

SAILING TOWARDS A PLASTIC FREE OCEAN

日本-パラオ親善ヨットレース 2019/2020
海洋マイクロプラスチック調査結果報告書



国立研究開発法人海洋研究開発機構

日本パラオ親善ヨットレース 2019-2020
- Sailing towards a plastic-free ocean -

マイクロプラスチック調査結果報告
(2021 年 7 月 15 日版)

国立研究開発法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)

海洋プラスチック動態研究グループ

〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

Tel: 0467-66-3811 (代表)

<http://www.jamstec.go.jp/>

<http://www.jamstec.go.jp/ocean-plastic/j/index.html>

調査協力:

Holly Griffin (国連環境計画 World Conservation Monitoring Centre *) : 観測協力

* 調査機関当時

関友理恵 (ヤマハ発動機): 観測協力

Carlos Garcia Soto (IOE, Spain): データ解析協力

協働機関:

ヤマハ発動機株式会社: <https://global.yamaha-motor.com/jp/>

株式会社商船三井: <https://www.mol.co.jp/index.html>

国連環境計画 World Conservation Monitoring Centre: <https://www.unep-wcmc.org/>

一般社団法人グローバル人材育成推進機構 (「みらいへ」運航)

日本—パラオ親善ヨットレース実行委員会: <https://japan-palau-yachtrace.com/>



キーポイント

- セーリング業界との協働により、西部北太平洋亜熱帯ジャイア周辺の表層マイクロプラスチック(MP)調査を実施した。
- 外洋を含む日本とパラオを結ぶ観測域のほぼ全域で東部太平洋ゴミパッチの密度に匹敵する MP が観測された。
- 観測手法・サイズを問わず、MP の分布には、日本沿岸で最大、北緯 15-23 度付近で小ピーク、パラオ周辺で最小、の共通パターンがあり、西部北太平洋亜熱帯ジャイアの振る舞いに影響を受けていることが示唆された。
- 観測データの時空間ギャップを埋めるために、セーリング業界との共同と半自動サンプリングシステムの活用は有効であり、今後主流になることが期待される。
- 異なるプラットフォームで取得したデータ間の比較は課題が多く、国際連携のもと、観測・分析手法の調和化を益々進める必要がある。

国連持続可能な開発目標へのコミットメント

このプロジェクトは、国連持続可能な開発目標 14(海の豊かさを守る)のサブ目標 14.1(海洋汚染の軽減)への貢献に加えて、科学における女性の役割の促進(目標 5: ジェンダー平等)、持続可能な海洋の利用と保全のためのセクター横断及び国際的パートナーシップ強化(目標 17: パートナーシップの強化)へのコミットメントを掲げて実施した。



1. はじめに

海洋のプラスチック汚染に対する問題意識が世界的に高まっている現在、解決に向けた様々な取り組みが提案・実施されている。しかしその一方で、効果的な対応策を立てるために必要な、海に入ったプラスチックの動態に関する情報が不足している。プラスチックがどこから来て世界中の海洋のどこにどれだけ蓄積するのかを理解するためには、観測データの充実が必須である。

地球規模で海洋データを収集するために、研究機関による観測に加えて、フェリーや貨物船、レジャー用船舶などによる観測支援が重要視されている。近年ではセーリング業界との協働により国際ヨットレースの機会を利用した海洋調査が注目を浴びており、IOC と国際セーリングコミュニティ (International Monohull Open Class Association: IMOCA) は、2020 年に海洋観測における協力強化について正式に調印した ([詳細はこちら](#))。

このような背景のもと、2019～2020 年の年末年始にかけて開催された、日本～パラオ親善ヨットレースの機会に、国際的なパートナーシップと多様なセクターの協力により、海洋プラスチック観測プロジェクトが実現した。このプロジェクトにおいて、国立研究開発法人海洋研究開発機構 (以降 JAMSTEC) は、ヨットレース実行委員会、練習帆船「みらいへ」とレース参加艇「トレッキー号」(図1)の協力を得て、日本とパラオを結ぶ西部北太平洋の航路上で、海洋プラスチック汚染の実態を明らかにするために、マイクロプラスチック観測を実施した。



図1 (左) 練習帆船「みらいへ」(右)レース参加艇「トレッキー号」。写真提供：田中稔彦

今回の調査は、JAMSTEC が取り組む研究課題「海洋プラスチックの動態解明」の一環として実施した。レースが行われた日本の南方は、西部北太平洋亜熱帯ジャイアの働きで、アジア諸国から排出された大量のプラスチックが海流によって運ばれ集積しているホットスポットと推測されながら、実際のデータが不足している海域である (van Saville et al. 2015)。今回、レース期間中に継続して観測を行い、同海域のマイクロプラスチック分布に関する知見のギャップを埋めることにより、地球規模のプラスチック汚染の現状把握に貢献することを目的とした。

(注) 本プロジェクトのもう一つの柱は、海洋リテラシーの推進である。ヨットレース実行委員会はパラオ共和国 (以下「パラオ」) との友好の一環として、パラオの児童とその家族を、今回レースの伴走艇として日本～パラオ間を走る「みらいへ」の航海に招待した。この児童らを対象に JAMSTEC は、国連環境計画 World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) と連携して「みらいへ」船上で海洋環境保全に関する一連の教育プログラムを、実施した。海洋リテラシープログラム成果の詳細に関しては、[プロジェクトサマリーレポート](#)等 (Griffin and Chiba, 2020) をご覧いただきたい。

2. 手法

2.1 調査・サンプリング

調査は、ヨットレースが開催された、2019 年 12 月 29 日～2020 年 1 月 14 日の間に実施した。レーススタート地点横浜港よりゴール地点パラオコロール島を結ぶ、調査海域と、レースに伴走し観測に協力した、練習帆船「みらいへ」とレース参加艇「トレッキー号」(OSR カテゴリー1モノハル:外洋航行に必要な装備を持つ)の航路、およびサンプリング地点を(図 2)に示す。航路は直線距離で約 3200km をカバーする。「みらいへ」には JAMSTEC, ヤマハ発動機、UNEP-WCMC から3名からなる調査チームが乗船した。マイクロプラスチックは、① ニューストンネット、② 半自動マイクロプラスチックサンプラーを用いて採集した。

