

1000倍水を吸う樹脂の秘密を探る

高吸水性樹脂の膨潤度と塩の効果



はじめに

自分の重さの1000倍もの水を吸収する物質があります。ゲルと呼ばれるものです。さて、ゲルとは何でしょう？

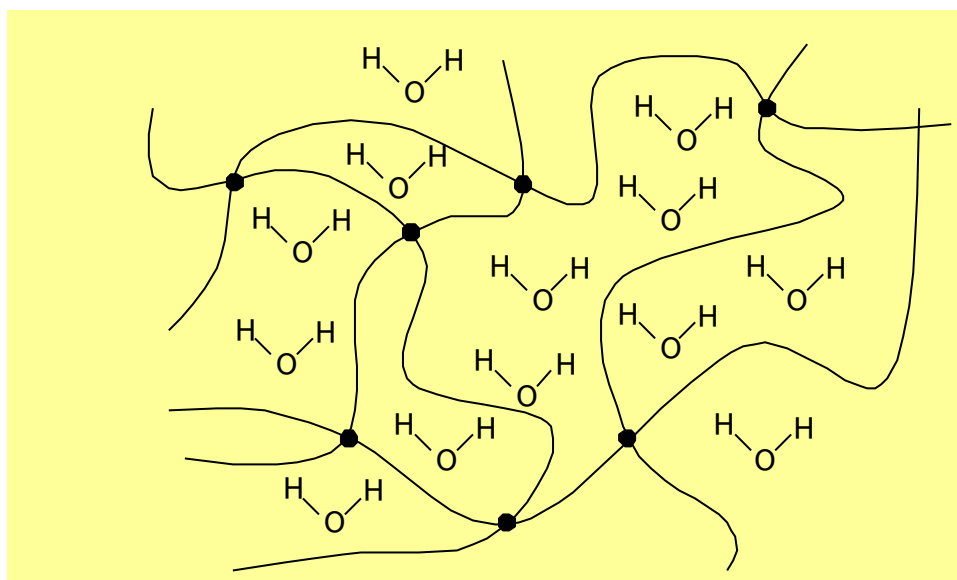
ゲルの例

紙おむつ、芳香剤、ソフトコンタクトレンズ、コンニャク、豆腐、ゼリー、生体軟組織（角膜、水晶体、筋肉、血管など）

ゲルの定義

高分子が架橋して3次元網目構造を持ち、溶媒中で溶媒を吸収して膨潤はするが溶解はしない、固体と液体の中間に属する状態をとる物質です。

ゲルはどのような構造をしているのでしょうか？



網目構造をした分子の網目の中に溶媒が含まれた構造

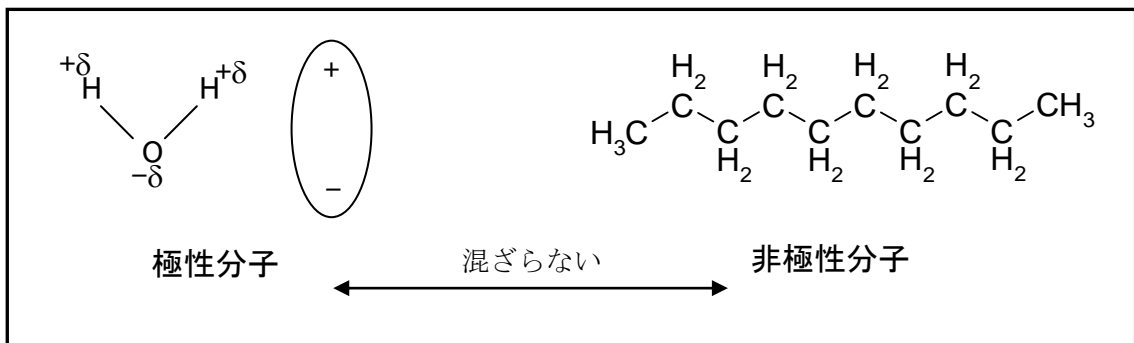
水を含んでいるゲルを ヒドロゲル と呼びます。

少しくわしく

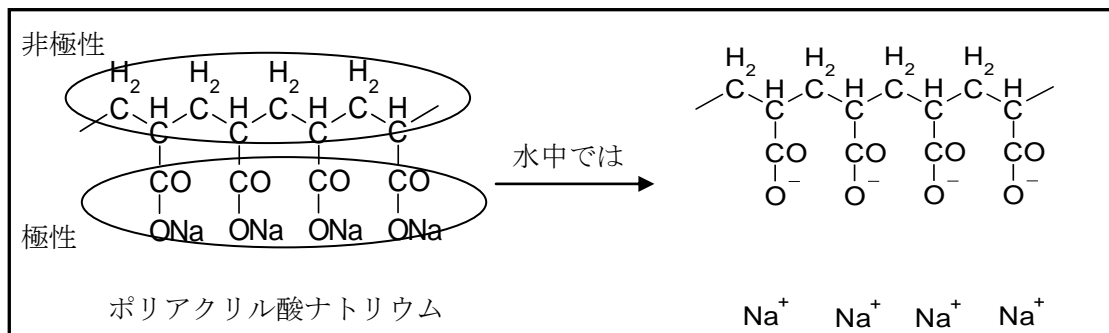
どんなものでもこのようなゲルになるのか？

ゲルになる条件： ①網目構造を持つ
②溶媒と親和性がよい

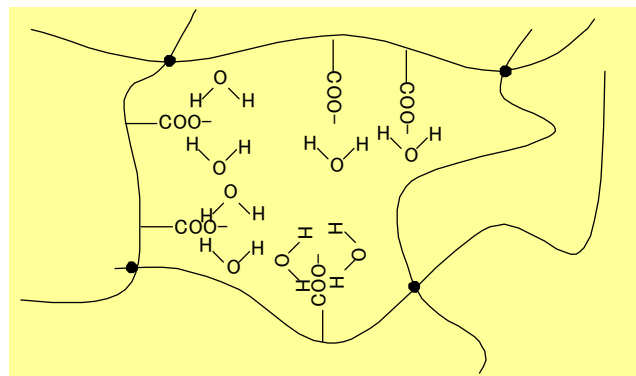
- ① は上の図で黒い点（分子間の架橋点）があることです。ただまっすぐで長い分子のことを高分子と呼びます。このような分子ではゲルを形成することはできません。化学的に黒い点で結合しているか物理的力で黒い点を形成する必要があります。また、黒い点が多ければ含まれる溶媒の量が少なくなります。固いゲルになります。
