平成 31 年度 環境省請負業務

平成３１年度　漂流マイクロプラスチックを含む

漂流・海底ごみの分布調査検討業務

報告書（概要版）

令和 2 年 3 月

国立大学法人 東京海洋大学

Ⅰ．調査目的と概要

平成 21 年 7 月に成立した「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境の保全に係る海岸漂着物等の処理等の推進に関する法律」（平成 21 年法律第 82 号） に基づき、海岸漂着物や沿岸域における漂流・海底ごみの実態調査や、海岸漂着物対策が行われてきた。そして、海岸漂着物や沿岸域で漂流ごみの実態が明らかになる中、それらを減らすためには、沿岸での回収作業や調査だけでなく、その発生源を明らかにしてうえで、対策を講じる必要があるという認識に至った。そして 2014 年から、日本を取り巻く周辺の海域における漂流・海底ごみの実態を把握するための調査が始まった。この調査では、船舶を用いた目視による漂流ごみの観測、その結果から海域別の密度及び資源量をごみ種類別に推定、海表面に浮遊しているマイクロプラスチックの採集と分布密度の推定、さらには東シナ海などの沖合域において、底曳網を用いた調査により海底ごみの分布密度の推定を行ってきた。そして、これらの調査結果から、日本周辺海域の漂流ごみの一部は黒潮の上流域から来ている可能性があることや、日本周辺海域がマイクロプラスチックのホットスポットであることが明らかになってきている。また、これらの発生源を把握するためには、日本の周辺海域の情報を収集するだけではなく、その他の海域についても情報を収集し、比較していくことが必要であると考えられ、東アジア・東南アジア諸国との連携も 2016 年度から始まっている。

こうした流れを受けて、「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境の保全に係る海岸漂着物等の処理等の推進に関する法律」は、2018 年 6 月より「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境並びに海洋環境の保全に係る海岸漂着物等の処理等の推進に関する法律」と改められ、事業者に対してマイクロプラスチックの海域への流出抑制や、公共の水域又は海域に排出される製品へのマイクロプラスチックの使用の抑制、廃プラスチック類の排出の抑制に努めることを求める一文が加えられた。また、国際的な連携の確保及び国際協力の推進として、海岸漂着物対策を国際的協調の下で、海岸漂着物対策の推進に関する国際的な連携の確保及び海岸漂着物等の処理等に関する技術協力その他の国際協力の推進に必要な措置を国として講ずることが、新たに明文化されている。こうした中、本事業では、2014 年から続けてきている調査観測の内容を継続的に発展させることで、データの蓄積を行うとともに、2019 年度の実態把握調査では、以下の①～⑥を実施した。

① 沖合海域における漂流ごみの目視観測調査及び現存量の推計。
② 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の推計。
③ 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。
④ 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。
⑤ 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・海底ごみの調査ネットワーク構築の検討。
⑥ 漂流ごみ調査手法の高度化の検討。

海上での調査は、2017 年度、2018 年度に引き続き、東京海洋大学練習船海鷹丸、神鷹丸、青鷹丸、北海道大学練習船おしょろ丸、長崎大学練習船長崎丸、鹿児島大学練習船かごしま丸（図Ⅰ-1）によって実施した。

東京海洋大学　海鷹丸

東京海洋大学　神鷹丸

東京海洋大学　青鷹丸

鹿児島大学　かごしま丸

北海道大学　おしょろ丸

長崎大学　長崎丸

図Ⅰ-1　調査に参画した 4 大学練習船

Ⅱ．沖合海域における漂流ごみの目視観測調査及び現存量の推計

1. 調査目的

日本の海岸に漂着する海洋ごみの問題を解決するため、日本の周辺海域にどのような種類のごみがどのように分布するかを目視観測によって調査することで、その発生源を明らかにしていくとともに、それらがどこへ行くのかを把握するためのデータの収集を目的とした。

2. 調査方法

2-1. 対象海域

調査は、概ね 2018 年度までの調査と同様の時期に、同様の範囲で実施した。各船の航海時期と航行範囲は表Ⅱ-1 に示すとおりである。

表Ⅱ-1　4 大学練習船調査実施表

船名	全長	総トン数	眼高	調査日	調査範囲
海鷹丸	93 m	1886 t	14 m	7/12-8/10	日本周回
				11/25-3/2	南方海域
神鷹丸	64.5 m	986 t	9 m	7/12-8/10	日本周回
				8/17-9/15	西日本周辺
				1/29-3/13	南方海域
おしょろ丸	78.3 m	1598 t	10 m	5/15-5/19	北太平洋（西部）
				6/14	北太平洋（東北沖）
				6/18-6/20	北太平洋（東北沖）
				6/25-6/26	日本海（北海道沿岸）
				7/2-7/3	日本海（北海道沿岸）
				7/10,14,17	日本海
				9/15	北太平洋（東北沖）
				9/17	北太平洋（東北沖）
				9/23	日高湾・十勝湾
				10/19-10/22	釧路沖
長崎丸	63.9 m	842 t	9 m	5/22-6/4	東シナ海
				6/11-6/23	東シナ海
				6/28-7/2	東シナ海
				7/6-7/7	東シナ海
				7/10-7/18	東シナ海
				7/22-7/30	東シナ海
				8/1-8/6	東シナ海
				8/8-8/21	西日本周辺
				8/26-9/8	西日本周辺
				9/11-9/24	西日本周辺
				9/27-9/29	東シナ海
かごしま丸	66.9 m	1284 t	11 m	8/17-9/17	南方海域・東シナ海
				10/11-10/17	南方海域・東シナ海
				10/22-10/28	南方海域・東シナ海
青鷹丸	35.5 m	170 t	4 m	4/16-1/16	相模湾

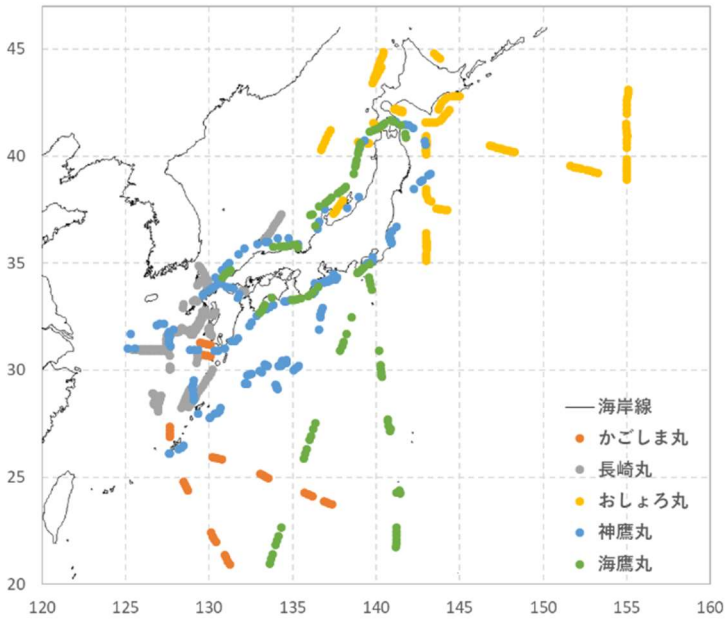
3. 調査結果

3-1. 調査実施の概要

2018 年度は、6 隻の練習船によって表Ⅱ-2、図Ⅱ-1 に示すような調査を実施した。

表Ⅱ-2　2019 年度調査実績

船名	調査日	調査範囲	回数	距離	発見個数
海鷹丸	7/12-8/10	日本周回	59	1038	2263
	11/25-3/2	南方海域	45	867	162
神鷹丸	7/12-8/10	日本周回	62	1091	2230
	8/17-9/15	西日本周辺	36	690	2007
	1/29-3/13	南方海域	66	738	716
おしょろ丸	5/15-5/19	北太平洋（西部）	40	708	745
	2020/6/14、6/18-6/21 6/25-6/26、7/2-7/3 7/10、7/14、7/17	北太平洋（東北沖） 日本海 オホーツク海	62	1033	4002
	9/15、9/17	北太平洋（東北沖）	10	152	259
	9/23	日高湾・十勝湾	7	766	146
	10/19-10/22	釧路沖	24	416	704
長崎丸	5/22-6/4、6/11-6/23、6/28-7/2、7/6-7/7、7/10-7/18、7/22-7/30 8/1-8/6、8/8-8/21、8/26-9/8、9/11-9/24、9/27-9/29	東シナ海 西日本周辺	188	2710	1079
かごしま丸	8/17-9/17 10/11-10/17 10/22-10/28	南方海域 東シナ海	44	733	1020
青鷹丸	4/16-1/16	相模湾	46	275	2233



