

対馬市と富山市におけるマイクロプラスチック
による汚染実態

平野李沙

目次

第一章 はじめに.....	1
1-1 マイクロプラスチック問題について	1
第二章 先行研究.....	1
2-1 海岸のマイクロプラスチック	1
(1) 浅井らによる研究(2018) [7]	1
(2) 楠部らによる研究(2019) [8]	2
2-2 魚類消化管中のマイクロプラスチック	2
(1) 牛島らによる研究(2018) [9]	2
(2) Tanaka らによる研究(2016) [10]	2
第三章 マイクロプラスチック研究の重要性と課題.....	2
3-1 マイクロプラスチック研究の重要性.....	2
3-2 マイクロプラスチック研究の課題.....	3
3-3 富山市と対馬市の海岸漂着物の特徴.....	3
第四章 目的.....	3
第五章 調査方法.....	4
5-1 海岸におけるマイクロプラスチック調査.....	4
(1) 調査場所・期間・気象条件	4
(2) 使用器具・試薬.....	4
(3) 試薬調製方法	4
(4) 海岸の砂の採取方法	5
(5) マイクロプラスチックの分画方法	5
5-2 魚類消化管中のマイクロプラスチック	6
(1) 調査個体・個数.....	6
(2) 使用器具・試薬.....	6
(3) 試薬調製方法	7
(4) 実験方法.....	7
第六章 結果と考察	7
6-1 海岸のマイクロプラスチックの個数の結果	7
(1) 岩瀬浜におけるマイクロプラスチック	7
6-2 海岸のマイクロプラスチックの分画結果.....	8
(1) 岩瀬浜におけるマイクロプラスチック	8
(2) 対馬の海岸におけるマイクロプラスチック	8
6-3 海岸のマイクロプラスチックの質量の結果	8
(1) 岩瀬浜におけるマイクロプラスチック	8
(2) 対馬の海岸におけるマイクロプラスチック	9
(3) 岩瀬浜と対馬市の各浜における海岸の表面積 1 cm ² あたりから検出されたマイ クロプラスチックの質量	9
(4) 岩瀬浜における分画ごとのマイクロプラスチックの質量.....	9

6-4 岩瀬浜と対馬の海岸における結果の比較.....	9
6-5 魚類消化管中のマイクロプラスチックの個数の結果.....	11
(1) 富山市の魚におけるマイクロプラスチック	11
(2) 対馬市の魚におけるマイクロプラスチック	11
(3) 富山市と対馬市の魚における結果の比較	11
第七章 まとめ	12
参考・引用文献及び URL 一覧	14
図表リスト	16

第一章 はじめに

1-1 マイクロプラスチック問題について

日本周辺における海域の漂流ゴミや海洋の漂着ゴミが問題となっているが、近年その中でも大きさが約 5mm 以下のマイクロプラスチックと呼ばれるゴミが大きなトピックとなっている [1]。海洋へのプラスチック流入量が多い国の上位には、東アジアと東南アジアの国々があり [2]、その黒潮下流域に位置する日本周辺は他の海域に比べて密度が一桁高い MP のホットスポットになっている [3]。マイクロプラスチック（マイクロビーズという言葉と互換的に用いられることが多い）は、1980 年代に自然製品に代わって開発され爆発的にその使用量が増加したとされる洗顔料や化粧品に添加するため、またはエアブラスターで用いるために、もともと微細なサイズで製造された「第一次マイクロプラスチック（primary microplastics）」と、微細なサイズで製造されたわけではないプラスチック製品が、紫外線等による光分解により微細なサイズとなった「第二次マイクロプラスチック（secondary microplastics）」に分類されるのが一般的である [4]。21 世紀に入り、海洋プラスチック汚染は 2 つの面で新たな展開を迎えた。一つは、微細なプラスチックが、外洋の還流（Gyre）および沿岸の堆積物中に発見された点である。もう一つの契機は、海洋プラスチックが有害化学物質の海洋生態系での運び屋になるということが、野外での吸着実験や International Pellet Watch 等の観測から明らかになってきた点である [5]。海洋ごみ問題としては、海岸に漂着したごみにより直接環境影響を受け、かつ、処理費用負担を行う海岸管理者や地方自治体が担うローカルな問題から、ごみの発生源がその地先だけでなく、国内・国外を含む非常に広範囲にわたるグローバルな問題となっている [6]。

第二章 先行研究

マイクロプラスチックについてこれまでになされてきた研究について、以下に述べる。

2-1 海岸のマイクロプラスチック

（1）浅井らによる研究(2018) [7]

浅井らは 2018 年の吉崎海岸での調査により、採取したマイクロプラスチックを種類別にしたら、徐放性肥料プラスチックが最も多く、続いて、発泡プラスチック片、硬質プラスチック片、レジンペレットの順番であったことを示した。また、この上位 4 種類が採取したプラスチック片の 95%を占めていると報告した。得られたマイクロプラスチックのサイズは 3-5mm のものが最も多く、徐放性肥料プラスチックは 3-5 mmのサイズが多いことから、これは徐放性肥料プラスチックの影響であると述べている。次に 1-2mm のサイズのも

のが多く、この大半は発泡プラスチック片であったと報告した。

(2) 楠部らによる研究(2019) [8]

楠部らは 2010 年と 2016 年の石川県沿岸の 8 つの海岸での調査により、調査したすべての海岸でマイクロプラスチックが検出され、その中でも発泡プラスチック製品の破片がその多くを占めていたと報告している。

2-2 魚類消化管中のマイクロプラスチック

(1) 牛島らによる研究(2018) [9]

牛島らは日本内湾 5 か所（女川湾,東京湾,敦賀湾,大阪湾,英虞・五ヶ所湾）及び琵琶湖における魚 7 種（マイワシ,カタクチイワシ,マアジ,サッパ,イシダイ,ワカサギ,スズキ）を対象とし、その消化管中の粒径 100 μm 以上のマイクロプラスチックの存在実態の把握を目的として研究を行った。この結果魚 197 匹中 74 匹から合計 140 個のマイクロプラスチックが検出され、すべての地点でその存在が確認されたことを示した。また、魚 1 匹あたりから検出されたマイクロプラスチック数は平均 1.89 個であり、その大半がポリプロピレン (40.7%) とポリエチレン (35.0%) であり、平均粒径の中央値は 543 μm であったと報告した。

そして、摂食方法別にろ過摂食魚類とろ過摂食以外の魚類に分類すると、前者は 97 匹中 54.6%から、後者は 100 匹中 21.0%からマイクロプラスチックが検出され、摂食方法によるマイクロプラスチックの誤飲量への影響が示唆されたと述べている。

(2) Tanaka らによる研究(2016) [10]

Tanaka らは 2015 年、東京湾のカタクチイワシの消化管に含まれるマイクロプラスチックを調査した結果、64 匹中 49 匹（検出率 77%）から合計 150 個のマイクロプラスチックが検出され、1 匹あたりからは平均 2.3 個のマイクロプラスチックが検出されたことを示した。

第三章 マイクロプラスチック研究の重要性と課題

3-1 マイクロプラスチック研究の重要性

海洋プラスチックごみは世界中に幅広く局在し、増え続けている。また、その産物であるマイクロプラスチックは北極や南極でも観測されており、同様に増加することが予想されている [11]。このことから、持続可能な開発目標 (SDGs) として、「2025 年までに海洋ごみや富栄養化を含む、特に陸上活動による汚染など、あらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する」ことが掲げられている [12]。つまり、マイクロプラスチックは世界的にも

極めて重要度の高い問題としてとらえられている。

また、マイクロプラスチックが海洋汚染物質として認識されたのは、ごく最近のことであり、近年になって実海域で採集された二枚貝や魚類などの様々な生物体内から、マイクロプラスチックの発見が相次いでいる [10]。ただ、海洋生物への負荷の程度は研究の途上であり、実海域でマイクロプラスチック由来の環境リスクが顕在化した事例も、まだ報告されていない。

3-2 マイクロプラスチック研究の課題

マイクロプラスチック自体の成分分析や、原料に含まれている添加剤、自然界から吸着した疎水性有機化合物などの生物影響など、多くの研究課題があるが、その分析計測法はいまだ開発途上にあるのが実情である。

3-3 富山市と対馬市の海岸漂着物の特徴

富山県ではほぼ全域の海岸で漂着物が確認されており、その 70-80%は県内の川の流れて通じて流出し、漂着したものと考えられている。海岸漂着物のほとんどが、山・川・海とつながる水の流れて通じて海岸に漂着したものである [13]。

一方、対馬市役所の環境政策課の調査資料 [14]によると、対馬市の海岸の海岸漂着物の種類は、ペットボトル、漁業用ブイ、プラスチック製品、発泡スチロール、漁網、ロープ、加工木、ポリタンク、飲料缶、ビン、ガラス、ライター、電球、金属類、陶磁器、医療系廃棄物などである。また、年間に約 20,000 m³の様々なゴミが流れ着いていると推計されており、ゴミの製造国を判別しやすいペットボトルで調査（ラベルやキャップの表記文字・バーコード、キャップやボトルの色調・形状・刻印等から推定）したところ、日本・韓国・中国で 73%を占めており、その中でも韓国が 37%、中国が 30%とこの 2 国が半数以上を占めていたと述べている。さらに 2019 年 8 月に対馬市役所の環境政策課で行った聞き取り調査によると、南東部はゴミが少ないことや、定期的に漂着ゴミを回収していることが分かった。

