

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24540488

研究課題名(和文) 日本海底コアの有機炭素・窒素量変動に基づく更新世後期の高精度古気候解析

研究課題名(英文) High-resolution paleoclimate analysis for the late Quaternary based on total organic carbon and total nitrogen contents of the long sediments cores from Japan Sea

研究代表者

公文 富士夫(KUMON, Fujio)

信州大学・学術研究院理学系・教授

研究者番号：60161717

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：日本海の秋田沖および鳥取沖(隠岐堆)で採取した2本の海底コア試料に対して平均120～250年の時間間隔で、前者では20万年前までの、後者では60万年前までの有機炭素と全窒素の濃度を測定した。これらの濃度の経年的な変動は、おもに日本海の生物生産性の変動を表しており、第四紀中・後期の気候変動、特にグリーンランド氷床の増減と密接な関係を持っている可能性が判明した。この資料は陸域の湖沼堆積物に対して蓄積してきた気候変動指標とほぼ一致しており、第四紀中・後期における日本海の生物生産性の変動は、北極域の氷床量変動を表す可能性があり、今回測定した資料は古気候指標としても大きな意義を持つものである。

研究成果の概要(英文)：Total organic carbon and total nitrogen concentration have been measured on the bottom sediments of the two long cores from Japan Sea at interval of 120 to 250 years over the last 600,000 years. Temporal changes of these proxies means temporal fluctuation of biological productivity in Japan Sea, which may be controlled by the climate, that is, latitude location of Polar front around Japan Sea. On the other words, total organic carbon concentrations of Japan Sea sediments can represent the global climate change, especially temporal fluctuation of Arctic ice sheet volume, for the middle to late Quaternary. This data can be an important paleoclimate proxy covering the last 600,000 years in the middle altitude region.

研究分野：第四紀学

キーワード：有機炭素量 隠岐堆 気候変動 生物生産性 古気候学 秋田沖

### 1. 研究開始当初の背景

気候変動研究において期待されていることは、情報の確度や時間分解能を高めることに基づいて、人々が実際に住んでいる場所(中～低緯度地域)における予測精度を高めることであり、そのために地域性を反映した高精度の古気候情報を集積する必要がある。申請者らは日本の湖沼堆積物を用いて、堆積物に含まれる有機炭素・窒素量が湖内の生物生産性を反映したもので、それを支配した気温の指標として有効であることを示しつつ(公文, 2003; 公文ほか, 2005), 陸域の古気候変動を過去十数万前まで解明してきた(田原ほか, 2006; 公文ほか, 2009 など)。

一方, 2010年に採取された日本海の上越沖コア試料の予察的な分析によって, 日本海堆積物にも気候変動をよく反映した有機炭素量変動の記録が保存されていることが判明した。それ以前にも日本海堆積物についての有機炭素量の測定は行われていたが, 分析間隔の粗い低解像度の資料であったため, その古気候学的・古海洋学的な意義は十分には把握できていなかった。

そこで, 2001年に採取されたものではあるが, 最大で60万年以上前まで遡ることのできる長尺のコア試料が保存されていたという条件を生かして, 長期間にわたる有機炭素量変動の資料が得られれば, それを陸域の古気候情報と組み合わせることで, 確度の高い古気候情報が得られるという見通しがたった。また, 16万年前以降という制約はあったが, それらのコア試料にはすでに各種の古海洋学的な研究が進められていることもあり(Kido et al., 2007 など), 有機炭素量の古気候学的意味を検討する上での利点になると考えられた。

### 2. 研究の目的

日本海は浅い海峡で外洋とつながった縁海であり, その閉鎖的な条件によって古気候・古環境の情報が鋭敏に, かつ鮮明に堆積物に記録されていることが期待されていた。既存の日本海海底コア試料の中から長期間の記録が連続的に残っているコア(MD01-2407, -2408, MD179-3312 など)を選び, 有機炭素・全窒素量を深度1～2cmの間隔で測定することによって, 生物生産性を介して記録された気候変動(主に気温の要素)を数十年～200年程度の高時間分解能で解明することを目的とした。また, 少なくともミランコビッチサイクルの1周期にあたる過去40万年間以上の測定を目標とし, 陸域の古気候資料と統合して, 極東アジア地域の詳細な気候とそれを支配した要因の解明を目指すこととした。

