

<報文>

横浜市内の河川マイクロプラスチック横断方向調査*

松島由佳**・畠山貴紀**・山本裕一**・山本 大樹**・米谷健司**・蝦名紗衣***

キーワード ①マイクロプラスチック ②河川水 ③横断方向 ④河川断面

要 旨

横浜市環境科学研究所では2017年から市内環境中のマイクロプラスチック調査を行っている。マイクロプラスチックの海域への流入経路の一つと考えられる市内河川について調査を行ったところ、調査した全ての河川でマイクロプラスチックが確認された。今後、河川中のマイクロプラスチックの実態を長期的に把握するためには調査方法の確立が必要であることから、本報では調査方法の検討項目の一つである河川横断方向でのマイクロプラスチックの個数密度や組成等の変動について川幅の異なる市内3河川3地点で調査した。この結果、マイクロプラスチックの形状や組成については、いずれの河川においても、横断方向で大きな違いはみられなかった。一方、個数密度については、最も川幅の大きい鶴見川亀甲橋においては左岸が右岸及び流央(河川横断方向の中央部分)に比べて高い傾向がみられた。この違いが生じた一因として、調査地点上流の河川環境や採取位置での横断方向の断面形状及び流速の影響があるものと推測された。

1. はじめに

近年、プラスチックごみやマイクロプラスチック(一般的に5mm以下の微細なプラスチック¹⁾、以下MPと略す)による海洋汚染が国際的な問題となっている²⁾。2019年6月に開催されたG20大阪サミットでは、2050年までに海洋プラスチックごみの追加的な汚染をゼロにまで削減することを目指す「大阪ブルーオーシャンビジョン」が共有され、海洋プラスチックごみに関する国際的な取組みが進んでいる³⁾。

横浜市環境科学研究所では2017年から市内環境中のMP調査を行っている^{4)~6)}。このうち、市内沿岸の6か所の調査では、全ての海岸においてMPが観察された。このため、MPの海域への流入経路の一つと考えられる市内河川中のMP調査を行うこととした。この結果、調査した全ての河川でMPが確認された。このため、今後、市内河川中のMPの実態を長期的に把握するためには、調査方法の確立が必要であるといえる。その中で、河川中のMP調査方法におけるばらつきへの影響因子として、サンプリング及び分析によるものが考えられる。そこで本報では、サンプリングに関する検討項目の一つとして考えられる採取位置について、川幅の異なる市内の3河川3地点で行った河川横断方向でのMPの調査結果を報告する。

2. 調査方法

2.1 サンプリング地点と採取日

サンプリングは川幅の異なる3つの河川(鶴見川:延長約43km・流域面積約235km²の一級河川、帷子川:延長約17km・流域面積約57km²の二級河川、大岡川:延長約14km・流域面積約35km²の二級河川)の各1地点で行った(図1、表1)。なお、調査は2020年9~12月に各地点2日ずつ行った。



図1 調査地点

*Research of microplastics distribution at river crossing direction in Yokohama city

**Yuka MATSUSHIMA, Takanori HATAKEYAMA, Yuichi YAMAMOTO, Hiroki YAMAMOTO, Kenji YONEYA (横浜市環境科学研究所) Yokohama Environmental Science Research Institute

***Sae EBINA(横浜市環境創造局) Yokohama Environmental Planning Bureau

2.2 サンプリング方法

サンプリングは既往の研究⁷⁾を参考に作製した図2に示すプランクトンネット（開口部一辺30cm，側面の長さ100cm）を用いて行った。なお，プランクトンネットの目開きはMP調査の主流サイズであることや採取したMPが目視で観察できる大きさであることを考慮して300 μ mとした⁸⁾。また，プランクトンネットの内部には濾水計（GENERAL OCEANIC社製，GO-2030R低速用ローター付）をセットし，プランクトンネットの内部を通過した水量を算出した。

サンプリングは河川中に立入り，プランクトンネット開口部の最上端が水面際になるように手で固定して行った。

サンプリング位置は図3に示すように，各地点の右岸（川の上流から下流に向かって右側），流央（河川横断方向の中央部分），左岸（川の上流から下流に向かって左側）の横断方向3点にて行い，それぞれの位置で各3回，合計9回サンプリングを行った。

