

漂着ゴミ汚染と重金属類～発泡スチロール片～

防衛大学校 非学員 ○佐藤 博文

防衛大学校 正会員 山口 晴幸

1. はじめに

約 6500 の島々が 3500km に亘って連なる島国「日本国」では今、国内外から漂流漂着する大量のゴミが、全国的に深刻な社会問題を引き起こしており、最も国民的関心の高い海浜環境問題となっている。この海岸漂着ゴミは、ビン・缶・プラスチック容器類等の生活廃棄物と発泡スチロールブイ・プラスチックブイ・漁網等の漁業廃棄物に大別される。特に漁具類ゴミは処理処分が厄介で、中でも発泡スチロール



写真1 海岸線を白帯化汚染する大量の漂着発泡スチロール片

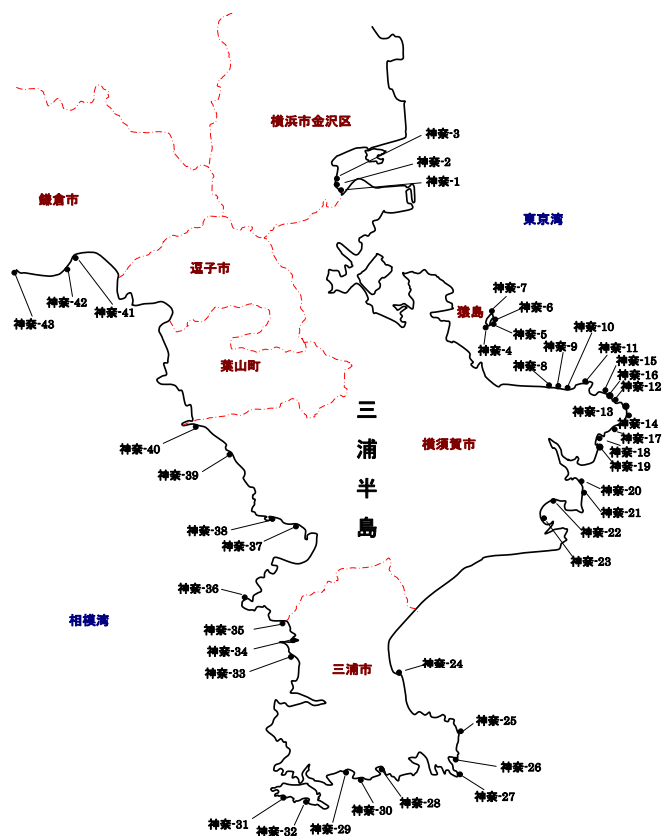


図1 東京湾・相模湾沿岸域での採取地点

ブイやその破片群は、海岸線を白色に染め上げる白帯化汚染を誘発し、甚大な海浜景観破壊の主因となっている(写真1)。本研究では、大量漂着する発泡スチロールゴミが有害化学物質を吸着・運搬・拡散させる「運び屋(キャリア)」としての懸念性を解明することに力点を置いて、漂着発泡スチロールゴミからの重金属類の溶出性について考察を試みている。

2. 発泡スチロールとは

発泡スチロールはポリスチレンを微細な泡で発泡させ硬化させた合成樹脂のことで、スチロールはスチレ

キーワード 漂着ゴミ, 漂着発泡スチロール片, 東京湾, 相模湾, 重金属類

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 (社) 防衛大学校 TEL 046-841-3810 E-mail yamaguch@nda.ac.jp

ンの別称である。ポリスチレンは基本的には炭素(C)と水素(H)からなる炭化水素の化学構造を有している。製造法によって、①ビーズ法発泡スチロール(EPS)、②ポリスチレンペーパー(PSP)、③押出ポリスチレン(XPS)の3タイプがあり、化学的性質はほぼ同じであるが、形状や気泡の特性の違いによって用途が異なる。ブイ等の漂着発泡スチロールゴミはEPSが主体となっている。

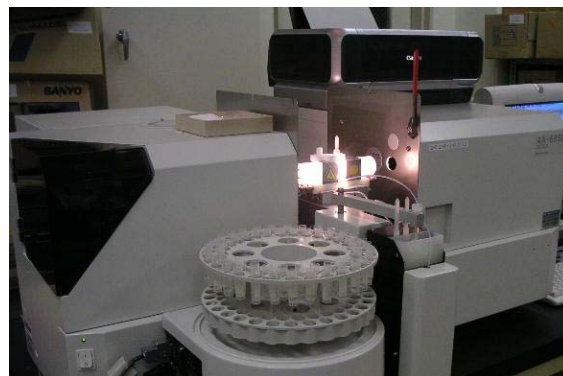


写真2 重金属類のファーンネス型原子吸光分析

3. 調査・分析

海域・漂着ルートによって吸着・運搬・拡散される汚染物質の異なることが想定されるので、発泡スチロールゴミの採取は、①東シナ海岸の沖縄県八重山諸島(55 サンプル)、②日本海岸の新潟県沿岸部・佐渡島(10 サンプル)、③東京湾・相模湾岸の神奈川県・千葉県沿岸(53 サンプル)、④太平洋上の東京都硫黄

