

新潟県における大気環境中のマイクロプラスチック 調査手法の基礎的検討

新潟県保健環境科学研究所
調査研究室大気科学科
小竹 佑佳

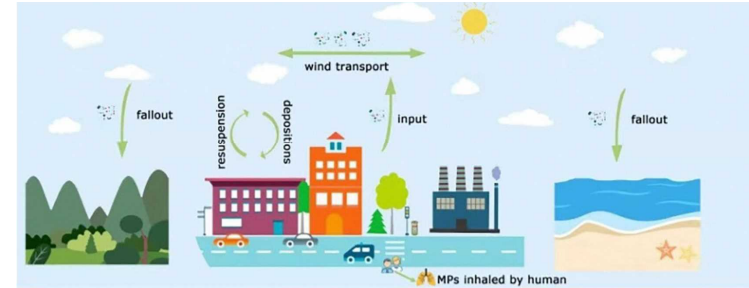
背景

- ▶ 日本を含む世界各地でAMPs研究が行われている(下表)。
- ▶ 従来の知見では、**繊維状**AMPsが多いとの報告が多い。
⇨ **新宿の結果(最新)**はこれと相反

| 国名・都市 | 採取大気 | 個数濃度 (本/m ³) | 大きさ (μm) | 性状 | |
|--------------|------|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------|
| フランス・パリ | | 0.3 - 1.5 | 50 - 1650 | 繊維状 | Dris et al.(2017) |
| 中国・上海 | | 0 - 4.18 | 23 - 9555 | 繊維状(67%) | Liu et al.(2019a) |
| | 屋外 | 0.05 - 0.07 | 12 - 2191 | 繊維状(43%) | Liu et al.(2019b) |
| イラン・アサルイエ | | 0.3 - 1.1 | 20 - 100 | 繊維状 | Abbasi et al.(2019) |
| インドネシア・スラバヤ | | 55.93 - 174.97 | <500 - 5000 | 繊維状 | Syafei et al.(2019) |
| 日本・新宿 | | 5.22±1.27 | 5 - 70 | 破片状(66%) | 大河内ら(2022) |

背景

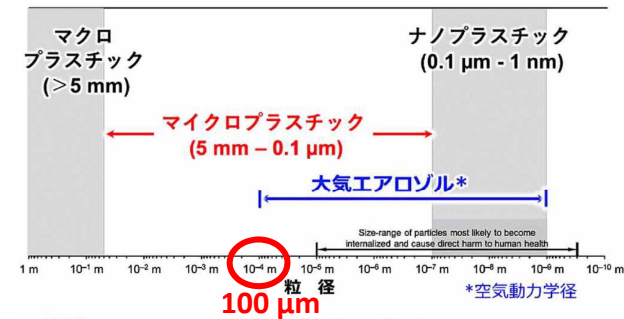
- ▶ 水中だけでなく、大気中にも微小なマイクロプラスチック(MPs)が浮遊しており、他の汚染物質と同様に放出→浮遊→沈着と地球規模で循環していると考えられている。
- ▶ 大気中の浮遊MPsは、特に**AMPs**(**A**irborne **M**icro**P**lastic**s**)と呼称される。



Chen et al., Science of The Total Environment (2020)

課題

- ▶ AMPsの研究は**黎明期**、様々な手法が混在
- ▶ AMPsはマイクロプラスチックの中でも、小さなもの



- ✓ 海洋MPsは 100 μm 以上が主なターゲット
- ✓ 呼吸による人への健康リスクを考えると、吸入性粒子(空気動力学径 4 μm以下), 特に PM2.5が大気中では重要

研究の目的

- 一定の**信頼性・再現性**を担保した調査手法の確立
- 県内のAMPs実態把握を実施
(基礎資料化)

5

調査の流れ

サンプリング

どのように試料を採取するか？



濃縮
前処理

どのように測定可能な状態にするか？



測定

どのような機器で測定できるか？



解析

測定結果からどのようにAMPsを判別するか？

6

サンプリング方法の検討(使用機器)

