

鹿児島県海岸における漂着散乱ゴミ

藤枝 繁

Beach Litters on the Kagoshima Coast

Shigeru Fujieda*

Keywords : Beach litter, Plastic, Tar ball, Pellet

Abstract

This paper deals with beach litters collected along the coast of Kagoshima prefecture from April 1997 to July 1999.

One hundred and sixteen persons swept over 9-km shoreline from Iso to Shikine for 26.4 hours. The total beach litters collected were 805.7 kg or 289 bags (4.5 l / bag). The most abundant items were papers and plastics accounting for 408.9 kg (50.6%) or 123 bags (42.5%).

On the other hand, the beach litters collected in an area of 100 m² on 7 beaches were roughly classified into 117 items. The litters were mainly composed of plastic pieces (11.0%), plastic pellets (34.4%), and foamed plastic pieces (40.5%). About 90% of the total beach litters were fine fragments including plastic pellets. The lowest efficiency of collection on the shoreline was 1.3 m/(p·h) at Kanze in Kagoshima City.

In the plastic pellets drifted onto 15 beaches were contained more than 100 pieces in an area of 100 m².

鹿児島県沿岸は、黒潮と対馬海流の分岐にあたり、また中国大陸と海を隔てて接するため、以前より南方起源の種子や大陸からの生活用品が海岸に漂着してきた。しかし近年では廃油ボールやプラスチックペレットのような単一物の大量漂着が目立つようになり、1995年以降これまでに7件発生している。その原因は、これまでは周辺海域での海難や船舶からの不法投棄とみられるものが主であったが、1998年8月、中国・台湾製の一般生活ゴミが薩摩半島西岸から種子島屋久島の海岸に大量に漂着した。¹⁾ 筆者は、1997年4月より鹿児島県内の海岸において漂着物、散乱ゴミおよび海上浮遊ゴミの調査を行っており、1999年4月にはこれまでの調査を発展させて一般ボランティアによるクリーンアップキャンペーンを行った。²⁾ 本報では、1997年4月から1999年7月までに行った鹿児島県海岸における漂着散乱ゴミやプラスチックペ

レットなどの海岸漂着物に関する種々の調査結果をまとめたので、ここに報告する。

方 法

海岸漂着散乱ゴミに関する調査地点を Fig.1 に、調査方法の詳細を以下に示す。

鹿児島湾奥海岸漂着散乱ゴミ調査

鹿児島湾内における海岸漂着散乱ゴミの概量と、海岸清掃に必要な労力を求めるため、1997年4月から1998年2月までの間、鹿児島市磯から国分市敷根までの鹿児島湾奥の砂浜海岸25区間（総延長9 km, Fig.1 (△)) において漂着散乱ゴミの回収調査を行った。調査範囲は、砂浜の渚線から人工護岸までの奥行き5 m~30 m（一部海

* 鹿児島大学水産学部環境情報科学講座 (Laboratory of Environmental and Information Sciences, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890-0056 Japan)

水浴場では最大幅約100m)であった。回収作業は、20歳代の成人男子が手によって行い、発泡プラスチック類、プラスチックボトル、紙・プラスチック類(発泡プラスチック類、プラスチックボトルを除く)、空缶類および瓶類の5種類に分類し、体積と重量を求めた。なお、回収能力は同一とみなし、調査日による漂着状況の変化および微小破片等の存在については無視した。

海岸漂着ゴミ区画調査

鹿児島県海岸における漂着ゴミの構成を求め、小城の区画調査法³⁾を用いて一定面積内における漂着ゴミの全量調査を行った。調査海岸は、同海岸に直接投棄されたゴミの影響を抑えるため、Fig.1 (□)に示す背後まで自然形態が残され、利用者の少ない外洋に面した6海岸と鹿児島湾内の無人島1カ所の計7カ所の砂浜とした。調査方法は、砂浜の汀線から奥行きいっぱいまで、10m×10mを一区画とする調査域を1～6区画設け、それぞれの区画内表面に漂着散乱している流木、枯葉、軽石などの自然物以外のものを5～6人の同回収作業員の手で回収した。後日、それらをクリーンアップデータカード⁴⁾の117項目に従って分類し、各区画内における項目別数量を求めた。回収の最小サイズは、レジンペレットの大きさで直径約3mmであった。調査期間は1998年4月26日～1999年8月21日であり、調査日による漂着状況の変化などは無視した。

