

国内外の河川/港湾における マイクロプラスチック等の浮遊状況調査

1. 概要

株式会社/一般社団法人ピリカはプラスチックの海洋流出問題の実態解明を目指すプロジェクト「アルバトロス」の一環として、2018年5月から9月にかけて、関東地方・関西地方・および米国ニューヨーク州の河川や港湾、計38箇所ではマイクロプラスチック等の浮遊状況調査を実施した。本報告では、各調査箇所から検出されたマイクロプラスチック等の種類・成分について河川・港湾ごとにまとめている。

詳細の結果についてはオープンデータとしてウェブサイト上に公開した。
<https://opendata.plastic.research.pirika.org/>

今後の展望としては、省庁/自治体/研究機関/企業/財団等との連携を呼びかけつつ、プロジェクト規模を拡大し、分析を進めることで「流出経路」や「利用用途」を絞り込み、問題の根本解決に向けた調査研究や取り組みを進めていくことを目指す。

2. プロジェクトの背景と目的

プラスチックの海洋流出は今や全世界的な問題となりつつあり、地域によっては海を漂うプラスチックの約7割は陸由来¹と言われている。プラスチックの中には有害な化学物質²を含有しているものもあり、人体への影響はまだ研究段階のため明らかになってはいないものの、生物への影響が懸念されている。また世界的なプラスチック消費量は増加傾向にあり、今後も流出量は増加し続けると考えられる。

このような問題を解決するためにはプラスチックの流出を止めることが必要不可欠だが、そのために、

流出経路：プラスチックはどこから流出しているか

用途：流出しているプラスチックの用途(製品や使用目的)

の二つの観点から問題を絞り込み、対策の検討に活用することを、本プロジェクト「アルバトロス」の目的としている。

¹ 藤枝繁(2010)瀬戸内海に流入する13河川における散乱ごみの分布特徴, 沿岸域学会誌, Vol.23, No.1, pp.35-46

² プラスチックに元々含まれている添加剤に加え、環境中(海水)に含まれている様々な有害物質(POPs)を吸着することで、プラスチック中の有害物質の濃度が海水中の数千倍~百万倍に濃縮される現象が確認されている。



図1: 海に浮遊するプラスチックごみ

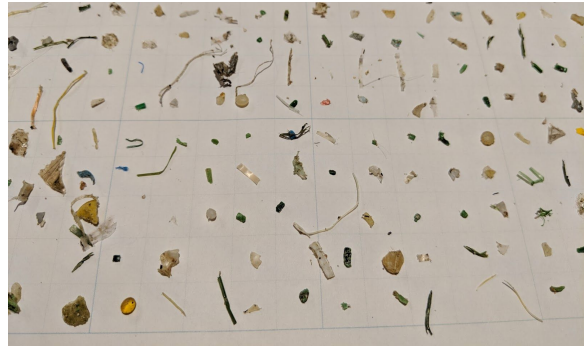


図2: 本調査で採取したプラスチック片

3. 調査手法

河川/港湾には大小様々なプラスチックが浮遊している。しかし、大きなプラスチックは相対的に数が少ないため、限られた時間やコストの中では十分なデータ量を確保できない懸念があった。

そこで、本調査では浮遊している数が多いと考えられるマイクロプラスチック(1mm以下とするものから10mm以下とするものまで様々な定義がある)と、それに準ずる小さなプラスチックに絞って調査を行うことで、短時間かつ低コストで目的達成に十分なデータを得ることを目指した。

河川/港湾に浮遊するプラスチックの調査は様々な手法が模索されている段階で、統一/規格化された手法は当社が知る限りまだ存在しない。そのため、本調査では東京理科大学 二瓶教授(環境水理学,河川工学,数値流体力学),片岡助教(海岸工学,水工学)らのアドバイスや,NOAA(アメリカ海洋大気庁)が公開している調査手順書³を参考に,目的,安全性,コスト,簡便さ等を考慮し手法を決定した。

以下に,プロセスに沿って調査手法を説明する。

3.1. 調査地点の選定

本調査ではマイクロプラスチック等の浮遊状況や傾向を理解するために,以下のテーマを設定し,調査地点を選定した。

- ・ 対象とするエリア
日本国内(関東,関西)
海外の都市部(米国ニューヨーク市)

- ・ 対象とする環境
これまでの知見が少ない河川・港湾を対象とした

³ Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment
https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/noaa_microplastics_methods_manual.pdf

・比較項目

以下の比較項目を検証するのに適した地点を選定した

- 河川の上流・下流
- 河川の本流・支流
- 下水処理場の上流・下流
- 港湾の岸寄りの地点・岸から離れた地点

また,上記の条件を満たした上で,以下の要素についても考慮した.

- 法令遵守(私有地や立入禁止エリアでなく適法に調査が実施できる)
- 調査のしやすさ(橋や岸から装置を吊り下げられる)
- アクセスの容易さ(駅や駐車場に近い)

以下に,実際に各地域において調査を実施した箇所を記載する.

