

資料(Data)

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

辻 祥代^{*,**}, 三島 聡子, 代田 寧, 黒澤 のりあ, 難波 あゆみ^{*,***},
内藤 智子, 五十嵐 恵美子, 池貝 隆宏^{*}

(調査研究部, ^{*}元調査研究部, ^{**}神奈川県流域下水道整備事務所, ^{***}県央地域県政総合センター)

Characteristics of Microplastic Adrift on Hiratsuka Beach, Kanagawa Prefecture, Japan

Sachiyo TSUJI^{*,**}, Satoko MISHIMA, Yasushi DAITA, Noria KUROSAWA, Ayumi NANBA^{*,***},
Tomomi NAITO, Emiko IGARASHI, and Takahiro IKEGAI^{*}

(Research Division, ^{*}Former Research Division, ^{**}River-Basin Sewerage Management Office,
^{***}Kenou Region Prefectural Administration Center)

キーワード： マイクロプラスチック，海岸，漂着，個数密度，材質割合

1 はじめに

神奈川県環境科学センター（以下、「当センター」という）においては、平成 29 年度（2017 年度）より、近年新たな環境問題として世界的に注目されているマイクロプラスチック（MP）の問題¹⁻⁷⁾について取り組んでおり、道路路肩の堆積 MP の状況調査⁸⁾、化学物質の吸着状況調査⁹⁻¹⁰⁾、また河岸や中洲に堆積する MP の実態調査¹¹⁾などについて調査研究を行ってきたところであるが、中でも海岸漂着 MP の調査については、相模湾全域における調査を様々な観点から数多く実施してきた経緯がある¹²⁻¹⁴⁾。

相模湾における MP 調査が多岐にわたる理由としては、①神奈川県にとって相模湾の保全は、自然環境・海洋生態系保全及び海面漁業資源保護の観点から非常に重要であること、②相模湾の保全対策は、これまで水質及び海岸ごみ（粗大物）を対象に実施してきたが、今後海洋プラスチック汚染対策についてどう対応すべきか検討する情報が圧倒的に不足していること、③国も各種 MP 調査を実施しているが、相模湾は現段階で調査対象として選定されていないため、ローカルな相模湾の保全及びその前段にあたる研究は、地元である神奈川県が主体的に行うべきであること、④MP の発生源対策に結びつく情報が必要であること、といった理由が挙げられる。こうした理由に基づき実施した調査結果として、相模湾の漂着 MP に

は海岸別の漂着特性があること¹⁵⁾、近傍河川からの影響を大きく受ける可能性があること¹⁵⁾、また特徴的な漂着 MP の発生源や漂着実態等¹⁵⁾について既に報告してきたところである。

こうした海岸漂着 MP 調査を実施してきた地点のうち、平塚市に所在する平塚海岸は、当センターから距離が近く、調査実施が容易であることから、2017 年度より継続して MP 調査を実施している唯一の調査地点である。当該継続調査は、現時点ではまだ報告が少ない同一地点の MP 漂着量の経年変化やプラスチック組成比の変化などの実態を明らかにすることを目的として、2024 年度までの計 8 年間に亘って実施しており、今後も継続して調査を行う予定としている。

ここでは、2024 年度の継続調査を終えた時点での各種データを整理し、当該継続調査を通じて明らかになった、平塚海岸に漂着する MP の漂着特性について、既報も交えた報告を行う。

2 調査方法

2. 1 調査地点

調査を実施した平塚海岸を図 1 及び図 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 4 km 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¹⁶⁾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。



図1 平塚海岸位置図



図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)

2.2 調査実施日

調査実施日の一覧を表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¹⁵⁾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。

表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
2017	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	—

2.3 試料採取、MP分離方法

サンプリング方法は、池貝ほか(2017)¹²⁾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、当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¹¹⁾。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は小さすぎて回収が難しい¹⁷⁾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

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. 4 長軸長さの計測及び分類

長軸長さの計測についても、池貝ほか(2017)¹²⁾で実施をした。すなわち、2.3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¹⁸⁾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。

