

県内の環境中に排出される廃プラスチック類に関する調査（第2報）

化学部

神野 憲一 佐藤 敬士 黒田 彩香 高橋 稔 小池 静司

企画情報部

小林 有見子

1 はじめに

プラスチックごみ（廃プラスチック類）による海洋汚染が、国際的に大きな問題となっている。日本近海で浮遊する廃プラスチック類の主な発生源として、周辺国からの流出の他、国内からの流出も考えられる。しかしながら、陸域における廃プラスチック類の発生や流出等の詳細については、解明が進んでいない状況である。

そこで、県内の環境中（主に河川）に排出される廃プラスチック類の実態を把握し、発生抑制対策や普及啓発、環境学習等への活用方法を検討する基礎資料を得ることを目的として、調査を行うこととした。

令和元（2019）年度は、環境省や神奈川県の方法を参考に、予備調査として、宇都宮市の中心市街地を流下する田川本川の2地点で水質・底質（河川敷等）の試料を採取・分析するとともに、調査方法を検討した¹⁾。令和2（2020）年度は、田川本川及び流入支川を対象としたモデル河川調査等を実施したので報告する。

2 調査方法

調査対象とする廃プラスチック類は、環境省のガイドライン²⁾に基づき、5mm未満のものとした。また、5mm以上のものを別途集計することとした。また、河川敷に散乱するごみ（河川ごみ）も対象とした。

2.1 調査実施日

水質試料の採取と河川ごみ調査は、豊水期（令和2年8月及び9月）と平水期（令和2年12月）に実施した。底質試料の採取は、令和3年1月に実施した。豊水期と平水期については、明確な定義が見当たらなかったことから、「水位・流量年表」（栃木県県土整備部河川課）の流量等から検討し、時期を位置づけた。

- ・ 水質試料採取
 豊水期：令和2（2020）年9月3日（木）、9月4日（金）*
 * 上御田橋のみ9月4日に採取し、それ以外の地点は9月3日に採取した。
 平水期：令和2（2020）年12月2日（水）
- ・ 底質試料採取
 令和3（2021）年1月13日（水）、1月14日（木）**
 ** 横川橋のみ1月14日に採取し、それ以外の地点は1月13日に採取した。
- ・ 河川ごみ調査
 豊水期：令和2（2020）年8月7日（金）
 平水期：令和2（2020）年12月3日（木）

2.2 調査地点

宇都宮市の市街地を流下する田川本川及びその支川を調査対象とした。調査地点を図1に、各河川の概況³⁾を表1に示した。本川流程は約15km。

- ・ 本川：上流から上の島橋、大曾橋、築瀬橋、上御田橋^{*1}
 *1 底質試料の採取は、安全確保等を考慮し、上御田橋から上流の横川橋に変更した。
- ・ 支川：山田川末流、錦中央公園（御用川）^{*2}、釜川末流1・2^{*3}
 *2 河川敷が管理された芝張りのため、底質試料は採取せず。
 *3 三面コンクリート張構造のため、河川ごみ調査及び底質試料の採取は実施せず。



図1 調査地点図

出典：国土地理院発行5万分の1地形図を加工して作成。

表1 各河川の概況³⁾

河川名	概況
田川	日光市内に水源を發し、宇都宮市の中心部を通って茨城県筑西市内で鬼怒川に合流する、全長約80 kmの河川である。 宇都宮市内の上流域は農村地域であり、大曾橋付近で宇都宮市の中心街に入る。住宅地や商業地域の中を流下し、複数の支川の合流や、中小農業用水等としての取水・分流がある。築瀬橋と上御田橋の間で、下水道終末処理施設の放流水が流入する。 上の島橋は、周囲に水田や畑、山林が広がる。大曾橋と築瀬橋は中心市街地に位置し、周囲に住宅や商業施設がある。上御田橋は中心市街地の下流にあり、水田や畑が広がる。
山田川	宇都宮市北部に位置する羽黒山北西の丘陵地帯を水源として、田川に流入する、全長約18kmの河川である。 山田川末流の周辺は、水田や畑が広がり、住宅が点在する。
御用川	西鬼怒川を水源として江戸時代に開削された用水路で、宇都宮市内中心市街地で田川に合流する、全長約14kmの河川である。 錦中央公園の周辺は、住宅や小中学校、商店・事業所などがある。
釜川	宇都宮市の東弁天沼・西弁天沼を水源として、宇都宮市の繁華街を流下し田川に流入する、全長約7kmの河川である。下流区間は二層構造（河床が上下二層）となっており、上層は親水のため適量の水を流し、下層は上層で流しきれない分を引き受けている。 釜川末流1は下層の水、釜川末流2は上層の水が流下している。

2.3 試料採取方法

2.3.1 水質試料

環境省が海洋で実施している方法⁴⁾を参考に、採取した。河川水中にプランクトンネット（目合い0.3mm）を10分間浸漬し、河川の表層を流れる廃プラスチック類を含む試料を採取した。本川については、流心、右岸、左岸で、支川については流心で、試料を採取した。採取の間、電磁流速計により流速を測定し、ろ水量を算出した。

2.3.2 底質試料

神奈川県の方法⁵⁾を参考とした。河川敷において、漂着物の多い箇所を目視で選び、そこに40cm四方の採取区画を設定した。採取区画は、採取場所のばらつきを考慮し、調査1地点当たり5箇所とした。表面の土壌を約3cmすくい取り、5mmメッシュのふるいを通過したものをトロ舟で混合し、その一部を分取し、試料とした。

2.4 分離方法

採取した試料は、水洗、ふるい分け、比重分離法又は浮遊分離法を用いて、廃プラスチック類候補物を分離した。

なお、比重分離法は鉱物等地質学の分野^{6),7)}で、浮遊分離法は鉱物やプラスチック^{8)~11)}、化学分析^{12)~14)}等の分野で利用されている技術を応用した。

