

令和7年度

河川・海洋におけるプラスチックごみ

分析調査業務報告書

国立研究開発法人国立環境研究所

資源循環領域 資源循環基盤技術研究室

鈴木 剛

田中厚資、宇智田奈津代、米岡恭子、渡邊ひさの、増田亮一

令和8年3月18日

件名

令和7年度河川・海洋におけるプラスチックごみ分析調査業務

業務の目的

プラスチック汚染は、海洋、陸域および大気を含む地球規模で拡大している喫緊の環境問題であり、生態系や人健康への影響が懸念されている。2022年2月の国連環境総会（UNEA5.2）では、「プラスチック汚染を終わらせるための法的拘束力のある国際文書」の策定に向けて政府間交渉委員会（INC）の設置が決定された。2025年8月までに6回の会合が開催されたが条約案の合意には至っていない。一方で、プラスチックの環境への放出・流出、廃棄物管理、既存汚染への対応など、環境流出と管理の実態に関する条項は継続して議論の中心に位置付けられている。これは、プラスチックの環境流出の実態把握および対策の基盤となる科学的知見の整備が国際的に重要視されていることを示している。特に、環境中プラスチックの材質組成や添加剤等化学物質の情報は、発生源の特定や環境動態の理解に重要である。

プラスチック汚染への対応として、国内外で環境および海洋への流出量の推計が進められている。OECD「Global Plastics Outlook」（2022年）⁽¹⁾では、2019年に約2200万トンのプラスチックが不適切管理により環境へ流出し、このうち264万トンがマイクロプラスチックと推計されている。日本では環境省が2025年に海洋への流出量を最大3.1万トン／年と推計しており、このうち最大2.4万トン／年がマイクロプラスチックとされている。世界では環境流出の約9割がマクロプラスチックであるのに対し、日本では海洋流出の大半がマイクロプラスチックである点が特徴的である。マイクロプラスチックは回収が困難であるため発生源対策が重要であり、環境流出したマクロプラスチックが劣化・微細化して生成することから、マクロプラスチックの材質や製品由来の把握も重要である。

環境中プラスチック汚染の実態把握のため、海洋、海岸、河川など多様な環境媒体で調査研究が進められている。環境省による海洋および河川のマイクロプラスチック調査では、表層水中の個数密度、材質、形状等の情報が蓄積されており、海洋では沿岸域、河川では人口密度や市街化率の高い流域で個数密度が高い傾向が示されている。また、1 mm以上5 mm未満の粒子ではPEおよびPPが6割以上を占め、形状は破片状が多い。河川では海洋より個数密度が高く、河川が海洋マイクロプラスチックの重要な供給源の一つと考えられている。さらに、マイクロプラスチックには可塑剤、酸化防止剤、難燃剤などの添加剤化学物質が含まれており、粒子の形態や材質に加えてこれら化学物質の情報を併せて把握することが重要である。

本業務では、河川および海洋におけるプラスチックごみ流出量インベントリの推計・評価手法の検討に資するデータの収集を目的として、(1) 河川におけるマクロプラスチックごみの材質分析・評価、および(2) 海洋におけるマイクロプラスチックの添加剤等化学物質分析を実施した。

(1) 河川におけるマクロプラスチックごみの材質分析・評価

業務概要

広島県福山市の手城川排水機場において回収された河川ごみのうちプラスチックと発泡スチロールについて材質分析を実施し、降雨イベントに伴う流出量の変化と材質組成を評価した。手城川排水機場は河口部に位置し、流域（24.7 km²）の降雨時に河川水をポンプで海域へ排出する施設であり、河川から海域へ流出するごみの実態を把握する上で重要な地点である。2024年8月～10月および2025年6月～9月に概ね週1回の頻度で回収されたプラスチックと発泡スチロールの分類や重量を評価すると共に、2025年8月1日～6日に発生した降雨イベント後の8月7日に回収されたプラスチックと発泡スチロール（870個以上、乾燥重量35.9 kg）を対象としてFT-IR（ATR法）による材質分析を実施した。降雨イベント時には回収量が非降雨期と比較して有意に増加し、中央値で約7倍（3.52 kg→25.32 kg）となった。区分別では飲料用ペットボトルおよび袋類で増加が顕著であり、降雨時の表面流出および河川流量の増加によって流域内のごみが河川へ輸送されることが示唆された。材質組成ではPETが23.31 kg（約66%）と最も多く、次いでPEが7.82 kg（約22%）であり、主にペットボトルおよび袋類に由来していた。袋類の多くはPEフィルムであり、PETボトルと比較して光酸化劣化による微細化が生じやすいことから、二次マイクロプラスチックの発生源となる可能性が相対的に高いと考えられる。本研究は、河川から海域への流出過程に位置する排水機場において、降雨イベントに伴うプラスチック流出量を実測するとともに、その材質組成を明らかにした点に特徴がある。これらの結果は、河川を経由した海洋へのプラスチック流出の実態把握および対策検討に重要な基礎情報を提供するものである。

調査方法

手城川排水機について

本業務では、手城川排水機場で採取したマクロプラスチックの材質分析を実施した。手城川排水機場は、広島県福山市の手城川河口部の河道内に設置されており、流域の降雨による雨水をポンプで福山港へ直接放流し、低平地部の浸水被害を軽減することを主目的として整備された施設である。河口部に位置することから、流域内で発生した浮遊ごみが集積・通過する地点であり、河川から海域へ流出するごみの実態を把握する上で重要な地点と考えられる。

流域面積は24.7 km²であり、流域の土地利用は、宅地等の市街地が73.9%を占め、森林が20.2%、農地が4.6%となっている。市街地の割合が高い都市流域であることから、生活由来のプラスチックごみが河川へ流入する可能性が高い流域特性を有している。

本排水機場は河川水をポンプで海域へ排出する構造となっており、ポンプ設備の保護のために流入ごみを捕捉するスクリーン設備が設置されている。本業務では、このスクリーン部で回収された漂流ごみのうちマクロプラスチックを採取し、材質分析を実施した。な

お、当該排水機場は少なくとも1日に1回以上稼働している。

マクロプラスチックの採取について

環境省は、プラスチックごみの海洋への流出量を検討するため、土地利用形態別によるごみの投げ捨ての特徴等を考慮した上で、排水機場で回収されたごみ（河川ごみ）を調査している⁽²⁾。手城川排水機場では、2024年8月～10月と2025年6月～9月の期間に、概ね1週間に1回の頻度で排水機場から回収した河川ごみの組成調査を実施した。河川ごみのうち、プラスチックと発泡スチロールの重量を表1に示す。

手城川排水機場で回収されるプラスチックごみの特徴として、重量で見ると、飲料用ペットボトル、レジ袋およびシートや袋の破片等の袋類、硬質プラスチック破片、その他が多く確認された。この傾向は、2022年および2023年に調査した東京都の新川排水機場における結果とも概ね一致している⁽³⁾。また、環境省検討会において、手城川排水機場においては、新川排水機場と異なり、プラスチック・発泡スチロールの回収量（乾燥重量）が、降雨イベントの発生に伴って増加することが示唆されている。

本業務では、2025年8月1日から8月6日の期間に発生した降雨イベントに伴い、8月7日に回収されたプラスチックおよび発泡スチロールを対象試料とした。回収された試料は870個以上、乾燥重量35.9 kg、容積1372 Lと多量であり、全量を分析することは困難であった。そのため、個数の多かったペットボトル（477個）、食品容器（156個）およびレジ袋（82個）については、代表性を確保できる量を一部分取し、それ以外のプラスチックごみについては重量割合の多いものを中心に全数の材質分析を実施した（表2）。

前処理と材質分析について

マクロプラスチックは、付着した土砂や有機物等を除去するため、1個ずつ純水の流水で洗浄した後、室温下で乾燥させ、乾燥重量を測定した。乾燥試料の材質分析は、フーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR）を用いた全反射測定法（ATR法）により実施した。得られた赤外吸収スペクトルをライブラリスペクトルと照合することにより、ポリマーの材質を同定した。本研究で材質分析を実施した試料の一例を図1に示す。

データ解析

本業務では、表1および表2に示すNIES分類に基づき結果を整理した。プラスチックについては、製品形状に基づき、飲料用ペットボトル、袋、食品容器、硬質プラスチック破片、その他の5区分に分類した。材質分析の結果については、主要なポリマーとしてPE、PP、PP/PE、PET、PS、PVC、AS、PAに分類し、それ以外のポリマーは「その他」として整理した。PP/PEは、赤外スペクトルの特徴からPP（主体）およびPEの双方の吸収ピークが確認された試料を示す。

