

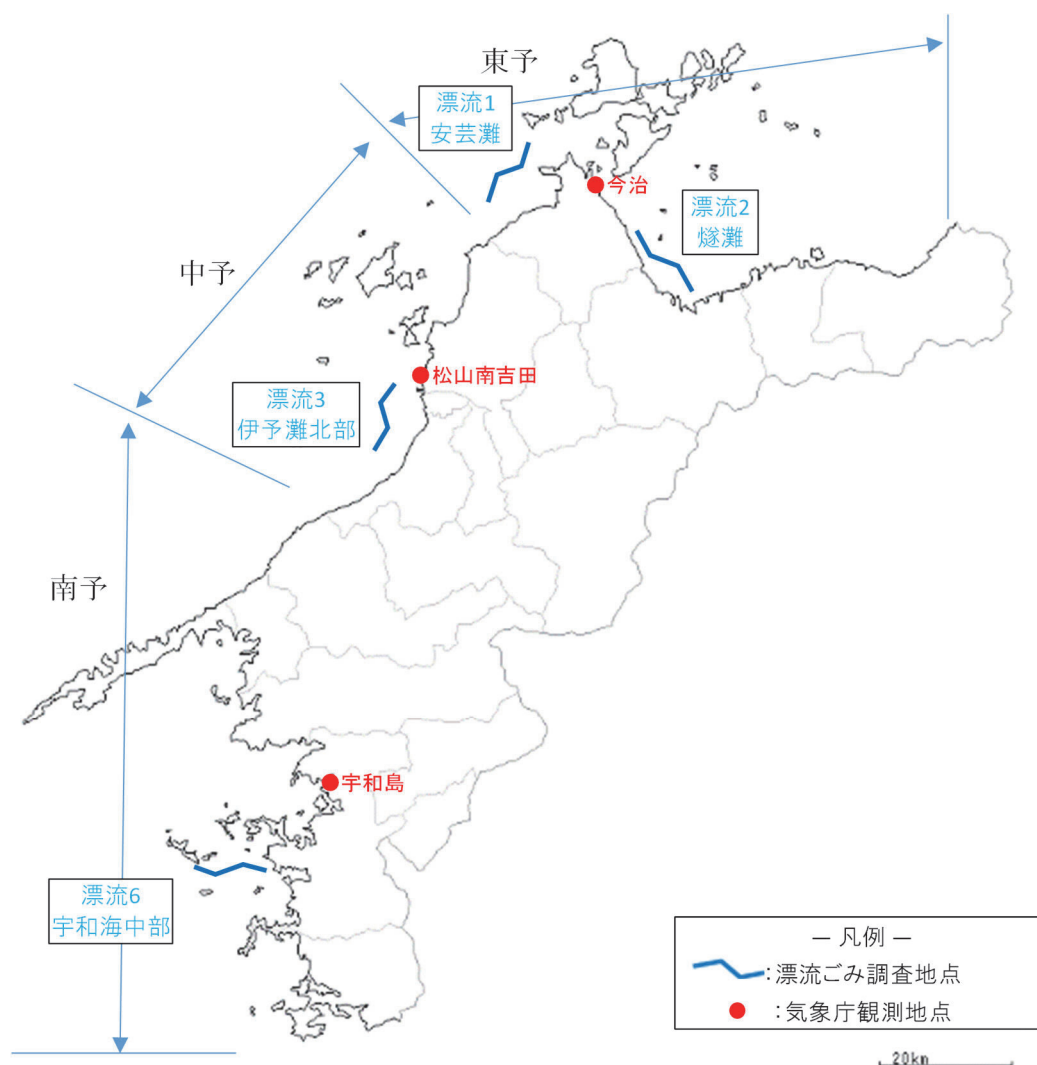
2. 漂流ごみ調査

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3年10月13日～23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23日 8:50~10:30
漂流2	燧灘	10月13日 8:38~10:12
漂流3	伊予灘北部	10月14日 8:20~10:04
漂流6	宇和海中部	10月15日 8:12~9:44



出典：国土地理院 (<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>) に加筆

図 3-2-1 漂流ごみ調査地点図

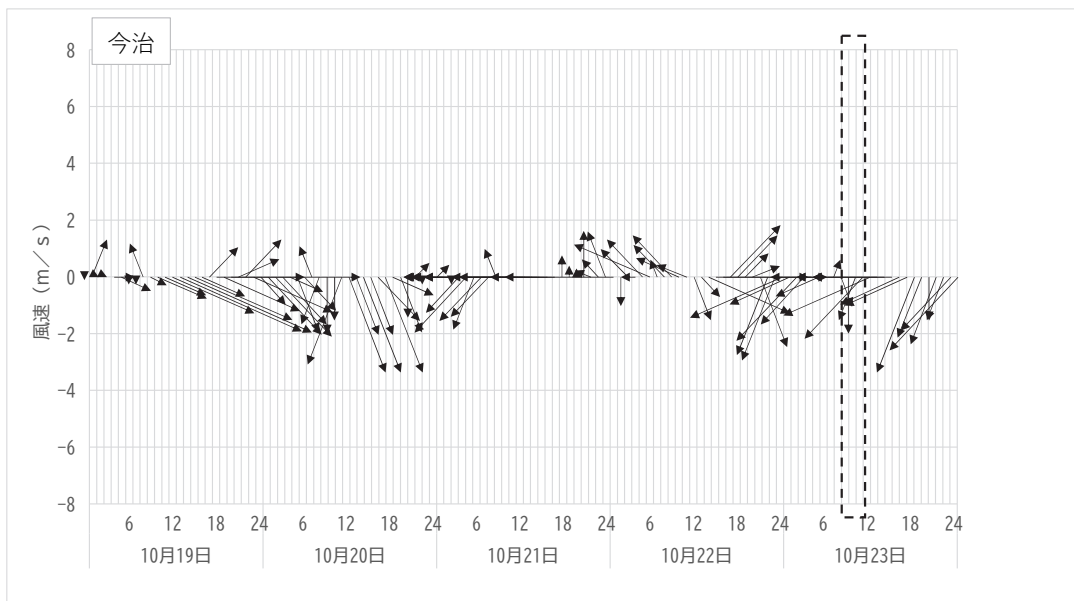
(1) 観測航跡と観測時の気象

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 に示した。

漂流 1 では、風況ベクトル図をみると、調査前 10 時間は北東の風が吹いていた。風配図をみると、風向は西北西から東まで幅広く、北寄りの風の頻度が高かった。なお、調査前 5 日間に降雨はなかった。

