

深海に及ぶ動物プランクトンの現存量と特徴が明らかに

～群集構造とサイズ組成の、海域と水深による差も評価～

ポイント

- ・日本周辺の三つの縁辺海を含む 7 定点にて水深 3,000 m までの動物プランクトンを調査。
- ・動物プランクトンの出現個体数に比べて生体体積には海域による差が大きいことが判明。
- ・動物プランクトン群集は八つに区分され、そのサイズ組成は水深により異なることが示唆。

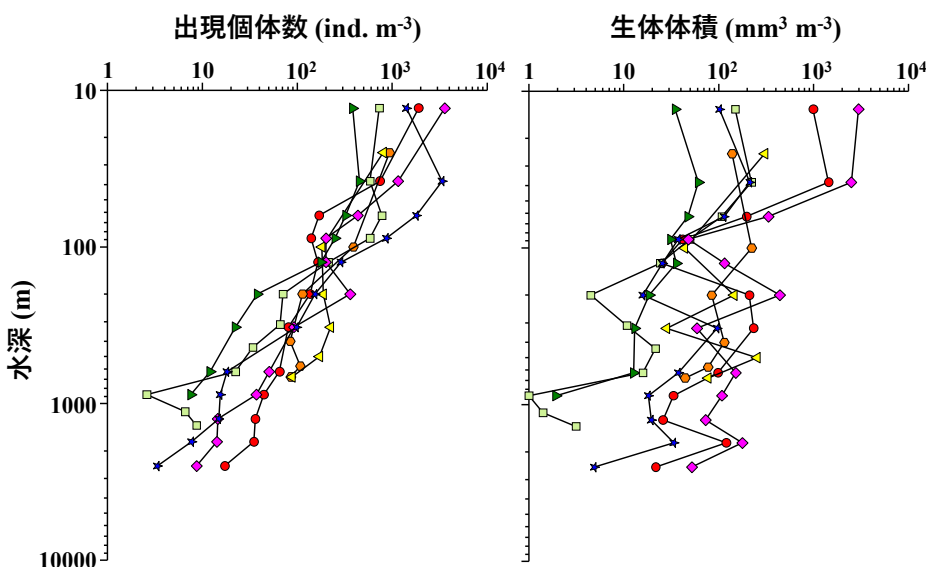
概要

北海道大学大学院水産科学研究所の山口 篤准教授、松野孝平助教、島根大学の仲村康秀助教らの研究グループは、日本周辺の西部北太平洋と三つの縁辺海：オホーツク海、日本海及び東シナ海に設けた 7 定点にて、海表面から水深 3,000 m に及ぶ動物プランクトンの出現個体数、生体体積、群集構造及びサイズ組成を明らかにしました。

動物プランクトンの出現個体数と生体体積は、いずれも水深が増すにつれて減少しており、両者と水深の関係は両対数式で表現することができました。出現個体数に比べて生体体積には海域や定点による差が大きく、表層における海域間の大小関係は深海まで保存されていることが明らかになりました。動物プランクトン群集は八つに区分され、特に日本海の深海には他海域に見られない、低水温な日本海固有水に特有の群集が見られることが明らかになりました。動物プランクトンのサイズ組成は Normalized Biomass Size Spectra (NBSS) により評価し、深海では量は少ないものの、大型個体が多く、サイズ多様性が高いことが明らかになりました。

本研究の成果は、表層から深海への物質輸送の役割を担う動物プランクトンの、全水柱を通しての現存量、群集構造とサイズ組成について、日本周辺海域の海域毎の特徴を明らかにしたもので、表層から深海への物質輸送量を正確に推定する上で欠かせない、重要な知見となります。

なお本研究成果は、2023 年 11 月 6 日（月）公開の Progress in Oceanography 誌にオンライン掲載されました。



日本周辺海域の 7 定点における動物プランクトンの 1 立方メートルあたりの出現個体数(左)と生体体積(右)の深度変化。シンボルの違いは定点の違いを示す。いずれも深度が増すにつれて減少していたが、生体体積の方が定点(海域)による差が大きく、生体体積が表層にて高い海域では、深海でも高いことが分かる。