① ニューストンネットを用いた採集

「みらいへ」船上において、毎日1回(12 月 31 日～1 月 13 日:合計 14 回)ニューストンネット(メッシュサイズ: 335 μ m 開口部面積: 0.75 x 0.75 m)を持って表層マイクロプラスチックを採集した(図3)。ネットは、昼間、船速約 2 ノットで右舷から 30 分間曳網した(注: 帆による航行中は、適切な速度を得るために、風向きに対して船体の向きを調整する必要があるため、流れに対する向きを調整することが容易ではなく、時として船体との距離が1m 以内になる場合もあった)。収集したサンプルは、100 μ m メッシュ袋に捕集した後、エタノールに浸し、航海終了まで、船内の実験室にて冷蔵保存した。

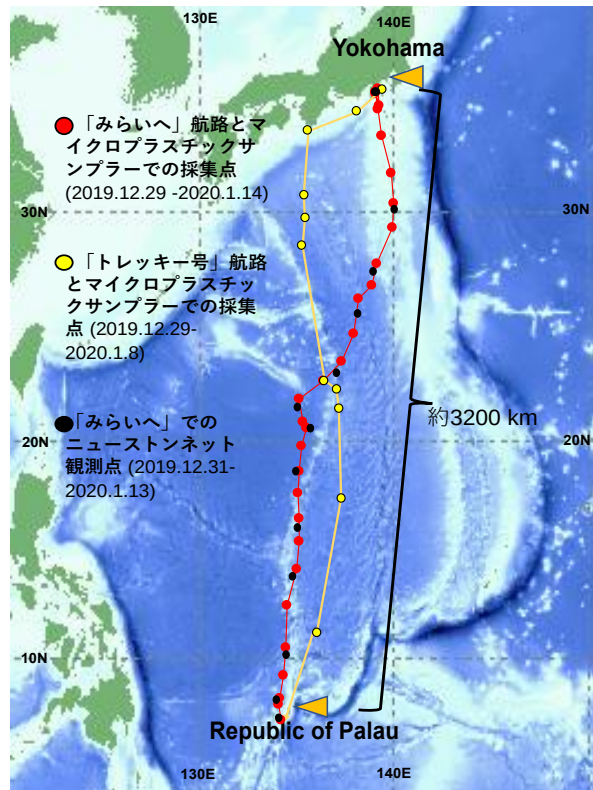
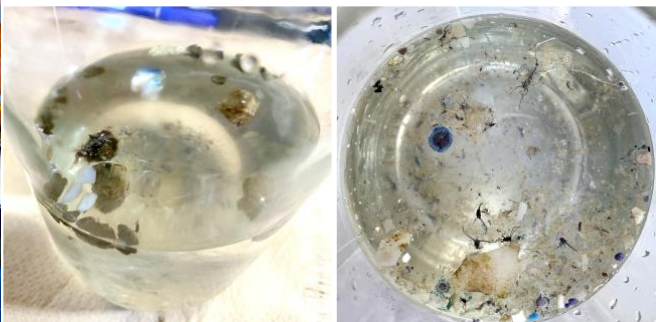


図2 調査海域と「みらいへ」「トレッキー号」航路、および両艇によるサンプリング地点。マイクロプラスチックサンプラーに関しては、各サンプリング開始と終了地点の中央位置を示した。



図3 (左)ニューストンネットによる採集の様子。(下)サンプルの例。表面にマイクロプラスチックと考えられる粒子が目視できる(白色の粒子)。



② 半自動マイクロプラスチックサンプラーによる採集。

「みらいへ」のエンジンルームと「トレッキー号」のギャレーの海水取水システムに subCtech 社のマイクロプラスチックサンプラーを設置した(図4)。このシステムは、非調査船舶やヨットのような小型船にも取り付けることが可能であり、取り扱いが簡易で、海況にかかわらず、連続的に 300 μ m 以下の小さなマイクロプラスチックを採集することができる。サンプラーには、1mm のプレフィルターが装着されており、捕集可能なサイズレンジは、300-1000 μ m、300-100 μ m、100-30 μ m の3クラスである。

同システムは 2017-2018 年の Volvo Ocean Race で、レース参加艇 [Turn the Tide on Plastics 号](#) に搭載され、世界一周航海で作動が実証されている(詳細はこちら)。Volvo Ocean Race で用いられたものは、二酸化炭素やクロロフィル a などの多観測項目に対応するシステムであったが、今回は小型化・簡易化のために、マイクロプラスチックに特化したスタンドアローンのシステムを導入した。

