

鳥取県環境学術研究等振興事業費補助金研究実績報告書

研究期間（3年目/3年間）

研究者 又は 研究代表者	氏名	(ふりがな) さとう しん 佐藤 伸
	所属研究機関 部局・職	公立鳥取環境大学 環境学部 准教授 電話番号: 0857-38-6767 電子メール: s-sato@kankyo-u.ac.jp
研究課題名	【環境創造部門】 海岸漂着プラスチックに付着する環境汚染物質のモニタリング調査	
研究結果	<p>今年度は漂着プラスチックのうち、ハングル語表記のあるもの、漢字表記のあるものを中心に漂着物表面に付着する揮発性有機化合物について、ヘッドスペースガスクロマトグラフ質量分析装置を用いて分析した。鳥取砂丘千代川河口右岸の十六本松砂浜を定点とし、50m×20mの枠を2～3つ設定してその中に漂着している漂着プラスチックを平成28年8月から平成29年1月まで毎月1回サンプリングした。季節の変動少なく安定的に漂着が認められるペットボトル本体やキャップ、漁具を中心に有機成分の中でも環境汚染が疑われる芳香族化合物や塩素系化合物があるかどうかを調べた。その結果、トータルで30種類を超える有機性化学物質がライブラリー検索によって明らかになった。そのプラスチックのうちハングル語表記されたプラスチックの一部からトルエン、スチレン、エチルベンゼンといった芳香族化合物が検出された。プラスチック製造の際に混合されたと考えられるこれらの物質は人体に対する毒性が指摘されており、海洋生物への悪影響も懸念される。また、ペットボトルキャップにはドデカン、ヘキサデカンなどの飽和脂肪酸が検出され、これらはキャップに付着する特異的な化合物であることが示唆された。</p>	
研究成果	<p>本研究の結果より、海岸漂着プラスチック、特に韓国や中国が発生源と予測されるペットボトル、漁具、菓子類の袋などからは、素手で触って人体に直接悪影響を及ぼす化合物は検出されなかった。このことは海岸漂着ごみの危険性は予想したよりも高くないことを示すものである。しかしながら、トルエンやスチレンといった毒性の高い芳香族化合物の付着が認められたことから、これらが付着したプラスチックを誤飲した魚介類に蓄積したものが人間にも将来的に影響を与える可能性があるため、政策として海洋へのごみの投棄や流入量を減らすための取り組みが必要であると考えられる。山陰海岸ジオパークの環境や景観保全のためにも海岸漂着ごみを減らす努力は必要である。</p> <p>これまでの3年間の研究調査から、鳥取砂丘に漂着する海外由来の海岸漂着プラスチックについては、環境汚染を引き起こすような有害物質の付着は想像していたよりも少ないことが明らかとなった。</p>	
次年度研究計画	<p>鳥取砂丘に漂着している日本以外の韓国や中国からのごみは、その大部分が家庭から排出されたものであり、化学物質の付着も少なく危険性が低いことが化学分析から確認されたため、今後の研究は行わないこととした。ただし、毒性という点から、海外由来のごみの中には溶剤のポリタンクなど産業廃棄物扱いのものも毎年漂着しているようであるため、これらについては日本の海岸産廃ごみ同様に取り扱いをどうするか今後検討すべき事項である。</p>	
報告責任者	所属・職 氏名	公立鳥取環境大学 企画広報課 渡邊 智子 電話番号 0857-38-6704 電子メール kikaku@kankyo-u.ac.jp

- 注1) 表題には、環境創造部門、地域振興部門、北東アジア学術交流部門のいずれかを記載すること。
 2) 「研究期間（ 年目/ 年間）」及び「次年度研究計画」は、環境創造部門及び地域振興部門において記載すること。
 3) 研究者の知的財産権などに関する内容等で、非公開としたい部分は、罫線で囲うなど明確にし、その理由を記すこと。
 4) 研究実績のサマリーを併せて提出すること。

2016 年度 鳥取県環境学術等振興事業費補助金 (環境部門)