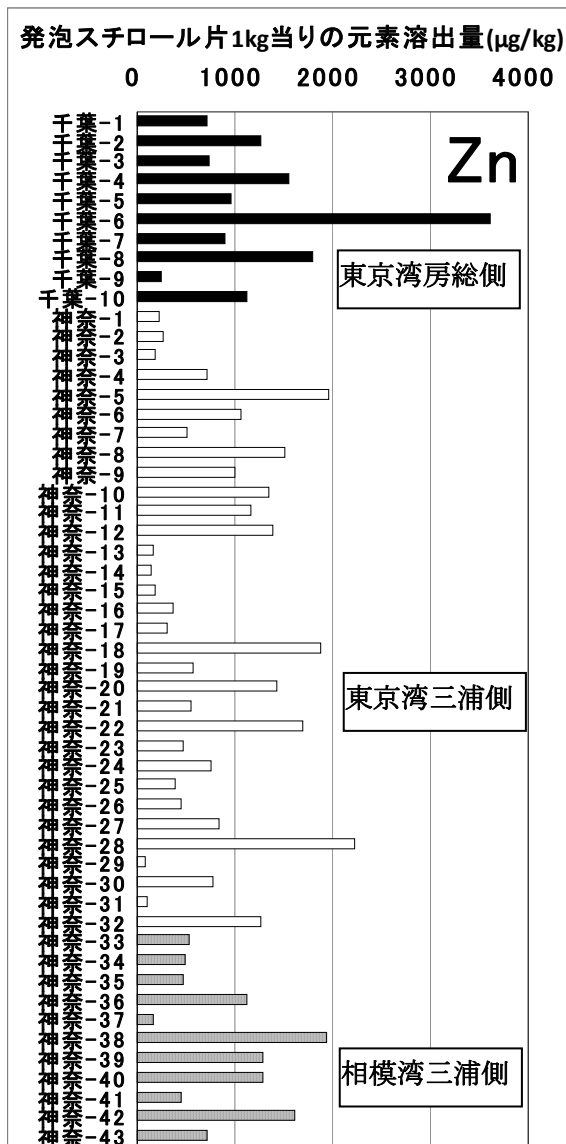


図2 漂着発泡スチロール片のZnの溶出性

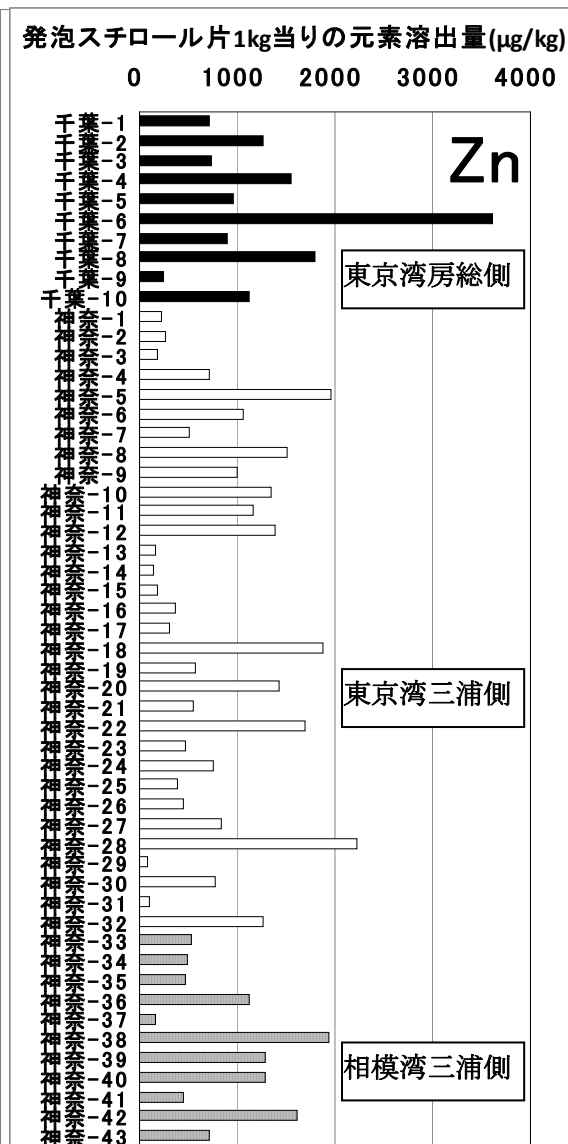


図3 漂着発泡スチロール片のCuの溶出性

島(7 サンプル)・米国ハワイ島(3 サンプル)、⑤太平洋岸の宮城県沿岸(3 サンプル)、⑥瀬戸内海岸の広島県宮島(3 サンプル)と広範囲の地域に亘った。採取サンプルは細砕した後、溶出試験を実施して、土壌・水質環境基準にある重金属類を主体に生態系に好ましくないAs、Pb、Cr、Cd、Cu、Zn、Al、Ni、Sn、Mnについて、原子吸光法によって溶出性の評価を試みた。溶出液の作製では、乾燥質量で約15gの発泡スチロール片に1000mlの脱イオン水を添加して、6時間振とう機で攪拌し、さらに超音波を15分間作用して遠心分

離した後、上澄み液を $0.45\mu\text{m}$ フィルターで吸引濾過して溶出液を抽出した。なお操作・分析法は同じであるが緩衝材用発泡スチロール(ダミー発泡材として)と浜砂についても実施した。浜砂の場合は、試料質量 50g に脱イオン水 500ml を添加して溶出液を作製した。

4. 結果と考察