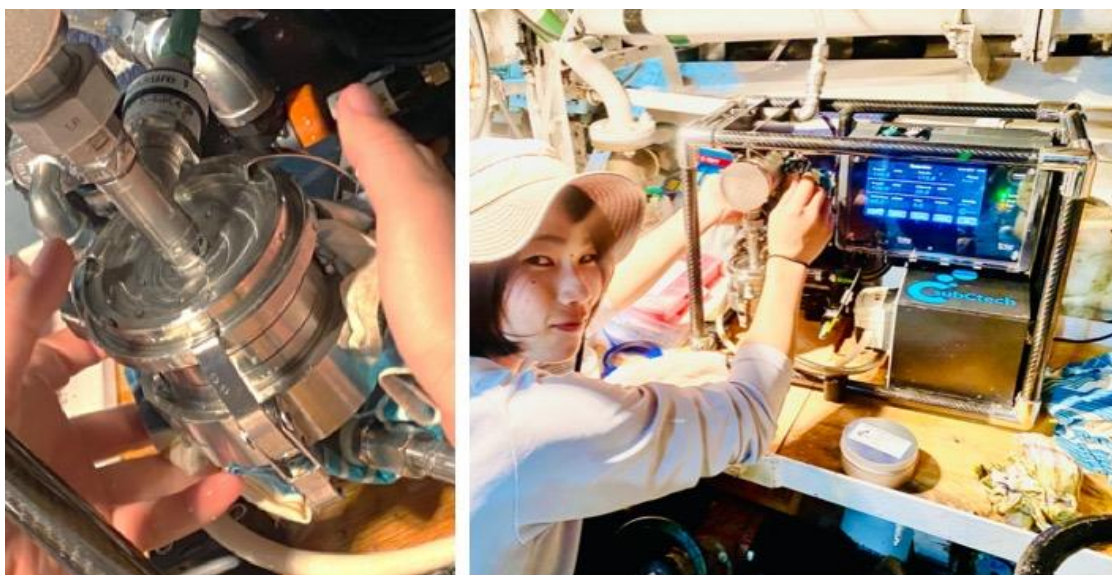


図4 (右)「みらいへ」エンジンルームに設置した MP サンプラー。調査員によるフィルター交換の様子。
(左)フィルター装着部分。

本調査では、両艇共に、1日2回、最低 120L の海水を汲み上げて濾過するようにサンプラーを設定した(濾過速度:1L/分)。一回のサンプリングの所要時間は約 120 分、平均船速は 1.3-8.8 kt、距離は 4.8-34.8 km の幅があった。取水深度は「みらいへ」では約 3-4m、「トレッキー号」では海表面直下(0-1m)である。濾過した海水中に含まれるマイクロプラスチックは、サンプラーの3種類のメッシュサイズ(30, 100, 300 μ m)のステンレスフィルター上に捕集される(図5)。フィルターは濾過が終了した時点で1日2回交換し、レース後日本に輸送し分析開始するまでの間、冷蔵保管した。フィルター交換作業は「みらいへ」では調査チームが、「トレッキー号」では艇のクルーが行なった。



図5 MP サンプラーの3連フィルターユニット。海水中のマイクロプラスチックは、上から 300, 100, 30 μ m 目合のフィルター上に順々に捕集される。

2.2 サンプル分析

① ニューストンネットで得たサンプル

採集した各サンプルをシャーレに移し、実体顕微鏡を用いて、マイクロプラスチックを抽出した。どのサンプルにも多くの繊維が含まれていたが、ネット観測の性質上船上でのコンタミが避けられないため、硬質な繊維以外はカウントしなかった。1サンプル毎に画像データを取得しサイズ(最大長、最小長、厚み)、形状を特定したのち、ThermoFisher 社 Nicolet iS5および Bruker 社 Alpha II の ATR-FTIR 分光システム(保存波数領域:4000~400 cm^{-1})を用いてプラスチックの材質を分析した。材質の特定は、ヒット率 70%以上を基準に、最もスコアの高いものをライブラリーより選んだ。また、サイズデータとプラスチック比重より、重量を見積もった。

② 半自動マイクロプラスチックサンプラーで得たサンプル

300 μm と 100 μm のフィルター上に補修された粒子は、フィルターを Milli-Q 水で洗浄後、洗浄水をシャーレに移し、実体顕微鏡を用いてマイクロプラスチックを1サンプルずつ抽出、ATR-FTIR (ThermoFisher 社 Nicolet iS5)を用いてプラスチックの材質を分析した。30 μm フィルター上のサンプルは、夾雑物の混入が顕著だったため、30%過酸化水素水に一昼夜浸した後、PTFE フィルター上に補修し、顕微 FTIR (Thermo Fisher 社 Nicolet iN10 MX)を用いてプラスチックの有無と材質を分析した。材質は、ヒット率 70%以上を基準に最もスコアの高いものを選定し、最高ヒット率が 70%に満たない場合は、材質特定の波数帯の吸光ピークの有無を基準に特定した。上記の手法は破壊検査なので、「トレッキー号」で取得したサンプルのうち、100 μm フィルターに関しては今回は分析せず保存し、研究室で開発中の新たな手法が確立されるのを待って分析することとした。

3. 結果と考察

① ニューストンネットによる採集(図 6)

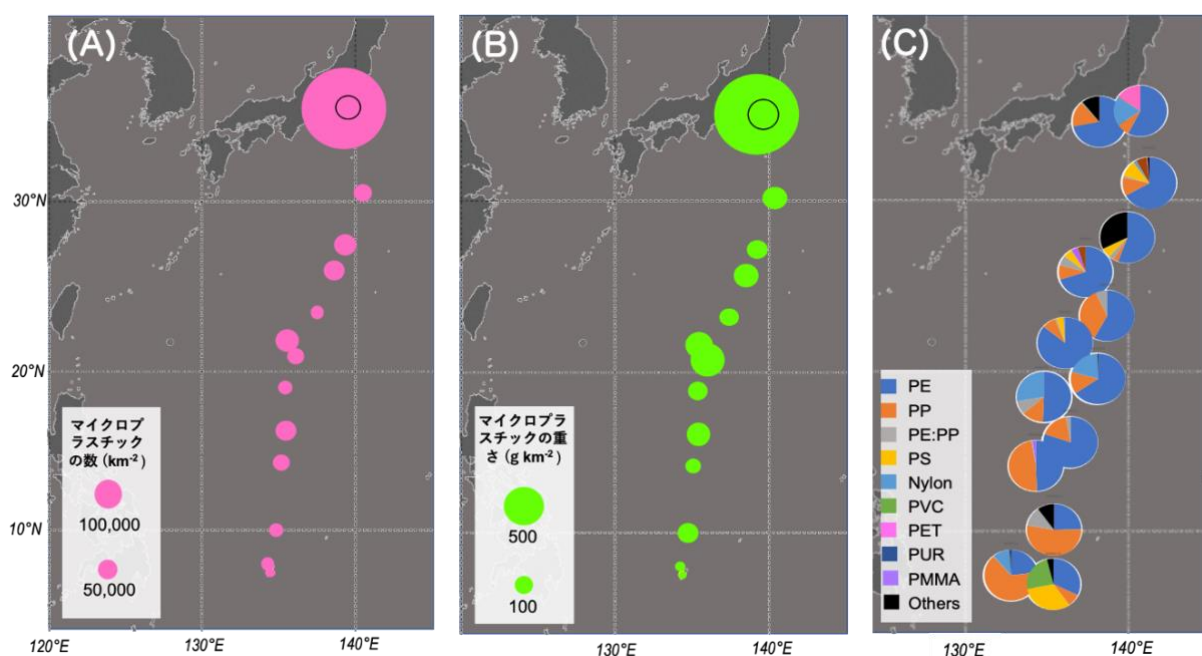


図6 ニューストンネットで採集した、表面マイクロプラスチックの密度分布: (A) 個数/ km^2 , (B) g/km^2 , (C) プラスチックの材質組成(PE: ポリエチレン, PP: ポリプロピレン, PS: ポリスチレン, PVC: ポリ塩化ビニル, PET: ポリエチレンテレフタレート, PUR: ポリウレタン, PMMA: アクリル樹脂)。

