細な観察およびサンプリングを行った。また、マントルの一般的な性質を知るために、河床の砂および礫についても系統的にサンプリングを行った。その結果、以下の観察事実を得た。(1)これらの地域はほぼハルツバージャイトより成り、レールズライトを欠いていた。但し、ハルツバージャイトにはしばしばウェールライト的な部分が存在していた。(2)ダナイトがかなり普遍的に存在しており、その形体は調和的あるいは非調和的(ネットワーク状)の両者があり形成過程は単純ではないことが示唆された。(3)パイロクシナイトは局所的に存在していた。比較的厚いもの(しばしばスピネルに富む)は非調和的であったが、薄層では調和的な場合もあった。今回採取した試料の解析を行い、マントルカンラン岩が溶け残り岩石かどうかという問題、ダナイト・パイロクシナイトがキュムレートかどうかという問題、これらを総合してこれらの岩石とMORB(中央海嶺玄武岩)生成との関係などを明らかにしていく方針である(荒井、私信)。

海洋性マントルにおける単斜輝石の量比および分布と深さ方向との関連性の有無を検討するための調査がFizhブロックを中心に行われた。特にWadi Fizh流域ではモホ面より下位の約4km深部に至るマントルカンラン岩の産状を観察した。ここでは、肉眼的に単斜輝石がほとんど認められないハルツバージャイトが主体を占め、その中に、さまざま

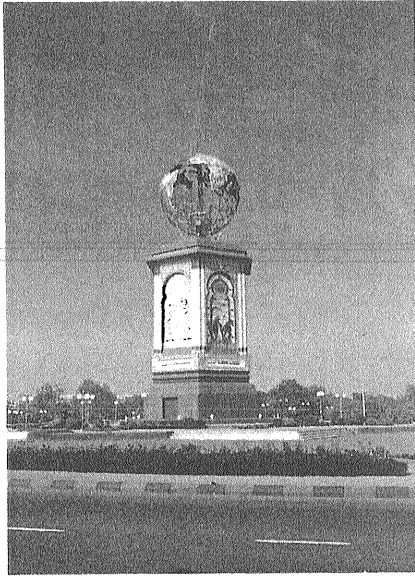


写真3 高速道路のラウンドアバウト(ロータリー)の風景。  
花を飾り、整備が行き届いている。

まな規模の層状もしくは不規則な形態のダナイトが挟在していた。また、時々斑レイ岩やパイロクシナイトのダイクが存在していた。パイロクシナイトの斑レイ岩に対する量比は深さとともに増加する傾向があるように思われた。一方、Fizhブロックの下部のカラン岩は、マイロナイト化を部分的に強く受けていた。また、単斜輝石が肉眼でも顕著に認められるハルツバージャイトも数ヵ所で確認した。今後、それら単斜輝石の産状と化学組成をもとに、海嶺下でのマントルカンラン岩の部分融解などのプロセスを検討していく予定である(高澤, 私信)。

以上が科学的調査の概略であるが、今回は現在の海嶺の調査に欠かせない「しんかい6500」のパイロットである赤澤克文氏も参加した。彼にとってもオマーンでの調査は、大変有意義で、貴重な経験であったようだ。今まで、海底で行ってきた調査や試料採取の方法の違いを実感したとのことである。潜水艇による調査で様々な地形を観察してきたが、視界に限りがあり、全体を一望する事は難しかった。一方、オマーン・オフィオライトではほとんどすべてが路頭で、数km以上のスケールで枕状溶岩、シート状岩脈が展望できる程その景観は雄大であったとの感想をもたれた。

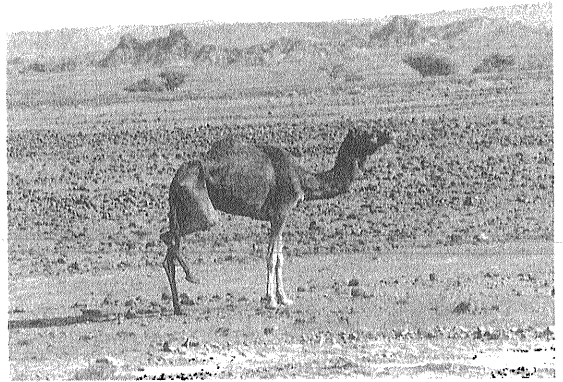


写真4 オフィオライト岩体の上の層準に位置する石灰岩地帯。通常、幹線を離れると砂利道が多い。ラクダは自動車が普及するまでは重要な交通手段であったが、現在では4WD車にとってかわられている。ちなみにラクダ一頭の値段は200-300万円と高価である。

