

鹿児島湾海岸における発泡プラスチック製漁業資材の漂着状況

藤枝 繁, 藤 秀人, 濱田 芳暢

(1999年5月24日受付)

Field Study of the Foamed Fishing Debris on the Coast of Kagoshima Bay*1

Shigeru Fujieda,*2 Hideto Tou,*2 and Yoshiaki Hamada*2

The present conditions of fishing debris used for marine culture (Net-cage raft and frame, foamed float) were observed visually on the coast of Kagoshima Bay. Foamed floats were classified into three types (Grounded floats, Floats for marine use, and Floats for land use). Grounded floats are grounded foamed floats on the coast. Floats for marine use are foamed floats without covers used for mooring buoys, fenders, and fishing floats on the sea. Floats for land use are foamed floats without covers used or stocked on land.

Grounded floats were observed on the whole coast of Kagoshima Bay. There were a total of 3,043 Grounded floats, and the average density of Grounded floats was 10.3 pieces/km. The highest density fishing district was on Ushine (38.9 pieces/km). The total number of Floats for marine use was 4,856, and the total number of Floats for land use was 1,344. Floats for marine use (80.2%) were used for mooring buoys and fenders of pleasure boats in harbors. The total number of grounded net-cage rafts was 127 pieces, and the total number of frames was 223. These have been mainly grounded around the coast of areas used for agriculture.

キーワード：漁具，養殖，漂着物，プラスチック

近年、自国を含め周辺各国の産業発展に伴い、海岸に漂着するゴミ¹⁻³⁾や海底に堆積するゴミ⁴⁾が問題となってきた。1998年に行われたクリーンアップキャンペーン(クリーンアップ全国事務局主催)の報告書⁵⁾によると、全国135海岸における漂着ゴミの数量第1位は、タバコのフィルター(18.1%)で、第2位が発泡プラスチック破片(13.9%)であった。鹿児島湾の海岸部においても、沿岸域での産業活動の拡大、人工の集中によってゴミの散乱が目立つようになってきた。筆者らは、1997年に鹿児島湾奥部26区間総延長約9kmの海岸において漂着散乱ゴミの調査を行い、4.5l入り袋で289袋、806kgを回収した。⁶⁾その内訳は、容積、重量ともプラスチック・紙類が約5割、発泡プラスチック類が容積で約3割を占めた。特に後者については破片となって大量に海岸に漂着しており、回収が困難な状態であった。この発泡プラスチック破片は、水際特有の漂着散乱ゴミであり、⁵⁾主にポリスチレン、ポリウレタンおよび塩化ビニール樹脂を原料とする。その中でもポリスチレン発泡体は、非常に軽く保温性に優れ、水に強く決して腐らないという長所を持つため、電気製品の梱包

材、魚箱、食品トレー等の一般生活品として広く用いられている。ただしこれらが廃棄物となった場合、上記長所はすべて短所となり、さらにその形成には予備発泡させたポリスチレンビーズを金型に充填し蒸気で加熱して数十倍に発泡させビーズとビーズを溶着させているため、脆いという欠点を持つ。

鹿児島湾では海面養殖業が盛んであり、主として発泡プラスチック製フロートが生簀の浮体として大量に使用されている。一方海岸では同フロートが多数漂着しており、港内でもカバーのない同フロートが船舶係留用パイや防舷物などに大量に利用されている。このように海上、海岸における大量の発泡プラスチック製品の使用、放置は同破片の発生源の一つと考えられる。

そこで本研究では、発泡プラスチック破片による海岸汚染の現状とその防止について検討する第一段階として、海面養殖業が盛んな鹿児島湾を例にその発生源の一つと考えられる発泡プラスチック製大型漁業資材の漂着状況と、破片化防止用のカバー等のない発泡プラスチック製フロートの利用実態を調査したので、ここに報告する。

*1 本研究の一部は平成11年度日本水産学会春季大会(東京)にて口頭発表した。

*2 鹿児島大学水産学部(Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima 890-0056, Japan)。

