SHIMADZU
Excellence in science

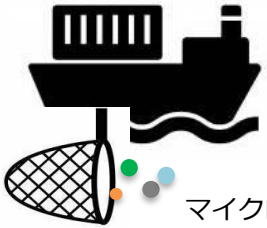
FTIRによるマイクロプラスチックの定性精度向上

株式会社島津製作所　分析計測事業部
藤　里砂

マイクロプラスチックの実験フロー

サンプリング → **前処理** → **分析・計測**

- サンプリング：海水、河川水、生物体内、飲料水など
- 前処理：比重分離、天然有機物除去など
- 分析・計測：成分分析、個数・サイズ計測、混入・吸着物質の分析など



マイクロプラスチック

前処理手順

マイクロプラスチックを含むサンプル

H_2O_2
マイクロプラスチック以外の有機系夾雑物を除去します。

NaI水溶液
水の比重を上げ、軽いマイクロプラスチックを浮かせます。

マイクロプラスチックの採取
マイクロプラスチックを含む上澄みを濾過します。

SHIMADZU

分析・計測法の選択フロー

- 分析対象
  - マイクロプラスチック
    - 成分分析
      - 非破壊：FTIR、赤外顕微鏡、EDX
      - 破壊：Py-GCMS、熱分析装置
    - 個数・サイズ計測：粒子画像解析システム
  - 混入・吸着物質
    - 直接分析
      - 非破壊：EDX
      - 破壊：Py-GCMS
    - 抽出溶媒の分析：LCMS™、GCMS™

マイクロプラスチックの成分分析：FTIR

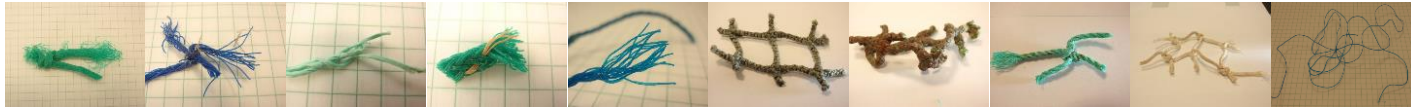
Fourier Transform InfraRed Spectrophotometer
フーリエ変換赤外分光光度計

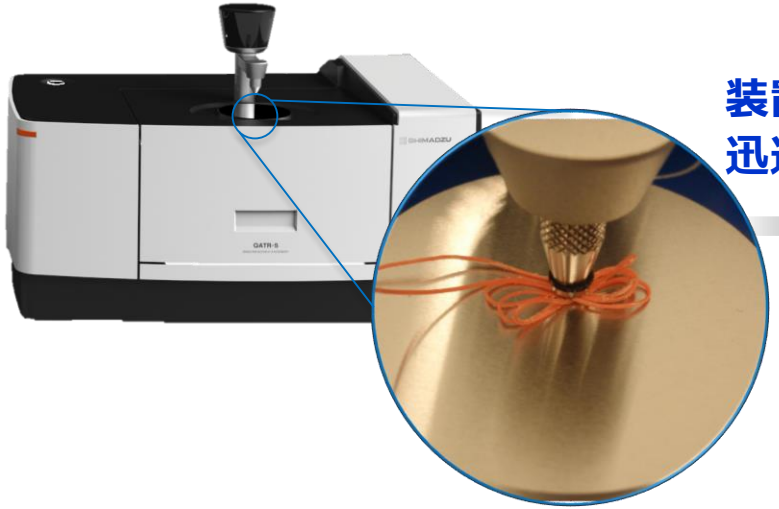
分析試料に赤外光を照射し、透過光/反射光から試料に含まれる官能基の推定や有機化合物の定性・定量分析が行えます。