2.3 試料前処理

サンプリングした試料の分析フローを図4に示す。

プランクトンネットの捕集物は藻や落葉などの有機物を除去するために，フェントン処理⁹⁾を行った。フェントン処理は水130mLに対して30%過酸化水素20mLと硫酸鉄0.07gを添加し，5日以上静置して行った。フェントン処理後の試料は40 $^{\circ}$ Cで乾燥後，人工物と思われるものをピックアップし，分析対象とした。

2.4 MPの同定

ピックアップした人工物について，実体顕微鏡（オリパス社製SZH10）で大きさを計測後，FT-IR（Thermo

Fisher Scientific社製Nicolet iS5）を用いて材質を分類した。なお，FT-IRはATR法（プリズムに試料を密着させ，試料表面から数 μ mもぐりこんで反射する全反射光を測定する方法）を用いた。

2.5 河川環境の影響

調査した3河川の違いを考察するため，調査地点における周辺の環境を調査するとともに採取位置での河川の断面形状及び流速測定を行った。調査は2021年6月に行った。

断面の形状は図5に示したように，横断方向30~50cm毎に各点の水深を測定した。なお，鶴見川亀甲橋では左岸から21~23mは水深が深く実測が困難であったため，定規の沈込み等の状況から推測した。また，流速測定は横断方向30~50cm毎に電磁流速計（ケネック社製VE10）を用いて5秒平均流速を5回測定した。

なお，いずれも徒歩観測法（川を歩いて渡りながら測定する方法）で行った¹⁰⁾。

表1 調査地点詳細

地点番号	地点名	水系	調査日	川幅 (m)
①	亀甲橋	鶴見川	2020/11/24, 2020/12/23	約23
②	横浜新道下	帷子川	2020/9/14, 2020/10/22	約10
③	青木橋	大岡川	2020/11/10, 2020/12/18※	約3

※流量不足により濾水計が部分的に回らなかったため欠測

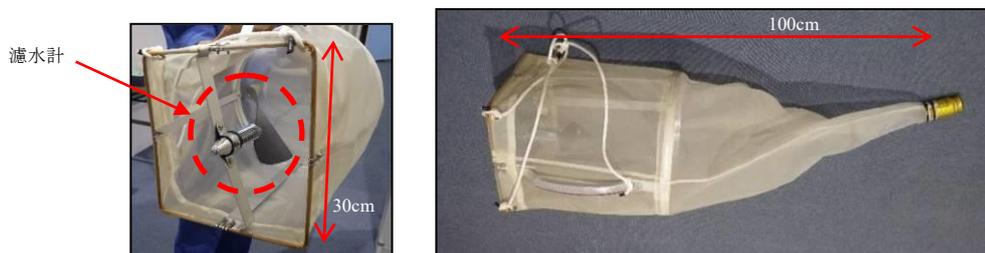


図2 使用したプランクトンネット



図3 各河川の横断方向調査位置

3. 結果と考察

3.1 MP個数密度

各地点での横断方向3か所におけるMP個数密度を図6～図8に示す。

この結果、鶴見川亀甲橋（以下、亀甲橋）での個数密度は、左岸で1.4～11個/m³、流央で2.0～3.8個/m³、右岸で2.7～5.7個/m³、となっていた。なお、各位置における個数密度の平均値は左岸で8.3個/m³、流央で2.7個/m³、右岸で4.0個/m³となっており、左岸が流央や右岸に比べて2倍以上高かった。

また、帷子川横浜新道下（以下、横浜新道下）での個数密度は、左岸で0.77～2.9個/m³、流央で0.60～3.8個/m³、右岸で1.0～1.7個/m³であった。なお、各位置における個数密度の平均値は左岸で1.8個/m³、流央で1.6個/m³、右岸で1.2個/m³となっており、位置による個数密度の違いは0.6個/m³程度であった。

