

N-14

水 + アルカン + 非イオン界面活性剤系の相互溶解度の測定

Determination of mutual solubilities for water + alkane + nonionic surfactant

○江又理沙¹, 松田弘幸², 栗原清文², 栃木勝己³*Risa Emata¹, Hiroyuki matsuda², Kiyofumi Kurihara², Katsumi Tochigi³

Abstract: The mutual solubilities of ternary mixture water + *n*-octane + C₆E₂ were determined by a cloud point method with a laser-scattering technique. The C₆E₂ free basis mass fraction of *n*-octane “ α ” was set to 0.9. The experimental mutual solubilities formed fish-typed phase diagram when the temperature of phase transitions are plotted vs. the mass fraction of C₆E₂ in the fixed α .

1. 緒言

界面活性剤は一分子に親水基と疎水基を併せもつ物質であり、食品、医薬品、化粧品、原油の 3 次回収など幅広い分野で使用されている。また界面活性剤は、水に溶解した際の親水基の電荷により、陽イオン界面活性剤、陰イオン界面活性剤、両性界面活性剤、非イオン界面活性剤の 4 種に大別されるが、その中で近年、非イオン界面活性剤が生産量・使用量ともにトップである。しかし、非イオン界面活性剤は他の界面活性剤と比較して高価であることから、効率的に非イオン界面活性剤を使用する必要があり、特に原油 3 次回収の設計・開発・操作においては、基礎物性の一つとして水 + 原油 + 非イオン界面活性剤系の相互溶解度データが必要となる。そのため、従来から、非イオン界面活性剤を含む系の相平衡の測定に関する研究が行われており、その結果、水 + アルカン + 非イオン界面活性剤系の溶解度曲線は、Fish-Shaped(魚型)と呼ばれる複雑な挙動を示すことが報告されている^[1-4]。

本研究は、非イオン界面活性剤が用いられる分野のうち、特に原油の 3 次回収プロセスに注目し、水、原油成分および非イオン界面活性剤を含む系の相互溶解度データの正確な測定およびその蓄積を目的とした。そこで今回は、非イオン界面活性剤としてジエチレングリコールモノヘキシルエーテル(C₆E₂)を、アルカンには原油成分の一つである *n*-オクタンを選択し、その相互溶解度データを本研究室で開発したレーザ光散乱を利用した白濁法^[5]により測定した。

2. 実験

2.1 測定装置

本研究で用いた相互溶解度の測定装置は平衡セル、光センサ、光源、温度計、恒温槽およびデータ収録システムにより構成されている^[6]。平衡セルは最高負荷約 1.0 MPa の耐圧ガラスである。恒温槽には東京理化学工業株式会社製 NCB-1200 型低温恒温槽を用いた。光源には NEC 電子デバイス社製 He-Ne レーザ GLG5090(波長 632.8 nm)を用いた。光センサにはシリコン太陽電池を利用し、散乱光のみを捉えられるようにレーザ光の直進軌道と異なる位置に取り付けられている。

2.2 測定方法

目的の組成になるように各試料をシリンジで秤量採取して平衡セルに仕込み、レーザ光を照射する。気泡を生じない程度に攪拌を行いながら、平衡セル内の溶液が 2 液相のなるまで温度を上昇させる。その後セル内の温度降温し、測定を開始する。溶液の相変化による散乱光強度の変化を光センサが感応し、デジタルマルチメータを通じて電圧の変化として測定する。このときの散乱光の強度と溶液温度との関係をコンピュー

1: 日大理工・学部・応化 2: 日大理工・教員・応化 3: 日大名誉教授

タで追跡し、白濁点付近のデータを解析して白濁点を決定した。この温度を挟む範囲で、昇温、降温を繰り返すことにより、0.1 K 以内で白濁点の再現性を確認した。

Fig. 1 に 3 成分系水 (1) + n -オクタン (2) + C_6E_2 (3) の 3 液相から 2 液相に変化する白濁点における電圧変化の一例を示す。3 成分系の測定も 2 成分系同様に相変化時に生じる散乱光強度を、電圧変化として捉えることで測定を行った。

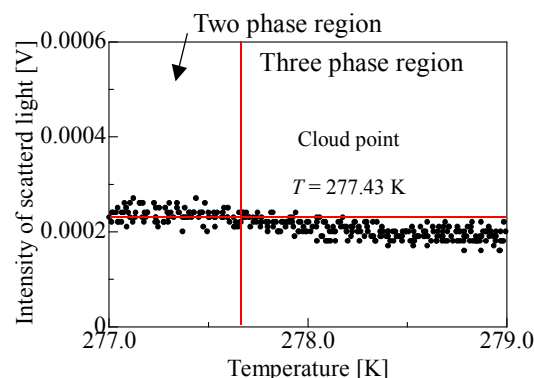


Fig. 1 Intensity of scattered light vs. temperature of solution water (1) + n -octane (2) + C_6E_2 (3) system

