

2. 漂流ごみ調査

2.1. 漂流ごみ調査結果

漂流ごみの調査地点と調査日は表 3-2-1、調査地点は図 3-2-1 に示すとおりである。調査は令和 4 年 10 月 17 日～21 日の期間に実施し、漂流ごみの目視調査を行った。

表 3-2-1 漂流ごみの調査地点と調査実施日

地点名	海域名	調査日時
漂流1	安芸灘	10月17日 14:15～15:45
漂流2	燧灘	10月17日 8:40～10:20
漂流3	伊予灘北部	10月20日 10:10～11:40
漂流6	宇和海中部	10月21日 8:38～10:10

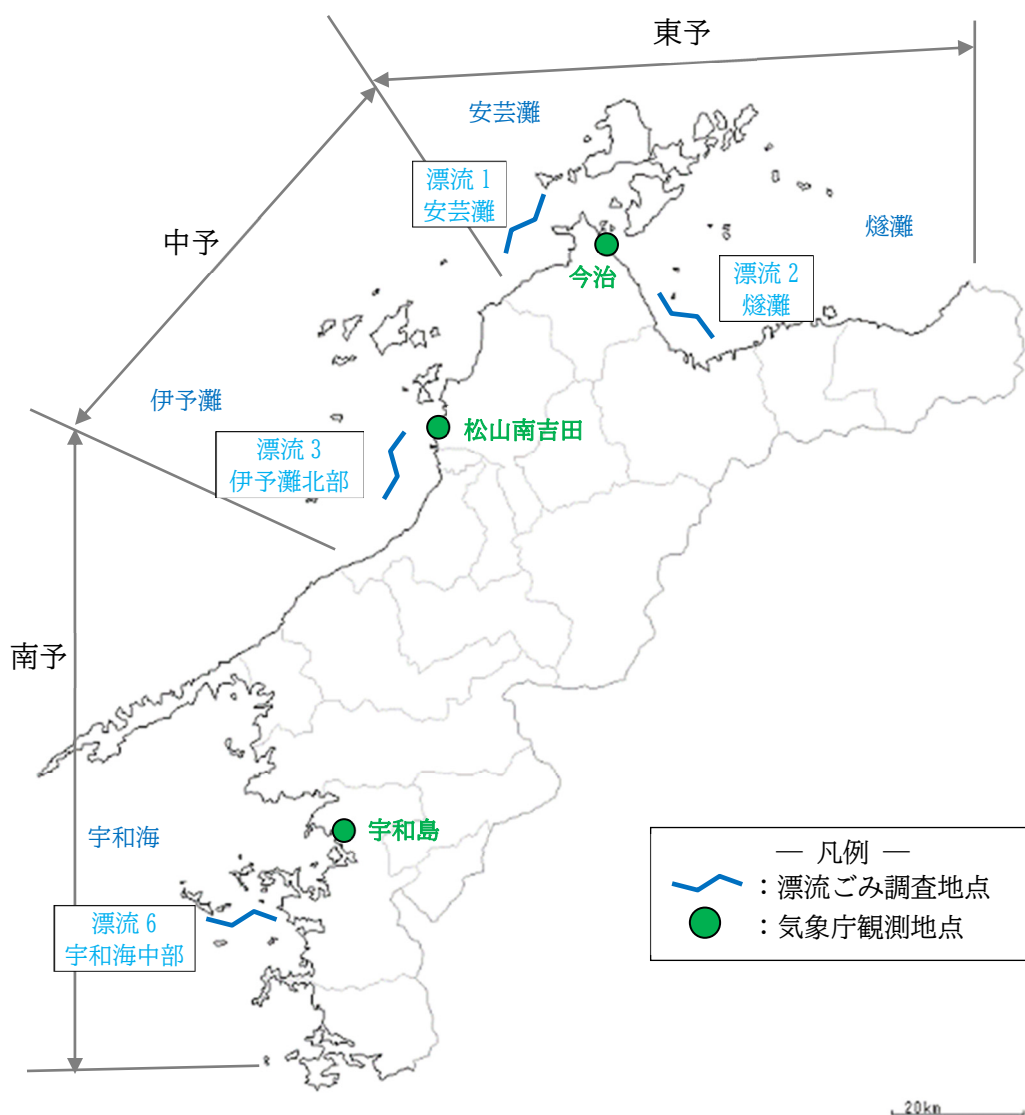


図 3-2-1 漂流ごみ調査地点図および調査実施日

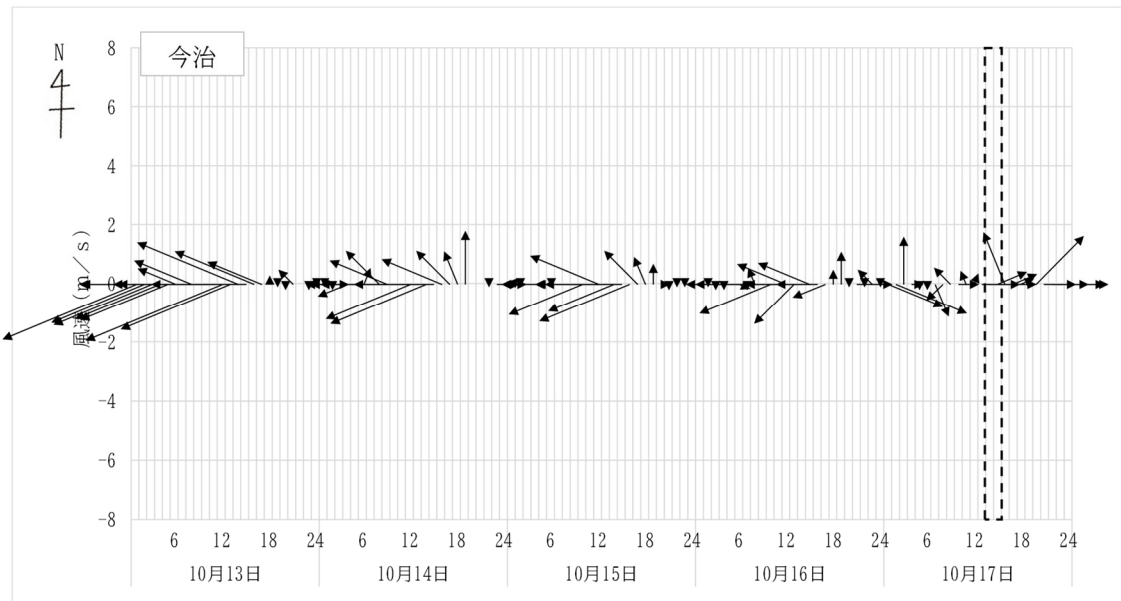
(1) 観測時の気象

各調査地点における調査日を含む5日間の風況ベクトル図、風配図を図3-2-2、降水量について図3-2-3に示す。

漂流1(安芸灘)では、風況ベクトル図をみると、調査前数時間は南寄りの風が吹いていた。風配図をみると、前日5日間の風向の頻度は東寄り(岸方向から)の風が高かった。なお、当日17日の午前2時~7時の間に合計7.5mmの降雨があった。

現地調査開始時における船上での気象海象測定結果は、西(沖方向から)の風、風速2.5m/secであり、海上ではやや波が高く、波高は0.4mで、観測ラインの北側(端点1~2)ではうねりがあった。天候は曇りであったが、視界は良好であった。

