

京都府内の河川におけるマイクロプラスチックの実態調査

稲垣 良子 井高 佐知子 横谷 沙織* 藤本 恭史

Survey on the Actual Conditions of Microplastics in Rivers in Kyoto Prefecture

Ryoko INAGAKI Sachiko IDAKA Saori YOKOTANI* Yasushi FUJIMOTO

要 旨

5 mm 未満のマイクロプラスチックを含むプラスチックごみによる海洋汚染は、地球規模の環境問題となっている。陸域から河川や海洋に流入するマイクロプラスチックについて全国で調査研究が行われており、京都府内の河川についても実態把握をするため、環境省から示された河川・湖沼マイクロプラスチックガイドラインに基づき京都府南部3河川の田原川(蛭橋)、木津川(御幸橋)、大谷川(二ノ橋)および北部1河川の伊佐津川(相生橋)で調査を行った。形状別では破片、膜・シート状、繊維状が多く、材質別ではポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレートが多かった。色別では全ての河川で白色のものが採取された。これらは、先行研究と同様の傾向であった。なお、個数密度は0.19-1.21 個/m³であり、京都府南部の大谷川(二ノ橋)は他の3河川よりも個数密度が高かった。また、マイクロプラスチック候補粒子で多く採取された繊維状のものは繊維幅が1 mm より細く、ほとんどのものがフーリエ変換赤外分光光度計では材質特定することができなかった。材質特定できたマイクロプラスチックの色と形状はさまざまであったが、採水地点の上流や周辺状況から全ての排出源については特定することは困難だった。

キーワード：海洋汚染、河川、フーリエ変換赤外分光光度計、プラスチックごみ、個数密度

Keywords：Marine pollution, River, Fourier transform infrared spectroscopy, Plastic waste, Number density

はじめに

プラスチックは、我々の生活に利便性と恩恵をもたらしている有用な物質であるが、海洋に流出すると長期間にわたって環境中にとどまり、世界全体で年間数百万トンを超えるプラスチックごみが海洋に流出していると推計されている¹⁾。このため、海洋プラスチックごみによる地球規模での環境汚染による生態系、生活環境、漁業、観光等への悪影響が懸念されている。効果的な対策や施策を立案するためには、海洋プラスチックごみの分布の実態把握、発生源の特定、生物への影響評価などの科学的知見が必要である。

海洋プラスチックごみは陸域から河川を通じて海洋へ流出するのが主要なルートであると考えられている。陸域から発生するプラスチックごみのうちマイクロプラスチック(以下、「MPs」という。)には、製造段階で5 mm 以下であるスクラブ、レジンペレットなどの形状の一次MPsと大きなプラスチックごみが紫外線等の外部要因により劣化し、徐々に小さな破片状になった二次MPsがあり、これらが河川を経由して海域に流出している。

Niheiら²⁾は、日本国内の70河川90カ所でMPsを測定し、個数密度の中央値が1.51 個/m³であり都市化率が高い河川ほどMPs個数密度が高い傾向があると報告している。この

うち京都府内の淀川水系の河川について、宇治川(御幸橋)ではMPs個数密度が1.83 個/m³、桂川(宮前橋)では9.57 個/m³であったと報告している。

京都府内の河川についての報告例が少ないことから、実態を明らかにするため調査を行ったのでその結果を報告する。

材料と方法

1. 調査時期

調査は2023年度および2024年度に行った。2023年度に田原川(蛭橋)において予備調査を行い、実際に試料採取ができる条件を確認した。2024年度は新たに選定した3河川において調査を行った。

2. 調査対象河川および採取地点

調査対象河川(採取地点)は、京都府内の南部に位置するいずれも淀川水系である田原川(蛭橋)、木津川(御幸橋)、大谷川(二ノ橋)の3河川および北部に位置する1河川である舞鶴湾へ流入する伊佐津川(相生橋)とした(図1)。

