

船橋沖へ流入するマイクロプラスチック(MPs)のマスバランス

日本大学大学院 学生会員 ○有山 尚吾
日本大学 正会員 中村 倫明
日本大学 非会員 木村 悠二

1. はじめに

海洋プラスチック問題は、今や気候変動と並ぶ環境問題として知られるようになり、特にマイクロプラスチック(5mm未満のプラスチック、以下:MPs)自体の物理・化学的特性のみならず、その添加剤や環境中で吸着した残留性有機汚染物質による生物への影響が懸念されている¹⁾ため、日本全国においてマイクロプラスチック汚染状況の把握が進められている。大塚ら²⁾は、70河川、90地点で河川表層水におけるMPs調査を行い、日本全国の河川におけるMPs数密度を示した。栗山ら³⁾は東京湾におけるレジンペレットによる海洋汚染を調査し、レジンペレットによる海洋汚染が湾全体にわたっていることを明らかにした。田中ら³⁾は4つの下水処理場を対象に調査を行いMPsの除去に沈殿処理が有効であることを示した。このように、海域におけるMPsの汚染状況の把握やMPsの流入源と考えられる河川や下水処理場におけるMPsの流出量の把握が進められている。しかしながら、流入源と海域を総合的に調査しMPsのマスバランスについての調査事例は少ない。

本研究では、人口の集中する東京湾の湾奥部に着目し、船橋市から東京湾へ流出するMPsのマスバランスを把握することを目的として海老川や高瀬下水処理場におけるMPsの流入量、流出量の把握と海域におけるMPs汚染状況の把握を継続的に実施した。

2. MPsの調査概要

(1) 船橋市内から東京湾へのMPs流入源

船橋市は東京湾の最奥部に位置する人口約60万人(約29万世帯)の中核都市で、千葉県において2番目、全国でも26番目に人口の多い都市である。市内を介して東京湾へ流入する水系は、2級河川の海老川(総河川延長37.99km)、真間川(総河川延長2.97km)流入である。海老川は市内を源流として市内のみを介して東京湾へ流入し、真間川は江戸川支流の一部として船橋市市内を流れている。もう1つの流入源として、市内に2つの下水処理場がある。高瀬下水処理場は、分流式の処理場であり市内から集積された雨水はそのまま東京湾へ放流し、下水は高度処理の後に放流されている。西浦下水処理場は、合流式の処理場であり、市内から集積された下水および雨水が高度処理後に二俣川を經由して東京湾へ流入している。

(2) MPsの調査方法および分析方法

調査期間や調査方法を整理し表-1に示した。一部、強風などにより実施できなかった月は未実施とした。また、高瀬下水処理場の塩素混和地における2LのMPs調査ではMPsがほとんど検出されなかったため、2021年6月より2000Lの直接採取を行った。MPの分析は、環境省⁵⁾およびNOAA⁶⁾のガイドラインに沿って行った。

表-1 調査期間および調査方法

調査場所		期間	調査回数（回）		調査方法
河川	底質	2020年6月～2022年12月	29		環境省が推奨する底質調査方法（平成24年8月） ⁴⁾
	表層水	—	—		船橋①における海底土，海域表層水のMPs個数密度の比から推定した。
海域	海底土	2020年6月～2022年12月	船橋①	26	環境省が推奨する底質調査方法（平成24年8月） ⁴⁾
			船橋②	25	
	表層水	2021年4月～2022年11月	船橋①	11	環境省のMPsモニタリングに関するガイドライン ⁵⁾
			船橋②	9	
高瀬下水処理場	流入水（2 L）	2020年11月～2022年10月	85		流入水：最初沈殿池において直接採取 汚泥　：管路内からバルブをひねり直接採取 流出水：塩素混和池において2,000Lを直接採取 後処理：試料は濾紙を使用して吸引濾過した。
	汚泥（2 L）	2021年1月～2022年10月	83		
	流出水（2000L）	2021年6月～2022年9月	14		

キーワード マイクロプラスチック, 東京湾, マスバランス, 沈降, 埋没
連絡先 〒274-0072 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 TEL047-474-2201

3. MPs 調査結果

調査結果を基に船橋の海域における MPs のマスフローを作成した (図-1)。八栄橋は上流からの物質循環点であるため MPs の流入量が 0.756 個/ m^3 と高い値となった。また、河口に位置する八千代橋では 0.241 個/ m^3 であり、河川から海域に流出している MPs の量である。また、湾内に位置する船橋①では 0.239 個/ m^3 であり、河川から流入してきた MPs の量と同程度であった。また、沖合に位置する船橋②では 0.082 個/ m^3 であり一番低い値となった。