【背景】

動物プランクトンは世界中の海洋の表層から深海に広く分布しています。海洋において動物プランクトンは、鉛直的な物質輸送量を左右する重要な役割を担っています。日本近海には西部北太平洋に加えて、多くの縁辺海があります。これら縁辺海を含む深海までを含む動物プランクトン群集構造やサイズ組成を明らかにすることは、動物プランクトンを介する物質輸送量を正確に推定する上で重要ですが、これまで知見が乏しいのが現状でした。また動物プランクトンの分類群とサイズ測定の解析には、従来行われていた顕微鏡解析では多大な労力と時間を要しますが、近年その2パラメーターを同時に取得できる画像イメージング機器（ZooScan）が普及してきました。

研究グループは、日本周辺海域の三つの縁辺海を含む7定点において、表層から水深3,000 mまで深度区分採集した動物プランクトン試料について、ZooScanを用いた画像解析を行い、動物プランクトンの出現個体数、生体体積、群集構造とサイズ組成を明らかにしました。

【研究手法】

2011年と2014年の6-10月に、西部北太平洋と三つの縁辺海を含む7定点にて、鉛直多層式開閉ネット（VMPS）を用いた海表面から水深3,000 m間の鉛直区分採集を行い、層別の動物プランクトン試料を得ました（図1）。試料は船上でホルマリン固定して持ち帰り、陸上実験室にてZooScanによる動物プランクトンの画像データを取得しました。画像データに基づき動物プランクトンの出現個体数密度と生体体積を求めました。各分類群の出現個体数に基づくクラスター解析を行い、群集構造を解析しました。動物プランクトンのサイズ組成は各試料のNBSSにより評価し、NBSSに影響を与える要因として、水深、水温及び塩分の影響を一般化加法モデル（GAM）により解析しました。

【研究成果】

動物プランクトンの出現個体数と生体体積は、全定点を通して表層にて多く、深度が増すにつれて減少していました（p1図）。出現個体数には海域による差は乏しいものの、生体体積には海域による差が大きく、表層にて高い海域では深海でも高い値を示し、表層における量的な差異が、深海でも保存されていることが明らかになりました。動物プランクトン群集は八つに区分されました（図2）。日本海の深海には極めて低温な日本海固有水が存在しますが、日本海固有水中の動物プランクトン群集は非常に特殊で、他海域と大きく異なることが明らかになりました。動物プランクトンサイズ組成の指標であるNBSSに最も大きな影響を及ぼしていたのは水深で、深海では1立方メートルあたりの生体体積は低いものの、大型な個体が多く、サイズ多様性が高いことが明らかになりました（図3）。

このように、縁辺海を含む日本周辺海域の表層から深海に及ぶ動物プランクトン群集とサイズ組成の特徴が明らかになりました。

【今後への期待】

本研究によって、日本海固有水中の動物プランクトン群集が特殊であること、また全海域を通しての特徴として、生体体積は海域差が大きく、表層の差異が深海まで保持されていること、深海では大型個体が多く、サイズ多様性が高いことが明らかになりました。このような表層から深海に及ぶ動物プランクトン群集の特徴には、縁辺海に固有の要因と、全海域を通して共通するパターンがあることが分かりました。表層から深海に及ぶ動物プランクトン生体量、群集構造の理解が進むことで、各海域における鉛直的な物質輸送量の正確な推定が可能になり、全球的な二酸化炭素の吸収や炭素循環といった、海洋を介した物質輸送量の正確な評価に繋がることが期待されます。

【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 (課題番号 JP22H00374; JP21H02263; JP20K20573; JP20H03054; JP20J20410; JP19H03037; JP18K14506) の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名	Vertical changes in zooplankton abundance, biomass, and community structure at seven stations down to 3000 m in neighboring waters of Japan during the summer: Insights from ZooScan imaging analysis (夏季の日本周辺海域の7定点における表層から水深3000 mに及ぶネット動物プランクトンの出現個体数、バイオマスと群集構造に関する研究: ZooScanによる解析)
著者名	山前地史 ^{1(当時)、2} 、仲村康秀 ^{3(当時)、4} 、松野孝平 ^{5、6} 、山口 篤 ^{5、6} (1北海道大学水産学部、2石川県水産総合センター、3北海道大学大学院水産科学院、4島根大学エスチュアリー研究センター、5北海道大学大学院水産科学研究院、6北海道大学北極域研究センター)
雑誌名	Progress in Oceanography (海洋学の専門誌)
DOI	10.1016/j.pocean.2023.103155
公表日	2023年11月6日(月)(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】

