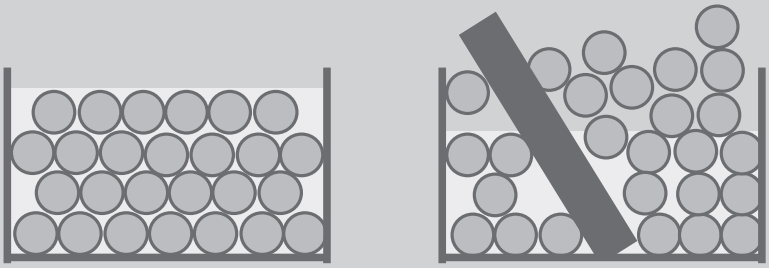
1章

レオロジーとは



0 身近な現象とレオロジー

レオロジーとは、あらゆる物質に関する変形と流動の科学です。

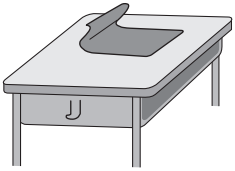
アスファルト道路に雑草が生えているのを見たことがあると思います。これはなぜアスファルトは割れずに盛り上がっているのでしょうか？

長い間何も起こらない固い地面が、地震の振動で液体のように動き出して、マンホールが飛び出してしまう液状化現象はどうして起こるのでしょうか？

本棚や机の中にしまいこんでいた小学生時代のプラスチック下敷きをひさしぶりに取り出すと、変わり果てたように変形してしまっているのはなぜでしょうか？

このように身の回りには変形と時間との関係を示す現象があります。レオロジーとは変形と力、そして時間に関連する現象を解釈するための科学です。

① アスファルトの隙間を広げる雑草



② 机の中に突っ込んだ下敷きの変形

③ 地震による液状化現象

変形と力そして時間の関係

レオロジー

図1　身近なレオロジー現象

1　レオロジーとは

レオロジーとは変形と力、そして時間に関連する現象を解釈するための科学です。「レオロジーとは」という問いに対して、どの本にも「レオロジーとは物質の変形と流動に関する科学である」と説明されています。

流動は変形が連続して起こる現象で、この変形を起こすためには力が必要です。さらに変形の連続のためには時間が大きく関係しています。

ここでいう力とは、単位面積当たりの力である応力のことです。変形は元の寸法に対してどの位変形したかというひずみで扱います。時間は通常の時間とともに動的粘弾性では周波数として扱われます（**図 2**）。

レオロジーの学問分野は物理化学です。そのため、エントロピーやエンタルピーが出てくる化学専攻の方々には苦手な人が多い学問分野です。

エンタルピー、エントロピーだけでなく、レオロジーの入門書の多くが応力テンソルの説明から入り、さらに次から次へと数式が出てくるため、レオロジーは難しいと決めつけてしまっているのではないでしょうか。

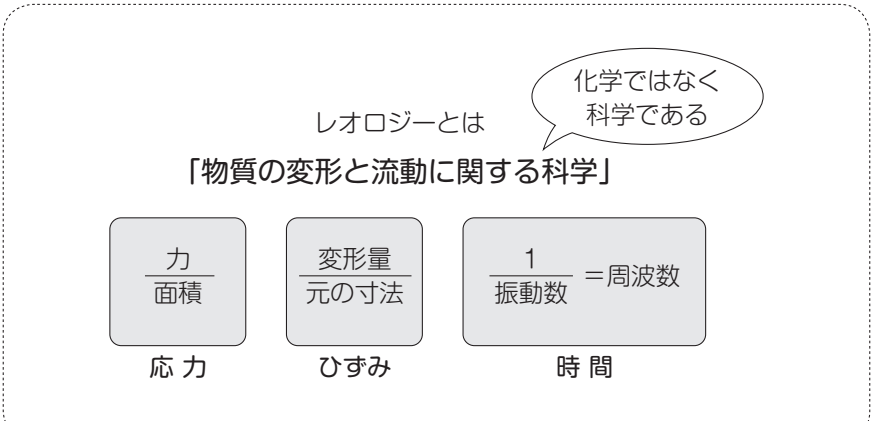


図 2　レオロジーの定義

2 レオロジーが関与すること

レオロジーはプラスチックの成形加工や高分子材料の力学特性から、塗料やインキの塗りやすさ、化粧品の塗り心地、食品のテクスチャーまで、あらゆる分野での現象を理解し、設計をするのに役立つ学問です。また、多くの産業で流動の制御手段としてレオロジーが使われています。

