

東シナ海トロール漁場の海底ゴミの現状について

内田 淳, 森井 康宏, 山脇 信博, 筒井 博信, 吉村 浩, 合田 政次

Investigation of litter settled on seabed of the
East China Sea trawl fishing groundJun UCHIDA, Yasuhiro MORII, Nobuhiro YAMAWAKI, Hironobu TSUTSUI,
Hiroshi YOSHIMURA and Masaji GODA

Litter at the bottom of the sea is recently concern as well as the problems of litter pollution of land.

We collected litter retained in the catches of bottom otter-trawl and beam-trawl operations that were conducted between 2004 and 2006. Collected litter was classified into natural and synthetic materials and their places of manufacture (country) were identified. Density of litter originated in China was 0 ~ 31.4 pieces/km², litter from Korea, 0 ~ 1.4 pieces/km², and litter from Japan, 0 ~ 3.2 pieces/km² for 3 years, respectively. We consider these litter were discarded from sailing ships in the East China Sea. International action should be considered to mitigate this problem.

Key Words: Litter at the bottom of the sea, International action

はじめに

近年、海上を漂うゴミ及び海岸に打ち寄せるゴミについて陸上のゴミ問題の昂揚と相まって、その環境に与える影響の大きさが指摘され、注目されるようになってきた。それとともに、海底に堆積したゴミについても瀬戸内海や都市沿岸の海底のゴミがようやく問題視されるようになった。しかし、外洋である海底のゴミについては調査そのものが困難であるため、公表されたものは少ない。

洋上における廃棄物の処理についての規定として、国際的にはマルポール条約が、また、国内では海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律によって規制されており、規制内容は年ごとに厳しくなっている。例えば、廃プラスチック類についてみると、2003年までは排出海域が領海の基線から3海里以遠で、灰の状態であれば排出可能であったが、2004年からは海洋での排出はいかなる海域においても、また、灰であっても一切禁止、すべて陸上廃棄となった。しかし、規制は厳しくなっても既存の船にとっては、処理設備を設置するための経済的な問題、スペースの問題がある。新造船では建造費は高み、スペースをとるには船体を大きくする必要があり、対応が難しい。特に漁船にとっては、到底ゴミの処理にまで手が回らないと考えられ、ゴミの処理に関しては従来通り海洋投棄に頼っているのではないかと推察される。加えて、海のゴミは陸上から流れ込むものもあり、ゴミ対策が進まない一因にもなっている。

そこで著者らは、練習船によるトロール操業の際に引き上げられるゴミの実態調査を行い、海底ゴミの現状を把握し、今後の処理方法等について考察した。

調査方法

2004年から2006年までの航海中に東シナ海及び天草灘付近の海上において、附属練習船長崎丸のオッターボード式底引き網（以後トロールと記す）及び固定枠式のビームトロール（以後ビームトロールと記す）による操業時に、漁獲物に混ざって引き上げられた海底のゴミを採取して分析を行った。トロールおよびビームトロール実施海域をFig. 1に、Fig. 1図中のDの海域の等深線図（概略図）をFig. 2に、各海域の操業範囲の重心位置をTable. 1に示した。Fig. 1に示すA, B, Cの各海域はトロールにより、Dの海域はビームトロールにより調査を行った。本調査で使用したビームトロール網の概略図はFig. 3に、使用したトロール網の展開図はFig. 4に示した。

長崎丸に設置されているネットセンサー（SCANMAR 漁網監視装置、日本海洋株式会社）で計測したトロール網の開口幅（以後袖網間隔と記す）、は操業毎に海流や地形の影響で若干の変動があり、各年毎の平均値16.7m ~ 19mであった。ビームトロール網の袖網間隔は3mである。これらに網が海底に着底してから、揚網開始し離底するまでの距離（以後曳網距離と記す）を乗じることで曳網面積を求め、Table. 2に示した。また、これらの網で通常漁獲物が入る部分（コットエンド）と、それ以外の部分に引っかかる等して船上に揚げられたゴミも今回の調査対象とした。これら網によって揚がった全てのゴミを漁獲物と区別し、デジタルはかりによる湿重量計測、個数、品名及び国籍の解析を行い分類した。品名及び国籍はゴミに記載されている文字、バーコード等で解析した。また、採取したゴミをデジタルカメラで撮影し、参考資料とした。

