

# 研究成果報告書（第28回学術研究助成）

2021年 9月 28日

公益財団法人 藤原ナチュラルヒストリー振興財団

理事長 野村 茂樹 殿

所属機関名 産業技術総合研究所

職 名 産総研特別研究員

氏 名 羽田 裕貴

## 1. 研究課題

約300万年前の温暖期における北西太平洋の古海洋・古気候変動

## 2. 共同研究者

なし.

## 3. 研究報告

### I. 研究の目的

中期鮮新世温暖期(mid-Pliocene Warm Period: mPWP)は約330万~300万年前の温暖期であり, 現在と同等の大気中二酸化炭素濃度(約400ppm)と現在より2~3°C高い全球平均気温, 現在より約20m高い海水準によって特徴付けられる. そのため, mPWPは将来の温室地球の気候アナログとして注目されており, 地質記録から得た代替指標(プロキシ)とモデリングによる古環境復元研究が精力的に行われている. しかし, 太平洋のmPWP古気候復元は, プロキシとモデルの間で整合性に乏しい. この原因の一つに, 堆積物から得たプロキシの時間分解能が低いこと, 年代制約に乏しいことが挙げられる. 特に, 主に陸成層から産出する花粉化石などを用いた古気候記録は, 有孔虫化石の酸素同位体層序によって年代制約される古海洋記録との直接対比が難しい. そのため, 太平洋の古気候変動と古海洋変動の相互関係を, 同じ年代制約のもとに確認した例は少ない. そこで本研究では, 房総半島に分布する鮮新世海成堆積物を対象に, 有孔虫化石の酸素同位体層序と古地磁気層序を組み合わせた年代層序を構築し, 有孔虫化石と花粉化石を同じ試料から抽出することで, mPWPにおける北西太平洋の古海洋—古気候変動の相互関係を明らかにすることを目的とする.

### II. 研究の方法

千葉県富津市寺尾および長崎に分布する鮮新世海成堆積物である安房層群安野層を対象に, 野外調査による層序の確立, 古地磁気分析, 有孔虫化石の酸素同位体比分析および花粉化石分析を実施した.

野外調査では, 岩相柱状図及びルートマップを作成した. これらの記載に基づいて, シルト質の岩相をもつ層準から, 計55の岩石試料を採取した. また, これら岩石試料の採取層準と同じ層準から, 直径2.5cm, 長さ約10cmの古地磁気分析用ミニコア試料を1本ずつ採取した.

ミニコア試料は, 長さ2cmに切断し, 分析用試片とした. 安野層堆積当時の古地磁気成分を抽出するには, 試料に含まれる二次的な磁化成分を取り除く必要がある. そこで, それぞれの層準から得た2つの姉妹試片に対して, 段階交流消磁および段階熱消磁を施した. 段階交流消磁は, ピーク磁場5~80mTの範囲(5~10mT刻み)で, 超電導岩石磁力計(760-R, 2G Enter

prise社製)を用いて行なった。段階熱消磁は、加熱温度100～600°Cの範囲(50°C刻み)で、熱消磁用電気炉(TDS-1, 夏原技研製)を用いて行なった。また、それぞれの段階で消磁した試片は、超電導岩石磁力計を用いて磁化測定を行なった。これら古地磁気分析は、現在の地磁気の影響を最小限にするため、国立極地研究所のシールドルーム内で実施した。使用した機器も同様に、国立極地研究所の所有である。消磁結果は、直行面投影図で表し、最小二乗法を用いて安野層堆積当時の磁化方位を算出した。議論には、段階熱消磁による結果を用いた。

岩石試料は、硫酸ナトリウム法およびボロン法を用いて粉碎した。泥粒子を洗い流した後、砂サイズ残渣から底生有孔虫化石 *Melonis pompiloides*, *Bolivinita quadrilatera*, および浮遊性有孔虫化石 *Globigerina bulloides* を顕微鏡下で拾い出し、分析用試料とした。酸素同位体比分析には、国立科学博物館筑波研究施設所有の安定同位体質量分析計(MAT253, Thermo Scientific社製)を用いた。

花粉化石分析は、酸素同位体比分析の結果に基づいて、温暖期の層準から4試料、寒冷期の層準から2試料を選定し、分析用試料とした。分析は、花粉化石分析で実績のある有限会社アルプス調査所に外注した。

### III. 研究結果

千葉県富津市寺尾および長崎における野外調査の結果、約46m厚の岩相層序を構築した。調査範囲の安野層は主にシルト岩で構成され、ゴマシオ火山灰層、ハイゴマ火山灰層、スコリア層、軽石層、細粒火山灰層といったテフラが含まれる。

