

2024 年度年次報告書

海洋バイオスフィア・気候の相互作用解明と炭素循環操舵

2023 年度採択研究代表者

小林 英貴

富山大学 学術研究部理学系

特命助教

千年を超える過渡的な海洋炭素循環の変化の理解

研究成果の概要

海洋炭素循環の変化によって生じる大気中の二酸化炭素濃度($p\text{CO}_2^{\text{atm}}$)の千年規模の変動の要因を理解するために、最終退氷期(T1)および一つ前の退氷期(T2)を対象に、海洋大循環・生物地球化学モデルを用いた過渡的実験を実施した。実験で得られた海水 $p\text{CO}_2$ の変化に対する水温、塩分、溶存無機炭素、アルカリ度の寄与を分解し、各退氷期における時系列特性を明らかにした。その結果、T1 では水温上昇や AMOC の変化など複数の要因が海水 $p\text{CO}_2$ の変化に寄与していたのに対し、T2 では水温上昇が海水 $p\text{CO}_2$ の変化に寄与する主な要因であることが示された (Kobayashi et al., 2024)。また、物理場の感度実験により、鉛直拡散係数の与え方が、退氷期における $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$ 上昇の増加時期と振幅に大きく影響することを確認した。生物地球化学モデルの改良の一環として、1/6 度の高解像度海底地形を用いた海洋堆積物モデルを構築し、有機炭素、炭酸塩、シリカの含有率と埋没量の再現性を向上させた。氷期条件下での実験では、気候変動に伴い炭酸塩の埋没量が減少する傾向が見られた。さらに、浅海域におけるサンゴ礁モデルの試験実験を行い、気候および栄養塩分布の変化が形成量に与える影響を定量化した。これらの過程は、従来の海洋炭素循環変動の議論では十分に検討されていない要素の一つであり、海洋生物地球化学モデルと組み合わせた実験からその寄与を評価する予定である。

地球システムモデル MIROC-ES2L を用いた Extended SSP シナリオ実験の数値解析により、22 世紀以降も海洋が人為起源 CO_2 を吸収し続け、深層では長期的に溶存無機炭素の蓄積と酸性化が進行することが明らかとなった。この CO_2 吸収は、大気-海洋間の CO_2 非平衡状態の継続や深層循環の変化に依存している。21 世紀末以降、海洋の緩衝能力は著しく低下し、高緯度域では海水 $p\text{CO}_2$ が炭酸系の小さな変化にも大きく応答する状態に移行する。これは、海洋炭素循環に臨界的な変化が生じる可能性を示唆している。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Kobayashi, H., A. Oka, T. Obase, and A. Abe-Ouchi 2024: Assessing transient changes in the ocean carbon cycle during the last deglaciation through carbon isotope modeling, *Climate of the Past*, 20, 769-787.