

第IV章 漂流ごみ実態把握調査

IV.1. 漂流ごみ現地調査方法

東京湾、石狩湾及び玄界灘とその周辺海域（以降、「玄界灘」とする）において、漂流ごみ実態調査及びマイクロプラスチック採集調査を実施した。これらの調査の実施海域や方法等の詳細は、令和元年度沿岸海域における漂流・海底ごみ実態把握調査検討会での検討を経て最終決定された。

IV.1.1 調査実施区域の選定

東京湾、石狩湾及び玄界灘における漂流ごみ実態調査の実施海域は、海底ごみ実態調査と同様に、以下の手順で選定した。まず、それぞれの海域に面する都道府県のごみ担当者及び水産部局等を通じて、漂流ごみ実態調査への協力が期待できる漁業協同組合の紹介を得た。また、別途に、漂流ごみの流出源となり得る河川や人口密集地の位置を考慮して、漂流ごみが多いと想定される海域を抽出した。その上で、後者の海域に近い漁協に調査への協力の意向確認をし、確認できたケースを候補地とした。その結果を検討会に提示し、承認が得られた海域を最終的な調査実施海域に決定した。

以上の手順で最終決定された調査実施海域は、東京湾、石狩湾及び玄界灘それぞれに6海域、合計18海域となった。このうち東京湾内の6海域は、H27年度及びH30年度に実施された漂流ごみ実態調査での海域と同一とし、年度間での比較がしやすいようにした。

実際の現場調査は、低速航走する調査船上からの目視観測及びその途上でのマイクロプラスチック採集なので、調査は各海域内に設定した1本の観測線上で実施することとした。

観測線は、河口から流出した漂流ごみをできるだけ広範囲で効率的に採集するため、陸岸と平行に設定して河口域を横断するように配置した。この場合も、東京湾では過年度の観測線位置と一致させるようにした。

IV. 1. 2 調査の実施

調査を実施した 18 測線は、表 IV. 1-1 及び図 IV. 1-1～図 IV. 1-3 に示すとおりであった。

表 IV. 1-1 調査地点と調査実施日

湾名	海域	測線名	実施
東京湾	湾奥	東京_1	R1. 11. 6
		東京_2	R1. 11. 6
	湾央	東京_3	R1. 11. 7
		東京_4	R1. 10. 23
	湾口	東京_5	R1. 11. 8
		東京_6	R1. 10. 29
石狩湾	浜益沖北	石狩_1	R1. 10. 8
	浜益沖南	石狩_2	R1. 10. 8
	厚田沖	石狩_3	R1. 10. 11
	石狩沖	石狩_4	R1. 10. 11
	小樽沖	石狩_5	R1. 10. 7
	余市沖	石狩_6	R1. 10. 7
玄界灘	津屋崎沖	玄界灘_1	R1. 10. 30
	海の中道沖	玄界灘_2	R1. 10. 30
	博多湾	玄界灘_3	R1. 11. 10
	三瀬沖	玄界灘_4	R1. 11. 8
	土器埼沖	玄界灘_5	R1. 11. 6
	唐津湾	玄界灘_6	R1. 11. 6

