

令和5年度

沖合海域における漂流・海底ごみの分布調査検討業務

報告書（概要版）

令和6年3月

国立大学法人 東京海洋大学

# 調査目的と概要

2009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、2014年からは沿岸に漂着するごみの起源の一つとして考えられていた沖合域の実態把握調査として、船舶を用いた目視による漂流ごみの観測調査、海表面に浮遊しているマイクロプラスチックの採集調査、底曳網を用いた海底ごみ調査が開始された。これらの調査からは、以下の事が明らかになってきた。

- ・日本周辺の漂流ごみは、黒潮上流域に位置する国々が発生源の一つの可能性ある（国際協力が必要）。
- ・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。
- ・沖合域の海底にもプラスチックごみが多数存在し、その一部は30年以上前のものが原型を留めて存在する。

新たな海洋環境問題として注目されるようになった海洋におけるプラスチックごみは、日本だけでなく世界中で調査が進められ、その実態が明らかになりつつある。そして、それに呼応するように世界的にプラスチックの管理に関する政策が進められている。これからは、実態の把握だけでなく継続的な調査により政策の効果を検証していく必要がある。そこで、2023年度の実態把握調査では、以下の①～⑤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 海表面を浮遊するマイクロプラスチック調査手法の高度化に資する知見の検討
- 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・海底ごみの分布特性及び回収に資する知見の検討。

# 調査実施船舶と調査観測の概要

## 調査観測実施船舶一覧



東京海洋大学 海鷹丸 (93m、1886t)



東京海洋大学 神鷹丸 (65m、986t)



北海道大学 おしよ丸 (78m、1598t)



長崎大学 長崎丸 (67m、1131t)



鹿児島大学 かごしま丸 (67m、935t)

### 漂流ごみの目視観測

観測の様子

漂流する発泡スチロール

漂流するペットボトル

2名以上一組で船橋のウイングから実施する。漂流するごみを発見したら、種類、サイズ、最接近距離、個数、色を記録する。観測時の航走距離と漂流物の種類別の有効探索幅から観測面積を算出し、観測海域における漂流ごみの分布密度を求める。

データ記録用タブレット

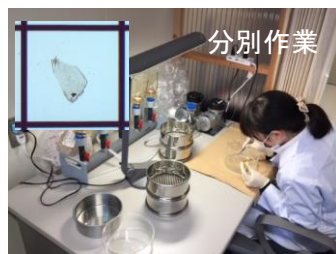
### ニューストンネットによるマイクロプラスチック調査



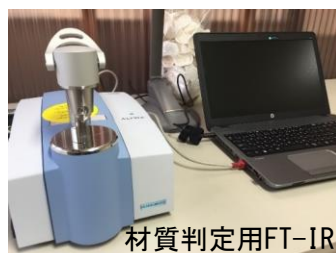
曳網中の  
ニューストンネット



ろ水計 採集直後のサンプル



分別作業



材質判定用FT-IR

ニューストンネットは、口枠75cm×75cm、全長3m、目合350 $\mu$ mのものを使用した。曳網は、網口の1/2が沈むように浮力調整し、船速約2ノットで20分間行った。網口には、濾水計を取り付けて、この値を基に濾水量を算出した。サンプルはホルマリン固定して持ち帰り、九州大学にて分析を行った。採集個数を濾水量から浮遊密度を求めた。

### 底引き網による海底ごみ調査



海底ごみ調査は、各船ごとに漁具の大きさ、曳網時間が異なるが、分布密度の推定は、いずれも同じ方法で行った。曳網距離は、網が着底してから離底するまでとして、曳網距離に船毎の網口幅を乗じて曳網面積とした。揚網後、漁獲物の中から、人工物や自然由来のごみを拾い出し、自然乾燥させたのち重さと大きさを計測した。算出した曳網面積に対する採集個数と重量より、1km<sup>2</sup>あたりの分布密度を求めた。文字情報のあるものからは発生源やその時期の推定をした。



# 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

## 日本周辺海域の漂流ごみ種類別レグ毎分布密度の空間分布

例年、その他プラスチック、食品包装材、レジ袋、発泡スチロール、ペットボトルといった主要なプラスチック製品は、九州西方の東シナ海を筆頭に日本海、津軽海峡の東側付近にかけて高密度で分布する傾向が見られたが、今年度は東シナ海での分布密度は低めで、日本海側が高くなる傾向にあった（図1）。プラスチックごみが観測された測点数の割合に注目すると、その他プラスチック製品は86.5%、発泡スチロールは81.4%の海域で見つかった（表1）。なお、その他プラスチック製品には、食品包装材やレジ袋とは断定できなかったシート状のプラスチック片も含まれる。平均分布密度をみると、その他プラスチック製品の34.1個/km<sup>2</sup>に対して、食品包装材やレジ袋はそれらの約1割程度であることから、浮遊しているマクロプラスチックの多くが、劣化して原型を留めていないものが多いことを示唆している。さらに、その他プラスチック製品、食品包装材、レジ袋、発泡スチロール、ペットボトルのいずれも発見されていない測点は全体の約3%であったことから、調査範囲の全域にプラスチックごみが分布していることになる。マイクロプラスチックについてはほぼ全海洋中に分布していることが知られているが、マクロサイズのプラスチックごみも観測範囲内では、ほぼすべての海域に分布していると考えられた。測点ごとの分布密度をプロットした図から、プラスチック製のごみは沿岸近くで多いことから、これらのプラスチック製品の多くは陸域からのものであること、また、高密度な測点が九州から西日本の海域にかけて多いことから、これらの一部は黒潮上流域や大陸由来であると推測される。

表1

種類	その他 プラスチック製品	食品包装材	レジ袋	発泡スチロール	ペットボトル
観測された 測点数の割合（%）	86.5	45.2	45.9	81.4	54.3
平均分布密度 （個/km <sup>2</sup> ）	34.1	3.1	3.8	12.4	2.3
最大分布密度 （個/km <sup>2</sup> ）	347.8	37.0	65.7	137.1	27.5

## 漂流プラスチックごみの平均分布密度の経年変化と今後の課題

目視観測から得られた漂流ごみのうち、プラスチック製品（その他プラスチック、食品包装材、レジ袋、発泡スチロール、ペットボトルを合算したもの）について、東シナ海区と関東・東海沖、日本海北区における2014年から2023年の平均分布密度（個/km<sup>2</sup>）経年変化を示す（図2, 3）。いずれの海区も、2020年から毎年増加傾向にある。短期的にみるとCOVID19の影響で人間の社会活動が止まっていた2020年から、段階的に社会活動が戻るにより、海域のごみの量も増加した可能性がある。また、調査開始直後の2014年は全体的に低い値であったが、その後、いずれのプラスチック製品も突発的に高い値が記録されることがあった。しかし、2016年以降から注目すると全体的に海洋におけるプラスチックごみは減少傾向を示している。2015年9月に持続可能な開発目標が国連サミットで採択されて以降、日本をはじめ世界各国で海洋プラスチックごみ削減の取り組みが盛んにおこなわれるようになった。2016年以降の結果のみに注目すると、それらの取り組みの成果かが表れ始めている可能性も示唆できるが、調査開始の2014年から目視観測データの解析方法の一部を改良するなど、バージョンアップを図ってきたことがその増減に影響している可能性がある。この点についてはすべてのデータを同一の分析法で分析して比較検証する必要である。

