

2023 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

最終退氷期の大气中の二酸化炭素濃度 ( $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$ ) の変化要因を調べる予備的な数値実験を実施した。この時期の大西洋子午面循環 (AMOC) の急激な変化を含む気候変動が、海洋から大気への  $\text{CO}_2$  の放出と  $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$  の上昇に関与している。気候モデル MIROC 4m の過渡実験の結果を用いて、海洋炭素循環の時間変化を調べるための数値実験を行った。計算された  $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$  の変化は、氷床コア記録に基づく変化の傾向と定性的に一致し、ハインリッヒ亜氷期 1 (HS1) に 10.2 ppm 増加し、その後ベーリング・アレード (BA) 期に 7.0 ppm 減少、ヤンガー・ドリアス (YD) 期に 6.8 ppm 増加した。炭素同位体比指標は、このモデル実験が HS1 の南大洋における海水のベンチレーションの活性化や生物による炭素の鉛直輸送効率の低下、および北太平洋中層水 (NPIW) のベンチレーションの活性化を過小評価していることを示し、 $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$  の定量的な変化を過小評価する要因と関連することが示唆された。計算された  $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$  の変化の要因を解析したところ、HS1 期には主に水温上昇により  $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$  が上昇したこと、AMOC が大きく変化する BA 期と YD 期には、水温による  $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$  の変化と全炭酸とアルカリ度による  $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$  の変化が一部打ち消し合うことで、BA 期の  $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$  の減少と YD 期間中の  $p\text{CO}_2^{\text{atm}}$  の上昇が説明できることを明らかにした。

今後、退氷期における炭素循環をより現実的に説明するためには、実験設計の見直し、海洋モデルへの新たなプロセスの導入、炭素循環場の初期化の工夫などが必要となる。海洋炭素循環の長期的な変化に対しては、海洋と陸域や海底堆積物との間の物質交換による海洋全体の栄養塩やアルカリ度の変化の影響が重要になる。そこで、既存の海底堆積物モデルの高度化を図るため、堆積物モデル単体で高空間解像度の実験を行うためのモデルの改造を進めた。さらに、陸域から流入する炭酸塩の量を制御する岩石風化について、気候に依存したパラメタリゼーションを検討し、現代と氷期間の河川から流入する炭酸塩量の変動の大きさを試算した。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) H. Kobayashi, 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. <https://doi.org/10.5194/cp-20-769-2024>