

## 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 6月 8日現在

機関番号：82626

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21740373

研究課題名（和文） 沖縄周辺海域における最終氷期以降の中・深層環境

研究課題名（英文） Intermediate-deep water environments around the Okinawa Islands since the last glacial period

研究代表者

板木 拓也（ITAKI TAKUYA）

独立行政法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・研究員

研究者番号：30509724

研究成果の概要（和文）：沖縄周辺の海底から採取された柱状堆積物試料（海底コア）の詳細な堆積年代を調べ、そこから産出した微化石（放射虫）と化学分析の情報をもとに最終氷期（約2.5万年前）以降の中深層環境の変化を推定した。その結果、最終氷期から完新世への遷移期（1.75万～1.15万年前）において、この海域の中深層水が北方起源の水塊の影響を受けていたことを示唆するデータを得た。

研究成果の概要（英文）：Intermediate-deep ocean environments since the last glacial period (after 20,000 years ago) were reconstructed using well-dated sediment cores from the East China Sea and Philippine Sea around the Okinawa Islands, Japan. According to microfossil record (Radiolaria) and geochemical analysis, it is suggested that the northern origin intermediate water might intrude in this area during transition period from the last glacial to Holocene (17,500 to 11,500 years ago).

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：数物系科学

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：北太平洋、中層水、海底コア、古海洋学、微化石

## 1. 研究開始当初の背景

氷期の寒冷化は、大規模な海洋循環が重要な役割を果たしたことは良く知られている。そのため地球規模の気候変動をより正確に理解するためには、海洋の表層だけではなく、中深層などの深海域での循環に関しても調査することは重要である。最近の研究によれば、最終氷期には北太平洋の高緯度域で中層循環が現在よりも強化されていたことが示唆されている。しかし、その影響が中・低緯

度域にも達していたかどうかは検証に至っていない。もし中深層循環に著しい変化が起これば、それに伴う水質の変化などによって、そこに生息する生物群集に影響をもたらすだろう。そのような変化を捉えるためには、海底コアに保存されている微化石群集が利用出来る。

## 2. 研究の目的

上記の背景の下、本研究では、フィリピン

海と東シナ海の海底コアに含まれる珪質微化石の放散虫（動物プランクトン）の研究を行い、その変化から過去の海洋構造を推定することを目的とした。

しかし、指標として用いる放散虫に関しては、それらの生態に関する研究が少なく、現在実際に生息している群集と海洋環境との関係は十分に分かっていない。そこで、東シナ海と北太平洋から採取されたプランクトン試料を用いて放散虫の生息深度などの生態情報を取得し、化石群集からより正確な環境情報を取得するための情報を取得する。

また、放散虫群集からは、どのような水塊が存在したのかを予想することは出来るが、その循環の度合いを正確に見積もることは難しい。これを補うものとして、底生有孔虫殻の安定同位対比や浮遊性と底生有孔虫の放射性炭素年代差が有効である。同一層準の試料から海洋表層（浮遊性有孔虫）と海底（底生有孔虫）の年代を比較することで、当時の海底に存在した中深層の水が沈み込んでからどの程度の時間が経過しているかを知ることが可能となる。

以上のデータを複合的に解釈することで、より確からしい中深層循環の復元を目指すことが出来る。

### 3. 研究の方法

研究試料として、産業技術総合研究所が既に沖縄周辺海域から採取したコアより、本研究の目的に最も適しているものを選定した。それらのコアについて浮遊性有孔虫の放射性炭素年代測定等から詳細な年代モデルを構築した。また、中深層水の年齢について検討するため、同じ層準で底生有孔虫についても年代測定を行った。

光学顕微鏡を用いてコアに含まれている放散虫化石の分析を行い、個体数と群集組成の変化を検討した。また、古環境の推定に必要な放散虫の生態情報を取得するために現生の試料（各層プランクトン・ネット試料）についても調査した。

### 4. 研究成果

#### (1) 研究コアの選定：

産業技術総合研究所が海洋地質図作成を目的に沖縄海域で実施した海洋地質調査において計 12 本のコアが採取された（図 1）。これらのコアについて、まずは火山灰分析と有孔虫殻を用いた放射性炭素年代から堆積年代の概査を行った。このとき、放射性炭素年代は、加速器質量分析計（AMS）を用いた。この中から、代表コアとして沖縄島東方沖の大陸斜面の水深 1,166m から採取されたコア GH08-2004（コア長 293cm）および水深 2,286m からの GH08-2005（コア長 70cm）を選定し、それぞれ 15 点および 16 点の放射性炭素年代

