

レオロジーと化学工学



鈴木 洋

レオロジーという学術用語は、Binghamによって、ギリシャ語で「流れ」をあらわすrheosという言葉と、学問を表すlogyを組み合わせて、創出された(Rheology)とされている。日本語に訳すと「流れ学」となり、Fluid Dynamicsの訳語である「流体力学」と区別ができなくなることもあって、日本語では「レオロジー」とカタカナ表記が用いられている。レオロジーは流れによる流体の変形とその応力との関係、すなわち「粘性」あるいは「弾性」を研究する基礎学問である。特にNewtonの粘性法則のみでは記述できない物質・物体の挙動を取り扱うことが流体力学と異なる点である。

化学工業で取り扱うような樹脂や、分散系、界面活性剤のような物質においては、Newtonの粘性法則が成り立たないことが多く、レオロジーの果たす役割は重要である。しかしながら、残念なことに化学工学会でもあまりレオロジー的視点を有する研究成果は、議論されていないように感じる。これは1つにはレオロジーの基礎を構築している数学、物理的理論が難しそうな「顔」をしているように見られているからであろう。また「レオロジー」とカタカナ表記であることも印象がよくない原因のひとつになっているようである。一方で、レオロジー的な観点から解釈をすれば、より深い現象の理解に繋がるプロセスは多く存在しており、次世代のプロセス強化等には欠かせない学術体系であると考えられる。

特に近年では、物質の物性、相分離、多成分系に関して、微視的な見地からのレオロジー研究が非常に盛んにおこなわれている。特に樹脂に様々なものを混ぜることによって、高機能性を持たせるポリマーコンポジットなどが検討されているが、近年はレオロジー的視点が導入されている。その成果はより高機能な物質の創生すなわち「物質強化」につながる研究へと発展しつつある。また弾性を有する流体(粘弾性流体)の流動を取り扱う分野も微視的な見地から盛んに研究されてきている。特にマイクロミキシングなどの分野においては、粘性に関連するレイノルズ数は減少し、ニュートン流体では質の不良な層流混合となるが、粘弾性を有する物質では弾性影響が相対的に高くなるため、「弾性乱流」と呼ばれる乱れが流動場で発生する。これによってマイクロミキシングの高効率化が実現できる。また近年は相界面のレオロジーに関して、測定装置の開発や基礎研究が盛んに進められてきている。これらの研究によって、相分離や多相系流動などの分野に関して新たな知

Rheology for Chemical Engineering

Hiroshi SUZUKI(正会員)

1985年 京都大学工学部機械系学科卒業

1987年 京都大学大学院工学研究科機械工学専攻修士課程修了

1988年 京都大学工学部機械工学科 助手

1991年 京都大学大学院工学博士

1991年 広島大学工学部第一類 助教授

1998年 神戸大学大学院自然科学研究科 助教授

2007年 神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻 准教授

2010年 神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻 教授

2016年 神戸大学大学院工学研究科複雑熱流体工学研究センターセンター長兼務

現在に至る

連絡先: 〒675-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

E-mail hero@kobe-u.ac.jp

見が得られると期待される。また流動性を数値計算によって検討する研究も盛んである。レオロジーで取り扱う流体では、流動中に構造が複雑に変化するため、ニュートン流体のような構成方程式が確立されていない。そのため、様々なモデルが提案され、検証されている。数値レオロジーに特化した国際学会も開催されている。

レオロジーが取り扱う分野についても年々拡大しており、従来のプラスチック成形加工、ゴム製品、塗料・塗装、コーティングプロセスなどの分野の他に、食品加工、化粧品や医療分野などにも応用されつつある。血液などの生体液の多くは、ニュートン粘性体ではなく、化粧品や食品など、身近な物質も、レオロジーの分野で取り扱う必要があるものが多く存在する。特に食品の分野では高齢化社会に向けた流動食の検討が検討されている。流動食については流動性が悪いと、のどで詰まる現象が生ずることは容易に想像できるが、流動性が高すぎても肺に入る危険性があり、正しく評価する手法が必要となる。

今回「種々の分野で活躍するレオロジー」という特集を化学工学会誌で編まれることになった。本特集ではレオロジーの基礎からエネルギー関連、化粧品や食品のレオロジー、生体医療関連でご活躍の方々にご執筆いただき、まさに様々な分野で実務として活躍しているレオロジーに関することを読者の方々に知っていただければ、普段は取っつきにくい「顔」をしているレオロジーの身近な「顔」を見ることができると思われる。

最後に本特集号を企画していただいた、化学工学会誌編集委員の方々に感謝したい。より多くの方に、今後のレオロジーの進展、さらにそれを応用した技術開発に貢献していただければと願う。