

(5) 燧灘（北）

○気象条件

両日とも終日晴。

波、風とも強くなく、穏やかな天候であった。

○使用船舶

1日目 長さ約 10.4m 重量 4.5 トン

2日目 長さ約 13.2m 重量 4.7 トン

両日とも全海域を通じて最大級の船であった。

○特徴的なごみ

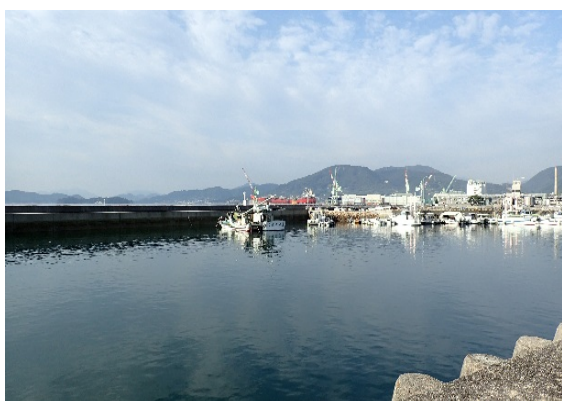
流れ藻が非常に多かった。細かい発泡スチロールが多数発見されたが、そのほかの人工物は少なかった。

○その他

四方を島や陸地で囲まれた遮蔽性の高い海域であった。泡だった水面や水が滞留しているように見受けられる場所が多数あった。

漁港の近くに養殖いかだが多数設置されていた。

マイクロプラスチックの採集時にはネットに藻が入り、藻に捕捉されていた発泡スチロールが多数採集された。





写真Ⅱ.2-42～49 調査実施状況

(6) 備後灘（南）

○気象条件

終日晴。

風があり、波もあったが、特段観測に支障を来たす程ではなかった。

○使用船舶

長さ約 9.4m 重量 2.4 トン

本調査の中では比較的小型の船であったが、釣り客を乗船させる船であったため、デッキでの調査活動は容易であった。

○特徴的なごみ

藻が付着しているなど、かなり年月を経たと思われるペットボトルのキャップなどが多く見られた。また、錆びた缶もほかの調査海域に比べて多く見られ、全体的に古い漂流物が多く見つかった。

○その他

財田川の河口付近は大量のごみが滞留していた。

また、他海域に比べて漂流ごみが多かった。





写真Ⅱ.2-50～57 調査実施状況

Ⅱ.3. 調査結果の集計及び考察

Ⅱ.3.1. 目視調査の結果

漂流物の目視観測によって得られた結果について、発見した漂流物の数、種類、サイズ、発見距離別に集計した。また単位面積当たりの漂流物個数（密度）を計算して海域ごとに集計した。

さらに、H26 沿岸域調査（2015 年 2 月から 3 月にかけて実施）の結果とも比較を行った。比較に際しては、本調査と同じ調査海域のデータを集計して行った。

なお、本調査結果の集計に当たっては、潮目等で漂流物が非常に多く個数を特定できなかったものについては集計値に含めていない。

Ⅱ.3.1.1 漂流物の発見数

本調査では全海域の総計で 4786 個の漂流物を発見した。このうち人工物は 1898 個、天然物は 2810 個であった。H26 沿岸域調査では全 295 個（うち人工物 286 個、天然物 7 個）の発見数であり、本調査は H26 沿岸域調査に比べて約 15 倍の漂流ごみを発見した。（図Ⅱ.3-1-2～3-1-4）

漂流物の種類を「人工物」「天然物」「漁具」の 3 つに分類（表Ⅱ.3-1-1 参照）して集計すると、天然物が最も多く全体の 59%を占め、次いで人工物が全体の 40%であった。漁具は少なく、全体の 1%であった（図Ⅱ.3-1-5）。

海域別では、本調査で最も漂流物が多かったのが備後灘（南）で 1302 個、次いで燧灘（北）、広島湾（南）であった。H26 沿岸域調査では、最も漂流物が多かったのは備後灘（南）で 65 個であった。（図Ⅱ.3-1-6）

表Ⅱ.3-1-1 漂流物の 3 分類

分類別	漂流物種類
人工物	EPS（発泡スチロール）、FP（食品包装材）、G（ガラス製品）、M（金属製品）、PBA（レジ袋）、PBO（ペットボトル）、PC（その他プラスチック製品）、UO（その他人工物）、W（木材）
天然物	DW（流木）、NO（その他 天然物）、SW（流れ藻）
漁具	FGF（ボンデン 浮子）、FGN（漁網）、FGO（その他 漁具）

H26 沿岸域調査では、発見した漂流物のほとんどが人工物（全体の 97%）であり、天然物の発見はほとんどなく（全体の約 2%）、この点が本年度の調査結果と異なっていた。漁具は両調査とも全体の 1%程度であった。また、いずれの調査においても大阪湾奥部と備後灘（南）で人工物が多い傾向が認められた。

漂流物の種類別では、本調査で最も多かったのは流れ藻で 1773 個、次いでその他プラスチック製品（628 個）、流木（528 個）、発泡スチロール（519 個）、その他天然物（509

個)の順となった。一方、H26 沿岸域調査ではプラスチックフィルムが 153 個(全体 295 個)と群を抜いて多く、次いで発泡スチロールとその他石油化学製品が 36 個で続いた。(図 II.3-1-8)

サイズ別に集計すると、本調査では SS サイズ(20 cm未満)が多く、全体の 64%を占めていた。また、SS と S サイズ(20 cm以上 50 cm未満)の両方を合わせると全体の発見数の 96%に達した。全体的な傾向としては、サイズが大きくなるにつれて発見個数は減少した、(図 II.3-1-9)。

また、海域別に見て特徴的なこととしては、大阪湾奥部では M サイズ(50 cm以上 100 cm未満)よりも大きなサイズの漂流物が多く見つかったことが挙げられる(図 II.3-1-10)。

発見距離別に集計すると、調査船から 5m 未満が最も多く全体の 85%を占めた。次いで 5 ～10m が全体の 9%となった(図 II.3-1-11)。

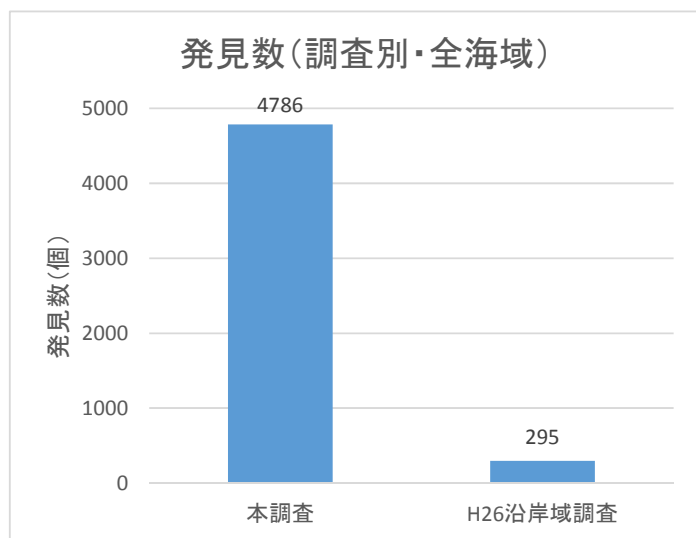


図 II.3-1-2 本調査と H26 沿岸域調査の発見数

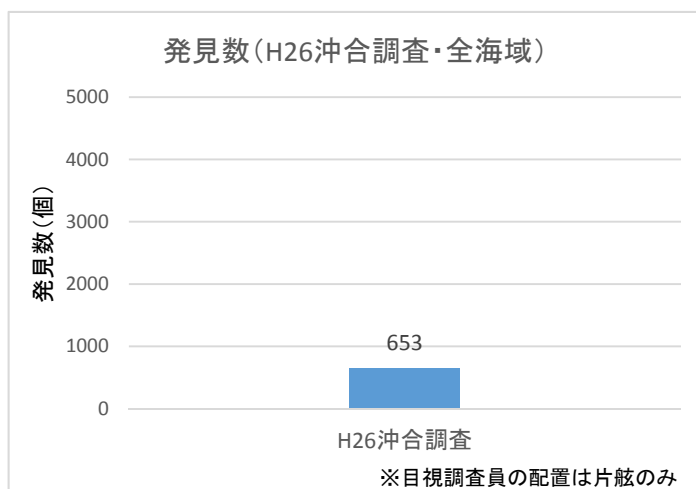
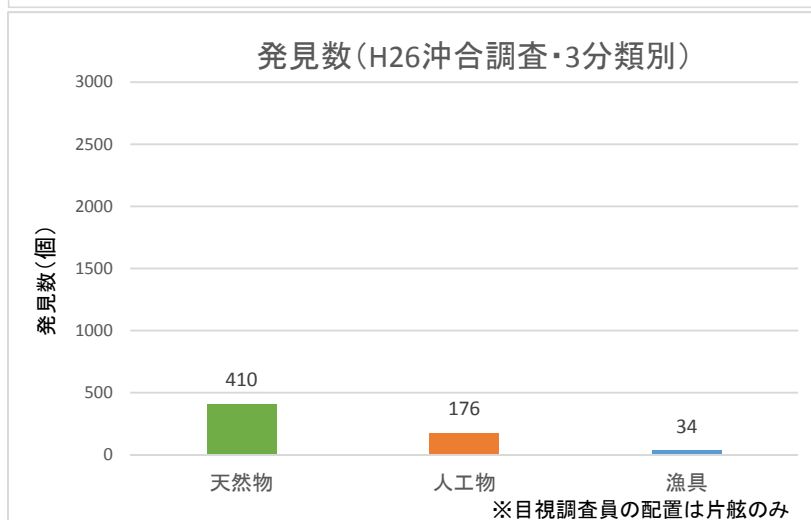
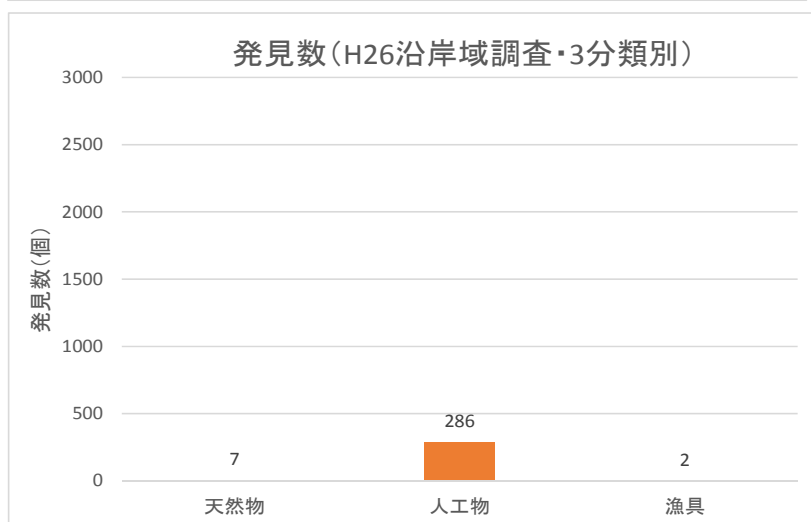
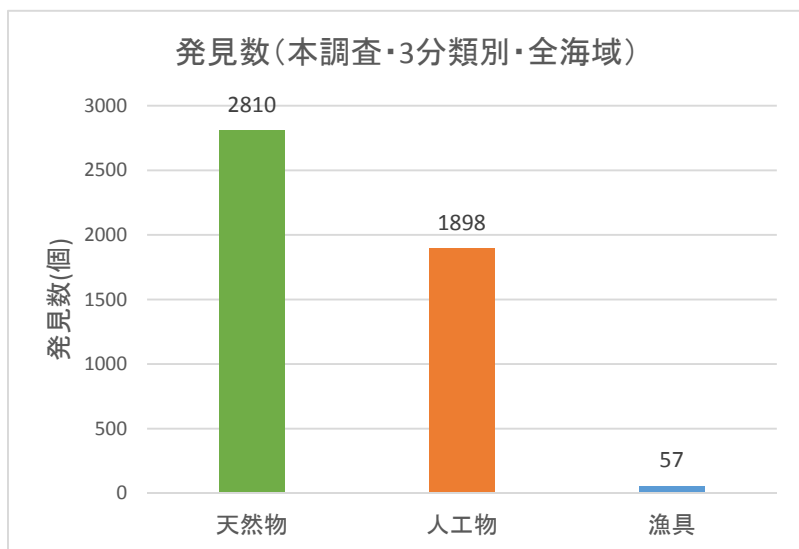
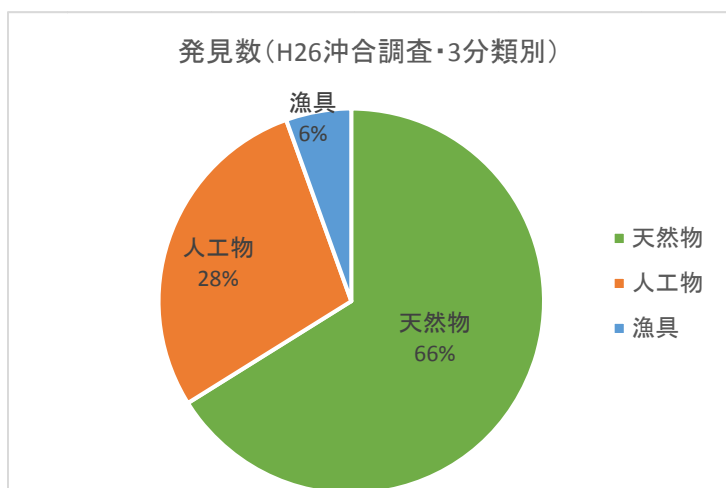
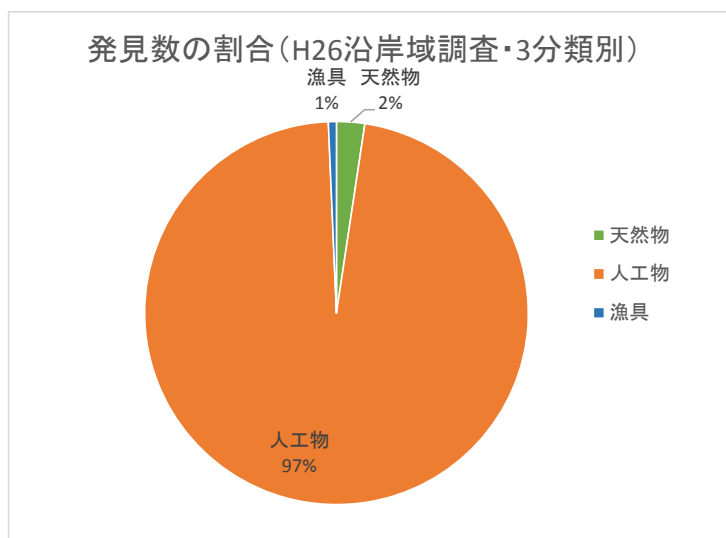
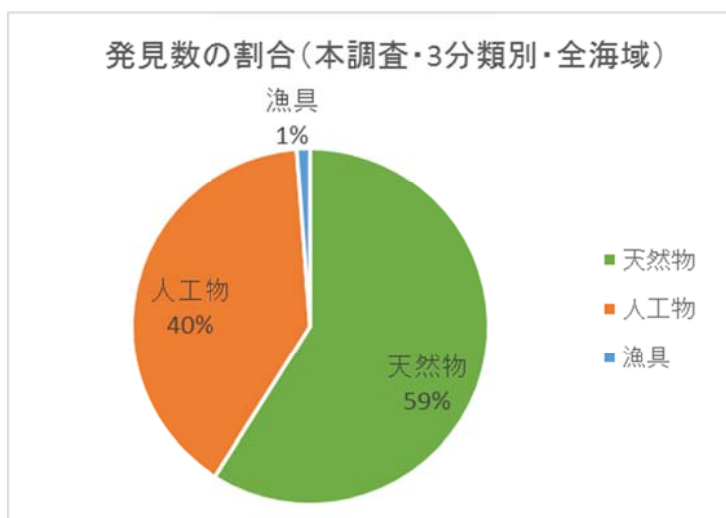