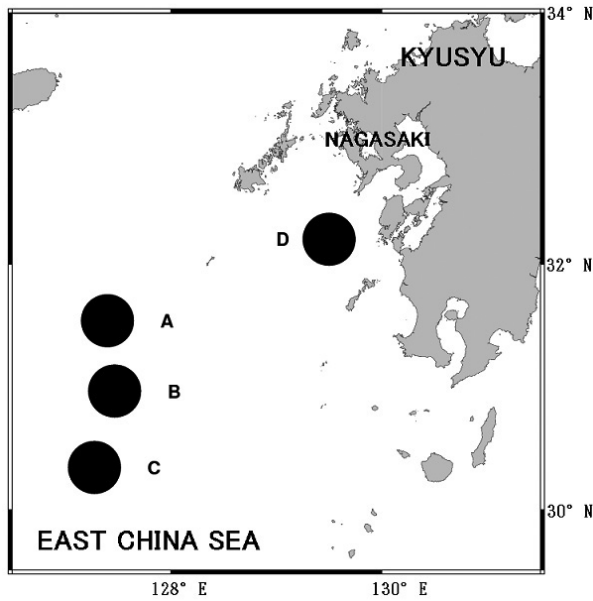


Fig. 1. Sampling areas where trawl operations were carried out (black circles). A, B, and C designate where otter-trawl net wastowed, D, beam-trawl net.

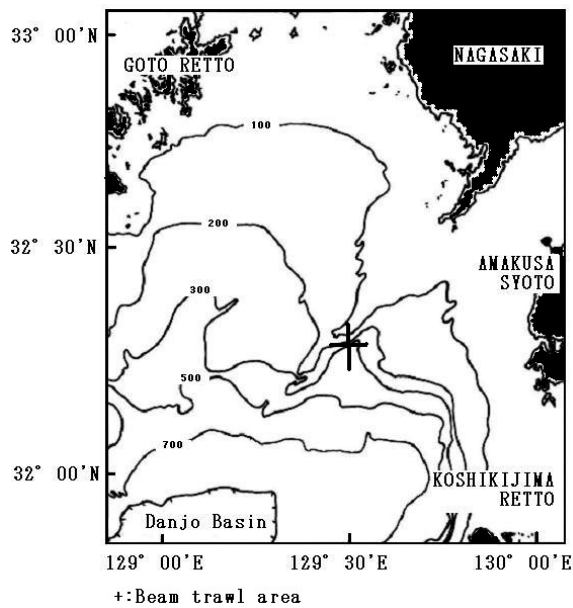


Fig. 2. Detail map of area D. + shows the center. point of the tow locations.

Table 1. Center point of each sampling area

A	31° 32.5' N	127° 24.1' E
B	30° 58.2' N	127° 28.3' E
C	30° 20.7' N	127° 16.7' E
D	32° 12.0' N	129° 30.0' E

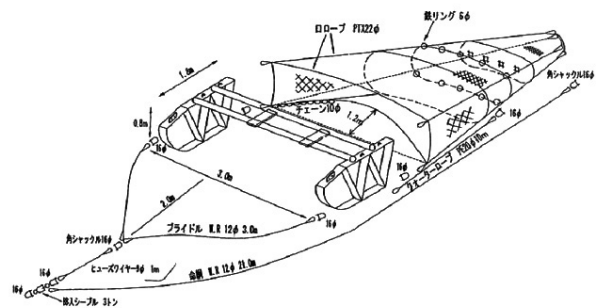


Fig. 3. Schematic drawing of beam-trawl net.

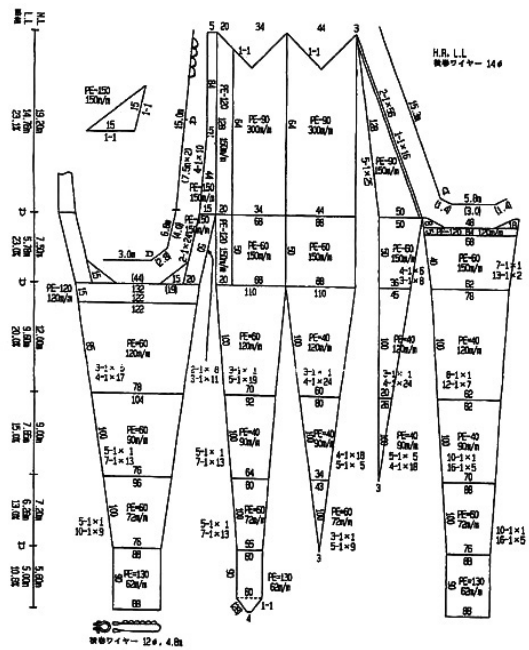


Fig. 4. Plan of otter-trawl net.

