

水/有機溶媒/塩の混合系のレオロジーとダイナミクス

立命館大理工 ○中村浩樹・森駿也・瀧川佳紀・深尾浩次

同志社大生命医科学 貞包浩一朗

[緒言]

水と有機溶媒の混合溶液に拮抗的なイオン（親水性の陽イオンと疎水性の陰イオン）からなる塩を加えた系は、その臨界挙動や相分離の観点から盛んに研究が行われている[1]。この系において、特定の塩と有機溶媒の濃度領域において、数十 μm の大きさを持つ多重膜球構造(Fig.1)を形成することを近年我々は発見している。この溶液にせん断を印加すると、溶液全体としてゲル的な振る舞いを示す[2]。この粘度変化は内部構造の変化に起因すると考えられるが、実験的に確認した例はない。そこで、本研究では、重水/3-メチルピリジン/テトラフェニルほう酸ナトリウムの三種混合系の、内部構造の変化と、レオロジー的性質との関係に着目し、粘性測定とせん断流下におけるモルフォロジー変化の観察を行った。その結果について以下で議論する。

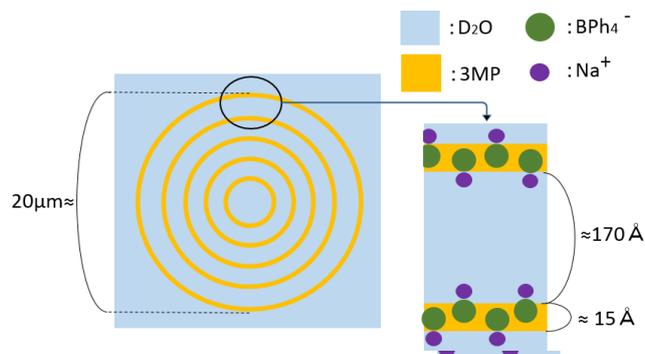


Fig.1 Multilamellar structure model.

[実験]

I) 試料 重水(D₂O)/3-メチルピリジン(3MP)/テトラフェニルほう酸ナトリウム(NaBPh₄)の三種混合系を、NaBPh₄のモル濃度が150 mM、3MPの体積分率が $\phi_{3MP}=0.09$ となるように試料を作製した。

II) 定常流粘性測定 コーンプレート型レオメーターを用いて25°Cの恒温槽内で試料の粘度を測定した。1つのせん断速度に対して約20分間計測を行い、定常状態へ至るまでの粘度変化と定常せん断粘度を測定した。

III) 偏光観察 せん断流下での内部構造の変化を調べるため、偏光顕微鏡を用いてクロスニコル下で溶液の直接観察を行った。試料をギャップ150 μm のガラス板で挟み、せん断速度が15 s⁻¹となるように上部ガラス板を回転させた。

Shear thickening and fiber structure of ternary mixtures of water/organic solvent/salt

Hiroki Nakamura¹, Shunya Mori¹, Koichiro Sadakane², Takikawa Yoshinori¹, Koji Fukao¹ (¹Dept. of Physics, Ritsumeikan Univ., 1-1-1 Noji-Higashi, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan, ²Faculty of Life and Medical Sciences, Doshisha Univ., 1-3 Tatara-Miyakodani, Kyotanabe, Kyoto 610-0394, Japan)

Tel & Fax: +81(0)-77-561-5842, E-mail: rp0022vs@ed.ritsumei.ac.jp

Key Word: antagonistic salt / rheology

Abstract: We made rheological measurements and cross-nikoled optical microscopoe measurement under shear flow for ternary mixture of D₂O/3-methylpyridine/NaBPh₄ with an antagonistic salt added, in order to clarify rheological properties and structural change of this system. Our results show that, with time course in steady flow, the solution showed an increase in viscosity and a structural change corresponding to the viscosity change. The detailed rheology and dynamics of the solution will be presented in the poster session.

