

資料(Data)

ドローンを活用した河川及び河川敷における散乱ごみ調査（その2）

代田 寧, 坂本 広美, 北岡 勇樹, 北野 武司*, 林 大貴*
 (調査研究部, * (株) パスコ)

Investigation of scattered garbage in river and riverbed using drone (Part 2)

Yasushi DAITA, Hiromi SAKAMOTO, Yuki KITAOKA, Takeshi KITANO* and Daiki HAYASHI*
 (Research Division, *PASCO Corporation)

キーワード：ドローン, プラスチックごみ, 河川ごみ, 散乱場所

1 はじめに

近年, 新たな環境汚染問題として, 5mm 未満のプラスチックの総称であるマイクロプラスチック (MP) が世界的に注目されており¹⁻⁷⁾, 当センターにおいても海岸漂着 MP, 河川流下 MP などの実態について調査研究を行ってきた⁸⁻¹³⁾。その結果, 相模湾に漂着する MP は, 地点ごとの漂着特性に大きな差異があることから, 主に河川 (陸域) 由来と推定されること, 晴天時に比べて雨天時には河川を流下する MP 量が増加することなどが明らかとなった。

このようなことから, MP 対策のためには河川からの流出状況を把握することが重要と考え, 現在幅広く活用されているドローン (無人航空機 (UAV)) を用いて荒天前後の画像を撮影し, 河川及び河川敷に散乱するプラスチックごみをはじめとした人工ごみの状況を試行的に調査した。前報¹⁴⁾では, 結果の概要やドローン活用の有用性・課題について述べた。本報では, 河川や河川敷の場所ごとの個数や, ボトル・袋などのプラスチックの内訳など, より詳細に整理したので報告する。なお, 調査地点, 調査方法, 撮影及び解析方法などについては, 前報¹⁴⁾を参照されたい。

2 前報¹⁴⁾の概要

ここでは, 前報¹⁴⁾で述べた内容を簡単にまとめる。

(1) 荒天前に 1 回 (2021/9/13), 荒天後に 2 回 (2021/9/24, 2021/11/15), 計 3 回調査を実施した。3 回の調査とも, 河道内の河床及び河岸・中洲に

おいて人工ごみが確認され, 河岸・中洲の植生に引っ掛かっているごみも見られた。

(2) 人工ごみのうち, 3 回の調査全てにおいて, ポリ袋・食品包装容器などのプラスチックごみが最も多く, 定常的にプラスチックごみが散乱していると考えられた。なお, 人工ごみ全体に対して, 個数では 51~72%が, 面積では 42~51%がプラスチックごみであった。

(3) プラスチック以外では, 数は多いものの一つ一つは小さい陶器片, 金属棒・飲料缶などの金属が個数としては多く, 一つ一つが大きい布片や毛布等の天然繊維, 自転車等の金属その他が面積としては大きかった。

(4) 荒天 (増水) による影響を把握するため, 台風 14 号が通過した 2021/9/18 の前後に調査した (荒天前及び荒天後 1)。その結果, 台風通過後はごみの個数は 3 倍, 面積については 1.5 倍程度に増加しており, 大雨により多くのごみが河川に流入し, 河床及び河岸・中洲へ滞留したと考えられた。

(5) その後の 3 回目の調査 (荒天後 2) では, ごみの個数・面積共に半分程度に減少していた。これは, 台風による大雨によって滞留したごみが, その後の出水によって下流に流されたことが要因の一つと考えられた。

(6) 河川及び河川敷に散乱するプラスチックごみをはじめとした人工ごみの調査において, ドローン活用の有用性が示された。一方で, ごみの判読における課題もあり, 河川の濁りや植生が影響する可能性があることもわかった。

