【 論 文 】

難分解性海浜堆積漂着ごみの性質と分類

岡 野 多 門*・安 本 幹*・安 東 重 樹*

【要 旨】 難分解性の海洋浮遊ごみの実態を漂着量から推測する適切な方法を開発するために、鳥取県の3海岸で2005年から2008年までに8回の堆積ごみ調査を行った。漂着物の種類は多く、砂浜上で不均一に分布しているため、範囲を500 mとして定形物に限り、それを90種に分けて調べた。それらの排出分野を屋外民生、屋内民生、漁業、農業、医療に分類した結果、民生品が最多となった。しかし品目によって再流出や埋没による消失速度が異なるため、品目間の個数比から漂着個数比を推測することはできない。したがって漂着量の測定には漂着物を撤去する定期的なモニターが必須である。また迅速化のためには各排出分野を代表する数品目を選んでモニターすることが不可避である。また精度と効率を上げるために定義が明確で個数が多く見逃しの少ない品目の選択が重要で、水没や分解しやすい品目、および地域固有性の高い品目を選ぶと排出源に偏りを生むことに注意が必要である。

キーワード：海洋浮遊ごみ、堆積海浜ごみ、プラスチックごみ、調査方法、排出源分類

1. 序 論

人工素材製品の消費が増加するにつれ、それらのごみが海域に流出し続けている。人工素材は難分解性であるため、それらの浮遊性のごみは海洋で蓄積しながら拡散し、すでに南極や北極圏に漂着するようになった¹⁻⁴⁾。このような浮遊ごみは海洋関連産業を妨害するだけでなく^{5,6)}、海洋生態系全体の脅威となりつつある³⁻¹⁰⁾。それらは海浜に漂着するが、全体の一部であるため海岸清掃による海洋浮遊ごみの削減効果は小さい。海洋浮遊ごみの削減には流出の防止が必須であり、有効な対策のためには流出源と流出原因を知ることが重要となる。

海洋浮遊ごみは洋上の船舶や航空機および海浜での調査によって行われてきた¹¹⁻¹³⁾。しかし前者は主に船機上からの目視であり¹⁴⁻¹⁷⁾、ごみの種類や由来地域の識別が困難である。海浜での調査は容易であり、識別が確実に行えるが¹²⁾、多くの調査が大都市近郊や観光地の海岸で行われているため¹⁸⁻²³⁾、そこでの投げ捨てごみや海浜清

掃の影響を強く受ける²⁰⁻²⁴⁾。このためそれらの結果は海浜汚染度の指標となるが、海洋浮遊ごみの漂着実態を示す結果ではない。また海浜ごみの種類は多く、分類が困難であるため、素材別の分類が広く行われてきた^{18,20-28)}。素材別分類はごみの処分のために必要であるが、ごみの流出抑制のためには排出源による分類が重要である。観光地の海岸では投げ捨てごみを排出分野として分類する試みがみられるが²⁹⁾、漂着ごみに対しては漁具以外に明確な排出源の分類が行われていない³⁰⁾。

環太平洋アジア地域は人口が多く、急速な経済発展を続けている。したがって日本を含めたこの地域からの人工素材ごみの流出実態をモニターすることは重要である。すでに対馬海流に海洋浮遊ごみが多く¹⁶⁾、西日本の日本海側で漂着ごみの多いことが知られている^{18,31)}。しかし九州北部は日本における対馬海流の最上流域であり、日本から流出するごみの測定に不適であり、さらに海浜調査に不向きな岩壁の海岸が多い。鳥取県は長い直線的な砂浜を持ち、また九州および朝鮮半島からほぼ等距離に位置している。したがって日本を含めた環太平洋アジア全域からの海洋浮遊ごみが漂着すると思われる。さらに鳥取県は人口が少なく、海浜清掃や海浜での投げ捨てごみの影響が小さい。そこで鳥取県の3カ所の砂丘海岸において人為的な影響の少ない場所を選び、そこに堆積している破片化していない定形ごみを調べた。破片化して

原稿受付 2009. 1. 13 原稿受理 2010. 2. 24

* 鳥取大学大学院工学研究科

連絡先：〒 680-8552 鳥取市湖山町南 4 丁目 101

鳥取大学大学院工学研究科 岡野 多門

E-mail: okano@chem.tottori-u.ac.jp

いないごみは最近投棄されたもので、それらの主要品目を明らかにし、流出源と流出原因を想定した分類を行い、実効性の高い流出防止対策の創案の一助にすることを目的とした。

2. 調査方法

調査地点は鳥取砂丘の北緯 35 度 32 分 26.2 秒、東経 134 度 12 分 27.7 秒から北緯 35 度 32 分 31.4 秒、東経 134 度 12 分 46.5 秒まで、浜村砂丘の北緯 35 度 31 分 11.1 秒、東経 134 度 03 分 53.5 秒から北緯 35 度 31 分 11.2 秒、東経 134 度 04 分 13.3 秒まで、および北条砂丘の北緯 35 度 30 分 07.3 秒、東経 133 度 49 分 45.5 秒から北緯 35 度 30 分 08.1 秒、東経 133 度 50 分 05.3 秒までの各 500 m 区間で、各地点は GPS（イートレックベンチャー、GARMIN 社製）によって測定した。これらの海岸での清掃は通常、鳥取砂丘で 1 年に 2 回、浜村砂丘で 1 回、北条砂丘で 3~4 回行われるが、いずれも全域ではない。この調査では清掃の影響が小さく、訪問者が少数の釣り人などに限られる地点を選び、調査範囲を汀線から浜崖下部あるいは緩斜面海岸では草地帯中央部とし、撤去を行わずその範囲に存在する物品を数えた。鳥取砂丘は 2005 年 3 月と 9 月および 2007 年 1 月、浜村砂丘は 2006 年 5 月と 11 月、北条砂丘は 2005 年 4 月、2006 年 12 月および 2008 年 7 月に調査を行った。

調査対象は海水に浮遊可能な合成有機高分子、金属、ガラスおよびプラスチックを含有する紙パック製品で、大きさが漁業用硬質イカ疑似餌の約 4.5 cm を目安にして、砂上で目視できる長さ約 4 cm 以上、体積約 10 cm³ 以上の原形の半分以上をとどめる物品を原則とした。ただし例外として、水に沈む飲料用タブ金属缶、4 cm 以下の注射液容器、喘息スプレー、目薬容器、片面の洗濯バサミと漁業用エサ箱は調査対象に加えた。他方で形が定まらないロープやひも、パイプ類、および破片や部品、付属品類は対象外とした。例外として部品であるアナゴ筒用の傘口は調査対象とした。調査対象物は海浜上の位置を動かすことで重複計測を避け、90 品目名は本文中の表に記載した。なお、本報告は個数調査であるが、量と記した部分は個数だけでなく今後に想定される重量の調査値も含意する。