プラスチックペレット漂着分布調査

次に海岸漂着物区画調査の117項目の中から、一般生活ゴミではなく破片化しないプラスチックペレットを指標として海岸漂着物の分布を求めた。プラスチックペレット(以下、ペレットと記す)とは、約2mm～6mmの粒状

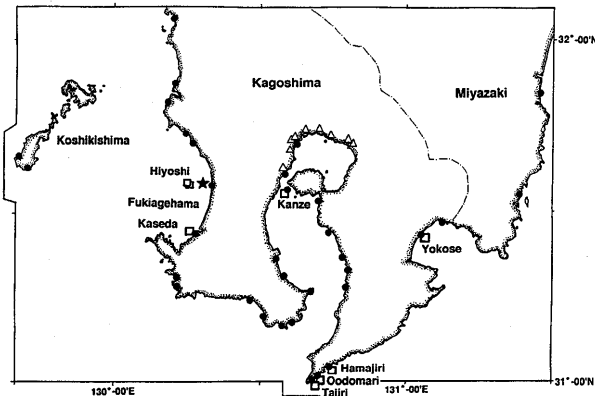


Fig. 1 Observation sites of beach litters on the Kagoshima coast.
Pellets, ●; beach litters, △; beach litters (117 items), □; plastic fishing floats and plastic lighters, ★.

に成形されたプラスチック樹脂のことで、プラスチック製品の間接材料として使用されるものである。調査海岸は、Fig.1 (●)に示す鹿児島県～宮崎県南部の33カ所の砂浜海岸とした。調査方法は、前述した漂着物区画調査法と同じ10m×10m枠を使用し、枠内の表面に漂着しているペレットを数名の同回収作業員の手により回収した。回収したペレットは、あらかじめ近赤外分光分析機(PlaScan, オプト技研)を用いて分類用の基準ペレットを作製し、それを元に形状、硬さからポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、その他に分類した。また長期間海上を漂流していたペレットには、劣化や生物の付着跡が見られるため、その有無による分類も行った。調査期間は1998年4月26日～12月4日であり、調査日による漂着状況の変化等は無視した。

漂着ゴミ定期調査

外国起源の漂着ゴミの季節変化を得るため、Fig.1 (★)に示す吹上浜二渦海岸(日置郡日吉町)においてプラスチックライター(以下、ライターと記す)と漁業用プラスチックフロート(以下、フロートと記す)を1998年8月より毎月20日前後に定期的に回収し、月別漂着量変化を求めた。調査区間は、二渦海岸の二渦川河口を起点とし、北側の神之川(日置郡東市来町)までの約700mと、南側下原川河口までの約900mとした。

結 果

鹿児島湾奥海岸漂着散乱ゴミ

鹿児島湾奥海岸における漂着散乱ゴミの調査結果をTable 1に示す。25区間約9kmの海岸における漂着散乱ゴミの総回収量は805.7kg、4.5ℓ入袋289袋で、延べ116人で26.4時間を要し、紙・プラスチック類が回収総重量の50.6%(408.9kg)、全体積の42.5%(123袋)を占めた。また一区間を1時間で全量回収するために必要な人数で示す回収努力量の総量は、118人・hであった。この総回収努力量とは、一人で全区間を回収するために必要な

Table 1 Item of beach litters on the inner Kagoshima Bay

Items	Number of bags*	Weight (kg)
Papers and plastics	123 (42.5%)	408.9 (50.6%)
Foamed plastics	80 (27.7%)	84.4 (10.5%)
Cans	52 (18.0%)	213.8 (26.5%)
Plastic bottles	19 (6.6%)	35.6 (4.4%)
Grass bottles	15 (5.2%)	63.0 (7.8%)
Total	289	805.7

* Bag size is 4.5 ℓ.