【漂流1】



※破線枠は調査日時を示す。

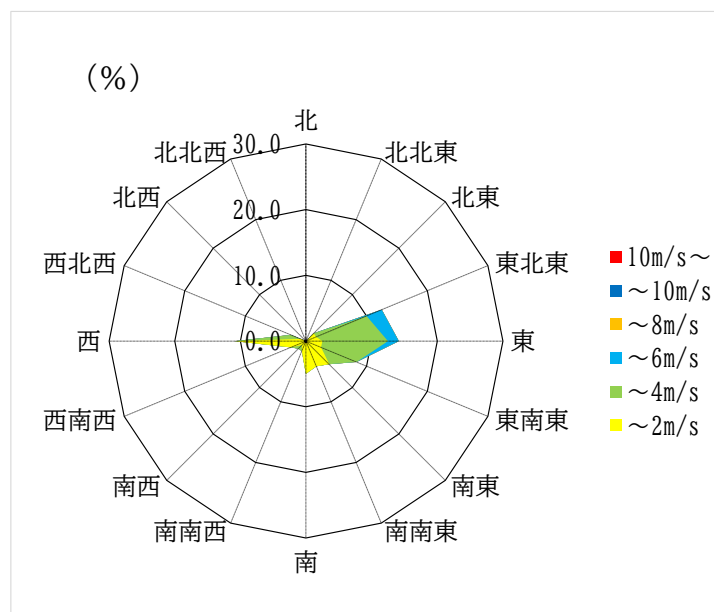
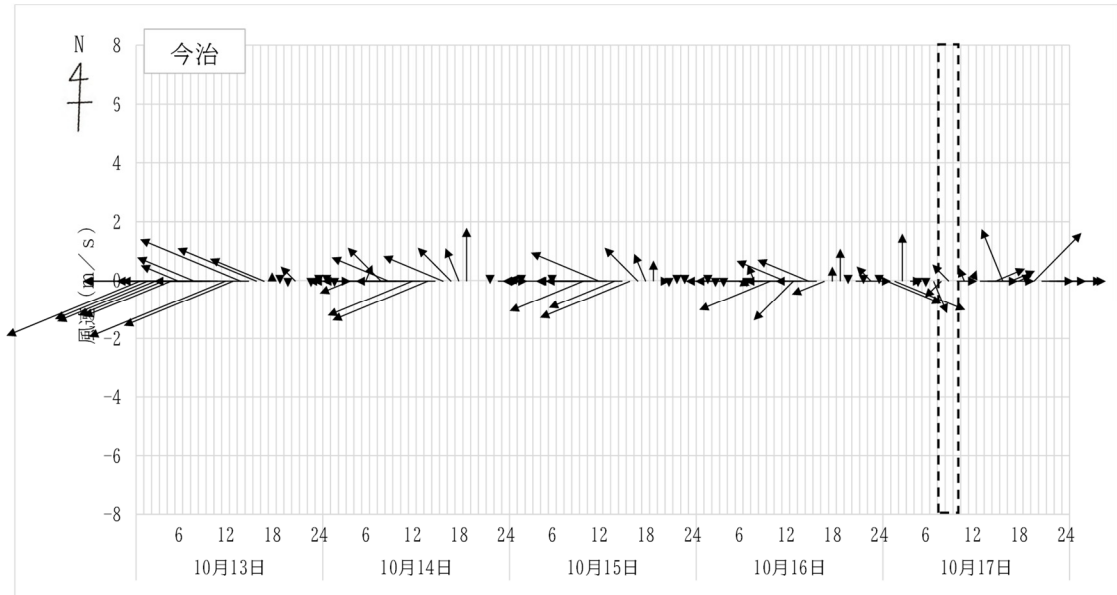


図3-2-2(1) 風況ベクトル図(上)と風配図(下)(漂流1)

漂流2(燧灘)では、風況ベクトル図をみると、調査前数時間は静穏な時間が2時間ほどあり、若干北西の風が吹いていた。風配図をみると、前日5日間の風向の頻度は東寄り(沖方向から)の風が高かった。なお、当日17日の午前2時~7時の間に合計7.5mmの降雨があった。

現地調査開始時における船上での気象海象測定結果は、南(岸方向から)の風、風速1.7m/secであり、海況は穏やかであった。天候は雨または曇り時々雨であり、視界は概ね良好であった。

【漂流2】



※破線枠は調査日時を示す。

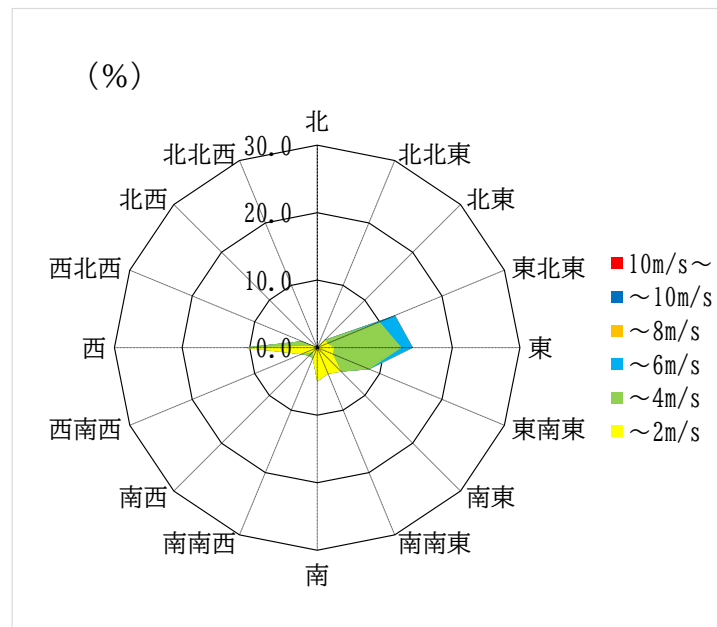
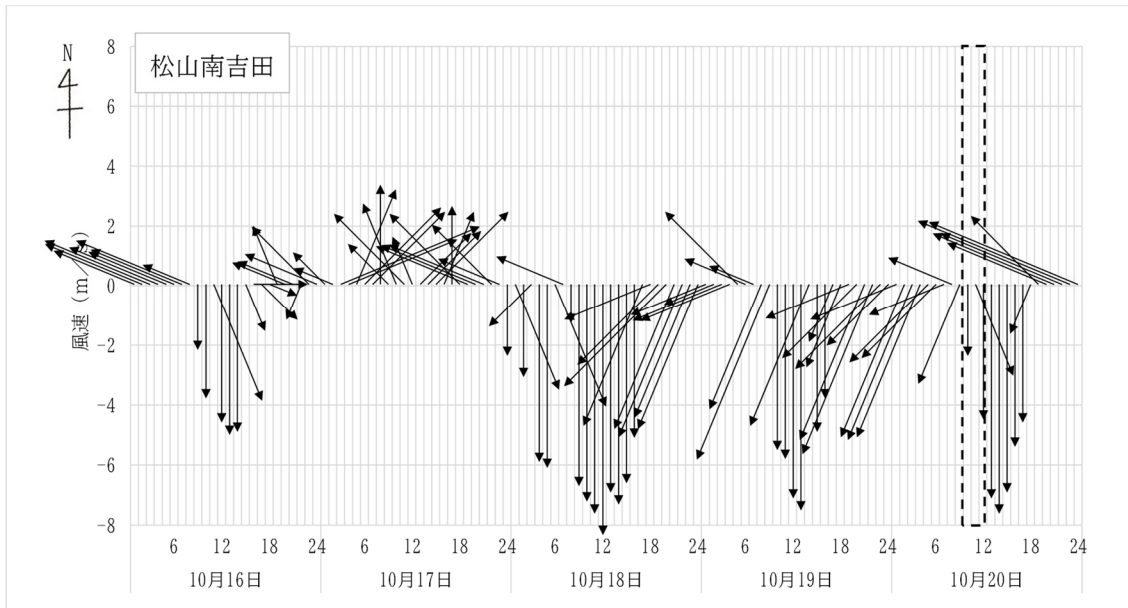


