

Agilent Cary 630 FTIR 分光光度計による 環境中のプラスチック研究の推進

世界の研究グループが発表したプラスチック汚染研究



はじめに

近年、環境中のプラスチックの普及に伴い、プラスチック汚染は優先度の高い研究分野となっています。現在、プラスチック汚染が人間の健康に与える影響、野生生物とその生息地への影響、環境への長期的な影響について、研究者は限られた理解しかできていません。この差し迫った地球環境問題を解決するためには、プラスチック廃棄物やマイクロプラスチック粒子の同定に関する研究を進めることが重要です。

フーリエ変換赤外 (FTIR) 分光分析は、多様なサンプルマトリックス内のさまざまな種類のプラスチックの同定に適しており、より信頼性の高い高品質のデータと費用対効果の高い分析を提供します。このホワイトペーパーでは、アジレントの FTIR システムを用いたワークフローソリューションが、環境に与えるプラスチック汚染の影響を調査する分析研究者に貢献している様子を紹介しています。

FTIR による環境サンプル中のプラスチックの同定

FTIR 分光分析は、環境サンプルの組成に関する情報を提供する、確立された強力な分析技法です。成熟した分光分析技術ですが、FTIR サンプルングインタフェースの進歩により、その柔軟性が向上し、用途が広がっています。ポリマーの迅速かつ簡単な定性および定量分析は、サンプルングインタフェースが FTIR の範囲を広げたアプリケーションの一例です。

交換可能なサンプリングモジュール

Agilent Cary 630 FTIR 分光光度計は、非常にコンパクトで柔軟な高性能ベンチトップ FTIR 機器で、専門家でなくても簡単に操作できる使いやすい機能を数多く備えています。革新的な Cary 630 FTIR は、機器の光学系のシステムに組み込んで利用できるさまざまな交換可能なサンプリングアクセサリで構成することができます (図 1)。Cary 630 FTIR は汎用性に優れたモジュール構成のデザインを採用しているため、環境サンプル中の未知プラスチックの分析に柔軟な構成で対応でき、堅牢で信頼性の高い分析結果が得られます。

複数のユーザー設定においては、堅牢で信頼性の高い FTIR 機器が、ダウンタイムを防いでデータ品質低下のリスクを低減する鍵となります。習得が容易で最小限のトレーニングしか必要としないウォークアップシステムは、忙しいラボ環境の資産となります。Cary 630 FTIR の定評ある堅牢な光学系システムは、高温多湿の状況下においても群を抜いた性能と再現性を発揮してきました。



図 1. Agilent Cary 630 FTIR 用の交換可能なサンプリングモジュール

Cary 630 FTIR は、これらの特徴的な設計と性能により、研究ラボと日常品質保証 (QA) ラボの両方で、環境サンプル中のプラスチックの同定に最適な装置となっています。

Cary 630 FTIR 分光分析計は、強力な革新的な Agilent MicroLab ソフトウェアによって補完されます。このソフトウェアは、直感的な画像インタフェースを使用して、サンプルの導入からレポート作成までの分析手順にわかりやすくユーザーを導いてくれます。どのサンプリングアクセサリが取り付けられているかをソフトウェアが自動的に検出し、必要な設定を適用して、サンプリングアクセサリに固有の指示画像を読み込みます。

このソフトウェアを使用すると、未知のサンプルの FTIR スペクトルが既知の化合物のスペクトルのライブラリと自動的に比較され、分析担当者は未知化合物の同定が行えます。ユーザーがデータを解釈して適切なアクションを実行できるように、結果は色分けされて提示されます (図 2)。

アジレントは、Cary 630 FTIR 用の高度な FTIR 分光法ソフトウェアである MicroLab Expert も提供しており、より高度なデータ処理用により高いレベルの柔軟性とスペクトルの可視化が実現されます。

MicroLab ソフトウェアを搭載した Cary 630 FTIR は、アプリケーションに合わせたサンプリングモジュールとメソッドを使用して、多様なサンプルポリマータイプを同定するための理想的なソリューションを形成します。例として図 3 に、フィルムまたはペレットの分析用に減衰全反射 (ATR) モジュールを搭載した Cary 630 FTIR を示します。



図 3. Agilent Cary 630 FTIR (ATR サンプリングモジュールを装着) を用いたプラスチックフィルムとプラスチック廃棄物の分析。



図 2. Agilent MicroLab ソフトウェアと Agilent Cary 630 FTIR を使用した 3 つの簡単なステップにより、プラスチックの同定を簡素化することができます。また、画像駆動型のソフトウェアは、トレーニングの必要性を減らし、ユーザーによるエラーのリスクを最小限に抑えます。

