

横浜市内のマイクロプラスチック調査（第 9 報）

—鶴見川詳細調査—

松島由佳、畠山貴紀、小倉智代、山本大樹（横浜市環境科学研究所）、
米谷健司（横浜市環境創造局）

Microplastics survey in Yokohama City (Part9)

- Detailed survey in the Tsurumi River-

Yuka Matsushima, Takanori Hatakeyama, Tomoyo Ogura, Hiroki Yamamoto
(Yokohama Environmental Science Research Institute),
Kenji Yoneya(Yokohama Environmental Planning Bureau)

キーワード：マイクロプラスチック、河川、海洋環境、鶴見川、下水処理場、放流水

要 旨

横浜市環境科学研究所では、2017 年度から市内のマイクロプラスチック（MP）の実態調査を行っている。2019 年度から河川定点（累計市内 4 河川 4 地点）における MP 調査を行ったところ、鶴見川には他の調査地点と異なる流域特性があることが推測された。このため、鶴見川亀甲橋（潮の影響が少ない下流域）から市ケ尾水辺の広場（横浜市内最上流地点）の範囲において、河川中の MP と流域情報との関係及び下水処理場（水再生センター）からの放流水が河川中の MP に与える影響について調査した。この結果、人口密度や土地利用別面積などの流域情報は、市内の調査地点間に大きな違いがない等の理由から、MP 個数密度との相関はみられなかった。一方、下水処理場に流入する MP は下水処理工程によってそのほとんどが除去されるが、下水処理工程をすり抜けた MP は下水放流水とともに排出され、河川の MP 個数密度及び MP 流量に影響を与えることが分かった。

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 5 mm 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⁾。また、2022 年 2 月から 3 月にかけて開催された第 5 回国連環境総会再開セッション（UNEA5.2）においては、海洋プラスチック汚染を始めとするプラスチック汚染対策に関する法的拘束力のある国際文書（条約）について議論するための政府間交渉委員会（INC）を立ち上げる決議が採択された⁴⁾。横浜市では 2019 年 9 月にプラスチック問題の解決に向けて、横浜市が取り組む具体的な行動を示した「よこはまプラスチック資源循環アクションプログラム」⁵⁾を策定した。また、2021 年 7 月には横浜市生活環境の保全等に関する条例で環境への負荷の低減に関する指針を改正、「プラスチックの流出防止」として、樹脂ペレットを使用等する事業者に対する取組を規定した⁶⁾。

横浜市環境科学研究所では 2017 年度から市内環境中の MP 調査を行っている^{7)~12)}。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、2019 年度からは海域への MP 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。河川水中の MP 調査については、2021 年 6 月に環境省から河川マイクロプラスチック調査ガイドライン¹³⁾（以下、環境省ガイドライン）が策定されたが、それまでは国際的にも確立された河川 MP 調査方法はなかった。このため、本研究では 2019 年度から、より精度の高い河川 MP 調査を行うため、採取方法（採取ネットの改良や横断方向における採取位置の影響）や分析の前処理方法（フェントン処理の有効性等）を検討し^{9)、11)}、市内を広域かつ長期的に調査するにあたり、2019 年から市内 3 定点（累計 4 河川 4 地点）での河川 MP の定点調査を開始した。この結果、鶴見川には他の調査地点と異なる流域特性があることが推測されたため¹²⁾、本報では鶴見川亀甲橋から市ケ尾水辺の広場の範囲において、河川中における MP と流域情報との関係及び下水処理場からの放流水が河川 MP に与える影響について調査した結果を報告する。なお、MP は一般的に 5 mm 以下と定義¹⁾されるが、本調査においては、環境省ガイドラインに準じ、5 mm 未満の MP を解析対象とした。また、同ガイドラインでは「目開き 0.3 mm 程度のネットによる採取方法を用いているため、1 mm 未満のマイクロプラスチックに関する測定値等は参考値とする。」とあるが、本調査では 1 mm 未満の MP についても全ての測定値に含めている。

2. 調査方法

2-1 調査日

調査は2021 (R3) ~2022 (R4) 年度の5月及び11~12月の計4期実施した。各調査地点での採取はn=1~2の計3~6回とした(表1)。なお、3-1-1で後述するように、放流口直下でのMPの個数密度の時間変動が大きいことがわかったため、3回目の調査から放流口直下のみn=2とした。

2-2 調査地点

調査は、都筑水再生センター(表2、図1)を基点とし

て市内最上流地点から潮の影響の少ない下流域の範囲内で6地点を選定した(表2、図1~2)。なお、選定にあたっては、河川表層に多いMPを安定して採取し、濾水量をより正確に計測するため、「①プランクトンネットを手で固定できる様に立入が可能」、「②濾水計が安定して回る流速及びプランクトンネットを沈める水深が確保できる」、「③安全に作業できる」、また、可能な限り「公共用水域水質測定計画¹⁴⁾に基づく水質測定地点である」ことを考慮して選定した。

表1 調査回と調査地点

調査回	調査年月日	調査地点(調査順)(数字はn数)
1回目	2021(R3)年5月18日	亀甲橋(1)→落合橋(1)→放流口直下(1)→都橋(1)→千代橋(1)
	2021(R3)年5月19日	市ケ尾水辺の広場(1)
2回目	2021(R3)年11月29日	亀甲橋(1)→落合橋(1)→放流口直下(1)→都橋(1)→千代橋(1)
3回目	2022(R4)年5月20日	市ケ尾水辺の広場(1)
	2022(R4)年5月23日	亀甲橋(1)→落合橋(1)→放流口直下(2)→都橋(1)→千代橋(1)
4回目	2022(R4)年12月15日	亀甲橋(1)→落合橋(1)→放流口直下(2)→都橋(1)→千代橋(1)
	2022年(R4)12月19日	市ケ尾水辺の広場(1)

