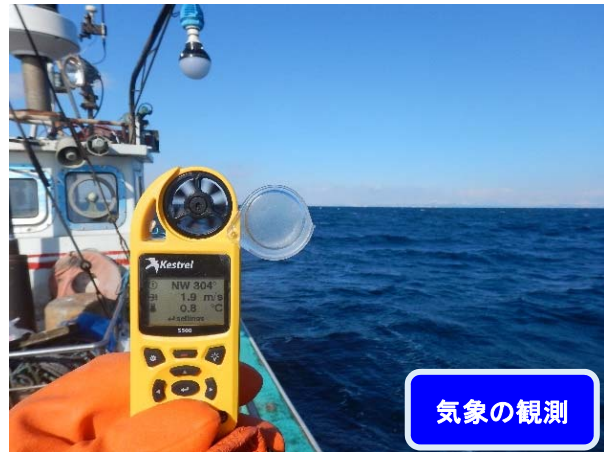




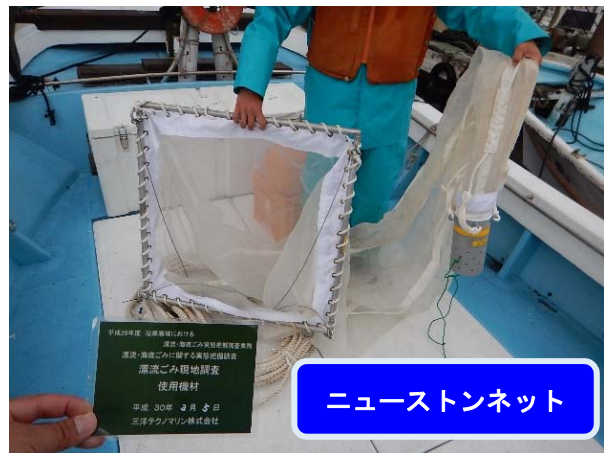
航跡の確認



気象の観測



目視調査状況



ニューストンネット



曳網状況



採集試料

写真 IV. 1-1 目視観測及びマイクロプラスチック調査の様子

表 IV. 1-2 漂流物（ごみ）の分類とサイズ区分

－漂流物種類－		・サイズ区分	
人工物	その他プラスチック製品	サイズ	大きさの目安
	食品包装材トレー、弁当空、お菓子類袋など	SS	20cm未満
	レジ袋	S	20cm以上、50cm未満
	発泡スチロール	M	50cm以上、100cm未満
	ペットボトル	L	100cm以上、200cm未満
	ガラス製品	LL	200cm以上
	金属製品		
	木材		
	その他		
漁具	漁網		
	ボンデン、浮子		
	その他 漁具		
自然物	流れ藻		
	流木		
	その他		
その他不明	その他不明		

IV. 1. 3 結果のとりまとめ方法

- ・ 表 IV. 1-2 に示す漂流ごみの分類のうち、発見数上位 5 位の漂流ごみについて、半有効探索幅を算出した。
- ・ 半有効探索幅の算出にあたっては、各海域で発見されたすべての漂流ごみのデータを使用し、全発見数を分母にして統計処理を行った。
- ・ 得られた発見関数から半有効探索幅を推定し、その半有効探索幅を用いて発見数上位 4 位の漂流ごみの密度を求めた。
- ・ 求めた密度を航路上に図示し、発見数上位 4 位の漂流ごみの分布の特徴を検討した。
- ・ 上述の解析では、東京海洋大学提供の計算シートを利用した。

IV. 2. 漂流ごみ現地調査結果

IV. 2. 1 調査海域

噴火湾 4 測線及び鹿児島湾 5 測線の合計 9 調査測線での漂流ごみ調査を計画し、実施した。その実施日及び各測線上を航走した観測距離を表 IV. 2-1 に示す。

これらの測線に沿って、航走する観測船の両舷に各 1 名の観測員を配置し、左右両方の海面を目視観測した。観測員の目線の高さは、海面から約 2m であった。

表 IV. 2-1 漂流ごみ調査の実施日及び観測距離

湾名	海域	測線名	実施日	観測距離 (km)
噴火湾	森沖	フンカ-1	2/28	27.2
	八雲沖	フンカ-2	3/7	24.8
	虻田・伊達沖	フンカ-3	3/13	28.1
	室蘭沖	フンカ-4	3/12	28.3
鹿児島湾	桜島北	カゴシマ-1	3/9	27.2
	西桜島水道	カゴシマ-2	3/5	26.4
	垂水沖	カゴシマ-3	3/11	27.0
	喜入・指宿沖	カゴシマ-4	3/10	26.7
	湾口付近	カゴシマ-5	3/7	26.8

IV. 2. 2 漂流ごみ目視調査結果

(1) 観測航跡と観測時の気象

各調査海域において漂流ごみを目視で観測したが、その間の観測船の航跡と観測日を含む5日間の風配図、風向ベクトル図及び降水量について、図 IV. 2-1 に噴火湾の状況を、図 IV. 2-2 に鹿児島湾の状況を示した。

1) 噴火湾

フンカー1の調査時の風況は、森町の観測点(アメダス)によれば、南西から北北西の微風の後、2~4m/sの北風が吹いていた。調査前5日間においては、南から北西寄りの風が4~6m/sで吹いていた。ただし、海上の風況に関しては、森町の観測点(アメダス)の西に標高1,131mの北海道駒ヶ岳が存在することから、陸上とは異なっていた可能性に留意する必要がある。

降水に関しては、調査の5日前に5mmの降雪があったものの、その後の調査前4日間はわずかに降雪があったのみで、降水量としては少なく、ごみの流出に関連する河川水への影響はみられなかった。

フンカー2の調査時の風況は、八雲町の観測点(アメダス)によれば、西南西~西北西の風であり、風速は4m/s程度、湾奥から湾口方面へ吹き出す風であった。調査前4日間には西風が卓越しており、調査の3日前には12.5mmの降雪があった。

フンカー3の調査時の風況は、伊達町の観測点(アメダス)によれば、南東の風が3~4m/s程度吹いており、湾口から吹き寄せる風であった。また、調査4日前の3月8日とその翌日の9日には、伊達町で12mmと13mmの降水があり、ともに北西の平均5m/sほどの比較的強い風が吹いていた。

フンカー4の調査時の風況は、室蘭市の観測点(アメダス)によれば、北西4~7m/sの強い風が吹いており、調査前の3日間も主に北西の風が卓越していた。調査3日前の3月8日~9日に室蘭で19mmと13mmの降水もあった。

2) 鹿児島湾

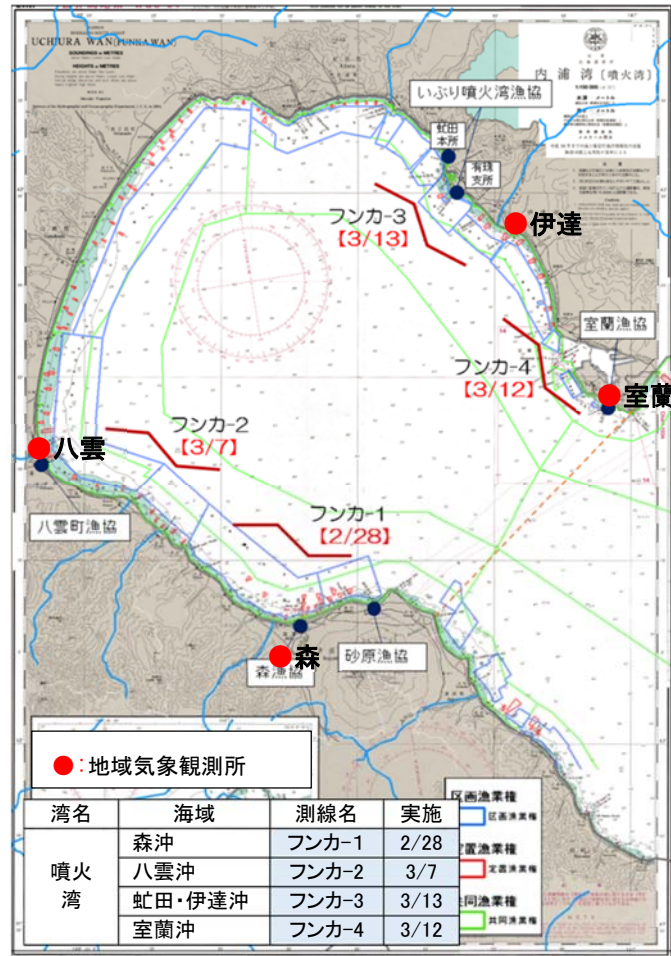
カゴシマ-1の調査時の風況は、霧島市の観測点の牧之原(アメダス)によれば、前日の昼から3~5m/sの北西の強い風が卓越していたが、前々日の夜から前日の午前までは南東の10m/sの強風、3日前までは東から10m/sの強風が吹いていた。前日の3月8日には20mm程度の降水があり、天降川や蒲生川から漂流ごみが流出した可能性がある一方、風が吹き続けていたことにより流出した漂流ごみが観測域の外に流された可能性も考えられる。

カゴシマ-2の調査時の風況は、鹿児島市の観測点(アメダス)によれば、前日から南寄りの風が卓越しており、湾口からカゴシマ-2の測線上に風が吹き寄せる形となっていた。前々日と当日にそれぞれ40mmと21mmのまとまった量の降水があり、本測線が鹿児島市に面することからも、多くの漂流ごみが流出し、それが調査海域に集まりやすかった可能性が考えられる。

カゴシマ-3の調査時の風況は、鹿児島市の観測点(アメダス)によれば、北東の風が2~4m/s吹いており、調査前の3日間にわたって北西北、北西の風が卓越していた。ごみの発生源となり得る鹿児島市方面から吹き寄せる風であり、鹿児島市由来のごみが吹き寄せられていた可能性がある。

カゴシマ-4の調査時の風況は、鹿児島市の観測点の喜入(アメダス)によれば、2~2.5m/sの北風が吹いていた。調査前4日間においても北~北西の風が卓越しており、鹿児島市では前日や前々日に降水もあったことから、鹿児島市を含む湾奥側からの漂流ごみが流されてくることが考えられる天候であった。

カゴシマ-5の調査時の風況は、指宿市の観測点（アメダス）では、2～3.5mの北東の風が吹いていた。本測線は大隅半島寄りに設定されており、漂流物が湾口または薩摩半島側へと流されていた可能性が考えられた。



噴火湾周辺の日間降水量(mm)

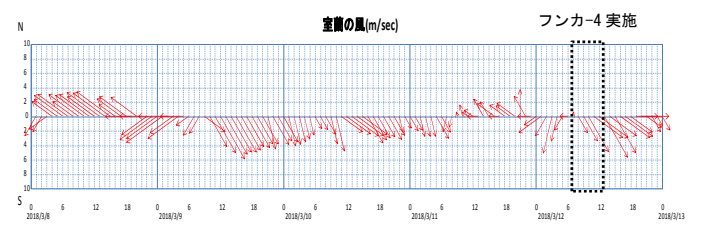
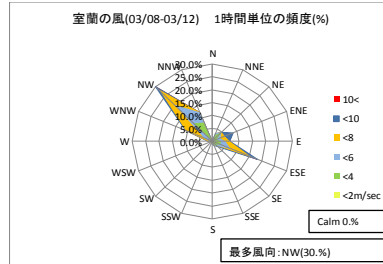
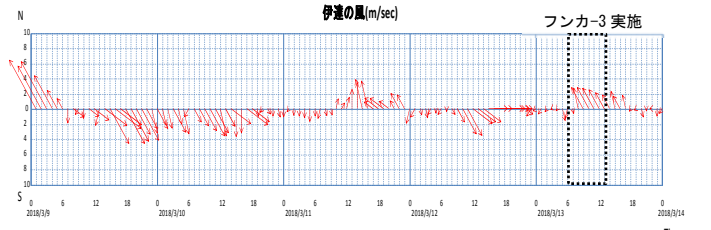
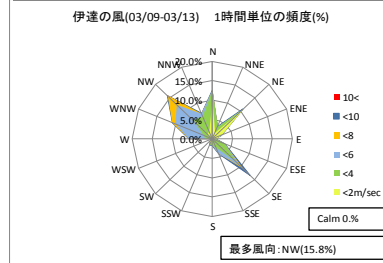
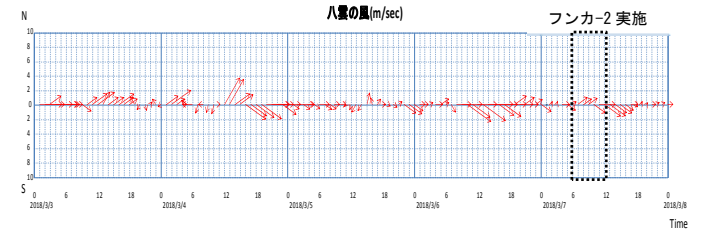
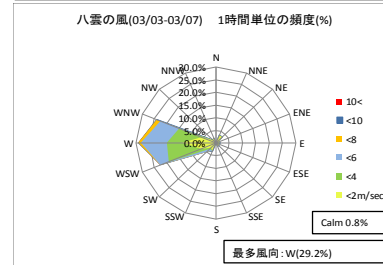
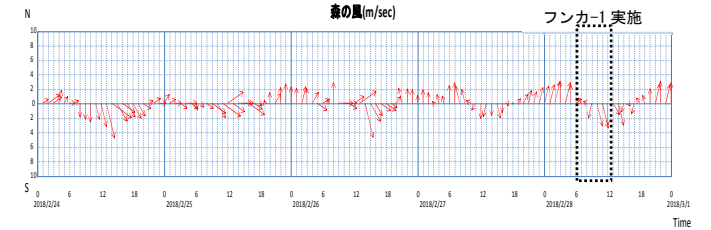
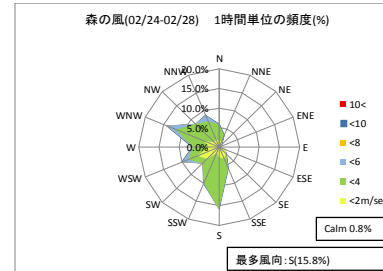
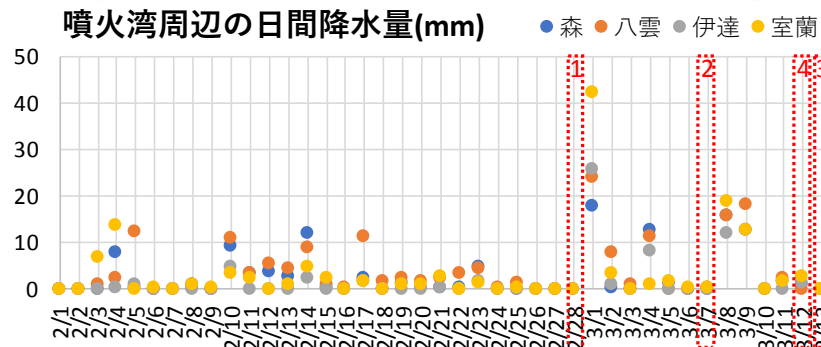


図 IV. 2-1 噴火湾における漂流ごみ調査航跡と気象

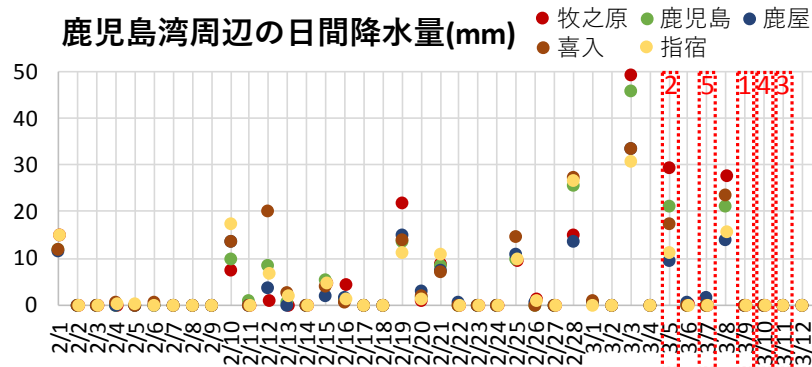
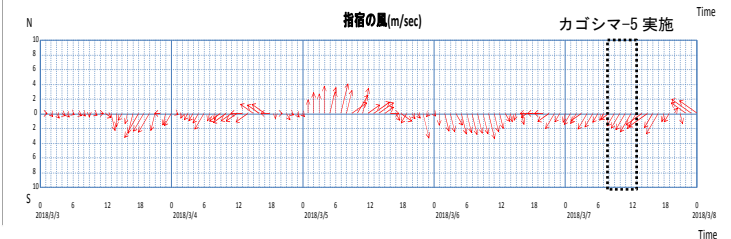
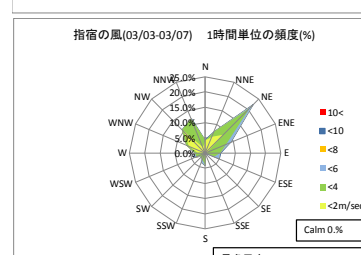
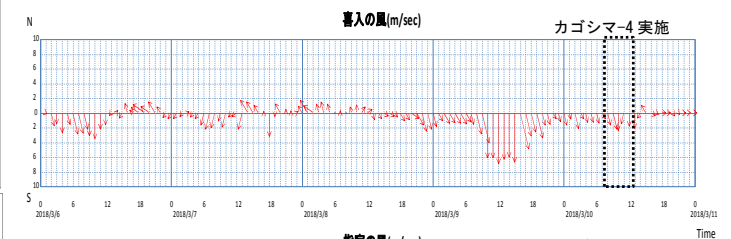
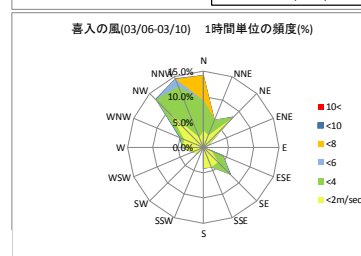
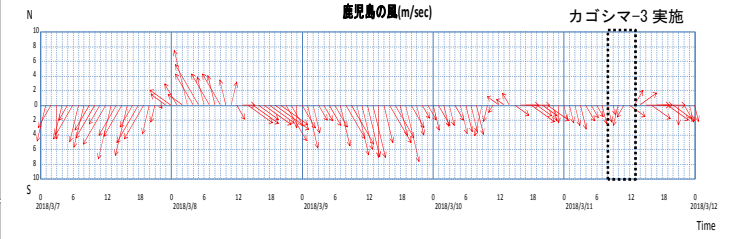
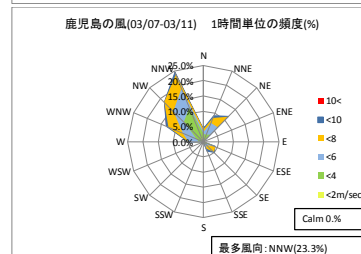
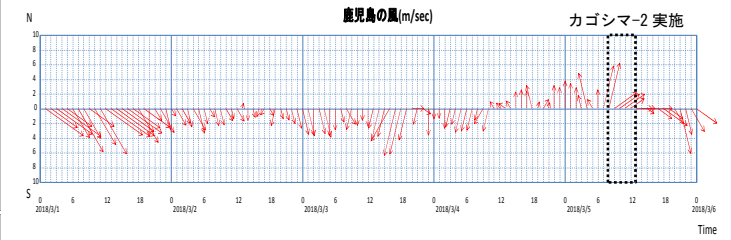
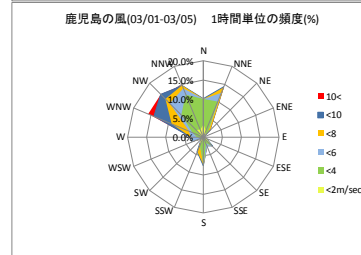
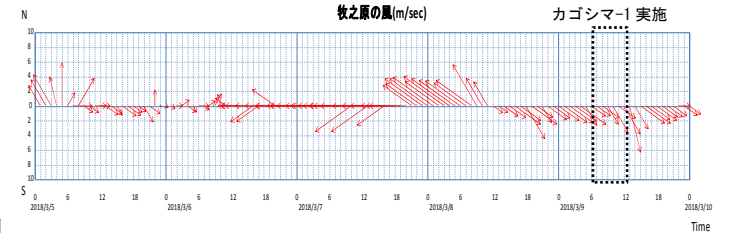
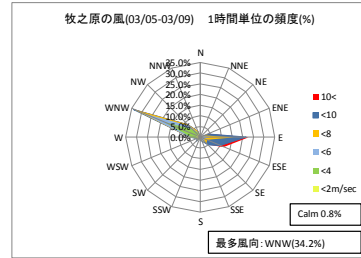
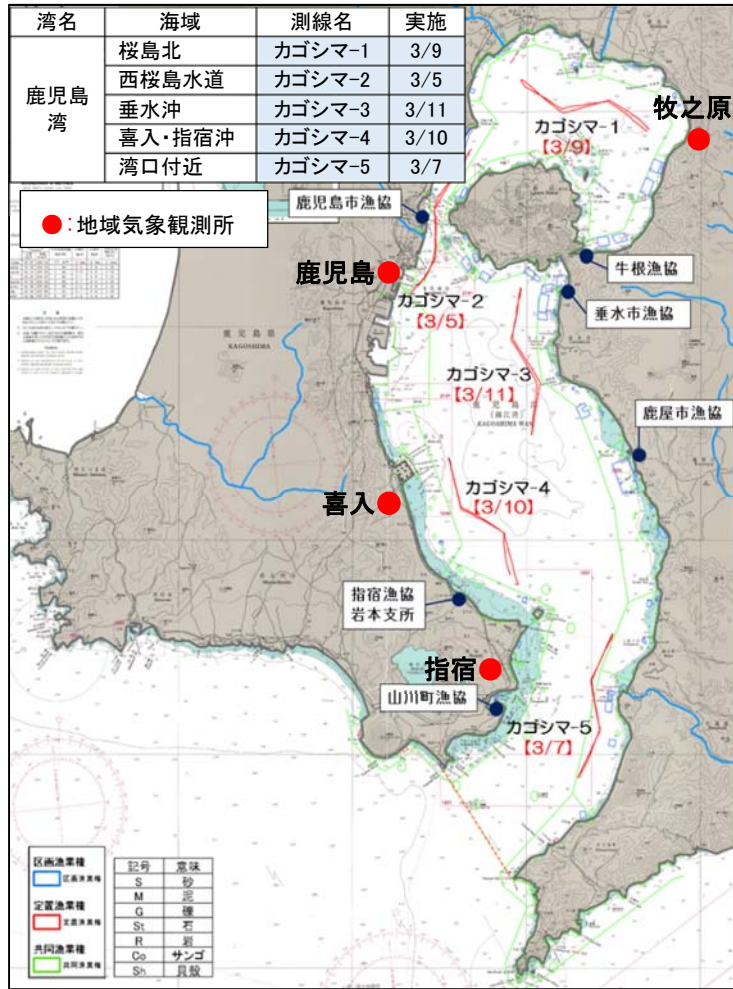


図 IV. 2-2 鹿児島湾における漂流ごみ調査航跡と気象

(2) 目視調査結果

漂流ごみ調査における目視調査の結果を、表 IV. 2-2~2-5 及び図 IV. 2-3~2-6 に示した。

1) 発見個数(全種)

漂流ごみの測線毎の発見個数を種類別にみると、人工物は噴火湾のフンカ-3 とフンカ-4 で概ね半数を占めた一方、鹿児島湾では7~9割が自然物であった。また、測線別に発見個数をみると、カゴシマ-2 で最も多く(発見総個数 256)、フンカ-1 では1個も発見されず、フンカ-2 でもわずか2個に留まった。

フンカ-1 及びフンカ-2 において漂流ごみが極端に少なかった原因としては、調査時はまだ厳寒期であり、河川水量が少なかったこと、また、冬季の太平洋側では西寄りの陸風が優勢であり、東向きに広い湾口を持つ噴火湾では漂流ごみが湾外に流出しやすかったことなどが考えられる。同様に、比較的ごみが少なかったカゴシマ-1 とカゴシマ-5 については、カゴシマ-1 では調査時に北西の風が強く吹いており、ごみが流された可能性が高いことに加え、白波により目視が困難だったことが要因として考えられ、カゴシマ-5 でもうねりを伴った風波や、湾外へ吹き出す北東の風によりごみが流された可能性が考えられる。

一方、噴火湾内では漂流ごみの発見個体数が多かったフンカ-3(3月13日)とフンカ-4(3月12日)では、調査前の3月8日と9日に、それぞれ室蘭市で19mmと13mm、伊達町で12mmと13mmの降水があり、河川から漂流ごみが発生しやすい状況にあったと推測される。

今回、漂流ごみ発見個数が最も多かった鹿児島湾のカゴシマ-2 は鹿児島市街に面しており、湾内で最も幅狭となる西桜島水道を縦断する測線であった。調査の当日は、鹿児島市で21mmの降水、前々日の3月3日には46mmの降水があり、河川から漂流ごみが発生しやすい状況の上に南寄りの風が吹き寄せており、地形的にも天候的にも漂流ごみが高密度になりやすい条件が揃っていたと考えられる。

表 IV. 2-2 漂流ごみの種類別発見個数

湾名	測線名	発見個数(個)			総個数	人工物 総個数
		漁具	人工物	自然物		
噴火湾	フンカ-1	0	0	0	0	0
	フンカ-2	1	1	0	2	2
	フンカ-3	1	12	11	24	13
	フンカ-4	0	18	16	34	18
鹿児島湾	カゴシマ-1	0	3	19	22	3
	カゴシマ-2	1	46	209	256	47
	カゴシマ-3	0	13	30	43	13
	カゴシマ-4	0	29	111	140	29
	カゴシマ-5	0	1	8	9	1

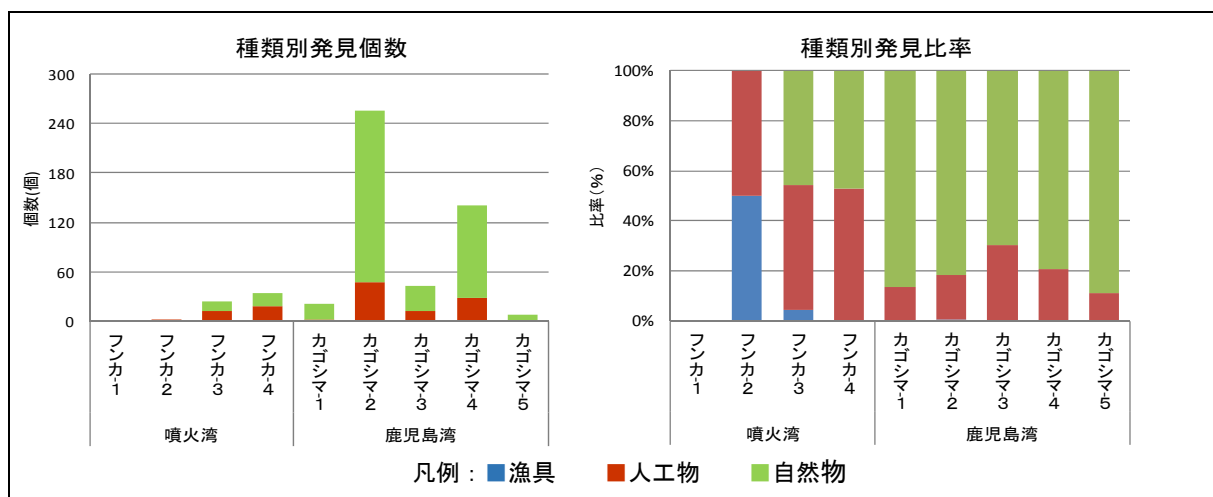


図 IV. 2-3 発見個数(全種)

2) サイズ別発見個数（人工物）

目視観測で発見された人工物由来の漂流ごみのサイズについては、いずれの測線においても小さいものが多く、サイズSS（20cm未満）とサイズS（20cm以上～50cm未満）が9割以上を占めていた。Lサイズのものとしては、フンカ-4で発見されたプラスチックの棒と紐（ひも）、カゴシマー2ではプラスチック片、カゴシマー3では発泡スチロールであった。

表 IV. 2-3 漂流ごみのサイズ別発見個数

湾名	測線名	発見個数(個)					総個数	サイズ	大きさの目安
		SS	S	M	L	LL			
噴火湾	フンカ-1	0	0	0	0	0	0	SS	20cm未満
	フンカ-2	1	1	0	0	0	2	S	20cm以上、50cm未満
	フンカ-3	12	1	0	0	0	13	M	50cm以上、100cm未満
	フンカ-4	9	7	0	2	0	18	L	100cm以上、200cm未満
鹿児島湾	カゴシマー-1	0	3	0	0	0	3	LL	200cm以上
	カゴシマー-2	22	18	6	1	0	47		
	カゴシマー-3	11	0	1	1	0	13		
	カゴシマー-4	29	0	0	0	0	29		
	カゴシマー-5	1	0	0	0	0	1		

