

## 閉鎖系水域におけるマイクロプラスチック調査

日大生産工(院) ○堀田 俊介 日大生産工 木村 悠二

## 1. はじめに

プラスチック製品は大量生産が可能といった利点があるが、その多くが使い捨てであることから大量のプラスチック廃棄物が環境中に放出され、プラスチック廃棄物による環境問題は気候変動と並ぶ環境問題として知られている。これまでに環境中へ排出されたプラスチックは分解性が低いものが多く、環境中で微細化され5 mm以下のマイクロプラスチック(MPs)となる可能性がある。MPsは水生生物の摂食を含む物理的影響や、プラスチックに含まれている添加剤や環境中で吸着した残留性有機汚染物質(POPs)による化学的影響等の生態系への影響が懸念されている<sup>1)</sup>。磯辺らの調査報告によると、日本近海域、北大西洋、北極海、地中海および北太平洋からMPsが検出され、生活圏から最も遠い南極海でもMPsが検出されたことから世界の海でMPsが存在しない場所はないと推測されている<sup>2)</sup>。これまでのMPsの調査は海洋を対象としたものが多く、これらの主要な発生源である河川や湖沼等の陸域環境を調査した報告例は少ない。そこで、河川や海と比較して水の出入りが少なく、流入物質が堆積しやすい湖沼に着目した。調査地点を大学近郊で都市部に位置しており、近年流域人口が増加している印旛沼とした。本研究では、底質、表層水および水生生物を対象に、MPsの蓄積状況、検出されたMPsの劣化度等を評価した。

## 2. 実験方法および測定方法

## 2.1 採泥と採水方法

沼岸より侵入できる地点からボートで採取地点(Fig. 1)へ向かった。ハンドオーガーに直径7 cm、長さ50 cmの逆止弁付き採泥管を取り付けた採泥器を沼の底へ垂直に突き刺すことにより各採取地点から柱状の底質を採取した。その後、採取した底質は押出器を用いて層状に約2 cmずつ分取し保管した。また、各採取地点で採水バケツを用いて約20 L採取し、表層水サンプルとした。

## 2.2 MPsを含む浮遊物の回収

乾燥させた底質を300 mLビーカーに入れ、ヨウ化ナトリウム水溶液を添加し120分超音波処理を行った。ビーカー上部に浮上したMPs



Fig. 1 Sampling location

を含む浮遊物は全て回収した。回収した浮遊物はPTFE製フィルタ(孔径10  $\mu$ m)で吸引ろ過し、純水で洗浄した。洗浄後、希塩酸と過酸化水素で処理することで浮遊物中のカルシウム系物質と有機物を洗浄し、浮遊物を乾燥させた。表層水は、底質と同様に吸引ろ過を行い、MPsを含む浮遊物を回収した。

## 2.3 MPsの分析方法

2.2で回収した浮遊物はピンセットで一つずつ取り出し、FT-IR(ATR)で分析を行った。検出されたIRスペクトルからMPsの特定を行い、特定したMPsは画像解析ソフトimagejを用いて数と粒径を測定し、採取地点と種類ごとのデータを記録した。

## 2.4 カミツキガメの前処理方法

カミツキガメの内臓を摘出し、消化器官(胃、腸)を分離した。分離した消化器官に水酸化カリウム水溶液(10%)を添加し、分解した。分解した消化器官は吸引ろ過し、残渣は純水で洗浄後、乾燥させた。乾燥させた試料は2.3と同様の操作を行った。

## 2.5 劣化指標の構築

MPsの劣化度を評価するため購入したPE(70 mm×140 mm)をスガ試験機株式会社製スーパーキセノンウェザーメーター(SX75)を用いて促進対候性試験(JIS K 7350-2)<sup>3)</sup>を行った。試験条件は、放射照度：180 W/m<sup>2</sup>(300~400 nm)、BPT：63℃、湿度：50 %RHとした。促進対候性試験を行ったPEはFT-IR(ATR)による分析を行い、得られたスペクトルから、カルボニル由来の1715 cm<sup>-1</sup>とPE主鎖由来の1470 cm<sup>-1</sup>の吸光度比を算出し、

