

## 広島湾江田島・倉橋島海岸における 発泡プラスチック破片の漂着状況

藤枝 繁,\* 佐々木和也

(2004年9月3日受付, 2005年2月28日受理)

鹿児島大学水産学部

Stranded debris of foamed plastic on the coast of Eta Island and  
Kurahashi Island in Hiroshima Bay

SHIGERU FUJIEDA\* AND KAZUYA SASAKI

Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima, Kagoshima 890-0056, Japan

Expanded polystyrene (EPS) floats are used abundantly for the floats of oyster farming rafts in Hiroshima Bay. This paper investigated the occurrence of stranded debris of foamed plastics, stranding and unsuitable use of EPS floats on the coast of Eta and Kurahashi Islands in the Bay. Stranded debris of foamed plastic was collected from sand samples of 34 sites. Stranded floats on the beach and unsuitably used floats without covers for mooring buoys and fenders on the sea were observed visually at 58 sites along 48.6 km of coastline.

The total number of collected debris was 245,656 items. Plastics accounted for 99.9% of the total number. Foamed plastic fragments accounted for 99.5% of the total, the size of under 10.0 mm represented 98.5% of the fragments, and the average density was 44,521.3 pieces per m<sup>2</sup>. Unsuitably used floats totaled 6,760, and the density was 140.7 pieces per harbor. The density of stranded floats was 1.1 pieces per km. The densities of unsuitably used floats, stranded floats and foamed plastic fragments on the coast of Eta Island were higher than those of Kurahashi Island.

キーワード：かき養殖, 漁具, 発泡スチロール, 漂着物, プラスチック, フロート

1970年代初頭, 北アメリカ大陸北東岸沖合海面に直径0.1~2.0 mmの球状の発泡ポリスチレン破片が浮遊していることが確認されて以来,<sup>1)</sup> 発泡ポリスチレンを主とする発泡プラスチック破片は, 北大西洋西部,<sup>2)</sup> 北太平洋西部,<sup>3)</sup> 日本近海<sup>4,5)</sup>などの海面や, カリブ海諸国,<sup>6,7)</sup> インドネシア,<sup>8)</sup> 南アフリカ,<sup>9)</sup> 日本,<sup>10-15)</sup> ハワイ諸島,<sup>16)</sup> ロシア,<sup>14)</sup> アメリカ大陸東岸,<sup>17)</sup> 西岸,<sup>18)</sup> オーストラリア北岸<sup>19)</sup>などの世界の海岸で漂流・漂着が確認されている。小笠原諸島父島において海岸に漂着埋没する人工ゴミの数量とその組成を調査した小城<sup>10)</sup>は, 大量に漂着埋没する微小プラスチック破片の中でも発泡プラスチック破片の割合が極めて高いと指摘している。現在, 発泡プラスチック破片は, ボランティアによる日本国内の海岸清掃活動においても大量に回収されており,<sup>20)</sup> 海岸に漂着散乱している代表的なプラスチックゴミとして市民にも認知されるようになってきた。藤枝

ら<sup>21)</sup>は, この発生原因について鹿児島湾において調査した結果, 養殖生簀の浮力体として海面で大量に使用されている発泡スチロール (Expanded Polystyrene: 以下, EPSと称す) 製の廃フロートに原因があると指摘している。特に生簀解体後, 海岸に野積みされたものが台風等の荒天により海上に流出して海岸に漂着したEPSフロート (漂着フロート) や, 港内において小型船舶の防舷材や陸から船に乗り移るための筏として裸のまま再利用されているEPSフロート (不適切使用フロート) は, 紫外線による劣化や, 絶えず波や風などの外力や船舶等による衝撃を受けるため, 大量の破片を発生させている。このEPSフロートは, 鹿児島湾に限らず, 全国の海面魚類養殖生簀やカキ養殖筏においても大量に使用されており, 特に養殖カキ収穫量日本一位の広島県では筏台数も多く, 漂着フロートや不適切使用フロートが大量に存在すると指摘されている。<sup>22)</sup>

そこで本研究では、EPSフロートを大量に使用するカキ養殖が盛んな広島湾江田島・倉橋島において、海岸に漂着する微小人工ごみの組成とEPSフロートの港内における不適切な使用と海岸漂着後の放置の実態について調査し、発泡プラスチック破片の漂着の実態とその発生源の現状について明らかにしたので報告する。

