

1.4 【防衛大学校・山口晴幸名誉教授 提供】海岸漂着ゴミから溶出する有害化学物質の潜在的ポテンシャルの評価～定量的広域評価モデルの適用方針～

2019.2.15

有害化学物質の評価モデル調査報告

海岸漂着ゴミから溶出する有害化学物質の
潜在的ポテンシャルの評価
～定量的広域評価モデルの適用方針～

防衛大学校名誉教授 山口 晴幸

hareyuki@oregano.ocn.ne.jp

1. はじめに

漂流・漂着ゴミによる海洋・海岸汚染問題が地球規模的に深刻度を増す中、漂流・漂着ゴミの大半を占める廃プラスチックによる海洋生態系への汚染リスクが顕在化しつつある。炭素・水素・酸素を主成分とした高分子化合物である廃プラスチックからは、漂流中に吸着した有害化学物質のみならず、着色剤・難燃剤・可塑剤などとして製造過程に添加された化学成分にも有害化学物質が含有されていることで、廃プラスチックの漂流・漂着ゴミは海生生態系にとって化学的リスクの極めて高い汚染因子となっている。

さらに、昨今特に、回収が殆ど絶望的で、しかも海生生物の摂食リスクが一段と高まる大きさ 5mm 以下の微小プラスチック『マイクロプラスチック』による海洋汚染問題に世界的な目が注がれている。亜熱帯海洋性気候に属し、廃プラスチックの劣化に対して厳しい気象条件(強い紫外線と高い気温)下に曝されている沖縄島嶼では、海岸マイクロプラスチックの発生や海洋への排出性が極めて高いことが明らかとなっており、オカヤドカリ、スナガニ、イソハマグリなどの底生生物の体内からの海岸マイクロプラスチックの検出事例が増えつつある。

沖縄島嶼では、中国製ゴミを主体とした近隣アジア諸国からの海洋越境ゴミの膨大な量の漂着が繰り返されており、砂浜・干潟・湿地水域の動植物生態系にとって甚大なダメージとなっている。

定量的広域評価モデルは、多種類の漂着ゴミを大別・数量化し、種類ごとに算定した有害化学物質の潜在的な溶出量を累積することで、漂着ゴミからの有害化学物質の溶出性をトータル的に評価し、海岸等有する有害化学物質に関する潜在的な溶出ポテンシャルを科学的に判定するのに役立つ。

図 1 には、定量的広域評価モデルの概念フローを示している。まず、海岸を単位として調査海岸域(通常、島単位)あるいは調査範囲等(通常、諸島・列島単位)の調査対象区域が設定され、漂着ゴミ量を個数評価法によって種類・国籍別に数量集計される。必要に応じて種類・国籍ごとに平均的質量換算係数を用いて数量は質量に換算され、潜在的溶出係数を導入して有害化学物質の溶出量が算定される。種類・国籍ごとに累積算定された有害化学物質の潜在的溶出量を総計し、調査海岸、調査海岸域、調査範囲に拡大して、各調査対象区域に対応した有害化

