

共同プレスリリース



2025年4月7日

国立大学法人 東京海洋大学

国立大学法人 北海道大学

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所

ワーゲニンゲン海洋研究所(オランダ)

南極海の海洋環境と生態系の長期変化を解明

大規模な生態系総合調査により南極海東インド洋区の長期変化が明らかに

成果の概要

- ✓ 2018-2019年の南半球夏季に開洋丸(水産庁所属)が南極海東インド洋区(東経80~150度)において大規模な生態系総合調査を実施
- ✓ 同海域での大規模な生態系総合調査は1996年以来、23年ぶり
- ✓ ナンキョクオキアミの生物量は1996年と同程度であったが、調査時期や推定方法などが異なるなど、比較には注意を要する
- ✓ 得られた南極オキアミの生物量は南極の海洋生物資源の保存に関する委員会(CCAMLR)により同海域における最新の推定値として認められる
- ✓ 1996年と比較し調査海域の東側(東経112~150度)において南極周極流の南限が50~120km南下し、海水温の上昇がみられた
- ✓ 調査海域の東側では優占する大型動物プランクトンがサルパ類から端脚類に変化した
- ✓ 23年ぶりに行った大規模な生態系総合調査により、東インド洋区において海洋環境や生物の分布などが大きく変化していることが明らかになった
- ✓ この調査で得られた知見は気候・海洋生態系の変動などの学術的研究やCCAMLRなどの国際機関による各種の研究に活用されることが期待される
- ✓ 国立大学法人東京海洋大学の学術研究院 村瀬弘人准教授(調査時、国立研究開発法人水産研究・教育機構 主任研究員)が中心となり、研究成果を英文学術雑誌「Progress in Oceanography」のオンライン特集号として取りまとめた

本研究成果は、2025年3月10日に英文学術雑誌「Progress in Oceanography」のオンライン特集号として公開されました。

<https://www.sciencedirect.com/special-issue/10LJ8PLCQ72>

<背景>

ナンキョクオキアミの生物量は地球上の野生生物で最も大きいとされ、ヒゲクジラ類や海鳥類などの重要な餌生物となり南極海生態系における鍵種とされています。また、ナンキョクオキアミを対象とした漁業は1970年代からインド洋区で始まり、それ以降、南極海における重要な漁業対象種となっています。ナンキョクオキアミの国際的な資源管理は南極の海洋生物資源の保存に関する委員会(Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources: CCAMLR)によって行われています。1990年代以降は主漁場が大西洋区となったことから、ナンキョクオキアミに関する調査と研究はこの海域に集中しています。オーストラリア大陸の南側に位置する南極海の東インド洋区(東経80~150度)におけるナンキョクオキアミを対象とした大規模な調査は、1996年にオーストラリアが実施したBROKE調査(Baseline Research on Oceanography, Krill and the Environment)以降、実施されていませんでした。

近年、健康食品の原料としてナンキョクオキアミから抽出するオイルへの需要が高まり、大西洋区のナンキョクオキアミ主漁場において漁獲量が漁獲制限に達するようになってきています。このため、ナンキョクオキアミの漁場が広がる傾向にあり、現在は限定的ではありますがインド洋区での操業も行われるようになりました。また、ナンキョクオキアミを捕食するザトウクジラは商業捕鯨のため絶滅の危機に瀕するまで個体数を減らしましたが、1966年に国際捕鯨委員会(International Whaling Commission: IWC)が商業捕鯨を禁止して以降、個体数は回復し、インド洋区では2015年に商業捕鯨が開始される前の個体数に回復しました。このように、この海域の海洋生態系に変化が認められるようになりました。

BROKE調査ではナンキョクオキアミの生物量推定調査に加え、電気伝導度(塩分)・水温・水深計(Conductivity, Temperature, and Depth: CTD)による海洋観測も行われました。これ以降、海洋生態系にも影響を及ぼす可能性がある底層水の特性的変化などが明らかになってきましたが、その原因の解明と動向の把握のため、詳細かつ広域での海洋観測を行う必要もありました。

このような背景の中、2018-2019年の南半球夏季に開洋丸(水産庁所属、図1)により南極海東インド洋区において大規模な生態系総合調査を実施しました。



図1. 開洋丸(水産庁所属)