方法

漂着漁業資材および再利用実態調査 調査には全長6 mのFRP製二人乗りシーカヤック(Progreso, ランドアート製)を使用し, 海岸から約10 mの距離で航走させ, 2名の目視によって海岸と養殖生簀群の間(見通し半径約100 m)の海面の漂着漁業資材を探索した。次にそれらを発見した場合, 資材, 漂着状況, 漂着地点および数量を1/25,000地形図に記入した。調査区間は, Fig. 1に示す鹿児島湾湾口部の山川町山川港新港防波堤A点から対岸の根占町根占港雄川防波堤B点までの海岸約300 kmとした。調査期間は, 桜島周辺が1997年5月31日~7月21日(5日間), その他海岸は1998年4月29日~12月16日(13日間)で, 1調査

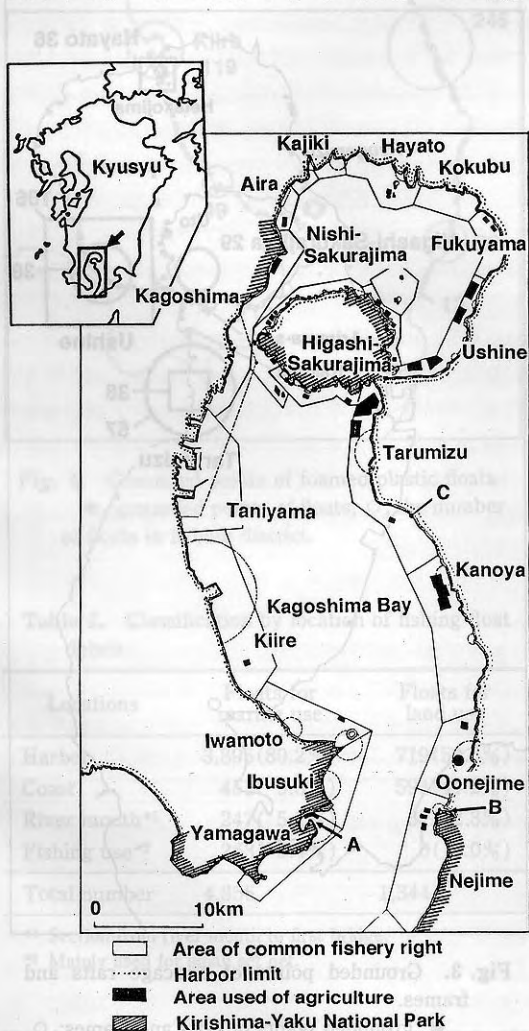


Fig. 1. Locations of the study sites in Kagoshima Bay.
A~B, observed section; C, observed point of buried litter.

当たりの最長距離は約31 km(指宿市今泉漁港~鹿児島市平川ヨットハーバー)であった。ただし本調査では, 潮汐による分類の変化や, 調査期間内の漂着物の移動については考慮しなかった。なおシーカヤックは, 初心者にとっても操船が容易であること, 喫水が約10 cmと浅く船底にプロペラや舵などの突起物が無いため, 暗岩, 干潟, 定置網および養殖生簀など小型船舶の航走に障害となる浅海を航行することが可能であること, 4ノット以上の速力が出るため行動範囲も広く, 風や潮流および波に対する耐航性を持つこと, さらに車上に積載することができるため調査区域間の移動が便利であることなど, 今回調査に適した船舶であった。

調査対象の漁業資材は, Fig. 2に示す一辺8 mまたは15 mの鋼管製海上小割生簀筏(以下, 生簀筏と称する。)と, その浮体として用いられている発泡プラスチック製俵型フロート(以下, フロートと称する。)とした。調査対象の生簀筏は, フロートの有無は問わず, 海岸に漂着している生簀筏と, その残骸で鋼管のみのフレームとに分けて集計した。なお海上に係留されている生簀筏で生簀網が無いものや, 港内などの直接波浪の影響が無い陸上に人為的に積み上げられている生簀筏およびフレームは対象外とした。またフロートは, 海岸に漂着しているものを「漂着フロート」, 港などにおいて防舷物または係留用ブイとして利用されている破片化防止のカバーがないものを「海上フロート」, および波浪の影響を受ける海岸に人為的に積み上げられているものや港内の陸上で船舶等の敷物として使用されている同じくカバーがないものを「陸上フロート」に分類した。フロート1個の計数基準は, 漂着フロートではほぼ原形を留めているもののみとし, 破片や魚箱は含まれていない。また陸上および海上フロートも同基準としたが, 人為的に切断されたものについては容積を測ることができないため, 約1/2以上のもののみを1個と計数した。なお漂着生簀筏に固定されているフロートや, 海上で使用中の生簀筏のカバーのないフロートは今回の調査の対象外とした。