定量的広域評価モデルの概念フロー

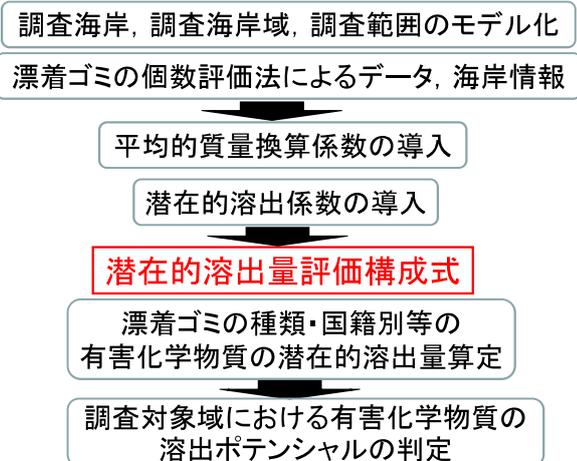


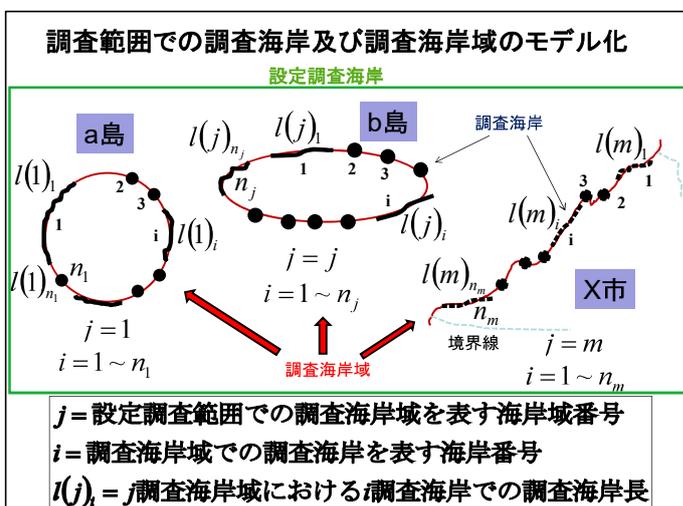
図 1 調査対象区域における有害化学物質の潜在的溶出ポテンシャルの判定フロー

学物質の潜在的な溶出ポテンシャルを評価することができる。

2. 定量的広域評価モデルの概説

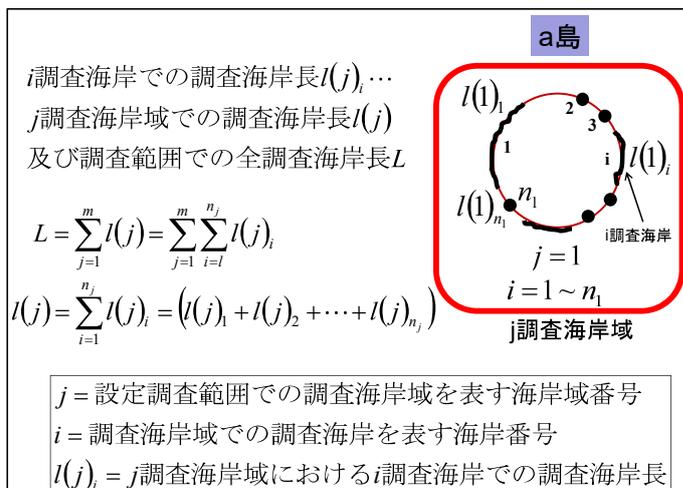
上述したように、海岸に打ち上がる漂着ゴミの数量、種類、国籍などを考慮し、漂着ゴミに起因する種々の有害化学物質の潜在的な溶出性をトータル的に定量評価する本モデルは、調査海岸を一単位として、海岸を累積することで、海岸域(例えば、島単位)や調査範囲(例えば、諸島単位)などでの推定が可能な構成式となっており、潜在的な溶出ポテンシャルを広域的に検討するのに有効となる。以下に本評価モデルの主要な構成ステップについて概説する。

ステップ①：調査対象区域のモデル化



- ・調査対象とする海岸、海岸域、調査範囲を設定し、調査海岸を番号表示する。
- ・調査海岸：調査区域の単位
- ・海岸域：複数の海岸から構成(例えば、島・沿岸域)
- ・調査範囲：複数の海岸域から構成(例えば、諸島・列島)

ステップ②：調査対象区域の海岸長の算定



- ・調査海岸の海岸長を設定して、海岸域や調査範囲の海岸長を累積算定する。

ステップ③：漂着ゴミの国籍別集計

個数評価法で集計された漂着ゴミ調査分析データ

ゴミ種類	漂着数(個)	国籍別内訳(個)
T_α	$p(j)_i$	$p(j)_i^J, p(j)_i^C, p(j)_i^K, p(j)_i^T, p(j)_i^R, p(j)_i^O, p(j)_i^U$
T_β	$q(j)_i$	$q(j)_i^J, q(j)_i^C, q(j)_i^K, q(j)_i^T, q(j)_i^R, q(j)_i^O, q(j)_i^U$
T_γ	$r(j)_i$	$r(j)_i^J, r(j)_i^C, r(j)_i^K, r(j)_i^T, r(j)_i^R, r(j)_i^O, r(j)_i^U$
T_δ	$s(j)_i$	$s(j)_i^J, s(j)_i^C, s(j)_i^K, s(j)_i^T, s(j)_i^R, s(j)_i^O, s(j)_i^U$
T_ϵ	$t(j)_i$	$t(j)_i^J, t(j)_i^C, t(j)_i^K, t(j)_i^T, t(j)_i^R, t(j)_i^O, t(j)_i^U$
\vdots	\vdots	\vdots
T_ω	$z(j)_i$	$z(j)_i^J, z(j)_i^C, z(j)_i^K, z(j)_i^T, z(j)_i^R, z(j)_i^O, z(j)_i^U$

J =日本製, C =中国製, K =韓国製, T =台湾製, R =ロシア製, O =他外国製, U =(国籍)不明

- ・漂着ゴミの種類ごとに、国籍区分して数量を集計する。
- ・国籍は、日本製、中国製、韓国製、台湾製、ロシア製、他外国製、(国籍)不明に区分する。
- ・6種類の主要な漂着ゴミ(プラスチック類、発泡スチロールブイ類、大型プラスチックブイ、ビン類(金属製キャップ)、電球類(電球・蛍光灯管)金属部分)を対象とする(写真1)。



写真1 対象とした主要な漂着ゴミの種類

ステップ④：質量換算係数と溶出係数の導入

1) 平均的質量換算係数 m (kg/個)

一般式 m_α^X (kg/個)

2) 潜在的溶出係数 α ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

一般式 $\alpha^{A(X)}(j)_i$ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

A: 元素名(Pb, Cd, Al...)

X: 国籍名(J:日本, C:中国, K:韓国...)

ギリシャ文字: ゴミの種類(α, β, γ ...)

ゴミの種類に応じて国籍・海岸を考慮

- ・平均的質量換算係数は数量を質量に換算する係数で、プラスチック類とビン類(金属製キャップ)の場合には、国籍を考慮して算定される(表1左)。
- ・潜在的溶出係数は、各種類の漂着ゴミにおいて、複数のサンプルで得られた有害化学物質の溶出量の平均値として算定される。なおプラスチック類、大型プラスチックブイ類、ビン類(金属製キャップ)については、国籍を考慮して算定される(表1右)。
- ・有害化学物質としては、約10種類の重金属類等の元素成分を対象とする。

表1 漂着ゴミの主要な種類に応じて算定される平均的質量換算係数(左)と潜在的溶出係数(右)

