

海岸漂着ゴミと有害物質～プラスチック片と発泡スチロール～

防衛大学校理工学研究科 学生会員 ○岡山 伸吾

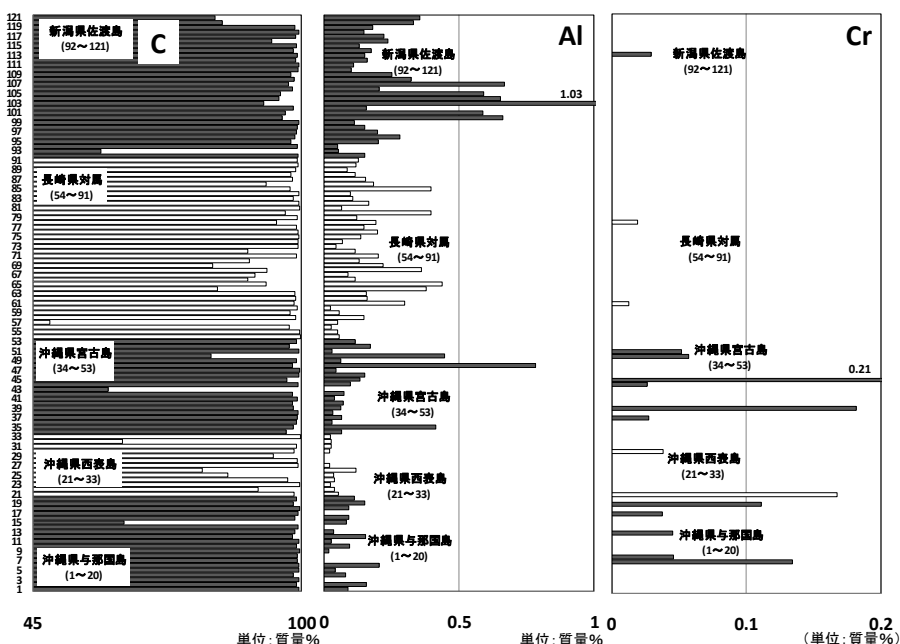
防衛大学校建設環境工学科 正会員 山口 晴幸

1. 目的 日本列島の海岸線に漂着するゴミ類は、発生源や漂流ルートが不明なものが多く、その種類も非常に多岐に亘る。中でも原型を留めないプラスチック片や発泡スチロール片は、軽量なものが多く、構造的にも脆弱であるため、波や海岸地形物の衝撃により破砕され、海岸域に大量に堆積したり、あるいは海岸奥域の植生帯に飛散したりして回収の困難な状況にある場合が多い。漂着ゴミを国籍別にみると、特に琉球列島や朝鮮半島に近接した日本海沿岸域では日本製よりも大陸側の近隣アジア諸国からのものが多く、他は国籍判別の不能なものが大半を占める。プラスチックや発泡スチロールは生産量の飛躍的な増加と同時に、廃棄物も増加している。プラスチック類ゴミの約1/3はリサイクル、残りは埋立てあるいは焼却されている。多種多様なプラスチック類はポリプロピレンやポリエチレン等の化学物質で製造されており、基本的には炭素(C)と水素(H)から成る高分子物質である。しかし材料の種々の性質・機能を發揮向上させるために、他の元素成分を含む可塑剤や着色剤等が混入・添加されている。当研究室の全国的な調査では、漂着ゴミの約8割はプラスチック類であることが分かっている。漂着ゴミと有害物質の関係に関する既往の研究では、発泡スチロールゴミから溶出する重金属類等の有害物質について指摘している。本報告では、歯止め無く打ち上がる漂着ゴミの全国的な回収・処分事業の迅速・加速化に警鐘を鳴らす意味からも、漂着プラスチック片と発泡スチロール片に含有される元素成分について分析評価し、有害物質の含有性について考察を試みている。