- サンプリングに使用するポンプ
 - ◆ ハイボリュームエアサンプラー(HV)
 - ◆ ローボリュームエアサンプラー(LV)



ローボリュームエアサンプラー



以下の理由からローボリュームエアサンプラーを採用

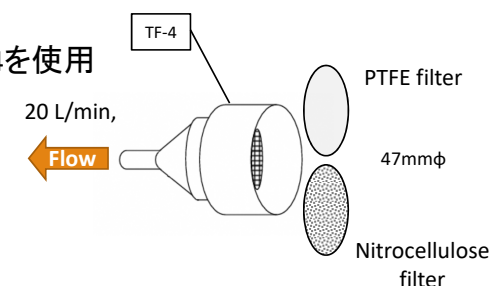
- ① 線速度がローボリの方が大きい
- ② ハイボリでは捕集面が大きくなり、前処理に時間を要する
- ③ ローボリで使用するフィルターの方が安価

※R5年度は機器の都合から吸引ポンプとマスフローメーターを使用

7

サンプリング方法の検討(フィルター)

- 捕集用フィルターのホルダー
 - ◆ PTFE製である柴田科学のTF-4を使用
- 捕集用フィルター
 - ◆ ニトロセルロースフィルター
 - ◆ PTFEフィルター



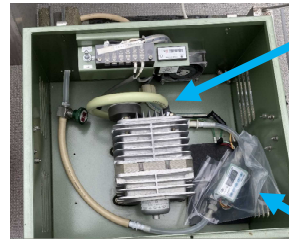
ニトロセルロースフィルターもAMPsの採取に適用できることは確認できたが、フィルターがもろいことなどから、PTFEフィルターを採用。



TF-4

8

サンプリングの様子



吸引ポンプ

○サンプリングの目安
流速20 L / minで72時間以上

マスフローメーター

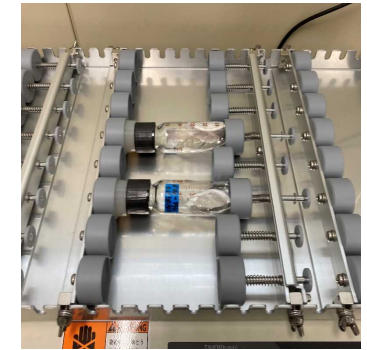
9

前処理方法の検討(濃縮)

PTFEフィルターに捕集した試料を
超純水で抽出

50 mLガラス遠沈管に捕集用フィルター、
超純水 20 mLを添加
→ 振とう機で振とう抽出
(120分、100 rpm程度)

濃縮用フィルター(親水性PTFEメンブ
ランフィルター)で抽出液を減圧濾過



※コンタミネーション防止のため不織布マスクは外し、綿100%の
白衣とニトリル手袋を着用して作業

10

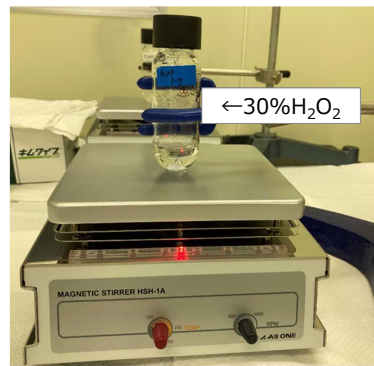
前処理方法の検討(有機物分解)

AMPsの表面にセルロースなどの
バイオフィルムが形成されている場合、
同定が困難になる可能性がある。



有機物分解の処理が必要
既往研究を参考に以下の方法を採用

50 mLガラス遠沈管にフィルター、攪拌子、
30% H_2O_2 20 mLを添加
→ ホットスターラーでゆっくり加温・攪拌
(60°C、24hr)
→ 空冷後、減圧濾過



ホットスターラー
(加温・攪拌)

11

前処理方法の検討(密度分離)