第四章 目的

本研究の目的は、富山市と対馬市のマイクロプラスチックの汚染実態を把握することにより、プラスチックごみの地域による違いや魚への影響を明らかにすることである。

そこで、本研究では富山市の岩瀬浜と対馬市の 4 つの海岸においてマイクロプラスチックの個数や種類を比較するための調査を各海岸で実施することとした。また、富山市と対馬市の魚の内臓中のマイクロプラスチックを調べることにより、富山産の魚と対馬産の魚へのマイクロプラスチックの影響も調べることにした。

本研究における調査地を富山市と対馬市に選定した理由は、富山市は川から流れてくるゴミが多いのに対し、対馬市は韓国や中国から流れてくる漂着ゴミが多いため、これらの地

域差を比較検討するためである。

第五章 調査方法

5-1 海岸におけるマイクロプラスチック調査

(1) 調査場所・期間・気象条件

2019年9月17日に富山市の岩瀬浜、2019年11月14日～15日に対馬市の4つの海岸（厳原町阿連、小茂田浜海水浴場、茂木浜海水浴場、三宇田浜海水浴場）で砂又は砂利の採取を行った。砂又は砂利を採取した岩瀬浜と対馬市の各海岸の位置を図1の地図上に示した。採取場所の採取日の気象条件[15]を表1に示した。岩瀬浜で採取した日は風が大変強かった。対馬市の海岸で採取した日は両日とも晴れていたが、阿連と小茂田浜は風が強かった。

(2) 使用器具・試薬

使用器具

- ・シャベル（小型）
- ・円柱状の型（直径18 cm×高さ5 cm）
- ・チャック付きポリ袋
- ・メジャー
- ・バケツ（容量15L）
- ・ピンセット
- ・薬さじ
- ・ビーカー
- ・ガラスシャーレ
- ・電子天秤（メトラー製、PE3600）
- ・電子精密天秤（メトラー製、AE166）

試薬

- ・塩化カルシウム（林純薬工業株式会社製、一級）
- ・蒸留水

(3) 試薬調製方法

マイクロプラスチックを比重により分類するための試薬として、水、40%塩化カルシウム水溶液を用いた。試薬の調製には、塩化カルシウム及び、蒸留水を用いた。40%塩化カルシ

ウム水溶液の調製は、塩化カルシウムを 400g 量り取り、蒸留水 600mL に溶解させた。

(4) 海岸の砂の採取方法

岩瀬浜では波打ち際、波打ち際から約 3m 離れた場所、さらに、マイクロプラスチックがありそうな場所を 2 か所選び、ランダムに採取することとした。波打ち際を①、波打ち際から約 3m 離れた場所を②、マイクロプラスチックがありそうな場所 2 か所を③とした（以下、岩瀬浜①・②・③と記載する）。対馬市の海岸では波打ち際、波打ち際から約 3m 離れた場所の 2 か所を採取場所とした。ただし、阿連の海岸では波が強く採取するのは危険だと判断したため、波打ち際での採取は行わなかった。波打ち際を①、波打ち際から約 3m 離れた場所を②とした（以下、阿連②、小茂田浜①・②、茂木浜①・②、三宇田浜①・②と記載する）。砂の採取方法を図 2 に示した。すなわち、それぞれの砂浜の①と②に、メジャーを使い、海と平行に 20m を測定し、5m ごとの 0m、5m、10m、15m、20m の 5 か所に直径 18 cm の円柱状の型を置き、砂の方は表面から 5 cm の深さまで砂を採取し、砂利の方はプラスチックが見えなくなるまで石をどけて採取した。また③はマイクロプラスチックがありそうな地点を 2 か所ランダムに設定し、地点ごとに直径 18 cm の円柱状の型を置き、表面から 5 cm の深さまでの砂を採取した。採取した砂は採取場所ごとに混合し、それぞれの全量を分画用の試料とした。岩瀬浜では①、②、③の試料を得た。対馬市の海岸では①と②の 2 つずつ試料を得た（阿連は②のみ）。

(5) マイクロプラスチックの分画方法

採取した試料からマイクロプラスチックを分類するため、比重による分画を行った。比重の異なる、水、40%塩化カルシウム水溶液を用いてマイクロプラスチックを分類し、分画 I ～ II を得た。分画 I は水（比重：1.0）に浮いたものとし、ここには理論上発泡スチロール、ポリエチレン、ポリプロピレンが分類される。分画 II は水に沈み、かつ 40%塩化カルシウム水溶液（比重：1.39）に浮いたものとし、ここには理論上ポリスチレンとアクロニトリル・スチレン・ブタジエンが分類される。これらを表 2 にまとめた。

マイクロプラスチックの分類の手順は、まず、バケツに採取した試料を入れ、水を加えて攪拌し、浮いてきたものを葉さじやピンセットを用いて取り出した。1 mm 以下のマイクロプラスチックは目視出来たものに限り取り出した。この時、明らかにプラスチックでない木の枝や草などは除いた。この作業を浮いてくるものがなくなるまで繰り返した。次に、同じバケツの水を捨て、40%塩化カルシウム水溶液を用いて水と同様に作業した。40%塩化カルシウム水溶液については、同じ砂浜の試料の分画に限り、吸引瓶で濾過し、再利用した。こうして、各液に浮くか、沈むかによって、マイクロプラスチックの種類を分類し、これらをピンセットを用いてガラスシャーレに取り出し、得られたマイクロプラスチックの個数を数えた。ただし、小茂田浜に関してはその場で 40%塩化カルシウムに浮いたものを取ったため、水での処理は行わなかった。

5-2 魚類消化管中のマイクロプラスチック

(1) 調査個体・個数

富山の魚は魚屋で購入した。対馬の魚はインターネットの産地直送のサイトで注文したもの（カサゴ、アヤマカサゴ、ウツボ、クエ、スジアラ、ハガツオ）と、民宿から入手したもの（カツオ、アラ）がある。

富山の魚

- ・アジ 10 匹

対馬の魚

- ・カサゴ
- ・アヤマカサゴ
- ・ウツボ
- ・クエ 2 匹
- ・スジアラ
- ・ハガツオ
- ・カツオ 3 匹
- ・アラ 3 匹

(2) 使用器具・試薬

使用器具

- ・実験用メガネ
- ・マスク
- ・手袋
- ・白衣
- ・ラベルシール
- ・マジック
- ・試験管
- ・マイクロピペット
- ・広口瓶
- ・メス
- ・まな板
- ・ビーカー
- ・メスシリンダー

- ・三角フラスコ
- ・ろ紙
- ・ブフナーろうと
- ・吸引瓶

試薬

- ・水酸化カリウム（和光純薬工業株式会社製、特級）
- ・塩化カルシウム（林純薬工業株式会社製、一級）
- ・蒸留水

（３）試薬調製方法

魚の内臓を完全に溶解させるための試薬として、10%水酸化カリウム水溶液、40%塩化カルシウム水溶液を用いた。10%水酸化カリウム水溶液の調製は、水酸化カリウムを 100g 天秤で秤り取り、蒸留水を加えて全量を 1 L とした。40%塩化カルシウム水溶液の調製は、塩化カルシウムを 400g 量り取り、蒸留水 600mL に溶解させた。

（４）実験方法

試料にメスを入れて内臓を摘出し、摘出した内臓に 10%水酸化カリウム水溶液を内臓が完全に漬かるまで添加し、さらに内臓が完全に溶けるまで 1 か月ほど静置させた。内臓が溶けた後、これらの液体を吸引濾過し、残渣が残ったろ紙を乾燥させた。この際、試験管や容器に試料が残らないように注ぎ、内側にこびりついたものは蒸留水で完全に洗い流した。このろ紙を 40%塩化カルシウム水溶液の入ったビーカーに入れて、浮いてきたものをピンセットで採取した。さらに採取したものの中に含まれるプラスチックを探した。

第六章 結果と考察

6－1 海岸のマイクロプラスチックの個数の結果

（１）岩瀬浜におけるマイクロプラスチック

砂試料中から確認されたマイクロプラスチックの全量数を表 3 及び図 3 に示した。岩瀬浜①（波打ち際）では 247 個、岩瀬浜②（波打ち際から約 3m 離れた場所）では 996 個、岩瀬浜③（マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定した場所）では 373 個であった。なお、これは、直径 18 cm、高さ 5 cm の円柱状の型 5 個分(1271.7 cm³)の砂試料からのものである。(岩瀬浜③のみ直径 18 cm、高さ 5 cm の円柱状の型 2 個分 (508.68 cm³) の砂試料からのもの)。

これらのマイクロプラスチックの個数を砂浜の表面積 1 cm^2 あたりの量に換算した値を表 4 及び図 4 に示した。岩瀬浜①（波打ち際）では 0.2 個/ cm^2 、岩瀬浜②（波打ち際から約 3m 離れた場所）では 0.8 個/ cm^2 、岩瀬浜③（マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定した場所）では 0.7 個/ cm^2 であった。

砂浜の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの個数は波打ち際から約 3m 離れた場所が最も多かった。一方、砂試料 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの個数が最も少なかったのは波打ち際であった。