### 3. 研究の方法

上越沖の日本海で2010年に採取された2本の海底堆積物コア(20～30m長; 過去10万年程度分)と2001年に採取されていた2

本のコア試料(隠岐堆 MD01-2407 コア 53m, 秋田沖 33m)から古地磁気測定用に分取され保存されていた試料を用いて, 厚さ1～2cm間隔で有機炭素・窒素量を測定し, 数十年～200年の時間分解能で, 少なくとも40万年前まで測定する。その変動はおもに気温を反映した生物生産性の変動と解釈でき, 古気温の指標となる。一方, 申請者らは陸域の湖沼堆積物を用いた研究を進めており, そこで集積してきた古気候情報と日本海での研究成果を統合して, 極東アジア地域の気候変動を高時間分解能で解明し, 気候変動曲線を作成する。それに各種の古気候情報を統合して, 気候編年に基づく「標準層序」案の作成へ進める。さらに資料の地域差などから, 極東地域の局地的な気候変動を支配する要因の解明へつなげる。

### 4. 研究成果

#### (1) 上越沖コア(MD179-3304 など)

複数のコアの有機炭素量を1～2cm毎に測定して, 約10万年前までを50～100年間隔で解明した。日本海の有機炭素量(生物生産性)は北極域の氷床量変動と密接に関係していること, 気候が生物生産性を支配するメカニズムとしては極前線の南北移動に伴った湧昇に伴う栄養塩供給と生物生産性の強化が示唆された。Urabe et al.(2014)として成果を報告した。

#### (2) 隠岐堆(MD01-2407 コア)

53m長のコア試料について1cmおきに有機炭素量・窒素量の測定を完了した。時間分解能は約250年で, 約63万年前まで遡ることができた。氷期・間氷期サイクルの6回分にあたる。最高海水準期(間氷期)では, 閉鎖性が弱まった結果, 1万年分についての記録の信頼性は弱い。氷期における北半球の古気候資料として, 極めて重要な結果を得た。Takizawa et al.(2014), Kumon and Takizawa(2015)などで成果を発表した。

#### (3) 秋田沖(MD01-2408 コア)

33m長のコア資料に対して1cmおきに有機炭素量・窒素量の測定を行った。時間分解能は約150年平均で, 約20万年前まで遡ることができた。炭素・窒素の含有量は小さいが, 隠岐堆や上越沖とよく似た準周期的変動を示し, 生物生産性の変動が日本海のほぼ全域で同調していたことが確認できた。この成果は, 公文・滝沢(2015)の発表の一部に組み込んだ。

日本海の3サイトで計5コアの有機炭素・全窒素量の測定をおこない, 最大60万年前まで遡って有機炭素量・窒素量の変動を解明することができた。これらの指標は, 複数のコアで年代が重なる部分において, 非常に類似した変動を示し, 汎日本海で共通した生物生産性の変動があったことが判明した。

MIS 5 以降における有機炭素量変動は、グリーンランド氷床コアの酸素同位体比や炭酸ガス濃度の変動ともよく類似するものであり、北半球の気候変動を反映したものと考えられる。今回明らかになった過去 60 万年間の古気候資料は、日本列島では類例の時間分解能と鋭敏さをもった、長期間の古気候資料として重要と考えられる。