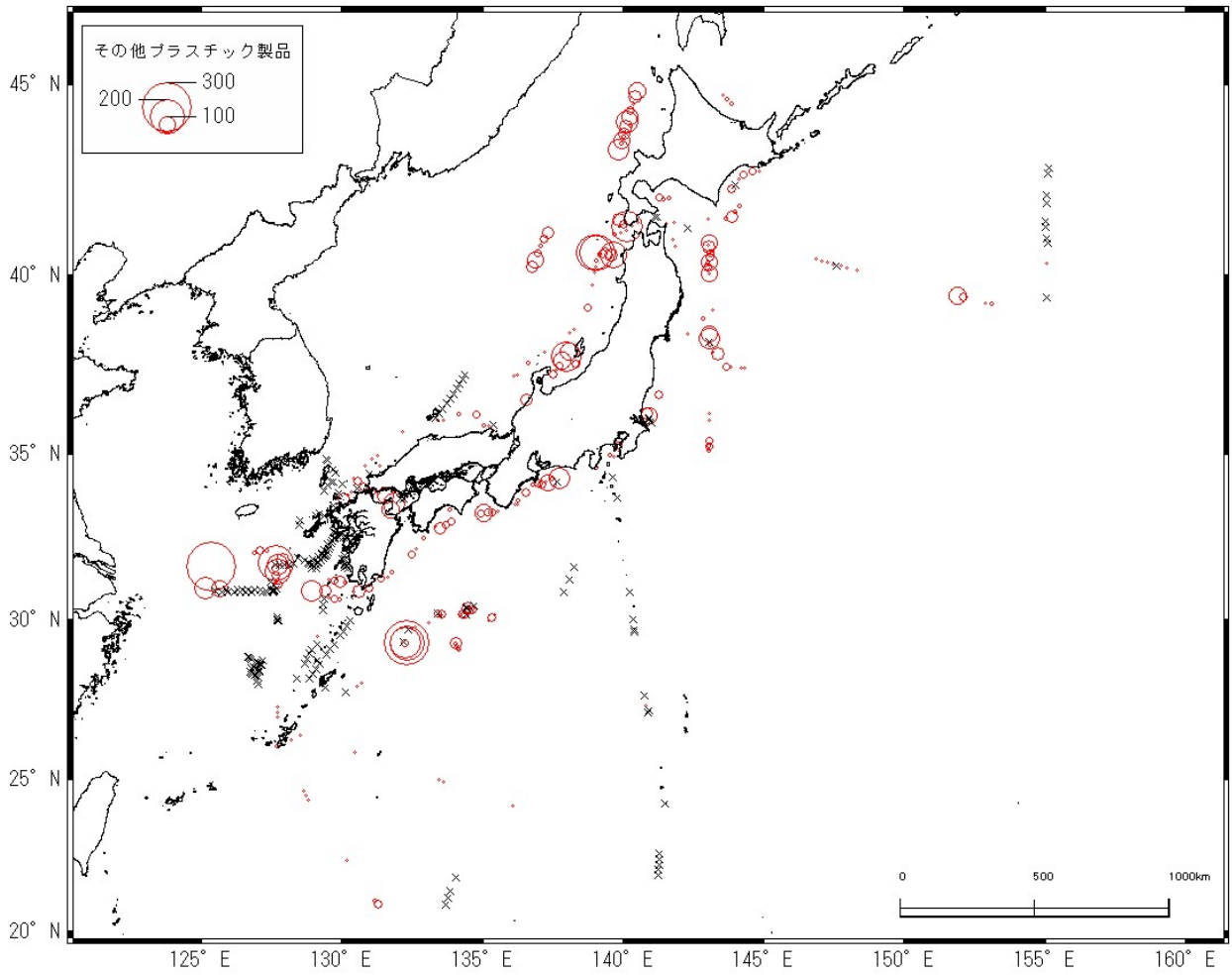
図Ⅱ-1　2019 年度漂流ごみ目視調査実施地点図

3-2. 日本周辺海域の漂流ごみ種類別の分布密度

概要版では主要なプラスチック製品について示す。

3-2-1. その他プラスチック製品（図Ⅱ-2）

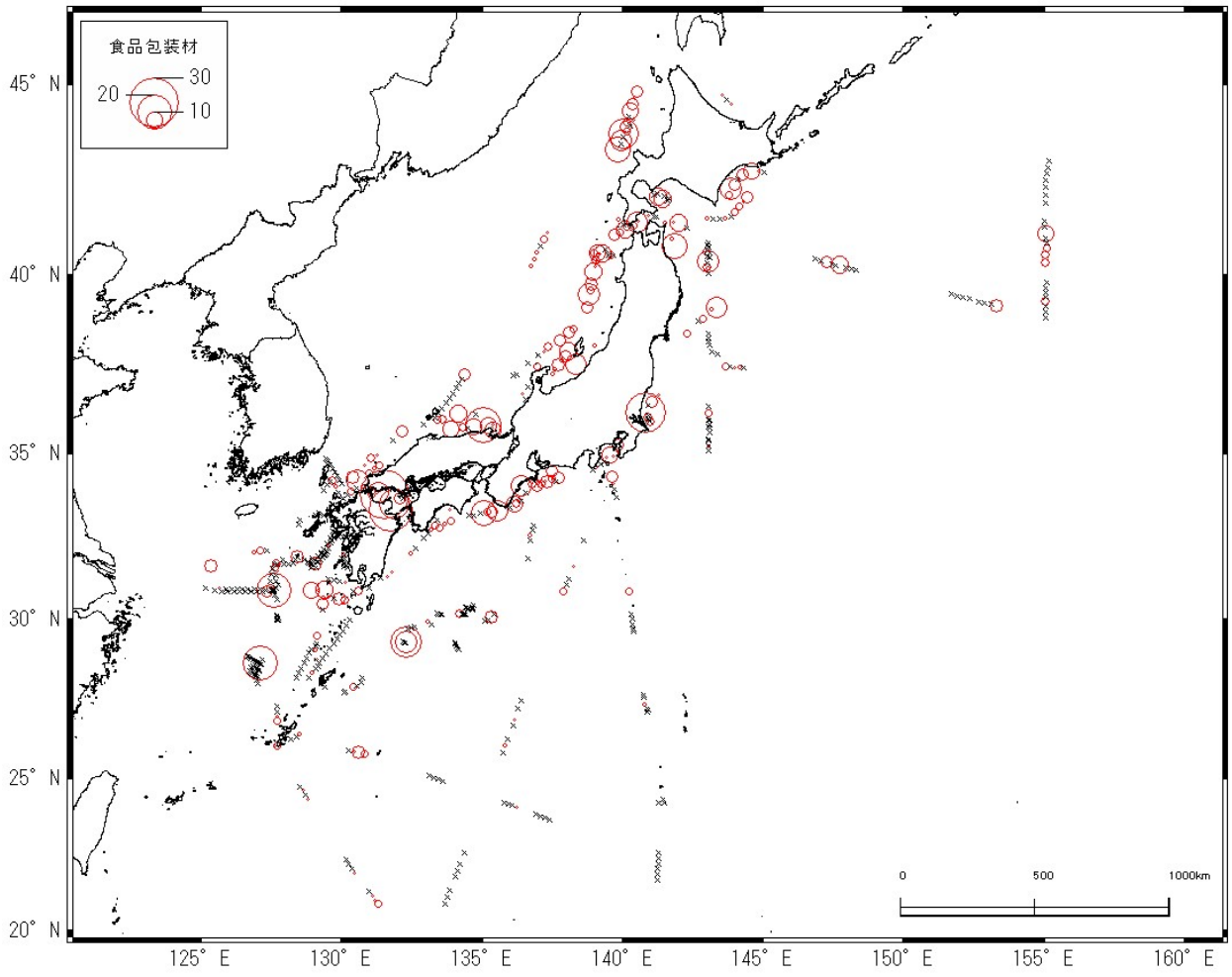
食品包装材やレジ袋、ペットボトル等に分類されないその他プラスチック製品は、荷造り紐やバケツ、シート状のものなどがこれに該当する。こうしたプラスチック製品は、観測点 637 測点中 416 測点（65%）で記録された。平均密度は、21.9 個/km² で、種類別の平均密度を比較すると最も高い値となった。測点別に最も多かったのは東シナ海の 304 個/km² で、この他にも 200 個/km² 前後の高密度な測点は本州沿岸でも広く分布している様子が確認できる。一方で、本州の南方や、北海道東方海域、オホーツク海は密度は低い傾向にあった。また、屋久島から奄美大島の間にある黒潮流軸上も密度が低くなる傾向が見られた。



