

Application News

No. A582

光吸収分析

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。このような背景を受け、マイクロプラスチックについては、日本近海に加え、日本から南極に至る広範な海域における分布調査やマイクロプラスチックに吸着している PCB 等の有害化学物質の量を把握するための調査が実施されています。また、洗い流しのスクラブ製品におけるマイクロビーズの使用中止を促す取り組みも行われています¹⁾。

マイクロプラスチックは一次と二次の2種に分類されます。一次マイクロプラスチックは、工業用研磨剤やスクラブ剤などに原料として使用されるものを指し、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP) がよく使用されます。一方、二次マイクロプラスチックは、大きなプラスチック製品が紫外線等の外的要因により5 mm 以下の大きさに微細化したものを指し²⁾、多種のプラスチックが対象になります。

マイクロプラスチックの分析には、有機化合物の定性を得意とするフーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR) が適しています。試料のサイズが100 μm 以下と微小である場合には、赤外顕微鏡が有効です。

ここでは、赤外顕微鏡を用いた一次および二次マイクロプラスチックの分析例を紹介します。

R. Fuji

赤外顕微鏡 AIM-9000

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に取得することが可能です。装置概観を図1に示します。



図1 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)

一次マイクロプラスチックの定性分析

スクラブ剤に含まれる一次マイクロプラスチックを模した試料を作製し測定しました。

まず、マイクロプラスチックを含むスクラブ剤を水に溶かし、ろ過を数回行ってマイクロプラスチックを取り出しました。ろ紙に捕集されたマイクロプラスチックの実体顕微鏡画像を図2に示します。

ろ紙上からマイクロプラスチックを1つ採取し、ダイヤモンドセルで圧延した後、赤外顕微透過法により測定しました。測定試料の画像を図3に、測定条件を表1に、測定結果を図4に示します。マイクロプラスチックは、ポリスチレン (PS) であることがわかりました。

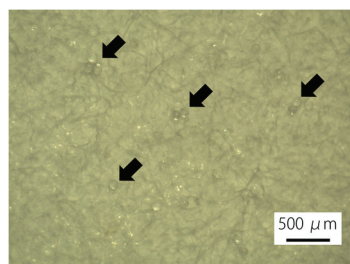


図2 ろ紙上のマイクロプラスチック (黒色矢印の箇所)

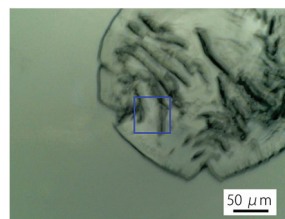


図3 測定試料

表1 測定条件

装置	: IRTracer-100、AIM-9000
分解	: 8 cm^{-1}
積算回数	: 40
アポダイズ関数	: Sqr-Triangle
アパーチャサイズ	: 50 μm ×50 μm
検出器	: MCT

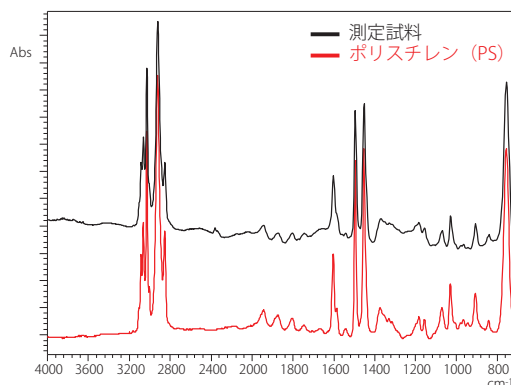


図4 測定結果

■二次マイクロプラスチックのマッピング分析

海洋、河川中の二次マイクロプラスチックを模した試料を作製し測定しました。

まず、水中に分散させた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) 製のろ紙に吸引ろ過し、捕集しました。PTFE は、 1200 cm^{-1} 付近以外に赤外吸収がなく、ろ紙に捕集したまま試料を透過法で測定する際に便利です。

ろ紙に捕集された多数のマイクロプラスチックを定性するため、赤外顕微透過法によるマッピング分析を行いました。ろ紙に捕集されたマイクロプラスチックの実体顕微鏡画像を図 5 に、測定条件を表 2 に、測定結果を図 6(a) ~ (c) に示します。なお、試料の付着していない PTFE 製ろ紙部分をバックグラウンドとしました。

このマイクロプラスチックは、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、ポリエチレンテレフタレート (PET) と判別されました。図 6(a) ~ (c) は、各成分に特徴的なピーク (PE : 718 cm^{-1} (CH_2 面外変角振動)、PP : 2839 cm^{-1} (CH_2 伸縮振動)、PET : 1724 cm^{-1} ($\text{C}=\text{O}$ 伸縮振動)) の補正高さ値 (ベースラインからのピーク高さ) を用いて色づけをした結果です。赤色は成分が多い箇所、青色は少ない箇所を示します。図 6(a) ~ (c) のエリアで代表的な赤外スペクトルを図 7 に示します。

