

## II-4. まとめと今後の課題について

### 4-1. 漂流プラスチックごみの傾向

漂流ごみは、全体的な傾向として、東シナ海から日本列島の沿岸近く（100km から 200km）の測点が多く観測され、沖合の測点では少なくなる傾向が見られた。特に本州南方海域には多くの測点があるが、漂流ごみが観測されなかった点が多い。そうしたなかでも北緯 30 度東経 135 度付近の海域では、いくつかの測点で、発泡スチロールやその他プラスチック製品が観測される点が見られた。北緯 30 度付近には、亜熱帯収束帯がありその緯度線上に帯状に漂流ごみが集まると考えられている。この海域はその西端にあたることから、その一端をとらえている可能性はある。

今年度から始めて調査が行われた北海道の西岸沖とオホーツク海に注目すると、オホーツク海で人工物がほとんど観測されず、多かったのは流れ藻であった。これに対して、北海道西岸沖（日本海側）では、オホーツク海側とは対照的にその他プラスチック製品や食品包装材、発泡スチロールが多くみられた。しかし、本州の周辺海域と比べて同じプラスチック製品でも、ペットボトルやレジ袋は少なくなる傾向にあった。本州周辺海域で食品包装材の多い海域は、レジ袋も多くなる傾向が見られた。これらは海面下にあり漂流の状態が似ていることから、発生源が類似している可能性がある。一方で、北海道西岸で先に述べたように本州とは異なる結果がみられた。レジ袋も食品包装材も漂流状態は似ているため、その発生源は似ているものと考えられる。今回、北海道西岸で、顕著に分布の傾向が異なったことから、今後、これらの原因を明らかにしていくことは、発生源の推定に寄与するものと考えられる。

今年度、特に特徴的な分布傾向が見られたのは、レジ袋であった。その他の漂流ごみの高密度な測点は、東シナ海や日本海で観測されることが多かったのであるが、レジ袋については本州のはるか 1500km ほど離れた海域に高密度な測点が多く見られたことにある。これまでに、日本の東方海域でレジ袋の高密度測点はしばし確認されていたが、今年度は特にその傾向が顕著に見られた。その原因については今後も調査をしていく必要があると考える。

例年西寄りの海域で漂流ごみの密度が高くなる傾向があったが、今年度は東シナ海で、漂流ごみが観測されなかった測点が多かったため、平均密度は低くなる傾向にあった。

2014 年から沖合域における調査を実施してきたが、レグ毎の種類別平均密度を合算して求めた平均値を比較すると、ほとんどの種類で 2016 年が最も高くなり次いで 2017 年が高くなる傾向が見られた。また年によって、高密度な測点が多く出現する海域が変化することも明らかになってきている。相模湾の調査結果からも月によって漂流ごみの分布パターンが変わることが示された。

### 4-2. 漂流プラスチックごみ調査の今後について

これまで沖合域の調査は 2014 年から 2019 年まで計 6 年間実施してきた。年によって、漂流ごみの分布傾向が大きく変わることがあったが、データを蓄積することで、発泡スチロールなどは西日本周辺や日本海側に多く分布していること、レジ袋は都市部に近い場所や、潮の流れが収束しやすい半島周辺などに高密度な場所がみられること、さらには日本列島からはるか 1000km 以上離れた海域にも高密度な箇所が存在することなどが明らかになってきている。また、2017 年から行っている、相模湾での定期調査の結果からは、季節によってごみの分布パターンが変わること、これらは風や降水の影

響を受けている可能性があることなどが明らかになってきている。沖合域での調査結果からも、調査年によって分布のパターンが大きく変わることがあるが、これらは発生源での様々な気象現象も影響している可能性がある。一方で、レジ袋やペットボトルの密度は少なかった。これが管理の効果によって減少してきているのか、また今後さらに減少するのか、これまでの調査結果を比較するとともに、今後も継続的な調査を実施していくことが望まれる。

### Ⅲ. 海表面を浮遊するマイクロプラスチックに係る調査

#### 及びマイクロプラスチック密度分布推計

##### Ⅲ-1. 調査目的

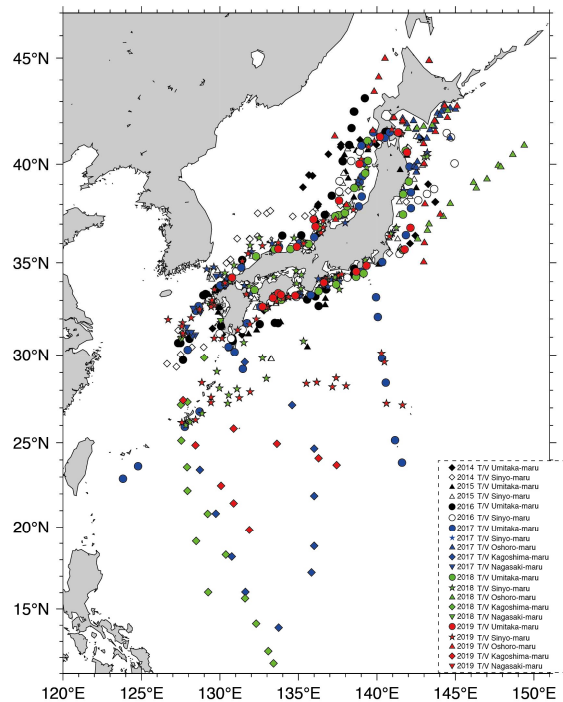
人為的な海ごみの七割を占める廃プラスチックは、その大きさ( $\delta$ )よりマクロプラスチック(元の形状を残すもの)、メソプラスチック( $\delta > 5\text{mm}$ の微細片)、マイクロプラスチック( $5\text{mm} > \delta > \text{数}\mu\text{m}$ )、そしてナノプラスチック( $\delta < \text{数}\mu\text{m}$ )に分類される(Andrady, 2011; Cole et al., 2011)。そのうち、マイクロプラスチックやナノプラスチックには、製造過程で洗顔剤や歯磨き粉等に混入され、使用後に環境流出した一次生産物 **microbeads (primary microplastics)**がある。加えて深刻であるのは、海岸で劣化したプラスチックごみが破砕して生じた二次生産物(**secondary microplastics**)である。本調査では、2014年度からの調査に引き続いて、昨年より、東京海洋大の練習船2隻に加え、北海道大学おしよろ丸、長崎大学の長崎丸、そして鹿児島大学のかごしま丸の5隻運用体制で、日本周辺を中心としつつも、北西太平洋に範囲を広げて曳網採取を行い、プラスチック微細片、発泡スチロール片、糸くずの漂流状況を精査した。また、昨年度に引き続いて相模湾において各季節に数回の曳網採取を行うことで、浮遊密度(定義は後述)の時間変化を調べた。なお、本報告書の調査結果は2020年3月現在の数値であり、あくまでも速報値であることに留意されたい。

##### Ⅲ-2. 調査方法

###### 2-1 対象海域と採集回数

これまで同様に日中で数回の採集を実施した(図Ⅲ-1)。海鷹丸は2019年7月から8月にかけて日本周回航路の20測点で観測を実施した。神鷹丸は昨年解析が間に合わなかった1~3月調査に加えて、7月から9月にかけて計65測点で観測を実施した。おしよろ丸は25点、長崎丸は15測点、かごしま丸は9測点での調査を実施しており、本年度報告書には合計134測点での調査結果が反映されている。調査位置のリストは、本報告書に添付した電子ファイル(list2019.txt)に記載されている。

以上の沖合調査に加えて、本年度は4、6、9、10、12月および、2020年1月に相模湾において青鷹丸による曳網採集を実施した。これはプラスチック微細片、発泡スチロール片、糸くずについて、浮遊密度の季節変動を調査することが目的である。各月の調査では海象条件に応じて1~3日をかけ、3~4回の曳網を実施した。



図Ⅲ-1 調査位置(本年度調査は赤いマーク)

## 2-2 マイクロプラスチックの採集方法

マイクロプラスチックの採取方法と自説で述べる分析方法は Michida et al. (2019)に準拠している。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：口径、75cm 角（0.56m<sup>2</sup>）；測長 300cm；網地ニップ、目合：350 μm）を用いて、原則として 2-3 ノットで 20 分の曳網を行い、マイクロプラスチックの採集を行う。この採集時には GPS による位置情報を取得する。採取されたサンプルは、プラスチック微細片とともに採取された生物種の腐敗を防ぐため、生物固定（ホルマリン固定：2%）を行い、ポリエチレン容器に保存する(写真Ⅲ-1)。

なお、濾水計の回転数から濾水量を算定するにあたっては、推算式を

$$\text{濾水量} = \text{回転数} \times 0.064 \text{m}^3/\text{回} \times 0.5 \times 0.6$$

とした。ここで、0.064 は網をつけたままの検定を経て導いた一回転当たりの濾水量(曳航した船舶の対水速度×時間×口面積で計算)である。写真 1 にある通り、開口部の半分の高さにブイを結んで常に海面を漂流する曳網を実施しており、このため濾水量は開口部面積の 1/2 倍とした。また、同型のニューストーンネットで導いた抵抗係数 0.6(無網曳航試験との濾水計の回転数比)を乗じることで、実際の曳網時における濾水量に補正した。

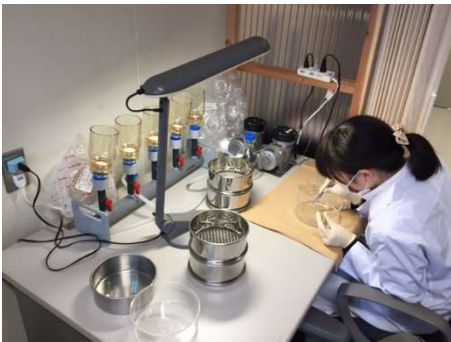


写真Ⅲ-1 ニューストンネットの曳網風景と、ポリエチレン容器に採取した試料

## 2-3 標本の処理

### 1) 一次処理

得られた標本から微細片以外の大型夾雑物を取り除き、2.0mm と 300  $\mu\text{m}$ のふるいにかけて。ふるいにかけてサイズ別分類を容易にした上で、シャーレに目視・手作業で分類した(写真Ⅲ-2)。なお細かなものは吸引濾過ののち、フィルタに取り分けた。