フーリエ変換赤外分光光度計
IRSpirit™

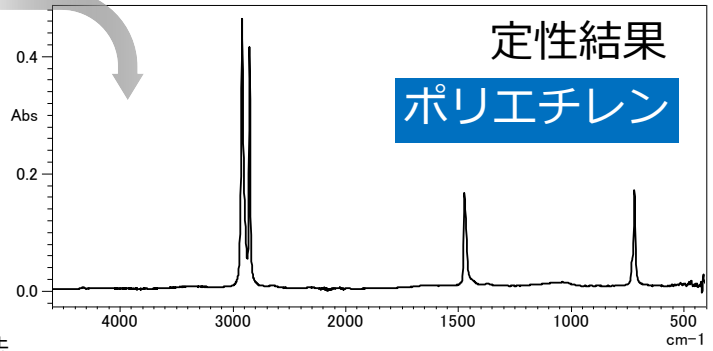
測定手法：ATR法

漁網など**大きなサイズの海洋ごみ**や、**100μm以上のマイクロプラスチック**の分析は、**FTIR（ATR法）**で簡単にできます。





装置に搭載されたライブラリの活用で迅速に測定試料の定性が可能



ATR：Attenuated Total Reflection　全反射法
高屈折率から低屈折率の媒質へ光が進むときの全反射を利用した方法

フーリエ変換赤外分光光度計プラスチック分析システム

Plastic Analyzer

Plastic Analyzerの構成

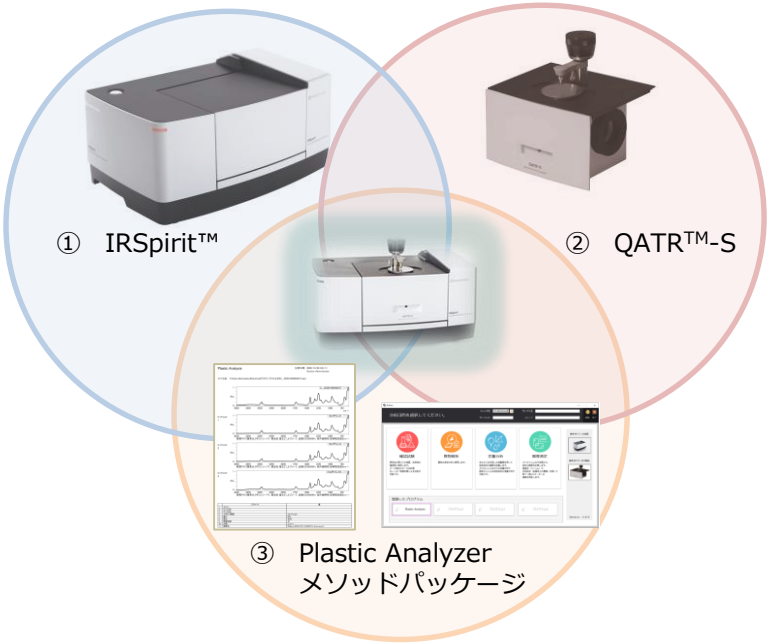
① フーリエ変換赤外分光光度計 IRSpirit™

② 1回反射ATR QATR™-S

NEW

③ Plastic Analyzerメソッドパッケージ

1. 紫外線劣化プラスチックライブラリ
   14種のプラスチックに複数時間紫外線照射した
   300点以上のスペクトルライブラリ
2. 加熱劣化プラスチックライブラリ
   13種のプラスチックを加熱劣化させた
   100点以上のスペクトルライブラリ
3. IR Pilot™用分析プログラム/メソッドファイル
   IR Pilot™を用いた簡単測定が可能な分析プログラム

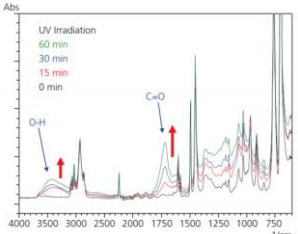


- 島津独自の紫外線劣化プラスチックライブラリと加熱劣化プラスチックライブラリで、分析を強化。
- Plastic Analyzerメソッドパッケージを備えた専用の分析システムにより、
  FTIR測定に慣れていないユーザーでも簡単にFTIR分析を行うことができます。

