

Ⅲ. 海洋環境への影響に係る調査結果

1. 目的

漂流・海底ごみが海洋環境へ及ぼす影響について、文献調査及びヒアリング調査により、その実態を把握することを目的として実施する。

2. 調査内容・方法

2.1 文献調査

2.1.1 文献の収集方法

本調査では、我が国及びその周辺（太平洋や日本海周辺）における漂流・海底ごみによる海洋環境への影響に関する文献を、原則近年 5 ヶ年（2008 年～2012 年）の学術雑誌や国際機関の報告書を対象として収集した。検索は、文献検索システム（Science Direct 等）を用いて行い、収集した文献を 2.1.2 に示した観点に基づいて整理した。

また、収集・整理にあたって、対象海域や近年の情報が不足している観点については、適宜対象海域以外や 2008 年以前の代表的な文献から得られる事例も対象とした。加えて、ヒアリング対象の先生方の文献についても、適宜利用した。

2.1.2 文献を整理する観点

文献の収集・整理にあたって、海洋環境への影響を評価する観点（影響評価項目）を抽出するため、環境要素と影響要因のマトリックスを作成した。Gregory（2009）及び Cole et al.（2011）を参考に、環境要素としては水質、底質及び生物の 3 項目とし、影響要因としては人工物の海洋ごみとしてプラスチック類、微細なプラスチック類及び漁具とする。漂流ごみ、海底ごみそれぞれについてマトリックスを以下のように作成し、それぞれの項目別に整理した。

漂流ごみに関するマトリックス

環境要素 \ 影響要因	プラスチック類 (漁具も一部含む)	微細な プラスチック類	漁具によるゴースト フィッシング (主に漁網)
水質	○	○	—
底質	—	—	—
生物	○	○	○

注：○影響があると考えられる、—影響はないと考えられる。

海底ごみに関するマトリックス

環境要素 \ 影響要因	プラスチック類 (漁具も一部含む)	微細な プラスチック類	漁具によるゴースト フィッシング (主にカゴ)
水質	○	○	—
底質	○	○	—
生物	○	○	○

注：○影響があると考えられる、—影響はないと考えられる。

上記のマトリックスに基づいて、文献を収集・整理する観点（影響評価の観点）を漂流ごみ及び海底ごみのそれぞれについて抽出すると、以下のようになる。

漂流ごみ	海底ごみ
・汚染物質の溶出等 ・生物への絡まり ・生物による取込み ・移入種 ・ゴーストフィッシング	・汚染物質の溶出等 ・汚染物質の蓄積 ・生物生息環境の変化 ・生物による取込み ・ゴーストフィッシング

2.2 ヒアリング調査

上記の 2.1 の文献調査で示した影響評価の観点に関して、知見を有すると考えられる以下の 5 名の有識者へのヒアリングを実施した。

- 高田秀重 教授（東京農工大学農学部環境有機地球化学研究室）
ヒアリング内容：プラスチックに関連する汚染物質（特に残留性有機汚染物質）に関する知見について
- 磯辺篤彦 教授（愛媛大学沿岸環境科学研究センター）
ヒアリング内容：プラスチックに関連する汚染物質（重金属）に関する知見について
- 道祖土勝彦 准教授（日本大学薬学部薬学科）
ヒアリング内容：プラスチックに関連する汚染物質（プラスチックの原材料に起因）に関する知見について
- 小城春雄 名誉教授（北海道大学）
ヒアリング内容：生物（特に鳥類）による取込みに関する知見について
- 兼廣春之 教授（大妻女子大学家政学部被服学科）
ヒアリング内容：・生物生息環境の悪化に関する知見について
・ゴーストフィッシングに関する知見について

3. 文献調査結果

3.1 漂流ごみに関する調査結果

3.1.1 プラスチック類の影響

(1) 水質への影響

a) 重金属による汚染

Nakashima et al. (2012) は、2009 年 10 月、五島列島の大串海岸において採取したサンプルについて、蛍光 X 線分析でクロム、カドミウム、スズ、アンチモン、鉛（Cr、Cd、Sn、Sb、Pb）濃度を分析し、プラスチックごみ由来の総金属量を算出した。また、回収したポリ塩化ビニル（PVC）製のブイを用いた溶出試験を実施し、この結果と測定したごみ重量から、大串海岸の PVC 製ブイからの Pb 溶出フラックスを推定した。

この結果、大串海岸の漂着ごみ由来の Pb 量は、ポリエチレン（PE）ごみで $23 \pm 11\text{g}$ 、PVC ごみで $284 \pm 247\text{g}$ と推計され、その他回収されたごみと合わせて合計で $313 \pm 247\text{g}$ と推計された。これは対象とした金属の中で最も多い結果であった（Cr、Cd、Sb は定量下限値未満。）。また、

回収した PVC 製ブイの金属溶出試験では、Pb の溶出フラックスが $(0.45 \pm 0.45) \times 10^{-3} \text{g/h}$ であり、年間の溶出量は $0.6 \pm 0.6 \text{g/year}$ であるという推計がされた。本溶出試験では、漂着したごみからの溶出を想定しているため、精製水を使用して試験が行われたが、自然環境下において溶出した Pb は、地下水や海水をとおして海洋中にも流れ出しているものと考えられる。Nakashima et al. (2012) は、プラスチックごみは有害金属の輸送媒体 (transport vector) として機能しており、今後も注視が必要であると指摘している。

b) プラスチックの原料由来の汚染

Saïdo et al. (2012b) は、ブイやフロート、水産品の運搬・保存に広く使われている発泡ポリスチレン (PS) は、海洋環境で分解・破砕され、スチレンオリゴマー (SO) (スチレンモノマーが複数結合した重合体の総称。スチレンジイマーやスチレントリマー等。) を発生することを指摘している。また、道祖土ら (2012a) は、沖縄、八重山諸島において採取した海水、砂を選択イオンモニタリング・ガスクロマトグラフィ／質量分析 (SIM-GC/MS) 法により分析した。その結果から、海洋環境中に存在する SO 組成が、精製した PS 単独の熱分解生成物組成及び市販製品中の SO 組成とほぼ同様であり、SO の発生源は漂流・漂着 PS であることを明らかにした。

(2) 生物への影響

これまでプラスチックの絡まり、取込みによる被害が確認された生物は、250 種以上に及ぶ (Laist 1997)。主な生物分類群は、カメ、ペンギン、アホウドリ、ウミツバメ、ミズナギドリ、海岸に生息する鳥類 (海鳥以外も含む)、トウゾクカモメ、カモメ、ウミスズメ、ヒゲクジラ、ハクジラ、イルカ、アザラシ、アシカ、オットセイ、マナティ、ジュゴン、ラッコ、魚類、甲殻類等が含まれる (Laist 1997) (表 3.1-1)。

表 3.1-1 絡まり及び取込み事例が存在する種数及び割合

分類	生物の種類	世界の 種数合計	絡まり事例が 存在する種数 とその割合	取込み事例が 存在する種数 とその割合
海ガメ		7	6 (86%)	6 (86%)
海鳥		312	51 (16%)	111 (36%)
	ペンギン (Sphenisciformes)	16	6 (38%)	1 (6%)
	カイツブリ (Podicipediformes)	19	2 (10%)	0 (0%)
	アホウドリ、ミズナギドリ (Procellariiformes)	99	10 (10%)	62 (63%)
	ペリカン、カツオドリ、ウ、グンカ ンドリ、ネットアイチョウ (Pelicaniformes)	51	11 (22%)	8 (16%)
	トウゾクカモメ、カモメ、アジサシ、 ウミスズメ (Charadriiformes)	122	22 (18%)	40 (33%)
	その他鳥類	—	5	0
海産哺乳類		115	32 (28%)	26 (23%)
	ヒゲクジラ (Mysticeti)	10	6 (60%)	2 (20%)
	ハクジラ (Odontoceti)	65	5 (8%)	21 (32%)
	オットセイ、アシカ (Otariidae)	14	11 (79%)	1 (7%)
	アザラシ (Phocidae)	19	8 (42%)	1 (5%)
	マナティ、ジュゴン (Sirenia)	4	1 (25%)	1 (25%)
	ラッコ (Mustellidae)	1	1 (100%)	0 (0%)
魚類		—	34	33
甲殻類		—	8	0
イカ		—	0	1
	種合計		136	177

(出典 : Laist 1997)

漂流ごみによる絡まりが発生した生物は、比較的短期間で死亡する場合もあるが、絡まりの度合いによっては長期間(複数年)に渡って影響が続く場合もある(Butterworth et al. 2012)。長期間に渡って影響を受ける場合、絡まりが発生している部位の締付や食い込み等直接的な傷以外にも、場合によっては絡まりにより遊泳能力や潜水能力が低下し、結果として摂餌ができなくなる、またホルモンバランスが崩れる等の間接的な影響が発生すると考えられている(UNEP and FAO 2009, UNEP 2011, Butterworth et al. 2012)。

また、海産哺乳類、鳥類では特に若い個体が被害に遭いやすいとされている(Raum-Suryan et al. 2009, Butterworth et al. 2012)。これは、若い個体が特に好奇心旺盛で、知らないものに対する恐怖心が少ないこと、絡まった場合も絡まりから抜ける術を知らない、力が足りない等の理由が考えられている(Butterworth et al. 2012)。カリフォルニアで発生した漁具の絡まりや取込み事例でも、若い個体は、ペリカンで約30%、カモメや鰭脚類の場合約2倍被害を受けやすいという結果が出ている(Dau et al. 2009)。ただし、例外的にザトウクジラでは、若い個体の被害のほうが少ないとの報告も存在する(Neilson et al. 2009)。

a) 海産哺乳類

① 絡まり

漂流ごみの海産哺乳類への絡まりは、クジラ目 14 種、海牛類 1 種、ラッコ、鰭脚類 20 種において確認されている（表 3.1-2）¹。

表 3.1-2 絡まりの事例が存在する海産哺乳類

分類	和名	学名
クジラ目	グリーンランドクジラ、ホッキョククジラ	<i>Balaena mysticetus</i>
	ミンククジラ	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>
	コククジラ	<i>Eschrichtius robustus</i>
	ミナミセミクジラ	<i>Eubalaena australis</i>
	セミクジラ	<i>Eubalaena glacialis</i>
	ハナゴンドウ*	<i>Grampus griseus</i>
	ザトウクジラ	<i>Megaptera novaengliae</i>
	シャチ	<i>Orcinus orca</i>
	ネズミイルカ	<i>Phocoena phocoena</i>
	イシイルカ	<i>Phocoenoides dalli</i>
	マッコウクジラ	<i>Physter macrocephalus</i>
	スジイルカ*	<i>Stenella coeruleoalba z</i>
	ミナミバントウイルカ*	<i>Tursiops aduncus</i>
	バンドウイルカ	<i>Tursiops truncatus</i>
海牛類	フロリダマナティ	<i>Trichechus manatus latirostris</i>
ラッコ	ラッコ	<i>Enhydra lutris</i>
鰭脚類	ミナミアメリカオットセイ	<i>Arctocephalus australis</i>
	ニュージーランドオットセイ	<i>Arctocephalus forsteri</i>
	ナンキョクオットセイ	<i>Arctocephalus gazelle</i>
	フェルナンデスオットセイ	<i>Arctocephalus philippii</i>
	ミナミアフリカ／オーストラリアオットセイ	<i>Arctocephalus pusillus</i>
	グアドループオットセイ	<i>Arctocephalus townsendi</i>
	キタオットセイ	<i>Callorhinus ursinus</i>
	トド	<i>Eumatopias jubatus</i>
	ハイイロアザラシ	<i>Halichoerus grypus</i>
	ヒョウアザラシ	<i>Hydrurga leptonyx</i>
	キタゾウアザラシ	<i>Mirounga angustirostris</i>
	ミナミゾウアザラシ	<i>Mirounga leonine</i>
	チチュウカイモンクアザラシ	<i>Monachus monachus</i>
	ハワイモンクアザラシ	<i>Monachus schauinslandi</i>
	オーストラリアアシカ*	<i>Neophoca cinerea</i>
	オタリア	<i>Otaria flavescens</i>
	タテゴトアザラシ	<i>Phoca groenlandica</i>
	ゴマフアザラシ	<i>Phoca vitulina</i>
	ニュージーランドアシカ	<i>Phocarctos hookeri</i>
	カリフォルニアアシカ	<i>Zalophus californianus</i>

*は Laist 1997 に記載がない種

（出典：Katsanevakis 2008 をもとに作成）

¹ ただし、絡まりの事例は、釣糸、漁網等漁具によるものも含まれる。

Raum-Suryan et al. (2009) は、2000 年から 2007 年にかけて、南東アラスカとブリティッシュコロンビアの北側におけるトド (*Eumetopias jubatus*) の絡まりについての状況を調査した。双眼鏡や写真を利用した調査の結果、386 個体について絡まりが確認され、そのうちその素材が確認できた個体の 54%が梱包用のヒモ、40%がゴムヒモ、7%が漁網、2%が釣糸による絡まりであった。また、絡まりの部位としては、首 (49%) が最も多く、その他口やヒレ、頭部にも絡まりが確認された。この地域の特徴として、サケ漁に由来する漁具が多いことがあげられる。絡まりの原因となる素材は、地域性が見られることが明らかになっており、その他の地域ではトロール網 (Fowler 1987、Zavadil et al. 2007 cited in Raum-Suryan et al. 2009)、延縄漁業用の釣糸 (Perez 2006 cited in Raum-Suryan et al. 2009) 等による被害が報告されている。

Neilson et al. (2009) は、南東アラスカの北側においてザトウクジラ (*Megaptera novaeangliae*) の傷を撮影し、その状況から過去の絡まり履歴を判断する調査を行っている。2003 年から 2004 年にかけて行われた調査によると、過去に絡まりに遭ったことがある個体は、52~78%であることが推測された。2003 年から 2004 年の 1 年間の間に、新たに絡まりの被害に遭遇したと思われる個体が全体の 8%を占めていた。ザトウクジラの場合は、絡まりが発生しても自力で逃れることが可能である場合が多いと考えられている。

②取込み

取込みは、少なくともクジラ目 32 種、海牛類 1 種、ラッコにおいて確認されている。また、鰭脚類の取込みは、絡まりに比べて圧倒的に確認事例が少なく、2 種 (キタゾウアザラシ、トド) においてのみ確認されている (表 3.1-3)。

表 3.1-3 取込みの事例が存在する海産哺乳類

分類	和名	学名
クジラ目	グリーンランドクジラ、ホッキョククジラ	<i>Balaena mysticetus</i>
	ミンククジラ	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>
	ニタリクジラ*	<i>Balaenoptera edeni</i>
	ナガスクジラ*	<i>Balaenoptera physalus</i>
	ツチクジラ	<i>Berardius bairdii</i>
	マイルカ	<i>Delphinus delphis</i>
	コビレゴンドウ	<i>Globicephala macrorhynchus</i>
	ヒレナガゴンドウ	<i>Globicephala melas</i>
	ハナゴンドウ	<i>Grampus griseus</i>
	キタトックリクジラ*	<i>Hyperoodon ampullatus</i>
	コマッコウ	<i>Kogia breviceps</i>
	オガワコマッコウ	<i>Kogia simus</i>
	ハナジロカマイルカ*	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>
	カマイルカ	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>
	セマイルカ	<i>Lissodelphis borealis</i>
	コブハクジラ	<i>Mesoplodon densirostris</i>
	ヒガシアメリカオウギハクジラ	<i>Mesoplodon europaeus</i>
	オウギハクジラ*	<i>Mesoplodon stejnegeri</i>
	スナメリ*	<i>Neophocoena phocoenoides</i>
	シャチ*	<i>Orcinus orca</i>
	ネズミイルカ	<i>Phocoena phocoena</i>
	イシイルカ	<i>Phocoenoides dalli</i>
	マッコウクジラ	<i>Physeter macrocephalus</i>
	ラプラタカワイルカ	<i>Pontoporia blainvillei</i>
	オキゴンドウ	<i>Pseudorca crassidens</i>
	コビトイルカ	<i>Sotalia fluviatilis</i>
	ギアナコビトイルカ*	<i>Sotalia guianensis</i>
	マダライルカ*	<i>Stenella attenuate</i>
	スジイルカ	<i>Stenella coeruleoalba</i>
	シワハイルカ	<i>Steno bredanensis</i>
	バンドウイルカ	<i>Tursiops truncatus</i>
	アカボウクジラ	<i>Ziphius cavirostris</i>
海牛類	フロリダマナティ	<i>Trichechus manatus latirostris</i>
鰐脚類	キタゾウアザラシ	<i>Mirounga angustirostris</i>
	トド	<i>Eumatopias jubatus</i>

*は Laist 1997 に記載がない種

(出典 : Katsanevakis 2008)

漂流・海底ごみの取込みが海産哺乳類に与える影響については、一般的に混獲された又は海岸等に打ち上げられた生物の検視によりのみ調査可能である。したがって、取込みは海産哺乳類へ健康被害を与える問題であるとの認識がされているものの、これまで多くの文献によりその影響が報告されている絡まりに比べて、取込みが直接的に海産哺乳類の健康へ与える影響、特に取込みと生物の死亡との関係性については報告例が少ない (Jacobsen et al. 2010)。

Jacobsen et al. (2010) は、2008 年 2 月と 3 月にカリフォルニア州の海岸 (それぞれクレ

セントビーチ近くとトマレスポイント) に打ち上げられた 2 個体のオスのマッコウクジラ (*Physeter macrocephalus*) の体内を調査した。その結果、2 個体合わせて大きさ 10cm² から 16m² 程度の漁網の破片が 164 片発見された (表 3.1-4)。また、これらの漁網の種類は 134 にも及んだ。クレセントビーチ近くに打ち上げられた個体は、目立った外傷はなかったが、大量の漁網が圧縮された形で胃から発見され、その死因は胃破裂であると考えられた。また、トマレスポイントで発見された個体は、背面に釣糸が絡まりついたと思われる傷以外の外傷は見られなかったが、貧栄養であると推測された。同個体の胃内部からは大量の漁網、釣糸、レジ袋が発見され、これらが幽門胃 (第 3 胃) を完全に塞いでいた。これにより、胃が圧迫され餓死したものと考えられる。

表 3.1-4 マッコウクジラの体内から検出されたごみの概要

ごみの種類	個体① (クレセントビーチ)	個体② (トマレスポイント)	合計
漁網片の数	59	105	164
漁網の種類数	44	96	134
漁網の乾燥重量 (kg)	22.16	57.14	79.30 (81%)
釣糸の乾燥重量 (kg)	1.47	15.41	16.88 (17%)
レジ袋の乾燥重量 (kg)	0.57	1.08	1.65 (2%)
乾燥重量合計 (kg)	24.20	73.63	97.83

(出典 : Jacobsen et al. 2010)

b) 鳥類

① 絡まり

鳥類の絡まりの事例は、取込み (微細なプラスチックを含む) に比べて圧倒的に少ないが (Laist 1997, Ryan et al. 2009) (表 3.1-5)、既存の文献によると、56 種において絡まりの事例が確認されている (Laist 1997)。

佐藤ら (2011) によると、静岡県御前崎地域と茨城県の大洗地域における漂着鳥類調査において確認された全 14 目 20 科 42 種 876 個体のうち、テグス等の絡まりが 5 目 5 科 7 種 14 個体の鳥類において確認されている。テグス等による斃死個体数で最も多かったのは、ウミネコで、その他オオハム、カモメ、カワウ、ゴイサギ、ハシボソミズナギドリ、ユリカモメについても斃死が確認された。ウミネコの全斃死数に対するテグス等による斃死個体の割合は 25.8% であった。

Votier et al. (2011) は、英国におけるシロカツオドリ (*morus bassanus*) の調査において、鳥類の中にはロープや釣糸等を巣材として利用する種もあり、それが結果的に絡まりを引き起こす場合もあると指摘している。この調査では、シロカツオドリの巣に含まれるプラスチックの量が平均で 469.1g (合成繊維のロープが最も多い) であること、また 8 年間で 525 個体の絡まりが確認されている。この結果から、年間平均 62.85 ± 26.84 個体が絡まりの被害に遭うとの推計がされており、その多くはヒナよるものである。

Butterworth et al. (2012) によると、鳥類による取込みは多くの場合、腸内のプラスチックが満腹感を与えたり、食物を保持、消化する機能を阻害してしまう。また、その結果、餓死してしまうという事例も報告されている。採餌への直接的な影響以外にも、プラスチックの取

込みが効率的な潜水、営巣、飛行へ影響を及ぼす可能性も指摘されている。また、Ryan et al. (2009) は、取込みが若い個体に多く見られる理由として、親鳥からの餌を選べないということと、若鳥が適切な餌を判断する能力が低いことを挙げている。

表 3.1-5 鳥類の絡まり、取込み事例が存在する種数及びその割合

生物の種類	絡まり事例のみが存在する種数とその割合	取込み事例のみが存在する種数とその割合	絡まり及び取込み事例が存在する種数とその割合
ペンギン (Sphenisciformes)	5 (83%)	0 (0%)	1 (17%)
カイツブリ (Podicipediformes)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
アホウドリ、ミズナギドリ (Procellariiformes)	9 (53%)	53 (84%)	9 (14%)
ペリカン、カツオドリ、ウ、ゲンカンドリ、ネッタイチョウ (Pelicaniformes)	10 (20%)	6 (35%)	2 (12%)
トウゾクカモメ、カモメ、アジサシ、ウミスズメ (Charadriiformes)	27 (20%)	87 (63%)	12 (24%)
その他鳥類	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

(出典: Laist 1997)

②取り込み

鳥類によるプラスチック取込みについて、ミッドウェイ環礁におけるコアホウドリ (*Diomedea immutabilis*) による事例が報告されている (Auman et al. 1997、藤枝 2003)。Auman et al. (1997) によると、1994～1995 年に回収された 251 個体の死亡又は怪我をした若いコアホウドリの解剖の結果、プラスチック片、発泡スチロール、ビーズ、釣糸、ボタン、チェスの駒、ライター、おもちゃ、PVC パイプ、ゴルフのティー、食器洗い用手袋、マジックペン、ケミカルライト等の人工物の取込みが確認された。また、ミッドウェイ環礁においてコアホウドリの死がいから回収されたライターの分析を行った藤枝 (2003) によると、日本のライターが 58.2%と半数以上を占め、それ以外では中国、台湾のライター (18.8%)、韓国 (1.2%) が確認されている。Auman et al. (1997) は、コアホウドリの死亡とプラスチックの直接の因果関係は明らかではないとしたうえで、取込みが栄養不足 (Dickerman and goelet 1987) や脂肪沈着の妨げ (Connors and Smith 1982)、胃の圧迫 (Gry et al. 1987)、潰瘍の原因 (Sileo et al. 1990) となった事例を紹介している。

c) ウミガメ

①絡まり

ヒラタウミガメ以外のウミガメは、孵化後数年間は海表面を漂い生活する。これは多くの海洋中のごみと同様に、海流や風の影響を受けることを意味しており、結果として漂流ごみと遭遇する可能性が高くなる (Katsanevakis 2008)。世界の 7 種のウミガメの全てで絡まりの事例が確認されており (表 3.1-6)、そのうちの 3 種 (オサガメ、タイマイ、ケンブヒメウミガメ) が IUCN のレッドリストカテゴリー (バージョン 2.3 及び 3.1) で絶滅危惧 IA 類に分類されている事実に鑑みると、絡まりがウミガメの個体数へ与える影響は少なくない。ウミガメの絡ま

りは、その多くが釣糸等の漁具に由来するが、その漁具が漁業中に絡まったものか、逸失した漁具に由来するかの判断は現実的には難しい (Katsanevakis 2008)。

表 3.1-6 絡まり及び取込みの事例が存在するウミガメ

和名	学名
アカウミガメ	<i>Caretta caretta</i>
アオウミガメ	<i>Chelonia mydas</i>
オサガメ	<i>Dermochelys coriacea</i>
タイマイ	<i>Eretmochelys imbricate</i>
ケンプヒメウミガメ	<i>Lepidochelys kemp</i>
ヒメウミガメ	<i>Lepidochelys olivacea</i>
ヒラタウミガメ*	<i>Natator depressus</i>

*は Laist 1997 に記載がない種 (出典：Katsanevakis 2008)

②取込み

これまでウミガメの腸内から発見されたごみは、プラスチック袋、プラスチック片、タール、釣糸、ロープ、発泡スチロール、ゴム、釣針、炭、アルミ缶、アルミホイル、ダンボール、漁網片、布、プラスチック球、糸、木片、タバコのフィルター、セロファン、ボトル、ビニールフィルム、風船片、王冠等が挙げられる (Katsanevakis 2008)。また絡まり同様、7 種全てにおいて取込みの事例が確認されている (表 3.1-6)。

Lazar and Gracan (2011) は、アドリア海において 2001 年から 2004 年に漂着したアカウミガメの死がい解剖した。その結果、全 54 個体のうち、35.2%である 19 個体から、ロープ、発泡スチロール、釣糸等を含めたプラスチック類が発見された。

また、Tourinho et al. (2010) の調査では、2006 年 12 月から 2007 年 3 月の 4 ヶ月間にブラジル南岸で発見された 34 個体のアオウミガメの全個体の気管、胃、腸から、何らかの人工物が発見された。プラスチック片はほとんど全ての個体の体内から発見されており、その他にも釣糸、ロープ、ゴム等も発見された。

