

6. 日本列島の海岸漂着ゴミ汚染

COASTAL POLLUTION BY DRIFTED GARBAGE IN JAPAN ISLANDS

山口 晴幸*・タンヤウイト・ポンポー*

Hareyuki YAMAGUCHI & Pongpo・THUNYAWIT

ABSTRACT: Investigations of coastal pollution by drifted garbage were performed from February 1997 to August 2001. The investigations have been carried out in 718 points along the coasts in Japan islands.

A large amount of garbage, which had been drifted to the coasts, was counted and divided according to its type and nationality. This study confirms that the garbage drifted around Japanese coastal areas like plastic s, bottles, cans and so on, becomes one of main factors of the sea pollution. In addition, Japanese garbage and foreign garbage from neighboring countries, such as China, Taiwan, Korea and Russia are fairly contained.

The problem of coastal pollution by drifted garbage is a serious problem in the coastal environment in Japan. It is strongly required that both the prevention measures and the way of depositing the drifted garbage must be established in a hurry.

KEYWORDS: Coastal pollution, Drifted garbage, Ocean current

1. はじめに

アジア大陸の東端に位置する日本は、四方を海に囲まれ 5000 余りの島々が、ほぼ 3000km に亘って大陸と並行的に飛石のようにつらなる弧状列島を形成している。そのため国土の面積は狭いが、海岸線の延長は非常に長く、その総延長は地球直径の約 2.7 倍の長さに匹敵する約 35000km に及び、日本は海岸線の延長距離では世界的にも有数の国の一つにランクされる。

このような日本の海岸線には、古来より白砂青松に代表される自然景観豊かな原風景が広がり、海岸域は日本の歴史・文化・風土などの民族性を育む上で絶大な貢献を果たしてきている。また海岸域は生活圏との関連が深く、昔から漁業活動や港に利用されてきた経緯がある。日本では台風の襲来や大地震も度々発生するため、このような自然災害から誘発される高潮や津波などから国土や人命を守るために、防波堤や防潮堤などの建設が図られ、海岸域の防護整備が進められてきた。さらに近年は、海岸域が経済生産圏や観光スポットとして注目されるだけでなく、レジャー・スポーツなどのリラクゼーション的活動の場、汽水域・干潟・湿地などを含め、海鳥・底生生物・海浜植物などの多様な生態系を育む貴重な生物多様性環境の場として、極めて重要であると社会的に認識されてきている。

しかし国土の狭い日本では、海岸域が経済・生産圏基盤の拡大・拡張域に向けられてきた。運輸・港湾施設の建造による大規模な海岸・海洋埋立て、宅地・工場・廃棄物処分場建設のための土地造成による広大な干潟・湿地の埋立て、海岸浸食防止のために建造された延々と続く防護施設や沿岸整備などによって、多くの海岸域では砂浜の消滅・破壊や海浜の人工護岸化による大規模な改変などが進み、日本の海岸域の自然景

*：防衛大学校 システム工学群 建設環境工学科 National Defense Academy

〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20、Tel 0468-41-3810

観は大きく変貌し、自然環境的にも危機的状況にある海岸域が多くなりつつある。

このような海岸域の深刻な危機的現状を鑑み、我が国では、1999 年に「海岸法」を大幅に改正している。これまでの台風、津波、高潮などの「災害から国土を守る」と言う視点と共に、新たに「海岸の環境を守る」ことや「海岸の適正な利用」と言う視点を加え、「防護」重視一辺倒から「環境」・「利用」との調和のとれた海岸保全や海岸域の在り方を推進することになった。

消滅・破壊・改変問題に加え、海岸域の環境問題の中で、現在、社会的に最も深刻で関心の高い問題が、漂着ゴミによる海岸汚染問題である。我が国の多くの浜辺では、今、大量の漂着ゴミが浜一面に覆い、足の踏み場もないのが実情である。まさに 20 世紀の文明社会を象徴した大量生産・大量消費・大量廃棄型社会の顛末の一端が、大量漂着ゴミとなって海岸線に押寄せていると言う状況にある。海岸域によっては中国・台湾・韓国・ロシアなどの近隣諸国からのゴミが大量に漂着している実態も認められ、国内外からの大量漂着ゴミで美しい自然景観を残している海岸線は、まさにゴミの墓場と化している実情にあると言っても過言ではない。我が国では、今後益々、漂着ゴミによる海岸汚染問題は深刻化していくものと思われ、海岸環境を汚染・破壊する漂着ゴミ問題は上述した改正海岸法の趣旨からも 21 世紀の最重要課題であり、国家的取り組みが早急に望まれるところである。

漂着ゴミ問題へのアプローチは、学術的調査研究よりもむしろ、市民団体、NGO、地方地自体などが主体に実施している海岸清掃活動が重要となっている。特に 21 世紀は「環境の世紀」と謳われ、「循環型社会形成推進基本法」成立のために議論された廃棄物処理やリサイクル対策等の在り方を通して、ゴミ問題への社会的関心が非常に高まっており、海岸環境保全の立場から漂着ゴミ問題に一層の関心が向けられるようになってきている。

このような社会状況を背景に、最近、旧建設省や旧運輸省では、管轄する海岸域における漂着ゴミ実態の調査に取り組み始めている。しかし旧建設省では、地方地自体に対して海岸漂着ゴミ問題に関するアンケート調査を実施し、そのデータ分析に基づいて、漂着ゴミによる海岸汚染問題の深刻さを提示したパンフレットを 2000 年 11 月に作成したにすぎない。旧運輸省では、予備調査として、1999 年 3 月に日本海沿岸 4 箇所の海岸で漂着ゴミの実態を調査し、漂着ゴミの定量的評価や種類・国籍などの分析を行い、調査方法に重点を置いて検討しているが、漂着ゴミ問題取り組みへの指針などについてはほとんど明確にされていない。また環境庁では、2000 年 7 月に廃プラスチック海洋汚染対策シンポジウムを開催し、日本列島における海洋のプラスチック漂流物や海岸に漂着するプラスチック類ゴミの現状について討論を実施し、廃プラスチックによる海洋汚染防止対策検討調査報告をまとめている。しかしこのような国機関による調査成果も、日本における漂着ゴミの実態を明確にしたものではなく、調査方法においても統一性は見られず、海岸域に押寄せる大量漂着ゴミの防止・処理対策の確立に繋がる成果には、まだほとんど至っていない。

