

河川水中マイクロプラスチックの調査手法の検討結果について

新潟県保健環境科学研究所
高橋修平

調査経緯

- ▶ 海洋へ流出するプラスチックごみによる環境汚染が深刻化
 - ・年間800万トンものプラスチックごみが海洋へ流出していると報告されている*1
 - ・陸域から海域への主な流出経路は河川であるとされている*2
- ▶ 直径5mm以下の微細なプラスチック片＝マイクロプラスチック*3 (MPs) が生態系へ及ぼす影響の懸念
- ▶ 環境省が汚染状況の把握や低減施策の実施



*1 World Economic Forum: The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics (2016)

*2 環境省 河川マイクロプラスチック調査ガイドライン(2021)

*3 Report and Studies 90 "Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: a Global Assessment" (p14-29, I.M.O.L.(2015)) 2

問題点と研究概要

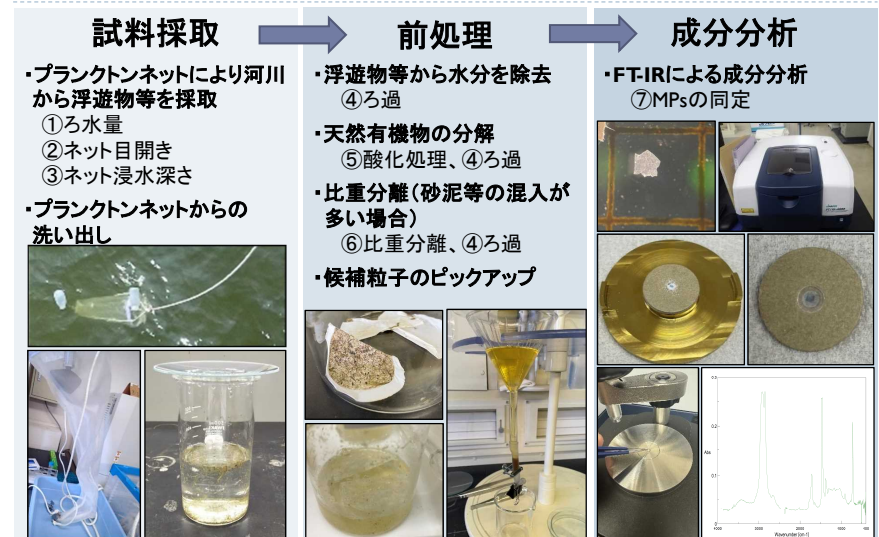
問題点

- 1 河川MPsの調査方法については公定法が確立されていない
 - ・令和3年6月に環境省がガイドラインを公表したのみ
- 2 県内の河川における測定事例が極めて少ない
 - ・MPsの分布状況は明らかになっていない

研究概要

- 1 河川MPs調査方法の検討
 - ・公定法がないため適切な採取方法及び測定方法を検討する(R2)
 - ・環境省ガイドラインに沿った調査方法とする(R3~)
- 2 県内における実態把握
 - ・河川MPsについて県内の広い範囲で実態把握を行う

1 河川MPs調査方法の検討



採取方法の検討

①ろ水量(ネットに通水する量)

当所検討(R2)	環境省ガイドライン(R3)	再検討結果
20m ³ 確保が目標	10~20m ³	10m ³ 以上

- 混濁した河川では、ネットの目詰まりを目視で判断することが困難
- ろ水計で流速をあらかじめ確認することで、必要な水時間を設定

②ネットの目開き

当所検討(R2)	環境省ガイドライン(R3)	再検討結果
0.335mm	0.3mm程度	0.335mm

- 環境省ガイドラインで主な調査対象となるMPsは1mm以上の大きさであることから、ネットの目開きは従来の0.335mmで支障ないと判断



図 採取に使用するプラクトンネット



図 ろ水計

ネットの目開きが0.1mmと0.335mmで異なっても採取されるMPsの個数密度には有意な影響を及ぼさないことが報告されている*

*Kataoka et al. Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan. *Environmental Pollution* 244, 958 (2019) 5

採取方法の検討

③ネットの浸水深さ

当所検討(R2)	環境省ガイドライン(R3)	再検討結果
浮きを付け全没させない (浸水面積:0.057m ²)	開口部を全没させる ネットの上端は水面	開口部を全没させる ネットの上端は水面 (浸水面積:0.07m ²)

