

論文 (Article)

愛知県内河川におけるマイクロプラスチック汚染

中根芽莉^{1,2)}・谷口義則^{1,3)}・大脇健史⁴⁾

Microplastic pollution in rivers of Aichi Prefecture

Meri NAKANE^{1,2)}, Yoshinori TANIGUCHI^{1,3)} and Takeshi OOWAKI⁴⁾

摘 要

マイクロプラスチック (MP) による海洋汚染が深刻な問題となっているが、淡水域における研究は不十分である。本研究では愛知県内の14河川における MP の汚染状況を明らかにするため、ドリフトネットにより各地点で30分間サンプルを採取した。さらに FTIR を用いて MP の材質を同定した。研究の結果、MP は1河川を除く13河川で確認され、14河川の平均は7.8個 m⁻³、最大は63.6個 m⁻³であった。MP 物質は発泡スチロール片、徐放性肥料カプセルの順に多く、材質はポリスチレン、ポリエチレンの順に多かった。

キーワード：プラスチック廃棄物、発泡ポリスチレン、徐放性肥料、FTIR

Abstract

Pollution by microplastic (MP) wastes poses serious threats to marine environments; however, it has not been vigorously investigated in fresh water. This study aimed at revealing the levels of MP pollution in 14 rivers in Aichi Prefecture using a drift-net submerged in water for 30 minutes. The samples were analyzed to identify the plastic materials by FTIR. The results showed that the presence of MP was confirmed in all except for one river and the average and maximum densities of 14 rivers were 7.8 per m³ and 63.6 per m³, respectively. The most common type of MP waste was polystyrene foam followed by plastic capsules from slow-release fertilizers. The greatest proportion of material was polystyrene followed by polyethylene.

Key words: plastic waste, foamed polystyrene, slow release fertilizers, FTIR

(2020年11月18日受付；2021年1月7日受理)

はじめに

近年、海洋域におけるプラスチック廃棄物による汚染が深刻化している。プラスチックの世界総生産量は年間3億8

千万トンとされ、そのうちリサイクルされているのは9%に過ぎず、12%が焼却され、さらに79%が埋め立てまたは投棄されている (Geyer *et al.*, 2017)。プラスチック生産量と廃棄量は1950年以降増大し続けており、現状のペースでは2050

¹⁾ 〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501名城大学理工学部環境創造学科, Department of Environmental Science and Technology, Meijo University, 1-501 Shiogamaguchi, Tenpaku, Nagoya, Aichi 468-8502 Japan

²⁾ 〒497-8501 愛知県蟹江町蟹江新田下市場19-1 株式会社加藤建設, Kato Construction Co., Ltd., Shimo-Ichiba, Shinden, Kanie, Kanie, Aichi 497-8501 Japan

³⁾ 〒461-8534 愛知県名古屋市東区矢田南4-102-9 名城大学人間学部人間学科 (連絡著者：谷口義則, email: ytani@meijo-u.ac.jp), Department of Human Studies, Meijo University, 4-102-9 Yada-minami, Higashi, Nagoya, Aichi 461-8534 Japan (Corresponding author: Yoshinori Taniguchi, email: ytani@meijo-u.ac.jp)

⁴⁾ 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学理工学部応用化学科, Department of Applied Chemistry, Meijo University, 1-501 Shiogamaguchi, Tenpaku, Nagoya, Aichi 468-8502 Japan

年までに世界で120億トン以上のプラスチックが埋立・自然投棄され (Geyer *et al.*, 2017), 海洋中のプラスチック総量は魚類資源量を超過すると推定されている (Ellen MacArthur Foundation, 2016)。このため, 国際的にリサイクルや再利用が可能な製品, 生分解性プラスチックの使用促進等が提唱されているが (Ellen MacArthur Foundation, 2016), 人口1人あたりプラスチック (容器包装) の廃棄量は日本が米国に次いで多いとされている (UNEP, 2018)。

プラスチックによる汚染問題の中でもマイクロプラスチック (以下, MP と称する) 汚染が注目されている。MP は, 粒径5mm以下の微細プラスチックを指し, 多くの野生動物に取り込まれやすいため, 鯨類, ウミガメ類および海鳥類で腸閉塞や胃潰瘍, 消化能力の減少等が報告されている (山下ほか, 2016)。海鳥の90% がプラスチックを誤飲していることも報告されている (Lusher, 2015)。魚類でも確認されており, 国内の内湾ではカタクチイワシを含む合計6魚種197個体中74個体から合計140個のMP が検出された (牛島ほか, 2018)。このようにMP 汚染は海洋生態系において報告事例が多いが, 淡水域では少ない (環境省水・大気環境局水環境課海洋プラスチック汚染対策室, 2020)。陸水域である河川はプラスチック廃棄物の主要な発生源 (工場, 消費地) を貫流しており, 海洋に比べて水深が浅く, 岩石などの障害物が多くプラスチックが破砕化しやすいため大量のMP が生み出され得る (牛島ほか, 2018)。よって, 河川におけるMP の現存量は相当量に上ると推定され, 生態系はその影響を受けやすいと考えられる。しかし, 今日まで流下するMP の種類, 形状,