図 3-2-2 (2) 風況ベクトル図(上)と風配図(下)(漂流2)

漂流3(伊予灘北部)では、風況ベクトル図をみると、調査2日前ほどから強い北～北東の風(最大風速 8.3 m/sec)であった。風配図をみると、前日5日間の風向は北～北東(岸方向から)の頻度が高く、風速も強い状況であった。なお、調査の3日前に合計11.5mmの降雨があった。

現地調査開始時における船上での気象海象測定結果は、無風で、海況は穏やかであったが、一部の海面に泡が発生しており、細かい漂流ごみの発見が困難な状況もみられた。また、調査日の天候は快晴であり、右舷側では太陽光の反射の影響を受けやすい状況であった。

【漂流3】



※破線枠は調査日時を示す。

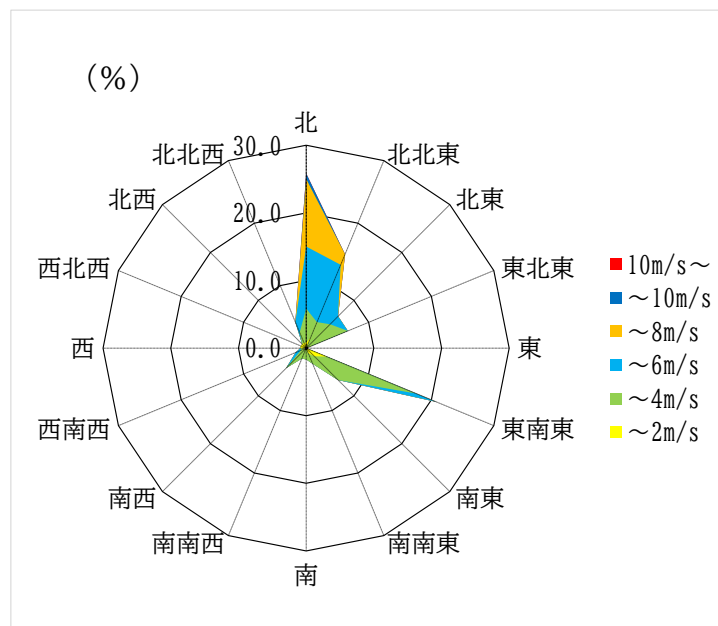
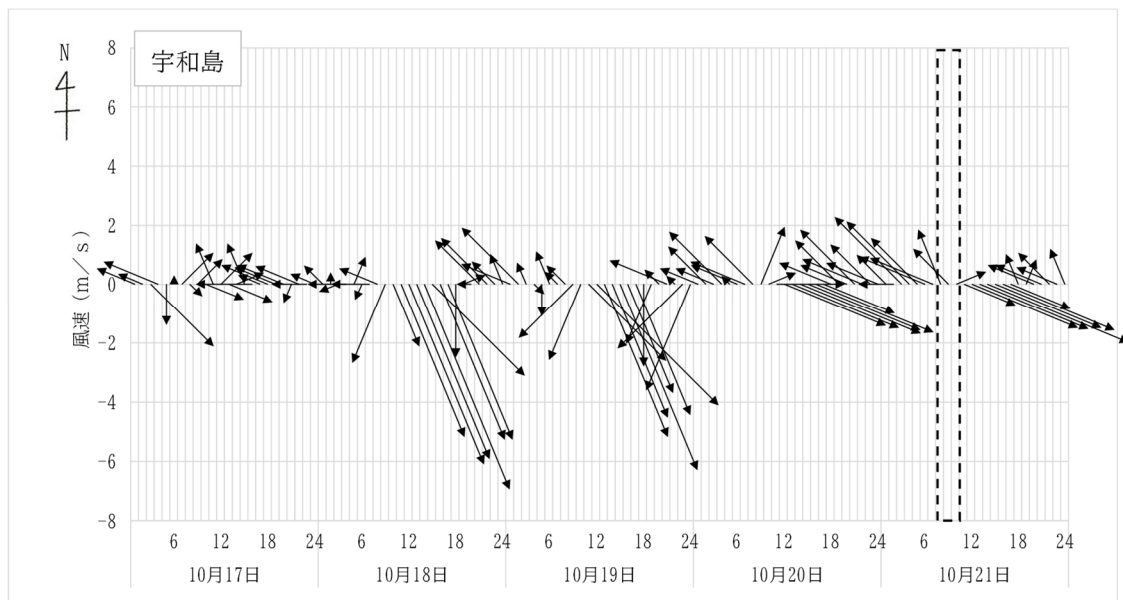


図 3-2-2(3) 風況ベクトル図(上)と風配図(下)(漂流3)

漂流 6(宇和海中部)では、風況ベクトル図をみると、調査前 10 時間は南東の風が吹いていた。風配図をみると、前日 5 日間の風向は南東～東南東(岸方向から)の頻度が高かった。なお、現地調査の 4 日前に合計 17.0mm の降雨があった。

現地調査開始時における船上での気象海象測定結果は、無風で、海況は穏やかであった。また、調査日の天候は快晴であり、左舷側では太陽光の反射の影響を受けやすい状況であった。

【漂流 6】



※破線枠は調査日時を示す。

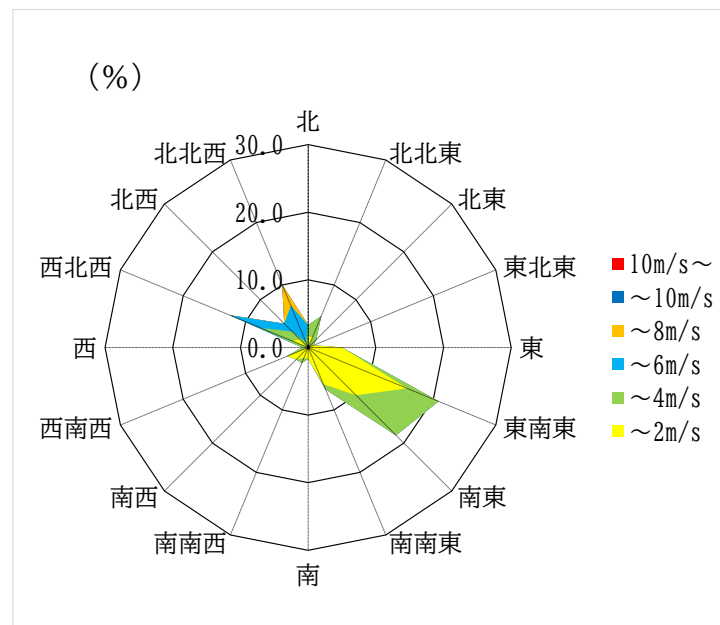


図 3-2-2(4) 風況ベクトル図(上)と風配図(下)(漂流 6)

