

# 動物プランクトン群集サイズ組成の海域と深度による変化

～溶存酸素とカラヌス目カイアシ類の体サイズの大きな影響が明らかに～

## ポイント

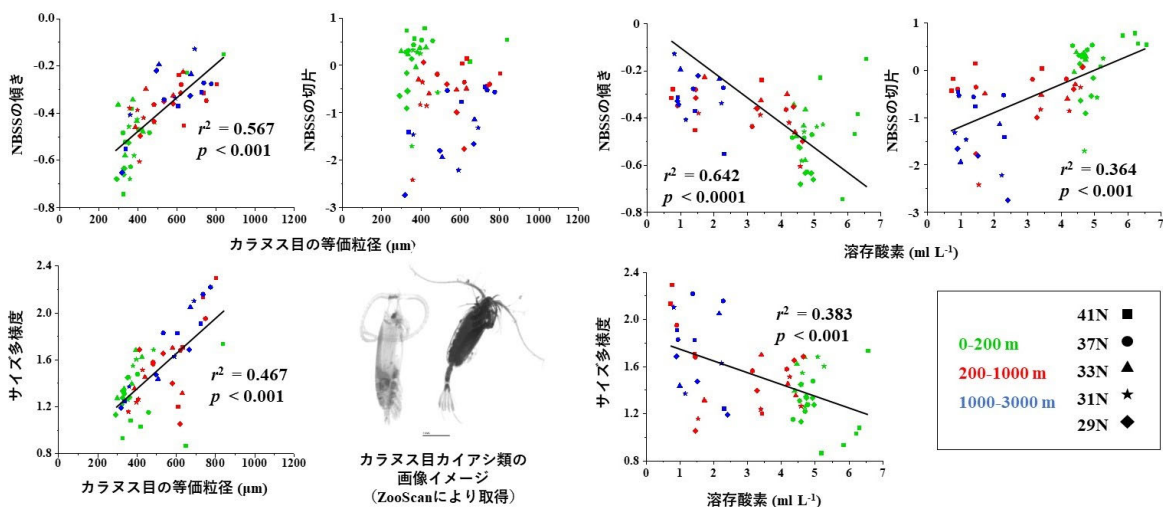
- ・ 亜寒帯～亜熱帯域の 5 定点にて、海表面～深海の動物プランクトン群集サイズ組成の変化を調査。
- ・ 動物プランクトン群集サイズ組成に影響を及ぼすのは溶存酸素とカラヌス目カイアシ類であった。
- ・ 表層から深海に及ぶ動物プランクトンを介した物質輸送（生物ポンプ）の理解に大きな貢献。

## 概要

北海道大学大学院水産科学院修士課程 2 年の金 東佑氏、同大学大学院水産科学研究所の松野孝平助教、山口 篤准教授、海洋生物環境研究所の米田壮汰博士らの研究グループは、西部北太平洋の亜寒帯～亜熱帯域に位置する 5 定点にて、海表面から水深 3,000 m の深海までの動物プランクトン群集サイズ組成の、定点及び深度による変化を調査し、その要因を明らかにしました。

動物プランクトン群集サイズ組成は、深海への物質輸送量を表す指標です。しかし、西部北太平洋における動物プランクトン群集サイズ組成の、水深及び地理変化に関する知見は乏しいのが現状でした。研究グループは亜寒帯～亜熱帯域の 5 定点にて、水深 0-3,000 m 間の 12 層から採集された動物プランクトン試料を、画像イメージング機器の ZooScan により分析し、全定点にて深度増加によりサイズ組成回帰式 (NBSS) の傾きは緩やかに、サイズ多様度は高くなり、特に酸素極小層の水深 1,000 m 付近にて顕著なことを明らかにしました (p1 図)。これは酸素極小層では大型捕食者が少なく、大型動物プランクトンへの捕食圧が低いことの反映と考えられました。数的に優占した分類群のうち、大型なカラヌス目カイアシ類のサイズが、全海域の全層を通して、動物プランクトン群集サイズ組成に大きな影響を持っていることも明らかになりました。本研究の成果は、西部北太平洋における動物プランクトンを介した物質輸送（生物ポンプ）を理解する上で、欠かせない重要な知見です。

本研究成果は、2025 年 1 月 18 日 (土) 公開の Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers 誌にオンライン掲載されました。



サイズ組成回帰式 (NBSS) の傾きと切片、サイズ多様度に与える、カラヌス目カイアシ類のサイズ (左) 及び溶存酸素 (右) の影響。シンボルと色の違いは定点と水深の違いを表す。

