

南極リュツオホルム湾における海底堆積物に 含まれる有機物の解析

原田 尚美¹⁾ ・ 半田 暢彦¹⁾ ・ 福地 光男²⁾

1) 名古屋大学 大気水圏科学研究所 〒464-01 名古屋市千種区不老町
2) 国立極地研究所 〒173 東京都板橋区加賀1-9-10

はじめに

地球環境の将来を予測する上で過去の情報を得ることは必要不可欠であり、様々な海域で古海洋環境の復元の試みが行われている。我々は特に有機物を手段として環境変動の解明にアプローチしているが、南極海周辺の海域における古海洋環境の解析を分子レベルの有機物の観点から行った研究は少ない。そこで、本研究はリュツオホルム湾の昭和基地周辺の沿岸域を対象として、そこで得られた堆積物より炭化水素を抽出し、その変動より同海域の古海洋環境を復元する目的で行った。

試料と方法

試料採取地点をFig.1に示す。試料は第33次南極地域観測隊（1991年11月～1993年3月）により、冬の期間にラングホブデ沖にて、グラビティーコアラーにより採取された堆積物柱状試料を用いた。堆積物は冬場の海水が締まった時期のほうが、より沖合のものを採取することができる。まずアイスドリルで海水(1

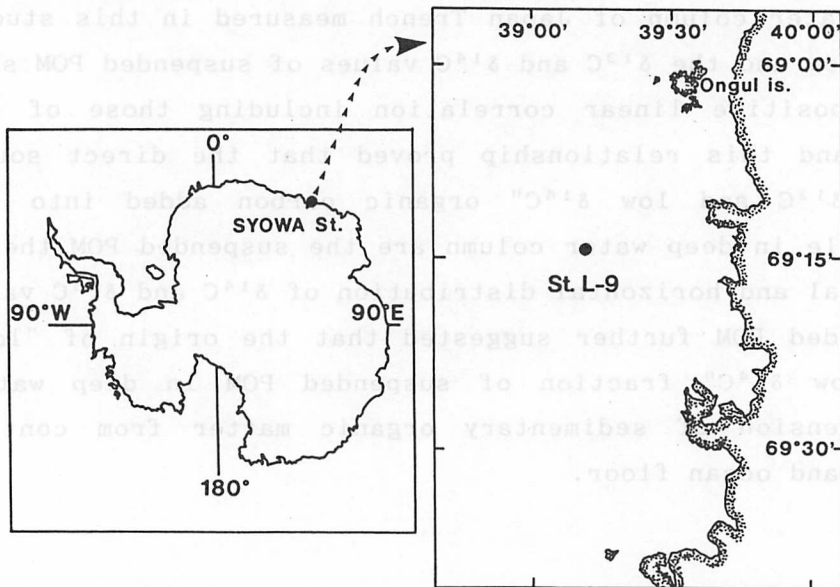


Fig.1 Sampling location in Lutzow-Holm Bay, Antarctica (69°00'S, 39°38'E, water depth 557m)

mから3m)に直径30cmの穴を開け、三脚を立て、ワイヤーの先にコーラーを取り付けて海底に下ろし、堆積物を採取する。得られた堆積物は129cm長のもので5cm毎に切断した後、分析に用いるまで-20°Cで保存した。乾燥させた堆積物の一部はCHNコーダーにより有機炭素、全窒素の分析を行った。脂質成分は、6mlのイソプロパノール、メタノール-クロロホルム(2:1, 1:1, 1:3 v/v)を用いて超音波抽出を行った後、上澄みを水層と有機層とに分け、有機層をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより溶媒の極性を変化させながら8つに分画した。

本研究で分析した炭化水素は最初のフラクションに溶出してくる。炭化水素はガスクロマトグラフィー(島津GC9A、キャピラリーカラム: J&W DB-5、検出器: FID)にて化合物の同定、定量を行った。また、質量分析計による炭素安定同位体比の測定も行った。年代の測定は¹⁴C法により求め、名古屋大学年代測定試料研究センターの加速器質量分析計により測定を行った。

結果と考察

1) 有機炭素および全窒素 堆積物の有機炭素、全窒素含有量を示す(Fig.2)。有機炭素含有量は表層で約0.3%で、深さとともに減少するが70cm付近で再び高い値(0.26%)となり、最深部では0.02%まで減少していた。全窒素は表層で0.045%から最深部で0.004%までの範囲の値をとり、有機炭素同様、70cm付近で値の増加が見られた。

