

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25400504

研究課題名(和文) 世界規模の気候変動と地域的な構造運動に関連した日本海の海洋循環の成立と進化

研究課題名(英文) Evolution of the ocean circulation in the Japan Sea related to global climatic and local tectonic events

研究代表者

板木 拓也 (Itaki, Takuya)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・主任研究員

研究者番号：30509724

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：日本海の海洋循環は、固有で僅かな気候変動に対しても影響を受けやすく、更新世における気候変動や氷河性海水準変動にตอบสนองして著しく変化してきた。さらに、海洋循環のより長期的な変化の考察においては、構造運動に伴う地形の変化が海洋循環に与える影響を検討することが重要である。本研究では、2013年に国際深海掘削計画(IODP)の一環として行われたExp. 346で日本海7地点、東シナ海北部2地点から採取された掘削コアを用い、微化石の分析等から過去500万年間の海洋循環を復元した。

研究成果の概要(英文)：It is known that unique oceanic circulation in the Japan Sea is sensitively responded with climatic and sea-level changes during the Pleistocene period. In addition, topographic evolution of the Japanese archipelago with local tectonics is another important factor for controlling the oceanic circulation. In this study, we examined microfossils in deep-sea drilling cores obtained from 7 sites in the Japan Sea and 2 sites in the northern East China Sea during IODP Expedition 346, in order to reconstruct paleoenvironment in the Japan Sea during the past 500 million years.

研究分野：海洋地質学

キーワード：古海洋学 微化石 海洋循環 気候変動 構造運動 鮮新世 更新世

### 1. 研究開始当初の背景

国際深海掘削計画 (IODP) の研究航海 Exp. 346 が 2013 年に日本海および東シナ海北部で実施された。この調査において、日本海の地質・古環境研究が大きく進展することが期待され、国内外から多くの研究者らがこの計画に参加していた。申請者は、古生物学者として参加し、様々な分野の研究者と連携することで本テーマを提案するに至った。

### 2. 研究の目的

日本海および東シナ海北部から採取された掘削コアの堆積構造や微化石分析などから日本海の海洋循環システムの変化を数千～数万年スケールのオーダーで復元を行う。対象としたのは、過去 500 万年間である。特に、更新世における対馬海峡の深度、鮮新世における表層水の起源、日本海独自の深層循環システムの成立に着目し、それらのシグナルが、世界規模の気候変動によるものなのか、あるいは地域的な構造運動を反映したものなのかを議論する。

### 3. 研究の方法

Exp. 346 航海では、掘削コアの堆積相記載と最新の放散虫層序を用いた堆積年代の決定を行う等、コアの基礎情報を取得した。その後、詳細な分析を実施するため、共同研究者らで作業を分担して効率的にデータの取得を図った。一方、当初目的としていた有孔虫分析については、採取された掘削コア試料の分析が困難であることが明らかになったため、陸上の地質調査を実施して有孔虫を保存している試料の採取を行った。また、実際の海洋環境と微化石群集との関係を明らかにするために表層堆積物やプランクトン試料を用いた研究も実施し、微化石データを解釈する際の基礎資料とした。

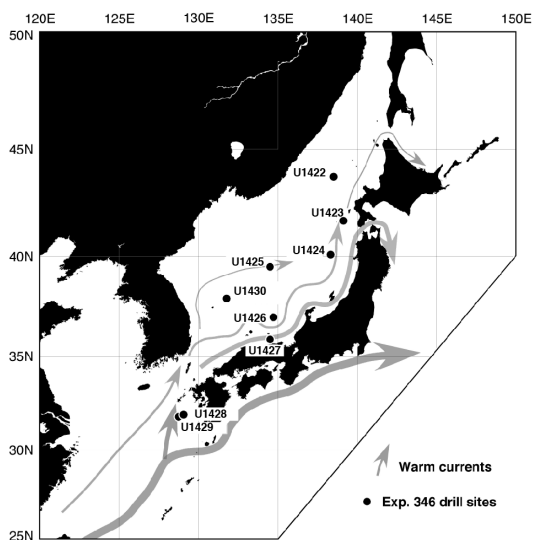


図 1 IODP Exp. 346 の掘削地点

### 4. 研究成果

(1) 2ヶ月の乗船期間中に掘削コア試料を予察的に分析し、放散虫層序の構築を行った。日本海の堆積物には、放散虫のような珪質微化石が多く含まれており、検討した約 300 試料のほとんどから化石が産出した。北太平洋で用いられている化石帯と比較したところ、鮮新世と中新世については対比可能で年代モデルの構築に貢献したものの、更新世については日本海独自の層序を構築する必要があることがわかった。また、今回の調査航海で得られた最も古い堆積物は、中期中新世前期のものであることが明らかにされた。