比重分離法の場合、汎用プラスチック類より高い比重に調整でき、再使用可能であるほか、毒性や発がん性が確認されていないと言われているポリタングステン酸ナトリウム（SPT）を使用することにした。SPT水溶液（比重2.0に調製）を300mL程度入れた500mL三角フラスコに試料を投入（最大200g程度）し、マグネチックスターラーで攪拌し、更に超音波をかけた後、1時間以上静置した（図2）。水溶液の表面に浮かぶ廃プラスチック類候補物をろ過・分離した。

浮遊分離法の場合、2Lビーカーの底部にエアストーンとスクリーンを設置し、100mg/Lドデシル硫酸ナトリウム（SDS）水溶液を1L程度入れ、エアストーンから細かい気泡を供給し、SDS水溶液の表面に泡の層を生成させた。ビーカーの上部から試料を少量ずつ投入したところ、廃プラスチック類の表面は疎水性で気泡につきやすいため、廃プラスチック類は気泡とともに浮上し、泡に捕集された（図2）。捕集された廃プラスチック類候補物を含む水層をろ過・分離した。

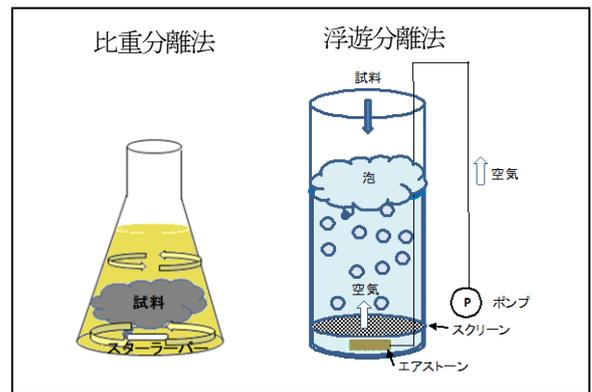


図2 分離方法の装置図

2.5 定性方法

ろ紙上に捕集された廃プラスチック類候補物は、乾燥器で乾燥後、実体顕微鏡（オリンパス製SD-ILK）で1個ずつ顕微鏡して、形状と色を分類後、長軸長さを計測した。材質の定性は、フーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR；日本分光製FT/IR-4600）を用いて、全反射測定法（ATR法）により行った。FT-IRで定性が難しいものについては、熱分解-GC/MS

(熱分解部；フロンティアラボ製 EGA/PY-3030D、GC/MS；島津製作所製 QP2010Ultra) を用いて分析し、得られたマススペクトルのライブラリ検索 (NIST 及び F-search) を行った。

2.6 河川ごみ調査

環境省のガイドライン¹⁵⁾及び国土交通省のマニュアル¹⁶⁾を参考として、河川敷に散乱するごみの調査を実施した。河川敷等において、ごみの多い範囲を目視で選び、ごみの種類と個数を集計し、ゴミ量は20Lゴミ袋に換算したランクにより示した。また、調査範囲の面積を記録し、単位面積当たりの個数を算出した。

3 結果及び考察

3.1 分離方法の検討

廃プラスチック類の分離方法について、比重分離法と浮遊分離法を比較検討した。長軸長さを2mm程度に揃えたポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、ポリ塩化ビニル (PVC)、ポリエチレンテレフタレート (PET) を各10個、底質試料に添加し、それぞれの方法での添加回収試験を行った。その結果を表2に示す。どちらの方法も回収率は概ね100%であったが、コスト面、操作性、効率面で、浮遊分離法が比重分離法より優れていたため、主として浮遊分離法を採用することとした。特に、今回採取した底質試料については、廃プラスチック類を短時間で効率よく分離することができた。

表2 分離方法の検討結果 (添加回収試験)

	%	
	比重分離法	浮遊分離法
PE (<1) *	100	100
PP (<1) *	100	100
PVC (1.4) *	100	90
PET (1.4) *	90	100

* 括弧内の数値は比重の一般的な値。

3.2 調査結果

3.2.1 水質試料

水質試料中の廃プラスチック類の種類別・長軸長さ別・形態別個数について、豊水期を表3に、平水期を表4に示し、併せて個数密度も示した。種類別個数は、PE、PP、EVAC (エチレン酢酸ビニル)、PS (ポリスチレン) 及びその他に分類した。種類別個数について、PE と PP は、豊水期では約7割、平水期では約4割を占めていた。他県の調査結果における PE と PP の割合は、埼玉県では8割以上¹⁷⁾、神奈川県では6割以上¹⁸⁾を占めていた。長軸長さ別個数について、最も大きい割合を占めていたのは、豊水期は1.0mm以上2.0mm未満のもの、平水期は1.0mm未満のものであった。形態別個数について、豊水期と平水期いずれも、破片>>繊維>フィルム>中空球・球であった。中空球は豊水期のみ確認され、球は平水期のみ確認された。EVACも中空球と同様、豊水期に確認され、平水期には本川では確認されなかった。埼玉県の調査結果¹⁷⁾では、形態別個数は破片 (90%) >>繊維 (6.9%) >フィルム>棒・球の順であり、本県の結果と同様の傾向であった。

豊水期及び平水期の廃プラスチック類の種類別個数密度 (1m³当たり) を図3に示した。本川の個数密度は、上の島橋 (最上流) が最も低く、上御田橋 (最下流) が最も高かった。大曾橋と上御田橋は、豊水期より平水期の個数密度が高かった。支川では、釜川の個数密度が他の支川より高かった。

廃プラスチック類の個数密度に及ぼす要因については、市街地の存在が考えられるが、それ以外の要因を検討し、ろ水量と個数密度の関係を図4に示した。採取時間10分間におけるろ水量が少ないほど、すなわち河川の流量・流速が低いほど、個数密度が高い傾向が見られた。大曾橋と上御田橋では、豊水期より平水期の個数密度が高かったが、平水期の方が流量・流速が低いことから、その影響も考えられた。釜川の個数密度が高かったが、繁華街の流下のほか、流量・流速が低いことの影響も考えられた。

