

# 指導資料

## 理科 第235号

- 中, 高等学校, 盲・聾・養護学校対象 -

平成14年10月発行

鹿児島県総合教育センター

### 高分子膜の教材化

ナメクジに塩をかけると縮む,あるいは,キュウリや白菜に塩をかけるとしおれてしまう。これらは,身近な現象としてよく知られているが,すべて高分子膜の働きが深くかかわっている。また,高分子膜は,飲料水の浄化や医療現場で行われる人工透析,食品の鮮度を保つ脱水シート,さらに,燃料電池や蒸れを防ぐ生地,導電性高分子膜など最先端の科学技術にも広く応用されている。

そこで,高等学校理科や中学校選択理科で日常生活と理科が結び付きやすい高分子膜を教材化するために,その仕組みや働きとともに高分子膜を利用した手軽にできる実験を紹介する。

#### 1 高分子膜について

##### (1) 高分子膜の仕組みと働き

高分子とは,多数の分子が結合したものである。その

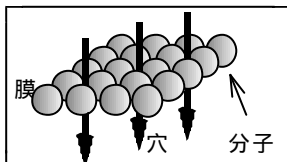


図1 高分子膜

高分子が膜状になったものが高分子膜で,図1のように膜には緻密な穴が無数空いている。このような高分子膜には,セロハン膜,ポウコウ膜,原形質膜などがある。

高分子膜の種類による穴の大きさの違いを利用して物質の分離ができる。例えば,セロハン膜の穴は図2に示すように $10^{-8} \text{ cm} \sim 10^{-7} \text{ cm}$ と非常に小さいため,水分子のような小さな分子は通すが,シヨ糖やデンプンなどのような大きな分子は通さない。

| 区分      | 単位(cm)                 | 具体例  |
|---------|------------------------|------|
| ろ紙の穴    | $10^{-3} \sim$         |      |
| 大きな分子   | $10^{-6} \sim 10^{-5}$ | デンプン |
| 普通の分子   | $10^{-7} \sim 10^{-6}$ | シヨ糖  |
| セロハン膜の穴 | $10^{-8} \sim 10^{-7}$ |      |
| 小さな分子   | $\sim 10^{-8}$         | 水分子  |

図2 分子と穴の大きさ

そこで,図3のように純水とシヨ糖水溶液を接触させると,分子が拡散することにより両液は均一になる。しかし,両液を高分子膜で仕切ると,シヨ糖分子の拡散が妨げられるため,結果的に純水中の水分子が膜を通りシヨ糖水溶液中に拡散する。このような現象を浸透という。

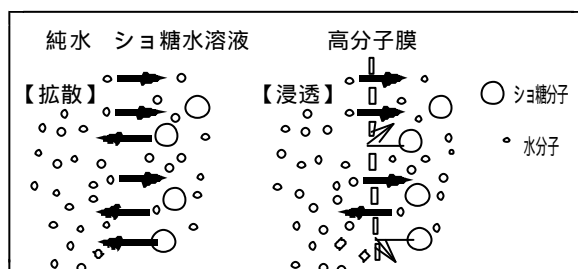


図3 拡散と浸透

## (2) 高分子膜の利用例

日常生活の利用例として、以下に具体的なものを述べる

### ア 人工透析

高等学校の化学分野では、図4のようにコロイド粒子はセロハンを通過しないが、イオンは通過することを確認する実験によりコロイド溶液の性質や透析について理解することができる。

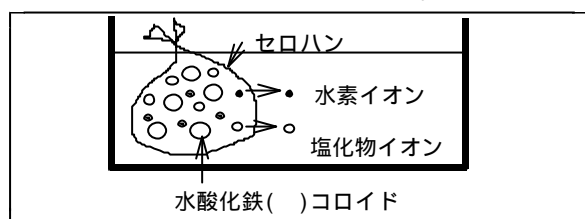


図4 実験室における透析実験

人工透析は腎臓機能が低下した患者の治療法で、人工腎臓には高分子膜が用いられ、老廃物である尿素や塩類を除去する。

### イ 海水の淡水化

図5のように、溶液をしばらく放置しておくと、純水が浸みだしてくる。そこで、溶液に高い圧力をかけることにより水のみを多量に取り出すことができる。このように高圧に耐え、しかも水分子だけを通す特殊な高分子膜が開発されたことにより、海水の淡水化が実現された。