6-2 海岸のマイクロプラスチックの分画結果

（1）岩瀬浜におけるマイクロプラスチック

直径 18 cm、高さ 5 cm の円柱状の型 5 個分(1271.7 cm^3)の砂試料中（岩瀬浜③のみ直径 18 cm、高さ 5 cm の円柱状の型 2 個分（508.68 cm^3 ）の砂試料中）から確認されたマイクロプラスチックの中で、水に浮いたものと水に沈みかつ 40%塩化カルシウムに浮いたものについてカウントした結果を表 5 及び図 5 に示した。これらの結果を砂浜の表面積 1 cm^2 あたりの個数に換算した結果を表 6 及び図 6 に示した。また、水に浮いた分画 I で確認されたマイクロプラスチックを写真 1 に示した。波打ち際、波打ち際から約 3m 離れた場所、マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定した場所ともに、水に浮く分画 I に該当するマイクロプラスチックが最も多く確認され、次いで水に沈みかつ 40%塩化カルシウムに浮く分画 II に該当するマイクロプラスチックが確認された。水に浮く分画 I に該当するマイクロプラスチックが検出されたマイクロプラスチックのほとんどを占めていた。

（2）対馬の海岸におけるマイクロプラスチック

各浜で確認されたマイクロプラスチックの例を写真 2 に示した。水に浮いたものの中では阿連はほとんどが発泡スチロールであり、量も多く、直径 10cm、高さ 1.3cm のシャーレ 7 個分に相当した。それ以外には大きなプラスチックの破片が 1 個のみで、マイクロプラスチックは少なかった。小茂田浜、茂木浜、三宇田浜は発泡スチロールでないポリエチレン、ポリプロピレンなどのプラスチックも検出された。

6-3 海岸のマイクロプラスチックの質量の結果

（1）岩瀬浜におけるマイクロプラスチック

海岸の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量を表 7 及び図 7 に示した。岩瀬浜①（波打ち際）では 0.00017g/ cm^2 、岩瀬浜②（波打ち際から約 3m 離れた場所）では 0.00096g/ cm^2 、岩瀬浜③（マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定した場所）では 0.00157g/ cm^2 であった。海岸の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロ

プラスチックの質量はマイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定した場所が最も大きかった。海岸の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量が最も小さかったのは波打ち際であった。

(2) 対馬の海岸におけるマイクロプラスチック

各浜の海岸の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量を表 8 及び図 8 に示した。阿連②(波打ち際から約 3m 離れた場所) が最もマイクロプラスチックの質量が大きく、 0.04645g/cm^2 であった。最もマイクロプラスチックの質量が小さかったのは小茂田浜①(波打ち際)と三宇田浜①(波打ち際)であり、ともに 0.00001g/cm^2 であった。対馬市の全浜で波打ち際よりも波打ち際から約 3m 離れた場所の方がマイクロプラスチックの質量が大きくなる傾向が見られた。

(3) 岩瀬浜と対馬市の各浜における海岸の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量

岩瀬浜と対馬市の各浜における海岸の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量を表 9 及び図 9 に示した。岩瀬浜では、海岸の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量が最も大きかったのは岩瀬浜③(マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定した場所)で 0.00157g/cm^2 であった。最もマイクロプラスチックの質量が小さかったのは岩瀬浜①(波打ち際)で 0.00017g/cm^2 であった。対馬市の各浜では、海岸の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量が最も大きかったのは阿連②(波打ち際から約 3m 離れた場所)で 0.04645g/cm^2 であった。最もマイクロプラスチックの質量が小さかったのは小茂田浜①(波打ち際)と三宇田浜①(波打ち際)であり、ともに 0.00001g/cm^2 であった。岩瀬浜③(マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定した場所)の結果を除くと岩瀬浜と対馬市のどの浜においても、波打ち際よりも波打ち際から約 3m 離れた場所の方がマイクロプラスチックの質量が大きくなる傾向が見られた。

(4) 岩瀬浜における分画ごとのマイクロプラスチックの質量

海岸の表面積 1 cm^2 あたりから検出されたマイクロプラスチックの分画ごとの質量を表 10 及び図 10 に示した。検出されたマイクロプラスチックの個数が多くなるほどマイクロプラスチックの質量が大きくなっていた。

6-4 岩瀬浜と対馬の海岸における結果の比較

岩瀬浜は細かい発泡スチロールが多く見られた。また昨年までの研究では肥料ケースも多く見られたが、今回の研究では肥料ケースは少なかった。本研究では試料採取した時期が 9 月の中旬であったが、2019 年は実施が確認出来たものだけでも 4 回(6 月 2 日 [16]、7 月

7日 [17]、8月18日 [18]、9月8日 [19])、岩瀬浜で清掃活動が行われており、試料採取は海岸清掃の後であった。これらの清掃活動が行われたことにより、目で見えてわかるような大きめのプラスチックは少なく、細かな発泡スチロールが多かったと考えられる。また肥料ケースが少なかった原因として考えられることは、米を作るためには中干しという時々水を抜いて田干しをする作業が必要であり、この作業が例年6月に既に行われている [20]ことから、浜へと流れ着いた後、清掃活動によって浜が清掃されたことで肥料ケースが少なくなったことが考えられる。

一方、対馬の海岸は、砂利の海岸である阿連で採取したものは発泡スチロールが対馬市の4か所の海岸の中でも最も多く、直径10cm、高さ1.3cmのシャーレ7個分に相当した。これまでの研究で西側に漂着ゴミが多いことが分かっており、阿連の海岸の位置も西側に位置しているため、同様に漂着ゴミが多く、細かくなった発泡スチロールが多く確認されたといえる。対馬市役所の環境政策課の調査によると、対馬の海岸のゴミには発泡スチロール製の漁業用のブイも多いことがわかっており、また筆者も対馬に調査に行ったときに実際に漁業用のブイが海岸に落ちていたのを確認している。このことから、この漁業用のブイが太陽光や風などの何らかの影響を受けて細くなり、細かくなったものが更に風に飛ばされることで海岸の石の隙間に入り込み、石の下にどんどん溜まっていったものと考えられる。小茂田浜はマイクロプラスチックが全く無く、今回採取した場所の中で質量が一番小さかった。これは、波打ち際から約3m離れた場所にはマイクロプラスチックが溜まっておらず、更に離れた場所に溜まっていたからだと考えられる。小茂田浜、茂木浜、三宇田浜では発泡スチロールでないポリエチレンやポリプロピレンなどのプラスチックも検出されたが、特に三宇田浜は砂浜を観察した際にも、多くのマイクロプラスチックが確認された。三宇田浜は対馬市の北部に位置しているため、韓国などからの漂着ゴミが多い。一方で渚百選にも選ばれている観光地であり、砂浜には大きなゴミが散乱していなかったことから、大きなゴミは定期的に回収されているといえる。このことから、韓国などからの漂着ゴミが流れ着いて細くなり、大きなゴミは定期的に回収されている一方で、細かくなったゴミはそのままになっていたのではないかと考えられる。

対馬市の各浜の様子を写真3に示した。阿連は写真3で示したように、大きめのプラスチックゴミが多く散乱していた。また、小茂田浜と茂木浜はともにゴミや流木などの漂着物の下にマイクロプラスチックが溜まっており、岩瀬浜と溜まり方が酷似していた。さらに、阿連では、写真4に示したように、石の下にマイクロプラスチックが多く確認されたことから、漂着物や石の下などのプラスチック類が溜まりやすい場所があることが考えられた。

本研究で多く確認されたマイクロプラスチックは発泡スチロール片であった。発泡スチロール片については、楠部ら (2019) の調査報告と同様に、富山市の岩瀬浜と対馬市の阿連、三宇田浜、茂木浜でも発泡スチロール片が最も多く確認された。藤枝ら (2002) [21] は発泡ポリスチレン製品 (発泡スチロール) は、ボタンなどの炭化水素系の発泡剤を閉じ込めた直径1mm程度のポリスチレンビーズを金型に入れ、スチームで加熱して50倍程度に

膨らませているため、ビーズ同士の結合が弱く、脆いため、プラスチック製品の中でも特に劣化しやすいと述べている。これが発泡スチロールが細かく碎ける一因だと推測される。発泡スチロールは場所を問わず、幅広く使用されているため、適切に管理、処分されていないものが海だけでなく、陸地でも多数存在していることが考えられる。発泡スチロールは小さなプラスチックが集まったような構造をしており、他のプラスチックに比べて破片になりやすく、破片の個数が大量となるため、多く確認されたと考えられた。

岩瀬浜では波打ち際、波打ち際から約 3m 離れた場所、マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定した場所のすべての結果で、マイクロプラスチックの個数が多くなるほどマイクロプラスチックの質量は大きくなっていた。

富山と対馬両地域の海岸に共通していることは、マイクロプラスチックが波打ち際は少なく、波打ち際から約 3m 離れた場所の方が多くことである。波打ち際のマイクロプラスチックが少ないのは、波に砂が飲まれることでそこに含まれるマイクロプラスチックも一緒に飲まれてしまい、砂の中にあまり残らないからだと考えられる。波打ち際から約 3m 離れた場所のマイクロプラスチックが多いのは、風によって波打ち際の方から飛ばされることでだんだん溜まっていったからだと考えられる。

岩瀬浜と対馬の海岸の砂浜だけの結果を見ると、岩瀬浜の方がより質量が大きかった。これは目で見て発泡スチロールのほかに人工芝などのプラスチックが多いことが分かる通り、ポリエチレン、ポリプロピレンが多いからであると考えられる。茂木浜の波打ち際、三宇田浜の波打ち際の値が小さいのは、マイクロプラスチックの量が少ない上に、ほとんどが発泡スチロールであるからであると考えられる。また、採取した時期が富山は 9 月、対馬は 11 月であり時期の違いの影響も大きいと考えられる。