参考として、埼玉県及びさいたま市が実施した河川のマイクロプラスチック調査の個数密度と比較した^{17)、19)}。埼玉県の調査では、最高35.2 (個/m³)、最低1.9 (個/m³)、さいたま市の調査では、最高7.0 (個/m³)、最低0.9 (個/m³)であった。今回の結果は、多くの調査地点において、これらの調査の最低値より低かった。

3.2.2 水質データとの相関

廃プラスチック類の個数密度と、調査地点における水質データとの相関を検討した。比較対象の水質測定地点の選定に当たっては、できる限り直近の地点とし、水質項目は、生活環境項目である、生物化学的酸素要求量 (BOD)、溶存酸素量 (DO)、浮遊物質量 (SS)、全窒素 (T-N)、全リン (T-P) を選定した。平成29 (2017) 年度から令和元 (2019) 年度の公共用水域水質測定結果^{20)~22)}を用いて、豊水期 (6~10月) と平水期 (4、5、11、12、3月) の平均値を計算した。豊水期の水質データを表5に、平水期の水質データを表6に示した。また、各水質項目との相関を図5に示した。

BOD、T-N、T-Pについて、中程度の正の相関が確認された。人為的影響が大きい地点ほど、これらの濃度は高くなることから、廃プラスチック類の個数密度も高くなる傾向があると考えられた。東京理科大学と愛媛大学の研究²³⁾においても同様のことが報告されている。一方、DOとSSについては、ほとんど相関は確認されなかった。DOは調査地点間でほとんど差がなかったこと、SSは土壌や植生由来のものとの影響が大きいことが、その原因として考えられた。

表3 水質試料中の廃プラスチック類の種類別・長軸長さ別・形態別個数（豊水期）

調査地点	上の島橋			大曾橋			築瀬橋			上御田橋			山田川 未流	錦中央 公園	釜川 未流1	釜川 未流2
	左岸	流心	右岸	流心	流心	流心	流心									
採取箇所	R2.9.3			R2.9.3			R2.9.3			R2.9.4			R2.9.3	R2.9.3	R2.9.3	R2.9.3
年月日	R2.9.3			R2.9.3			R2.9.3			R2.9.4			R2.9.3	R2.9.3	R2.9.3	R2.9.3
個数密度 (個/m ³)	0.11	0.07	0.18	0.37	0.39	0.28	0.37	0.05	0.23	1.22	0.63	0.24	0.10	0.05	0.66	4.12
ろ水量(m ³)	63.7	29.7	55.1	45.5	36.3	32.6	21.8	44.4	30.7	12.3	11.0	20.6	52.0	61.4	10.6	1.0
採取量(個)	7	2	10	17	14	9	8	2	7	15	7	5	5	3	7	4
種類別個数(個)																
PE	5		5	14	9	4	3	2	4	9	3	2	4	1	4	
PP	1		4			1	1		2	4		2			1	
EVAC				1	2				1							
PS					1											2
その他	1	2	1	2	2	4	4			2	4	1	1	2	2	2
長軸長さ別 個数(個)																
<1.0mm	4	1	2	10	5	1	3		3	2	2			1	3	
1.0mm~	2	1	6	4	5	4	3	2	1	6	3	2	2		2	1
2.0mm~			1	1	2	3				4		1	1	1	2	3
3.0mm~						1			2	3	1	2	2	1		
4.0~<5.0mm	1		1	2	2		2		1		1					
形態別個数(個)																
破片	6	2	8	15	11	6	4	2	6	12	5	4	5	3	7	4
フィルム			1				1			1						
繊維	1		1	1	1	3	2			2	2	1				
中空球				1	2		1		1							
球																

表4 水質試料中の廃プラスチック類の種類別・長軸長さ別・形態別個数（平水期）

調査地点	上の島橋			大曾橋			築瀬橋			上御田橋			山田川 未流	錦中央 公園	釜川 未流1	釜川 未流2
	左岸	流心	右岸	流心	流心	流心	流心									
採取箇所	R2.12.2			R2.12.2			R2.12.2			R2.12.2			R2.12.2	R2.12.2	R2.12.2	R2.12.2
年月日	R2.12.2			R2.12.2			R2.12.2			R2.12.2			R2.12.2	R2.12.2	R2.12.2	R2.12.2
個数密度 (個/m ³)	0.19	0.08	0.29	0.17	0.92	0.85	0.39	0.48	0.26	2.35	2.22	0.61	0.32	0.30	1.50	1.54
ろ水量(m ³)	5.1	12.4	17.0	17.9	4.4	2.4	18.1	26.9	30.3	0.9	4.5	8.1	15.5	30.0	4.0	1.9
採取量(個)	1	1	5	3	4	2	7	13	8	2	10	5	5	9	6	3
種類別個数(個)																
PE				2	1		1	7	3	1	2	2		2	1	1
PP			2				1	2			7	1				
EVAC															2	1
PS																
その他	1	1	3	1	3	2	5	4	5	1	1	2	5	7	3	1
長軸長さ別 個数(個)																
<1.0mm	1	1	3	1	2		2	8	7	1	2	4	5	7		1
1.0mm~			1	2	1	2	2	1	1		3	1		1	1	2
2.0mm~			1				1	2			4			1	3	
3.0mm~					1		1	1		1	1				1	
4.0mm~<5.0mm							1	1							1	
形態別個数(個)																
破片		1	3	1	2	1	3	4	6	2	7	4	4	6	1	2
フィルム	1		2		1		1	5			1				2	
繊維				2	1	1	3	3	2		2	1	1	2	3	1
中空球																
球								1						1		