写真Ⅲ-2 マイクロプラスチックの手作業による分別

### 2) 二次処理

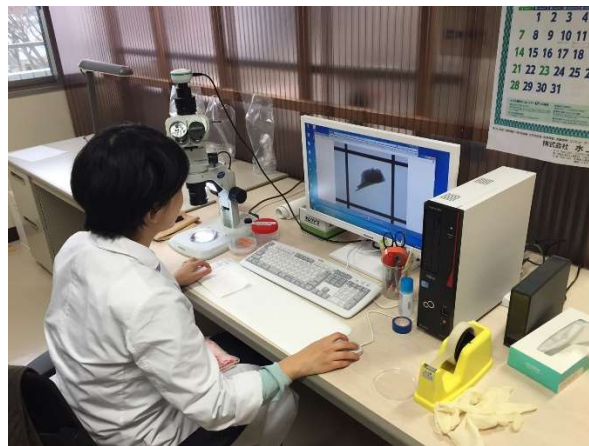
1mmを下回る微細片は、材質の判定が困難であり、FT-IR(写真Ⅲ-3)で材質判定を行った。材質判定に当たっては大きさ0.3-0.4mm(一部に<0.3 mmを含む)が下限であって、この段階で、一次処理と併せてプラスチックのみが選り分けられた。



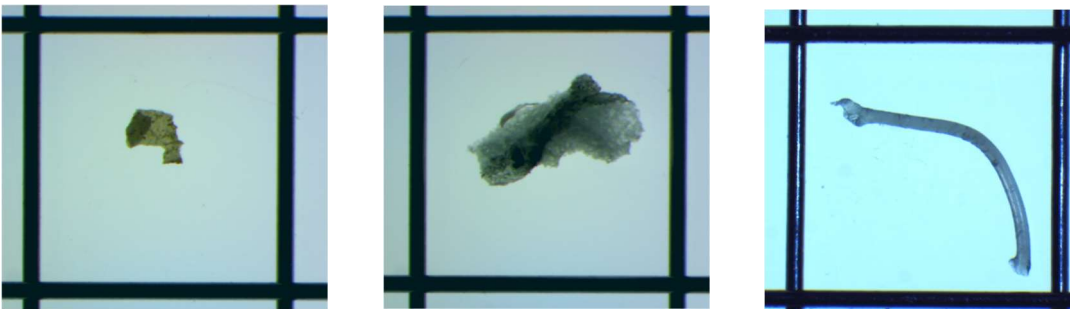
写真Ⅲ-3 材質判定に用いた FT-IR

### 3) 三次処理

光学顕微鏡を通してモニタに拡大し、画像処理ソフトを用いて最大長さを測定した(写真4)。一測点ごとに、全ての微細片のサイズを計測した。測定した微細片サイズの範囲は  $0.3 \text{ mm} < \sigma < 30 \text{ mm}$  とした(一部に  $< 0.2 \text{ mm}$  を含むが網の目合い以下であるため浮遊密度の信頼性は低い)。各海域での濾水量とプラスチック微細片の量から、それぞれ海水単位体積当たりの数を求めた。分析に当たっては、写真5にあるプラスチックと発泡スチロール、及び糸くずを対象とした。



写真Ⅲ-4 画像処理ソフトを用いたサイズ測定



写真Ⅲ-5 採取した微細片の例。左からポリエチレン片、発泡スチロール片、糸片の例。枠は5mmで、ラインの太さは0.3mm。

## 2-4 安全管理

一連の分析作業については、プランクトン計量で配慮されるべき安全管理に準拠した。すなわち、ホルマリン2%溶液を扱うため、ドラフトのある実験室か、もしくは換気施設を強化した別室を実験室に設け(写真Ⅲ-6)、作業員には定期的な休息を取らせるとともに、白衣とゴム手袋、および作業中のマスク着用を義務づけた。また、マイクロプラスチック等のサンプルを取り出した海水は、いったんポリ容器に集積した後に、九州大学筑紫キャンパスに敷設されている廃液処理施設に持ち運び、適切な処理を施した。



写真Ⅲ-6 分析室。ホルマリンを含む海水処理のため、安全を考慮して換気を強化した別室で行った。

## Ⅲ-3. 結果

### 3-1 サイズ別組成分布

単位海水体積中に浮遊していたプラスチック片(メソプラスチックとマイクロプラスチック)、発泡スチロール片、そして糸くずについて、図Ⅲ-2にサイズ別の個数分布(以降、浮遊密度)を示した。

プラスチック片の浮遊密度はサイズが小さくなるに従って大きくなるが(<5mm, <10 mm, <40 mmでバーの目盛幅が異なることに注意)、これはサイズの大きなものが劣化した後、細片化を繰り返すことで数多くの微細片が形成されると考えれば自然であろう。ただし、サイズが0.8 mmを下回るあたりで浮遊密度は再び下降に転じる。発砲スチロール片の浮遊密度については、プラスチック片と同様にサイズが小さくなるに従って大きくなるが、これもまた、サイズの大きなものが劣化した後、細片化を繰り返して微細片が形成されることを考えれば自然であろう。

5mmを下回る大きさで平均した、マイクロプラスチックと発泡スチロール、そして糸くずの浮遊密度を表Ⅲ-1に示す。これまでの全調査結果も合わせ、表に示している。マイクロプラスチックの浮遊密度は、前年度調査に比べて減少した。また、発泡スチロールも、前年度調査と比較して半分程度に減少した。平均値の算出に際しては、異常値の除去のため、いわゆる3σカットを施している。それでもなお、突出して値の高い測点が前年度までには散見される。このように、測点ごとに密度の揺らぎが大きな浮遊物調査(概してプランクトンなどにおいても同様の傾向は見られる)であれば、今後とも長期に監視を続けることで、より確からしい値が算出できるだろう。それでも6年平均値である2.4個/m<sup>3</sup>は、やはり北部太平洋などの他海域で得られた浮遊密度(Isobe et al., 2015)と比べ一桁大きな数値である。6年間の継続調査によって、やはり日本近海での浮遊プラスチック量は、太平洋での平均値(<1個/m<sup>3</sup>程度)に比べて、突出して高い濃度を示すことが確認できた。また、6年の調査結果は、全て、プラスチッ

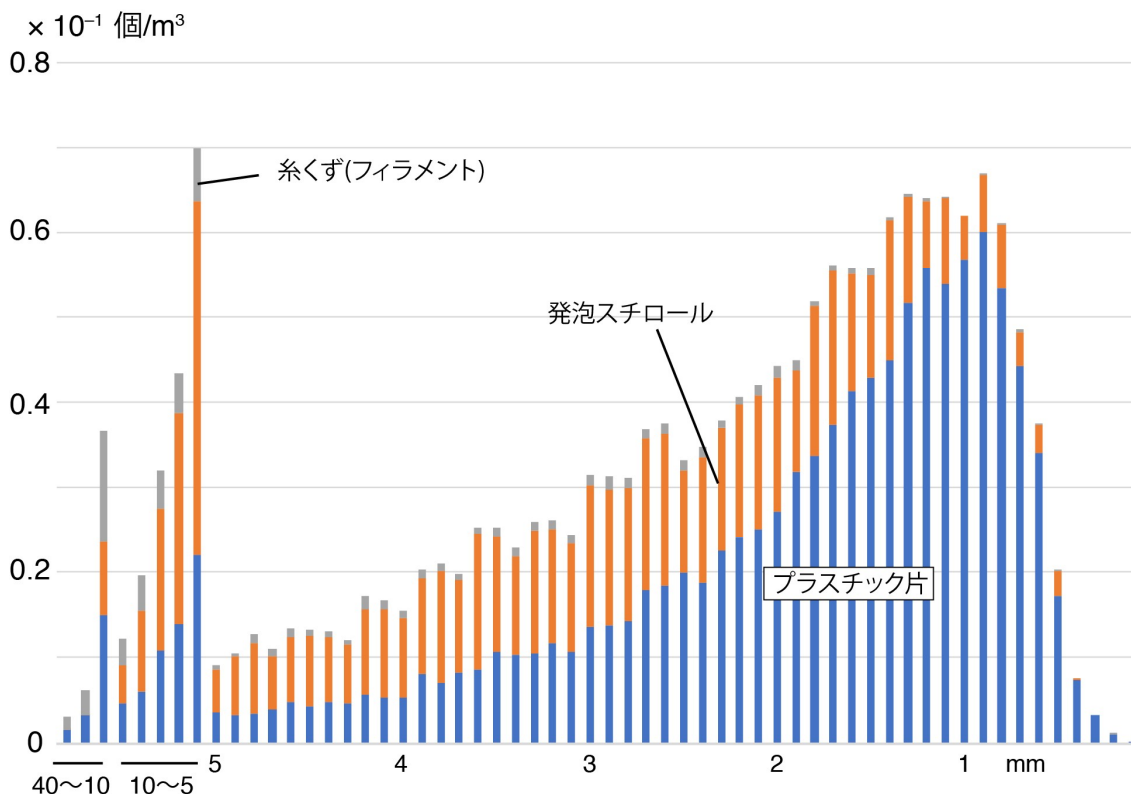


糸くず(フィラメント)のマイクロプラスチックの中で占める割合は、一桁以上に小さな傾向を示した。

表Ⅲ-1 サイズが 5 mm 以下のマイクロプラスチック、発泡スチロール、糸くずの浮遊密度

個/m <sup>3</sup>	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均
マイクロプラスチック	3.74 (注)	2.38	2.15	0.53	3.71	1.80	2.40
発泡スチロール片	1.25	0.28	0.32	0.09	0.46	0.25	0.42
糸くず	0.13	0.06	0.09	0.01	0.05	0.05	0.07