6-5 魚類消化管中のマイクロプラスチックの個数の結果

魚の内臓から検出されたプラスチックの個数を表 11 及び図 11 に示した。魚の内臓から検出されたプラスチックを写真 5 に示した。

(1) 富山市の魚におけるマイクロプラスチック

富山市のアジ 10 匹からはマイクロプラスチックは検出されなかった。

(2) 対馬市の魚におけるマイクロプラスチック

対馬市の魚ではアヤメカサゴから 2 個、アラから 2 個のマイクロプラスチックが検出された。また、カツオから 2 個の釣り針と釣り糸が検出された。

(3) 富山市と対馬市の魚における結果の比較

アヤメカサゴは甲殻類や小魚を捕食することから、食物連鎖で体内に蓄積されたと考えられる。アラは魚類や甲殻類、イカなどを捕食することから、アヤメカサゴと同様に食物連

鎖で体内に蓄積されたと考えられる。摂食方法で見ると、アヤマカサゴとアラはどちらもろ過摂食以外の魚類であり、海底の無脊椎動物などを食べていることから、海底生物が食べたプラスチックと一緒に飲み込んでいる可能性があるといえる。今回実験した魚の中では、アジとカツオがろ過摂食魚類であるがマイクロプラスチックは検出されなかった。また、カツオから検出された釣り針は一本釣りの際に飲み込まれてしまった釣り針であると考えられる。

富山の魚のアジからもマイクロプラスチックと思われるものが出てきたが、骨と見分けがつかず、マイクロプラスチックと断定することができなかった。検体が小さかったために目視では骨との違いを確認することが出来なかったのではないかとと思われる。

第七章 まとめ

今回の海岸での調査では、富山市の岩瀬浜、対馬市のすべての海岸でマイクロプラスチックが確認された。また、富山市の岩瀬浜、対馬市のすべての海岸において採取したマイクロプラスチックの中でも発泡スチロールが一番多かった。富山市と対馬市のマイクロプラスチックの種類の違いについては、富山市の岩瀬浜では発泡スチロールや人工芝、肥料ケース、ポリエチレン、ポリプロピレンなどが見られた。対馬市の海岸では発泡スチロール、ポリエチレン、ポリプロピレンなどが見られ、人工芝や肥料ケースなどのゴミはあまり見られなかった。一方で、岩瀬浜よりも発泡スチロールが多いことが分かった。特に阿連では石の下に取り切れないほど発泡スチロールが溜まっていたことを考えると、海岸におけるプラスチック汚染は非常に深刻であることが分かった。本研究で砂を採取した時期は富山市が9月、対馬市が11月であったため、時期の違いの影響を受けている可能性もあると考えられた。時期による違いの影響を受けないため、今後は同じ時期に調査を行う必要があると考えられた。

今回の魚類消化管中の調査では、対馬市の魚（アヤマカサゴ、アラ）からマイクロプラスチックが検出された。富山の魚からは検体が小さかったために、目視ではマイクロプラスチックを確認することができなかった。そのため、今後はより大きいサイズの魚で調査を行うことが必要であると考えられた。富山市の魚からは今回はマイクロプラスチックを確認することは出来なかったが、目視できないほどの小さなプラスチックも含まれている可能性を考えると、海岸だけでなく海中のプラスチック汚染も深刻になりつつあるのではないかと推察された。2050年には海中のプラスチックの量が魚を上回るという予測[22]もなされているが、現在既にマイクロプラスチックによる汚染が始まっており、2050年よりも前にプラスチックの量が魚を上回る可能性もあると考えられる。

マイクロプラスチックは非常に小さいため、一度自然環境中に流出してしまうと回収することは非常に困難である。マイクロプラスチック問題の対策としては、プラスチック製品の利用を減らす、または無くすことが挙げられる。しかし、プラスチック製品は非常に使い

勝手が良く、身近にあるとつい使ってしまう人も多いだろう。私たち一人一人がプラスチック製品について考える必要もあるが、現在プラスチック製品を利用、提供している企業側もプラスチック製ストローを紙製ストローや生分解性プラスチックストローに変更するなどの努力が求められてくるのではないかといえる。現時点ではまだプラスチック製品を完全に無くすことは不可能であるため、私たちがプラスチック製品の利用を出来るだけ減らし、プラスチック製品を処分するときは定められた方法に確実に従うことが必要になる。その結果プラスチック製品の自然環境中の流出が抑えられ、マイクロプラスチック発生抑制に繋がるといえるだろう。これ以上海中の生物がマイクロプラスチックによる被害に遭わないために、人がマイクロプラスチックを誤飲した魚を食し人体に影響が起こる前に、私たちはマイクロプラスチック汚染の現状を理解し、今一度プラスチック製品について考えていく必要があるといえる。

参考・引用文献及び URL 一覧

- [1] 大八木麻希, “高松干潟におけるマイクロプラスチック定量のための予備調査報告,” *四日市大学論集*, 第 31 巻, 第 2, p. 301, 2019.
- [2] Jambeck.J.R.、Geyer.R.、Wilcox.C.、Sieglar.T.R.、Perryman.M.、Andrady.A.、Narayan.R.、Law.K.L., “Plastic waste inputs from land into the ocean.,” *Science*, 第 347, pp. 768-771, 2015.
- [3] Isobe.A.、Uchida.K.、Tokai.T.、Iwasaki.S., “East Asian seas: a hot spot of pelagic microplastics.,” *Mar. Pollut. Bull.*, 第 101, pp. 618-623, 2015.
- [4] 横大道聡、和泉田保一, “マイクロプラスチック規制の国際動向,” *山形大学法政論叢*, 第 1 巻 (全 2 巻) 70-71, 第 1, pp. 265-266, 2019.
- [5] 高田秀重, “マイクロプラスチック汚染の現状, 国際動向及び対策,” *廃棄物資源循環学会誌*, 第 29 巻, 第 4, p. 261, 2018.
- [6] 二瓶康雄、片岡智哉, “河川から考える海洋プラスチックごみ・マイクロプラスチック対策,” *廃棄物資源循環学会誌*, 第 29 巻, 第 4, p. 309, 2018.
- [7] 浅井雄大、張徳偉、千葉賢, “四日市市楠町吉崎海岸のマイクロプラスチック分布の現地調査,” *四日市大学論集*, 第 31 巻, 第 1, p. 134, 2018.
- [8] 楠部考誠、馬場保徳、北野峻、谷内貴幸、高月紘, “石川県沿岸におけるマイクロプラスチック調査,” *石川県立大学研究紀要*, 第 2 巻, 第 1, p. 27, 2019.
- [9] 牛島大志、田中周平、鈴木裕識、雪岡聖、王夢澤、鍋谷佳希、藤井滋穂、高田秀重, “日本内湾および琵琶湖における摂食方法別にみた魚類消化管中のマイクロプラスチックの存在実態,” *水環境学会誌*, 第 41 巻, 第 4, p. 113, 2018.
- [10] K. Tanaka, “Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters,” *Scientific Reports*, 第 6 巻, p. 34351, 2016.
- [11] 環境省, “プラスチックを取り巻く国内外の状況,” 2020. [オンライン]. Available: <https://www.env.go.jp/council/03recycle/y0312-03/y031203-s1r.pdf>. [アクセス日: 9 1 2020].
- [12] 環境省, “海洋プラスチック問題について,” 7 2018. [オンライン]. Available: <https://www.env.go.jp/council/03recycle/【資料%EF%BC%93】海洋プラスチック問題について.pdf>. [アクセス日: 9 1 2020].
- [13] 富山県庁生活環境文化部 環境政策課, “海岸漂着物ポータルサイト ～美しい海岸を守るために～,” 3 10 2019. [オンライン]. Available: http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1705/kj00014049.html. [アクセス日: 15 1 2020].
- [14] 対馬市役所環境政策課, “海岸漂着物の現状,” 2019.

- [15] 気象庁アメダス, “過去の気象データ,” 気象庁, [オンライン]. Available: <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>. [アクセス日: 18 1 2020].
- [16] 海と日本 PROJECT in 富山県, “海ごみゼロウィーク 富山市 一斉清掃活動「川をきれいにする日」 / 「海と川をきれいにする日」,” 6 6 2019. [オンライン]. Available: <https://toyama.uminohi.jp/report/海ごみゼロウィーク-富山市-一斉清掃活動「川をきれいにする日」>. [アクセス日: 19 12 2019].
- [17] 昭和電工セラミックス 富山工場, “「みんなできれいにせんまいけ大作戦!!」岩瀬浜海岸清掃に参加しました（昭和電工セラミックス 富山工場）,” 2 8 2019. [オンライン]. Available: <https://www.sdk.co.jp/csr/site/2019/37596.html>. [アクセス日: 19 12 2019].
- [18] 富山テレビ放送, “富山の市街地と海岸を清掃!,” 18 8 2019. [オンライン]. Available: <http://www.bbt.co.jp/imaeco/activity.html>. [アクセス日: 19 12 2019].
- [19] Pop'n'Roll 編集部, “富山 PR ガール（仮）[イベントレポート] 1st SG ヒット御礼の清掃活動で地元の海岸を守る!,” 10 9 2019. [オンライン]. Available: <https://popnroll.tv/articles/4447>. [アクセス日: 19 12 2019].
- [20] 稲垣信志, “中干し 【米づくりの手順】,” 20 6 2018. [オンライン]. Available: <https://www.nomachi.info/blog/12080>. [アクセス日: 14 1 2020].
- [21] 藤枝繁、池田治郎、牧野文洋, “鹿児島県の海岸における発泡プラスチック破片の漂着状況,” *日本水産学会誌*, 第 68 巻, 第 5 号, pp. 652-658, 2002.
- [22] 世界経済フォーラム, “The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics,” 世界経済フォーラム, 2016.

