

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（ 2 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 環境学科・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	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>研究2年目では定点を定めて通年で海岸に漂着するプラスチックを調査することを計画していた。昨年度の研究から千代川河口右岸を調査地点として、2015年7月から12月まで月1回海岸漂着物の調査を行った。また多様多様な漂着物の中で、漂着物の月別変化を分析するための指標となる代表的なプラスチックとして、ペットボトルキャップを回収し、月ごとの総個数と国別割合について分析を行った。その結果、総個数では10月に最も多く、200個以上が回収された。この結果は台風や雨による河川の増水が影響していることが考えられた。興味深いことに、キャップの由来を調べると日本国内のみならず、韓国や中国などの国外のものと、国名を判別できないものの量が大きく増加していた。この結果はもともと海岸や海底に滞留していたものが増水や波の力によって、巻き上げられて海面に浮上し海岸に漂着したものと考えられた。</p> <p>また、今回回収したボトルキャップのうち、国内、韓国由来、中国由来と思われるキャップについて、材料から溶出する揮発性成分の分析を行ったところ、フタル酸エステル系添加剤など複数の揮発性化合物が認められ、その中にはフタル酸ジブチルやリン酸トリフェニルなど人体への毒性が疑われるものも検出された。それぞれの国由来と認識できるキャップ材料に含まれる添加剤は今年度の分析からはまだ見出せていない。</p>	
研究成果	<p>昨年度の分析を行う前のサンプル調整法では、回収したプラスチック片をソックスレーによる溶媒抽出をし、溶媒を除去して得られた濃縮物を質量分析装置に供して分析していたが、この手法ではフィールドでの回収から分析が終了するまでにかかなり時間がかかり、一分析するのにも大きな労力であったが、今年度行った、溶媒抽出を介さずにポリマー片をガラス瓶に直接入れて、その瓶ごと振とう加熱する前処理を施すことによって生ずる揮発成分の質量分析でも十分に添加剤を分析することができることが分かり、この手法を使えばかなりの数の分析をこなすことができる見通しがたった。この分析手法を使うと1分析当たりにかかる時間が短縮でき、スピードアップに繋がる点で今年度の大きな成果である。現在建設中の大学実験棟完成を機に納入を強く希望しているこのヘッドスペース連結質量分析装置が大学に入れば、これまでよりも実験がスピードアップし、成果にも繋がることを期待される。</p>	
次年度研究計画	<p>今年度の結果を踏まえて、次年度ではこれまで以上に分析するプラスチックの数を増やし、ヘッドスペースを前処理とする質量分析装置を用いて有機性揮発成分を分析し、海岸漂着プラスチックから遊離、溶出するさまざまな種類の化学物質の同定を進め、海岸環境への影響について調べる。さらに、今年度まだ明らかにできていない韓国や中国由来と認識できる指標有機性揮発成分があるのかどうかについて質量分析で得られるクロマトデータを比較解析し、インディケーターとなる化合物を見つけ出したいと考えている。</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、環境部門、地域部門、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、環境部門のみ記載すること。
- 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。

2015 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

鳥取県の海岸には国内のみならず、韓国や中国由来と思われる人工ごみが毎年数多く海岸に打ち上げられ、景観を損ねるだけでなく、汚染源として海岸環境への影響が懸念されている。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。

研究初年度に調査定点として選定した、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について調査を行った。プラスチックの中でも、比較的回収しやすく数もあり、国別の識別も可能なペットボトルキャップを今年度はターゲットとして、2015年8月から12月まで毎月調査を行った。写真1は海岸に漂着する代表的なものを示している。水に浮きやすい中空の容器や比重の軽いプラスチックが数多く漂着している。