現地調査開始時における船上での測定結果は、北東の風、風速 5.4m/sec であり、海上ではやや波がある状態であった。また、調査日の天候は快晴であり、太陽光の影響を受けやすい状況であった。

【漂流 1】



※破線枠は調査日時を示す。

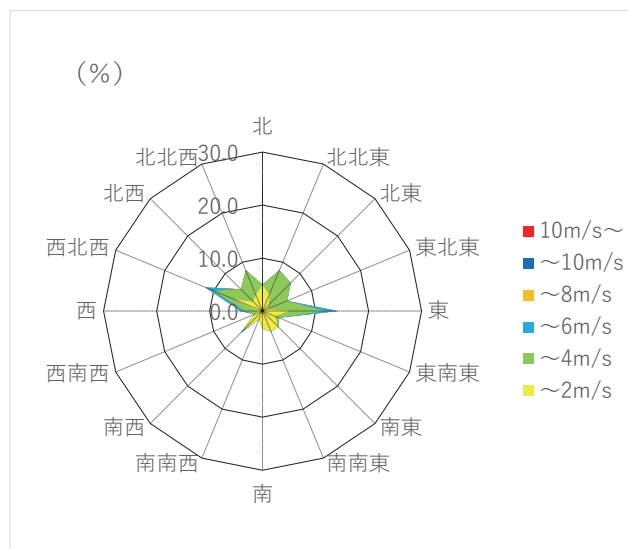
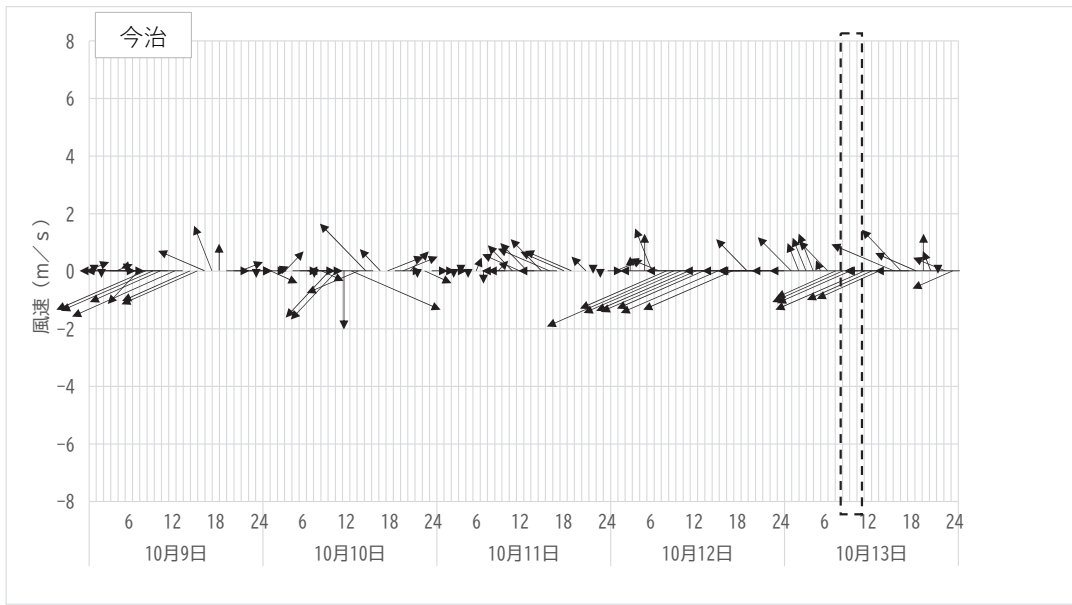


図 3-2-2(1) 風況ベクトル図(上)と風配図(下) (漂流 1)

漂流 2 では、風況ベクトル図をみると、調査前の数時間は北東の風であり、風配図をみると、風向は東北東から東の頻度が高かった。なお、調査前 5 日間に降雨はなかった。

現地調査開始時における船上での測定結果は、東北東の風、風速 3.0m/sec であり、海況は穏やかであった。また、調査日の天候は曇であり、非常に海面が確認しやすい状況であった。

【漂流 2】



※破線枠は調査日時を示す。

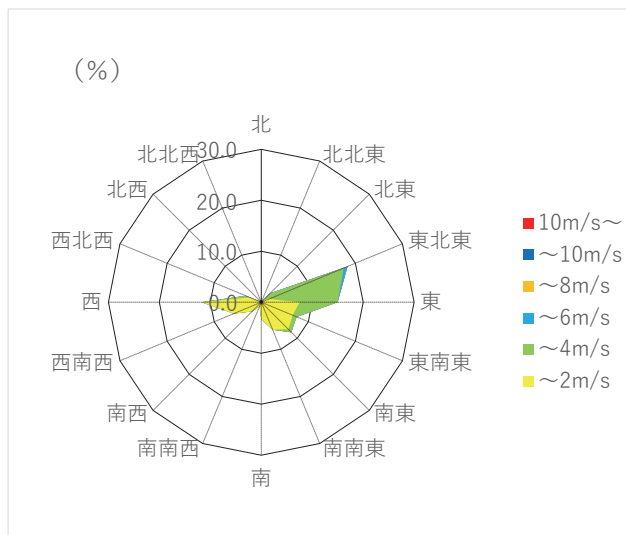
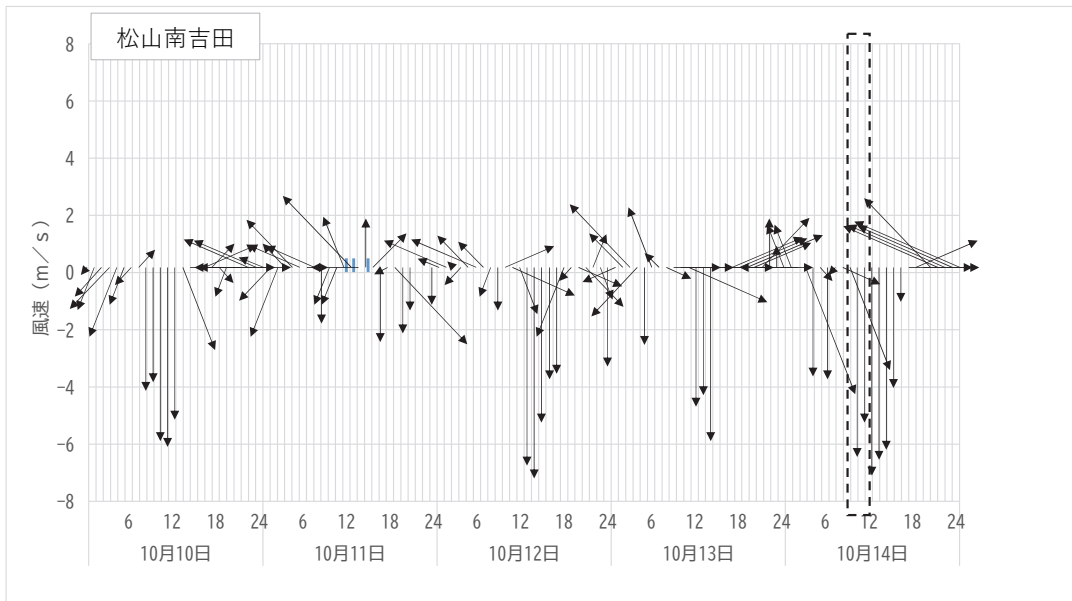