3 河道内における場所ごとのごみの個数と割合

散乱ごみは、河道内の水中や河岸・中洲など、複数の場所に散乱していた。そこで、散乱場所な

らびに状況を「水中河床上」、「水中引っ掛かり」、「河岸・中洲上」、「河岸・中洲引っ掛かり」の4つに分類し、それらの個数と割合を図1に示した。また、調査日ごとに比較したものを図2に示した。

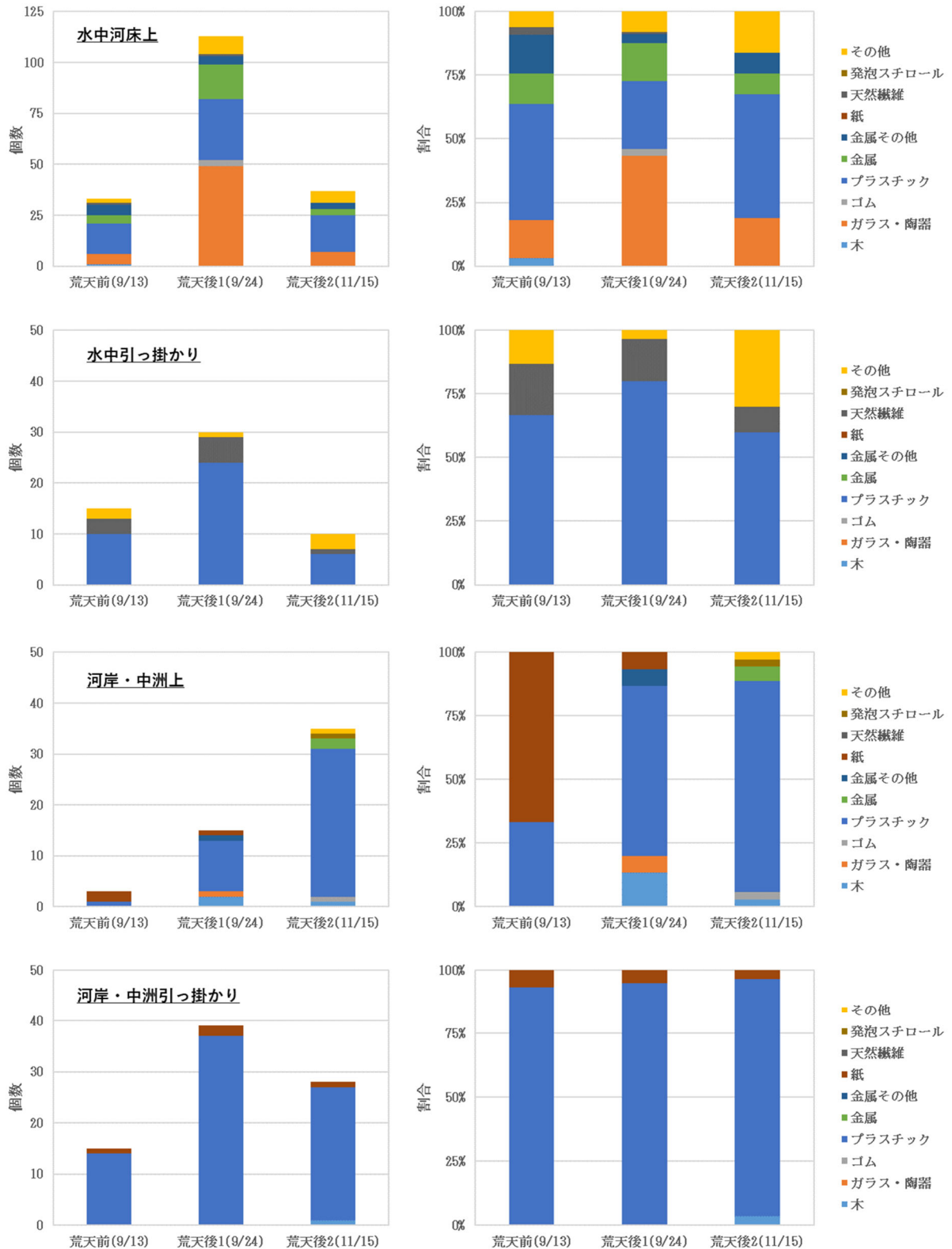


図1 河道内における場所ごとのごみの個数と割合 (左図:個数, 右図:割合)

