

南大洋における最終間氷期（Eemian）の古海洋変動の実態

Paleoceanographic variations in the Southern Ocean during the last peak interglacial (the Eemian)

池原 実 [1], 河村 公隆 [1], 木元 克典 [2], 大場 忠道 [3], 平 朝彦 [2]

Minoru Ikehara [1], Kimitaka Kawamura [2], Katsunori Kimoto [3], Tadamichi Oba [4], Asahiko Taira [5]

[1] 北大・低温研, [2] 東大・海洋研, [3] 北大・院・地球環境

[1] Inst. Low. Temp. Sci., Hokkaido Univ., [2] Institute of Low Temp. Sci., Hokkaido Univ., [3] ORI, Univ. Tokyo, [4] EES, Hokkaido Univ., [5] Ocean Research Institute, Univ. of Tokyo

近未来の気候変動を考える上で、最終間氷期最暖期（Eemian）における気候システムの実態を解明することが重要である。南大洋・タスマン海台から採取された深海底コアにおける同位体比やバイオマーカー解析の結果、Eemianの後半（約12万2千年前）に南大洋が急激に寒冷化することが明らかとなった。この時期には同時に塩分が低下し、表層の生物生産量は増加する傾向を示す。これらは南極前線（APF）の北上に伴う現象であるが、これらの表層水塊の変動は北半球のそれより数千年オーダーで先行している。しかし、陸起源バイオマーカーのフラックスには水温が低下する時期の前後で大きな変化がみられない。

1. はじめに

近未来の気候変動を考える上で、完新世における短周期の気候変動や最終間氷期最暖期（Eemian：酸素同位体ステージ（MIS）5e）から亜氷期（MIS 5d）への移行時における気候システムの実態を解明することが重要である。最終氷期においては、北半球氷床の崩壊に関連するダンスガード・オシュガーイベントのように、温暖な状態と寒冷な状態との間を気候システムが急激にジャンプすることが指摘されつつある。では、最終氷期や最終間氷期の南半球高緯度（南大洋）ではどのような気候状態であったであろうか？

南大洋は、いわゆる「鉄仮説」の提唱以来、過去の海洋表層における生物生産量の変動と大気CO₂濃度の変化との関係を探る上で極めて重要な海域である。南大洋はまた、十分な栄養塩が存在するにもかかわらず、クロロフィル濃度が低い（HNLC）海域の一つである。従って、鉄や栄養塩の供給量の時系列変化と生産量、DMSなどの変動が気候変動とどのような関係にあるかを検証するために、南大洋は最適な海域である。

そこで、我々はここ数年間かけて南大洋の深海堆積物コア（タスマン海台：南緯48度）を材料として、表層水温、塩分、微化石群集などを基に表層水塊の時系列変動を明らかにするとともに、有孔虫殻の炭素同位体比や微量元素組成などを使った深層水循環の実態解明、バイオマーカーをトレーサーとした生物生産量や陸源物質の供給量など、南大洋の古海洋変動を多面的に解析してきた。今回の報告では、最終間氷期および他の間氷期における温暖地球から寒冷地球へのターニングポイントに焦点を絞り、南大洋におけるさまざまな古海洋学的現象が、いつ、どのように生じていたか明らかにすること、そして、それらが北半球高緯度や中・低緯度における気候シグナルとどのような関係にあるか明らかにしていきたい。

2. Eemianにおける表層水塊の南北シフト

アルケノン不飽和度（UK37'）に基づく海洋表層水温（SST）は、MIS 6から5e（Eemian）にかけて約5上昇する。しかしながら、Eemianの温暖期はおよそ3～4千年程度しか持続せず、その後急激に水温が低下する傾向を示した。北大西洋やヨーロッパでのEemian持続期間が1万年を越える（Kukla et al., 1997）のに比べ、南大洋における温暖期は極めて短い。また、表層水中の塩分も水温と同様の変動パターンを示し、氷期に低く間氷期で高くなり、MIS 5dで再び低下している。このような水温・塩分の変動は、現在南緯54度付近に存在する南極前線（APF）の南北シフトが原因であると考えられる。なぜなら、南大洋の表層水温および塩分はAPFを挟んで大きく異なり、APFの北側の亜寒帯水は相対的に高温・高塩分で、南側の南極表層水は相対的に低温・低塩分だからである。現在の表層水温の南北分布に基づく、氷期には南極前線が5・6°程度北上していたと推定される。しかし、Eemianの後期（約12万2千年前）に生じている急激な水温低下は、極域氷床の拡大を反映する有孔虫殻の炭素同位体比の変化よりも2～3千年間先行している。これは一般に北半球におけるEemian末の寒冷化現象が約11万5千年前に生じていることを考えると、南大洋の寒冷化が数千年オーダーで先行していることを示している。

3. 南大洋における気候変動メカニズム

陸上植物や海洋生物起源のバイオマーカーフラックスやアルケノンSSTなどに基づく、氷期（MIS 6）の終わりに南大洋における陸起源物質の大気輸送量（大気循環）が急激に減少し、その後グローバルな温暖化に伴って、氷床の融解や表層水温の上昇、生産量の減少などの海洋内部の諸現象が徐々に変化している。そして、Eemianにおいてそれぞれ極値を示す。これらの結果は、大気と海洋系とのレスポンス速度の違いを反映している。

ためであろう。その後の12万2千年前の寒冷化イベントでは、まず表層水温や塩分が急激に低下し、ほぼ同時に生産量が増加し、海洋自体はほぼ氷期モードに入る。しかし、陸起源バイオマーカーのフラックスには寒冷化期前後で大きな変化がみられない。従って、南大洋がクーリングする（言い換えれば、極前線が北上する）時期には大気循環強度はほとんど変化していないことになる。つまり、南大洋における気候の寒冷化メカニズムは海洋システムの内部に存在している可能性を指摘できる。

講演では、南アフリカ沖の南大洋から採取されたODPコア試料を用いた約45万年前のMIS 11における同様の解析データや北半球におけるEemianの古海洋変動記録との比較をもとに、よりグローバルな気候システム内における南大洋の諸現象の位置づけについて報告する予定である。