分析間隔を小さくして時間分解能と資料の確度をあげるとともに、マッチングによる調整、複数資料の平均化、陸域資料との統合へと研究を進める計画である。

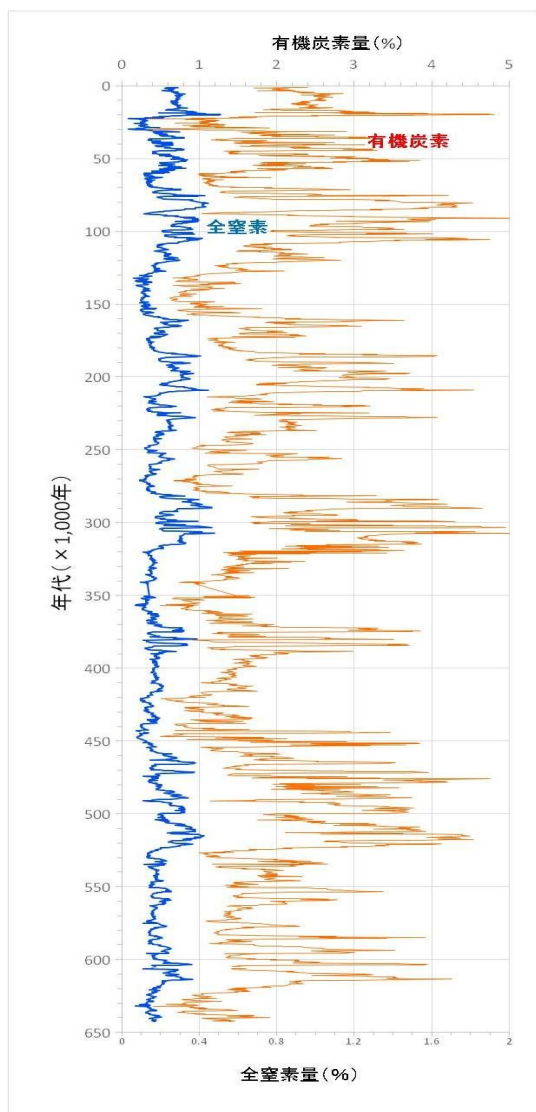


図1 隠岐堆コア (MD01-2407) における過去 63 万年間の有機炭素・全窒素量の経年変動

#### < 引用文献 >

公文富士夫, 2003, 古気候指標としての湖底堆積物中の有機炭素・窒素含有率の有効性. 第四紀研究, 42, 195-204

公文富士夫・金丸絹代・田原敬治・角田尚子・山本雅道・林 秀剛, 2005, 湖底堆積物中の有機炭素含有率と湖水中の生物生産性, および気象要素との関係 - 長野県, 木崎湖における 21 年間の湖沼観測からの検証 - .

地質学雑誌, 111, 599-609.

田原敬治・公文富士夫・長橋良隆・角田尚子・野末泰宏, 2006, 長野県, 高野層のボーリングコア試料の全有機炭素 (TOC) 含有率変動に基づく更新世後期の古気候変動の復元. 地質学雑誌, 112, 568-579.

公文富士夫・田原敬治, 2009, 中部山岳地域の湖沼堆積物の有機炭素含有率を指標とした過去 16 万年間の気候変動復元. 地質学雑誌, 115, 344-356.

Kido, Y., Minami, I., Tada, R., Fujine, K., Irino, T., Ikehara, K., Chun, J.-H., 2007, Orbital-scale stratigraphy and high-resolution analysis of biogenic components and deep-water oxygenation conditions in the Japan Sea during the last 640 kyr. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 244, 32-49.

Urabe, T., Kuriyama, M., Mastumoto, R. and Kumon, F., 2014, Late Quaternary climates of East Asia elucidated from the total organic carbon contents of cored sediments (MD179-3304, 3312) off Joetsu City, Japan Sea. Journal of Asian Earth Science, 90, 209-217.

Takizawa, Y., Hayashida, A. and Kumon, F., 2014, Paleoclimatic analysis for 600 Ka based on the TOC contents of marine sediments, Japan Sea. AOGS2014 Sapporo, IG35-A010, July 28- August 1 2014, Royton Hotel Sapporo

公文富士夫・滝沢侑子, 2015, MD01-2407 コアからみた過去 60 万年間の日本海堆積物の有機炭素量変動. 地球惑星科学連合 2015 年大会, MIS28-07, 幕張メッセ国際会議場.