R1 年度 漂流ごみ調査実施状況 調査測線 東京湾

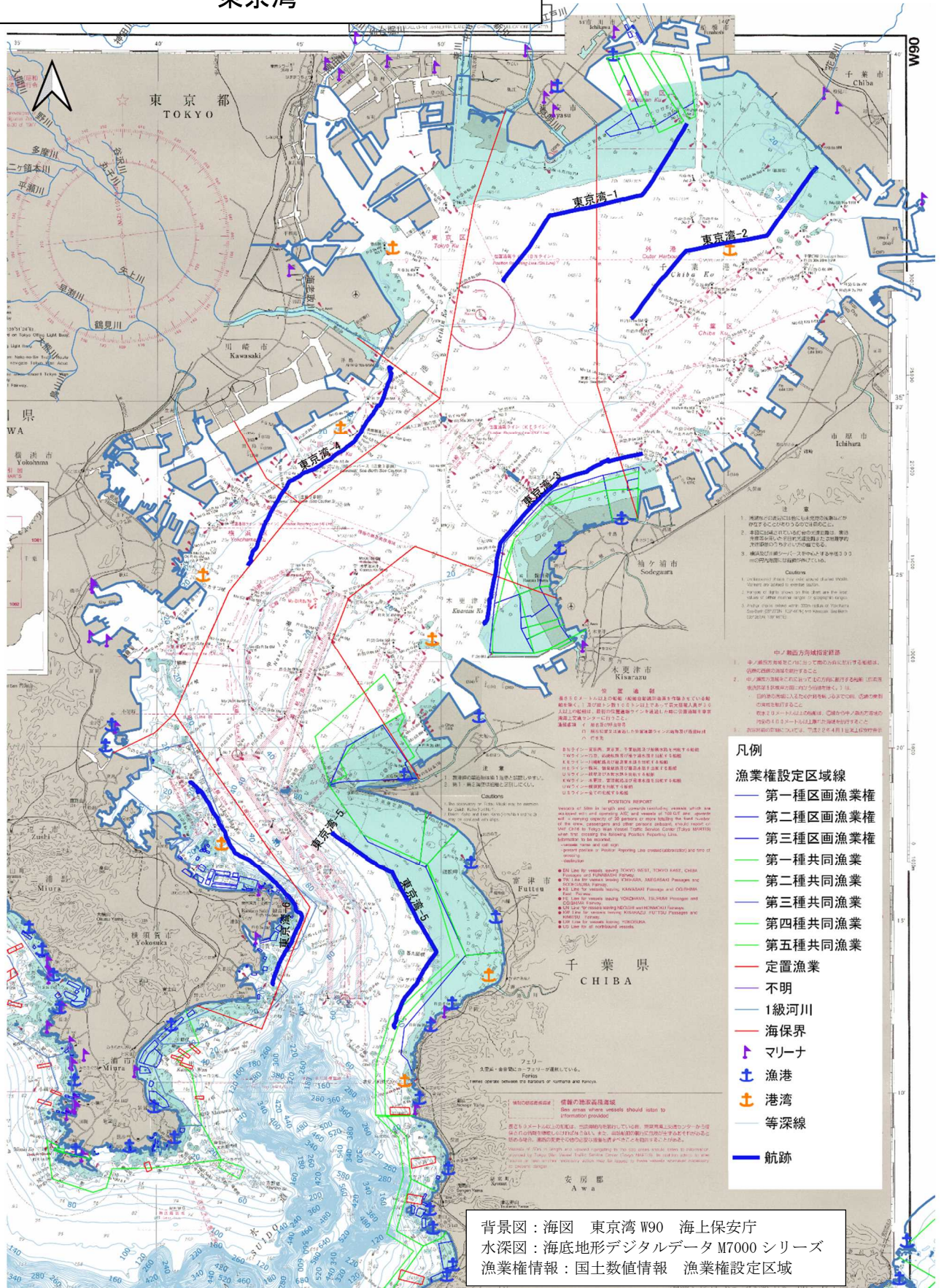


図 IV.1-1 東京湾における漂流ごみ調査測線

R1年度 漂流ごみ調査実施状況 調査測線
石狩湾

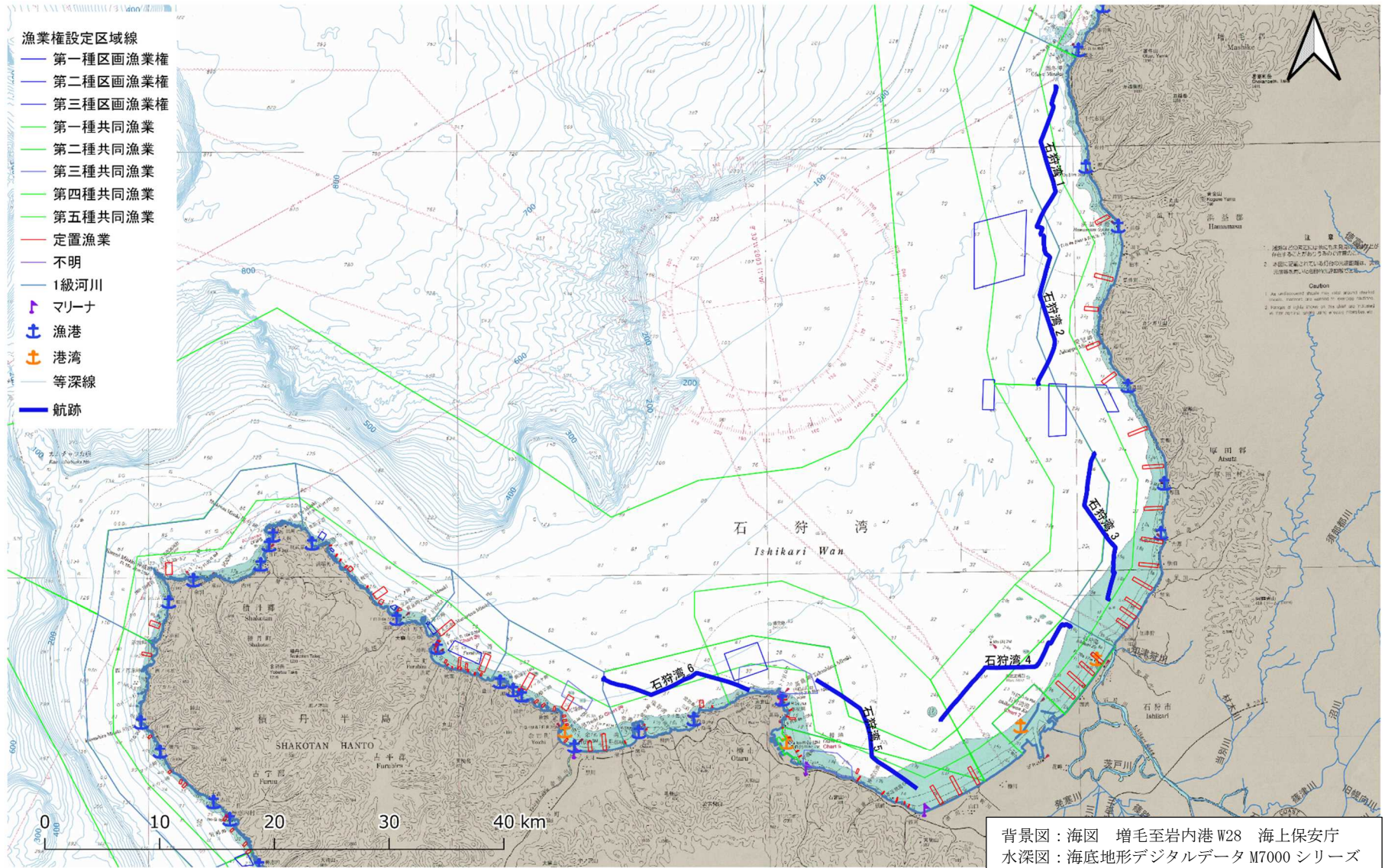


図 IV. 1-2 石狩湾における漂流ごみ調査測線

R1年度 漂流ごみ調査実施状況 調査測線
玄界灘

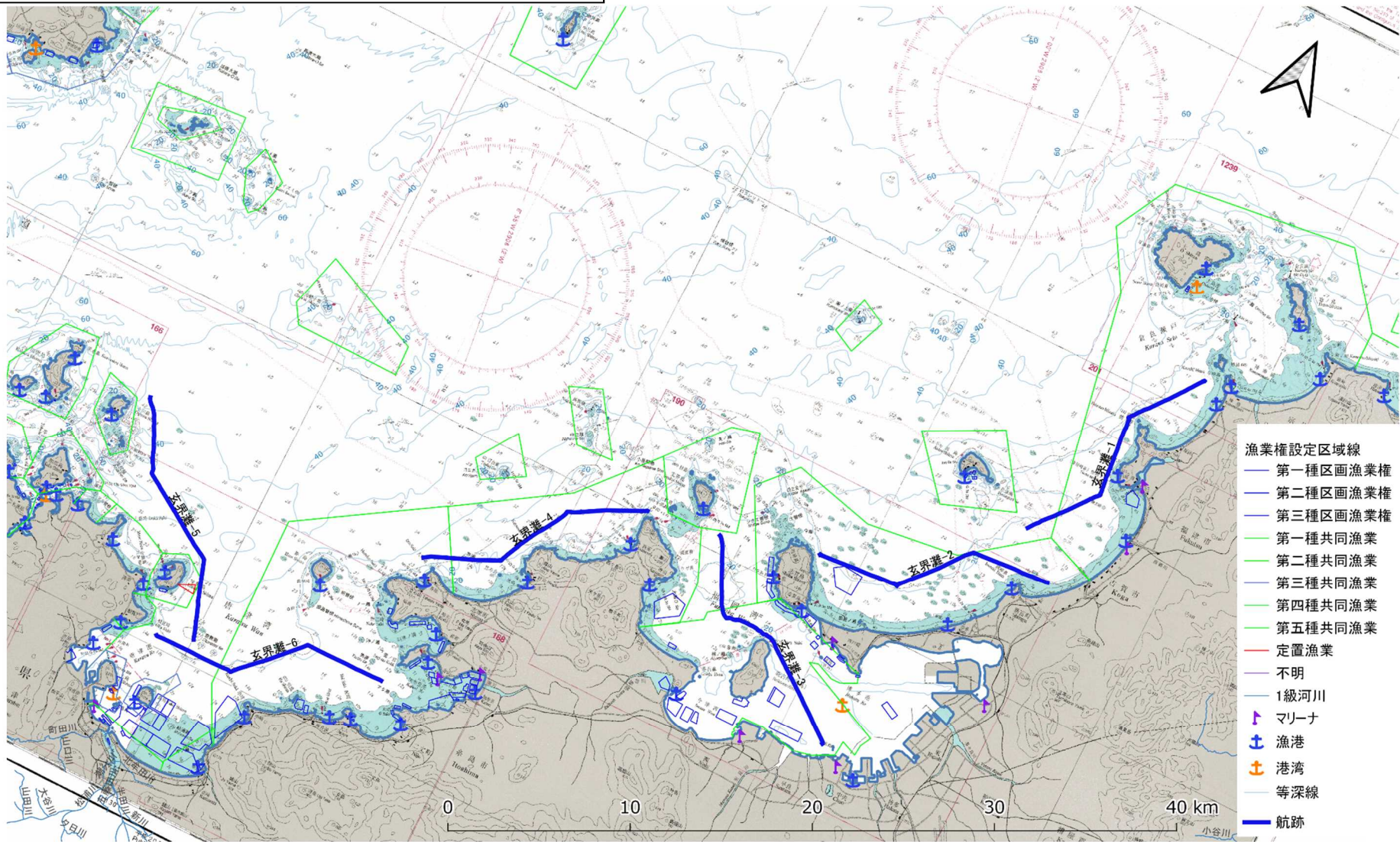


図 IV. 1-3 玄界灘における漂流ごみ調査測線

背景図：海図 玄界灘 W1218 海上保安庁
 水深図：海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ
 漁業権情報：国土数値情報 漁業権設定区域

(1) 漂流ごみ目視調査

図 IV. 1-4 は、漂流ごみの航走目視観測の方法を模式的に示したものである。この方法に従い、上記の測線上を低速で航走する調査船上から目視により海面に漂流しているごみの量(個数)及び種類を観察し、可能な限り個々のごみのサイズを目測し、その結果を野帳(表 IV. 1-2)または目視観測用タブレットに記録することとした。このタブレットは、東京海洋大学学術研究院海洋環境学部門より提供いただいた「漂流ゴミ調査支援アプリ」の「apk ファイル(図 IV. 1-5)」をインストールしたものである。android ベースのアプリで、Google の Play ストア経由でインストールできるアプリではなく、「apk ファイル」を直接タブレットにインストールして利用した(表 IV. 1-2、図 IV. 1-5)。

また、調査時には、気象計により風向、風速、気温等を計測し、海況とともに野帳に記録した。

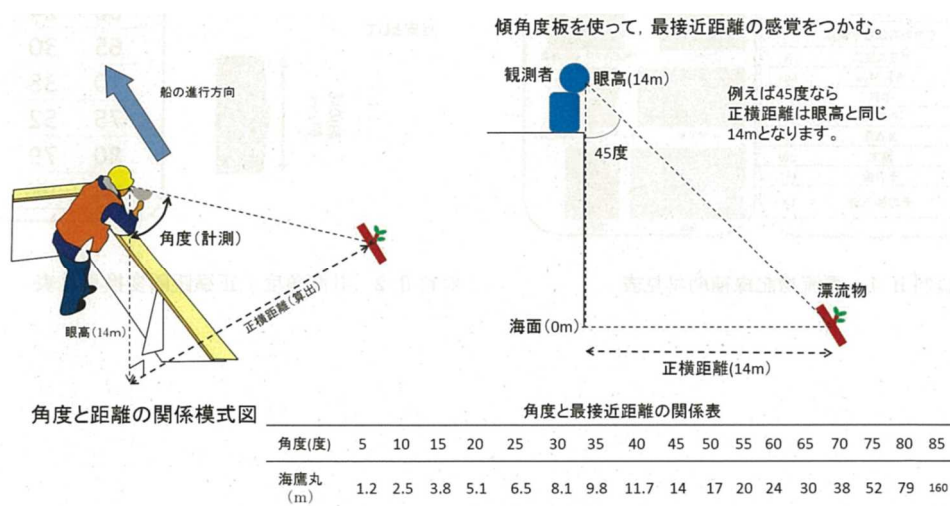
船速 5 ノット (9km/h, 2.5m/s) で、岸線に並行に 1.5 時間航走 (13.5km) することとし、途上 30 分 (4.5km) ごとに二回 45 度変針して航走ラインがジグザグ線になるようにした(図 IV. 1-6)。

(※針路変針の例：北 (0°) →北東 (45°) →北 (0°))

観測の開始時と終了時、変針時、及び後述するニューストーンネットによるマイクロプラスチック採集時に、それぞれの位置を GPS で測定記録し、実際の航跡を正確に把握した。

航走中、左右両舷に 1 人ずつ観測員を配置し、左右両方向の漂流ごみをウオッチした。観測員の目線の高さは、全海域の全測線を通じて、海面から約 2m とした。ごみを発見した場合は、表 IV. 1-3 に示す分類表とサイズ区分に従って分類・目測し、当該ごみが舷側(船の進路方向)と直角にきたときの俯角を傾角度板で測定して最接近距離を計算(図 IV. 1-4)、同時にその時刻を確認した。以上のデータは、直ちに野帳またはタブレットに記録した。

以上の調査中に、観測ライン上の任意の箇所で 1 回、ニューストーンネットによるマイクロプラスチックの採集を実施した。その採集と試料分析の方法は別途後述する。



出典「平成 27 年度沖合海域における漂流・海底ごみ調査報告書」

(国立大学法人東京海洋大学 平成 28 年 3 月)

図 IV. 1-4 目視観測のイメージ

表 IV.1-2 漂流ごみ目視観測野帳

漂流物 目視観測野帳							
日付	月	日	開始時刻		終了時刻		天候
記録者	開始位置			終了位置		風向・風速	度 m/s
記録場所	左舷/右舷	緯度	-	-	緯度	-	-
コース	度	経度	-	-	経度	-	-
種類および材質など	色	数	サイズ	最接近距離m	発見時刻	発見者	備考
					: : : : : : : : : : : : : :		
					: : : : : : : : : : : : : :		
					: : : : : : : : : : : : : :		
					: : : : : : : : : : : : : :		
					: : : : : : : : : : : : : :		
					: : : : : : : : : : : : : :		
					: : : : : : : : : : : : : :		