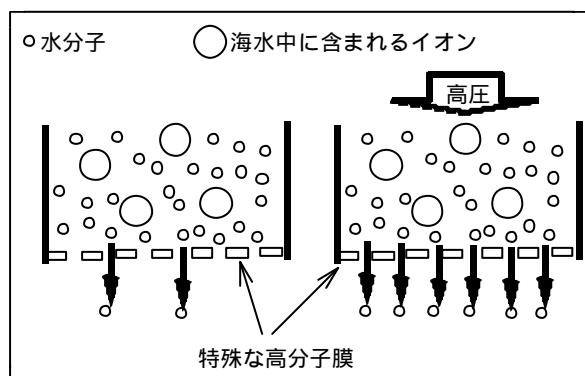


図5 海水の淡水化

## 2 高分子膜を利用した実験

高等学校の化学分野で透析の実験を行う際、高分子膜が用いられる。しかし、浸透現象については、時間がかかったり実験器具がなかったりすることなどから実験を行うのが難しい。そこで、浸透現象などについて高分子膜を利用した手軽な実験を紹介する。

### (1) ヨウ素分子による膜透過実験

高分子膜にはセロハンチューブ（ビスキングチューブ）を用い、ヨウ素分子（小さな分子）とデンプン分子（大きな分子）のヨウ素デンプン反応がどこで行われたかを確かめることにより、目に見えない膜の穴を実感することができる。

準備 セロハンチューブ（穴径2.4nm，直径28.6mm），ヨウ素溶液，デンプン溶液，ビーカー，割り箸

#### 手順

片方を結んだセロハンチューブにデンプン溶液を入れ，割り箸ではさみ，ヨウ素溶液に浸す。

とは逆に，ヨウ素溶液を入れたセロハンチューブをデンプン溶液に浸す。

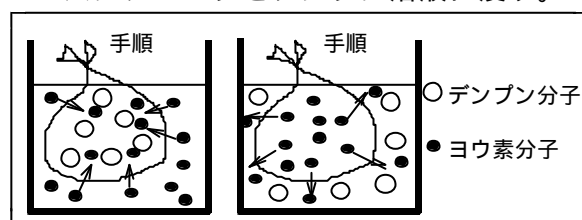


図6 実験手順

#### 結果と考察

しばらくすると，写真1のように手順はセロハンチューブの内側が，手順はセロハ



写真1 透過実験

ンチューブの外側がそれぞれヨウ素デンプン反応を示す。このことから、ヨウ素分子のみがセロハン膜を通過したことが分かる。

(2) ペットボトルで作る浸透現象観察装置による実験

浸透現象を短時間で確認するために、ペットボトルを用いた装置を製作した。

準備 セロハンチューブ、輪ゴム

メスピペット(1m?), ゴム栓(6号), 50%シヨ糖水溶液, 工作用セロハン  
ペットボトル(円筒で輪ゴムで留めるために溝があるものがよい)

