

2023 年秋季太平洋側北極海における
動物プランクトン群集の水平分布と *Calanus glacialis* の生態
(修士論文中間発表)

【背景と目的】

太平洋側北極海では近年、夏季において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。気候変動に応答する生物として動物プランクトンが挙げられ、海氷衰退の影響によりサイズ組成が小型化し、エネルギー転送効率が低下することが報告されている。当該海域において動物プランクトン相に優占するカイアシ類 *Calanus glacialis/marshallae* は、海氷衰退に伴って陸棚域から海盆域へ分布が拡大することや、海盆域で再生産している可能性が示唆されている。しかし、先行研究の多くが粗い目合いでの採集であり、初期発育段階が定量的に採集できていないため、本種の個体群構造に関する知見は不足しているのが現状である。また、本種は異なる 2 個体群 (太平洋個体群と北極海個体群) の存在が遺伝子解析で判明している。斜面域に生息する本種は、珪藻類を多く摂餌していることが報告されているが、遺伝的に異なる 2 個体群における食性の違いについては十分に理解されていない。そこで本研究では、2023 年秋季の太平洋側北極海における動物プランクトンの水平分布を明らかにし、海域毎における優占カイアシ類 *Calanus glacialis/marshallae* の個体群構造と 2 個体群における食性の違いについて解明することを目的として行った。

【材料と方法】

調査は、2023 年 8 月 3–28 日に、太平洋側北極海の計 43 観測点において、韓国砕氷船「ARAON」により行った。動物プランクトン試料は、ボンゴネット (目合い 150 μm) を用いて、海底直上または水深 200 m から海面までの鉛直曳きにより採集し、5%中性ホルマリン海水で固定した。加えて、2023 年 9 月 7–30 日に、計 44 観測点において、JAMSTEC 海洋地球研究船「みらい」により行った。動物プランクトン試料は、NORPAC ネット (目合い 150 μm) を用いて、海底直上または水深 150 m から海面までの鉛直曳きにより採集した。ネット観測と同時に CTD により、水温および塩分の測定を行い、Danielson et al. (2020) の水塊の定義に従い、各観測点における水塊の鉛直分布を求めた。海氷データは、Arctic Data archive System (ADS) から観測期間の中央日における海氷縁、海氷融解日、海氷融解日から観測日までの日数 (Time since melt day: TSM) を取得した。固定試料とは別に、動物プランクトン生鮮試料を NORPAC ネット (目合い 63 μm) を海底直上または水深 150 m から海面まで、リングネット (目合い 335 μm) を海底直上または水深 300–500 m から海面までの鉛直曳きにより採集した。生鮮試料から *Calanus glacialis/marshallae* の C5 個体を拾い出し、第 1 触角を切除し、99%エタノールに保存し、Mig-seq 分析に用いた。残りの個体は、 -80°C で冷凍保存し、ガスクロマトグラフィーによる脂肪酸組成分析を行った。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、*Calanus glacialis/marshallae* の C6F については、Kosobokova (1999) を参考に、未成熟 (Gonad maturation I: GM I)、発達中 (Gonad maturation II: GM II)、成熟 (Gonad maturation III: GM III) の 3 段階に分け、計数した。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。その後、各群集と環境要因 (水温、塩分、海氷融解日、TSM) との関係性を明らかにするため、DistLM (distance-based linear modelling) および冗長性分析 (dbRDA: distance-based redundancy analysis) を行った。クラスター解析で分けられた群集における *Calanus glacialis* の 2 個体群 (太平洋個体