漂着ゴミ問題は日本列島全域に亘る社会的な海岸環境問題であることから、国機関、学術的学会、地方自治体、NGO、市民などあらゆる組織・団体・グループ・個人が一体となって、それぞれの可能な範疇で取り組むことが重要である。著者らが所属している土木学会や地盤工学会では、漂着ゴミ問題に関する研究成果はほとんど公表されていない。最近、当研究室では、海岸域の環境問題や海浜地盤汚染問題として漂着ゴミ問題を取り上げ、その調査成果を両学会で公表し始めている。土木・地盤工学分野での、今後一層の学術的取り組みに期待するところである。

日本の海岸漂着ゴミ問題に対する学術的取り組みとしての主要な課題は、漂着ゴミの産出発生源と漂流漂着ルート把握につながる調査方法を設定し、防止・処理対策を確立することにあると考えている。特に、漂着ゴミには、海流に運搬されて漂着する遠距離漂流型ゴミと、海岸域の周辺・近傍から流出し漂着するゴミに大別されると思われる。両者の漂着ゴミに対する防止対策は全く異なることから、両漂着ゴミを明確に判別し定量的に評価できる調査方法を確立することがまず不可欠となる。また日本近海の流れルートを考慮して、漂着ゴミの海岸域的特徴や経年的推移傾向の把握に繋がる調査海岸域を設定することが重要となる。

そこで、このような背景のもとで、著者らは、海岸漂着ゴミ問題へアプローチする調査構想を組み立て、日本列島での漂着ゴミ実態の分析評価を試みている。本報告では、1997年から本格的に開始継続してきた今までの調査データを総括し知見をまとめる形で、我が国における漂着ゴミ実態について要約的に論述する。

2. 調査方法と調査海岸域

漂着ゴミ調査の主要なポイントは産出発生源の推定と漂流漂着ルート の 解明にあり、早急な防止・処理対策が計られるように、漂着ゴミ汚染問題の深刻さについて、社会的に警鐘を鳴らすことが重要と考えている。そのためには、まず下記の事項を考慮して調査方法を確立する必要があった。

- ① 海岸に漂着しているゴミは海流と密接に関連していると思われることから、発生源や漂着ルート解明には近海の海流ルートを考慮して調査海岸域を決める必要があった(図1)。
- ② 漂着しているゴミの国籍を判別する必要があった。
- ③ 防止・処理対策を推進する上にも、漂着ゴミのタイプを種類別に分類する必要があった。
- ④ 多い少ないの判断をするために漂着ゴミを定量的に評価する必要があった。
- ⑤ 漂着ゴミ量の季節的・経年的傾向を推定するために、定期的に調査する代表的な海岸域を決める必要があった。

即ち、漂着ゴミの防止・処理対策の確立に繋がる産出発生源の推定と漂流漂着ルート の 解明が達せられる調査方法を組み立てることが重要であった。そこで上述の事項を考慮し実効性ある調査方針を確立するために、一年間掛けて前調査を実施し試行錯誤的に検討を重ね、漂着ゴミの定量評価として海岸域でのゴミの個数を国籍別と種類別に区分して数える個数評価方法を採用することとした。また主要な調査海岸域は日本近海の海流を考慮して設定し(表 1 と図 2)、それら海流ルート沿いに面する代表的海岸域では季節的・経年的調査を実施することにした。調査方針に関する詳細については文献 1) に明示している。

3. 調査結果と考察

3.1 判別可能な漂着ゴミのルーツ

日本最西端与那国島～最北端宗谷岬に亘る海岸域でのこれまでの調査分析結果の整理より、東西約 3,000km に及ぶ日本列島の海岸域に漂着するゴミの数量・国籍・種類には近海の海流と密接に関連していることを解明し、漂着ゴミの構成・タイプには海岸域の特徴のあることを明らかにしてきた。ここでは、これらの調査知見に基づいて、日本の海岸域に漂着するゴミの産出発生源と漂流漂着ルートに関する考えを総括的にまとめる(図3～図8)。

まず日本列島における漂着ゴミの国籍等に関する海岸域の特徴を調査実態より要約する。

- ① 南方から北上する黒潮海流ルート沿いの南西諸島、殊に沖縄県先島諸島(八重山諸島と宮古諸島)

