

南極周極流の南下と温暖化によってマクロ動物プランクトンが変化

～サルパ類が大幅に減少していることを発見～

ポイント

- ・夏季の南極海におけるマクロ動物プランクトン組成を水産庁漁業調査船開洋丸により調査。
- ・1996年の調査と比べて、サルパ類が減少し、オキアミ類と端脚類が増加していたことを発見。
- ・気候変動による南極海の海洋生態系への影響の理解に大きく貢献。

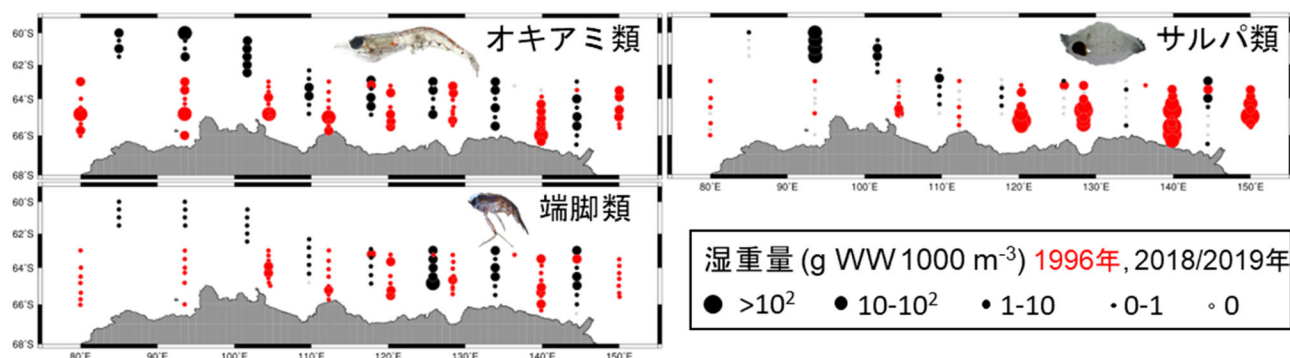
概要

北海道大学水産学部 4 年生の浦部一平氏（研究当時）、同大学大学院水産科学研究院の松野孝平助教、山口 篤准教授、東京海洋大学の村瀬弘人准教授、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所の松倉隆一研究員、佐々木裕子研究員らの研究グループは、南極海東インド洋区における南極周極流の南下と温暖化が、マクロ動物プランクトン組成に影響を与えることを明らかにしました。

マクロ動物プランクトンは、水圏における 2-20cm 程度の動物プランクトンの総称で、オキアミ類などの甲殻類やサルパ類などのゼラチン質プランクトンを含みます。海洋生態系においては、一次生産を高次生物へ受け渡す重要な役割を持ちます。南極海のマクロ動物プランクトン研究は、ナンキョクオキアミに関するものが圧倒的に多く、群集全体を網羅した研究は少ない現状にあります。また、南極海東インド洋区では、温暖化によりサルパ類が増加しているという報告がこれまで多数を占めていました。しかし、近年の環境変化がマクロ動物プランクトン群集全体にどのように影響を与えているかについては十分に理解されていませんでした。そこで研究グループは 2018/2019 年夏季に、南極海東インド洋区の東経 90～150 度に及ぶ広い海域にて水産庁漁業調査船「開洋丸」によりマクロ動物プランクトンの調査を行い、豪州による 1996 年の調査と比較することで、南極周極流の南下と温暖化によって、サルパ類が大幅に減少し、代わりにオキアミ類と端脚類が増加していることを明らかにしました。

本研究の成果は、南極海での環境変化によるマクロ動物プランクトンの応答を明らかにしており、気候変動により変化する南極海海洋生態系の将来予測の精度向上に貢献する知見となります。

なお本研究成果は、2025 年 1 月 6 日（月）公開の Progress in Oceanography 誌にオンライン掲載されました。



優占したオキアミ類、端脚類及びサルパ類の湿重量の水平分布。赤丸が 1996 年、黒丸が 2018/2019 年の結果を示す。サルパ類が大幅に減少していたが、オキアミ類と端脚類は増加していた。

【背景】

南極海では、海洋表層の温暖化、海水域の衰退、海流の変化が進行しており、それらによる海洋生態系への影響が懸念されています。南極海の海洋生態系において、マクロ動物プランクトンは、植物プランクトンや小型動物プランクトンを食べ、自らが魚類や鯨類の餌となることで仲介者の役割を持ちます。南極海のマクロ動物プランクトン相に最優占するのは、ナンキョクオキアミです。これまで、ほとんどのマクロ動物プランクトン研究は、ナンキョクオキアミを対象としているため、その他の生物についてはその分布でさえあまり分かっていません。南極海東インド洋区では、1996年に豪州によって大規模な調査が行われ、沿岸と外洋域でマクロ動物プランクトン群集が異なることが報告されていました。その後、2018/2019年に本邦による調査で、南極周極流南限境界（Southern Boundary of Antarctic Circumpolar Current）が南下し、温暖化していることが分かっていました。しかし、それらの環境変化によって、マクロ動物プランクトン群集がどのように変化するかは理解されていませんでした。