図 3-2-2 (2) 風況ベクトル図(上)と風配図(下) (漂流 2)

漂流 3 では、風況ベクトル図をみると、調査前 6 時間は北の風であり、その前は西寄りの風であった。風配図をみると、風向は北の頻度が高く、次いで南東や西の頻度が高く、風向きは多様であった。なお、調査の 3 日前に 1.5mm の降雨があった。

現地調査開始時における船上での測定結果は、北の風、風速は 1.3m/sec であり、海況は穏やかであった。また、調査日の天候は晴であり、太陽光の影響をうけやすい状況であった。

【漂流 3】



※破線枠は調査日時を示す。

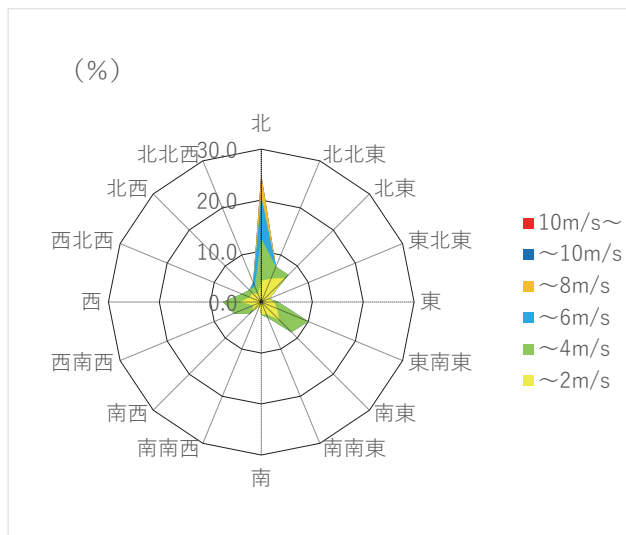
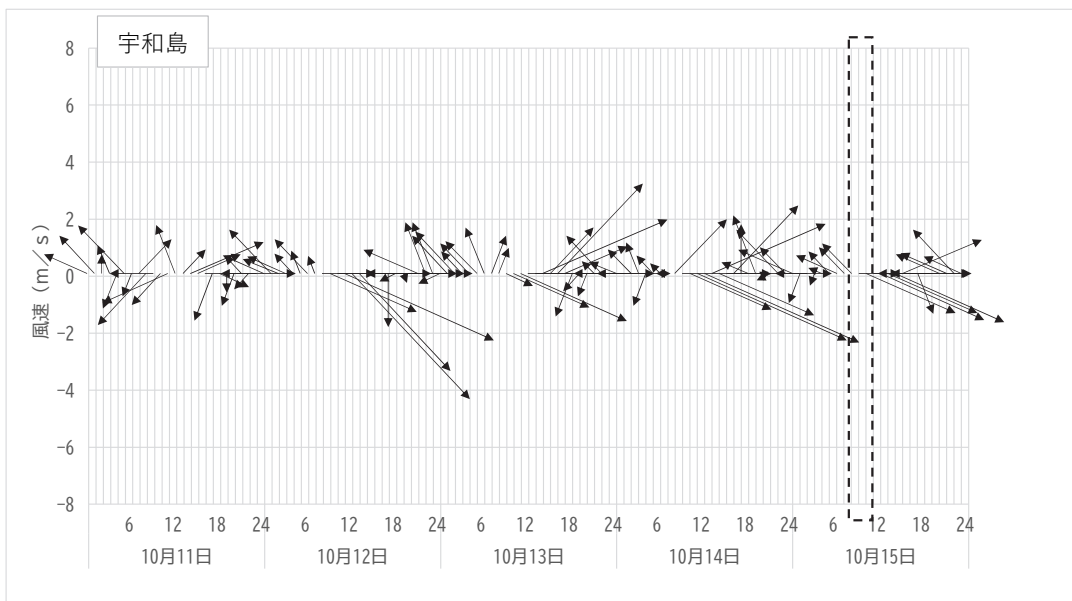


図 3-2-2 (3) 風況ベクトル図(上)と風配図(下) (漂流 3)

漂流 6 では、風況ベクトル図をみると、調査前日の 9 時から 17 時までは西寄りのやや強い風 (2.5~5.7m/sec) が吹いていた。風配図をみると、風向は南東もしくは西北西の頻度が高く、南東より西北西のほうが風速はやや大きかった。なお、現地調査の 4 日前に合計 24.5mm の降雨があった。

現地調査開始時における船上での測定結果は、北西の風、風速 2.4m/sec であり、海況は穏やかであった。また、調査日の天候は快晴であり、太陽光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。