なお、「水中河床上」は河床上面に埋まっている、もしくは落ちているもの、「水中引っ掛かり」は水中の障害物（自転車、岩等）に引っ掛かっているもの、「河岸・中洲上」は水中以外で落ちているもの、「河岸・中洲引っ掛かり」は河岸の植生などに引っ掛かっているものとした。また、水中河床上の荒天後1の個数が他と比べて多かったため、図1の水中河床上及び図2の荒天後1については縦軸のスケールが異なることに注意していただきたい。以下に、図1及び2から、河道内における場所ごとの特徴をまとめて示す。

水中河床上の結果（図1）をみると、散乱ごみの個数は荒天前と比較して荒天後1では約3.5倍に増加していた。他の3つの場所でも荒天後1では荒天前と比較して増加しており、台風による大雨等の影響と考えられるが、水中河床上はとくに個数が多く、その中でもオレンジで示す「ガラス・陶器」が増加していた。これは、小さな陶器片が多かったためであり、前報¹⁴⁾で指摘したように荒天後1の撮影時が最も河川の濁りが少なく、小さな破片も確認できたことが要因と考えられる。荒天後1では「ガラス・陶器」が多いものの、3回

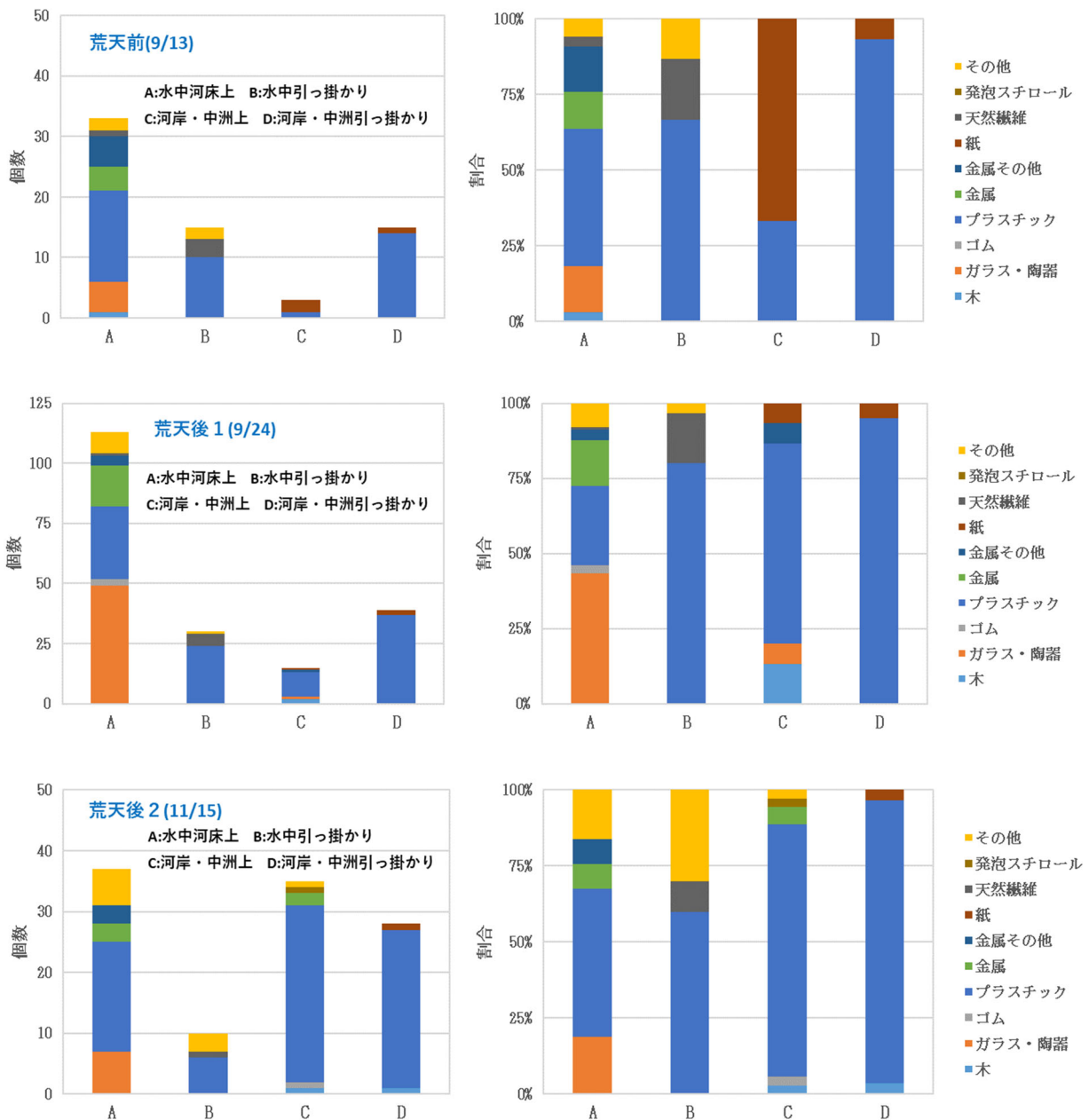


図2 各調査日の河道内における場所ごとのごみの個数と割合（左図：個数，右図：割合）

の調査結果から、水中河床上ではプラスチックが多く、次いで「金属」や「金属その他」が多い傾向があると考えられた。また、今回調査した河道内の4つの場所で比較すると、3回の調査とも水中河床上の散乱ごみ数が最も多く(図2)、ごみが溜まりやすいという結果であった。

