

大阪湾におけるマイクロプラスチック汚染の現況把握と魚介類への影響に関する研究（その2）

田中周平

京都大学大学院 地球環境学堂 准教授

高田秀重

東京農工大学 農学部 環境資源科学科 教授

1. 研究の背景および目的

近年マイクロプラスチックによる環境汚染が注目されており、生態系への影響が懸念されている。研究2年目となる本年度は、大阪湾などで存在実態を引き続き調査するとともに、排出源のひとつと考えられるパーソナルケア製品中のマイクロプラスチックの測定方法の開発、水環境中に関してさらにサイズの小さい100 μmのマイクロプラスチックの採取-前処理-計測-成分同定の方法の検討を行った。また、魚類の消化管中のマイクロプラスチックの前処理および分析方法の開発を行い、大阪湾等の内湾における魚類へのマイクロプラスチックの蓄積状況に関してデータを取得した。さらにPFCs 15種に加えてPAHs 16種、ハロゲン化PAHs 4種の溶出試験を行い、多種類の化学物質のマイクロプラスチックへの吸着特性を検討した。

2. 分析方法の検討と改良

上記の課題に取り組むため、1) パーソナルケア製品中のマイクロビーズ分析のための前処理および測定方法の検討、2) 水環境中マイクロプラスチックの採取および前処理方法の改良(315 μm → 100 μm)、3) 魚類の消化管中のマイクロプラスチックの前処理および分析方法の検討を行った。試料から消化管を摘出し、マイクロプラスチックの標準品(ポリエチレン、ポリスチレンを各5個)添加し、回収率、平均径および投影面積の形状変化率から、最適な前処理方法として、KOH溶液(10%)により有機物分解を行った後KOH溶液を取り除き、さらにH₂O₂溶液(30%)を添加して有機物分解を行う方法を選択した。

3. 調査および実験の方法

パーソナルケア製品調査では、2016年1~4月に市場を調査し、洗顔剤などパーソナルケア製品を合計15点購入し、製品に「スクラブ剤の使用」と、成分表示に「ポリエチレン」、「ポリエチレン末」、「高融点ポリエチレン末」、「合成ワックス」または「ポリエステル」の記載のある製品を選択し分析試料とした。大阪湾調査では、2016年12月14日に表層水4サンプル、底泥8サンプルを採取した。琵琶湖調査では、2016年6月4日~12月4日までの計5日間、表層水27サンプル、底泥

17サンプルを採取した。魚類調査の調査概要を表1に示す。東京湾および女川湾の調査は10月8日に、大阪湾の調査は10月18日および27日に、敦賀湾の調査は11月15日、五ヶ所湾・英虞湾の調査は12月9日に、琵琶湖の調査は12月19日に行った。さらに、マイクロプラスチックから