表2 調査地点詳細

調査地点	住所	水質測定地点	特徴・選定理由
①市ケ尾水辺の広場	青葉区市ケ尾町	—	・本川市最上流部 ・上流に鶴見川クリーンセンター(町田市)、麻生水処理センター(川崎市)が位置
②千代橋	緑区青砥町	○	—
③都橋		○	・支川恩田川 ・上流に成瀬クリーンセンター(町田市)が位置
④放流口直下	都筑区	—	・都筑水再生センター放流口直下
⑤~⑦落合橋	佐江戸町	—	・都筑水再生センター放流口の約100m下流 ・放流口からのMPの挙動を考察するため、3点(左岸、中間、右岸)採取
⑧亀甲橋	港北区新羽町	○	・MP定点調査地点

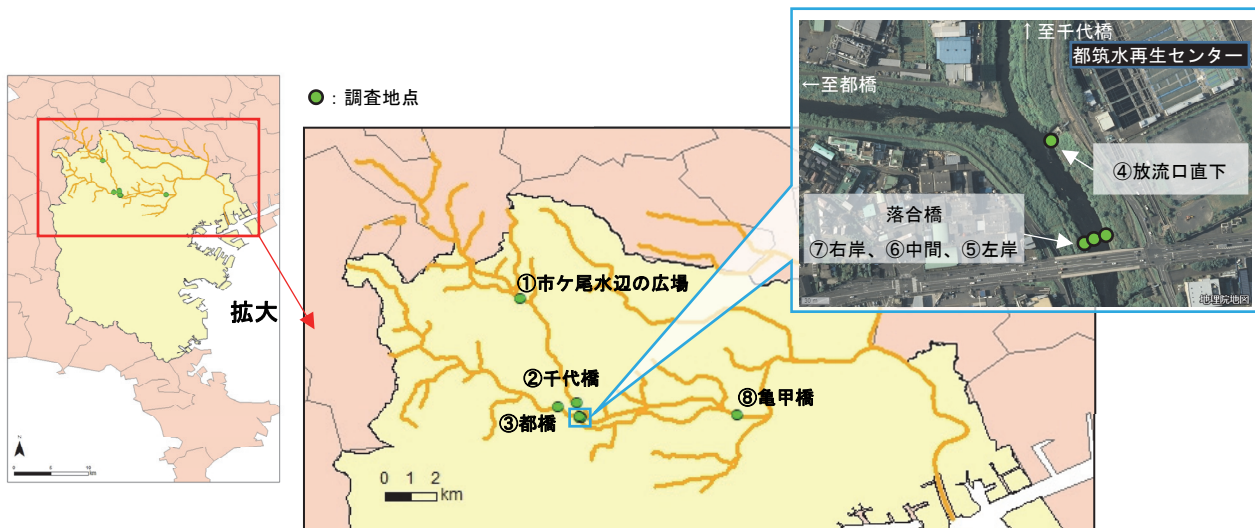


図1 鶴見川調査地点(表2の①~⑧に対応、写真は地理院地図を加工)

2-3 試料採取方法

試料採取は環境省ガイドラインに基づき、目開き 0.3 mm のプランクトンネットを用いた。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) を取付け、プランクトンネットの内部を通過した水量を算出した。

なお、プランクトンネットの開口部は最表層の MP をより安定して捕集するため¹¹⁾、角形を自作し、使用した (図 3)。

また、試料採取は河川中に立ち入り、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 (図 4)。

採取位置については、川岸から対岸までの中間点とした。ただし、落合橋については、川幅が他の調査地点に比べて広く、環境省ガイドラインにおいても「川幅が広い調査地点では、3 地点以上の採取が望ましい」とされていること及び、放流口からの MP の挙動を考察するため、中間に加えて右岸 (川の上流から下流に向かって右側)、左岸 (川の上流から下流に向かって左側) を併せた計 3 点採取とした。



①市ヶ尾水辺の広場



②千代橋



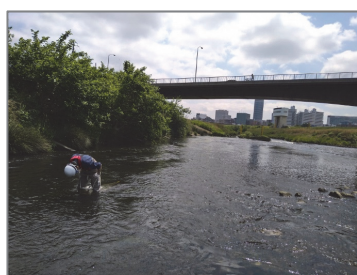
③都橋



④放流口直下



⑤~⑦落合橋



⑧亀甲橋

図 2 調査地点詳細 (表 2 の①~⑧に対応)

2-4 試料前処理

採取した試料の分析フローを図 5 に示す。

プランクトンネットの捕集物は藻や落ち葉などの有機物を除去するために、フェントン処理¹⁵⁾を行った。フェントン処理は水 130 mL に対して 30%過酸化水素 20 mL と硫酸鉄 0.07 g 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°C で乾燥後、プラスチックと思われるもの (プラスチック候補物) をピックアップし、これを分析対象とした。

