

# 河川マイクロプラスチック観測におけるネット目詰まりと濾水量低下状況の関係

東京理科大学大学院 学生会員 ○張翔  
東京理科大学 正会員 田中衛, 二瓶泰雄

## 1. はじめに

海洋プラスチックごみはグローバルな環境問題となっており、2019年G20大阪サミットでは、2050年までに海洋へのプラスチックごみの追加的な排出を0に目指すと宣言した。また、2022年3月の第5回国連環境総会再開セッション(UNEA5.2)では、プラスチック汚染対策に関する決議が採択された<sup>1)</sup>。プラスチックごみ問題の中でも、5mm未満の微細なプラスチック片(マイクロプラスチック、以下MPと称す)はそのサイズが小さいがゆえに、一端海洋に出たら回収が事実上不可能であり、かつ、生態系への影響が懸念されており、MPは大きく注目されている。海洋プラスチックごみの8割が陸域起源のため<sup>2)</sup>、その主な輸送経路である河川におけるMP濃度・輸送量モニタリング手法を整備・展開していくことは、MPの発生・排出・流下過程という陸域のMP動態の把握のみならず、MP削減対策の立案・実施や効果検証に大きく役立つものと考えられる。このような社会的要請を受けて、環境省は河川マイクロプラスチック調査ガイドラインを公表した<sup>3)</sup>。ここでのMP調査では、プランクトン採取用のネットを用いて、河川水表面付近に一定時間設置することで、河川水をネットに自然通水させている。ネットを実験室に持ち帰り、ネットに捕捉されたMPを計測し、ネットの通水量(濾水量)で除すことでMP数密度やMP質量濃度を求めている。本来、ネットの濾水量が大きいほど、より正確なMP濃度計測が可能となると想定されるが、様々な浮遊物が流下する河川では、ネット設置時間が長いほどネットの目合いが目詰まりし、時間と共に単位時間当たりの濾水量は低下し、最終的にはネット内に水は通過しない状態となる。適切なネット設置時間を設定するためには、ネットの目詰まり状況を把握・評価することは重要であるが、この部分に着目した研究は皆無である。

本研究では、河川水中のMP濃度観測時に用いるネットの濾水速度(単位時間当たりの濾水量)低下状況の実態を把握すると共に、この低下状況とネット目詰まり状況との関係性を明らかにすることを試みる。そのため、中小河川において、①自然通水条件下における濾水速度の時間変化の計測(観測①)、②目詰まり状況を想定して作成したネットを用いた濾水速度計測(観測②)、という2種類の現地調査を実施した。

## 2. 研究手法

**(1) 観測①の概要** : 河川MP観測におけるネットの濾水量低下状況を把握するために、濾水速度の時間変化計測を行う。観測場所は千葉県柏市大堀川・勝橋であり(図1)、観測日は2021年9月22日であり、流況は平常時であった。用いるネットは、Kataoka et al.<sup>4)</sup>と同じく、簡易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, 離合社製)であり、ネット開口部には低水流速計用の濾水計(デジタルろ水計GO-2030R6, General Oceanics社製)を取り付け、サンプル採取中のネット内の通水量を計測する。この濾水計は、羽の回転に伴い、濾水計のカウンターが増加するようになっており、このカウンターは自記式ではないため、一般には、観測前後にカウンターの数値を確認している。このネットを河川水中に正確に設置するために、3本の杭を河床に固定し、その杭にネットを固定した(ネットの上端が水表面に来るように設置)。その後、一定時間(主に1分間隔)毎に濾水計の回転速度を目視で数え、濾水計が回転しなくなるまで継続して実施した。この観測を、ネットを同じ位置となるように2回を行った。合わせて、電磁流速計(LP-30, (株)ケネック製)により、ネット設置位置の流下方向速度を5分間測定した。また、採水を行い、SSを分析した。

**(2) 観測②の概要** : 観測①の結果を考察するために、ネットに人工的に目詰まり状況を作成し、そのときの濾水速度を計測するための観測を行った。観測は、利根川と江戸川を繋ぐ利根運河・運河橋付近であり(図1)、観測日は、2021年12月7日であり、流況は平常時であった。ここでは、図2に示すように、ネットに養生テープ(幅5cm)を貼り付けて、目詰まり状況を再現し、その時の濾水速度(計測開始から1分間)を計測した。目詰まり率としては、円すい形をしているネット表面積(=3,603cm<sup>2</sup>)に対して、貼り付けたテープの割合とし、ここでの目詰まり率は0~100%を10%間隔で設定した(計11ケース)。

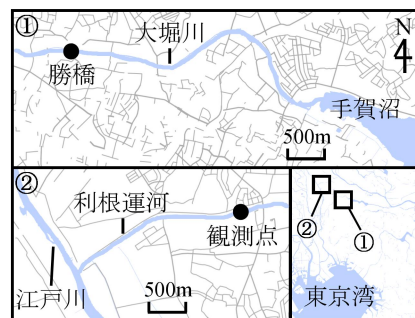


図1 観測サイト



図2 観測②で用いる目詰まり設定用ネット(想定目詰まり率20%)

## 3. 結果と考察

**(1) 濾水速度の時間変化(観測①)** : まず、観測①により得られた自然

キーワード : マイクロプラスチック, ろ水計, ネット目詰まり, 濾水量, SS

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)

通水時におけるネット濾水速度の時間変化を図3に示す。ここでは、大堀川にて行われて1, 2回目の生データについて、それぞれ表示している。なお、通水時間は20分間までとなった。また、濾水速度は、ろ水計の回転速度(単位時間当たりの回転数)を流速に換算し、ネットの開口部面積(=706.8cm<sup>2</sup>)を掛けたものである。これより、濾水速度は、時間と共に減少していることが1, 2回目に共通して見られる。このような濾水速度の低下は、通水開始直後から発生しており、通水量低下を引き起こすネットの目詰まりが通水直後から発生している。

