植物プランクトンの細胞死と地球環境変化

環境起学専攻　先駆コース
博士課程 1 年　早川真紀
指導教員：鈴木光次

【本年度の研究概要】

近年、海洋植物プランクトンが海洋表層から取り除かれる要因として、沈降や動物プランクトンによる捕食以外に、海洋表層での植物プランクトンの細胞死の重要性が指摘されるようになってきた。また、春季の親潮域では、植物プランクトンの現存量や純群集生産が年々減少し、ブルームを形成する珪藻の種組成に変化が起きている、という指摘がなされている。これらの変化に対する要因として、植物プランクトンの細胞死が考えられる。そこで本年度は、春期における親潮域および黒潮親潮移行域の植物プランクトンの細胞生存率（総細胞数に占める生細胞数の割合）を求め、調査海域の春季における植物プランクトンの細胞死の重要性を定量的に評価することを試みた。また、得られた結果を 2003 年の晩夏に同海域で行なった実験結果と比較した。さらに、これらの結果の一部を国際学会で発表し、また国際誌に投稿するための論文としてまとめた（2 月 25 日現在、共著者に投稿直前の最終コメントを頂いている最中である）。

【実験方法】

水産総合研究センター若鷹丸による WK0309 航海（2003 年 9 月 2 日から 21 日）および WK0505 航海（2005 年 5 月 10 日から 29 日）に参加し、親潮域および黒潮親潮移行期を含む北海道・東北沖の観測定線 A-line 上の観測点(図 1)で実験を行った。海水試料は 5m 深もしくは 10m 深から採取し、植物プランクトンの現存量および群集組成を把握した。また、細胞消化法(Agustí and Sánchez, 2002)を用いて、植物プランクトンの細胞生存率の見積もりを行なった。

【結果と考察】

2003 年の晩夏では、全観測点において、ウルトラ植物プランクトン（体長 < 10 μm）が全植物プランクトン現存量（クロロフィル *a* 濃度）に対して 70%以上を占めた（図 2-a）。一方、2005 年の春季では、黒潮親潮移行域ではウルトラ植物プランクトンが 60%以上を占めたが、親潮域では 10 μm 以上の植物プランクトン（主に珪藻類）が 90%以上を占めた（図 2-b）。また、フローサイトメーターを用いた測定により、両観測ともウルトラ植物プランクトンは、ラン藻 *Synechococcus* spp.と真核ウルトラ植物プランクトンから構成されており、2003 年の晩夏では *Synechococcus* spp.の細胞密度（2~14 x 10^4 cells ml^{-1}）は真核ウルトラ植物プランクトンの 2~5 倍高かったが、2005 年の春季では真核ウルトラ植物プランクトンの方が *Synechococcus* spp.よりも多く存在していた。細胞生存率に関して、2003 年の晩夏では *Synechococcus* spp.が 59~75%、真核ウルトラ植物プランクトンが 21~41%であり（図 3-a）、真核ウルトラ植物プランクトンは *Synechococcus* spp.よりも致死率（総細胞数に占める死細胞数の割合）が有意に高かった($p < 0.05$)。一方、2005 年の春季では *Synechococcus* spp.の約 80%、真核ウルトラ植物プランクトンの 70%

以上が生細胞として検出された（図.3-b)。さらに、フコキサンチンを含む植物プランクトン（主に珪藻類とプリムネシオ藻類）の細胞生存率は 100%に近い値であった。以上の結果から、本調査海域において、植物プランクトンの細胞生存率に季節変化があることが初めて明らかとなった。また、本調査海域の植物プランクトンの除去過程を考える上で、特に晩夏の植物プランクトンの細胞死は決して無視できない過程であることが示唆された。

