

北太平洋高緯度域における近年約 20 年間の一次生産の変遷

北海道大学低温科学研究所 関 宰 (報告者)
海洋研究開発機構地球環観測研究開発センター 原田 尚美
北星学園大学社会福祉学部 高橋 孝三
北海道大学水産科学研究院 大西 広二
海洋研究開発機構地球表層物質循環研究分野 本多 牧生

1. 要旨

2017年6月11日から2017年6月15日まで、ノルウェーのトロムソにて開催された 2017 Ecosystem Studies for Sub-Arctic and Arctic Seas (ESSAS) Open Science Meeting に参加し、北太平洋亜寒帯域の時系列セジメントトラップにて捕集した沈降粒子中のバイオマーカー分析により得られた近年の生物生産の経年変動の傾向についての研究成果発表を行った。また得られたデータに関して、現地で専門家や共同研究者と意見交換を行い、データの解析を深めた。

2. 研究の背景

北太平洋高緯度域は珪藻を主体とした世界的にも高い生物生産性を誇る海域であり、高い生物ポンプ能を有することから、地球表層の炭素循環において重要な役割を担っていると考えられている。また一次生産は高次生産を支える土台であり、気候変動に対するこの海域の一次生産の応答を理解することは、水産資源の将来予測にとっても重要な課題と言える。これまでの観測や研究で、一次生産種の顕著な変化がベーリング海東部の陸棚域にて生じていることが報告されている。その異変とは円石藻の一種の *Emiliana huxleyi* の大ブルーム発生であり、衛星データによって最初に確認された (Sukhanova, and Flint, 1998; Vance et al., 1998)。その後、堆積物コアの研究からベーリング海東部における *Emiliana huxleyi* ブルームは数十年前の気候レジームシフトのタイミングと同期して始まっていたことが示された (Harada et al., 2012)。比較的穏やかで貧栄養な環境を好む円石藻 (*Emiliana huxleyi*) の発現は、地球温暖化による亜寒帯域の環境変化を示唆するが、調査

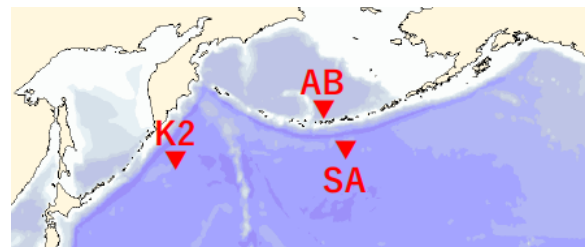
海域に限られており、また亜寒帯域の生態系に大きな影響を与えている要因として十年規模の気候変動も重要であるため (Onodera and Takahashi, 2009; Tsutsui et al., 2016)、その全体像は明らかになっていない。

3. 研究計画・作業仮説・方法

そこで本研究では、ベーリング海東部に見られる一次生産の生態系変化が果たしてどの程度の範囲にわたる現象なのか？気候変動とどのように関連しているのか？の2点を検証する。そのために、北太平洋亜寒帯域の3サイト (St. AB, SA, K2; 図1) にて長期にわたり係留した時系列セジメントトラップで捕集した沈降粒子中の珪藻と円石藻バイオマーカー (それぞれ、24-methylcholesta-5,24(28)-dien-3 β -ol (diatom sterol), C₃₇ alkenones) を分析し、ベーリング海と北太平洋亜寒帯の中央部と西部における近年の植物プランクトンの生態系の変遷を調べた。

4. 成果

図1. 時系列セジメントトラップの位置

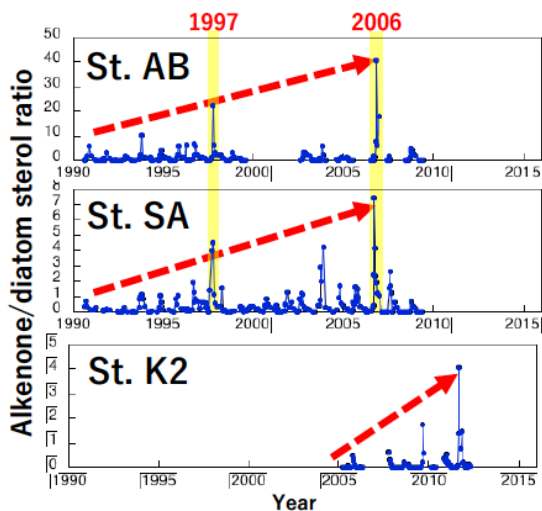


4.1. 手法の評価検討

本研究では diatom sterol と C₃₇ alkenones の濃度比 (C₃₇ alkenones/ diatom sterol) から *Emiliana huxleyi* と珪藻のバイオマス比率の変遷の復元を試みる。データ解析を行う前に、この手法の有効性の検証を行っ