由来地域の識別は記載文字を優先し、文字による判別が不可能な場合はバーコード、次いで製造地名の順序にしたがって決定した。漢字だけの表記物で、字体からの判別が困難でバーコードや地名記載がない場合は中国台湾（中華人民共和国と中華民国）由来と略記した。ただし使い捨てライターは記載文字の電話番号や印字地名だ

けから由来地域を識別し、バーコードや製造国による識別は行わなかった。大韓民国および朝鮮民主主義人民共和国由来の品目は文字形態から判別できないため、朝鮮半島由来とした。また環太平洋アジア以外の地域に由来するごみは排出地域不明に含めた。

3. 調査結果と考察

3.1 調査の概要

鳥取県の 3カ所の砂丘海岸において堆積ごみ調査を 2005 年より季節をかえて 4 年間で 8 回行った。人の出入りの少ない地点を選び、汀線方向に 500 m を設定し、汀線から浜崖あるいは草地帯中央部までに存在する原形の半分以上をとどめる浮遊性の主に 4 cm 以上の定形物を 90 種に分けて数えた。広い調査範囲を設定した理由は漂着物の不均一な分布が知られているため^{29,32,33}、それによる値の偏りを避けるためである。実際に 3カ所の海岸は直線的な長い砂浜であるが、その縦横の両方向で漂着物が不均一に分布していた。これを別の方法によって詳細に調査した分析結果は分けて報告するが、波の影響を受ける海浜ごみの表示は海岸長さあたりで示すことが適切であることがわかっている。したがって堆積ごみ数を海岸の長さあたりで記した。

この調査の目的は投棄された元の製品を推定すること、海岸の汚染度を測定するためではない。非常に多いプラスチックの破片類は海浜汚染度の測定には重要であるが、元の製品を特定することができないために調査の対象外とした。同じ理由で製品から発生したキャップや製品購入時の付随物とみなされる物品は調査の対象外とした。また投棄された地域を推定する目的から、製品の消費地域を示す記載文字を優先して由来地域の帰属を行った。また見逃しを少なくしながら効率的に漂着ごみの概要を知る目的から、微細物を調査対象外とし、個数調査にそぐわない長さや太さが著しく相違する不定形のロープやひも類は除外した。ただしロープ類の堆積数は多く、2004 年 5 月の浜村砂丘海岸での予備調査では直径 3 mm 以上で長さ 10 cm 以上のロープを 222 本確認し、それには 1 本で 10 kg をこえるロープも含まれていた。ロープや破片類は大きさや形状が極端に異なるため、これらには新しい調査法の開発が必要である。ただポリオレフィン製レジンペレットを除くと上記の対象物以外の定形物はわずかであり、ここでの調査対象物が日本海での定形浮遊ごみの大半を網羅していると考えている。

各調査の個数を図 1 に示す。調査の海岸長さは延べ 4 km で全合計個数は 12,251 個で、1 回あたりの平均個数は 1,531 個、100 m あたりでは 306 個である。調査地点

図1 海浜堆積人工素材定形ごみの個数調査

での海岸清掃は軽微であるため、家電製品や大型フロート、長尺ロープ、大型コンテナなどの大型漂着物の大半がこの調査期間を通して残存していた。しかし8回の調査の最多と最少個数の間に約3倍の相違があり、また各調査の日本、朝鮮半島、中国台湾由来物個数の変動係数はそれぞれ0.5、0.5、0.6で、いずれも大きく変動していた。このため8回の調査のうち朝鮮半島由来物個数が日本由来物より多かった調査が2回、朝鮮半島由来物個数より中国台湾由来物が多かった調査が2回みられた。このように大きく変動する事実は、漂着量から海洋浮遊ごみの動向を推測するためには複数の海岸で季節をかえて定期的に調査することが必須であることを示す。またこの事実は漂着したごみが単純に堆積を続けるのではなく、それらが再流出したり、砂中に埋没したりすることによって砂上から消失することを示す。しかし他方で大型漂着物が長期にわたって残留していることは、流出や埋没などの挙動が品目種によって相違することを示す。したがって堆積ごみ量はごみ漂着量に一致せず、さらに品目間の堆積個数比は漂着個数比と相違すると推定できる。このため堆積ごみ調査からは漂着ごみの種類と組成の概要を知ることはできるが、漂着量に関する正確な議論はできない。正確な漂着量を測定するためには調査対象物の撤去を行う適切な時間間隔の繰り返し調査が必須である。

図2に8回の堆積定形ごみ調査を合計した由来地域の個数割合を示した。日本由来物の割合は29%、朝鮮半島由来は18%、中国台湾由来は11%で、さらにロシア由来が0.3%、環太平洋東南アジア地域が0.1%であった。

図2 海浜堆積人工素材定形ごみ個数の由来地域割合

日本、朝鮮半島、ロシア由来地域の比率は以前に行われた石川県での調査と類似しているが^{34,35)}、この調査では中国台湾由来物の割合が高かった。日本海側の日本と朝鮮半島からロシア沿海地方までの人口に比べて、日本由来ごみの割合が高い。しかしごみの流出から堆積ごみに至る経路は複雑で、各地域の排出量をこの調査から推定することはできない。

3.2 品目分類とそれらの漂着数

海浜堆積ごみ中の定形物を90品目に分類し、各品目の個数や由来地域を図3にまとめた。由来地域が帰属できた全個数は7,147で、全体の58%であった。この高い帰属率は微細物および破片やロープ類を対象外としたことによる。定形90品目のうち最多は1L未満の容積の水および清涼飲料用小型ペットボトルで、100mあたりに換算すると16個であった。他の飲料容器も多く、栄養ドリンク瓶(12個/100m)、0.5L未満の小型紙複合素材バック容器(7個/100m)、1L以上の水・清涼飲料用ペットボトル(5個/100m)、0.3L未満の小型酒ガラス容器(4個/100m)、0.3L以上の大容量酒ガラス瓶(4個/100m)、乳性飲料プラスチック容器(4個/100m)、大容量紙複合素材バック容器(4個/100m)、タブ型金属缶(3個/100m)、スクリューキャップ型金属ボトル缶(2個/100m)が多くみられた。さらにプラスチック製のカップやコップ・パウチ型の飲料・酒・菓子の容器(10個/100m)の多くが飲料用であった。したがって飲料容器の流出防止は重要な課題であり、これらの削減によってキャップやストローさらにレジ袋の一部も同時に削減できると思われる。

