

## 海水減少に対する基礎生産者の応答

藤原 周<sup>1</sup>、平譚 享<sup>2</sup>、鈴木 光次<sup>3</sup>、Lisa Eisner<sup>4</sup>、西野 茂人<sup>1</sup>、菊地 隆<sup>1</sup>、今井 一郎<sup>2</sup>、齊藤 誠一<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構

<sup>2</sup> 北海道大学大学院水産科学研究院

<sup>3</sup> 北海道大学大学院地球環境科学院

<sup>4</sup> NOAA-Fisheries, Alaska Fisheries Science Center

北極海の海水縁では、春季から夏季にかけての海水後退に伴って海洋表層が成層化し、ケイ藻類を主とする大型の植物プランクトンが大規模な氷縁ブルームを起こす。短い日照時間や海水によって、冬季の基礎生産がほぼ皆無に等しい北極海では、春季、夏季の基礎生産が一年間の海洋生態系の生産全体を支える重要な役割を持つ。しかしながら、近年の海水減少や海水後退時期の変化は、生物生産の原点となる基礎生産の起点のタイミングを変化させ、それを利用するより高次の生物生産に影響することが懸念されている。しかしながら、北極海域における基礎生産や植物プランクトンに関する研究は時空間的に断片的なものが多く、海水変動に伴う基礎生産の変化、増殖のタイミングや植物プランクトンのサイズ・群集組成の変化についての知見は限られている。そこで、本事業では現場観測と衛星観測、およびモデル実験を活用し、主に太平洋側北極海において、海水変動（面積、後退時期、開放水面期間などの変化）と上記の項目について、様々な海域・時期で調べた。ここでは、衛星データおよび現場観測によって得た、海水融解タイミングの変化が基礎生産者に及ぼす影響について得た新しい知見中心に紹介する。

本事業で開発したこれらのアルゴリズム (Fujiwara et al., 2011, Hirawake et al., 2012) を利用し、年間の生物生産の基盤となる春季ブルーム期の植物プランクトンサイズ組成が、海水融解タイミングの経年変化と共にどのように変わるのか、16年間の衛星データを用いて空間統計的に評価した。海水融解タイミングが早い年ほど、春季ブルーム期の大型の植物プランクトンがより栄養を獲得しやすい海洋構造が形成され、全植物プランクトン中に占める大型植物プランクトン（細胞粒径 5 $\mu$ m 以上）の割合が増加することを示した (Figure 1)。さらに、当海域の年間基礎生産量は大型植物プランクトンの比率が主要なコントロール要因となっていた。これらの結果は、北極海の昇温による海水融解の早期化に伴って、大規模な春季ブルームに必要な栄養塩が供給されることを示唆するものであり、更にそれに対する基礎生産者の応答の一端を示すものであり、今後、食物網を介した高次生物の種組成や分布変化の要因解明への貢献が期待される (Fujiwara et al., in-press)。

一方、チャクチ海の北部海盆域においても、海水減少に対する植物プランクトンの群集構造の応答を、2008-2010年の観測で得られた植物プランクトン色素のクラスター解析により評価した。2008年は2009年および2010年よりも海水後退の時期が1-2ヶ月早く、2008年はハプト藻が優占していたのに対し、2009年および2010年は冷水域を好むプラシノ藻類が優占していた (Figure 2)。2008年におけるハプト藻類の優占は、海水後退が早く、それに伴って海面水温が上昇していたことが原因と考えられる。本結果は、今後、夏季の海水後退期間が長くなれば、植物プランクトンの群集構造が変化し、食物連鎖や生物地球化学過程に影響を与えることを示唆するものである (Fujiwara et al. 2014)。

北極海の海水は一様な減少傾向は見せておらず、ベーリング海のように冬季の海表面積が増加傾向をみせる海域もある。一連の研究は、海水分布と基礎生産者の空間的一般性を定量化することで、将来の海洋環境に対する海洋生態系の応答の予測の一助となることが期待される。

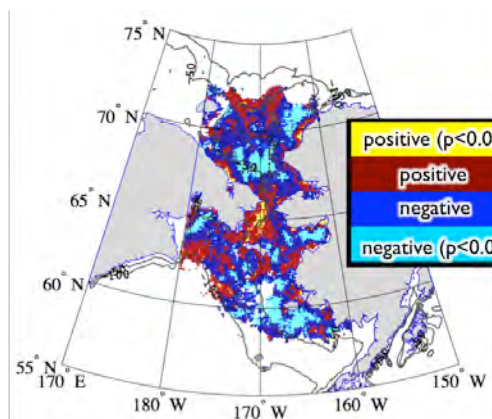


Figure 1. チャクチ海~ベーリング海陸棚域における海水融解タイミング (Julian-day) と春季ブルーム期の大型植物プランクトンサイズの順位相関係数分布。負の相関は海水融解日の早期化に伴い、春季ブルーム期に大型の植物プランクトンが増加することを表す。対象海域の7割の海域で有意な負の相関（18%の海域で有意：図中水色）を示した。

