高校化学 L01 第 6 講 混合物の分離と精製

この講でできるようになること

- 混合物から何を取り出したいかを確認し、利用できる性質の違いを説明できる。
- ろ過・蒸留・抽出・再結晶について、利用する性質と取り出すものを対応させられる。
- 与えられた混合物に対して、目的に合う分離方法を選び、その理由を説明できる。
- 分離と精製の違いを理解し、一度の操作で必ず純物質になるとは限らないことを説明できる。

分離方法は「性質の違い」から選ぶ

何を取り出したいかから考える

混合物には二種類以上の物質が含まれている。混合物から目的の物質を取り出すには、含まれる物質どうしの性質の違いを利用する。
考える順序は次の通りである。

取り出す物質を決める → 性質の違いを探す → 分離方法を選ぶ

たとえば、液体に溶けていない固体を取り除きたい場合と、液体に溶けている物質を分けたい場合では、利用すべき性質が異なる。
分離方法の名前を先に暗記するのではなく、「何を取り出したいか」「どの性質が違うか」を確かめてから方法を選ぶことが重要である。

分離と精製

分離とは、混合物に含まれる物質を、その性質の違いを利用して分けることである。
精製とは、目的の物質に含まれる不純物を取り除き、より純度の高い状態にすることである。
一回の分離操作で完全な純物質が得られるとは限らない。目的や混合物の状態に応じて、適切な方法を選ぶ必要がある。

ろ過では溶けていない固体を分ける

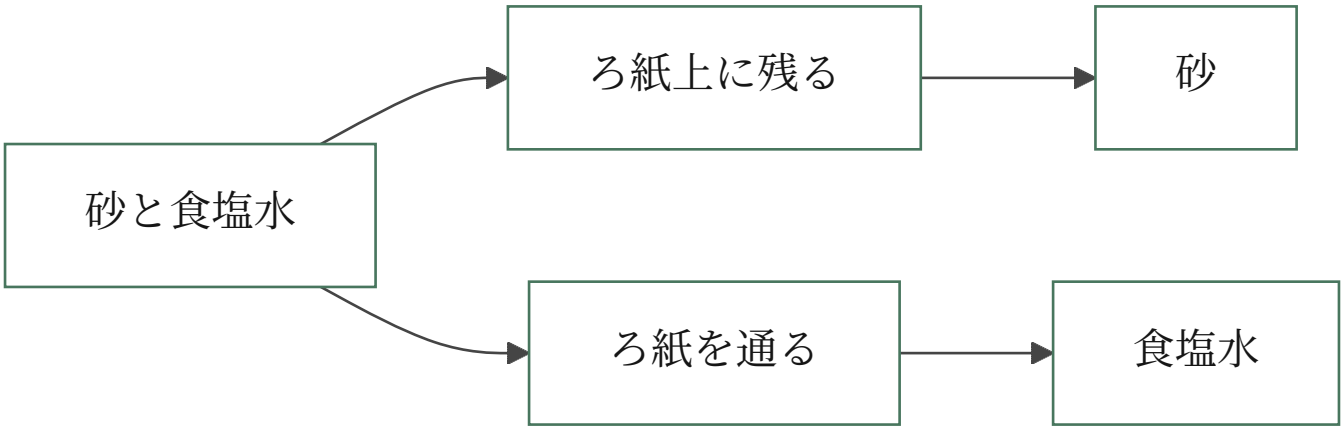
ろ過

ろ過とは、液体と、その液体に溶けていない固体を、ろ紙などを用いて分ける操作である。
ろ紙を通らずに残る固体を**残留物**、ろ紙を通り抜けた液体を**ろ液**という。

砂と食塩水をろ過する

砂と食塩水が混ざったものを考える。砂は水に溶けず固体として存在しているが、食塩は水に溶けている。
ろ過すると、砂はろ紙上に残り、食塩水はろ液として通り抜ける。

©ミライコーチング



普通のろ紙では、水に溶けた食塩だけを食塩水から取り除くことはできない。ろ過で分けられるかどうかは、液体中に溶けずに存在する固体があるかに注目して判断する。

ろ過で見る性質

ろ過で利用するのは、**液体に溶けていない固体があること**である。
「固体だから必ずろ紙に残る」のではなく、すでに液体へ溶けている物質はろ液とともに通る。

蒸留では気化しやすさの違いを利用する

蒸留

蒸留とは、混合物を加熱して気化しやすい成分を気体にし、その気体を冷やして再び液体として集める分離方法である。

食塩水から水を取り出す

食塩水から水を取り出す場合を考える。
水は加熱すると水蒸気になりやすいが、食塩は通常のこの操作では水蒸気とともに出にくい。そのため、水を気化させ、出てきた水蒸気を冷やして液体の水として集めることができる。



