

出水時における河川マイクロ・メソ・マクロプラスチック輸送特性の把握

東京理科大学大学院 学生会員 佐藤 悠太, 正会員 田中 衛, 柏田 仁, 二瓶 泰雄
八千代エンジニアリング(株) 正会員 吉田 拓司, 愛媛大学 正会員 片岡 智哉

1. 序論

プラスチックごみは、1960年代に海洋で見つかり、近年ではグローバルな環境問題として認知されている。2019年G20大阪サミットでは、「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」として、2050年に海洋へのプラスチックごみ排出を実質0とすると宣言された。海洋プラスチックごみの8割が陸域起源のため、「どの河川からどのくらいプラごみが流出するか」を把握することは極めて重要である。プラスチックごみは、一般に、大きさが5mm未満、5~25mm、25mm以上をそれぞれマイクロ、メソ、マクロプラスチック (MicP, MesoP, MacP) と分類される¹⁾。3つのうちMicPに関心が集中し、河川におけるMicPモニタリング事例も増えつつあり、環境省による河川マイクロプラスチックの調査ガイドラインも2021年6月に公表された²⁾。ただし、多くの調査は平常時を対象としており、大量のプラごみが輸送されていると想定される出水時の実測データは皆無に等しい。その要因としては、MicPでは1回当たり5~10m³の河川水をサンプリングする必要があり、自動採水機では対応できず、出水時観測の負荷が非常に大きいためである。さらに、MacPやMesoPに関しては調査方法が検討不十分であり、汚染実態は不明であり、かつ、MicPとの同時観測事例は皆無である。本研究では、出水時河川におけるマイクロ・メソ・マクロプラスチック輸送量の同時観測を実施し、それらの輸送特性の実態を明らかにすることを目的とする。ここでは、鶴見川と多摩川において出水時観測を実施し、①出水時プラ濃度の時間変動特性、②平常時と出水時のプラ濃度比較と、③平常時と出水時のMicP発生源の違い、を検討する。

2. 研究方法

(1) 出水概要

観測サイトとして、一級河川の鶴見川・新横浜大橋(13.4kp)と多摩川・丸子橋(13kp)を選定した(図1)。出水時観測日程(表1)としては、鶴見川では台風8号が本州に接近・上陸した2021/7/27-28を対象とした。この時の流域平均総雨量は15.9[mm]であり、亀甲橋(13.9kp)ではピーク水位が1.16[T.P.m]と2021年では上位27番目の洪水ピーク水位であり小規模洪水であった。多摩川では台風14号が本州を縦断した同年9/18にて実施した。流域平均雨量は多摩川62.3[mm]であり、基準点の田園調布(下)観測所(13.2kp)のピーク水位は3.49[T.P.m](年間上位3番目)と中規模洪水であった。

(2) MicP・MesoP観測方法

MicP・MesoP観測に関しては、通常のMicP観測用の円形プランクトンネット(直径30cm, 目合い0.335mm)を橋上より降ろし、水面付近で一定時間(5分間)設置した。ネット直径がMesoPサイズよりも十分大きいため、

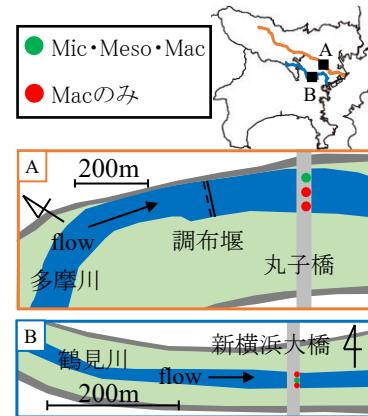


図1 観測サイト(多摩川(A)と鶴見川(B))

表1 出水時・平常時観測の概要(n: サンプル数)

河川	出水時		平常時	
	期間	n	期間	n
鶴見川	21/7/27-28	15	18/8/7,11/21 19/1/11,5/22,9/17,11/28 21/6/9,9/14	9
多摩川	2021/9/18	14	18/12/28,19/12/5,21/9/14	3

