

瀬戸内海に流入するプラスチックごみについての研究

小田しおり・竹田綾太・田中草太・川上愛生
(兵庫県立神戸商業高等学校 理科研究部)

はじめに

海洋ごみ問題は世界的に深刻である。理科研究部が、これまでに西日本各地から集めた漂着ペットボトルの生産国と賞味期限を調べた調査研究により、中国や韓国の海洋ごみも東シナ海を一旦南下し、黒潮に乗りその一部が瀬戸内海へと流入していると推測した(図1)。しかし、九州南部の鹿児島県志布志市、宮崎県日南市では、潮上に大きな都市がないにも関わらずおよそ70%を日本製のペットボトルが占めていた。

そこで、本研究では、太平洋側の海洋ごみの漂流ルートについて調べるため、静岡県・神奈川県と鹿児島県奄美大島でペットボトルを回収してデータをとった。またマイクロプラスチックも海外から流れ着く可能性を検討した。一方、2018年夏、西舞子海岸に大量の海洋ごみが漂着した。それらの由来についても調査したので報告する。



図1. 海洋ごみの漂流ルート

方法

2019年の8月18、19日に静岡県・神奈川県で、8月25日と26日に鹿児島県奄美大島で海岸に漂着したペットボトルを回収して学校に持ち帰った。その後生産国と賞味期限のデータをとった。調査地点を図2に示す。



図2. 静岡・神奈川・奄美大島の調査地

また、奄美大島笠利崎、神戸市垂水区西舞子海岸で砂浜の満潮

ライン上の50cm×50cm深さ5cmのコドラート内の砂に含まれるマイクロプラスチックを採集した。採集の方法は、まず砂をチリトリですくい取り、釣り用のバツカン(36cm×26cm×26cm)に入れた。海水を加えてよく攪拌し、水面に浮いた浮遊物を市販の金魚ネットで漉しとった。これを水面に浮遊物が見られなくなるまで繰り返した。すくい取った浮遊物はチャック付きポリ袋に入れて学校に持ち帰り、水を張ったバットのなかにあけ、プラスチックをピンセットで一つ一つ拾い上げ、素材や形状ごとに計数した。マイクロプラスチックをピンセットで拾い上げることができる5mm以下のものとした。同じ日に海岸に漂着したペットボトルに含まれる海外製品の割合とマイクロプラスチックの個数とで、過去に理科研究部がとったデータを含めて、散布図を描き相関の有無を調べた

2018年9月2日に神戸市垂水区西舞子海岸に漂着した漂着ごみについては、ペットボトルをすべて持ち帰り、生産国と賞味期限のデータをボトルから読み取った。

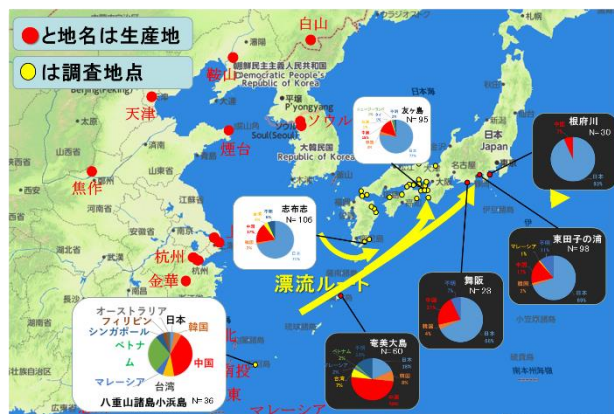
結果と考察

静岡・神奈川・奄美大島調査

各地点で回収したペットボトルの生産国を表1に示す(2019年調査結果は黒の背景)。奄美大島では海外製品が80%を超えたが、神奈川県根府川では10%であった。これらの調査地について、これまでに行った太平洋岸の調査を含めて漂着したペットボトルの生産国を示した円グラフにして地図上にプロットした(図3)。奄美大島と九州南端の間で急速に日本製のペットボトルの割合が増加し、静岡県舞阪まで同じ様な割合を保った。

表1. 静岡・神奈川・奄美大島調査結果(本数)

| | 奄美 | 舞阪 | 用宗 | 東田子の浦 | 根府川 |
|--------|----|----|----|-------|-----|
| 日本 | 11 | 19 | 33 | 88 | 27 |
| 韓国 | 5 | 1 | | 7 | |
| 中国 | 30 | 4 | 8 | 19 | 3 |
| 台湾 | 4 | 3 | 1 | 1 | |
| マレーシア | 1 | 1 | | 2 | |
| シンガポール | | | | 1 | |
| ベトナム | 1 | | | | |
| アラブ | | | 1 | | |
| ロシア | | | | 1 | |
| 不明 | 8 | 1 | | | |
| 総計 | 60 | 29 | 43 | 119 | 30 |



東シナ海には中国、韓国、日本で発生した海洋ごみが留まっており、九州の南を回る黒潮の大隅分枝流によって太平洋岸に流入している。また、太平洋側の海洋ごみの流れには、いくつかのルートがあるのではないかと推測している。