を測定することで詳細な年代モデルを構築した。なお、選定の基準は、堆積年代、コアの採取水深、堆積相、周辺地形等から決定した。沖縄島東方沖においてこれまで採取されたコアはいずれも堆積速度が遅く、時間解像度の高い研究を行うには不適であった。しかし、今回、産業技術総合研究所の調査で取得した詳細な地質情報を参考にコアの採取地点を決定した結果、特にコア GH08-2004 において比較的早い堆積速度が記録されていることが判明し、この海域で高時間解像度の研究が可能となった。

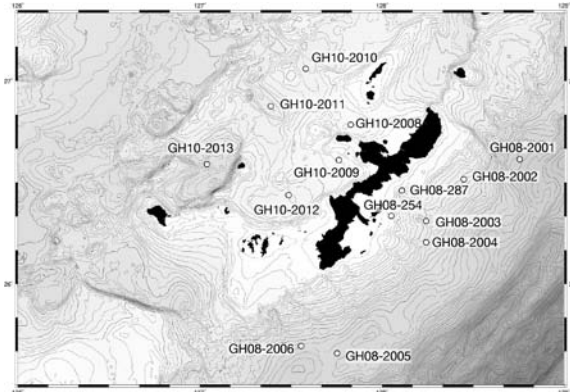


図 1. 沖縄周辺海域における海底コアの採取地点。これらのコア全てについて、岩層記載、色測定、密度測定、年代測定の概査を行い、本研究で用いたコアの選定を行った。

#### (2) 浮遊性-底生有孔虫年代差：

コア GH08-2005 には、浮遊性有孔虫と同時に比較的多くの底生有孔虫が産出したため、完新世と最終氷期の幾つかの試料について浮遊性種と底生種の放射性炭素年代の値を比較した。その結果、多くの場合、底生種が浮遊性種よりも 1000～1500 年程度古い値を示した。これは、コアの採取水深である 2,000m 付近は、少なくとも試料を測定した層準には、現在と同等レベルの海洋循環を経た深層水が存在したことを示しており、従来の説と矛盾は無かった。ただし、詳細な変化を知るためには、今後、データの追加が必要である。

#### (3) 放散虫の分析結果：

① 放散虫は、珪質殻を持つプランクトンのひとつで、種により生息水深が異なることから、それらの化石の群集組成は、過去の中深層環境の指標となり得る。そこで、まずはプランクトン試料を用いて放散虫の生息深度について検討を行った。

東シナ海の水深 0～700m の 8 層から得られた各層プランクトン試料を調べた結果、*Tetrapyle octacantha* グループ等、主に表層に生息する種が多数認められた一方、*Larospira minor* 等、中層の水塊に特徴的

に認められる種が存在した。北太平洋から得られているデータや表層堆積物試料をもとにした分布データとの比較によれば、これらの各深度帯の特徴種は、北太平洋の海洋構造と密接な関連性があることが示唆される。これらのデータは、以下、化石群集を解釈するための基礎情報とした。

② コア GH08-2004、GH08-2005 に加え、東シナ海の水深 801m で採取されたコア GH10-2010 の全部で 3 本のコアについて放散虫化石の分析を行った。その結果、全ての試料で化石は産出した。堆積物 1 g 当たりに含まれる放散虫の個体数の変化は、コアによって傾向が異なした。これらの変化が実際に当時の生産量を反映したものなのか、あるいは堆積時の溶解によるものなのか今後検討する必要がある。

溶解の影響が著しい場合、脆弱な骨格を持つ種の選択的な溶解などで群集組成が堆積物中で変化してしまうことが懸念される。顕微鏡観察の結果、化石の保存は比較的良好で、脆弱な骨格を持つ種も産出することから、溶解の影響は受けていたとしても、群集組成はある程度保持されているものと考えられる。