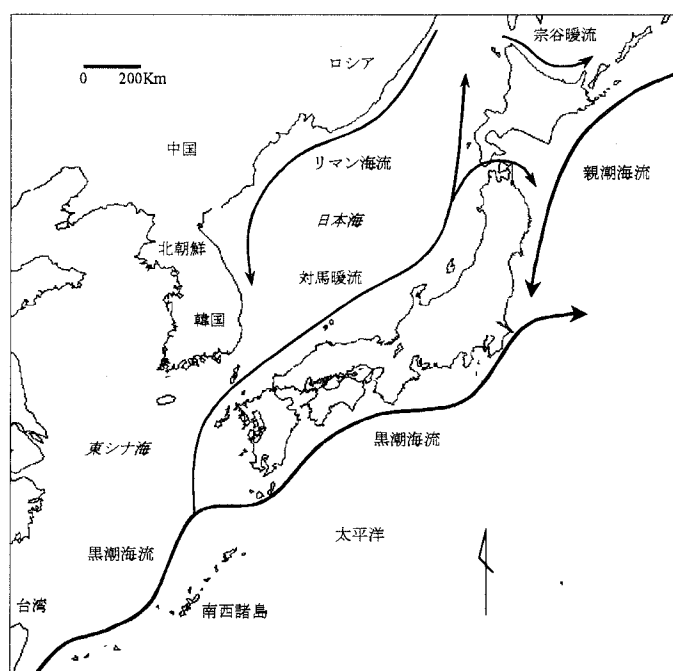


図1 アジア東端に位置する日本列島と近海の海流

表 1 本調査での延べ調査海岸数と調査海岸距離一覧

番号	調査海岸地域	調査日	調査総海岸数 (箇所)	調査総海岸距離 (Km)
1	沖縄県与那国島	28/3/98～9/8/01	57	15.36
2	沖縄県西表島	25/3/98～12/8/01	55	45.81
3	沖縄県竹富島	19/8/98～13/8/01	5	11.10
4	沖縄県黒島	9/8/99～15/8/00	2	4.80
5	沖縄県波照間島	18/8/98～28/3/01	4	7.10
6	沖縄県石垣島	23/3/98～6/8/01	40	21.90
7	沖縄県多良間島	7/8/99～17/8/00	13	8.26
8	沖縄県宮古島	30/3/98～15/8/01	32	9.90
9	沖縄県久米島	20/8/99～17/8/01	12	4.25
10	沖縄県粟国島	8/4/99～9/4/99	2	1.60
11	沖縄県沖縄本島	7/8/98～3/8/01	11	9.60
12	鹿児島県屋久島	13/11/99～14/11/99	6	2.90
13	長崎県対馬	1/5/00～5/5/00	10	1.80
14	長崎県杵岐	28/4/00～30/4/00	12	0.95
15	山陰地方沿岸 (島根・山口県)	22/9/99～26/9/99	8	2.75
16	石川県能登島	16/6/00～17/6/00	3	0.70
17	新潟県沿岸	21/11/98～23/11/98	6	0.60
18	新潟県佐渡島	3/11/00～5/11/00	5	2.00
19	山形県飛島	16/9/00	3	1.20
20	青森県沿岸 (下北半島)	29/4/98～2/5/98	5	2.10
21	北海道奥尻島	5/10/00～7/10/00	8	2.80
22	北海道日本海沿岸	29/4/99～2/5/99	15	4.95
23	北海道利尻島	3/5/01～4/5/01	10	2.95
24	北海道礼文島	5/5/01～6/5/01	4	0.70
25	北海道オホーツク海沿岸	3/5/99～4/5/99	4	2.20
26	宮城県沿岸	3/1/99	1	0.30
27	徳島県沿岸	15/6/01	2	1.10
28	関東地方沿岸 (神奈川県・千葉県)	12/5/98～10/5/01	42	21.34
29	東京都三宅島	28/8/99～30/8/99	9	2.10
30	東京都八丈島	12/11/98～15/11/98	8	1.68
31	東京都硫黄島	6/10/99～31/5/01	9	10.00
総計			403	204.80

(1998年3月から1999年8月時点)

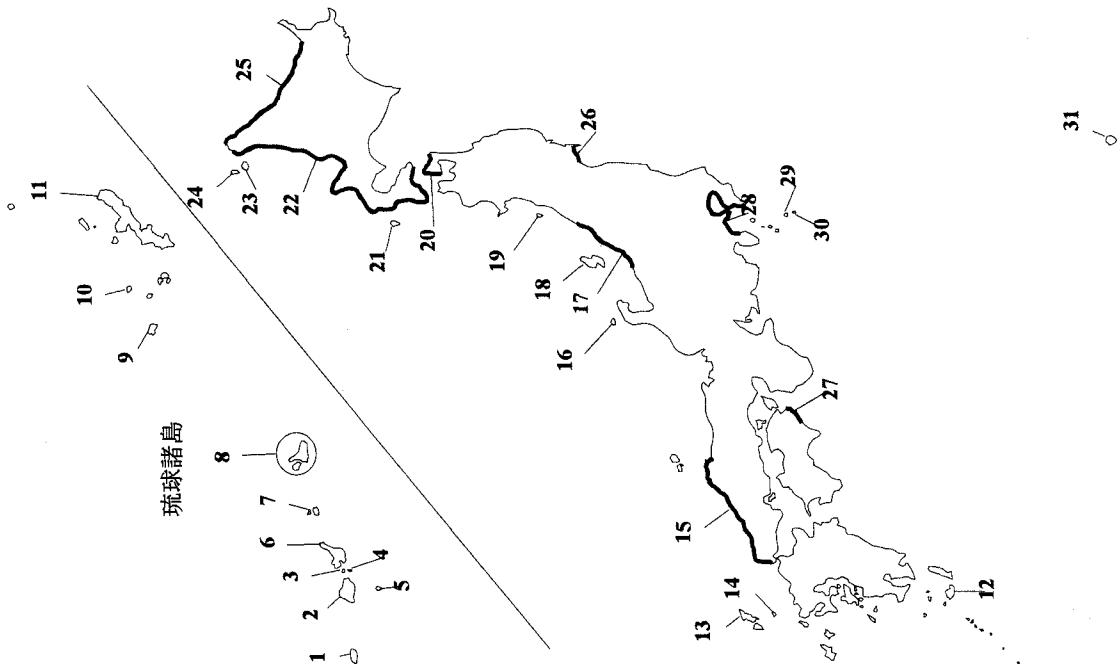


図 2 本調査での日本列島における調査海岸域

のほとんどの海岸域では、近隣諸国からの外国製ゴミが日本製ゴミを上回り約2～6倍の数量を占めている。その外国製ゴミの主体は中国と台湾製ゴミで、外国製ゴミ数の50～70%に達し、韓国製ゴミが20～30%程度占める国籍別割合になっている。また近年、先島諸島では漂着ゴミ量が年々増加する傾向にあり、主に中国製ゴミにその傾向が著しく認められる。

