

## 黒潮と親潮をつなぐ日本東方の海水輸送過程を可視化

### ポイント

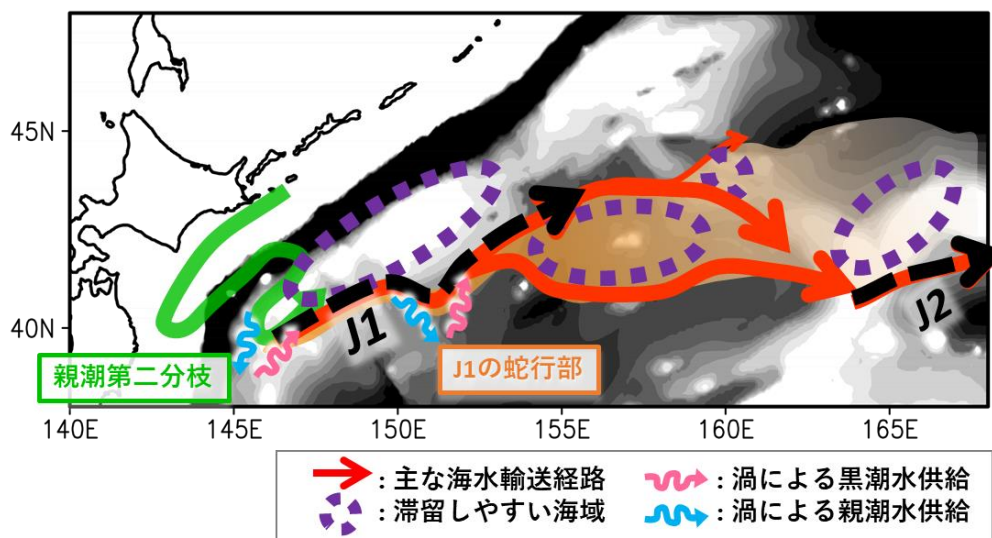
- ・北太平洋移行領域は、中緯度の気候、海洋生態系にとって重要な海域。
- ・移行領域の黒潮水と親潮水の動向が海底地形と密接に結びついていることを可視化。
- ・流れの時間変動が、移行領域への黒潮水供給に重要な役割を果たしていることを明示。

### 概要

北海道大学低温科学研究所博士研究員（研究当時／現：東京大学大気海洋研究所 研究員）の西川はつみ氏と大気低温科学研究所の三寺史夫教授、水産研究・教育機構水産資源研究所の奥西 武グループ長、東京大学大気海洋研究所の伊藤進一教授、海洋研究開発機構の美山 透主任研究員らの研究グループは、亜熱帯循環と亜寒帯循環の境界である“北太平洋移行領域<sup>\*1</sup>”の形成過程を漂流型の海洋気象ブイや海流の仮想粒子追跡手法<sup>\*2</sup>を用いて解明しました。

日本の東側の北緯 40 度付近に帯状に広がる北太平洋移行領域は、黒潮と親潮の水が混ざり合った特徴的な水塊が形成される海域です。この移行領域は、亜寒帯海域にもかかわらず比較的暖かく栄養が豊富なことから海洋生態系にとって好環境であり、漁場も形成される豊かな海です。さらに、この海域での海面水温変動は、中緯度の気候循環に大きく影響することもわかってきています。しかし、移行領域での黒潮・親潮水の挙動はこれまで十分には理解されてきませんでした。本研究では、黒潮水・親潮水が移行領域の中を海底地形に対応した流れによって輸送・滞留する様子を可視化し、移行領域の形成過程を解明しました。また、移行領域へ黒潮水が供給されるためには、流れの時間変動成分（=渦）が重要な役割を果たしていることを明らかにしました。

