



神奈川県

かながわプラごみ  
ゼロ宣言



# 相模湾漂着マイクロプラスチック（MP）の 実態とその由来の推定

## その3 発生源及び排出経路の推定

### ～これまでの調査の総まとめと今後の調査 について～

神奈川県環境科学センター 調査研究部

マイクロプラスチック研究チーム

2026年3月31日

## 目次

- 1 はじめに
- 2 相模湾漂着 MP の量, 材質及び形態 その3
  2. 1 神奈川県平塚海岸におけるマイクロプラスチックの漂着特性
    2. 1. 1 調査方法
      2. 1. 1. 1 調査地点
      2. 1. 1. 2 調査実施日
      2. 1. 1. 3 試料採取, MP 分離方法
      2. 1. 1. 4 MP の材質及び形態測定法
    2. 1. 2 結果と考察
      2. 1. 2. 1 長軸長さ別の個数密度及び材質組成について
      2. 1. 2. 2 個数密度及び材質割合の経年変化について
      2. 1. 2. 3 形状の特徴及び経年変化について
      2. 1. 2. 4 「その他」の材質について
      2. 1. 2. 5 特徴的な形態を有する MP の経年変化について
    2. 1. 3 参考文献
  2. 2 材木座海岸における大量漂着樹脂ペレットとその発生源の推定
    2. 2. 1 調査方法
      2. 2. 1. 1 調査地点
      2. 2. 1. 2 調査実施日
      2. 2. 1. 3 試料採取, MP 分離方法
      2. 2. 1. 4 MP の材質及び形態測定法
      2. 2. 1. 5 樹脂ペレットについての情報収集及び大量漂着時の潮流解析
    2. 2. 2 結果と考察
      2. 2. 2. 1 材木座海岸における継続調査
      2. 2. 2. 2 大量漂着した樹脂ペレットの詳細な形状確認
      2. 2. 2. 3 樹脂ペレットについての情報収集
      2. 2. 2. 4 大量漂着時の潮流解析
    2. 2. 3 参考文献
- 3 河川を流下する MP の量, 材質及び形態 その3
  3. 1 引地川の河岸や中州に堆積するプラスチック片の状況とその発生源の推定
    3. 1. 1 調査方法
      3. 1. 1. 1 調査地点
      3. 1. 1. 2 調査実施日

- 3. 1. 1. 3 試料採取, MP 分離方法
- 3. 1. 1. 4 MP の材質及び形態測定法
- 3. 1. 2 結果と考察
  - 3. 1. 2. 1 調査地点ごとの個数密度の比較
  - 3. 1. 2. 2 長軸長さ別・材質別の個数密度の比較
  - 3. 1. 2. 3 個数密度の年間変動
  - 3. 1. 2. 4 河川流下 MP との比較
  - 3. 1. 2. 5 地点 A および B における発生源調査
- 3. 1. 3 参考文献

#### 4 MP の発生源に関する調査 その 2

- 4. 1 路肩のプラスチック片堆積状況に対する近傍の発生源及び累積降雨量の影響
  - 4. 1. 1 調査方法
    - 4. 1. 1. 1 調査地点
    - 4. 1. 1. 2 調査実施日
    - 4. 1. 1. 3 試料採取, MP 分離方法
    - 4. 1. 1. 4 MP の材質及び形態測定法
  - 4. 1. 2 結果と考察
    - 4. 1. 2. 1 プラスチック片堆積状況に対する累積降雨量の影響
    - 4. 1. 2. 2 路肩堆積物中のプラスチック片材質とサイズ分布
    - 4. 1. 2. 3 ごみ集積場の構造によるプラスチック片の堆積状況
  - 4. 1. 3 参考文献
- 4. 2 ごみ集積場におけるプラスチック片の状況
  - 4. 2. 1 調査方法
    - 4. 2. 1. 1 調査地点及び調査実施日
    - 4. 2. 1. 2 試料採取, MP 分離方法
    - 4. 2. 1. 3 MP の材質及び形態測定法
  - 4. 2. 2 結果と考察
    - 4. 2. 2. 1 各集積単位の集積の状況
    - 4. 2. 2. 2 採取日の 1 戸当たりのプラスチック片密度
    - 4. 2. 2. 3 プラスチック片の長軸長さの分布
    - 4. 2. 2. 4 収集品目とプラスチック片の材質
    - 4. 2. 2. 5 年間のプラスチック片材質の質量割合
  - 4. 2. 3 参考文献

4. 3 神奈川県海岸漂着物中のタバコフィルターの組成割合とタバコフィルターに吸着したニコチン及び多環芳香族炭化水素の量

4. 3. 1 調査方法

4. 3. 1. 1 神奈川県海岸漂着物組成調査について

4. 3. 1. 2 海岸漂着及び側溝のタバコフィルターの採取方法

4. 3. 1. 3 本研究で対象としたニコチン及び多環芳香族炭化水素

4. 3. 1. 4 フィルターに吸着したニコチン及び多環芳香族炭化水素の分析

4. 3. 2 結果及び考察

4. 3. 2. 1 海岸漂着物及び路肩調査におけるタバコフィルターの組成割合

4. 3. 2. 2 タバコフィルターのニコチン及び多環芳香族炭化水素の吸着量

4. 3. 3 参考文献

5 まとめ～これまでの調査の総まとめと今後の調査について～

謝辞

## 1 はじめに

海洋プラスチックごみの問題は、現在、早急な対策が必要な地球規模の課題となっている。プラスチックの不適正な管理によって環境中に流出したプラスチックごみは、微生物に分解されにくく、地球上に残り続け、生物や生態系、生活環境、観光、漁業等の様々な分野に悪影響を及ぼすことが懸念されている。令和元年(2019年)の世界のプラスチックごみの発生量は3億5,300万トン、うち2,200万トンが適切な処理をされずに環境中に流出したと推計<sup>1)</sup>され、1950年代からの海に流出したプラスチックごみの総量は1億3900万トンと推計<sup>2)</sup>され、今後さらに増加する見込み<sup>3)</sup>である。このまま対策を取らなければ、2050年には魚の重量を上回る<sup>4)</sup>という推計結果なども公表されたことなどから、G7サミット(主要国首脳会議)などでも議論が繰り返され、2023年5月、日本が議長国となって開催された、G7広島サミット<sup>5)</sup>では、2040年までに追加的なプラスチック汚染をゼロにすることを目指し、プラスチック汚染を終わらせることに結果を約束することが表明された。こうした流れを受けて国においても、「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が2022年4月に施行され、プラスチック廃棄物の排出の抑制、再資源化に資する環境配慮設計、ワンウェイプラスチックの使用の合理化、プラスチック廃棄物の分別収集、自主回収、再資源化等製品の設計からプラスチック廃棄物の処理までに関わるあらゆる主体におけるプラスチック資源循環等の取組(3R+Renewable)を促進するための措置を講じることとなった。

神奈川県では、2018年9月の「かながわプラごみゼロ宣言」をきっかけとして、様々なプラスチックごみの削減対策を進めている。中でも、サイズが5mm以下と定義<sup>6)</sup>されているマイクロプラスチック(MP)に関しては、まず実態把握を進めることが必要とされており、2017年から2018年にかけて、全国の自治体に先駆けて実施してきた研究の成果として、報告書「その1 漂着実態把握と吸着化学物質の測定」<sup>7)</sup>を作成し、主として「相模湾におけるMPの漂着状況」、「MPの河川流下状況」に加えて、「MPに吸着する化学物質の実態(特にPCB及び有機フッ素化合物)」について報告を行った。その後2019年から2021年にかけて調査研究を継続した研究の成果として、「その2 発生源及び排出経路の推定」<sup>8)</sup>を作成し、主として「クラウドファンディングを活用した県民参加型の海岸漂着量調査」、「雨天時に河川を流下するMPの調査」、「相模湾西部沿岸で採取した被覆肥料に関する発生源調査」、「用途地域ごとの道路堆積物中プラスチック片の量の比較」及び「相模湾漂着MPに含まれるPCBの実態及び発生源の検証」について報告を行った。その結果を受けて、その後2022年から2025年にかけてさらに調査研究及びこれまでの結果のまとめを継続した成果、「神奈川県平塚海岸におけるマイクロプラスチックの漂着特性」、「材木座海岸における大量漂着樹脂ペレットとその発生源の推定」、「引地川の河岸や中州に堆積するプラスチック片の状況とその発生源の推定」、「路肩のプラスチック片堆積状況に対する近傍の発生源及び累積降雨量の影響」、「ごみ集積場におけるプラスチック片の状況」、「神奈川県の海岸漂着物中のタバコフィルターの組成割合と吸着したニコチン及び多環芳香族炭化水素の量」及び今後の調査へ向けた総合的な考察として、「その3 発生源及び排出経路の推定<これまでの調査の総まとめと今後の調査について>」をここにまとめた。

本報告が、MPさらにはプラスチックごみ全体の削減対策に少しでも役立つことを期待する。

#### 参考文献

- 1) 環境省 大臣官房総務課広報室: エコジン 特別企画 特集 海がプラスチックで溢れる!? (2025年4月)  
<https://www.env.go.jp/guide/info/ecojin/feature1/20250423.html> (2026年2月時点).
- 2) ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; THE NEW PLASTIC ECONOMY; RE-THINKING THE FUTURE OF PLASTICS,  
<https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/1775fbba280fa21/original/The-New-Plastics-Economy-Rethinking-the-future-of-plastics.pdf>(2026年2月時点).  
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/out-work/activities/new-plastic-economy/reports>
- 3) 外務省: G7 広島サミット 成果文書 G7広島首脳コミュニケ (2023年5月20日)  
[https://www.mofa.go.jp/mofaj/ecm/ec/page4\\_005920.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/ecm/ec/page4_005920.html) (2026年2月時点).
- 4) The Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP): GESAMP Reports and studies 90 "sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment", pp.14-29, International marine organization, London (2015)
- 5) 神奈川県環境科学センター調査研究部マイクロプラスチック研究チーム:相模湾漂着マイクロプラスチック (MP) の実態とその由来の推定<中間報告書>その1 漂着実態把握と吸着化学物質の推定, <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/3464/2mprep20191.pdf> (2026年2月時点)
- 6) 神奈川県環境科学センター調査研究部マイクロプラスチック研究チーム:相模湾漂着マイクロプラスチック (MP) の実態とその由来の推定 その2 発生源及び排出経路の推定, <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/3464/2mprep20220.pdf> (2026年2月時点)

(担当: 三島)

## 2 相模湾漂着MPの量、材質及び形態 その3

### 2. 1 神奈川県平塚海岸におけるマイクロプラスチックの漂着特性

本稿は、“海岸漂着量の評価のためのマイクロプラスチック採取方法”（神奈川県環境科学センター 研究報告 vol.48, 51-60, (2025)）を再構成したものである。

#### 2. 1. 1 調査方法

##### 2. 1. 1. 1 調査地点

調査を実施した平塚海岸を図2.1.1及び図2.1.2に示す。平塚海岸は、神奈川県南側に弧を描く相模湾海浜のほぼ中央に位置しており、相模川右岸と金目川左岸に挟まれた位置に形成された全長約4kmの砂浜である。当該海岸の一部は「湘南ひらつかビーチパーク」としてビーチバレー大会等にも通年利用できるよう整備されており、1991年に神奈川県と相模湾沿岸の13市町等によって設立した「公益財団法人 かながわ海岸美化財団」によって年間を通じて清掃が実施されているため、大型の海岸漂着ごみが海岸に長期間放置されることはない。

海岸全体として、潮上帯は存在しない緩やかな砂浜となっているが、これは昭和40年代以降、相模川からの土砂供給が減少し、海岸浸食が進んだために平成5年度から平成23年度にかけて整備された離岸堤<sup>1)</sup>の働きによるところが大きく、当該離岸堤付近の海岸が前述の「湘南ひらつかビーチパーク」として整備されている。また海岸から約100m地点には、建屋やボードウォーク等が整備されており、南風の影響を強く受ける時期にはこのボードウォークが海岸の砂で埋まってしまうため、折を見て砂を海岸まで戻す砂押し工事という大掛かりな土木工事が施工され、砂浜が保存されている海岸である。

##### 2. 1. 1. 2 調査実施日

調査実施日の一覧を表2.1.1に示す。継続調査日はいずれの年も5月末～6月上旬に設定してい

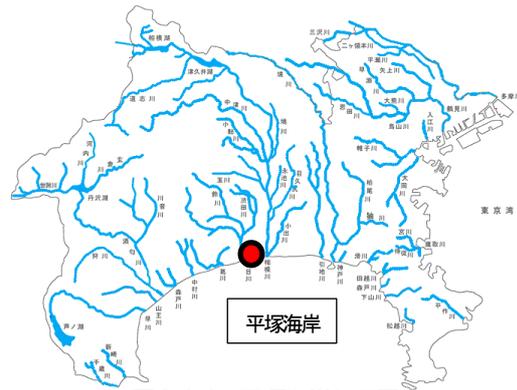


図 2.1.1 平塚海岸位置図



図 2.1.2 平塚海岸地図及び調査地点  
(出典：国土地理院ウェブサイト)

表 2.1.1 調査日及び調査の種類一覧

年度	調査日	調査種類	特記事項
	5月31日	継続	—
	9月22日	荒天時	台風通過5日後、波浪警報が発令
2018	5月25日	継続	—
2019	5月24日	継続	—
2020	5月28日	継続	—
2021	調査なし		
2022	6月7日	継続	—
2023	5月24日	継続	—
2024	3月13日	荒天時	調査前日に波浪警報及び高潮注意報が発令
	5月23日	継続	—

るが、これは同一地点における代表的な漂着状況のデータには、降水量が増加し始める梅雨入り前の春期のデータを用いることが適当<sup>2)</sup>と考えられるためである。また、調査日の選定にあたっては、降雨がなく、可能な限り大潮の干潮時に調査が可能である日にちを選定した。

2017年及び2024年には、平常時との比較検討を行うため、春期の継続調査とは別に、2017年については台風通過後、また2024年については爆弾低気圧通過後の荒天時調査も別途行った。

### 2. 1. 1. 3 試料採取, MP分離方法

サンプリング方法は、池貝ほか(2017)<sup>3)</sup>の手法で実施した。この手法は、海岸漂着MPのサンプリング方法として、漂着物の集積度の高い部分を2点以上選び、それらを平均することで、調査地点間で比較可能な最大ベースのMP漂着量が得られることを示した手法であり、環境科学センターにおける河岸及び中洲調査においてもこの方法を準用している<sup>4)</sup>。ただし、この手法では0.84mmメッシュのふるい残留物にのみ、比重分離によって水面に浮上した細かいMPを分離するとしているが、0.3mm程度の微小MPはふるい通過物にも多く含まれていたため、2019年の調査からは採取試料の全て、すなわちふるい残留物及びふるい通過物の両試料について、目視でのMP分離後に比重分離を行い、再度MP分離を実施している。

また、本手法によるMP分離方法は、分離の判断が最終的に目視によることになるため、従前の検討では1mm未満の粒径サイズのもの小さすぎて回収が難しい<sup>5)</sup>ことが分かっている。本調査では、1mm未満の微細なMPについての回収率についての検討を実施していないため、0.1mm～1mmの大きさのMPについては参考として採取、計測を行っている。

採取地点を図2.1.2に示す。いずれの調査日においても、湘南ひらつかビーチパーク近傍の満潮線付近に、局所的な海浜流の影響を受けないよう50m以上離れた2か所を設定し、調査を行った。

### 2. 1. 1. 4 MPの材質及び形態測定法

長軸長さの計測についても、池貝ほか(2017)<sup>3)</sup>で実施をした。すなわち、2. 1. 1. 3によって取り出したプラスチック候補粒子について、1個ずつ実体顕微鏡(OLYMPUS製SZ61)を使用して長軸長さを計測し、記録を行った。この計測方法は、環境省が作成した河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン<sup>6)</sup>でも採用されている手法である。

また、計測を実施したプラスチック候補粒子の形状については、河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドラインが発行される前から実施していた調査でもあるため、独自の分類として①破片(フラグメント) ②ペレット ③球 ④フィルム ⑤繊維 ⑥その他 の計6種類に分類を行った。なお、形状分類については全て外見のみで判断しており、厚みやアスペクト比などの詳細条件は設定していない。よって、特に④フィルムについては「薄くシート状のもの」、⑤繊維については「細長くひも・棒状であるもの」を選定し、分類を実施した。

プラスチックの同定については、フーリエ変換赤外分光光度計(FT/IR-4600 TGS 検出器, 日本分光(株)製)の全反射測定法(ATR法)により赤外吸収スペクトルを測定して材質を同定した。材質の分類としては、漂着MPの主な材質であるポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、ポリスチレン

(PS) の3材質と、それ以外の「その他」に計4種類に区分した。

## 2. 1. 2 結果と考察

### 2. 1. 2. 1 長軸長さ別の個数密度及び材質組成について

図 2.1.3 に、継続調査を実施した年ごとに、長軸長さ別の個数密度及び材質組成を示す。また、図 2.1.3 には荒天時調査の結果も併せて示した。長軸長さ 1mm ごとの区分で全調査期間の漂着 MP の区分を行った結果、ほぼ全ての調査年度において、特定の大きさに偏ることなく、全ての区分に同量程度の MP が漂着する特性が確認された。2017 年及び 2024 年の荒天時調査については長軸長さが短いプラスチック片が多く観察されており、2023 年度の調査については、いわゆるマイクロプラスチックの定義からは外れる、5mm 以上の大きなプラスチック片が他年度の調査時の 2~4 倍以上多く漂着していた。

河川等を通じ海域へ流出した MP は、サイズが数 mm 程度までは near-shore trapping<sup>7)</sup> により海岸漂着と海域への流出を繰り返し、その過程で紫外線による光酸化分解や寒暖差により細片化が進行<sup>8)</sup>するが、数 mm 以下に破碎されると near-shore trapping が効かなくなり、沖合に広がる<sup>9)</sup>ことがわかっている。これはすなわち、MP は海岸で細片化したのちには、沖合に流出してゆく挙動を取ることを意味しているため、最終的に海岸漂着 MP には長軸長さが短いものはあまり確認されないはずであるが、継続調査を通じ、長軸長さが短い MP (<2 mm) は、全ての期間において長軸長さが長いものと同数確認されており、またその材質の多くは発泡 PS が占めるという結果が得られた。そして、前述のとおり 2017 年及び 2024 年の荒天時調査では長軸長さが 2mm 未満の短い MP が特異

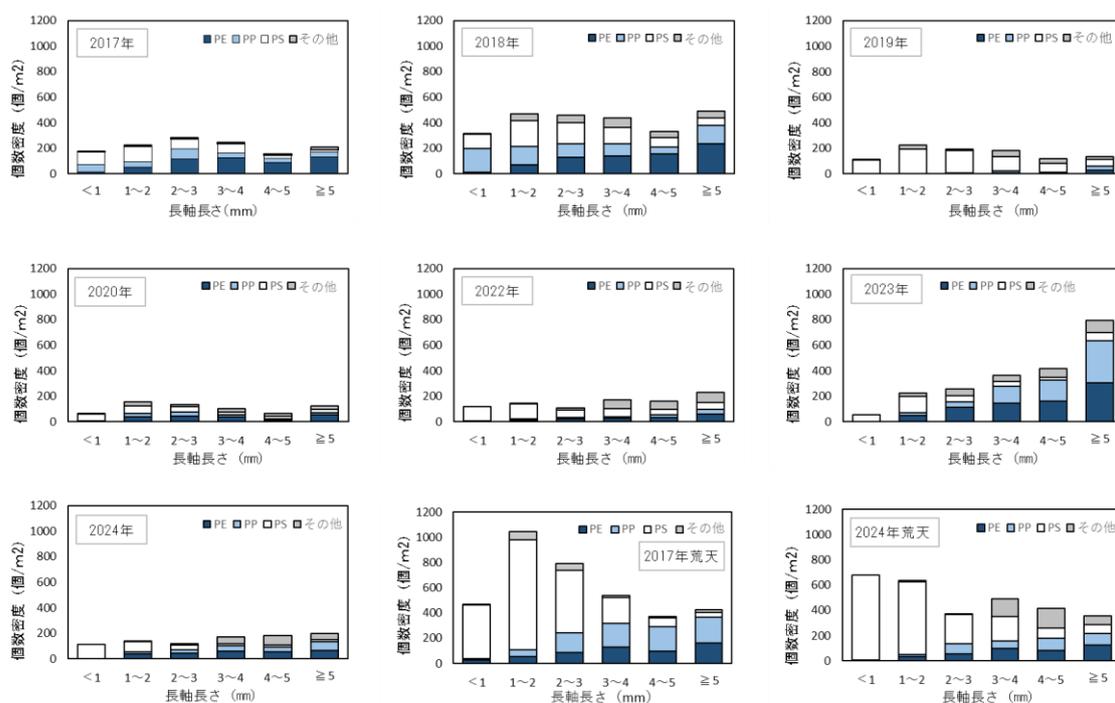


図 2.1.3 長軸長さ別・材質別の個数密度 (2017 年~2024 年継続調査および荒天時調査)