写真-1 漂着したプラスチック容器類 写真-2 圧縮後の発泡スチロール片

2. 調査と分析 漂着ゴミ調査は21～23年に実施した。対象海岸域は沖縄県、長崎県、福岡県、山口県、島根県、鳥取県、兵庫県、新潟県等の10県101海岸に及ぶ。漂着プラスチック片のサンプリングでは、プラスチック容器類等から5cm四方程度に切り取った小片やプラスチック破片を対象とした(写真-1)。一方、発泡スチロールのサンプリングでは、①表面に汚れ、泥、砂、海藻類などが付着していないもの、②長期間、海洋を漂流したと思われる角張りの取れた丸形状のもの、③出来る限り海岸の全長に亘って万遍なく、採取することに留意した。分析前処理では、漂着プラスチック



片の場合には表面の汚れや塩分等を完全に除去するた 図-1 漂着プラスチック片に含有する C, Al, Cr の質量%

め、入念に洗浄した後風乾し、分析用サンプルとした。発泡スチロール片の場合には表面洗浄はせず風乾した後、大きいものは手で破砕し、加圧成形機で厚さ3mm程度に圧縮して分析用サンプルとした(写真-2)。両サンプルの化学成分組成の評価には蛍光X線分析装置(XRF-1500型)を用い、含有元素成分の定量分析を試みた。ただし測定機器の性能上、Hを含む元素番号1～5は測定不能である。

キーワード 漂着ゴミ、有害物質、重金属類、プラスチック、発泡スチロール、蛍光X線分析

連絡先 〒239-0811 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL 046-841-3810 (内線 3513)

3. 結果と考察

(1) 漂着プラスチック片の元素成分 沖縄県与那国島・西表島・宮古島, 長崎県対馬, 新潟県佐渡島の海岸で採取した 121 サンプルの漂着プラスチック片についての分析結果において, 代表的な 3 元素(C, Al, Cr)の含有例を図-1 に示している. プラスチックは C と H(ここでは未測定)を基本構造としていることから, 当然, いずれのサンプルにおいても C の含有質量%が圧倒的に高く, 平均含有質量%は 95.5%であった. 他に 20 元素検出され, 大半の元素の含有質量%は 1%未満であったが, 中でも Al, Si, S, Ca などの元素は比較的高い含有質量%と検出率であった. 図 2 には漂着プラスチック片で検出された 21 元素の検出率を提示している. 検出率が 50%以上の元素は Ti, Si,

S, Ca, C, Al となっている. 検出率は低い, Zn, Sb, Pb, Ni, Cu, Cr, Cl, Br などの重金属類等の有害元素を含有しているものもあることがわかる. 上述したようにプラスチックは炭化水素を基本構造としているが, 着色剤(顔料), 難燃剤, 絶縁剤, 軟化剤, 発泡剤等, 使用用途に応じて添加剤等が混入されているためと推察される. 特に Br, P, Cl, Sb, Al, Mg は難燃剤として, Zn, Ti 等は着色剤(顔料), P 等は可塑剤として添加・混入されている可能性が高い. 漂着プラスチックの場合には, 回収除去の沈滞によって, 砕片化の進展による生物の誤飲や腐食劣化に伴う環境への影響が懸念される.