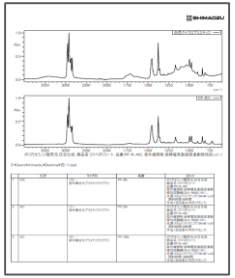
Plastic Analyzerの特長

1 高い精度の劣化ライブラリ

紫外線/熱によりプラスチックは分子切断や架橋を伴い劣化するため
標準品のプラスチックスペクトルとは異なる。
複数種類の劣化をさせた紫外線/熱劣化プラスチックライブラリにより
劣化状態を反映した精度の高いスペクトル検索・定性が可能。



紫外線劣化プラスチック
（ABS樹脂）

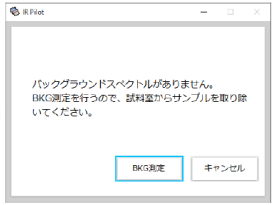


2 分析プログラムによる簡単測定

IR Pilot™を用いた簡単測定が可能な分析プログラムを搭載し、FTIRに不慣れでも分析が可能。

測定プログラム
Plastic Analysisを選択

Click!

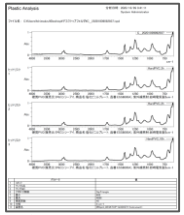


バックグランド測定

Click!

サンプル測定

Click!



