

inVia™ コンフォーカルラマンマイクロ スコープによるマイクロプラスチックの分析

化学

環境中のマイクロプラスチック

製品やパッケージに広く使用されているプラスチックは、近年、環境内に侵入し、野生生物にとって大きな問題になりつつある。プラスチック塊による汚染が懸念されていることに加え、マイクロプラスチックにも大きな関心が寄せられている。マイクロプラスチックとは、環境内に多く見られる直径 5mm 未満の小さな粒子または繊維のことで^[1,2,3]、意図的に製造された一次マイクロプラスチックと、大型プラスチック屑の分解片である二次マイクロプラスチックに分類される。

マイクロプラスチックはさまざまな有機体の組織に蓄積して食物連鎖に入り、生態系や生物多様性、人間の健康に悪影響を及ぼす^[4]。そのため、汚染のレベルと、環境内でマイクロプラスチックが伝播するプロセスについて、さまざまな研究が行われている。

ラマン分光の役割

光散乱技術であるラマン分光は、プラスチックを迅速かつ非破壊的に識別できることから、プラスチックの調査を行っている研究者に大きなメリットがある。

マイクロプラスチックの研究に最適なレニショーの inVia ラマンマイクロスコープ

- 数ミリメートルから 1 μ m の粒子を分析可能
- 測定を自動化できるため、時間の節約と、信頼できる一貫した結果の導出が可能
- (スペクトル検索データベースを使用して) 粒子を同定し、組成、サイズ、形状に関する統計を生成するための各種分析ツールを実装
- 高度なフォーカストラッキングにより、さまざまな基板上に収集した粒子を分析可能



