# 高校化学 L01 第 86 講 透析とコロイドの分離

**対象：高 2 相当**

**この講でできるようになること**

- 透析に用いる膜の通過条件を説明できる。
- コロイド粒子と小さい溶質粒子を膜の通過性の違いで分離する考え方を説明できる。
- 外液交換によって小さい溶質を除きやすくなる理由を説明できる。
- 凝析と透析の違いを、分離の原理から区別できる。

## 1. コロイドの精製と透析

**透析**

コロイド分散系に含まれる小さい溶質分子やイオンを、膜の通過性の違いを利用して取り除く操作を**透析**という。

本講では、透析膜が「水と指定した小分子・イオンは通すが、指定したコロイド粒子は通さない」という条件で考える。浸透圧で扱った水だけを通す理想化した半透膜とは、通過できる粒子の条件が異なる。

### 膜を通れる粒子だけが移動する

透析では、膜を通れる小さい溶質粒子は濃度の高い側から低い側へ正味として移動する。各粒子は両方向へ動いているが、その差として外側へ広がる移動が見られる。

一方、膜を通れないコロイド粒子は袋内に残る。分離の中心は、粒子が溶けているかどうかではなく、膜の通過条件である。

**すべての半透膜が同じではない**

透析で用いる膜は、水だけでなく小さい溶質粒子も通す条件で考える。したがって、「半透膜はどの粒子も水以外は通さない」という理解は正しくない。

どの粒子が通れるかは膜の性質によって決まり、粒子の大きさだけで普遍的に決まるものではない。

## 2. 透析による小溶質の除去

### 外液交換で除去を進める

透析袋の外側を純水などの小溶質を含まない液体にすると、袋内と外液の濃度差によって小溶質は外側へ移動しやすくなる。

外液を適宜交換すると、外側に移った小溶質を系外へ取り除けるため、袋内から小溶質をさらに除去しやすくなる。

©ミライコーチング

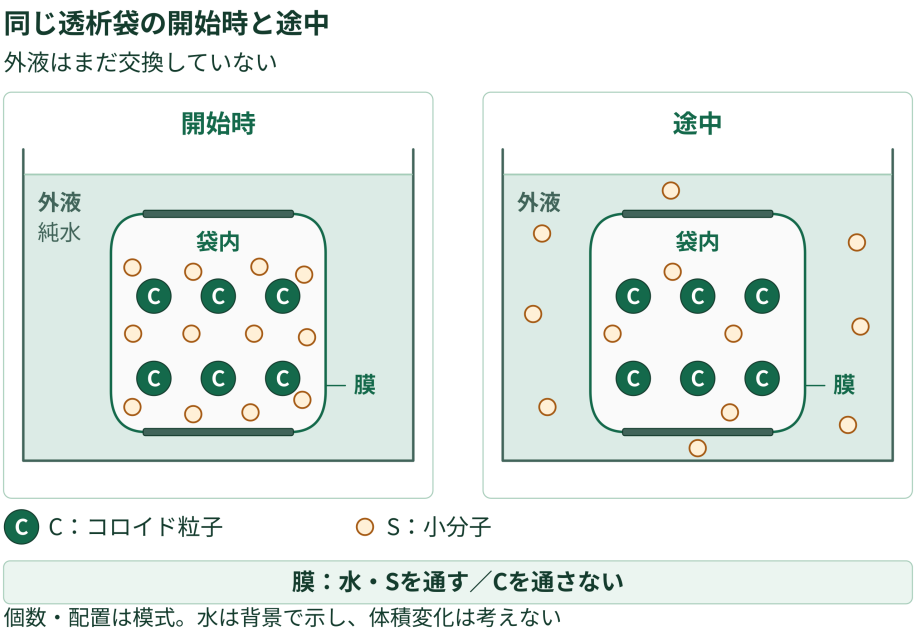


**図 1**　膜を通れる小分子が袋内から外液へ広がる途中の模式図。

## 透析では粒子が消えるわけではない

透析によってコロイド粒子が小さい分子やイオンへ分解されるわけではない。膜を通れる小溶質が移動し、膜を通れないコロイド粒子が残ることで分離が起こる。

また、外液を交換せず有限量の外液に長時間置いただけで、小溶質が必ずすべて袋外へ移動すると考えることはできない。

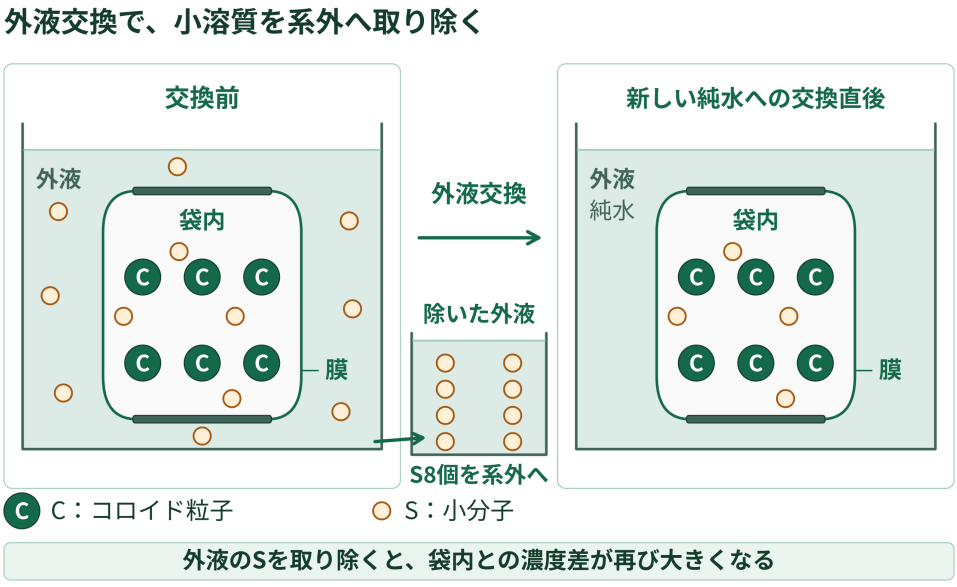


