出水時における河川マイクロプラスチック実態調査

長野県諏訪湖環境研究センター[1)]、長野県環境部資源循環推進課[2)]
○中山　隆[1)]、北原　清志[2)]、清水　健志[1)]

1　はじめに

世界的に関心が高まっている海洋のプラスチックごみや微細なマイクロプラスチック(MPs)の多くは河川を通じた陸域からの流出とされ、その実態解明は各流域の重要な課題となっている。

このような状況下、内陸に位置する本県では、県内河川９地点においてMPs実態調査を実施し、８地点においてMPsを確認した[1)]。工藤ら[2)]は江戸川においてMPs調査を行い出水時には大幅に個数密度が高くなることを報告している。県内河川における出水時の実態把握が必要と考えられたため、千曲川千曲橋で出水時年３回、平水時年４回、個数密度、材質、形状、粒径分布等の調査を実施し、得られた結果について報告する。

2　調査方法

試料採取及び分析は、「河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン」（環境省, 2023）に基づいて実施した。平水時（降雨から比較的時間が経ち水位が安定している状態）は2023年４月４日、７月31日、10月18日、12月６日に、出水時（降雨により水位がピークに達する前の上昇期)は６月22日、10月４日、11月７日に流域雨量指数(気象庁，2023)により水位変化を予測してサンプリングを実施した。

試料は、橋梁からロープを使ってろ水計（General Oceanics Inc., GO-2030R 型）を装着したプランクトンネット（(株) 離合社製，北原式表面プランクトンネットNO.5511-網地No.NMG58, 口径30cm、目開き0.3mm）を河川流心に全没させ採取した。採取した試料は試験室に持ち帰り、目開き0.1mmのネット上で目的物以外の５mm 以上の夾雑物を超純水で洗浄し除去した。ネット上の目的物をビーカーに移し、55℃の乾燥機内で乾固直前まで水分を除去し、30%過酸化水素を用いて酸化処理を行った。処理液を目開き0.1mmのネットでろ過後、目的物を三角ロート内に移し、5.3M ヨウ化ナトリウム溶液を用いて３時間比重分離を行った。表層の目的物を目開き 0.1mm のネットでろ過後シャーレに移した。候補粒子をピンセットで別容器に分取し、デジタルマイクロスコープ（ライカマイクロシステムズ（株）製，Emspira3）を用いて長径、形状、色を記録した。材質の同定はFT-IR（日本分光（株）製，FT/IR-4X＋ATR PRO ONE VIEW）を用いた。

粒子の長径（d）が１mm以上５mm未満（１≦d＜５mm）をガイドライン対象サイズとして集計し、dが１mm未満（d＜１mm）のMPs及びdが５mm以上（５mm≦d）のプラスチック粒子を参考値として集計した。なお、繊維は長さを長径とした。

3　調査結果及び考察

試料採取記録を表１、粒径分布を図１、個数密度(平均値)を図２、材質別の粒径を図３に示す。

出水時の10月と11月はプランクトンネットの網目が目詰まりしたため、ろ水量は10m³未満であった。

平水時４回の調査で確認されたMPs（１≦d＜５mm）

表１　試料採取記録(2023年)

調査目的	調査年月日	調査時刻	天候	降水量* (mm)	流量 (m³/s)	降雨開始前流量 (m³/s)	流速 (m/s)	ろ水量 (m³)	個数密度(個/m³) d＜1	1≦d＜5	5≦d
出水時	6月22日	13:50	雨	13	78.22	54.32	1.56	16.8	2.20	**2.97**	0.12
出水時	10月4日	10:00	曇	17	64.03	38.59	1.15	8.2	6.34	**4.75**	0.12
出水時	11月7日	13:45	曇	25	51.26	33.53	1.23	3.1	21.49	**14.76**	0.32
平水時	4月4日	9:45	晴	0	45.11	―	1.01	17.6	1.76	**1.99**	0.28
平水時	7月31日	10:20	晴	0	33.53	―	1.27	13.3	1.13	**1.05**	0.15
平水時	10月18日	9:44	晴	0	41.25	―	1.54	18.7	0.86	**0.70**	0.00
平水時	12月6日	9:50	晴	0	32.32	―	1.31	12.3	1.79	**1.38**	0.24

*試料採取前の24時間累積雨量

は 79 個、MPs（d＜ 1 mm）は 84 個、プラスチック粒子（５mm≦d）は 10 個であった。出水時の MPs（１≦d＜５mm）は 135 個、MPs（d＜ 1 mm）は 156 個、プラスチック粒子（５mm≦d）は４個であった。

