

マイクロプラスチック自動前処理装置MAP-100
フーリエ変換赤外分光光度計IRSpirit™/IRXross™

マイクロプラスチック自動前処理装置MAP-100とFTIRを用いた環境水中のマイクロプラスチック分析

川原和美

ユーザーベネフィット

- ◆ 前処理の自動化により作業による手作業が軽減され、作業工数の削減と再現性の高い前処理が可能となります。
- ◆ 試薬取り扱いが簡素化されるため、夾雑物の除去が安全に実施できます。
- ◆ 紫外線劣化プラスチックライブラリを用いることで、環境水中のマイクロプラスチックを精度よく定性できます。

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、生態系への影響も懸念されています。このため、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。マイクロプラスチックの調査工程では、試料をサンプリングし、前処理を実施した試料に対して、サイズおよび個数の計測やプラスチックの材質解析が行われますが、これらの計測と解析を正確に行うには、サンプリングした試料に含まれる環境夾雑物を除外する適切な前処理が重要となります。

今回は、マイクロプラスチック自動前処理装置MAP-100を用いて環境表層水中のマイクロプラスチックを前処理し、フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR) を用いて、材質解析を行った事例を紹介いたします。なお、ここで紹介するMAP-100は、環境省が発行した「河川マイクロプラスチック調査ガイドライン」¹⁾に準拠した前処理を自動化した装置です。

MAP-100とは

ここでは、簡単にMAP-100をご紹介します。装置外観と内部の写真を図1に示します。



図1 MAP-100の外観(左)と内部(右)

サンプリングした試料はMAP-100内部にある反応容器 (図1参照) に投入し、制御ソフトウェアにて前処理工程の条件を設定します。その後、装置前面にあるスタートボタンを押して前処理をスタートさせることで、一連の前処理工程を自動で実施することができます。また、制御ソフトウェア上では、各工程の進捗状況や前処理完了予定時間など、リアルタイムで確認することが可能です。前処理が完了すると、環境夾雑物が除去されてマイクロプラスチックが回収用フィルタにトラップされます。なお、MAP-100による前処理で抽出可能なサイズは、長径が0.3~5 mmのマイクロプラスチックです。また、河底や海底、砂浜など、砂や泥を多く含む場所から採取した試料については、配管の詰まりを起こす可能性がありますので対象外となります。

前処理工程

マイクロプラスチックを含む試料の前処理工程は、①サンプリングした試料のふるい分け、②30%過酸化水素水を用いた夾雑物 (有機物) の酸化分解、③5.3 mol/Lヨウ化ナトリウム水溶液を用いた比重分離による石など比重の重い無機夾雑物の除去、④マイクロプラスチックの抽出、の4工程があります。特に②~④の工程は、複雑で時間を要する作業であるため、作業者の負担が大きくなっています。また、手作業でこれらの作業を実施した場合、作業員や分析機関ごとで結果の差が生じる原因となります。さらに、腐食性の試薬である過酸化水素水の扱いは危険が伴います。MAP-100では、図2に示した工程を自動化することで、作業の省力化、再現性の向上、安全性の向上を実現しました。

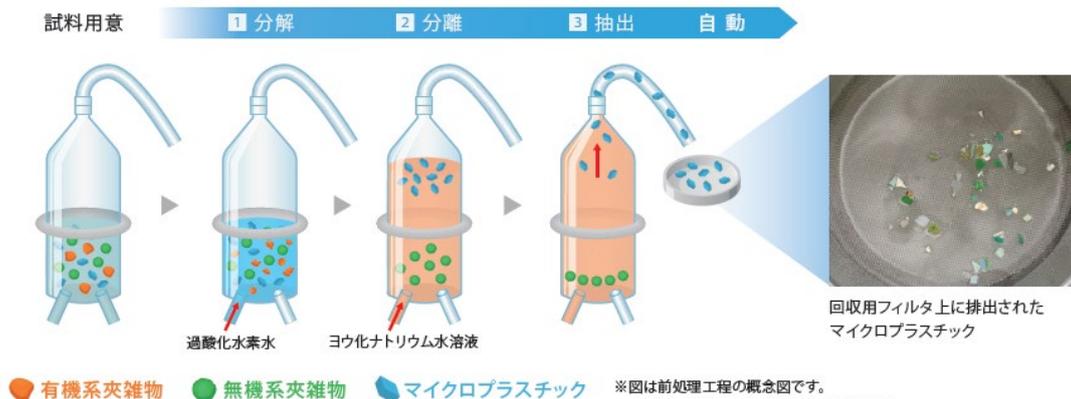


図2 自動化された前処理工程

■ 環境表層水中から採取したマイクロプラスチックの前処理

沖縄県の河川にて採取された試料をMAP-100を用いて前処理を行いました。今回は、環境省のガイドラインをもとに、酸化分解処理を3日間、比重分離を3時間行いました。処理前後、および酸化分解処理中（処理開始1日後）の試料の様子を図3a~3cに示します。図3cから環境夾雑物がきれいに処理できたことがわかります。