2) ¹⁴C年代 Fig.3に堆積物の¹⁴C年代を示す。¹⁴C年代は堆積物に含まれる有機炭素を二酸化炭素にし、Vogel et al.,(1984, 1987)による水素還元法によりグラファイト化し、測定を行った。これによると、表層では3000yBPで、70cm深で11000yBPを示した。ところが、70cmを過ぎて90cmで再び年代が若い方へ逆転し、約7000yBPを示した後、最深部で14000yBPを示した。この70cm付近のギャップは何らかの原因で堆積物がリワークを受けた結果を示すものと思われる。

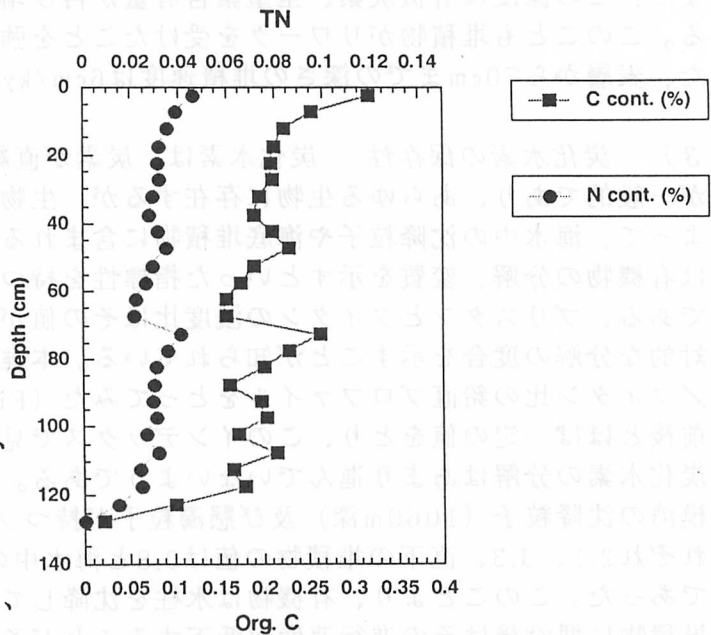


Fig.2 Vertical profiles of organic carbon contents and Total nitrogen contents

また、この深度は有機炭素、全窒素含有量が再び増加した深度とほぼ一致している。このことも堆積物がリワークを受けたことを強く裏付けるものといえる。また、表層から70cmまでの深さの堆積速度は6cm/kyrと算出された。

3) 炭化水素の保存性 炭化水素は、炭素が直線状に連なる骨格をもつものが一般的であり、あらゆる生物に存在するが、生物毎にその組成が特徴的である。よって、海水中の沈降粒子や海底堆積物に含まれる炭化水素は有機物の起源、或は有機物の分解、変質を示すといった指標性を持つ。イソプレノイド系の化合物である、プリスタンとフィタンの濃度比はその値が低下していくことにより、相対的な分解の度合を示すことが知られている。本堆積物試料についてプリスタン/フィタン比の鉛直プロファイルをとってみた (Fig.4)。表層から深層まで1前後とほぼ一定の値をとり、このインデックスで見ると、堆積物中において炭化水素の分解はあまり進んでいないようである。松枝 (1986) によると、相模湾の沈降粒子 (1060m深) 及び懸濁粒子が持つプリスタン/フィタン比はそれぞれ2.1、3.3、直下の堆積物の値は0.8と海水中の粒子の値の方が大きい結果であった。このことより、有機物は水柱を沈降してくる間に活発に分解を受け、堆積物に埋没後はその進行速度が低下することが予想される。

4) 炭化水素含有量および組成について 炭化水素の含有量の鉛直プロファイルを示す (Fig.5)。表層から深層にかけて、 $0.161 \sim 12.2 \mu\text{g/g dry sed.}$ と大きく変動している。ここで特徴的なのは45~50cmと90~95cmで特に含有量が高いことである。この深度は先に示した ^{14}C 年代で8000yBP~9000yBPにあたり、約11000yBPのヤンガードライアス期と呼ばれる寒冷期以降、地球規模で急速に温暖化が進んだ時期である。この含有量の変動を解釈するため、含有量の小さい試料 (0~5cm深) と直鎖飽和炭化水素の組成比の比較を行った。Fig.6 (a)は堆積物表層0~5cmの試料の炭化水素組成比を示す。検出された炭化水素は炭素数で15~33までの範囲で、炭素数21を中心に20、22が優位であり、25、27、29等、高等植物に多く含まれる長鎖の炭化水素含有量が少ない傾向にあった。一方、Fig.6 (b)の炭化水素含有量の高い試料に関しては (40~45cm深)、炭素数22、23が顕著に含まれ、25より長鎖の炭化水素含有量が先に述べた表層に比して、多いことがわかった。このような特徴は90~95cm深の試料にも見られ、他の炭化水素含有量の低い試料である60~65cm、120~125cm深のものについては表層0~5cmの炭化水素組成に非常によく似ていた。植物プランクトンや動物プランクトンが含む直鎖飽和炭化水素は比較的炭素数の小さい (17前後) 炭化水素が特徴的であり、陸上の高等植物は炭素数の大きい (25及び27等) 炭化水素を優位に含むことが知られている。南極では現在繁殖している高等植物は種類が限られ、南極半島を除いて夏の融氷期に僅かのせん苔類、地衣類が生えるのみである。Matumoto and Kanda (1985)によると南極南ピクトリアランドのマイヤーズ谷、ロス島及びベストフォールドヒルズから得られたせん類、*Pottia heimii*、