注) 平成 26 年度報告書では 2.4 個/m<sup>3</sup> と記載している。その後、一部のデータを修正した再計算をすることで、Isobe et al. (*Marine Pollution Bulletin*, 101, 618-623, 2015)にも掲載した 3.7 個/m<sup>3</sup> に更新した。



図Ⅲ-2 単位海水体積中のサイズ別個数分布

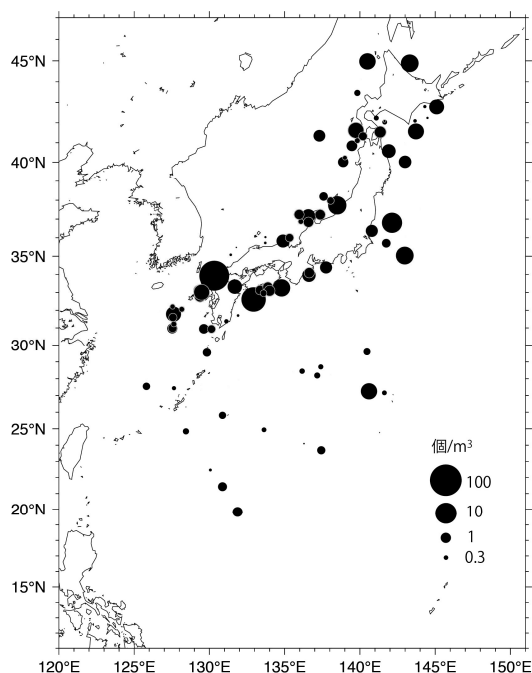
### 3-2 2019 年度の空間分布

プラスチック片と発泡スチロール片、糸くずについて、浮遊密度分布を描いた。ただし、プラスチック片は 5 mm を境にメソとマイクロに分けるが、もとより浮遊密度の少ない発泡スチロールと糸くずは、0.3 mm から 30 mm までの全てを合算して浮遊密度を見る。全ての値は、本報告書に添付した電子ファイル(list2018.txt)に記載されている。

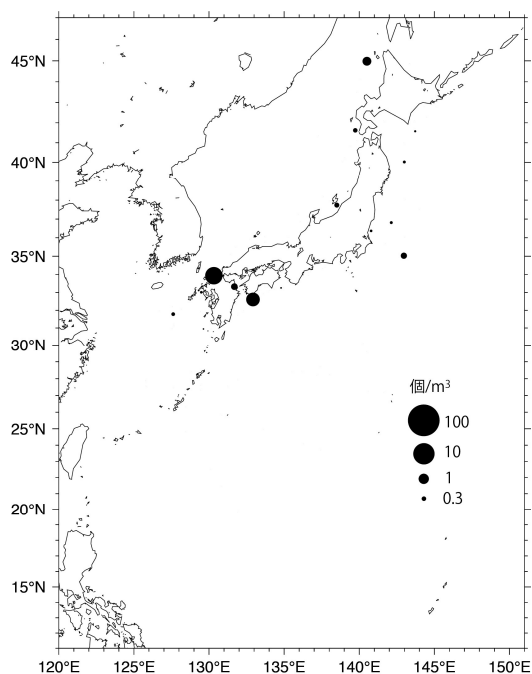
マイクロプラスチック(図Ⅲ-3)はメソプラスチック(図Ⅲ-4)に比べて浮遊密度が高めであるが、一様な分布ではなく、海域によって密度に大きな差異が生じている。津軽海峡から北海道沿岸と四国南部、そして関東東方海域と日本海で高い密度を示す傾向にある。メソプラスチックは、昨年と比べ低い数値と



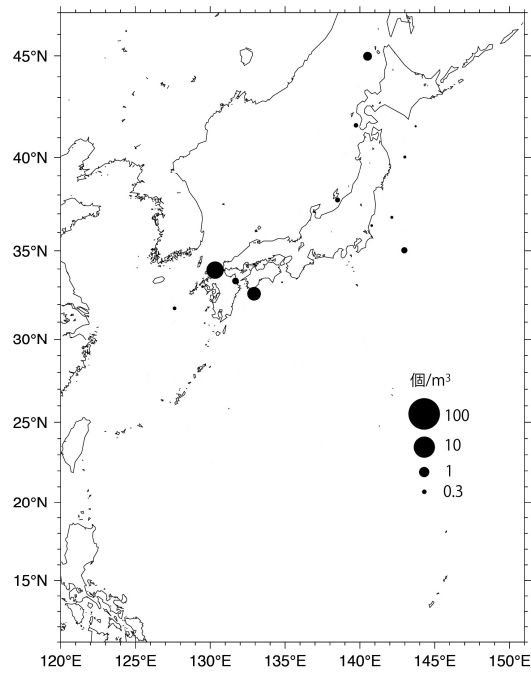
なった。発泡スチロール片(図Ⅲ-5)は四国南部と北部九州での高い値が目立つ。本年度調査では糸くずの浮遊濃度は昨年度同様に少ないものであった(図Ⅲ-6)。



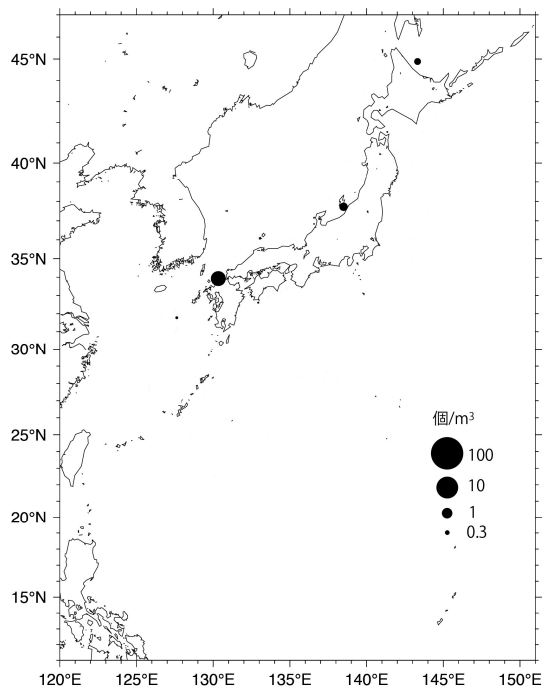
図Ⅲ-3 2019年度調査で採集されたマイクロプラスチック浮遊密度の空間分布。スケールは右。浮遊密度は円の直径に比例している。実際の数値については付録参照のこと。



図Ⅲ-4 2019年度調査で採集されたメソプラスチック浮遊密度の空間分布。スケールは右。浮遊密度は円の直径に比例している。



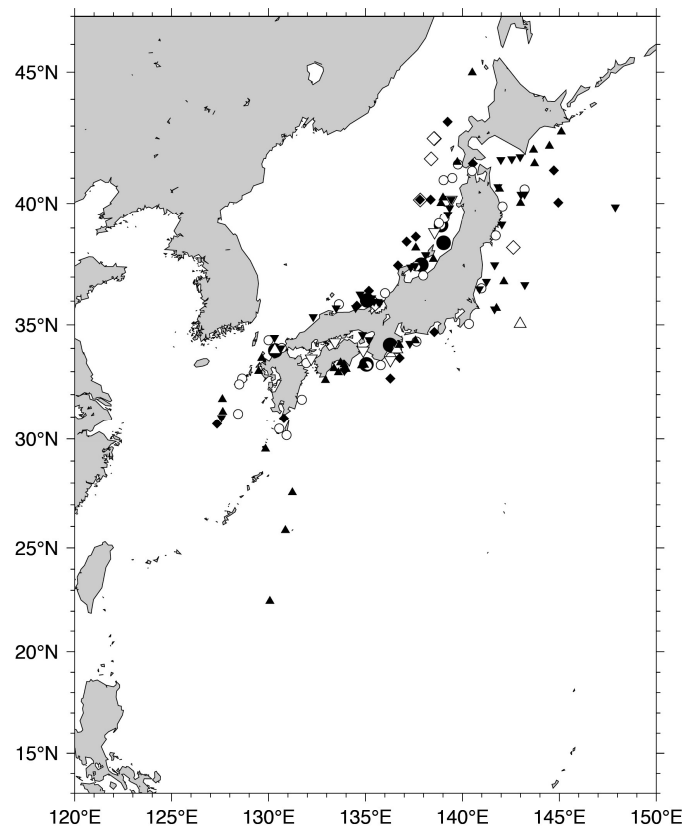
図Ⅲ-5 2019年度調査で採集された発泡スチロール片(<5 mm)浮遊密度の空間分布。  
スケールは右。浮遊密度は円の直径に比例している。



図Ⅲ-6 2019年度調査で採集された糸くず(<5 mm)浮遊密度の空間分布。  
スケールは右。浮遊密度は円の直径に比例している。実際の数値については付録参照のこと。

図Ⅲ-7にはマイクロビーズ(球形マイクロプラスチック)の検出場所を示す。浮遊数が二桁以上であった測点は白で示した。それ以外の測点は全て10個以下の浮遊数であった。日本周回航路のどの位置においてもマイクロビーズが検出された。本来は下水処理されるはずの、この人為的なマイクロプラスチック片(primary microplastics)であるが、もはや分布域は沖縄東方海域の外洋に広がっていることが