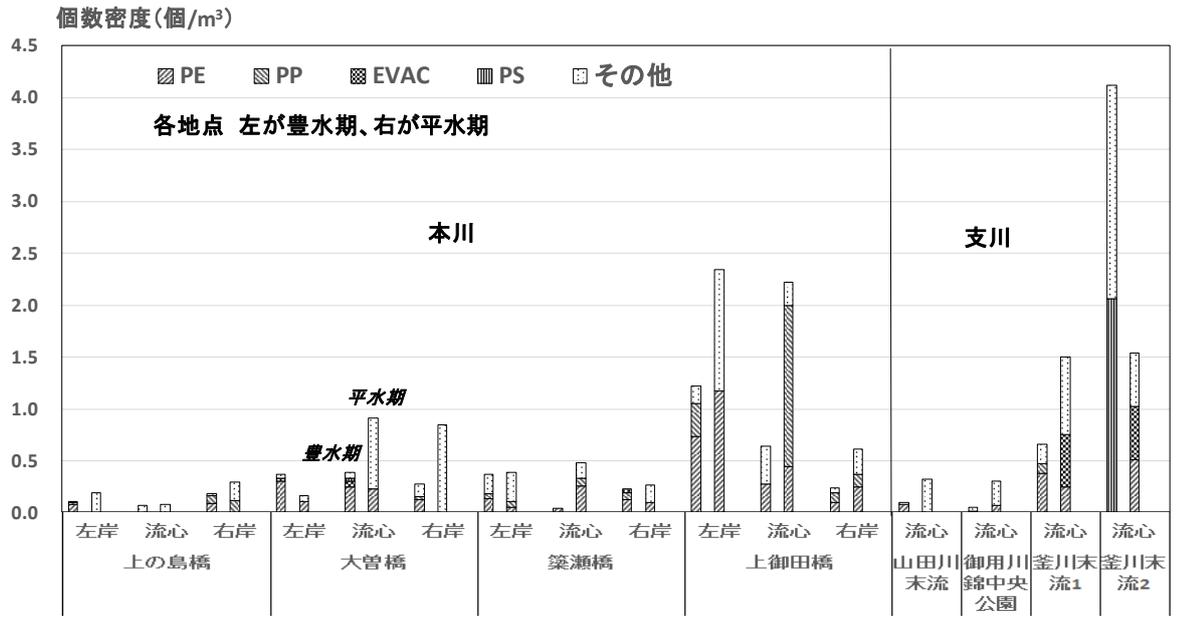


図3 水質試料中の廃プラスチック類の個数密度 (1m³当たり)

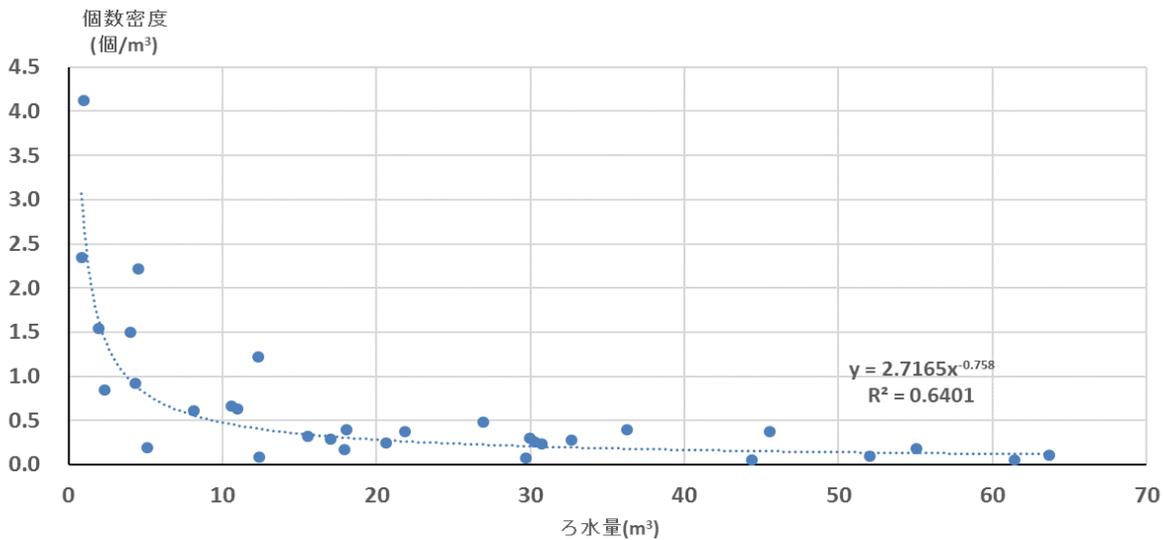


図4 採取時間10分間におけるろ水量と個数密度

表5 豊水期の水質データ

調査地点	廃プラスチック類 個数密度(個/m ³)	水質測定地点	類型	(mg/L)				
				BOD	SS	DO	T-N	T-P
上の島橋	0.07	上の島橋	A	1.4	2.3	9.1	-	-
大曾橋	0.39	大曾橋	A	1.4	1.9	9.2	1.4	0.012
築瀬橋*	0.05	鉄道橋	B	1.4	4.5	9.1	-	-
上御田橋*	0.63	孫八橋	B	2.4	2.9	8.3	6.2	0.49
山田川末流	0.10	山田川末流	A	1.1	1.4	9.2	1.3	0.004
錦中央公園	0.05	錦中央公園	C	1.9	15	8.4	1.4	0.069
釜川末流*	0.66**	つくし橋	C	1.3	3.6	9.2	2.0	0.014

*近傍の水質測定地点におけるデータを用いた。釜川末流について、つくし橋は繁華街より上流に位置するが、住宅街の影響は受けているため、対象とした。**繁華街の影響の小さい釜川末流1(二層構造の下層)と比較した。-: 測定値なし。

表6 平水期の水質データ

調査地点	廃プラスチック類 個数密度(個/m ³)	水質測定地点	類型	(mg/L)				
				BOD	SS	DO	T-N	T-P
上の島橋	0.08	上の島橋	A	1.4	3.2	10.2	-	-
大曾橋	0.92	大曾橋	A	1.5	3.1	10.6	1.8	0.026
築瀬橋*	0.48	鉄道橋	B	1.8	3.4	10.1	-	-
上御田橋*	2.22	孫八橋	B	4.7	4.3	9.2	5.7	0.35
山田川末流	0.32	山田川末流	A	1.0	1.3	10.6	1.5	0.008
錦中央公園	0.30	錦中央公園	C	3.0	8.1	9.4	1.7	0.12
釜川末流*	1.50**	つくし橋	C	1.0	3.1	10.1	1.7	0.007