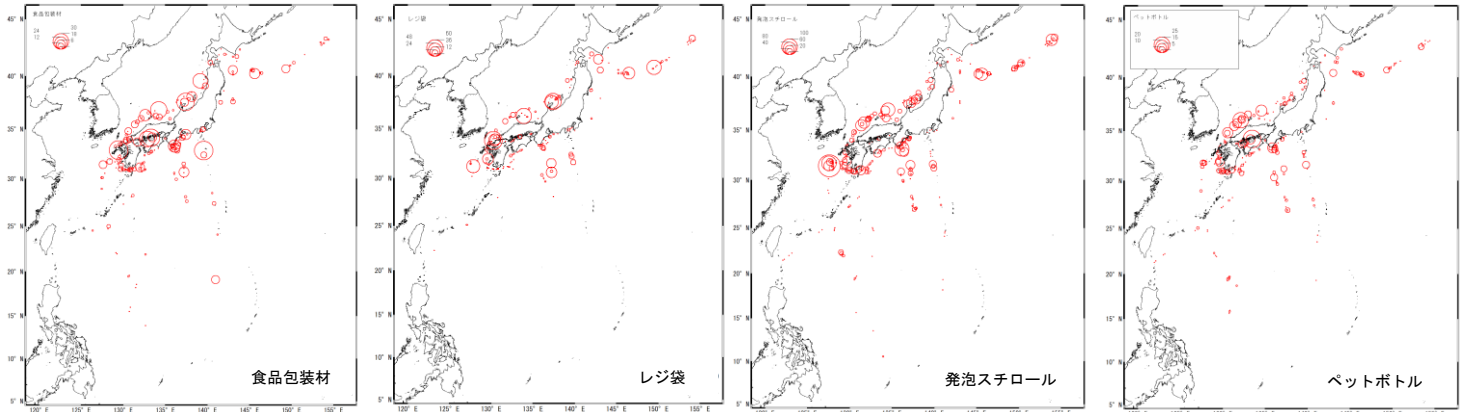


図1

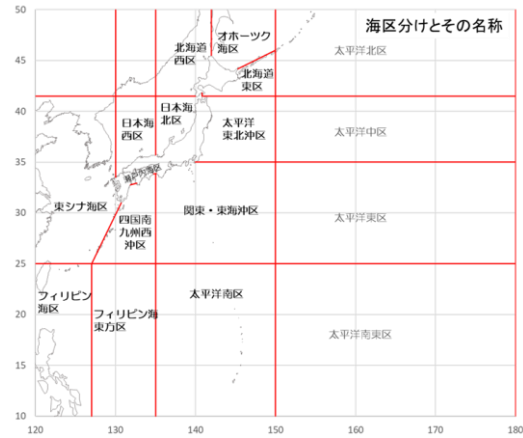


図2

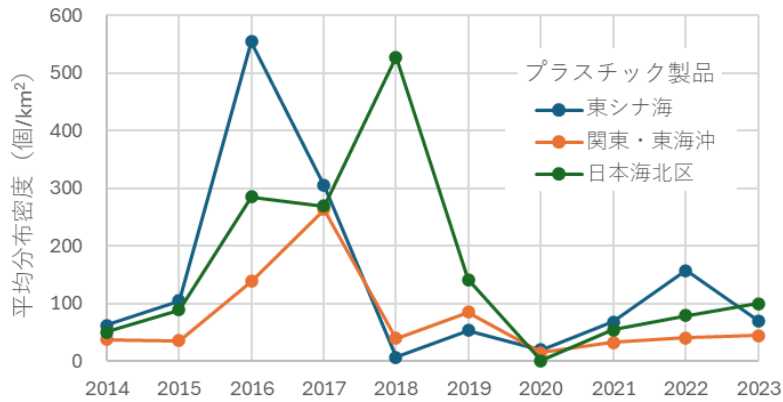
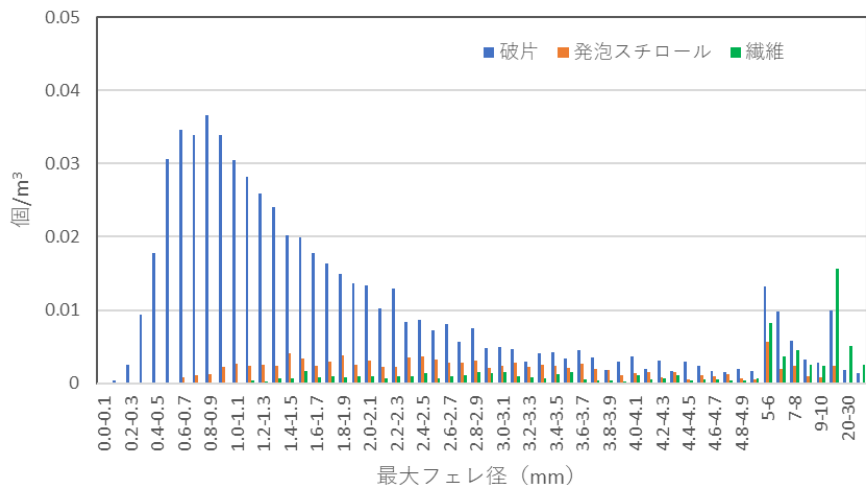


図3

## 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推計



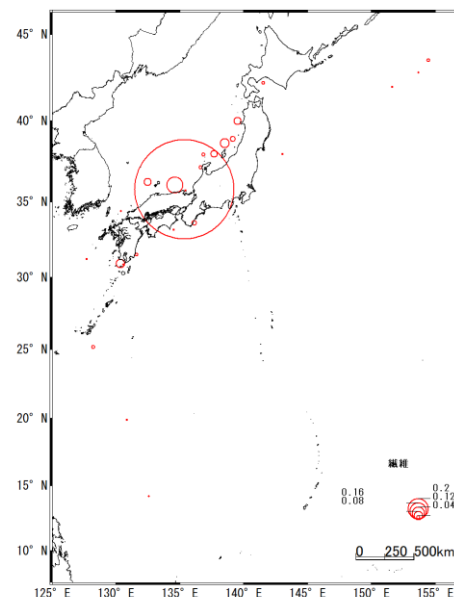
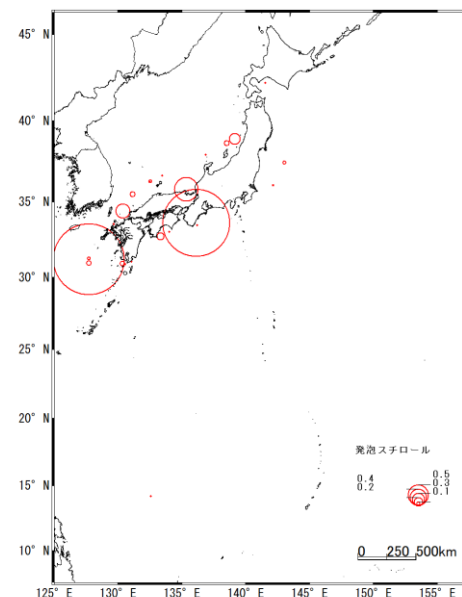
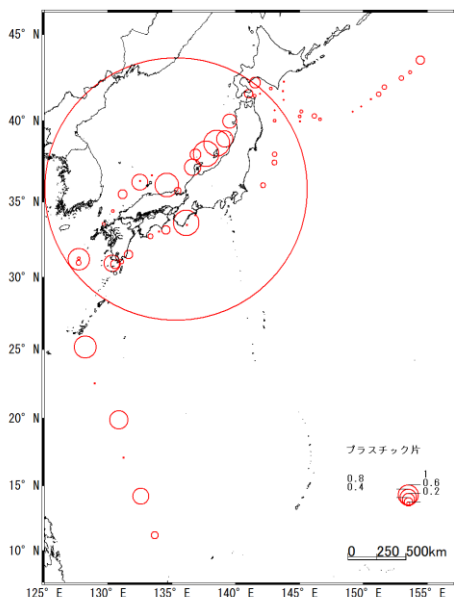
マイクロプラスチックのサイズ組成