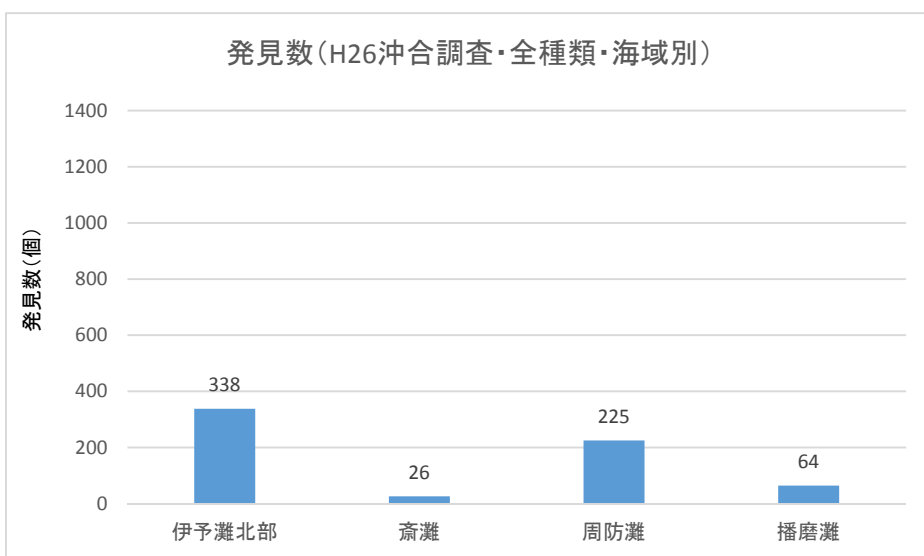
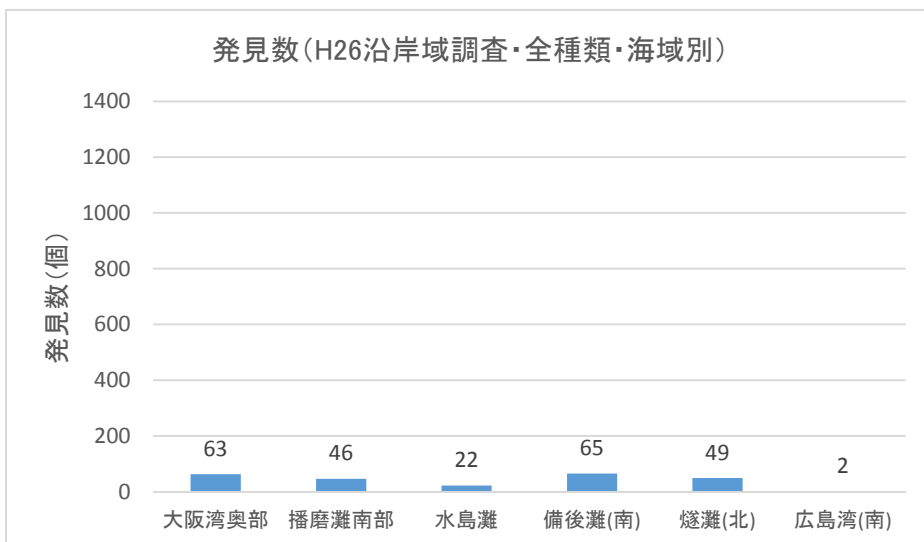
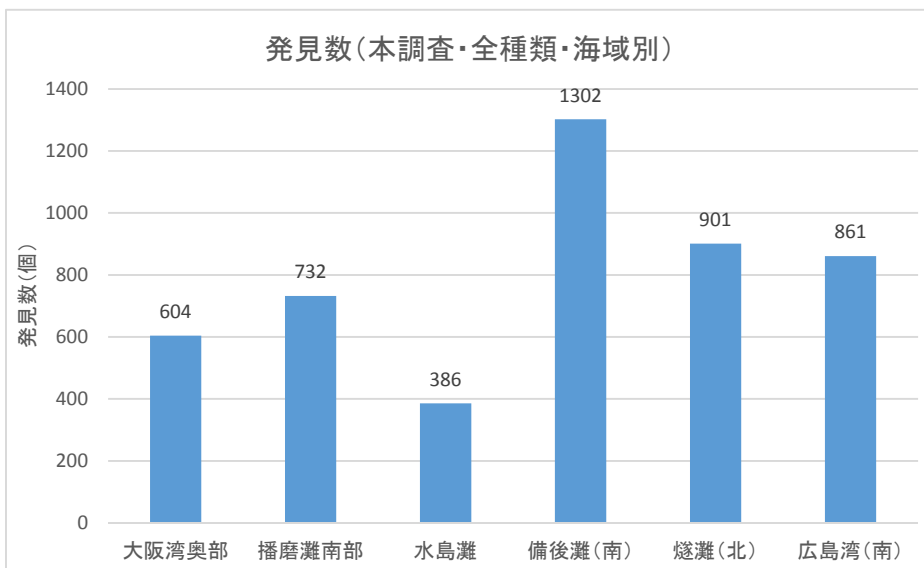
図 II.3-1-3 H26 沖合調査の発見数



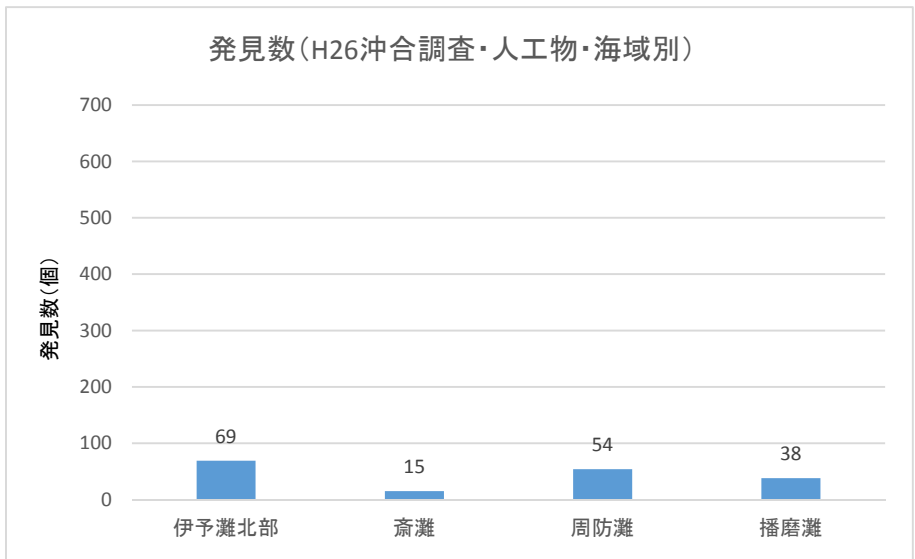
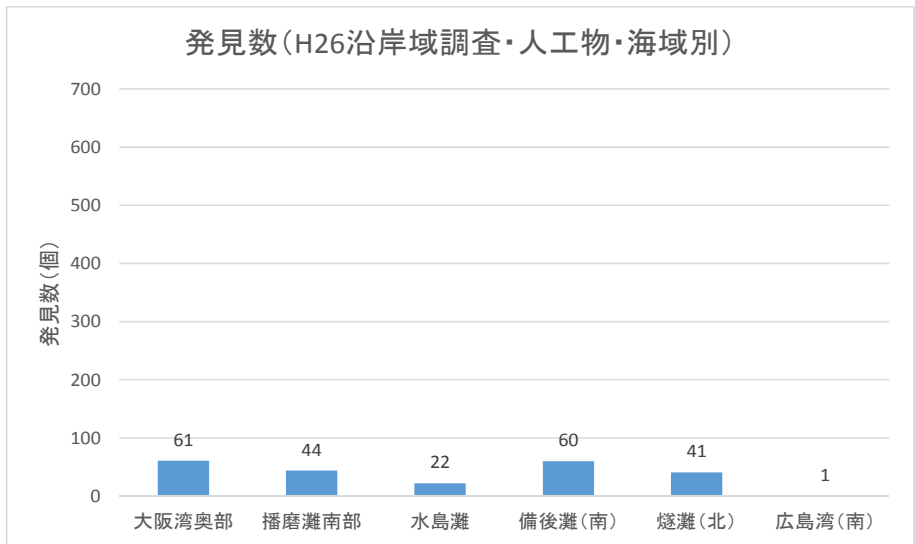
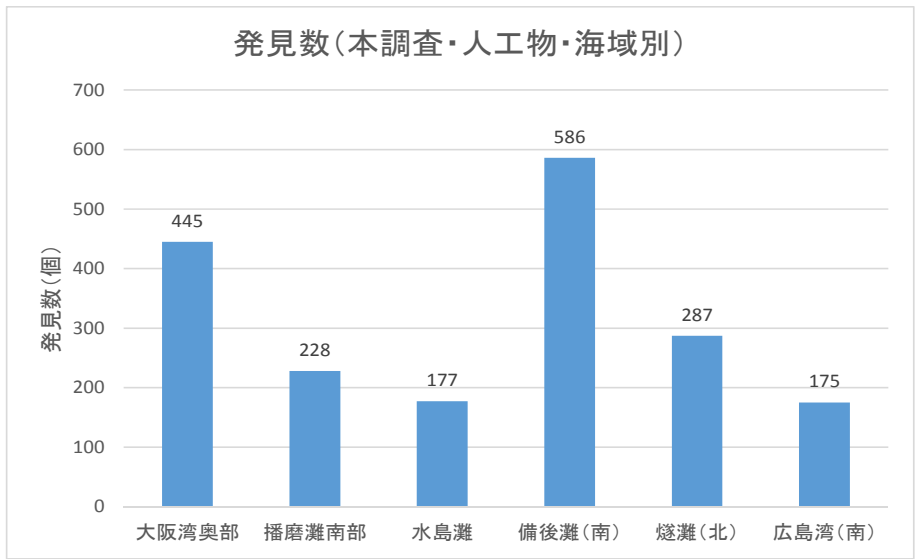
図Ⅱ.3-1-4 3分類別の発見数