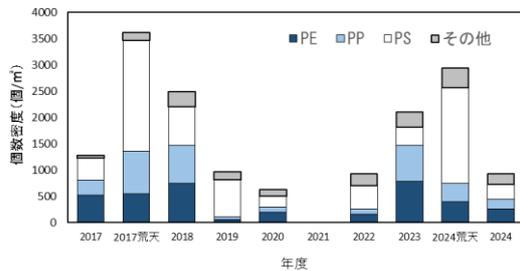


図 2.1.4 個数密度及び材質の経年変化

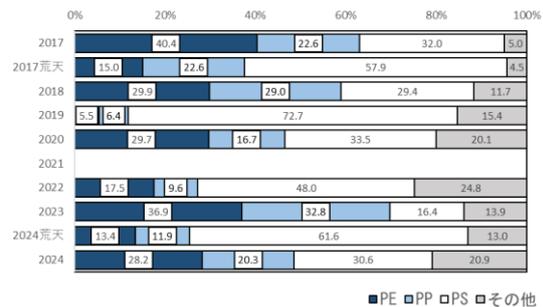


図 2.1.5 材質別割合の経年変化

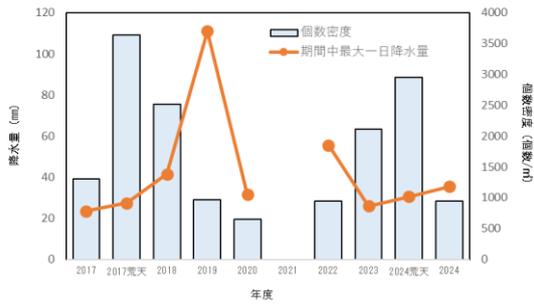
的に増加していたが、やはりその材質はほぼ発泡 PS のみであった。

これらの結果から、PE や PP といった主要材質のプラスチック片であれば、河川等から流出し、海岸での細片化のち沖合流出という流出過程を辿る一方で、PS 材質（発泡 PS）の MP については、特に海岸と陸の間の輸送過程において、細片化後に沖合には流出しにくい、もしくは海岸付近に滞留しやすい等、PE や PP とは異なる挙動を取る可能性があることが示唆された。また、当センターでは、PS 材質（発泡 PS）の漂着 MP について、従前より河川 MP 調査等の結果と比較検討した結果、多くは海域に由来する MP であり、相模湾内で滞留しているものと推定している<sup>2)</sup>。そのため、荒天時調査において PS 材質（発泡 PS）の MP が増加した理由としては、相模湾内で滞留したものが、気象条件により海岸へ戻り漂着したことが想定される。こうした挙動も PE や PP には確認されなかったものであるため、前述の海岸付近における挙動も含め、発泡 PS の MP については、海岸付近及び特定の気象条件下においては、PE や PP 等の MP とは異なった挙動を取る可能性があるものと考えられた。

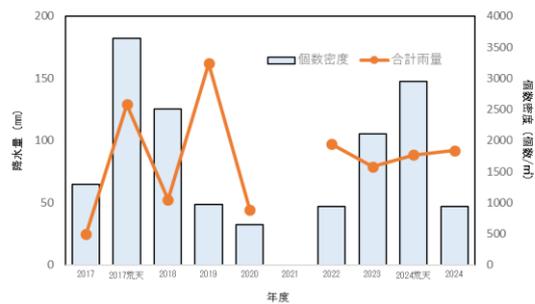
### 2. 1. 2. 2 個数密度及び材質割合の経年変化について

図 2.1.4 に、個数密度及び材質の経年変化、また図 2.1.5 に材質割合の経年変化を示す。荒天時の調査については、継続調査と比較すると、個数密度が約 1.5～6 倍以上増加することが確認された。一方で、同条件の採取・分類の調査にもかかわらず、継続調査間での個数密度の変動は大きく、何らかの天候条件が影響していることが想定されたため、調査日前 2 週間の期間中最大一日降水量、合計降水量、風速、波高などの気象データを取りまとめ、検討を行った。気象データの取りまとめ結果を図 2.1.6 に示す。結果、平均波高など一部の年度については影響があると思われたものもあったが、はっきりと影響因子として確認された気象データはなかった。個数密度の増減に関与する気象条件は、今回検討した気象条件だけではなく、近傍河川の水位や海域の潮流、また近傍の地形など、複数の条件が複雑に関与していることが想定される。

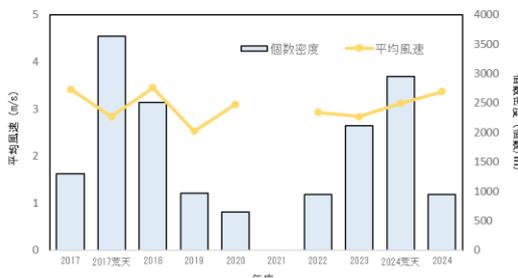
継続調査を通じ、材質組成は前述のとおり PE, PP, PS が同程度存在するものであったが、荒天時及び 2019 年や 2022 年といった漂着数が少ない時期については PS の組成比が高くなる傾向（全体の約 5 割～6 割）があることが確認された。このうち、荒天時については、2. 1. 2. 1 にも記載したとおり海域の影響を強く受け、PS 材質（特に発泡 PS）の MP 数が増加したものと考えられる。同様に、PS 材質の MP には海域由来のものが多いとの想定を考慮すると、2019 年や 2022 年のような



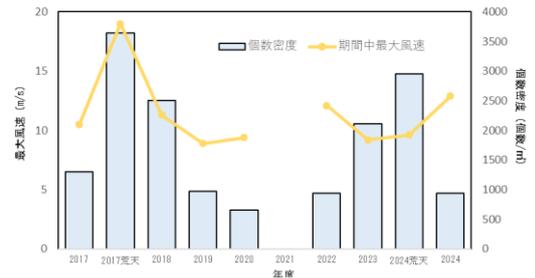
期間中最大一日降水量と個数密度



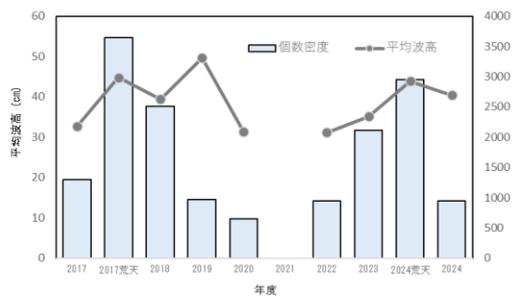
合計雨量と個数密度



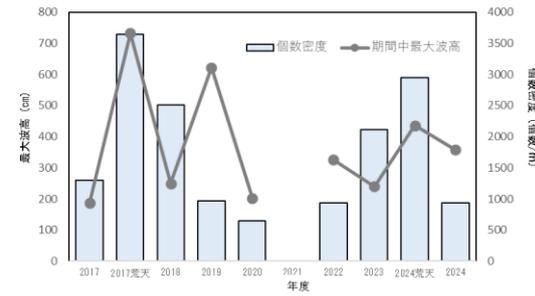
平均風速と個数密度



期間中最大風速と個数密度



平均波高と個数密度



期間中最大波高と個数密度

図 2.1.6 調査日 2 週間前の各種気象データと個数密度との関連性比較検討結果

漂着数が少ない調査時は、近傍河川由来のMPが少ない時期であったと推測される。しかし、いずれの調査年も直前にかなりの降雨を記録しており、河川の影響が少なかったとは考えにくいものであった。平塚海岸では、降雨などにより海岸漂着ごみが増加した場合、重機による大掛かりな海岸清掃が実施されることが特徴であるため、個数密度への影響因子の一つとして、海岸清掃の実施時期などについても把握しておく必要があると考えられた。

### 2. 1. 2. 3 形状の特徴及び経年変化について

漂着したMPの形状を6種類に分類した結果について、個数密度の経年変化については図 2.1.7、全漂着MPに対する割合の経年変化については図 2.1.8 にそれぞれ示す。「その他」に分類されたものは継続調査を通じ一つもなかったため、結果として全てのMPの形状は計5種類に分類された。

分類した結果、どの調査年度においても「破片」の割合が圧倒的に多く、全体の約7割程度を占めていた。2022年及び2024年荒天時調査等については、PS球の増加に伴い、「球」と判定された形状

が増加している。ただし、2017年荒天時及び2019年調査などでもPS球は増加をしているが、一部のPS球については球の形状を保っていなかったために「球」ではなく「破片」として分類されたため、このような結果となった。こうした分類の不確かさを少しでも無くするため、今後の継続調査においては河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドラインに則した分類を実施することが肝要であると思われる。

海岸漂着MPの形状については、既にフィルムや繊維の漂着がほとんど確認できないことを報告<sup>2)</sup>していたが、荒天時を含め、継続調査期間において、この2種類のMPは殆ど漂着しない傾向があることを改めて確認した。この2種のMPは、当センターで実施した河岸堆積物調査<sup>4)</sup>、河川調査でも多数確認されているため、陸地で発生したプラスチック片のうち、フィルム状、繊維状の形状のものは、河川に流出した後は海岸に漂着することではなく、河川や近海に沈降しているか、または海洋へ流出していることなどが想定される。この理由については、プラスチックの材質ではなく形状が原因であると推察しているが、現段階においてその理由は不明である。

ただし、本調査においては、河川調査で実施している有機物分解の前処理を実施しておらず、特に河川調査で多く確認される衣類由来の繊維状MPについては、本調査ではプラスチック候補物として取り出せていない可能性がある。そのため、海岸漂着MPが形状別に異なる挙動を取る可能性については、更なる追加調査が必要であると考えられる。

#### 2.1.2.4 「その他」の材質について

次に、主要な3材質以外の主な材質について、図2.1.9に個数密度および材質を示した。継続調査を通じ確認された材質は、エチレン酢酸ビニル共重合樹脂(EVA)や、ポリウレタン(PU)、エチレンプロピレン共重合体(PE-PP)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリ塩化ビニル(PVC)等であった。この5種類以外のプラスチック、また

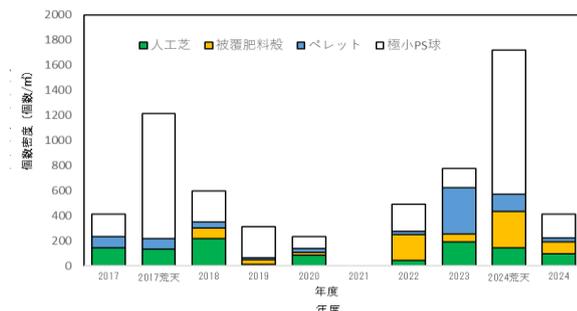


図 2.1.7 個数密度及び形状の経年変化

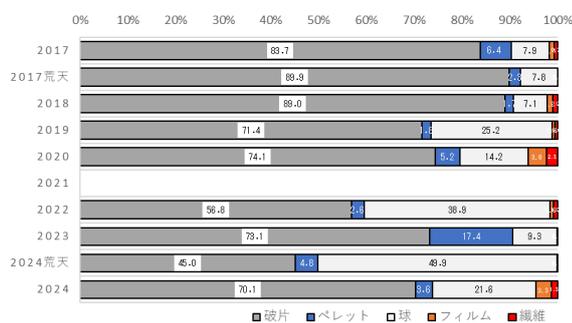


図 2.1.8 形状別割合の経年変化

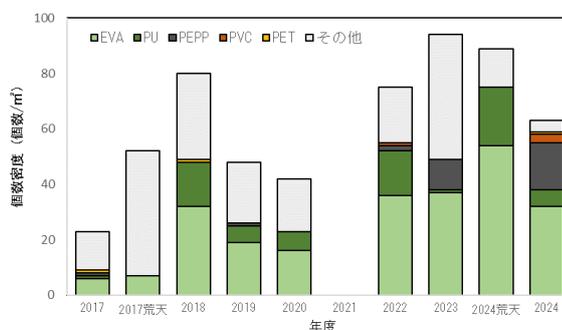


図 2.1.9 「その他」材質の個数密度および材質

劣化が著しい等の理由で正確な材質の判定が難しいMPについては再び「その他」と区分した。

5種類の材質のうち、EVA及びPUは常に漂着が確認された。EVAが材質のMPは、その形状から人工芝もしくは被覆肥料殻であると特定されているものが多く、また同様にPU材質のMPについては、ほぼ全てが被覆肥料殻と特定されていることも特徴であった。前述のとおり、MPの材質判定は劣化や破損、また検体が小さすぎる等のために困難な場合が多いが、こうした特徴的な形状のMPは、その材質についてある程度知見があるため、PEやPPといった主要材質でなくとも、比較的容易に材質が判定できたものと考えられる。

特筆すべきは、2.1.2.3の形状と同様に、当センターで実施した路肩調査<sup>8</sup>及び河岸

堆積物調査<sup>4</sup>、また国が実施した河川調査で多くの場合に確認されたPCVやPETが殆ど確認されなかったことである。この2材質は、他の主要プラスチック材質等とは異なり密度が水より高いため、形状等にもよるが、水中に入った段階で沈降した可能性があることは既に過去の調査結果<sup>2)</sup>において指摘済みであったが、本継続調査を通じ、改めてその傾向を確認することができた。このことから、形状のみでなく、一部の密度が高いMPについても、陸地で発生したプラスチック片が河川を通じ流出した後、何れかへ沈降または流出し、海岸に漂着する可能性は低いことが推察された。相模湾の海底堆積MPの材質組成は、相模川の水中で確認されたMPの材質組成と似ていたとの報告<sup>9)</sup>があるため、こうした密度が高いMPは、最終的に海底へと流出している可能性が伺える。こうした河川から海岸へと漂着するMPの実態をより詳細に調べるには、降雨直後の海岸調査及び河口の底質の調査を行う必要があると考えられる。

### 2.1.2.5 特徴的な形態を有するMPの経年変化について

過去のマイクロプラスチック調査結果から、環境科学センターでは特徴的な形態を有するMPとして、①人工芝、②被覆肥料殻、③ペレット、④極小ポリスチレン球の4種類を報告している。これら4種類の特徴的なMPの個数密度の経年変化については図2.1.10に、また漂着MP数に対する割合については図2.1.11に示した。

また、MP種の判別については、①～③は外見で判定を行い、④極小ポリスチレン球についてはは明確な定義はないため、従前の報告に倣い1.5mm以下の長軸長さ、球状の形状、PS材質の3つの条件が揃ったものを極小ポリスチレン球と定義し、データの取りまとめを行った。

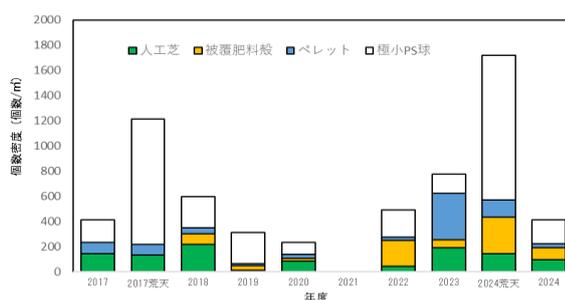


図 2.1.10 特徴的なMPの個数密度の経年変化

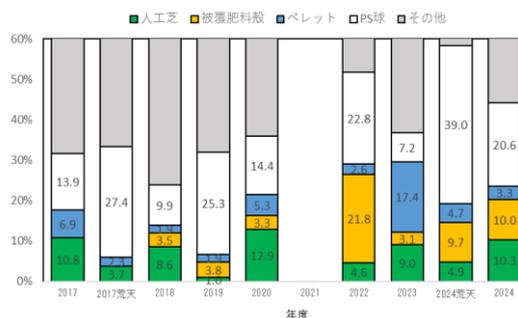


図 2.1.11 漂着MP数に対する特徴的なMPの割合

①人工芝はその形態からの判別が容易なMPの代表である。なお、人工芝は河岸堆積物調査<sup>4)</sup>において繊維状のものも多く確認されているが、前述のとおり海岸漂着MPでは殆ど繊維状の形態のMPは確認されないため、本調査では緑色へら状形態の人工芝についてのみが対象となった。継続調査の結果、人工芝の漂着数は全漂着MP数の増減に伴い変動し、常に全漂着MPの5～10%程度を占めていた。平塚海岸の荒天時調査では、全漂着MP数が大きく増加した際にも、人工芝のMP数の割合が大きく変動することはなかったため、平塚海岸に漂着する人工芝は、定常的に河川から流出しているものであると思われる。

ただし、過去の別地点の調査では、荒天時において漂着数が大きく増加するケースもあった<sup>10)</sup>ため、今後は河川の影響が大きい大雨後、また更なる台風後調査などの調査を追加で実施することで、人工芝のMPの詳細な挙動が明らかになるものと思われる。

②被覆肥料殻も形態からの判別が容易なMPの一つであり、発生源が明らかであることから、当センターでも被覆肥料殻のみを対象とした特定調査を過去に実施している<sup>11)</sup>。平塚海岸での継続調査時期は、大量の被覆肥料殻が流出する代掻き付近の時期であるが、漂着数は年によってまちまちであった。また代掻きの時期ではない荒天時調査においても全く確認されなかった年もあれば、比較的大量の被覆肥料殻が見つかった年もあった。当センターにおけるこれまでの被覆肥料殻調査において、被覆肥料殻の漂着数については代掻きの時期と調査時期との間隔に依存すると結論付けており<sup>2)</sup>、漂着数の変動は代掻きのタイミングのずれが主たる原因と思われる。また、代掻きの時期ではない時期にも被覆肥料殻が見つかることから、一度河川から流出した被覆肥料殻はすぐに海岸に漂着するわけではなく、時間をかけて海岸に漂着することも考えられる。また、従前の調査では県内の被覆肥料殻の主たる発生源は県西部の酒匂川であることを確認<sup>12)</sup>しているため、代掻きの時期ではない時期に被覆肥料殻が確認される原因としては、県西部から大量流出したものが、荒天等をきっかけに平塚海岸に流れ着いた可能性も考えられる。

③ペレットは一次MPの代表例であり、当センターにおいても、吸着した化学物質の調査等、様々な観点から調査を行っている。継続調査における樹脂ペレット数は、全MPの約3%程度で安定しているようにも見受けられたが、2023年のように突発的に増加する調査年もあった。従前の調査を通じ、平塚海岸のペレットについては、年間を通じて他地域と比較すると漂着数が多いことが分かっており、相模川等の河川の流域にある工業地域からの漏出が疑われると結論づけているが<sup>2)</sup>、現在もペレットの定常的な漏出は続いていることが確認できた。また、荒天時調査については、2017年の漂着数は継続調査と大きく変わらない結果が得られたものの、2024年の調査では漂着数は増加するという結果が得られた。

漂着したペレットの着色状態を定量的に分類することは難しいが、本継続調査を通じ、平塚海岸に漂着するペレットは調査開始時から継続して新品樹脂ペレットに近いものから完全に黄変したのまでさまざまな状態のものが漂着しており、何れかの状態に偏ることはなかった。ペレットは劣化によって黄変が進行する<sup>13)</sup>ため、継続調査、荒天時調査で漂着したペレットの一部は、長期間に亘り何れかに滞留したのちに海岸に漂着していることは明らかであり、また滞留する箇所としては従前の報告のとおり相模湾内が推測される<sup>2)</sup>。

また、本継続調査におけるペレットの漂着数の変動理由は現状では不明であった。今後については、河川MP調査や相模湾内の漂流MP調査等の結果などを勘案することで、ペレットの流出経路の詳細が明らかになるものと思われる。

④極小ポリスチレン球は、ビーズクッション封入材であると思われる、過去の他地点における海岸漂着MP調査において大量漂着が確認された後にはほぼ消失することが確認されているため、不定期に大量排出されたものと考えられている<sup>2)</sup>。しかし、平塚海岸における継続調査においては大きな変動はなく、全漂着MP数に対し常に約1~2割程度の漂着が確認された。また、荒天時については、既に2.1.2.1に記載したとおり、漂着数の増加及び全漂着MPに対する割合が増加(約2~4割)する傾向が確認された。

極小ポリスチレン球の長軸長さは短く、PS材質(発泡PS)のMPであるため、2.1.2.1に記載した「PEやPP等のMPとは異なる挙動を取る可能性がある」MPの代表例であると言える。不定期に大量排出されることが想定されているにも関わらず、常に一定数の漂着が確認されていること、またPEやPPとは異なり、長軸長さが短くとも沖合に流出しにくい挙動を取る可能性があることが想定されていることから、河川や海岸近くで大量流出した極小ポリスチレン球は、海岸付近に広がるものの沖合にはあまり流出せず、長期間に亘って海岸付近に留まり続け、海岸への漂着と流出を繰り返している可能性がある。ただし、他地点の過去調査において極小ポリスチレン球の消失も確認された経緯を鑑みると、こうした発泡PSの特異的な挙動については平塚海岸特有のものであることも想定される。そのため、極小ポリスチレン球特有の実態をより詳細に調べるためには、他地点における継続調査や、調査頻度を上げた海岸漂着MP調査を行う必要があると考えられた。

また、極小ポリスチレン球の漂着数は、全漂着MP数の増減とはあまり相関がなく、荒天時には漂着数が増大する傾向があった。荒天時に増加する理由については、2.1.2.1で述べたとおり沖合に滞留していたMPの影響が想定される。

### 2.1.3 参考文献

- 1) 神奈川県 県土整備局 河川下水道部 砂防海岸課 なぎさグループ：かながわの海岸, 1-28, (2019)
- 2) 池貝隆宏：漂着マイクロプラスチック調査から見た海洋プラスチック汚染, 神奈川県環境科学センター研究報告, 46, 1-17 (2023)
- 3) 池貝隆宏, 三島聡子, 長谷部勇太, 小林幸文：海岸漂着量の評価のためのマイクロプラスチック採取方法, 全国環境研会誌, 42 (4), 197-202 (2017)
- 4) 代田 寧, 内藤智子, 五十嵐恵美子, 菊池麻希子, 川原一成, 星崎貞洋, 中山駿一, 宮澤 誠：引地川の河岸や中州に堆積するプラスチック片の状況 (2022年11月), 神奈川県環境科学センター研究報告, 47, 43-49 (2024)
- 5) 三島聡子, 小澤憲司, 中山駿一, 菊池宏海, 難波あゆみ, 片岡智哉, 二瓶泰雄：流域～河川～海岸におけるプラスチック片堆積状況の比較解析の試み ～神奈川県引地川流域を例に～, 水環境学会誌 Journal of Japan Society on Water Environment Vol.45, No.1, pp.11-19 (2022)

- 6) 環境省 水・大気環境局 海洋環境課 海洋プラスチック汚染対策室：河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン, 1-57, (2025)
- 7) Tomoya Kataoka, Yasuo Nihei, Kouki Kudou, Hirofumi Hinata : Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan, Environ.Pollut., 244, Jan., 958-965 (2019)
- 8) Cole,M., Lindeque,P., Halsband,C. and Galloway,T.S.: Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Mar.Pollut.Bull., 62, 2588-2597 (2011)
- 9) Masashi Tsuchiya , Tomo Kitahashi , Ryota Nakajima , Kazumasa Oguri , Kiichiro Kawamura, Akimu Nakamura , Kengo Nakano, Yosaku Maeda, Masafumi Murayama, Sanae Chiba, Katsunori Fujikura : Distribution of microplastics in bathyal- to hadal-depth sediments and transport process along the deep-sea canyon and the Kuroshio Extension in the Northwest Pacific, Marine Pollution Bulletin, 199 , (2024) 115466
- 10) 池貝隆宏, 三島聡子, 菊池宏海: 相模湾沿岸におけるマイクロプラスチックの漂着の特徴. 用水と廃水, 62(2), 147-154 (2020)
- 11) 菊池宏海, 難波あゆみ, 五十嵐恵美子, 川原一成, 三島聡子, 坂本広美 : 相模湾西部沿岸で採取した特徴的な形態を有するマイクロプラスチックの発生源調査, 全国環境研会誌, 46, 51-55 (2021)
- 12) 池貝隆宏, 三島聡子, 菊池宏海, 難波あゆみ, 小林幸文 : 相模湾沿岸域のマイクロプラスチック漂着特性, 神奈川県環境科学センター研究報告, 41, 1-10 (2018)
- 13) Endo, S. , Takizawa, R. , Okda, K. , Tahada, H. , Chiba, K. , Kanehiro, H. , Ogi, H. , Yamashita, R. , Date, T. : Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: Variability among individual particles and regional differences, Mar. Pollut. Bull., 50, 1103-1114 (2005)

