

課題名：【1-1908】研究用マイクロプラスチックの調整と Bio-MEMS 技術による免疫学的検証

実施期間：2019～2021 年度

研究代表者：中西義孝

所属：熊本大学

重点課題 主：【重点課題 ③】環境問題の解決に資する新たな技術シーズの発掘・活用

副：【重点課題 ⑮】大気・水・土壌等の環境管理・改善のための対策技術の高度化及び  
評価・解明に関する研究

本研究のキーワード：マクロファージ、免疫学、組織学、Bio-MEMS、トライボロジー

### ■研究の背景と目的

自然環境中に廃棄されたプラスチックは紫外線により劣化して脆くなり、波力などの外力もともなって微細化していきます。5 mm 以下のサイズについてマイクロプラスチック (Microplastics: MP) と呼ばれていますが、マイクロメートルサイズのさらに小さな MP が発生/廃棄されています。本研究では、どのような幾何学的パラメータの MP が生体内にどのように移行・蓄積するかを検証するとともに、生体内に移行・蓄積した MP が免疫にどのような影響を及ぼすのかを調査しました。

### ■研究の内容

ポリスチレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレンのような利用量の多いプラスチック素材を、自然環境中で発生している微細化メカニズムを取り入れながら研究用 MP として生成できるシステム開発を行いました。研究用 MP を節足動物および脊椎動物に曝露し、どのような幾何学的パラメータの MP が生体組織に移行・蓄積し、どのような組織学的な影響を及ぼすかを調査しました。門番の役割を果たし、免疫反応を制御するマクロファージは生体組織に移行・蓄積した MP を貪食し、それらの排除をより効果的に行うためにサイトカインを産生します。マクロファージの MP 貪食作用解明のために、経時的な動態観察が可能な培養環境と MP 投与量が厳密に管理できる分析デバイス開発を行いました。そしてヒト免疫に影響を与える MP 素材、幾何学的パラメータおよび濃度を調査しました。

### ■研究成果及び環境政策等への貢献

環境中で発見される MP と幾何学的パラメータがほぼ同じであり、素材が明確である研究用 MP を生成することが可能になりました。生物への MP 曝露研究などにおいて、よりの確な研究成果を得る体制を整えることができました。サブマイクロメートルからマイクロメートルレベルの MP はさまざまな生体内へ移行・蓄積することが確認でき、そのメカニズムに MP の脈管系による移動が考えられました。生体内へ移行・蓄積されたマイクロプラスチックとマクロファージの環境を生体内に近づけるため、バイオ微小電気機械システム (Micro Electro Mechanical Systems: Bio-MEMS) 技術を取り入れたマイクロ流路型やマイクロチャンバー型の細胞培養デバイスの開発に成功しました。これにより炎症性サイトカインの産生量は MP の曝露量に比例すること、サブマイクロメートルからマイクロメートルレベルの MP の貪食で産生が顕在化すること、MP 素材の違いにより産生量が異なることが明らかとなりました。

