

# 都市系面源由来マイクロプラスチックの海域への負荷量推定（その2）

○中尾賢志<sup>1)</sup>，秋田耕佑<sup>1)</sup>，浅川大地<sup>1)</sup>，尾崎麻子<sup>2)</sup>，榎元慶子<sup>3)</sup>，奥田哲士<sup>4)</sup>

1) 大阪市立環境科学研究センター

2) (地独) 大阪健康安全基盤研究所

3) 大阪公立大学

4) 龍谷大学

## 1. 本研究の目的

マイクロプラスチック（以下，MPs）は5 mm未満の微少なプラスチックのことで POPs（Persistent Organic Pollutants：残留性有機汚染物質）を吸着・吸収することから，その環境中の動態について多くの研究がなされている。これまで海域への MPs 供給は沿岸域で漂着ごみ中のプラスチックごみが紫外線や波浪といった物理的な力により微細化するという説明がなされてきたが，河川や下水から MPs が検出されることから陸域でも風雨や紫外線によって建物敷地や道路上等に放置されたプラスチック製品が微細化し，MPs 化することが指摘されている。MPs の海洋調査により海洋中の MPs（300  $\mu\text{m}$  以上）の総量は 51 兆個とされている。しかし，近年の全球的な調査によってこの総量は全体の 1%と言われており，残りの 99%は行方不明である「ミッシングプラスチック」と呼ばれている。この原因として，主として海洋での MPs 研究は海洋表層を対象としていること，および海洋表層での MPs の採取は 300~350  $\mu\text{m}$  の目開きのプランクトンネットが用いられることが多く，それよりも小さい MPs の把握がなされていないことが考えられる。また，陸域起源の MPs がミッシングプラスチックにどの程度寄与しているかといったデータは今後の海洋中 MPs の総量予測に寄与すると考えられる。そこで本研究は比較的 MPs 負荷が高いであろう都市域からの 10  $\mu\text{m}$  以上の MPs の海域への負荷量を推定することを目的とする。

## 2. 実験材料および方法

### 2.1 調査フィールドの選定

調査フィールドは大阪市全域とした。北部には神崎川と新淀川が東から西へ流下し，南部の大和川も同様に東から西へ流下している。

### 2.2 試料採取

#### 2.2.1 河川水

大阪市内河川上流域 3 地点，下流域 3 地点を選定（**図 1**）し，令和 3 年 8 月 12 日（降水量 54.0 mm），9 月 11 日（降水量 16.0 mm），10 月 9 日（降水なし），11 月 22 日（降水量 33.5 mm）に採水した。大阪市内河川は感潮河川であるので，海水の影響を最小限にするためにいずれ

の採水日も干潮になる前，つまり順流時に採水した。また，晴天や雨天に関わらずに採水をおこなった。

### 2.2.2 降下ばいじん

大阪市内の3地点（1. 出来島小学校（採取高度約3 m），2. 聖賢小学校（採取高度約16 m），3. 大阪市立環境科学研究センター（以下，当センター：採取高度30m））を選定（**図2**）して降下ばいじんを採取した。採取にはダストジャーを用いたそれぞれの採取場所での採取期間を（**表1**）に示す。

## 2.3 MPsの検出

### 2.3.1 河川水試料

試料2 mLを300 mLのビーカーにとり，30%過酸化水素200 mLを加えた。過酸化水素と有機物の反応中はほこりの混入を防ぐためにビーカーにアルミ箔を被せ，反応が終了するまで放置した。反応終了後，反応液を直径8 mm，目開き10  $\mu$ mの円形ニッケル製フィルターを用いてアスピレーターにより吸引ろ過した。ろ過システムによるフィルター上の捕捉範囲は直径4 mmの円形である。ろ過後のフィルター（**写真1**）はほこりの混入を防ぐため蓋付きシャーレ内に保管し，室温にて乾燥させた。ブランク（空試験）は河川採取時からのトラベルブランクで，抽出工程は蒸留水2 mLを用いて上記と同様の操作を行った。

### 2.3.2 降下ばいじん試料

今回採取した降下ばいじんは全て雨水を含んでいた。雨水とダストジャー洗浄水（ブランク）を目開き20  $\mu$ mの円形ニッケル製フィルターを用いてアスピレーターにより吸引ろ過した。ろ過作業以降は2.3.1と同様におこなった。