Katsanevakis (2008) によると、ウミガメの複数の文献調査から、取込まれた漂流ごみは、その大きさや種類にもよるが、多くの場合消化器官を通して排泄されるものと考えられている。しかし、一部のごみ、例えば、釣針やガラス片等は消化器系に傷をつける、プラスチック袋は消化経路を塞ぐことがあり、これらが直接的な原因となって死亡した例も報告されている (Greenpeace 2006, Bjorndal et al. 1994 cited in Katsanevakis 2008)。また、取込みによる長期的な影響として、栄養不足 (Nutrient / Dietary dilution) が考えられる。これは、プラスチックごみ等の存在により、消化器官の消化効率が低下してしまうことを指し、特に若い個体にとって、取込むことができる栄養分やエネルギーの減少は、その成長に深刻な影響をもたらすと考えられる (Mccauley and Bjorndal 1999 cited in Katsanevakis)。栄養不足の結果として、個体の成長が阻害されたり、場合によっては死に至ることによって、種全体へ影響が及ぶ可能性も否定できない。

d) 魚類

① 絡まり

魚類における絡まりは、34 種において確認されているが、その多くは逸失漁具によるゴーストフィッシングによるものである (Laist 1997) (ゴーストフィッシングについては 3.1.3 項参照)。ゴーストフィッシング以外の事例として、Wegner et al. (2012) は、サンディエゴ沖で太さ 1.9cm のロープが頭部に巻き付いたオスのアオザメ (*Isurus oxyrinchus*) を発見した。このアオザメは、ロープが食い込んだ背面に大きな傷があったほか、ロープとそれに付着するフジツボ重みによると考えられる側湾症の傾向が見られた。このロープには、4 種のフジツボが合計 52 個付着しており、フジツボの日齢から、このロープが少なくとも 150 日間以上巻きついていることが推定された。このアオザメへのロープの絡まりは、遊泳能力の低下を引き起こしていたことが予想され、それに伴い、エサの捕獲率が低下し、栄養不足に陥っているものと考えられた。また、絡まりによる直接的な影響として、大きな獲物の飲み込みにも支障があるものと考えられた。Wegner et al. (2012) は、このロープを外し、その後、タグをつけて 54 日間観察したところ、最初の数日間は通常の遊泳パターンと異なっていたものの、その後通常の遊泳パターンに戻ったことから、順調に回復したことが伺えた。

② 取り込み

魚類による取込みの例として、ミズウオ (*Alepisaurus forex*) がプラスチック片を取込んだ事例が駿河湾やインド洋で確認されている (伊藤ら 2005、Fujieda et al. 2008)。伊藤ら (2005) は、駿河湾において、環境教育の一環としてミズウオの解剖を行っており、1999 年から 2004 年までの間に海岸に打ち上げられた 44 個体の胃の内容物を同定している。その結果、ビニール袋やペットボトルの蓋、食品の包装袋等のプラスチック片を捕食していたミズウオは 73% の 32 個体で、1 個体あたり平均 5.0 個のプラスチック片を捕食していた。これは、久保田 (1995) (cited in 伊藤ら 2005) による 296 個体の調査結果である 3.1 個/個体よりも多い結果であった。また、これらすべての結果を合わせると、駿河湾において調査した全 340 個体のうち、66% である 216 個体においてプラスチックの取込みが確認されており、平均で 3.6 個/個体のプラスチック片の取込みであるという結果が得られた。

e) 移入種

漂流プラスチックごみや漁具による移入種の運搬は、一般的に広く知られている船舶のバラスト水等による種の移動に比べるとその規模は比較的小さいものと考えられている。しかし、漂流するごみにはこれまで、バクテリア、マクロ又はマイクロ藻類、フジツボ類、ヒドロ虫、外肛動物、海綿動物、多毛類、ウニ、軟体動物、尾索動物等が付着していることが確認されており、海洋中に漂流する多量のごみが、これらの生物の本来の生息域ではない海域への移動手段となっている (Katsanevakis 2008)。赤潮の原因となる種の付着も確認されており、移動先の生態系への深刻な影響も考えられる。特に、漂流ごみの特徴である、分解のされにくさ、数・量の多さ、船舶に比した移動の緩慢さが、生物の移動に対して有利に働いていると考えられている (Greenpeace 2006)。ある生物種の移動が、漂流するごみによるものなのか、あるいはその他の船舶やバラスト水の移動によるものなのかの判断は非常に難しいが、ある推計によると、漂流するごみにより、海洋生物の移動の機会が熱帯地域で約 2 倍、緯度 50 度以上で約 3 倍に

増えるとされている (Barnes 2002 cited in Greenpeace 2006)。また、海洋中のごみは、船舶航行の頻度が低い地域へも海流や風の影響で漂流する可能性があり、結果として移入種による被害が発生する可能性が高まると言える (Barnes 2002 cited in Greenpeace 2006、Katsanevakis 2008)。

3.1.2 微細なプラスチック類の影響

微細なプラスチックはマイクロプラスチックと呼ばれることもある。しかし、その定義は曖昧で、文献により直径<10mm、<5mm、2-6mm、<2mm、<1mm 等様々である (Cole et al. 2011)。Arthur et al. 2009 (cited in UNEP and FAO 2009) によると、マイクロプラスチックは 5mm 未満のプラスチック片であるとの認識が一般的なようである。また、Cole et al. (2011) によると、海洋中の微細なプラスチックは、その形成過程により大きく二つに分けられる。まずは、微細な状態で製造されたプラスチック類である。これには、プラスチックの原料となるレジンペレットが含まれる。また、化粧品や歯磨き粉、研磨剤等に含まれるプラスチック類もこれに含まれる。もうひとつは、大きなプラスチックが微細化したプラスチック片である。海洋を漂流しているプラスチック類は、紫外線により劣化し、波等により破碎され、最終的にマイクロプラスチックとなる。これまで報告されている最も小さな微細化されたマイクロプラスチック片は $1.6\mu\text{m}$ であるが (Galgani et al. cited in Cole et al. 2011)、近年の研究では、微細化プロセスが進むにしたがい、ナノレベルまで微細化される可能性についても指摘されている。また、生分解性プラスチックについても、陸上における分解が十分でない状況で海洋中に流出した場合には、マイクロプラスチック化する恐れも指摘されている (Thompson et al. 2004 cited in Cole et al. 2011)。海洋中に存在するマイクロプラスチック量としては微細化したプラスチック片のほうがレジンペレットよりも圧倒的に多いため、影響が大きいと考えられている (Teuten et al. 2009)。

本項では、大きさや製造過程にとらわれず、微細なプラスチック類による海洋環境への影響について取りまとめた。ただし、対象となる微細なプラスチック類の大きさや種類が明らかになっているものについては、その旨を明示した。

(1) 水質への影響

Teuten et al. (2009) は、海洋中のプラスチックによる影響は大きく 2 通り、①添加剤によるもの、②汚染物質の表面吸着によるものに分類できるとしているが、近年プラスチックの原料に由来する S0 による汚染の懸念も指摘されている (Saido et al. 2012b) ため、本項では、③として S0 の影響についても記載した。

a) 添加剤による汚染

プラスチックは一般的に生化学的に不活性であると考えられている。しかしながら、耐熱性、抗酸化性、微生物分解への耐性を高め、プラスチックの寿命を延ばすために製造段階で添加される可塑剤は、添加された物質そのものが生物にとって有毒である場合があるだけでなく、プラスチックの分解にかかる時間を延長するという意味でも問題となる (Cole et al. 2011)。可塑剤として広く使われているポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDE)、フタル酸エステル、ビスフェノール A (BPA) 等は、内因性ホルモンと同様の作用を持つことが確認されており、内

分泌かく乱物質として知られている。フタル酸エステルは、遺伝毒性障害（イガイの血球のアポトーシス）を引き起こすことにより、無脊椎動物の行動抑制や魚類の間性に影響を及ぼすことが明らかになっている（Cole et al. 2011）。また、BPA は、甲殻類へ非常に強い毒性を有していることが知られている（Cole et al. 2011）。

Teuten et al. (2009) によると、レジンペレットに比べてプラスチック製品のほうがノニルフェノール（NP）、オクチルフェノール（OP）、BPA 等の添加剤による汚染の可能性が高い。これは、プラスチック製品を加工する段階で添加剤がさらに加えられるためである。

ある調査では、日本の 12 の海岸で回収されたレジンペレットから、18~17,000ng/g の NP 検出された（Mato et al. 2002 cited in Teuten et al.）。Teuten et al. (2009) によると、PE ペレットに付着していた NP は、外洋（中央旋回）で検出された濃度（24.9~2,660 $\mu\text{g/g}$ ）のほうが、日本の海岸で検出された値よりも高かった。一方で、PCBs や PAHs は海岸で検出された濃度のほうが高かったことから、PE ペレットが海洋環境中から NP を吸着したのではなく、PE ペレットそのものから溶出しているものと考えられた。また、BPA についても、外洋で検出された値（5~284ng/g）は、日本の海岸で検出された値（<25ng/g）に比べて高く、この場合も PE そのものから溶出しているものと考えられた。

b) 汚染物質の表面吸着

マイクロプラスチックは、その体積に対して相対的に表面積が大きいこと、水溶性の金属、内分泌かく乱物質、残留性有機汚染物質（POPs）等の海水中の物質を吸着しやすい（Cole et al. 2011）。これまでの知見から、海岸に漂着したレジンペレットからは、ポリ塩化ビフェニル（PCBs）、多環芳香族炭化水素（PAHs）、有機塩素系の除草剤（DDT、DDE、DDD、HCH）、ホパンが検出されている（Teuten et al. 2009）。これらの化学物質は主として海面のミクロ層に存在しており、これはマイクロプラスチックが存在する場所でもある。PCBs、PAHs、有機塩素系の除草剤を含む POPs は親油性化学物質であり、プラスチックの疎水性の表面に ng/g- $\mu\text{g/g}$ のオーダーで付着することが報告されている（Cole et al. 2011）。また、回収された PS ペレットに吸着していた PCB の濃度は、周辺の海水中の濃度に比べて 10^6 以上高い濃度であったとの報告もある（Teuten et al. 2007 cited in Cole et al. 2011）。

Van et al. (2012) は、米国カリフォルニア州サンディエゴ郡に位置する 6 つの海岸において 50mm 未満のサイズのプラスチック片を回収し、付着している PAH、PCB、DDT、クロルデンの分析を行った。米国では、PCB、DDT、クロルデンの使用は既に禁止されているにもかかわらず、2 つのサンプルを除いて全てのサンプルからこれらの物質が検出された。本調査から得られた DDE の濃度は、日本のそれと同レベルであった（（Mato et al. 2001）との比較）。また、風化、または黄色く変色したプラスチックは、それ以外のサンプルに比べて約 2 倍の POPs が検出された。さらに、PCB、DDT とクロルデンの検出量には、正の相関が見られた。PAH は、量としては少なかった PS フォームから最も多く検出された。しかし、未使用の PS フォームペレットからも同等または 2 倍程度の PAH が検出されたことから、PAH は製造過程において発生しているものであることが考えられた。

汚染物質の吸着スピードについて、Mato et al. (2001) (cited in Cole et al. 2011) が行った未使用のレジンペレットによる実験では、6 日間で一定の割合で汚染物質を吸着するが、この期間内には最大の吸着量に至ることはなかったため、吸着プロセスはそれほど急速に起

こっているものではないことが示唆されている。

一方で、レジンペレットが汚染物質を吸着し、その濃度は周辺環境の汚染物質濃度に依存する (Teuton et al. 2009) という特徴に着目して、汚染物質の分布を把握、監視する取り組みである International Pellet Watch という活動が、東京農工大学の高田教授を中心に行われている²。Ogata et al. (2009) は、同プログラムの内容についてまとめており、同文献によると、海岸のレジンペレット(世界 30 ヶ所、各海岸約 100 個)の PCBs(13 異性体)、*p,p'*-DDE、*p,p'*-DDT、*p,p'*-DDD、HCHs (α 、 β 、 γ 、 δ) を分析した結果、PCBs 濃度は、米国の海岸で最も高く、東南アジア、豪州、アフリカ南部で低くなっていた (図 3.1-1)。これは、米国では世界の PCBs 製造量の半分以上を消費しており、PCBs の残留性及び疎水性により、沿岸の堆積物に現在もなお蓄積しているため、過去の PCBs 使用を反映したものであると考えられる。

DDTs(DDT、DDD、DDE の合計)は、米国の西海岸とベトナムにおいて高くなっていた (図 3.1-2)。米国の西海岸では 1950～1960 年代に大量の DDT を製造していたことを反映しているものと考えられる。一方で、熱帯アジア諸国においては DDT がマラリア対策の殺虫剤として現在もなお使用されている国がある。DDT の分解物である DDD、DDE よりも DDT が多いことから、DDT の汚染は比較的最近のものであることが推察される。

HCHs はほとんどの地域において低い濃度であり、世界的に HCHs の使用が禁止されていることを反映していると考えられる (図 3.1-3)。

また、世界各地の外洋及び浅海における 10mm 以下のプラスチック片の調査では、PCB が 1～436 ng/g、PAH が 1～9300 ng/g、DDT とその代謝産物が 0.2～124 ng/g、PBDE が 0.02～9900 ng/g、BPA が<1 ng/g の濃度で付着していることが確認された (Hirai et al. 2011)。

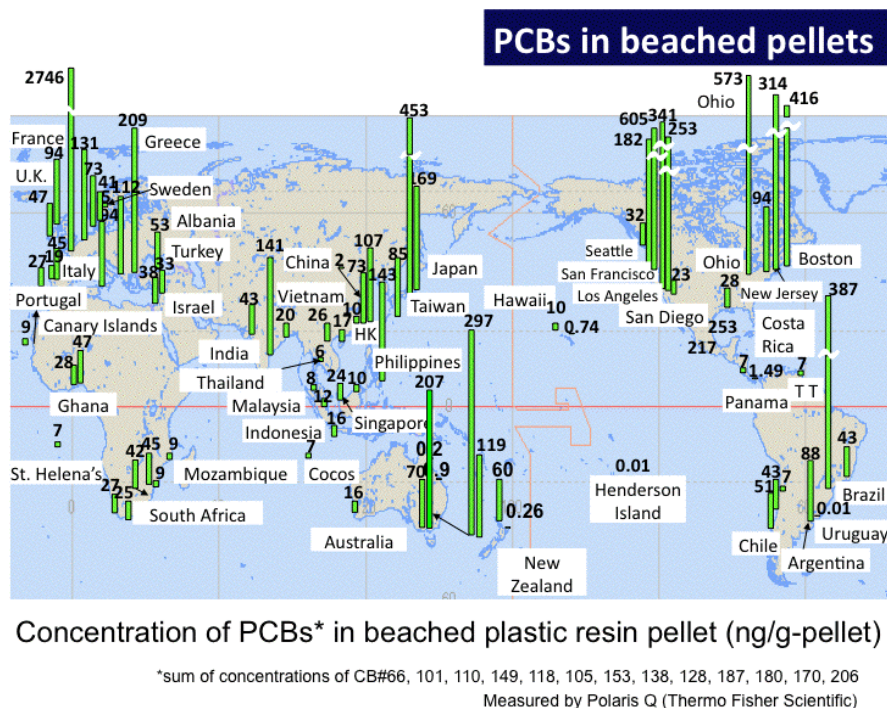


図 3.1-1 漂着したレジンペレットに付着していた PCBs 濃度

(出典：International Pellet Watch)

² <http://www.pelletwatch.org/>

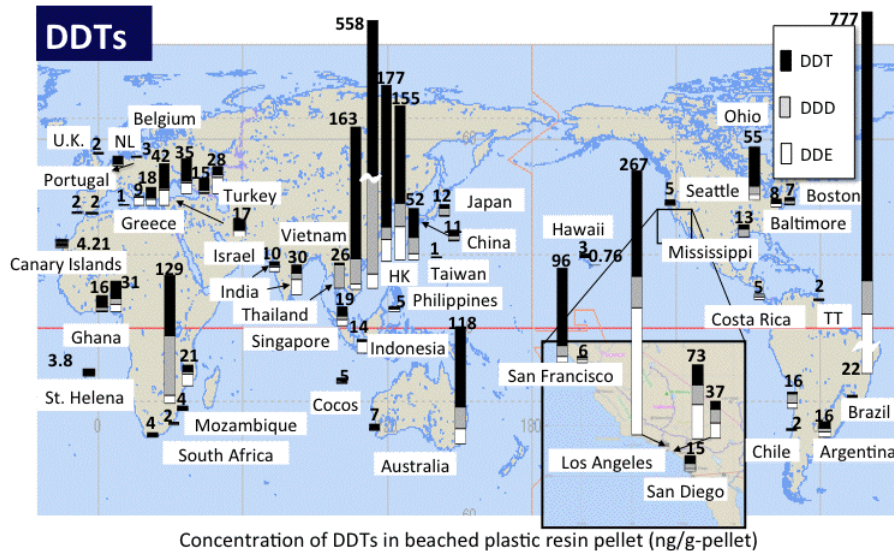


図 3.1-2 漂着したレジンペレットに付着していた DDTs 濃度

(出典：International Pellet Watch)

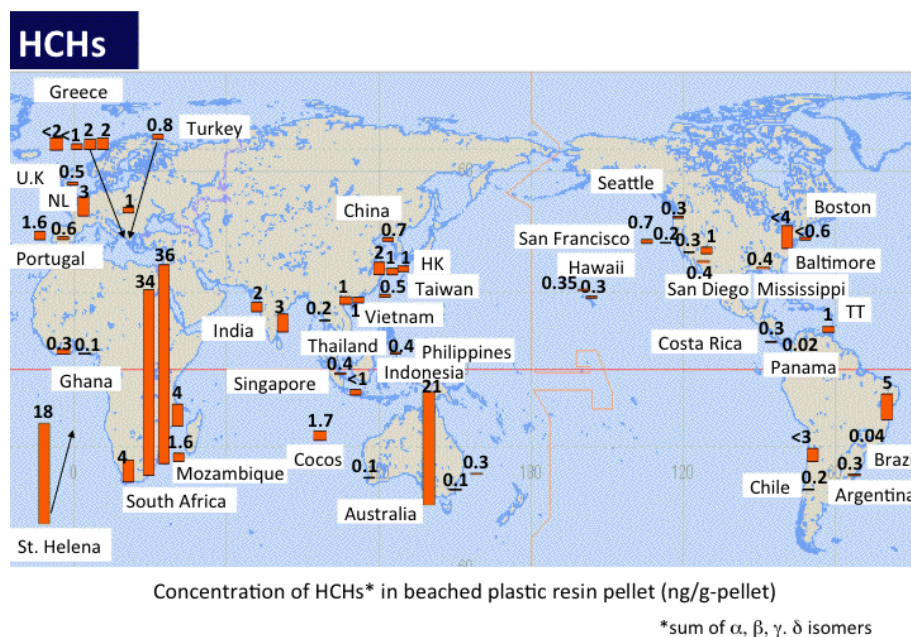


図 3.1-3 漂着したレジンペレットに付着していた HCHs 濃度

(出典：International Pellet Watch)

マイクロプラスチックに付着した POPs は本来であれば汚染されていない生態系へも汚染物質を運ぶ。Heskett et al. (2012) は、遠隔地の島の海岸（外洋に位置し、大陸から 100km。産業活動はないかもしくは少ない。6 島、8 海岸）においてペレットを採取し、ポリマーの種類（PE、ポリプロピレン（PP）、その他）ごとに分類し、（環境中での経過時間が長いと考えられる）黄色くなった PE ペレットを分析対象とした。各地点につき 5 試料（1 試料あたり 5 個のペレット）の PCBs（13 異性体）、DDT、DDD、DDE、HCHs（ α 、 β 、 γ 、 δ ）を分析した結果、PCBs は全ての試料において検出された。海水中の漂流時間とばく露経路の違いにより、ばらつきが

あるが、遠隔地の PCBs の中央値は、0.1~9.9 ng/g であり、工業地帯の沿岸域のペレットよりも 1~3 桁低い濃度であった。DDTs (DDT、DDD、DDE) 濃度の中央値は 0.7~4.1 ng/g であった。DDTs が検出された 6 地点のうち 4 地点で、DDT が最も多く (全体の 70~91%)、これは、DDT の使用及び/又は漏出が最近起こったことを示唆している。HCHs 濃度は 1 地点では 19.3 ng/g であったものの、その他の地点では 0.2~1.7 ng/g であり、世界各地で検出されている濃度と同程度であった。この結果から、対象となった汚染物質の暫定的なバックグラウンド濃度が、PCBs は<10 ng/g、DDTs は<4 ng/g、HCHs は<2 ng/g であることが明らかになった。また、この濃度は、外洋で採取されたプラスチック片の濃度と類似しているとの結果が得られた。近隣のプラスチック製造はない又は少ない島嶼においても、汚染物質が付着したペレットが採取されたという事実は、ペレットが対象となった島以外から流れ着いたことを裏付けており、元来遠隔地における環境媒体 (海水、堆積物、生物) 中の POPs 濃度は微量であることから、Heskett et al. (2012) は、このような散発的な高濃度のプラスチックごみの漂流が、生物への POPs のばく露経路として重要である可能性が高いと指摘している。

c) プラスチックの原料由来の汚染

S0 は、PS が分子に破碎・分解されることにより発生する、もしくは製品中に残留したものから溶出することが考えられており、光や熱により分解・溶出が促進されると、S0 を供給し続ける可能性があるため、分子・ナノレベルの汚染源となる可能性が示唆されている (道祖土ら 2012a)。Saïdo et al. (2012b) は、世界各地の海岸の砂 (5 g) 及び海水 (2.5 L) を採取、分析した。その結果、全てのサンプルから S0 が検出された。組成はフェニルエチレン (スチレンモノマー)、2,4-ジフェニル-1-ブテン (スチレンダイマー)、2,4,6-トリフェニル 1-ヘキセン (スチレントリマー) が 1:2:5 であった。また、PS の分解についての研究として、ポリエチレングリコール (PEG) を熱媒体として使用して分析した結果、PS は 30 度で分解し、S0 が発生することが明らかとなった。

(2) 生物への影響

これまで 180 の生物による取込みの被害が報告されている (Laist 1997)。生物による取込みは、プランクトンのナノプラスチックの取込みから海産哺乳類のプラスチックの取込みまで、様々な栄養段階で発生している。また、高位の栄養段階の生物は、直接的にプラスチックを取込む以外にも、生物の捕食をとおしてプラスチックを取込むことが考えられる (Cole et al. 2011)。

マイクロプラスチックの取込みによる生物への不可逆的な影響の有無 (死亡する、健康状態への影響、生殖機能への影響等) は現在詳しい調査がなされているところであるが、多くの海洋生物は、不要な物体を体外に排出することが可能であり、例えば、多毛類も周囲から取込んだマイクロプラスチックを体外に排出することが報告されている (Cole et al. 2011)。しかし、取込まれたマイクロプラスチックが排出されない場合、様々な物理的影響 (消化器官の閉塞や消化の阻害、マイクロプラスチックによって満腹感が増すことによる減食、腸内の炎症や潰瘍、日常の行動への影響等) や化学的影響 (マイクロプラスチックからの汚染物質の溶出とそれに伴う健康影響等) があるという報告もされている (Butterworth et al. 2012)。

a) 海産哺乳類

先述のとおり、取込みは、多くの海産哺乳類で確認されている（表 3.1-3）。多くの海産哺乳類が、プラスチック袋や魚網等の比較的大きなごみに加えて、微細なプラスチックも取込んでいるものと考えられるが、本調査においては、比較的大きなごみに着目した文献情報のみしか得られていない。

b) 鳥類

①物理的影響

Yamashita et al. (2011) は、2003 年と 2005 年に、ある調査船が北太平洋で混獲したハシボソミズナギドリ (*Puffinus tenuirostris*) 99 羽の胃の内容物の分析を行った。その結果、取込んだプラスチック片の 1 個体当たり平均個数は 15.1 (±2.9) 片、平均重量は 0.226 (±0.185) g であり、プラスチック片の体重に対する割合は平均 0.04%であった。最も多い個体は 0.896g、体重比で 0.21%のプラスチック片を取込んでいた。プラスチック片の種類として最も多かったのは、微細化されたプラスチック片とレジンペットで、それぞれ全体の個数のうち 59.5%と 18.0%、重量では 62.1%、28.2%を占めた。ポリマーの種類としては PE、PP が多い結果となった。また、浮遊しない PS や ABS 樹脂とポリカーボネートを混合したポリマーアロイ (PC/ABS) も発見されており、ハシボソミズナギドリの高い潜水能力が浮遊しないプラスチック片の取込みにつながったものと考えられる。

Ryan et al. (2009) によると、フルマカモメの腸内のプラスチック片の量は、地域のごみの量を反映することが知られており、ごみの量を把握する上でのモニタリング項目としても利用されている。例えば、北大西洋で汚染度の高い北海周辺においては、ほとんどのフルマカモメがプラスチック片を取込んでいる。しかし、汚染の少ない北極のカナダ側では、取込みの割合は 36%減少する。

②化学的影響

物理的な影響以外にも、取込まれたプラスチック片からの汚染物質の脱着等による生物への影響の存在が複数の文献から明らかになっている。例えば、Sakai et al. (2000) (cited in Teuten et al. 2009) は、胃内の酸性の環境が脱着作用を高める可能性を示唆しており、特に界面活性剤や有機物質の存在がプラスチックからの汚染物質の脱着作用を大幅に高めると指摘している。また、酸性の環境は、プラスチックに付着している金属の脱着作用を高めることも明らかになっている。実際に、鳥の脂肪組織から得られた PCB 濃度は、取込んだプラスチック片の量と正の相関があるという報告もされている (Ryan et al. 1988 cited in Teuten et al. 2009)。

Yamashita et al. (2011) は、2005 年に捕獲されたハシボソミズナギドリ 12 羽について、腹部脂肪組織 (abdominal adipose tissue) 中の PCB 濃度の分析を行った。腹部脂肪組織から検出された PCB 濃度の平均は 45~529ng/g-lipid であり、この濃度とプラスチック摂取重量との相関は見られなかったが、低塩素化同族体の濃度とプラスチック摂取重量は正の相関が見られた。低塩素化同族体は、自然環境下でプラスチック片に多く付着し、自然に得られる獲物による取込みは少ないとされている (Betts 2008、Teuten 2009 cited in Cole et al. 2011)。したがってこの結果は、既存の知見と同様、ハシボソミズナギドリがプラスチック片を介して

