

ダイナミック粒子画像解析システム iSpect™ DIA-10と
赤外顕微鏡 AIM-9000による
マイクロプラスチックの分析

大きさ数 μm ～数mm程度の微細なプラスチックをマイクロプラスチックと呼びます。近年、このマイクロプラスチックが沿岸及び海洋の生態系に悪影響を与え、ひいては人間の健康にも潜在的に影響を及ぼす可能性がある海洋環境問題として、世界的な課題となっています。地球環境を保護するためには早期の対処が必要であり、マイクロプラスチックの発生源の特定や、改善策の検討に各種分析装置が用いられています。

溶液中に分散したマイクロプラスチックの形状や粒子濃度(個/mL)の解析には、ダイナミック粒子画像解析システムが適しています。実体顕微鏡により1つ1つのマイクロプラスチックを解析することも可能ですが、作業者の負担が大きく効率的ではありません。ダイナミック粒子画像解析システムは、溶液中に分散した大きさ5～100 μm の粒子を自動検出し、その形状や粒子濃度を短時間で解析することができます。

また、ろ紙に捕集された大きさ100 μm 以下のマイクロプラスチックの定性分析には、有機化合物の分析を得意とする赤外顕微鏡が適しています。

ここでは、ダイナミック粒子画像解析システムと赤外顕微鏡を用いて、環境水に含まれる粒子の形状、粒子濃度の解析と定性分析を行った事例を紹介します。

H. Maeda, R. Fuji

■ダイナミック粒子画像解析システム
iSpect DIA-10

図1に示すiSpect DIA-10は、撮影可能な狭いエリアに粒子を通過させることで撮影効率を高めたマイクロセル方式により測定を行います。本方式は、従来方式に比べて撮影エリア外(左右方向の領域外)の粒子通過や前後方向のピンボケが少なく、ほぼ全ての粒子を捉え、信頼性の高い粒子検出が可能です。また、最少50 μL のサンプルで測定が行えるため、希少なサンプルの測定にも対応できます。測定は、図2に示すように、汎用ピペットの先端を装置上部にセットすることで行えます。



図1 ダイナミック粒子画像解析システム iSpect™ DIA-10



図2 サンプルセットの様子

■赤外顕微鏡 AIM-9000

図3に示す赤外顕微鏡システムは、赤外光をアパーチャによって指定の大きさに絞り、微小部位の情報を高感度で取得することが可能です。また、当社独自の広視野カメラ*と顕微カメラによる330倍のデジタルズーム機能により、ろ紙上のマイクロプラスチックの可視観察が容易に行えます。

*広視野カメラはオプション品です。



図3 フーリエ変換赤外分光光度計 IRTracer™-100 (左)と赤外顕微鏡 AIM-9000 (右)

■環境水に含まれる粒子の形状と粒子濃度の解析

試料にはマイクロプラスチックを含む環境水を用い、そこに含まれる粒子の形状と粒子濃度の解析をiSpect DIA-10により行いました。測定条件を表1に、取得した粒子画像の一部を図4に示します。

表1 測定条件

装置	: iSpect DIA-10
フレームレート	: 8 fps
分析流量	: 0.1 mL/min
分析総量	: 150 μL

図4より、大きさ100 μm 以下の粒子の形状が鮮明に捉えられており、棒状や繊維状など形状が様々であることが確認できます。

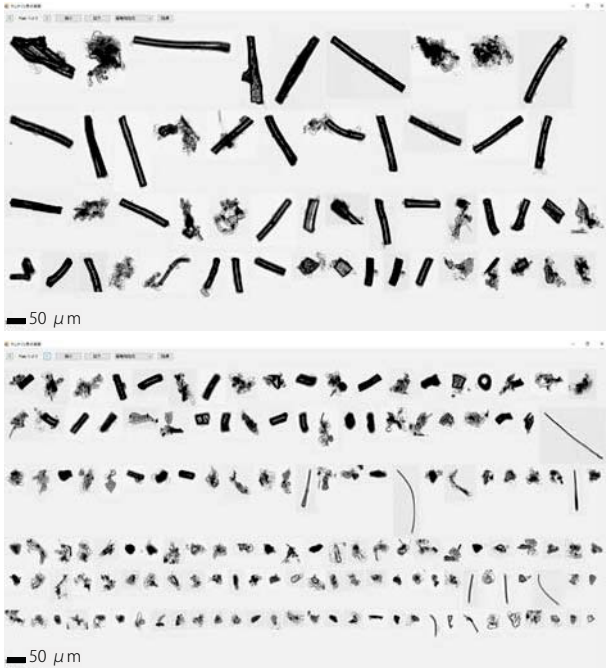


図4 粒子画像

図5にスカッタグラム（散布図）を、図6にヒストグラム（度数分布図）を示します（横軸の表示範囲：10～100 μm）。これらの図は、任意の測定項目（最大長、アスペクト比、円形度等）から2項目を選択することで作成できます。粒子濃度は5,309 個/mLであることが明らかになりました。また、大きさの平均値は24.315 μmで、図6赤枠で示す10～30 μmの粒子が多いことがわかりました。