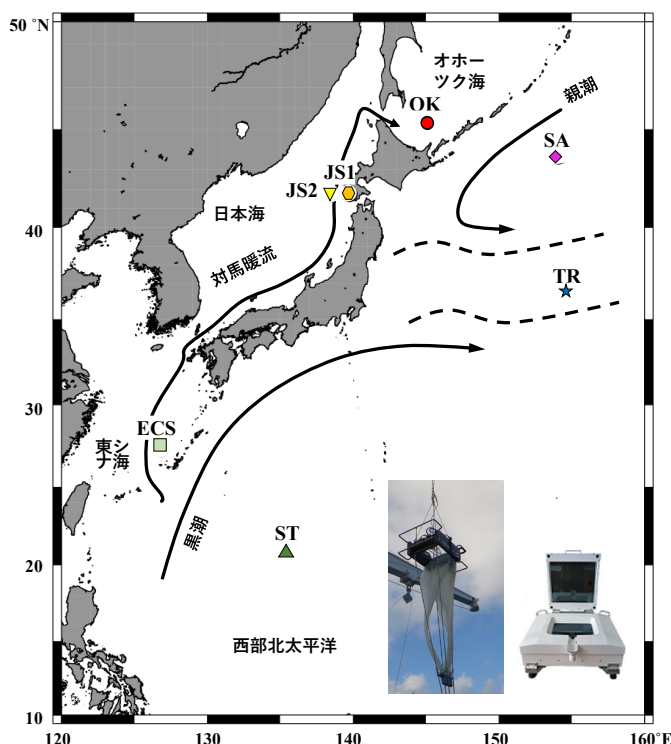


図 1. 本研究の採集定点と主要な海流図。定点のシンボルの違いは、p1図と共通している。右下の写真は、本研究の試料採集に用いた鉛直多層式開閉ネット (VMPS) (左) と試料解析に用いた画像イメージング機器 (ZooScan) (右)。