高瀬下水処理場では、流入量が 2300 個/ m^3 と多いが流出水では 3.393 個/ m^3 と少なく、MPs の除去率が約 99.8% と高い結果となった。しかし、平常時における下水処理場から海域への MPs の流出量は河川からの流出量と比べ約 14 倍であり多くの MPs を流出している。また、豪雨等の影響による簡易放流時は流入水が直接排水されるため、MPs の汚染が進むため対策が必要であると考えられる。高瀬下水処理場から流入する MPs の影響により船橋①における MPs 濃度が上昇し、八千代橋と同程度の汚染状況になったと考えられる。

河川底泥や海底土は MPs 濃度が表層水と比べオーダー的に高い。その要因として MPs の沈降速度と埋没速度の違いが挙げられる。MPs 片 ($0.3\text{--}2.0\text{mm}$) の平均沈降速度を $10^1\text{--}10^2\text{m/d}$ であり 7) 海底土の埋没速度は $2.7 \times 10^{-4}\text{m/d}$ である 8)。船橋の海域の水深は約 10m 程度であるため MPs は 1 日で表層から海底土に堆積するが海底土は 1 日 0.2mm 程度しか埋没しないため、海底土の MPs 濃度が高くなると考えられる。

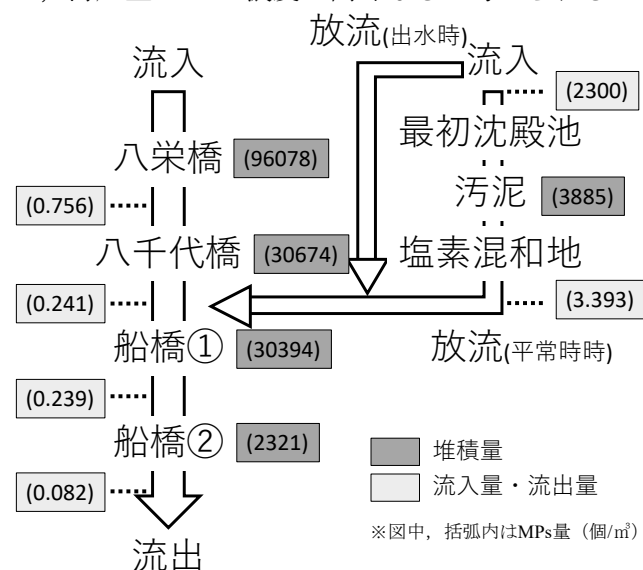


図-1 船橋市における MPs のマスフロー

4. まとめ

本研究では、船橋市における MPs のマスバランスを把握するために、海域と海老川、高瀬下水処理場における MPs 個数密度を把握し、マスフローを作成した。主な結論は以下に示すとおりである。

- ・河川上流から海域沖合にかけて MPs は沈降し堆積しながら流出している。
- ・下水処理場の MPs の除去率は約 99.8% と高いが河川の流入量を比較すると高い値となっている。
- ・MPs の沈降速度と埋没速度の差が大きいため、河川底泥や海底土に表層水と比べるとはるかに多くの MPs が堆積している。

参考文献

- 1) 大塚佳臣, 高田秀重, 二瓶泰雄, 亀田豊, 西川可穂子: 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, Vol.44, No.2, pp.35-42, 2021
- 2) 栗山雄司, 小西和美, 兼広春之, 大竹千代子, 神沼二真, 間藤ゆき枝, 高田秀重, 小島あずさ: 東京湾ならびに相模湾におけるレジンペレットによる海域汚染の実態とその起源, 日本水産学会誌 vol.68, No.2, pp.164-171, 2002.
- 3) 田中周平, 垣田正樹, 雪岡聖, 鈴木裕識, 藤井滋穂, 高田秀重: 下水処理工程におけるマイクロプラスチックの挙動と琵琶湖への負荷量の推定, 土木学会論文集G (環境), vol.75, No.7, pp.III_35-pp.III_40, 2019
- 4) 環境省: https://www.env.go.jp/water/teishitsu-chousa/00_mokuji.pdf
- 5) Ministry of the Environment: Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic Monitoring Methods, Ver.1.1, 2020.
- 6) NOAA: Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments, Technical Memorandum NOS-OR&R-48, 2015.
- 7) 環境省: SII-2-1 海洋プラスチックごみの沿岸～地球規模での海洋中の分布状況及び動態に関する実態把握及びモデル化
- 8) 中村倫明, 鷺見浩一, 小田晃, 武村武, 落合実: 東京湾における放射性物質の濃度分布の再現性向上を目的とした拡散モデルの構築, 土木学会論文集B3 (海洋開発), Vol.77, No.2, I_877-I882, 2021.