

流動場下におけるラメラ秩序形成

Formation of lamellar structure under shear flow

東京大学生産技術研究所 宮澤 秀之¹, 田中 肇

流動場下におけるスポンジ-ラメラ相転移の際、低濃度試料を用いた過去の実験では、その粘性率は流動場の大きさによらず減少することがわかっていた。そこで今回、オニオンが形成される濃度領域の試料において同様の実験をおこなったところ流動場の大きさに依存して大きく異なる二つの粘性率挙動が存在することを発見した。今回はこの現象に関連したいくつかの結果をまとめて発表する。

1 Introduction

両親媒性分子が水溶液中で2分子膜を形成することが知られているが、さらに2分子膜が形成する構造として、高温側では膜がランダムに結合した等方的なスポンジ相、低温側では膜同士が局所的に平行に配向しているラメラ相が存在する。両相は温度変化により一次の相転移を起こす。また、高濃度の試料においてラメラ相は、膜が球状に幾重にも重なってできたオニオンと呼ばれる構造をとりうることも多くの実験により報告されている。このような階層性をもつ構造に対する流動場の影響というものの研究が近年盛んに行われていて、rheochaosやshear bandingといった興味深い現象がいくつも報告されている。近年我々はレオロジーという観点からスポンジ相、ラメラ相の流動場下における相転移を調べているが、今回大変興味深い現象が発見されたので報告する。

2 Experiment

今回用いた試料はC10E3(Tri-ethyleneglycol mono-n-decyl ether)/水の2成分系である。系のレオロジー的測定はRheometer(Reologica社)により行いshear cellはcone-plate型(1°)のものを使用した。顕微鏡観察はOLYMPUS社の位相差顕微鏡に高速度カメラ(Phantom社)を組み合わせおこない、サンプルセルはLinkam社のshearing cellを使用した。また、shear cellの中の様子を位相差顕微鏡で直接観察することで、shear下での系の構造的情報を得た。

¹E-mail: miya1219@iis.u-tokyo.ac.jp

3 Results

まず、低濃度試料を用いた過去の実験結果を図1に示す。高温側のスポンジ相から冷却しラメラ相に転移した際、shear rateの大きさに関わらず転移点付近で粘性率は一様に減少していることがわかる。ところが今回用いたより高濃度の試料では転移点において、shear rateが小さい場合に見られる粘性率が増加するタイプと、shear rateが大きい場合に見られる粘性率が減少するタイプという異なる2タイプの粘性率挙動が存在することを発見した(図2)。そして顕微鏡観察により2タイプの粘性率挙動はラメラ相の核生成状態の差(オニオンか string)に起因していて、わずかな shear rate の差(1%以下)により隔てられていることもわかった。また、ある領域の shear rate ではオニオンとして核生成したラメラ相も長時間経過後、string 状で転移する(この際粘性率は急激に減少する)という興味深い現象も発見された(図3)。

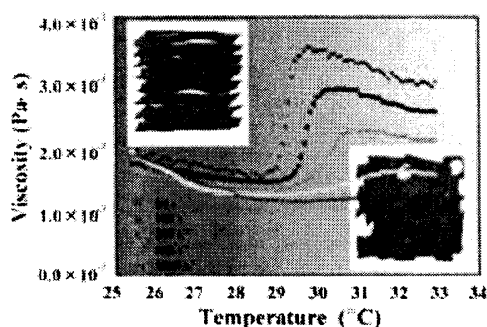


図 1: C10E3/water 1.39wt% スポンジ相から冷却

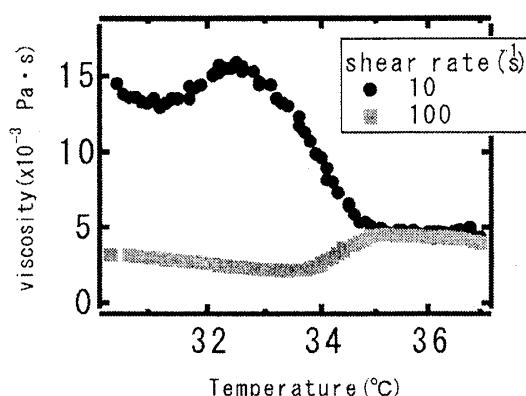


図 2: C10E3/water 5% スポンジ相から冷却

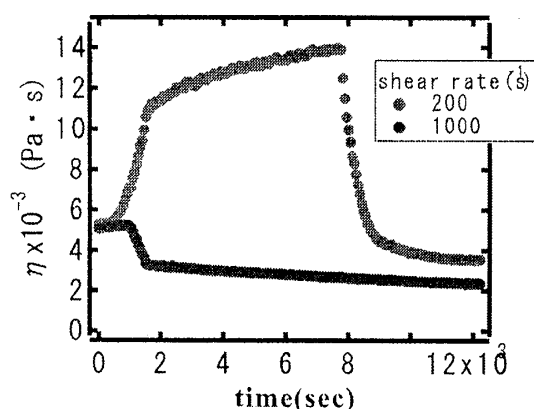


図 3: C10E3/water 10% オニオンから string への転移