

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：82101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25550020

研究課題名(和文)古細菌細胞膜脂質GDGTsを用いた古水温計開発と古気候研究への応用

研究課題名(英文)Development of palaeotemperature proxy using archaeal membrane lipids GDGTs and application for paleoclimate study

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：近年、堆積物に保存されている海洋性古細菌細胞膜脂質(GDGTs)を用いた水温復元プロキシ(TEX86)が広く検討されている。しかしながら、堆積物中GDGTsの起源については不明な点が多い。本研究では、北極海チュクチ海の表層堆積物試料を用いてTEX86プロキシによる水温推定を行った。またTEX86推定で用いられるGDGTs有機分子の起源について分子レベル放射性炭素分析を用いて検討を行った。

研究成果の概要(英文)：Recently TEX86 index, which is calculated from relative amounts of GDGTs compounds derived from membrane lipids of marine archaeal cell, is used for reconstructing paleo temperature. However, the origin of GDGTs found in sediments is unknown. In this study, we reconstructed the TEX86 temperatures for surface sediments in Chukchi Sea, Arctic Ocean and examined the origins of GDGTs using compound-specific radiocarbon analysis.

研究分野：生物地球化学

キーワード：北極海 放射性炭素 GDGT 分子レベル放射性炭素分析 加速器質量分析計

1. 研究開始当初の背景

近年、極域を除く、特に温帯-熱帯の海洋、陸上湖沼の柱状堆積物コアへ TEX_{86} による古水温復元が行われてきた。得られた TEX_{86} 水温は、古水温プロキシとして 80 年代後半より認知されている円石藻の細胞膜脂質でメチルアルキルケトン(アルケノン)から復元した過去の水温との対比がなされ、 TEX_{86} の水温プロキシの有効利用性についてある程度利用可能な手法であることが確認されている。しかしながら、極域、亜寒帯における TEX_{86} 水温の結果については、十分な検討がなされていない。申請者が実施した予察的検討からは、必ずしも実際の水温結果を反映されたものとはいえず、水温推定で用いられる脂質を生成する起源微生物の生理生態学的な特性が他の海域の起源微生物と異なることが予想された。

2. 研究の目的

近年、堆積物に保存されている海洋性古細菌細胞膜脂質 (GDGTs) を用いた水温 (TEX_{86}) 復元プロキシが広く検討されている。しかしながら、堆積物中 GDGTs の起源については不明な点が多い。本研究では、北極海表層堆積物への TEX_{86} プロキシの応用とともに TEX_{86} 推定で用いられる GDGTs の起源について検討するものである。北極海チュクチ海で採取した柱状堆積物について GDGTs 脂質の組成、核実験起源放射性炭素をトレーサーに用いて、GDGTs の起源について検討する

3. 研究の方法

2008 年海洋研究開発機構観測船「みらい」MR08-04 により、北極海チュクチ海ノースウインド海嶺の水深 197m (N73-57.8, W161-34.5, MC-03) 360m (N73-42.5, W162-44.5, MC-04) で採取された表層堆積物試料を用いた (図 1)。採取した堆積物から GDGTs を抽出し、それらの放射性炭素同位体 (^{14}C) 分析を行った。 ^{14}C 測定に先立ち、HPLC による GDGT の分取、濃縮、精製条件の検討を行った。さらに GDGT 分子の ^{14}C の分析法について検討を行った。これとは別にコア採取と同海域で表層から深層まで海水試料を採取し、それらの海水中全炭酸の ^{14}C 測定を行った。全炭酸、堆積有機炭素、炭酸塩化石の ^{14}C 値は、GDGT の起源について検討するため用いた。

Study sites

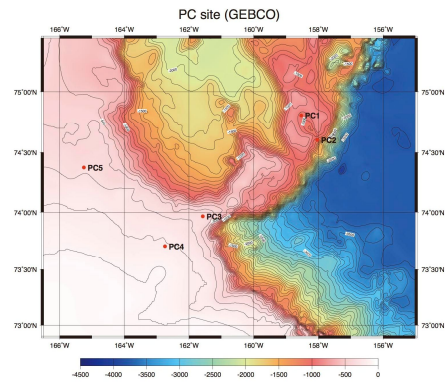
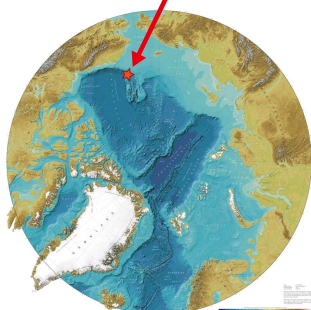


