

南極海の海水変動による珪藻類の応答が明らかに

～海水融解時期の変化が珪藻類の生活史を変えることを示唆～

ポイント

- ・夏季の南極海における珪藻類の種組成と優占種のサイズ組成を水産庁漁業調査船開洋丸により調査。
- ・海水融解時期の変化により、種組成はほとんど影響を受けないが、生活史は変わることを解明。
- ・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。

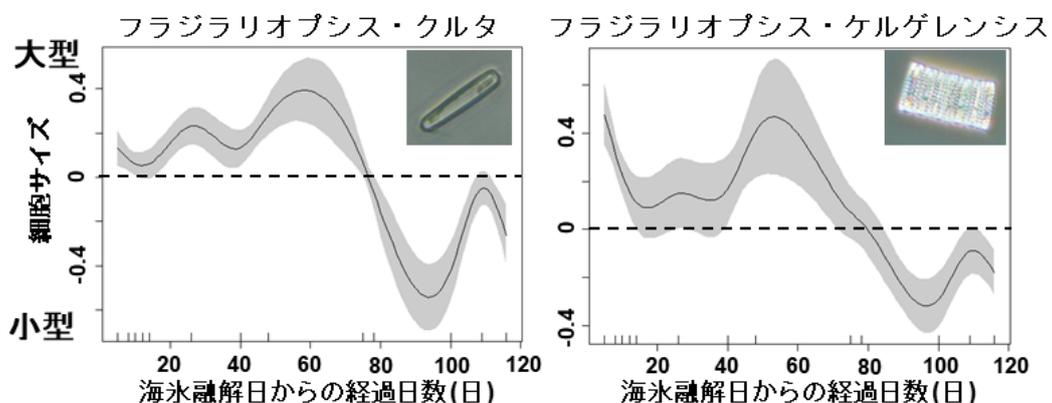
概要

北海道大学大学院水産科学研究院の松野孝平助教、山口 篤准教授、同大学北方生物圏フィールド科学センターの野村大樹准教授、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海水変動が、珪藻類の種組成に影響を与えないが、優占種の生活史を変え得ることを明らかにしました。

珪藻類は、海洋における植物プランクトン相に最優占し、海洋生態系を支える重要な生物です。これまでの研究で、南極海東インド洋区の珪藻類は、物理的な湧昇や、海水融解による鉄の供給の影響を受けることが知られています。しかし、近年の海水変動が珪藻類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」により珪藻類の調査を行い、珪藻類の種組成は海水とほとんど関係はなく、栄養塩濃度と密接に関係していたこと、優占したフラジラリオプシス属 (*Fragilariopsis* spp.) の細胞サイズは海水融解からの経過日数で変化することを明らかにしました。

本研究の成果は、南極海での海水変動による珪藻類の応答を明らかにしており、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、2023 年 9 月 6 日 (水) 公開の Progress in Oceanography 誌にオンライン掲載されました。



優占した珪藻類フラジラリオプシス 2 種 (*Fragilariopsis curta* と *Fragilariopsis kerguelensis*) の細胞サイズと海水融解日からの経過日数との関係を一般化加法モデルで解析した結果。両種とも、60 日～90 日にかけて急激に小型化していることが分かる。

【背景】

南極海では、海洋表層の温暖化、低塩分化及び成層の強化が進行しており、それらによる海洋生態系への影響が懸念されています。海洋生態系を支える一次生産者として、最も重要な生物が珪藻類です。珪藻類は細胞分裂のたびに細胞サイズが小さくなり、増大胞子を形成して元の大きさに戻る生活史を送ります。珪藻類の細胞サイズは、物質循環や生態系内でのエネルギー転送を決めるうえで重要な要因です。これまでの研究で、海氷融解とともに珪藻類のブルームが起これることや、水塊フロント周辺の湧昇により栄養塩が増加し、珪藻類の増殖が促進されることが知られていました。また、数千年スケールの古環境研究では、細胞サイズが鉄濃度、水温、海氷面積と関係していることが報告されています。しかし、近年の気候変動により海氷融解時期が変わることで、珪藻類群集とその細胞サイズがどのように変化するかは十分に理解されていないのが現状でした。

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海水を採取し、珪藻類の種組成と優占種のサイズを調べ、衛星データから求めた海氷融解から調査日までの経過日数と比較することで、珪藻類と海氷融解との関係の解明を試みました。