なお、本研究成果は、2021 年 10 月 18 日（月）公開の *Progress in Oceanography* にオンライン掲載されました。



移行領域周辺の海水の輸送・滞留プロセスの概略図。背景の陰影は海底地形。

## 【背景】

日本の東方北緯 40 度付近では、磯口ジェットとよばれる強い流れ (J1, J2) や前線 (亜寒帯フロント, 亜寒帯境界) に囲まれた“北太平洋移行領域”と呼ばれる海域が存在します (図 1)。この海域では、黒潮 (高温・高塩・貧栄養) と親潮 (低温・低塩・富栄養) の水が混ざり合い、亜熱帯と亜寒帯の海洋循環を繋いでいます。さらに、亜寒帯海域にもかかわらず暖かく栄養塩が豊富で海洋生態系にとって好環境であること、海面水温変動が中緯度の気候変動の要因であることなど、地球環境に対して重要な役割も担っています。そのため、移行領域がどのように形成されるのかをきちんと理解することは大切です。過去の研究により“磯口ジェット J1 が黒潮水を移行領域へ運ぶことにより領域内で黒潮水と親潮水が混ざる”という漠然としたイメージはあったものの、そのプロセスは十分に調べられていませんでした。そこで本研究では、J1 を入口とした移行領域内の海水輸送過程について調査しました。

## 【研究手法】

磯口ジェット J1 から移行領域内への水の動きを調べるため、漂流ブイを J1 周辺に投入しその動きを解析しました。さらに、衛星観測から得られた海面流速場データを用いて、J1 に配置した仮想粒子を追跡すること (前方粒子追跡) で、移行領域で海水が通りやすい経路や滞留しやすい場所を、より詳細に調べました。また、時間をさかのぼって粒子の追跡をすること (後方粒子追跡) で、黒潮水の移行領域への供給過程を調べました。

## 【研究成果】

まず本研究では、移行領域内の海水の動向が深さ 5,500m に存在するわずか数百 m の海底起伏によって支配されていることを明らかにしました。図 2 に示した漂流ブイの軌跡の一例を見ると、J1 や前線に沿ってブイが動いている様子がわかります。また、北上した漂流ブイは海底起伏上の緩やかな渦に捕えられ (図 2)、約半年もの間同じ場所に留まっていました。さらに、p.1 図では漂流ブイ観測の結果に加えて、前方粒子追跡の解析結果を模式的に示しています。強い流れの J1・J2 や前線に沿った場所は海水の通り道となっており、移行領域内の緩やかな海底起伏上では海水が留まりやすいということが可視化されました。

さらに後方粒子追跡解析から、黒潮水が移行領域へ供給されるためには時間変動 (=渦) が重要であることがわかりました。特に、親潮第二分枝や J1 の蛇行域での渦活動 (p.1 図の水色とピンクの波矢印) が、移行領域への黒潮水の主な供給源となっていました。いったん黒潮水が J1 へ供給されれば移行領域内へと速やかに輸送され、親潮水と混合しながら亜寒帯域へさらに輸送、あるいは、領域内に留まる、というような亜熱帯と亜寒帯を繋ぐ海水輸送プロセスの描像が明らかとなりました (図 3)。

## 【今後への期待】

前述のように、北太平洋移行領域は海洋生態系にとって好環境であり漁場も形成されています。また、気候変動に及ぼす影響が大きな海域であることがわかってきました。本研究では、移行領域への黒潮水と親潮水の輸送過程を明らかとすることにより、移行領域や水温が急激に変化する海洋前線の形成プロセスを解明しました。このようなプロセスを 1 つ 1 つ解き明かしていくことで、気候変動や海洋生態系の解明につながることを期待されます。

## 【謝辞】

本研究は、文部科学省・科学研究費補助金「表層と中層を繋ぐ北太平洋の子午面循環：その 3 次元構

造と変動メカニズムの新たな描像」及び、新学術領域研究「海洋混合の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明」のサポートを受けて実施されました。

## 論文情報

論文名	Surface water pathways in the subtropical-subarctic frontal zone of the western North Pacific (北西太平洋の亜熱帯と亜寒帯を繋ぐ表層の海水輸送経路)
著者名	西川はつみ <sup>1</sup> , 三寺史夫 <sup>2</sup> , 奥西 武 <sup>3</sup> , 伊藤進一 <sup>1</sup> , 和川 拓 <sup>4</sup> , 長谷川大介 <sup>3</sup> , 美山 透 <sup>5</sup> , 金子 仁 <sup>6</sup> , Ren-Chieh Lien <sup>7</sup> ( <sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> 北海道大学低温科学研究所, <sup>3</sup> 水産研究・教育機構水産資源研究所(塩釜), <sup>4</sup> 水産研究・教育機構水産資源研究所(新潟), <sup>5</sup> 海洋研究開発機構アプリケーションラボ, <sup>6</sup> 海洋研究開発機構むつ研究所, <sup>7</sup> ワシントン大学)
雑誌名	Progress in Oceanography
DOI	10.1016/j.pocean.2021.102691
公表日	2021年10月18日(月)(オンライン公開)