鉱物等を除去するため、密度分離の方法を検討し、
以下の方法を採用した。

50 mLガラス遠沈管にろ過後のフィルター、調製済みの
NaI溶液(比重1.7)を15 mL添加
→ 振とう(100 rpm, 60 min)
→ 同NaI溶液を15 mL追加、ろ紙を取り出した後、
遠心分離(2500 rpm, 60 min)
→ 静置(> 30 min)
→ 上層(15 mL)をピペットで吸い、100 mLビーカーへ
→ ピペット内を超純水で洗い、洗液も同じビーカーへ
→ 測定用の最終フィルターで減圧ろ過
最終フィルター: サポート付きアルミナフィルター;
Cytiva; Whatman™ Anodisc™ 25; φ25 mm;
0.2 μm Pore size



乾燥後もゆがみが生じない
ため、測定に有利

12

前処理方法の検討(ろ過)

測定用の最終フィルターで減圧ろ過

最終フィルター: サポート付きアルミナフィルター;

Cytiva; Whatman™ Anodisc™ 25; φ25 mm; 0.2 μm Pore size

測定する面積を狭めるため、できるだけろ過面積を絞りたい

有効ろ過面積

φ25 mm or φ4 mm or φ1 mm



ろ過にかかる時間や、ろ過後の最終フィルターの様子から、有効ろ過面積φ4 mmを採用。

(有効ろ過面積がより狭い方が測定には有利だが、有効ろ過面積φ1 mmではにじみが生じてしまう)



13

測定方法及び解析

顕微ラマン分光装置(日本分光、NRS-3100)により測定

(新潟県工業技術総合研究所下越技術支援センターのものを借用)



