

小川原湖湖底堆積物の貝殻片及び植物片の放射性炭素年代に基づく年代論と両年代対比による湖の環境変化に関する研究

Age model based on radiocarbon ages and paleoenvironmental change of a coastal lagoon, Lake Ogawara, northern Japan

成田 尚史

Hisashi NARITA

東海大学海洋学部

要旨) 小川原湖湖底堆積物より産出した二枚貝化石の放射性炭素の測定を行った結果、深度 946 cm の軽石層は十和田-中瀬 (To-Cu) であり、深度 2211 cm を基底に存在する火砕流堆積物は、十和田-八戸 (To-H) であると推定され、これをもとに年代論を確立した。また、検鏡や塩化物イオンの定量結果もあわせて、小川原湖の古環境変遷を明らかにした。

キーワード : 湖底堆積物・放射性炭素・堆積年代・気候変動

1. 目的

過去 2 万年の大気二酸化炭素濃度の変動と気候変動、さらにはそれらと海洋循環の変動との関連を理解することは重要である。申請者はこれまで海底コアの記録をもとに、北太平洋阿寒帯域では大気二酸化炭素濃度の低かった最終氷期に海洋の生物生産量が低下していたこと、ベーリングアレードの温暖期の始まりは、東アジアではヨーロッパ地方より 500 年程度早く始まっており、これに対応して北太平洋阿寒帯域の表中層の循環が、最終氷期最寒期やヤングドリヤス期に比べ、停滞していたことを明らかにしつつある。

そこで、過去 2 万年の大気二酸化炭素濃度の変動と気候変動、さらには海洋循環の変動との関連を詳細に機械することを目的に、下北半島沖で採取した海底コアと小川原湖で採取した湖底堆積物とを詳細に対比することから気候変動に伴う陸域環境の変化と海峡循環を含む海洋環境の変動との関連を理解すること考えた。本申請研究課題においては、小川原湖湖底堆積物の貝殻片試料、さらには植物片試料の放射性炭素年代の測定を行い、同年代の下北沖海底堆積物の放射性炭素年代との相互比較を行うことにより、大気二酸化炭素濃度変動のメカニズムの要因を明らかにすることを最終的な目的としている。

本年度においては、採取した 2 本の湖底堆積物から産出した貝化石試料の放射性炭素年代を測定し、放射性炭素年代の測定により、堆積速度を明らかにすることに加え、それより較正した暦年代と火山灰に同定に基づく年代や今後行う年縞計数に基づく年代との相互比較を行い、2 本の柱状堆積物の岩相記載より決定した共通深度の妥当性の検証を行うことを目的とした。

2. 方法

湖底堆積物試料は、2008 年 3 月から 4 月初旬に既存の海底コアの採取点に近い下北半島の小川原湖にスパット台船を係留し、シンフォールサンプラーによって採取した。採取にあたっては、柱状試料の時間的な連続性を保つため、 <5 m 程度の範囲内から 2 本の試料の採取を行った。両柱状試料は、湖底下 1.5 m 以深では明瞭な葉理構造が発達しており、ほぼ試料の基底部まで連続していた。また、4 枚の火山灰層が介在していた。各地点から採取された柱状試料に関しては、双方に介在する火山灰層や特徴的な葉理構造のシーケンスを対比させて共通深度を決定した。これに従うと、柱状試料基底部の深度は、測点 1 で湖底下 2306 cm、測点 2 で湖底下 2272 cm である。

湖底下 720 cm~1610 cm の深度においては、二枚貝を中心に貝化石産出した。今回は、この中から 15 層準を選び出し貝化石の放射性炭素年代測定を実施した。15 層準の内訳は、測点 1 が 9 層準、測点 2 が 6 層準である。試料は、ミリ Q 水で表面の堆積物を落とした後、0.5 N HCl 中で超音波洗浄機