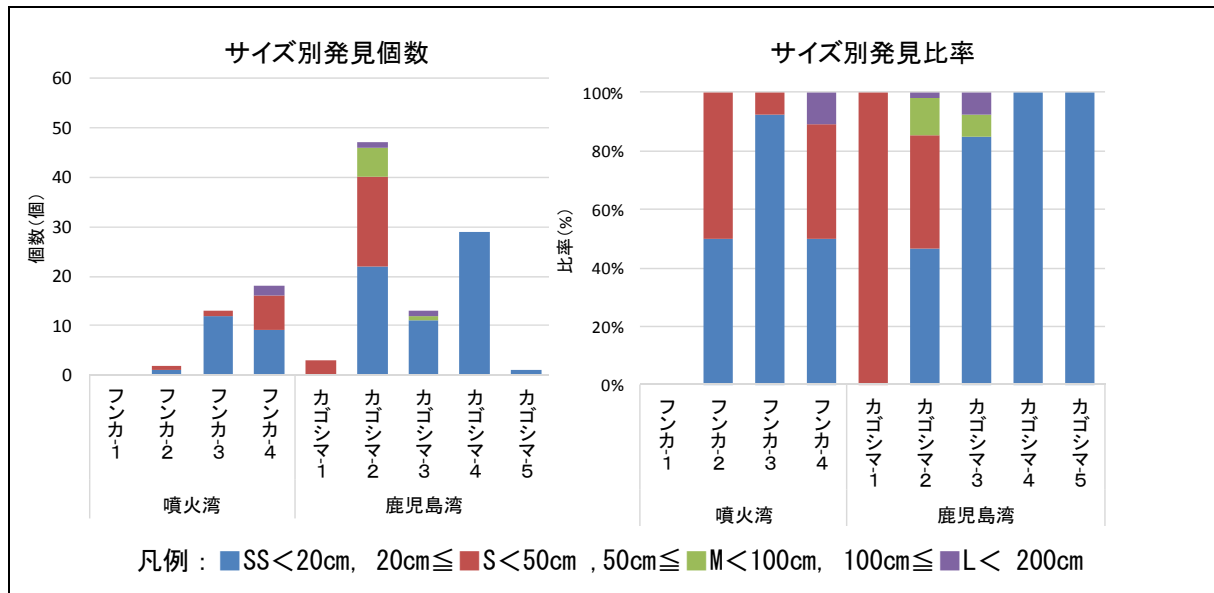


図 IV. 2-4 サイズ別発見個数

3) 距離別発見個数（人工物）

漂流ごみの発見距離の限界は、8割が調査船から10m以内であった。噴火湾では、25m以上離れたごみは発見されなかった一方、カゴシマ-2 とカゴシマ-3 では、調査船から40m以上離れた距離で数個（発泡スチロール、サッカーボール）が発見された。

なお、カゴシマ-1 とカゴシマ-5 では、調査時に白波が立っており、遠方の漂流物の発見は困難であった。

表 IV. 2-4 距離別発見個数

湾名	測線名	調査船からの距離と発見個数(個)									総個数
		0-5m	5-10m	10-15m	15-20m	20-25m	25-30m	30-35m	35-40m	40m以上	
噴火湾	フンカ-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	フンカ-2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
	フンカ-3	10	3	0	0	0	0	0	0	0	13
	フンカ-4	4	6	7	0	1	0	0	0	0	18
鹿児島湾	カゴシマ-1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	カゴシマ-2	19	15	4	1	4	0	1	0	3	47
	カゴシマ-3	8	1	1	0	0	0	1	1	1	13
	カゴシマ-4	15	9	5	0	0	0	0	0	0	29
	カゴシマ-5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

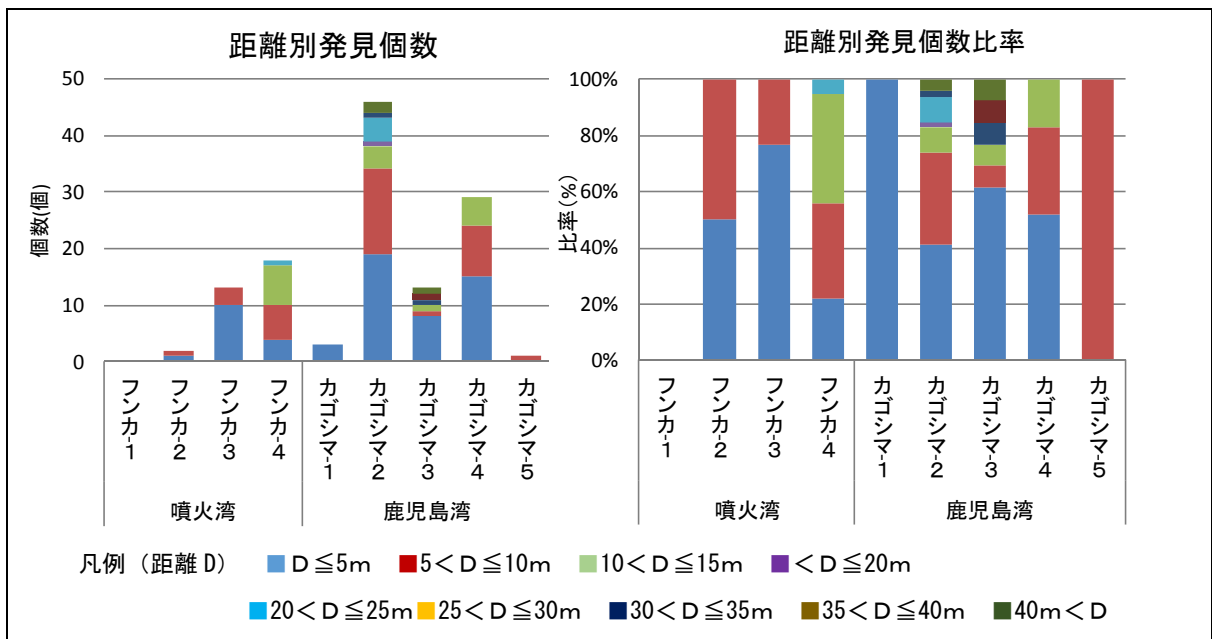


図 IV. 2-5 距離（D）別発見個数

4) 種類別発見個数（人工物）

噴火湾、鹿児島湾とも「その他プラスチック製品」が多い傾向にあり、次いで「レジ袋」、発泡スチロール」、「食品包装材」及び「ペットボトル」が多かった。また、いずれの海域でも、「ガラス製品」はみられなかった。

なお、「その他プラスチック製品」として分類したものは、原形の分からないプラスチック片やポリ袋類（レジ袋を除く）、タバコのフィルター等であった。また、「その他」には、材質不明のロープを分類した。

表 IV. 2-5 種類別発見個数

湾名	測線名	発見個数(個)												総個数
		漁網	ボンデン浮子	その他漁具	発泡スチロール	レジ袋	ペットボトル	食品包装材	その他プラ	ガラス製品	金属製品	木材	その他	
噴火湾	フンカ-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	フンカ-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	フンカ-3	0	0	1	1	0	0	7	4	0	0	0	0	13
	フンカ-4	0	0	0	3	3	1	1	10	0	0	0	0	18
鹿児島湾	カゴシマ-1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3
	カゴシマ-2	0	1	0	6	9	10	0	19	0	1	1	0	47
	カゴシマ-3	0	0	0	5	2	0	1	4	0	0	0	1	13
	カゴシマ-4	0	0	0	0	10	0	4	15	0	0	0	0	29
	カゴシマ-5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

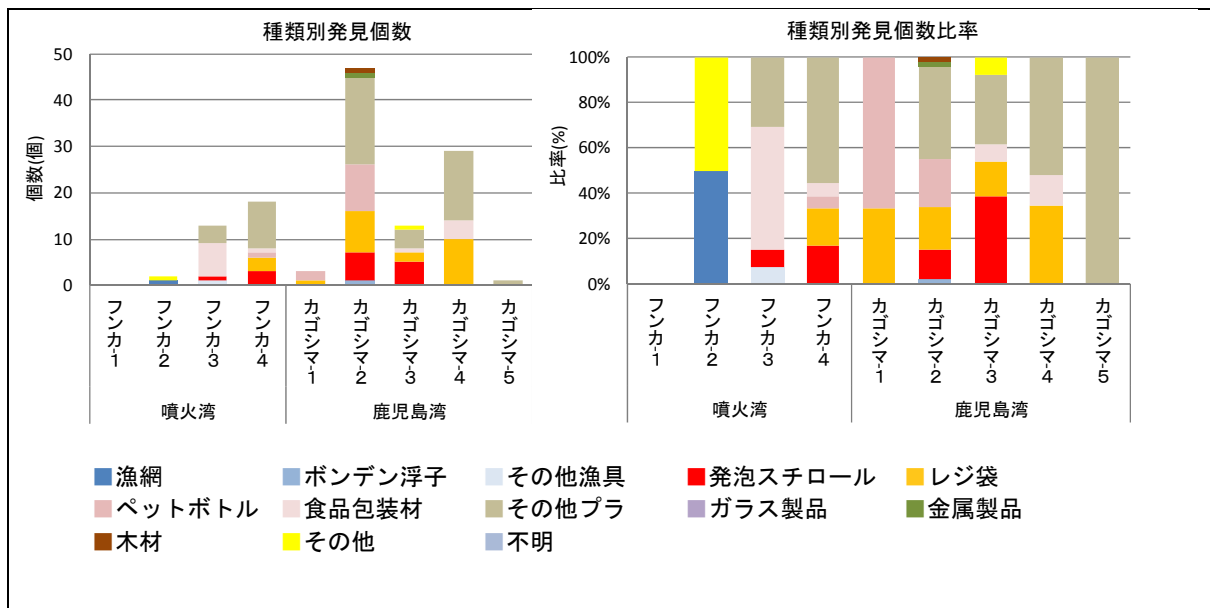


図 IV. 2-6 種類別（人工物）発見個数

(3) 漂流ごみの密度

1) ライトランセクト法による密度推定

ライトランセクト法による漂流ごみの密度の推定は、調査海域において一様（等間隔）に分布している対象物は、観測者からの距離が遠いほど発見しにくく、見逃しが多くなるという仮定のもとに行われる。

すなわち、目視観測で「発見した漂流ごみ」の個数（横距離密度とする）が、図 IV. 2-7 中の a のように、観測者からの横距離が大きくなるにしたがって減少している場合でも、その海域に「存在していた漂流ごみ」の密度は b のように一定であったと仮定する。

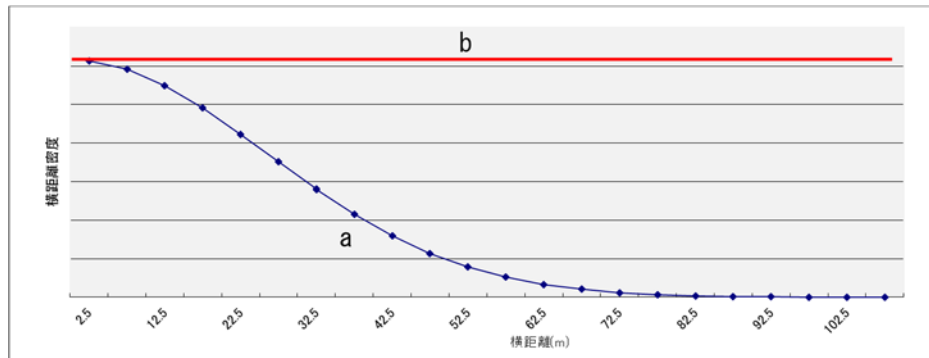


図 IV. 2-7 目視調査で「発見した漂流ごみ」の個数と「存在していた漂流ごみ」の密度

このとき、aにおける横距離密度の減少率は、横距離が大きくなるにしたがって低下する発見確率を示すことになる。

この a に表された横距離と発見確率との関係を発見関数と呼ぶ。本調査においては、昨年度の沿岸海域調査にならい、発見関数として Half-Normal 型、指数 (Exponential) 型、Hazard-Rate 型の 3 種類の関数の中から、赤池情報量規準 (AIC) が最小のものを最適な関数として用いることとした。

上述のようにして求められた発見関数を用いて、理論上すべてのごみが発見（探索）できているとする横距離を以下の考え方に従って求める。図 IV. 2-8 において、特定の横距離 μ (m) に対して、A は μ より近くの距離での見落としし率、B は μ より遠くの距離での発見率とし、 $A=B$ となるように μ (m) を定めれば、理論上 μ より近いものはすべて発見できており、 μ より遠いものは全く発見できていないとみなすことができる。このような横距離 μ を半有効探索幅と呼ぶ。

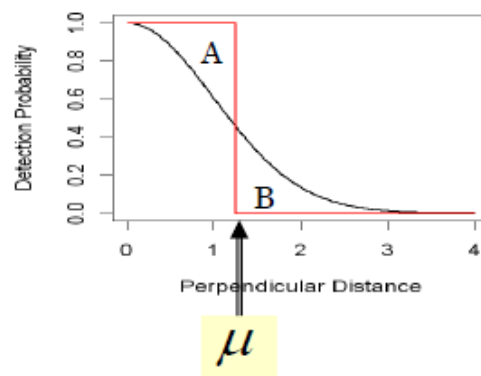


図 IV. 2-8 半有効探索幅の推定 (モデル)

半有効探索幅 μ が定まれば、調査測線の長さ L に乗じて目視範囲の面積を μL (m^2) と計算できる。よって、1 測線上の漂流ごみ発見個数の総数が N であった場合、その海域における漂流ごみの密度 D (個/ m^2) を以下の計算で求めることができる。

$$D = \frac{N}{\mu \cdot L} \dots \text{数式 1}$$

また、図 IV. 2-8 から想定される通り、海表面に漂流する物体の発見関数は、漂流物の種類や大きさ、色などの特徴や、環境条件によって影響を受ける。そこで、本調査においては漂流物の種類ごとに発見関数を求め、半有効探索幅を推定することとした。

なお、今回の調査では、目視観測を両舷で実施したため、以下の計算式で漂流ごみの密度を求めた。

$$D = \frac{N}{2\mu \cdot L} \dots \text{数式 2}$$

D : 漂流ごみの密度 (個/ m^2)、 N : 発見総個数、 μ : 半有効探索幅 (m)、
 L : 探索距離 (m)

2) 有効探索幅の推定

上記のライントランセクト法による密度推定法に従って、漂流物の種類ごとの分布密度を推定した。今回の調査では、発見個数が少なく、半有効探索幅を推定するのに十分なサンプルサイズに至らなかった漂流物もあったが、「その他プラスチック製品」、「レジ袋」、「発泡スチロール」、「ペットボトル」及び「食品梱包材」の 5 種に関しては統計的に有効な数のデータが得られた。これらの 5 種につき、それぞれ発見距離に対する発見回数のヒストグラムを作成し、発見関数を計算して、半有効探索幅を求めた。

これと調査測線の距離（航走距離）との積が目視観測した範囲の面積となり、この面積で漂流ごみ発見個数を割って、単位面積当たりの密度 (個数/ km^2) を求めた。なお、密度の算出にあたり、有効探索幅と探索距離は km で換算した。

表 IV. 2-6 に求められた種類ごとの半有効探索幅を示す。また、種類ごとの半有効探索幅を求める詳細過程は、第 VI 章を参照のこと。

表 IV. 2-6 半有効探索幅

漂流ごみの種類	半有効探索幅 (m)
発泡スチロール	17.9
レジ袋	7.4
ペットボトル	12.5
食品梱包材	7.7
その他プラスチック製品	12.8

3) 各海域の発見数上位4種の漂流ごみ密度

算出した半有効探索幅(表 IV. 2-6)をもとに各調査測線における漂流ごみの密度を求め、密度が高く、より多くの調査測線で見られた「発泡スチロール」、「その他プラスチック製品」、「食品包装材」及び「レジ袋」の4種について、その結果を図 IV. 2-9～2-12 に示した。

また、これらの漂流ごみ4種の合計密度を表 IV. 2-7 及び図 IV. 2-13 に、それぞれの湾毎の組成を図 IV. 2-13～2-15 に示した。

なお、フンカ-1 では自然物を含めて漂流ごみが全く確認されず、フンカ-2 でも半有効探索幅算出の対象とした4種は見られなかった。

「発泡スチロール」は9測線中4測線で確認され、その半有効探索幅は17.9mであった。4測線における個数密度は0.99～6.36個/km²の範囲にあり、最も高かったのはカゴシマ-2で、最も低かったのはフンカ-3であった。なお、噴火湾のフンカ-1と2、鹿児島湾のカゴシマ-1、4及び5では確認されなかった。

「レジ袋」は9測線中5測線で観測され、半有効探索幅は7.4mであった。個数密度は2.48～25.34個/km²の範囲にあり、個数密度の最高値はカゴシマ-4で、次いでカゴシマ-2の23.07個/km²で高く、最も低いのは、カゴシマ-1で2.48個/km²であった。

「食品包装材」は9測線中、4測線で確認され、半有効探索幅は7.7m、個数密度は2.29～16.16個/km²の範囲にあり、フンカ-3で最も高く、フンカ-4で最も低かった。

「その他のプラスチック製品」は9測線中6測線で確認され、その半有効探索幅は12.8m、個数密度は1.46～28.15個/km²の範囲にあった。個数密度はカゴシマ-2で最も高く、カゴシマ-5で最も低かった。フンカ-1と2及びカゴシマ-1では漂流ごみは発見されなかった。

「その他のプラスチック製品」は本業務全体で53個観測されたが、その内訳は、原形不明のプラスチック片及びプラスチック製の漂流物が29個と過半数を占め、レジ袋を除いたシート状のプラスチックやその破片が12個と約2割の他、タバコのフィルター、ひも(PPロープなどプラスチック製であることが明らかなもの)、またボール類(サッカーボール、テニスボール、ピンポン玉が各一個ずつ)などがあった。

以上の通り、個数密度はカゴシマ-2において、漂流ごみの発見上位4種のうち発泡スチロール及びその他プラスチック製品の2品目が最高値であり、次いでレジ袋が高く、全調査測線の中でもカゴシマ-2において、漂流ごみが高密度に分布していた。

① 発泡スチロール

半有効探索幅：17.9m

湾名	測線名	測線延長 (km)	発見個数 (個)	密度 (個/km ²)
噴火湾	フンカ-1	27.23	0	0.00
	フンカ-2	24.77	0	0.00
	フンカ-3	28.13	1	0.99
	フンカ-4	28.34	3	2.96
鹿児島湾	カゴシマ-1	27.23	0	0.00
	カゴシマ-2	26.36	6	6.36
	カゴシマ-3	27.01	5	5.17
	カゴシマ-4	26.66	0	0.00
	カゴシマ-5	26.80	0	0.00

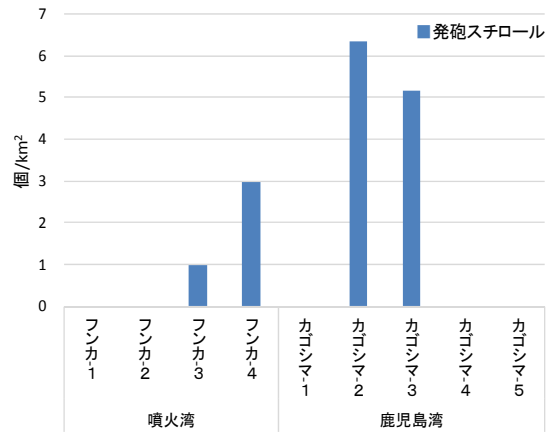


図 IV. 2-9 発泡スチロールの個数密度

② レジ袋

半有効探索幅：7.4m

湾名	測線名	測線延長 (km)	発見個数 (個)	密度 (個/km ²)
噴火湾	フンカ-1	27.23	0	0.00
	フンカ-2	24.77	0	0.00
	フンカ-3	28.13	0	0.00
	フンカ-4	28.34	3	7.15
鹿児島湾	カゴシマ-1	27.23	1	2.48
	カゴシマ-2	26.36	9	23.07
	カゴシマ-3	27.01	2	5.00
	カゴシマ-4	26.66	10	25.34
	カゴシマ-5	26.80	0	0.00

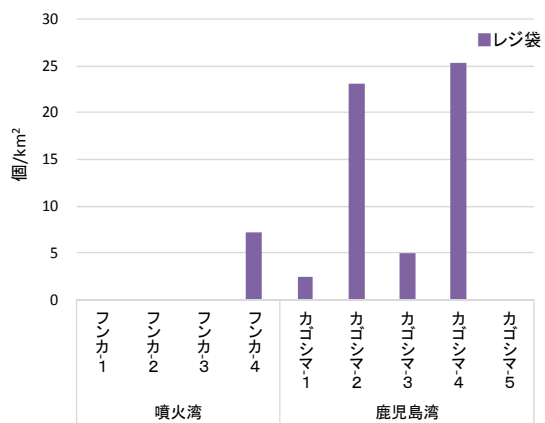


図 IV. 2-10 レジ袋の個数密度

③ 食品包装材

半有効探索幅：7.7m

湾名	測線名	測線延長 (km)	発見個数 (個)	密度 (個/km ²)
噴火湾	フンカ-1	27.23	0	0.00
	フンカ-2	24.77	0	0.00
	フンカ-3	28.13	7	16.16
	フンカ-4	28.34	1	2.29
鹿児島湾	カゴシマ-1	27.23	0	0.00
	カゴシマ-2	26.36	0	0.00
	カゴシマ-3	27.01	1	2.40
	カゴシマ-4	26.66	4	9.74
	カゴシマ-5	26.80	0	0.00

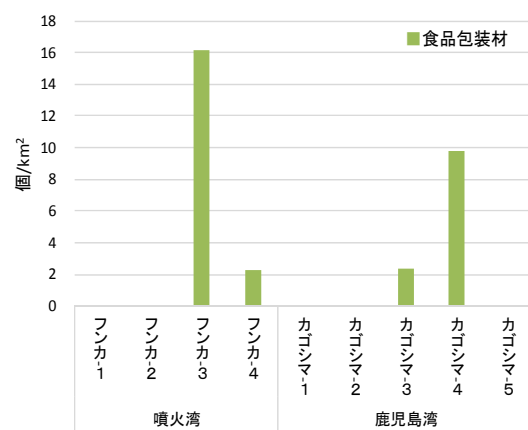


図 IV. 2-11 食品包装材の個数密度

④ その他プラスチック製品

半有効探索幅：12.8m

湾名	測線名	測線延長 (km)	発見個数 (個)	密度 (個/km ²)
噴火湾	フンカ-1	27.23	0	0.00
	フンカ-2	24.77	0	0.00
	フンカ-3	28.13	4	5.55
	フンカ-4	28.34	10	13.78
鹿児島湾	カゴシマ-1	27.23	0	0.00
	カゴシマ-2	26.36	19	28.15
	カゴシマ-3	27.01	4	5.78
	カゴシマ-4	26.66	15	21.98
	カゴシマ-5	26.80	1	1.46

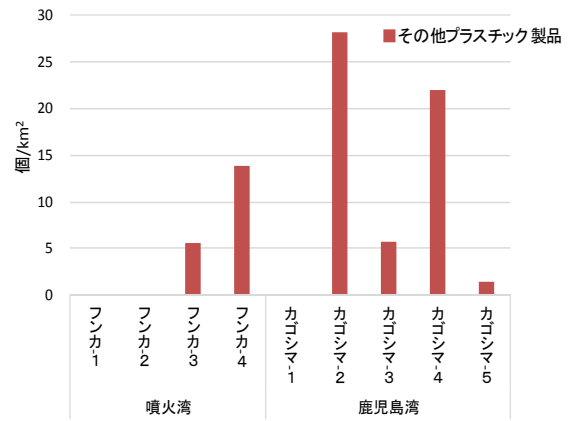


図 IV.2-12 その他プラスチック製品の個数密度

噴火湾と鹿児島湾における種別の個数密度を表 IV.2-7 及び図 IV.2-13 に、水平分布を図 IV.2-132-15 に示した。

噴火湾ではその他のプラスチック製品と食品包装材、鹿児島湾ではその他のプラスチック製品とレジ袋が高密度に分布していた。噴火湾と鹿児島湾の個数密度を比較すると、発泡スチロール（約2倍）、レジ袋（6倍）及びその他プラスチック製品（約2倍）が噴火湾よりも鹿児島湾で高く、噴火湾では食品包装材（2倍）のみが鹿児島湾よりも高かった。また、4種の合計では、鹿児島湾が噴火湾の約2倍の密度となった。

表 IV.2-7 噴火湾及び鹿児島湾における上位4種の個数密度

湾名	発泡スチロール	レジ袋	食品包装材	その他プラスチック製品	合計
噴火湾	2.1	3.7	9.6	10.1	25.5
鹿児島湾	4.6	22.2	4.8	22.7	54.3

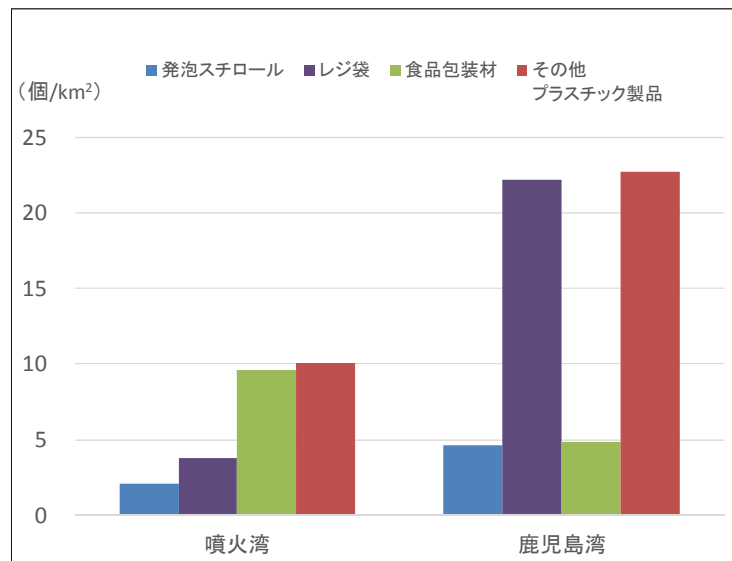


図 IV.2-13 噴火湾及び鹿児島湾における上位4種の密度

【 漂流ごみ目視調査結果 噴火湾 】

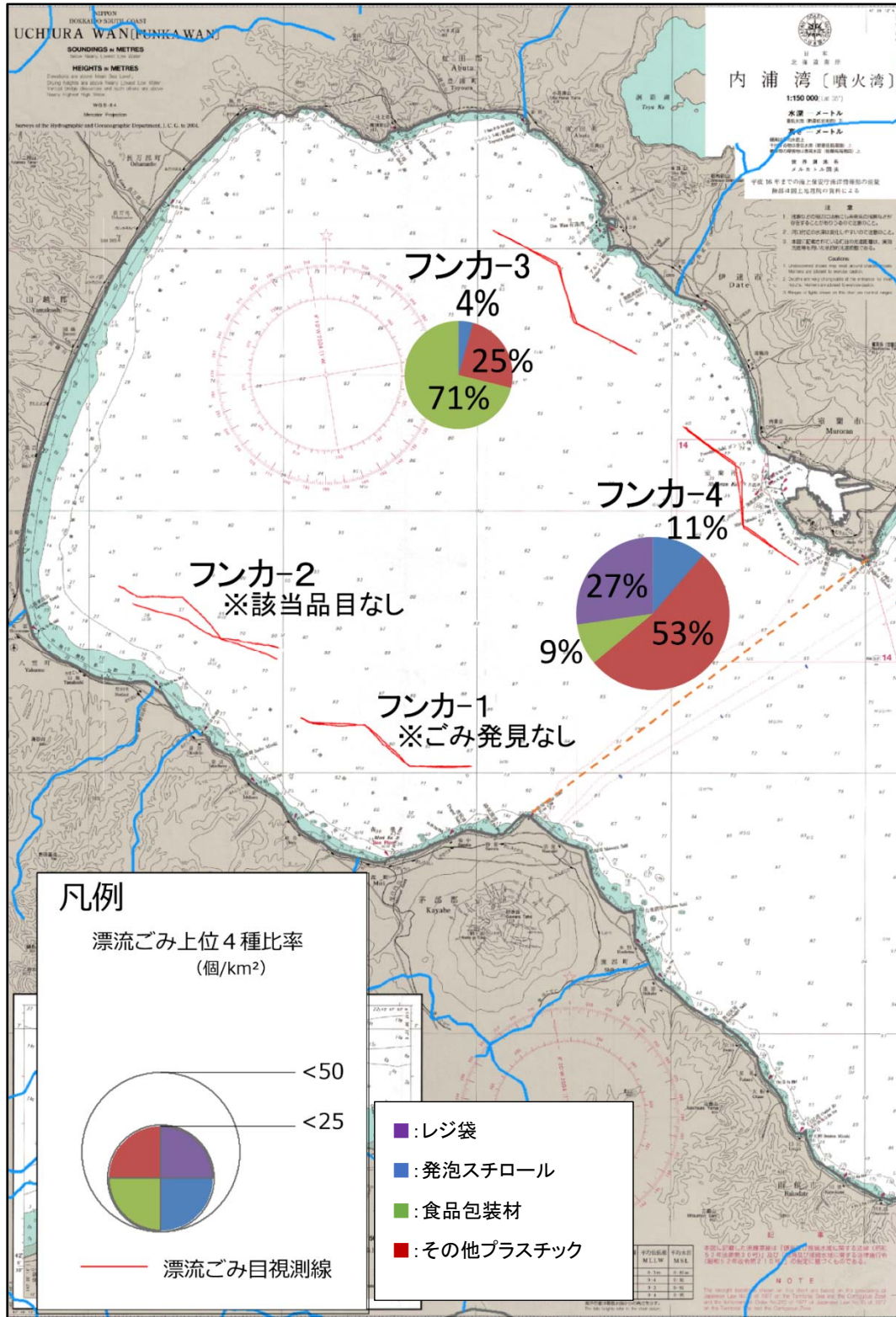


図 IV. 2-13 漂流ごみ上位4種の比率 (噴火湾)