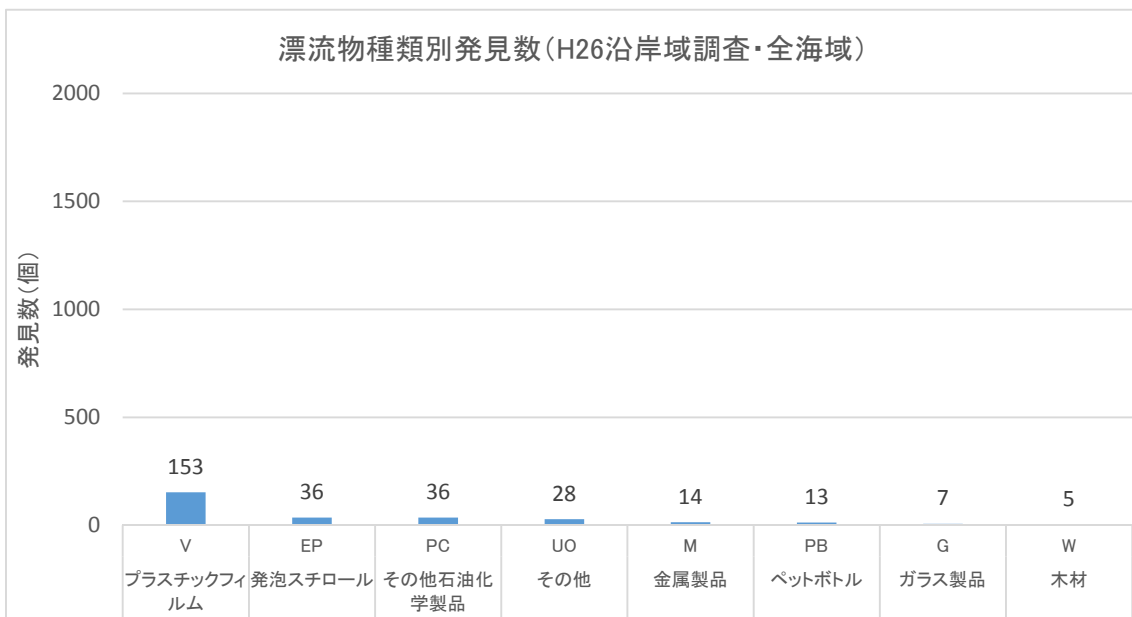
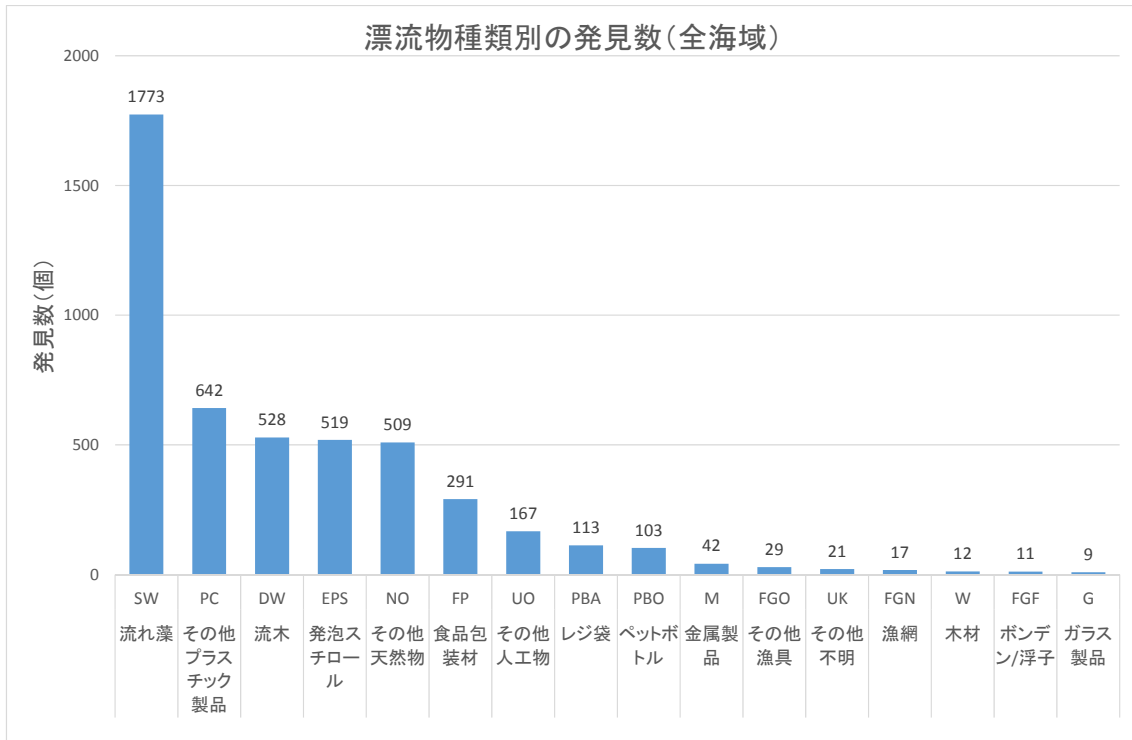
図Ⅱ.3-1-5 3分類別の発見数割合



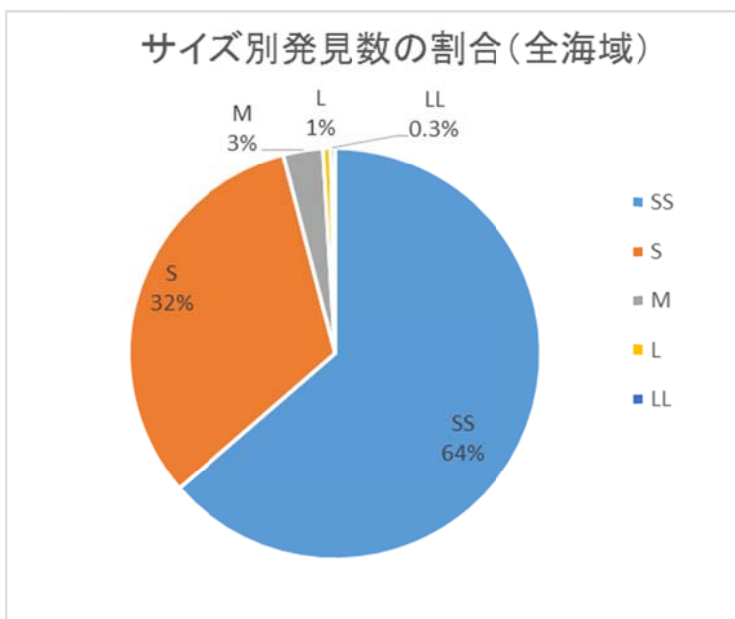
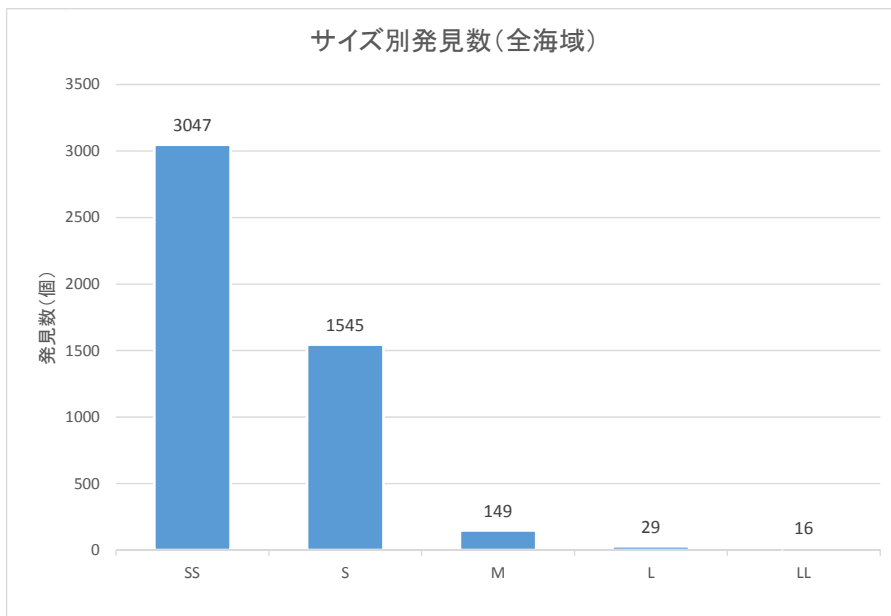
図Ⅱ.3-1-6 海域別漂流物発見数



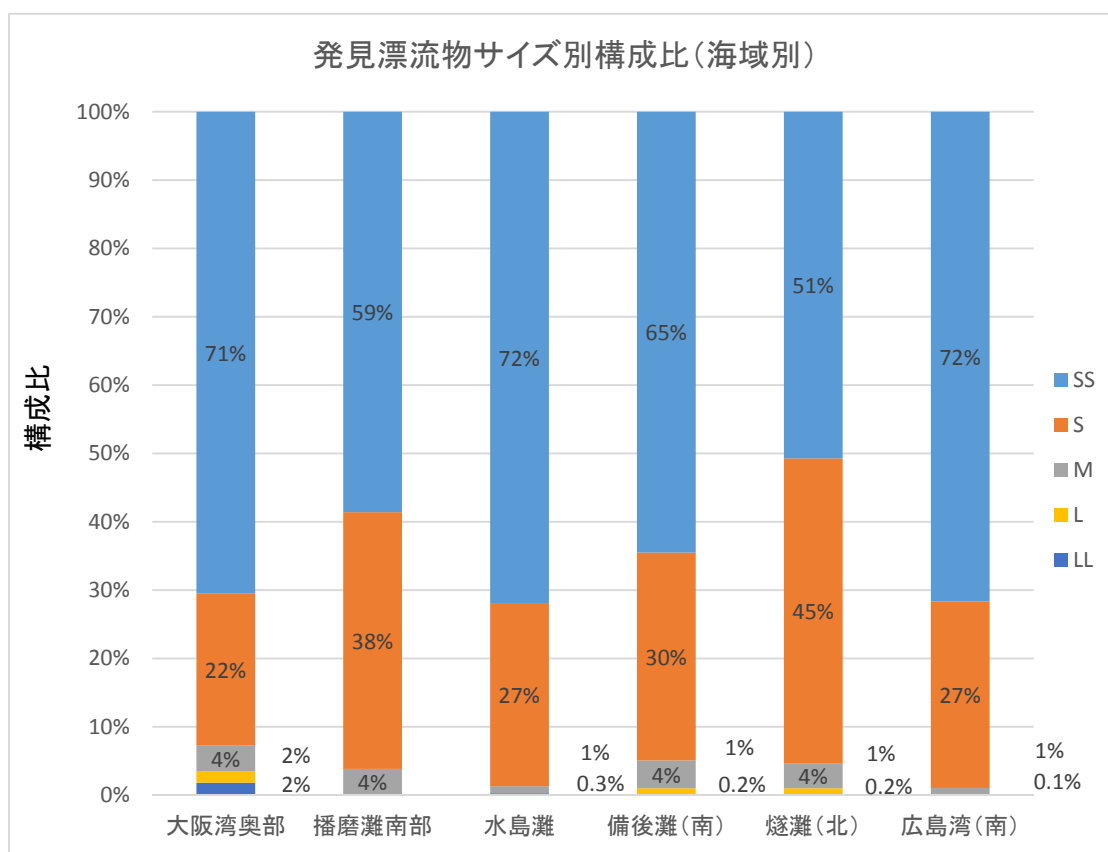
図Ⅱ.3-1-7 海域別人工物の発見数



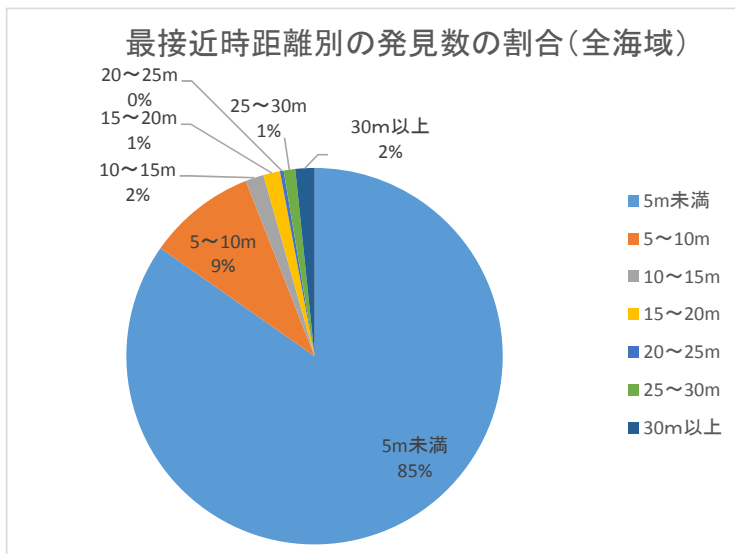
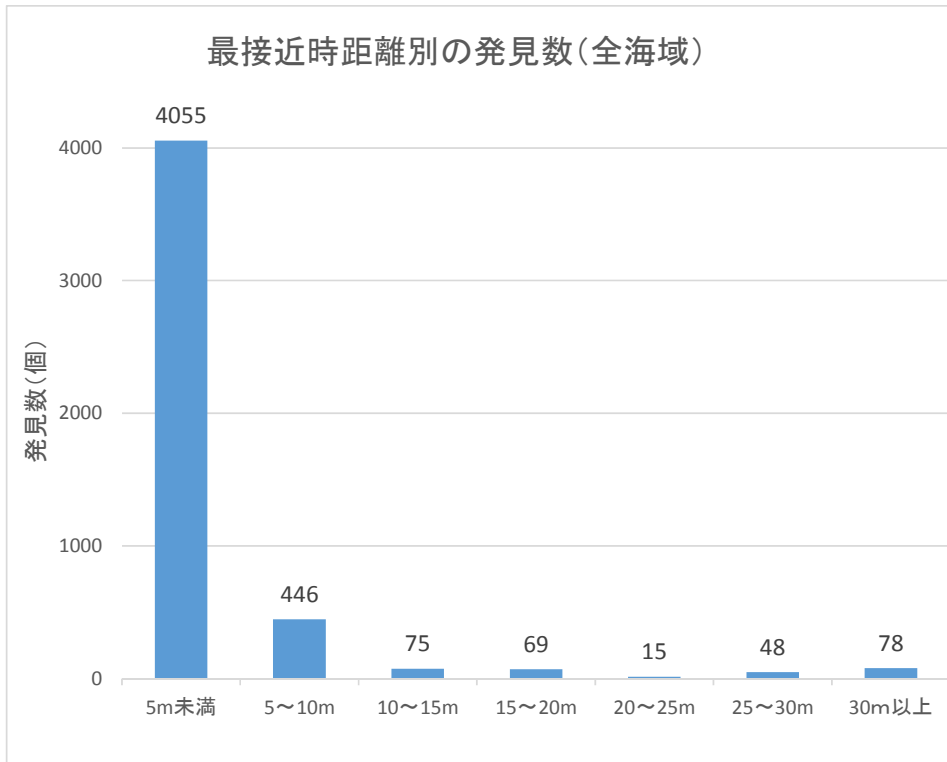
図Ⅱ.3-1-8 漂流物の種類別発見数



図Ⅱ.3-1-9 本調査のサイズ別発見アイテム発見数都とその割合



図Ⅱ.3-1-10 本調査の海域別・サイズ別の発見アイテム数構成比



図Ⅱ.3-1-11 本調査の最接近時距離別アイテム発見数とその割合

Ⅱ.3.1.2 密度の推計

H26 沖合域調査の手法を踏まえ、前述（3-1-1）の漂流物の発見個数、発見距離から半有効探索幅（ m ）を計算した上で、海域ごとの漂流物の単位面積あたりの密度（個/ km^2 ）を推算し、種類別に集計した。

漂流ごみの発見個数を N 、調査側線の距離を L 、半有効探索幅を μ としたときに密度 d を求める計算式は、

$$d = \frac{N}{\mu \cdot L}$$

である。

なお、本調査では両舷で目視観測を行ったため、目視範囲が 2 倍となる。そのため上記式における分母を $2\mu L$ として密度の計算を行った。

ここで得られた本調査の漂流ごみの密度の推計結果を H26 沿岸域調査の結果と比較した。ただし、H26 沿岸域調査では全体の発見数が少ないため、人工物の発見数の上位 3 種類（プラスチックフィルム、発泡スチロール、その他石油化学製品）のみを集計していることに留意する必要がある。また、両調査で漂流物の分類カテゴリが一部異なるため、密度の比較にあたっては、便宜上 H26 沿岸域調査でプラスチックフィルム（V）として分類しているものの、密度は本調査における食品包装材（FP）とレジ袋（PBA）の密度の合計値と同じものであるとして比較した。

