

# 私たちの暮らしとマイクロプラスチックとの関係

京都大学大学院 地球環境学堂 准教授 田中周平

## 1 はじめに

「環境中に放出されたプラスチックはどうなるのか？」をテーマにマイクロプラスチックの分析方法の開発と水環境中における挙動調査を始めて以来、いろいろな方々からお声掛けをいただくようになりました。「微細化したプラスチック片が、どこに、どれだけ、どのような形態で環境中に分布しているのか？」という疑問は、みなさんが生活の中で、どこかで気にしていたことなのかもしれません。5 mm 未満のプラスチック片のことをマイクロプラスチックと呼び、小さい方の決まりはなく、研究者によって調べられている下限はさまざまです。Data Gap と呼ばれるほど、分析方法により結果がばらついているのが現状です。水環境中にはさまざまなプランクトンが存在しており、それらの中からプラスチックを見つけ出す方法が研究者によって異なります。

2016年11月16日に琵琶湖北湖の表層水を目開き 315  $\mu\text{m}$  のプランクトンネットと目開き 100  $\mu\text{m}$  のプランクトンネットを用いて、それぞれ約 20  $\text{m}^3$  を通水した際の内側を洗い流した際の試料を図 1 に示します。左図は目開き 315  $\mu\text{m}$  の結果を示します。上部に浮いている白色や緑色のもののうち 5 mm よりも小さいものがマイクロプラスチックです（実際は実験室に持ち帰った後、FT-IR で同定）。一方で、右図は目開き 100  $\mu\text{m}$  の結果を示します。緑色の濁った試料が見えます。これらの多くは植物プランクトンや動物プランクトンであり、その中からマイクロプラスチックを探し出すことは非常に困難です。

私たちはマイクロプラスチックを分解することなく、これらのプランクトンなどの夾雑物質を取り除く方法を検討してきました。試料にもよりますが、過酸化水素水（30%）などを利用してプラスチック以外の有機物を分解し、ヨウ化ナトリウムなどを用いて比重分離を行うことで無機物を分離するなどの前処理を施しています。