## 【背景】

動物プランクトンは、表層から深海への鉛直的な物質輸送の主要な駆動源で、そのサイズ組成は、動物プランクトンを介した深海への物質輸送過程（生物ポンプ）を評価する上で重要な指標となっています。西部北太平洋は、海洋環境的に亜熱帯域から亜寒帯域までを含み、海域や水深により動物プランクトン群集構造が大きく異なることが知られています。しかし、西部北太平洋において動物プランクトン群集サイズ組成の、鉛直及び地理変化やその要因に関する知見は、その重要性に比べて乏しいのが現状でした。本研究は西部北太平洋における動物プランクトン群集サイズ組成の、鉛直及び地理変化やその要因を明らかにすることを目的として、亜熱帯域から亜寒帯域に設けた5定点において水深0–3,000 m間の鉛直区分採集を行い、採集された動物プランクトン試料を画像イメージング機器の ZooScan により分析し、全動物プランクトン群集サイズ組成の特徴と、優占分類群であるカイアシ類の2分類群が、全動物プランクトン群集サイズ組成に与える影響を明らかにしました。

## 【研究手法】

2017年10月19日–11月7日にかけて、西部北太平洋外洋域（41–29N, 146–149E）に設けた5定点：亜寒帯域1点、移行領域1点、亜熱帯域3点において、開口面積0.25 m<sup>2</sup>、目合い63 µmのVMPSによる、水深0–3,000 m間を12層に分けた鉛直区分採集を行いました（図1）。採集試料は船上で1/2分割し、ホルマリン固定し持ち帰り、陸上実験室にて ZooScan による画像解析を行いました。画像イメージ資料に基づき、サイズ組成に関する指標としてサイズ組成回帰式（NBSS：normalized biomass size spectra）の傾きと切片、サイズ多様度の3点を、試料毎に求めました。サイズ組成に影響を及ぼす要因として、動物プランクトン出現個体数に優占したカイアシ類2分類群（カラヌス目とエルガシルス亜目）の体サイズ：等価粒径（ESD：equivalent spherical diameter）の緯度及び水深による変化を明らかにし、それらが全動物プランクトン群集サイズ組成の3指標に与える影響を評価しました。

## 【研究成果】

全定点及び水深を通して、深度増加により NBSS の傾きは緩やかに、サイズ多様度は高くなる傾向が見られ、酸素極小層の水深1,000 m付近（図1）にて顕著でした（p1図）。これは深海ほど大型動物プランクトンの割合が高くなっており、酸素極小層では大型動物の捕食者が少ないため、大型動物プランクトンへの捕食圧が減少していた影響を示唆しています。動物プランクトン出現個体数には、カラヌス目とエルガシルス亜目カイアシ類が優占していました（図2）。2分類群のうち、カラヌス目の ESD にのみ定点及び水深による有意な変化が見られ、これはエルガシルス亜目に比べてカラヌス目が種や発育段階により異なる、幅広い摂餌戦略を持つことの反映と考えられました（図2）。また、カラヌス目カイアシ類の ESD が大きいほど、全動物プランクトンの NBSS の傾きは緩やかになり、サイズ多様度は高くなる有意な相関が見られました（p1図）。これは全動物プランクトン群集サイズ組成がカラヌス目カイアシ類のサイズ組成に大きな影響を受けることを示唆しています。

## 【今後への期待】

本研究によって、西部北太平洋亜寒帯域から亜熱帯域にかける、動物プランクトン群集サイズ組成の緯度及び水深変化が明らかになりました。動物プランクトン群集サイズ組成は、生物ポンプを理解する上で欠かせない情報です。画像イメージング機器を用いることにより、動物プランクトンの分類群やサイズに関する情報を、正確に取得することが可能になり、今後の知見の充実が期待されます。

## 【謝辞】

本研究は、文部科学省補助事業の北極域研究加速プロジェクト ArCS II (JPMXD1420318865)、環境省の環境研究総合推進費 (JPMEERF20214002) 及び科学研究費補助金「基盤研究 (A) (JP22H00374)」、「基盤研究 (B) (JP20H03054)」、「挑戦的研究 (開拓) (JP20K20573)」の助成を受けて実施されました。

また、本研究に用いた試料採集に際し、多大なご協力を頂いた国立研究開発法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 学術研究船「白鳳丸」の船長、乗組員の方々及び同乗された研究者各位に謹んで御礼申し上げます。

## 論文情報

論文名	Vertical variations in zooplankton size spectra down to 3,000 m depth and significant effects of the sizes of Calanoida and Ergasilida across the subarctic, transitional, and subtropical regions of the western North Pacific (西部北太平洋の亜寒帯域、移行領域及び亜熱帯域における動物プランクトン群集サイズ組成の水深 3,000 m までの鉛直変化：カラヌス目とエルガシルス亜目カイアシ類の影響)
著者名	金 東佑 <sup>1</sup> 、米田壮汰 <sup>2</sup> 、松野孝平 <sup>3, 4</sup> 、山口 篤 <sup>3, 4</sup> (1北海道大学大学院水産科学院、 <sup>2</sup> 公益財団法人海洋生物環境研究所、 <sup>3</sup> 北海道大学大学院水産科学研究院、 <sup>4</sup> 北海道大学北極域研究センター)
雑誌名	Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers (深海海洋学の専門誌)
DOI	10.1016/j.dsr.2025.104445
公表日	2025年1月18日(土)(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)

