

画像イメージングによる主要動物プランクトン動態の解析

～優占カイアシ類 2 属の個体群構造と昼夜鉛直分布の季節変化が明らかに～

ポイント

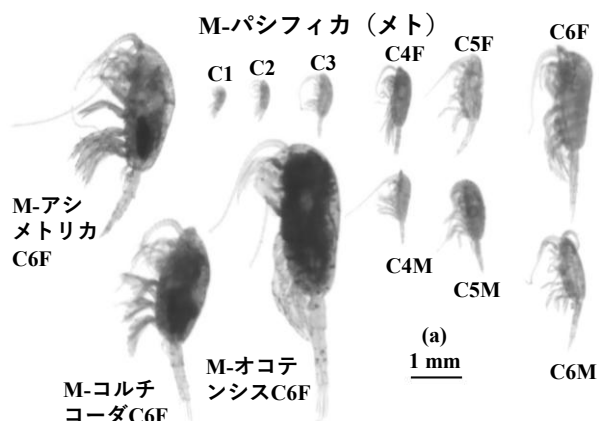
- ・ 年 4 回、水深 0–1000m 間を昼夜鉛直区分採集した動物プランクトン試料について画像解析。
- ・ 優占カイアシ類 2 属には日周鉛直移動と季節的鉛直移動の有無に種間差があることを発見。
- ・ 動物プランクトンの動態解明への画像イメージング解析の有用性を証明。

概要

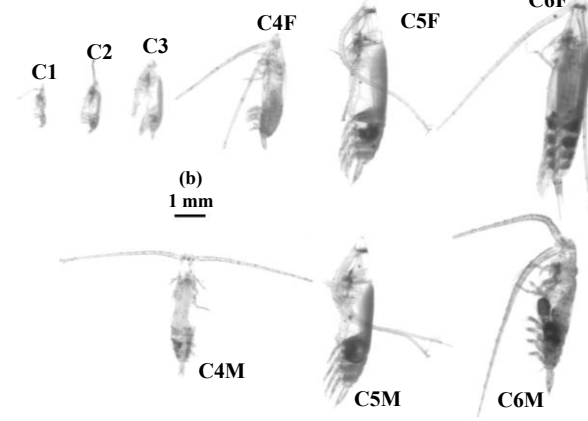
北海道大学大学院水産科学院修士課程（研究当時）の高 天氏と同大学大学院水産科学研究院の山口 篤准教授の研究グループは、西部北太平洋亜寒帯循環の 1 定点の水深 0–1000m 間について、4 季節の昼夜鉛直区分採集を行った試料について、画像イメージング機器の ZooScan による測定を行い、動物プランクトン相に優占するカイアシ類 2 属（メトリディア属とユーカラヌス属）の出現個体数とバイオマスの季節変化と昼夜鉛直分布を明らかにしました。メトリディア属の優占種のメトリディア・パシフィカ（メト）は、昼間は深海に分布し、夜間は表層に移動する日周鉛直移動を行っていたのに対し、ユーカラヌス・ブンギ（ブンギ）は日周鉛直移動は行いませんでしたが、季節的に分布深度を変える季節的鉛直移動を行っていました。メトの個体群構造に季節性は見られませんでした。ブンギの個体群構造は明確な季節パターンを示しました。これは、両種とも表層近くで繁殖しますが、ブンギは体サイズが大きく、1 年以上の世代時間を持ち、再生産を行う季節が明確に決まっているのに対し、メトは年間を通じて日和見的に繁殖することの反映と考えられました。ZooScan を用いた画像イメージング解析は、魚類の餌環境の指標として重要な、動物プランクトンのサイズやバイオマス量の測定を、従来行われていた顕微鏡観察よりも、短時間かつ正確に評価することが可能です。今後、様々な海域や環境における動物プランクトンについて画像イメージング解析をすることにより、魚類の餌環境の評価が、より高精度かつ短時間に行えることが期待されます。