飲料容器はいずれの地域でも使用されるが、容器の材質や形状、飲料の種類は各地域によって相違する。スクリューボトル金属缶、コップやパウチ型プラスチック飲料容器、小型の酒ガラス容器、紙バック容器は日本由来

図3 定形90品目の堆積個数と由来地域の割合

が多い。栄養ドリンク瓶は日本と朝鮮半島由来が大半で、プラスチック酒容器や清涼飲料ガラス容器は朝鮮半島由来が多く、中国台湾由来では乳性飲料プラスチック容器や大容量の酒ガラス容器が多い。したがって一部の特定品目に偏った調査は飲料容器全体の排出由来地域の傾向と異なる結果を与える。また飲料容器の材質は多様で、プラスチック、ガラス、金属、紙プラスチック複合素材が使用される。このため、飲料容器などの汎用民生品の

材質は消費後の投棄場所を探るための重要な要素にならない。飲料容器の消費場所を制限する主要な要素は容量と飲料の種類である。一般に大容量の飲料は屋内で消費されるため、漂着する大容量の空容器の多くが屋内消費後に屋外に持ち出されて投棄されたと思われる。他方、漂着する小容量飲料容器の大半が屋外での飲料消費後にそのまま屋外で投棄されたと思われる。このため清涼飲料用のペットボトルを1L、紙パック容器を0.5L、酒

プラスチックおよびガラス容器を 0.3 L の各容量で大型と小型に二分して調査した。

小型の清涼飲料用ペットボトルに次いで個数が多いのは 15 cm 以下の漁業用の小型フロート (16 個/100 m) であった。小型フロートの形状は多様であるが、ロープを外側で結ぶ硬質および発泡素材のフロート、ロープ用穴が耳状に突き出た球型や紡錘型フロートおよびロープを中に通すタイプが主な形状であった。各タイプには著しい由来地域特異性があり、外側を巻いて結ぶ硬質フロートは中国台湾由来、穴が耳状で本体が球型のタイプは朝鮮半島、紡錘や釣鐘型は中国台湾、他方でロープを中に通すフロートの大半は由来地域不明であった。漁業用品は重大な漂着物で、イカ漁用硬質および軟質疑似餌が 100 m あたり 12 個、アナゴ筒用の脱出防止用の傘口 (10 個/100 m)、漁業用プラスチックえさ箱 (5 個/100 m)、15 cm 以上の大型フロートおよびブイ (3 個/100 m)、長ゴム手袋 (2 個/100 m) が多くみられた。これらにも著しい地域特異性があり、イカ漁用疑似餌の大半が由来地域不明で、えさ箱と大型フロートは朝鮮半島由来が多かった。また海底で使用するアナゴ漁具やタコ壺には朝鮮半島由来が多いが、日本では主に塩化ビニールなどの高比重素材が使用されているため漂着量から投棄量を推測することはできない。アナゴ漁具は本体外筒と脱出防止用の傘口がセットであるが、傘口の漂着数が圧倒的に多い。

使い捨てライター (15 個/100 m) は小型ペットボトルと同程度に多い民生用品である。ライターはペットボトルに比べて使用人口が少なく消費までの期間が長いいため消費量は少ないと思われ、日本では小型ペットボトルの十分の一以下の消費数と推定される。したがって小型ペットボトルに近いライターの堆積数は投棄率の高さだけでは説明困難である。タバコのフィルターと比較してライターの高い耐久性によるとの推論があるが³⁶⁾、ペットボトルより耐久性が高いとは思われない。これについて現在検討中であるが、安定性以外の原因によって海浜堆積数と海洋への流出数が相違する品目があると思われる。ライターの由来地域は製造国によらず、表面に記載された文字や地名、電話番号から帰属した。このため由来地域の識別度は低い、ロシアを除く東アジア全域からの漂着が認められた。ライターへの文字印刷の率は各地域によって異なると思われるが、その由来地域の詳細な地名まで確定できることが特徴で以前から調査対象になっている^{37,38)}。ライターは屋外だけでなく屋内でも使用されるが、日本では燃料ガス残存品の一般廃棄物への投入が制限されているため、屋内消費を経てからの屋外投棄か、あるいは屋外消費後の直接投棄のいずれが主要

かを断定することはできない。

屋外および屋内のいずれが主な発生源かを決定できない民生用品は多い。洗濯バサミとハンガー (7 個/100 m) は屋内だけでなく屋外でも使用され、その一部は風雨によって流出する可能性を否定できない。同じように菓子外袋と固体菓子の円筒型容器 (3 個/100 m)、プラスチック植木鉢 (3 個/100 m)、目薬容器 (3 個/100 m)、喘息用小型スプレー缶 (2 個/100 m) も屋内外の両方で消費される。履物 (3 個/100 m) には屋内用と屋外用があるが、この調査では屋外用が多くみられた。屋外において過失的に靴が脱落して流出する場合も想定されるが、屋内から持ち出し、意図的に投棄した可能性もある。したがってこれらの民生用品の流出起源を単純に屋外と屋内に二分することは困難と思われる。

主に屋内で消費される民生品も多く見られる。短辺 10 cm 以上の菓子用を除く食品用のプラスチック外袋 (7 個/100 m)、酒用を除く食品調味料用ガラス瓶 (6 個/100 m)、短辺 5 cm 以上の食品用プラスチックトレイ (5 個/100 m)、マヨネーズ型と非チューブ型の各型調味料容器 (4 個/100 m) は屋内の台所や食卓周りで主に消費される。また歯ブラシ (5 個/100 m) や衣類・住居・食器用の対物用界面活性剤や漂白剤用容器 (3 個/100 m)、ボディーソープおよびシャンプーやリンスなどの人間用界面活性剤容器 (2 個/100 m) は洗面所や風呂場周囲で消費される物品である。この調査では日本由来のこれらの物品が自治体指定ポリ袋に入れて漂着している例がみられず、逆に指定外の袋に入れられた例や、内容物が残存している容器がみられたことから、ごみ収集途中に風雨で流出したのではなく、意図的に投棄された割合が高いと考えられる。