【 漂流ごみ目視調査結果 鹿児島湾 】

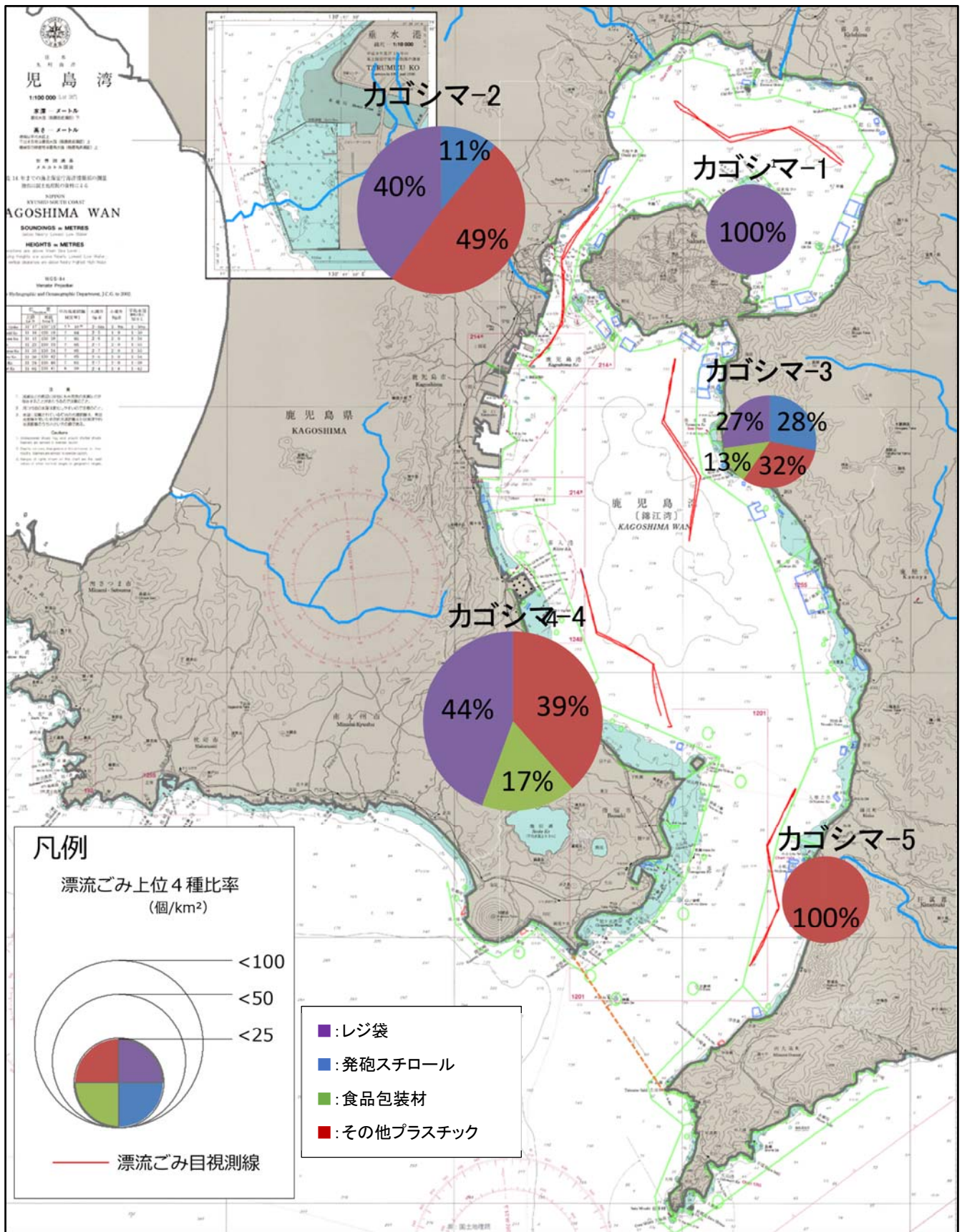


図 IV. 2-14 漂流ごみ上位4種の比率 (鹿児島湾)

IV. 3. マイクロプラスチック採集調査

IV. 3.1 マイクロプラスチック調査方法

IV. 1.2 (1)で述べた漂流ごみ目視観測の間に、測線上の任意の箇所でマイクロプラスチックの採集調査を行った。採集方法は以下の通り。

- ・ 漂流ごみ目視調査船で、口部中央に濾水計を装着したニューストーンネット（気象庁（JMA）ニューストーンネット No. 5552：口部一辺 75cm 角、測長 300cm、網地はニップ NGG54、目合 350 μm ）を曳網した。
- ・ 曳網は、原則として船速 2 ノットで 20 分間とした。
- ・ 曳網の位置情報は GPS で取得、記録した。
- ・ 採集物は、ネット内側に付着したものを含めて全てネット尾部のコッドエンド内に洗い集め、大型夾雑物を取り除いた後、サンプル瓶に収容し、生物標本と同様にホルマリン固定(2%)して持ち帰った。
- ・ 下記の式に従い、濾水計の回転数から濾水量を算出した。

$$\text{ろ水量} = 0.5625\text{m}^2 \times \text{水中開口部 (3/4)} \times \text{回転数} / (10\text{m空曳回転数}) \times 10\text{m} \times 0.6$$

0.5625 m^2 ：ニューストーンネットの開口部面積
水中開口部：ニューストーンネットの口部の下 3/4 を水中に沈めて曳航
0.6：ニューストーンネットの網地の抵抗係数（濾過率）

持ち帰った採集試料は、九州大学応用力学研究所大気海洋環境研究センターにおいて、以下のとおり分析した。

- ・ 5mm のふるいを通過し、350 μm のふるい上に残ったサンプルについて、裸眼と手作業で、プラスチック、発泡スチロール及び糸くずを一次ソート。
- ・ ソートしたプラスチック、発泡スチロール及び糸くずを FT-IR(フーリエ変換赤外分光法)で材料判定を行い、選別。
- ・ 光学顕微鏡と画像解析ソフトを使用し、プラスチック、発泡スチロール、糸くずのすべての微細片について、長径の計測と個数を計数。
- ・ マイクロプラスチックのうち、100 μm 以下の球形(真球に近いもの)はマイクロビーズとしてマイクロプラスチックの内数として別途集計。
- ・ 各測線における採集時の濾水量とマイクロプラスチックの個数から、それぞれの測線における海水 1 m^3 あたりのマイクロプラスチック個数密度を算出。

FT-IR 分析の試料とは別途に、有機汚染物質 (POPs) 分析試料として図 IV. 3-1 に示す 9 地点で試料を採取した。なお、POPs 分析試料は、マイクロプラスチックと同様にニューストーンネットを船速 2 ノット 20 分間曳網して採取したが、ホルマリン固定はせずに冷蔵保存し、東京農工大学へ提供した。

IV. 3. 2 結果のとりまとめ方法

マイクロプラスチックの浮遊密度(m^3 あたり浮遊個数)を、ニューストンネットの濾水量と計測された個数から、調査海域別に求めた。

IV. 3. 3 マイクロプラスチック採集調査結果

(1) 調査結果

噴火湾及び鹿児島湾で採集されたマイクロプラスチックの分析結果を表 IV. 3-2 に示した。

マイクロプラスチックは調査を行った9測線のすべてで確認されたが、マイクロビーズ(マイクロプラスチックのうち真球に近い形状のもの)は確認されなかった。従って、以下の結果はすべてマイクロプラスチックに係るものである。その個数密度を図 IV. 3-1 に示した。

表 IV. 3-2 マイクロプラスチックの分析結果

湾名	測線名	形状別個数(個数)		材料判定(個数)			マイクロプラスチック
		マイクロプラスチック	うちマイクロビーズ	プラスチック類	発泡スチロール	糸くず	合計
噴火湾	フンカ-1	51	0	45	2	4	51
	フンカ-2	354	0	288	49	17	354
	フンカ-3	82	0	65	14	3	82
	フンカ-4	181	0	74	104	3	181
	平均	167	0	118	42	7	167
鹿児島湾	カゴシマ-1	21	0	20	0	1	21
	カゴシマ-2	384	0	278	88	18	384
	カゴシマ-3	97	0	71	20	6	97
	カゴシマ-4	25	0	21	2	2	25
	カゴシマ-5	112	0	107	4	1	112
	平均	128	0	99	23	6	128

湾名	測線名	濾水量 [※] m ³	形状別密度(個/m ³)		材料別密度(個/m ³)		
			マイクロプラスチック	うちマイクロビーズ	プラスチック類	発泡スチロール	糸くず
噴火湾	フンカ-1	273.1	0.187	0.000	0.165	0.007	0.015
	フンカ-2	245.3	1.443	0.000	1.174	0.200	0.069
	フンカ-3	238.7	0.344	0.000	0.272	0.059	0.013
	フンカ-4	267.5	0.677	0.000	0.277	0.389	0.011
	平均	256.2	0.662	0.000	0.472	0.164	0.027
鹿児島湾	カゴシマ-1	140.5	0.149	0.000	0.142	0.000	0.007
	カゴシマ-2	117.1	3.278	0.000	2.373	0.751	0.154
	カゴシマ-3	155.6	0.623	0.000	0.456	0.128	0.039
	カゴシマ-4	101.6	0.246	0.000	0.207	0.020	0.020
	カゴシマ-5	217.1	0.516	0.000	0.493	0.018	0.005
	平均	146.4	0.963	0.000	0.734	0.184	0.054

※濾水量はろ水計から算出した曳網距離に開口部面積、潜航率50%、抵抗係数0.6を掛けて算出。

1) マイクロプラスチック

噴火湾及び鹿児島湾におけるマイクロプラスチックの個数密度は、カゴシマー2で3.278個/m³と最も高く、次いでフンカー2で1.443個/m³であった。他の測線では1個/m³以下であった(図 IV.3-1)。

マイクロプラスチックは、材料と形状により「プラスチック類」、「発泡スチロール」及び「糸くず」の3種に分類し(写真 IV.3-1)、長径の計測と色合いを観察、記録した。

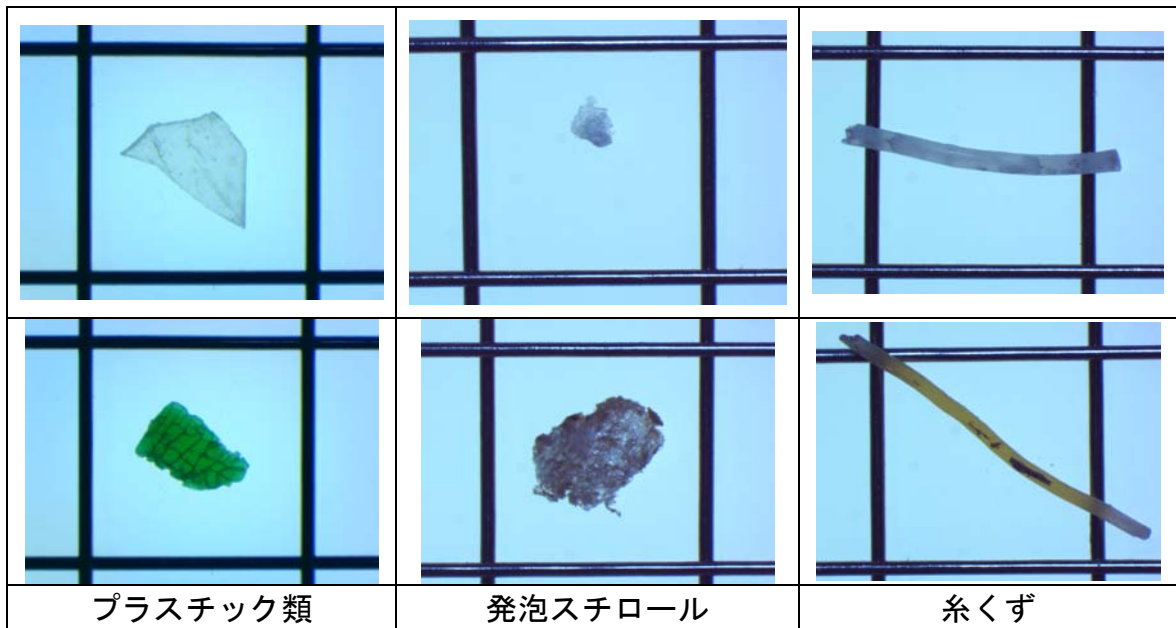
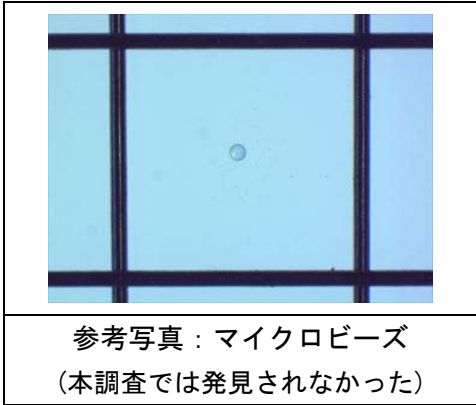
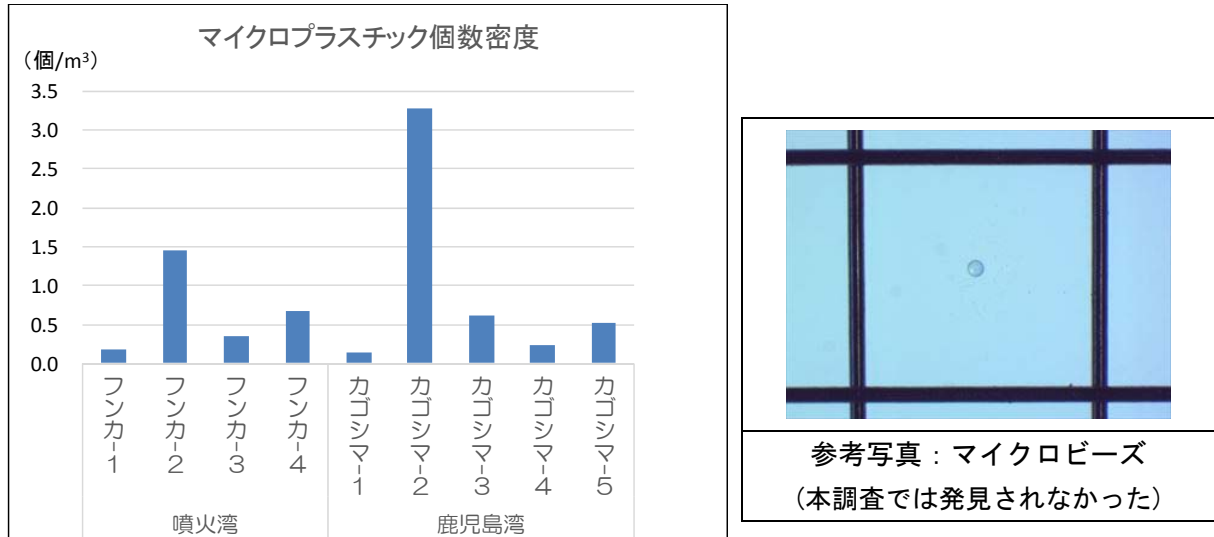


写真 IV.3-1 マイクロプラスチックの形状

① マイクロプラスチックの材料の組成比

噴火湾と鹿児島湾で採集されたマイクロプラスチックの材料による組成比を図 IV. 3-2 に示した。

フンカー4を除いて、「プラスチック類」が全体の70%以上を占めていた。フンカー4では他の測線に比べて「発泡スチロール」の割合が「プラスチック類」よりも大きく、57%であった。「糸くず」は1~8%の範囲にあり、いずれの測線においても10%以下であった。

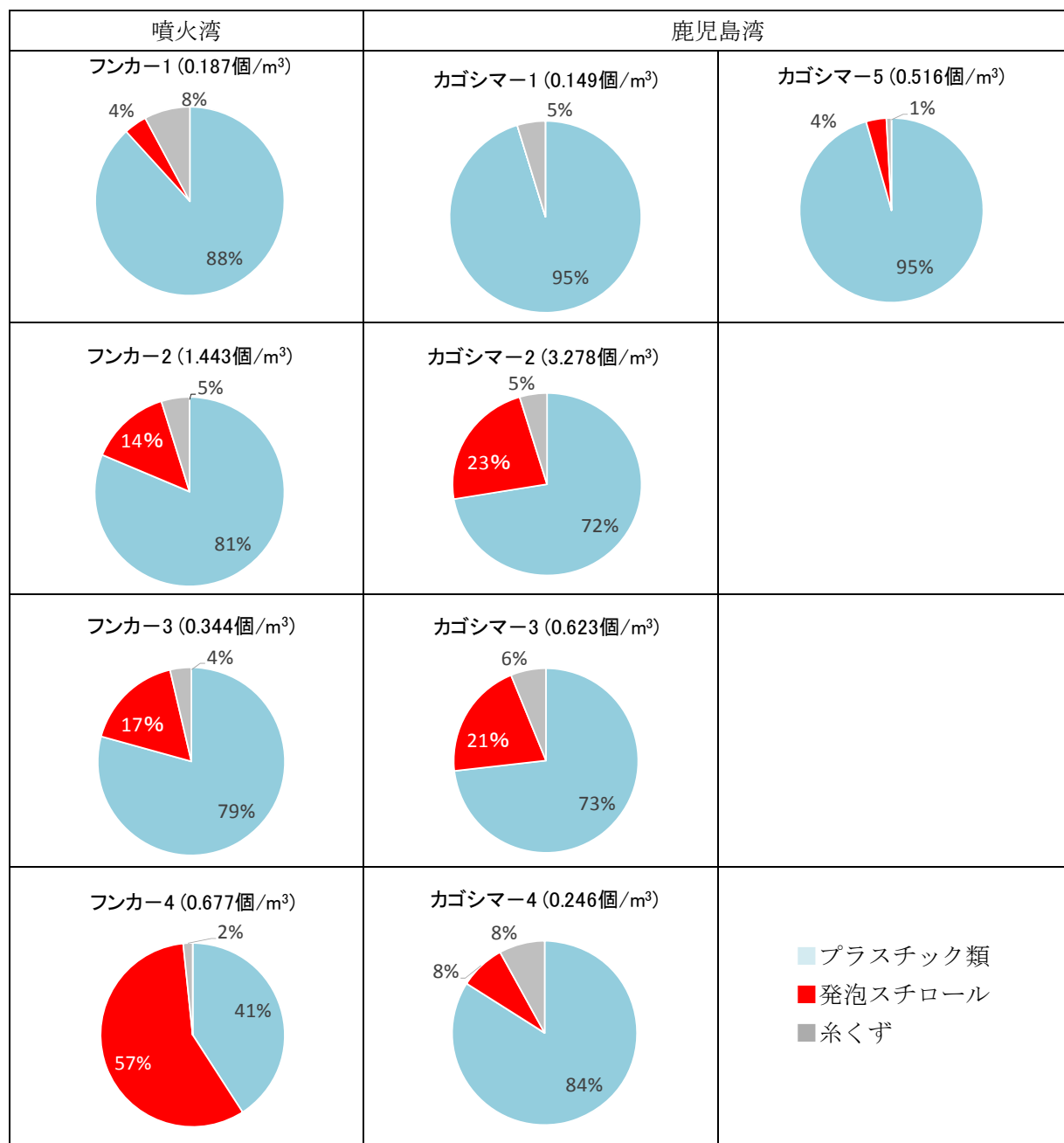


図 IV. 3-2 漂流マイクロプラスチックの材料別組成

② マイクロプラスチックの分布状況

以上の結果をまとめて、噴火湾と鹿児島湾の各測線における漂流マイクロプラスチックの個数密度と分類組成を図 IV. 3-3~3-4 に示した。

噴火湾におけるマイクロプラスチックの個数密度は、フンカ-2 で 1.443 個/m³ と最も高く、次いでフンカ-4 で 0.677 個/m³ と高かったが、フンカ-2 に近いフンカ-1 では 0.187 個/m³ であり、噴火湾の 4 測線の中で最も低かった。

鹿児島湾におけるマイクロプラスチックの個数密度は、カゴシマ-2 で 3.278 個/m³ と最も高く、次いでカゴシマ-3 で 0.623 個/m³ と高かったが、カゴシマ-2 に近いカゴシマ-1 では 0.149 個/m³ で、鹿児島湾の 5 測線の中では最も低かった。

この結果を、目視できた漂流ごみの個数密度の分布と比較すると、次のような違いが明らかになる。第一に、漂流ごみは顕著に鹿児島湾で多く、ごみの種類にも湾による差がみられたのに対して、マイクロプラスチックの個数密度及び材料の地域差はそれほど大きくはなかった。また、漂流ごみは、噴火湾では 4 測線中の 2 測線でしか見られなかったのに対して、マイクロプラスチックは噴火湾全域に分布していることが分かった。

【マイクロビーズ】

今年度の調査では、マイクロビーズは検出されなかった。ただし、使用したニューストーンネットの網地の目合が 0.35mm であり、0.35mm より小さいマイクロビーズの採取は難しいことから、本調査対象海域には、マイクロビーズが存在しないと結論づけることはできない。

【 マイクロプラスチック調査結果 噴火湾 】

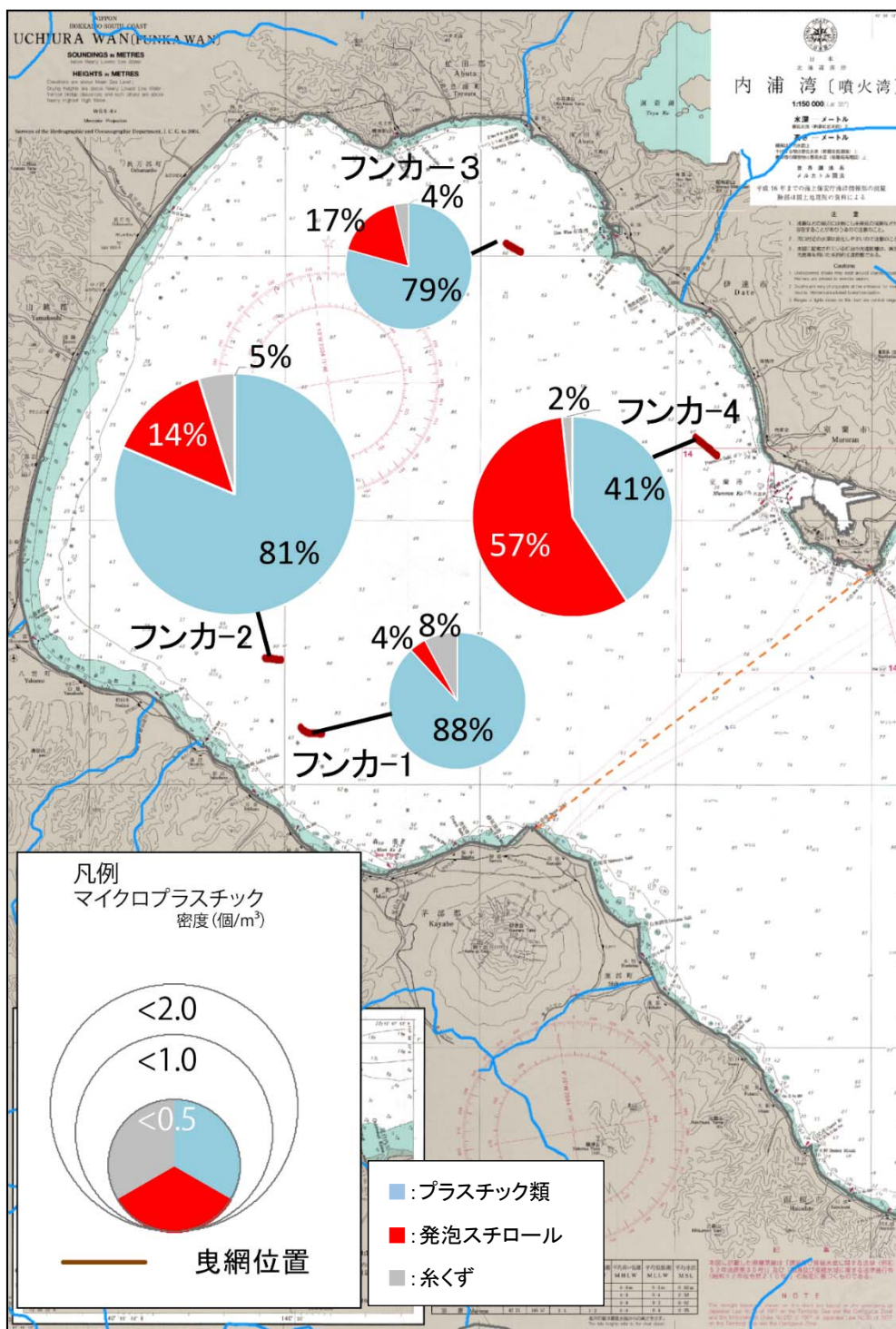


図 IV. 3-3 マイクロプラスチック分布状況 (噴火湾)

【 マイクロプラスチック調査結果 鹿児島湾 】

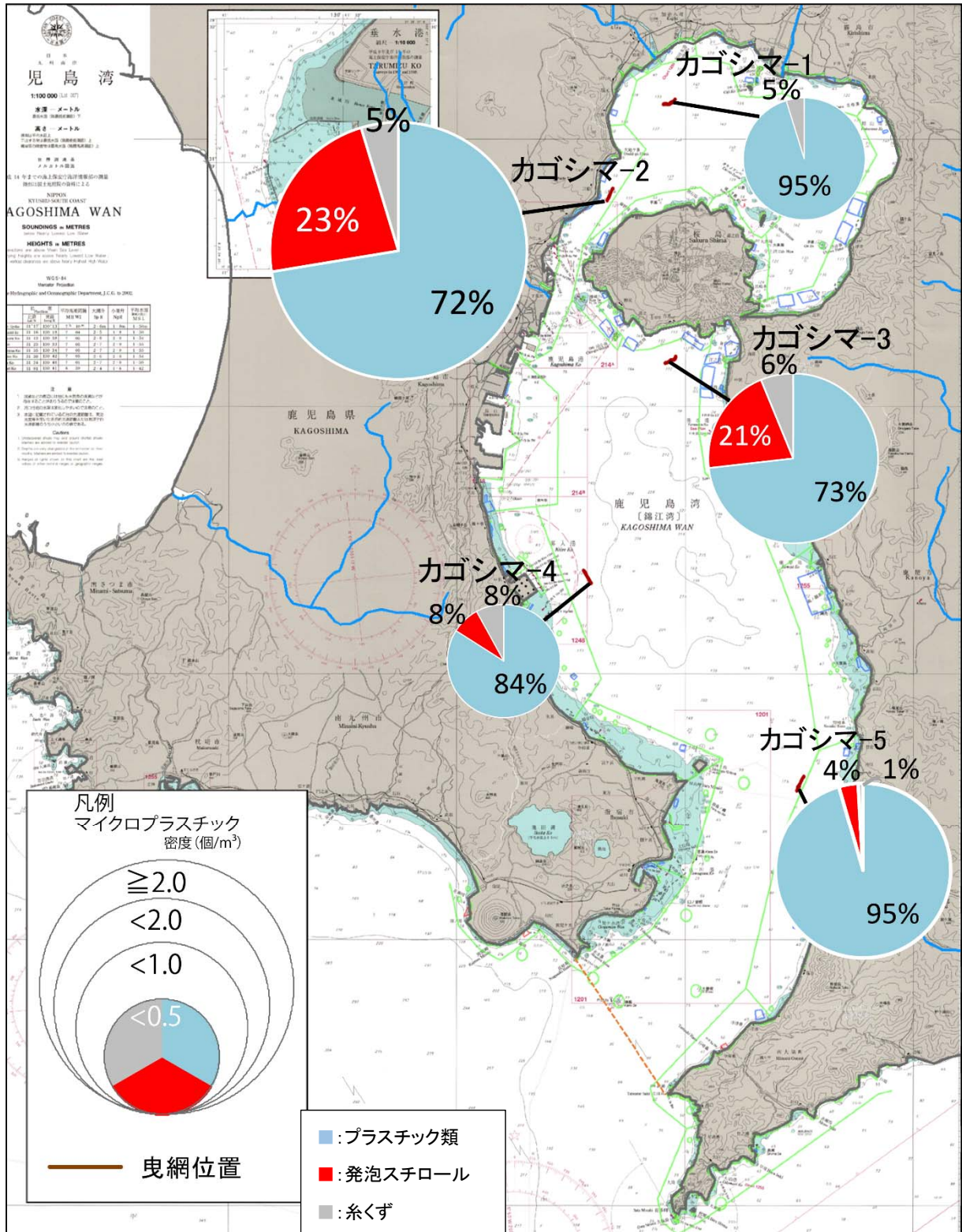


図 IV.3-4 マイクロプラスチック分布状況 (鹿児島湾)

③ マイクロプラスチックの長径区分ごとの個数密度

図 IV. 3-5 に本調査で採集されたマイクロプラスチックの長径によるヒストグラムを湾別及び全数で示した。マイクロプラスチックの最多粒径(モード)は、噴火湾では 0.2~0.3mm、鹿児島湾では 0.8~0.9mm にあり、湾によってばらつきがあった。

0.1~1.0mm の長径範囲についてみると、噴火湾のピークは 0.2~0.3mm、鹿児島湾のピークは 0.8~0.9mm であり、また、噴火湾は 0.2mm 以下、鹿児島湾は 0.5mm 以下で急激に減少していた。これは、使用したニューストーンネットの網地の目合が 0.35mm であることから、採集効率が低下して今回の調査で採集されなかったと考えられることに留意する必要がある。