個数の多かった飲料用ペットボトル（477個）、食品容器（156個）およびレジ袋（82

個)については、一部分取した試料(飲料用ペットボトル<1L:26個、食品容器:52個、レジ袋:60個)について材質分析を実施し、その結果から得られた材質別重量比を用いて、当該詳細項目全体の材質別重量を推計した。なお、重量割合が小さいライター、生活雑貨(歯ブラシ等)、苗木ポット、使い捨てマスクは材質分析を実施しなかった。これらの重量構成比は全体の約2%である。

結果

本業務では、はじめに、手城川排水機場における排水量とプラスチック・発泡スチロールの回収量(乾燥重量)の時系列を整理した。結果として、降雨イベントの発生に伴って排水量が増加すると、プラスチック・発泡スチロールの回収量が増加することが確認された(表3、図2)。降雨に伴う表面流出の増加および河川流量の増加により、流域内のごみが河川へ輸送されていることを示している。

調査期間中に回収されたプラスチックおよび発泡スチロールの乾燥重量と排水量について、降雨イベントの有無で比較した結果を図3に示す。降雨イベント時には回収量が有意に増加し($p < 0.001$)、非降雨期の中央値3.52 kgに対し、降雨イベント時には25.32 kgであった。すべての区分において降雨イベント時に回収量の増加が確認されたが、特に飲料用ペットボトルおよび袋類で増加が顕著であった。中央値あるいは平均値で比較すると、飲料用ペットボトルは1.95 kgから12.92 kgへ、袋類は1.38 kgから8.80 kgへと増加していた。食品容器、硬質プラスチック破片および発泡スチロールについても降雨イベント時に回収量が増加する傾向が確認された。

手城川排水機場で回収したプラスチック(飲料用ペットボトル、袋、食品容器、硬質プラスチック破片、その他)および発泡スチロールの材質別乾燥重量と重量比を表4に示す。また、図4に製品形状別のポリマー組成を示す。材質別にみると、PETが23.31 kgと最も多く、全体の約66%を占めた。次いでPEが7.82 kg(約22%)、PSが1.68 kg(約5%)、PPが1.41 kg(約4%)であった。その他の材質(PVC、AS等)はいずれも全体に占める割合は小さかった。

製品形状別にみると、飲料用ペットボトルはPETが主体であり、22.85 kgと最も多かった。袋類ではPEが主体であり、袋全体の6.62 kgのうち6.24 kgがPEであった。食品容器ではPSおよびPPが比較的多く確認された。硬質プラスチック破片ではPEおよびPP/PEが確認された。その他のプラスチックではPE、PP、PSなど複数のポリマーが確認された。発泡スチロールは0.38 kgであり、材質は主にPSであった。

考察

河川は陸域から海洋へのプラスチック輸送の主要経路と考えられており^(4,5)、河川流量の増加や降雨イベントに伴い輸送量が増加することが報告されている⁽⁶⁾。本業務では、手城川排水機場において回収されたプラスチックおよび発泡スチロールの回収量が降雨イベ

ント時に顕著に増加することを明らかにした。非降雨期の中央値 3.52 kg に対し、降雨イベント時には 25.32 kg と約 7 倍に増加しており、河川におけるプラスチックごみの流出は降雨イベントによって強く駆動されていることが示された。

区分別にみると、飲料用ペットボトルおよび袋類で増加が特に顕著であった。これらは都市域で日常的に使用される容器包装であり、道路や河川周辺に存在するごみが降雨時の表面流出や河川流量の増加によって河川へ輸送された可能性が高いと考えられる。食品容器や硬質プラスチック破片、発泡スチロールについても降雨時に増加が確認されたが、絶対量としては飲料用ペットボトルおよび袋類に比べて小さかった。

材質分析の結果では、回収されたプラスチックの多くが PET および PE で構成されていた。飲料用ペットボトルは主に PET から構成され、袋類は主に PE から構成されていることから、降雨イベント時に増加するプラスチックの主要材質は PET および PE であると考えられる。

一方で、材質や製品形状の特性を考慮すると、PET 製ボトルは紫外線による劣化が進行しにくいとされている⁽⁷⁻⁹⁾。これに対し、袋類の多くは薄膜状の PE で構成されており、PET 製ボトルと比較して紫外線による光酸化劣化が進行しやすく、それに伴い物理的破碎を通じて微細化しやすい。このため、河川から海域へ流出するプラスチックの中でも、袋類は二次的なマイクロプラスチックの発生源となる可能性が相対的に高いと考えられる。従って、海洋における二次マイクロプラスチックの発生抑制においては、陸域における袋類の流出抑制が効果的と考えられる。

本研究の特徴は、河川から海域への流出過程に位置する排水機場において、降雨イベントに伴うプラスチックごみの輸送量を実測するとともに、その材質組成を明らかにした点にある。河川プラスチックに関する既存研究では、河川表面の漂流ごみ観測や河岸ごみ調査が多く、降雨イベントに伴う輸送量の変化とポリマー組成を同時に評価した研究は限られている。本研究の結果は、都市流域におけるプラスチック流出が降雨イベントによって強く駆動されることを示すとともに、流出するプラスチックの主要材質が PET および PE であることを明らかにした。これらの知見は、河川を経由した海洋へのプラスチック流出量の理解および対策検討に重要な基礎情報を提供するものである。

今後の課題

本研究では、都市流域に位置する排水機場において、降雨イベントに伴うプラスチックごみの流出量およびその材質組成を明らかにした。一方で、河川から海域へ流出するプラスチックごみの量や組成は、流域の土地利用形態や人口密度などの流域特性によって大きく異なる可能性がある。特に、本研究の対象流域は市街地の割合が高い都市流域であることから、今後は農村流域や森林流域など人口密度の異なる流域において同様の調査を実施し、流域特性の違いによるプラスチック流出量および流出する製品区分や材質の変化を評価することが重要である。

また、降雨イベントの規模や強度がプラスチックの流出量に与える影響を定量的に把握することも重要な課題である。本研究では降雨イベント時に回収量が顕著に増加することが確認されたが、今後は1時間当たり降雨量、最大降雨強度、累積降雨量などの降雨特性とプラスチック流出量との関係を整理し、どの程度の降雨条件で顕著な流出が発生するのかを明らかにする必要がある。これらの知見は、降雨イベントによるプラスチック流出のメカニズムの理解に資するとともに、近年指摘されている気候変動に伴う極端降雨の増加が河川を通じた海洋プラスチック流出に与える影響を評価する上でも重要な基礎情報となる。

表1 手城川排水機場で回収したプラスチックと発泡スチロールの乾燥重量 (kg)

