

M209

プリミックスマイクロチャンネル乳化プロセスの解析： 均一径微小油滴の微細化

(農研機構食総研・筑波大院生環) (学) ○韓 栗莉, (農研機構食総研) (正) 小林 功, (農研機構食総研・筑波大院生環) (学) 神津博幸, (農研機構食総研) 植村邦彦, (農研機構食総研・筑波大院生環) (正) 中嶋光敏*

1. 緒言

あらかじめ乳化した粗エマルションを用いたプリミックス膜乳化は、二種類の液体を用いて直接的に膜乳化する場合よりも高い乳化速度でエマルションを作製できる技術である^{1,2)}。我々のグループでは、並列微細流路であるマイクロチャンネル (MC) アレイを用いて変動係数 5%以下の均一径微小液滴を直接作製できる MC 乳化³⁾を提案し、種々の検討を進めてきた。最近、我々は MC アレイを介して微小油滴の微細化が可能なプリミックス MC 乳化を提案した⁴⁾。本研究では、プリミックス MC 乳化における微小油滴の微細化プロセスについて実験的方法と計算機手法を用いて解析した。

2. 方法

分散相として精製大豆油を用い、連続相として 2.0wt% Tween 20 水溶液を用いた。まず、非対称貫通型 MC (WMS1-3) を用いて均一径微小油滴 (平均液滴径約 30 μm) を作製した。本研究で用いた単結晶シリコン製の MC アレイは、MSX02 (矩形 MC: 高さ 5 μm , 幅 20 μm , 長さ 200 μm ; ステップ: 高さ 45 μm) であった。プリミックス MC 乳化は、上述の均一径微小油滴を加圧して MC を通過させて行った。(図 1) また、ハイスピードカメラ (撮影速度: 4,000fps) を用いてエマルション液滴が微細化される様子を観察した。

本研究では、MC を介した微細化プロセスの数値流体力学 (CFD; Computational Fluid Dynamics) シミュレーションも行った。本シミュレーションは、汎用 CFD ソフトウェアである CFD-ACE+ を利用して行った。初期条件として、直径 30 μm の微小大豆油滴がチャンネル入り口手前に存在するように設定した。ちなみに、チャンネルおよびステップ手前の井戸部は基本的に連続相 (水) で満たされている。数値計算は VOF 法を利用した有限体積法により行った。

3. 結果および考察

矩形 MC を介した微小油滴の微細化プロセスの一例を図 2 に示す。操作圧力 (ΔP) が 6.5 kPa に達した時、加圧された微小油滴が MC 内部に進入し始めた (図 2a,b)。MC 内部に進入した微小油滴は急激に伸長した (図 2c,d)。その後、微小油滴の一部がくびれてネックが形成された (図 2e)。最後に、ネックが瞬時に分裂して微細化された微小油滴 (平均液滴径: 7.2 μm) が作製された (図 2f)。また、プリミックス MC 乳化プロセスの CFD ミュレーション結果を図 3 に示す。加圧された微小油滴の一部がチャンネルに進入した後に、チャンネル内部における連続相の流速と分散

相の流速の差に起因する伸長力がチャンネル内部の微小油滴の急激な伸長および分裂を引き起こすものと推察された。

(本研究は、農林水産省食品ナノテクノロジープロジェクトの助成を得て行われた。)

参考文献

- 1,2) Suzuki *et al.*, *Food Sci. Technol. Int.*, **2**, 43 (1996); **4**, 164 (1998)
- 3) Kawakatsu *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **74**, 350 (1997)
- 4) 韓ら, 化学工学会第 74 年会, Q116 (2009)

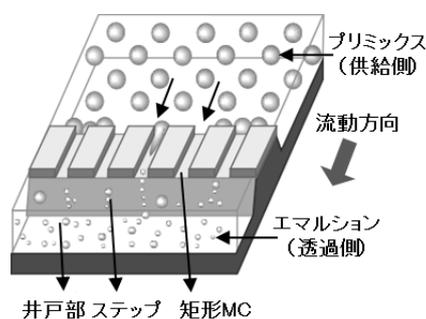


図 1 プリミックス MC 乳化の模式図

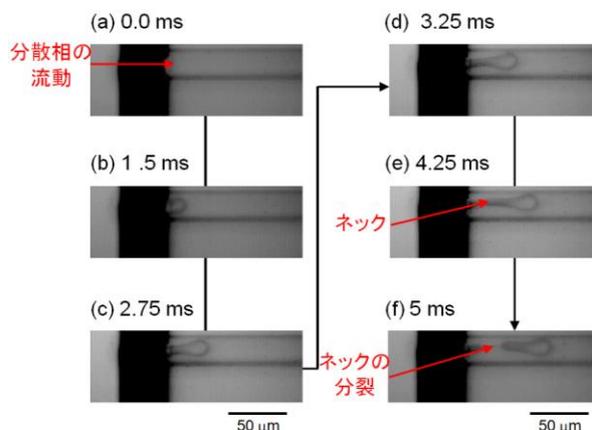


図 2 微小油滴の微細化プロセス (ΔP : 6.5 kPa)

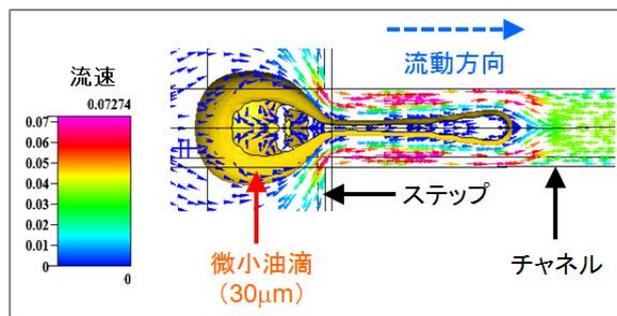


図 3 CFD シミュレーション結果
(ΔP : 4.5 kPa; 界面張力: 5mN/m)

*E-mail: nakajima.m.fu@u.tsukuba.ac.jp