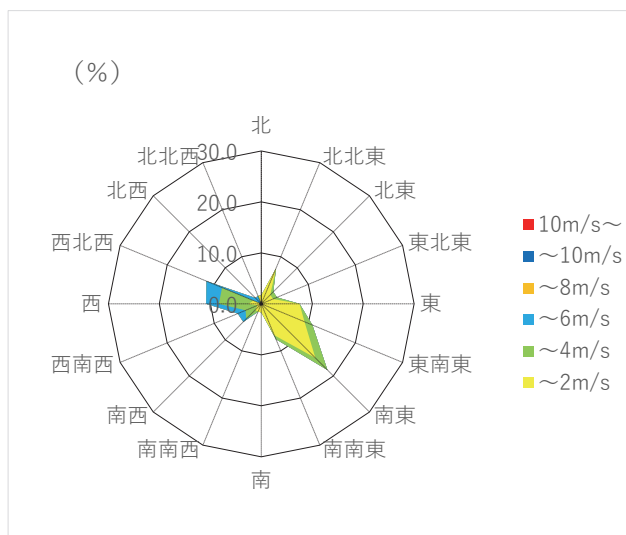
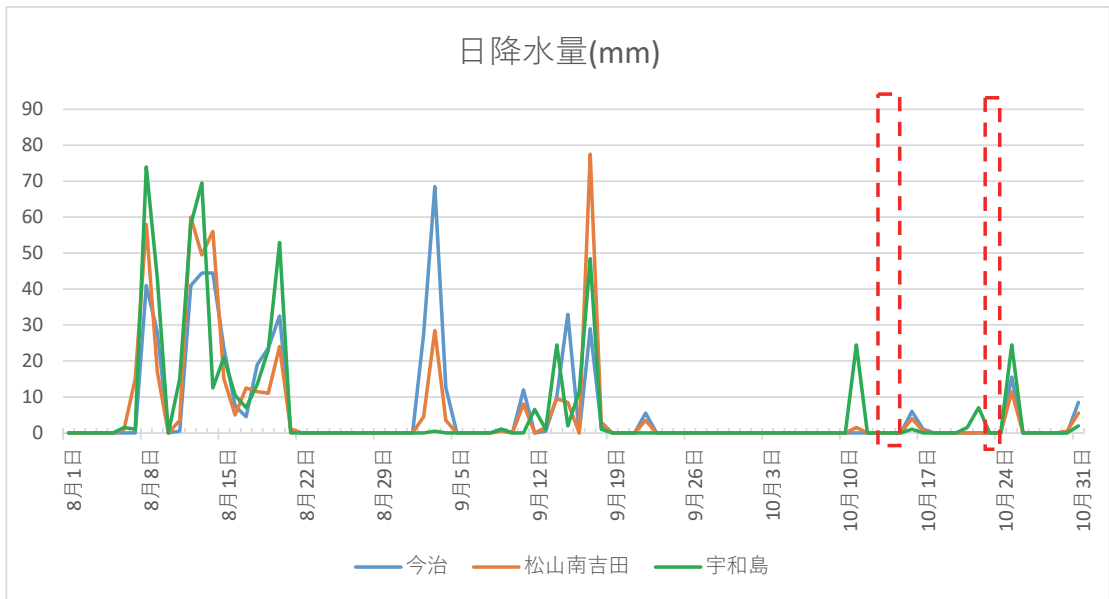


図 3-2-2 (4) 風況ベクトル図(上)と風配図(下) (漂流 6)



※ 赤破線は調査日を示す。

図 3-2-3 調査期間中の降水量 (2021年8月1日~10月31日)

(2) 目視調査結果

現地調査における目視観察結果を表 3-2-2 にまとめた。

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	
		発泡スチロール漁具				1	1	
人工物 (漁具以外)	その他プラスチック製品	シャンプーボトル			1		1	
		ビニール		3	1		4	
		ビニールひも				1	1	
		ビニール片	7		17	3	27	
		プラスチックカップ		1		1	2	
		プラスチックボール				1	1	
		プラスチックラベル			1		1	
		プラスチック片		3	4	3	10	
		食品包装				1		1
	食品包装材	トレイ				1	1	
		ビニール袋			2	1	3	
		プラスチック食品容器				1	1	
		紙/パック				1	1	
		食品袋			1		1	
	肥料袋				1	1		
	レジ袋	レジ袋			1		1	
	発泡スチロール	発泡スチロール片	3	14	11	514	542	
	ペットボトル	ペットボトル	2	4	1	1	8	
		ペットボトルキャップ	1				1	
	金属製品	スプレー缶			1		1	
		缶			5	1	6	
		缶(飲料以外)			1		1	
	木材	木材	1	2	2		5	
木片			1	2	2	5		
その他(人工物)	タバコ			1		1		
	割り箸			1		1		
自然物	流れ藻	流れ藻			49		49	
	流木	流木		7	2		9	
	その他(自然物)	枝			4	1	5	
		植物片			204	4	21	229
		草(かたまり)			1			1
		竹			3	1		4
葉			3		91	94		
漁具		0	1	0	1	2		
人工物(漁具以外)		14	34	51	529	628		
自然物		0	215	62	114	391		
合計			14	250	113	644	1,021	

1) 発見個数（全種）

漂流ごみの発見個数(全種類合計)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 644 個と最も多く、次いで、漂流 2(燧灘)が 250 個であった。

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 530 個と最も多く、次いで、漂流 3(伊予灘北部)が 51 個であった。

人工ごみ[漁具・人工物]のうち、「漁具」は漂流 2 と漂流 6 でそれぞれ 1 個確認された。

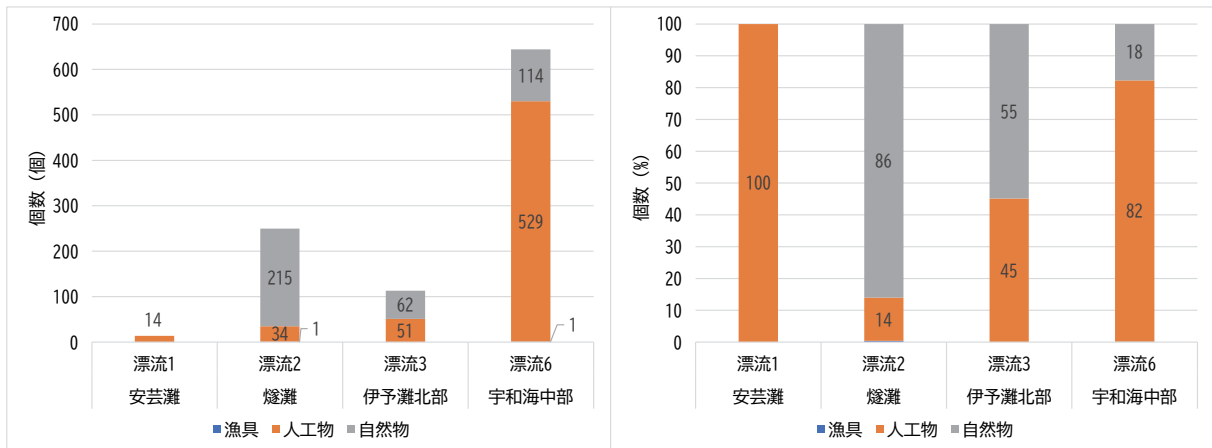


図 3-2-4(1) 漂流ごみの発見個数(全種類合計)