<半有効探索幅の計算>

H26 沖合域調査に倣いハーフノーマル型とした。

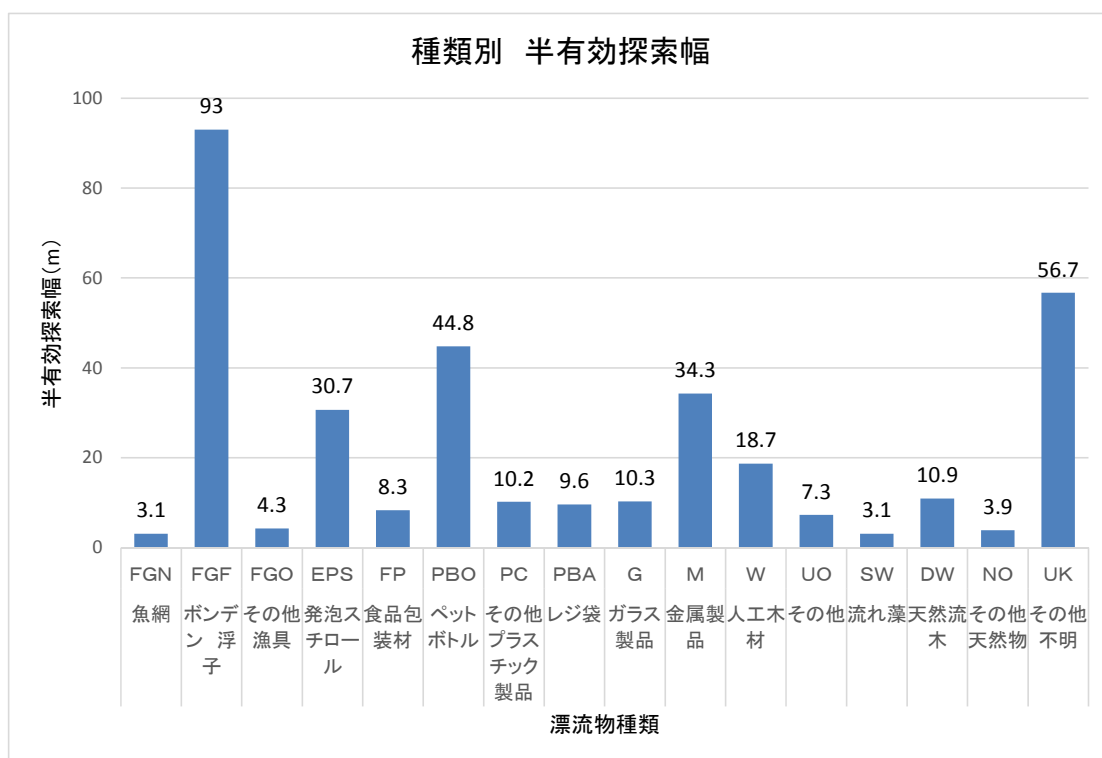
計算によって得られた漂流物種類別の半有効探索幅を、H26 沿岸域調査の結果と合わせて表Ⅱ.3-1-12 及び図Ⅱ.3-1-13,3-1-14 に示す。

半有効探索幅を H26 沿岸域調査と本調査で比較すると、プラスチック製品については H26 沿岸域調査の方が大きく、発泡スチロールについては本調査の方が大きかった。ただ、いずれの差も約 5～8m 程度であり、概ね同じ半有効探索幅であった。

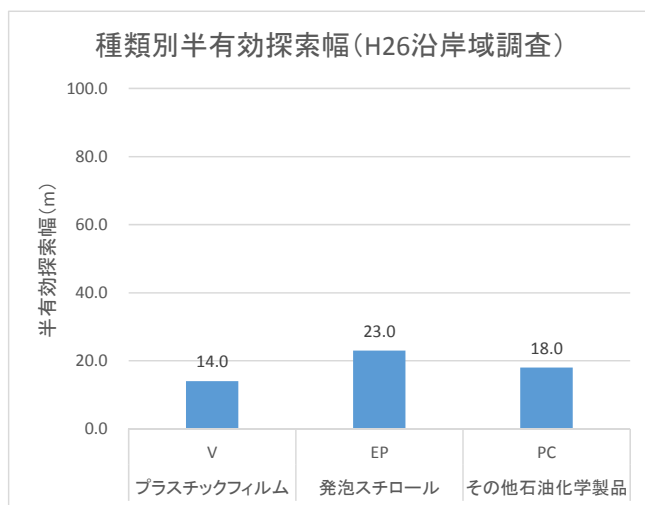
表Ⅱ.3-1-12 漂流物種類別半有効探索幅
(左は本調査、右は H26 沿岸域調査)

記号	漂流物種類	距離 (m)
F G N	漁網	3.1
F G F	ボンデン 浮子	93.0
F G O	その他漁具	4.3
E P S	発泡スチロール	30.7
F P	食品包装材	8.3
P B O	ペットボトル	44.8
P C	プラスチック片	10.2
P B A	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
U O	その他	7.3
S W	流れ藻	3.1
D W	天然流木	10.9
N O	その他天然物	3.9
U K	その他不明	56.7

記号	漂流物種類	距離 (m)
E P	発泡スチロール	23.0
V	プラスチックフィルム	14.0
P C	その他石油化学製品	18.0



図Ⅱ.3-1-13 本調査の漂流物種類別半有効探索幅



図Ⅱ.3-1-14 H26 沿岸域調査の漂流物種類別半有効探索幅

<推計密度の種類別の比較>

本調査で発見された漂流物全種類の密度を比較すると、流れ藻が圧倒的に多く 846.5 個/km²となった。次いで多いのがその他天然物（枯葉や鳥の羽など）で 196.2 個/km²と推算された。（図Ⅱ.3-1-15）

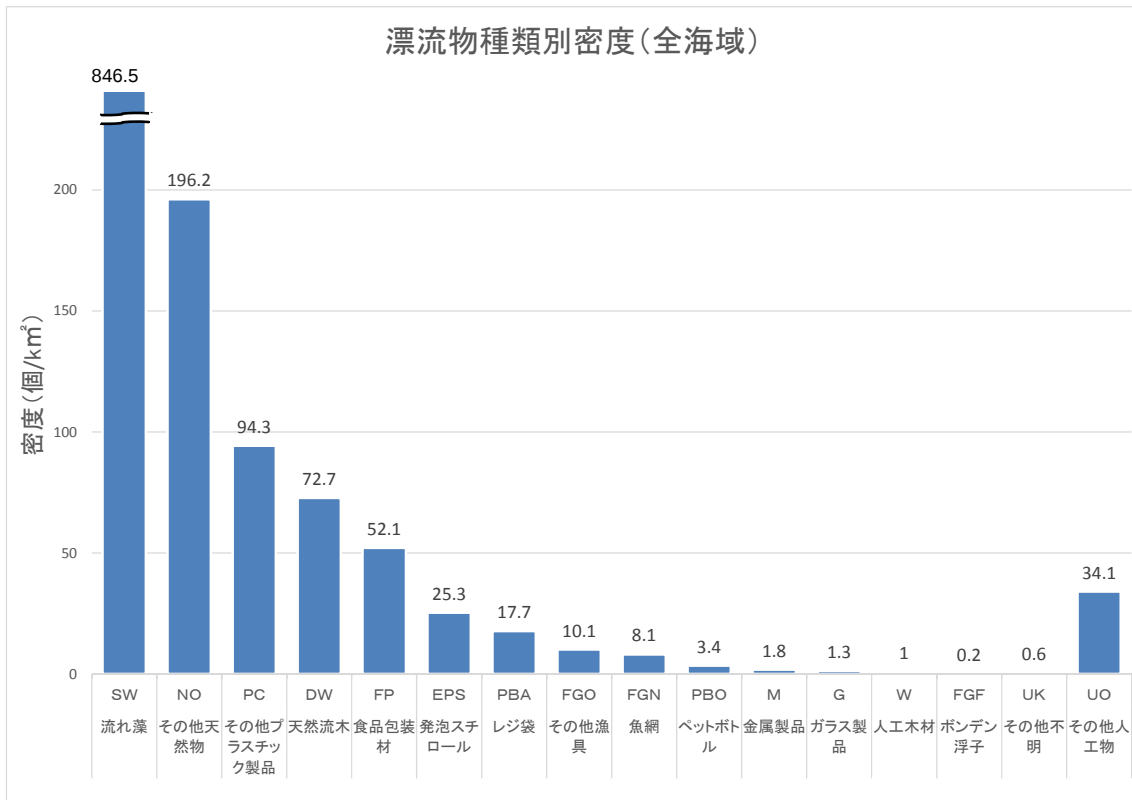
漂流物を人工物、天然物、漁具の 3 つの分類（表Ⅱ.3-1-1 参照）で集計すると、天然物は 7639.9 個/km²、人工物は 1633.0 個/km²、漁具は 130.3 個/km²となり、天然物が全体の 81% を占めた。（図Ⅱ.3-1-16）

人工物に限って密度を比較すると、その他プラスチック製品の密度が最も高く、1km²あたり 94.3 個と推計された。次いで、食品用包装材、その他人工物、発泡スチロール、レジ袋の順であった。（図Ⅱ.3-1-19）

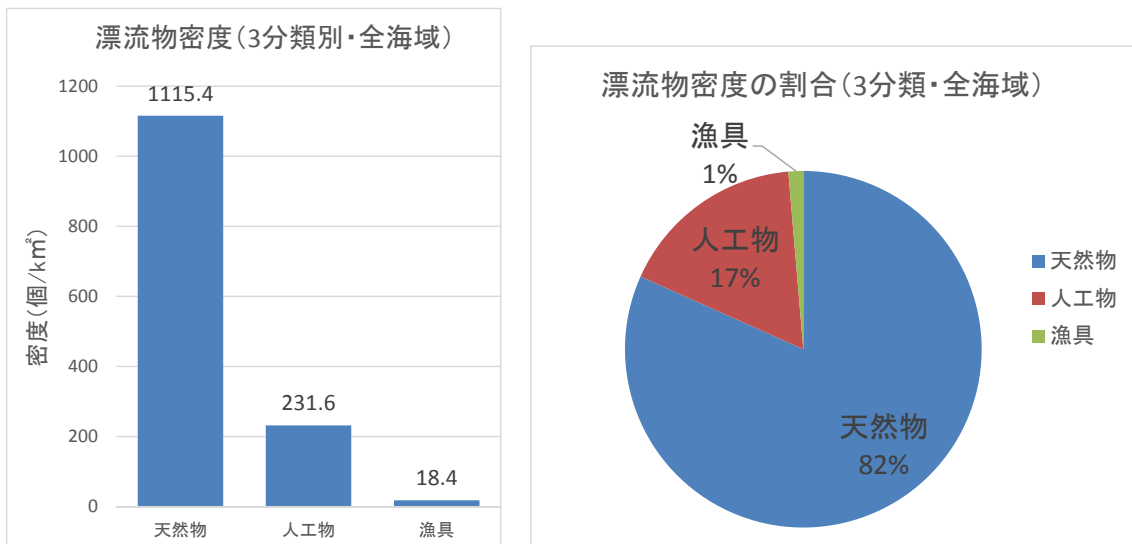
人工物の中で比較的密度の高かったこれら 4 種類について、海域別に集計し比較を行った結果、いずれの漂流物についても大阪湾奥部及び備後灘（南）において密度が高かった。（図Ⅱ.3-1-21）

この 2 海域は他の海域に比べて人工物が多い海域と言えるが、発泡スチロールに限っては燧灘（北）が他の海域に比べて顕著に多かった（図Ⅱ.3-1-23）。この背景としては、この海域で藻に付着した発泡スチロール片が目視観測で大量に見つかったことが主な原因として考えられる。

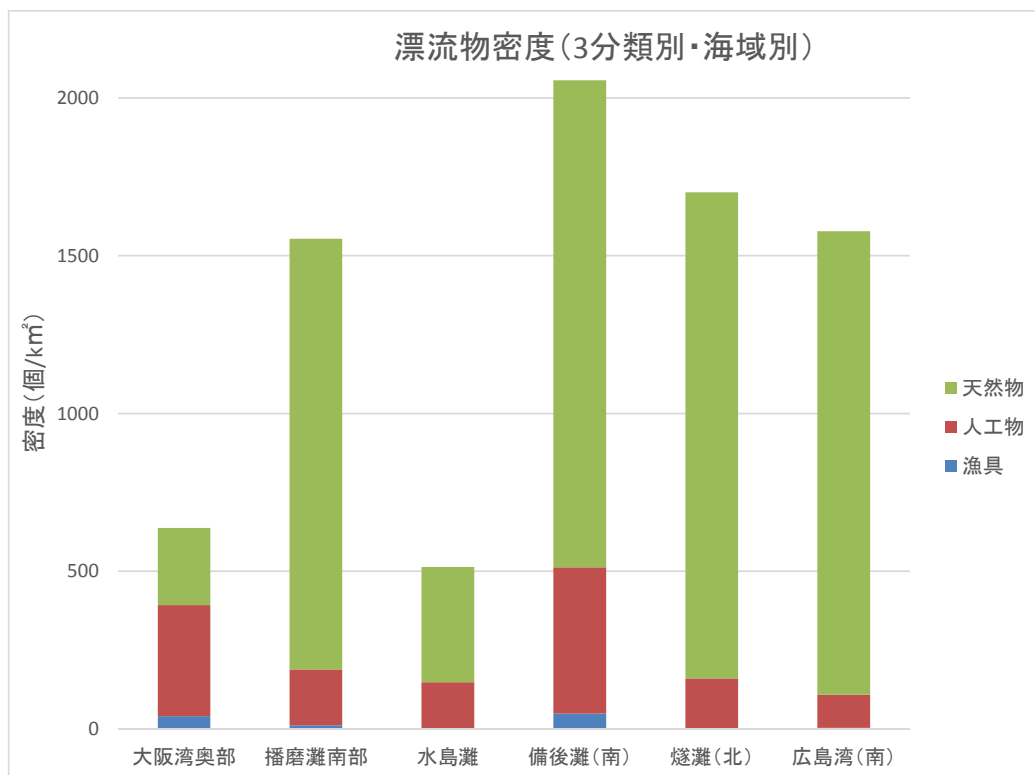
また、その他プラスチック製品では備後灘（南）が（図Ⅱ.3-1-24）、レジ袋では大阪湾奥部が（図Ⅱ.3-1-25）、食品包装材では備後灘（南）が（図Ⅱ.3-1-26）最も多かった。



