

赤外顕微鏡AIMsightを用いた マイクロプラスチックの評価

川原 和美

ユーザーベネフィット

- ◆ 環境中のマイクロプラスチックの材質を正確に判別可能です。
- ◆ ろ紙上に捕集したマイクロプラスチックを直接マッピング分析することができます。
- ◆ 広視野カメラや15倍反射対物鏡で取得した画像から、対象物の長さを計測することができます。

■はじめに

マイクロプラスチックによる河川や海洋の汚染は世界規模で広がっており、生物への影響も懸念されています。近年では世界各国におけるマイクロプラスチックの分布状況などの科学的知見を得るため、モニタリング調査や研究が盛んに行われています。

環境に排出されたプラスチックは、紫外線や雨風にさらされたり、物理的な摩擦で脆くなることで微細化が進み、マイクロプラスチックとなります（上述のマイクロプラスチックは二次マイクロプラスチックと呼ばれます）。

一般的に、マイクロプラスチックの評価項目としては、外観の観察や個数およびサイズの計測、材質の判別などがありますが、これらの評価項目の中でも、材質の判別はマイクロプラスチックの発生源を特定するために重要な項目の一つと言えます。ただし、評価対象となるマイクロプラスチックのサイズは年々小さくなっており、測定するマイクロプラスチックのサイズに応じた、最適な分析機器の選択が必要となります。

赤外顕微鏡AIMsight（図1）はクラス最高のS/N 30000 : 1を実現しています。そのため、数十 μm 程度の微小な試料であっても、短時間で良好なスペクトルを取得することが可能です。また、AIMsightを制御するソフトウェアAMsolutionには、対象物の長さを計測できる測長機能が標準搭載されており、材質の判別ができるだけでなく、サイズ情報も併せて取得することができます。さらに微小な数 μm 程度の試料に対しては、赤外ラマン顕微鏡AIRsight™が有効です。AIRsightを用いたマイクロプラスチックの分析事例はアプリケーションニュースNo. 01-00396をご参照ください。

今回はAIMsightを用いて、環境中のマイクロプラスチックを評価した事例をご紹介します。



図1 IRTracer™-100（左）とAIMsight™（右）の外観

■測定に用いたマイクロプラスチック

水中のマイクロプラスチックをポリテトラフルオロエチレン（PTFE）製のろ紙を用いて捕集しました。ろ紙上に捕集したマイクロプラスチックをAIMsightのステージに設置し、マッピング分析を行いました。15倍反射対物鏡で撮影したろ紙上マイクロプラスチックの画像を図2に示します。PTFEは 1200 cm^{-1} 付近以外に赤外吸収がなく、ろ紙上にマイクロプラスチックを捕集したまま、透過法で測定することが可能です。

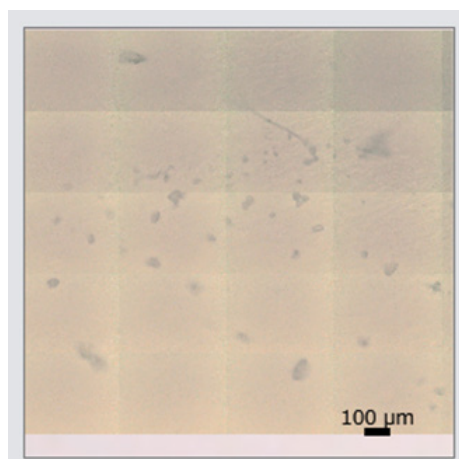


図2 15倍反射対物鏡で撮影したろ紙上のマイクロプラスチックの画像

■マイクロプラスチックのマッピング分析

ろ紙上に捕集したマイクロプラスチックについて、赤外顕微透過法によるマッピング分析を行いました。測定条件を表1に示します。

表1 測定条件

装置	: IRTracer™-100、AIMsight
分解	: 8 cm^{-1}
積算回数	: 10
アポダイズ関数	: SqrTriangle
アパーチャーサイズ	: $30\text{ }\mu\text{m} \times 30\text{ }\mu\text{m}$
測定間隔	: $30\text{ }\mu\text{m}$
マッピング範囲	: $1560\text{ }\mu\text{m} \times 1110\text{ }\mu\text{m}$
検出器	: T2SL

マッピング分析から得た赤外スペクトル2種類と、島津オリジナルデータベースである紫外線劣化プラスチックライブラリを用いた検索結果を図3および図4に示します。1200 cm⁻¹付近の吸収は、ろ紙の素材であるPTFEによるものです。

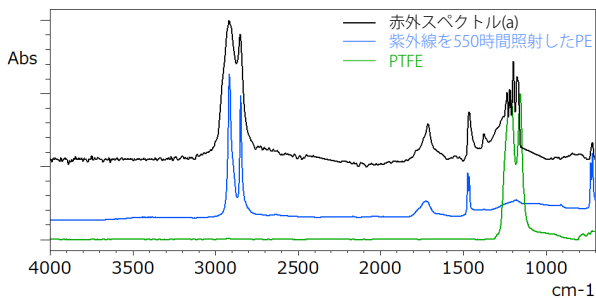


図3 マッピング分析から得た赤外スペクトル(a)と検索結果

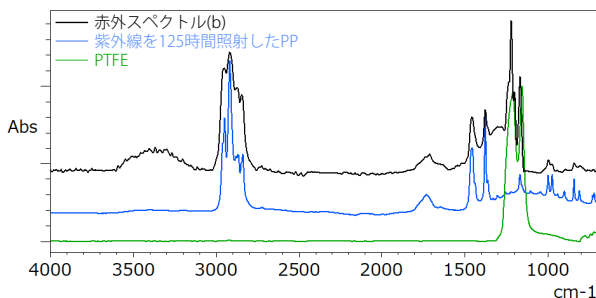


図4 マッピング分析から得た赤外スペクトル(b)と検索結果

図3より、赤外スペクトル(a)に対しては、紫外線を550時間照射したポリエチレン (PE) が、図4より、赤外スペクトル(b)に対しては、紫外線を125時間照射したポリプロピレン (PP) がヒットしました。