性状, 量を明らかにした研究は比較的少なく (環境省水・大気環境局水環境課海洋プラスチック汚染対策室, 2020), 東海地方では皆無である。愛知県は人口754万人を擁し (愛知県, 2020), 59水系997河川の総延長距離は約2,974 km に達し (愛知県建設局河川課, 2020), 産業活動も盛んである。本研究では愛知県内の三河地方以西を流れる14河川を対象にMP を採取し, 種類や数を河川間で比較することを目的とした。

方 法

本研究は2018年10月9日から10月22日の期間に愛知県内の一級 (5河川) 及び二級 (9河川) 水系を含む合計14河川 (1. 日光川, 2. 蟹江川, 3. 戸田川, 4. 新川 (名古屋市), 5. 庄内川, 6. 堀川, 7. 新堀川, 8. 天白川, 9. 扇川, 10. 境川, 11. 逢妻川, 12. 猿渡川, 13. 新川 (碧南市), 14. 矢作川) を対象に行った (図1)。採集地点の川幅は平均61.3m, 最小18m (扇川), 最大244 m (矢作川), 河口からの距離は平均6.5 km, 最小1.3 km (新川 (碧南市)), 最大9.2 km (矢作川) であった。周辺の土地利用は, 宅地, 学校, 商店, 工場, 公園, 水田, 畑, 雑木林等であった。各調査地点の所在する市区町の人口密度をそれぞれの自治体が公表する統計情報を元に算出したところ, 調査時, 平均4918人 km², 最小1950人 km² (矢作川), 最大8776人 km² (新堀川) であった。なお, 調査は曇りまたは晴天時に行い, 調査の直前に降雨は認められなかった。調査期間を含む22日間 (10月1日~22日) に観測された平均降雨量は0.6 mm 日⁻¹ (気象庁アメダス) と少なかった。

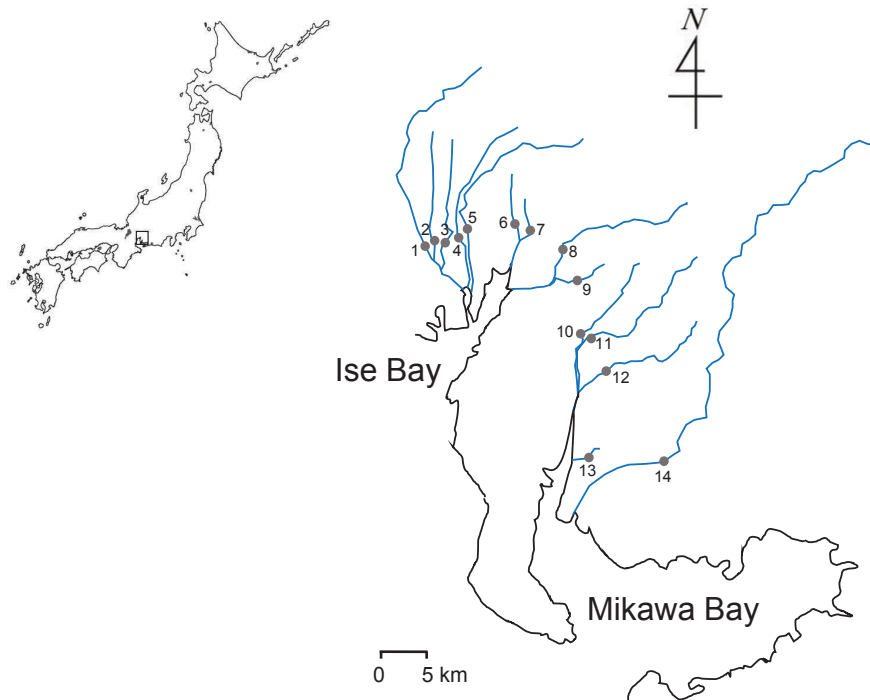


図1. 愛知県の河川におけるマイクロプラスチック調査地点。
Fig. 1. Sampling sites for microplastics in rivers of Aichi Prefecture.