表1 魚類調査の概要

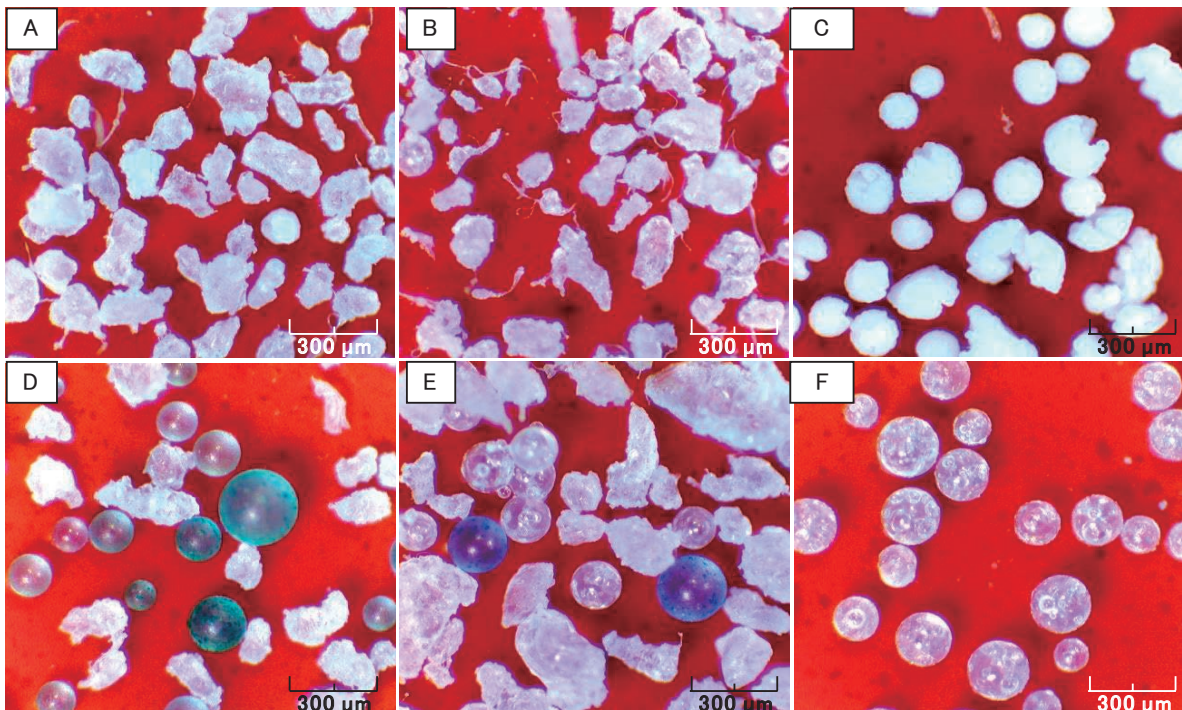
地点	入手日	採取試料(試料数)
東京湾	10月8日	カタクチイワシ(34)
		アジ(16)
		サッパ(3)
女川湾	10月8日	マイワシ(29)
大阪湾	10月18日	カタクチイワシ(30)
	10月27日	スズキ(6)
敦賀湾	11月15日	イシダイ(30)
英虞・五ヶ所湾	12月9日	アジ(17)
琵琶湖	12月19日	ワカサギ(31)

の 15 種の PFCs および 20 種の PAHs の溶出試験を行った。

4. 研究の結果および考察

4.1. パーソナルケア製品中のマイクロプラスチックの存在実態

パーソナルケア製品中のマイクロプラスチックの形状を図 1 に示す。写真 C, D, E, F のように一部に球状のマイクロビーズの存在を確認した。一部は、緑色や青色を帯びたマイクロビーズであった (写真 D, E)。パーソナルケア製品 100 g 中のマイクロプラスチックの個数は 100 g 当たり最小で 8,000 個、最大で 1,840,000 個と推定され、平均値換算値の平均値、中央値はともに 621,000 個/100 g であった。パーソナルケア製品中のマイクロプラスチックの製品別の平均粒径は、151 ~ 487 μm であった。80% の製品 (12/15) 中のマイクロプラスチックの平均粒径は 300 μm 以下であった。従来、海洋などでは目開き 315 μm のプランクトンネットによって、マイクロプラスチックの調査が行われることが多い。本結果より、さらに小さいマイクロプラスチックが水環境中



写真X、サンプルNo.、成分表示 A、2、ポリエチレン B、14、高融点ポリエチレン末・ポリエチレン末 C、3、ポリエチレン D、5、ポリエチレン末 E、6、高融点ポリエチレン末・ポリエチレン末 F、15、ポリエチレン