Table 2. Total swept area (km²) in each sampling area and year

	2004	2005	2006
A	2.27	1.87	0.83
B	1.27	1.43	0.81
C	0.14	0.36	0.62
D	0.0	1.03	1.62
Total	3.68	4.69	3.88

ゴミの種類として、大きく分類すると流木の様な天然の物と、ビニール等の人工の物の2種類に分けられるが、今回の対象は後者の人工の物とした。これは今回の調査目的が、海底に堆積した人工的なゴミへの対応を考察することであるためである。

調査海域A, B, Cは東シナ海におけるトロール漁場であり、水深100mから130mの平坦な海底地形を有している。

Fig. 1中のD海域はFig. 2に示したように、東シナ海及び

九州 (陸地) に挟まれた凹所となっている。このような地形の差 (平坦部と凹所部) があること, ビームトロールによる調査は2005年, 2006年の2カ年のみ行ったことを考慮し, A, B, C海域とD海域は区別して考察した。

結 果

A, B, C, 海域 (トロール漁場) での曳網回数をTable. 3に, 採取したゴミ個数とゴミ重量 (g) をTable. 4, 5に, 単位面積あたりのゴミ重量 (g/km^2) (以後ゴミ量と記す) とゴミ個数 ($pieces/km^2$) (以後ゴミ数と記す) の3年間の推移をTable. 6, 7に示した。

A海域のゴミ量の推移は2004年が25,514.7g/ km^2 , 2005年が24,204.7g/ km^2 , 2006年が29,600.5g/ km^2 であった。一方, ゴミ数は2004年が67.4個/ km^2 , 2005年が79.1個/ km^2 , 2006年が206.5個/ km^2 といった様に推移した。ゴミ量は3年間を通じて25~29g/ km^2 とほとんど変化はないが, ゴミ数で見ると, 2004年, 2005年が70~80個/ km^2 であり, 2006年は206個/ km^2 と多かった。これは, 2004年, 2005年では刺網等の漁具 (6,000g~8,000g) が数個採取されたが, 2006年はカゴ網 (約3,500g) が一つ採取されただけにとどまったためと考えられる。2004年, 2005年は一つ一つのゴミの重量が大きく, 2006年はゴミ数が多いという結果であった。

B海域のゴミ数の推移を見ると, 2004年は57.7個/ km^2 , 2005年は50.5個/ km^2 , 2006年は50.8個/ km^2 と, ほぼ変化がなかったが, ゴミ量で見ると, 2004年は33,901.9g/ km^2 , 2005年は9,571.5g/ km^2 , 2006年は685.2g/ km^2 となっており, ゴミ数とゴミ量の間に着しい差異が見られた。これは, 2004年のゴミの中に材木 (約1.2kg) や刺網 (660g) 等の1個体の重量が大きいゴミが採取され, 逆に2006年には1~2g程度の小型ゴミがほとんどで, 1個体の重量が大きいゴミが少なかったためである。

C海域のゴミ数の推移を見ると, 2004年は7.3個/ km^2 , 2005年は30.7個/ km^2 , 2006年は118.4個/ km^2 であり, 増加傾向を示した。ゴミ量で見ると, 2004年は8,818.0g/ km^2 , 2005年は14,446.6g/ km^2 , 2006年は15,018.2g/ km^2 であり, こちらも若干ではあるが増加傾向を示した。C海域はA, B海域とは異なり, 各年の漁具や材木といった個体の重量が大きい物の採取数に大きな差はなかった。

