

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月31日現在

機関番号：16401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22654061

研究課題名（和文）生息深度の異なる浮遊性有孔虫の ^{14}C 年代差から探る黒潮域の亜表層水塊変動研究課題名（英文）Subsurface water mass variations in the Kuroshio region inferred from ^{14}C age difference of planktic foraminifers with different depth habitat

研究代表者

池原 実（IKEHARA MINORU）

高知大学・教育研究部自然科学系・准教授

研究者番号：90335919

研究成果の概要（和文）：

北西太平洋の黒潮流域や亜熱帯ジャイヤ域から得られた複数の海洋コアを用いて、異なる生息水深を持つ浮遊性有孔虫種の放射性炭素（ ^{14}C ）年代測定および酸素同位体分析を行い、表層～亜表層間の ^{14}C 年代差および酸素同位体偏差を復元した。その結果、完新世では表層～亜表層 ^{14}C 年代差はほとんど存在しないが、最終融氷期および最終氷期最寒期には1000年を超える ^{14}C 年代差が普遍的に存在することが明らかとなった。北西太平洋において海洋コアの年代モデルを構築するためには、表層種のみを用いて ^{14}C 年代測定をする必要がある。

研究成果の概要（英文）：

The differences in ^{14}C age and $\delta^{18}\text{O}$ between surface and subsurface planktic foraminifers are reconstructed at the piston cores from the Kuroshio region and the subtropical gyre in the Northwest Pacific. Although there is no systematic difference of ^{14}C ages during the Holocene, ^{14}C age differences exceeding 1000 years are clearly observed in the sediment cores during the last deglaciation and the last glacial maximum (LGM). To establish an age model of marine core in the Northwest Pacific, it necessary to measure ^{14}C age only using a surface water species.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	0	1,300,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	360,000	2,860,000

研究分野：古海洋学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・層位・古生物学

キーワード： ^{14}C 年代差、環境変動、気候変動、有孔虫、黒潮、亜熱帯循環

1. 研究開始当初の背景

海洋コアを用いた古海洋変動研究には、高精度の年代モデルを構築することが必要不可欠であり、過去約5万年間に適用できる ^{14}C 年代測定は最も有効な手法の一つである。北西太平洋から得られたピストンコアの年代

モデル構築には、浮遊性有孔虫 *Globolotalia inflata* の ^{14}C 年代が広く利用されている（池原ほか, 2006 など）。この種は比較的大型で、容量が限られたコア試料からも多数産出し、水温躍層以深（以下、中層と表現）に主に生息している。しかし、他の海域の古海洋変動

記録と比較する際に変動のタイミングがずれている可能性が見出されてきたため、そのズレが地点間に存在した実際の時間的ズレなのか、あるいは年代モデルに問題があるのか検証が必要となった。そこで、四国沖コア MD01-2422 において *G. inflata* の ^{14}C 年代が得られている 6 層準から、表層種の *Globigerinoides ruber* と *Globigerinoides sacculifer* を新たに拾い出し、予察的に 2 種の混合試料の ^{14}C 年代測定を行った。その結果、4 層準では表層種と中層種の ^{14}C 年代差が数百年以内に収まるものの、ヤンガードライアス (YD) と最終氷期最寒期 (LGM) では中層種の方がそれぞれ約 600 年と約 1100 年古い年代値を示した。つまり、四国沖黒潮流域の水溫躍層以深には寒冷期にのみ古い炭素が存在していた可能性が高く、表層から亜表層・中層の水塊構造が現在とは大きく異なっていたという仮説が提案される。

そこで、本研究では下記の 3 点の研究目的を設定し、複数の海洋コアにおいて上記の仮説を検証するとともに、その要因を解明するための研究を実施した。

2. 研究の目的

- (1) 北西太平洋の黒潮流域や亜熱帯ジャイア域から得られた海洋コアを用いて、異なる生息水深を持つ複数の浮遊性有孔虫種の放射性炭素 (^{14}C) 年代測定を行い、最終氷期最寒期やヤンガードライアス期などの寒冷期にのみ表層～亜表層 (中層) 間の ^{14}C 年代差が大きくなるという仮説を検証する。
- (2) 複数の浮遊性有孔虫種の酸素・炭素同位体比を高い時間分解能で分析することで表層～亜表層～中層の水塊構造を明らかにし、最終氷期以降の水溫躍層深度の変化および海洋成層化の強弱を復元し、 ^{14}C 年代差の増減と亜表層水塊変動との関係を解明する。
- (3) 海洋コアの年代モデル構築には浮遊性有孔虫の表層種のみ ^{14}C 年代値を用いるべきであるという必要条件を実証的に提示する。