## 方 法

漂着する微小ごみの分布と組成の調査は、瀬戸内海の広島湾に位置する江田島海岸23地点、倉橋島海岸11地点の合計34地点にて行った。また防舷物として不適切に使用されているEPSフロートの数量調査は、江田島33港、倉橋島25港の合計58港にて行った。さらに江田島・倉橋島海岸に漂着しているEPSフロートの調査は、陸上から目視可能な範囲で行った。広島県江田島・倉橋島沿岸のカキ養殖海域の分布<sup>23)</sup>と調査地点および海域をFig. 1に示す。これらの調査は、2001年9月11~14日に行った。なおここでは江田島、西能美島、東能美島を総称して江田島と呼び、また鹿島は倉橋島と合わせて倉橋島と呼ぶ。

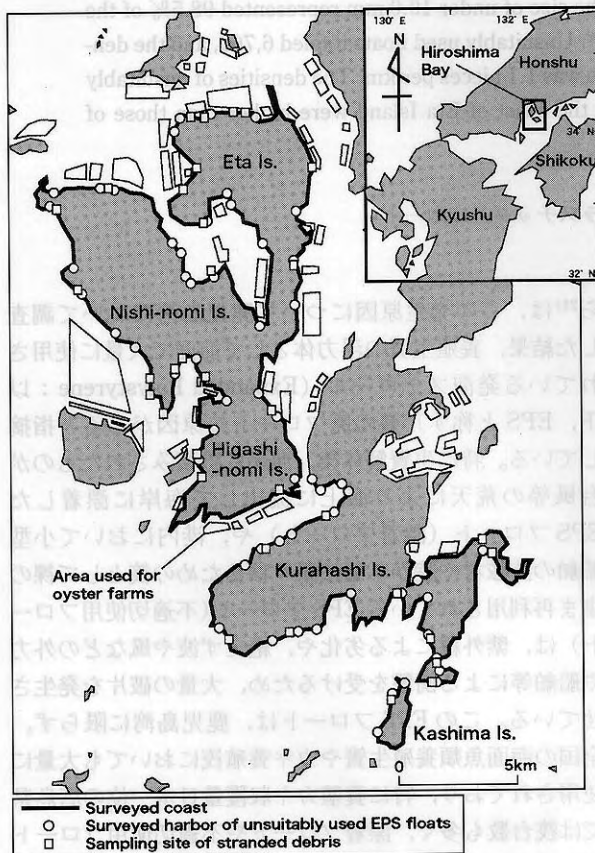


Fig. 1 Location of the study sites on the coast of Eta Island and Kurahashi Island and the oyster farming area around the islands in Hiroshima Bay.

**微小漂着物調査** 海岸に漂着する微小人工ごみの採取は、小城の方形枠法<sup>10)</sup>に従い、漂着物が堆積する汀線上の任意の一点に縦40 cm×横40 cm×深さ7 cmの正方形枠を押し当て、その枠内表面の漂着物と深さ5 cmまでの漂着物を含む砂8 Lを採取した。採取した砂は、バケツに入れ、水を注ぎながら攪拌し、浮き上がったすべての浮遊物をオープニング脚長0.3 mmの篩を用いて回収した。なお、注入・攪拌・回収の作業は、水面に浮遊物がなくなるまで繰り返し行った。回収した浮遊物は、3~4日かけて自然乾燥させ、品目による大きさの特徴を比較するため、オープニング脚長2.0, 4.0, 10.0 mmの試験用篩を用いて2.0~4.0 mm, 4.0~10.0 mm, 10.0 mm以下の三種類の大きさに分けた。その中から人工物のみを回収し、品目別に個数を求めた。品目は、プラスチック類とその他に大別し、プラスチック類は発泡プラスチック破片(発泡させたビーズをローラーで圧縮してペーパー状にした食品容器(Expanded Polystyrene Paper)の破片を含む)、硬質プラスチック破片、プラスチックパイプ(カキ養殖においてカキ幼生を付着させたホタテ貝殻を吊るす針金の一番下の部分を止めるポリエチレン製ワッシャー(直径28 mm, 厚さ2 mm)と、カキの成長に伴ってホタテ貝殻同士の間隔を広げるために用いられるポリエチレン製パイプ(直径13 mm, 長さ20~150 mm)、レジンペレット、スポンジ状プラスチック破片、フィルム状プラスチック破片、肥料用徐放性カプセル(化学肥料を閉じ込めるための薄い皮膜状のプラスチックカプセル<sup>24)</sup>)、タバコフィルタ、人工芝破片、繊維状プラスチック破片、およびその他のプラスチックに分類した。漂着量の比較には、採取面積0.16 m<sup>2</sup>を砂浜面積1 m<sup>2</sup>あたりに換算した漂着密度(個/m<sup>2</sup>)を用いた。

