

伊豆小笠原弧水曜海山カルデラ内熱水噴出孔下での熱水変質岩中の生体必須元素の挙動

Behavior of Bio-Essential Elements during Subvent Hydrothermal Alteration of Volcanic Rocks at the Suiyo Submarine Volcano

野田 雅一[1], 掛川 武[1], 丸茂 克美[2], 浦辺 徹郎[3]

Masakazu Noda[1], Takeshi Kakegawa[2], Katsumi Marumo[3], Tetsuro Urabe[4]

[1] 東北大・理・地球物質, [2] 産総研・地調, [3] 東大理系大学院 地球惑星科学

[1] IMPG, Tohoku Univ, [2] IMPE., Tohoku Univ., [3] AIST, GSJ, [4] Earth and Planetary Science, Univ. of Tokyo,

[http://www.ganko.tohoku.ac.jp/GankoJP/HomePage\(JP\).html](http://www.ganko.tohoku.ac.jp/GankoJP/HomePage(JP).html)

現世の生命体にとって、Cu, Zn, Mn, Mo, B等の微量必須元素は新陳代謝の促進に不可欠である。その為、熱水や岩石中の生体微量必須元素濃度が、熱水系における微生物の種類や生息域等を規定している事が予想される。又、生体必須元素であるPも熱水中では海水中に比べて濃度が低い事が分かって来ている。高温熱水系では水圏と岩石圏との相互作用が活発に起こっている。その為、熱水噴出孔下での熱水岩石反応時のPやMo等、生体必須元素の挙動を明らかにする事は、熱水系での微生物の活動条件や生態系の広がりを考える上で重要である。

2001年6月に伊豆小笠原弧、水曜海山カルデラ内の熱水活動域において掘削作業が行われた。今回の掘削は、熱水噴出孔下における微生物生態系の存在や岩石熱水反応を明らかにする為に、硫化物チムニーやマウンド自体を貫いて行われた世界で最初の試みである。掘削の結果、熱水噴出孔直下の熱水活動によって著しく変質した岩石からカルデラを形成する未変質な安山岩まで、変質程度が異なる様々な試料が得られた。

代表的な12試料について、全岩化学組成、微量元素分析及びEPMA分析を行った。今回取り扱った試料は、岩石薄片観察及びX線分析(XRD)から熱水変質の特徴について3種類に分類した。(a)火山岩の組織が残っているもの、(b)元々の火山岩や砂岩の組織がセリサイトやクロライトの粘土鉱物に置き換わっているもの、(c)パライト(BaSO_4)やアンハイドライト(CaSO_4)等の硫酸塩によってセメントされているもの。(a)は変質度が低く、変質鉱物としてモンモリロナイトが僅かに検出される。(b)、(c)は共に変質程度が進み黄鉄鉱(FeS_2)、閃亜鉛鉱(ZnS)、黄銅鉱(CuFeS_2)、等の硫化鉱物が認められ鉱化作用の影響を受けている。

P205含有量は(a)の変質度の低い岩石中では0.17wt%であり、変質度の進んだ(b)では0.06~0.14wt%、(c)では硫酸塩による希釈効果の為、0.01~0.04wt%と低い値を示した。一般的に変質度の高い試料は変質度の低い試料に比べてP205含有量は低い傾向が認められた。

ホウ素含有量は1.4~49.0ppmであった。高温熱水が噴出している地点の岩石では3.4ppm以下であり、比較的低温の熱水が噴出している地点の岩石11~19ppmに比べて低い傾向が認められた。玄武岩と熱水との反応実験では、200以上の高温では岩石から熱水へ溶脱される事が示唆されている。ホウ素は岩石熱水反応によって容易に岩石から熱水中へ溶脱されると考えられる。実際、水曜海山での熱水中(305)のホウ素含有量が他の海洋熱水系に比べて約5倍高いと報告されている。これらホウ素含有量のコントラストは地表のみならず地下での熱水温度履歴を反映していると考えられる。Mo含有量は0.8~22.0ppmであり、硫化鉱物に富んだ試料に多く含まれる傾向があり、Moは硫化鉱物内に存在していると考えられる。

(a)(b)(c)の試料についてEPMA分析を行った。その結果、変質度の違いによってPの存在形態が異なる事が分かった。変質度の低い(a)では、Pは大きさ100 μm のアパタイト結晶($\text{Ca}_5(\text{P}_04)_3(\text{OH})$)として存在する。又、長石中に10 μm の長柱状アパタイトも数多く認められた。一方、変質度の高い(b)や(c)では、大きさ10~50 μm のアパタイト結晶として存在し、殆どの場合、変質した長石部分に黄鉄鉱と共存する。黄鉄鉱に取り囲まれたアパタイト結晶は熱水から沈殿した可能性が高いと考えられる。少数ではあるが、リン酸アルミニウムが粘土鉱物の卓越したゾーンに見出された。火山岩中のPの主要鉱物であるアパタイトの熱水に対する溶解度が低い為に、噴出している熱水中にはPが極低濃度しか含まれないと考えられているが、今回得られたデータは、熱水噴出孔下では、実際にアパタイトの溶解-再沈殿が生じている事を示唆する。

鉱物には熱水以上に生体必須元素が濃集している。生体必須元素は、(a)熱水中でのイオン状態(錯体)、(i)鉱物表面での吸着状態(錯体の分解、複雑化)を経て鉱物化すると考えられる。(i)の状態が、濃度的に高い状態を保ち、なおかつ微生物にとって最も利用し易い形であると考えられる。すなわち、鉱物表面が熱水と微生物とを繋ぐ役割を果たしている可能性を示す。粘土鉱物(モンモリロナイト?)と硫化鉱物(黄鉄鉱?)が卓越したゾーンが生体必須元素の卓越帯であり、これら鉱物が重要となる。