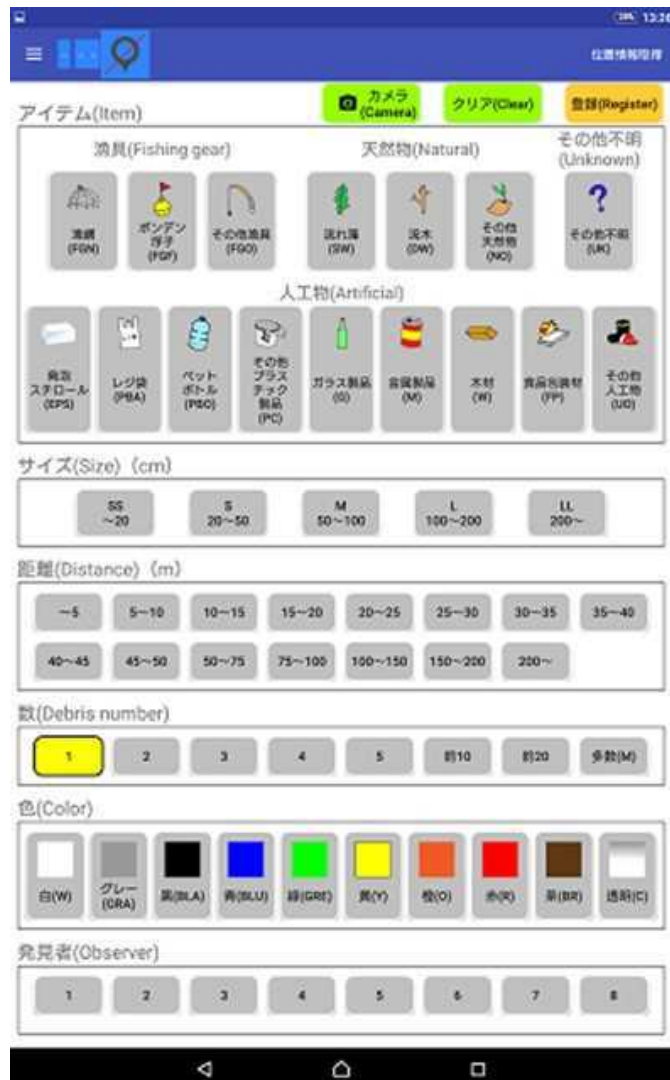


図 IV.1-5 目視観測データ入力画面

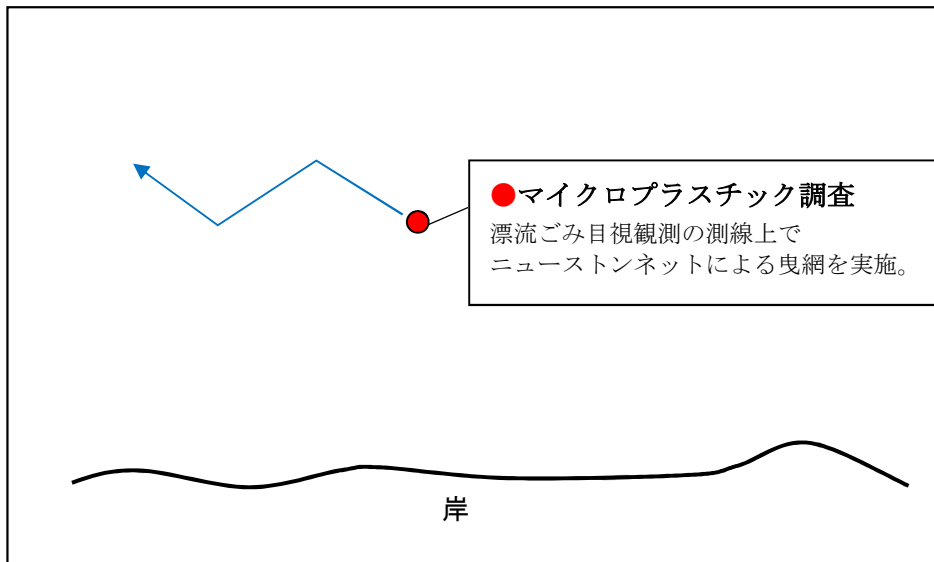


図 IV. 1-6 漂流ごみ調査測線とマイクロプラスチック採集調査箇所のイメージ

表 IV. 1-3 漂流ごみの分類表とサイズ区分

種別	名称
漁具	漁網
	ボンデン 浮子
	その他 漁具
人工物	発泡スチロール
	レジ袋
	ペットボトル
	食品包装材トレー、弁当空、お菓子類袋など
	その他プラスチック製品
	ガラス製品
	金属製品
	木材
	その他
天然物	流れ藻
	流木
	その他
その他不明	その他不明

・サイズ区分

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



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

IV. 1.3 結果のとりまとめ方法

漂流ごみの目視観測の結果は、次の手順に沿って解析し、とりまとめた。

まず、観測された漂流ごみ全体の個数と漁具・人工物・自然物別の個数を各海域内の6観測線別に整理し、次いでそれらの種類組成とサイズ組成(表IV.1-3)を求めた。次いで、発見個数が多かった上位4種類の漂流ごみについて、半有効探索幅を算出してそれぞれの調査実施海域における面積当たりの密度を求めた。密度の計算には、東京海洋大学提供の計算シートを利用した。

以下に、上記の解析・とりまとめの詳細を順次述べる。

IV. 2. 漂流ごみ現地調査結果

IV. 2.1 調査海域と調査測線

既に述べたように、東京湾、石狩湾及び玄界灘の3調査海域のそれぞれに6測線ずつ、合計18測線での漂流ごみ調査を実施した。それらの測線名、実施日及び観測距離(航走距離)を表IV.2-1に示す。

以下では、これらの測線名を使って結果を記述する。

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	観測距離 (km)
東京湾	湾奥	東京_1	11/6	13.8
		東京_2	11/6	13.5
	湾央	東京_3	11/7	14.2
		東京_4	10/23	14.5
	湾口	東京_5	11/8	13.7
		東京_6	10/29	14.0
石狩湾	浜益沖北	石狩_1	10/8	14.3
	浜益沖南	石狩_2	10/8	13.8
	厚田沖	石狩_3	10/11	14.2
	石狩沖	石狩_4	10/11	15.8
	小樽沖	石狩_5	10/7	13.4
	余市沖	石狩_6	10/7	13.7
玄界灘	津屋崎沖	玄界灘_1	10/30	13.9
	海の中道沖	玄界灘_2	10/30	14.0
	博多湾	玄界灘_3	11/10	13.9
	三瀬沖	玄界灘_4	11/8	13.2
	土器埼沖	玄界灘_5	11/6	14.2
	唐津湾	玄界灘_6	11/6	13.5

IV. 2. 2 漂流ごみ目視調査結果

(1) 観測航跡と観測時の潮汐

各海域における各測線の位置及び当該調査日の潮位変化を図 IV. 2-1～図 IV. 2-3 に、また、それぞれの調査時の風況を図 IV. 2-4～図 IV. 2-6 に示した。

1) 東京湾

東京_1 の調査は、上げ潮時に実施した。東京_1 近傍の船橋では、10月12日(123mm)と10月25日(147mm)に100mm以上の降水となり、調査前一ヵ月間の降水量は434mmとなった。また、調査日から4日前は、北から北東の弱い風(2m/s未満)が吹いていた。

東京_2 の調査は、下げ潮時に実施した。東京_2 近傍の千葉では、船橋と同じく、10月12日(130mm)と10月25日(182mm)に100mm以上の降雨となり、調査前一ヵ月間の降水量は444mmとなった。調査前4日間は、北北西から北東の風(4m/s未満)が吹いていた。

東京_3 の調査は、上げ潮時に実施した。東京_3 近傍の木更津では、船橋と同じく、10月12日(167mm)と10月25日(157mm)に100mm以上の降雨となり、調査前一ヵ月間の降水量は462mmとなった。調査前4日間は、主に北北東から東の風(4m/s未満)が吹いていた。

東京_4 の調査は、上げ潮時に実施した。東京_4 近傍の横浜では、船橋と同じく、10月12日(193mm)に100mm以上、調査前日の10月22日に49mmの降雨があり、調査前一ヵ月間の降水量は354mmとなった。調査前4日間は、ほぼ北風(1～10m/s以上)が吹いており、特に調査前日は10m/sを超える強風であった。

東京_5 の調査は、上げ潮時に実施した。東京_5 近傍の木更津では、10月12日と10月25日の大雨を含め、調査前一ヵ月間の降水量は457mmとなった。調査前4日間は、概ね北から東の風(1～4m/s程度)が吹いていた。

東京_6 の調査は、下げ潮時に実施した。東京_6 近傍の横浜では、10月12日と10月25日(100mm)の大雨を含め、調査前一ヵ月間の降水量は465mmとなった。調査前4日間は、ほぼ北風(1～10m/s程度)が吹いていた。

関東地方に上陸した台風は、9月上旬の15号、10月中旬の19号があり、河川から東京湾への流木等の流出が多くみられた。

2) 石狩湾

石狩_1 と石狩_2 の調査は、下げ潮時に連続して実施した。石狩_1 と石狩_2 近傍の浜益の調査前一ヵ月間の降水量は99mmであり、調査前4日間はほぼ東風(1～6m/s程度)が吹いていた。

石狩_3 の調査は、上げ潮時に実施した。石狩_3 近傍の厚田の調査前一ヵ月間の降水量は165mmであり、調査前4日間は、東南東の弱い風(2m/s程度)が吹いていた。

石狩_4 の調査は、石狩_3 の調査終了後に移動し、同じく上げ潮時に実施した。石狩_4 地点近傍の石狩では、調査前一ヵ月間の降水量は114mmで、調査前4日間は、東南東の弱い風(2m/s未満)が吹いていた。

石狩_5 と石狩_6 の調査は、下げ潮時に連続して実施した。調査前一ヵ月間の降水量は、石狩_5 近傍の小樽では139mmで、石狩_6 近傍の余市では179mmであった。調査前4日間は、小樽では調査前々日に北北西の風(4m/s程度)、余市では南西の風(1m/s～4m/s程度)が吹いていた。

石狩湾には8月中旬に台風10号が近接したが、100mmを超えるような降雨への影響はみられなかった。

3) 玄界灘

玄界灘_1の調査は、上げ潮時から満潮時にかけて、玄界灘_2の調査は、下げ潮時に実施した。

玄界灘_1と玄界灘_2近傍の宗像では、調査前一ヵ月間の降水量は、112mmであった。調査前4日間は弱い西風でもしくは無風であった。

玄界灘_3の調査は、下げ潮時に相当した。玄界灘_3近傍の福岡では、調査前一ヵ月間の降水量は、135mmであり、調査前4日間は3m/s程度の北風が吹いていた。

玄界灘_4の調査は下げ潮時に、調査は上げ潮時に実施した。玄界灘_4と玄海灘_6の近傍の前原では、調査前一ヵ月間の降水量は、118mmであり、玄界灘_4の調査前4日間は1~4m/s程度の北西風、玄界灘_6の調査前4日間は1~5m/s程度の北東風が吹いていた。