FT-IRよりも感度がよく、より小さいAMPsの測定にも対応

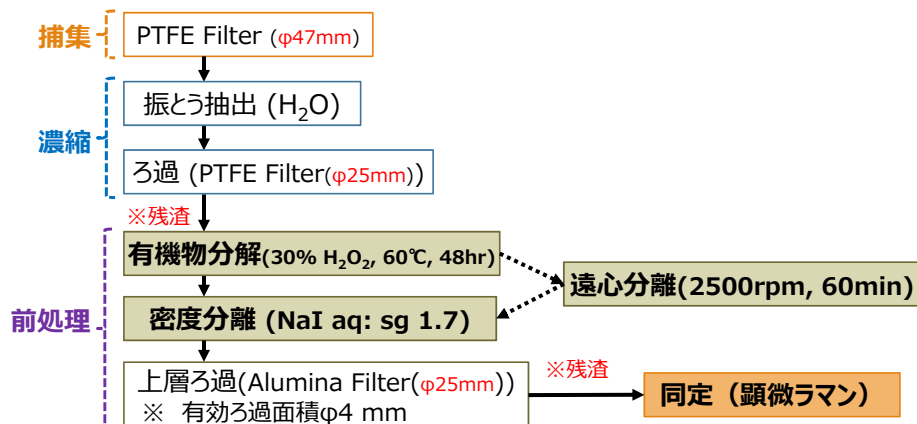
対象波数: 400-4000 cm⁻¹



測定結果をスペクトルライブラリのKnowItAll(Wiley)により同定

14

分析手順のまとめ



15

調査手法検討時の結果

大気を吸引してサンプリングした試料から

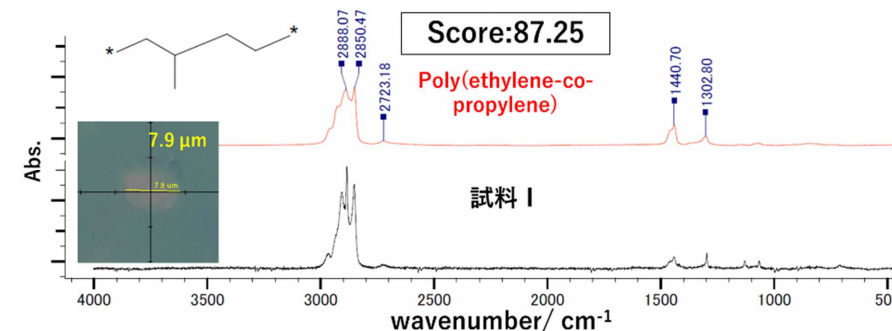
マイクロプラが検出された

※最終ろ過は有効ろ過面積φ25 mmで実施

● 期間: 2022/4/11-14

● 地点: 保健環境科学研究所

● 吸引流量: 86.4 m³



16

サンプリング地点

- ◆ 杉谷内局 (聖籠町)
 - ・一般環境大気測定局
 - ・付近に工業地帯がある



- ◆ 城岡自排局 (長岡市)
 - ・自動車排出ガス測定局
 - ・道路近傍に位置している



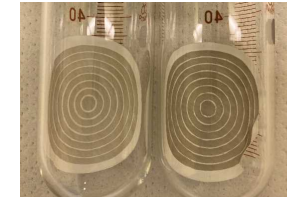
サンプリング記録

| 採取地点 | 採取期間 | 採取量 (L) | 採取流量 (L/min) |
|-------|------------------|---------|--------------|
| 杉谷内局 | 2023年 7月 7日~10日 | 81,423 | 18.0 |
| | 2023年 9月 22日~25日 | 83,875 | 18.4 |
| 城岡自排局 | 2023年 7月 11日~14日 | 80,698 | 19.0 |
| | 2023年 9月 26日~29日 | 77,653 | 19.0 |

- ◆ 捕集中のフィルター

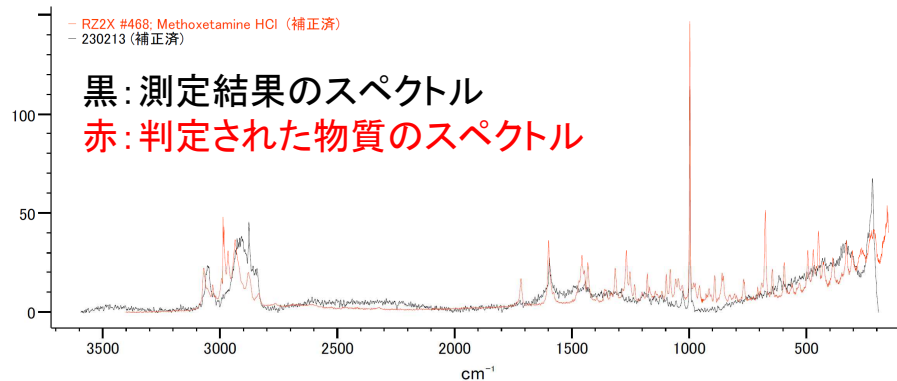
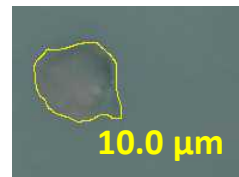


- ◆ ホルダーから外したフィルター



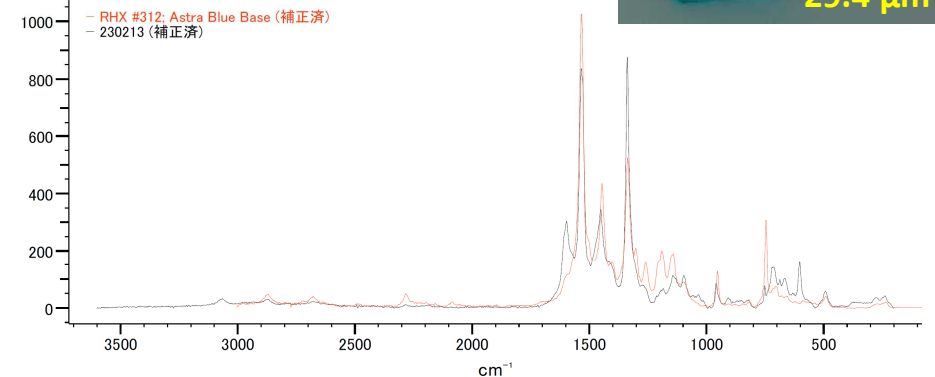
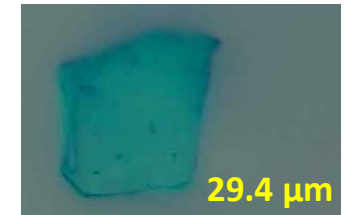
測定結果

