

# マイクロプラスチックの簡易分析手法の検討

## Examination of the simple analysis technique of of Microplastics

白井 廉  
Ren SHIRAI

### 要 旨

環境中でのマイクロプラスチック（以下MPという）の分析にかかる時間、労力、費用を抑えてより簡易に分析できる手法を検討した。現在、MPの環境調査には公定法が設定されていないため、高田ら発表の「柱状堆積物の分析によるMPのトレンド解析」<sup>1)</sup>内での方法を従来法と位置づけ、その従来法を比較対象としてNaI-エタノール密度勾配液を用い、簡易分析手法の検討を行った。事前に海岸漂着物からピックアップしたMPをATR（全反射測定法）でのFT-IR（フーリエ変換赤外分光法）分析にかけることで材質を判定し、判定後検体を密度勾配液に投入することで比重を推定した。PP（ポリプロピレン）は85%、PE（ポリエチレン）は75%、EVA（エチレン-酢酸ビニル共重合体）は80%の一致率を示した。簡易分析法は特別な機器、複雑な操作も必要としないため、分析にかかる時間、労力を抑えることが見込まれる。

### Abstract

We examined a simple method to analyze microplastics in the environment which reduces time, labor and costs. Currently, because no official method has been determined for the analysis of microplastics in the environment, the method published in Takada's report "Trend Analysis of Microplastics through the Analysis of Columnar Sediment" has been used as the conventional method. As an alternative to this conventional method, we utilized a NaI-ethanol density gradient solution to examine a simplified method of analysis. Using ATR (Attenuated total reflectance) and FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), we analyzed a sample of microplastics taken from an object floating on the coast to determine its material properties. After, we estimated its specific gravity by submerging the sample into a density gradient solution. Rates of agreement were observed as follows: PP (polypropylene) 85%, PE (polyethylene) 75%, and EVA (ethylene vinylacetate copolymer) at 80%. Because this simplified method does not require a special apparatus or complicated operation, we anticipate that it can reduce the amount of time and labor needed for analysis.

キーワード：マイクロプラスチック 密度勾配 簡易分析

## I はじめに

現在、世界的に海洋ごみ問題が注目を浴び、その中でもMP（図1）による海洋汚染がとりわけ重点的に取り上げられている。MPとは、直径5mm以下のプラスチック片のことを指し、一次MPと二次MPに大別される。<sup>2)</sup>一次MPは、元々のサイズが5mm以下のプラスチック原材料のペレットや研磨剤や緩衝材などに用いられるマイクロビーズがこれに当たる。二次MPは、通常のプラスチック製品や破片が日光や温度等の外的要因により微細化していくことで生成される。現在、主に注目され問題視されているのがこの二次MPである。二次MPは、微細化の過程で最終的には現在の技術では回収が困難になってくる。そのため、微細化する以前の段階でプラスチックごみを回

収することがMPの発生抑制に有効な方法である。一般的な材質分析手法であるFT-IR分析（ATR法）<sup>3)</sup>は、結晶を透過して検体との界面で全反射する赤外光の一部が検体側へ吸収される差異によって材質を判定している。そのため、操作において機器と検体とを密着させる必要があるために検体に圧力をかけることになる。これにより、実際に微細化されたMPは劣化度合いによっては、検体が破壊され、分析自体が困難なケースもあった。さらに、FT-IR分析機器を導入するには高価な設備投資が必要となる。そこで、そういった問題を解決できて、より時間や労力のコストダウンが図れるプラスチック種類固有の比重を利用した簡易分析法の検討を行った。



図1 MP

## II 方法

香川県内における複数の海岸地点において 30cm×30cm 四方深さ 5cm に設定した任意の地点の堆積物を採取し、持ち帰った。採取した堆積物は、全て目開き 4.75mm のふるいを通したものをさらに目開き 400 μm のふるいにかけて、ふるいを通さずに残ったものをサンプルとした。その後、サンプルからさらにプラスチック片のみを目視で取り出し、得られたプラスチック片に FT-IR 分析 (ALPHA、Bruker 社製) を行うとともに簡易分析法での比重の判別を行い、それぞれの方法で MP の材質を判定し、その結果を比較した。

### 簡易分析法

NaI (ヨウ化ナトリウム) 水溶液 (比重 1.6) を作成し、そこに任意の量のエタノールを混ぜて比重を調製し、複数の比重の NaI-エタノール混合溶液を作成した。今回、作成した溶液の比重は表 1 の通りである。作成した溶液をビーカーに比重の小さい溶液から、駒込ピペットを用いて底から緩やかに流し込み、密度勾配液を作成した。そこに FT-IR 分析で材質を判定した MP を静かに投入し、どの層にトラップされたのかをチェックし、FT-IR 分析で判定された材質と表 2 に示すような材質の比重が一致するかを確認した。実際に密度勾配液中にトラップされている様子を図 2 に、用いた標準試料の材質及び比重を表 2 に示す。

表1 作成した NaI-エタノール混合溶液比率一覧

	比率		推定比重
	NaI 水溶液 (比重 1.6)	エタノール (比重 0.78)	
1	1	3	0.99
2	3	17	0.90
3	0	10	0.78

表2 図2中の標準試料材質及び比重

標準試料	種類	比重 <sup>4)</sup>
A	PP	0.90-0.91
B	低密度 PE	0.92-0.94
C	高密度 PE	0.95-0.97
D	PS (ポリスチレン)	1.04-1.06