2. 5 プラスチックの同定

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。

3 結果

3. 1 長軸長さ別の個数密度及び材質組成について

図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 trapping¹⁹⁾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²⁰⁾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¹⁹⁾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(<2mm)は、全ての期間において長軸長さが長いものとはほぼ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¹⁵⁾。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。

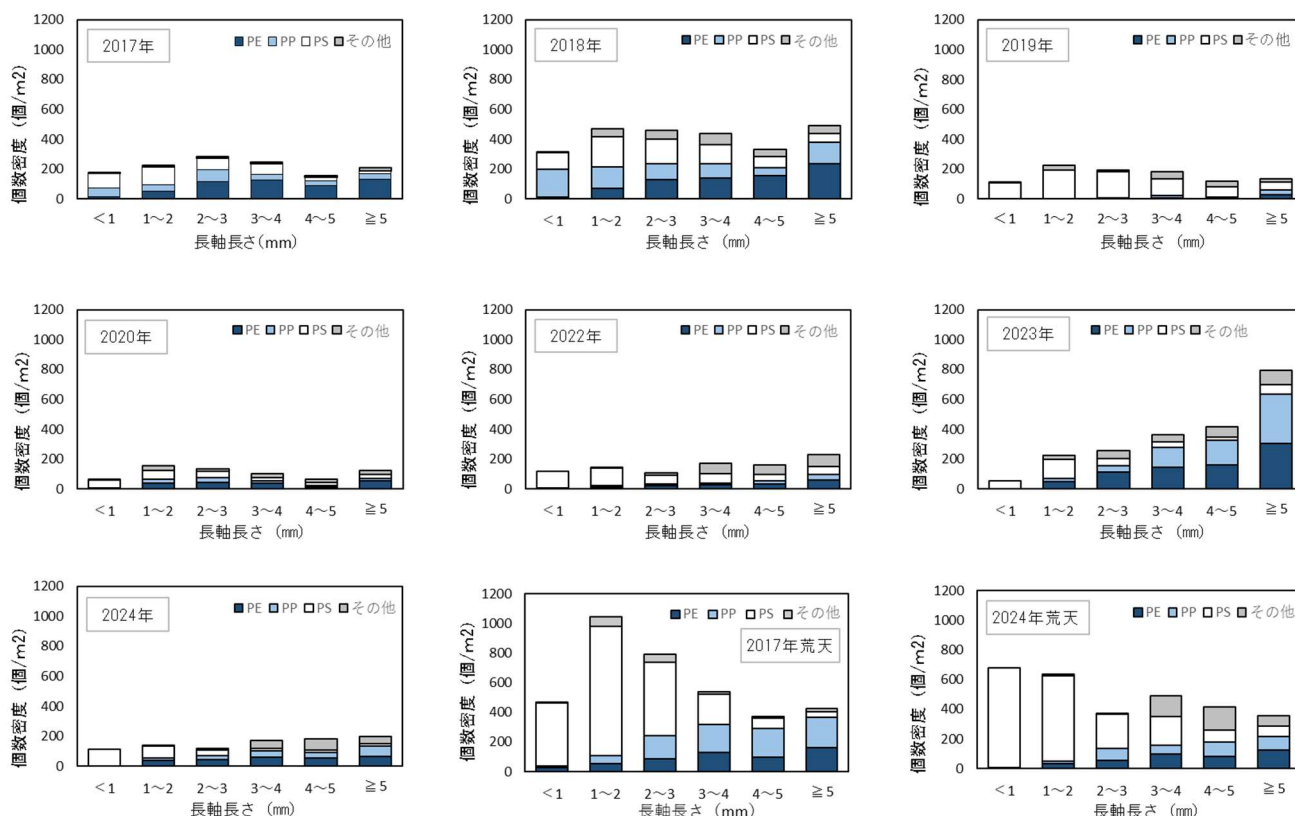


図3 長軸長さ別・材質別の個数密度 (2017年～2024年継続調査および荒天時調査)

3. 2 個数密度及び材質割合の経年変化について

図4に、個数密度及び材質の経年変化、また図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、3.1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。