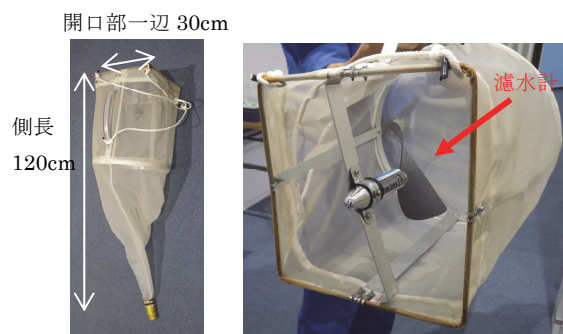


図 3 プランクトンネットの外観



図 4 試料採取外観

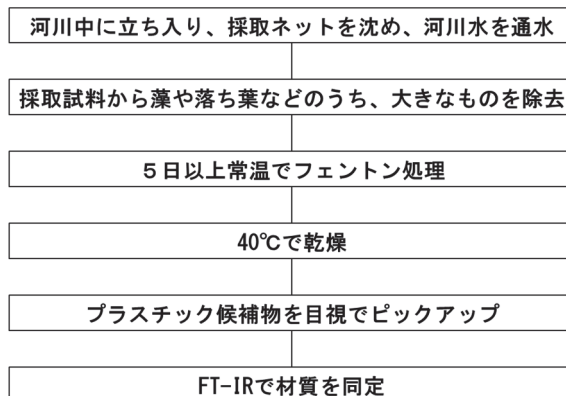


図 5 試料採取から MP 同定までの分析フロー

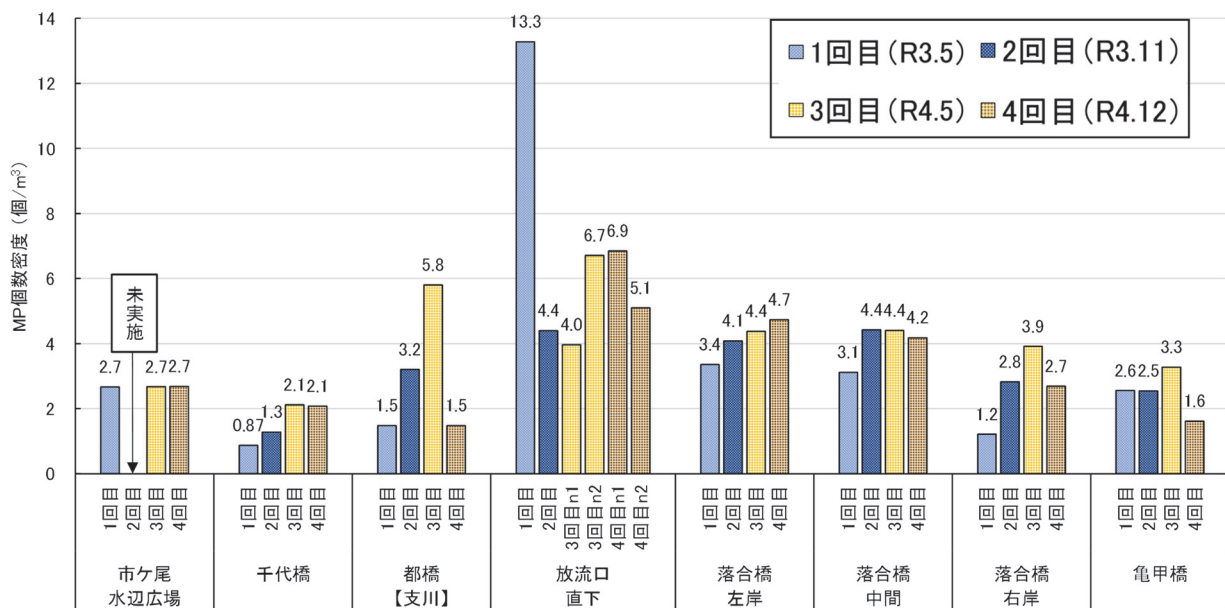


図6 各調査時のMPの個数密度

2-5 MPの同定

プラスチック候補物は全て実体顕微鏡（オリンパス社製 SZH10）で大きさを計測し、5 mm未満のプラスチック候補物についてはFT-IR（Thermo Fisher Scientific社製 Nicolet iS5）を用いて分析し、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 μm程度潜り込んで反射する全反射光を測定する方法）を用いた。

2-6 水質測定

環境調査として現地にて採水して持ち帰り、化学的酸素要求量（COD）、浮遊物質（SS）及び濁度を測定した。

3. 結果と考察

3-1 MPの個数密度

3-1-1 各調査地点の比較

各調査地点、各調査回でのMP個数密度を図6に、各調査地点の平均MP個数密度を図7に示した。この結果、各調査地点でのMP個数密度は、市ケ尾水辺の広場では計3回の調査全て2.7個/m³、千代橋では0.87~2.1個/m³、平均1.6個/m³、都橋では1.5~5.8個/m³、平均3.0個/m³、放流口直下では4.0~13.3個/m³、平均6.7個/m³、落合橋左岸では3.4~4.7個/m³、平均4.1個/m³、落合橋中間では3.1~4.4個/m³、平均4.0個/m³、落合橋右岸では1.2~3.9個/m³、平均2.7個/m³、亀甲橋では1.6~3.3個/m³、平均2.5個/m³であった。これより、全調査地点のMP個数密度のうち、放流口直下が最も大きい結果となった。

なお、放流口直下について、1回目（13.3個/m³）は同調査地点における他の調査時（2~4回目の計5回の平均5.4個/m³）と比較して大きい結果であった。都市部の下水処理場の放流水について、中村らによる船橋市の下水処理場の調査¹⁶⁾によると、放流水中のMPの個数密度は時間変動が大きいことが報告されている。このことから、放流口直下での変動は、このような時間変動によるものと推測される。

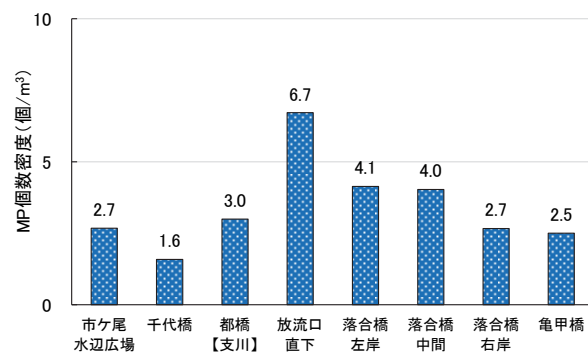
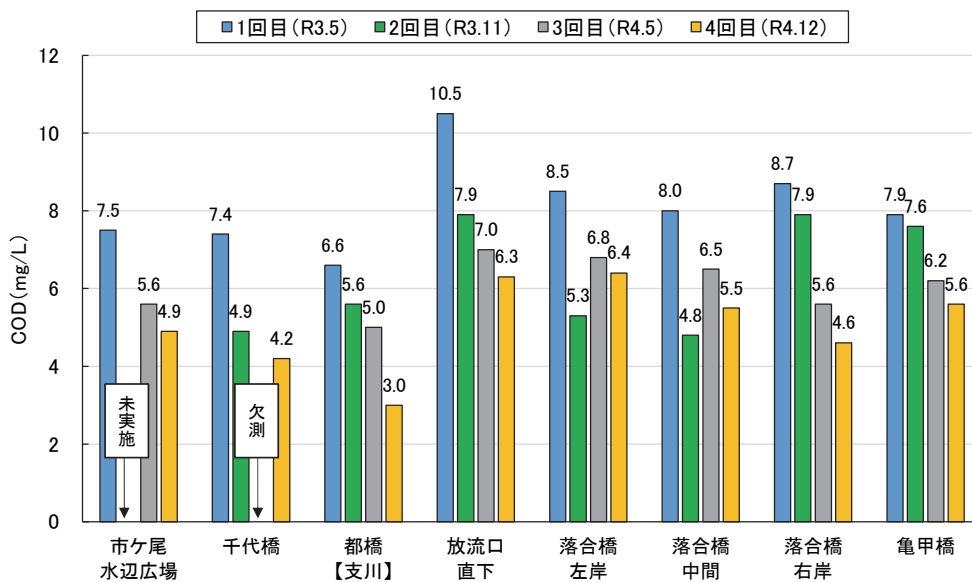


