



画像イメージングによる動物プランクトン解析が拓く未来

～肉食性動物プランクトン（浮遊性端脚類）の世界を画像イメージング解析で明らかに～

ポイント

- ・画像イメージング解析を肉食性動物プランクトン（浮遊性端脚類）に対して実施。
- ・従来の顕微鏡解析では困難であった、群集構造や個体群構造の解析が正確かつ短時間に実現可能。
- ・画像イメージング解析は、今後の動物プランクトン研究のスタンダードな手法になると期待。

概要

北海道大学大学院水産科学研究院の山口 篤准教授、海洋研究開発機構の喜多村稔副主任研究員と北里大学海洋生命科学部の山田雄一郎講師らの研究グループは、西部北太平洋亜寒帯域の定点 K2 において、周年をカバーする年 4 回、水深 0–1,000 m 間を昼夜鉛直区分採集された試料に出現した浮遊性端脚類について、画像イメージング機器である ZooScan (HYDROPTIC 社製) を用いた画像解析を行い、出現個体数、群集構造、優占種テミスト・パシフィカの個体群構造を明らかにしました。

本研究では浮遊性端脚類について合計 6,737 枚の画像を取得し解析しました。その結果、8 科 10 属 10 種が出現し、最も出現個体数密度の多かった種はテミスト・パシフィカで、全浮遊性端脚類出現個体数の 86% を占めて卓越していました。浮遊性端脚類 10 種の鉛直分布は大きく次の 3 タイプに分けられました。①表層に分布し、日周鉛直移動を行う優占 3 種、②深海にのみ分布し、日周鉛直移動を行わない 4 種、③両者の中間の狭い水深範囲内に分布し、表層や深海には出現せず、日周鉛直移動を行うこともある 3 種。優占種のテミスト・パシフィカには、小型な若齢個体の個体群への加入が 10 月と 4 月の年 2 回見られ、各個体群の成長は 9 ヶ月(10 月–7 月)ないしは 1 年(4 月–4 月)にわたりトレースできました。

本研究の成果は、動物プランクトンの群集構造や主要種の個体群構造解析に、ZooScan 等の画像イメージング技法の有用性を示しており、本研究で開発された手法は、今後の海洋動物プランクトンを対象とした研究においてスタンダードになることが期待されます。

なお本研究成果は、2023 年 5 月 26 日（金）に *Journal of Plankton Research* 誌でオンライン掲載されました。



本研究で用いた画像イメージング解析の ZooScan（中央）と、画像としてスキャンされた動物プランクトンの浮遊性端脚類 8 科 10 属 10 種。

【背景】

浮遊性端脚類は、世界中の海洋の表層から深海まで様々な深度に分布しています。端脚類の群集構造や優占種の個体群動態を明らかにする上で、種同定や体サイズの測定が必要となりますが、端脚類は身体が屈曲しているため、顕微鏡下での観察では、その体長測定には多大な手間と労力が必要になり、その重要性に比べて知見は乏しいのが現状でした。体長測定を短時間かつ正確に行いうる計測手法として、画像解析が挙げられます。2000年代から開発されてきた ZooScan は、動物プランクトン粒子ごとにサイズだけでなく、画像データによって分類群(または種)も同時に同定することができる機器であり、その有用性が実証され、現在は様々な海域での応用が進められています。しかし、浮遊性端脚類の群集構造解析や主要種の個体群構造解析に ZooScan を用いた例はこれまでありませんでした。

本研究は西部北太平洋亜寒帯域に設けた定点 K2 において、周年をカバーする年 4 回、水深 0–1,000m 間を昼夜鉛直区分採集された試料に出現した浮遊性端脚類について、ZooScan を用いた画像解析を行い、出現個体数、群集構造、優占種テミス・パシフィカの個体群構造を明らかにしたものです。

【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定点 K2 において、水深 0–1,000 m 間を 8 層に分けた、昼夜鉛直区分採集を行いました。採集試料は 4%中性ホルマリン海水で固定しました。陸上実験室にて、試料中より浮遊性端脚類をソートし、ZooScan による測定を行いました。スキャン画像から、種同定と各個体の等価粒径データを取得しました。各試料について、種毎の出現個体数密度と、等価粒径(Equivalent Spherical Diameter: ESD)データに基づくバイオボリュームを求めました。群集構造として種多様度指数を求め、クラスター解析を行いました。各々の種について日周鉛直移動の有無を評価しました。最優占種のテミス・パシフィカについては、画像データから 5 つの発育段階の同定が可能で、等価粒径に基づくヒストグラムを作成し、コホート解析に基づく個体群構造解析を行いました。