(担当：辻)

## 2. 2 材木座海岸における大量漂着樹脂ペレットとその発生源の推定

本稿は、“材木座海岸における大量漂着樹脂ペレットの発生源調査”（神奈川県環境科学センター研究報告 vol.48, 38-41, (2025)）を再構成したものである。

### 2. 2. 1 調査方法

#### 2. 2. 1. 1 調査地点

調査地点は、鎌倉市を流れる滑川の左岸に位置する材木座海岸で実施した。また、より詳細な発生源の推定を行うため、滑川河口～上流の現場確認調査を行った。

#### 2. 2. 1. 2 調査実施日

調査は、2018年の12月18日、2019年の4月17日、2019年の6月3日、2019年の12月25日、2020年の12月16日、2021年の4月23日、2021年の6月3日、2021年の9月8日、2023年の4月27日、2023年の5月12日及び2024年の4月25日に実施した。7月から8月にかけての夏期は観光客の影響が想定されるため実施しなかった。

#### 2. 2. 1. 3 試料採取, MP 分離方法

試料採取については、従前の調査によって調査地点間の比較ができることを確認した手法<sup>1,2)</sup>を採用した。まず調査地点の満潮線において、漂着物の多い部位を目視で10地点選び、そこに40cm四方の採取区画を設定した。その後、各採取区画の表面の砂を約3cmすくい取り、4.75mmメッシュのふるい通過物を試料として採取した。試料は実験室に持ち帰り、目視にてMPを分離した。

#### 2. 2. 1. 4 MP の材質及び形態測定法

実体顕微鏡（SHIMADZU 製 STZ-171）で1個ずつ顕鏡して形状と色を分類し、長軸長さを計測した。各MPの材質はフーリエ変換赤外分光光度計（FT/IR-4600 TGS 検出器、日本分光(株)製）の全反射測定法（ATR法）で赤外吸収スペクトルを測定して判別した。

#### 2. 2. 1. 5 樹脂ペレットについての情報収集及び大量漂着時の潮流解析

2018年大量漂着があった樹脂ペレットについて、改めて形状などの特徴を整理するとともに、日本プラスチック工業連盟を通じ、大量漂着した樹脂ペレットの製造方法や流通ルートについて情報収集を行った。

また、海（相模湾）からの漂着の可能性を推定するため、大量漂着があった2018年について、サンプリング当日から10日前までの潮流について、海上保安庁のHPデータを用いて解析した。また、2018年以外についても同様に潮流を解析した。

### 2. 2. 2 結果と考察

#### 2. 2. 2. 1 材木座海岸における調査

材木座海岸における樹脂ペレットの調査結果を図 2.2.1 に示す。材木座海岸満潮線にて、MP の採取及び分析を行ったところ、2018 年度には、大量漂着が認められたが、それ以降そのような特異的な漂着は認められなかった。

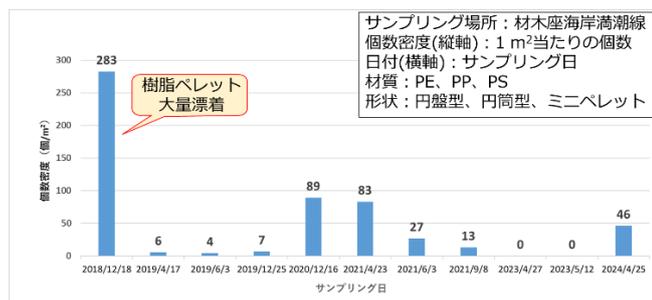


図 2.2.1 材木座海岸における調査結果

### 2.2.2.2 大量漂着した樹脂ペレットの詳細な形状確認

2018 年に材木座海岸で大量漂着した樹脂ペレットを形状別に分別した結果を図 2.2.2 に示す。ミニペレットが一番多い結果であった。プラスチックの材質も含めて分類すると、ミニペレットの材質はポリエチレンのみで、割合としても全漂着量の約半数を占めることが確認された。

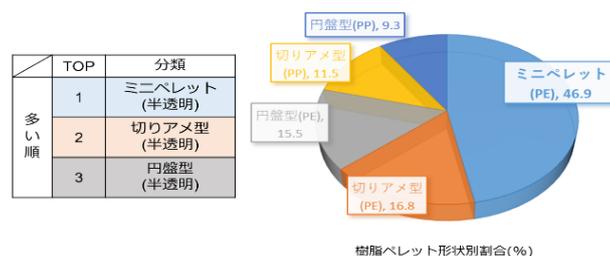


図 2.2.2 大量漂着した樹脂ペレットの形状別結果

ミニペレットとは、一般的な単語ではなく当センターで独自に名付けたもので、図 2.2.3 に示すような特徴的な小さいペレットのことを指す。このミニペレットには大きさが 3.4 mm 未満でささくれがあるという特徴がある。いずれの特徴も一般的に流通している樹脂ペレットとは異なるものであるため、流通経路を特定できる可能性があると考えた。

TOP	分類	写真	イメージ図	特徴	
多い順	1	ミニペレット (半透明)			個数割合：約46% ①長辺長さ3.4mm未満 ②材質PE ③白色半透明 ④ささくれ有が多い
	2	切りアメ型 (半透明)			個数割合：約17% ①長辺長さ3.4mm以上 ②材質PE ③白色半透明
	3	円盤型 (半透明)			個数割合：約15 % ①長辺長さ3.6mm超え ②材質がPE ③白色半透明

図 2.2.3 大量漂着した代表的な樹脂ペレットの特徴

ミニペレットの流通経路特定のため、日本プラスチック工業連盟へ聞き取り調査を実施したところ、

- ① ミニペレットは、図 2.2.4 に示すようなホットカット方式で生産する樹脂ペレット生産時の不良品で、製品として販売されるものではないと考えられる。
- ② 通常、産業廃棄物として処分される。との情報が得られた。

このことから、大量漂着したミニペレットは産業廃棄物の可能性があると考えられた。

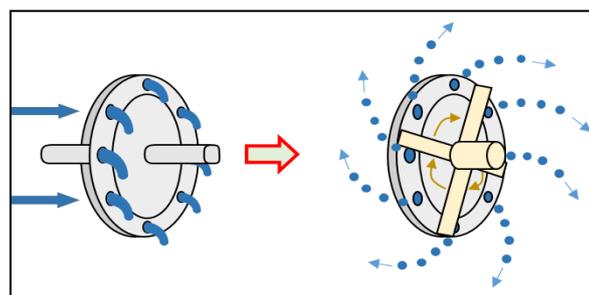


図 2.2.4 空冷ホットカット方式のイメージ図

また、大量漂着時の樹脂ペレットについて再解析したところ、図2.2.5に示すように、樹脂ペレットの漂着は滑川の河口付近に集中していることが分かった。さらに、漂着した樹脂ペレット中のミニペレットの数を調べたところ、やはり河口付近で多いことが確認され、滑川が発生源となっている可能性が考えられた。

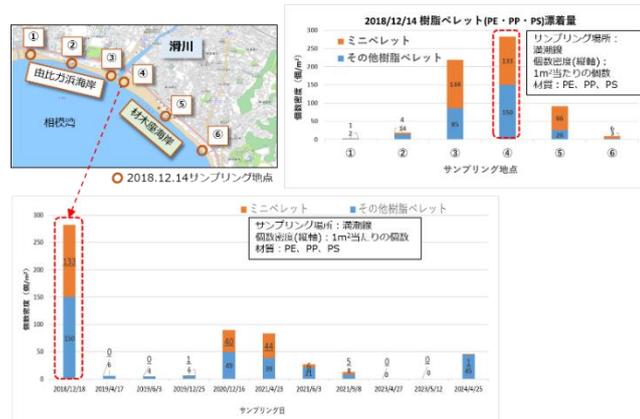


図 2.2.5 滑川河口での漂着状況 (2018 年度大量漂着時)

### 2. 2. 2. 3 樹脂ペレットについての情報収集

日本プラスチック工業連盟への聞き取り調査でミニペレットは通常産業廃棄物として廃棄されてしまう可能性が高く、また滑川が発生源となっている可能性が考えられたため、2018 年度の大量漂着は滑川への不法投棄が原因の一つである可能性も考えられる。

より詳細な発生源の推定を行うため、図 2.2.6 に示す滑川河口～上流の現場調査を行ったところ、川に不法投棄がされている場所やペレットを扱う工場や事業所などは確認できなかった。



図 2.2.6 滑川河口～上流の現場調査結果

### 2. 2. 2. 4 大量漂着時の潮流解析

続いて、海（相模湾）からの漂着の可能性を推定するため、大量漂着があった2018 年について、サンプリング当日から10 日前までの潮の流れを、海上保安庁のHP データを用いて解析した。結果を、図 2.2.7 に示す。一般的な相模湾の潮の流れとは逆である時計回りであることが確認された。このことから、海から漂着したと仮定した場合、大量漂着時の発生源は西側である可能性が示唆された。

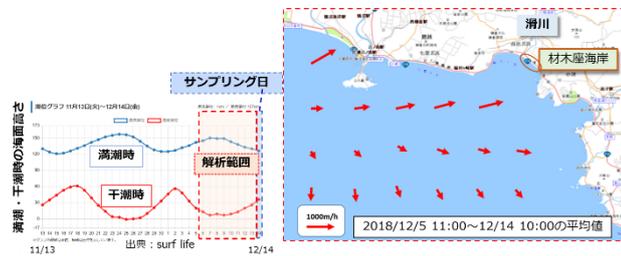
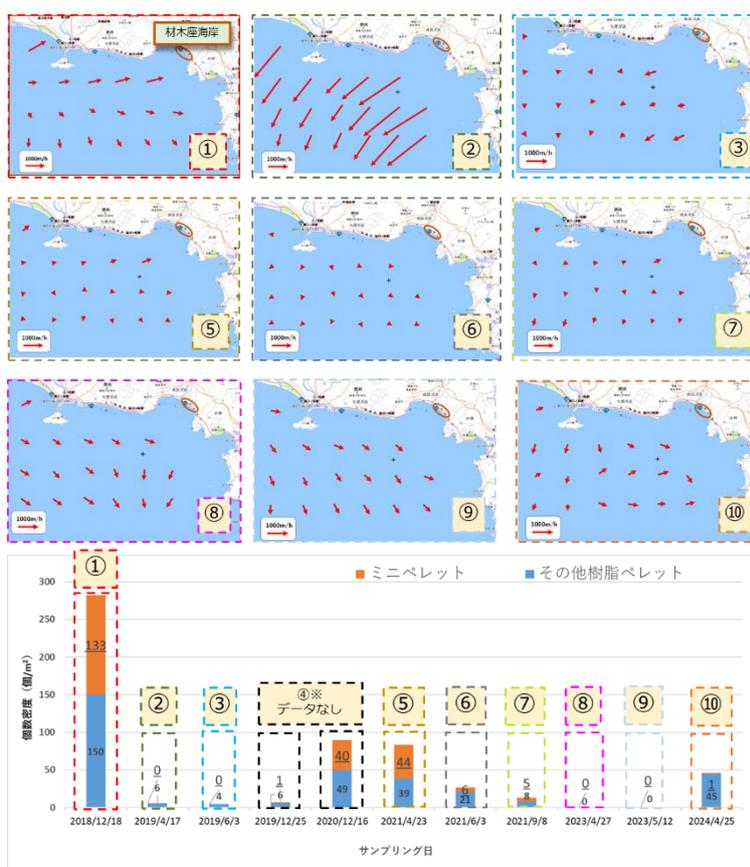


図 2.2.7 江の島～鎌倉エリアの潮見表 (左) と潮流の解析結果 (右)

また、2018年以外についても同様に潮の流れを解析した。結果を、図 2.2.8 に示す。大量漂着のあった①以外は相模湾から材木座海岸へ漂着するような流れは確認できなかった。したがって、2018年大量漂着時の潮の流れは特異的だったと考えられ、海を通じて西側から漂着した可能性も否定できないものと考えられる。

さらに、相模湾から漂着した可能性を検討するため、公益財団法人かながわ美化財団の HP データを用いて海岸漂着ごみ（海藻）量を調査した。結果を、図 2.2.9 に示す。大量漂着のあった 2018 年度は海岸漂着ごみが例年に比べて多かった。また相模湾の海岸漂着ごみの約 80%が、材木座海岸のある鎌倉市で回収されていることがわかった。このことから、材木座海岸は海（相模湾）から漂着しやすい場所と考えられ、2018 年はとくに漂着量が多かったことから、潮流解析の結果も同様に樹脂ペレットは海（相模湾）から漂着した可能性もあるものと考えられた。



※ 大型台風の影響で測定器不良  
図 2.2.8 その他調査日の潮流の解析結果

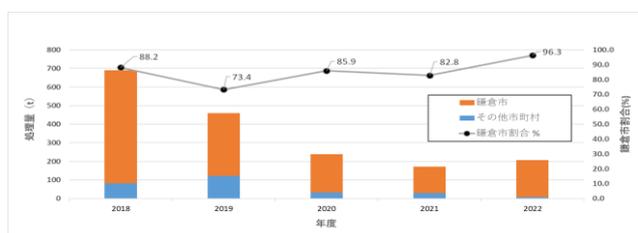


図 2.2.9 かながわ美化財団の海岸ごみ（海藻）処理量

### 2. 2. 3 参考文献

- 1) 神奈川県環境科学センター調査研究部マイクロプラスチック研究チーム：相模湾漂着マイクロプラスチック（MP）の実態とその由来の推定<中間報告書>その 1 漂着実態把握と吸着化学物質の推定, <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/3464/2mprep20191.pdf> (2026 年 2 月時点)
- 2) 池貝隆宏, 三島聡子, 長谷部勇太, 小林幸文：海岸漂着量の評価のためのマイクロプラスチック採取方法, 全国環境研会誌, 42(4), 54-59 (2017)

(担当：露木)

### 3 河川を流下するMPの量、材質及び形態 その3

#### 3. 1 引地川の河岸や中州に堆積するプラスチック片の状況とその発生源の推定

本稿は、“引地川の河岸や中州に堆積するプラスチック片の状況（2023～2024年）と発生源調査”（神奈川県環境科学センター研究報告 vol.48, 42-50, (2025)）及び“引地川の河岸や中州に堆積するプラスチック片の状況（2022年11月）”（神奈川県環境科学センター研究報告,47,43-49(2024)）を再構成したものである。

#### 3. 1. 1 調査方法

##### 3. 1. 1. 1 調査地点

川幅が広く河岸や中州の面積が大き過ぎると、代表性のあるサンプリングが難しく、かつ労力も大きくなる。そこで、中規模な川幅で、これまで河川流下MPや道路堆積物などの調査データがある引地川を対象とし、図3.1.1及び図3.1.2に示す6地点においてサンプリングを実施した。

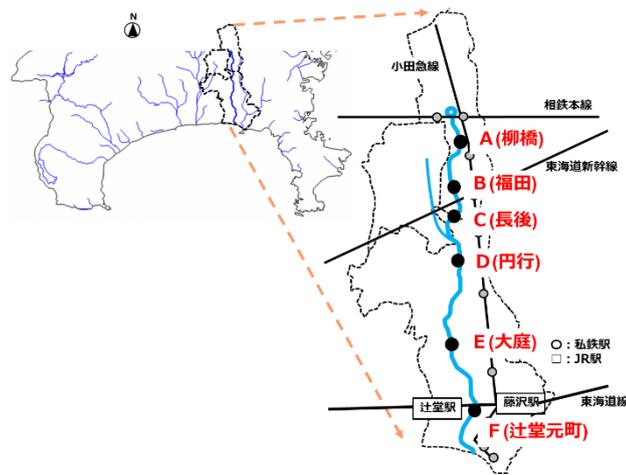


図3.1.1 調査地点（図中の●印）

##### 3. 1. 1. 2 調査実施日

調査実施日の一覧を表3.1.1に示す。各地点の調査実施日は、○印で示した。2022年の11月から2024年の2月までは、各地点の橋の上流側、中間及び下流側を採取した。2024年の5月は、上流側のみ採取した。また、地点A, D, Fについては、11月23日に海老名に設置された雨量計で44.5mm、辻堂で35.5mmのまとまった雨が降ったため、その翌日の11月24日もサンプリングを実施した。11月22日は降雨前調査、11月24日は降雨後調査となる。

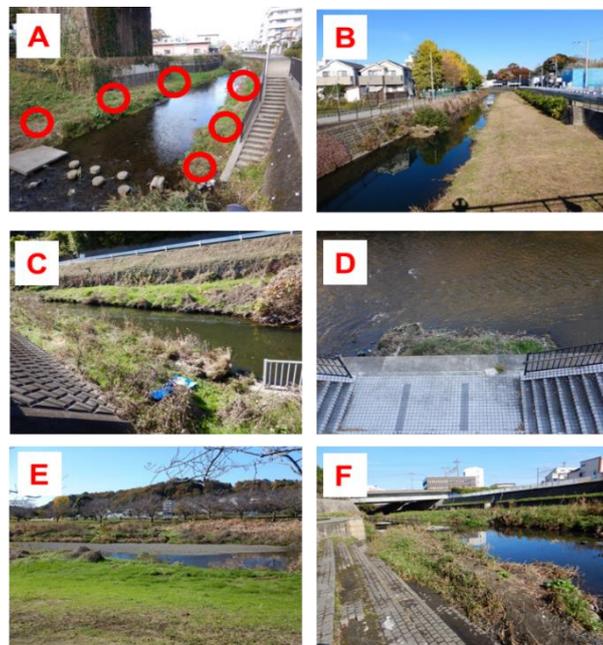


図3.1.2 調査地点の状況。A内の○は、おおよその採取位置を示す。

##### 3. 1. 1. 3 試料採取, MP分離方法

サンプリング方法は三島ほか(2022)<sup>1)</sup>に準じて実施した。すなわち、40cm四方のコドラート（採取区画）内にて、土砂ご

表 3.1.1 調査日及び調査の種類一覧

地点		調査実施日									
		2022年			2023年					2024年	
		11/22	11/24	11/25	5/26	8/4	8/24	11/20	11/22	2/8	5/22
A.柳橋	右岸	○	○		○		○	○		○	○
	左岸	○	○		○		○	○		○	○
B.福田	左岸			○				○			○
C.長後	左岸			○				○			
D.円行	右岸	○	○						○		
E.大庭	右岸			○					○		
F.辻堂 元町	右岸	○	○		○	○			○	○	○
	中洲	○	○		○	○			○	○	

と土砂ごとスコップで表層 2cm 採取し、実験室に持ち帰って分析用の試料とした。このようなサンプリングでは、代表性のある試料を採取できるかが常に問題となる。池貝ほか (2017)<sup>2)</sup>は、海岸漂着 MP のサンプリング方法として、漂着物の集積度の高い部分を 2 点以上選び、それらを平均することで、調査地点間で比較可能な最大ベースの MP 漂着量が得られることを示した。ここでもこの方法を参考としたが、河岸や中洲において詳細なサンプリング方法を検討したわけではないため、採取区画を 3 か所ずつとし、それぞれの調査地点において目視により集積度の高いところを選定した。MP 分離方法も三島ほか(2022)<sup>3)</sup>に準じて行った。すなわち、まず持ち帰った採取物から、プラスチックと思われるもの（プラスチック候補粒子）を目視にて取り出す。その後、飽和食塩水で比重分離を行い、浮遊物からさらにプラスチック候補粒子を取り出し、この操作をプラスチック候補粒子がなくなるまで繰り返し、取り出した。

### 3. 1. 1. 4 MP の材質及び形態測定法

プラスチック候補粒子については、1 個ずつ実体顕微鏡 (OLYMPUS 製 SZ61) を使用して長軸長さを計測し、フーリエ変換赤外分光光度計 (FT/IR-4600 TGS 検出器, 日本分光株製) の ATR 法により赤外吸収スペクトルを測定して材質を判定した。材質の分類としては、ポリエチレン (PE), ポリプロピレン (PP), ポリスチレン (PS), ポリエチレンテレフタレート (PET), ポリ塩化ビニル (PVC) とし、それ以外を「その他」に区分した。