わかる。図Ⅲ-3 のマイクロプラスチックと分布は似ており(日本海北部の高密度、三陸沖の高密度)、輸送形態はマイクロプラスチックと同様であると推察される。

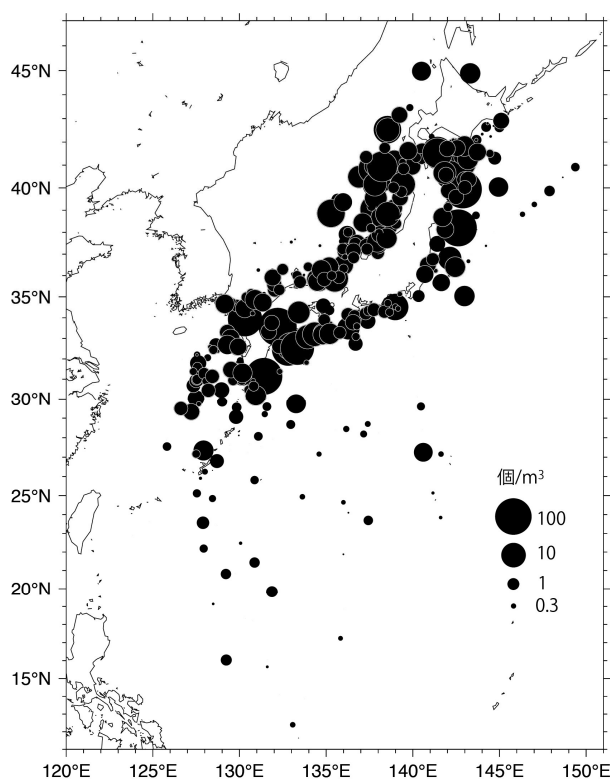


図Ⅲ-7 マイクロビーズの検出場所。2016年調査はひし形、2017年調査は丸、2018年調査は逆三角形、2019年は三角形。白は特に検出数が10以上であった測点で黒は10個以下。

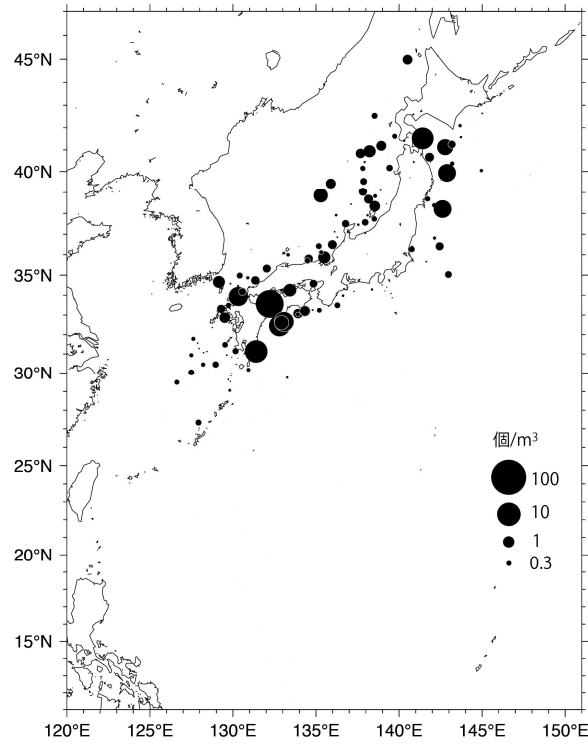
### 3-3 2014-2019 年度の空間分布

本節では、これまでの6年間で得られた微細片の空間分布を統合することで、我が国周辺における分布形態を検討する。マイクロプラスチックの浮遊密度は、やはり北陸から東北沖の日本海北部に多い(図Ⅲ-8)。さらに山陰西部沖と九州・四国の太平洋岸に比較的に高濃度の海域が見て取れる。また津軽海峡から三陸沖にも高濃度の海域が見られる。ほとんどの調査が夏季に実施されたことを勘案すれば、夏季の海流系(日本海を北上し津軽海峡から太平洋に抜ける対馬暖流や、日本南岸を東進する黒潮)に輸送されていることをうかがわせる。日本海北部に多い原因を本調査結果だけで結論づけることはできないが、日本海北部に廃プラスチックの選択的・集中的な投棄があるとは考えにくく、冬季から夏季に至る遷移的な状況を表している可能性がある。季節を変えた今後の継続的な調査が望まれる。北西太平洋の回帰線近くまで測点を設けているにもかかわらず(図Ⅲ-1)、マイクロプラスチックの高密度海域が日本周辺に集中する事実が明白である。まさに我が国周辺を含む東アジア海域は、海洋プラスチック汚染のホットスポット(Isobe et al., 2015)というべきであろう。メソプラスチックの分布(図9)は、概ねマイクロプラスチックの分布と類似したものとなっている。

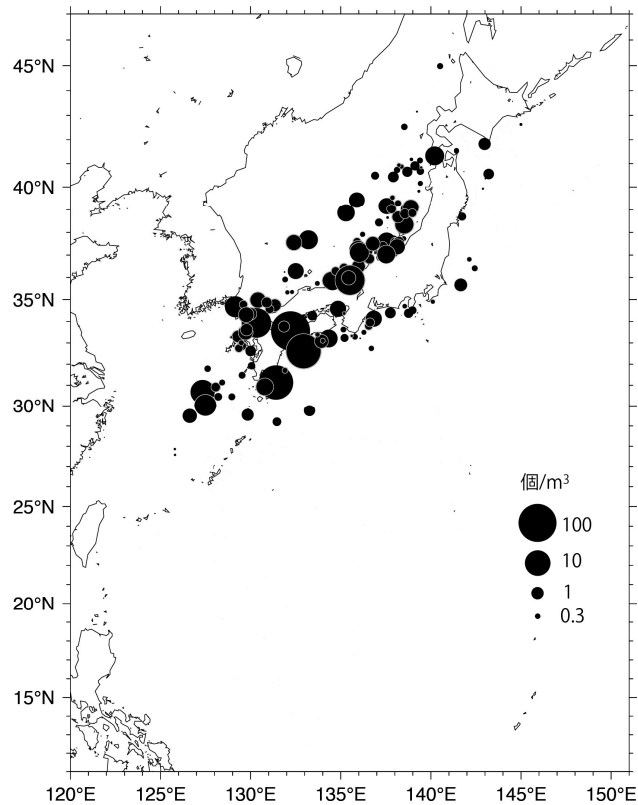
ほぼ日本列島を覆うプラスチック片と異なって、昨年同様に発泡スチロール片(図Ⅲ-10)は、九州南部を除けば日本海以外にはあまり検出されない。日本海に流入する対馬暖流の流域、あるいは日本海で集中的に使用される発泡スチロール製品が、この細片の発生源であることは明白である。また、瀬戸内海西部での高濃度が目立つ。今後は浮遊漂流物の目視観測結果と合わせ、発生源の特定を行うことが望ましい。糸くずの分布は、プラスチック片と類似したものとなった(図Ⅲ-11)。



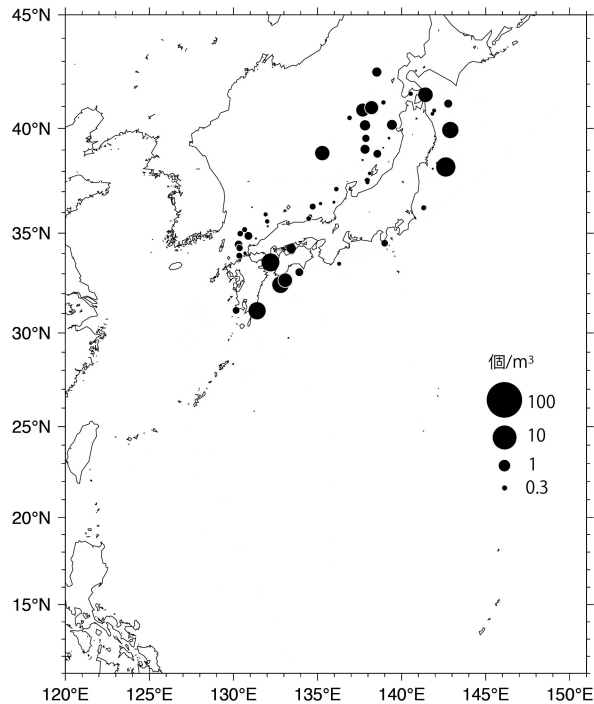
図Ⅲ-8 2014-2019 年度調査で採集されたマイクロプラスチック浮遊密度の空間分布。スケールは右。浮遊密度は円の直径に比例している。