漂着ゴミの種類 T_Y		平均的質量換算係数 m_Y^X (g/個)or(kg/個)		漂着ゴミの種類 T_Y		潜在的溶出係数($\mu\text{g}/\text{kg}$)	
						一般的表示	具体的表示
プラスチック類ゴミ T_α ($Y = \alpha$)		m_α^J m_α^C m_α^K m_α^T m_α^R m_α^O $m(j)_\alpha^U$: 日本製($X=J$) : 中国製($X=C$) : 韓国製($X=K$) : 台湾製($X=T$) : ロシア製($X=R$) : 他外国製($X=O$) : 不明($X=U$)	プラスチック類ゴミ T_α		$\alpha^{A(X)}(j)_i$	$\alpha^{A(J)}$ $\alpha^{A(C)}$ $\alpha^{A(K)}$ $\alpha^{A(T)}$ $\alpha^{A(R)}$ $\alpha^{A(O)}$
発泡スチロールブイ T_β ($Y = \beta$)		m_β	(定値)	発泡スチロールブイ T_β		$\beta^{A(X)}(j)_i$	$\beta^{A(J)}$
プラスチックブイ T_γ ($Y = \gamma$)		m_γ	(定値)	プラスチックブイ T_γ		$\gamma^{A(X)}(j)_i$	$\gamma^{A(J)}$ $\gamma^{A(C)}$ $\gamma^{A(K)}$ $\gamma^{A(T)}$ $\gamma^{A(R)}$ $\gamma^{A(O)}$
球管類ゴミ (金属部分) T_δ ($Y = \delta$)	電球類 $T_{\delta 1}$	$m_{\delta 1}$	(定値)	球管類ゴミ (金属部分) T_δ	電球類 $T_{\delta 1}$	$\delta_1^{A(X)}(j)_i$	$\delta_1^{A(J)}$
	蛍光灯管類 $T_{\delta 2}$	$m_{\delta 2}$	(定値)		蛍光灯管類 $T_{\delta 2}$	$\delta_2^{A(X)}(j)_i$	$\delta_2^{A(J)}$
ビン類ゴミ (金属製キャップ) T_ϵ ($Y = \epsilon$)		m_ϵ^J $m_\epsilon^{C \cdot T}$ m_ϵ^K m_ϵ^R m_ϵ^O $m(j)_\epsilon^U$: 日本製($X=J$) : 中国・台湾製 ($X=C \cdot T$) : 韓国製($X=K$) : ロシア製($X=R$) : 他外国製($X=O$) : 不明($X=U$)	ビン類ゴミ (金属製キャップ) T_ϵ		$\epsilon^{A(X)}(j)_i$	$\epsilon^{A(J)}$ $\epsilon^{A(C \cdot T)}$ $\epsilon^{A(K)}$ $\epsilon^{A(R)}$ $\epsilon^{A(O)}$



ステップ 5 : 評価モデルでの各種パラメータの設定

パラメータ			
漂着ゴミの種類	潜在的溶出係数	漂着個数	平均的質量換算係数
T_α	$\alpha^{A(X)}(j)_i$	$p(j)_i^X$	$m_\alpha(j)_i^X$
T_β	$\beta^{A(X)}(j)_i$	$q(j)_i^X$	$m_\beta(j)_i^X$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
T_ω	$\omega^{A(X)}(j)_i$	$z(j)_i^X$	$m_\omega(j)_i^X$
	($\mu\text{g}/\text{kg}$)	(個)	($\text{kg}/\text{個}$)

・調査海岸における漂着ゴミの種類に応じて、潜在的溶出係数、漂着数量、平均的質量換算係数を設定する。

ステップ 6 : A 元素の潜在的溶出量の算定

j 調査海岸域での有害元素成分Aに関する潜在的溶出量

$$d^A(j)_T : \text{潜在的溶出量} (\mu\text{g}) = \text{溶出係数} (\mu\text{g/kg}) \times \text{個数} (\text{個}) \times \text{質量換算係数} (\text{kg/個})$$

漂着ゴミの種類別の溶出量

$$\begin{cases} T_\alpha : d^A(j)_\alpha = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{X=J}^U \alpha^{A(X)}(j)_i \cdot p(j)_i^X \cdot m_\alpha(j)_i^X \\ T_\beta : d^A(j)_\beta = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{X=J}^U \beta^{A(X)}(j)_i \cdot q(j)_i^X \cdot m_\beta(j)_i^X \\ \vdots \\ T_\omega : d^A(j)_\omega = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{X=J}^U \omega^{A(X)}(j)_i \cdot z(j)_i^X \cdot m_\omega(j)_i^X \end{cases}$$

- 任意の調査海岸域での、漂着ゴミの種類ごとに溶出する有害化学物質の潜在的溶出量を算定する。



ステップ 7 : A 元素の潜在的溶出ポテンシャルの評価

調査海岸域 $d^A(j)_T$ A: 元素名, T: 総量
ギリシャ文字: ゴミの種類

$$d^A(j)_T = d^A(j)_\alpha + d^A(j)_\beta + \dots + d^A(j)_\omega + \dots \quad (\mu\text{g})$$

調査範囲 $D^A|_T$

$$D^A|_T = \sum_{j=1}^m d^A(j)_T = \sum_{j=1}^m \{d^A(j)_\alpha + d^A(j)_\beta + \dots + d^A(j)_\omega + \dots\} \quad (\mu\text{g})$$

単位調査海岸長当たりの潜在的溶出量

調査海岸域 * $d^A(j)_T = d^A(j)_T / \sum_{i=1}^{n_j} l(j)_i \quad (\mu\text{g/km})$

調査範囲 * $D^A|_T = D^A|_T / \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} l(j)_i \quad (\mu\text{g/km})$

- 調査海岸域(島一帯)や調査範囲(諸島全域)に拡張することで、トータル的な漂着ゴミ量から有害化学物質の潜在的な溶出量が推定でき、調査対象区域での溶出ポテンシャルが判定される。海浜域の動植物生態系へのリスク評価に役立てられる。

3. 定量的広域評価モデルの適用事例

本評価モデルを、調査対象区域として、2009年春季調査を実施した八重山・宮古諸島(7島 32海岸)の漂着ゴミデータに適用した事例について紹介する。図2に示すように、ここでの調査範囲は八重山・宮古諸島とし、調査海岸域(j)を島に設定し7島で構成されている。調査海岸域の番号は、西方から与那国島(j=1)、西表島(j=2)、波照間島(j=3)、黒島(j=4)、竹富島(j=5)、石垣島(j=6)、宮古島(j=7)の順に付している。さらに各調査海岸域における調査海岸(i)の地点番号を図中に示すように付している。調査海岸数は与那国島(j=1)で8海岸、西表島(j=2)で10海岸、波照間島(j=3)で2海岸、黒島(j=4)と竹富島(j=5)でそれぞれ1海岸、石垣島(j=6)で6海岸、宮古島(j=7)で4海岸となっている。