表1: 調査地点一覧(関東)

河川・港湾名	場所	緯度	経度
荒川	河口付近	35.648133	139.840997
中川	上平井橋付近	35.724367	139.843483
中川	新小岩公園付近	35.714929	139.851946
中川	荒川合流地点付近	35.660999	139.850663
綾瀬川	西袋橋	35.81556	139.823105
綾瀬川	浮花橋	35.795362	139.823346
綾瀬川	東四つ木避難橋	35.7276	139.837302
隅田川	新神谷橋付近	35.769614	139.737441
隅田川	尾竹橋付近	35.7526	139.787135
隅田川	汐入公園付近	35.738457	139.813888
目黒川	河口付近	35.618373	139.749326
多摩川	多摩水道橋	35.62483	139.568637
多摩川	丸子橋	35.585001	139.668437
多摩川	大師橋	35.544409	139.741585
矢上川	矢上橋付近	35.55155	139.657441
矢上川	矢上川橋	35.541715	139.654302
鶴見川	末吉橋	35.533876	139.666763

東京湾	水の広場公園	35.629757	139.791895
東京湾	多摩川河口付近	35.521949	139.796111
東京湾	京浜運河付近	35.506549	139.781897
東京湾	風の塔付近	35.490184	139.83197
京浜運河	ちどり公園南(北)	35.510298	139.762534
京浜運河	ちどり公園南(中間)	35.508329	139.762809
京浜運河	ちどり公園南(南)	35.506355	139.763056
京浜運河	川崎/横浜市境	35.488524	139.713573
千鳥運河	川崎市船客待合所前	35.52144	139.751648



図3: 調査地点一覧(関東)

表2: 調査地点一覧(関西)

河川・港湾名	場所	緯度	経度
神崎川	江口橋	34.756982	135.551181
神崎川	新三国橋	34.737316	135.480851
神崎川	佃ふれあい公園	34.713042	135.44874
大川	桜宮橋付近	34.697941	135.523117
大川	南天満公園	34.691515	135.516459

大川	玉江橋付近	34.693231	135.488859
道頓堀川	大手橋付近	34.686791	135.509643
道頓堀川	上大和橋	34.669265	135.510612
道頓堀川	汐見橋	34.670141	135.486789



図4: 調査地点一覧(関西)

表3: 調査地点一覧(米国ニューヨーク市)

河川・港湾名	場所	緯度	経度
East River	East River Park	40.720019	-73.973129
Hudson River	Riverside Park	40.779874	-73.989619
Upper Bay	Louis Valentino, Jr. Park	40.678424	-74.0191972



図5: 調査地点一覧(米国ニューヨーク市)

調査マップ: https://opendata.plastic.research.pirika.org/#_2

詳細データ:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1MHTxrxrbLR_q1kixyH71-1IY_PqtUPEt_ZRJ-h0jMs/edit?usp=sharing

3.2. 固形物採取

本調査では、河川/港湾の水面付近の固形物を岸、橋、船から採取する必要があり、そのために下記の要件を満たす必要があった。

- 十分な量のプラスチックらしき固形物を採取できる
- 採取範囲(水中の場合は体積,砂浜の場合は面積)が計測できる
- 様々な場所で調査ができる

本調査では、バッテリー駆動のスクリューで水面付近の水をネットに流し込む方式を採用し、必要機能を満たす専用の採取装置(名称: アルバトロス5号機)を開発した。装置を用いて各調査地点の水をろ過し、固形物を採取した。

アルバトロス5号機 性能

- ネットの網目は0.3mm
- 3分間で5~10m³の水をろ過し、固形物を採取
- バッテリー駆動

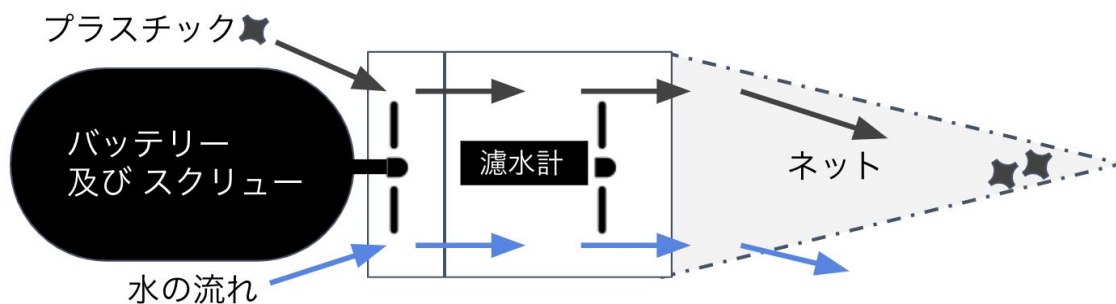


図6: 採取装置(アルバトロス5号機)構造図



図7: 採取装置(アルバトロス5号機)による固形物採取の様子

3.3. 固形物抽出

このプロセスでは、採取した固形物の中から分析対象(プラスチックらしき物質)を取り出す。本調査では、比重差による選別と目視による選別の組み合わせを採用した。

具体的なプロセスとしては、まず塩化ナトリウム溶液を用いて固形物を沈降分離し、目視での判断をしやすい状態に、プラスチックの可能性があると判断された固形物をピンセットで抽出した。