図表リスト

- 表 1 試料採取場所の採取日の気象条件
- 表 2 マイクロプラスチックの分画の種類
- 表 3 円柱状の型(直径 18 cm×高さ 5 cm)5 個分の砂試料中(岩瀬浜③は 2 個分の砂試料中)から確認されたマイクロプラスチックの個数 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 表 4 砂浜の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの個数 (岩瀬浜)
- 表 5 円柱状の型(直径 18 cm×高さ 5 cm)5 個分の砂試料中 (岩瀬浜③は 2 個分の砂試料中)から確認されたマイクロプラスチックの分画結果 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 表 6 砂試料 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの分画結果 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 表 7 海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 表 8 各浜の海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量(対馬市 2019/11/14~11/15)
- 表 9 岩瀬浜と対馬市の各浜における海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量
- 表 10 海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの分画ごとの質量 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 表 11 魚の内臓から検出されたプラスチックの個数
- 図 1 試料採取地点 (岩瀬浜、対馬市の各海岸)
- 図 2 砂の採取方法
- 図 3 円柱状の型(直径 18 cm×高さ 5 cm)5 個分の砂試料中 (岩瀬浜③は 2 個分の砂試料中)から確認されたマイクロプラスチックの個数 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 図 4 砂浜の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの個数 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 図 5 円柱状の型(直径 18 cm×高さ 5 cm)5 個分の砂試料中 (岩瀬浜③は 2 個分の砂試料中)から確認されたマイクロプラスチックの分画結果 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 図 6 砂試料 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの分画結果 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 図 7 海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量 (岩瀬浜 2019/9/17)
- 図 8 各浜の海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量(対馬市 2019/11/14~11/15)
- 図 9 岩瀬浜と対馬市の各浜における海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量
- 図 10 海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの分画ごとの質量

(岩瀬浜 2019/9/17)

図 11 魚の内臓から検出されたプラスチックの個数

写真 1 分画 I で確認されたマイクロプラスチック (岩瀬浜 2019/9/17)

写真 2 対馬市の各浜で確認されたマイクロプラスチック (2019/11/14~11/15)

写真 3 対馬市の各浜の様子(2019/11/14~11/15)

写真 4 石の下に溜まるマイクロプラスチック

写真 5 魚の内臓から検出されたプラスチック

表1 試料採取場所の採取日の気象条件							
場所	所在地	採取日	平均気温(℃)	平均湿度(%)	合計降水量(mm)	平均風速(m/s)	天気概況
							(06:00-18:00) → (18:00-翌日06:00)
岩瀬浜	富山市	2019/9/17	23.2	83	16.0	4.3	曇一時雨 → 曇時々晴
阿連	対馬市	2019/11/14	10.2	54	--	4.6	
小茂田浜	対馬市	2019/11/14	10.2	54	--	4.6	
茂木浜	対馬市	2019/11/15	12.5		0.0	3.8	
三宇田浜	対馬市	2019/11/15	12.5		0.0	3.8	
気象庁による記号の説明（本表に該当する記号及び説明のみ抜粋）							
-- 該当現象、または該当現象による量等がない場合に表示します。							
0.0 該当現象による量はあるが、0.1に足りない場合に表示します。 ただし、降水量の場合は、0.5mmに足りない場合に0.0と表示します。							
(本表は気象庁のデータを基に作成した。)							

表2 マイクロプラスチックの分画の種類

	溶媒	比重	プラスチックの比重
分画Ⅰ	水	0.91~1.0	低密度ポリエチレン(0.91~0.92),高密度ポリエチレン(0.95~0.97) ポリプロピレン(0.93~0.96)
分画Ⅱ	40%塩化カルシウム水溶液	1.0~1.39	アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン(1.16~1.21)

表3 円柱状の型(直径18 cm×高さ5 cm)5個分の砂試料中(岩瀬浜③は2個分の砂試料中)から確認されたマイクロプラスチックの個数(岩瀬浜)

	(単位: 個)
	2019/9/17
岩瀬浜①(波打ち際)	247
岩瀬浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	996
岩瀬浜③(マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定)	373

表4 砂浜の表面積1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの個数(岩瀬浜)

	(単位: 個/cm ²)
	2019/9/17
岩瀬浜①(波打ち際)	0.2
岩瀬浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.8
岩瀬浜③(マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定)	0.7

表5 円柱状の型(直径18 cm×高さ5 cm)5個分の砂試料中(岩瀬浜③は2個分の砂試料中)から確認されたマイクロプラスチックの分画結果(岩瀬浜 2019/9/17)

			(単位: 個)
	岩瀬浜①	岩瀬浜②	岩瀬浜③
分画Ⅰ 比重(0.91~1.0)	224	955	373
分画Ⅱ 比重(1.0~1.39)	23	41	0

表6 砂浜の表面積1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの分画結果(岩瀬浜 2019/9/17)

			(単位: 個/cm ²)
	岩瀬浜①	岩瀬浜②	岩瀬浜③
分画Ⅰ 比重(0.91~1.0)	0.18	0.75	0.73
分画Ⅱ 比重(1.0~1.39)	0.02	0.03	0

表 7 海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量（岩瀬浜）

(単位：g/cm ²)	
	2019/9/17
岩瀬浜①(波打ち際)	0.00017
岩瀬浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.00096
岩瀬浜③(マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定)	0.00157

表 8 各浜の海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量（対馬市）

(単位：g/cm ²)	
	2019/11/14~11/15
阿連②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.04645
小茂田浜①(波打ち際)	0.00001
小茂田浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.00005
茂木浜①(波打ち際)	0.00005
茂木浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.00149
三宇田浜①(波打ち際)	0.00001
三宇田浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.00075

表 9 岩瀬浜と対馬市の各浜における海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量

		(単位：g/cm ²)
		質量(g/cm ²)
富山 2019/9/17	岩瀬浜①(波打ち際)	0.00017
	岩瀬浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.00096
	岩瀬浜③(マイクロプラスチックがありそうな場所をランダムに選定)	0.00157
対馬 2019/11/14 ~15	阿連②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.04645
	小茂田浜①(波打ち際)	0.00001
	小茂田浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.00005
	茂木浜①(波打ち際)	0.00005
	茂木浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.00149
	三宇田浜①(波打ち際)	0.00001
	三宇田浜②(波打ち際から約3m離れた場所)	0.00075

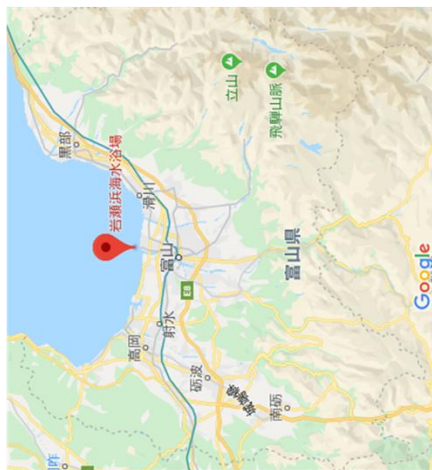
表 10 海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの分画ごとの質量 (岩瀬浜 2019/9/17)

	(単位 : g/cm ²)		
	岩瀬浜①	岩瀬浜②	岩瀬浜③
分画Ⅰ 比重(0.91~1.0)	0.00015	0.00094	0.00157
分画Ⅱ 比重(1.0~1.39)	0.00002	0.00002	0

表 11 魚の内臓から検出されたプラスチックの個数

	プラスチック (個)	プラの詳細
アジ	0	
カサゴ	0	
アヤメカサゴ	2	白色1,透明1
ウツボ	0	
クエ	0	
スジアラ	0	
ハガツオ	0	
カツオ	0	
アラ	2	青色1,白色1