図1 パーソナルケア製品中のマイクロプラスチック

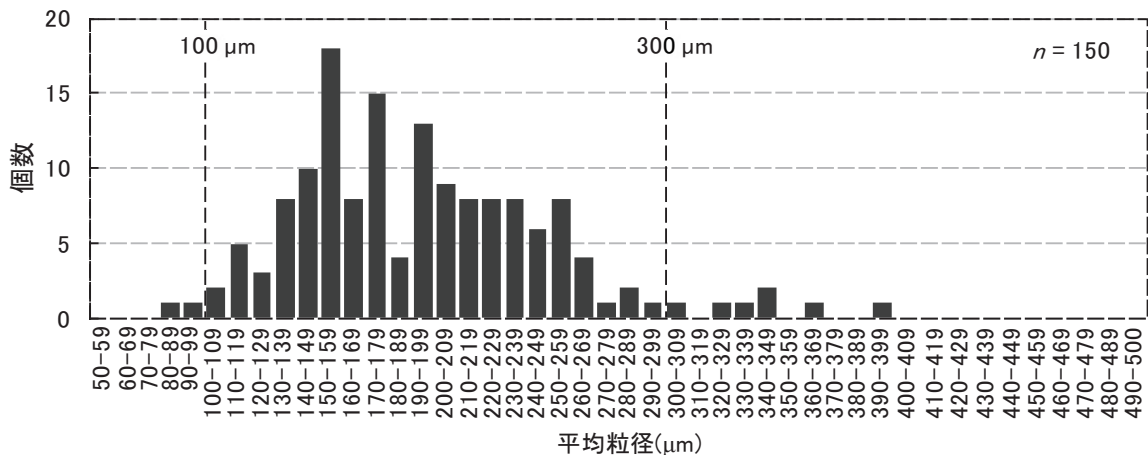


図2 パーソナルケア製品 (サンプルNo.5) 中のマイクロプラスチックの平均粒径分布

に存在する可能性が示された。

パーソナルケア製品中（サンプル No.5）のマイクロプラスチックの平均粒径 50～500 μm の粒径別の個数分布を **図 2** に示す。150 個のマイクロプラスチック中 141 個の粒径は、100～300 μm の範囲内であった。最頻値は 150～159 μm であり、100 μm 未満のマイクロプラスチックも 2 個存在した。これらの水環境中での挙動を調査し、残留性や生物への取り込みの状況などをさらに詳しく調べる必要がある。

4.2. 大阪湾、琵琶湖表層水中のマイクロプラスチックへの PFCs および PAHs の吸着

琵琶湖・大阪湾におけるマイクロプラスチックの PAHs 含有量を **図 3** に示す。すべての地点で PAHs、Cl-PAHs が検出された（装置検出下限値：0.1～0.5 ng/mL）。PAHs の総含有量は 3,000～16,000 ng/g-dry であり、大阪湾の淀川・神崎川河口部で最大値を示した。2-ClAnt, 9-ClAnt, 9,10-Cl₂Ant の 3 種類の総含有量は 100～700 ng/g-dry であった。PAHs の濃縮倍率は、2, 3 環が 10～30 万、4 環が 10～500 万、5, 6 環が 100～300 万であった。3 環の Ant の濃縮倍率は約 20 万であるのに対し、2-ClAnt は 150 万、9-ClAnt は 300 万、9,10-Cl₂ Ant は 600 万であり、いずれも親物質より高倍率を示した。