図3

マイクロプラスチック調査

これまでに行ったマイクロプラスチックの調査の結果を表2に示す。奄美大島はこれまでの調査で最も多かった山口県小串海岸に次ぐ1519個のマイクロプラスチックを含んでいた。そのほとんどは発泡スチロールの破片であった(表2)。

表2. 砂浜の50×50cmに含まれるマイクロプラスチック(個)

| 調査日 | 太平洋 | | | 瀬戸内海 | | | | | | 日本海 | | |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2019/8/25 | 2018/7/24 | 2018/7/24 | 2016/8/22 | 2016/8/23 | 2017/8/22 | 2015/7/28 | 2019/10/6 | 2017/7/17 | 2018/8/11 | 2017/8/23 | 2018/8/15 |
| 調査地 | 鹿児島県奄美大島 | 鹿児島県志布志 | 宮崎県日南 | 大分県浅海井 | 大分県小志生木 | 山口県床波 | 愛媛県伊予 | 兵庫県西舞子② | 兵庫県西舞子① | 和歌山県友ヶ島 | 山口県小串 | 福井県敦賀 |
| 発泡プラ | 1498 | 56 | 3 | 19 | 108 | 42 | 190 | 231 | 85 | 1206 | 2511 | 364 |
| 硬質プラ | 17 | 111 | 7 | | | 1 | | 17 | 1 | 37 | 42 | 316 |
| フィルム状 | | | | | | | | | | | | 60 |
| スポンジ状 | 4 | | | | | | | | | | | |
| 繊維状 | | | | | | 1 | | | | | 2 | 20 |
| レジンペレット | | 2 | | | | | | | 3 | 2 | 14 | 6 |
| 合計(個) | 1519 | 169 | 10 | 19 | 108 | 44 | 190 | 248 | 89 | 1245 | 2569 | 766 |

次にコドラート内のマイクロプラスチックの個数と同じ日にその調査地点である海岸に漂着していたペットボトルに含まれる海外製品の割合で散布図を描き、それらの間の相関の有無を調べた(図4)。決定係数(R自乗値)は0.39となり、高い相関があることが分かった。つまり、海外からマイクロプラスチックが流れついていることが示唆された。しかし、多く流れ着く場所は日本海、太平洋に接した海岸であったので、瀬戸内海への流入は限定的だと考えられる。

図4. 海外製ペットボトルの割合と
マイクロプラスチックの個数との相関

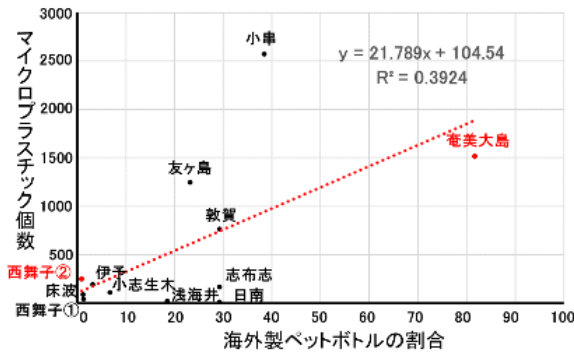


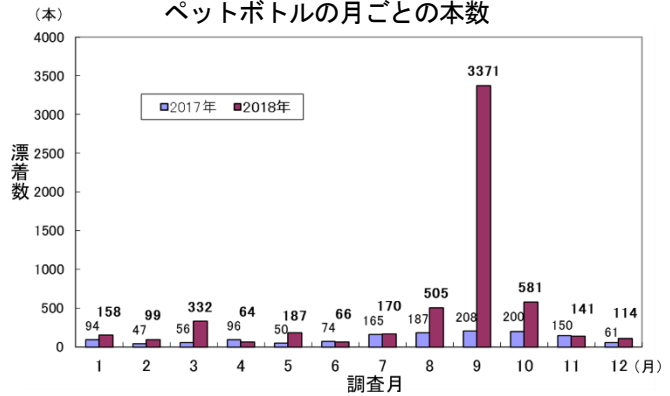
図5. 西舞子海岸の場所



2018年8月の西舞子海岸への大量のゴミ漂着について

西舞子海岸は明石海峡大橋のすぐ西にある長さ400mほどの自然海岸である(図5)。2018年9月2日の海岸清掃活動で回収した大量の漂着ごみの中からペットボトルだけを学校に持ち帰った。その数は3371本あり、前年および前後の月と比べて突出して多かった(図6)。