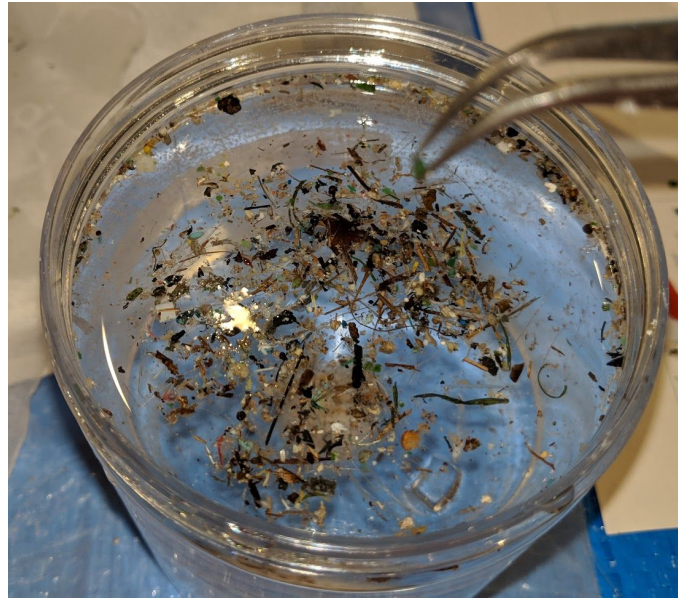


図8: 沈降分離・抽出作業イメージ

3.4. 抽出物分析

このプロセスでは、抽出した固形物を分析し、成分を特定する。本調査では、FT-IR(フーリエ変換赤外分光光度計)を用いた成分分析や、顕微鏡を用いた外観の撮影及び大きさの測定による分析をおこなった。

また、FT-IRを用いて読み取った固形物のスペクトルから成分を同定するプロセスは、東京工業大学 福原准教授(分析化学)のアドバイスを受けて実施し、品質を担保した。

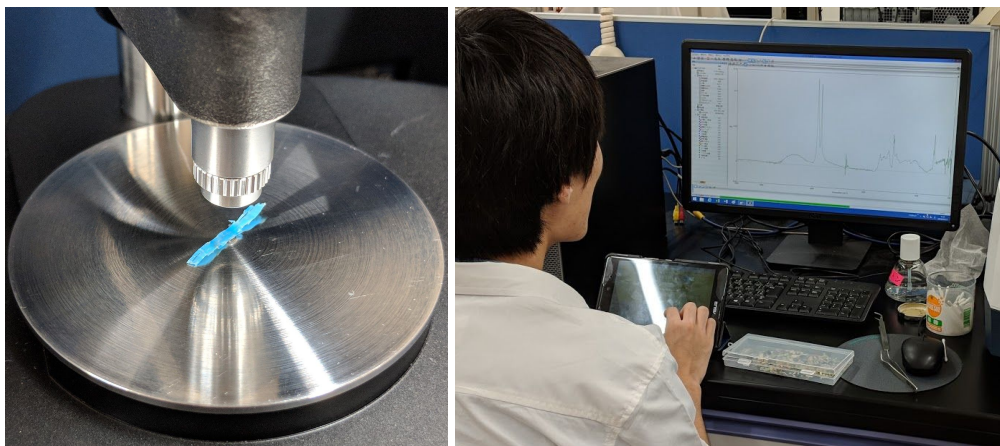


図9,10: FT-IRを用いた成分分析の様子

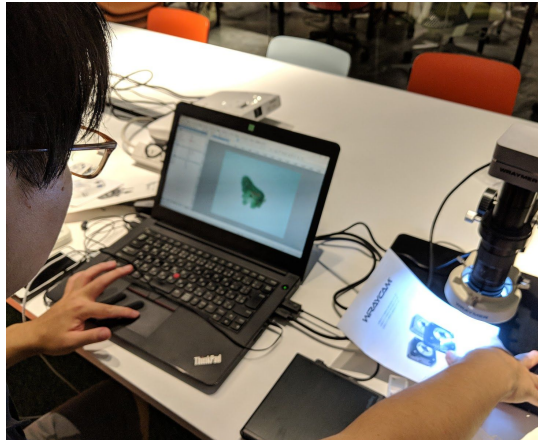


図11: マイクロスコープを用いた外観撮影やサイズ測定

4. 調査結果

本章では前章で説明した条件や設備でおこなった調査の結果およびそこから導かれる洞察について述べる。

4.1 成分別個数(全体)

調査した38地点から採取/抽出された固形物のうち1,070個を分析した⁴。

これらのうち、プラスチックとして同定できたものは86.4%で、主な成分は

- ・PE(ポリエチレン)
- ・PP(ポリプロピレン)
- ・PA(ポリアミド)

であった。

詳細データ:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VLyFB-yE1dwpcOZ50nEyJiuc5gRwgG70SOndFaqWz0/edit?usp=sharing>

⁴ 基本的には抽出された固形物すべてを分析したが、東京湾(水の広場公園)における1回の調査で3,500粒以上の固形物が抽出され、全てを分析することは非現実的だったため、大きさごとにランダムに選択した約200粒を分析した。