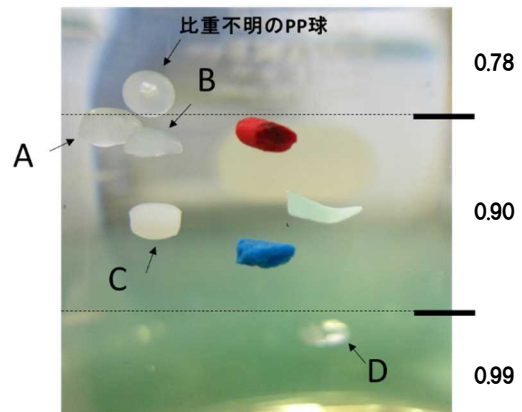


図2 密度勾配液中の標準試料等の様子

## III 結果及び考察

今回、海岸から回収したサンプルのうち、検討対象として着色されたプラスチック片を中心に採用した。徐放性肥料カプセルや発泡スチロール片と思われる MP が多く見受けられたが、密度勾配液に投入してトラップされた位置から比重を推定するという方法の性質上、MP 内に空隙を含む検体は検討対象として不適であると判断したため、これらを対象から除外した。また、PE において低比重及び高比重の判別は FT-IR 分析においても正確な判別ができないため、比重比較の際は、一律に PE とした。得られた検体のうち、FT-IR 分析を行った検体は 184 個であり、そのうち大半を PE 及び PP が占めていた。内訳を図 3 に示す。PP が 60 個、PE が 101 個、PS が 3 個、EVA

(エチレン酢酸ビニル共重合体, 比重0.92-0.94)が20個であった。また、これ以外にもFT-IR分析を行ったが、材質判定できず検討を行えなかったものが22個あった。判定できなかった要因として材質の劣化による吸光度の変化や環境中で付着した生物膜などの汚れが考えられる。

FT-IR分析を行った後に簡易分析法による比重の推定を行ったところ、その一致率を図4に示す。PPが85%と最も高い一致率を示し、PE及びEVAもそれぞれ75%、80%の一致率を得られた。しかし、検討を行った検体数が少ないことから、今後、更にデータ数を増やし、検討を続ける必要がある。

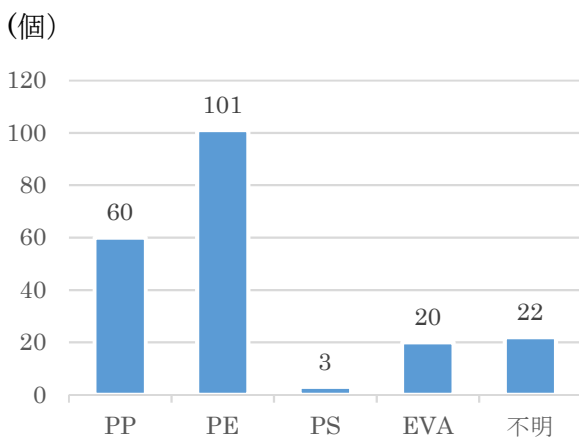


図3 FT-IR分析により材質判定されたプラスチック個数内訳

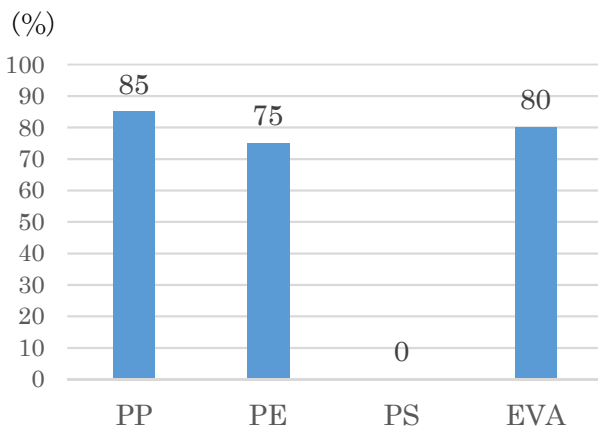


図4 FT-IR分析結果と簡易分析法との比重一致率

#### IV まとめ

FT-IR分析及び簡易分析法で材質判定を行った結果、検体数が多かったPPとPEについては、双方の分析の比重一致率がおおよそ75%を超える結果が得られた。このことから、FT-IR分析機器のような高額な機器を保有していない施設での分析において、代替としてMPの簡易な分析に有効に利用できる可能性がある。本方法で用いる試薬はNaI、水、エタノールであるため費用負担が少ない。また、分析に要する時間も密度勾配液に投入するだけであるため、試験時間の大幅な削減が見込める。また、ATRでのFT-IR分析と異なり、検体に圧力を加える必要がないため、分析時に紫外線等により劣化している検体を破壊してしまう恐れもない。しかし、PEとEVA等のように比重が近いものに関しては推定が困難である。また、発泡スチロールや徐放性肥料カプセルのような内部に空隙を持つMPについては、適切な比重の判定ができないといった欠点がある。そのため、検討する試料について制限があるが、今回検討対象として選定したプラスチック片等に関しては有効であると考えられる。

今回の検討において海岸漂着物から得られたプラスチック状物質は数多く回収できたが、その検体の材質を従来法で解析するにあたって必要なFT-IR分析機器を当施設では保有しておらず、県有施設である産業技術センターにFT-IR分析機器をお借りして検討を行った。産業技術センターのご協力に謝意を申し上げます。

最後に今後の方向性としては、検体数を増やし、簡易分析法の精査を行っていく予定である。

#### 文献

- 1) 高田秀重：柱状堆積物の分析によるマイクロプラスチックのトレンド解析, 第25回環境化学討論会誌 (2016)
- 2) 環境省：海洋ごみとマイクロプラスチックに関する環境省の取組, 海洋ごみシンポジウム (2016)
- 3) 日本規格協会：赤外分光分析通則 JIS K0117 (2017)
- 4) 東京化学同人：化学大辞典, 2243, 2247, 2251 (1989)