<調査方法>

調査には、国内からは国立大学法人東京海洋大学、国立大学法人北海道大学、大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構国立極地研究所および国立研究開発法人水産研究・教育機構など、また国外からはオーストラリア連邦科学産業研究機構(オーストラリア)、上海海洋大学(中国)、ワーゲニンゲン海洋研究所(オランダ)、スクリプス海洋研究所(アメリカ)および海洋大気庁南西漁業科学センター(アメリカ)、など、5カ国の20を超える研究機関・大学から多数の研究者が参画しました。調査は以下の2つを主目的に実施しました。

- (1) CCAMLR が定めた標準法によるナンキョクオキアミ生物量推定とそれに基づく漁獲制限量の改定に資するデータ収集
- (2) 全球海洋各層観測調査プログラム(GO-SHIP)に準拠した海洋観測による海洋環境の長期変化の有無の検出に資するデータ収集

これらの主目的を軸に、BROKE と同様、海洋環境、また低次生産者から高次捕食者を網羅する調査を行い、1996 年から 2018-2019 年にかけての海洋環境と生態系の変化を明らかにすることを試みました。

調査船は 2018 年 11 月 16 日に東京を出港し、2019 年 3 月 22 日に帰港するまでの計 127 日間の長期航海を行いました。途中、補給のためフリーマントル、メルボルンおよびシドニー(いずれもオーストラリア)に寄港しました。調査海域は南緯 60 度以南の東経 80 度から 150 度の範囲です。これは CCAMLR の管理海区の 1 つである 58.4.1 海区にあたります。

調査海域に 18 本の調査線を配置し、調査の主目的の 1 つであるナンキョクオキアミの生物量推定に必要となる計量魚群探知機のデータを収集しました。この際、海域に分布する動物プランクトンなどを調べるため、網を用いた採集も行いました。また、海鳥類と鯨類を対象とした目視調査を行いました。採水器も備えた CTD を用いて海表面から最大で 3000 m を超える水深まで塩分や水温、また海水の化学成分や植物プランクトン量などを調べました。

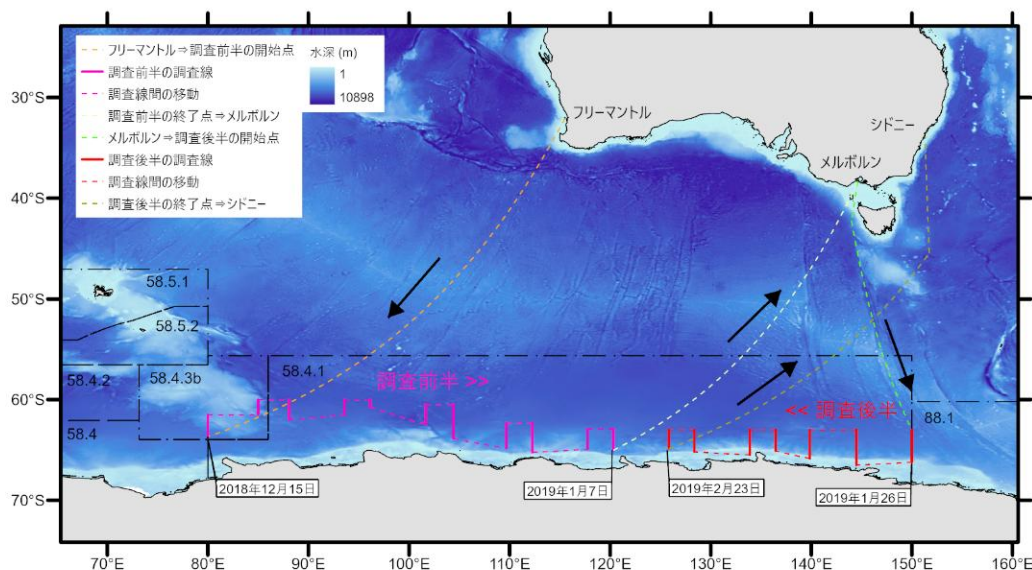


図 2. 調査海域の図です。調査は前半と後半に分けて行い、補給のため途中でオーストラリアに寄港しました。黒色の点線は CCAMLR の管理海区の境界線です。

＜研究成果＞

本調査で得られたデータを用いて得られたナンキョクオキアミの生物量推定は、この海域における最新の値として 2021 年の CCAMLR に認められました。ナンキョクオキアミの生物量は海域の西側と東側において高くなっていました。また、本調査の生物量は 1996 年とおおむね同様の推定値となりましたが、調査時期や推定方法などが異なるなど、この解釈には注意が必要となっています。