研究課題 「海岸漂着プラスチックに付着する環境汚染物質のモニタリング調査」

公立鳥取環境大学 環境学部環境学科

准教授 佐藤伸

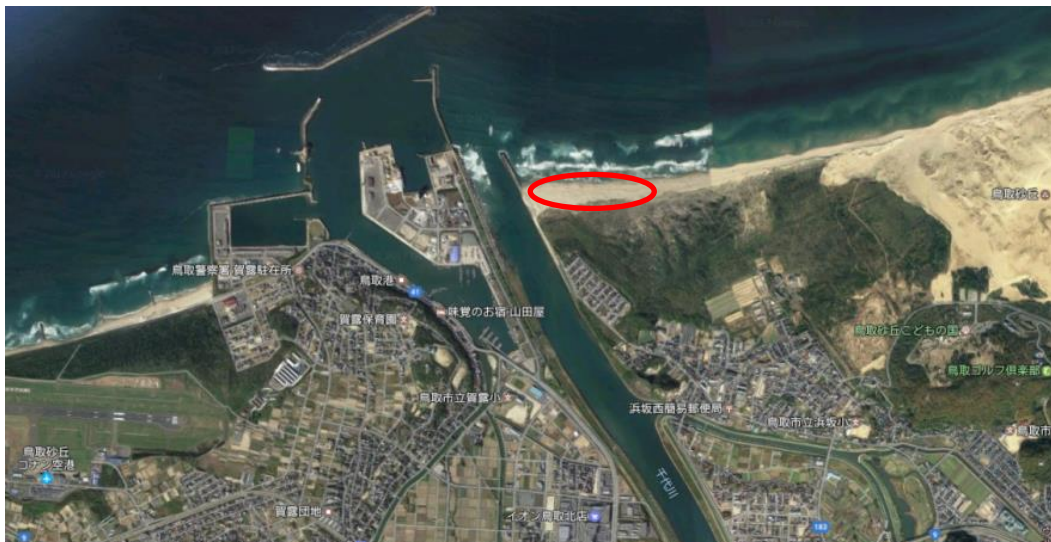
<研究サマリー>

—実施内容について—

本研究は、海岸に漂着するプラスチックを分析し、そのプラスチックから溶出される有機性化学物質を分析し、人間を含む生物や環境に対する影響を調べ、経時的にモニタリングすることを目的としている。

研究1年目、2年目に調査地点とした、千代川河口右岸(十六本松エリア)において、海岸漂着プラスチックの調査を行った。特に今年度はハングル語表記や漢字のみで表記されたペットボトルや食品プラスチック包装、漁具について調査を行うこととした。

2016年8月から2017年1月にかけて、千代川河口右岸にロープで100m²の枠を2~3つ設置し、その中にある韓国や中国のものと思われるプラスチック60個をサンプルとして、プラスチックから溶出される揮発性有機成分をヘッドスペースガスクロマトグラフ質量分析装置で分析した。



調査地点の航空写真(鳥取市の千代川河口) 赤で囲んだエリアが調査地点



調査現場の規定枠の設置の様子①



調査規定枠の設置の様子②



海岸漂着物の一例（2017年1月19日）

研究室に持ち帰ったハングル文字表記、および漢字表記された漂着プラスチックを、泥などの表面の汚れを除去するために軽く水洗いし、自然乾燥させた。それらのプラスチックを小片に切り刻み、0.5g を1つのバイアルに入れ、揮発性有機化合物の分析用サンプルとした。以下に発生源が韓国、並びに中国であると思われるプラスチックのサンプル一覧を表1、並びに表2にそれぞれ示す。

表1 韓国由来と思われるサンプル一覧

K-1(9月) ²	K-2(9月)	K-3(9月)	K-4(9月)	K-5(9月)
				
K-6(10月)	K-7(11月)	K-8(11月)	K-9(11月)	K-10(11月)
				
K-11(11月)	K-12(12月)	K-13(12月)	K-14(12月)	K-15(12月)
				
K-16(12月)	K-17(1月)	K-18(1月)	K-19(1月)	K-20(1月)
				
K-21(1月)	K-22(1月)	K-23(1月)	K-24(1月)	K-25(1月)
				
K-26(1月)	U ³ -27(10月)	U-28(10月)	U-29(10月)	U-30(10月)
				