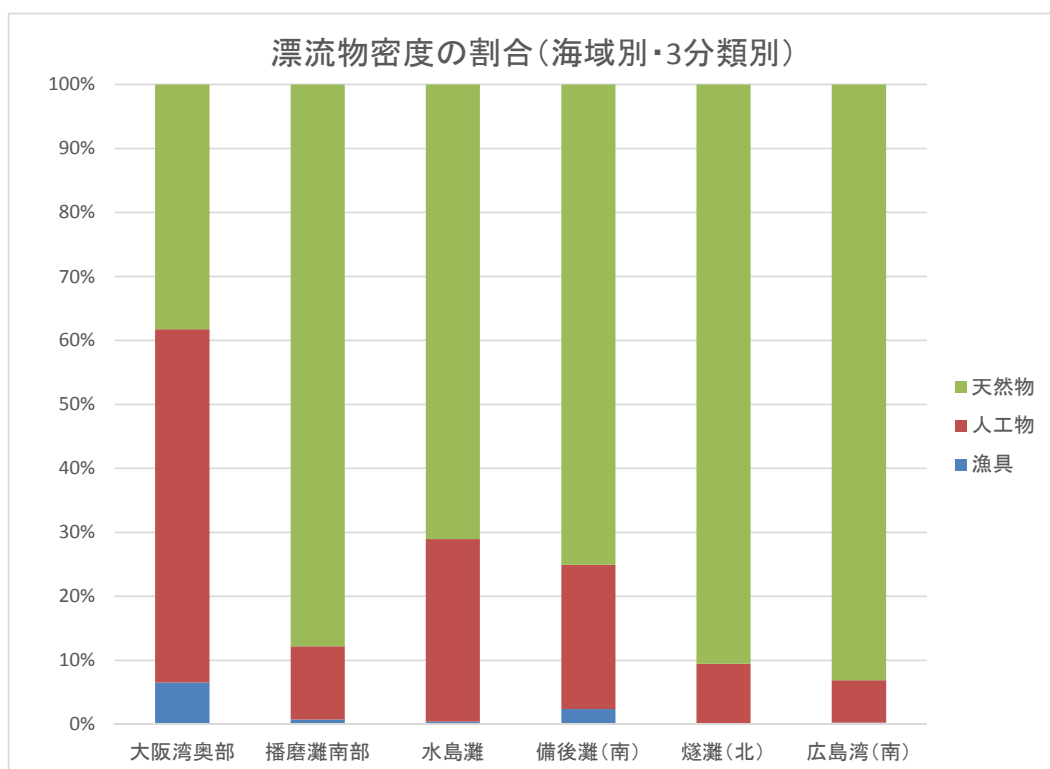
図Ⅱ.3-1-15 漂流物種類別密度



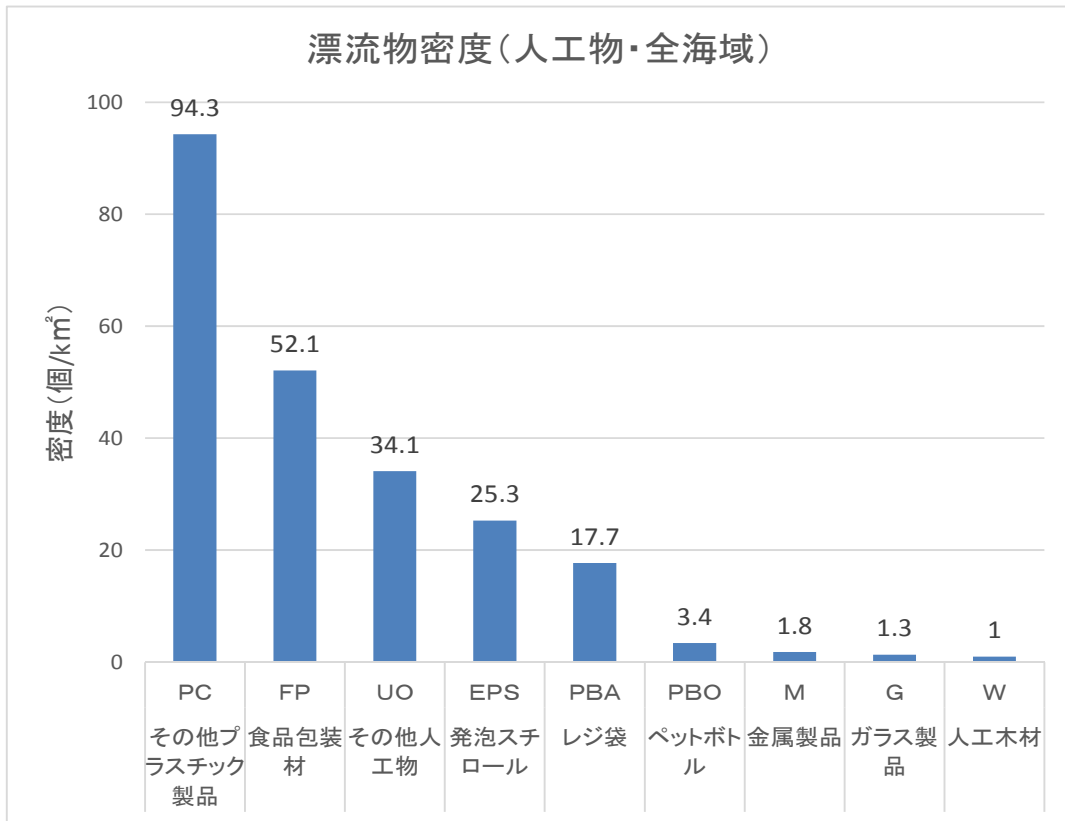
図Ⅱ.3-1-16 3分類の密度



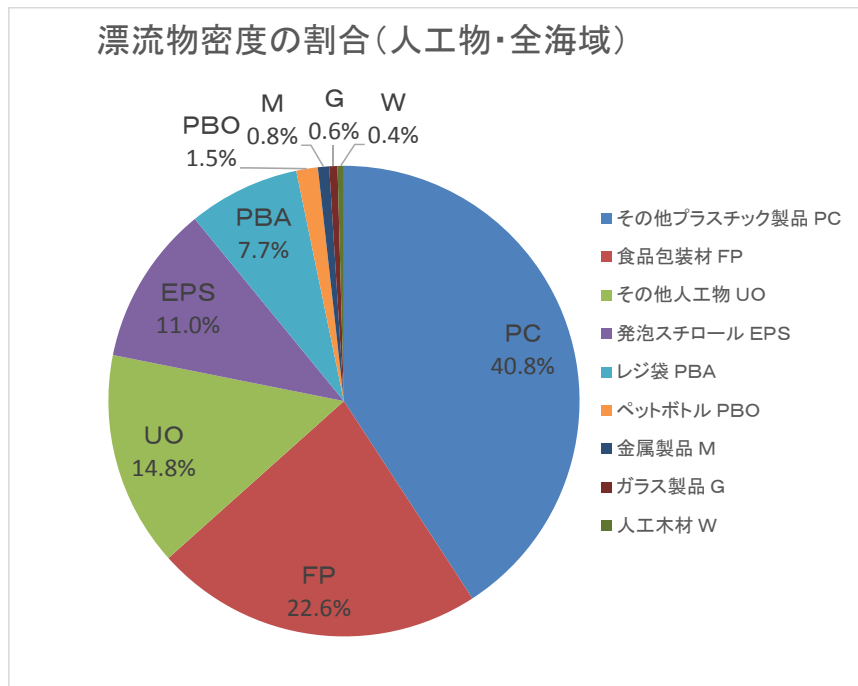
図Ⅱ.3-1-17 海域別の漂流物密度 (3分類別)



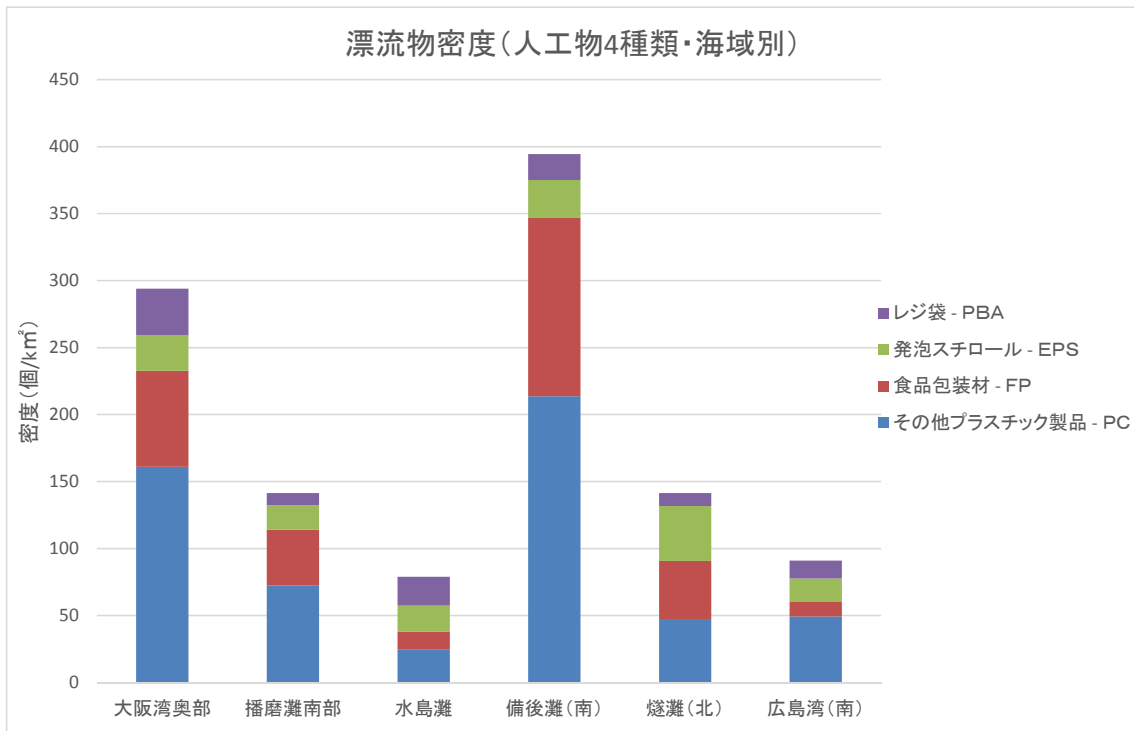
図Ⅱ.3-1-18 海域別の漂流物密度割合 (3分類別)



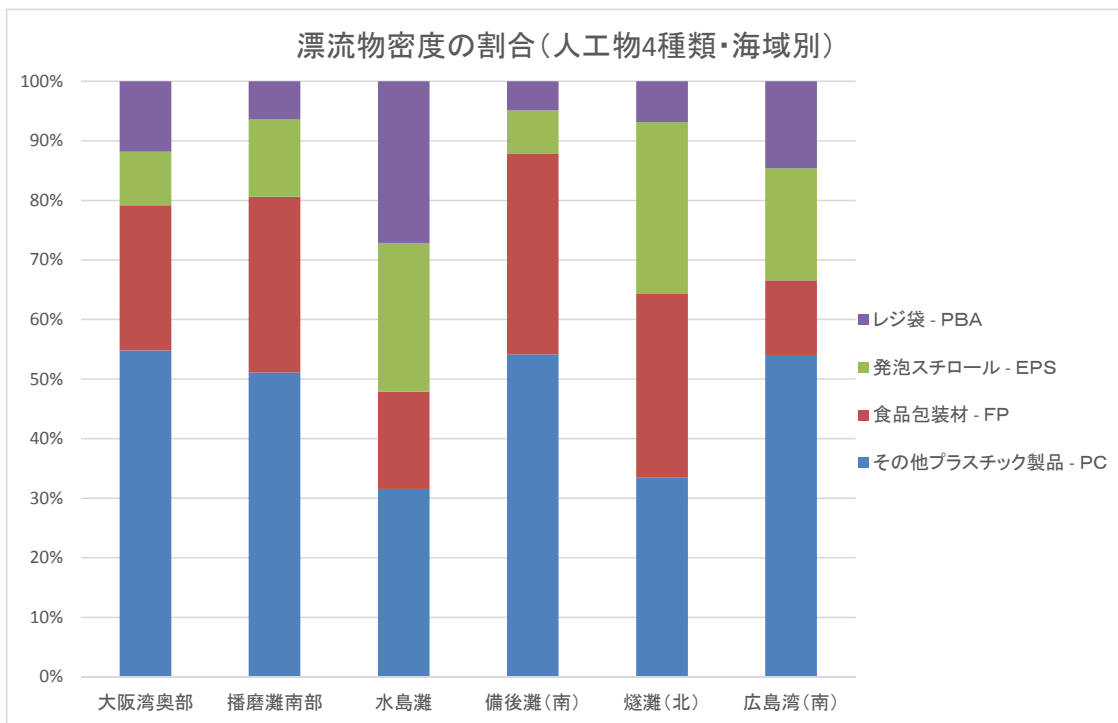
図Ⅱ.3-1-19 人工物密度(全海域)