なお、本研究成果は、2025 年 9 月 9 日（火）公開の PeerJ 誌にオンライン掲載されました。

メトリディア属



ユーカラヌス・ブンギ (ブンギ)



ZooScan により取得された優占カイアシ類 2 種の各発育段階の画像データ。左はメトリディア属、右はユーカラヌス・ブンギ。カイアシ類は脱皮して成長し、C1–C6 は発育段階。F: 雌、M: 雄。

【背景】

従来、動物プランクトンに関する研究の解析の多くは、実体顕微鏡を用いた同定と計数により行われてきました。しかし近年、動物プランクトンに関する画像イメージング解析が急速に進歩しつつあります。動物プランクトンを対象とした画像イメージング解析の利点として、個体数などの数的なデータだけでなく、サイズやバイオマスに関する正確なデータも同時に取得できることが挙げられます。本研究は西部北太平洋亜寒帯循環の 1 定点の水深 0–1000m 間について、4 季節の昼夜鉛直区分採集を行った固定試料について、画像イメージング機器の ZooScan による測定を行い、優占カイアシ類 2 属（メトリディア属とユーカラヌス属）を選別し、両者の出現個体数とバイオマスの季節変化と昼夜鉛直分布を評価したものです。

【研究手法】

2010 年 10 月、2011 年 2 月、4 月及び 7 月に、西部北太平洋亜寒帯域の St. K2 (47° N, 160° E, 水深 5230m) において、目合い 335 μ m、開口面積 1.5m² の多段開閉式ネットシステム IONESS を用いた水深 0–1000m 間を 8 層に分けた、昼夜の鉛直区分斜行曳き採集を行いました。採集試料は船上で直ちに終濃度 5% の中性ホルマリン海水で固定しました。陸上実験室にて、ZooScan による測定を行いました。取得した画像データのうち、カイアシ類相に数的及びバイオマスの的に優占し、形態的に他種との識別が容易なメトリディア属とユーカラヌス属について同定を行い、発育段階毎の等価粒径 (ESD) *¹、出現個体数及びバイオマスを求めました。

【研究成果】

採集期間を通して、メトリディア属には M-パシフィカ（メト）、M-アシメトリカ、M-コルチコーダ、M-オコテンシスの 4 種が出現しました (p1 図)。メトリディア属 4 種のうち、優占したメトは小型で、ESD は 2mm 以下でしたが、それ以外の 3 種の ESD は 2mm 以上でした。メトの昼間の分布深度は、大型になるほど (=後期発育段階ほど) 深くなっていましたが、調査を行った 4 季節いずれにおいても夜間には水深 0–50m の表層に上昇する、明確な日周鉛直移動を行っていました (図 1)。一方、大型な残りの同属 3 種は、いずれの季節・昼夜とも、最も深い採集層の 750–1000m 層に主に分布していました。大型な個体の昼間の分布深度が深くなっていったことから、メトの日周鉛直移動は、昼間は魚類等による視覚捕食を避けるため深海に分布し、夜間に摂餌のため餌の豊富な表層に上昇しているものと解釈されました。

ユーカラヌス属には、ユーカラヌス・ブンギ（ブンギ）の単一種のみが出現し、ESD におけるサイズの山は、各発育段階に相当していました (図 2)。ブンギの鉛直分布は、いずれの季節も昼夜差はありませんでした。一方、分布深度には明確な季節変化が見られ、10 月と 2 月には昼夜とも水深 200–500m に分布していたのに対し、4 月には特に後期発育段階の分布水深が昼夜とも 50–200m 層へと浅くなっていました。7 月には C4 より若い発育段階は昼夜とも、最も浅い 0–50m 層に分布していました。大型なブンギの世代時間は 1 年以上あるため、再生産に季節性があると解釈されます。4 月において、後期発育段階の浅い層への上昇移動が見られたことは、再生産のために表層への移動を開始していたものと考えられました。本研究の 7 月にはブンギの全ての発育段階が出現し、初期発育段階は昼夜とも表層 0–50m に分布していたことは、再生産により産まれた新生世代と考えられました。