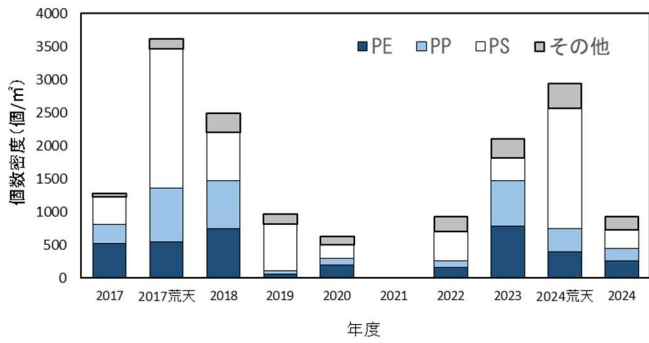


図4 個数密度及び材質の経年変化

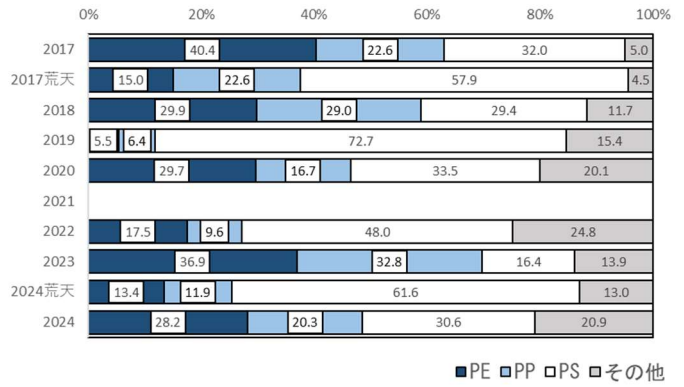
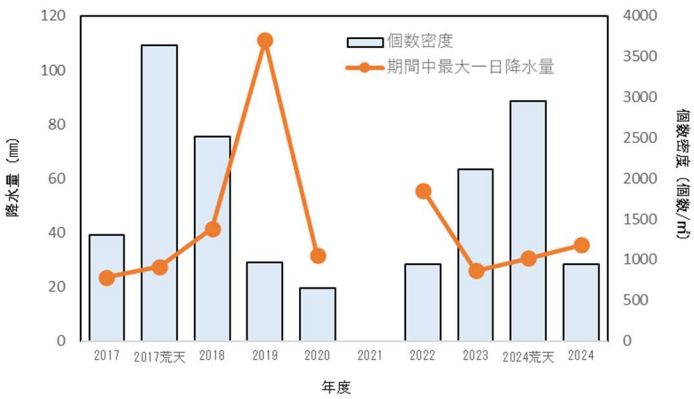
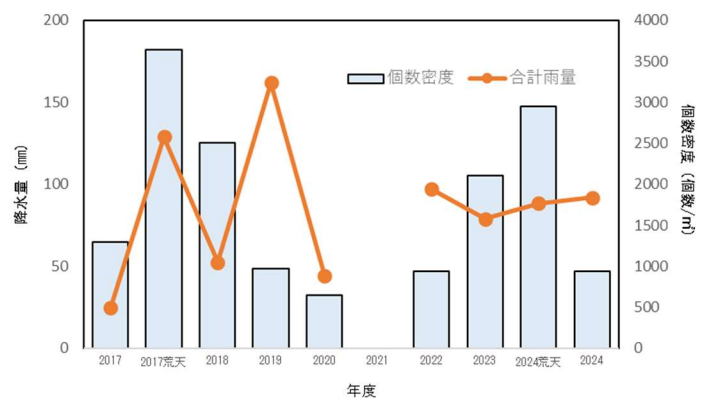


