

# マイクロ流体デバイスによる単分散食品エマルションの作製

横浜国立大学大学院工学研究院・准教授 金井 俊光

## ■ 目的

マイクロ流体デバイスはマイクロメートルサイズの流路からなるデバイスの総称であり、互いに混ざり合わない液体を用いて一方の液体の流れの中に他方の液体を流入させることにより、極めて単分散性の高い液滴(エマルション)を作製することができる。さらに流路を増やし、複数の液体をデバイス内に流入させると、液滴内に別の液滴を内包したダブルエマルションを単分散で作製することができる。食品エマルションにマイクロ流体技術を適用することにより、極めて単分散性の高い液滴やマイクロカプセルを作製することができ、品質の均一化や高品質な機能性食品カプセルの作製が期待できる。例えば固体脂質であるパーム油は耐胃酸・腸溶解性を示し、腸での吸収が望まれる機能性食品用のカプセル材に有用である。

本研究では、マイクロ流体デバイスを用いて、単分散な固体脂質粒子や固体脂質マイクロカプセルの作製を試みた。

## ■ 方法

単分散な固体脂質粒子を作製するため、キャピラリー型マイクロ流体デバイスを用いた。パーム油(融点: 34~40°C)を50°Cで加熱、溶融し、シリンジポンプを用いてデバイス内の内側流路から流入させた。デバイスの外側流路から50°Cに加熱した超純水をシリンジポンプを用いて流入させ、O/Wエマルションを作製した。得られたエマルションを5°Cの冷水に取り、急冷することでパーム油を固化した。外側水相の流量を調整することにより、得られる液滴のサイズ制御を試みた。液滴の形成過程は高速度カメラを用いて、また回収した粒子は光学顕微鏡を用いて観察した。

単分散固体脂質カプセルの作製は、上述のデバイスに流路を1本追加したデバイスを作製し、W/O/Wダブルエマルションを作製することで行った。内側水相には食用赤色色素を3wt%添加した超純水を、中間油相には界面活性剤(Span80)を1wt%添加したパーム油を、外側水相には界面活性剤(Tween20)を2wt%添加したグリセリンを、それぞれ用いた。各液相を50°Cに加熱し、形成したエマルションを5°Cの冷水に取り急冷し固体脂質マイクロカプセルを作製した。

## ■ 結果および考察

50°Cで溶融したパーム油をマイクロ流体デバイス内で流動させ、その後直ちに急冷することにより、単分散な固体油脂粒子を作製することができた。特に本研究では、テーパー加工していないストレートなキャピラリーを回収側の流路に用いることにより、液滴同士の接触を防ぎ、また得られた液滴を急冷することにより、界面活性剤を添加することなく単分散な固体粒子を作製することができた。冷却により透明であった液滴は白濁し凝固する様子が観察された。凝固により粒子の大きさや形状の変化はみられず、単分散性も維持された。CV値は1.5%であった。水相の流量を増加させると、油相をせん断する力が大きくなり、液滴径が減少した。水相の流量を5~100mL/hまで増加させることにより、最終的な固体油脂粒子の大きさを、171~69 $\mu$ mまで変化できた。

単分散固体脂質カプセルは、せん断力を増加させるために粘度の高いグリセリンを用い、またコア-シェル構造を安定化させるための界面活性剤を添加することにより作製できた。3液体の流量を調整することにより、1つのコアを内包したカプセルを連続的に作製できた。また急冷によりシェル相を凝固でき、凝固前後で粒径変化はみられなかった。得られたカプセルのCV値は、コア:3.2%、シェル:1.5%であり、コア、シェルともに単分散な固体脂質マイクロカプセルが作製できた。

## ■ 結語

マイクロ流体デバイスを用いて、単分散固体脂質粒子や固体脂質マイクロカプセルを作製できた。本方法は、機能性食品やDDS(ドラッグデリバリーシステム)への応用が期待できると考えられる。