**EPSフロート調査** EPSフロートの不適切な使用に関する調査は、係留している船舶に防舷材として使用されているEPSフロートのうち、破片化防止カバーのないものを対象として行った。調査地点は、調査海域内に存在するすべての港内とし、目視で使用個数を数えた。またEPSフロートの海岸漂着量調査の対象は、港内の防波堤内側に人為的に積み上げられているものを除き、波打ち際やその背後地に漂着後放置されているものとした。EPSフロートの漂着量の計数は、陸上からの目視によって行い、海岸長さ1 kmあたりの漂着密度を求めた。なお、今調査で対象としたEPSフロートは、直径約60 cmのフロートを基準としてほぼ原型を留めているものを1個と数え、人為的に切断されたものや、衝撃や劣化などにより表面のビーズが剥離して小型化したものについては、原型の約1/4以上のものを対象とした。

**Table 1** Composition of the stranded debris on thirty four beaches of Eta Island and Kurahashi Island in Hiroshima Bay

Type of material	Items	Number of collected items Size classes in mm (maximum dimension)			Total	Percentage of individual items	Density (number/m <sup>2</sup> )
		2-4	4-10	10 ≤			
Plastic	Foamed plastic fragments	190,903	48,852	2,441	242,196	98.6	44,521.3
	Haid plastic fragments	762	364	100	1,226	0.5	225.4
	Plastic pipe & washer <sup>a)</sup>	0	0	530	530	0.2	97.4
	Resin pellet	354	28	0	382	0.2	70.2
	Spongy plastic fragments	172	166	40	378	0.2	69.5
	Filmy plastic fragments	123	78	46	247	0.1	45.4
	Capsule of artificial fertilizer	204	12	0	216	0.1	39.7
	Tip of artificial lawn	194	3	3	200	0.1	36.8
	Line & fiber	95	56	31	182	0.1	33.5
	Cigarette filter	0	83	0	83	0.0 <sup>+</sup>	15.3
	Other plastic products <sup>b)</sup>	0	0	5	5	0.0 <sup>+</sup>	0.9
Others <sup>c)</sup>		0	6	5	11	0.0 <sup>+</sup>	2.0
Total		192,807	49,648	3,201	245,656	100.0	45,157.4
Percentage		78.5%	20.2%	1.3%	100.0%		

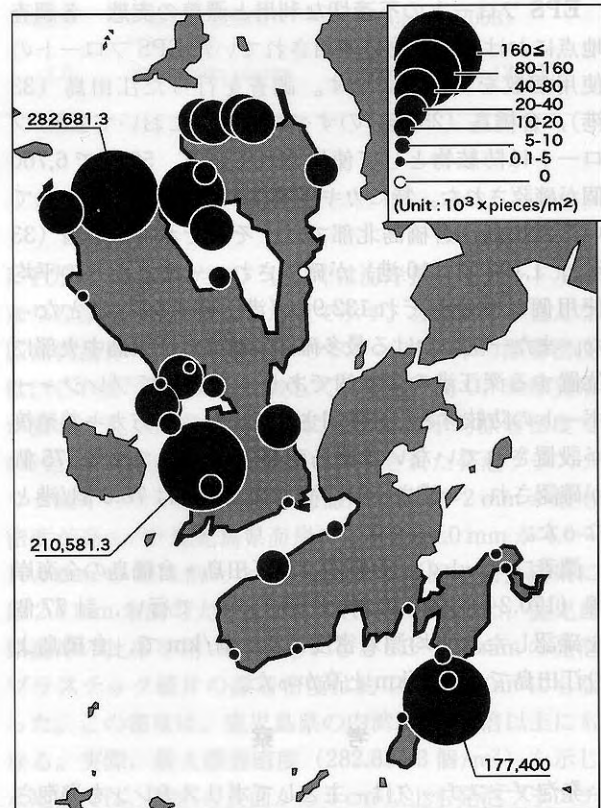
<sup>a)</sup> Plastic pipe & washer are used for the instruments of oyster farming.

