

FT-IR・ラマンを用いた マイクロプラスチックの分析

要約

水や土壌、さらには大気中のマイクロプラスチック汚染が、大きな社会的懸念となりつつあります。生態系やヒトの健康に与える悪影響だけでなく、最近、ボトル入り飲料水などの飲料製品の多くがマイクロプラスチック汚染に晒されていることが判明したことも、多くの企業にとって悪評やブランドイメージ低下のリスクとなっています。この対策を講じるためには、発生源と混入経路を十分に理解する必要があります。これは、さまざまな種類のサンプル中のマイクロプラスチックの検出と同定から始まります。サーモフィッシャーサイエンティフィックの Thermo Scientific™ Nicolet™ iN10 MXイメージングFT-IR顕微鏡、Thermo Scientific™ DXR™2xiイメージング顕微ラマン、Thermo Scientific™ OMNIC™ Picta™ソフトウェア、そしてポリマーライブラリーの組み合わせは、広範なサイズ域 (1~5,000 μm) のマイクロプラスチック分析における理想的なソリューションとなります。

マイクロプラスチック...増大し続ける世界的懸念

環境中に広く存在するマイクロプラスチック (5 mm未満の小さな合成プラスチック粒子) が、近年大きな注目を集めています。規制当局や研究者、製造業者が、生態系やヒトの健康への影響を評価したり、その問題の解決のための有効な方法を開発するために、その起源や混入経路の理解を競うかのように推し進めています。衣類の単純な合成繊維から消費財に用いられるプラスチックマイクロビーズに及び製品は、時間の経過とともに、環境中、特に水生環境中に残留物質を残します。マイクロプラスチックは海水中への蓄積から始まり、淡水、土壌、さらには大気中にも侵入します。近年の研究から、多くの人々が危惧している

よりもはるかに広く問題がまん延していることが明らかになっています。実に試験対象の水道水サンプルの83%はプラスチック繊維に汚染されていました。このうち米国は汚染率が最高の94%で、欧州は最低の72%でした。ニューヨーク州立大学フレドニア校で行われた研究では、試験対象のボトル入り飲料水の93%はマイクロプラスチック汚染の兆候を示し、汚染の原因の少なくとも一部は、包装およびボトルリングのプロセスであることが判明しました。マイクロプラスチック繊維と断片は、ビールやハチミツ、砂糖、空気中でも検出されています¹。

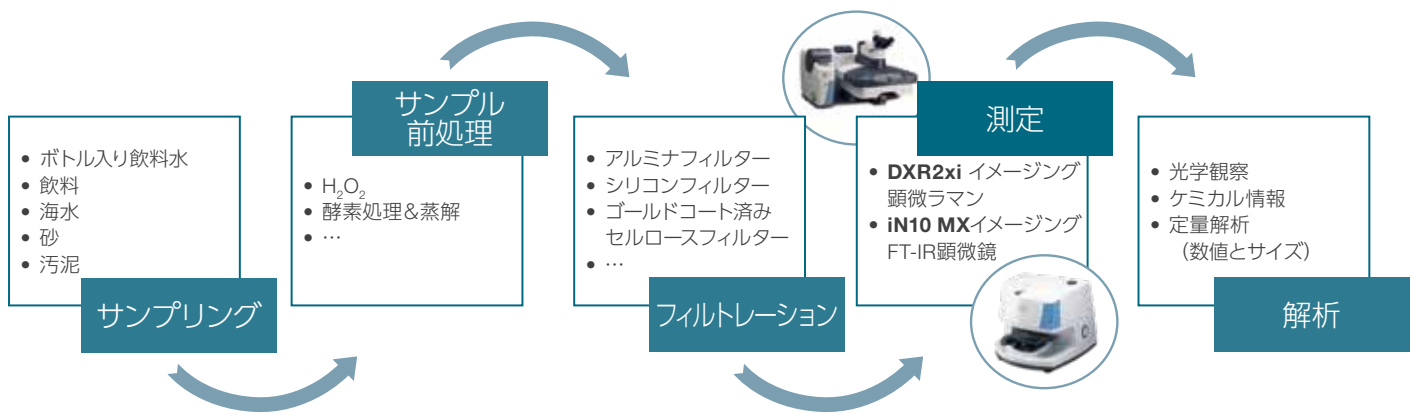


図1. マイクロプラスチック分析の一般的なワークフロー図。

サーモフィッシャーサイエンティフィックのソリューション

図1に、マイクロプラスチック分析の一般的なワークフローを示します。前処理後、必要に応じて、生物由来の物質を除去するために液体サンプルをフィルターを通過させます。次に、乾燥させたフィルターを直接顕微鏡のサンプルステージに載せ、顕微鏡分析を行います。