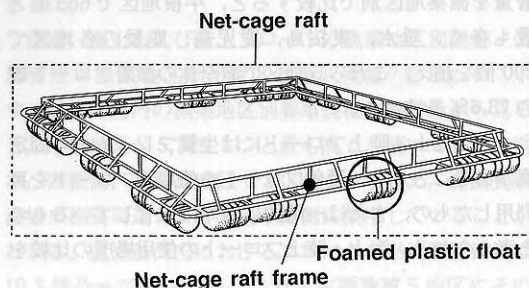


Fig. 2. Construction of the net-cage raft.

発泡プラスチック破片漂着量調査 海岸における発泡プラスチック破片漂着量調査は、垂水市宮脇海岸C点 (Fig. 1) において小城の埋没物調査法^{*3}に基づき、一辺40 cm 深さ5 cm の正方形枠内の砂 (8,000 cm³) を海中で攪拌し、オープニング (脚長) 0.3 mm の篩を用いて浮遊物のみを回収して乾燥させた後、自然物と人工物に選別した。選別された人工物は、素材別に分類し、オープニング4 mm, 10 mm の篩でふるい、大ききごとに計数した。

結 果

漂着漁業資材の総数は、Table 1 に示すように湾全体で生簀筏127基、生簀フレーム223本、漂着フロート3,043個、海上フロート4,856個および陸上フロート1,344個であった。以下に各漁業資材の漂着状態について述べる。

生簀筏およびフレーム 鹿児島湾における生簀筏・フレームの漂着分布をFig. 3に示す。生簀筏およびフレームは、鹿児島市竜ヶ水周辺、隼人町辺田小島周辺、垂水市牛根～桜島北岸宇都、桜島南岸有村崎～垂水市海潟の海岸に漂着し、鹿児島港および垂水市海潟以南の海岸にはほとんど見られなかった。生簀筏は、垂水、牛根、東桜島の3地区で多く、主に波打ち際に乗り上げた状態で漂着し、損傷がひどいものはフロートが流出して半ば水没状態となっていた。また最終的にフレームのみとなったもの、または生簀解体後、海岸に放置されたものは、牛根、垂水、隼人の3地区に集中していた。一方桜島東部の瀬戸崎と戸柱鼻周辺には、生簀網のない生簀筏が海上に多数係留されており、一部は干潮時、海岸に打ち上げられていた。

フロート フロートの漂着地点と漁業地区別漂着量をFig. 4に示す。フロートは生簀筏およびフレームとは異なり、湾内のほぼ全域に漂着していた。漂着場所は、砂浜に限らず溶岩や磯などの自然海岸から消波ブロックのすき間など、垂直護岸を除くすべての海岸形状において確認された。また軽いため、汀からかなり離れた砂浜背後の草むら内や磯場の高所にも打ち上げられていた。漂着量を漁業地区別で比較すると、牛根地区で665個と最も多く、垂水、東桜島、鹿児島、鹿屋の各地区で200個を超え、これら5地区で湾全体の漂着フロート数の73.6%を占めた。

一方、海上・陸上フロートには生簀フレームとの固定痕があることから、漂着フロートや使用済フロートを再利用したもの、または一時的に海岸に保管しているものと考えられる。海上・陸上フロートの使用場所の比較を

Table 1. Total number of the debris in Kagoshima Bay

Items	Size	Total number
Net-cage raft	(8×8 m, 15×15 m)	127
Net-cage raft frame	(8 m, 15 m)	223
Grounded float ^{*1}	(r×1, 55×100 cm)	3,043
Marine using float ^{*2}	(r×1, 55×100 cm)	4,856
Land using float ^{*3}	(r×1, 55×100 cm)	1,344

^{*1} Grounded foamed plastic floats on the coast.