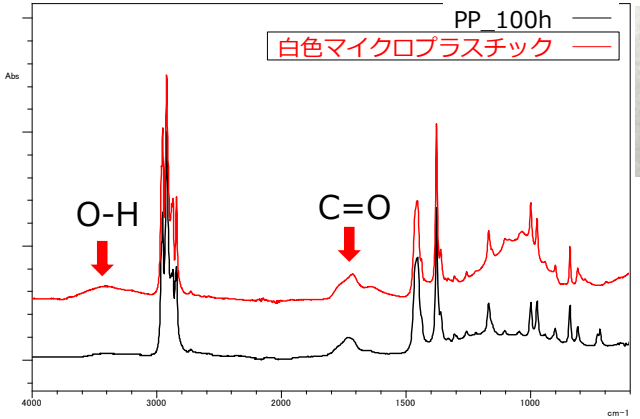
レポート作成

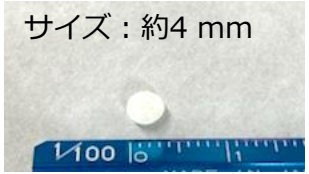
※劣化度を判定する機能ではありません。

3 小型で導入しやすいシステム製品

IRSpirit™と試料室一体型ATRを用いたシステムのため幅35cmで設置が可能。
FTIRの新規ユーザーでも導入しやすい。

海岸で採取されたマイクロプラスチック

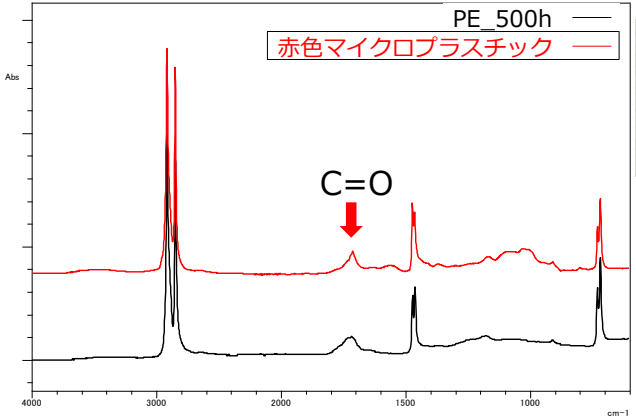




定性結果：
ポリプロピレン（PP）
樹脂の劣化により、
O-H, C=Oのピークが
検出された。

紫外線プラスチックライブラリより超促進耐候試験機で150mW/cm²紫外線を100時間照射したPPがヒット

一致度：931 / 1000

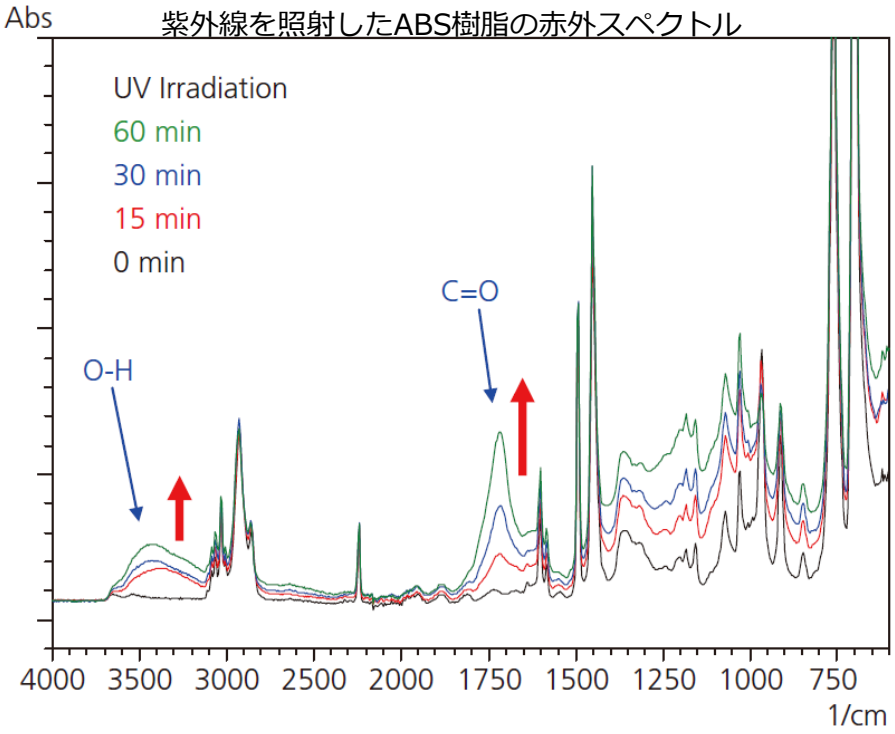


定性結果：
ポリエチレン（PE）
樹脂の劣化により、
C=Oのピークが
検出された。