時間を示すが、海岸によってゴミの散乱度が異なるため、一度に118人の作業員を投入すれば1時間で回収が終了することを示すものではない。

なおゴミの散乱度の比較は、回収された漂着散乱ゴミの比重や大きさが異なるため、回収重量や体積では比較することはできない。そこでここでは、一名の回収作業員が1時間で回収できる海岸長さで示す回収効率 ($m/(人 \cdot h)$) を用いて各海岸のゴミの散乱度を比較した。なお海岸面積ではなく海岸長さをを用いたのは、海水浴場を除けばゴミは主に渚線上または砂浜と背後の人工護岸との接点付近に帯状に漂着・集積していたためである。各調査区間の回収効率を Fig.2 に示す。なお回収効率は、値が低いほど散乱ゴミが多く、回収できる海岸の長さが短くなることを示す。全調査区間の平均回収効率は $76m/(人 \cdot h)$ で、鹿児島市吉野町の磯街道脇の駐車帯下、および建設中の重富漁港(始良郡始良町)西側のような回収効率が $9 \sim 10m/(人 \cdot h)$ と極めて低い海岸から、干潮時のみ現れる砂浜区間のような回収効率が $200m/(人 \cdot h)$ 以上と高い海岸が混在していた。よって効率良く海岸漂着散乱ゴミを回収するためには、各海岸の散乱状況に応じた人員の配置が必要である。

また海岸散乱ゴミの分布について湾奥海域4箇所の海水浴場で比較すると、重富、小浜、国分の三海水浴場は回収効率が $100m/(人 \cdot h)$ 以上と高かったが、鹿児島市磯海水浴場では花火、タバコのフィルターが多く回収効率も $63m/(人 \cdot h)$ と平均値を下回った。なお磯海水浴場に隣接する海岸の回収効率は、海水浴場区間の $1/3$ 以下の $9m/(人 \cdot h)$ 、 $20m/(人 \cdot h)$ とさらに低く、

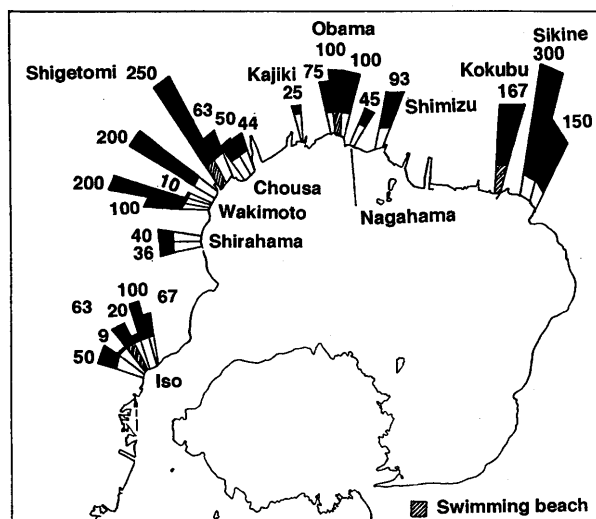


Fig. 2 Efficiency ($m/p \cdot h$) of collecting beach litters. m = beach line in meters, p = persons, h = time in hours.

ゴミの散乱が目立った。このように海岸における散乱ゴミは、海水浴場のように一般に利用されてる場所よりも、あまり利用されていない場所に集積・放置されているといえる。

海岸漂着ゴミ

鹿児島県内海岸における漂着散乱ゴミのうち漂着ゴミの構成の特徴を得るため、利用度の低い県内7海岸において一定面積内 ($100m^2$) におけるゴミ全量調査を行った。各海岸における複数区画のうち、最大値のみを Table 2 に示す。漂着ゴミの数量第1位は、発泡プラスチック破片で全体の40.5%, 続いてペレット34.4%, プラスチック破片11.0%であった。特に鹿児島湾内の神瀬(鹿児島市)で発泡プラスチック破片が、また吹上浜(加世田市)でペレットが多く、これらが全体構成に大きく影響した。全漂着ゴミに占める破片類の割合は、海岸によって7.6%~84.3%と大きな差があるものの、微小なペレットまで含めると全体数量の89%に達した。よって鹿児島県海岸における漂着ゴミの主体は、空缶やプラスチックボトルのような製品類ではなく、破片類を中心にした微小なゴミであるといえる。また一区画 ($100m^2$) の回収効率は、1998年4月26日の吹上浜および前報¹⁾で報告した大量漂着物後の同年8月21日の同浜で最も低く $1.3m/(人 \cdot h)$ 、続いて鹿児島湾内の神瀬で $2m/(人 \cdot h)$ となり、これらは鹿児島湾奥海岸での回収調査の結果よりもさらに一桁低い値であった。また両海岸の漂着ゴミの主体は発泡プラスチック破片であり、破片化し易い製品の海上での使用や海岸での同ゴミの放置がその発生源と考えられる。さらにこのような回収効率の低さは、破片類まで含めた回収作業がいかに労力が必要であることを示している。

