

論文審査の結果の要旨

氏名 山本 将史

現在、大気二酸化炭素濃度の増加によって、海洋表層の pH が産業革命前の 8.2 からすでに 8.1 まで低下し、海洋酸性化が進んでいる。更に pH は今世紀中には 7.8-8.0 まで低下することが予想され、これによって、海洋生物の石灰化が抑制され、さらに進むと溶解が起こることが危惧されている。そのため、石灰化生物の酸性化応答について多くの研究が行われている。一方で、酸性化が進んでも、すぐには海水における炭酸塩鉱物の飽和度を下回ることではないとされていたため、海洋底に広く分布する炭酸塩堆積物の溶解については、ほとんど研究が行われてこなかった。とくに、堆積物の溶解を、水柱と堆積物間隙水間の溶解フラックスとして理解を試みた研究はなかった。これに対して本研究は、炭酸塩鉱物の中でもとくに溶解度が高いマグネシウム方解石が堆積物の半分をしめるサンゴ礁砂地を対象として、室内実験と野外実験、さらに野外における水柱と堆積物との間の溶解フラックスの推定を、堆積物間隙水の炭酸系の計測に基づいて行い、現在および将来の酸性化による溶解速度を定量的に求め、将予測を試みることに取り組んだものである。

本論文は 7 つの章から構成される。第 1 章では、海洋酸性化と炭酸塩堆積物の溶解について、これまでの研究をレビューして先行研究の問題点を指摘し、本研究の目的を述べている。

第 2 章では、本研究の試料と調査地について説明している。

第 3 章では、マグネシウム方解石の溶解速度がこれまで実験の条件によって異なっていたことを指摘した上で、サンゴ礁から採取された生物起源のマグネシウム方解石試料を用いて、室内実験によって飽和度と溶解閾値・溶解速度の関係を求めている。その結果、有孔虫殻や石灰紅藻の溶解は、アラレ石に対する飽和度が 3 で始まることを明らかにした。

第 4 章では、現場においてチャンバー内の二酸化炭素濃度を上げる堆積物の溶解実験を行って、その溶解速度を求めている。その結果、水柱中の二酸化炭素濃度を上げるだけでは、堆積物内部の溶解を再現することができないことを指摘している。

第 5 章は、第 3, 4 章の結果に基づいて、水柱と堆積物との間の溶解フラックスを、アルカリ度のフラックスとして求めたものであり、本研究のもっとも独創的な部分である。堆積物の溶解は、堆積物から水柱へのアルカリ度フラックスとして現れ、これは堆積物間隙水のアルカリ度の勾配と、拡散係数の積によって求めることができる。しかしながら、これまで堆積物間隙水のアルカリ度や、その拡散係数を求めた例はなかった。本研究では、堆積物間隙水のアルカリ度鉛直勾配を明らかにするとともに、渦相関法によって酸素の拡散係数を求め、水柱と堆積物境界層でのアルカリ度フラックスを推定した。さらに堆積物間隙水のアルカリ度と全炭酸の濃度勾配から、堆積物の深度 5mm 以深ではアラレ石に対する飽和度 3 で一定になることを発見した。このことは、堆積物中では、有機物の分解に伴う CO_2 の放出がマグネシウム方解石の溶解によってバランスしており、これによって水柱との間でアルカリ度の濃度勾配がつけられることを示している。

第 6 章では、こうした結果をまとめて、堆積物の溶解モデルを提案している。このモデル

によれば、酸性化が進んで水柱のアラセ石に対する飽和度が3を下回ると、マグネシウム方解石の溶解が劇的に進むことを示した。第7章では、残された課題と今後の研究の方向をまとめ、本研究に基づく溶解モデルによって、少なくとも生態系スケールでは溶解が酸性化のバッファーとして機能する可能性を指摘している。

本委員会は、論文提出者に対し、平成25年6月24日に学位論文の内容および関連事項について口頭試験を行なった。その結果、①生物起源のマグネシウム方解石の溶解の閾値を求めたこと、②これまで水柱と堆積物表面の反応としてしかとらえられていなかった堆積物の溶解を、水柱と堆積物間隙水の間での溶解フラックスとしてとらえ、その溶解フラックスを求めた点が、これまでの研究にない新しい視点であること、③この視点は本研究が対象としたサンゴ礁だけでなく、海洋に広く分布する炭酸塩堆積物にも広く適用可能であり、海洋酸性化に対する炭酸塩堆積物の応答について新しい展開をもたらすであろうことが、地球システム科学における重要な貢献であると判断され、審査委員全員一致で合格と判定した。

なお、本研究は、寺井 誠、渡邊 敦、加藤 健、根岸 明、野崎 健、茅根 創との共同研究であるが、いずれも論文提出者が主体となって調査と結果の解析を行なったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断される。

上記の点を鑑みて、本論文は地球惑星科学、とくに地球システム科学の発展に寄与するものと判断し、博士（理学）の学位を授与できると認める。