[結果と考察]

I) 定常流粘性測定

様々なせん断速度の定常せん断流下における粘度の時間変化をFig.2に示した。これより、数百秒の時間をかけて粘度が変化していく様子が確認できる。これは、せん断印加による内部構造の変化に起因していると考えられる。また、せん断速度の上昇に伴い、粘度が下がっていることから、このせん断速度領域ではShear thinningを起こすことが確認できた。

II) 偏光観察

偏光顕微鏡観察の結果をFig.3に示した。赤線で囲われた部分のように、せん断印加前はマルタクロスを示し、球形構造が観察された(Fig.3(a))。一方、せん断印加して100秒後では、球形構造がせん断方向に引き伸ばされている様子が確認できた(Fig.3(b))。

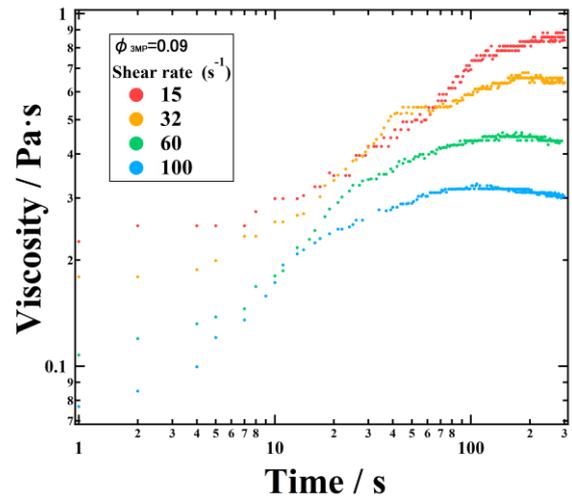


Fig.2 Time evolution of viscosity in steady shear flow at 298 K.

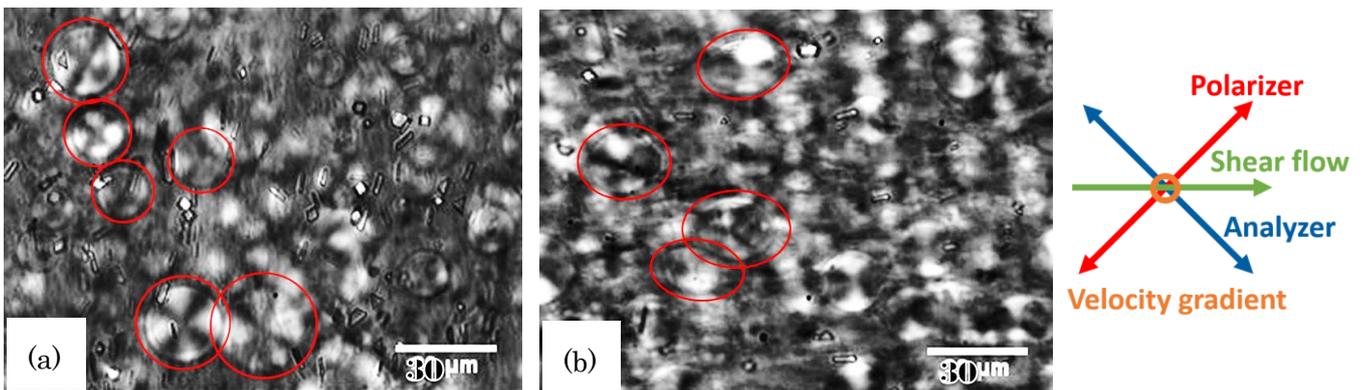


Fig.3 Polarizing microscopic observation (a) before shearing and (b) after shearing for 100 seconds.

Fig.3は速度勾配方向からの偏光観察であるため、速度勾配方向の変形は観察できていない。しかし、この偏光観察の結果とせん断流の特徴から、100秒後の形状はFig.4で示される形状であることが推測できる。また、球形構造がFig.4の形状へ変形した場合、せん断応力が上昇し、粘度が増加することが知られている[3]。これらの結果から、数十秒～数百秒にわたる粘度の時間変化が、溶液が有する内部構造の時間発展と相関があることが示された。当日はレオロジーとダイナミクスについてさらに詳細に報告する。

[Reference]

- [1] K. Sadakane, M. Nagao, H. Endo, and H. Seto, J. Chem. Phys. 139, 234905 (2013)
- [2] K. Sadakane, A. Onuki, K. Nishida, S. Koizumi, and H. Seto, Phys. Rev. Lett. 103, 167803 (2009).
- [3] M. Doi and T. Ohta, J. Chem. Phys. 95, 1242 (1991)

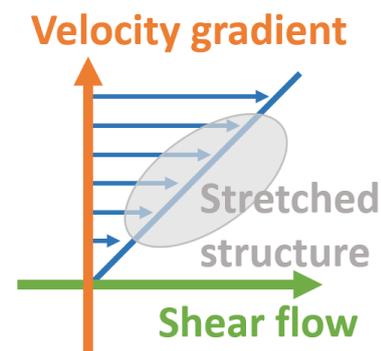


Fig.4 A possible model of the transformation of spherical structure by shear flow.