特異な例はタンボンアブリケーターと浣腸である。これらは完全に屋内で消費される品目であるが、相当な数 (3 個/100 m) の漂着がみられた。タンボンアブリケーターの由来地域はすべて不明であったが、浣腸容器全 16 個のうちの 13 個が日本製であった。浣腸容器についての報告は見られないが、タンボンアブリケーターが海浜に存在することは世界中で報告されており^{6,20,22,29,30,39-43)}、主に下水に由来すると推測されている^{6,40,42)}。東アジアにおける排出経路は不明であるが、日本由来の浣腸容器は雨水合流式の下水の漏水だけでなく、屋内消費後の意図的投棄も否定できない。このように実際の調査は予測できない漏出品や隠れて行われる意図的投棄の品目を知るために不可欠である。予期せぬ漏出や意図的投棄に至る原因を除去することはごみの流出抑制に重要である。

小型飲料容器やプラスチック製スプーン・ナイフ・

フォーク・皿（10 個/100 m）の流出原因はおもに戸外での飲食によると思われる。またボールや風船およびシャボン液容器（4 個/100 m）、釣および遊漁用品（2 個/100 m）、弁当プラスチック容器（0.8 個/100 m）、日焼け止めクリーム・サンオイル・リップクリーム容器（0.7 個/100 m）も屋外用品と思われる。弁当容器に比べプラスチック製スプーンやナイフ類の多い一因は、一部の弁当容器では水に沈みやすい素材が使用されること、逆にスプーン類は菓子類の付属品として使用されるためと思われる。日焼け止めクリームやサンオイルは一般に化粧品と分類されるが、化粧品には屋内と屋外用品があるため、ここでは分割して調査した。これらの屋外用品の流出の原因を考えるとさらに 2 種に分割できる。小型飲料容器や弁当容器類は意図的に投棄されたと思われる、野球やテニスボール、風船、釣ウキは主に過失的な漏出が主要な原因と考えられる。意図的投棄と過失的漏出はごみの流出防止策を考えるうえで重要な要素となる。

苗木ポット（9 個/100 m）は主に農業に由来すると思われる。さらに農薬用のプラスチック容器（3 個/100 m）とガラス容器（2 個/100 m）、10 L 以上の大容量肥料袋（2 個/100 m）の大半が農業由来と思われる。肥料袋を 10 L 以上とした理由は家庭園芸用を除外するためであるが、苗木ポットも含めてこれらの一部に家庭園芸用が含まれていると思われる。苗木ポットと肥料袋の大半は日本由来であるが、これと相違して農業容器にはかなりの割合で朝鮮半島や中国台湾由来品がみられた。苗木ポットに日本由来が多い原因は不明であるが、袋類については後述するような一因が推測される。

漁業と農業以外の分野では医療用品が目立った。この調査の医療用品とは医師の使用または指導によって使用される品目に限定したが、一部に獣医用品が含まれている。主要な品目はガラス製の点滴瓶と注射液ガラス瓶およびガラスアンプル（5 個/100 m）、点滴バックおよびプラスチック注射液容器（2 個/100 m）、注射器（0.8 個/100 m）である。ガラス製医療用品と注射器の多くは由来地域が不明であったが、点滴用プラスチックバックおよびプラスチック注射液容器のすべてが中国台湾由来であった。ただし 2005 年と 2006 年の夏から秋にかけて医療廃棄物が大量漂着したので、図 3 に示す医療用品数は通常年より多い可能性がある。

漁業、農業、医療産業以外の産業由来定形ごみは少ない。グリース蛇腹容器（2 個/100 m）は日本製が多く、非民生用が大半と思われるが産業分野の特定はできていない。ボンベは重複して数えているため、実存数は日本由来プロパンボンベと朝鮮半島由来のフロンボンベの各 1 本である。その他に標識用の杭、土嚢袋、標識セーフ

表 1 堆積定形 90 品目の由来地域間の相関係数

由来地域	日本	朝鮮半島	中国台湾
朝鮮半島	0.16		
中国台湾	0.09	0.15	
地域不明 ^{a)}	0.01	0.13	0.31

^{a)} 由来地域不明には少数の環太平洋アジア由来物を含む

ティーコーンも見られるが、数は少ない。しかし調査対象外としたレジンベレット、導水用大口径プラスチックパイプ、サンダル製造時の切り抜きの残りは多く見られた。

海浜ごみの由来地域は品目によって大きな偏りがある。表 1 に示すように日本、朝鮮半島および中国台湾由来の 90 品目の個数の間の Pearson の相関係数はいずれも小さく、互いにまったく異質とみなせる。このことは 90 種まで分類すると、各地域に特有の品目が過度に鮮明になることを示す。したがって特定の品目に限った調査から漂着ごみ全体を議論することは困難であり、90 品目を適切な分野にグループ化して理解する必要がある。

3.3 素材および消費由来地域による分類

定形 90 品目を素材別に分類した個数割合を図 4 に示す。プラスチック製袋類の 5% を含む合成高分子素材品は 76%、ガラス品が 15%、紙パックなどの紙複合素材品が 5%、缶類などの金属素材品が 4% となった。プラスチックが圧倒的に多いことは世界共通である^{13,22,28,33,44)}。しかし漂着物は浮遊性であるため、高比重のガラスや金属素材の漂着物が少ないことは当然である。すなわち、この割合が不適切に投棄された難分解性ごみ全体の素材別割合を示すものではない。

漂着物の由来地域の識別度は品目だけでなく素材にも依存している。プラスチック製袋類を除く合成高分子素材品の由来地域識別度は 54% で、調査対象としたプラ

図 4 堆積難分解性定形ごみの素材別の個数割合

スチック製袋類では93%, 金属素材品は83%, ガラス素材品で68%, 紙複合素材品で46%であった。一般に金属素材品や調査対象としたプラスチック袋類への印字面は広く、印字の耐久性も高いので識別度が高い。浮遊性のガラス素材品にはキャップとガラス本体に印字がみられるが、いずれも印字数が少なく、しかも記号的印字が多いため、識別度が低下する。合成高分子製品の識別度はこれより低いが、イカ疑似餌や園芸用小型液体肥料容器のように印字が皆無に近い品目を含んでいるためであり、品目による違いが大きい。紙複合素材品の印刷面は広いが、由来地域識別度は低い。この原因は印刷面の紙部分の耐久性が低く、印刷が溶解脱落してプラスチックフィルムやアルミ箔だけのものが多いためである。