図6. 2017年2018年に西舞子海岸に漂着した
ペットボトルの月ごとの本数

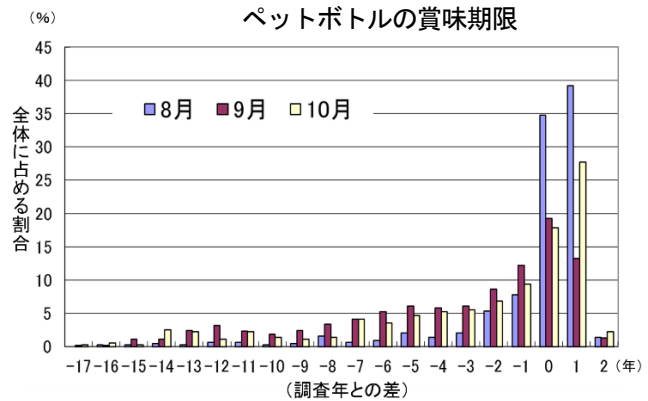


| | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 |
|------|------|------|------|------|------|
| 日本 | 97.1 | 99.6 | 98.3 | 98.8 | 97.2 |
| 海外 | 1.8 | 0.2 | 0.9 | 0.2 | 0.7 |
| 国籍不明 | 1.2 | 0.2 | 0.9 | 1.0 | 2.1 |
| 合計本数 | 170 | 505 | 3371 | 581 | 141 |

表3. 2018年7月から11月に西舞子海岸に漂着した海外製ペットボトルの割合(%)

このペットボトルの由来を調べることで、大量の漂着ごみの発生源を特定することを目的として、海外製品の含まれる割合、ペットボトルの賞味期限、2018年夏の災害時の最高潮位を調べた。表3に2018年7月から11月に西舞子海岸に漂着したペットボトルの生産国の割合を示した。海外製品の割合は、月ごとに変動はあるものの0.4~3.0%(国籍不明を含む)であり、大量にペットボトルを回収した9月に特に多いということにはなかった。

図7. 2018年8月,9月,10月に漂着した
ペットボトルの賞味期限



一方、図7は調査年である2018年に対して賞味期限がいつであるかを示しており、賞味期限が2019年のものは+1、2017年のものは-1として計数し、賞味期限の年ごとにまとめたものである。2018年9月は、ペットボトルの賞味期限は前後の月と比べて、古いものが多くみつかった。

2018年は災害の多く発生した年で、平成30年7月豪雨（通称：西日本豪雨）や平成30年台風第21号（チェービー）などが西日本を襲った。西日本で災害が起きた時の瀬戸内海中央部と大阪湾の最高潮位を気象庁ホームページの各種データ・資料より引用し表4に示した。河川が氾濫し、陸域から大量のごみが瀬戸内海に流れ込んだ西

日本豪雨後に行った8月調査（8月9日実施）では9月調査ほどの漂着ごみの増加は見られなかった。一方、台風21号により大阪湾は記録的な高潮に見舞われたが、10月調査での漂着ごみの増加量はそれほどでもなかった。ペットボトルの賞味期限から、新規に加入したごみの漂着が増えたことがわかった。藤枝ら（2010）によると瀬戸内海の海洋ごみの53%は外洋へと流出している。2018年9月に西舞子海岸に漂着した大量の海洋ごみは賞味期限が古いものが多かったことから、瀬戸内海の島々や海岸に打ち上げられ、海岸の奥に溜まった漂着ごみが台風20号による高潮で流出して、流れ着いたものと推定した。

表4. 2018年の災害時の最高潮位

| | 岡山県宇野 | | 大阪 | |
|-------|----------|-------|---------|-------|
| 西日本豪雨 | 7月4日3時 | 313cm | 7月5日5時 | 428cm |
| 台風20号 | 8月23日23時 | 346cm | 8月24日0時 | 520cm |
| 台風21号 | 9月4日18時 | 331cm | 9月4日15時 | 574cm |

最後に

太平洋岸の広い範囲に海外製の海洋ゴミが漂着しており、その一部が瀬戸内海に流入している。東シナ海を含め日本近海には日本製の海洋ごみも多く漂流している。九州南部にはそれが流れついているのだろう。また、マイクロプラスチックについても海外から流れ着いていることが示唆された。毎月調査をしている西舞子海岸の年間の漂着本数（9月から翌年8月）を図7に示した。年々、その数が増加しており、瀬戸内海の沿岸には多くの漂着ごみが溜まり続けていると考えられる。プラスチックが粉砕してできるマイクロプラスチックは回収が困難である。九州大学の磯辺篤彦教授によると、ペットボトル1本（30g）で30万個のマイクロプラスチックに相当するそうだ。瀬戸内海に流入するゴミは増え続けているが、海洋ゴミ問題を解決するには、漂着ごみを地道に除去するしかない。

図8. 西舞子海岸の漂着ペットボトル数の年ごとの変化



参考文献：

- ・藤枝 繁, 星加 章, 橋本 英資 (2010) 瀬戸内海における海洋ごみの収支, 沿岸域学会誌 22(4), 17-29
- ・気象庁 HP <http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/genbo/station.php>
- ・兵庫県立尼崎小田高等学校 「瀬戸内海の環境を考える高校生フォーラム」 SSH 報告書
- ・磯辺篤彦 (2019) ストロー排除より確実…片手でできる海洋プラ削減, 読売新聞オンライン