図Ⅱ-2　その他プラスチック製品の密度分布

3-2-2.　食品包装材（図Ⅱ-3）

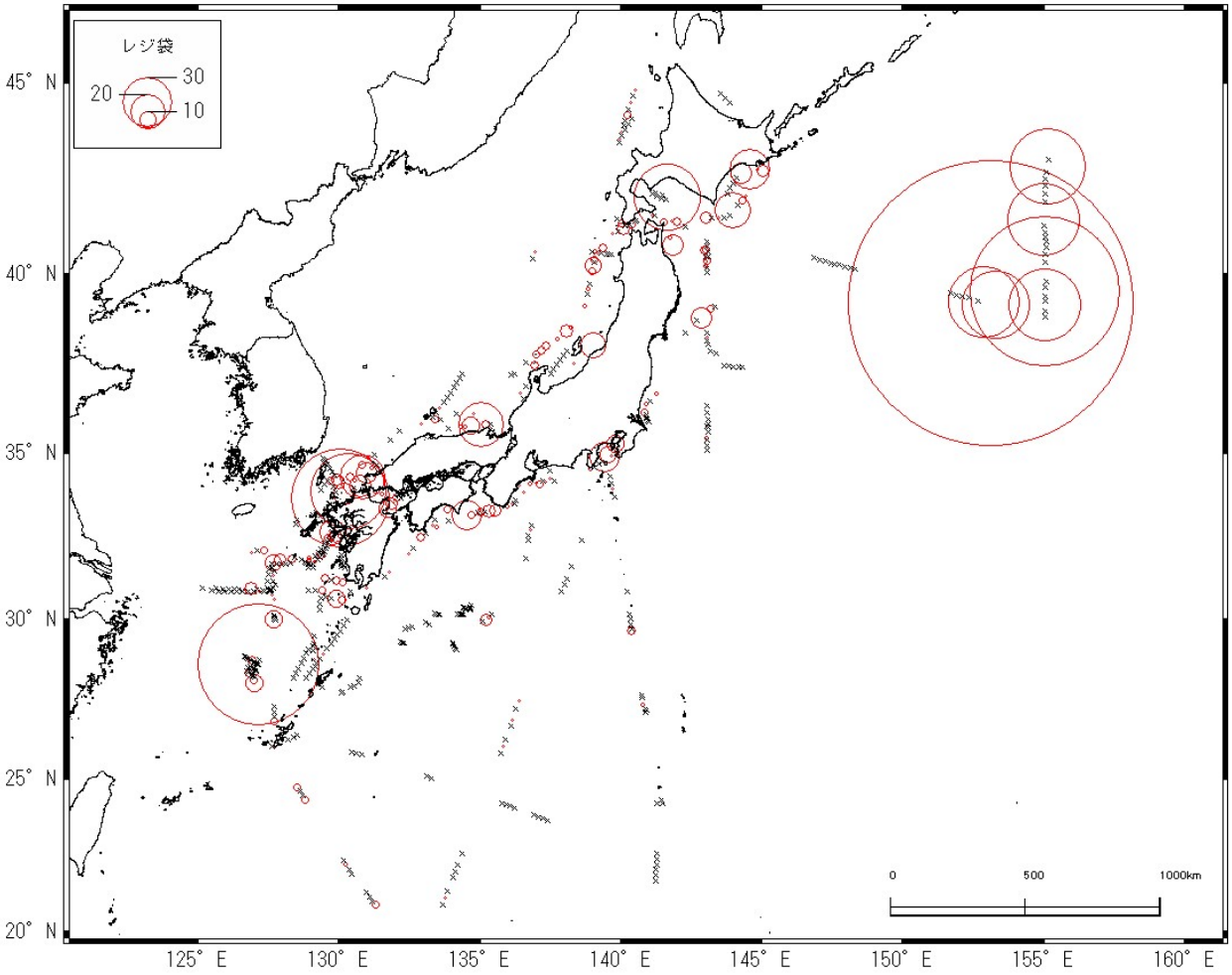
観測点 637 測点中 227 測点（36%）で記録され、平均密度は 2.2 個/km² であった。最も高密度だったのは、瀬戸内海で記録された 30.0 個/km² で、そのほかにも 20 個/km² 前後の高い密度の観測点は、紀伊半島周辺や丹後半島周辺、能登半島から北海道西岸の陸に近い測点、津軽海峡、北海道東岸沖に見られた。その他プラスチックと同様に南方海域には観測 0 の測点が多くみられた。過去 5 年間の平均密度で比較すると、今年度が最も低い結果となった。



図Ⅱ-3　食品包装材の密度分布

3-2-3.　レジ袋（図Ⅱ-4）

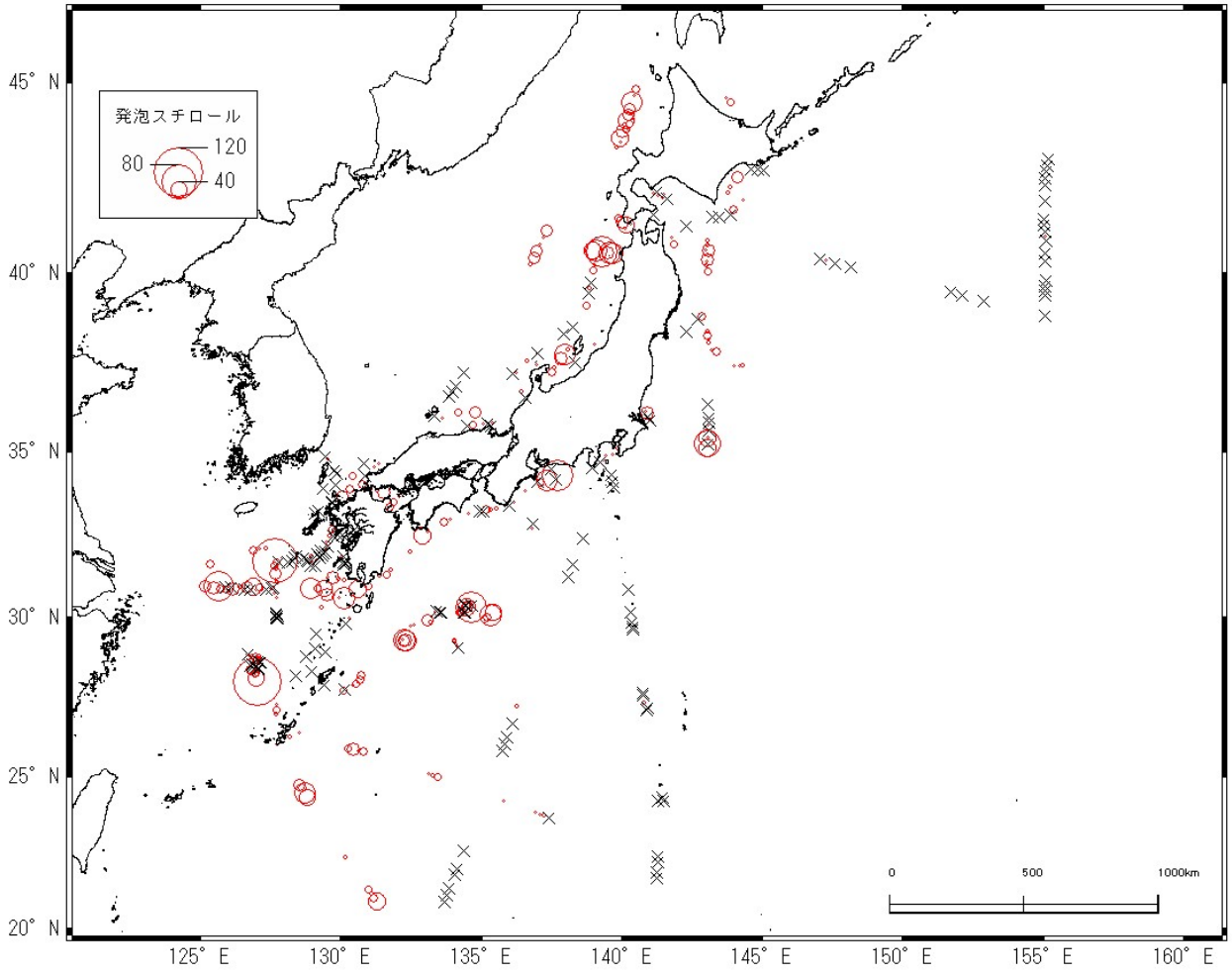
637 観測点中 197 点（31%）で記録され、平均密度は 2.5 個/km² であった。最も高密度だったのは、北日本の東方約 900km 沖合の観測点（北緯 39 度 15.25 分、東経 153 度 2.69 分）の 167 個/km² でその周辺には 40 個/km² を超える観測点も多く見られた。この海域にレジ袋の高密度な測点が集中した原因は定かではないが、親潮前線やその付近に発生する暖水渦などが存在する。このような箇所にレジ袋が集まっていた可能性がある。この他に高密度な観測点がみられたのは、東シナ海（71.6 個/km²）と、北九州周辺海域（57 個/km² と 45 個/km²）、津軽海峡の出口付近（39.2 個/km²）であった。