愛知県内河川におけるマイクロプラスチック汚染

MP 候補物の採取は、川岸から0.5-3.0 m 離れた場所で行った。採取には底生動物採集用のサーバーネット（開口部一辺 25 cm 角，メッシュサイズ0.5 mm）を用い，各地点で30分間保持し流下物を採取した。この際，ネット開口部上辺を水面上に出し表水を浮いて流れる物も採取するよう努めた。得られた標本には有機物（水生・陸生の無脊椎動物，植物など）も含まれていたため10%エタノール水溶液で固定して持ち帰った。ネットの濾水量を算出するため，開口部の上流端（水深13-14 cm）でプロペラ式流速計（コスモ理研，CR-7WR）を用いて流速を計測した。14河川の平均流速は11.0 cm 秒⁻¹，平均濾水量は9.3 m³であった。各河川で採取された MP 個数を濾水量で除し MP 密度（個数 m⁻³）を求めた。

得られた標本をバットに入れ水道水で洗浄しながらソーティングし，目視で MP 候補物を抽出した。この際，明らかに有機物と思われるものを除き，疑わしい標本はすべて候補物として解析に供した。次に，フーリエ変換赤外分光高度計（アジレント・テクノロジー，Cary 630；以下 FTIR と称する）を用いプラスチックか否かの判定を行い，さらに詳細な材質を同定した。FTIR は，物質が化学構造に応じて特定の波数帯の赤外光を吸収する性質を利用し，赤外吸収スペクトルのピークが生じる波数帯を調べ，プラスチック材質の化学的な識別を可能にする（公益社団法人日本化学会，2004）。最初に，得られた標本を元に代表的なプラスチック物質の波長を求め，基準スペクトルを取り比較することにより材質を判定した。MP のサイズを計測するために，FTIR 判定を行う前に MP 候補物をバットやシャーレに並べ写真を撮影し，これらの画像を Microsoft Excel に取り込み各標

本の長径を距離計測ソフトで100分の1 mm 単位まで測定して記録した。日光川では採取標本数が多かったため全体の20%程度のMP候補物をFTIR測定し，結果を外挿しプラスチックの材質ごとの個数を求めた。なお，本研究では，既往研究にならい，ポリエチレン（polyethylene，PE），ポリエチレンテレフタレート（polyethylene terephthalate，PET），ポリプロピレン（polypropylene，PP），アクリル樹脂（polymethyl methacrylate，PMMA），ポリスチレン（polystyrene，PS）の5種の材質について判定を行い，これら以外をその他として扱った。例えば，ポリ塩化ビニル，ABS樹脂，ポリアミド（ナイロン），ポリアセタール，ポリカーボネート，バイオプラスチック，生分解性プラスチック，さらには複数の素材の混合物などである。

結 果

調査を行った14河川中13河川でMP物質が確認された。合計758個のMPが確認され，14河川のMP密度は平均7.8個 m⁻³，最小0個 m⁻³（戸田川），最大63.6個 m⁻³（日光川）であった（図2）。MP密度は，川幅（ $n=14$ ， $r=0.27$ ， $p=0.46$ ），流速（ $n=14$ ， $r=0.12$ ， $p=0.66$ ），調査地点が位置する市町区の人口密度（ $n=14$ ， $r=0.28$ ， $p=0.34$ ；2018年4月時点）との間でいずれも相関は認められなかった。

MPの平均長径は3.0 mmで，最も多かったのは1.0~1.9 mmの範囲で全体の36%を占めた（図3）。1.0 mm未満のMP数が最も少なかった一方で長径2.0 mm以上のMPは長径が大きいほどMP数が少ない傾向が認められた。ただし，河川