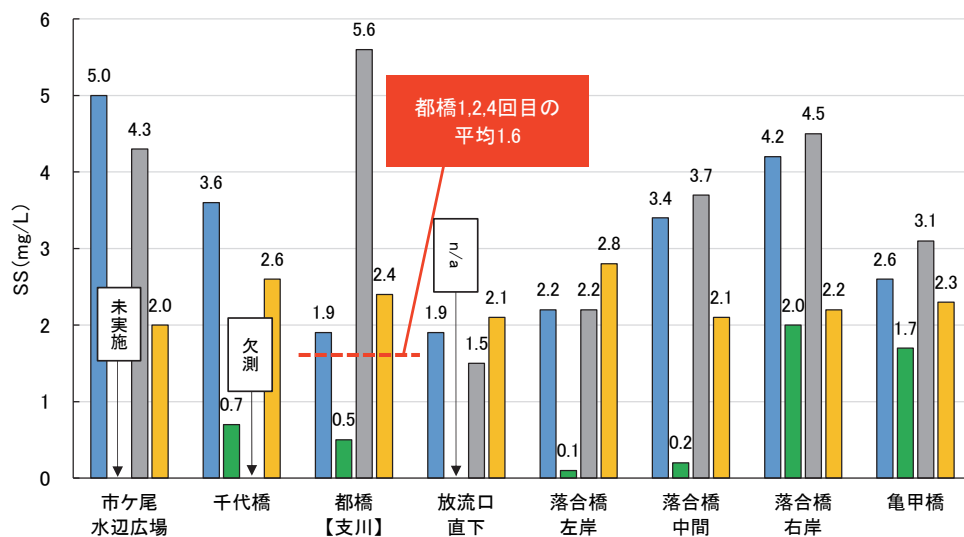
図7 各調査地点のMPの平均個数密度

また、都橋について、3回目（5.8個/m³）が同調査地点における他の調査時（1、2、4回目の平均2.1個/m³）と比較して大きい結果であった。同調査地点における河川の水質（図8）に着目すると、SSについては、1、2、4回目の平均が1.6 mg/Lであったのに対し、3回目は5.6 mg/Lと3.5倍大きかった。また、濁度については、同調査地点における、1、2、4回目の平均が1.8度、都橋の3回目を除く全調査地点の平均が2.1度であったのに対し、3回目は6.3度と3倍以上大きかった。このため、都橋の3回目は平時と異なった水質であった可能性が考えられる。

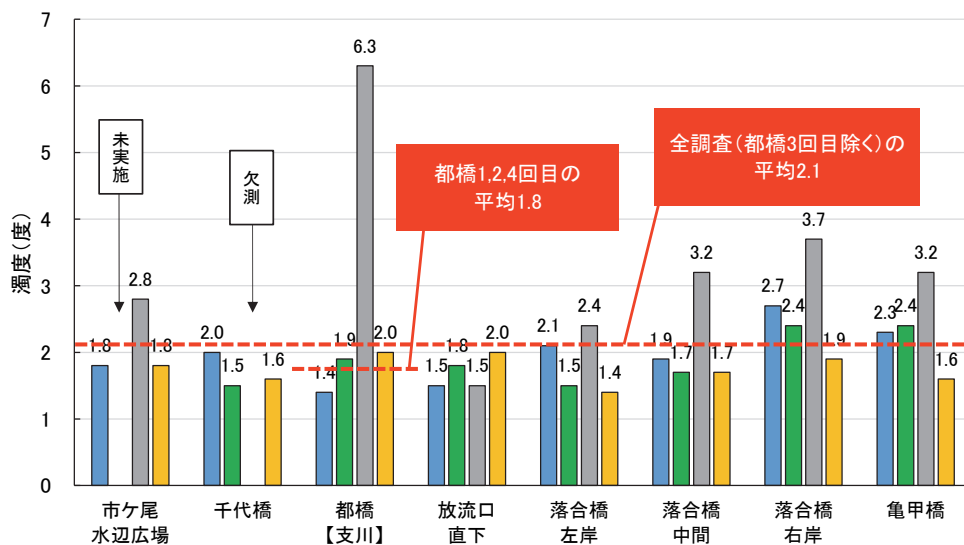
落合橋の3点（左岸、中間、右岸）を比較すると、個数密度は4回の調査とも、左岸及び中間は右岸より大きかった。放流口は左岸側に位置しているため、落合橋付近の河川の流れが左岸から中間に寄るほど放流口直下からの流れの影響を受けているものと考えられる。ただし、1回目では、放流口直下（13.3個/m³）と比較して約100 m下流の落合橋の左岸が3.4個/m³と小さい結果であった。河川におけるMPの分布について、片岡ら¹⁷⁾の江戸川のMP調査では調査日によっては水表面よりも底面付近で高いMP濃度が観測されている。本研究の落合橋においても、MPの個数密度の時間変動に加えて、放流口直下から落合橋間でのMPの滞留または川床への沈降が生じていた可能性が考えられる。



①COD



②SS



③濁度

図8 各調査時の水質分析結果

3-1-2 水質測定値との関係

水質測定値と各調査回での MP の個数密度との相関について、表 3 にまとめた。この結果、調査 3 回目の濁度、4 回目の COD を除いて、いずれも COD、SS 及び濁度と MP の個数密度との相関はみられなかった。

3-1-3 流域情報との関係

環境省の調査¹³⁾では、河川の流域情報（人口密度、市街地率、森林率）と MP の個数密度との相関を調べたところ、人口密度及び市街地化率と MP の個数密度の間には、正の相関が、森林比率と個数密度の間には負の相関がみられている。本調査においても、環境省資料¹⁸⁾から流域情報の得られた都橋、落合橋及び亀甲橋の 3 地点について、環境省と同様に流域情報と MP の個数密度との関係を調べた。この結果を表 4 にまとめた。