【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、バケツまたはニスキン採水器により海水を採取しました。採水層は、海表面及び光合成有効放射1%（海面を100%とした時）の2層としました。試料は、酸性ルゴール（終濃度1%）で固定し、陸上実験室に持ち帰りました。陸上実験室では、静沈濃縮し、倒立顕微鏡下で珪藻類を種ごとに計数しました。優占したフラジラリオプシス属については、顕微鏡画像解析ソフトによって細胞サイズを測定しました。統計解析として、珪藻類群集と環境要因（水温、塩分、硝酸塩+亜硝酸塩、ケイ酸塩、光合成有効放射、混合層深度、蛍光値、海氷融解からの経過日数）の関係は冗長性分析、細胞サイズと環境要因との関係は一般化加法モデルを使用しました。

【研究成果】

珪藻類の群集構造解析では、五つのグループに分けることができました（図1）。いずれのグループにおいても、珪藻類が優占しており、特にフラジラリオプシス属の割合が高いことが示されました。冗長性分析の結果、珪藻類群集は、栄養塩（硝酸塩+亜硝酸塩及びケイ酸塩）と蛍光値との間に有意な関係があることが示されました（図2）。この解析では、海氷融解日から調査日までの日数も環境要因として入れましたが、有意な関係は検出されませんでした。このことは海氷の融解日が変わっても、種組成は変わらないことを意味します。細胞サイズと環境要因の関係を解析した結果、両種とも海氷融解日からの経過日数と有意な関係があり、60～90日には急激に小型化し、その後サイズが大きくなることが分かりました（p1図）。この結果は、海氷融解60～90日後にフラジラリオプシス属が活発に増殖し、100日後には増大胞子形成を行っていたことを示唆しています。

このように、南極海における海氷融解時期の変化は、珪藻類の種組成へは影響しないが、増殖や増大胞子形成といった生活史に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、南極海で海氷融解時期と珪藻類の生活史が密接に関係していることが解明されました。春季や海氷融解後に発生する珪藻類ブルームによる一次生産量は、その海域の年間一次生産量

の多くを占めます。海氷融解時期が変わり、珪藻類の増殖期間が変化することで、生態系内での食う一食われる関係がうまく機能しなくなり、より高次の生物へ波及することが懸念されます。一次生産を支える植物プランクトンと環境との関係の理解が進むことで、気候変動による海洋生態系への影響がより正しく理解され、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 JP21H02263; JP20K20573; JP20H03054; JP19H03037; JP17H01483; JP17H04715）の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名	Responses of diatom assemblages and life cycle to sea ice variation in the eastern Indian sector of the Southern Ocean during austral summer 2018/2019（2018/2019年夏季の南極海東インド洋区における海氷変動に対する珪藻類群集とその生活史の応答）
著者名	松野孝平 ^{1,2} 、角谷皓平 ³ 、戸澤愛美 ³ 、野村大樹 ^{2,4} 、佐々木裕子 ⁵ 、山口 篤 ^{1,2} 、村瀬弘人 ⁶ （ ¹ 北海道大学大学院水産科学研究院、 ² 北海道大学北極域研究センター、 ³ 北海道大学大学院水産科学院、 ⁴ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、 ⁵ 国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所、 ⁶ 東京海洋大学）
雑誌名	Progress in Oceanography（海洋学の専門誌）
DOI	10.1016/j.pocean.2023.103117
公表日	2023年9月6日（水）（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 http://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】