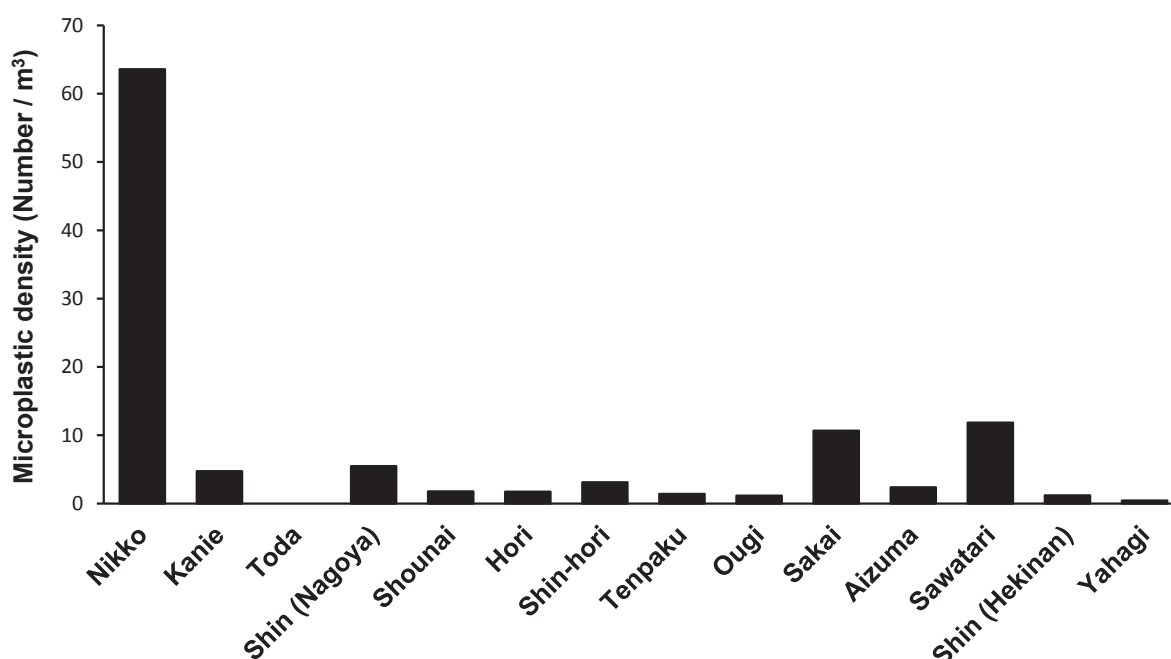


図2. 愛知県の河川で採取されたマイクロプラスチックの河川別密度。
Fig. 2. Microplastic density among the rivers in Aichi Prefecture.

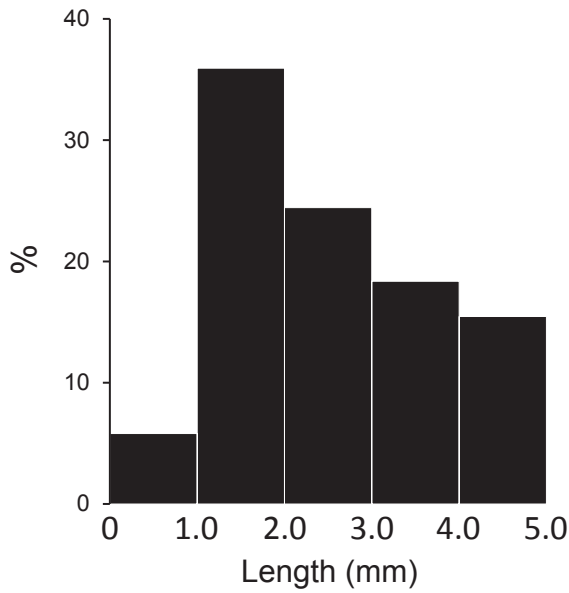


図3. 愛知県の河川で採取されたマイクロプラスチックのサイズ分布.
Fig. 3. Size distribution of microplastics collected in rivers of Aichi Prefecture.

間でMPの大きさに顕著な相違は認められなかった。FTIR解析の結果、採取されたMPは、PE、PET、PP、PMMA、PSおよびその他の6種に分類された(図4)。PEは12河川、PPは9河川、PSは7河川、PMMAは2河川、PETは1河川でそれぞれ確認された。PEは最も多くの河川で確認され、蟹江川、新川(名古屋市)、庄内川、堀川、天白川、扇川および逢妻

川のそれぞれで採取されたMP物質の50%以上を占めた。次に多くの河川で確認されたPPは新堀川で約64%を占めた他はそれぞれ50%未満であった。PSは日光川で多く確認され、全体の71%を占めた。その他の材質と判定されたMP物質は全サンプルの約11%であった。逢妻川、猿渡川および新川(碧南市)ではそれぞれ50%を超えていたが、これら3河川では得られた標本数が1個~6個と少なかった。

ほとんどのMPについて元のプラスチック製品を推定できなかった。ただし、色と形状から人工芝起源と推定されるMP(図5)が12河川で採取され、材質はPPあるいはPETと判定された。MP密度が最も高かった日光川ではPS、PEがそれぞれ71%、14%を占め、これらの多くがその色や形状から前者が発泡スチロール片、後者が徐放性肥料カプセルと推定された(図5)。本河川では400個以上の発泡スチロール片(発泡ビーズ状物質を含む)が採取されたのに対し、他の河川では1~6個が採取されたに過ぎなかった。日光川では肥料カプセルが他の河川に比べて数倍から数十倍確認された。

考 察

本研究の結果、調査を行った愛知県内の14河川中、戸田川を除く13河川でMPが確認された。確認された平均MP密度7.8個 m⁻³は、工藤ほか(2017)が関東地方の18河川で得た平均0.22個 m⁻³に比べて約35倍高い数値であった。同著者らは河川中のMP密度は流域の人口密度や市街地率と正の相関が認められることも報告している。本研究で対象とした地域の