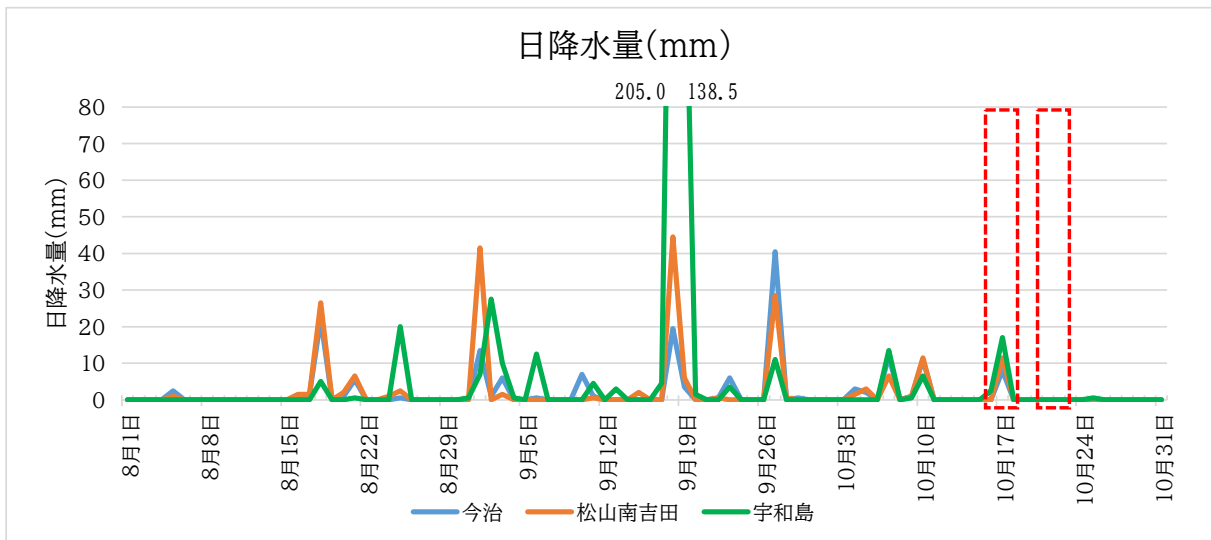


図 3-2-3 調査期間中の降水量(2022年8月1日~10月31日)

(2) 目視調査結果

目視調査で確認した漂流ごみを表3-2-2に示す。なお、表2-4-4(p.20)に記載した漂流ごみの分類の他、現地で確認した漂流ごみの種類の詳細を「記録項目」として記載した。また、現地調査結果は、資料編の「漂流ごみデータシート」に示す。

確認した漂流ごみは全地点合わせて計30種類であり、「漁具」が1種類、「人工物(漁具以外)」が22種類、「自然物」が7種類であった。漂着1(安芸灘)及び漂着2(燧灘)では「漁具」は確認されなかった。

表3-2-2 目視調査結果一覧(漂流ごみ)

単位：個数

分類	名称	記録項目	漂流1 安芸灘	漂流2 燧灘	漂流3 伊予灘北部	漂流6 宇和海中部	総計		
漁具	ボンデン 浮子	ブイ			1	1	2		
人工物 (漁具以外)	その他プラスチック製品	ビニール袋		1	3	12	16		
		ビニール紐			1	1	2		
		ビニール片			5	41	46		
		プラスチックキャップ	2				2		
		紐(プラスチック)					2		
		プラスチック片	2	1	2	2	7		
		肥料袋			2		2		
		タバコのフィルム					1		
		PPロープ			2		2		
		苗木ポット			1				
		シート					1		
		バケツ					1		
		食品包装材	プラスチック食品容器					1	
				食品袋			3	6	
		レジ袋			1	1	2	4	
		発泡スチロール	発泡スチロール片	ブロック(発泡スチロール)	1	1	2	75	79
				ペットボトル				1	1
ペットボトル	ペットボトル				3	3			
金属製品	缶			1	1	3			
木材	木材	1	1			2			
その他(人工物)	麻紐					1			
	紙片					1			
	流れ藻			102	2	104			
	その他(自然物)	枝		1	5	5	11		
		植物片				30	30		
自然物	その他(自然物)	竹	1			2	3		
		葉		1			1		
		葦	1		1		2		
		ホテイアオイ			1		1		
		漁具		0	0	1	1	2	
合計	人工物(漁具以外)		6	6	23	149	183		
	自然物		2	3	108	39	152		
	合計		8	9	132	189	337		

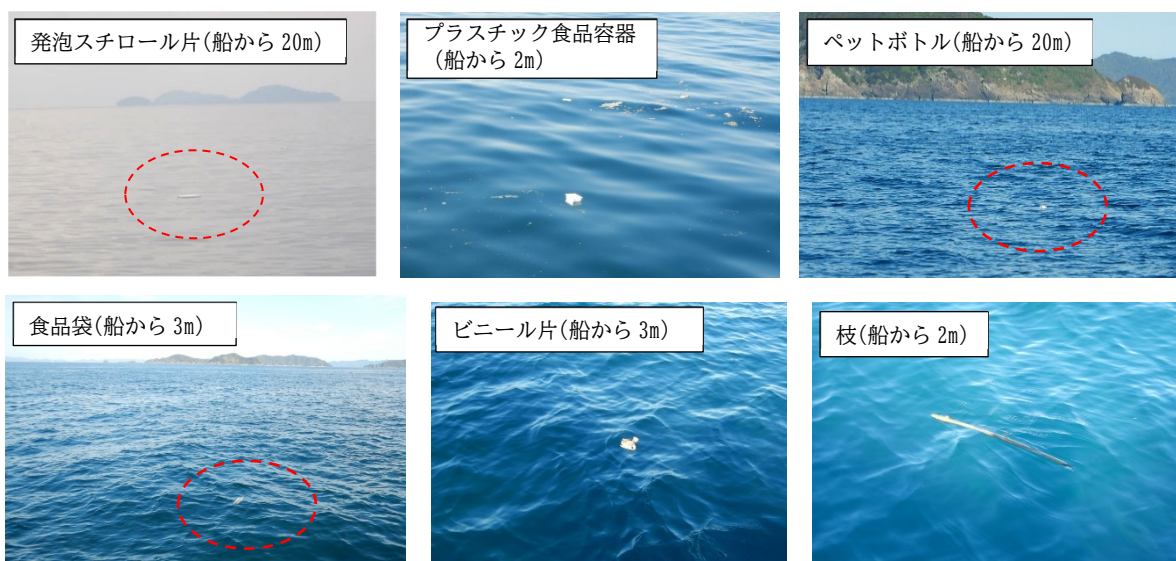


写真3-2-1 確認したごみの一例

1) 発見個数

漂流ごみの発見個数は、図 3-2-4(1)に示すとおりである。

発見個数は、漂流 6(宇和海中部)が 189 個と最も多く、次いで、漂流 3(伊予灘北部)が 132 個、漂流 1 及び漂流 2 では 10 個未満と少なかった。漂流 1、漂流 2、及び漂流 6 では人工物が 60%以上を占めたのに対し、漂流 3 では自然物が 80%以上を占めていた。

漂流ごみの発見個数のうち、自然物を除いた人工ごみ[漁具・人工物]の発見個数は、図 3-2-4(2)に示すとおりである。漂流 6 が 150 個と最も多く、次いで、漂流 3 で 24 個であった。人工ごみ[漁具・人工物]のうち、「漁具」は漂流 3 及び漂流 6 でそれぞれ 1 個確認された。

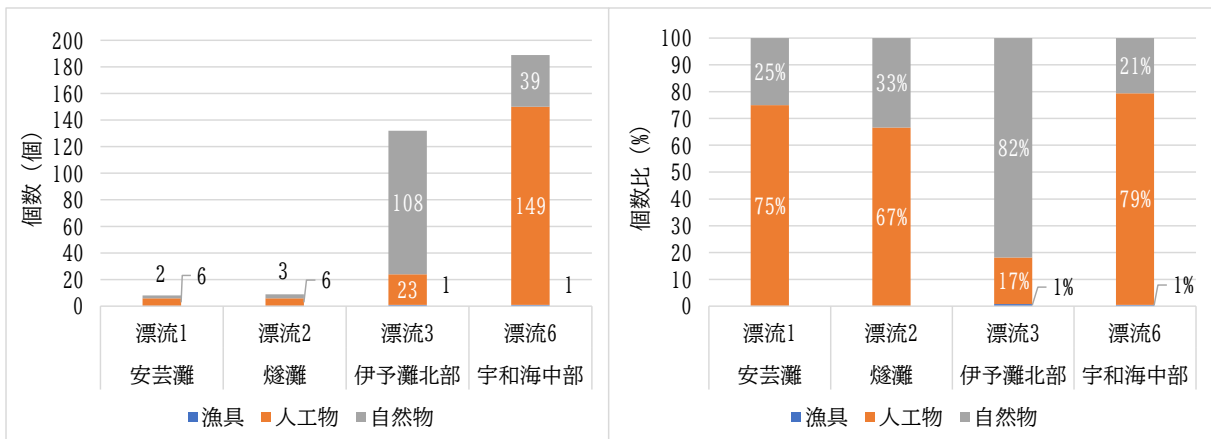


図 3-2-4(1) 漂流ごみの発見個数(全種類合計)