FTIR を利用した環境研究アプリケーション

次の例に要約されているように、世界中にある研究グループが環境サンプル中のプラスチックの分析に Agilent FTIR を使用しています。

地中海のペラゴス海洋保護区におけるプラスチックゴミの発生、集積域、ナガスクジラの餌場：モデル化アプローチ

Fossi らは、プラスチック分布のシミュレーションデータと、ナガスクジラの餌場の海面から採取された海水のごみサンプル中のプラスチックの分布との相関関係を調査しました。研究者たちは、Cary 630 FTIR の透過モードと MicroLab ソフトウェアを用いて、サンプル中のマイクロプラスチックポリマーおよびマイクロプラスチックポリマーの量と種類を同定しました。ポリマーを同定するために、MicroLab ソフトウェアに組み込まれている類似性アルゴリズムで 3 つの異なるアジレントのポリマースペクトルデータベースを検索した後、参照スペクトルの特徴的なバンドの視覚的な分析比較を行いました。ポリエチレンが、海水サンプルで検出された最も量の多いポリマーであり、より大きなごみが断片化したものであると考えられます。¹

南太平洋（ペルー海の南）におけるヨシキリザメ *Prionace glauca* によるプラスチックの摂取

Fernandez と Anastasopoulou は、南太平洋で 136 匹のヨシキリザメ (*Prionace glauca*) によるプラスチックの摂取について研究しました。Cary 630 FTIR を使用してポリマーの種類を同定しましたが、ポリエチレン製のビニール袋の破片が主なものでした。FTIR 分析は、自己生成ポリマーライブラリ（つまり、業界が提供する参照ポリマータイプのスペクトル）を使用して実施されました。

地中海の北アフリカ沿岸からの表層堆積物のマイクロプラスチックとごみの発生と特性：予備調査と初めての証拠

Tata らは、北アフリカの海岸沿いのマイクロプラスチックとマイクロプラスチックの量を調査するための研究を実施しました。サンプルは、4 か所の表層堆積物から収集され、FTIR によって解析されました。波数範囲が 4,000 ~ 650 cm^{-1} の ATR モジュールを搭載した Cary 630 FTIR を使用して、ポリマーの種類が同定されました。ポリマーを同定するために、サンプルスペクトルのフィンガープリント領域と既知のポリマーから生成されたスペクトルを、ソフトウェア内のメソッドを使用して比較しました。この地域で見つかった主なポリマーは、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリスチレン、ブチルブレン、エチレンプロピレン、三酢酸セルロースでした。³

プラスチックごみを食べるラクダの窮状

Eriksen らは、アラブ首長国連邦 (UAE) のヒトコブラクダ (*Camelus dromedarius*) による人為的廃棄物の摂取について報告しています。摂取された廃棄物は、プラスチック、ロープ、その他のごみ、および塩の堆積物などの消化しにくい物質がぎっしり詰まったものであると特定されました。これらの物質はラクダの消化器系に滞留し、大きな石のような塊 (polybeozar) を形成していました。Polybeozar は、2008 年以降、この地域のラクダの死亡率の 1 % を占めていることがわかっています。石のような塊の物質中のプラスチック含有量を同定するために、ダイヤモンド ATR アクセサリを装着した Cary 630 FTIR 分光光度計が使用されました。ライブラリ検索は、Agilent Polymers ATR ライブラリを使用し、最適な一致が MicroLab ソフトウェアで計算されました。⁴

ウニ *Paracentrotus lividus* におけるプラスチック溶出性物質の発生毒性

Rendell-Bhatti らは、ウニ (*Paracentrotus lividus*) に対するプラスチックペレットの溶出性物質の影響を研究しました。マイクロプラスチックの溶出性物質は、*P. lividus* のさまざまなライフステージ（胚および幼虫）で一貫して、深刻な発生異常をもたらしました。収集された各環境サンプルのポリマー組成を同定するために、ATR モジュールを装着した Cary 630 FTIR を使用しました。⁵

粗く断片化された商業および都市の混合廃棄物中の異なるプラスチックタイプの粒度依存分布

Möllnitz らは、オーストリアにおける粗く断片化された商業および都市の混合廃棄物に含まれるプラスチックの種類を調査しました。ダイヤモンド結晶の ATR モジュールを装着した Cary 630 FTIR を使用して参照ライブラリと照合され、9 種類のプラスチック（低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリウレタン、ポリエチレンテレフタレート、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリアミド）が同定されました。⁶