^{*2} Foamed plastic floats without covers used on the sea. (ex.; mooring buoys, fenders, fishing floats)

^{*3} Foamed plastic floats without covers used or stocked on land.

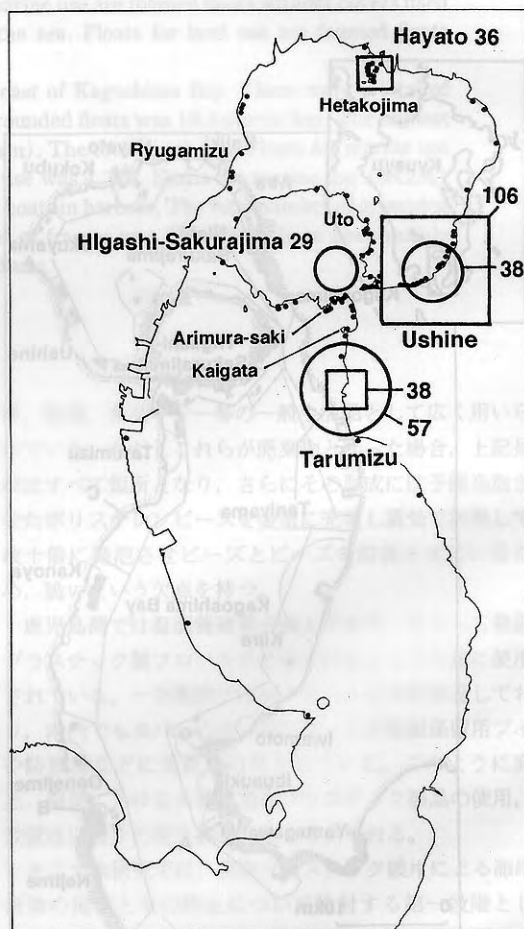


Fig. 3. Grounded points of net-cage rafts and frames.

●, grounded points of rafts and frames; ○, the number of rafts in fishing district; □, the number of frames in fishing district.

^{*3} 富山県・財団法人とやま環境財団：海辺の埋没・漂着物調査報告会報告書、29-35 (1997)。

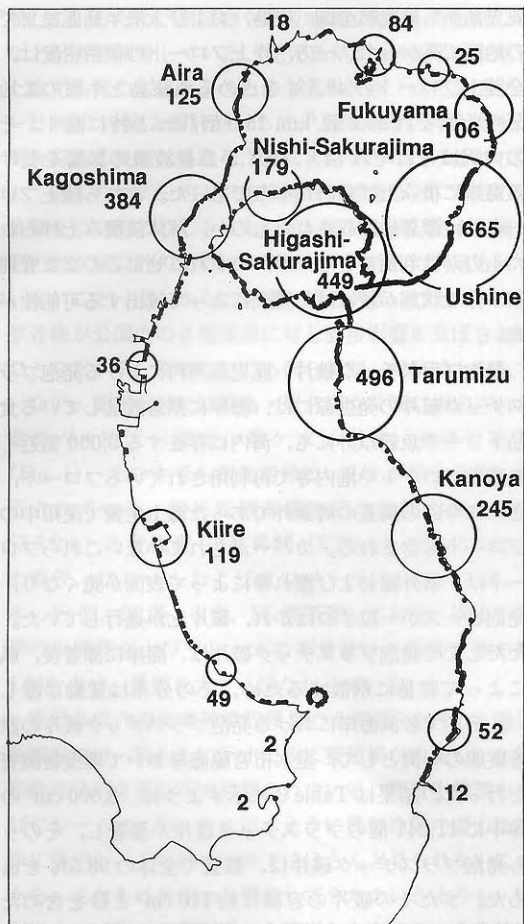


Fig. 4. Grounded points of foamed plastic floats. ●, grounded points of floats; ○, the number of floats in fishing district.