10 μm を超えるマイクロプラスチック粒子の分析には、Nicolet iN10 MXイメージングFT-IR顕微鏡が適しています。図2に測定例を示します。観察画像（図2A）は、200以上のビデオキャプチャーの合成（モザイク）であり、約1 cm^2 のエリアをカバーしています。ステップサイズ50 μm 、0.1秒/スペクトルという設定で、約30分で合計約17,500スペクトルを収集しました。図2Bではフィルター自体と粒子状物質の代表的なスペクトルを示します。

図2Dではリファレンスのポリエチレンスペクトルを用いて、サンプリングエリア上のそれぞれのスペクトルに対する相関の度合いをマッピング表示しました。ここで、赤く表示されたエリアはポリエチレンと強い相関を示しますが、青いエリアは相関がないことを示しています。OMNIC Pictaソフトウェアの粒子解析ウィザードは分析をオートメーション化します。ビデオイメージから測定領域を選択すると、ソフトウェアは標的粒子を識別し、各粒子に対するスペクトルを取得します。次に、取得されたスペクトルはスペクトルライブラリーから検索され、分析エリアの粒子情報と共にレポート化されます。そして、ろ過した液体サンプル量から逆算することで、粒子濃度を半定量的に評価することができます。

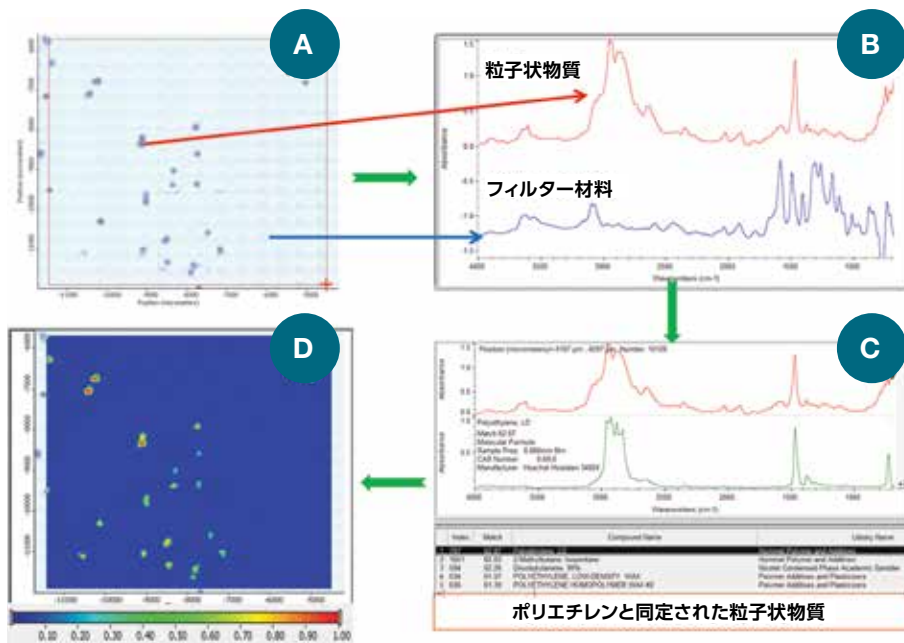


図2. マイクロプラスチック分析にNicolet iN10 MX イメージングFT-IR顕微鏡を使用した例。(A) 粒子を示すフィルターの観察画像 (B) 粒子とろ紙のスペクトル (C) 粒子のライブラリー検索結果 (D) 粒子スペクトルとリファレンススペクトルとの相関マッピング。

