

第167号（2021年4月9日発行）



愛研技術通信

掲 示 板

法令・告示・通知・最新記事・その他

新年度を迎え、弊社にも1名、期待のフレッシュマンが入社。御鞭撻をいただきますよう次号で紹介をさせていただきます。



< 新入社員を囲んで >

○ 房総半島沖の水深6,000m付近の海底から大量のプラスチックごみを発見

～ 行方不明プラスチックを探しに深海へ ～

2021年3月30日 国立研究開発法人
海洋研究開発機構報道発表資料抜粋

国立研究開発法人海洋研究開発機構（以下「JAMSTEC」という。）の研究グループは、房総半島から約500km沖、水深6,000m付近の深海平原において、2019年9月に有人潜水調査船「しんかい6500」を使って調査を実施し、当該海底に大量のプラスチックごみが集積していることを初めて明らかにしました。

【背景】

1950年代から大量生産が始まったプラスチックの生産量は、2016年までに合計83億トンにも達します。そのうち63億トンが廃棄され、うち8割近くは埋め立てられたか一部は環境中に流出しています。毎年海洋に流入するプラスチックごみの量は約1,000万トンを超えるとされていますが、観測によると海面に浮かぶプラスチックごみの全球的な総量は44万トンにすぎず、大部分の行方が不明です。軽いプラスチックでも、生物付着が生じると沈降することは知られています。そのため大部分は深海に沈んだと考えられていますが、研究例が少なく、深海ごみの実態はほとんど明らかとなっていません。特に、大深度の海底におけるプラスチックごみの情報は世界的にみても極めて乏しく、実態の解明が急務となっています。

毎年海洋に流入する膨大な量のプラスチックごみのうち、約半分は東アジア・東南アジア諸国から漏出しています。これら大量排出域から漏出したごみの一部は黒潮に乗り、日本近海を北上します。そのため日本近海の表層に浮かぶマイクロプラスチック量は他の海域に比べて多いことが先行研究で明らかとなっており、日本周辺の深海底には極めて多量のプラスチックごみが集積していると予想されていました。

日本近海には、少なくとも2つの巨大な深海ごみの集積場所が予想されています。1つは四国沖の「黒潮・再循環域」の海底、そしてもう1つは本研究で対象とした房総半島沖の「黒潮続流・再循環域」の海底です。「黒潮・再循環域」および「黒潮続流・再循環域」の表層では、海流が大きく渦を巻いて循環しており、我々の事前予測から黒潮によって日本を含む東アジアから運ばれてきたプラスチックごみが渦に巻き込まれて集積・沈降し、その海底下には巨大なごみだまりが形成されていると予想されていました。

【成果】

そこで本研究チームは、2019年9月に有人潜水調査船「しんかい6500」を使って、房総半島から500kmほどの沖合にある「黒潮続流・再循環域」の直下の深海平原（水深5,718-5,813m）においてマクロプラスチックごみの調査を実施しました（図1）。「黒潮続流・再循環域」は、東アジア域から流入するプラスチックごみが黒潮に乗って北上し、東太平洋に向かう際の主要な経由地点です。

