SHIMADZU
Excellence in Science

Application News

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™-TX/IRXross™

# 土壌中のマイクロプラスチックの自動前処理と分析

祖父江 和樹、池澤 由雄

## ユーザーベネフィット

- ◆ 土壌でもふるいによる事前処理を加えれば、自動前処理装置MAP-100で土壌中のMPsの回収が可能です。
- ◆ 自動前処理装置を用いることで、省力化/再現性/安全性を得ながらマイクロプラスチックの前処理が行えます。

## ■はじめに

マイクロプラスチック(MPs)は海洋環境問題と広く認識されていますが、道路の路肩や土壌などにも混入していることが多く報告されています[1)]。また、MPsは藻類が付着することで、海底に沈殿することも確認されています[2)]。

自動前処理装置MAP-100(図1左)は、環境省のガイドラインに則りながら、自動で環境表層水に対して前処理が行えることが確認されています[3)4)]。MAP-100の対象試料は環境表層水(MPsのサイズとしては1 mm~300 μm)ですが、事前処理を行えば土壌に対しても、使えることが確認できました。なお、本来の対象試料とは異なるため、配管や切換弁などの部材が早期劣化する可能性がたかくなります。

今回は、マイクロプラスチック自動前処理装置MAP-100を用いて水田/畑の土壌を前処理し、フーリエ変換赤外分光光度計(FTIR, 図1右)を用いて、材質解析を行った事例を紹介します。

図 1 MAP-100(左)とIRSpirt™-TX(右)の外観

## ■土壌に対する事前処理

水田及び畑(図2)より土壌サンプルを採取しました(水田4サンプル、畑2サンプル)。土壌サンプルは、1日自然乾燥(図3左)させてから、ふるい(目合い1.4 mm/500 μm/150 μm)にかけます(図3中央)。その後、MAP-100の反応容器内のストレーナに土壌サンプルを入れます(図3右)。この際、ストレーナ底面から3 cm以内の高さ(約20 g程度)を目安にサンプル量を調整します。MAP-100ではストレーナの外側から各種溶液を注入する方式を採用しています。ストレーナの網目の目詰まり回避及び配管材料の劣化低減のために、土壌サンプルなどはふるいにかける必要があります。

図 2 土壌サンプルの採取場所(左 水田、右 畑)

図 3 土壌サンプルの事前処理の様子
左 自然乾燥、中央 ふるいにかけた後、右 ストレーナに設置

## ■土壌の自動前処理

今回は500 μm及び150 μmのふるい上に残った土壌サンプルを前処理しました(計12サンプル)。環境表層水に対する前処理と同様に、表1の条件で前処理を行いました。なお、土壌サンプルと共に1~1.2 mmの球状PE(ポリエチレン)ビーズ(標準MPs)を10粒添加し、回収率も合わせて確認しました。回収した様子の例とMPs候補物の例を図4に示します。

表 1　前処理条件

| | |
|---|---|
| 装置 | : MAP-100 |
| 分解処理 *1 | |
| 処理時間 | : 3 days |
| 攪拌速度 | : 200 rpm |
| 分解温度 | : 60℃ *3 |
| 比重分離 *2 | |
| 静置時間 | : 3 hours |
| 攪拌速度 | : 500 rpm |
| オーバーフロー | |
| 回数 | : 3回 |

*1 30%過酸化水素水による有機物の酸化分解
*2 5.3 mol/Lヨウ化ナトリウム水溶液を用いた比重分離
*3 溶液温度が約55℃になるように設定。周囲の温度によって設定温度を調整。

