

第65回日本水環境学会セミナー

「マイクロプラスチックをとりまく国内外の現状と課題」

開催日： 2020年1月24日（金）

会場： 自動車会館

開催趣旨：

プラスチックが水中で細片化したマイクロプラスチックが世界中の海洋、湖沼、河川等の水環境に広く存在していることが明らかになっています。水域から採取されたマイクロプラスチックには、多くの化学物質が吸着し、水域に生息する様々な生物の体内からマイクロプラスチックが検出されることが報告されています。このような状況を受けて、政府は2019年5月に「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン」を策定し、海洋ごみ国内対策の一環として、マイクロプラスチックの実態把握に加えて、影響に関する調査研究の推進を公表しました。私たちの身近な水環境に存在していることが明らかになったマイクロプラスチックについて、どのように考えていけばいいのか。本セミナーでは、マイクロプラスチックの水域における実態から、化学物質のプラスチックへの吸着メカニズムやマイクロプラスチックの生態系への影響まで、各分野の専門家をお招きし、最新情報および今後の展望についてご講演いただきました。

講演タイトル（講師／所属（当時））と概要

○ 海洋プラスチックごみ問題の現状と対策

（中里 靖／環境省 水・大気環境局 水環境課海洋環境室）

海洋ごみ、とりわけその中でもプラスチックごみの問題は、国内外で大変注目を浴びているが、我が国の海岸にも多くのプラスチックごみが漂着している。中には外国語表記のものもあり、近隣国から漂着したと思われるものも多いが、国内から流出し漂着したと思われるものも多い。一方、世界的に見るとプラスチックごみの海洋への流出はアジア地域からのものが多いと推計されている。

こうした海洋プラスチックごみが環境に与える影響としては、ウミガメや海鳥、鯨類等による誤食が知られ、ウミガメや海鳥では死因の一つとされているほか、船舶航行への障害、観光業や漁業への影響、居住環境の悪化などがある。また、近年特に注目を浴びているものに微細な（通常5mm以下）プラスチックであるマイクロプラスチックがあり、実験レベルではそれらによる生体への影響が確認されており、生態系への影響が懸念されている。一方、自然環境中での影響は未確認であり、将来的な可能性を含め、その解明が重要となっている。

海洋プラスチックごみへの関心の高まりを背景に、国連やG7、G20など多くの国際的な枠組みにおいて議題として取り上げられている。昨年我が国が議長国を務めたG20では、2050年までに海洋プラスチックごみの追加的な汚染をゼロとする大阪ブルー・オーシャンビジョンが各国に共有された。その達成に向け、各国が実施している取組を共有、学習し、それらを基に各々の国が自国の政策の充実・強化を図ることとしている。また、G20メンバー国以外にもこのビジョンを共有し、追加的な汚染ゼロに向けた取組を促進しようとしている。

日本においても、このビジョンの達成に向け、海洋プラスチックごみ対策アクションプラン等に基づき、①リデュース及び代替素材への転換、②リサイクル及び資源循環、③海洋プラスチックごみ対策、④国民運動及び普及啓発といった施策を推進することとしている。

一方、プラスチックごみを含む海洋ごみの実態解明に向けて、環境省としても漂着ごみ調査等を行っているが、十分に結果が蓄積されたとは言えない。このため、引き続き、我が国周辺水域における調査を推進しているほか、海洋プラスチックごみによる動態・環境影響の体系的解明と計測手法の高度化に係る研究も進めている。また、

マイクロプラスチックについては、各国により調査手法が異なり、収集されたデータの直接的な比較が困難な状況にあることから、それらが比較可能となるよう、我が国が主導して、マイクロプラスチックの測定手法の調和化のためのガイドラインをまとめ、昨年5月に公開した。

○ 水環境におけるマイクロプラスチック汚染の実態

(田中 周平/京都大学大学院 地球環境学堂)

私たちの身の回りにはプラスチック製品があふれている。毒性が疑われる化学物質の多くは疎水性であり、環境中の有機物質などを吸着し移動する。2015年度から「大阪湾におけるマイクロプラスチック汚染の現況把握と魚介類への影響に関する研究」を実施し、採取からマイクロプラスチックの単離、FTIRによる同定方法を300 μm ~5mmについて確立した。現在までに底泥と下水汚泥について10 μm 以上のマイクロプラスチックの計測・同定手法を確立しており、同時に吸着した微量化学物質を検出した¹⁾。さらに粒径が小さくなると単位重量あたりの化学物質の吸着量が多くなり、粒径数十 μm では浮遊物質よりも吸着量が多くなることを示した²⁾。その後、発展途上国、新興国、先進国の都市道路塵埃からマイクロプラスチックを検出した³⁾。また日本全国の内湾、湖沼の37.6%の魚の消化管にマイクロプラスチックが存在する結果を示し⁴⁾、さらにパーソナルケア製品中の中央粒径が約200 μm であり、1製品あたり621,000個のマイクロプラスチックが存在することを示した⁵⁾。従来、Natural Organic Matterが微量化学物質の輸送体として注目されていたが、発表者らは水環境中のマイクロプラスチックがそれに代わると着眼してきた。既存研究の大部分は300 μm 以上を対象に分析していたが、より微小なマイクロプラスチックの分析に成功し、底質中にマイクロファイバーやタイヤ屑などが蓄積していることが分かってきた。