図 1 本研究で用いられた試料採取地点 (地図中の PC3, PC4 が、それぞれ MC-03, MC-04 に相当)

4. 研究成果

表層 0-5cm まで 1cm ずつ分画した試料について、TOC、C/N、バルク有機炭素の ^{14}C 測定、GDGTs 分子の濃度測定を行った。サイト MC-03 では、TOC が 1.5~1.5%、C/N が 8.6~9.4、バルク有機炭素 ^{14}C 年代が 3840~4310 yrs BP、GDGTs 分子の濃度が 49.1~103.9 (μ g/g TOC) であった。一方、サイト MC-04 では、TOC が 1.9~2.1%、C/N が 8.4~8.5、バルク有機炭素 ^{14}C 年代が 2920~3200 yrs BP、GDGTs 分子の濃度が 66.8~132.1 (μ g/g TOC) であった。また TEX_{86} 値並びに TEX_{86} 水温は、MC-3 で 0.47 と 12.2、MC-04 では、0.45 と 11.8 と計算された。

得られた水温値は、両サイトではほぼ同じ値を示した。この値は、7~8 月の平均水温値に比べ、約 5~8 高く、年平均気温においては、8~10 高かった。加えて、GDGT 分子レベル ^{14}C 測定を行うため表層 0-4cm の堆積物試料をコンポジットし、GDGTs 分子の大量抽出を行い、HPLC を用いて GDGTs 分子の精製条件の検討、分取 HPLC によるブランクの検討を進めた。抽出には、それぞれ約 25g (乾燥重量) の試料を用いた。HPLC による分離精製は、順相カラム、極相カラムの順に分取を行った。分取時におけるブランク炭素の溶出量の把握には、ステロールの std を用いた。分取 HPLC 後の LC/MS の scan 結果を図 2 に示す。抽出、精製後に得た GDGTs の炭素量は 18-22 μ gC であった。GDGTs の ^{14}C 測定について、GDGT-0 と GDGT-4 (Crenarchaeol) の測定を行った。結果は、MC-03 の GDGT-0 の -19‰、MC-04 の -76‰であった。同じサンプルから得たバルク有機炭素は、それぞれ -375‰と -314‰、MC-04 で回収された貝化石は modern の値を示した。一方、海水全炭酸の鉛直分布は、表層から水深 200m まで +20~+30‰、それ以深、水深 1000m までは、+60~80‰であった。以上から、GDGT-0、GDGT-4 (Crenarchaeol)、バルク有機炭素、貝化石、海水全炭酸の ^{14}C 値の比較すると、堆積物中 GDGTs の起源は、水界中の古細菌を起源とするよりは、堆積物有機物を用いた従属栄養微生物並びにその分解生成 CO_2 を用いた独立栄養