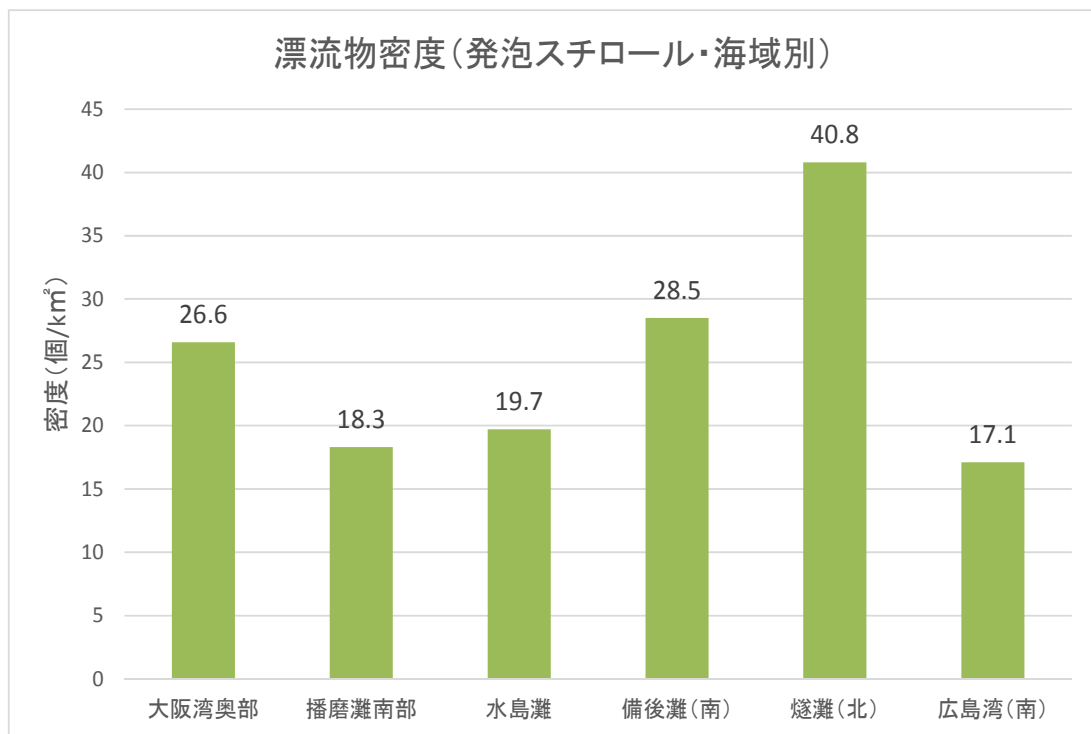
図Ⅱ.3-1-20 人工物密度の割合(全海域)



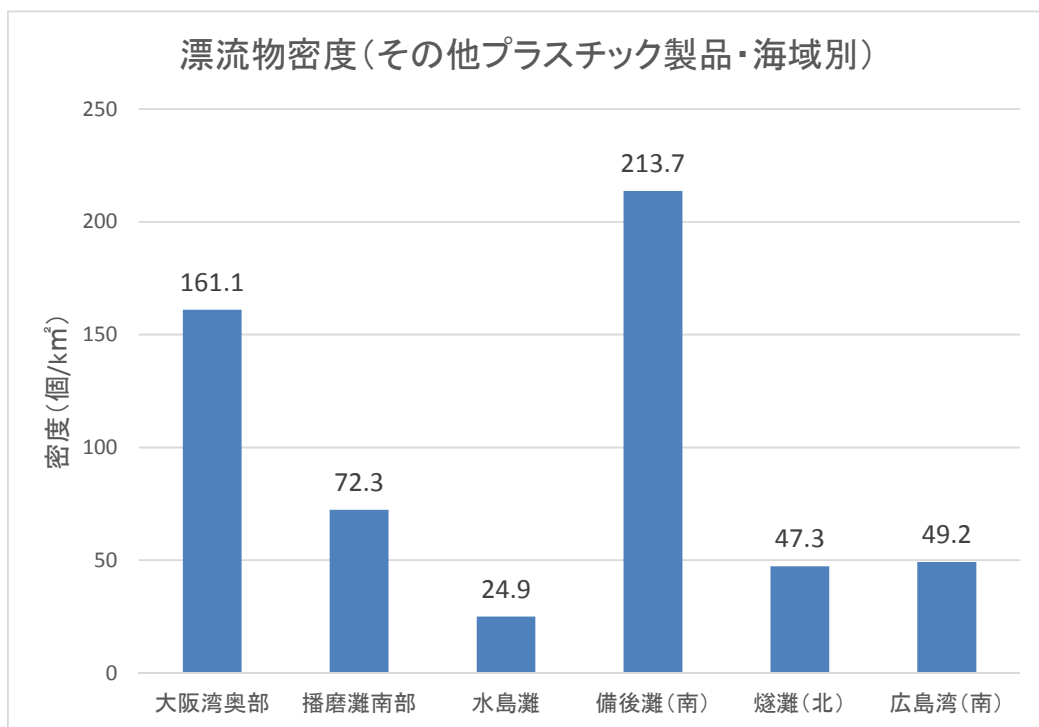
図Ⅱ.3-1-21 人工物4種類の密度(全海域)



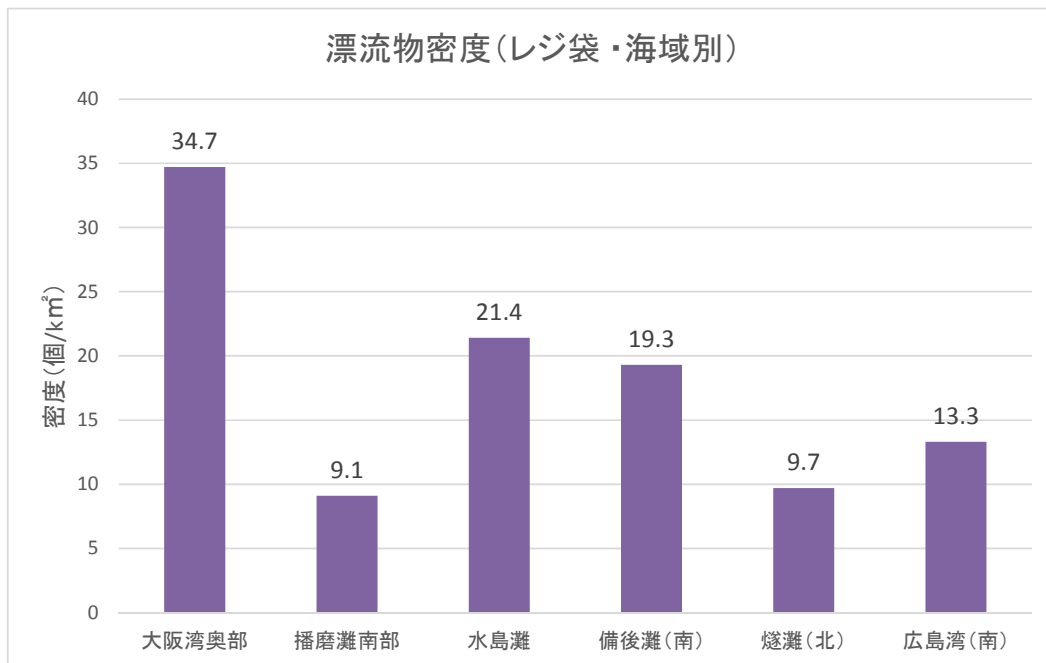
図Ⅱ.3-1-22 人工物4種類の密度の割合(全海域)



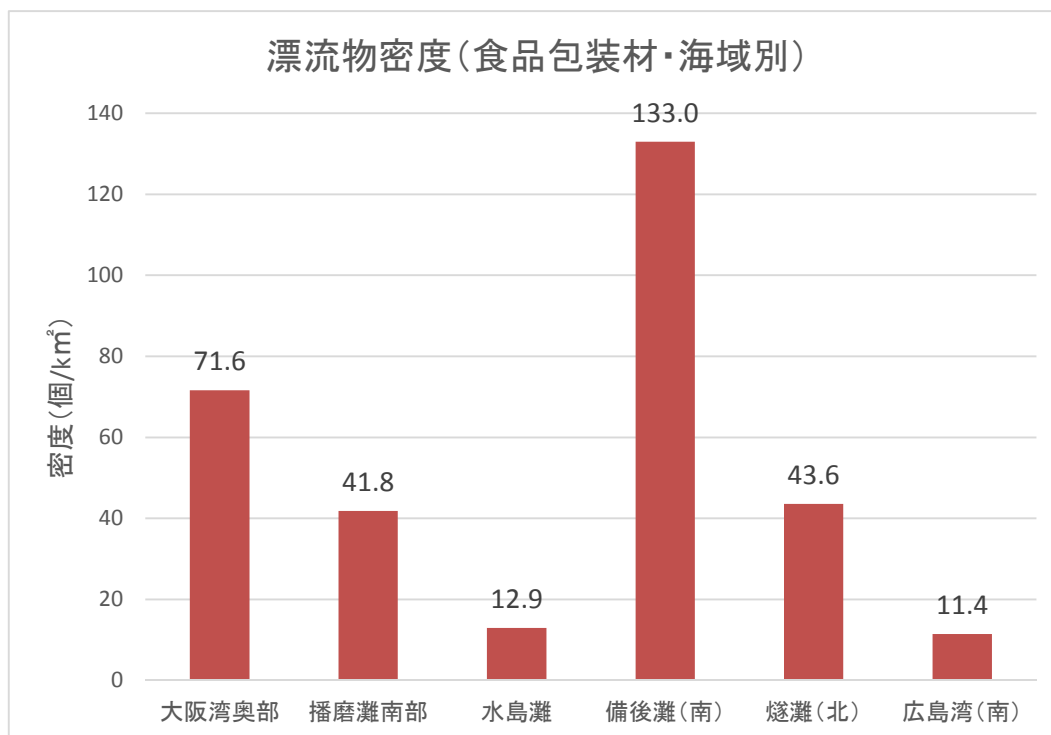
図Ⅱ.3-1-23 海域別漂流物密度 発泡スチロール



図Ⅱ.3-1-24 海域別漂流物密度 その他プラスチック製品



図Ⅱ.3-1-25 海域別漂流物密度 レジ袋



図Ⅱ.3-1-26 海域別漂流物密度 食品包装材

Ⅱ.3.2. マイクロプラスチック調査の結果

九州大学応用力学研究所 磯辺篤彦教授に依頼した分析結果をもとに、採集した漂流物をプラスチック、発泡スチロール、糸くずにそれぞれ分類して集計し、発見個数と濾水計の回転数から求めた濾水量から、0.3 mm以上 5mm 以下の浮遊物であるマイクロプラスチックの浮遊密度(1m³当たりの個数)を計算した(表Ⅱ.3-2-1)。

なお、計算方法は、H26 沖合域調査の手法に準じて以下のとおりとした。

濾水量(m³)=濾水計回転数×0.064 m³×0.5×0.6

密度(個/m³)=発見個数/濾水量

表Ⅱ.3-2-1 漂流物採集結果(0.3mm～5mm)

日付	海域	天候	緯度 (10進)	経度 (10進)	回転数	濾水量 (m ³)	プラスチック 個数	密度 (個/m ³)	発泡スチ ロール個数	密度 (個/m ³)	糸くず 個数	密度 (個/m ³)
10/5	水島灘	晴れ	34.381N	133.598E	14,430	277.06	8	0.03	35	0.13	0	0.00
10/7	播磨灘(南)	晴れ	34.273N	134.358E	11,105	213.22	6	0.03	12	0.06	0	0.00
10/9	大阪湾奥部	晴れ	34.352N	135.108E	11,665	223.97	168	0.75	6	0.03	1	0.00
10/12	広島湾(南)	曇り	33.980N	132.325E	11,220	215.42	88	0.41	52	0.24	0	0.00
10/14	燧灘(北)	晴れ	34.204N	132.730E	13,070	250.94	106	0.42	641	2.55	6	0.02
10/16	備後灘(南)	晴れ	34.231N	133.527E	15,100	289.92	138	0.48	9	0.03	2	0.01

表Ⅱ.3-2-2 プラスチック分析結果

採集場所			採集量			マイクロビーズの サイズ別個数			材質別個数		密度		
海域	緯度 (10進)	経度 (10進)	プラスチック 個数*	マイクロ プラスチック 個数	マイクロ ビーズ個数	0.3～ 0.5mm	0.5～ 1.0mm	1.0mm ～	プラス チック	その他	プラスチック 密度(個/m ³)	マイクロプラ スチック密度 (個/m ³)	マイクロ ビーズ密度 (個/m ³)
水島灘	34.381N	133.598E	10	8	0	0	0	0	0	0	0.04	0.03	0.000
播磨灘(南)	34.273N	134.358E	6	6	0	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.000
大阪湾奥部	34.352N	135.108E	175	168	4	4	0	0	4	0	0.78	0.75	0.018
広島湾(南)	33.980N	132.325E	89	88	0	0	0	0	0	0	0.41	0.41	0.000
燧灘(北)	34.204N	132.730E	109	106	1	1	0	0	1	0	0.43	0.42	0.004
備後灘(南)	34.231N	133.527E	160	138	1	1	0	0	1	0	0.55	0.48	0.003
全体			549	514	6	6	0	0	6	0	0.37	0.35	0.004

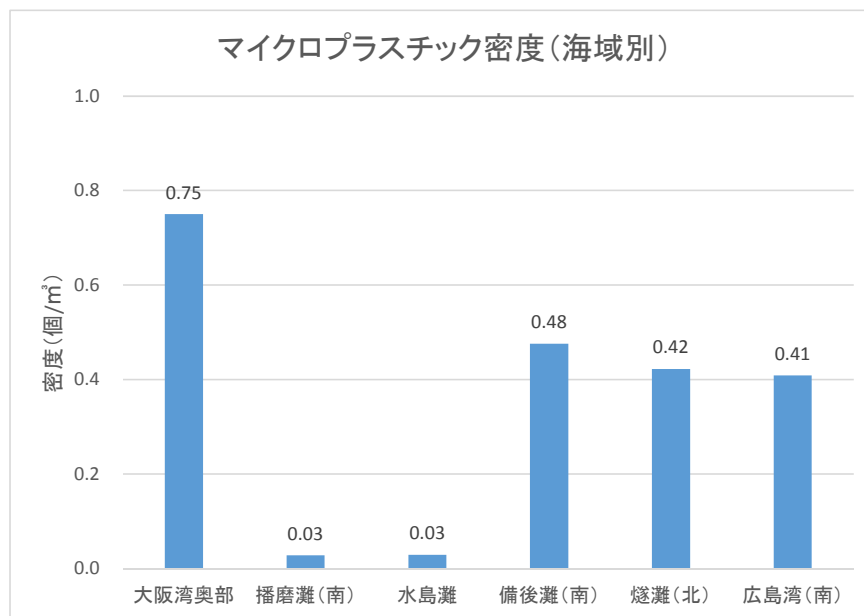
*メソプラスチック+マイクロプラスチックの合計値

プラスチックの浮遊密度を海域別に見ると、大阪湾奥部の密度が最も高く(0.75 個/m³)、広島湾(南)、燧灘(北)、備後灘(南)が0.40 個/m³程度で同じような数値となった。一方、水島灘と播磨灘(南)は他の海域と比べて非常に低い値となった(図Ⅱ.3-2-1)。参考までに発泡スチロールの浮遊密度を海域別に見ると、燧灘(北)の密度が2.55 個/m³と群を抜いて高く、次いで広島湾(南)が0.24 個/m³であった。