水中引っ掛かりでは、台風14号通過の影響により荒天後1で増加し、その後の出水により荒天後2では減少した(図1)。分類群別ではプラスチックの割合が高く、後述するようにポリ袋やシートが多かった。ポリ袋やシートは、水中の自転車や岩に引っ掛かりやすいためと考えられる。また、河道内の他の場所と比較すると、中程度の個数であった(図2)。

一方、河岸・中洲上については、河道内の他の場所とは異なる傾向を示した(図1, 2)。前報¹⁴⁾では、ごみ判読の留意点として、河岸や中洲では季節による植生の違いが影響する可能性があることを指摘したが、河道内における場所ごとの状況を詳細に調べた結果、荒天後2において河岸・

中洲上のごみの個数が大幅に増加していることがわかった。荒天後2の撮影日は11月15日であり、明らかに植生が減少していたことから、ごみが増加したというよりも、画像上で確認しやすくなったために判読できた個数が増加したと考えられる。したがって、荒天前及び荒天後1の河岸・中洲上の個数は、実際にはもっと多かった可能性があり、ドローン等の撮影によりごみの調査を実施する場合は留意する必要がある。また、分類群別でみると、荒天前は紙の割合が高いが、これは確認できたごみが紙2個、プラスチック1個と少なかったためである。荒天後1及び2の結果をみると、河岸・中洲上においてもプラスチックが多い傾向であった。

河岸・中洲引っ掛かりについては、台風14号通過の影響により荒天後1で増加し、その後の出水により荒天後2では減少した(図1, 2)。ただし、水中河床上や水中引っ掛かりと比較すると、荒天後2での減少が少ない。これは河岸・中洲上と同様に、植生が減少したために画像上で確認しやすくなったことが影響していると考えられた。したがって、河岸・中洲引っ掛かりについても、荒天前及び荒天後1においてはもっと多かった可能性がある。

