

河川水中でのマイクロプラスチック汚染の実態の検討

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻

東京理科大学理工学部土木工学科

愛媛大学大学院理工学研究科生産環境工学専攻環境建設工学コース

国土交通省国土技術政策総合研究所沿岸海洋・防災研究部沿岸域システム研究室

学生員 ○ 工藤 功貴

正会員 二瓶 泰雄

正会員 日向 博文

正会員 片岡 智哉

1. 序論

世界中の沿岸海域では人工ごみの散乱や漂着が問題となっており、中でもプラスチックごみは主要なごみの一つである。近年、マイクロプラスチック（MP）と呼ばれる直径 5mm 以下のプラスチックの破片が、河川や海洋といった環境中に存在することが報告されている。MP は大きなプラスチックごみの劣化やプラスチック製品の間接材料（レジンペレット）の流出、合成繊維の流出などにより発生する^{1) 2)}。MP による環境影響は様々な形で現れ、汚染物質を吸着し MP による生物濃縮などが指摘されている。この MP 汚染の実態調査が世界中の海域で盛んに行われているが、河川での調査例は少なく、河川に存在する MP の実態は明らかになっていない。海域における MP 汚染は陸域からの流出が原因の一つと目され、河川でも微小プラスチックが発見されていることから、河川が海洋へのマイクロプラスチックの輸送経路であることは十分考えられる。本研究では、河川水中における MP 汚染の実態解明のために、関東地方を中心として計 14 河川・15 地点における MP 調査を実施した。得られた結果より、河川水中における MP の数密度、材質、サイズ分布、輸送量を求めた。

2. 研究方法

(1) 観測サイト：MP 採取用の観測サイトとしては、後述の図 3 に示すとおり、東京湾へ流入する主要 9 河川（江戸川・荒川・多摩川・隅田川・中川・鶴見川・養老川・小櫃川・小糸川）、手賀沼へ流入する大堀川、さらに、山形県最上川、岡山県旭川、熊本県黒川、沖縄県宮良川の 14 河川である。測定点数は各河川 1 地点であるが、最上川のみ 2 地点（庄内大橋、黒滝橋）とした。これらのうち、大堀川と宮良川は流域面積が 30km² 程度であるが、他の河川は 250km² 以上の大河川である。現地観測日は、2015 年 8 月～12 月にかけて実施しており、いずれも降雨影響が少ない平常時に実施した。

(2) 観測手法：現地観測では、MP 数密度・輸送量を計測するために、図 1 に示すように、①MP 採取、②流速観測、の二種類を同時に行った。①の MP 採取に関しては、口径 30cm、目合い 0.1mm のプランクトンネット（5512-C 簡易プランクトンネット、離合社製）を河川の流心付近において橋上から下ろし、ネット上部が水表面付近に来るように浮かべた状態で 10 分間設置する。終了後、ネットを引き上げてネット内側の付着物を水で洗い流して採水瓶に回収する。MP 採取は各観測サイトで 2～4 回程度繰り返し行った。②では、電波流速計（Ryukan, 横河電子機器(株)製）を橋上に設置して表面流速を計測するか、もしくは、プランクトンネット中央に取り付けられた濾水計（5571-B プランクトンネット用ろ水計、離合社製）の回転数から流速に換算する。

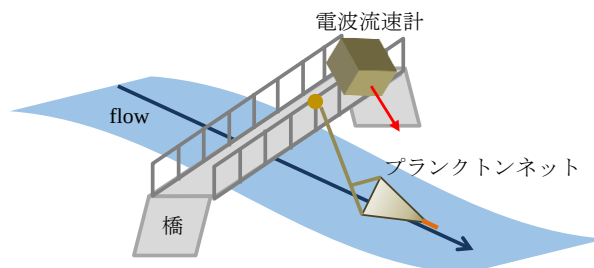


図 1 現地観測時の作業状況の模式図

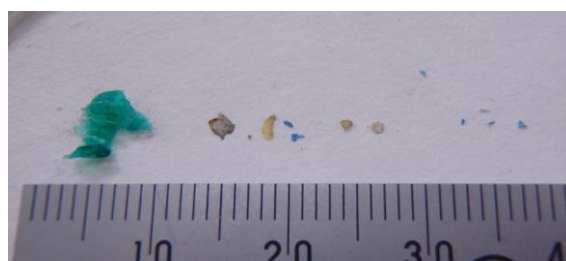


図 2 採取サンプル（最上川、2015 年 9 月採取）

MP を含むサンプル水は大学に持ち帰り、MP の比重が軽いことに着目して、飽和食塩水中にサンプル水を混ぜて攪拌し、しばらく静置した後に水表面付近の浮遊物を採取する。そこでは植片などの自然物を除いて、それ以外の人工物と思われる MP 候補物質をシャーレに移して保存する（図 2）。その後、シャーレ内の目盛りと比較して MP 候補物質のサイズを測定し、個数を数える。得られた MP 候補物質が MP であることを確定させるために、フーリエ変換赤外分光光度計

（Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR,

「ALPHA」, Bruker 社製）を用いて有機化合物の構造推定を行うことにより MP の材質判定を行った。FTIR 分析は、上記 14 河川 15 地点の全てについて行った。

キーワード：マイクロプラスチック、河川ゴミ、海ゴミ、FTIR

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501（内線 4069）FAX：04-7123-9766