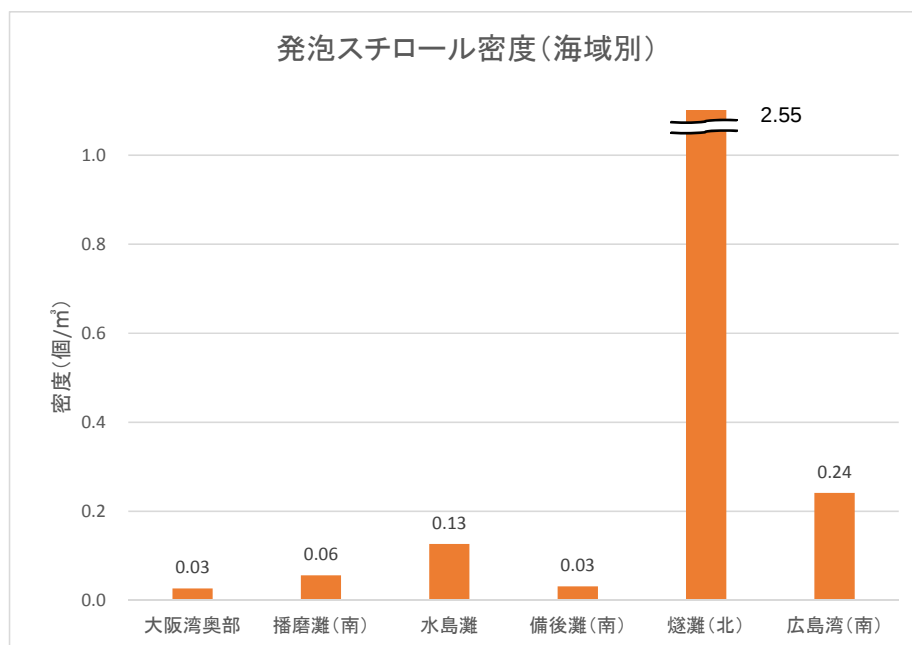
目視による漂流物の密度とマイクロプラスチックの密度の関係をみると、備後灘(南)は目視した漂流ごみのその他プラスチック製品の密度が群を抜いて高いが(前項 図

Ⅱ.3-1-24)、マイクロプラスチックの密度がそれに比例して高いわけではなかった。

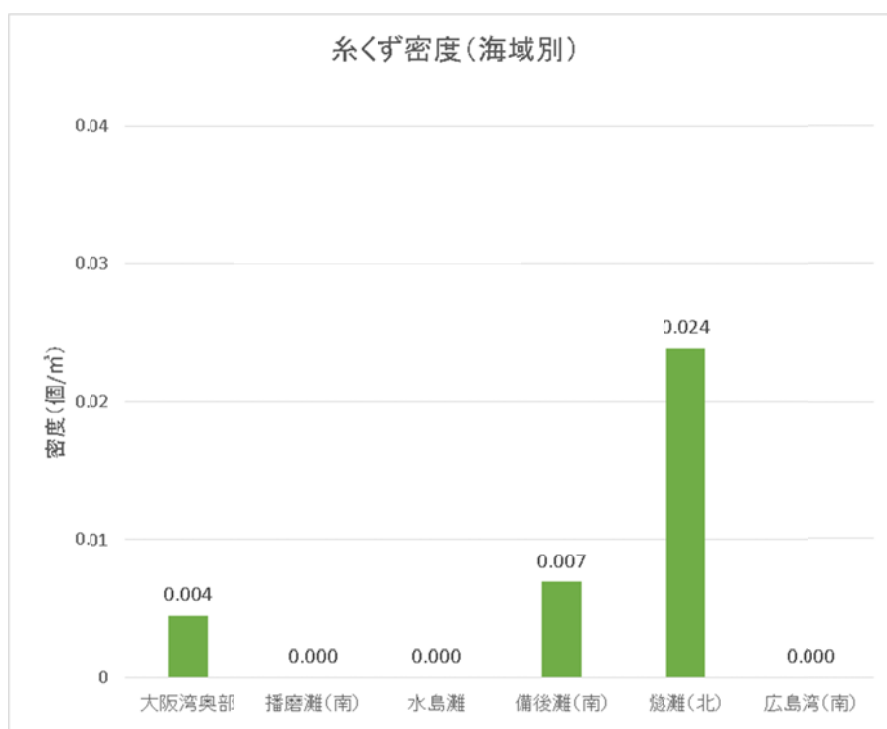
また、大阪湾奥部、燧灘（北）及び備後灘（南）では、マイクロプラスチックの中に洗顔料等に含まれるスクラブ材と思われるビーズ状のもの（マイクロビーズ）も発見された（表Ⅱ.3-2-2、写真Ⅱ.3-2-4）。



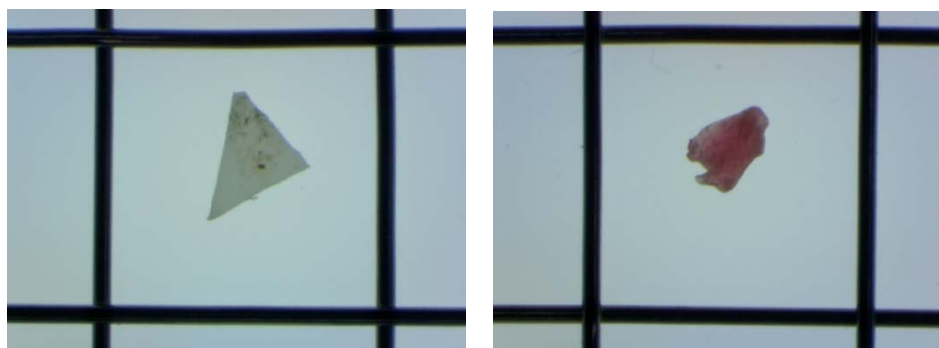
図Ⅱ.3-2-1 マイクロプラスチック密度



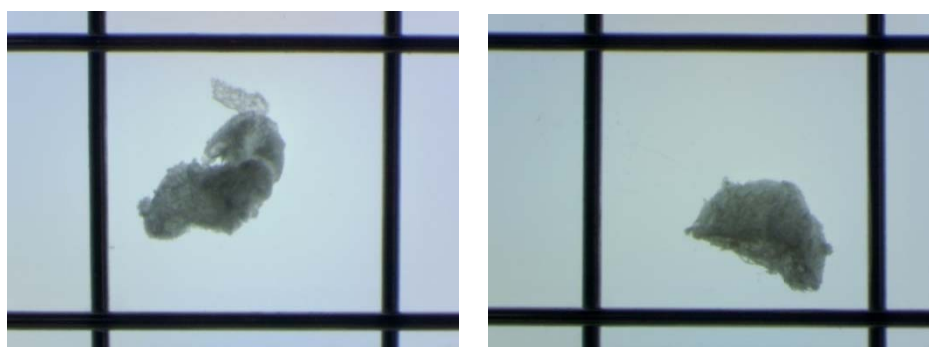
図Ⅱ.3-2-2 （参考）発泡スチロール密度



図Ⅱ.3-2-3 (参考) 糸くず密度



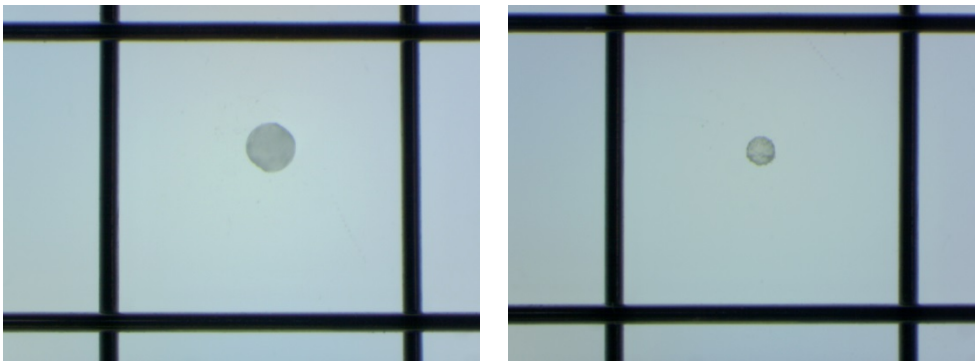
写真Ⅱ.3-2-1 採集したマイクロプラスチック



写真Ⅱ.3-2-2 採集した発泡スチロール



写真Ⅱ.3-2-3 採集した糸くず



写真Ⅱ.3-2-4 マイクロビーズ

(写真中の黒線は 0.3mm、枠内が 5mm の大きさ)

Ⅱ.3.3. 地域性の分析

ここでは本調査の実施海域における漂流物の発生源の分析を行うために、過去文献や気象海象のデータを利用して、海潮流、河川からの流入、風向の3つの観点から瀬戸内海における大まかな傾向を整理した。

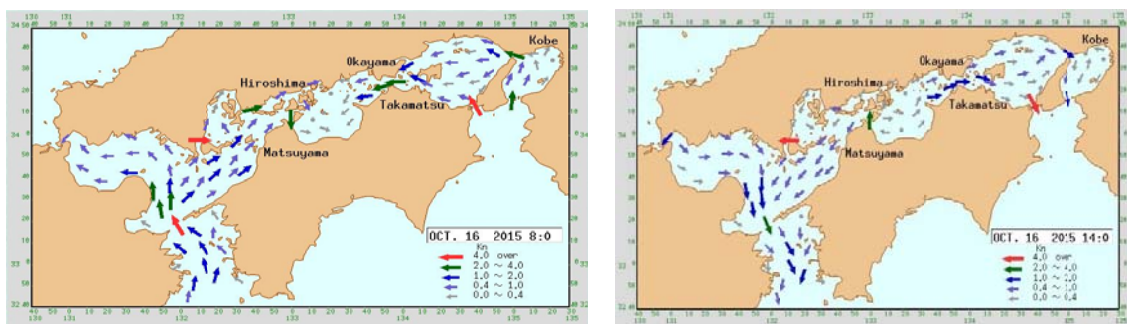
<海潮流>

漂流物がどこから流れてくるのかを調べるため、海上保安庁 HP の「海潮流推算情報」から 2h ごとのシミュレーション図を 10 日分取得し、比較検討することにより、潮流の傾向を把握した。(図Ⅱ.3-3-1)

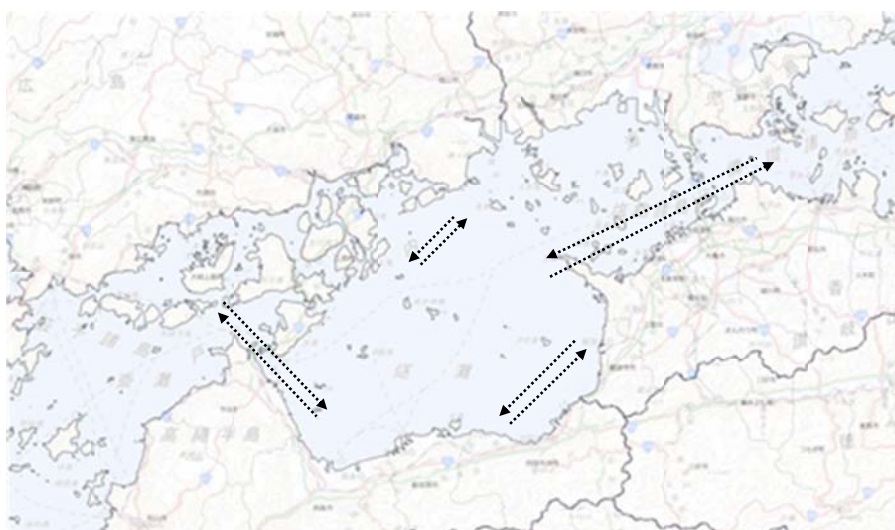
(http://www1.kaiho.mlit.go.jp/JODC/marine/umi/tide_str_pred.html)

また、塩分の違いにより発生する密度流や表層を吹く風と海面の摩擦により発生する吹送流、潮流と地形の相互作用(例えば岬や海峡周辺)によって生じる潮汐残差流などといった残差流により(『海の流れと生物:環境を大切にすることの意味』(中田 2007)による)、漂流物は行ったり来たりを繰り返しながらある方向に流れていくことがわかっている(図Ⅱ.3-3-2)。

なお、『瀬戸内海水と外洋水の海水交換』（上嶋・橋本・山崎・宝田 1985）によると、瀬戸内海の海水は約 1 年で外洋の海水と入れ替わるとされている。また、『瀬戸内海における海洋ごみの収支』（藤枝・星加・橋本・佐々倉・清水・奥,2010）によると、瀬戸内海へのごみの流入量のうち外海からの流入量は全体の 7%（図Ⅱ.3-3-3）に過ぎないとされている。