図 2 航海で得られた最も古い時代を示す放散虫化石：  
*Pentactinosphaera hokurikuensis* (Nakaseko)

スケールは、0.1 mm

(2) 日本海では、東シナ海から流入する暖流と関係がある亜熱帯種の産出量が前期更新世から増加し、ほぼ同じ時期に深海種が消滅していることが確認された。この層準は、珪藻殻に富む均質な泥から明暗互層で特徴付けられる泥に変化するタイミングとほぼ一致しており、前期更新世に日本海の海洋循環が大きく変化したことが放散虫群集に影響を及ぼしたことを示唆している。

(3) 鳥取沖のサイトからは過去約 140 万年間を記録した掘削コアが採取され、亜熱帯性放散虫の産出を詳細に検討したところ、間氷期に限って産出数が増加する明瞭な傾向が認められた。これは、東シナ海を起源とする暖流水が間氷期の海水準が高くなった時期に限って流入していたことを示している。そのため、亜熱帯の産出を酸素同位体比の標準カーブと対比することが可能であり、微化石層序と合わせることで詳細な年代モデルの構築に貢献することが出来る。

(4) 東シナ海のサイトからは過去約 40 万年間を記録した掘削コアが採取され、氷期-間氷期の周期に対応した放散虫群集の変化が認められた。氷期の群集はやや寒冷化したことを示しているものの亜熱帯種も多く含んでいることが日本海とは対照的で、当時の東シナ海から日本海への暖流水の流入は無かったとする上述 (3) の考えを支持する結果となった。

(5) 現在の日本海に生息する放散虫がどのような環境に適応しているのかを明らかにするため、表層堆積物から生物地理分布を調査した。その結果、対馬海流の温暖な表層水に適応した種群と日本海固有水と呼ばれる水温の低い深層水に適応している種群に区分されることを確認した。上述(2)の成果と照らし合わせると、このような群集が成立したのは前期更新世であったことが伺える。

(6) 東シナ海北部サイトの近傍で各層採取されたプランクトン試料から放散虫の生息水深を調査した。この海域に生息する亜熱帯性の放散虫は、多くが表層付近に生息していることが明らかになったが、その中でも表層と亜表層のグループに区分される。対馬海峡を越えて日本海に移入しているのは主に表層グループであり、亜表層種は浅い海峡が障壁となっていることが伺える。また、ここで得られた生息深度の情報は、掘削コアの化石群集を解釈する際に重要な基礎情報となる。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 24 件)

Motoyama, I., Yamada, Y., Hoshihara, M., Itaki, T., Radiolarian assemblages in surface sediments of the Japan Sea. Paleontological Research, in press. 査読有

Itaki, T. Transitional changes of microfossil assemblages in the Japan Sea from the late Pliocene to early Pleistocene related to global climatic and local tectonic events. Progress in Earth and Planetary Science, 3, 2016. 査読有  
DOI: 10.1186/s40645-016-0

Matsuzaki, K., Itaki, T., Kimoto, K., Vertical distribution of polycystine radiolarians in the northern East China Sea. Marine Micropaleontology, 125, 66-84, 2016. 査読有  
DOI: 10.1016/j.marmicro.2016.03.004

Amano, A., Itaki, T., Variations of sedimentary environment in the forearc and backarc area of the Ryukyu Arc since 25 ka based on CNS element contents. Quaternary International, 397, 360-372, 2016. 査読有  
DOI: 10.1016/j.quaint.2015.06.017,

Gallagher, S.H., Kitamura, A., Iryu, Y., Itaki, T., Koizumi, I., Hoiles, P.W., The Pliocene to recent history of the Kuroshio and Tsushima Currents: a multi-proxy approach. Progress in

Earth and Planetary Science, 2, 2015. 査読有  
DOI: 10.1186/s40645-015-0045-6

Tada, R., Murray, R.W., Alvarez Zarikian, C.A., and the Expedition 346 Scientists (34 名, 17 番目 Itaki, T.), Proc. IODP, 346: College Station, TX (Integrated Ocean Drilling Program), 2015. 査読有  
<http://publications.iodp.org/proceedings/346/346toc.htm>

Kubota, Y., Kimoto, K., Itaki, T., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Matsuzaki, H., Variations in intermediate and deep ocean circulation in the subtropical northwestern Pacific from 26 ka to present based on a new calibration for Mg/Ca in benthic foraminifera. Climate of the Past, 11, 803-824, 2015. 査読有  
DOI: 10.5194/cp-11-803-2015, 2015