### 3. 1. 2 結果と考察

#### 3. 1. 2. 1 調査地点ごとの個数密度の比較

2022 年 11 月に実施した結果及び 2023 年 11 月に実施した結果を図 3.1.3 に示した。調査地点ごと

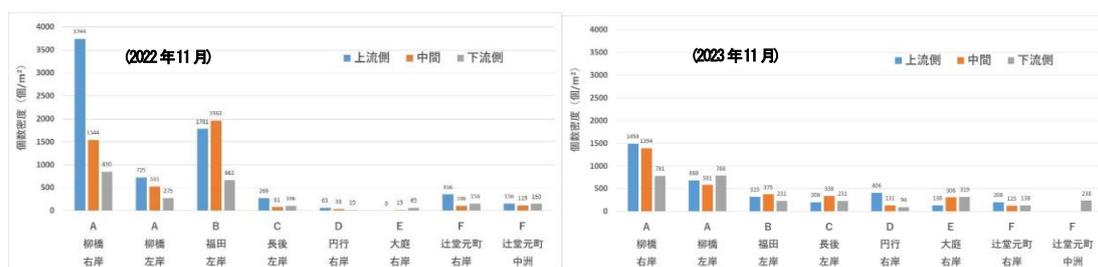


図 3.1.3 各調査地点における個数密度の比較

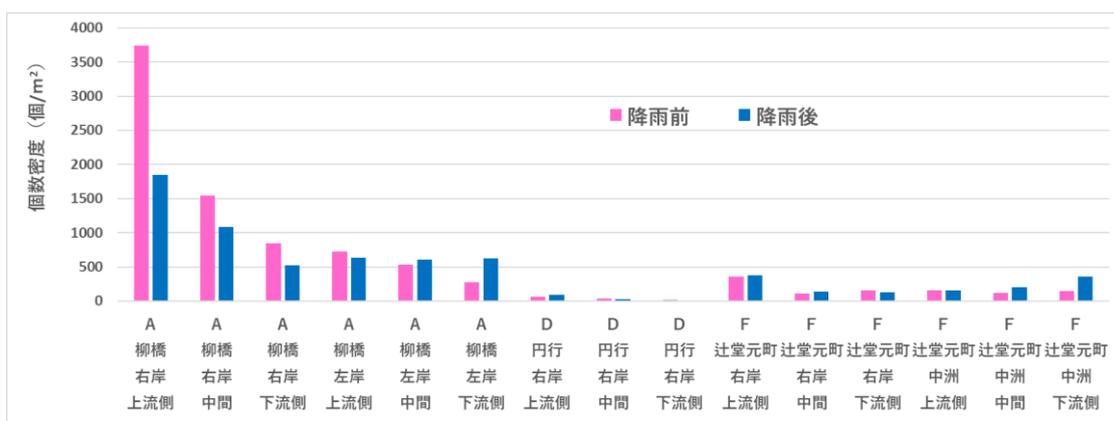


図 3.1.4 降雨前後における個数密度の比較

降雨前：2022 年 11 月 22 日採取，降雨後：2022 年 11 月 24 日採取

に右岸，左岸，中州のいずれかにおいてそれぞれ 3 区画ずつ採取しているが，採取位置により上流側，中間，下流側と表記した。なお，2023 年 11 月調査の地点 F の中州については，草がかなり生い茂っていたため上流側と中間では実施できなかった。2022 年 11 月の調査では，調査地点によってかなり差があり，また全体的な傾向として上流 (A) から下流 (F) にかけて徐々に増加したり減少したりするような特徴はみられず，調査地点固有の影響があると考えられ，プラスチック片が堆積しやすい場所と堆積しにくい場所があると考えられた。その傾向は 2023 年 11 月の調査でもおおむね同様であり，地点 A の右岸と左岸の個数密度が高く，その他の地点で低かった。

また，2022 年 11 月調査の地点 A の右岸と地点 B では，それぞれ 3 区画における差が大きく，同じ河岸内であってもプラスチック片の堆積状況に偏りがあると考えられた (図 3.1.3)。2023 年 11 月の調査でも，2022 年 11 月の調査ほどではないものの，地点 A の右岸などで 3 区画における差が大きいことが確認された。このようなことから，3 区画の平均値を調査地点の代表値とはしないが，全体的に見ると地点 A や B は堆積しやすく，その他の地点は堆積しにくいといった特徴は見てとれる。ただし，地点 E には多くの河岸・中州が存在し，その中の一部の河岸で調査した結果であるため，必ずしも地点 E の周辺が堆積しにくい場所であるとは断定できないことに留意する必要がある。

地点 B の上流側と中間においては，2022 年と 2023 年でかなり差のある結果となった。2022 年は発泡 PS 製の小球体が非常に多く (上流側で全体の 53%，中間で 60%)，2023 年ではそれらがほとんど見られなかったことがこの差となった。このような発泡 PS 製の小球体は海岸漂着 MP 調査でも確

認されており、ビーズクッションの封入材と推定されている<sup>3)</sup>。また発生源としては、家庭ごみとして排出された製品クッションの不適切な収集・運搬・処理時における漏出などと考えられており、不定期に大量排出される特徴がある<sup>3)</sup>。地点 B に堆積していた発泡 PS 製の小球体も同様の発生源の可能性が考えられる。

地点 A, D, F については、11 月 23 日に海老名に設置された雨量計で 44.5mm、辻堂で 35.5mm のまとまった雨が降ったため、その翌日の 11 月 24 日もサンプリングを実施した。結果は図 3.1.4 に示したとおり、降雨前後で個数密度が増加した地点と減少した地点があり、増加した地点は降雨により新たにプラスチック片が堆積し、減少した地点は降雨により下流へと流出した可能性が考えられた。

### 3. 1. 2. 2 長軸長さ別・材質別の個数密度の比較

地点 A (2022 年 11 月 22 日採取) における長軸長さ別・材質別の個数密度を図 3.1.5 に示した。これまでは MP を対象として調査を行ってきたため、長軸長さは 5mm 以上のものをひとまとめに整理してきたが、ここでは MP の元となるマクロプラスチックの実態把握も一つの目的としていることから、5mm 以上のものを 5mm 以上 25mm 未満、25mm 以上 50mm 未満、50mm 以上に細かく分類した。また、プラスチック標本粒子による回収試験では、1mm 未満の回収率が低いため<sup>1)</sup>、基本的に 1mm 未満のデータは参考値として扱うこととする。図 3.1.5 から、地点 A においては 6 区画全てにおいて、MP より少し大きい 5mm 以上 25mm 未満のプラスチック片が突出して多い結果であった。これらは MP ではないが、紫外線劣化等により細片化し、MP となる可能性が高いと考えられ、MP 予備軍といえるものである。

材質別の特徴をみると、概ね汎用プラスチックである PE と PP が多い傾向であった。またその他プラスチックも多かった。その他プラスチックとしては、人工芝由来の破片<sup>3)</sup>とみられるエチレン酢酸ビニル共重合樹脂 (EVA) や、たばこのフィルターであるセルロースアセテート (CA) などであった。たばこのフィルターについては、上流から流れてきた可能性もあるが、いわゆるポイ捨ての可能性もある。人が立ち入りやすい河岸では、ポイ捨てなどの他の発生源も考慮する必要があると考えられる。さらに、PET も一定程度確認され、飲料用ラベルや食品等の包装などに使用されているフィルム、衣類等に使用されていると考えられる繊維が多かった。地点 A については、個数密度は 6 区画で差があったものの (図 3.1.3)、長軸長さや材質の分布状況にはあまり差がなかった。

地点 B (2022 年 11 月 25 日採取) については、上流側と中間において長軸長さ 1mm 未満のプラスチック片が突出しており (図 3.1.6)、多くは発泡 PS 製の小球体であった。先述したように、1mm 未満については取りこぼしの可能性があるため参考値として扱うが、明らかに発泡 PS 製の小球体が多かった。これらは 3. 1. 2. 1 で述べたように、ビーズクッションの封入材と特定され、不定期に大量排出される特徴がある<sup>3)</sup>。他の地点ではほとんど確認されておらず、地点 B に特徴的であったことから、周辺に発生源となる施設等がないかなど、発生源の調査を行った。その結果については 3. 1. 2. 5 で述べる。

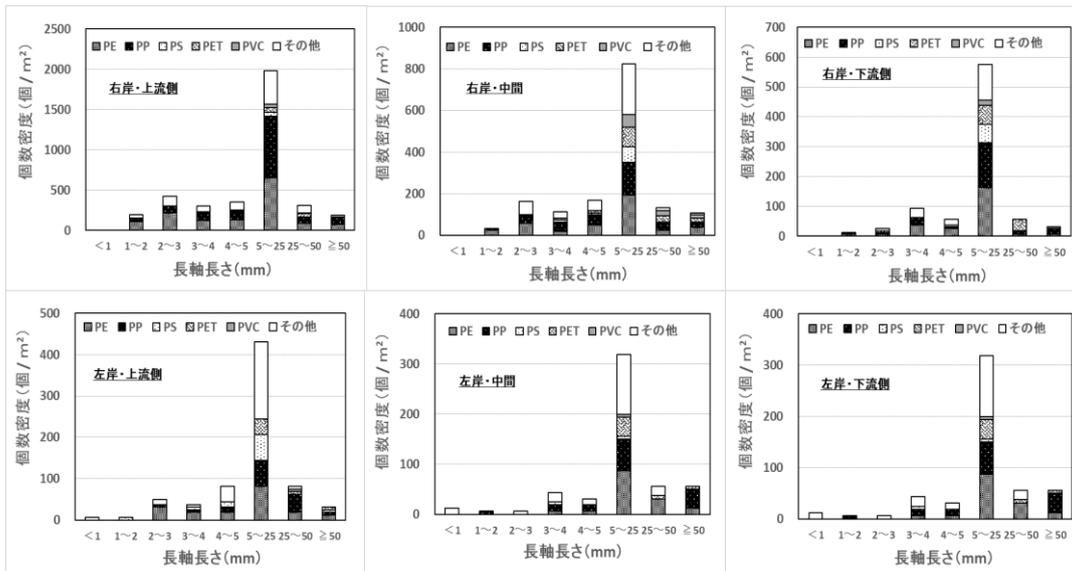


図 3.1.5 地点A (柳橋) における長軸長さ別・材質別の個数密度 (2022年11月22日採取)

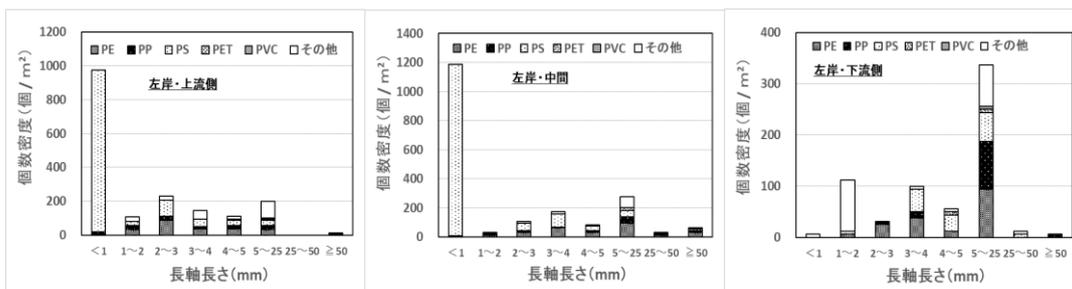


図 3.1.6 地点B (福田) における長軸長さ別・材質別の個数密度 (2022年11月25日採取)

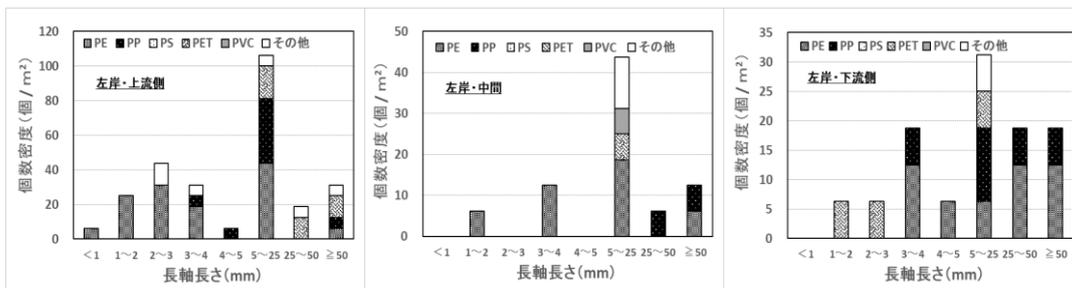


図 3.1.7 地点C (長後) における長軸長さ別・材質別の個数密度 (2022年11月25日採取)

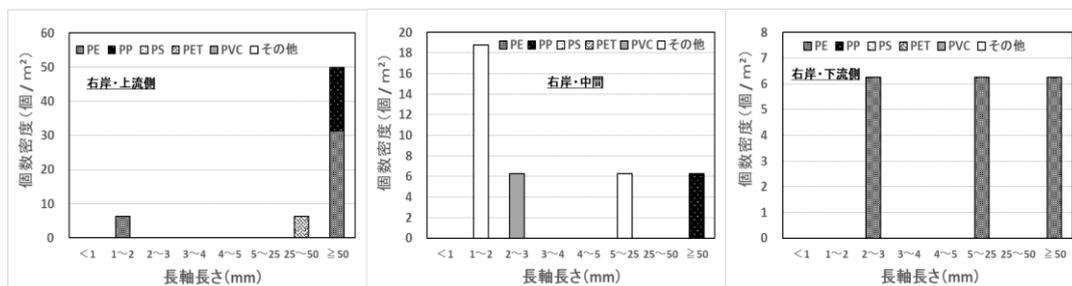


図 3.1.8 地点D (円行) における長軸長さ別・材質別の個数密度 (2022年11月22日採取)

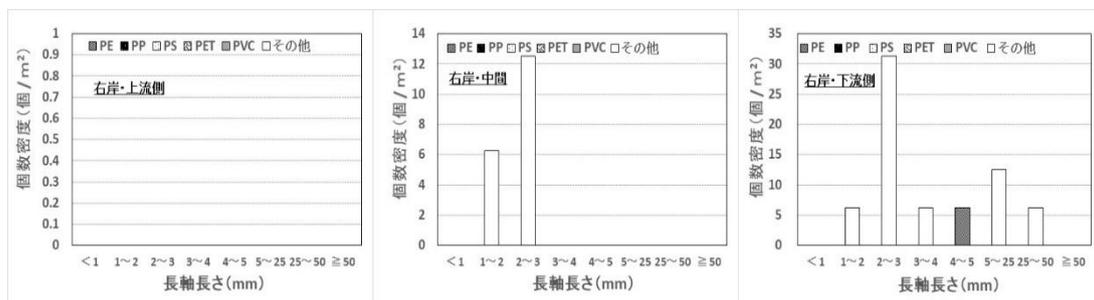


図 3.1.9 地点E（大庭）における長軸長さ別・材質別の個数密度（2022年11月25日採取）

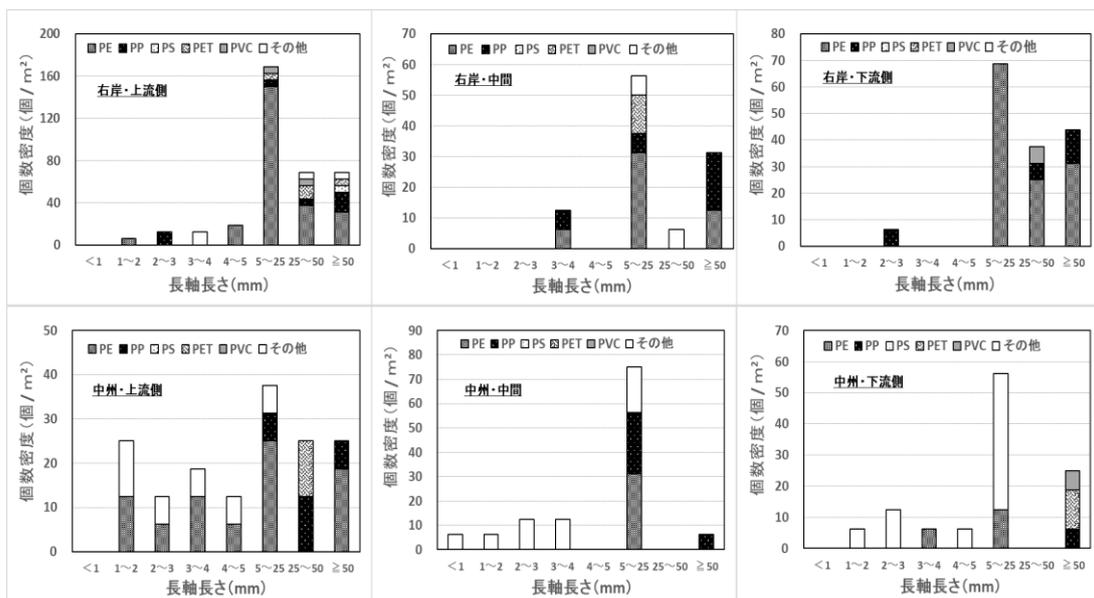


図 3.1.10 地点F（辻堂元町）における長軸長さ別・材質別の個数密度（2022年11月22日採取）

地点C及びFの長軸長さ別の特徴は、地点Aと同様の傾向を示し、MP予備軍といえる5mm以上25mm未満のプラスチック片が調査した全ての区画で最も多かった（図3.1.7及び図3.1.10）。材質についても地点Aと似ており、PEとPPが多く、PETも一定程度みられた。

地点DとEは採取されたプラスチック片が非常に少なく（0個から11個）、長軸長さや材質について特徴的なことはいえないが、地点DはPEとPPが多く、地点Eではその他の材質が多かった（図3.1.8及び図3.1.9）。

### 3. 1. 2. 3 個数密度の年間変動

地点Aの右岸・左岸および地点Fの右岸において、年間変動を明らかにするため2023年5月から2024年5月まで3か月ごとに継続的な調査を行った（図3.1.11）。なお、2024年5月においては上流側の1区画のみ実施した。全体的には、おおむね地点Aの右岸、左岸、地点Fの右岸の順番に個数密度が高く、年間を通じて地点Aの右岸はプラスチック片が堆積しやすい環境にあると考えられる。また、各調査地点の3区画の比較では、概ね上流側で個数密度が高い傾向がみられることから、河岸や中州では主に上流から流れてきたプラスチック片が堆積している可能性が考えられる。

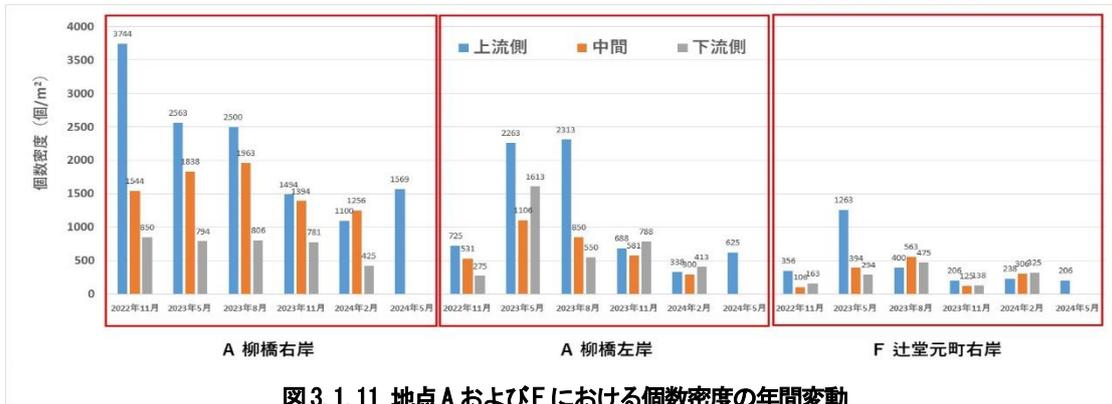


図 3.1.11 地点 A および F における個数密度の年間変動

さらに、2023年5月から2024年2月の結果をみると、どの地点においても5月と8月（春夏）に個数密度が高く、11月と2月（秋冬）に低い傾向がみられる。この原因として、一つは降水量の違いを反映している可能性がある。また、5月と8月は草が生い茂っていたため、プラスチック片が引っ掛かりやすかった可能性も考えられる。

図 3.1.11 より、2022年11月における地点 A の右岸・上流側の個数密度が突出して高いことがわかる。この原因については不明であるが、この地点はプラスチック片が堆積しやすい環境にあり、初めての調査であったことから、これまでに堆積（ストック）されていたものが含まれていたため、他の調査時期に比べて個数密度が高かった可能性も考えられる。

### 3. 1. 2. 4 河川流下MP との比較

平常時に河川を流下するMPと河岸堆積物プラスチック片との関係を調べるため、河岸堆積物調査にあわせて河川MPのサンプリングを行い、その結果を図 3.1.12 に示した。サンプリングおよび分析方法は、環境省の河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン<sup>4)</sup>に準じて行った。境橋上は図 3.1.1 の地点 A、福寿橋は B、長後堰橋は C、円行大橋は D、天神橋は E、清水橋は F のごく近傍の橋であり、それぞれ橋上からサンプリングを行った。また、地点ごとの個数密度にかなり差があったため、図 3.1.12 の縦軸は対数表示にしてある。

地点 A（境橋上）については、河岸堆積物では個数密度が最も高かったが、河川MPの個数密度は他の地点と比較して低かった。他の地点においても、河岸堆積物と相関があるようにはみえない。これは、平常時は河川中を流下するMPは少なく、荒天時に流下量が顕著に増加し、その際に河岸や中州に堆積・蓄積しているものと推定さ

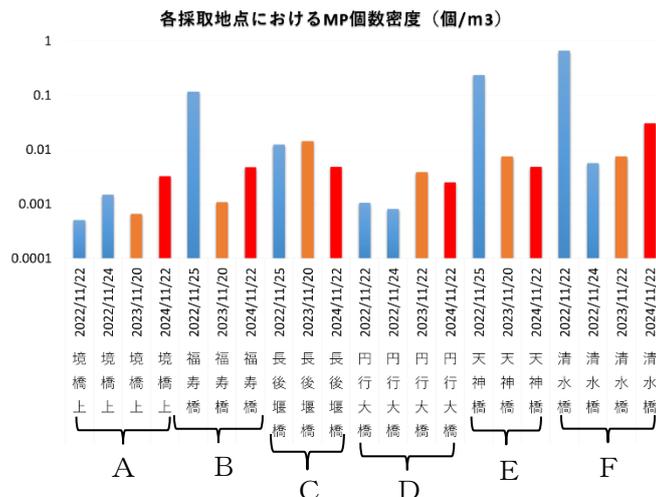


図 3.1.12 河川流下MPの個数密度

れた。

### 3. 1. 2. 5 地点AおよびBにおける発生源調査

2022年から2024年までの調査において、堆積しやすい場所とそうでない場所がある結果となったが、この原因については河川の流れ具合や水位などの影響が考えられる。また、調査地点ごとに固有の影響があることが推測されるため、個数密度の高い場所は上流側から河川を通じて流れてきたもの以外に原因（発生源）がある可能性も考えられる。そこで、個数密度が高かった地点AとBについて現場踏査による発生源調査を行った。その結果、地点Aについては、個数密度が高くなりうる要因がいくつか見つかった。図3.1.13の赤楕円で示した調査地点（採取区画）のすぐ上部に排水管らしきものが複数あり、それをたどっていくと高架道路の路肩につながっていた。すなわち、降水時に高架道路の路肩散乱プラスチック片などが流れてきて堆積した可能性が考えられる。



図3.1.13 地点A右岸の周辺状況（その1）

また、調査地点の10mほど上流に排水口が見つかった（図3.1.14）。この排水口がどこにつながっているかは詳細には分からなかったが、川と並行している道路脇の側溝や周辺施設からプラスチック片が流入し、増水時には河岸に堆積する可能性が考えられる。