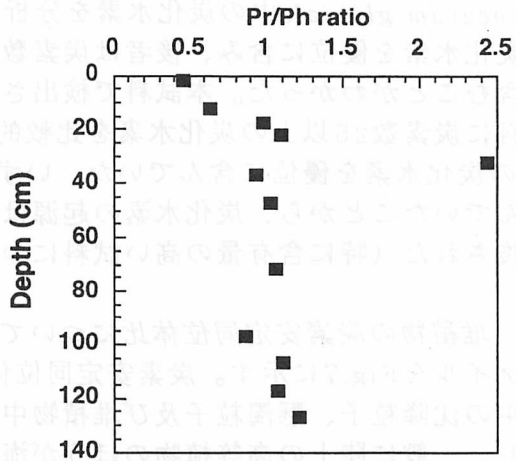
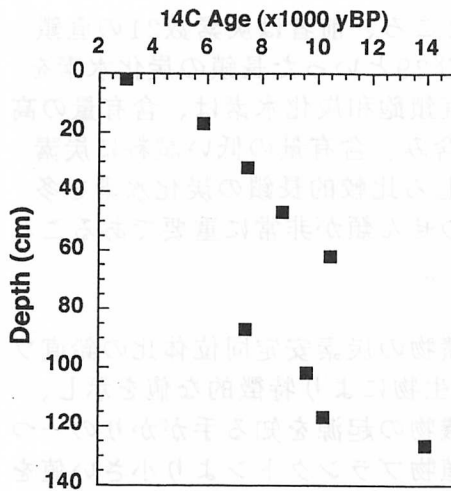


Fig.3 Vertical profile of ^{14}C age Fig.4 Vertical profile of Pristane/Phytane ratio

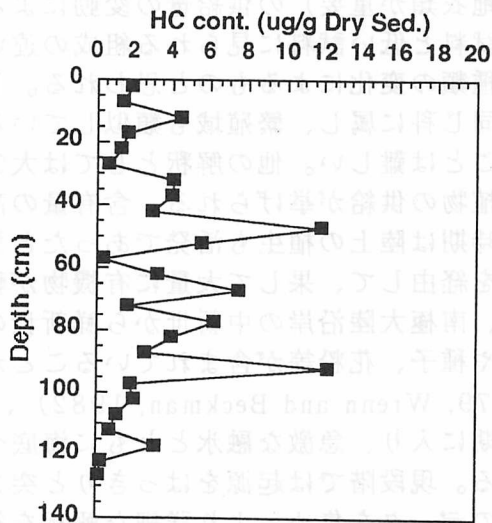


Fig.5 Vertical profile of hydrocarbon content

*Sarconeurum glaciale*中の炭化水素を分析したところ、前者は炭素数21の直鎖飽和炭化水素を優位に含み、後者は炭素数27及び29といった長鎖の炭化水素を多く含むことがわかった。本試料で検出された直鎖飽和炭化水素は、含有量の高い試料に炭素数25以上の炭化水素を比較的多く含み、含有量の低い試料に炭素数21の炭化水素を優位に含んでいた。いずれにしても比較的長鎖の炭化水素を多く含んでいたことから、炭化水素の起源は陸上のせん類が非常に重要であることが示唆された（特に含有量の高い試料について）。

5) 堆積物の炭素安定同位体比について 堆積物の炭素安定同位体比の鉛直プロフィールをFig.7に示す。炭素安定同位体比も生物により特徴的な値を示し、海水中の沈降粒子、懸濁粒子及び堆積物中の有機物の起源を知る手がかりの一つとなり、一般に陸上の高等植物のほうが海生の植物プランクトンより小さい値を示す。値は-21.6~-20.5%まで変動したが、炭化水素含有量の高い試料で-21.5~-21%の間を変動し、炭化水素含有量の小さい深度で-20.5%付近と値が大きい傾向にあった。このことは炭化水素含有量の小さい深度では陸起源有機物の寄与が少ない、つまり炭化水素の高い含有量は陸起源有機物の供給によるものであることを示すものと思われる。

