

荒川におけるマイクロプラスチック濃度の縦断分布計測に基づく発生源の推定

東京理科大学 正会員 ○片岡 智哉
 東京理科大学 非会員 宮本 颯太
 東京理科大学 正会員 二瓶 泰雄

1. はじめに

海洋におけるプラスチックごみの環境汚染は、5mm以下のマイクロプラスチック（MP）の発生により深刻化する。筆者らは、全国各地の河川のMP汚染状況を調査し、9割の調査河川でMPが発見され、人為的影響により水質が悪化している河川でMP汚染が進行していることを指摘した¹⁾。これは陸域でMPが発生していることを有意に示唆しており、陸域におけるMP発生源の特定が急務である。そこで、本研究では、感潮域に大量のMPが堆積している荒川におけるMP縦断分布調査を季節毎に実施し、流域内におけるMP発生源を推定することを試みる。MP縦断分布の実施により、観測地点間のMP流入量を算出でき、全体としてのMP発生源を効率的に推定することが可能となる。

2. 研究手法

(1) 観測サイトの概要：観測サイトの荒川は、流域面積2940km²、流路延長173kmの一級河川である。流域には埼玉県と東京都を含み、流域人口が1,020万人（利根川、淀川に次いで全国3位）、人口密度は3,470人/km²（鶴見川に次いで全国2位）、下水道普及率は91%である。土地利用特性は、市街地33%、農地15%、山林44%となっており、荒川は人口密度や市街地率が高い大河川である。荒川感潮域の河川内干潟では、大量のプラごみとMPが見つかり、流域からの大量のMP発生・排出が示唆される。

(2) 観測・分析手法：荒川におけるMP濃度縦断分布調査は、図-1に示すように、河口から3～120kmの計8地点で実施した。観測地点は河口付近から上流まで広く等間隔にし、支流の影響を考慮できる地点を選定した。感潮域は河口から34kmの秋ヶ瀬堰までであるため、地点1、2は感潮域に位置する。季節変化を捉えるために、調査日は、平常時を対象に、夏（2018/8/22～23）、秋（11/7）、冬（12/19）とした。MP採取方法は、プランクトンネット（口径30cm、目合い0.35mm：5512C 簡易プランクトンネット、離合社製）をロープに着け橋上から降ろし、河川水表面に一定時間設置した。流速が非常に小さい場合には、河川横断方向にネットを引っ張り、所定の濾水量を確保した。ネットにはデジタル濾水計（低流速羽：5572、General Oceanics社製）を取り付け、MP採取時間中のネット通水量（濾水量）を計測した。さらに、MP濃度と河川水質との関係を見るために、ポータブル多項目水質計（WQC-24、東亜DKK社製）を用いて水温、DO、pH等を測定した。

採取されたサンプルを実験室に持ち帰り、目合い0.1mmのフィルターで濾過し、フィルターの上に残った試料を乾燥させる。乾燥試料からMPの候補物質を目視で抽出し、ウルトラマイクロ天秤（XPR2UV、METTLER TOLEDO製）を用いて質量計測し、CCDカメラ（HDCE-20C、ASONE製）付電子顕微鏡（SZX7、Olympus製）によるサイズ計測を行った。そして、フーリエ変換赤外分光光度計（IRAffinity-1S、株島津製作所製）を用いて、MP同定及び材質測定を行った。

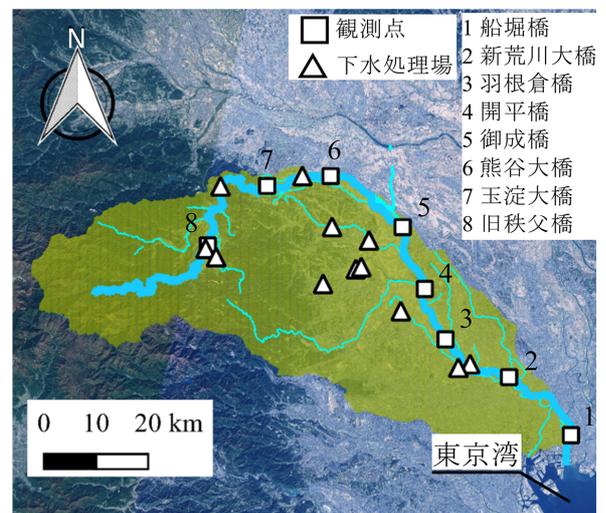


図-1 荒川の観測点及び下水処理場の位置図

キーワード マイクロプラスチック、縦断分布、濃度、輸送量、荒川

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 東京理科大学理工学部土木工学科 TEL: 04-7124-1501 (4072)

3. 結果と考察

(1) 荒川における MP 濃度の縦断分布特性：荒川における MP 縦断分布特性を把握するために、MP 数密度の3回分の結果とその平均値の縦断分布を図-2 に示す。また図中には、流量と MP 数密度輸送量も表示する。この流量は、公共用水域水質測定データと H-Q 式より求めた。まず MP 数密度に関しては、上流域 (Stn.7, 8) にて MP 数密度は 0.4~1.4 個/m³ となり、観光地で夏はレジャー利用されている場所でも MP は検出された。また、中流域 (Stn.4~6) では上流域よりも MP 数密度が 1 オーダー大きく、濃度ピークが出現した。さらに下流の感潮域 (Stn.1, 2) も MP 数密度は増加した。MP 輸送量に関しては、上流域よりも中流域の方が 1 オーダー大きい。これより、荒川の中流域における MP 濃度ピークは、Stn.4-Stn.7 間で MP 流入が顕著であることが示された。

