

日本全国におけるマイクロ・メソプラスチック濃度とサイズ、形状、材質について

東京理科大学大学院 学生会員 ○太田 洸
 東京理科大学 非会員 田中 衛
 愛媛大学 正会員 片岡智哉
 東京理科大学 正会員 二瓶泰雄

1. はじめに

近年、5mm未満の微細なプラスチック（マイクロプラスチック、MicP）の汚染は、海洋のみならず、河川や大気等で報告されている。2019年G20の「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」では、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。海洋のプラごみの約8割は陸域起源のため、「どの河川から、どのようなプラごみがどの程度流出しているか」を把握することは重要である。その中で、環境省は令和3年6月、「河川マイクロプラスチック調査ガイドライン」¹⁾を策定し、地方公共団体や研究機関等での観測を推進させている。著者らは全国河川のMicP観測を2015年以降実施しており、既に多くのデータを蓄積しつつある^{2), 3)}。本報では、そのデータベースに加えて観測を行い、データを大きく増やしたうえで全国河川におけるMicP濃度と共に、5~25mmのメソプラスチック（MesoP）濃度の特徴を示す。また、MicPの材質割合、サイズ分布についても検討し、どのようなマイクロ・メソプラスチックが海洋に流出しているのかを検討する。

2. 現地観測・分析の概要

河川のMicP調査では、円形プランクトンネット（目合い0.3mm、直径30cm）を用いた一般的な手法で観測を行った。具体的には円形プランクトンネット（口径30cm、ネット長75cm、目合い0.35mm No. 5512-C、(株)離合社製）を橋上から降ろし、水表面付近で一定時間（5分間）自然通水させた（図1）。得られたネットを持ち帰り、実験室にて分析した。分析では過酸化水素により有機物を除去し、目視でMicP候補粒子を選別した。その後、ウルトラマイクロ天秤（XPR2UV, METTLER TOLEDO製）にて質量を測り、サイズ計測（CCDカメラ（HDCE-20C, AS ONE製）付実体顕微鏡（SZX7, Olympus製）を行った。また、MP候補物の材質判定をフーリエ変換赤外分光光度計 FTIR（IRAffinity-1S, (株)島津製作所製）により行った。詳細な観測・分析方法はKataokaら²⁾を参照されたい。なお、調査・分析では、MicPのみならず、MesoPも捕捉できていることが確認できたので、両者を対象とした。

観測サイトは、全国河川を対象に著者らが実施した144河川193地点に加え、(一社)ピリカにより行われた51河川105地点である（図2）。いずれも平常時にてサンプリングし、出水時の影響が小さくなる時を選んで観測を行った。

3. 結果と考察

(1) MicP, MesoP 質量濃度：河川におけるMicP, MesoP濃度の特徴を把握するため、図3に全国河川におけるMicPとMesoPの質量濃度マップを示す。質量濃度とは、河川水1m³当たりのMicP (MesoP) の質量であり、単位はmg/m³となる。なお、データ数としては、MicPは299、MesoPは174と同一でないことに注意されたい。これより、MicP質量濃度に関しては、首都圏（東京、神奈川、埼玉）や愛知県、大阪府など三大都市圏において高濃度の観測点が顕著であることが分かる。また、その他の地方の一部（福岡、熊本、岡山等）でも高濃度となっているが、全般的には低い傾向となっている。一方、MesoP質量濃度に関しては、全般的にはMicP濃度よりも小さくなっており、濃度0となっている地点も散見される。ただし、相対的に高い濃度が三大都市圏に見られる傾向はMicP濃度と類似している。このように、データ数を増やしたMicP・MesoP濃度の空間分布としては、市街化が進み、人口密度が高い三大都市圏で高濃度となっており、データ数が限られていた時の既存の結果^{2), 3)}と定性的に一致していることが明らかとなった。