で数分間洗浄した。その後、酸をミリQ水で良く洗い流した後、十分乾燥させた。さらに、乾燥後の試料は、精秤したバイアル瓶に移し、電気炉で450°Cで5時間灼熱処理し、その後バイアル瓶中である程度粉碎したものを測定用試料とした。また、粉碎後質量を測定しAsh重量を測定した。今回の測定に供した試料のAsh重量は、11.8 mg～232.0 mgである。貝化石からの二酸化炭素抽出、グラフアイト化及び測定に関しては、独立行政法人日本原子力研究開発機構青森研究開発センターむつ事務所のマニュアルに沿って行われた。さらに、放射性炭素の測定に加え、これまでに堆積物間隙水の塩化物イオンの測定、介在する火山灰の化学分析、堆積物の顕微鏡観察等も行っている。以下では、これら結果も交えて、これまでの研究の進捗状況を概説する。

3. 研究成果

測点1の9試料の分析結果は 56.56 ± 0.28 pMC(深度801 cm)～ 37.93 ± 0.22 pMC(深度1523 cm)、測点2の6試料の結果は、 59.34 ± 0.29 pMC(深度724 cm)～ 37.62 ± 0.22 pMC(深度1606 cm)の範囲であった。それぞれのpMC値を放射性炭素年代に換算すると、測点1の試料の放射性炭素の年代は 4580 ± 20 yr BP～ 7790 ± 50 yr BP、測点2では 4190 ± 20 yr BP～ 7850 ± 50 yr BPの範囲であった。これら放射性炭素年代を堆積物の深度に対してプロットすると、いずれも良い直線関係にあり、今回測定した年代範囲で考えると、堆積速度はかなり一定であることが明らかとなった。さらに、小川原湖の湖水のリザーバー年代がゼロ年と仮定して暦年代に換算すると、測点1は5310 yr cal BP～8560 yr cal BP、測点2では4740 yr cal BP～8620 yr cal BPとなった。これら暦年代を用い、堆積速度を算出すると、測点1では0.232 cm/yr、測点2では0.228 cm/yrとなった。

4. 結論・考察

小川原湖湖底堆積物からは、4枚の明瞭な火山灰層が確認できた。深度255 cm(層厚3 cm)と261 cm(層厚2 cm)には、2対の火山灰層が認められた。この火山灰は、産状と化学分析の結果から、上位がAD937年に噴火した白頭山-苦小牧(B-Tm)、下位がAD915年の十和田a(To-a)に対比された(福澤ら、1998)。また、深度946 cmと深度2211 cmには、層厚それぞれ9 cmと133 cmの火山灰層が認められた。共に、軽石を主体とする火山灰層で、化学分析の結果からは共に十和田火山起源であることは間違いないが、同定までには至っていない。さらに、下位の火山灰層の下部には、級化構造が見られ、また炭化木も認められたことから、火砕流堆積物である可能性がある。