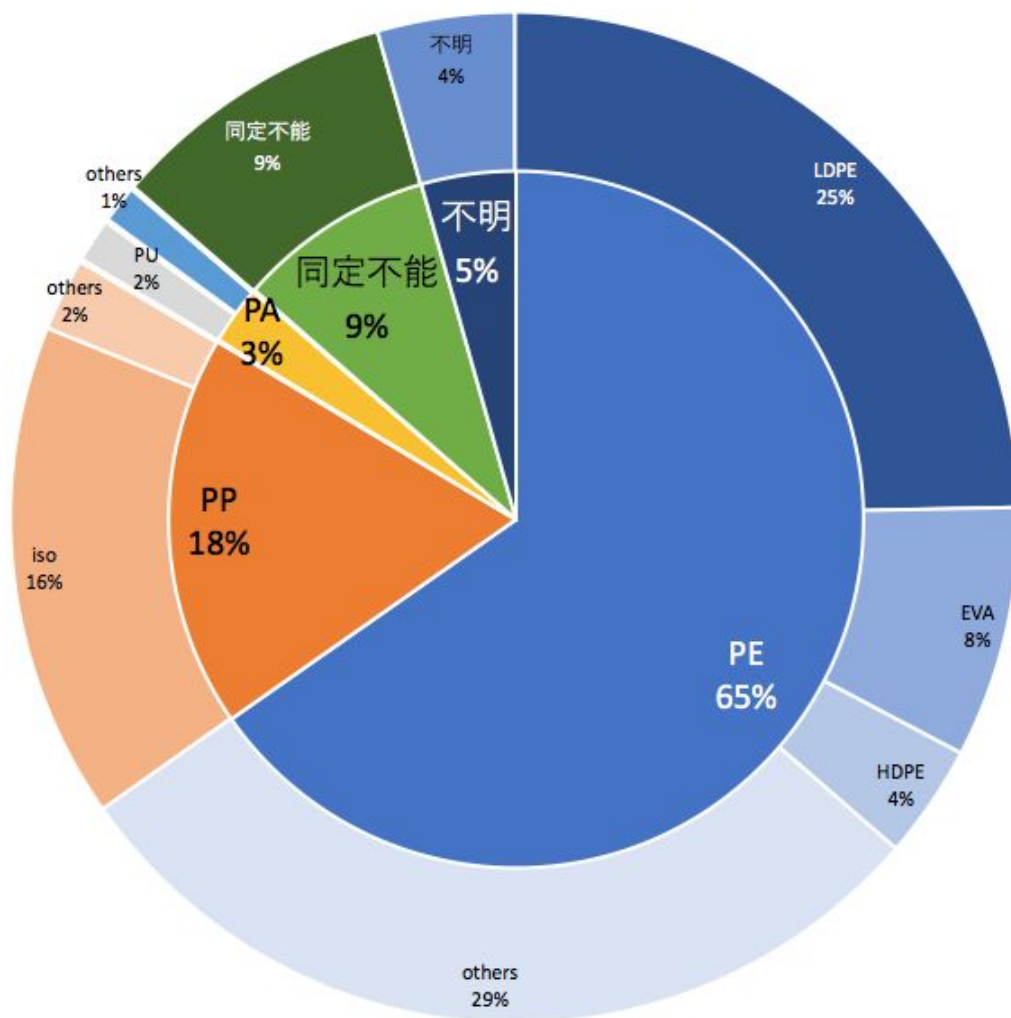


図12: プラスチックの成分別個数割合(全体)

今回,採取された固形物の大半が,ポリエチレン系及びポリプロピレン系⁵の比重が1.0以下のプラスチックだった. 本調査では,水面付近で固形物を採取をしたため,河川/港湾中に存在するプラスチックのうち,主に水より比重の小さなプラスチックが採取されたと考えられる.

4.2 採水量あたりの成分別個数(地点ごと)

調査した38地点における採水量あたりのプラスチック片の個数を下記の表にまとめた.

⁵ プラスチック工業連盟が公開している2018年プラスチック原材料販売実績(確報値)によると,ポリエチレンとポリプロピレンの販売トン数はプラスチック全体の48%を占める.

表4 採水量あたりの成分別個数(個数/m³)

水系	河川/港湾名	場所	PE	PP	PE or PP	PA	アクリル樹脂	合計
利根川	中川	上平井橋付近	0.34	0.24	0.00	0.05	0.00	0.62
		新小岩公園付近	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.11
		荒川合流地点付近	1.47	0.13	0.00	0.06	0.00	1.66
	綾瀬川	西袋橋	8.26	0.78	0.00	0.06	0.00	9.10
		浮花橋	0.49	0.18	0.00	0.00	0.00	0.67
		東四つ木避難橋	0.61	0.10	0.00	0.05	0.00	0.76
荒川	荒川	河口付近	2.88	1.59	0.00	0.00	0.00	4.48
	隅田川	新神谷橋付近	0.59	0.15	0.00	0.00	0.00	0.74
		尾竹橋付近	0.33	0.22	0.00	0.00	0.00	0.55
		汐入公園付近	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66
目黒川	目黒川	河口付近	0.76	0.44	0.00	0.00	0.00	1.20
多摩川	多摩川	多摩水道橋	0.34	0.17	0.00	0.00	0.00	0.51
		丸子橋	0.52	0.26	0.00	0.00	0.00	0.77
		大師橋	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.14
鶴見川	矢上川	矢上橋付近	0.42	0.32	0.00	0.00	0.00	0.74
		矢上川橋	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	鶴見川	末吉橋	0.43	0.17	0.00	0.00	0.00	0.60
東京湾	東京湾	水の広場公園 ※	11.52	5.62	0.00	0.36	0.09	17.60
		多摩川河口付近	0.60	0.07	0.00	0.00	0.00	0.66
		京浜運河付近	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.20
		風の塔付近	0.34	0.23	0.00	0.00	0.00	0.57
	京浜運河	ちどり公園南(北)	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.32
		ちどり公園南(中間)	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10
		ちどり公園南(南)	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00	0.39
		川崎/横浜市境	0.77	0.68	0.00	0.17	0.00	1.62