マイクロプラスチック (最大長:< 5 mm) の密度は、日本沿岸相模湾沖の観測点で最も高く、>930,000 個/km² (2631 g/km²) が分布していた。同じ海域では船上からの目視観察で大型のプラスチックごみも多く観察された。密度が最も低かったのは、パラオ沿岸の観測点で、約 11,000 個/km² (21 g/km²) だった。他の観測点は、日本とパラオを結ぶ外洋海域に位置し、人口の密集地域からは遠く離れているが、約 20,000-80,000 個/km² (40-426 g/km²) のマイクロプラスチックが分布していた。この値は、これまで東部太平洋のごみの集積海域(グレートパシフィックごみパッチ)で記録されたものと同程度の値になる(Kershaw, 2021)。

検知されたマイクロプラスチックの大部分は材質がポリエチレン(PE)であった。パラオ沿岸で収集されたサンプルを除く全ての観測点で、マイクロプラスチックの 50%以上を、レジ袋や様々な容器などに一般に広く使用される、ポリエチレンとポリプロピレン(PP)が占めていた。ポリエチレンとポリプロピレンが表層ネットによる採集で最も優先する材質であることは、他海域の知見とほぼ一致している。一方、パラオ沿岸では、ポリエチレンとポリプロピレンの割合は低く、ポリスチレン(PS)の割合が高いなど、他の測点とは顕著に異なる組成を示した。

② MP サンプラーによる採集(図 7)

補修されたマイクロプラスチックの個数は 100 μ m, 300 μ m フィルターを合わせて最大 9 個であり、31 測点のうち 15 測点でゼロであった。100-1000 μ m のサイズレンジでは、出港してすぐの日本沿岸の測点で最大密度(77 個/m³)が観測された。また、北緯 15-23 度にも 10~40 個/m³ のピークが認められた。100-300 μ m と 300-1000 μ m のサイズレンジ別に見ても分布のパターンは同様で、日本沿岸と北緯 15-23 度に小さなピークが認められた。両サイズレンジの分布密度の幅には大きな違いが認められず、約 0-40 個/m³ の間であったが、100-300 μ m レンジの方が、北緯 15-17 度付近のピークが顕著であった。北緯 15-23 度「トレッキー号」(300-1000 μ m サイズレンジのみ) は「みらいへ」とは異なる航路をとっているが、両艇の航路が比較的重なる北緯 15-23 度には、同様の小さなピークがあった。検出したプラスチックの組成については③を参照のこと。

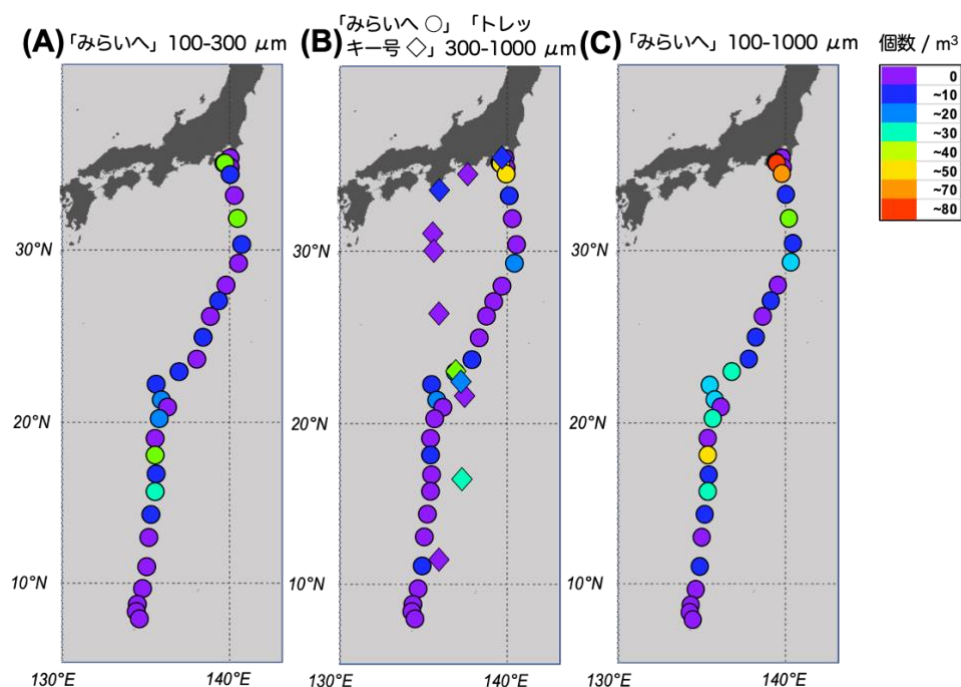


図 7 半自動 MP サンプラーで採集した表層マイクロプラスチックの密度(個数/m³)分布。

30-100 μm のサイズレンジは、30 μm フィルター上の金属の腐食による夾雑物の影響が大きく、顕微 FTIR の分析でうまく検出できなかった。よって今回の成果報告には含めない。