図5に日本、朝鮮半島、中国台湾由来の海浜ごみに限定した素材別由来地域個数割合を示した。全定形90品目では日本由来が50%, 朝鮮半島由来が31%, 中国台湾由来が19%である。ガラス素材品に限定すると、朝鮮半島由来個数が41%, 日本由来が40%で、中国台湾由来品は19%となる。朝鮮半島由来の比率が増加する原因は酒瓶や栄養ドリンク瓶が多く、また清涼飲料用にガラス瓶が利用される割合が高いことによる。金属素材品では日本由来品が72%を占める。飲料用のスクリューキャップ型金属缶がほぼ日本固有であること、タブ型金属缶は世界的に使用されるが開封後は沈みやすく、外国由来品の日本までの浮遊移動が不可能であることによる。したがって、スクリューキャップ型とタブ型缶を除く金属製品の由来地域割合は日本が49%, 朝鮮半島が37%, 中国台湾が11%で、全品目の由来地域の割合に近くなる。

図5 東アジア由来堆積ごみの素材別個数割合

プラスチック袋類の日本由来割合は77%で、金属製品の割合より高い。この原因は明確でないが、投棄量の相違ではなく漂流過程での水没のためと推測している。菓子や食品袋には高比重のラミネート用プラスチックやアルミ薄膜が使用される場合があり、また低比重のプラスチック袋であっても砂や高比重物の付着混入によって浮遊移動中に沈みやすいためと思われる。実際にプラスチックの袋類が東シナ海の海底に沈んでいることが確認されている⁴⁵⁾。この調査ではレジ袋やポリ袋を調査していないが、上記の理由からそれらの多くが日本由来と思われる。

紙とプラスチックおよびアルミ薄膜との複合素材からなる紙パックや紙コップの日本由来率は82%で、素材分類した内で最も高い。この原因は紙自体が高比重で沈むこと、および前記のように紙部分の印刷が溶解脱落するためと思われる。水没や紙部分の溶解や脱落速度は漂流時間に依存すると思われるので、遠方地域からの浮遊品は減少するうえに由来地域不明となりやすく、逆に短時間で漂着する日本由来物の残存率と識別度が高くなるためと推定できる。

耐久性が低いと推測できる品目はプラスチック製品にも存在する。堆積ごみ中には発泡スチロールの食品トレイやカップ麺容器の破片が多数みられるが、半分以上の形をとどめた個数は少なかった。薄い発泡スチロールの強度は弱く、破片化は漂流中や漂着時に木竹などと一緒に波でもまれた結果と思われる。目薬容器も由来地域の不明率と日本由来率が高い。この原因は外側に巻かれている文字のあるラベル部分の脱落による。同様のラベル部分の脱落はガラス製品やプラスチックボトルの一部にもみられるが、キャップや容器本体に印字がある品目の由来地域識別度は高い。

漂流中に水没、溶解、ラベル脱落、あるいは破断する不安定な品目の由来地域識別度は漂流時間に依存すると思われる。実際、由来地域が不明の90品目の各個数と日本由来、朝鮮半島由来、中国台湾由来との相関係数は表1のように遠方地域でわずかに高くなり、漂流中の変質の可能性を支持する。したがって不安定な品目の調査を行う場合には、それらの特性を十分に知ったうえで考察することが必要である。

3.4 排出源による分類

人工素材海域ごみの削減対策には投棄や漏出源を探ることが重要である。そこで、調査した定形ごみを民生、漁業、農業、医療、その他の分野に由来する5種に大別した。その他には電球やコンテナなどの帰属分野の曖昧な品目を含んでいるが、全体に対する個数割合は4%

にすぎなかった。この事実は定形ごみのほぼすべてが前記4分野を排出源としていることを示す。民生品の割合は71%で圧倒的に多く、さらに細分化を試みた。民生品には屋外と屋内用品があり、またそれらの両方で使用される品目もある。このため民生品を屋内、屋外、屋内外由来の3分野に分類した。さらに屋外で使用するものにはボールや風船のように過失的によって漏出する可能性が高いものと、小型飲料容器のように意図的に投棄される場合が考えられる。このような原因を探ることは排出抑制にとって重要であるため、屋外由来品をさらに意図的投棄と過失的漏出の2種に分類した。ただ屋内で消費される品目のほぼすべてが意図的な投棄と思われるし、また屋内外の両方で使われる品目にも意図的投棄に原因する割合が高いと思われる。

表2にこのような想定をした具体的な品目分類を示した。屋内由来品は台所まわりの食関連用品、洗面所や洗濯および浴室用品、大容量の飲料容器などである。屋内外由来品は使い捨てライター、洗濯物干しや掃除などの庭まわりでも使用される用品、文具や菓子類容器などとした。屋外由来品は戸外での飲食品や屋外用遊具などとした。表2をもとに分類した結果を図6に示す。民生由来品4分野の合計数は8,693個であるが、そのうち屋

外での過失的漏出と想定される個数は297個で全調査品の2%にすぎなかった。他方で屋内、屋内外、屋外民生由来品の個数はそれぞれ2,762, 2,864, 2,760個でいずれも同程度である。これら3分野の合計は全体の69%であり、それらの大半が意図的な投棄に原因すると思われる。この事実は東アジア地域での人工素材ごみの処理に関する認識およびその回収システムが不十分であることを示す。