ここでは紙面の関係上、東京湾・相模湾岸の神奈川・千葉県沿岸(図 1)で採取した漂着発泡スチロール片(53 サンプル)からの重金属類(10 元素)の溶出性について記述する。分析した 10 元素の内、亜鉛(Zn)、銅(Cu)、マンガン(Mn)の漂着発泡スチロール片の結果例を、乾燥サンプル 1kg 当りからの溶出量(μg)として図 2～図 4 に示す。溶出量は採取した海岸地点によってかなり異なっているが、漂着発泡スチロール片からの重金属類の溶出が確認される。各図では、Zn は東京湾房総半島沿岸、Cu は相模湾三浦半島沿岸で比較的高い溶出量を示し、海岸域的な特徴が窺われる。そこで東京湾・相模湾沿岸域での結果を東京湾房総半島側、東京湾三浦半島側、相模湾三浦半島側に地域区分し、各区分域での平均値を 10 元素について比較したのが図 5 と図 6 である。重金属類の中でも Zn と Cu に加え、マンガン(Mn)の溶出性も高い(図 5)。最も溶出量の高かった元素はアルミニウム(Al)で(図 6)、Mn と共に三浦半島の東京湾と相模湾沿岸域で高い傾向にあった。これらの元素に比較して溶出量は低い、ニッケル(Ni)と鉛(Pb)は全てのサンプルから検出されたが、クロム(Cr)、砒素(As)、カドミウム(Cd)、錫(Sn)は検出されないサンプルも多く、低溶出量の元素では、あまり海岸域的な違いは認められない。

そこで、漂着発泡スチロール片から溶出するこのような重金属類が漂流漂着過程で吸着付着するのか、どのような過程で取り込まれるのかを究明していくために、同時に採取した浜砂と非漂着の緩衝材用発泡スチロール(ダミー発泡材)についての同種の結果と比較したのが図 7