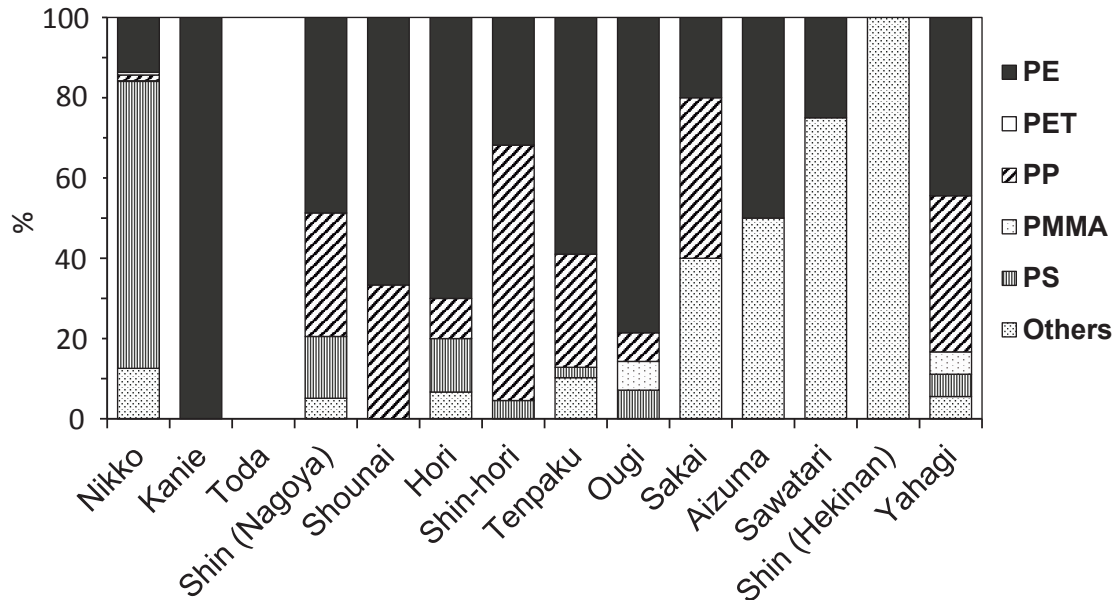


図4. 愛知県の河川で採取されたマイクロプラスチックの河川別材料組成.
Fig. 4. Proportion of material of the microplastics collected in rivers of Aichi Prefecture.

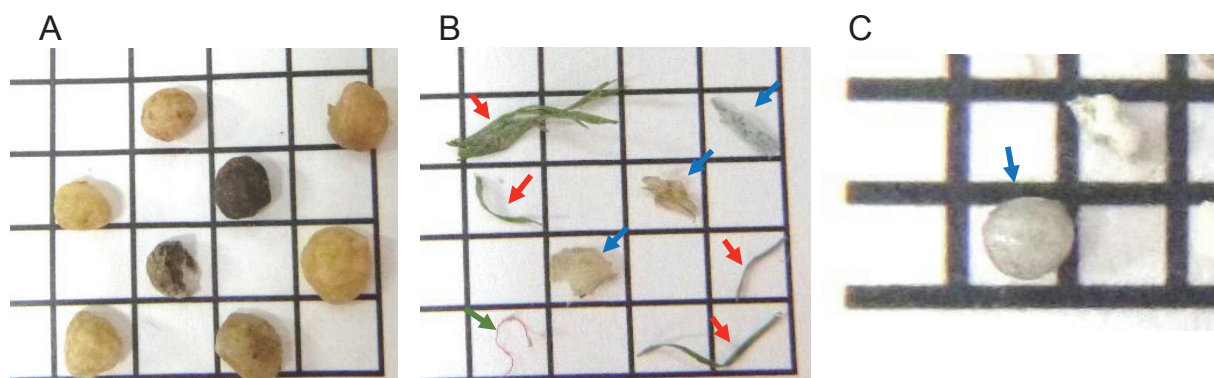


図5. A. 日光川で採取された徐放性肥料カプセル. B. 天白川で採取された発泡スチロール片 (青矢印), 人工芝片 (赤矢印) および非プラスチック物質 (緑矢印). C. 日光川で採取された発泡ビーズ (青矢印). 各セルの一边は5 mm. なお, 長径5 mm 以上の標本も含む.
Fig. 5. A. Slow-release fertilizer capsules collected in the Nikko River. B. Foamed polystyrene (blue arrows), artificial turf (red arrows), and non-plastic object (green arrow). C. Foamed polystyrene beads (blue arrow). Each cell is 5 mm by 5 mm. Objects greater than 5 mm are also included.