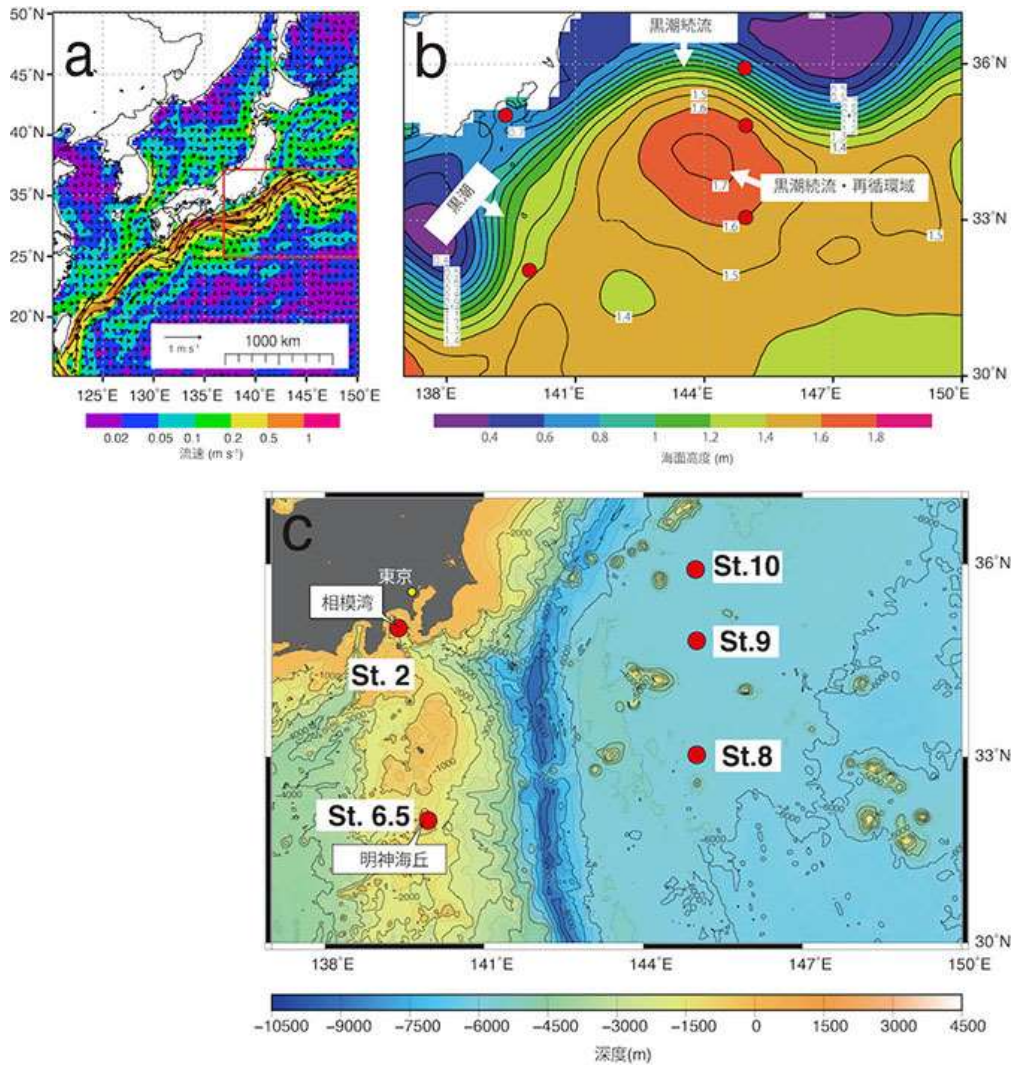


図 1：調査概要

- (a) 日本列島の東側を流れる黒潮。色は流速(m/s)を示す。
- (b) 黒潮、黒潮続流、黒潮続流再循環域。色の濃淡は 2018 年の平均海面高度 (m) を示す。
- (c) 調査地点。St. 8 と 9 が「黒潮続流・再循環域」直下の海底 (水深 5,718-5,813m)、st. 10 が黒潮続流の海底 (水深 5,707m)、St. 6.5 は明神海丘 (水深 1,400m)、St. 2 は相模湾 (水深 1,400m)。

有人潜水調査船「しんかい 6500」にて目視観察及び撮影した映像をもとに、単位面積当たりのプラスチックごみの存在量を算出した結果、「黒潮続流・再循環域」の直下の海底でプラスチック含む大量のごみを確認し、水深 6,000m 付近の大深度の海底においても、プラスチックごみの汚染は広がっていることが明らかとなりました。

見つけたごみの大部分 (8 割以上) はポリ袋や食品包装などの「使い捨てプラスチック」でした (図 2)。昭和 59 年 (1984 年) 製造と記された 35 年以上前の食品包装がほとんど無傷かつ印刷も鮮明なまま見つかり、水温の低い深海ではプラスチックがほとんど劣化しないことがわかりました。当該海域の深海底に到達したプラスチックは、極めて長い時間残り続けると考えられます。



図2 見つかったごみの写真の例

St. 8 : (a) ポリ袋、(b)ポリ袋、(c)化繊の衣服と化繊の網。

St. 9 : (d)ポリ袋、(e)ポリ袋、(f)アルミ蒸着タイプの風船。アルミは腐食して内側のプラスチックフィルムが残っている。

St. 10 : (g)チキンハンバーグの袋、(h)製造年月日には昭和 59 年 9 月と印字されている、(i)歯みがき粉。パッケージデザインから 14-15 年前と推定された。

St. 2 : (j) ビール缶、(k)インスタントヌードルの袋、(l)梱包のひも。

「黒潮続流・再循環域」の深海平原に広がるプラスチックごみの密度(平均 4,561 個 km^{-2})は、過去に記録された深海平原におけるプラスチックごみと比べて 2 桁も高く、海溝や海底谷など、ごみなどが集まりやすいと考えられる窪地と比較しても高い値を示しました(図 3)。このことは、黒潮によって運ばれる大量のごみの一部は沈降して日本周辺海域の深海底に堆積していること、そして「黒潮続流・再循環域」の深海底がプラスチックごみの主要な溜まり場の 1 つになっていることを示唆しています。