### 採取方法による試料の違い

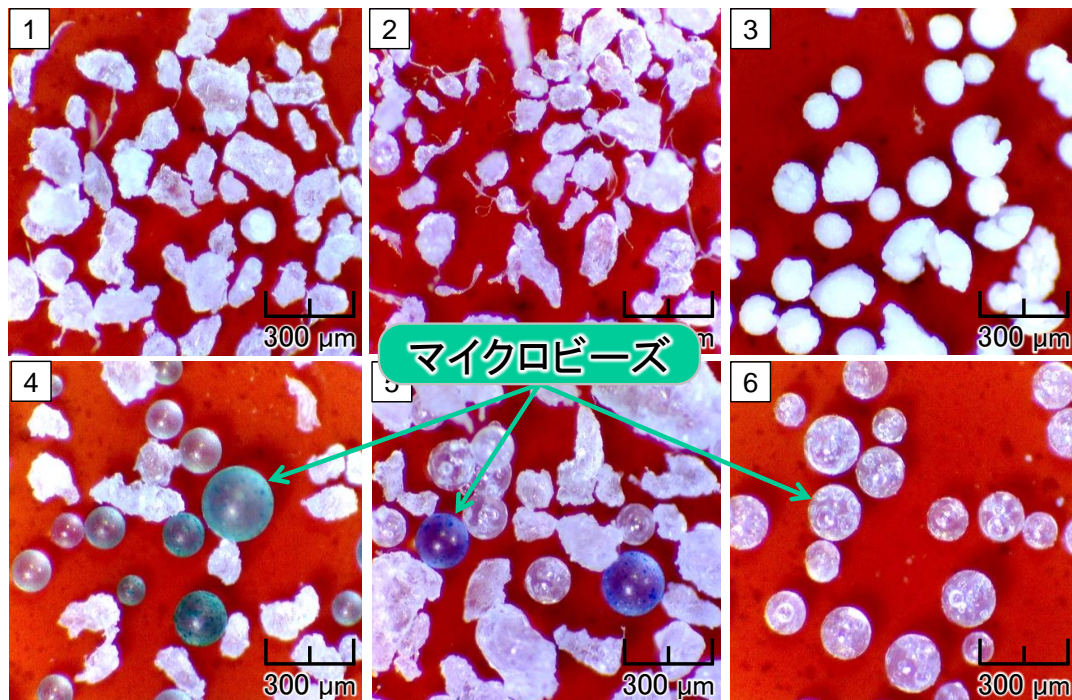


図 1 プランクトンネットの目開きの違いによる試料の違い

## 2 パーソナルケア製品中のマイクロプラスチック

2016年3月にポリエチレンを成分として含むパーソナルケア製品は、4,199製品存在していました。そのうち、「スクラブ剤の使用」の記載がある15製品を入手し、その中のマイクロプラスチックの存在実態の調査を実施しました。試料を45°Cの温水とメタノールで洗い流し、100 μmのプランクトンネットでろ過した試料について、マイクロプラスチックの個数、形状、成分の同定を行いました。その結果の一部を図2に示します。

白い米粒状のもの、青色の球形、白の半透明の球形のものなどの存在が確認されました。成分はすべてポリエチレンであり、15製品すべてからマイクロプラスチックを検出しました。製品100gあたりでは、8,000個から1,840,000個という個数になり、中央値で621,000個となりました。特にSample 4,5,6にはマイクロビーズも含まれており、それらの大きさは中央粒径で223 μmでした。すなわち、スクラブ剤などを排出源とするマイクロプラスチックの大部分は、それまでの海洋での調査では検出されていなかったこととなります。より細かなマイクロプラスチックの調査、前処理、分析、同定の一連の手法が開発されていくことにより、水環境中でのマイクロプラスチックの挙動が徐々に明らかになってきているのが現状です。



製品(100g)当たり、8,000~1,840,000 個含有 ⇒ 中央値:621,000 個/製品

図2 パーソナルケア製品中のマイクロプラスチック (2016年3月分析)

## 3 海の底にあるマイクロプラスチック

2017年11月に芦屋浜沖の底泥中に存在したマイクロプラスチックを図3に示します。過酸化水素水などによる分解を行い、プラスチック以外の成分をできるだけ除いた状態で顕微 FT-IR による成分同定を行いました。Photo 1 では、試料中に多くの 100 μm よりも微小なマイクロプラスチックが存在することが確認できました。写真左部中央位置の赤いマイクロビーズの他にも、中央上部の白色透明なマイクロビーズ、右部に斜めに伸びる赤色の繊維状のものも確認することができました。Photo 2 はさらに拡大した写真であり、数十 μm サイズのマイクロビーズが底泥中に存在すること

が分かってきました。これらは顕微 FT-IR による成分同定の結果、すべてマイクロプラスチックであることが分かっています。環境中の 10  $\mu\text{m}$  レベルのマイクロプラスチックの分析が可能となったことで、これまで見ていなかった目視不可能なレベルの小さなサイズのマイクロプラスチックが、水環境中に存在することが明らかとなってきました。

