

温度で変わるハイドロゲルをつくろう

山梨大学工学部 応用化学科 小幡誠

はじめに

みなさんの身の回りのモノをよく観察してみましょう。いろいろなモノがありますが、手にとって触れるモノのほとんどは金属、セラミックもしくは高分子のどれかです。この中で高分子材料は私たちの生活に無くてはならないものになっています。高分子材料には木材などの天然由来のものから、合成ゴムのような人工的に合成されたものまで幅広い種類のものがあります。特に合成高分子はその分子構造の特徴からポリマー (Polymer) と呼ばれたり、高分子材料に特徴的な物理的性質からプラスチック (Plastic) と呼ばれたりします。高分子とは『極めて大きな分子量をもつ化合物』の総称です。とても単純ですね。でもこの単純な『極めて大きな分子量をもつ化合物』を合成したり、その性質が理解できるようになったのは 20 世紀に入ってからです。この実験では、高分子以外では実現できないハイドロゲルという材料を合成します。

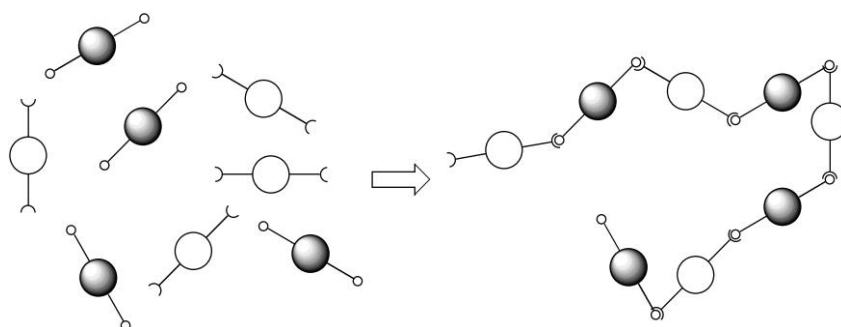


図 小さな分子が互いに結合して大きな分子（高分子）ができあがる。

ハイドロゲルとは？

高分子が網目状の構造となったものを高分子ゲルと呼び、その網目状の構造に水が多く含まれているものをハイドロゲルと呼びます。身の回りには寒天、ゼラチン、コンニャクや吸水性高分子（おむつや芳香剤など）、ソフトコンタクトレンズ、ハイドロゲル創傷被覆材（傷が綺麗に早く治るという絆創膏）などがあります。この実験では温度によって可逆的に白濁するハイドロゲルを合成してみます。

実験

実験でつかう材料

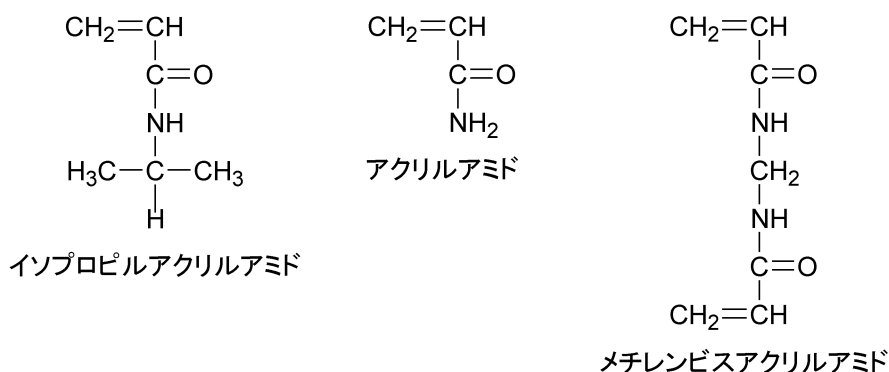


図 実験で使う物質の構造式

実験手順

みなさんの試験管にはイソプロピルアクリルアミド 0.51 g、アクリルアミド 0.09 g、メチレンビスアクリルアミド 0.016 g、過硫酸アンモニウム 0.10 g が入っています。

※これらの物質の総重量は 0.7 g 程度しかないことに注意してください。

- (1) メスピペットを使ってこの試験管に水 6 mL を加えて全て溶かします。

※次の(2)の操作のあと、ただちに(3)の操作を行う必要があります。

- (2) 0.5 vol% テトラメチルエチレンジアミン水溶液を 0.7 mL 加え、試験管を振り混合します。
- (3) 溶液をシリコーンゴム製の型に流し込みます。
- (4) 約 10 分間、室温で静置します。
- (5) 固まったハイドロゲルを、水を入れたビーカーの中に入れます。手袋をした手でハイドロゲルを触ってみましょう。
- (6) 得られたハイドロゲルを熱湯の入ったビーカーに入れて、どんな変化が起きるか観察しましょう。
- (7) 次に、ハイドロゲルを氷水の入ったビーカーに入れて、どんな変化が起きるか観察しましょう。
- (8) ハイドロゲルの重さをはかってみましょう。最初に加えた 0.7 g を除いた分が全て水の重さになります。

解説

化学の授業で「固体の溶解度は一般に高温ほど大きい」ということを溶解度曲線と一緒に学んだと思います。しかしこれは高分子のような巨大分子には成り立たないことがあります。このハイドロゲルを構成する高分子であるポリアクリルアミドはその代表的なものです。一般に分子が水に溶けると、分子は水分子で覆われます。これを水和と呼びます。高分子も同様ですが、分子が巨大であるため水和に必要な水分子の数が膨大になります。視点を変えて、この状況を水分子の立場になって考えてみましょう。水和に用いられる水分子は高分子表面に固定されます。これはいわば水分子が高分子表面に凍りついた状態です。ここで温度を上昇させると水分子は活発に動きまわるようになります。いわば解凍された状態になります。こうなると高分子は水和している水分子を失い、凝集して溶けなくなります。

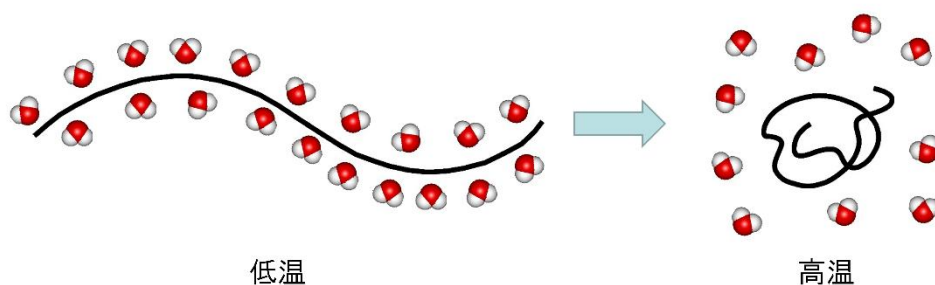


図 温度応答性高分子の水和

皆さんが合成したハイドロゲルは低温では水分子を多く含むため、「屈折率」が水とほとんど同じになり透明になります。しかし高温では水分子を失い凝集します。これにより若干収縮するとともに「屈折率」が水と異なる状態になり、光を散乱して白く見えるようになります。このハイドロゲルを再度、氷水の中に入れると水を吸収して透明になります。

このような温度応答性高分子は細胞シートの作製のためのシャーレなど再生医療分野ではなくてはならない材料になっています。