*近傍の水質測定地点におけるデータを用いた。釜川末流について、つくし橋は繁華街より上流に位置するが、住宅街の影響は受けているため、対象とした。**繁華街の影響の小さい釜川末流1（二層構造の下層）と比較した。-：測定値なし。

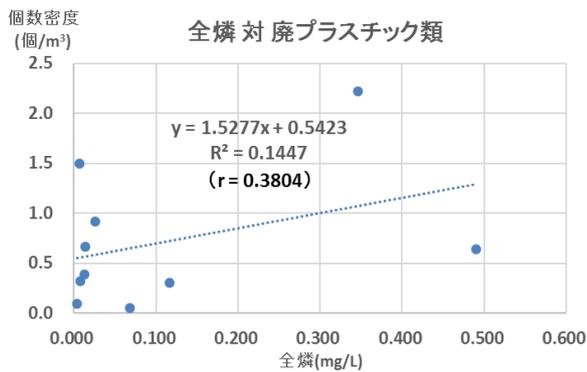
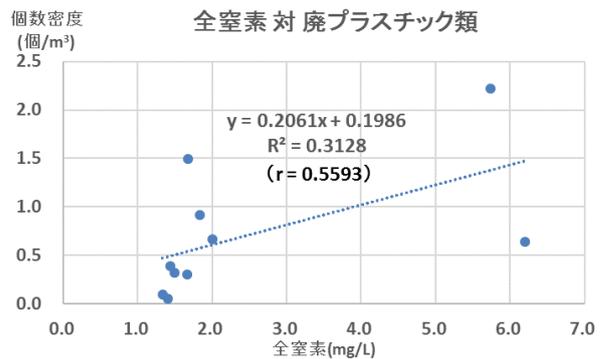
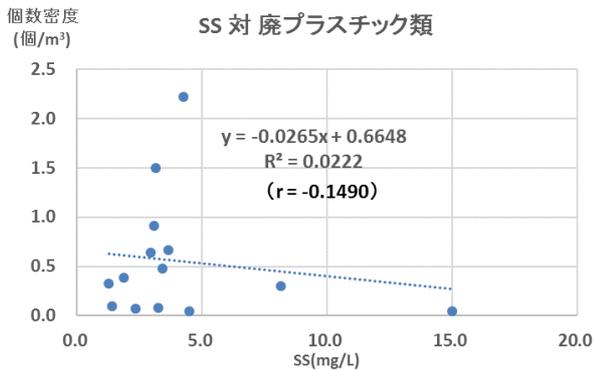
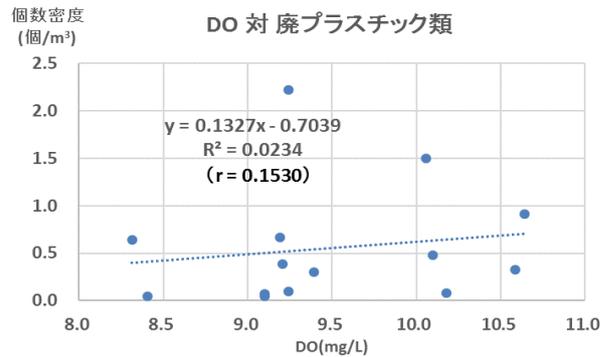
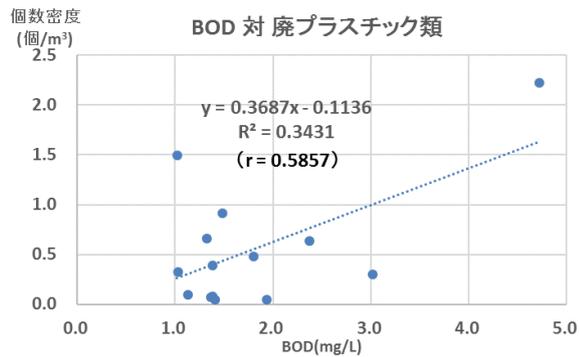


図5 各水質データと廃プラスチック類個数密度との相関

3.2.3 底質試料

底質試料中の廃プラスチック類の種類別・長軸長さ別・形態別個数を表7に示し、併せて個数密度も示した。また、廃プラスチック類の種類別個数密度を図6に示した。本川では、個数密度は下流ほど増加する傾向が見られた。廃プラスチック類の種類については、主にPE、PP、EVACが確認された。形態別個数について、中空球の廃プラスチック類のおおよそ9割はEVAC、それ以外はポリウレタンであった。参考として、神奈川県が実施した相模湾沿岸（海岸）の調査結果（個数密度）と比較した²⁴。神奈川県での調査では、最高1900（個/m²）、最低190（個/m²）の廃プラスチック類が確

認められたが、この結果より本調査結果はおおむね低かった。神奈川県で確認された廃プラスチック類のうち、PE、PP、EVACは今回確認されたが、PSは今回確認されなかった。また、底質試料中と水質試料中の廃プラスチック類の個数密度を比較したところ、強い正の相関が確認された(図7)。

底質試料からは、長軸長さ5mm以上の廃プラスチック類も多数確認された。廃プラスチック類(5mm以上)の種類別個数密度を図8に、種類別・形態別個数を表8に示した。5mm未満の廃プラスチック類と5mm以上の廃プラスチック類の個数密度を比較したところ、強い正の相関が確認された(図9)。形態別個数について、5mm未満のものと同様、破片、フィルム、繊維が確認されたが、中空球・球は確認されなかった。また、横川橋ではフィルムが7割以上と高い割合を占めていた。