NIES 分類	詳細項目	2024/8/28	2024/9/3	2024/9/12	2024/9/20	2024/9/26	2024/10/3	2024/10/10	2024/10/18	2024/10/25	2024/10/31	2025/7/4	2025/7/11	2025/7/18	2025/7/25	2025/8/1	2025/8/7	2025/8/13	2025/8/21	2025/8/29	2025/9/5
その他	ボトルキャップ、ふた	<0.01	<0.01	<0.01	0.01			<0.01	<0.01	0.01	0.01										0.01
飲料用 (ペットボトル)	飲料用 (ペットボトル) <1L	1.17	12.49	1.24	3.56	1.58	26.29	11.61	1.88	10.79	3.58	0.37	1.41	6.34	1.01	1.24	21.22	28.53	2.10	2.03	6.86
その他	その他のプラボトル<1L		0.49							0.56	0.04				0.07	0.05	0.11		0.07		
飲料用 (ペットボトル)	飲料用 (ペットボトル) ≥1	0.11	0.67	0.24	0.71		3.99	2.52	0.07	0.84	1.11		0.11	3.41	1.31	0.11	1.63	3.50	0.32	0.07	0.82
その他	その他のプラボトル類≥1																0.06				
その他	ストロー	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.01									<0.01
その他	マドラー、フォーク、ナイフ、スプーン類	<0.01	<0.01							<0.01	0.01										
食品容器	カップ、食器	0.01	0.07			<0.01															
食品容器	食品容器	0.09	0.45	0.12	0.12	1.65		0.71	0.03	0.46	0.47		0.22	1.90	0.15	0.02	0.84	0.59	0.03	0.09	0.48
袋	食品の容器包装	0.14	0.60	0.14	0.12	0.10	1.35	0.54	0.05	0.73	0.81		0.04	8.62	0.09	0.08	0.22	1.19	0.05	0.16	0.47
袋	レジ袋	0.32	1.36	1.46	2.24	1.38	4.63	4.27	0.09	7.64	4.17		0.10	2.39	0.92	0.38	5.63	6.73	0.31	0.50	7.01
袋	農業用袋 (肥料袋等)	0.07	0.30	0.03	0.15		2.75	0.30		0.06	0.21		0.31	1.84	0.29	0.16	0.43	0.34	0.07	0.45	0.51
袋	その他プラスチック袋	0.22	1.15	0.03	0.20	0.38		0.04	0.05	0.08		0.08									
その他	ライター	0.04	0.07	0.01	0.01		0.02	0.02		0.08	0.03				0.01	0.01	0.02	0.07		0.01	0.01
その他	シリンジ、注射器																				
その他	テープ (荷造りバンド、ビニールテープ)	0.02													0.01						
袋	シートや袋の破片	0.76	1.30	0.12	1.41	0.04	4.21	1.77	0.05	0.59	0.30	<0.01	0.56	5.07	0.77	0.53	0.34	5.67	0.06	0.34	0.60
硬質プラスチック破片	硬質プラスチック破片	0.09	0.07			0.30	0.19	1.83	0.37	1.68			0.06	1.42		0.12	0.96		0.24		0.36
その他	ウレタン		0.73											0.04							0.02
ロープ、ひも	ロープ・ひも・ネット	0.02	0.01					<0.01				0.05								0.01	
その他	漁具 (釣りのルアー、浮き、釣り糸等)																				
その他	たばこ吸い殻 (フィルター)			0.11						<0.01	0.01				0.00						
その他	生活雑貨 (歯ブラシ等)	<0.01		0.01	0.01	0.01	0.02	<0.01		0.06			0.25	0.07			0.24	0.02			0.02
その他	花火																				
その他	玩具	0.05			0.26				<0.01	0.63	0.01		0.04	0.49	0.08	0.28		0.08		0.03	0.32
その他	プラスチック梱包材			0.03	0.03	0.03	0.08				0.28										
その他	6パックホルダー																				
その他	苗木ポット		0.01		0.20		0.04							0.37			0.31		0.08		
その他	使い捨てマスク	0.09	0.18	0.08	0.11	0.04	0.10	0.04	0.01	0.16	0.16		0.05	0.17	0.04	0.04	0.11	0.05		0.04	0.01
その他	分類にないもので多数見つけた場合																	0.74			
その他	その他	0.98	2.43	0.11		0.25	3.50	1.44	0.43	0.43	<0.01	<0.01		0.51		0.44	3.37	11.04		0.77	5.66
発泡スチロール	食品容器	0.00	0.24	0.04	0.06	0.02	0.64	0.19	0.01	0.21	0.16	0.01	0.03	1.83		0.04	0.18	0.48	0.08	0.06	0.33
発泡スチロール	コップ、食器			<0.01																	
発泡スチロール	発泡スチロールの破片	0.05	0.01	<0.01	0.02	0.01	0.13	<0.01	0.03	0.09	0.08	<0.01		0.24	0.01		0.20	0.04	0.02	<0.01	0.02
発泡スチロール	発泡スチロール製包装材	0.01	0.12				0.62	0.24		0.02						0.01			0.07		0.14
発泡スチロール	分類にないもので多数見つけた場合																				
発泡スチロール	その他																				
合計		4.26	22.77	3.76	9.23	5.80	48.56	25.54	3.08	25.10	11.44	0.52	3.20	34.71	4.76	3.52	35.88	59.08	3.50	4.56	23.63

表2 手城川排水機場にて2025年8月7日に回収したプラスチックごみと材質分析を実施したプラスチックと発泡スチロールの個数、乾燥重量および容積

NIES 分類	詳細項目	2025/8/7		
		個数	乾燥重量 (kg)	容積 (L)
その他	ボトルキャップ、ふた			
飲料用 (ペットボトル)	飲料用 (ペットボトル) <1L	454	21.22	440.0
その他	その他のプラボトル<1L	4	0.11	1.0
飲料用 (ペットボトル)	飲料用 (ペットボトル) ≥1	23	1.63	90.0
その他	その他のプラボトル類≥1	1	0.06	1.0
その他	ストロー			
その他	マドラー、フォーク、ナイフ、スプーン類			
食品容器	カップ、食器			
食品容器	食品容器	156	0.84	130.0
袋	食品の容器包装	84	0.22	40.0
袋	レジ袋	82	5.63	190.0
袋	農業用袋 (肥料袋等)	12	0.43	70.0
袋	その他プラスチック袋			
その他	ライター	4	0.02	0.2
その他	シリンジ、注射器			
その他	テープ (荷造りバンド、ビニールテープ)			
袋	シートや袋の破片	多数	0.34	60.0
硬質プラスチック破片	硬質プラスチック破片	多数	0.96	50.0
その他	ウレタン			
ロープ、ひも	ロープ・ひも・ネット			
その他	漁具 (釣りのルアー、浮き、釣り糸等)			
その他	たばこ吸い殻 (フィルター)			
その他	生活雑貨 (歯ブラシ等)	4	0.24	4.0
その他	花火			
その他	玩具			
その他	プラスチック梱包材			
その他	6パックホルダー			
その他	苗木ポット	8	0.31	20.0
その他	使い捨てマスク	27	0.11	6.0
その他	分類にないもので多数見つかった場合			
その他	その他	11	3.37	180.0
発泡スチロール	食品容器		0.18	
発泡スチロール	コップ、食器			
発泡スチロール	発泡スチロールの破片	多数	0.20	90.0
発泡スチロール	発泡スチロール製包装材			
発泡スチロール	分類にないもので多数見つかった場合			
発泡スチロール	その他			
合計		>870	35.88	1372.2



図1 手城川排水機場で採取したマクロプラスチックの乾燥試料の一例
(左上：ペットボトル、右上：レジ袋、左下：その他、右下：硬質プラスチック破片)

表3 手城川排水機場におけるプラスチック・発泡スチロールの回収量、降雨量および排水量

日付	回収日	プラ・発泡スチロールの回収量	降雨量 (福山市)	排水量 (m³)	日付	回収日	プラ・発泡スチロールの回収量	降雨量 (福山市)	排水量 (m³)
2024/8/28	○	4.26	1.5	180000	2025/6/27			0	48000
2024/8/29			21	351000	2025/6/28			0	48000
2024/8/30			39	658800	2025/6/29			0	78000
2024/8/31			6	486000	2025/6/30			0	54000
2024/9/1			0	194400	2025/7/1			0	54000
2024/9/2			0	81000	2025/7/2			0	60000
2024/9/3	○	22.77	0	72000	2025/7/3			0	54000
2024/9/4			0	72000	2025/7/4	○	0.52	0	48000
2024/9/5			0	72000	2025/7/5			0	48000
2024/9/6			0	90000	2025/7/6			0	66000
2024/9/7			0	72000	2025/7/7			0	36000
2024/9/8			0	198000	2025/7/8			0	77400
2024/9/9			0	63000	2025/7/9			0	60000
2024/9/10			0	42000	2025/7/10			0	30000
2024/9/11			0	0	2025/7/11	○	3.20	0	63000
2024/9/12	○	3.76	0	117000	2025/7/12			0	36000
2024/9/13			0	123600	2025/7/13			0	
2024/9/14			0	72000	2025/7/14			19.5	423000
2024/9/15			0	36000	2025/7/15			0	120600
2024/9/16			0	0	2025/7/16			0	66000
2024/9/17			0	63000	2025/7/17			9.5	261000
2024/9/18			0	24000	2025/7/18	○	34.71	7	390000
2024/9/19			0	0	2025/7/19			0	60000
2024/9/20	○	9.23	0	0	2025/7/20			0	144000
2024/9/21			0	203400	2025/7/21			0	81600
2024/9/22			12.5	108000	2025/7/22			0	72000
2024/9/23			0	63000	2025/7/23			0	36000
2024/9/24			0	54000	2025/7/24			0	63000
2024/9/25			0	9000	2025/7/25	○	4.76	0	48000
2024/9/26	○	5.80	0	0	2025/7/26			0	63000
2024/9/27			0	72000	2025/7/27			0	135000
2024/9/28			0	0	2025/7/28			0	42000
2024/9/29			0	90000	2025/7/29			0	63000
2024/9/30			0	0	2025/7/30			0	42000
2024/10/1			0	57600	2025/7/31			0	81000
2024/10/2			9	66000	2025/8/1	○	3.52	0	48000
2024/10/3	○	48.56	34.5	603000	2025/8/2			0	81000
2024/10/4			21.5	368400	2025/8/3			0	84000
2024/10/5			0	68400	2025/8/4			0	81000
2024/10/6			5	117000	2025/8/5			0	48000
2024/10/7			81	945600	2025/8/6			0	45000
2024/10/8			5	351000	2025/8/7	○	35.88	33.5	516000
2024/10/9			0	111000	2025/8/8			27	390000
2024/10/10	○	25.54	0	135000	2025/8/9			3	150000
2024/10/11			0	80400	2025/8/10			69	702000
2024/10/12			0	0	2025/8/11			28.5	661200
2024/10/13			0	99000	2025/8/12			0	264000
2024/10/14			0	0	2025/8/13	○	59.08	0	132000
2024/10/15			0	108000	2025/8/14			0	78000
2024/10/16			0	0	2025/8/15			0	48000
2024/10/17			0	219000	2025/8/16			0	72000
2024/10/18	○	3.08	0	48000	2025/8/17			0	120000
2024/10/19			29.5	651000	2025/8/18			0	27600
2024/10/20			0	266400	2025/8/19			0	66000
2024/10/21			0	54000	2025/8/20			0	36000
2024/10/22			7.5	156000	2025/8/21	○	3.50	0	36000
2024/10/23			2.5	99600	2025/8/22			0	42000
2024/10/24			0	78000	2025/8/23			0	42000
2024/10/25	○	25.10	0	66000	2025/8/24			0	6000
2024/10/26			0	72000	2025/8/25			0	36000
2024/10/27			5.5	66000	2025/8/26			0	60000
2024/10/28			10.5	294000	2025/8/27			0	84000
2024/10/29			11.5	180000	2025/8/28			0	48000
2024/10/30			0.5	234000	2025/8/29	○	4.56	0	
2024/10/31	○	11.44	0	78000	2025/8/30			0	54000
					2025/8/31			0	84000
					2025/9/1			0	42000
					2025/9/2			0	
					2025/9/3			0	60000
					2025/9/4			23.5	168000
					2025/9/5	○	23.63	33	414000

