

Point

プラスチックごみによる海洋汚染が世界的に注目されていますが、海中のプラスチックに含まれる有害化学物質の実態や生物への影響はまだ十分に把握されていません。海洋汚染状況を把握する取り組みの一つとして、プラスチックに含まれているPOPsの分析方法を開発しました。

# 海岸に漂着したプラスチックに含まれる化学物質の分析

環境創造研究所 環境化学部 内田 圭祐

## はじめに

海洋に流入するプラスチックごみが問題となっています。プラスチックによる環境汚染は世界中に広がり、生物の体内からも検出されています。プラスチックにはさまざまな化学物質を吸着しやすい性質があります。

化学物質の中で環境中で分解されにくく、生物体内に蓄積しやすく、さらに毒性のあるものを残留性有機汚染物質(Persistent Organic Pollutants、以下、POPs)と呼び、廃絶・削減のための国際的な取り組みがなされています(ストックホルム条約)。POPsには、農薬や殺虫剤、工業化学品として製造され使用されてきた化学物質と、意図せずに生成されてしまう化学物質があり、ダイオキシン類やPCBsなどが例として挙げられます。

海洋中に存在するプラスチックにPOPsが吸着し、それを誤食した生物に影響を及ぼす可能性が示唆されています。そこで、プラスチックに含まれているPOPsを分析する方法を開発し、海岸に漂着したプラスチックを採取、分析しました。

## 海岸に漂着したプラスチックの採取

### (1)調査対象海岸と採取点の設定

調査は、静岡県の砂浜海岸で行いました。プラスチックの漂着量や種類を確認するため、台風時または大潮時の高潮線Hから調査当日の高潮線Lまでの40mの間に中間線Mを加えた3測線について、5m間隔に10点を設定し、合計30点を試料採取点としました(図1)。

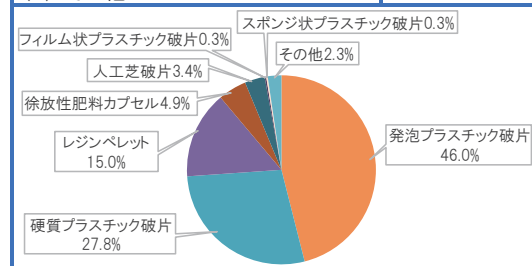
### (2)試料採取方法とプラスチックの採取数

試料採取点では、「海岸漂着埋没ごみ 微細プラスチック分類マニュアル」<sup>1)</sup>(以下、分類マニュアル)を参考に、縦40cm×横40cm、表層5cmの砂を採取しました。

採取した砂は純水中で攪拌して浮上したプラスチックを回収し、分類マニュアルにしたがって仕分けしました。その結果、高潮線Hから多くのプラスチックが検出され、海岸に打ち上げられたプラスチックが台風または大潮時に高潮線付近に押し上げられていることが確認されました。全30点で検出したプラスチックは、発泡プラスチック破片が最も多く711個、次いで硬質プラスチック破片が430個、レジンペレット(プラスチック製品の間接材料)が231個となりました(表1)。

表1 プラスチックの採取数

分類	採取数(個)
(1) 発泡プラスチック破片	711
(2) 硬質プラスチック破片	430
(3) レジンペレット	231
(4) 徐放性肥料カプセル	75
(5) 人工芝破片	53
(6) フィルム状プラスチック破片	4
(7) スポンジ状プラスチック破片	4
(8) その他	36



## プラスチックの成分分析

採取したプラスチックのうち、マイクロプラスチック(環境中に放出された5mm以下のプラスチック)として問題視されているレジンペレットおよび硬質プラスチック破片についてフーリエ変換赤外分光光度計を用いて測定し、主成分を特定しました(図2)。その結果、大半はポリエチレン製(以下、PE)またはポリプロピレン製(以下、PP)であったため、PE、PPそれぞれのレジンペレットおよび硬質プラスチック破片についてPOPsを分析することにしました。

