

浜松市の河川におけるマイクロプラスチック調査（第2報）

浜松市保健環境研究所 ○鈴木玲奈、山田江見子、里見陽祐、山下としえ

【はじめに】

近年、プラスチックごみによる海洋汚染が国際的な問題となっている。中でも大きさが5mm以下のものは「マイクロプラスチック（以下MP）」と呼ばれている。MPには製造された時点で5mm以下の一次MPと、プラスチック製品が紫外線や波などの外的要因によって破碎・細分化された二次MPがある。MPは環境中の残留性有機汚染物質（POPs）を吸着・濃縮することや、水生生物が摂食している事例も確認されていることから、環境問題や生態系への悪影響が懸念されている。

本市でも、令和元年度～令和2年度にMP調査¹⁻³⁾に取り組んだが、調査当時は統一的なサンプリング方法及び分析方法が公表されておらず、独自の検査方法で調査を行っていた。令和3年6月に環境省から河川プラスチック調査ガイドライン⁴⁾が発表されたことを受け、今回はガイドラインに従って共通化された手法により調査を行ったので、その結果を報告する。

【方法】

1. 調査地点

市内の2河川8地点で調査を行った（図1）。下流域に環境基準点を含む、流出先が異なる二級河川を選定した。馬込川は①周辺および④より下流は農地が比較的多く分布しているが、②～④にかけては商業施設、工場、住宅等が沿川に密集しており、人口集中地区に位置する⁵⁾。一方、都田川の周辺には水田や畑が広がり、住宅や事業所などが点在する⁶⁾。



図1 調査地点(地理院地図Vectorに加筆)

表1 調査概要(令和5年度)

調査地点	河川名	流出先	調査日
① 沖橋	馬込川	遠州灘	7/27
② 新北河原橋			
③ 船越橋			
④ 下村橋			
⑤ 大明神橋	都田川	浜名湖	7/24
⑥ 潜竜橋			
⑦ 瀬戸橋			
⑧ 落合橋			

馬込川では上流から下流にかけて地点①～④で夏季と冬季に採取し、都田川では地点⑤～⑧で夏季に採取した(表1)。いずれの調査も、調査日前5日以上雨が降らなかった日を選定した。

2. 試料採取

開口部中央にろ水計を固定したプランクトンネット(角型30cm×30cm、側長70cm、網目315μm)を用いて、河川の流心部で採取を行った。河川表面にネットを全没させ、自然通水によって河川水をろ過し、ネット内の捕集物を試料として採取した。採取時間は、ろ水量が約14m³になるように地点ごとに設定した。採取後、ろ水計の回転数と採取面積から、実際のろ水量を算出した。冬季は流量が少なかったことが原因か、ろ水計の回転が不良だったため、デジタル流速計で流速を測定し、ろ水量を算出した。①～④および⑧では、橋上からロープを吊り下げて、⑤～⑦では、河川内に直接立ち入って、採取を行った(図2)。



図2 採取の様子(左)橋上から(右)河川内

3. 前処理・分析

ネット内の捕集物には植物片や土砂などの夾雑物が混在するため、それらを取り除くための前処理を行った。目開き100μmのネットで採取試料をろ過し、ろ液

を除いた。そこに30%過酸化水素を加え、植物片等の有機物を酸化分解した。その残渣に5.3Mヨウ化ナトリウム水溶液(比重1.5g/cm³)を加え、土砂等の無機物を沈殿させ、浮遊物を回収した。その中から1~5mmのMP候補物を分取した。

分取後のMP候補物は、顕微鏡で長径、形状、色を記録してから、一部をフーリエ変換赤外分光光度計(FT-IR)で測定し、材質を同定した。夏季はATR法、冬季は透過法で実施した。

【結果・考察】

調査結果の概要を表2に示す。

1. MP数及び長径別分類

各地点におけるMP数及び長径別分類を図3に示す。都田川(⑤~⑧)ではMPがほとんど検出されなかったが、馬込川(①~④)では全地点で多数のMPが検出された。既報⁴⁾では河川の市街地率とMP検出量に正の相関があると示唆されており、本調査においても市街地を流れる河川で検出が多かった。