解析の結果、1996 年と比較し調査海域の東側(東経 112~150 度)において南極周極流の南限が 50~120 km 南下し、海水温が上昇していることが明らかになりました。また、2010 年代になり、それまでに低くなってきていた調査海域における南極底層水の塩分が反転し高くなっていることが明らかになりました。これは南極沿岸流の上流にあたるアムンゼン海周辺において棚氷が解ける速度が遅くなった結果、淡水の供給が減少した可能性などが考えられます。

調査海域の東側で優占する大型動物プランクトンは 1996 年ではサルパ類でしたが、2018–2019 年では端脚類に変化していました。この変化は、調査時期の違いの影響も考えられますが、南極周極流の南限の南下とも関係している可能性があります。また、本調査では特殊な網を用い、通常では行わない海表面の生物採集を行いました。この結果、海表面にはナンキョクオキアミが多く分布していることがわかりました。

この他にも、海洋の混合強度の推定、浮遊する氷や海水の生物地球化学的な研究、基礎生産に関する研究、海鳥類と鯨類の個体数推定と捕食量推定などの研究が行われました。

これらの研究成果は 14 編の学術論文として報告され、2025 年 3 月 10 日に英文学術雑誌「Progress in Oceanography」のオンライン特集号として公開されました。また、この特集号以外にも、現在までに 12 編の学術論文が発表されています。これらの論文の一覧は本プレスリリースに後掲しました。

オンライン特集号の URL

<https://www.sciencedirect.com/special-issue/10LJ8PLCQ72>

＜今後の展望＞

本調査と研究により、南極海の中でも大規模な生態系調査がほとんど行われていない東インド洋区の生態系の現状に関する知見を得ることができました。この調査で得られた知見は、海洋生態系モデル構築、気候・海洋生態系の変動の監視といった学術的研究や、CCAMLR などの国際機関による各種の研究や議論に活用されることが期待されます。

＜謝辞＞

本調査ならびに研究は、水産庁、国立研究開発法人水産研究・教育機構および一般財団法人日本鯨類研究所の支援によって実施しました。また、それぞれの論文に示したように、個別の研究は担当した研究者が日本学術振興会の科学研究費助成事業などの助成も受けて実施しました。

<連絡先>

研究に関する連絡

国立大学法人 東京海洋大学

学術研究院 海洋環境科学部門

准教授 村瀬 弘人(むらせ ひろと)

電話:03-5463-0690 電子メール:hmuras0@kaiyodai.ac.jp

国立大学法人 北海道大学

低温科学研究所

教授 青木 茂(あおき しげる)

電話:011-706-7430 電子メール shigeru@lowtem.hokudai.ac.jp

北方生物圏フィールド科学センター

准教授 野村 大樹(のむら だいき)

電話:0138-40-8849 電子メール:daiki.nomura@fish.hokudai.ac.jp

大学院水産科学研究院

助教 松野 孝平(まつの こうへい)

電話:0138-40-5541 電子メール:k.matsuno@fish.hokudai.ac.jp

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所

先端研究推進系 生物圏研究グループ

助教 國分 亙彦(こくぶん のぶを)

電話:042-512-0704 電子メール:kokubun@nipr.ac.jp

先端研究推進系 気水圏研究グループ/南極観測センター

助教 平野 大輔(ひらの だいすけ)