<sup>b)</sup> Straw, fishing implement, medical instrument, disposable lighter.

<sup>c)</sup> Rubber, cloth.

結 果

海岸に漂着する発泡プラスチック破片の実態 江田島・倉橋島海岸において回収された漂着物を Table 1 に示す。漂着物の総回収個数は 245,656 個で、回収した漂着物の 99.9% 以上がプラスチック類、99.5% が破片類であった。全体の 98.6% を発泡プラスチック破片が占め、続いて硬質プラスチック破片 (0.5%)、プラスチックパイプ (0.2%)、レジンペレット (0.2%) となった。プラスチック類の平均漂着密度は 45,155.3 個/m<sup>2</sup> であり、最も漂着密度が高かった発泡プラスチック破片は 44,521.3 個/m<sup>2</sup> となった。海岸漂着物を大きさ別で比較すると、2.0~4.0 mm が 78.5%、4.0~10.0 mm が 20.2%、10.0 mm ≤ が 1.3% となり、98.7% が 10.0 mm 未満の微小プラスチックとなった。これは漂着密度が最も高い発泡プラスチック破片の 98.5% が 10 mm 未満の微小破片であったためである。また硬質プラスチック破片の場合、10.0 mm ≤ に対する 2.0~4.0 mm の個数の比が 7.6 倍であったのに対し、発泡プラスチック破片では 78.2 倍と、同じプラスチック破片でも著しく微小物の割合が高い特徴を持つ。なおこの発泡プラスチック破片のうち、Expanded Polystyrene Paper の破片と判別できたものは 510 個で全体の 0.2% であった。発泡プラスチック破片の漂着密度の分布を Fig. 2 に示す。発泡プラスチック破片は、34 地点中 33 点で確認され、最大漂着密度は江田島北西部の 282,681.3 個/m<sup>2</sup> であった。特に江田島海岸 12 地点、倉橋島海岸 1 地点で漂着密度



**Fig. 2** Distribution of the stranded density of foamed plastic fragments at the 34 sites.

**Table 2** Comparison of the stranded density of plastic debris on the beach of Eta Island and Kurahashi Island

Plastic debris Items	Density (number/m <sup>2</sup> )		
	Eta Island (A)	Kurahashi Island (B)	Ratio (A/B)
Foamed plastic fragments	55,832.3	20,871.0	2.7
Hard plastic fragments	254.6	164.2	1.6
Plastic pipe & washer	112.2	66.5	1.7
Resin pellet	75.3	59.7	1.3
Spongy plastic fragments	78.3	51.1	1.5
Filmy plastic fragments	49.7	36.4	1.4
Capsule of artificial fertilizer	46.2	26.1	1.8
Tip of artificial lawn	48.9	11.4	4.3
Line & Fiber	42.1	15.3	2.7
Cigarette filter	17.9	9.7	1.9

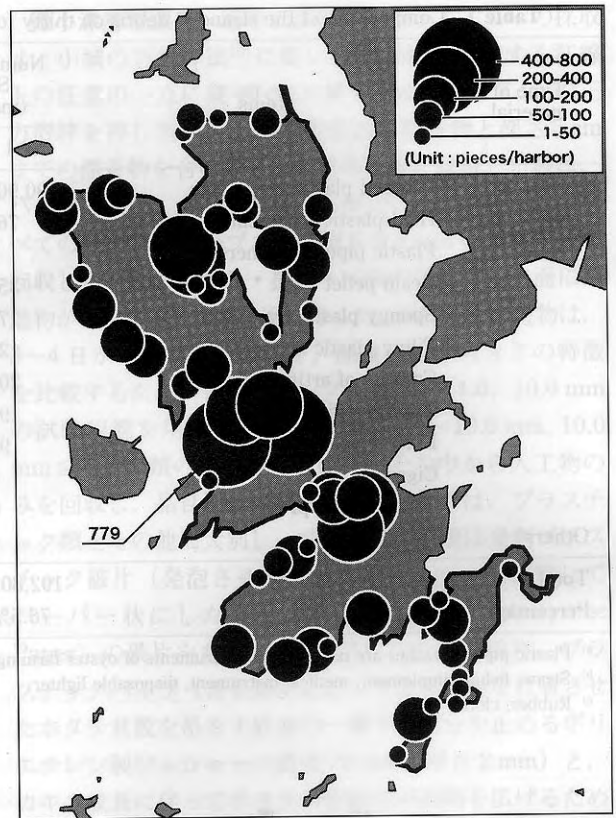
が4,000個/m<sup>2</sup>を越えた。Table 2に江田島・倉橋島海岸におけるプラスチック類の漂着密度を比較したものを示す。発泡プラスチック破片は、江田島の方が倉橋島に比べ2.7倍多く、他のプラスチック類についても1.3～5倍多かった。