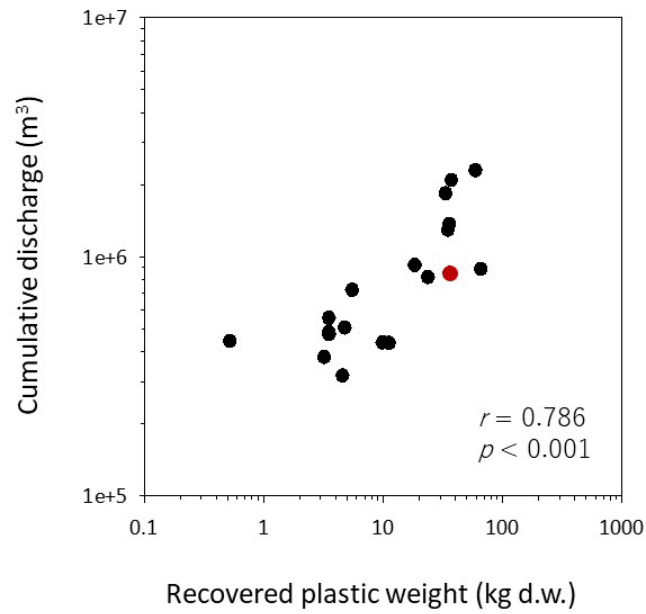


図2 手城川排水機場におけるプラスチック・発泡スチロールの回収量と排水量

赤丸：本業務では、2025年8月1日から8月6日の期間に発生した降雨イベントに伴って、8月7日に回収されたプラスチック・発泡スチロールについて材質分析を実施した。

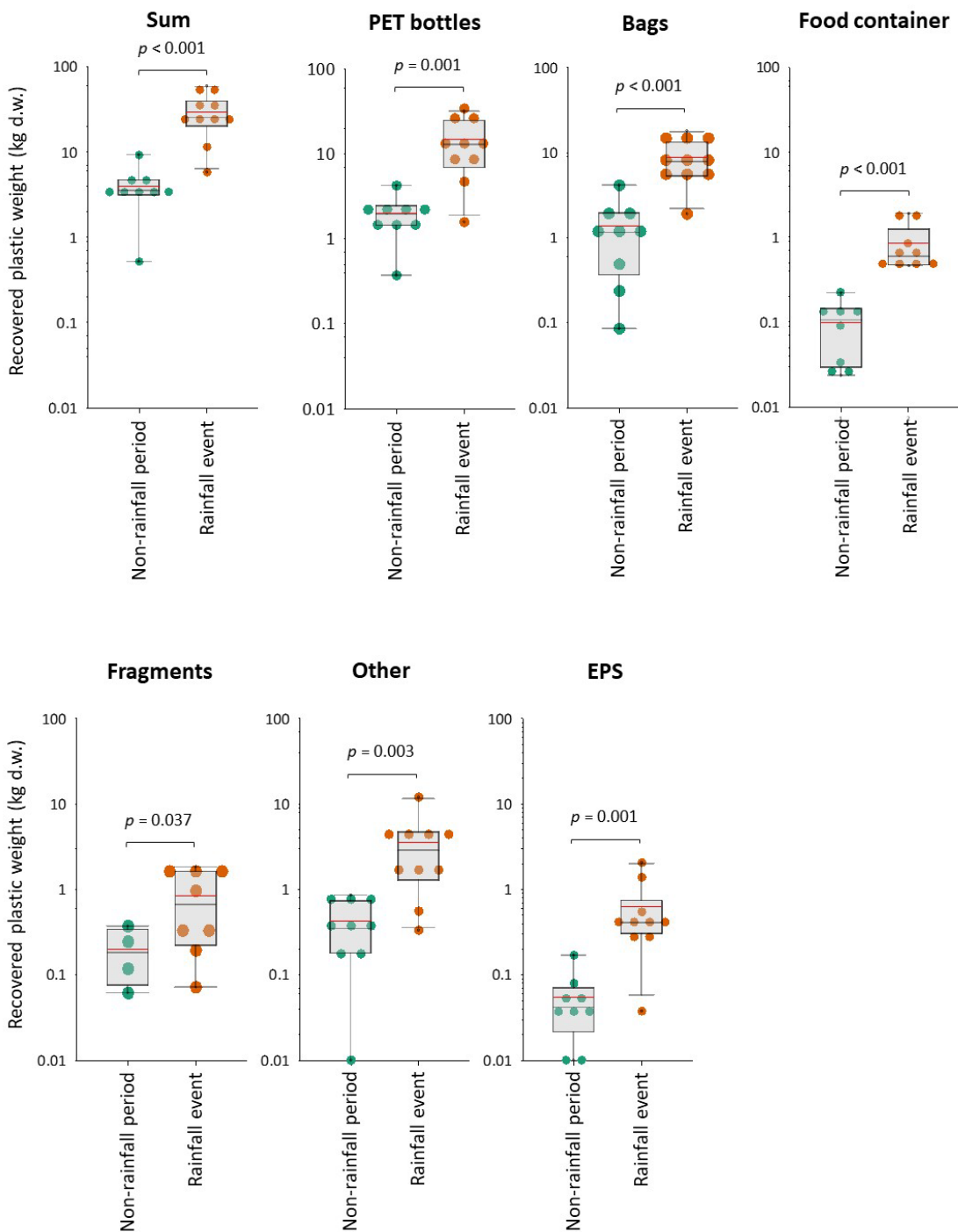


図3 降雨イベントの有無による排水量（積算値）と回収したプラスチックおよび発泡スチロールの乾燥重量の比較

PET bottles : 飲料用（ペットボトル）、Bags : 袋、Food container : 食品容器、Fragments : 硬質プラスチック破片、Other : その他、EPS : 発泡スチロール、Sum : 総計。

表4 手城川排水機場で回収したプラスチック（飲料用（ペットボトル）、袋、食品容器、硬質プラスチック破片、その他）と発泡スチロールの材質毎の乾燥重量（kg）

大分類	NIES 分類	PE	PP	PP/PE	PET	PS	PVC	AS	PA	その他	合計
プラスチック	飲料用（ペットボトル）				22.85						22.85
	袋	6.24	0.17	<0.01	0.03	<0.01	0.02		<0.01	0.15	6.62
	食品容器	0.03	0.27	0.05	0.14	0.35				<0.01	0.84
	硬質プラスチック破片	0.81		0.13			0.02				0.96
	その他	0.75	0.97		0.29	0.96	0.24	0.13		0.17	4.22
発泡スチロール	発泡スチロール		0.02			0.36				<0.01	0.38
合計		7.82	1.41	0.18	23.31	1.68	0.27	0.17	<0.01	0.32	35.19