- MPsは河川水面からの深さにより分布が異なる可能性があることから、環境省ガイドラインに準じて開口部を全没させる

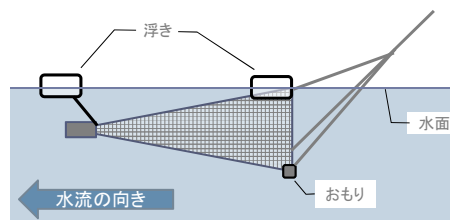


図 水中のネットの模式図



図 ネットによるマイクロプラスチック採取の様子

前処理方法の検討

④ろ過

当所検討(R2)	環境省ガイドライン(R3)	再検討結果
5μmメンブレンフィルター	目開き0.1mm程度のネット	5μmメンブレンフィルター (必要に応じて目開き0.1mmのネットを併用)

- 試料の損失低減のため、主に5μmメンブレンフィルターを使用する
- 酸化処理後の残渣や底質等の微粒子が多量に含まれる場合は、目開き0.1mmのネットにより除去する

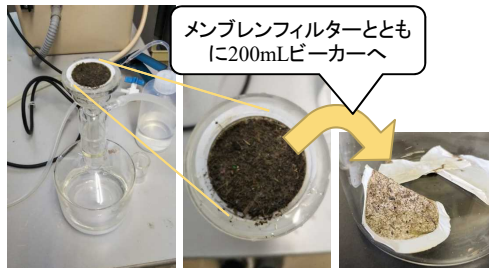


図 メンブレンフィルターによるろ過



図 ネットによるろ過

前処理方法の検討

⑤酸化処理

当所検討(R2)	環境省ガイドライン(R3)	再検討結果
30%過酸化水素水を加え、60°Cに加熱し数日間攪拌しながら静置	30%過酸化水素水を加え、55°Cに加熱し3日間静置 酸化が十分でない場合は追加で酸化処理を行う	30%過酸化水素水を加え、55°Cに加熱し、数日間静置(日中のみ加熱)

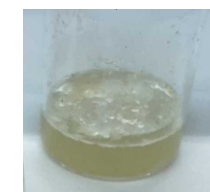
- 加熱によるMPsの変形等を低減するため、温度は55°Cに設定
- 安全性の確保のため加熱は日中のみとし、天然有機物の酸化が十分に進むまで数日間静置する



a. 処理前



b. 処理中



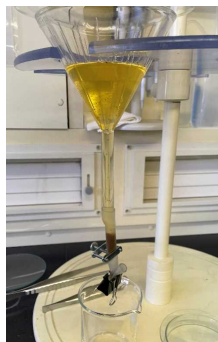
c. 処理後

図 酸化処理の経過

前処理方法の検討

⑥ 比重分離

当所検討 (R2)	環境省ガイドライン (R3)	再検討結果
よう化ナトリウム水溶液 (184g/100ml) とビーカー	5.3Mよう化ナトリウム水溶液 (79.4g/100ml) と漏斗	5.3Mよう化ナトリウム水溶液 (79.4g/100ml) と漏斗



- 比重が大きなPVCやPET(比重1.4程度)等を浮遊させることができればよい。環境省ガイドラインに準じたよう化ナトリウム水溶液(比重1.5程度)により比重分離する
- 操作性の向上のため、環境省ガイドラインに準じて漏斗を用いて比重分離する

表 代表的なプラスチックの密度

名称	略称	密度(g/cm ³)
ポリエチレン	PE	0.92~0.97
ポリプロピレン	PP	0.90~0.91
ポリスチレン	PS	1.03~1.06
ポリ塩化ビニル	PVC	1.30~1.58
ポリエチレンテレフタレート	PET	1.29~1.40

図 漏斗を用いた比重分離

▶ 日本プラスチック工業連盟「身の回りの代表的なプラスチック」(<http://www.jpif.gr.jp/00plastics/plastics.htm>)

9

成分分析方法の検討

⑦ 成分分析方法

当所検討 (R2)	環境省ガイドライン (R3)	再検討結果
FT-IR透過法 (KBr錠剤)	FT-IR全反射測定法 (ATR法) ※使用例が多い方法を記載したもの	FT-IR透過法 (KBr錠剤) → FT-IR ATR法