玄界灘_5の調査は、干潮時に実施した。玄界灘_5近傍の唐津での降水量は118mmであり、調査前4日間は前々日から前日にかけて1~5m/s程度の北風が吹いていた。

玄界灘周辺には8月上旬に台風8号、中旬に台風10号が近接したが、100mmを超えるような降雨への影響はみられなかった。しかし、下旬の8月27~29日にかけて、秋雨前線の停滞による線状降水帯が発生し、記録的な大雨となった(福岡で27日の131mmを含め、8月は497mm。唐津では28日の217mmを含め、8月は700mm)。

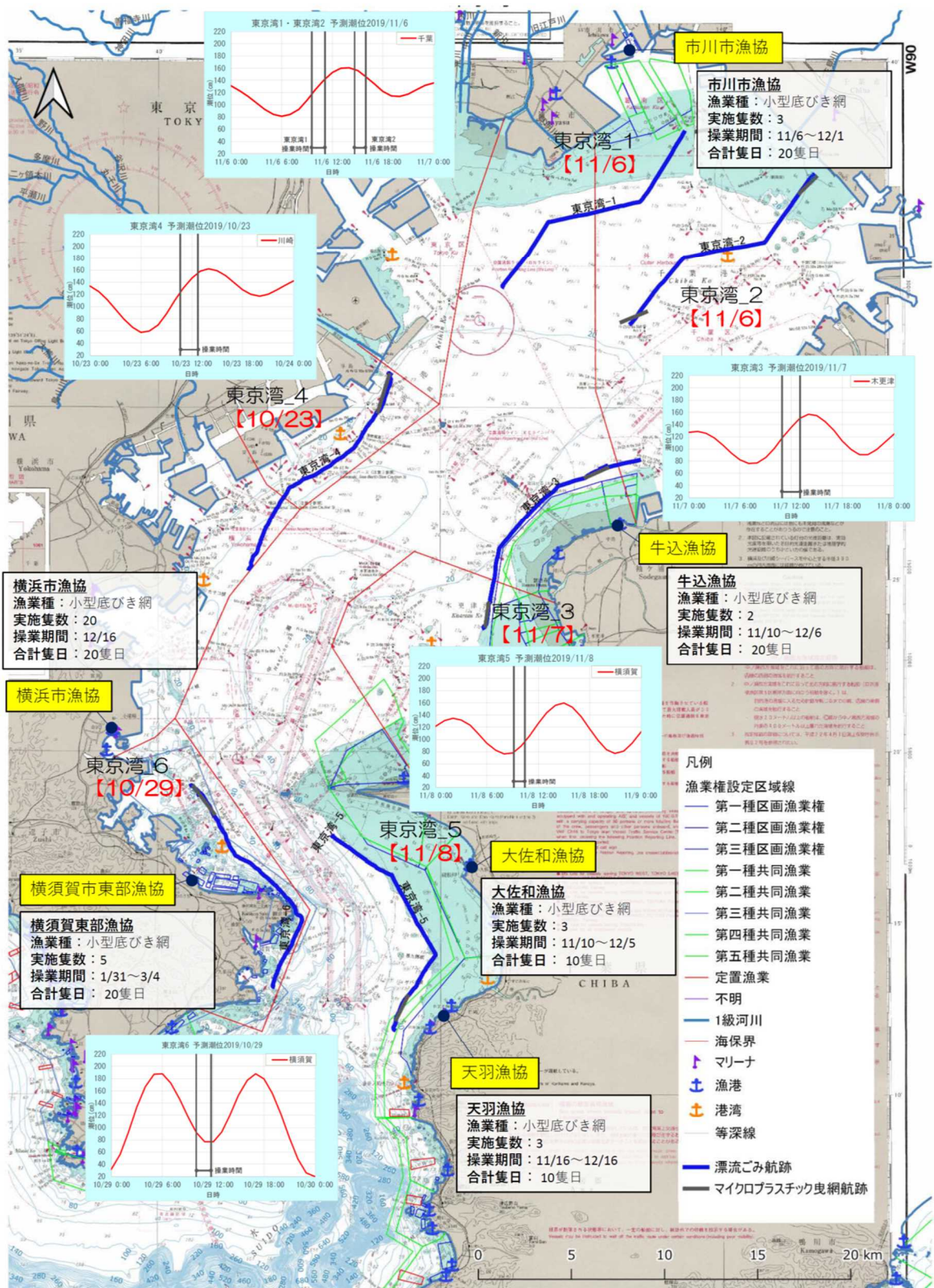


図 IV. 2-1 東京湾における漂流ごみ調査航跡と潮位

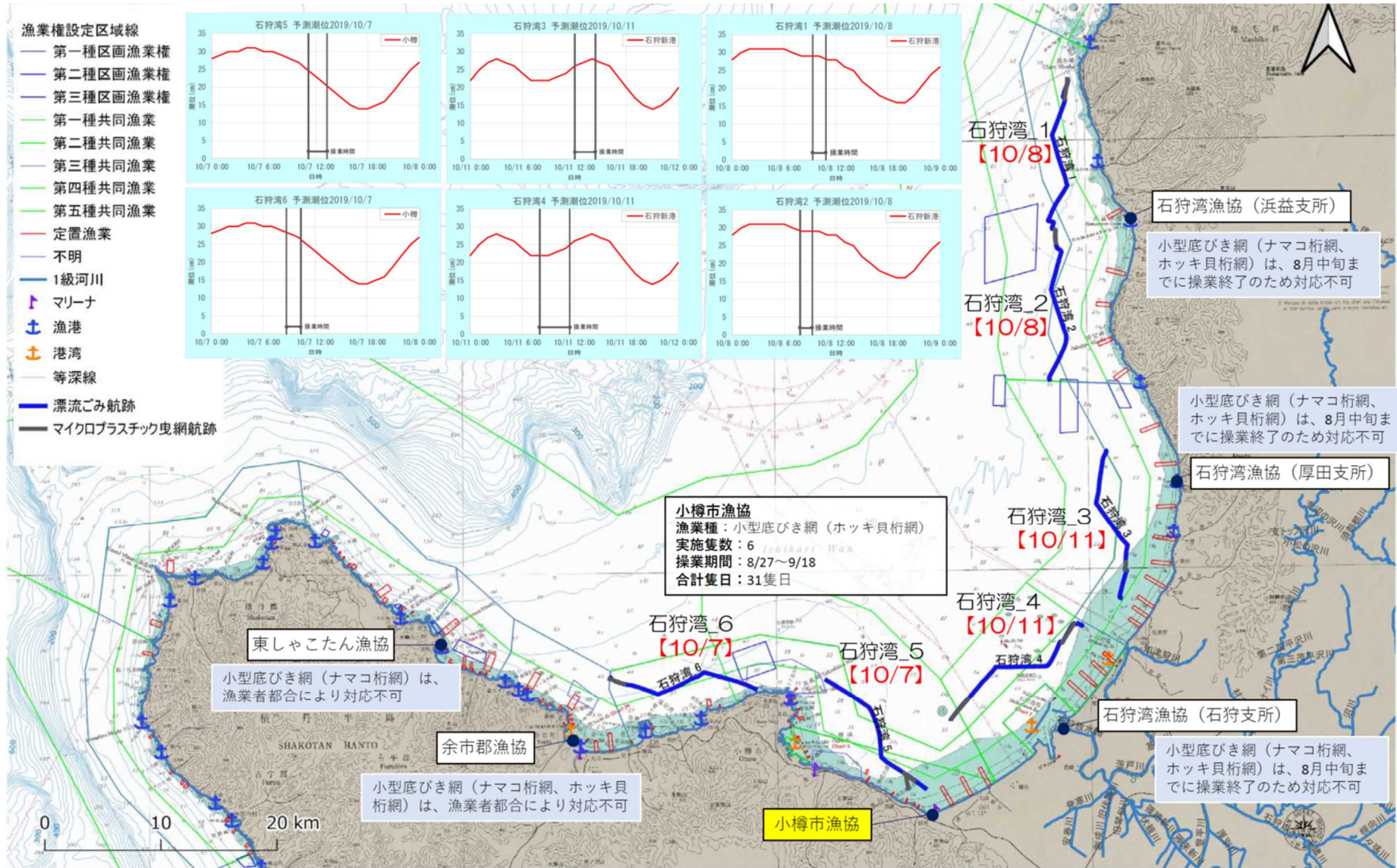


図 IV. 2-2 石狩湾における漂流ごみ調査航跡と潮位

- 漁業権設定区域線
- 第一種区画漁業権
 - 第二種区画漁業権
 - 第三種区画漁業権
 - 第一種共同漁業
 - 第二種共同漁業
 - 第三種共同漁業
 - 第四種共同漁業
 - 第五種共同漁業
 - 定置漁業
 - 不明
 - 1級河川
 - ▲ マリーナ
 - ⚓ 漁港
 - ⚓ 港湾
 - 等深線
 - 漂流ごみ航跡
 - マイクロプラスチック曳網航跡