図Ⅱ-4　レジ袋の密度分布

3-2-4.　発泡スチロール（図Ⅱ-5）

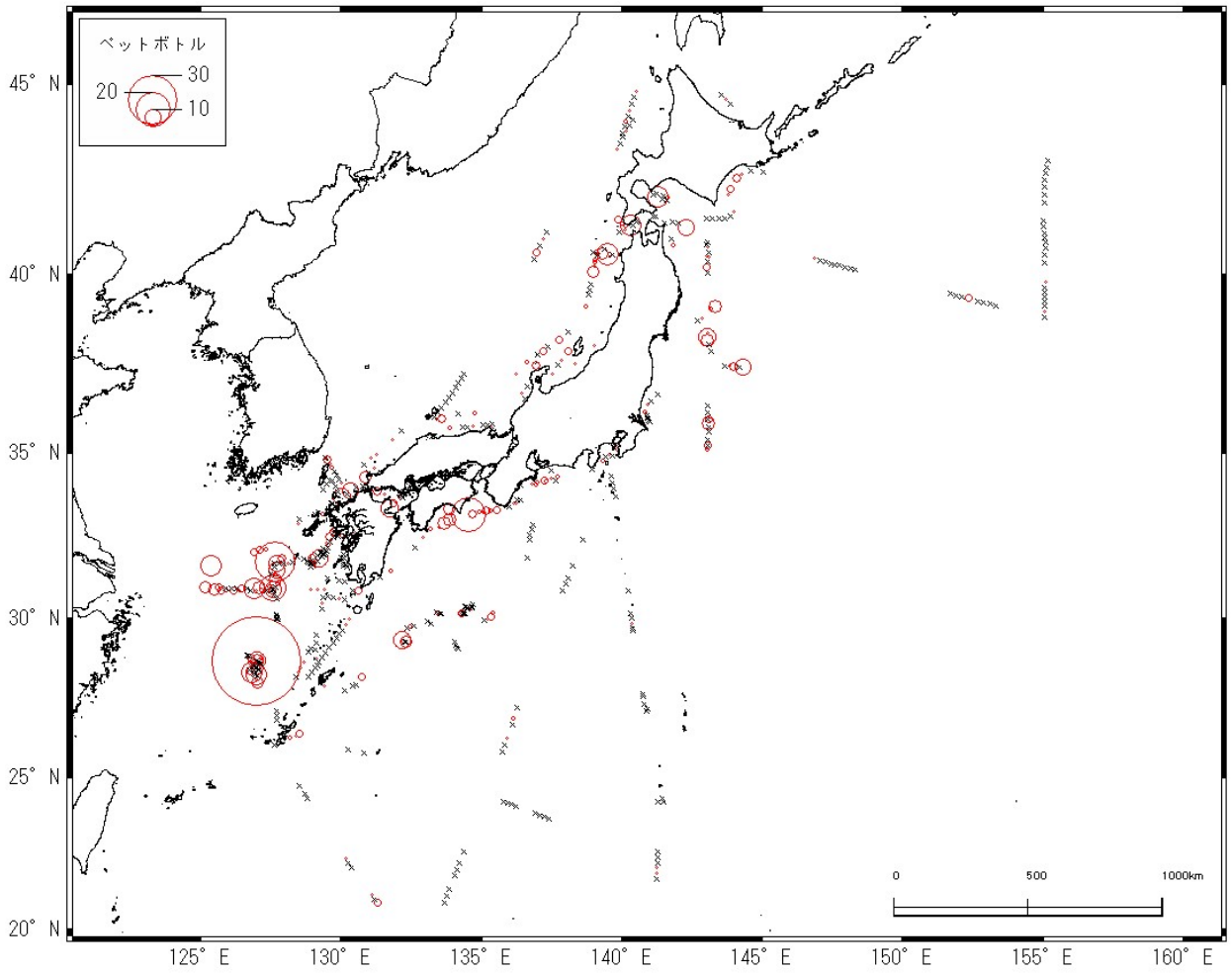
観測点 637 測点中 452 測点（71%）で記録され、平均密度は 9.3 個/km² であった。発泡スチロールは、最も多くの測点で観測された人工物であった。最も高密度だったのは、東シナ海（沖縄北西と五島列島南西）の 116 個/km² であった。その他にも 50 個/km² を超えるような測点が東シナ海、秋田から青森県にかけての日本海、北海道の西沖に、四国の南方海域に見られた。九州の周辺及び日本海北部に高密度な点が多いのは、過去 5 年の調査結果を同様の傾向である。



図Ⅱ-5　発泡スチロールの密度分布

3-2-5.　ペットボトル（図Ⅱ-6）

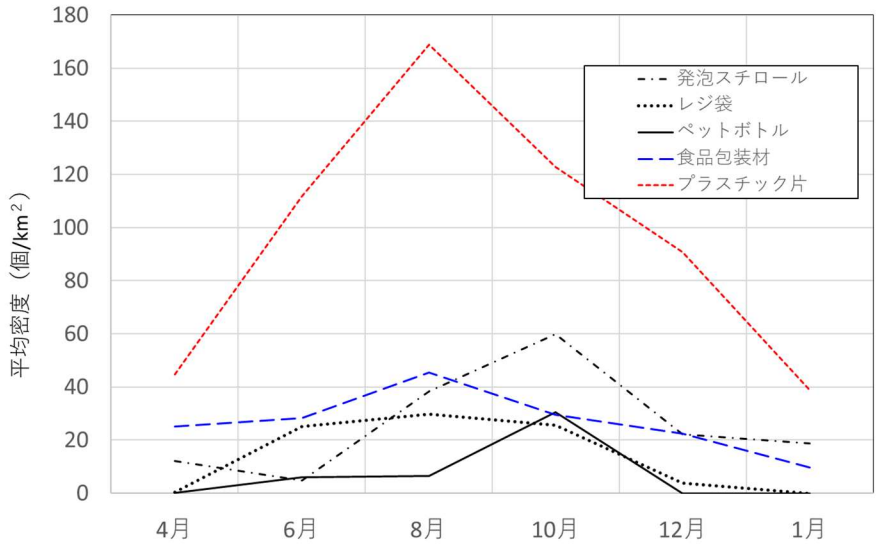
観測点 637 測点中 278 測点（44%）で記録され、平均密度は 1.7 個/km² であった。最も高密度だったのは、東シナ海の 52.4 個/km² であった。高い密度の東シナ海と津軽海峡周辺に多く見られた。発泡スチロールと似た分布傾向であるが、密度はそれよりも低い。昨年度は南方海域にて局所的に高密度な観測点がみられたが、今年度は、そのような観測点は見られなかった。



