

論文審査の結果の要旨

氏名 白井厚太郎

本論文は7章からなる。第1章はイントロダクションであり、生物源炭酸塩中の微量元素組成に関する背景について述べられている。生物源炭酸塩中の微量元素組成は定量的に環境を記録していると考えられており、古環境復元の研究に広く応用されてきた。しかし、微量元素組成は生物活動によっても変化する事がわかっており、古環境復元の不確かさの要因となっている。微小領域の元素分布は石灰化による元素分別に関して重要な知見を与えてくれ、微小領域の元素変動パターンから元素取り込みの仕組みを評価することが本論文の主旨である。

第2章では二次元高空間分解能二次イオン質量分析法(NanoSIMS)を用いた炭酸塩分析法の開発について述べられている。本論文では新しく開発された二次元高空間分解能二次イオン質量分析計を用いて天然の炭酸カルシウムを分析する手法を確立した。その結果、従来の二次イオン質量分析法の空間分解能の半分以下である、約5 μmの領域でMg/Ca, Sr/Ca, Ba/Ca, U/Ca比を同時分析する手法を確立した。

第3章では深海サンゴ骨格の微量元素変動について述べられている。深海サンゴは海洋深層循環を高解像度で記録している可能性がある試料であり、元素取り込みに与える生物活動の影響を評価するのに適した試料でもある。本論文では、深海サンゴのバルク組成と水温との比較を行なった結果、水温と弱い相関を示すことを明らかにした。また、深海サンゴ骨格を微小領域で分析した結果、骨格構造に関係した大きな元素不均質があることが明らかになった。

第4章では枝サンゴ骨格の微量元素変動について述べられている。枝サンゴはサンゴ礁の主要な構成要素であるため、古環境復元に重要な試料である。本論文では枝サンゴを様々な空間分解能で分析を行い、化学組成と環境因子の関係について議論している。枝サンゴの主成長軸に沿ってバルク分析した結果、Sr/Ca, Mg/Ca, U/Caは水温依存性を示さなかった。微小領域分析の結果から、隙間を埋めるように形成される二次骨格が成長に従い割合が増加し、骨格構造を形成する一次骨格と比較して、二次骨格はより高いSr/Ca, U/Ca比と低いMg/Ca比を示す事を明らかにした。

第5章ではシンカイヒバリガイ殻の微量元素変動について述べられている。本論文では、NanoSIMS を用いた定量分析、電子プローブマイクロアナライザーによる定性面分析、マトベイズ染色液を用いた有機物染色、電子顕微鏡による骨格構造観察を組み合わせることで、元素取り込み過程を総合的に評価している。その結果、シンカイヒバリガイに関しては、有機物が局所的に濃集している部位にMg, Sr, Baが濃集しており、有機物含有量が微量元素組成に大きな影響を与える可能性があることを明らかにした。

第6章では本論文で得られた微量元素変動パターンを基に、古環境復元への応用の可能性について議論している。

第7章では本論文で得られた結果の要約が述べられている。

本研究は、NanoSIMS という最先端の機器を用いて、初めて微小領域での深海サンゴなどの生物源炭酸塩についてUを始めMg, Sr, Ba, Sの元素について定量的に測定を可能にしたもので新しい分析方法を確立したと言える。さらに、骨格には微細構造に高い不均一性が認められ、生物源炭酸塩の構造と化学組成との間に相関のあることが初めて見いだされた。これらの研究成果は、将来の古環境解析に新しい手法と分野を切り開いたと言える。

なお、共同研究に関しては、本論文第2章は、佐野有司・高畑直人・平田岳史・Niel C. Sturchio と、第3章は日下部実・中井俊一・石井輝明・渡邊剛・比屋根肇・佐野有司と、第4章は渡邊剛・高畑直人・天川裕史・川島龍憲・岨康輝・佐野有司と、第5章は小俣珠乃・山本啓之・高畑直人・佐野有司との共同研究の成果である。しかし、論文提出者が主に分析及び検証を行なったもので、論文提出者の論文への貢献は本質的な部分で特に高く、寄与は十分であると審査委員全員が判断した。

以上の理由より、審査委員会は本論文を提出した白井厚太郎氏に博士（理学）の学位を授与できると認めた。