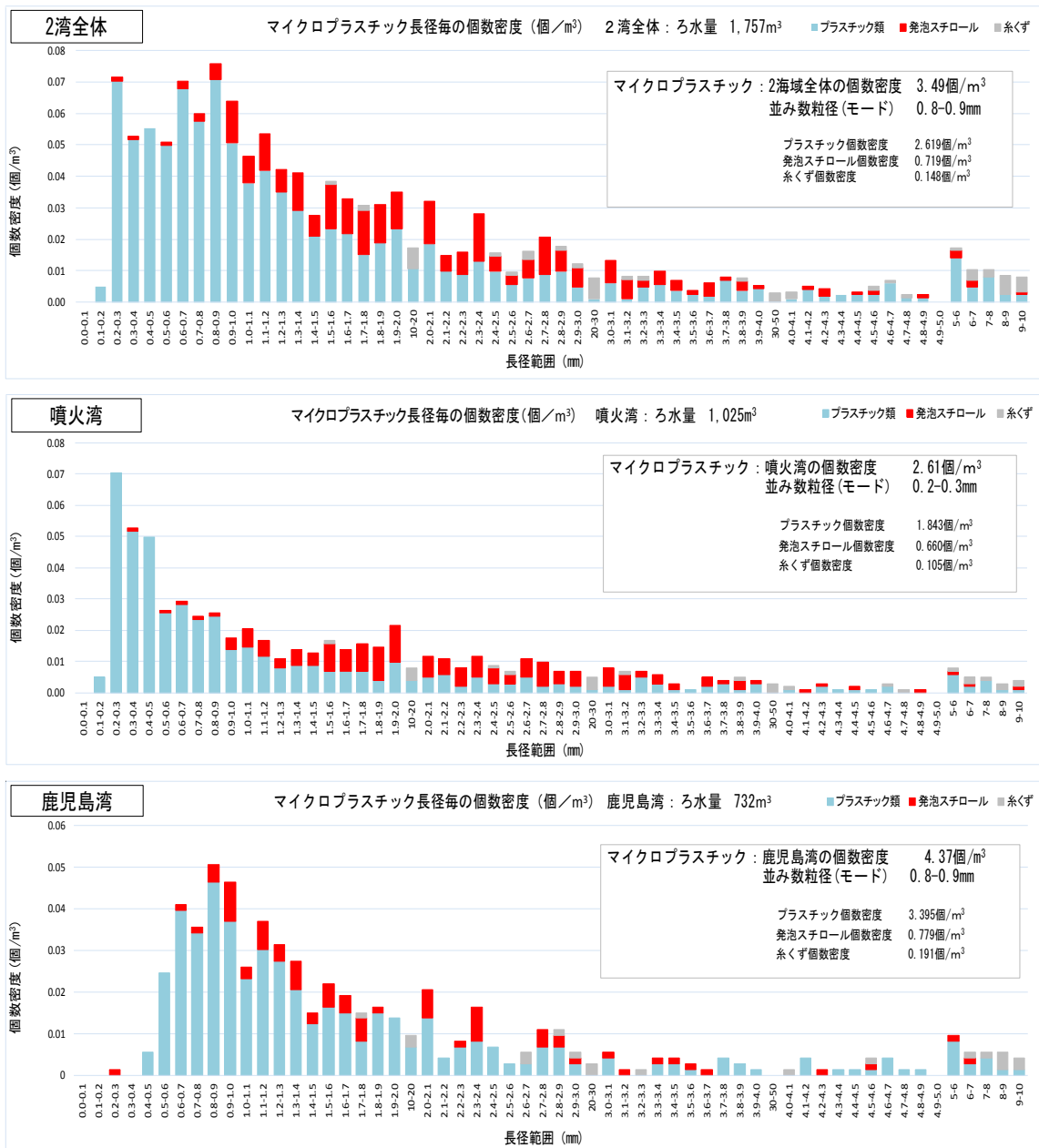


図 IV. 3-5 マイクロプラスチックの長径別個数密度 (個/m³)

④ マイクロプラスチックの色

マイクロプラスチックの色は、将来その起源を探る手がかりとなる可能性があると考え、採集したマイクロプラスチックの色を写真で判別し、記録した。

色あい判別は、色尺度によらず観察者の視覚によったものであるが、ピンク、黄、灰、黒、紫、青、赤、茶、緑及び白の 10 色に判別され、それらは素材が着色された時の色を反映していると考えられる。さらに、透明な素材に関しては、劣化状況を推測するために、クリアな透明、黄変及び褐変に分類した。以上の判別の例を写真 IV. 3-2 に示した。

2 湾全体では、灰色が約 27%、白色が約 20%と多く、次いで灰色 9%、黒色 8%で、この 4 色でほぼ 6 割を占めていた。また、透明な素材の 9%がクリアな透明のままだったのに対し、黄変 0.6%、褐変 0.1%であった。図 IV. 3-6 に湾別の色別出現頻度を示したが、湾による顕著な違いはみられず、概ね同様の出現傾向であった。


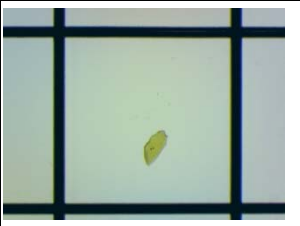
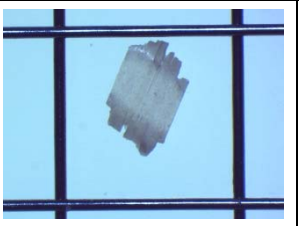
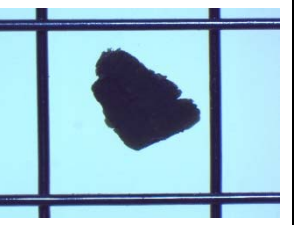
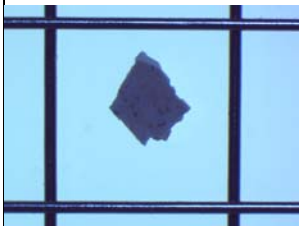
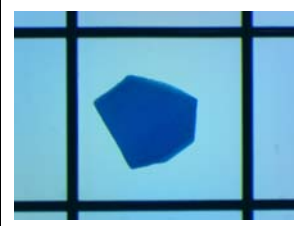
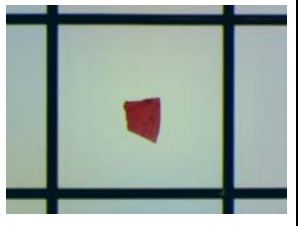


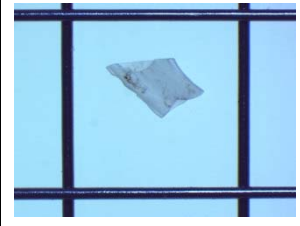

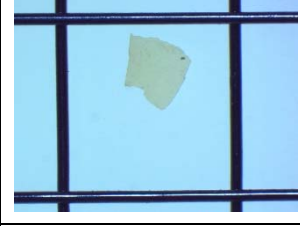
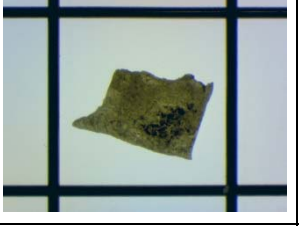
			
ピンク	黄色	灰色	黒色
			
紫色	青色	赤色	茶色
			
緑色	白色		
			
透明	黄変	褐色	

写真 IV. 3-2 マイクロプラスチックの判別された色あいの例

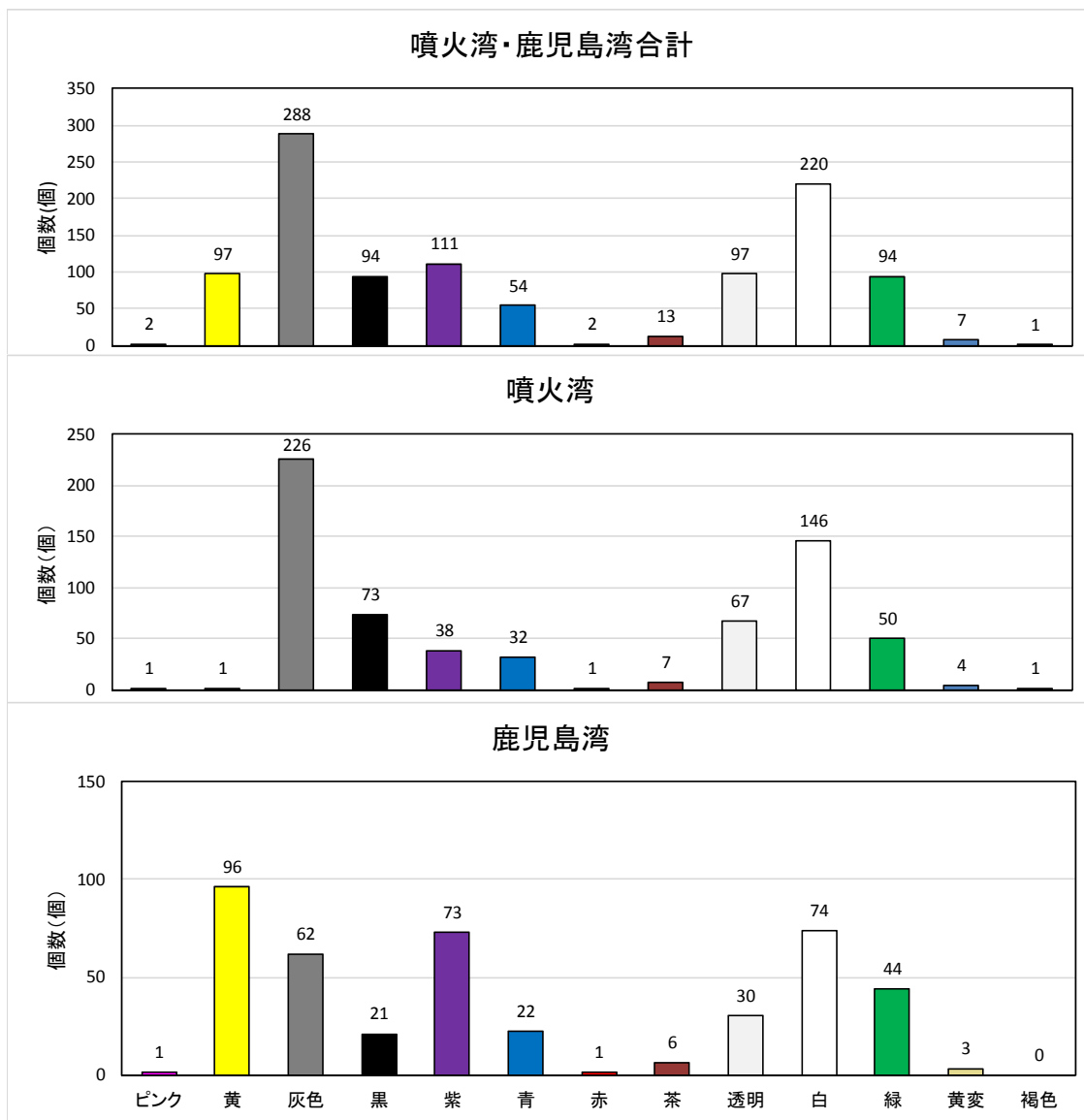


図 IV. 3-6 マイクロプラスチック色別出現頻度

第V章 漁業者等への海底ごみに関する聞き取り調査結果

V.1. 聞き取り調査方法

噴火湾、あるいは鹿児島湾を主漁場とする漁業者の海底及び漂流ごみに関する認識と対応の現状を把握するために、両湾別に、以下の項目について聞き取り調査（アンケート調査、ヒアリング調査）を行った（表 V. 1-1）。

- ・ 緊急性に関わること
- ・ 地元の活動状況及び問題意識に関わること
- ・ 漂流ごみ、海底ごみの分布及び流動に関する情報

また、海底ごみ・漂流ごみの現場調査への協力要請のために漁業協同組合を訪問した際、個別の漁業者に対するアンケート調査とは別に、組織としてのごみへの対応等に関してヒアリング調査を行った（表 V. 1-1）。

表 V. 1-1 漁協対象のヒアリング調査項目と内容

項目	聞き取り調査内容(ごみの種類についても確認)
緊急性	・ 漂流ごみ、海底ごみの被害に困っているか ・ 海底ごみ、漂流ごみの処分に困っているか
地元の活動状況・問題意識	・ 海底ごみ、漂流ごみの持ち帰り活動を実施しているか ・ その他の活動が行われているか
漂流・海底ごみの分布・流動情報	・ 漂流ごみ、海底ごみが集まっていると思われる場所 ・ 海底ごみの多い時期

① 漁業者へのアンケート調査

本業務において海底ごみの回収への協力を表明した全漁業者に対して、漁業協同組合の担当者を通じて、海底ごみ調査のための操業記録用紙とともにアンケート用紙を配布した。

配布したアンケート用紙の様式・設問は、平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態把握調査業務において使用したものに準じた（表 V. 1-2）。

記載後のアンケート用紙は操業記録とともに回収した。

② 漁業協同組合へのヒアリング調査

漂流・海底ごみ調査計画の策定に当たり、現地調査の協力要請と情報収集のために漁業協同組合を訪問し、表 V. 1-1 に示した内容についてヒアリング調査を行った。

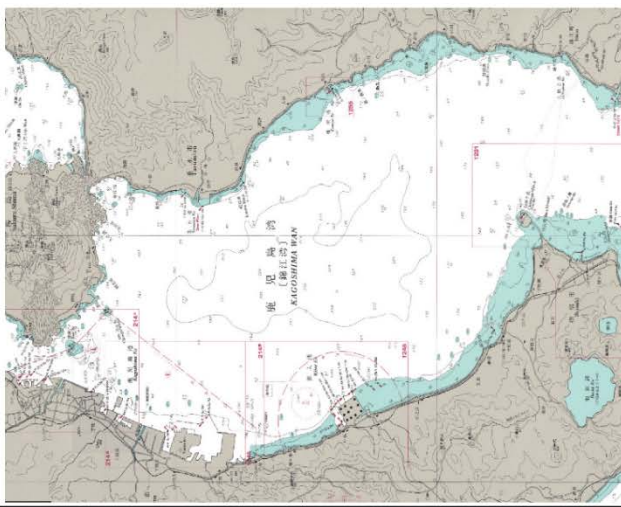
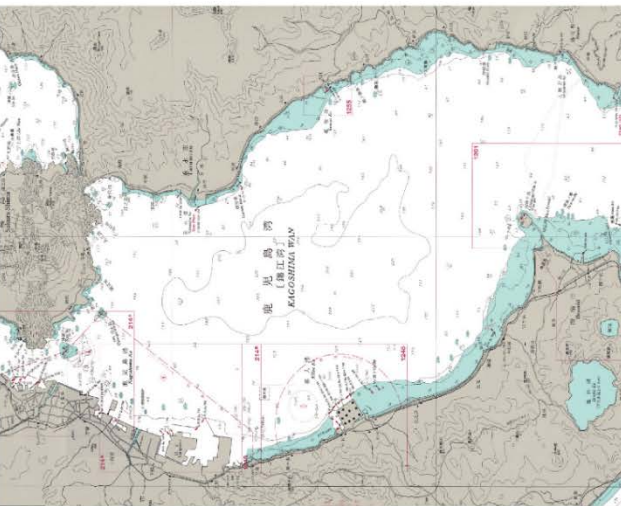
ヒアリング調査は一定の設問に沿って系統的に質問したものではないが、各漁業協同組合が所掌する海域における漂流・海底ごみの現況や組織としての対応に関する回答が得られたので、漁業者へのアンケート調査結果とは別にとりまとめることとした。

③ 集計方法

漁業者からのアンケートへの回答は、全配布枚数及び回収枚数を母数とした割合で示した。回答枚数は、表 V. 1-2 に示した設問中の 1 項目にでも回答があったものの枚数とした。

漁業協同組合からのヒアリング結果はアンケートの集計の母数とはしないが、関連する内容に関しては、アンケート集計結果と併記した。

表 V.1-2 漁業者へのアンケート用紙

海底ゴミ・漂流ゴミに関するアンケート	【漁協名】	【回答者氏名】
<p>海底ゴミ・漂流ゴミについて</p>	<p>海底ゴミについて</p>	<p>漂流ゴミについて</p>
<p>ごみの多い時期</p>	<p>月頃</p>	<p>月頃</p>
<p>ごみの多い場所 集まる場所 (おおよその場所に印をつける)</p>		
<p>ごみによる被害の有無</p>	<p>あり ・ なし</p>	<p>あり ・ なし</p>
<p>どんな被害があったか</p>	<p>網の破損・船の破損・掃除費用がかかった・船舶航行に支障が出た その他 (具体的に記入)</p>	<p>網の破損・船の破損・掃除費用がかかった・船舶航行に支障が出た その他 (具体的に記入)</p>
<p>ごみを減らすための対策</p>	<p>清掃活動・その他 (具体的に記入)</p>	<p>清掃活動・その他 (具体的に記入)</p>
<p>海域の清掃などの要望</p>	<p>〃</p>	<p>〃</p>
<p>ご協力ありがとうございました。</p>		

V.2. 聞き取り調査結果

① アンケート調査・ヒアリング調査結果の回答状況

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査の実施状況を表V.2-1に示した。

- ・ 漁業者に対するアンケートは、噴火湾では漁業者23人、鹿児島湾では漁業者21人に配布した。このうち、噴火湾では17人から、鹿児島湾では18人から回収され、回収率はそれぞれ74%及び86%であった。
- ・ 回収されたアンケートのうち無回答のものは、噴火湾で5件、鹿児島湾で11件であり、配布数に対する回答率は、噴火湾で52%、鹿児島湾で33%であった。
- ・ 漁業協同組合に対するヒアリングは、噴火湾では協力を表明した5漁協の全てに対して実施した。ただし、虻田と有珠の2地域を含むいぶり噴火湾漁協については、本所（虻田）のみでヒアリングを行ない、有珠支所では行わなかった。
- ・ 鹿児島湾では6漁協から協力を得たが、ヒアリングは5漁協で行い、垂水漁協では実施できなかった。

表V.2-1 アンケート調査及びヒアリング調査の回答状況

湾名	協力漁業協同組合名	漁業者へのアンケート						漁業協同組合 ヒアリング
		配布数	回答	無回答	回収合計	回収率	回答率 /配布数	
噴火湾	砂原	7	1	4	5	71%	14%	実施
	森	1	1		1	100%	100%	実施
	八雲町	7	7		7	100%	100%	実施
	いぶり噴火湾(虻田)	3	3		3	100%	100%	実施
	いぶり噴火湾(有珠)	3		1	1	33%	0%	-
	室蘭	2			0	0%	0%	実施
	小計	23	12	5	17	74%	52%	
鹿児島湾	鹿児島市	1	1		1	100%	100%	実施
	牛根	1		1	1	100%	0%	実施
	垂水市	10	3	5	8	80%	30%	-
	鹿屋市	6	1	5	6	100%	17%	実施
	指宿	1			0	0%	0%	実施
	山川町	2	2		2	100%	100%	実施
	小計	21	7	11	18	86%	33%	
総計	44	19	16	35	80%	43%		

② 海底ごみによる被害の有無

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査より海底ごみによる被害の有無について表 V. 2-2 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について記載があったのは 14 件(74%)であった。そのうち 9 件は噴火湾から、5 件は鹿児島湾からの回答であった。
- ・ 19 件のうち、「被害少しあり」と記載（直接的ではないが、漁具等の投棄によると思われる網の破損あり）があった 1 件を含める「被害あり」は 5 件あり、湾別にみると噴火湾では 9 件中の 3 件(33%)、鹿児島湾では 5 件中の 2 件(40%)であった。「被害なし」の回答は 9 件であり、湾別にみると噴火湾では 9 件中の 6 件(67%)、鹿児島湾では 5 件中の 3 件(60%)であった。
- ・ 漁業協同組合へのヒアリングでは、鹿児島湾の 2 漁協が「被害あり」と回答したが、他の漁協は「特になし」と回答した。

「被害あり」の内容としては、鹿児島市漁協では、底曳網で混入した海底ごみは、漁協で回収・処理しているが、漁場としていない所については回収を行っておらず、海底ごみが堆積しているかもしれない。海底ごみは流木やプラスチック類のほか、昔魚礁として投棄したタイヤや車・バスなども沈んでいるとのことだった。また、山川町漁協では大型貨物船が捨てたと思われる直径 5cm 程度のワイヤーによる底曳網の破損やプラスチック類・缶類の海底ごみの混入が多いとの回答があった。

表 V. 2-2 海底ごみによる被害の有無

湾名	海底ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	漁業者へのアンケート				総計	漁業協同組合 ヒアリング
		被害あり	被害 少しあり	被害なし	記載なし (全無回答除く)		
噴火湾	砂原(砂原)				1	1	特になし
	森(森)			1		1	特になし
	八雲(八雲町)			5	2	7	特になし
	虻田(いぶり噴火湾)	3				3	特になし
	有珠(いぶり噴火湾)						
	室蘭(室蘭)						特になし
	小計	3	0	6	3	12	
鹿児島湾	鹿児島(鹿児島市)	1				1	被害あり
	牛根(牛根)						特になし
	垂水(垂水市)			3		3	
	鹿屋(鹿屋市)				1	1	特になし
	指宿(指宿)						特になし
	山川(山川町)		1		1	2	被害あり
	小計	1	1	3	2	7	
	総計	4	1	9	5	19	

③ 海底ごみの多い時期

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査より海底ごみの多い時期について表 V. 2-3 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について記載があったのは 11 件(58%)であり、海底ごみが多い時期として記されていた月は 4 月～8 月及び 10 月～12 月の二期間に分かれていた。
- ・ 噴火湾では、海底ごみの多い時期に関する記載が 8 件あり、記載された月は 4 月～8 月及び 10 月～12 月と二期、8 ヶ月間にわたっていた。このうち、5 月、7 月、11 月は複数の回答で海底ごみが多いと記載されていた。
- ・ 北海道では 5 月は融雪期にあたり、多くの地域で雪中に埋もれていたごみが雪解けとともに河川から海に流れ出すことが、ごみが多くなる一因として挙げられる。また、11 月はなまこ・うに桁曳網漁業がはじまる時期であり、操業（海底ごみ混獲・回収）が海底ごみを発見する契機となっている。
- ・ その他の回答として、噴火湾内の森漁業協同組合では「東日本大震災後に、津波の被害を受けた養殖施設付近で石や（養殖）カゴが海底ごみとして多くなったようだ」という回答があった。
- ・ 漁業協同組合へのヒアリング調査では、具体的な時期の回答はなかったが、噴火湾の八雲漁業協同組合では「台風や大しげ後に、東日本大震災の津波で流出して海底に絡まって沈んでいた浮子などが浮いてくる」という回答があった。
- ・ 鹿児島湾では海底ごみの多い時期に関する記載が 2 件あったが、具体的な月を挙げたのは 1 件（7 月）のみで、もう 1 件は「特になし」との回答であった。

表 V. 2-3 海底ごみの多い時期

湾名	海底ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	その他	特になし	記載なし (全無回答除く)	総計		
噴火湾	砂原(砂原)															1	1		
	森(森)													東日本大震災後に海底ごみが増加した			1		
	八雲(八雲町)					●	●	●	●				●	●			2	7	
								●					●						
												●							
	虻田(いぶり噴火湾)				●	●												3	
	有珠(いぶり噴火湾)																	-	
室蘭(室蘭)																	-		
	小計					8								1	0	3	12		
鹿児島湾	鹿児島(鹿児島市)														1		1		
	牛根(牛根)																-		
	垂水(垂水市)															3	3		
	鹿屋(鹿屋市)							●									1		
	指宿(指宿)																-		
	山川(山川町)																2	2	
	小計					1								0	1	5	7		
	総計					9								1	1	8	19		

※●は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

④ 海底ごみの被害の状況

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査より海底ごみの被害の状況について表 V. 2-4 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について記載のあったのは 5 件 (26%) であり、「網の破損」が両湾に共通して挙げられた。
- ・ 漁業協同組合へのヒアリング調査では、「網の破損」以外に、漁獲物とともに混獲された海底ごみによる作業効率の低下という回答が噴火湾で 1 件あった。

表 V. 2-4 海底ごみの被害の状況

湾名	海底ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	海底ごみ 被害の分類	海底ごみ 被害の状況	記載件数※1
噴火湾	砂原(砂原)	ごみの混入	作業効率の低下	
	虻田(いぶり噴火湾)	漁具被害	網の破損	3
鹿児島湾	鹿児島(鹿児島市)	漁具被害	網の破損	1
		漁具被害	網の破損	
	山川(山川町)	漁具被害	廃棄等の投棄による網の破損	1
		漁具被害	大型貨物船からの投棄ワイヤーによる網の破損	

※1:同一調査海域で漁業者が同一趣旨の記載をした件数

※2: ■ 枠は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

⑤ 海底ごみを減らすための対策

漁業者に対するアンケートの回答状況と、漁業協同組合に対するヒアリング調査より海底ごみを減らすための対策について表 V. 2-5 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について「特になし」以外の記載があったのは、噴火湾で 1 件、鹿児島湾で 2 件、計 3 件(16%)であった。
- ・ 漁業協同組合へのヒアリング調査では、組合単位で実施しているごみ対策について、7 漁協から回答があった。
- ・ それらの内容を、操業中に漁網に入ったごみを持ち帰る「回収」、操業とは別にボランティア活動等として行う「清掃」、海域へのごみの排出を防止する「排出抑制」、及び「その他」に分類して整理した。
ヒアリングの回答では、「排出抑制」が 1 件、「清掃」が 2 件に留まった一方、「回収」は 7 件あった。その他として、漁具を破損する恐れのある海底ごみが存在する地点を組合員に周知して「被害防止」するという回答が 1 件あった。
- ・ 漁業者へのアンケートによる回答では、回収、清掃及び排出抑制がそれぞれ 1 件ずつであった。

表 V. 2-5 海底ごみを減らすための対策

湾名	海底ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	海底ごみ 対策の分類	海底ごみを減らすための対策	記載件数※1
噴火湾	砂原(砂原)	回収	操業で集まったごみは、漁協で産廃業者に依頼し処理	
		清掃	漁港内の清掃活動	
	森(森)	回収	網に入ったごみ等は、各自が港に持ち帰り処理している	1
		回収	回収ごみは漁業者が各自で処理している	
	八雲(八雲町)	回収	回収ごみは各自で持ち帰り処理	
		清掃	海岸・漁港清掃活動	
虻田(いぶり噴火湾)	回収	回収ごみは各自で持ち帰り処理		
室蘭(室蘭)	回収	回収ごみは各自で処理(一般ごみ又は業者手配)		
鹿児島湾	鹿児島(鹿児島市)	清掃	底曳き船による清掃活動	1
		回収	漁協によるごみ回収、処理	
	垂水(垂水市)	排出抑制	家庭や山からの流れものが多いので減らす	1
	山川(山川町)	回収	回収ごみは各自で持ち帰り処理	
		排出抑制	混獲、回収ごみの再投棄の自粛	
	被害防止	危険箇所の周知		

※1:同一調査海域で漁業者が同一趣旨の記載をした件数

※2:■枠は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

⑥ 海底ごみを減らすための要望

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査より海底ごみを減らすための要望について表 V. 2-6 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について「特になし」以外の記載があったのは、噴火湾で 1 件、鹿児島湾で 3 件、計 4 件(21%)であった。
- ・ 噴火湾では「ホタテ養殖ロープ、カゴ等が多い」という養殖資材の多さについて言及するものであった。
- ・ 鹿児島湾では、「清掃の実施」、「回収への経費補助」と「作業時のごみ持ち帰りの徹底」が挙げられた。
- ・ 漁業協同組合へのヒアリングでは、噴火湾において、釣り人によるごみ投棄の多発を指摘し、遊漁者のマナー改善を訴える要望があった。

表 V. 2-6 海底ごみを減らすための要望

湾名	海底ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	海底ごみ_要望	記載件数※1
噴火湾	森(森)	釣り人によるごみ投棄の多発対策、マナー改善	
	八雲(八雲町)	ホタテ養殖ロープ、カゴ等が多い	1
鹿児島湾	鹿児島(鹿児島市)	底曳船による海底ごみ清掃、回収への経費補助	1
	垂水(垂水市)	海域の清掃の実施	1
	指宿(指宿)	作業時のごみ持ち帰りの徹底(海上で再投棄する場合あり)	1

※1:同一調査海域で漁業者が同一趣旨の記載をした件数

※2:■ 枠は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

⑦ 漂流ごみによる被害の有無

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査より漂流ごみによる被害の有無について表 V. 2-7 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について記載があったのは 14 件(74%)であり、海底ごみに関する設問への回答(14 件:74%)と同じであった。
- ・ 19 件のうち「被害あり」は 8 件(42%)あり、湾別にみると噴火湾では 11 件中の 6 件(55%)、鹿児島湾では 3 件中の 2 件(67%)であった。「被害なし」との回答は 6 件であり、湾別にみると噴火湾では 11 件中の 5 件(45%)、鹿児島湾では 3 件中の 1 件(33%)であった。
- ・ 漁業協同組合へのヒアリングでは、噴火湾の 3 漁協が「被害あり」と回答したが、他の漁協は「特になし」と回答した。

「被害あり」とは、具体的には次の通りであった。

- 鹿児島市漁協では、漁協がごみの自主回収・処理をしているが、流木や、動物の死骸が回収されることもあり、処理に時間を要する。
- 指宿漁協では、大出水時の流木の海域流入による出航等への支障や、プラスチックごみ類が漁港内に滞留しやすい。
- 山川町漁協ではレジ袋やプラスチック類、発泡スチロールや流木が潮目に集まりやすく、船舶航行や操業区域の限定や回避が生じる。

表 V. 2-7 漂流ごみによる被害の有無

湾名	漂流ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	漁業者へのアンケート			漁業協同組合 ヒアリング	
		被害あり	被害なし	記載なし (全無回答除く)		総計
噴火湾	砂原(砂原)	1			1	特になし
	森沖(森)			1	1	特になし
	八雲沖(八雲町)	5	2		7	特になし
	虻田・伊達沖(いぶり噴火湾・虻田)		3		3	特になし
	虻田・伊達沖(いぶり噴火湾・有珠)					
	室蘭沖(室蘭)					特になし
	小計	6	5	1	12	
鹿児島湾	西桜島水道(鹿児島市)	1			1	被害あり
	桜島北(牛根)					特になし
	垂水沖(垂水市)		1	2	3	
	喜入・指宿沖(鹿屋市)			1	1	特になし
	湾口付近(指宿)					被害あり
	山川(山川町)	1		1	2	被害あり
	小計	2	1	4	7	
総計	8	6	5	19		

