

フラックス評価精緻化のための河川のマイクロプラスチック横断・鉛直分布調査

東京理科大学大学院 学生会員 ○小林俊介
東京理科大学 正会員 片岡智哉, 向高新, 二瓶泰雄

1. 序論

近年、5mm以下のプラスチック片（マイクロプラスチック，MP）が海洋に流出し、海洋生態系に物理的・化学的な悪影響を与えており、海洋のMP汚染はグローバルな環境問題として認識されている。発生源となる陸域から河川を経由し、海域へどのくらいのMPが流入しているかをモニタリングすることは急務である。卓越しているMPの材質は、ポリエチレン（PE）やポリプロピレン（PP）など比重が1より小さいものが多い。そのため、MPは一般に河川水表面付近を浮遊して輸送されていると考えられ、河川対象地点におけるMP採取位置は流心部の水表面付近が一般的である¹⁾。しかしながら、著者ら²⁾（以下、前報）は、平水時の江戸川においてMP鉛直分布の調査を行ったところ、MPのピーク値が河川表層のみならず、底層でも見られることが確認された。このように、陸から海域へのMP輸送量評価を精緻化するには、河川横断面内におけるMPの鉛直・横断分布特性を把握し、その結果を反映する必要がある。本研究では、河川横断面内におけるMPの鉛直・横断分布特性を把握することを目的として、詳細なMP鉛直・横断分布調査を平水時の鶴見川において行った。この調査結果に基づいて、横断面内のMP濃度変化を把握すると共に、MP輸送量を算出した。また、得られたMP観測値を用いて推定したMP輸送量と実際の輸送量を比較・検討した。

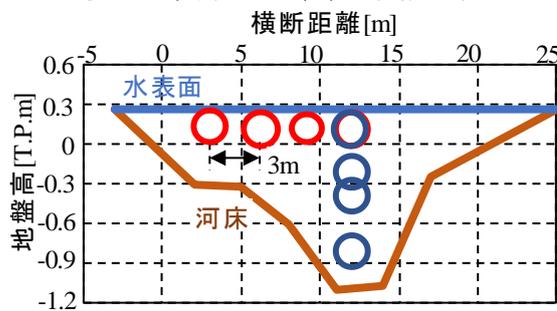
2. 研究手法

(1)MP 鉛直・横断分布観測：観測サイトである鶴見川は、東京都と神奈川県を通り東京湾に流入し、流路延長42.5km、流域面積235km²の一級河川である。鶴見川は流域内に川崎市・横浜市など大都市部を流れ、人口密度が8000人/km²と全国一である。MP観測地点は、新横浜大橋（河口から13.4km）である（図-1）。観測日は2019/9/17であり、当日の流況は平水時であった。横断面内のMP採取地点は、同一水平面上（水表面付近）にて横断方向4地点、同一鉛直線上（左岸からの横断距離 $y=12\text{m}$ ）にて鉛直方向4地点とした（図-2）。なお、鉛直・横断観測地点のうち1地点は同一地点である。横断4地点の観測では、橋上よりプランクトンネット（口径30cm、目合い0.35mm）をロープで降ろし、水表面付近にネットを5分浮かべた。鉛直4地点の観測では、前報と同じく2本のロープに計4個のプランクトンネットを付けて水中に設置した。その際、ネット開口部にメモリ式小型水位計（U-20, Onset社製）を取り付けネット高さを計測した。同時にMPの観測位置で橋上よりADCP（Workhorse1200kHz, Teledyne RDI製）により流速鉛直分布を3分間測定した。なお、他の観測・分析法は、前報²⁾と同一である。

(2)MP 輸送量の算出方法：MP輸送量は流量にMP濃度を乗ずることで算出される。横断面内のMP濃度分布を考慮して輸送量を求めるため、図-3のように横断面を短冊状に5つに分け、それを鉛直方向に矩形グリッドに分割し、各グリッドの輸送量（MP濃度×流速）を断面積分し全MP輸送量を算出する。MP濃度分布の



図-1 観測サイト位置（鶴見川）



○：横断観測点 ○：鉛直観測点

図-2 横断面内のMP採取地点（鶴見川）

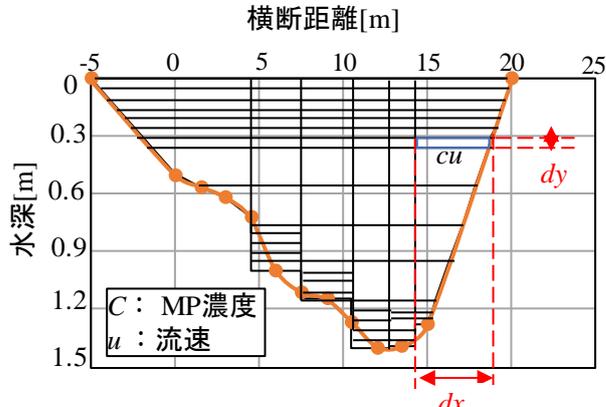


図-3 MP輸送量算出の模式図

キーワード：マイクロプラスチック，川ごみ，海ごみ，輸送量，沈降

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 04-7124-1501(内線 4069)

設定としては、まず、横断4地点の観測結果を各短冊の最表層に与える。次に鉛直4地点の観測結果により得られた鉛直分布の近似式²⁾より各短冊内の鉛直分布を与える。また、流速はADCP観測結果を用いる。各グリッドの流速とMP濃度の積の断面積分値を便宜的にMP輸送量の真値とする。また、MP濃度として、Case1:表層1点の濃度 ($y=12\text{m}$)、Case2:鉛直4点観測の平均値、Case3:横断4点観測の平均値、の計3ケースの濃度と流量の積を求めたMP輸送量の推定誤差を検討する。

