

【成果情報名】 マイクロチャンネル乳化を用いた均一径多相エマルションの作製手法の開発
および CFD を利用した乳化速度の解析

【要 約】 高圧乳化と貫通型マイクロチャンネル乳化を併用することで、均一径マイクロ油滴の中にナノ水滴が封入されている多相エマルションを作製した。またマイクロ貫通孔の内部を流れる分散相（液滴材料）の流速が臨界値より小さい場合に、微小な水中油滴が安定的に作製されることを示した。

【部 署】 食品総合研究所・企画調整部・マイクロチャンネルアレイ工学チーム、食品工学部長

【連絡先】 マイクロチャンネルアレイ工学チーム 029-838-8025 isaok@affrc.go.jp

【成果区分】 参考

【キーワード】 貫通型マイクロチャンネル乳化、多相エマルション、均一径、CFD、乳化速度

【背景・ねらい】

マイクロチャンネル(MC)乳化は、均一径の微小液滴を有するエマルションを作製できる有望技術である。エマルション中の液滴の内部にさらに微小な液滴が分散している二層構造の多相エマルションは、天然物素材を主成分とした高機能なマイクロカプセルなどの製造に有用な基材であり、食品や医薬品等への応用が期待されている。また、乳化速度を含む MC 乳化プロセスの最適化は MC 乳化技術の実用化に向けた重要課題の一つである。本課題では、高圧乳化と貫通型 MC 乳化を併用した均一径の微小油滴の中にさらに小さな水滴が封入されている W/O/W エマルションの作製手法を開発した。また CFD (数値流体力学) を利用して、貫通型 MC の内部における分散相の流速が乳化プロセスや乳化速度に与える影響を明らかにした。

【成果の内容・特徴】

1. グルコース水溶液を連続相、乳化剤を添加した大豆油を分散相として高圧ホモジナイザー(操作圧 140 MPa)による乳化を行い、平均液滴径 150~260 nm 程度のナノ水滴を 10~30 vol%含む油中水滴型(W/O)エマルションを作製した。この W/O エマルションを分散相、乳化剤を添加したグルコース水溶液を連続相として貫通型 MC 乳化(操作圧 1.3 kPa)を行い(図 1)、ナノ水滴を封入した直径 40 μm 程度でバラツキ 5%以下の水中油滴が安定的に作製され、食品グレードの均一径 W/O/W エマルションを得ることができた(図 2)。
2. 楕円形断面の微細チャンネル(長軸 40 μm、短軸 10 μm)の内部における分散相(大豆油)の流速が臨界流速(約 1.3 mm/s)より小さい領域で、直径 30 μm 台の微小油滴が連続相(水)中で安定的に作製されることを示した(図 3、4)。また、乳化速度を示す各々の微細チャンネルからの液滴作製速度は臨界流速付近で最大(約 15 個/秒)になることが明らかになった。以上の成果は、MC 乳化により均一径エマルションを効率的に作製するために有用な知見である。

【成果の活用面・留意点】

貫通型 MC 乳化を利用して均一径の W/O/W エマルションを作製できたが、この W/O/W エマルションの特性について今後検討する必要がある。CFD を利用してチャンネル構造の影響に加えて操作変数の影響も検討可能になり、実験系研究と CFD 研究で得られる知見を活用することで MC 乳化の最適設計を実現できるものと期待される。

[具体的データ]

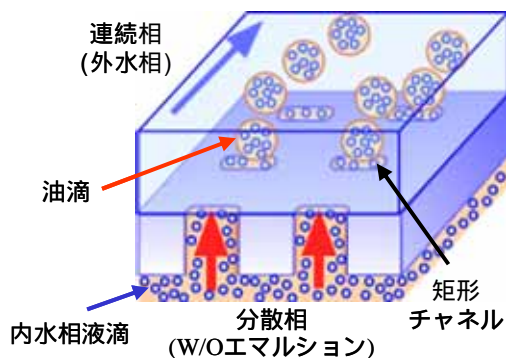


図1 貫通型 MC を用いた W/O/W エマルジョン作製の模式図

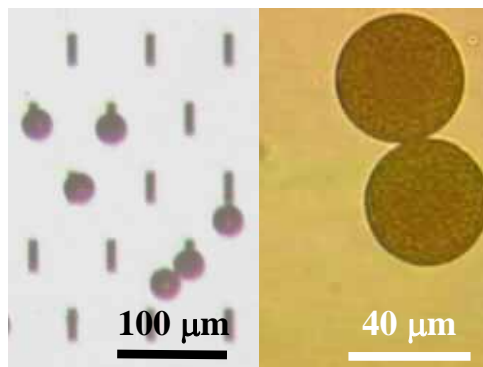


図2 貫通型 MC を用いた 均一径 W/O/W エマルジョンの作製

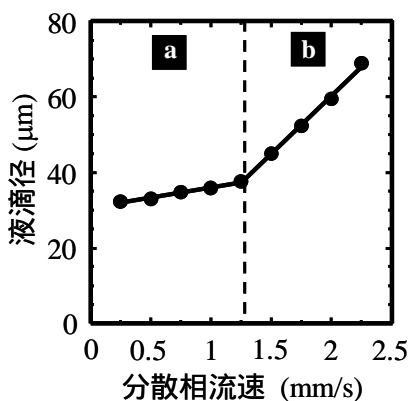


図3 分散相流速が液滴径に与える影響

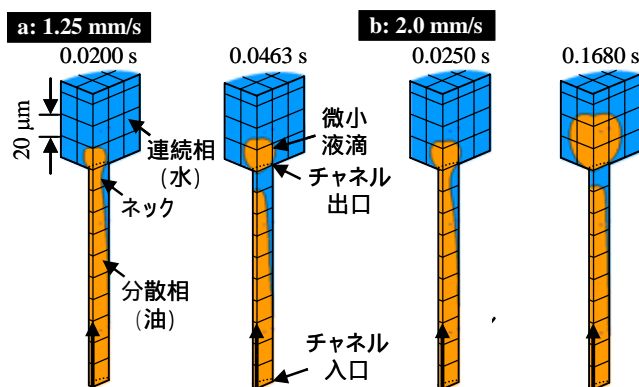


図4 分散相流速が液滴作製プロセスに与える影響

[その他]

研究課題名：単分散ナノ粒子およびマイクロ粒子の作製（ナノテクノロジー）

予算区分：農水省ナノテクノロジープロジェクト

研究期間：2002～2006年度

研究担当者：小林功、中嶋光敏

発表論文等：

- 1) I. Kobayashi *et al.*, Preparation of monodisperse water-in-oil-in-water emulsions using microfluidization and straight-through microchannel emulsification, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **82**, 65-71 (2005)
- 2) I. Kobayashi *et al.*, Effect of type and physical properties of oil phase on oil-in-water emulsion droplet formation in straight-through microchannel emulsification, experimental and CFD studies, *Langmuir*, **21**, 5722-5730 (2005)
- 3) I. Kobayashi *et al.*, Production of monodisperse oil-in-water emulsions using a large silicon straight-through microchannel plate, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **44**, 5852-5856 (2005)
- 4) I. Kobayashi *et al.*, Novel asymmetric through-hole array microfabricated on a silicon plate for formulating monodisperse emulsions, *Langmuir*, **21**, 7629-7632 (2005)