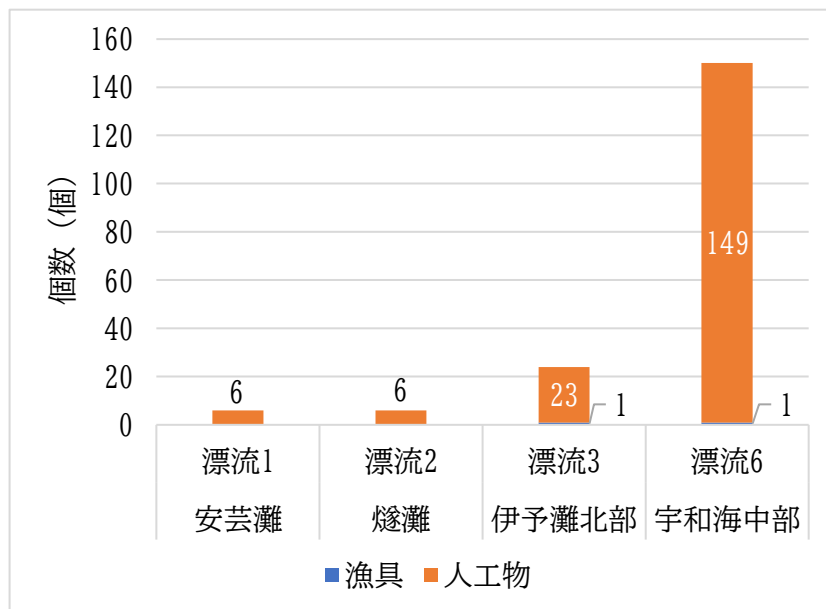


図 3-2-4(2) 漂流ごみの発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])

2) 人工ごみ[漁具・人工物]の組成

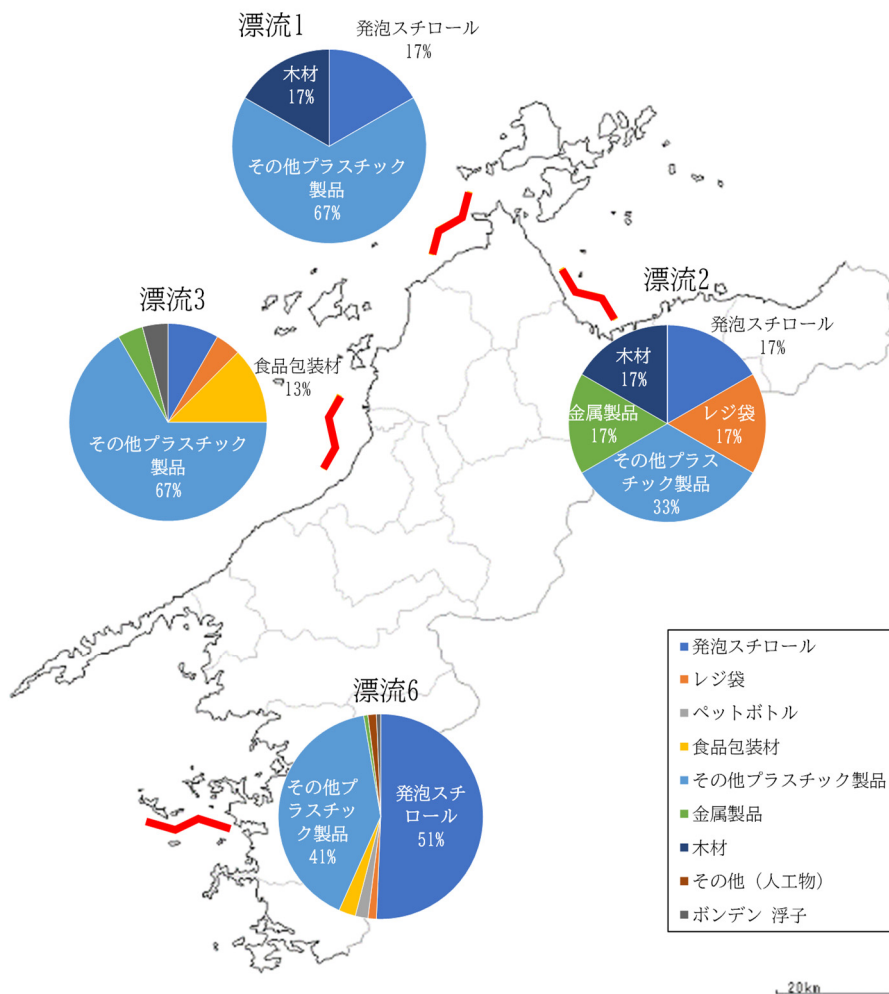
確認された漂流ごみのうち、人工ごみ[漁具・人工物]の組成は、表 3-2-3、図 3-2-5 に示すとおりである。

漂流 1 及び漂流 2 では総出現個数が 6 個と少なく、それぞれ「その他プラスチック製品」が最も多かった。漂流 3 では「その他プラスチック製品」が 16 個(67%)と最も多く、その他は 1~3 個であった。漂流 6 では、「発泡スチロール」が 76 個(51%)、次いで「その他プラスチック製品」が 61 個(41%)と多く、その他は 1~4 個であった。

表 3-2-3 漂流ごみの個数と割合(人工ごみ[漁具・人工物])

名称	単位:個			
	漂流1 安芸灘	漂流2 燧灘	漂流3 伊予灘北部	漂流6 宇和海中部
発泡スチロール	1 (17)	1 (17)	2 (8)	76 (51)
レジ袋	-	1 (17)	1 (4)	2 (1)
ペットボトル	-	-	-	3 (2)
食品包装材	-	-	3 (13)	4 (3)
その他プラスチック製品	4 (67)	2 (33)	16 (67)	61 (41)
金属製品	-	1 (17)	1 (4)	1 (1)
木材	1 (17)	1 (17)	-	-
その他(人工物)	-	-	-	2 (1)
ボンデン 浮子	-	-	1 (4)	1 (1)
合計	6	6	24	150

※()内は割合(%)を示す。



※10%以上を占めるものは項目名と割合を記載した。

図 3-2-5 漂流ごみの組成(人工ごみ[漁具・人工物])

3) サイズ別個数(人工ごみ[漁具・人工物])

漂流ごみのサイズ別発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])は、表 3-2-4、図 3-2-6 に示すとおりである。

サイズ別にみると、漂流 1 及び漂流 6 では、SS サイズの個数が最も多く、60%以上を占めていた。漂流 2 及び漂流 3 では、SS サイズ(20cm 未満)及び S サイズ(20cm 以上、50cm 未満)が同程度の個数で多く、それぞれ 33~50%を占めていた。

