

全国一級水系から海へ排出される総プラスチック量の算定

東京理科大学大学院 兼 八千代エンジニアリング(株) 正会員 ○吉田 拓司
東京理科大学 正会員 片岡 智哉, 二瓶 泰雄

1. 目的

プラスチックごみは世界規模の問題として認識されてきており、近年では、G20 大阪サミットで共有された「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」にて、2050 年までに海洋へのプラスチックごみ流入量をゼロとする事が表明された。海洋プラスチックごみの発生源としては、陸域起源のごみが河川を經由して輸送されることが主であると指摘されている。そのため、プラスチックごみ問題についても、水循環基本法や総合土砂管理等と同様に、河川流域単位で対策を講じていくと共に、その科学的な根拠となる流域毎のプラスチック排出量を評価していくことが必須である。プラスチックごみは、サイズ別に、5mm 未満を Microplastic (MicP)、5mm より大きいものを Macroplastic (MacP)と分類されている。ここで、MicP は、PCBs や DDT などの有害化学物質を吸収する性質があり、サイズが小さいことから、生物の摂取による生態系への影響が懸念されている。また、MacP については、紫外線や熱等の外的要因により劣化・微細化し、MicP の発生に寄与する。このように、河川や陸域からの MicP の流出抑制対策を検討していくためには、MicP・MacP を分けた形でプラスチック排出量の実態把握を行うことが社会的に求められている。これに対して、Nihei et al¹⁾ (以下、前報と称す) は、日本全国の 1km グリッドにおける MicP・MacP 排出量の算定を行い、日本からの総排出量 (=MicP+MacP) は 210-4,776t/yr (中央値 1,312t/yr) であった。本研究では、前報で得られた結果に基づいて、109 の一級水系における総プラスチック排出量を算定し、その特徴を明らかにすることを目的とする。

2. 解析手法

一級水系流域から排出される総プラスチック量は、Nihei et al.¹⁾が 1km メッシュ単位にて評価した方法に倣って算定した。以下では、要点のみ記述する。

【STEP 1】日本全国にわたる 70 河川、90 地点の MicP の平常時の観測結果と流域情報の分析した結果、MicP の数密度・質量濃度が市街化率・人口密度との間に関係性が見られ、近似直線・近似直線の 95%信頼区間・移動平均値より得られた近似曲線の各 4 つの式にて評価する。本検討では、MicP 質量濃度データを用い、人口密度と質量濃度の相関関係を図-1 に例示する。次に、日本全国を対象とした 1km メッシュ単位の流域情報 (GIS にて集計) より、MicP の数密度と質量濃度を算定する。MacP の質量濃度については、既往の文献より MacP と MicP の質量濃度の比 (MacP/MicP) を算定し (2.24, 3.13, 7.66, 8.50 の 4 ケース)、この値と MicP 質量濃度の積より MacP 質量濃度を評価する。以上より、計 32 パターンの MicP・MacP 排出量の和を算定する。

【STEP 2】1km メッシュ単位の水収支計算より、各メッシュの年間流出量 Q (表面流出量と地下浸透量の和) を求める。

【STEP 3】STEP 1 で得られた MicP・MacP 質量濃度に、STEP 2 で得られた年間流出量 Q を乗じることにより、各メッシュの MicP・MacP 排出量を算定し、総プラスチック排出量を求める。以上より得られた結果を用いて、一級水系全体から排出される総プラスチック量を評価する。

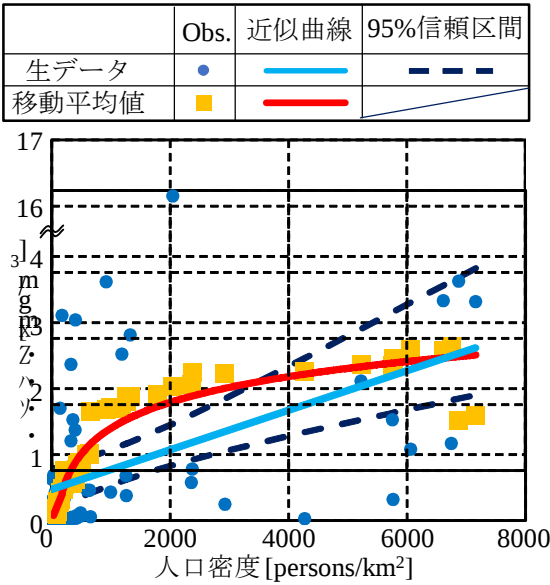


図-1 MicP 質量濃度と人口密度の相関関係

キーワード マイクロプラスチック、マクロプラスチック、海洋ごみ、流域圏、一級水系

連絡先 〒111-8646 東京都台東区浅草橋 5-20-8 CS タワー 八千代エンジニアリング(株) TEL 03-5822-2353

3. 結果と考察

(1) 一級水系の総プラスチック排出量マップの特徴：

109 の一級水系における総プラスチック排出量マップを図-2に示す。ここでは、全32ケースの中央値となるケースの結果である。なお、図中の白色（色が塗られていない）部分は、一級水系流域外のエリアである。これより、総プラスチック排出量が多い一級水系は、利根川や信濃川、淀川、木曽川、石狩川、北上川などであり、いずれも流域面積が大きい水系である。また、荒川・多摩川・庄内川水系のように流域面積が小さいものの、総プラスチック排出量が多い水系もあり、これらはいずれも人口密度が高い都市部を流れている。その逆で、十勝川・天塩川水系では流域面積が大きい

