

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：徳 弘 航 季

学位論文題目

北極海におけるカイアシ類の季節変動と食性の種間比較に関する研究

海洋生態系の中で低次に位置するカイアシ類は、多くの海洋生物の餌となるほか、多様な生態を持つ。近年、北極海では急速な海氷の減少が報告されており、この海洋環境の変化は、このカイアシ類の季節変化や生活史、生態に影響を及ぼすことが危惧されている。さらに、海洋環境の変化は、北極海内においても海域ごとに大きく異なるため、カイアシ類が受ける影響も海域で異なることが予想される。しかし、北極海は極夜や季節的な海氷の存在により船舶を用いた時系列調査が困難であり、その代替として、セジメントトラップが近年注目されている。セジメントトラップは、捕集される”スウィマー”を分析することで動物プランクトンの種組成や出現個体数の季節変化を評価することが可能である。一方で、北極海に生息するカイアシ類に関する知見の多くは、北極海のフィヨルド域や大西洋側北極海に限定されており、太平洋側北極海では知見が乏しい。そこで本研究は、既往知見が少なく、急速な海氷減少が進みつつある北極海内の様々な水域において、カイアシ類の種組成や出現個体数の季節変化および食性等の生態を明らかにすることで、極域におけるカイアシ類の特異性を解明し、気候変動が生態系へ及ぼす影響評価の一端を解明することを目的とした。

1. 環北極海におけるカイアシ類群集構造の季節変動

北極海のカイアシ類群集の季節変化について、海域間差およびその季節変化及ぼす要因を明らかにするために、2010年から2016年にかけて北極海の3海域（フラム海峡、マッケンジートラフ沖、北部チャクチ海）に係留したセジメントトラップを用いて、カイアシ類の群集構造の季節変化を評価した。カイアシ類の群集構造は東部フラム海峡では明確な季節変化、マッケンジートラフ沖では短期的な季節変化が観察されたが、北部チャクチ海では季節変化が見られなかった。この要因は大きく3つ考えられた。1つ目はカイアシ類の分布水深が種別に異なっていること、2つ目はカイアシ類の水平的な移流によって、群集が短期的に変化していたこと、3つ目は水理環境が水域間で異なっており、特に基礎生産の差がカイアシ類の出現頻度や季節的鉛直移動に影響を及ぼしていたことが考えられた。

2. 優占カイアシ類 *Calanus hyperboreus* の季節変化

北極海海盆域に優占する大型カイアシ類 *C. hyperboreus* について、生活史と環境要因との関係を解明するために、海洋環境の異なる3海域（フラム海峡、マッケンジートラフ沖、北部チャクチ海）に2009-2014年にかけて係留したセジメントトラップ試料の解析を行った。フラム海峡では植物プランクトンブルームの開始時期と終了時期に合わせて、マッケンジートラフ沖および北部チャクチ海では、アイスアルジーの増殖開始時期と水柱内の植物プランクトンブルームの終了時期に合わせて、季節的鉛直移動を行っていることが分かった。また、フラム海峡およびマッケンジートラフ沖では生活史を完結していたが、北部チャクチ海では生活史を完結できず、周囲からの移流によって個体群が維持されている可能性が示唆された。

3. 動物プランクトン群集および優占大型カイアシ類の短期変動

春季北極海における動物プランクトン群集と、大型カイアシ類の個体群構造の短期変動を明らかにするため、2015・2016年の4-7月にかけてカナダのバフィン湾の氷上定点にてリングネットを用いた鉛直曳き（0-海底直上 350 m）により採集された動物プランクトン試料の解析を行った。動物プランクトン群集はクラスター解析により、時系列順にA-Cの3つのグループに分けられ、特にグループCの組成はグループA・Bとは大きく異なっていた。これは植物プランクトンブルームの開始による一時性プランクトンの増加や、各種カイアシ類の生活史に伴う個体数の増減が要因であると考えられた。またカイアシ類群集バイオマスに優占した *C. glacialis*、*C. hyperboreus* および *Metridia longa* の個体群構造の季節変化は各種で異なり、これらは食性や再生産様式の相違に起因すると考えられた。

4. 優占大型カイアシ類7種の季節変化の種間比較

北極海の各種カイアシ類の季節変化パターンに対し、環境要因および各種の生態的要因（食性、再生産、分布水深）が及ぼす影響を明らかにするために、フラム海峡の水深 200 m に 2010-2014 年にかけて係留したセジメントトラップの試料中に出現する表層粒子食性カイアシ類 3 種（*C. finmarchicus*、*C. glacialis*、*C. hyperboreus*）、中層粒子食性カイアシ類 2 種（*M. longa*、*Gaetanus tenuispinus*）、肉食性カイアシ類 2 種（*Paraeuchaeta* spp.、*Heterorhabdus norvegicus*）の個体群構造の季節変化を解析した。その結果、出現個体数や平均発育段階の季節変化が種間で異なっており、これは各種の再生産様式や分布水深だけでなく、食性のわずかな違い（餌の嗜好性など）を反映していた可能性が示唆された。

5. 北極海における大型カイアシ類食性の種間比較

太平洋側北極海の表層から中層に生息する粒子食性カイアシ類の食性を明らかにするために、2019年10月に北部チャクチ海にてプランクトンネットを用いて採集された、表層に分布する2種（*C. glacialis*、*M. longa*）、中層に分布する5種（*Aetideopsis multiserrata*、*Chiridius obtusifrons*、*Gaetanus brevispinus*、*G. tenuispinus*、*Scaphocalanus magnus*）の長期的な食性（脂肪酸組成・安定同位体比）と短期的な食性（糞粒のDNAメタバーコーディング）を検証した。脂肪酸組成は先行研究とは異なる食性を示し、北部チャクチ海では各種カイアシ類の肉食性が低く、渦鞭毛藻類の利用度が高いことが分かった。また、DNAメタバーコーディングは渦鞭毛藻を多く利用している傾向を示した。これらのことから、粒子食性カイアシ類の食性は、各海域の海洋環境の違いによる餌環境や分布水深の影響を強く受ける可能性が示唆された。

6. 総合考察

本研究ではセジメントトラップを用いることで、休眠期を有するカイアシ類の季節変化の解明を試みた。その結果、北極海内でも海洋環境の違いにより、同種でも海域間で生活史が異なる可能性を示唆した。このような各種カイアシ類の生活史の違いが、カイアシ類群集全体の季節変化にも影響を及ぼし、今後の海洋環境の変動に伴いさらに変化し、物質循環にも大きな影響を及ぼすことが予想された。今後は、各種カイアシ類の季節変化や生活史、生態の理解を深めるために、通年調査の実施が不可欠である。