(2) 発泡スチロール片の元素成分 漂着発泡スチロール片についての代表的な 24 サンプルの含有元素成分の状況を図 3~5 に示す. ここには比較のためのダミー(非漂着)発泡スチロール片の 7 サンプルの結果も含まれている. ダミー発泡スチロール片は通常緩衝材として使用されたものである. 発泡スチロールは C と H の化学構造を有するポリスチレン樹脂であることから, やはり C の含有質量%は卓越して高いことがわかる. 取り分けダミー発泡スチロールでは 99%以上と大半が C 成分で構成されていることがわかる. これに対して漂着発泡スチロールでは, 漂流漂着過程で化学物質を吸着・付着する可能性が高いことから, C の含有質量%は相対的に多少低い傾向にある(図 3). 検出された元素の種類は 15 元素で C, Ca, Si の検出率は 100%で, S, P, Na, Mg, K, Fe, Cl, Al が 70~90%台, Zn, Ti, O, Br が 5~20%台の検出率であった(図 4). 各元素の主な発生源としては, Na, Cl, K, Mg, Ca は海塩成分, Fe, Al, Si, Ti は微細土粒子成分, Ca, Mg, P, S, K は微細石灰成分, Br, Mg, P は微細海藻・藻成分の付着・混入と推察される. C, O 以外の元素の含有質量%を図 5 に示す. 横軸は対数表示であり, 漂着発泡スチロールとダミー発泡スチロール及び漂着発泡スチロールの平均値との関係が視覚的に明瞭に分かる. ダミー発泡スチロールは, 総じて漂着発泡スチロールよりも各元素の含有は小さいと言える. 今後は, これらのサンプルを酸性条件下で溶出試験を行い, 有害元素の溶出性について科学的検討を試みる予定である. (参考文献) 1)宮坂啓象(1992):プラスチック事典, 朝倉書店, 2)岡山, 山口 (2010):漂着ゴミ汚染と有害化学物質, 土木学会第 18 回地球環境シンポジウム講演集, pp43-54, 3)岡山, 山口(2011):海岸漂着ゴミと有害物質, 第 38 回関東支部技術研究発表会, 4)岡山, 山口(2011):漂着発泡スチロールから誘発される有害物質の評価, 第 46 回地盤工学研究発表会(投稿中)

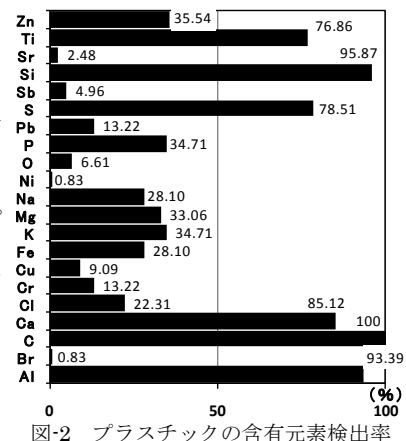


図-2 プラスチックの含有元素検出率

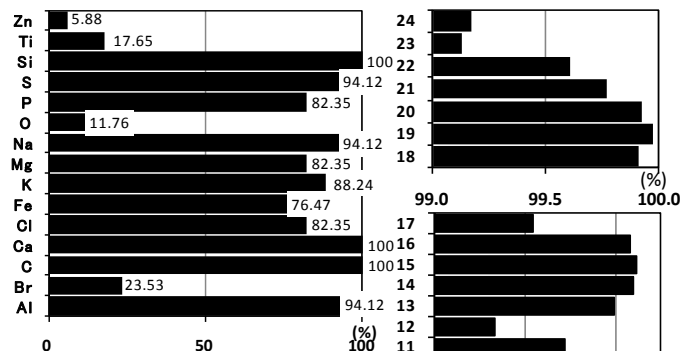


図-4 発泡スチロールの

含有各元素検出率

図-3 C の含有質量%

(上)ダミー発泡

(下)発泡スチロール

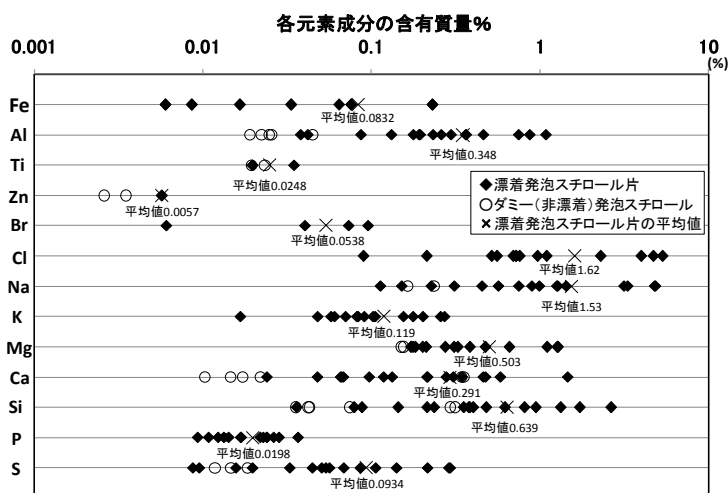


図-5 漂着・ダミー発泡スチロールの各元素成分の含有質量%