※: ■枠は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

⑧ 漂流ごみの多い時期

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査より漂流ごみの多い時期について表 V. 2-8 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について記載があったのは 14 件(74%)であり、噴火湾では 5 月～6 月及び 9 月～12 月に多く、鹿児島湾では 6 月～9 月に多いとの回答であった。
- ・ 漁業協同組合へのヒアリングでは、梅雨、台風通過後などまとまった降雨の後に多いという回答が、両湾を通じて多かった。その時期として、噴火湾では台風通過後とする回答が多く、鹿児島湾では台風時期に加えて梅雨時期に多いとする回答が多かった。これは噴火湾では梅雨時期の降水量が少ないことを示していると思われる。

表 V. 2-8 漂流ごみの多い時期

湾名	漂流ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	その他	記載なし (全無回答除く)	総計	
噴火湾	砂原(砂原)					●	●							台風通過による河川等の出水後にごみ流入、漂流ごみが増加する		1	
	森沖(森)									●	●			台風通過による河川等の出水後にごみ流入、漂流ごみが増加する		1	
	八雲沖(八雲町)		●										●	●			7
							●	●									
									●	●							
	虻田・伊達沖 (いぶり噴火湾・虻田)										●	●		台風通過による河川等の出水後に流入・漂流ごみ(特に流木)が増加する		3	
虻田・伊達沖 (いぶり噴火湾・有珠) 室蘭沖(室蘭)																	
小計		12												0	0	12	
鹿児島湾	西桜島水道(鹿児島市)						●									1	
	桜島北(牛根)													災害時等の大雨による出水時にごみ流入、漂流ごみが増加する			
	垂水沖(垂水市)														3	3	
	喜入・指宿沖(鹿屋市)														1	1	
	湾口付近(指宿)													梅雨時や台風による河川等の出水によるごみ流入、漂流ごみが増加する			
	山川(山川町)								●	●				梅雨時や台風による河川等の出水によるごみ流入、漂流ごみが増加する	1	2	
小計		2												0	5	7	
総計		14												0	5	19	

※: ● 枠は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

⑨ 漂流ごみの被害の状況

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査より漂流ごみの被害の状況について表 V. 2-9 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について記載のあったのは 14 件(74%)であり、うち 11 件は噴火湾、3 件は鹿児島湾での回答であった。
- ・ 具体的な被害内容としては、流木等による航行障害が多かった(11 件)が、船体やプロペラの損傷(2 件)や機関故障(1 件)という記載もあった。
- ・ 漂流ごみの被害は、海底ごみの被害状況(操業中の漁具が被害をうける)とは異なり、ごみが海面にあること、それが潮目に集中することにより航行障害を受け、はなはだしい時には船体や機関の損傷にいたることが示された。
- ・ 航行障害、船体や機関の損傷はいずれも深刻な被害であり、鹿児島湾の山川町漁業協同組合では被害を回避するために、船舶の航行及び操業の区域を限定するという情報も得られた。

表 V. 2-9 漂流ごみの被害の状況

湾名	漂流ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	漂流ごみ被害の分類	漂流ごみ被害の状況	記載件数 ^{※1}
噴火湾	砂原(砂原)	船舶被害	船体の損傷	1
	森沖(森)	船舶航行障害	船舶航行に支障が出た	1
	八雲沖(八雲町)	船舶航行障害	船舶航行に支障が出た	6
	虻田・伊達沖 (いぶり噴火湾・虻田)	船舶被害	船体の損傷	3
		船舶航行障害	船舶航行に支障が出た	
鹿児島湾	西桜島水道(鹿児島市)	船舶航行障害	浮流ナイロン等による循環水取水口の詰まりによる機関故障	1
	湾口付近(指宿)	船舶航行障害	船舶航行に支障ある場合あり	1
	山川(山川町)	船舶被害	台風、大雨災害後に流木でプロペラを損傷	1
		船舶航行障害	船舶航行・操業区域の限定、回避	

※1: 同一調査海域での複数の漁業者が同一趣旨の記載をした件数

※2: ■ 枠は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

⑩ 漂流ごみを減らすための対策

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査より漂流ごみを減らすための対策について表 V. 2-10 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について「特になし」以外の記載があったのは、噴火湾で 7 件、鹿児島湾で 1 件、計 8 件(42%)であった。この回答数は、海底ごみを減らすための対策に関する回答数(3 件)より多かった。
- ・ 記載内容は、「清掃」が 6 件、「回収」が 2 件であった。
- ・ 漁業協同組合へのヒアリングでは、漁協単位で実施しているごみ対策について、6 漁協から回答があり、主たる内容は海岸や漁港等の清掃であった。

表 V. 2-10 漂流ごみを減らすための対策

湾名	漂流ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	漂流ごみ 対策の分類	漂流ごみを減らすための対策	記載件数 [※]
噴火湾	砂原(砂原)	清掃	漁港内の清掃活動	
		回収	各自、漂流物は港に持って帰る	1
	森沖(森)	清掃	海岸の清掃	
		八雲沖(八雲町)	清掃	(海岸)清掃活動
		清掃	(海岸)清掃活動	
鹿児島湾	西桜島水道(鹿児島市)	回収	漁協によるごみの自主回収・処理	1
		清掃	定期的な清掃活動	
	湾口付近(指宿)	清掃	漁協、市による海岸清掃	
	山川(山川町)	回収	漁協によるごみの自主回収・処理	
清掃		清掃活動		

※1: 同一調査海域での複数の漁業者が同一趣旨の記載を(枠は漁業協同組合ヒアリング結果(集計除外)

※2: ■枠は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

⑪ 漂流ごみを減らすための要望

漁業者に対するアンケートの回答状況と漁業協同組合に対するヒアリング調査より漂流ごみを減らすための要望について表 V. 2-11 に示した。

- ・ 両湾あわせて 19 件のアンケート回答中、本項目について「特になし」以外の記載があったのは、2 件(11%)であり、いずれも噴火湾からの回答であった。
- ・ 内容は、海浜清掃の実施に加えて、噴火湾で盛んなホタテ養殖に関係した資材ごみの流出防止に関して、漁民から漁民に対する要望があった。
- ・ 漁業協同組合へのヒアリング結果では、噴火湾において、釣り人のマナーや意識の改善に関する要望が強かった。鹿児島湾では漂流ごみの回収や処理に時間がかかるとして、効率化を要望する回答があった。

表 V. 2-11 漂流ごみを減らすための要望

湾名	漂流ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	漂流ごみ_要望	記載件数※
噴火湾	森沖(森)	海浜の清掃が必要	1
		釣り人マナーの改善、意識啓発	
	八雲沖(八雲町)	ホタテかご、ロープの流失防止	1
		釣り人マナーの改善、意識啓発	
	虻田・伊達沖(いぶり噴火湾・有珠)	台風通過後の流木対策	
鹿児島湾	西桜島水道(鹿児島市)	ごみ回収、処理時間の効率化	

※1: 同一調査海域での複数の漁業者が同一趣旨の記載をした件数

※2: ■ 枠は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

V.3. 現状分析・課題の整理

噴火湾及び鹿児島湾において、海底・漂流ごみ調査実施のための協力要請とごみに関する情報収集のために、地域の漁業協同組合を訪問し、ごみの現況に関する情報及びごみに対する組織としての対応を聞き取った。

漁業者には、海底・漂流ごみに対する個人としての意識や対処の実情を問うアンケート調査を行った。なお、アンケートへの回答の集計結果には、漁業協同組合へのヒアリングで得られた関連意見を併記した。

① 海底ごみ

- ・ 漁業者に対するアンケートは、噴火湾では漁業者 23 人、鹿児島湾では漁業者 21 人に配布し、噴火湾では 12 件、鹿児島湾では 7 件の有効回答が得られた。
- ・ 海底ごみの被害について、噴火湾では回答 12 件中 3 件、鹿児島湾では回答 7 件中 2 件に記載があった。両湾ともに、台風や災害による大量発生時を除き、平常時についてはごみ被害ないし、海底ごみの処理に係る緊急性はないとされた。
- ・ 海底ごみの多い時期について、噴火湾では 5 月、7 月及び 11 月が挙げられ、鹿児島湾では明確な時期の記載はなかった。噴火湾では 5 月は融雪期に相当するので、雪解けによる河川流量の増加が海底ごみをもたらした可能性が、また、11 月は桁曳網操業の操業開始時期に相当するので、海底ごみを混獲する機会が増えたことを示していると考えられる。両湾を通じて 1 月～3 月を海底ごみが多い時期とする記載はなかった。
- ・ 海底ごみによる被害の内容としては、漁網の破損など、漁具への被害を記載する回答が多かった。
- ・ 海底ごみに関する対策としては、両湾とも回収及び清掃を挙げる回答が多く、その内容として漁民自身による混獲ごみの持ち帰り処理、漁業協同組合が主体となって実施する清掃を挙げる回答が多かった。
- ・ 被害を受ける側からの要望としては、漁業者自身による漁具や、噴火湾では特に養殖資材の流失防止、廃材やごみを投棄せず持ち帰りがあげられた。これらは漁業者自身の組織的な取り組みによって解決できる可能性が高い。
- ・ 漁業者以外への要望として、釣り人にはマナーの改善（ごみ持帰り、ポイ捨て禁止等）、地域社会には、海域清掃の実施とその経費補助などがあげられ、また、漁業者のごみ回収作業への補助についての要望もあった。これらに関しては、漁業者を含む複数の関係機関の連携による取り組みが必要であり、今後検討すべき課題である。
- ・ 特筆すべき情報として、噴火湾においては東日本大震災の津波によって流失した漁具類が今なお多く海底に残されており、その一部が荒天時に浮上してくるとの指摘があった。噴火湾における海底ごみの現況を評価する上では、この点に留意する必要がある。

② 漂流ごみ

- ・ 漂流ごみによる被害については、噴火湾では回答 12 件中 6 件、鹿児島湾では回答 7 件中 2 件に記載があった。
- ・ 漂流ごみの多い時期に関しては、噴火湾では 5 月～6 月、9 月～12 月及び台風通過後とする記載が多く、鹿児島湾では 6 月～9 月に多いという回答が多かった。すなわち、漂流ごみ発生の主原因は、噴火湾では融雪による河川流量の増加と台風、鹿児島湾では梅雨と台風であることが示された。
- ・ 漂流ごみに関する回答中で、漂流ごみによる被害があるとする回答は、噴火湾では 50%、鹿児島湾では 29%であった。
- ・ 漂流ごみ被害の内容としては、両湾共通して、船舶航行障害を挙げる回答が多かったが、船体の損傷や機関故障等の記載も両湾に共通してみられた。一方、養殖施設や定置網等の漁業施設への被害の記載は、両湾を通してみられなかった。
- ・ 漂流ごみ対策は、両湾とも漁業協同組合や自治体が主導して行う清掃活動への期待が大きかった。
- ・ 要望としては、漁業者に対してのごみ発生源となる漁具や養殖資材の流失防止・持ち帰り、釣り人に対してのマナー改善（ごみ持帰り、ポイ捨て禁止等）、地域での海域清掃の実施、台風通過後の流木対策などが挙げられ、漁業者自身の組織的な取り組みで解決できる課題と、その他の組織を含む複数の関係機関の連携によらなければならない課題があった。

第VI章 漂流・海底ごみに関わる現状分析、課題整理等

VI.1. 現状の分析・課題整理の方法

VI.1.1 地域性の分析

本年度の調査海域である噴火湾及び鹿児島湾において得られたデータに基づき、漂流及び海底ごみの密度及び分類別割合の各湾における分布を図化して比較することにより、2湾の間にみられる地域性を分析した。

また、環境省により平成26年度及び平成27年度に行われた瀬戸内海での調査、平成27年度に行われた東京湾、駿河湾及び伊勢湾での調査、さらに平成28年度に行われた陸奥湾、富山湾及び若狭湾で行われた調査の結果を総合して、噴火湾及び鹿児島湾を含む沿岸海域における漂流ごみ及び海底ごみの地域性を全国的な視野から分析した。

VI.1.2 統計学的手法の検討

本年度調査では、漂流ごみの密度を算出するにあたり、過年度調査に倣って統計学的手法によって半有効探索幅を求めた。この手法では多くの仮定を設定しなければならないが、その点に関しては過年度からいくつかの課題が指摘されていた。本年度の調査で認識された課題と合わせて問題点を整理し、今後に資することとした。

VI.1.3 関係主体に関する分析

本年度の漂流・海底ごみ調査で得られた結果及び漁業者へのアンケート調査と漁業協同組合におけるヒアリングの結果から、噴火湾及び鹿児島湾における漂流・海底ごみに関して、発生、被害及び回収の3つの観点で関係する主体を推定し、関係者の主体としての意識を整理した。また、過年度のアンケート調査結果と合わせて、噴火湾及び鹿児島湾を含む沿岸海域における漂流及び海底ごみの発生、被害、回収の主体及び地域社会の取り組み等の多様性を整理した。

VI.1.4 調査結果及び課題の整理

本年度の噴火湾及び鹿児島湾における漂流及び海底ごみの調査結果と過年度調査結果を総合し、本邦周辺海域(閉鎖性水域である湾や瀬戸内海及び沖合海域を含む)における漂流ごみ及び海底ごみの現状にみられる地域性を全国多岐な視野から分析した。また、これらの調査の過程で指摘された調査手法等に関する課題とその核心にある技術的な問題点を整理した。

以上の整理は、平成30年度以降に調査することが望ましい海域の抽出及び今後の調査で考慮すべき技術的な問題点の抽出に役立つ。

VI. 1. 5 発生抑制手法の検討

本年度及び過年度の漂流及び海底ごみの現場調査及び漁業者対象のアンケート調査等の結果を総合して推定された主なごみの発生源と被害の実情を勘案し、有効と考えられる発生抑制の在り方を示した。

VI. 2. 地域性の分析

VI. 2. 1 海底ごみ

(1) 本年度調査海域（噴火湾及び鹿児島湾）における地域性の比較

噴火湾及び鹿児島湾における海底ごみの量について、ごみの種類を分類し、それぞれの個数、重量及び容積による密度を求め、表 VI. 2-1 及び図 VI. 2-1 に示した。

表 VI. 2-1 噴火湾及び鹿児島湾における海底ごみの密度

大分類	個数密度(個/km ²)		重量密度(kg/km ²)		容積密度(L/km ²)	
	噴火湾	鹿児島湾	噴火湾	鹿児島湾	噴火湾	鹿児島湾
1.プラスチック類	533.73	16.22	349.45	0.41	15077.06	15.36
2.ゴム類	21.69	-	6.25	-	81.31	-
3.発泡スチロール類	-	-	-	-	-	-
4.紙類	-	0.05	-	<0.01	-	0.01
5.布類	15.66	0.27	49.73	0.26	542.66	2.56
6.ガラス・陶磁器類	122.89	-	26.20	-	160.66	-
7.金属類	183.13	0.81	18.99	0.09	232.69	0.57
8.その他の人工物	119.28	0.22	186.09	0.10	526.66	0.34

※表中の「-」は、該当する項目の海底ごみが回収されなかったことを示す。

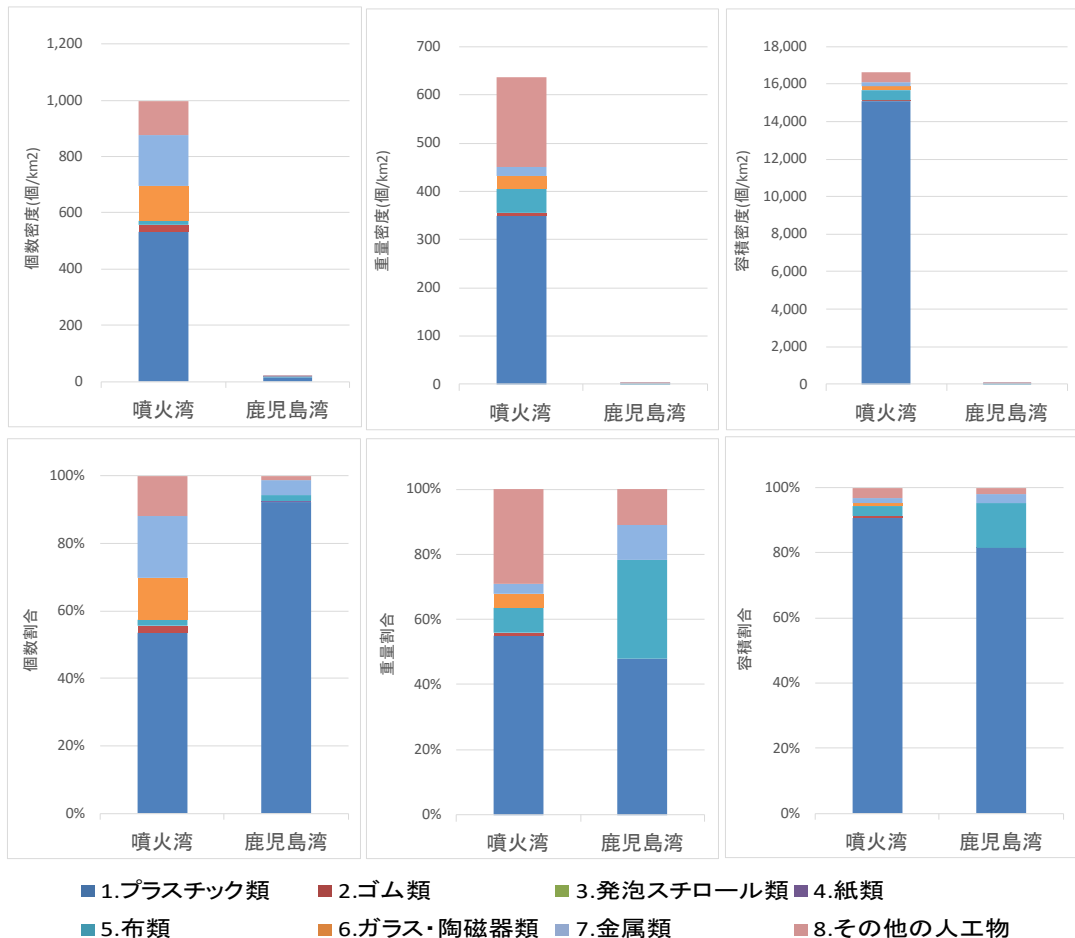


図 VI. 2-1 噴火湾及び鹿児島湾における海底ごみの密度(上段)と組成比(下段)

噴火湾と鹿児島湾との比較では、個数密度、重量密度及び容積密度について顕著な差がみられ、いずれも噴火湾で明らかに高かった。

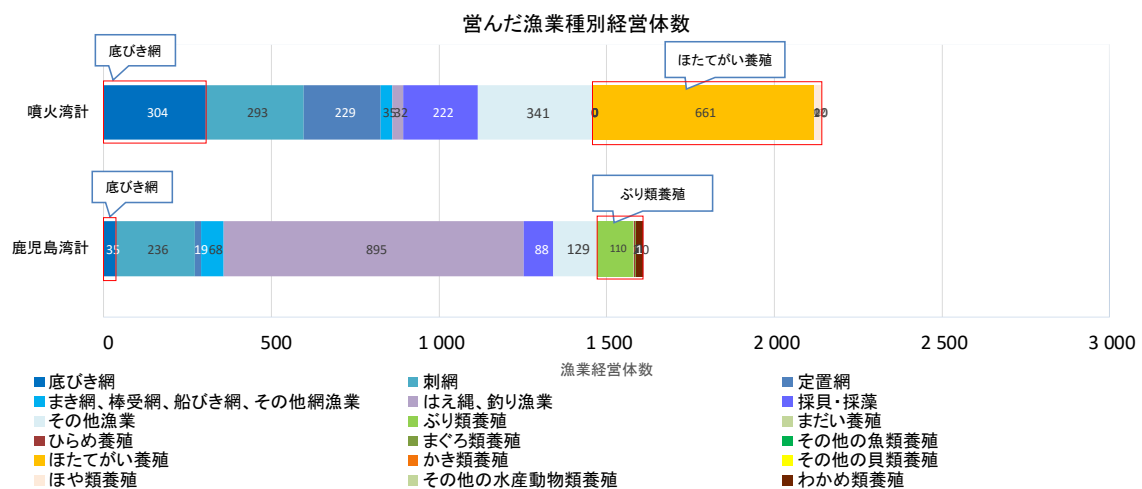
噴火湾では、特に「その他の人工物」(砂原、森)や「プラスチック類」(有珠)の密度が高かったが、その原因となっていたのは主要産業のホタテ養殖等の養殖施設や漁具由来のごみであった(写真 VI. 2-1)。噴火湾内では、ホタテ養殖が主要漁業であり(図 VI. 2-2~2-3)、これらのごみは重量や容積が大きいために、海底ごみの重量密度や容積密度に与える影響が強いといえる。

また、平成 23 年 3 月の東日本大震災の折に流失した養殖施設の残存物をはじめ、近年の台風等による養殖施設の被災に由来する海底ごみが多かったことによると思われる。

本調査に協力した地元の小型底曳網漁業者の操業海域は、ホタテ養殖施設に近い、水深 30m 以浅の沿岸域に集中していたため、養殖施設由来の海底ごみがさらに回収されやすい状況であったと推測される。ホタテ養殖に使う網かごのフレームには針金が使われていることから、容積が大きくなっただけでなく、重量への影響も大きかったと考えられる。そのほか、嵩張りやすい漁網やロープ類の影響も大きかった。

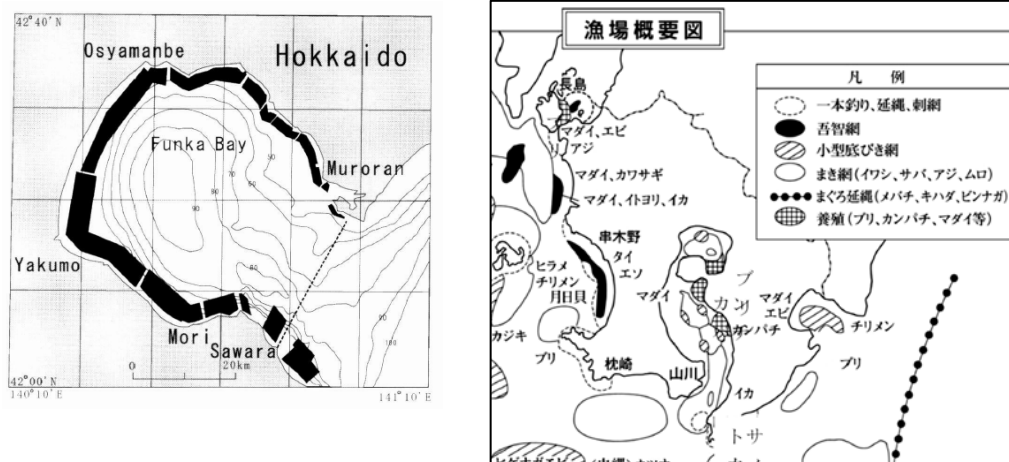
鹿児島湾は、海面養殖によるカンパチ、ブリ、クロマグロ等の全国有数の生産地であり、台風等による被害もあるので養殖資材由来の海底ごみは少なくないと思われた。しかし、本調査で回収された海底ごみは総量も少なく、養殖資材由来のごみも少なかった。鹿児島湾では最深部が 200m 以上と深く、海底ごみ回収にあたった小型底曳網漁業者の操業海域がエビ類を対象とした湾央域であったため、最深部が曳網されておらず、現状把握や今後の対策のためには、海域全体を網羅した実態の把握が必要と考えられる。

		
プラスチック類-漁具(かご)	プラスチック類-漁具(かご)	プラスチック類-漁具(かご)
		
金属類-その他(アンカー)	金属類-雑貨類(漁具針金)	その他の人工物 -コンクリート塊 (シンカー)



出典 2013年漁業センサス第4巻海面漁業に関する統計(漁業地区編)
2 漁業経営体(4) 営んだ漁業種別経営体数

図 VI. 2-2 噴火湾及び鹿児島湾海域の漁業種別経営体数



出典 左：宮園 章、日本ベントス学会誌 61:45-52(2006)
右：鹿児島県、鹿児島県海岸漂着対策推進地域計画、2012

図 VI. 2-3 噴火湾(ほたてがい養殖海区)、鹿児島湾(漁場概要)の漁業利用状況

(2) 本年度調査海域(噴火湾及び鹿児島湾)と過年度調査海域との比較

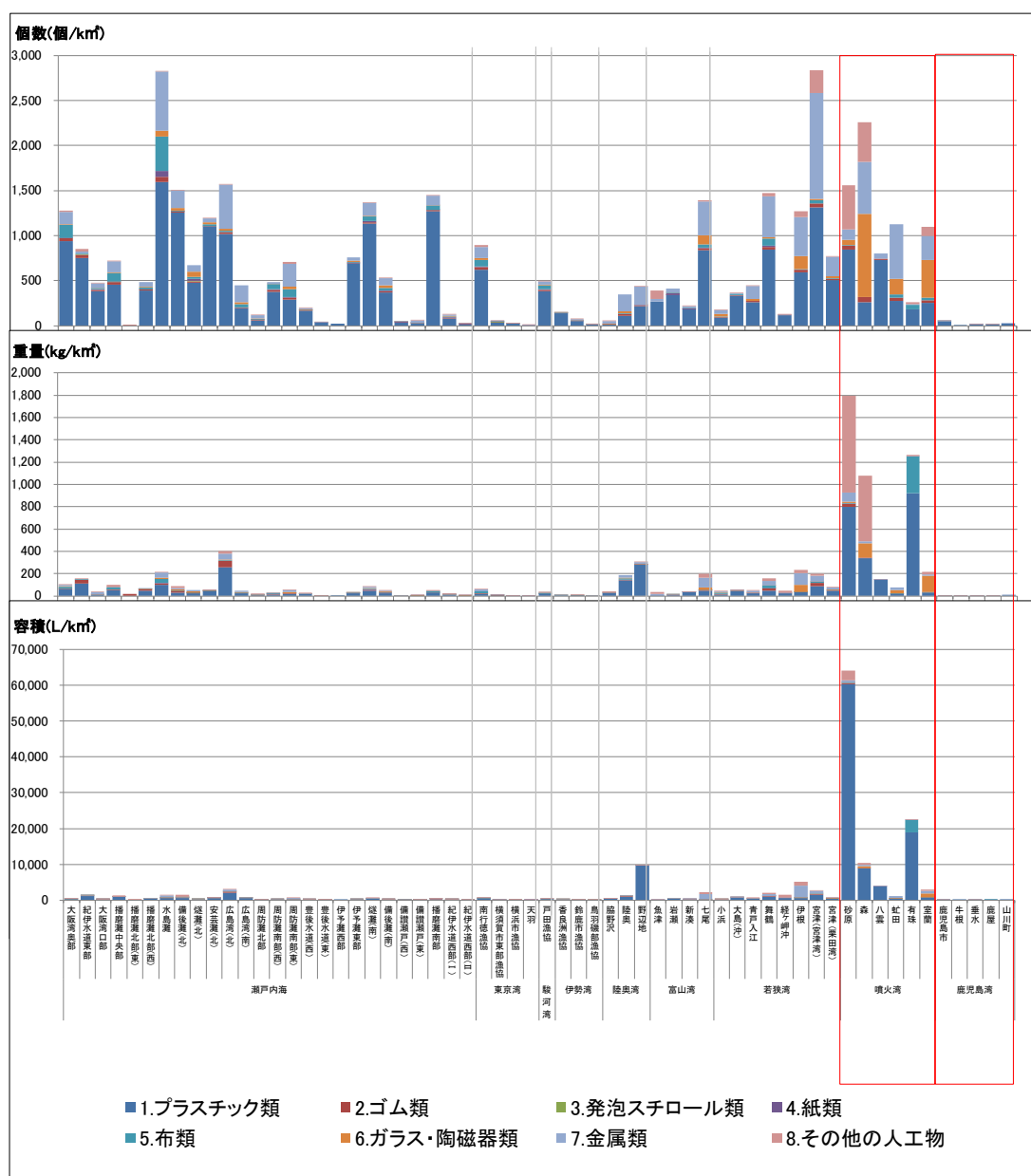
ここに引用する過年度調査とは、平成26年度から平成29年度までに環境省が実施した「沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査」であり、その対象となった海域は、本年度調査を含めて、噴火湾、陸奥湾、東京湾、富山湾、駿河湾、伊勢湾、若狭湾、瀬戸内海及び鹿児島湾である。これらの海域における海底ごみの密度を図VI. 2-4～2-5に示した。

全海域を通じて個数密度が最も高かったのは、平成28年度に調査された若狭湾(宮津(宮津湾))であり、次いで平成26年度調査の瀬戸内海(水島灘)、本年度調査の噴火湾(森)で高かった。種別別にみると「プラスチック類」の個数密度が最も高く、次いで「金属