写真1 千代川河口の砂浜に打ち上げられた人工ごみの一部

## ペットボトルキャップの月ごとの個数変動

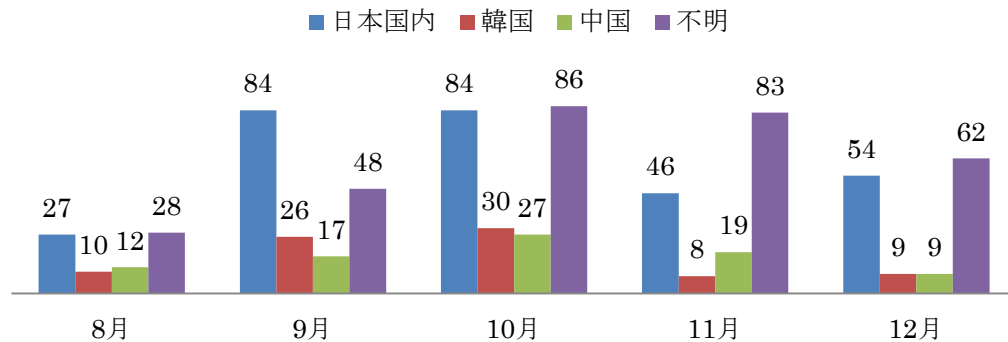


図1 月ごとのペットボトルキャップの回収個数と国別の内訳

上の図1はペットボトルキャップの月ごとの個数と組成の変動を表したものである。ペットボトルキャップの総数の変化は、概ね海岸に漂着するその他のごみの総量の変化を反映している。この結果から総数が最も多いのは10月であった。この理由として、天気が不安定で、台風や雨の多い季節で河川の増水があったためと推測される。10月に回収されたキャップの内訳を見ると、日本国内よりも韓国や中国、文字から国を判別できないキャップも多く回収された。これは海岸付近や海底に滞留していたものが河川の増水や波の力によって巻き上げられ、再び海岸に漂着したものと考えられる。



写真2 10月に回収したペットボトルキャップの内訳

これらのペットボトルのキャップのうち国ごとに任意に1～2個を選び出し、ポリマーの添加剤を分析する際に用いられるヘッドスペース前処理を繋いだガスクロマトグラフィー質量分析装置に供し、加熱振とうによって揮発した全ての成分の分析を行った。下の図2はその質量分析によって得られた生成物に由来するトータルイオンクロマト

グラムを表している。

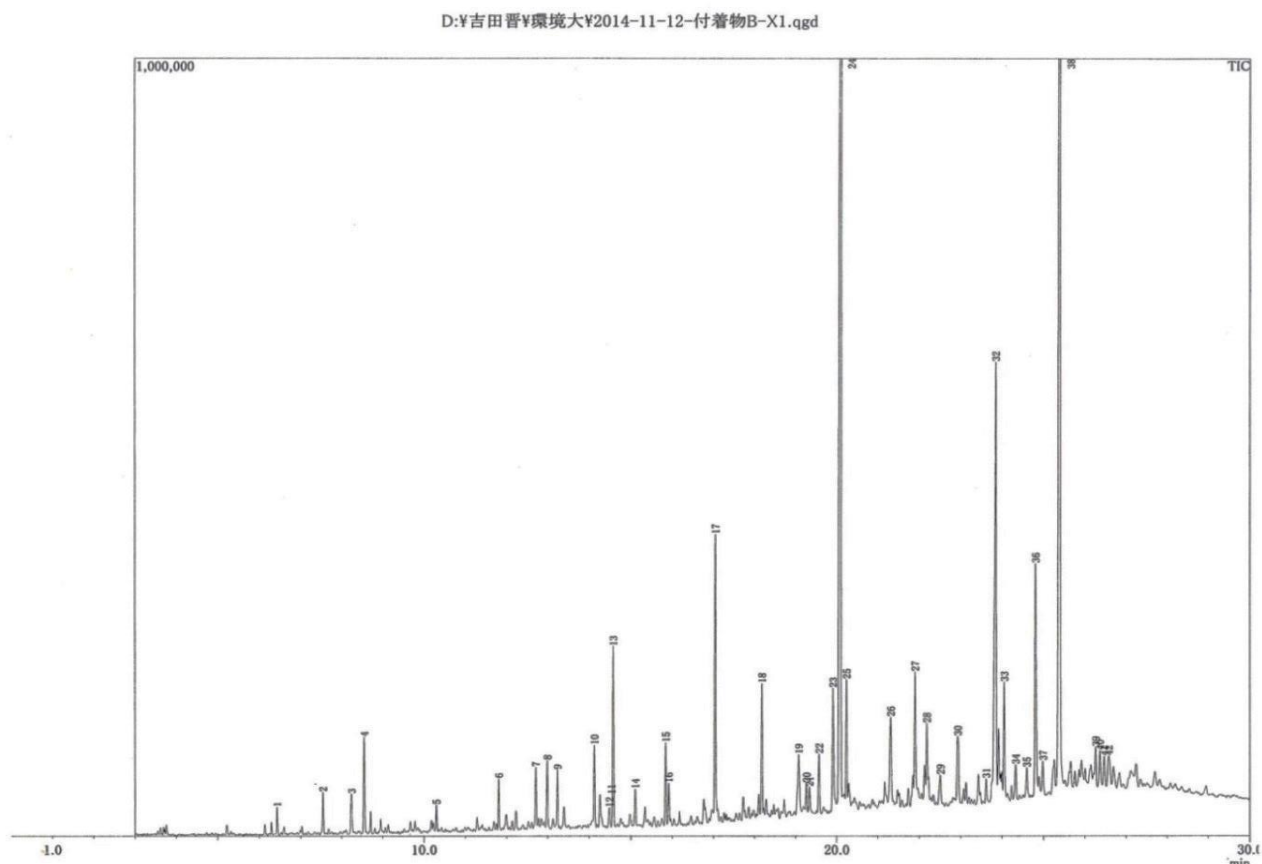
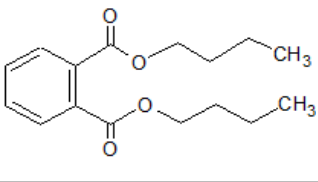
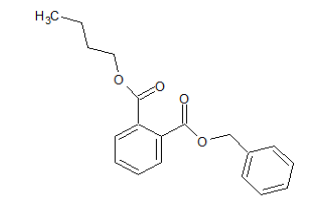
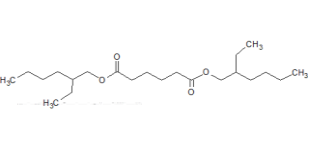
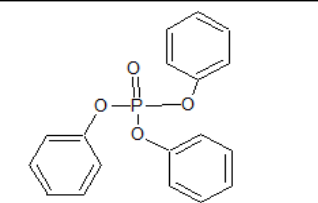
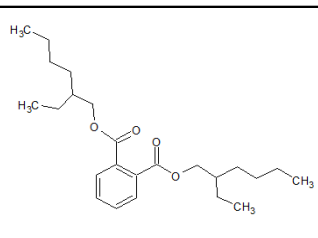