次に、PEに特徴的なピークであるCH₂横揺れ振動による718 cm⁻¹と、PPに特徴的なピークであるCH₃対称変角による1373 cm⁻¹の補正高さ (ベースラインからのピーク高さ) を用いてケミカルイメージを作成した結果を図5(a)および図5(b)に示します。数値の大きなところを赤色、数値の小さなところを青色で示しています。

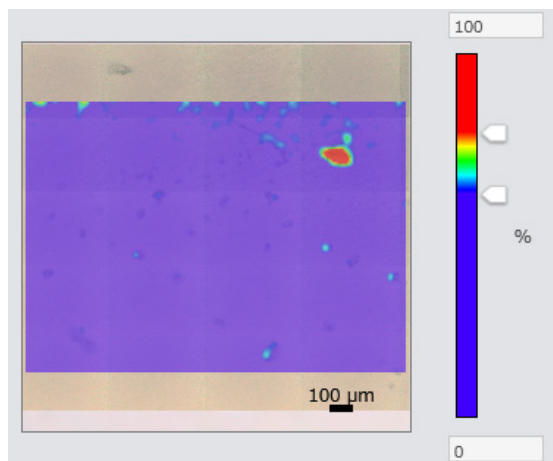


図5(a) PEの分布
(CH₂横揺れ振動による718 cm⁻¹のピークの補正高さを使用)

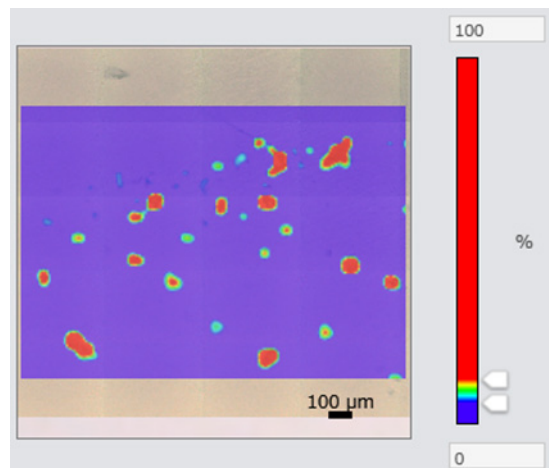


図5(b) PPの分布
(CH₃対称変角振動による1373 cm⁻¹のピーク補正高さを使用)

今回のマッピング分析により、PTFE製ろ紙上に捕集したマイクロプラスチックは、その大部分がPPであり、一部にPEが存在していることが視覚的にわかりました。

■ 測長機能

ここでは、今回測定したマイクロプラスチック画像を用いて、AIMsight制御用ソフトAMsolutionの新機能である測長機能をご紹介します。AIMsightの広視野カメラや15倍反射対物鏡により取得した画像上の対象物に対し、始点と終点を設定することで長さを測ることができます。操作画面を図6に示します。この機能により、マイクロプラスチックのサイズ情報も得ることができます。PTFE製ろ紙上に捕集した複数のマイクロプラスチックを測長し、図6に示すような結果が得られました。

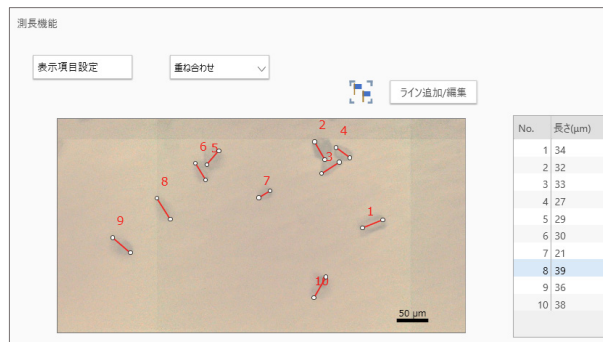


図6 測長機能の操作画面と測長結果

■ まとめ

赤外顕微鏡AIMsightを用いて、ろ紙上に捕集したマイクロプラスチックの材質判別とマッピング分析を行いました。島津オリジナルデータベースである紫外線劣化プラスチックライブラリを材質判別に使用することで、今回ろ紙上に捕集したマイクロプラスチックは劣化したPEとPPであることがわかりました。また、マッピング分析から、劣化したPEとPPの分布を視覚的に捉えることができました。さらに、測長機能を用いることで、マイクロプラスチックのサイズ情報も取得することが可能となります。

AIMsight、IRTracer、およびAIRsightは、株式会社島津製作所またはその関係会社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

01-00454-JP 初版発行：2023年1月

島津コールセンター ☎ 0120-131691

本文中に記載されている会社名および製品名は、各社の商標および登録商標です。本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

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。

最新版は、島津製作所>分析計測機器の以下のサイトより閲覧できます。

<https://www.an.shimadzu.co.jp/apl/index.htm>

会員情報サービス Shim-Solutions Club に登録いただきますと、毎月の最新情報をメールでご案内します。

新規登録は、<https://solutions.shimadzu.co.jp/> よりお願いします。

© Shimadzu Corporation, 2023