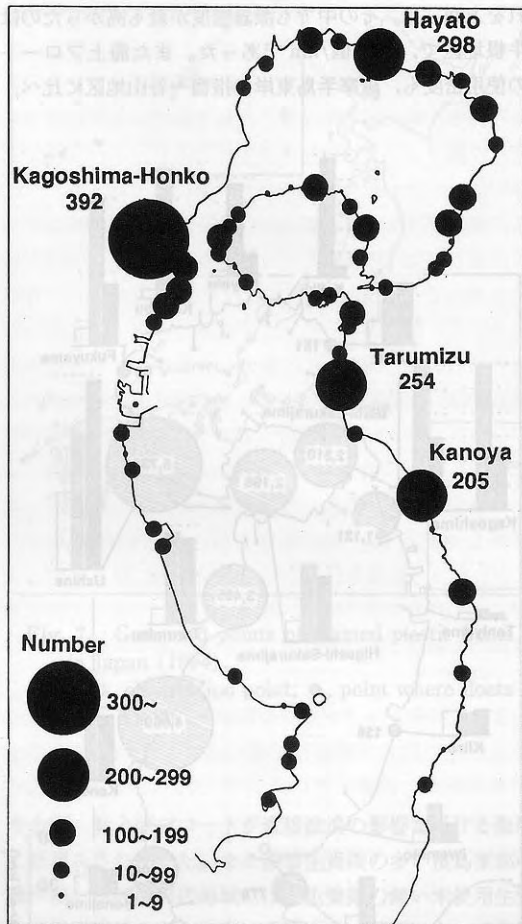


Fig. 5. Distribution of Floats for marine use. ●, using points and the number of floats.

Table 2. Classification by location of fishing float debris

Locations	Floats for marine use	Floats for land use
Harbor	3,895 (80.2%)	719 (53.5%)
Coast	451 (9.3%)	594 (44.2%)
River mouth*1	247 (5.1%)	31 (2.3%)
Fishing use*2	263 (5.4%)	0 (0.0%)
Total number	4,856	1,344

*1 Section from river mouth to first bridge.

*2 Mainly used for small set net.

Table 2 に示す。海上フロートの 80.2% は、港内で船舶の防舷物や係留ブイとして用いられており、その使用量は漂着フロート総数の 1.3 倍であった。海上フロートの使用地分布を Fig. 5 に示す。海上フロートは、鹿児島

島港本港地区、隼人港、垂水港および鹿屋港で 200 個以上と特に多い。これらは稼働率の高い漁船よりも、係留時間が長く、密に係留されているプレジャーボートに多用されていた。一方、港内で使用されている陸上フロートは全体の 53.5% で、その他は海岸や河口のような直接波浪の影響を受ける場所に野積みされているものであった。

漂着、海上および陸上フロートの漁業地区別漂着・使用密度と漁業地区別平成 8 年度収穫量の Fig. 6 に示す。鹿児島湾内の漁業地区別養殖規模を収穫量から見ると、牛根地区が 5,738 トンと最も高く、続いて鹿屋、垂水、西桜島、東桜島地区で 2,000 トンを超え、海面養殖漁場が桜島周辺および大隈半島側に集中していることがわかる。鹿児島湾内におけるフロートの平均漂着密度は 10.3 個/km であったが、これら主要養殖 5 地区にその周辺の鹿児島、始良、福山を含めた 8 地区の海岸でそ

