2023年5月29日 第4回ERCA環境研究シンポジウム

大気中マイクロプラステック の実態解明と健康影響評価 Airborne MicroPlastic and Heath Impact のののでする

大河内博¹,速水洋¹,竹内政樹²,反町篤行³,藤 井佑介⁴,梶野瑞生⁵,足立光司⁵, 石原康宏⁶,岩本洋子⁶ ¹早稲田大学,²徳島大学,³東洋大学,⁴大阪公立大学, ⁵気象研究所,⁶広島大学

Ð



能登半島(広島大学・岩本洋子先生提供)

AMのとは?



肺胞内の最後の砦

肺胞マクロファージ(AMΦ): 白血球の一種(免疫担当細胞)
肺胞上皮に沈着した粒子状物質を貧食により、
肺胞表面を綺麗にする

病気が見える Vol. 4 呼吸器 第三版(メディックメディア), 広島大学・石原先生よりスライドを借用



共同研究・分析支援: パーキンエルマージャパン (µFTIR), 日本分光 (µRaman), 日本サーマル・コンサルテンィグ(O-PTIR), フロンティア・ラボ(Py-GCMS), 池田理化/ ナ/フォトン (µRaman), HORIBA (µRaman), Leco (Py-GC×GC-TOFMS)



サブテーマ1





大河内



















環境マイクロプラスチック:研究動向





Environ. Sci.: Atmos., 2, 921-942, 2022

プラスチック炭素循環



環境マイクロ&ナノプラスチック







かなり粗い推計



Brahney et al., PNAS 2021 Vol. 118 No. 16 e2020719118

AMPs:健康および環境リスク





AMPs: 採取方法の検討









	C-H Bands (3000 - 2700 cm ⁻¹)	C=O Bands (1740 - 1710 cm ⁻¹)	Total	Overlooking rate (%)
1	0	3	3	100
2	1	1	1	0
3	2	30	30	93
4	3	5	5	40
Total	6	39	39	85

(1): July. 20 - July. 22, 2021 (Mt. Fuji) (2): July. 22 - July. 26, 2021 (Mt. Fuji)

③: July. 26 - August. 3, 2021 (Mt. Fuji) ④: August.3 - August.10, 2021 (Mt. Fuji)

質量濃度: Py-GCMS

サブ1・徳島大学 竹内

場所:徳島 日時:2022年6月2日~16日 試料吸引堆積:405 m³

Split ratio: 1/10, n = 3

Sample	PM conc. / μg m ⁻³	PE / ng m ⁻³	PS / ng m ⁻³	PMMA / ng m⁻³	PET / ng m ⁻³	<mark>SBR</mark> / ng m ⁻³
Blank	—	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
> PM ₁₀	2.0	1.2 ± 0.3	0.09 ± 0.02	0.04 ± 0.01	2.3 ± 1.0	2.3 ± 0.4
PM _{10-2.5}	5.4	11 ± 2	0.11 ± 0.00	0.07 ± 0.01	2.9 ± 0.6	1.4 ± 0.2
PM _{2.5}	5.9	N.D.	0.16 ± 0.15	0.08 ± 0.01	11 ± 3	N.D.

✓ポリマーの種類によって質量濃度の粒径分布が異なる

✓ SBR:
 粗大粒子領域に分布
 注: SBS (アスファルト改質剤)も同じ熱分解生成物

国内観測網の構築

AMΦプロジェクト



・国内13地点で採取 都市:7地点 郊外:4地点 遠隔:2地点





九州・沖縄も開始予定

都市大気:季節変化



地域比較(夏): TSP vs. PM2.5



- ✓ 個数濃度,ポリマー組成:地域差あり
- ✓ 形状,実粒径分布:地域差は認められない

地域比較(冬):新宿 vs 珠洲



日本周辺の海洋MPs濃度分布



能登半島:沿岸に打ち上げられたゴミ





波の花: 有機物を多く合む海水が攪拌 されて作られた泡。強い風に吹かれて 内陸へ運ばれることもある。



珠洲市観光サイト https://www.city.suzu.lg.jp/site/kankou/1713.html

能登半島:表層海水(暫定値)











through aerosolization under controlled laboratory conditions

Catarini et al., Marine Pollution Bulletin 192 (2023) 115015





富士山で地球規模汚染を監視





エアロゾル:富士山vs北極圏











Mt. Fuji: the summit 1st : July.26 - August.9, 2022 2nd : August.9 - August.16, 2022

North pole June.8 - June.15, 2022

ArP: Aromatic polymer







森林樹冠による捕捉





タイヤ磨耗片 : 毒性寄与率

既往研究に基づいた推計

サブ2・気象研 梶野





サブ3・広島大 石原



AMPsモデル粒子:道路粉じんと繊維状PETを使用

- <u> 培養細胞系</u>
- √ <mark>道路粉塵は炎症性</mark>である。 都市型PM2.5と同程度か弱い
- √ 繊維状 PET,太陽光劣化繊維状 PET の毒性は低い
- <u>動物(マウス)実験</u>
- ✓ 道路粉塵, 太陽光劣化繊維状 PET により 気道過敏性が上昇 都市型PM2.5と同程度
- ✓ 道路粉塵, 太陽光劣化繊維状 PETは 肺の炎症を誘発
- √繊維状 PET は気道過敏性に影響しない





まとめ





- 統一手法により国内外の様々な大気環境からAMPs検出
 - ・標準マニュアル策定、専門家のチェックによる誤判別防止
 - 空気動力学径分布を解明:健康リスクの高いPMっ、に存在
 - ・
 熱帯エアロゾル:国内都市大気よりも高い
 - ・自由対流圏 (PM₂₅,積雪),北極圏エアロゾルは世界初
 - <u>鳥肺から初検出</u>(Tokunaga et al, 2023)
- ✓ AMPsの特徴
 - •材質:

地域差が大

PP, PE, PE/PP, PETが主成分:海洋MPsと同様

PS, PMMA, EVA, PUR, SBRも検出

- ・実粒径: 20~30 μmが中心(最小径: 2.5 μm)地域差なし 地域差なし
- 形状:破片状が主
- ✓ 呼吸系影響
 - ・光劣化PET: 端息重篤度に影響(テレフタル酸が関与)
 - 炎症誘発能:光劣化 PP>光劣化 PS. ただし、限定的





大気中マイクロおよびナノプラスチック

- ・濃度:個数濃度 → 質量濃度 (全量)の把握
- ・粒径:ナノプラスチックの解明が必要
- ・形状:繊維状、顆粒、破片で毒性に差があるのか?
- 起源:<mark>海洋</mark>MPs → 沿岸/離島,飛散実験
 - 自動車(タイヤ・ブレーキ・路面摩耗片),

人工芝、埋立地・廃棄物処分場

・影響:素材よりも劣化度が重要か?
 添加剤・吸着物 → 健康リスク評価に不可欠







本研究は、(独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費「大気 中マイクロプラスチックの実態解明と健康影響評価」(令和3年 から5年, JPMEERF20215003, 略称: AMΦプロジェクト) により 実施した.

本研究は、PerkinElmer Japan (µFTIR), 日本分光 (µRaman), 日本 サーマル・コンサルテンィク (O-PTIR), フロンティア・ラボ (Py-GCMS), 池田理化/ナ/ フォトン (µRaman), HORIBA (µRaman), Leco (Py-GC×GC-TOFMS), 柴田科 学, 東京ダイレックから多大なるご支援をいただいた.

環境試料の採取・分析には、北海道環境科学研究センター、 名古屋市環境調査センター、日本女子大学、認定NPO法人富士山 測候所を活用する会にご支援いただいた.