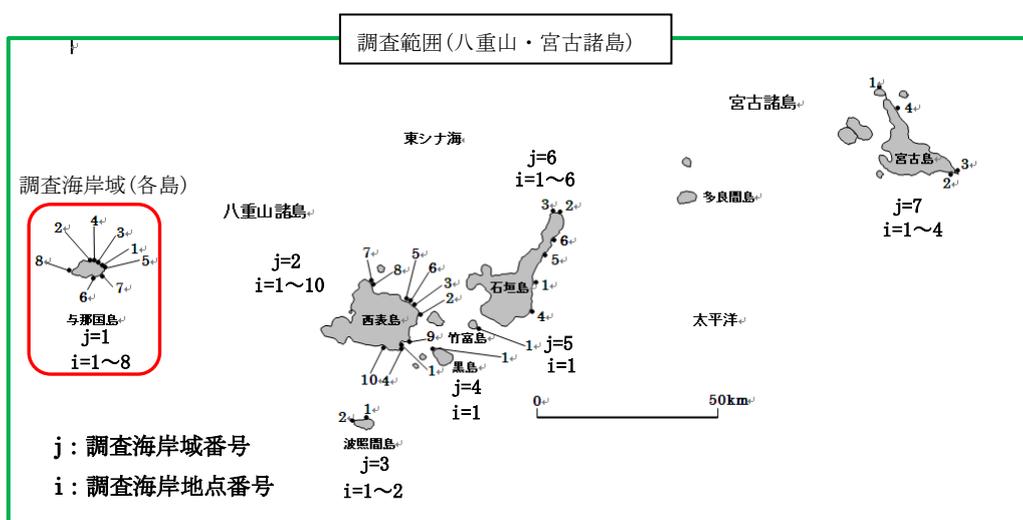


図2 調査範囲とした八重山・宮古諸島での調査海岸・調査海岸域の設定

プラスチック類ゴミ、発泡スチロールブイ、プラスチックブイ、球管類ゴミ(金属部分)の電球類と蛍光灯管類、ビン類ゴミ(金属部分)の6種類の漂着ゴミを対象として、評価モデル式を適用して算定した、調査範囲(八重山・宮古諸島)でのトータルの漂着ゴミからの潜在的溶出量の推定値を図3に示している。各元素成分の潜在的溶出量は調査海岸長1km当りの溶出量(mg:ミリグラム)として表示

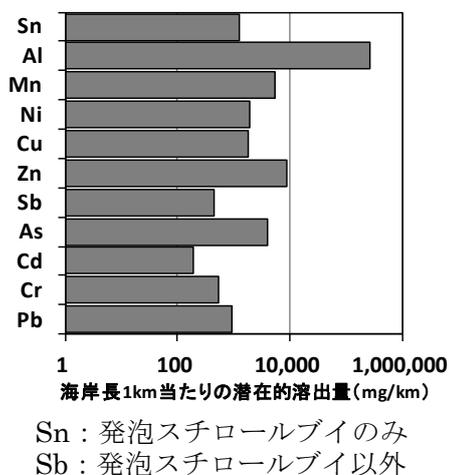


図3 単位海岸長表示での潜在的溶出量

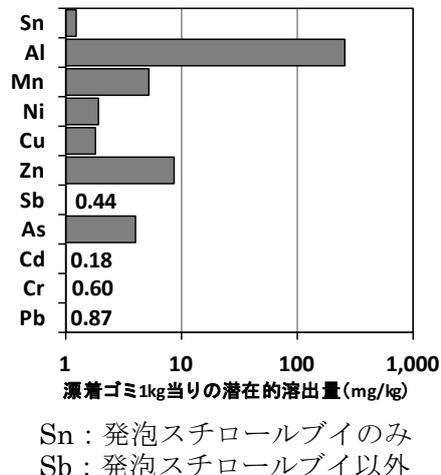


図4 単位質量表示での潜在的溶出量

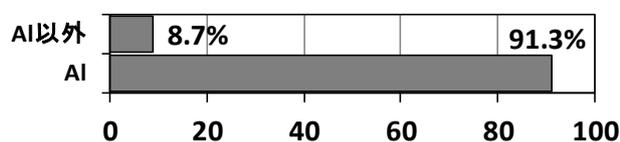
している。なお 11 元素成分の内、錫(Sn)は発泡スチロールブイのみ、アンチモン(Sb)は発泡スチロールブイ以外の 5 種類の漂着ゴミからの溶出量としてそれぞれ算定している。八重山・宮古諸島の調査範囲で、最も潜在的溶出量の高い元素成分は Al で、突出した値となっていることがわかる。次いで Zn, Mn, As も他の元素成分に比して比較的高い傾向にある。

同様に図 4 には、調査範囲での漂着ゴミの総量(質量)で各元素成分の潜在的溶出量を除し、漂着ゴミ 1kg 当たりの溶出量として再度整理している。当然、この結果は、図 3 での単位海岸長での傾向と類似している。Al は 100mg/kg を超えているが、Mn, Zn, As, Cu, Ni は 1~10mg/kg 範囲で、Pb, Cr, Cd, Sb はそれぞれ 1mg/kg 以下の潜在的溶出量となっている。なお、図 3 と図 4 の両結果からも推察できるが、対象とした 11 種類の元素成分の潜在的溶出量の総量に占める各元素成分の比率を表示したのが図 5(a) と(b)である。上述したように、高い潜在的溶出性を呈する Al は総量の 91.3% を占めており、他の 10 元素成分の占める溶出量は 8.7% となっている。この 8.7% を 100% として、各元素成分の溶出量比率を求めると、円グラフで表示するように下記の大小関係となっている。