これらの結果から濾水速度の時間変化に関する近似式を算出する。電磁流速計による流速計測値は、1回目は0.45m/s, 2回目は0.49m/sであった。この値はネットの目詰まり発生前の流速値に相当している。この値を基準とした無次元濾水速度(=時々刻々のろ水計回転速度から得られる流速を電磁流速計の計測値で除す)の時間変化を図4に示す。ここでは、1, 2回目の結果を同じマークで表示している。なお、1, 2回目共に、通水開始0, 1分後のデータのばらつきが大きかったので、ここでは除外している。これより、無次元濾水速度は、図3と同様に、指数関数的に時間と共に減少している。そこで、多項式の近似曲線を求めたところ、決定係数 $R^2=0.989$ と精度の高い5次関数の近似式が得られた(図4)。後述の目詰まり率との関係を得るために、この近似式を用いる。

**(2) ネット目詰まり率の時間変化(観測②)**: 観測②により得られた様々なネット目詰まり率における無次元濾水速度を図5に示す。ここでは全11ケースにおける目詰まり率の結果が表示されている。この無次元濾水速度は、各目詰まり率の濾水速度を目詰まり率0%の値で除したものであり、物理的な意味は図4の無次元濾水速度と一致する。これより、無次元濾水速度は目詰まり率と共に減少すること、その減少の様子は、目詰まり率が70%を境に大きく変化していることが分かる。このデータに関する近似式も5次関数で得られ、決定係数 $R^2=0.989$ と良好な精度の近似式が得られた。

上記のように、図4より無次元濾水速度と時間の近似式、図5より無次元濾水速度とネット目詰まり率の近似式、がそれぞれ得られた。この二つの近似式を用いれば、観測①におけるネット目詰まり率の時間変化を推定できる。得られた結果を図6に示す。ここでは、観測①の1, 2回目の結果において推定されたネット目詰まり率の時間変化を表示している。これより、ネット目詰まり率は、時間と共に増加しており、5分後の目詰まり率は1, 2回目において74%, 80%であった。また、300sまでは目詰まり率は急激に増加し、その後の増加率は緩やかとなっていることが分かる。観測①のSSは5mg/Lであった。この目詰まり率の増加状況、すなわち濾水速度の低下状況にはSS fluxがキーとなる。今後は、様々なSS条件下で観測事例を増やし、SSと流速から目詰まり率を評価する予定である。

**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, 2022. 第5回国連環境総会再開セッション(UNEA5.2)の結果について(2022年3月3日). <https://www.env.go.jp/press/110635.html>.
- 2) Jambeck, J.R. and Geyer, R. and Wilcox, C. and Siegler, T.R., Perryman and M., Andrady, A., and Narayan, R. and Law, K.L.: Plastic waste inputs from land into the ocean, Science, Vol.347, Issue6223, pp.768-771, 2015.
- 3) 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](http://www.env.go.jp/water/marine_litter/mat21_031.pdf).
- 4) Kataoka et al.: Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan. *Environmental pollution*, 244, 958-965, 2019.

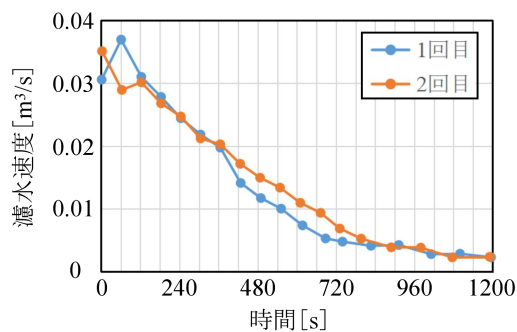


図3 濾水速度の時間変化(観測①)

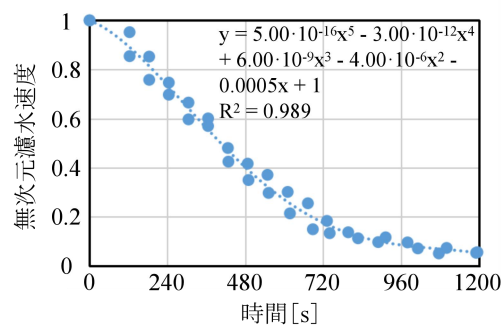


図4 無次元濾水速度の時間変化(観測①, 1, 2回目の結果同じマークで表示)

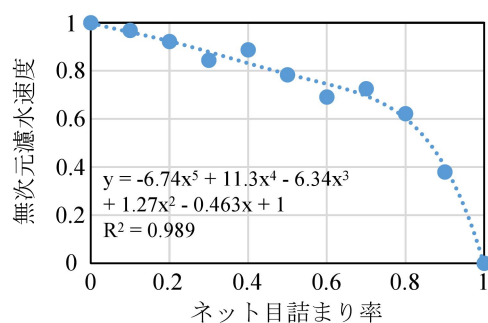


図5 無次元濾水速度とネット目詰まり率の関係(観測②)

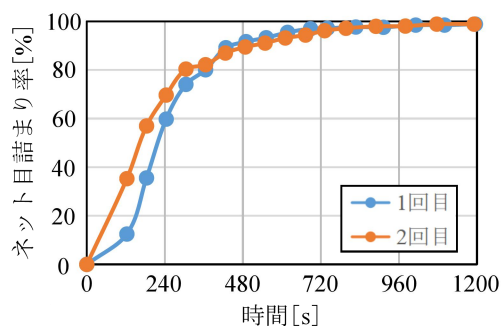


図6 推定されたネット目詰まり率の時間変化