表層で沈み込むプラスチックごみは、1 週間以内に水深 4,000-6,000m の海底まで到達すると推定されています。JAMSTEC のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」で計算した海中の流れ場

を用いて沈降の様子をシミュレーションした結果、「黒潮続流・再循環域」の深海底で見つかったごみは、どこか遠くの海底から運ばれてきたものが集積したというよりは、真上の海面から鉛直方向に沈降してきたものが残留している可能性が高いこともわかりました。

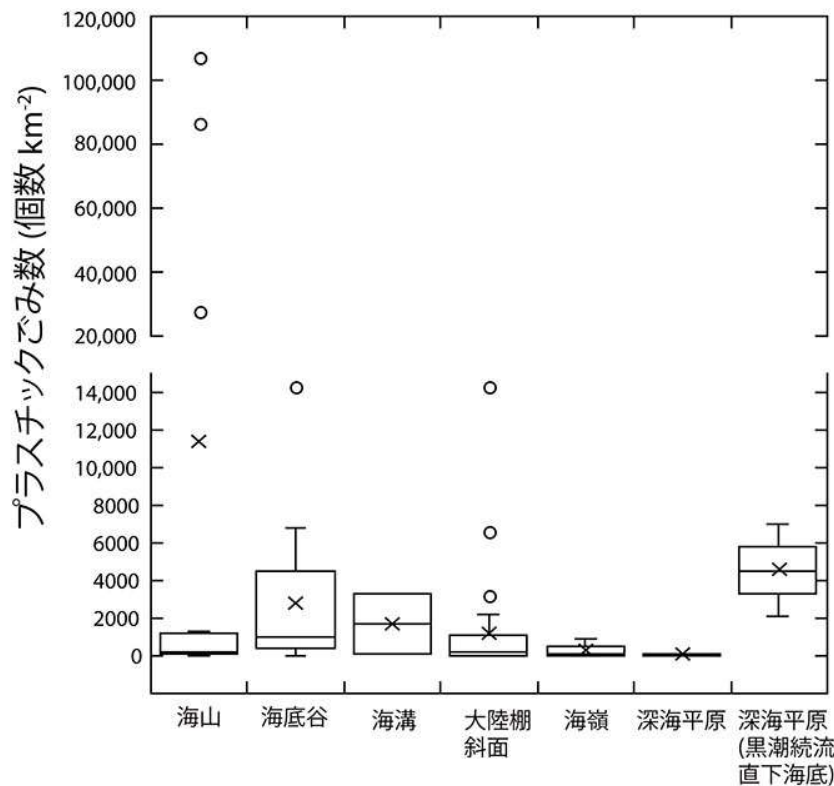


図3 世界の海底地形ごとのプラスチックごみ数の比較

これまでに報告された深海平原のプラスチックごみ数よりも黒潮続流域直下の深海平原の数は桁違いに多い。また他の海洋地形と比べても、黒潮続流直下の深海平原のごみ数は多い方であることがわかる。箱の中の横線は中央値、×は平均値を示す。○は外れ値。箱の上下は、それぞれ第3四分位数、第1四分位数を示す。

【今後の展望】

今回、房総半島沖の「黒潮続流・再循環域」の海底に大量のプラスチックごみが集積していることは明らかとなりましたが、四国沖の「黒潮・再循環域」の海底については未解明です。東アジアの大量排出域や日本南方から黒潮によって運ばれるごみは、四国沖の「黒潮・再循環域」にもトラップされ、その表層に長時間滞留する可能性が想定されます。ここでは時計回りの巨大渦の形成が通年安定しているため、その表層ではこれまでに類を見ない高濃度のごみが集積している可能性が高く、また、その直下には表層から供給されたごみが大量に溜まり続け、局所的に巨大なごみ溜まりを形成していることも想定されており、今後調査を実施していく予定です。

また、海洋の表層ではごみに特異的な微生物群集やごみの増大により生息域を広げる生物など、ごみ生命圏の存在が明らかとなっています。深海底で大量にごみが集積する場所が見つれば、深海ごみに特異的な生物群集が見つかる可能性もあります。黒潮がプラスチックごみを運び、海底へと輸送するメカニズム、さらに輸送されるごみの量、日本周辺の深海底に広がるプラ

スティックの存在量を明らかにし、行方不明プラスチックの隠れ場、ひいてはプラスチックごみ生命圏の実体を明らかにしていく予定です。

○ 絶滅危惧種ニホンウナギの分布域を環境DNA 解析で推定

2021年3月3日 北海道大学報道発表資料抜粋

北海道大学、龍谷大学、国立環境研究所、京都大学、弘前大学、東京大学、東北生活文化大学の研究グループは、全国で環境DNA 調査を行い、これまで謎の多かったニホンウナギ（以下、ウナギ）の分布を調べました。