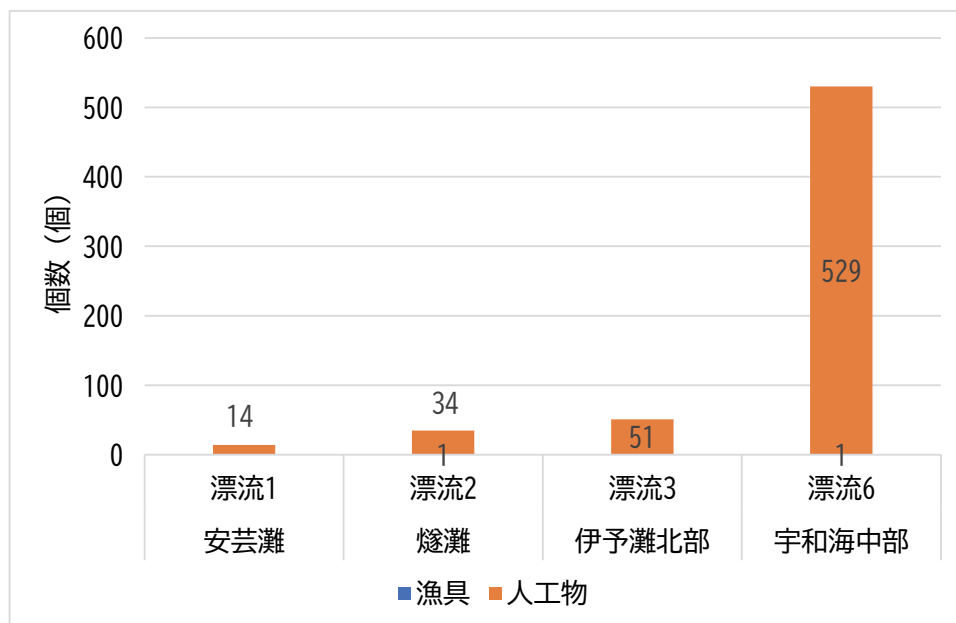


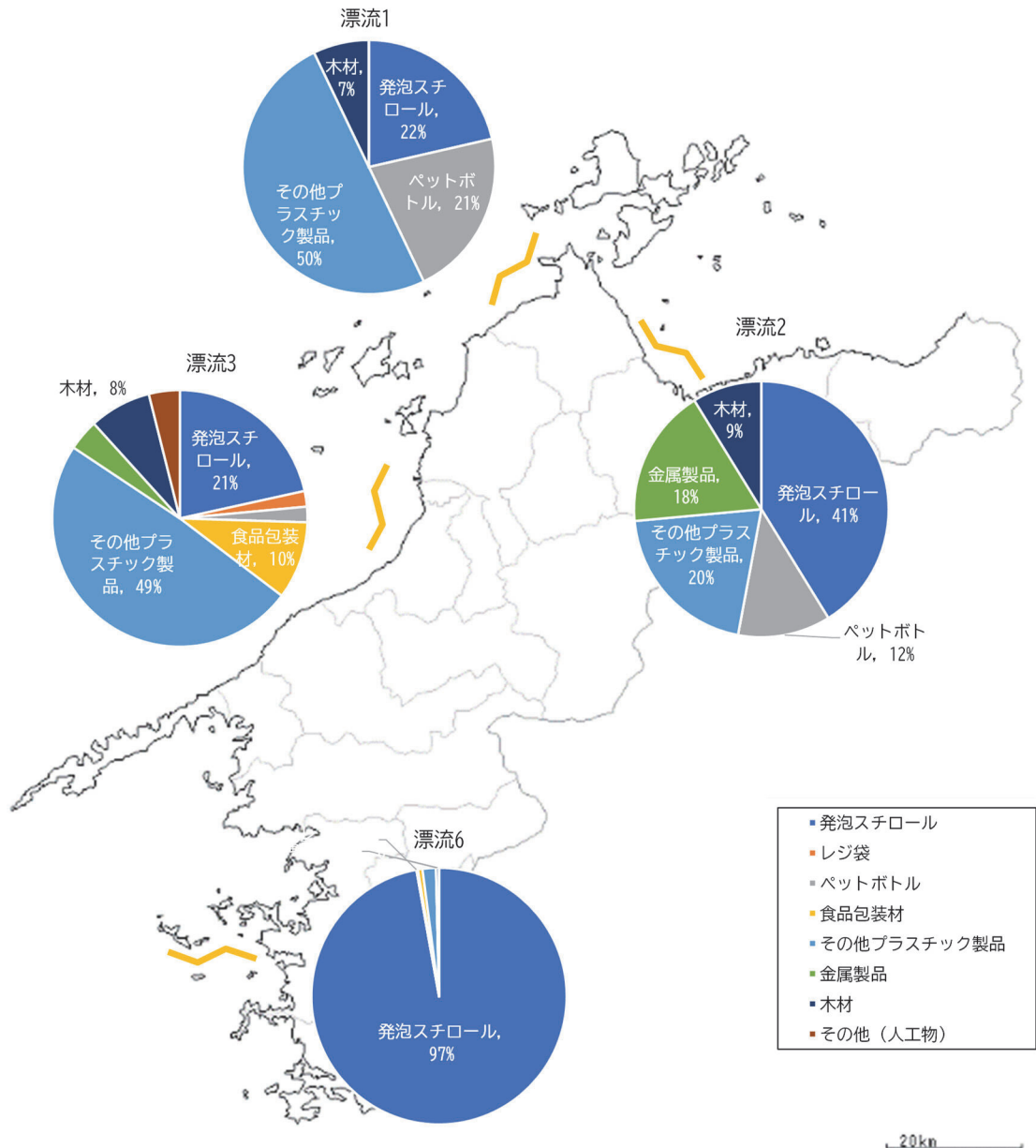
図 3-2-4(2) 漂流ごみの発見個数(人工ごみ[漁具・人工物])

2) 人工ごみの組成

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

漂流 2 と漂流 6 では「発泡スチロール」の割合が高く、特に漂流 6 では 97%と非常に高かった。また、漂流 2 では「発泡スチロール」以外に「金属製品」の割合が 18%と比較的高かった。

漂流 1（安芸灘）と漂流 3（伊予灘北部）では、「その他プラスチック製品」の割合が最も高く、それぞれ 50%、49%を占めた。また、漂流 3 では「食品包装材」の割合が 10%と他の地点に比べて高かった。



出典：国土地理院 (<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>) に加筆

図 3-2-5 漂流ごみの組成

3) サイズ別個数（漁具・人工物）

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

いずれの地点においても SS サイズ（20cm 未満）のものが最も多く、漂流 6 では 98%、漂流 1 では 79%、漂流 3 では 69%であった。漂流 2 では、SS サイズが 51%、S サイズ（20cm 以上 50cm 未満）が 46%であった。

M サイズは、「肥料袋」や「発泡スチロール片」、「木材」、「プラスチックボール」、L サイズは漂流 2 で確認された「プラスチック片」、LL サイズは漂流 3 で確認された「木材」であった。