### サイズ組成

採集されたマイクロプラスチック（以下MPs）のサイズ組成は、最大フェレ径約1mmまで増加するがその後減少に転じる例年と同様の傾向にあった。一方で、発泡スチロールに注目すると、前年よりも全体的に少ない個数（半数以下）で、ピークとなる部分が見られなかった。

### 平均分布密度の経年変化

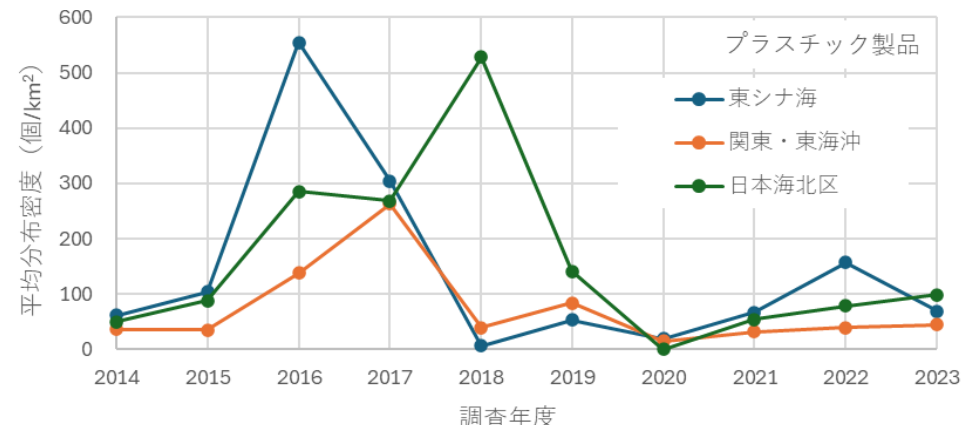
最大フェレ径5mmを下回る大きさで平均したマイクロプラスチックと発泡スチロール、そして糸くずの浮遊密度の経年変化をみると、マイクロプラスチックの浮遊密度は、2014年から2017年にかけて減少傾向、その後2018年に再び値が高くなり、再び減少傾向となったのち、2020年度調査に記録した0.27（個/m³）以降、0.5~0.7（個/m³）で横這い傾向にある。また、発泡スチロールと糸くずについては、前年度調査よりも減少しているが、プラスチック片と比較すると調査開始以降低位での推移となっている。2018年の増加は、マイクロプラスチックだけでなく目視観測でも同様の傾向が日本海北区で見られている。また、マクロもマイクロも2020年には減少傾向にあったものがその後微増する傾向にあったことから、両者の増減には共通の理由が存在する可能性がある。これまでの10年間の平均値である1.633 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, 5）と比べ桁大きな数値である。10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/m³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。



マイクロプラスチックの分布状況

### マイクロプラスチックの空間分

マイクロプラスチックの分布は、前年度は九州西方海域に分布密度の高い測点が集中していたが、今年度は目視観測の結果と同様にプラスチック片は日本海側の兵庫県沖から北よりに高密度な測点が多くなっている。今後はマイクロとマクロの分布の関係についても検討することで、その発生源の推定につながる可能性がある。



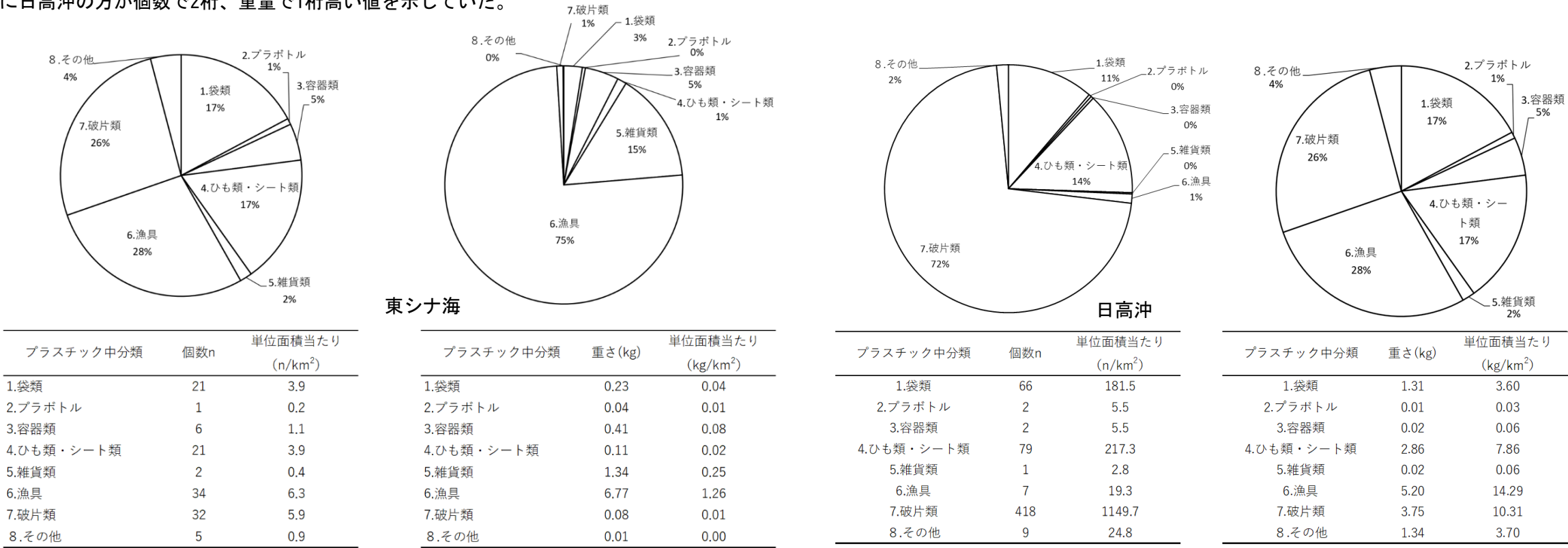
マイクロプラスチックの平均分布密度の経年変化

### 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

#### 海底ごみプラスチック類の海域毎の特徴

東シナ海では、袋類やひも類・シート類・漁具類・破片類の4種類で個数割合をの7割を占めているが、重量割合でみると漁具の占める割合が7割以上を占めている。数値割合は異なるもののこのように重量ベースにすると漁具の占める割合が大きくなるのがこれまでの調査でも見られた東シナ海の特徴である。これは、採集された漁具は一つ一つが大きなものが多かったことによる。

日高沖では重量割合に占める漁具の割合は28%と小さく、袋類、ひも類・シート類、破片類などで占める割合が増える。また、個数割合では9%の割合だった袋類が重量割合では17%を存在感を示している。これは一つ一つが大きい土嚢袋のようなものが多数あったことによる。また、ひも類・シート類、破片類は、これまでと同様に一般家庭からのものではなく、産業由来のものと見られるものが多くみられた。プラスチック類の分布密度を海域毎に比較すると、東シナ海では53.76個/ km2・3.80kg/ km2（2022年度：26.2個/ km2・7.55kg/ km2、2021年度：16.6個/ km2・2.95kg/ km2）、日高沖が1609個/ km2・39.9kg/ km2、（2022年度：1355個/ km2・86.6kg/ km2、2021年度：5259個/ km2・26.3kg/ km2）と、両海域とも増減はあるものの、これまでの調査結果と同様に日高沖の方が個数で2桁、重量で1桁高い値を示していた。



海域	プラスチック類総数	文字あり	日本	ハングル	中国	ベトナム	フィリピン	英語（不明）
日高沖	585	45	39 (87)	0	5 (11)	0	0	1 (2)
東シナ海	159	22	2 (9)	1 (4.5)	16 (73)	1 (4.5)	1 (4.5)	1 (4.5)