れを上回った。中でも漂着密度が最も高かったのは牛根地区で、38.9個/kmであった。また海上フロートの使用密度も、薩摩半島東岸の指宿～谷山地区に比べ、

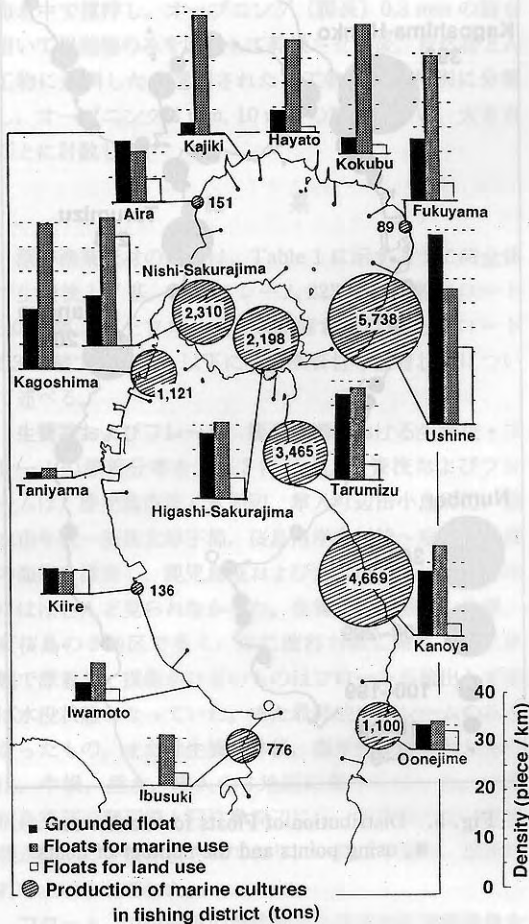


Fig. 6. Relationship between density of debris and production of marine culture in fishing district (1996).

鹿児島から湾奥部全域、桜島、および大隈半島鹿屋までの地区で高かった。一方、陸上フロートの使用密度は、全陸上フロートの48.5%を占める西桜島と牛根の2地区でそれぞれ22.2個/km、15.9個/kmと特に高く、その内訳はそれぞれ74%、86%が直接波浪の影響を受ける海岸に積み上げられたものであった。これら陸上フロートは、漂着後回収されたものか、解体後積み上げられたものかは判別できないが、いずれにせよこのまま管理不十分な状態が続けば、荒天によって流出する可能性が高い。

発泡プラスチック破片 鹿児島湾内における発泡プラスチック破片の発生源には、海岸に漂着散乱している食品トレーや魚箱以外にも、湾内に存在する9,000個近くの漂着フロートや港内等で再利用されているフロート、さらに今回の調査の対象外であった海上生簀で使用中のフロートも含まれる。カバーがされていないこれらフロートは、紫外線および擦れ等によって表面が脆くなり、発泡ビーズが一粒ずつはがれ、破片化が進行していた。ただしこの発泡プラスチック破片は、海岸に漂着後、風によって容易に飛散するため、その分布は変動が激しい。そこで砂浜海岸における発泡プラスチック破片の漂着実態の一例として、垂水市宮脇海岸において埋没物調査を行った。結果はTable 3に示すように、8,000 cm³の砂中に11,241個のプラスチック破片が漂着し、そのうち発泡プラスチック破片は、数量で全体の98.5%を占めた。またその破片の容積は約110 cm³と砂を含めた全回収容積(8,000 cm³)の1.4%に過ぎず、0.3~4 mmの大きさの破片が全体の98.7%を占めたことから、発泡プラスチックは微小破片として海岸に漂着していることがわかった。

考 察

鹿児島湾の海岸は、外洋や湾内周辺地域と海を介して

Table 3. Composition of buried litter on Miyawaki coast in Tarumizu-city (Fig. 1, C)

Items	Number Size (mm) *1			Total
	0.3~4.0	4.0~10.0	10.0~	
Foamed plastic pieces	10,925	133	10	11,068 (98.46%)
Plastic pieces	57	36	3	96 (0.85%)
Plastic pellets	70	1	0	71 (0.63%)
Plastic film pieces	2	0	1	3 (0.03%)
Aluminium films	2	0	0	2 (0.02%)
Rubber pieces	0	1	0	1 (0.01%)
Total	11,056	171	14	11,241

*1 Items were separated into sizes using testing sieves (openings of 4.0 mm, 10 mm).