プラスチックペレット

前述した海岸漂着ゴミの主体となる破片類は種類も多く、流出時の形状にまで遡ることは困難である。そこで微小ゴミの中でも、流出時と漂着時の形状に変化がなく、発生源が限定される工業中間原材料のプラスチックペレットに注目し、海岸漂着物の分布の特徴を調査した。回収調査は、阿久根市脇本海岸から宮崎市木崎浜に至る33海岸、 $8,600m^2$ で行い、総回収数は11,326個であった。海岸に漂着したペレットは、比重が1以下のポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、比重が1に近いABS、エラストマー、酢酸ビニル重合体(EVA)であった。Fig.3にペレットの各浜1区画最大値による漂着分布(左図)と劣化・コケムシ等の生物付着痕のあるペレ

Table 2 Beach litters in an area of 100 m² on the Kagoshima coast

Date	Apr.26, 1998	May 23, 1998	May 23, 1998	May 23, 1998	Jul. 1, 1998	Jul. 29, 1998	Jul. 30, 1998	Total	(%)
Location sites	Fukiagehama	Oodomari	Tajiri	Hamajiri	Fukiagehama	Kanze	Yokose		
Products									
Plastics	43	31	10	31	35	280	85	515	6.4
Cigarette Filters	2	1	5	1	0	43	15	67	0.8
Plastic films	5	6	1	0	4	16	5	37	0.5
Foamed plastics	3	0	0	4	0	156	17	180	2.2
Metals	5	9	8	28	0	38	5	93	1.2
Papers	0	2	7	0	0	4	2	15	0.2
Glasses	2	1	1	1	1	6	1	13	0.2
Woods	0	0	0	0	0	1	1	2	0.0
Clothes	0	0	0	0	0	5	1	6	0.1
Rubbers	0	1	0	0	0	6	1	8	0.1
Mixtures	0	1	0	1	1	8	1	12	0.1
Subtotal	60	52	32	66	41	563	134	948	11.8
Fragments									
Plastics	119	250	24	13	178	77	217	878	10.9
Plastic films	28	12	2	4	12	36	69	163	2.0
Foamed plastics	293	30	17	5	2	2,677	210	3,234	40.2
Plastic pellets	124	135	0	0	2,393	6	85	2,743	34.1
Metals	0	0	0	0	0	2	0	2	0.0
Papers	0	0	2	0	0	0	2	4	0.0
Glasses	2	4	11	5	3	8	0	33	0.4
Woods	0	2	0	1	0	4	1	8	0.1
Clothes	1	2	0	0	1	14	0	18	0.2
Rubbers	1	9	0	1	3	3	0	17	0.2
Subtotal	568	444	56	29	2,592	2,827	584	7,100	88.2
Total	628	496	88	95	2,633	3,390	718	8,048	100