表7 底質試料中の廃プラスチック類の種類別・長軸長さ別・形態別個数

調査地点		上の島橋	大曾橋	築瀬橋	横川橋	山田川末流
採取箇所		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸
年月日		R3.1.13	R3.1.13	R3.1.13	R3.1.13	R3.1.13
一部採取試料中の廃プラスチック類採取量(個)	a	21	10	11	46	9
一部採取試料(kg)	b	5.2	1.425	1.625	1.725	4.3
5点混合試料(kg)	c	5.2	2.1	7.3	8.5	17.8
5点混合試料中の廃プラスチック類(個)	a' = a × c / b	21	15	49	227	37
採取面積(m ²)	d = 0.16 × 5	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
個数密度(個/m ²)	a' / d	26	18	62	283	47
種類別個数(個)						
PE		11	1	5	12	1
PP		7		1	8	1
EVAC		2	3		16	3
PS						
その他		1	6	5	10	4
長軸長さ別個数(個)						
<1.0mm		10	2	4	2	1
1.0mm~		5	2	3	9	
2.0mm~		3	1	1	9	2
3.0mm~		2	2	1	14	5
4.0~<5.0mm		1	3	2	12	1
形態別個数(個)						
破片		5	5	7	24	1
フィルム		6		1	2	
繊維		5		2	4	2
中空球		2	5	1	16	6
球		3				

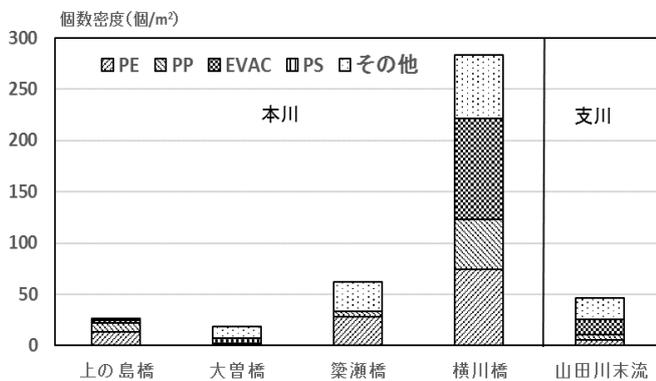


図6 底質試料中の廃プラスチック類(5mm未満)の個数密度(1m²当たり)

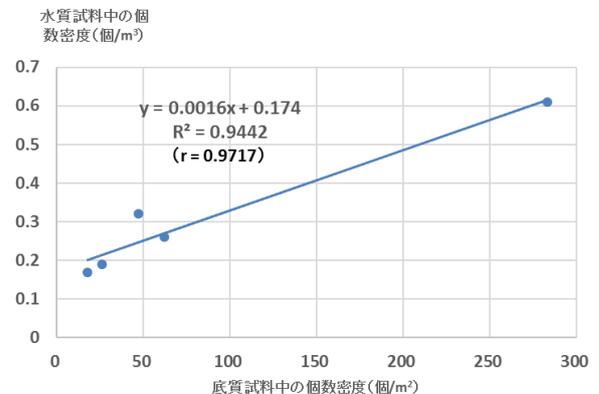


図7 底質試料中の個数密度対水質試料中の個数密度

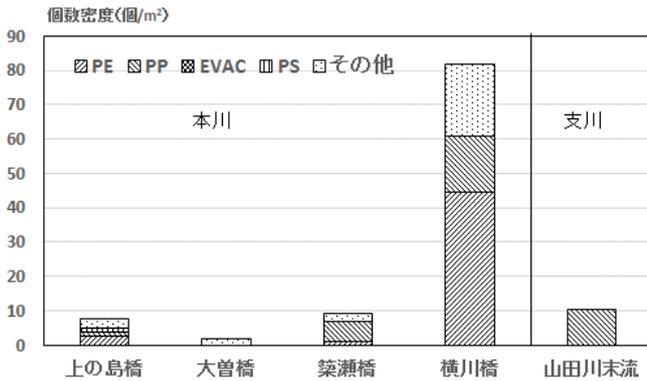


図 8 底質試料中の廃プラスチック類 (5mm 以上) の個数密度 (1m² 当たり)

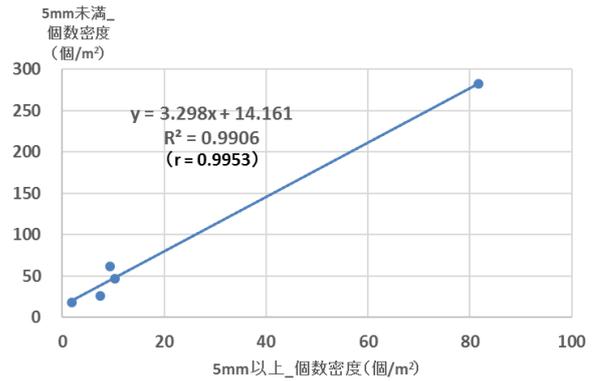


図 9 底質試料中の廃プラスチック類 5mm 以上の個数密度 対 5mm 未満の個数密度

表 8 底質試料中の廃プラスチック類 (5mm 以上) の種類別・形態別個数

調査地点		上の島橋	大曾橋	築瀬橋	横川橋	山田川末流
採取箇所		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸
年月日		R3. 1. 13				
5mm以上の廃プラスチック類採取量総数(個)	a=a ₁ +a ₂	6	1	4	30	2
5点混合試料中の廃プラスチック類採取量(個) ※一部採取前に採取	a ₁	6	0	3	21	0
一部採取試料中の廃プラスチック類(個)	a ₂	0	1	1	9	2
一部採取試料量(kg)	b	5.2	1.425	1.625	1.725	4.3
5点混合試料量(kg)	c	5.2	2.1	7.3	8.5	17.8
採取面積(m ²)	d=0.16×5	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
個数密度(個/m ²)	(a ₁ +a ₂ ×c/b)/d	7.5	1.8	9.4	82	10
種類別個数(個)						
PE		2		1	14	
PP		1		1	9	2
EVAC						
PS		1				
その他		2	1	2	7	
形態別個数(個)						
破片		1		2	7	
フィルム		1			19	
繊維		4	1	2	4	2
中空球						
球						