10 μm 未満の粒子に対しては、空間分解能0.5 μm を誇るDXR2xi イメージング顕微ラマンが適するソリューションとなります。図3に、ヴェネツィアの潟湖にある、ペッレストリーナのビーチで採取された海水サンプルの分析結果を示します。DXR2xiラマンイメージング顕微ラマンに搭載されたソフトウェアにより、観察画像からアルミナフィルター上の複数の粒子が認識され、位置が特定されました(図3A)。次に、ソフトウェアで設定したクライテリアに従って、関心領域のみを選択し、その領域のスペクトルを取得しました。これにより、トータルでの分析時間を飛躍的に短

くすることが可能となります。スペクトルの取得中に、リアルタイムMCR (Multivariate Curve Resolution) 解析を実行できるので、粒子の化学情報を識別するだけでなく、異なる化学的組成を持つ粒子がどのように空間的に分布しているかを明確に可視化し、速やかに評価することが可能です(図3B)。例えば、図3Bにおいて選択された三つの粒子のサイズは5~10 μm です。MCRで黄色に色分けされた粒子はポリプロピレンと特定され、灰色の粒子はレーザープリンター用PV23ヘキスト顔料と特定されました。

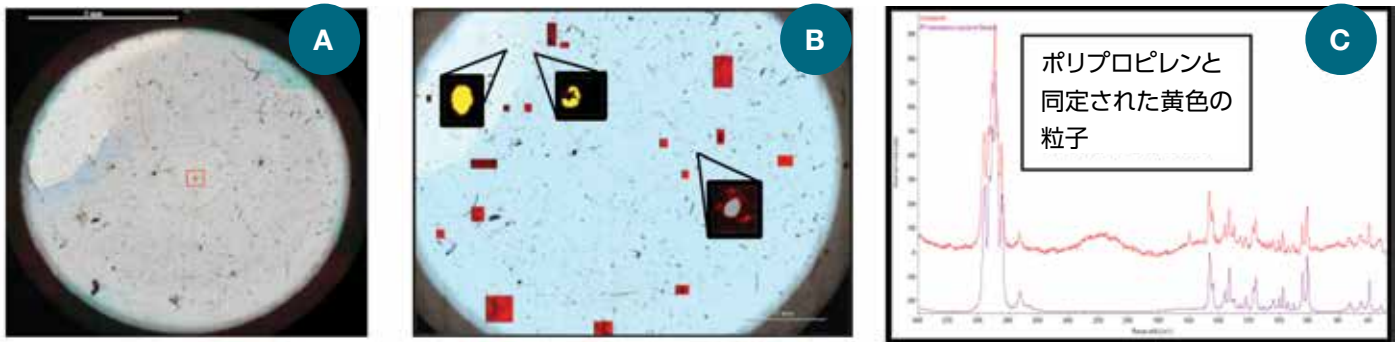


図3. DXR2xiイメージング顕微ラマンを使用したマイクロプラスチック分析の例 (A) マイクロプラスチック粒子が捕集されたアルミナフィルターの観察画像 (B) フィルター上のマイクロプラスチック粒子のケミカルイメージ (C) 黄色い粒子のスペクトルはライブラリーのポリプロピレンのスペクトルと一致。

まとめ

マイクロプラスチック (1~5,000 μm) の分析は、その多様なサイズ域から、容易ではありません。サーモフィッシャーサイエンティフィックはこの問題を解決するために、次のような卓越した製品と適したソリューションを提供します。

- 1.) 粒子サイズ10 μm 以上の場合: Nicolet iN10 MX イメージングFT-IR顕微鏡
- 2.) 粒子サイズ10 μm 以下の場合: DXR2xi イメージング顕微ラマン

それぞれの装置に搭載されたインテリジェントなソフトウェアは、フィルター上のマイクロプラスチック粒子の分析を洗練された方法で効率化し、トータルの分析時間を飛躍的に短縮します。

参考文献

1. <https://www.theguardian.com/environment/2017/sep/06/plastic-fibres-found-tap-water-around-world-study-reveals>

研究用にも使用できます。診断用には使用いただけません。

© 2018, 2022 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.

All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.

実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。

価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。

標準販売条件はこちらをご覧ください。thermofisher.com/jp-tc FTIR081-B2209CE

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

分析機器に関するお問い合わせはこちら

TEL: 0120-753-670 FAX: 0120-753-671

Analyze.jp@thermofisher.com

facebook.com/ThermoFisherJapan

@ThermoFisherJP

thermofisher.com