レニショー inVia Qontor コンフォーカルラマンマイクロスコープ

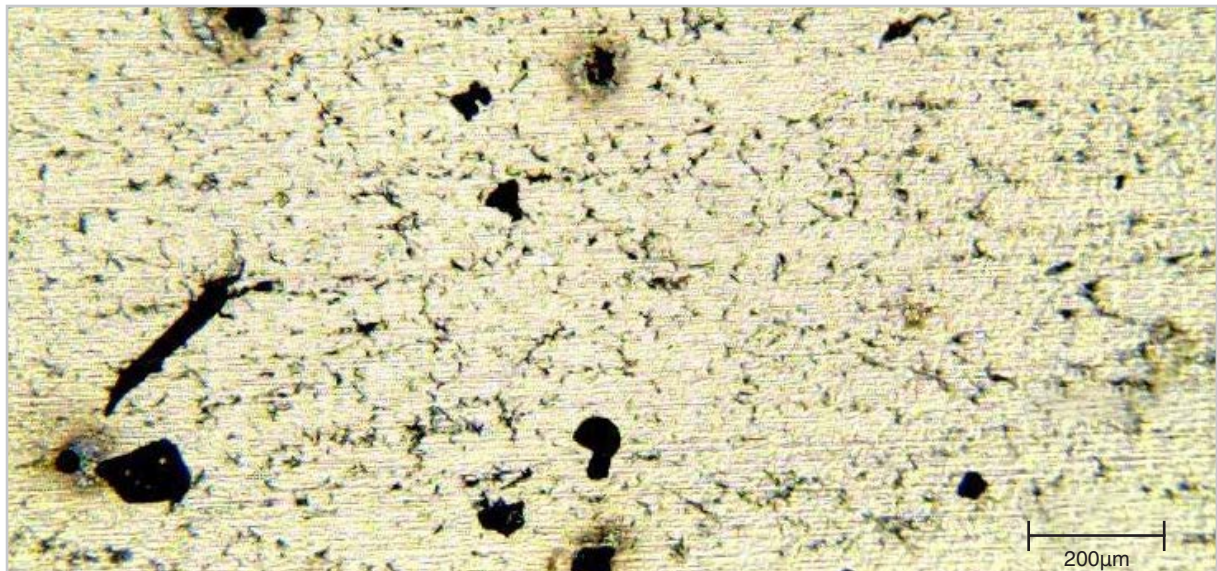
inVia マイクロスコープでの自動分析

inVia マイクロスコープのソフトウェアは、自動化ワークフローの設計における柔軟性が非常に高く、迅速で非労働集約的な分析を実現する。

以下は、マイクロプラスチックの分析ワークフローの例である。

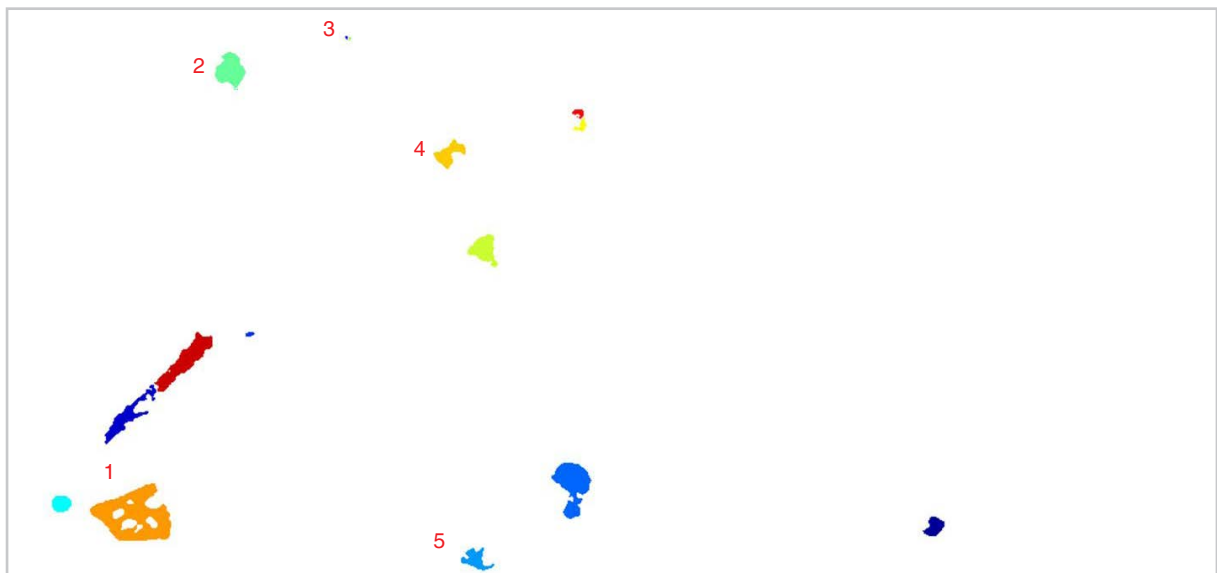
- 堆積:ろ過された微粒子を基板上に堆積する。
- ロード:基板を inVia システムの顕微鏡ステージに載せる。
- 光学イメージング:inVia マイクロスコープが、基板を移動し、複数の高倍率イメージを取得し、それらを並べて、その基板の光学顕微鏡イメージを高解像度で生成する。光学コントラストに限られている場合には、レーザーマッピングによってプラスチック領域の候補を迅速に判定できる。
- 粒子の判定:ソフトウェアがイメージを分析し、粒子の位置を判定する。
- ラマン分析:次に、粒子の中心から 1 本のスペクトルを取得するか、粒子全体をマッピングすることにより、粒子を自動的に分析する(後者は、粒子内に複数のポリマータイプが含まれているかどうかを示す)。サンプルに応じて、LiveTrack™ 自動フォーカストラッキングが必要な場合と不要な場合がある。
- 分析:ここでは、スペクトルをレニショーの(場合によっては、ユーザーが作成したカスタムデータベースで増強された)ポリマーデータベースと照合する。

次の例では、このワークフローを用いて、海水から抽出した粒子を分析する。これらの粒子は、レニショーの鏡面研磨ステンレス鋼スライドに堆積された。光学コントラストに優れており、ポリマースペクトルに干渉しない理想的な基板である。



光学イメージング


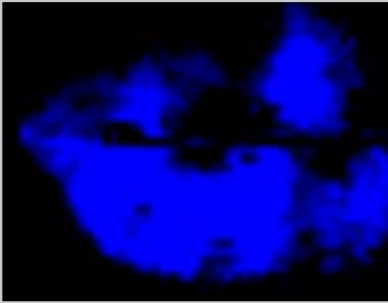







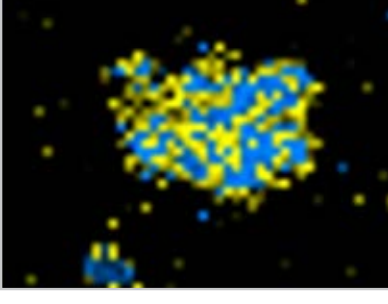
基板を高解像度で捉えた光学顕微鏡イメージ(1.8mm×1.1mm)である。広いドメインは汚染された破片であることが多いため、目が行きやすい。この研究では、さらに分析するためにこれらの粒子が選択された。詳しい調査が必要な場合には、ドメインを狭めて分析できる。