平水時、出水時共に粒径が小さいサイズクラスほど検出個数が多い傾向が見られた。平水時の MPs（１≦d＜５mm）個数密度は 0.70 個/m³（10 月）～1.99 個/m³（４月）の範囲で、平均値は 1.28 個/m³ であった。出水時の MPs（１≦d＜５mm）個数密度は、2.97 個/m³～14.76 個/m³ の範囲で、平均値は 7.49 個/m³ であり、11 月は各サイズ共に高かった。これには、河川流量が最も少ない時に大きな降雨が重なったことも影響を及ぼしたと考えられる。

MPs（１≦d＜５mm）の個数密度平均値は、出水時は平水時の 5.9 倍、MPs（d＜ 1 mm）は 7.2 倍、プラスチック粒子（５mm≦d）は 1.1 倍であった（図２）。

MPs の材質別個数割合は平水時、出水時共に、ポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレンテレフタレート(PET)が高く、各サイズ共にこの３種類が 90%以上を占めていた。材質別の粒径中央値は、平水時、出水時共に PE＜PP＜PET の順であった(図３)。

出水時の流量は３回とも豊水流量（1 年を通じで 95 日はこれを下回らない流量）51.12 m³/s 以上で、平水時の流量は４回とも豊水流量未満であった。工藤らの報告を参考に出水時と平水時の閾値を豊水流量とし、１年間の 95 日を出水時、270 日を平水時と仮定し、出水時、平水時の個数密度と流量を用いて出水時の年間排出量に対する寄与率を推定した。その結果、出水時の寄与率は 76%と試算された。工藤ら[2)]の報告値 73.5%（個数）と同程度の寄与率であった。

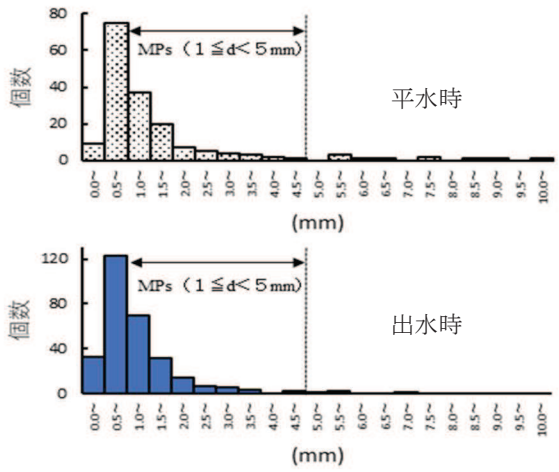


図１　粒径分布

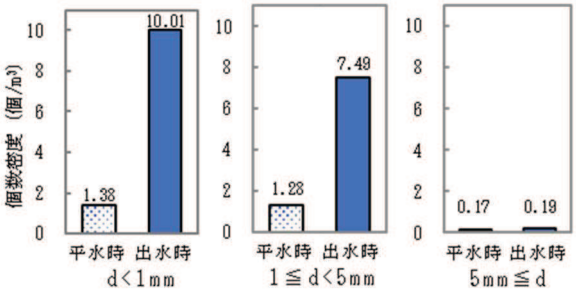


図２　個数密度（平均値）

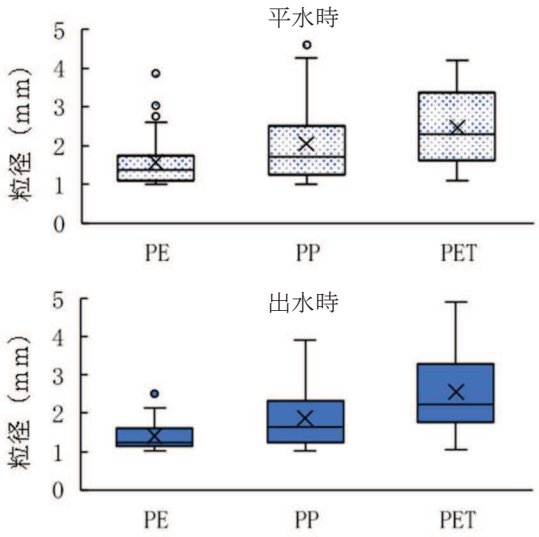


図３　材質別の MPs（１≦d＜５mm）粒径

４　まとめ

- 平水時、出水時共に粒径が小さいサイズクラスほど検出個数が多い傾向が見られた。
- MPs（１≦d＜５mm）の個数密度平均値は、出水時は平水時の 5.9 倍高かった。出水時の年間排出量に対する寄与率は 76%と試算された。
- 材質別の粒径中央値は、平水時、出水時共に PE＜PP＜PET の順であった。

参考文献

1)　北原清志・小口文子・酒井文雄(2024)：長野県内の河川におけるマイクロプラスチック実態調査（令和４年度）．長野県環境保全研究所研究報告, 20：7-15.

2)　工藤巧貴・片岡智哉・二瓶泰雄・北浦郁弥 (2018)：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)：529-534.