3. 研究の方法

- (1) 本研究では、北西太平洋の黒潮域および黒潮南方の亜熱帯ジャイア域から得られた計 11 本 (10 地点) の海洋コアを対象とした。各コアの浮遊性有孔虫の酸素同位体層序および放射性炭素年代測定に基づく年代モデルを構築した上で、比較的早い堆積速度を有するコアを選別し、優先的に同位体分析を行った。特に、四国沖 MD01-2422、土佐海盆 MD01-2423、奄美海台 ASM-5PC、遠州灘沖海山 EOS-1PC、沖縄トラフ南部 OTK-2PC の各コアの分析を優先した。

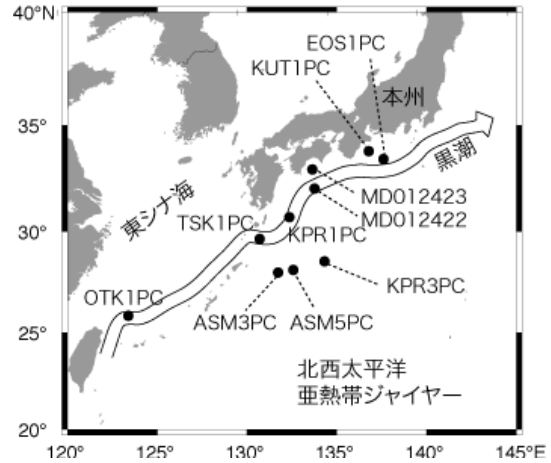


図 1. 本研究で用いた海洋コアの位置。

表 1. 本研究で用いたピストンコア

コア名	緯度	経度	水深(m)	海域
KUT-1PC	33°32.8'N	136°34.9'E	2,095	熊野海盆
EOS-1PC	33°06.0'N	137°40.9'E	3,151	遠州灘沖海山
MD01-2423	32°50.1'N	133°45.9'E	1,042	土佐海盆
MD01-2422	32°08.7'N	133°51.8'E	2,737	四国沖下部陸棚斜面
GC2	32°08.6'N	133°51.8'E	2,785	四国沖下部陸棚斜面
KPR-1PC	30°41.1'N	132°11.7'E	2,526	九州沖下部陸棚斜面
TSK-1PC	29°38.0'N	131°04.3'E	3,071	トカラ海峡東方
KPR-3PC	28°34.0'N	134°08.8'E	2,993	九州-パラオ海嶺
ASM-5PC	28°23.0'N	132°45.0'E	2,678	奄美海台
ASM-3PC	28°23.4'N	132°24.9'E	3,169	奄美海台
OTK-2PC	24°57.8'N	123°00.8'E	1,709	南部沖縄トラフ

- (2) 各コアから堆積速度に応じて 1cm から 2cm 間隔で堆積物を分取した。その堆積物を 63 μm のふるいで水洗した後に乾燥した。残渣試料から、浮遊性有孔虫の表層種、亜表層種、中層種を適切なサイズフラクションからそれぞれ拾い出し、安定同位体比質量分析計 (IsoPrime) を用いて酸素同位体比を測定した。その結果を基に、複数種の同位体データを元に、表層～亜表層～中層間の酸素同位体偏差 ($\Delta\delta^{18}\text{O}$) を求めた。
- (3) 年代モデルに基づいて、各コアのターゲット層準 (完新世末, YD, ベーリング・アレレード期, LGM など) を特定した。それらあ層準から表層種 (*G. ruber*, *G. sacculifer*) および中層種 (*G. inflata*) を一定量拾い出し、東京大学タンデム加速器研究施設にて ^{14}C 年代測定を行った。得られた ^{14}C 年代値は、リザーバー年代の補正を行うとともに、CALIB 5.0 プログラムを利用して暦年代に換算した。

4. 研究成果

- (1) 沖縄トラフ南部のコア OTK-2PC について、浮遊性有孔虫の表層種として *G. ruber*、亜表層種として *Pulleniatina obliquiculata*, *Neogloboquadrina dutertrei* をそれぞれ拾い出し、炭素・酸素同位体比を測

