

大岳一八丁原地熱帯の硫黄の起源
The origin of Sulfur in Otake-Hatchobaru geothermal area

清崎 淳子

Junko Kiyosaki

福岡大・院・理学研究科

受け入れ教官：千葉 仁

[研究目的]

大岳一八丁原地熱地域は、高硫化系の地熱活動域である九重硫黄山の北西 4km に発達する低硫化系の地熱活動域である。本地域には、酸性変質帯を伴う小松地獄などの噴気帯が存在し、北部と南部に酸性熱水分布域が分かれている(島田他, 1985)。また、地下深部と北部の比較的浅所に酸性変質帯が発達している。

本研究では、坑井試料に含まれる硫化鉱物や硫酸塩鉱物中の硫黄の同位体比を測定することにより、硫黄の起源を明らかにし、酸性熱水の成因および流動状態を把握することを目的としている。

[研究方法]

分析に用いた試料は、コア・カッティングス試料より分離した明礬石・硬石膏・黄鉄鉱・自然硫黄で、X 線回折結果による変質データに基づいて測定試料を抽出した。地域北部の酸性変質帯の試料と、比較のために中性の変質帯からの試料も選び、できるだけ一つの坑井について浅部から深部まで選定を行った。今年度は、明礬石 5 試料・硬石膏 7 試料・黄鉄鉱 6 試料・自然硫黄 2 試料の測定を行った。

[測定結果]

硫黄同位体比の測定により得られた結果は、以下の通りである。

| Sample | Range of delta 34 S value(‰) |
|---------------|------------------------------|
| Alunite | +12.0~+23.7 |
| Anhydrite | +16.6~+23.7 |
| Pyrite | -4.6~+6.2 |
| Native Sulfur | -4.8~-2.8 |

[考察および今後の課題]

今回の分析により、測定結果の表に示したような値が得られた。本地域の熱水変質鉱物の硫黄同位体比には巾があり、特に明礬石ではかなりのばらつきがあることが解った。このことは、これらの鉱物の生成条件が一様ではないことを示唆している。

浅部の明礬石の軽い $\delta^{34}\text{S}$ 値は、 H_2S ガスの酸化による SO_4 イオンの生成・付加と考えられる。また、深度 200m ほどに +13.2‰ の値を持つ明礬石が認められるが、その生成にはマグマ性の高温噴気ガスが関与したと考えている。一方、比較的深部の明礬石や硬石膏の $\delta^{34}\text{S}$ 値は +20‰ を越えるものもあり、本地域の地熱水の $\delta^{34}\text{S}$ 値 +18.9‰ ~ +23.2‰ (Kiyota et.al., 1996)

と同様の同位体比を持つものである。黄鉄鉱は深部ほど重い $\delta^{34}\text{S}$ 値を示す傾向が認められた。熱水脈に共存する硬石膏と黄鉄鉱の $\delta^{34}\text{S}$ 値から算出した平衡温度は、北部の還元領域で $191^\circ\text{C}\sim 223^\circ\text{C}$ 、貯留層側で $268^\circ\text{C}\sim 327^\circ\text{C}$ と、現在の地熱流体と近い温度が得られた。

尚、今回の研究成果は、地表の酸性変質帯や温泉水のデータと合わせた共同研究として、2002年度日本地熱学会年次大会にて『八丁原地熱帯の熱水鉱物の硫黄同位体比について』と題し、口頭発表を行った。以下に講演要旨を添付する。

B09 八丁原地熱帯の熱水変質鉱物の硫黄同位体比について

| | |
|-----------|-------------------|
| 福大院・理 | 清崎 淳子 |
| 福大・理 | 田中 佳奈・及川 和彦・田口 幸洋 |
| 岡山大・固体地球研 | 千葉 仁 |
| 西日本技術開発 | 常川 耕治 |
| 九州電力 | 永濱 順浩 |

J. Kiyosaki, K. Tanaka, K. Oikawa, S. Taguchi, H. Chiba, K. Tsunekawa and N. Nagahama :
Sulfur Isotopic Study of Hydrothermal Alteration Minerals at the Hatchobaru Geothermal Field

八丁原地熱帯北部の熱水還元領域の地表および地下に分布する酸性変質帯の鉱物の硫黄同位体比の検討を行った。対象とした鉱物は地表の噴気帯周辺の明礬石や、坑井試料の硫酸塩鉱物（明礬石、硬石膏）、硫化鉱物（黄鉄鉱）および自然硫黄である。なお、測定は岡山大学固体地球研究センターで行った。

測定の結果、地表の小松地獄には蒸気加熱水により生成した軽い同位体比を持つ明礬石が分布するが、中に 11% のものが認められ、その生成にマグマ性の高温噴気ガスの関与があったことが明らかになった。また、坑井の明礬石は 0.5~24.4%、硬石膏は 12.0~23.7%、黄鉄鉱は -4.6~6.2% と $\delta^{34}\text{S}$ 値に巾があり、生成条件が一様ではないことを示唆している。明礬石には粒径により化学組成の違いが認められるものがあり、 $\delta^{34}\text{S}$ 値にも 4~5% の差異が認められた。硫酸塩鉱物の 20~24% の値は現在の深部熱水の $\delta^{34}\text{S}$ 値に近く、それが反映されていると考えられ、熱水脈の硬石膏と黄鉄鉱（深度 1,398m）から得られた平衡温度 (287°C) は、現在の貯留層を形成する地熱流体の温度とほぼ一致している。一方、0% 前後のものは地下浅所の H_2S の酸化などによる蒸気加熱水の影響を受けていると考えられる。なお、 $\delta^{34}\text{S}$ 値の中で 11% 前後のものが地表から地下深部にかけて分布しており、これはかつて高温のマグマ性噴気活動により生成したものと考えられる。

[引用文献]

島田 寛一・藤野 敏雄・古賀 昭人・広渡 和緒(1985) : 八丁原地熱地帯の酸性熱水の成因と対策. 地熱, Vol.22, No.4, p.16-32.

Yumi Kiyota・Koji Matsuda and Kan-ichi Shimada(1996) :

Characterization of acid water in the Otake-Hatchobaru geothermal Field,
Proceedings 17th Annual PNOC-EDC Geothermal Conference, p.131-135.