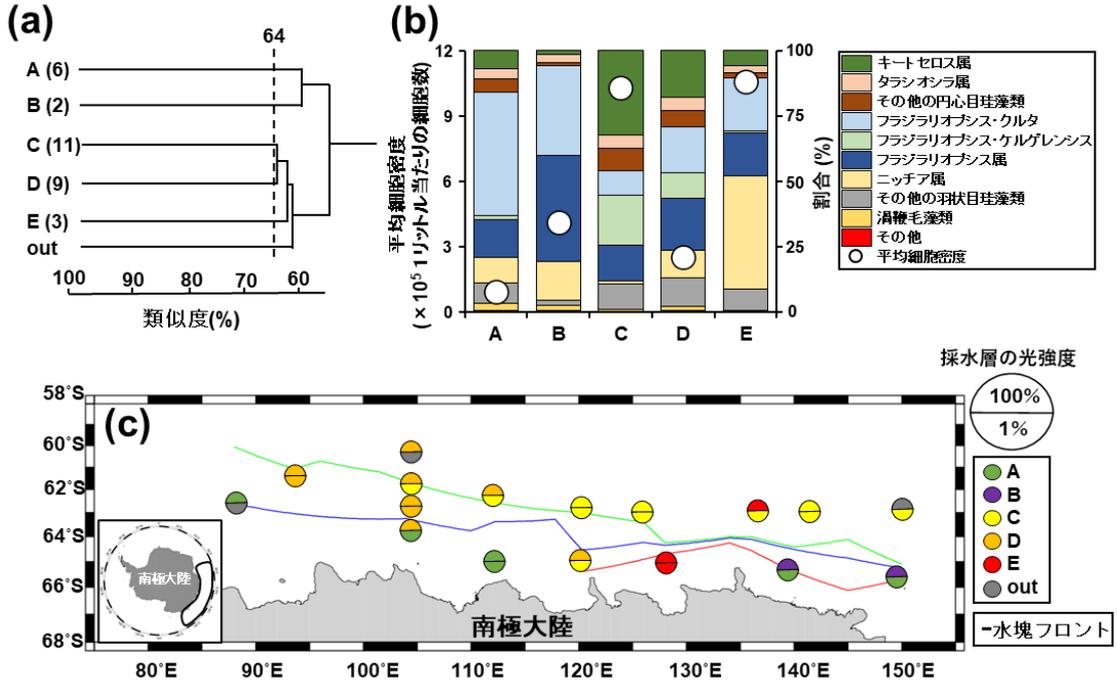


図 1. 珪藻類の種組成データに基づく、クラスター解析の結果 (a)。類似度 64%で五つのグループに区分できた。各グループの細胞密度と種組成 (b)。いずれのグループにおいても、フラジラリオプシス属 (水色、薄緑色、青色) の割合が高いことが分かる。グループの地理的な分布 (c)。グループの分布は、フロントで区切られる水塊とは一致しなかった。

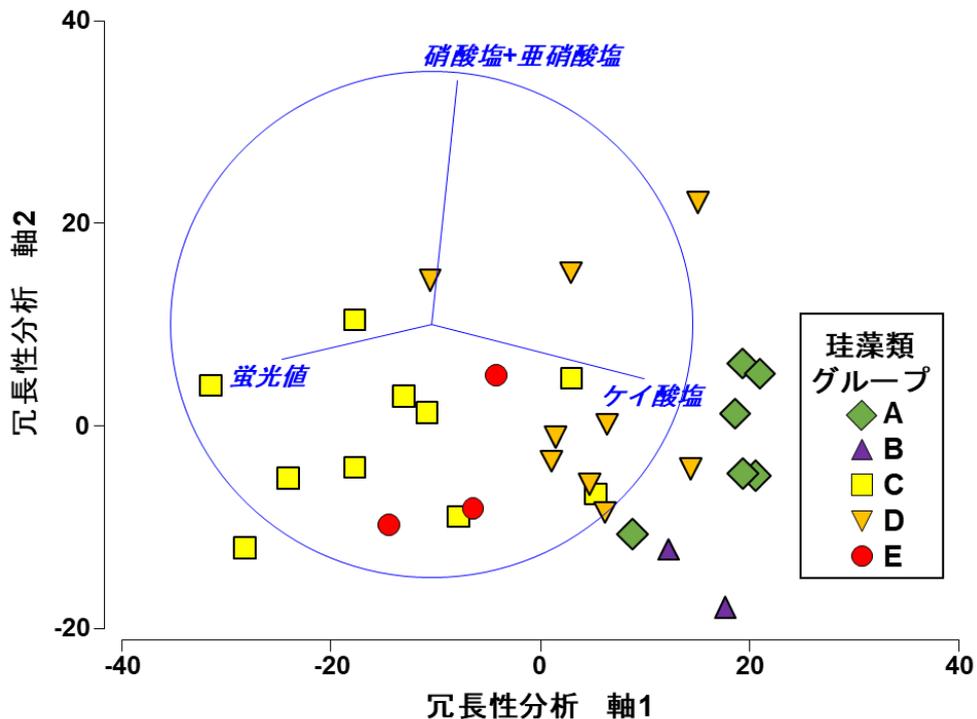


図 2. 珪藻類群集と環境要因との冗長性分析の結果。珪藻類群集の変化を説明する環境要因として、栄養塩と蛍光値が選ばれた。例えば、ケイ酸塩濃度が高いと、グループ A や B の群集が出現すると解釈できる。