③ ニューストンネットと MP サンプラーで得たサンプル・データの比較

比較のため、ニューストンネット で得たマイクロプラスチックを m^3 あたりの個数に換算すると、0.02-1.19 個/ m^3 と、MP サンプラーのデータと比較して 1-2 桁小さくなる。サイズレンジを揃えて、300-1000 μm のデータに限定すると、最大でも 0.04 個/ m^3 であり、同じレンジの MP サンプラーのデータ(最大 33 個/ m^3)との差は 3 桁におよぶ。ニューストンネットで得たマイクロプラスチックのサイズ組成は、1000 μm が 77%と 1000 μm 以下と比較して圧倒的に大きかった。また、大容量の海水を航行しながら濾過する際に生じる圧力のため、標準で使用する 335 μm 目合のネットでは、最長が 300-1000 μm の粒子の多くがネットをすり抜けてしまい、捕集効率は悪いと考えられる。また、in situ での分布と比較して MP サンプラーのろ水量 (120L) がネットのろ水量 (c.a. 600-1000 m^3) と比較してかなり小さいため、数個の粒子を検出した際に密度データを過大評価している可能性も否定できない。

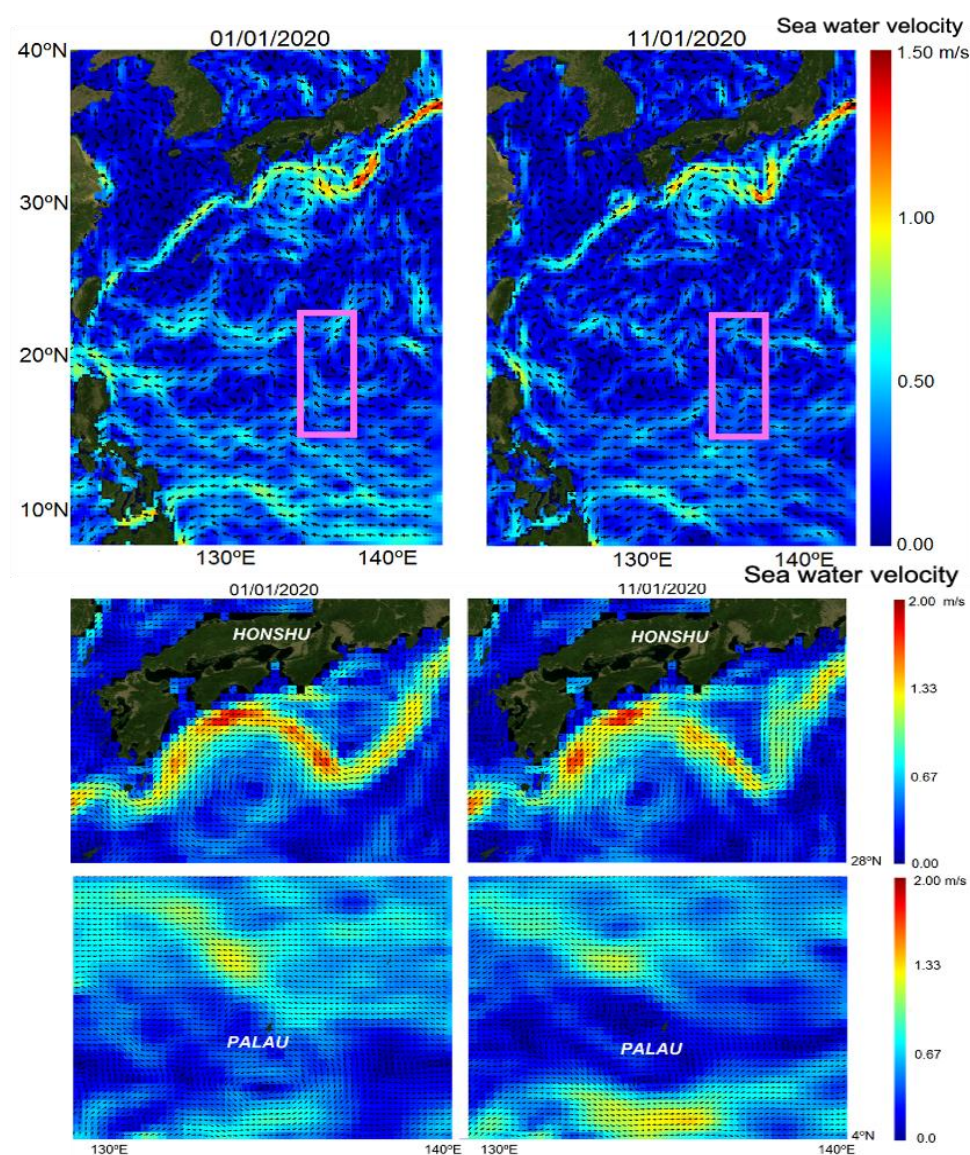


図8 調査を実施した 2020 年 1 月上旬の表面海流の強さ(カラーバー)と向き(矢印) : (上) 調査海域全域、(下) 日本沿岸とパラオ周辺海域の拡大図。ピンク色の四角は、マイクロプラスチック密度の小ピークが観測された海域。衛星海面高度データおよび EU Copernicus Marine Service Information のデータの再解析により求めた。(解析: Carlos Garcia-Soto, Spanish National Research Council)。

一方で空間分布に着目してみると、ニューストーンネットサンプルも MP サンプラーのサンプルも、同様なパターン(日本沿岸で最大、北緯 15-23 度エリアで小ピーク、パラオ周辺で最小)を示していることから、この海域の海洋環境、特に西太平洋亜熱帯ジャイアの位置や強度が、サイズを問わずマイクロプラスチックの集積に影響を与えていることを示唆した。調査が実施された 2020 年 1 月のこの海域の海流分布をみるとパラオ諸島の周辺は、東から西へと流れる西部北太平洋亜熱帯循環の強い流れの南方外側に位置している(図 8)。このことが、パラオ周辺で顕著にマイクロプラスチック密度が低かったこと、またニューストーン ネット 調査の結果から、この海域のマイクロプラスチック材質組成が、他と顕著に異なっていたこと(図 6)の要因かもしれない。さらに、北緯 15-23 度付近の小ピークに関しては、その周辺の海域は、存在が予想されていた、いわゆる「[Western \(North Pacific\) Garbage Patch](#)」の西端にあたる。今回小ピークが観察された海域は、北上したジャイアが東方に方向を変える「渦」の内側にあたることから、浮遊物が集積しやすいメカニズムがあるのかもしれない。循環流の周辺に生じる複雑な中規模渦の働きが、海表面のプラスチックの集積や沈降過程に大きな役割を果たすことが指摘されている(Nakajima et al, 2021)。より詳細なメソスケールの海洋循環モデルにより粒子の挙動を明らかにすることが求められる。