以上A, B, Cの海域で比較してみると, A海域での3年平均のゴミ個数が118個/ km^2 であったのに対し, B, C海域では50個/ km^2 強である。2006年のA海域のゴミ数が特に多かった事を考慮し, 2004年, 2005年の平均のゴミ数と比較しても, 2年間の平均ゴミ数は70個/ km^2 程であり, A海域で採取されるゴミが多い傾向にあると考えられる。

次に, 採取したゴミを国別に分類した。今回の調査で判別できたゴミの国名としては, 日本, 中国 (台湾も中国に含めた), 韓国, インドネシア, フィリピン, イスラエルがあった。この中で, インドネシア, フィリピン, イスラエルは他の3カ国と比べ, 採取される個数が3年間で1~2個と非常に少なく, これらの国籍の船舶を調査海域で見かける頻度も

Table 3. Number of tows in each sampling area and year

	A	B	C	D
2004	11	7	1	-
2005	10	10	2	22
2006	4	4	3	35

Table 4. Total number of litter pieces Sampled in each area and year

	A	B	C	D
2004	11	7	1	-
2005	10	10	2	22
2006	4	4	3	35

Table 5. Total weight of sampled litter in each area and year (g)

	A	B	C	D
2004	57,922	42,885	1,200	-
2005	45,291	13,647	5,183	9,181
2006	24,515	553	9,260	278,255

Table 6. Distribution density (g/km^2) of litter In each area and year

	A	B	C
2004	25,514.7	33,901.9	8,818.0
2005	24,204.7	9,571.5	14,446.6
2006	29,600.5	685.2	15,018.2

Table 7. Distribution density ($pieces/km^2$) of litter in each area and year

	A	B	C	D
2004	67.4	57.7	7.3	-
2005	79.1	50.5	30.7	69.1
2006	206.5	50.8	118.4	130.7

低いため, その他のゴミとして取り扱った。また, 国籍が判別できなかったゴミは不明として取り扱った。

分類したゴミの単位面積あたり3年間のゴミ量とゴミ数の推移をTable. 8, 9に示した。操業海域A, B, Cは日本, 中国, 韓国間での暫定措置水域である。そのため中国, 韓国, 日本の漁船が入り交じった状態で操業が行われている。そのような背景から, 上記3カ国のゴミが多く採取された。

A海域で各国のゴミ数を比較すると, 2004年の中国製5.7個/ km^2 , 韓国製0個/ km^2 , 日本製1.3個/ km^2 である。2005

Table 8. Distribution density (kg/km²) of litter by place of manufacture and year

A	Korea	China	Japan	Others
2004	0.0	495.6	68.3	0.0
2005	400.8	1,320.0	32.6	0.0
2006	6.0	421.4	30.2	10.9
B	Korea	China	Japan	Others
2004	0.0	316.2	4.0	0.0
2005	59.6	798.9	0.0	3.5
2006	0.0	6.2	0.0	0.0
C	Korea	China	Japan	Others
2004	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	0.0	139.4	0.0	0.0
2006	0.0	38.9	27.6	0.0
D	Korea	China	Japan	Others
2004	-	-	-	-
2005	1.0	781.9	67.2	0.0
2006	236.8	0.9	262.4	0.0

年, 2006年も2004年と同様に, 中国製のゴミが多い。2006年のA海域で, 中国製のゴミが他の年のA海域の値より顕著に大きくなっている。これは, 2006年7~8月にかけて, 中国に甚大な被害をもたらした, 台風4, 6, 8号の影響で, 陸上からのゴミの流入が増加したためと考えられる。

ゴミ量で見ると, 同じく中国製のもは2004年は495.6g/km², 2006年は421.4g/km²であるのに対し, 2005年では1,320.0g/km²と突出している。これは2004年, 2006年に採取された漁具は国籍不明であったのに対し, 2005年に採取された漁具は中国製と判別できたためである。このため, 2005年の中国製のゴミ量は, 他の2カ国のゴミ量と比べても大きくなっている。

B海域において, ゴミ数を比較すると, 中国製が2004年で4.7個/km², 2005年で3.5個/km², 2006年で1.2個/km²であった。韓国製は2005年に1.4個/km², 日本製は2004年に0.8個/km²が採取されただけであった。

ゴミ量で見ると, 2005年の中国製のゴミ量が798.9g/km²であり, 2004年の316.2g/km², 2006年の6.2g/km²と比べ突出している。これは, A海域と同様の傾向であり, その理由も同じであった。B海域においても中国製のゴミが多い結果であった。