【研究成果】

周年を通して、浮遊性端脚類は 8 科 10 属 10 種が出現しました。最も出現個体数密度の多かった種はテミス・パシフィカで、全浮遊性端脚類出現個体数の 86%を占めて卓越していました。浮遊性端脚類群集は非類似度 68%において 4 つの群集に分けられました(図 1)。各群集は鉛直的また昼夜により異なり、当海域における浮遊性端脚類群集は、卓越種であるテミス・パシフィカの動態に大きな影響を受けています。日周鉛直移動を行う本種の優占する群集が、昼間には深海にまで拡がり、端脚類群集は表層性の群集と深海性の群集の大きな 2 群集のみであると解釈できました。浮遊性端脚類 10 種の鉛直分布は大きく次の 3 タイプに分けられました(図 2)。それは①表層に分布し、日周鉛直移動を行う優占 3 種、②深海にのみ分布し、日周鉛直移動を行わない 4 種、③両者の中間に分布し分布水深範囲は狭く、表層や深海には出現しないものの、両者の中間の狭い水深範囲内に分布し、日周鉛直移動を行うこともある 3 種です。本研究では優占種テミス・パシフィカには、画像データから 5 つの発育段階の同定が可能であり、ESD に基づくヒストグラムからのコホート解析も可能でした。優占種のテミス・パシフィカには、小型な若齢個体の個体群への加入は 10 月と 4 月の年 2 回見られ、各個体群の成長は 9 ヶ月(10 月–7 月)ないしは 1 年(4 月–4 月)にわたりトレースできました(図 3)。

【今後への期待】

本研究は、これまで生態学的な知見の乏しかった、端脚類を中心とする動物プランクトン各分類群の

群集構造や個体群構造の解析に ZooScan 等の画像解析が有用であることを示したものです。本研究により開発された、ZooScan を用いた画像解析による動物プランクトン解析手法は、今後の海洋動物プランクトンを対象とした研究においてスタンダードにな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推進プロジェクト ArCS(JPMXD1300000000)、北極域研究加速プロジェクト ArCS II(JPMXD1420318865)、独立行政法人環境再生保全機構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; JP20K20573; JP20H03054; JP19H03037; JP17H01483; JP15KK0268)の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名	Diel, seasonal, and vertical changes in the pelagic amphipod communities in the subarctic Pacific: Insights from imaging analysis (北太平洋亜寒帯域における浮遊性端脚類群集構造の、日周、季節及び鉛直的な変化：画像解析からの洞察)
著者名	谷口 諒 ^{1(当時)} 、飴井佳南子 ^{2(当時)} 、 ³ 、徳弘航季 ^{2(当時)} 、 ⁴ 、山田雄一郎 ⁵ 、喜多村稔 ⁶ 、山口 篤 ^{7, 8} (1北海道大学水産学部、2北海道大学大学院水産科学院、3東京大学大気海洋研究所、4海洋生物環境研究所、5北里大学海洋生命科学部、6海洋研究開発機構、7北海道大学大学院水産科学研究院、8北海道大学北極域研究センター)
雑誌名	Journal of Plankton Research (プランクトンの専門誌)
DOI	10.1093/plankt/fbad017
公表日	2023年5月26日(金)(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 <http://hu-plankton.jp/teacher/yamaguchi.html>

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

海洋研究開発機構 海洋科学技術戦略部報道室 (〒236-0001 横浜市金沢区昭和町3173番25)

T E L 045-778-5690 メール press@jamstec.go.jp

学校法人北里研究所 総務部広報課 (〒108-8641 東京都港区白金5丁目9-1)