	千鳥運河	川崎市船客待合所前	2.41	1.30	0.00	0.00	0.00	3.71
淀川	神崎川	江口橋	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
		新三国橋	0.53	0.26	0.09	1.32	0.00	2.20
		佃ふれあい公園	0.20	0.07	0.00	0.00	0.00	0.27
	大川	桜宮橋付近	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63
		南天満公園	1.07	0.87	0.00	0.00	0.00	1.94
		玉江橋付近	18.69	1.14	0.00	0.00	0.00	19.83
	道頓堀川	大手橋付近	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41
		上大和橋	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07
		汐見橋	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
ニュー ヨーク 市	East River	East River Park	1.03	0.26	0.00	0.00	0.00	1.29
	Hudson River	Riverside Park	0.16	0.08	0.00	0.00	0.00	0.24
	Upper Bay	Louis Valentino, Jr. Park and Pier	0.32	0.13	0.00	0.00	0.00	0.45

詳細データ:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1MHTxrxrbLR_q1kixyH71-1IY_PqtUPEt_ZRJ-h0jMs/edit?usp=sharing

※東京湾(水の広場公園)では,1回の調査で3,500粒以上の固形物が抽出され,全てを分析することは非現実的だったため,大きさごとにランダムに選択した約200粒を分析した.そのため,抽出した全ての固形物を分析していた場合,値が大きくなっていた可能性が高い.

地点ごとの調査結果から下記のことが言えた

- 調査した38地点中,37地点からプラスチック片が見つかった
- 河川の上流域からもプラスチック片が見つかり,綾瀬川(西袋橋)のように流域の河口付近よりも多くのプラスチックが見つかった地点もあった
- 地点ごとに容積あたりのプラスチック片の数や成分割合が異なっていた

4.3 発見されたプラスチックの分類

本調査で採取/抽出されたプラスチックの中には,色や物性,成分などが共通しているものが見つかった.特に多く見つかったプラスチックの分類について,下記に例を示した.

分類A:

- 全体の23%
- 緑色
- 平べったい棒状で固いものが多いが,まれに細く柔らかいものもある
- PEまたはPPのものが多い
- 38箇所中19箇所で発見されるなど,比較的多くの調査地点で採取された
- 港湾や河口付近でより多く見つかる傾向があった
- 分類Aのプラスチックが特に多く見つかった大川(玉江橋付近)で,成分/色/物性が一致する人工芝の塊が採取/抽出された
- 市販の人工芝PE(EVA)と採取した分類Aのスペクトルのピークが一致した