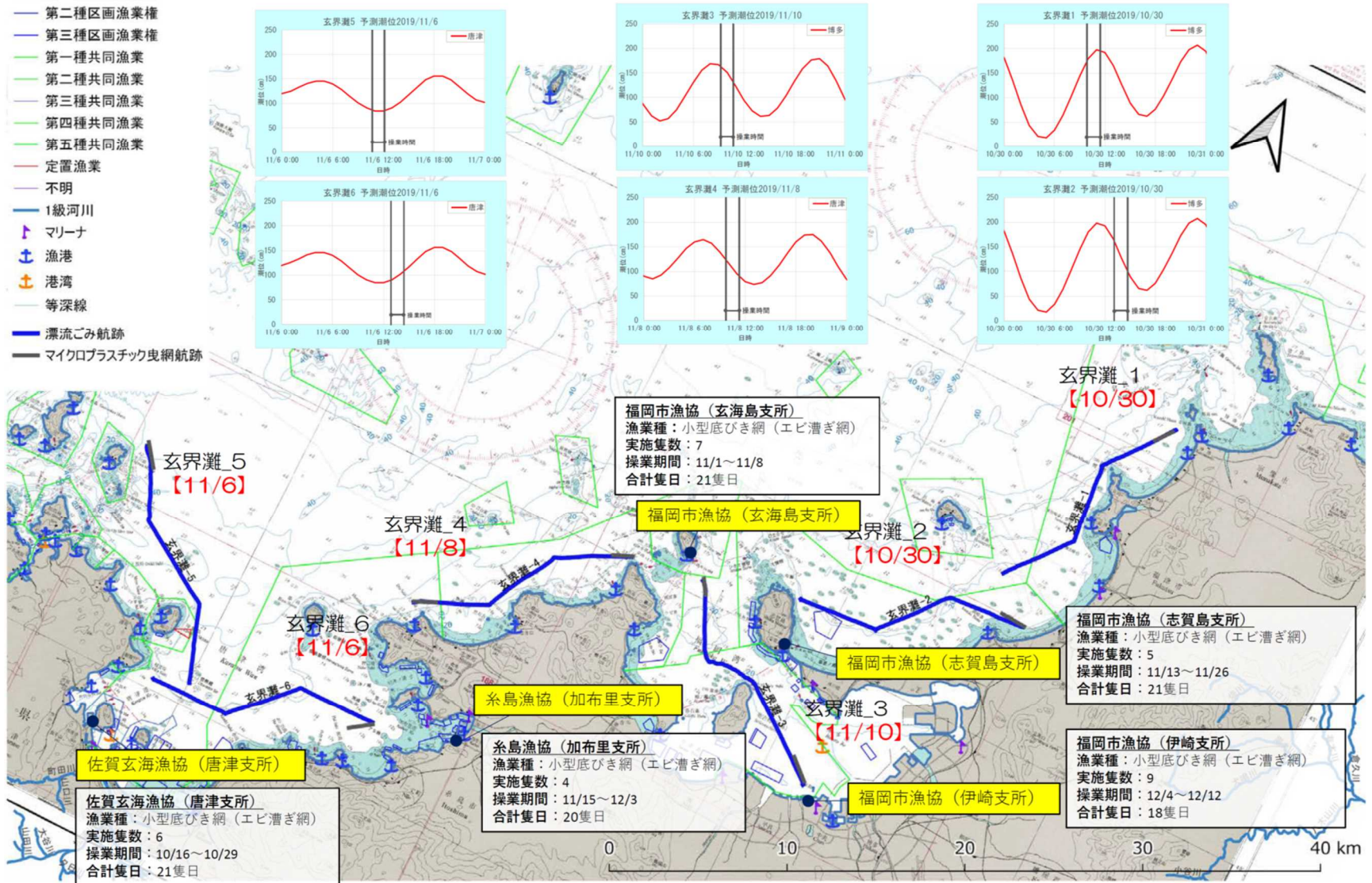


図 IV.2-3 玄界灘における漂流ごみ調査航跡と潮位

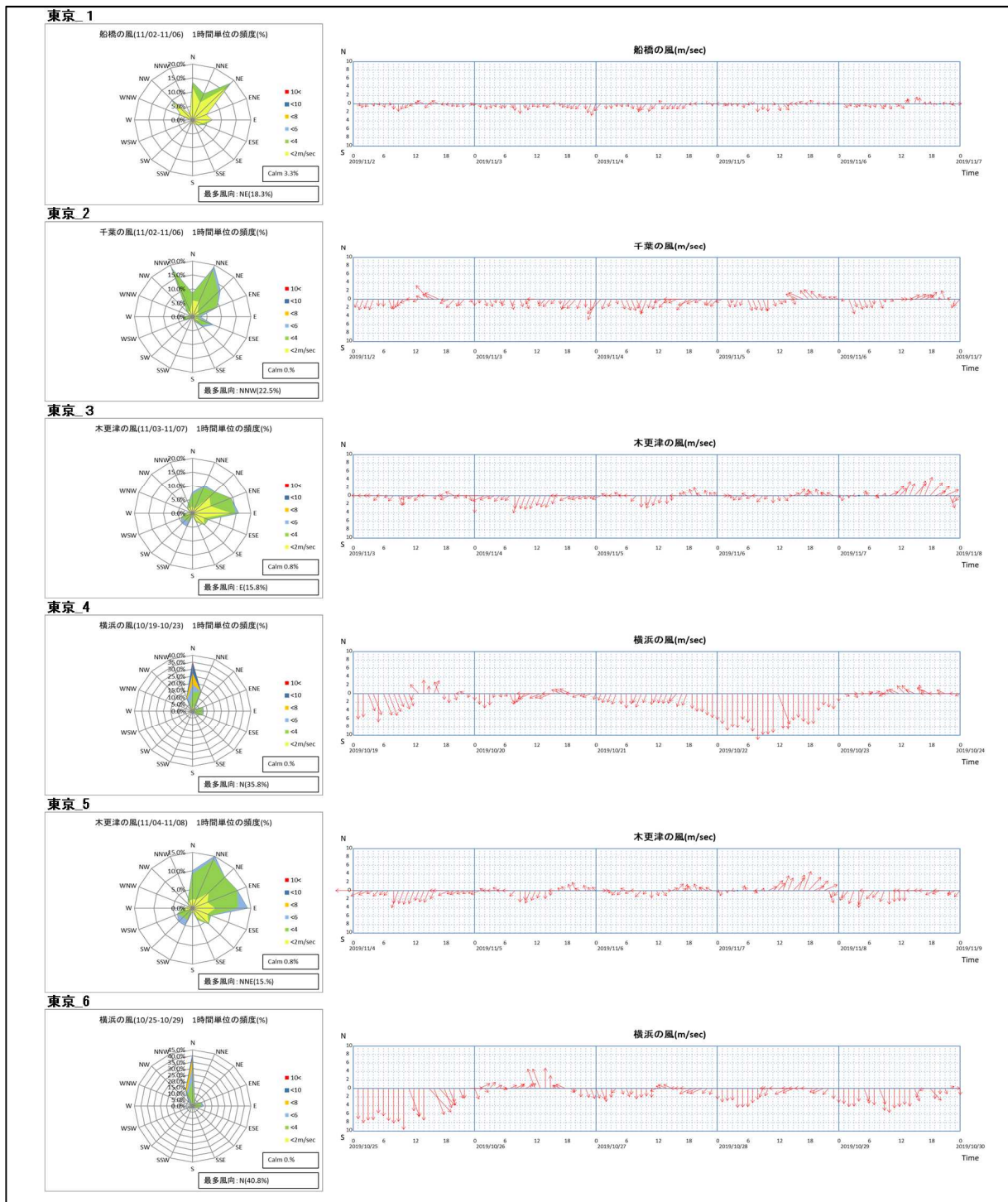


図 IV. 2-4 東京湾の風況

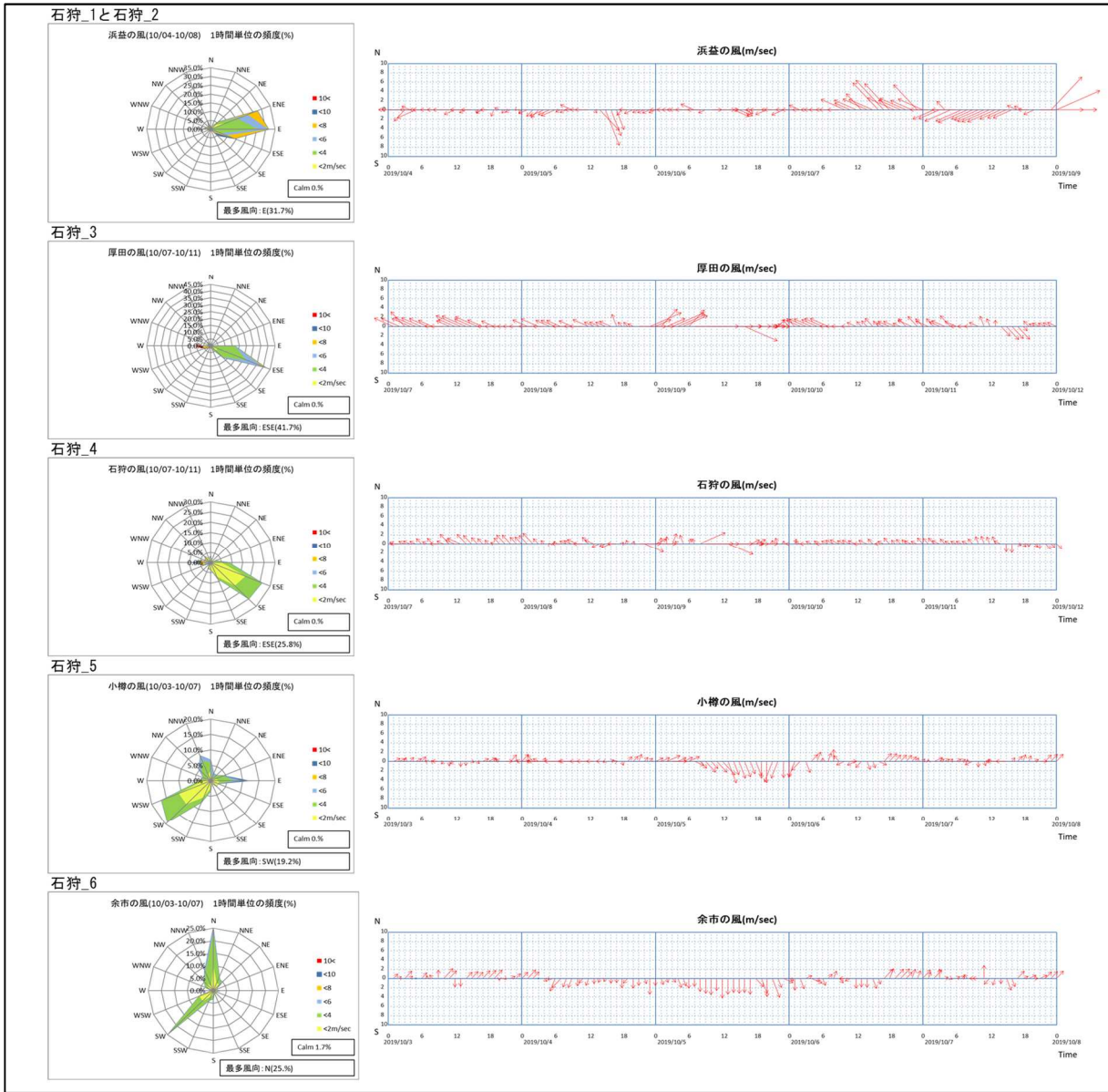


図 IV. 2-5 石狩湾の風況

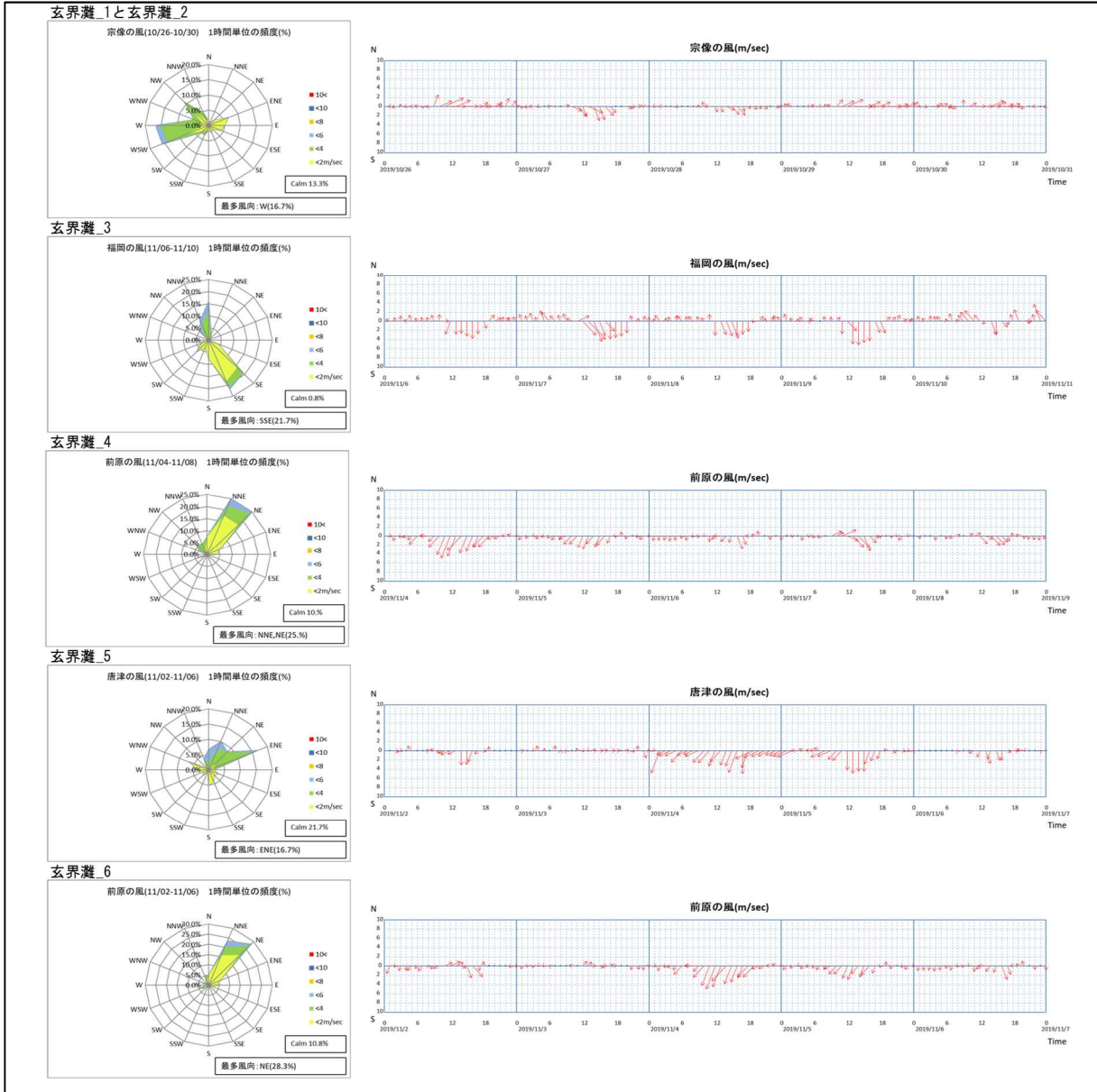


図 IV. 2-6 玄界灘の風況

(2) 目視調査結果

漂流ごみ目視調査の結果を、表 IV. 2-2～表 IV. 2-5 及び図 IV. 2-7～図 IV. 2-10 に要約した。

1) 発見個数（全種類合計）

測線毎の漂流ごみの発見個数を種別にみると（表 IV. 2-2）、人工物が東京_2、東京_3、石狩_6、玄界灘_1、玄界灘_2 及び玄界灘_6 で過半数を占めた。また、測線別に発見総個数をみると、玄界灘_5 で最も多く（発見総個数 581）、東京_2（発見総個数 6）と石狩_5（発見総個数 4）では少なかった（表 IV. 2-2、図 IV. 2-7）。玄界灘_5 で発見総個数が多かったのは、破碎された小さな発泡スチロール片が多数浮いているクラスターが 10 箇所以上あったためであり、降水により松浦川等から流出したものが、風や流れの条件で玄界灘 5 付近に集まったのではないかと推測される。漂流ごみの発見個数と発見率については図 IV. 2-7 に示す。

表 IV. 2-2 漂流ごみの発見個数

湾名	測線名	発見個数（個）				総個数	人工物 総個数
		人工物		自然物	不明		
		漁具	その他人工物				
東京湾	東京_1	0	28	32	0	60	28
	東京_2	0	4	2	0	6	4
	東京_3	0	22	13	0	35	22
	東京_4	0	24	88	2	114	24
	東京_5	0	14	51	0	65	14
	東京_6	0	32	176	0	208	32
石狩湾	石狩_1	0	3	17	0	20	3
	石狩_2	1	1	26	3	31	2