#### 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 4 件)

叶内敦子・河合小百合・公文富士夫, 2015, 長野県長野市信更町, 後期更新世高野層から採取したTKN2004 コアの花粉分析. 第四紀研究, 54, 69-86. 査読有

永安浩一・公文富士夫・竹村恵二, 2014, 琵琶湖堆積物コアBIW08-B における過去 28 万年間の珪藻化石群集変動. 第四紀研究, 53, 297-309. 査読有

Kigoshi, T., Kumon, F., Hayashi, R., Kuriyama, M., Yamada, K, Takemura, K., 2014, Climate changes for the past 52 ka clarified by total organic carbon concentrations and pollen composition in Lake Biwa, Japan. Quaternary International, 333, 2-12. 査読有

Urabe, T., Kuriyama, M., Mastumoto, R. and Kumon, F. (2014) Late Quaternary climates of East Asia elucidated from the total organic carbon contents of cored sediments (MD179-3304, 3312) off Joetsu City, Japan Sea. *Journal of Asian Earth Science*, 90, 209-217. 査読有

〔学会発表〕(計 12 件)

公文富士夫・滝沢侑子, MD01-2407 コアからみた過去 60 万年間の日本海堆積物の有機炭素量変動. 地球惑星科学連合 2015 年大会, MIS28-07, 2015.5.27, 幕張メッセ国際会議場.

Kumon, F. and Takizawa, Y., TOC fluctuation of MD01-2407 core from Japan Sea as a proxy of Greenland ice sheet in the glacial periods for the past 640 ka. Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4) /Third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), A02-11, 2015.4.27, Toyama International Conference Center.

滝沢侑子・ト部 輔・公文富士夫, 日本海, 隠岐堆コア (MD01-2407) の過去 60 万年間の有機炭素量変動とその意味, 日本第四紀学会 2014 年大会, R22-0-12, 2014.9.6 東京大学 柏キャンパス

Takizawa, Y., Hayashida, A. and Kumon, F., 2014, Paleoclimatic analysis for 600 Ka based on the TOC contents of marine sediments, Japan Sea. AOGS2014 Sapporo, IG35-A010, July 28- August 1 2014, Royton Hotel Sapporo

Kumon, F., Total Organic Carbon (TOC) stratigraphy of the Upper Quaternary in and around the Japanese Islands. AOGS2014 Sapporo IG35-A016, July28- August 1, 2014, Royton Hotel Sapporo

滝沢侑子・山本洸樹・林田 明・公文富士夫, 日本海, 隠岐堆堆積物コア MD01-2407 の TOC 含有率変動に基づく過去 60 万年間の古気候変動解析. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, MIS30-P05, 2014.04.28, パシフィコ横浜.

ト部 輔・公文富士夫, 日本海堆積物の TOC 含有率の高時間分解能資料を用いた第四紀後期の年代層序. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, MIS30-P06, 2014.04.28, パシフィコ横浜.

公文富士夫, ト部 輔, 栗山学人, 松本良, 上越沖堆積物コア (MD179-3296, 3304, 3312) の含水率・有機炭素量変動と第四紀後期における日本海の古環境変動. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, MIS26-2, 2013.05.22, 幕張メッセ

滝沢侑子・山本洸樹・公文富士夫, 日本海, 隠岐堆コア (MD01-2407) コアの有機炭素含有率変動を用いた過去 30 万年間の古気

候解析. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, APE34-17, 2013.5.21 幕張メッセ,

ト部 輔・栗山学人・松本 良・公文富士夫, 2013.5.21, MD179-3304, MD179-3312 コアの全有機炭素含有率に基づく、第四紀後期の極東アジアにおける気候変動. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, APE34-18, 幕張メッセ

ト部 輔・木越智彦・公文富士夫, 有機炭素含有率を用いた日本海における過去 10 万年の古気候・古海洋変動の解析. 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, MIS23-P06. 2012.05.21, 幕張メッセ,

公文富士夫・ト部 輔・栗山学人・松本 良, 日本海堆積物 (MD10-3304, 3312 コア) の有機炭素量変動から見た過去 10 万年間の極東アジアの気候変動. 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, ACC31-05. 2012.05.23, 幕張メッセ

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

公文 富士夫 (KUMON, Fujio)

信州大学・学術研究院理学系・教授

研究者番号: 60161717