全データのうち2018年11月以降のデータ（174地点）におけるMicP・MesoP質量濃度の箱ひげ図を図4に示す。この図から、MicP質量濃度は平均値1.23（中央値0.14）mg/m³であり、MesoP質量濃度は平均値0.42（中央値0.01）mg/m³であった。平均値で見るとMicP濃度はMesoP濃度の約3倍、中央値は14倍であり、平常時ではMicPがMesoPよりも卓越していることが示された。さらに、MicP・MesoP共に平均値が中央値を大きく上回っているこ

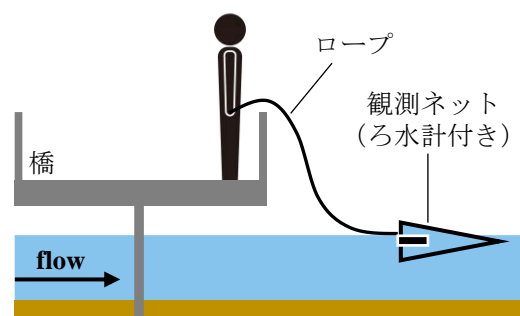


図1 現地河川のMicP・MesoP観測の概要

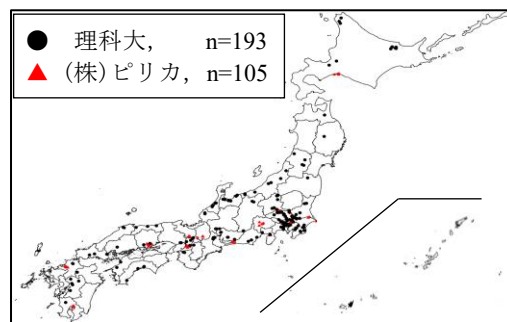


図2 観測サイト

キーワード：マイクロプラスチック、メソプラスチック、河川、プラごみ、質量濃度

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)

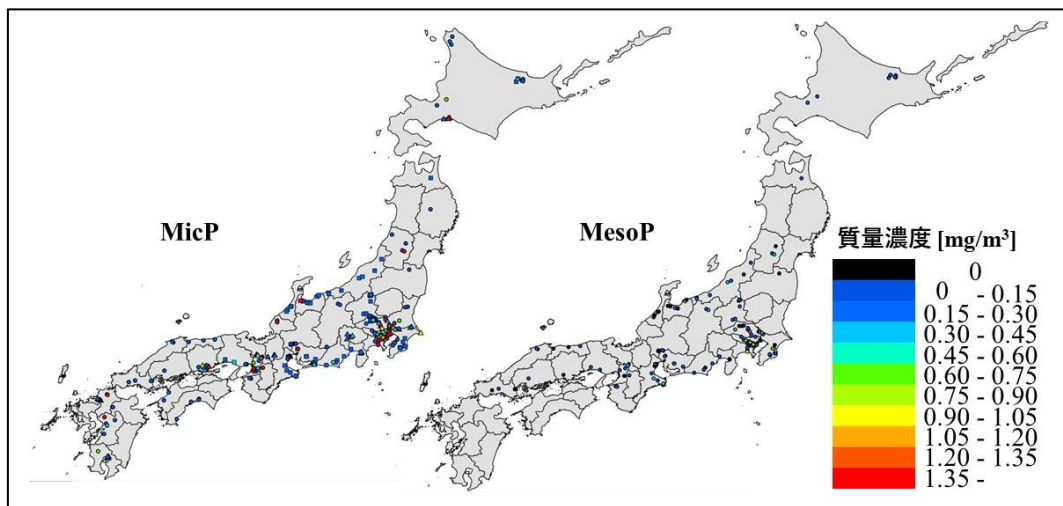


図3 全国河川における Mic P (左) と MesoP (右) の質量濃度マップ

とから、一部の河川の MicP・MesoP 汚染が卓越していることが示唆され、特に濃度の高い河川の対策を取る重要性が示された。

(2) MicP, MesoP 材質割合 : MicP, MesoP の材質・形状の割合を表1に示す (n=174 地点)。ここで、材質は PE, PP, PS, その他 (Other), 形状は Fragment (Sphere, Sheet も含む) と Fiber に分け、質量ベースの割合を示す。これより、形状としては、MicP は Fragment が 98.3%、MesoP は Fragment が 95.1% となり、一方、Fiber は MicP 1.7%、MesoP 4.9% となり、質量ベースでは Fragment が大部分を占める。これは、一つ当たりの質量は、Fiber の方が Fragment と比べて小さいためである。また、両者共に材質としては PE や PP が卓越しており、合計は MicP では 88.0%、MesoP では 77.6% となる。これより、比重が 1 より小さい PE や PP の Fragment が流域や河川内で堆積せずに流下してきたものと推測される。