#### 4. オマーン国の変化と地質調査

オマーンは1970年に現在のカブース国王が政権を担ってから急速に発展し、従来の鎖国政策を捨てて積極的な開国政策を展開している。イスラム国家なので治安はよく、清潔でゴミもほとんど落ちていなかった。基本的に首都周辺は近代的で、高速道路にそってたくさんの花が植えてあったり、街路樹に散水したり幹線の整備は行き届いている(写真3)。オフィオライトが分布する地域は、これらの幹線から20-30km程陸よりにはいるので、道路は一部で舗装されているものの通常は砂利道である(写真4)。しかし、砂利道や電気設備も年々内陸の村々へ向かって整備されていることもあり国民のカブース国王に対する尊敬は大きいようだ。

オマーンの人口の約20%は出稼ぎでやってきたインド人などが占めている。彼らはオマーン人より低賃金でいわず仕事をすらししい。そこで、同国のビジネスの世界ではインド人の貢献が大きい。しかしながら、湾岸諸国ではアラブ人の失業率が高いために、最近このような出稼ぎ労働者を本国に返す政策をとっている。私達が同国でレンタカーを借りる時には、車が右側通行であるということもありしばしば運転手付きレンタカーとするが、2年前

には運転手はすべてインド人であった。しかし、現在ではこれらの職種にインド人がつくことは禁じられているので、すべてオマーン人にとってかわられた。もっとも、レンタカー会社の事務所では依然として多くのインド人が働いており、オマーン人がビジネスの社会でも重要な地位を占めていくようになるまでには、まだかなりの時間がかかるように思われた。

1997年は今世紀最大のエルニーニョ状態にあると報道されていて、日本でも6月に台風が本州を直撃したり、インドネシアでは乾燥に伴う山火事が発生したり、ペルーでは豪雨にみまわれたり、世界の各地で異常気象が報告されている。オマーンも例外にもれず今年は異常で11月にもかなりの降雨があり、通常は涸れているワジ(涸れ川)が増水し、通学途中のバスが流され生徒が死亡した。オフィオライトが発達する地域でも、特に斑レイ岩から超塩基性岩が見られる地域は急峻な谷が発達し、地質調査に支障をきたす位水量が増加したこともあった。オフィオライトや層準的に上部の石灰岩地帯でも通常の12月には見られない位草や花がはえて、小さなアブも多く飛び回り、調査隊にも被害があった。

1997年の調査はほとんどの人にとって2回目であったので、充実した調査をすることができた。今回も、オマーン国商工省(旧石油鉱物資源省)、在オマーン日本大使館、および現地で地質調査を指導してこられたJICA専門家の方々に大変お世話になった。オマーンへの入国に際しては、ビザに相当するNOC(No Objective Certificate)が必要だが、今回も石油鉱物資源省(入国時)が責任をもって引き受け人になってくれた。特に、私達は石油鉱物資源省の中でも鉱物資源部門の人々と密接な関係にあるが、滞在中の12月17日に突然政府組織の改組があり、鉱物資源部門は石油鉱物資源省から商工省へ移動することとなった。部門全体の移動なので大きな混乱はなく、鉱山見学、調査地域についての基礎資料の提供についても便宜をはかっていただいた。調査隊の主体が帰国する直前、商工省にて、オマーン・オフィオライトに関するミニシンポジウムを開催した。始めに金沢大学理学部の荒井章司教授が「オフィオライトのマントル」というタイトルで講演し、オマーン・オフィオライトと海洋底から採取された超塩基性岩が海洋地殻の形成を解明

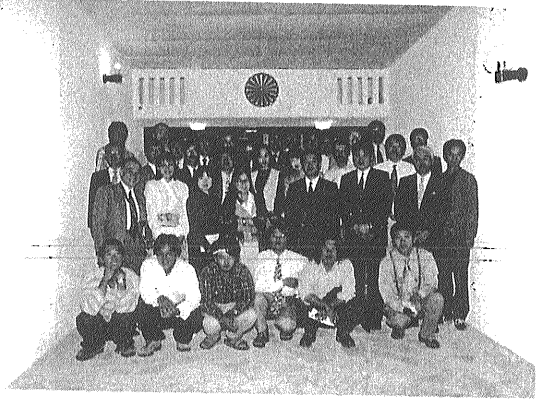


写真5. 香田忠雄大使公邸でのパーティー。

する上でいかに大切であるか、ということを強調され、オマーン・オフィオライトがこの分野の研究に多大な貢献をしていることを述べられた。次に、地質調査所浦辺徹郎首席研究官が、「日本の別子型鉱床」について話された。日本の別子型鉱床は、オマーンに存在するキプロス型鉱床と同様、火山性塊状硫化物鉱床タイプに属するもので、後者の縁辺部において生成したのではないかと過去に考えられた時期もあった。しかし両者の類似点と相違点を検討してみると、キプロス型鉱床は中央海嶺での海底熱水活動により、別子型鉱床は島弧・海溝系の火山活動に伴う海底熱水活動によって生成したらしいことが分かってきていたことを解説した。

