

研究課題番号	5-2404
研究領域名	安全確保領域
研究課題名	大気中マイクロ/ナノプラスチックの海洋-陸域相互作用と劣化機構
研究代表者名（所属機関名）	大河内 博（早稲田大学）
研究実施期間	2024年度～2026年度
研究キーワード	顕微FTIR、熱分解GCMS、空気動力学径分布、環境動態モデリング、呼吸器影響

本推進費課題では、これまで分析が困難とされてきた大気中マイクロおよびナノプラスチック（AMNPs）の測定手法を確立し、大気-陸域-海洋の相互作用に着目した統合的な視点から、国内外における実態解明を進めた。さらに、野外観測・室内モデル実験・数値シミュレーションを組み合わせ、プラスチック劣化過程や環境・健康リスク評価に関する先導的な知見を構築した。

サブテーマ1では、世界最小クラスの $2\mu\text{m}$ まで測定可能な顕微FTIR-ATRイメージング法を開発し、呼吸器影響と関係する $\text{PM}_{2.5}$ 中AMNPsの定量を可能にした。前処理の効率化、回収率や定量精度の向上により、エアロゾル、積雪、雲水、植物葉、土壌、市販牛乳などへの応用が進み、人体への摂取経路の理解に向けて発展性の高い成果が得られている。さらに、動物試験と毒性評価により、劣化PETがテレフタル酸を放出されること、 $\text{PM}_{2.5}$ と同等の気道抵抗性を持つ可能性が示唆された。

サブテーマ2では、 $0.3\text{--}5\text{ mm}$ に限定されていた海洋マイクロプラスチックに対して、 0.1 mm （ $100\mu\text{m}$ ）未満の海洋マイクロプラスチック（ MMP_{100} ）の実態解明を行い、湾内および太平洋沖では $20\mu\text{m}$ 未満の粒子が多く存在することを実証した。これは、大気-海洋間の相互輸送に関する新たな観測的証拠を提供しており、海洋マイクロプラスチックの大気飛散の可能性が示唆された。

サブテーマ3では、AMNPsの紫外線やオゾンによる劣化により赤外スペクトルが変化し、同定が困難となる課題に対し、18種のプラスチックを用いた劣化スペクトルライブラリを構築した。従来の標準スペクトルは非劣化状態を前提としていたため、誤判別の原因となっていたが、本ライブラリにより同定精度が飛躍的に向上した。このデータベースは、国内外の研究機関と共有することで、マイクロプラスチック研究の質を国際的に向上させる基盤となる。

サブテーマ4では、従来の分光学的手法では測定不可能であったAMNPsについて、エアロゾル捕集フィルターの直接導入ダブルショット熱分解GC-MS法により、迅速かつ高感度に質量濃度測定する手法を確立した。さらに、AMNPs質量分布の把握にも成功し、これまでにない革新的な知見を提供している。また、プラスチック由来化学物質の分析法を確立した。

サブテーマ5では、高精度の排出インベントリが存在しないAMNPsについても多点観測に基づき地上濃度から排出量を推定する手法を開発した。アジアや地球規模でAMNPs排出量を推定するための基盤技術を確立した。

環境政策等への貢献（の見通し）

- ・大気中マイクロプラスチック測定技術の確立と国際連携のためのデータ標準化への貢献
- ・呼吸器系健康リスク評価と政策検討への科学的基盤整備
- ・海洋-大気相互輸送の実証とモニタリング戦略への反映
- ・排出量逆推計モデルの開発と地球規模政策への応用
- ・測定技術の環境産業への波及