人口密度は同等あるいはむしろ低水準であったこと, 器具や濾水量等の研究手法についても大きな相違は無かったことなどから, このようなMP密度の相違がどのような要因に起因するのかを推測することは難しい。ただし, 本研究で得られた高いMP密度に最も寄与したのは主に日光川で採取された発泡スチロール片や発泡ビーズおよび徐放性肥料カプセルであったことから, 排出元は工場や田畑であると推測された。発泡スチロール片は二次マイクロプラスチックであり, プラスチック容器包装などが粉碎されたものである可能性が高く, 発泡ビーズは化粧品などのケア用品に使われることが多い。肥料カプセルはプラスチック容器に格納された化学肥料が徐々に放出される仕組みを持つ農業資材であり, これまで伊勢湾岸の漂着物調査により多く確認されている (藤枝, 2009; 浅井ほか, 2018)。本研究で観察された肥料カプセルは, 直径2~3 mm程の白, 灰, 黄褐色を帯びた中空の球状で, 一見, 草の実や生物の卵の殻のようにも見えるが, 指で押すと碎けにくく扁平に潰れるプラスチック物であるとわかった。上記の既往研究事例に比べて日光川流域 (および県内の他地域) に製造業や田畑が多く存在し, これらが流出起源となった可能性はあるが, 推測の域を出ない。なお, MPは一次MP (マイクロビーズや樹脂ペレット等の微細なプラスチック) と二次MP (大型プラスチック廃棄物が紫外線劣化や波等により粉碎され微細化したプラスチック) に分類されるが (Andrady, 2011), 日光川で得られたMP物質の多くは一次MPであったことから, 流出後ほどなく得られた標本であると推測された。

材質別に最も多くの (12河川) 調査地点で確認されたMPはポリエチレン (PE) であり, 多くが細長い緑色を呈していた (図5)。色と形状から本研究ではこれらの標本の多くが人工芝の一部である推定された。人工芝は公園, 駐車場, 民家の庭等で多用され, 劣化・破損し流出しやすいと考えられる。一方, PEは, バケツ, 文具, 容器 (洗剤や食品), フィ

ルム (食品包装, 農業・土木・電気建材) 等に幅広く使用されている (プラスチック・ジャパン・ドットコム, 2019)。人工芝ではない性状の標本も認められたことから, 今後材質既知の製品をFTIR解析し波形の照合を行うことにより起源製品の推定が可能になるだろう。

2番目に多い9河川で確認された材質はポリプロピレン (PP) であった。これらは様々な形状, 大きさ, 色を呈し, 起源となる主な製品を推定できなかったが, 一般的に冷蔵庫や自動車部品 (バンパー等), フィルム (菓子, インスタント食品包装), ロープや人工芝, 繊維 (カーペット), 弁当トレイ, ストロー等幅広く使われる素材として知られる (プラスチック・ジャパン・ドットコム, 2019)。PEは比重が0.92程度, PPは0.9とさらに軽く, いずれも耐衝撃・耐摩耗・耐熱・耐水等の性質に優れる特性を持つことから (プラスチック・ジャパン・ドットコム, 2019), 水中を浮遊しやすくMP調査では捕捉されやすい物質であると考えられる。加えて, PEはPCB (ポリ塩化ビフェニル), 有機塩素系農薬, PAH (多環芳香族炭化水素) 等の疎水性汚染物質を吸着しやすく, PPは難燃性を持たせるためにNP (ノニルフェノール) やOP (オクチルフェノール) 等を含み, 発がん性が指摘されるこれら物質の生体への移行が懸念される (間藤ほか, 2002)。破碎され, 二次MPとして漂う間に野生生物や人に誤飲・誤食されやすいと考えられ, 悪影響を及ぼす恐れがある。

3番目に多く (7河川) 確認されたのはポリスチレン (PS) であり, 主要用途に発泡製品がある。特に本研究の結果多く認められた発泡スチロール片や発泡ビーズがこれに当たる。PSは軽量性, クッション性, 断熱性に優れることから食品トレイ, 使い捨てカップ, 住宅の断熱材などに使用されるほか, 文具など幅広い用途がある (プラスチック・ジャパン・ドットコム, 2019)。ただし, PPとは異なり衝撃に弱く, 耐油・耐溶剤性も高くないため, 破碎されやすい。結果として