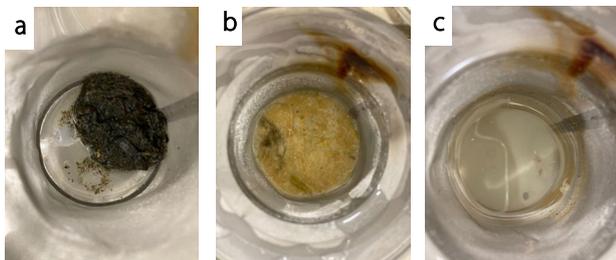


図3 処理前後および酸化分解処理中の試料の様子
a: 処理前、b: 分解処理中（処理開始1日後）、c: 処理後

■ FTIRによる定性分析

MAP-100を用いた前処理により得られたマイクロプラスチックについて、フーリエ変換赤外分光光度計（FTIR）を用いて材質解析を行いました。今回は、劣化したマイクロプラスチック分析に効果的なプラスチック分析システム Plastic Analyzer を使用しました。本システムはFTIR本体、1回反射ATR測定装置、島津製作所独自の劣化ライブラリを含むメソッドパッケージで構成されています。詳細は [アプリケーションニュースNo.A647](#) をご参照ください。測定条件を表1、測定した2個のマイクロプラスチックの外観を図4、取得した赤外スペクトルの測定結果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5、6に示します。

表2 測定条件

| | |
|---------|---------------------------------|
| 装置 | : IRSpirit™-T, QATR™-S(Diamond) |
| 分解 | : 4 cm ⁻¹ |
| 積算回数 | : 20 |
| アポダイズ関数 | : SqrTriangle |
| 検出器 | : TGS |

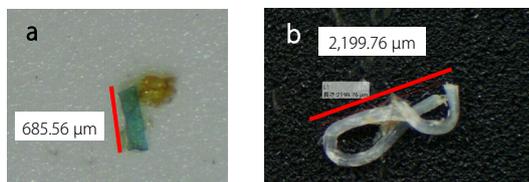


図4 マイクロプラスチック(a),(b)の外観

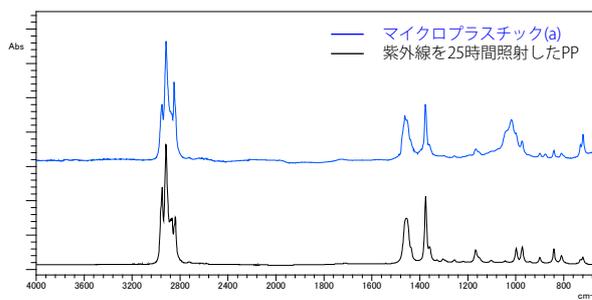


図5 マイクロプラスチック(a)の赤外スペクトルと検索結果

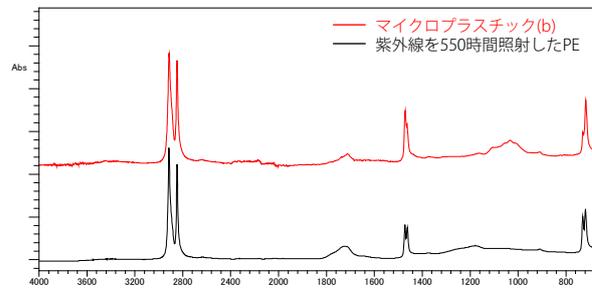


図6 マイクロプラスチック(b)の赤外スペクトルと検索結果

図5よりマイクロプラスチック(a)に対しては紫外線を25時間照射したポリプロピレン(PP)が、図6よりマイクロプラスチック(b)は紫外線を550時間照射したポリエチレン(PE)がヒットしましたが、それぞれヒット率は(a)が876点、(b)は904点と非常に高いスコアを示しました。これは、自動前処理装置によって環境夾雑物を除去したことで、プラスチック単体の赤外スペクトルが取得できたためであると考えられます。

■ まとめ

沖縄県の河川にて採取したマイクロプラスチックを用いて、マイクロプラスチック自動前処理装置MAP-100を用いて前処理を行ない、FTIRによって材質解析を行ないました。環境夾雑物は除去され、高い精度で材質解析が行えたことから、環境表層水中のマイクロプラスチックの前処理にはMAP-100が有効であると考えられます。

<参考文献>

- 1) 環境省(2023)「河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン」環境省水・大気環境局水環境課
<https://www.env.go.jp/content/900543325.pdf>
(参照 2023-06-14)

IRSpirit、およびQATRI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 分析計測事業部
<https://www.an.shimadzu.co.jp/>

01-00522-JP 初版発行：2023年6月

島津コールセンター ☎ 0120-131691

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。本文中に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。本文中では「TM」、「®」を明記していません。