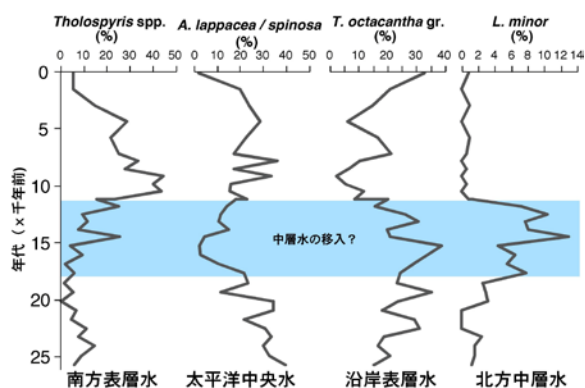


図2. 沖縄島東方沖(コア GH08-2004)における過去 25000 年間の放散虫群集の変化。北方の中層水の特徴付ける *L. minor* が最終氷期終了後(17500 年前)から完新世直前(11500 年前)までの期間(水色の帯)に高い産出頻度を示した。

図2には、コア GH08-2004 で高い産出頻度を示した *Tholospyris* spp.、*Acrosphaera lappacea* / *Acrosphaera spinosa*、*T. octacantha* グループ、*L. minor* について全放散虫に対する相対頻度の過去 25000 年間の変化を示した。

*Tholospyris* spp.、*A. lappacea* / *spinosa*、*T. octacantha* グループは、いずれも太平洋では主に低緯度域の表層付近に生息することが知られているが、適応する水塊が幾分異なるため、これらの頻度変化は過去の表層環境の変化を反映している可能性がある。*Tholospyris* spp. は、現在の赤道域で多く産

出する。そのため、完新世初期(約 10000 年前)に本種群が増加する沖縄島東方沖では南方起源の表層水の影響を強く受けていた可能性がある。完新世初期の増加は、*A. lappacea* / *spinosa* にも認められる。*A. lappacea* や *A. spinosa* は、貧栄養で特徴付けられる亜熱帯循環の中心部付近(亜熱帯中央水塊)で多産する。一方、現在は東シナ海沿岸などの生物生産の高い海域で多産する *T. octacantha* グループは、沖縄島東方では完新世初期に減少した。これらのことから、南方起源の水塊の影響を受けていた完新世初期には、同時に亜熱帯中央水塊が張り出して沿岸水の影響が少なかった可能性がある。

沖縄島東方で遷移期(約 11500-17500 年前)に増加する *L. minor* は、現在の北太平洋では中-高緯度で多く認められ、プランクトン・ネットの調査から主に水深 250m 以深に生息する事が明らかにされている。このような *L. minor* の分布は、高緯度から移入してきた塩分極小層(北太平洋中層水)の分布と一致している。このことから、沖縄島東方では、遷移期に北太平洋中層水の影響をより強く受けていたことが示唆される。ベーリング海から採取されたコアの放散虫分析の結果によれば、この時期に高緯度域で中層水が活発に形成されていた事が示唆されており、沖縄島東方で認められた *L. minor* の増加がこの事象の低緯度域への伝播である可能性がある。

#### (4) その他 :

コア GH08-2004 については、国内外の多くの研究者が様々な手法(他の微化石群集、化学分析、同位体分析など)を使って古海洋環境の研究を遂行中である。過去の海洋環境を推定するには、ひとつ又は少数の指標のみの解釈では十分な理解を得ることは難しく、様々な指標を複合的に解釈することで、より確かな復元に繋がる。現在、これらのデータを取り纏め中で、これまで情報が少なかった琉球列島東側の古海洋環境の詳細が明らかにされつつある。

#### 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 16 件)

① Lee, J. I., Yoon, H. I., Yoo, K. C., Lim, H. S., Lee, Y. I., Kim, D., Bak, Y. S., Itaki, T., Late Quaternary glacial-interglacial variations in sediment supply in the southern Drake Passage. *Quaternary Research*, 査読有, 78, 119-129, 2012. Doi: 10.1016/j.yqres.2012.03.010.

② Ijiri, A., Harada, N., Hirota, A., Tsunogai,

U., Ogawa, O. N., Itaki, T., Khim, B. K., Uchida, M., Biogeochemical processes involving acetate in sub-seafloor sediments from the Bering Sea shelf break. *Organic Geochemistry*, 査読有, 48, 47-55, 2012. Doi: 10.1016/j.orggeochem.2012.04.004.

