

県内河川におけるマイクロプラスチックの 実態把握のための調査手法の検討

Examination of survey procedures for evaluating the presence of Microplastics in rivers across Kagawa prefecture

横井 浩二
Koji YOKOI

要 旨

令和3年6月に環境省から、河川マイクロプラスチック調査ガイドライン（以下「本指針」という。）が示されたことをうけ、本指針を参考に、県内における河川水中のマイクロプラスチック（以下「MP」という。）の実態把握のための調査手法を検討するため、中讃地域の河川において調査を行った。

本県河川では、試料採取前の天候等によっては、流速が遅く水深が浅い場合には、試料採取時の工夫が必要と考えられたが、今回の調査では、概ね本指針に準じた河川MPの採取～前処理～分析が可能であった。

本調査結果では、MP 個数密度：2.4 個/m³、主なMPの種類：ポリエチレン 58.8%・ポリプロピレン 12.5% となり、他県調査結果と同程度の結果が得られた。

Abstract

In June 2021, the Ministry of the Environment issued guidelines for microplastics surveys in river water (hereinafter referred to as the "Guidelines"). As per the Guidelines, we conducted a survey in the rivers of the Chusan area in order to evaluate the methods used to check for microplastics (hereinafter referred to as "MP") in the river waters in the prefecture.

In the rivers of this prefecture, depending on factors such as the weather, the flow of water may be slow and the water depth may be shallow, so we believed that it may be necessary to devise alternative sampling methods. However, we found through this study that it was possible to sample, treat, and analyze MP in the river water by roughly following the Guidelines.

In this survey, we found the MP density to be 2.4 pcs/m³. The main types of MP were polyethylene (58.8%) and polypropylene (12.5%). These results are comparable to those of other prefectural surveys.

キーワード：水位、水深、流速、個数密度、形状、色、サイズ、種別、試料採取、ろ過、比重分離、観察

I はじめに

近年、5 mm以下の微細なプラスチック類であるマイクロプラスチック（以下「MP」という。）による海洋汚染が世界的な問題となっている。海洋MPの多くは、陸域から河川を通じて海洋に流出するといわれており¹⁾、MPの排出実態の把握は喫緊の課題となっている。

令和3年6月に環境省から「河川マイクロプラスチック調査ガイドライン」（以下「本指針」という。）が公表されたが²⁾、本指針ではプランクトンネットを用いた試料採取を行うため、概ね0.3m/s以上の流速及び50cm以上の水深が確保できる地点における調査を対象としている。しかしながら、本県河川では、試料採取前の天候等によ

っては、必要な流速及び水深が確保できないことが十分想定され、試料採取時の工夫が必要となる。

そこで本指針を参考に、県内における河川水中のMPの実態把握のための調査手法を、中讃地域の河川を選定し、検討を行ったので、結果を報告する。

II 方法

1 事前調査

はじめに、国土交通省の水文水質データベース等を活用して、本指針の参考資料に記載されている中四国の10河川と比較して、県内河川の特徴の整理を行った。中四国河川では、平均水深1.00m・平均流量27.86m³/s

に対して、県内河川では、平均水深 0.43m・平均流量 $0.35\text{m}^3/\text{s}$ であった。

この調査結果から、県内河川では中四国河川と比べて、平均水深が 1/2 程度であり、平均流速も相当遅いことが推測され、河川 MP の採取にあたっては、水深・流速の確保や試料採取時の工夫が必要と思われた。

2 調査対象河川の選定

調査対象河川は、次の点を考慮して選定を行った。

- ・山から海に向かって流れる、県内の 2 級河川であること。
- ・人口集中地区を流れる河川であり、下流域に河川(水質)の環境基準点を有すること。
- ・通常時において、概ね $0.3\text{m}/\text{s}$ 以上の流速及び 50cm 以上の水深が見込めること。
- ・近隣住民の生活の支障にならず、安全かつ安定的に試料採取が可能であること。

