

令和6年8月22日

Press Release



親潮・磯口ジェット合流域が 混合水域に栄養塩を供給することを発見 サンマなどの幼魚の育成場に栄養が供給されるシステムを解明

ポイント

- ✓ 親潮と磯口ジェットの合流域には継続的な湧昇ポイントが存在し、その下流で栄養塩濃度が上昇することを明らかにしました。
- ✓ 有光層^{注1)}への栄養塩供給がサンマなどの小型浮魚類の餌環境の向上に貢献することが期待されます。

国立大学法人東京海洋大学（学長：井関 俊夫、以下「東京海洋大学」）で受け入れている日本学術振興会特別研究員の矢部いつか博士、東京海洋大学学術研究院の長井健容准教授、東京大学大気海洋研究所の伊藤進一教授らの研究グループは、北西太平洋の親潮と磯口ジェット^{注2)}の合流域で発生する湧昇^{注3)}が栄養塩豊富な海水を表層付近へ供給する引き金となることを明らかにしました。

磯口ジェットと隣接する親潮の間には亜寒帯フロント^{注4)}が存在し、フロントとその下流域は小型浮魚類^{注5)}の好漁場として知られています。特にフロントの南に位置する磯口ジェットは黒潮を起源とし高水温なため、多くの小型浮魚類の幼魚たちの生育場となっています。しかし磯口ジェットは黒潮を起源とするため栄養塩が乏しく、ジェット周辺の幼魚たちの餌を含む生物生産を支える栄養塩がどのように供給されているのか不明でした。

本研究グループは、磯口ジェットを横断する観測を複数年にわたり実施し、親潮と磯口ジェットの合流域にどの年でも強い湧昇流が発生することを示しました。また、合流域では磯口ジェットの高塩・高温な海水の下に栄養塩豊富な亜寒帯水が流れ込み、湧昇によってジェット内部に栄養塩が供給されることを明らかにしました。

今回の発見は、磯口ジェット周辺が多くの小型浮魚類の幼魚の生育場となっている要因を解明しただけでなく、世界中に分布する同様な海流の合流点の重要性を示すもので、海洋保護区の選定などに必要な科学的知見となることが期待されます。

本研究は、水産研究・教育機構の筧茂穂主任研究員、北海道大学低温科学研究所の西岡純教授と共同で行いました。

本研究成果は、2024年7月30日（英国時間）に科学誌「Scientific Reports」のオンライン版で公開されました。

<研究の背景と経緯>

親潮と黒潮に囲まれた北西太平洋は世界有数の漁場です。北西太平洋では、寒冷・高栄養な親潮（亜寒帯水）と温暖・貧栄養な黒潮から分離した磯口ジェット（亜熱帯水）が並行して流れ、2つの海流の間には世界有数の水温・塩分フロント（亜寒帯フロント）が存在します。フロントの南側に位置する磯口ジェット周辺は、2つの海流を起源とする動・植物プランクトンが共存する多様性が高い海域であり、その下流域はサンマをはじめとする小型浮魚類の好漁場として知られています。

漁場の形成には魚の餌となる動物プランクトンと、それを支える植物プランクトンの増殖に欠かせない栄養塩が必要です。しかしながら、黒潮を起源とする磯口ジェットは栄養塩が乏しいため、磯口ジェットに栄養塩を供給する仕組みの解明が期待されていました。先行研究では、表層（0-100m）での水平的な水塊の混合が磯口ジェット周辺の栄養塩濃度を上昇させることが知られていました（Takeuchi et al. 2017）。栄養塩は水深の深いところほど豊富に存在します。より栄養塩豊富な中・深層から表層への栄養塩供給については明らかになっていませんでした。また、採水した海水サンプルを分析する栄養塩は、限られた水深でしか濃度を得ることができませんでした。

<研究の内容>

本研究では、磯口ジェットおよび亜寒帯フロントを横断する複数年にわたる海洋観測を実施して取得した水温・塩分・栄養塩データを解析し、

- ・磯口ジェットの下には栄養塩豊富な亜寒帯水（中層水）が潜り込むこと（図1）
- ・亜寒帯フロントの南側で栄養塩豊富な中層水が湧昇すること（図2）
- ・親潮と磯口ジェットの合流域が強い湧昇域となること（図3）