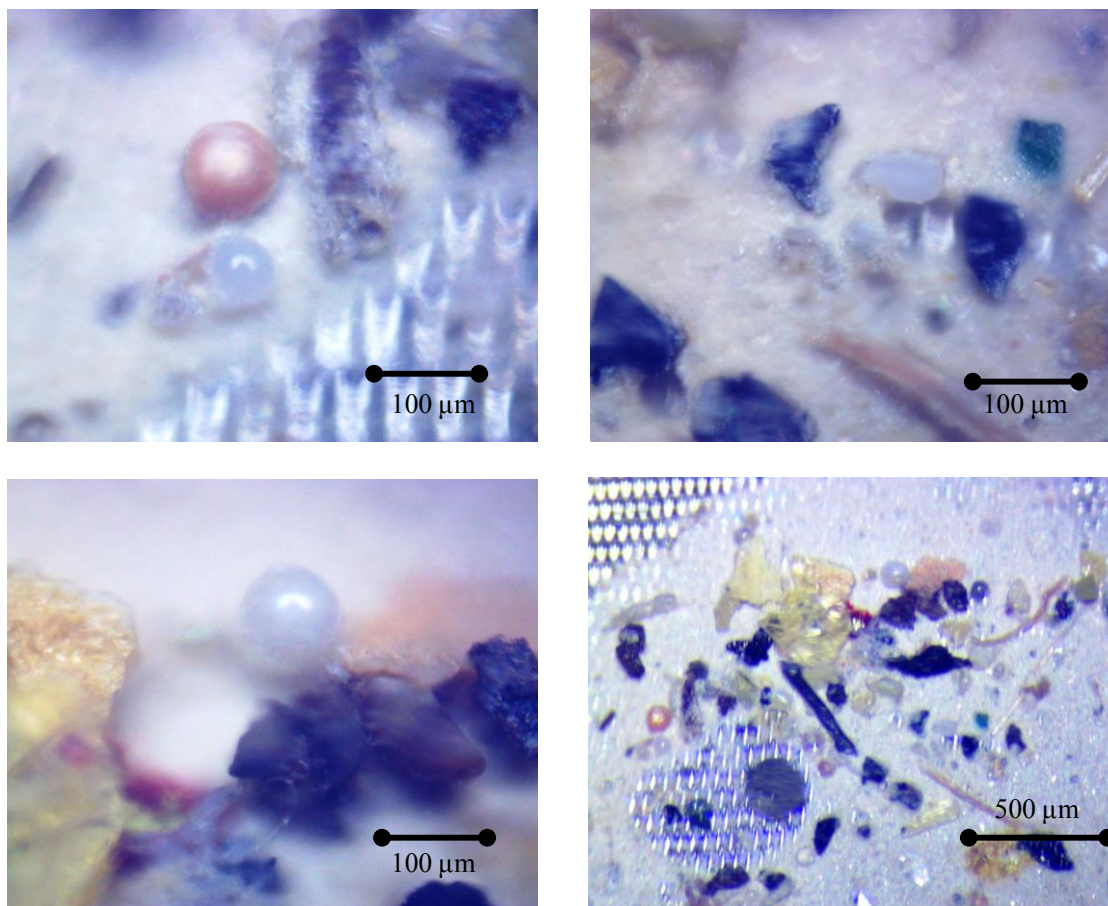


図 3 芦屋浜沖の底泥から検出されたマイクロプラスチック

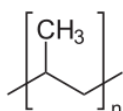
#### 4 マイクロファイバーの存在

10  $\mu\text{m}$  レベルでの分析技術が確立されてきたことで、水環境中にマイクロファイバーが多く存在することが明らかになってきました。神崎川河口から検出されたマイクロファイバーを図 4 に示します。2016 年 10 月に Environmental Science & Technology に発表された論文「Microfiber Masses Recovered from Conventional Machine Washing of New or Aged Garments」では、洗濯した衣服の重量ベースで 0.3%以上がマイクロファイバーとして流出していると報告されています。日本では、洗濯排水のほとんどは、そのまま下水処理場に流れ込みます。現在、いくつかの研究者により、下水処理場に流れ込んだマイクロプラスチックやマイクロビーズ、マイクロファイバーに関する研究が行われています。マイクロファイバーの存在量が膨大な場合、それらの対策について、議論することが重要になってくると思われます。製造者責任になるのか、排出者責任になるのか、あるいは、環境中での影響が不明なため、現状のまま進んでいくのか。どのような選択肢に進むのかは分かりませんが、水環境中にかなり膨大な数の微小プラスチックが存在していることは明らかになってきているのが現状です。



