

# 総説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 89 [3], 81-85 (2016)

## 一小特集 リキッドマールとカプセル化技術の進展と応用—

### マイクロ流路を利用した単分散ポリ乳酸マイクロカプセルの高速生産技術

小野 努<sup>\*,†</sup>・渡邊 貴一<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>岡山大学大学院自然科学研究科応用化学専攻 岡山県岡山市北区津島中3-1-1 (〒700-8530)

<sup>\*\*</sup>東京大学生産技術研究所 東京都目黒区駒場4-6-1 (〒153-8505)

<sup>†</sup> Corresponding Author, E-mail: tono@okayama-u.ac.jp

(2016年2月11日受付, 2016年2月24日受理)

#### 要 旨

本技術は、従来の重合過程を含むマイクロカプセル製造法とは異なり、液滴からの固液相分離によってマイクロカプセルを製造する手法である。そこに、マイクロ流路を用いた単分散液滴調製技術を融合することで、単分散液滴からの迅速な溶媒除去にともなう単分散マイクロカプセル生産を実現した。さらに、一般的に調製の難しい水相を内包した単分散ポリ乳酸マイクロカプセルの製造方法にも展開した。本稿では、このような液滴内部の固液相分離誘起によるマイクロカプセルの高速生産技術について紹介する。

キーワード：マイクロ流体デバイス、ポリ乳酸、単分散粒子、溶媒拡散、相分離

#### 1. はじめに

マイクロカプセルは、内部に液体を保有した機能性微粒子であり、画像記録、画像表示素子、食品、建築、トイレタリー、農薬および医薬など非常に幅の広い分野で効果を発揮する<sup>1)</sup>。しかしながら、マイクロカプセルの製造技術は前世紀からそれほど変わっておらず、経験的な知見に基づいた制御手法によるものが大きく、製造技術のブレークスルーは機能性マイクロカプセルをより広く展開するために欠かせないものと言える。

#### 2. 溶媒拡散法を利用したポリ乳酸微粒子調製

サブミクロンサイズの単分散高分子微粒子は、乳化重合などによる重合制御によってモノマーから合成できるが<sup>2-4)</sup>、数十マイクロメートルサイズの微粒子まで成長させるには、手間と技術が必要とされるため、液滴を鋳型とした高分子微粒子調製が容易である。液滴から溶媒を除去すれば、液滴内に存在する高分子が析出し、高分子微粒子が得られる。この際、微粒子の

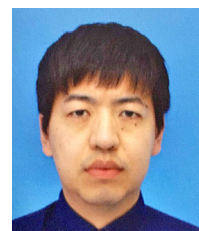
サイズ分布を単分散にするためには、液滴サイズを単分散にすることが不可欠であり、単分散液滴調製が重要な技術となる。

一般に、単分散液滴を得る手法（単分散乳化法）は、シラスポーラスガラス（SPG）膜などを用いた膜乳化法が広く使われてきたが、最近ではマイクロ流路を用いた乳化法も工業化レベルで利用されつつある。われわれは、岡山県下に拡がる微細金属加工企業群の技術を活かして金属製マイクロ流路乳化デバイスの開発を進めており、現在ではナンバリングアップ技術を用いることで、手のひらサイズのデバイスで毎時数リットルの単分散乳化も可能となっている。

マイクロ流路乳化デバイスを用いて調製された単分散液滴から溶媒を除去すれば、単分散高分子微粒子の調製が可能になる。しかしながら、通常の溶媒除去法である「液中乾燥法」では、加熱や減圧によって水溶液中から有機溶媒を気体として除去するため、乳化後の微粒子調製にエネルギー投入や気液二相



〔氏名〕 おの つとむ  
〔現職〕 岡山大学大学院自然科学研究科応用化学専攻 教授  
〔趣味〕 スポーツ全般（サッカー、スノボ）  
〔経歴〕 1971年北九州生まれ。1998年博士（工学）学位取得。九州大学。同年九州大学大学院工学研究科助教。2006年岡山大学大学院環境学研究科 准教授。2012年現職。



〔氏名〕 わたなべ たかいち  
〔現職〕 東京大学生産技術研究所 特任研究員（2016年4月～岡山大学大学院自然科学研究科応用化学専攻 助教）  
〔趣味〕 カフェ巡り、旅行  
〔経歴〕 1986年倉敷生まれ。2009年岡山大学環境理工学部卒業。2014年博士（工学）学位取得。岡山大学。同年日本学術振興会特別研究員PD。2015年現職。

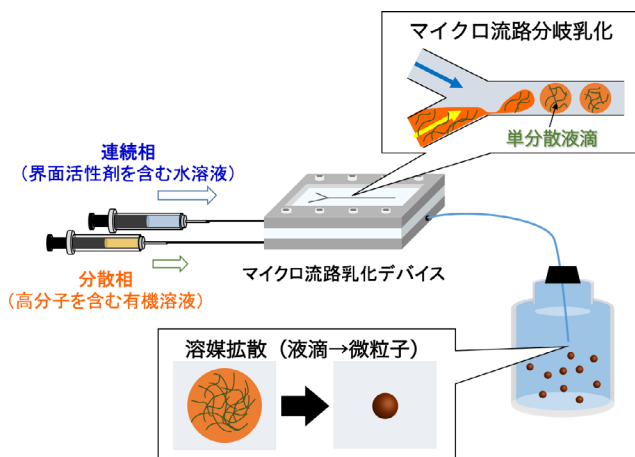


図-1 マイクロ流路乳化と溶媒拡散法を利用した単分散高分子微粒子調製（Droplet-to-Particle Technology）の概念図