大岡川青木橋（以下、青木橋）の個数密度は、左岸で1.3～1.5個/m³、流央で1.1～1.9個/m³、右岸で1.1～2.0個/m³であった。なお、各位置における個数密度の平均値は、左岸で1.4個/m³、流央で1.6個/m³、右岸で1.4個/m³となっており、位置による違いは0.2個/m³程度であった。これより、亀甲橋において採取位置によるMP個数密度の違いが大きく、左岸が高い傾向があることがわかった。

また、3河川の個数密度の調査日ごとの平均値を図9に示した。この結果、個数密度の平均値は亀甲橋では4.6～5.3個/m³、横浜新道下では1.3～1.8個/m³、青木橋では1.5個/m³であり、亀甲橋の個数密度が他の2河川に比べて2倍以上高かった。これより、亀甲橋では上流に他の2河川と異なった河川へのMPの流入の要因がある可能性が考えられる。



図4 分析フロー



図5 横断方向の水深及び流速測定

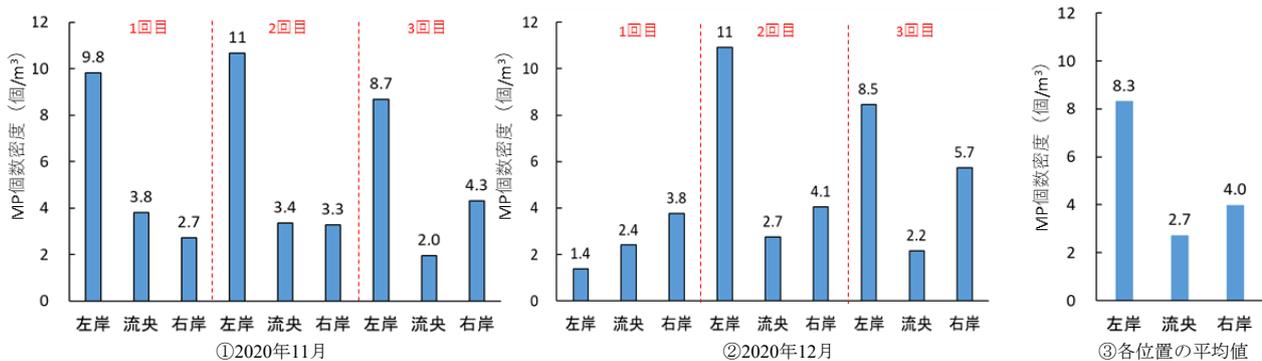


図6 MP個数密度（鶴見川亀甲橋）

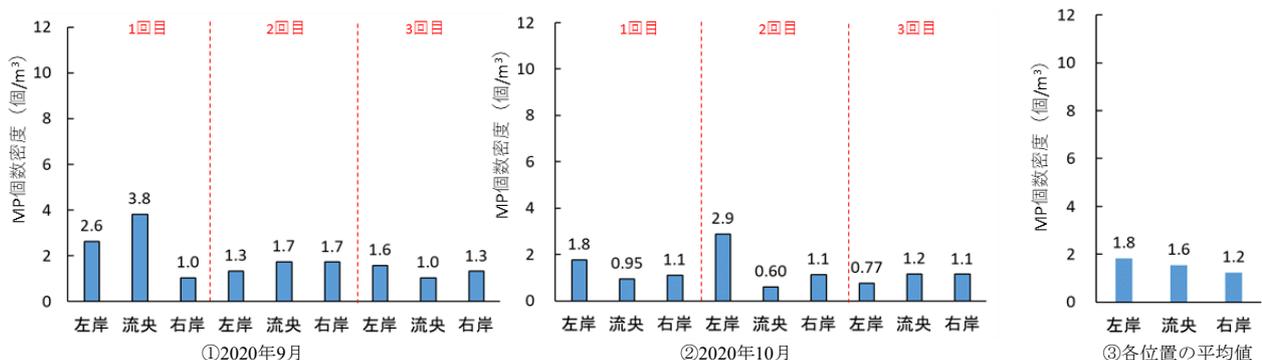


図7 MP個数密度（帷子川横浜新道下）

3.2 MPの形状

各地点でのMPの形状を図10に示す。この結果、亀甲橋では、12月の流央3回目で繊維が17%観察されたが、それ以外は粒子や繊維が一部観察されたものの、96%以上が破片であった。また、横浜新道下では、繊維が最大14%、粒子が最大4%観察されたが、86%以上が破片であった。青木橋においても繊維が最大9%、粒子が最大5%観察さ