類」、「ガラス・陶磁器類」も高かった。特に、本年度の噴火湾(砂原、森)では、他の海域に比べて「金属類」の割合が高いことが目立った。

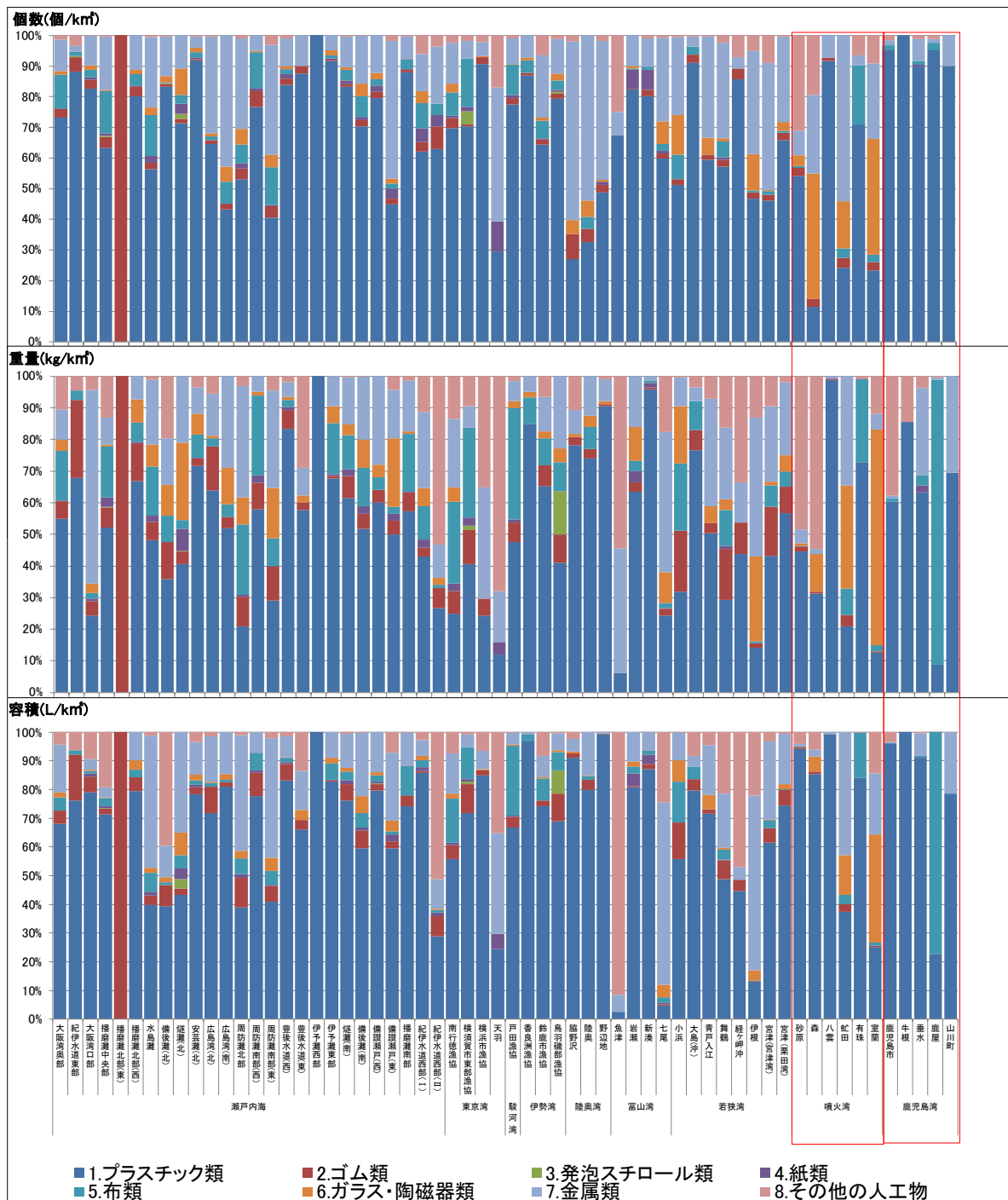
重量密度も本年度の噴火湾で高く、容積密度も、重量密度と同様に、本年度の噴火湾(砂原、有珠)で高かった。

これまでに本邦沿岸海域で明らかにされた海底ごみの個数、重量及び容積による密度の地理的分布を図 VI. 2-6~2-8 にまとめた。これらの図から明らかなように、海底ごみの実態には地域差があり、本年度の結果に限ってみても噴火湾と鹿児島湾との地域差は顕著である。また、過年度からの結果と総合すると、鹿児島湾における海底ごみの量は本邦沿岸海域の中で最も少ない傾向にあることが分かる。



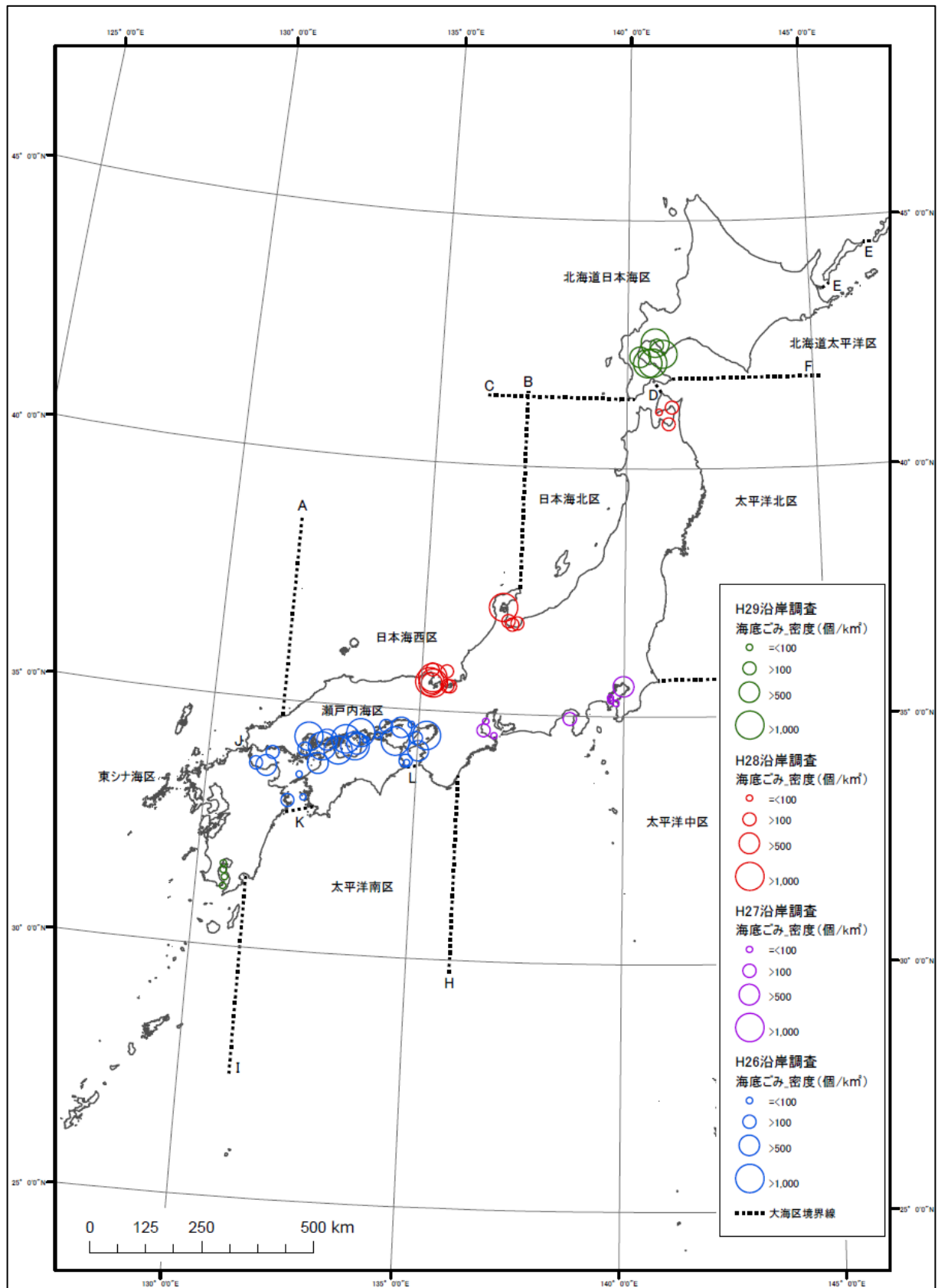
出典： 瀬戸内海：平成 26 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 東京湾、駿河湾、伊勢湾：平成 27 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 陸奥湾、富山湾、若狭湾：平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書

図 VI. 2-4 海底ごみの個数密度、重量密度及び容積密度



出典： 瀬戸内海：平成 26 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 東京湾、駿河湾、伊勢湾：平成 27 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託業務報告書
 陸奥湾、富山湾、若狭湾：平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託業務報告書

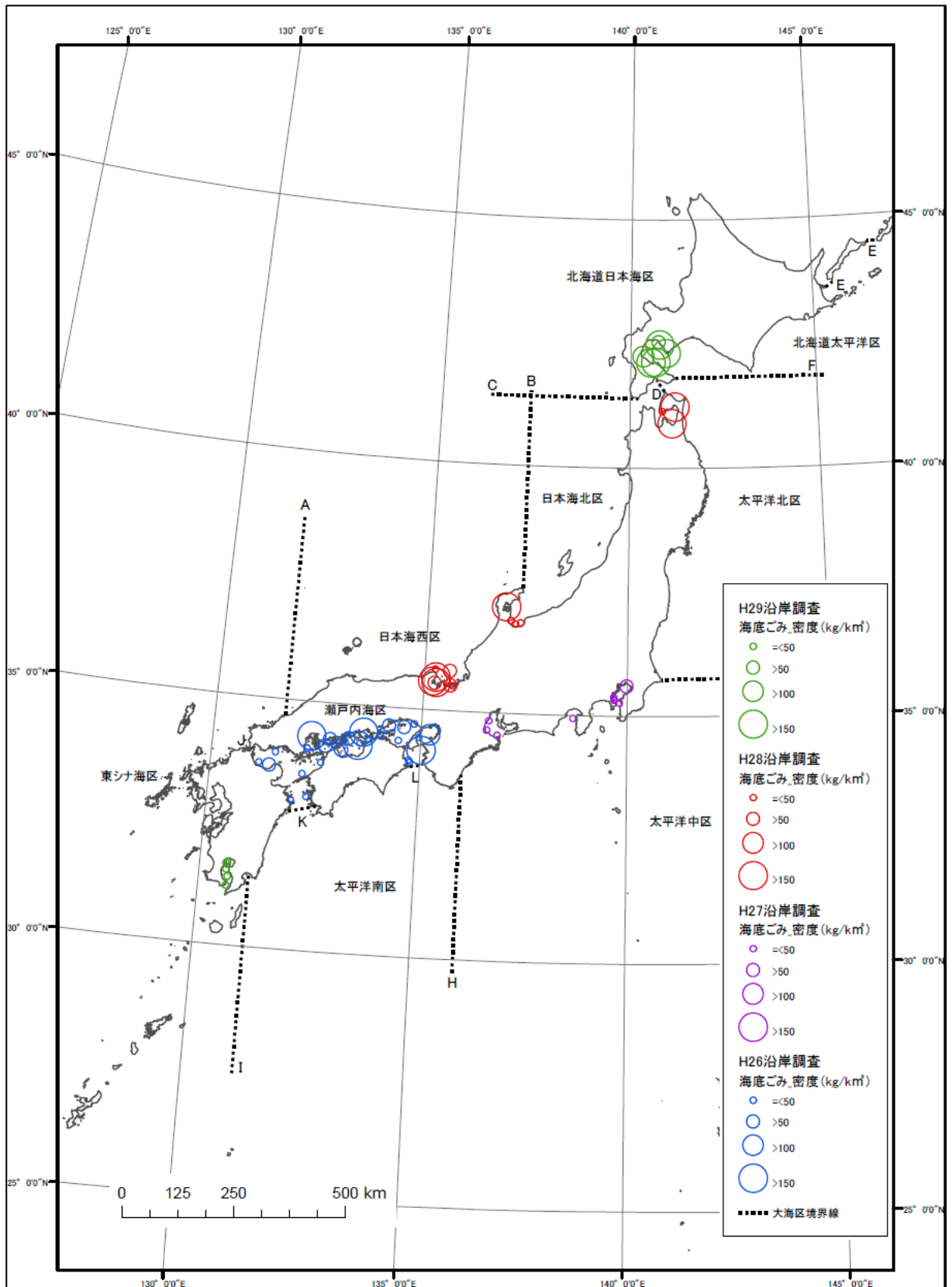
図 VI. 2-5 海底ごみの個数組成、重量組成及び容積組成



出典：平成26年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 平成27年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 平成28年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書

図 VI. 2-6 海底ごみ 個数密度 (個/km²)

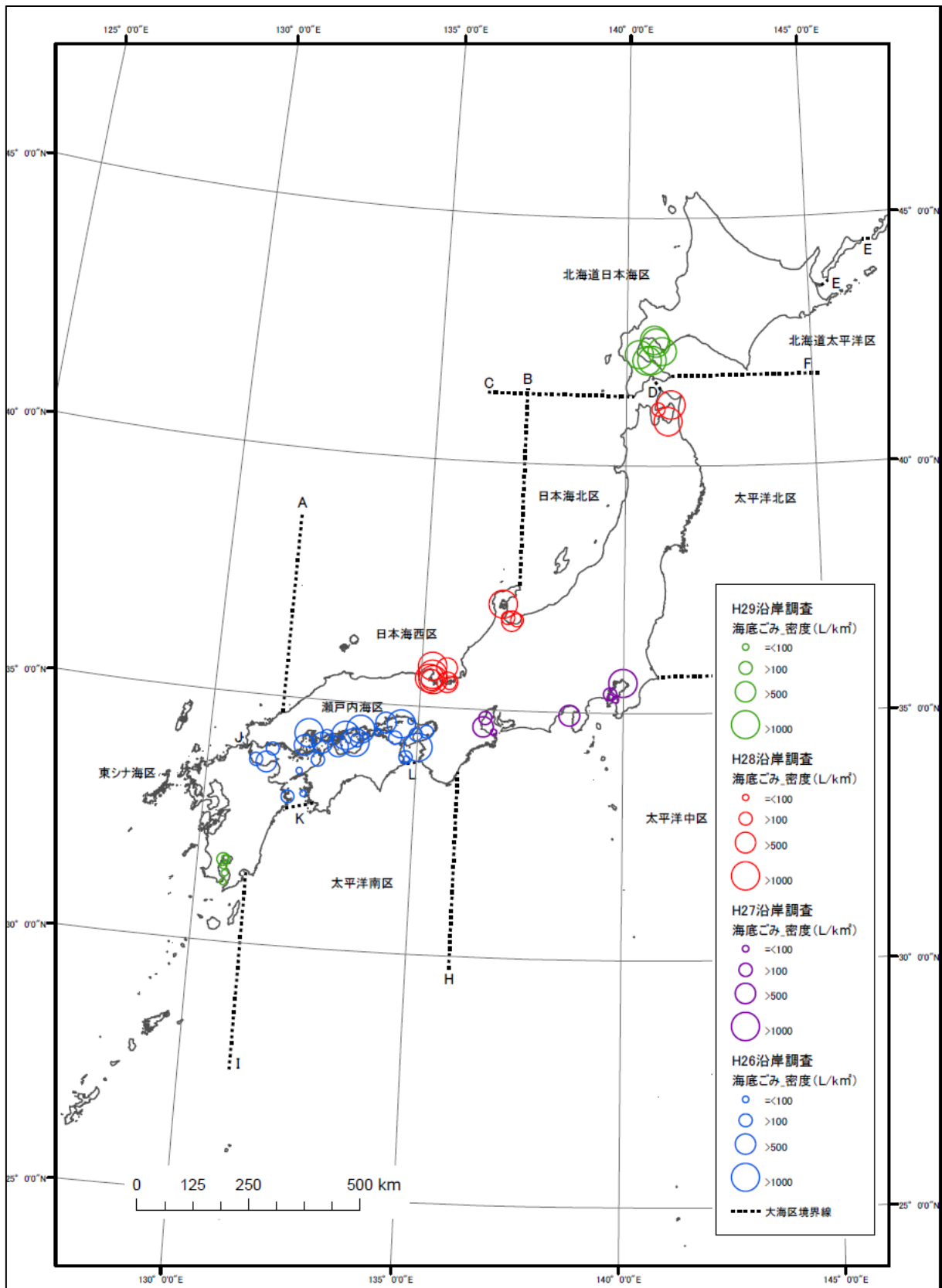
国土地理院の地理院地図(白地図)を基に作成



出典：平成26年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 平成27年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 平成28年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書

図 VI.2-7 海底ごみ 重量密度 (kg/km²)

国土地理院の地理院地図(白地図)を基に作成



出典：平成 26 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 平成 27 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託事業報告書
 平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託事業報告書

図 VI. 2-8 海底ごみ 容積密度 (L/km²)

国土地理院の地理院地図(白地図)を基に作成

VI. 2. 2 漂流ごみ

漂流ごみの調査は目視による観測であるため、気象海象はもとより、養殖施設等の海面設置物や航行船舶の位置や数といった外的条件、さらに、観測者の技術力、観測船の大きさ(観測視線の高さ)などの内的条件に大きく影響される。これらの条件は、調査のたびに異なることが多く、したがって、異なる調査における結果、とりわけ発見個数といった数値を比較するときには注意が必要である。

一方、漂流ごみの種類組成比などは、これらの条件の影響を受けにくいいため、単純に海域間比較をすることは許されよう(ただし、発見総数が少ない場合は、組成比の変動幅が大きくなることに注意が必要)。

以下に、過年度及び本年度の調査結果を全てとりまとめ、全9海域における漂流ごみの実態を整理した。

なお、平成26年度調査は平成27年2月～3月に、平成27年度調査は平成27年9月～10月に、平成28年度調査は平成29年2月～3月に、本年度調査は平成30年2月～3月にそれぞれ実施されたものである。すなわち、平成27年度調査だけは9月～10月に実施されたが、他の3年度の調査は2月～3月に実施された。

(1) 本年度調査(噴火湾及び鹿児島湾)と過年度調査との発見個数(観測実数)の比較

① 発見個数(観測実数)の比較

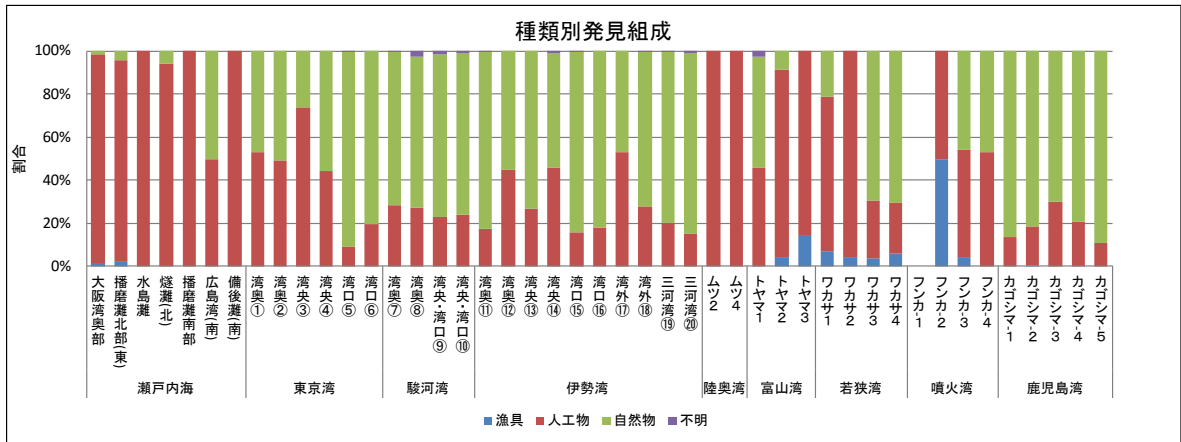
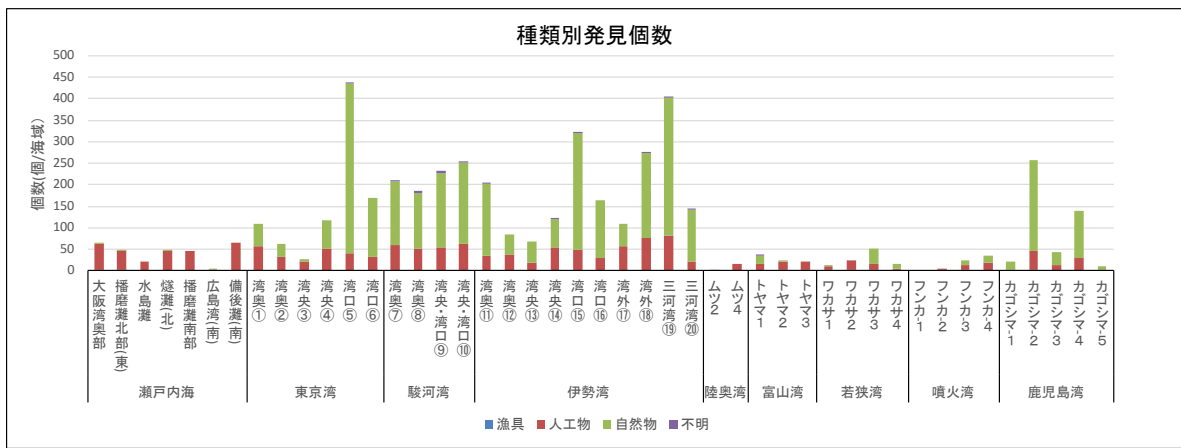
漂流ごみ調査を実施した9つの湾の目視観測線ごとに、漂流ごみの発見個数及びその種類組成比較を図VI. 2-9に示した。

漂流ごみの発見個数は、東京湾、駿河湾及び伊勢湾(三河湾を含む)のいずれも湾央から湾口に多かったが、陸奥湾、富山湾、若狭湾及び噴火湾では少なく、瀬戸内海、東京湾と伊勢湾の湾央から湾奥、鹿児島湾では中間的な値であることが図から読み取れる。

しかし、その中で自然物と人工物が占める割合は一定ではなく、特に全体数が多い場合には自然物が多いことが、本年度の鹿児島湾における結果を含めて、明らかである。

また、人工物の発見個数に限れば、東京湾、駿河湾、伊勢湾、瀬戸内海といった大都市圏に近い海域で多く、噴火湾、陸奥湾、富山湾、若狭湾、鹿児島湾では少ないということが見て取れる。

東京湾、駿河湾及び伊勢湾で発見個数が多く、とりわけ自然物の割合が高かったことは、単純に漂流ごみの地域性を反映しているのではない可能性が高い。出水後の調査や調査測線上に潮目があった場合は、漂流ごみが通常よりも特に多く観測されることになる場合もあること考慮しておかなければならない。



注：噴火湾でのフンカ1では、漂流ごみは発見されなかった。

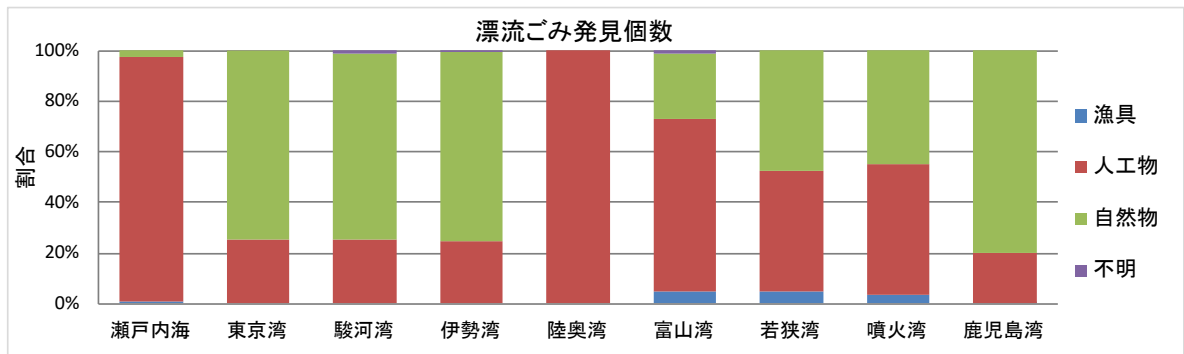
出典：瀬戸内海：平成26年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 東京湾、駿河湾、伊勢湾：平成27年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 陸奥湾、富山湾、若狭湾：平成28年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書

図 VI. 2-9 各測線における漂流ごみの発見個数

② 漂流ごみの種類の組成の比較

各湾においてそれぞれ複数の測線で観測された結果を総合して、漂流ごみの平均的な種類組成を計算し、図 VI. 2-10 に示した。

人工物と自然物の発見個数比率は、東京湾、駿河湾及び伊勢湾では7割以上が自然物であったのに対し、陸奥湾や瀬戸内海ではほぼ全てが人工物であり、富山湾でも7割が人工物であった。また若狭湾と噴火湾では、自然物と人工物がそれぞれ4割程度を占めており、鹿児島湾では約3割が人工物であった。東京湾、駿河湾及び伊勢湾では、潮目等もあり流れ藻などの自然物が調査時に特に多かった影響がみられた。



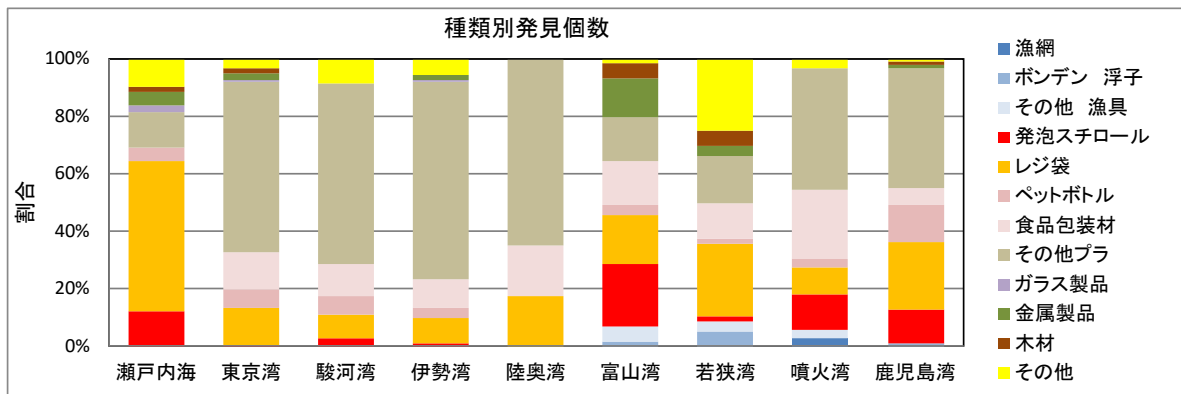
出典： 瀬戸内海：平成 26 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 東京湾、駿河湾、伊勢湾：平成 27 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 陸奥湾、富山湾、若狭湾：平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書

図 VI. 2-10 各湾における漂流ごみ(人工物)の個数組成

③ 漂流ごみ(人工物)の組成の比較

各湾における漂流ごみのうち、人工物に限ってその種類組成を求めた結果を図 VI. 2-11 に示した。

東京湾、駿河湾、伊勢湾及び陸奥湾においては、「その他プラスチック製品」が人工物の過半数を占めた。瀬戸内海では過半数が「レジ袋」であり、若狭湾でも「レジ袋」が比較的多い傾向であった。「食品包装材」は、瀬戸内海ではほとんどみられなかったが、他の海域では1~2割程度を占めていた。「レジ袋」や「食品包装材」は、生活系のごみであり、背後地から排出されたものと考えられる。他の湾に比べて、富山湾、瀬戸内海、噴火湾及び鹿児島湾では「発泡スチロール」、富山湾では浮いている「金属製品(空き缶)」の割合が高かった。



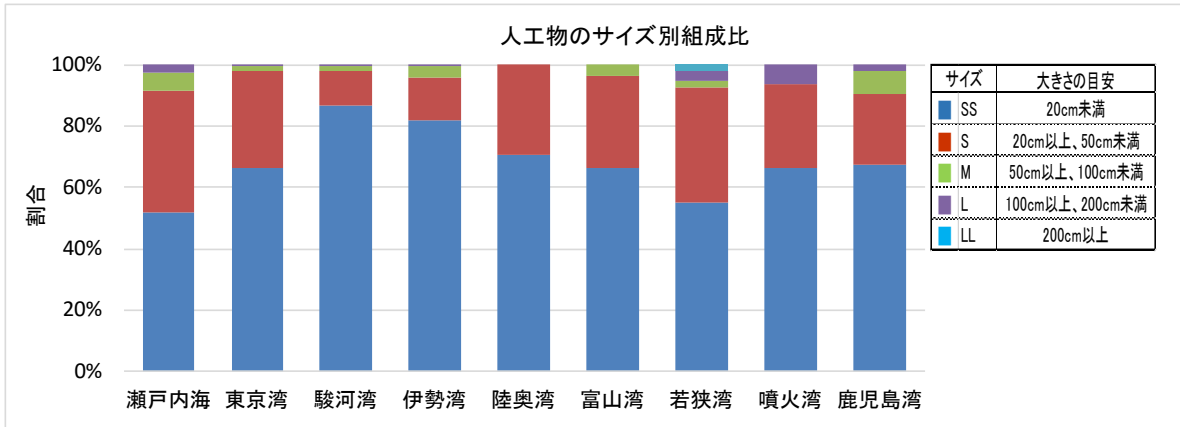
出典： 瀬戸内海：平成 26 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 東京湾、駿河湾、伊勢湾：平成 27 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 陸奥湾、富山湾、若狭湾：平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書

図 VI. 2-11 各湾における漂流ごみの発見個数比率

④ 漂流ごみ(人工物)のサイズ組成の比較

各湾における漂流ごみのうち、人工物のサイズ組成を海域間で比較した(図 VI. 2-12)。

漂流ごみの大きさを、SS(<20cm)、S(20-50cm)、M(50-100cm)、L(100-200cm)、LL(200cm<)の5区分にわけ、発見個数によるサイズ組成を計算した。その結果、各湾ともに9割以上が50cm未満のS及びSSサイズのごみであった。LLサイズ(≧200cm)の大型漂流ごみは、若狭湾で確認された1個のロープが全調査を通じて唯一のものであった。