**EPS フロートの不適切な利用と漂着の実態** 各調査地点における防舷物に使用されていたEPSフロートの使用個数をFig. 3に示す。調査を行った江田島(33港)、倉橋島(25港)のすべての港内においてEPSフロートは防舷物として使用されており、58港で6,760個が確認された。特にカキ養殖筏が目の前に設置されている江田島、倉橋島北部では、それぞれ4,387個(33港)、1,198個(10港)が確認され、一港あたりの平均使用個数はそれぞれ132.9個/港、119.8個/港となった。また一港における最多確認個数は、江田島中央部に位置する深江港の779個であり、主としてプレジャーボートの防舷材として使用されていた。一方カキ養殖筏が設置されていない倉橋島南部(15港)でも1,175個が確認され、一港あたりの平均使用個数は78.3個/港となった。

漂着フロートの数量調査は、江田島・倉橋島の全海岸線(170.2km)の40.2%(68.4km)で行い、計77個を確認した。平均漂着密度は1.1個/kmで、倉橋島より江田島で1.7個/kmと高かった。

### 考 察

発泡プラスチックは、主としてポリスチレンを発泡させたものであり、一般に発泡スチロールという商品名で普及している。これは98%が空気できており、軽く、保温・断熱性に優れ、衝撃に強く水を通さない性質は、形成し易さと相まって、食品容器、魚箱、緩衝材など身近な生活の中の他にも、道路の基礎やトンネルの屋

**Fig. 3** Distribution of the number of EPS floats unsuitably used for fenders in the 58 harbors.

根、断熱建材、フロート、模型など様々な分野で活躍している。<sup>25)</sup>一方では、EPSはプラスチック類の中でも最もリサイクル率が高い素材であり、2003年度では65.6%がマテリアルリサイクルやサーマルリサイクルされている。<sup>25)</sup>しかし海上で使用されていた大型のEPSフロートは、容器<sup>26)</sup>や断熱建材<sup>27)</sup>と同じリサイクルシステムで処理する場合、単体の容積が非常に大きいことから、処理施設までの運送費が高いという経済的問題を抱えている。また長期間海水に浸かっていることから、カキやフジツボなどの生物や塩分・水分・汚れなどを含むため、それらを取り除く一次処理が必要であるという技術的問題も持ち合わせている。さらには生簀の解体が一時期に集中するため、一度に大量・大容量の処分能力も必要であり、これまでは特別な処理をされずに埋め立てや焼却処分されてきた。しかし近年の埋立地の狭隘化、焼却施設の規制強化、野焼きの禁止等により、処分費用も高騰し、一部が適切に処分されず海岸や岸壁に放置されるようになってきた。またこの廃EPSフロートは、漁業者によるブイへの再利用だけでなく、プレジャーボート所有者による防舷材や棧橋浮力体などの供給源ともなっている。EPSフロートは、熱によって発泡されたポリスチレンビーズの集合体であるため、摩