れたが、91%以上は破片であった。

いずれの地点においても、MPの形状について、横断方向の採取位置（左岸，流央，右岸）による違いはみられなかった。また、調査日（9～12月），採取回数（1～3回目）による違いも特に観察されなかった。

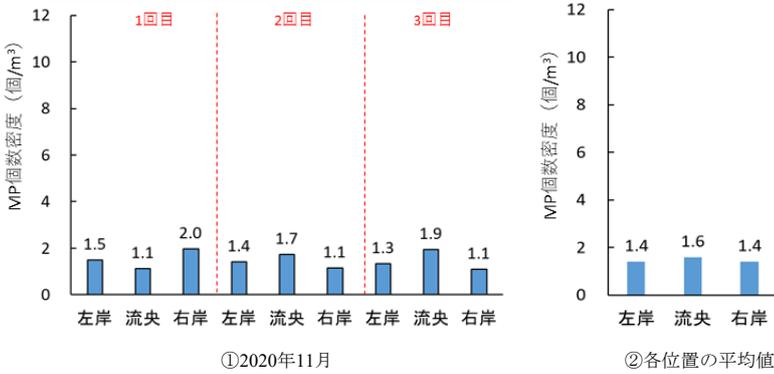


図8 MP個数密度（大岡川青木橋）

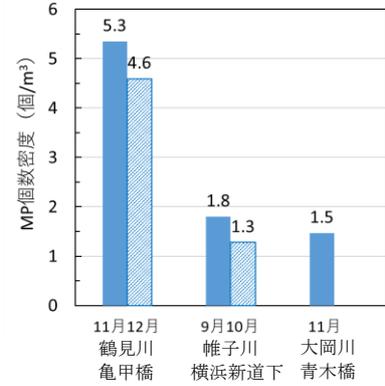


図9 各地点のMP個数密度平均値



図10 各地点のMPの形状

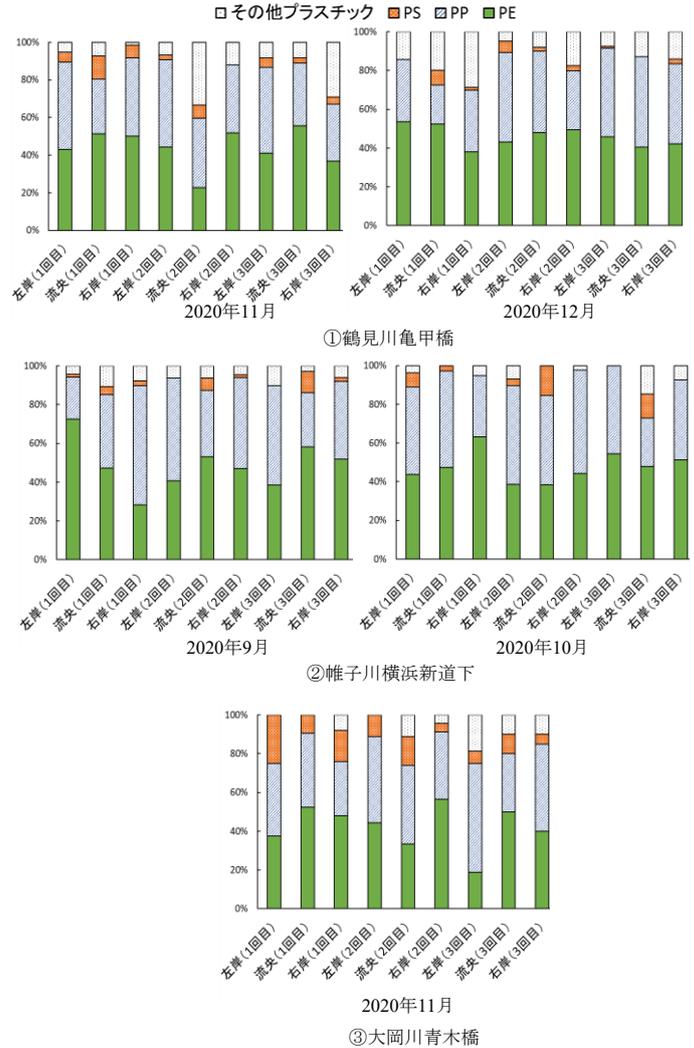


図11 各地点のMPの材質

3.3 MPの材質

各地点のMPの材質を図11に示す。この結果、亀甲橋ではポリエチレン(PE)が23~56%, ポリプロピレン(PP)が20~47%, ポリスチレン(PS)が0~12%, その他プラスチックが2~33%であった。また、横浜新道下では、PEが28~72%, PPが22~62%, PSが0~15%, その他プラスチックが0~15%となった。青木橋では、PEが19~57%, PPが28~56%, PSが4~25%, その他プラスチックが0~19%であった。