C海域のゴミ数を見ると, 中国製のゴミは2005年に2.8個/km², 2006年に4.9個/km²採取された。しかし, 韓国製の物は3年間で一個も採取されず, 日本製の物も2006年に3.2個/

Table 9. Distribution density (pieces/km²) of litter by place of manufacture and year

A	Korea	China	Japan	Others
2004	0.0	5.7	1.3	0.0
2005	0.5	3.7	1.6	0.0
2006	1.2	31.4	2.4	1.2
B	Korea	China	Japan	Others
2004	0.0	4.7	0.8	0.0
2005	1.4	3.5	0.0	0.7
2006	0.0	1.2	0.0	0.0
C	Korea	China	Japan	Others
2004	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	0.0	2.8	0.0	0.0
2006	0.0	4.9	3.2	0.0
D	Korea	China	Japan	Others
2004	-	-	-	-
2005	1.0	1.9	2.9	0.0
2006	1.8	1.2	8.0	0.0

km²採取されただけであった。ゴミ量でも, 中国製が38.9g/km², 日本製が27.6g/km²となっており, この海域でも, 中国製のゴミが多い結果となった。

更に, ゴミ全体に占める中国製のゴミ量は漁具を除いても多く, 中国製144.2g/km², 日本製20.2g/km², 韓国製64.9g/km²であり, ここでも中国製のゴミが多いという結果であった。

2005年におけるA海域での韓国のゴミ量は400.8g/km²であり, 同じ韓国の他の年度, 海域と比べ大きくなっている, これは750gの長靴が採取されたためである。

A, B, C海域(トロール操業海域全体)で採取された中国製のゴミ数は, 2004年で3.5個/km², 2005年で3.3個/km², 2006年で12.5個/km²であり, 3年間平均で19.3個/km², 韓国製品は2004年で0個/km², 2005年で0.6個/km², 2006年で0.4個/km², 3年間平均で1.0個/km², 日本製品は2004年で0.7個/km², 2005年で0.5個/km², 2006年で1.9個/km², 3年平均で3.1個/km²であり, 中国製のゴミが他の2カ国のゴミ数と比べ, 多く採取されている。

一方, 日本製と韓国製の3年間のゴミ量を見ると, 韓国製が155.5g/km², 日本製が54.2g/km²である。しかし, 両国の3年間の平均ゴミ数の差は2.1個であり, ほぼ差異はない。このようなゴミ数とゴミ量の差異は, 日本製, 韓国製のゴミの多くは菓子袋等の小型のものだが, 韓国製のゴミの中に長靴等の, 一つでも重量の大きなものが含まれていたためである。

これらのことを考慮し、日本製と韓国製のゴミの推移を考えると、ほぼ横ばいであり、この2カ国間にゴミ量、ゴミ数の大きな差はないと考えられる。

一方、D海域においては、2005年からビームトロールを開始した。2年間の採取結果を見ると、中国製の平均ゴミ量は391.0g、日本製は164.8g、韓国製は118.9gとなっている。しかし、平均ゴミ数で見ると、中国製1.6個/km²、日本製は5.5個/km²、韓国製は1.4個/km²であり、ゴミ数に対して中国、韓国のゴミ量が大きくなっている。当海域においても2005年に中国製の漁具（約800g）が採取され、2006年に韓国製のプラスチックのボトル（約350g）が採取されたためである。しかし、ゴミ数では圧倒的に日本が多い結果であった。2年間の内訳を見ても、日本製のゴミ数が2005年は2.9個/km²、2006年は8個/km²である。これに対し、中国製のゴミは2005年で1.9個/km²、2006年で1.2個/km²、韓国製のゴミは2005年で1.0個/km²、2006年で1.8個/km²であり、日本製のゴミが他国のゴミより多い。これは、当海域が日本の経済水域内であり、日本の漁船が多く出漁することや九州陸岸に近く、陸上からの流れ込み等が一因であると考えられる。D海域の海底はFig.2に示したように、A、B、Cの海域と異なり海底の凹み、起伏が多い。そのためゴミの流入、流出といった物質移動に制限が加わるものと考えられる。先に述べたように、この海域での各国の2年間の平均ゴミ数は、中国製1.6個/km²、日本製は5.5個/km²、韓国製は1.4個/km²であり、日本の経済水域である当海域で操業を行う中国、韓国の船は少ないはずなので、これらのゴミは航行中の船舶より投棄、または陸上から流れ込んだゴミが海流により運ばれ、堆積したものと考えられる。

