

● 水環境に存在する微細プラスチックの分析手法

マイクロプラスチック (MPs) に関する研究分野では missing plastics の議論が度々行われている。これは海洋観測で得られたプラスチックの存在量が推計よりも低く、流出したと推定されるプラスチックごみの多くが行方知れずになっているという問題である¹⁾。一般的な調査では 300 μm 程度までの MPs が対象とされることが多いが、missing plastics の行方を明らかにするためにはこれよりも微細な MPs を高精度に分析する必要がある。しかし微細 MPs はこれまで行われてきたピンセットによる検体ごとの拾い上げ (ピッキング) が困難であることや、分析過程のコンタミネーションが結果に大きく影響し得るといった課題²⁾から有効な手法の報告例がまだ少ない。本トピックでは水中の微細 MPs (>20 μm) の分析手法開発を行った最近の事例を紹介する³⁾。

試料には河川水のほか下水流入水、下水処理水を用い、10 μm のプランクトンネットを通過させ、親水性 PTFE メンブランフィルターでろ過した。このフィルターを 30 % 過酸化水素水が入った 200 mL のガラス容器内において 60 $^{\circ}\text{C}$ で攪拌し、試料に含まれる夾雑有機物を除去した。超純水 100 mL、ヨウ化ナトリウム 100 g を加えて 10 分攪拌後に静置 (>6 時間) し、溶液中で密度分離を行った。回収した上澄みを再度ろ過し、顕微-フーリエ変換赤外分光光度計 (μFTIR) で測定した。測定は透過法によりフィルター上に設定した 3 箇所の計測点 (中心部、上端部、右端部 各 25 mm^2) で行い画像処理によるマッピングで得られた赤外吸収スペクトルをライブラリのデータと照合した。これによりピンセットを用いた手作業によるピッキングを行うことなくフィルター上の微細 MPs を分析可能であった。回収率はろ過済みの水道水に市販のポリエチレン粒子 (32~38 μm) を添加して評価され、94.0~100 % であった。

18 種のポリマー成分を対象とした結果、河川水中の MPs 個数密度は 335 μm のプランクトンネットを河川に浸漬して調査を行った従来の事例よりも約 200 倍高かった。この要因として 335 μm より小さな MPs が検出されたほか、 μFTIR によるスキヤニングによってピッキングでは見逃されやすかったフィルム状 MPs や透明 MPs も検出可能であったことが挙げられた。このような手法は微細 MPs を検出できるだけでなく、操作者の違いによって生じる誤差の低減や分析の効率化にも繋がると期待される。

1) A. Isobe, S. Iwasaki : *Sci. Total Environ.*, **852**, 153935 (2022).

- 2) 大塚佳臣, 高田秀重, 二瓶泰雄, 亀田 豊, 西川可穂子 : 水環境学会誌, **44**, 35 (2021).
3) Y. Kameda, N. Yamada, E. Fujita : *Environ. Pollut.*, **284**, 117516 (2021).

[富山県立大学工学部 三小田憲史]

● マイクロセンサーで境界面を測る

大気と海洋の境界には、海洋表層マイクロ層 (Sea surface microlayer, SML) と呼ばれる、厚さ 1 mm 以下の薄い層が存在する。SML には界面活性物質が存在し、下層の水とは化学組成や生物相が異なる。この境界面は気体や粒子の交換の場として重要である。例えば大気海洋間の CO_2 交換速度は SML の物理・化学・生物的性質に依存する¹⁾。しかし、化学・生物分析に十分な量の SML 試料を採取するのは困難で、現行法では下層の水の混入が避けられない。SML の物性や化学的性質を計測する新しい手法として、マイクロセンサーを用いたものがある²⁾。マイクロセンサーは、先端が直径数 μm のガラス電極型のセンサーで、微小領域における物性や物質の分布の計測が可能である。微生物が形成するバイオフィルムを対象に医療や環境工学分野で使用実績があり³⁾、センサーそのものは目新しいものではない。マイクロセンサーに微小移動量を制御可能なアクチュエータを付けることで、擬似的に海洋を再現したタンク内において SML から下層の水までの温度や溶存酸素濃度のプロファイルを得ることが可能となった (図 1)。その結果、SML では表面から下層に向けて溶存酸素濃度の上昇が見られること、その勾配は拡散のみでは説明できず植物プランクトンの代謝活性に依存することがわかった。波のある現場での計測には課題が残るものの、将来 CO_2 をはじめとする温室効果気体を計測可能なマイクロセンサーが開発されれば、大気海洋間の気体交換速度のより詳細な推定が可能となり、気候変動予測の精緻化につながることを期待される。

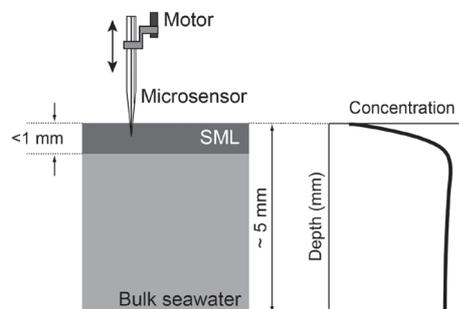


図 1 マイクロセンサーを用いた SML 計測の概要と計測例

- 1) T. Barthelmeß, F. Schütte, A. Engel : *Front. Mar. Sci.*, **8**, 718384 (2021).
2) J. Rahlff, C. Stolle, H.-A. Giebel, M. Ribas-Ribas, L. R. Damgaard, O. Wurl : *Front. Mar. Sci.*, **6**, 11 (2019).
3) H. Beyenal, J. Babauta : *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.*, **146**, 235 (2014).

[広島大学大学院統合生命科学研究科 岩本洋子]