この結果、調査 3 回目の人口密度及び都市域率を除き、いずれも環境省調査でみられた相関はみられなかった。この要因として、市内 3 地点間の流域情報には、環境省の全国調査のような大きな違いがないことや、調査河川には下水処理場が位置していることが考えられる。

3-2 MP の形状

各調査地点の MP の形状を図 9 に示す。形状の分類は環境省ガイドラインに基づき、「破片」、「膜・シート状」、「ビーズ」、「発砲」、「球・円柱」、「繊維状」に分類した。この結果、全ての調査において、「破片」と「膜・シート状」で全体の 7 割以上を占めた。なお、「ビーズ」はいずれの調査地点においても観察されなかった。また、「繊維状」は全ての調査地点で見られたが、放流口直下及び落合橋左岸は、他の調査地点と比較してその割合が小さかった。

3-3 MP の材質

各調査地点の MP の材質を図 10 に示す。この結果、調査 1 回目の都橋及び亀甲橋を除く全ての調査において、

「ポリエチレン」、「ポリプロピレン」及び「ポリスチレン」で全体のうち 8 割以上を占めた。「その他プラスチック（その他プラ）」の内訳としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ナイロン/ポリアミド、ポリメタクリル酸メチルやアクリロニトリル等のアクリル樹脂類、エチルビニルアセテート（EVA）などが主に採取された。

なお、調査地点間での違いについて、特徴は確認できなかった。

表 3 水質測定値と MP の個数密度との相関係数

調査回	COD	SS	濁度
1 回目	0.33	-0.14	-0.09
2 回目	-0.22	-0.47	-0.15
3 回目	-0.24	0.37	0.75
4 回目	0.72	0.19	-0.54

表 4 各調査時の流域情報と MP 個数密度との関係

調査地点	流域情報			
	人口密度 (千人/km ²)	土地利用別面積 (%)		
		森林	都市域	
都橋【支川】	8.3	14	77	
落合橋中間	6.8	17	69	
亀甲橋	6.9	15	71	
相 関 係 数 r ^{**}	環境省調査	正	負	正
	1 回目	-0.96	0.93	-0.99
	2 回目	-0.23	0.77	-0.40
	3 回目	0.87	-0.39	0.76
	4 回目	-0.59	0.96	-0.73

※MP の個数密度との相関係数

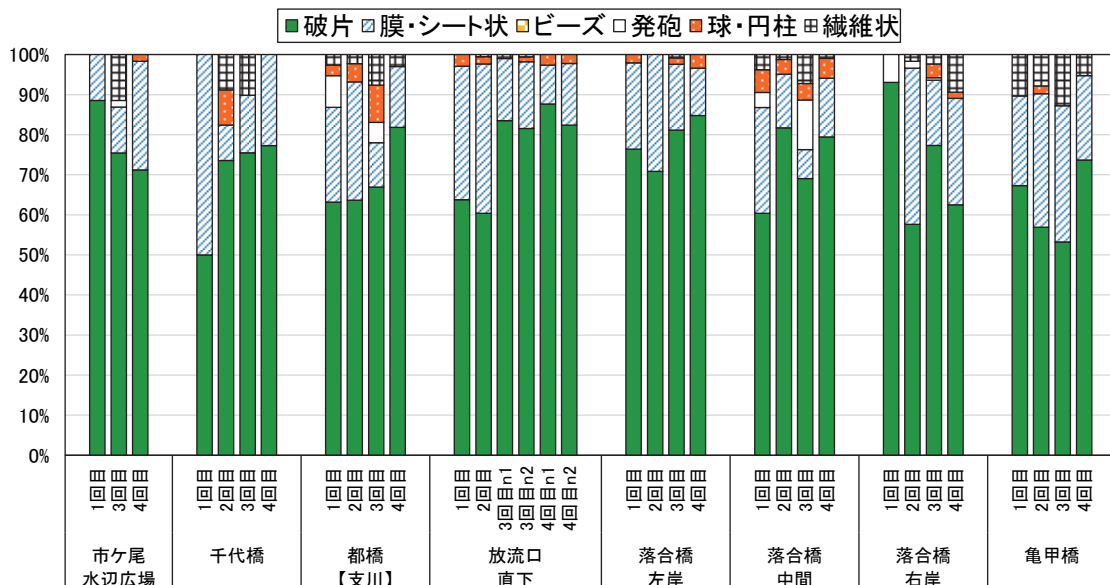


図 9 各調査時の MP の形状

3-4 MPの元となったプラスチック製品の推定

各調査地点で採取されたMPについて、実体顕微鏡での観察や材質などから総合的に判断し、MPの元となったプラスチック製品を推定した。元の製品は、「人工芝」、「発泡スチロール」、「ポリスチレン (PS) 粒子」、「ペレット」に分類し、それ以外や推定が困難なものについては、「不明」とした。この結果を図11に示す。

この結果、70~100%が「不明」であった。一方、人工芝は全ての調査地点で採取された。このうち、放流口直下及び落合橋左岸は、他調査地点と比較して人工芝の割合が小さかった。これは、都筑水再生センターが分流区

域（雨水管を經由した都筑水再生センターへの水の流入がない）を処理しているためと考えられる。

一方、「発泡スチロール」及び「PS粒子」については、いずれの調査においても全体に占める割合は小さく、千代橋及び亀甲橋ではいずれの調査時においても採取されなかった。なお、「ペレット」については、市内沿岸調査で多数確認されている⁸⁾が、本調査では採取されなかった。これは、市内4河川を調査した定点調査結果¹²⁾と同様であり、ペレットの沿岸への漂着は、これら河川による常態的な流下以外に主要因がある可能性が示唆される。