3.2.4 河川ごみ調査

河川ごみ調査の結果を図 10 に、ごみの容積を 20L ごみ袋に換算した結果と主なプラスチックごみ及び記載されていた賞味期限等を表 9 に示した。全地点でプラスチック類が大きい割合を占め、本川における河川ごみの容積は、底質試料の個数密度と同様、下流ほど増加する傾向が見られた。また、プラスチック及び発泡スチロールの項目別組成比を図 11 に示したが、いずれの地点でも、包装、食品容器、ペットボトル、硬質プラスチック破片が 6 割以上を占めていた。

食品や飲料の容器の賞味期限等を確認したところ、調査年月日と比較的近いものが多く、短期間で河川ごみが下流へ流出している可能性が示唆された。一方、底質調査の際、横川橋において、河川敷で発見された廃プラスチック類の中に、消費期限が「12 年 5 月 18 日」の包装が確認された。横川橋は、河川敷が草むらなどの植生に覆われており、特にフィルム状の廃プラスチック類は植生にトラップされやすいと考えられた。調査時点から 8 年半前の消費期限であることから、経路は不明であるが、その年月をかけて消費者からこの地点まで漂流してきたと考えられた。このことから、河川に供給された廃プラスチック類の一部は、河川敷の植生にトラップされ、増水時に下流へ流出するものとそのまま留め置かれるものがあり、トラップされたものが、太陽光や雨水、微生物などにより分解される可能性も示唆された。

表9 河川ごみ調査 (容積: 20Lゴミ袋換算)

		本川				支川	
		上の島橋	大曾橋	築瀬橋	上御田橋	山田川末流	錦中央公園
豊水期 R2.8.7	20Lゴミ袋(袋)	<1/10	1/6	1/6	1/2	<1/10	<1/10
	主なプラスチックごみ	包装	食品容器、包装	包装	PETボトル、食品容器、包装	食品容器、包装、PETボトル	プラスチック破片
	賞味期限等		21年3月、20.8.7		20.12、21.4、21.7	20.3.27	
平水期 R2.12.3	20Lゴミ袋(袋)	<1/10	1/8	1/8	1/2	<1/10	<1/10
	主なプラスチックごみ	食品容器、包装、PETボトル	食品容器、包装	食品容器、包装、PETボトル	PETボトル、食品容器、包装	食品容器、包装、PETボトル	食品容器、包装
	賞味期限等	21.4.21	21.5.7、21.4	20.11.28、21.2.18、20.11.20	20.12、21.4、21.7、20.1.15	21.4、21.7	

- ▣ プラスチック
- ▣ ゴム
- ▣ 金属
- ▣ 発泡スチロール
- ▣ ガラス・陶器
- ▣ 紙・ダンボール

- ▣ 包装
- ▣ 食器類
- ▣ ペットボトル
- ▣ ボトルのキャップ、ふた
- ▣ ウレタン
- ▣ その他
- ▣ 食品容器
- ▣ 硬質プラスチック破片
- ▣ 発泡スチロールの破片
- ▣ 発泡スチロール製包装材
- ▣ タバコの吸い殻

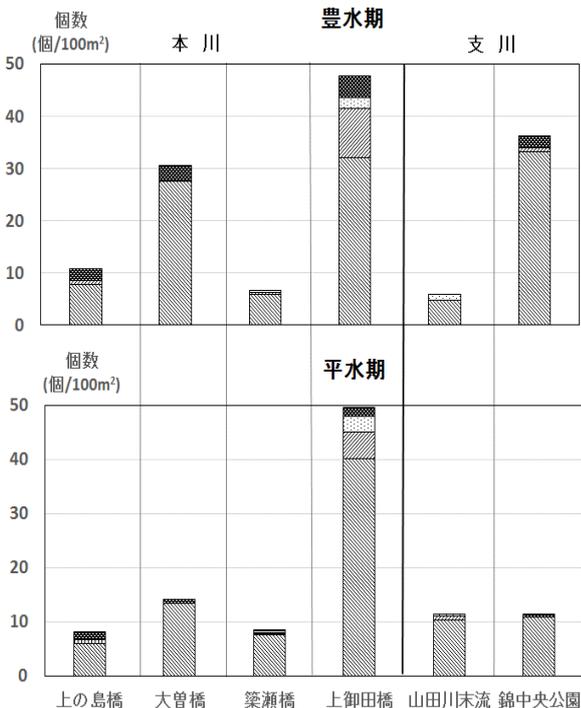


図10 河川ごみ調査 (100m²当たりの個数)

