

修士論文内容の要旨

ふりがな	まえだ ゆりか	
氏名	前田 百合香	
専攻名	海洋生物資源科学専攻	
入学年度	令和4年4月	
指導教員名	主査 和田 哲 教授	副査 山口 篤 准教授 副査 松野 孝平 助教
論文題目	青森県関根浜におけるマイクロプランクトン群集の季節変化と環境要因および津軽暖流との関係に関する研究	

海洋生態系において、マイクロプランクトンは、およそ 20–200 μm の大きさのプランクトンを指し、珪藻類や渦鞭毛藻類、繊毛虫類等が含まれる。マイクロプランクトンは海洋一次生産を生食食物連鎖に繋ぐ役割を担っており、その現存量は生態系内の生物量を左右する。マイクロプランクトンに属する植物プランクトンは、好適な環境に応答して速やかに増殖することができる。一方で、水温や塩分等の環境要因への応答は種ごとに異なり、マイクロプランクトン群集構造の変化の一因となる。したがって、マイクロプランクトン群集を評価することは、環境変化が海洋生態系に及ぼす影響を理解するうえで必須と考えられる。本研究で扱う津軽海峡には、日本海から太平洋へ津軽暖流が流れている。津軽暖流の流量は近年増加傾向にあることが示唆されているが、沿岸における週ごとの詳細なマイクロプランクトンデータを使い、群集構造の季節変化と環境要因の関係について明らかにした研究は未だない。また、沿岸域は河川水の流入をはじめとする沿岸域特有の現象が植物プランクトン群集に影響することが知られているが、津軽暖流の流域において沿岸と外洋がどの程度関係しているかは不明である。これらのことを踏まえ、本研究では、津軽海峡に面する青森県関根浜に設けた定点において、マイクロプランクトン群集構造の季節変化を調査し、マイクロプランクトン群集構造と環境要因との関係を明らかにすること、関根浜と津軽海峡のマイクロプランクトン群集の比較を通して、関根浜で津軽暖流のマイクロプランクトンモニタリングを行うことが可能かどうかを明らかにすることを目的として行った。

調査は、青森県関根浜と津軽海峡にて行った。青森県関根浜における調査は、2021年9月から2023年4月にかけて、約1週間に1回の頻度で計79回行った。津軽海峡における調査は、2022年8月6–7日、2023年2月21日、5月20–21日に北海道大学水産学部附属練習船うしお丸によってそれぞれ10観測点、6観測点、7観測点にて行った。両調査ともに、海表面から500 mLのマイクロプランクトン試料を採集し、グルタルアルデヒド(終濃度1%)で固定した。同時にCTDを用いて水温と塩分を測定した。一部観測点を除き、別途採水した試料を用いて、蛍光光度計でクロロフィル*a*濃度を、オートアナライザーで栄養塩濃度を測定した。そのほか、2021年9月1日から2023年4月13日までの青森県むつ市における平均気温および日照時間を気象庁のウェブサイトよりダウンロードした。マイクロプランクトン固定試料は静沈濃縮し、倒立顕微鏡を用いて同定、計数を行った。計数後、各種・属・分類群の細胞密度(cells L^{-1})を計算した。関根浜のデータ解析にあたり、マイクロプランクトン細胞密度について、出現日数が全調査日の5%未満かつ各調査日において常に細胞密度の割合が5%未満であった種や属、分類

群を解析から除いた。Bray-Curtis similarity index を用いてクラスター解析を行った。各グループにおける種、属、分類群組成の特徴を明らかにするため、SIMPER 解析と IndVal 解析を行った。環境要因とマイクロプランクトン群集の関係を明らかにするため、DistLM と dbRDA を行い、修正済み赤池情報量基準を用いて影響を及ぼす環境要因を選択した。続いて、津軽海峡におけるマイクロプランクトンの細胞密度と、その前後 2 週間以内に関根浜で採集されたマイクロプランクトンの細胞密度を用い、関根浜のみの解析と同様の方法でクラスター解析を行った。この場合も出現試料数が全試料数の 5%未滿かつ各試料において常に細胞密度の割合が 5%未滿であった種や属、分類群を解析から除いた。

