

## Notice on Plankton Seminar #23022

9:00–12:00, 13 November (Mon.) 2023 at Room #W103 (2nd Research Building)

\*\*\*\*\*

### 2019–2022 年秋季の太平洋側北極海における動物プランクトン群集の経年変化および 優占カイアシ類 *Calanus glacialis/marshallae* の個体群構造と生態に関する研究 (修士論文中間発表)

#### 【はじめに】

北極海の中でも太平洋側北極海は近年、特に著しい海氷衰退が観測されており、海洋生態系への様々な影響が懸念されている。気候変動に敏感に応答する生物として、動物プランクトンが挙げられ、個体数や種多様度の変化、太平洋化の進行などが既に報告されている。しかし、統一的な手法により、地理的に広い範囲をカバーした研究例はまだ少なく、海氷衰退の影響は十分に理解されていない。また、当該海域の動物プランクトンバイオマスにおいて優占するカイアシ類 *Calanus glacialis/marshallae* は、遺伝的に異なる 2 個体群 (太平洋個体群と北極海個体群) の存在が近年の遺伝子解析で判明しているが、それらの個体群構造や生態に関する知見はほとんど報告されていない。

そこで、本研究の 1 章では、2019–2022 年秋季の太平洋側北極海における動物プランクトンの経年変化を明らかにし、海氷衰退による影響を評価することを目的とした。2 章では、優占カイアシ類である *C. glacialis/marshallae* の個体群構造の経年変化を明らかにし、海域毎の生態学的特徴を明らかにすることを目的として行った。

#### 【材料と方法】

##### 1. 動物プランクトン群集の経年変化

調査は、2019 年 10 月、2020 年 10 月、2021 年 9 月、2022 年 8–9 月に太平洋側北極海の計 75 観測点において行った。動物プランクトン試料は、NORPAC ネット (目合い 150  $\mu\text{m}$ ) を用いて、海底直上または 150 m から海面までの鉛直曳きにより採集した。採集された試料は、5%中性ホルマリン海水によって固定した。また、CTD により水温、塩分およびクロロフィル蛍光値の測定を行い、各観測点の水温と塩分から水塊の厚みを算出した。海氷データは、Arctic Data archive System (ADS) から海氷融解日、海氷融解日から観測日までの日数 (Time since melt: TSM) を取得した。固定試料は、適宜分割を行い、実体顕微鏡下で種または分類群ごとに計数を行った。動物プランクトンの個体数データに基づくクラスター解析を行い、IndVal の算出および SIMPER 解析により各群集での特徴種を特定した。また、区分された群集と環境要因および各水塊との関係を明らかにするために、DistLM (distance-based linear modelling) および冗長性分析 (dbRDA : distance-based redundancy analysis) を行った。

##### 2. *Calanus glacialis/marshallae* の個体群構造と生態に関する研究

調査は、2019 年 10 月、2020 年 10 月、2021 年 9 月、2022 年 8–9 月に太平洋側北極海の計 75 観測点において行った。動物プランクトン試料は、NORPAC ネット (目合い 150  $\mu\text{m}$ ) を用いて、海底直上または 150 m から海面までの鉛直曳きにより採集した。また、2021 年の 19 観測点において、動物プランクトン生鮮試料を NORPAC ネット (目合い 63  $\mu\text{m}$ ) を海底直上または 150 m から海面まで、リングネット (目合い 335  $\mu\text{m}$ ) を海底直上または 300–500 m から海面までの鉛直曳きにより採集した。採集された試料の内、目合い 150  $\mu\text{m}$  で採集さ

れた試料は、個体群構造の解析に用いた。生鮮試料は、*C. glacialis/marshallae* の C5 について体サイズの測定後、安定同位体比、脂肪酸組成および DNA ハプロタイプ分析に用いた。*Calanus glacialis/marshallae* の個体数データと環境データ (水温、塩分、クロロフィル蛍光値、海氷融解日、TSM) および各水塊の厚みとの関係を決定木により解析した。DNA ハプロタイプ分析後、出現した個体群に基づき海域を区分した。それぞれの海域間での脂肪酸組成や安定同位体比の比較を行うために、Wilcoxon の順位検定および Max-*t*+HC3 test により評価した。さらに、脂肪酸組成と体サイズの関係を評価するために、回帰分析を行った。

## 【結果と考察】

### 1. 動物プランクトン群集の経年変化

クラスター解析の結果、類似度 62.8, 68.4, 74.7%において、7つの群集 (ベーリング海域、南部陸棚域、北部陸棚域、2021 年北部陸棚域、斜面域、ポーフォート海域、海盆地) に区分された。多くの群集において小型カイアシ類 *Oithona spp.* や *Pseudocalanus spp.* が優占していた。海域が重複する 2 群集間 (ベーリング海域と南部陸棚域) で比較すると、ベーリング海域の方が、*Eucalanus bungii* や *Metridia pacifica* などの太平洋産カイアシ類が多いことが特徴的であった。この海域では、主に cool Shelf Water (cSW)、warm Shelf Water (wSW) から構成され、一部の観測点では Anadyr Water (AnW) が見られた。また、北部陸棚域では *Calanus glacialis/marshallae* が特徴種として挙げられ、2021 年にのみフジツボ幼生が多い 2021 年北部陸棚域群集が出現していた。この海域では、cSW と Ice Melt Water and cool Coastal Water (IMW cCW) から構成されていた。さらに、斜面域と海盆地を比較すると、海盆地の方が、総個体数が多く、クラゲ類、翼足類、小型カイアシ類および深海性カイアシ類 (*Gaetanus spp.* や *Heterorhabdus spp.*) が多いことが特徴的だった。この海域では、主に Winter Water (WW) から構成されていた。今後、DistLM および冗長性分析により各群集と環境要因および各水塊との関係を検討し、さらに、文献を精査することで各群集の形成要因を明らかにしていく予定である。

### 2. *Calanus glacialis/marshallae* の個体群構造と生態に関する研究

*Calanus glacialis/marshallae* の出現個体数は、9.0–13564.6 ind. m<sup>-2</sup> の範囲にあり、斜面域で高く、陸棚域および海盆地で低くなっていた。2021 年のバロー溪谷周辺にて C5 が最も多く出現し、2021, 2022 年の同海域にて初期発育段階が多く出現した。決定木による各発育段階と環境要因との関係は、TSM および蛍光値が影響していることが明らかになった。また、2021 年の 7 観測点にて DNA 解析を行い、出現した個体群に基づいて、ベーリング海域 (太平洋集団と *Calanus marshallae* の混合)、チャクチ海域 (太平洋集団のみ) および斜面・海盆地 (太平洋集団と北極海集団の混合) の 3 海域に区分した。これらの海域間で脂肪酸組成および安定同位体比の比較を行うと、各脂肪酸パラメータで有意差は見られなかったが、斜面・海盆地海域で  $\delta^{15}\text{N}$  が高いことから、栄養段階数が高く生産性の低い海域であることが考えられた。さらに、斜面域・海盆地海域内にて、脂肪酸組成と体サイズの関係を評価したところ、体サイズが大きいほど脂肪酸含有量が高く、珪藻類を多く摂餌していることが示された。