② 北上する対馬海流ルート沿い九州～北海道の日本海近海上の離島では、数量的に外国製ゴミが日本製ゴミを圧倒している島が多い。殊に朝鮮半島に近接している長崎県対馬と吉岐の海岸域では、外国製ゴミが日本製ゴミの約3～10倍の数量を占め、その外国製ゴミの70～90%が韓国製ゴミによって占められている。なお外国製ゴミの漂着数は、島が北に位置するほど徐々に減少し、北海道の利尻島と礼文島では逆転しており、日本製ゴミが外国製ゴミを数量的に上回っている。しかし日本海上離島の外国製ゴミの主体は、一貫して韓国製ゴミとなっている。

③ 山陰から北海道に掛けての日本海・オホーツク海に面した内陸側沿岸域では、いずれの海岸域でも日本製ゴミの漂着が高く、数量的に外国製ゴミを上回っている。この外国製ゴミは漂着ゴミ数の10～30%程度で、その主体はやはり②項と同様に韓国製ゴミで、数量的に外国製ゴミの60～80%を占めている。

④ 北陸付近の日本海側海岸域からロシア製ゴミが確認され始め、数量的には北上するほど徐々に増加する傾向が認められる。礼文島など北海道北端部やオホーツク海沿岸域では、韓国製ゴミに加えロシア製ゴミが外国製ゴミに30%程度混在している。

⑤ 対馬海流が分岐して流れ込む津軽海峡沿岸域では、外国製ゴミと日本製ゴミの数量的比率はほぼ等しく、それぞれ20%程度で、その内韓国製ゴミが外国製ゴミの約80%を占め、南下する親潮海流に乗って東北・北関東の太平洋沿岸域まで回り込んで漂着している。

⑥ 関東沿岸域などの太平洋側海岸域での漂着ゴミのほとんどは、日本製ゴミで、数量的には90%以上を占めている。

⑦ 関東沿岸域～三宅島～八丈島～硫黄島と太平洋沖合に向かうにつれて、漂着ゴミの主流は日本製ゴミから不明ゴミへとゴミのタイプが大きく変わり、東京から1,240km沖合の硫黄島では不明ゴミが漂着ゴミ数の80%に達している。この不明ゴミには関東沿岸域などの太平洋側の沿岸域から排出された日本製ゴミがかなり含まれていると推察される。なお太平洋沖合に点在する島々の外国製ゴミは、沖縄県先島諸島で確認される黒潮海流系の中国製ゴミが主体の構成となっている。

