

夏季の北部ベーリング海における動物プランクトン群集のサイズ組成と生産性：

ZooScan による解析

北部ベーリング海は、北極海とベーリング海を結ぶ陸棚域である。この海域は、南方から流入する Anadyr Water (AnW) の影響で、高い一次生産を有し、豊富な高次栄養段階生物を支える。近年、北部ベーリング海では、季節海氷の減衰、開放水面期間の延長が報告されている。特に、2018 年においては過去 40 年間で最小の海氷面積が報告され、その影響により、春季植物プランクトンブルーム遅延、コールドプールの減少、スケトウダラやマダラなどの亜寒帯種の北上、ウミガラスなどの海鳥の個体数減少など、生態系の異変が報告されている。動物プランクトンについては、再生産の遅延により、小型なカイアシ類の割合が高かったことが報告されているが、そのサイズ組成については未だ報告がない。動物プランクトンのサイズは、生態系構造や高次捕食者の餌資源の評価として重要な情報であるが、上記の環境変動によるサイズ組成への影響は不明なままである。

本研究は、海氷融解が例年並みであった 2017 年、海氷融解の早期化がみられた 2018 年について、動物プランクトン群集構造とサイズ組成を ZooScan により分析し、生態系構造解析の 1 種である NBSS (Normalized Biomass Size Spectra) 解析を行い、海氷減少やそれに伴う環境変化が動物プランクトンサイズ組成に与える影響を評価することを目的とした。さらに、サイズと分類群情報から、高次栄養段階へ受け渡される生産量を推定した。

調査は、北海道大学附属練習船おしよろ丸により、2017 年 7 月 11–12 日及び 2018 年 7 月 2–12 日に、北部ベーリング海における 34 観測点にて行った。動物プランクトン試料は、4 連 NORPAC ネット（口径 0.45 m、目合い 150 μm ）を用いて、海底直上 5 m の鉛直曳きにて採集された。採集された動物プランクトン試料は、直ちに 5%ホルマリン海水で固定し、持ち帰った。採集と同時に、CTD により水温、塩分、クロロフィル *a* 蛍光値の測定を行った。海氷の衛星データは、Arctic Data Archive System から入手し、各地点の海氷密接度が最後に 20%以下に達した日を海氷融解日 (MD) とした。持ち帰った動物プランクトン試料は、元田式分割器による分割ののち、ZooScan によってサイズ測定、属レベルまでの種同定を行った。各個体サイズは、ESD（等価粒形）を算出し、バイオボリュームを導出した。各地点のバイオボリュームを用いてクラスター解析を行い、群集を区分した。また、各観測点と水理環境データとの関係を DistLM および冗長性解析により評価した。算出された ESD は 300–3400 μm の範囲について、NBSS 解析を行った。NBSS の傾きについては、傾きを応答

変数、切片とクラスターを説明変数とする ANCOVA を statView によって行った。さらに、ZooSCAN のサイズデータと現場水柱の積算平均水温より、分類群ごとのバイオマスと生産量を算出した。

2018 年は海氷融解の早期化が確認された。水温、塩分は 2 年を通して類似しており、水温は東側で高く、塩分は西側で高かった。クロロフィル *a* 蛍光値は両年ともベーリング海峡で高かった。動物プランクトン全分類群のバイオボリュームに基づいたクラスター解析の結果、3 つのグループ (A–C) に区分された。2017 年には ACW の影響を受けて、太平洋産カイアシ類、オキアミ類が優占する群集 A がチリコフ海盆に出現した。これは、Kimura et al. (2022) の群集 A に相当すると考えられ、優占した中型と大型の太平洋産カイアシ類、オキアミ類は、アナディル湾から輸送されてきたものだと考えられる。中型大型個体が多かったために、NBSS 解析では、緩やかな傾きを示した。群集 B のバイオボリュームは最も高く、北極海産カイアシ類とヤムシが優占し、両年ともセントローレンス島南部に確認された。群集 B の NBSS 傾きは群集 A と類似していたが、中型サイズクラスに北極海産カイアシ類が優占していたことが異なっていた。この北極海産カイアシ類が優占する特徴は、当該海域の寒冷年の夏季に観察される既報の群集に類似していると考えられる。また、当該群集には中型サイズクラスの個体数が少なく、これはヤムシ類による捕食があったためだと考えられる。このことから、群集 B は、動物プランクトン内で食物連鎖が機能し、最も生産量が高いことが示唆された。群集 C は最もバイオボリュームが低く、小型カイアシ類、二枚貝幼生が優占し、北部ベーリング海全域に広く分布した。群集 C の NBSS の傾きは、他の群集よりも有意に急であり、これは小型サイズクラスが多いことによると考えられる。しかし、動物プランクトン分類群組成をみると、小型サイズクラスには一時性プランクトンである二枚貝優占していたため、この高生産は一時的なものであると考えられる。群集 C の生産量自体は、小型カイアシ類の寄与により高いが、小型種は魚類など高次捕食者の餌として効率が悪く、魚類の生存率を下げため、当該群集の生産は高次捕食者へ輸送されていないことが示唆される。

本研究の結果、海氷融解により、北部ベーリング海では小型サイズクラスの動物プランクトンが増加し、そのために動物プランクトンによる生産量が増加した。しかし、これら小型種は餌生物としての利用効率の悪さと栄養価の低さから、高次生物へ効率よくエネルギーが受け渡されず、結果的に、高次生物の減少へと繋がったと考えられた。

熊谷信乃