3. 調査方法

環境省が公開している河川・湖沼マイクロプラスチックガイドライン(環境省水・大気環境局海洋環境課海洋プラスチック汚染対策室、令和6年3月改訂)(以下、「ガイドライン」という。)を参考に調査を行った。

(令和8年1月27日受理)

* 京都府乙訓保健所

* Kyoto Prefectural Otokuni Health Center

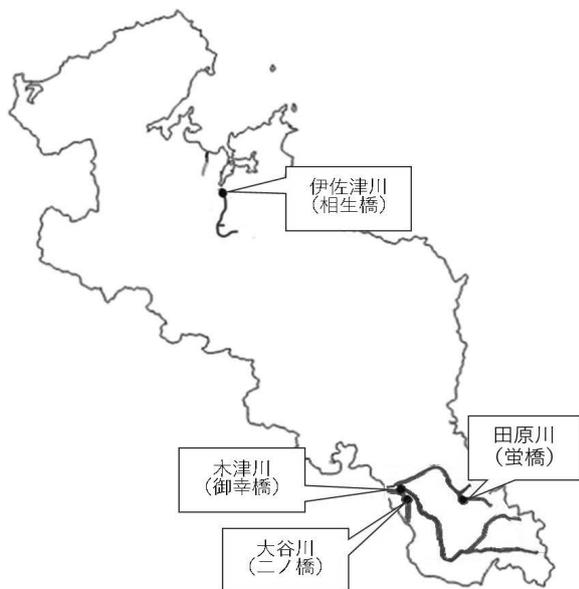


図1. マイクロプラスチックの試料採取を行った京都市内河川および採水地点

4. 試料採取

MPsの採取には、口径30 cm、ネット長75 cm、目合い0.3 mmのプランクトンネット(離合社製、5512C)を用いた。ネット開口部にろ水計 (General Oceanics 製、2030R6) を取り付け、河川の表層水をろ水量が10 m³以上になるように一定時間通水し、ネットに捕集されたものを採取試料とした。

5. 採取試料の前処理

採取用ネットから採取試料をピーカーに移し、5 mm以上のプラスチックではない植物片等の夾雑物を取り除いた。目合い0.1 mmのネットですり過し、集めた試料に30% (w/w) 過酸化水素水を100 mL加え、時計皿をかぶせてウォーターバスで約55℃に加温し、懸濁物が確認できなくなるまで過酸化水素水を適宜追加して酸化による有機物分解を行った。

酸化分解した試料を目合い0.1 mmのネットですり過し、精製水で洗浄した試料と5.3 mol/L ヨウ化ナトリウムを漏斗に流し入れ、3時間以上放置し、比重分離を行った。漏斗の上層、中層、下層を分取し、目合い0.1 mmのネットですり過し、精製水で洗浄したものを前処理試料とした。なお、伊佐津川(相生橋)の採取試料は、島津製作所製のマイクロプラスチック前処理装置 MAP-100により前処理を行った。

6. 計測およびプラスチックの同定

ガラスシャーレに移した前処理試料を実体顕微鏡で検鏡し、プラスチック候補粒子をピンセットで分取して、長径等の計測、形状、色の記録を行った。長径等の測定には、Leica製の画像処理ソフト Leica Application Suite V4.10.0を用いた。分取したプラスチック候補粒子を島津製作所製の1回反射型ATR測定装置 MIRacleを装着したフーリエ変換赤外分光光度計 FTIR-8900 (FT-IR) で測定した。得られたスペクトルデータについて機器のライブラリを使用してスペクトル検索を行い、プラスチックの同定を行った。なお、伊佐

津川(相生橋)の前処理試料については、島津製作所製のフーリエ変換赤外分光光度計 IRXross および赤外ラマン顕微鏡 AIRsight で測定を行った。

結果と考察

1. 形状、色、材質

表1に各採水地点の調査結果を示す。調査を行った全ての河川からMPsが採取された。形状は、主に破片や膜・シート状、繊維状であった。材質は、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレートが多く、ポリ塩化ビニリデンも採取された。色は、白色が全ての河川から採取された。これらの結果は、鈴木ら³⁾の報告と同様の傾向となった。