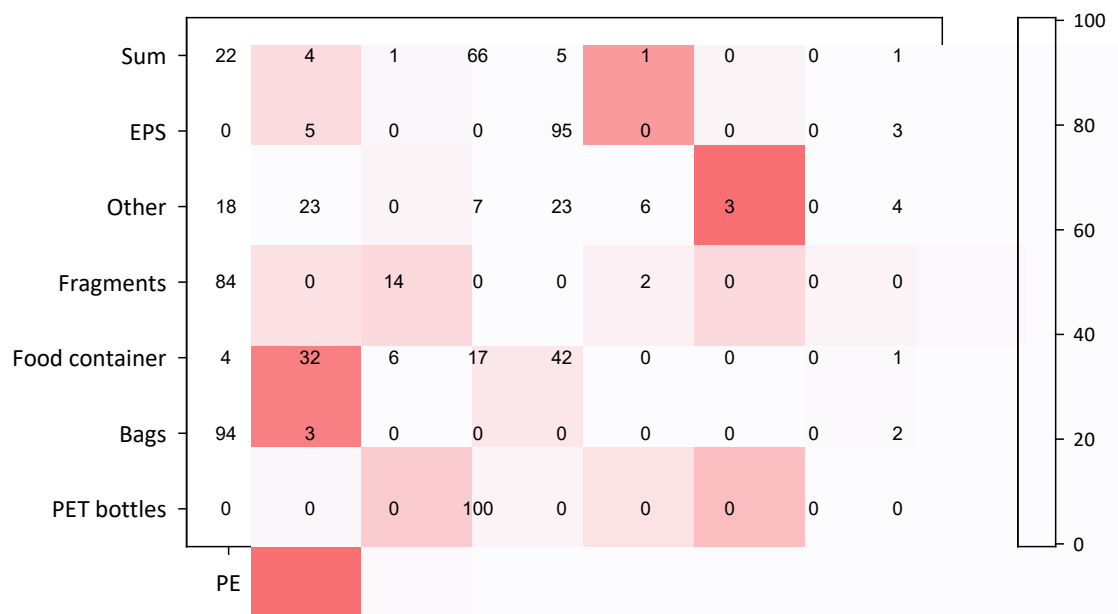


図4 手城川排水機場で回収したプラスチックと発泡スチロールの製品形状別の材質組成

色の濃淡は各材質の重量割合を示す。PET bottles : 飲料用 (ペットボトル)、Bags : 袋、Food container : 食品容器、Fragments : 硬質プラスチック破片、Other : その他、EPS : 発泡スチロール、Sum : 総計。

(2) 海洋におけるマイクロプラスチックの添加剤等化学物質分析

業務概要

東京湾湾奥、荒川河口、鶴見川河口でニューストンネット（目合い約 300 μm ）により採取された海洋漂流マイクロプラスチック（MicP）について、個粒子レベルで添加剤由来化学物質を分析した。試料はホルマリン無添加で保存された海洋試料を用い、環境省ガイドラインに準じて前処理、フーリエ変換赤外分光光度計（ATR 法）による材質分析を行った後、粒径概ね 1 mm 以上の 34 粒子を対象に GC-MS で 52 物質を分析した。対象粒子は主にフラグメントで、材質はポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）を中心に、ポリ塩化ビニル（PVC）、エチレン酢酸ビニル共重合体（EVA）、エチレン・アクリル酸エチル共重合体（EEA）を含んだ。結果として、PE および PP ではフタル酸エステル類と酸化防止剤が主に検出され、Irgafos168 酸化体、DEHP、DINP が比較的高頻度かつ高濃度で確認された。PE では Irgafos168 酸化体と DINP が最大 2790.9 および 2311.5 $\mu\text{g/g}$ 、PP では最大 4820.5 および 934.4 $\mu\text{g/g}$ であった。PVC では DINP が約 11 wt%と極めて高濃度で検出された。これらの結果は、海洋漂流 MicP が添加剤を比較的高濃度で保持したまま環境中を輸送されている可能性を示すとともに、MicP 中添加剤組成の把握が、発生源推定や化学物質管理、海洋流出対策の検討に有用であることを示した。

調査方法

マイクロプラスチックについて

本業務では、環境省から提供されたホルマリンを含まない海洋試料を対象として前処理および材質分析を実施した。材質分析により同定された MicP のうち、海洋漂流 MicP の主要材質であるポリエチレン（PE）およびポリプロピレン（PP）を中心に、これら以外の材質（PVC：ポリ塩化ビニル、EVA：エチレン酢酸ビニル共重合体、EEA：エチレン・アクリル酸エチル共重合体）を含めて含有化学物質分析の対象粒子を選定した。

海洋試料について

本業務で使用した海洋試料の各種情報（事業年度、試料採取機関、材質分析機関、曳網開始地点および終了地点）を表 5 に示す。海洋試料は、環境省「漂流マイクロプラスチックに関するモニタリング手法調和のためのガイドライン」（以下、環境省ガイドライン）に準じて、海洋漂流 MicP を対象としてニューストンネット（目合い約 300 μm ）により採取した。いずれの海洋試料についても、添加剤等の含有化学物質分析への影響を考慮し、試料保存時にホルマリンは添加されていない。採取された試料は、材質分析および化学物質分析を実施するまで冷蔵条件で保存した。

前処理と材質分析について

海洋試料は、環境省ガイドラインに準じて試料前処理を実施した。具体的には、目合い

100 μm のプランクトンネットによるろ過、ネット上懸濁物の 30%過酸化水素水による有機物分解、および 6.7 M ヨウ化ナトリウム溶液による比重分離等の前処理を行い、MicP 候補粒子を回収した。回収された MicP 候補粒子について、レーザー顕微鏡を用いて粒子サイズ、形状および色の観察を行った後、フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) の全反射測定法 (ATR 法) により材質分析を実施した。得られた赤外吸収スペクトルをライブラリスペクトルと照合することによりポリマー材質を同定した。

POPs 等添加由来化学物質分析について

分析対象化学物質

本業務での分析対象化学物質を表 6 に示す。分析対象として、紫外線吸収剤 4 種、酸化防止剤 1 種、ヒンダードアミン系光安定剤 (HALS) 2 種、フタル酸エステル類 11 種、臭素系難燃剤 [ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs)、ヘキサブロモシクロヘキサン

(HBCD)、1,2-ビス (2,4,6-トリブロモフェノキシ) エタン (BTBPE)] 12 種、デクロランプラス 2 種、リン系難燃剤 6 種、ビスフェノール類 2 種、顔料由来ポリ塩素化ビフェニル (PCB-11) 1 種、多環芳香族炭化水素 (PAHs) 13 種の計 52 物質を選定した。分析対象化学物質の用途および選定理由を表 7 に示す。対象物質は、United Nations Environment Programme の報告書「Chemicals in Plastics」⁽¹⁰⁾および海洋プラスチック中の添加剤分析に関する先行研究⁽¹¹⁻¹³⁾等を参考に選定した。

分析試料

材質分析により同定された MicP のうち、添加剤等化学物質の分析に必要な重量を確保するため、粒子サイズが概ね 1 mm 以上の粒子を対象として分析試料を選定した。選定された MicP について個粒子ごとに添加剤等化学物質の分析を実施し、分析対象粒子数は計 34 試料であった。分析対象粒子の形状は主にフラグメントであり、粒子重量は中央値 0.175 g (平均値 0.221 g) であった。

分析方法

MicP は個粒子ごとにトルエン 0.35 mL を加え、120°C で加熱してポリマーを溶解した。次いでメタノール 0.35 mL を加えてポリマーを析出させ、遠心分離により上澄みを回収した。この操作を 3 回繰り返して添加剤を抽出した。抽出液を窒素気流下で乾固した後、内部標準物質として Fluoranthene-d10 を含むトルエン 1 mL で定容した。得られた試料溶液を GC-MS で分析した。GC-MS の分析条件は既報⁽¹²⁾に従い、スキャンモード ($m/z = 50-1000$) で測定し、表 6 に示す対象化学物質の同定および内部標準法による定量を行った。

結果

PE、PP およびその他材質 (PVC、EVA および EEA) に含まれる添加剤由来化学物質の結果

を表 4 に示す。

PE に含まれる添加剤由来化学物質

検出頻度は、フタル酸エステル類 (85.7%) > 酸化防止剤 (57.1%) の順であり、紫外線吸収剤、HALS、臭素系難燃剤、デクロランプラス、リン系難燃剤、ビスフェノール類、PCBs および PAHs は検出されなかった。検出濃度 (中央値) は、酸化防止剤 (234.3 $\mu\text{g/g}$, n=8) > フタル酸エステル類 (162.3 $\mu\text{g/g}$, n=12) の順であった。

