

極低温・高アルカリ環境における Mg 鉱物の生成過程と要因

Processes and factors of generation of Mg-minerals in ordinary temperature hyperalkaline water

大世古 光弘[1]; 佐藤 努[2]

Mitsuhiro Ohzeko[1]; Tsutomu Sato[2]

[1] 金沢大・院・自然; [2] 金沢大・自然計測センター

[1] Life and Earth Sci., Graduate, Kanazawa-U.; [2] Inst. Nature, Environ. Technol., Kanazawa Univ.

はじめに いくつかの先行研究により、西部アメリカやオマーンなどのオフィオライトの超塩基性岩地域、大西洋中央海嶺付近において天然の環境において非常にまれな常温・高アルカリ性の地下水の湧出が報告されている。これらの地下水は高 Ca、低 Mg、Si 濃度という共通の特徴を持ち、超塩基性岩の単純な溶解による変質作用のみでは地下水の化学組成を説明することは困難であり、これまでにこれらの地下水の生成はカンラン岩の地下水による溶解と蛇紋石の沈殿反応によって引き起こされる(低温蛇紋岩化作用)と考えられてきた。しかし、その反応を直接示す証拠は未だ示されていない。また、これらの地下水の湧出口には炭酸塩鉱物を主とする多様な沈殿物が存在し、超塩基性岩中の割れ目にも同様の炭酸塩鉱物の沈殿物が生成しているが、それらの沈殿物の詳細な分析は明らかにされていない。他方、海洋地殻の一部が超塩基性岩によって構成されていることも明らかにされてきている。よって低温における超塩基性岩-溶液間の反応を明らかにすることは元素の地球学的フラックスの解明などに直接役立つと考えられ、地球科学的に非常に重要である。そこで筆者らはオマーンオフィオライトの野外調査と室内実験より、超塩基性岩地域における地下水と鉱物間の反応について明らかにする。

試料・分析 試料はオマーンオフィオライトにおいて、試水として地下水と地表水、およびそれらの混合水を、岩石は湧出口付近の沈殿物、超塩基性岩中の脈を採取した。試水は温度、pH、ORP、EC の測定を行い、0.2 μm フィルターにより濾過し、試水 100ml に対し濃硝酸 1ml を滴下したものと未処理のものを採取した。それらを用いて溶解元素の定量を行った。また現地にて酸滴定によるアルカリニティー測定も行った。岩石中の脈は薄片を作製し沈殿物の産状の観察、構成鉱物の同定を行い、さらに粉末試料を作製して同定・キャラクタリゼーションを行った。沈殿物も同様に分析を行った。

合成実験 超塩基性岩-溶液反応、および地下水が地表において生成する沈殿物の生成環境を明らかにするため合成実験を行った。

結果・考察 地表においてカンラン岩と反応した地表水は pH8-9、ORP 値 0-100mV と酸化的、Mg(約 60ppm)および炭酸イオン(15-30ppm)という水質であるのに対し、地下水は温度 18-38 度、pH11-12、ORP-200--700mV と還元性、Ca(25-35ppm)に富み、Mg(1-100ppb)、Si(200-700ppb)に欠乏し、湧出口によって Al 濃度が変化(10ppb-1ppm)する水質をもつ。これらの水が混合する場所において生成している沈殿物は多くはカルサイト、アラゴナイトであり、湧出口から数 m から数十 m に渡って沈殿している。それに対し、微量の鉱物が湧出口から数十 cm の範囲に生成されている。生成物は地下水の Al 濃度の違いによって hidroタルサイトかブルーサイトであり、場合によっては hidroマグネサイトが生成している。ここで観察された hidroタルサイトは Si を含んでおり、炭酸イオンを層間に持つものより層間距離が長い特徴を持つ。これらの鉱物が発生する場における水質は段階的に地表水と同様の性質となっていく。

超塩基性岩中に観察される脈は大きく 2 つの種類に分類される。一つはマグネサイトとドロマイトによって構成される緻密で硬質のもの、もう一つは主にカルサイトによって構成されている空隙を持ち軟弱なものである。前者は周囲の超塩基性岩石から各鉱物が不規則に成層を形成している。後者は多くの場合、周囲の蛇紋岩に沿って成層する層と蛇紋岩から成長するような形状をもつ蛇紋石、セピオライトが存在しているが、これらは理想的な化学組成とは大きく異なり、Al を多く含む特徴を持つ。そして脈の残りの空隙をカルサイトが充填している。この脈は地表に形成されている炭酸塩鉱物によって形成されている堆積岩へと連続的に接続しており、現在地表において生成されている炭酸塩鉱物と同一の環境であったと考えられる。このことから、Ca 炭酸塩鉱物によって形成されている脈は低温環境において生成され、共存する蛇紋石、セピオライトも同様の環境において生成されたことが予想される。湧出口における hidroタルサイトと似て炭酸塩鉱物と混合した産状を示す場合もあるが、きれいに層を成すものもあり、それは地下環境において生成されたと考えられる。

野外における観察および試料分析から地下環境において予想される Si-Mg-Al 系の溶液の反応は非常に重要である。詳細に溶液-鉱物間の関係を詳細に考察するため実験室において、地下・地表環境を擬似し、各成分の濃度を様々に変化させて hidroタルサイト、蛇紋石、セピオライトの合成実験を現在行っており、各鉱物の生成条件を明らかにし、地下環境の復元の情報を得られると考えられる。