図2に材質特定できた繊維塊と破片の写真を示す。

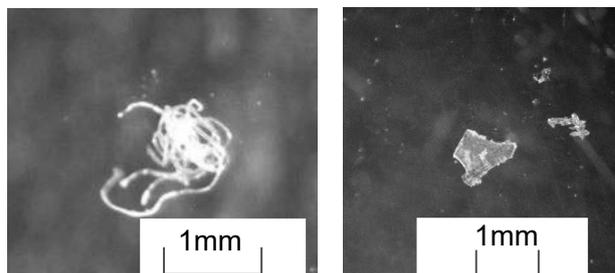


図2. 京都市内河川から採取されたマイクロプラスチック (左: 繊維塊 (ポリプロピレン)、右: 破片 (ポリプロピレン))

2. 個数密度

採取した1-5 mmのプラスチック候補粒子の各採取地点における個数は2-71個であり、MPsと特定できたのは2-14個であった。採取されたMPsの個数を各河川のろ水量で除して求めた個数密度は、0.19-1.21 個/m³であった(表1)。

人口集中地区を通る河川であっても人口密度が高い南部河川の個数密度の方が高かった。Niheiら²⁾の報告では全国70河川90カ所の個数密度の中央値が1.51 個/m³であったが、今回調査した河川ではこれを超えなかった。

3. 各河川の状況

3-1. 田原川 (蛍橋)

4個のMPsが採取され、個数密度は0.69 個/m³であった。

採水地点周辺は、住宅が少なく川の上流域には工場と茶畑が広がっていた。採水時は、高速道路の工事に伴う車両の通行が多かった。

タイヤ摩耗粉じんと思われる黒色プラスチック候補粒子があったが、黒色ゴムのような屈折率の高い試料は当所のZn/Seプリズムを使用した反射型FT-IRでは測定困難であり、タイヤ由来と特定できたMPsはなかった。その他に緑色のMPsが採取され、ポリエチレンと材質特定できたものが人工芝由来と想定された。

この時の調査では採水時に藻類がプランクトンネットに詰まり、通水が十分でなかった。有機物分解前の目合い0.1 mmのネットですり過する工程で取り除ける有機物を取り除い

表1. 京都府内河川における調査実施状況およびマイクロプラスチックの調査結果

河川名 (採水地点)	田原川 (蛭橋)	木津川 (御幸橋)	大谷川 (二ノ橋)	伊佐津川 (相生橋)	
採水日	2023. 7. 26	2024. 4. 26	2024. 6. 3	2024. 10. 7	
天候	晴	曇	晴	雨	
水深 (m)	0.43	0.39	0.46	0.59	
流速 (m/sec)	0.10	0.92	0.16	0.50	
ろ水量 (m ³)	5.79	11.70	11.61	10.56	
個数密度 (個/m ³)	0.69*	0.77	1.21	0.19	
形状 (個)	破片	1	2	5	1
	膜・シート状	3	3		1
	繊維状			8	
	繊維塊		3	1	
	その他		1		
材質 (個)	PE	2	2	2	1
	PP	1	3	7	1
	PET		3	5	
	PVDC	1	1		
色 (個)	透明		2		
	白	2	1	7	1
	赤		1		
	橙			1	
	黄		1	1	
	緑	1		1	
	青	1		1	
	黒		1	3	
	複合		3		1

PE:ポリエチレン、PP:ポリプロピレン、PS:ポリスチレン、PVDC:ポリ塩化ビニリデン

*:参考値

たが、藻類にプラスチック候補粒子が絡まっていることもあり、全て取り除くことができなかった。採取された試料は藻類が多く含まれ分解に時間を要したことから藻類に絡まったプラスチック候補粒子が破損した可能性もあった。

Tanakaら⁴⁾の報告やガイドラインによると、ろ水量が10 m³より少なくMPs粒子が10個以下の場合、個数密度の誤差が大きくなることから、個数密度の結果については参考値とする。

