

北海道南方 41°30'N ライン (PH ライン) 上における 春季植物プランクトン群集構造の長期変動 (1972-2006 年)

北太平洋では 1976/77 年と 1988/89 年にレジームシフトが発生したことが報告されており、それに応じて 10 年スケールの気候変動に対するプランクトン群集の変動も報告されてきた。その知見の多くは動物プランクトンに関するものであり、植物プランクトンの長期変動についての知見は乏しい。しかし、近年ではいくつかの海域において、植物プランクトン群集についても長期的な気候変動に応じた群集の変化があることが明らかにされつつある。函館海洋気象台では 1972 年春季より海洋バックグラウンド汚染観測として 41°30'N ライン (PH ライン) を設け、142°E から 147°E まで経度 1 度毎の計 6 定点 (PH1-PH6) にて、四季毎に定期観測や海表面珪藻類群集の解析を行っている。これは日本近海の 30 年以上もの長期にわたる観測データとして非常に有用なものである。本研究では函館海洋気象台より提供して頂いたデータをもとに解析を行い、長期的な気候変動が珪藻類群集に与える影響について評価することを目的とした。

本研究では四季のうち水塊変動を受けにくく、1 年のうちで最も生産性の高い春季 (4、5 月) のデータにて解析を行った。PH ラインの観測データセットのうち 1972-2006 年の表層の珪藻類細胞数データと 0-250 m の水温、塩分、密度、リン酸塩および chl-*a* 濃度を解析に用いた。珪藻類解析用試水は海表面水 500 mL を 1989 年まではナンゼン転倒採水器によって、それ以降はロゼット採水器にて採水し、最終濃度が 1% になるよう中性ホルマリンを加えて固定し、陸上実験室で静沈濃縮して約 10 mL にまで濃縮した。その後 1-3 mL をサンプルとして計数用チャンバーにとり、倒立顕微鏡で珪藻類を計数・同定した。同定は 2001 年と 2002 年は北大、それ以外は函館海洋気象台で行われ、珪藻類データは 1 mL あたりの細胞数に換算した。珪藻類群集構造の解析は、各試料中において全細胞数のうち一度でも 5% 以上を占めた種を優占種とし、細胞数データを用いてクラスター解析を行った。各試料の種毎の細胞数密度 (X : cells mL⁻¹) を対数変換 ($\log_{10}(X+1)$) したデータを基に Bray-Curtis Index にて類似度マトリックスを構築し、平均連結法でデンドログラムを作成、それを任意の類似度で区切りいくつかのグループに分けた。その後、各グループの代表種を決定するため種毎に統計検定 (one-way ANOVA) を行い、有意な差が見られた種についてはさらにポストホックテスト (Scheffe's F) を行い、各々の種がどのグループで多いのかを解析した。

春季の PH ラインにおいて珪藻類細胞数密度は 0.08-2004 cells mL⁻¹、海表面 chl-*a* 量は 0.2-25.1 µg L⁻¹ の間を変動し、両者の間には極めて有意な関係が見られた ($p < 0.0001$)。調査期間を通して 45 属 121 種の珪藻類が出現し、うち 50 種の珪藻類が優占種とされた。優占種を用いたクラスター解析の結果、珪藻類群集は A-G の 7 つのグループに分けられた。各グループの時空

間変化をみると、グループ A とグループ C は 1972 年-1993 年に、グループ B とグループ E は 1994 年-2006 年に多くみられた。細胞数密度はグループ A で最も多く ($483 \text{ cells mL}^{-1}$)、次いでグループ B ($295 \text{ cells mL}^{-1}$) が多かった。グループ C-E は $12-14 \text{ cells mL}^{-1}$ 、グループ F と G は $< 1 \text{ cells mL}^{-1}$ と少なかった。グループ A は *Thalassiosira nordenskioldii* や *Chaetoceros socialis*、グループ B は *Fragilariopsis* spp. や *Thalassiosira* spp. によって特徴づけられた。他のグループは出現細胞数が少ないため代表種を特定できなかった。

各定点における水理環境をみたところ水温は PH3 と 4 で低く、これは親潮第一分枝の影響と考えられた。塩分と密度は PH5 と 6 で高く、これは黒潮起源の暖水塊の影響と考えられた。Chl-*a* 濃度と珪藻類細胞数密度は PH2 と 3 で高かった。リン酸塩濃度は外洋域になるに従って高くなる傾向を示した。各定点における水理環境間の相関関係をみたところ、水温-塩分間は全定点において正の相関が得られた。水温-リン酸塩濃度間には多くの定点において負の相関がみられた。リン酸塩濃度-chl-*a* 濃度および細胞数密度の間にはいくつかの定点において負の相関があった。

PH ラインにおいては 1993 年を境に大きく珪藻類群集が変化しており (グループ A から B に変化し、細胞数も減少)、この変化は全定点で共通していた。そのため各定点における水理環境は同一の経年変動をしているものと仮定し、全定点の環境データについて 35 年間の平均からの偏差を求め、その平均値を求めた。その結果、水温と 0-100 m 密度勾配には 1993 年以降に正の偏差がある一方、栄養塩には負の偏差であることが明らかになった。このことは 1993 年以降表層の水温が上昇することによって水柱の成層化が進み (密度勾配が大きい)、深層からの栄養塩供給が減少し (栄養塩類は負の偏差)、珪藻類群集の変化 (細胞数減少) につながったことを示唆している。前述の 1976/77 年と 1988/89 年のタイミングには必ずしも合致しなかったが、本研究によって、北海道南方 $41^{\circ}30'N$ ラインにおける植物プランクトン群集 (1972-2006 年) にもレジームシフトがみられ、1993 年を境に珪藻が多いレジームから少ないレジームへと変わっていたことが分かった。

石黒 公章