	石狩_3	0	1	15	0	16	1
	石狩_4	0	2	11	0	13	2
	石狩_5	0	1	3	0	4	1
	石狩_6	0	7	3	0	10	7
玄界灘	玄界灘_1	2	126	11	3	142	128
	玄界灘_2	0	103	2	2	107	103
	玄界灘_3	0	59	188	22	269	59
	玄界灘_4	0	40	68	10	118	40
	玄界灘_5	1	439	129	12	581	440
	玄界灘_6	0	13	79	3	95	13

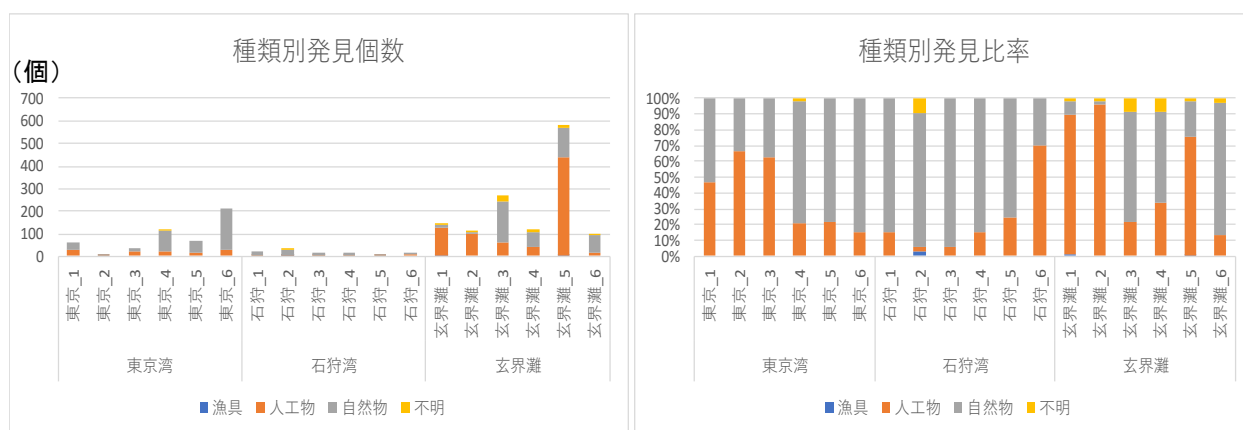


図 IV. 2-7 漂流ごみの発見個数(全種)と発見比率

2) サイズ別発見個数（漁具＋人工物）

各測線におけるサイズ別発見個数及び発見比率を表 IV. 2-3 及び図 IV. 2-8 に示した。発見された漂流ごみのサイズは、各海域とも小さいサイズのものが多く、サイズSSとサイズSが9割を占めた。LLサイズのもの（ブルーシート）は玄界灘_2でのみ確認された。

表 IV. 2-3 漂流物のサイズ別発見個数

湾名	測線名	発見個数（個）					サイズ	大きさの目安
		SS	S	M	L	LL		
東京湾	東京_1	15	12	1	0	0	SS	20cm未満
	東京_2	4	0	0	0	0	S	20cm以上、50cm未満
	東京_3	10	11	1	0	0	M	50cm以上、100cm未満
	東京_4	17	7	0	0	0	L	100cm以上、200cm未満
	東京_5	10	3	0	1	0	LL	200cm以上
	東京_6	25	6	1	0	0		
石狩湾	石狩_1	3	0	0	0	0		
	石狩_2	2	0	0	0	0		
	石狩_3	0	1	0	0	0		
	石狩_4	2	0	0	0	0		
	石狩_5	0	1	0	0	0		
	石狩_6	7	0	0	0	0		
玄界灘	玄界灘_1	124	3	1	0	0		
	玄界灘_2	89	11	2	0	1		
	玄界灘_3	51	8	0	0	0		
	玄界灘_4	35	3	2	0	0		
	玄界灘_5	421	13	1	5	0		
	玄界灘_6	11	1	1	0	0		