3 調査概要

上記の内容を考慮し、調査対象河川として、中讃地域の 2 級河川を選定し、令和 3 年 8 月 12 日に、当該河川の下流 1 地点において、河川水中の MP の試料採取を行った。なお、試料採取、前処理及び観察・分析方法については、本指針を参考として行い、県内河川への適用性の確認を行った。

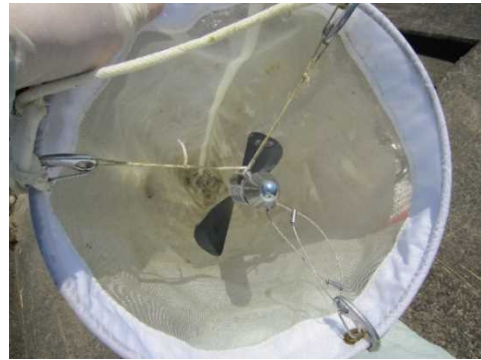


(調査対象河川)

4 試料採取

採取は目開き 0.3mm、口径 300mm のプランクトンネット(以下「ネット」という。)を用い、ネット開口部中央に低流量用ろ水計を装着して、河川の流心位置において採取を行った。

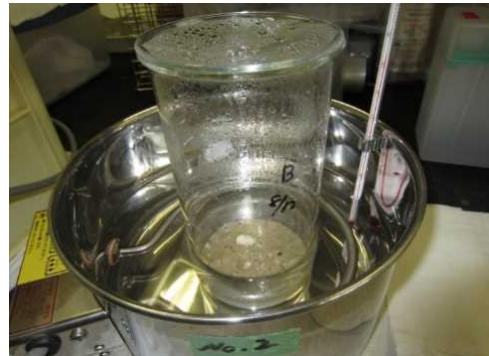
また自然通水により、ろ水量が 10~20 m^3 程度となるように時間設定し、試料採取を行った。



(ろ水計装着プランクトンネット)

5 前処理

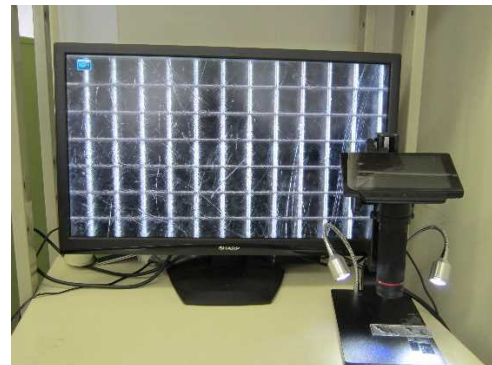
目開き 0.1mm のネットによるろ過、乾燥機(約 60°C)による水分除去、30%過酸化水素水による有機物分解、5.3M ヨウ化ナトリウム溶液による比重分離による前処理を行い、MP 候補粒子の抽出を行った。



(有機物分解)

6 観察・分析

MP 候補粒子を分取し、デジタル顕微鏡による観察(長径の計測・色や形状による分類)を行った。その後、フーリエ変換赤外分光光度計(以下「FT-IR」という。)による MP の同定を行った。



(デジタル顕微鏡観察)

III 結果

1 概況

(1) 調査日前後の河川水位の変動

調査4日前から調査2日後までの河川水位の変動の状況は、図1のとおりである。調査地点の河川水位は、海水位等と連動した自動開閉水門により制御されているため、規則的な変動となっているが、近隣の他水系地点の河川水位は、降雨の影響を受けた水位となっている。実際、調査3日前及び4日前に10mm/日程度の降雨があり、その時の河川水位の上昇が見取れる。調査日の試料採取後に降雨による河川水位の上昇がみられるが、調査時は水位の上昇はなく、通常時の試料採取が可能であった。

