

蛇紋岩の風化過程と含水マグネシウム炭酸塩鉱物の生成

Weathering processes of serpentinites and formation of Mg-hydrocarbonate minerals

佐藤 努[1], 多田 佳之[2], 荒井 章司[3]

Tsutomu Sato[1], yoshiyuki tada[2], Shoji Arai[3]

[1] 金沢大・院・地球環境, [2] 金大・理・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://133.28.50.192/sato/index.html>

Mg, Ca - ケイ酸塩鉱物の風化は、大気中の二酸化炭素濃度の変化を見積もるための重要な地球化学プロセスである。今回、房総半島嶺岡帯の風化が著しい蛇紋岩を調べたところ、蛇紋石やブルーサイトが溶解して種々の含水マグネシウム炭酸塩鉱物が生成する風化過程と、蛇紋石や輝石が溶解して鉄 シリカ非晶質物質が生成する風化過程の2つが認められた。この相違は、風化生成鉱物の組み合わせから、それぞれの蛇紋岩の初生鉱物の化学組成や組合せ、構成鉱物と水相互作用の様式により間隙水の pH が異なることに起因し、蛇紋岩の風化過程における炭酸固定の量や様式は、この3つの因子によって大きく影響を受けるものと推定される。

はじめに

海洋地殻を構成する玄武岩や超塩基性岩の変質は、元素の循環や大気中の二酸化炭素濃度をコントロールする重要な地球化学プロセスとして注目されてきた (Bradley, 1997)。しかし、それらが変質した蛇紋岩の風化過程とそれにともなう元素の移動に関しては不明な点が多く、いまだ統一的な解釈がない。(Kanno, et al., 1965, Wildman, et al., 1968, Venturelli, et al., 1997) また、蛇紋岩分布地域の土壌中に含まれる鉱物組合せは初生蛇紋岩のものとは著しく異なるため、その風化過程の解釈が困難となっている (真崎・上原, 1991)。そこで本研究では、荒井(1992, 1994)で紹介されている房総半島嶺岡帯の風化の著しい蛇紋岩体を調査し、種々の蛇紋岩の風化過程を明らかにするとともに、風化にともなう元素の挙動と炭酸固定との関係について考察する。

試料および実験

房総半島嶺岡山地には超塩基性岩や玄武岩が堆積岩に貫入しており、主として蛇紋岩化の著しいダナイト、ハルツバージャイトからなる (兼平, 1976, 荒井, 1992; 1994)。千葉県鴨川市から西方に延びる通称嶺岡林道は、環伊豆蛇紋岩帯における蛇紋岩の代表的な露出地で (荒井, 1992) 風化の様式や程度の異なるいくつかの露頭が観察可能である。

今回、嶺岡帯に分布する蛇紋岩の6露頭を調査し、風化の程度が異なる33個のサンプルを採取した。嶺岡帯の風化蛇紋岩の露頭はその風化様式から以下の2つのタイプに分類できる。

露頭A：ハルツバージャイトを起源とする蛇紋岩 (暗緑色～灰色)、ダナイトを起源とする蛇紋岩 (黄褐色) が塊状に産し、風化が進行した蛇紋岩は白色化して砂や粘土状になっている。

露頭B：ハルツバージャイト起源の蛇紋岩 (暗灰色から灰色で、蛇紋石の他にディオプサイド等を含み、バスタイト構造が顕著に発達している) が著しく風化し、風化が進行した部分は褐色を呈する。地層の上位では完全に土壌化し、破碎された蛇紋岩礫が含まれる。

それぞれの露頭から採取した試料をもとに、風化の程度が異なる部分を分取し、XRD分析、偏光顕微鏡観察、電子顕微鏡観察、EPMA分析を行った。さらに、風化生成鉱物の生成条件を推定するため、地球化学コード(MINTEQA2)により飽和指数や平衡 pH の計算も行った。

結果および考察

露頭Aの風化岩石中では、未風化の蛇紋岩に認められなかった種々の含水炭酸塩鉱物の生成が確認された。偏光顕微鏡による組織の観察やEPMA分析から、それらは以下のような初生鉱物から変質したものと考えられる。

・ほぼMg端成分に近い蛇紋石 ハイドロマグネサイト (空隙を埋める針状結晶) またはアルチナイト (脈中の放射状結晶)

・ブルーサイト ハイドロマグネサイト (ブルーサイトの仮像)

・Al-bearing 蛇紋石 ハイドロタルサイト

・Fe-bearing 蛇紋石 パイローライト (磁鉄鉱の脈付近)

一方、蛇紋石の溶解によって溶出したシリカの残存は認められず、地下水とともに移行した可能性がある。

露頭Bの風化が進行した岩石では黒褐色や黄褐色の微細粒子が生成し、露頭Aのような炭酸塩鉱物の生成は認められなかった。これらの褐色の物質は、ヒシングライトやそれと共存するシリカ等の非晶質物質であり、初生鉱物である蛇紋石の減少とともにその量が増加していた。このことから、これらの非晶質物質は蛇紋石を主とする初生鉱物が溶解・沈殿することにより生成したものと考えられる。一方、同時に溶脱すると考えられるMgを含む生

成物は確認されなかった。

露頭 A で観察された含水炭酸塩鉱物は一般的に常温で生成される鉱物であり、未風化蛇紋岩中では観察されないことも考慮すると、蛇紋岩が地表に露出してからの風化作用により生成したものと考えられる。アルチナイトやハイドロマグネサイトの飽和指数を指標として、風化反応に関与した水溶液の pH を見積もると 12 ~ 13 程度となり、蛇紋岩と天水との相互作用の結果生じた高アルカリ環境下で風化作用が進行したものと推測される。高アルカリ条件下で溶解度の高いシリカの沈殿物が認められないことも、上述の推測を支持する。一方、露頭 B では、褐色の鉄シリカ非晶質物質の生成が確認され、露頭 A での風化過程とは著しく異なる。この相違は岩石が接触した溶液の pH によるものと考えられ、生成鉱物に Fe や Si の沈殿が認められることから、中性付近の環境下で風化作用が進行した結果と考えられる。この相違は、風化生成鉱物の組み合わせから、それぞれの蛇紋岩の初生鉱物の化学組成や組合せ、構成鉱物と水相互作用の様式により間隙水の pH が異なることに起因し、蛇紋岩の風化過程における炭酸固定の量や様式は、この 3 つの因子によって大きく影響を受けるものと推定される。