図2 ペットボトルキャップから溶出された添加剤、もしくは付着物に由来する化合物のイオンクロマトグラム

この結果から 40 種類を超える化合物由来のピークが検出された。中でも特にピーク強度が高いものについて、シミラリティー検索を行った際に類似性が高いものとして浮上した化合物を表 1 に示す。化合物ピークのマスフラグメント比較からフタル酸系化合物、リン酸トリフェニルなどが認められた。

フタル酸系化合物はプラスチック製造時に可塑剤として使われるもので、フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)を含む 4 種類は生体内での内分泌攪乱作用が疑われ、水質汚濁防止法の指定物質に定められている。また、リン酸トリフェニルは環境負荷の高い物質として、経済産業省の PRTR 制度の第一種指定化学物質に指定されている。

表1 検出ピークと類似性の高い有害化合物

#24	フタル酸ジブチル	$C_{16}H_{22}O_4$	
#32	フタル酸ベンジルブチル	$C_{19}H_{20}O_4$	
#33	アジピン酸ジエチルヘキシル	$C_{22}H_{42}O_4$	
#34	りん酸トリフェニル	$C_{18}H_{15}O_4P$	
#35、#37、 #38	フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)	$C_{24}H_{38}O_4$	

今回解析したピークのうち類似度の低いものも含めると、上記の主要5ピークを含めて42ピーク中39ピークでなんらかの化合物が推定され、その中にある15種類の化合物には毒性があり、環境に対して負荷を与えることが示唆された。

今年度は海岸でのプラスチックのサンプリングから、揮発性成分の分析とデータの解析まで実験手順をルーチンにできるように手法を確立することができた。この成果を踏まえ、次年度ではより多くのプラスチックサンプルについて分析し、生物に悪影響のある化合物や環境汚染を引き起こす物質の同定を進めることを検討している。また、日本国内由来と、韓国や中国由来のものを区別する有機化合物があるかについて、現在質量分析のトータルイオンクロマトグラムデータを比較し検討を行っている。インディケーターとなる有機化合物が明らかになれば、分解劣化して小片化したものや由来が不明なものを特定する際に活用できることが期待される。