個別物質では、酸化防止剤の Irgafos 168 酸化体 (検出率 57.1%、234.3 $\mu\text{g/g}$, n=8)、フタル酸エステル類の DEHP (57.1%、41.6 $\mu\text{g/g}$, n=8) および DINP (71.4%、143.5 $\mu\text{g/g}$, n=10) が複数の試料で高い濃度で検出された。Irgafos 168 酸化体および DINP は、最大 2790.9 $\mu\text{g/g}$ と 2311.5 $\mu\text{g/g}$ と、1000 $\mu\text{g/g}$ (約 0.1 wt%) を超える高い濃度で検出された。

PP に含まれる添加剤由来化学物質

検出頻度は、フタル酸エステル類 (71.4%) > 酸化防止剤 (64.3%) の順であり、紫外線吸収剤、HALS、臭素系難燃剤、デクロランプラス、リン系難燃剤、ビスフェノール類、PCBs および PAHs は検出されなかった。検出濃度 (中央値) は、酸化防止剤 (690.7 $\mu\text{g/g}$, n=11) > フタル酸エステル類 (137.5 $\mu\text{g/g}$, n=10) の順であった。

個別物質では、酸化防止剤の Irgafos 168 酸化体 (検出率 64.3%、690.7 $\mu\text{g/g}$, n=11)、フタル酸エステル類の DINP (42.9%、424.3 $\mu\text{g/g}$, n=6) が複数の試料で高い濃度で検出された。Irgafos168 酸化体と DINP は、最大 4820.5 $\mu\text{g/g}$ と 934.4 $\mu\text{g/g}$ であり、1000 $\mu\text{g/g}$ (約 0.1 wt%) 程度の高い濃度で検出された。

その他樹脂に含まれる添加剤由来化学物質

PVC 試料では DINP が 11% と極めて高い濃度で検出され、DEHP (51.7 $\mu\text{g/g}$) および酸化防止剤の Irgafos168 酸化体 (1110.4 $\mu\text{g/g}$) も検出された。EVA 試料では DEHP (86.0 $\mu\text{g/g}$) および Irgafos168 酸化体 (138.8 $\mu\text{g/g}$) が検出されたほか、別の EVA 試料では DINP (662.9 $\mu\text{g/g}$) が検出された。EEA 試料では DINP (1084.3 $\mu\text{g/g}$) に加え、DBP (5.4 $\mu\text{g/g}$) および DEHP (49.9 $\mu\text{g/g}$) が検出された。これらの結果から、その他樹脂においても酸化防止剤とフタル酸エステル類が検出されることが確認された。

考察

本研究では、東京湾で採取した海洋漂流 MicP を対象に個粒子ごとの添加剤分析を実施した結果、酸化防止剤の Irgafos168 酸化体およびフタル酸エステル類の DEHP および DINP が比較的高い頻度で検出され、かつ比較的高い濃度で存在することが確認された。これらの結果は、東京湾を含む複数海域で採取した MP を対象にプール抽出液を用いて実施した

既往研究⁽¹³⁾の結果と整合している。すなわち、海洋漂流 MP に含まれる添加剤として、酸化防止剤およびフタル酸エステル類が主要な化学物質群であることが、個別粒子レベルの分析によっても確認されたことになる。Irgafos168 はポリオレフィン系樹脂に広く使用される酸化防止剤であり、また DEHP および DINP はプラスチック製品に広く使用されてきた可塑剤であることから、これらの化学物質は海洋漂流 MicP の代表的な添加剤として環境中に存在している可能性が示唆された。

さらに、PE および PP 試料において Irgafos168 酸化体および DINP が 1000 µg/g (約 0.1 wt%) を超える濃度で検出された試料が確認され、PVC 試料では DINP が約 11 wt% と極めて高い濃度で検出された。これらの濃度はプラスチック製品中の添加剤含有量に近い水準であり、一部の MP 粒子では添加剤が高濃度のまま環境中に存在していることを示している。すなわち、海洋漂流 MicP は単なる固体粒子として存在するだけでなく、添加剤等の化学物質を比較的高濃度で保持した状態で環境中を輸送されている可能性がある。このことは、MicP を媒体とした化学物質の環境動態や生物への曝露を考える上で重要な知見であり、海洋環境におけるプラスチック汚染の評価において、粒子の材質や形状に加えて添加剤組成を把握することの重要性を示す結果と考えられる。

DINP および Irgafos168 酸化体の濃度は、PE 試料と比較して PP 試料で高い値を示す試料が多い傾向がみられた。ただし、PE と PP の間で統計的に有意な差は確認されていない。この傾向は、東京湾を含む複数海域で採取した MicP のプール抽出試料を対象とした既往研究においても同様に観察されている。一般に、PE は PP と比較してポリマーの結晶構造や拡散特性の違いにより添加剤の溶出が起りやすい可能性が指摘されており⁽¹⁴⁾、環境中での曝露過程において添加剤が比較的速く溶出することが、PE 試料で相対的に低い濃度が観察される一因である可能性が考えられる。しかし、本研究では PE と PP の間で明確な濃度差は確認されなかったことから、採取された MP の一部は発生源から環境中へ流出してからの時間が比較的短く、添加剤の溶出が十分に進行していない可能性も考えられる。一方で、DEHP については PE と PP の間で明確な濃度差は認められず、この結果は既往研究と同様の傾向を示した。DEHP はプラスチック製品に広く使用されてきた可塑剤であるとともに環境中にも広く存在する化学物質であることから、MP 内部の残存添加剤に加えて、海水中や有機物粒子からの二次的な吸着の影響を受けている可能性が示唆される。

さらに、本研究ではフタル酸エステル類の中でも DINP が比較的高い頻度および濃度で検出され、DEHP と同程度あるいはそれ以上の濃度で存在する試料が確認された。DEHP はかつて可塑剤として広く使用されてきたが、日本では化審法において優先評価化学物質に指定されるとともに、玩具等における使用制限が導入されている。一方、DINP は DEHP の代替可塑剤として使用されることが多いことが知られている。本研究において DINP が比較的高い頻度で検出された結果は、近年のプラスチック製品における可塑剤使用の変化を反映している可能性があるとともに、DEHP 規制の影響が環境中のプラスチックごみにも反映されている可能性を示唆する。一方で、DINP についても口に入れる可能性のある玩具に

対して国内規制が導入されており、このような化学物質が海洋漂流 MicP 中に存在していることをどのように評価するかについては、今後の環境リスク管理の観点から議論が必要であると考えられる。また、本研究の結果は、海洋漂流 MicP に含まれる添加剤組成が、プラスチック製品における化学物質使用や規制動向を一定程度反映している可能性を示しており、環境中の MicP の化学組成を把握することが、プラスチック製品に関連する化学物質管理や環境流出対策を検討する上で重要な情報となる可能性がある。

今後の課題

本研究では、東京湾で採取した海洋漂流 MicP を対象に個粒子レベルでの添加剤分析を実施し、酸化防止剤である Irgafos168 酸化体およびフタル酸エステル類である DEHP および DINP が比較的高い頻度および濃度で存在することを明らかにした。一方で、本研究で分析した個粒子数は限定的であり、材質間の濃度差などについて統計的に明確な傾向を評価するためには、さらなるデータの蓄積が必要である。今後は東京湾において同様の個粒子分析を継続的に実施し、添加剤の検出頻度や濃度分布の特徴をより詳細に把握することが重要である。

また、本研究では主として東京湾内で採取された MicP を対象としたが、海洋漂流 MicP には国外から海流により輸送される粒子も含まれる可能性がある。今後は同様の分析手法を用いて外洋や国外起源が示唆される MicP についても添加剤組成を評価し、国内由来の粒子との比較を行うことにより、海洋における MicP の発生源特性や輸送過程をより詳細に理解することが期待される。これらの知見は、海洋におけるプラスチック汚染の実態把握に加え、プラスチック製品に含まれる化学物質管理や海洋への流出対策を検討する上で重要な基礎情報となると考えられる。

表5 海洋試料の各種情報

年度	試料名	試料採取機関	曳網開始		曳網終了	
			北緯（度分秒）	東経（度分秒）	北緯（度分秒）	東経（度分秒）
R7	東京湾湾奥	環境管理センター	35° 37' 12"	140° 02' 13"	35° 37' 39"	140° 01' 40"
R7	東京湾荒川河口	環境管理センター	35° 36' 12"	139° 51' 27"	35° 36' 20"	139° 52' 14"
R7	東京湾鶴見川河口	環境管理センター	35° 27' 54"	139° 41' 59"	35° 28' 25"	139° 41' 34"