## お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所 教授 三寺史夫(みつでらふみお)

T E L 011-706-5478 F A X 011-706-7142 メール humiom@lowtem.hokudai.ac.jp

U R L <http://wwwoc.lowtem.hokudai.ac.jp/>

東京大学大気海洋研究所 特任研究員 西川はつみ(にしかわはつみ)

T E L 04-7136-6044 メール hatsu.nishikawa@aori.u-tokyo.ac.jp

U R L <https://www.aori.u-tokyo.ac.jp/>

## 配信元

北海道大学総務企画部広報課(〒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

水産研究・教育機構経営企画部広報課

(〒221-8529 神奈川県横浜市神奈川区新浦島町1-1-25 テクノウェイブ100 6階)

T E L 045-277-0136 メール fra-pr@ml.affrc.go.jp

## 【用語解説】

- \*1 移行領域 … 亜熱帯循環と亜寒帯循環の境界域であり、高温高塩な黒潮水と低温低塩な親潮水が混ざり合うことで特徴的な水塊を形成する海域。亜熱帯と亜寒帯を繋ぐ役割を果たす。
- \*2 仮想粒子追跡手法 … 任意の海域に仮想粒子を配置し、流れの場から粒子の動きを推定し追跡する手法。時間を追う方法を前方粒子追跡、時間をさかのぼる方法を後方粒子追跡と呼ぶ。

【参考図】

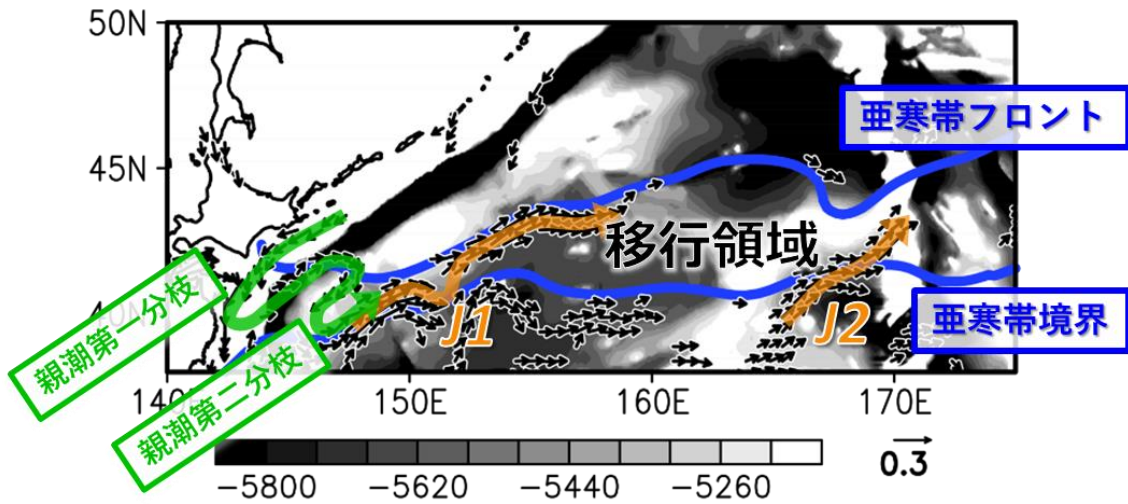


図 1. 表層海流（ベクトル：流速 0.1m/s 以上のみを描画）と流れ・前線の位置の概略図。オレンジ矢印は磯口ジェット J1・J2 を、緑色矢印で親潮を、青線で亜寒帯フロントと亜寒帯境界を示す。J1・J2・亜寒帯フロント・亜寒帯境界に囲まれた海域が本研究の対象である北太平洋移行領域。背景の陰影は海底地形。