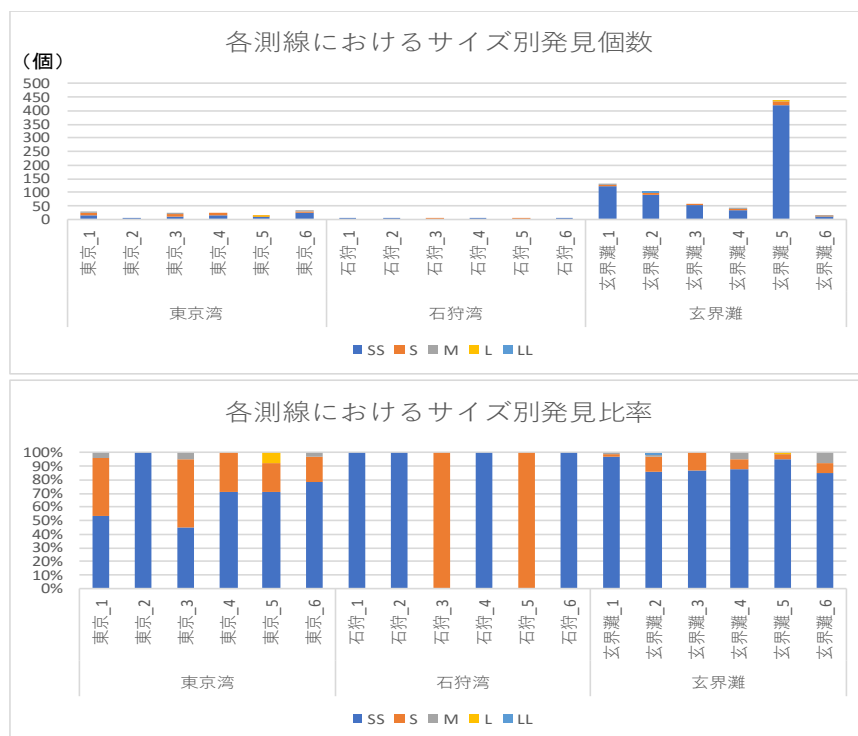


図 IV. 2-8 サイズ別発見個数と発見比率

3) 距離別発見個数（漁具＋人工物）

各測線における距離別発見個数及び発見比率を表 IV. 2-4 及び図 IV. 2-9 に示した。漂流ごみの発見距離は、石狩_3 を除いて6割以上が調査船から10m以内であった。石狩_3 での発見個数はわずか1個であり、その距離は10-15mであった。海域内の6測線合計した発見距離をみると、石狩湾ではすべてが15m以内で発見されたのに対して、玄界灘では40m以上の距離でも多数発見された。

表 IV. 2-4 距離別発見個数

湾名	測線名	発見個数（個）								
		0-5m	5-10m	10-15m	15-20m	20-25m	25-30m	30-35m	35-40m	40m以上
東京湾	東京_1	14	7	4	3	0	0	0	0	0
	東京_2	3	1	0	0	0	0	0	0	0
	東京_3	7	2	4	3	1	3	2	0	0
	東京_4	16	6	0	2	0	0	0	0	0
	東京_5	7	6	1	0	0	0	0	0	0
	東京_6	23	5	3	0	0	1	0	0	0
石狩湾	石狩_1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	石狩_2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	石狩_3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	石狩_4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	石狩_5	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	石狩_6	1	6	0	0	0	0	0	0	0
玄界灘	玄界灘_1	69	31	2	7	0	8	0	0	11
	玄界灘_2	66	21	7	2	0	1	0	0	6
	玄界灘_3	36	19	0	3	1	0	0	0	0
	玄界灘_4	31	4	1	0	0	0	1	0	3
	玄界灘_5	360	54	4	8	1	4	1	1	7
	玄界灘_6	6	2	1	0	1	1	0	2	0

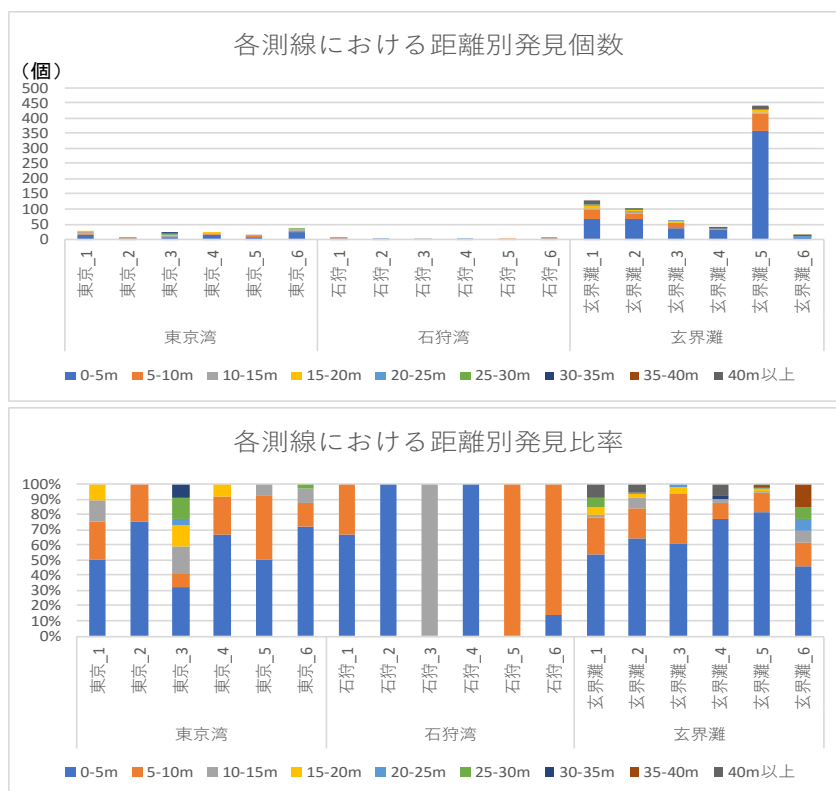


図 IV. 2-9 距離別発見個数と発見比率

4) 種類別発見個数（漁具+人工物+不明）

各測線における種類別発見個数及びその発見比率を表 IV. 2-5 及び図 IV. 2-10 に示した。東京湾ではその他が一番多く、次に食品包装が多かった。石狩湾では食品包装が最も多かった。玄界灘では測線5の調査結果の影響が大きく、発泡スチロールが一番多く、次にその他プラが多かった。その他プラとは、品名が分からなかったプラスチック製品の破片が主であり、ほかにペットボトルの蓋などを含む。

表 IV. 2-5 種類別発見個数

湾名	測線名	発見個数（個）												
		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	その他プラ	ガラス製品	金属製品	木材	その他	不明
東京湾	東京_1	0	0	0	2	2	5	7	3	0	0	0	9	0
	東京_2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0
	東京_3	0	0	0	6	3	5	2	3	0	1	0	2	0
	東京_4	0	0	0	4	2	3	5	5	0	1	0	4	2
	東京_5	0	0	0	1	4	0	5	2	0	0	0	2	0
	東京_6	0	0	0	2	6	1	5	3	2	3	1	9	0
石狩湾	石狩_1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	石狩_2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
	石狩_3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	石狩_4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	石狩_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	石狩_6	0	0	0	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0
玄界灘	玄界灘_1	0	2	0	34	0	4	3	81	0	1	1	2	3
	玄界灘_2	0	0	0	15	18	2	3	59	0	0	0	6	2
	玄界灘_3	0	0	0	9	45	0	3	2	0	0	0	0	22
	玄界灘_4	0	0	0	24	2	0	5	5	0	0	0	4	10
	玄界灘_5	0	1	0	386	1	6	2	24	0	0	5	15	12
	玄界灘_6	0	0	0	6	0	2	0	4	1	0	0	0	3
合計		0	4	0	490	83	28	47	198	4	7	8	54	57

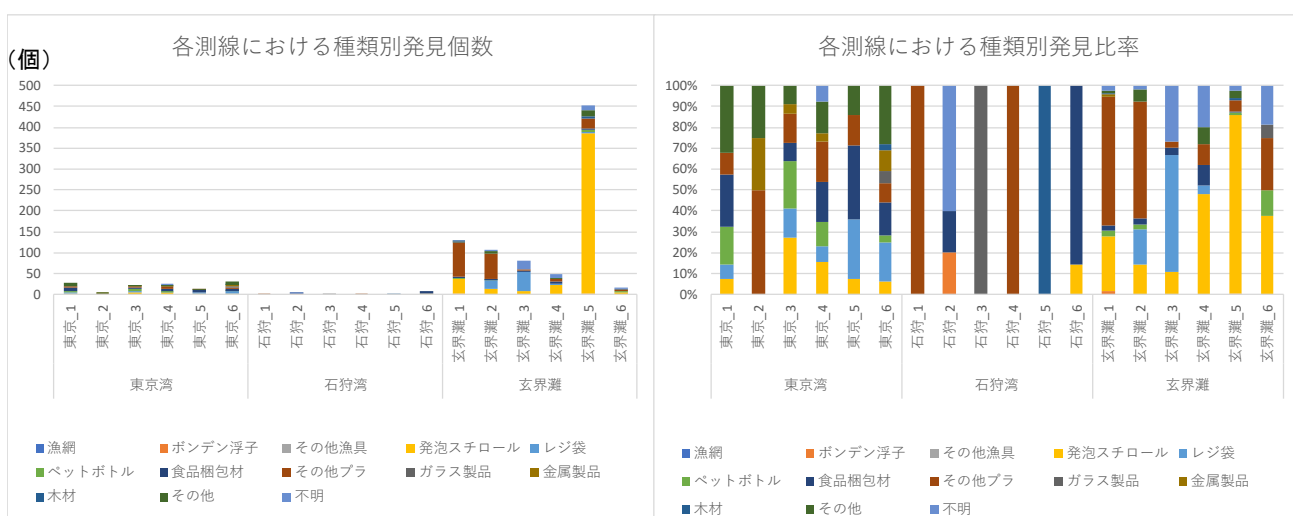


図 IV. 2-10 漂流ごみ種類別発見個数と発見比率（人工物のみ）

(3) 漂流ごみの密度

1) ライントランセクト法による密度推定

以上に要約した各測線上での発見数をもとに、ライントランセクト法により、各測線の周辺における漂流ごみの海表面積あたりの密度を求めた。

ライントランセクト法は、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.2-11 中の曲線 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。

