

富士山頂でPM_{2.5}, 雲, 雪からマイクロプラスチックを発見!

○大河内博¹, 谷悠人¹, 王一澤¹, 小野塚洋介¹, 速水洋¹, 新居田恭弘², 皆巳幸也³, 勝見尚也³, 竹内政樹⁴, 加藤俊吾⁵, 和田龍一⁶, 鴨川仁⁷, 長門敬明⁸, 横山勝丘⁸, 鳴海玄希⁸, 岩崎洋⁸, 三浦和彦⁹, 廣瀬勝己⁹, 土器屋由紀子⁹, 畠山史郎⁹

1 早稲田大学, 2 パーキンエルマー・ジャパン, 3 石川県立大学, 4 徳島大学, 5 東京都立大学, 6 帝京科学大学, 7 静岡県立大学, 8 NPO 富士山測候所を活用する会, 9 富士山環境研究センター

マイクロプラスチックってなんだろう?

直径5mm 以下のプラスチック片をマイクロプラスチック (microplastics: MPs)と呼んでいます(図1). 柔軟剤や肥料に使われるマイクロカプセル, 洗顔剤や歯磨き粉に使われるマイクロビーズのように5mm 以下のもの, 屋外使用を目的にしたプラスチック製品や不適切廃棄されたプラスチック製品が摩擦や太陽光によって微細化されて5mm 以下となったものがあります. 前者を一次MPs. 後者を二次MPs といいます. 屋外使用を目的とした製品としては人工芝, 農業用ビニールハウス, 自動車タイヤ, ポリマー改質アスファルト, 道路標識などがあります. 不適切廃棄されたプラスチック製品は様々なものがありますが, 不織布マスクもプラスチック製品です.

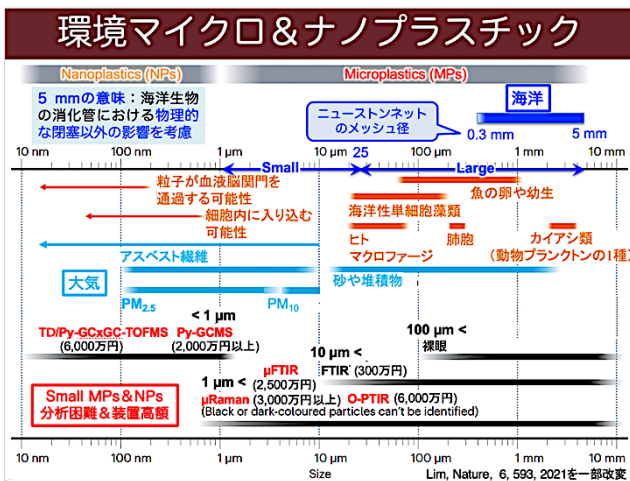


図 1 マイクロプラスチックって何?

大気中マイクロプラスチックなぜ重要な?

ヒトは1日に2万回以上の呼吸をしており, 約20kg の空気を吸っています. 空気にマイクロプラスチック (Airborne microplastics; AMPs)が含まれていれば吸い込みます. モデル研究によると, MPs は食物や飲料水よりも呼吸により空気を通じて体内に取り込まれる量が多いそうです. 飲食によって取り込まれたMPs は排便や排尿によって体外に排出されますが, 肺胞まで運ばれると長期間留まることになります.

体内からマイクロプラスチックは見つかっている?

肺, 喉(痰), 妊娠女性の胎盤(母胎, 胎児側の双方), 母乳, 血液, 排便からMPs が見つかっています. 肺では深部ほどMPs が多く, 最深部の肺胞からも見つかっています.

海洋と大気中のマイクロプラスチックはなにが違うの?

MPs の材質, 形状は海洋でも大気でも変わりません. 海洋と大気でMPs にどんな違いがあるのでしょうか?それは大きさです. 海洋MPs は“目に見える”大きさの0.3mm から5mm が主な対象でしたが, この大きさは重力によってすぐに落下します. 大気では, 呼吸により体内に取り込む可能性が高い10μm 以下の粒子 (PM₁₀), 2.5μm 以下の粒子 (PM_{2.5})のMPs が対象となります(図2). AMPs は“目では見えない”のです. 1μm より小さいナノプラスチック (nanoplastics; NPs)は細胞膜を通過しますので, 血液により全身に循環します. 脳にも運ばれているかもしれません. ただし, 10μm 以下のMPs やNPs は分析が難しく, 実態はよく分かっていません.

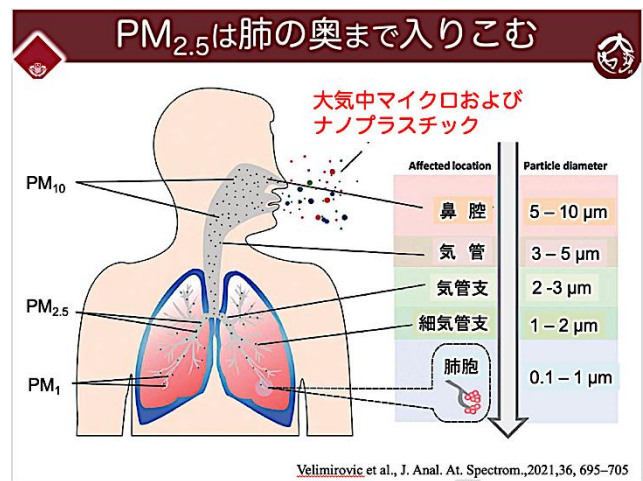


図 2 マイクロプラスチックの呼吸によりどこまで運ばれる?