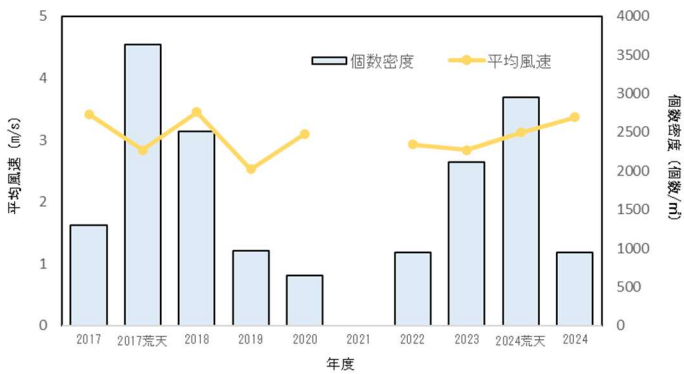
図5 材質別割合の経年変化



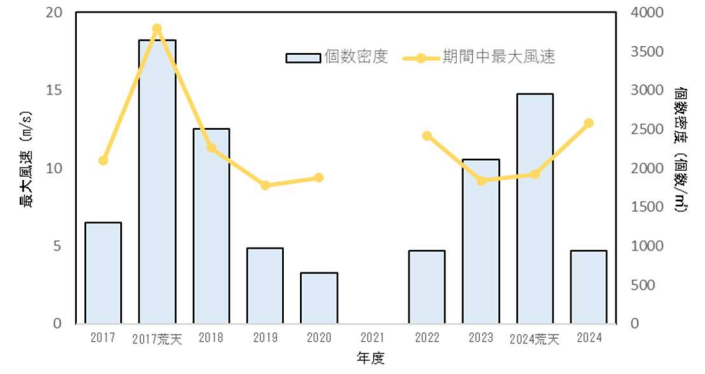
期間中最大一日降水量と個数密度



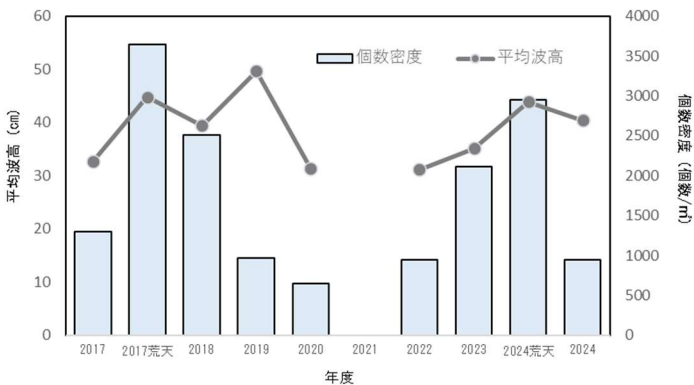
合計雨量と個数密度



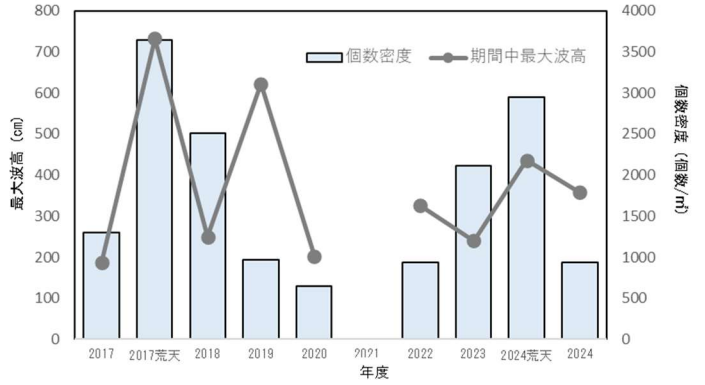
平均風速と個数密度



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

3. 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 7、全漂着 MP に対する割合の経年変化については図 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いかったために「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¹⁵⁾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¹¹⁾、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。

