

# 福岡・大濠公園池のマイクロプラスチック調査

熊本大学大学院先端科学研究部 准教授 中田 晴彦

## 要 旨

福岡市内の大濠公園池の底質を対象に、マイクロプラスチックの汚染現状の把握と起源推定を試みた。その結果、複数の試料からマイクロプラスチックが検出されたが、濃度は 61 個/kg(乾燥重)と概ね低値であった。大濠公園池には流入河川がなく、また砂ろ過や凝集剤を用いた池水の浄水設備を備えていることが汚染の小規模化に寄与したと考えられた。一方、ボート乗場周辺の底質から高濃度のマイクロプラスチックが検出された。アクリルの一種であるポリメタクリル酸メチル(PMMA)が卓越しており、大濠公園池のマイクロプラスチック発生源の一つにボート塗料の可能性が示された。得られた知見は、同池の汚染対策の一助になると考えられる。

## 1. はじめに

近年、マイクロプラスチックによる環境汚染と生物影響に社会的関心が高まっている。過去に製造されたプラスチックの総量は約 83 億トンと見積もられ、その約 6 割が廃棄または環境流出したと考えられている<sup>1)</sup>。このままプラスチックの流入負荷が続いた場合、約 50 年後の表層海水中のマイクロプラスチック濃度は、水生生物への影響が顕在化する 1,000 mg/m<sup>3</sup> を超過する可能性が指摘されている<sup>2)</sup>。また、プラスチック製品には用途に応じて化学物質が添加されており、その中には有害性が懸念されるものも含まれている。マイクロプラスチックは大気経路で長距離移動し、地球規模の汚染拡散が懸念されている<sup>3)</sup>。

こうしたグローバルな環境課題に対処するため、日本政府は 2019 年の G20 大阪サミットにおいて「ブルー・オーション・ビジョン」を提唱し、2050 年までに海洋プラスチックごみによる追加的汚染をゼロに削減することを目標に掲げた<sup>4)</sup>。また、2022 年 4 月には「プラスチック資源循環促進法」が施行され、プラスチック関連の事業者・自治体・消費者が連携しながら資源循環に向けた取り組みが始まった。

社会全体でプラスチック負荷削減の方針を強化する一方、こうした取り組みがそれぞれの現場で機能し、実際に課題解決に繋がるかどうかは、生活者の環境意識

の変化によるところが大きい。笛や太鼓で立派な音楽を奏でても、踊る人がいなければイベントは成功しないのである。大事なことは、一般の人にプラスチック問題を「自分ごと」として捉えてもらうことであり、それにはどのような情報を発信すればよいのか思案したところ、「身近な話題」が興味や関心を引くのでは、との思いに至った。今回、原稿依頼をいただいた一般財団法人九州環境管理協会の拠点は福岡市内にあり、その刊行物の読者は福岡にご縁のある方が多いのではなかろうか。このため、本稿では福岡市中央区に位置し、市民の憩いの場として知られる「大濠公園池」に着目して、以前に熊本大学が行ったマイクロプラスチック調査の結果を紹介したい。

## 2. 試料と方法

事前に福岡県土整備事務所および大濠公園管理事務所に調査概要を説明したところ、快く試料の採取許可を出していただいた。2018 年 8 月、持参したゴムボートに研究室の学生と乗り込み、池の中を移動して GPS で位置を確認しながらエクマン型採泥器で 10 地点の底質試料を採集した(図 1)。

試料は熊本へ持ち帰り、オーブンで乾燥・均質化後、ふるいに通して粒径 100 μm 以上の底質を分析に供した。



図 1 大濠公園における底質採集の様子

始めに、試料を過酸化水素水または水酸化ナトリウム水溶液で処理して有機物の分解を行い、ろ過した後、ヨウ化ナトリウム水溶液で重液分離を行った。この操作はマイクロプラスチックとその他の粒子を比重の差で分離することを目的としている。浮遊粒子をフィルターで回収し、各粒子をフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) で材質同定を行った。また、底質中のマイクロプラスチックを有機溶媒で抽出・濃縮した後、ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC-MS) にインジェクションして、試料中の有機系添加剤の定性を試みた。

