

岡山大学固体地球研究センター共同利用研究報告書

受入教官 日下部実

東京工業大学 火山流体研究センター 水橋正英・大場武

1. 研究内容

本研究では、温泉水の H_2O の酸素と硫酸イオンの酸素の間の同位体平衡を仮定し、温泉水のリザーバ温度を推定する目的で、草津白根山周辺に分布する温泉水の硫酸イオン酸素同位体比測定を行った。温泉水中の陽イオンを陽イオン交換樹脂にて H^+ に置き換えた後、温泉水中の SO_4^{2-} を BaSO_4 として固定、真空ラインにて CO_2 に還元し、同位体比測定に供した。同位体比測定には、VG Micromass 社製質量分析器 PRISM を使用した。なお、 H_2O の酸素同位体比については東京工業大学火山流体研究センターの質量分析器 MAT252 で測定した。

2. 結果および考察

草津白根山周辺の温泉水に Mizutani and Rafter (1969) によって報告された水と硫酸イオンの酸素同位体比に注目した地化学温度計

$$1000 \ln \alpha = 2.88 \times (10^6/T^2) - 4.1$$

$$\alpha = (1000 + \delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}) / (1000 + \delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}})$$

を適用した。結果として、本白根山東麓に位置する草津湯畑源泉 ($\text{pH} \approx 2.0$) や万代鉱温泉 ($\text{pH} \approx 1.5$) では $103 \sim 115^\circ\text{C}$ 、草津白根山東麓に位置する香草温泉 ($\text{pH} \approx 1.1 \sim 1.4$) および群馬鉄山穴地獄湧水 ($\text{pH} \approx 2.7$) では $81 \sim 87^\circ\text{C}$ 、草津白根山西麓の万座空噴 ($\text{pH} \approx 1.5$) および万座湯畑源泉 ($\text{pH} \approx 2.4$) では $110 \sim 146^\circ\text{C}$ と推定された。また、万座空噴の近くに位置する奥万座源泉 ($\text{pH} \approx 3.0$) では、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ の値が 2001 年の試料では $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4} = 0.6$ であったが、2003 年の試料では $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4} = 5.3$ になった。このため、推定される温度は 91°C から 130°C に変化した。このように推定される温度に地域差が見出された。

草津白根山周辺の温泉水には一般的な不均化反応による SO_4^{2-} 以外に、 H_2S が酸化されて生成した SO_4^{2-} が混入している可能性がある。この SO_4^{2-} の同位体比は、不均化反応による SO_4^{2-} の同位体比と異なる可能性があり、水-硫酸イオン間での同位体組成がリザーバーの温度情報を保持しなくなってし

まう。したがって、すべてのデータがリザーバーの温度を反映しているとは考えがたい。

草津白根山周辺に分布する温泉水の中では唯一、中性 ($\text{pH} = 7.10 \sim 8.23$) である石楠花温泉に注目した。石楠花温泉の化学組成を利用して Fourinier (1977) によるシリカ温度計を適用すると $149 \sim 150^\circ\text{C}$ という見積もりになり、今回の酸素同位体比を用いた地化学温度計を適用すると $148 \sim 157^\circ\text{C}$ を示し、両者の結果は良く一致した。石楠花温泉は、草津白根山周辺の他の温泉水に比べて、水に極めて溶解しやすい Cl^- に乏しいため (約 3mg/l)、草津白根山直下に存在すると考えられる高温の気液共存領域のうち気相のみの影響を受けて温泉が形成されると考えられる。この気液共存領域の温度は、大場 (2000) によって約 200°C と推定されている。しかし、今回の結果から草津白根山西側の地下では気液共存領域の気相が天水と混合し凝縮した 150°C 程度の小リザーバーがあると考えられる。このリザーバーが石楠花温泉を形成しており、また、草津白根山東麓の温泉に比べて Cl^- に乏しい万座温泉の各源泉に影響を与えていると考えられる。

今回、鹿児島県屋久島西方に位置する口永良部島火山の温泉についても、はじめて硫酸イオン酸素同位体比温度計を適用した。結果として、推定された温度は $115 \sim 123^\circ\text{C}$ であった。一般的な地化学温度計を交えたリザーバー温度推定さらには熱水系の解明については、今後の課題となる。

3. 謝辞

岡山大学固体地球研究センターでの硫酸イオン同位体比測定に際しては、日下部実教授および野儀多鶴恵技官には大変お世話になりました。ここに記して感謝いたします。