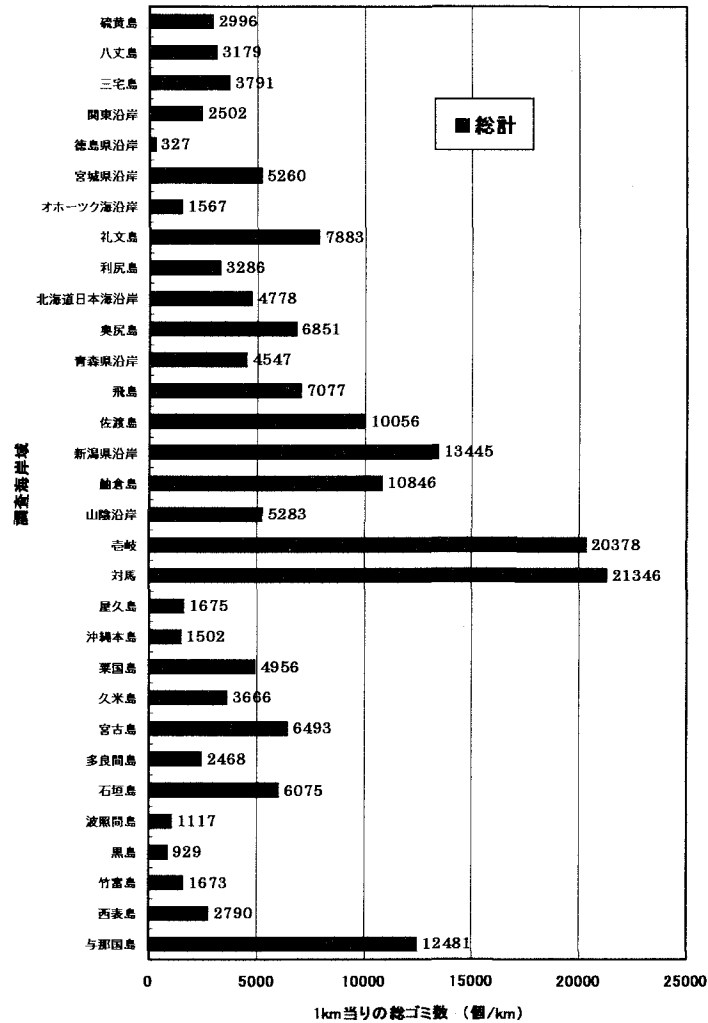


図3 主要海岸域での漂着ゴミ実態

□ 日本製ゴミ ■ 不明ゴミ ■ 外国製ゴミ

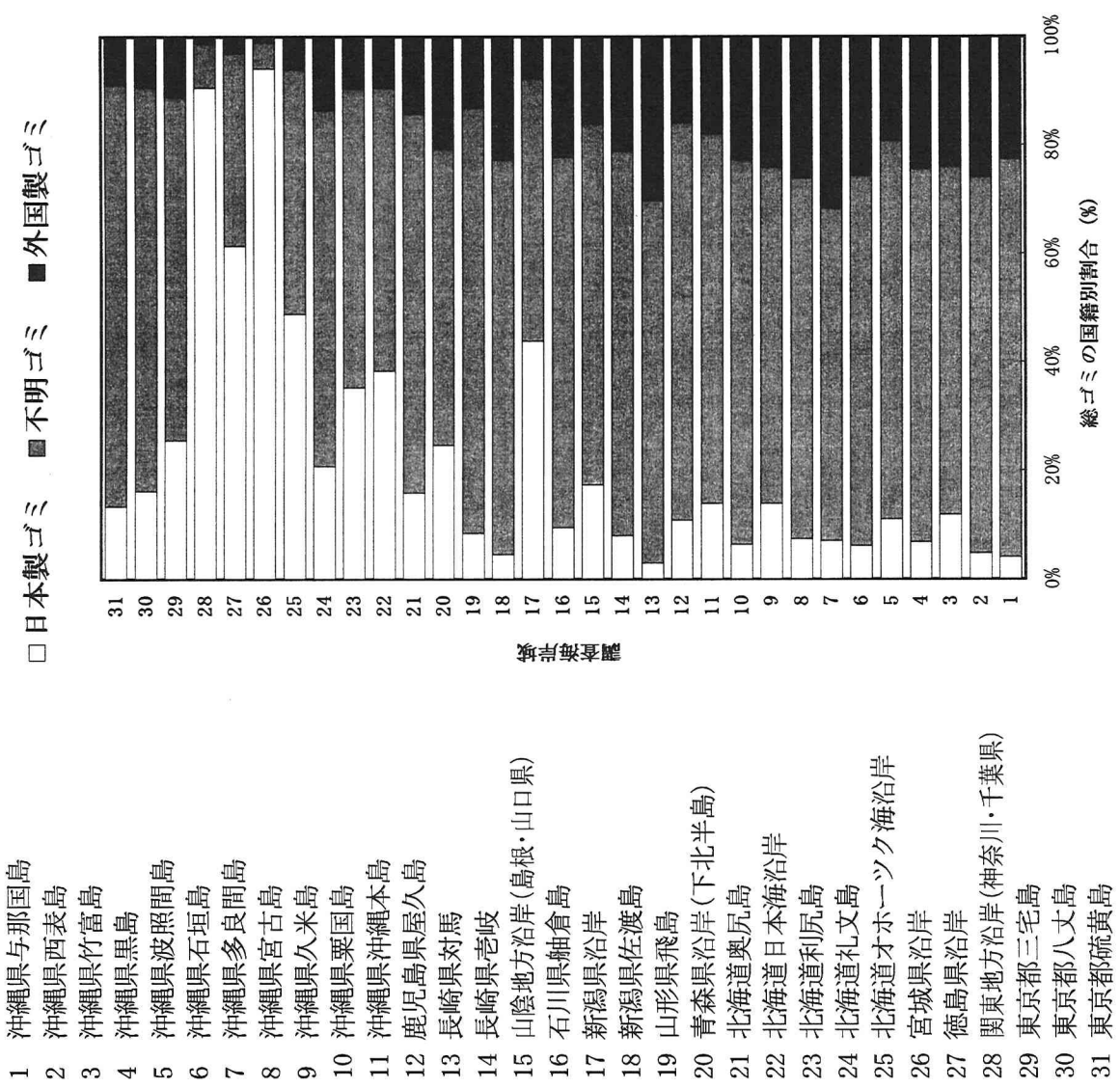


図4 総ゴミの構成比率

□ 韓国 ■ 中国 ■ 台湾 ■ ロシア ■ 英字等

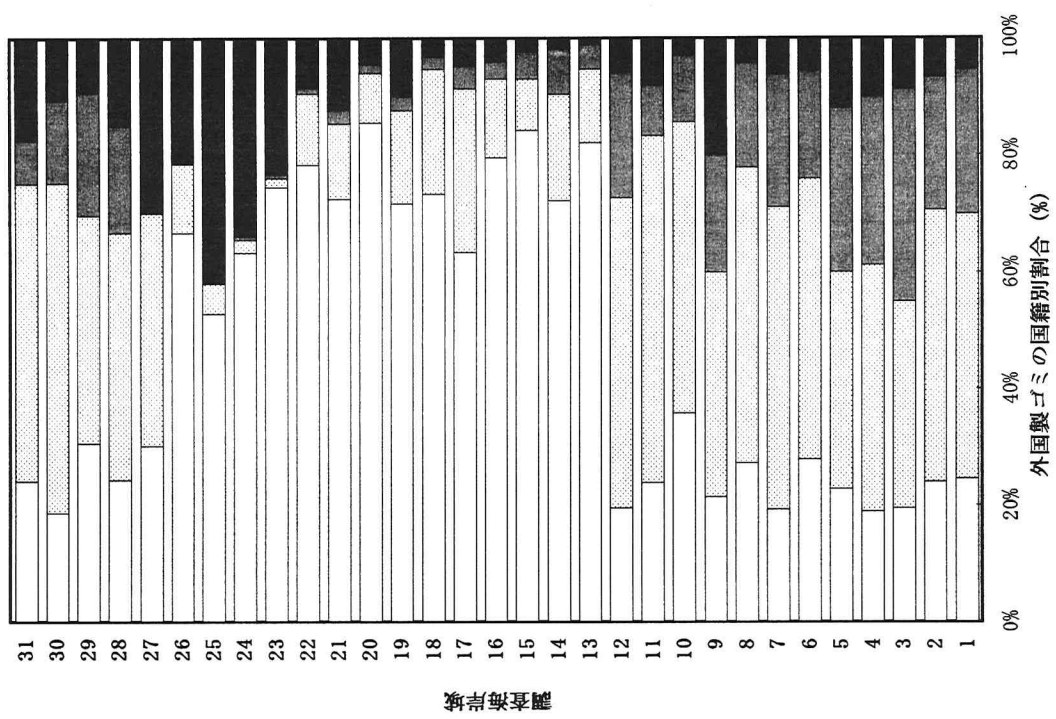


図5 外国製ゴミの国籍別割合

□ ビン類 □ 缶類 ■ プラスチック類 ■ 漁具類

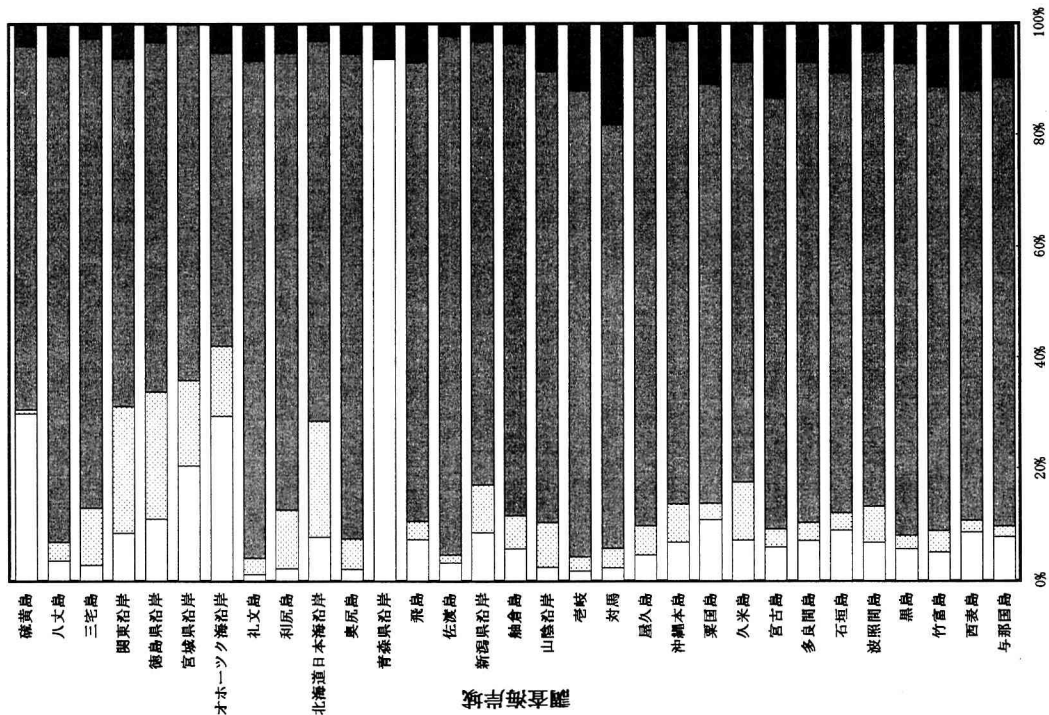


図6 総ゴミの種類の割合

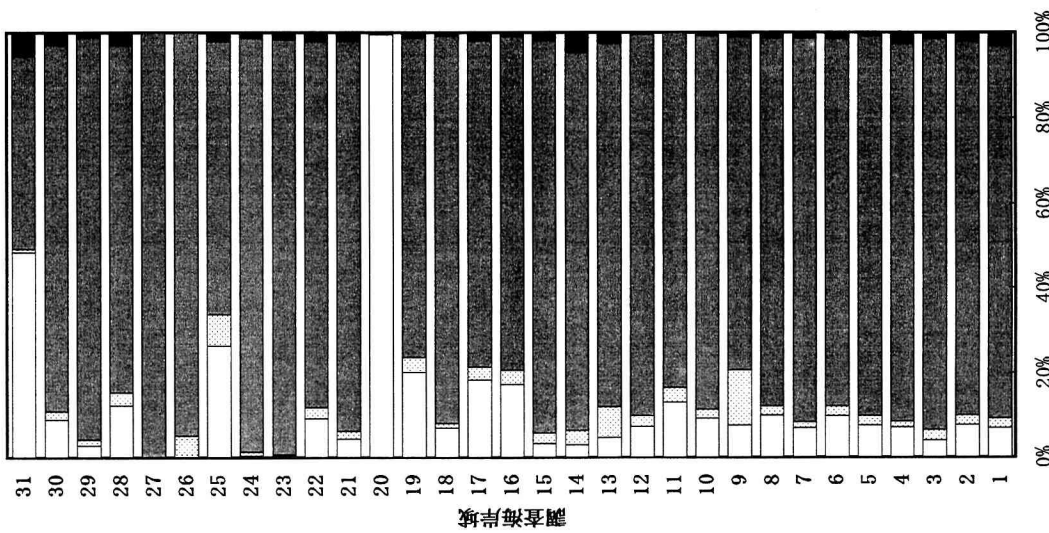


図7 外国製ゴミの種類の割合

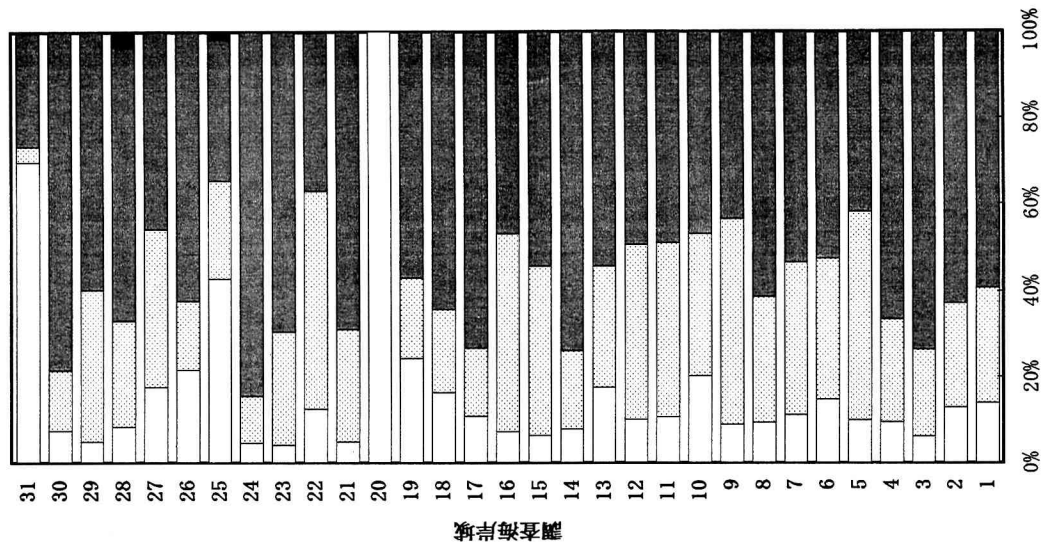


図8 日本製ゴミの種類の割合

以上の調査知見から、日本列島における漂着ゴミは遠距離に亘り海流に乗って運搬されて漂着するゴミと、不当・不適切に処理されて日本の陸域や海岸域近傍から流出・排出して漂着するゴミに大別できることが分かった。特に沖縄県先島諸島や九州～北海道に掛けての日本海沿岸及び近海離島など、外国製ゴミが漂着ゴミの主流を占める島々や大量の外国製ゴミが確認される海岸域では、ゴミ漂着の主因は中国、台湾、韓国、ロシアの近隣諸国から廃棄されたゴミの海流運搬によっている。

中国製と台湾製ゴミは、先島諸島を中心に大量に漂着しており、北海道沿岸域や太平洋沖合の島々までも海流や沿岸流に乗って確実に漂着はしているが数量的には圧倒的に少ない。この実態から判断すると、中国と台湾製漂着ゴミの日本列島への主要な供給源は先島諸島以南と以北の近海域と推察される。何らかの要因で廃棄された両国のゴミが先島諸島近海・東シナ海上の両国領海内の海域から我が国の領海へ浮遊・漂流し、黒潮海流や対馬海流に乗って北上しつつ列島全域に漂着してくると思われる。