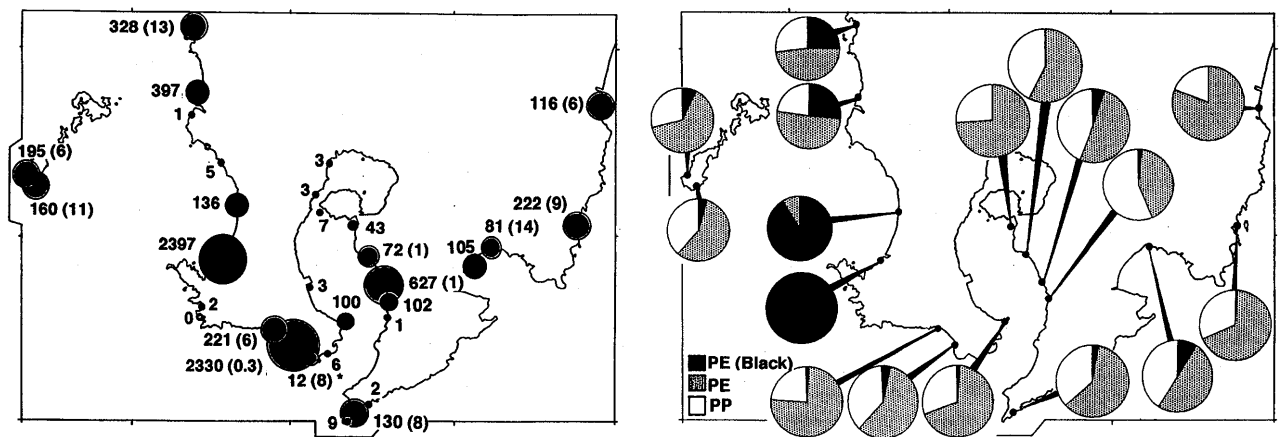


Fig. 3 Distribution (left) and ratio (right) of plastic pellets. PE=polyethylene pellets, PP=polypropylene pellets.

トの漂着（二重丸）と割合（カッコ内%），および漂着ペレットの95%を占めるPEとPPの構成比率（右図）を示す。ペレット漂着量は，鹿児島湾奥部海岸と同湾西岸で少なく，それ以外の鹿児島湾東岸と外洋域海岸で100㎡当たり100個以上発見された。また各海岸での漂着状況は，海岸一面に広く散乱した状態もしくは渚線上に帯となった状態であった。PEとPPの割合は，黒色PEが全体の80%以上の吹上浜を除けば約2：1であった。なお黒色PEペレットは，阿久根市から加世田市までの東シナ海側に多く漂着しており，甌島から薩摩・大隈半島南岸，および鹿児島湾中央部東岸でも若干発見された。また劣化および生物付着痕を持つペレットの割合は，黒色PEペレットが主の吹上浜を除く外洋域で10%前後であり，鹿児島湾内でも中央部東岸でわずかに発見された。なお基準ペレットを用いた判定法の正答率は，PPで98.3%（サンプル数122個），PEで88.6%（サンプル数464個）であった。

漂着ゴミ定期調査

1998年8月より漂着ゴミの漂着量季節変化を得るため，吹上浜日吉町二湯海岸においてプラスチックライターと漁業用プラスチックフロート（中国製）を指標として定期調査を行ってきた。フロートの漂着量変化をFig.4に，ライターの漂着量変化と日本製品の構成比率をFig.5に示す。両者の漂着量は，8月の大量漂着後，11月以降は落ち着いた状態であったが，1999年3月に一時増加し，7月になって3月の漂着量を越えた。1998年8月の大量漂着時10%と低かった日本製ライターの構成比率は，漂着量が落ち着いた11月以降，大きく増減しながら約半数を占めるようになってきた。このように吹上浜では夏季に漂着量が増大する傾向があるが，現在のところ昨年発生したような一般生活ゴミの大量漂着に関する兆候は見

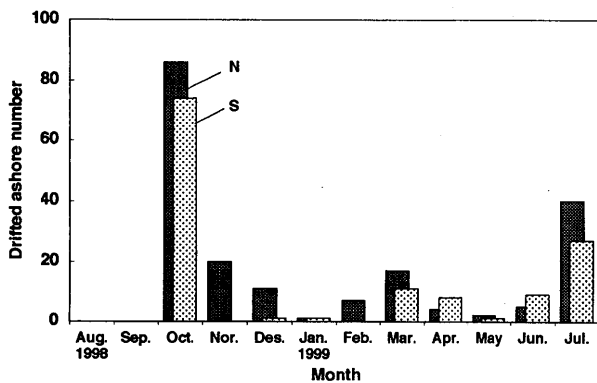


Fig. 4 Seasonal changes of plastic fishing floats. N = north side of Nigata River, S = south side of Nigata River.