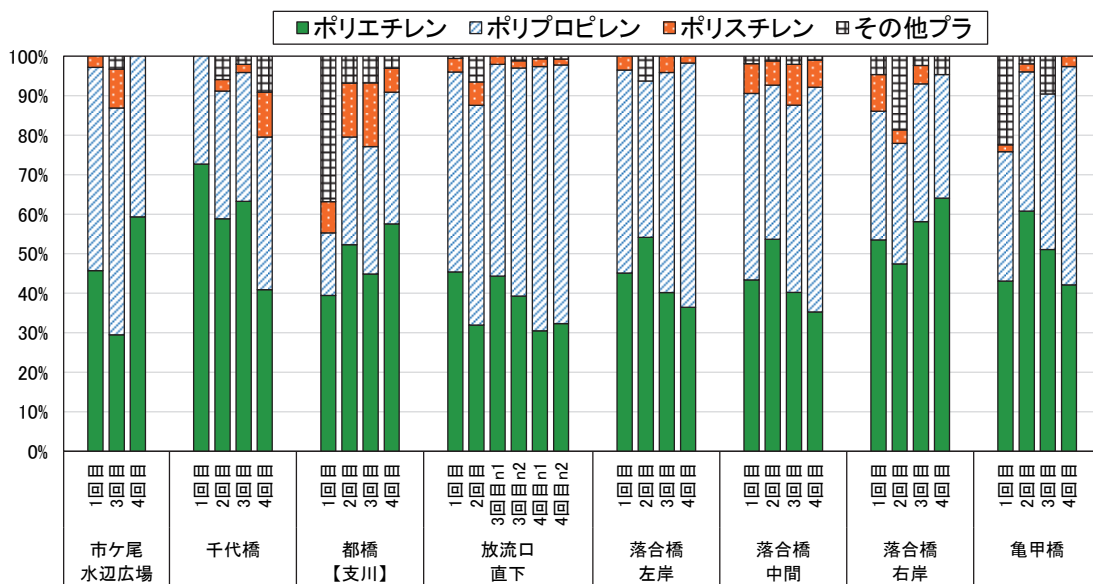


図10 各調査時のMPの材質

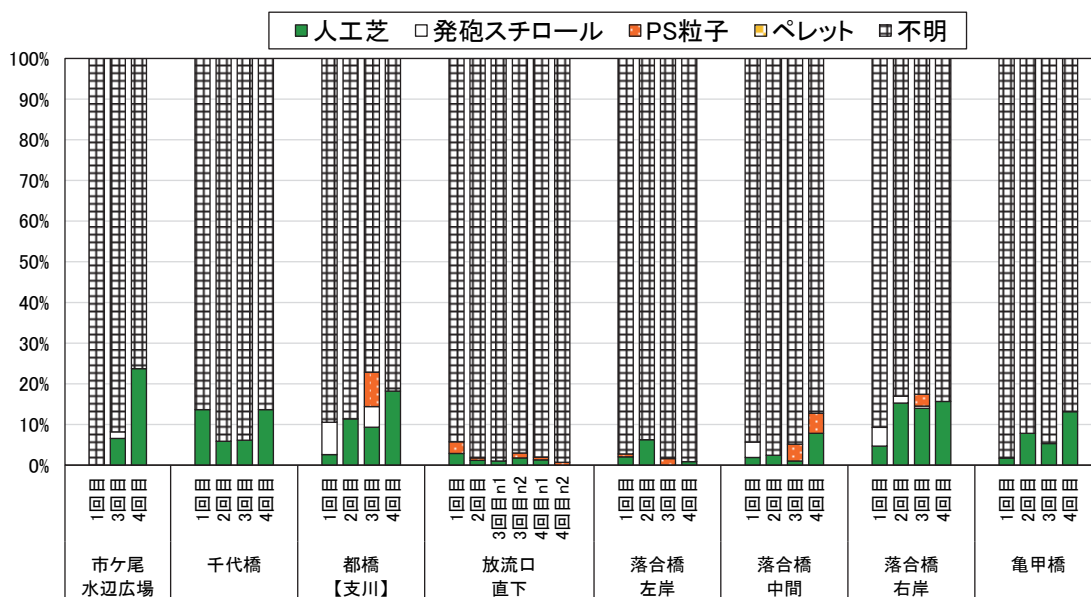


図11 MPの元となったプラスチック製品の推定

3-5 フィルム状のMP

3-4で、MPの元となったプラスチック製品を推定した際に「不明」としたもので特徴的な形状であったフィルム状のMPに着目した。フィルム状のMPの外観を図12、全MPの個数のうちフィルム状のMP個数の割合を図13に示す。

市内4河川を調査した河川定点調査結果¹²⁾では、フィルム状のMPの割合が、帷子川横浜新道下、大岡川青木橋、柏尾川吉倉橋では観察される時とされない時があり、その割合は2.7~14%であったのに対して、鶴見川亀甲橋では3.8~19%であり、鶴見川と他の3河川とで違いがみられた。本調査においても全ての調査地点においてフィルム状のMPが観察された。フィルム状のMPの割合は、放流口直下及び落合橋左岸において大きい傾向にあった。これより、鶴見川におけるフィルム状のMPは都筑水再生センターからの放流水の影響を受けている可能性が示唆される。

3-6 下水放流水が河川に与える影響

3-6-1 河川中のMP個数密度（濃度）への影響

放流口直下を境に市ヶ尾水辺の広場、千代橋、都橋の計3地点を下水処理場の上流、落合橋（左岸、中間、右岸）及び亀甲橋の計4地点を下水処理場の下流として、個数密度の平均値を算出した。この結果を図14に示す。

MPの個数密度の平均値は、下水処理場の上流では2.4個/m³、放流口直下では6.7個/m³、下水処理場の下流では3.3個/m³となった。これらを比較すると、MPの個数密度の平均値は放流口直下で最も大きく、また、下水処理場の上流よりも下流で大きい結果となった。環境省が実施した鶴見川でのMP調査¹⁹⁾においても、港北水再生センターを除き、各下水処理場の上流よりも下流でMPの個数密度が大きい結果であった。これより、下水放流水は河川中のMP個数密度（濃度）の上昇に影響を及ぼす可能性が示唆される。