を示しました。

また、硝酸塩センサー（ISUS）を使用することで、水深方向に高い解像度（1m 間隔）で硝酸塩データ（栄養塩の一種）を取得し、磯口ジェット内部の栄養塩濃度が局所的に高くなる様子を観測で初めて捉えました（図1：右下）。

北西太平洋では、亜寒帯水と亜熱帯水が複雑に混合します。磯口ジェットの上流から下流への水塊の変化を混合比^{注6)}を用いて調べ、

- ・強い湧昇流の発生域（親潮と磯口ジェットの合流域）で水塊混合が発生したこと
- ・密度の異なる亜寒帯水と亜熱帯水の混合が磯口ジェット内に栄養塩を供給すること

を明らかにしました。

<今後の展開>

本研究では、磯口ジェット周辺が多くの小型浮魚類の幼魚の生育場となっている要因を解明しました。フロント域に湧昇流が形成されることは、黒潮やメキシコ湾流などの世界有数の流量を誇る海流で知られていました。本研究は、最大流速が 1 m s^{-1} に満たない穏やかな磯口ジェットでも湧昇流と水塊混合が栄養塩供給を引き起こすことを捉えた初めての観測です。世界中に分布する同様な海流の合流点の重要性を示します。小型浮魚類の成長期である夏季は、表層で栄養塩が枯渇することも知られており、生物生産を維持するための局所的な栄養塩供給源となることが示唆されることから、海洋保護区の選定などに必要な科学的知見となることが期待されます。