これら4枚の火山灰層に関して、深度801 cm～1523 cmの貝化石から得られた堆積速度を外挿し年代換算すると、255 cmの白頭山-苦小牧は3107 yr cal BP、261 cmの十和田aは3123 yr cal BPとなり、実際の噴出年代に比べそれぞれ2000年近く古めの年代を示した。これは、深度801 cm～1523 cm間の堆積速度に比べ、深度801 cm以降では速いことが原因であろう。また、同様に見積もると、深度946 cmに産出する火山灰は6370 yr cal BP、深度2211 cmから産出する火砕流堆積物と考えられる軽石層は12160 yr cal BPとなった。前者は内挿した年代であるため確度が高く、対応する十和田火山の噴火としては、十和田-中楸(To-Cu)がある。さらに、産出深度の近接する2層準のデータを用い年代換算すると、十和田-中楸の噴出年代は、暦年代で6330 yr cal BP、放射性炭素年代で 5530 ± 30 yr BPとなり、早川(1983)が十和田-中楸降下軽石層から産出した炭化木で行った放射性炭素年代 5390 ± 140 yr BPと比較的良好一致を示した。一方、後者も深度で5 m以上の外挿を行っているため年代の確度は極めて乏しいが、外挿し得られた年代と火砕流を伴う噴火と考えられることから、十和田-八戸(To-H, 13000 yr BP, 暦年代15000 yr cal BP)に対応すると考えられる。以上のことから、本研究で得られた小川原湖湖底堆積物の基底部年代は、暦年代でおよそ15500 yr cal BP程度と推察される。ただし、ここでは、海洋リザーバー年代をゼロとして、暦年代への変換を行った。以下でも示すように、小川原湖には少なくとも9000千年前から海水進入が起こっているため、放射性炭素年代の暦年代換算には、リザーバー年代を考慮する必要がある。十和田-中楸の噴出年代(放射性炭素年代で 5530 ± 30 yr BP)について、一般的に用いられる平均的な値400年のリザーバー年代を用いて、暦年代に換算すると5910 yr cal BPとなり、早川(1983)の放射性炭素年代 5390 ± 140 yr BPから換算される暦年代6150 yr cal BPとは200年となる。しかしながら、当時小川原湖に海水進入があったことは間違いないが、汽水環境であった可能性もあり、精確なリザーバー年代を決めることは困難である。詳細な年代決定のためには、年縞年代の計数を行うと共に、リザーバー年代を仮定する必要のない植物片等の有機物の放射性炭素の測定を通して行って行く必要があるであろう。また、

年縞年代や有機物の放射性炭素と貝化石の放射性炭素年代との比較から、逆に小川原湖に関するリザーバー年代を見積もることも可能であるかもしれない。以下では、リザーバー年代をゼロとして求めた暦年代をもとに、検鏡や化学分析の結果に基づいた小川原湖の古環境変遷を概説する。

本コアに関して、数層準で行った堆積物の電子顕微鏡による検鏡の結果、深度 931 cm, 1223 cm, 1297 cm 及び 1465 cm の層準では、海産性のケイ藻類が確認された。これらの深度は、0.232 cm/yr の堆積速度を用い暦年代に換算すると、それぞれ 6300 yr cal BP, 7560 yr cal BP, 7880 yr cal BP 及び 8600 yr cal BP となる。このことから、少なくとも 9000 年前には、小川原湖に海水進入が起こっていたことが明らかとなった。また、このうち 931 cm の層準 (6300 yr cal BP) からは、暖水性の円石藻類の *Gephyrocapsa oceanica* が確認されたことから、縄文海進で内湾化していた小川原湖には対島暖流起源の海水が進入していたものと推察される。

堆積物間隙水中の塩化物イオン濃度は、表層付近で 5.5 g/l と高く、深さと共に指数関数的な減少を示し、およそ 1000 cm (6310 yr cal BP) 以深の層準では、海産性の植物プランクトン化石が産出するにもかかわらず、0.26 g/l の塩化物イオン濃度レベルであった。さらに、加藤ら (1996) の淡水環境下に突発的に塩水進入がたったとするモデルに従えば、間隙水中の塩化物イオンの鉛直分布は、100~200 年で達成される。このことから、縄文海進以降の海退期に湾口が閉鎖され形成した小川原湖は、その後七戸川からの淡水流入で一旦は淡水化したことが推察される。

5. 引用(参照)文献等

福澤仁之, 塚本すみ子, 塚本齊, 池田まゆみ, 岡本真, 松岡裕美 (1998) : 年縞堆積物を用いた白頭山-苦小牧火山灰 (B-Tm) の降灰年代の推定. *LAGUNA (汽水域研究)*, 5, p55-62.

早川由紀夫 (1983) : 十和田火山中礫テフラ層の分布, 粒度組成, 年代. *火山 第2集*, 28(2), p263-273.

加藤義久, 宮田達夫, 和田秀樹, 南秀樹 (1996) : 汽水湖堆積物における塩化物イオンの拡散-浜名湖掘削試料間隙水中の塩素量の鉛直分布. *海の研究*, 5(2), p97-106.