

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 17 日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22310014

研究課題名（和文）北極海底の大規模氷床削剥痕の形成年代決定とグローバルな気候変動との関連性の解明

研究課題名（英文）Relationships between continental Ice sheet retreat events recorded in the Arctic Ocean floor and their global climate changes

研究代表者

内田 昌男（UCHIDA MASAO）

独立行政法人国立環境研究所・環境計測研究センター・主任研究員

研究者番号：50344289

研究成果の概要（和文）：

本研究では、北極チャクチ海でピストンコアを採取し、過去 15 万年にわたり、有孔虫化石の炭素・酸素同位体比、全有機炭素量、炭酸塩量、碎屑物由来炭酸塩量の変動を復元し、大陸氷床量のダイナミックな変動のタイミングと気候変動との関連性に関する知見を得た。過去 15 万年間にわたり、有機炭素量と炭酸塩量は調和的にして変動しており、これらの変動が、氷期一問氷期と関連した大陸氷床の拡大、縮小のタイミングを記録していることがわかった。

研究成果の概要（英文）：

Knowledge on past variability of sedimentary organic carbon in the Arctic Ocean is important to assess natural carbon cycling and transport processes related to global climate changes. However, the late Pleistocene oceanographic history of the Arctic is still poorly understood. In the present study we show sedimentary records of total organic carbon (TOC), CaCO_3 , benthic foraminiferal $\delta^{18}\text{O}$ and the coarse grain size fraction from a piston core recovered from the northern Northwind Ridge in the far western Arctic Ocean, a region potentially sensitively responding to past variability in surface current regimes and sedimentary processes such as coastal erosion.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	9,800,000	2,940,000	12,740,000
2011 年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2012 年度	2,300,000	690,000	2,990,000
年度			
年度			
総計	14,700,000	4,410,000	19,110,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：環境動態解析

キーワード：北極海・大陸氷床・ダンスガード・オシュガーサイクル・炭酸塩・有機炭素、ノースウインド海嶺

1. 研究開始当初の背景

北極圏を含めた高緯度域は、将来の温暖化

の影響がもっとも先に現れる地域であることから、本地域における精度の高い観測データの蓄積とそれらのデータに基づいたモデルの構築が、必要とされている。近未来の気候変動（温暖化・寒冷化）による影響評価を行うにあたり、現在進みつつある環境変動の詳細な観測に加えて、人間活動の及んでいない過去の環境変動についての正確な情報を得る必要がある。北極海においては、アクセスの難しさ、古海洋研究に適した良いコアをとるための海底地形情報の不足、他の海域で使用している古海洋プロキシの利用が出来ないなどの理由から、長く古海洋研究の空白域となっており、最終氷期を含めた最終間氷期の環境変動の実態はほとんどわかっていない。

2. 研究の目的

北極海における近過去（ここでは、最終間氷期以降）における詳細な海洋変動記録は、これまで皆無である。本研究で用いられる新しいプロキシの適用は、北極海における環境変動記録をより定量的に議論する上で重要なデータを提供し、今後の将来予測をするための基礎データを提供するものと考えられる。さらに、これらの最新の両プロキシの解析結果を分析予定のほぼすべての従来型プロキシとの総合比較を行うことにより高精度の復元を試みる。これによって、現在よりも温暖であった最終間氷期を挟む過去 15 万年間における生物生産、氷床量変動の復元とともに、それらの変動と関連した北極海の海洋循環、気象のメカニズムについて解明する。

3. 研究の方法

ノースウインド海嶺（図1）において採取されたピストンコアについて、バルク有機炭素含有量、炭酸塩含有量、浮遊製・底生有孔虫の動態測定、放射性炭素年代測定等を実施する。有孔虫の同位体、放射性炭素年代より年代モデルを構築し、有機炭素含有量と炭酸塩良の変動から、過去の氷床量変動について復元する。さらに得られたデータをグリーンランド氷床コア、大西洋、太平洋から得られている古海洋・古気候データと比較解析することにより、北極海における氷床量変動による海洋環境変動についての知見を得る。

4. 研究成果

本研究では、北極海チャクチ海でピストンコアを採取し、過去 15 万年にわたり、有孔

虫化石の炭素・酸素同位体比、全有機炭素量、炭酸塩量、碎屑物由来炭酸塩量の変動を復元し、大陸氷床量のダイナミックな変動のタイミングと気候変動との関連性に関して知見を得た。過去 15 万年間にわたり、有機炭素量と炭酸塩量は調和的に変動しており、これらの変動が、氷期—間氷期と関連した大陸氷床の拡大、縮小のタイミングを記録していることがわかった。炭酸カルシウム量の増大が、カナダ大陸基盤を構成している堆積岩であるアラゴナイトを主成分としており、大陸氷床浸食の増減を記録していた。ノースウインド海嶺への輸送のメカニズムとして、温暖期には北極海西部の高気圧性の表層流、いわゆるポーフォート海流が、継続的に炭酸塩をカナダ多島海からノースウインド海嶺まで運搬し、寒冷期には、大陸氷床の規模が拡大