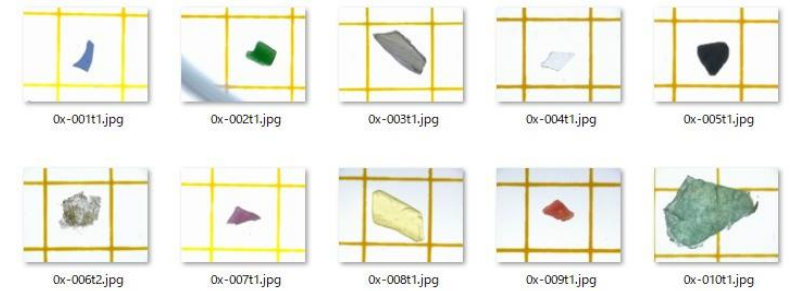
日高沖では、日本製品の占める割合が87%で最も高かった。昨年度は、韓国製や中国製のものも多く見られたが、今年度は中国製のみ11%であった。一方で、中国と韓国、台湾、東南アジアが接続する東シナ海では、中国製のプラスチックごみの占める割合が73%と最も高くなった。過年度に続き、東シナ海では中国製品が最も多く見られた。



## ④ 海表面を浮遊するマイクロプラスチック調査手法の高度化 (効率化) に資する知見の検討

### マイクロプラスチックの色相分析の自動化

今年度はマイクロプラスチック分析の高度化に資する知見の検討として、マイクロプラスチックの色相の自動分析を試みた。ImageJ Macro, Pythonを組み合わせシステムによって、赤、赤みの橙、黄みの橙、黄、黄緑、緑、青緑、緑みの青、青、青紫、紫、赤紫の12色相環に則して12色に分類した。さらに彩度と明度から無彩色(白黒)分類を行った。有彩色に分類されたサンプルと12色相環の色相を比較した結果、適切に分類されていることが確認された。一方で無彩色については一部が有彩色として判断されたことから、今後分類条件を見直す必要がある。無彩色については、その傾向を把握して機械学習用いれば、白、黒だけでなく灰色のサンプルまで対応できる可能性がある。今回は、実用化までは至っていないが、MPsの色相による分類を定量的評価の可能性は示された。最適化されたパラメータにより客観的評価が自動化されれば、分析者の判断による分類と異なり、サンプルの評価に人間の主観的要素が入ることを防ぐことが可能になり、今後の研究の効率と精度を飛躍的に高めると考える。MPs分野だけでなく、海洋漂流ごみの調査などにも、映像と機械学習を活用することで、自動的にかつ定量的な調査が行える可能性がある。海洋プラスチックごみの調査にも自動化システムが導入されれば、少ない労力で広範囲の調査やモニタリングを可能にすることができると期待される。



実験に使用したマイクロプラスチック画像

## 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・海底ごみの分布特性及び回収に資する知見の検討

### マクロサイズの漂流プラスチックごみ

2014年から調査を行っているが、これまでの調査から沖合域にもスポット的に1km2あたり数百を超えるプラスチックごみが分布する場所が複数存在することや、種類によって高密度に分布する海域が異なることなどが明らかになってきた。発泡スチロールは東シナ海から西日本にかけて、特に日本海側に多くみられる。この傾向は海岸漂着ごみにも共通の傾向である。しかし、発泡スチロール自体は今年度も8割以上の測点で発見されていることから、広く分布していることには変わらない。2020年から有料化が始まったレジ袋は、2014年からの関東・東海に注目してみると負の相関 ( $R^2=0.52$ ) がみられることから、海域によっては効果が表れている場所もあると考えられた。しかし、現在もレジ袋は45%の測点で観測されるなど、広い範囲に分布していることがわかる。漂流ごみについては沿岸の漂着ごみの組成などを比較検討しながら発生源の推定につなげていく必要がある。

### 漂流マイクロプラスチック

マイクロプラスチックはプラスチック片、発泡スチロール片ともに調査開始時と比較すると減少傾向にある。しかし、この傾向は調査海域の拡大も影響している可能性もあり、一概に減少しているとは言い難い。一方で、マイクロビーズは、調査開始時に比べるとその発見個数は二桁から一桁になっている。ビーズに関しては、利用規制による一定の効果が表れている可能性がある。近年、被覆肥料由来のマイクロプラスチックが問題視されその対策が始まっているが、継続的な調査によりこれらの取り組みの効果を検証する必要がある。

### 海底におけるプラスチックごみ

海底ごみの現存量を比較すると日高沖の方が常に一桁多い量が記録されてきた。こうした分布密度の差は、地形と海流の影響が考えられる。日高沖は、海盆状になっているため、津軽海峡を抜けてきた漂流ごみが同海域に形成される津軽暖水渦に取り込まれた際に、溜まりやすい環境になっていると考えられる。おしよ丸が調査を行っている海域は、漁業者が通常は利用しないきわめて深い海域であることから、このような海域にプラスチックごみが滞留してしまうと容易には回収できないことを示している。今年度の調査でも2022年や2023年の製造年月日や賞味期限のものが見られたことから、同海域へプラスチックごみの流入は続いているものと考えられる。東シナ海は、日高沖と比較すると黒潮が通過していること、また大陸棚で平らであることから、海底にごみが蓄積しにくい環境の可能性がある。そのため東シナ海に流入したごみは、黒潮や対馬海流に乗って西日本を中心に日本の沿岸でも多く見られるものと考えられる。こうした点から、プラスチックごみの対策は国際的な協力が不可欠と言える。

2023 Research project undertaken by Ministry of the Environment, Japan

2023 Research report on marine debris floating on the  
ocean surface and settled on the seabed in offshore areas  
around Japan  
[Summary]

March 2024

Tokyo University of Marine Science and Technology



# Research Objectives and Overview

Under the “*Act on Promoting the Treatment of Debris that Drift Ashore Concerning the Conservation of Good Coastal Landscapes and Environments as well as Marine Environments to Protect the Beautiful and Abundant Natural Environment*” established in July 2009 (Law No. 82 of 2009), the survey was conducted on the status of beach debris, floating marine debris, and marine debris on the seafloor **in coastal areas**. Measures for the prevention and control of beach debris were implemented.

From 2014, to understand the origin of debris drifting to the coast, which was considered one of the sources of **offshore areas**, **visual surveys of floating debris using ships**, **collection surveys of microplastics** floating on the sea surface, and **marine debris on the seafloor** using bottom trawls were initiated. These surveys have revealed the following:

- Floating marine debris around Japan may originate from countries located in the upstream area of the Kuroshio Current (**international cooperation is necessary**).
- The waters around Japan are a hotspot for microplastics.
- A significant amount of plastic waste is also present on the seabed offshore, with some dating back more than 30 years still retaining their original form.

As marine plastic waste becomes a new environmental issue, surveys are being conducted worldwide, and the reality is becoming clearer. In response, policies on plastic management are being implemented globally. Going forward, not only the capture of the current state but also continuous surveys will be necessary to verify the effectiveness of these policies. Therefore, the following activities were carried out in the 2023 fiscal year:

1. Visual surveys of floating marine debris in offshore areas and estimation of existing amounts.
2. Surveys related to microplastics floating on the sea surface and estimation of the distribution density of microplastics.
3. Surveys of seabed trash in offshore areas and estimation of existing amounts of marine debris on the seafloor.
4. Examination of knowledge contributing to the advancement of survey methods for microplastics floating on the sea surface.
5. Examination of knowledge contributing to the understanding and recovery of characteristics of drifting and marine debris on the seafloor, including microplastics, in offshore areas.