図7には日本、朝鮮半島、中国台湾由来品に限定した民生4分野の個数割合を示した。日本では屋外民生2分

図6 排出由来の個数割合

表2 排出由来を想定した定形90品目の分類

排出源	品 目
屋内民生	食品プラスチック外袋（短辺10 cm以上で菓子袋を除外）、食品調味料用ガラス瓶（酒を除く）、歯ブラシ、水・清涼飲料用大容量PETボトル（1 L以上）、硬質および発泡型食品トレイ（短辺5 cm以上）、大容量酒ガラス瓶（0.3 L以上）、プラスチック製各型調味料容器（非チューブ型）、大容量紙複合素材バック容器（0.5 L以上）、豆腐型容器および卵パック、対物用界面活性剤・漂白剤容器および詰替袋、タンボンアプリケーターおよび洗腸、歯磨きおよび調味料用チューブ容器、化粧品および薬用チューブ型容器、人間用界面活性剤容器および詰替袋、ボール・カップ・ザル・バット（10 L未満）、蛍光灯、化粧品硬質容器・毛染め容器、酒プラスチックボトル（0.3 L以上）、髪用クシ・ブラシ・カーラー、食油プラスチックボトル、菓子・茶・食油食品缶、芳香・除湿・防虫剤容器、化粧品および整髪スプレー金属缶、冷蔵庫・テレビ・パソコンモニター
屋内外民生	使い捨てライター、プラスチックハンガーおよび洗濯バサミ（片面も含む）、用途不明プラスチック容器（15 L未満）、乳性飲料プラスチック容器、紙プラスチック複合素材コップ型容器、筆記用具・糊・接着剤・墨汁容器、園芸用小型液体肥料容器、菓子外袋（短辺10 cm以上）と固体菓子円筒容器、果物根菜類ネット袋・網発泡果物保護体、清涼・乳製飲料ガラス瓶、履物（片足を含む）、プラスチック植木鉢、用途不明ガラス瓶、目薬容器、喘息スプレー缶、家庭用カセット金属ボンベ、塗料・オイル・殺虫剤スプレー金属缶、バケツ・洗面器・タライ・塵取り・箒、インスタント麺容器、財布・バック・定期入れ
屋外民生 意図的投棄	水・清涼飲料用PETボトル（1 L未満）、栄養ドリンク瓶、プラスチック製スプーン・ナイフ・フォーク・コップ・皿、カップおよびコップ型飲料・酒・菓子プラスチック容器（0.3 L未満）、小型紙複合素材バック容器（0.5 L未満）、小型酒ガラス容器（0.3 L未満）、タブ型飲料用金属缶、アイスクリームスティック・軟質水菓容器、スクリュエキャップ型金属ボトル缶、弁当プラスチック容器、リップクリーム・日焼け止めクリーム・サンオイル
屋外民生 過失的漏出	ボール・風船・シャボン液容器、釣および遊漁用品、ろうそくおよび墓用花立て、園芸用肥料・腐葉土袋（10 L未満）
漁 業	小型プラスチックフロート（15 cm未満）、イカ漁用硬質および軟質疑似餌、アナゴ筒用傘口、漁業用プラスチックえさ箱（片面も含む）、大型フロートおよびブイ（15 cm以上）、長ゴム手袋、船舶用潤滑油プラスチックボトル、漁業用旗および標識布、アナゴ漁外筒、灯油・液体薬品用大型プラスチック容器（15 L以上）、タコ壺および潜行板、漁船用集魚ランプ、船舶用大型塗料・鉱物油金属容器（10 L以上）
農 業	苗木ポット、農薬用プラスチック容器、肥料袋（10 L以上）、農薬用ガラス瓶
医 療	医療用ガラス点滴瓶・注射液瓶・アンプル瓶、点滴バックおよびプラスチック注射液容器、注射器
そ の 他	電球、魚箱・コンテナ・ボトルケース（10 L以上）、グリース蛇腹容器、シリコンおよびウレタン等シーラント容器、標識用プラスチック杭、土嚢袋、小型塗料および鉱物油金属缶（10 L未満）、ホイール付きタイヤ、発泡スチロール箱、標識セーフティーコーン、フロンおよびプロパン金属ボンベ

図7 東アジア由来ごみの排出源別個数割合

野の合計で約半分を占めるが、過失的漏出と思われるボールなどは4%にすぎず、意図的投棄と思われる小型の飲料容器などが47%である。したがって日本の民生部門における重大な排出源は屋外用品の投げ捨てによると断定できる。他方で屋内品も30%に達し、屋内で消費された後に回収ルートに従わず、あえて屋外に投棄されていることを示す。この事実は日本における一般廃棄物の回収システムに問題のあることを示す。

朝鮮半島と中国台湾由来物では屋内品の割合がそれぞれ37%と44%で、日本より高く、屋内用品の適切な回収が東アジア全体の課題であることを示す。朝鮮半島由来では大容量のペットボトル、対物用界面活性剤や食油容器、大容量の酒ガラス瓶が多く、中国台湾由来では大容量の酒瓶、食品調味料瓶や歯ブラシが目立った。屋外品は相対的に少ないが、朝鮮半島由来では栄養ドリンク瓶、中国台湾では小型ペットボトルが多くみられる。したがって日本も含め、小型飲料容器の排出防止も東アジア全体の課題である。

漁業、農業、医療の3産業の総計は全体の25%で、内訳は漁業が17%、農業が5%、医療が3%である。産業として最も重大な排出源は漁業であり、漁業用定形品は農業用品の3倍以上に達している。さらに本調査から除外したロープ類や網の断片、養殖用のフロート代用発泡体、フロート固定用のプラスチックパイプや養殖用のコードが多数みられ、さらに大型のコンテナやザル類、オイルやグリース容器、耐震電球類にも漁業関連物品が含まれていると思われる。一般に漁業用品は民生品に比べて1個あたりの重量が大きく、東アジアの漁業産業は海洋浮遊ごみの重大な発生源である。

漁業定形における日本由来品の割合は非常に少ない。しかし船舶用の塗料や潤滑油金属容器には日本由来品が

みられ、また日本のペットボトルをフロートに代用している例も見られる。また南極圏で日本由来のプラスチックの容器類が見つかる原因は日本の船舶からの投棄によると思われる¹⁾。これらの事実は日本漁船からごみが投棄されている可能性を示す。したがって日本由来の漁業用品が少ない一因は、日本で使われている漁具にその由来を示す記載が少ないためと考えられる。漁業定形品の由来地域識別度は50%であるが、文字印字率を含めた品目特異性が高く、排出地域の議論はできない。しかし、これらが環太平洋アジア地域の漁業に由来することは明らかである。漁船からの民生用品の投棄や、さらに輸送船からの投棄も予想され、海洋産業からの投棄は世界的な問題となっている^{8,13,22)}。環太平洋アジア地域では養殖漁業や輸送船舶の航行が今後さらに盛んになることが予想され、海洋産業からの投棄物を詳しくモニターすることが重要になるとと思われる。

4. 結 論

鳥取県の海浜ごみは人為的な攪乱が小さく、日本を含む環太平洋アジア全域からの漂着物が確認された。したがって鳥取県は環太平洋アジア全域からの海洋浮遊ごみをモニターする良い地域である。しかし漂着物は地域と時代によって相違するため、複数の地点で持続的にモニターする必要がある。そのためには効率的で普遍的なモニター法が必要であり、この調査研究ではその基礎となる知見を集めた。ごみの漂着は海浜上で不均一におこるため、それから近隣海域の海洋浮遊ごみ量を推測するためには広い範囲をモニターすることが必須である。しかし微細物を含む人工素材ごみは10m四方の範囲に数百から数千個存在するため⁴⁶⁾、微細物を含めた広範囲のモニターは不可能である。また品目種によって海浜からの消失速度が異なるため、漂着量を測定するためには撤去を伴う、適切な時間間隔での定期モニターが必須である。この調査では微細物を除く定形品に限定したが、労力的にこれを繰り返すことは困難である。したがって適切な品目に限定するモニター法が必然となる。