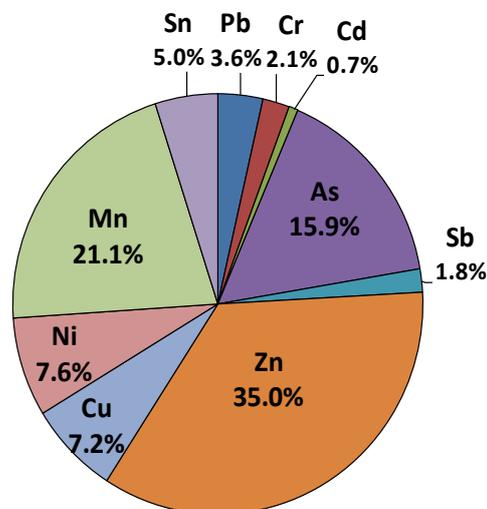
Zn(35.0)>Mn(21.1)>As(15.9)>Ni(7.6)・u(7.2)>Sn(5.0)>Pb(3.6)>Cr(2.1)>Sb(1.8)>Cd(0.7)

但し()内の値は Al 以外の 10 元素成分について潜在的溶出量の比率を 100% とした場合の各元素成分の溶出量比率(%)である。

さらに、各元素成分の溶出供給源を漂着ゴミの種類ごとに区分して表示したのが、図 6 である。まず漂着ゴミの種類から潜在的供給源をみると、発泡スチロールブイは他の種類の漂着ゴミに比較して、対象としたいずれの元素成分においても、卓越した潜在的溶出性(多孔質性で吸着性が極めて高い)を有していることが理解できる。特に、Pb, As, Ni, Al の潜在的溶出量では、いずれの元素成分でも 97% 以上を占めているのは発泡スチロールブイで、主要な供給源となっていることがわかる。Cr, Cd, Zn, Cu, Mn では多少他の種類の漂着ゴミからの供給もあるが、いずれもその関与の程度は発泡スチロールブイに比較すると極めて低い。ちなみにプラスチックブイでは Cd で 19.1%, Mn で 8.3%, Zn と Cu では



(a) 調査範囲での潜在的溶出量に占める Al の比率



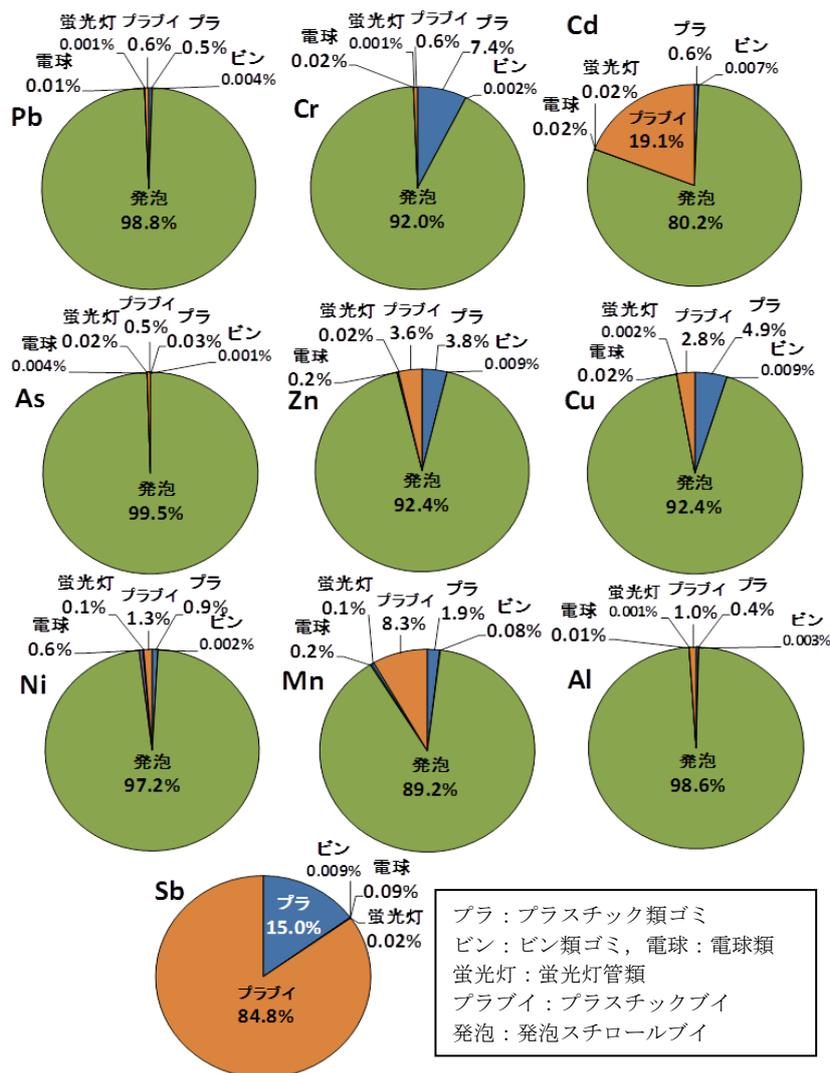
(b) 潜在的溶出量に占める Al 以外の元素成分の比率

図 5 調査範囲での潜在的溶出量に占める各元素成分の比率

数%程度、またプラスチック類ゴミではCrで7.4%、Cuで4.9%、Znで3.8%、Mnで1.8%程度の潜在的溶出量を有している。なお発泡スチロールビを除いて推定したアンチモン(Sb)の場合には、プラスチックビが主要な供給源(84.8%)となっており、プラスチック類ゴミ(15.0%)を含めると供給源のほとんどはプラスチック系の漂着ゴミからなっていることがわかる。