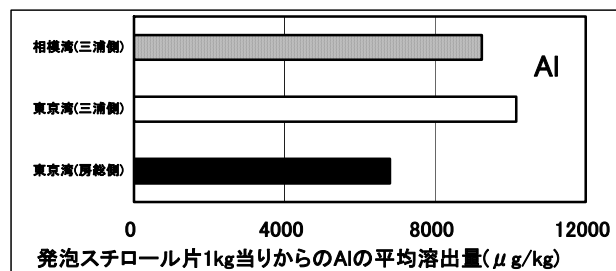


図 6 各海岸区域での亜鉛の溶出性の比較

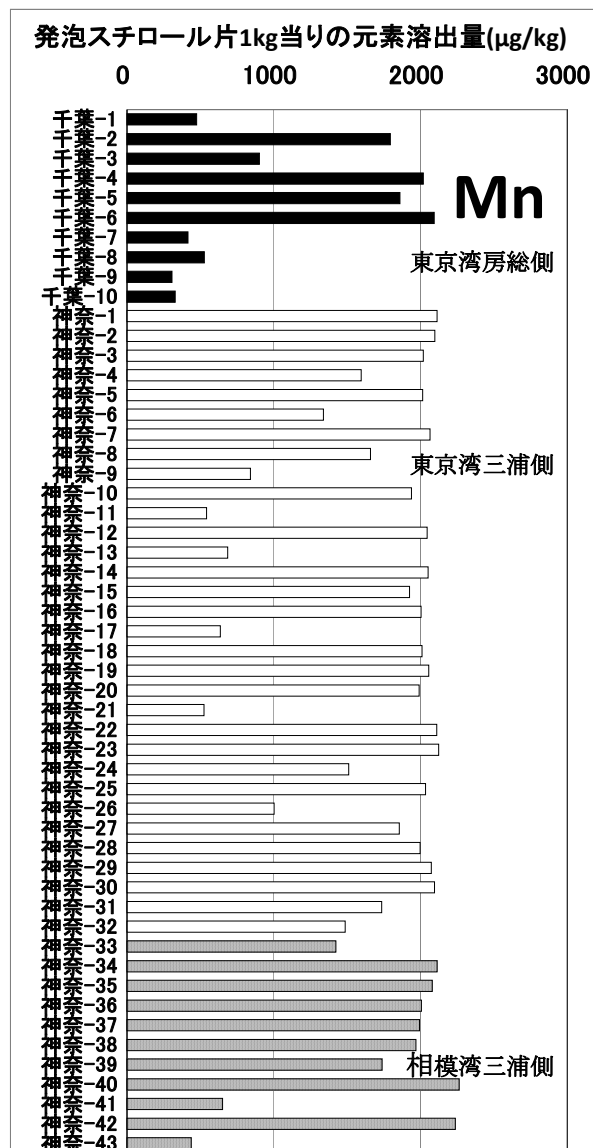


図 4 漂着発泡スチロール片の Mn の溶出性

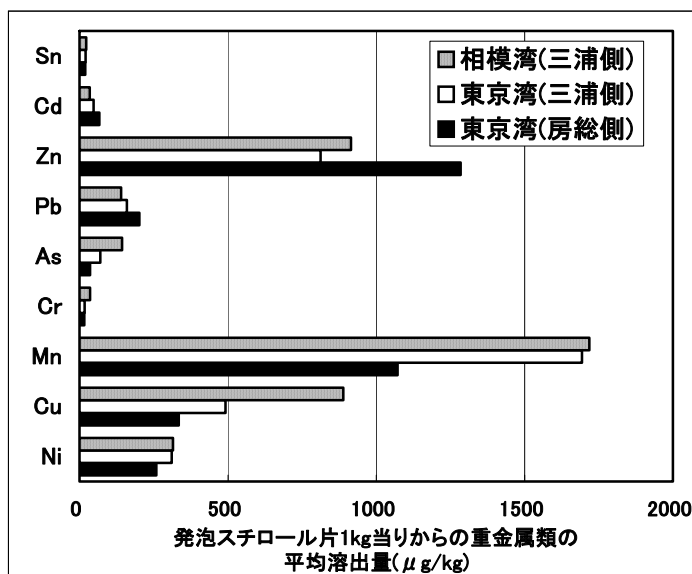


図 5 各海岸区域での重金属類の溶出性の比較

と図 8 である。漂着発泡スチロール片は全サンプル(53 サンプル)、浜砂は 36 サンプル、ダミー発泡材は 6 サンプルの平均値として溶出量と比較している(図 9)。浜砂からの溶出量は、バックグラウンド的な値とみなすことができ、両者の比較から、いずれの金属元素においても漂着発泡スチロール片は高い溶出性を示し、上述したように特に、Cu、Mn、Zn、Ni では卓越しているのが分かる。なおダミー発泡材を 6 サンプル分析したが、各サンプル間で各金属元素の溶出量にはかなりの相違が認められる。このようなことから、漂着発泡スチロール片の示す高い溶出性は、かならずしも漂流漂着過程に要因があるようには、言い切れないように思

われる。Zn や Cu では、逆に非漂着のダミー発泡材で高い溶出性が認められる。この原因については、今は言及できない。しかし発泡スチロールは本来 C と H の化学構造を有しているが、表面コーティング剤や気泡粒の接着剤等に金属元素を含む化学物質を使用している可能性もある。また生成・成型・押出等の熱・圧力を負荷する製造過程で金属容器・メッキ塗装版等と接触することにより取り込まれる可能性も考えられる。いずれにせよ、重金属類の高い溶出性を呈する漂着発泡スチロール片は環境汚染因子となり、汚染物質の運び屋(キャリア)となる可能性が懸念される。