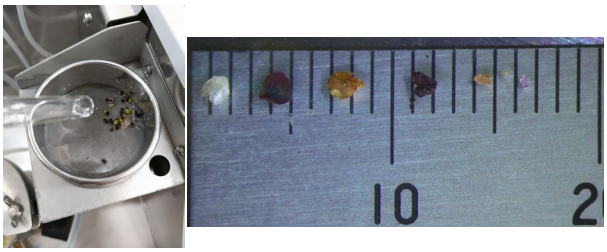


図 4 左 回収した様子の例、右 MPs候補物の例

図4から約1 mm~300 μmまでのMPs候補物が回収できていることがわかります。このことより自動前処理は環境表層水同様に行えることが確認できました。なお、標準MPsの回収率は、500 μmのふるい上に残った土壌サンプルで平均90 %、150 μmのふるい上に残った土壌サンプル(150 μm土壌サンプル)で平均70 %でした。前処理後のストレーナ内の様子を図5に示します。150 μm土壌サンプルの場合、酸化処理後に残る土や泥が塊となりMPsが埋もれ、比重分離で浮き上がってこなくなる可能性があるため、回収率が低下したと考えられます。土壌サンプルを自動前処理する場合には、これらの影響を十分に考慮する必要があります。

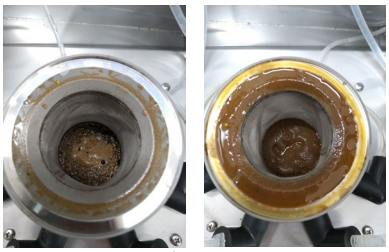

図 5 土壌サンプルの前処理後の様子
左 500 μmのふるい上のサンプル、右 150 μmのふるい上のサンプル

## ■MPs候補物のFTIRによる分析

MAP-100で回収されたMPs候補物(図4右)は、フーリエ変換赤外分光光度計(FTIR)+1回反射型ATRを用い、表2の条件で測定しました。測定結果の例を図6に、ライブラリ検索した結果を図7~8に示します。

表 2　測定条件

| | |
|---|---|
| 装置 | : IRSpirit-TX, QATR™-S(Diamond) |
| 分解 | : 4 $cm^{-1}$ |
| 積算回数 | : 20回 |
| アポダイズ関数 | : SqrTriangle |
| 検出器 | : TGS |

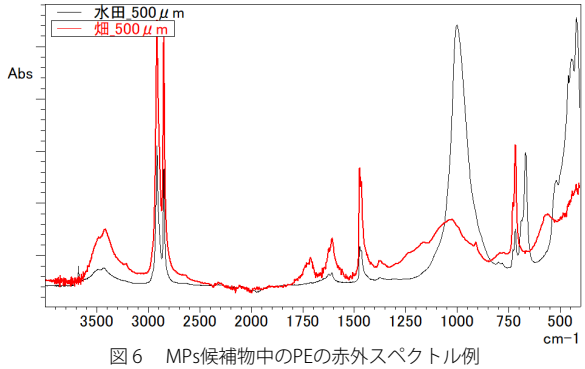


図 6　MPs候補物中のPEの赤外スペクトル例

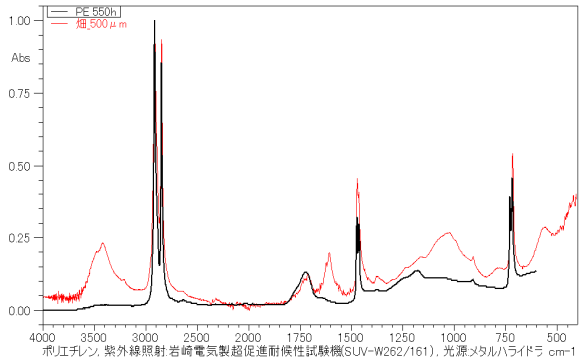


図 7　赤外スペクトルの検索例1

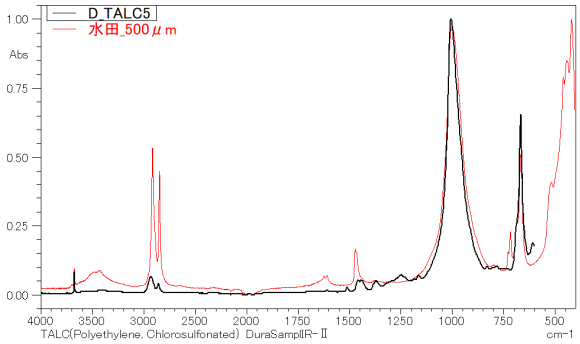


図 8　赤外スペクトルの検索例2

MPs候補物から水田/畑ともにPEの成分が確認できました。サンプルによっては、タルク由来の信号が確認できました。これは図9に示すように、畑等で使用される用具(マルチフィルム)などが、PE以外に添加物としてタルクを含んでいることによるものと想定されます。LabSolutions™ IRではライブラリに測定したスペクトルデータを追加することができるため、サンプル候補物を追加していくことで定性精度の向上が期待できます。