全地点を材質別にみると、PSについては、大岡川青木橋では、10%を超えるものが9試料中5試料で観察されており、青木橋の11月左岸1回目では25%であった。その他プラスチックについては、亀甲橋の11月流央2回目・右岸

3回目及び12月右岸1回目では29~33%であったが、それ以外では20%を超えるものはなかった。一方、いずれの地点においても、PEとPPが多く観察され、横断方向の採取位置(左岸、流央、右岸)や調査日(9~12月)、採取回数(1~3回目)にかかわらず、PEとPPが全体の60%以上であることがわかった。

3.4 河川環境の影響

調査地点の周辺環境について図12に示す。

この結果、亀甲橋では、採取位置の上流約120m及び30m部分に浅瀬があり、部分的に白波が立っていた。また、横浜新道下では、採取位置の上流約9.6mの部分で川が右岸側に蛇行していた。一方、青木橋では、採取位置の上

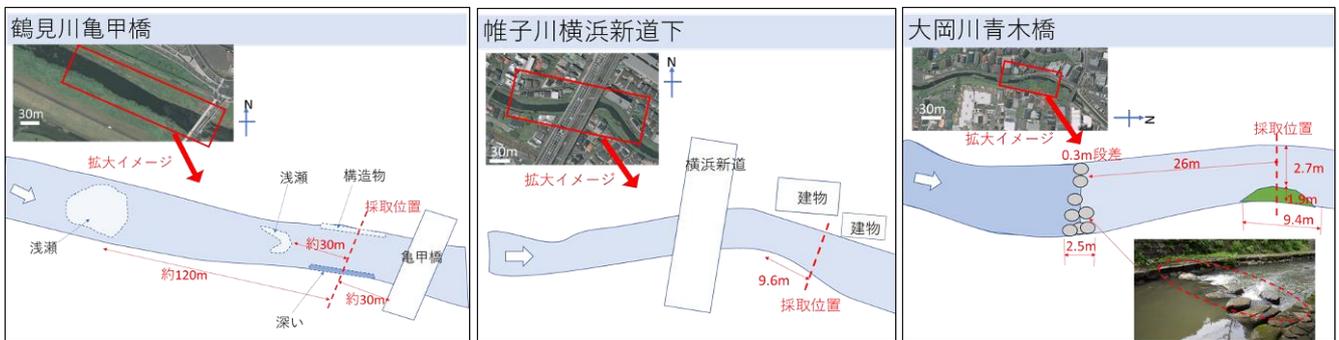


図12 調査地点の周辺環境調査(国土地理院の地図¹¹⁾を編集・加工)