次に、プラスチック類ゴミの場合について、国籍別に区分して潜在的溶出量について例示する。

図7と図8に示すように、いずれの元素成分においても、国籍判別不能な不明ゴミからの供給量が非常に高く、潜在的溶出量の70%以上を占めていることがわかる。これは両種類の漂着ゴミでは、やはり不明ゴミが約60~70%と総量の半数以上を占めていることが要因と思われる。しかし



(但し Sb は発泡スチロールビ以外からの溶出量として算定)

図6 調査範囲での単位海岸長当りの各元素成分の潜在的溶出量に関する種類別比率

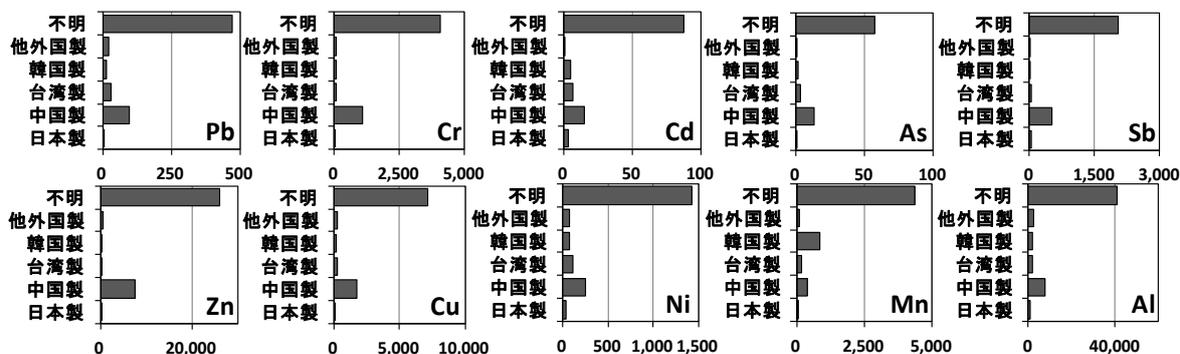


図7 プラスチック類ゴミの1km当りの国籍別潜在的溶出量(µg/km)