T E L 03-5791-6422 メール kohoh@kitasato-u.ac.jp

【参考図】

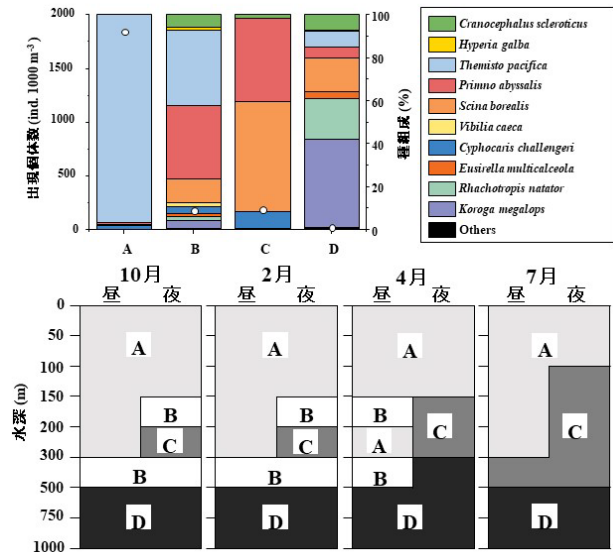


図 1. 浮遊性端脚類の群集構造。群集 A~D の 4 つに分けられた (上)。4 季節の昼夜における、浮遊性端脚類 4 群集の出現水深 (下)。

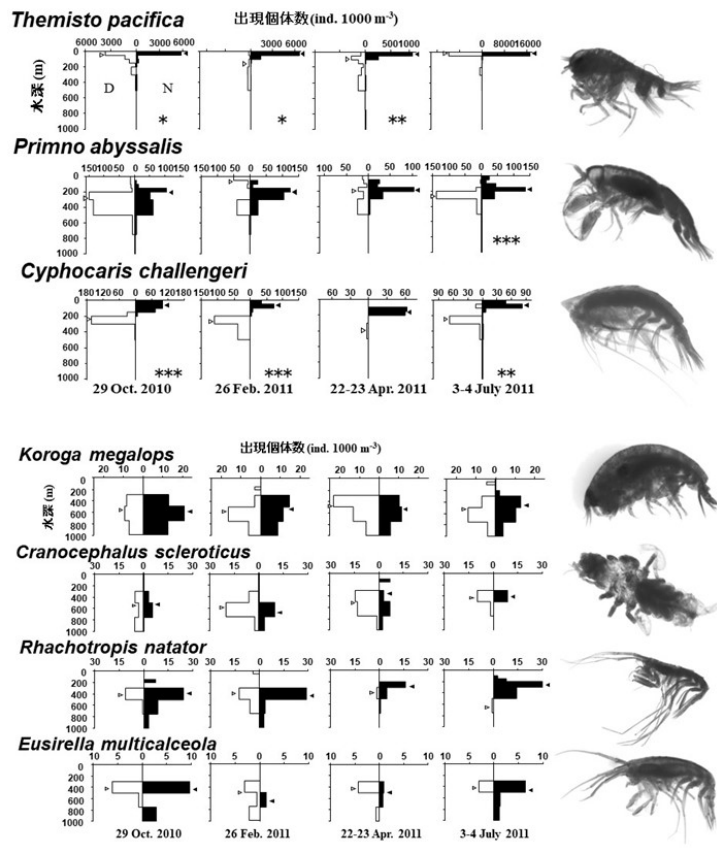


図 2. 浮遊性端脚類の鉛直分布。表層に分布し、夜間に上層に移動する日周鉛直移動を行う 3 種 (上)。いずれの季節も深海に分布し、日周鉛直移動を行わない 4 種 (下)。

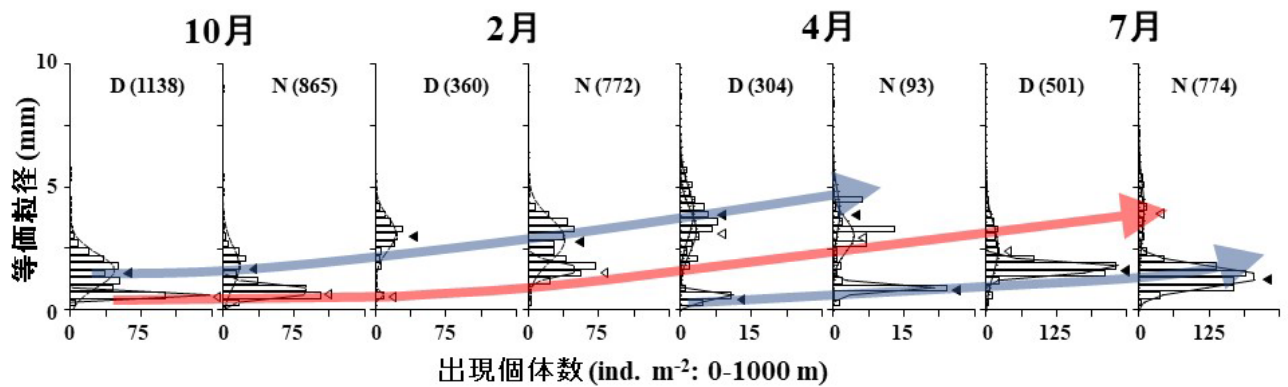


図 3. 優占種のテミスト・パシフィカの等価粒径ヒストグラムの季節変化。小型な若齢個体の個体群への加入は10月と4月の年2回見られ、各個体群の成長は9ヶ月ないしは1年にわたりトレースできた。

【関連する研究成果】

- ① 2022年5月27日付プレスリリース：野外の動物プランクトン糞粒に関する新しい定量法～地球環境変動に影響を及ぼす海洋物質循環の正確な定量評価への貢献に期待～
URL： https://www.hokudai.ac.jp/news/pdf/220527_pr.pdf
- ② 2022年11月30日付プレスリリース：道南噴火湾にて低次生物サイズ組成の季節的な解析に成功～春季植物プランクトンブルーム生産を高次生物に急速に輸送するメカニズムを解明～
URL： https://www.hokudai.ac.jp/news/pdf/221130_pr.pdf