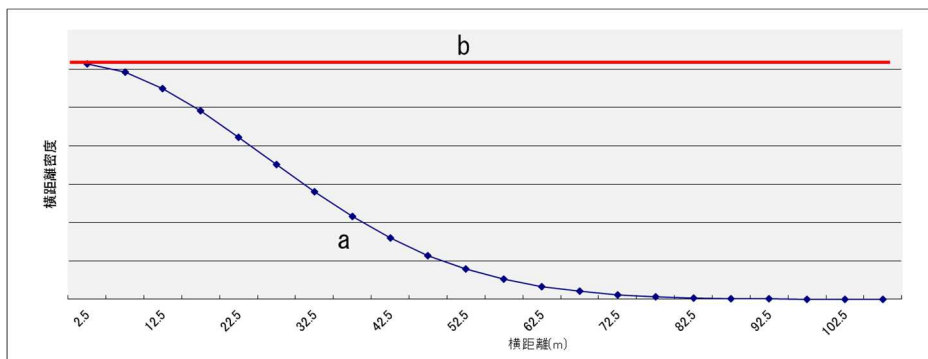


図 IV.2-11 目視調査で「発見した漂流ごみ」の個数と「存在していた漂流ごみ」の密度

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、理論上全てのごみが発見（探索）できているとする横距離を以下の考え方にしたがって求める。図 IV.2-12 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 より近いものは全て発見できている、 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。

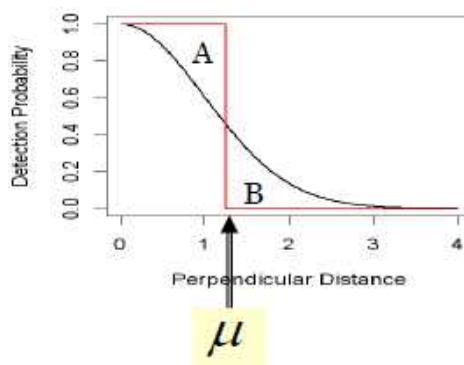


図 IV.2-12 半有効探索幅の推定 (モデル)

半有効探索幅 μ が定まれば、調査測線の長さ L (m) 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. 2-12 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毎に発見関数を求め、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 : 調査測線の長さ (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したがって、漂流物の種別に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」、「レジ袋」、「食品包装」及び「その他プラスチック製品」の 4 種類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 4 種類につき、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 (表 IV. 2-6)。

求めた有効探索幅と調査測線の長さ (航走距離) との積が目視範囲の面積となり、この面積で漂流ごみ発見個数を割った商が単位面積あたりの密度となる。なおこの計算は、有効探索幅及び探索距離を km に換算したので、得られた密度は個数/ km^2 となった。このようにして全測線で目視された上記 4 種類の漂流ごみ量を標準化し、測線ないし海域毎に漂流ごみの現状と特性を取りまとめるとともに、海域間の比較について、以下に述べることとする。

なお、半有効探索幅を求める計算過程に係る課題についても、章を改めて述べることとする (第 VI 章)。

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	4.9
レジ袋	10.2
食品包装	5.0
その他プラスチック	6.7

3) 各海域における発見数上位 4 種類の漂流ごみ密度

多くの測線で高頻度に発見された「発泡スチロール」、「レジ袋」、「食品包装」及び「その他プラスチック製品」の 4 種類について、各調査測線域における密度（個数/km²）を求め、結果を海域別に図 IV. 2-13～図 IV. 2-16 に示し、その合計を海域毎に表 IV. 2-7 及び図 IV. 2-17 に要約した。また、図 IV. 2-18～図 IV. 2-20 には、各測線における 4 種類の組成を円グラフで示した。

また、これらの漂流ごみ 4 種類の合計密度を表 IV. 2-7 及び図 IV. 2-17 に、それぞれの湾毎の組成を図 IV. 2-18～図 IV. 2-20 に示した。

「発泡スチロール」は 18 測線中 12 測線で確認され、その半有効探索幅は 4.9m であり、個数密度は 7.45～2,773.79 個/km² の範囲にあった。密度は玄界灘全体で高く、密度の最も高値も玄界灘_5 でみられた。「発泡スチロール」が視認された 12 測線中で密度が最低だったのは東京_5 と石狩_6 であり、東京湾と石狩湾の東京_2 及び石狩_1 から 5 までの測線では「発泡スチロール」は確認されなかった。

「レジ袋」は 18 測線中 9 測線で観測され、半有効探索幅は 10.2m であり、個数密度は 3.45～158.70 個/km² の範囲にあった。このうちの 1 番目と 2 番目の高値はともに玄界灘で見られ（玄界灘_3 と玄界灘_2）、顕著なピークをなしていた。同時に、密度の最低値 3.45 個/km² も、玄界灘の測線_5 にあられ、玄界灘_1 と玄界灘_6 では確認数はゼロであり、玄界灘内の分布は極めて不均一であった。これを比較すると、東京湾には顕著なピークをなす測線はなく、分布は均等に近いといえる。なお、東京_2 では「レジ袋」は確認されなかった。石狩湾では、「レジ袋」は全く確認されなかった。

「食品包装材」は 18 測線中 12 測線で確認され、半有効探索幅は 5.0m、個数密度は 7.25～50.72 個/km² の範囲にあり、東京_1 で最も高く、石狩_2 で最も低かった。なお、東京_2、石狩_1、石狩_3 から石狩_5 及び玄界灘_6 では確認されなかった。「発泡スチロール」及び「レジ袋」と比較すると、石狩湾では全体に少ないことは共通するが、東京湾と玄界灘における密度がほぼ同じであり、かつ両湾において分布がともに均等に近いという傾向が明らかであった。

「その他のプラスチック製品」は 18 測線中 14 測線で確認され、石狩_2、石狩_3、石狩_5、石狩_6 では確認されなかった。半有効探索幅は 6.7m、個数密度は 9.45～434.88 個/km² の範囲にあり、玄界灘_1 で最も高く、石狩_4 で最も低かった。玄界灘で多く、かつ、集中分布している傾向は「発泡スチロール」及び「レジ袋」と共通していた。

全体を通じて「その他のプラスチック製品」の総発見個数は 198 個であったが、その内訳は、品名が分からなくなったプラスチック製品の破片や漂流物、ペットボトルのキャップ、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）、ボール類などであった。

以上の、測線ごとのデータを海域毎に集約したのが表 IV. 2-7 及び図 IV. 2-17 である。

① 発泡スチロール

半有効探索幅：4.9m

湾名	観測線名	測線延長 (km)	発見個数 (個)	密度 (個/km ²)
東京湾	東京_1	13.8	2	14.79
	東京_2	13.5	0	0.00
	東京_3	14.2	6	43.12
	東京_4	14.5	4	28.15
	東京_5	13.7	1	7.45
	東京_6	14.0	2	14.58
石狩湾	石狩_1	14.3	0	0.00
	石狩_2	13.8	0	0.00
	石狩_3	14.2	0	0.00
	石狩_4	15.8	0	0.00
	石狩_5	13.4	0	0.00
	石狩_6	13.7	1	7.45
玄界灘	玄界灘_1	13.9	34	249.60
	玄界灘_2	14.0	15	109.33
	玄界灘_3	13.9	9	66.07
	玄界灘_4	13.2	24	185.53
	玄界灘_5	14.2	386	2773.79
	玄界灘_6	13.5	6	45.35

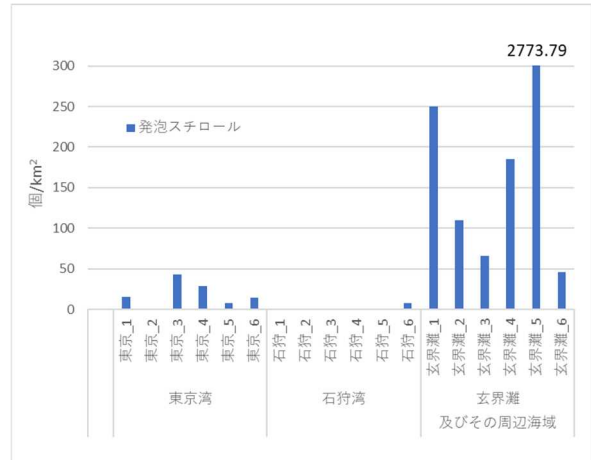


図 IV. 2-13 発泡スチロールの個数密度

② レジ袋

半有効探索幅：10.2m

湾名	観測線名	測線延長 (km)	発見個数 (個)	密度 (個/km ²)
東京湾	東京_1	13.8	2	7.10
	東京_2	13.5	0	0.00
	東京_3	14.2	3	10.36
	東京_4	14.5	2	6.76
	東京_5	13.7	4	14.31
	東京_6	14.0	6	21.01
石狩湾	石狩_1	14.3	0	0.00
	石狩_2	13.8	0	0.00
	石狩_3	14.2	0	0.00
	石狩_4	15.8	0	0.00
	石狩_5	13.4	0	0.00
	石狩_6	13.7	0	0.00
玄界灘	玄界灘_1	13.9	0	0.00
	玄界灘_2	14.0	18	63.03
	玄界灘_3	13.9	45	158.70
	玄界灘_4	13.2	2	7.43
	玄界灘_5	14.2	1	3.45
	玄界灘_6	13.5	0	0.00

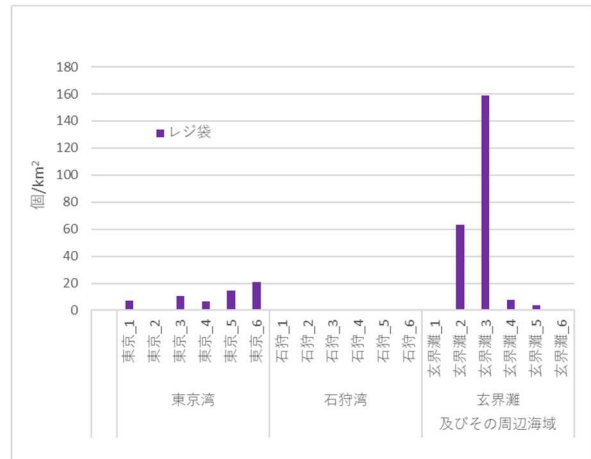


図 IV. 2-14 レジ袋の個数密度