北極のフィヨルド水におけるマイクロプラスチック汚染の調査：スバル諸島北部、ライブフィヨルデンのケーススタディ

Bao らは、スバル諸島北部ライブフィヨルデンの海洋環境におけるマイクロプラスチック汚染の量、組成、および分布を調査しました。ライブフィヨルデンの 8 つのサンプル中の 41,038 個の粒子から、合計 1,010 個のマイクロプラスチック粒子と 14 個のメソプラスチックが同定されました。マイクロプラスチックの主なものは、ポリウレタン、ポリエチレン、ポリ酢酸ビニル、ポリスチレン、ポリプロピレン、およびアルキドワニスでした。500 μm を超える粒子については、Cary 630 FTIR を使用してポリマーの種類が同定されました。等価球径が 500 μm 未満のマイクロプラスチックについては、Agilent 8700 LDIR ケミカルイメージングシステムを使用して検出・同定が行われました。⁷

環境研究のためのアジレントのソリューション

アジレントは世界中でプラスチックとマイクロプラスチックの研究を進めています。オンサイト、ラボ、およびリモート環境の屋外でプラスチックとマイクロプラスチックを分析するために、ベンチトップとポータブルハンドヘルドの両方でさまざまな機器を用意し、即時かつリアルタイムの結果を提供しています。



Agilent 8700 LDIR ケミカルイメージングシステム

マイクロプラスチックのケミカルイメージングとスペクトル分析に、洗練された新しいアプローチを提供します。



Agilent 4300 ハンドヘルド FTIR 分光光度計

エルゴノミクス（人間工学）による軽量性、使いやすさ、堅牢性、柔軟性を1つのシステムに兼ね備えた、この分野で最初の製品です。



Agilent 4500 シリーズポータブル FTIR 分光光度計

化学、石油化学、食品、ポリマーなどの業界において、受け入れ材料や出荷する最終製品のオンサイト分析に利用されます。



Agilent 5500 シリーズコンパクト FTIR 分光光度計

毎日正確な結果を迅速かつ確実に得られるように設計されたコンパクトな現場用アナライザ。

結論

ATR サンプルング技術を搭載した Agilent Cary 630 FTIR は、環境サンプル中のポリマーおよびコポリマーブレンドの分析に効果的な分光分析計です。コンパクトなサイズ、サンプルング技術、性能、分析速度、直感的なソフトウェアの組み合わせで、ポリマーの定性メソッドを迅速に開発し、環境研究アプリケーションに利用することができます。

Cary 630 は、プラスチックおよびマイクロプラスチックの分析用にアジレントが提供する幅広い機器の一部です。サンプルの種類やサンプルの場所、分析の目的によって機器を選択することができます。

詳細情報

- Agilent Cary 630 FTIR 分光光度計
- Agilent MicroLab ソフトウェア
- Agilent MicroLab Expert ソフトウェア
- FTIR 解析とアプリケーションガイド
- FTIR 分光分析の基礎 - FAQ
- ATR-FTIR 分光分析の概要 (英語)
- マイクロプラスチックの分析技法

ホームページ

www.agilent.com/chem/jp

カスタムコンタクトセンター

0120-477-111

email_japan@agilent.com

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、医薬品医療機器等法に基づく登録を行っておりません。本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。

DE28323284

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc. 2022

Printed in Japan, December 20, 2022

5994-5142JAJP

参考文献

1. Fossi, M. C. et al. Plastic Debris Occurrence, Convergence Areas and Fin Whales Feeding Ground in the Mediterranean Marine Protected Area Pelagos Sanctuary: a Modeling Approach. *Front. Mar. Sci.* **2017**, <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00167>
2. Fernández, C.; Anastasopoulou, A. Plastic Ingestion by Blue Shark *Prionace glauca* in the South Pacific Ocean (South of the Peruvian Sea). *Mar. Pollut. Bull.* **2019**. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110501
3. Tata, T. et al. Occurrence and Characterization of Surface Sediment Microplastics and Litter from North African Coasts of Mediterranean Sea: Preliminary Research and First Evidence. *Sci. Total Environ.* **2020**. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.136664
4. Eriksen, M. et al. The Plight of Camels Eating Plastic Waste. *J. Arid Environ.* **2021**. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104374>
5. Rendell-Bhatti, F. et al. Developmental Toxicity of Plastic Leachates on the Sea Urchin *Paracentrotus lividus*. *Environ. Pollut.* **2021**. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115744>
6. Möllnitz, S. et al. Grain Size Dependent Distribution of Different Plastic Types in Coarse Shredded Mixed Commercial and Municipal Waste. *Waste Manag.* **2020**. doi: 10.1016/j.wasman.2019.12.037
7. Bao, M. et al. Investigation of Microplastic Pollution in Arctic Fjord Water: a Case Study of Rijpfjorden, Northern Svalbard. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* **2022**. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19826-3>