- ③ 天野敦子・板木拓也, 沖縄トラフ-時空間的な堆積速度変化とその要因-, 月刊地球, 査読無, 393号, 355-362, 2012. DOI 及び URL 無し.
- ④ Itaki, T., Kim, S., Rella, S. F., Uchida, M., Tada, R., Khim, B. K., Millennial-scale variations of late Pleistocene radiolarian assemblages in the Bering Sea related to environments in shallow and deep waters. *Deep-Sea Research-II*, 査読有, 61-64, 127-144, 2012. DOI:10.1016/j.dsr2.2011.03.002.
- ⑤ 板木拓也・天野敦子・片山 肇・鈴木 淳・兼子尚知・西田尚央・島村道代・李 相均・荒井晃作, 沖縄島西方沖(久米島および慶良間諸島周辺)の海底堆積物. 地質調査総合センター速報, 査読無, 地質調査総合センター速報, 55号, 58-67, 2011. DOI 及び URL 無し.
- ⑥ 天野敦子・板木拓也・片山 肇, 沖縄島南西海域の海洋環境. 地質調査総合センター速報, 査読無, no. 55, 68-75, 2011. DOI 及び URL 無し.
- ⑦ 板木拓也・天野敦子・片山 肇・池原 研, 沖縄島西方沖で採取された柱状堆積物および放射性炭素年代の測定結果. 地質調査総合センター速報, 査読無, no. 55, 76-84, 2011. DOI 及び URL 無し.
- ⑧ 板木拓也, 沖縄周辺の海底コア中における放散虫殻の個体数変化. 地質調査総合センター速報, 査読無, no. 55, 163-165, 2011. DOI 及び URL 無し.
- ⑨ 池原 研・板木拓也・下司信夫・山下 透・檀原 徹, GH08 及び GH10 航海で沖縄島周辺海域から採取された海底堆積物コアに挟在する火山灰層. 地質調査総合センター速報, 査読無, no. 55, 85-87, 2011. DOI 及び URL 無し.
- ⑩ 齋藤京太・多田隆治・板木拓也, 沖縄本島西方海域堆積物の鉱物組成に基づく供給源推定とコア堆積物への応用. 地質調査総合センター速報, 査読無, no. 55, 148-160, 2011. DOI 及び URL 無し.
- ⑪ Itaki, T., Kimoto, K., Hasegawa, S., Polycystine radiolarians in the Tsushima Strait in 2006 autumn. *Paleontological Research*, 査読有, 14, 19-32, 2010. DOI:10.2517/1342-8144-14.1.019.
- ⑫ 板木拓也・片山 肇・鈴木 淳・兼子尚知・小田啓邦・荒井晃作, 沖縄島西方沖の

海底堆積物. 地質調査総合センター速報, 査読無, no. 51, 54-68, 2010. DOI 及び URL 無し.

- ⑬ 板木拓也・片山 肇・鈴木 淳, 沖縄島西方沖の海洋環境. 地質調査総合センター速報, 査読無, no. 51, 69-75, 2010. DOI 及び URL 無し.
- ⑭ 板木拓也, 沖縄島東方から得られたコア GH08-2004 の放射性炭素年代と放散虫群集の変化に関する予察. 地質調査総合センター速報, 査読無, no. 51, 171-174, 2010. DOI 及び URL 無し.
- ⑮ 池原 研・板木拓也, 沖縄東方海域から採取された2本の海底堆積物柱状試料の堆積年代. 地質調査総合センター速報, 査読無, no. 51, 168-170, 2010. DOI 及び URL 無し.
- ⑯ 板木拓也, 放散虫が語る環境変化と生物地理との関係: 日本海のプランクトンは何処から来たのか?. 日本プランクトン学会報, 査読有り, 58, 48-54, 2010. DOI 及び URL 無し.

[学会発表](計3件)

- ① Chang, Y.P., Liu, C.H., Chen, M.T., Mii, H.S., Shen, C.C., Itaki, T., Ikehara, K.. Variations and possible implications on hydrological conditions of Western Pacific marginal seas based on reconstructed temperatures, stable isotopes and fauna assemblages derived from planktonic foraminifera. 2011 KJOD/IODP Workshop for Okinawa Trough Drilling, 2011年7月3日, 韓国大田.
- ② 板木拓也・池原 研・木元克典・松本 剛, 沖縄トラフ掘削プロジェクト~古海洋学的アプローチからのアイディア~. 2009年度古海洋シンポジウム, 2010年1月7日, 東京大学(東京都)
- ③ 板木拓也・小田啓邦・片山 肇・池原 研・下司 信夫, 沖縄島東方における最終氷期以降の古海洋環境(予察). 日本地質学会第116年学術大会, 2009年9月6日, 岡山理科大学(岡山県)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

板木 拓也 (ITAKI TAKUYA)

独立行政法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・研究員

研究者番号: 30509724