次にニューストーンネットサンプルと MP サンプラーで得た、全マイクロプラスチックの材質組成を比較する(図 9)。ニューストーン ネット のサンプルは、サイズレンジ 1000 μm 以上、以下共に、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)が全体の 70%以上を占めたのに対し、MP サンプラーでは、同素材の割合は「みらいへ」のサンプルで、PE が 4% (100-300 μm)と 8% (300-1000 μm)と少なく、PP は検出されなかった。「トレッキー号」のサンプルでは、PE/PP コポリマーを除けば、PP、PE はともにゼロであった。その他の材質で、MP サンプラーのサンプルで顕著だったのは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)とポリエチレンテレフタレート(PET)であった。

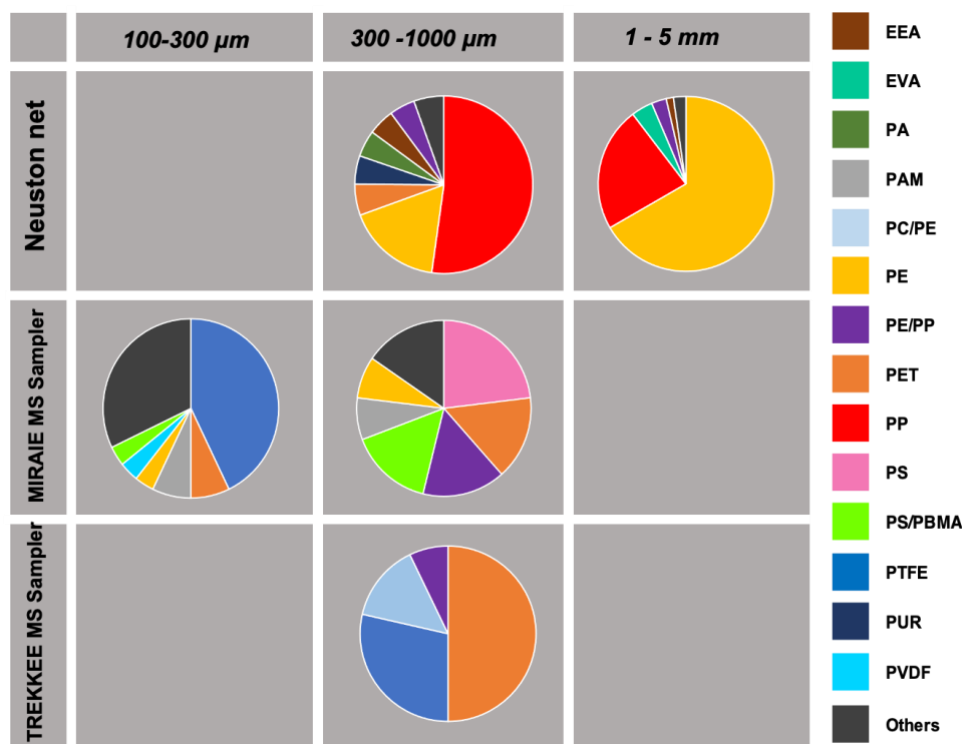


図9 ニューストーンネットと半自動 MP サンプラーで採集した表層マイクロプラスチックの、サイズクラス別、材質組成の比較。データは全サンプル数を統合した結果。プラスチックの材質組成(EEA: エチレン/エチルアクリレートコポリマー, EVA: エチレン酢酸ビニル, PA: ナイロン, PAM: ポリアクリルアミド, PC/PE: カーボネイト/エチレンコポリマー, PE: ポリエチレン, PE/PP: エチレン/プロピレンコポリマー, PET: ポリエチレンテレフタレート, PP: ポリプロピレン, PS: ポリスチレン, PS/PBMA: スチレン/ブチルメタクリレートコポリマー, PTFE: ポリテトラフルオロエチレン, PUR: ポリウレタン, PVDF: ポリ塩化ビニリデン

ニューストーンネット、「トレッキー号」MP サンプラー、「みらいへ」MP サンプラー のサンプリング取水深度は、それぞれ、表面(0 m)、表面直下(0-1 m)、3-4 m と少しずつ異なる。海水よりも比重が小さい PE や PP がニューストーンサンプルで優先した一方で「みらいへ」MP サンプラーや「トレッキー号」で認められなかったのは、これらのマイクロプラスチックの多くが極表面にしか浮遊していないことを示唆しているのかもしれない。また、取水深度が今回得た組成に影響したのであれば、PTFE, PET, ポリスチレン(PS)といった、比重が海水よりも重い材質のプラスチックが優占していたのは腑に落ちる。ただし、PTFE に関しては、海水を取水する経路においてコンタミした可能性もあり、解釈には注意を要する。

4. 今後の課題と展開

本プロジェクトの成果は、海洋観測データの時空間ギャップを埋めるために、セーリングコミュニティと協働することが一つの方法であり、海洋プラスチック汚染の観測においても有用である可能性を改めて示した。しかし、そうした試みにより得られたデータを、地球規模の解明やその生態系・人間社会への影響評価のために活用するには、取り組むべき課題がいくつかある。現場自動観測のためのセンサー技術や標準的な手法によるデータ取得のプロトコルが近年飛躍的に進展した、水温などの物理的変数や、二酸化炭素などの生物地球化学的変数に関しては、観測プラットフォームとしての民間船やプレジャーボートの活躍に期待が高まる。一方、現時点では海洋生物多様性に関する変数は、現場でサンプルの採集を行った後、研究室での詳細な分析を経て初めてデータが得られるというハードルがある。海洋プラスチック観測・分析もまさに生物データと同様の立場にある。民間船の協力により大量の海洋プラスチックサンプルが採集可能となっても、現状のままでは、分析にかかる時間・手間がボトルネックになるのだ。