水だけを蒸発させて外へ逃がすのではなく、気体になった水を冷やして液体として回収するところまで含めて蒸留である。食塩は元の容器側に残る。

蒸留で見る性質

蒸留では、成分ごとの**気化しやすさの違い**を利用する。
目的の成分を気体にした後、冷却して液体として集めることが重要である。

抽出では溶媒への溶けやすさを利用する

抽出

抽出とは、混合物に適切な溶媒を加え、目的の成分をその溶媒へ溶かして移す操作である。
どの成分がどの溶媒へ溶けやすいかという性質の違いを利用する。

茶葉から水に溶ける成分を取り出す

茶葉に湯を加えると、茶葉に含まれる成分のうち水に溶けるものの一部が水へ移り、液体に色がつく。



図 4　茶葉から水への抽出のイメージ

このとき、成分を茶葉から水へ移す操作が抽出である。茶葉そのものがすべて水へ溶けるわけではなく、すべての成分が水へ移るわけでもない。
抽出後に残った茶葉を液体からこし分ける操作はろ過であり、成分を水へ移す抽出とは目的が異なる。

抽出で見る性質

抽出では、目的の成分が**選んだ溶媒へ溶けやすいこと**を利用する。
得られた液体には溶媒やほかの成分も含まれることがあるため、抽出しただけで純物質になるとは限らない。

再結晶では温度による溶解度の違いを利用する

飽和水溶液

飽和水溶液とは、ある温度で、溶質がそれ以上ほとんど溶けない限度まで溶けている水溶液である。

再結晶

再結晶とは、温度による溶解度の違いなどを利用して、溶液から目的の物質を結晶として取り出し、精製する方法である。

©ミライコーチング

ミョウバンを冷却して結晶として取り出す

ミョウバンは温かい水には多く溶けるが、冷たい水には溶ける量が少なくなる。
熱いミョウバンの飽和水溶液を冷やすと、低い温度では溶けきれなくなったミョウバンの一部が結晶として現れる。



図 5　ミョウバン水溶液の冷却による再結晶のイメージ

冷却してもミョウバンがすべて結晶になるわけではなく、一部は水溶液中に溶けたまま残る。結晶を分けた後に残る液体を母液という。
不純物が母液側に残りやすい条件では、得られた結晶を元の試料より純度の高い状態にできる。ただし、再結晶によって必ずすべての不純物を除けるわけではない。
再結晶ではミョウバンが別の物質へ変化するのではなく、溶けていたミョウバンを結晶として取り出している。

四つの方法を性質から選ぶ

方法	利用する主な性質の違い	主に取り出すもの
ろ過	液体に溶けているか、溶けずに固体として存在するか	溶けていない固体、またはろ液
蒸留	気化しやすさ	気化させて冷却した液体
抽出	溶媒への溶けやすさ	溶媒へ移した成分
再結晶	温度による溶解度の違い	溶液から生じた結晶

方法を選ぶときは、先に目的物を決め、利用できる性質の違いを確認する。

分離操作の安全

加熱や薬品を用いる分離操作は、適切な設備と監督のある実験環境で扱う。この講では原理と資料の読み取りを中心とし、家庭での実施手順は扱わない。

例題

例題 1：砂と食塩水を分ける

問題

砂と食塩水の混合物がある。砂は水に溶けず、食塩は水に溶けている。

©ミライコーチング

1. 砂を食塩水から分けるのに適した方法を答え、理由を説明せよ。
2. この操作によって、食塩そのものをろ紙上に取り出せるか答えよ。

解答・解説

1.
適した方法は **ろ過**である。
砂は水に溶けず固体として存在しているため、ろ過するとろ紙上に残る。一方、食塩が溶けた水溶液はろ紙を通り、ろ液となる。
2.
食塩そのものをろ紙上に取り出すことはできない。
食塩は水に溶けているため、普通のろ過では食塩水としてろ紙を通る。ろ過は、水に溶けた食塩と水を分ける方法ではない。

例題 2：食塩水から水を得る

問題

食塩水から液体の水を取り出したい。
1. 適した分離方法を答え、その方法で水をどのように回収するか説明せよ。
2. 水を加熱してそのまま空気中へ逃がすだけの操作と、この分離方法の違いを説明せよ。

解答・解説

1.
適した方法は **蒸留**である。
食塩水を加熱して水を水蒸気にし、その水蒸気を冷やして液体の水として集める。食塩は通常のこの操作では蒸気として出にくいため、元の容器側に残る。
2.
蒸留では、気化した水を冷やして液体として回収する。
単に水を蒸発させて外へ逃がすだけでは、目的とする水を取り出して集めることができない。

例題 3：抽出と再結晶を区別する

問題

次の二つの操作を考える。
- 操作 A：茶葉に湯を加え、水に溶ける成分の一部を茶葉から水へ移す。
- 操作 B：熱いミョウバンの飽和水溶液を冷やし、ミョウバンの結晶を得る。

1. 操作 A と操作 B の方法名をそれぞれ答え、利用している性質の違いを説明せよ。
2. 操作 A の後に茶葉を液体からこし分ける操作は、操作 A と同じ方法か答え、理由を説明せよ。

