

# 石狩川におけるプラスチックゴミの流下と劣化度に関する研究

北海道大学大学院工学院 久保田航平  
北海道大学工学研究院 岩崎理樹  
北海道大学工学研究院 清水康行

## 1. はじめに

現代の生活においてプラスチックという素材は生活に必要不可欠であり丈夫さや軽さ、加工のしやすさから至るところで活用されている。一方で使用し終えたプラスチックゴミが自然界に放出されると、その耐久性から自然には分解されず、河川を通じて海洋に放出され続け、様々な環境問題を引き起こしている。さらにプラスチックは熱や紫外線、水や風などの影響を受け劣化し、その過程で微細化を繰り返しており、自然界のプラスチックゴミを回収しきるのはほぼ不可能である。海洋では5mm以下のプラスチック片、いわゆるマイクロプラスチックを生物が誤飲し生態系に悪影響を及ぼしていることが世界中で問題になっている。これらのマイクロプラスチック問題の研究は海洋では盛んであるものの陸域から海洋への輸送過程である河川における研究は比較的少なく、各河川における実態、流出特性について、さらに詳しく調べていく必要がある。

ここでは、北海道の1級河川である石狩川を対象として河川におけるプラスチックゴミの採取方法の検討及びプラスチックごみの輸送・堆積特性などの実態解明に関する現地調査結果について報告する。

## 2. サンプルの採取方法

### (1) 石狩川におけるマイクロプラスチック調査

石狩川に輸送されるプラスチックゴミのサンプルを得るため、本研究ではたっぷ大橋（図1の④）の地点において、表1に示す時期に現地調査を実施した。調査の方法としては橋の上からロープに繋いだプランクトンネット（直径530mm、網目250φmm）を垂らし網が水平になるまで十分に伸ばして一定時間固定化しプラスチックゴミの採取を行った。この作業を複数個の網を用いて行った。

上記流下するプラスチックごみの採取と合わせて、石狩川の川辺において堆積しているプラスチックゴミを回収した。マイクロプラスチックに対してマクロプラスチックと呼ぶこととし、調査は2021/7/12に行った。調査を行った地点は図1に示す妹背牛大橋・奈井江大橋・月形大橋・たっぷ大橋・石狩大橋の5箇所である。

### (2) 河川水に含まれるサンプルの浮遊分離

プランクトンネットを川から回収したのちビニール袋に入れ実験室へ持ち帰った。ネット内を浄水で洗浄し、浮遊砂や浮遊物が混合している泥水を、ガーゼを用いて濾過した。その後、比重1.18に設定した食塩水500mlに濾物を混ぜ500mlフラスコが満杯になるように注いだ。半日以上静止させ、浮遊物を上部に上澄みとしてプラス

表1 現地調査日時と調査結果など

調査日	2020/11/18	2021/7/29	2021/8/27	2021/10/8	2021/11/12
網の総投入時間 単位(分)	60	160	335	640	350
マイクロプラスチック の個数	6	1	5	9	20
流速 $U$ ( $m/s$ )	1.057	0.301	0.414	0.506	1.318



図1 マクロプラスチックゴミの現地調査地点(出展、Google Map)

表2 マクロプラスチックの個数

	妹背牛大橋	奈井江大橋	月形大橋	たっぷ大橋	石狩大橋
マクロプラスチック の個数	7	3	3	9	4

チック候補物を分離させ、同比重の食塩水をゆっくりと注ぎ入れフラスコから溢れさせることで候補物の取り出しを図った。

## 3. サンプルの解析

現地調査を行い採取したサンプルをFTIR（フーリエ変換赤外線吸収分光光度計、日本分光）を使用して解析することにより、プラスチックの特定と劣化度について検討した。FTIRは対象物に赤外線を照射し高精度で分子構造や対象物の特性を明らかにすることができる。FTIRにおけるスペクトル図において1450 $cm^{-1}$ にピークを持つサンプルの場合、メチル基を有しているためプラスチックと判断される。また、1700 $cm^{-1}$ にピークを持つサンプルの場合、カルボニル基を含んでおり酸化していることが判断可能となる。

解析を行い判明した5回のマイクロプラスチック調査

とマクロプラスチック調査によって採取することができたプラスチックゴミの個数をそれぞれ表1及び表2に示す。実際に調査により得られたマイクロプラスチックの代表的なスペクトル図を図2に示す。赤い丸はスペクトルのピークを示しており、なかでも1450cm<sup>-1</sup>付近にピークが存在していることに加えて1700cm<sup>-1</sup>付近にもピークが存在していることから劣化が進んだマイクロプラスチックであることが分かる。