MesoPの観測が十分できているものと判断している。観測は主に一時間間隔で実施し、サンプリング地点は流心一地点とした(図1)。ネットを本学実験室に持ち帰り、FT-IRを用いた一般的な分析方法³⁾により、プラスチックの材質同定と質量・サイズ測定を行った。なお、比較用に平常時観測は、2018, 2019, 2021年度に行ったものとしている(表1)。

(3) MacP観測方法

MacP観測では、Kataoka & Nihei⁴⁾のやり方に準じ河川水表面の動画撮影と画像解析を行った。ハンディ型DVカメラ(昼間: HC-WX990M, Panasonic製, 夜間: AURORA Sports, SiOnyx製)を橋欄干に固定設置し、橋上から鉛直下向きに約3分間、水表面を動画撮影した。撮影箇所は流心を含む3地点とし(図1)、1時間間隔で実施した。得られた動画に関しては、基本的には川ごみ輸送量計測解析ソフト(River Image Analysis for Debris transport, RIAD)⁵⁾を用い、人工系の色差閾値を多摩川では77, 鶴見川では98とした。なお、鶴見川では光の反射や波紋等のノイズが大きく、かつ、プラごみが少なかったため、一部の動画は直接目視でMacPを確認した。

3. 結果と考察

(1) 出水時プラ濃度の時間変化

出水時の鶴見川と多摩川におけるMicP・MesoP・MacP

キーワード: マイクロプラスチック, マクロプラスチック, メソプラスチック, 河川, 出水

連絡先: 〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 東京理科大学5号館3階水理研究室 TEL: 04-7124-1501 (内線4069)

質量濃度の時間変化を**図2**に示す。ここでは、時間雨量(解析雨量の流域平均値)と水位(鶴見川：亀の子橋，多摩川：田園調布堰(下))も図示する。これより、鶴見川では、当日7時に時間雨量のピーク(5.7mm)となり、河川水位はやや遅れて10時にピークとなった(水位上昇量0.83m)。MicP濃度は水位と共に増加し、水位と同じ10時に濃度ピーク(55.2mg/m³)となった。MicP濃度は増水期と共に減水期も高濃度を継続した。MesoP濃度も水位と共に大きく増減し、ピーク値はMicPと同じ10時であり(52.2mg/m³)、その挙動はMicPと類似していた。一方、MacP濃度では増水期からピーク期に高くなるが、時間変化パターンはMicP・MesoP濃度とは大きく異なった。

多摩川に関しては、当日朝から時間雨量10mmを超える降雨が観測され、8時に水位ピークとなった(水位上昇量2.6m)。プラ濃度の時間変動特性は、3つ共に増水期からピーク期に濃度レベルが平常時(当日3時)や減水期よりも大きく、かつ、時間変化パターンは3つとも類似している。また、多摩川のMicP・MesoP・MacP濃度は鶴見川の値よりも大きく、ピーク値は各々64.6、66.4、148mg/m³となった。2回の観測結果より、平常時よりも出水時のプラ濃度が大きく上昇することは共通していたが、MicP・MesoP・MacP濃度レベルや時間変化の様子は鶴見川と多摩川で大きく異なることが明らかとなった。

(2) 平常時・出水時プラ濃度の比較

平常時と出水時のサイズ別プラ濃度を比較した結果を**表2**に示す。ここで、**表1**に示す平常時・出水時の全サンプルの平均値を表示している。平常時のMacP濃度は一般に小さいため、ここでは除外している。これより、鶴見川では、平常時のMicP濃度が2.27mg/m³と全国平均(0.12mg/m³)より1オーダーも大きい。出水時はさらに1オーダー大きくなった(13.6 mg/m³)。MesoP濃度も平常時よりも出水時の方が大きく、出水時/平常時はMicP・MesoPで6.0、4.5倍である。一方、多摩川では、平常時のMicP濃度は0.37[mg/m³]。MesoP濃度は0.04[mg/m³]と鶴見川と比べて小さいが、出水時ではMicP・MesoP濃度それぞれ18.6、17.6[mg/m³]と平常時の50.2倍、440倍と非常に大きい。また、多摩川のMacP濃度はMicP、MesoP濃度の2倍強である。両河川間の出水時濃度の差は洪水規模と対応しており、洪水規模が大きかった多摩川では様々な面源負荷からのプラごみの供給があったものと推測される。