接しているため、漂流物や周辺地域で発生した生活ごみなどが多数漂着している。鹿児島県が1978年に策定した鹿児島湾の水質保全のための基本計画「鹿児島湾ブルー計画」⁹⁾の第2期計画からは、海面養殖に伴う海水汚濁負荷量の規制以外にも、ゴミ・空き缶の投げ捨てるの防止、釣人のマナー向上、海岸清掃の実施など、水辺の環境保全にも努めることになっている。しかし海水浴場などの親水域以外の海岸については、一般的に利用されていないこと、海上からの景観に関心が低いこと、および漂着物が公園内の各種資源に対し直接影響を及ぼさないことなどから、現在のところ何ら規制、対策はとられていない。鹿児島湾には霧島・屋久国立公園に指定された海岸が4地区（桜島、竜ヶ水、指宿、佐多）あり（Fig. 1）、その中でも桜島海岸は、3/4が国立公園に指定されている。特に特別保護地区の黒神川河口周辺（3.3 km）と身代湾-戸柱鼻間（2.7 km）の海岸には、生簀筏、フレームおよびフロートがそれぞれ3基、2本、49個、57基、8本、55個漂着しており、後者の区間の生簀筏およびフレームの漂着量は、桜島全体の約6割を占め、景観を大きく損なわせている。

鹿児島県内海面養殖業収穫量の6割弱⁷⁾を占める鹿児島湾内には、Fig. 1に示すように養殖場が点在し、生簀筏総数は3,000基以下に規制されている。漂着生簀筏およびフレームは、Fig. 3に示すように養殖漁業の盛んな海岸に集中し、その他の海岸ではほとんど見られないことから、これらは外洋から漂流してきたというよりも、荒天によって附近の養殖場から流出したものか、人為的に放置、投棄されたものと考えられる。一方フロートは、一度漂流を始めると風、波浪、潮流の影響を受けて沈むことなく漂着、漂流を繰り返すため、生簀に比べ湾全域に広く分布している。ただし鹿児島湾は桜島によって大きく二分され、潮流の影響も水道部分以外では特に強くないため、両海域にそれぞれ発生源が存在すると考えられる。また鹿児島湾では一年間を通じて西北西～北西の風が卓越するため⁹⁾、その風下側となる牛根、東桜島、垂水および鹿屋地区では漂着密度が高く、これらは収穫量の高い地区とほぼ一致する。

一方、流出原因には、自然災害による流出、故意による投棄、放置などが考えられる。自然災害による流出は、1989年7月の台風11号によって垂水市漁協の養殖生簀473基の流出・消失⁴⁾した例があるが、使用中の生簀の流出は生産者側として損害が甚大なため、発生量は非常に少ないと考えられる。しかし各海岸を詳細に見ると、例えば湾奥海岸の牛根地区の一部では、生簀の解体が海岸で行われており、解体された生簀のフレーム



Fig. 7. Grounded points of foamed plastic floats in Japan (1994).

○, observation point; ●, point where floats were found.

や金網、およびフロートが直接波浪の影響を受ける海岸に野積みされていた。また漂着生簀筏の多い桜島東部の瀬戸崎、戸柱鼻周辺海域には、生簀網の無い未使用生簀筏が海岸附近の海上に密に係留され、荒天によって海岸に打ち上げられ破損しているものも見られた。さらに陸上フロートの半数は海岸に野積みされたものであり、特に牛根、西桜島地区で顕著であった。養殖漁業資材は生簀網で1～2年、フロートで2～6年と耐用年数が短く短時間で大量の産業廃棄物となる。本研究では海上、陸上フロートで現在使用されているものが漂着物を利用したものか使用済資材を再利用したものかを判断することはできなかったが、いずれにせよ使用済資材が適切に処分されず海岸周辺に大量に放置されていることから、容易に利用できる状況にある。

一方1994年のクリーンアップ・キャンペーンの集計資料より求めた発泡プラスチック製フロートの漂着は、Fig. 7に示すようにほぼ全国の海岸で確認され、鹿児島湾特有の問題でないことがわかる。また周辺に養殖場のない小笠原諸島父島で行われた小城による同調査¹⁰⁾でも、発泡プラスチック破片は最も多い海岸で平均1,236個採取されている。海岸における漂着ゴミの特徴は、海岸以外の陸上では1%以下とほとんど存在しない発泡

⁴⁾ 南日本新聞, 1989.8.4, 朝刊.