図Ⅱ-6　ペットボトルの密度分布

3-3.　相模湾調査の結果

今年度も 2017 年度に引き続き、相模湾での定期調査を実施した。調査は、東京海洋大学の練習船青鷹丸を用いて実施した。月別の平均密度を比較すると、プラスチック片と食品包装材、レジ袋は 8 月ピークで、発泡スチロールとペットボトルは 10 月がピークとなっている（図Ⅱ-7）。種別の密度を比較すると、レジ袋やペットボトルは、沖合域同様に相模湾でも低い傾向にあった。一方で、発泡スチロールや食品包装材はこれらよりも高い密度の測点が多く見られた。また、海面上に浮上し風の影響を受けやすい状態で漂流するペットボトルと発泡スチロールのピークが同じ時期であり、ペットボトルが発見された 4、6、8 月においては湾内における分布の傾向も類似していた（表Ⅱ-3）。このように、ペットボトルと発泡スチロールは海上での動きは似ていることから、発生源や流入時期も同じである可能性が考えられた。同様に、8 月にピークが見られたプラスチック片と食品包装材、レジ袋のように海面に張り付くように、または水面下を漂っているため、潮流の影響を受けやすい。これら 3 種類の湾内における分布パターンはよく似ていることから、これらの発生源や発生時についても類似している可能性が考えられた。



図Ⅱ-7　相模湾における漂流ごみの種類別分布密度の季節変化
（横軸が調査日、縦軸が密度（個/km²））

表Ⅱ-3　相模湾における漂流ごみの種類別分布傾向

種類＼調査月	4 月	6 月	8 月	10 月	12 月	1 月
発泡スチロール	東	東	西	全体	西	西
レジ袋		西	西	中央	西	
ペットボトル	東	東西	西	西		
食品包装材	東西	東西	西	東	西	西
その他プラスチック	東西	東西	西	中央	西	西

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）の測点で多く観測され、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。

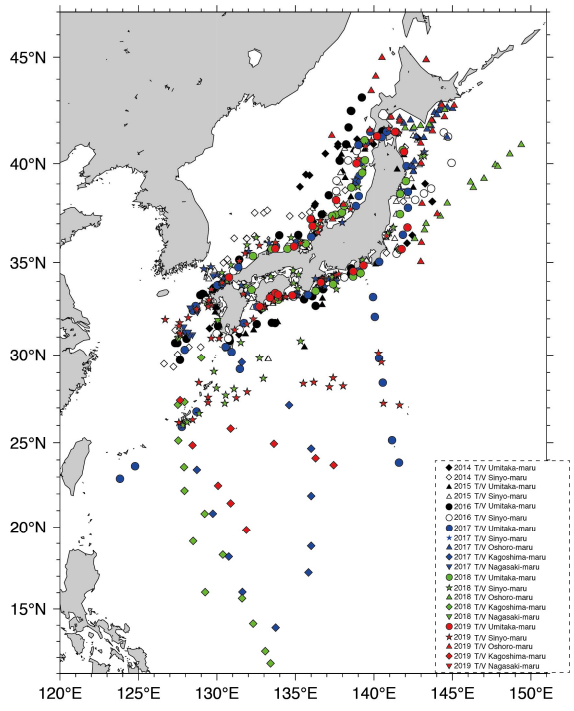
Ⅲ. 海表面を浮遊するマイクロプラスチックに係る調査
及びマイクロプラスチック密度分布推計

1. 調査目的

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、北海道大学おしょろ丸、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、浮遊密度の時間変化を調べた。

2. 調査手法

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。おしょろ丸は 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。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。



図Ⅲ-1　調査位置(本年度調査は赤いマーク)

濾水計を装着したニューストンネットを用いて，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。目視・手作業で微細片を分類した。1mmを下回る微細片は、材質の判定が困難であり、FT-IR で材質判定を行った。一測点ごとに、全ての微細片のサイズを計測し、海水単

位体積当たりの数を求めた。分析に当たっては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。

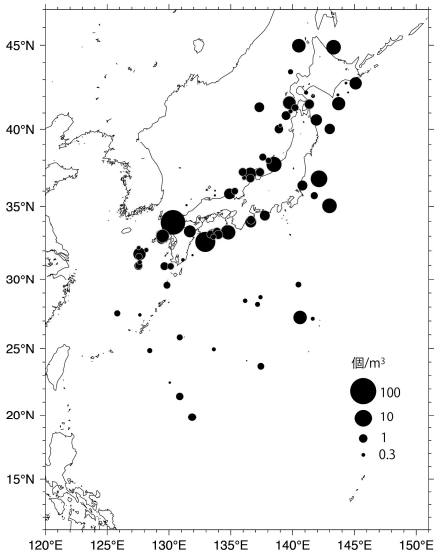
３．結果

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（本年度添付データセット list2019.txt を参照)。6 年平均値である 2.4 個/m³ 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。

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

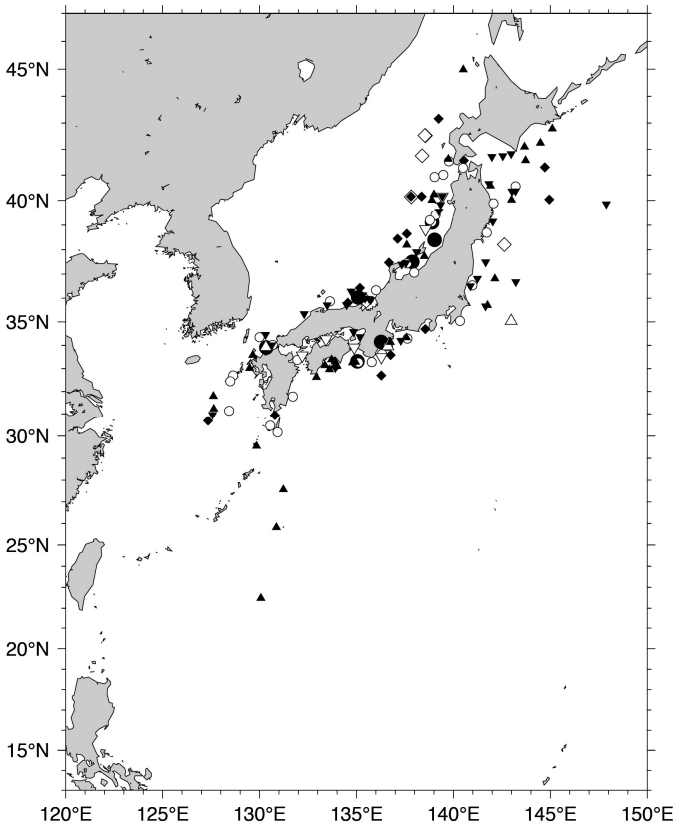
個/m³	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均
マイクロプラスチック	3.74	2.38	2.15	0.53	3.71	1.80	2.49
発泡スチロール片	1.2	0.20	0.32	0.09	0.46	0.25	0.45
糸くず	0.13	0.06	0.09	0.01	0.05	0.05	0.07

マイクロプラスチック(図Ⅲ-2)はメソプラスチック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。



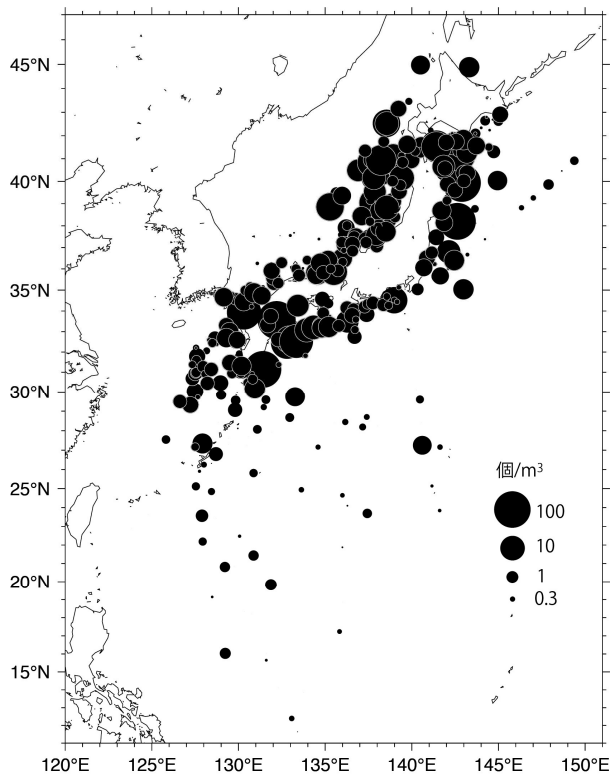
図Ⅲ-2　2019 年度調査で採集されたマイクロプラスチック浮遊密度の空間分布。