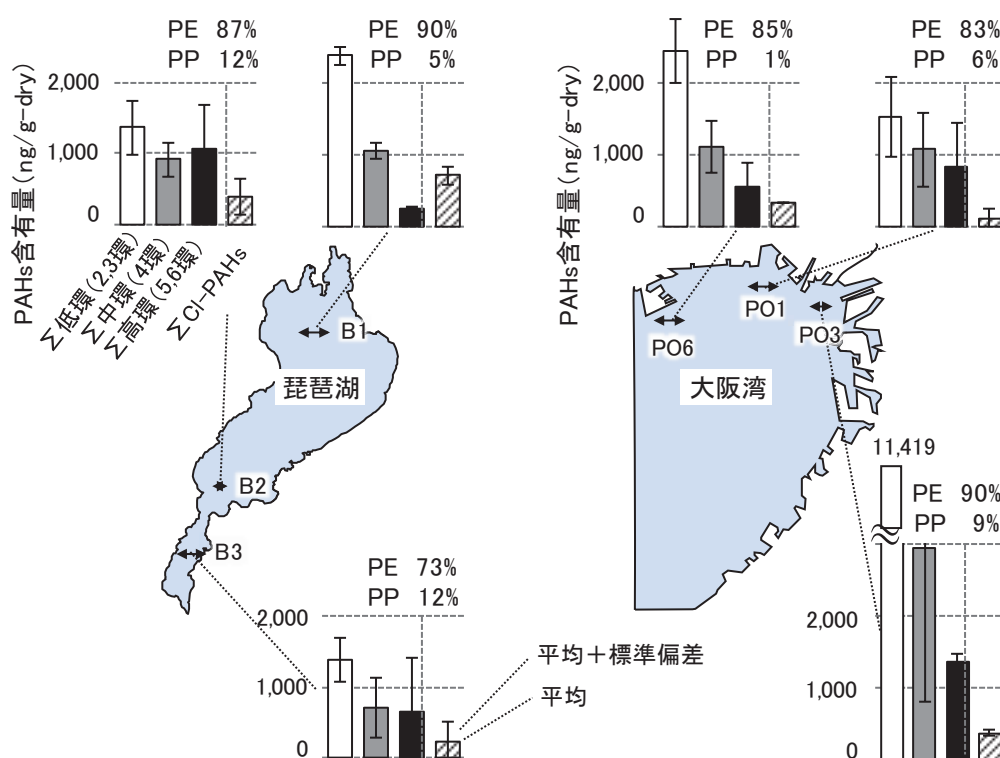


図3 琵琶湖・大阪湾におけるマイクロプラスチックのPAHs含有量

4.3. 魚類消化管中の 100 μm 以上のマイクロプラスチックの存在実態

日本内湾および琵琶湖における魚類消化管中から検出されたマイクロプラスチックの個数を **表 2** に示す。197 匹中 74 匹から 140 個のマイクロプラスチックが検出され、検出率は 37.6%であった。6 地点中すべてから検出され、7 魚種中サツパを除く 6 種類の魚種からマイクロプラスチックが検出された。最も多く検出されたのは東京湾のカタクチイワシで、検出率は 79.4%であった。

摂食方法別のマイクロプラスチック検出個数を **図 4** に示す。ろ過摂食魚類 97 匹中 53 匹から 112 個のマイクロプラスチックが検出され、平均値は 1.15 個/匹であった。それ以外の魚類 100 匹中

21 匹から 28 個のマイクロプラスチックが検出され、平均値は 0.28 個/匹であった。 t 検定の結果、有意な差がみられた ($p < 0.001$)。摂食方法の違いが魚の消化管内におけるマイクロプラスチックの存在に影響していると推察された。

表2 魚類の消化管から検出されたマイクロプラスチックの個数

地点	魚種	個体数 (匹)	マイクロプラスチック検出個体数 (匹)	検出率 (%)	マイクロプラスチック検出個数 (個)	1匹あたりの検出個数 (個/匹)
Total		197	74	37.6	140	1.9
女川湾	マイワシ	30	12	40.0	16	1.3
東京湾	カタクチイワシ	34	27	79.4	73	2.7
	アジ	16	4	25.0	4	1.0
	サッパ	3	0	0.0	0	0.0
敦賀湾	シマダイ	30	4	13.3	6	1.5
琵琶湖	ワカサギ	31	9	29.0	10	1.1
大阪湾	カタクチイワシ	30	14	46.7	23	1.6
	スズキ	6	1	16.7	1	1.0
英虞・五ヶ所湾	アジ	17	3	17.6	7	2.3

5. 結論と今後の課題

研究 2 年目となる本年度は、同一機関による同一方法で国内 6 か所、7 魚種の消化管の中の 100 μm 以上のマイクロプラスチックを調査し比較することができた。研究 3 年目は、さらに微小なマイクロプラスチック (10 μm を目標値とする) の計測、成分同定方法を確立し、大阪湾等における表層水、底泥の汚染現況の把握と魚介類への蓄積量調査を進める。また、パーソナルケア製品から排出されたマイクロプラスチックの挙動を追跡するため、下水処理工程における挙動調査を実施する。さらに環境中での分解特性を把握するため、紫外線照射試験を行い、分解過程を観察する予定である。

参考文献

- 1) 大阪湾におけるプランクトン食性魚類へのマイクロプラスチック汚染の現況調査, 牛島大志, 田中周平ら, 日本水環境学会年会講演集, vol.51, p610 (2017)
- 2) パーソナルケア製品中のスクラブ剤として使用されているマイクロプラスチックの含有量の調査, 雪岡聖, 田中周平ら, 環境衛生工学研究, Vol.30, No.3, p86-89 (2016)
- 3) 琵琶湖・大阪湾におけるマイクロプラスチックに吸着した多環芳香族炭化水素類およびそのハロゲン化体に関する調査, 鍋谷佳希, 田中周平ら, 日本水環境学会年会講演集, vol.51, p384 (2017)

