

高分子微粒子の構造制御とその機能化に関する研究

神戸大学 南 秀人



南 秀人氏

不均一重合で合成される高分子微粒子は、塗料や接着剤など、エマルジョン状態から乾燥させた皮膜形態で利用され、工業材料として重要な役割を担っている。一方、カプセル粒子など機能性材料として、またゴム分野においては、主にフィラーとして微粒子形態のままで利用されている。この際、微粒子とゴムマトリックスとの相互作用を制御することが重要であり、微粒子自体の強度や形状または、微粒子表面に官能基を導入、分布状態を変化させるなど粒子構造の制御が必要不可欠である。

受賞者は、一貫して不均一系高分子合成を基盤とした微粒子合成およびその構造制御についての研究に従事している。これまで、フィラーの構造設計やゴムの架橋構造解析など機能化に向けての研究も行ってきた。さらにイオン液体を高分子化したポリイオン液体(PIL)の微粒子化について、世界に先駆けて報告している。その構造制御による機能化では、塩刺激により硬度も変化するため機能性フィラーとしても期待している。また、ガラス状粒子だけでなく、ゴム弾性を有するシリコン粒子の合成や汎用高分子との複合粒子の構造制御についても研究を行っている。ここでは、これら二点の研究について述べる。

(1) ポリイオン液体を利用した刺激応答性カプセル粒子の合成

常温においても熔融した塩であるイオン液体はイオン伝導性や二酸化炭素吸収能など、さまざまな機能を有しており、カチオン・アニオン種を選択することにより溶解性の制御や機能性付与も容易である。また、イオンゲルやPILなどイオン液体の性質を保持した固体材料の研究も盛んに行われている。受賞者は、イオン液体モノマーを分散重合により、粒子径・粒子径分布の制御されたPIL微粒子の合成に成功し、アニオン交換により溶解性を変化させるなどイオン液体の特性が保持されていることを明らかにしている。さらに、PIL成分をシェル層に有する中空粒子の合成を試み、新規マイクロカプセル材料の作製を目指した。具体的には、イオン液体モノマー、[2-(メタクリロイルオキシ)エチル]トリメチルアンモニウムビス(トリフルオロメタンスルホン)アミドを用い、架橋剤としてエチレングリコールジメタクリレート、開始剤として過酸化ベンゾイルおよび相分離促進剤としてポブチルメタクリレートが溶解した酢酸ブチルの均一溶液をポリビニルアルコール水溶液中にホモジナイザーを用いて分散させ、懸濁重合を行ったところ、平滑な表面を有する球状の粒子が得られ、その内部は中空構造を形成

していた。塩添加によるアニオン交換により中空粒子のシェル層の性質を疎水性から親水性へと変化することを明らかにし、油溶性および水溶性物質のどちらの成分も粒子内部に保持させる事に成功するなど、刺激応答カプセルとしての応用が期待される。

(2) シリコンゴム粒子/汎用ポリマーとの複合粒子の合成とその構造制御

両末端にチオール基を有するシリコンオイルに架橋剤である3官能アリル化合物、イソシアヌ酸トリアリルを官能基数が1:1となるよう混合し、これらを分散相とした水媒体懸濁滴を作製し、チオール-エン反応を利用して、ゴム弾性を有するシリコン粒子を作製した。得られたシリコン粒子をシードとし、メタクリル酸メチルをセカンドモノマーとしたシード重合を行い、複合粒子の作製を試みた結果、外見はシード粒子と同様の真球状であったが、内部構造は、シリコン相にポリメタクリル酸メチル(PMMA)の小さなドメインが多数存在する海島構造であることが確認された。一方、シード粒子の架橋密度を変化させ、同様に複合粒子を合成したところ、架橋密度が高い場合、その内部構造はシリコン相がコア、PMMAがシェル層となるコアシェル構造が得られた。これは重合時にシードの弾性力が高くなりPMMAが押し出されたことに起因すると考えられる。さらに、この弾性力が温度に依存することを利用し、同一粒子において海島構造からコアシェル構造へ可逆的なモルフォロジーの再構築にも成功した。これら複合粒子の力学特性を微小圧縮試験より評価を行ったところ、その硬度は大きく変化し、海島構造よりもコアシェル構造を有する複合粒子の方が硬くなることを明らかにしており、硬度可変スペーサーや化粧品などの質感などを向上させる機能性材料としての応用を期待している。

受賞者は、その他、異形高分子微粒子の構造制御や粒子同士が自発的に構造を形成するコロイド構造についても多くの研究を行っており、ゴムおよびプラスチックに関する科学技術の発展について、微粒子形態という独自の観点から寄与している。最後に、ご推薦頂いた方々ならびに本受賞対象の研究内容は、研究室のスタッフおよび学生・大学院生と共に行った成果であり、皆様に感謝を申し上げます。