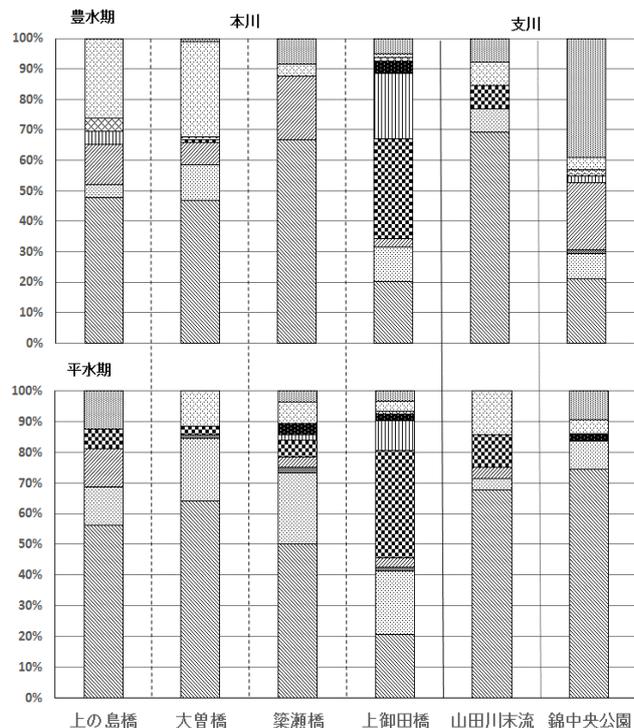


図11 プラスチック及び発泡スチロールの項目別組成比

4 まとめ

(1) 分離方法の検討

- ・ 比重分離法と浮遊分離法を比較検討したところ、どちらの方法も回収率は良好であったが、コスト面、操作性、効率面で優れた浮遊分離法を採用した。

(2) 水質試料

- ・ 本川の個数密度は、上の島橋（最上流）が最も低く、上御田橋（最下流）が最も高かった。
- ・ 支川の個数密度について、釜川が高かったが、流量・流速が低いことや、繁華街流下の影響が考えられた。
- ・ 廃プラスチック類の種類別個数は、PE と PP が大きい割合を占めていた。
- ・ 形態別個数について、豊水期と平水期いずれも、破片>>繊維>フィルム>中空球・球であった。中空球は豊水期のみ確認され、球は平水期のみ確認された。
- ・ 水質試料の個数密度と水質データとの比較では、BOD、T-N、T-P について、中程度の正の相関が確認された。人為的影響が大きい地点ほど、これらの濃度は高くなることから、廃プラスチック類の個数密度も高くなる傾向があると考えられた。

(3) 底質試料

- ・ 底質試料の個数密度は、本川では、下流ほど増加する傾向が見られた。
- ・ 廃プラスチック類の種類別個数は、PE、PP、EVAC が大きい割合を占めていた。
- ・ 底質試料と水質試料の個数密度の間に、強い正の相関が確認された。
- ・ 底質試料について、5mm未満と5mm以上の個数密度の間に、強い正の相関が確認された。

(4) 河川ごみ調査

- ・ 全地点でプラスチック類が大きい割合を占め、本川では下流ほど、ごみの容積が増加する傾向が見られた。
- ・ プラスチック及び発泡スチロールの項目別組成比について、いずれの地点でも、包装、食品容器、ペットボトル、硬質プラスチック破片が6割以上を占めていた。
- ・ 食品や飲料の容器の賞味期限等を確認したところ、調査年月日と比較的近いものが多く、短期間で河川ごみが下流へ流出している可能性が示唆された。一方、廃プラスチック類の一部は、河川敷の植生にトラップされ、増水時に下流へ流出するものとそのまま留め置かれるものがあり、トラップされたものが、太陽光や雨水、微生物などにより分解される可能性も示唆された。

今後、発生抑制対策を検討するため、廃プラスチック類の流入経路について調査するとともに、国勢調査結果等の人文・社会科学的データを用いた解析についても検討する。

5 謝辞

本調査に際して、機器分析に関する操作研修や解析などで御助言等いただくとともに、機器利用に格別の御配慮をいただいた栃木県産業技術センターに深謝いたします。

6 参考文献

- 1) 神野憲一他、県内の環境中に排出される廃プラスチック類に関する調査（第1報）、栃木県保健環境センター年報、25、86-92、2020。
- 2) 河川マイクロプラスチック調査ガイドライン（環境省水・大気環境局水環境課）、2021。
- 3) 一級河川 利根川水系 田川圏域河川整備計画（第3回変更）、栃木県県土整備部河川課、2014。
- 4) 平成28年度沿岸海域における漂流・漂着ごみ実態把握調査業務報告書（環境省）、2016。
- 5) 池貝隆宏他、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、全国環境研究会誌、42（4）、54-59、2017。
- 6) 檀原徹他、無毒な重液SPT（ポリタングステン酸ナトリウム）とその利用、地質ニュース、455、31-36、1992。
- 7) 辻本一志他、骨材に含まれる密度1.95g/cm³の液体に浮く粒子の代替試験方法に関する検討、コンクリート工学年次論文集、36（1）、88-92、2014。
- 8) 下飯坂潤三他、廃プラスチック類の浮遊分離について、日本鉱業会誌、92、675-679、1976。
- 9) 小池静司、産業廃棄物の有効利用に関する研究（第2報）、栃木県県南工業指導所研究報告、7、31-35、1993。
- 10) 芝田隼次他、浮遊選別法によるプラスチックの分離、資材と素材、112、177-184、1996。
- 11) 奥田哲士、PVCの選択的な表面改質の促進とプラスチックリサイクルへの応用、科学研究費補助金研究成果報告書、2010。
- 12) 平出正孝他、有機試薬沈殿の浮選、分析化学、26、655-658、1977。
- 13) 水池敦、無機超微量成分分析のための予備濃縮、分析化学、36、635-646、1987。
- 14) 水池敦他、泡で微量元素を分離する、ぶんせき、688-691、1983。
- 15) 地方公共団体向け漂着ごみ組成調査ガイドライン（環境省）、2019。
- 16) 河川ごみ調査マニュアル（国土交通省）、2012。
- 17) 埼玉県環境部水環境課、埼玉県河川水中マイクロプラスチック調査結果（令和2年6月・10月）、(<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0505/kaiyoupurasuchikku/kasenmicroplastic.html>)、2021。
- 18) 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>、2019。
- 19) さいたま市環境局環境共生部環境対策課、「さいたま市内の河川におけるマイクロプラスチック調査研究」に係る報告について（令和2年9月）(<https://www.city.saitama.jp/001/009/014/p070984.html>)、2021。
- 20) 栃木県水質年表（平成29年版）、栃木県環境森林部環境保全課、2017。
- 21) 栃木県水質年表（平成30年版）、栃木県環境森林部環境保全課、2018。
- 22) 栃木県水質年表（令和元年版）、栃木県環境森林部環境保全課、2019。
- 23) 東京理科大学・愛媛大学、全国の河川における深刻なマイクロプラスチック汚染の実態を解明、2018。
- 24) 池貝隆宏他、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。