関根浜は 1 年を通して珪藻類中心の群集構造であった。ブルーム規模は近隣の噴火湾とほぼ同等であったが、本研究では細胞密度が 7 月まで比較的高い点が異なっていた。クラスター解析の結果、関根浜の群集は 3 つに分かれた。Summer-Autumn グループは、2021 年 9 月から 12 月初旬まで、2022 年 7 月中旬から 10 月まで見られた。*Pseudo-nitzschia* spp.、*Skeletonema costatum*、少毛類、渦鞭毛藻類、*Cylindrotheca closterium*、*Chaetoceros socialis* が特徴種だったが、期間を通して優占する種は見られなかった。2021 年 12 月中旬から翌年 3 月中旬までと 2022 年 11 月上旬から翌年 3 月上旬に見られた Winter グループは、*Thalassiosira* spp.、*C. closterium*、*S. costatum*、少毛類が特徴種であり、最も細胞密度が低かった。*Thalassiosira* spp.および *S. costatum* は低水温耐性があるため、他の種が生息できない冬季に優占したと考えられる。Spring-Summer グループは、2022 年 3 月下旬から 7 月中旬までと 2023 年 3 月下旬から観測終了まで見られ、*C. socialis*、*Pseudo-nitzschia* spp.、*Dactyliosolen fragilissimus*、*Leptocylindrus* spp.、*Thalassiosira* spp.が特徴種の細胞密度が高いグループであった。このグループでは、*C. socialis* による春季ブルームから始まり、*Pseudo-nitzschia* spp.等複数種による細胞密度の高い群集構造に引き継がれた。*C. socialis* ブルームは、春季の光環境の改善ともなう休眠期細胞の発芽に始まり、栄養塩 (N) の欠乏によって終了したと考えられる。*Pseudo-nitzschia* spp.が優占した時期は *C. socialis* ブルーム後で、栄養塩が枯渇していた可能性があり、本属に、有機物を利用する能力を有する種が存在することが有利になった可能性が考えられる。

DistLM の結果、関根浜の群集変化に有意な影響を及ぼしている環境要因は DIN (硝酸塩+亜硝酸+アンモニウム塩)、水温、気温、塩分、日照時間であった。DIN には、冬季に高濃度となる季節変化が見られた。本研究ではほぼ一年を通して DIN:P がレッドフィールド比 (16) を下回り、春季から夏季にかけて急激かつ著しい低下が度々見られることから、窒素制限海域であったと考えられる。また、荒天による鉛直混合の強化によって DIN を含む栄養塩が供給され、2022 年 3 月に *Thalassiosira* spp.の増加が見られた。水温については、高水温の時に Summer-Autumn グループが出現する傾向があった。2021 年よりも水温の 15°C 未滿への低下時期が早かった 2022 年は、Summer-Autumn グループから Winter グループへの移行時期も早かった。よって、水温がグループの移行時期に直接的な影響を及ぼしていると考えられる。

本研究における水温と塩分から、関根浜は年間を通じて津軽暖流水に支配されていたと考えられる。一方で、津軽暖流水が流れる津軽海峡と関根浜では、時期によってマイクロプランクトン群集に違いがある可能性が示された。クラスター解析の結果、2 月については完全に、5 月については概ね、津軽海峡と関根浜で同じグループに区分されたため、沿岸と外洋域の差はなかったと考えられた。しかし、8 月では、津軽海峡と関根浜がそれぞれ別のグループに区分された。これは、8 月に津軽海峡東部の南側で弱い高気圧性循環が生じ、その影響で時計回りに循環した津軽暖流水が沿岸からの影響を長く受けた後に、関根浜に到達したためであると考えられる。以上のことから、関根浜は、津軽暖流の強くなる夏期を除いて、年間を通じて津軽暖流水に影響を受けているため、津軽暖流水を観測するのに適した観測地点と考えられる。