3-2. 木津川 (御幸橋)

MPsが9個採取され、個数密度は0.77個/m³であった。

木津川は京都府南部の人口集中地区を通過する河川であり、採水地点周辺は公園として整備されていたが、川底に茶碗の破片などのゴミが散在していた。川幅が広く、流速も他の3河川に比べて速かった。採水地点周辺に散在していたプラスチックゴミが、紫外線等の影響により破碎されて河川に流入した可能性も考えられた。繊維状のプラスチック候補粒子が採取されたが、幅が1 mm未満のものが多く、ほとん

どのものがFT-IRによる材質特定ができなかった。これら繊維状のものについては、田中ら⁵⁾が報告しているように上流域の家庭での洗濯くずが河川に流入したものと考えられた。

3-3. 大谷川 (二ノ橋)

MPsが14個採取され、個数密度は1.21個/m³であった。

大谷川は京都府南部の人口集中地区を通過する河川であり、採水地点周辺は田畑に囲まれ、ペットボトルやコンビニ弁当の容器などのごみが散在していた。採水地点周辺に散在していたプラスチックゴミが、紫外線等の影響により破碎されて河川に流入した可能性も考えられた。多数の繊維状のプラスチック候補粒子が採取されたが、材質特定できなかった。木津川同様に上流域の家庭での洗濯くずが河川に流入したものと考えられた。調査した河川の中で個数密度は最も高かったが、上流域の人口密度が高いことが要因の一つである。京都府が公開している公共用水域の結果 (<https://www.pref.kyoto.jp/suishu/kekka.html>) によると、例年水田に水を

引き入れる際に水量が増え、冬に向けて水量が減少する傾向がみられることから、水量の変化が採取される MPs 種類や量に季節変動をもたらすものと推測する。

3-4. 伊佐津川 (相生橋)

2 個の MPs が採取され、個数密度は 0.19 個 /m³ であった。

伊佐津川は人口集中地区を通過する京都府北部の河川であり、上流域は清流で水質は直近 10 年間良好であるが、採水地点周辺に住宅や工場があり、空き缶などのごみが散在していた。採水時の降雨の影響で周辺から破碎されたプラスチックゴミが河川に流入して MPs が増加する可能性があったが、採取された MPs が少ないため一時的な降雨の影響はなかったと考えられる。人口集中地区を流れる河川ではあるが、調査した京都府南部河川と比較して人口密度が低いことが個数密度が低い一因であると思われた。

謝 辞

本調査はⅡ型共同研究（「河川プラスチックごみの排出実態把握と排出抑制対策に資する研究」および「連携プラットフォームを活用した環境流出プラスチックごみの発生抑制に資する研究」）の一環として行った。

本調査の実施にあたり、前処理および分析協力いただいた株式会社島津製作所、採取器具の貸与をいただいた国立環境

研究所に感謝します。

引用文献

- 1) Jambeck J.R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T. R., Perryman M., Andrady A., Narayan R., Law K. L. 2015. Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347, 768-771.
- 2) Nihei Y., Yoshida T., Kataoka T., Ogata R. 2020. High-resolution mapping of Japanese microplastic and macroplastic emissions from the land into the sea. *Water*, 12, 951.
- 3) 鈴木剛, 中尾賢志, 比嘉元紀, 谷脇龍, 伊藤彰, 宇野悠介, 佐藤敬士, 宇智田奈津代, 田中厚資, 秋田耕佑, 藤原康博, 倉持秀敏, 大迫政浩. 2022. 河川マイクロプラスチックの排出実態把握と排出抑制対策に向けて. *地球環境*, 27(3), 253-264.
- 4) Tanaka M., Kataoka T., Nihei Y. 2023. An analytical approach to confidence interval estimation of river microplastic sampling. *Environmental Pollution*, 335, 122310.
- 5) 田中周平, 嶋谷宗太. 2023. 化学繊維からのマイクロプラスチック. *廃棄物資源循環学会誌*, 34(3), 178-182.