一方、九州～北海道海岸域や津軽海流沿岸域で大量漂着が確認される韓国製ゴミの最大の供給源は、朝鮮半島周辺の海域と推察される。北上する黒潮海流が奄美大島西方沖合で二つに分岐し、一方が対馬海流として大陸側日本海を北上する流路沿いに在る長崎県対馬と壱岐では、これまでの調査で最大の漂着ゴミ量が確認されている。しかもその圧倒的な数量を韓国製ゴミが占めている実態がある。またこの韓国製ゴミの漂着量は北陸、東北、北海道と北方に位置する海岸域ほど、漂流ゴミの漂着が進み、減少傾向を示している。即ち、南方からの黒潮海流が奄美諸島付近で太平洋と日本海側の二つの流路に分岐し、漂流ゴミも両海流に分かれ半減すると思われるにも拘らず、対馬と壱岐で韓国製ゴミを主流とした漂着ゴミ量が激増することは、朝鮮半島周辺の海域で新たに大量の韓国製ゴミが対馬海流の流路沿いで供給されていることを示唆している。なお先島諸島など南の島々で、韓国製ゴミが外国製ゴミ数の30%程度確認されるのは、主に黒潮海流の戻り流と沿岸流に起因していると推察される。

ロシア製ゴミの漂着は、我が国に漂着している中国製、台湾製、韓国製の外国製ゴミや日本製ゴミに比較して、漂着範囲も狭くしかも数量的にも非常に少ない。北陸以北の日本海側海岸域でよく確認され、北海道北端部の海岸域やオホーツク海沿岸域では、外国製ゴミ数の30%程度を占めている実態から、ロシア製ゴミの主な供給海域は日本海北部海域やサハリン州近海域と思われ、北から南下する宗谷海流やリマン海流に乗って漂着するものと推察される。

3.2 漂着ゴミルートを暗示する不明ゴミ