Table 3 Density of stranded foamed plastic debris worldwide

Locality	Density		Minimum size (mm)	Percentage of foamed plastics	Described item	Source
	Mean	Maximum				
<b>Beaches</b>						
Hiroshima Bay, Inland sea, Japan	44,521.3/m <sup>2</sup>	282,681.3/m <sup>2</sup>	2	98.6	Foamed plastics fragment	This study <sup>b)</sup>
Protected beach of Kagoshima, Japan	9,673.1/m <sup>2</sup>	69,168.8/m <sup>2</sup>	0.3	96.8	Foamed plastics fragment	Fujieda (2002) <sup>b)</sup>
Offshore beach of Kagoshima, Japan	2,722.5/m <sup>2</sup>	29,331.3/m <sup>2</sup>	0.3	81.8	Foamed plastics fragment	Fujieda (2002) <sup>b)</sup>
Coast of the Sea of Japan, Japan	2,205.0/m <sup>2</sup>		0.3	84.4	Styrofoam	Kusui and Noda (2003) <sup>b)</sup>
Chichishima Island, Japan	186.3/m <sup>2</sup>		0.3	53.0	Expanded polystyrene	Ogi (1995) <sup>b)</sup>
Coast of the Sea of Japan, Russia	10.7/m <sup>2</sup>		0.3	2.0	Styrofoam	Kusui and Noda (2003) <sup>b)</sup>
Hawaiian archipelago	3.7/m <sup>2</sup>		1	0.2	Foamed plastic pieces	McDermid et al. (2004)
Transkei coast, South Africa	3.2/m		20	8.6	Styrofoam	Madzena and Lasiak (1997)
Thousand Islands, Jakarta Bay, Indonesia (1995)	2.6/m		100	38.3	Expanded polystyrene blocks	Willoughby et al. (1997)
Jamaica	2.5/m		10	12.0	Styrofoam	Wade et al. (1991)
Curacao	0.3/m		10		Styrofoam	Debrot et al. (1999)
New Jersey, USA	0.1/m		25	10.3	Styrofoam pieces	Ribic (1998)
<b>Sea surface</b>						
Kagoshima Bay, Japan	24,500/km <sup>2</sup>		1	32.9	Foamed plastic fragment	Fujieda (2003)
North Pacific (around 35°N, 140°W)	3,295/km <sup>2</sup>		0.355	1.0	Styrofoam pieces	Moore et al. (2001)

a) Percentages are in relation to total.

b) Sampling method by Ogi (1995).

擦や衝撃によりビーズが簡単にはがれるという素材的な欠点を持つ。藤枝ら<sup>21)</sup>は、これら廃 EPS フロートの海岸での放置や防舷材等の海面での不適切な利用が、破片発生の原因の一つになっていると指摘している。特に広島県は、養殖カキ類の収穫量が日本一位で全国の 51.4% (平成 12 年度) を占め、また筏数も全国の 60.5% を占める 11,835 台が存在する。<sup>28)</sup> その中でも広島湾は、太田川からの豊富な栄養塩の供給や島々に囲まれた静穏な海面を持つため、瀬戸内海でも最もカキ養殖が盛んな海域でとなっている。それに加え、カキ筏は収穫物全体の重量をこのフロートで支える必要があるため、同規模の魚類生簀に比べフロートの使用量が多く、大量の廃 EPS フロートの存在が危惧されてきた。<sup>22)</sup> 今回の調査より、魚類養殖が盛んな鹿児島湾同様、カキ養殖が盛んな広島湾においても廃 EPS フロートが防舷材として不適切に大量に使用され、海岸に漂着後放置されている実態が明らかになった。また微小な発泡プラスチック破片も同海岸に大量に漂着している実態が明らかになった。この微小な発泡プラスチック破片は、世界の海面<sup>1-5)</sup>や海岸<sup>6-19)</sup>でも確認されている。Table 3 に各地の結果を

1 平方メートルあたり、もしくは海岸長さ 1 メートルあたりの漂着密度に換算した値で示す。カキ養殖が盛んな広島湾海岸における発泡プラスチック破片の漂着密度は、これまでの報告と比較しても著しく高く、魚類養殖が盛んな鹿児島県の内湾域に比べても平均漂着密度で 4.6 倍にもなった。同じ手法で調査された発泡プラスチック破片のサイズは、日本海海岸では 1~2 mm が最も密度が高く、<sup>14)</sup> 鹿児島県海岸では 0.3~4.0 mm が 4.0~10.0 mm の 11.3 倍となった。<sup>15)</sup> なお今回の調査結果には 2.0 mm 未満の大きさが含まれていないため、鹿児島県海岸の比率を用いて推定すると 0.3~4.0 mm の発泡プラスチック破片の漂着密度は約 100 千個/m<sup>2</sup> にもなった。この密度は、鹿児島県の内湾域の 10 倍以上にもなる。実際、最大漂着密度 (282,681.3 個/m<sup>2</sup>) を示した地点では、砂浜の表面から 5 cm 以上も発泡プラスチック破片が堆積していた。海洋におけるこのような微小な発泡プラスチック破片の存在は、例えば八代海南部では刈り取られた養殖海苔の原藻にこの破片が混入するといった問題を生じさせている。<sup>29)</sup> 江田島と倉橋島海岸における EPS フロートの不適切利用と漂着密度、発泡プ