適切な品目を選択するためには、それらの特性を知ることが重要となる。再流出や埋没速度の速い品目に対しては、時間間隔の短い定期モニターが必要となる。水没、溶解、分解を起こしやすい品目の漂着量は投棄量と一致せず、漂流時間に依存する排出由来地域の偏りを生じる。ただし排出由来地域に偏りがある品目には各地域固有の製品が含まれる。精度と効率を上げるためには、漂着数が多く、由来地域の識別度が高い品目の選定が必要である。また観測者依存性を小さくするためには定義が明確

で見逃しの少ない品目を選ぶことが重要である。しかしすべての要件を満足させる指標品目は少ないため、複数の品目をモニターすることが必要と思われる。

海洋浮遊ごみの削減のためには排出源を知ることが必要である。したがって排出源を考慮したモニター品目の選択が重要である。主な排出源は民生、漁業、農業、医療分野であり、海浜定形ごみのほぼすべてがこれらの範疇に入る。さらに個数の多い民生ごみの排出源は屋外と屋内に二分することが可能である。これらは世界に共通した排出源と考えられるため、各分野で代表的な複数の品目を選定することで普遍的なモニター法が開発できると思われる。ただし製品の消費傾向は時代とともに変化するため、長期のモニターにはそれらの変化も考慮した品目選定が必要と思われる。

[謝 辞]

本研究にあたり、有意義なご助言と示唆をいただきました京都東山高校の安松貞夫、東京海洋大学の兼広春之、鹿児島大学の藤枝繁、防衛大学校の山口晴幸の各先生に感謝を申しあげます。また海岸清掃に関する情報をいただきました鳥取県下の自治体の各担当者に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) P. Convey, D. K. A. Barnes and A. Morton : Debris Accumulation on Oceanic Island Shores of the Scotia Arc, Antarctica, *Polar Biol.*, Vol. 25, pp. 612-617 (2002)
- 2) D. K. A. Barnes and P. Milner : Drifting Plastic and its Consequences for Sessile Organism Dispersal in the Atlantic Ocean, *Marine Biology*, Vol. 146, pp. 815-825 (2005)
- 3) M. L. Mallory : Marine Plastic Debris in Northern Fulmars from the Canadian High Arctic, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 56, pp. 1486-1512 (2008)
- 4) D. K. A. Barnes : Invasions by Marine Life on Plastic Debris, *Nature*, Vol. 416, pp. 808-809 (2002)
- 5) M. S. Islam and M. Tanaka : Impacts of Pollution on Coastal and Marine Ecosystems including Coastal and Marine Fisheries and Approach for Management : A Review and Synthesis, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 48, pp. 624-649 (2004)
- 6) S. B. Sheavly and A. K. M. Register : Marine Debris & Plastics : Environmental Concerns, Sources, Impacts and Solutions, *Journal of Polymers and the Environment*, Vol. 15, pp. 301-305 (2007)
- 7) S. Copello and F. Quintana : Marine Debris Ingestion by Southern Giant Petrels and its Potential Relationships with Fisheries in the Southern Atlantic Ocean, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 46, pp. 1504-1515 (2003)
- 8) T. Matsuoka, T. Nakashima and N. Nagasawa : A Review of Ghost Fishing : Scientific Approaches to Evaluation and Solutions, *Fisheries Science*, Vol. 71, pp. 691-702 (2005)
- 9) W. G. Pichel, J. H. Churnside, T. S. Veenstra, D. G. Foley, K. S. Friedman, R. E. Brainard, J. B. Nicoll, Q. Zheng and P. Clemente-Colón : Marine Debris Collects within the North Pacific Subtropical Convergence Zone, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 54, pp. 1207-1211 (2007)
- 10) 藤枝 繁 : ディスボーザブルライターを指標とした海岸漂着散乱ごみの流出地推定, 漂着物学会, 第1巻, pp. 13-20 (2003)
- 11) T. R. Dixon and T. J. Dixon : Marine Litter Surveillance, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 12, pp. 289-295 (1981)
- 12) G. Rees and K. Pond : Marine Litter Monitoring Programmes : A Review of Methods with Special Reference to National Surveys, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 30, pp. 103-108 (1995)
- 13) J. G. B. Derraik : The Pollution of the Marine Environment by Plastic Debris : A Review, *Marine Pollution Bulletin* Vol. 44, pp. 842-852 (2002)
- 14) T. R. Dixon and T. J. Dixon : Marine Litter Distribution and Composition in the North Sea, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 14, pp. 145-148 (1983)
- 15) M. Thiel, I. Hinojosa, N. Vásquez and E. Macaya : Floating Marine Debris in Coastal Waters of the SE-Pacific (Chile), *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 46, pp. 224-231 (2003)
- 16) A. Shiomoto and T. Kameda : Distribution of Manufactured Floating Marine Debris in Near-shore Areas around Japan, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 50, pp. 1430-1432 (2005)
- 17) W. G. Pichel, J. H. Churnside, T. S. Veenstra, D. G. Foley, K. S. Friedman, R. E. Brainard, J. B. Nicoll, Q. Zheng and P. Clemente-Colón : Marine Debris Collects within the North Pacific Subtropical Convergence Zone, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 54, pp. 1207-1211 (2007)
- 18) T. Kusui and M. Noda : International Survey on the Distribution of Stranded and Buried Litter on Beaches along the Sea of Japan, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 47, pp. 175-179 (2003)
- 19) E. Ariza, J. A. Jimenez and R. Sarda : Seasonal Evolution of Beach Waste and Litter during the Bathing Season on the Catalan Coast, *Waste Management*, in press.
- 20) L. Silva-Iñiguez and D. W. Fischer : Quantification and Classification of Marine Litter on the Municipal Beach of Ensenada, Baja California, Mexico, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 46, pp. 132-138 (2003)
- 21) S. S. Oigman-Pszczol and J. C. Creed : Quantification and Classification of Marine Litter on Beaches along Armacão dos Búzios, Rio de Janeiro, Brazil, *Journal of Coastal Research*, Vol. 23, pp. 421-428 (2007)
- 22) K. L. Storrier, D. J. McGlashan, S. Bonellie and K. Velander : Beach Litter Deposition at a Selection of