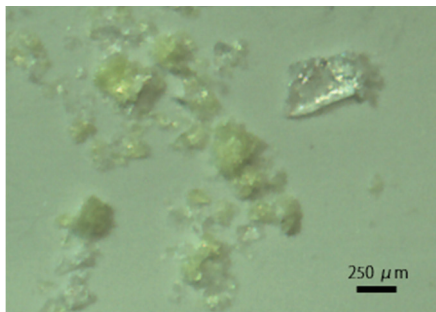


図 5 ろ紙上のマイクロプラスチック

表 2 測定条件

装置	: IRTracer-100、AIM-9000
分解	: 8 cm^{-1}
積算回数	: 1
アポダイズ関数	: Sqr-Triangle
アパーチャサイズ	: $50\text{ }\mu\text{m} \times 50\text{ }\mu\text{m}$
測定間隔	: $50\text{ }\mu\text{m}$
マッピング範囲	: $1800\text{ }\mu\text{m} \times 2600\text{ }\mu\text{m}$
検出器	: MCT

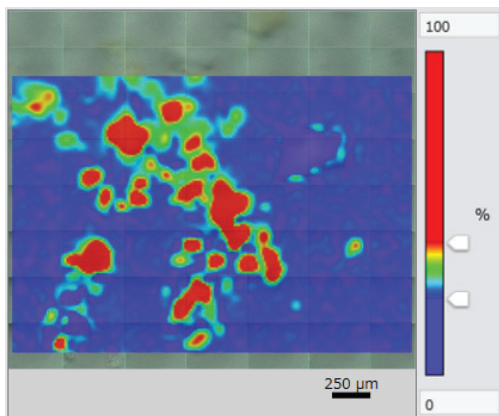


図 6(a) PE の分布 (718 cm^{-1} ピークの補正高さ値)

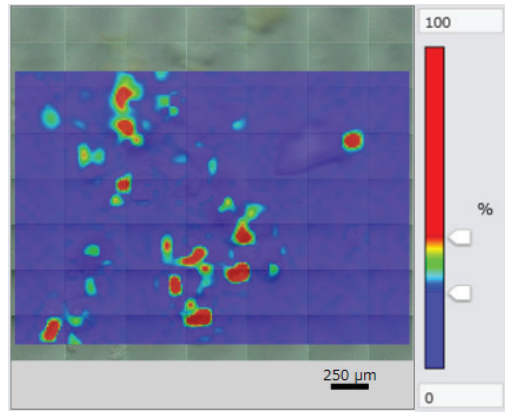


図 6(b) PP の分布 (2839 cm^{-1} ピークの補正高さ値)

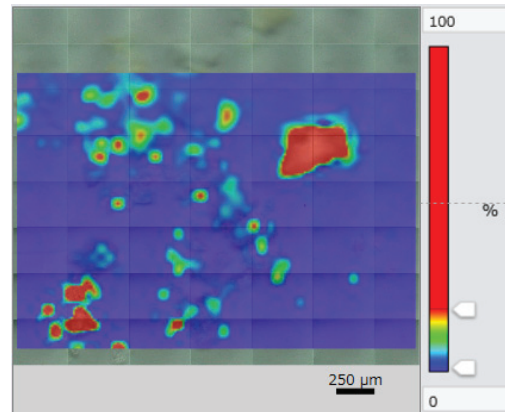


図 6(c) PET の分布 (1724 cm^{-1} ピークの補正高さ値)

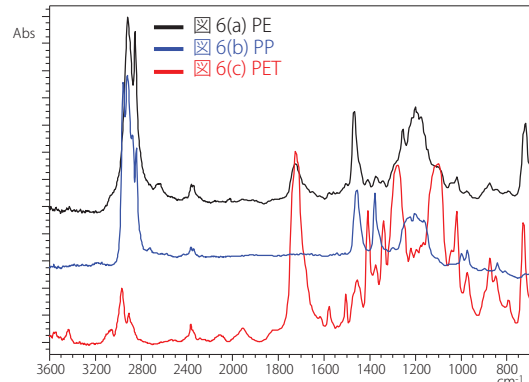


図 7 図 6(a) ~ (c) のエリアで代表的な赤外スペクトル

■まとめ

赤外顕微鏡 AIM-9000 により、スクラブ剤から取り出した、あるいはろ紙に捕集したマイクロプラスチックの定性、マッピング分析が可能です。微小な試料も感度良く測定でき、標準搭載の豊富なライブラリを併用することで、迅速な検査ができます。

参考文献

- 1) 環境省ホームページ
平成 29 年度版 環境・循環型社会・生物多様性白書
第二部 第 4 章 第 7 節 「海洋環境の保全」
- 2) 環境省ホームページ 「水・土壌・地盤・海洋環境の保全」
「海洋ごみ (漂流・漂着・海底ごみ) 対策」
「2015 年度 海洋ごみシンポジウム」掲載資料

IRTracer は、株式会社 島津製作所の商標です。

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：2018 年 7 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>

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。