定した。その結果、最終融氷期には完新世や最終氷期に比べて $\Delta\delta^{18}\text{O}$ が有意に大きくなった。このことから、南部沖縄トラフ域では最終融氷期に成層化が強まって水温躍層深度が浅くなっていた可能性が示唆される。

(2) 北西太平洋の奄美海台のASM-5PCでは、表層～亜表層間の $\Delta\delta^{18}\text{O}$ がLGMで小さく最終融氷期後半で有意に増加する傾向を示した。南部沖縄トラフと同様に、最終融氷期で水温躍層が浅くなり表層成層化が強まっていたと推測される。また、別途分析された複数の浮遊性有孔虫種のMg/Ca古水温は、LGMでは表層に比べて中層でより低水温化していたことがわかった(Sagawa et al., 2011)。これはLGMに水温躍層が深くなるとともに、亜熱帯ジャイア内で形成される亜熱帯モード水の生成量が増加したこと由来すると解釈される。このような亜熱帯モード水の強化は、東アジア冬季モンスーンが強かったことに関連する。

(3) 土佐海盆のMD01-2423コアにおいて、最終氷期から現在までの計8層準から*G. sacculifer*と*G. ruber*を拾い出し年代測定を行い、既に年代値が得られていた亜表層種(*G. inflata*)との ^{14}C 年代差を求めた。その結果、最終融氷期初期(約15-16ka)と完新世末には ^{14}C 年代差が小さく、完新世初期(約9000年前)に有意に年代差が大きくなる傾向を示した。しかしながら、この傾向は、予察的に求めていた四国沖の ^{14}C 年代差が大きくなるタイミングとは異なるものであった。このような ^{14}C 年代差増大のタイミングの違いについては、今後さらに詳細な検討を行う必要がある。

(4) 遠州灘沖コアEOS-1PCの完新世および最終融氷期において表層種と亜表層種間の ^{14}C 年代差を求めたところ、完新世ではほとんど ^{14}C 年代差がないが、最終融氷期では1000年以上の ^{14}C 年代差が存在することがわかった。

(5) このような ^{14}C 年代差が増大する時代には、一般的に表層～亜表層間の $\Delta\delta^{18}\text{O}$ が増加する傾向にある。特に、最終融氷期においてその傾向が顕著である。現時点での解釈によれば、北西太平洋では最終融氷期に亜熱帯循環が弱まった(Sawada and Handa, 1998)のために、西岸境界流である黒潮の流量が減衰し、結果として同海域における水温躍層が浅くなり表層成層化が強まっていたと推測される。

(6) 以上のことから、亜表層種の ^{14}C 年代値は、四国沖のみならず、日本列島南岸沖の黒潮流域において表層種と異なる年代値を持つことがわかった。しかしながら、海域によって ^{14}C 年代差が増加する時代が異なる可能性が高まった。

(7) 各コアともに最終氷期層準では浮遊性有孔虫の表層種(*G. ruber*, *G. sacculifer*)の産出状況が悪かったため、現時点で最終氷期の ^{14}C 年代差が得られたコアが少ない状況である。今後、堆積物試料を増やして分析データを加える必要があるものの、日本列島南岸の四国沖と遠州灘沖では、最終氷期以降の亜表層水塊構造、特に水温躍層深度が有意に変動していた可能性が高い。

(8) 本研究の結果は、北西太平洋において海洋コアの年代モデルを構築するためには、表層種のみを用いて ^{14}C 年代測定をする必要があることを明瞭に示している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① Sagawa, T., Yokoyama, Y., Ikehara, M., and Kuwae, M., (2011) Vertical thermal structure history in the western subtropical North Pacific since the last glacial maximum, Geophysical Research Letters, 査読有, vol.38, L00F02, doi:10.1029/2010GL045827.

[学会発表] (計1件)

- ① Ikehara, M., Millennial-scale variability of the Kuroshio based on oxygen and carbon isotopes of planktonic foraminifera, The 1st Korea-Japan IsoPrime User's Meeting, Seoul, Korea, 13 May, 2010.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

池原 実 (IKEHARA MINORU)

高知大学・教育研究部自然科学系・准教授

研究者番号：90335919

(2) 研究分担者

横山 祐典 (YOKOYAMA YUSUKE)
東京大学・大気海洋研究所・准教授
研究者番号：10359648
(H22：研究分担者、H23 連携研究者)