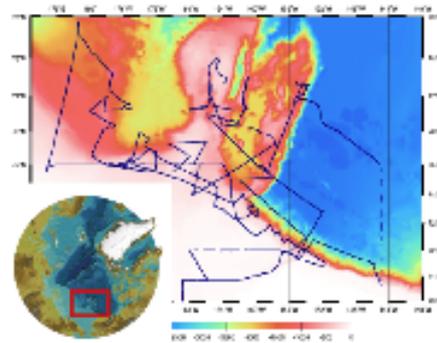


図1 2008年北極航海による海底地形音波探査を実施した測線（マカロフ海盆、チャクチ陸棚斜面、ノースウインド海嶺、調査海域面積は1000km×4000km）

し、それに伴い海水準が低下した場合、北部ヨーロッパ、シベリア西部、北アメリカ周辺に巨大な氷床が存在して時期には、必ずしも氷床は安定的な状態にあったわけではなく、氷河や強力な氷河流により多量の有機物が、大陸棚の浸食により供給されていた。寒冷期には、ポーフォート海流が低気圧性の循環が弱まることにより弱体化し、シベリア、チャクチ陸棚からの有機物量が増加していた。これらの海流の寒冷期—温暖化期の変動パターンは、北半球全体に影響を与える地球軌道スケールの気候変動だけでなく千年スケールの気候変動とも関連していることがわかった。

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11件）

① Stephan R., Uchida M., Sedimentary

- organic matter and carbonate variations in the Chukchi Borderland in association with ice sheet and ocean-atmosphere dynamics over the last 155 kyr., *Biogeosciences*, 査読有, 8, 2011, 1-9
DOI: 10.5194/bg-8-3545-2011
- ② Rella S. F., Tada R., Nakashima K., Ikehara M., Itaki T., Ohkushi K., Sakamoto T., Harada N., Uchida M., Abrupt changes of intermediate water properties on the northeastern slope of the Bering Sea during the last glacial and deglacial period. *Paleoceanography*, 査読有, 27, 2012, 1-18
DOI: 10.1029/2011PA002205
- ③ Ijiri A., Harada N., Hirota A., Ogawa N. O., 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, 2012, 47-55
DOI:10.1016/j.orggeochem.2012.04.004
- 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 Part II: Topical Studies in Oceanography*, 査読有, 61-64, 2012, 127-144
DOI: 10.1016/j.dsr2.2011.03.002
- ⑤ Mori K., Ise Takeshi, Kondo M., Kim Yongwon, Enomoto Hiroyuki, Uchida M. The effect of the feedback cycle between the soil organic carbon and the soil hydrologic and thermal dynamics. *Open Journal of Ecology*, 査読有, 2 (2), 2012, 90-95
DOI: 10.1016/oje.2012.22011
- ⑥ Iwata H., Ueyama M., Harazono Y., Tsuyuzaki S., Kondo M., Uchida M. Quick Recovery of Carbon Dioxide Exchanges in a Burned Black Spruce Forest in Interior Alaska. *SOLA*, 査読有, 7, 2011, 105-108
DOI:10.2151/sola.2011-027
- ⑦ Kim S., Khim B. K., Uchida M., Itaki T., Tada R. (2011) Millennial-scale paleoceanographic events and implication for the intermediate-water ventilation in the northern slope area of the Bering Sea during the last 71 kyrs. *Global and Planetary Change*, 査読有, 79 (1-2), 2011, 89-98
DOI:10.1016/j.gloplacha.2011.08.004
- ⑧ Rella S., Uchida M. Sedimentary organic matter and carbonate variations in the Chukchi Borderland in association with ice sheet and ocean-atmosphere dynamics over the last 155 kyr. *Biogeosciences*, 査読有, 8 (12), 2011, 1-9
DOI: 10.5194/bg-8-3545-2011
- ⑨ Nagao S., Kodama H., Aramaki T., Fujitake N., Uchida M., Shibata Y. Carbon isotope composition of dissolved humic and fulvic acids in the Tokachi River system. *Radiation Protection Dosimetry*, 査読有, 146 (1-3), 2011, 322-325
DOI: 10.1016/j.nimb.2009.10.108
- ⑩ Fushimi A., Wagai R., Uchida M., Hasegawa S., Takahashi K., Kondo M., Hirabayashi M., Morino Y., Shibata Y., Ohara T., Kobayashi S., Tanabe K. Radiocarbon (¹⁴C) diurnal variations in fine particles at sites downwind from Tokyo. Japan in summer. *Environmental Science and Technology*, 査読有, 45 (16), 2011, 6784-6792
DOI: 10.1021/es201400p
- ⑪ Ishikawa N.F., Uchida M., Shibata Y., Ichiro, Natural C-14 provides new data for stream food-web studies: a comparison with C-13 in multiple stream habitats. *Marine and Freshwater Research*, 査読有, 3, 2011, 210-217
DOI: 10.1016/j.nimb.2009.10.127
- [学会発表] (計 15 件)
- ① Rella S. F., Uchida M. Sedimentary organic matter and carbonate variations in the Chukchi Borderland in association with ice sheet and ocean-atmosphere dynamics over the last 155 kyr. AGU Fall meeting 2012, 3-7 December 2012, San Francisco, UAS.
- ② Rella S. F., Uchida M. sedimentary organic matter and carbonate variations in the Chukchi Borderland in association with ice sheet and Ocean-atmosphere dynamics over the last 155 KYR. Third International Symposium on the Arctic Research, January 2013, Tokyo.
- ③ Uchida M., Kondo M., Matsuda A., Minoura Y., Shibata Y. Recent advances