【 背景 】

ウナギは、蒲焼などのご馳走としてとても馴染み深い魚です。しかし現在では、その漁獲量はかなり少なくなっており、環境省や国際自然保護連合（IUCN）によって、絶滅危惧種に指定されています。今後もウナギを保護しながら、水産物として持続的に利用していくためには、その資源を適切に管理することが重要です。しかしこれまで、ウナギがどこに、どれくらいいるのかすらよくわかっていませんでした。それは、普段ウナギが岩陰に隠れたり砂泥中に潜って暮らしていたりするので、捕獲したり見つけたりすることが難しいからです。また、河川や湖沼から河口域、沿岸域まで様々な環境に生息しているため、統一した手法で生息量を調べるのが難しかったという問題もあります。

そこで研究グループは、環境DNA解析と呼ばれる最新技術を用いて、統一した手法で全国の河川におけるウナギの分布を詳細に調べました。

【 研究手法 】

本研究で用いた環境DNA解析は、対象生物を捕獲しないため、絶滅危惧種など貴重な生物の分布調査にとっても有効な手法です。それだけでなく、短期間のうちに広範囲にわたる調査を行うことができるという利点もあり、環境DNA解析は対象の生物の分布を調べる上で非常に役立ちます。また生物の個体数が多ければ環境DNAも多く放出されると予想されるため、環境DNAの濃度から、その環境に生息している生物量も把握できる可能性があります。

本研究では、北海道から沖縄に至る全国の265 河川、365 地点で環境DNA調査を行いました。現場で行ったことは、水温や塩分の測定、堰の有無の確認、そして河川水を数百mL 採って、その水をフィルターでろ過をするだけです。従来の手法に比べると、現場での作業はさほど大掛かりなものではありません。河川水をろ過したフィルターは研究室に持ち帰り、フィルター上に捕集されているDNAを抽出しました。そして、ウナギのDNAを検出できる定量PCR解析によって、環境DNAの濃度を調べました。



写真：採水した河川水をろ過している様子。シリンジの先のフィルターにDNAを捕集。

全国のウナギの分布が何によって決まるのかを考える際には、ウナギの生活史も考慮に入れなければなりません。ウナギは日本から2,500kmも離れた太平洋マリアナ海溝付近で産卵するといわれています。生まれたばかりのウナギの卵や仔魚は、北赤道海流に乗って西方に運ばれフィリピン付近に達したのち、黒潮によって北方に輸送されます。その後行きついた東アジア各国の河川に遡上して数年から10年ほどかけて河川、湖沼または河口域付近で成長します。よって、海にいる仔魚期にどのように運ばれてくるかが、その後の生息場所を決めるうえで重要になると考えられます。

そこで本研究グループは、まだ海にいる段階で、ウナギの仔魚がどこにどのように運ばれるかをシミュレーションによって調べました。シミュレーションには、気象庁が2020年秋に運用を開始したMRI.COM-JPN モデルによって計算された流れを用いました。ウナギの仔魚に見立てた8万個の粒子を台湾東方の黒潮域に放流し、日本のどの地域に運ばれてくるかについて、2008年から2017年の各年12月から翌年4月までのシミュレーションを9回行い、各河川に運ばれてくる粒子数を計算しました。

【 研究成果 】

ウナギの環境DNAは、関東以西の本州太平洋側や瀬戸内海そして九州西岸の河川において、高濃度で確認されました（図1）。一方日本海側は、能登半島以西では低濃度ながら検出されましたが、能登半島以北ではほとんど検出されませんでした。そして北海道の河川からも、ほとんど検出されませんでした。この結果はウナギ仔魚の輸送シミュレーションの結果とよく一致しています（図2）。このことから、海洋での仔魚の輸送状況が日本国内の河川におけるウナギの分布を決める主要因になっていると考えられます。一方ウナギは、北海道を除く全国の様々な地域で放流されています。そこで都府県別のウナギの放流量と環境DNA濃度を比較したところ、両者はまったく一致しませんでした。これらのことから、日本の河川に生息しているウナギの多くは天然のウナギであり、その分布は仔魚期の海洋での輸送状況によって決まると考えられます。