(3) サイズ分布とサイズ別質量 : 河川における MicP・MesoP のサイズを把握するため、これまで分析した 10,599 個のプラスチック粒子 (長径) のサイズ分布を図5に示す。ここでは、土粒子などと同様に縦軸を累計割合とし、質量ベースで求めている。また、MicP と MesoP を分けずに表示している。これより、中央値 (50%) は 3.5mm であり、5mm 未満・以上はそれぞれ 75%、25% であり、MicP が顕著であることが分かる。また、長径 10mm 以上の MesoP が占める割合は 2.2% と小さい。

上記のことを詳細に確認するために、サイズ別のプラスチック粒子の質量分布を確認した (図省略)。これより、プラスチック粒子の質量はサイズと共に増加せずに、そのピークは 5mm 前後に見られた。これは、Fiber と Fragment に分けた場合でも類似していることが確認された。これより、MicP のサイズだけから質量を推定することは注意が必要であり、一つ一つ質量を測ることの重要性が示唆された。

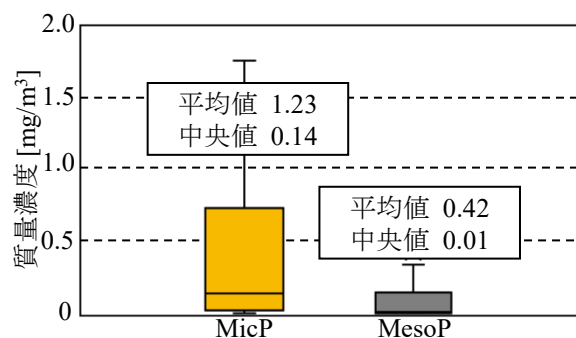


図4 MicP・MesoP 質量濃度の箱ひげ図 (n=174)

表1 MicP, MesoP の材質形状割合

	Polymer(%)	PE	PP	PS	Other
MicP	Fragment	52.6	35.4	0.5	9.8
	Fiber	0.2	0.6	0.0	0.9
MesoP	Fragment	48.3	29.3	0.0	17.6
	Fiber	1.0	1.0	0.0	2.9

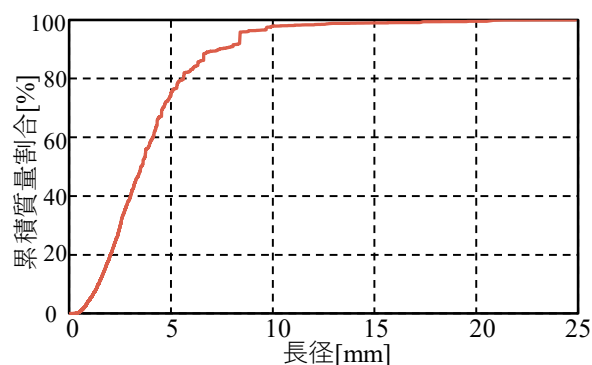


図5 MicP・MesoP のサイズ分布 (n = 10,599)

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。ここに記して謝意を表す。

参考文献 : 1) 環境省 : 河川マイクロプラスチック調査ガイドライン, http://www.env.go.jp/water/marine_litter/mat21_031.pdf. 2) Kataoka et al.: Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan, *Environmental pollution*, Vol.244, 958-965, 2019. 3) Nihei et al.: High-Resolution Mapping of Japanese microplastic and macroplastic emissions from the land into the sea, *Water*, Vol.12, No.4, 951, 2020.