図Ⅲ-3 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丸で示した。それ以外の測点は全て 10 個以下の浮遊数であった。

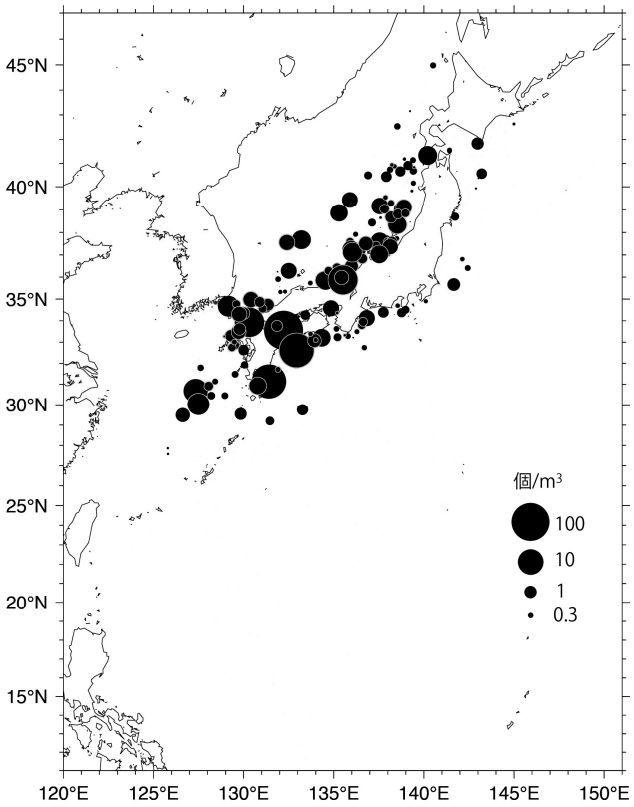


図Ⅲ-3 マイクロビーズの検出場所。菱形は 2016 年調査で 2017 年調査は丸、2018 年調査は逆三角形。白は特に検出数が 10 以上であった測点で黒は 10 個以下。

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-4)。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。 本年は北西太平洋の回帰線近くまで測点を設けている(図Ⅲ-1)。にもかかわらず、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。特筆すべきは、発泡スチロール片の特異な分布である(図Ⅲ-5)。ほぼ日本列島を覆うプラスチック片と異なって、発泡スチロール片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。また、瀬戸内海西部での高濃度が目立つ。

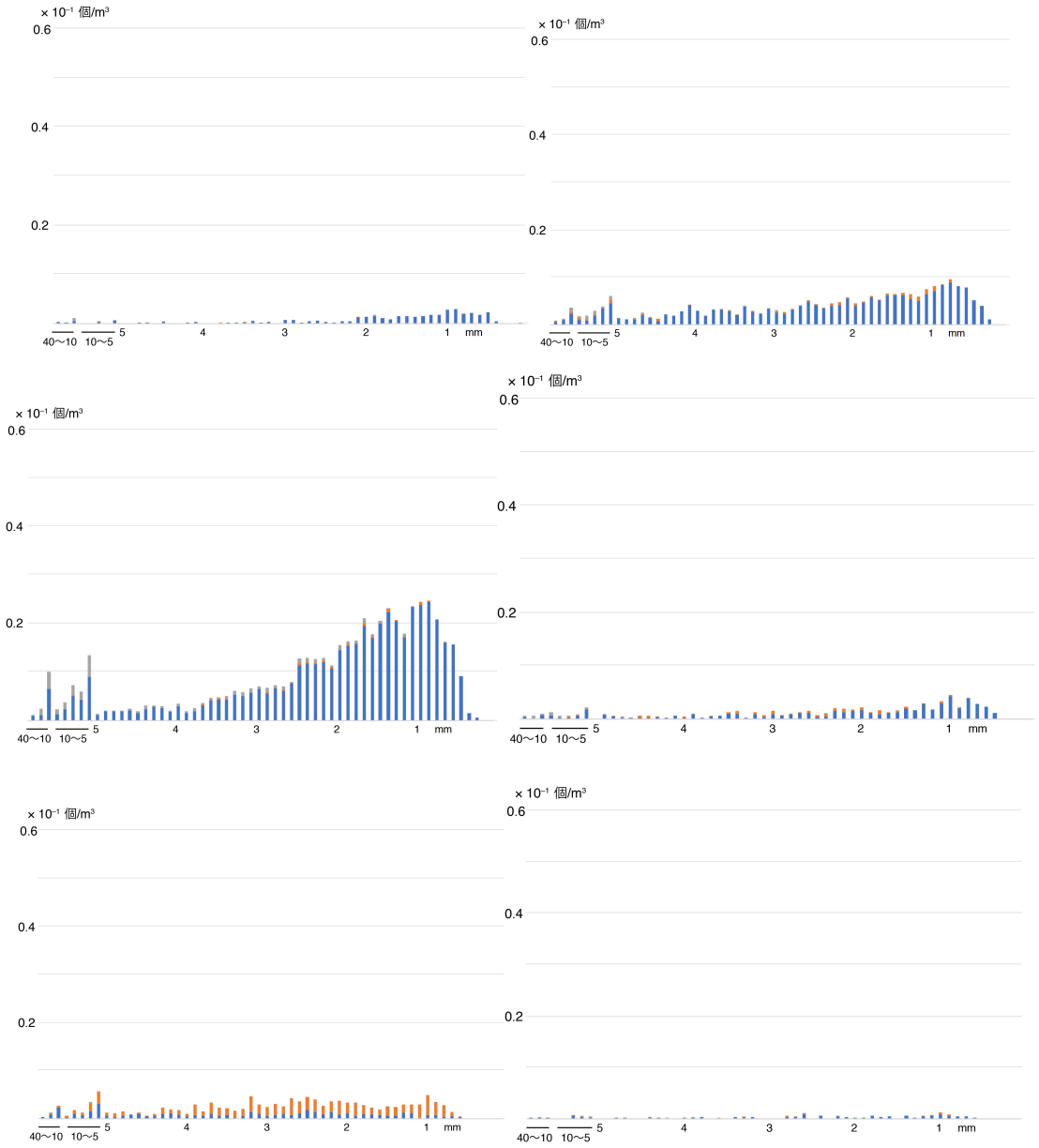


図Ⅲ-4　2014-2019 年度調査で採集されたマイクロプラスチック浮遊密度の空間分布。スケールは右。浮遊密度は円の直径に比例している。



図Ⅲ-5　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。

相模湾では、各月ごとの観測結果にばらつきが大きかった。サイズ別浮遊密度分布(図Ⅲ-6)を見れば、各月ごとの観測結果にはばらつきが大きい。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-6　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。左上から 2019 年 4 月 17 日と右上が 2019 年 6 月 14 日、左中が 9 月 7 日、右中が 2019 年 10 月 6 日、左下が 12 月 15 日で右下は 2020 年 1 月 16 日調査。青いバーがプラスチック片(大半がポリエチレンとポリプロピレン)で、オレンジは発泡スチロール、グレーは糸くず。

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^3	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	3.9
発泡スチロール片	0.005	0.12	0.07	0.1	0.76	0.02	0.20
糸くず	0.005	0.02	0.19	0.007	0.0	0.01	0.29

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

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り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。