られない。

考 察

鹿児島県海岸における清掃活動は，これまで周辺自治体や教育機関，および市民ボランティア等によって行われてきたが，回収作業が主で漂着散乱ゴミの実態については明らかにされてこなかった。ここでは今回の調査結果にこれまでの記録や報告を加えて，鹿児島周辺海岸における漂着散乱ゴミの概要について述べる。

鹿児島港内では，鹿児島港を利用する船会社や港湾荷役会社等によって設立された（財）鹿児島清港会が海面清掃活動を行っている。鹿児島清港会の調べによると，1997年度の海面清掃による総回収量は400.5㎡，月平均33.4㎡で，梅雨期の6月と台風の影響があった8月に回収量が平均値の2倍を超えた。1972年から開始されたこの海面清掃活動は，Fig.6に示すように1987年になって作業日数が200日を超え，回収量も変動しながら漸増している。一方，1995年以降鹿児島県海岸では，Table3に示すように毎年のように大量の漂着物が海岸を覆うよ

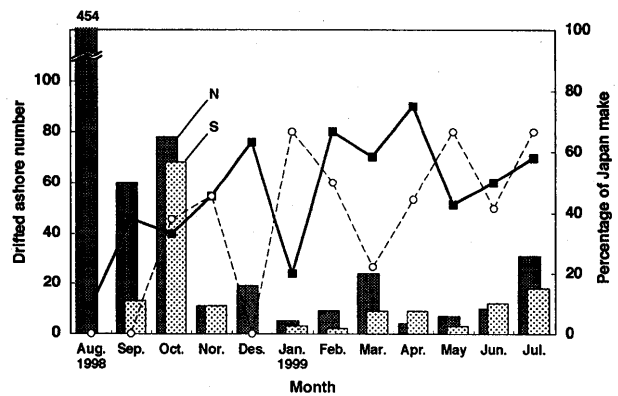


Fig. 5 Seasonal changes of plastic lighters, and percentage of the lighter made in Japan (N ■, S ○). Legends as in Fig. 4.

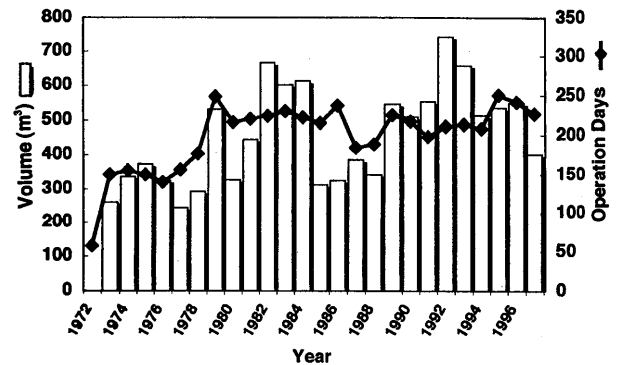


Fig. 6 Annual volume of drifting litter on the Kagoshima Port and total operation days.

Table 3 Location and date of massive litters on the Kagoshima coast during five years

Date	Location	Litters
Dec. 1995	Amami-ohshima (Kasari, Tatsugou, Naze)	Tar balls
Dec. 1996	West coast of Amami-ohshima	Plastic pellets
Feb. 1997	West coast of Amami-ohshima, Okierabushima, Yoronshima	Tar balls
Jan. 1998	Amami-ohshima (Tatsugou)	Plastic toys
Aug. 1998	West coast of Satsuma Peninsula, Yakushima, Tanegashima	Mostly litters with tar balls
Feb. 1999	West coast of Amami-ohshima, Tokunoshima	Tar balls
Apr. 1999	Satsuma and Ohsumi Peninsula, Southern coast of Miyazaki	Tar balls

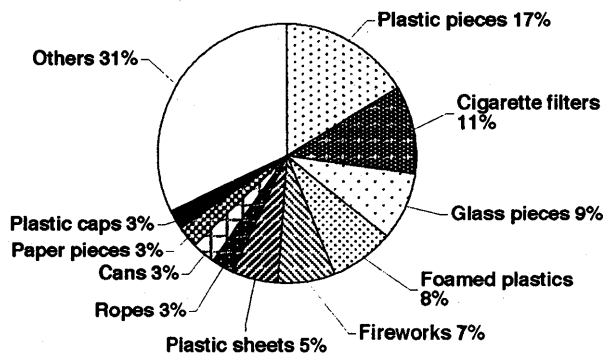


Fig. 7 Items of beach litters on the Kagoshima coast*.
*Clean-up Campaign '99 in Kagoshima Report.²⁾