Table 4 Comparison of Eta Island for unsuitably used EPS floats, stranded EPS floats and foamed plastic fragments

Coasts	Unsuitably used EPS floats (number/harbor)	Stranded EPS float (number/km)	Foamed plastic fragments (number/m <sup>2</sup> )	Production of oyster farming (t)	Percentage <sup>c)</sup> of production (%)
Eta Island	132.9	1.7	55,832.3	5.250 <sup>a)</sup>	25.2
Kurahashi Island	94.9	0.2	20,871.0	1.166 <sup>b)</sup>	5.6

a) Total of Etashima, Oogaki, Noumi and Okimi towns.

b) Kurahashi town.

c) Percentages are in relation to total of Hiroshima prefecture.

プラスチック破片の漂着密度およびカキ収穫量の比較を Table 4 に示す。広島県におけるカキ収穫量の 25.2%<sup>28)</sup> を占める江田島海岸では、防舷物としての廃 EPS フロートの一港あたりの使用量、EPS フロートの漂着密度および発泡プラスチック破片の漂着密度のいずれにおいてもカキ収穫量 5.6% の倉橋島に比べ高い結果となった。これより広島湾においても、カキ養殖筏に大量に使用されている EPS フロートの使用後の不適切な利用や海岸漂着後の放置が、同破片の主な発生源となっていると言えよう。

一方、カキ養殖筏が一部に限られる倉橋島においても、発泡プラスチック破片の平均漂着密度 (20,871.0 個/m<sup>2</sup>) は Table 3 に示す鹿児島県海岸 (内湾域) や日本海海岸より高い値となった。これは大量の発泡プラスチック破片の漂着散乱という問題が広島湾内に留まらず、広く瀬戸内海にまで及んでいること示唆するものでもある。また広島湾では防舷材以外にも棧橋の浮力体として EPS フロートが使用されており、そのほとんどは経年劣化によりカバーが破損していた。今後、瀬戸内海では、大量の発泡プラスチック破片の散乱とその発原因となる廃 EPS フロートの放置や不適切な使用の問題が、EPS フロートを用いた養殖業が盛んな瀬戸内海全域における海岸環境汚染問題の一つであることを認識し、その改善に取り組む必要がある。またカキ養殖関係では、カキ本体を垂下させるときに使うプラスチックパイプ類も大量に海岸に漂着していた。海洋ゴミの多くは日常生活ゴミが大半を占めるとされるが、本結果を見る限りでは海洋で使用されているプラスチック製品の残骸を無視することはできない。現在 FRP 廃船の放置問題<sup>30)</sup> では、法的な対策も始まろうとしている。養殖漁業に関わらず、漁業資材として広く海洋において使用されるプラスチック製品の材質の適性、使用時の十分な管理、使用後の適切な処分方法についても検討されるべき時機に来ていると考える。

#### 謝 辞

調査および資料分析には、鹿児島大学水産学部環境情報科学講座の久永聖悟、酒匂祐作両君の労を多とする。

ここにお礼申し上げる。なお本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費 (基盤 C : 15580167) により実施し、平成 14 年度水産学会春季大会および平成 15 年度漂着物学会鳥羽大会にて発表した。