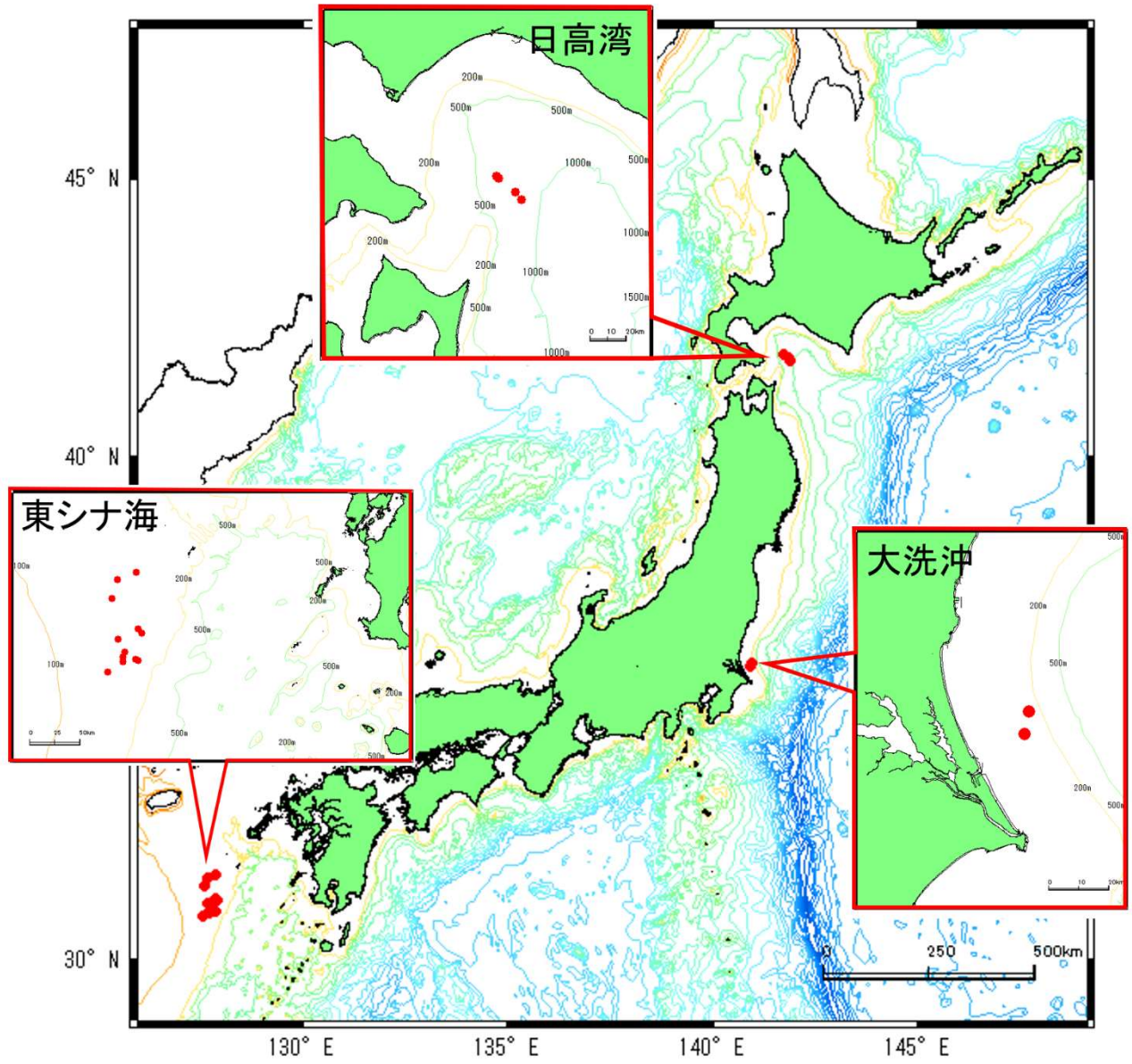
2. 調査概要と方法

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ょろ丸、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、おしょろ丸が 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	おしょろ	10/17	8:53	9:58	41-56.4N	141-38.9E	41-54.5N	141-41.5E	715m	2.80
12	おしょろ	10/17	13:13	14:17	41-50.2N	141-47.5E	41-48.4N	141-50.5E	715m	2.90
13	おしょろ	10/18	7:12	8:24	41-57.0N	141-37.9E	41-55.1N	141-40.7E	791m	2.80
14	おしょろ	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	かごしま	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 曳綱距離は mile



図Ⅳ-1　2019 年度海底ごみ調査地点図

3. 調査結果

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^2、25kg/km^2 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 おしょろ丸 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/km² となった。これは、前年度の 72kg/km² 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/km²）・重量（kg or g/km²）および漁獲量（kg/km²）

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	大洗沖	25	0.9	22	0.8	3	0.1	18	730	58
2	神鷹丸	大洗沖	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	おしょろ丸	日高湾	366	38*	360	13*	6	25*	333	11190*	692
12	おしょろ丸	日高湾	594	48*	590	6*	4	42*	587	4010*	942
13	おしょろ丸	日高湾	912	53*	906	23*	6	30*	885	10895*	472
14	おしょろ丸	日高湾	1931	123*	1924	93*	16	94*	1826	16710*	807
15	かごしま丸	東シナ海	3	1.6	2	1.5	1	0.08	1	＜1.0	120
16	かごしま丸	東シナ海	4	1	1	0.4	3	0.6	0	0	206
17	かごしま丸	東シナ海	1	0.005	1	0.005	0	0	0	0	68
18	かごしま丸	東シナ海	1	0.03	1	0.03	0	0	1	30	28

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、これまでに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/km² 程度の測点が多く見られたが、今回の結果はその 1 割程度の結果となった。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る。

Ⅴ．その他の取り組み

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挙げられる。これは、洗濯時に流出していると考えられる。しかし、日本沿岸でのマイクロファイバー検出量は少ないといわれている。その理由として、日本国内で市販されている電気洗濯機に、糸くずフィルターが装着されており、これがマイクロファイバーの流出防止に効果的に働いていることが推測されている。本研究では、洗濯方式の異なる縦型洗濯機とドラム式洗濯機を用いてポリエステル布を洗濯し、洗濯機附属の糸くずフィルターがマイクロファイバーの流出に与える影響を明らかにすることを目的とした。

1-2.　実験

被洗物に、ポリエステル 100%のフリース生地及びフリース衣料 7 種（7 社より購入）を使用した。フリース生地は（株式会社トマト製、AD69100）を約 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）で端処理をしたのち使用した。洗濯機は、縦型洗濯機 2 種（A 社 2010 年製、B 社 2018 年製、ともに最大容量 8Kg）及びドラム式洗濯機（C 社 2005 年製、最大容量 8Kg）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）及び弱アルカリ性濃縮洗剤（液体、花王株式会社製、ウルトラアタックネオ）を用いた。洗濯機付属の糸くずフィルター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）を裁断した排水ホースフィルターを排水ホースの先端に取り付けて実験を行った。

洗濯は、洗濯機の最大容量に対して 50%（4Kg）および 25%（2Kg）の被洗物で行い、洗剤量は洗剤の表示に従って決定した。被洗物の洗濯を行う前に、水と洗剤のみで洗濯槽の洗浄を行い、さらに水のみで 2 回洗濯槽内をすすぎ、洗濯機内に付着しているファイバーを取り除いた。フリースの洗濯を行った後は、洗濯機附属フィルター及び排水ホースの先端に取り付けた排水ホースフィルターに付着したファイバーを採集し、質量測定を行った。洗濯は同じフリース用いて 10 回繰り返し行った。

1-3.　結果及び考察

流出するマイクロファイバー全体の 8 割程度が洗濯機付属の糸くずフィルターで採集できることが分かった。C 社ドラム式洗濯機でフリース 4Kg を 10 回洗濯した場合のファイバー量は縦型洗濯機の 10 分の 1 以下であった。また、洗濯機付属の糸くずフィルターに比べ、排水ホースフィルターでの採集量が多いことがわかった。これは、縦型洗濯機付属の糸くずフィルターに比べてドラム式洗濯機の糸くずフィルターの目が粗く、ファイバーがすり抜けたためと考えられる。

またフィルターで採集されたマイクロファイバーの長さが 5000~10000 ㎛ であったのに対し、フィルターを通り抜けたファイバーの長さは 100~300 ㎛ 程度であった。このことから、短いファイバーは洗濯機付属の糸くずフィルターを通り抜け、海に流出していることが明らかとなった。