うになってきた。この漂着物のうち玩具やペレットは、海難によって流出したものでその発生源は特定されたが、廃油ボールについては、海上での不法投棄が原因であるため流出源の特定はされていない。なお海上保安白書⁵⁾によると、1988年から10年間の日本周辺海域での廃油ボールの漂着量は南西諸島で最も多い。一方、これまでの大量漂着物は単一物であったが、1998年8月には主に中国・台湾製の一般生活ゴミと廃油ボールという流出起源が異なる漂流物が薩摩半島西岸に同時に漂着した。¹⁾ この大量漂着は、日本を含めた周辺沿岸国の経済発展に伴うゴミ量の増加と海上での不法投棄、さらに大洪水などの頻発する自然災害による海洋汚染の影響が眼に見える形となって一度に現れた例と言えよう。

鹿児島では一般市民に広く海岸漂着散乱ゴミの現状を認識してもらうため、1999年4月県内16海岸において一般市民ボランティアによるクリーンアップキャンペーンを行った。その報告書⁹⁾によると、Fig.7に示すように鹿児島県における海岸漂着散乱ゴミの第1位はプラスチック破片(17%)、第2位はタバコフィルタ(11%)であった。また海岸ゴミ素材の半数は、現在様々な分野で使用されているプラスチック類であり、これらは国際集計結果⁴⁾と同じ傾向を示した。海上保安白書によると、日本周辺海域における海上漂流物目視調査(1997)の結果、⁵⁾ 目視総数第一位は発泡プラスチックで38.3%、次いで

プラスチックフィルム類で28.6%と、両者で全海上漂流物の2/3を占めた。構成比率は異なるが、これらは海岸漂着ゴミの主構成物と一致する。また日本全国の海岸で漂着が確認されているプラスチックペレットは、鹿児島では一部の海岸で2,000個/100m²以上の高い漂着量を示したが、流出源が周囲に存在する関東地域などと比較するとその密度は2桁以上低い。⁴⁾ 今回採取したペレットが他海域で流出したものであれば、ペレットの分布と劣化ペレットおよび黒色PEペレットの割合から見て海上漂流物の影響は、外洋に面した海岸だけでなく外洋水の影響⁶⁾を受ける鹿児島湾中央部海域東岸の大隈半島側にも及ぶ。なお海上漂流物が漂着する季節は、奄美諸島では北西の季節風が吹く冬季、大隈・薩摩半島では南西風が吹く春から夏にかけてである。

水際最多のゴミであるタバコフィルタの割合は、利用者の少ない海岸で行った本区画調査では0.3%であったのに対し、海水浴場を中心に行ったクリーンアップキャンペーンでは18%(全国)、11%(鹿児島)と大きな差が見られた。また鹿児島における同キャンペーンの結果より高須、内之浦ではガラス・陶器類、国分、磯では花火、吹上浜では廃油ボールの割合が高く、海岸によって海岸漂着散乱ゴミの構成は大きく異なった。さらに一人が1時間で回収できる個数「一人時間あたり回収個数」(個/h)を用いて県内16海岸のゴミ散乱状況を比較した結果、Fig.8に示すように外洋に面した海岸に比べ、鹿児島湾内の鹿児島市(平川、磯)および湾奥部海岸(重富、国分)で平均値(49.2個/h)を大きく上回り、ゴミの散乱度が高かった。ペレットの分布からもわかるように、外洋からの漂流物の影響が低い湾奥部海岸でゴミの散乱度が高く、さらにその構成が海岸によって大きく異なることは、周辺河川から流入するゴミや海岸利用者が捨てたゴミの影響が強いことを意味している。よって我々は、海岸の漂着物による環境汚染について遠方からの漂流物だけを問題にするのではなく、自らの生活によって生じたゴミによる汚染が深刻であることを強く認識しなければならない。