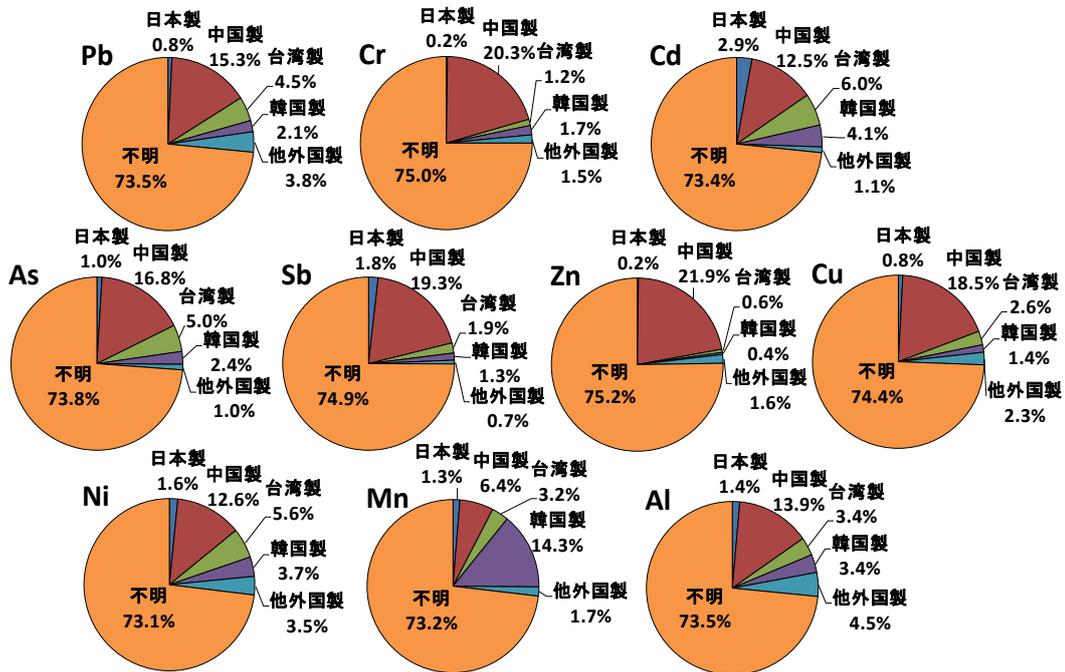


図8 プラスチック類ゴミの場合の各元素成分における国籍別比率

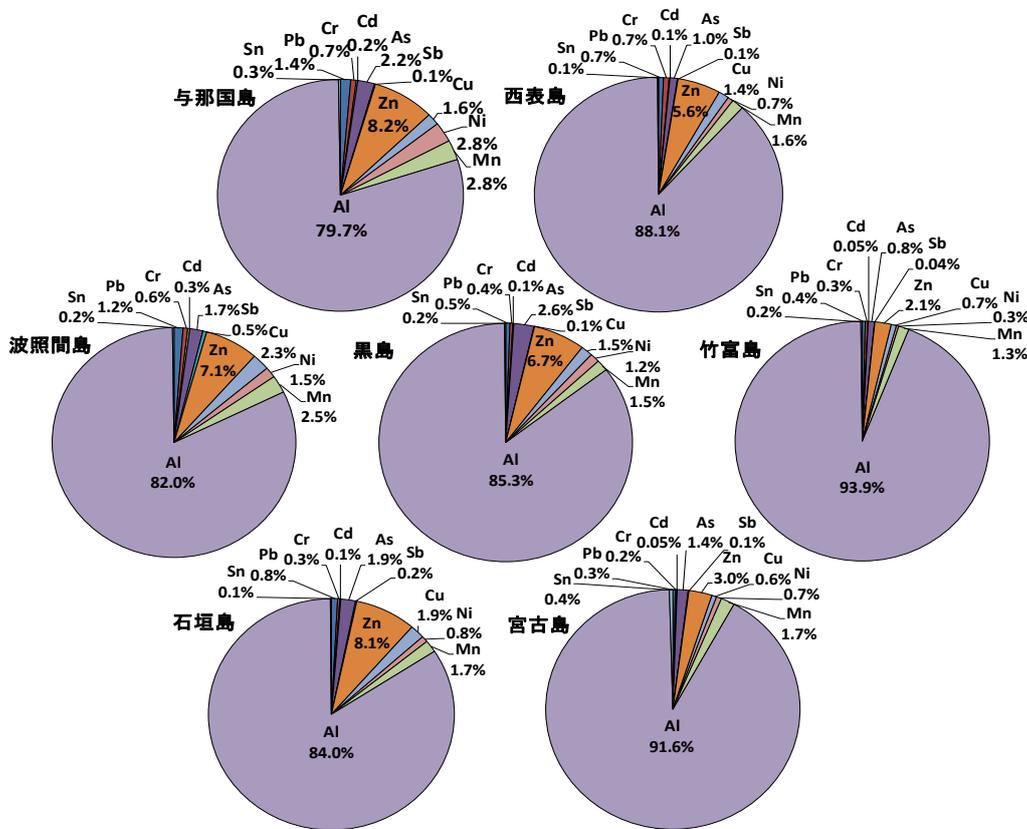


図9 各島での各元素成分が占める潜在的溶出量の比率構成

中国製ゴミからの供給量も比較的高く、多種類の元素成分において、概ね10～30%台の潜在的溶出量を呈している。なおマンガン(Mn)の場合には、韓国製ゴミが14.3%を占めているのが、特徴的な事項と言える。

さらに、島ごとに各元素成分が占める潜在的溶出量の比率状況を比較したのが図9である。各島での漂着ゴミの総量(質量)や種類別の数量(質量)は異なっているが、国籍別・種類別の個数比率が島間でほとんど類似していることから、図9に示すように、各元素成分が占める潜在的溶出量の比率構成もまた、類似する傾向が得られたものと言える。各島での漂着ゴミでは、やはりAlの溶出量比率が突出して高く、いずれも約80%以上で、次いでZnが約2～8%を占め、他の元素成分の大半は1%台以下の値となっている。このような各島での結果は、当然、先の図5でのこれらの島から構成される調査範囲における潜在的溶

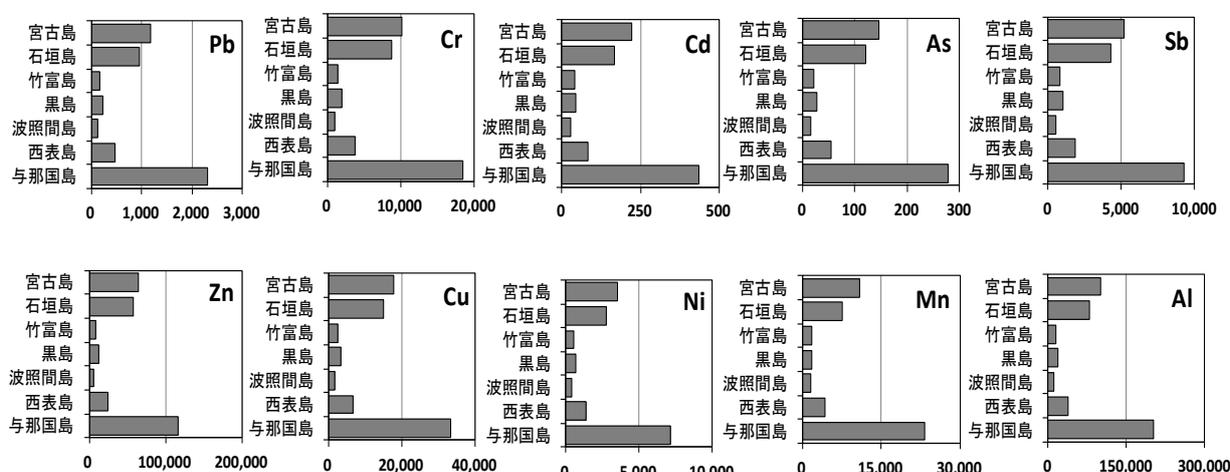


図10 プラスチック類ゴミの場合での単位調査海岸域長当りの潜在的溶出量(µg/km)の状況

出量の元素成分比率に反映されている。

次に、プラスチック類ゴミの場合を例として、元素成分ごとに島間での比較を示したが、それぞれ図10である。単位海岸域長で表示すると、溶出量の推定値は漂着ゴミ量に比例することから、通常、漂着ゴミ量の多い与那国島、西表島、石垣島、宮古島では、いずれの元素成分でもその潜在的溶出量は高い推定量となっている。

以上、このように、調査対象区域での有害化学物質の潜在的な溶出ポテンシャルを広域的に、しかもトータル的に定量化することで、動植物生態系への影響リスクを科学的に検討する際に役立てられる。

4. 座間味島での調査対象区域への適用方針

4. 1 海岸の漂着ゴミ状況

座間味島の北側は、概ね断崖絶壁の海岸地形を形成しており、ニタ海岸とチシ海岸以外には、海岸に降り踏査可能な海岸域は殆どない(図11)。座間味島の北側に面する海岸域は廃プラスチック等の漂着ゴミが多く(写真2)、また地形的に回収除去も停滞しがちであるた