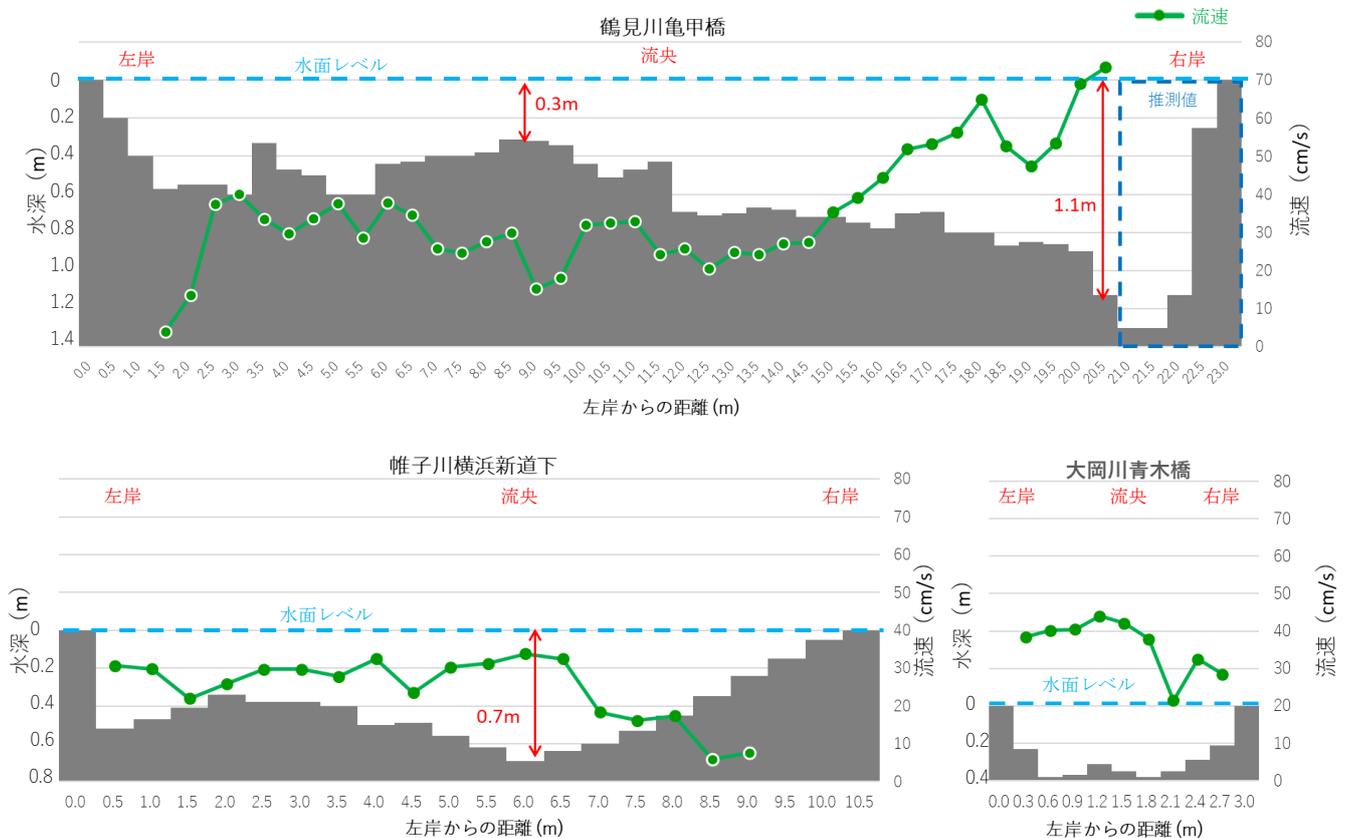


図13 調査地点の断面形状及び流速測定結果

流約26m部分で50cm以上の岩が横断方向に並んでおり、同部では下流方向に約0.3m低下する段差が存在し、川が滝のように白波を立てていた。なお、いずれの地点においても採取位置上流50m以内に支流の合流や排水口などの流入口は確認されなかった。