3-6-2 河川中のMP流量（総量）への影響

河川中のMPの個数密度（濃度）に加えて、河川中のMP総量を評価するため、MPの個数密度に河川流量を乗じたMP流量（総量）を算出した。この結果を表5に示す。なお、各地点の河川流量は、千代橋及び都橋は、水質調査方法²⁰⁾に基づく概算、放流口直下及び落合橋は鶴見川水系河川整備計画²¹⁾の低水流量（1年を通じて275日はこれを下回らない流量）時の流量を使用した。この結果、下流側（落合橋）のMP流量は上流側（千代橋、都橋）よりも上昇していた。これより、下水放流水が河川中に流れ込むことで、MP流量（総量）を上昇させているものと考えられる。

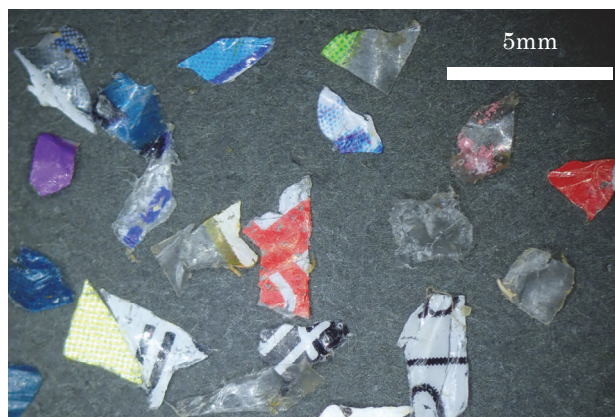


図12 フィルム状のMPの外観

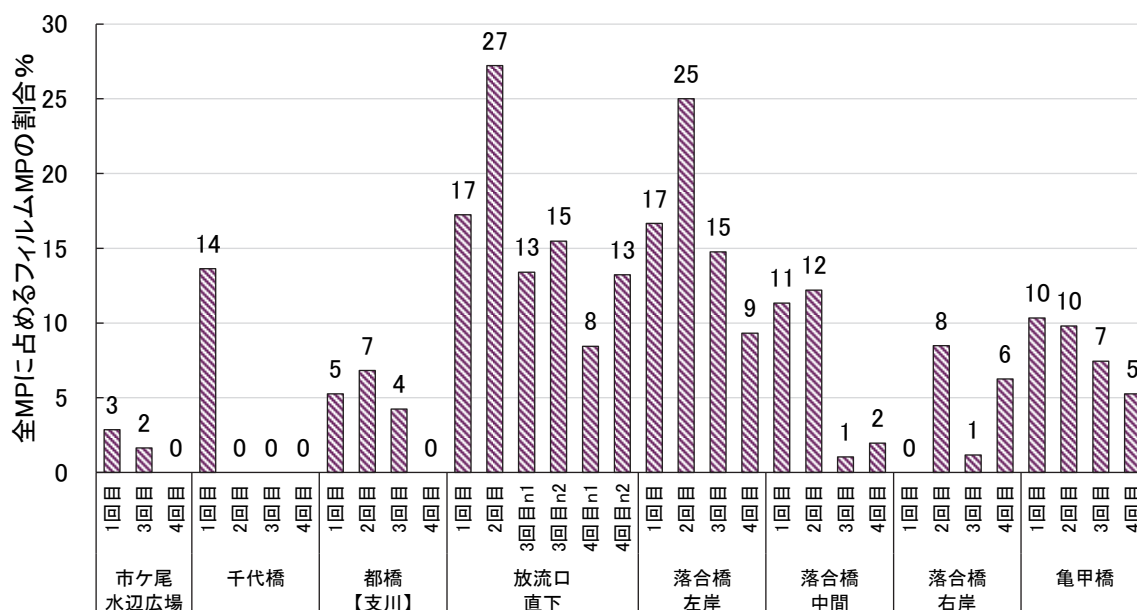


図13 全MPに占めるフィルム状のMPの割合

3-6-3 下水処理におけるMP

現在、下水処理場の各工程におけるMPの実態を把握するための調査が進められており、MPは下水処理において大部分が汚泥等に取り込まれることがわかってきた²²⁾。調査によってMPの処理率に違いがあるものの、72～99.9%のMPが処理されているとの報告がある²³⁾。横浜市の下水処理場（水再生センター）においても流入下水中のMPは下水処理の過程でそのほとんどが取り除かれていることがわかっている^{24)、25)}。しかし、除去率は100%ではないため、下水処理放流水からMPは検出され、前述の3-6-1、3-6-2のように河川環境中にMPが流出しているものと推察される。

4. まとめ

2019年から行っている市内河川定点（累計市内4河川4地点）の結果、鶴見川には他の調査地点と異なる流域

特性があることが推測されたため、鶴見川亀甲橋から市ヶ尾水辺の広場の範囲において、河川中におけるMPと流域情報との関係及び下水処理場からの放流水が河川MPに与える影響について調査した。この結果、人口密度や土地利用別面積などの流域情報は、市内の調査地点間に大きな違いがない等の理由から、MP個数密度との相関はみられないことが分かった。一方、河川中のMP個数密度（濃度）は放流口直下で最も大きく、下水処理場の上流よりも下流で大きかった。また、河川中のMP流量（総量）についても上昇していることがわかった。これより、下水処理場に流入するMPは下水処理工程によってそのほとんどが除去されるが、下水処理工程をすり抜けたMPは下水放流水とともに排出され、河川のMP個数密度及びMP流量に影響を与えることが分かった。

表5 下水処理場の上流・下流・放流口におけるMP流量の推算

下水処理場との関係	調査地点	流量(m ³ /s)				MP流量(個/s)			
		調査1回目	調査2回目	調査3回目	調査4回目	調査1回目	調査2回目	調査3回目	調査4回目
上流	千代橋(本川)	1.3	2.0	2.2	2.1	1.1	2.6	4.7	4.4
	都橋(支川)	1.3	1.5	1.6	1.3	1.9	4.8	9.3	1.9
放流口	放流口直下 n1	2.1	2.1	2.1	2.1	27.9	9.2	8.3	14.4
	放流口直下 n2	-	-	2.1	2.1	-	-	14.1	10.7
下流	落合橋中間	5.2	5.2	5.2	5.2	16.2	23.0	22.9	21.7

