

# 修士論文内容の要旨

ふりがな	すみや こうへい	
氏名	角谷 皓平	
専攻名	海洋生物資源科学専攻	
入学年度	令和2年4月	
指導教員名	主査 今村 央 教授	副査 山口 篤 准教授 副査 松野孝平 助教
論文題目	秋季の太平洋側北極海におけるマイクロプランクトン群集の時空間変動に関する研究	

太平洋側北極海は、水深によって陸棚域と海盆域に区分される。陸棚域であるチャクチ海は、太平洋と北極海を繋ぐ海域であり、栄養塩豊富な太平洋水が流入することにより北極海の中でも特に高い一次生産を示す。この海域では従来の春季ブルームだけでなく、結氷期遅延による秋季ブルームも近年報告されており、海洋生態系の高次栄養段階に影響を与える可能性が示唆されている。一方、水深の深い海盆域は、年間を通して生産性が低く、また陸棚域から栄養塩が消費された海水が流入することで基礎生産が減少しているという報告がある。また、チャクチ海台は、チャクチ海陸棚域の北に位置し、北極海の中でも特に急速に海氷が衰退している海域である。この海域は、太平洋側北極海における陸棚域から海盆域への物質および生物の水平輸送における主要な経路にあり、北極海内の物質循環においても重要な海域であると考えられる。珪藻類や渦鞭毛藻類が属するマイクロプランクトンは、低次生態系を構成する生物群であり、環境変動に鋭敏に応答し種組成が変化する。それら出現種の情報は、生物多様性のみならず、有毒性、物質循環および高次生物への餌を評価する際に重要である。しかしながら、太平洋側北極海における秋季のマイクロプランクトンに関する研究は、限られた海域での短期変動や、衛星データによる解析が多く、マイクロプランクトン群集組成については見解が乏しいのが現状である。

本研究では秋季の太平洋側北極海におけるマイクロプランクトン群集の時空間変動を明らかにすることを目的とした。1章では2019年と2020年の秋季の太平洋側北極海におけるマイクロプランクトン群集組成を明らかにし、海域毎にその群集を決定する要因を評価した。2章では秋季のチャクチ海台に設けた定点で短期時系列観測を行い、マイクロプランクトン群集の短期変動とその変動要因を明らかにした。

## 1. 太平洋側北極海のマイクロプランクトン群集の水平分布

調査は、2019年10月8-28日および2020年10月8-21日に、太平洋側北極海のチャクチ海およびカナダ海盆で行った。2019年は37点、2020年は20点で表層とSCM層(Subsurface Chlorophyll Maximum layer)の2層からバケツおよびニスキンボトルにより採水を行い、海水試料1Lを得た。陸上実験室において、固定試料は沈殿濃縮法を用いて約50倍に濃縮した後、倒立顕微鏡下にて同定、計数およびサイズ測定を行った。同定は、珪藻類、繊毛虫類、珪質鞭毛藻類に関しては種または属レ

ベルまで行い、渦鞭毛藻類は分類群レベルで計数した。また、得られた細胞密度を四乗根変換した後に Bray-Curtis と平均連結法によるクラスタ解析を行った。さらに SIMPER 解析によってクラスタ毎の優占種と寄与率を求めた。

観測期間を通して水温は-1.6–6.4 °C、塩分は 25.2–32.6、Chl. *a* 濃度は 0.1–1.9 µg L<sup>-1</sup>の範囲であった。マイクロプランクトン総細胞密度では、2019 年は 1.1×10<sup>2</sup>–1.6×10<sup>5</sup> cells L<sup>-1</sup>、2020 年は 1.8×10<sup>2</sup>–4.6×10<sup>5</sup> cells L<sup>-1</sup>の範囲で検出された。出現種は、両年を通して珪藻類 26 属 38 種 (中心目 18 属 33 種、羽状目 7 属 4 種) と繊毛虫類 13 属 8 種が認められた。マイクロプランクトン細胞密度に基づくクラスタ解析により、6 つの群集 (群集 A–F) に区分され、陸棚域、斜面域、氷縁域で異なる特徴を示した。

陸棚域のチャクチ海南部では、太平洋からの流入水によって秋季においても高い細胞密度の群集がみられた。また、この海域では群集が地点間で大きく変動することが特徴であった。これはベーリング海から異なる水塊が流入し、水塊構造が狭い空間スケールで変化するためと考えられた。陸棚域北部および斜面域では 2019 年と 2020 年で明確な群集差がみられ、これは両年の海氷後退時期の差によって説明された。北緯 70 度以北の氷縁域では、*Leptocylindrus* 属やアイスアルジー種が優占する群集がみられた。陸棚域北部からチャクチ海台にかけての表層は、栄養塩が枯渇していたにもかかわらず、珪藻類が比較的多く、*Proboscia alata* や *Leptocylindrus* 属が優占していた。これは、これらの種が、多くの珪藻類は使うことのできない、尿素などの有機態窒素を利用できる能力があるためと考えられた。

## 2. 2019 年のチャクチ海台におけるマイクロプランクトン群集の短期変動

調査は、2019 年 10 月 16–24 日に、太平洋側北極海のチャクチ海台 (Chukchi Plateau) の St.39 において行った。採水は 7 回行い、全 6 層 (0, 20, 30, 40, 50 m, SCM 層) で海水試料 1 L を得た。試料は倒立顕微鏡下にて同定、計数およびサイズ測定を行った。また、得られた細胞密度からクラスタ解析と NMDS を行い、また各水理環境 (採水日、水温、塩分、クロロフィル *a* 濃度、硝酸亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸塩およびケイ酸塩) を従属変数とする重回帰分析を行ってクラスタによる群集との相関を求めた。

観測の結果、観測後半の水深 20–30 m に暖水の流入がみられ、アンモニウム塩の増加と細胞密度の減少が観測された。これはチャクチ海台に流入した生産性の低い海水を捉えていた可能性が考えられた。また、この暖水の流入によってアンモニウム塩の増加がみられたが、秋季の高緯度域の北極海は、極夜に近い時期であり、利用できる光が著しく少ないことから、必ずしも結氷の晩期化が一次生産量の増加につながるわけではないと考えられた。また、チャクチ海台で観測された休眠期細胞の最大細胞密度は 4.4×10<sup>3</sup> cells L<sup>-1</sup>であり、これは、既報の陸棚域での値と同程度であった。栄養細胞の細胞密度自体が陸棚域に比べて大幅に低い海盆域において、陸棚域と同程度の細胞密度が観測されたことは、当該海域が海盆域内でも比較的生産が高いことを示しており、さらにはこの海域が休眠期細胞の供給 (拡散) 源になっている可能性が示唆された。

本研究により秋季の太平洋側北極海におけるマイクロプランクトン群集の水平分布が、海域毎に異なることが示された。さらに、海域毎に海氷融解の年変動の影響の傾向も異なっていた。種組成としては、栄養塩が枯渇しているにもかかわらず、尿素などの有機態窒素を利用できる種が優占しており、この海域での有機態窒素の重要性が示唆された。また、チャクチ海台では陸棚域に匹敵する細胞密度の休眠期細胞が観測され、この海域が海盆域の中でも比較的生産が高く、また休眠期細胞が拡散される海域になっている可能性が示唆された。