電話:042-512-0742 電子メール:hirano.daisuke@nipr.ac.jp

取材に関する連絡

国立大学法人 東京海洋大学 総務部総務課広報室

電話:03-5463-1609 電子メール:so-koho@o.kaiyodai.ac.jp

国立大学法人 北海道大学 社会共創部広報課

電話:011-706-2610 電子メール:jp-press@general.hokudai.ac.jp

大学共同利用機関法人 情報システム研究機構 国立極地研究所広報室

電話:042-512-0655 電子メール:koho@nipr.ac.jp

<「Progress in Oceanography」のオンライン特集号に掲載された論文の一覧>

- Abe, K., Matsukura, R., Yamamoto, N., Amakasu, K., Nagata, R., Murase, H., 2023. Biomass of Antarctic krill (*Euphausia superba*) in the eastern Indian sector of the Southern Ocean (80–150°E) in the 2018–19 austral summer. Progress in Oceanography 218, 103107. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103107>
- Aoki, S., Yamazaki, K., Hirano, D., Nomura, D., Murase, H., 2023. Distribution of stable oxygen isotope in seawater and implication on freshwater cycle off the coast from Wilkes to George V Land, East Antarctica. Progress in Oceanography 217, 103101. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103101>
- Hamabe, K., Miyashita, T., Nagata, R., Sasaki, H., Murase, H., 2024. Abundance of humpback whales in the eastern Indian sector of the Southern Ocean in 2018/19 using opportunistic sighting survey data with a note on the occurrence of other cetaceans. Progress in Oceanography 226, 103296. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2024.103296>
- Katsumata, K., Yamazaki, K., 2023. Diapycnal and isopycnal mixing along the continental rise in the Australian–Antarctic Basin. Progress in Oceanography 211, 102979. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.102979>
- Kokubun, N., Hamabe, K., Yamada, N., Sasaki, H., Nishizawa, B., Watanuki, Y., Murase, H., 2025. Abundance and estimated food consumption of seabirds in the pelagic ecosystem in the eastern Indian sector of the Southern Ocean. Progress in Oceanography 231, 103385. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2024.103385>
- Matsuno, K., Sugioka, R., Maeda, Y., Driscoll, R., Schaafsma, F.L., Driscoll, S., Yamaguchi, A., Matsukura, R., Sasaki, H., Murase, H., 2024. Spatiotemporal changes in the community and demography of mesozooplankton in the eastern Indian sector of the Southern Ocean during austral summer 2018/2019. Progress in Oceanography 229, 103360. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2024.103360>
- Matsuno, K., Sumiya, K., Tozawa, M., Nomura, D., Sasaki, H., Yamaguchi, A., Murase, H., 2023. 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. Progress in Oceanography 218, 103117. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103117>
- Murase, H., Abe, K., Schaafsma, F.L., Katsumata, K., 2025. Overview of the multidisciplinary ecosystem survey in the eastern Indian sector of the Southern Ocean (80–150°E) by the Japanese research vessel *Kaiyo-maru* in the 2018–19 austral summer (KY1804 survey). Progress in Oceanography 103456. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2025.103456>
- Nomura, D., Sahashi, R., Takahashi, K.D., Makabe, R., Ito, M., Tozawa, M., Wongpan, P., Matsuda, R., Sano, M., Yamamoto-Kawai, M., Nojiro, N., Tachibana, A., Kurosawa, N., Moteki, M., Tamura, T., Aoki, S., Murase, H., 2023. Biogeochemical characteristics of brash sea ice and icebergs during summer and autumn in the

Indian sector of the Southern Ocean. Progress in Oceanography 214, 103023.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103023>

Schaafsma, F.L., Matsuno, K., Driscoll, R., Sasaki, H., Van Regteren, M., Driscoll, S., Matsukura, R., Sugioka, R., Urabe, I., Murase, H., Van Franeker, J.A., 2024. Zooplankton communities at the sea surface of the eastern Indian sector of the Southern Ocean during the austral summer of 2018/2019. Progress in Oceanography 226, 103303. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2024.103303>

Shiomoto, A., Sasaki, H., Nomura, D., 2023. Size-fractionated phytoplankton biomass and primary production in the eastern Indian sector of the Southern Ocean in the austral summer 2018/2019. Progress in Oceanography 218, 103119.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103119>

Tozawa, M., Nomura, D., Yamazaki, K., Kiuchi, M., Hirano, D., Aoki, S., Sasaki, H., Murase, H., 2024. Oceanographic factors determining the distribution of nutrients and primary production in the subpolar Southern Ocean. Progress in Oceanography 225, 103266. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2024.103266>

Urabe, I., Matsuno, K., Sugioka, R., Driscoll, R., Driscoll, S., Schaafsma, F.L., Yamaguchi, A., Matsukura, R., Sasaki, H., Murase, H., 2025. 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. Progress in Oceanography 231, 103414. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2025.103414>

Yamazaki, K., Katsumata, K., Hirano, D., Nomura, D., Sasaki, H., Murase, H., Aoki, S., 2024. Revisiting circulation and water masses over the East Antarctic margin (80–150°E). Progress in Oceanography 225, 103285.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2024.103285>