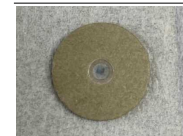


図 硬質紙製形成器で形成したKBr錠剤

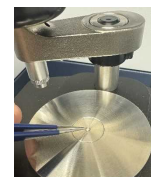


図 ATR法による測定

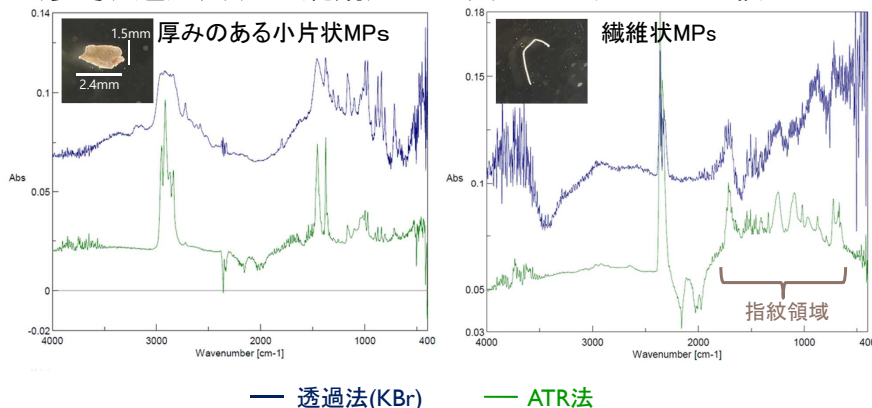
表 FT-IRの測定法ごとのメリット・デメリット

	透過法 (KBr錠剤)	ATR法
測定方法	・使い捨ての硬質紙製形成器に顕微鏡を用いて候補粒子をセットし、KBr錠剤に封入する ・KBr錠剤に赤外線透過してスペクトルを得る	・測定器のプリズム上にメガネ型ルーペを用いて候補粒子を直接セットする ・試料表面で赤外線を全反射させてスペクトルを得る
メリット	・試料の紛失リスクが小さい ・KBr錠剤内に試料を長期間保存可能	・KBr錠剤の形成が不要なため、比較的少量の測定が可能 ・繊維の測定が可能
デメリット	・KBr錠剤の形成に体力を要するため、多量の測定は困難 ・繊維の測定は困難	・試料の紛失リスクがある ・測定後に試料の回収が困難な場合が多い

10

成分分析方法の検討

(参考) 透過法 (KBr錠剤) と ATR法のスペクトルの比較



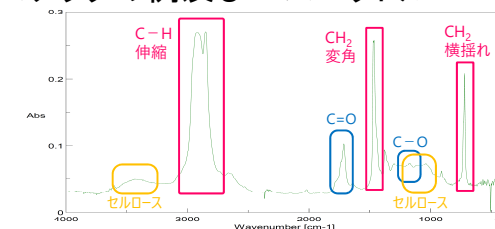
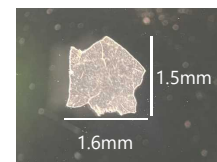
ATR法では厚みがある試料でもシャープなスペクトルを得ることができ、また、面積が小さな繊維でも良好なスペクトルを得ることができる

11

成分分析方法の検討

(参考) マイクロプラスチックの例及びIRスペクトル

・ PE (ポリエチレン)



PEが本来示すピークの外に...

紫外線や熱による劣化により、1700cm⁻¹付近にC=O、1200cm⁻¹付近にC-O等の酸化を示唆する官能基や結合に由来するピークが見られる

分解された残渣に含まれるセルロースと思われるピークが見られる

環境中に存在するプラスチックは必ずしも標準品のスペクトルと一致しない

▶ 分析者の経験が必要

12

2 県内における実態把握

(1) 信濃川(平成大橋)調査 (令和2年度及び令和4年7月)

表 信濃川(平成大橋)の小片状マイクロプラスチック量

採取日	形状		素材			ろ水量(m ³)	MPs/m ³
	フラグメント	フィルム	PP	PE	PS		
2020/5/12	14	4	11	7	0	20.1	0.9
2020/8/20	0	10	0	10	0	12.9	0.8
2020/11/19	10	15	7	17	1	20.6	1.2
2021/2/22	18	63	3	77	1	45.4	1.8
2022/7/27	7	3	5	5	0	12.7	0.8

- 冬季の方が夏季よりも小片状(フラグメント、フィルム)MPsの個数密度が大きい
- 環境省ガイドラインに沿うように調査方法を見直したが、小片状MPsの個数密度に変化はなかった。