紫外線プラスチックライブラリより超促進耐候試験機で150mW/cm²紫外線を500時間照射したPEがヒット

一致度：929 / 1000

紫外線によるプラスチックの経時劣化

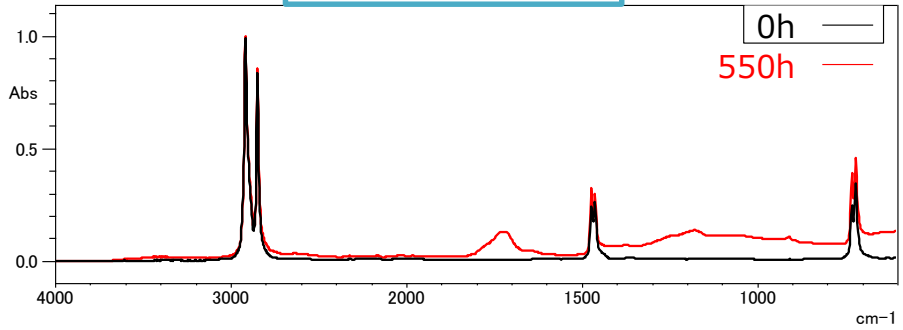


OH基やC=O基の伸縮振動に帰属されるピークが現れています。紫外線により酸化劣化したことがわかります。

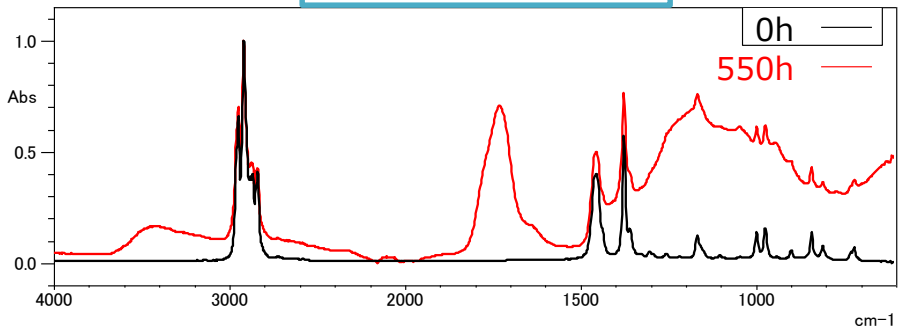
紫外線による種々のプラスチックの劣化

– 紫外線照射0h – 紫外線照射550h

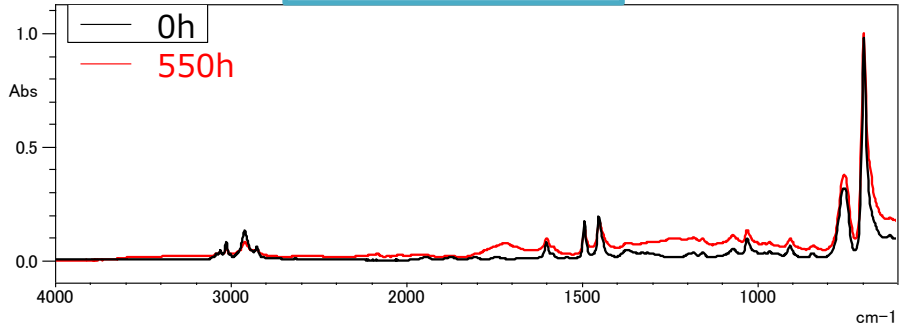
ポリエチレン（PE）



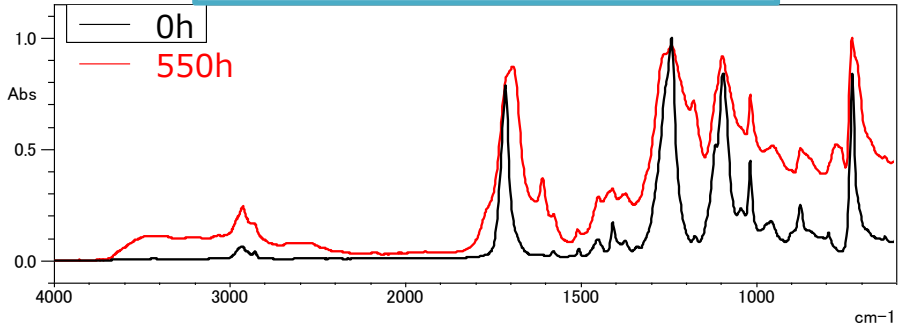
ポリプロピレン（PP）



ポリスチレン（PS）

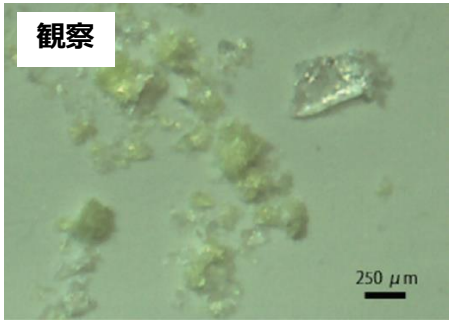


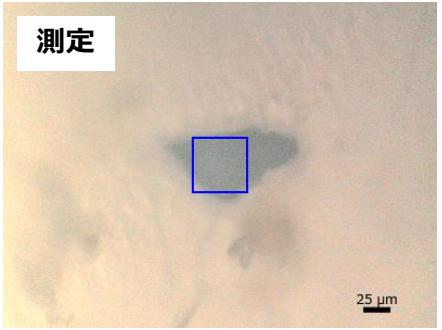