- of radiocarbon measurements at NIES TERRA. Accelerator Mass Spectrometry Conference 2011, 20-25 March 2011, Wellington, New Zealand.
- ④ Uchida M., Kumamoto Y., Polyakov I., Utsumi M., Kim Y., Rozman P., Murata M., Shibata Y. The trans-Arctic water 14C sections from Mirai and NABOS cruises: reconstruction of surface-mid-deepwater ventilation ages and their comparison of past 14C inventory data. The 4th East Asia AMS Symposium, 16-18, December, 2011, Tokyo.
- ⑤ Uchida M., Shibahara A. Multibeam bathymetric and sediment profiler evidences for ice grounding and crater on the Chukchi and Beaufort borderland, Arctic Ocean. The XVIII INQUA-Congress, 21-27 July 2011, Bern, Switzerland.
- ⑥ Uchida M., Kondo M., Uchida M., Takahashi Y., Utsumi M., Kumata H., Shibata Y. Evidence of Heterotrophic Microbial Decomposition of Preaged Carbon in Arctic soil; Insights from molecular level natural radiocarbon analysis of phospholipid fatty acids (PLFAs). The 10th Ny-Alesund Seminar, 25 - 26 October 2011, Kjeller, Norway.
- ⑦ Akiyama S., Amano S. C., Uchida M., Utsumi M. Vertical profile and components of marine planktonic archaea in the Pacific sector of the Arctic Ocean. AGU Fall Meeting 2011, 5-9 December 2011, San Francisco, UAS.
- ⑧ Amano S. C., Akiyama S., Uchida M., Utsumi M. Distribution and structure of planktonic Archaea in the Arctic Ocean using 2008 – 2010 R/V Mirai cruise samples. AGU Fall Meeting 2011, 5-9 December 2011, San Francisco, UAS.
- ⑨ Kondo M., Uchida M., Kim Y., Utsumi M., Adachi M., Shibata Y. Radiocarbon Signature of Soil Organic Carbon in Tundra and Boreal Forests, Northern Alaska. The 4th East Asia AMS Symposium, 16-18, December, 2011, Tokyo.
- ⑩ Rella S., Uchida M. Sedimentary organic matter variations in the Chukchi Borderland since the last interglacial period. 2011 ARCTIC SCIENCE SUMMIT WEEK, 27 March - 1 April 2011, Seoul, KOREA
- ⑪ Rella S., Uchida M. Northwest Pacific mid-depth ventilation changes during the Holocene and their link to global climate changes. Accelerator Mass Spectrometry Conference 2011, 20-25 March 2011, Wellington, New Zealand.
- ⑫ Uchida M., Kondo M., Minoura K., Shibata Y. Radiocarbon Dating of Peat Archives Using Plant Cellulose for the Reconstruction of Past Environmental Changes. Accelerator Mass Spectrometry Conference 2011, 20-25 March 2011, Wellington, New Zealand.
- ⑬ Uchida M., Kondo M., Yoshikawa K., Nomoto S., Utsumi M. Reconstruction of Alaskan Arctic environmental changes for past 1 ka using $\delta^{13}C$ of peat cellulose and their 14C wiggle-match dating. AGU Fall Meeting 2011, 5-9 December 2011, San Francisco, UAS.
- ⑭ Rella S., Uchida M. Northwest Pacific mid-depth ventilation changes during the Holocene and their implications for the atmosphere-ocean carbon cycle. XVIII. INQUA BERN 2011, 21-27 July 2011, Bern, Switzerland
- ⑮ Rella S., Uchida M. Sedimentary organic matter variations in the Chukchi Borderland since the last inter-glacial period. Japan Geoscience Union Meeting 2011, 22-27 May 2011, Makuhari.

[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

内田 昌男 (UCHIDA MASAO)

独立行政法人国立環境研究所・環境計測研究センター・主任研究員

研究者番号：50344289