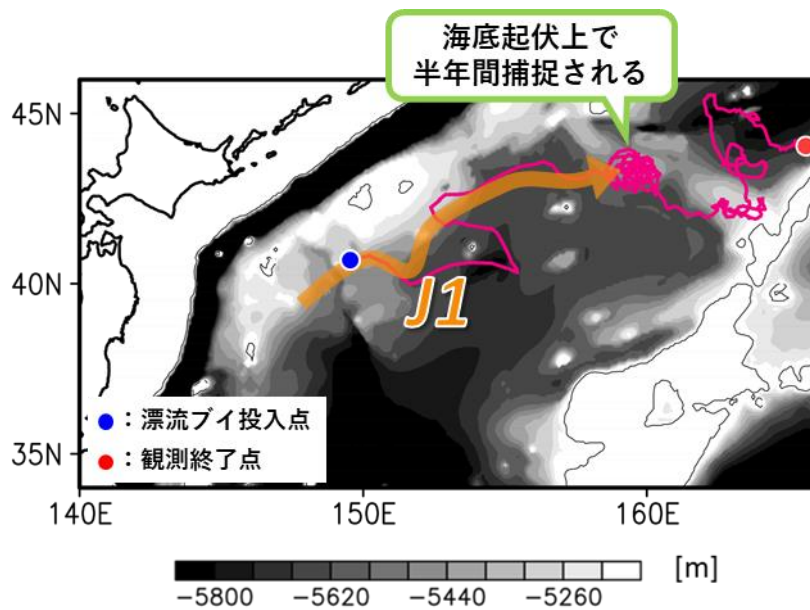
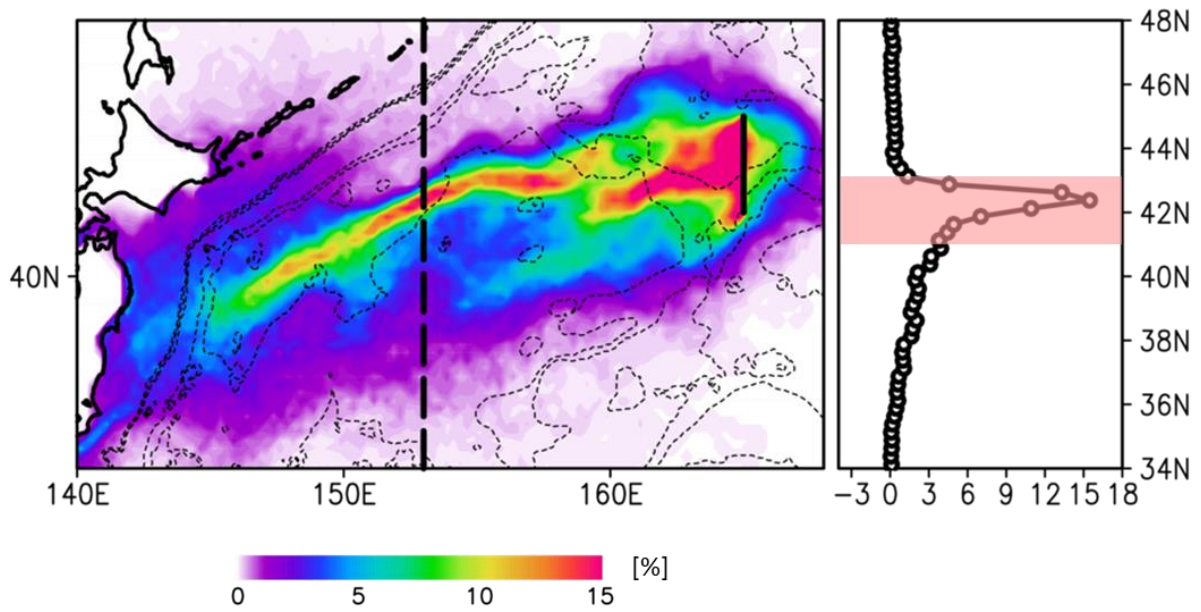


図 2. 移行領域の入口である磯口ジェット J1 で投入した漂流ブイの軌跡の一例。青丸が投入点、赤丸が観測終了位置を示す。オレンジの矢印では J1 のおおよその位置を示す。背景の陰影は海底地形。



**図 3.** (左) 移行領域内の東経 165 度 (黒実線) に配置した粒子を後方追跡して得られた粒子の平均頻度分布図と (右) 東経 153 度 (左図の点線) における粒子の頻度分布。右図のピンクの陰影は東経 153 度における J1 が流れる緯度帯を表し, 移行領域内の海水の約 70% が J1 によって運ばれることを示している。