6) 炭化水素の起源について これまで炭化水素量の変動はおもに陸上の高等植物（南極ではせん類、地衣類が重要）の供給量の変動によるものであると推論してきた。含有量の高い試料と低い試料に見られる組成の違いは、4)で述べた様に起源となるせん類の種類の変化によるものと思われる。しかしながら、先に述べた2種類のせん類は同じ科に属し、繁殖域も類似しているため、起源の違いをせん類のみで説明することは難しい。他の解釈としては大気を経由して輸送された他の大陸起源の高等植物の供給が挙げられる。含有量の高い試料が示す年代は温暖期にあたり、この時期は陸上の植生も活発であったと思われるが、他の大陸から南極大陸まで大気を経由して、果して大量に有機物が輸送され得るのかどうか不明である。一方、南極大陸沿岸の中新世から鮮新世の間氷期の堆積物中に高等植物のデトリタスや種子、花粉等が含まれていることが報告されているが（Brady and Martin, 1979; Wrenn and Beckman, 1982）、これら氷河に取り込まれていたものが温暖期に入り、急激な融氷とともに海底へともたらされたのではないとも考えられる。現段階では起源をはっきりと突き止めることは難しいが、今後他の脂質成分のデータを集め、より詳細な解釈を行いたい。

謝辞

タンデロン加速器質量分析計による ^{14}C 年代の測定に際し、名古屋大学年代測定試料研究センターの中村俊夫助教授ならびに池田晃子技官には大変便宜を図っていただいた。また、炭素安定同位体の測定に際し、名古屋大学大気水圏科学研究所の松本英二教授には質量分析計の使用を許可していただいた。ここに深