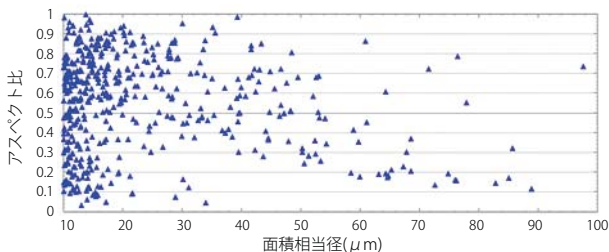


図5 スカッタグラム（散布図）

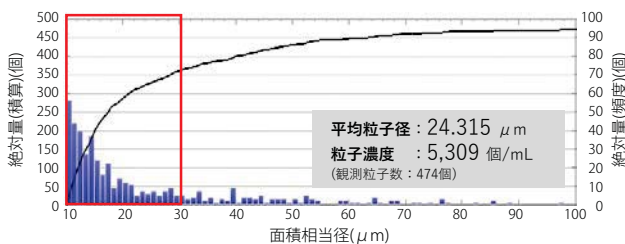


図6 ヒストグラム（度数分布図）

■ マイクロプラスチックの定性分析

iSpect DIA-10による測定後、試料に含まれる粒子をポリテトラフルオロエチレン（PTFE）製のろ紙に捕集し、AIM-9000によるマッピング分析を行いました。測定条件を表2に、可視観察画像を図7に示します。

iSpectおよびIRTracerは、株式会社 島津製作所の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所 分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

初版発行：2019年10月

島津コールセンター ☎0120-131691
(075) 813-1691

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。
改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

装置	: IRTracer-100, AIM-9000
分解	: 8 cm ⁻¹
積算回数	: 5
アボダイズ関数	: Sqr-Triangle
アパーチャサイズ	: 20 μm×20 μm
マッピング範囲	: 460 μm×1780 μm
検出器	: MCT

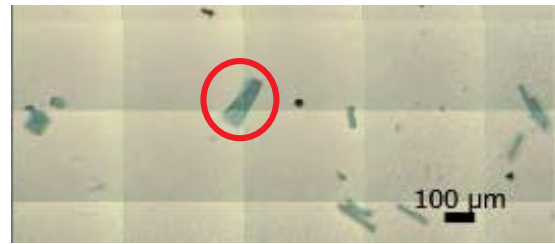


図7 可視観察画像

図7の赤丸部分における赤外スペクトル（図8）を定性した結果、ポリプロピレン（PP）と定性できました。

次に、PPに特徴的な1,400-1,339 cm⁻¹（CH₃変角振動）ピークの補正面積値（ベースラインからのピーク面積値）を用いて作成したケミカルイメージを図9に示します。赤色は成分が多い箇所、青色は少ない箇所を示します。可視観察画像で確認できる棒状のマイクロプラスチックがすべてPPであることが明らかになりました。

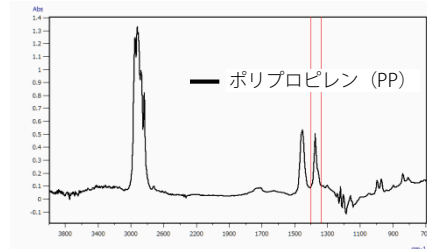


図8 棒状のマイクロプラスチックの赤外スペクトル（赤枠は、ケミカルイメージの作成に使用したピークを示します。）

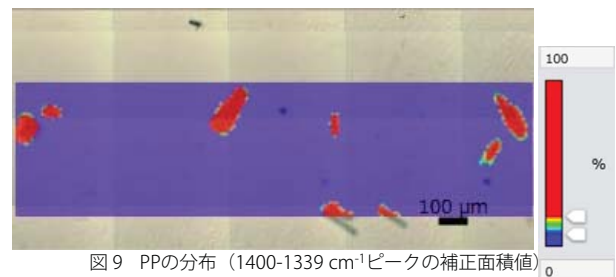


図9 PPの分布（1400-1339 cm⁻¹ピークの補正面積値）

■ まとめ

ダイナミック粒子画像解析システム iSpect DIA-10により、環境水に含まれる多数の粒子の形状を効率的に観察でき、さらに、サイズや形状の統計値や粒子濃度の情報を得ることができました。また、赤外顕微鏡 AIM-9000では、可視観察画像で捉えたマイクロプラスチックの成分を迅速に定性し、その分布をケミカルイメージを用いて明確に示すことができました。

これらのシステムにより、マイクロプラスチックの形状と粒子濃度、および成分判定の複合的分析が実現され、様々な知見を得ることが可能です。

<謝辞>

本測定を行うにあたりサンプルおよびマイクロプラスチックに関する知見を千葉工業大学 亀田豊 准教授より、ご提供いただきました。厚く御礼申し上げます。

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/>

会員制 Web の閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。