図Ⅲ-9 2014-2019年度調査で採集されたメソプラスチック浮遊密度の空間分布。スケールは右。浮遊密度は円の直径に比例している。



図Ⅲ-10 2014-2019年度調査で採集された発泡スチロール片(<5 mm)浮遊密度の空間分布。スケールは右。浮遊密度は円の直径に比例している。

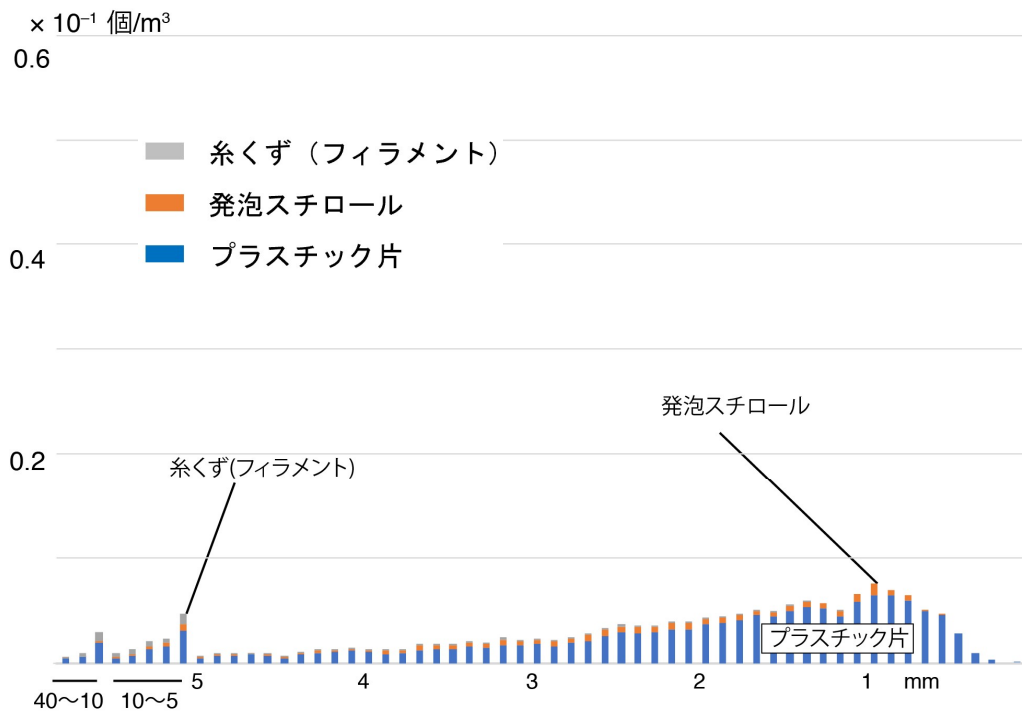


図Ⅲ-11 2014-2018年度調査で採集された糸くず(<5 mm)浮遊密度の空間分布。スケールは右。浮遊密度は円の直径に比例している。

### 3-4 相模湾における周年調査の結果

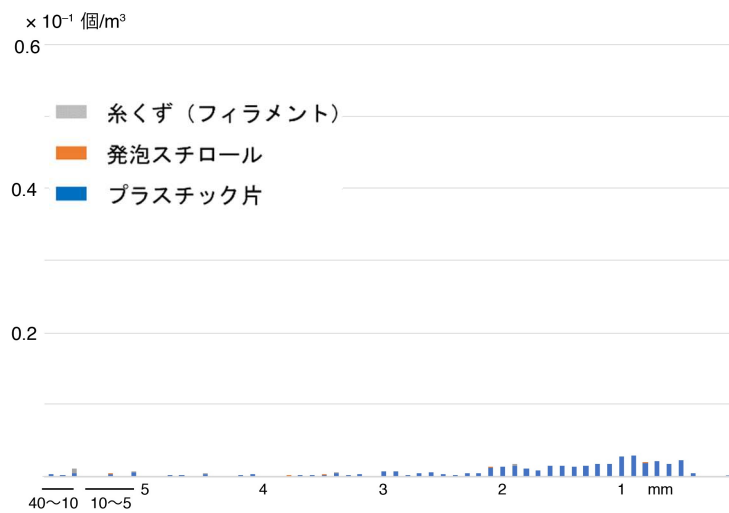
月々の変化を見る前に、すべての月で採集した微細片のサイズ別浮遊密度分布を図12に示す。沖合調査の結果(図Ⅲ-2)と比較して、同程度の浮遊密度が観測された。瀬戸内海の浮遊密度と沖合調査を比較した Isobe et al. (2015)でも指摘されていた通り、我が国の場合には、内湾よりもむしろ外洋でマイクロプラスチックの浮遊濃度が高い場合が多いが、本年度調査結果においては、相模湾は外洋よりも半分程度の値に収まった。しかし、河川水の影響など他の要因を排除するには議論の材料に欠けるため、浮遊密度の決定要因を結論づけるにはさらなる観測の継続が必要である。沖合調査で得たサイズ別浮遊密度(図2)では0.8mm程度から小さなサイズで浮遊密度の減少がみられたが、相模湾の調査でも同程度のサイズから急激に浮遊密度の低下が見られた。

各月ごとの観測結果にはばらつきが大きい。サイズ別浮遊密度分布(図Ⅲ-13)を見れば、6月と9月以外は浮遊数が少なく鉛直混合による表層浮遊量の減少をうかがわせる。



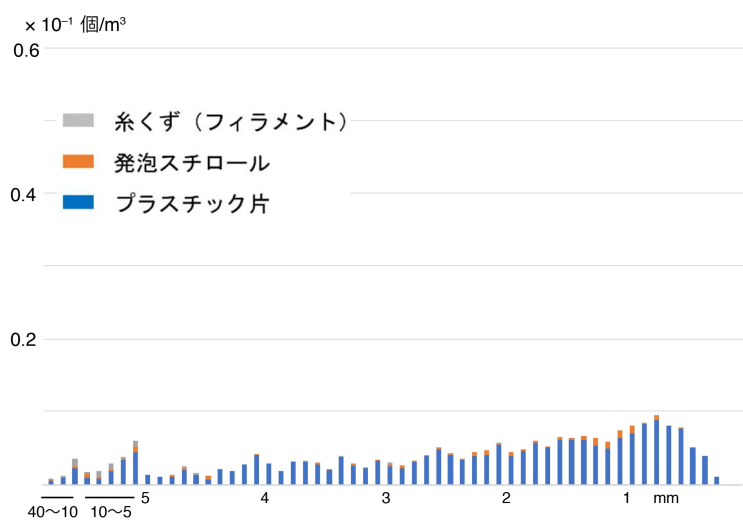
図Ⅲ-12 2019年度相模湾調査で採集された単位海水体積中のサイズ別個数分布。

2019年4月17日

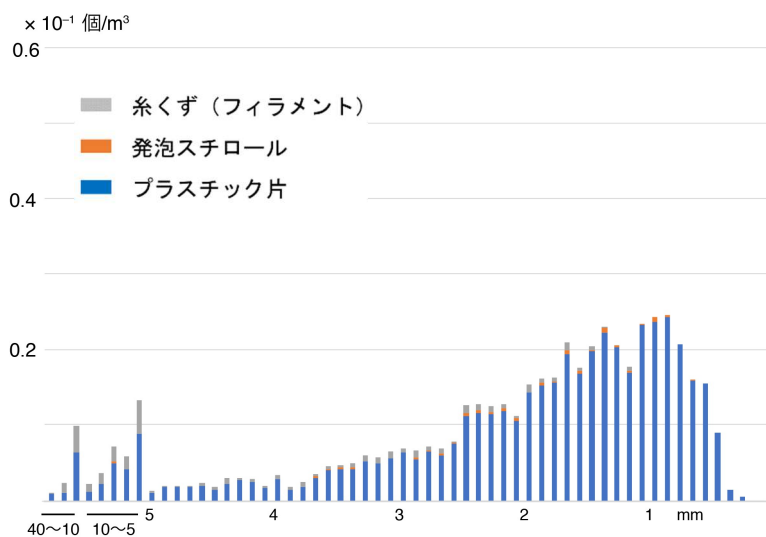




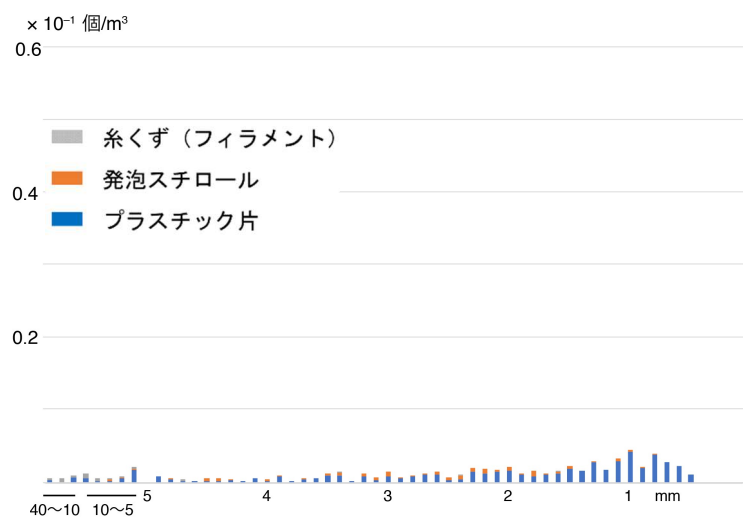
2019年6月14日



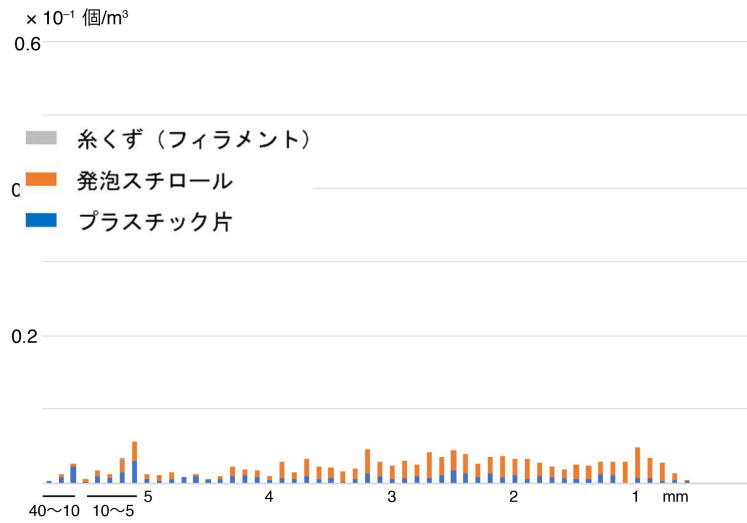
2019年9月7日



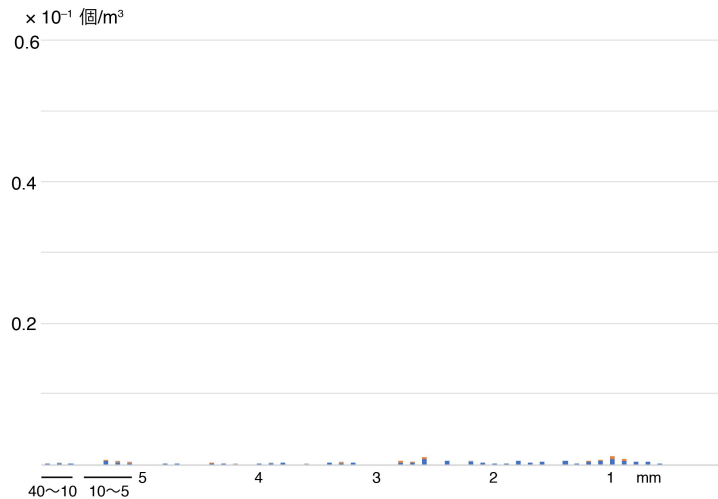
2019年10月6日



2019年12月15日



2020年1月16日



図Ⅲ-13 2019年度相模湾調査で採集された単位海水体積中のサイズ別個数分布の季節変化。上から2019年4月17日、6月14日、9月7日、10月6日、12月15日、2020年1月16日の調査。バーの意味は図Ⅲ-12の通り。