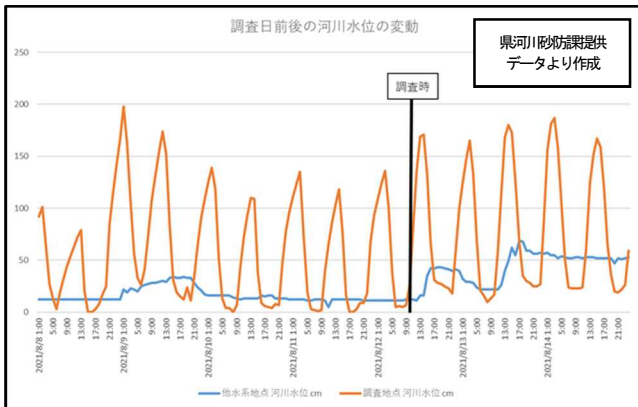


図1 調査日前後の河川水位の変動

(2) 試料採取

調査日当日の試料採取の状況は表1のとおりである。干潮後の水門1基開放時に、橋梁からネットを降下して浸漬し、23分間(ろ水量 24.7m³)試料採取を行った。当日の河川は、一定の流速及び水深があったため、ネットを完全に浸漬するとともに、ろ水計を継続的に回転させた状態で採取することができた。

表1 試料採取の状況

採取日時	R3.8.12 8:48~9:11	採取方法	橋梁からの 降下
天候	曇り・少雨	流速	0.25 m/s
水深	0.8 m	ろ水量	24.7 m ³

(3) 前処理

ろ過：あらかじめ木の枝や葉などの夾雑物はできる限り除去したが、自然ろ過では、0.1mm ネットの目詰まり等によりろ過が滞ったため、MP への影響が少ない弱吸引ろ過が有効であった。

乾燥：約60℃設定の乾燥機に、時計皿で蓋をした試料ビーカーを入れて乾燥するが、乾固しない程

度に乾燥するまでに、約5日かかった。乾燥開始時の液量をできるだけ少なくするとともに、液量が多い場合は、複数のビーカーに分けて乾燥することが有効であった。

有機物分解：過酸化水素を加えて有機物分解を完了するまでに約4日かかった。有機物分解が不十分だと、有機物の残骸が残り、後のMP候補粒子の抽出に手間取るため、確実に分解を完了する必要があった。

比重分離：5.3M ヨウ化ナトリウム溶液による比重分離は、4時間程度で完了した。開始時は、漏斗の壁面に付着物がないようにすることと、下部のチューブに空気が残らないようにすること、また終了時は、下層部分の粒子等を巻き上げないようにすることに留意した。

(4) 観察・分析

観察：デジタル顕微鏡を用いて、MP候補粒子の観察(長径の計測・色や形状による分類)を行った。後の分析においても、各粒子が特定できるように、各々検体番号を付番し、個別に観察記録及び写真撮影を行ったのち、個々にウェルプレートに保存した。

分析：BRUKER製 FT-IR ALPHA を用いて、各MP候補粒子の測定を実施し、MPの同定を行った。MP候補粒子は大きさが5mm以下であり、帯電していることが多いため、飛び跳ねが生じることがあったが、紛失が生じないように、細心の注意をはらった。

2 調査結果

(1) MPの個数密度

調査対象河川水中のMPの個数密度は2.4個/m³であった。本指針の参考資料に記載されている全国90河川水中のMP個数密度の結果は、表2のとおり、平均値4.3個/m³・中央値1.5個/m³となっており、今回の結果は、他県調査結果と同程度であった。

表2 全国河川水中のMP個数密度

個数密度 (個/m ³)	最大	最小	平均	中央
全国河川	63.9	0.03	4.3	1.5
調査対象河川	2.4			

(2) MPの形状別検体割合

MPの形状別検体割合を図2に示す。膜・シート状(32.1%)や破片(28.2%)に次いで、円柱・球(26.9%)が多く確認された。球状のMPは大きさが直径4mm程度、色は白又は黄主体のものが多く、被覆肥料殻の可能性が考えられた³⁾(図3参照)。