3. 結果と考察

(1)MP濃度の横断・鉛直分布特性: 鶴見川におけるMP数密度・質量濃度の横断分布を図-4に示す。ここでは、MP数密度・質量濃度は、ネットで捕捉されたMPの個数と質量を、ネットの濾水量で除したものである。これより、両方の濃度共に、右岸側>左岸側の大小関係となっており、左右岸の濃度差は質量濃度の方が顕著である。この濃度差の発生要因としては、右岸側は湾曲部外岸側に位置し(図-1)、相対的に水深が大きく(図-4)、結果として流速が大きくなる。そのため、右岸側における鉛直混合が大きく、MPの沈降効果が抑制されている可能性が高い。また、数密度と質量濃度で大きな差異が見られたのは、MPの形状として、左岸側では質量の軽いFiberが数多く含まれていたためである。

MP鉛直分布を見るために、MP全体と材質別の内訳(PE, PP, other)の鉛直分布を図-5に示す。また、全体の結果に対しては、前報で用いた表層・底層用の指数関数の近似式も点線で表示している。これより、全体のMP数密度・質量濃度共に、水表面付近と底面付近で濃度が大きくなっていることが分かる。このように、鉛直分布として二つのピークの出現は江戸川²⁾と同様の結果である。次に、材質別に見ると、PE・PP・Other共に、表層と底層にピークが現れていることが、数密度・質量濃度共に確認されている。一般にPEとPPは比重が1以下であるため、本来なら表層のみピークを持ち水深と共に減少する濃度分布となるが、実際は底層付近も高いため、材質そのものの比重では決まらない要素があるものと考えられる。また、Otherの質量濃度がPEやPPよりも小さいのは、Fiberが多く占めているためである。

(2)MP輸送量の算出精度の検討: 3ケースのMP輸送量(数密度と質量濃度)の推定結果を図-6に示す。ここでは、図の縦軸は、各ケースの輸送量を真値で除した値を割合表示している。数密度に関しては、横断変化も小さいので、いずれのケースでも11-35%の誤差に留まっている。一方、質量濃度に関しては、Case1では大きく過大評価しているが、Case2, 3では約100%の誤差となった。このように、鉛直・横断方向の分布を考慮した輸送量計算の精度が高いことが実証された。

4. まとめ

河川によらず、MP濃度鉛直分布は水表面付近と底面付近でピークを持つ濃度分布となることが実証され、またMP輸送量は鉛直・横断方向の分布を考慮して推定した場合、精度が向上した。

参考文献: 1) Kataoka et al., Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan, Environmental Pollution, Vol.244, 2019. 2) 小林ら, 土木工学論文集 B1 (水工学) Vol.64, pp. I_439-I_444, 2019.

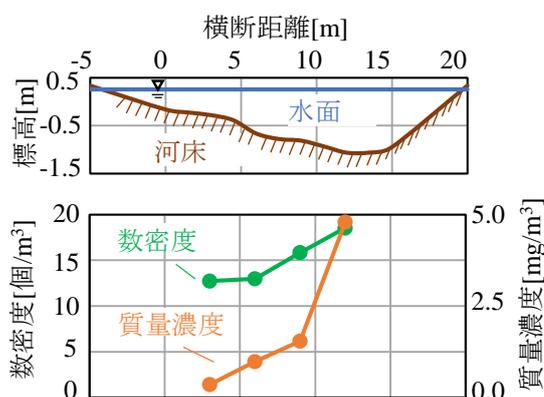


図-4 MP数密度・質量濃度の横断分布

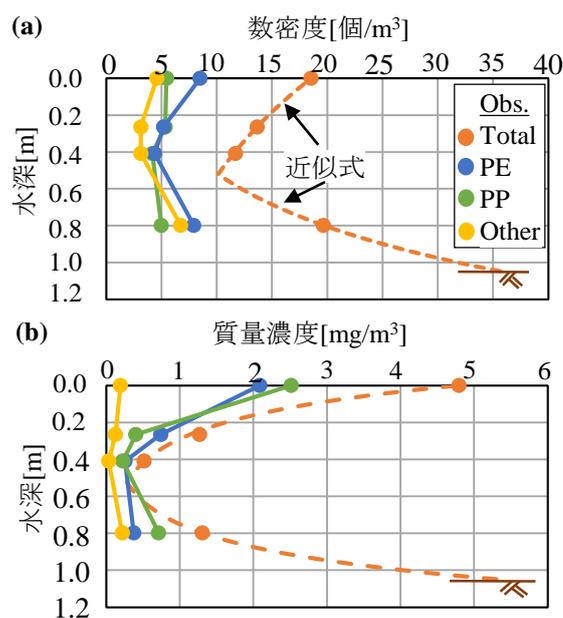


図-5 MP数密度(a)・質量濃度(b)の鉛直分布の観測値と推定値の比較

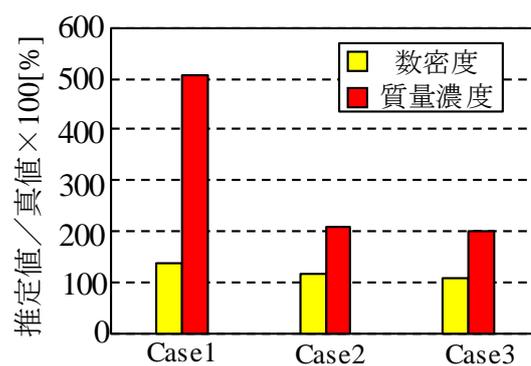


図-6 MP輸送量の算出精度の検討