表Ⅲ-2 相模湾で採集されたサイズが5 mm以下のマイクロプラスチック、発泡スチロール、糸くずの浮遊密度

個/m <sup>3</sup>	4月	6月	9月	10月	12月	1月	平均
マイクロプラスチック	0.34	1.80	4.30	0.49	0.32	0.10	1.23
発泡スチロール片	0.01	0.12	0.07	0.10	0.76	0.02	0.18
糸くず	0.01	0.02	0.19	0.01	0.00	0.01	0.04

\*1月は2018年度報告書未掲載の2018年1月14日調査も含む

### Ⅲ-4. 今後調査への提案

最後に、6年間の調査ではカバーしきれなかった点を挙げておきたい。本年度から初めて北海道西岸に調査点が設けられた。周辺海域において観測された浮遊マイクロプラスチックの濃度は高く、今後はさらなるデータの拡充が望まれる。これまでの調査位置を集めても、依然として黒潮続流域は十分にカバーできなかった。これまでの調査によって黒潮流系には高いマイクロプラスチックの浮遊濃度が観測されており、今後、高濃度の連続性を確認するためにも続流域でのデータ拡充が望ましい。例年と同様に、ほとんどの調査が夏季に集中していた。相模湾の調査結果から示唆されるように、マイクロプラスチックの浮遊密度には、明確な季節変動が存在するのかもしれない(今回の相模湾調査で季節変動が結論づけられるわけではない)。マイクロプラスチックのような海象条件の影響を受けやすい微細片の分布や動態を明らかにするために、今後は季節を変えた調査も必要と考えられる。

### 参考文献

- Andrady, A. L.: Microplastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.*, **62**: 1596-1605, 2011.
- Cole M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T. S., 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Mar. Pollut. Bull.*, **62**, 2588-2597, 2011
- Isobe, A., Uchida, K., Tokai, T., and Iwasaki, S., 2015. East Asian seas: a hot spot of pelagic microplastics. *Mar. Pollut. Bull.* 101, 618-623.
- Michida, Y., Chavanich, S., Cózar C. A., Hagmann, P., Hinata, H., Isobe, A., Kershaw, P., Kozlovskii, N, Li, D., Lusher, A. L., Martí, E., Mason, S. A., Mu, J., Saito, H., Shim, W. J., Syakti, A. D., Takada, H., Thompson, R., Tokai, T., Uchida, K., Vasilenko, K., Wang, J. (2019). Guidelines for harmonizing ocean surface microplastic monitoring methods. Ministry of the Environment Japan, 71 pp. [http://www.env.go.jp/en/water/marine\\_litter/guidelines/guidelines.pdf](http://www.env.go.jp/en/water/marine_litter/guidelines/guidelines.pdf)

## IV. 沖合海域における海底ごみの調査及び海底ごみ現存量の推計

### IV-1. はじめに

海洋ごみの分布は海岸から沖合の表層、さらには水深 6000m を超える海底にも広く分布している (S Chiba *et al* 2018)。海洋中のごみ問題が注目される中、2016 年の世界経済フォーラム年次総会 (通称ダボス会議) では、2050 年には海のプラスチックの量が魚の量を超える (重量ベース) との試算が発表された。2014 年から始まった、「沖合海域における漂流・海底ごみ実態調査」では、東シナ海などで底引き網による海底ごみの調査を実施してきた。特に、2017 年度調査からは、先のダボス会議の発表のような事象が起ころうるかを検討するためにも、漁獲物の量と海底ごみの量の比較を開始した。

### IV-2. 調査概要と方法

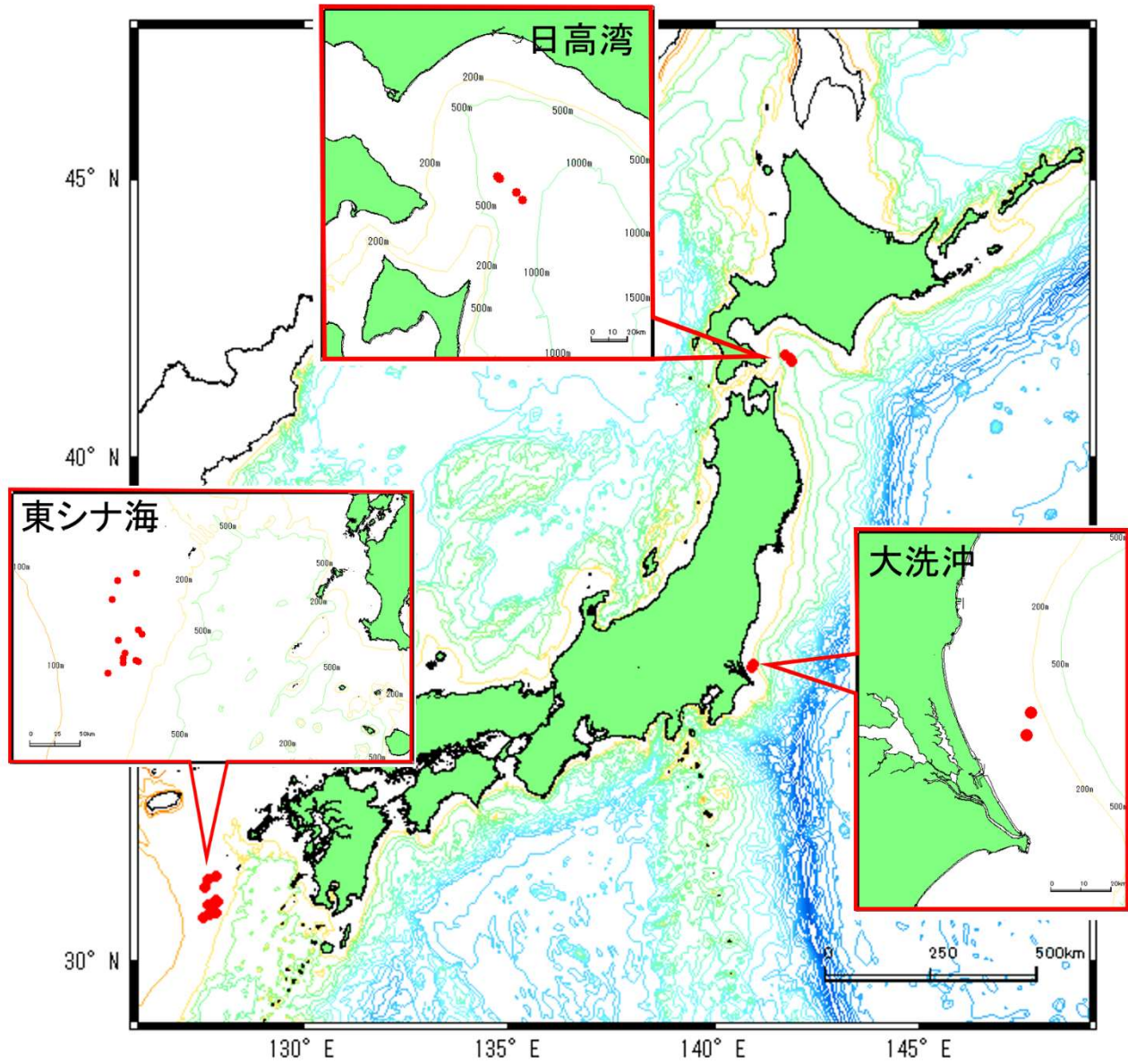
調査は、東京海洋大学練習船神鷹丸、北海道大学練習船おしよろ丸、長崎大学練習船長崎丸、鹿児島大学練習船かごしま丸による底引き網を用いた調査の中から海底ごみのサンプリングを行った。今年度の底引き網による海底ごみ調査は、4 隻合わせて東シナ海で 12 回、大洗沖で 2 回、日高沖で 4 回の計 18 回を行った (表IV-1、図IV-1)。調査日時、緯度経度、水深、曳網距離は表IV-1 のとおりである。調査は、水深 120m (東シナ海) から 860m (日高湾) の範囲内で行われ、合計曳網距離は 78.9km となった。

調査では、トロール網を投入し曳網を開始 (着底) してから、網を巻き上げるまでの間 (離底まで) を曳網距離とし、GPS で測位したそれぞれの緯度経度から同距離を算出した。採取した海底ごみは分別 (付録 5 の「海底ごみの分類リスト」に準じる) したのち、デジタルカメラで撮影するとともに、種類と大きさ (長さと重さ) を記録し、底引き網の網口幅の概算値と曳網距離から、調査地点の海底ごみ分布密度を推計した。各船で使用した底引き網の網口幅は、神鷹丸が 25m、おしよろ丸が 25m、長崎丸が 24m、かごしま丸が 23m として、この値を基に掃過面積を算出し海底ごみの密度を算出した。