表1 移動していないごみの個数

分類	場所	荒天前から 荒天後1 (個)	荒天後1から 荒天後2 (個)
木	水中河床上	-	-
	水中引っ掛かり	-	-
	河岸・中洲上	1	1
	河岸・中洲引っ掛かり	-	-
ガラス・陶器	水中河床上	-	1
	水中引っ掛かり	-	-
	河岸・中洲上	-	-
	河岸・中洲引っ掛かり	-	-
プラスチック	水中河床上	2	2
	水中引っ掛かり	2	-
	河岸・中洲上	-	1
	河岸・中洲引っ掛かり	3	2
金属	水中河床上	1	2
	水中引っ掛かり	-	-
	河岸・中洲上	-	-
	河岸・中洲引っ掛かり	-	-
金属その他	水中河床上	3	3
	水中引っ掛かり	-	-
	河岸・中洲上	-	-
	河岸・中洲引っ掛かり	-	-
天然繊維	水中河床上	1	-
	水中引っ掛かり	1	1
	河岸・中洲上	-	-
	河岸・中洲引っ掛かり	-	-
その他	水中河床上	1	-
	水中引っ掛かり	1	-
	河岸・中洲上	-	-
	河岸・中洲引っ掛かり	-	-
計		16	13

4 荒天等によるごみの移動

河道内のごみについて、散乱場所により多少の傾向は異なるものの、全体的には台風による大雨等により荒天後1で増加し、その後の出水により荒天後2で減少していると考えられる。ここでは、どの程度のごみが入れ替わっているのかについて検討した。今回の調査では、全てのごみをGIS化しているため、位置情報から移動していないごみを調べることができる。表1に、荒天前から荒天後1、及び荒天後1から荒天後2の調査において移動していないごみの個数を分類群別にまとめて示した。

荒天前から荒天後1で移動していないごみは16個であった。荒天後2では計197個のごみが確認されているため、9割以上は台風の影響により新たに散乱・滞留したごみということになる。また、荒天後1から荒天後2で移動していないごみは13個であり、風で飛ばされた可能性もあるが、荒天後1で確認された197個のごみのうち概ね9割以上はその後の出水により下流に流されたと推定される。このように、今回調査した範囲では、大

雨等の出水により散乱・滞留しているごみの多くは入れ替わっていると考えられた。なお、荒天前から荒天後1では10日程度しか経過しておらず、ほぼ台風による影響と考えられるが、荒天後1から荒天後2では1か月半以上経過しているため、定常的に下流へ流れていたり、風で飛ばされたりして、徐々に移動している可能性もある。

また、移動していないごみは、プラスチック、金属あるいは金属その他が多かった。水中河床上の金属は具体的には金属棒、金属その他は自転車等であり、どちらも重量物であるため、大雨により河川流量が増加しても移動しなかったと考えられる。一方、プラスチックは軽量物ではあるが、河床上面に埋まっていたり、自転車等に引っ掛かっていたりして移動しなかったと考えられる。さらに、河岸・中洲引っ掛かりについては、河川流量の増加に伴って上昇した水位よりも高いところに引っ掛かっていたため移動しなかった可能性がある。

5 プラスチックの内訳

3回の調査ともプラスチックが多かったことから、飲料用ボトルやポリ袋などの内訳を整理し表2に示した。また、それぞれの個数とその割合を図3に、面積とその割合を図4に示した。

個数に着目すると、3回の調査ともポリ袋が最も多く、53～75%を占めていた。次いで、食品用等容器やシート・シート片が多い傾向であった。面積では、一つ一つの面積が大きいシート・シート片の割合が高くなる傾向を示した。また、飲料用ボトルは、荒天前が0個、荒天後1が2個、荒