た。ベーリング海では近年 1997 年と 2006 年に *Emiliana huxleyi* の大ブルームが起こったことが知られている。本研究で提案する手法が有効なら、沈降粒子のバイオマーカー記録はこれらのシグナルを捉えているはずである。図 2 に St. AB、SA 及び K2 の C_{37} alkenones/ diatom sterol 比の年代変化を示す。St. AB と SA は 1990~2009 年の期間、St. K2 は 2005~2012 年の期間の時系列データを得た。St. AB と SA においてそれらの年の秋季に C_{37} alkenones/ diatom sterol 比の著しいピークが確認でき、この手法の有効性が示された。

図 2. St. AB 及び SA, K2 の C_{37} alkenones/diatom sterol 比



4. 2. 時系列データ解析

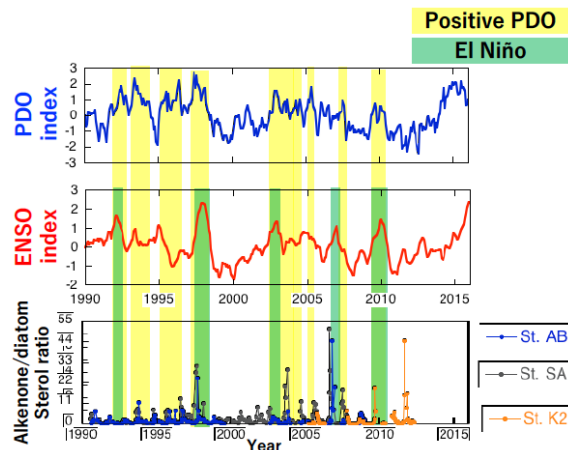
1) 長期的傾向

図 2 に示すように、全てのサイトにおいて、現在に近づくにつれ、 C_{37} alkenones/ diatom sterol 比のピークが徐々に大きくなる明瞭な傾向を示した。このことから、*Emiliana huxleyi* が徐々に優勢になりつつあるという生態系のシフトは北太平洋亜寒帯の広域で起こっている現象であることが示された。またベーリング海 (St. AB) のピークは他のサイトに比べて一桁高い値を示しており、これはこの生態系のシフトが高緯度で特に著しいことを示していると考えられる。

2) 十年規模気候変動との関連

次に十年規模の気候変動との関連を考察した。図 3 に示すように、得られた C_{37} alkenones/ diatom sterol 比のピークは太平洋十年規模振動の正の位相やエルニーニョの時期と対応していることが示された。この一致から *Emiliana huxleyi* ブルームの発生には十年規模の気候変動が深く関与している可能性を示唆する。これらの結果から、近年の *Emiliana huxleyi* への生態系のシフトは地球温暖化と十年規模気候変動との相互作用により引き起こされた現象である可能性が高い。また、表層への栄養塩の供給は海洋の鉛直混合の強さと関連していることから、近年の *Emiliana huxleyi* への生態系のシフトは地球温暖化に伴う海洋表層の成層化と海洋鉛直混合の弱化を示している可能性が考えられる。

図 3. PDO 及び ENSO とセジメントトラップの C_{37} alkenones/diatom sterol 比の比較



5. 謝辞

ユタ州立大学の近本めぐみ博士には日頃から研究に関する議論を交え、有益なアドバイスを頂いた。感謝申し上げます。また本研究で使用した時系列セジメントトラップの係留に携わった全ての乗船研究者にも感謝申し上げます。

6. 引用文献

1. Harada et al., Enhancement of coccolithophorid blooms in the Bering Sea by recent environmental changes, *Global Biogeochemical Cycles*, 26, GB2036,

doi:10.1029/2011GB004177, 2012.

2. Onodera, J and Takahashi, K., Long-term diatom fluxes in response to oceanographic conditions at Stations AB and SA in the central subarctic Pacific and the Bering Sea, 1990–1998, *Deep-Sea Research I*, 56, 189-211, 2009.
3. Sukhanova, I. N., and M. V. Flint, Anomalous blooming of coccolithophorids over the eastern Bering Sea shelf, *Oceanology*, 38, 502 – 505, 1998.
4. Tsutsui et al., Nineteen-year time-series sediment trap study of *Coccolithus pelagicus* and *Emiliania huxleyi* (calcareous nanoplankton) fluxes in the Bering Sea and subarctic Pacific Ocean, *Deep-Sea Research II*, 125-126, 227-239, 2016.
5. Vance, T. C., et al., Aquamarine waters recorded for first time in eastern Bering Sea, *Eos Trans. AGU*, 79, 121 – 126, 1998.