プラスチック破片が数量第2位で全体の13.9%を占めることである。⁵⁾これはプラスチック発泡体が非常に軽いこと、最終的に海に流出し、海岸に漂着するためと考えられる。特に海上で大量に使用されている発泡プラスチック製フロートは破片の発生源であり、その管理が充分でないことも破片漂着の主要な原因であると考えられる。発泡プラスチック製品は、破片化することにより一見消滅したように見えるが、石油化学製品である以上自然に還ることは無く、逆に鳥等による誤食¹⁰⁾や、有害化学物質を吸着させるなど、直接的な環境への影響が考えられる。また1997年に発生した日本海での重油流出事故では、大量の漂着物によって回収作業に手間取り、回収重油に含まれる漂着物によって重油処理に問題が生じた¹¹⁾という間接的な影響もあった。現在、食品トレーや梱包材などの発泡プラスチック製品については、再原料化や燃料化技術が確立され、実用段階に入ったが、¹²⁾海上で使用されたフロートの再生には、表面および内部の異物を取り除く一時処理が必要であり、技術的・経済的に解決しなければならない問題が多く残されている。

よって発泡プラスチック製漁業資材による海岸汚染の防止には、1)漁業資材の管理の徹底、2)破片化する前にすみやかな漂着・使用済フロートの回収、3)使用済漁業資材の回収システムの構築、再資源化の推進、4)発泡プラスチック製フロートの鋼製フロート等への代替促進、5)港内で使用されている再利用発泡プラスチック製フロートの使用禁止の5項目について早急に取り組み、海面附近での発泡プラスチック製品の使用をできる限り控えなければならない。また発泡プラスチック破片は、海岸で広域に拡散し、逆に特定の場所に集積する特性を持つため、海岸の生態系にも特有の影響を与えられ、と考えられる。よって今後は生態系への影響についても

調査が必要である。

謝 辞

本研究にあたりシーカヤックの貸与には株式会社ランドアート、クリーンアップ資料の閲覧にはクリーンアップ全国事務局の御協力を頂いた。また調査には鹿児島大学水産学部漁船航海学講座の学生諸君の労を多とする。ここに礼申し上げる。なお、本研究の一部は文部省科学研究費補助金(奨励A:10760119)により実施した、ここに謝意を表す。

文 献

- 1) 東山高等学校地学部: 琴引浜に漂着するレジンベレット, ライラー, タバコの吸い殻について. 東山学園研究紀要, 41, 19-39 (1996).
- 2) 東山高等学校地学部: 琴引浜に漂着する医療廃棄物および地学部の活動. 東山学園研究紀要, 42, 1-20 (1997).
- 3) 藤枝 繁: 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 (1999).
- 4) 兼廣春之, 東海 正, 松田 峻: 東京湾小型底曳網漁場におけるゴミの分布. 水産工学, 32(3), 211-217 (1996).
- 5) クリーンアップ全国事務局: クリーンアップキャンペーン'98 REPORT. クリーンアップ全国事務局, 東京, 1999, pp. 13-36.
- 6) 藤枝 繁: 鹿児島県海岸における漂着散乱ゴミ. 鹿児島大学水産学部紀要, 48, 11-17 (1999).
- 7) 鹿児島県農林統計協会: 第43次鹿児島県農林水産統計年報, 1996, pp. 313.
- 8) 鹿児島県保健環境部: 平成7年度鹿児島県環境白書, 鹿児島県, 1995, pp. 190-211.
- 9) 海上保安庁水路部: 九州沿岸水路誌, 海上保安庁, 東京, 1985, pp. 553.
- 10) 佐尾和子, 丹後玲子, 根本 稔編: プラスチックの海, 海洋工学研究所出版部, 東京, 1995, pp. 22-88.
- 11) 海洋工学研究所出版部編: 重油汚染・明日のために, 海洋工学研究所出版部, 東京, 1998, pp. 298-299.
- 12) 発泡スチロール再生利用マニュアル, ぎょうせい, 東京, 1995, pp. 45-65.