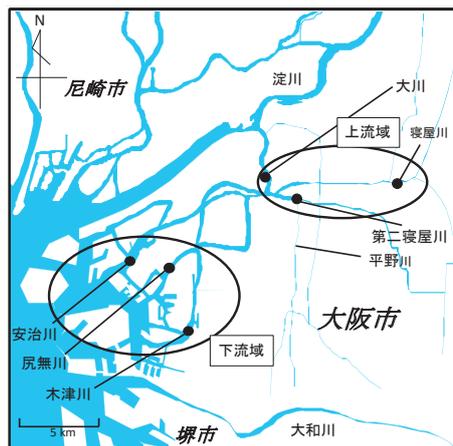


図1 大阪市内河川 採取地点 (●)

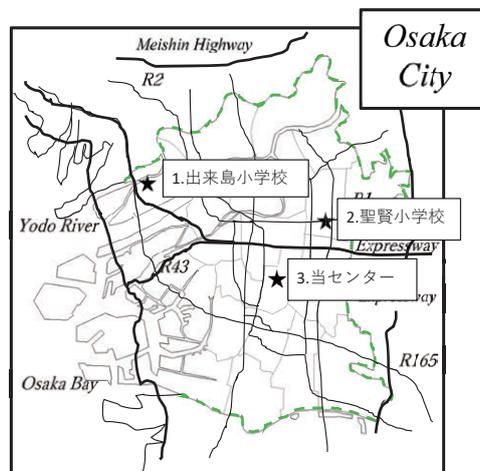


図2 降下ばいじん採取地点 (★)

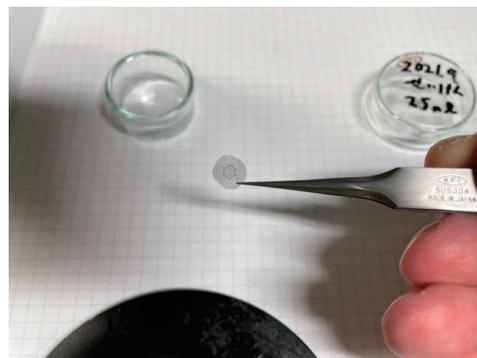


写真1 吸引ろ過後のニッケルフィルター

表1 降下ばいじん採取地点

	8月分	9月分	10月分
1. 出来島小学校	8月6日～9月1日	9月1日～10月1日	10月1日～11月4日
2. 聖賢小学校	8月6日～9月2日	9月2日～10月1日	10月1日～11月4日
3. 当センター	7月30日～9月1日	9月1日～10月1日	10月1日～11月4日

河川水試料では目開き 10  $\mu\text{m}$  の円形ニッケル製フィルターを用いたが、降下ばいじん試料では目開き 20  $\mu\text{m}$  の円形ニッケル製フィルターを用いた。前者は実験器具由来の MPs が認められたことから、降下ばいじん試料の分析では後者のフィルターを用いたところ実験器具由来の MPs はほぼ検出されなくなった。

#### 2.4 MPs の同定

乾燥したフィルター上に捕捉した粒子（写真 2）を顕微 FTIR（Thermo Scientific 製 Nicolet iN10 MX）

（反射法）で観察し、粒子一つ一つがプラスチックかどうかを同定した。ライブラリのプラスチックのスペクトルとの一致率が 60% 以上のものをプラスチックと同定し、長径と短径を測定し、観察画像とスペクトルを記録した。

#### 2.5 河川水 MPs と降下ばいじん負荷量の推計

各月に得られた河川水と降下ばいじんの MPs 濃度の妥当性を検討し、比較的精度の良いデータを用いて MPs の負荷量を算出し、MPs の海域への負荷量を推計した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 試料分析および MPs 分析結果

表 2 に河川水質および MPs の分析結果（コンタミネーションの関係上 8 月分のみ）を示す。下流域の河川は海水の影響を受けていることから上流域の河川（河川 1~3）の pH および電気伝導度（EC）は下流域の河川（河川 4~6）に比べて低い傾向にある。

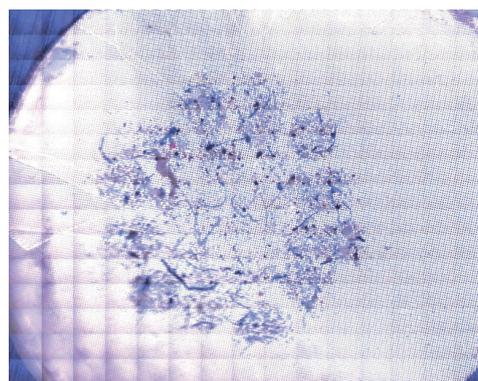


写真 2 目開き 10  $\mu\text{m}$  フィルター上に捕捉した粒子

表 2 河川水分析結果

8月12日	pH[-]	EC[mS/m]	SS[mg/L]	MPs[個/L]
ブランク	-	-	-	9500
1. 寝屋川	6.82	21.9	32.8	29000
2. 第二寝屋川	6.88	30.8	52.4	11000
3. 大川	7.42	13.82	4.4	19000
4. 安治川	7.43	1588	6.8	16000
5. 尻無川	6.91	178.7	19.2	13000
6. 木津川	7.11	1220	18.4	17000