(3) 平常時・出水時のMicP発生源の一検討

プラごみの発生源の差が平常時と出水時で現れるかを確認するために、平常時と出水時におけるMicP・MesoPの材質割合を**図3**に示す。これより、平常時・出水時共に代表三種であるPE(ポリエチレン)、PP(ポリプロピレン)、PS(ポリスチレン)が卓越している。ただし、その他の材質(Other)の割合は、鶴見川では3.8%(平常時)→7.1%(出水時)、多摩川では10.1%(平常時)→20.3%(出水時)となり、出水時の方がOtherの割合が増加している。これは、出水時では平常時と異なる発生源からMicPが供給されたことが示唆され、その様子は出水規模が大きな多摩川で顕著と言える。同様の差はMicPサイズ分布でも確認された。出水時MicPの発生源と想定される面源負荷の一つである市街地堆積物のMicP材質はOtherが30-93%も占める⁶⁾。そのため、出水時河川のMicP材質変化は、降雨に伴う市街地堆積物の流出と対応しており、市街地面源負荷が都市河川の出

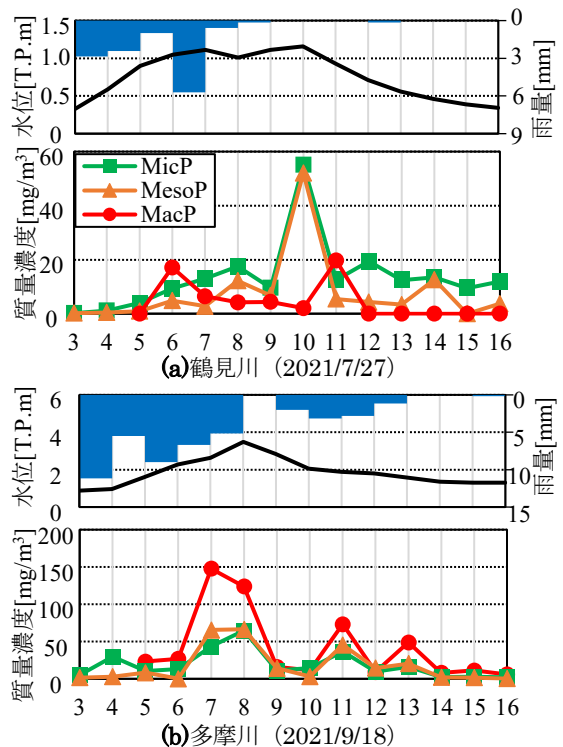


図2 出水時のサイズ別プラ濃度の時間変化

表2 平常時・出水時のプラ濃度比較 (単位: mg/m³)

河川	流況	MicP	MesoP	MacP	合計
鶴見川	平常	2.27	1.75		4.02
	出水	13.6	7.88	4.51	25.9
多摩川	平常	0.37	0.04		0.41
	出水	18.6	17.6	42.1	78.3

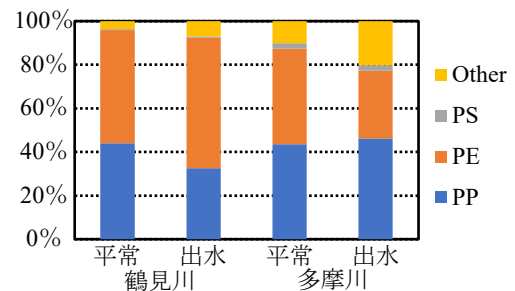


図3 平常時・出水時のMicP・MesoPの材質割合

水時MicP濃度に影響している可能性が示された。
謝辞：本研究の一部は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF21356444)によるものである。観測作業は、日本クニヤ(株)に行って頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 藤山ら, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.75, No2, 2019.
- 2) 環境省: 河川マイクロプラスチックガイドライン, 2021.
- 3) Kataoka et al., Environmental Pollution, Vol.244, 2019,
- 4) Kataoka & Nihei, Scientific Reports, Vol.10, No.1, pp.1-11, 2020,
- 5) 吉田ら, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.77, No2, 2021.
- 6) 三島ら, 水環境学会誌, Vol.45, No.1, 2022..