め、両海岸域では一部清掃痕跡も窺われたが、かなりの漂着ゴミが滞留・集積しており、マイクロプラスチックなどの微小プラスチックの漂着も深刻な状況にあった(写真3)。一方、島南側の海岸域では、漂着ゴミの打ち上がりが比較的少なく、しかも観光ビーチや海水浴海岸が多いため、漂着ゴミの回収除去が定期的になされている海岸が多く、調査時には漂着ゴミや微小プラスチックなどは殆ど目に付かなかった。



図 11 座間味島での調査海岸地点



①阿真ビーチ西側



②ニタ海岸西側



③チシ海岸西側

写真 2 調査海岸域の漂着ゴミの状況



①阿真ビーチ西側

②ニタ海岸東側

③チシ海岸西側

写真3 調査海岸域の微小プラスチックの漂着・混在状況

4. 2 座間味島ニタ海岸での動植物生態系に関する専門家調査

2017年10月、沖縄県海岸漂着物等対策推進協議会の専門家委員による漂着ゴミからの有害化学物質と海浜域の動植物生態系に及ぼす影響リスクとの因果関係を検討するために、座間味島での海浜調査が実施された。島内一円で海浜踏査を行い、漂着ゴミの実態状況、海浜底生生物の棲息状況、海浜植生の生育・繁茂状況などから、海浜域での人為的活動や動植物生態系のかく乱なども殆どなく、自然環境が保全されているニタ海岸が海浜生態系への漂着ゴミからの有害化学物質の影響リスクを検討するのに、適切な調査海岸として選定された。

海浜域では、マイクロプラスチックなどの微小プラスチックの小生物体内への取り込みや、小生物の内臓や植生からの有害化学物質を検証するために、棲息するオカヤドカリ類、スナガニ類、イソハマグリなどの底生小生物及び、自生するグンバイヒルガオ、スナズル、クサトベラ、モンパノキなどの海浜植生を採取している。

4. 3 本評価モデルのニタ海岸への適用方針

上述したように、2017年10月の調査で、ニタ海岸は海浜動植物への有害化学物質によるリスク評価のための海岸に選定されたが、これまで漂着ゴミのモニタリング調査は行われていない。そこで、ニタ海岸と同様に島北側に位置し、漂着ゴミの実態状況がほぼ類似するチシ海岸(写真2参照)の漂着ゴミデータを引用し、本評価モデルによる解析を行う。チシ海岸では2010年11月～2015年1月まで定期的に17回ほど漂着ゴミのモニタリング調査が実施されてきた。ここでは、2013年11月～2014年11月までの年間漂着量を、ニタ海岸に適用している(表2)。適用に際して、下記のこと留意した。

①対象とする漂着ゴミの種類は、前章での評価モデル適用事例で採用した(写真1参照)、プラスチック類ゴミ、発泡スチロールブイ(漁業用大型トレイ等含む)、大型プラスチックブイ、球管類ゴミ(電球類と蛍光灯管類)の端部・芯部金属部分、ピン類ゴミの金属製キャップの6種類とした。

表 2 *座間味島ニタ海岸(調査海岸長 0.5km)での主要な漂着ゴミデータ

対象とした漂着ゴミの種類		国籍区分	質量(kg)	備考
プラスチック類ゴミ		日本製	274	・当初のデータに含まれていたゴム類(質量で約6.6%)を含む ・プラスチック類ゴミの質量区分はペットボトルの国籍別比率によっている
		中国製	3640	
		韓国製	55	
		台湾製	256	
		他外国製	55	
		不明	1427	
発泡スチロールブイ		国籍区分無し	226	大型の漁業用トレイなども含む
大型プラスチックブイ		日本製	23	直径約20cm以上の大型のもの対象としている
		中国製	222	
		韓国製	12	
		台湾製	0	
		他外国製	0	
		不明	560	
球管類ゴミ(金属部分)	電球類	国籍区分無し	0.56	検出個数(6個)から平均的質量換算係数を用いて金属部分の質量算定
	蛍光灯管類		0.28	検出個数(4個)から平均的質量換算係数を用いて金属部分の質量算定
ビン類ゴミ(金属製キャップ)		日本製 中国・台湾製 韓国製 他外国製 不明	データ検討中	ガラス・陶器類として集計されており、現状、ビン類の金属製キャップは検討中

注)*印：シチ海岸(調査海岸長 0.05 km)の漂着ゴミデータをニタ海岸(海岸長 0.5km)に拡張(10 倍)

②対象とした有害化学物質は、前章と同様に、人を含め生態系に好ましくない 10 種類程度の重金属類等(Pb, Cr, Cd, As, Sb, Zn, Cu, Ni, Mn, Al, Sn)の元素成分とした。

③実測されたチシ海岸でのモニタリングの海岸長は 0.05km であったので、調査海岸長 0.5km のニタ海岸にチシ海岸の漂着ゴミデータを適用する場合には、各種類の漂着ゴミ量(質量)は 10 倍にして用いた。

④チシ海岸でのモニタリングデータは漂着ゴミの分類方法等が異なり、本評価モデルに直接適用できないので、上記①項での 6 種類の漂着ゴミデータ以外は除外している。だが、6 種類の漂着ゴミの累計質量は、流木を除いたモニタリング漂着ゴミの総質量の 82%に当たり、大半を占めていた。

⑤プラスチック類ゴミには質量で約 6.6%のゴム類も含まれている。またプラスチック類ゴミの国籍別質量は、ペットボトル数量の国籍別比率で配分した。

⑥発泡スチロールブイは主に大きさ約 20~30cm 以上のものを対象にしており、大型の漁業用トレイ等も含めている。

⑦電球類と蛍光灯管類の端部・芯部の金属部分は、数量から平均的質量換算係数を用いて質量を算定している。

⑧金属製キャップを対象とするビン類ゴミの場合には、モニタリングデータがガラス・陶器類ゴミの総量として集計されているため、ビン類ゴミ単独での数量あるいはその金属