マイクロプラスチックの経路を探る～水中のマイクロプラスチックの実態～

兵庫県立尼崎小田高等学校　課題研究化学班

1．　目的

これまで人間生活であらゆる場面を支えて有益であったプラスチックは、使いやすさの反面、処理をされず環境に流れ出たものも多い。その最終的に行き着く場所は海である。近年、海洋プラスチックゴミ問題が注目され、国際的な地球規模の問題となってきている。

本校のこれまでの研究より緑色のマイクロプラスチック（MP）が海や川に最も多く、その経路を探ってきた。海岸だけではなく、河原や側溝でも緑色のMPがあることが確認されたことから、すでに陸上でMPサイズになった人工芝や玄関マットなどが川に流れていると推測された。MP が水に流れて移動していることを確認し、その実態から移動経路の特定や回収方法を見いだすことを目的とした。

2．　仮説

この研究について、以下の仮説を立てた。①MPが水に流れて移動しているのなら、海水や河川水の中にも存在する。②すでにMPになったものが川から海へと流れている。③海岸と同様に、水中のMPも、緑色の割合が大きい。④各地点の特徴の違いを探ることが移動経路や回収方法を見つけることにつながる。

3．　方法

（1）調査地点

図1．　調査地点

図１の調査地点でMPを海岸や水中において採集し、回収したMPを素材や色別に集計を行った。

海岸に打ち上げられたMP の状況を知るために甲子園浜(1)、水中に存在するMP を確認するため、甲子園浜(1)、大阪湾に流れる武庫川の河口付近(2)、他の河川との関わりがほとんどない閉鎖的な汽水域として尼崎運河(3)、川から流れてきている確認のため追加調査として武庫川の堰の上流(4)の４地点で調査した。調査日は、(1) (2) (3)は2022年８月30日、(2) (4)は2023年１月14日である。

（2）調査方法と分析

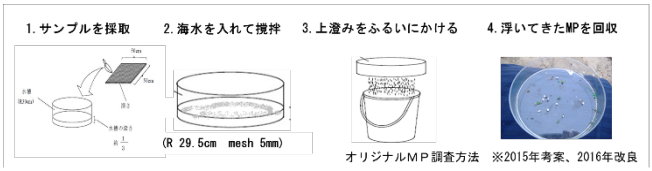

図2．　海岸でのMP採集方法

Ⅰ．海岸に打ち上げられたMP

海岸（甲子園浜）に打ち上げられたMPを、満潮ライン上でコドラート法(50㎝×50㎝)を用いて、砂（深さ５㎝)を回収し、種類別、硬質プラスチックについては色別に集計した(図２)。

Ⅱ．水中のMP

水中のMPを海岸（甲子園浜)、河川（武庫川)、閉鎖性海域（尼崎運河）で、採水を行い、比重分離による簡易分析や酸処理による後処理をし、同様に集計をした。

ア．甲子園浜、武庫川河口

図3．　アルバトロス７

兵庫県環境部水大気課、(株)ピリカの協力の下、(株)ピリカのアルバトロス７を利用し、サンプルを回収した（図３)。その後、２つの方法で分離したMPを回収した。A簡易処理：塩化ナトリウム水溶液を使った比重分離で浮いたサンプルからMPを回収した。B後処理：環境省のガイドラインを参考に、過酸化水素水を加え50℃で72時間加熱した後、ヨウ化ナトリウム水溶液を用いて比重分離を行い回収した。

（甲子園浜はA：7.56 ㎥，B：7.58 ㎥を採水、武庫川河口はA：7.06 ㎥，B：8.16 ㎥を採水)

イ．尼崎運河

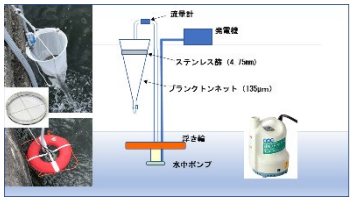

図4．　尼崎運河での採集方法

近畿大学の協力の下、図４の装置を用いて採水（30分間で3.25 ㎥）して回収したものを、ヨウ化ナトリウム水溶液でサンプルを比重分離し、濃硝酸と過塩素酸の混酸で余分な有機物を分解した後にMPを回収した。

4．　結果

Ⅰ．海岸に打ち上げられたMP

甲子園浜の海岸では、2094個のMPが確認された。素材や色から10種類に分類した。発泡スチロールが細くなったもの、未加工の原料であるレジンペレット、農業で使われている肥料カプセルの残骸、そ

して、硬質プラスチックを緑、青、赤、黒、黄、白、透明の７色に分類した。発泡スチロールが一番多く、硬質プラスチックの中では緑色が一番多かった。

Ⅱ．水中のMP

甲子園浜の海水中では硬質プラスチックのみ確認された。武庫川河口では、発泡スチロールと硬質プラスチックが確認された。海水中とは違い、複数色の硬質プラスチックが確認され、人工芝の切片も確認された。尼崎運河では、硬質プラスチックが50個確認され、特に透明でシート状のものが目立った（表１）。

