

# 富士山麓で冬季の大気中マイクロプラスチック観測に初挑戦！ ：新規サブミクロン赤外分光法(O-PTIR)の活用

趙鶴立<sup>1</sup>, 大河内博<sup>1</sup>, 吉田昇永<sup>1</sup>, 速水洋<sup>1</sup>, 勝見尚也<sup>2</sup>, 皆巳幸也<sup>2</sup>, 竹内政樹<sup>3</sup>, 小林拓<sup>4</sup>, 加藤俊吾<sup>5</sup>, 三浦和彦<sup>6</sup>, 和田龍一<sup>7</sup>, 南齋勉<sup>8</sup>, 宮崎あかね<sup>9</sup>, 緒方祐子<sup>10</sup>, 板谷庸平<sup>10</sup>, 小林華栄<sup>11</sup>, 浦山憲雄<sup>11</sup>, 新居田恭弘<sup>12</sup>, 山本衛<sup>13</sup>  
1.早稲田大, 2.石川県立大, 3.徳島大, 4. 山梨大, 5.東京都立大, 6.東京理科大, 7.帝京科学大, 8. 静岡理工科大, 9.日本女子大, 10.柴田科学, 11.日本サーマル・コンサルティング, 12.パーキンエルマー・ジャパン, 13.日本分光

## 1. はじめに

現代はプラスチックの時代です。プラスチック生産量は1950年以降に急増し、2050年には400億トンに達すると言われています。世界全体で年間800万トンのプラスチックが陸域から河川を通じて海洋に流出しており、海洋生態系の破壊が懸念されています。このため、持続可能な開発目標(SDGs)で海洋プラスチックが取り上げられ、プラスチック使用量削減のために2020年に国内でレジ袋が有料化されました。しかし、新型コロナ禍による在宅学習・勤務に伴ってプラスチック容器ゴミが急増しました。さらに、プラスチック製不織布マスクの月間推定使用枚数が1290億枚にものぼり、不適切管理により新たなプラスチック汚染が広がっています。

一方、大気中に浮遊するマイクロプラスチック(airborne microplastics; AMPs)の存在はこれまで見過ごされてきました。近年、マイクロプラスチックが海洋から大気へ放出され、陸域への年間輸送量は14万トンと推計されています(図1)。反対に、陸域から海洋への輸送経路としても大気は重要です。実際、重金属元素の陸域から海洋への輸送は河川よりも大気が重要であることは知られています。マイクロプラスチックの健康影響や環境影響の解明には大気観測は不可欠です。

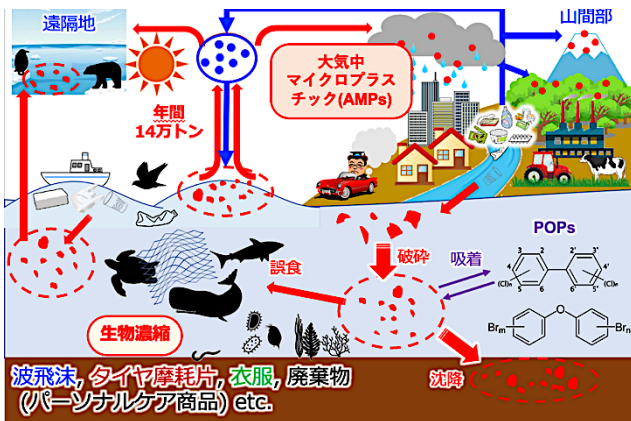


図1 大気中マイクロプラスチックの想定される起源と動態

## 2. マイクロプラスチックは海洋と大気で何が違うのか？

海洋マイクロプラスチック(marine microplastics; MMPs)とAMPsの違いは主に四つあると考えられます。

一つ目は、大きさです。マイクロプラスチックは5mm以下の微細なプラスチックと言われていますが、ミリメートルレベルの粒子は大気にはほとんど存在しません。一般に、大気中

に浮遊している粒子をエアロゾルといますが、大きさは0.03–100マイクロメートルです。10マイクロメートルより大きい粒子は重力によってすぐに地上へ落下します。

二つ目は、大きさの表し方です。MMPsでは顕微鏡下で計測した実粒径を用いますが、AMPsは空気動力学径で表します。ちなみに、PM2.5も空気動力学径です。粒子は球形、破片状、繊維状、棒状など様々な形状で存在していますので、これを空気中で同じ振る舞いをする単位密度の球形粒子直径で表現します。これが空気動力学径です。

三つ目は、ヒトへの摂取経路です。MMPsでは飲食ですが、AMPsでは呼吸が中心です。微細なAMPsは肺胞まで運ばれます。飲食では糞尿として排出されますが、呼吸で肺胞に侵入すると体外排出は困難であり、長期間体内に蓄積します。

四つ目は、環境影響機構です。プラスチック分解速度は、水中よりも大気中で数十倍速く、分解過程ではメタン、二酸化炭素などの温室効果ガスを放出します。AMPsは雲を作る核となる可能性も指摘されています。プラスチック表面に重金属や有害有機化合物が吸着したり、微生物が表面にバイオフィルムを形成すると、雲を作りやすくなる可能性があります。

## 3. AMPsの分析は難しい

一般に、プラスチック判別は赤外線吸収波長(波数)を調べる赤外分光法を用いますが、数マイクロメートル程度までしか判別ができません。これより小さい粒子の判別は顕微ラマン法が用いられます。健康影響の解明にはナノプラスチックの判別も必要になります。

2019年8月に富士山頂で採取したPM2.5を顕微ラマン法(堀場製作所, 日本分光)と顕微FTIR ATRイメージング法(パーキンエルマー・ジャパン)で計測し、ポリプロピレン、シリコン樹脂、アクリル樹脂とともに、生分解性プラスチックであるポリヒドロキシ酪酸が存在していることを明らかにしました。

2020年12月に富士山麓でエアロゾルを粒径別に採取し、サブミクロン(約0.5マイクロメートル)まで計測可能な新規計測法である光熱変換赤外分光法(Optical Photothermal IR Spectroscopy; O-PTIR)を活用してAMPsの計測を行いました。その結果、5マイクロメートル未満のポリエチレンテレフタレート(PET)を判別することができました。現在、解析を進めているところであり、発表時には冬季の富士山麓におけるAMPsの実態と起源についてご報告します。