# Survey Vessels and Overview of Observational Methods

List of survey and observation vessels



TUMSAT  
Umitaka Maru (93m, 1886t)

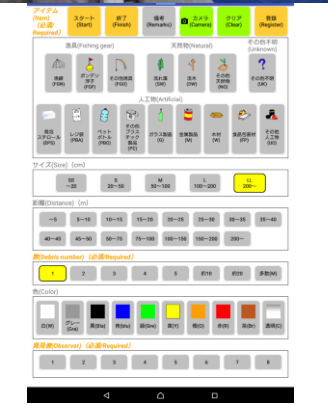
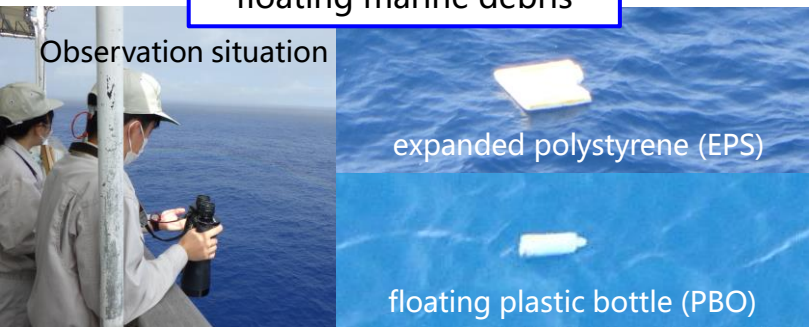
TUMASAT  
Shinyo Maru (65m, 986t)

Hokkaido University  
Oshoro Maru (78m, 1598t)

Nagasaki University  
Nagasaki Maru (67m, 1131t)

Kagoshima University  
Kagoshima Maru (67m, 935t)

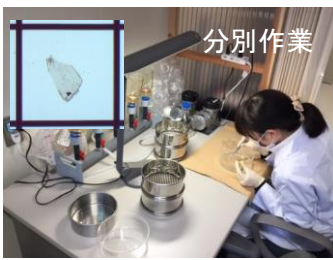
## Visual survey of floating marine debris



Tablet for data recording

The survey is carried out in groups of two or more people operating from the bridge. If floating debris is discovered, the type, size, closest distance, number, and color are recorded. The survey area is calculated from the sailing distance during the observation and the effective search width for each type of floating debris, and the distribution density in the survey area is determined.

## Microplastics survey by Neuston net



The Neuston net used had a mouth frame of 75cm x 75cm, a total length of 3m, and a mesh size of 350 $\mu$ m. The buoyancy of the net was adjusted so that half of the mouth was submerged, and the trawl was carried out for 20 minutes at a ship speed of approximately 2 knots. A water flow meter was attached to the mouth of the net, and the amount of filtered water was calculated based on this value. Samples were fixed in formalin and brought back to Kyushu University for analysis.

## Marine debris on the seafloor survey using bottom trawls



The size of fishing gear and towing time for each vessel varied in the seafloor debris survey, but the distribution density was estimated using the same method for all. The towing distance was measured from when the net hit the bottom until it was lifted off, and the towing area was calculated by multiplying the towing distance by the width of the net opening for each vessel. After the net was hauled up, artificial and naturally occurring litter was picked out from the catch and allowed to dry naturally before being weighed and measured. The distribution density per 1 km<sup>2</sup> was calculated from the number and weight of pieces collected relative to the calculated towing area. From those with written information, the source and time of generation were estimated.



# ① Visual survey of drifting litter in offshore waters and estimation of the current amount

## Spatial distribution of floating debris by type and leg in the seas around Japan

In previous years, major plastic products such as other plastics, food packaging materials, plastic bags, expanded polystyrene, and plastic bottles tended to be distributed in high density from the East China Sea west of Kyushu to the Sea of Japan and the eastern side of the Tsugaru Strait, but this year the distribution density in the East China Sea was low and the Sea of Japan side tended to be high (Fig.1). Looking at the percentage of the number of observation points where plastic waste was observed, other plastic products were found in 86.5% of the sea areas, and expanded polystyrene was found in 81.4% of the sea areas (Table 1). In addition, other plastic products include sheet-like plastic pieces that could not be determined to be food packaging materials or plastic bags. Looking at the average distribution density, other plastic products were 34.1 pieces/km<sup>2</sup>, while food packaging materials and plastic bags were about 10% of that, suggesting that many of the floating macroplastics have deteriorated and lost their original shape. Furthermore, since other plastic products, food packaging materials, plastic bags, expanded polystyrene, and plastic bottles were not found at about 3% of the total observation points, plastic waste is distributed throughout the entire survey area. Microplastics are known to be distributed throughout almost the entire ocean, but the macro plastic litter was also thought to be distributed throughout almost all ocean areas within the observation range. From the plot of distribution density at each measurement point, it can be seen that plastic litter is more prevalent near the coast, which suggests that most of these plastic products come from land areas, and because there are many high-density measurement points in the ocean areas from Kyushu to western Japan, it is speculated that some of these products originate from the upper reaches of the Kuroshio Current or the continent.

Table 1

Category	Other plastics	Food packaging	Plastic bag	Expanded Polystyrene	Plastic bottle
The percentage of observed (%)	86.5	45.2	45.9	81.4	54.3
Average distribution density (items/km <sup>2</sup> )	34.1	3.1	3.8	12.4	2.3
Max distribution density (items/km <sup>2</sup> )	347.8	37.0	65.7	137.1	27.5

## Changes in the average distribution density of floating marine debris over time and future issues

The average distribution density (items/km<sup>2</sup>) of plastic products (other plastics, food packaging materials, plastic bags, expanded polystyrene, and PET bottles) from 2014 to 2023 in the East China Sea, Kanto-Tokai, and Northern Japan Sea regions is shown below (Fig.2, 3). In all sea regions, the number of plastic products has been increasing every year since 2020. In the short term, the amount of plastic in the sea may have increased as social activities gradually return from 2020, when human social activities were halted due to the effects of COVID-19. In addition, the values were generally low in 2014, immediately after the survey began, but there were sudden high values recorded for all plastic products after that. However, looking at the period since 2016, the amount of plastic waste in the ocean has generally been decreasing. Since the adoption of the Sustainable Development Goals at the United Nations Summit in September 2015, efforts to reduce marine plastic waste have been actively carried out in Japan and other countries around the world. Looking only at the results from 2016 onwards, it is possible that the results of these efforts are beginning to appear, but it is possible that the increase or decrease has been influenced by upgrades such as improvements to some of the analysis methods for visual observation data that have been made since the survey began in 2014. Regarding this point, it is necessary to analyze all data using the same analytical method and compare and verify it.