- ② は要するに溶媒に解けるといことです。架橋点（黒い点）があるために液体のようにはなりません。溶媒の中に局所的に見ると溶媒の中に分子が分散したように見えます。昔から相混ざらないものの例で“**水と油**”と言います。確かに水と油は混ざりません。なぜ混ざらないのでしょうか？分子レベルで見ると水は分子の中に電気的に正の部分と負の部分があります。これに対して、油はほとんど中性です。



ヒドロゲルは水を含むゲルです。そのため、骨格となる架橋高分子も極性基を含んでいます。今回使う試料はポリアクリル酸ナトリウム塩という化合物です。



ポリアクリル酸ナトリウム塩は上記のような構造をしており、極性部分と非極性部分が構造中にありますが、極性部分が水と相互作用してイオン解離し、水に溶解することができます。架橋ポリアクリル酸ナトリウム塩では溶解しようとしませんが、架橋により分子鎖の広がり制限があるため膨潤してゲルになります。

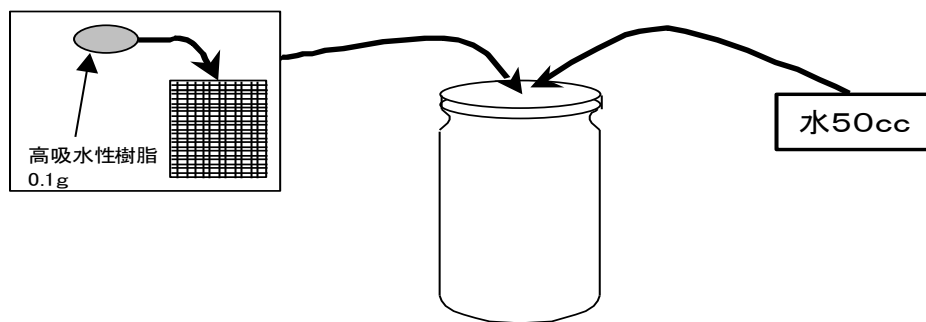


やってみよう

この架橋ポリアクリル酸ナトリウム塩は高吸水性樹脂として特に紙おむつや生理用品に用いられております。吸水率は非常に高く自重の数百倍もの水を保持することができます。今回はこの試料を使っての実験を通してゲルの性質を理解しましょう。