(2) MP の形状・サイズ分布の縦断変化：上記の MP の量的検討に続き、MP の質的検討として、MP の形状割合とサイズ分布の縦断変化を図-3 に示す。形状として 4 つ (fiber, fragment, sheet, sphere) に分け、各地点の結果を図示する。また、サイズは MP の最大長の累積値を上・中・下流 (感潮域) に分けて示す。これより MP の形状としては、全体に fragment が卓越するが、fiber は上流域から下流域にかけて明確に減少した。また、サイズ分布に関しては、上流>下流>中流となっている。このように、MP の性質は上流と中流で異なり、上述した顕著な MP 流入の存在を実証する結果である。なお、下流域と中流域の MP の量・質的な差異は底泥の巻き上げに起因するものと考えられる。

(3) 荒川中流域の MP 発生源の推定：MP 数密度のピークが現れる中流域における MP 発生源を推定するために、Stn.4-Stn.7 における MP 収支を求める。ここでは、対象区間の上流端 (Stn.7) と下流端 (Stn.4) 及び区間内の流入・流出分の流量と MP 輸送量を求める。流出量は水利権に基づく取水量を与え、流入量は利根川からの武蔵水路と生活・産業系負荷を与える (算出法の詳細は省略)。流量と MP 輸送量の収支を図-5 に示す。これより、下流端と流出分に対する武蔵水路と生活・産業負荷の寄与は、流量では 46.9, 3.1, 1.8%, MP 輸送量では 16.1, 9.6, 20.5% となった。このことから、生活・産業負荷は、流量に対する影響は小さいものの MP 輸送量には一定の影響があることが示され、MP 削減策として生活・産業負荷対策の必要性が示された。

参考文献 1) Kataoka et al., *Environmental Pollution*, Vol.244, pp.958-965, 2019.

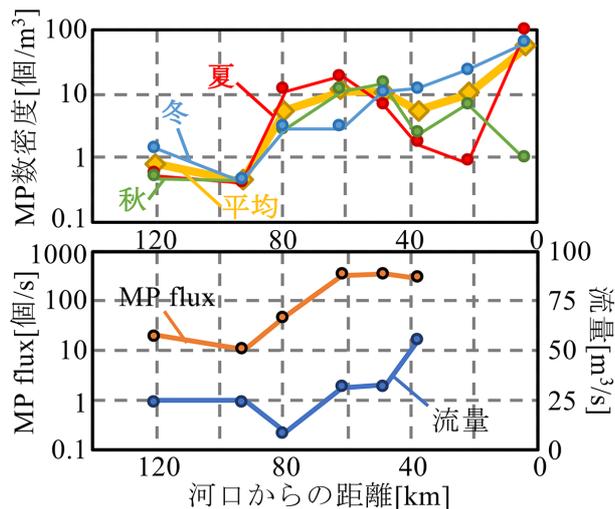


図-2 MP 数密度・MP 輸送量の縦断分布

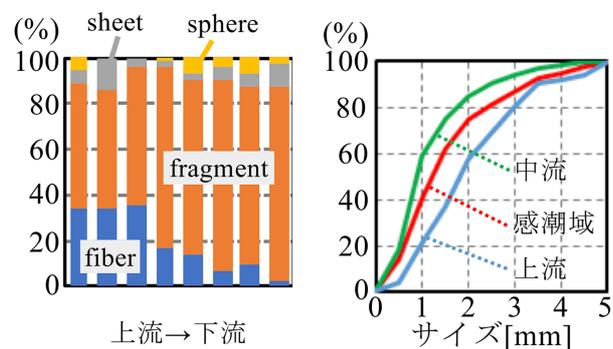


図-3 MP の形状割合とサイズの縦断変化

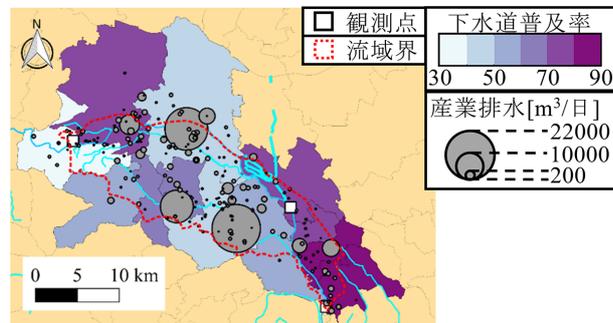


図-4 流域における下水道普及率と事業所排水量

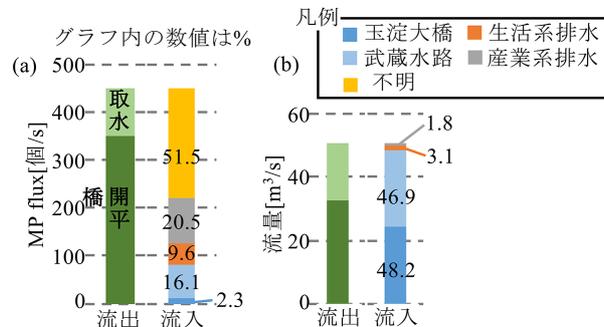


図-5 中流域の MP 輸送量(a)と流量(b)の収支

このことから、生活・産業負荷は、流量に対する影響は小さいものの MP 輸送量には一定の影響があることが示され、MP 削減策として生活・産業負荷対策の必要性が示された。