日本列島に漂着する近隣諸国からの外国製ゴミの供給海域とその漂着ルートについて考察してきた。さらに重要な事実が大量に外国製ゴミが漂着している海岸域ほど、不明ゴミの漂着も際立っていることである。逆に言えば、関東沿岸域(日本製ゴミが90%以上占める)に代表されるように太平洋側の海岸域など、漂着ゴミの判別がほとんど可能な海岸域では、日本製ゴミが大半を占めているため不明ゴミが僅かとなる。即ち漂着ゴミが不明ゴミとなる最大の原因は、長期間・長距離に亘って海上を漂流することにある。そのため不明ゴミが多い海岸域では外国製ゴミも多く、漂着ルートは遠距離漂流型の海流運搬説が主流となる。この実態を最もよく表しているのが、沖縄県先島諸島での漂着ゴミ実態であった。

しかし太平洋沖合に点在する島々での不明ゴミの実態は先島諸島の場合と多少異なっていた。関東沿岸域から三宅島、八丈島、硫黄島と沖合に向かうにつれて、判別可能な外国製と日本製ゴミの両者の比率が大きく低下し、不明ゴミの比率だけが圧倒的に高くなる。東京から1,240km沖合の硫黄島では外国製ゴミが9%、日本製ゴミが13%で、不明ゴミの比率が78%を占めている。この不明ゴミの増加は外国製ゴミの不明ゴミ化と同様に、日本製ゴミも遠距離漂流過程で不明ゴミ化するためである。このように、いずれにせよ判別不能な不明ゴミの漂着比率の高い海岸域ほど、漂着ゴミのルートは遠距離漂流型の海流運搬説によっており、その発生海域や漂着ルートは複雑で不可解となる。

これに対して、不明ゴミが少ないことは逆に判別可能なゴミが多いことで、このことは、漂着ゴミが

不明ゴミとなる前に海岸域に漂着していることを意味している。即ち遠距離漂流型の海流運搬説よりもむしろ、漂着ゴミのルートは海岸域近傍・周辺から流出し再漂着した可能性が高くなる。まさに関東沿岸域でのほとんどが判別可能なゴミで、しかも90%以上を占める日本製ゴミの漂着実態はこのことを裏付けており、その漂着ルートは海岸域近傍・周辺にあることを示唆している。

このように、海岸域に漂着しているゴミの判別分析から不明ゴミの数量的比率を評価することは、漂着ゴミの発生・供給海域や漂流・漂着ルートを推察解明する際に重要なポイントとなる。