### 3. 結果と考察

分析の結果、10 地点中 7 地点の底質からマイクロプラスチックが検出された (図 2)。濃度の中央値は 61 個/kg であり、濃度幅は 0~191 個/kg であった (池北側ボート乗場の 1 地点を除く)。得られた値は、熊本市内の淡水湖 (江津湖) の底質<sup>5)</sup> に比べて約 1 桁以上低く、池中央の遊歩道西側の 3 地点からは検出されなかった。

大濠公園池では、アオコの発生や池水の透明度を高く保つため、砂ろ過や無機凝集剤を用いた浄水設備が稼働している<sup>6)</sup>。一日の水処理量は 15,000m<sup>3</sup> であり、池水は約 1 ヶ月かけて浄化される。浮遊するプラスチックごみやマイクロプラスチックの多くは、この過程で除去さ

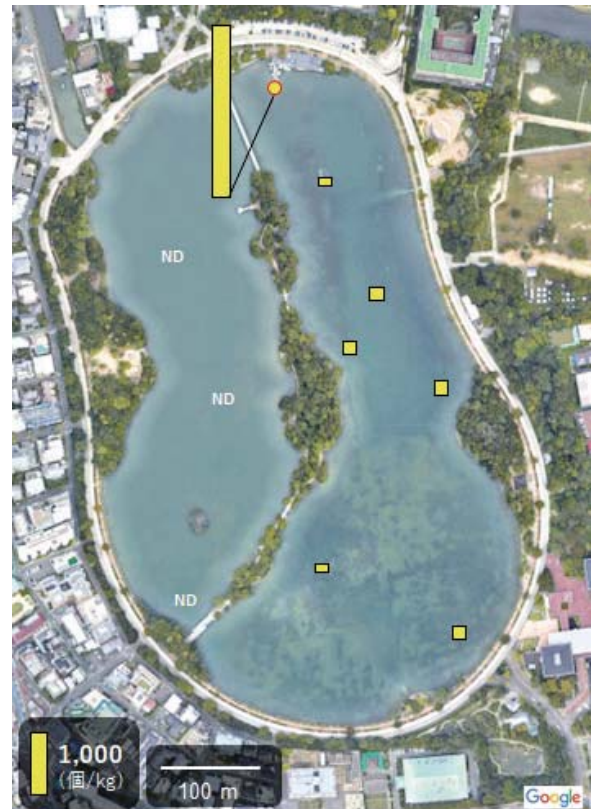


図 2 大濠公園の底質中マイクロプラスチックの濃度分布

れた可能性が高い。また、大濠公園池には流入河川がなく、外部からごみの負荷が少ないこともマイクロプラスチックによる汚染が小規模である理由の一つと考えられた。

一方、池北側のボート乗場周辺の底質からは 2,794 個/kg のマイクロプラスチックが検出された (図 2)。この値は、同池の他地点に比べて 40 倍以上も高く特異的な発生源の存在がうかがえた。

プラスチックの材質については、上記のボート乗り場周辺以外の底質はポリエチレンが最も多く、全体の 4 割以上を占めていた (図 3, A)。ところが、ボート乗場の底質はアクリル系のポリメタクリル酸メチル (PMMA) やポリメタクリル酸ブチル (PBMA) が高い割合で検出され、全体の 45% を占めた (図 3, B)。また、ポリアルファクロロアクロレンスチレン (P(a)S) も 13% と高値を示し、同池の他地点で高い頻度で見られたポリエチレンやポリプロピレンの割合は低かった。そこで、ボートの床に落ちていた