ポリエチレンテレフタレート（PET）

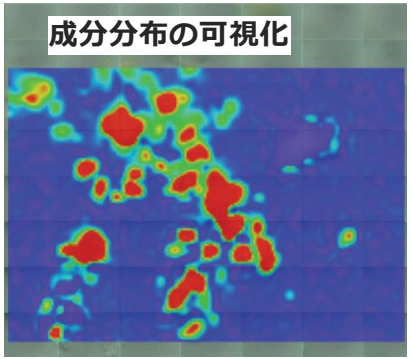


マイクロプラスチックの成分分析：赤外顕微鏡

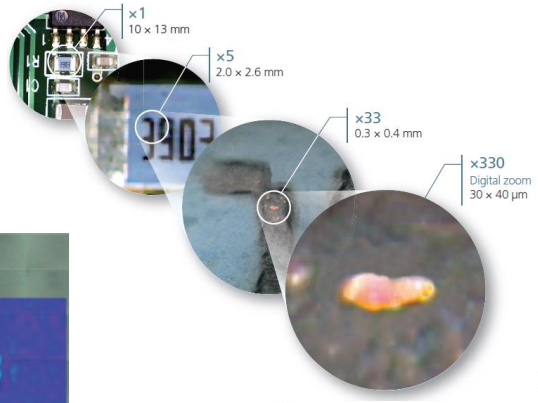
100μm未満（～10μm程度）のマイクロプラスチックの分析は、**赤外顕微鏡**で簡単にできます。







観察から測定までがスムーズに行え
迅速に微小試料の定性が可能

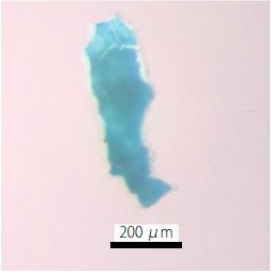


赤外顕微鏡
AIM-9000

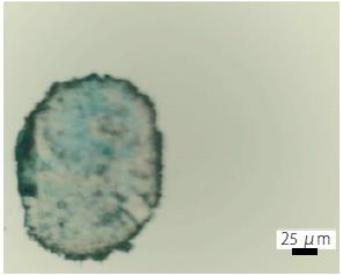
海洋生物から採取されたマイクロプラスチック

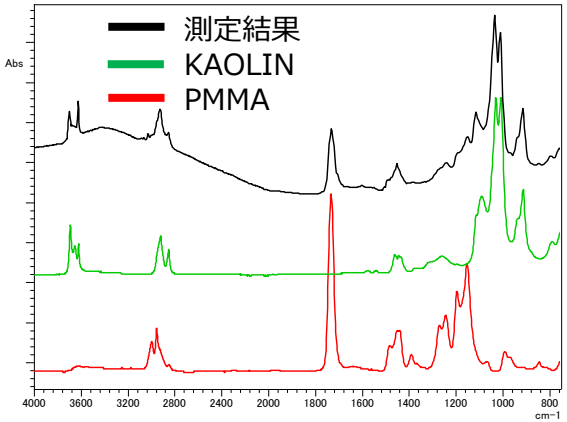
海洋ごみの影響は食物連鎖を通じ、北極海に生息する北極タラや、深海に生息する端脚類の深海エビなど、汚染が届きにくいはずの海域に棲む生物にまで広がっています。