PCB 汚染されていることを示唆している (Yamashita et al. 2011)。

Tanaka et al. (2013) は、北太平洋北部において 2005 年 6~7 月に流し網漁で誤って捕獲されたハシボソミズナギドリ (*Puffinus tenuirostris*) とハシボソミズナギドリの餌生物であるハダカイワシ (Myctophidae) とイカ (Gonatidae) について調査・分析を行った。具体的には、ハシボソミズナギドリの腹部脂肪組織 (12 個体)、摂取していたプラスチック、ハダカイワシ (6 個体、全量)、イカ (1 個体、全量) について PBDE (49 異性体) を分析した。その結果、PBDE は全てのハシボソミズナギドリから検出された (0.3~186 ng/g-lipid、中央値 1.5 ng/g-lipid)。これは既存の文献における海鳥から検出された PBDE 濃度と類似していた。また、12 個体中 9 個体では低臭素化同族体 (tetra~hexaBDE) が多くを占めており、これは餌生物と類似していた。この結果から、低臭素化同族体は食物連鎖を通じて海鳥に蓄積することが示唆された。

一方で、2 個体では BDE209 が多くを占めており、1 個体では BDE183 が主要な成分であった。これらの 3 個体は、他 9 個体よりも PBDE 濃度が高かった。BDE209 と BDE183 は decaBDE と octa-BDE 工業用製品の主要な成分であり、BDE209 と BDE183 はハダカイワシとイカからは検出されていない。また、既存の文献によると、その他の (北半球、南半球のいずれの) 遠海魚においても、BDE209 と BDE183 は検出されておらず、低臭素化同族体が多くを占めていた。したがって、ハシボソミズナギドリへの高臭素化同族体のばく露は食物連鎖によるものとは考えにくい。一方で、Hirai et al. (2011) により検出された鳥の胃から採取したプラスチックの BDE209 又は BDE183 と、今回検出されたこれらの組成が非常に類似していることから、PBDE は摂取したプラスチックから脂肪組織に移行したことが示唆された。

疎水性有機化合物 (HOCs) についても、プラスチックは重要な輸送媒体であると考えられる (Hirai et al. 2011)。これまで輸送媒体であると考えられてきた堆積物粒子、コロイド、すすは、基本的に水より比重が大きく、沿岸域において即座に沈降する。しかし、同様に輸送媒体となるプラスチックのうち、PP や PE は水より軽く、残留しやすく、沿岸域では沈降しないため、外洋まで輸送される。これにより HOCs が遠隔地や外洋に輸送される。一般的には、分配プロセスにより、外洋に輸送されるにしたがって HOCs 濃度は平衡状態 (微量) に近づくと考えられるが、Hirai et al. (2011) の研究では外洋や遠隔地でも高濃度の HOCs を検出しており、平衡状態に達していない「新鮮な」(環境中に出て時間の経過していない) プラスチック片が外洋にも存在することを指摘している。このような「新鮮」なプラスチック片を海生生物が摂取した場合、高い濃度の HOCs にばく露することになる。

また、Hirai et al. (2011) は、既存の文献 (Teuten et al. 2009 ほか) で、代謝されて、高次の栄養段階の生物への食物連鎖による濃縮は起こらないとされる NP や BPA についても、これらの物質が付着したプラスチック片の摂取により、高次の栄養段階の生物への重要なばく露経路となりうると指摘する。さらに、PBDEs は PCBs と比較すると生物濃縮しにくいことが知られており、食物連鎖によるばく露よりも、プラスチックの摂取によるばく露の方が重要である可能性があるとの指摘もある。

c) ウミガメ

先述のとおり、取込みは、すべてのウミガメの種で確認されている (表 3.1-6)。ウミガメは、プラスチック袋等の比較的大きなごみに加えて、微細なプラスチックも取込んでいるもの

と考えられるが、本調査においては、比較的大きなごみに着目した文献情報のみしか得られていない。

d) 魚類

魚類による取込みは、35 種において確認されている (Laist 1997)。

Boerger ら (2010) によると、北太平洋中央旋回 (North Pacific Central Gyre) で捕獲された魚 670 匹のうち 35% が微細なプラスチック片を含んでいた。一匹あたり平均 2.1 (± 5.78) 片が含まれている計算で、*Myctophum aurolanternatum* (ススキハダカ属の魚) と *Symbolophorus californiensis* (ナガハダカ) はそれぞれ 6.0 (± 8.99) 片、7.2 (± 8.39) 片の取込みが確認されている。また、本調査結果では、魚のサイズが大きくなるにしたがってプラスチック片の数が増える傾向が見られた。また、Davison et al. (2011) による調査では、北太平洋旋回 (North Pacific Gyre) で捕獲された 141 匹の中深海に生息する魚のうち、13 個体からプラスチックの繊維、破片やフィルムが見つかった。

e) その他

Cole et al. (2011) の実験環境におけるマイクロプラスチック取込み事例のまとめによると、脊椎動物以外にも、無脊椎動物や棘皮動物やプランクトン、例えば、動物プランクトン、カイアシ、毛顎動物等がマイクロプラスチックを取込むことが明らかになっている (表 3.1-7)。また、従属栄養の繊毛虫類がマイクロプラスチックよりさらに微細なナノプラスチックを取込むという報告もされている。これらの栄養段階低位の生物は、プラスチックと餌の区別をつける能力が限られている場合が多い。

表 3.1-7 実験環境におけるマイクロプラスチックの取込み事例

生物の種類	学名	マイクロ プラスチック (μm)	出典
カイアシ	<i>Acartia tonsa</i>	7~70	Wilson (1973)
棘皮動物幼生		10~20	Hart (1991)
トロコフォア幼生	<i>Galeolaria caespitosa</i>	3~10	Bolton and Havenhand (1998)
端脚類 フジツボ	<i>Orchestia gammarellus</i> <i>Semibalanus</i> <i>balanoides</i>	20~2000	Thompson et al. (2004)
イガイ	<i>Mytilus edulis</i>	2~16 >0-80 μm	Browne et al. (2008) Moos et al. (2012)

(出典: Cole et al. 2011 をもとに作成)

Browne et al. (2008) は実験で、ヨーロッパイガイ (*Mytilus edulis* L.) が 1mm 未満のマイクロプラスチック (実験では PS の微小球を使用) を取込むだけでなく、取込みから 3 日目から最大 48 日目までは循環器系にとどまることを明らかにした。また、より細かな微小球 (3.0 μm) は、比較的大きな微小球 (9.6 μm) よりも 60% 以上多く血リンパ内に移行することでもわかっており、マイクロプラスチックのヨーロッパイガイの体内への長期間にわたる蓄積は、これらの生物を捕食する動物やヒトへも影響する可能性があることも示唆している。

Moos et al. (2012) は、Browne et al. 同様、ヨーロッパイガイを使用した取込みの実験を行った。取込まれたマイクロプラスチック（実験では $>0\sim80\mu\text{m}$ の高密度ポリエチレン (HDPE) フラッフを使用）が、エラに蓄積される以外にも、消化腺に取込まれ、多くの粒子凝集体が消化管の内腔及び消化腺において観察された。実験開始 3 時間後には、消化管の内腔及び消化腺内のリソソームに蓄積され、6 時間後には顆粒球が増加し、時間の経過とともにリソソームの細胞膜が不安定化する現象が見られた。この実験から Moos et al. (2012) は、ばく露の相互作用とばく露期間は、影響（顆粒球の形成増加等）の強さに対して有意に影響を及ぼすことを明らかにした。

秋山ら (2012) は、漂流・漂着 PS 由来の化学物質 (S0) の藻類に対する成長阻害試験 (0～72 時間、0.1 mg/L) を行い、実験範囲内において顕著な阻害活性を確認した。また、生後 24 時間以内のシオダマリミジンコ (*Tigriopus japonicus*) 幼生の遊泳能への影響に関する毒性試験では、0.1 mg/L、10 mg/L で顕著な遊泳阻害が認められた。

3.1.3 漁具の生物への影響

海洋中に漂流する漁具は、漁業に使用されるトラップや大型の漁網、釣糸、ロープのほかに、レクリエーション目的の釣り由来の釣糸や釣針等も含まれる。これらの漁具が実際に使用されている際に絡まり、取込まれたのか（混獲）、もしくは漁業者が使用しなくなった後に被害が発生したのかについて区別することは難しい場合が多い。

プラスチック類や微細なプラスチックによる絡まりや取込み (3.1.1 (2) 及び 3.1.2 (2)) についても、一部漁具に由来する事例が含まれているが、本項では、先述の事例や釣糸や釣糸も含めた一般的な漁具による被害状況をまとめ (表 3.1-8) その後、特に被害の規模が大きいと考えられているゴーストフィッシングについて記載することとする。

表 3.1-8 漁具による被害及びその規模

被害生物	場所	被害規模・状況	漁具の種類	期間、年	出典
モンクアザラシ	ハワイ	200頭以上 絡まり	漁網	1982-2000 年	Donohue and Foley 2007 cited in Good et al. 2010
ヒゲクジラ		絡まり（生息数に対する 甚大な影響）	漁網		Knowlton et al. 2005ほか 複数、cited in UNEP and FAO 2009
オットセイ	北東太平洋	若年個体の死因の15% 1個体あたり3-25個/年漁 網に遭遇	漁網		Fowler 1987 in Goni 1998 cited in UNEP and FAO 2009
トド	南東アラスカ ブリティッシュ コロンビア	386個体の絡まりのうち 7%が漁網、2%が釣糸	漁網、釣糸	2000-2007 年	Raum-Suryan et al. 2009
鰭脚類	ファラロン島、 カリフォルニア	914頭の絡まり	釣糸、漁網、 トロール網、 ルアー、梱包 材等	1976-1998 年	Hanni and Pyle 2000 cited in Butterworth et al. 2012
セミクジラ ザトウクジラ		81%（セミクジラ31頭、 ザトウクジラ30頭のう ち）	浮きや仕掛け のヒモ、ロー プ、浮き等		Johnson et al. 2005 cited in Butterworth et al. 2012
オキゴンドウ	ハワイ	3.75%（80個体のうち） が背鰭の傷又は変形あり	釣糸		Neilson et al. 2009 cited in Butterworth et al. 2012
カッショクペリカ ン カモメ 鰭脚類	カリフォルニア	1090件（9668件中）、 11.3%が漁具の絡まり	漁具（釣糸、 釣針等）	2001-2006 年	Dau et al. 2009
ウミネコ オオハム カモメ カワウ ゴイサギ ハシボソミズナギ ドリ ユリカモメ	静岡県 茨城県	ウミネコ斃死個体のうち 25.8%が漁具由来	釣糸、釣針	2001-2003 年	佐藤ら2011
シロカツオドリ	英国	巣材として平均469.1g使 用 年間平均62.85±26.84個 体が絡まりの被害	合 成 繊 維 の ロープ	1996-1997 年 2005-2010 年	Votier et al. 2011
31種の鳥類 （ウミガラス、ア メリカオオセグロ カモメ等） 9種の海産哺乳類 （ラッコ、オサガ メ、オットセイ 等）	カリフォルニア	鳥類の死因の91.7%が漁 具由来 絡まり事例の85.7%が漁 具由来	漁具（釣糸、 釣針等）	2001-2005 年	Moore et al. 2009
哺乳類4種 鳥類16種 魚類22種 無脊椎動物76種	ワシントン州	哺乳類23個体 鳥類509個体 魚類1036個体 無脊椎動物31278個体	漁網	2008-2008 年	Good et al. 2010
アカウミガメ アオウミガメ オサガメ	カナリア諸島	全死亡個体の24.73%が漁 具の絡まり	漁具	1998-2001 年	Oros et al. 2005 cited in Butterworth et al. 2012
タイマイ ヒメウミガメ アオウミガメ オサガメ	オーストラリア 北部	40個体	漁網	2004年	White 2006 cited in Katsanevakis 2008

Dau et al. (2009) は、カリフォルニア州内の複数の野生生物保護施設において、2001～2006 年の間に発生した絡まり及び取込みの事例を、特にカッシュクペリカン、カモメ類 (*Larus* spp.)、鰭脚類 (カリフォルニアアシカ (*Zalophus californianus*)、ゾウアザラシ (*Mirounga angustirostris*)、ゴマファザラシ (*Phoca vitulina*)) に限って収集した。その結果、9,668 件の事例のうち、11.3%である 1,090 件が漁具に関するものであり、被害の最も多かったカッシュクペリカン (*Pelecanus occidentalis*) では、ある年に発生した事例のうち最大 61.9%が漁具由来 (釣糸、釣針等) であった (表 3.1-9)。

表 3.1-9 漁具による被害割合とその年変動

種類	漁具による被害割合	年変動 (2001-2006)
カッシュクペリカン	31.1% (581 件／1,894 件)	1.6～61.9%
カモメ類	11.1% (375 件／3,376 件)	8.6～13.9%
鰭脚類	2.9% (126 件／4,398 件)	1.2～3.8%
カリフォルニアアシカ	3.3% (106 件／3,216 件)	1.7～4.9%
ゾウアザラシ	1.9% (16 件／827 件)	0.7～2.6%
ゴマファザラシ	1.1% (4 件／355 件)	0～3%

(出典 : Dau et al. 2009)

Moore et al. (2009) は、米国のカリフォルニア州において収集された、複数の研究機関からの野生生物の絡まりや取込み等による被害情報をとりまとめた。その結果、2001-2005 年の 5 年間で 454 件の絡まり事例が確認され、その被害は 31 種の鳥類と 9 種の海産哺乳類に及んだ。このうち、ラッコ (*Enhydra lutris*)、オサガメ (*Dermochelys coriacea*)、グアダルーパーオットセイ (*Arctocephalus townsendi*)、トド (*Eumatopias jubatu*) 等の絶滅危惧種に指定されている種も被害が確認された。最も被害が多かったのは、ウミガラスとアメリカオオセグロカモメであった。鳥類の死因の 91.7%は漁具由来であることが推測された。また、絡まりの事例のうちの 85.7% (84 件) 漁具 (釣糸、釣針等) によるものであった。Moore et al. (2009) は、同調査による取り纏めは陸上で確認された事例であり、海で死亡した個体等は含まれていないため、実際にはより多くの被害があるものと考えられるとしている。

漁網やトラップは、本来魚等を大量に捕獲することを目的としている道具であるため、海洋中に漂流した場合、その漁具が本来対象とする種以外にも様々な生物を非意図的に羅網し、その生物を死亡させることもある。漁業者の管理を離れた逸失漁具によるこの現象は、ゴーストフィッシングと呼ばれ、魚類や甲殻類以外にも、カメ、海鳥、クジラ、アシカ等を含む多くの生物がゴーストフィッシングの犠牲になっている (UNEP and FAO 2009、後藤 2012)。

UNEP と FAO による逸失漁具に関する報告 (2009) によると、ゴーストフィッシングを引き起こすことが確認されている漁具は刺網、トロール網、トラップ等が挙げられる。また、ゴーストフィッシングを継続する期間は、その網や海域の特徴、またその観察期間に左右される部分も多いが、一般的に数週間～複数年に渡ってその捕獲能力が続くとされている。Laist (1997)

によると、ゴーストフィッシングが確認された魚類は 34 種で、それ以外にも海産哺乳類や鳥類、甲殻類等もゴーストフィッシングの被害に遭うことが報告されている。

Washington Department of Fish and Wildlife (WDFW) の推定によると、ワシントン州ピュージェットサウンド湾では、117,000 個、重量にして 260 万ポンドの漁網及びトラップが存在するとされている (Good et al. 2010)。Good et al. (2010) によると、2000 年から Northwest Straits Commission がその他関係機関と実施しているプログラムにおいて、2008 年までに、同海域で 902 の漁網を回収している (内訳は、刺網 876、巾着網 23、トロール網 2、養殖用網 1)。これらの漁網とともに、回収された生物の種類と数は表 3.1-10 のとおりである。ある漁網には、魚 50 個体、海鳥 142 個体、哺乳類 1 個体の絡まりを確認した。回収過程で 13% の死骸が海中に落ちるとされているため (NRC 2008 cited in Good et al. 2010)、今回回収した刺網で実際には無脊椎動物 450,000 個体、魚類 12,000 個体、鳥類 12,000 個体、海産哺乳類 400 個体が被害に遭っていたという推計も可能である。

表 3.1-10 ピュージェットサウンド湾において漁網とともに回収された生物数及びその状態

種類	個体数 (漁網あたり)	平均 (個体)	総数 (個体)	状態 (死亡率)
無脊椎動物 (76 種)	0~1,025	19.6	31,278	55%
魚類 (22 種)	0~360	1.2	1,036	93%
鳥類 (16 種)	0~142	0.59	509	100%
海産哺乳類 (4 種)	0~4	0.03	23	100%

(出典 : Good et al. 2010)

カナリア諸島で 1998 年から 2001 年に確認された 88 個体のアカウミガメ、3 個体のアオウミガメ、2 個体のオサガメのうち、人的要因による死亡は 69.89%で、そのうち漁具の絡まりによる死亡は全体の 24.73%であった (Oros et al. 2005 cited in Butterworth et al. 2012)。WWF による 2004 年のオーストラリア北部の調査では、逸失漁網に絡まった 40 個体のウミガメが報告されており、その内訳は若いタイマイが 30 個体、ヒメウミガメ 5 個体、アオウミガメ 2 個体、若いオサガメ 1 個体、その他同定不可能が 2 個体であった (White 2006 cited in Katsanevakis 2008)。

3.2 海底ごみに関する調査結果

3.2.1 プラスチック類の影響

(1) 水質への影響

海底ごみが水質に与える影響に関する学術文献は、見当たらなかった。

(2) 底質への影響

海底ごみが底質に与える影響に関する学術文献は、見当たらなかった。

(3) 生物への影響

プラスチックのシートが海底面を覆い、サンゴや岩場を破壊してしまうことが確認されてお

り、それにより、周辺に生息する生物が酸素欠乏や低酸素状態に陥る事例が報告されている (Eneputty and Evans 1997 cited in Gregory 2010)。また、後述 (3.2.3 a)) の漁具による生息環境の変化のように、比較的大きなプラスチックも、生物のすみかや繁殖の場を提供することにより、その海域に生息する生物相を変える可能性もある。

3.2.2 微細なプラスチック類の影響

(1) 水質への影響

Ogata et al. (2009) は堆積物中の PCBs は再懸濁及び脱着により直上水及び水生生物を汚染することに言及していたが、これに関する研究はなされていない。

(2) 底質への影響

漂流プラスチックは、前述のとおり汚染物質が多く存在するマイクロ層に存在している。その素材や条件にもよるが、汚染物質を吸着しやすいプラスチックは、汚染物質の吸着に伴って浮力が低下し、沈降しやすくなり、最終的には海底に堆積することがわかっている (Teuten et al. 2009)。そのため、汚染物質はプラスチックの堆積をとおして、底質へ蓄積されるものと考えられる。

Teuten et al. (2007) (cited in Cole et al. 2011) は、フェナントレンが微細なプラスチック片、特に PE に吸着されやすいことを明らかにした。環境的にそれほど差がない場合、フェナントレンは底質よりもプラスチックに吸着する傾向が高かったが、汚染度の高いプラスチック片が汚染の少ない底質と接触した場合は、フェナントレンが脱着し、底質の有機物に吸着する現象がみられた。

プラスチックの汚染物質を吸着するという性質により、例えば堆積物内に汚染されていないプラスチックが混ぜられた場合、プラスチック自体が汚染物質を吸着し、堆積物内の汚染濃度を下げるといった働きが一時的には存在する可能性がある。しかしながら、実際にはプラスチックがそれほど長い間汚染されずに残るということは考えにくく、また漂流している間に汚染物質を吸着しているプラスチックが沈殿することにより、底質へはより多くの汚染物質が蓄積されることとなる (Teuten et al. 2009) (図 3.2-1)。

日本近海で発見された PP のレジンペレットに付着する PCB、NP、DDE が底質と同等かそれ以上であったとの報告もある (Mato et al. 2001 cited in Cole et al. 2011)。

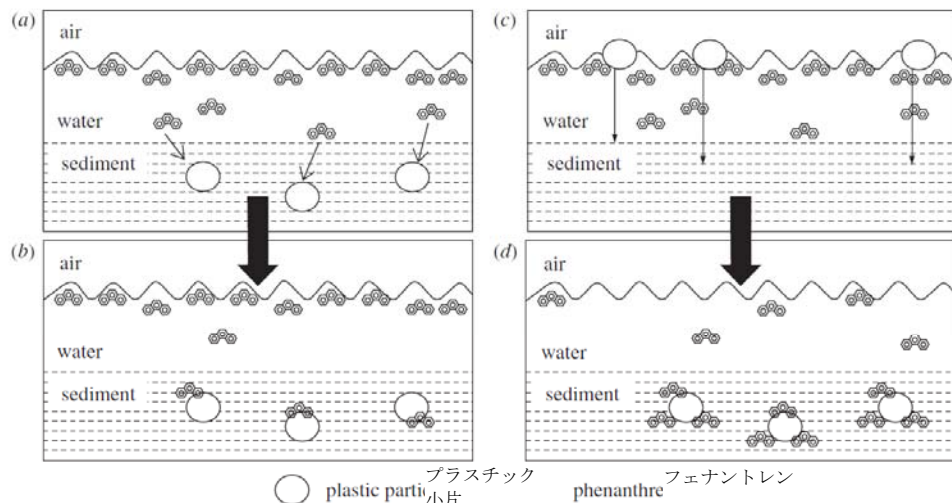


Figure 9. Schematic illustrating the additional effects of plastics in the transport of phenanthrene: (a) sorption of phenanthrene to clean plastic in sediment resulting in (b) subsequent accumulation of phenanthrene in the sediment, compared with (c) sorption of phenanthrene to plastic in the SML and subsequent sinking resulting in (d) accumulation of phenanthrene in the sediment. Note that (c)→(d) results in higher sediment phenanthrene concentrations than (a)→(b). Although not shown in the schematic, sorption to the sediment also occurs (reproduced with permission from Teuten *et al.* 2007). Copyright 2007 (American Chemical Society).

図 3.2-1 プラスチックによるフェナントレンの吸着の略図

(a)「汚染されていない」プラスチックにフェナントレンが吸着することにより、結果的に (b) 底質にフェナントレンが蓄積される。また、(c) 表層においてフェナントレンを吸着したプラスチックが沈殿することにより、(d) より多くのフェナントレンが底質に蓄積される (出典 : Teuten *et al.* 2009)。

(3) 生物への影響

底生生物は、その摂食形態によりプラスチックを取込み、それにより汚染物質に曝されている可能性がある。Cole *et al.* (2011) による実験環境におけるマイクロプラスチック取込み事例のまとめによると、底生生物も、ホタテ、ゴカイ、ナマコ等について、マイクロプラスチックの取込み事例が報告されている (表 3.2-1)。

表 3.2-1 実験環境におけるマイクロプラスチックの取込み事例

種類	学名	マイクロプラスチック (μm)	出典
ホタテガイ	<i>Placopecten magellanicus</i>	16~18	Brillant and MacDonald (2002)
ゴカイ	<i>Arenicola marina</i>	20~2000	Thompson <i>et al.</i> (2004)
ナマコ		多様	Graham and Thompson (2009)

(出典 : Cole *et al.* 2011 をもとに作成)

底質の取込み (ゴカイ等) やろ過摂食をする生物 (フジツボ (*Semibalanus balanoides*) 等)、端脚類 (*Orchestia gammarellus*) 等は、有機物を分解する過程でプラスチック片を取込んでいることが報告されている (Tompson *et al.* 2004 cited in Teuten *et al.* 2009)。ゴカイ (*Arenicola marina*) を 10 日間 PAH、PBDE、トリクロサン、NP に汚染された PVC 粒子にばく露した結果、ゴカイの組織の汚染物質濃度は、堆積物の濃度に比べて大幅に高いという結果が

得られている (R. C. Thompson 2004-007 unpubslied cited in Teuten et al. (2009))。

Besseling et al. (2012) は、ゴカイ (*Arenicola marina*) による実験を行い、ゴカイが 400 ~ 1,300 μm のプラスチック (この実験では PS) を取込むことを明らかにした。また、同実験でゴカイは、プラスチックを取込むものの、体内へ蓄積しないことが明らかになった。しかしながら、プラスチック濃度が高まると摂食行動にマイナスの影響があることが示唆されたため、ゴカイにとってプラスチックの存在は物理的なストレスになっているものと考えられた。

汚染物質への体内への移動は、摂食だけでなく体表面からの吸収によるものもあると考えられているが、底生生物の体内の汚染物質濃度は、最終的には周辺の環境中と平衡状態になると考えられている (Teuten et al. 2009)。

3.2.3 漁具の影響

a) 生息環境の変化

逸失漁具は、一部の生物にとってはすみかや繁殖の場となることが確認されている。特に、相対的にすみかとなる自然物が少ない軟らかい海底面においては、海底ごみがタコ等のすみかとなり、相対的に生物個体数や種数を増加させる結果となる場合がある (Katsanevakis 2008)。しかしながら Katsanevakis (2008) は、本来生息していないタコのような捕食者の急激な増加は、捕食される生物の減少につながる可能性があることを指摘している。

漁網のような大型の海底ごみは、海底に停滞し、ときには複数枚にわたる漁具の層を形成することにより、堆積物を捕え、海底面を往復して生息環境を悪化させることが知られている (Morton 2005、UNEP 2005 cited in Good et al. 2010)。海底面を覆い隠すだけでなく、海底や生息する生物 (特に海綿やサンゴ) を傷付けたり、岩等を移動させたりすることにより、海底環境を変化させる。特にサンゴは傷つきやすく、ある調査では、回収された漁網の重量の約 20% が破壊されたサンゴの破片によるものであった (Donohue et al. 2001 cited in Katsanevakis 2008)。北西ハワイ諸島では、ポリプを傷付けたり、サンゴの基礎部分の構造を変化させたりすることにより、サンゴの生態系そのものを脅かしているという報告もされている (Donohue et al. 2001 cited in UNEP and FAO 2009)。

b) ゴーストフィッシング

逸失漁具は、海底においてもゴーストフィッシングを行っていることも明らかになっており、その漁獲能力は長期間継続する。そのため、羅網による水産業への影響について問題視されている (仲島, 松岡 2004 cited in 後藤 2012)。水産庁 (2008) が日本海において 2000 年から 2007 年の間に回収した刺網及びパイ簗は、それぞれ 4,535km、300,796 個³であり、これらの回収漁具によるズワイガニ及びベニズワイガニの混獲推計量は 331,142kg に及ぶ。