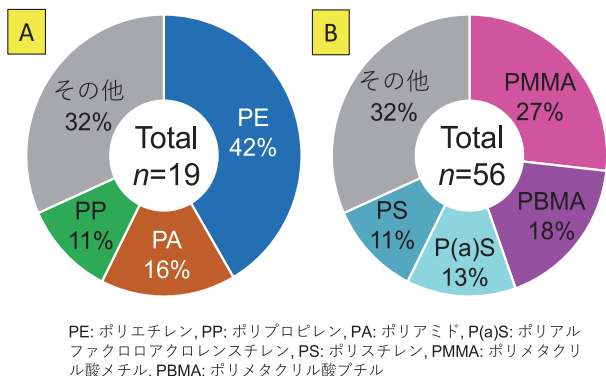


図 3 大濠公園の底質中マイクロプラスチックの材質組成

A: ボート乗り場周辺の底質 (n=1)を除く結果  
 B: ボート乗り場周辺の底質 (n=1)の結果

赤色の微小な塗料片を採集・分析したところ、材質は PMMA であることがわかった(図 4)。また、同地点の底泥から検出された PMMA 粒子も赤色のものが複数確認された。このことは、レクリエーション用ボートに使用された PMMA 製塗料が環境劣化により一部が剥がれ落ち、付近の底質へ移行した可能性を示している。同様の結果は、江津湖で採取したボート塗料片と底泥中のマイクロプラスチックの材質分析でも確認されており<sup>5)</sup>、さらに韓国沿岸の表層海水を調査した研究<sup>7)</sup>もこの種の指摘がなされている。

一般に、PMMA は耐候性に優れたプラスチック材として水族館の大型水槽や車のテールランプ、サンバイザー等に使われている<sup>8)</sup>。加えて、塗装や接着

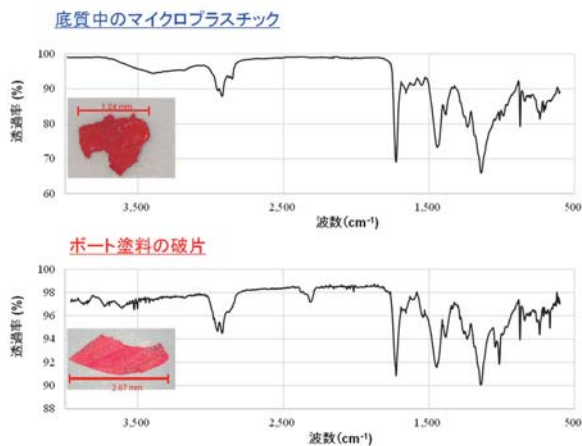


図 4 大濠公園の底質中マイクロプラスチックとボート塗料片の FT-IR スペクトル比較

用樹脂等の用途も知られており、レクリエーション用ボートに使用された PMMA が都市淡水域の底質中マイクロプラスチックの発生源である様子が示された。

続いて、マイクロプラスチックに含まれる有機系添加剤の種類を調べるため、ボート塗料片と底質中の PMMA 製マイクロプラスチックをそれぞれジクロロメタンで抽出し GC-MS にインジェクションした。その結果、ボート塗料片から比較的大きな 2 本のピークが確認され、一つは低分子脂肪酸のプロピオン酸、もう一つは可塑剤のフタル酸ジイソオクチルであることがわかった(図 5)。ところが、底質中のボート塗料片と思われる PMMA 製マイクロプラスチックからこれらの物質は検出されなかった。このことは、ボート塗料が経年劣化してその破片が底質に堆積・微細化する過程で、フタル酸ジイソオクチルを含む化学物質が底質や池水に溶出あるいは分解した可能性を示している。

欧州委員会 (EU) では、「化学物質の登録・評価・認可および制限」を定めた法律 (REACH 規則) において、有害性が懸念される 4 種のフタル酸エステル類のプラスチック製品への使用を規制する方針を示した<sup>9)</sup>。フタル酸ジイソオクチルの異性体であるフタル酸ジ 2-エチルヘキシル (DEHP) は、水中での光分解の半減期が 143 日と比較的長く<sup>10)</sup>、水生生物 (甲殻類) に対する慢性毒性が 77 μg/L と比較的低値であるとの報告<sup>11)</sup>がある。フタル酸ジイソオクチルは化審法の既存化学物質に指定され、OECD では