**図 2**　外液を新しい純水へ交換する直前と直後の粒子分布。

# 3. 透析と他の分離方法

## ろ過や凝析とは原理が異なる

普通のろ紙を通る程度のコロイドと小溶質は、通常のろ過では分けられない。透析では、ろ紙よりも細かな膜の通過性の違いを利用する。

また、凝析は電解質などによってコロイド粒子を集合させて分離する方法であり、透析のように膜を通れる粒子だけを移動させる方法とは異なる。

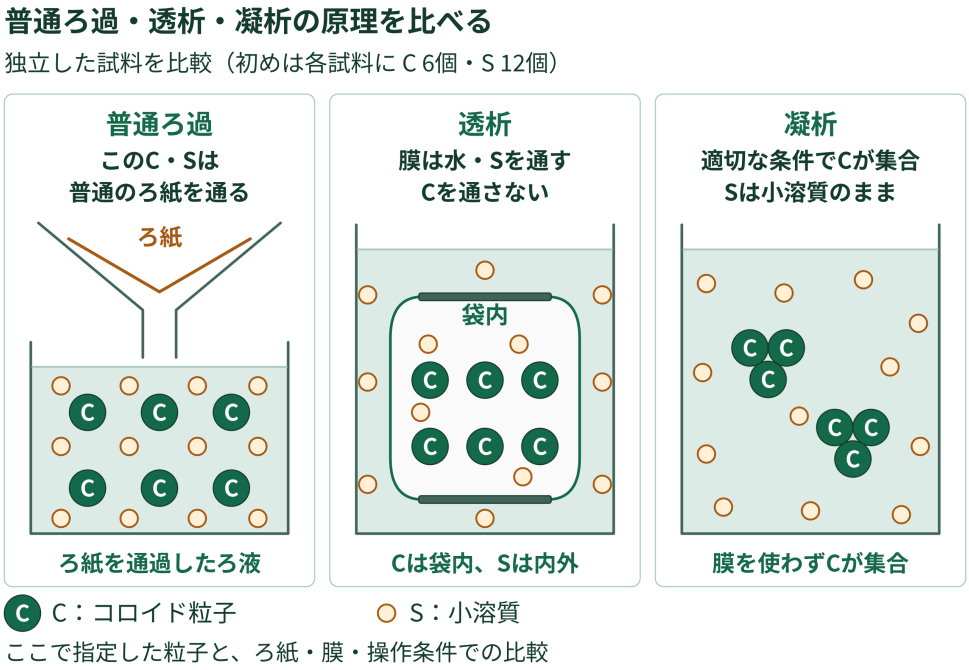


**図 3**　普通ろ過・透析・凝析を粒子の動きと集合で比べる模式図。

# 例題

**例題 1**

水系のコロイド分散系を透析する。透析膜は次の条件をもつ。

- 水と小分子 S は通す。
- コロイド粒子 C は通さない。
- C と S は反応しない。
- 袋や膜に破れはなく、観察は透析途中である。
- 開始時の外液は純水である。

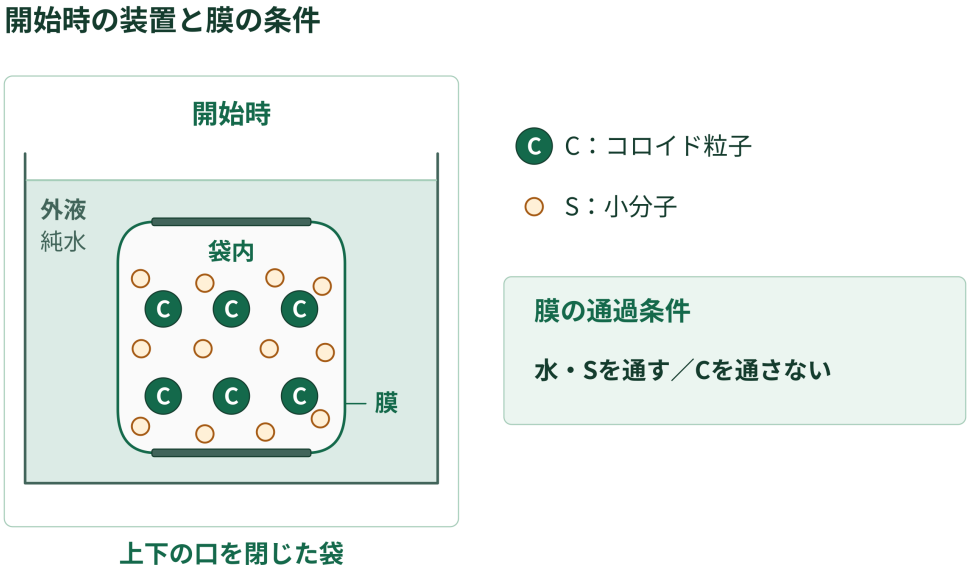


**図 4**　袋内と外液の初期状態、および用いる膜の通過条件。

1. しばらく後に外液へ現れる可能性がある粒子は C、S のどちらか答え、膜の通過条件から理由を説明せよ。
2. 袋内に残したい C から S をさらに除くため、外液を交換することは有効か。濃度差に触れて説明せよ。