・富山県



岩瀬海水浴場

・対馬市



図1 試料採取地点（岩瀬浜、対馬市の各海岸）

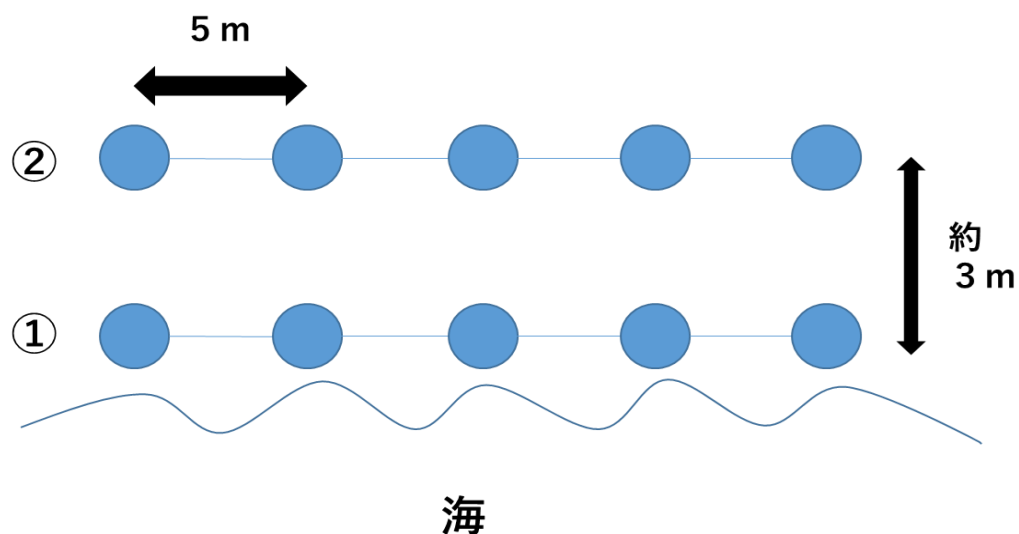


図2 砂の採取方法

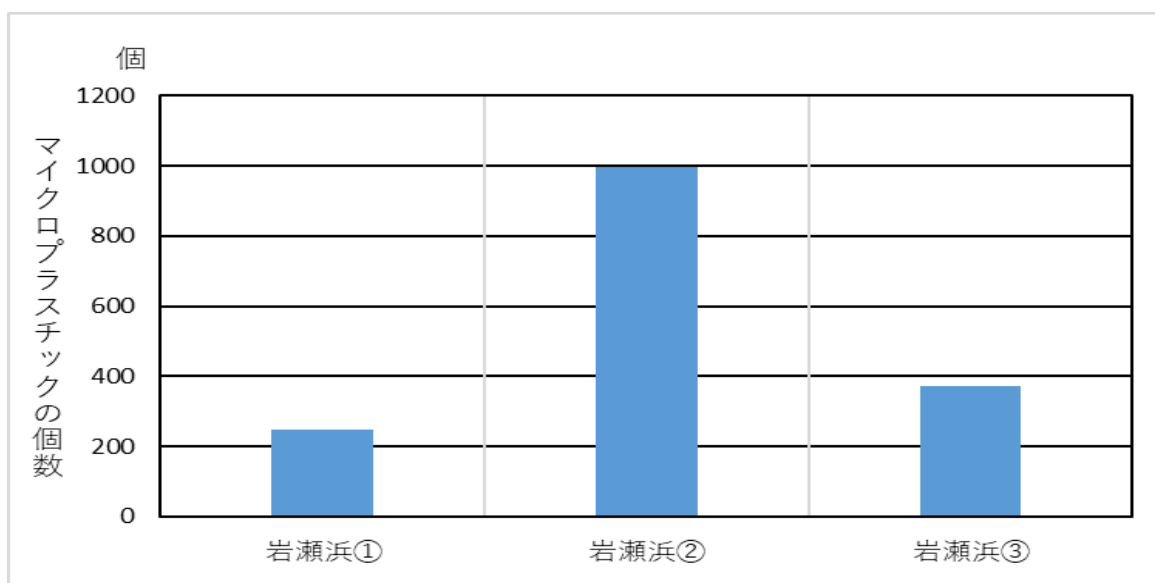


図3 円柱状の型(直径 18 cm×高さ 5 cm)5 個分の砂試料中(岩瀬浜③は 2 個分の砂試料中)から確認されたマイクロプラスチックの個数(岩瀬浜 2019/9/17)

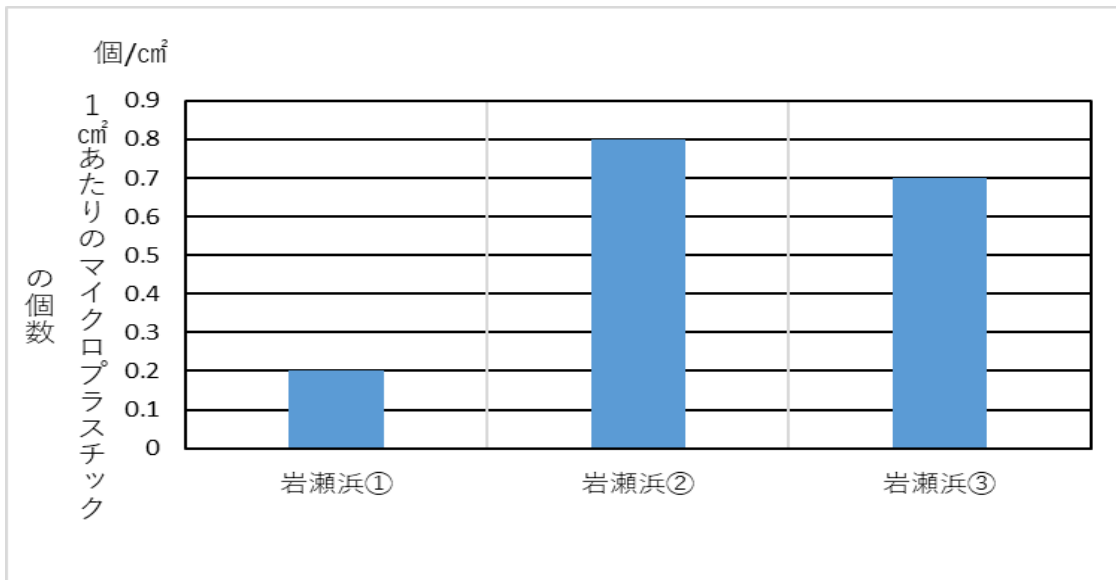


図4 砂浜の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの個数（岩瀬浜 2019/9/17）

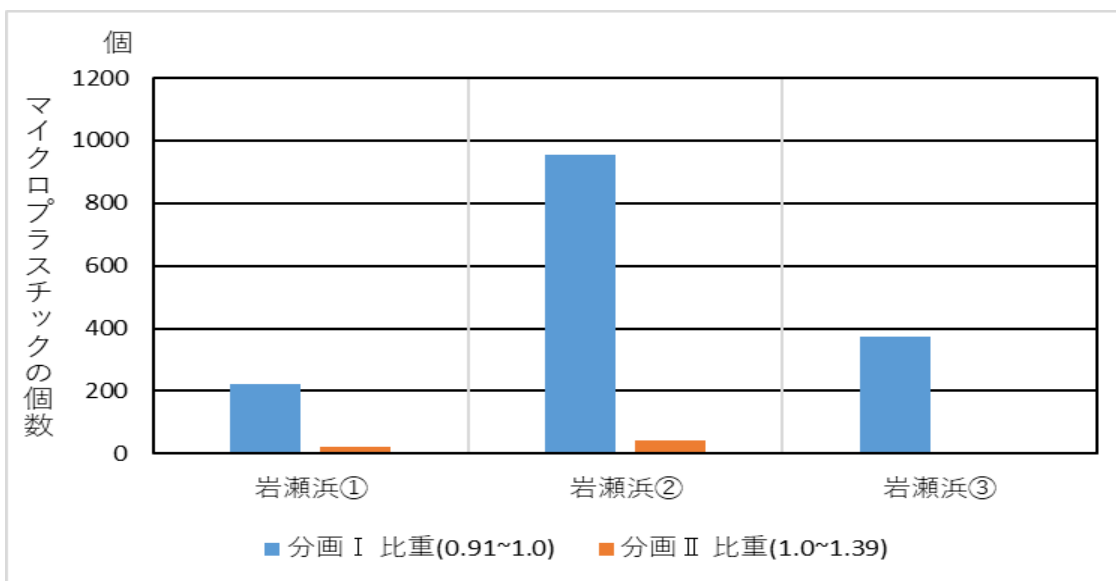


図5 円柱状の型(直径 18 cm×高さ 5 cm)5 個分の砂試料中（岩瀬浜③は 2 個分の砂試料中）から確認されたマイクロプラスチックの分画結果（岩瀬浜 2019/9/17）