表IV-1 2019 年度海底ごみ調査実施表

No.	船名	月日	開始	終了	開始緯度	開始経度	終了緯度	終了経度	水深*1	曳網距離*2
1	神鷹丸	8/6	10:20	11:15	36-07.6N	140-53.0E	36-04.9N	140-53.1E	129 m	2.63
2	神鷹丸	8/6	13:39	14:35	36-03.6N	140-51.5E	36-01.1N	140-52.6E	130 m	2.61
3	長崎丸	7/23	8:40	9:15	30-57.3N	127-31.1E	30-57.3N	127-31.1E	120m	1.60
4	長崎丸	8/27	7:20	7:50	31-02.9N	127-49.4E	31-03.8N	127-50.5E	144m	1.30
5	長崎丸	8/27	9:25	9:55	31-04.1N	127-49.0E	31-03.9N	127-47.7E	145m	1.20
6	長崎丸	9/12	7:13	7:43	31-49.3N	127-49.6E	31-50.7N	127-48.2E	152m	1.80
7	神鷹丸	8/31	9:34	11:21	31-47.4N	127-37.7E	31-44.6N	127-36.3E	137m	3.10
8	神鷹丸	8/31	13:42	14:40	31-37.6N	127-33.2E	31-34.4N	127-34.0E	128m	3.30
9	神鷹丸	9/1	9:34	10:35	31-06.1N	127-42.4E	31-09.6N	127-41.0E	130m	3.60
10	神鷹丸	9/1	11:58	12:50	31-13.3N	127-38.3E	31-16.2N	127-36.8E	130m	3.10
11	おしよろ	10/17	8:53	9:58	41-56.4N	141-38.9E	41-54.5N	141-41.5E	715m	2.80
12	おしよろ	10/17	13:13	14:17	41-50.2N	141-47.5E	41-48.4N	141-50.5E	715m	2.90
13	おしよろ	10/18	7:12	8:24	41-57.0N	141-37.9E	41-55.1N	141-40.7E	791m	2.80
14	おしよろ	10/18	11:30	12:50	41-52.2N	141-44.7E	41-50.6N	141-48.6E	860m	3.30
15	かごしま	10/23	10:30	11:08	31-04.7N	127-41.4E	31-05.6N	127-39.2E	133m	1.80
16	かごしま	10/23	13:22	14:01	31-02.9N	127-39.5E	31-02.2N	127-41.4E	131m	2.20
17	かごしま	11/30	9:08	9:40	31-17.1N	127-52.9E	31-18.5N	127-51.6E	141m	1.50

18 かがしま 11/30 13:17 13:53 31-20.5N 127-49.6E 31-19.4N 127-50.0E 139m 1.00  
 \*1 水深は魚探・海図両方ある場合は魚探を使用 \*2 曳網距離は mile



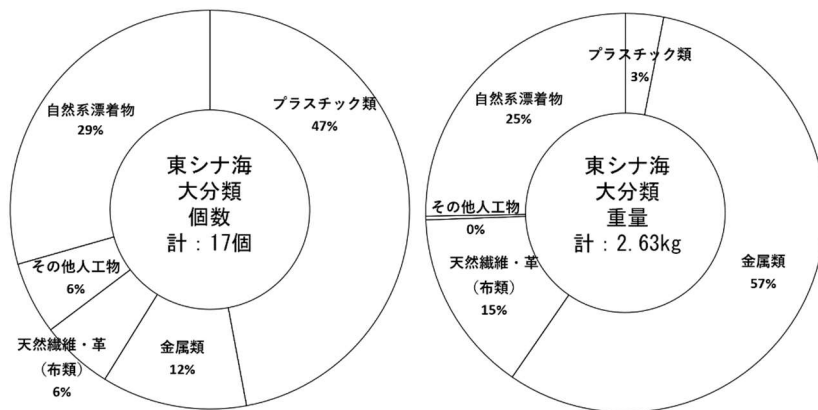
図IV-1 2019年度海底ごみ調査地点図

## IV-3. 調査結果

### 3.1 海域毎の種別の割合

#### 3.1-1 東シナ海

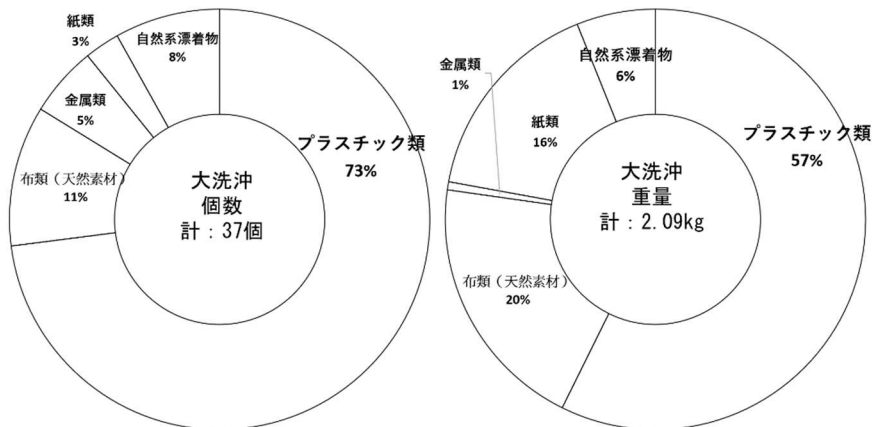
はじめに、海域別に採取された海底ごみの割合について見ていく。東シナ海では、大陸棚上の水深100mから200mの間の平坦な海域にて、神鷹丸、長崎丸、かごしま丸が調査を実施した。昨年からはほぼ同じ海域で調査を実施しているが、全体で17個、また12測点中4測点でごみが採集されないなど非常にごみが少ない傾向にあった。個数について見ると、約半数がプラスチック類であった。重量ベースでは、金属が約60%を占めているが、これはこの海域で投棄されたものと考えられる潤滑油缶一つ分による(図IV-2)。



図IV-2 東シナ海における海底ごみの個数割合と重量割合(大分類)

#### 3.1-2 大洗沖

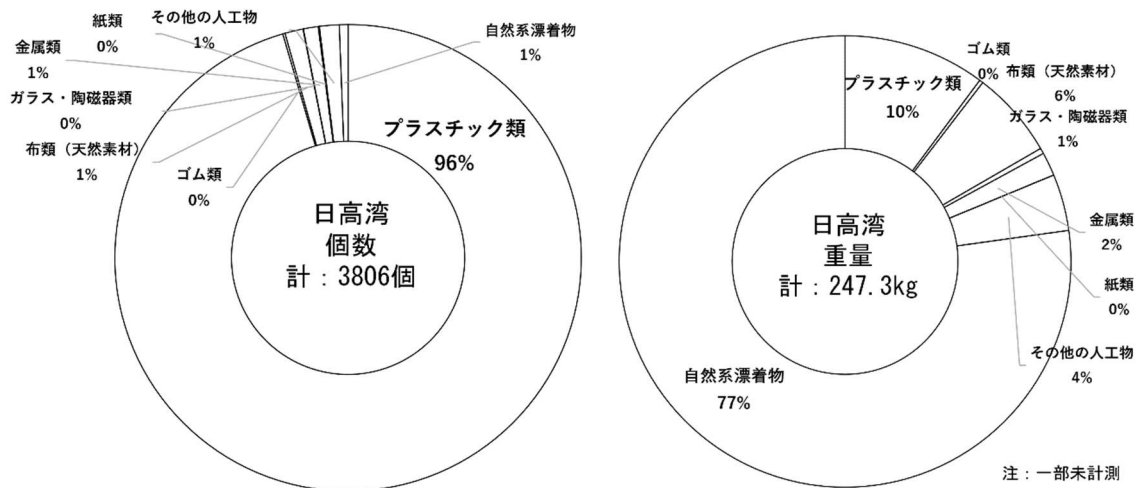
次に、大洗沖について見ていく(図IV-3)。大洗沖では神鷹丸が水深約130mの海域で2測点の調査を行った。2測点で合計37個のごみが採集された。その内訳を個数についてみると、プラスチックが約7割を占めた。重量ベースに換算してもプラスチック類が半分以上を占めた。プラスチック製品の多くは食品包装材などの軽いものであったが、プラスチック製の漁具(あなご筒:536g)が一つあったため、全体に占める重量の割合が大きくなった。



図IV-3 大洗沖における海底ごみの個数割合と重量割合(大分類)

### 3.1-3 日高沖

最後に、北海道日高沖について見ていく（図IV-3）。日高沖ではおしよろ丸が水深約 715m から 860m にかけての海域で 4 測点の調査を行った。昨年度、一昨年に引き続き、他の海域と比較して、4 測点の合計が個数（3806 個）、重量（人工物重量 56.4kg 一部未計測）と共に突出して多く採取された（図IV-4）。特に個数で見えていくと 96%がプラスチック製品で、その多くが陸域から流入していると思われるもので構成されている（付録 3 参照）。プラスチック類の個数が占める割合が大きいのは、その他の海域と同じであった。



図IV-4 日高湾における海底ごみの個数割合と重量割合（大分類）  
（重量割合については一部欠測のため目安とする）

### 3.2 曳網毎の海底ごみの密度

各曳網で採取された海底ごみの単位面積当たりの個数および重量を表IV-2 に示す。東シナ海では 12 回中 4 回の曳網で人工物・自然物ともに 0 個を記録した。過去 2 年の調査結果からも、この海域は海底ごみのたまりにくい場所である可能性が考えられた。