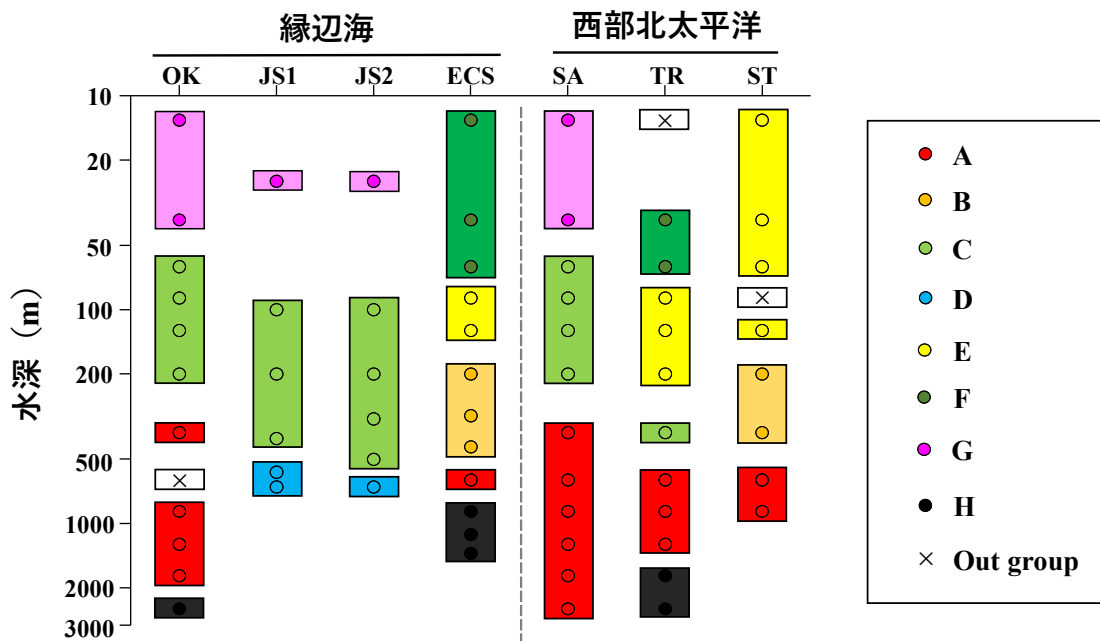


図 2. クラスター解析により分けられた八つの動物プランクトン群集 (A-H) の出現した定点 (横軸) と水深 (縦軸)。色の違いは各群集の違いを示している。3 試料はクラスター解析により区分されず、Out group として扱われた。各群集の分布は海域や水深に応じて、水平的及び鉛直的に連続して見られるが、日本海の深海には、固有の群集 (D) が見られることが分かった。

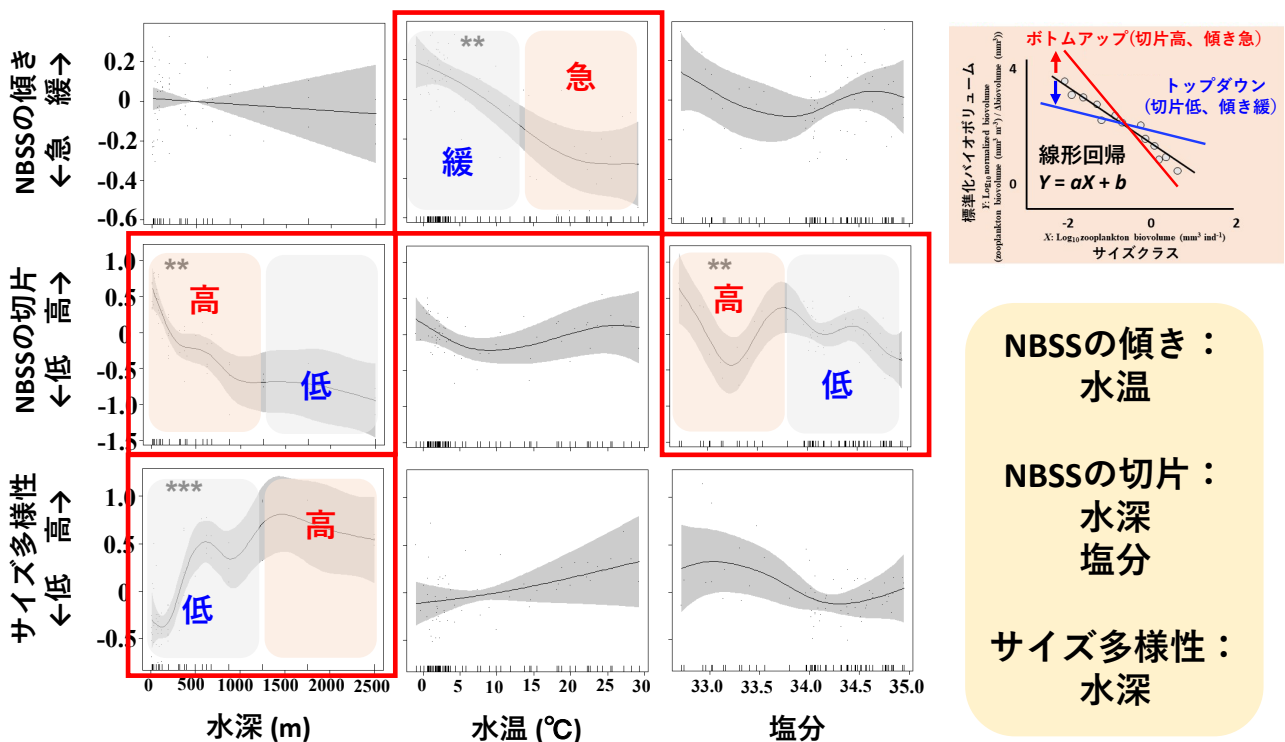


図 3. 動物プランクトンサイズ組成の指標である NBSS と、サイズ組成指標の示す意味 (右上)。サイズ組成に関わる 3 指標 (NBSS の傾き、切片及びサイズ多様性) と水深、水温及び塩分との間の GAM 解析の結果 (左)。NBSS の傾きには水温が、NBSS の切片には水深と塩分が、サイズ多様性には水温が有意な影響を及ぼしていた (右下)。