古地磁気分析の結果、3層準が正極性、44層準が逆極性、6層準が中間極性の磁化方位を示し、2層準からは磁化方位を得ることができなかった。特に研究層序区間の最上部3mの区間の6層準では、逆極性→中間極性→正極性という磁化方位の変化を検出できた。

底生有孔虫化石の酸素同位体比分析の結果、研究層序区間の酸素同位体値( $\delta^{18}\text{O}_{\text{Ben}}$ )は2.94～3.62‰で変化した。最下部層準6.5mの区間では、 $\delta^{18}\text{O}$ は3.53～3.62‰の間で、その上位区間では、3.32～2.94‰で推移した。最下部層準6.5mの区間は、氷期に相当すると考えられる。

浮遊性有孔虫化石の酸素同位体比分析の結果、研究層序区間の酸素同位体値( $\delta^{18}\text{O}_{\text{Pla}}$ )は0.31～0.81‰で変化した。最下部層準6.5mの区間において、4m層準で $\delta^{18}\text{O}_{\text{Pla}}$ はスパイク的に増加するが、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{Ben}}$ で見られた氷期を示す継続的なシグナルは確認できない。

花粉化石分析の結果、全ての検討試料で針葉樹のマツ科およびスギ科、落葉広葉樹のハンノキ属、ブナ属およびコナラ亜属、常緑広葉樹のアカガシ亜属が産出し、現在の日本列島には分布しない新第三紀型植物群も産出した。特に最下部層準5mの区間の試料からは、スギ科に次いでトウヒ属、ツガ属、ハンノキ属が多産した。

### IV. 考察

磁化方位の変化は、本研究層序区間の最上部で、地磁気方位が逆極性から正極性へ反転したことを示している。先行研究による安野層の年代層序との対比から、本研究層序区間はマンモス逆磁極期(年代範囲:333万年前～320万7千年前)に含まれ、最上部の磁化方位の逆転はその上部境界(320万7千年前)に相当する。

また、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{Ben}}$ 変動は、研究層序区間の最下位層準を0mとして、約6.35～10.75m区間で明瞭な気候温暖化を示す。本研究層序区間がマンモス逆磁極期に含まれることから、 $\delta^{18}\text{O}$ の一連の変動は、鮮新世最後の短期的な気候寒冷化イベントである海洋酸素同位体ステージ(MIS) M2(年代:329万5千年前)から、その後の温暖期(mPWP)への気候変遷を捉えていると考えられる。一方、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{Pla}}$ では、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{Ben}}$ で見られたMIS M2に相当する寒冷化イベントは確認できないことから、当時の房総半島沖では、全球的な寒冷化に伴う海洋表層の寒冷化は起きなかった、あるいは低塩分の表層水が卓越していた可能性が考えられる。

花粉群集は、全ての検討試料が現在よりも温暖な気候下における植生を示している。これは、本研究層序区間が、現在より温暖な鮮新世に含まれることと整合的である。MIS M2(寒冷期)層

準の2試料も現在よりも温暖な花粉群集を示すが、トウヒ属やツガ属といった現在に類似した花粉化石も産出した。このことは、MIS M2層準における陸上植生が、本研究層準の中では比較的寒冷であったことを示し、底生有孔虫酸素同位体比分析の結果と整合的である。

以上、本研究によって構築した古地磁気-酸素同位体複合層序から、本研究層序区間の年代範囲はおおよそ329万5千年前から320万7千年前の8万8千年間である。また、底生有孔虫酸素同位体記録と予察的な花粉群集記録は、大陸氷床が拡大したMIS M2に、当時の房総半島周辺の陸上気候が寒冷化していたことを示す。一方、MIS M2における当時の房総半島沖の海洋表層は、全球的な寒冷化の影響を受けなかった可能性がある。

## V. 成果発表

Haneda, Y. Preliminary results of oxygen isotopic, paleomagnetic, and pollen analyses from a mid-Piacenzian marine succession in the Boso Peninsula, central Japan. JpGU2021, MIS16-P21, June 2021, Online. (本成果の一部を発表)

## VI. 今後の課題

本研究層序区間での古地磁気分析・酸素同位体分析はほぼ終了した。しかし、一部の浮遊性有孔虫化石試料からは、分析の不具合によって有意な酸素同位体値を得ることができなかった。また、本研究で実施できた花粉化石分析は6試料だけであり、研究層序区間全体をカバーすることはできていない。今後、浮遊性有孔虫化石の再分析、および花粉化石の追加分析を行い、研究対象層準のデータを拡充する必要がある。