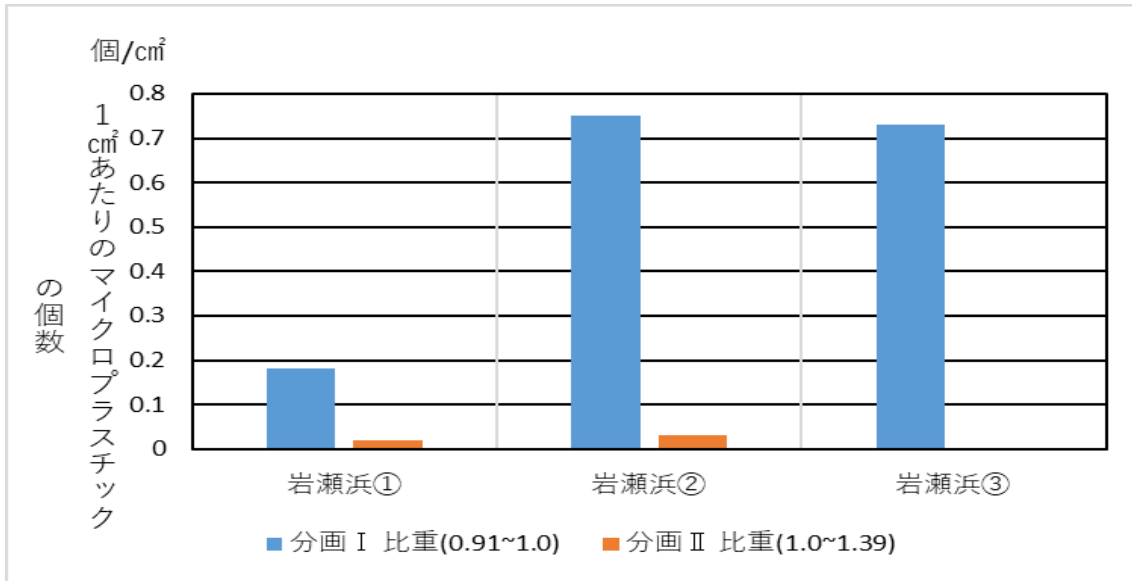


図6 砂浜の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの分画結果（岩瀬浜 2019/9/17）

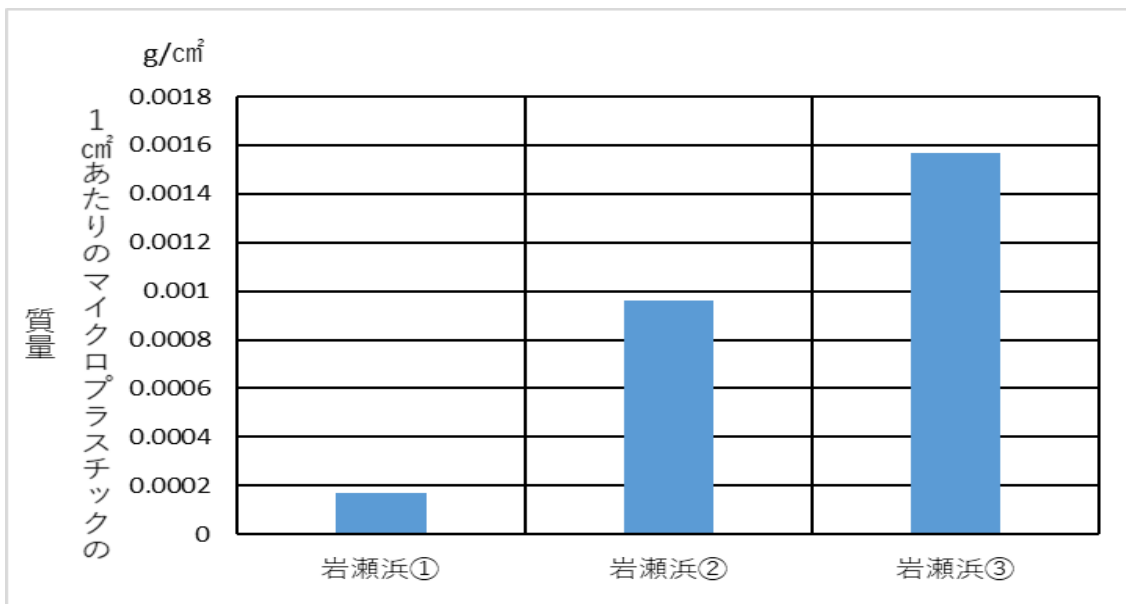


図7 海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量（岩瀬浜 2019/9/17）

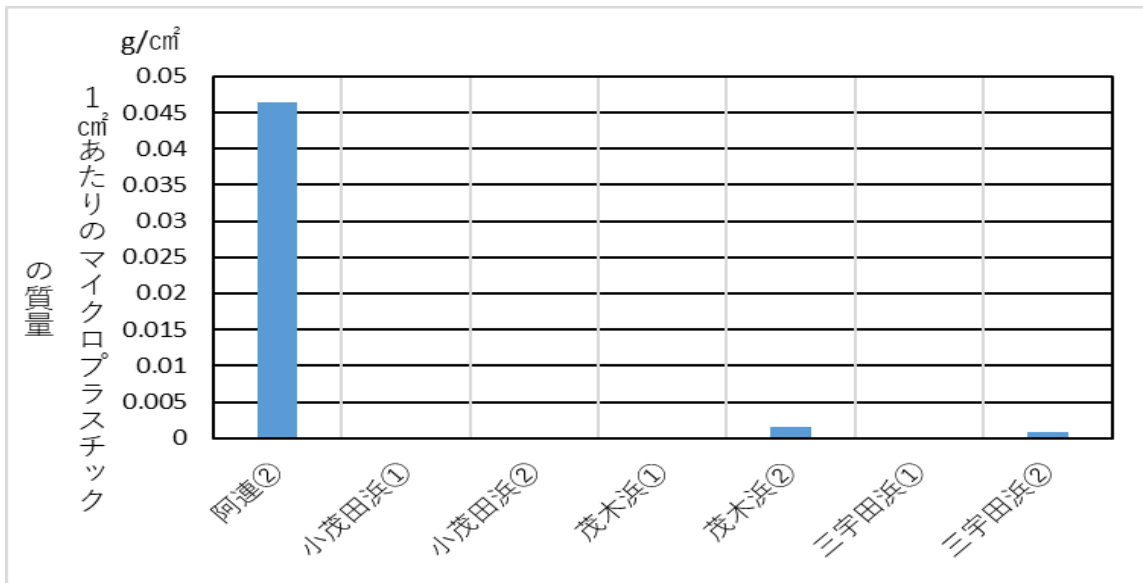


図 8 各浜の海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量（対馬市 2019/11/14~11/15）