M サイズ以上(50cm 以上)の人工ごみ[漁具・人工物]については、M サイズ(50cm 以上、100cm 未満)が漂流 3 及び漂流 6 でそれぞれ 1 個、L サイズ(100cm 以上 200cm 未満)が漂流 1、漂流 2 及び漂流 6 でそれぞれ 1 個であり、LL サイズ(200cm 以上)の人工ごみ[漁具・人工物]は、いずれの地点も確認されなかった。

M サイズは「ビニール袋」及び「肥料袋」、L サイズは「シート」及び「木材」であった。

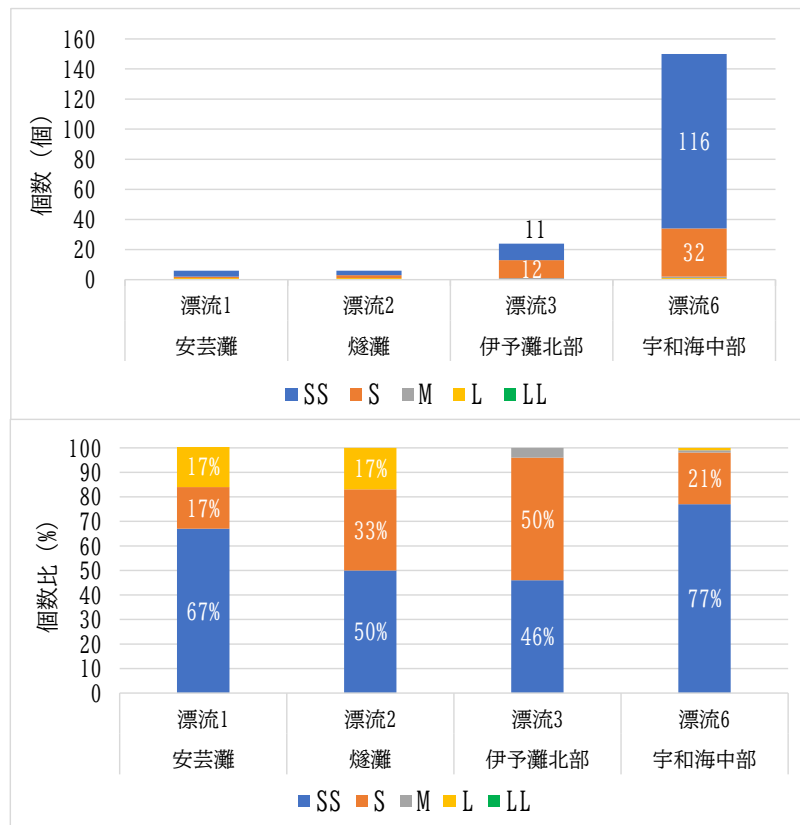
表 3-2-4 漂流ごみのサイズ別発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])

調査地点	海域名	サイズ					総計
		SS	S	M	L	LL	
漂流1	安芸灘	4 (67)	1 (17)	-	1 (17)	-	6
漂流2	燧灘	3 (50)	2 (33)	-	1 (17)	-	6
漂流3	伊予灘北部	11 (46)	12 (50)	1 (4)	-	-	24
漂流6	宇和海中部	116 (77)	32 (21)	1 (1)	1 (1)	-	150

※1 表内の値は、漁具及び人工物のみ。

※2 ()内は割合(%)を示す。

サイズ	大きさの目安
SS	20cm未満
S	20cm以上、50cm未満
M	50cm以上、100cm未満
L	100cm以上、200cm未満
LL	200cm以上



※10%以上を占めるものは割合を記載した。

図 3-2-6 漂流ごみのサイズ別発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])

4) 距離別個数(人工ごみ[漁具・人工物])

漂流ごみの距離別発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])は、表 3-2-5、図 3-2-7 に示すとおりである。

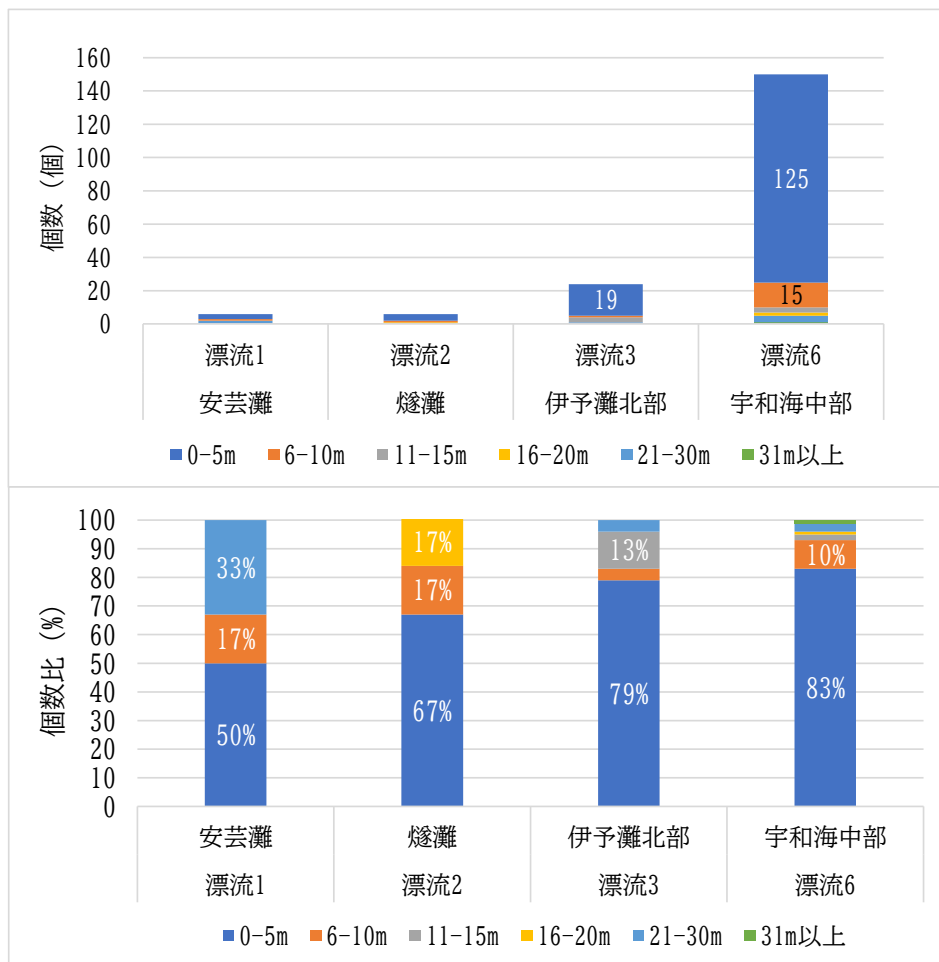
距離別にみると、いずれの地点も漂流ごみの半数以上が調査船から5m以内で確認されていた。調査船から11m以上離れると確認された漂流ごみの数は少なくなるものの、漂流6では、31m以上で1個の漂流ごみが確認された。

表 3-2-5 漂流ごみの距離別発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])

調査地点	海域名	距離						総計
		0-5m	6-10m	11-15m	16-20m	21-30m	31m以上	
漂流1	安芸灘	3 (50)	1 (17)	—	—	2 (33)	—	6
漂流2	燧灘	4 (67)	1 (17)	—	1 (17)	—	—	6
漂流3	伊予灘北部	19 (79)	1 (4)	3 (13)	—	1 (4)	—	24
漂流6	宇和海中部	125 (83)	15 (10)	3 (2)	2 (1)	4 (3)	1 (1)	150

※1 表内の値は、漁具及び人工物のみ。

※2 ()内は割合(%)を示す。



※10%以上を占めるものは割合を記載した。

図 3-2-7 漂流ごみの距離別発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])

5) 種類別個数(人工ごみ[漁具・人工物])

漂流ごみの種類別発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])は、表 3-2-6、図 3-2-8 に示すとおりである。