また長径が短いほど検出数が多くなる傾向が見られた。

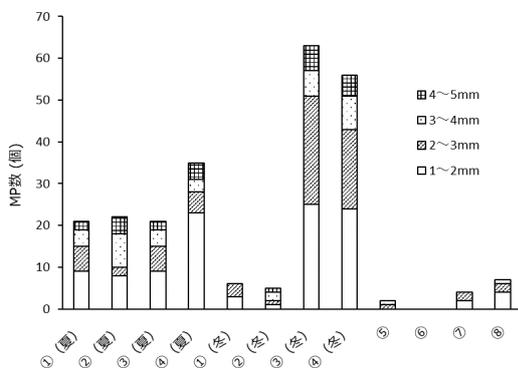


図3 各地点の長径別MP数

以下、MP検出が多かった馬込川(①~④)について詳細を記載する。

2. 形状別MP個数

馬込川から採取されたMPを形状別に分類した結果を図4に示す。繊維状がいずれの地点においても最も多く検出され、特に冬季の下流域で多かった。繊維状に次いで、発泡、破片が多く見られ、これらは二次MPである可能性が高い。

本調査で冬季に繊維状が多く検出された原因は不明である。繊維状の発生源を特定するためには、支流や河川周辺状況を調査することが有効であると考えられる。

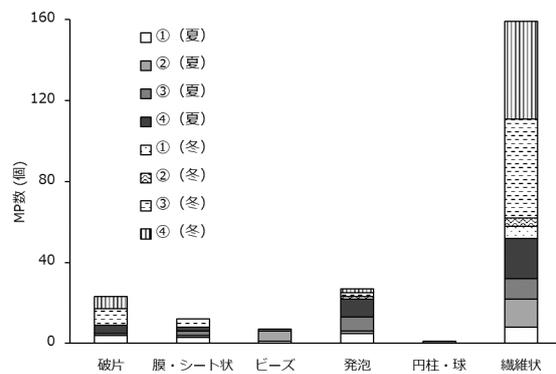


図4 馬込川各地点の形状別MP数

また夏季に検出されたビーズは、形状とFT-IRでの測定結果から、肥料の被膜殻だと推定された(図5)。これは一次MPに分類されるため、一次MPの抑制対策も必要であることが示唆された。

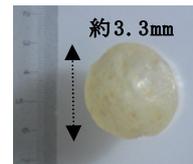


図5 ポリウレタンビーズ

3. MP数密度

MP数密度とはMP数をろ水量で除した値である。馬込川各地点におけるMP数密度を図6に示す。夏季、冬季ともに上流から下流にかけて、MP数密度が概ね増加する傾向が見られた。特に②~③間で顕著な増加が見られ、ここでは流下過程における細分化の影響だけでなく、他の要因もあることが疑われる。

また季節間のMP数密度を比較すると、上流側では夏季>冬季、下流側では夏季<冬季となった。MP数密度の季節変動には、既報⁷⁻¹⁰⁾で様々な考察があり、未だ不明瞭な点が多い。本調査では冬季に下流域で高くなる傾向が見られたが、河川MP調査で生じる採取時のサンプルごとの誤差^{4,11)}を考慮すると単回調査でこの傾向を結論付けることは難しい。MP数密度の季節変化を把握するには更なるデータが必要である。