① 民間との協力に関する課題

近年海洋環境問題への関心は海運業界や、マリンスポーツ愛好家の間で高まっており、タンカーやヨットをプラットフォームにした調査への協力の問い合わせをいただくこともあり、大変ありがたい事である。一方で、そうした協働を実現するためには、先方の描く調査の内容と、科学者側の要望がマッチしなければならない。科学者側は、科学的に意味のある、信頼性の高い定量的なデータ得るために、仮説や目的に基づいて観測計画を立てなければならず、そのためには先方が何をどこまで協力可能なのか、丁寧な対話を通じて合意を得る努力が求められる。また、前述したように、サンプルの収集から分析データが得られるまでの長いプロセスについても理解を得ることが必要だ。無論、迅速な分析を可能にするテクノロジーやシステムを開発し、普及することが、民間の協力を促すのには必至である。

② サンプリングと分析手法の問題

今回用いた subCtech 社のサンプラーは、調査期間中全く問題なく作動し、「トレッキー号」においても、レース参加中のクルーにより予定通りサンプリングが実施出来たことから、ヨットなどの小型船に搭載する上での性能面で信頼性が高いことが再確認できた。しかし、サンプリングのデザインに関しては検討の余地があることがわかった。

今回用いた機器は、サイズの異なるマイクロプラスチックを連続的に捕集するため、目合の異なる3枚のフィルターを用いている。しかし、今回の結果では最小の 30 μ m のフィルターがしばしば目詰まりを起こし、多量の夾雑物が混ざり、またフィルター上に溜まった海水により金属が腐食を起こしていた。前回の Volvo Ocean Race の分析結果でも、同様の理由で 1 番目合の細かいフィルターは分析していない。100 μ m より小さいマイクロプラスチックの分布は不明な点が多く、詳細に調査する意義はある。しかし、民間船を利用した観測においては、その利点を活かし、100 μ m 以上あるいは、世界的によりデータ

が蓄積している 300 μm の粒子分布の時空間分布のギャップを埋めることを主目的に観測をデザインした方が良いのかもしれない。

また、適切な濾水量に関して、今回の1サンプル毎に 120L に設定したが、フィルター上に捕集された粒子の数は少なく、統計的に信頼性のあるデータを得るためには、外洋では濾水量を大きくするなど工夫が必要かもしれない。ただし、調査員の乗船していないレースヨットなどでは、航海途中の設定の変更は負担となる。

③ 異なるプラットフォームで得たデータの比較

表層マイクロプラスチックは、海に入ると海流に乗って世界中に広がるため、環境影響評価をするには、その時空間分布を全球規模で理解する必要がある(5. 国内外ポリシーを参照のこと)。そのためには、異なるプラットフォームや観測機器で採集したデータを、適切なアルゴリズムを開発して比較可能にできることが望ましい。本調査では、表面マイクロプラスチックの採集に最も一般的に実施されているネットの表層曳と、MP サンプラーをほぼ同時に観測することができた。結果は、プラスチックの比重の違いにより、表面(ニューストーンネット)と近表層(トレッキー、みらいへ)では、組成が大きく異なることを示しており、両方のデータをどのように補完したら良いかについては、同様の同時観測の試みがさらに必要である。

本調査の結果と同じサンプラーを用いた 2017/2018 Volvo Ocean Race の調査結果と比較すると、西部太平洋のような高密度の海域では、後者は一桁ほど数値が高い (Toste et al, 2021)。Ocean Race の濾水量は本調査の 1/2 (60L) であり、その違いが影響しているかは不明である。また、本調査では分析手法に FTIR を用いたが、Ocean Race の科学調査を担当した GEOMER (独)ではフロースルーの ラマン分光システムを用いている。今後、セーリング業界の協力により、同様の MP サンプラーによる観測が主流になるとしても、採集したサンプルは研究所のインフラ等により、また分析技術の急速な進歩により、様々な手法を用いて分析されると予想される。よって、担当する研究者間のコミュニケーションを強化し、観測計画を情報共有し、またデータを比較する際には手法による違いを比較検討するなどのプロトコルを作ることができれば理想的である。

5. 国内外ポリシーへの貢献

図 10 に、海洋プラスチック汚染を取り巻く、海洋観測コミュニティおよび科学政策の国内外における近年の動向をまとめた。

2019 年大阪で開催された G20 会合で、参加国は 2050 年までに新たな海洋プラスチックゴミをゼロにする (Osaka Blue Vision) ことに合意した。日本政府は、特にマイクロプラスチックに注目し、その観測の推進と国際データベース構築においてリードをとると宣言した。それを受け、環境省は、マイクロプラスチック観測・分析手法の調和化を目的とした際ワーキンググループを設置、具体的なデータ比較の手法を示したガイドラインを出版し (Michida et al, 2019) 政府間海洋科学委員会 (IOC) の [Ocean Best Practice](#) に登録された。2021 年 6 月現在時点、国際データハブの立ち上げに向けて活動中である。こうした国内の動きは、海洋プラスチック(ゴミ)汚染に解決に向けた国際社会の要請に大いに貢献するものである。

国際的には、国連主導で、[GESAMP ワーキンググループ 40](#) が、海洋プラスチックゴミのモニタリング手法を、市民科学含めて網羅的に取りまとめて 2018 年に出版している (GESAMP, 2019)。海洋観測コミュニティによるボトムアップな動きとしては、2019 年の OceanObs'19 会合にて、全球海洋ゴミ観測システム (IMDOS) 構築のアイデアが提案され (Maximenko et al, 2019) 立ち上げのサポートを、IOC 全球海洋観測システム (GOOS) が申し出ている。IMDOS ではまず海洋ゴミ汚染の実態を全球で理解する上で観測すべき必須変数 (Essential Ocean Variables: EOVS) を設置することが第一歩とな

る。4③で述べたように、海洋プラスチック関係の変数では、表層マイクロプラスチック密度は、観測のフイジビリティや、上記ガイドラインが比較的良く整備されていることから、グローバル EOV の有望な候補となっている。