手順

図7のようにペットボトルの上部を切り取り、セロハンチューブを開いたものを輪ゴムで留める。

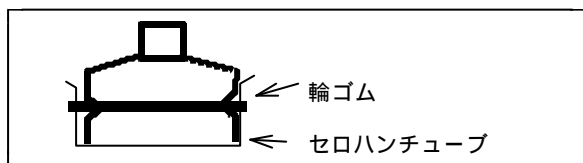


図7 ペットボトル上部

写真2のように1m?メスピペットをゴム栓に通す。図7のペットボトル上部にシヨ糖水溶液を入れ、空気が入らないように注意しながらメスピペット付きゴム栓をはめる。



写真2

上部を切り取った後のペットボトルに水を入れ、写真3のように製作した装置を沈め、水位上昇を観察する。

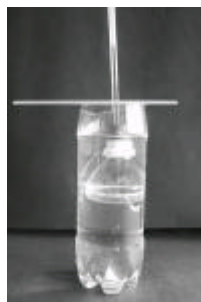


写真3

結果と考察

高分子膜にはセロハンチュ

ーブと市販の工作用セロハンを用いた。

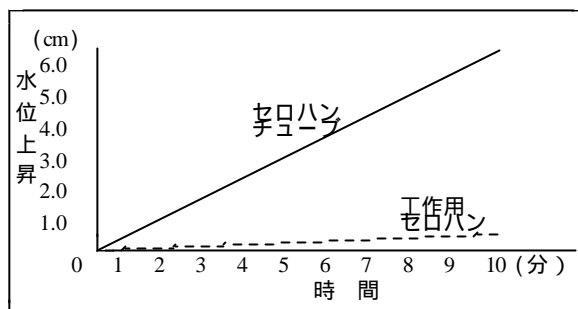


図8 水位上昇と時間

セロハンチューブは、図8に示すように、10分間で約6.0cmの水位上昇が観察されるので演示実験としても十分に使える。

安価で入手しやすい工作用セロハンでも浸透現象は観察することができる。

また、ペットボトルの代わりに写真4のようなフィルムケースを用いた装置では、シヨ糖水溶液と水との接触面積が小さいため、



写真4

昼夜放置しても2cm程の水位上昇であった。

そこで、接触面積を大きくするために、セロハンチューブをそのまま用いて製作した。

準備 ペットボトル, セロハンチューブ  
メスピペット(1m?), ゴム栓(6号)  
20%, 40%, 50%シヨ糖水溶液

手順

ペットボトルのフタ接合部を切り取る。

セロハンチューブの片方を結び、フタ接合部に通した後、チューブ内にシヨ糖水溶液を入



写真5

れる。写真5のようにメスピペット付きゴム栓をし、水に沈め観察する。

## 結果と考察

シヨ糖水溶液の濃度による水位上昇の違いを調べた。

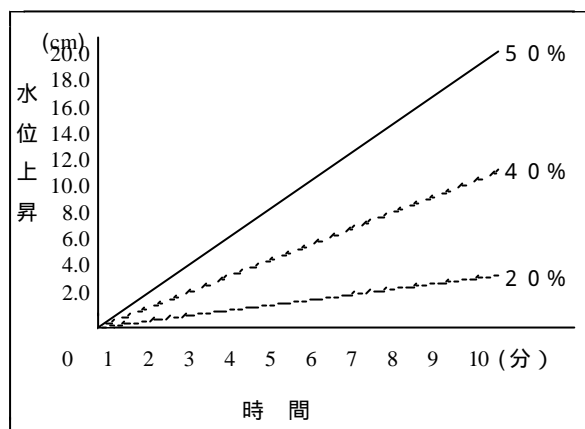


図9 水位上昇と時間

図9のように、シヨ糖水溶液濃度が高いほど水位上昇が速いことから、浸透現象は溶液の濃度に関連していることが分かる。また、50%シヨ糖水溶液を用いると、10分間で約20cm水位が上昇するので浸透現象をダイナミックに観察できる。

さらに、液面の水位差を観察するために、次の装置を製作した。

### 手順

ペットボトル2個の底を切り取り、ブチルテープ(防水用テープ)で接合する。

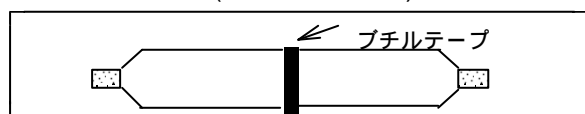


図10 ペットボトル連結

ペットボトルの片方から、セロハンチューブを通し、チューブ内に50%シヨ糖水溶液を入れる。

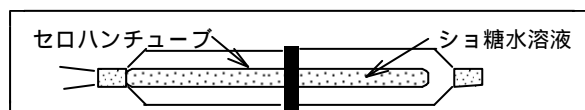


図11 チューブ装着

図12に示すメスピペット付きゴム栓に、水位差が観察しやすいよう

はじめシヨ糖水溶液を満し、ピンチコックでゴム管を留めた後、図11のペットボトルにはめる。

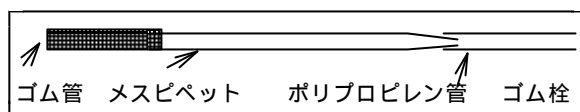


図12 メスピペット付きゴム栓

ペットボトルのもう片方から水を入れ、同様に水を満たしたものをはめる。

メスピペットをビュレット台で固定し、ピンチコックをとり水位差を観察する。

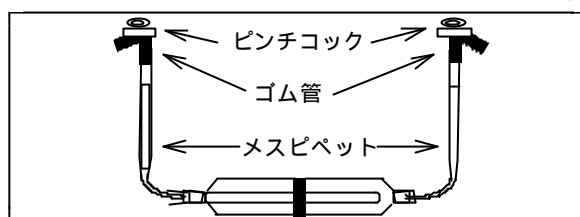
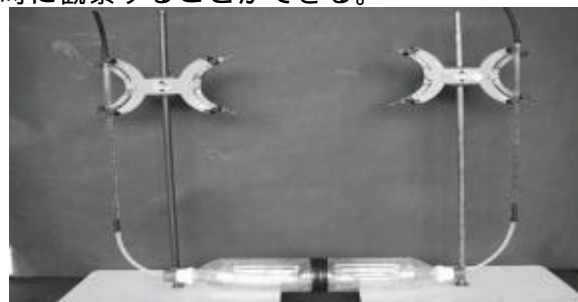


図13 ペットボトル浸透現象観察装置

### 結果と考察

セロハンチューブをペットボトル内に入れることにより、両液の境に膜を固定する困難さを省くことができた。この装置によりシヨ糖水溶液の液面の上昇と水の液面の下降を同時に観察することができる。



身近な現象などから高分子膜の仕組みや働きについて理論的には分かっているも、実際、それを演示して見せることは難しい。それを間近に見せられたときの生徒たちの驚きは大きく、更に科学的に考えようとする意欲や興味・関心も膨らむであろう。

(第二研修室)