研究グループは、水産庁漁業調査船開洋丸が実施した「南極海東インド洋区におけるナンキョクオキアミを中心とした生態系総合調査」の一環として南極海東インド洋区の広範囲でマクロ動物プランクトンを採集し、その種組成を分析し、1996年に同海域で豪州が行った調査結果と比較することで、マクロ動物プランクトンが環境変化に対してどのように応答するかを調べました。

【研究手法】

2018年12月～2019年2月に南極海の東インド洋区に設けた観測点にて、開口面積8 m²の多段式中層トロール（Rectangular Midwater Trawl）による水深200 mから海表面までの斜行曳きによりマクロ動物プランクトンを採集しました（図1）。試料は、10%中性ホルマリンで固定し、陸上実験室に持ち帰りました。陸上実験室では、試料を適宜分割し、ライトテーブルの上で大型個体を分類群ごとに拾い出し、残った小型個体は実体顕微鏡下で同定・計数しました。また、1996年の豪州による調査データを、豪州南極局データベースより入手しました。統計解析として、マクロ動物プランクトン出現個体数に基づくクラスター解析を行い、群集ごとの特徴種を similarity percentage analysis（SIMPER）によって求めました。マクロ動物プランクトン群集と、水塊や環境要因との関係は、permutational multivariate analysis of variance（PERMANOVA）と BIOENV によって解析しました。

【研究成果】

群集構造解析により、マクロ動物プランクトンの群集構造はA～Fの六つのグループに分けることができました（図2a）。1996年では、端脚類、ヤムシ類及びオキアミ類が優占する群集AとBが東経80～130度に見られたのに対し、2018/2019年では群集AとBは東経80～150度の海域全体に分布していました（図2b, c）。さらに、サルパ類が優占した群集CとDは、1996年の東経120～150度に見られましたが、2018/2019年では全く見られませんでした（図2b, c）。マクロ動物プランクトン群集と水塊との関係を解析した結果、いずれの年も水塊によって群集が有意に区分されることが分かりました。さらに、水理環境との関係を見ると、1996年は塩分によって群集の分布が決まっていたのですが、2018/2019年では水温の影響がより大きくなっていることが分かりました。

このように、南極海東インド洋区における南極周極流の南下と温暖化は、マクロ動物プランクトン群集の組成へ影響を与える可能性が示されました。

【今後への期待】

本研究によって、南極海東インド洋区における南極周極流と温暖化がマクロ動物プランクトン群集に影響を及ぼすことが解明されました。南極海では、海氷の衰退、表層の低塩分化と成層強化など、他にも懸念される環境変化があります。また、マクロ動物プランクトンへ直接的に影響を及ぼさずとも、餌である植物プランクトンの分布や組成を変え、それがマクロ動物プランクトンへ波及することと考えられます。様々な環境変化によるマクロ動物プランクトンへの影響が解明されることで、将来にわたる海洋生態系の維持や、水産資源の持続的利用に繋がることが期待されます。

【謝辞】

本研究は、水産庁、国立研究開発法人水産研究・教育機構、一般財団法人日本鯨類研究所及び科学研究費補助金・基盤研究（課題番号 JP22H00374、JP21H02263、JP20K20573、JP20H03054、JP19H03037）の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名	Spatio-temporal changes in the macrozooplankton community in the eastern Indian sector of the Southern Ocean during austral summers: A comparison between 1996 and 2018–2019 (夏季の南極海東インド洋区におけるマクロ動物プランクトン群集の時空間変化：1996 年と 2018-2019 年の比較)
著者名	浦部一平 ¹ 、松野孝平 ^{2,3} 、杉岡陸人 ¹ 、Ryan Driscoll ⁴ 、Sara Driscoll ⁵ 、Fokje L. Schaafsma ⁶ 、山口 篤 ^{2,3} 、松倉隆一 ⁷ 、佐々木裕子 ⁷ 、村瀬弘人 ⁸ （ 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、 ⁴ 米国南西漁業科学センター、 ⁵ 英国サウサンプトン国立海洋センター、 ⁶ 蘭国ワーゲニンゲンマリナリサーチ、 ⁷ 国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所、 ⁸ 東京海洋大学）
雑誌名	Progress in Oceanography (海洋学の専門誌)
D O I	10.1016/j.pocean.2025.103414
公表日	2025 年 1 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 助教 松野孝平（まつのこうへい）

T E L 0138-40-5541 F A X 0138-40-5541 メール k.matsuno@fish.hokudai.ac.jp

U R L https://www2.fish.hokudai.ac.jp/faculty-member/matsuno_kohei/?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】