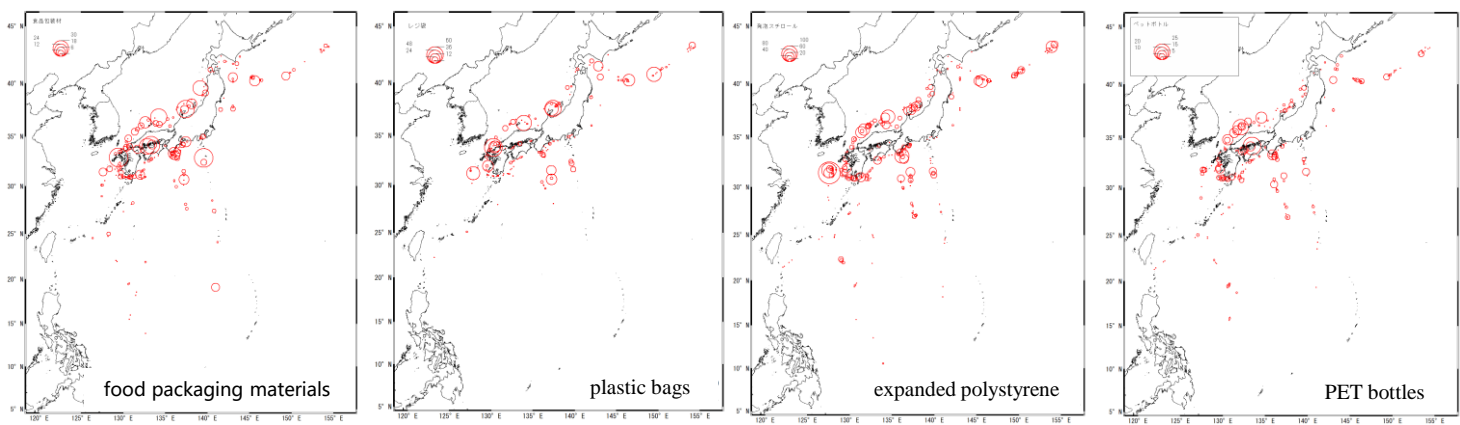


Fig.1

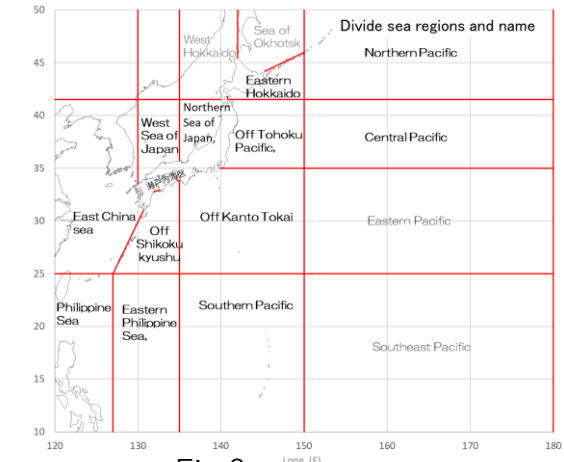


Fig.2

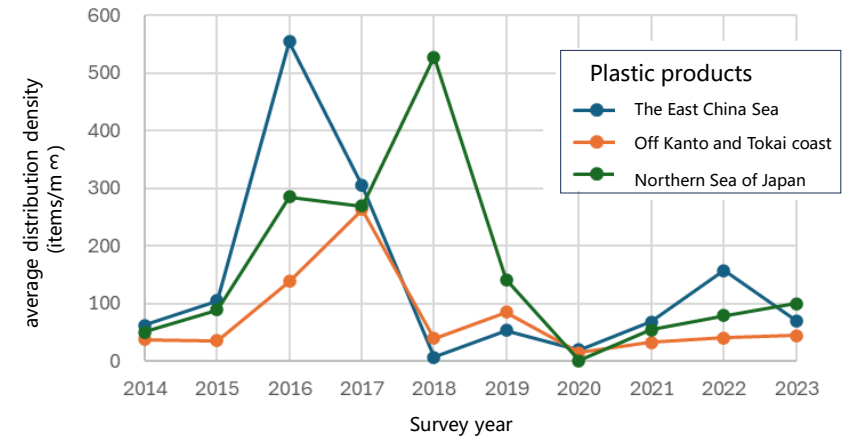
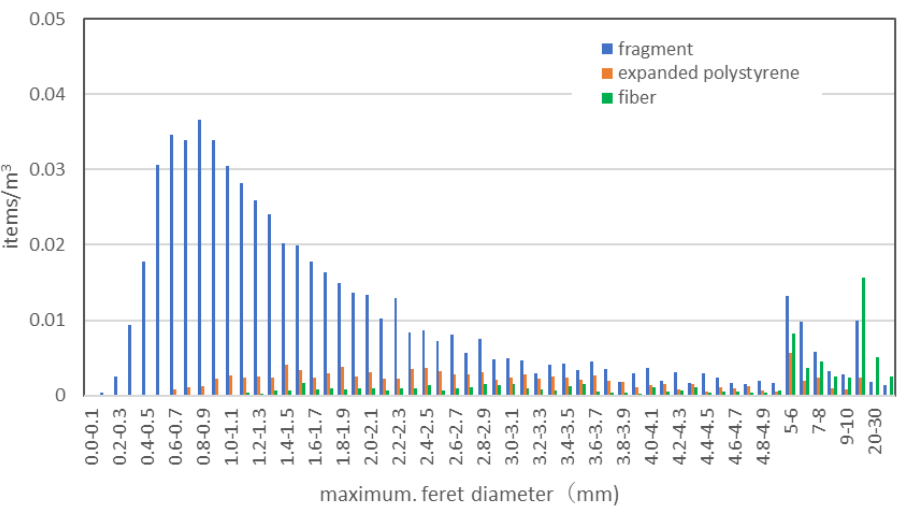


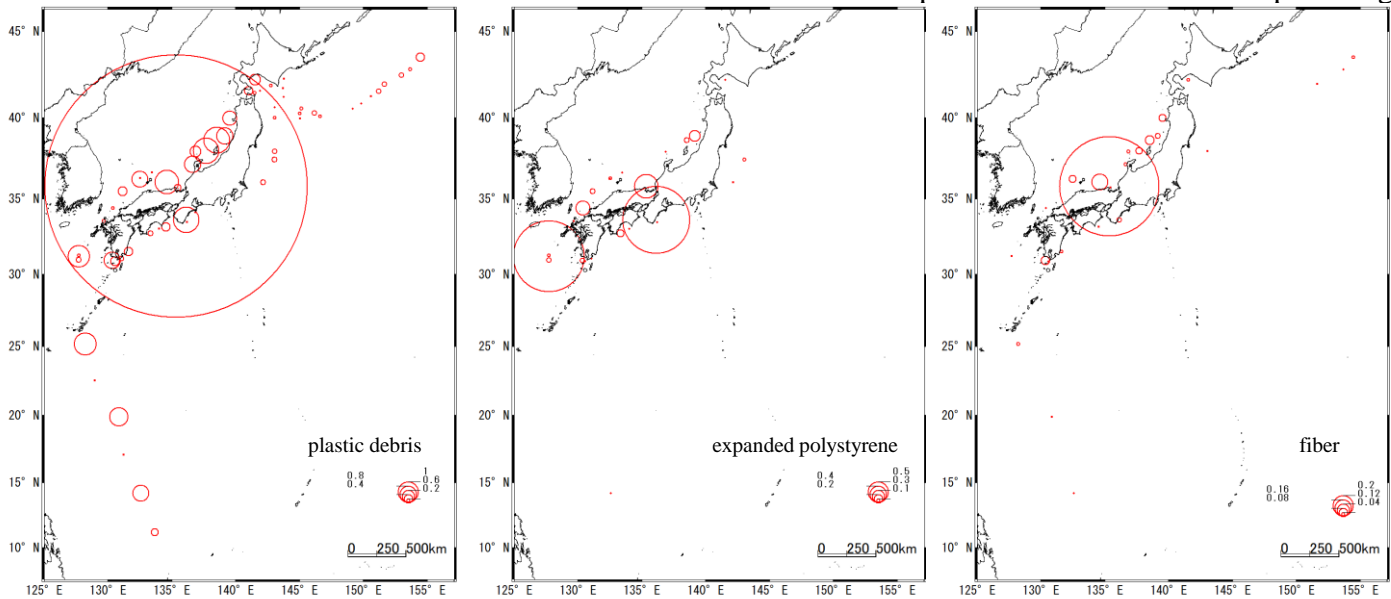
Fig.3



## ② Survey on microplastics floating on the ocean surface and estimation of microplastic density distribution



Size composition of microplastics



Distribution of microplastics

### Size composition

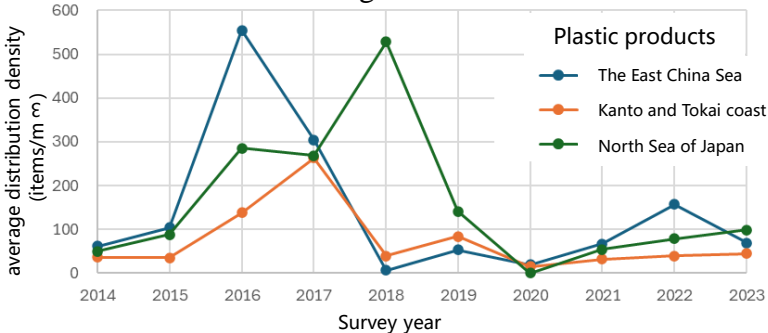
The size composition of the collected microplastics (MPs) showed the same trend as in previous years, increasing to a maximum Feret diameter of about 1 mm, but then decreasing. On the other hand, when we looked at expanded polystyrene, the number of pieces was generally smaller than the previous year (less than half), and no peak was observed.