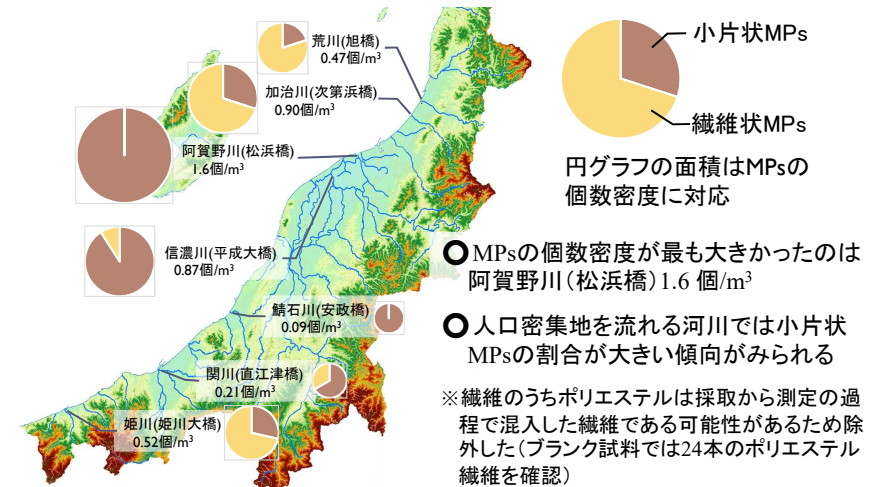
文献値

year	site	MPs/m ³	reference
2015-2016	国内18河川	0.0064 - 2.5	工藤功貴ら：日本国内における河川水中のマイクロプラスチック汚染の実態とその調査手法の基礎的検討
2014	日本近海	0.6 - 4.2	東京海洋大学：平成26年度 沖合海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務報告書

13

2 県内における実態把握

(2) 県内河川調査 (令和4年7月) 個数密度



14

2 県内における実態把握

(2) 県内河川調査 (令和4年7月)

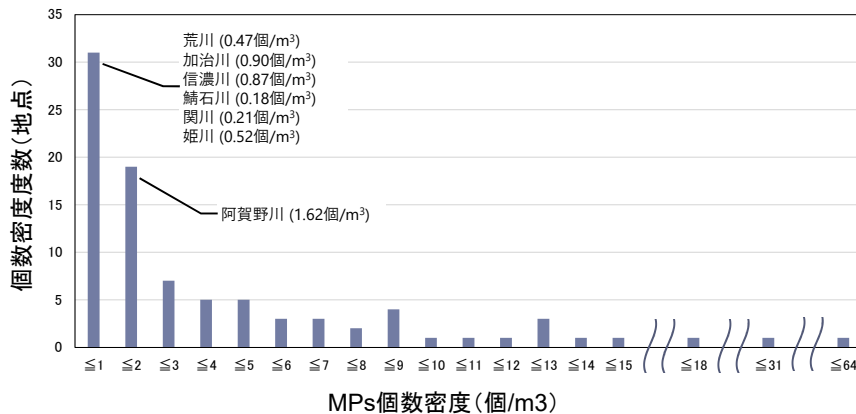


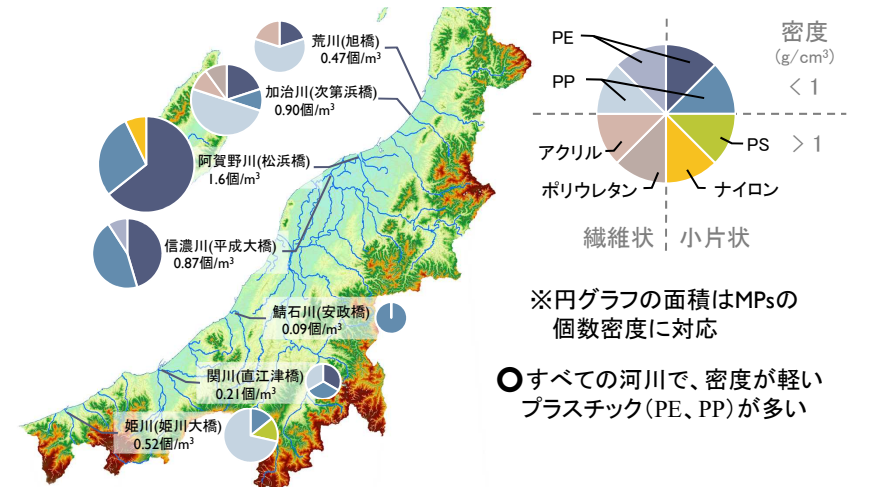
図 全国の河川水中マイクロプラスチックの個数密度度分布※

※環境省 河川マイクロプラスチック調査ガイドライン(2021)の表をもとに作図

15

2 県内における実態把握

(2) 県内河川調査 (令和4年7月) 素材



16

現在の取り組み

①繊維状マイクロプラスチックの測定方法に関する検討

- ▶ FT-IR ATR法による測定 → OK
- ▶ コンタミネーションの軽減 → 確認中

②マイクロプラスチックと河川流域の関係

- ▶ 阿賀野川における調査 → 実施中



環境基準の設定等、今後発生し得る政策的ニーズに速やかに
対応するため、技術を蓄積し、バックグラウンドデータを得る