

鳥島周辺海域の魚類を対象とした消化管内 マイクロプラスチックの定量と解析

日大生産工(院) ○堀田 俊介 海洋エンジ 長谷川 一幸
海生研 城谷 勇陛 日大生産工 木村 悠二

1. はじめに

プラスチック製品は、大量生産が可能であるが、その多くが使い捨てであることから大量のプラスチック廃棄物が環境中に放出される。これらのプラスチック廃棄物は、波や紫外線などの外的要因により、環境中で劣化・細片化され、直径5 mm以下のマイクロプラスチック(MPs)となる可能性がある。MPsは生態系に悪影響を引き起こすとされており、海洋生物の摂食による成長阻害、海水中の疎水性有機汚染物質の吸着による海洋汚染の拡散等の懸念がある。磯辺らの調査報告によると、世界中の水環境中からMPsが検出されている¹⁾。これまでのMPs調査では日本の内湾の生物を対象とした調査¹⁾や、日本の内湾および本土から離れた海洋の表層を対象とした調査²⁾が報告されているが、本土から離れた生物を対象とした調査はほとんど無い。そこで、本土から離れた海洋かつ、太平洋ゴミベルト周辺に位置し、多くのプラスチック廃棄物が漂っていると予想される鳥島を調査対象地點した。本研究では、鳥島の近海に生息する魚類を対象とした消化管内のMPs調査(数、種類、面積、劣化度年数)から日本の内湾および外洋に生息している魚類消化管内のMPs調査との比較やMPs表面に吸着している化学物質を推定した。

2. 実験方法および測定方法

2.1 試料採取地点

2025年4月21日に鳥島の近海($30^{\circ}32'00''\text{N}$ $140^{\circ}21'00''\text{E}$)においてハナフエダイ(*Pristipomoides argyrogrammicus*)20尾、ヒメダイ(*Pristipomoides sieboldii*)4尾、ヨスジフエダイ(*Lutjanus kasmira*)4尾、アカハタ(*Epinephelus fasciatus*)6尾およびアカハタモドキ(*Epinephelus retouti Bleeker*)3尾の合計37尾を調査船を用いた底釣りで採取し、供試材料とした。

2.2 魚の前処理方法

魚の体内から消化管(胃、腸)を摘出し、水酸化カリウム水溶液(10 wt%)を用いて完全に溶解した。溶解後の内容物は目開き0.154 mmのプランクトンネットでろ過し、内容物を過酸化水素、希

塩酸および純水で洗浄した。

2.3 MPsの分析方法

2.2で乾燥させた内容物はピンセットで一つずつ取り出し、FT-IR(ATR)でMPsの種類を特定した。特定したMPsは画像解析ソフトImageJを用いて数と面積を測定した。

2.4 表面吸着物質の特定

2.3で特定したMPsに、抽出溶媒としてジクロロメタンを用いて、 100°C 、24時間でソックスレー抽出を行った。得られた抽出液は減圧蒸留後、GC/MS分析を行った。分析結果からシミラリティ検索により、MPs表面に吸着している化学物質を推定した。

2.5 劣化指標の構築と劣化度年数推定

MPsの劣化度年数を推定するため、購入したポリエチレン(PE)板(70 mm × 140 mm)の促進対候性試験(スガ試験機(株), SX-75)を3年分行った(放射照度： 180 W/m^2 (300~400 nm), BPT： 63°C , 湿度：50%RH)。その後、FT-IR(ATR)を用いてカルボニル基由来の吸光度(1715 cm^{-1})とPE主鎖由来の吸光度(1470 cm^{-1})の比から、カルボニル指数(CI)を算出することで劣化指標とした。

3 結果および考察

3.1 MPs 検出量

各魚類消化管内から検出されたMPsの検出率、検出量、種類および面積をTable1に示す。Table1より、試料37尾中32尾から952個のMPsが検出され、1尾あたりから検出されたMPsは平均25.8個、検出率は87%であった。全ての魚類からMPsが検出され、ハナフエダイ、ヨスジフエダイおよびヒメダイからは95%を超える検出率となり、それぞれ100個以上のMPsが検出された。魚類別で最も多くのMPsが検出されたヒメダイは、個体数4尾から413個で1尾あたり103個のMPsが体内に蓄積されていた。また、各魚類から検出されたMPsの総面積は952個の検出数に対し 377.5 cm^2 となり、1個あたりの面積は 0.4 cm^2 となった。MPsの形状が正方形であると仮定した場合、一辺の長さが5 mmを超える結果となった。

Quantification and analysis of microplastics in the digestive tracts of fish in the waters around Torishima