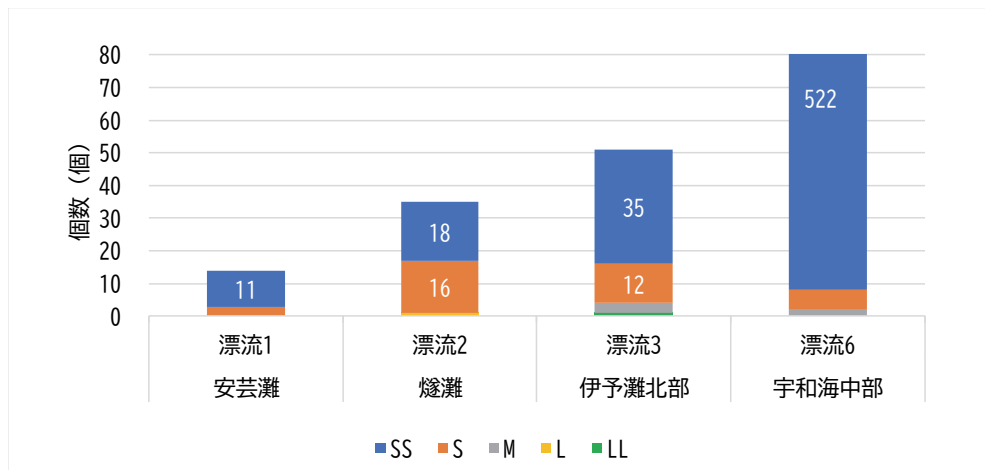
表 3-2-3 漂流ごみのサイズ別発見個数（漁具・人工物）

単位:個数

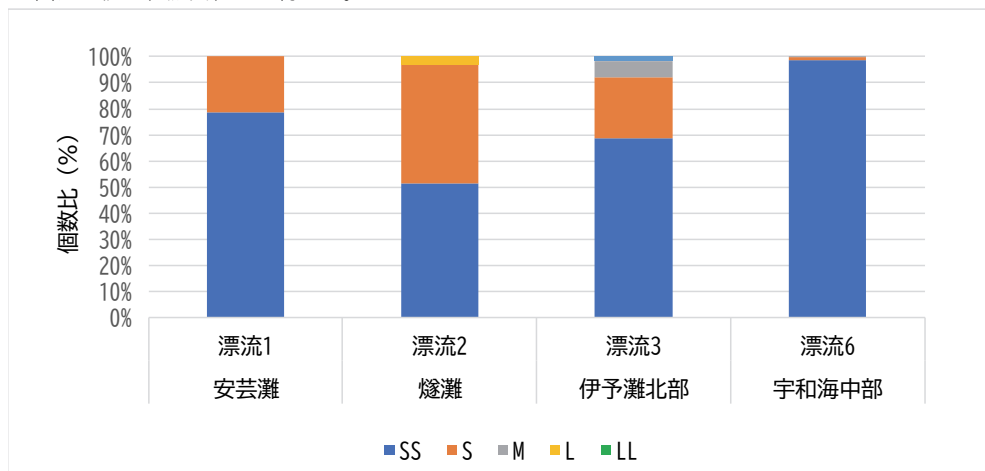
調査地点	海域名	サイズ					総計
		SS	S	M	L	LL	
漂流1	安芸灘	11	3				14
漂流2	燧灘	18	16		1		35
漂流3	伊予灘北部	35	12	3		1	51
漂流6	宇和海中部	522	6	2			530

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

※表内の値は、漁具、人工物のみ。



※図内の値は、漁具、人工物のみ。



※図内の値は、漁具、人工物のみ。

図 3-2-6 漂流ごみのサイズ別発見個数（漁具・人工物）

4) 距離別個数（漁具・人工物）

漂流ごみの距離別発見個数（漁具・人工物）は、表 3-2-4、図 3-2-7 に示すとおりである。

距離別にみると、漂流 2 と漂流 3、漂流 6 では調査船から 31m 以遠でもごみが確認されており、特に、漂流 2 では 31m 以遠でも 23%のごみが確認された。

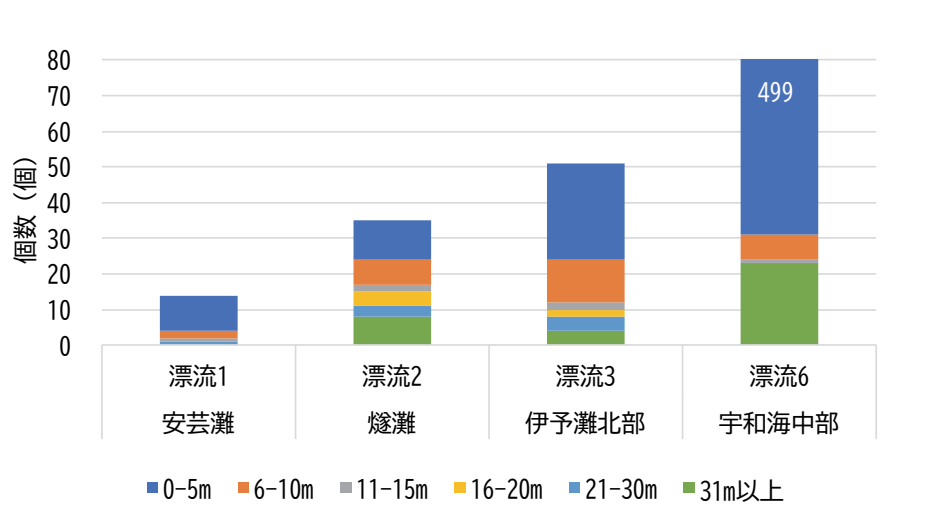
漂流 1 ではすべて 30m 以内で確認されており、ごみの 85%が 10m 以内で確認された。また、漂流 6 では、94%が 5m 以内で確認されていた。