＜参考図＞

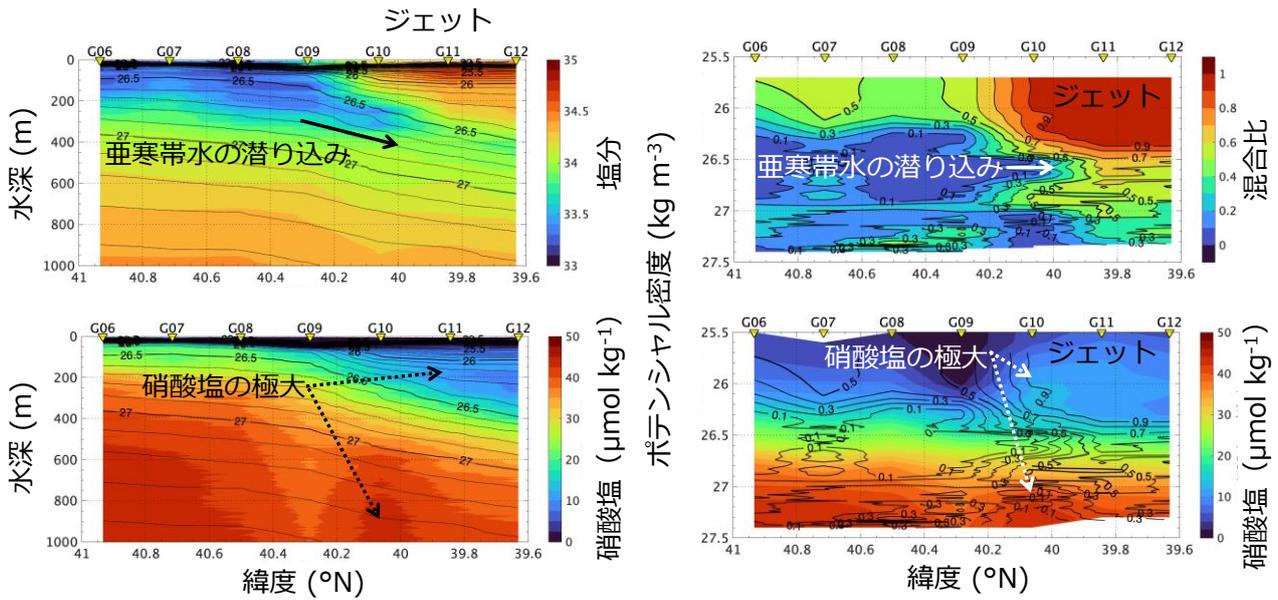


図 1：磯口ジェットを横断する塩分・混合比と硝酸塩の構造

断面の右上には磯口ジェットに伴う高塩分・低栄養塩の水塊（亜熱帯水）が分布します。亜熱帯水の下には低塩分な水塊（亜寒帯水）が潜り込みます（実線の矢印）。ジェット内部の 40°N 、密度 $26.2\sigma_{\theta}$ 付近に硝酸塩濃度の極大が見られます（破線の矢印）。

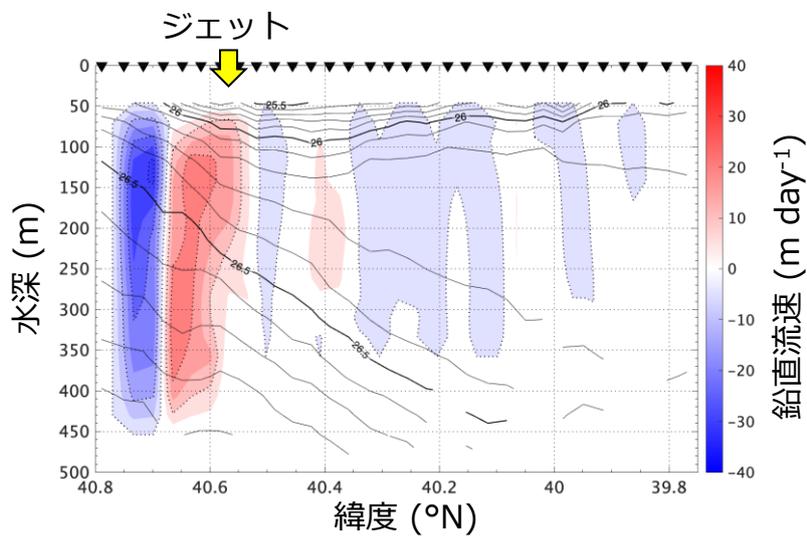


図 2：推定した湧昇・下降流速

40.65°N 付近に湧昇流、 40.75°N 付近に下降流が存在し、フロント付近に黒矢印で示すような反時計回りの循環流になっています。湧昇流の流速は 150m 付近で約 30 m d^{-1} でした。