¹ K-は韓国由来を示す。

² ()内はサンプリングを行った月を示す。

³ U-は由来不明を示す。



サンプルその① (キャップ)


K-1	K-2	K-3
		
K-4	K-6	K-11
		
K-13	K-16	K-21
		
K-24	U-27	
		

サンプルその② (フィルム)

K-5	K-7	K-8
		
K-9	K-14	K-17
		
K-18	K-19	K-20
		

サンプルその③ (ボトル)

K-22	K-23	K-25
		

K-26		
		

サンプルその④ (その他)







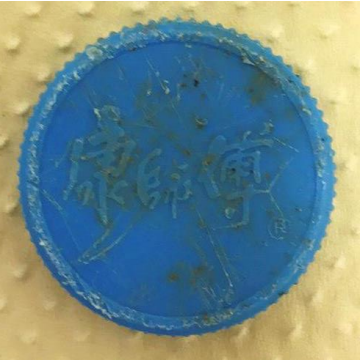






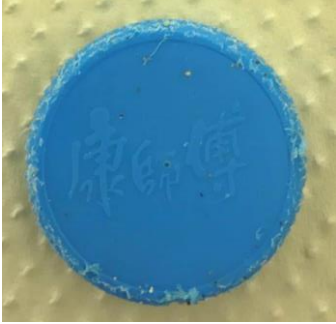
K-10	K-12	K-15
		
U-28	U-29	U-30
		

表2 中国由来と思われるサンプルの一覧

<p>C-1</p> 	<p>C-2</p> 	<p>C-3</p> 
<p>C-4</p> 	<p>C-5</p> 	<p>C-6</p> 
<p>C-7</p> 	<p>C-8</p> 	<p>C-9</p> 

C-10	C-11	C-12
		
C-13, 14	C-15, 16	C-17
		
C-18	C-19	C-20
		

C-21	C-22	C-23
		
C-24, 25	C-26, 27	C-28
		
C-29	C-30	
		

—研究結果について—

まずハンゲル語表記された韓国由来と思われる 30 サンプルについて付着する揮発成分を分析したところ、計 100 個の化合物が検出された。その中に含まれる 40 種類の化合物には人間の健康に対する有害性を有することが明らかになった。さらに、トルエン、メタクリル酸、スチレン、エチルベンゼンの 4 種類の化合物は環境に対して何らかの悪影響を及ぼすとされ、環境に関わる国内法規制によって規制されていることから特に注意が必要と考えられる。

キャップのサンプルの分析から、おおよそ全てからドデカンが検出された。その他ヘキサデカンなどの飽和アルカンが多く見られた。これはキャップの製造過程でドデカンなどが原料として使われたか、キャップに付着しやすい化合物である可能性が高い。日本国内のペットボトルキャップからの揮発成分を調べることによって、飽和長鎖アルキル化合物が製造原料由来なのか、漂着物特有のものなのかを推定することができると思われる。フィルムやボトルのサンプルの分析からは、香料や食品添加物に使用される化合物が多数検出された。これらは元々プラスチックに付着していた化合物が除去しきれずに残留していたためであると推察される。