#### 4. 考察

##### (1) プラスチックゴミの劣化について

マイクロプラスチックの劣化を定量的に評価するために劣化していない官能機であるメチレン基、則ち1450cm<sup>-1</sup>のピークを基準として劣化している官能機であるカルボニル基、即ち1700cm<sup>-1</sup>のピークの吸光度を評価した<sup>2)</sup>。図3にマイクロプラスチックとマクロプラスチックのメチレン基とカルボニル基の比を表すグラフを示す。それぞれの近似直線の傾きより、マイクロプラスチックの方が大きく、流下をする過程の中で劣化する、もしくは劣化したものが河川中に流入していることが分かった。

##### (2) 流量とプラスチックゴミの個数について

プラスチックごみ輸送量と流量との関係を調べるために、プランクトンネット通過流量を求めるために必要な流速をiRIC-Nays2DHによる流れ計算から推定した。まず、水文水質データベースより水位-流量曲線を簡易的に作成し、調査日の水位から流量を求め、これをNays2DHの境界条件として用いて流れの計算を行った。得られた水深平均流速を代表流速として用いた。このようにして求めた水深平均流速uを表1示す。図4にマイクロプラスチックの個数と流速の相関図を示す。この図よりプラスチックゴミはプランクトンネットに対する通過流量に対しておおそ比例していることがわかった。出水時にはより多くのプラスチックゴミが流出することが示唆される。一方、ここで求めた流量当たりの個数はNihei et al.<sup>1)</sup>の報告値より数オーダー小さく、調査や解析方法について今後より詳細な検討が必要である。

#### 5. まとめ

石狩川において実際に流下しているマイクロプラスチックを採取することができた。河川を流下するプラスチックゴミは劣化をしながら河川を流下し、出水時など流量が大きい際にはより多くのプラスチックゴミが河川中を流下していることが分かった。

#### 参考文献

- 1) Nihei et al. 2020. High-Resolution Mapping of Japanese Microplastic and Macroplastic Emissions from the Land into the Sea, *Water*, 12, 951.
- 2) 藤山ら. 2019. 河川におけるサイズ別プラスチックごみの堆積分布特性と劣化状況の把握, 土木学会論文集 B1 (水工学), 75(2), I\_433-I\_438.

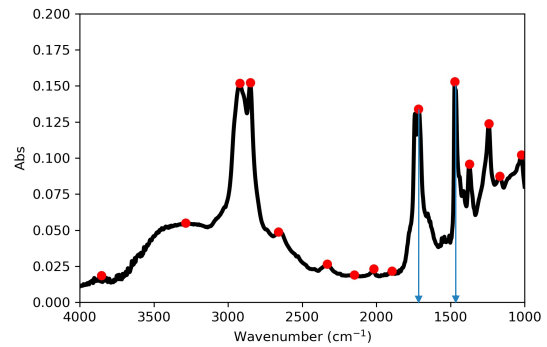


図2 マイクロプラスチックのスペクトル図

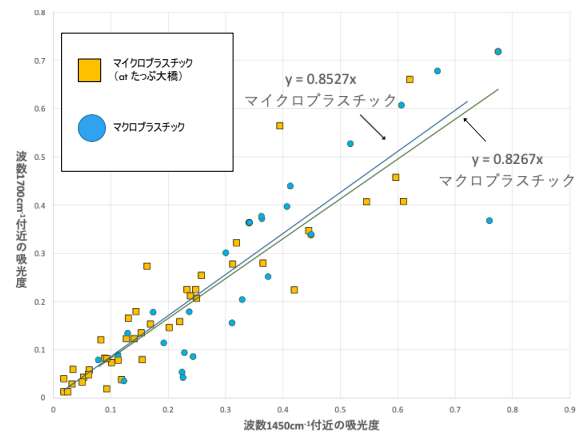


図3 マイクロプラスチックとマクロプラスチックのメチレン基とカルボニル基の相関図

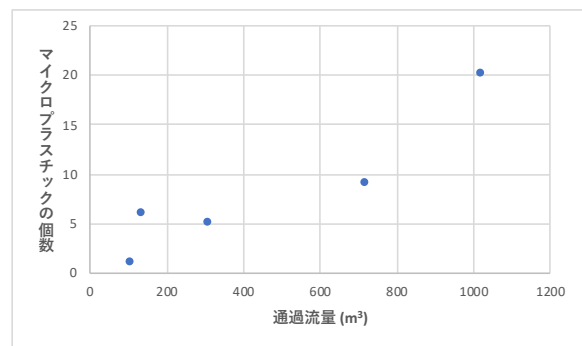


図4 通過流量とマイクロプラスチックの関係