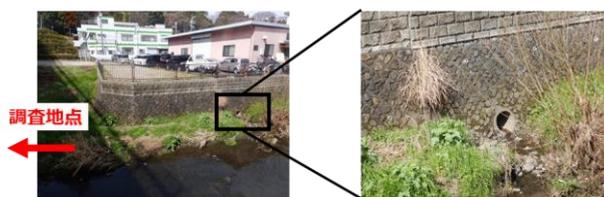


図3.1.14 地点A右岸の周辺状況（その2）

道路脇の側溝などからの流入が考えられたため、道路周辺の調査を行ったところ、斜面上の土砂流出を防止するためと思われる土嚢袋のようなシートが劣化してほつれた状況を確認した（図3.1.15）。周辺にはこのシートがほつれた「ひも状（フィルム状）」のプラスチック片が確認され、FT/IRで測定したところPEであった。河岸で採取したサンプルの中にもPE製のひも状（フィルム状）プラスチック片は数多く確認されており、土嚢袋やシートの劣化物（切れ端）も発生源になり得るものと考えられる。



図3.1.15 地点A右岸の周辺状況（その3）



図3.1.16 地点A右岸の周辺状況（その4）

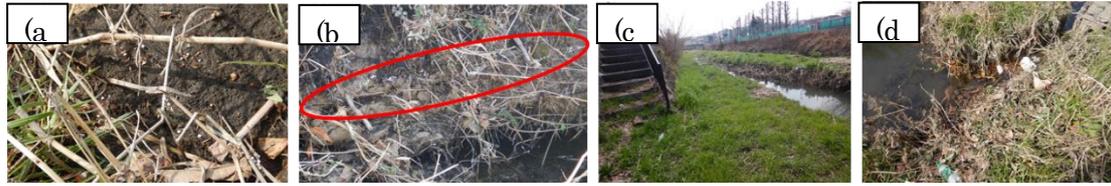


図3.1.17 地点B左岸の状況 (2025年3月, 右の写真ほど上流側)

また、サンプル中には人工芝の破片と思われるものも数多く確認されているため、人工芝破片の発生源についても調査を行った。人工芝の発生源としては、テニスコートやサッカースタジアムなどのスポーツ施設、ショッピングモールなどの大型施設などが考えられる。付近を調査したところ、そのような施設は確認できなかったが、ロール状の人工芝を使用している野球場を確認した(図3.1.16)。おそらくグラウンドに雨水等が流入しにくいように使用しているものと思われたが、グラウンドは天然芝であり、人工芝の使用量としては多くはなかったため、大規模な発生源の可能性は低いものと考えられた。今回、有力な人工芝の発生源の特定はできなかったが、最近ではホームセンターや100円ショップなどでも販売されているため、一般家庭の庭やベランダなどで使用されるケースも多く、これらも発生源の一つになっている可能性があるものと考えられる。

地点Bについては、2022年11月の調査で発泡PS製の小球体(ビーズクッションの封入材)が大量に確認された。一方、2023年11月および2024年5月の調査ではほとんど確認されなかったことから、過去の海岸漂着物調査で明らかになったように、不定期に大量排出されたものと考えられる。他の地点ではほとんど確認されておらず、地点Bに特徴的であったことから、周辺に発生源となる施設等がないか調査した。発生源としては、ビーズクッションを扱う事業所からの漏出、家庭ごみとして排出された製品クッションの不適切な収集・運搬・処理時における漏出、不法投棄・ポイ捨てなどが想定される。

ビーズクッションを扱っていたり使用したりしている施設として、リサイクルショップやデイサービスなどの施設を確認したが、河川から少し離れており、これらの施設からの流出の可能性は低いものと考えられた。また近年、収集時にパッカー車でクッションが破裂し、封入されているビーズが散乱する事故が増えているが、地点B周辺にはごみの収集ステーションがなく、戸別収集方式であったため、この可能性も低いと考えられた。一方、2025年3月に再度現場で調査を行ったところ、発泡PS製の小球体の散乱が確認された(図3.1.17(a))。地点Bの採取区画から左岸の上流側を調べていくと、川沿いの所々に発泡PS製の小球体を確認され(図3.1.17(b))、約150m離れたところが発生源と考えられた(図3.1.17(d))。d地点のすぐそばに川へ下りられる階段があるため(図3.1.17(c))、おそらく不法投棄(ポイ捨て)されたものと推定された。

また、地点A、Bに限らず、特徴的なものとして、海岸漂着MP調査ではほとんどみられなかった繊維・ひも状の人工芝片が数多く確認された。また、主にPEまたはPP製のひも(フィルム)状のもの、主にPE製の黄色のひも状のもの、なども多く確認された。それぞれ発生源の特定には至らなかったものの、PEまたはPP製のひも(フィルム)状のものについては土嚢袋や梱包用のひもの切れ端の可能性が考えられた。黄色のひも状のものについては、土木作業等で使用される水糸やロープが

ほつれたものとよく似ていた。なお、海岸漂着 MP 調査でよくみられる樹脂ペレットや被覆肥料の被膜殻については、ほとんど確認されなかった。

### 3. 1. 3 参考文献

- 1) 三島聡子, 小澤憲司, 中山駿一, 菊池宏海, 難波あゆみ, 片岡智哉, 二瓶泰雄: 流域～河川～海岸におけるプラスチック片堆積状況の比較解析の試み～神奈川県引地川流域を例に～, 水環境学会誌, 45(1), 11-19 (2022)
- 2) 池貝隆宏, 三島聡子, 長谷部勇太, 小林幸文: 海岸漂着量の評価のためのマイクロプラスチック採取方法, 全国環境研会誌, 42 (4) ,197-202 (2017)
- 3) 池貝隆宏: 漂着マイクロプラスチック調査から見た海洋プラスチック汚染, 神奈川県環境科学センター研究報告, 46, 1-17 (2023)
- 4) 環境省 水・大気環境局 海洋環境課 海洋プラスチック汚染対策室: 河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン, 1-57, (2025)

(担当: 代田)

#### 4 MP の発生源に関する調査 その2

本稿は，“路肩のプラスチック片堆積状況に対する近傍の発生源及び累積降雨量の影響”（環境化学, vol.33,41-50(2025)）を再構成したものである。

#### 4. 1 路肩のプラスチック片堆積状況に対する近傍の発生源及び累積降雨量の影響

##### 4. 1. 1 調査方法

##### 4. 1. 1. 1 調査地点

住居地域における重点的なプラスチックごみ削減が重要な対策の1つであることは、既報<sup>1)</sup>の調査から分かっている。住居地域には、個人宅や集合住宅等の住居地、学校等の公共施設、駐車場、公園・緑地などがあるが、本研究では、その中で、集積されたプラスチックごみに起因するプラスチック片があると考えられるごみ集積場、落とされたなどしたプラスチックごみが車両の通行により物理的に碎片化し、流出しやすくなっている可能性が考えられる駐車場について、その脇の路肩を試料採取地点とした。また、すぐ脇が塀となっており、何らかの用途で使用されているスペースが脇にない路肩も調査し、ごみ集積場及び駐車場脇と比較した。図4.1.1に示した住居地域内で、ごみ集積場脇の4地点、駐車場脇の2地点、住居地の塀脇の1地点を調査した。本調査地域は、既報<sup>1)</sup>における円行地域とその周辺である。

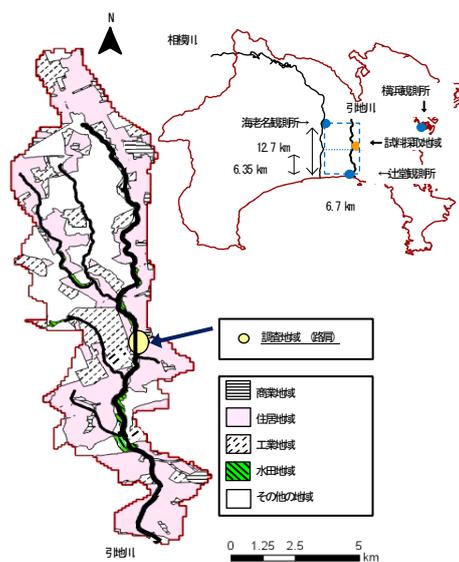


図 4.1.1 調査地点

加えて、駐車場やごみ集積場については、その構造が、脇の路肩のプラスチック片の量に影響を与える可能性があると考え、駐車場及びごみ集積場の構造によるプラスチック片密度の比較についても行った。調査した地点を表4.1.1に、地点の模式図を図4.1.2に示す。駐車場は、表面がアスファルトで覆われた駐車場1と表面が砂利で覆われた駐車場2の2地点を選んだ。地表面の種類別の流出係数

表 4.1.1 調査日及び調査の種類一覧

	2020									2021		合計試料採取日数
	4/15 水曜日	5/18 月曜日	6/18 木曜日	7/21 火曜日	9/4 金曜日	10/21 水曜日	11/19 火曜日	12/25 金曜日	1/13 水曜日	2/22 月曜日		
住居地の壁	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10
駐車場-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10
駐車場-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10
ごみ集積場-1 (10戸)	収集品目 プラスチック製容器包装 可燃ごみ・ビン 可燃ごみ・ビン 商品プラスチック ペットボトル	プラスチック製容器包装	可燃ごみ・ビン	可燃ごみ・ビン	商品プラスチック	ペットボトル	プラスチック製容器包装	収集なし	カン、鍋類	プラスチック製容器包装	可燃ごみ・ビン	10
ごみ集積場-2 (6戸)												10
ごみ集積場-3 (5戸)												10
ごみ集積場-4 (14戸)												10
累積降雨量 (mm)	海老名	174	41	59	293	23	192.5	6.5	0	9.5	59.5	
	辻堂	124	35.5	66	210.5	34	181	3	0	11	94	
	平均値	149	38.3	62.5	251.8	28.5	186.8	4.8	0	10.3	76.8	

○：試料採取実施

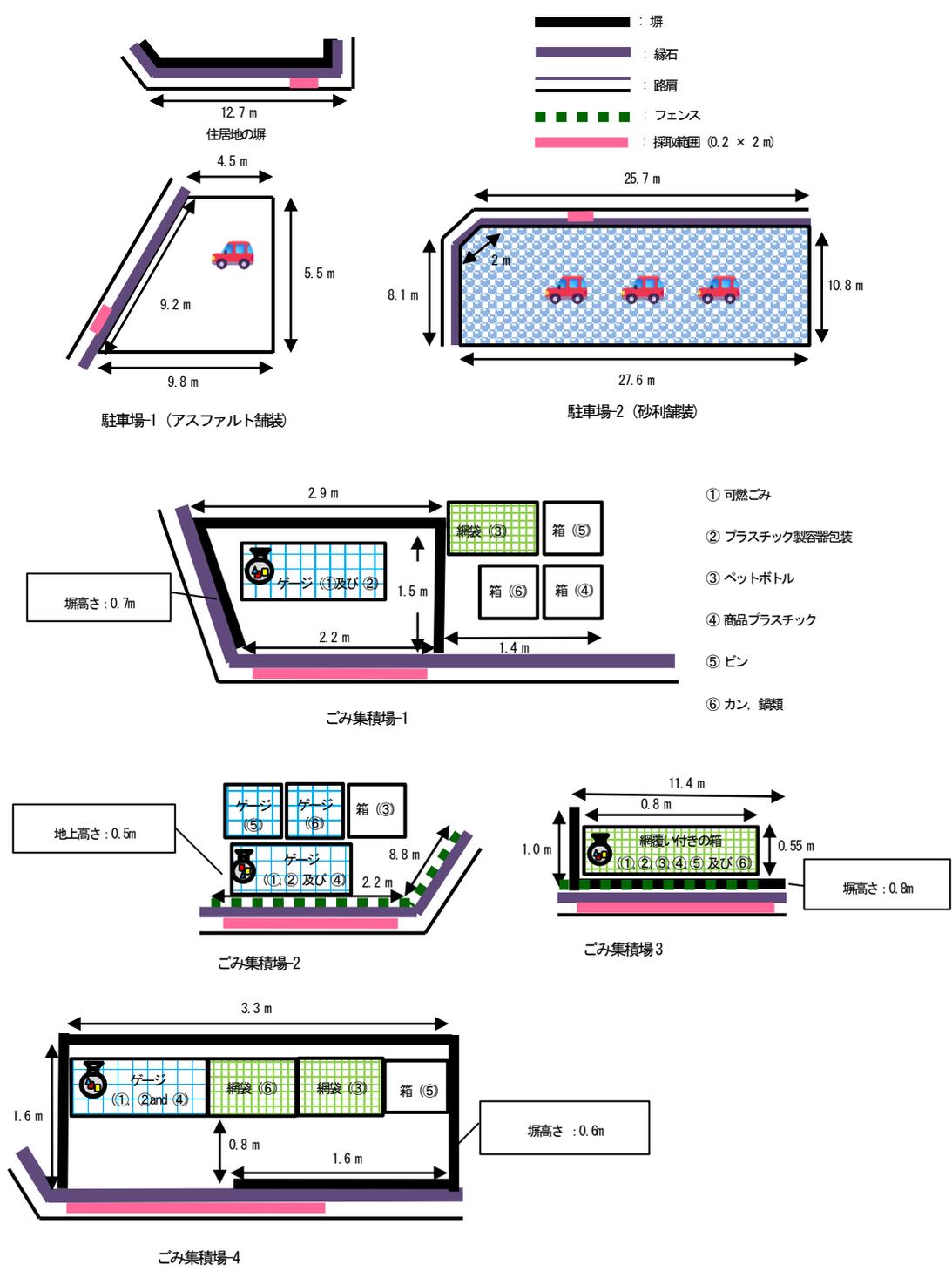


図 4.1.2 調査地点の模式図

は、舗装が0.70~0.95<sup>2)</sup>、砂利が0.30~0.70<sup>2)</sup>である。表面が砂利で覆われた駐車場は土に雨水がしみこみやすいなど、アスファルト舗装の駐車場より表面を雨水が流れにくいと考えられる。ごみ集積場については、構造が違い、プラスチック片流出に差がある可能性が予想され、ごみの収集品目のカレ

ンダーが同じ場所を4地点選んだ。これらごみ集積場脇の4地点、駐車場脇の2地点、住居地の塀脇の1地点は、できる限り近くなるように選定し、半径1 km以内に収まった。ごみ集積場4地点とも20戸未満の集合住宅のごみ集積場で、ゲージの囲いやコンテナ等の箱にごみを集積することになっていた。ごみ集積場1は、ブロック塀で可燃ごみ及び容器包装プラスチックが3方向を囲われていたが、道路に面した部分に塀はなかった。ごみ集積場2は、路肩より、50 cm高い場所にあり、塀の囲いはなく、プラスチック片が路肩に落ちやすくなっていた。ごみ集積場3は、ごみ収集容器の上にガラス除けネットが掛けてあったが、ごみ収集容器は、塀のすぐ脇に設置しており、道路にプラスチック片がこぼれやすいと考えられた。また、ごみ集積場4は、四方がブロック塀に囲まれた形になっており、道路に面した部分の半分だけが開いていて、ブロック塀の中の、0.8 mほど奥まったところにごみを集積するゲージの囲いやコンテナ等の箱があり、プラスチック片が路肩に散らばりにくくなっていた。ごみの収集品目は、可燃ごみ、プラスチック製容器包装、ペットボトル、商品プラスチック、ビン、カン・なべ類、その他資源等に分別され、指定された収集日に集積・回収されるが、本研究では、表4.1.1に示したように、可燃ごみ、プラスチック製容器包装、ペットボトル、商品プラスチック、ビン、カン・なべ類の収集日及び収集のない日に調査した。また、これらの比較対照として、すぐ脇が塀になっており、何らかの用途で使用されているスペースが脇にない路肩の比較をおこなった。

#### 4. 1. 1. 2 調査実施日

調査日を表4.1.1に示す。本調査は、2020年の4月から2021年2月まで、約1か月ごとに10回調査し、その年内変動についても把握した。降雨量は、図4.1.1に示すような藤沢市辻堂西海岸にある気象庁の辻堂観測所と海老名市中新田にある気象庁の海老名観測所の及び本研究における試料採取地域を含む縦12.7 km、横6.7 kmの長方形の地域の平均降雨量をティーセン法<sup>3)</sup>により求めた。辻堂観測所のデータに縦6.35 km、横6.7 kmの面積をかけたものと、海老名観測所のデータに縦6.35 km、横6.7 kmの面積をかけたものを合計し、全体の面積で除した値を使用した。辻堂観測所及び海老名観測所についての調査日先行18日の累積降雨量を表4.1.1に示した。両観測所の累積降雨量は、同じように年内変動しており、回帰分析の結果、直線の近似式に関する決定係数 $R^2$ は0.934と、正の相関関係が見られたので、辻堂観測所と海老名観測所のデータを用いて平均を求めた。本研究では、試料採取日前数日間の断続的な累積降雨量（以降、累積降雨量と称す）を求めた。降雨量の累積期間については、試料採取日の2020年の12月25日と2021年1月13日の間が最も短く18日間のさかのぼりが可能なため、18日とし、試料採取日からさかのぼって18日間の辻堂観測所と海老名観測所の降雨量の平均値を累積した。

#### 4. 1. 1. 3 試料採取, MP分離方法

路面部の採取地点については、著者らの路面部の塵埃質量の分布の測定により、道路の中でも路肩部には塵埃堆積量が多いという傾向<sup>4)</sup>が得られている。これによりプラスチック片の堆積量も多いと想像し、路肩を対象とした調査を実施した。各地点の路肩では、2 m × 0.2 m (=0.4 m<sup>2</sup>)の範囲にて堆積している塵埃を採取した。コンタミネーション防止のため、採取用具に黒シダの毛のホウキ及

びトタン製チリトリを使用し、エリア毎に採取用具を交換した。また、採取時には試料が飛散しないよう、チリトリに履き入れるまでホウキの毛を路面から離さないように静かに履き入れた。プラスチック片の分析の前処理は、採取した堆積物からプラスチックと目視で推測されるもの（以降、プラスチック候補物と称す）をルーペで探してピンセットで取り出し、残った採取物に関しては、水道水を加えて攪拌し、その後、6時間静置させ、水表面に浮いたものからプラスチック候補物をピンセットで採取した。

#### 4. 1. 1. 4 MPの材質及び形態測定法

プラスチック候補物は、実体顕微鏡を使用し、長軸長さや形状を確認し、天然物であると判明したものを除去した。既報<sup>1)</sup>のとおり前処理を実施した。また、本研究においても、既報<sup>1)</sup>と同様に、目視判別が可能であり、回収率の精度も高い1mm以上のみのプラスチック片で、かつ繊維を除いたものを調査対象とした。

路肩堆積物から抽出したプラスチック候補物の分析は既報<sup>1)</sup>に示したとおりに行なった。1個ずつ、実体顕微鏡（OLYMPUS製SZ61）を使用して長軸長さや形状を確認し、紙や砂、植物、虫の一部など天然物であると判明したものを除去した。残ったものをフーリエ変換赤外分光光度計（FT/IR-4600 TGS 検出器、日本分光株製）のATR法による赤外吸収スペクトルを測定して材質を判定した。材質判定時には、KnowItAll サドラーズスペクトルデータベースのスタンダード及びヒュメルポリマーライブラリ（Bio-Rad Laboratories 製）及び高分子ライブラリ（日本分光株製）を使用し、ヒット率70%以上でポリマー材質を判定した。また、ヒット率50-70%に関しては、計測したスペクトルのピークが既知ポリマーの特徴的なピーク波数と一致する場合は、その判定結果を採用した。それ以外の場合には、鮮やかな色のもや明瞭なピークが出ているがセルロースやたんぱく質と一致しないものについては、材質不明ポリマーとして「その他」に分類した。

判定した材質のうち主なものは、PE、PP、PS、PET、PVC、PE-PP共重合体、エチレン酢酸ビニル共重合体（EVA）、タバコフィルターのセルロースアセテート、ナイロンに加えて、路上で標識として使われている塗料があった。塗料については、サンプリング地点周辺の路面に塗布しているものと目視で同じと判断できるものも塗料とした。区分したプラスチックは、材質毎に質量を測った。得られたプラスチック片の個数と質量を集計し、採取面積で除すことにより、プラスチック片数密度・質量密度を算出した。

#### 4. 1. 2 結果と考察

##### 4. 1. 2. 1 プラスチック片堆積状況に対する累積降雨量の影響

プラスチック片堆積状況に対する累積降雨量の影響については、路肩に堆積したプラスチック片の密度と表4.1.1に示した、辻堂観測所及び海老名観測所についての調査日先行18日間の累積降雨量との関係について回帰分析した。また、累積降雨量が100mm以上と100mm未満の場合でプラスチック片質量密度を分け、ブルンナー・ムンツェルの有意差検定をすることにより考察した。

各調査日における得られた累積降雨量と同日採取した各地点のプラスチック片質量密度の相関図

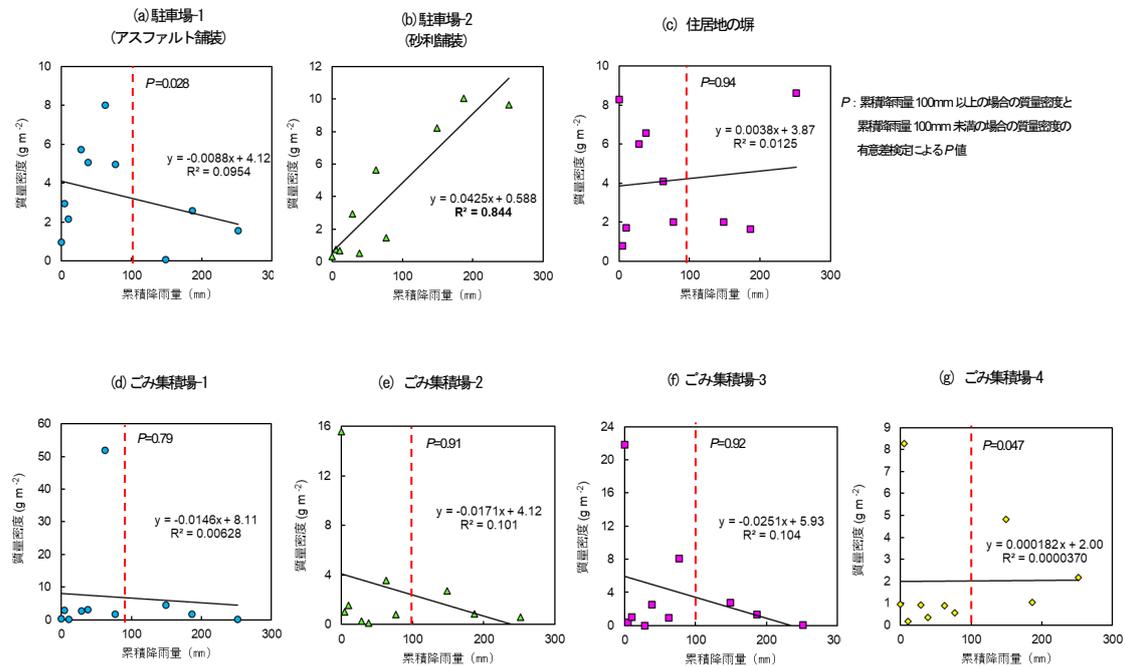


図 4.1.3 質量密度と調査日先行 18 日間の累積降雨量の関係

を図 4.1.3 に示す。回帰分析の結果、直線の近似式に関する決定係数  $R^2$  は駐車場1 脇が 0.0954、駐車場2 脇が 0.844、ごみ集積場1 脇が 0.00628、ごみ集積場2 脇が 0.0101、ごみ集積場3 脇が 0.104、ごみ集積場4 脇が 0.0000370、住居地の塀脇が 0.0125 であり、表面が砂利で覆われた駐車場 -2 脇が、累積降雨量が大きくなるほどプラスチック片質量密度が増加する正の相関関係が見られた。累積降雨量が大きくなほど、プラスチック片が近傍から除去され流入する量は流出する量より多く、路肩に堆積したと考えられる。図 4.1.2 に示すように、表面が砂利で覆われた駐車場2 は、面積が 296 m<sup>2</sup> と広く、奥行きも 10 m 以上で路肩に接しており、地表面の流出係数は、砂利が 0.30~0.70<sup>35)</sup>である。雨水の損失がアスファルト舗装より多く、表面の凹凸も大きいいため、駐車場のプラスチック片がすぐには路肩まで流されないで駐車場内に堆積しやすく、累積降雨量が多くなるほど、路肩への堆積量が多くなると考えられる。