また、ウナギの環境DNA濃度が高かった河川は全窒素濃度も高い傾向にありました。これは高栄養環境にある河川ほどウナギの生残や成長が良いことを示唆しています。全窒素濃度は富栄養化の指標とされ、水質の良し悪しの判断に用いられています。高度経済成長期に日本の水環境が著しく悪化したことに基づき、かつては全窒素濃度が高いといわゆる汚れた川と判断されていました。しかし近年の下水処理技術の発達や、様々な面から水環境に対する配慮が行われてきたおかげで、日本の河川は目を見張るほどきれいになりました。そのため本研究で得られた全窒素濃度が高い河川というのは、一昔前のように汚れた河川ではなく、むしろ生産性が高く豊かな河川ととらえた方がよいでしょう。つまり本研究で、全窒素濃度とウナギの環境DNA濃度の間に正の相関が得られたことは、豊かな河川にウナギが多く生息していることを反映していると考えられます。

【 今後への期待 】

ウナギのような貴重な生物を、捕獲したり傷つけたりすることなく、広範囲にわたる分布を詳細に明らかにできる環境DNA解析は、ほかの生物の調査にも広く適用できるでしょう。絶滅危惧種だけでなく、例えば外来種がどの程度生息域を広げているか、といったことも調べられます。

本研究の成果は、今後ウナギを保護したり増やしたりするためには、どこで漁獲するのがよいのか、またどこで放流すればよいのか等の資源管理に繋がると期待されます。また堰の設置や河川改修を行う際に、生態系にフレンドリーな方法をとる際の参考になることも期待されます。

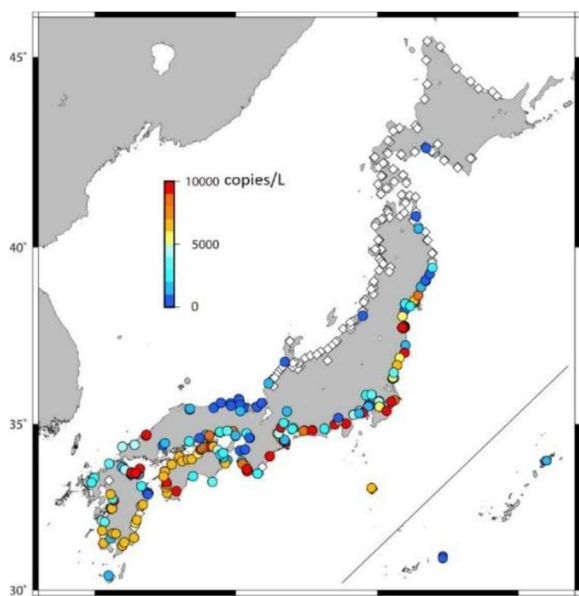


図1. 河川下流域におけるニホンウナギの環境DNA濃度。

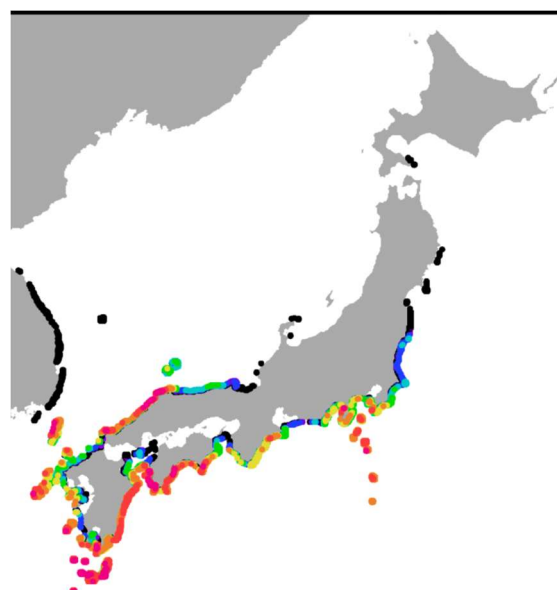


図2. ニホンウナギ仔魚が海流によって各地の沿岸域に輸送されてくる数。2008年から2017年のシミュレーション結果の平均値。

編集後記

テニスやバドミントンなどに続きサッカーでも国際試合が再開されました。新型コロナウイルスの感染防止のため、かなり厳格な管理下での開催だったようです。A代表は韓国との親善試合とワールドカップ予選ともに快勝し、U-24はアルゼンチンと1勝1敗ながら2戦目は快勝しました。相手の調整不足？いやいや日本が強くなったと信じましょう。オリンピックやワールドカップに期待しましょう。

(A. K)

おかげさまで、愛研は創業50周年を迎えます。



株式会社 愛研

(<http://www.ai-ken.co.jp>)

本社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田 2-710

電話 (052) 771-2717 FAX(052)771-2641

半田営業所 〒475-0088 半田市花田町 2-65

電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749