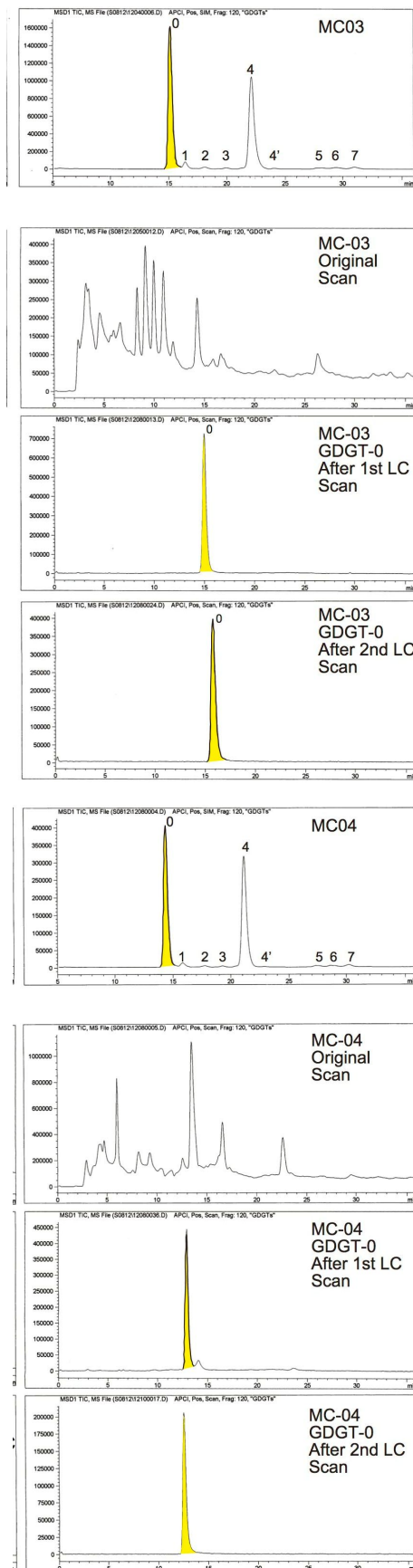


図2 GDGT-¹⁴C測定のためのHPLC分取前後のLC/MSクロマトグラム(MC-03, 04)

微生物の両方の寄与またはそのどちらかであるといえよう。しかしながら、本結果のみで、GDGTsの起源を明確に推定することは十分とは言えず、さらにデータの取得が必要とされる。

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5件)

Rella S. F., Uchida M., A Southern Ocean trigger for Northwest Pacific ventilation during the Holocene? *Scientific Reports*, 査読有, vol. 4, 2014, pp. 4046, DOI: 10.1038/srep04046.

内田昌男、熊田英峰、放射性炭素同位体分析を用いた環境中多環芳香族炭化水素の起源解析、*エアロゾル研究*, 査読有, vol.29(S1), 2014, pp. 133-141, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jar/29/S1/29_s133/pdf

Katsuki K., Itaki T., Uchida M., Tada R., Response of the Bering Sea to 11-year solar irradiance cycles during the Bølling-Allerød. *Geophysical Research Letters*, 査読有, vol. 41 (8), 2014, pp.2892-2898, DOI: 10.1002/2014GL059509

Hopmans E., Uchida M. et al., An interlaboratory study of TEX₈₆ and BIT analysis of sediments, extracts and standard mixtures, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 査読有, vol.14(12), 2013, pp. 5263–5285, DOI: 10.1002/2013GC004904

Amano-Sato C., Akiyama S., Uchida M., Li Q., Utsumi M., Archaeal and bacterial abundance, cell volume, and biomass in the Pacific sector of the Arctic Ocean. *Journal of Bioindustrial Science*, 査読有, vol.69(2), 2013, pp.101-112, <http://www.int-res.com/abstracts/ame/v69/n2/p101-112/>

(学会発表)(計4件)

Uchida M., Kondo M., Kuroki Y, Amano C., Utsumi M., Shibata Y. Radiocarbon dating of glycerol dibiphytanyl glycerol tetraether lipids (GDGTs) in the western Arctic Ocean sediments. Thirteenth of the AMS, 2014年8月24-29日, Aix en Provence (France)

Uchida M., Kumamoto Y., Polyakov I., Ivanov V., Rozman P., Utsumi M., Shimada K., Kim Y., Murata M., The Trans-arctic Water ¹⁴C Sections from MIRAI and NABOS Cruises: Reconstruction of Surface-Mid-Deep

Water Ventilation Ages and Their Comparison of Past ^{14}C Inventory Date. 第4回極域科学シンポジウム, 2013年11月12-15日, 極地研(立川)

Uchida M., Shibahara A. Multibeam bathymetric and sediment profiler evidences for pockmarks and ice grounding scours on the chukchi borderland and beaufort sea. 19th International symposium on Poler Science, 2013年10月16-18日, Incheon (Korea)

Uchida M., Rella S., Kondo M., Sedimentary organic matter variations in the Chukchi Bordeland over the last 155 KYR. 19th International symposium on Poler Science, 2013年10月16-18日, Incheon (Korea)

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