- 城岡自排局、7月採取
→ マイクロプラではない



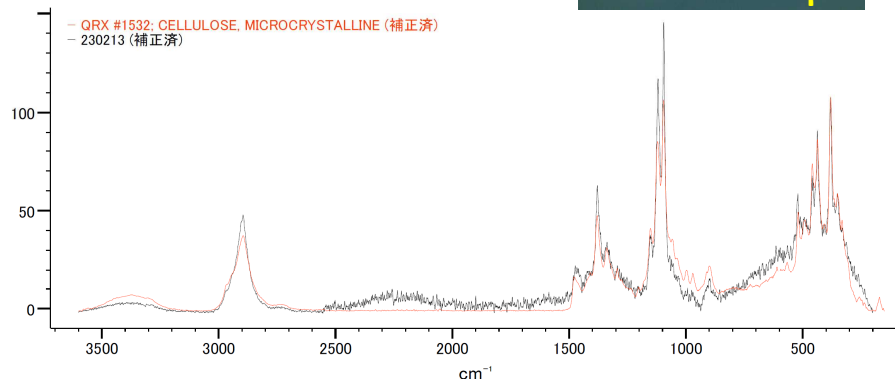
測定結果

- 城岡自排局、9月採取
→ マイクロプラではない



測定結果

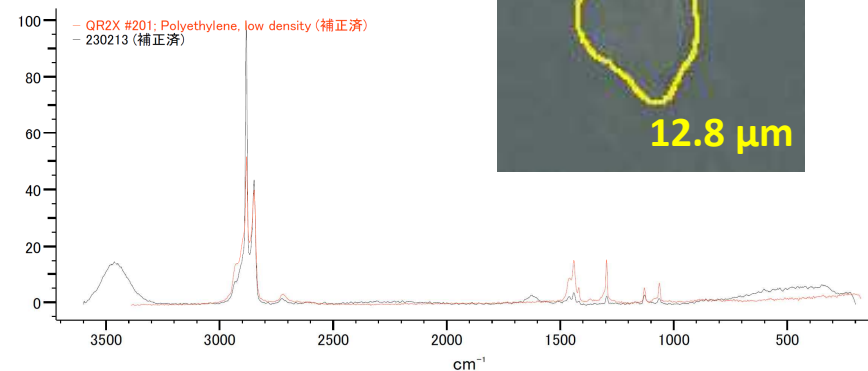
- 杉谷内局、7月採取
→ マイクロプラではない



21

測定結果

- 杉谷内局、9月採取
→ マイクロプラ(ポリエチレン)



22

まとめ

➤ まとめ

- ◆ AMPsの分析手法を検討し、実試料に適用した結果、AMPsが検出され、検討した手法はAMPsの定性分析に有効であることが確認された。
- ◆ 杉谷内局9月の試料からポリエチレンが検出された。

➤ 今後の方向性

- ◆ 分析精度の確認を行い、定量的な分析を行えるか検討する。
- ◆ 今後も試料を採取し、分析する。

23

謝辞・おわりに

- 本発表には、ACAP及び日本環境衛生センターとの共同研究「大気中・降水中マイクロプラスチック調査手法及びその信頼性向上に関する検討(R2-R4)」及び科研費の「粒子状物質のトレーサー成分を活用した大気中マイクロプラスチックの実態解明」の成果を使用しています。

- 同研究の成果は第62回、第63回及び第64回大気環境学会年会で発信しています

松谷亮, 二見真理, 遠藤智美, 平野瑞歩, 佐々木博行: 大気中マイクロプラスチック調査のための基礎的検討, 第62回大気環境学会年會要旨集, 62, 401(2021)

佐々木博行, 松谷亮, 二見真理, 遠藤智美, 平野瑞歩, 高橋司: 大気中マイクロプラスチック調査手法確立のための基礎的研究, 第63回大気環境学会年會要旨集, 63, 185(2022)

佐々木博行, 松谷亮, 二見真理, 遠藤智美, 平野瑞歩, 高橋司: 大気中マイクロプラスチック調査手法確立に向けた試みと展開, 第64回大気環境学会年會要旨集, 64, 197(2023)

24