

北陸地方のグリーンタフ地域から湧出する温泉に関する地球化学的研究

Geochemical study on Green Tuff related hot springs in Hokuriku district, central Japan

大和田 道子[1]; 佐竹 洋[2]; 長尾 敬介[3]

Michiko Ohwada[1]; Hiroshi Satake[2]; Keisuke Nagao[3]

[1] 産総研・深部地質; [2] 富山大・理・環境; [3] 東大・院理・地殻化学

[1] Res. Center for Deep Geol. Environ., GSJ, AIST; [2] Environ. Chem., Toyama Univ.; [3] Lab. Earthquake Chem., Univ. Tokyo

はじめに

北陸地方には、第三紀の海底火山活動に伴い噴出した火山碎屑物に由来する海成層で構成されるグリーンタフ地域が存在し、多くの非火山性温泉が湧出する。この地域で湧出する温泉は、 Ca^{2+} や SO_4^{2-} に富む組成であり、グリーンタフ型温泉と呼ばれる（酒井・大木, 1978）。この温泉の酸素・水素同位体組成は天水起源を示し、第三紀から現在までの間に海水から天水にリザーバの水が置き換わったことを示唆している。グリーンタフ地域の温泉は、このような化学的・同位体的特徴をもつ非火山性温泉であるにもかかわらず、そのヘリウム同位体比は、比較的高い値を示し、マントルヘリウムの寄与がある。本講演では、石川県・富山県のグリーンタフと第三紀層から湧出する温泉 17カ所 24試料について、グリーンタフ型温泉の特徴を化学組成および各種同位体組成の関係から把握し、個々の成分の起源を考察するとともに、同地域の温泉水の成因・湧出プロセスについて議論する。

結果

1) グリーンタフ地域から湧出する温泉水には、Na-Ca- SO_4 -Cl型を示す典型的なグリーンタフ型温泉と Na-Cl型を示す温泉が存在した。以下、典型的なグリーンタフ型温泉を GT型と表記する。温泉水の酸素・水素同位体組成は、GT型で天水を起源とし、Na-Cl型では天水と海水との混合で説明できる。

2) ヘリウム同位体比は、GT型で $3.1 \sim 5.0R_a$ と比較的高く、マントルヘリウムの寄与があるのに対し、GT型の周辺に存在する Na-Cl型の温泉水は、 $0.5 \sim 4.0R_a$ と放射壊変起源ヘリウムの寄与がみられた。

3) GT型の Total C/ ^3He 比は MORB 値よりも低い値を示し、溶存全炭酸の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、 $-5 \sim -25\text{‰}$ まで幅広い。この $\delta^{13}\text{C}$ 値は Total C/ ^3He が高いほど MORB 値に近い高い値を示した。

4) Total C/ ^3He 比と ^3He , ^4He 濃度の関係には、負の相関がみられた。

考察

測定された温泉水の化学組成から、Calcite (CaCO_3) と Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Anhydrite (CaSO_4) について Saturation Index を計算した。その結果、GT型は Gypsum, Anhydrite に若干の不飽和であるのに対し、Calcite に飽和もしくは過飽和であった。Gypsum, Anhydrite に不飽和であるということは、温泉水中に Gypsum が溶出し、 Ca^{2+} や SO_4^{2-} が増加し得ることを意味し、逆に、Calcite に飽和もしくは過飽和ということは、温泉水中の Ca^{2+} と HCO_3^- から Calcite が沈殿され得ることを意味する。これらの関係から、温泉水の水質進化について以下のようなプロセスが考えられる。

(1) まず不飽和である Gypsum, Anhydrite の溶出が起こり、温泉水は Ca^{2+} , SO_4^{2-} に富む

(2) Ca^{2+} の増加は、Calcite の沈殿を促進する。

(3) Calcite の沈殿による Ca^{2+} の減少は、さらなる Gypsum や Anhydrite の溶出を引き起こす。

これらの反応の繰り返しによって、GT型に特徴的な Ca^{2+} や SO_4^{2-} に富み、 HCO_3^- に乏しい水質が形成されたと考えることができる。このことは、溶存全炭酸の $\delta^{13}\text{C}$ 値や Total C/ ^3He 比が MORB 値に比べ低くなっている傾向からも支持される。

GT型のヘリウムの起源および供給プロセスについては、現在までのところ、1) グリーンタフ形成時にトラップされた第三紀の火山活動に由来するマントルヘリウムが、現在もなお供給され続けている場合と、2) 大陸地殻の下部に存在するマントルから供給されるマントルヘリウムが、グリーンタフの空隙中に存在する天水に現在供給されている場合の二つの可能性が考えられる。