二次 MP を生み出しやすいと考えられる。

本研究では長径が1~1.9 mm の微細な MP が全体の約3割を占めた。これは、工藤ほか (2017) が東京を中心に18河川で調査し同サイズ階級の MP が8割を占めた結果と比べて少なく、差異をもたらした要因は不明である。一方、鍋谷ほか (2017) は、表層水中の粒径300 μm ~5 mm の MP を調べた結果、単位重量あたりの PAH 類の含有量が小粒径の MP ほど増加する傾向を報告している。小粒径の物質ほど小型の生物により誤飲・誤食されやすいと推測され、河川の食物網において被食される小型魚類から大型の捕食者にこのような発がん性物質の生体移行を通じて生物濃縮の影響が及ぶ恐れがある。国内の内湾や琵琶湖に生息する魚類の消化管内容物を調べた牛島ほか (2018) は、197個体のうち74個体から計140個の MP を検出している (検出率38%)。魚種別ではカタクチワシ (東京湾) が最も高く34 個体中 27 個体 (同79.4%) で MP が確認され、琵琶湖でもワカサギ31個体中9個体 (同30%) から確認された。検出されたマイクロプラスチックの平均粒径は843 μm と小さく、最小値は167 μm であったという。また、実験的に水生昆虫 (蚊の幼虫) が MP (粒径2 μm および15 μm) を取り込み、さらに蛹および成虫の段階でも保持することが明らかにされたことから (Al-Jaibachi et al., 2018), これを捕食する魚類や鳥類への波及影響も懸念される。イギリスでは小売店で販売される貝類から100%の確率で MP (いずれも粒径1 mm 以下) が検出された報告もあり (Li et al., 2018), ヒトからも糞便10g あたり平均20個の MP (粒径50-500 μm) が検出されている (Schwabl et al., 2019)。このように MP の影響は陸水域の生態系のみならず人間の暮らしにも及んでいる恐れがある。加えて、多くの研究において粒径500 μm 以下の微小な MP が検出されている。しかし、本研究では500 μm メッシュのネットで標本を採取したため、これら微小な MP については評価できなかった。今後、より小径メッシュのプランクトンネット等を用い、微小な MP を採取することにより先行研究と照合することが可能になる。

本研究の結果、愛知県内の河川に広く MP 汚染が広がっており、伊勢湾を漂流する廃棄物や海岸に漂着する廃棄物の流出源となっていることが推測された。プラスチック廃棄物が河川や海に流出する経路は十分に明らかにされていないが、MP 物質の多くが粒子の小ささゆえに都市の下水処理場で捕捉されず河川に流出していることが多くの国で認識されつつあり (Sarijan et al., 2020), 日本も例外ではないと考えられる。このことから、今後河川に生息する魚類による MP 物質の摂取や生体、さらには河川生態系に及ぼす MP の影響を明らかにする研究の進展が期待される。また本研究では徐放性肥料カプセルを多地点で確認したが、現状として肥料袋に「農地から流出させないよう」注意喚起が記載されているに過ぎず (農林水産省, 2018), 生分解性製品の普及は進んでいない。加えて、現状では日本におけるプラスチック容器包装の生分

解性製品が占める割合は全生産量の0.4%程度と推定されている (プラスチック循環利用協会, 2020)。よって、国は関係業界団体に対し生分解性を早急に進めるよう求めるべきである。さらに今後、水質と同様に環境中の MP 汚染にも明確な基準を設けることが重要である。

謝 辞

名城大学理工学研究科学生諸氏 (清水建伍, 濱島翼), 同大学理工学部環境創造学科学科学生諸氏 (岡裕一郎, 坂本孔毅, 近藤健太, 高瀬光太, 徳竹輝, 早川航平, 堀田康平, 村瀬綾香, 安江圭介) には分析および野外調査において補助して頂いた (敬称略)。ここに感謝する。特に、本誌編集委員長・野崎健太郎氏, 編集委員・松本嘉孝氏ならびに匿名査読者2名からは原稿に対して数多くの貴重な示唆と助言を頂き、これらなくして本稿の完成は成し得なかった。心より御礼申し上げます。

引用文献

- 愛知県 (2020) : 県政情報 統計データ, <<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/toukei/jinko1new.html>>, (2020年11月11日 参照).
- 愛知県建設局河川課 (2020) : 建設局河川課の事業内容, <<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/kasen/0000005599.html>>, (2020年11月11日参照).
- Al-Jaibachi, R., R. N. Cuthbert, and A. Callaghan (2018) : Up and away: ontogenic transference as a pathway for aerial dispersal of microplastics, *Biology Letters*, <<https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0479>>.
- Andrady, A. L. (2011) : Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, **62**: 1596-1605.
- 浅井雄大・張徳偉・千葉賢 (2018) : 四日市市楠町吉崎海岸のマイクロプラスチック分布の現地調査. 四日市大学論文集, **31**: 125-135.
- Ellen MacArthur Foundation (2016): The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics. <<https://www.weforum.org/reports/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>>, (2020年12月26日参照)
- 藤枝繁 (2009) : 伊勢湾岸に漂着散乱するごみの分布と発生地域. 漂着物学会誌, **7**: 13-19.
- Geyer, R., J. R. Jambeck, K. L. Law (2017) : Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, **3**: e1700782.
- 公益社団法人日本化学会 (2004) : 化学便覧基礎編 II 改訂5版15.7振動スペクトル, 公益社団法人日本化学会編, 丸善, 東京.
- 環境省水・大気環境局水環境課海洋プラスチック汚染対策室