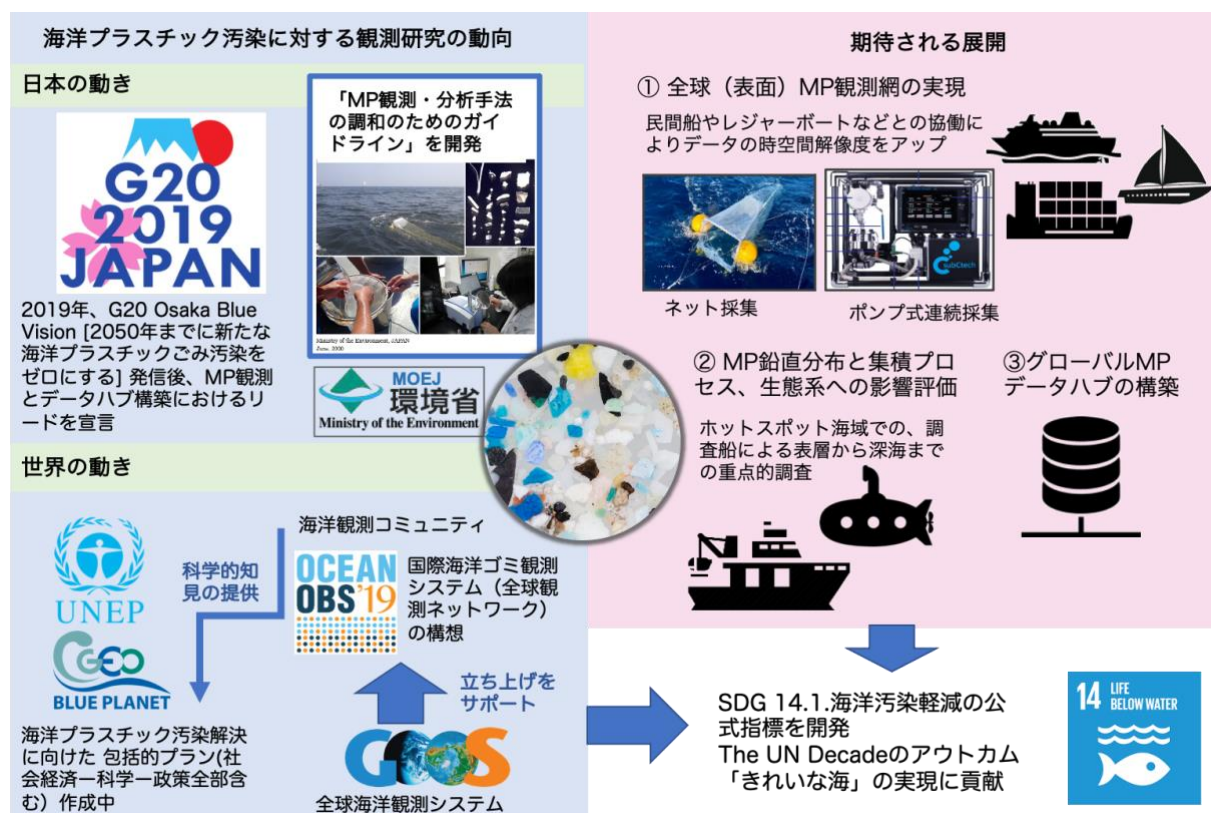


図 10 海洋プラスチック汚染をめぐる国内と世界の海洋観測戦略および科学政策の動向

一方で国連環境計画と関連が深い GEO-Blue Planet 関連コミュニティでは、より政策や社会に視点を置いて海洋ゴミ・プラスチック情報の収集とモニタリングにおける国際協調を働きかけてきた（[詳細はこちら](#)）。科学的エビデンスを政策に活かすためには、科学的データをいわゆる「指標」に翻訳して、状況や変化を示すことが近年の国際的科学政策の主流になっている。[持続可能な開発目標（SDG）の達成度を評価するために各目標に設置された公式指標](#)はその代表的な例である。IMDOS や GOOS の海洋観測コミュニティがグローバル EOV を観測し、それを日本政府が主導するデータハブで取りまとめ、そのデータからグローバル「指標」を開発するプロトコルが確立すれば、効果的に国際政策に活かすことが可能となる。おりしも、国連環境会議 UNEA では、二酸化炭素の国際排出枠のようなルールを、プラスチックに関しても設定すべきかに関して議論の最中である。また、2021 年には、人間社会が存続するために不可欠な海洋環境や生態系の保全を目指して、国連海洋科学の十年（UNDOS）が立ち上がった。UNDOS が掲げる7つの目標のうちの一つ「汚染のないきれいな海」の実現のために、海洋科学者とセーリングコミュニティの協働が果たす役割にかかる期待は大きい。

引用文献

GESAMP (2019) Guidelines or the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean (Kershaw P.J., Turra A. and Galgani F. editors), (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 99, 130p.
<http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>

Griffin H and Chiba S. (2020) Sailing towards a plastic-free ocean — action on SDG 14 to increase understanding of ocean debris. In: A Better World Vol. 6. 102 pp. Human Development Forum. ISBN 978-1-9160325-0-7. <http://digital.tudor-rose.co.uk/a-better-world-vol-6/>

Kershaw PJ. *Floating plastics: a wide-reaching problem*. [online] One Shared Ocean. Available at: http://onesharedocean.org/open_ocean/pollution/floating_plastics [Accessed 1 July 2021]

Maximenko N et al. (2019) Toward the Integrated Marine Debris Observing System. *Front. Mar. Sci.* 6:447. doi: [10.3389/fmars.2019.00447](https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00447)

Michida, Y. et al. (2019). Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic Monitoring Methods. Ministry of the Environment Japan, 71pp.
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/114043.pdf>

Nakajima R et al. (2021) Massive occurrence of benthic plastic debris at the abyssal seafloor beneath the Kuroshio Extension, the North West Pacific. *Marine Pollution Bulletin*.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112188>

Tanhua T et al. (2020) A near-synoptic survey of ocean microplastic concentration along an around-the world sailing race. *PLoS ONE* 15(12): e0243203.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243203>

van Seville E et al (2015) A global inventory of small floating plastic debris. *Environ. Res. Lett.* **10**
doi:[10.1088/1748-9326/10/12/124006](https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/124006)