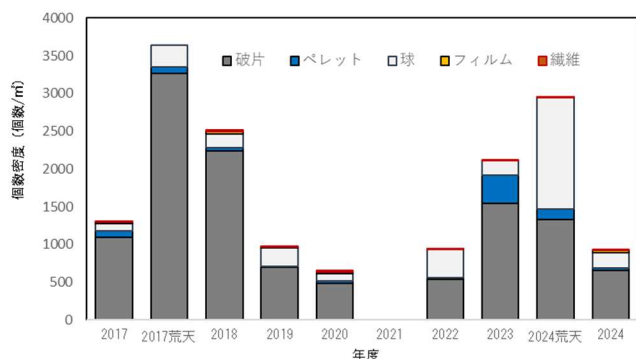


図 7 個数密度及び形状の経年変化

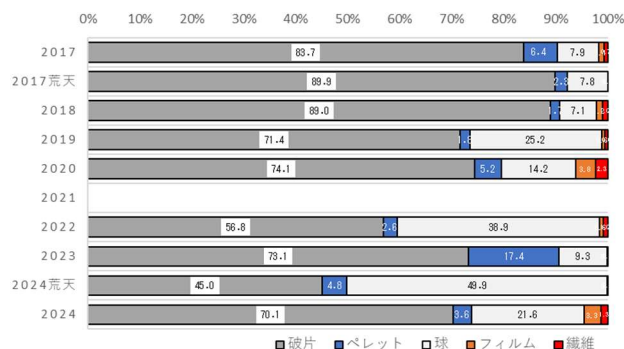


図 8 形状別割合の経年変化

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。

3. 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 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、3.3 の形状と同様に、当センターで実施した路肩調査⁸⁾及び河岸堆積物調査¹¹⁾、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¹⁵⁾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²¹⁾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。

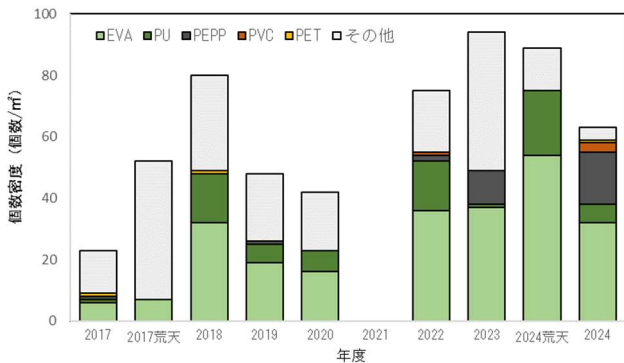


図9 「その他」材質の個数密度および材質

3. 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、当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 10 に、また漂着 MP 数に対する割合については図 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。

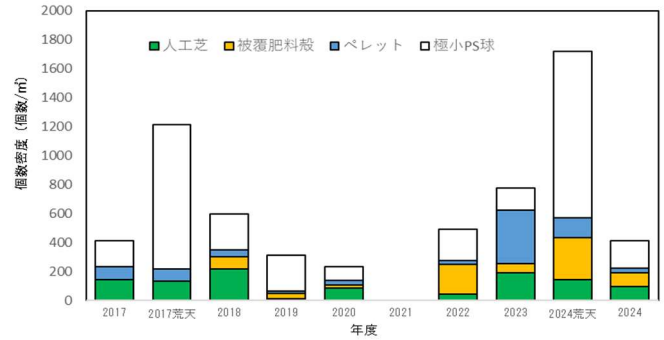


図10 特徴的な MP の個数密度の経年変化

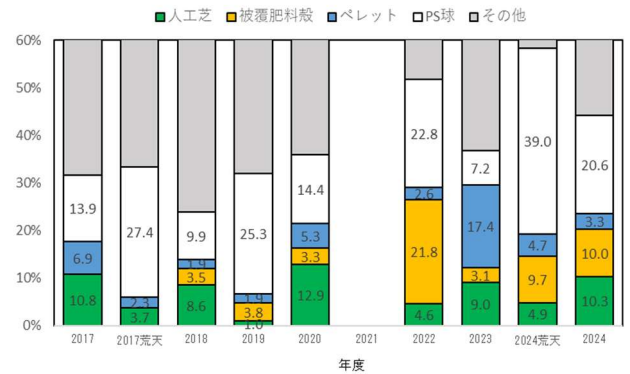


図11 漂着 MP 数に対する特徴的な MP の割合

3. 5. 1 人工芝

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¹¹⁾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²²⁾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。

3. 5. 2 被覆肥料殻

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²³⁾。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¹⁵⁾、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¹³⁾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. 5. 3 ペレット