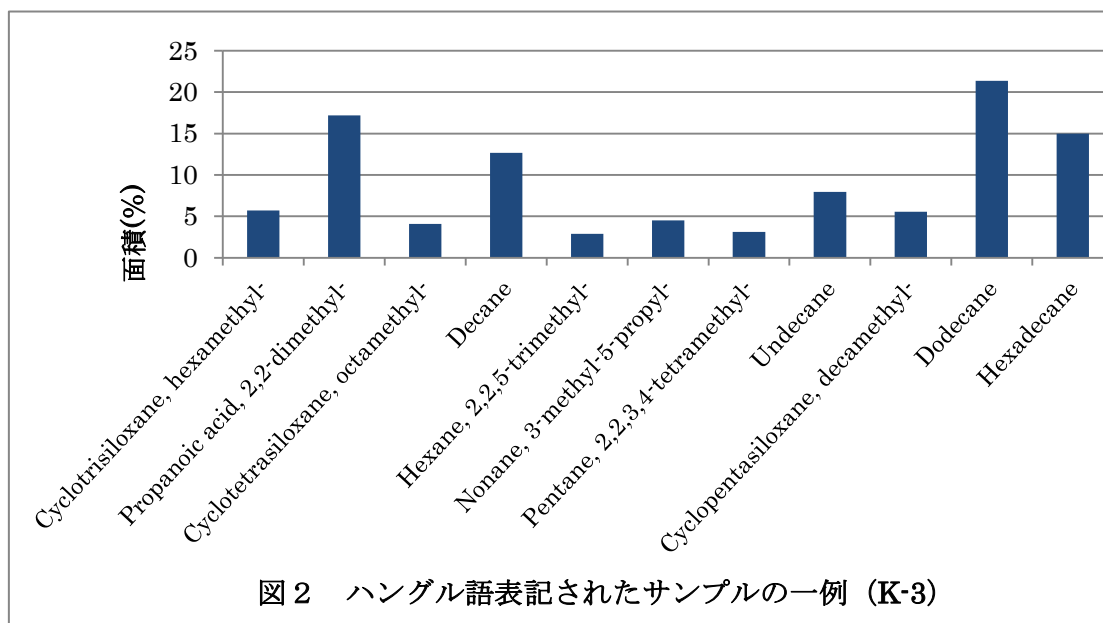
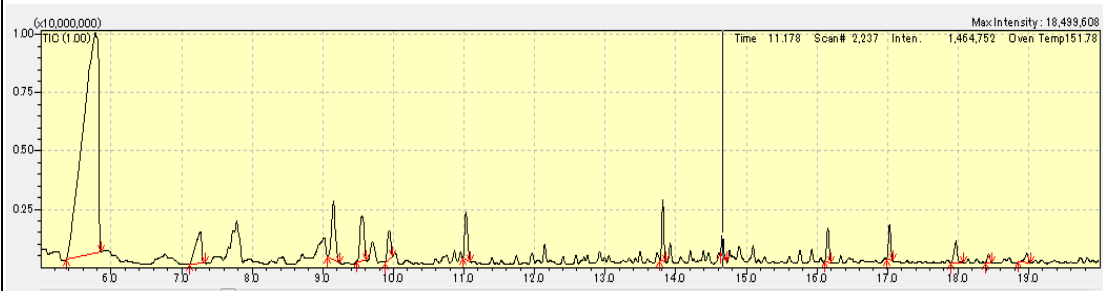


図2 ハンゲル語表記されたサンプルの一例 (K-3)

次に漢字表記された中国が発生源と思われる 30 サンプルについて付着成分の分析を行ったところ、ヘプタデカン等の飽和アルキル化合物や、酢酸といった同じ構造の化合物が多く検出された。韓国由来のものと同様に飽和アルキル化合物はキャップから多く検出されていた。また、エチルベンゼンやスチレンやアセトフェノンといった、芳香族化合物が漁具から多く検出された。養殖生け簀のブイなどに使われる素材として発砲スチロールがあるが、スチロールは非常に軽いために水面に高く浮き、漁業ではよく利用されるが、一方では自然界には存在しない物質であり、拡大する需要に合わせて大量生産、大量消費が続けば当然大きな環境負荷となる。自然に分解しない素材からなる漁具については、今後なんらかの使用規制が必要なのかもしれない。

また中国由来の漂着物の多くから酢酸が検出された。韓国由来の海岸漂着プラスチックの揮発性有機物分析からは酢酸が検出されなかったことから、酢酸が中国由来の漂着物を示す指標（インディケーター）となる可能性が高い。より多くのサンプルのデータを集め、酢酸がインディケーターとなる信憑性を得る必要があるが、原型を留めないほど粉々になったプラスチック片でも酢酸が検出された場合、発生源を特定する有力な根拠になることが期待される。また、漁具から検出されたエチルベンゼンとスチレンといった芳香族化合物ももう一つのインディケーター化合物になることも考えられる。

中国由来のプラスチックに付着している化合物の例 (サンプル C-1)