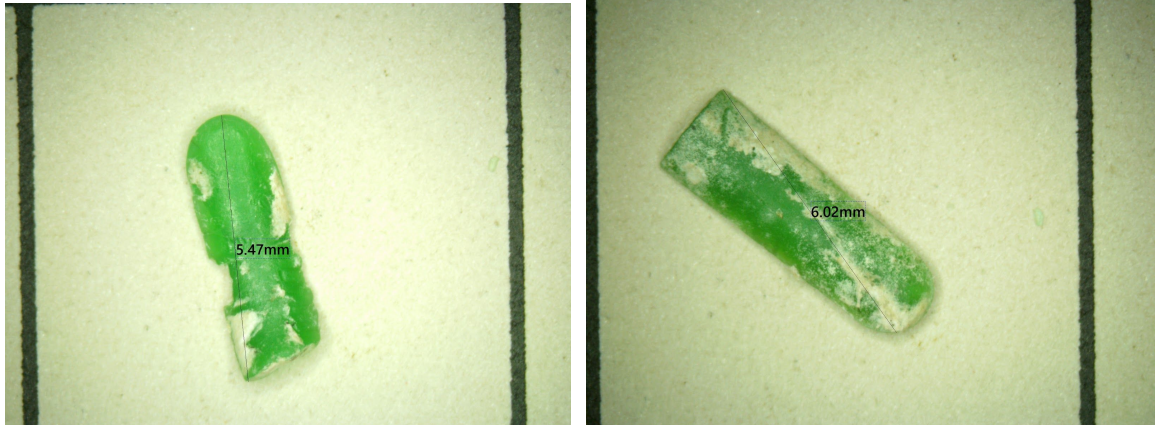


図13,14: 分類Aに区分されたプラスチック

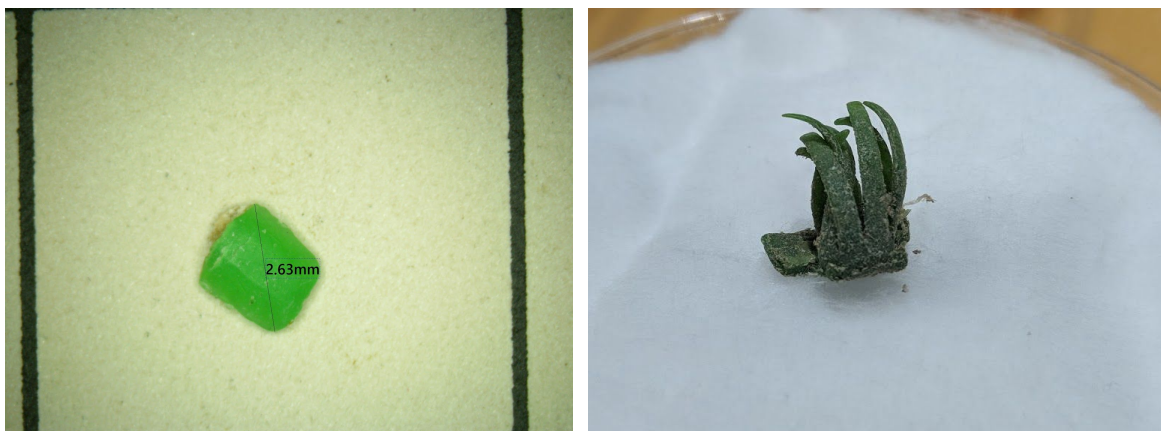


図15: 分類Aに区分されたプラスチック

図16: 大川(玉江橋付近)で採取/抽出された人工芝

分類B:

- 全体の16%
- 白色半透明(汚れが付着している場合が多い)
- 粘着性がある
- 綾瀬川(西袋橋)や大川(桜宮橋付近)など,河川の中上流で特に多く見つかった
- 製品や用途の特定には至らなかった

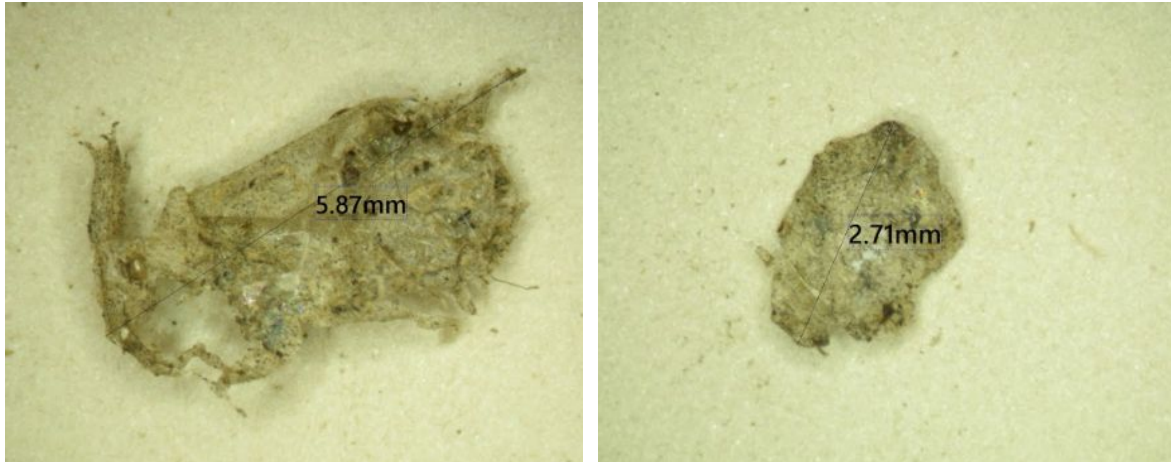


図17,18: 分類Bに区分されたプラスチック

分類C:

- 全体の5.3%
- フィルム状で非常に薄く,柔らかい
- 透明なものが多いが,一部色のついたものも
- 元の形状をとどめたまま浮遊しているものあり,多くは包装用のフィルムだったと推定される

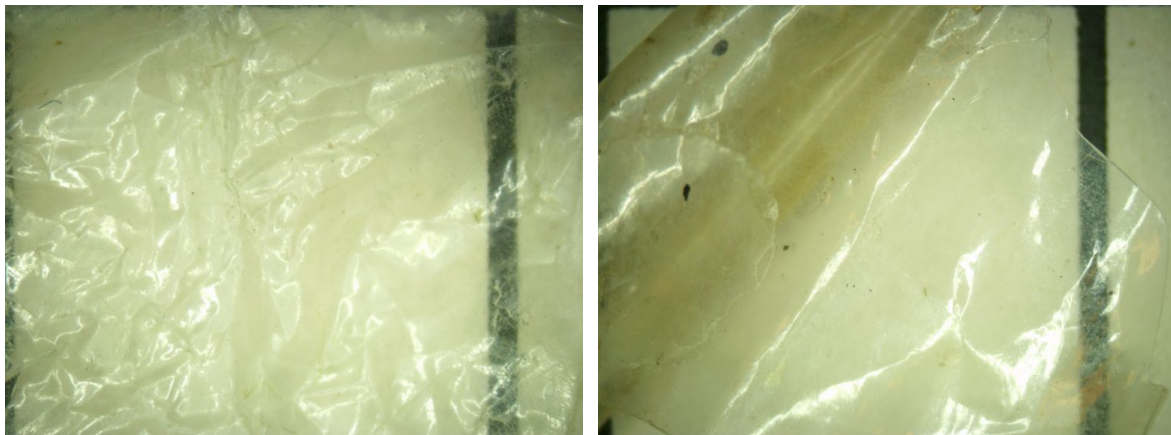


図19,20: 分類Cに区分されたプラスチック

分類D:

- 全体の3.6%
- 繊維状
- 太さや色は様々
- 製品や用途の特定には至らなかった

なお、図21,22共に中央部が平たくなっているのはFT-IRの分析過程でサンプルが押しつぶされるためで元々の形状ではない

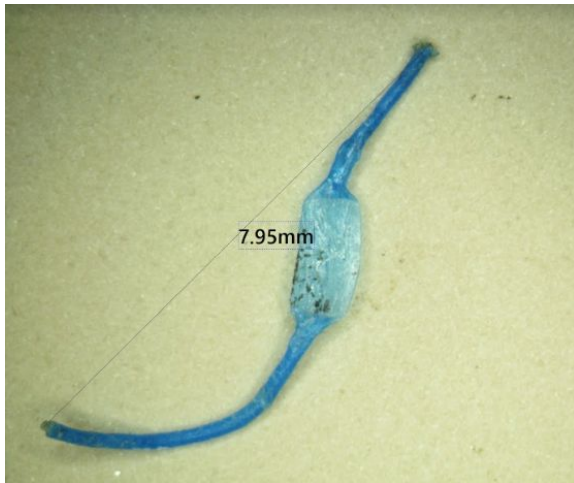


図21,22: 分類Dに区分されたプラスチック

分類E:

- 全体の2.7%
- 青色
- 平べったく細長いものが多い
- 製品や用途の特定には至らなかった

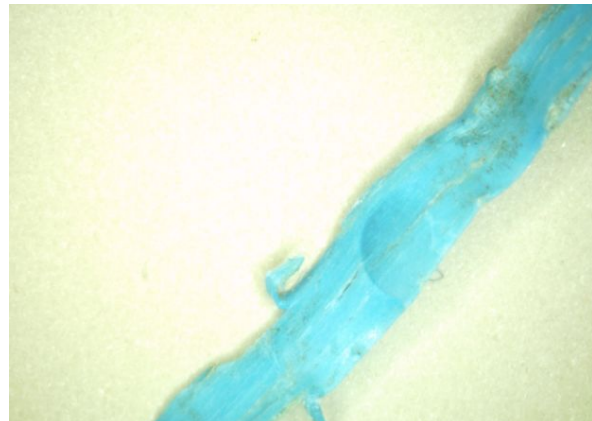
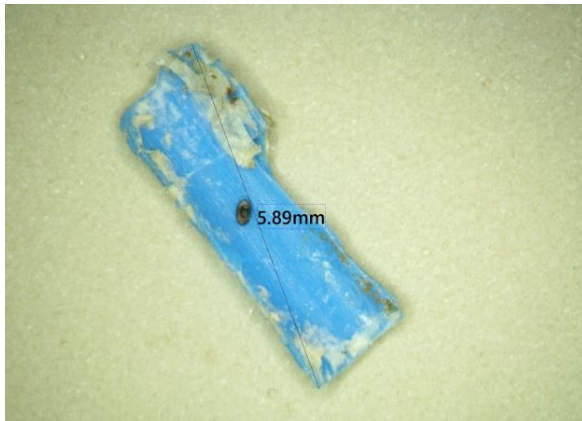


図23,24: 分類Eに区分されたプラスチック

分類F:

- 全体の1.7%
- 乳白色のものが多い
- 球形で,中に空洞があり,強く押すと破裂する
- PA: ポリアミド(PU: ポリウレタン)のものが多かった
- 殆どが神崎川(新三国橋)で見つかった
- 市販の農業用肥料カプセルと採取した分類Fのスペクトルのピークが一致した

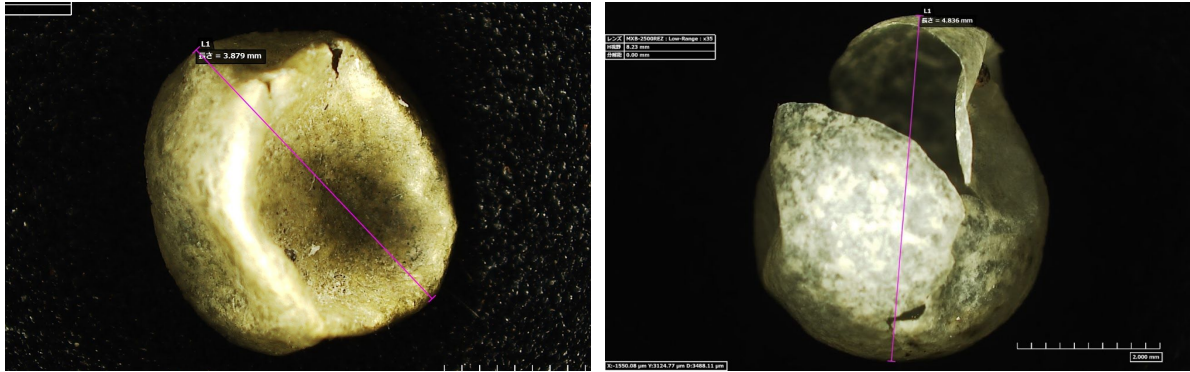


図25,26: 分類Fに区分されたプラスチック

分類G:

- 全体の0.8%
- 乳白色のものが多い
- 少し厚みのある円盤形
- 固く,中身は詰まっている
- プラスチック製品の原料として使われるレジンペレットに特徴が酷似していた

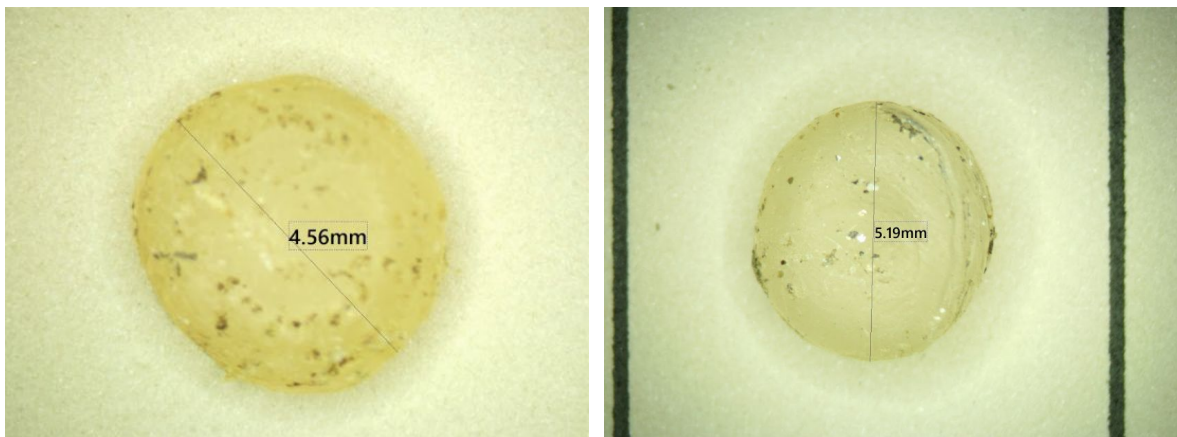


図27,28: 分類Gに区分されたプラスチック

5. 検討課題・展望

本調査を通じて、河川/港湾等におけるマイクロプラスチック等の浮遊状況を流出経路や用途の観点から明らかにしていくことで、問題解決に有用な知見が得られることが分かった。今後は下記の3ステップを経て、プラスチックの海洋流出問題の実態解明と解決に取り組む。

5.1 調査手法の改善

今回採用した調査手法は下記の点で改善の余地があり、調査プロセスの見直しや改善に取り組んでいく必要がある。

- 各調査地点ごとに1回ずつしか調査を行っていないため、季節的な要因や誤差の影響を大きく受け、地域ごとのプラスチック浮遊状況を正確に捉えることができていない可能性がある
- FT-IRによるスペクトルの計測と成分の同定など、大きなコストや労力が必要なプロセスが一部残っており、調査規模や頻度を拡大しづらい
- 固形物の抽出作業における目視による選別など、調査に取り組むスタッフの能力次第で結果に影響が出る懸念がある

5.2 調査の拡大

省庁/自治体/研究機関/企業/財団等との連携を呼びかけつつ、調査エリア、頻度、調査対象(水面付近だけでなく、川や海の底に沈んでいるプラスチックについても調査が必要)を拡大することで、問題解決に必要なデータや知見を得る。

5.3 対策の検討と実行

データを用いて、問題を絞り込み、問題ごとに個別具体的な解決策を打ち出し、低コストで問題を解決する。

6. 謝辞

本プロジェクトでは日本財団様をはじめ、様々な団体/企業/自治体/研究機関/メディア/個人の方にご協力いただきました。様々なご支援、本当にありがとうございました。

特別協力：



協賛：加藤商事 / 日新印刷 / 街クリーン / 浜田 / 加山興業 / 丸越 / オーアンドケー

協力：東京都環境局 / 川崎市議会 小田りえ子議員 / Cafeteria Culture / モリソン・フォースター外国法事務弁護士事務所 伊藤 見富法律事務所(外国法共同事業事務所) / ミヨシ / 共和ゴム / SVP東京

アドバイザー：東京理科大学 二瓶教授, 片岡助教 / 東京工業大学 福原准教授

7. 株式会社/一般社団法人ピリカについて

株式会社/一般社団法人ピリカは2011年に京都大学の研究室で誕生した。ごみ拾いSNS「ピリカ」、ポイ捨て調査システム「タカノメ」、浮遊ごみ調査プロジェクト「アルバトロス」等を通じてポイ捨てごみ問題を始めとする様々な環境問題の克服に取り組んでいる。

■主要取引先

福井県 / 岡山県 / 富山県 / 和歌山県 / 横浜市 / 泉大津市 / 目黒区 / 港区 / 日本財団 / 清水建設 / 日本たばこ産業 / トヨタ自動車 / 日本水産 他多数

■受賞実績

掃除大賞2018 環境大臣賞 / 慶応 自治体アプリコンテスト 大賞 / Eco Summit Berlin Eco Summit Award 2013 金賞 / eco japan cup 2012 審査員特別賞 他多数