解答・解説

1.
操作 A は **抽出**、操作 B は **再結晶**である。
抽出では、目的の成分が選んだ溶媒へ溶けやすい性質を利用し、成分を溶媒へ移す。
再結晶では、ミョウバンが温かい水には多く溶け、冷たい水には溶ける量が少なくなるという温度による溶解度の違いを利用する。

©ミライコーチング

2.
同じ方法ではない。
茶葉から成分を水へ移す操作は抽出である。一方、抽出後に残った茶葉を液体からこし分ける操作は、液体に溶けていない固体を分ける **ろ過**である。

演習問題

演習 1

砂と食塩水の混合物について答えよ。
1. 砂だけを食塩水から分ける方法を答え、その理由を説明せよ。
2. ろ過後のろ液に食塩が含まれるか答え、その理由を説明せよ。

演習 2

食塩水から水を液体として取り出す場合について答えよ。
1. 適した分離方法を答え、利用する性質の違いを説明せよ。
2. この方法で気体になった水を冷やす目的を説明せよ。

演習 3

茶葉に湯を加えると、茶葉に含まれる水に溶ける成分の一部が水へ移った。
1. この操作の方法名を答え、利用している性質を説明せよ。
2. この操作で茶葉全体が水へ移ると考えてよいか答えよ。

演習 4

茶葉に湯を加えて成分を水へ移した後、液体中に残る茶葉を取り除きたい。
1. 茶葉を液体から分ける方法を答え、その理由を説明せよ。
2. この操作と、茶葉から成分を水へ移す操作の目的の違いを説明せよ。

演習 5

ミョウバンは温かい水には多く溶け、冷たい水には溶ける量が少なくなるものとする。熱いミョウバンの飽和水溶液を冷やしたところ、結晶が現れた。
1. この方法を答え、結晶が現れる理由を説明せよ。
2. 冷却後、溶液中のミョウバンがすべて結晶になったと考えてよいか答えよ。

©ミライコーチング

演習 6

ある混合物から目的物を取り出すため、次の条件が与えられた。
- 目的物 P は水に溶けている。
- 固体 Q は水に溶けずに混ざっている。
- Q を除いた直後の P の水溶液は、温かい飽和水溶液である。
- P を含む水溶液から、最後に P の結晶を得たい。
- P は温かい水には多く溶け、冷たい水には溶ける量が少なくなる。

1. まず固体 Q を除くために適した方法を答え、理由を説明せよ。
2. Q を除いた後、P を結晶として取り出すために適した方法を答え、理由を説明せよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

適した方法は **ろ過**である。
砂は水に溶けず固体として存在するため、ろ過するとろ紙上に残る。食塩水はろ紙を通るので、砂と食塩水を分けられる。

2.

ろ液には **食塩が含まれる**。
食塩は水に溶けているため、普通のろ紙では食塩だけを取り除くことはできず、食塩水としてろ紙を通る。

解答 2

1.

適した方法は **蒸留**である。
水と食塩では気化しやすさが異なり、通常のこの操作では水が気化しやすい。この違いを利用して水を水蒸気にし、食塩と分ける。

2.

水蒸気を再び **液体の水として回収するため**である。
気化させるだけでは水が外へ逃げるが、冷やして液体に戻すことで目的の水を集められる。

解答 3

1.

方法は **抽出**である。
茶葉に含まれる成分のうち、水に溶けやすい成分が水へ移る性質を利用している。

2.

茶葉全体が水へ移ると考えてはいけない。
水に溶ける成分の一部が水へ移るのであり、茶葉には水へ移らない成分も残る。

©ミライコーチング

解答 4

1.

適した方法は **ろ過**である。
残った茶葉は液体に溶けていない固体なので、ろ紙上に残し、液体をろ液として通すことができる。

2.

抽出の目的は、茶葉の水に溶ける成分を水へ移すことである。成分の溶媒への溶けやすさを利用する。
その後のろ過の目的は、液体に溶けずに残った茶葉と液体を分けることである。

解答 5

1.

方法は **再結晶**である。
ミョウバンは温かい水には多く溶けるが、冷たい水には溶ける量が少なくなる。熱い飽和水溶液を冷やすと、低い温度では溶けきれなくなったミョウバンの一部が結晶として現れる。

2.

すべてが結晶になったと考えてはいけない。
冷却後も、その温度で水に溶けることのできるミョウバンの一部は母液中に溶けたまま残る。

解答 6

1.

まず用いる方法は **ろ過**である。
固体 Q は水に溶けていないためろ紙上に残り、水に溶けた P を含む水溶液はろ紙を通る。これにより Q を分けられる。

2.

P を結晶として取り出すには **再結晶**が適している。
Q を除いた温かい飽和水溶液を冷やすと、低い温度では溶けきれなくなった P の一部が結晶として現れる。