琵琶湖流域の下水処理場におけるマイクロプラスチックの挙動調査を実施し、粒径100 μm 以上では99.9%、10~100 μm では76.3%の除去率であり、一日あたり161億個のマイクロプラスチックが下水処理場をすり抜けて琵琶湖に流入していることを明らかにした⁶⁾。「日用品からのナノプラスチック生成ポテンシャル定量方法の確立と環境試料への適用」を実施し、顕微FTIRに2次元アレイ検出器を取り付けることで、1 μm レベルの微小マイクロプラスチックの計測・同定方法の開発を進めている。

参考文献

- (1) 「琵琶湖・大阪湾におけるマイクロプラスチックへのペルフルオロ化合物類および多環芳香族炭化水素類の吸着特性」『土木学会論文集 G (環境)』, (2) 「水環境中におけるマイクロプラスチックの粒径に着目した微量有機汚染物質の吸着特性」, 『土木学会論文集 G (環境)』, (3) "Occurrence and characteristics of microplastics in surface road dust in Kusatsu (Japan), Da Nang (Vietnam), and Kathmandu (Nepal)", Environmental Pollution, (4) 「日本内湾および琵琶湖における摂食方法別にみた魚類消化管中のマイクロプラスチックの存在実態」『水環境学会誌』, (5) 「パーソナルケア製品中のスクラブ剤として使用されているマイクロプラスチックの含有量の調査」『環境衛生工学研究』, (6) 「下水処理工程におけるマイクロプラスチックの挙動と琵琶湖への負荷量の推定」『土木学会論文集 G (環境)』

○ 水環境中における化学物質の収着メカニズム

(清水 芳久／京都大学大学院 工学研究科附属 流域圏総合環境質研究センター)

人間活動によって廃棄されるプラスチック量は、年間500万～1,300万トンと推計され、2050年には海洋におけるその量は魚類よりも多くなる可能性があると言われている。廃プラスチックは、生物への取り込み、絡まりや覆いかぶさり、その集積場所での新生態系形成、筏となった廃プラスチックの漂流による外来種伝播、等といった生態系への影響が懸念されている。

廃プラスチックの中でもマイクロプラスチックは、これが疎水性有機物であることから、同じく疎水性を有する微量有機汚染物質を吸着することによって、生体内への微量有機汚染物質の水環境中におけるキャリアーとなっているのではないかと考えられている。そして、このことが水環境中でのマイクロプラスチックの存在実態や挙動解明に注目した様々な調査・研究の動機の一つとなっている。

人為的に生産された一次マイクロプラスチックや廃プラスチックが環境中で細粒化した二次マイクロプラスチックは、陸上から降雨流出と共に河川・湖沼へと運ばれ海洋へと移動する。一方、これらの環境中に存在する自然由来の粒子(例えば、表層土壌、河川・湖沼底質等)もこのマイクロプラスチックと同様な移行経路をたどる。

本講演では、まず、水環境中に存在する自然由来の粒子の構成成分等を詳細に検討し、これらの成分への疎水性微量有機汚染物質の収着(吸着と吸収)に関して研究成果と共に講述する。また、マイクロプラスチックへの吸着機構等についても説明を加える。そして、自然由来粒子やマイクロプラスチックの水環境中における存在量を考慮した上で、疎水性微量有機汚染物質の吸着剤(生体内へのキャリアー)としてのマイクロプラスチックの重要性について検討を加える。

○ マイクロプラスチックの生態影響

(鎌田 典久／愛媛大学大学院 農学研究科)

近年、プラスチックによる環境汚染が問題になっているが、プラスチックごみの環境問題とマイクロプラスチックの環境問題を分けて考える必要がある。マイクロプラスチックとは5mm以下の微細なプラスチックと定義されているが、その素材、形状、色などの規定はなく、下限のサイズも決められていない。大きく一次マイクロプラスチック、二次マイクロプラスチックに分けられ、前者は製造段階でマイクロプラスチックであったもの、後者は環境中でマイクロプラスチックになったものと定義される。また繊維状、カプセル状のものも含まれる。天然の樹脂(松脂など)由来のものも存在している。それらマイクロプラスチック類の水生生物に対する毒性作用メカニズムは未だ明らかになっていないものの、いくつかの知見をもとに整理した。