神崎川河口

ポリプロピレン



比重:0.90~0.92

プロピレンを重合させた  
熱可塑性樹脂

包装材料, 繊維, 文具,  
プラスチック部品, 実験器具,  
スピーカーコーン, 自動車部品

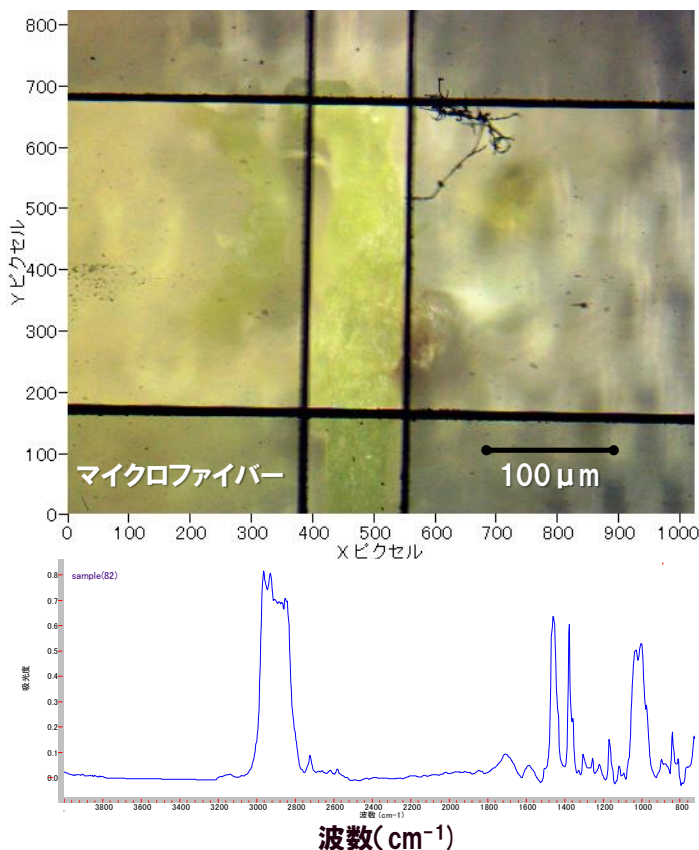


図4 神崎川河口の底泥から検出されたマイクロファイバー

5 まとめ

現在、地球環境学堂という大学院に所属しており、大学院生の多くはアジアの途上国に数か月間滞在し、研究を行っています。最近の結果で、日本の水環境中のマイクロプラスチックを途上国と比較すると、低濃度であることが分かってきました。ゴミを道路に捨てず、しっかりと集めて収集し、廃棄物処理場で燃焼させている一連の流れが、環境中のマイクロプラスチック汚染を低減させるのに寄与しているのかもしれませんが。その結果、環境中の生物への汚染も抑えることができているのかもしれませんが。「足る」を知り、利便性を享受しながらも、排出側をしっかりと管理するシステムを構築することで、世界に誇れる日本を示すチャンスがきていると考えています。

参考文献

- 1) パーソナルケア製品中のスクラブ剤として使用されているマイクロプラスチックの含有量の調査, 雪岡聖, 田中周平, 鈴木裕識, 王夢澤, 鍋谷佳希, 藤井滋穂, 高田秀重, 環境衛生工学研究, vol. 30, No. 3, p. 86-89 (2016)
- 2) 大阪湾におけるマイクロプラスチック汚染の現況把握と魚介類への影響に関する研究 (その 3), 平成 29 年度大阪湾圏域の海域環境再生・創造に関する研究助成制度研究報告書
- 3) Microfiber Masses Recovered from Conventional Machine Washing of New or Aged Garments, Niko L. Hartline, Nicholas J. Bruce, Stephanie N. Karba, Elizabeth O. Ruff, Shreya U. Sonar and Patricia A. Holden, Environ. Sci. Technol. 2016, 50, 21, 11532-11536
- 4) 琵琶湖・大阪湾におけるマイクロプラスチックへのペルフルオロ化合物類および多環芳香族炭化水素類の吸着特性, 鍋谷佳希, 田中周平, 鈴木裕識, 雪岡聖, 藤井滋穂, 高田秀重, 土木学会論文集 G (環境), vol. 73, No. 7, p. III\_1-III\_8 (2017)