また、駐車場2 以外の、相関関係が見られなかったものについて、100mm 以上の累積降雨量とそれ未満で分けたプラスチック片質量密度についてのブルンナー・ムンチェルの有意差検定により得られた P 値は、駐車場1 脇が 0.028、ごみ集積場1 脇が 0.79、ごみ集積場2 脇が 0.91、ごみ集積場3 脇が 0.92、ごみ集積場4 脇が 0.047、住居地の塀脇が 0.94 であった。表面がアスファルトで覆われた駐車場1 の脇については、100mm以上の累積降雨量におけるプラスチック片質量密度は、累積降雨量 100mm未満のときと比べて低く、P 値 0.028 と、5%有意水準で統計的な有意差がある結果となった。累積降雨量が 100mm未満のときは、脇の路肩では流されて流出する量より堆積する量が多いが、累積降雨量 100mm以上では、プラスチック片が脇の駐車場など近傍から流入する量より流出する量の方が多く、路肩から減少したと考えられる。図 4.1.2 に示すように、駐車場1 は表面がアスフ

アルトで覆われた駐車場であり、面積は39 m<sup>2</sup>と狭く、奥行きも10 m未満で路肩に接している。地表面の流出係数は、アスファルト舗装が0.70~0.95<sup>2)</sup>である。雨水の損失が少なく、表面の凹凸も砂利より少ないため、累積降雨量が少なくても駐車場のプラスチック片が路肩に運ばれるものの、累積降雨量が100 mm以上になり、降雨量が多いときには、路肩に堆積する量よりも流出するプラスチック片の量が多くなり、路肩堆積量が減少したと考えられる。

ごみ集積場4脇についても、*P*値0.047と、5%有意水準で統計的な有意差がみられ、100mm以上の累積降雨量におけるプラスチック片質量密度は、累積降雨量100mm未満の時と比べて高かった。ごみ集積場-4は、四方のほとんどがブロック塀に囲まれ、プラスチック片が散らばりにくいため、累積降雨量が100 mm未満では路肩まで流されにくく、累積降雨量が100 mm以上になると、路肩への堆積量が多くなると考えられる。

統計的な有意差がなかったごみ集積場-1、ごみ集積場-2及びごみ集積場-3については、ごみ集積場-4のように、四方にごみが散らばらないような構造ではないので、ごみ集積及び回収等で散らばったプラスチック片の影響の方が、降雨に流されるプラスチック片の影響よりも大きいので、路肩のプラスチック片の質量密度は累積降雨量による影響が表れなかったと考えられる。また、住居地の塀脇の路肩はすぐ塀であるので、隣地でなく他の場所のプラスチック片が流入したり、その場に落とされたプラスチックごみの影響が大きいので累積降雨量の影響が明確でなかったと考えられる。

以上の結果から、累積降雨量が多くなるとプラスチック片の質量密度が高くなるパターンと、逆に、累積降雨量が多くなるとプラスチック片の質量密度が低くなるパターンとあり、また、脇にあるものが駐車場など、同じ種類のものがあっても、その表面の構造が違えば、プラスチック片の堆積のパターンが違ってくるのが明らかとなり、流域のプラスチック片の面源負荷を把握するには、土地の用途だけでなく構造とその降雨による流出の違いについて、考慮しなければならないことがわかった。

#### 4. 1. 2. 2 路肩堆積物中のプラスチック片材質とサイズ分布

発生源を推測するため、脇の土地利用による路肩のプラスチック片の材質とサイズ分布を把握した。路肩のプラスチック片の材質の質量割合を図4.1.4に示す。ここでは、2020年4月から2021年2月に10回行われた調査結果を住居地等の塀脇・ごみ集積場脇・駐車場脇に分け、材質ごとの質量密度の割合を図示している。材質の分類としては、既報<sup>1)</sup>と同様に、汎用樹脂として身の回りの製品に使われているPE、PP、PS、PET及びPVC<sup>6)</sup>とし、それ以外を「その他」に区分した。その他に関しては路上標識に使われている塗料及びタバコフィルターとそれ以外に分けた。PE、PP、PS、PET、およびPVCは、検出されたポリマー材料の中で代表的なものであった(質量で43~66%)。また、ごみ集積場脇は、住居地の塀脇及び駐車場よりタバコフィルターの割

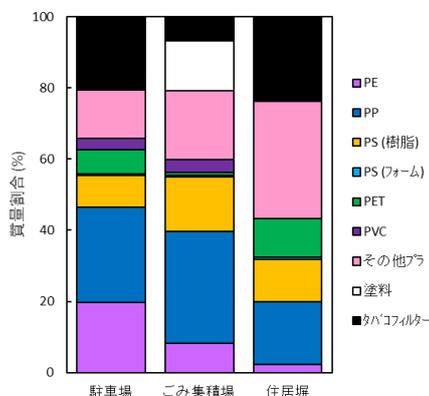


図4.1.4 プラスチック片の材質の質量割合

合が少なく、また、プラスチック製品の原料としてよく使われている<sup>6</sup>PE、PP及びPSの代表三種で50%以上を占めていた。

また、各調査地点における塗料及びタバコフィルター以外のプラスチック片の碎片化の挙動を考察するため、塗料及びタバコフィルターを除いたプラスチック片のサイズ分布を図4.1.5に示す。

ここでは、ごみ集積場脇・駐車場脇・住居地等の塀脇について2020年4月

から2021年2月に行われた調査結果のプラスチック片の長軸サイズに関する累計加積曲線を図示した。ここでの累積値は、質量ではなく、プラスチック片の数を表している。これより、プラスチック片サイズは、ごみ集積場脇及び駐車場脇で全体的に大きかったことが分かる。各場所におけるプラスチック片の50% (90%) サイズ (累積値が50% (90%)) は、ごみ集積場脇・駐車場脇・住居地等の塀脇でそれぞれ12.6mm (64.6mm)・9.0mm (96.7mm)・6.7mm (29.4mm)であった。50%サイズは、ごみ集積場脇のプラスチック片が大きかったが、90%サイズでは、駐車場脇のプラスチック片が大きかった。このようにごみ集積場脇及び駐車場脇では、住居地等の塀脇より大きなサイズのプラスチック片が顕著に存在していた。ごみ集積場脇では、集積されたプラスチックごみに起因するプラスチック片があり、駐車場脇では駐車場利用者の落とし物などに起因するプラスチック片があることが予測され、住居地の塀脇では、すぐそばに明らかな発生源はないが、他の地点で発生し、物理的及び劣化により碎片化しながら運ばれてきたプラスチック片があると考えられる。

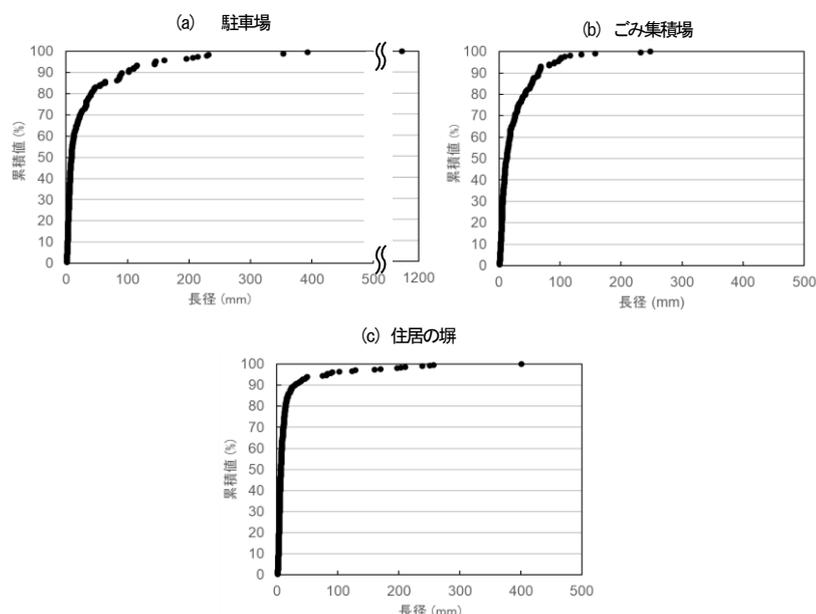


図4.1.5 プラスチック片の長軸サイズに関する累積値

#### 4. 1. 2. 3 ごみ集積場の構造によるプラスチック片の堆積状況

ごみ集積場については、その構造により、累積降雨量の影響が異なると考えられたため、ごみ集積場の構造によるプラスチック片密度の比較についても行った。ここでは、ごみ集積場脇の4地点で2020年4月～2021年2月に10回行われた調査結果を地点ごとに分け、ごみ集積場の構造による路肩への排出の差異をみるため、ごみ集積場にむき出しで捨てられることがほとんどないタバコフィルター及び塗料を差し引いた単位面積・集積戸数当たりのプラスチック片の数密度と質量密度を算出した結果を図4.1.6に示す。まず、プラスチック片の数密度の平均値、最大値及び最小値は、ごみ集積場1は1.20個 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>、3.5個 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>、0.15個 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>、ごみ集積場2は2.4個 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>、7.1

m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>, 0.48 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>, ごみ集積場3は 2.4 個 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>, 4.0 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>, 1.0 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup> ごみ集積場4は 0.46 個 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>, 0.89 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup>, 0.18 m<sup>-2</sup> 戸<sup>-1</sup> となっており, タバコフィルター及び塗料を差し引いた値も変動が大きかった。また, ごみ集積場の構造によるプラスチック片の数密度の差異が

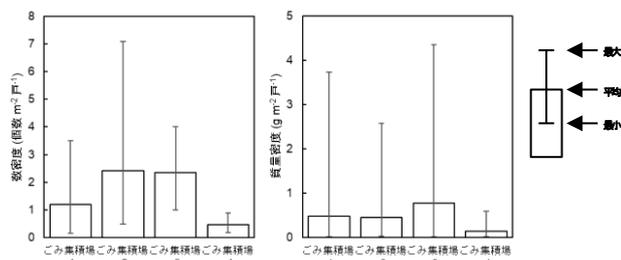


図 4.1.6 ごみ集積場のプラスチック片密度

あるかどうかをブルンナー・ムンチェル検定により検討した。最も数密度が少なかったごみ集積場4とごみ集積場1の差については,  $P$ 値が 0.34 と有意差はなかったが, ごみ集積場2の差については,  $P$ 値が  $3.5 \times 10^{-6}$ , ごみ集積場4とごみ集積場3の差については,  $P$ 値が  $9.0 \times 10^{-12}$  となり, 5%の有意水準で有意に差があることが示された。その他に有意に差がある組み合わせはなかった。

プラスチック片の質量密度の平均値, 最大値及び最小値に関しては, ごみ集積場1は  $0.48 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ ,  $3.7 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ ,  $0.0044 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ , ごみ集積場2は  $0.45 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ ,  $2.6 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ ,  $0.018 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ ,  $4.36 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ , ごみ集積場3は  $0.77 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ ,  $4.4 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ ,  $0.0048 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ , ごみ集積場4は  $0.14 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ ,  $0.59 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ ,  $0.012 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$  となっていた。どの集積場も最大値は平均値と比べて数倍以上の差があった。また, ごみ集積場の構造によるプラスチック片質量密度の差異があるかどうかをブルンナー・ムンチェル検定により検討したところ, 5%の有意水準で有意に差がある組み合わせはなかった。ごみ集積場4は, 全10回の調査でタバコフィルター及び塗料を差し引いたプラスチック片を合計すると, 数密度  $3.0 \text{ 個 m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$  で, 合計の質量密度は  $1.2 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$  となるが, そのうち  $0.1 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$  を占めるプラスチック片は, 数密度では  $0.54 \text{ 個 m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$ , 質量密度  $0.89 \text{ g m}^{-2} \text{ 戸}^{-1}$  となり, その割合は, 数密度は 18%と少ないが, 質量密度は 74%と, 大半を占めていた。ごみ集積場4は, 四方のブロック塀の中の,  $0.8 \text{ m}$  ほど奥まったところにごみを集積するようになっていたため, 路肩に散らばったプラスチック片の数密度が低かったが, 質量が重いプラスチック片があったため, 質量密度について他のごみ集積場と有意差がなかったと考えられる。これらの結果から, ごみ集積場の構造が脇のプラスチック片の量に影響する可能性があることが分かった。路肩のプラスチック片濃度に対する近傍の土地の特徴の影響を把握するには, ごみ集積場の収集品目や地表面の状態などについて着目した, 毎日の連続調査など, 更なる詳細調査が必要であり, 今後の課題とする。

#### 4. 1. 3 参考文献

- 1) 三島聡子, 小澤憲司, 中山駿一, 菊池宏海, 難波あゆみ, 片岡智哉, 二瓶泰雄: 流域～河川～海岸におけるプラスチック片堆積状況の比較解析の試み～神奈川県引地川流域を例に～, 水環境学会誌, 45 (1), 11-19 (2022)
- 2) 国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課: 構内舗装・排水設計基準の資料 (平成 27 年制定) 平成 27 年 3 月 31 日国営整第 298 号 (2022)  
<https://www.mlit.go.jp/common/001157901.pdf> (2026 年 2 月時点).

- 3) 矢本貴俊, 諸岡良優, 山田正: 地上雨量観測所数と流域平均雨量に関する一考察～鬼怒川流域を例にして～. 地球環境シンポジウム講演集, 24, 65-67 (2016)
- 4) 砂田岳彦, 二瓶泰雄, 坂井文子, 吉田拓司: 模擬降雨流出水採取法 (MOS 法) に基づく路面上のノンポイント汚染源調査. 水工学論文集, 50, 1513-1518 (2006)
- 5) 二瓶泰雄, 砂田岳彦, 水野智之: 模擬降雨流出水採取法に基づく路面塵埃環境の時間的・空間的変動特性の把握. 水環境学会誌, 29 (5), 261-268 (2006)
- 6) 経済産業省: 経済産業省生産動態統計 統計表一覧 (経済産業省生産動態統計) 年報, [https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08\\_seidou.html](https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html) (2026年2月時点)

(担当 : 三島)

#### 4. 2 ごみ集積場におけるプラスチック片の状況

本稿は、“ごみ集積場におけるプラスチック片調査”（全国環境研会誌, vol.50 No.2, 23-29 (2025))を再構成したものである。

##### 4. 2. 1 調査方法

###### 4. 2. 1. 1 調査地点及び調査実施日

ごみ集積場の試料採取は、2020 年度に当センター内で協力者を募集し、協力を得られたごみ集積場において任意の約 2 週間の連続採取により実施した。

###### 4. 2. 1. 2 試料採取, MP 分離方法

試料採取方法について図 4.2.1 に示す。調査は、まず①調査開始前に、直前のごみ収集後で、ごみが集積場に排出される前に「排出前試料」を採取。次に②各収集日のごみ回収前、ごみ集積範囲の奥行・幅・高さを測定する。③各収集日のごみが収集された後、ごみ集積範囲の地表面に散乱した堆積物を掃きとってポリエチレン (PE) の袋に採取した。なお、雨天等で採取できなかった場合は採取無しとした。採取用具には、黒シダの毛のホウキ及びポリプロピレン (PP) 製のチリトリを使用した。PP の欠けたものが試料に混入しないように PE 製の袋で覆い、試料採取用具からの混入を防止した。プラスチック片分析は、前報<sup>1,2)</sup>と同様に、採取した堆積物の重量を測り、プラスチックと目視で推測されるもの（以降、プラスチック候補物と称す）を選別・採取した。残った採取物は、4 倍量の水道水を加えて攪拌した後、6 時間静置し、水表面に浮いた物のうち、



図 4.2.1 試料採取方法

表 4.2.1 各集積単位の集積戸数、最大集積体積及び収集品目の頻度

	A群	B群	C群	D群	E群
調査した集積単位数	3	2	1	1	3
1単位あたりの戸数	可燃の日	5~20	12	14	8~50
	可燃以外の日	15~27	5~20	12	14
	可燃と同じ場所	可燃と同じ場所	可燃と同じ場所	可燃と同じ場所	可燃と違う場所
最大集積体積 (m <sup>3</sup> )	2.2	2.3	0.83	0.99	13
	可燃 (プラスチック含) (2/週)	可燃 (プラスチック含) (2/週)	可燃 (プラスチック含) (2/週)	可燃 (プラスチック含) (2/週)	可燃 (プラスチック含) (2/週)
収集品目の頻度 (2020年度)	ブラクル (1/週)	ブラクル (1/週)	ブラクル (1/週)	ブラクル&PET (1/週)	ブラクル&PET (1/週)
	PET (1/週)	PET (1/週)	PET (1/週)		
	その他 (品目によっては 1/2週)	その他 (PE及びPPの製品 プラスチック含) (品目によっては 1か4/月)	その他 (1/週)	その他 (1/週)	その他 (プラスチック含) (品目によっては1/2週)

\* ブラクル：容器包装プラスチック

\*\* その他：可燃物、PET、容器包装プラスチック以外のもの

プラスチック候補物を採取した。プラスチック候補物は、実体顕微鏡を使用し、長軸長さと形状を確認し、プラスチック片ではないと判明したものを除去した。また、本研究においても、前報<sup>1,2)</sup>と同様に、目視判別が可能で回収率の精度も高い1 mm 以上のみのプラスチック片で、かつ繊維を除いたものを調査対象とした。

#### 4. 2. 1. 3 MP の材質及び形態測定法

採取した試料から抽出したプラスチック候補物の分析は前報<sup>1,2)</sup>と同様、次のとおり行なった。① 1個ずつ、実体顕微鏡 (OLYMPUS 製 SZ61) を使用して長軸長さと形状を確認し、紙や砂、植物、虫の一部などプラスチック片ではないと判明したものを除去した。②残ったものをフーリエ変換赤外分光光度計 (FT/IR-4600 TGS 検出器, 日本分光 (株) 製) の ATR 法により材質を判定した。材質判定時には、KnowItAll サドラーズスペクトルデータベースのスタンダード及びヒュメルポリマーライブラリ (Bio-Rad Laboratories 製) 及び高分子ライブラリ (日本分光 (株) 製) を使用し、ヒット率 70% 以上でポリマー材質を特定した。また、ヒット率 50-70% の範囲においては、計測した吸収スペクトルが既知ポリマーの特徴的な吸収スペクトルと一致する場合は、その判定結果を採用した。それ以外の場合、例えば鮮やかな色のものや明瞭なピークが出ているがセルロースやたんぱく質と一致しないものについては、材質不明ポリマーに分類した。③区分したプラスチックは、材質毎に質量を測定した。得られたプラスチック片の個数と質量を集計し、④集積場所 1 か所当たりの利用戸数で除すことにより、採取日の 1 戸当たりのプラスチック片の数及び質量を算出した。



A 群～D 群の集積場の代表例



A 群～D 群の中で集積戸数が数戸の集積場

#### 4. 2. 2 結果と考察

##### 4. 2. 2. 1 各集積単位の集積の状況

合計 10 名、10 集積数の参加があった。結果を表 4.2.1 に示す。10 集積か所の所在する市は、5 市にわたっているが、各市当たりの調査集積数は 1～3 か所と各市の代表性はないと考えられることから、本研究では、A～E 群の 5 群とした。調査当時の収集は、①可燃の収集日 (週 2 回)、②容器包装プラスチックの収集日、③ポリエチレンテレフタレート



E 群の集積場の代表例

図 4.2.2 各群のプラスチック製容器包装収集日の集積場の例

(PET) ボトルの収集日, ④可燃物, PET 及び容器包装プラスチック以外のもの (その他) の収集日 (週 1 回以下) であった。なお, 可燃物やその他の収集日でもプラスチックを含むごみを収集品目としている場合もあった。収集サイクルは, A 群, E 群は, 2 週間で各品目を収集, C 群及び D 群は 1 週間で各品目を収集, B 群は, その他にあたるものは品目によっては月に 1 回の収集であったが, PE 及び PP の製品プラスチックの収集日 (月 1 回) を含むように採取期間を設定した。各群の集積戸数は, E 群が多い傾向にあり, 可燃ごみ以外の収集は 60~75 戸が排出していた。各群の最大集積体

