

南極海の海洋生物生産過程と地球規模環境変動に関する研究

Studies on the biological processes in the Antarctic Ocean and the global climate changes

福地 光男 (FUKUCHI MITSUO)

国立極地研究所・研究教育系・教授



研究の概要

海洋生物生産過程と関連を持つ地球規模環境変動に影響を与えるガス成分として、本研究では、二酸化炭素、DMS (P) 等を取り上げた。南極海季節海氷域において、これらガス成分の動態と生物生産過程の関連を調べた。

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：環境変動、気候変動、海洋生態、極地、生物地球化学

1. 研究開始当初の背景

植物プランクトンが生成する硫化ジメチルの前駆体 (DMSP) は、引き続き起こる生物過程を通じて硫化ジメチル (DMS) となり、大気中に放出されると雲核となり、地球規模気候変化に影響を与えると考えられている。しかしながら、どのような生物過程がどのガス成分の動態と関連しているかについては不明な点が多く、その重点的な研究が必要であった。

2. 研究の目的

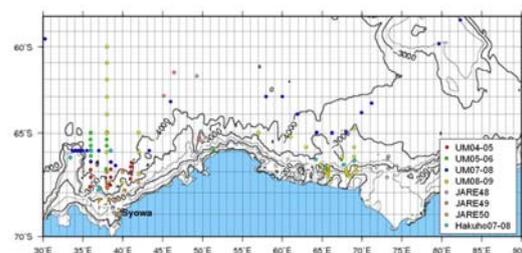
海洋生物生産過程と関連を持つ地球規模環境変動に影響を与えるガス成分として、本研究では、二酸化炭素、DMS (P) 等を取り上げ、それらの動態と生物生産過程の関連を調べる。現場実験が可能な研究航海は限りがあるので、初年度から4年度までの4年間は、可能な限り現場実験を集中的に実施する。具体的には、植物プランクトン種の違いとガス成分の動態及び南極海で卓越するナンキョクオキアミ、原索動物であるサルパ、更には微小動物プランクトンの摂食過程の違いとガス成分の動態を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究ではこれまで観測実績が極めて少ない南極海季節海氷域において可能な限り観測を実施する。特に、浮氷域・定着氷域は、通常の海洋観測船では観測が出来ないため、日本南極地域観測隊の砕氷船による行動と連携を取りながら観測を実施し、浮氷域・定着氷域における温暖化ガス成分の動態を調べる。

4. 研究の主な成果

本研究における観測点の位置を下図に示す。



これらの観測を通して、以下の知見が得られた。

a. 南極・昭和基地沖合は、南極海において海氷面積が多い海域の一つである。海氷分布に応じて変化すると考えられる植物プランクトンや動物プランクトン分布が DMS および DMSP 分布に与える影響を評価した結果、海洋表層の DMS 濃度は、氷縁域においてもっとも高く、最大で $11 \text{ nmol} \cdot \text{l}^{-1}$ であった。氷縁域では、大気中の微小粒子数濃度が増大しており、海水中の高 DMS 濃度が、その大きな要因と考えられた。さらに、これまで東経 140 度線に沿って行われた時系列観測結果と比較を行ったところ、同じ氷縁域であっても、リュツォ・ホルム湾沖と東経 140 度の沿岸域では優占する植物プランクトン種が異なり、その後の食物連鎖に引き続く動物プランクトンやバクテリアの分布が異なるため、DMS の分布にも差が生じる可能性が新たに明らかとなった。

〔4. 研究の主な成果 (続き)〕

b. 時系列観測から得られたデータを基に、フランスのグループと共同で、大気中 DMS 分布を決定する要因について解析した。1999 年以降の大気中 DMS 濃度、大気中 MSA (メタンスルホン酸) 濃度の時空間変化のタイミングは海水中 DMS 濃度の時空間変化のタイミングとほぼ一致すること、海水中 DMS 濃度の時空間変動が植物プランクトンの生物量変動および海氷の張り出し面積の変動に起因することが示唆された。

