

## 北海道寿都におけるマイクロプランクトン群集の季節および経年変化

植物プランクトンは、海洋の基礎生産を担う重要な生物である。植物プランクトンの環境変化に対する応答は種ごとに異なるため、その種組成は環境変化の指標と考えられている。本研究の調査海域である北海道日本海側南西部には、対馬暖流から分岐した季節変動の極めて小さい SFC (Subpolar Front Current) が流入している。近年の研究により、対馬暖流の流量が増加しており、それに起因する SFC の強化が調査海域周辺の海洋環境を変化させる可能性が危惧されている。また、寿都周辺海域には、尻別川や朱太川など複数の河川が流入しており、それによって塩分や栄養塩が変化し、植物プランクトン群集の種組成や細胞密度に影響を及ぼす可能性が考えられる。これまで北海道沿岸では、忍路湾における植物プランクトンの長期観測や、函館湾における有害有毒渦鞭毛藻類 *Karenia mikimotoi* の出現とその漁業被害に関する報告がある。しかし、定量的に植物プランクトン全体を扱った研究例は乏しく、植物プランクトンと海洋環境との関係は未だ不明な点が多い。そこで本研究は、北海道寿都郡寿都町横間漁港において、2 年間の高頻度定点観測を行い、植物プランクトンの出現種を記録すること、同時に水理環境データを取得することを行った。得られたデータを基に、植物プランクトン群集の季節変化を把握し、それを規制する環境要因を解明することを目的とした。また、2020–2021 年および 2021–2022 年における植物プランクトン群集の違い、当該海域における春季ブルーム形成要因および温暖種の出現要因について考察を行った。

植物プランクトン試料は、北海道寿都郡寿都町横間漁港にて 2020 年 8 月から 2022 年 8 月に、4–15 日の間隔で海表面からバケツで採水した。2020 年 8 月から 2022 年 1 月までの試料は、酸性ルゴール (終濃度 1%) にて、2022 年 2 月以降の試料は、グルタルアルデヒド (終濃度 1%) で固定した。固定した試料は、静沈濃縮を行った後、倒立顕微鏡を用いてマイクロプランクトンについて、種同定および計数を行った。繊毛虫類は、有鍾類と少毛類に分けて計数し、珪藻類およびユーグレナ藻類については、種または属レベルで同定および計数を行った。また、渦鞭毛藻類については、属レベルで同定および計数を行った。観測時の水温は、蘭越町貝の館から、塩分および栄養塩は JAMSTEC むつ研究所より提供を受けた。また、観測点の日平均気温、日合計降水量、日平均風速および最多風向を気象庁 HP から、尻別川の流量データを国土交通省水文水質データベースより取得した。データ解析では、珪藻類について、浮遊性種、付着性種および温暖種毎に細胞密度をまとめ、その細胞密度と環境データ (水温、塩分、DIN、ケイ酸塩、リン酸塩、気温、日合計降水量、日平均風速、潮位、日照時間) との関係を決定的により解析した。温暖種については、細胞密度が低かったため、在不在データに変換して解析に用いた。次に、全植物プランクトン細

胞密度に基づく Bray-Curtis 類似度を用いたクラスター解析を行い、各群集に区分した。さらに、SIMPER 分析および IndVal 値を算出することによって、各群集の特徴種を特定した。また、クラスター解析による群集の季節変化を基に、本研究では調査期間を春季、夏季、秋季、冬季の 4 季節に区分し、それぞれの季節における環境要因の年変化を特定するために、Wilcoxon の符号付順位和検定を行った。

寿都周辺の栄養塩は、硝酸・亜硝酸塩で 0.32–11.5  $\mu\text{M}$ 、リン酸塩で 0.061–1.18  $\mu\text{M}$  であった。これを、北海道日本海側の道南海域及び石狩湾と比較すると、外洋域 (硝酸・亜硝酸塩 1–6  $\mu\text{M}$ 、リン酸塩 < 0.1–0.4  $\mu\text{M}$ ) に比べて高い最大値と低い最小値が示され、変動幅が大きいことが明らかとなった。ケイ酸塩に関しては、低濃度となった夏季において寿都周辺 (10–20  $\mu\text{M}$ ) は道南の外洋域 ( $\sim 4$   $\mu\text{M}$ ) よりも明らかに高かった。これらの高い栄養塩は、河川水による栄養塩流入に起因していると考えられる。DIN:P においてレッドフィールド比と比べると、概ね 16 を下回っており、寿都周辺の海域では窒素が植物プランクトンの増殖の制限要因となっている可能性が考えられる。調査期間のうち 2021 年 7–9 月にかけて対馬暖流 (塩分  $\geq 33.7$ ) が観察された。栄養塩においても同時期に対馬暖流と比較的近い濃度であったことから、当該期間に対馬暖流が調査地点へ流入していたと考えられる。同時期に渦鞭毛藻類優占から浮遊性珪藻類優占への遷移が観測されており、この対馬暖流の流入に起因していると考えられる。植物プランクトンについて、当該海域では主に珪藻類が優占しており、その種組成は明確な季節変化を示した。年変化を解析したところ、2 年目の秋季の浮遊性珪藻類の細胞密度 (11.1 cells  $\text{mL}^{-1}$ ) は 1 年目の同時期 (68.4 cells  $\text{mL}^{-1}$ ) と比べて有意に低かった。これは低水温および低照度により植物プランクトンの増殖が制限されたためであると考えられる。2 年目の冬季には付着性珪藻類の大幅な減少が見られた (2021 年: 36.5 cells  $\text{mL}^{-1}$  vs 2022 年: 4.21 cells  $\text{mL}^{-1}$ )。これは、2 年目の冬季には穏やかな海況 (低潮位・低風速) であったために付着力の弱い種 (*Navicula* spp.) の剥離が起きにくかったためであると考えられる。4–5 月にかけてはユーグレナ藻類の大規模なブルーム ( $2.0 \times 10^3$  cells  $\text{mL}^{-1}$ ) が観察された。これはユーグレナ藻類 (*Eutreptiella* spp.) が高い塩分耐性を備えていることから、融雪期の河川水の流入により低塩分 (2021 年: 22.1、2022 年: 27.8) の環境で、独占的に栄養塩を利用することが可能であったためであると考えられる。温暖種においては複数の種が観察されたが、散発的に出現するのみであり、定着している種ではなく対馬暖流により輸送されたものであることが示唆された。しかし今後、温暖化によって海面水温が上昇し、温暖種の好適水温期間が長期化した場合、寿都周辺海域で温暖種が増殖しやすい環境が整う可能性が考えられる。本研究では、植物プランクトンの季節的および年変化と、海洋環境の関係を解明することができた。これらの知見は、当該海域を含む南方からの暖水流入海域での温暖化による影響予測に繋がる。

森本恭世