

ナノプラスチックの環境リスク研究に必要な標準ナノ粒子の作成

SATテクノロジー・ショーケース2021

■ はじめに

近年、海洋をはじめとする様々な環境において、マイクロプラスチックと呼ばれる5mm以下のプラスチックによる深刻な汚染の実態が明らかとなっており、世界的に懸念が高まっている。マイクロプラスチックは、主にプラスチックゴミの劣化によって生成するが、その過程ではさらに小さいナノプラスチック(<1μm)も生成することがわかっている。マイクロプラスチックは生体の消化管を通過して排泄されるものの、ナノプラスチックは消化管から体内に容易に吸収される可能性があるため、直接的な毒性影響が懸念されている。

環境中のナノプラスチックの存在量把握と毒性影響の評価は環境リスク評価を行うために急務であるが、これまで環境中のナノプラスチックを定量的に分析できた例はなく、毒性試験についてもポリスチレン等のごく限られたポリマーでの供試実験しか行われていない。その理由として、ほとんどのポリマーについて、ナノプラスチックの標準物質が存在しないことがあった。すなわち、市販で入手できるナノ粒子はポリスチレン、低密度ポリエチレンに限られ、環境中での存在量の多い高密度ポリエチレンやポリプロピレンを含め他のポリマーのものがなかった。

本研究では、この状況を打開し、ナノプラスチックによる環境リスクの評価を進めるため、生産量が多く海洋での検出のある6種のポリマーについて、標準物質となる球状ナノ粒子を作成することを目的とした。

■ 活動内容

1. 方法

環境中で重要な6種のポリマー(低密度ポリエチレン(LDPE)、高密度ポリエチレン(HDPE)、ポリプロピレン(PP)、ポリスチレン(PS)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリエチレンテレフタレート(PET))について、球状ナノ粒子の作成法を検討した。

ポリマーの低濃度溶液を一定の温度まで熱し、同じ温度で攪拌している他の溶媒(ポリマー溶液の溶媒との相溶性が高く、かつポリマーが溶けないもの)に添加し、ポリマーを析出させることで粒子の分散液を作成した(検討に用いた手法の概要図を図1に示す)。その液を、鏡面磨きしたアルミ台に載せて真空乾燥、あるいは、ポリエチレンテレフタレート製のろ紙に載せ真空乾燥したものを、電界放出型走査電子顕微鏡(FE-SEM)で形態観察した。

ポリマーの溶解溶媒としては、ポリエチレンについては

トルエン、キシレン、ノナン、ポリスチレンについてはテトラヒドロフランとトルエン、ポリ塩化ビニルについてはテトラヒドロフランとシクロヘキサノンを検討した。分散溶媒としては、アルコール類6種(メタノール、エタノール、2-プロパノール、1-プロパノール、1-ブタノール、エチレングリコール)、非プロトン性極性溶媒3種(アセトン、アセトニトリル、ジメチルスルホキシド)と、そのそれぞれに水を加えたものを検討した。

2. 結果と考察

いずれのポリマーについても、おおよそ球状のナノ粒子が生成される条件が存在した。ポリマー溶液の溶媒と分散溶媒の相溶性が高く、分散溶媒へのポリマーの溶解性が低いことが目的粒子の形成に重要な条件だった。今後の標準物質としての確立に向けて、さらに詳細な条件検討を進めるための基礎的知見が得られた。

低濃度ポリマー溶液をポリマーが溶けにくい溶媒に加えていくことで球状ナノ粒子を作成する方法は、過去に報告がない。このうちポリスチレン、低密度ポリエチレン以外の球状ナノ粒子については、文献としても製品としても情報は無い。また、本研究の手法は界面活性剤等の添加が必要ないという点でも重要である。例えば市販のポリスチレン粒子では、水に分散させて重合させるため分散剤が不純物として含まれるのに対し、本研究の手法では純粋なポリマーからなる粒子が作成できる。そのため、添加剤による影響を排除した毒性試験等への利用が可能である。

今後の研究では、さらに詳細な条件検討による技術の高度化を進め、安定的生産に向けた開発を進めると共に、標準物質を用いた新たな測定分析手法の開発により、プラスチック資源循環過程におけるナノプラスチックの排出実態や挙動の把握を計画している。

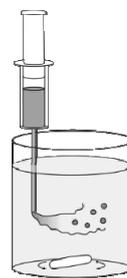


図1. 検討に用いた手法の概要図。ポリマー溶液を、分散溶媒に注入あるいは滴下した。

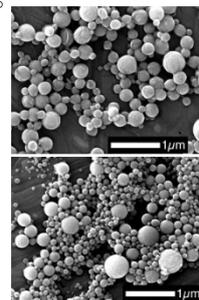


図2. 作成した粒子の例。高密度ポリエチレン(上)と、ポリエチレンテレフタレート(下)。

代表発表者 田中 厚資 (たなか こうすけ)
所属 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 基盤技術・物質管理研究室
問合せ先 〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2
TEL: 029-850-2789
tanaka.kosuke@nies.go.jp

■キーワード: (1)海洋プラスチック
(2)標準物質
(3)環境汚染

■共同研究者: 鈴木 剛(国立環境研究所)
倉持 秀敏(国立環境研究所)
大迫政浩(国立環境研究所)