3. 結果と考察

(1)MP 数密度マップ：まず，各地点における MP 数密度を地図上にプロットしたものを図3に示す．ここで，MP 数密度 ρ_{MP} [個/m³]の算出に際しては，次式を用いる．

$$\rho_{MP} = \frac{N_{MP}}{T * A * V} \quad (1)$$

ここで， N_{MP} は MP 採取個数[個]， T は計測時間[s]， A はネット断面積[m²]， V は流速[m/s]である．この MP 採取個数 N_{MP} は，FTIR でプラスチックであることを確認された個数である．また，流速 V は流速計の計測値か，ろ水計の回転速度を流速に換算したものを採用している．これより，流域の市街化率が 80%程度の大堀川における数密度は 2.48[個/m³]と最も高い．最も小さい隅田川でも 0.035[個/m³]を記録した．また，上流域に人家がほぼない沖縄県・宮良川でも MP は観測された

(=0.15[個/m³])．日本近海での MP 濃度は 0.6~4.2[個/m³]と報告されており³⁾，河川においても同オーダーの MP 濃度が記録されたことが分かる．なお，江戸川と中川で異なる日に採取した結果，数密度に大きな違いが見られ，上記の結果は場所による違いと共に時間的に変動することにも注意を要する．

(2)MP の材質判定結果：FTIR により得た MP の材質判定結果を図4に示す．ポリエチレン(PE)とポリプロピレン(PP)，ポリスチレン (PS)，アクリル系，その他に分類し，各材質の割合を表示した．全体的には PE や PP が卓越し，両者の和は平均して 86%となる．しかしながら，河川や地点により MP の材質構成に違いが見られる．ほぼ PP，PE のみであったのは大堀川，中川等，それ以外も含まれたのが江戸川，宮良川等である．なお，4 大汎用プラスチックの一つであるポリ塩化ビニルが含まれていないのは，比重が水より重いためである．

(3)MP サイズ分布：図5は全データにおける MP のサイズ分布を示す．これより，2mm 以下の MP が 8 割を占めている．本研究では，より細かい正確なサイズ分布計測はできていないが，2mm 以下が大半を占めるという結果は，海域における調査結果 (MP サイズのピークは 1mm 程度³⁾) と類似する．

(4)陸域から海域への MP 輸送量の試算：陸域から河川経由で海域に運ばれる MP 輸送量を求める．江戸川の 2015 年を対象とした．MP 観測を行った江戸川・野田橋の流量を算出し，その流量 (=1.92×10⁹m³/year) に本研究で得られた MP 数密度を掛けた結果，年間で 4.03×10⁸ 個の MP が海域に流出していることになる．この試算は MP 濃度が横断面内に一様と仮定した場合であり，比重の軽い MP は水表面付近に集中することを考えると，この結果は過大評価であり，修正の必要がある．

4. まとめ

東京湾を中心とした 14 河川 15 地点で MP 調査を行った結果，全ての河川で MP が発見され，数密度は海域と同オーダーであった．地点により材質構成に違いがみられ，サイズは 2mm 以下が 8 割であった．江戸川の MP 輸送量の試算では年 4 億個という結果となったが，過大評価であるため，今後修正が必要である．

参考文献：1)栗山ら，日本水産学会誌，Vol.68，No.2，pp.164-171，2002．2)Browne ら，*Environmental Science & Technology*，Vol.45，pp.9175-9179，2011．3) 国立大学法人 東京海洋大学，平成 26 年度 環境省委託業務，平成 26 年度 沖合海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書．

Unit : 個/m³

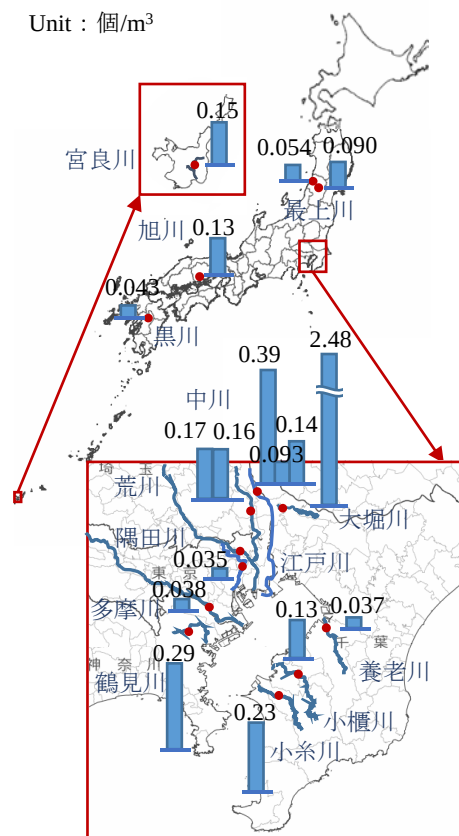


図3 対象河川における MP 数密度マップ

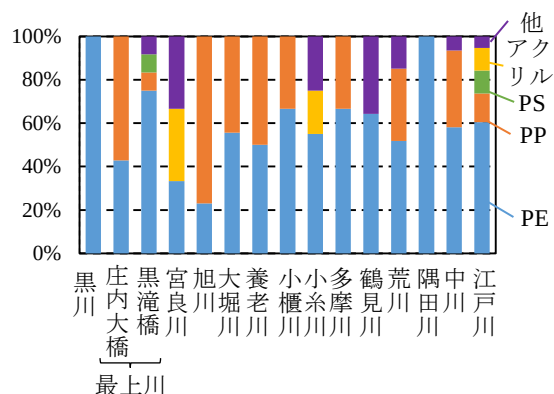


図4 MP の材質の割合

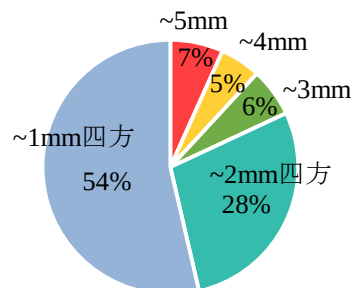


図5 MP のサイズ分布