

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Sulfur cycling in Ediacaran and early Cambrian periods reconstructed from quadruple sulfur isotope analysis and culture experiment of sulfate reducing bacteria
著者(和文)	松浦史宏
Author(English)	Fumihiro Matsu'ura
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10290号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:上野 雄一郎,中本 泰史,綱川 秀夫,横山 哲也,太田 健二,岩森 光
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10290号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		松浦 史宏	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	上野 雄一郎	准教授	審査員	横山 哲也	准教授
	審査員	綱川 秀夫	教授		太田 健二	講師
		岩森 光	特定教授 (海洋研究 開発機構)		中本 泰史	教授

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Sulfur cycling in Ediacaran and early Cambrian periods reconstructed from quadruple sulfur isotope analysis and culture experiment of sulfate reducing bacteria」と題し、4章から成る。

第1章「Overview」では、原生代/顕生代境界ごろに起きた硫黄循環の変動と、硫酸還元菌による硫黄同位体分別についてこれまでの研究をまとめている。後生動物が出現し始める後期原生代には、堆積物中の硫化物が示す硫黄同位体組成($\delta^{34}\text{S}$ 値)が下降に転じ、それ以降の顕生代を通して下がり続ける。これは海水中に溶存する硫酸イオンと硫化物の間の硫黄同位体分別が大きくなったことを意味するが、それをもたらした環境要因は明らかでない。硫黄同位体分別は硫酸還元菌が海水中の硫酸を還元する際に生じるが、従来の培養実験で報告されてきた硫黄同位体分別は、顕生代の堆積物に見られる分別より小さく、天然の堆積物中で起きている微生物代謝を十分再現出来ていない。したがって、後期原生代に増加した硫黄同位体分別が、いかなる環境変動を反映しているのかを理解するためには、さらなる培養実験と、変動期の地層についての詳細な同位体分析を行うことが重要である。

第2章「Influence of cell's growth phase on the sulfur isotopic fractionation during in vitro microbial sulfate reduction」では、硫酸還元菌の成長段階に応じた同位体分別について培養実験を行っている。従来の研究では、主として対数増殖期に生じる硫黄同位体分別が報告されてきた。しかし、天然環境では対数増殖期の成長段階にある細胞はごく僅かであり、むしろ細胞数が一定となる維持期の代謝が支配的である。しかしながら、維持期の培養実験は長時間を要するため、これまでほとんど行われてこなかった。学位申請者は、典型的な硫酸還元菌を用いて、細胞の対数増殖期と維持期それぞれの段階で生じる硫黄同位体分別を実験的に計測することに成功している。実験の結果、細胞維持期の硫酸還元で生じる同位体分別は、対数増殖期の分別と比較すると大きいことを明らかにした。この傾向は異なる温度条件下でも成り立つことから、硫黄同位体分別の大きさは温度条件よりも細胞の成長段階による効果が大きいことを示している。これらの結果は、天然環境における微生物硫酸還元を模擬するためには、維持期の代謝に着目する必要があることを意味している。

第3章「Sulfur isotopic fractionation in maintenance metabolism of sulfate reducing bacteria when glucose is used as electron donor」では、微生物硫酸還元の電子受容体の種類が同位体分別に与える影響について調べている。第2章の結果では、細胞維持期で同位体分別が大きくなることを示したが、その分別程度は天然で観測される値よりもまだ小さかった。学位申請者は、さらに天然環境の代謝に近づけるため、第2章で用いた乳酸の代わりにグルコースを電子供与体を用いて、細胞維持期の培養実験を行っている。それらの結果を比較し、グルコースを電子供与体用いた場合には、細胞維持期において 50%を超える大きな同位体分別が生じることを初めて示した。これは天然での観測と同程度の分別である。さらに、多種硫黄同位体を用いた解析により、グルコースを用いた際の硫酸還元速度は維持期において非常に遅くなっており、天然環境での代謝に近い条件であることを明らかにした。この結果は硫酸還元菌による硫黄同位体分別の大きさが、電子供与体としての有機物供給量によって変化することを示している。

第4章「Ediacaran sulfur cycling reconstructed from an isotopic analysis of pyrite and carbonate associated sulfate」では、後期原生代エディアカラ紀の掘削試料を用いて、高時間分解能の硫黄同位体分析を行っている。計測にあたっては、従来研究で問題のあった炭酸塩置換体硫酸の抽出法を改善した。その手法を用いて、新たに硫酸・硫化物双方についての四種硫黄同位体化学層序を確立した。これらの硫黄同位体分析結果を、従来計測されていた同掘削試料の炭素およびストロンチウム同位体比と比較し、硫化物の硫黄同位体比変動が、エディアカラ紀中期において、炭酸塩炭素同位体比変動と正の相関をもつこと、およびストロンチウム同位体比変動と負の相関を持つことを初めて示した。また、これらの結果を解析し、後生動物が急激に多様化する直前のエディアカラ紀中期において、大陸の酸化的風化による海洋への硫酸供給量が増加したことを明らかにした。この時期の有機炭素同位体比は一定していることから、硫黄同位体分別が増加した原因は有機物供給量の減少ではなく、硫酸濃度の上昇が主因であることを明らかにした。

以上の通り、本論文は培養実験と地質試料の分析の双方から、後期原生代に起きた硫黄同位体分別増大イベントの実態を追求したものである。得られた培養実験結果は、硫酸還元菌の同位体分別研究において天然と実験の差異を説明する上で、重要な知見をもたらしている。また、確立された硫黄同位体化学層序は、後期原生代の環境変動を理解する上で、新たな視点を与えるものである。よって、博士(理学)の学位を与えるにふさわしいものと認める。