天後2が3個と多くはなく、発泡スチロールは荒天後2で1個確認されたのみであった。発泡スチロールは非常に軽いため、風に飛ばされやすく、滞留しにくい可能性がある。

図5に、河道内における場所ごとのプラスチックの内訳（個数及び割合）を示した。個数に着目すると、ごみ全体の傾向（図1）と類似していた。すなわち、水中河床上及び水中引っ掛かりでは台風の影響により荒天後1で増加し、その後の出水により荒天後2で減少した。河岸・中洲上では、台風の影響により荒天後1で増加しているのは他の場所と同じだが、荒天後2でさらに増加していた。これは先述したように、植生の減少によりごみが確認しやすくなったためと考えられる。河岸・中洲引っ掛かりでは、水中河床上及び水中引っ掛かりと概ね同様の傾向を示したが、荒天後2が比較的多い。これも植生の減少によりごみが確認しやすくなったためと考えられる。

プラスチックの内訳をみると、水中河床上では概ねポリ袋とその他プラスチックがそれぞれ5割程度を占めた。ポリ袋は、土に埋まっているものや、土砂等が入って重くなっているものであった。その他プラスチックは、おもちゃ、ポリバケツ、何かのケース、プラスチック製品の一部（破片など）であり、比較的重量があるため水中に沈んでいたと考えられる。

水中引っ掛かりでは、3回の調査ともポリ袋が75%以上を占め、水中の自転車や岩に引っ掛かっているものであった。

河岸・中洲上は、ごみの確認が植生により影響を受けるため、3回の調査でかなりばらつきがあ

表2 プラスチックの内訳

分類	荒天前(9/13)		荒天後1(9/24)		荒天後2(11/15)	
	個数	面積(cm ²)	個数	面積(cm ²)	個数	面積(cm ²)
飲料用ボトル	-	-	2	264.0	3	360.7
その他プラボトル	-	-	-	-	-	-
食品用等容器	-	-	6	850.2	8	1153.0
ポリ袋	30	25225.8	66	22071.8	42	16677.8
シート・シート片	2	14292.8	12	36620.2	3	6922.4
塩ビ管	1	229.3	1	182.0	-	-
発泡スチロール	-	-	-	-	1	230.5
その他プラスチック	7	3441.7	14	2827.9	22	6255.3
合計	40	43189.6	101	62816.1	79	31599.7

るものの、ポリ袋と食品用等容器が多い傾向であった。また、飲料用ボトルが確認されたのは河岸・中洲上だけであった。

河岸・中洲引っ掛かりにおいても植生の影響は受けるが、概ねポリ袋が多い傾向であり、食品用等容器が引っ掛かっているケースも見られた。また、荒天後2ではその他プラスチックが3割程度確認された。これは、植生が少なくなったために小さなものまで確認できるようになったものの、ポリ袋やシート片などのフィルム状のものが植生に引っ掛かっている場合がほとんどであり、ポリ袋が破れた破片なのか、それともシート片なのかの区別ができなかったためである。

6 おわりに

今回、河川及び河川敷に散乱する人工ごみの状況をドローン（無人航空機（UAV））を用いて試行的に調査し、河川及び河川敷の場所ごとの個数や、ボトル・袋などのプラスチックの内訳など、より詳細に調べた結果を報告した。散乱場所ならびに

状況を「水中河床上」、「水中引っ掛かり」、「河岸・中洲上」、「河岸・中洲引っ掛かり」の4つに分類して整理し、それぞれの特徴や傾向を把握することができた。また、荒天等によりほとんどのごみが入れ替わっていることや、プラスチックの内訳としてはポリ袋が多いことなども明らかとなった。

河川及び河川敷に散乱する人工ごみ調査は、一般に多くの労力と時間を要するものである。今回の結果から、ドローン等の撮影画像による散乱ごみ調査は、散乱場所やプラスチックの内訳など、少ない人数で詳細に調査できるメリットがある。一方で、とくに河岸・中洲上で顕著であるが、確認できるごみが植生により影響を受けるため、実態と異なる可能性もあることに留意する必要がある。