後藤 (2012) は、岩手県沿岸域において東日本大震災によって海底に沈んだ底刺網を回収し、羅網している生物の実態を把握する調査を行った。調査は 2011 年 6 月、震災から 84~90 日経過したところで行われ、4 張りの刺網が回収された。回収された漁網からは、魚類 6 科 12 種 47 個体、甲殻類 1 種 8 個体が確認された。回収された生物は表 3.2-2 のとおりである。採集個体はカレイ科魚類 (Pleuronectidae) が 35%、カジカ科 (Cottidae) が 33% であった。ま

³ 刺網：1 反=40kg=90m として推計。パイ簗：1 個=3kg として推計。パイ簗とは専らパイ貝を漁獲する簗漁具であるが、小型のズワイガニ及びベニズワイガニを多量に混獲する。

た、死亡率は 16.7～61.5%（平均 40.0%）であり、魚類の死亡率（平均 46.8%）が高い傾向が見られた。同調査時点におけるゴーストフィッシングによる累積の資源量は、設置直後の日あたり漁獲量期待値に対して 12～45 回分に相当するという試算もなされている。

表 3.2-2 岩手沖で回収された底刺網に羅網していた種、個体数及び重量

生物種／種類	個体数	重量 (g)
ケガニ (<i>Erimacrus isenbeckii</i>)	8	2,280
カタクチイワシ (<i>Engraulis japonicus</i>)	4	78
キアンコウ (<i>Lophius litulon</i>)	2	50
マルカワカジカ (<i>Marukawichtys ambulator</i>)	6	456
ニジカジカ (<i>Alcichthys elongatus</i>)	10	1,282
ケムシカジカ (<i>Hemitripterus villosus</i>)	2	790
アイナメ (<i>Hexagrammos otakii</i>)	2	830
ババガレイ (<i>Microstomus achne</i>)	8	1,572
ヒレグロ (<i>Glyptocephalus stelleri</i>)	8	1,123
ミギガレイ (<i>Dexistes rikuzenius</i>)	1	176
カジカ科	2	30
カレイ科	1	30
不明	1	20
合計	55	8,717

（出典：後藤 2012）

4. ヒアリング調査結果

4.1 高田秀重 教授

4.1.1 漂流ごみに関して（漂着ごみを主として）

- プラスチック（数ミリサイズ）は、海水から POPs を吸着している。東京湾や米海岸等かつて汚染された地域で、吸着した濃度が高い。
- プラスチックが吸着した POPs 濃度は、変動が大きい。人間活動の影響のない離島でも、海岸で5サンプルを採取すると、1サンプルだけ2桁濃度が高いことがある。そのサンプルは、比較的近くで高濃度の海水にさらされ、島に到着してからそれほど時間を経過していない（脱着する時間がなかった）ものと考えられる。
- 数ミリサイズのプラスチックは、吸脱着が遅い。平衡になるのに1年程度かかる。堆積物と海水では、数時間～1日で平衡になる。
- また、砂泥粒子は沈降するのに対し、プラスチックは浮き続けている（比重が海水より軽いものは）ので、海水中からなくならないという違いがある。
- プラスチックは、吸着した POPs 以外に、添加剤として含有している物質もある。添加剤も抜けない。
- 添加剤は抜けないため、生物が取り込んでも排泄してしまえば生物へ移行しないのかといえ、そうは言えない。鳥類は胃にストマックオイルを持っているので、有機溶媒と同じ作用で直ぐに移行してしまう。また、鳥類は砂嚢があるので、そこでプラスチックもすりつぶされて移行しやすくなる。
- ナノサイズのプラスチックは、東京湾のような海水中の POPs の濃度が高いところよりむしろ、海水中の濃度が低い遠隔地の離島で汚染源となるため問題である。
- Microscopic サイズ（数 10～数 100 μm サイズ）のプラスチックの問題については、Richard Thompson が 2003 年に Science に発表した。
- Microscopic サイズのプラスチックについては、動物プランクトンと同程度のサイズになるため、生態系の下の方の生物が取り込んでしまう問題がある。ムール貝等二枚貝の消化管だけでなく、循環器系にも取り込まれることが、他の研究者の室内実験や野外調査で確認されている（野外調査は、現時点では未発表）。これによって、microscopic サイズのプラスチックが食物網に入り込むことが分かりつつある。今後、動物プランクトンよりもプラスチックの量が多くなることも懸念される。
- また、脱着速度が遅く、サイズによる差もあると考えられるので、脱着実験が必要。
- Microscopic サイズのプラスチックの発生源は、衣類の化学繊維のくずが量的に多いという報告がある。
- 洗剤の要らない使い捨てクリーナーは、問題である。マイクロプラスチックの発生源になっている。下水処理場でも浮いていることが確認されている。
- プラスチックに吸着した POPs は食物連鎖により濃縮されるので、10年後、20年後について予測しないとイケない。
- Rochman et al. (2013) で述べたコメントでは、添加剤を指摘しているが、本来は PE や PP が POPs を吸着していることを問題にしたかった。
- POPs の吸着は、浮かぶプラスチック類（PE、PP）の方が沈むプラスチック類（塩ビ等）より

も強い。また、PP よりも PE の方が 10 倍程度多く吸着する。

4.1.2 海底ごみに関して

- 比重が海水より重いプラスチックは、海底に蓄積するだろう。ただ、東京湾等では、POPs は底泥の方が濃度が高い。
- 添加剤については、むしろ沈むプラスチックの方が多く含んでいる。浮いているものは、光分解も受け易い。

4.1.3 今後必要となる対策に関して

- プラスチックの使用量を減らすべき。プラスチック製品の半分くらいが使い捨てなので、使い捨てでないものに換えていくべき。プラスチックでなくてもよいものもあるのでは。
- リサイクルもあるが、サーマルリサイクルはダイオキシンの問題もあるし、焼却炉は高額なものである。バグフィルターも高価なので、交換するのも大変である。最新の焼却炉を作るお金を、削減する対策に回すべき。
- 削減する対策として、環境教育や普及啓発が大切で、環境省がイニシアチブを発揮して欲しい。
- 漂流する数ミリサイズのプラスチックとしては、PP と PE で半分くらいを占める。POPs は PE へ吸着する濃度が高いので、その点では PE の対策が優先されるのでは。

4.2 磯辺篤彦 教授

4.2.1 漂流ごみに関して（漂着ごみを主として）

- プラスチック製品の製造過程で含まれる重金属の含有量を対象として、研究をしている。環境中で吸着したものではない。
- 溶出実験（水中に入れて振動させる）では重金属は 20 日間で溶出しなくなる。海水中でも、これくらいの期間で表面からは溶出してしまっているのでは。表面からだけならば、海水中で溶出しつづけることはない。
- 海岸では、岩等に当たって傷がつくことで、より内部からも重金属が溶出しているだろう。
- 重金属の生物濃縮は、微小プラスチックの濃度が海水中よりも高いため、生物に微小プラスチックが取り込まれることにより、加速しているだろう。微細プラスチックは、生物濃縮の加速材となっている。
- 生物濃縮が加速することで、閾値を超える時間が短くなる。
- 微少プラスチックについては、環境中での物理的な動態もまだよく分かっていない。
- ナノプラスチックについては、生物の筋肉の中にも入り込む問題がある。
- 漂流している微細プラスチックは、海面ではやはりフロント域で微細プラスチックが高密度に見られる。瀬戸内海の調査結果では、動物プランクトンの量の 1% 程度の割合で微少プラスチックが存在する。

4.2.2 海底ごみに関して

- 海底の微細プラスチックごみは、プラスチックの存在量を定量化する調査が難しい。サンプリング範囲が狭すぎるので。調査方法から検討する必要があるだろう。

4.2.3 今後必要な対策に関して

- 海洋ごみのプラスチックの問題は、地球温暖化の問題に似ている。温暖化を防止するためには意識を変えて省エネ社会を作る必要があるのと同様に、プラスチックをできるだけ使わない社会に変える必要がある。環境中への意図しない漏出は防ぎきれないため。
- 生分解性プラスチックの割合を高めるのも対策の一つの方法であるが、まだ広まっていない。企業は単価が高くなることを心配するのではなく、海外に先駆けて技術確立すれば、海外の市場を押さえられるビジネスチャンスと捉えるべきである。
- モニタリングが必要だが、モニタリング方法に関しては漂着ごみが少ない（存在しない）時を捕らえた調査結果も必要であり、時間間隔の密な調査が必要である。このため人手では難しいので、自動化してモニタリングする工夫が必要である。一つの方法が web カメラであるが、他に飛行機やバルーンによる空撮もあるだろう。
- 国総研の日向さん、片岡さんが研究している、海岸で特定したごみの海岸での追跡調査も、興味深いモニタリング手法である。

4.3 道祖土勝彦 准教授

4.3.1 漂流ごみに関して（漂着ごみを主として）

- プラスチックからは、これまでは高温でなければ化学物質は溶出・分解しないとされていたが、それ程温度が高くなくても水流を当てると物理的に分子が切断されてモノマー等として壊れて水中に出てくるのが始めて分かった。30℃でも検出される物質もある。これを測定できる試験装置を開発した。
- 海水温も低緯度の海面では 30℃に達するので、波の作用によって、海水中に化学物質が出ているのでは。ポリカーボネイトは、20℃でも壊れて出てくる。
- このように、プラスチックからは、従来指摘されていた溶出する物質と、分子が切断されてモノマー等として水中に出てくる物質の両方がある。
- プラスチックから発生した物質（スチレンオリゴマー）で生物毒性試験をすると、藻類に対する成長阻害、チグリオパスに対する遊泳能力への影響があることが分かった。
- プラスチックのような高分子に対しては、生物は酵素を持っていないので代謝できない。
- オリゴマーのような低分子の化学物質は、生物は炭素源として取り込む。
- ポリスチレンからはスチレンモノマー、PET からはフタル酸エステル、エポキシ樹脂やポリカーボネイトからはビスフェノール A が出てくる。
- ポリスチレンからは、トリマー、ダイマー、モノマーが出てくる。これらは、発がん性がある。
- レジンメーカーも、義務付けられてはいないが、環境中に有害物質が出るかを研究しているようだ。カップラーメンの容器の成型手法を変えるだけで、溶出する物質の量が変わることを知っている。スチレンの危険性も認知しているのでは。
- 阿部寧先生によると、石垣島の孵化した亀の奇形率は 30 年前と変わっていないが、もっと軽度のレベルでの影響はあると考えられる。

4.3.2 海底ごみに関して

- 海洋ごみの種類に分けていえば、海岸の漂着ごみが波の作用等があるので一番環境中に化学物

質が出やすい条件だろう。次に、漂流ごみ、海底ごみの順番では、海岸の漂着ごみの吹き溜まりでは、汚染がかなり進んでいると考えられる。

4.3.3 今後必要となる対策に関して

- プラスチックは、回収する、使わないようにする必要がある。プラスチックから分子が切断されてモノマー等はないという常識を覆す必要がある。
- 海岸でも集積しやすい場所があるので、そこで回収するとよいのでは。
- ヨーロッパでは、デポジット制でプラスチックが環境に出ないようにしている。
- 環境中のスチレンオリゴマーの発生原因は、漂着したポリスチレンであることが分かった。
- 炭素の同位体を使った年代測定で、発生源を調べる研究もされている先生もいらっしゃる。ビスフェノールAが出るエポキシ樹脂等は、使われ始めてまだ 50~60 年程度だろう。ただ、ビスフェノールAは、木のリグニン由来のものもあるようで、難しい面もあるようだ。
- 発生源としては、エポキシ樹脂はプラスチック以外に船の塗料もある。また、昔は感圧紙に使われていた。
- 国連が回収するための基金をつくる等の対策があると良いのだが。
- 回収と合わせて、回収したプラスチックは油化するとよい。油化装置も産業技術総合研究所と一緒に開発した。別に、ペレット燃料も開発している。
- プラスチックの埋め立て処分は、安定型処分場に入れるのは問題があるのでは。
- 普及啓発も重要である。子供の頃からの教育が必要。パラダイムシフトが必要。
- そのためには、海水中の濃度を公表して、自分の周辺の水環境の保全意識を高めるべき。衛生研究所が定期的に測定して公表する等して、バックグラウンドの醸成が必要。
- 白書は一般的にはあまり見られないので、小学校で指導していくことも必要。試験紙のように簡単に計れる手法を開発する等、分かりやすい方法を考える必要がある。

4.4 小城春雄 名誉教授

4.4.1 漂流ごみに関して

- ウミネコは、テグスをよく取り込んでいる。テグスは自然に縮んで丸く絡まった状態になる。この周りに藻類等が付着する。これを餌と間違えて取り込んでいるようだ。ウミネコの胃内容物の分析では、一見有機物の塊（藻類）にしか見えないが、ほぐすとテグスが出てくる。
- 鳥類がプラスチックを取り込んでいることは確認できるが、直接の死因の特定は難しい。（因果関係を証明するのが難しい）
- ミッドウェイ諸島のコアホウドリがプラスチックをたくさん取り込んでいることが知られているが、雛は巣立つ前に吐き出すため、それほど問題ではないという説もある。ただ、うまく吐き出せないような形状のもの等があると、死亡につながることもあるだろう。
- 因果関係を証明するには、実験をする必要がある。飼い易く、エサ代も安い家禽類で実験できると良い。ニワトリ、チャボ、ウズラ等でよいのでは。
- ただ、鳥類においてはPCB等の脂肪に溜まるものを調べるのは難しい。水生生物は脂肪が二重構造だが、鳥類は環状の立体構造で複雑である。ドイツのタカカワシの脂肪の分析で、200~300種類の油があるといわれている。それらの分析ができる装置は世界にそうはないのでは。
- 海洋のプラスチックは有機塩素化合物による汚染と考えてもらいたい。

- 太平洋の有機塩素化合物の緯度による分布は、北半球中緯度で高濃度になる。この海域を生息範囲とする種類の鳥には、有機塩素化合物の残留濃度が高い。
- 有機塩素化合物により、脳神経に異常をきたすと、鳥の渡りができなくなるのでは。
- 鳥類は種によって取り込むプラスチックの種類が異なる。ウミオウムは特異的にレジンペレットを多く取り込む。
- プラスチックの取込みと鳥類の PCB 汚染の関係は難しい。鳥類は尾腺から油を放出しているので、PCB 濃度はどこかで飽和するはずだ。
- PCB は深海への移動が指摘されている。これはプラスチックが媒介している。
- PCB が深海に溜まると、光も届かず、低温のため、さらに分解されにくのでは。
- ナノプラスチックは、細胞レベルで取り込まれることもあるのでは。
- プラスチックは異性体が多い。自然界にはこれほど異性体が多いものはないので、生物は対応できていないだろう。人間でも、プラスチックの生産量の増加と共に子供のアトピーが増えていくのでは。
- 有機塩素化合物で神経細胞が侵されると、行動異常等が起こり、生物の存在そのものが危うくなってくる。
- 黒海やカスピ海のようにになってしまうのを懸念する。

4.4.2 海底ごみに関して

- FAO がトロールで調査した報告書があったのでは。
- 底魚は海底のプラスチックを取り込んでいるだろう。マダラとスケトウダラを比較すると、底泥と一緒に摂餌するマダラの肝臓には PCB が多いが、浮遊しているものを摂餌するスケトウダラには少ない。

4.4.3 今後必要となる対策に関して

- 本業務でプラスチックによる影響の文献集（文献リスト）をせひ作って欲しい。役立つものになる。
- 漂流プラスチックの実態の調査方法として、小城先生が改良したネットによる調査方法をぜひ普及させて欲しい。風や波がある条件でも定量的に調査できる方法である。海洋環境モニタリングの国際シンポジウムで発表したはずである。

4.5 兼廣春之 教授

4.5.1 漂流ごみに関して（漂着ごみを主として）

- カメの知見に関しては、ゴーストフィッシングよりも取り込みに関する方が多いのでは。
- 日本では、小笠原海洋センターでカメの研究がされているので、調べてみてはどうか。その他、名古屋港水族館でも研究されているようだ。日本でも産卵に来る場所があるので、その地域の研究機関には知見があるかもしれない。
- オサガメに関しては、カナダトロント大学の研究事例があるようだ。
- クジラの知見に関しては、IWC（国際捕鯨委員会）の資料にあるのでは。
- ゴーストフィッシングについては、FAO(2009)のレポートに先生も対策について書いた。2009年の情報は、比較的新しいと捉えてよいのでは。FAO も、その後はゴーストフィッシングに

関するレポートは出してないだろう。

- Mooreさんは、ナノレベルのプラスチックがプランクトンに取り込まれることを指摘していた。
- 日本の事例があるとよい。
- 移入種の問題に関しては、漂流物に付着して流れてくるものは、昔から自然の漂流物でもあったはずである。最近問題になるのは、漂流物の量が増えたからなのか。この問題は、長崎大学の中西弘樹先生の研究があるだろう。

4.5.2 海底ごみに関して

- 日本海では、ヌタウナギ用筒やカニの刺し網が問題になっている。それらの漁具は、使い捨て感覚で使用されている。
- ゴーストフィッシングに関する新しい文献がないとのことだが、韓国のヌタウナギ用筒は今も使用されているので、問題が解決されたわけではない。
- 九州ではカゴ漁が盛んで、海底にもカゴが沈んでいると聞いたことがある。
- 定置網では、網を張るために大量の土嚢を使っている。この土嚢袋も合成繊維であるが、網の張り直し（夏網・冬網）の際に回収はされていないだろう。海底における生物の生息環境の悪化につながっているのでは。
- 海底のゴーストフィッシングについては、鹿児島大学の松岡達郎先生の研究があるだろう。
- 深海の海底ごみによる影響に関しては、JAMSTECの加藤千明氏の研究があるだろう。

4.5.3 今後必要となる対策に関して

- 漁具の改良はされているようだが、まだ解決はしていない。
- 生分解性漁具は、愛知や石川等で試験的に使用されているが、商業化には至っていない。国が補助するべきだろう。韓国では国による取り組みが行われている。
- 漁具全体を生分解性にするのは困難と思われるが、例えばカゴの縫い目だけを生分解性や天然繊維にすることで、カゴが開いてくれれば、少なくともゴーストフィッシングは防げる。
- 漁具にラベルを付けて、所有者が分かるようにする対策もある。

5. まとめ

5.1 得られた知見の整理

以上の調査結果から、漂流・海底ごみが海洋環境へ与える影響として指摘されているものをまとめると、表 5.1-1 及び表 5.1-2 のようであった。

表 5.1-1 漂流ごみに関して

影響要因 環境要素	プラスチック類 (漁具も一部含む)	微細な プラスチック類	漁具 (ゴーストフィッシング)
水質	・重金属の溶出 ・添加剤の溶出 ・原料由来の汚染 ・吸脱着による POPs 等の移動媒体	・添加剤の溶出 ・原料由来の汚染 ・吸脱着による POPs 等の移動媒体	—
底質	—	—	—
生物	・絡まり ・取込み ・移入種	・取込み (物理的影響) ・取込み (生理化学的影響) ・取込み (生物濃縮)	・ゴーストフィッシング

注) — : 影響はないと考えられる。

表 5.1-2 海底ごみに関して

影響要因 環境要素	プラスチック類 (漁具も一部含む)	微細な プラスチック類	漁具 (ゴーストフィッシング)
水質	・知見なし	・知見なし	—
底質	・知見なし	・汚染物質の水中からの移行	—
生物	・生息環境の変化	・取込み (物理的影響)	・ゴーストフィッシング ・生息環境の変化

注) — : 影響はないと考えられる。

5.2 今後の課題

今後の課題 (必要となる対策) として、以下の事項の指摘があった。

5.2.1 海洋環境への影響の把握として

- ・モニタリング (プラスチック等の量及び吸着している物質濃度等に関する) が必要である。
- ・プラスチックに吸着した POPs は食物連鎖により生物に濃縮されるため、濃縮係数が大きくなることが予想される。10 年後、20 年後についての生物濃縮が変化する影響を予測する必要がある。

ある。

5.2.2 海洋環境への影響の軽減として

- プラスチック製品の約半分が使い捨てなので、使い捨てでないものに換えていく必要がある。
- 削減する対策として、環境教育や普及啓発が必要である。
- プラスチックの流出を完全に防ぐことはできない。子供の頃からの教育をして、プラスチックをできるだけ使用しない社会へ、パラダイムシフトする必要がある。
- そのためには、海水中の濃度を定期的に想定して公表する等、水環境の保全意識を高め、バックグラウンドを醸成する必要がある。
- プラスチックの拡散及び微粒子化を抑制するため、海洋に流出したプラスチックをできるだけ早く回収・処理を行う仕組みを整備し、それを継続していくことが必要である。
- 生分解性漁具の開発・普及のため国が補助するべきである。

6. 引用文献

- 秋山翼, 佐藤秀人, 岡部顕史, 山本和清, 登川幸生, 宮崎渉, 鄭宣龍, 楠井隆史, 道祖土勝彦
(2012) 漂流・漂着プラスチックから発生する化学物質とその毒性, 「フォーラム 2012 :
衛生薬学・環境トキシコロジー」ポスター発表資料.
- Auman, H. J., Ludwig, J. P., Giesy, J. P., and Colborn, T. (1997) Plastic ingestion by
Laysan Albatross chicks on Sand Island, Midway Atoll, in 1994 and 1995, *Albatross
Biology and Conservation*, 239-44.
- Besseling, E., Wegner, A., Foekema, E. M., van den Heuvel-Greve, M. J., and Koelmans, A.
A. (2012) Effects of Microplastic on Fitness and PCB Bioaccumulation by the Lugworm
Arenicola marina (L.), *Environmental Science & Technology*, in Press.
- Boerger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L. and Moore, C.J. (2010) Plastic ingestion by
planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre, *Marine Pollution Bulletin*,
60(12), 2275-2278.
- Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M., and Thompson, R. C. (2008)
Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel,
Mytilus edulis (L.), *Environmental Science and Technology*, 42, 5026-5031.
- Butterworth, A., Clegg, I., and Bass, C. (2012) *Untangled – Marine debris: a global picture
of the impact on animal welfare and of animal-focused solutions*, London: World Society
for the Protection of Animals.
- Cole M., Lindeque, P., Halsband C. and Galloway, T. S. (2011) Microplastics as contaminants
in the marine environment: A review, *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2588-2597.
- Dau, B. K., Gilardi, K. V., Gulland, F. M., Higgins, A., Holcomb, J. B., Leger, J. S.,
and Ziccardi, M. H. (2009) Fishing gear-related injury in California marine wildlife,
Journal of Wildlife Diseases, 45(2), 355-362.
- Davison, P., and Asch, R. G. (2011) Plastic ingestion by mesopelagic fishes in the North
Pacific Subtropical Gyre, *Marine Ecology Progress Series*, 432, 1616-1599.
- 藤枝繁 (2003) ディスポーザブルライターを指標とした海岸漂着散乱ゴミの流出地確定, 漂着物
学会誌, 1, 13-20.
- Fujieda, S., Uchiyama, M., Azuma, T., Fukuda, R., and Arita, Y. (2008) Ingestion Case of
Plastics by Black Marlin *Makaira indica* and Lancetfish *Alepisaurus ferox* Caught in
the East Indian Ocean, *Memoirs of Faculty of Fisheries Kagoshima University*, 57, 47
-48.
- Good, T. P., June, J. A., Etnier, M. and Broadhurst, G. (2010) Derelict fishing nets in
Puget Sound and the Northwest Straits: patterns and threats to marine fauna, *Marine
Pollution Bulletin*, 60, 39-50.
- 後藤友明 (2012) 東日本大震災で岩手県沿岸域に放置された底刺網の状態とゴーストフィッシング
の実態, 日本水産学会誌, 78 (6) , 1187-1189.
- Greenpeace (2006) *Plastic debris in the world's oceans*, Amsterdam.
- Gregory, M. R. (2009) *Environmental implications of plastic debris in marine settings*

- entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions, Phil. Trans. R. Soc. B, 364, 2013–2025.
- Heskett, M., Takada, H., Yamashita, R., Yuyama, M., Ito, M., Geok, Y. B., Ogata, Y., Kwan, C., Heckhausen, A., Taylor, H., Powell, T., Morishige, C., Young, D., Patterson, H., Robertson, B., Bailey, E., and Mermoz, J. (2012) Measurement of persistent organic pollutants (POPs) in plastic resin pellets from remote islands: Toward establishment of background concentrations for International Pellet Watch, Marine Pollution Bulletin, 64, 445–448.
- Hirai, H., Takada, H., Ogata, Y., Yamashita, R., Mizukawa, K., Saha, M., Kwan, C., Moore, C., Gray, H., Laursen, D., Zettler, E. R., Farrington, J. W., Reddy, C. M., Peacock, E. E., and Ward, M. W. (2011) Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches, Marine Pollution Bulletin, 62, 1683–1692.
- International Pellet Watch <http://www.pelletwatch.org/index.html> (2013 年 3 月 4 日閲覧)
- 伊藤芳英, 西源二郎, 久保田正 (2005) 深海魚ミズウオ *Alepisaurus forex* を利用した環境教育, 海・人・自然 (東海大博研報), 7, 1–13.
- Jacobsen, J. K., Massey, L. and Gulland, F. (2010) Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*), Marine Pollution Bulletin, 60(5), 765–767.
- Katsanevakis, S. (2008) Marine debris, a growing problem: sources, distribution, composition, and impacts, in Marine Pollution New Research ed. by Tobias N. Hofer, 53–100.
- Laist, D. W. (1997) Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records, In: Marine debris: sources, impacts and solutions (Coe, J. M. and Rogers, B. D., eds.), 99–141, Springer, Berlin.
- Lazar, B. and Gracan, R. (2011) Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea, Marine Pollution Bulletin, 62, 43–47.
- Moore, E., Lyday, S., Roletto, J., Little, K., Parrish, J. K., Nevins, H., Harvey, J., Mortenson, J., Greig, D., Piazza, M., Hermance, A., Lee, D., Adams, D., Allen, S., and Kell, S. (2009) Entanglements of marine mammals and seabirds in central California and the north-west coast of the United States 2001–2005, Marine pollution bulletin, 58(7), 1045–51.
- Moos, N. V., Burkhardt-Holm, P., and Köhler, A. (2012) Uptake and Effects of Microplastics on Cells and Tissue of the Blue Mussel *Mytilus edulis* L. after an Experimental Exposure, Environmental Science & Technology, 46, 11327–11335.
- Nakashima E, Isobe, A., Kako, S., Itai, T., and Takahashi, S. (2012) Quantification of toxic metals derived from macroplastic litter on Ookushi beach, Japan, Environmental Science & Technology, 46, 10099–10105.
- Neilson, J. L., Straley, J. M., Gabriele, C. M., and Hills, S. (2009) Non-lethal entanglement of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in fishing gear in northern