なお、確認されたMPsの種類としてはPEのみで、個数は水田/畑ともに10個未満でした(約20 gの土壌サンプル)。

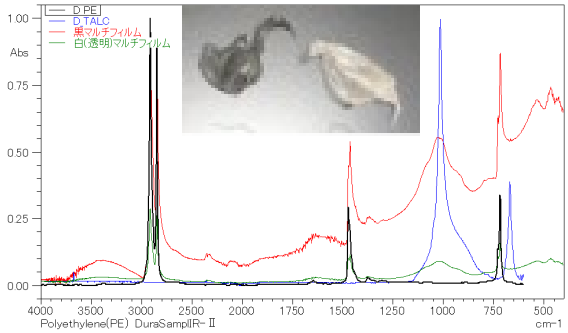


図 9　畑で使用される用具(マルチフィルム)の赤外スペクトル

MPs候補物からMPs以外の物質も確認できました。いくつかの例を図10に示します。赤外スペクトルを確認し、IRSpirit-TXに標準で付属しているライブラリと照合することで、プラスチックではないことがわかりました。これらは酸化処理で分解されなかった有機物(セルロースやレクチン)や比重分離で分離しきれなかった無機物($SiO_2$)などと判明しました。

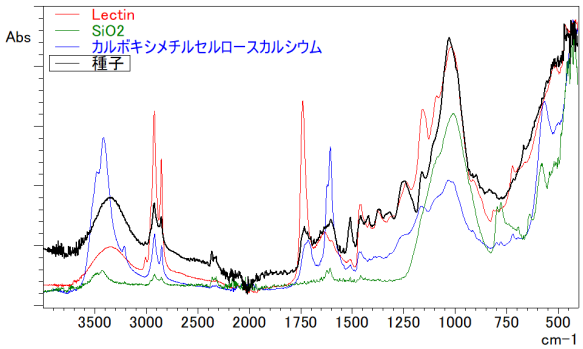


図 10　MPs候補物中のMPs以外の赤外スペクトル例

## ■まとめ

今回は、水田及び畑の土壌サンプルに対して、ふるいによる事前処理を行った後、自動前処理装置MAP-100による前処理を適用できることを確認しました。MAP-100で回収されたMPs候補物をFTIRによって材料解析し、PEが確認できました。

MPsは海洋、湖沼、河川の水域の環境問題として注目されていますが、それらは土壌や底質にも存在することが多く報告されています。当社はMPsを環境試料から回収する自動前処理装置からMPsの組成分析を行う機器まで幅広いソリューションで多種多様な研究を支援していきます。

<参考文献>

1) Naoya Katsumi, Hiroshi Okochi (2021), Accumulation of microcapsules derived from coated fertilizer in paddy fields, Chemosphere, Volume 267 129185
2) Takahito Ikenoue(2023), Horizontal distribution of surface microplastic concentrations and water-column microplastic inventories in the Chukchi Sea, western Arctic Ocean, Science of The Total Environment, Volume 855, 159564
3) 環境省, 「環境省令和5年度環境技術実証事業」, 令和6年3月 https://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/list/r05/140-2305b.pdf, (参照2025-03-06)
4) 環境省, 「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・大気環境局水環境課, 令和5年3月 https://www.env.go.jp/content/900543325.pdf (参照2025-05-09)

Irspirit、IRXross、QATR、およびLabSolutions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/
01-00908-JP　初版発行：2025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」、「®」を明記していない場合があります。

© Shimadzu Corporation, 2025

アンケート

## 関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。

MAP-100
マイクロプラスチック自動前処理装置

IRSpirit-X シリーズ
フーリエ変換赤外分光光度計

## 関連分野

- 環境
- マイクロプラスチック
- 土壌

- 価格お問い合わせ
- 製品お問い合わせ
- 技術お問い合わせ
- その他お問い合わせ