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¹⁵⁾、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

したも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³⁾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¹⁵⁾。

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できるものと思われる。

3. 5. 4 極小ポリスチレン球

ビーズクッション封入材であると思われる極小ポリスチレン球は、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¹⁵⁾。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 3.1 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、3.1 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、3.1 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。

4 まとめ

神奈川県の平塚海岸において 2017 年から 2024 年まで漂着 MP の継続調査を実施した結果、平塚海岸に漂着する MP には、以下の特性があることが分かった。

- (1) 平塚海岸に漂着する 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。
- (2) PS 材質（発泡 PS）の MP については、長軸長さが短いものが多く存在すること、また荒天時に個数密度が増大することから、PE, PP とは異なる挙動を取る可能性が示唆された。また、海岸近くに長く滞留している可能性も示唆された。ただし、特に滞留する挙動については平塚海岸に特有のものである可能性がある。
- (3) 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。
- (4) 漂着する MP の形状に関しては、破片状のものが大多数を占める一方、河川・河岸堆積物調査で確認されるフィルム状や繊維状の MP は海岸には殆ど漂着しない。
- (5) 密度が高い材質の MP については、海岸調査では殆ど確認されなかった。
- (6) 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。
- (7) MP の発生源によっては、定常的な河川からの流出が想定されるものもあれば、突発的な大量流出が想定されるものもあると考えられた。
- (8) 海岸漂着する 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。
- (9) ただし、本継続調査では、1mm 未満の微小サイズの MP について全て回収できていないことが想定されるため、粒径サイズによっては別の特性がある可能性も想定される。

謝辞

平塚沖の波浪データのご提供にあたっては、神奈川県 県土整備局 河川下水道部 河港課 なぎさグループにご協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) GESAMP : Reports and Studies 90 "Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: a Global Assessment", 14-29, International Marine Organization, London (2015)
- 2) Mato, Y. , Isobe, T. , Takada, H. , Kanehiro, H. , Ohtake, C. , Kaminuma, T. : Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment, Environ. Sci. Technol., 35 (2) , 318-324 (2001)
- 3) 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)
- 4) 大塚佳臣, 高田秀重, 二瓶泰雄, 亀田豊, 西川可穂子 : マイクロプラスチック汚染研究の現状と課題, 水環境学会誌, 44, 35-42 (2021)
- 5) 二瓶泰雄, 片岡智哉 : 河川から考える海洋プラスチックごみ・マイクロプラスチック対策, 廃棄物資源循環学会誌, 29, 309-316 (2018)
- 6) 工藤功貴, 片岡智哉, 二瓶泰雄, 日向博文, 島崎穂波, 馬場大樹 : 日本国内における河川水中のマイクロプラスチック汚染の実態とその調査手法の基礎的検討, 土木学会論文集 B1 (水工学), 73 (4) , I_1225-I_1230 (2017)
- 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) 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)
- 9) 三島聡子, 小澤憲司, 中山駿一, 菊池宏海 : 相模湾漂着マイクロプラスチックの有機フッ素化合物の吸着実態と流入河川の影響, 環境化学, 30, 66-81 (2020)
- 10) 小澤憲司, 三島聡子 : 相模湾漂着マイクロブ

ラスチックに含まれる PCB の発生源の検証, 神奈川県環境科学センター研究報告, 44, 1-9, (2021)

11) 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)

12) 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)

13) 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)

14) 難波あゆみ, 三島聡子, 五十嵐恵美子, 小松明弘, 坂本広美: 相模湾沿岸における一般参加によるマイクロプラスチック分布調査, 全国環境研会誌, 45(3), 62-65, (2020)

15) 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)

16) 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)

17) 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)

18) 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)

19) Isobe,A., Kubo,K, Tamura,Y., Kako,S., Nakashima,E. and Fujii,N.: Selective transport of microplastics and mesoplastics by drifting in coastal waters. Mar.Pollut.Bull., 89, 324-330 (2014)

20) 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)

21) 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

22) 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)

23) 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)