<その他の英語学術雑誌に掲載された論文の一覧>

Aoki, S., Yamazaki, K., Hirano, D., Katsumata, K., Shimada, K., Kitade, Y., Sasaki, H., Murase, H., 2020. Reversal of freshening trend of Antarctic Bottom Water in the Australian-Antarctic Basin during 2010s. Scientific Reports 10, 14415.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-71290-6>

Foppert, A., Rintoul, S.R., Purkey, S.G., Zilberman, N., Kobayashi, T., Sallée, J.-B., van Wijk, E.M., Wallace, L.O., 2021. Deep Argo reveals bottom water properties and pathways in the Australian-Antarctic Basin. Journal of Geophysical Research: Oceans 126, e2021JC017935. <https://doi.org/10.1029/2021JC017935>

Hirano, D., Mizobata, K., Sasaki, H., Murase, H., Tamura, T., Aoki, S., 2021. Poleward eddy-induced warm water transport across a shelf break off Totten Ice Shelf, East Antarctica. Communications Earth & Environment 2, 153.
<https://doi.org/10.1038/s43247-021-00217-4>

Maschette, D., Wotherspoon, S., Murase, H., Kelly, N., Ziegler, P., Swadling, K.M., Kawaguchi, S., 2025. Resource potential and maturity estimates of *Euphausia*

superba in East Antarctica. *Frontiers in Marine Science* 12.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1448250>

- Matsukura, R., Doiguchi, H., Yamamoto, N., Abe, K., Amakasu, K., Fukuda, Y., Hasegawa, K., Mukai, T., Murase, H., 2024. Association of density and sound-speed contrast with maturity stage of Antarctic krill in the eastern Indian sector of the Southern Ocean. *Fisheries Science* 90, 893–905. <https://doi.org/10.1007/s12562-024-01819-5>
- Roemmich, D., Sherman, J.T., Davis, R.E., Grindley, K., McClune, M., Parker, C.J., Black, D.N., Zilberman, N., Purkey, S.G., Sutton, P.J.H., Gilson, J., 2019. Deep SOLO: A full-depth profiling float for the Argo Program. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 36, 1967–1981. <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-19-0066.1>
- Schaafsma, F.L., Driscoll, R., Matsuno, K., Sugioka, R., Driscoll, S., van Regteren, M., Sasaki, H., Matsukura, R., van Franeker, J.A., Murase, H., 2024. Demography of Antarctic krill (*Euphausia superba*) from the KY1804 austral summer survey in the eastern Indian sector of the Southern Ocean (80 to 150°E), including specific investigations of the upper surface waters. *Frontiers in Marine Science* 11. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1411130>
- Tamura, T.P., Nomura, D., Hirano, D., Tamura, T., Kiuchi, M., Hashida, G., Makabe, R., Ono, K., Ushio, S., Yamazaki, K., Nakayama, Y., Takahashi, K.D., Sasaki, H., Murase, H., Aoki, S., 2023. Impacts of basal melting of the Totten Ice Shelf and biological productivity on marine biogeochemical components in Sabrina Coast, East Antarctica. *Global Biogeochemical Cycles* 37, e2022GB007510. <https://doi.org/10.1029/2022GB007510>
- Thomas, G., Purkey, S.G., Roemmich, D., Foppert, A., Rintoul, S.R., 2020. Spatial Variability of Antarctic Bottom Water in the Australian Antarctic Basin from 2018–2020 captured by Deep Argo. *Geophysical Research Letters* 47, e2020GL089467. <https://doi.org/10.1029/2020GL089467>
- Tozawa, M., Nomura, D., Nakaoka, S., Kiuchi, M., Yamazaki, K., Hirano, D., Aoki, S., Sasaki, H., Murase, H., 2022. Seasonal variations and drivers of surface ocean pCO₂ in the seasonal ice zone of the Eastern Indian sector, Southern Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 127, e2021JC017953. <https://doi.org/10.1029/2021JC017953>
- Yamamoto, N., Amakasu, K., Abe, K., Matsukura, R., Imaizumi, T., Matsuura, T., Murase, H., 2023. Volume backscattering spectra measurements of Antarctic krill using a broadband echosounder. *Fisheries Science* 89, 301–315. <https://doi.org/10.1007/s12562-023-01678-6>
- Yamazaki, K., Aoki, S., Katsumata, K., Hirano, D., Nakayama, Y., 2021. Multidecadal poleward shift of the southern boundary of the Antarctic Circumpolar Current off East Antarctica. *Science Advances* 7, eabf8755. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf8755>