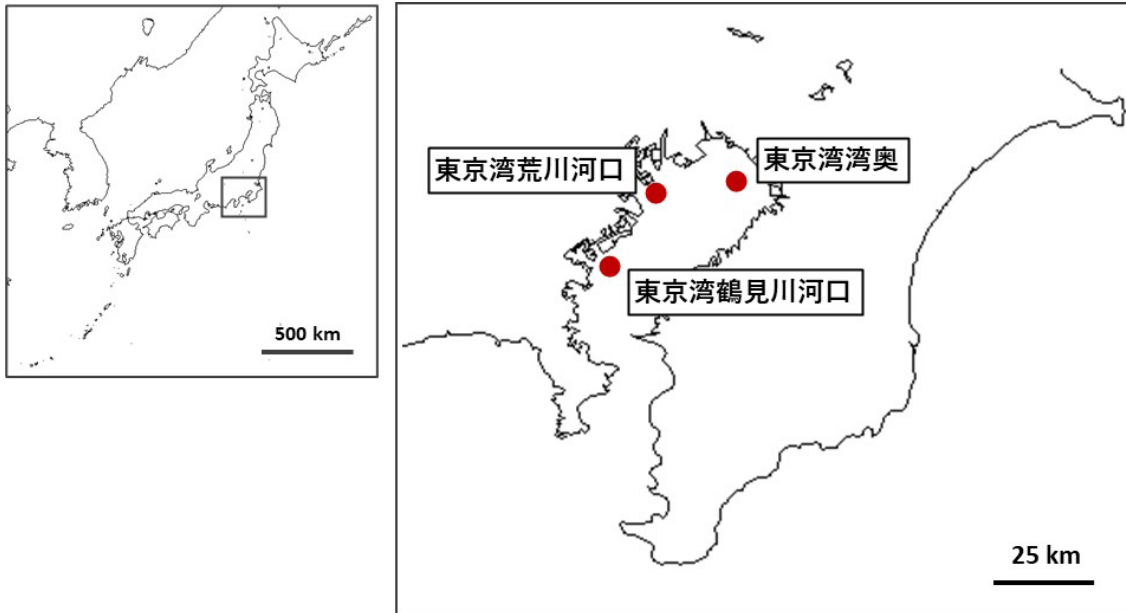


図5 海洋試料の採取地点

表6 分析対象化学物質

分類	化学物質名	詳細等	CAS#	POPs 条約	化審法
紫外線吸収剤	UV-326	2-tert-Butyl-6-(5-chloro-2H-benzotriazol-2-yl)-4-methylphenol	3896-11-5		
	UV-328	2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-di-tert-pentylphenol	25973-55-1	→付属書 A	→第一種特定
	UV-327	2,4-Di-tert-butyl-6-(5-chloro-2H-benzotriazol-2-yl)phenol	3864-99-1		監視化学物質
	BP-12	2-Hydroxy-4-n-octyloxybenzophenone	1843-05-6		
酸化防止剤	Irgafos168	Tris(2,4-di-tert-butylphenyl) Phosphite	31570-04-4		
ヒンダードアミン系 光安定剤 (HALS)	Tinuvin770	Bis(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidyl) sebacate	52829-07-9		
	Tinuvin765	bis(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidiny)l sebacate and Methyl(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidiny)l sebacate	41556-26-7/8219-37-7		
フタル酸エステル類	DEP	Diethyl Phthalate	84-66-2		優先評価
	DPrP	Dipropyl Phthalate	131-16-8		
	DIBP	Diisobutyl phthalate	84-69-5		
	DBP	Dibutyl phthalate	84-74-2		
	DPeP	Dipentyl phthalate	131-18-0		
	DnHP	Di-n-hexyl phthalate	84-75-3		
	DCHP	Dicyclohexyl Phthalate	84-61-7		
	BBP	Benzyl Butyl Phthalate	85-68-7		
	DEHP	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	117-81-7		優先評価
	DINP	Diisononyl phthalate	28553-12-0		
DIDP	Diisodecyl Phthalate	26761-40-0			
臭素系難燃剤	PBDEs	BDE-28, 47, 49, 99, 100, 153, 154, 183, 209		付属書 A	第1種特定
	HBCD	α -1,2,5,6,9,10-hexabromocyclododecane (α -HBCDD)	134237-50-6	付属書 A	第1種特定
	BTBPE	1,2-Bis(2,4,6-tribromophenoxy)ethane	37853-59-1		
デクロランプラス	synDP	Dechlorane Plus Syn	135821-03-3	→付属書 A	→第一種特定
	antiDP	Dechlorane Plus Anti	135821-74-8	→付属書 A	→第一種特定

表6 本業務での分析対象化学物質（続き）

分類	化学物質名	詳細等	CAS#	POPs 条約	化審法
リン系難燃剤	TCEP	Tris(2-chloroethyl) phosphate	115-96-8		
	TCIPP	Tris(2-chloroisopropyl) phosphate	13674-84-5		
	TDCIPP	Tris(1,3-dichloroisopropyl) phosphate	13674-87-8		
	TPHP	Triphenyl phosphate	115-86-6		
	TBOEP	Tris(2-butoxyethyl) phosphate	78-51-3		
	TEHP	Tris(2-ethylhexyl) phosphate	78-42-2		
	ビスフェノール類	BPA	Bisphenol A	80-05-7	
BPF		Bisphenol S	80-09-1		
顔料由来 PCB	PCB-11	3,3'-Dichloro-1,1'-biphenyl	2050-67-1	付属書 A	第1種特定
多環芳香族炭化水素	PAHs	Benz(a)anthracene	56-55-3		
		Benz[a]pyrene	50-32-8		
		Benzo(b)fluoranthene	205-99-2		
		Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2		
		Chrysene	218-01-9		
		Dibenz(a,h)anthracene	53-70-3		
		Fluoranthene	206-44-0		
		Fluorene	86-73-7		
		Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5		
		Phenanthrene	85-01-8		
		Pyrene	129-00-0		
		Carbazole	86-74-8		
		Acenaphthylene	208-96-8		

表7 分析対象化学物質の用途と選定理由

分類	用途	選定理由
紫外線吸収剤	紫外線吸収剤	<ul style="list-style-type: none"> ・UV-328 について肝臓毒性が報告 ・UV-328 の POPs 条約付属書 A への追加が決定 ・UV-327, 328 は REACH の高懸念物質 (SVHC) にリスト ・海洋プラでの検出報告⁽¹¹⁻¹³⁾
酸化防止剤	酸化防止剤	<ul style="list-style-type: none"> ・海洋プラで最も高い頻度で検出⁽¹¹⁻¹³⁾
ヒンダード系光安定剤 (HALS)	光安定剤	<ul style="list-style-type: none"> ・Tinuvin770、Chimassorb 944 は EU で食品に接触する製品での使用に規制あり ・海洋プラでの検出が報告^(4, 5)
フタル酸エステル類	可塑剤、重合時添加物	<ul style="list-style-type: none"> ・疫学研究で、生殖障害等への影響が示唆 ・EU で、DEHP は生殖毒性 (category 1B) に分類 ・EU で、DEHP, DBP, BBP, DIBP は玩具・育児用品で規制、DINP, DIDP, DNOP は口に入る可能性のある玩具・育児用品において規制 ・ブラジル、カナダ、アメリカ等で玩具等での規制あり ・海洋プラにおいて高い頻度で検出⁽¹¹⁻¹³⁾
臭素系難燃剤	難燃剤	<ul style="list-style-type: none"> ・PBDEs の普遍性、残留性、生物蓄積性、内分泌攪乱、発達神経毒性等 ・PBDEs, HBCD は POPs 条約付属書 A にリスト ・海洋プラでの検出が報告⁽¹¹⁻¹³⁾
デクロランプラス	難燃剤	<ul style="list-style-type: none"> ・POPs 条約付属書 A への追加が決定
リン系難燃剤	難燃剤	<ul style="list-style-type: none"> ・神経、生殖、内分泌攪乱毒性の可能性 ・TDCPP は発がん性、遺伝毒性の可能性
ビスフェノール類	樹脂原料、酸化防止剤、可塑剤	<ul style="list-style-type: none"> ・BPA は、生殖毒性、肥満毒性の可能性 ・BPS も同様の毒性の可能性が示唆されている ・BPA は REACH の高懸念物質 (SVHC) にリスト ・BPA は海洋プラでの検出が報告⁽¹¹⁻¹³⁾
顔料由来 PCBs	顔料不純物	<ul style="list-style-type: none"> ・POPs 条約付属書 A にリスト ・海洋プラでの検出が報告⁽¹¹⁻¹³⁾
多環芳香族炭化水素	ゴム等において、可塑剤、油、カーボンブラック由来、発泡 PS での非意図的混入	<ul style="list-style-type: none"> ・発がん性、変異原性、生殖毒性が指摘されている ・8 種の PAHs (Benzo[a]pyrene, Benz[e]pyrene, Benzo[a]anthracene, Chrysene, Benzo[b]fluoranthene, Benzo[j]fluoranthene, Benzo[k]fluoranthene, Dibenzo[a, h]anthracene) は発がん性 (category 1B) に分類され、REACH で規制 ・海洋プラでの検出が報告⁽¹¹⁻¹³⁾