### Changes in average distribution density over time

Looking at the changes over time in the floating density of microplastics, expanded polystyrene, and lint averaged over sizes below a maximum ferret diameter of 5 mm, the floating density of microplastics showed a downward trend from 2014 to 2017, then increased again in 2018, and then showed a downward trend again. After recording 0.27 (items/m<sup>3</sup>) in the 2020 survey, it has been trending flat at 0.5-0.7 (items/m<sup>3</sup>). In addition, the number of polystyrene foam and lint has decreased compared to the previous year's survey, but compared to plastic pieces, it has remained at a low level since the start of the survey. The increase in 2018 was not only seen in microplastics, but also in visual observations, and a similar trend was seen in the northern part of the Sea of Japan. In addition, since both macro-plastics and microplastics showed a downward trend in 2020 but then showed a slight increase, there may be a common reason for the increase and decrease in both. The 10-year average of 1.633 items/m<sup>3</sup> is an order of magnitude larger than the buoyant density obtained in other ocean areas, such as the northern Pacific Ocean. This 10-year continuous survey confirmed that the amount of floating plastic in the waters near Japan is significantly higher than the average value in the Pacific Ocean (<1 item/m<sup>3</sup>).

### Spatial distribution of microplastics

Last year, the distribution of microplastics was concentrated in the western Kyushu Sea area, but this year, similar to the results of visual observations, the number of high-density measurement points for plastic fragments is increasing northward from the coast of Hyogo Prefecture on the Sea of Japan side. In the future, by examining the relationship between micro and macro distribution, it may be possible to estimate the source of the generation.



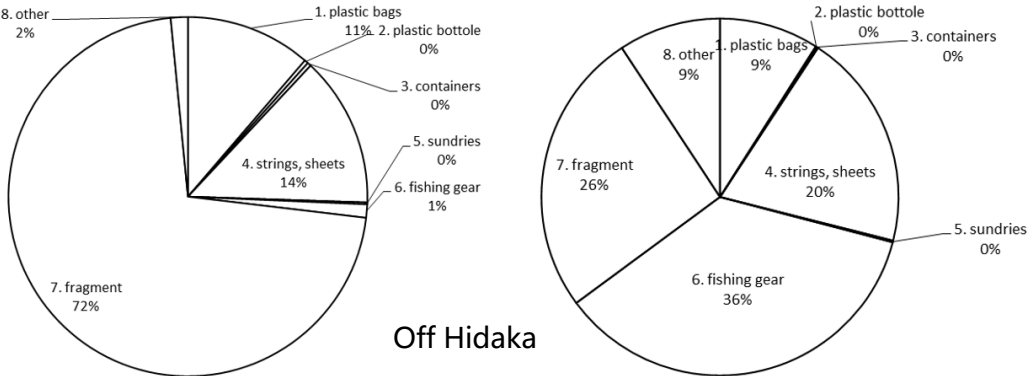
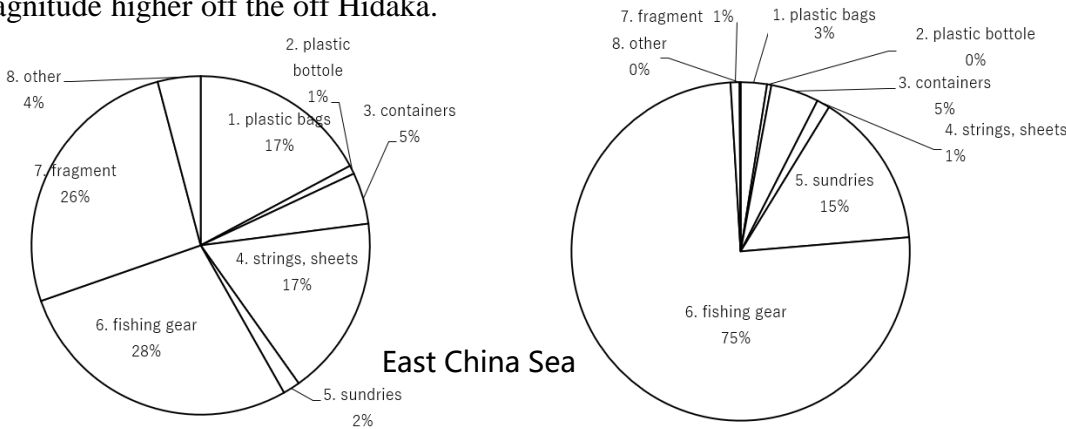
Changes in average distribution density of microplastics over time

### ③ Survey of marine debris on the seafloor in offshore waters and estimate of the current amount

#### Characteristics of marine debris on the seafloor by area

In the East China Sea, plastic bags, strings, sheets, fishing gear, and debris account for 70% of the total number, but fishing gear accounts for over 70% of the total weight. Although the numerical percentages differ, fishing gear tends to account for a larger percentage of the total weight, which is a characteristic of the East China Sea that has been seen in previous surveys. This is because the fishing gear collected was mostly large.

Off the off Hidaka, fishing gear accounted for a small percentage of the total weight at 28%, while bags, strings, sheets, and debris accounted for a larger percentage. Plastic bags, which accounted for 9% of the total number, accounted for 17% of the total weight. This was due to the presence of many large sandbag-like items. As in the past, the strings, sheets, and debris were mostly found to be from industry, not from ordinary households. Comparing the distribution density of plastics by ocean area, in the East China Sea it was 53.76 pieces/km2 and 3.80 kg/km2 (2022: 26.2 pieces/km2 and 7.55 kg/km2, 2021: 16.6 pieces/km2 and 2.95 kg/km2), and off the off Hidaka it was 1,609 pieces/km2 and 39.9 kg/km2 (2022: 1,355 pieces/km2 and 86.6 kg/km2, 2021: 5,259 pieces/km2 and 26.3 kg/km2). Although there were fluctuations in both ocean areas, as with previous survey results, the number of pieces and weight were two orders of magnitude higher off the off Hidaka.



