

宮城県鳴子温泉の地下熱水貯留層中での硫酸イオン硫黄同位体ゾーニング：地下微生物による硫酸還元の可能性

Sulfur isotope zoning of dissolved sulfate in the hydrothermal water reservoir at Naruko volcano

掛川 武[1], 三上 真[2]

Takeshi Kakegawa[1], Makoto Mikami[2]

[1] 東北大・理・地球物質, [2] 東北大・大理・地球物質

[1] IMPE., Tohoku Univ., [2] Institute of Mineralogy, Petrology and Economic Geology

宮城県に位置する鳴子火山の火山熱源近くで硫酸イオン硫黄同位体は10パーミル以下である。この無機的に生成された硫酸は、熱水貯留層に沿って熱水と共に移動し、熱源から離れるに従い20パーミルから30パーミルへと漸移していった。硫酸イオン濃度変化と合わせて考えると、地下貯留層内部で無機硫酸還元もしくは有機硫酸還元が起こり、硫黄同位体ゾーニングを生じたと考えられる。特に硫黄同位体ゾーニングが顕著になる貯留層の温度は100度前後と低く、熱水も数千リットル/分で移動する流れがある環境である事を考えると無機硫酸還元は考えづらい。この事から地下貯留層内部で微生物による硫酸還元が起こっている可能性が高い。

宮城県に位置する鳴子火山は、化学組成やpH(2から9まで)の変化が激しい複数の温泉が狭い地域に湧出する事で知られている。豊富な地下水供給とコンスタントに熱放出する火山直下熱源の存在が地下熱水活動を支えている。本地域における地下浅部熱水貯留層(20メートル~300メートル)の地質構造、温度構造が地下掘削などにより明らかになった。熱水貯留層は鳴子火山北斜面3kmにわたり連続的に分布している。貯留層から直接湧出する熱水の温度測定(地下温度に換算)などから地下地熱構造が再現され、200度前後の熱水から100度前後まで地下貯留層分布に沿って地下温度が漸移してゆく様子が明らかになった。この貯留層分布にそって熱水を採集し化学分析、同位体分析などを行った。同位体測定では特に、温泉水中硫酸イオンの硫黄同位体組成に主眼を置いた。

温泉水には約2000ppmから数10ppmの硫酸イオンが含まれ、明確ではないが熱水貯留層の広がり方向に沿って硫酸イオン濃度が減少してゆく。火山熱源近くで硫酸イオン硫黄同位体は10パーミル以下で、深部熱水からもたらされたものと硫化水素の酸化によるものの混合物であると考えられる。この無機的に生成された硫酸は、熱水貯留層に沿って熱水と共に移動し、その硫黄同位体組成も熱源から離れるに従い20パーミルから30パーミルへと漸移していった。硫酸イオン濃度変化と合わせて考えると、地下貯留層内部で無機硫酸還元もしくは有機硫酸還元が起こり、硫黄同位体ゾーニングを生じたと考えられる。特に硫黄同位体ゾーニングが顕著になる貯留層の温度は100度前後と低く、熱水も数千リットル/分で移動している事を考えると無機硫酸還元は考えづらい。この事から地下貯留層内部で微生物による硫酸還元が起こっている可能性が高い。地下から掘削された岩石に有機物が検出されたのはその裏付けである。温泉水からはリン酸などが検出され、地下における微生物生息を支えための生体構成元素、生体微量必須元素供給が熱水によって行われていると考えられる。