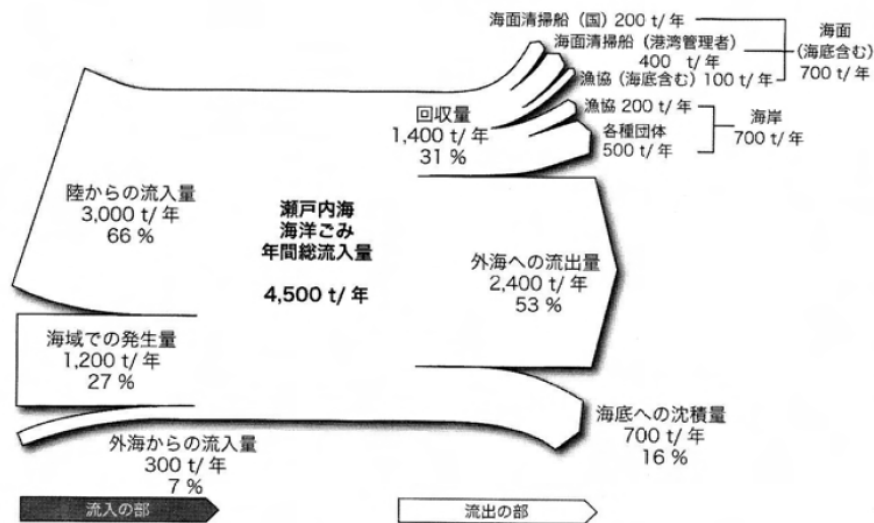


図Ⅱ.3-3-1 海潮流推算図（サンプル）



図Ⅱ.3-3-2 潮汐による漂流模式図

漂流物は図の通り行ったり来たりしながら、残差流によって移動する。



図Ⅱ.3-3-3 瀬戸内海における海洋ごみ収支（藤枝ら 2010）

＜河川からの流入＞

河川から流れ込んでくる水量については、調査海域周辺の気象庁アメダスの降水量データ、及び1級河川の観測所から得られた河川の流量をもとに整理した。

また、気象庁の過去データから、2015年の月別降水量を取得した。（調査実施海域に近いアメダス観測地点のデータで代用）。

(http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=&block_no=&year=2015&month=&day=)

これによれば、いずれの海域（陸域を含む）においても梅雨や台風の影響を受ける6～9月に最も降水量が多く、一方、H26沿岸域調査を実施した1月、2月は最も雨量の少ない時期である。

また、河川の流入量については、国土交通省の水文水質データベースに登録されている観測所における計測値を用いて考察した。（<http://www1.river.go.jp/>）

ただし、これらは1級河川の観測所の情報のみであり、かつ年度も観測所により2010～2014とまちまちであることに留意する必要がある。

これらのデータから、河川の流量が極大になるのは6～7月と9～10月であり、一方冬季（12～2月）は流量の少ない時期であることが分かった。（図Ⅱ.3-3-5）

以上のことから、H26 沿岸域調査は陸域（河川を含む）の影響が最も小さい季節に実施したものであり、一方、本調査は他の季節に比べて陸域（河川を含む）の影響が大きい時期に実施したものであることがわかる。

＜風の影響＞

風の影響で漂流物がどのように流されるかを考察した。その海域で吹きやすい風（卓越風）を調べることで海域ごとの傾向を整理した。

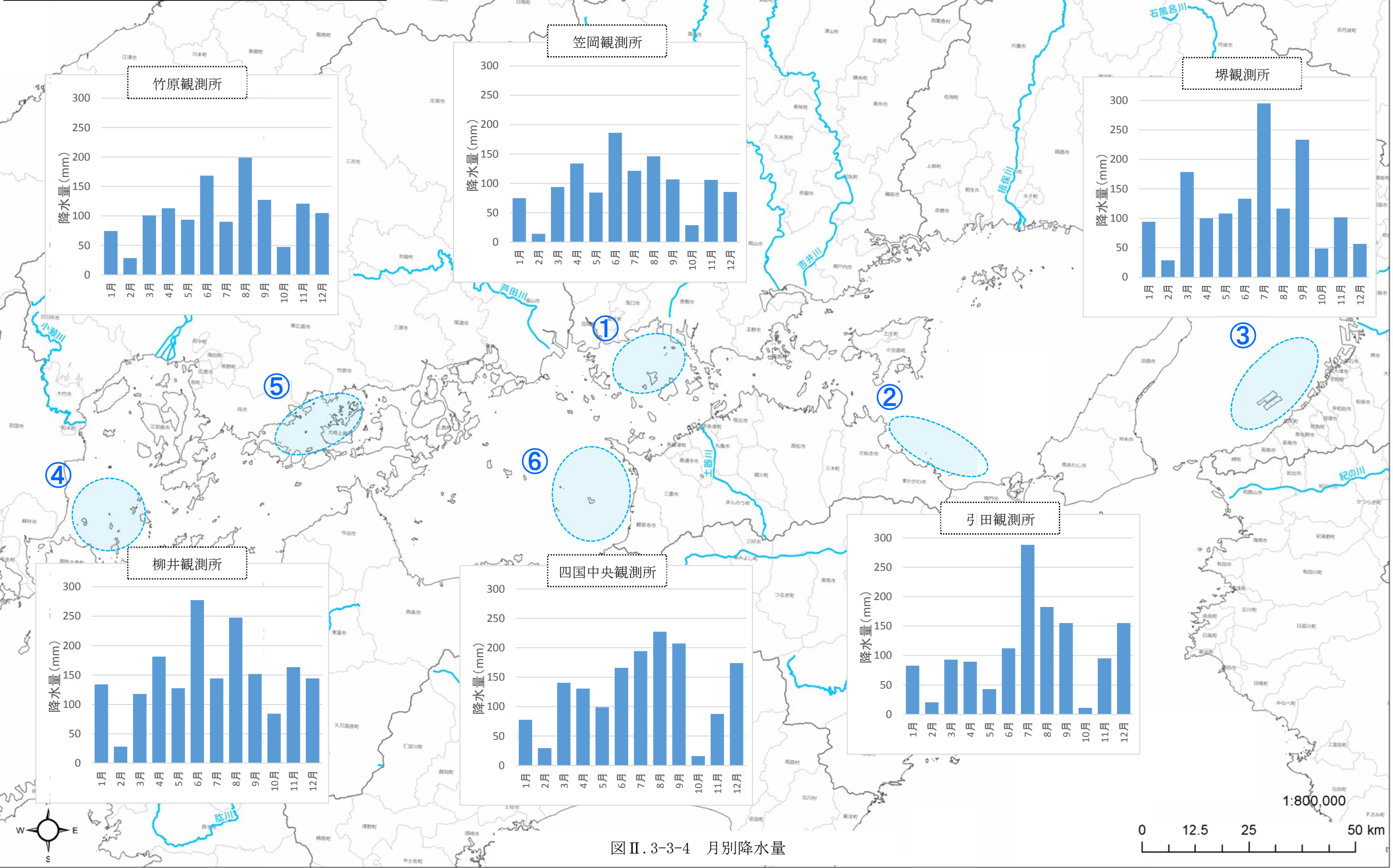
基礎データとして海上保安庁に海上の風に関するデータがないか確認したが、過去の記録を公開できる形では保持していないとの回答を得た。

そこで今回の考察に当たっては、気象庁アメダスの過去の観測データのうち 2015 年の月ごとの「最多風向」を用いた（風向の観測値をある期間について北が何回、北北東が何回と求めたものを「風向別回数」といい、風向別回数のうち回数の最も多い風向を「最多風向」という）。

ただし、この情報は最多で出現した風向を表すものであり風速は考慮していない点、また、海上の風ではなく陸地の風であるため必ずしも海上の風と同じとは言えない点に留意する必要がある。

結果としては、どの観測所も基本的に陸から海に吹く風が卓越しているといえ、調査した 10 月には陸地の近くにある漂流物は沖合に押し出されやすい傾向がうかがえる。特にペットボトルや発泡スチロールなど水面より上に出ている部分の断面積が大きい漂流ごみほどその傾向が強いことが予想される。（図Ⅱ.3-3-6）

【2015 年月別降水量】

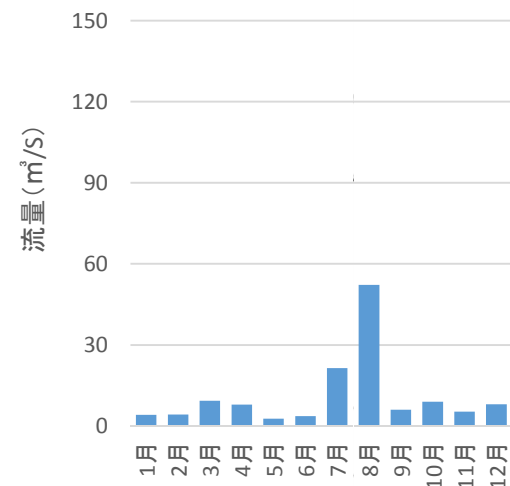


図Ⅱ.3-3-4 月別降水量

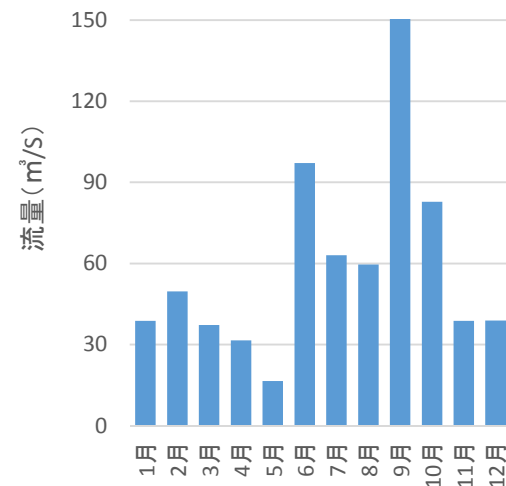
国土地理院の電子地形図(白地図)と国土数値情報河川データを基に作成

【河川流入量（観測所における月別平均流量）】

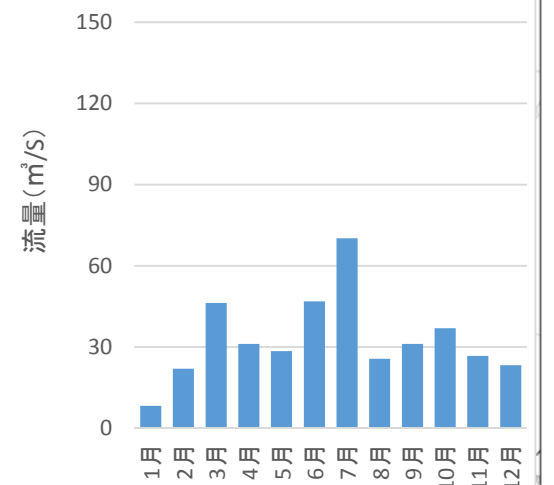
芦田川（山手観測所 2014年）



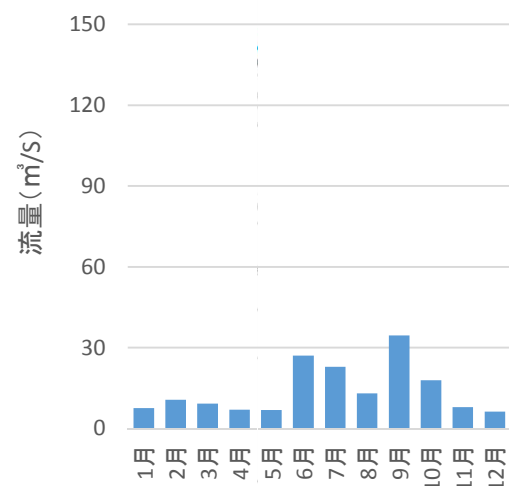
高梁川（酒津観測所 2013年）



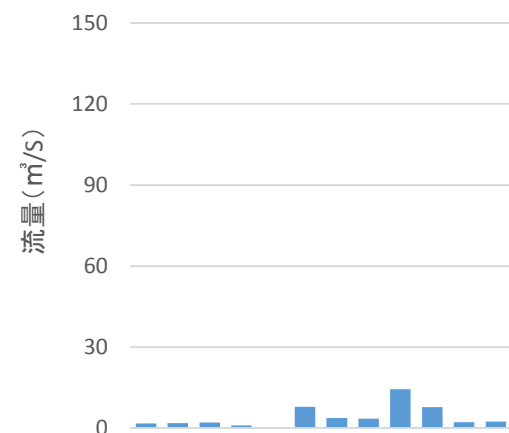
大和川（遠里小野観測所 2010年）



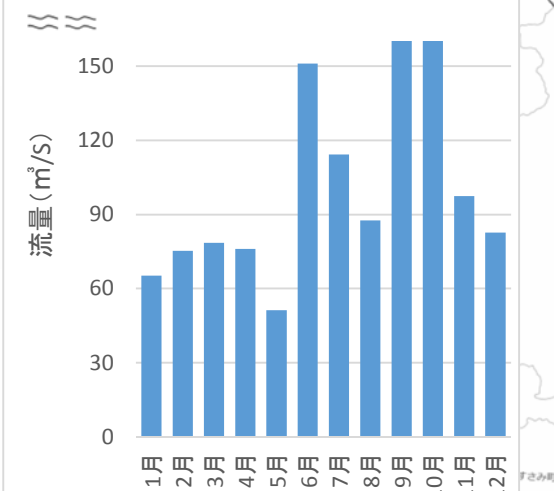
小瀬川（両国橋観測所 2014年）



土器川（丸亀橋観測所 2013年）



吉野川（中央橋観測所 2013年）



図Ⅱ.3-3-5 河川流入量

【2015 年 月別最多風向】

※図中の矢印記号は卓越する風向を示す

2月
10月

	最多風向
1月	北北東
2月	北北東
3月	北北東
4月	北北東
5月	西
6月	北北東
7月	西
8月	北北東
9月	北北東
10月	北北東
11月	北北東
12月	北北東

	最多風向
1月	北北西
2月	北西
3月	北北西
4月	北北西
5月	北西
6月	北西
7月	北北西
8月	北西
9月	北北西
10月	北北西
11月	北北西
12月	北北西

	最多風向
1月	西
2月	西
3月	西
4月	西
5月	西
6月	南東
7月	南東
8月	南南東
9月	西
10月	西
11月	西
12月	西

	最多風向
1月	西
2月	西
3月	西
4月	東
5月	東
6月	東
7月	東
8月	東
9月	東
10月	東
11月	東
12月	東

	最多風向
1月	西北西
2月	西北西
3月	南南西
4月	北北東
5月	南南西
6月	南南西
7月	南南西
8月	南南西
9月	南南西
10月	南南西
11月	南南西
12月	西

	最多風向
1月	西北西
2月	西北西
3月	南南西
4月	北北東
5月	南南西
6月	南南西
7月	南南西
8月	南南西
9月	南南西
10月	南南西
11月	南南西
12月	西

図Ⅱ.3-3-6 最多風向

1:1,200,000
0 30 60 120 km

国土地理院の電子地形図(白地図)を基に作成