Shunsuke HORITA, Kazuyuki HASEGAWA, Yuhei SHIROTANI
and Yuji KIMURA

Table1 MPs detection amount

| Species | N | Water depth (m) | Number of fish with MPs | Detection rate | Number of MPs (particles) | Number of MPs/N (Average) | MPs Area (cm ²) | MPs Area (cm ² /Number of MPs) | one edge (mm) |
|---|----|--------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|------------------|
| ヨスジフエダイ (<i>L. kasmira</i>) | 4 | 54~75 | 4 | 100 | 146 | 36.5 | 59.8 | 0.4 | 6.3 |
| アカハタ (<i>E. fasciatus</i>) | 6 | 54~86 | 3 | 50 | 65 | 10.8 | 19.0 | 0.3 | 5.5 |
| アカハタモドキ (<i>E. retouti</i> Bleeker) | 3 | 103 | 2 | 67 | 3 | 1.0 | 0.9 | 0.3 | 5.5 |
| ヒメダイ (<i>P. sieboldii</i>) | 4 | 130~180 | 4 | 100 | 413 | 103.3 | 102.3 | 0.2 | 4.5 |
| ハナフエダイ (<i>P. argyrogrammicus</i>) | 20 | 193~283 | 19 | 95 | 325 | 16.3 | 195.5 | 0.6 | 7.7 |
| Total | 37 | | 32 | 87 | 952 | 25.8 | 377.5 | 0.4 | 6.3 |

3.2 MPs種類

各魚類から検出された MPs の種類を Fig. 1 に示す。

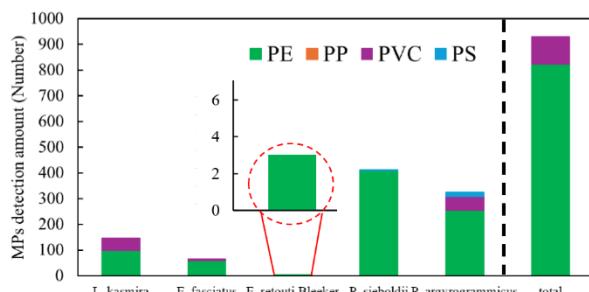


Fig. 1 Types of MPs detected

Fig. 1 より、各魚類からは主に PE が検出され、総検出割合は PE 86.5%(823 個)、ポリ塩化ビニル (PVC) 11.3%(108 個)、ポリスチレン (PS) 2.2%(21 個) となった。魚類別でみるとヨスジフエダイ、アカハタおよびハナフエダイからは PE と PVC、ヒメダイとハナフエダイからは PS が検出された。

3.3 MPs 表面吸着物

GC/MS 分析結果より、魚類消化管内から検出された MPs にはブチルオクチルフタレート、パルミチン酸およびステアリン酸が吸着していると推定した。ブチルオクチルフタレートは年間 300 万トン以上使用されており、主にプラスチック製品の可塑剤として使用されている。また、内分泌攪乱作用を有し、難分解性であることから、環境中に長期間残留する可能性がある。

3.4 MPs(PE)の劣化度年数推定

各魚類の消化管内から検出された MPs(PE)の劣化度年数の推定結果を Fig. 2 に示す。

Fig. 2 より、CI の値からヨスジフエダイを除き、PE の劣化度年数は 1 年 2か月から 1 年 4か月と推定され、劣化度年数に大きな変化はなかった。しかし、一番浅い水深で生息していたヨスジフエダイ

から検出された PE のみ劣化度年数が 2 年 1か月と推定した。ヨスジフエダイは他の魚類と異なりプランクトン性甲殻類を餌としていることから、劣化により微細化された MPs を摂食していた可能性が示唆される。

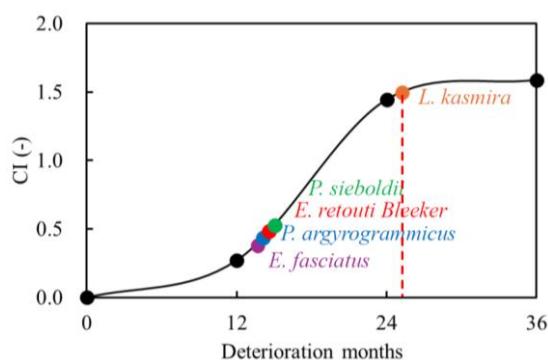


Fig. 2 Estimated degradation duration of PE

4 結論

鳥島近海で釣獲された魚類 5 種 37 尾のうち 32 尾(検出率 : 87%)から 952 個(1 尾平均 25.8 個)の MPs が検出された。また、検出された MPs の種類は 3 種類であり、PE(86.5%)、PVC(11.3%)、PS(2.2%) と PE が大半を占める結果となった。MPs 表面からはブチルオクチルフタレートが検出され、人への影響および環境への影響が示唆された。

今後の展望として、魚の食性、生息環境と MPs 検出数との関連性を調査する。

参考文献

- 1) A. Isobe, et al., Microplastics and Nanoplastics, 2021, **1**, 16.
- 2) 牛島大志, et al., 水環境学会誌, 2018, **41**, 107-113.
- 3) R. Okubo, et al., Marine Pollution Bulletin, 2023, **192**, 114951.