カルボニルインデックス(CI)とした。

### 3 結果および考察

#### 3.1 MPs 検出量

鹿島川の底質各層から検出された底質 1kgあたりの MPs の個数を Fig. 2, カミツキガメの背甲長別の MPs の検出量を Fig. 3 に示す。

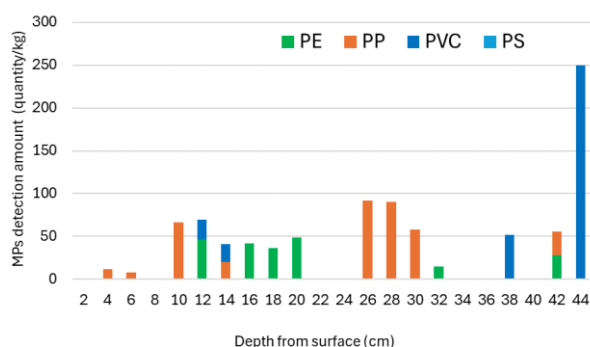


Fig. 2 Amount of MPs detected relative to depth from surface (Kashima river)

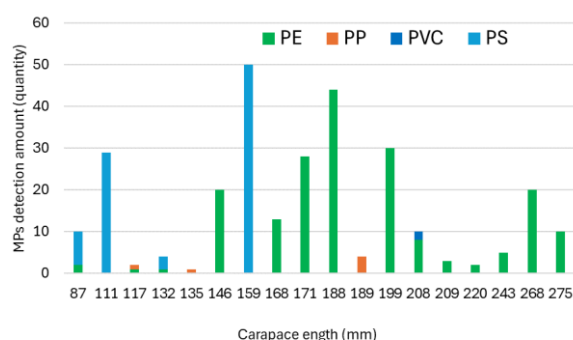


Fig. 3 MPs detection by dorsal carapace length

Fig. 2より、鹿島川の底質では下層側から多くのMPsが検出された。これは、MPsに化学物質やバイオフィームが吸着することでMPsが沈降したと考えられる。また、鹿島川では採取地点の中でMPsが最も多く検出された。これは、採取地点の近くに流入河川があり、MPsが流れ着いたことで検出量が多くなったと考える。Fig. 3より、背甲長のサイズが中程度のカミツキガメから多くのMPsが検出された。カミツキガメは雑食であり、加えて中程度のサイズのカミツキガメは成長期にあることから他のサイズのカミツキガメと比較して様々な生物を捕食する。そのため、MPsが含まれている生物や物質を摂取する可能性が高くなる。よって、背甲長のサイズが中程度のカミツキガメからMPsが多く検出されたと考える。カミツキガ

メから検出されたMPsのうち、1個体から多く検出されているものは類似した色、材質のものであった。これは、カミツキガメの消化液などにより、1つの大きなプラスチックが体内で劣化されたことで細片化され、検出されたと考えられる。

#### 3.2 MPs 実試料の劣化度評価

印旛沼の底質、カミツキガメから多く検出されたMPs(PE)の劣化度の結果をTable.1に示す。

Table. 1 Degree of MPs(PE) degradation

| Sample                     | CI    | Degradation rate |
|----------------------------|-------|------------------|
| Kashima river upper layer  | 0.208 | 11 months        |
| Kashima river middle layer | 0.318 | 1.1 year         |
| Kashima river lower layer  | 0.903 | 1.7 year         |
| Snapping turtle            | 0.508 | 1.2 year         |

Table. 1より、検出されたMPs(PE)は全て劣化度が2年以内であることが推算され、鹿島川では下層側になるにつれて劣化度は上昇した。また、カミツキガメから検出されたMPsは鹿島川の中層と下層の間の値を示した。これは、カミツキガメが表層付近にいる生物から取り込んだ比較的新しいMPsと底質に近い場所に堆積したMPsの両方を摂食したことによって上記の結果が得られたと考える。

#### 4 まとめ

底質中のMPsは下層側で多く検出された。これはMPsに吸着した化学物質やバイオフィームが関係していると考えられる。また、カミツキガメから検出されたMPsは背甲長のサイズが中程度の個体に多い傾向を示した。検出されたMPsは劣化度が2年以下と推算された。底質の採取地点は浚渫の影響を受けやすい沿岸であったため、今後の研究では採取地点を沼の中心部にすることで浚渫の影響を受けていないサンプルの取得を目指す。また、底質の年代測定とMPsの検出量などから、MPsの堆積開始年代および経年劣化を解明する。

#### 参考文献

- 1) 大塚佳臣ら、マイクロプラスチック汚染研究の現状と課題、水環境学会誌, **44**, 2 (2021) pp.35-42
- 2) 磯辺篤彦、海洋マイクロプラスチックによる環境影響とマテリアルライフ学会への期待、マテリアルライフ学会学会誌, **31**, 1 (2019) pp.8-12
- 3) 日本規格協会JSA Group Webdesk, 実験室光源による暴露試験方法 (参照 2024-10-04)