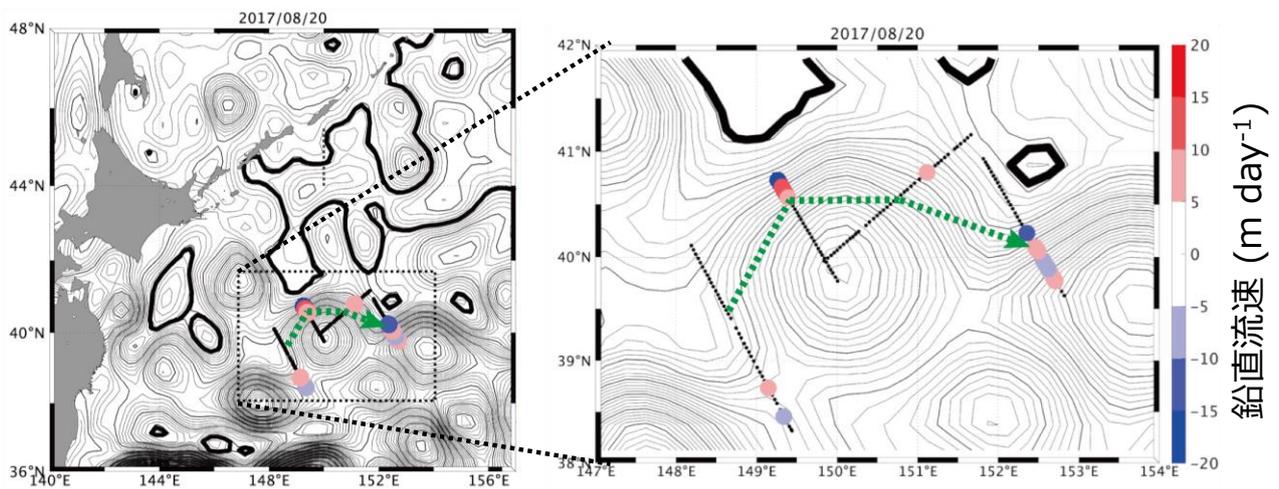


図3：2017年8月の水深0-500mで平均した鉛直流速

赤丸が湧昇流、青丸が下降流を示します。親潮（黒の太線）と磯口ジェット（緑の点線）が接近する地点で湧昇流が最も強くなっています。

<用語解説>

注1) 有光層

植物プランクトンが光合成可能な層で、一般的に海表面の光が1%となる水深までといわれています。

注2) 磯口ジェット

黒潮統流の分岐流であり、高温・高塩な水塊を北に運びます。小さな海底地形に起因する流れのため、準定常的に存在します。

注3) 湧昇

海洋の深い層から表層へと上昇する流れを指します。深い層の海水は水温が低く、栄養塩が豊富なため、湧昇によって低温・高栄養な海水が表層に供給され、生物生産を盛んにします。

注4) 亜寒帯フロント

磯口ジェットと親潮の間に形成される水温・塩分フロントです。フロントを挟む南北では水温や塩分などが急激に変化します。

注5) 小型浮魚類

表層付近に生息する小型の魚類の総称です。日本付近では、マイワシ、カタクチイワシ、マサバ、ゴマサバ、サンマなどが含まれます。

注6) 混合比

亜熱帯水（黒潮）と亜寒帯水（親潮）の混合割合を示します。混合比1は亜熱帯水100%、混合比0は亜寒帯水100%であることを示します。

<関連文献>

Kakehi, S., Ito, S. & Wagawa, T. Estimating surface water mixing ratios using salinity and potential alkalinity in the Kuroshio-Oyashio mixed water regions. J. Geophys. Res. 122, 1927–1942. <https://doi.org/10.1002/2016JC012268>, (2017).

<論文タイトル>

“Steady nutrient upwelling around a biological hotspot of the confluence between the quasi-stationary jet and the Oyashio in the western North Pacific”

URL : <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68214-z>

DOI : 10.1038/s41598-024-68214-z

<研究助成>

本研究は、科研費「サンマ初期生活史の回遊経路の非連続性と分布沖合化維持機構の解明（課題番号：JP21H04735）」、「地球化学的生態指標とモデル解析を融合した高時間・高空間解像度回遊履歴復元（課題番号：JP22H05030）」、「日本周辺の水溫フロント域に形成されるサブメソスケール現象と水塊混合に関する研究（課題番号：JP24KJ1142）」の支援により実施されました。

機関の情報

国立大学法人東京海洋大学（東京都港区港南4丁目5番7号、学長 井関 俊夫）
2003年に東京商船大学と東京水産大学が統合し設立された国内唯一の海洋系大学。海洋に特化した大学であるという特色を活かし、「海を知り、海を守り、海を利用する」をモットーに、海洋分野におけるグローバルな学術研究の強力な推進とその高度化に取り組んでいます。

<https://www.kaiyodai.ac.jp/>

お問い合わせ

<研究に関すること>

東京海洋大学 学術研究院 准教授 長井 健容（ナガイ タケヨシ）

Tel : 03-5463-0460 / E-mail : tnagai@kaiyodai.ac.jp

<取材に関すること>

東京海洋大学 総務部 総務課 広報室

Tel : 03-5463-1609 / E-mail : so-koho@o.kaiyodai.ac.jp

東京大学 大気海洋研究所 広報戦略室

E-mail : kouhou@aori.u-tokyo.ac.jp

北海道大学 社会共創部 広報課

Tel : 011-706-2610 / E-mail : jp-press@general.hokudai.ac.jp