- Southeast Alaska, *Journal of Biogeography*, 36, 452-464.
- Ogata Y, Takada H, Mizukawa K, Hirai H, Iwasa S, Endo S, Mato Y, Saha M, Okuda K, Nakashima A, Murakami, M., Zurcher, N., Booyatumanondo, R., Zakaria, M. P., Dung, L. Q., Gordon, M., Miguez, C., Suzuki, S., Moore, C., Karapanagioti, H. K., Weerts, S., McClurg, T., Burres, E., Smith, W., Velkenburg, M. V., Lang, J. S., Land, R. C., Laursen, D., Danner, B., Stewardson, N., and Thompson, R. (2009) International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHsj, *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1437-1446.
- Raum-Suryan, K. L., Jemison, L. A., and Pitcher, K. W. (2009) Entanglement of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in marine debris: Identifying causes and finding solutions, *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1487-1495.
- Ryan, P. G., Moore, C. J., van Franeker, J. A., and Moloney, C. L. (2009) Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 1999-2012.
- 道祖土勝彦, 雨宮恵司, 佐藤秀人, 岡部顕史, 小川直人, 釜谷保志, 木暮一啓, 西村昌彦, 奥川光治, 楠井隆史 (2012a) 沖縄沿岸における漂流・漂着ポリスチレン由来のスチレンオリゴマー汚染の分析, *分析化学*, 61(7), 629-636.
- Saido, K., Sato, H., Okabe, A., Chung, S.Y., Kamaya, Y., Ogawa, N., Kogure, K., and Kusui, T. (2012) A New Global Contamination Generated from Marine Debris Polystyrene, *Environmental Science and Technology* (2012b) Volume 2 Proceedings from the Fifth International Conference on Environmental Science and Technology held on June 25-29, 2012 in Houston, Texas, USA.
- 佐藤 顕義, 勝田 節子 (2011) 静岡県御前崎海岸と茨城県大洗海岸における海岸斃死鳥類 1. 斃死鳥類の状況とテグス等による被害, *東海自然誌 (静岡県自然史研究報告)*, 4, 25-33.
- 水産庁 (2008) 日本海の暫定水域に隣接する海域で実施した海底清掃による韓国密漁漁具の回収実績について, <http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/kokusai/080129.html> (2013年2月4日閲覧)
- Tanaka, K., Takada, H., Yamashita, R., Mizukawa, K., Fukuwaka, M., and Watanuki, Y. (2013) Accumulation of plastic-derived chemicals in tissues of seabirds ingesting marine plastics, in press.
- Teuten, E.L., Saauing, J. M., Knappe, D. R., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S. J., Thompson, R. C., Galloway, T. S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P. H., Tana, T. S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M. P., Akkhavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Mizukawa, K., Hagino, Y., Imamura, A., Saha, M. and Takada, H. (2009) Transport and release of chemicals from plastics to the environment and wildlife. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 364, 2027-2045
- Tourinho, P. S., Ivar do Sul, J. A., and Fillmann, G. (2010) Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil?, *Marine Pollution Bulletin*, 60(3), 396-401.
- UNEP (2011) *UNEP Year Book 2011: Emerging issues in our global environment*, United Nations

Environment Programme, Nairobi.

UNEP and FAO (2009) Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear, Rome.

Van, A., Rochman, C. M., Flores, E. M., Hill, K. L., Vargas, E., Vargas, S. A., Hoh, E. (2012) Persistent organic pollutants in plastic marine debris found on beaches in San Diego, California, *Chemosphere*, 86(3), 258–263.

Votier, S. C., Archibald, K., Morgan, G., and Morgan, L. (2011) The use of plastic debris as nesting material by a colonial seabird and associated entanglement mortality, *Marine Pollution Bulletin*, 62, 168–172.

Wegner, N. C. and Cartamil, D. P. (2012) Effects of prolonged entanglement in discarded fishing gear with substantive biofouling on the health and behavior of an adult shortfin mako shark, *Isurus oxyrinchus*, *Marine Pollution Bulletin*, 64(2), 391–394.

Yamashita, R., Takada, H., Fukuwaka, M. and Watanuki, Y. (2011) Physical and chemical effects of ingested plastic debris on short-tailed shearwaters, *Puffinus tenuirostris*, in the North Pacific Ocean, *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2845–2849.

Ⅳ. 漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理

1. 目的

漂流・海底ごみ問題の現状と被害実態を包括的に整理することで、我が国の漂流・海底ごみ問題の現状を分析し、課題等を整理することを目的とする。

2. 調査内容・方法

以下に現状分析・課題整理を行う方法及びとりまとめの方向性について記す。

2.1 全国の港湾区域における漂流ごみの回収実績の整理

漂流ごみの回収は、国土交通省の漂流ごみ回収船の清掃海域である一般海域以外に、港湾区域でも実施されている。このため、2011 年度に港湾区域で回収された漂流ごみ量をアンケート調査により収集・整理し、一般海域と合わせて内湾での漂流ごみの回収実績を取りまとめる。アンケートの対象は、港湾管理者のうち、東日本大震災で甚大な被害を受けた岩手県、宮城県、福島県を除いた 163 者である(表 2.1-1)とする。アンケート内容を表 2.1-2 に示す。

表 2.1-1 港湾管理者数

区分	都道府県	市町村	港務局	一部事務組合	総数
国際戦略港湾	1	4	0	0	5
国際拠点港湾	10	4	0	3	17
重要港湾	23	16	1	3	43
地方港湾のみを管理する管理者	2	96	0	0	98
計	36	120	1	6	163

注 管理者が複数の港格の港湾を管理している場合は、最上位の港格区分に計上

(出典：国土交通省港湾局(平成 24 年 4 月 1 日)港湾管理者一覧表より作成)

表 2.1-2 (1) 港湾管理者用 アンケート用紙

アンケート記載要領

平成 23 年度の港湾区域内の清掃活動実施内容について

都道府県名、対象港湾名、港湾の種類については、当方で記入しております。

1. 記入者（担当者）

氏名、所属、役職、電話、FAX、E-Mail（メールアドレス）を記入願います。

2. 清掃活動の有無

清掃活動を行っている場合「○」、行っていない場合は「×」を選択願います。

清掃活動を行っていない場合「×」対象港湾の以下のアンケートの記入は不要です。

3. 年間清掃活動

平成 23 年度の港湾区域内の海上における漂流ゴミの清掃活動の回数を記入願います。

4. 年間回収量

年間回収量は t（重量）、m³（容量）どちらか一方を記入願います。

5. 清掃活動の実施状況

清掃活動が定期的に行われている場合「定期」、定期的に行われていない場合「不定」を選択願います。

6. 回収対象について

回収の対象は、全量を回収する場合「全」、流木・アシ等の自然物のみ回収する場合「自」、人工物のみ回収する場合「人」の中から選択願います。

7. 回収方法

回収方法について、船舶による海上での回収の場合「海」、陸上から回収する場合「陸」、それ以外のものは「他」を選択願います。

また、海上回収、陸上回収以外の場合は「その他」内容を具体的に記入願います。

以上

表 2.1-2 (2) 港湾管理者用 アンケート用紙

アンケート調査票

港湾管理者名	石川県
--------	-----

1. 記入者

氏名	
所属	
役職	
電話	
FAX	
E-Mail:	

No	都道府県名	港湾名	港湾の種類	2. 清掃活動の有無	3. 年間清掃回数	4. 年間回収量(t)	4. 年間回収量(m3)	5. 清掃活動	6. 回収対象	7. 回収方法	7. 「その他」の回収方法
1	石川県	七尾	重要港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
2	石川県	金沢	重要港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
3	石川県	穴水	地方港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
4	石川県	宇出津	地方港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
5	石川県	小木	地方港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
6	石川県	飯田	地方港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
7	石川県	輪島	地方港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
8	石川県	福浦	地方港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
9	石川県	滝	地方港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
10	石川県	塩屋	地方港湾	○・×				定・不定	全・自・人	海・陸・他	
				○ ×	回数を記入	回収量記載	回収量記載	定期 不定期	全量 自然物 人工物	海上 陸上 その他	「その他」を記載

2.2 海底ごみに対する対策事業に係る情報収集

海底ごみに対する対策事業に係る情報収集を通じて、海底ごみに関する現状・被害実態を把握するため、以下の県の関係部局と関係団体を対象にヒアリング調査を行う。ヒアリングの対象県は、前年度調査の自治体アンケート調査結果を踏まえ、海底ごみの情報が不足している海域(伊勢湾、有明海)及び特徴的な海底ごみの種類(外国漁船等による投棄漁具等の回収)の観点から選定した。

- ・愛知県：伊勢湾における海底ごみ協働対策事業について
- ・佐賀県：有明海の海底ごみの回収事業について
- ・NPO 法人水産業・漁村活性化推進機構(外国漁船等による投棄漁具等の回収事業)

2.3 現状分析・課題整理を行う方法

前年度調査では、現地調査やアンケート・文献・ヒアリング調査結果等より、漂流・海底ごみ問題の現状と被害実態を整理し、全国的な視点で課題の整理を行った。本業務では、新たに実施する現地調査やアンケート調査等の結果を踏まえ、前年度の現状分析の結果及び課題の見直しを行う。

2.3.1 漂流・海底ごみの現状・被害実態の整理

本業務での結果を踏まえ、以下の項目の全国的な状況を包括的に整理する。前年度調査では、平常時と災害時に分けて整理を行ったが、本年度の調査で得られる情報は平常時の情報のため、本年度は平常時について整理する。

- ①漂流・海底ごみの現状(量)
- ②漂流・海底ごみの現状(質)
- ③被害実態
- ④対策事業の内容
- ⑤関係団体との連携状況
- ⑥海洋環境への影響

2.3.2 地域性の分析・課題整理

上記、①～②の項目については、マップ化することで、漂流・海底ごみの量・質の地域による違いを分析する。また、②漂流・海底ごみの現状(質)については、環境省(2011)¹の手法により「生活系ごみ」、「漁業系ごみ」、「事業系ごみ」に大別する事で、漂流・海底ごみの発生源を推定する。これらの結果より、漂流・海底ごみの存在や被害が限られた地域の問題であるのか否か、という地域性の分析を行う。

また、漂流・海底ごみの発生源や被害の要因についての現状分析より、ごみの発生抑制に関する課題を整理する。さらに、漂流・海底ごみに係る既存の研究及び本業務で実施する漂流ごみ状況把握及び海底ごみ回収調査より、調査手法等の漂流・海底ごみの実態把握に係る課題をとりまとめる。

¹ 環境省(2011)漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査総括検討会報告書

2.3.3 関係主体の多様性の分析・課題整理

上述の③被害実態、④対策事業の内容、⑤関係団体との連携状況から、漂流・海底ごみに係る関係機関・関係団体の抽出を行う。本業務で得られる知見を踏まえ、再度、関係主体を整理し、漂流・海底ごみ問題に限られた主体の問題であるか否か、という関係主体の多様性について分析を行う。

また、漂流・海底ごみに関する対策事業及び関係機関・団体との連携に係る情報収集結果より、対策実施上の課題、回収・処理に係る課題、さらには関係主体の連携に係る課題を整理する。

2.3.4 緊急性の分析・課題整理

上述の③被害実態の整理から、緊急に対策が必要な被害や地域を整理する。また、緊急性の分析を通じて、漂流・海底ごみへの対策実施上の課題についても整理する。

3. 調査結果

3.1 全国の港湾区域における漂流ごみの回収実績の整理

港湾管理者(163 者)にアンケートを送付した結果、131 者より回答を得た(回収率 80%)。各港湾(912 港湾)の清掃活動の有無について質問したところ、「活動あり」と回答した港湾は 192 港湾(21%)であり、「活動無し」は 584 港湾(64%)、回答無しは 136 港湾(15%)であった。

清掃活動を行っている 192 港湾のうち、90 港湾(47%)は定期的に清掃を行っていた。また、166 港湾(86%)は自然物及び人工物の全量を回収していた。回収方法としては陸上から回収する港湾が多かった(表 3.1-1)。192 港湾のうち、清掃回数及び回収量の情報が得られた 146 港湾での回収量の総計は約 9,500t であった(表 3.1-2)。

表 3.1-1 港湾における清掃活動の概要(2011 年度)

清掃活動	港湾数	回収対象	港湾数	回収方法	港湾数
定期	90	全量	166	海上から	59
不定期	102	自然物のみ	22	陸上から	91
		人工物のみ	4	海上と陸上	40
				その他(回答なし含む)	3
計	192	計	192	計	192

表 3.1-2(1) 港湾における清掃活動の実績(2011 年度)

都道府県	港湾名	区分	清掃活動	回収対象	年間清掃回数(回)	年間回収量(t)
北海道	苫小牧	国際拠点	定期	全量	145	19.8
北海道	釧路	重要	定期	全量	36	16.3
北海道	紋別	重要	不定期	自然物	1	1.0
北海道	根室	重要	不定期	全量	10	2.0
北海道	奥尻	地方	定期	全量	2	5.0
北海道	浦河	地方	定期	全量	1	4.0
北海道	天塩	地方	定期	人工物	1	2.0
北海道	枝幸	地方	不定期	全量	365	0.7
北海道	香深	地方	不定期	全量	2	1.0
北海道	霧多布	地方	不定期	全量	3	70.0
青森県	八戸	重要	不定期	全量	2	2.7
青森県	青森	重要	不定期	全量	35	20.7
青森県	むつ小川原	重要	定期	人工物	1	13.0
青森県	野辺地	地方	定期	全量	1	0.4
青森県	深浦	地方	不定期	全量	1	2.4
青森県	七里長浜	地方	不定期	全量	3	0.2
秋田県	能代	重要	定期	人工物	1	0.9
茨城県	鹿島	重要	不定期	全量	62	83.7
千葉県	千葉	国際拠点	定期	全量	369	702.6
千葉県	木更津	重要	定期	全量	147	445.5
千葉県	上総湊	地方	定期	全量	1	6.0
千葉県	浜金谷	地方	不定期	自然物	2	4.8
東京都	東京	国際戦略	定期	全量	245	897.6
神奈川県	横浜	国際戦略	定期	全量	2151	335.1
神奈川県	川崎	国際戦略	定期	全量	219	173.9
新潟県	新潟	国際拠点	定期	全量	102	76.1
新潟県	両津	重要	定期	全量	20	1.0
富山県	伏木富山	国際拠点	不定期	自然物	2	3.0
富山県	魚津	地方	不定期	自然物	1	0.4
石川県	七尾	重要	不定期	全量	10	3.0
石川県	輪島	地方	不定期	全量	2	3.0
福井県	敦賀	重要	不定期	全量	2	300.0
静岡県	清水	国際拠点	定期	全量	231	251.9
静岡県	田子の浦	重要	定期	全量	102	160.3
静岡県	土肥	地方	不定期	全量	2	21.0
静岡県	沼津	地方	不定期	全量	5	28.8
静岡県	浜名	地方	不定期	全量	1	1.1
静岡県	大井川	地方	不定期	全量	30	60.0
愛知県	名古屋	国際拠点	定期	全量	568	734.9
愛知県	衣浦	重要	定期	全量	168	52.5
三重県	四日市	国際拠点	定期	全量	159	181.0
京都府	舞鶴	重要	不定期	全量	5	2.0
大阪府	大阪	国際戦略	定期	全量	243	350.0
大阪府	堺泉北	国際拠点	定期	全量	443	286.8

表 3.1-2(2) 港湾における清掃活動の実績(2011 年度)

都道府県	港湾名	区分	清掃活動	回収対象	年間清掃回数(回)	年間回収量(t)
兵庫県	神戸	国際戦略	定期	全量	245	187.9
兵庫県	姫路	国際拠点	不定期	全量	17	24.7
兵庫県	尼崎西宮芦屋	重要	定期	全量	87	95.7
兵庫県	東播磨	重要	不定期	全量	24	115.6
兵庫県	明石	地方	不定期	全量	6	2.0
兵庫県	津居山	地方	定期	全量	58	194.0
兵庫県	柴山	地方	定期	全量	6	278.0
兵庫県	江井ヶ島	地方	不定期	全量	6	2.0
兵庫県	相生	地方	不定期	全量	7	21.5
兵庫県	福良	地方	不定期	全量	27	8.5
兵庫県	湊	地方	不定期	全量	30	298.7
兵庫県	郡家	地方	不定期	全量	6	4.5
兵庫県	室津	地方	不定期	全量	4	1.3
兵庫県	竹野	地方	定期	全量	58	69.4
兵庫県	家島	地方	不定期	全量	1	0.7
兵庫県	浦	地方	不定期	全量	6	278
兵庫県	江井	地方	不定期	全量	2	1.7
兵庫県	津名	地方	不定期	全量	44	0.5
和歌山県	日高	重要	不定期	自然物	3	12.0
和歌山県	日置	地方	不定期	全量	1	0.7
和歌山県	古座	地方	不定期	自然物	1	0.2
和歌山県	大島	地方	不定期	自然物	1	0.2
鳥取県	鳥取	重要	不定期	全量	6	192.0
鳥取県・島根県	境	重要	定期	全量	92	25.4
島根県	西郷	重要	不定期	全量	3	13.5
島根県	安来	地方	定期	全量	1	1.8
島根県	河下	地方	定期	全量	2	8.0
島根県	久手	地方	不定期	人工物	1	0.1
島根県	来居	地方	不定期	全量	3	2.4
島根県	重栖	地方	定期	全量	1	25.5
岡山県	水島	国際拠点	不定期	全量	82	66.0
岡山県	宇野	重要	不定期	全量	220	37.2
岡山県	岡山	重要	定期	全量	11	10.0
岡山県	児島	地方	不定期	全量	18	42.0
岡山県	野々浜	地方	定期	全量	12	5.4
広島県	広島	国際拠点	定期	全量	223	17.7
広島県	福山	重要	定期	全量	198	21.9
広島県	尾道糸崎	重要	定期	全量	224	71.7
広島県	大竹	地方	定期	全量	37	1.0
広島県	呉	重要	定期	全量	99	8.9
広島県	大須	地方	不定期	全量	1	0.3
広島県	内海	地方	不定期	全量	1	0.6
広島県	鹿田	地方	不定期	全量	1	0.3
広島県	阿伏兔	地方	定期	全量	36	0.5
山口県	徳山下松	国際拠点	不定期	全量	16	24.0
山口県	柱島	地方	定期	全量	2	2.0
徳島県	徳島小松島	重要	不定期	全量	223	120.3

表 3.1-2(3) 港湾における清掃活動の実績(2011 年度)

都道府県	港湾名	区分	清掃活動	回収対象	年間清掃回数(回)	年間回収量(t)
香川県	坂出	重要	定期	全量	7	5.7
香川県	与島	地方	定期	全量	1	3.9
香川県	木沢	地方	定期	全量	1	3.9
香川県	高松	重要	定期	全量	136	136.5
香川県	土庄	地方	不定期	全量	3	14.9
香川県	大部	地方	不定期	全量	1	2.8
香川県	土庄東	地方	不定期	全量	1	0.6
香川県	家浦	地方	不定期	全量	2	1.8
香川県	青木	地方	定期	全量	1	0.7
香川県	三都	地方	定期	全量	1	1.0
香川県	吉野崎	地方	定期	全量	1	1.0
愛媛県	松山	重要	不定期	全量	4	11.4
愛媛県	東予	重要	不定期	全量	1	194.7
愛媛県	三島川之江	重要	定期	全量	36	2.0
愛媛県	中島	地方	不定期	自然物	1	0.5
愛媛県	松前	地方	不定期	全量	6	12.0
愛媛県	御荘	地方	不定期	全量	1	37.0
愛媛県	新居浜	重要	定期	全量	53	8.4
愛媛県	八幡浜	地方	定期	全量	2	1.5
愛媛県	堀江	地方	定期	全量	20	0.6
愛媛県	西中	地方	不定期	全量	10	0.3
高知県	高知	重要	定期	自然物	267	137.0
高知県	須崎	重要	不定期	全量	1	6.0
高知県	宿毛湾	重要	不定期	全量	6	71.9
高知県	室津	地方	定期	全量	1	1.5
高知県	甲浦	地方	不定期	全量	2	3.0
高知県	佐喜浜	地方	不定期	全量	2	3.0
高知県	手結	地方	定期	自然物	2	0.6
高知県	久礼	地方	不定期	全量	3	12.0
福岡県	北九州	国際拠点	定期	全量	269	152.2
福岡県	博多	国際拠点	定期	全量	436	151.0
福岡県	三池	重要	不定期	全量	5	89.0
長崎県	長崎	重要	定期	全量	191	146.9
長崎県	佐世保	重要	定期	全量	237	183.0
熊本県	熊本	重要	不定期	自然物	1	0.2
熊本県	水俣	地方	不定期	全量	2	31.6
熊本県	佐敷	地方	不定期	全量	1	12.5
熊本県	長洲	地方	不定期	自然物	1	37.0
熊本県	天草(茂木根)	地方	定期	全量	13	4.8
宮崎県	細島	重要	不定期	自然物	6	75.0
宮崎県	油津	重要	不定期	全量	81	4.2
宮崎県	外浦	地方	不定期	全量	29	2.5
宮崎県	延岡	地方	不定期	自然物	3	74.4
宮崎県	美々津	地方	不定期	自然物	1	1.5
宮崎県	大島	地方	不定期	全量	22	0.4
鹿児島県	平崎	地方	不定期	全量	6	2.0
鹿児島県	高之口	地方	定期	全量	1	0.5
鹿児島県	大瀬	地方	定期	全量	1	0.2
鹿児島県	小瀬	地方	定期	全量	1	0.2
鹿児島県	八郷	地方	定期	全量	1	0.2
鹿児島県	獅子島	地方	定期	全量	2	25.1
鹿児島県	長島	地方	定期	全量	15	119.0
鹿児島県	百合ヶ浜	地方	定期	全量	4	10.0
沖縄県	那覇	重要	定期	全量	92	35.7
沖縄県	石垣	重要	不定期	全量	10	4.0
計						9463.3

3.2 全国の一般海域及び港湾区域における漂流ごみの回収実績

国土交通省の漂流ごみ回収船の清掃海域である一般海域と上述の港湾区域における漂流ごみの回収実績を 2011 年度について整理した(表 3.2-1)。2011 年度では、港湾区域と一般海域において約 1.3 万 t の漂流ごみが回収された。回収船の隻数等が湾によって異なるため、比較は困難であるが、東京湾では年間の単位面積当たりの回収量が約 2t/km²であった。一方、伊勢湾、瀬戸内海及び有明・八代海では約 0.3t/km²が回収されていた。

表 3.2-1 全国の一般海域及び港湾区域における漂流ごみの回収実績(2011 年度)

地方/湾	回収実績のある港湾数	回収量(t)			(参考)	
		港湾区域	一般海域	計	面積(km ²)	単位面積当たりの回収量(t/km ²)
北海道	10	122	—	122	—	—
東北	7	40	—	40	—	—
関東	7	607	—	607	—	—
東京湾	7	2,565	72	2,637	1,320	2.0
北陸	7	387	—	387	—	—
中部	1	53	—	53	—	—
伊勢湾	2	916	25	941	2,342	0.4
近畿	7	353	—	353	—	—
中国	8	269	—	269	—	—
瀬戸内海	56	2,755	2,738	5,493	21,827	0.3
四国	8	235	—	235	—	—
九州	13	804	—	804	—	—
有明・八代海域	11	320	309	629	2,900	0.2
沖縄	2	40	—	40	—	—
計	146	9,463	3,144	12,607	—	—

注 1：地方の区分は国土交通省地方整備局の管轄区分に則った。

注 2：東京湾、瀬戸内海、有明・八代海の一般海域における回収量(重量)は、容積からかさ比重(0.3t/m³)を用いて換算した。

注 3：参考として示した単位面積当たりの回収量は、漂流ごみ回収船の配置隻数等が異なるため直接比較する事はできない。

3.3 海底ごみに対する対策事業に係る情報収集

3.3.1 愛知県の海底ごみ協働対策事業について

愛知県では、2008 年度～2010 年度にかけて、伊勢湾で操業する小型底曳網漁業(南知多町、常滑市)が海底に堆積したごみをボランティアで回収し、県が処理を行う「海域ごみ協働対策事業」を実施した。同事業の背景、内容等の概要を表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1 愛知県の海底ごみ協働対策事業の概要

