

MLF Experimental Report

The Surface structure of Oil in Water Emulsion and Their Temperature Dependence

水中油型エマルションの界面構造とその温度依存性に関する研究

Tokyo Food Co. Ltd. Kazuo Takei

1. Introduction

「エマルション」とは水と油のようなお互いに混ざらない液体同士に振とうなどのエネルギーを加えることにより、一方の液体をもう一方の液体に分散させたものをいう。エマルションはインク、化粧品、食品や洗浄等、身の回りの様々な分野で使用されており、現代社会はエマルション技術が重要な役割を担っているといっても過言ではない。しかしながら、エマルションは非平衡系であり、その分散安定性は温度、イオン強度、pH、そして圧力など外的要因に大きく左右されてしまうので、通常界面活性剤などを使用することにより分散の長期安定化を維持している。

エマルションの不安定化については古くから基礎理論を含め議論・研究されているが¹⁻⁴、根本的な原理、殊に界面近傍の分子配列・構造の詳細に関しては未だに明らかになっていない。近年は解乳化しやすい乳化剤不使用エマルションを使用して分散の不安定さに関する研究も行われており⁵、エマルションの崩壊過程について様々な議論がなされているが、界面の詳細な構造体については不明なままである。

そこで、中性子小角散乱技術を用いてエマルション-特に水中油型エマルションの界面近傍の分子構造、配列の知見を得ることで、エマルションの構造や分散安定性への寄与を明らかにしていきたい。エマルション界面の構造理解が進めば、油脂と水の混合品である食品、化成品などのあらゆる製造業界に大きな恩恵をもたらすと考えられる。

尚、2019AM0042 トライアルユース-乳化に関する研究において食品エマルションである生チョコレートエマルション構造解明を試みたが、複雑系過ぎて明確な結果は得られなかった。今回の実験系では、油脂と水という単純なエマルション系の測定に焦点を当てて実験を行う。

2. Experiment

重水/軽水を混合した水 25 mL に部分重水素化した油脂(オレイン酸)0.1 mL を添加し、超音波照射機 (US-eM ; 28kHz, 300W) を用いて分散させることによりエマルションサンプルを調製した。重水/軽水比(v/v)は 17.5 / 82.5, 40.0 / 60.0, 70.0 / 30.0, 100.0 / 0.0 の 4 パターン、測定温度は RT(~298K)、303K、313K の 3 パターン実施した。使用したサンプルセルは共用の厚み 1 mm の円筒型石英製のものを用いた。測定には茨城県材料構造解析装置である BL20 iMATERIA を使用した。中性子照射時間は各サンプルとも 45 分行い、散乱データを得た。解析には小角散乱法を用いた。

3. Results

Figure. 1 に iMATERIA で得られた SANS パターンを示す。連続相の重水比 100 の両対数プロットにおいて $q \sim 0.01 \text{ \AA}^{-1}$ 付近の傾きが q^4 となっており、エマルションの球状油滴由来の散乱であることが示唆された。また、重水比を減少さ

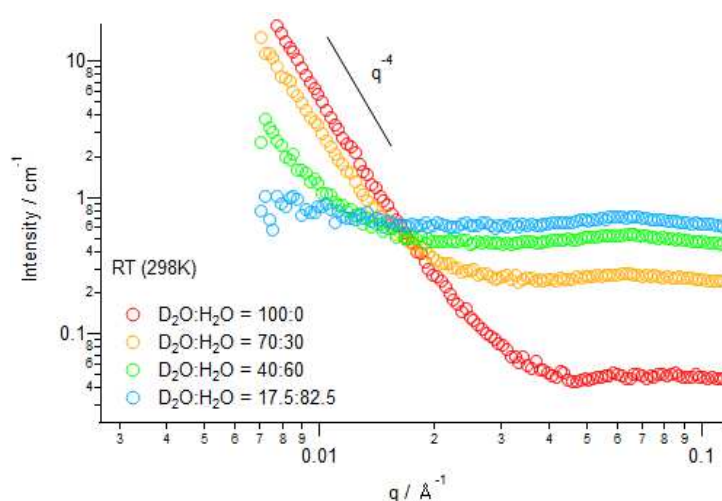


Figure.1 SANS patterns of the O/W emulsion at RT.

せることに伴い散乱強度が減少し、油と連続相とのコントラスト比が減少していることが確認された。

界面付近の膜構造情報を得る為、porod 領域における擬 2 相系の界面厚みを評価した⁶。得られた $q^4 I(q)$ vs q^2 プロットから界面膜厚を評価したところ(Figure.2)、RT(～298 K)から 313 K にかけて膜厚が～60 Å 減少すると見積もられた。今回使用した油脂の 1 分子あたりの長さは約 20 Å なので、水-油脂界面付近に存在すると思われる界面膜構造が温度上昇により厚み約 3 分子分程度減少したことが示唆された。

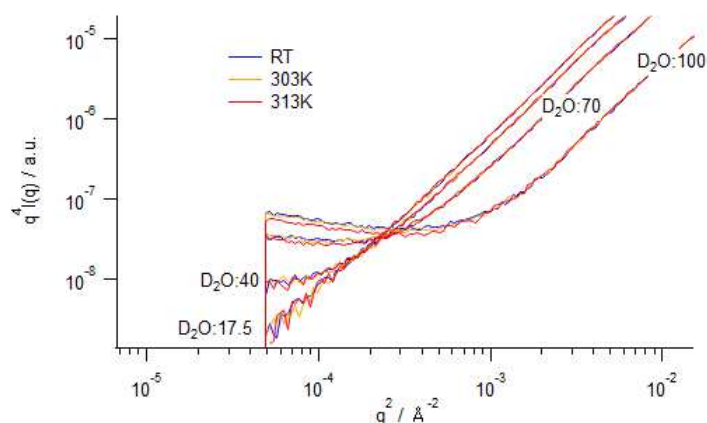


Figure.2 $q^4 I(q)$ vs q^2 plot of SANS data of the O/W emulsion.

尚、部分重水素化した油脂により膜構造の規則性などの構造の存在がコントラスト変動により把握できるか期待していたが、エマルジョンサンプルが低濃度であったことによる散乱強度不足等でパターンを確認する事が出来なかった。

4. Conclusion

iMATERIA を用いた SANS 測定により、水中油型エマルジョンの構造に関する調査を行った。今回の測定で、温度による水中油型エマルジョン界面の膜構造に関する知見を得られることがわかった。今後は得られたデータと他の実験データとを比較し、生じた現象のモデル解析を行う予定である。また、他の油脂種を用いたエマルジョンに関しても中性子を用いた手法を活用して界面構造に関する知見を得られるよう利用の検討を予定している。

5. References

- 1) National Astronomical Observatory of Japan, *Chronological Science Tables*, Maruzen, (2012)
- 2) C. Wagner, *Ber. Bunsenges: Phys. Chem.*, **65**, 581 (1961)
- 3) Derjaguin B. V., Landau L. D.: *Acta Physicochim. URSS*, **14**, 633 (1941)
- 4) Verwey E. J. W., Overbeek J. Th. G.: *Theory of the Stability of Lyophobic Colloids*, Elsevier, Amsterdam, (1948)
- 5) Sakai T., *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.*, **13**, 228 (2008)
- 6) Ruland W., *J. Appl. Cryst.*, **4**, 70-73 (1971)