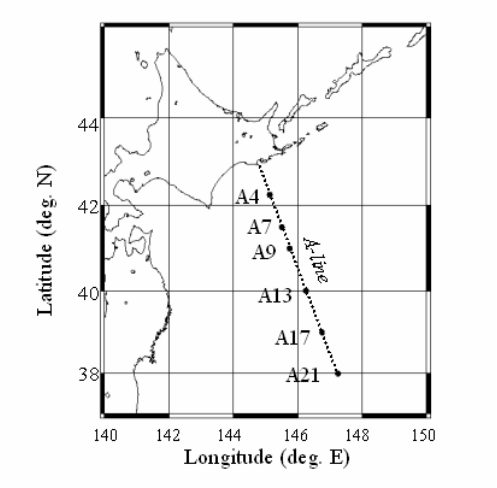

図 1 調査海域

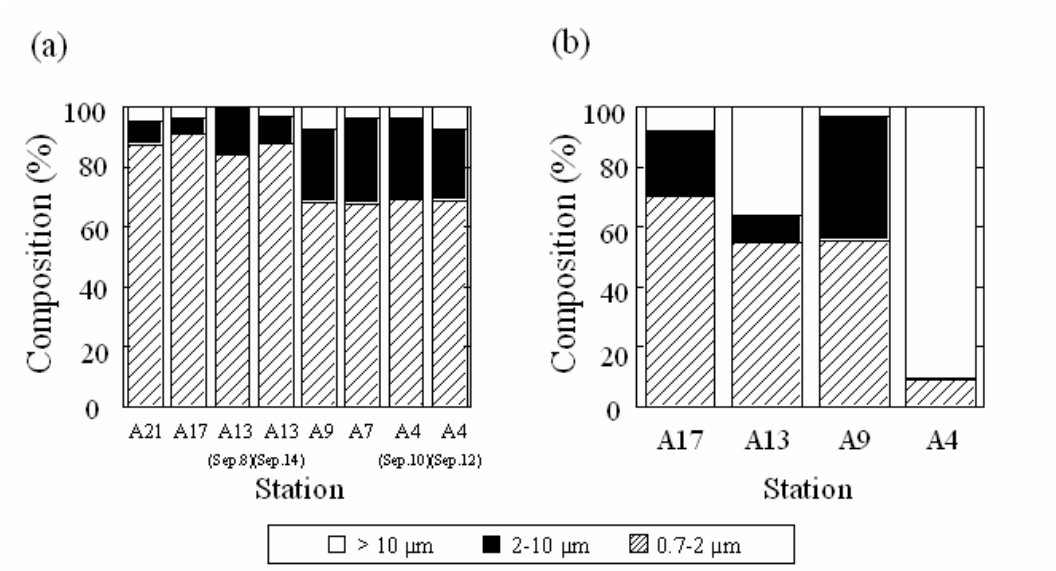

図 2 (a) 2003 年晩夏と(b) 2005 年春季の A-Line 観測点表層における植物プランクトンのサイズ組成。

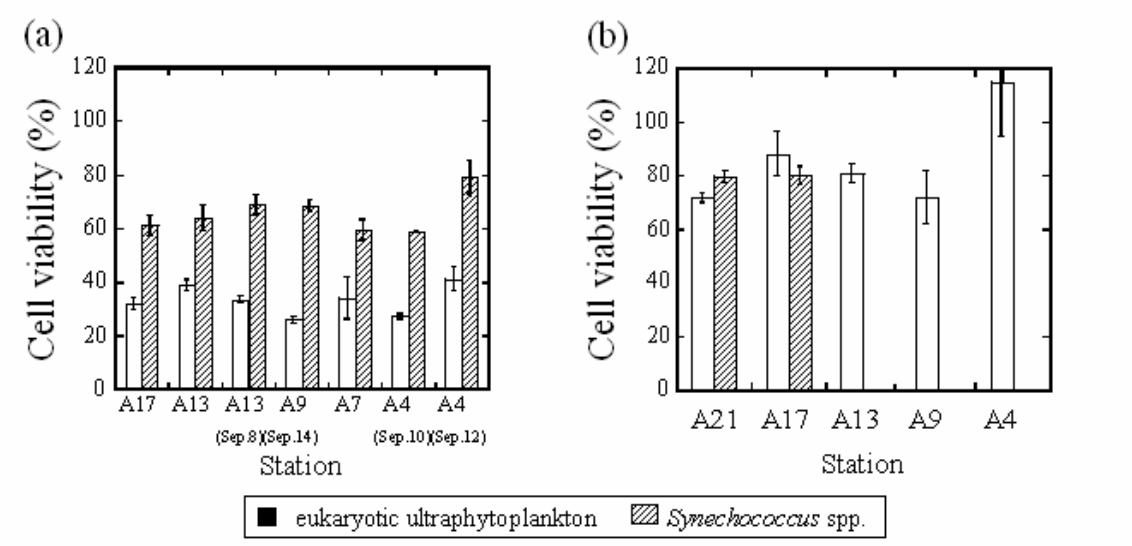

図 3 (a) 2003 年晩夏と(b) 2005 年春季の A-Line 観測点表層におけるウルトラ植物プランクトンの細胞生存率。(b)の A4~A13 では *Synechococcus* 細胞がほとんど検出されなかったため、その細胞生存率を見積もることが出来なかった。

【今後の計画】

海洋における一次生産の 40%を占め、海洋炭素循環において重要な役割を果たす珪藻類に対して、地球温暖化による海水温上昇および水柱成層化の強化に伴う表層の栄養塩（鉄）濃度減少の影響を評価するため、珪藻の単離培養株を用いた室内培養実験を行なう。この際、特に細胞死に注目して、細胞生存率の変化および細胞死の過程を明らかにする予定である。

【投稿論文と学会発表】

投稿論文

M. Hayakawa, K. Suzuki, H. Saito, K. Takahashi and S. Ito: Differences in the cell viabilities of phytoplankton between spring and late summer in the northwest Pacific Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser., (in preparation)

学会発表

早川真紀・鈴木光次・齊藤宏明・伊藤進一：2003 年晩夏の親潮域および黒潮・親潮混合域における植物プランクトン群集の細胞死. 2005 年度日本海洋学会 春季大会, 東京, 2005 年 3 月 27 日-31 日.

M. Hayakawa, K. Suzuki, A. Kuwata, H. Saito, J. Nishioka, and A. Tsuda: Cell viability of phytoplankton community in the northwest subarctic Pacific during summer. ASLO 2005 Summer Meeting, Santiago de Compostela, Spain, June 19-24, 2005.

早川真紀・鈴木光次・齊藤宏明・伊藤進一・高橋一生：2003 年晩夏と 2005 年春季の親潮域および黒潮・親潮混合域における植物プランクトン群集の細胞死. 2006 年度日本海洋学会 春季大会, 横浜, 2006 年 3 月 26-30 日. (発表予定)