

エコ・トイレタリー製品を目指した マイクロミキサーによる高効率ナノ粒子製造技術

平林大樹

キーワード： マイクロミキサー， パール化剤， 乳化晶析， GHG 削減， 環境効率

1. 研究背景

現在、世界各国で2050年までにGHG排出量を50%削減という目標が立てられている。化学産業においても、化学プロセスのエネルギー利用効率化が求められている。本研究では、環境調和型プロセスとして近年注目されているマイクロ化学プロセスに着目した。マイクロ化学プロセスとは、マイクロ空間を利用して高効率に反応や混合などを行うプロセスである。トイレタリー製品ではシャンプーが最もGHGの排出量が多いという報告がある。中でも使用段階での排出量が多いため、シャンプー配合粒子を高機能化することで、大幅な環境負荷低減が期待できる。本研究ではマイクロミキサーを用いてシャンプーに配合されるパール化剤の結晶構造を制御して高機能化するとともに、プロセスの改善による省資源・省エネルギー化の可能性を検討した。

2. 実験

パール化剤の作製は乳化晶析法を用いた。油相側はジステアリン酸エチレングリコールとポリオキシエチレン(23)ラウリルエーテルを1:1の重量比で溶解したものを、水相側は0.02 wt%ラウリル硫酸Na水溶液を用いた。油相および水相溶液をマイクロミキサーと従来法であるバッチ法を用いて、体積比1:9で混合した。混合温度は75°Cとした。混合後、約0.5 °C・min⁻¹で冷却し、結晶化を行った。混合後の液滴径は動的光散乱法(DLS)を用いて測定した。また、結晶化後の結晶形状および結晶径は、電子顕微鏡(SEM)とDLSを用いて測定した。なお、マイクロミキサーを用いて混合する際は、結晶構造に対する総流量や流路形状の影響も検討した。

3. 結果および考察

バッチ混合とマイクロミキサーで調製した粒子のSEM写真を図-1に示す。バッチ調製粒子に比べ、マイクロミキサー調製粒子の方が小さいことが分かる。また、

バッチ混合調製粒子は凝集結晶になっているのに対し、マイクロミキサー調製粒子では針状結晶として単独に存在していることが確認できる。

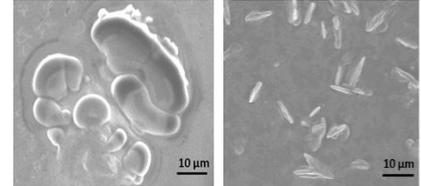


図-1 (左) バッチ混合調製品
(右) マイクロミキサー調製

これは、マイクロミキサーを用いて高速かつ均一に混合することにより、微小でサイズの揃った液滴を生成し、結晶の凝集が抑制されたためと考えられる。さらに、マイクロミキサー総流量や流路形状を変化させることで、結晶形状・径の制御ができることも確認した。これにより、液中において長期分散安定な結晶を製造することができた(図-2)。

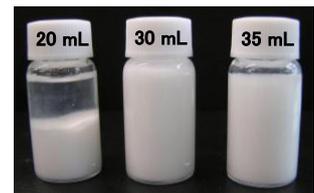


図-2 総流量変化による外観の比較(作製1ヶ月後)

4. 環境評価

環境効率を用いて、本プロセスにおける環境評価を行った。分母の環境負荷は、全プロセスにおける消費エネルギーを評価対象とし、分子の付加価値は結晶の比表面積を評価対象として、環境効率を算定した。マイクロ化学プロセス導入により生産量が0.2倍になるが、20倍の消費エネルギー削減、および結晶比表面積が2.4倍増加した。その結果、約34倍の環境負荷低減に成功したといえる。

5. 結言

本研究でマイクロミキサーを利用し、結晶構造を制御することで、微小で分散安定性の高い結晶ができた。これは、高機能化によるGHG削減、および配合量削減による省資源化に繋がる。また、マイクロ化学プロセス導入による、省エネルギー化にも成功した。