

## 硫酸還元菌による硫黄同位体分別と温度の関係

## The relationship between microbial sulfur isotope fractionation and temperature

# 松浦 史宏 [1]

# Fumihiro Matsuura[1]

[1] 東大・理・地惑

[1] Earth and Planetary Science, Tokyo Univ

はじめに、硫酸還元とは、微生物がエネルギー獲得のため用いる代謝プロセスの一つで、水素ないし有機物を電子供与体とし、硫酸塩を電子受容体として、後者を硫化物に還元する反応である。硫酸還元菌はアーキアとバクテリアの両方のドメインにまたがっており、かつ系統樹の根本に近いところにあつて広い棲息温度範囲を示すので、地球生命誕生時の微生物の姿を示している可能性があると言われてしている (Shen, 2004)。

噴出孔周辺の硫黄の起源は、硫黄同位体比を指標として考察されており、とくにその比が-30‰以下と“軽い”ものについては、硫酸還元菌の活動によってできたものだとされる。しかしこれまでの培養実験では、硫黄同位対比がそのような“軽い”硫化物は生成せず、さまざまな説明がなされてきた (Rees, 1973 など)。

また、硫黄の同位体分別値と温度の相関関係をモデル化した standard model が Canfield et al (2006) らによって提唱され、本研究では standard model を検証するため、硫酸還元菌の培養菌株 *Desulfovibrio Desulfuricans* を用いた培養実験を行った。

[方法]

12時間おきにサンプルを回収し、培養過程での硫酸および硫化物の硫黄同位体組成の経時変化を ICP-Mass を用いて測定した。また、培養温度を 25、30、37 に設定し、同位体分別効果の温度依存性を測定した。

[結果と考察]

本実験では 25、30、37 で培養実験を行ったところ、同位体分別と温度の相関関係が、standard model で予想される結果とは異なるものとなった。Standard model では硫黄の同位体分別は硫酸還元速度に反比例すると定義し、硫酸還元速度は温度によって変化するとしている。Canfield et al (2006) では温度と硫酸還元速度を実験で検証しており、それによると硫酸還元速度は、低温域 (20 付近) では 150  $\mu$  M/h と非常に遅いが、温度とともに上昇し 37 付近で 450  $\mu$  M/h と最も大きな値をとり、それ以上の温度域ではまた下降するという傾向がみられる。この結果から硫黄同位体分別が standard model にのっとり温度変化を起こすとすれば、25、30、37 と温度が上昇するにつれて、小さくなるはずであるが、Canfield et al (2006) では 15 付近から 37 付近まで温度上昇とともに大きくなっている。Canfield et al (2006) ではこの結果を硫酸還元菌の代謝系の問題にとらえ、この結果も standard model で説明できるとしている。

本実験での実験結果は、standard model とともに Canfield et al (2006) の結果とも異なり、25 で約 4‰前後の最小値をとり、30 で約 10‰程度の最大値をとり、37 でまた 8‰前後の値に戻るという結果を得た。

また、本実験では、サンプルの回収を 12 時間置きにすることにより、これまでの研究ではなされなかった、硫黄同位体分別の経時変化を考察した。それによると、25 の時と 30、37 の時で、生成する硫化水素の硫黄同位体組成が、経時変化とともに、異なる傾向をしめすことが見て取れた。本来、微生物による硫酸還元は無機的な硫酸還元反応と比べ、ゆっくりと進行し、微生物が軽い硫酸から還元することから、-30‰以下の軽い硫黄については微生物起源とされてきた。つまり、硫酸源の限られた閉鎖系では生成される硫化物、溶液中に残る硫酸、はとも同位体平衡曲線にそって、徐々に重くなっていくと推定された。しかし、本研究での 30、37 の結果をみると、溶存する硫酸の硫黄同位体組成は、時間経過とともに、徐々に重くなっていくのに対し、生成する硫化物の硫黄同位体組成はほぼ変化しないか、むしろ徐々に軽くなっていった。一方 25 では、硫酸、硫化物、ともに時間経過とともに重くなるという実験結果を得た。これは 30、37 のときに比べ 25 では硫酸還元速度が大幅に遅くなるため、微生物の代謝過程において同位体平衡が成り立つことで、このような結果が得られたと推測される。