動物プランクトンは ESD で 5mm に満たない小さな存在ですが、その動態には水深 1000m までの海中空間の分布使用方法に日周性と季節性に明確な種間差があり、各々の種が生き残りをかけて適応している様が画像イメージング機器による解析により、明らかになりました。

【今後への期待】

画像イメージング機器の利点は、従来の顕微鏡観察では取得することが困難であった、動物プランクトンのサイズやバイオマスに関するデータが、正確かつ迅速に取得できる点にあります。魚類の餌環境の指標として、動物プランクトンのサイズやバイオマスは、対象生物がその魚にとって摂餌可能か否かを決定し、成長率に直接的な影響を及ぼす重要なパラメータです。今後は、様々な海域や環境における動物プランクトンに関する画像イメージング解析を行うことにより、魚類の餌環境評価が、短時間かつ正確に行えることが期待されます。

【謝辞】

本研究は、JSPS 科研費 JP20K20573、JP22H00374、北極域研究強化プロジェクト（ArCS III）JPMXD1720251001 による助成を受けて実施しました。動物プランクトン試料のご提供を頂いた、海洋研究開発機構の喜多村稔博士に御礼申し上げます。

論文情報

論文名	Analysis of imaging data on seasonal changes in the population structure and vertical distribution of two dominant planktonic copepod species in the western subarctic Pacific (西部北太平洋亜寒帯域における優占浮遊性カイアシ類 2 種の個体群構造と鉛直分布の季節変化に関する画像イメージング解析)
著者名	高 天 ¹ 、山口 篤 ^{2,3} (¹ 北海道大学大学院水産科学院、 ² 北海道大学大学院水産科学研究院、 ³ 北海道大学北極域研究センター)
雑誌名	PeerJ (生物学および医学分野のオープンアクセス誌)
DOI	10.7717/peerj.19956
公表日	2025 年 9 月 9 日 (火) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院水産科学研究院 准教授 山口 篤 (やまぐちあつし)
TEL 0138-40-5631 FAX 0138-40-5631 メール a-yama@fish.hokudai.ac.jp
URL <https://www2.fish.hokudai.ac.jp/faculty-member/yamaguchi-atsushi/?key=jp>

配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目)
TEL 011-706-2610 FAX 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