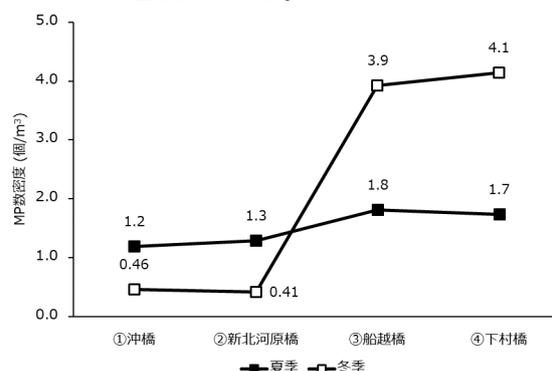


図6 馬込川各地点のMP数密度

表2 本調査における馬込川、都田川のMPの測定結果

番号 地点名	① 沖橋		② 新北河原橋		③ 船越橋		④ 下村橋		⑤ 大明神橋	⑥ 潜竜橋	⑦ 瀬戸橋	⑧ 落合橋
	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬				
採取日	(夏)2023/7/27、(冬)2023/12/1								(夏)2023/7/24			
個数密度(個/m ³)	1.2	0.46	1.3	0.41	1.8	3.9	1.7	4.1	0.15	0	0.30	36.8
MP数(個)	21	6	22	5	21	63	35	56	2	0	4	7
ろ水量(m ³)	17.6	13.0	17.0	12.2	11.6	16.0	20.1	13.5	12.7	11.2	13.3	0.19 ^(※1)
採取時間(分)	4	15	7	15	5	6	10	10	12	8	59	45
種別(%) ^(※2)												
PE	29		27		14	17	34	5			100	86
PP	10	33	41	80	33	41	26	48	50			
PS	24		5		24		23					14
PET	33	67	9		29	37	14	36	50			
その他	5		18	20		5	3	11				
形状(%)												
破片	19		5			13	11	11				57
シート・膜状	14		5		10	6	6		50		100	29
ビーズ	5		23		5							
発泡	24		5	20	33	3	26	4				14
円柱・球					5							
繊維	38	100	64	80	48	78	57	86	50			
長径(%)												
1.0mm～	43	50	36	20	43	40	66	43			50	57
2.0mm～	29	50	9	20	29	41	14	34	50		50	29
3.0mm～	19		36	40	19	10	9	14	50			14
4.0mm～5.0mm	10		18	20	10	10	11	9				

(※1)流速不足のため、目標ろ水量に達しなかった。(※2)一部推定を含む。

PE:ポリエチレン、PP:ポリプロピレン、PS:ポリスチレン、PET:ポリエチレンテレフタレート

【まとめ】

市内の2河川についてMP調査を行った結果、都田川ではほとんど検出されなかった。一方、馬込川の調査では、夏季は1.2～1.8個/m³、冬季は0.41～4.1個/m³ 検出された。長径が短いほど検出数が増加し、下流に向かうほど、MP数密度は高くなる傾向が見られた。また、馬込川において夏季と冬季のMP数密度を比較すると、上流域では夏季の方が、下流域では冬季の方が、高くなることが確認された。

検出されたMPを形状別に見ると、いずれの地点においても繊維状が最も多かった。また本市では二次MPのみならず、肥料の被膜殻とみられる一次MPも検出された。

最後に、本調査において河川からMP候補物を複数回収できたが、その材質の同定に必要な分析機器を当所では保有しておらず、他施設のFT-IRを借用して測定した。その際、時間の制限により、測定する検体を選定せざるを得なかった。一部はFT-IRで材質を判定したMPと、外観や比重を比較し種別を推定したデータを含むことを特記しておく。

【謝辞】

MPの材質同定にあたり、静岡県浜松工業技術支援センター材料科のFT-IRを借用し、技術援助を受けました。厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1)無州孝哲：浜松市の海岸域におけるマイクロプラスチック調査，浜松市保健環境研究所年報 第30号,47-49 (2019)
- 2)無州孝哲：浜松市の河川におけるマイクロプラスチック調査，浜松市保健環境研究所年報 第31号,31-32 (2020)
- 3)株式会社ピリカ：マイクロプラスチック等浮遊状況等調査報告書 (2021)
- 4)環境省：河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン(令和5年3月改訂)
- 5)静岡県：馬込川水系河川整備計画 (2020)
- 6)静岡県：都田川水系河川整備計画 (2016)
- 7)工藤功貴他：平常時・出水時河川のマイクロプラスチック濃度の時間変動特性と年間輸送量評価.土木学会論文集B1(水工学),74(4)I_529-I_534 (2018)
- 8)谷脇龍他：高知県内のマイクロプラスチック実態把握に向けた取組について，高知県衛生環境研究所年報 第4号,52-56 (2022)
- 9)宇野悠介他：利根川における河川水中マイクロプラスチックの調査，群馬県衛生環境研究所年報 第54号,34-39 (2022)
- 10)宇野悠介他：利根川における河川水中マイクロプラスチックの調査，群馬県衛生環境研究所年報 第55号,43-46 (2023)
- 11)Tanaka M *et al.*, An analytical approach to confidence interval estimation of river microplastic sampling, Environmental Pollution 335,122310 (2023)