3. 測定結果

本研究では、水 (1) + n -オクタン (2) + C_6E_2 (3) 系の相互溶解度の測定に際して、水 + n -オクタン系を一つの成分として考

え、擬似 2 成分系として取り扱い、今回は C_6E_2 フリーの n -オクタン重量分率 α を 0.9 として相互溶解度の測定結果を行った。その測定結果を **Fig. 2** 中の●に示すが、図には、本研究室で過去に測定した α の異なる同じ系の測定結果^[7]も示した。図より、●も含む他の α 値においても、本系の溶解度曲線は、fish-shaped(魚型)と呼ばれる 3 つの液相が共存する挙動を示すことを確認した。なお、溶解度曲線は α 値が大きくなるほど高温側かつ水 + n -オクタンリッチ側へ向かう挙動を示した。

また、異なる α 値において決定した X-point を **Fig. 3** に示す。X-point とは、最小の C_6E_2 組成で 1 液相を形成することができる点であり、プロセス設計の際に適した界面活性剤およびその濃度を選択するための重要な指標となる。図に示すように、本系の X-point の挙動は、 α 値の増加とともに反時計回りにシフトすることを確認した。

最後に、本研究にて測定した水 (1) + n -オクタン (2) + C_6E_2 (3) 系の結果を、過去に測定した 3 成分系水 (1) + n -オクタン (2) + C_4E_1 (3) 系の測定結果とともに **Fig. 4** に示す。図より、 C_6E_2 の X-point および溶解度曲線は、 C_4E_1 のそれらと比較して、低温側かつ水 + n -オクタンリッチ側へのシフトした。

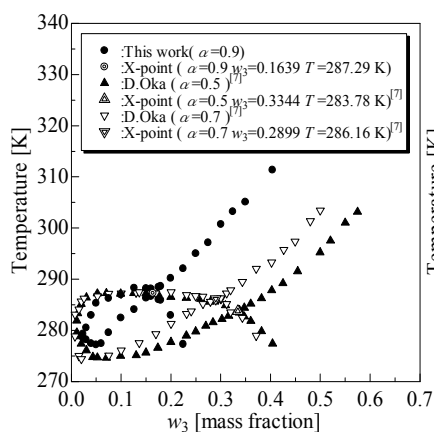


Fig. 2 Experimental results of mutual solubilities for water (1) + n -octane (2) + C_6E_2 (3) system

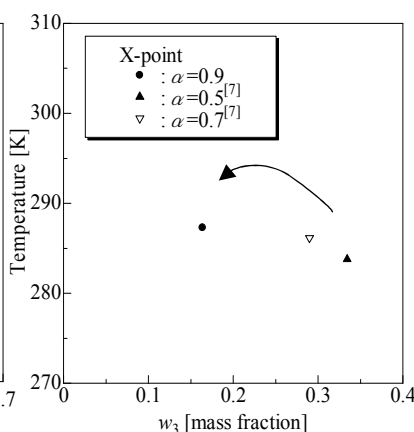


Fig. 3 Calculated results of X-point for water (1) + n -octane (2) + C_6E_2 (3) system

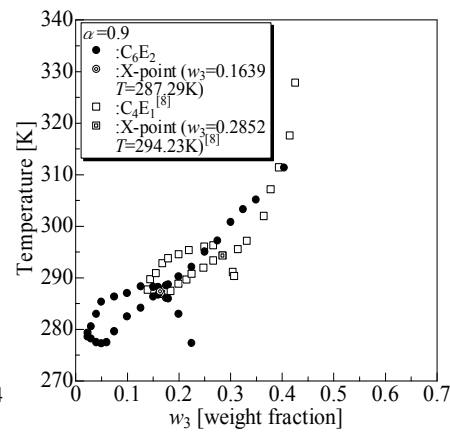


Fig. 4 Experimental results of mutual solubilities for water (1) + n -octane (2) + C_6E_j (3) system ($\alpha=0.9$)

参考文献

- [1] M. Kahlweit et al., *J. Phys. Chem.*, **94**, 3881-3894 (1990)
- [2] M. Kahlweit et al., *J. Colloid Interface Sci.*, **118**, 436-453 (1987)
- [3] C. Browarzik et al., *Fluid Phase Equilib.*, **296**, 82-87 (2010)
- [4] Andersen et al., *Fluid Phase Equilib.*, **163**, 259-273 (1999)
- [5] K. Ochi et al., *Fluid Phase Equilib.*, **56**, 341-359 (1990)
- [6] H. Matsuda et al., *Fluid Phase Equilib.*, **260**, 81-86 (2007)
- [7] 岡大貴, 平成 27 年度卒業論文(2016)
- [8] 中里有希, 平成 27 年度修士論文(2016)