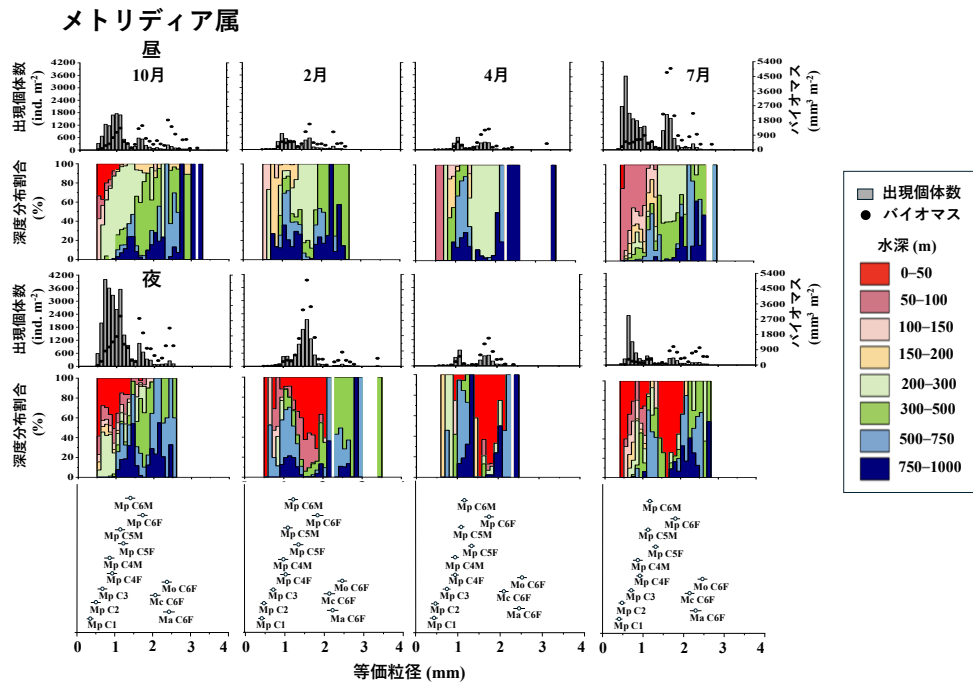


図 1. メトリディア属の年 4 回（10 月、2 月、4 月、7 月）の昼夜、等価粒径に沿った出現個体数とバイオマス及び、出現個体数に基づく深度分布割合。一番下の図は出現する各発育段階の等価粒径の平均と標準偏差を示す。いずれの季節も、昼（上の段）は緑色で示される水深 200m 以深に分布する個体が多いが、夜（下の段）は、赤色の水深 0-50m に日周鉛直移動を行っていることが分かる。

ユーカラヌス・ブンギ

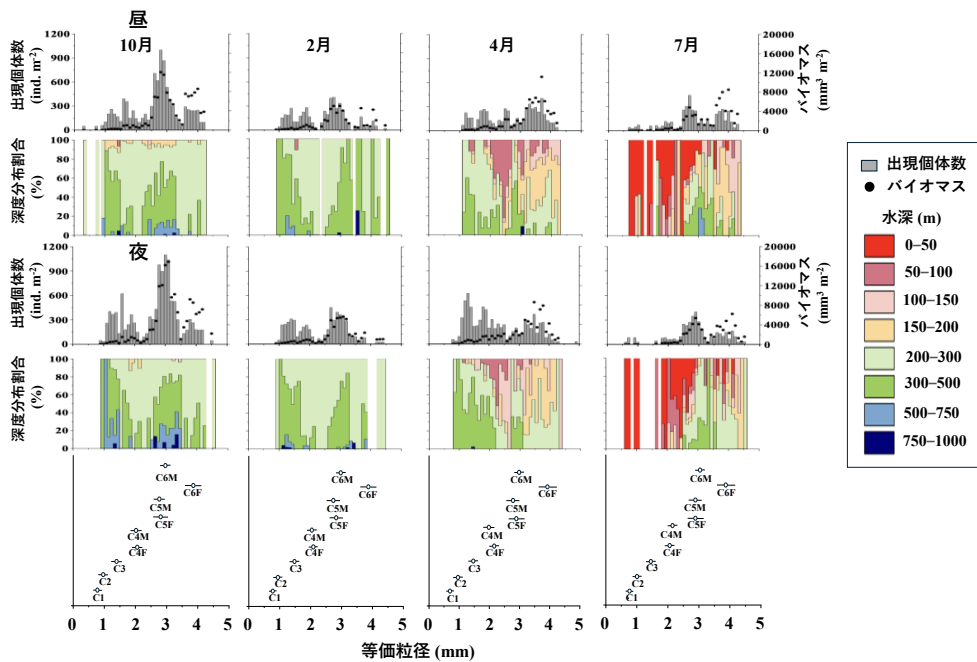


図 2. ユーカラヌス・ブンギに関する同様の図。図 1 のメトリディア属（メト）の深度分布には、昼夜差が顕著であったが、ブンギは分布深度の季節変化が顕著で、左の 10 月と 2 月には緑色の水深 200m 以深に分布していたが、4 月にはやや浅くなり、一番右端の 7 月には、小型な若い発育段階を中心に、最も浅い水深 0-50m にも分布していたことが分かる。

【用語解説】

*1 等価粒径（ESD） … 対象生物バイオマスを球形に直した時の直径。生物サイズの指標になる。