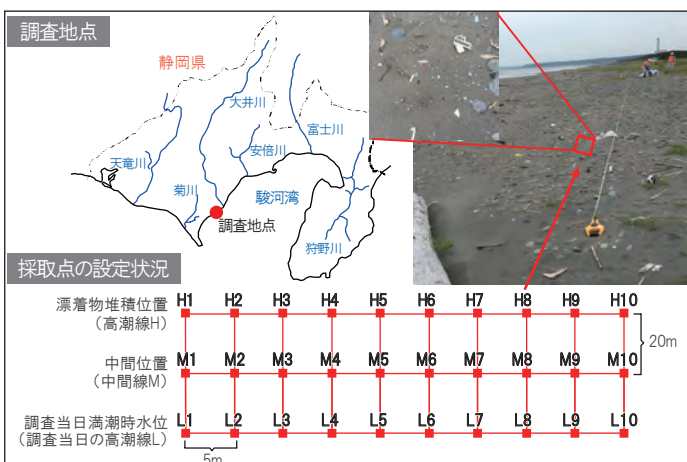


図1 試料採取点の概要

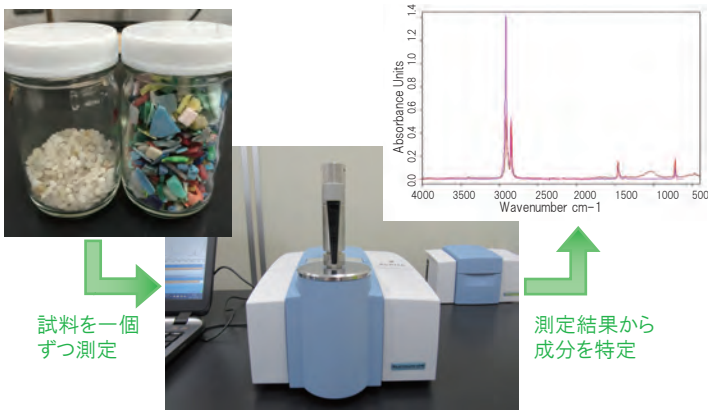


図2 フーリエ変換赤外分光光度計による測定のプロセス

## プラスチック中のPOPs測定

### (1) 分析方法の開発

POPsの分析は、「海岸漂着レジンペレットを使った地球規模モニタリング」<sup>2)</sup>を参考に、簡便で効果的な分析方法を考案しました。測定にはダイオキシン類などの測定に用いられている高分解能GC/MSを使用しました。

本法を用いてPOPs標準物質を一定量吸着させたレジンペレットを分析したところ、良好な分析結果が得られたことから本法は有効であると考え、実試料中のPOPs分析を実施しました。なお、環境中のプラスチックは夾雑物の付着が多く、一部の試料ではゲル浸透クロマトグラフィー(以下、GPC)による精製を追加する必要がありました(図3)。

