

[自主研究]

## 生活排水中および河川水中の重金属ナノ粒子の 汎用的な定性・定量分析方法の確立

亀田豊

### 1 目的

ナノマテリアルは現在消費者向け製品への利用が急速に拡大しており、その材質から有機系(フラーレンなど)と無機系(金属粒子)に分類される。無機系ナノ粒子の中では、シリカ系の使用量が最も多く(全使用量の約7割)、次いで酸化チタン、ニッケル、顔料微粒子、アルミナ、酸化亜鉛となっている(ナノマテリアルの用途・生産量調査結果、東レ経営研究所、2007年)。このうち、酸化チタン(年間国内使用量1250t)と酸化亜鉛(480t)はその使用量の大半を化粧品に使用されている。化粧品は特に毎日消費者によって使用され、使用過程あるいは使用後に下水等へ排出され、下水処理場での処理後、河川等への水環境へ排出される。研究代表者による化粧品等に含まれる有機系紫外線吸収剤の水環境中濃度や挙動に関する研究成果では、生活排水中には $\mu\text{g/L}$ 、河川水中には $\text{ng/L}$ の有機系紫外線吸収剤が存在し、特に河川底質や水生生物中には高濃度で蓄積していることが明らかとなった。したがって、無機系紫外線散乱剤である酸化亜鉛ナノ粒子や酸化チタンナノ粒子も河川等の水環境へ排出されている可能性が懸念される。しかし、これらナノ粒子の生活排水や下水処理水、河川水等の環境水中濃度分析手法は確立されていない。ナノ粒子の水環境中濃度の把握やその生態リスクは未だ世界的に不明であり、その安全性情報の収集は世界的に行われ、特にOECDではWorking Party on Manufactured Nanomaterialsがナノ粒子の安全性データベースの作成、試験ガイドラインの検討、優先検討物質の選定などを行っている。その中で優先的に取り組むナノ材料リストに酸化亜鉛や酸化チタンが示され、Sponsorship Programによる詳細な情報収集活動が行われているが、環境水中濃度分析手法がないことがネックとなっている。

そこで本研究では、亜鉛ナノ粒子及びチタンナノ粒子の環境水中の粒径・形状別濃度分析手法の確立及び生活排水や下水、下水処理水及び河川水中のこれらナノ粒子の粒径・形状別濃度の相違点の評価による、製品由来の酸化亜鉛ナノ粒子や酸化チタンナノ粒子の挙動の評価を目的とする。

### 2 研究方法

本研究では環境水中ナノ粒子を超速心分離機による沈降特性(スベドベリ単位)による分画試料中の亜鉛及びチタン濃度の測定により粒径・形状濃度を評価する。なお、環境水中ナノ粒子は単粒子とさまざまな形状の凝集体(aggregate)及び集合体(agglomerate)として存在するため、モデルとして酸化亜鉛や酸化チタンのナノ粒子の単粒子標準物質、人工作成した凝集体、下水等の環境水を使ってラボ内で形成させた凝集体、集合体を使って、スベドベリ単位、動的散乱法(DLS)による粒径分布および走査型電子顕微鏡(SEM)による粒径・形状評価を行い、スベドベリ単位を軸とした粒径・形状データベースを作成する。これにより環境水中の亜鉛及びチタンナノ粒子の粒径や形状をスベドベリ単位から推定できる。一方、亜鉛、チタン微量濃度分析手法も確立する。測定手法確立後、化粧品製品、生活排水、下水、下水処理水、河川水中の粒径・形状別濃度を測定し、化粧品製品中の酸化亜鉛、酸化チタンのナノ粒子の水環境挙動の推定を行う。

### 3 結果及び今後の研究方向

本年度は超速心分離機の調整及び標準物質等の整理を含む研究環境の構築を行った。特に超速心分離機は通常の遠心分離機と違い、真空環下で高速回転するため、バランス調整等の細心の注意が必要である。そこで、超速心分離器に必要な環境を準備し、試験運転を行った。その結果、サンプルのバランス及びローターの取り扱いに細心の注意をすることで安全な運転が可能であることが明らかとなった。