表 3-2-4 漂流ごみの距離別発見個数（漁具・人工物）

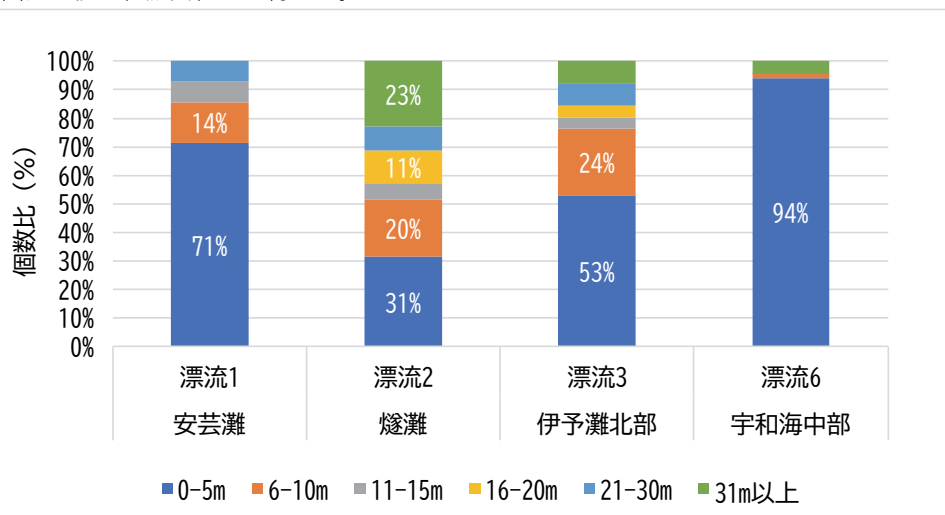
単位:個数

調査地点	海域名	距離(m)						総計
		0-5m	6-10m	11-15m	16-20m	21-30m	31m以上	
漂流1	安芸灘	10	2	1	0	1	0	14
漂流2	燧灘	11	7	2	4	3	8	35
漂流3	伊予灘北部	27	12	2	2	4	4	51
漂流6	宇和海中部	499	7	1	0	0	23	530

※表内の値は、漁具、人工物のみ。



※図内の値は、漁具、人工物のみ。



※図内の値は、漁具、人工物のみ。

(上図:個数、下図:個数比率)

図 3-2-7 漂流ごみの距離別発見個数（漁具・人工物）

5) 種類別個数（漁具・人工物）

漂流ごみの種類別発見個数（漁具・人工物）は、表 3-2-5、図 3-2-8 に示すとおりである。

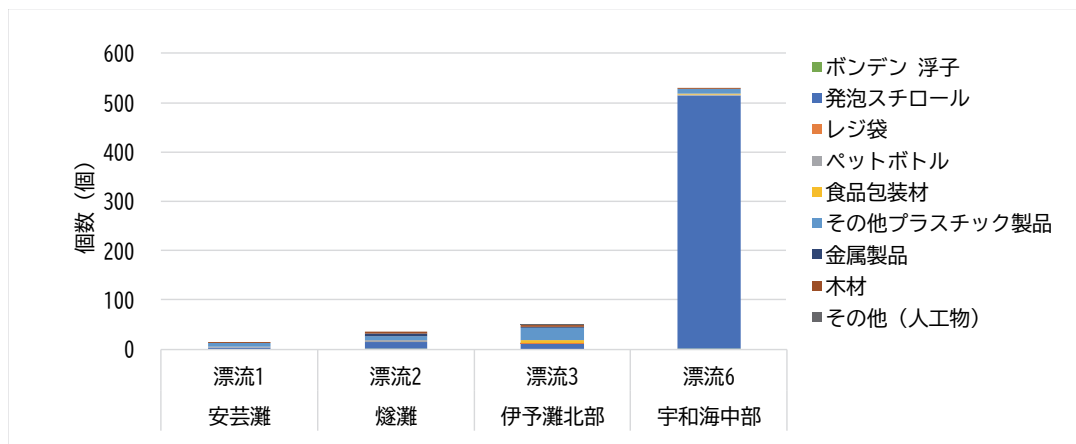
種類別にみると、漂流 6 では「発泡スチロール」の割合が 97%と非常に高く、発泡スチロールが削れてできたと思われる細かな「発泡スチロール片」が多数確認された。また、漂流 2 でも「発泡スチロール」の割合が 40%と最も高かった。漂流 1 と漂流 3 では「その他プラスチック製品」の割合がそれぞれ 50%、49%を占め、次いで漂流 1 では「発泡スチロール」、「ペットボトル」がともに 21%、漂流 3 では「発泡スチロール」が 22%を占めていた。

表 3-2-5 漂流ごみの種類別発見個数（漁具・人工物）

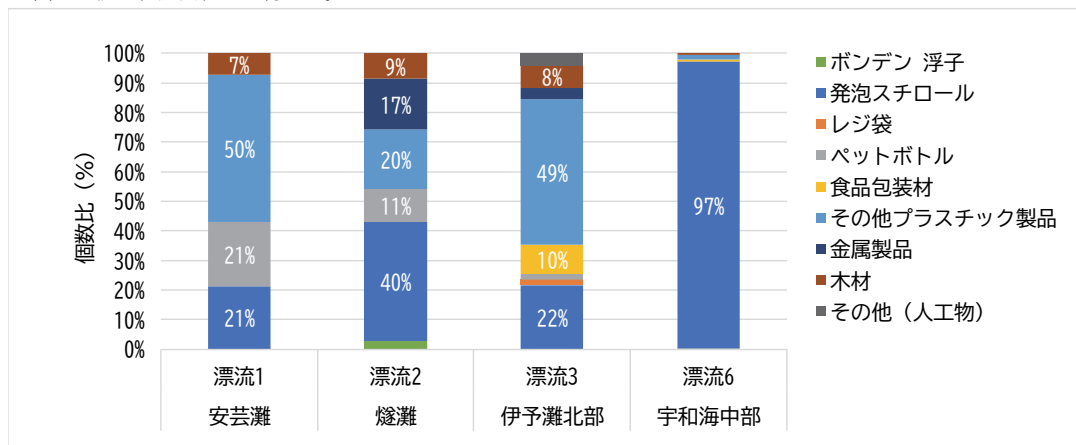
単位:個数

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)	
漂流1	安芸灘		3		3		7		1		14
漂流2	燧灘	1	14		4		7	6	3		35
漂流3	伊予灘北部		11	1	1	5	25	2	4	2	51
漂流6	宇和海中部	1	514		1	3	9		2		530

※表内の値は、漁具、人工物のみ。



※図内の値は、漁具、人工物のみ。



※図内の値は、漁具、人工物のみ。

(上図：個数、下図：個数比率)

図 3-2-8 漂流ごみの種類別発見個数（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。

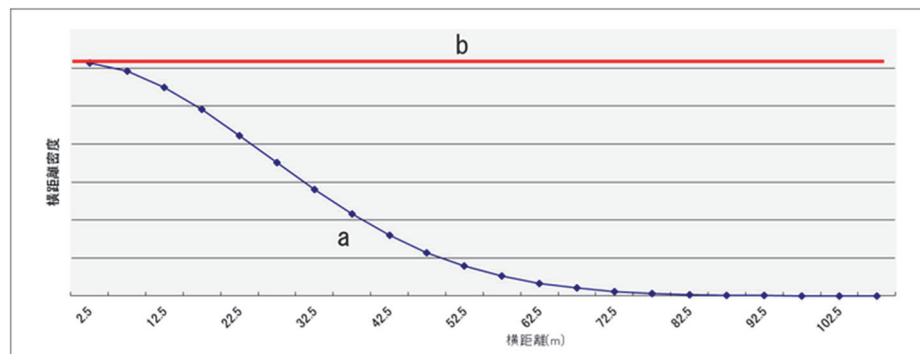


図 3-2-9 目視調査で「発見した漂流ごみ」の個数と「存在していた漂流ごみ」の密度

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 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。

