

複雑流体の構造変化と流動性に関する研究

鳴 海 敬 倫

Studies on Fluidity and Structure Change of Complex Fluids

by Takatsune NARUMI

構造性を有する複雑流体について、電場印加または流動場変化に伴う液体構造の変化とそれにより生じる流動性の変化を実験的に明らかにした。また、分散系流体については流動反転時の構造変化に伴う特異な過渡挙動などを解明し、更に、高分子液晶の不安定流動構造、DNA 高分子のマイクロ構造内での構造緩和などを明らかにした。これらをまとめると以下の通りとなる。

1. 液晶性流体の構造変化と流動特性に関する研究
ネマティック相を示す低分子液晶の ER 効果について、高せん断速度域で生じるシアシニング領域の流動特性のモデル化を行い、良好な予測ができることを明らかにした。また、振動スクイーズ流れ場での ER 特性について、位相のずれは、液晶の電場に対する応答時間を用いることにより基準化できることを示した。そして、このような動的な ER 効果に対するレオロジーモデルを制御理論から構築し、その有効性を明らかにした。固体的特性を示すスメクティック相での ER 効果についても、電場強度のみならず電流タイプによっても降伏特性を制御できることを発見した。一方、高分子液晶に関しては流動方向が変わる場合の配向構造の変化を明らかにしている。

2. 分散系流体の構造性と特異な流動現象の解明
濃厚サスペンションにおける流動反転時の過渡挙動について、流動時に生じた粒子群の異方性構造に流動反転後崩壊と再構築が生じ、応力成長が遅れる現象を系統的に明らかにした。ずり応力成分、法線

応力成分ともに、応答は加えたひずみの関数となることを示した。さらに大振幅のせん断振動流が加えられた場合の濃厚サスペンションの過渡応答とその後の準定常状態での流動特性を実験的に解明した。この場合の過渡応答も粒子群が形成する構造の崩壊と再構築過程として解釈できる事を示し、そのひずみ依存性を明らかにした。さらに、濃厚サスペンションのスクイーズ流れにおける固体的挙動について調べ、繰り返しスクイーズ運動を加えた場合に時間的に降伏応力が増加する現象を明らかにした。

3. 高分子および界面活性剤水溶液の流動現象の解明

高分子流体では、DNA 高分子溶液のマイクロ流路内での単分子の変形緩和挙動に対する流路サイズの影響を調べ、流路サイズが5ミクロン程度になると変形緩和が遅れることを明らかにした。また、準希薄系高分子溶液では分子同士の絡み合いの影響から流路サイズの影響は現れ難いことを示した。界面活性剤水溶液では、CTAB/NaSal 水溶液のスリット流れを検討し、圧力損失に見られる特異性を明らかにした。その圧力損失は三つの領域に分かれ、それらは流動誘起構造 (FIS) による状態変化、すなわち、FIS の発生とその部分的な崩壊に対応していることを解明した。

終わりに、新潟大学名誉教授 長谷川富市先生、研究室の皆様はじめご支援下さいました多くの方々に感謝の意を表します。