図５は、各水中でとれたMPを水１㎥あたりの個数に換算してまとめた結果、図６は、各地点の硬質プラスチックの色別の割合を表したものである。尼崎運河以外の地点では、緑色が多い傾向であった。

また、A簡易処理、B後処理を比較した場合、B後処理の方が、MPが多く回収されていることが分かった。さらに、B後処理の方が、同じ地点でもA簡易処理に比べて赤のMPが多く見つかった。

表1. 回収されたMP

	発泡スチロール	レジンペレット	肥料カプセル	硬質プラスチック							合計（個）
				緑	青	赤	黒	黄	白	透明	
Ⅰ．甲子園浜	1400	159	300	82	40	31	24	9	22	27	2094
水1㎥あたりの個数											
(1) 甲子園浜A	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1
(1) 甲子園浜B	0	0	0	1.8	0.3	1.5	0	0	0.7	0.1	4.4
(2) 武庫川河口A	1.4	0	0	59.8	13.5	4.1	0.1	0.6	6.8	0	86.3
(2) 武庫川河口B	7.7	0	0	113.7	21.9	15.4	23.4	9.2	30.3	20.0	241.6
(3) 尼崎運河	0	0	0	1.8	0	0	0.4	0	0	12.6	14.8

A：簡易処理　B：後処理

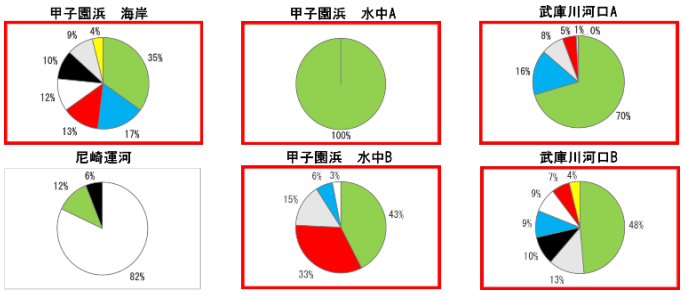

図5. 硬質プラスチックMPの色別割合

５．考察

尼崎運河以外の地点では、硬質プラスチックのMPでは緑色が多い傾向であった。これは緑色のMPの流入量が多いこと、さらに、紫外線によるポリエチレンシートの劣化度合いを調べた先行研究で緑色が一番劣化しにくかった結果より、生成した緑色のMPの劣化のしにくさも関係しているのではないかと考えた。人工芝の切片や細長いMPが確認されたことから、人工芝や玄関マットの流出の原因が考えられた。

各処理方法による結果の違いに着目すると、同じ地点でもB後処理をした方が赤色の割合が大きく、後処理の方がより細かいものまで見つけることができるためだ考えられる。このことは、本校の先行研究から、ポリエチレンシートで赤色が一番劣化しやすい結果が出ていた点からも、赤色のMPは細かくなったものが多く、後処理でより多く見つけられるのではないかと考えた。

水中で採集できたMPは、武庫川河口に多い傾向があった。これは河口付近で川の流れが潮の満ち引きや波とぶつかっているため、MPが海へ流れにくく、そこに溜まっているからではないかと考えた。そのことから、河口はMPが溜まりやすく、海に流れる前にMPの回収場所として適していると考えた。

甲子園浜では、海岸に打ち上げられたMPは多かったが、その前の海水中のMPは非常に少なかった。これは、普段の海水中のMP濃度は小さいが、川の増水時などで河口にたまっているMPが海へと流され、それが時間をかけて海岸で堆積していくからではないかと考えた。

流れのある武庫川河口と、流れや周辺との関わりの少ない尼崎運河を比較すると、採集されたMPに似た特徴は無かった。水中にあるMPの種類は、周辺との関わりや波や流れなどの物理的要因の有無によって変わるのではないかと考えた。

６．追加調査

緑色のMPが川の上流から流れているのか、追加調査として武庫川河口と武庫川堰の上流で調査した。図４の装置を参考に自作したもので採水し、２（２）Ⅱアと同様に分析をした。併せて、同じ河口での季節による違いも比較した。８月（86.3個/㎥）に比べて、１月（6.0個/㎥）は少なく、同じ地点でも、季節によってMPの量が変わることが分かった。さらに武庫川の堰の上でもMPを確認することができた。特に緑色のMPが多く、人工芝等からすでにMPになったものが川から海へと流れていることが確認された。

７．まとめ

この研究を通して、海水中、河川水中でMPの存在、そこから、川から海へと流れているMPがあることが確認された。特に、緑色のMPの割合が大きく、人工芝等の原因が高まった。MPが河口付近に多く溜まっていたことから、今後MPの回収を考えていく上で、回収場所として適していることが分かった。