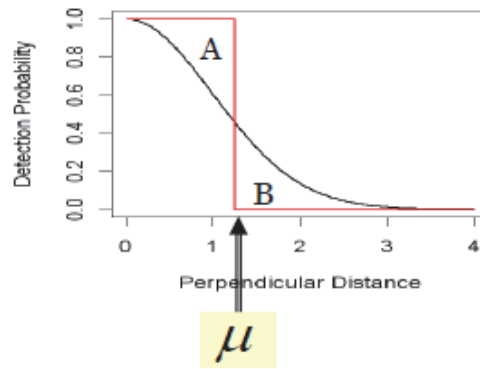


図 3-2-10 半有効探索幅の推定（モデル）

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 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。

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

また、図 3-2-9 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。

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

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

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、「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 3-2-6 に、求められた種類ごとの半有効探索幅は表 3-2-7 に示すとおりである。

表 3-2-6 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	9.4	18.4	11.5	43.2
		Exponential型	7.5	22.1	8.9	48.6
		Hazard-rate型	12.4	※	12.4	※
漂流2	燧灘	Half-Normal型	51.6	126.4	41.6	61.2
		Exponential型	30.7	127.9	21.1	60.7
		Hazard-rate型	50.7	129.1	19.3	58.6
漂流3	伊予灘 北部	Half-Normal型	77.7	108.8	17.6	170.3
		Exponential型	28.0	99.3	11.9	177.8
		Hazard-rate型	18.7	88.6	16.4	169.9
漂流6	宇和海 中部	Half-Normal型	13.1	3159.8	12.2	56.1
		Exponential型	8.7	3250.9	9.2	61.9
		Hazard-rate型	10.5	2785.9	12.7	56.3

※は、計算結果が収束せず算出不可を示す。

黄色セルは採用値を示し、AICが最小なものを採用した。

表 3-2-7 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	9.4	11.5
漂流2	燧灘	51.6	19.3
漂流3	伊予灘北部	18.7	16.4
漂流6	宇和海中部	10.5	12.2

3) ごみ個数密度の計算

上記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 3-2-8、図 3-2-11 に示した。

漂流ごみ密度は、「発泡スチロール」が 9.8~1,821.7 個/km²、「その他プラスチック製品」が 13.0~55.8 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 1,821.7 個/km²と高く、次いで漂流 3(伊予灘北部)で 21.6 個/km²であった。「その他プラスチック製品」は、漂流 3で 55.8 個/km²と高く、次いで、漂流 6で 27.4 個/km²であった。

表 3-2-8 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	13.4	3	7	9.4	11.5	11.9	22.7
漂流2	燧灘	13.9	14	7	51.6	19.3	9.8	13.0
漂流3	伊予灘北部	13.6	11	25	18.7	16.4	21.6	55.8
漂流6	宇和海中部	13.4	514	9	10.5	12.2	1821.7	27.4

※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。

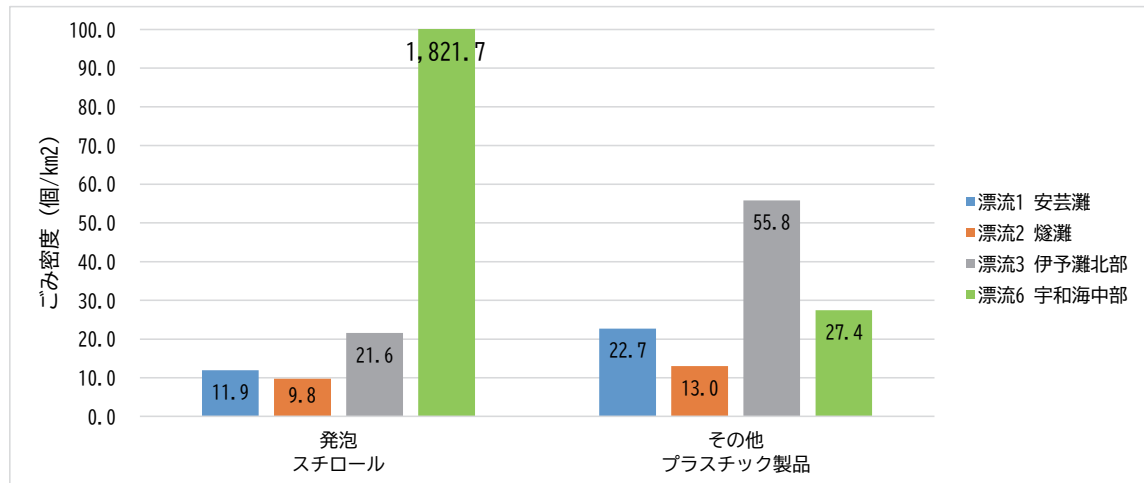


図 3-2-11 漂流ごみ個数の密度

2.2. 各調査地点の特徴

漂流 1 (安芸灘) では、漂流ごみが全体的に少なく、「発泡スチロール」や「ペットボトル」、「その他プラスチック製品」がわずかに確認されたに過ぎなかった。現地調査時は、海上はやや波がある状況であったため、小さなごみは他の調査地点に比べ、発見しにくかった可能性が考えられる。

漂流 2 (燧灘) では、「自然物」の割合が他の地点よりも多く、「人工物」は比較的少なかった。種別にみると、他の地点同様「発泡スチロール」がやや多いが、その他、「金属製品」や「ペットボトル」が比較的多く確認された。漂流 2 では 31m 以遠で確認されたごみの割合が他の地点よりも高かったが、これは調査時の海況が平穏であり、かつ、天候が曇であったため、海面を視認しやすい状況であったことが一つの要因と考えられる。

漂流 3 (伊予灘北部) では、「シャンプーボトル」や「肥料袋」、「ビニール片」や「タバコ」、「割りばし」など、多種多様なごみが確認され、「その他プラスチック製品」の密度は、4 地点中で最も高かった。

漂流 6 (宇和海中部) では、「発泡スチロール」が非常に多く、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た。調査前 5 日間でみると、調査海域では西北西の風、もしくは南東の風の頻度が高かったことから、これらのごみは、調査海域周辺において、しばらくの間、東西方向の移動を繰り返していたものと考えられる。