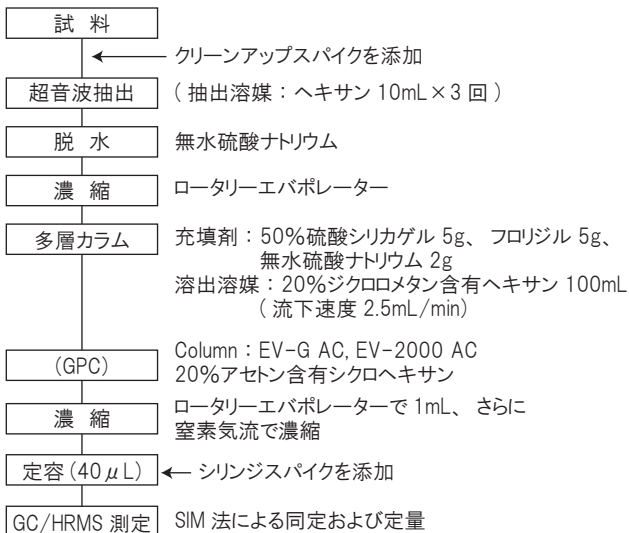


図3 プラスチック中のPOPs分析フロー

分析対象として、ストックホルム条約に掲げられているPOPsから、一斉分析可能な9物質を選定しました(表2)。

表2 分析対象としたPOPs

農薬・殺虫剤	クロルデン、DDTs、ヘプタクロル、ヘキサクロロシクロヘキサン(HCH)、マイレックス、ヘキサクロロベンゼン(HCB) <sup>※</sup> 、ペンタクロロベンゼン(PeCB) <sup>※</sup>
工業化学品	ポリ塩化ビフェニル(PCBs) <sup>※</sup> 、ポリブロモジフェニルエーテル類(PBDEs)

※非意図的生成物を含む

### (2) 測定結果

海岸で採取したプラスチックからは多種のPOPsが検出されました。ここでは中でも特徴的な結果を示したPCBsおよびPBDEs(表2参照)について紹介します。

PCBs測定結果は3,400~150,000pg/gの範囲にあり、日本沿岸海域の海水の平均190pg/L(環境省実施の2016年度POPsモニタリング調査結果・海域9地点平均値)<sup>3)</sup>と比較して非常に高い値を示しました。また、硬質プラスチック破片からは、有機顔料製造過程で副生したと考えられる2塩素化物(3,3'-Dichlorobiphenyl(PCB#11))<sup>4)</sup>が多く検出されました(図4)。

PBDEsの測定結果は、日本沿岸海域の海水と比較して大きな差はみられませんが、硬質プラスチック破片には4臭素化物(主に2,2',4,4'-Tetrabromodiphenyl ether (PBDE#47))が多く含まれていました(図5)。

硬質プラスチック破片からPCB#11やPBDE#47が多く検出されたことより、これらは製造過程において添加されたものである可能性が考えられました。

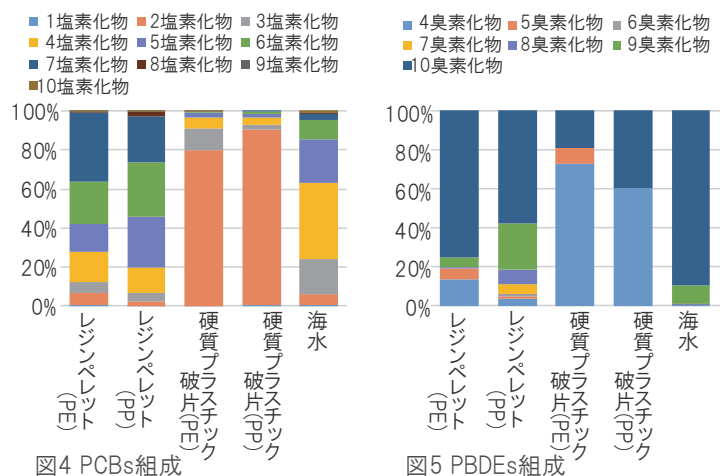


図4 PCBs組成

図5 PBDEs組成

### おわりに

近年話題となっている海洋のプラスチックごみについて吸着したPOPsの分析方法を開発し、海岸に漂着したプラスチックを測定した結果を紹介しました。プラスチックごみの中でも粒径の小さいマイクロプラスチックは、誤食により取り込まれた生物の体内でマイクロプラスチックそのものおよび吸着した化学物質が及ぼす影響や、環境中の動態が注目されています。当社はこれからもさまざまな調査技術を開発、活用し、海洋プラスチックごみ問題に積極的に取り組んでまいります。

#### (参考文献)

- 藤枝繁(2008). 海岸漂着埋没ごみ 微細プラスチック分類マニュアル
- 高田秀重(2015). 海岸漂着レジンペレットを使った地球規模モニタリング
- 環境省(2018). 平成29年度版 化学物質と環境
- 中野武, 姉崎克典, 高橋玄太, 俵健二(2013). 有機顔料製造過程でのPCB生成. 環境化学 Vol.23 No.3 pp107-114