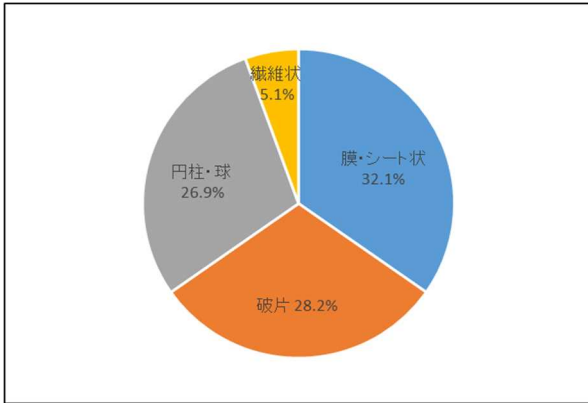


図2 MPの形状別検体割合



図3 観察された各種MP

(3) MPの色別検体割合

MPの色別検体割合を図4に示す。複合(34.6%)、黄(17.9%)、白(11.5%)が多く確認された。複合の詳細をみると、大部分が白又は黄を主体として、一部他色が混在しているものであり、実質的には白又は黄で、全体の60%以上をしめていた。

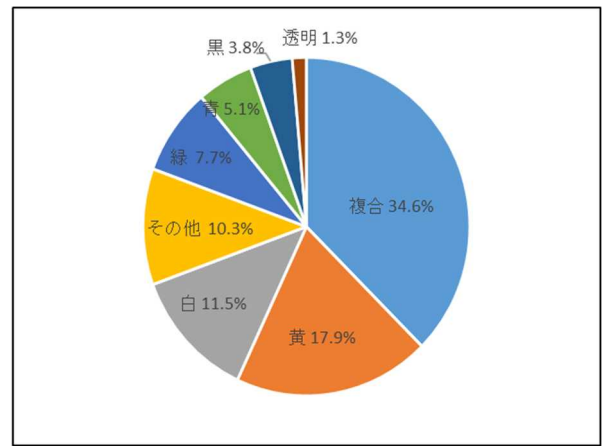


図4 MPの色別検体割合

(4) MPの大きさ別検体割合

MPの大きさ別検体割合を図5に示す。1.5mm以上2.0mm未満のものが17.9%と最も多く、次いで2.0mm以上2.5mm未満が14.1%、さらに1.0mm以上1.5mm未満のものが12.8%をしめていた。

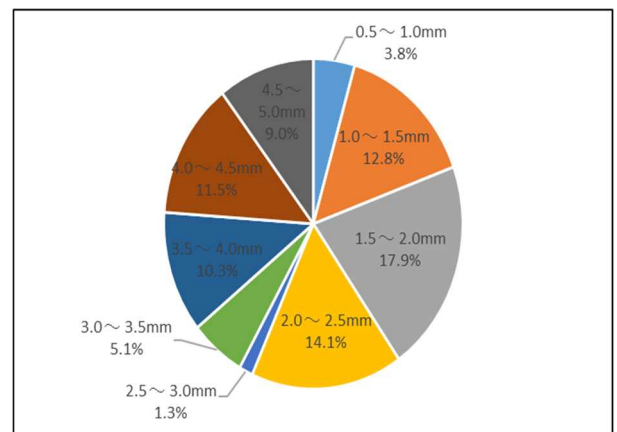


図5 MPの大きさ別検体割合

(5) MPのプラスチック種別検体割合

MPのプラスチック種別検体割合を図6に示す。ポリエチレンが58.8%、ポリプロピレンが12.5%をしめており、この2種で全体の約71%となっていた。また、その他は全体の23.8%であったが、このうちエチレン酢酸ビニル共重合体が約6%含まれていた。ポリエチレンやポリプロピレンは、国内で最も多く生産されており⁴⁾、日常生活においてもポリエチレンは袋やラップフィルム、ポリプロピレンは包装フィルムや食品容器など、幅広く使用されている⁵⁾。