種類別にみると、漂流 1 及び漂流 3 では「その他プラスチック製品」の割合が最も高く、ともに 67%であった。漂流 2 では、5 種類の漂流ごみが確認されていたが、いずれも 1~2 個であり、割合に大きな違いはみられなかった。漂流 6 では「発泡スチロール」が 51%と最も高い割合を占め、次いで「その他プラスチック製品」が 41%であった。漂流 6 では、発泡スチロール製のブイが削れてできたと思われる小さな発泡スチロール片が漂っているのが多数確認されており、これにより個数が多くなったものと考えられる。

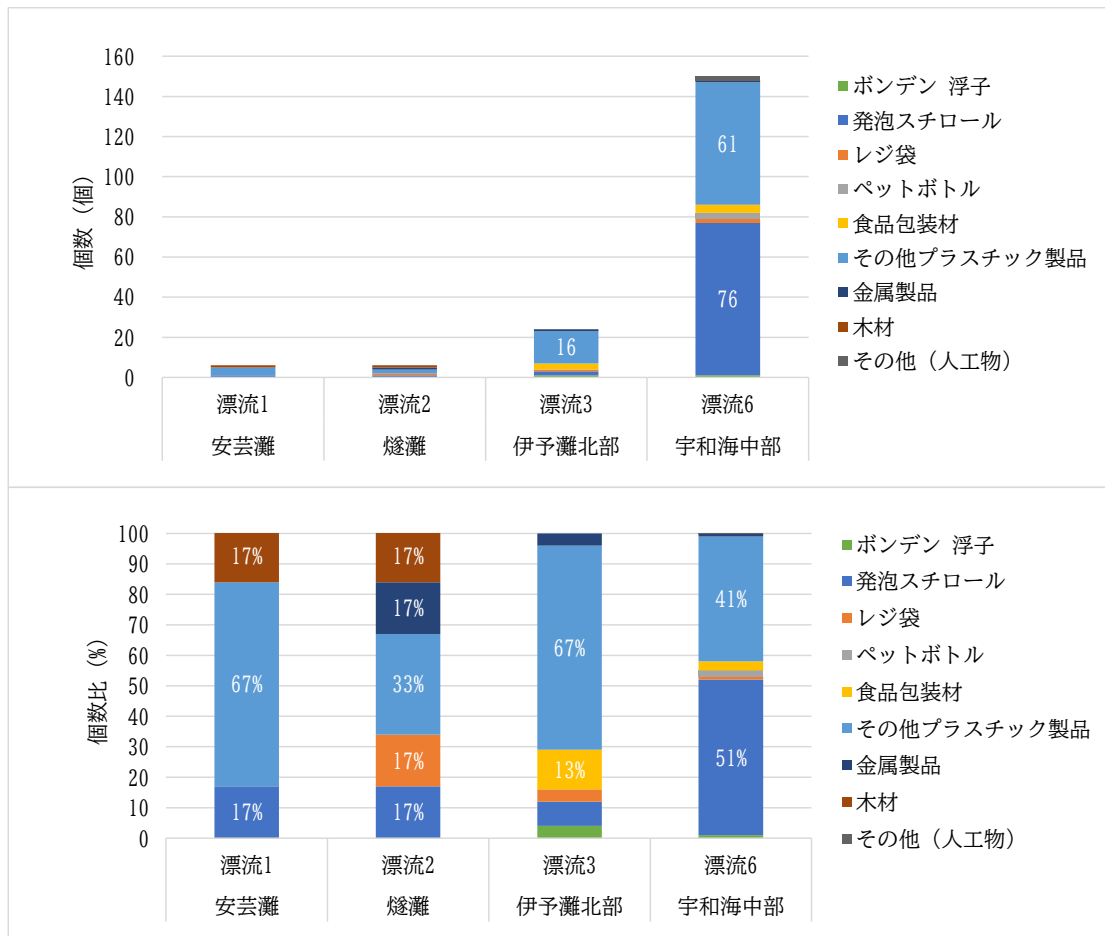
表 3-2-6 漂流ごみの種類別発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])

単位:個数

調査地点	海域名	ボンデン浮子	発泡スチロール	レジ袋	ペットボトル	食品包装材	その他プラスチック製品	金属製品	木材	その他(人工物)	合計
漂流1	安芸灘	-	1 (17)	-	-	-	4 (67)	-	1 (17)	-	6
漂流2	燧灘	-	1 (17)	1 (17)	-	-	2 (33)	1 (17)	1 (17)	-	6
漂流3	伊予灘北部	1 (4)	2 (8)	1 (4)	-	3 (13)	16 (67)	1 (4)	-	-	24
漂流6	宇和海中部	1 (1)	76 (51)	2 (1)	3 (2)	4 (3)	61 (41)	1 (1)	-	2 (1)	150

※1 表内の値は、漁具及び人工物のみ。

※2 ()内は割合(%)を示す。



※10%以上を占めるものは割合を記載した。

図 3-2-8 漂流ごみの種類別発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])

(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3-2-9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。

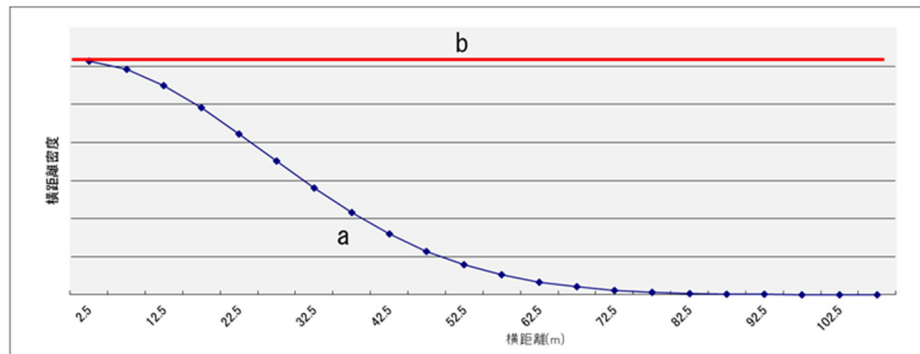


図 3-2-9 目視調査で「発見した漂流ごみ」の個数と「存在していた漂流ごみ」の密度

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、環境省が実施している「沿岸海域における漂流・海底ごみ実態把握調査」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、理論上すべての漂流ごみが発見(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3-2-10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。

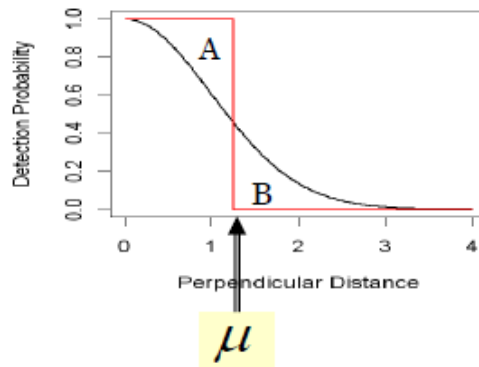


図 3-2-10 半有効探索幅の推定(モデル)

半有効探索幅 μ が定めれば、調査測線の長さ L に乗じて目視範囲の面積を $\mu L(m^2)$ 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 $D(\text{個}/m^2)$ を以下の計算で求めることができる。

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

また、図 3-2-9 から想定されるとおり、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。

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

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

前述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、「発泡スチロール」及び「その他プラスチック製品」の2項目に関しては各海域で比較的多く確認された。

これらの2項目について、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、発見関数を計算して半有効探索幅を求めた。