Khim, B.K., Tada, R., Itaki, T., Different nature of glacial CaCO<sub>3</sub> constituents between MIS 2 and MIS 12 in the East Sea/Japan Sea and its paleoceanographic implication. Quaternary International, 333, 130-138, 2014. 査読有  
DOI: 10.1016/j.quaint.2014.01.007

Nakajima, T., Kakuwa, Y., Yasudomi, Y., Itaki, T., Motoyama, I., Tomiyama, T., Machiyama, H., Katayama, H., Okitsu, O., Morita, S., Tanahashi, M., Matsumoto, R., Formation of pockmarks and submarine canyons associated with dissociation of gas hydrates on the Joetsu Knoll, eastern margin of the Sea of Japan. Journal of Asian Earth Sciences, 90, 228-242, 2014. 査読有  
DOI: 10.1016/j.jseaes.2013.10.011

Ikehara, K., Itaki, T., TuZino, T., Hoyanagi, K., Deep-Sea Turbidite Evidence on the Recurrence of Large Earthquakes off Shakotan Peninsula, Northeastern Japan Sea. In: Submarine Mass Movements and Their Consequences, Krastel, S. et al. (Eds.), Springer, Advances in Natural and Technological Hazards Research, 37, 639-647, 2014. 査読有  
DOI: 10.1007/978-3-319-00972-8\_57

[学会発表](計 16 件)

板木拓也, 久保田好美, 杉崎彩子,

多田隆治, Murray R. W., Alvarez-Zarikian, C., Exp. 346 Scientific party, IODP Exp. 346 から得られた日本海固有の生層序基準面・微古生物レファレンスセンター研究集会, 2015年02月27日, 高知.

Itaki, T., Motoyama, I., Kamikuri, S., Tada, R., Murray, R. W., Alvarez-Zarikian, C., Expedition 346 Scientific party IODP Exp., Mid-Miocene to Pleistocene Radiolarian fossil record from IODP Expedition 346: Faunal response to the global climatic changes and local/regional tectonics. American Geophysical Union 2014 Fall meeting, 2014年12月18日, San Francisco, USA.

Itaki, T., Ikehara, K., Yamada, Y., Motoyama, I., Tada, R., Source water changes of the Tsushima Warm Current in the Japan Sea during Holocene: Evidence from radiolarian fossil assemblages. Asia Oceania Geosciences Society 2014, 2014年08月01日, 札幌.

板木拓也, 多田隆治, Murray R. W., Alvarez-Zarikian, C., Expedition 346 Scientific party IODP Exp., IODP Exp. 346 において日本海および北部東シナ海から採取された放散虫分析に関する予察結果. 日本古生物学会 2014 年年会, 2014年06月28日, 福岡.

Itaki, T., Micropaleontological evidence of oceanic circulation in the Japan Sea during Pliocene to Pleistocene transition. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 2014年04月29日, 横浜.

Itaki, T., Surface and intermediate water changes in the western subtropical Pacific during the last 26 kyrs. 3<sup>rd</sup> International IMAGES/PAGES Workshop of Western Pacific Paleooceanography, National Sun-Yat-Sen University in Kaohsiung, Taiwan, January, 2013.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

板木 拓也 (ITAKI, Takuya)

産業技術総合研究所・地質情報研究部門・主任研究員

研究者番号: 30509724

### (2) 研究分担者

木元 克典 (KIMOTO, Katsunori)

海洋研究開発機構・地球環境観測研究開発センター・主任技術研究員  
研究者番号: 40359162

### (3) 研究分担者

長谷川 四郎 (HASEGAWA, Shiro)

東北大学・学術資源研究公開センター総合学術博物館・研究協力員

研究者番号: 90142918

### (4) 研究分担者

池原 研 (IKEHARA, Ken)

産業技術総合研究所・地質情報研究部門・首席研究員

研究者番号: 40356423

### (5) 連携研究者

本山 功 (MOTOYAMA, Isao)

山形大学・理学部・准教授

研究者番号: 80295295

### (6) 連携研究者

上栗 伸一 (KAMIKURI, Shin-ichi)

茨城大学・教育学部・准教授

研究者番号: 00612152

### (7) 連携研究者

中嶋 健 (NAKAJIMA, Takeshi)

産業技術総合研究所・地圏資源環境研究部門・主任研究員

研究者番号: 20357627

### (8) 連携研究者

堀川 恵司 (HORIKAWA, Keiji)

富山大学・理工学研究部・助教

研究者番号: 40467858

### (9) 連携研究者

高橋 聡 (TAKAHASHI, Satoshi)

東京大学・理学系研究科・助教

研究者番号: 60615251