オマーンでは、柴田芳彰氏をはじめとする大手開発(株)の方々が過去10年以上にわたりオマーンの地質図および資源探査に関わってきた。本年はその成果が現実のものとなり、前述したようにキプロス島でも最大級のスコリアティサ鉱床に匹敵する規模の大鉱床が発見された可能性が高い。この鉱山の発見は金属鉱業事業団の海外探査事業の一環として行われたきたものであるが、この鉱床体の西側にももう一つの大鉱床が埋没していることが物理探査から推測されており、将来のさらなる発見が有望である。

現在オマーンではオマーン人による農漁業振興、輸出向け工業産業の育成が進行中である。特に、国の発展の初期段階では、例えば日立が日立銅山、住友が別子銅山というように、鉱業からあがる収益を活用して経済発展にまわすことが多い。国王の政策によりこの20年間に急速に発展したオマ

ーンではあるが、スルタン・カブース大学においてもこれからは大学院の整備が急務である。

特に香田大使は、科学技術面での交流が長い目でオマーン国の発展に貢献するとお考えになり、産-官-学の結びつきを強め、資源探査等でも人材育成と産業とが相互に協力しあって発展する基礎を築くことを目標とされている。特に、調査終了時に大使公邸で、調査団のために公邸でガーデンパーティーを開いて下さった(写真5)。これには、商工省の大臣であるH.E. Maqbool bin Ali bin Sultan閣下、スルタン・カブース大学の副学長であるH.E. Mohammad bin Al ubair bin Ali教授などオマーン人20余人が招かれた。

オマーン・オフィオライト調査もようやく土台が整い、単に短期的調査で岩石試料採取を行うという段階から、地質や岩石のマッピングを含む時間のかかる本格的調査を実施できる段階に達した。フランスやアメリカの研究グループは、10年以上にわたって継続的にオマーン・オフィオライトを訪れ、さまざまな方面から調査・研究を行っている。日本も、オマーン・オフィオライトで博士号をとる大学院生が育っていくように、長期的戦略の基に研究を押し進めていくのが今後の課題であると考えられる。

謝辞：本研究は、科学技術振興調整費「海嶺におけるエネルギー・物質フラックスの解明に関する国際共同研究」と国際学術研究「海洋地殻生成のダ

イナミクス-オマーンオフィオライトを例として-」の成果の一部である。オマーン国との地球科学的研究の発展で、香田忠雄大使をはじめとする日本大使館の皆様にお世話になった。また、調査の遂行にあたり、今回も国際協力事業団から派遣されていた川村和太氏、大手開発の方々にお世話になった。また、オマーン・オフィオライト調査ではカシム博士、ヒラル博士をはじめとする商工省(旧石油鉱物資源省)の方々には便宜をはかっていた。また、ここに掲載した写真は東京大学海洋研究所石井輝秋博士によって撮影されたものである。浦辺徹郎首席研究官に原稿を査読していただき原稿が改善された。ここに感謝します。

#### 引用文献

- 川幡穂高・浦辺徹郎・藤岡換太郎(1997):「オマーン・サマイルオフィオライトと海洋地殻」—海洋地殻の形成と熱水活動に関するモデリングへむけて—。地質ニュース, no.516, 43-49.
- Nicolas, A. (1989): "Structures of Ophiolites and Dynamics of Oceanic Lithosphere". Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 40p.
- "Oman ophiolite" (1981): J. Geophys. Res., Vol. 86.
- "特集: 海洋地殻のダイナミクス" (1995): 地学雑誌104巻3号.
- 海野 進(1995): 北部オマーン山脈サマイル・オフィオライトの地質。地学雑誌, 104, 321-349.
- 海野 進(1991): オマーン北部のサマイル・オフィオライトの地質。静岡地質, 63, 1-3.

KAWAHATA Hodaka and MIYASHITA Sumio (1998): Oman ophiolite and oceanic crust - the formation of oceanic crust and the related hydrothermal ore deposits -

<受付: 1998年3月2日>