この状況をより詳細に検討するために、総プラスチック排出量の上位 10 水系における総排出量、流量、質量濃度を表-1 に示す。これらはいずれも年間値であり、プラスチック質量濃度は、総排出量を流量で除したものであり、MicP と MacP 濃度の和の年間平均値に相当する。これより、利根川の総排出量が顕著であり、信濃川、淀川、木曽川と続く。総排出量の内訳より分類すると、流量卓越型（信濃川、木曽川など）、質量濃度卓越型（荒川など）、両方卓越型（利根川、淀川など）に分けられる。流量卓越型は流域面積と降水量の大きい水系、質量濃度卓越型は大都市部を流域に抱える水系、両方卓越型はその二つの要素を含む水系である。

(2) 日本全体のプラスチック排出量への一級水系の寄与：一級水系の総プラスチック排出量の上位からの累計値と日本全国の排出量の割合を図-3 に示す。データは図-2 と同じ各水系の中央値である。これより、上位 10, 20, 30 水系ではそれぞれ 27.1, 36.8, 42.8%となっている。また、全 109 水系の排出量の割合は 60.8%であり、一級水系の流域面積の割合（64%）と同程度である。このように上位 20 の一級水系で日本全体の 1/3 強の排出量を占めるため、これらの排出量の大きい水系においてプラごみ削減対策を優先的に講じることは有用である。さらに、一級水系以外が占める排出量の割合が約 41%と高い割合を占める。これは本解析で採用するグリッドベースの MicP・MacP 排出量算定手法の有用性を示すものである。

4. まとめ

一級水系から排出される総プラスチック量を算定した。今後は、出水時の MicP に加え、MacP のデータも蓄積し、実態把握の精度をより高めていく必要がある。

参考文献

1) Nihei, Y., Yoshida, T., Kataoka, T., and Ogata, R. : High-resolution mapping of Japanese microplastic and macroplastic emissions from the land into the sea. *Water*. 2020. 12. 951.

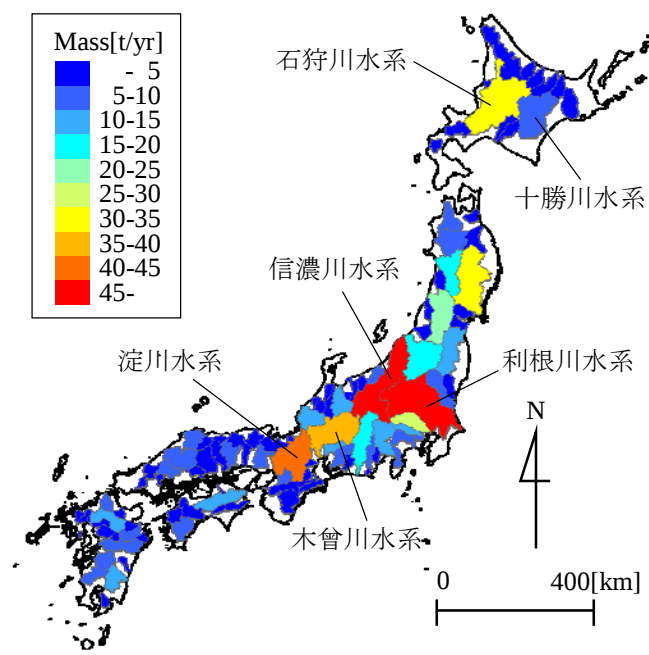


図-2 一級水系毎から年間に排出される総プラスチック量（各水系の中央値を記載）

表-1 総プラスチック排出量の上位 10 水系

水系名	総排出量	流量	質量濃度
	[t/yr]	[$\times 10^{10} \text{ m}^3/\text{yr}$]	[mg/m^3]
利根川	71.8	17.7	4.1
信濃川	48.9	19.2	2.5
淀川	40.2	9.9	4.1
木曾川	37.7	15.5	2.4
石狩川	34.9	16.2	2.2
北上川	30.1	13.6	2.2
荒川	29.6	3.2	9.3
最上川	23.0	10.9	2.1
阿賀野川	19.9	12.5	1.6
雄物川	19.3	8.9	2.2

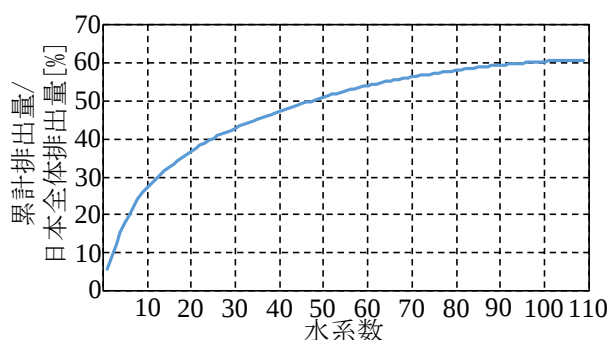


図-3 日本全体のプラスチック排出量に対する一級水系の寄与率