

(続紙 1)

京都大学	博士 (地球環境学)	氏名	Sachithra Madhushani Imbulana
論文題目	Effects of surface runoff on the distribution of microplastics in urban rivers (都市河川におけるマイクロプラスチックの分布に及ぼす地表面流出の影響)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、都市河川におけるマイクロプラスチックの分布に及ぼす地表面流出の影響をまとめたもので、6章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、プラスチックの大量生産から現在の地球規模でのマイクロプラスチック問題までの研究背景が整理され、点源汚染、非点源汚染を理解するためには集水域規模での調査研究が必要であるなどの論理構成を示すとともに、本研究の目的が示された。</p> <p>第2章は文献考察であり、マイクロプラスチックの排出源や排出経路、河川とマイクロプラスチックの関係、試料の採取方法、分析方法、降雨の影響、季節変化等について既往の研究を整理した。</p> <p>第3章では都市河川表層水中の粒径10 μmから25 mmまでのプラスチック粒子とマイクロプラスチックファイバーの挙動について詳細な調査分析結果に基づき議論を展開している。マイクロプラスチックの定義は5 mm未満のプラスチックであり、従来の研究では粒径300 μm~5 mmを対象としたものが大半を占めていた。本研究では夾雑有機物分解などの前処理を駆使し顕微FTIRを使用することで10 μmまでの微小マイクロプラスチックの同定を行うとともに、さらに将来マイクロプラスチックになる可能性があるメソプラスチック (5~25 mm) の分析も行っている。鴨川流域における詳細な調査の結果、非点源からの負荷割合が70%以上であり、個数換算では99.94%が粒径100 μm未満のSMPsであることが示された。</p> <p>第4章では降雨時における都市河川へのマイクロプラスチック排出特性について粒径別の排出量の経時変化から、詳細な排出メカニズムの議論を展開している。降雨特性の異なる3つの降雨イベントを対象に、降雨前、降雨中、降雨後について時系列で試料を採取し粒径10~5,000 μmのマイクロプラスチックの個数密度、成分を分析し、10~40 μmの粒子が少雨においても洗い流され河川の流量ピークより前に高密度となること、2,000 μmより大きな粒子は大規模降雨において洗い流されること等、排出メカニズムを理解するための重要な知見が示された。</p> <p>第5章では都市の集水域の地表流出と下水処理場等の年間マイクロプラスチック排出量を定量化し、流域における物質算計算結果から、主な排出源の寄与割合の定量化を試みている。分流式下水道が整備されている都市河川流域では、発生するマイクロプラスチック量の約20%が下水処理場に到達し、99.8%の除去率で処理されていることが示された。すなわち、発生するマイクロプラスチックの約80%は道路面などの非点源から河川に流入しており、都市河川におけるマイクロプラスチック汚染を低減するためには、非点源からの流入負荷を減らす対策が有効であることが示された。</p> <p>第6章は結論であり、各章で示された主要な成果をまとめ、さらに考察を加え、本論文の地球環境学における意義を述べている。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

プラスチックが世界中で使用されるようになってから約70年が経過した。変形が容易でありかつ安価で耐久性のある素材であり、社会のいたるところで使用されている。ところが近年、微細化したプラスチックの環境残留性、生物蓄積性などが指摘されている。

本論文は、都市河川におけるマイクロプラスチックの発生源として面源負荷に着目しており、晴天時および雨天時の河川調査における実測データに基づき、各負荷源の寄与割合を明らかにした。

学術的な意義としては、10 μm から25 mmのプラスチック粒子の河川水中での粒径別存在量を明らかにしたことが挙げられる。従来、多くの研究者が300 μm から5 mmのマイクロプラスチックを分析対象としており粒径10 μm のプラスチック粒子の同定は困難であった。本研究では前処理方法を駆使して夾雑物を取り除いており、SMPsの挙動解明に大きく寄与している。また降雨前、降雨中、降雨後の連続採水により、プラスチック粒子の表面流出機構の一部を考察することに成功している。10~40 μm の粒子は小降雨により洗い流され、その濃度ピークは河川流量のピークよりも早いことを確認した。さらに一つの流域において複数地点で試料採取を行い、下水処理場の流入放流水中のマイクロプラスチック負荷量との関係を検討することで、マイクロプラスチックの主な負荷源が非点源からの表面流出であることが示された。

地球環境学における意義としては、都市におけるマイクロプラスチック汚染対策としての流域における下水処理場の意義を示したことが挙げられる。点源からの負荷量が約20%であり、下水処理を行うことでそれらを99.8%低減することが示された。発展途上国などの下水処理施設が不十分な地域からの海洋へのマイクロプラスチック流出への対策は、地球規模の喫緊の課題であり、下水処理による効果も十分期待できることを示した。

社会的な意義としては、日常生活におけるプラスチックの不適切な管理が河川に及ぼす影響を示したことにある。下水処理場を通らないマイクロプラスチックの負荷源が多く存在することが本研究により示された。水田、畑、道路面、市街地など環境中に散乱したプラスチックが劣化しマイクロプラスチック化している可能性が示された。生活に密着した研究成果として、今後の社会における人々の行動に警鐘を鳴らす研究成果であると言える。

以上より、本研究は地球環境学の発展に大きく貢献した。よって本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、2024年2月2日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、(2024年4月1日までの間) 当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公開可能日： 2024年 4月 1日以降