表8 東京湾で採取したマイクロプラスチックに含まれる添加剤由来化学物質 (μg/g)

分類		フタル酸エステル類			酸化防止剤
化学物質名		DBP	DEHP	DINP	Irgafos 168 酸化体
IDL		0.3	1.7	1.9	6.0
MP-PE	東京湾湾奥				602.1
	東京湾湾奥		252.1		1217.1
	東京湾湾奥		121.4		
	東京湾荒川河口	6.0	56.4	2311.5	17.8
	東京湾荒川河口			175.9	
	東京湾荒川河口	6.1		302.2	
	東京湾鶴見川河口		23.5	508.4	2790.9
	東京湾鶴見川河口		37.6	111.1	230.2
	東京湾鶴見川河口			82.4	238.5
	東京湾鶴見川河口		38.3	191.4	
	東京湾鶴見川河口		44.8	83.4	191.6
	東京湾鶴見川河口		18.9	67.0	
	東京湾鶴見川河口			54.3	
東京湾鶴見川河口				99.1	
検出頻度 (%)		14.3	57.1	71.4	57.1
Q1			34.0	82.7	168.5
Q2		6.1	41.6	143.5	234.3
Q3			72.6	274.5	755.8
MP-PP	東京湾湾奥				906.4
	東京湾湾奥				82.6
	東京湾湾奥				
	東京湾湾奥		24.9		
	東京湾湾奥	3.6			
	東京湾荒川河口			832.7	215.9
	東京湾荒川河口			519.4	690.7
	東京湾荒川河口			329.2	1112.0
	東京湾荒川河口			934.4	1429.9
	東京湾鶴見川河口			54.6	216.3
	東京湾鶴見川河口	1.8	87.3		4820.5
	東京湾鶴見川河口		52.3		636.8
	東京湾鶴見川河口		26.7	159.3	544.4
	東京湾鶴見川河口				767.8
	東京湾鶴見川河口				
東京湾鶴見川河口					
検出頻度 (%)		14.3	28.6	42.9	64.3
Q1			26.2	201.8	544.4
Q2		2.7	39.5	424.3	690.7
Q3			61.1	754.4	1112.0
MP-PVC	東京湾荒川河口		51.7	111984.5	1110.4
MP-EVA	東京湾湾奥		86.0		138.8
	東京湾荒川河口			662.9	
MP-EEA	東京湾荒川河口	5.4	49.9	1084.3	

IDL : 装置の検出下限、ブランク : IDL 以下あるいは操作ブランクの3倍値以下、Q1 : 第1四分位数、Q2 : 第2四分位数、Q3 : 第3四分位数、MP : マイクロプラスチック、PE : ポリエチレン、PP : ポリプロピレン、PVC : ポリ塩化ビニル、EVA : エチレン酢酸ビニル共重合体、EEA : エチレン・アクリル酸エチル共重合体

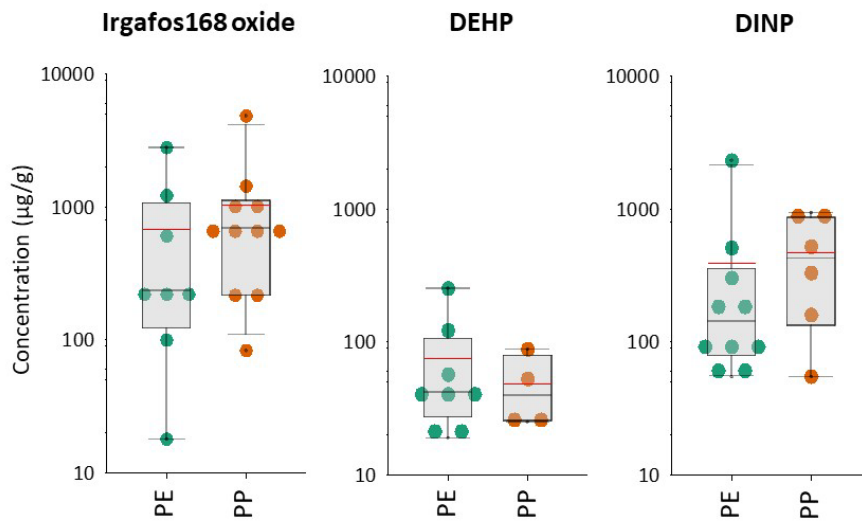


図6 東京湾で採取したポリエチレン (PE) およびポリプロピレン (PP) のマイクロプラスチックに含まれる添加剤由来化学物質 (Irgafos168 酸化体、DEHP および DINP) の濃度分布

参考文献

- (1) OECD. (2022). Global plastics outlook: Economic drivers, environmental impacts and policy options. Paris: OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- (2) 環境省. (2025). 令和7年度河川・湖沼におけるプラスチックごみの海洋への流出実態調査検討会（第2回）資料1-1 排水機場での実施組成調査について.
- (3) 鈴木 剛, 米岡恭子. (2025) 令和6年度におけるマクロプラスチックごみ材質分析調査業務報告書. 環境省事業.
- (4) Schmidt, C., Krauth, T., & Wagner, S. (2017). Export of plastic debris by rivers into the sea. *Environmental Science & Technology*, 51(21), 12246-12253.
- (5) Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science advances*, 7(18), eaaz5803.
- (6) vanEmmerik T, Schwarz A. (2020) Plastic debris in rivers. *WIREs Water*. 7(e1398), 1-24.
- (7) Edge, M., Hayes, M., Mohammadian, M., Allen, N. S., Jewitt, T. S., Brems, K., & Jones, K. (1991). Aspects of poly(ethylene terephthalate) degradation for archival life and environmental degradation. *Polymer Degradation and Stability*, 32(2), 131-153.
- (8) Hadiuzzaman, M., Salehi, M., & Fujiwara, T. (2022). *Plastic litter fate and contaminant transport within the urban environment, photodegradation, fragmentation, and heavy metal uptake from storm runoff*. *Environmental Research*, 212, Article 113183.
- (9) Takahashi, Y., Tanaka, K., Kajiwara, T., Suzuki, G., Osako, M., & Kuramochi, H. (2023). Cross-sectional microstructural analysis to evaluate the crack growth pattern of weathered marine plastics. *Chemosphere*, 331, 138794.
- (10) OECD. (2022). Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options; OECD Publishing: Paris, France.
- (11) Tanaka, K., Takahashi, Y., Kajiwara, T., Matsukami, H., Kuramochi, H., Osako, M., & Suzuki, G. (2023). Identification and quantification of additive-derived chemicals in beached micro-mesoplastics and macroplastics. *Mar. Pollut. Bull.* 186, 114438.
- (12) Tanaka, K., Watanuki, Y., Takada, H., Ishizuka, M., Yamashita, R., Kazama, M., Hiki, N., Kashiwada, F., Mizukawa, K., Mizukawa, H., Hyrenbach, D., Hester, M., Ikenaka, Y., & Nakayama, S. M. M. (2020) In Vivo Accumulation of

Plastic-Derived Chemicals into Seabird Tissues. *Curr. Biol.* 30, 723-728. e3.

(13) Suzuki, G., Tanaka, K., Uchida, N., Uchida, K., Matsushita, Y., & Tokai, T.
投稿中

(14) Hoekstra, E. J., Brandsch, R., Dequatre, C., Mercea, P., Milana, M.-R.,
Störmer, A., Trier, X., Vitrac, O., Schäfer, A., & Simoneau, C. (2015).
Practical Guidelines on the Application of Migration Modelling for the
Estimation of Specific Migration; EUR 27529 EN; Publications Office of the
European Union: Luxembourg.