- Beaches in the Firth of Forth, Scotland, *Journal of Coastal Research*, Vol. 23, pp. 813-822 (2007)
- 23) S. E. Somerville, K. L. Miller and J. M. Mair : Assessment of the Aesthetic Quality of a Selection of Beaches in the Firth of Forth, Scotland, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 46, pp. 1184-1190 (2003)
 - 24) I. R. Santosa, A. C. Friedricha, M. Wallner-Kersanach and G. Fillmann : Influence of Socio-economic Characteristics of Beach Users on Litter Generation, *Ocean & Coastal Management*, Vol. 48, pp. 742-752 (2005)
 - 25) H. Otley and R. Ingham : Marine Debris Surveys at Volunteer Beach, Falkland Islands, during the Summer of 2001/02, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 46, pp. 1534-1539 (2003)
 - 26) M. R. Claereboudt : Shore Litter along Sandy Beaches of the Gulf of Oman, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 49, pp. 770-777 (2004)
 - 27) K. S. Edyvane, A. Dalgetty, P. W. Hone, J. S. Higham and N. M. Wace : Long-term Marine Litter Monitoring in the Remote Great Australian Bight, South Australia, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 48, pp. 1060-1075 (2004)
 - 28) C. Morishige, M. J. Donohue, E. Flint, C. Swenson and C. Woolaway : Factors Affecting Marine Debris Deposition at French Frigate Shoals, Northwestern Hawaiian Islands Marine National Monument, 1990-2006, Vol. 54, pp. 1162-1169 (2007)
 - 29) L. Martinez-Ribes, G. Basterretxea, M. Palmer and J. Tintoré : Origin and Abundance of Beach Debris in the Balearic Islands, *Scientia Marine*, Vol. 71, pp. 305-314 (2007)
 - 30) A. T. Williams, D. T. Tudor and P. Randerson : Beach Litter Sourcing in the Bristol Channel and Wales, U. K., *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 143, pp. 387-408 (2003)
 - 31) 山口晴幸 : 深刻な海岸漂着ごみ汚染, 月刊廃棄物, 2003年3月号, pp. 4-23 (2003)
 - 32) K. Velander and M. Mocogni : Beach Litter Sampling Strategies : Is there a 'Best' Method ?, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 38, pp. 1134-1140 (1999)
 - 33) J. A. Ivar do Sul and M. F. Costa : Marine Debris Review for Latin America and the Wider Caribbean Region : From the 1970s until Now and Where Do We Go from Here ?, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 54, pp. 1087-1104 (2007)
 - 34) 小幡健一, 敷田麻実 : 石川県の海岸における海外ごみの分布と季節変動に関する研究, のと海洋ふれあいセンター研究報告, 第7号, pp. 43-50 (2001)
 - 35) 田島迪生 : 石川県加賀市の海岸に漂着した海外ごみ, のと海洋ふれあいセンター研究報告, 第9号, pp. 1-10 (2003)
 - 36) 藤枝 繁 : ディスボーザブルライターを指標漂着物とした種子島海岸, 自然愛護, 第28巻, pp. 13-16 (2002)
 - 37) 安松貞夫 : 日本海的环境汚染を海岸漂着物から考える, 地学教育と科学運動, 第29号, pp. 27-34 (1998)
 - 38) 藤枝 繁, 小島あずさ, 兼広春之 : ディスボーザブルライターを指標漂着物とした海岸漂着ごみのモニタリング, 廃棄物学会論文誌, 第17巻, 第2号, pp. 117-124 (2006)
 - 39) S. Ye and A. L. Andrady : Fouling of Floating Plastic Debris under Biscayne Bay Exposure Conditions, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 22, pp. 608-613 (1991)
 - 40) Z. Lucas : Monitoring Persistent Litter in the Marine Environment on Sable Island, Nova Scotia, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 24, pp. 192-199 (1992)
 - 41) J. B. Pearch : Marine Vessel Debris : A North American Perspective, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 24, pp. 586-592 (1992)
 - 42) K. Velander and M. Mocogni : Maritime Litter and Sewage Contamination at Cramond Beach Edinburgh — A Comparative Study, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 36, pp. 385-389 (1998)
 - 43) C. A. Ribic : Use of Indicator Items to Monitor Marine Debris on a New Jersey Beach from 1991 to 1996, *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 36, pp. 887-891 (1998)
 - 44) R. Alkalay, G. Pasternak and A. Zask : Clean-coast Index — A New Approach for Beach Cleanliness Assessment, *Ocean & Coastal Management*, Vol. 50, pp. 352-362 (2007)
 - 45) D. Lee, H. Cho and S. Jeong : Distribution Characteristics of Marine Litter on the Sea Bed of the East China Sea and the South Sea of Korea, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 70, pp. 187-194 (2006)
 - 46) 環日本海環境協力センター編 : 海辺の漂着物調査報告書 2005年度版 (2007)

Properties and Categories of Non-biodegradable Waste Items found in Beach Litter

Tamon Okano*, Motoki Yasumoto* and Shigeki Andou*

* Department of Chemistry and Biotechnology,
Graduate School of Engineering, Tottori University

† Correspondence should be addressed to Tamon Okano :
(4-101 Minami, Koyama, Tottori 680-8552 Japan)

Abstract

With the aim of establishing a convenient and accurate method for monitoring floating marine debris that is not easily degradable, we investigated the various articles of waste in the litter that accumulates on the beaches of Tottori. This is an area where litter from every Asian Pacific region is supposed to drift ashore. Surveys were carried out a total of eight times between the years 2005 and 2008 on a 500 m strip for each different beach. The surveys showed that the different types of articles were unevenly distributed, and both the kinds and numbers varied greatly. Unfortunately, the total amount of any particular item found in the accumulated litter was not proportional to the total amount of what was washed ashore. It became necessary, therefore, to monitor limited items periodically, while removing them. In selecting items, attention was paid to their individual characteristics, such as if they were prone to sinking, if they were stable in water, or if they were region-specific items. We classified the articles into four major groups: consumer goods, fishery-related items, agricultural and medical implements. The consumer goods were further divided into: articles for indoor use, outdoor use, or both indoor and outdoor. In this grouping, drink bottles were classified as indoor and outdoor use, for example, according to their volume and not their composition. As the source for this kind of litter is common to every region, periodical monitoring of the items that appear often for each group is a practical method for surveying.

Key words : floating marine debris, beach litter, plastic wastes, monitoring method, source classification