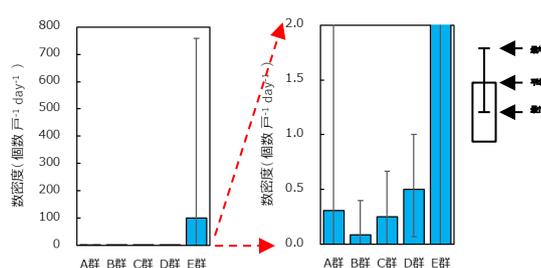


図 4.2.3 採取日の 1 戸当たりのプラスチック片数密度

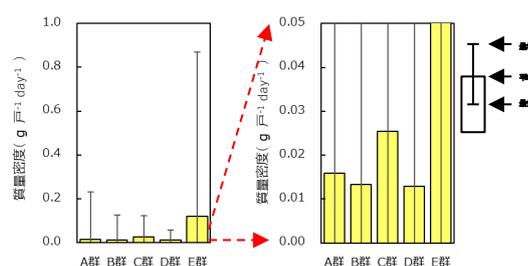


図 4.2.4 採取日の 1 戸当たりのプラスチック片質量密度

積は, A 群が 2.2 m<sup>3</sup>, B 群が 2.3 m<sup>3</sup>, C 群が 0.83 m<sup>3</sup>, D 群が 0.99 m<sup>3</sup>, E 群が 13 m<sup>3</sup>であった。各群のプラスチック製容器包装収集日の集積場の例を図 4.2.2 に示す。A 群~D 群の集積場は, 可燃ごみ及び容器包装プラスチックを蓋付き集積箱や網かけにより, カラスや猫等の動物除けをしながらごみ散乱を防いでいた。また, 集積戸数が数戸と少ない集積場では, 網袋に入れる等の工夫をしている所もあった。なお, 集積戸数が多い E 群は, 網などからのみ出しが多く観察された。

#### 4. 2. 2. 2 採取日の 1 戸当たりのプラスチック片密度

各群について, 採取日の 1 戸当たりのプラスチック片数密度を図 4.2.3 に示す。図中右側には拡大図を示す。プラスチック片の数密度の平均値, 最大値及び最小値は, A 群は 0.31 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 3.2 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, B 群は 0.087 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0.40 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, C 群は 0.25 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0.67 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, D 群は 0.50 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 1.0 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0.071 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, E 群は 100 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 760 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0 個 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup> であり, 数密度については, E 群は平均値, 最大値とも, 他の群の数倍以上であった。E 群とその他の群の有意差について, 対数正規分布に関する t 検定を行ったところ, A 群との p 値は 0.081, B 群との p 値は 0.080, C 群との p 値は 0.081, D 群との p 値は 0.082 と 10%有意水準で E 群が高かった。

採取日の 1 戸当たりのプラスチック片質量密度を図 4.2.4 に示す。図中右側には拡大図を示す。プラスチック片の数密度の平均値, 最大値及び最小値は, A 群は 0.016 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0.23 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, B 群は 0.013 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0.13 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, C 群は 0.025 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0.12 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, D 群は 0.013 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0.057 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 3.6×10<sup>-6</sup> g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, E 群は 0.12 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0.87 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup>, 0 g 戸<sup>-1</sup> 日<sup>-1</sup> であり, E 群は平均値, 最大値とも, 他の群の数倍以上であった。E 群とその他の群の有意差について, 対数正規分布に関する t 検定を行ったところ, A

群との  $p$  値は 0.030, B 群との  $p$  値は 0.025, D 群との  $p$  値は 0.026 と 5% 有意水準で, C 群との  $p$  値は 0.070 と 10% 有意水準で E 群が高かった。

A 群～D 群の比較では, 集積パターンが違ったが, それによる差は見られなかった。E 群の散乱プラスチック片の数及び質量密度が高かったのは, 集積場当たりの集積戸数が多いこと, 動物除け網などから集積物がはみ出している量が多いことが考えられた。このことから, プラスチックごみ散乱対策には, 蓋付き集積箱の使用や網でごみ全体を覆う工夫などをすることが重要であると考えられた。

#### 4. 2. 2. 3 プラスチック片の長軸長さの分布

各群について, プラスチック片の長軸長さの分布を図 4.2.5 に示す。長軸長さ区分は, 1 mm 以上 10 mm 未満は, 5 mm 毎, 10 mm 以上未満は 10 mm 毎, 100 mm 以上 800 mm 以下は 100 mm 毎に集計した。また, 図中右側には拡大図を示す。各群とも, 1 mm 以上で 5 mm 以下の個数が多かった。また, 60 mm 以上のものについては, 菓子等の包装材が多かった。なお, 各大きさの区分とも, E 群の個数が最も多かった。

#### 4. 2. 2. 4 収集品目とプラスチック片の材質

各群について, 収集品目ごとのプラスチック片の材質の質量を図 4.2.6 に示す。採取したプラスチック片は, PE, PP, ポリスチレン (PS) 樹脂, PS フォーム, PET 及びポリ塩化ビニル (PVC) の

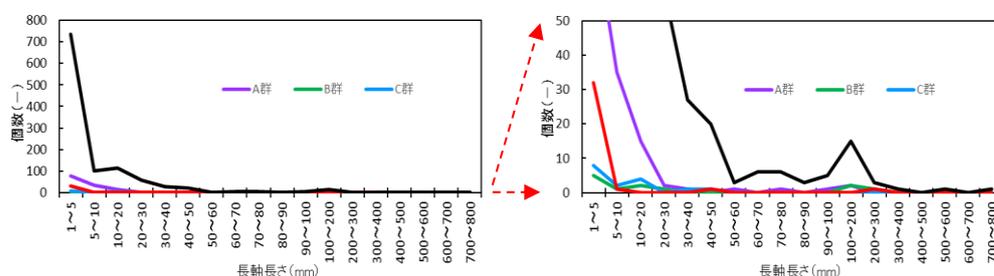


図 4.2.5 プラスチック片の長軸長さの分布

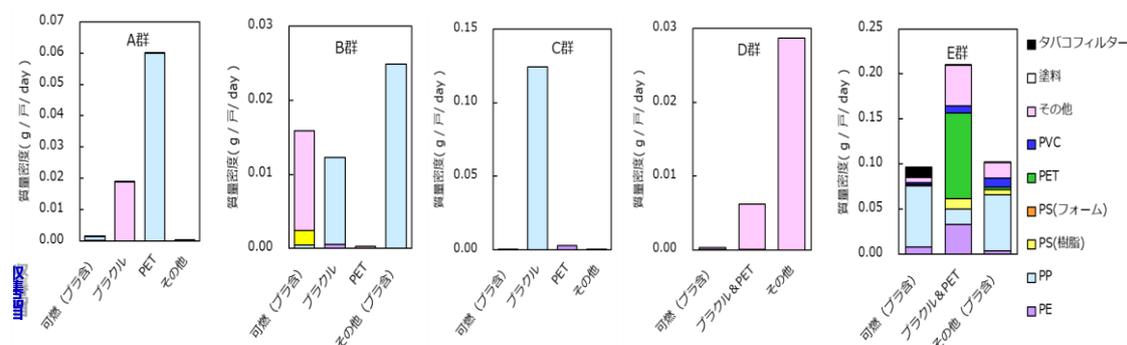


図 4.2.6 収集品目ごとのプラスチック片の材質の質量

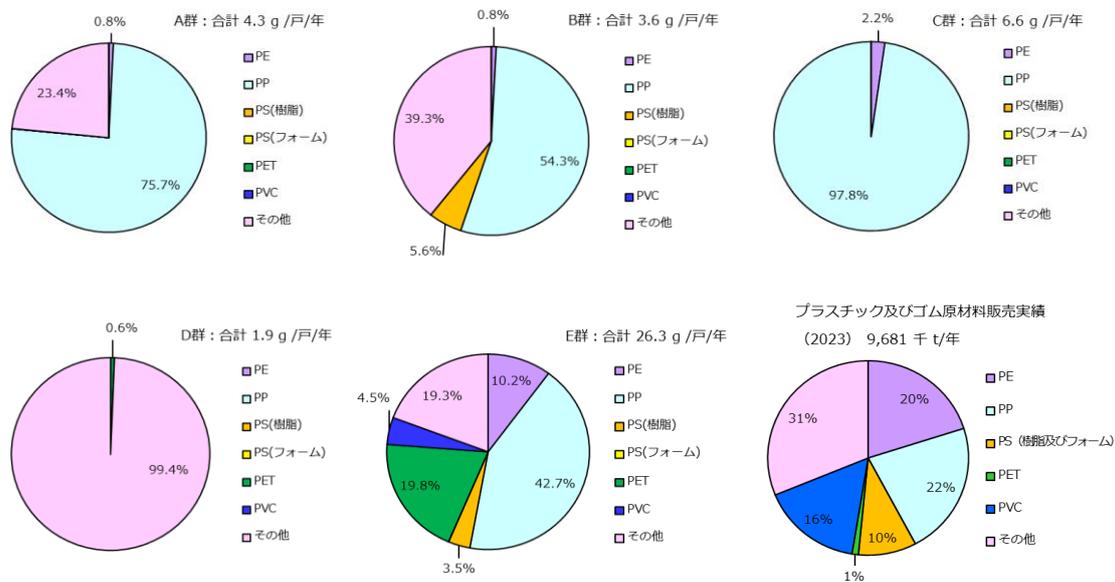


図 4.2.7 年間のプラスチック片材質の質量割合及びプラスチック及びゴム原材料販売実績全体に占める各材質の割合(2023年)

汎用樹脂とその他の材質に分け、材質ごとに質量を測定した。また、その他の材質の中で、路上標識として使用されている塗料及びタバコフィルターとして使用されているセルロースアセテートも、材質ごとに質量を測定した。その結果、各群とも PP が多い傾向にあった。PE, PS, PET, PVC, 塗料, タバコフィルターを除いたその他の材質は、PP に次いで多い傾向にあった。E 群については、PE, PS 樹脂, PET, PVC が 5% 以上となる収集日もあった。

なお、可燃ごみ収集日、その他ごみ収集日であっても文房具等プラスチックを含むゴミが収集対象に含まれることから、収集品目の違いによる散乱プラスチック片の材質の違いはみられなかった。

#### 4. 2. 2. 5 年間のプラスチック片材質の質量割合

対象期間に排出された散乱プラスチックの質量割合が年間を通して変化しないと仮定して、各群 1 戸当たりの年間のプラスチック片材質の質量割合と 2023 年のプラスチック及びゴム原材料販売実績<sup>3)</sup>全体に占める各材質の割合を比較した。結果を図 4.2.7 に示す。D 群は、その他のプラスチックで 99% 以上であったが、その他の群は、PE, PP 及び PS の合計で 50% 以上を占めていた。PE, PP 及び PS は汎用樹脂であり、日用品によく使われている。2023 年のプラスチック及びゴム原材料販売実績全体に占める各材質の割合についても、PE が 20%, PP が 22%, 及び PS が 10% であり、合計で 50% 以上であった。これは、住宅が主な地域で用いられる日用品としてのプラスチック製品が、戸外での使用や紛失等により、環境中に存在することで劣化しプラスチック片となることとあわせて、ごみ集積場で発生する散乱プラスチック片が、環境中へ流出している可能性があると考えられた。

#### 4. 2. 3 参考文献

- 1) 三島聡子, 小澤憲司, 中山駿一, 菊池宏海, 難波あゆみ, 片岡智哉, 二瓶泰雄: 流域～河川～海

岸におけるプラスチック片堆積状況の比較解析の試み～神奈川県引地川流域を例に～, 水環境学会誌, 45 (1), 11-19 (2022)

- 2) 三島聡子, 中山駿一, 二瓶泰雄: 路肩のプラスチック片堆積状況に対する近傍の発生源及び累積降雨量の影響, 環境化学, 33, 41-50 (2023)
- 3) 経済産業省: 経済産業省生産動態統計 統計表一覧 (経済産業省生産動態統計) 年報, [https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08\\_seidou.html](https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html) (2026年2月時点)

(担当: 三島)

4. 3 神奈川県海岸漂着物中のタバコフィルターの組成割合とタバコフィルターに吸着したニコチン及び多環芳香族炭化水素の量

4. 3. 1 調査方法

4. 3. 1. 1 神奈川県海岸漂着物組成調査について

神奈川県では、海岸漂着物の約7割は内陸から河川を通じて流出していることを踏まえ、内陸部の市町村等の役割を明確化し、内陸部と沿岸域が一体となった発生抑制対策を推進するため、令和6年3月に「神奈川県海岸漂着物対策地域計画」<sup>1)</sup>を改定した。計画の発生抑制対策うち、海岸漂着物の実態の把握及び発生源の推定を行い、今後の海岸美化に資する基礎資料の作成のため、海岸漂着物組成調査<sup>2)</sup>を実施している。調査方法については、環境省作成「地方公共団体向け漂着ごみ組成調査ガイドライン」<sup>3)</sup>に基づき、図4.3.1に示す①藤沢市の引地川河口部右岸、②平塚市の金目川河口部左岸、③小田原市の酒匂川河口部右岸及び④三浦市の三浦海岸北側公衆トイレ付近の全4地点を2020年度から実施している。



図 4.3.1 調査地点

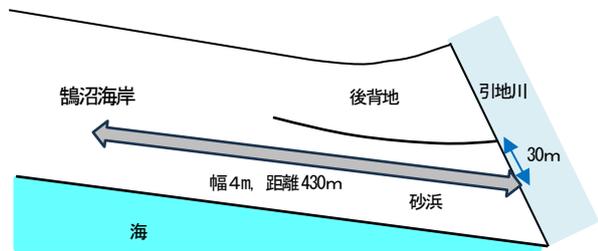


図 4.3.2 調査地点の模式図

4. 3. 1. 2 海岸漂着及び側溝のタバコフィルターの採取方法

本研究における海岸漂着のタバコフィルター

は、神奈川県が2020年度～2024年度に行った漂着物組成調査結果<sup>2)</sup>において、タバコフィルターの割合が最も高く検出された、図4.3.2に示す鵜沼海岸の引地川右岸河口付近で調査した。調査地点の模式図を図4.3.2に示す。タバコフィルター採取日及び採取本数を表4.3.1に示す。2025年の3月10日及び10月30日に、砂浜の後背地から引地川に沿って30m付近の砂浜で、ごみが多い部分の幅4mの広さについて河口から海岸に沿う方向に430m観察し、タバコフィルターを採取した。

また、比較として、2024年の12月12日、2025年の1月16日、3月10日及び9月11日に、当センターの北側に面した車道の路肩に設置された大きさ29cm×60cmの側溝のうち、開蓋可能な2か所についてタバコフィルターを採取した。

表 4.3.1 タバコフィルター採取日及び採取本数

鵜沼海岸調査			側溝調査		
タバコフィルター本数			タバコフィルター本数		
2025年	3月10日	9	2024年	12月12日	6
2025年	10月30日	7	2025年	1月16日	5
			2025年	3月10日	1
			2025年	9月11日	1

4. 3. 1. 3 本研究で対象としたニコチン及び多環芳香族炭化水素

タバコフィルターの主な材質は、酢酸セルロースというプラスチック繊維の束であり、また、タバコ

表 4.3.2 本研究で対象としたニコチン及びPAHs

	CAS No.	分子量 (g/mol)	水溶解度 (mg/L)	PNEC <sup>c</sup> (生態系に対する 予測無影響濃度) (µg/L)	毒物及び劇物取締法・ IARC <sup>**</sup> による発がんリスク分類
ニコチン	54-11-5	162.236	1×10 <sup>6</sup>	—	毒物及び劇物取締法の毒物 神経伝達阻害など (昆虫, 脊椎動物)
アセナフチレン	208-96-8	152.19	3.93(25 °C)	—	IARC : グループ3*
アセナフテン	83-32-9	154.21	3.47	2.5	IARC : グループ3*
フルオレン	86-73-7	166.22	2	0.74	IARC : グループ3*
フェナントレン	85-01-8	178.23	1.2 (25 °C)	1.8	IARC : グループ3*
アントラセン	120-12-7	178.234	0.044 (25 °C)	0.00278	IARC : グループ2B*
フルオランテン	206-44-0	202.25	0.26 (25 °C)	0.006	IARC : グループ3*
ピレン	129-00-0	202.256	0.139 (25 °C)	0.04	IARC : グループ3*
ベンズ[a]アントラセン	56-55-3	228.29	0.0094 (25 °C)	—	IARC : グループ2A*
クリセン	218-01-9	228.294	0.006	0.0063	IARC : グループ2B*
ベンゾ[b]フルオランテン	205-99-2	252.3	0.0012 (25 °C)	—	IARC : グループ2B*
ベンゾ[k]フルオランテン	207-08-9	252.31	0.00109 (25 °C)	—	IARC : グループ2B*
ベンゾ[a]ピレン	50-32-8	252.31	0.00161 (25 °C)	0.005	IARC : グループ1*
インデノ[1,2,3-cd]ピレン	193-39-5	276.33	0.062	—	IARC : グループ2B*
ジベンゾ[a,h]アントラセン	53-70-3	278.35	0.0022 (25 °C)	0.0033	IARC : グループ2A*
ベンゾ[ghi]ペリレン	191-24-2	276.33	0.000137 (25 °C)	0.0082	IARC : グループ3*

\* 環境省化学物質安全環境リスク評価室 化学物質の環境リスク初期評価 評価書  
[https://www.env.go.jp/chemi/risk/chemi\\_list/index.html](https://www.env.go.jp/chemi/risk/chemi_list/index.html)

† 国際がん研究機関 (IARC) による発がんリスク分類  
 グループ1 : ヒトに対して発がん性がある  
 グループ2A : ヒトに対しておそらく発がん性がある  
 グループ2B : ヒトに対して発がん性がある可能性がある  
 グループ3 : ヒトに対する発がん性について分類できない

に含まれるニコチン及び燃焼で生成した多環芳香族炭化水素 (PAHs) などの有害物質が含まれている。本研究で対象としたニコチン及び多環芳香族炭化水素 (PAHs) を表 4.3.2 に示す。ニコチンは毒物及び劇物取締法の毒物で、急性毒性は神経伝達阻害などがあり、本研究で対象とした PAHs は、国際がん研究機関 (IARC) による発がんリスク分類によると、ヒトに対して発がん性があるグループ 1 には、ベンゾ[a]ピレンが、ヒトに対しておそらく発がん性があるグループ 2A には、ベンゾ[a]アントラセン、ジベンゾ[a,h]アントラセンが、ヒトに対して発がん性がある可能性があるグループ 2B には、ベンゾ(b)フルオランテン、ベンゾ(k)フルオランテン、クリセン、インデノ(1,2,3-cd)ピレンが分類されている。ニコチンは水溶解度が高いのでタバコフィルターから水中に溶出しながら運搬され、生物に影響することが懸念され、PAHs は水溶

表 4.3.3 対象物質のガスクロマトグラフ及び質量分析条件

(1) GC 条件		GC-2030(SHIMADZU)	
使用カラム		HP-5MS 30 m × 0.25 mm, 0.25 µm	
カラム温度		40 °C (2 min) → 10 °C/min → 320 °C → 20 min	
試料注入法		Split less (1 min)	
注入口温度		250 °C	
キャリアーガス		He (1 mL/min)	
試料注入量		2 µL	
インターフェース温度		250 °C	
(2) SIM 条件		GCMS-QP2020NX	
イオン化法		EI	
		モニターイオン	
		定量用	確認用
ニコチン		84	133
アセナフチレン		152	150
アセナフテン		154	152
フルオレン		166	164
フェナントレン		178	176
アントラセン		178	176
フルオランテン		202	200
ピレン		202	200
ベンズ[a]アントラセン		228	226
クリセン		228	226
ベンゾ[b]フルオランテン		252	250
ベンゾ[k]フルオランテン		252	250
ベンゾ[a]ピレン		252	250
インデノ[1,2,3-cd]ピレン		276	274
ジベンゾ[a,h]アントラセン		278	139
ベンゾ[ghi]ペリレン		276	274
ピレン-d <sub>10</sub>		212	-
ニコチン-d <sub>3</sub>		87	-
ベンゾ[a]ピレン-d <sub>12</sub>		264	-

解度が低いので水中に溶出するよりも、タバコフィルターにより運搬されてタバコフィルターごと生物取り込まれて食物連鎖で高次の生物にいくほど高濃度に濃縮されることが懸念される。

#### 4. 3. 1. 4 フィルターに吸着したニコチン及び多環芳香族炭化水素の分析

ニコチンについては、林純薬工業(株)製の(S)-ニコチン標準品を用いた。PAHs については、AccuStandard Inc.製の 0.2 mg/mL PAH 混合溶液を用いた。分析全般における補正のためのサロゲート内標準物質について、ニコチンの3か所の水素を重水素で置換された安定同位体置換物質のニコチン-d<sub>3</sub>は、林純薬工業(株)製の標準品を、ベンゾ[a]ピレンの12か所の水素を重水素で置換されたベンゾ[a]ピレン-d<sub>12</sub>については、Cambridge Isotope Laboratories, Inc.製の標準品を使用した。シリンジスパイク内標準には、ピレンの12か所の水素を重水素で置換された、関東化学(株)製のピレン-d<sub>10</sub>標準品を使用した。

抽出溶媒に使用したメタノール、ヘキサン、ジクロロメタン及びアセトンは富士フィルム和光純薬工業(株)製の残留農薬・PCB試験用(5000)を使用した。水試料から対象物質を抽出するための固相カートリッジは、Waters社のSep-Pak C18 Plus(360 mg)及びOasis HLB Plus(225 mg)、クリーンナップのための固相カートリッジについては、Waters社のSep-Pak Silica Plus(690 mg)及びジーエルサイエンス(株)製のInertSep® GC(150 mg)を使用した。GC/MS注入用ヘキサン溶液に添加するトリエチルアミンについては富士フィルム和光純薬工業(株)製の和光特級を使用した。超音波抽出に使用したアンモニア水及びpH調整に使用した水酸化ナトリウム(NaOH)は、関東化学(株)製の特級を使用した。超純水は富士フィルム和光純薬工業(株)製のLC/MS用を使用した。

ニコチン及びPAHsの定量にはGC/MS(株島津製作所製GCMS-QP2020)を用いた。GC/MSのガスクロマトグラフ条件及び質量分析条件は、既報<sup>4)</sup>のとおりに行った。ガスクロマトグラフ条件及び質量分析条件、ターゲットイオン及び確認イオンを表4.3.3に示す。タバコフィルター、水質及び底質のニコチン及びPAHsの分析は、既報<sup>4)</sup>のとおりにおこなった。分析のフローを図4.3.3に示す。タバコフィルターは、同じ場所で同時に採取したものを最大数3つの組にし、サロゲートのニコチン-d<sub>3</sub>及びベンゾ(a)ピレン-d<sub>12</sub>を100 ng添加し、0.1%アンモニア/メタノール溶液3 mLで、15分

