

北部オマーンオフィオライトに湧出する高アルカリ泉と沈殿物の地球化学 Geochemistry of hyperalkaline spring water and precipitates from the Oman ophiolite

佐藤 努[1], 秋田 奈生子[2], 荒井 章司[3]

Tsutomu Sato[1], Naoko Akita[2], Shoji Arai[3]

[1] 金沢大・院・地球環境, [2] 金大・自然・地球, [3] 金沢大・理・地球

[1] Global Environ. Sci. Engineer., Kanazawa Univ., [2] Earth Sci., Kanazawa Univ., [3] Dept. Earth Sci., Kanazawa Univ.

http://earth.s.kanazawa-u.ac.jp/Environmental_Mineralogy/

北部オマーンオフィオライトのモホ遷移帯付近に湧出する温泉水と沈殿物の生成プロセスを明らかにするため、温泉水とマントル部の表面やワジ堆積物中を伏流しながら下流へと移動する地表水、および温泉付近に認められる沈殿物を採取・分析した。その結果、温泉水の水質は高アルカリ・還元的で、弱アルカリ・酸化的な地表水の水質と大きく異なっていた。また、温泉水が地表水と混合して生成する沈殿物も、その化学組成（低Mg・高Ca濃度）を反映したCa炭酸塩鉱物であることが判明した。これは、この温泉水が、反応溶液を高アルカリ性にバッファーするとともにカルシウムを付加して極端にMgを欠乏させる岩石-水反応を経て湧出したことを示す。

オマーンオフィオライトは、世界で最も保存の良い断面（噴出岩から上部マントルまで）が観察可能なオフィオライトである。このため、海洋地殻や上部マントルかんらん岩を研究対象としている地質学・岩石学者の注目を集め、数多くの研究がなされてきた。その一方で、モホ遷移帯付近やオフィオライト底部のマントルかんらん岩からpH=11を越える高アルカリ泉が湧出することでも有名で、放射性廃棄物処分で問題となっている高アルカリ溶液の地球化学的インパクトを評価するためのナチュラルアナログとして、イギリスのオープン大学を中心としたプロジェクト研究がなされた。この泉は、降雨量の少ないオマーンにあって、農業利用のための水源として、あるいは丘陵地帯の土壌形成に関わる水として極めて重要であるばかりか、オフィオライトを構成する岩石の水による変質やそれにともなう元素の分配というグローバルな問題を考える上でも貴重な情報を与えてくれる。しかし、その泉や泉付近に認められる沈殿物の地球化学的考察は不十分で不明な点が多い。

今回、北部オマーンオフィオライトのモホ遷移帯付近に湧出する高アルカリ泉と沈殿物の生成プロセスを明らかにするため、高アルカリ温泉水とマントル部の表面やワジ堆積物中を伏流しながら下流へと移動する水（以下地表水と省略）、および高アルカリ泉付近に認められる沈殿物を採取し、ICP質量分析、イオンクロマトグラフィーや粉末X線回折分析等に供した。

モホ遷移帯付近に湧出する温泉水（30-36℃）のほとんどは、パブリックをともなって基盤岩の割れ目からゆっくりとしみ出し、高アルカリ性（pH=11.0~11.7）・還元的（ $E_h=-50\sim-600\text{ mV}$ ）で、弱アルカリ性（pH=8.5-8.7）・酸化的（ $E_h=150\text{ mV}$ 前後）な地表水（20-25℃）の水質と明らかに異なっていた。また、それぞれの化学組成分析から、温泉水はNa⁺-Cl⁻/Ca²⁺-20H⁻タイプのものであるのに対して、地表水はMg²⁺-2HCO₃⁻タイプのものであることが判明した。特に、Mgの濃度は両者で大きく異なり、温泉水のMg濃度は地表水のそれよりほぼ3桁低い値を示していた。その他の相違としては、温泉水のSiは2-10倍低い値である一方、K・Caは2-3倍高い値を示していたことがあげられる。

高アルカリ泉周辺の沈殿物は白色から乳白色で様々な形態があり、(1)水面にフィルム状に漂うもの、(2)ムース状の細かい結晶として河床に沈殿しているもの、(3)河床で花びら状に結晶化しているものであった。X線回折分析から、そのほとんどがアラゴナイトで構成され、一部カルサイトを含むものがあつた。これらの結果は、Morishita and Arai (1999)と一致する。また、高アルカリ泉から少し離れた干上がった部分には金平糖状に結晶化しているもの沈殿物があり、これらは含水Mg炭酸塩鉱物のネスケホナイト、ハイドロマグネサイトであった。高アルカリ泉の周辺でCa炭酸塩鉱物が沈殿するのは、この温泉水の低Mg濃度によるもので、低Mg・高Caの温泉水がMg²⁺-2HCO₃⁻タイプの地表水と混合したためと考えられる。また、高アルカリ泉周辺では、セメント状に固化されたワジ堆積物が特に発達している。このワジ堆積物のマトリックス部は白色のカルサイトであることから、その発達に高アルカリ泉が関与していたことも容易に想像できる。

以上のように、オマーンオフィオライトのモホ遷移帯付近に湧出する温泉水の水質は、マントル部の表面やそのワジ堆積物中を伏流しながら下流へと移動する地表水の水質と大きく異なっており、温泉水が地表水と混合して生成する沈殿物も、その化学組成（低Mg・高Ca濃度）を反映したものであつた。これは、この温泉水が、モホ遷移帯周辺のかんらん岩やはんれい岩と弱アルカリ性・酸化的な水が反応して生成された地表水とは異なり、反応溶液を高アルカリ性にバッファーするとともにカルシウムを付加して極端にMgを欠乏させる岩石-水反応、例えば蛇紋岩化や蛇紋岩化にともなうブルーサイトの生成を経て湧出したものであることを示す。