そこで、今までの全海岸

での漂着ゴミ数を総計し、不明ゴミに着目してその実態について分析を試みる（図 9）。前節で記述したように、今までカウントした総ゴミ数に占めている不明ゴミ数の割合は 65%であった。日本列島の海岸域に漂着しているゴミの半数以上が判別不能な不明ゴミとなっている。先にも述べたように、この不明ゴミの大半は、遠距離漂流型の海流運搬説による漂着ルートを裏付けるように、最も遠距離漂流に適したプラスチック類ゴミ（79.3%）によって、占められている。また不明ゴミとして漂着している確率の高いゴミはプラスチック類の 66.1%とビン類の 55.7%で、缶類は 9.4%と極めて低い。即ち、プラスチック類とビン類は漂着しているものの半数程度は遠距離漂流型漂着と推察される。これに対して、缶類は漂着しているものの 90%以上が判別可能なことから、漂着までの期間・距離は短く海岸域近傍・周辺型漂着と考えられる。なお漁具類が不明ゴミに占める割合はプラスチック類に次ぎ 13.3%である。しかも漁具類ゴミのほとんど（92.9%）は不明ゴミとなっている。漁具類の不明ゴミの場合には、発泡スチロール製ブイや漁網塊は元来ほとんど表記文字等もなく、当初より判別不能な状態にある。そのため漁具類の不明ゴミは、遠距離漂流型かあるいは海岸近傍・周辺型漂着かを判定することは非常に難しく、他の漂着ゴミの国籍や種類分析を考慮して検討する必要がある。

以上のように、漂着ゴミの緻密な分析調査が、防止対策確立に不可欠な発生・供給源や漂流・漂着ルートの解明に繋がる重要な役割を果たすものと考えられる。

4. まとめ

これまでの日本列島における漂着ゴミに関する実態調査の知見に基づき、近海の主要な海流との関連等から、

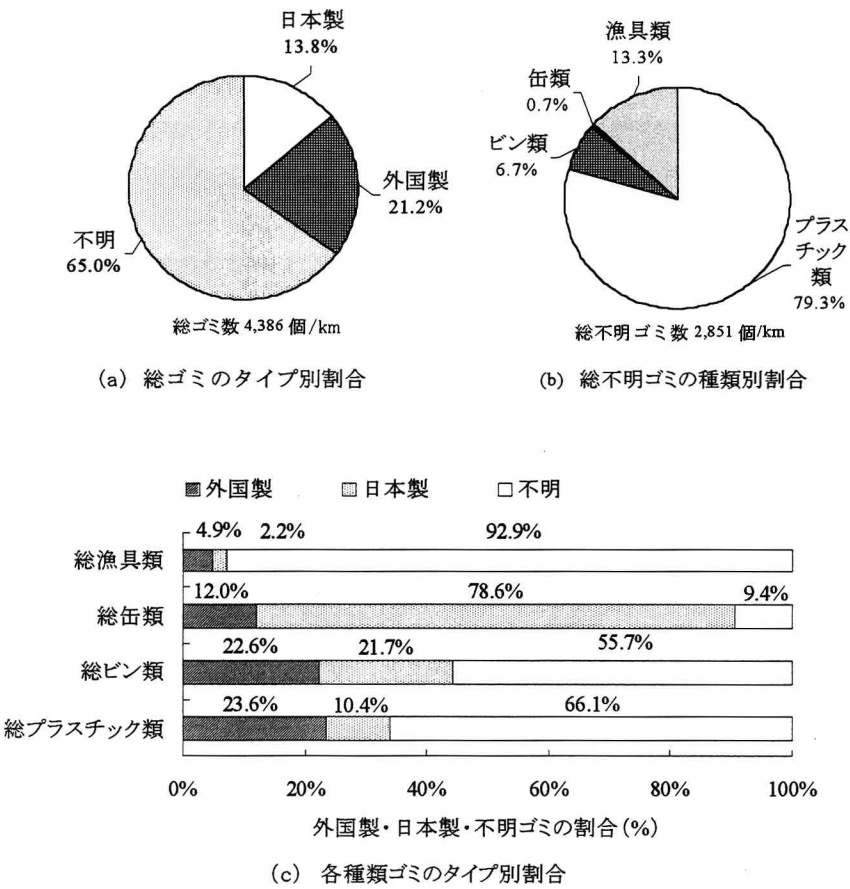


図 9 日本列島での漂着ゴミの構成・タイプ

漂着ゴミの海岸域的特徴を整理し、漂着ゴミの産出発生源と漂流漂着ルートについて考察した。日本列島への海岸漂着ゴミのルートには、海流運搬による遠距離漂流型ゴミと海岸域近傍周辺から流出排出され漂着するゴミに大別されると考えられる。全国的に深刻な社会問題となっている海岸漂着ゴミ問題への抜本的な防止対策を確立するためには、漂着原因のキーポイントである産出発生源と漂流漂着ルートの解明が先決となる。そのためにも漂着ゴミの国籍・種類等に関する構成・タイプを評価する詳細な分析調査を全国的にしかも経年的に展開し、漂着ゴミの海岸域的特徴を一層鮮明に把握していくことが重要となる。

参考文献

- 1) タンヤウイット・ポンポー(2002. 2) : 漂着ゴミの実態に関する調査研究、防衛大学校理工学研究科前期課程卒業論文(修士論文)
- 2) 山口晴幸(2001. 8) : 海岸汚染の元凶・漂着ゴミ、(社)日本港湾協会港湾海岸防災協議会、機関紙「波となぎさ」、第 150 号、SUMMER、pp. 20～29
- 3) タンヤウイット・ポンポー・山口晴幸(2001. 7) : 黒潮・対馬海流沿い離島の漂着ゴミ実態、土木学会第 9 回地球環境シンポジウム講演論文集、pp. 263～272