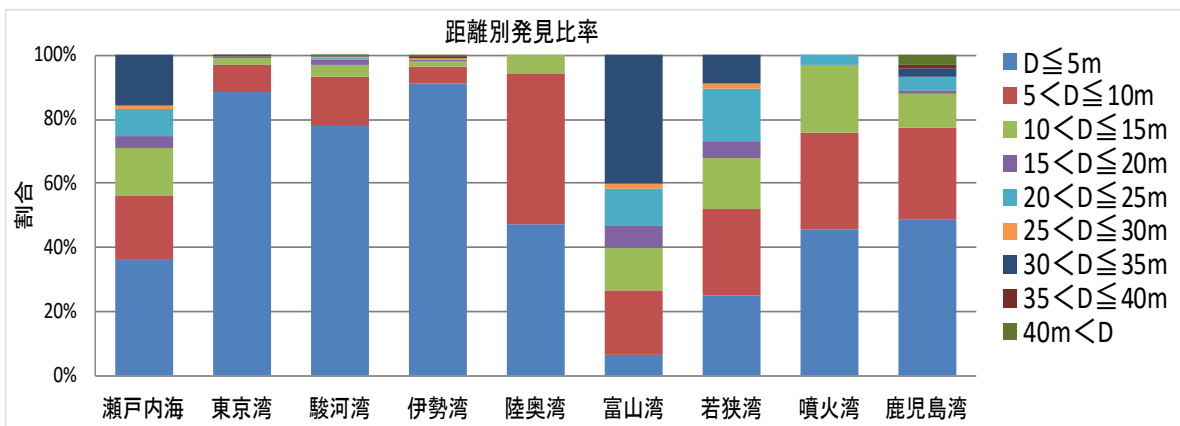
出典： 瀬戸内海：平成 26 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 東京湾、駿河湾、伊勢湾：平成 27 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託事業報告書
 陸奥湾、富山湾、若狭湾：平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託事業報告書

図 VI. 2-12 各海域におけるサイズ別発見比率

⑤ 漂流ごみの発見距離の比較

漂流ごみの発見距離とは、観測船の舷側から目視で視認できた漂流ごみまでの横距離のことをいう。各湾における発見距離を 5m 間隔に区分し、その割合を計算した結果を図 VI. 2-13 に示した。

10m 以内で発見された漂流ごみが過半数以上を占めたのは富山湾を除く 8 湾であり、52% (若狭湾) ~97% (東京湾、伊勢湾) の範囲であった。富山湾では 30m 以上離れた漂流物に発泡スチロールが多かったため、10m 以内で発見されたごみは 27% と少なく、30m 以上の発見例が 40% と顕著に高くなった。



出典： 瀬戸内海：平成 26 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 東京湾、駿河湾、伊勢湾：平成 27 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託事業報告書
 陸奥湾、富山湾、若狭湾：平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託事業報告書

図 VI. 2-13 各海域における距離別発見

(2) 半有効探索幅の比較

平成 26 年度から平成 29 年度に行われた全調査で算出された、漂流ごみの種類別の半有効探索幅を表 VI. 2-2～2-3 に示した。

本年度の調査海域である噴火湾及び鹿児島湾で多かった「発泡スチロール」、「レジ袋」、「ペットボトル」、「食品梱包材」及び「その他プラスチック製品」の 5 種について、計算された半有効探索幅を過年度報告から引用し、全海域間の比較をすることとした(ただし、年度により半有効探索幅が算出されてなかった種類があった)。

その結果、「発泡スチロール」を対象とした半有効探索幅は全体で 17.9～64.5m の範囲であり、最小値の 17.9m は本年度に、最大値の 64.5m は平成 28 年度に、それぞれ得られた。

「レジ袋」を対象とした半有効探索幅の範囲は 7.4～28.6m であり、最小値の 7.4m は本年度に、最大値の 28.6m は平成 28 年度に、それぞれ得られた。

「ペットボトル」を対象とした半有効探索幅の範囲は 12.5～44.8m であり、最小値の 12.5m は本年度に、最大値の 44.8m は平成 26 年度に、それぞれ得られた。

「食品包装材」の半有効探索幅の範囲は 5.9～16.3m であり、最小値 5.9m は平成 27 年度に、最大値の 16.3m は平成 28 年度に、それぞれ得られた。

「その他プラスチック製品」を対象とした半有効探索幅の範囲は 5.2～18.0m で、最小値 5.2m は平成 27 年度に東京湾、駿河湾、伊勢湾で得られた。最大値の 18.0m も平成 27 年度に得られたが、海域は瀬戸内海であり、分類名は「その他石油化学製品」であった。

以上のように、「食品包装材」及び「その他プラスチック製品」を除く 3 種については、本年度の半有効探索幅が最も狭く、最大値の 1/4 程度であった。

半有効探索幅は、海況条件、天候(グレア率)、船舶や養殖施設などの周辺状況、水色、観測時の目線の高さ、ごみの発見総数に左右される。漂流ごみのうち、発泡スチロールは主として白色系で嵩もあって目立ちやすいため、発見された調査時の半有効探索幅は最も大きかった。本年度はこれらの諸条件、特に海象が悪かったことにより、半有効探索幅が狭くなったと思われる。

このように、半有効探索幅は変化しやすいものであり、したがって異なる年及び季節の調査結果を比較するときは注意が必要である。

今後の調査では、半有効探索幅に影響を及ぼす諸条件を詳細に記録し、それぞれの条件下におけるデータを蓄積し、標準的な算出手法などを検討することが望ましい。

表 VI. 2-2 半有効探索幅の算出結果(平成 27～29 年度調査)

単位:m

漂流ごみの種類 \ 年度	年度		
	平成27年度	平成28年度	平成29年度
	東京湾・駿河湾・伊勢湾	陸奥湾・富山湾・若狭湾	噴火湾・鹿児島湾
発泡スチロール	—	64.5	17.9
レジ袋	8.6	28.6	7.4
ペットボトル	25	—	12.5
食品包装材	5.9	16.3	7.7
その他プラプラスチック製品	5.2	13.7	12.8

出典：平成 27 年度 沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 平成 28 年度 沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書

表 VI. 2-3 瀬戸内海における半有効探索幅算出結果(左:平成 27 年度、右:平成 26 年度)

記号	漂流物種類	距離 (m)	記号	漂流物種類	距離 (m)
EP	発泡スチロール	23.0	FGN	漁網	3.1
V	プラスチックフィルム	14.0	FGF	ボンデン 浮子	93.0
PC	その他石油化学製品	18.0	FGO	その他漁具	4.3
			EPS	発泡スチロール	30.7
			FP	食品包装材	8.3
			PBO	ペットボトル	44.8
			PC	プラスチック片	10.2
			PBA	レジ袋	9.6
			G	ガラス製品	10.3
			M	金属製品	34.3
			W	人工木材	18.7
			UO	その他	7.3
			SW	流れ藻	3.1
			DW	天然流木	10.9
			NO	その他天然物	3.9
			UK	その他不明	56.7

出典：平成 27 年度 瀬戸内海における漂流ごみ実態把握調査業務報告書

(3) 本年度調査海域（噴火湾及び鹿児島湾）と過年度調査海域との個数密度の比較

前節に述べた5種の漂流ごみのうち、多くの海域に共通していた「レジ袋」、「食品包装材」及び「その他プラスチック製品」の3種について、各々の個数密度及び3種合計の個数密度を海域別に比較することとした。

まず、3種の漂流ごみについての半有効探索幅(表 VI. 2-2 参照)には、調査年度によって次のような傾向があった。本年度(平成 29 年度)求められた3種の漂流ごみの半有効探索幅は、平成 28 年度に実施された陸奥湾、富山湾及び若狭湾における値と比較すると、「レジ袋」と「食品包装材」については1/2～1/4 倍程度小さかったが、「その他プラスチック製品」では差がなかった。さらに平成 27 年度の東京湾、駿河湾、伊勢湾及び平成 26 年度、平成 27 年度の瀬戸内海における半有効探索幅と比較すると、いずれも、ほとんど差はなかった(ただし、瀬戸内海調査では「その他プラスチック製品」が「その他石油化学製品」とされていた)。

以上のように3種の漂流ごみの半有効探索幅は必ずしも一定ではないが、妥当な補正方法もないことから、各年度の各海域における調査で得られた個数密度をそのまま比較する。

本年度の漂流ごみの発見個数は、過年度と比べて非常に少なかった。平成 26 年度及び平成 27 年度に行われた沖合海域における漂流ごみ調査では、年度間で漂流ごみに顕著な変化がなかったため、本年になって漂流ごみが沿岸域だけで少なくなったとは考えにくい。それゆえ、本年度の調査結果では噴火湾と鹿児島湾は、漂流ごみが少ない海域であることを示していると考えるのが妥当である。

図 VI. 2-14～2-15 は、3種の漂流ごみ別に個数密度を比較したものである。明らかなことは、噴火湾と鹿児島湾における3種の漂流ごみの個数密度は低い、これは決して特異なことではなく、平成 28 年度に調査が行われた陸奥湾、富山湾及び若狭湾でもほぼ同様に低かったということである。これに対して、平成 26 年度、平成 27 年度に調査された瀬戸内海、平成 27 年度に調査された東京湾、駿河湾及び伊勢湾における個数密度は顕著に高いという事実も明らかである。

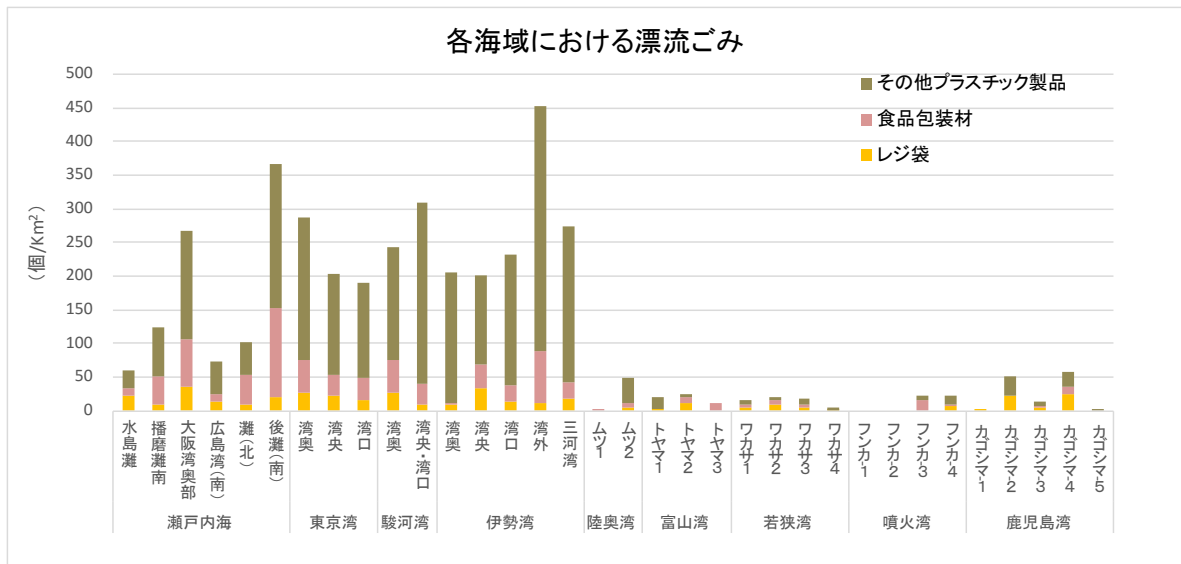
しかし、漂流ごみの種類別にみると、事情はやや異なる。「レジ袋」は3種のごみの中では最も発見個数が少ないごみであったが、鹿児島湾における個数密度は決して低くなく、平成 28 年度に調査された陸奥湾、富山湾及び若狭湾とほぼ同等であった。すなわち、「レジ袋」の密度では、鹿児島湾、瀬戸内海、東京湾、駿河湾、伊勢湾は高密度グループであり、噴火湾、陸奥湾、富山湾、若狭湾は低い密度グループであるといえる。

「その他プラスチック製品」は3種の中では最も多いごみであり、「食品包装材」は中間的な量のごみであり、この2種によって全体の個数密度が決定されている。すなわち、この2種の漂流ごみの個数密度では、3種合計密度と同様に噴火湾と鹿児島湾は陸奥湾、富山湾、若狭湾とともに低い密度グループとなり、瀬戸内海、東京湾、駿河湾、伊勢湾は高密度グループであるという結果になった。

以上のことは、背後に人口密集地域がある瀬戸内海、東京湾、伊勢湾では漂流ごみが多いのに対して、噴火湾と鹿児島湾及び陸奥湾、富山湾、若狭湾では、背後地の人口が少ないために漂流ごみが少ないことを示しているとも考えられる。一方、漂流ごみの調査は目視観察であり、さまざまな要因で結果が変動するので、異なる調査の結果を単純には比較できないとされる。

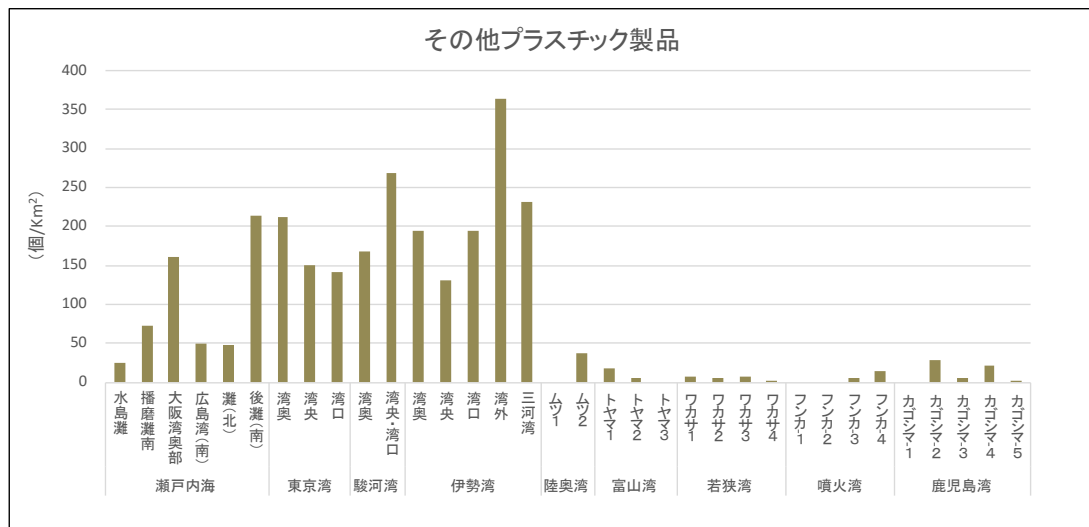
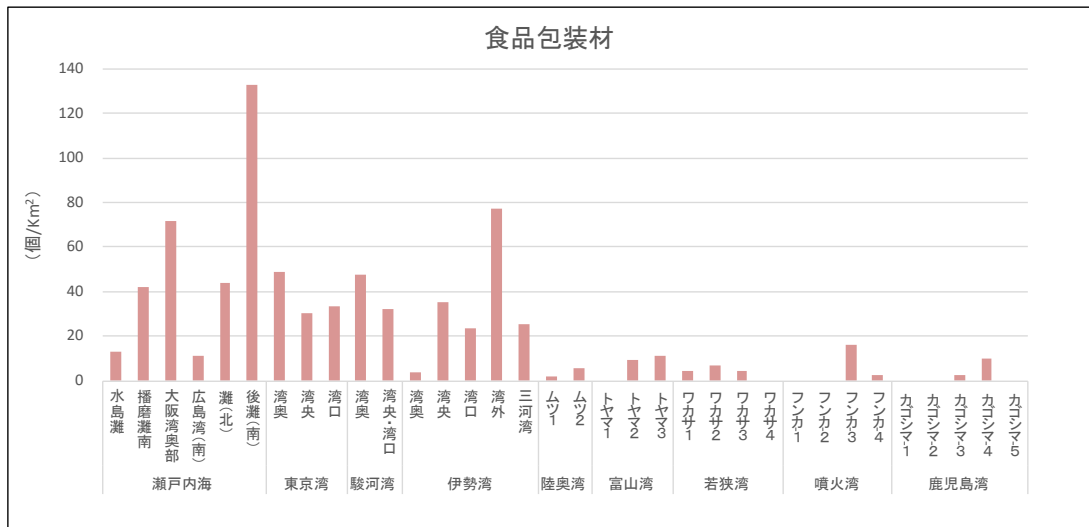
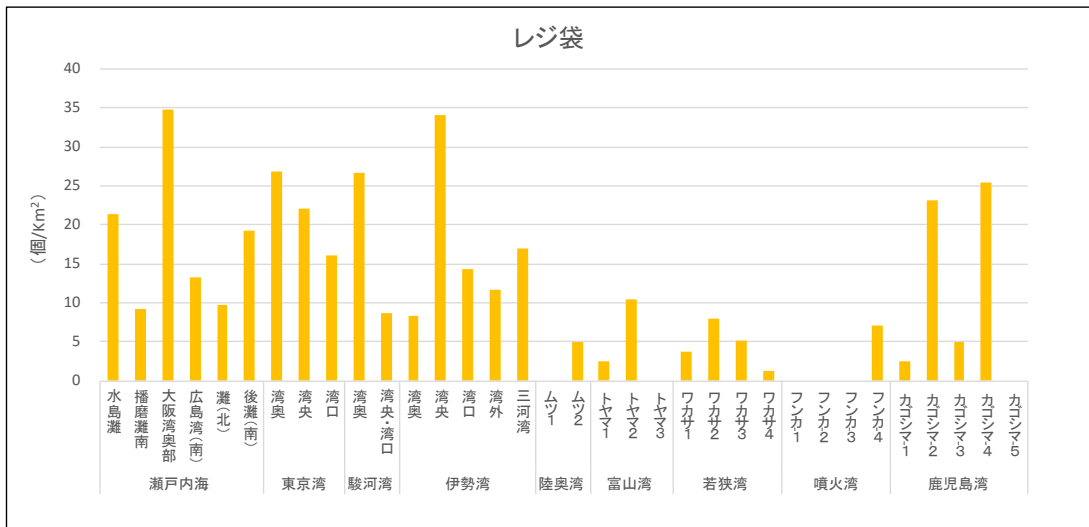
平成 27 年度の東京湾、駿河湾及び伊勢湾は人口の多い太平洋側であるが、調査時期が 9 月～10 月の台風が多い時期であり、出水や気象の影響を受けている可能性もあり、上述のような顕著な地域差の検出に妥当性があるとは言い切れない。

今後はさらに多くの海域へと調査観測を拡大してデータを蓄積し、結果に影響する多様な条件や要因を幅広くとらえて比較検討することによって確認する必要がある。その過程で、異なる年度に異なる海域で得られたデータの統計的な取扱いの標準化が可能になり、より小さな地域差を検出することも期待できる。



出典： 瀬戸内海：平成 26 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 東京湾、駿河湾、伊勢湾：平成 27 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 陸奥湾、富山湾、若狭湾：平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書

図 VI. 2-14 漂流ごみ個数密度の海域別比較



出典： 瀬戸内海：平成 26 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書
 東京湾、駿河湾、伊勢湾：平成 27 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託事業報告書
 陸奥湾、富山湾、若狭湾：平成 28 年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実施調査委託事業報告書

図 VI. 2-15 各製品の漂流ごみ個数密度の海域別比較

VI.3. 統計学的手法の検討

本年度調査では、漂流ごみの密度を算出するにあたり、過年度報告書に倣って統計学的手法によって半有効探索幅を算出した。その過程でいくつかの仮定をおいたが、その点について課題として認識されたことを以下に述べる。

VI.3.1 半有効探索幅と漂流ごみの密度

本年度調査で漂流ごみの密度を算出するにあたり、東京海洋大学より統計学的手法に関する指導を受けた。今回は、各々の観測線上で得られたケースデータが少なかつたため、噴火湾及び鹿児島湾における9測線で得られたすべてのデータをプールして計算に用いることとした。

その結果、「発泡スチロール」、「レジ袋」、「ペットボトル」、「食品包装材」及び「その他プラスチック製品」の5種の漂流ごみに関しては、統計的に有効な数のデータが得られた。

この5種について、それぞれ発見距離に対する発見回数のヒストグラムを作成し、次いでExcelワークシートを用いて発見関数を計算して、半有効探索幅を求めた。これと観測線長（航走距離）との積が観測した海表面積となり、この面積で発見関数を除して、単位面積あたりの個数密度（個数/km²）を求めた。

以下、5種の漂流ごみのそれぞれについて、半有効探索幅の算出過程の詳細を示す。

(1) 発泡スチロール

発泡スチロールに関して行った半有効探索幅算出の過程を、図 VI. 3-1 及び表 VI. 3-1 に示した。

Half-Normal 型、Exponential 型及びHazard-rate 型の 3 型について計算した発見関数の中で AIC(赤池情報量規準)の値が最も小さかった Exponential 型を有効とし、半有効探索幅を 17.9m と推定した。

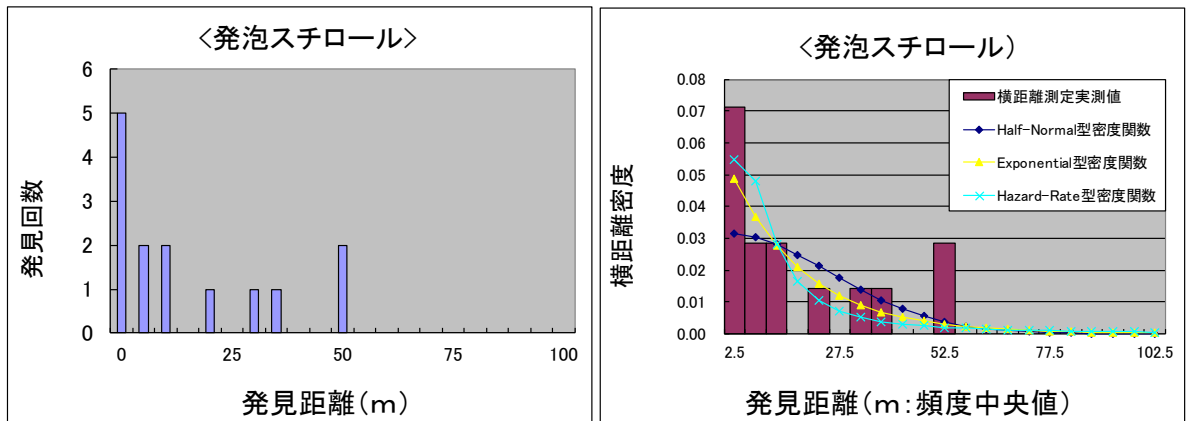


図 VI. 3-1 発泡スチロールの発見状況と発見関数

表 VI. 3-1 発泡スチロールの半有効探索幅推定

<発泡スチロール>					
Half-Normal		Exponential		Hazard-rate	
sig	25.3	sig	17.9	sig	10.7
logsig	3.2	logsig	2.9	b	2.1
			0.0	logsig	2.4
				log(b-1)	0.1
mu	31.7	mu	17.9	mu	18.2
SUM	-55.4	SUM	-54.4	SUM	-55.6
AIC	112.75	AIC	112.71	AIC	115.2

(2) レジ袋

レジ袋に関して行った半有効探索幅算出の過程を、図 VI. 3-2 及び表 VI. 3-2 に示した。

Half-Normal 型、Exponential 型及び Hazzard-rate 型の 3 型について計算した発見関数の中で AIC(赤池情報量規準)の値が最も小さかった Half-Normal 型関数を有効とし、半有効探索幅は 7.4m と推定した。

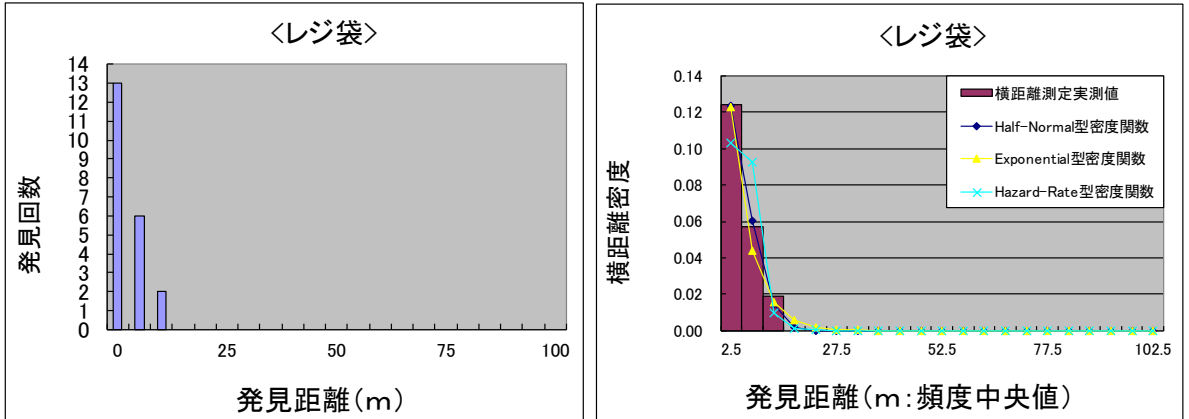


図 VI. 3-2 レジ袋の発見状況と発見関数

表 VI. 3-2 レジ袋の半有効探索幅推定

<レジ袋>					
Half-Normal		Exponential		Hazard-rate	
sig	5.9	sig	4.9	sig	8.6
logsig	1.8	logsig	1.6	b	6.1
				logsig	2.2
				log(b-1)	1.6
mu	7.4	mu	4.9	mu	9.7
SUM	-52.5	SUM	-54.3	SUM	-53.0
AIC	107.0	AIC	112.6	AIC	109.9

(3) ペットボトル

ペットボトルに関して行った半有効探索幅算出の過程を、図 VI. 3-3 及び表 VI. 3-3 に示した。

Half-Normal 型、Exponential 型及び Hazzard-rate 型の 3 型について計算した発見関数の中で AIC(赤池情報量規準)の値が最も小さかった Hazzard-rate 型関数を有効として、半有効探索幅を 12.5m と推定した。

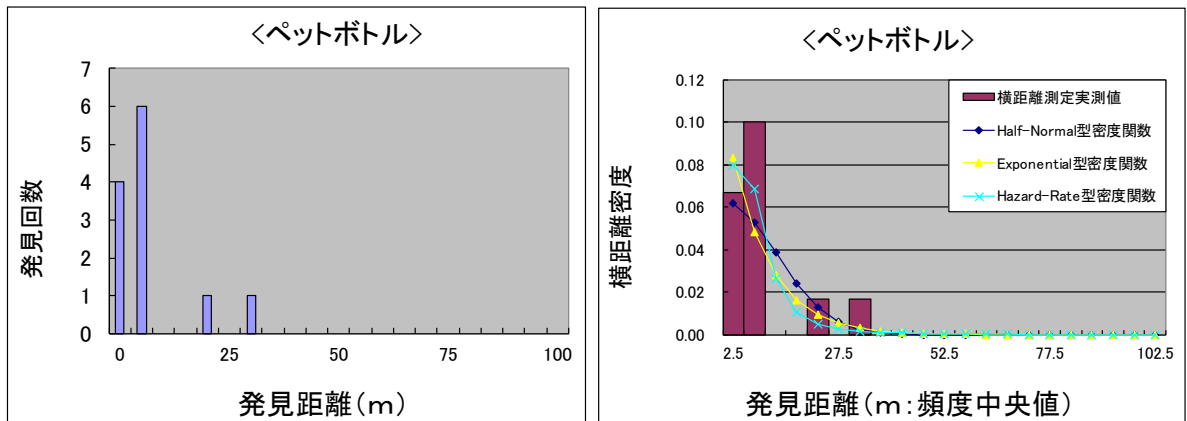


図 VI. 3-3 ペットボトルの発見状況と発見関数

表 VI. 3-3 ペットボトルの半有効探索幅推定

<ペットボトル>					
Half-Normal		Exponential		Hazard-rate	
sig	12.7	sig	9.2	sig	9.3
logsig	2.5	logsig	2.2	b	3.1
				logsig	2.2
				log(b-1)	0.7
mu	15.9	mu	9.2	mu	12.5
SUM	-39.2	SUM	-38.6	SUM	-37.8
AIC	80.4	AIC	81.2	AIC	79.6

(4) 食品包装材

食品包装材に関して行った半有効探索幅算出の過程を、図 VI. 3-4 及び表 VI. 3-4 に示した。

Half-Normal 型、Exponential 型及び Hazard-rate 型の 3 型について計算した発見関数の中で、AIC(赤池情報量規準)の値が最も小さかった Half-Normal 型関数を有効として、半有効探索幅を 7.7m と推定した。