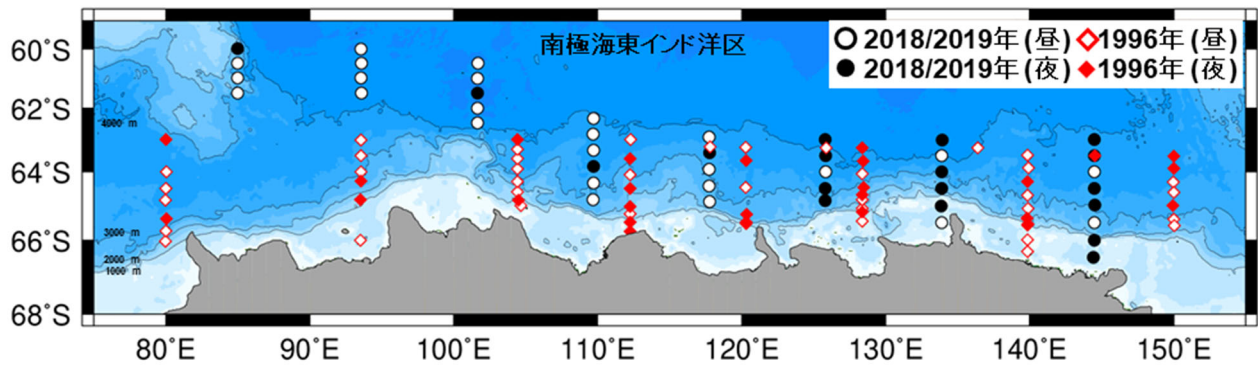


図 1. 1996 年と 2018/2019 年の南極海東インド洋区に設けた調査地点の地図。シンボルの色で調査年を、白抜きと塗りつぶしで調査を昼に行ったか夜に行ったかを示している。

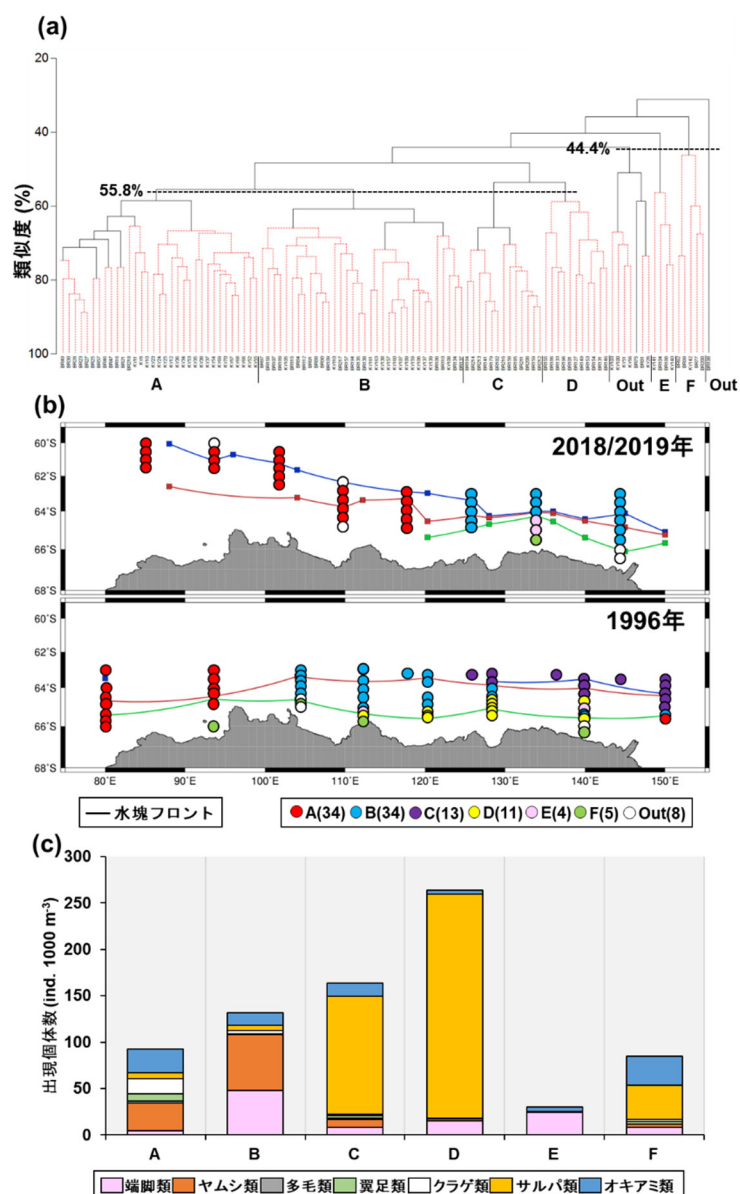


図 2. マクロ動物プランクトン個体数に基づくクラスター解析 (a)。統計的に A から F までの六つの群集に区分された。クラスター解析で区分された群集の水平分布 (b) と群集ごとの分類群組成 (c)。サルパ類の多い群集 C と D が、1996 年には調査海域の東側に多く見られるが、2018/2019 年には見られず、代わりに群集 A と B の範囲が広がっていた。