粒子の判定

ソフトウェアが粒子の位置を判定し、はっきりした色で強調する。後の説明の便宜上、5 箇所番号を振った。

このワークフローでは、各粒子をマッピングした後、スペクトルデータを、レニショーが保有する高分子および無機材料のデータベースと比較し、画像を生成した。無駄を省くために、5 個の粒子についてのみ詳述する。

粒子	光学顕微鏡イメージ	ラマンイメージ	結論
1			この粒子の大部分はポリプロピレンと同一 (ラマン画像では青色)
2			この粒子は、赤鉄鉱 (マゼンタ) と他の鉄ベースの無機物 (緑) の組合せ
3			この粒子はアナターゼ (緑) と石英 (オレンジ)
4			この粒子はシリカ (紫)
5			PTFE (青) と、染料と思われる未同定蛍光物質 (黄色) とが密接に結合した混合物からなる粒子

すべての粒子を分析した結果、14 個のうち 2 個がマイクロプラスチックの破片 (ポリプロピレンおよび PTFE) であることが判明した。ただし、残りの微粒子も、ラマン分析に基づいて同定でき、主にヘマタイト、磁硫鉄鉱、アナターゼ、石英、シリカなどの無機物および鉱物からなる種であることが判明した。

レニショー株式会社

東京オフィス

〒160-0004

東京都新宿区四谷四丁目 29 番地 8

レニショービル

T 03-5366-5316

名古屋オフィス

〒456-0036

愛知県名古屋市熱田区熱田西町 1 番 21 号

レニショービル名古屋

T 052-211-8500

E japan@renishaw.com

www.renishaw.jp

RENISHAW 
apply innovation™

結論

本書では、inVia コンフォーカルラマンマイクロスコープがマイクロプラスチックの分析に最適なツールであることを示した。inVia コンフォーカルラマンマイクロスコープを使用して、断片を見つけ、存在するポリマーを特定し、粒子サイズと組成に関する統計を出力できる。本例では平らな基板を使用した。LiveTrack フォーカストラッキングを使用することにより、ここで紹介した方法をさまざまな基板に適用できる。

参考文献

[1] Richard C. Thompson, Ylva Olsen, Richard P. Mitchell, Anthony Davis, Steven J. Rowland, Anthony W. G. John, Daniel McGonigle, Andrea E. Russell (2004). "Lost at Sea: Where Is All the Plastic?" Science 07 May 2004: Vol. 304, Issue 5672, pp. 838 DOI: 10.1126/science.1094559

[2] Shim, W. J. and Thompson, R.C., (2015). Microplastics in the Ocean. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 69, 3, 265 - 268

[3] Arthur, C., J. Baker and H. Bamford (eds) (2009). Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30.

[4] <http://www.independent.co.uk/news/science/microplastic-waste-this-massive-tiny-threat-to-sea-life-is-now-in-every-ocean-9602430.html>

レニショー:ラマンのイノベータ

レニショーは、高速化学イメージングテクノロジーを搭載したコンフォーカルラマンマイクロスコープ、専門分析装置、走査型電子顕微鏡および原子間力顕微鏡用インターフェース、分光用固体レーザー、そして最先端冷却 CCD 検出器などさまざまな高性能分光関連製品を製造しています。

広範な領域と用途において最高レベルのパフォーマンス、感度、そして信頼性を提供するレニショーの製品は、お客様のニーズに合わせて設計されているため、非常に難しい分析でも自信を持って行っていただけます。

世界各国のレニショー現地法人および販売代理店のネットワークを通して、優れたサービスとサポートをお客様に提供いたします。

詳細については、www.renishaw.jp/chemicals をご覧ください。

資料も各種用意しております。詳細については、最寄りのレニショーオフィスまでお問い合わせください。

レニショーでは、本書作成にあたり、細心の注意を払っておりますが、誤記等により発生するいかなる損害の責任を負うものではありません。

© 2020 Renishaw plc 無断転用禁止

仕様は予告無く変更される場合があります。

RENISHAW および RENISHAW ロゴに使用されているプローブシンボルは、英国およびその他の国における Renishaw plc の登録商標です。

apply innovation ならびにレニショー製品および技術の商品名および名称は、Renishaw plc およびその子会社の商標です。

本文書内で使用されているその他のブランド名、製品名は全て各々のオーナーの商品名、標準、商標、または登録商標です。