表 3 に降下ばいじん中 MPs の分析結果を示す。降水量が多い月ほど 1  $\text{m}^2$  あたりの MPs の個数は多くなる傾向にあった。これは大気中に舞い上がった道路塵埃中の MPs が降雨により浮遊粉塵中の MPs が地表に到達する個数が増加したためだと考えられる。なお、1. 出来島小学校は自動車排ガス測定局近傍にあり設置高度約 3 m であったことから、道路塵埃の巻き上げの影響を受けやすかったと考えられる。降水量がなしであった 10 月は 3 地点の間に際立った差が確認できなかった。本研究では大気由来の MPs の負荷量を算出することを目的として

表3 降下ばいじん中 MPs 分析結果

8月分	8月 降水量[mm]	試料全体量[mL]	分取量[mL]	MPs検出数[個]	全MPs採取数[個]	MPs[個/m <sup>2</sup> ・日]
ブランク	314.5	500	50	0	0	—
1. 出来島小学校		1550	10	7	1100	5800
2. 聖賢小学校		1650	50	15	500	2600
3. 当センター		1640	50	11	360	1500
9月分	9月 降水量[mm]	試料全体量[mL]	分取量[mL]	MPs検出数[個]	全MPs採取数[個]	MPs[個/m <sup>2</sup> ・日]
ブランク	192.0	500	25	0	0	—
1. 出来島小学校		600	2.5	3	720	3200
2. 聖賢小学校		500	25	2	40	190
3. 当センター		580	25	6	140	670
10月分	10月 降水量[mm]	試料全体量[mL]	分取量[mL]	MPs検出数[個]	全MPs採取数[個]	MPs[個/m <sup>2</sup> ・日]
ブランク	68.5	500	15	2	67	—
1. 出来島小学校		200	5.0	4	160	390
2. 聖賢小学校		240	15	8	130	260
3. 当センター		230	15	9	140	300

※MPs[個/m<sup>2</sup>・日]の算出はブランク値を加味した。

いるが、本結果のみでは MPs 負荷量を推定することは困難である。少なくとも地表面のばいじんの影響を受けないさらに高度の高い地点における降下ばいじんや浮遊粉塵の採取が必要となる。よって本研究では、比較的地表面の影響を受けにくかった高度約 30 m の当センターの 1 m<sup>2</sup>あたりの MPs 個数を用いて降下ばいじんからの MPs 負荷量を算出することとした。

### 3.2 MPs 負荷量の推定

2021年8月12日（降水量 54.0 mm）の雨天時の MPs 濃度をもちいて大阪市内河川の MPs 負荷量を推計した。その結果、雨天時（出水時）には上流域では1日あたり 220 兆個の MPs 負荷量であり、下流域では 160 兆個の MPs 負荷量であると推計された。ただ、昨年度の貴センター助成研究（その1）では大阪市内の道路塵埃中の MPs 賦存量は 4.1 兆個であり、それら全てが下水処理場で処理されたと仮定すると排出負荷量が 1900 億個（排出期間は不明）であったことを勘案すると、今回の河川水中の MPs 負荷量推計は過大である可能性がある。

2021年8月、9月、10月の大阪市内降下ばいじんの1日あたりのMP負荷量はそれぞれ3200億個、1400億個、630億個であった。3か月の負荷量を平均して年間に換算すると、降下ばいじんからの大阪市内への MPs 負荷量は年間 63 兆個と推計された。これを1日あたりに換算すると 1700 億個となった。

## 4. まとめ

1. 大阪市内河川から海域への雨天時の1日あたりの負荷量は 160 兆個と推計された。
2. 昨年度貴センター助成研究（その1）では大阪市内の道路塵埃中の MPs 賦存量は 4.1 兆個であり、それら全てが下水処理場で処理されたとすると排出負荷量が 1900 億個であったことを勘案すると、今回の河川水中の MPs 負荷量推計は過大である可能性がある。
3. 大阪市内への降下ばいじん負荷量は 63 兆個/年となった。これを1日あたりに換算すると 1700 億個となった。