Plastic Classification	number of debris	Per unit area (n/km <sup>2</sup> )
1. plastic bags	21	7.10
2. plastic bottle	1	0.34
3. containers	6	2.03
4. strings, sheets	21	7.10
5. sundries	2	0.68
6. fishing gear	34	11.50
7. fragment	32	10.82
8. other	5	1.69

Plastic Classification	weight(kg)	Per unit area (kg/km <sup>2</sup> )
1. plastic bags	0.23	0.08
2. plastic bottle	0.04	0.01
3. containers	0.41	0.14
4. strings, sheets	0.11	0.04
5. sundries	1.34	0.45
6. fishing gear	6.77	2.29
7. fragment	0.08	0.03
8. other	0.01	0.00

Plastic Classification	number of debris	Per unit area (n/km <sup>2</sup> )
1. plastic bags	66	181.5
2. plastic bottle	2	5.5
3. containers	2	5.5
4. strings, sheets	79	217.3
5. sundries	1	2.8
6. fishing gear	7	19.3
7. fragment	418	1149.7
8. other	9	24.8

Plastic Classification	weight(kg)	Per unit area (kg/km <sup>2</sup> )
1. plastic bags	1.31	3.60
2. plastic bottle	0.01	0.03
3. containers	0.02	0.06
4. strings, sheets	2.86	7.86
5. sundries	0.02	0.06
6. fishing gear	5.20	14.29
7. fragment	3.75	10.31
8. other	1.34	3.70

area	n*	With text	Japaneas	Hangul	China	Vietnam	Philippines	English
off Hidaka	585	45	39(87)	0	5(11)	0	0	1(2)
ECS	159	22	2(9)	1(4.5)	16(73)	1(4.5)	1(4.5)	1(4.5)

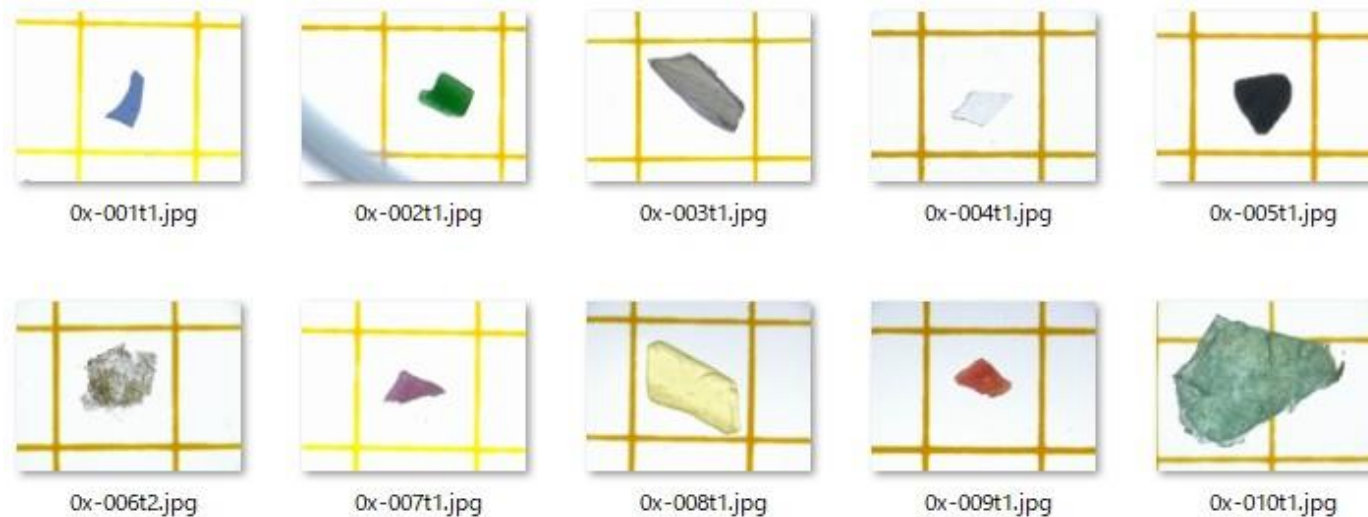
\*n: total number of plastic products

Off the off Hidaka, Japanese products accounted for the highest proportion at 87%. Last year, many products made in South Korea and China were also found, but this year only 11% were made in China. Meanwhile, in the East China Sea, which connects China with South Korea, Taiwan, and Southeast Asia, Chinese-made plastic waste accounted for the highest proportion at 73%. As in previous years, Chinese products were found most frequently in the East China Sea.

## ④ Studying knowledge that will contribute to improving (and streamlining) methods for investigating microplastics floating on the sea surface

### Automating the hue analysis of microplastics

This year, we attempted to automatically analyze the hue of microplastics as a study of knowledge that contributes to the sophistication of microplastic analysis. Using a system that combines ImageJ Macro and Python, we classified the samples into 12 colors in accordance with the 12-hue wheel: red, reddish-orange, yellowish orange, yellow, yellow-green, green, blue-green, greenish blue, blue, blue-purple, purple, and red-purple. We then classified the samples into achromatic colors (black and white) based on saturation and brightness. As a result of comparing the chromatic samples with the hues of the 12-hue wheel, it was confirmed that they were properly classified. On the other hand, since some of the achromatic colors were judged to be chromatic, it will be necessary to review the classification conditions in the future. For achromatic colors, if we can grasp their tendency and use machine learning, it may be possible to handle not only white and black samples but also gray samples. Although we have not yet reached the point of practical application, the possibility of quantitatively evaluating the classification of MPs by hue was demonstrated. If objective evaluation can be automated using optimized parameters, it will be possible to prevent subjective human factors from being introduced into the evaluation of samples, unlike classification based on the judgment of analysts, and it is believed that this will dramatically improve the efficiency and accuracy of future research. By utilizing video and machine learning, it may be possible to conduct automated and quantitative surveys not only in the field of MPs, but also in surveys of marine drifting garbage. If an automated system is introduced to the survey of marine plastic garbage, it is expected that wide-area surveys and monitoring will be possible with less effort.



Microplastic images used in the experiment



## ⑤ Study on the distribution characteristics of drifting and seafloor litter, including drifting microplastics, in offshore waters and findings that will contribute to their collection.

### **Macro-sized floating marine debris**

We have been conducting surveys since 2014, and so far, we have found that there are several spots in offshore areas where more than several hundred pieces of plastic waste are distributed per km<sup>2</sup>, and that different types of plastic waste are distributed at different densities in different sea areas. Styrofoam is found in abundance from the East China Sea to Western Japan, especially on the Sea of Japan side. This trend is also common to coastal floating marine debris. However, since expanded polystyrene itself was found at more than 80% of the observation points this year, it remains widely distributed. Plastic bags, which began to be charged in 2020, have a negative correlation ( $R^2 = 0.52$ ) when focusing on the Kanto and Tokai regions since 2014, so it is thought that the effect is being seen in some sea areas. However, plastic bags are still observed at 45% of the observation points, and it is clear that they are distributed over a wide area. It will be necessary to compare and examine the composition of coastal drifting waste in order to estimate the source of drifting waste.

### **Floating microplastics**

The amount of microplastics, both plastic and expanded polystyrene pieces, has been decreasing since the survey began. However, this trend may also be influenced by the expansion of the survey area, so it is difficult to say that the amount is decreasing in general. On the other hand, the number of microbeads found has dropped from double digits to single digits since the survey began. Regarding beads, it is possible that the restrictions on their use have had a certain effect. In recent years, microplastics derived from coated fertilizers have become a problem, and measures have been taken, but the effectiveness of these efforts needs to be verified through continued surveys.

### **Marine debris on the seafloor**

Comparing the current amount of marine debris on the seafloor, the amount recorded off the off Hidaka has always been one digit higher. This difference in distribution density is thought to be due to the influence of topography and ocean currents. Because the off Hidaka is an ocean basin, it is thought that when floating debris that has passed through the Tsugaru Strait is taken in by the Tsugaru Warm Water Eddy that forms in the same area, it is an environment where it is easy for it to accumulate. The area where the Oshoro Maru is conducting its survey is an extremely deep area that is not normally used by fishermen, which indicates that once plastic waste becomes trapped in such areas, it is difficult to remove. This year's survey also found items with manufacturing and expiration dates of 2022 and 2023, so it is believed that plastic waste continues to flow into the area. Compared to off the off Hidaka, the East China Sea is passed by the Kuroshio Current and has a flat continental shelf, making it an environment in which waste is less likely to accumulate on the seabed. Therefore, it is believed that waste that flows into the East China Sea is carried by the Kuroshio Current and the Tsushima Current and is often seen along the coast of Japan, mainly in western Japan. For these reasons, it can be said that international cooperation is essential to take measures against plastic waste.