事業名	海底ごみ協働対策事業																																																							
背景・目的	伊勢湾の底曳網漁業者は、陸域から流入し海底に堆積したごみにより、網の破損や漁獲物の劣化等の被害を受けており、以前から操業中にかかったごみを陸揚げする試みを行っているが、処理費等の負担が大きく、思うように進まないのが現状であった。このため、愛知県は、一定期間内の回収ごみの処理費を負担する事で、漁業者の自主的な取り組みを助け、伊勢湾の海域環境の改善を進めるため、海底ごみ協働対策事業を実施した。																																																							
実施時期	2008 年度～2010 年度																																																							
内容	豊浜漁港及び鬼崎漁港にコンテナを設置し、操業中にかかった海底ごみを回収した。回収した海底ごみは、県が処分した。																																																							
成果	・ 年度別の回収量は以下の通りである <table><tr><td>年度</td><td>2008 年度</td><td>2009 年度</td><td>2010 年度</td></tr><tr><td>回収量(m³)</td><td>30.5</td><td>6</td><td>22</td></tr></table> 注：操業中に回収された海底ごみの全量ではない ・ 2008 年度に、回収された海底ごみ(30.5m³)の上位 3 品目は以下の通りである。 <table><tr><td>集計方法</td><td>順位</td><td>品目</td><td>数量</td><td>比率</td></tr><tr><td rowspan="3">個数別 3, 217 個中</td><td>1</td><td>飲料缶</td><td>650 個</td><td>20. 2%</td></tr><tr><td>2</td><td>ポリ袋類</td><td>400 個</td><td>12. 4%</td></tr><tr><td>3</td><td>衣服類</td><td>280 個</td><td>8. 7%</td></tr><tr><td rowspan="3">重量別 4, 530 kg 中</td><td>1</td><td>タイヤ</td><td>665 kg</td><td>14. 7%</td></tr><tr><td>2</td><td>ロープ</td><td>550 kg</td><td>12. 1%</td></tr><tr><td>3</td><td>その他鉄製品</td><td>530 kg</td><td>11. 7%</td></tr><tr><td rowspan="3">容積別 30. 5 m³ 中</td><td>1</td><td>その他プラスチック類</td><td>3. 8 m³</td><td>12. 5%</td></tr><tr><td>2</td><td>ロープ</td><td>3. 5 m³</td><td>11. 5%</td></tr><tr><td>3</td><td>その他鉄製品</td><td>3. 4 m³</td><td>11. 1%</td></tr></table>				年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度	回収量(m³)	30.5	6	22	集計方法	順位	品目	数量	比率	個数別 3, 217 個中	1	飲料缶	650 個	20. 2%	2	ポリ袋類	400 個	12. 4%	3	衣服類	280 個	8. 7%	重量別 4, 530 kg 中	1	タイヤ	665 kg	14. 7%	2	ロープ	550 kg	12. 1%	3	その他鉄製品	530 kg	11. 7%	容積別 30. 5 m³ 中	1	その他プラスチック類	3. 8 m³	12. 5%	2	ロープ	3. 5 m³	11. 5%	3	その他鉄製品	3. 4 m³	11. 1%
年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度																																																					
回収量(m³)	30.5	6	22																																																					
集計方法	順位	品目	数量	比率																																																				
個数別 3, 217 個中	1	飲料缶	650 個	20. 2%																																																				
	2	ポリ袋類	400 個	12. 4%																																																				
	3	衣服類	280 個	8. 7%																																																				
重量別 4, 530 kg 中	1	タイヤ	665 kg	14. 7%																																																				
	2	ロープ	550 kg	12. 1%																																																				
	3	その他鉄製品	530 kg	11. 7%																																																				
容積別 30. 5 m³ 中	1	その他プラスチック類	3. 8 m³	12. 5%																																																				
	2	ロープ	3. 5 m³	11. 5%																																																				
	3	その他鉄製品	3. 4 m³	11. 1%																																																				
出典	愛知県、平成 20 年度海域ごみ実態調査結果																																																							

3.3.2 佐賀県の有明海の海底ごみの回収事業について

佐賀県では、2001 年度より、水産庁の補助金及び県費を用いて漁場環境保全創造事業を実施している。同事業では、漁協に委託して海底ごみの回収を行っている。回収された海底ごみの内容は、木・竹片 6 m³、金属類 2 m³、漁網・ロープ 9 m³、可燃物 12 m³、空き缶 1 m³、空き瓶 1 m³(回収時期不明)となっている。同事業は 2013 年度も実施予定である。

3.3.3 外国漁船等による投棄漁具等の回収事業について

NPO 法人水産業・漁村活性化推進機構では、漁場機能維持管理事業として、外国漁船等による投棄漁具等の回収、保管及び処分を行っている。事業者は、各地の漁業協同組合が実施者となっている。事業予算は、2010 年度及び 2011 年度がそれぞれ約 15 億円及び約 14 億円である。2010 年度及び 2011 年度に回収された投棄漁具の実績を表 3.3-2 に示す。両年共に日本海側で、年間約 1 千トンの投棄漁具が回収されている。

表 3.3-2 外国漁船等による投棄漁具等の回収実績

事業実施者	区分	回収量(kg)	
		2010年度	2011年度
JF青森	刺し網	1,710	1,921
	その他網	1,509	2,392
	カニカゴ	0	10
	バイカゴ	0	13
	アナゴ筒	0	24
	ロープ	864	1,700
	その他	0	0
JF青森計		4,083	6,060
JF秋田	刺し網	650	821
	その他網	1,800	2,270
	カニカゴ	80	160
	バイカゴ	0	0
	アナゴ筒	40	50
	ロープ	1,230	1,840
	その他	4,380	5,050
JF秋田計		8,180	10,191
JFやまがた	刺し網	0	0
	その他網	11,420	10,511
	カニカゴ	0	0
	バイカゴ	0	30
	アナゴ筒	761	604
	ロープ	6,852	6,665
	その他	0	0
JFやまがた計		19,033	17,810
JF新潟	刺し網	2,650	6,600
	その他網	2,650	1,280
	カニカゴ	0	120
	バイカゴ	0	0
	アナゴ筒	0	0
	ロープ	0	0
	その他	0	0
JF新潟計		5,300	8,000
JFしまね	刺し網	—	—
	その他網	—	—
	カニカゴ	—	—
	バイカゴ	—	—
	アナゴ筒	—	—
	ロープ	—	—
	その他	—	—
JFしまね計		283,200	407,000
事業実施者	区分	回収量(kg)	
		2010年度	2011年度
JF山口	刺し網	—	—
	その他網	—	—
	カニカゴ	—	—
	バイカゴ	—	—
	アナゴ筒	—	—
	ロープ	—	—
	その他	—	—
JF山口計		40,178	40,918
JF福岡	刺し網	—	—
	その他網	—	—
	カニカゴ	—	—
	バイカゴ	—	—
	アナゴ筒	—	—
	ロープ	—	—
	その他	—	—
JF福岡計		201,644	221,284
JF佐賀玄海	刺し網	0	850
	その他網	0	2,150
	カニカゴ	0	0
	バイカゴ	0	0
	アナゴ筒	0	0
	ロープ	0	2,535
	その他	8,200	2,065
JF佐賀玄海計		8,200	7,600
JF長崎漁連	刺し網	—	—
	その他網	—	—
	カニカゴ	—	—
	バイカゴ	—	—
	アナゴ筒	—	—
	ロープ	—	—
	その他	—	—
JF長崎漁連計		23,570	38,290
JF全底連	刺し網	—	—
	その他網	—	—
	カニカゴ	—	—
	バイカゴ	—	—
	アナゴ筒	—	—
	ロープ	—	—
	その他	—	—
JF全底連計		488,415	413,967
総計		1,081,803	1,171,120

3.4 漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理

3.4.1 漂流・海底ごみの現状・被害実態の整理

(1) 漂流ごみの現状・被害実態

前年度調査及び本業務での現地調査より得られた、漂流ごみの現状・被害実態を表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1 漂流ごみの現状・被害実態

量	<回収量> ・全国の 146 港湾で 2011 年度に回収された漂流ごみは約 9,500t(人工物と自然物)。 ・国土交通省の漂流ごみ回収船により東京湾、伊勢湾、瀬戸内海及び有明・八代海の一般海域で回収された漂流ごみは 2011 年度で約 3,000t(人工物と自然物)。 <分布密度> ・瀬戸内海：464～556 個/km²(人工物)² ・鹿児島湾 448.6 個/km²(人工物)³ ・前年度及び本調査(人工物及び自然物、単位：個/km²) <table><tr><th>海域</th><th>2011 年 12 月～2012 年 2 月</th><th>2013 年 2～3 月</th></tr><tr><td>宮崎県宮崎市沖</td><td>194</td><td>(観測されず)</td></tr><tr><td>福岡県福岡市(博多湾)</td><td>17</td><td>—</td></tr><tr><td>高知県高知市沖</td><td>14</td><td>—</td></tr><tr><td>香川県観音寺市沖</td><td>31</td><td>116</td></tr><tr><td>神奈川県横浜市沖</td><td>209</td><td>396</td></tr><tr><td>新潟県聖籠町沖</td><td>(観測されず)</td><td>—</td></tr><tr><td>石川県羽咋市沖</td><td>—</td><td>62</td></tr><tr><td>三重県鳥羽市沖</td><td>—</td><td>465</td></tr><tr><td>山口県山口市沖</td><td>—</td><td>188</td></tr><tr><td>熊本県芦北町沖</td><td>—</td><td>481</td></tr></table>			海域	2011 年 12 月～2012 年 2 月	2013 年 2～3 月	宮崎県宮崎市沖	194	(観測されず)	福岡県福岡市(博多湾)	17	—	高知県高知市沖	14	—	香川県観音寺市沖	31	116	神奈川県横浜市沖	209	396	新潟県聖籠町沖	(観測されず)	—	石川県羽咋市沖	—	62	三重県鳥羽市沖	—	465	山口県山口市沖	—	188	熊本県芦北町沖	—	481
海域	2011 年 12 月～2012 年 2 月	2013 年 2～3 月																																		
宮崎県宮崎市沖	194	(観測されず)																																		
福岡県福岡市(博多湾)	17	—																																		
高知県高知市沖	14	—																																		
香川県観音寺市沖	31	116																																		
神奈川県横浜市沖	209	396																																		
新潟県聖籠町沖	(観測されず)	—																																		
石川県羽咋市沖	—	62																																		
三重県鳥羽市沖	—	465																																		
山口県山口市沖	—	188																																		
熊本県芦北町沖	—	481																																		
質	・海面清掃船による回収物としては、萱・草、木材類(流木含む)、竹の自然物が 8 割以上を占める。その他、ビニール類や発泡スチロール類が占める。																																			
季節変化	・梅雨及び台風等の出水の時期に多い傾向が見られる。																																			
経年変化	・東京湾の一般海域における漂流ごみの回収量は、昭和 61 年以降、徐々に減少し、最近では横ばいの傾向が続いている。 ・瀬戸内海の一般海域における漂流ごみの回収量は、昭和 50 年代半ばから横ばいの状態である。																																			
被害実態	・漁船のプロペラ・船体等の損傷、漁網の損傷、船舶航行への支障といった被害が、梅雨から台風時期に多い。																																			
対策事業の内容	・国・港湾管理者による港湾での海面清掃 ・漁港・漁場での回収事業																																			
関係団体との連携状況	・清港会等の港湾関係事業者と行政機関の連携 ・漁業関係者・地域住民・行政機関との連携																																			

²藤枝繁(2011)瀬戸内海に漂流漂着するカキ養殖用パイプ類の実態、日本水産学会誌、Vol.77(1)、pp.23-30

³藤枝繁(2003)鹿児島湾海面に浮遊するプラスチックゴミ、自然愛護、29

(2) 海底ごみの現状・被害実態

前年度業務及び本業務での現地調査より、海底ごみの現状・被害実態を表 3.4-2 に示す。

表 3.4-2 海底ごみの現状・被害実態

量	・宮城県金華山沖：181kg/km² ・東京湾：10.5(2000年)～31.3(1996年)kg/km² ・瀬戸内海：54.4(播磨灘)～1,927.9(備讃瀬戸)kg/km² ・鳥取県鳥取市沖：13.6kg/km² ・東シナ海：12.7～26.4kg/km² ・鹿児島湾：30.3kg/km² ・前年度及び本調査(人工物、単位：kg/km²) <table><tr><th>海域</th><th>2011年12月～2012年2月</th><th>2013年2～3月</th></tr><tr><td>宮城県宮崎市沖</td><td>125</td><td>9</td></tr><tr><td>福岡県福岡市(博多湾)</td><td>155</td><td>—</td></tr><tr><td>高知県高知市沖</td><td>23</td><td>—</td></tr><tr><td>香川県観音寺市沖</td><td>577</td><td>530</td></tr><tr><td>神奈川県横浜市沖</td><td>97</td><td>71</td></tr><tr><td>新潟県聖籠町沖</td><td>30</td><td>—</td></tr><tr><td>石川県羽咋市沖</td><td>—</td><td>81</td></tr><tr><td>三重県鳥羽市沖</td><td>—</td><td>1</td></tr><tr><td>山口県山口市沖</td><td>—</td><td>128</td></tr><tr><td>熊本県芦北町沖</td><td>—</td><td>2</td></tr></table> ・青森県から福岡県までの日本海側で回収された外国漁船等による投棄漁具等の回収量は、2010年度及び2011年度でそれぞれ1,081t及び1,171t。			海域	2011年12月～2012年2月	2013年2～3月	宮城県宮崎市沖	125	9	福岡県福岡市(博多湾)	155	—	高知県高知市沖	23	—	香川県観音寺市沖	577	530	神奈川県横浜市沖	97	71	新潟県聖籠町沖	30	—	石川県羽咋市沖	—	81	三重県鳥羽市沖	—	1	山口県山口市沖	—	128	熊本県芦北町沖	—	2
海域	2011年12月～2012年2月	2013年2～3月																																		
宮城県宮崎市沖	125	9																																		
福岡県福岡市(博多湾)	155	—																																		
高知県高知市沖	23	—																																		
香川県観音寺市沖	577	530																																		
神奈川県横浜市沖	97	71																																		
新潟県聖籠町沖	30	—																																		
石川県羽咋市沖	—	81																																		
三重県鳥羽市沖	—	1																																		
山口県山口市沖	—	128																																		
熊本県芦北町沖	—	2																																		
質	・プラスチック類が最も多い。 ・宮城県金華山沖(水深140～300m)では漁網片が重量比で最も大きな割合を占めた。																																			
季節変化	・東京湾の海底ごみ量には季節変化は見られなかった(栗山ら、2003⁴)。																																			
経年変化	・東京湾の海底ごみ量は1995～2000年にかけて減少傾向が見られた。海底ごみの種類及び組成に大きな変化は見られなかった(栗山ら、2003)。																																			
被害実態	漁具・漁網の損傷、漁獲物の損傷、漁獲物とごみの選別効率が低下し、漁獲物の鮮度が低下。海底環境の悪化。																																			
対策事業の内容	・漁業者の漁船や漁具を使用した海底ごみの回収 ・漁業の操業に伴って回収された海底ごみの処理費への補助																																			
関係団体との連携状況	・漁協、県、市町、関係機関で対策部会を設置し、対策を検討(神奈川県) ・海底ごみステーションを設置し、漁業者・市・県が連携して海底ごみの回収・処理を実施(岡山県) ・県と民間団体が連携して、海底ごみ等の発生抑制にかかる普及啓発事業を実施(香川県)																																			

⁴栗山雄司,東海正,田島健治,兼廣春之(2003)東京湾海底におけるごみの組成・分布とその年代分析、日本水産学会誌、69(5)、pp.770-781

3.4.2 地域性の分析・課題整理

漂流・海底ごみの現状及び被害の実態について、地域性(地域による違い)の検討を行った(表 3.4-3)。まず、漂流ごみは、風や海洋の流れにより移動するため、時空間的な変動が大きく、定量的な量の把握が困難であり、その量を調査した結果も限られる。参考までに、藤枝(2003)及び藤枝(2011)の鹿児島湾及び瀬戸内海の調査結果では、漂流ごみの個数密度は約 400～500 個/km²であった。前年度及び本調査では、9 海域で数十～数百個/km²の漂流ごみが確認された。海底ごみについては、漂流ごみに比べて調査・研究例は多いものの、調査年・時期・調査対象・回収に用いる漁具が異なるため、海域間での比較は困難である。参考までに、これまで調査が行われた全ての海域で海底ごみが確認されており、少なくとも重量密度で数 kg～数百 kg/km²、個数密度で数十～数万個/km²の海底ごみが見られた。海底ごみは岩手県沖の水深 7000m の海域でも確認されており、日本の沿岸から周辺の深海にまで広範囲に海底ごみが存在すると考えられる。また、青森県から福岡県までの日本海側で回収された外国漁船等による投棄漁具等の回収量は、2010 年度及び 2011 年度でそれぞれ 1,081t 及び 1,171t であった。

漂流ごみの質については、自然物と人工物の双方を回収対象としている海面清掃船の回収結果をみると、海域や回収時期によって割合が変化するものの、約 5～9 割が萱・草、竹、木材類(流木含む)の自然物が占め、残りはビニール類等の人工物であった。海底ごみについては、多くの海域でプラスチック類等生活系ごみが多くを占めていた。岩手県沖及び宮城県金華山沖の大陸棚よりも深い、大陸斜面の海底ごみを調査した後藤(2006)及び稲田(1988)では、生活系ごみよりも漁業系ごみが多いことが示されている。

これらの自然物及び生活系ごみは、山、川、海の水の流れを通じて海域に流入していると考えられることから、全国のあらゆる場所で一般的に発生していると考えられる。また、大陸斜面上の漁業系の海底ごみについては、その発生源が、大陸棚上に設置されている漁具及び大陸棚縁辺で操業される漁業と推定される。全国の大陸棚上の沿岸域で漁業が操業されていることから、大陸斜面上の海底ごみも全国的に発生していると考えられる。漂流・海底ごみの被害についても、前年度調査で実施したアンケート及び文献調査より(図 3.4-1 及び図 3.4-2)、全国的に発生していると考えられる。以上の結果より、漂流・海底ごみの存在や被害は日本の限られた地域の問題ではなく、全国的な問題であると考えられる。

表 3.4-3 漂流・海底ごみの地域性の分析結果

	漂流ごみ	海底ごみ
海域による量の違い	漂流ごみは風や海洋の流れにより移動するために、時空間的な変動が大きく、定量的な量の把握、さらには海域間での比較は困難である。参考までに、藤枝(2003)及び藤枝(2011)の鹿児島湾及び瀬戸内海の調査結果では、漂流ごみの個数密度は約 400～500 個/km ² であった。前年度及び本調査では、9 海域で数十～数百個/km ² の漂流ごみが確認された。	各地で海底ごみ量の把握が行われているが、調査年・時期・調査対象・回収に用いる漁具が異なるため、海域間での比較は困難である。参考までに、これまで調査が行われた全ての海域で海底ごみが確認されており、少なくとも重量密度で数 kg～数百 kg/km ² 、個数密度で数十～数万個/km ² の海底ごみが見られた。
海域による質の違い	東京湾、瀬戸内海、有明海・八代海の海面清掃船による回収物としては、萱・草、木材類(流木含む)、竹の自然物が約5～9割を占める。その他、ビニール類(生活系ごみ)や発泡スチロール類が占める。	・調査が行われた海域の多くでは、プラスチック類等の生活系ごみが最も多い。 ・宮城県金華山沖(水深 140～300m)では漁業系ごみの漁網片が重量比で最も大きな割合を占めた。
推定される発生源	・流木等の自然物及び生活系ごみについては陸域全体。	・生活系ごみについては陸域全体、 ・大陸斜面上の漁業系ごみについては大陸棚上に設置されている漁具及び大陸棚縁辺で操業される漁業が発生源と推定される。 ・東シナ海及び日本海では国外の漁具も見られることから、外国漁船も発生源の一つと推定される。
地域性	流木や生活系ごみの海域への流出は、全国のあらゆる場所で一般的に発生していると考えられる。	・生活系ごみの海底への流入は、全国的に発生していると考えられる。 ・全国の大陸棚上の沿岸域で漁業が操業されていることから、大陸斜面上の海底ごみも全国的に発生していると考えられる。
被害の分布	前年度調査で実施したアンケート及び文献調査等の結果から、漂流ごみによる船舶とその航行並びに漁業への被害、港湾及び漁港での被害は全国的に発生していると考えられる。	前年度調査で実施したアンケート調査結果より、海底ごみによる漁業操業への被害は、全国的に発生していると考えられる。
ごみの発生抑制にかかる課題	・陸域全体が発生源となっていると考えられることから、陸域での更なる発生源対策が必要である。 ・漂流ごみによる被害は、主に出水等の災害時に起こっていることから、平常時だけでなく災害時の対策の検討が必要である。 ・国外で起きた出水に伴う被害もあることから、国内の対策だけでなく、国際的な協議等の対策も必要である。	・陸域全体が発生源となっていると考えられることから、陸域での更なる発生源対策が必要である。 ・国外製と思われる漁具等も指摘されていることから、国内の対策だけでなく、国際的な協議等の対策も必要である。
実態把握にかかる手法上の問題	・漂流ごみは時空間の変動が大きい調査対象である。そのため、単発的な調査ではその全体像を把握することは容易ではない。 ・海面清掃船による回収実績は、漂流ごみの実態把握に有効であり、情報整備が必要。	・海底ごみは広大な海域に分布しており、その全体像を把握することは容易ではない。 ・海底ごみのデータ取得には、漁業者が有する漁具が必要であるが、各地で形状が異なるため、比較可能なデータの取得が困難である。
実態把握にかかる手法上の課題	・漂流ごみの状況を広域かつ継続的に取得するための手法の検討(例:定期船による漂流ごみの観測等)。 ・海面清掃船による回収実績の情報整備	・海底ごみの状況を広域かつ継続的に取得するための手法の検討(例:各地の水産研究機関が実施する底魚類の調査の枠組みで、海底ごみの回収・調査を実施等)。 ・比較可能なデータ取得のため、統一的な海底ごみの調査手法の検討が必要である。

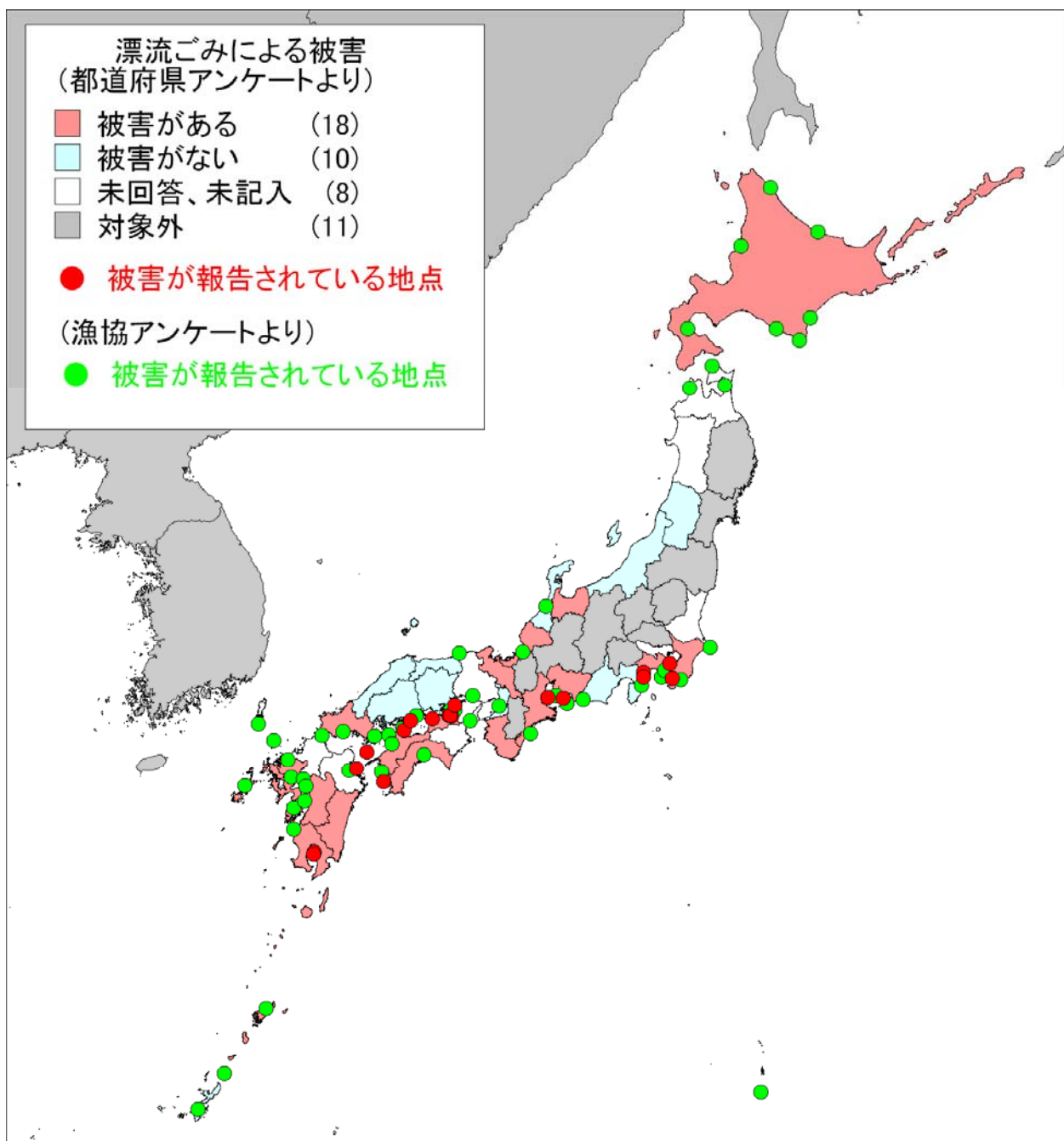


図 3.4-1 漂流ごみによる被害がある都道府県及び被害発生地点

3.4.3 関係主体の多様性の分析・課題整理

前年度調査におけるアンケート調査及び文献調査より得られた、漂流・海底ごみの回収・処理及び発生抑制に係る連携の事例及び連携上の課題をそれぞれ表 3.4-4 及び表 3.4-5 に示す。海底ごみの回収・処理にかかる連携の優良事例としては、岡山県日生町漁協、大分県漁協日出支店、大分県漁協杵築支店で行われている事例が挙げられる。これらの地域では、漁業協同組合、漁業者が自主的に小型底曳網の操業中に回収された海底ごみを回収・処理している。岡山県日生町漁協では、海底ごみの回収を日常的に行うことで当初は 1 日 12 トンあった海底ごみ漁が、1 日約 5kg まで減少しており、海底ごみは回収すれば減少することを示す好例となっている(磯部作、2009)⁵。漂流・海底ごみに係る関係者の連携上の課題としては、財源の確保が一番の課題として挙げられている。