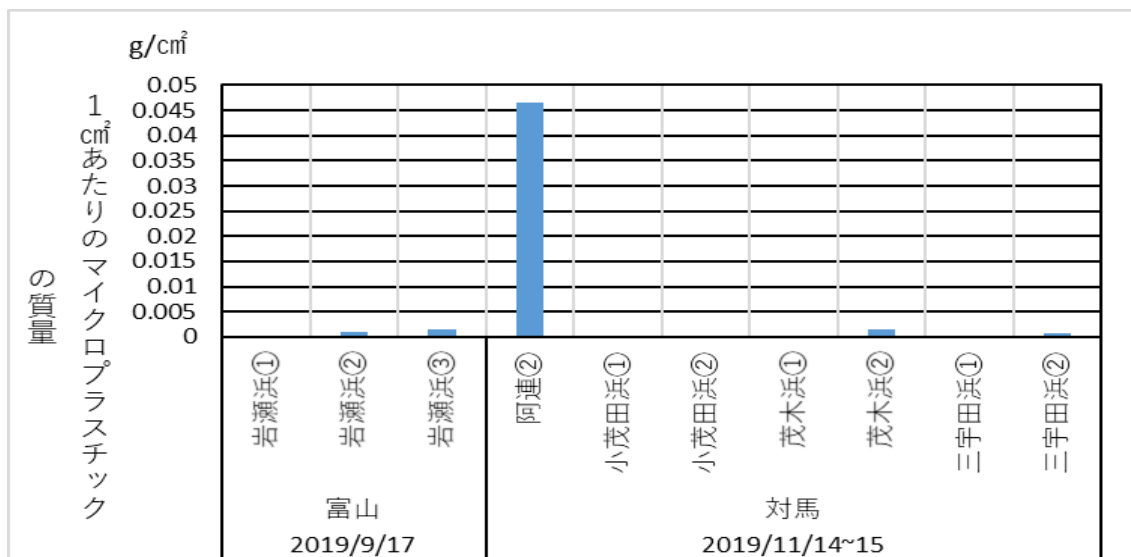


図 9 岩瀬浜と対馬市の各浜における海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの質量

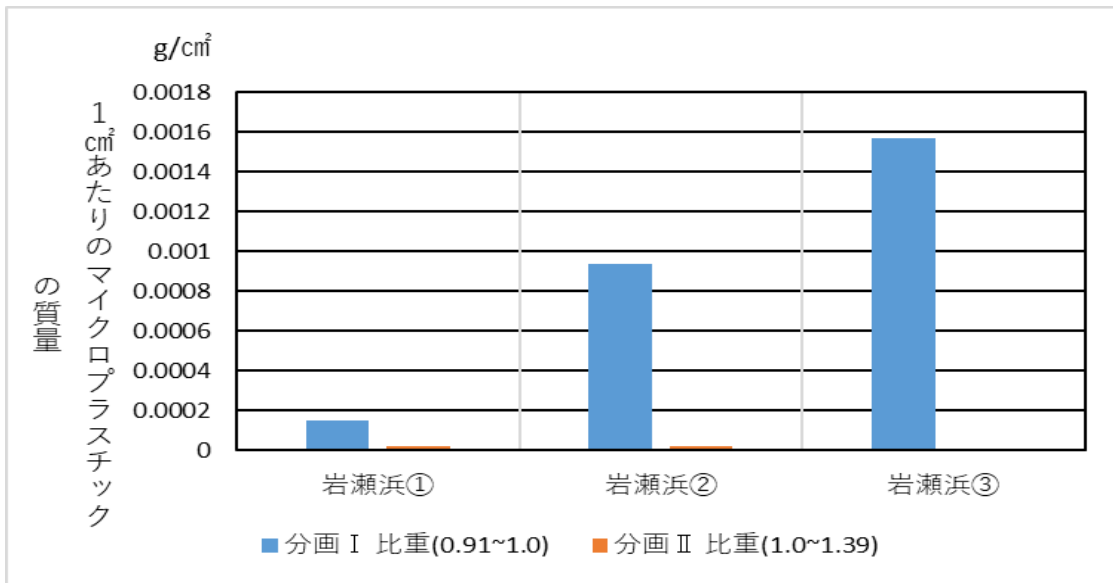


図 10 海岸の表面積 1 cm²あたりから検出されたマイクロプラスチックの分画ごとの質量（岩瀬浜 2019/9/17）

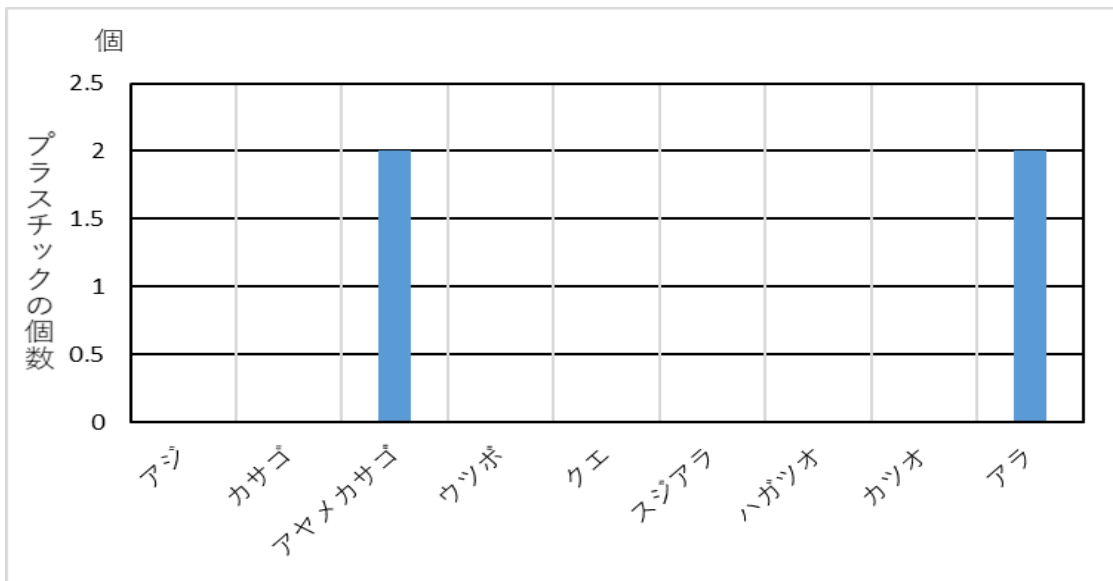
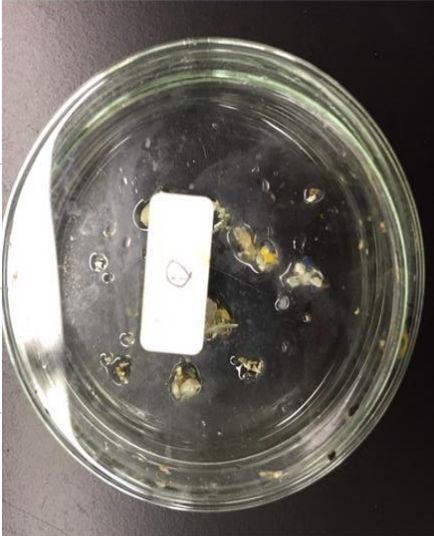
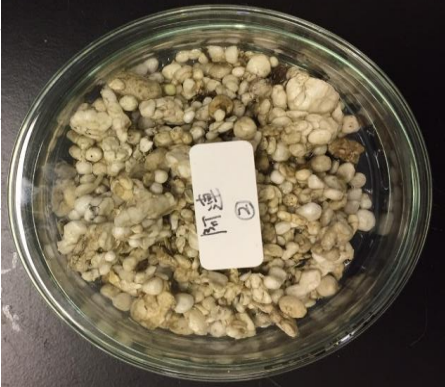
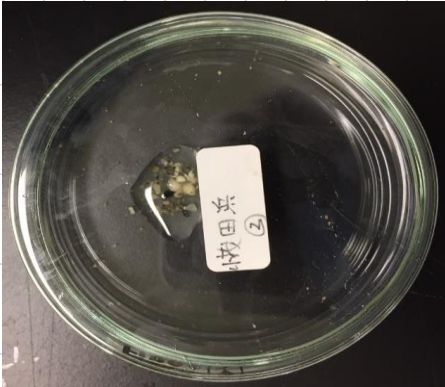
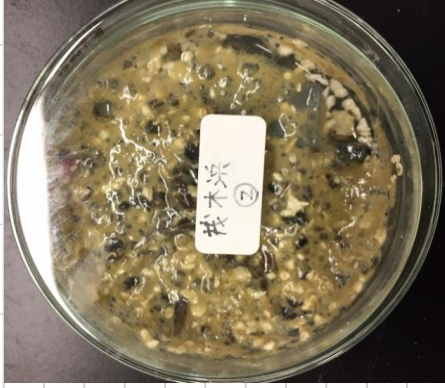
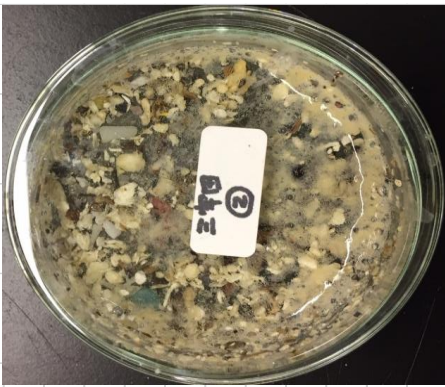
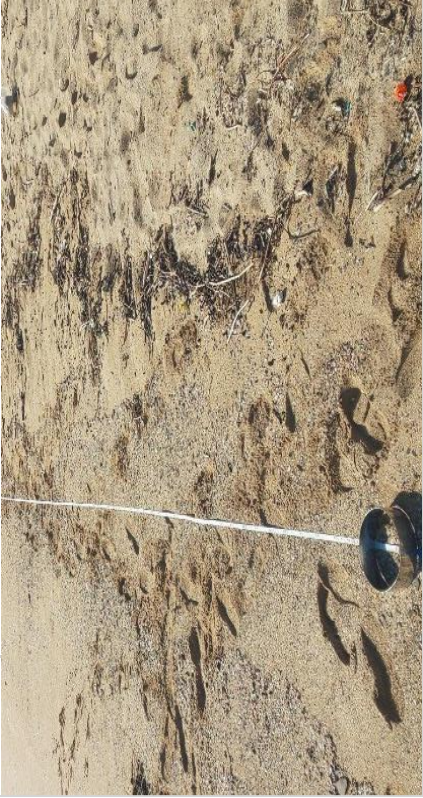


図 11 魚の内臓から検出されたプラスチックの個数

			岩瀬浜③
写真1 分画Iで確認されたマイクロプラスチック (岩瀬浜 2019/9/17)			
			
阿連②	小茂田浜②	茂木浜②	三守田浜②
写真2 対馬市の各浜で確認されたマイクロプラスチックの例 (2019/11/14~11/15)			

	阿連(11/14)		小茂田浜(11/14)
	茂木浜(11/15)		三宇田浜(11/15)
写真3 対馬市の各浜の様子(2019/11/14~11/15)			

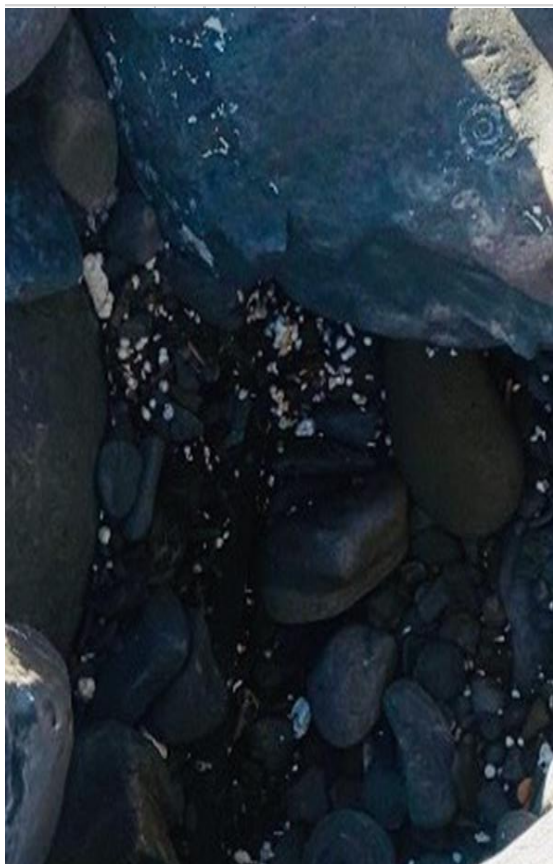
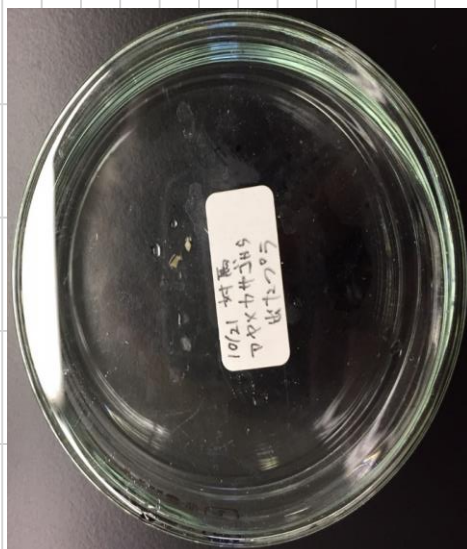
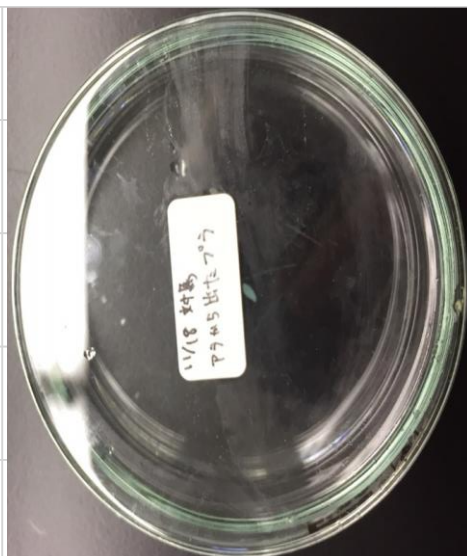


写真4 石の下に溜まるマイクログラスチック(阿連11/14)



アヤメカサゴ(対馬市 10/21)



アラ(対馬市 11/18)

写真5 魚の内臓から検出されたプラスチック