計算結果の一覧は表 3-2-7 に、求められた種類ごとの半有効探索幅は表 3-2-8 に示すとおりである。

表 3-2-7 計算結果一覧

調査地点	海域	発見関数	発泡スチロール		その他プラスチック製品	
			μ (半有効探索幅：m)	AIC (赤池情報量規準)	μ (半有効探索幅：m)	AIC (赤池情報量規準)
漂流1	安芸灘	Half-Normal型	40.7	10.4	11.3	25.4
		Exponential型	32.5	13.0	8.8	29.4
		Hazard-rate型	38.7	※	12.5	※
漂流2	燧灘	Half-Normal型	28.2	9.7	9.4	13.0
		Exponential型	22.5	12.2	7.5	16.1
		Hazard-rate型	22.5	※	7.5	※
漂流3	伊予灘 北部	Half-Normal型	9.4	13.0	15.2	105.1
		Exponential型	7.5	16.1	10.6	111.6
		Hazard-rate型	7.5	※	14.3	105.8
漂流6	宇和海 中部	Half-Normal型	11.5	449.0	11.2	357.2
		Exponential型	8.5	481.1	8.4	385.7
		Hazard-rate型	11.0	416.6	11.0	332.1

※1 表内の※は、計算結果が収束せず算出不可であったことを示す。

※2 黄色セルは採用値を示し、AICが最小なものを採用した。

表 3-2-8 半有効探索幅

調査地点	海域	半有効探索幅 (m)	
		発泡スチロール	その他 プラスチック製品
漂流1	安芸灘	40.7	11.3
漂流2	燧灘	28.2	9.4
漂流3	伊予灘北部	9.4	15.2
漂流6	宇和海中部	11.0	11.0

3) 漂流ごみ個数密度の計算

前述の半有効探索幅と調査測線の距離(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/km²)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。測線ごとに求めた密度を表 3-2-9、図 3-2-11 に示した。

漂流ごみ個数密度は、「発泡スチロール」が 0.9~255.9 個/km²、「その他プラスチック製品」が 13.0~205.6 個/km²であった。

種類別にみると、「発泡スチロール」は漂流 6(宇和海中部)で 255.9 個/km²と最も高く、次いで漂流 3(伊予灘北部)で 7.7 個/km²であった。「その他プラスチック製品」は、漂流 6 で 205.6 個/km²と最も高く、次いで、漂流 3 で 38.3 個/km²であった。

表 3-2-9 漂流ごみ個数密度一覧

調査地点	海域名	航行距離 (km)	発見個数 (個)		半有効探索幅 (m)		ごみ個数密度 (個/km ²)	
			発泡スチロール	その他プラスチック製品	発泡スチロール	その他プラスチック製品	発泡スチロール	その他プラスチック製品
漂流1	安芸灘	13.6	1	4	40.7	11.3	0.9	13.0
漂流2	燧灘	13.8	1	2	28.2	9.4	1.3	7.7
漂流3	伊予灘北部	13.8	2	16	9.4	15.2	7.7	38.3
漂流6	宇和海中部	13.5	76	61	11.0	11.0	255.9	205.6

※ごみ個数密度=発見個数/(航行距離×(半有効探索幅×2))
 ※航行距離はGPS記録より算出。

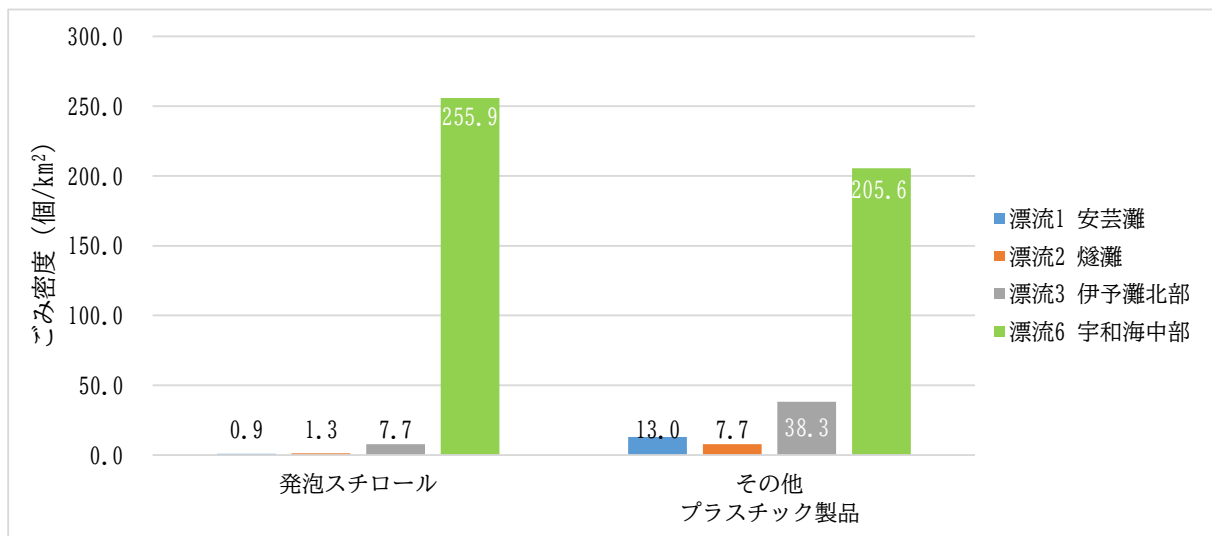


図 3-2-11 漂流ごみ個数の密度

2.2. 各調査地点の特徴

漂流1(安芸灘)では、確認された漂流ごみは合計8個と全地点中最も少なく、「人工ごみ[漁具・人工物]」はそのうち6個(75%)であった。「漁具」は確認されず、「その他プラスチック製品」が4個(67%)、次いで「発泡スチロール」及び「木材」が1個ずつ確認された。現地調査時、視界は良好で、調査船から25m及び30mとやや遠方の漂流ごみも確認された。しかし、海上は波やうねりが生じていたため、小さな漂流ごみは発見しにくい状態であった可能性がある。

漂流2(燧灘)では、漂流1と類似した結果であり、確認された漂流ごみは合計9個と少なかった。そのうちの「人工ごみ[漁具・人工物]」の数は漂流1と同様の6個(67%)であった。漂流1と同様に「漁具」は確認されなかった。「人工ごみ[漁具・人工物]」に種別の偏りはみられず「その他プラスチック製品」、「レジ袋」、「発泡スチロール」、「金属製品」及び「木材」が1~2個確認された。現地調査時の天候は曇り時々雨であったが、波は穏やかで目視観察が容易な環境であった。

漂流3(伊予灘北部)では、合計132個の漂流ごみが確認され、全地点中2番目に多かった。確認された漂流ごみの大多数は「自然物」であり、その割合は82%と全地点中最も高く、そのうち「流れ藻」が大多数を占めていた。「人工ごみ[漁具・人工物]」では「その他プラスチック製品」が16個(67%)と最も多く、その他は漁具の「ボンデン・浮子」、人工物の「発泡スチロール」、「レジ袋」、「食品包装材」及び「金属製品」が1~3個であった。現地調査時、右舷側では日光の反射により海面が見づらくなることがあり、海面に泡が発生している場所もあったため、一部海域では漂流ごみを発見しにくかった可能性がある。

漂流6(宇和海中部)では、確認された漂流ごみは189個と全地点中最も多かった。確認された漂流ごみの79%は「人工物」であり、そのうち「発泡スチロール」が51%、次いで「その他プラスチック製品」が41%と多かった。それぞれの発見個数(76個、61個)は全地点中最も高く、1km²あたりの個数密度も他の地点と比べて非常に高い結果であった。養殖で使用されている発泡スチロールブイが数cm程度の破片状に細かく砕け、海域に広く漂っている様子が確認されており、これが沖合にも流出しているものと考えられた。