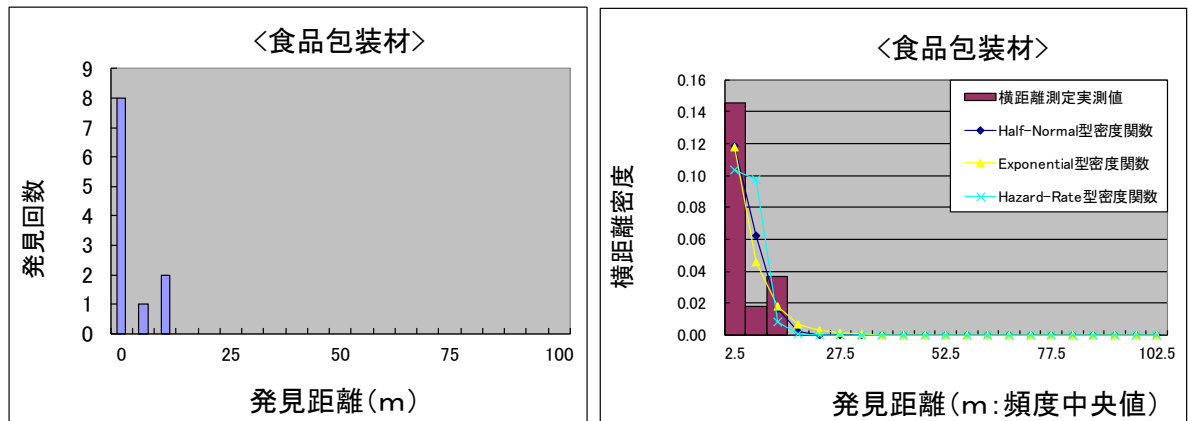


図 VI. 3-4 食品包装材の発見状況と発見関数

表 VI. 3-4 食品包装材の半有効探索幅推定

<食品包装材>					
Half-Normal		Exponential		Hazard-rate	
sig	6.2	sig	4.8	sig	3.8
logsig	1.8	logsig	1.6	b	2.6
				logsig	1.3
				log(b-1)	0.5
mu	7.7	mu	4.8	mu	5.5
SUM	-28.0	SUM	-28.2	SUM	-27.3
AIC	58.0	AIC	60.4	AIC	58.6

(5) その他プラスチック製品

その他プラスチック製品に関して行った半有効探索幅算出の過程を、図 VI. 3-5 及び表 VI. 3-5 に示した。

Half-Normal 型、Exponential 型及びHazard-rate 型の 3 型について計算した発見関数の中で、AIC(赤池情報量規準)の値が最も小さかった Hazard-rate 型関数を有効として、半有効探索幅を 12.8m と推定した。

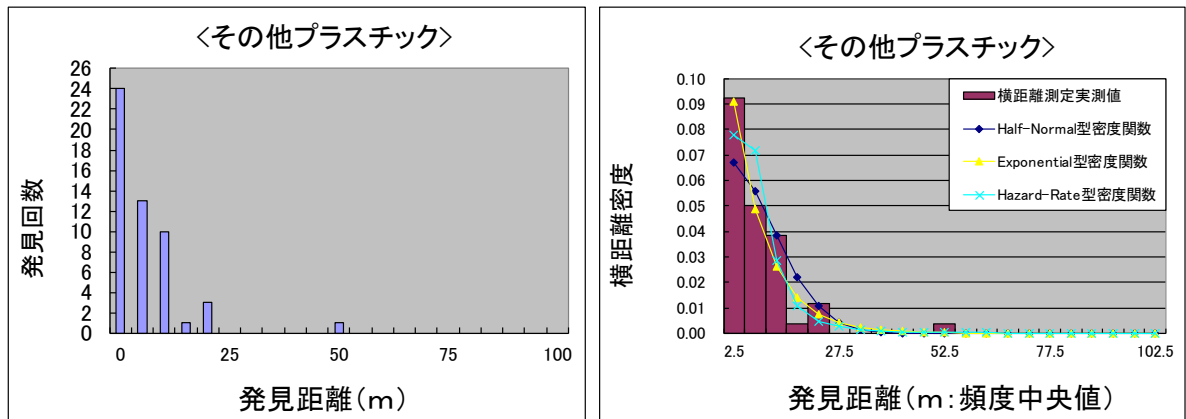


図 VI. 3-5 その他プラスチック製品の発見状況と発見関数

表 VI. 3-5 その他プラスチック製品の半有効探索幅推定

＜その他プラスチック製品＞					
Half-Normal		Exponential		Hazard-rate	
sig	11.6	sig	8.1	sig	9.9
logsig	2.5	logsig	2.1	b	3.4
				logsig	2.3
				log(b-1)	0.9
mu	14.6	mu	8.1	mu	12.8
SUM	-165.3	SUM	-160.6	SUM	-159.7
AIC	332.6	AIC	325.3	AIC	323.4

以上 5 種の漂流ごみについて求めた半有効探索幅を比較すると、「発泡スチロール」の半有効探索幅が 17.9m で最も大きかった。「発泡スチロール」は、比較的大きくて白色系である上に、大部分が海面上に浮き出ているため視認性が高いため、半有効探索幅が最大であったのは自然なことである。鹿児島湾では、40m 以上でも複数個発見された。

一方、「レジ袋」や「食品包装材」の半有効探索幅が最も小さかったのは、薄いフィルム状（レジ袋は白色系が主体）のものが多く、ほとんど全体が水没しているか水面直下にあって、空中への光反射の程度が低いことによると思われる、不自然なことではないと思われる。「ペットボトル」と「その他プラスチック製品」は、「発泡スチロール」より視認性は劣るものの、「レジ袋」や「食品包装材」よりは立体的である場合が多かったため、両者の中間的な半有効探索幅が得られたものと考えられる。

VI.3.2 結果とりまとめで考慮すべきその他の事項

異なる年度に異なる海域で異なる調査員が実施した漂流・海底ごみの調査結果を取りまとめるにあたって、考慮すべき事項は少なくない。

海底ごみについては、豪雨やそれに続く河川からの大規模な出水はもとより、それほど規模が大きくななくても、出水などが誘発されるような気象イベントは海底ごみの量と分布に大きく影響するので、そのようなイベントの履歴を考慮する必要がある。調査の事前に海底清掃や底曳網漁操業によって海底ごみが回収されたことがあるか、そしてそれはいつであったかも調査結果を大きく左右するので、それらの履歴にも注意しなければならない。さらに、富山湾や鹿児島湾のように湾内に深い水域があるなどの海底地形も海底ごみの分布や滞留に影響する。

実際に調査を実施する際には、海底ごみ回収に用いる漁具の形態(特にツメの有無)、出水による河川からの流入量の変化、事前の海底清掃や底曳網漁の漁期、操業状況などによっても結果が大きく左右される。また、富山湾や鹿児島湾のように極端に深い海域の存在など、海底の地形は海域によって異なる。調査回収に用いる漁具の形態や操業の様態と操業隻数などの努力量によって、また、潜在的な海底ごみ発生源との相対的な位置関係によっても回収効率等は影響されるので、結果の解析に当たっては注意が必要である。

例えば、本年度調査海域の噴火湾に設定された砂原地域では、海底ごみ回収に当たった小型底曳船は、ホタテガイの資源量が多いとされる狭い水域に集中して操業しており、ほぼ円形の湾岸に沿って展開されているホタテ養殖の漁場帯の沖側に設定されていた。

これらの諸変動要因のうち、例えば使用する桁網に爪があるかないかによる海底ごみ回収量の差に関しては、相互比較検定を目的にした試験操業などによって理論的な補正係数を求めることも可能であると考えられるが、得られた補正係数の異なる湾での適用等に関しては十分注意が必要である。

漂流ごみの定量的な調査では、半探索有効幅の推定が決定的な意味を有する。漂流ごみの発見のしやすさは、気象海象条件、調査船の舷の高さ(観測目線の高さ)、目視観測者の練度はじめ各々の海域に特有の海面状況、例えば航行船舶の数や養殖施設の海面構造物等の有無と多寡など、再び数多い要因によって左右され、その影響が半探索有効幅の推定結果を支配する。これらの一部、例えば調査船の舷の高さや観測者の練度などの影響を補正する係数を試験操業で理論的に求めることは可能であろう。しかし、実海域での調査ではすべての変動要因が複合して発現するので、実際の観測結果の誤差を補正することは容易ではない。

現在は多くの海域に適用できる実用的な補正係数はないので、それぞれの海域で得られた結果をそのまま対比することしかできない。それでも、前述したように、漂流ごみは、背後に人口密集地域がある東京湾、伊勢湾、瀬戸内海では多く、背後地の人口が少ない噴火湾、陸奥湾、富山湾、若狭湾、鹿児島湾では少ないという、妥当そうな結果が得られる。しかし、これらのデータから背後地人口と漂流ごみの発見個数密度との定量的な関係を求めることはまだできないように思われる。背後地人口以外にも噴火湾や陸奥湾のように養

殖施設が多い海域があり、河川からのごみの流出は、北日本では融雪にともなって多くなる(第二回検討会において北海道の委員より指摘)傾向があるのに対して、西日本では豪雨や台風による出水時に多くなることが知られているなど、容易に補正できない変動要因が多いからである。

今後は可能な限り観測手法を統一しつつ、異なる条件の海域で調査を重ね、数多くのデータを蓄積することによって、経験式等を用いた実用的な補正方法を探るべきである。それまでは、採集時の気象海象や用いた漁具の詳細、航走速度、海域周辺の状況などを可能な限り詳細に記録してもらえるようにマニュアルを標準化し、今後の定量的な結果解析に備えることが重要である。

VI. 4. 関係主体に関する分析

本年度調査における漂流ごみ及び海底ごみに係る結果や既存資料の整理、及び個々の漁業者へのアンケートと漁協でのヒアリングの結果から、漂流・海底ごみの発生、被害、対策の点で関係している主体について検討した。

海底ごみの現場調査とアンケート調査の結果により、噴火湾においては漁網や養殖用かごなどの漁業由来のごみが多く、漁具が海底ごみ発生源の可能性があると明らかになった。漁具の流出は、時化などの荒天に加えて、東日本大震災時の津波によっては破壊されたホタテ養殖施設の部材等が今なお海底に堆積していることが分かった。

漁具由来の海底ごみは、底曳網への入網による操業の妨げや処理の負担となり、もっぱら漁業者が被害を受けている。漂流ごみでも、漁網やロープ等の漁具由来の大型ごみは、スクルーへの巻き込み等船舶航行の障害となるため、やはり主に漁業者が被害を受けている。この事情は噴火湾に限らず、その他の海域にも共通している。

主に河川を経由して海域に流入する飲料缶やペットボトル、ポリ袋などの生活系及び産業系のごみでは、発生主体は河川流域の生活者や事業者である。これらのごみも、漂流ごみ及び海底ごみの両方に多く、漂流ポリ袋がエンジンの冷却水取水口に詰まって航行障害の原因となり、漁具に絡まって操業に支障をきたすため、漁業者が被害を受ける主体となっている。

一方で、ごみ回収においても漁業者が主体的な役割を果たしており、操業時に回収されたごみは漁協等によって処理されているほか、噴火湾では漁業者個人が処分している地域も多かった。鹿児島湾では、自治体の事業の一環として漁業者による漂流ごみ等の回収が行われているほか、海底ごみ清掃は実施しないものの、海岸や港内の漂着ごみ等を対象とした清掃活動を行っている漁協等は多かった。

既往文献や環境省が実施してきた海洋ごみに関する実態調査の報告から、漂流ごみや漂着ごみに関しては、その起源が生活系のごみであることが多いことから、同じ地域の内陸域の住民が発生主体となり、沿岸域の住民が被害主体になるというように、発生と被害の主体が異なっている。このような場合には、被害と発生の主体間で意思の疎通を図り、発生主体になりやすい内陸域の住民の意識を高め、ごみを海域へ流入させないことが重要である。

表 VI. 4-1 海底ごみ、漂流ごみの削減対策

湾名	海底ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	海底ごみ 対策の分類	海底ごみを減らすための対策	記載件数※1	湾名	漂流ごみ調査海域 (協力漁業協同組合)	漂流ごみ 対策の分類	漂流ごみを減らすための対策	記載件数※2
噴火湾	砂原(砂原)	回収	操業で集まったごみは、漁協で産廃業者に依頼し処理	1	噴火湾	砂原(砂原)	清掃	漁港内の清掃活動	1
		清掃	漁港内の清掃活動						
	森(森)	回収	網に入ったごみ等は、各自が港に持ち帰り処理している	1	噴火湾	森沖(森)	回収	各自、漂流物は港に持って帰る	6
		回収	回収ごみは漁業者が各自で処理している						
	八雲(八雲町)	回収	回収ごみは各自で持ち帰り処理	1	鹿児島湾	西桜島水道(鹿児島市)	回収	漁協によるごみの自主回収・処理	1
		清掃	海岸・漁港清掃活動						
鹿児島湾	虹田(いぶり噴火湾)	回収	回収ごみは各自で持ち帰り処理	1	鹿児島湾	湾口付近(指宿)	清掃	漁協、市による海岸清掃	1
		回収	回収ごみは各自で持ち帰り処理						
	室蘭(室蘭)	回収	回収ごみは各自で処理(一般ごみ又は業者手配)	1	鹿児島湾	山川(山川町)	回収	漁協によるごみの自主回収・処理	1
		回収	回収ごみは各自で持ち帰り処理						
鹿児島湾	垂水(垂水市)	排出抑制	家庭や山からの流れものが多いので減らす	1	鹿児島湾	山川(山川町)	清掃	清掃活動	1
		回収	回収ごみは各自で持ち帰り処理						
	山川(山川町)	排出抑制	混獲、回収ごみの再投棄の自粛	1					
被害防止	危険箇所の周知	1							

※1: 同一調査海域で漁業者が同一趣旨の記載をした件数

※2: ■枠は、漁業協同組合ヒアリング結果を記載(アンケート結果の集計外とした)

VI. 5. 調査結果及び課題の整理等

VI. 5. 1 既存文献のとりまとめ

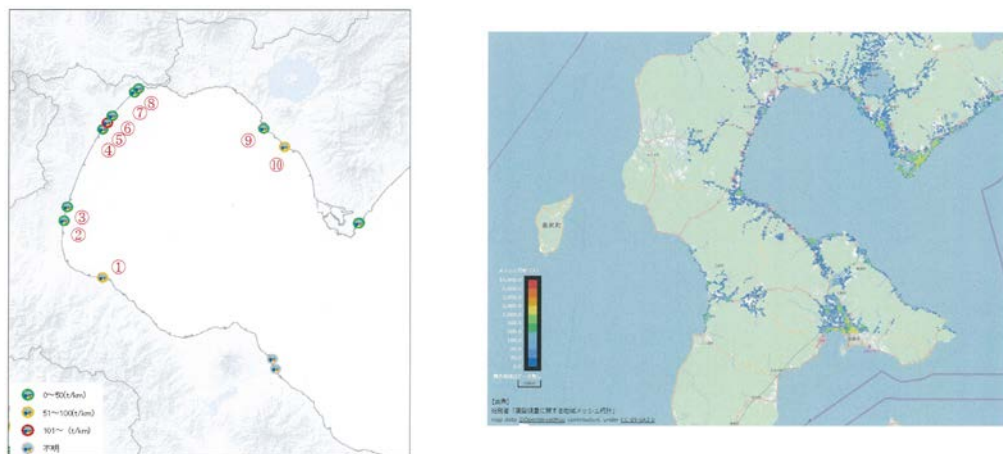
噴火湾の湾奥部の長万部海岸を中心に行われた平成 22 年度から平成 24 年度の漂着ごみの回収では、プラスチック製品の回収比率が道内の他地域に比べて特に高いという結果が報告されている(「平成 25 年度 北海道海岸漂着物等実態把握調査業務」)。そのときには、漂着ごみの総量は特に多くはなかったが、その半数程度を人工物が占め、さらにその大部分は日常生活に伴って発生するごみであったという。その中で外国由来と判別されたものは全体の 2% 程度であり、大半は国内由来のものである可能性が高いとされた。噴火湾は漁業が盛んな海域であり、ホタテ養殖関連のかごなど漁具由来のごみも 1/3 を占めており、養殖業が盛んな地域性の反映も顕著であった。

噴火湾内の沿岸域は比較的人口密度が低い地域であること、東に開口する円形の湾形状から夏季には季節風の影響を受けて、湾外から流入した漂流物が湾奥部に集積しやすいことなどから、湾外由来のごみの比率が高いと推測されるが、平成 25 年度の漂着ごみ回収事業の結果にはそのような傾向はみられない。

鹿児島湾は細長い湾形状に加えて、湾口から湾奥まで湾曲し、かつ、湾奥部に桜島による狭窄地形があるため、湾口部と湾奥部とで異なった傾向が示されている。漂着ごみのうち、湾口部では硬質プラスチックやその破片の比率が高く、湾奥部ではシート状プラスチックの発生場所の相違による影響であるとされている。

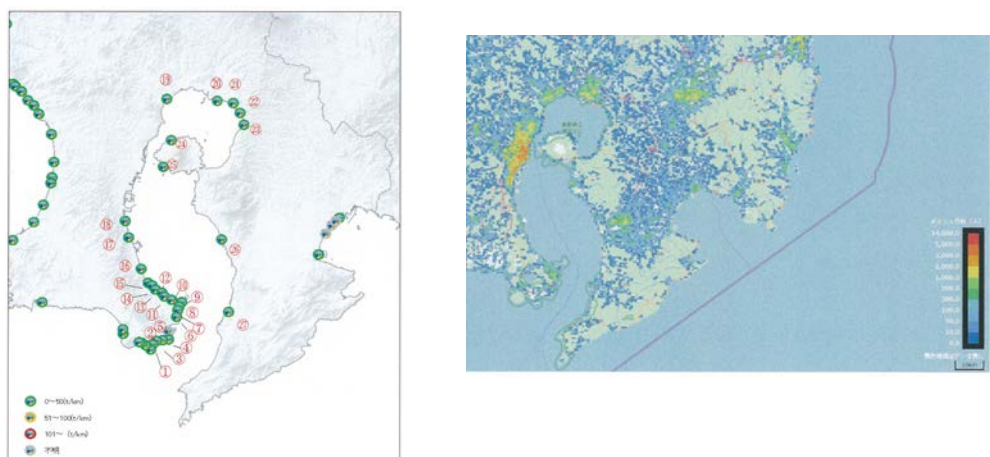
硬質プラスチックについては、鹿児島湾外の地点においても多くを占めていることから湾外に由来すると考えられており、さらに、薩摩半島の西岸で回収された使い捨てライター生産地が海外であったことから、鹿児島湾付近には海外由来の漂流ごみが到達していると推察されている。

シート状プラスチックについては、海底ごみ調査でも湾奥部に多く、陸上植物の葉部の分布との比較により、湾内の滞留部や恒流の渦の中心部に集積される傾向が示唆されており鹿児島湾内には海底ごみが溜まりやすいという可能性が指摘されている。



左：出典：海上保安庁、「海洋台帳」 右：出典：総務省，国勢調査に関する地域メッシュ統計，2010

図 VI. 5-1 噴火湾周辺地域の海ごみの状況と人口密度



左：出典：海上保安庁、「海洋台帳」 右：出典：総務省，国勢調査に関する地域メッシュ統計，2010

図 VI.5-2 鹿児島湾周辺地域の海ごみの状況と人口密度

VI.5.2 海底ごみ

(1) 本年度調査結果

個数密度は、噴火湾の6測線中4測線で1,000個/km²以上と高く、中でもプラスチック類、ガラス類及び金属類が多いという結果であった。重量密度も、噴火湾の6測線中3測線で1,000kg/km²と高かった。個数密度と同様、プラスチック類が主体であった(有珠海域で高い)が、その他の人工物(コンクリート塊や石に紐を括り付けた錘)も多く(砂原及び森海域)、いずれも漁具と漁業施設関係の資材であった。一方、鹿児島湾でもプラスチック類が主体であったが、最も密度が高い測線(鹿児島市)でも約50個/km²と低かった。

噴火湾では鹿児島湾に比べて、個数密度、重量密度及び容積密度が大きく、特にホタテ養殖に関連した漁具をはじめとした漁具由来の大型の海底ごみが多かった。本年度のアンケート調査では、東日本大震災時の津波で破壊されたホタテ養殖施設の部材等が今の同湾に海底ごみとして存在しているということが指摘された。

(2) 過年度調査結果及び本年度調査結果における海域の特徴

過年度に調査された他海域との比較では、噴火湾では海底ごみの量が最も多いことが分かった。個数密度では瀬戸内海や若狭湾の一部にはさらに多いところもあったが、重量密度及び容積密度では、噴火湾の値はいずれの海域におけるよりも顕著に高かった。噴火湾での調査測線はすべてホタテ養殖漁場に近接しており、養殖資材である網かごが数多かったために容積が大きく、また、養殖ロープや網かごを垂下するための錘(コンクリートや石を利用したもの)が多かったために重量密度も高くなった。

全海域での結果をみると、プラスチック類に次いで割合が高い海底ごみは金属類であることが多く、次いで布類、ゴムの割合が高かった。特に本年度調査を行った噴火湾や鹿児島湾では、他の海域に比べて金属類の割合が高く、プラスチック類とほぼ同密度となっていた。

VI.5.3 漂流ごみ

(1) 本年度調査結果

目視観測による漂流ごみの測線別総発見個数を見ると、噴火湾、鹿児島湾とも自然由来のごみが多く、人工物の割合は少なかった。また、人工物の総発見個数は、鹿児島湾に比べて噴火湾では少なく、その要因として、風浪及び降雪が終始強く視界が悪かったこと、ホタテ養殖施設のブイが海表面に多数敷設されていて視界が妨げられたことにより、漂流物が視認されにくかったことなどがあげられる。

人工物の発見回数を種類別にみると、いずれも「レジ袋」、「発泡スチロール」及び「その他プラスチック製品」及び「ペットボトル」が多くを占めていた。

噴火湾と鹿児島湾における「発泡スチロール」の個数密度は0.99～6.36個/km²の範囲にあり、鹿児島湾の湾奥に位置し、降雨後に調査を行った測線で個数密度が高かった。このときは、沖側から湾奥に向かって風が吹いていたため、その風によって沖側から調査域に吹き寄せられてきたものと考えられた。

噴火湾ではフンカ-3で0.99個/km²、フンカ-4で2.96個/km²であった。鹿児島湾はカゴシマ-2で6.36個/km²、カゴシマ-3で5.17個/km²と個数密度が高かったが、その他の測線では確認されなかった。

「レジ袋」の本調査海域での個数密度は2.48～25.34個/km²の範囲であった。「レジ袋」の個数密度が高かった測線はカゴシマ-4で、その値は25.34個/km²で、次いでカゴシマ-2の23.07個/km²であった。「レジ袋」が確認された測線は、噴火湾ではフンカ-4の1測線(7.15個/km²)であったが、鹿児島湾ではカゴシマ-5を除く4測線で確認された。

「食品包装材」の本調査海域における個数密度は2.29～16.16個/km²の範囲にあった。「発泡スチロール」と同様に、噴火湾のフンカ-3で16.16個/km²と最も個数密度が高かったが、フンカ-4では2.29個/km²と最も低かった。鹿児島湾ではカゴシマ-4で9.74個/km²、カゴシマ-3で2.40個/km²であった。

「その他プラスチック製品」の個数密度は、1.46～28.15個/km²の範囲にあった。個数密度が高かったのは、鹿児島湾のカゴシマ-2で28.15個/km²、次いでカゴシマ-4の21.98個/km²であったが、カゴシマ-5では1.46個/km²で最も低く湾内で差が大きかった。噴火湾ではフンカ-4で13.78個/km²、フンカ-3で5.55個/km²であった。

「ペットボトル」の個数密度は、1.41～15.17個/km²の範囲にあった。個数密度が高かったのは、鹿児島湾のカゴシマ-2で15.17個/km²、次いでカゴシマ-1の2.94個/km²、噴火湾のフンカ-4の1.41個/km²であり、他の海域では確認されなかった。

マイクロプラスチックの個数密度は、鹿児島湾(カゴシマ-2)で3.278個/m³、次いで噴火湾(フンカ-2)で1.443個/m³であった。その他の測線では1個/m³以下の個数密度であった。鹿児島湾に比べて漂流ごみの少なかった噴火湾において、マイクロプラスチックの個数密度も低かった。また、マイクロビーズはどちらの湾でも検出されなかった。

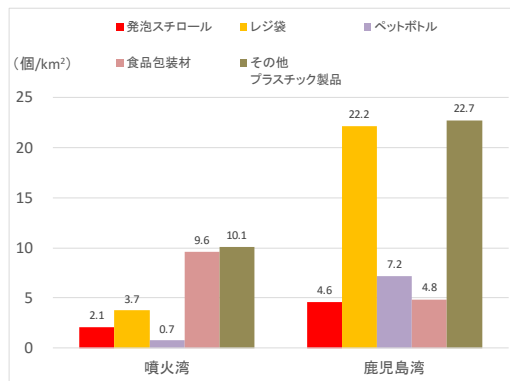


図 VI. 5-3 漂流ごみの発見状況

(2) 過年度調査結果及び本年度調査結果における海域の特徴

過年度の調査結果と比較すると、噴火湾及び鹿児島湾の2湾は他の海域に比べて漂流ごみは少ないことが分かった。

漂流ごみに占める人工物と自然由来のもの比率を、過年度調査結果を含めて比較すると、東京湾、駿河湾及び伊勢湾では7割以上が自然由来の漂流ごみであったが、噴火湾や瀬戸内海ではほぼ全てが人工物であり、鹿児島湾では人工物と自然由来の漂流ごみの割合はほぼ等しかった。

マイクロプラスチックの密度を過年度の調査結果と比較すると、噴火湾及び鹿児島湾両湾における密度は、平成27年度調査海域であった駿河湾及び伊勢湾における密度と同程度であった。

VI. 5. 4 課題

漂流ごみの密度は、過年度調査と同様の方法で半探索有効幅の算出を行った上で検討した。これにより、過年度の調査の結果との比較等が可能になった。ただし、すでに述べたように漂流ごみの発見個数や視認距離は、様々な要因により大きく影響されるので、異なる海域での調査結果の比較には注意すべきことは多い。

海底ごみについても、出水や海底清掃あるいは底曳網漁の履歴などによって結果が大きく左右され、鹿児島湾のように深い水域が存在するなどの海底地形の差、さらに調査回収に用いる漁具の形態等も結果に影響することに注意が必要である(VI. 3. 1及びVI. 3. 2章参照)。

以上のように、漂流ごみ・海底ごみの定量に関しては、数多くの変動要因があり、海域の特性を判定するには慎重な検討が必要である。多くの要因は複合して影響するので、容易に補正ないし標準化することができない。例えば桁網の爪の有無による海底ごみ回収率に関しては、試験操業などによって補正関数を求めうる可能性もあるが、他の変動要因(底質の性状など)との複合影響の補正は困難である。統計的に求められる半探索有効幅でも、例えば調査船の舷の高さや観測者の練度などの影響を補正することは可能であるかも

しれないが、実海域で複合する変動要因の影響を補正することは難しい。それゆえ現在は、それぞれの海域での結果をそのまま対比する外はない。その結果、漂流ごみは、人口密集地域に面した瀬戸内海、東京湾、伊勢湾及び駿河湾では多く、周辺人口が少ない噴火湾、鹿児島湾、陸奥湾、富山湾及び若狭湾では少ないという大局的な姿を概観することができた。しかし、さらに分析的に背後地人口と漂流ごみ量との定量的な関係を求めることは、現時点では難しいといわなければならない。

今後も可能な限り観測手法を統一しつつ、異なる条件の海域で調査を重ね、数多くのデータを蓄積することによって、必ずしも理論的ではないにしても実用的な補正方法を探るべきである。そのため、採集時の気象海象や用いた漁具の詳細、航走速度、海域周辺の状況などを可能な限り詳細に記録できるようにマニュアル及び野帳を標準化し、今後の定量的な解析に備えることが重要であると考えられる。

VI. 6. 発生抑制手法の検討

VI. 6. 1 本年度調査海域における発生抑制手法と対策案の提示

本年度調査対象地域における発生抑制対策案を以下に提示する。

【噴火湾】

噴火湾では、海岸漂着物のうちの漁具類の処理に苦慮しているという意見が既往文献に多くみられ、その発生源は同湾内にある可能性が高いと予測されていた。本年度の現地調査の結果でも、ホタテ養殖に使われるかご網、コンクリート塊（錘）及び漁網の残骸など漁具由来の海底ごみが多かった。一方で、漂流ごみは少なかった。北西季節風が卓越する冬季には調査であったため、漂流ごみ湾外に流出していた可能性もある。また、冬季のため、降雪はあっても降雨による河川流量の増加や出水は少ないため、河川等からの流入も少なかったと考えられるが、他の季節に行われた既往調査の結果でも、噴火湾における漂流・漂着ごみの量が他海域に比べて少ない傾向が示されている。

以上のことから、噴火湾においては、漁業施設等の管理と災害等による流出物の早期回収が重要な課題であるといえる。一方、老朽化した漁具の廃棄処理費用が高いことも、流出しやすい漁具や養殖資材の放置につながっている可能性があり、今後の検討課題である。

漁具由来の海底ごみは、底曳網漁業の障害となるため、発生主体が被害主体になっているという事情が見えてくる。このことから、噴火湾においては漁業者への啓発活動が重要であり、かつ、最も有効な対策になると考えられる。自然災害による漁具の流失が発生原因となることもあるため、災害後ないし定期的な海底清掃による回収対策も必要である。このとき回収した漁具由来ごみの処理費用が高いことを念頭に、補助金や組合での積み立てなどの予算的な措置を講じておくことが、清掃等の動機づけとしても有効であると考えられる。

また、積雪時には目立たなかったごみが、雪解けに伴い河川敷にある雪捨て場で大量に露出し、出水に伴って流下することが問題になっている（第二回検討会で説明あり）。流域における降雪時から融雪及び出水時までの維持管理について、関係機関が問題意識を共有する必要がある。

【鹿児島湾】

鹿児島湾では、主な漂流ごみは生活系ごみであった。既往文献からは、ポリ容器の漂着状況には海外からの漂着の可能性がうかがわれるとの指摘も読み取られる。春季から夏季にかけては国内のごみが中心になっているが、秋季には季節風の影響で、海外からの漂流ごみが多くなる傾向があるという。一方、湾内の漁具由来のごみにも増加傾向がみられ、噴火湾と同様に、漁具類の廃棄処理費用が高いことなども要因の一つとなっている可能性が考えられ、補助金や組合での積み立てなどについて検討する必要がある。