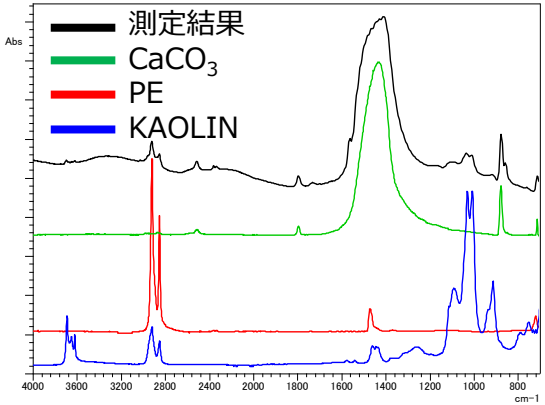
北極タラ
から採取



深海エビ
から採取







試料ご提供：Wageningen Marine Research, Newcastle University

分析事例：アプリケーションニュース

SHIMADZU
Excellence in Science

LAAN-A-FT104

Application News
No. A589

光吸収分析

赤外顕微鏡 AIM-9000 による
海洋生物から採取したマイクロ
プラスチックの分析

マイクロプラスチック等の海洋ごみによる汚染が深刻な問題となっており、世界中の科学者がその実体を探るべく、海洋生物に蓄積したマイクロプラスチックについて調査しています。海洋ごみの影響は食物連鎖を通じ、北極海に生息する北極タラや、深海に生息する端脚類の深海エビなど、汚染が届きにくいはずの海域に棲む生物にまで広がっています。また、極地の氷中からもマイクロプラスチックが見つかっています。

イギリスの Newcastle 大学と、オランダの Wageningen Marine Research のグループは、様々な生物の胃の内容物から 100 μm 程度のマイクロプラスチックを分離し、海洋ごみの影響を調査しています [1]。図 1 に海洋調査の様子を示します。

■測定前処理と測定試料

マイクロプラスチックの分析は、試料へのコンタミネーションに注意が必要です。直接触れることで皮脂やホコリが試料に付着する恐れがあります。また、衣服からのマイクロファイバーや空気中に浮遊する微小物が試料に付着しないよう注意が必要です。

試料が汚れている場合、有機溶剤や水でタンパク質などの残留物を除去します。ただし、有機溶剤の使用により試料本来の情報まで失われる可能性に留意します。

ここでは、試料に影響がなく、かつ有機性付着物を除去できる水酸化カリウム水溶液を用いて試料を洗浄しました。

SHIMADZU
Excellence in Science

LAAN-A-FT101

Application News
No. A586

光吸収分析

海洋ごみのリサイクルに向けて
– FTIR と EDX による
マイクロプラスチックの分析 –

海洋ごみには、海水中に漂うマイクロプラスチック（微細なプラスチック）だけではなく、プラスチック製品が紫外線等の外的要因により破砕された比較的大きなサイズのプラスチック片や、図 1 に示すような釣り糸など、漁具の小片も含まれます。

保護膜に利用される重元素の銅（Cu）は抗菌効果をもち、細菌やウイルスから養殖網を保護しているだけでなく、汚染防止の機能も有し、漁網における重要な役割を担っています。銅は漁網の強度を保つだけでなく、優れた機能を付与しますが、近年魚類や海洋環境へ悪影響を及ぼす可能性が報告され、その使用が懸念されるようになりました。

本稿では、スペインのマヨルカ島のプラヤデムーロ、またオランダのテクセル島のパール 9 の浜辺で収集した実際の漁網と、リサイクル工場から入手した漁網の FTIR と EDX を使用した分析例を紹介します。

R Fuji, E Marion

■魚類への銅の影響

会員制サイトにご登録いただくことで、ご覧いただけます。
https://solutions.shimadzu.co.jp/

島津　Shim-Solutions Club　検索

分析カタログ

SHIMADZU
Excellence in Science
C10G-0152
海洋環境改善に向けた多角的なソリューション
Analytical and Measuring Instruments for Microplastics
マイクロプラスチック分析・計測機器

海外の研究
海洋マイクロプラスチックの与える影響
Measurement of the impact of microplastics in the ocean
Dr. Alan Jamieson
Marine Science – School of Natural and Environmental Sciences, Newcastle University
研究活動
6つの最深海に生息する端脚類に摂取されたマイクロプラスチックおよび合成粒子の調査
環境水中マイクロプラスチックの粒子形状観察・粒子濃度測定と定性分析

ご清聴ありがとうございました

LCMS、GCMS、IRSpirit、QATRおよびIR Pilotは、株式会社島津製作所の商標です。

本発表内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。
なお、本発表中では「TM」、「® 」を明記していない場合があります。