推定化合物	類似率	保持時間	面積[%]
Acetic acid	98	5.78	72.66
Propanoic acid	95	7.27	4.07
2,2-Dimethylpropanoic acid	92	9.15	4.64
Acetylacetone	94	9.555	3.96
3-Penten-2-one, 4-methyl	97	9.94	2.04
2-Pentene, 4-hydroxy-4-methyl	94	11.03	2.9
3-Ethyl-3-methylheptane	94	13.815	2.56
Decane, 3,7-dimethyl	95	14.665	1.68
Hexadecane	93	17.97	1.48
Tridecane	96	18.435	0.46
Hexadecane	94	18.97	0.73

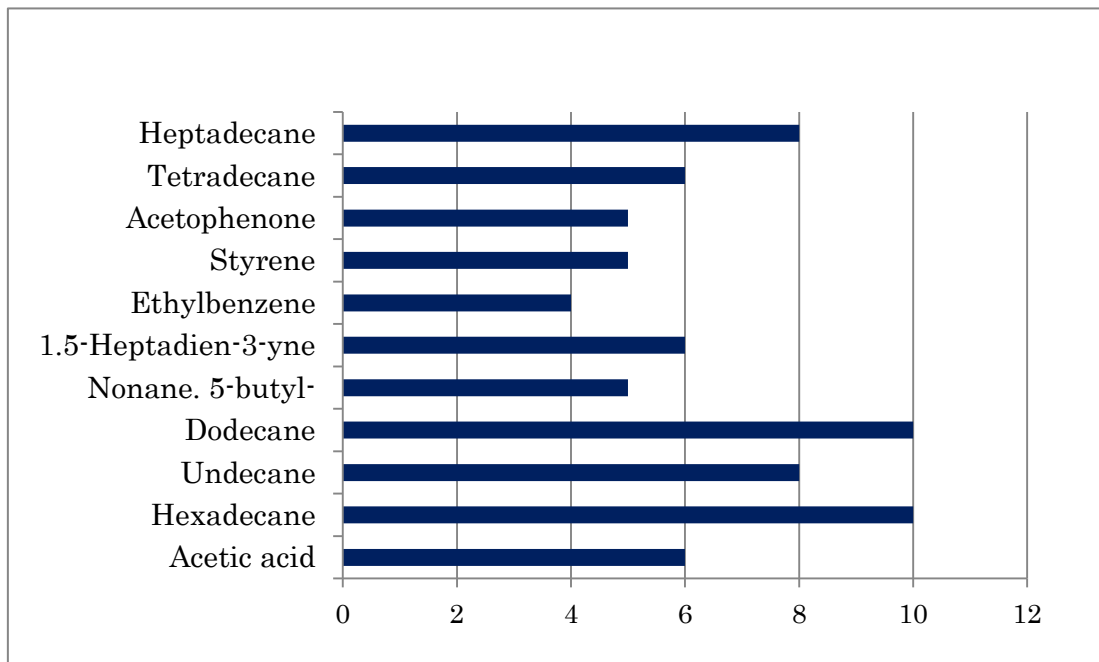


図3 中国由来の漂着プラスチックから検出された揮発成分
(横軸の数値は個数)

—研究のまとめ—

今年度は海岸漂着プラスチックのうち、特によく目につくハングル文字表記された韓国由来と思われるもの、漢字でラベルされた中国由来と思われる海岸漂着プラスチックの合計 60 サンプルについて、ヘッドスペースガスクロマトグラフ質量分析(HS-GC-MS)装置を用いて揮発性有機成分の分析を行った。その結果、130 種類もの揮発性有機化合物が検出、推定された。その中でペットボトルキャップ特異的に長鎖脂肪酸のシリーズや、トルエン、メタクリル酸、スチレン、エチルベンゼン、アセトフェノンなどの芳香族化合物、中国の漁具特異的に酢酸が認められた。しかし、研究当初に危惧していた海岸漂着プラスチックによる環境への悪影響は予想よりもかなり少ないことが分かった。今回の調査でサンプリングしなかったものの中には毒性の高いものも含まれるかもしれないが、多くの漂着物はそれほど危険性が低いことが化学分析から明らかとなった。

プラスチック製品は私たちの生活から切り離せないものであるが、一方で自然分解速度が著しく遅く、年々環境に負荷を与え続けていることは事実であり、海岸漂着ごみを減らすことは今後も引き続き必要であると思われる。