また、連携の事例の他、漂流・海底ごみの被害の実態及び対策事業の内容等より、漂流ごみ及び海底ごみ問題に関係する主体を抽出した(表 3.4-6)。

漂流ごみ問題に関係する主体としては、海面清掃を実施している国や港湾及び漁港管理者である都道府県及び市町村が挙げられる。また、港湾及び漁港の閉塞・船体の損傷等の被害を被っている海運業界及び漁業者、また、漂流ごみの調査研究に従事する研究者が挙げられる。漂流ごみの回収には港湾関係事業者や地域住民も関与している。NPO 等は漂流ごみ問題の普及啓発を実施している事例がある。

海底ごみ問題に関する主体としては、海底ごみの回収に係る事業を実施している国、また、連携して海底ごみの回収を実施している都道府県・市町村・漁業関係者が挙げられる。また海底ごみの調査・研究に従事する研究者及び海底ごみの回収や普及啓発に携わる NPO 等が挙げられる。海底ごみが一般に目につくものではなく、その被害も漁業者に限られること、回収するためにも漁具が必要であることから、漂流ごみ問題に関係する主体よりは限られた主体となると考えられる。

関係者が漂流・海底ごみの対策事業を実施する上での課題を、都道府県向けのアンケートに基づいて表 3.4-7 及び表 3.4-8 に示す。

⁵ 磯部作(2009)漁業者による海底ゴミの回収の状況と課題、地域漁業研究、第 49 巻、第 3 号

表 3.4-4 漂流・海底ごみに係る関係者の連携の事例

＜漂流ごみに関する連携の事例＞ ・ 府県、市、港湾関係事業者が清港会を組織し、漂流ごみの回収・処理、不法投棄防止等の啓発活動を実施(愛知県、大阪府、岡山県、広島県、長崎県) ・ 県、市町、漁業協同組合が連携し、漂流ごみの回収・処理を実施(神奈川県小田原市、愛媛県大洲市長浜町漁協、愛媛県愛南町漁協、愛媛県伊方町漁協、宮崎県、沖縄県与那原町) ・ 国(海上保安部)、漁港管理者、漁業協同組合が流木被害に対して連絡体制を確立(山口県) ・ 国(国土交通省)、県、市、漁業協同組合が連携して河川ゴミ対策会議を組織(佐賀県唐津市) ・ 各地で漁業協同組合、地域住民、NPO 等が港湾・漁港等で漂流ごみの回収を実施
＜海底ごみに関する連携の事例＞ ・ 国、府県、市、漁業協同組合連合会、NPO 等が瀬戸内海のごみの発生抑制及び回収処理対策を検討し実行するための「瀬戸内海海ごみ対策検討会」を設置 ・ 県、市町、漁業協同組合等が連携し、流木等の海底ごみの除去策について検討(神奈川県) ・ 県、市町、漁業協同組合等が連携し、小型底曳網漁業の操業中に回収された海底ごみの回収・処理を実施(岡山県) ・ 市、漁業協同組合、漁業者が協働で海底ごみを回収・処理(広島県尾道市) ・ 漁業協同組合、漁業者が自主的に小型底曳網の操業中に回収された海底ごみを回収・処理(岡山県日生町漁協、大分県漁協日出支店、大分県漁協杵築支店)(磯部、2009)⁶ ・ 漁業協同組合が漁業者からの海底ごみの買い取りを実施している。(徳島県小松島漁協、徳島県徳島市漁協、大阪府高石市漁協、兵庫県一宮漁協、兵庫県 JF 五色町、広島県江田島漁協、愛媛県今治漁協)(環境省中国四国地方環境事務所、平成 20 年)⁷。 ・ 市が漁業者からの海底ごみの買い取りを実施している(神奈川県横浜市)(兼廣、2011)⁸。 ・ 県と民間団体が連携して、海底ごみ等の発生抑制に係る普及啓発を実施(香川県)

⁶ 磯部作(2009)漁業者による海底ゴミの回収の状況と課題、地域漁業研究、第 49 巻、第 3 号

⁷ 環境省中国四国地方環境事務所(2008)平成 19 年度瀬戸内海海ごみ対策検討会報告書

⁸ 兼廣春之(2011)海洋ゴミ問題の解決に向けた方策について、伊勢湾の海洋ごみ対策に関する情報交換会資料

表 3.4-5 漂流・海底ごみに係る関係者の連携上の課題

＜漂流ごみに関する連携上の課題＞ 【財源】 ・ 大雨・出水の頻度・規模によっては、漂流ごみの回収・処理費が増加し、財源の確保が課題となっている。 ・ 不法投棄(特に家電類)の増加に伴い処理費用の捻出が課題である。 ・ 県費の補助事業であり、事業規模が縮小傾向にある一方で、廃棄物等の処理量が減少せず、処分費が多額となっている。そのため補助先となっている漁連の自己負担が大きくなってきており、事業の継続自体に難色を示している。 ・ (連携先である清港会への)補助金額の増額のためには、関係機関との調整も必要であり、単独での補助金変更がしにくい。 ・ 海上保安部が回収した漂流物は、水難救護法に基づき地元の自治体が処理することになっているが、地域によってはかなり自治体の負担になっている。 【回収、処理】 ・ 一日程度の回収では回収できない大量の漂流物、大きな漂流物、漁港内へ投棄された一般家庭ごみ(家電品等)の回収・処理が課題である。 【体制、役割分担】 ・ 主に河川より、木の流入が多い。(河川もしくは流域の)管理団体も含めた経費の負担を検討する必要がある。 ・ 今後も大雨、台風により漂流物が発生すると予想されているが具体的な解決法なく、漁港が最終処理場となり漁業者が対応せねばならない。漂流ごみは流木、アシ、稲わらであり、漁業者だけが対応するものか疑問である。国、県、市で早急な対策の検討が必要である。 ・ 漁業者も高齢になり、人員の確保が課題となっている。 ・ 各漁協によって漂流ごみの回収・協力体制に温度差がある。 【普及啓発】 ・ ごみが出ないように普及啓発活動が必要である(特に釣り人、レジャー客のマナーの向上)。 【その他】 ・ 港湾管理者、漁港管理者といった管理上の枠にとらわれず、海洋ごみ対策という視点から、その回収・処理及び発生抑制対策を総合的に検討する必要がある(一般社団法人 JEAN 及び(財)水島地域環境再生財団からの聞き取り調査より)。
＜海底ごみに関する連携上の課題＞ 【財源】 ・ 回収物の処理費等の財源の確保が課題である。 【回収、処理】 ・ 漁港内へ投棄された一般家庭ごみ(家電品等)の回収・処理が課題である。 ・ 海底ごみの回収促進のため、操業中に回収された海底ごみを処理する取組を進める必要がある(一般社団法人 JEAN からの聞き取り調査より)。 【体制、役割分担】 ・ 海底堆積ごみの回収処理システムの単年度事業では、回収した海底堆積ごみを分別し、一般廃棄物と認定したごみについては関係する市町に無償で引き取ってもらうことができた。今後、県でこの回収処理システムを運用する際に、他の市町の同意が得られるかどうか課題である。 ・ 人員の確保が課題となっている。 ・ 海底ごみは日常的に回収すれば、洪水時等を除けば大幅に減少する。また、大部分の漁業者も操業時に回収した海底ごみを処理することを希望している。沿岸市町村だけではなく、国や都道府県が責任を持ち、流入する河川流域の市町村も含めた海底ごみの回収・処理体制を確立していくことが重要である(磯部、2009)⁹。 【普及啓発】 ・ 漁業者へのさらなる普及や海底ごみステーション未設置地域への設置が課題である。

⁹磯部作(2009)漁業者による海底ゴミの回収の状況と課題、地域漁業研究、第49巻、第3号

表 3.4-6 漂流・海底ごみ問題に係る主体

<漂流ごみ問題に係る主体> 国、都道府県・市町村(港湾及び漁港管理者)、海運業界、港湾関係事業者、漁業者、研究者、NPO 等、地域住民
<海底ごみ問題に係る主体> 国、都道府県、市町村、漁業者、研究者、NPO 等

表 3.4-7 漂流ごみに係る対策事業を実施する上での課題

【財源】 ・ 現行法の下では、漁業者が漂流ごみを回収した場合、漁業者が処分すべき産業廃棄物とされてしまう。現在は、県や市が連携して対処することがあるが、本来は業務外であり、費用負担が大きく、本来業務の実施に影響が出ているので必ずしも十分に対処できない。 ・ 箇所毎では災害に該当しないが、合計すると実施額が多額となる。 ・ 回収量が不規則で、実施しない年度もあるため、毎年予算を確保することが困難である。 ・ 補助金収入と会費収入を財源としているが、会員の減少やシーリング等による補助金の抑制に加え、燃料費の高騰等により、運営費が逼迫されている。 ・ 作業に使用している清掃船が老朽化し、修繕等経費が増加している。 ・ 大量の流木が海域に流入した場合における漂流木の処理主体、国による費用負担等が明確でない。 【回収、処理】 ・ 漂流ごみは、海岸漂着物等と異なり、処理責任は明確になっていない。 ・ 大雨のたびに漂流物が海域に流入し、きりが無い。その対応が課題である。 ・ 漂流ごみの種類、量の確認が困難である。 ・ 漂流物の効率的な回収が課題である(海面清掃船での回収効率向上、港内での重機を用いた回収等)。 ・ 幹径 30cm 以上の流木や巨大な木の根の処分が課題である。 ・ 危険物の受け入れ先が課題である。 【体制、役割分担】 ・ 清掃船（1 隻）と人員に限りがあるため、早急な対応が難しい。 ・ 大雨や台風後に近隣河川から大量のごみが流れ込み、漂流ごみが増大するため、迅速に対応できる体制の確立が必要である。 ・ 海のごみは、河川上流域での廃棄も大きな要因であることから、河川管理者等にも発生抑制を働きかける必要がある。 ・ 漂流ごみ対策について、河川は国交省、港湾は県の管轄を理由に、相談しても両方とも対応して頂けない。対応窓口・対策の検討・実施体制の整備が課題である。 【その他】 ・ 海面清掃に係る提出書類が多く、その削減が課題である。

表 3.4-8 海底ごみに係る対策事業を実施する上での課題

【財源】

- ・ 恒久的な財源の確保と不法投棄の防止対策が急務である。
- ・ 県費の補助事業であり、事業規模が縮小傾向にある一方で、廃棄物等の処分量が減少せず、処分費が多大となっている。そのため補助先となっている漁連の自己負担が大きくなってきており、事業の継続自体に難色を示している。

【回収、処理】

- ・ 未だ多量の海底ごみが存在し、毎年増加している。その対応が課題である。
- ・ 大雨のたびにごみが海域に流入し、一部は海底ごみとなっている。その対応が課題である。
- ・ 障害物が小型ならよいが、大型の海底ごみが発見された場合、対応が困難である。
- ・ 事前に海底ごみの総量が不明なため、事業計画の策定が困難
- ・ 回収したごみを一般廃棄物と産業廃棄物に分別を行う必要があるが、分別の基準が現在、国により明確に定められていない。
- ・ 一般廃棄物と認定したごみを関係市町が無償で引取りを行ってもらえるかどうかは課題である。
- ・ 清掃実施時の漁具の損傷への対応が課題である。
- ・ 回収される FRP 船の処分が課題である。
- ・ 水深 1,000m を超えるような海域での海底ごみの回収方法について、事例を整理し、検討する必要がある。

【体制、役割分担】

- ・ 漁業者に由来しない海底ごみを被害者である漁業者が回収し、自己負担で処理している。回収処理に係る体制、役割分担を検討することが必要である。
- ・ 海底ごみは底曳網漁船によって大部分が回収されている。永続的に続けていくため、漁業者や漁協の協力を得ることが課題である。
- ・ 漁業者の自主的取組みの定着が課題である。
- ・ 輪番休漁制による海底ごみ回収体制の構築が困難である。
- ・ 潜水士の不足により海底ごみの回収が十分に出来ない。潜水士の確保が課題である。
- ・ 高齢化及び関係業者の減少により、人員の確保が課題となっている。

【普及啓発】

- ・ 漁業者へのさらなる普及啓発や海底ごみステーション未設置地域への設置が課題である。
- ・ 海底ごみの発生起源の一つである河川上流部等では、これまでイベントや情報発信があまりなされてこなかったため、普及啓発の取り組みを広げる必要がある。

【その他】

- ・ 人命に関わる事故発生の危険性がある。
- ・ 一度事業でごみを除去した海域は、耐用年数が過ぎるまで再び実施できない。

3.4.4 緊急性の分析・課題整理

漂流・海底ごみの被害を防止するために緊急的に対策を行う必要があるかどうか、について都道府県及び漁業協同組合にアンケートを実施した。その結果を表 3.4-9 に示す。漂流ごみの対策については、都道府県及び漁業協同組合ともに、「被害の頻度が多いので対策を行う必要がある」という回答が最も多く、「対策の必要性がある、もしくは必要性が高い」という回答と合わせて約 6～7 割を占めた。

海底ごみの対策についても、漁業協同組合からは「被害の頻度が多いので対策を行う必要がある」という回答が最も多く、「対策の必要性がある、もしくは必要性が高い」という回答と

合わせると約6割を占めた。都道府県のアンケート結果は、回答数は少ないものの、約5割が「対策の必要性がある、もしくは必要性が高い」との回答であった。

道南及び和歌山の漁船保険組合並びに漁船保険中央会へのヒアリングにおいても、漂流ごみによる漁船の被害に対して「被害の頻度が多いので対策を行う必要がある」との回答であった。また、全日本海員組合では、漂流・海底ごみ対策について、以下のような理由により「被害の頻度が多い、もしくは被害規模が大きいので対策を行う必要がある」とのことであった。

- ✓ 被害規模は小さいが、頻度が多いので、必要性はある。
 - 理由：漂流・海底ごみの港内におけるストレーナー詰まりや錨鎖への絡みは、被害としては甚大とは言えなくとも恒常的に発生しており、現場の労苦となっている。
- ✓ 被害頻度は少ないが、被害規模は大きいので、必要性はある。
 - 理由：洋上における流木等との衝突は、頻度は多くなくてもジェットフォイル船のような超高速船においては人身事故を含む甚大な被害を伴う。

以上のアンケート及びヒアリング結果より、漂流ごみ及び海底ごみにより恒常的に被害を受けている漁業関係者及び海運業界においては、漂流・海底ごみの被害防止のための緊急的な対策が望まれていることが伺える。都道府県向けのアンケート結果において、漂流ごみの「被害規模が大きく、頻度も多いので必要性は高い」とした県は三重県(船体やプロペラの損傷)及び佐賀県(漁港の閉塞)であった。一方、海底ごみの「被害規模が大きく、頻度も多いので必要性は高い」とした県は山形県(泊地に漂着物が堆積)、千葉県(底引き網、旋網漁業の漁網が破損)、愛媛県(漁業操業への支障)であった。

緊急時の漂流ごみへの対策実施上の課題については、都道府県より表 3.4-10 に示す課題が寄せられている。

表 3.4-9 漂流・海底ごみの被害を防止するための対策の必要性に関するアンケート結果

＜漂流ごみ：都道府県向けアンケート結果＞

	回答数	割合
必要性は低い	5	19%
頻度が多いので必要性はある	6	23%
被害規模が大きいので必要性がある	8	31%
被害規模が大きく、頻度も多いので必要性は高い	2	8%
(小計)：必要性がある/高い		62%
その他	5	19%
計	26	

＜漂流ごみ：漁協向けアンケート結果＞

	回答数	割合
必要性は低い	58	17%
頻度が多いので必要性はある	113	33%
被害規模が大きいので必要性がある	68	20%
被害規模が大きく、頻度も多いので必要性は高い	60	17%
(小計)：必要性がある/高い		69%
その他	48	14%
計	347	

＜海底ごみ：都道府県向けアンケート結果＞

	回答数	割合
必要性は低い	1	10%
頻度が多いので必要性はある	2	20%
被害規模が大きいので必要性がある	0	0%
被害規模が大きく、頻度も多いので必要性は高い	3	30%
(小計)：必要性がある/高い		50%
その他	4	40%
計	10	

＜海底ごみ：漁協向けアンケート結果＞

	回答数	割合
必要性は低い	46	25%
頻度が多いので必要性はある	53	29%
被害規模が大きいので必要性がある	37	20%
被害規模が大きく、頻度も多いので必要性は高い	29	16%
(小計)：必要性がある/高い		64%
その他	20	11%
計	185	

注：都道府県向けアンケートの集計では、水産課等部局別に回答があった場合には、それぞれを1件の回答とカウントしている。

表 3.4-10 漂流・海底ごみへの緊急時の対策実施上の課題

＜漂流ごみ＞	
✓	漁港内であり漁業活動により漁船が出入りするため、被害を事前に防止する対策を行うことは困難である。そのため被害があればその都度対応をとる必要がある。
✓	大雨や台風等の災害により、多数の漂流ごみが発生、漁港等に漂流し、漁船等の入出港が不可能となる場合があるため、このような時に対応できるように、緊急対策制度、体制を整備することが課題である。

4. 課題のまとめ

本調査で得られた漂流・海底ごみ対策に係る課題をそれぞれ表 4-1 及び表 4-2 に示す。また、漂流・海底ごみが海洋環境へ及ぼす影響の把握及び軽減のための課題を表 4-3 に示す。

表 4-1 漂流ごみ対策に係る課題

【財源】

- ・ 大量の流木が海域に流入した場合における流木の処理主体、国による費用負担等が明確でない。
- ・ 現行法の下では、漁業者が漂流ごみを回収した場合、漁業者が処分すべき産業廃棄物とされてしまう。現在は、県や市が連携して対処することがあるが、本来は業務外であり、その費用負担が大きい。
- ・ 財源の確保が課題となっている(大雨・出水の頻度・規模・発生箇所数によっては漂流ごみの回収・処理費が増加する。漂流ごみの処理量が減少せず処分費が多額となっている。会員の減少やシーリング等による補助金の抑制に加え、燃料費の高騰等により、運営費が逼迫されている。等)
- ・ 海上保安部が回収した漂流物は、水難救護法に基づき地元の自治体が処理することになっているが、地域によってはかなり自治体の負担になっている。
- ・ 主に河川より、木の流入が多い。(河川もしくは流域の)管理団体も含めた経費の負担を検討する必要がある。

【回収、処理】

- ・ 漂流ごみは、海岸漂着物等と異なり、処理責任は明確になっていない。
- ・ 大雨のたびに漂流物が港湾内に流入し、きりが無い。その対応が課題である。
- ・ 漂流ごみの種類、量の確認が困難である。
- ・ 漂流物の効率的な回収が課題である(海面清掃船での回収効率向上、港内での重機を用いた回収等)。
- ・ 幹径 30cm 以上の流木や巨大な木の根の処分が課題である。
- ・ 危険物の受け入れ先が課題である。
- ・ 一日程度の回収では回収できない大量の漂流物、大きな漂流物、漁港内へ投棄された一般家庭ごみ(家電品等)の回収・処理が課題である。

【体制、役割分担】

- ・ 清掃船(1隻)と人員に限りがあるため、早急な対応が難しい。
- ・ 大雨や台風後に近隣河川から大量のごみが流れ込み、漂流ごみが増大するため、迅速に対応できる体制の確立が必要である。
- ・ 漂流ごみ対策について、河川は国交省、港湾は県の管轄を理由に、相談しても両方とも対応して頂けない。対応窓口・対策の検討・実施体制の整備が課題である。
- ・ 今後も大雨、台風により漂流物が発生すると予想されているが具体的な解決法なく、漁港が最終処理場となり漁業者が対応せねばならない。漂流ごみは流木、アシ、稲わらであり、漁業者だけが対応するものか疑問である。国、県、市で早急な対策の検討が必要である。
- ・ 漁業者も高齢になり、人員の確保が課題となっている。
- ・ 各漁協によって漂流ごみの回収・協力体制に温度差がある。
- ・ 大雨や台風等の災害に対応できるように、緊急対策制度、体制を整備することが課題である。

【発生抑制】

- ・ 海のごみは、河川上流域での廃棄も大きな要因であることから、河川管理者等にも発生抑制を働きかける必要がある。
- ・ 平常時、災害時共に、陸域全体が発生源となっていると考えられることから、陸域での更なる発生源対策が必要である。
- ・ 漂流ごみによる被害は、主に出水等の災害時に起こっていることから、平常時だけでなく災害時の対策の検討が必要である。
- ・ 国外で起きた出水に伴う被害もあることから、国内の対策だけでなく、国際的な協議等の対策も必要である。

【実態把握手法】

- ・ 時空間変動が大きい漂流ごみの実態を広域かつ継続的に取得するための手法の検討(例:定期船による漂流ごみの観測、海面清掃船による回収実績の情報整備等)

【その他】

- ・ 港湾管理者、漁港管理者といった管理上の枠にとらわれず、海洋ごみ対策という視点から、その回収・処理及び発生抑制対策を総合的に検討する必要がある。

表 4-2 海底ごみ対策に係る課題

【財源】

- ・ 回収物の処理費等の財源の確保が課題である。

【回収、処理】

- ・ 回収した海底ごみを一般廃棄物と産業廃棄物に分別を行う必要があるが、分別の基準が現在、国により明確に定められていない。
- ・ 一般廃棄物と認定したごみを関係市町に無償で引取りを行ってもらえるかどうかは課題である。
- ・ 清掃実施時の漁具の損傷への対応が課題である。
- ・ 未だ多量の海底ごみが存在し、毎年増加している。その対応が課題である。
- ・ 大型の海底ごみが発見された場合、対応が困難である。
- ・ 事前に海底ごみの総量が不明なため、事業計画の策定が困難である。

【体制、役割分担】

- ・ 漁業者に由来しない海底ごみを被害者である漁業者が回収し、自己負担で処理している。回収処理に係る体制、役割分担を検討することが必要である。
- ・ 海底ごみは、底曳網漁船による回収でなければ回収ができない。永続的に続けていくため、漁業者や漁協の協力を得ることが課題である。
- ・ 漁業者の自主的取組みの定着が課題である。
- ・ 輪番休漁制による海底ごみ回収体制の構築が困難である。
- ・ 潜水士の不足により海底ごみの回収が十分に出来ない。潜水士の確保が課題である。
- ・ 高齢化及び関係業者の減少により、人員の確保が課題となっている。
- ・ 漁港内へ投棄された一般家庭ごみ（家電品等）の回収・処理が課題である。
- ・ 沿岸市町村だけではなく、国や都道府県が責任を持ち、流入する河川流域の市町村も含めた海底ごみの回収・処理体制を確立していくことが重要である。

【発生抑制】

- ・ 不法投棄の防止対策が急務である。
- ・ 平常時、災害時共に、陸域全体が発生源となっていると考えられることから、陸域での更なる発生源対策が必要である。
- ・ 国外製と思われる漁具等も指摘されていることから、国内の対策だけでなく、国際的な協議等の対策も必要である。

【普及啓発】

- ・ 海底ごみの発生起源の一つである河川上流部等では、これまでイベントや情報発信があまりなされてこなかったため、普及啓発の取り組みを広げる必要がある。

【実態把握手法】

- ・ 時空間変動が大きい海底ごみの状況を広域かつ継続的に取得するための手法の検討(例:各地の水産研究機関が実施する底魚類の調査の枠組みで、海底ごみの回収・調査を実施等)。
- ・ 海底ごみのデータ取得には、漁業者が有する漁具が必要であるが、各地で形状が異なる。比較可能なデータの取得のため、統一的な海底ごみの調査手法の検討が必要である。

表 4-3 漂流・海底ごみの海洋環境への影響に係る課題

【海洋環境への影響の把握に係る課題】

- ・ モニタリング（プラスチック等の量及び吸着している汚染物質濃度等に関する）が必要である。
- ・ プラスチックに吸着した POPs は食物連鎖により生物に濃縮されるため、濃縮係数が大きくなることが予想される。10 年後、20 年後についての生物濃縮が変化する影響を予測する必要がある。

【海洋環境への影響の軽減に係る課題】

- ・ プラスチック製品の約半分が使い捨てなので、使い捨てでないものに換えていく必要がある。
- ・ 削減する対策として、環境教育や普及啓発が必要である。
- ・ プラスチックの流出を完全に防ぐことはできない。子供の頃からの教育をして、プラスチックをできるだけ使用しない社会へ、パラダイムシフトする必要がある。
- ・ そのためには、海水中の濃度を定期的に想定して公表する等、水環境の保全意識を高め、バックグラウンドを醸成する必要がある。
- ・ プラスチックの拡散及び微粒子化を抑制するため、海洋に流出したプラスチックをできるだけ早く回収・処理を行う仕組みを整備し、それを継続していくことが必要である。
- ・ 生分解性漁具の開発・普及のために国が補助するべきである。