次に、大洗沖の鹿島灘について見ていく、密度は東シナ海よりも多く、人工物・自然物をあわせた密度は 213 個/km<sup>2</sup>、25kg/km<sup>2</sup> となった。神鷹丸が過去に行った調査の結果と概ね同じような結果となった。また、採取されたプラスチック類の中には、文字が明確に読み取れる程度に印刷がはっきりと残っているレジ袋も見られた。同海域は、陸域に近いことからこのように状態の新しいサンプルも多くみられるものと考えられた。

最後に苫小牧沖の日高湾では、昨年度に引き続き多量ごみが採取された。その密度は、3 測点中 2 測点で 1000 個を超え、No.8 おしよろ丸 2 回目では、プラスチック類だけでその密度は重量ベースで約 70kg/km<sup>2</sup> となった。これは、前年度の 72kg/km<sup>2</sup> に匹敵する密度であった。このように、この海域には東シナ海や大洗沖とは桁の違う量の海底ごみが沈積している可能性が示唆された。



表IV-2 曳網毎の海底ごみの単位面積当たりの個数(個/km<sup>2</sup>)・重量(kg or g/km<sup>2</sup>)および漁獲量(kg/km<sup>2</sup>)

No.	船名	海域	人工物+自然物		人工物		自然物		プラスチック類		漁獲量
			個数	重量 kg	個数	重量 kg	個数	重量 kg	個数	重量 g	重量 kg
1	神鷹丸	鹿島灘	25	0.9	22	0.8	3	0.1	18	730	58
2	神鷹丸	鹿島灘	6	0.7	6	0.7	0	0	3	31	115
3	長崎丸	東シナ海	0	0	0	0	0	0	0	0	52
4	長崎丸	東シナ海	0	0	0	0	0	0	0	0	126
5	長崎丸	東シナ海	0	0	0	0	0	0	0	0	29
6	長崎丸	東シナ海	0	0	0	0	0	0	0	0	445
7	神鷹丸	東シナ海	3	0.02	3	0.02	0	0	3	22	57
8	神鷹丸	東シナ海	2	0.004	1	0	1	0.004	1	<1.0	136
9	神鷹丸	東シナ海	2	0.02	2	0.02	0	0	2	20	137
10	神鷹丸	東シナ海	1	0.008	1	0.008	0	0	0	0	132
11	おしよろ	日高湾	366	38*	360	13*	6	25*	333	11190*	692
12	おしよろ	日高湾	594	48*	590	6*	4	42*	587	4010*	942
13	おしよろ	日高湾	912	53*	906	23*	6	30*	885	10895*	472
14	おしよろ	日高湾	1931	123*	1924	93*	16	94*	1826	16710*	807
15	かごしま	東シナ海	3	1.6	2	1.5	1	0.08	1	<1.0	120
16	かごしま	東シナ海	4	1	1	0.4	3	0.6	0	0	206
17	かごしま	東シナ海	1	0.005	1	0.005	0	0	0	0	68
18	かごしま	東シナ海	1	0.03	1	0.03	0	0	1	30	28

最後に、漁獲物の重量と海底ごみ(人工物+自然物)と漁獲物の割合(ごみの重量) / (ごみ重量+漁獲量) × 100 (%) について得られた結果を示す(表IV-3)。人工物と自然物を合わせた全体との比較では、ごみの重量が30%を超えるケースがみられた。これに対して人工物と漁獲物の関係を見ていくと、最大で3.3(測点No.8:日高湾)となった。

表IV-3 漁獲物におけるごみの占める割合(重量ベース)

No.	船名	海域	全体 (%)	人工物 (%)
1	神鷹丸	鹿島灘	2.6	0.3
2	神鷹丸	鹿島灘	0.3	0.0
3	長崎丸	東シナ海	0.0	0.0
4	長崎丸	東シナ海	0.0	0.0
5	長崎丸	東シナ海	0.0	0.0
6	長崎丸	東シナ海	0.0	0.0
7	おしよろ丸	日高湾	13.0	1.4

8	おしよろ丸	日高湾	33.7	3.2
9	おしよろ丸	日高湾	6.0	0.3
10	かごしま丸	東シナ海	0.4	0.0
11	かごしま丸	東シナ海	0.0	0.0
12	かごしま丸	東シナ海	2.5	0.8
13	かごしま丸	東シナ海	0.3	0.0
14	神鷹丸	東シナ海	0.0	0.0

### 3-3. 考察

東シナ海では、昨年に引き続きごみが入らなかった曳網が複数回見られた。以前の調査でも東シナ海の大陸棚上では、海底ごみが採取されないことや、採取されてもごくわずかなことがあった。一方で、今回は曳網を行わなかった大陸棚の縁辺部では、これまでも高密度な測点が多く見られたことから、陸棚上よりも縁辺部の方がごみの蓄積しやすい環境になっている可能性がある。

大洗沖では、これまで人工物の密度が 10~20kg/km<sup>2</sup> 程度の測点が多く見られたが、今回の結果も概ね同じような結果となった。また、採取されたプラスチック類も比較的新しいものや状態の良いものが多く見られた。このように東シナ海と大洗沖は、これまでの調査で得られた傾向と同じような傾向が見られた。

東シナ海や大洗沖と比較して、日高湾からは非常に多くの海底ごみが採取された。このように集中する点は他の海域では類を見ない。同海域は北海道の南西岸と、亀田半島、下北半島に囲まれ、太平洋側に開けるように谷状となっている。そのため、これらの陸域から流入して海底に沈積したものが谷伝いに低い方に溜まりやすくなっている可能性がある。今回曳網を行っている場所は、谷底に近い場所でもあることから、海底ごみが蓄積しやすい海域であった可能性が高い。深いところから浅いところに測点が変わると、ごみの量に変化がみられるのか、可能であれば今後調査をすることが望ましい。

漁獲された魚類などの量とごみの量を比較したところ、人工的なごみが占める割合（人工的なごみの重量 / (人工的なごみの量 + 漁獲量)）は、いずれの曳網でも 5% 以下と非常に少ない値であった。現状のまま海洋にごみが流入すると、2050 年には海洋中のプラスチックごみが魚の量を上回るという報告もあることから、引き続き漁獲物におけるごみの量と魚などの水産物の量の比較は行っていくべきであると考えられる。

## V. 沖合海域における漂流マイクロプラスチックを含む

### 漂流・海底ごみの分布特性及び発生源等の解析

#### V-1 マイクロファイバーの流出に対する洗濯機附属フィルターの効果に関する研究

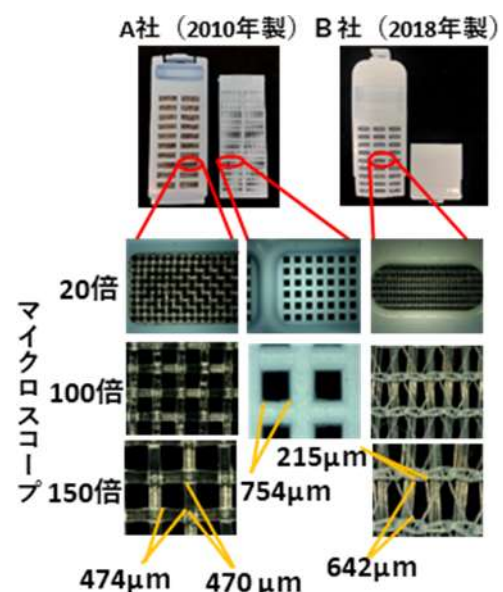
##### 1-1 目的

海洋におけるプラスチック汚染の1つとして、衣料由来のマイクロファイバーが洗濯時に流出している問題が挙げられる。日本国内で市販されている電気洗濯機には、排水フィルターや糸くずフィルターが附属されており、これらのフィルターがマイクロファイバー流出防止に効果的に働いていることが推測される。昨年度は、洗濯方式の異なる縦型とドラム式の洗濯機を用いてポリエステル布を洗濯し、洗濯機附属フィルターで採取可能なマイクロファイバー量を測定し、縦型洗濯機とドラム式洗濯機では、洗濯機フィルターの形状が異なることから、ファイバー採集量が異なること、機械力の違いによってマイクロファイバーの採集量に影響を与えることが明らかとなった。これらの結果を受けて、今年度は、洗濯機の種類を増やすとともに、ポリエステル素材の衣料を用いてマイクロファイバーの流出量を測定した。さらにファイバーの長さやフィルターの形状についても検討を行った。

##### 1-2. 実験

###### 1-2-1 試料

被洗物には、ポリエステル100%のフリース生地（株式会社トマト製、AD69100）及びポリエステル100%のフリース衣料品7種（通販サイト7社から購入）を用いた。A社2010年製の縦型洗濯機を用いた生地4Kgの実験中に裁断部分からの糸くずを含んだファイバーがかなり検出されたため、フリース生地は、約50cm×50cmに裁断し、ほつれを防ぐために周囲をポリエステル100%の糸（大黒絲業株式会社製、DFロック）でロックミシンをかけてから使用した。フリース衣料品は、1回の洗濯に7種すべてが入る組み合わせを設定した。洗濯機には、縦型洗濯機2種（A社2010年製AW-80DJ最大容量8Kg、B社2018年製BW-V80C最大容量8Kg）とドラム式洗濯機2種（C社2005年製NA-V81最大洗濯容量8Kg、C社2019年製NA-VX8900L最大洗濯容量11Kg）を用いた。洗剤には、市販の弱アルカリ性コンパクト洗剤（粉末、花王株式会社製、アタック高活性バイオEX）を用いた。洗濯機附属フィルター（図V-1、図V-2）を通り抜けたファイバーを排水口で採取するために、洗濯ネット（株式会社良品計画製）を裁断して排水ホースフィルター（図V-3）を作成し、排水ホースの先端に取り付けて実験を行った。



図V-1 縦型洗濯機附属フィルターの詳細