1. 吸水性と分子構造

1. 高吸水性樹脂とポリアクリル酸をそれぞれ約 0.1 g ずつ計り取る。
2. 計り取った試料をそれぞれティーバッグに入れる。
3. ティーバッグを 50 mL のバイアルに入れそれぞれの重さを量る。
4. メスシリンダーでバイアルに 50 mL の水を入れる。
5. 10 分間それぞれのバイアルの変化を観察する。
6. それぞれのバイアルから、除去できる水を除く。(バイアルを傾けて出てくる水を捨てる。ゲルは捨てないように。)
7. それぞれのバイアルの重さを量る(ティーバッグを含んだまま)。
8. 自分の重さの何倍の水を吸収したでしょう？



重さは？ 何グラム水を吸ったかな？

2. 塩濃度による吸水性の変化

1. 高吸水性樹脂約 0.1 g を 2 回計り取る。
2. 計り取った試料をそれぞれティーバッグに入れる。
3. ティーバッグを 50 mL のバイアルに入れそれぞれの重さを量る。
4. 試料 1 のバイアルに 0.2% NaCl 溶液 (NaCl : 0.2 g、水 : 99.8 g) 50 mL を入れ、試料 2 のバイアルに 1% NaCl 溶液 (NaCl : 1.0 g、水 : 99.0 g) 50 mL を入れ、10 分間観察する。
5. それぞれのバイアルから、除去できる水を除く。(バイアルを傾けて出てくる水を捨てる。ゲルは捨てないように。)
6. それぞれのバイアルの重さを量る(ティーバッグを含んだまま)。
7. 塩を入れないときと比べてどのくらいの水を吸収したでしょう？また、濃い塩水と薄い場合ではどのように違うでしょう？

3. 塩の種類による吸水性の変化

1. 高吸水性樹脂約 0.1 g を 2 回計り取る。
2. 計り取った試料をそれぞれティーバッグ入れる。
3. ティーバッグを 50 mL のバイアルに入れそれぞれの重さを量る。
4. 試料 1 のバイアルに 0.2% KCl 溶液 (KCl : 0.2 g、水 : 99.8 g) 50 mL を入れ、試料 2 のバイアルに 0.2% CaCl₂ 溶液 (CaCl₂ : 0.2 g、水 : 99.8 g) 50 mL を入れ、10 分間観察する。
5. それぞれのバイアルから、除去できる水を除く。(バイアルを傾けて出てくる水を捨てる。ゲルは捨てないように。)
6. それぞれのバイアルの重さを量る(ティーバッグを含んだまま)。
7. 入れる塩が違くと吸水にどのように違いがあるでしょう。

4. 吸水性樹脂の分解

1. 実験 1 で生成した高吸水性樹脂の約半分をティーバッグから出してバイアルに入れる。
2. 過硫酸カリウム/炭酸水素ナトリウム水溶液 10 mL をバイアルに入れる。
3. 2. の様子をよく観察しておく。
4. 恒温槽に入れ、10 分おきに様子を観察する。
5. 30 分経ったら恒温槽から取り出し、ろ過する。
6. 水を吸った高吸水性樹脂はどうなったでしょう？

5. 分解実験の実際の製品への応用

1. おむつの 1 片をバイアルに入れ、10 mL の水を加え 10 分待つ。
2. 過硫酸カリウム/炭酸水素ナトリウム水溶液を 10 mL バイアルに入れる。
3. 2. の様子をよく観察しておく。
4. 恒温槽に入れ、10 分おきに様子を観察する。
5. 30 分経ったら恒温槽から取り出し、ろ過する。
6. おむつはどうなったでしょう？

おわりに

自分のことだと思って想像してみてください。周りに普段あまり好きでない人がたくさんいたらどう思いますか？ たぶん、あまり話もしたくなくて縮こまってしまうでしょう。逆に気の置けない方ばかりだと喜んでみんなと話すでしょう。分子の場合も同じです。化学は人間社会とかなりつながりがあるはずです。そうやって色々なことを見てみましょう。

MEMO

実験の分類：高分子化学

実験の種類：高分子物性

募集人員：10 人

所要時間：5 時間（試料調製 2 時間、測定 3 時間）