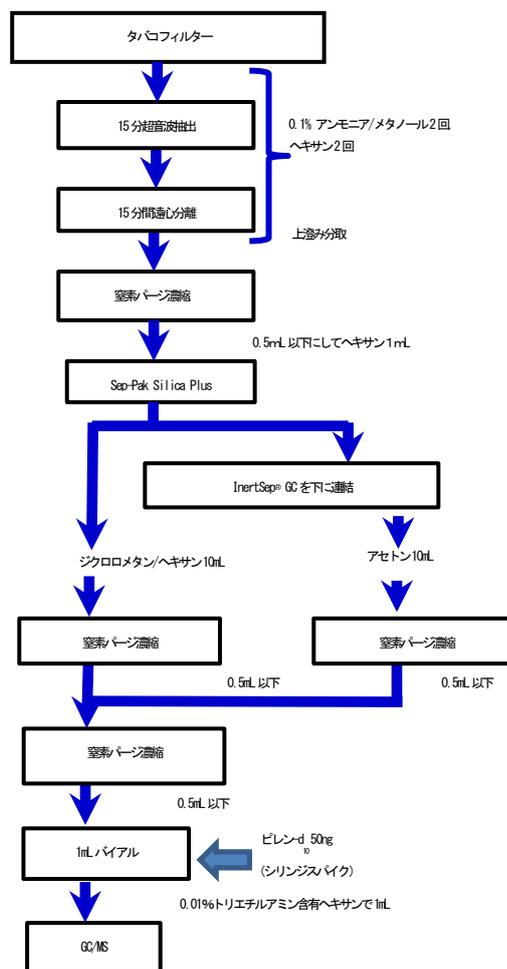


図 4.3.3 タバコフィルター及び底質の分析フロー

間超音波抽出をし、3,000 min<sup>-1</sup> で15分間の遠心分離をし、0.1% アンモニア/メタノール溶液を分取、同様の抽出操作を2回繰り返し、ヘキサン3 mLでも同様の抽出操作を2回繰り返した。その後、抽出溶液はクリーンナップした。Sep-Pak Silica Plus から、20%ジクロロメタン/ヘキサン10 mLで溶出し、別にした後、Sep-Pak Silica Plus の下にInertSep® GCを接続し、アセトン10 mLで溶出し、溶液を合わせた。得られた抽出溶液及び溶出溶液は、窒素吹きつけにより、乾固しないように0.5 mL以下に濃縮し、シリンジスパイクとしてピレン-d<sub>10</sub>を50 ng加えて0.01% トリエチルアミン/ヘキサンで1 mLにし、GC/MSで分析した。

#### 4. 3. 2 結果及び考察

##### 4. 3. 2. 1 海岸漂着物及び路肩調査におけるタバコフィルターの組成割合

4. 1. 2. 2 に記載したように、既報の調査<sup>5)</sup>では、ごみ集積場脇の路肩で検出されたタバコフィルターが、個数割合で6.0%、質量割合では、6.7%であったが、住居地脇及び駐車場脇の路肩で検出されたタバコフィルターは、個数割合で10%以上、質量割合では、20%以上で、採取地点によっては、路肩のタバコフィルターが無視できない量であることもわかった。加えて、神奈川県が2020年度～2024年度に行った漂着物組成調査結果<sup>2)</sup>では、既報<sup>5)</sup>の調査対象とした引地川中流域から流下した河口付近の鵠沼海岸で、タバコフィルターの数の割合が20%以上で検出されていた。

2020年度～2024年度に神奈川県内の4か所の海岸で行われた漂着物組成調査結果<sup>2)</sup>について、本研究でプラスチックとして検出している、プラスチック、発泡スチロール及びゴムの合計（プラスチック合計と称す）とプラスチックのうちのタバコフィルターについて数及び質量を表4.3.4に示す。質量割合については、容器、ライター、硬質プラスチックなど1個当たりの質量が大きいものが含ま

表4.3.4 神奈川県漂着物組成調査結果

		海岸漂着物									
		2021.1.29		2021.12.17		2022.11.28		2023.12.15		2024.11.9	
		質量 (kg)	数 (-)								
引地川河口部右岸 (鵠沼海岸)	プラスチック合計	0.26	80	0.31	80	0.07	78	0.91	595	1.08	207
	タバコフィルター	0.013	27	0.023	46	0.01	49	0.036	192	0.010	44
	割合(%)	5.0	34	7.4	58	14	63	4.0	32	1.0	21
金目川河口部左岸 (虹ヶ浜海岸)	プラスチック合計	0.08	13	1.46	368	1.05	294	0.47	214	0.67	362
	タバコフィルター	0.005	3	0.007	26	0.004	28	0.005	30	0.0026	12
	割合(%)	6.3	23	0.48	7.1	0.38	9.5	1.1	14	0.39	3.3
酒匂川河口部右岸 (東町海岸)	プラスチック合計	3.75	64	24.92	279	9.76	141	0.08	22	0.14	43
	タバコフィルター	0.0011	8	0.019	75	0.007	25	0.001	2	0.00007	1
	割合(%)	0.029	13	0.076	27	0.072	18	1.3	9.1	0.050	2.3
三浦海岸 北側公衆トイレ付近	プラスチック合計	1.98	694	2.4	542	0.91	307	0.79	395	0.97	231
	タバコフィルター	0.035	153	0.022	93	0.009	41	0.021	111	0.009	36
	割合(%)	1.8	22	0.92	17	1.0	13	2.7	28	0.93	16

れていたため、タバコフィルターの質量割合は低かったが、数の割合は、最小値が2021年の虹ヶ浜海岸の7.1%で最大値は2022年の鵠沼海岸の63%であった。環境省がとりまとめた発泡スチロールを含むプラスチックの集計結果<sup>6)</sup>をみると、2021年の個数ランキングでは、20位



図4.3.4 海岸漂着タバコフィルター

の 971 個 0.9%であった。その他の年は 21 位以下であったが、神奈川県以外の海岸においても、検出されていると考えられる。また、既報の路肩の調査<sup>5)</sup>では、タバコフィルターの個数の 68%には巻紙が付いており、本研究で 2024 年から 2025 年に採取した側溝のタバコフィルターの 100%に巻紙が付いていたが、2025 年に採取した鶴沼海岸のタバコフィルターは、81%のものは巻紙が剥がれ、巻紙が付いていたものは 19%であった。図 4.3.4 に 2025 年の 10 月 30 日に採取した海岸漂着タバコフィルターの例の写真を示す。海岸のタバコフィルターは海岸でポイ捨てされたものもあるが路肩でポイ捨てされたものもあり、降雨による流出及び波の作用により巻紙が剥がれていくことが考えられた。

#### 4. 3. 2. 2 タバコフィルターのニコチン及び多環芳香族炭化水素の吸着量

海岸漂着タバコフィルターのニコチン及び PAHs の吸着量を図 4.3.5 に示す。ニコチンの平均値、最大値及び最小値は、3,400 ng/g、7,400 ng/g 及び 380 ng/g であった。PAHs の各物質の平均値は 1.4~160 ng/g であった。側溝中のタバコフィルターのニコチン及び PAHs の吸着量を図 4.3.6 に示す。ニコチンの平均値、最大値及び最小値は、10,000 ng/g、22,000 ng/g 及び 360 ng/g であった。PAHs の各物質の平均値は 1.5~820 ng/g であった。側溝中のタバコフィルターと比較して海岸のタバコフィルターの方が吸着したニコチン及び PAHs の量が少ない傾向にあった。タバコフィルターは、水系で運搬される際に、ニコチン及び PAHs を溶出しながら移動し、また、タバコフィルターごと生物取り込まれて生物に影響することが懸念されるため、生態系に対する有害性データの収集及び水質中のニコチン及び PAHs の濃度の調査等も実施していくことが重要であると考えられる。

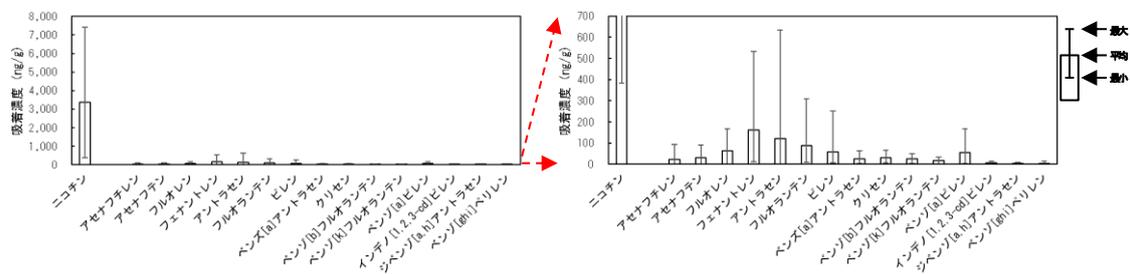


図 4.3.5 海岸漂着タバコフィルターのニコチン及び PAHs の吸着量

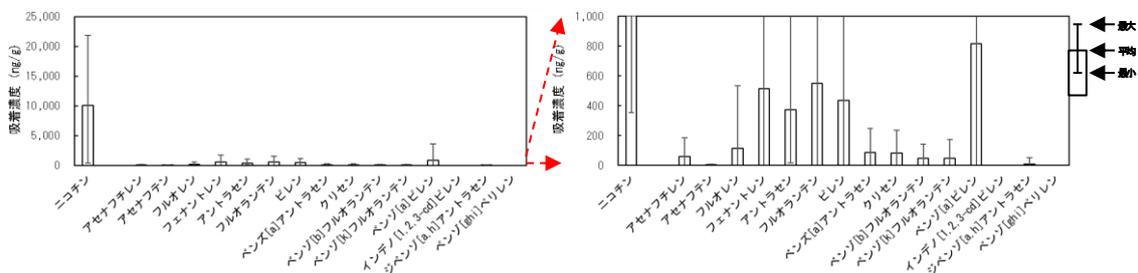


図 4.3.6 側溝中タバコフィルターのニコチン及び PAHs の吸着量

#### 4. 3. 3 参考文献

- 1) 神奈川県環境農政局環境部資源循環推進課: 神奈川県海岸漂着物対策地域計画,

- [https://www.pref.kanagawa.jp/docs/p3k/kaigan\\_keikaku.html](https://www.pref.kanagawa.jp/docs/p3k/kaigan_keikaku.html) (2026年2月時点)
- 2) 神奈川県環境農政局環境部資源循環推進課: 海岸漂着物組成調査,  
<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/p3k/soseichousa.html> (2026年2月時点)
  - 3) 環境省水・大気環境局水環境課海洋環境室: 海洋プラスチックごみに関する各種調査ガイドライン等について ④漂着ごみ組成調査ガイドライン,  
[https://www.env.go.jp/water/marine\\_litter/post\\_118.html](https://www.env.go.jp/water/marine_litter/post_118.html) (2026年2月時点)
  - 4) 三島聡子: タバコフィルター及び環境試料中のニコチン及び多環芳香族炭化水素の分析, 神奈川県環境科学センター研究報告, 48, 32-37 (2025)
  - 5) 三島聡子, 中山駿一, 二瓶泰雄: 路肩のプラスチック片堆積状況に対する近傍の発生源及び累積降雨量の影響, 環境化学, 33, 41-50 (2025)
  - 6) 環境省水・大気環境局海洋環境課海洋プラスチック汚染対策室: 令和5年度漂着ごみ組成調査データ取りまとめの結果について(2025年3月),  
<https://www.env.go.jp/content/000318998.pdf> (2026年2月時点)

(担当: 三島)

## 5 まとめ～これまでの調査の総まとめと今後の調査について～

相模湾というローカルな場所を対象として、当時から海洋中に多く存在すると言われていたマイクロプラスチック（MP）に焦点をあて、地域における排出の実態を把握し、可能な範囲で発生源を特定した上で流出防止あるいは排出抑制対策を講じていくことを目指して、2017年から2021年にかけて調査を実施してきた。その結果、主に、①海岸によるMP漂着状況の違いから、外洋由来のMPより内陸から河川を経て流出したMPの影響が大きいこと、②微小ポリスチレン小球については、ビーズクッションの廃棄時など不定期に発生した封入材の漏出の可能性、③中空球状MPについては、前年施肥により水田中に残留した樹脂系被覆肥料の被膜殻の代掻き作業による流出の可能性、④緑色へら状MPについては、破断した人工芝の破片の道路側溝等を通じた降雨時流出の可能性、⑤樹脂ペレットについては、漏出防止対策が呼びかけられているものの、プラスチック成型事業所や輸送上における漏出及び不法投棄等が調査時も存在する可能性、⑥河川による流下MPの材質構成の違いから、流域の発生源の違いの影響が大きいこと、⑦鵜沼海岸のMPの吸着PFOS濃度が高く、近傍に流出するPFOS濃度が高い引地川の影響があること、⑧河川を流下するMPは、平常時と比較して降雨後に個数が多いこと、⑨ドローン撮影により調査した河川及び河川敷における散乱ごみは、出水によるごみの移動により増減すること、⑩路肩に集積するプラスチック片の商業地域、住居地域、工業地域及び水田地域の用途地域毎の比較では、数密度は商業地域が、質量密度は住居地域が多いこと、⑪海岸漂着MPのPCB内部含有量とPCB吸着量の比較では、PCBの大部分が表面に吸着しており、一部、プラスチック製品中の有機顔料や可塑剤として添加されたカネクロールに由来するPCBが内部に含まれていること、⑫海水及び河川水のPCB濃度と組成の検証により、海岸漂着MPのPCB吸着は、近隣の水環境の影響というより長期間の漂流によることなどがわかり、報告書「その1 漂着実態把握と吸着化学物質の測定」<sup>1)</sup>及び「その2 発生源及び排出経路の推定」<sup>2)</sup>にまとめた。

また、以上の結果から、⑦対策の効果を見極めるためにも、流域面積が大きくMP漂着量も多い相模川の右岸の平塚海岸（高浜台）における継続調査の必要性、①材木座海岸において大量漂着した樹脂ペレットの発生源の推定の必要性、⑨ドローン撮影によるごみ調査結果から、河岸や中州に堆積するプラスチック片の分析調査の必要性、⑤降雨後に河川を流下するMPが増加することから、路肩などのプラスチック片堆積状況に対する降雨量の影響調査の必要性、④ごみ集積場の脇の散乱プラスチック片が散見されたことから、ごみ集積場におけるプラスチック片の状況調査の必要性、⑦MPよりサイズが大きくプラスチック片として路肩に散見されたタバコフィルターの海岸漂着物の調査の必要性が挙げられ、⑦、①、⑨及び④については2022年から2025年にかけての継続調査を実施し、「神奈川県平塚海岸におけるマイクロプラスチックの漂着特性」、「材木座海岸における大量漂着樹脂ペレットとその発生源の推定」、「引地川の河岸や中州に堆積するプラスチック片の状況とその発生源の推定」及び「神奈川県平塚海岸におけるタバコフィルターの組成割合と吸着したニコチン及び多環芳香族炭化水素の量」として今回の報告書にまとめ、⑤及び④については、2021年までに調査は終了していたものの、まとめに時間を費やし、「路肩のプラスチック片堆積状況に対する近傍の発生源及び累積降雨量の影響」及び「ごみ集積場におけるプラスチック片の状況」として今回の報告書にまとめた。

これらの調査研究結果から明らかになったことは以下の通りである。

- I. 平塚海岸漂着 MP には日常生活で多く使われている PE, PP, PS の材質が満遍なく存在し、長軸長さにも大きな偏りはない。
- II. 平塚海岸漂着 MP の個数密度の増減には、各種天候条件のほか海岸清掃の実施時期など、複数の要因が影響しているものと考えられた。
- III. 河岸堆積物調査及び河川調査で確認されているフィルムや繊維状の形態のもの、また材質では、ポリ塩化ビニルや PET の漂着が平塚海岸では、ほとんど確認できなかったことから、河川から流出した一部の MP は、形態及び材質によっては海岸に漂着せず、河川や近海に沈降しているか、または海洋へ流出していることなどが想定された。
- IV. 樹脂ペレットや発泡 PS の挙動から、平塚海岸漂着 MP の一部には、海岸の近傍のみならず、他の地域から流出し、沖合で滞留したものが含まれる可能性もあると考えられた。
- V. 2018 年の材木座海岸における大量漂着時の樹脂ペレットの形状を再確認し、日本プラスチック工業連盟へ聞き取りを行った。その結果、樹脂ペレット中に含まれていた「ミニペレット」は、生産時における不良品であり、通常は産業廃棄物として廃棄されるものであることがわかった。このことから、廃棄物処理時の漏えいや不法投棄の可能性が考えられた。また、海岸に漂着したごみ（海藻）の量を調査した結果、2018 年に大量漂着が発生した材木座海岸は、海（相模湾）からごみが漂着しやすい場所と考えられた。さらに、潮の流れを解析したところ、大量漂着時の発生源は西側にある可能性が示唆された。
- VI. 引地川の河岸及び中州調査においては、地点固有の影響があると考えられ、プラスチック片が堆積しやすい場所と堆積しにくい場所があると考えられた。
- VII. 引地川の河岸及び中州調査において、平常時に河川を流下する MP と河岸堆積物プラスチック片に相関がみられなかったことから、荒天時に河川 MP の流下量が顕著に増加し、その際に河岸や中州に堆積・蓄積しているものと推定された。
- VIII. 個数密度の高い河岸では、付近の道路等からの排水の流入や不法投棄・ポイ捨てなども発生源となっている可能性が考えられた。また、ビーズクッションの封入材と考えられる長軸長さ 1mm 以下の発泡 PS 製の小球体が突出して多く採取されたが、これは不定期に大量排出されたものと考えられ、不法投棄されたものと推定された。
- IX. 路肩のプラスチック片についての累積降雨量の影響は、流出係数が 0.30 ～ 0.7 と低い面が砂利で覆われた駐車場脇の路肩は累積降雨量が大きくなるほどプラスチック片質量密度が増加する正の相関関係が見られ、流出係数が 0.70 ～ 0.95 と高いアスファルト舗装の駐車場脇の路肩は累積降雨量が 100 mm 未満のときは累積降雨量が 100 mm 以上と多いときと比較してプラスチック片質量密度が有意に高かった。また、ごみ集積場脇の路肩については、四方にごみが散らばらないような構造のごみ集積場については、累積降雨量が 100 mm 未満のときは累積降雨量が 100 mm 以上と多いときと比較してプラスチック片質量密度が有意に低かったが、それ以外のごみ集積場では、累積降雨量によるプラスチック片質量密度の有意差がなく、ごみ集積及び回収等

- で散らばったプラスチック片の影響の方が大きいと考えられた。これらのことから、プラスチック片流出負荷の挙動は、土地の特性、用途、降雨によって複雑に影響を受けることがわかった。
- X. ごみ集積場脇の路肩調査では、四方にごみが散らばらないような構造の集積場は他の集積場と比較してプラスチック片数密度が低かったこと及びごみ集積場調査では、採取日の1戸当たりのプラスチック片の数及び質量密度が他の群と比較して集積戸数が多く動物除け網などからのはみ出しがある場所が属する群が高く、ごみ集積場の構造及びガラスや猫等の動物による散乱被害を防ぐ対策が散乱プラスチック片の量に影響し、対策につながる可能性があることがわかった。
- XI. 海岸のタバコフィルターは2020年度から実施された神奈川県漂着物組成調査において個数割合の最大が63%であり、海岸でポイ捨てされたものもあるが路肩でポイ捨てされたものもあり、降雨による流出及び波の作用により巻紙が剥がれていき、水系で運搬される際にニコチンを溶出し、生物に取り込まれてPAHsが食物連鎖で濃縮され、生態系に影響することが考えられた。

以上のこれまでの結果により、屋外で使用するプラスチック製品の劣化する前の交換、ごみ集積場のごみ散乱防止対策、ポイ捨てや不法投棄についての対策及びそれらの普及啓発が大変重要であることがわかった。今後も継続して普及啓発を図っていきたいと考えている。また、路上等に散乱したMP及びプラスチック片は降雨により流出し河岸等に堆積しながら河川を流下していくが、降雨だけでなく隣接した土地の特性及び用途によって複雑に影響を受けるため、陸からの流出について降雨から一律に予測することは難しいことがわかった。海域への流出については、河川において降雨出水時に流出するMP及びMPのもととなるプラスチックの流量を計測し、年間流出量等を推計することが大変重要であると考えられる。しかしながら、河川ごみは、調査に危険を伴う降雨出水時に流出していることが多く、複数地点における連続調査は時間と労力がかかるため、実施が困難な状況に置かれている。

そこで、今後は、河川に設置したカメラ画像のAI（深層学習）による流下プラスチックごみの判別・計測手法の確立をし、海域への流出量を推計することを目指すと同時に、平常時における河川流下MP及びプラスチック片等の分析調査も実施し、計測及び推計の検証をすることを目的とする。このことにより、「かながわプラごみゼロ宣言」及び「神奈川県海岸漂着物対策地域計画」の推進に寄与できるものと考えられる。また、プラスチック削減対策の効果を見極めるため、今後も長期的に平塚海岸における漂着量調査を継続して実施する。以上の調査研究については、2025年度から3年間の計画「河川を浮遊・流下するプラスチックごみのAI（深層学習）による判別・計測手法の確立ならびに海岸漂着マイクロプラスチック等の経年変化」において実施を開始した。今後も得られた成果については報告したいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 神奈川県環境科学センター調査研究部マイクロプラスチック研究チーム：相模湾漂着マイクロプラスチック（MP）の実態とその由来の推定<中間報告書>その1 漂着実態把握と吸着化学物質の推定, <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/3464/2mprep20191.pdf> (2026年2月時点)

- 2) 神奈川県環境科学センター調査研究部マイクロプラスチック研究チーム:相模湾漂着マイクロプラスチック (MP) の実態とその由来の推定 その 2 発生源及び排出経路の推定, <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/3464/2mprep20220.pdf> (2026年2月時点)

【謝辞】

本研究の一部は、神奈川県成果展開型研究推進事業費 (2019~2021年度) の助成により実施したものである。

【研究チームメンバー】

所属	氏名
調査研究部	三島 聡子
	代田 寧
	中山 駿一
	菊池 麻希子
	黒澤 のりあ
	露木 一樹
	川原 一成
	内藤 智子
	星崎 貞洋
	五十嵐 恵美子
	坂本 広美 (2019~2023年度)
	辻 祥代 (2023~2024年度)
	難波あゆみ (2018~2021年度)
宮澤 誠 (2021~2023年度)	
有田 俊幸 (2019~2021年度)	
所長	加藤 陽一
	池貝 隆宏 (2016~2018, 2022~2023年度)

(担当 : 三島)