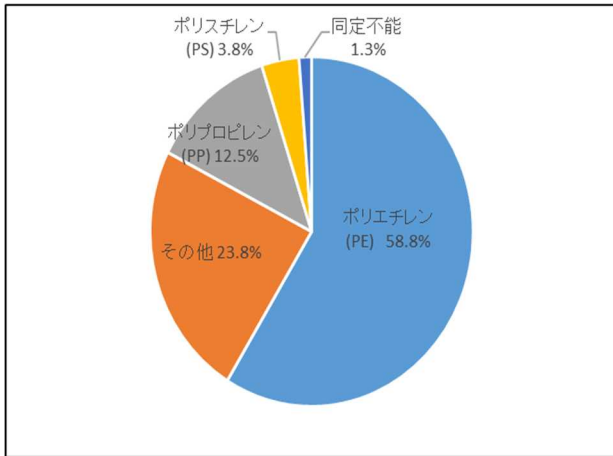


図6 MPのプラスチック種別検体割合

IV 考察

今回の検討をふまえ、作業上の主な問題点及び対応策を整理した結果は、次のとおりである。

①試料採取

(問題点) 本県河川は平均水深が浅い・平均流速が遅いため、本指針に準じた試料採取が困難である。

(対応策) 採取場所として、川幅が狭くなっている場所や、一部の堰だけが開放している場所の選定を検討する。このような場所では、他の場所と比べて流速が速くなり、河床が削られて水深が深くなっていることがあり、流速や水深の確保が容易になる場合がある。

②前処理 (ろ過)

(問題点) 0.1mm ネットでのろ過時において、目詰まりによりろ過が滞留して進まない。

(対応策) 自然通水ではなく、弱吸引ろ過を実施することで、MP への影響が少なく、スムーズにろ過を完了することができる。

③前処理 (比重分離)

(問題点) 漏斗下部のチューブに空気が残っていると、チューブ開放時に、空気と一緒に溜まった砂等を巻き上げて、比重分離が無駄になる。

(対応策) 比重分離の開始時に、下部チューブの空気を取り除いておくことで、終了時に砂等を巻き上げることなく、分離回収ができる。

④観察・分析

(問題点) 各MP 候補粒子について、デジタル顕微鏡観察を行ったのち、FT-IR 分析を行い、これらの結果をひとまとめにすることになるため、各粒子の管理が不適切になれば、粒子ごとの結果整理が困難になる。

(対応策) 各粒子に検体番号を付番し、各々をウェルプレートなどの検体番号ごとの個別セルに保存し管理することで、各粒子の特定が可能となる。

V まとめ

今回検討を行った結果、本指針を本県河川に適用する場合の調査手法について、一定の知見が得られた。

調査対象河川水中のMP の個数密度は、2.4 個/m³であり、その材質はポリエチレンやポリプロピレンなど、日常生活で幅広く使用されているものが大部分であった。また、今回河川MP として特徴的な、被覆肥料殻と思われるものが複数検出された。

今回得られた知見をもとに、今後も河川MP 調査を継続的に行い、実態把握に努め、河川MP の原因になるプラスチックの排出削減対策につなげていきたい。

文献

- 1) Jambeck J R, Geyer R, Wilcox C, Siegler T R, Perryman M, Andrady A, Narayan R and Law K L, :Plastic waste inputs from land into the ocean, Science, 347, Issue 6223, 768-771, (2015)
- 2) 環境省水・大気環境局環境課:河川マイクロプラスチック調査ガイドライン(令和3年6月)
- 3) 中根芽莉, 谷口義則, 大脇健史:愛知県内河川におけるマイクロプラスチック汚染陸の水, Limnology in Tokai Region of Japan, 88, 1-7, (2021)
- 4) 塩ビ工業・環境協会 HP:プラスチックの種類別生産量, https://www.vec.gr.jp/statistics/statistics_4.html (令和4年9月22日閲覧)
- 5) 日本プラスチック工業連盟 HP:主なプラスチックの特性と用途, <http://www.jpif.gr.jp/2hello/conts/youto.pdf> (令和4年9月22日閲覧)