T E L 0138-40-5631 F A X 0138-40-5631 メール a-yama@fish.hokudai.ac.jp

U R L <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)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

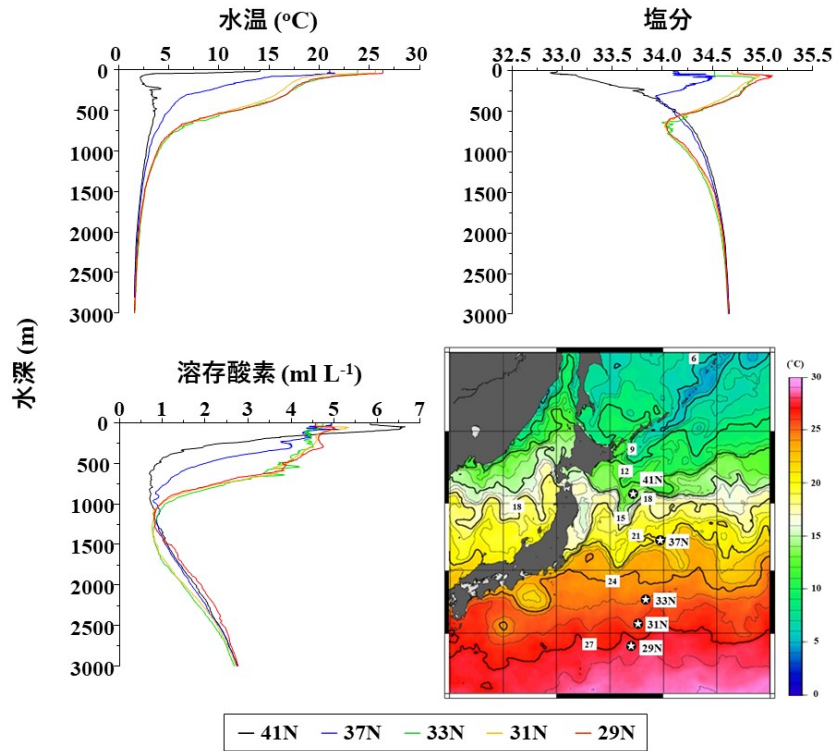


図 1. 本研究に用いた動物プランクトン試料を採集した 5 定点の位置 (右下)。右下図のコンター (等値線) は、衛星による海表面水温。各定点における水温 (左上)、塩分 (右上)、溶存酸素 (左下) の鉛直分布。

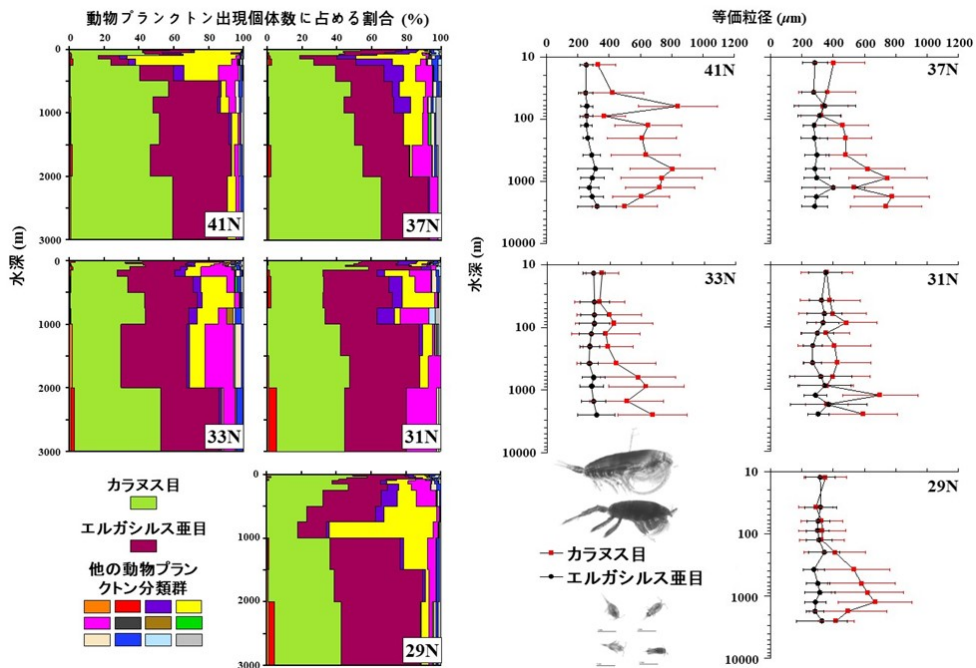


図 2. 各定点/水深の動物プランクトン出現個体数に占める各分類群の割合 (左)。カラヌス目とエルガシルス亜目カイアシ類が優占。カラヌス目とエルガシルス亜目カイアシ類の体サイズ (等価粒径) の鉛直変化 (右)。点は平均、バーは標準偏差を示す。カラヌス目は水深増加により大型になっていた。