## 解答・解説

**1.**
外液へ現れる可能性があるのは **S** である。 S は透析膜を通れる小分子であり、袋内の濃度が高い状態では濃度差によって外側へ正味移動する。一方、C は膜を通れないため袋内に残る。

**2.**
**有効である。** 外液を交換すると、外側の S 濃度を低く保てるため、袋内と外液の濃度差が維持され、S が袋外へ移動しやすくなる。C は膜を通れないため袋内に残る。

**例題 2**

水系試料 A にはコロイド粒子 C と$Na^+$、$Cl^-$が含まれている。C も$Na^+$、$Cl^-$も普通のろ紙を通るものとする。

使用できる膜 M は、水と$Na^+$、$Cl^-$を通すが、C は通さない。C は安定に分散しており、化学反応や膜の破損はないものとする。

1. C を袋内に保持し、小さいイオンを除くには普通ろ過と透析のどちらを選ぶべきか。理由を説明せよ。
2. 外液を一度も交換せず有限量の水へ長時間置くだけで、「すべてのイオンが外へ出る」といえるか説明せよ。

**解答・解説**

**1.**
選ぶべき方法は**透析**である。 普通ろ紙では C も$Na^+$、$Cl^-$も通るため分離できない。一方、透析膜 M は小さいイオンを通し、C を通さないため、目的の分離ができる。

**2.**
**必ずすべてのイオンが外へ出るとはいえない**。 時間が経つとイオンは外液へ広がるが、外液を交換しない場合は内外の濃度差が小さくなり、除去は進みにくくなる。有限量の外液では、すべて消失すると決めつけることはできない。

## 演習問題

**演習 1**

透析膜の通過条件を次のように定める。

- 水は通す。
- 小分子 G は通す。
- $Na^+$、$Cl^-$は通す。
- 高分子コロイド P は通さない。

袋内にはこれらの粒子がすべて含まれ、外側には純水がある。

1. 透析後、外液へ移動する可能性がある溶質粒子をすべて答えよ。
2. 袋内へ保持したい目的粒子を答え、溶けているかどうかだけでは膜通過性を判断できない理由を説明せよ。

**演習 2**

同じ透析袋・同じ膜・同じ初期試料について考える。

- 操作 A：外液の純水を適宜新しい純水へ交換する。
- 操作 B：有限量の同じ外液のままにする。

十分混合し、温度一定、反応なしとする。

1. 小溶質を除きやすい操作を答え、その理由を説明せよ。
2.「外液交換によってコロイド粒子が膜を通れるようになるから除去が進む」という説明を訂正せよ。

©ミライコーチング

**演習 3**

コロイドが小さいイオンを含む系から精製される過程について、ある生徒が次のように説明した。

「透析とは、コロイド粒子を凝析させて沈殿させ、その沈殿を取り出す方法である。」

1. この説明の誤りを、透析と凝析の原理の違いに触れて訂正せよ。

**演習 4**

ある生徒が次のように述べた。

「半透膜はどの教材でも水以外の粒子をすべて通さないので、透析で小分子が外へ出るという説明は矛盾している。」

1. この説明の誤りを、膜ごとの通過条件の違いに触れて説明せよ。

## 演習問題の解答・解説

### 解答 1

**1.**

外液へ移動する可能性があるのは、**小分子 G、$Na^+$、$Cl^-$**である。 これらは透析膜を通過できるため、袋内外の濃度差によって移動する。高分子コロイド P は膜を通れないため、袋内に残る。

**2.**

保持したい目的粒子は**高分子コロイド P** である。 溶けているかどうかだけではなく、膜を通過できる大きさや性質で分離が決まる。P は溶液中に分散していても、膜を通れなければ透析袋内に残る。

### 解答 2

**1.**

**操作 A** の方が小溶質を除きやすい。 外液を交換すると、外側の小溶質濃度を低く保てるため、袋内から外液への濃度差による移動が続きやすくなる。

**2.**

誤りである。 外液交換によって膜の性質が変化するわけではない。コロイド粒子が除去されるのではなく、膜を通れる小溶質が濃度差によって外側へ移動しやすくなる。

### 解答 3

**1.**

誤りである。 透析は膜を通れる小さいイオンや分子を移動させ、膜を通れないコロイド粒子を残す分離方法である。一方、凝析は電解質などによってコロイド粒子を集合させる方法であり、粒子集合による分離である。

したがって、透析と凝析は異なる原理の分離方法である。

## 解答 4

**1.**

誤りである。 膜によって通過できる粒子の条件は異なる。浸透で扱った水だけを通す理想化した膜とは異なり、透析膜は水だけでなく指定した小分子やイオンも通す条件で考える。

そのため、小分子が膜を通って外へ移動することと、半透膜の考え方は矛盾しない。

©ミライコーチング