

酵素を触媒とする低環境負荷な高分子微粒子合成法を開発

酵素触媒ラジカル重合による機能性高分子材料の作製

(千葉大院工) ○桑折道済・福島悠佳・小林綾華・高麗寛人・谷口竜王・中平隆幸

[1PC17]

(Tel: 043-290-3393、E-mail: kohri@faculty.chiba-u.jp)

〔概要〕 千葉大学の桑折道済助教、谷口竜王准教授、中平隆幸教授らの研究グループは、酵素の1種である西洋ワサビ由来ペルオキシダーゼを触媒とする、環境に優しい新たな高分子微粒子合成法を開発した。天然由来の酵素を利用した本手法は温和な条件で反応が進行し、触媒量も従来法に比べて100分の1から1000分の1程度で十分であった。低エネルギー・低環境負荷型プロセスを達成する次世代型高分子微粒子作製法の基盤技術となり得る成果であり、作製した高分子微粒子は塗料、インキなどの分野のみならず、オプトエレクトロニクス、バイオテクノロジーといった先端材料分野での利用が期待される。

低エネルギー・低環境負荷型プロセスを達成する
酵素を用いた次世代型高分子微粒子作製法



図 酵素触媒重合による高分子微粒子の作製

〔背景〕 **高分子微粒子** ナノ~サブミクロンサイズの高分子微粒子は、塗料、コーティング、インキなど広範な工業分野で利用されている。最近では、粒子径の制御や粒子表面の改質により液晶ディスプレイ用スペーサー、カラム充填剤、臨床検査薬などの高付加価値材料への応用も盛んに行われている。高性能化、高機能化をめざした先端材料分野でも高分子微粒子の需要は高く、環境に優しい微粒子調製法の開発によりさらなる利用が期待されている。

酵素触媒重合 生体内での化学反応による物質生産はすべて酵素の触媒作用により行われている。このような生体内での反応を模倣し、酵素を触媒として人工的に高分子を得る手法を酵素触媒重合という。この方法は、酵素の高い触媒活性、温和な反応条件、酵素反応の無毒性などから環境適応型の材料調製プロセスとして有望である。西洋ワサビ由来ペルオキシダーゼは、工業的に重要なビニル化合物のラジカル重合や、フェノールやアニリン類などの芳香族化合物の酸化重合を触媒することが知られている。

【本研究】 我々の研究グループでは、酵素触媒重合をこれまであまり利用されていない不均一系重合へと拡張する一連の研究を行っており、今回、水媒体系で重合を行なうミニエマルジョン重合に適用することで高分子微粒子の作製に成功した。ミニエマルジョン重合は界面活性剤を用いて調製されるモノマーのエマルジョン油滴をそのまま重合することで高分子微粒子を得る手法である。我々は当初、一般的に使用されるラウリル硫酸ナトリウムなどの低分子界面活性剤を用いて実験を行っていたが、これらは酵素の変性剤としても働いてしまうため満足いく結果は得られていなかった。そこで、別途研究開発を進めていた重合性の界面活性剤を用いて実験を行なったところ、酵素が変性することなく重合が効率よく進行することを今回見いだした。諸条件の検討を繰り返し、高い収率でかつ均一な大きさの高分子微粒子を得る系を確立し、重合条件により微粒子の大きさを50~100 nm程度にコントロールすることにも成功した。しかし、広範な利用用途を見据えるとより大きな粒子径の微粒子作製が課題として残っており、現在更なるプロセス開発を行なっている。

今回我々の見いだした反応系は室温で実施でき、短時間(1時間以内)で完了することから、省エネルギー・高生産性なプロセスであり、今後は熱に不安定なモノマーからなる微粒子合成などへの応用が期待される。また、触媒量が従来法に比べて100分の1から1000分の1程度でよいこと、既存の製造器具・設備等はそのまま使用可能であることも特徴としてあげられる。同グループではこの他にも、微粒子などの表面で特異的に高分子の重合を行ない材料表面の改質を行う、表面開始グラフト重合と呼ばれる手法にも酵素触媒重合が適応できることを報告している。現在、実用化に向けて、酵素の再利用法の検討、酵素触媒重合の特徴を生かした導電性などを付与した機能性複合微粒子の作製法、表面改質法の確立を目指して実験を行なっている。

<適応分野>塗料、コーティング、インキ、スプレー、カラム充填剤、臨床検査薬など