海底にゴミが堆積する主な要因として、その海域で活動する船舶数、船舶の種類、近くの陸岸からの流入に大きく影響される事が考えられた。

考 察

今回調査を行った東シナ海のA、B、Cは日中韓の暫定水域が重なり合う海域である。漁獲量の推移をFig.5（独立行政法人水産総合研究センター Web : <http://kokushi.job.affrc.go.jp/H18genkyou/H18youyaku/H18%20s63.pdf>）に、ゴミの種類をTable.10に示した。1990年代半ばから中国船の進出が著しく、国別の漁獲高に顕著に現れている。一方、日本、韓国はその中国の勢いに押されるように漁獲高は低下し、資源環境の悪化も相まって減船政策を行うという状況下である。そのため、当海域に出漁している隻数は、ここ数年横ばい、又は低下していると思われ、このような背景下での堆積ゴミは、海流、潮流等による多少の流入はあるが、主として、海上で何らかの活動（漁業など）を行う船舶から投棄されたものであろうと考えられる。これは、東シナ海の各国漁船の状況、特に漁業資源の移動によって漁場が北上する傾向にあり、今回の調査でもA、B、C海域の内、A海域で中国製のゴミが多く採取されたことにも現れている。しかし、B、C海域において、ゴミが減少しているわけではなく、特にC海域で

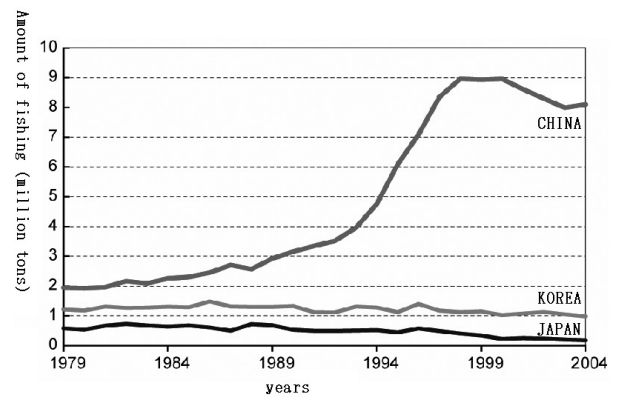


Fig. 5. Total catch amounts of fishing in the East China Sea and Yellow Sea by countries.

Table 10. Number of litter (pieces) by material and its use sampled in each area

	A	B	C	D
Fishing implement	49.0	33.0	12.0	19.0
Cloth, leather	17.0	4.0	1.0	11.0
Vinyl, plastic	160.0	54.0	26.0	185.0
Can, bottle, PET	20.0	7.0	1.0	6.0
Others	226.0	88.0	43.0	62.0
Total	472.0	186.0	85.0	283.0

は2005年が2.8個/km²であった中国製のゴミ数が2006年には4.9個/km²と増加傾向にある。更に、この海域は中国の経済水域に近く、出漁する中国漁船が他国の漁船よりも多い事や、2006年の中国の悪天候等の要因があると考えられる。また、日本製、韓国製のゴミ数の推移が横ばいであり、両国の漁獲高の推移から、漁船の出漁数もほぼ横ばいであると考えられ、その海域にゴミが堆積する主たる原因は出漁している船舶によるものではないかと考えられた。また、2006年の中国製のゴミ数の増加が台風等の影響でもたらされたと考えられることや、日本近海（今回の調査ではD海域）で顕著に日本製のゴミ数が多いという結果から、河川からのゴミの流入も堆積の要因と考えられる。しかし、近海（東京湾）での海底ゴミの調査¹⁾ではゴミ全体の3割程度が飲料缶であり、陸上からの流入は減少傾向という結果であったのに対し、本調査ではTable.10に示したように、海域毎の飲料缶の割合は約1%~4%、全体でも3%程度であり、近海であるD海域にゴミの減少傾向はみられず、この海域では陸上からのゴミの流入は少ないと考えられる。