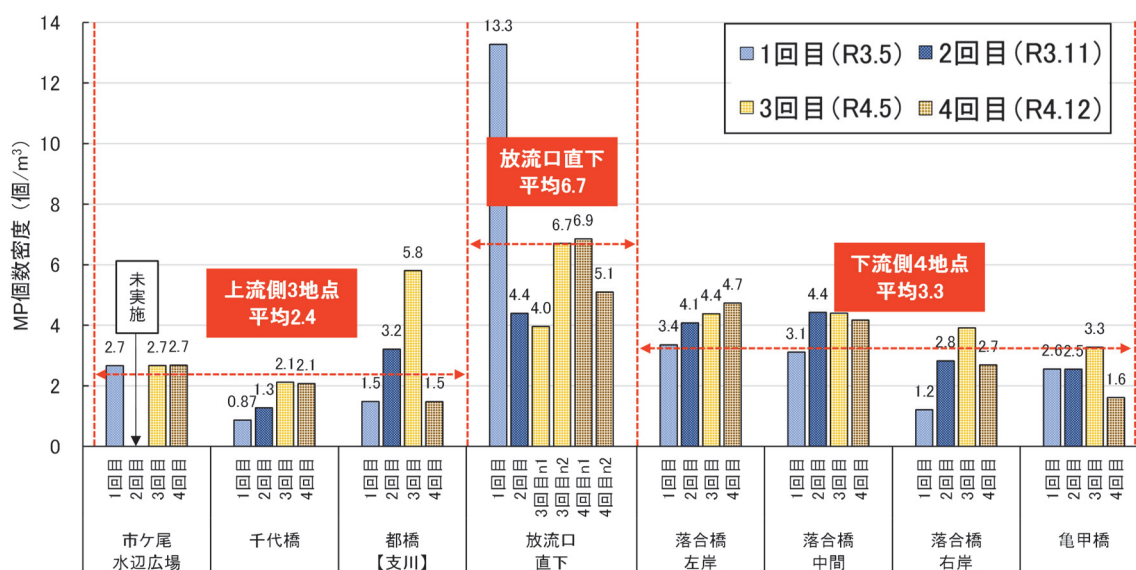


図14 各調査時におけるMP個数密度と放流口及びその上下流側の各平均値

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2年版、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 (2023年11月時点)
- 4) 環境省 : 海洋プラスチック汚染を始めとするプラスチック汚染対策に関する条約、<https://www.env.go.jp/water/inc.html> (2023年11月)
- 5) 横浜市 : よこはまプラスチック資源循環アクションプログラム、<https://www.city.yokohama.lg.jp/city-info/yokohamashi/org/shigen/sonota/hoshin/plastic-program.files/action-program.pdf> (2023年2月時点)
- 6) 横浜市 : 環境への負荷の低減に関する指針 (事業所の配慮すべき事項) の一部改正、https://www.city.yokohama.lg.jp/business/bunyabetsu/kankyo-koen-gesui/kiseishido/tetsuzuki/jourekaisei2021101.files/0016_20210730.pdf (2023年11月時点)
- 7) 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)
- 8) 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)
- 9) 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)
- 10) 蝦名紗衣、小倉智代、北代哲也、浦垣直子、井上徹教、小室隆 : 横浜市内のマイクロプラスチック調査 (第6報) -野島海岸のマイクロプラスチック漂着量のモニタリング-、横浜市環境科学研究所報、**45**、21-30 (2021)
- 11) 松島由佳、畠山貴紀、山本裕一、山本大樹、米谷健司、蝦名紗衣 : 横浜市内のマイクロプラスチック調査 (第7報) -河川マイクロプラスチック調査方法の検討-、横浜市環境科学研究所報、**46**、31-39 (2022)
- 12) 松島由佳、畠山貴紀、山本大樹、米谷健司 : 横浜市内のマイクロプラスチック調査 (第8報) -河川マイクロプラスチック定点調査 (2019~2021年度) -、横浜市環境科学研究所報、**47**、15-23 (2023)
- 13) 環境省 : 河川マイクロプラスチック調査ガイドライン、<https://www.env.go.jp/content/900543325.pdf> (2023年11月時点)
- 14) 神奈川県 : 令和5年度公共用水域及び地下水の水質測定計画、<https://www.pref.kanagawa.jp/documents/15717/r5sokuteikeikaku.pdf> (2023年11月時点)
- 15) 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)
- 16) 中村 倫明 : 都市部の下水処理場におけるマイクロプラスチック流入及び回収の実態、令和3年度海洋プラスチックごみ学術シンポジウム、<https://www.env.go.jp/content/900539057.pdf> (2023年11月時点)
- 17) 片岡智哉 : 河川流況・流域情報を考慮したマイクロプラスチック輸送量モデルの開発、<https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-17H04937/17H04937seika.pdf> (2023年11月時点)
- 18) 環境省 : 令和元年度 河川のマイクロプラスチック調査検討会 資料2 試料採取概要、12-16 (2019)
- 19) 環境省 : 令和元年度 河川のマイクロプラスチック調査検討会 資料4 調査結果報告 (2019)
- 20) 環境省 : 水質調査方法 昭和46年 環水管30号、<https://www.env.go.jp/hourei/05/000140.html> (2023年11月時点)
- 21) 国土交通省関東地方整備局 : 鶴見川水系河川整備計画 平成19年3月、<https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-17H04937/17H04937seika.pdf> (2023年11月時点)
- 22) 高田秀重 : マイクロプラスチック汚染の現状, 国際動向および対策、廃棄物資源循環学会誌、**29**(4)、261-269 (2018)
- 23) 田中修平、垣田正樹、雪岡 聖、鈴木 裕識、藤井 滋穂、高田 秀重 : 下水処理工程におけるマイクロプラスチックの挙動と琵琶湖への負荷量の推定、土木学会論文集G (環境)、**75** (7)、III_35-40 (2019)
- 24) 横浜市 : 下水道中期経営計画2022、<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kasen-gesuido/gesuido/keiei/chukikeiei/gesuuityuuki2022.html> (2023年11月時点)
- 25) 小橋江里、石田隆二 : 下水道におけるマイクロプラスチックの基礎的調査、第56回下水道研究発表会、<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kasen-gesuido/gesuido/torikumi/happyo/R01happyokai.html> (2023年11月時点)