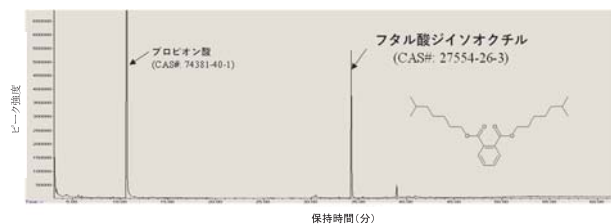


図 5 ボート塗料片を GC-MS で分析した際のクロマトグラム

高生産量化学物質に分類されているが<sup>12)</sup>、今のところ信頼度の高い影響濃度に関する知見は少ない。今後はプラスチック製品に含有し、その劣化によって水環境へ溶出する化学物質の生態リスクについて詳細な評価を行う必要がある。

#### 4. おわりに

大濠公園池の底質中マイクロプラスチック汚染を調べたところ、複数地点でその存在が確認され、汚染が拡散している様子が窺えた。とくに、ボート乗場周辺の底質から高濃度の PMMA 製マイクロプラスチックが検出され、その発生源はボート塗料である可能性が示された。また、この種のプラスチック片から有害性が懸念される化学物質が検出され、これらが池水に流出していると考えられた。以上の結果は、都市淡水域におけるマイクロプラスチックの発生源の特定に資する知見であり、その汚染対策の一助になると考えられる。

しかし、ボート塗料によるマイクロプラスチック汚染が示されたからといって、直ちに大濠公園池のボート使用を禁止するという意見に著者は必ずしも与しない。大濠公園池をボートで遊覧することは福岡市民に限らず多くの人にとって至福の時間であり、後世に残すべき「文化」であろう。劣化しにくく、有害性が懸念される添加剤を極力含まない塗料の開発と普及が重要で、こうした視点こそ今後のプラスチックと人間との適切な関係性を構築する鍵になると思っている。今回、大濠公園池を取り上げたことで、読者の方がプラスチック問題を身近なものに感じていただけたなら大変嬉しく思います。

**謝辞:** 本研究の実施にあたり、大濠公園池での試料採集にご理解とご協力いただいた福岡県土整備事務所および大濠公園池管理事務所の各担当者に感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) R. Geyer et al. : Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 3(7), e1700782 (2017).
- 2) A. Isobe et al. : Abundance of non-conservative microplastics in the upper ocean from 1957 to 2066. *Nature Communications*, 10(1) 417 (2019).
- 3) N. Evangelidou et al. : Atmospheric transport is a major pathway of microplastic to remote regions. *Nature Communications*, 11(1), 3381 (2020).
- 4) 環境省 ([https://www.env.go.jp/water/post\\_75.html](https://www.env.go.jp/water/post_75.html)).
- 5) 恵良要一, 中田晴彦 : 都市淡水域における底泥中マイクロプラスチックの濃度分布と起源推定: 江津湖(熊本市)と大濠公園池(福岡市)を例に. *水環境学会誌*, 43, 107-112 (2020).
- 6) 石原篤, 安宅敏治, 村山壤治 : 公園池の池水浄化について. *環境技術*, 24(7), 417-420 (1995).
- 7) Y. K. Song et al. : Large accumulation of micro-sized synthetic polymer particles in the sea surface microlayer. *Environmental Science and Technology*, 48(16), 9014-9021 (2014).
- 8) 高野菊雄 : プラスチック材料の本, 日刊工業新聞社, 東京 (2015)
- 9) EUR-Lex (Access to European union Law), URL.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1545148565516&uri=CELEX:32018R2005>. (2018).
- 10) NIH, Hazardous Substances Data Bank (HSDB), URL.: <https://www.nlm.nih.gov/databases/download/hsdb.html>. (1998).
- 11) 環境省 : [29]フタル酸ジ(2-エチルヘキシル). URL.: <https://www.env.go.jp/chemi/report/h14-05/chap01/03/29.pdf>.
- 12) 製品評価技術基盤機構 (NITE) : URL.: [https://www.nite.go.jp/chem/jcheck/detail.action?cno=27554-26-3&mno=3-1307&request\\_locale=ja](https://www.nite.go.jp/chem/jcheck/detail.action?cno=27554-26-3&mno=3-1307&request_locale=ja).