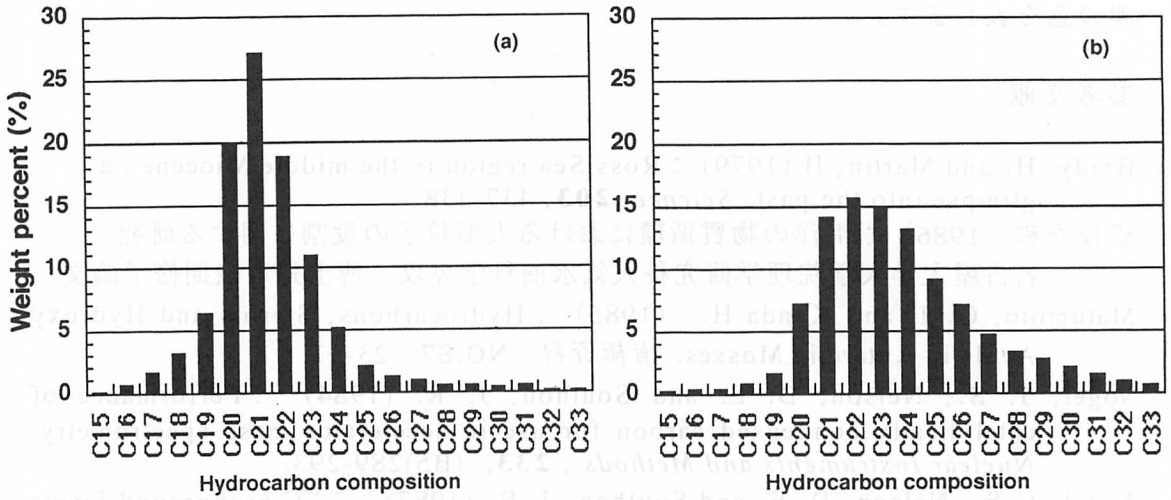


Fig.6 Relative composition of n-alkane (a) 0-5cm (b) 45-50cm

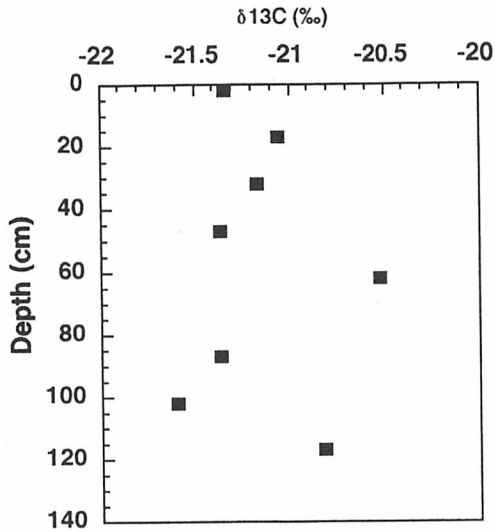


Fig.7 Vertical profile of $\delta^{13}\text{C}$ of sediment

謝の意を表します。

参考文献

- Brady, H. and Martin, H (1979) : Ross Sea region in the middle Miocene : a glimpse into the past. *Science*, **203**, 437-438.
- 松枝秀和 (1986) : 海洋の物質循環における大型粒子の役割に関する研究
名古屋大学大学院理学研究科大気水圏科学専攻 博士過程後期修了論文
- Matumoto, G. I. and Kanda H. (1985) : Hydrocarbons, Sterols and Hydroxy Acids in Antarctic Mosses. *南極資料* NO.87 23-31.
- Vogel, J. S., Nelson, D. E. and Southon, J. R. (1984) : Performance of catalytically condensed carbon for use in accelerator mass spectrometry. *Nuclear Instruments and Methods*, **233**, (B5)289-293.
- Vogel, J. S., Nelson, D. E. and Southon, J. R. (1987) : ^{14}C background levels in an accelerator mass spectrometry system. *Radiocarbon*, **29**, 323-333.
- Wrenn, J. H. and Beckman, S. W. (1982) : Maceral, total organic carbon, and palphnological analyses of Ross Ice Shelf Project site J9 cores. *Science*, **216**, 187-189.

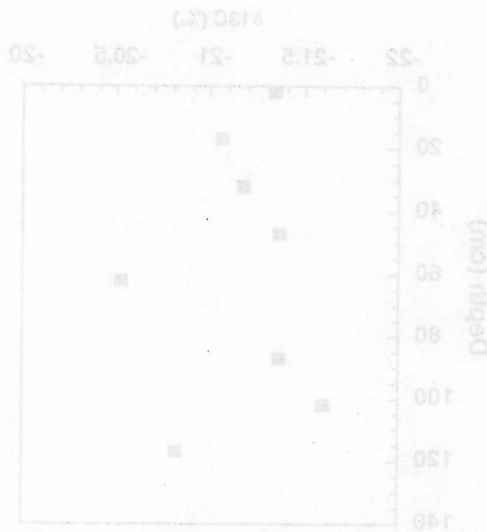


Fig. 7. Vertical profile of $\delta^{13}\text{C}$ of sediment

Hydrocarbons record of marine sediment in Lutzow-Holm Bay, Antarctica.

Naomi HARADA*, Nobuhiko HANDA* and Mituo FUKUCHI**

* Institute for Hydrosphric - Atmosphric Sciences, Nagoya University

** National Institute of Polar Research

A proper understanding of the palaeo-oceanic environment is an essential prerequisite for prediction of future environmental events. In the present study we made an attempt at reconstruction of the palaeo environment of the coastal region around Showa Station in Lutzow-Holm Bay, Antarctica using organic compounds in marine sediments. Organic carbon, total nitrogen, ^{14}C age, $\delta^{13}\text{C}$ and hydrocarbon content and composition were analyzed in every 5cm sections of a gravity core sample (129cm) obtained during the 33rd Japanese Antarctic Research Expedition at $69^{\circ}00'\text{S}$, $39^{\circ}38'\text{E}$ in the Antarctic Ocean. The variation patterns of organic carbon and total nitrogen with depth within the core were similar and varied in the range of 0.3~0.02%, 0.046~0.004% from surface to bottom, respectively. ^{14}C age showed a smooth pattern of change from about 3000yBP at the surface to 14000yBP at the bottom, except however, for a remarkable age gap at 70cm. This age gap was probably due to rework of the sediments. Hydrocarbon values varied in the range of 0.16~12.2mg/g dry sediment throughout the core sample and showed a similar pattern of variation to organic carbon and total nitrogen. N-alkanes with chain lengths from C15 to C33 were characteristic hydrocarbons in the core. N-C21:0 (normal, 21 carbon number alkane) was dominant in the low hydrocarbon sections of the core, whereas long-chain hydrocarbons were dominant in high hydrocarbon sections. Despite this difference in the hydrocarbon composition between high and low hydrocarbon content sections, these observations suggest that the major origin of both is mosses found in the Antarctic region.

口頭発表

原田尚美、半田暢彦、福地光男 (1993) リュツオホルム湾における海底堆積物に含まれる有機物の解析。 第16回極域生物シンポジウム 国立極地研究所 1993/12/1-3