c. 平成 18 年度の「しらせ」の航海では、初めて浮氷域・定着氷域の観測を実施した。その結果、12 月中旬から 1 月下旬までの間の時系列的な海水中 DMS 濃度データおよび植物プランクトン顕微鏡観察用試料を得た。海水中 DMS 濃度は、春よりも秋口にかけて増加し、植物プランクトン生物量も同じように光量が少なくなる観測期間後半に増加した。植物プランクトンは、定着氷下であっても夏期には強い紫外線の影響で十分に増殖せず、DMS の前駆体である DMSP を増加しないため、夏期の定着氷下の DMS 濃度が増加していなかった可能性も示唆された。秋期の海水中 DMS 濃度を比較すると、浮氷域、定着氷域、外洋域の順に濃度が高かった。また、第 48 次日本南極地域観測隊が実施した同時期の大気中エアロゾル濃度と比較すると、同じように浮氷域、定着氷域、外洋域の順に濃度が高いことがと一致しており、海洋生物過程の働きが重要であることが明らかとなった。

d. 平成 19 年度までに得られた海水中二酸化炭素分圧の時空間変動と生物生産過程の変動について解析をすすめた。その結果、リュツォ・ホルム湾沖ではアデリーランド沖ほどの海洋による二酸化炭素吸収はなかったものの、リュツォ・ホルム湾沖合東側は夏季、海洋成層化により生物活動が活発になることによって二酸化炭素の吸収が行われていることが明らかとなった。

e. DMSP 濃度と植物プランクトン分布について解析を行った。植物プランクトンの分布解析の結果、南大洋では珪藻類よりもハプト藻類が優占種となることが多いことが明らかとなった。植物プランクトン優占種群に分類すると、海水中クロロフィル *a* 濃度と DMSP 濃度に有意な正の相関が見られた。優占種群別の回帰式を用いて推定した DMSP 濃度と実測値にはよい相関があり、このモデルが海洋の DMSP 濃度予測に有効であることが示された。

5. 得られた成果の世界・日本における位置づけとインパクト

研究成果は 2004 年の韓国極地研究所主催の第 11 回国際極地科学シンポジウムでの招待講演として認められた。また、2006 年のオーストラリア、ホバートで開催された第 29 回 SCAR (南極研究科学委員会) オープン・サイエンス・コンファレンスにおける優秀研究賞が研究分担者・笠松伸江に贈られたことから、その学術的な価値が高く評価されていることが分かる。

6. 主な発表論文

(研究代表者は太字、研究分担者は二重下線、連携研究者は一重下線)

Hashihama, F, T Hirawake, S Kudoh, J. Kanda, K Furuya, Y Yamaguchi, T. Ishimaru, Size fraction and class composition of phytoplankton in the Antarctic marginal ice zone along the 140° E meridian during February-March 2003, *Polar Science*, 2(2), 109-120, 2008.

Preunkert, S, M Legrand, B Jourdain, C Moulin, S Belviso, N Kasamatsu, **M Fukuchi**, and T Hirawake, Interannual variability of dimethylsulfide in air and seawater and its atmospheric oxidation by-products (methanesulfonate and sulfate) at Dumont d'Urville, coastal Antarctica (1999-2003), *J. Geophys. Res.*, 112, D06306, doi:10.1029/2006JD007585, 2007.

Ichinomiya, M, M Honda, H Shimoda, K Saito, T Odate, **M Fukuchi** and A Taniguchi, Structure of the summer under fast ice microbial community near Syowa Station, eastern Antarctica, *Polar Biology*, 30(10), 1285-1293, 2007.

Kasamatsu, N, T Odate and **M Fukuchi**, Dimethylsulfide and Dimethylsulfoniopropionate in the Southern Ocean during summer 2002: Influence of macrozooplankton grazing, *Ocean and Polar Research*, 27(2), 197-203, 2005.

Hirawake, T, S Kudoh, S Aoki, T Odate and **M Fukuchi**, Inter-annual variability of chlorophyll and sea-ice in the Antarctic Divergence region: an attempt to derive their quantitative relationship, *International Journal of Remote Sensing*, 26(10), 2035-2044, 2005.

ホームページ等
非公開