大気中マイクロプラスチックが環境に及ぼす影響は?

MPs は紫外線劣化によりメタンなどの温室効果ガスを放出します. 上空ほど紫外線が強いのでAMPs から温室効果ガス放出量が多いかもしれません. また, AMPs が太陽光を吸収したり, 散乱したりして地球の温暖化や冷却化に関与する可能性もあります. さらに, AMPs が雲粒を作る能力が高ければ, 雲形成により太陽光の吸収や散乱に影響を及ぼし, 降雨量分布を変化させる可能性があります. AMPs が大気を通じて極域に運ばれて蓄積すると生態系破壊を引き起こす可能性があります. 現状では可能性が指摘されているだけで分からないことだらけです.

富士山頂で大気中マイクロプラスチックを調べるのはなぜ？

富士山頂では7月から9月まで登山客で賑わいますが、これ以外の期間に住んでいる人はいません。なぜ富士山頂でマイクロプラスチックを調べるのでしょうか？この理由を知るには大気構造を知る必要があります。

地上に近い大気は対流圏と呼ばれています。対流圏下部は大気境界層、高度2500mを越える上空は自由対流圏に分類されます。自由対流圏は地上部の影響を受けにくいので風が強く、大気汚染物質が運ばれにくいので空気は綺麗です。ただし、低気圧や夏期日中の強い上昇流によって地上の大気汚染物質が自由対流圏大気まで輸送されると地球規模汚染を引き起こします(図3)。日本上空には偏西風が吹いており、大陸から放出された大気汚染物質が運ばれてきます。

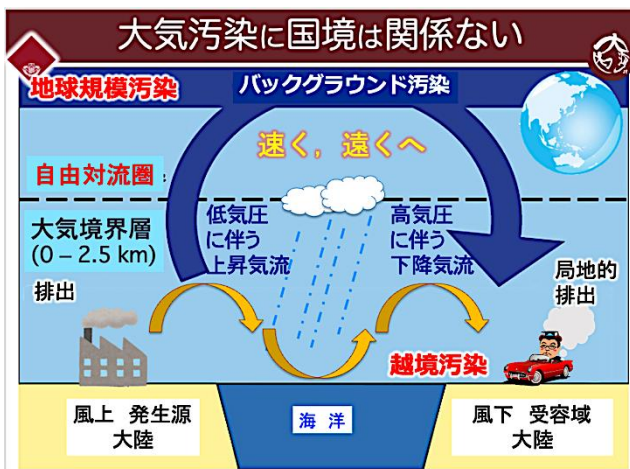


図3 越境汚染と地球規模汚染

富士山頂で見つかった大気中マイクロプラスチックはなに？

私達は2019年夏期から富士山頂でPM_{2.5}を採取しています。2020年はコロナ禍のために観測を断念しましたが、2021年、2022年にも観測を行いました。見つかったAMPsの材質は、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)、ポリエチレン・ポリプロピレン共重合体(PE/PP)、ポリスチレン(PS)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、アクリル樹脂(PMMA)、アクリロニトリルブタジエンスチレン共重合体(ABS)、ポリカーボネート(PC)、ポリウレタン(PU)、生分解性プラスチックであるポリヒドロキシ酪酸(PHB)、ポリビニルアルコール(PVA)です。自動車タイヤ磨耗塵と推定されるAMPsも検出されています。

積雪からも大気中マイクロプラスチックをはじめ検出！

NPO法人富士山測候所を活用する会では、夏期観測を安全に行うため登山家(山頂班)を雇用して運営を行っています。山頂班は様々な技術や経験を有するので観測補助作業もお願いします。富士山頂でのPM_{2.5}観測は夏期に限られますが、山頂班が開所準備で富士山頂に登山した春季に積雪を採取してもらいました。富士山頂の積雪には119個/LのAMPsが含まれていましたが、エベレストや南極の雪氷よりも高く、スイ

ス・アルプスや北極よりも低い値でした。富士山頂ではどの地点よりもAMPsが小さく、破片状のポリプロピレン(PP)が主成分であることが分かりました。これはPM_{2.5}と同じでした。



図4 富士山頂で春に採取した積雪から検出されたAMPs

おわりに

富士山頂でAMPs観測を行うと、地球規模汚染の実態解明に繋がります。中国ではAMPs濃度が高く、北京で5000個/m³を越えています。大陸から大気へ放出されたAMPsが偏西風によって地球全体に輸送されている可能性があります。日本は大陸の風下直下にありますので、富士山頂で観測を行えば主な発生源である大陸の影響をいち早く検知できます。発表では雲水中AMPsの紹介もします。雲にAMPsが含まれていれば“プラスチックの雨”が降ります。雨は農作物の生育に不可欠であり、飲料水の源です。大気中マイクロプラスチックは飲食によっても体内に取り込まれるかもしれません。

関連記事

- 1) 2023年1月6日掲載: 富士山頂の積雪からマイクロプラ、進むプラスチック汚染,
<https://news.yahoo.co.jp/articles/d828f8f11ba630571a29657f2e6806d6c40ebf85>
- 2) 2023年2月15日掲載: 日本の研究グループがハトやツバメの肺からマイクロプラ検出、野鳥の肺からは世界初,
<https://news.yahoo.co.jp/articles/da75f00ab15498b4358395e394adb023b502046f>
- 3) 2023年2月16日掲載: 私たちはすでに吸い込んでいる、大気中に広がるプラスチック汚染,
<https://www.globeride.co.jp/features/page16>

謝辞

この研究は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」(JPMEERF20215003)、一般財団法人新技術振興渡辺記念会 2022年度受託事業により行った。