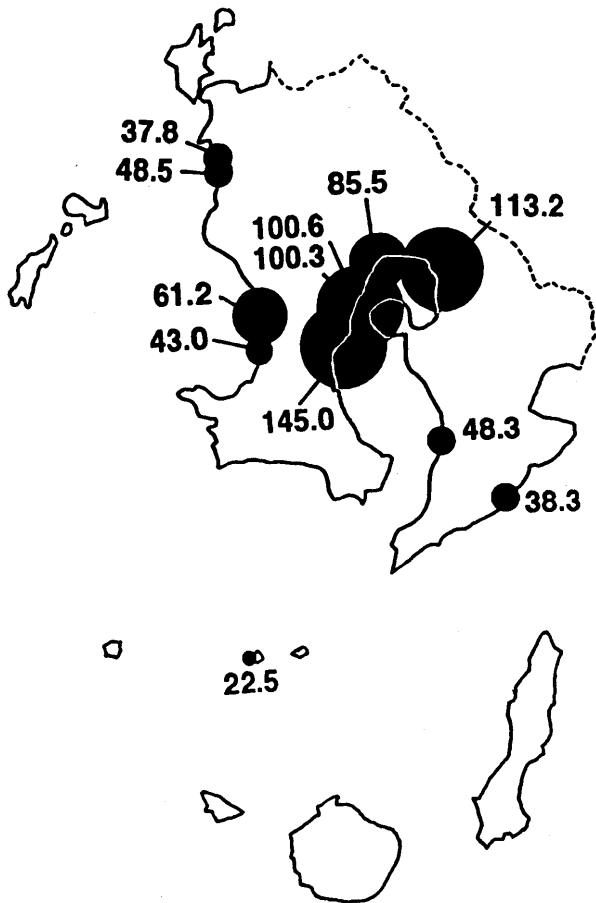


Fig. 8 Collector efficiency (n/p·h) of volume of beach litters at the clean-up campaign '99 in Kagoshima.²⁾ n = number of litters, p = persons, h = time in hours.

このように現在の漂着散乱ゴミは、自然界では分解されない石油化学製品が主であるため、製造し利用した我々が回収しなければならない。しかし破片類までを対象とした回収調査では、回収能率が1.3~2 m/(人·h)と極めて低い海岸が外洋域と内湾域の両者に見られた。このように海岸によってゴミの漂着散乱実態は異なり、また周囲に高密度散乱場所や海上に大量に漂流している場合、一海岸を集中して回収してもその効果は長続きしない。現在の海岸を覆う漂着散乱ゴミは、産業廃棄物ではなく

一般生活ゴミが主であるため、その発生源も広域で、一時的なものではない。よってこれらを回収するには、継続的かつ莫大な努力量が必要になることは間違いない。よって現在の海岸漂着散乱ゴミ量を今後減らしていくためには、回収作業だけでは達成されず、日場生活におけるゴミの減量化、ゴミのリサイクルに努める以上にゴミの処分に対する個人の意識の改革とゴミ問題に対する社会システムからの改革が必要である。

謝 辞

レジンペレットの分析には東京水産大学兼広春之教授、同大学院生栗山雄司氏、国立食品医薬品衛生研究所大竹千代子氏、クリーンアップ・キャンペーン報告書の閲覧にはクリーンアップ全国事務局の小島あずさ氏、調査時には磯浜の兼沢夫妻にたいへんお世話になった。またかごしまクリーンアップ・キャンペーン'99に参加されたキャプテンと参加者による結果を利用させて頂いた。最後に調査、分類には鹿児島大学水産学部漁船航海学講座の中村勝、中野良彦両君の労を多とする。ここに御礼申し上げます。

文 献

- 1) 藤枝 繁 (1999) : 1998年8月鹿児島県薩摩半島沿岸に漂着した大量ゴミの実態. 水産海洋研究, 63(2), 45-63.
- 2) クリーンアップかごしま事務局編 (1999) : クリーンアップキャンペーン'99鹿児島報告書, 3-11.
- 3) 富山県, 財団法人とやま環境財団共編 (1997) : 海辺の埋没・漂着物調査報告会報告書, 29-35.
- 4) クリーンアップ全国事務局編 (1998) : クリーンアップキャンペーン'98報告書, 13-36.
- 5) 海上保安庁編 (1998) : 平成10年度海上保安白書, 153-156.
- 6) 日本海洋学会編 (1995) : 日本全国沿岸海洋誌. "鹿児島湾", 東京, pp. 782-783.