以上のことから、大量漂着する発泡スチロール片からの重金属類等の溶出性の評価は、海洋(海水)汚染や海浜地盤汚染のバロメータ的指標となる可能性があり、全国的に漂着発泡スチロール片の金属元素の溶出性や他の吸着有害物質の評価を試みるのが有益と思われる。

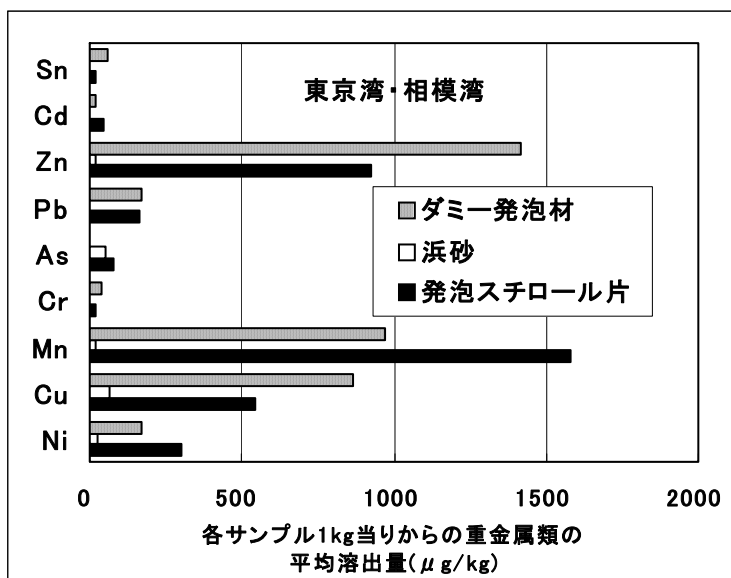


図 7 各サンプルの重金属類の溶出性の比較

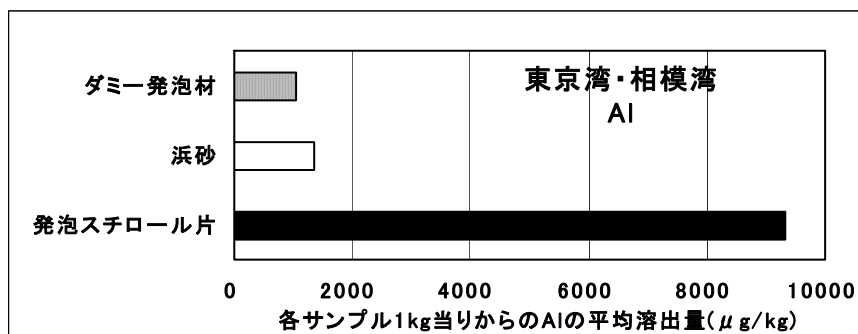


図 8 各サンプルの Al の溶出性の比較

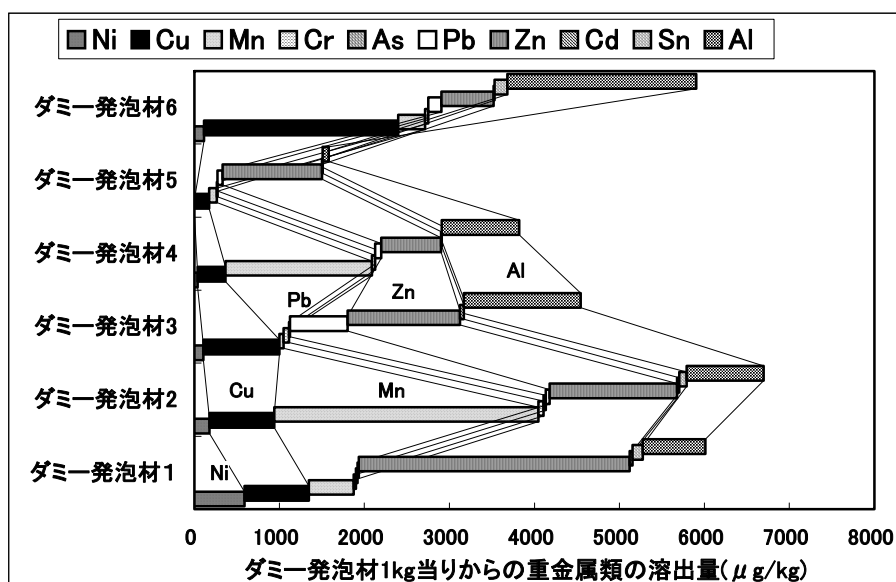


図 9 非漂着ダミー発泡材からの重金属類の溶出性のばらつき