群と北極海個体群) について、各群集間および個体群間と脂肪酸組成の関係を明らかにするため、主成分分析 (PCA)、Max-t + HC3 test を行った。

【結果】

クラスター解析の結果、類似度 56、74%において、8 つの群集 (Shelf 1、Shelf 2、Slope-Basin 1、Slope-Basin 2、Slope-Basin 3、Slope-Basin 4、Slope-Basin 5、Slope-Basin 6) に区分された。陸棚域でみられた 2 群集 (Shelf 1 と Shelf 2) では、*Pseudocalanus* spp.が優占していた。Shelf 1 は主に warm Shelf Water (wSW) から構成されており、*Eucalanus bungii*、*Metridia pacifica* といった太平洋産カイアシ類や *Acartia* spp.が特徴種として挙げられた。Shelf 2 は、「みらい」の定点が大部分を占めており、フジツボ幼生が多いことが特徴的であった。斜面域・海盆域の多くの群集において、小型カイアシ類 *Oithona* spp.や *Oncaea* spp.が優占していた。Slope-Basin 1 は、バロー溪谷周辺の斜面域で見られ、水深 30 m 付近までは warm Coastal Water (wCW)、水深 50 m 以深は Winter Water (WW) で構成されていた。Slope-Basin 3、Slope-Basin 4、Slope-Basin 5 は、類似した水塊の鉛直分布を示し、水深 50 m 付近までは Ice Melt Water and cool Coastal Water (IMW cCW)、水深 50–100 m 付近は Modified Winter Water (MWW)、水深 100–200 m は Atlantic Water & Bering Basin Water (AtlW & BBW) で構成されていたが、Slope-Basin 4「みらい」の定点において、水深 100 m 以深で AtlW & BBW は、ほとんど見られなかった。また、Slope-Basin 3 では、大西洋種である *Calanus finmarchicus* も確認された。Slope-Basin 6 は、斜面域と海盆域のそれぞれ 1 定点で見られ、水塊の分布は Slope-Basin 4 と類似しているものの群集組成は異なっており、*Limacina helicina* や尾虫類が特徴種として挙げられた。

Calanus glacialis/marshallae の出現個体数は、陸棚域および海盆域で低く、9 月の斜面域において高くなっていた。また、C6F の出現個体数は、8 月の斜面域で高く、陸棚域ではほとんど見られなかった。陸棚域 (Shelf 1 と Shelf 2) では、C4 および C5 の割合が高くなっていた。バロー溪谷周辺の斜面域で見られた Slope-Basin 1 では、9 月に C1 および C2 の初期発育段階の割合が半数を占めており、生殖腺発達度合いは GM I および GM II がほとんどを占めていた。Slope-Basin 4 と Slope-Basin 5 において、8 月には C5 および C6F の割合が高くなっており、生殖腺発達度合いでは GM III が多く確認された。しかし、9 月には、C1–3 の初期発育段階の割合が高くなり、GM I の割合が多いことが特徴であった。

Mig-seq 解析の結果、*Calanus glacialis* の 2 個体群 (太平洋個体群と北極海個体群) において、Shelf 1 および Shelf 2 では、一部 *C. marshallae* が含まれていたものの、多くの個体が太平洋個体群であった。Slope-Basin 1 において、太平洋個体群が半数以上を占めていた一方で、Slope-Basin 4 および Slope-Basin 5 では、北極海個体群の割合が高くなっていた。海域間および個体群間の脂肪酸組成を比較するため、Shelf 1、Shelf 2、Slope-Basin 1、Slope-Basin 4 で見られた太平洋個体群と Slope-Basin 4、Slope-Basin 5 で見られた北極海個体群を用いて PCA を行った。その結果、太平洋個体群では carnivory または omnivory の指標である 18:1n-9/18:1n-7 と正の相関があり、北極海個体群では PUFA/SFA、D/F と正の相関があった。太平洋個体群において、Slope-Basin 4 は他の群集と異なり、15:0 + 17:0 と正の相関を示し、ボックスプロットの結果から 18:2n-6 の割合が高くなっていた。北極海個体群において、Slope-Basin 5 は Slope-Basin 4 と比較して、DHA/EPA、18:2n-6、15:0 + 17:0 の割合が低くなっており、PUFA/SFA および D/F でわずかに高くなっていた。今後、脂肪酸組成における各パラメータの詳細な定義および違いを確認し、太平洋個体群と北極海個体群および各群集間での食性の違いについて明らかにしていく予定である。

日比野湧也