#### 文 献

- 1) Carpenter EJ, Anderson SJ, Harvey GR, Miklas HP, Peck BB. Polystyrene spherules in coastal waters. *Science* 1972; **178**: 749-750.
- 2) Colton JBJ, Knapp FD, Burns BR. Plastic particles in surface waters of the Northwestern Atlantic. *Science* 1974; **185**: 491-497.
- 3) Moore CJ, Moore SL, Leecaster MK, Weisberg SB. A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin* 2001; **42**: 1297-1300.
- 4) 環境庁. 浮遊性廃棄物調査. 日本近海海洋汚染実態調査報告書, 環境庁水質保全局, 東京. 1993: 95-114.
- 5) 藤枝 繁. 鹿児島湾海面に浮遊するプラスチックゴミ. *自然愛護* 2003; **29**: 9-12.
- 6) Wade BA, Morrison B, Jones MAJ. A study of beach litter in Jamaica. *Caribbean Journal of Science* 1991; **27**: 190-197.
- 7) Debrot AO, Tiel AB, Bradshaw JE. Beach debris in Curacao. *Marine Pollution Bulletin* 1999; **38**: 795-801.
- 8) Willoughby NG, Sangkoyo H, Lakaseru BO. Beach litter: an increasing and changing problem for Indonesia. *Marine Pollution Bulletin* 1997; **34**: 469-478.
- 9) Madzema A, Lasiak T. Spatial and temporal variations in beach litter on the Transkei coast of South Africa. *Marine Pollution Bulletin* 1997; **34**: 900-907.
- 10) 小城春雄. 微小プラスチックの広がり. 「プラスチックの海」(佐尾和子, 丹後玲子, 根本 稔編) 海洋工学研究所出版部, 東京. 1995; 75-88.
- 11) 東山高等学校地学部. 琴引浜に漂着するレジンベレット, ライター, タバコの吸い殻について. 東山学園研究紀要 1996; **41**: 19-39.
- 12) 小林真史. 海岸に漂着する廃棄物に関する空間的および時系列的考察. *上越社会研究* 2000; **15**: 155-166.
- 13) 安松貞夫. 漂着物による汚染の現状, 二丈町姉子の浜の鳴き砂保全活用調査報告書, 財団法人日本ナショナルトラスト, 東京. 2000: 29-40.
- 14) Kusui T, Noda M. International survey on the distribution of stranded and buried litter on beaches along the Sea of Japan. *Marine Pollution Bulletin* 2003; **47**: 175-179.
- 15) 藤枝 繁, 池田治郎, 牧野洋. 鹿児島県の海岸における発泡プラスチック破片の漂着状況. *日水誌* 2002; **68**: 652-658.

- 16) McDermid KJ, McMullen TL. Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago. *Marine Pollution Bulletin* 2004; **48**: 790-794.
- 17) Ribic CA. Use of indicator items to monitor marine debris on a New Jersey beach from 1991 to 1996. *Marine Pollution Bulletin* 1998; **36**: 887-891.
- 18) Moore SL, Gregorio D, Carreon M, Weisberg SB, Leecaster MK. Composition and distribution of beach debris in Orange County, California. *Marine Pollution Bulletin* 2001; **42**: 241-245.
- 19) Whiting SD. Types and sources of marine debris in Fog Bay, Northern Australia. *Marine Pollution Bulletin* 1998; **36**: 904-910.
- 20) JEAN・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 2003 REPORT, JEAN・クリーンアップ全国事務局, 東京. 2004; 40-55.
- 21) 藤枝 繁, 藤 秀人, 濱田芳暢. 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態. *日本誌* 2000; **66**: 236-242.
- 22) 藤枝 繁. 発泡スチロール製ゴミの海岸漂着散乱問題. *海と安全* 2002; **514**: 28-33.
- 23) 農林水産省統計情報部編. 第10次漁業センサス海面漁業の地区別概況図 vol. 4 中国 (CD-ROM版). 農林統計協会, 東京. 2001.
- 24) 小島あずさ. 見逃さないでね, こんなもの落ちてます. *SOS* 2003; **116**: 6-7.
- 25) 発泡スチロール再資源化協会. JEPSRA INFORMATION 2004, 発泡スチロール再資源化協会, 東京. 2004; 2-7.
- 26) 長山敏樹. 発泡スチロール容器, 季刊フレッシュフードシステム 2001; **391**: 98-103.
- 27) 長山敏樹. 発泡スチロール (EPS) 断熱材のリサイクル. 建築設備と配管工事 2001; **39**: 78-82.
- 28) 中国四国農政局広島統計情報事務所. 平成12~13年広島農林水産統計年報, 中国四国農政局広島統計情報事務所, 広島. 2001; 222-224.
- 29) 藤枝 繁, 佐々木和也. 発泡スチロール破片の海面養殖のりへの混入問題, 漂着物学会誌 2004; **2**: 9-12.
- 30) 荒川泰二. プレジャーボートの適正な管理に向けて. *海と安全* 2003; **519**: 22-25.