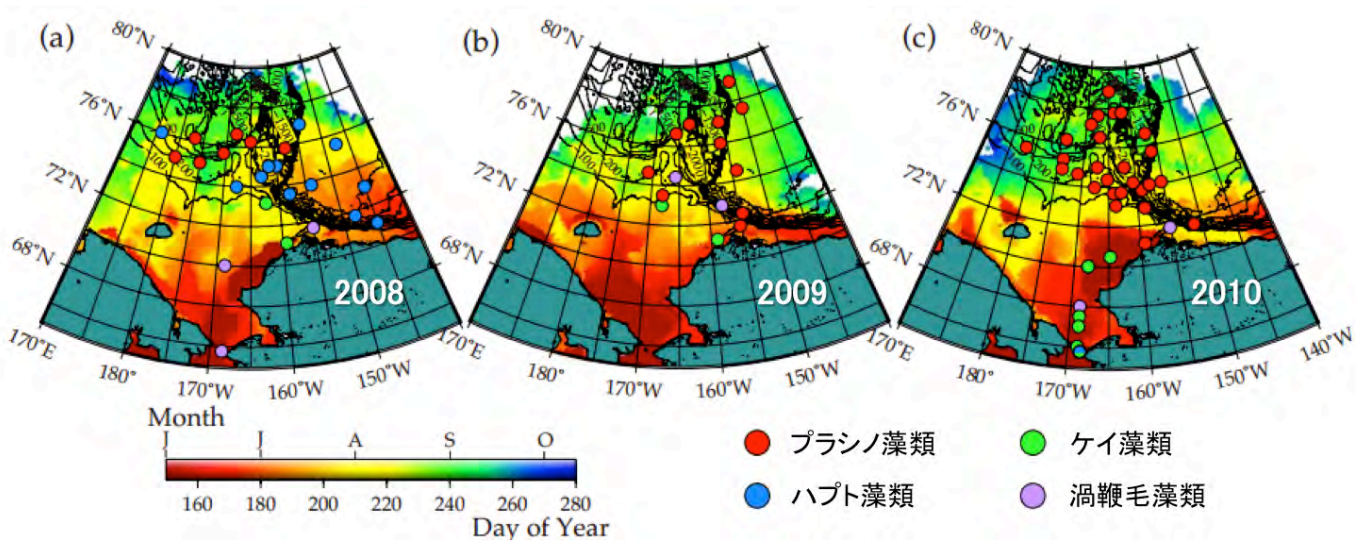


Figure 2. チャクチ海北部海盆域における、8-9月の優占植物プランクトン分類群と、海氷融解タイミング（カラーバー）分布の(a)2008、(b)2009、(c)2010年の比較図。2008年は1-2ヶ月早い海氷融解により高い表層水温が観測された。黒色コンターは水深を示す。

## References

- Fujiwara, A., T. Hirawake, K. Suzuki, and S. -I. Saitoh. Remote sensing of size structure of phytoplankton communities using optical properties of the Chukchi and Bering Sea shelf region, *Biogeosciences*, 8, 3567-3580, 2011.
- Hirawake, T., K. Shinmyo, A. Fujiwara, and S. -I. Saitoh, Satellite remote sensing of primary productivity in the Bering and Chukchi Seas using an absorption-based approach, *ICES-J. Mar. Sci.*, 69, 1194-1204, doi:10.1093/icesjms/fss111, 2012.
- Fujiwara, A., T. Hirawake, K. Suzuki, I. Imai, and S. -I. Saitoh, Timing of sea ice retreat can alter phytoplankton community structure in the western Arctic Ocean, *Biogeosciences*, 11, 7, 1705-1716, 2014.
- Fujiwara, A., T. Hirawake, K. Suzuki, L. Eisner, I. Imai, S. Nishino, T. Kikuchi and S. -I. Saitoh, Influence of timing of sea ice retreat on phytoplankton size during marginal ice zone bloom period on the Chukchi and Bering shelves, *Biogeosciences*, inpress.