先に述べた、アスファルトと下敷きの現象はクリープとよばれる現象で、これは長時間にわたって少しずつ力をかけると変形してしまう現象です。言い換えれば、固体と思っている物質も力を長くかけ続けると流れ始めるということです。

このように考えるとアスファルトは固体ではなく粘度の高い液体といえます。実際にアスファルトをロートに入れたとき、24 年間で 3 滴落ちたという実験があります。アスファルト道路はアスファルトに砂利を混ぜたものです。そのため、植物がゆっくりと成長していくような長時間の力によって変形してしまうのです。プラスチック下敷きも短時間で曲げているだけならすぐに元に戻るのですが、長時間力を与えられることで変形してしまうのです。

・高分子成形加工の基盤
・塗料の塗りやすさ、乾燥過程の評価、膜物性
・インキの塗りやすさ、乾燥過程の評価
・化粧品の塗りやすさ、貯蔵安定性
・電子材料塗料の分散評価、塗りやすさ
・接着剤の硬化過程の評価、接着強度
・食品のテクスチャー、安定性

等々、 ものが流れるところにレオロジーがある

図 3　レオロジーが活用されている分野

3　レオロジーらしさ、チクソトロピー性

チクソ性と省略してよばれることも多いチクソトロピー性はさまざまな産業で利用されているレオロジー現象で、分散系とよばれる分散媒に分散体を混ぜた場合に起こる現象です。

チクソトロピー性とは粘度が時間によって変化する特性のことをいいます。この特性をもつ物質は、かきまぜるとだんだん液状になり、静止すると固体状になっていきます。

地震による液状化はまさにこのチクソトロピー現象といえます。静置しているときは土壌として道路を支えていたものが、地震の揺れによって振動、撹拌されることで液体状態に戻ってしまっています。また、陶芸をするとき混ぜた土は陶芸家によって簡単に形を変えますが、形を決めてしまえば動か

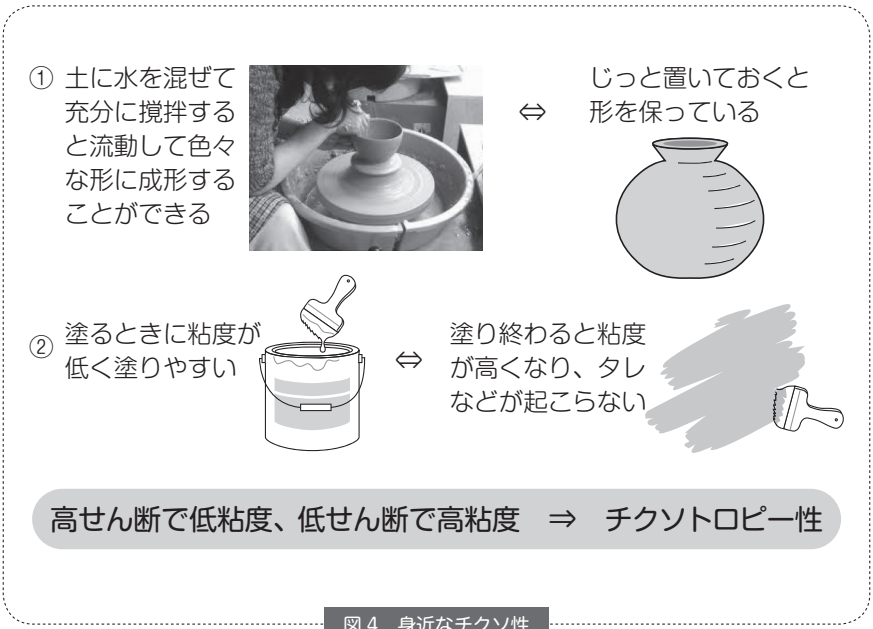


図4　身近なチクソ性