MPによる毒性メカニズムは、化学的な要因と物理的要因に区別される。

化学的な要因としてはMPの外側に付着している化学物質とMPの内側から溶出してくる化学物質による生態影響が考えられる。前者は環境中の汚染物質であるPOPsに代表される難水溶性物質だが、プラスチックに付着したもので、主に二次マイクロプラスチックから多く検出される。プラスチックは様々な化学物質を吸着する特性を有しているため有害物質が水中濃度よりも高濃度でMPから検出されている。後者は、プラスチックに含まれる抗菌剤、難燃剤や未反応のモノマー、可塑剤や架橋剤などが想定され、主として一次マイクロプラスチックから多く溶出すると考えられる。両者ともに、生態影響の元は化学物質であり、マイクロプラスチックの環境中動態が判明し、定量されたら既存の化学物質の扱いと同様に、種類と溶出量によって環境リスクが推定できる。マイ

クロプラスチックの役割は化学物質の環境中での運び屋(キャリア)であり、主として環境中化学物質の動態に関与するが生態影響には直接関係しない。

マイクロプラスチックの物理的な要因として報告されている例は、MP がエラや腸管に詰まって呼吸や栄養吸収を阻害する、摩擦により腸壁の柔毛組織を傷つける、体表に付着して細胞分裂や脱皮を阻害する、など直接の関与が挙げられる。プランクトンなどの微小生物では個体レベルおよび大型生物では器官、組織レベルでの影響が懸念されている。

マイクロカプセルは医薬品、農薬、香料、柔軟剤などの核となる成分を、外殻の高分子化学物質で包んだ微細粒子である。様々な製品中にマイクロカプセルが使用されているが、その外郭にプラスチック素材を使用したものがあるため、マイクロプラスチック類の一つとされている。マイクロカプセルは、外殻成分の化学特性のみが環境中挙動(環境中安定性、環境中移動性、水中分散性など)に関与しており、中の化学物質の化学特性は環境中挙動に影響しない点で従来の化学物質分散モデルが使用できない。生物に取り込まれたマイクロカプセルが体内で破裂すると、化学物質の体内暴露が生じる。ただし現時点で生態影響の報告はない。

上記マイクロプラスチック類に関する最新の知見を報告する。

○ 海洋ごみとマイクロプラスチックへの国際的な対応

(早水 輝好/国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター)

海洋ごみやマイクロプラスチックの問題は新しい問題ではないが、近年注目されるようになり、国際的にも様々な場所で議論がなされている。

関連する国際機関としては IMO(国際海事機関)、FAO(世界食糧機関)などがあり、IMO では船舶からのプラスチックごみの削減について、FAO では漁具など漁業からの逸失等の削減について、それぞれ取組が進められている。有害廃棄物の越境移動等を規制するバーゼル条約では、2019年の第14回締約国会議で、汚れたプラスチックごみを条約の規制対象とすること、海洋プラスチックごみに関するパートナーシップを設立することなどが決定された。

G7では2015年のドイツ・エルマウサミットあたりから取り上げられ、2018年のカナダ・シャルルボワサミットでは日米を除く各国が「海洋プラスチック憲章」を承認した。日本は2019年のG20議長国であり、途上国も含むG20の中でこの問題を重点的に取り上げることとし、まず6月のエネルギー環境大臣会合で各国が自主的に対策を実施し継続的な情報の共有・更新を行う「海洋プラスチックごみ対策実施枠組」が合意された。その後開催された首脳によるG20大阪サミットでは、この枠組を支持するとともに、2050年までに海洋プラスチックごみによる追加的な汚染をゼロにまで削減することを目指す「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が共有された。

UNEP(国連環境計画)の意思決定機関である UNEA(国連環境総会)では2014年の第1回総会(UNEA1)からこの問題を取り上げ、2017年の UNEA3 で専門家グループ会合の設置が決議され、国際的な取組みについての議論が本格化した。専門家会合は2回開催され、情報・モニタリング及びガバナンスに関するオプション案が UNEA4 に報告された。UNEA4 では、①既存の機関を活用した新たな科学技術助言メカニズム等による科学的基盤の強化、②多様な主体による行動強化のためのマルチステークホルダー・プラットフォームの新設、③専門家会合の継続による2年後の UNEA5 に向けた国際的な取組の進捗レビュー及び対策オプションの分析の実施、などを含む決議がなされた。これを受けて第3回の公開特別専門家会合が2019年11月に開催されて今後の検討の進め方などについての議論が行われた。専門家会合はあと2回開催され、2021年2月の UNEA5 に報告がなされる予定である。

海洋プラスチック問題については、プラスチックの製造・使用・廃棄のライフサイクル全体を考慮した対策が必要であること、排出インベントリやモニタリングデータなど科学的知見が不足しておりその集積が必要なこと、特に途上国の廃棄物管理が重要であることなどは共通の認識となっているが、そのためにどの程度の強度のどのような対策を進めていくのか(条約化が必要なのか)については様々な意見があり、今後一層の議論が必要である。