- (2020) : 海洋プラスチックごみに関する既往研究と今後の重点課題 (生物・生態系影響と実態) <https://www.env.go.jp/water/marine_litter/MarinePlasticLitter_Survey%20to%20understand%20the%20actual%20situation.pdf>, (2020年12月25日参照).
- 工藤功貴・片岡智哉・二瓶泰雄・日向博文・島崎穂波・馬場大樹 (2017) : 日本国内における河川水中のマイクロプラスチック汚染の実態とその調査手法の基礎的検討. 土木学会論文集 B1 (水工学), **73**: 1225-1230.
- Li, J., C. Green, A. Reynolds, H. Shi, and J. M. Rotchell (2018) : Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom. *Environmental Pollution*, **241**: 35-44.
- Lusher, A. (2015) : Microplastics in the marine environment: distribution, interactions and effects, *In* M. Bergmann et al. (eds.), *Marine Anthropogenic Litter*, pp.245-307, Springer, Germany.
- 間藤ゆき枝・高田秀重・モハマドバウジザカリヤ・栗山雄司・兼広春之 (2002) : 海岸漂着プラスチック粒 (レジンペレット) 中の有機汚染物質-汚染物質含有量の地域差と樹脂種による相違-. 環境科学会誌, **15**: 415-423.
- 鍋谷佳希・田中周平・鈴木裕識・雪岡聖・藤井滋穂・高田秀重 (2017) : 琵琶湖・大阪湾におけるマイクロプラスチックへのペルフルオロ化合物類および多環芳香族炭化水素族類の吸着特性. 環境工学研究論文集, **73**: IIII_1-IIII_8.
- 二瓶泰雄・片岡智哉 (2018) : 河川のマイクロプラスチック研究をしませんか, <http://committees.jsce.or.jp/hydraulic02/system/files/niheiyasuo_2018.pdf>, (2020年11月11日参照).
- 農林水産省生産局 (2018) : 農業生産におけるプラスチック問題への対応, <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/pura/attach/pdf/pura_kaigi-45.pdf>, (2020年12月24日参照).
- プラスチック循環利用協会 (2020) : プラスチックリサイクルの基礎知識, <<https://www.pwmi.or.jp/pdf/panfl.pdf>>, (2020年12月25日参照).
- プラスチック・ジャパン・ドットコム (2019) : プラスチック材料の基礎知識~種類・特徴・用途, <<https://plastics-japan.com/archives/5087>>, (2020年12月25日参照).
- Sarijan, S., S. Azman, M. I. M. Said, and M. H. Jamal (2020) : Microplastics in freshwater ecosystems: a recent review of occurrence, analysis, potential impacts, and research needs. *Environmental Science and Pollution Research*, <<https://doi.org/10.1007/s11356-020-11171-7>>.
- Schwabl, P., S. Köppel, Dipl.-Ing (FH), P. Königshofer, T. Bucsics, M. Trauner, T. Reiberger, and B. Liebmann (2019) : Detection of various microplastics in human stool. *Annals of Internal Medicine*, **171** : <<https://doi.org/10.7326/M19-0618>>.
- UNEP (2018) : Single Use Plastic Sustainability: A Roadmap for Sustainability, <<https://www.unenvironment.org/ietc/ja/node/53?%2Fresources%2Fpublication%2Fsingle-use-plastics-roadmap-sustainability=>>>, (2020年12月25日参照).
- 牛島大志・田中周平・鈴木裕識・雪岡聖・王夢澤・鍋谷佳希・藤井滋穂・高田秀重 (2018) : 日本内湾および琵琶湖における摂食方法別にみた魚類消化管中のマイクロプラスチックの存在実態. 水環境学会誌, **41**: 107-113.
- 山下麗・田中厚資・高田秀重 (2016) : 海洋プラスチック汚染: 海洋生態系におけるプラスチックの動態と生物への影響. 日本生態学会誌, **66**: 51-68.
- (担当編集委員: 松本嘉孝, 国立豊田工業高等専門学校)