今回の調査では国名判断ができなかった物の中に、テグス、網等の漁具も多くあった。これらのゴミは比較的重量が大きく、海流などにより運ばれるよりも、当該海域で活動する漁船から投棄され、そのまま堆積した物と考えられる。自国の経済水域内のゴミについては陸上でのゴミ問題の高まりもあり、地域的な掃海活動は行われ始めている。しかし、本調査海域のような、国際的な海域における取り組みは、ほとんど行われていない

状況である。乱獲による漁業資の低下に伴い、TAC等の漁獲量に対する取り組みはなされている。また、APEC等 (<http://www.wpcouncil.org/documents/APECSeminar/index.html>) でゴミ問題の話し合いも国際的に行われている。しかし、これらの内容を一般的に耳にすることが少なく、海上での活動が多い船員にとってはさらに縁遠いものである。

仮に漁獲量の調整がうまくいったとしても、投棄されたゴミが無くなることはなく、将来的にゴーストフィッシング²⁾や水質汚染等、漁場の荒廃を招き、結果として漁業資源にも悪影響を与えることが考えられる。更に、今回のD海域の結果から、海流によって運ばれてくるゴミも多少は存在すると考えられるため、自国のみでの掃海活動を行っても100%の効果を上げることは難しく、ここでも国際的な取り組みの必要性があると考えられる。国際海岸クリーンアップ(クリーンアップ全国事務局(JEAN) Web: <http://www.jean.jp/index.html>)等、ゴミについての国際活動は行われているが、海岸に打ち寄せるゴミが対象であり、今後、海底ゴミの調査へシフトされることを期待したい。しかし、現状は国際的に話し合うほどには、海底に堆積したゴミについての資料が多くないのも事実であり、今後も継続して実態調査を行っていく必要があると思われる。

また、回収したゴミの処分という問題もある。処分場、コストなど、課題となる事項が多く、実際、海底に堆積したゴミの回収を行ったものの、そのゴミの処分に困り回収活動をやめてしまったという例もある。回収したゴミの処理の道筋を考えるには、経済的な問題が大きく、また船舶からの投棄をなくすという視点から見ると、モラル=教育の問題まで踏み込む必要がある。ゴミの投棄の問題については、著者らが船内廃棄物について行った調査報告³⁾の中でも述べているが、陸上を離れて活動する船舶において、航海や操業へと出る際に積み込む物の量を減らすことには限界があり、そのよ

うな中での廃棄物の格納場所、処分方法は船舶の性質上限られている。さらに、船上焼却が禁止され、海上投棄へつながらざるも考えられる。船舶の建造時におけるゴミ処理コストの増加、既存の船舶においては構造の大幅な改造等を含め、対応にコスト問題がついて回る。これらの問題の解決、特にゴミ処理についての道筋を見いだすことが必要である。⁴⁾ もちろん、船舶を運航する者が意識を持ち、海洋へのゴミの投棄をしないことは大切であるが、一個人及び漁業組合等の小規模での対応は非常に困難な部分があり、県や国といった行政の参加が不可欠であろう。海底堆積ゴミへの対策は、海上で活動する船舶のゴミに対する意識の向上はもとより、陸上からの流入の低減、及び国際的な視点に立って、関係の深い国同士の協力体制の構築などを考えなければならない。

著者らは、今後も継続的にゴミの調査を行い、通常は人目につかないがために軽視されがちな海底堆積ゴミの現状を明らかにし、海底堆積ゴミが陸上ゴミと同様、早急に取り組みなければならない問題であることを認識し、監視していくことが必要と訴える。

参考文献

- 1) 栗山雄司・東海 正・田島健治・兼廣春之: 東京湾海底におけるゴミの組成・分布とその年代分析, 日水誌, 69, 770-781 (2003).
- 2) 松下吉樹・本多直人・藤田 董・渡部敏広: 浅海域に放置した刺網の形状の変化, 水産総合研究センター研報, 第10, 15-17 (2004).
- 3) 吉村 浩・合田政次・兼原壽生・青島 隆・村尾 彰: 練習船における廃棄物処理について, 水産学, 82, 25-31 (2002).
- 4) 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, pp212-215 (2002).