謝辞

本研究は、神奈川県成果展開型研究事業費（令和3年度）の助成により実施しました。

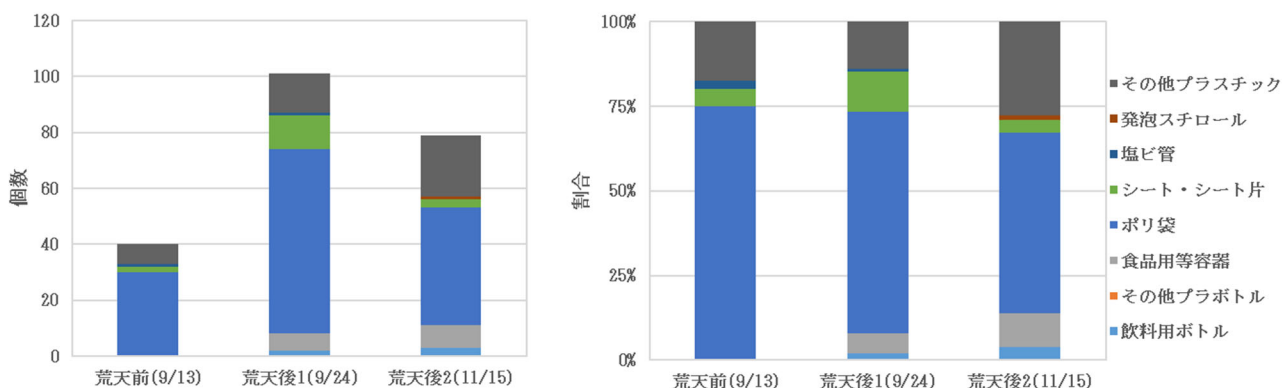


図3 プラスチックの個数内訳（左図：個数，右図：割合）

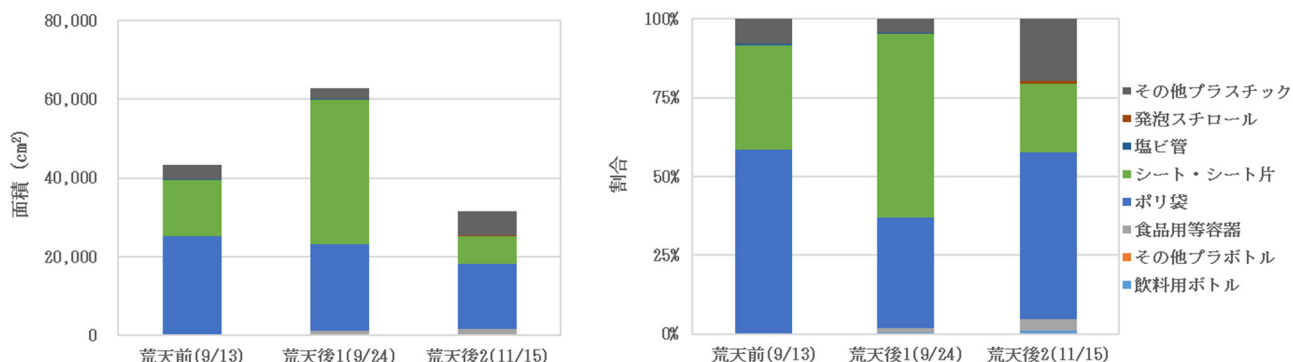


図4 プラスチックの面積内訳（左図：面積，右図：割合）

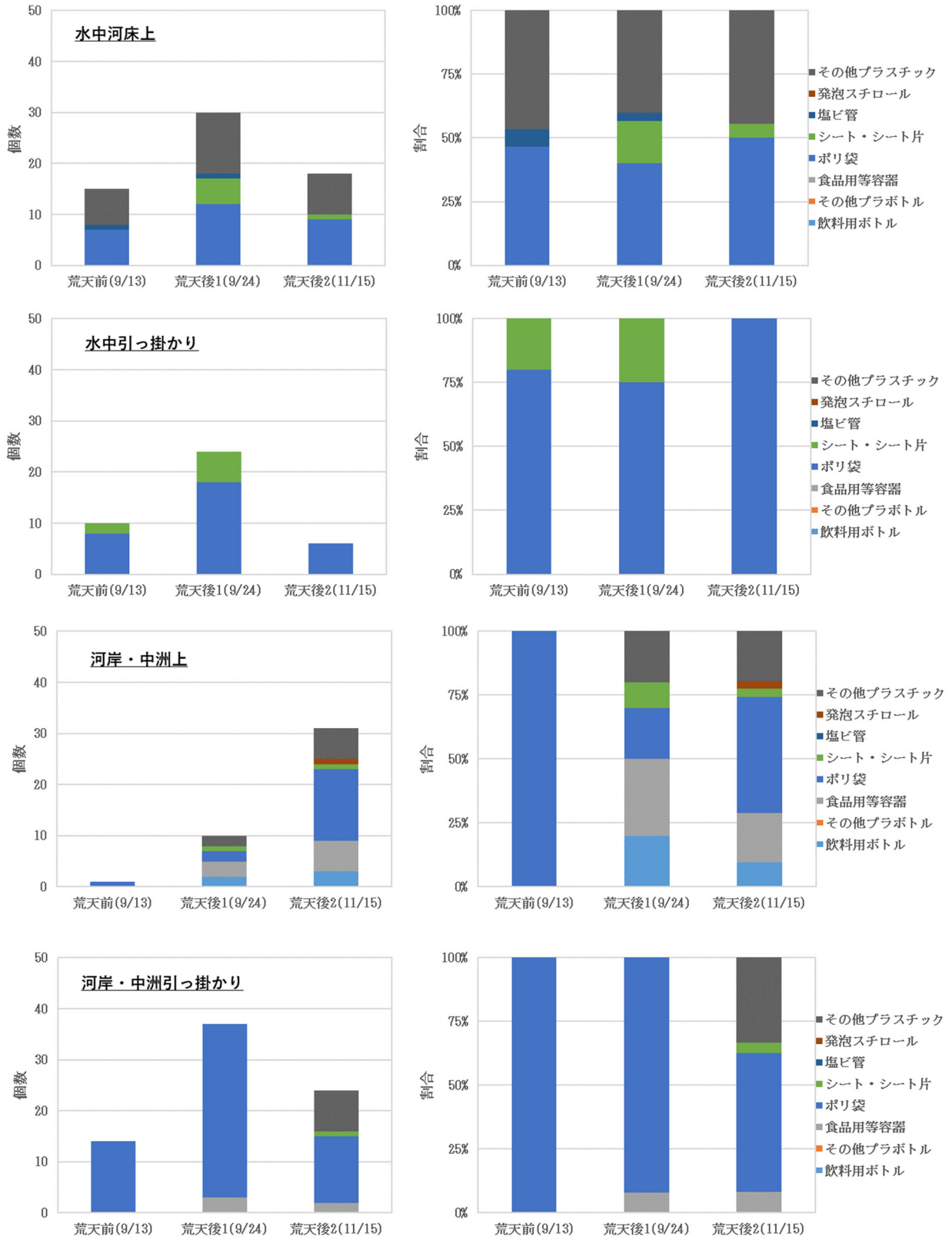


図5 河道内における場所ごとのプラスチックの内訳 (左図:個数, 右図:割合)

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) 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)
- 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プ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) 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) 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測定, <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/3464/2mprep20191.pdf> (参照 ; 2023.10)
- 13) 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> (参照 ; 2023.10)
- 14) 代田寧, 坂本 広美, 北岡勇樹, 北野武司, 夫津木亮介, 林大貴 : ドローンを活用した河川及び河川敷における散乱ごみ調査, 神奈川県環境科学センター研究報告, 45, 35-43(2022)