5. 引用文献

- 磯部作(2009)漁業者による海底ゴミの回収の状況と課題、地域漁業研究、第49巻、第3号
- 兼廣春之(2011)海洋ゴミ問題の解決に向けた方策について、伊勢湾の海洋ゴミ対策に関する情報交換会資料
- 環境省(2011)漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査総括検討会報告書
- 環境省中国四国地方環境事務所(2008)平成19年度瀬戸内海海ゴミ対策検討会報告書
- 栗山雄司, 東海正, 田嶋健治, 兼廣春之(2003)東京湾海底におけるごみの組成・分布とその年代分析、日本水産学会誌、69(5)、pp. 770-781
- 藤枝繁(2003)鹿児島湾海面に浮遊するプラスチックゴミ、自然愛護、29
- 藤枝繁(2011)瀬戸内海に漂流漂着するカキ養殖用パイプ類の実態、日本水産学会誌、Vol. 77(1)、pp. 23-30

V. 検討会の開催

1. 目的

本調査の内容及び調査結果等につき、全国的な視点より学識経験者／専門家の立場からご検討、ご指導をいただき、今後わが国として実施すべき適切な漂流・海底ごみ対策のあり方に関してご検討いただくことを目的とした。

2. 検討会の構成

検討会の構成員は表 2-1 に示す。

表 2-1 漂流・海底ごみ実態把握調査検討会の構成員

(50 音順 敬称略)

氏 名	役 職
いそべ つくる 磯部 作	日本福祉大学子供発達学部心理臨床学科 教授
いまゆき よしとも 今雪 良智	香川県環境森林部環境管理課 課長
かねこ ひろし 金子 博	一般社団法人 JEAN 代表理事
かねひろ はるゆき 兼廣 春之	大妻女子大学家政学部被服学科 教授
さくらい けんいち 櫻井 謙一	財団法人海と渚環境美化・油濁対策機構 専務理事
ふじえだ しげる 藤枝 繁	鹿児島大学水産学部 教授
ふじよし ひであき 藤吉 秀昭	財団法人日本環境衛生センター 常務理事

3. 検討会の議事内容

開催日時、主な議題等を表 3-1 に示す。

表 3-1 漂流・海底ごみ実態把握調査検討会の概要

	日時と場所	主な議題
第 1 回	平成 25 年 1 月 23 日（水） 14：00～16：00 主婦会館プラザエフ シャトレ	・平成 24 年度漂流・海底ごみ実態把握調査の全体計画(案) ・漂流・海底ごみに関する実態把握調査計画（案） ・海洋環境への影響に係る調査計画（案） ・漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理（案）
第 2 回	平成 25 年 3 月 13 日（水） 14：00～16：10 主婦会館プラザエフ パンジー	・漂流・海底ごみに関する実態把握調査結果 ・海洋環境への影響に係る調査結果 ・漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理結果

3.1 第1回議事概要

平成24年度漂流・海底ごみ実態把握調査
漂流・海底ごみ実態把握調査検討会
第1回 議事次第

日時：平成25年1月23日（水）
14：00～16：00

場所：主婦会館プラザエフ シャトレ

議 事

開会（14:00）

1. 環境省あいさつ
 2. 資料の確認
 3. 検討員の紹介
 4. 座長選任
 5. 議事
 - （1）漂流・海底ごみ実態把握調査の全体計画（案）〔資料2〕
 - （2）漂流・海底ごみに関する実態把握調査計画（案）〔資料3〕
 - （3）海洋環境への影響に係る調査計画（案）〔資料4〕
 - （4）漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理（案）〔資料5、資料6〕
 - （5）総合討論
 6. 連絡事項
- 閉会（16:00）

配布資料

- 資料1 漂流・海底ごみ実態把握調査検討会 検討員名簿
資料2 漂流・海底ごみ実態把握調査の全体計画（案）
資料3 漂流・海底ごみに関する実態把握調査計画（案）
資料4 海洋環境への影響に係る調査計画（案）
資料5 漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理（案）
資料6 検討会の開催と報告書の目次（案）

平成 24 年度漂流・海底ごみ実態把握調査
漂流・海底ごみ実態把握調査検討会
第 1 回 出席者名簿

検討員（五十音順、敬称略）		
いそべ つくる 磯部 作	日本福祉大学子供発達学部心理臨床学科	教授
いまゆき よしとも 今雪 良智	香川県環境森林部環境管理課	課長
かねこ ひろし 金子 博	一般社団法人 JEAN	代表理事
かねひろ はるゆき 兼廣 春之	大妻女子大学家政学部被服学科	教授
さくらい けんいち 櫻井 謙一	財団法人海と渚環境美化・油濁対策機構	専務理事
ふじえだ しげる 藤枝 繁	鹿児島大学水産学部	教授
ふじよし ひであき 藤吉 秀昭	一般財団法人日本環境衛生センター	常務理事
環境省		
森 高志	水・大気環境局水環境課海洋環境室	室長
多田 佐和子	水・大気環境局水環境課海洋環境室	室長補佐
野口 淳一郎	水・大気環境局水環境課海洋環境室	
久高 克己	水・大気環境局水環境課海洋環境室	
オブザーバー		
気象庁地球環境・海洋部海洋気象課		
国土交通省港湾局海岸防災課		
水産庁増殖推進部漁場資源課		
内閣官房総合海洋政策本部事務局		
農林水産省農村振興局整備部防災課		
事務局：日本エヌ・ユー・エス株式会社		
鈴木 聡司	環境マネジメント部門地球環境ユニット	リーダー
内藤 治男	環境マネジメント部門地球環境ユニット	
高橋 理	環境マネジメント部門地球環境ユニット	
井川 周三	環境マネジメント部門地球環境ユニット	
中澤 和子	環境マネジメント部門地球環境ユニット	

議題 1 漂流・海底ごみ実態把握調査の全体計画(案)について(資料 2)

【主な質疑応答】

- 1) 愛知県の調査位置は、知多半島の南知多町よりも鬼崎のほうがごみは多い。
- 2) 期待される効果について「今後必要となる施策の検討に資する」とあるが、この点について具体的な考えはあるか。また、来年度以降、2 年間の成果をどのように考え施策を立案していくのか。あるいはその議論の場を用意しているか。
→ [環境省] 調査結果の検討にあたっては議論が必要なので、関係者間で議論できる場を設け、具体的に検討していきたい。

議題 2 漂流・海底ごみに関する実態把握調査計画(案)について(資料 3)

【主な質疑応答】

(1) 調査時期と調査回数について

- 1) 今回のように、ほんの限られた点でのサンプリングで地域性が出るのか。海底ごみについては、かつて中国四国地方環境事務所を中心に瀬戸内海で取り組んだ際のデータがあるので、そちらも併せて、できるだけ多くの過去のデータも集めて取りまとめてほしい。
→ [事務局] 冬季の調査なので、神奈川、石川から北側の地域の情報はなかなか得られない。調査の限界を踏まえた上で結果を整理していく。
→ [検討員] 全ての調査を一律の定量化するというのはできないので、定量的に言える部分、定性的にしか言えない部分、というのを明確にしたほうが良い。
- 2) 今回も調査 1 回ということが気がかりである。単年度の事業でしかも予算措置等の関係でスタートが遅れてしまう。この調査で得られる情報が少なく、調査方法の検討や定量的な見込みまでは到底いきつかない。このしくみを改善することは難しいか。
→ [環境省] 1 年をとおして調査することは大事であるので、来年度以降はもっと早く始められるよう、各方面とも連動して取り組んでいきたい。
- 3) 各調査海域の水深によって堆積状況が異なるので、水深の違いも結果に反映できないか。また、山口市では共同漁業権が幅広いので、おそらく底曳網漁は入れないが、漁師からは堆積しているごみを何とかしてほしい、という声もあるので共同漁業権内での試験操業という形のほうが漁業者からも合意が得られるのではないか。

(2) 既存情報のとりまとめについて

- 1) 回収船のデータと現地調査のデータとを相対的に比較する際に、回収船の回収方法についての情報が必要になってくるので、アンケートの設問に加えてほしい。また、回収された場所での処理・処分、特にコストについては知りたい。
→ [事務局] 拝承。アンケートに追加する。
- 2) 回収船のデータは詳細に分類されていないので、どのようなごみが多いかはわかって、この中身から地域でどのような問題が起きているか、ということはわからない。
→ [事務局] 拝承。広域での漂流ごみの情報として、一般海域と港湾区域で情報を整理する。
- 3) 回収船が回収する海域は港湾区域が中心なのではないか。アンケートで回収した海域との関連を調査できるか。
→ [事務局] アンケートに「主な稼動場所」を記載し、ここで情報収集する。
- 4) 漁船の衝突事故には、漂流物のほか、生物との衝突も含まれている。それらは統計上区別されていない。また、事故が多い時期というのは、漂流物が多い時期であると思うので、

時期による違いも可能であれば分析したほうが良い。

→ [事務局] 漂流物の時期による違いについては公表データがない。また、船の稼働が多い時期や漁が盛んに行われる時期、というのもあり、必ずしも漂流物と事故の季節変化が一致していない場合もあると伺っている。

5) 回収船が実際に清掃している海域は明確になっているはずである。清港会のデータも調べたらどうか。

→ [事務局] 港湾のデータについては、別途調査する予定である。

議題3 海洋環境への影響に係る調査計画（案）について（資料4）

【主な質疑応答】

1) 化学物質について、調査の範囲を明確にしておく必要があるのではないか。

→ [事務局] 文献調査とヒアリングを実施する中で、範囲を絞っていききたい。

→ [検討員] 基本的には POPs（残留性の有機学物質）が対象となるのではないかな。

2) 「海洋ごみ」という条件で検索すると、かなり限定されてしまわないか。たとえば海洋生物で調べると鳥やオットセイの胃の中に何か入っていた、などそのようなケースは多いのではないかな。もう少し集め方の範囲を広げないと、生物にあらわれている影響が見えないのではないかな。

→ [事務局] 実際に検索してみたところ、「海洋ごみ」を条件に付してもかなりの件数がありそうだ。ヒアリング対象の先生方からも、文献のご紹介があるかもしれない。

→ [検討員] 本来はプラスチックがキーなので、プラスチックというキーワードをいれれば良いのだが、そうすると広がりすぎて逆に収集ができないかもしれない。

議題4 漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理（案）について（資料5、6）

総合討論

【主な質疑応答】

(1) 漂流・海底ごみに関する実態把握調査について

1) 海底ごみ調査の採集道具は、検討の結果、開発は難しいとあるが、海底ごみの実態把握の議論をする基本的なデータをとるための道具さえも開発できないようなことで良いのか。海洋国家でありながら、調査もできない、政府間の調整もできないのでは恥ずかしいことなので、今後も海洋問題に取り組むのであれば、一步踏み出して調整してほしい。

→ [事務局] 回収装置の開発については、引き続き検討していくことと理解している。

2) 漂流・漂着する漁網は被害も多く、海底に沈んでいる漁網も多いと指摘されているが、漁網については今後どのように扱っていくのか。

→ [事務局] これまでのモデル調査等でも、実際に漁網が漂着している様子は見てきているが、たとえば調査枠の中だけでは実際の被害状況はなかなかわかりづらい。被害状況をもっと広い範囲で集めていかないと実態把握までには至らない。大きな課題だと思っている。

→ [検討員] 以前のモデル調査では、漁網の被害が甚大な山形県飛島が対象地域であったが、漁網が多い場所が実際の調査地点からはずしてしまった。漂着ごみの実態を把握しようとするならば、確実に踏み込んだ調査をしなければならない。

3) 小型底曳網の種類で、一番効率が良いのはどれか。今回使用する底曳網はどのタイプになるか。

→ [検討員] 桁こぎにも様々な種類があり、また、同じ長さの爪を使用していても、搭載している漁具の重さや底質の違いによっても効率は変わってくるので、調査場所によって係

数は変えたほうが良い。その海域で使っている漁具でどれだけ回収できるか、ということが大事なのではないか。

- 4) 定量化しようとする、難しい問題がある。使用する網だけでも統一することは可能か。
→ [検討員] 不可能とはいえないが、その場合周辺の漁業者が操業している漁具との調整が必要になってくる。同時に、県の特別許可が必要なので手続きに非常に時間がかかる。
→ [検討員] 網を統一するなどの方法をとらない限り、この調査には問題がありすぎるのではないか。漁具のタイプ別に係数をおき、そこにある程度合理性を持たせなくてはならない。
→ [検討員] さらに、網目の問題など、様々な留意点も出てくるので、せめて網だけでも統一できないか。許可の問題など困難なこともあるが、準備すれば可能なのではないか。算定の基準などを整理して、次回の検討会で紹介してほしい。
→ [事務局] データが揃ったら、相談させてほしい。
- 5) 実際に漁業者に被害があるのは、海底に沈んでいる大型のごみである。大型のものは回収できない、また潮流で移動してしまうので調査するのは難しいかもしれないが、検討はしていただきたい。
→ [事務局] 調査の事前調整で現地を訪れた際には、周辺情報として大きなごみの有無や、網がひけないような場所などについて聞いてくるようにしている。
- 6) 海底ごみの回収処理や、環境浄化のために何が必要か、というような対策を検討していただきたい。実際の調査だけでなく、引き上げてきたごみの回収処理や、回収処理のしくみづくりも各地区で検討されたりしているので、報告書に記載してほしい。
→ [事務局] 漂流・海底ごみの回収処理については、環境省の別業務で別途設置されている検討会で議論がされ、報告書もまとめられているので、そちらも参照していきたい。

(2) 海洋環境への影響に係る調査について

- 1) 学術的な調査以外にも、水産や海運業界のニュースや話題なども検索したらどうか。
→ [事務局] 拝承。海洋ごみ問題についてより広く情報収集して調査結果に加えていきたい。

(3) 漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理について

- 1) 資料 5 の図について、図の左側から問題を解決すると、必要なデータを集めるのに、経費も時間もかかってしまう。まずは今起きている被害の構造を明らかにし、それらを解決する方策を検討したらどうか、検討していく中で出てくる課題をもう一度諮るといような、つまり図の右側から攻めていくようなアプローチをしていったらどうか。
- 2) 資料 6 の報告書案について、漂流・海底ごみに関する実態把握調査に関する検討に、調査結果、既存情報と現地調査の結果から、全国的な漂流・海底ごみの分布・概況について検討するとあっても、これはなかなかできない。むしろ、漂流・海底ごみの典型的な問題の事例と構造をモデル化したほうが、意味があるのではないか。
→ [検討員] 実態を正確に把握しなければならないというところからスタートしているので、難しい。たとえば回収処理や清掃するだけであれば、右側のほうだけでも良いのかもしれない。目的によって違ってくるのだと思う。
- 3) 資料 3 の 23 ページに今回の調査期待される成果で、ここでは調査の実施と簡潔に書かれてしまっている。現地調査結果から全国的な漂流・海底ごみの分布、流出、時系列変化が把握される、というようなハードルを高くあげたような成果にするのではなく、もう少し現実にあわせて、目標値を変えて整理した結果を次の検討会で出してほしい。今回の調査で

どれだけの成果があり、ここまではわからない、といったことをマトリックスでうまくまとめた上で議論しないと、最後のまとめにはいっていけないのではないか。

以上

3.2 第2回議事概要

平成24年度漂流・海底ごみ実態把握調査
漂流・海底ごみ実態把握調査検討会
第2回 議事次第

日時：平成25年3月13日（水）
14：00～16：10

場所：主婦会館プラザエフ パンジー

議 事

開会（14:00）

1．資料の確認

2．議事

（1）前回議事概要及び指摘事項について〔資料1、資料2〕

（2）漂流・海底ごみに関する実態把握調査結果〔資料3〕

（3）海洋環境への影響に係る調査結果〔資料4〕

（4）漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理結果〔資料5〕

（5）総合討論

6．連絡事項

閉会（16:10）

配布資料

資料1 漂流・海底ごみ実態把握調査検討会 第1回 議事概要(案)

資料2 漂流・海底ごみ実態把握調査検討会 第1回 主な指摘事項と対応案

資料3 漂流・海底ごみに関する実態把握調査結果

資料4 海洋環境への影響に係る調査結果

資料5 漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理結果

平成 24 年度漂流・海底ごみ実態把握調査
漂流・海底ごみ実態把握調査検討会
第 2 回 出席者名簿

検討員（五十音順、敬称略）		
磯部 作	日本福祉大学子供発達学部心理臨床学科	教授
(欠) 今雪 良智	香川県環境森林部環境管理課	課長
金子 博	一般社団法人 JEAN	代表理事
兼廣 春之	大妻女子大学家政学部被服学科	教授
櫻井 謙一	財団法人海と渚環境美化・油濁対策機構	専務理事
藤枝 繁	鹿児島大学水産学部	教授
(欠) 藤吉 秀昭	一般財団法人日本環境衛生センター	常務理事
環境省		
(欠) 森 高志	水・大気環境局水環境課海洋環境室	室長
多田 佐和子	水・大気環境局水環境課海洋環境室	室長補佐
(欠) 野口 淳一郎	水・大気環境局水環境課海洋環境室	
(欠) 久高 克己	水・大気環境局水環境課海洋環境室	
オブザーバー		
海上保安庁警備救難部環境防災課		
水産庁増殖推進部漁場資源課		
事務局：日本エヌ・ユー・エス株式会社		
鈴木 聡司	環境マネジメント部門地球環境ユニット	リーダー
内藤 治男	環境マネジメント部門地球環境ユニット	
高橋 理	環境マネジメント部門地球環境ユニット	
井川 周三	環境マネジメント部門地球環境ユニット	
中澤 和子	環境マネジメント部門地球環境ユニット	

議題 1 前回議事概要及び指摘事項について（資料 1、2）

- 4) 資料 2 の POPs（残留性の有機化学物質）は（残留性の有機汚染化学物質）に修正する。

議題 2 漂流・海底ごみに関する実態把握調査結果（資料 3）

- 1) 海底にあるものを拾おうとすると、その効率は海底をどのくらい深くえぐれるか、ということによって決まってくる。やはり海底を掘り返すような漁具を使わないとごみは入ってこないのではないかと。
→ [事務局] 今回の調査で、爪がついた漁具を使ったのは香川県と熊本県だけであった。
→ [検討員] 底曳網漁の漁師はその点、かなりいろいろな調整をしている。たとえば、同じワタリガニ漁でも冬場は砂にもぐっているのだから、爪のあるものでないと漁獲できない。ごみも同様に爪のあるものとそうでないものでは、とれる量に違いがある。
→ [検討員] 網の効率については、漁業研究者や水産試験場にも聞いてみたかどうか。
- 2) 調査方法もできるだけ統一してほしい。船速は地点ごとに変えないでもらいたい。また、着底までの時間にも注意して、きちんと着底してから時間を計測してほしい。
→ [事務局] 着底、網挙げの時間は測定している。
- 3) 漂流ごみのデータは少ないので、データの蓄積とその精度を上げることに注力したほうが良い。また、調査地域ももっと少なくても良いので、そのかわり海域の特徴的な部分で分けた分布状況を調べるなどかどうか。
- 4) 過去に実施した東京湾の調査では、当初傭船していたが、費用がかかるわりには使えるデータがあまりとれなかった。そこで、実際に操業している漁師さんに若干の謝礼をとるとともにごみの持ち帰りをお願いしたところ、膨大で信頼性のあるデータを得ることができた。
- 5) 漂流ごみはプラスチック類を詳細に分類しているが、海底ごみは分類していないのか。
→ [事務局] 図表には表していないが、実際は詳細に分類している。
- 6) 海底ごみを密度で表しているが、手繰 1 種は測線の長さ×網口をかけたら全く範囲が違ってくるのではないかと。調査方法図では調査範囲全てを曳いているイメージであるが、手繰 1 種の場合は円形に曳くことになるのではないかと。
→ [事務局] 石川県の場合は確かに航跡の長さ×網口の面積が網を曳いた面積ではないので、今回は網口を底辺、航跡を三角形の高さにみ立ててその面積を操船した面積としている。
→ [検討員] そのことは記述が必要である。
- 7) 回収船のアンケート結果で、伊勢湾だけトンになっているが、通常はコンテナの立米からトン換算している。東京湾の浮遊ごみを調査したときは、かさ比重 0.3 でトンに換算していた。
- 8) 漂流ごみ、海底ごみの調査結果は最終的にどのような考え方で、どのように整理していくのか。
→ [事務局] 調査地域間の比較するのは難しい、というご指摘を踏まえ、今年度は調査結果の値を列挙する形で整理する。特に漂流ごみは調査のタイミングによって得られる値も異なるので、それを補完するために一般海域での回収実績や港湾区域での回収実績のデータを収集している。
→ [検討員] 調査する上での課題を洗い出し、今後の調査手法の改善につながるものも整理し、もう少し前向きに結果の整理をしてほしい。

議題 3 海洋環境への影響に係る調査結果について（資料 4）

- 1) マイクロプラスチック、マイクロスコピックの定義について、もう少しわかりやすく。レジンペレットの大きさを境に考えても良い。厳密には定義ではないが、一般的な考え方としてとらえてもらえれば良い。
- 2) 12 ページに「化粧品や歯磨き粉、研磨剤等に含まれる」とあるが、これらが浮遊しているのか。
→ [事務局] 下水処理場で取り除くことができず、海まででていってしまい、生物が取り込んでいたということが指摘されている。
- 3) 35 ページ「海洋環境への影響の軽減として」について。これらはプラスチックを使用することに懸念を抱いている研究者の主張なので、このような結果になると思うが、海の現状を見る限り、海に出る前の積極的な回収、という視点も持たないとならない。たとえば駅前にごみ箱をたくさん置くなどして、間違ったルートでごみを出さないような制度をつくる。ただし、その場合 3R に反するし、費用もかかるが、それくらいの覚悟をしないと問題を解決できない。法律ではそれぞれがごみも費用もへらす努力をしようとして書いてあるが、法律にない部分についてもしっかり議論する必要があると考える。
→ [検討員] プラスチック=悪というとらえ方をされることがあるので注意は必要である。ごみの問題はあってもプラスチックのよさはそれを超えるものがあるので、プラスチックに依存しない社会は考えないほうが良い。100%無害なものはなく、安全といわれているものでも生態系には影響がある。機能性と安全性のどちらを大事にするか、常にバランスをとりながら考えていかなければならない。
- 4) ゴーストフィッシングの影響のほかに、どのように回収するかについての提言があれば良い。水深 800m くらいまでなら、カニ漁が行われているが、1000m を越すと漁はできないので、深海のレベルの海底での回収状況、回収方法について言及できればしていただきたい。
- 5) 塩ビ製品のブイについて、塩ビは塩素が入っているのでよく悪者にされるが、これ以上に便利なプラスチック製品はないといわれている。鉛化合物が入っているが、これは必要悪のようなもので、鉛がないと安定せず、その他にも酸化防止、紫外線防止などの効果がある。一方で、生分解性プラスチックは非常に安全であるが、これにも安全性の認可基準があり、必ずしも普及していない。必ず何らかの微量物質がでてくるので、食品安全上は安全性が本当に確認されるまで日本では許可されていない。このような側面は必ずある、ということを確認しておいたほうが良い。

議題 4 漂流・海底ごみに関する現状分析・課題整理について（資料 5）

総合討論

- 1) 前年度からの調査結果から、漂流・海底ごみの存在や被害が日本の限られた地域だけの問題ではなく、全国的な問題であるということがようやく共通認識になってきたと思われる。また、同じタイミングで海岸漂着物処理推進法の見直しの議論がはじまっているので、この調査結果は、専門家会議等での報告をお願いしたい。
- 2) 今回整理した課題の中で、現行法のもとでは漁業者が漂流ごみを回収した場合も漁業者が処分すべき産業廃棄物とされている、ということなど、現行法制度上の課題が相変わらず指摘されている。漂流ごみ対策に対応する窓口がない、などの現場の状況が今もあることをどうとらえるのか、ということが大事だと思う。
→ [環境省] 法律の見直しとともに、この調査を通じて漂流・海底ごみの現状を調べているとことで、その途中経過ではあるが、できる範囲で現状について発信していければ良いと

思う。同時に、漂流・海底ごみの全体は把握しきれていないので、来年度以降、どのような視点で検討すべきか、ということについてご教示いただきたい。

- 3) 来年度以降も調査が継続されるなら、漁港内に不法投棄の山のようにになっている箇所についても調べていただきたい。漁業者は被害者であると同時に加害者であることを少し深く調べてほしい。
- 4) 大雨のときは、漂流物が港湾内に流入する、を「海域」と表現を変えたほうが良い。また、大雨のときは海底ごみも圧倒的に量が増えるので、その点も文章に入れてほしい。
- 5) 「底曳網漁船による回収でなければ回収できない」とあるが、刺し網や船曳網等にもごみがかかることもあるので、断言はしないほうが良い。
- 6) 資料 5 の 11 ページに各県の JF が回収している実績があるが、これはどのような方法で回収しているのかも調べて、もう少し多様な回収方法を考えていかなければならない。
- 7) 震災がれきの対応として、特別な底曳網を作って回収しているが、この技術は恒常的に海底にある大型のごみに対する回収方法にとっても参考になるのではないか。
- 8) 自身の経験から 12 分の 1 という係数を出しているが、当時は手繰 3 種を使っでの調査であったので、今回は異なる漁具を使用していること、また目合いの大きさによってもかなり違ってくるので、係数についてはよく検討してほしい。
→ [検討員] 12 という値を使って、効率を正確にだせるなら良いが、そうでないなら、例えば 10 倍くらい、という表現のほうがわかりやすい。一方で、評価をするには係数が必要だと思うのでその点は注意してほしい。
- 9) 今回、海洋環境への影響の軽減に関する課題が整理されてきているが、軽減の効果としては、回収処理をできるだけ早くすること、発生したものの処理としての清掃活動は継続していかなければならない。発生抑制だけでゼロにはならないので、これまでどおりの地道な回収処理は続けなければならない。ここで紹介されている海底ごみの清掃活動の継続性はぜひ発信していただきたい。同時に、回収処理をより効率的にすることが、今回指摘されているような海洋環境、あるいは、生態系への影響の軽減につながるということを強く出していただきたい。時間がかかればかかるほど、二次的、三次的な環境負荷が増えてくるので、回収処理のしくみをつくることが大事であるということを常に考えていただきたい。

以上

リサイクル適正の表示：紙へリサイクル可

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔A ランク〕のみを用いて作製しています。