2.　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の推察

はじめに、沖合域と相模湾での調査結果をプラスチック製品に注目して、種別の平均密度を比較する。その他プラスチックは沖合域が 21.9 個/km^2 で相模湾が 94.6 個/km^2、発泡スチロールは沖合域が

9.3 個/km^2 で相模湾が 27.1 個/km^2、レジ袋は沖合域が 2.5 個/km^2 で相模湾が 13.1 個/km^2、ペットボトルは沖合域が 1.7 個/km^2 で相模湾が 7.0 個/km^2、食品包装材は沖合域が 2.2 個/km^2 で相模湾が 25.4 個/km^2 となり、いずれも相模湾の方が高い密度となった。このように陸域に近い湾の方が、プラスチック製品由来のごみの分布密度が高かったことから、これらの多くは陸域由来の可能性が考えられた。これは、沖合域の調査結果からも陸から約 200km の範囲内にある測点で高い密度が多くみられ、陸から離れた測点では、低密度か漂流ごみが観測されていない。その一方で、マイクロプラスチックに注目すると、沖合域の過去 6 年分の平均はプラスチック片が 2.4 個/m^3、発泡スチロール片 0.42 個/m^3、糸くずが 0.07 個/m^3 であったのに対して、相模湾の結果はプラスチック片が 1.2 個/m^3、発泡スチロール片 0.18 個/m^3、糸くずが 0.04 個/m^3 といずれも沖合域の密度が高い結果となり、マクロサイズのプラスチックでその傾向が逆転している。このことから、陸から流れ出たプラスチックごみは、マイクロ化してより広く拡散しているものと推測される。マイクロプラスチックの場合、得らえたサンプルから発生源を特定することは困難であるが、マクロサイズのプラスチックごみは、回収することができればそこに記載されている文字情報からおおよその発生源を知ることが可能になる。今後は、マクロプラスチックがどこでマイクロ化するのか、マクロプラスチックはどこから排出されているのか、これらを明らかにしながら実態を把握することが必要であると考えると、それによって、将来の予測やそのための対策が可能になると考える。

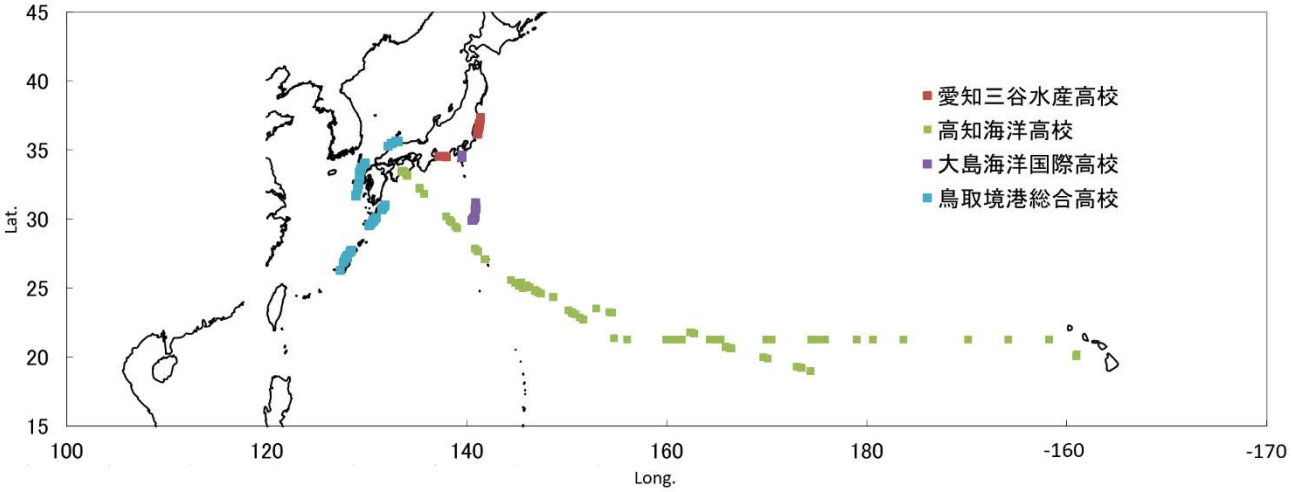
海底ごみについて注目すると、その多くはプラスチック製品であることが明らかになった。特に、日高湾ではその他の海域と比較して、けた違いに分布密度が高くなっていた。これは東シナ海が陸棚上の平らな海域であったり、大洗沖も外洋に面したなだらかな地形であったりしたのに対して、日高湾が海底盆で海底に沈んだものが沈積しやすい地形にあることが一つの要因と考えられた。海底に沈んだプラスチック製品は分解されにくいことから、このような地形の海域では今後も海底ごみが蓄積していく一方であることが想定されるため、何らかの対策が必要と考えられる。

マイクロプラスチックは大きく分けて、プラスチック片と繊維、マイクロビーズに分けられる。マイクロプラスチックに関する日本周辺と東アジア周辺の結果を比較すると、中国の沿岸ではマイクロファイバーの占める割合が日本よりも多い傾向にある。マイクロファイバーの多くは衣類が発生源と考えられることから、日本周辺と東アジア周辺のマイクロファイバーの密度の違いが生じる原因の一つに、日本と東アジアで使用されている洗濯機の違いが考えられている。そして、実際に各種洗濯機の性能を比較した結果、縦型洗濯機とドラム式洗濯機では、流出を抑制できるファイバーに違いがあることが明らかになってきている。こうした点から、それぞれの国で使用されている洗濯機を比較することで、マイクロファイバーの発生源を推定することが可能になると考えられる。また、機種によってマイクロファイバーの流出量が異なることから、機械的な工夫によりマイクロファイバーは今後よりいっそう発生を抑制していくことが可能になると考えられる。

3. 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･海底ごみの調査ネットワーク構築の検討

2017 年度調査より 4 大学の練習船による調査の拡大を図ってきた。これによって東京海洋大学が単独で調査を実施していた時よりも、北海道大学のおしょろ丸により北海道周辺海域や日本の東方海域の強化、長崎大学の長崎丸により九州西方海域の強化（長崎大学)、鹿児島大学のかごしま丸により南方海域の強化が図ることができるようになった。さらにここ数年、水産海洋系高校も海洋ごみ調査へ

の関心が高まる中、2018 年度は静岡県立焼津水産高等学校、愛知県立三谷水産高等学校、高知県立高知海洋高校が、そして 2019 年度は東京都立大島海洋国際高等学校、愛知県立三谷水産高等学校、高知県立高知海洋高校、鳥取県立境港総合技術高等学校、沖縄県立沖縄水産高校に調査に必要となる機材を貸し出し、漂流ごみの調査を実習航海の中に組み込んでもらうことで、調査の協力範囲を拡大する取り組みを進めている。2019 年度は図VI-1 に示す箇所で漂流ごみが観測されている。現在のデータは、観測距離などにあいまいな点が残っているため、密度計算までは至らないが、今後、各高校ともデータの取得が慣れてくれば、より精度の高いデータの収集が期待される。また、長崎大学では、長崎県漁協青壮年部連合会役員会と長崎水産研究三機関連絡会議の中で、練習船による海洋ごみに関する調査の様子を紹介するなど、水産高校以外にもネットワークの拡大に関する取り組みを行っている。



図VI-1　水産海洋系高校による調査実績図

4. 漂流ごみ調査手法の高度化の検討

これまで世界で実施されている漂流ごみの目視観測調査について情報収集し、その方法と本報告で実施した調査方法を比較検討したところ、調査時の体制と記録項目および解析方法は、高い精度で実施されていることが確認された。一方で、目視によるマクロサイズの漂流ごみの観測は、マイクロプラスチックの調査と比較するその数は大幅に少ない傾向にある。その理由の一つに、漂流ごみの観測は、現場での観測自体に時間と労力を要することが挙げられる。今後は、カメラや画像処理技術を導入することで、現場での人的労力を削減した調査が可能になれば、より多くの情報が収集できるようになり、公表される事例も増えてくるものと考えられる。

リサイクル適正の表示：印刷用の紙にリサイクルできます。
この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」にかかわる判断基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料「A ランク」のみを使用して作成しています。