また、採取位置における横断方向の断面形状及び流速測定結果を図13に示す。

この結果、亀甲橋では、流央に水深が0.3mと浅い部分が見られ、右岸では水深が1.1m以上と深くなっており、横断方向での断面形状に違いがあることがわかった。また、横断方向の流速については、流央で一部15cm/sまで低下するものの、左岸から2.5～15.5m付近までは20～40cm/sであり、左岸から16～20.5mについては、44～73cm/sと速くなっていた。横浜新道下では、流央で水深が0.7mと最も水深が深くなっており、断面形状は左岸から流央に向けて一度凸状となり、流央で最も深くなった後、右岸に行くに従い浅くなる形状を呈していた。流速は左岸から6.5mまでは22～34cm/sの間となっているが、左岸から7m以降は右岸側に行くに従い流速は遅くなり、左岸から9m付近では8cm/sまで低下した。一方、青木橋では、水深は流央に向けて凹となっており、0.2～0.4mであった。また、流速は22～44cm/sとなっており、左岸・右岸に比べて流央が速かった。

以上から、調査地点によってそれぞれ上流の浅瀬や蛇行、横断方向の断面形状や流速に違いがあり、また、3地点の中でも最も川幅の大きな亀甲橋では、横断方向の水深や流速の変化が他の2地点に比べて大きいことがわかった。これらが亀甲橋でのMP個数密度の横断方向での違いの一因となった可能性が推測される。

4. まとめ

河川中のMP調査において、サンプリング方法の検討項目の一つとして考えられる河川横断方向の採取位置によるMP個数密度や組成等の違いについて、川幅の異なる市内の3河川3地点で調査した。この結果、MP個数密度については、横浜新道下及び青木橋では、横断方向(左岸、流央、右岸)での違いはみられなかったが、亀甲橋では、左岸のMP個数密度が高い傾向がみられた。また、3地点のMP個数密度の平均値を比較すると、亀甲橋が2倍以上高く、亀甲橋では上流に他の2河川と異なった河川へのMPの流入の要因がある可能性が考えられる。

一方、MPの形状や組成については、3地点とも横断方向での違いは見られなかった。

また、調査した3地点の周辺環境の観察や採取位置での横断方向の断面形状及び流速を測定した結果、調査地点によってそれぞれ上流の浅瀬や蛇行、横断方向の断面

形状や流速に違いがあった。また、3地点の中でも最も川幅の大きな亀甲橋では、横断方向の深さや流速の変化が他の2地点に比べて大きいことがわかった。以上から、亀甲橋でMP個数密度の横断方向での違いが生じた一因として、採取位置上流の河川環境や採取位置の横断方向の断面形状及び流速の影響があるものと推測された。

5. 引用文献

- 1) Andrady A.L. : Microplastics in the marine Environment. *Marine Pollution Bulletin*, **62**, 1596-1605, 2011
- 2) 環境省：環境白書 令和二年版, pp.25-36, 2020
- 3) 外務省：G20大阪首脳宣言, https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/g20/osaka19/jp/documents/final_g20_osaka_leaders_declaration.html (2021.8.3アクセス)
- 4) 蝦名紗衣, 加藤美一, 堀美智子：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第1報)-沿岸のマイクロプラスチックの漂着状況-. 横浜市環境科学研究所報, **43**, 26-30, 2019
- 5) 蝦名紗衣, 加藤美一, 北代哲也, 小倉智代：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第4報)-野島海岸のマイクロプラスチック漂着量の季節変動-. 横浜市環境科学研究所報, **44**, 52-58, 2020
- 6) 松島由佳, 小倉智代, 蝦名紗衣：横浜市内のマイクロプラスチック調査(第5報)-市内河川のマイクロプラスチック調査-. 横浜市環境科学研究所報, **45**, 13-20, 2021
- 7) T. Kataoka, Y. Nihei, K. Kudou, H. Hinata: Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan. *Environmental Pollution*, **244**, 958-965, 2019
- 8) Ministry of the Environment Japan : Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic Monitoring Methods, Ministry of the Environment Japan, pp.18-22, 2019
- 9) Rachel R. Hurley, Amy L. Lusher, Marianne Olsen, Luca Nizzetto: Validation of a Method for Extracting Microplastics from Complex, Organic-Rich, Environmental Matrices. *Environmental Science and Technology*, **52**, 7409-7417, 2018
- 10) 土木研究所：平成14年度版水文観測, 99-101, 2002
- 11) 国土地理院：地理院地図, <https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1> (2021.8.3アクセス)