

5

しょう油から食塩を分離する
～混合物の分離～化学と人間生活との
かかわり

物質の探究

物質の構成粒子

物質と化学結合

物質量と化学反応式

化学反応

巻末資料

難易度	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1日	1時間	40分

目的と内容

しょう油から食塩を分離することで、混合物の分離方法について理解を深めるとともに、基本的な実験操作を身に付ける

「物質の分離・精製や元素の確認などの観察，実験を行い，化学的に探究する方法の基礎を身に付けさせるとともに，粒子の熱運動と三態変化との関係などについて理解させ，物質についての微視的な見方や考え方を育てること」がこの単元の主なねらいである。また，「身近な物質を取り上げ，物質の分離・精製や元素の確認などの実験を通して，単体，化合物，混合物について理解させるとともに，基本的な実験操作及び物質を探究する方法を身に付けさせること」がねらいである。

ここでは，身近な混合物としてしょう油を用い，混合物の分離方法のうち，抽出，ろ過，蒸発により食塩を取り出す実験を行うことにより，混合物，化合物，単体について理解させるとともに，ろ過等基本的な実験操作を身に付けさせる。



加熱前のしょう油



しょう油から取り出した食塩

既習事項

小学校：5年生の「物の溶け方」
中学校：1年生の「水溶液」「状態変化」
2年生の「物質の成り立ち」「化学変化」

小学校5年生では，食塩水から水を蒸発させて食塩を取り出す実験を行っている。中学校1年生ではコーヒーシュガーやデンプンを水に加え，水に溶ける物質の様子を観察し，それぞれのろ過を行っている。また，硝酸カリウムの再結晶，赤ワインの蒸留を実験している。

留意点

【指導面】

- 混合物から目的とする純物質を取り出す操作を分離といい、取り出した物質から不純物を取り除いて、純度を高めることを精製という。分離・精製の方法と原理は以下の通りである。

分離方法	原 理
ろ過	粒子の大きさの違いによって、ろ紙の目を通り抜けられるものと通り抜けられないものに分離する。液体や液体に溶けるものは粒子が小さく、溶けないものは粒子が大きいため、溶ける固体と溶けない固体に分離する。
蒸留	沸点の違いを利用して、液体を含む混合物を加熱し、生じた蒸気を冷却して再び液体とし、目的の液体を分離する。
分留	沸点の違いを利用して、複数の液体を含む混合物を加熱し、蒸留によって各液体に分離する。
再結晶	温度による溶解度の違いによって、固体に含まれる少量の不純物を除く方法。
抽出	目的の物質を溶媒に溶かして分離する。
昇華法	加熱により固体が直接気体になり、その気体が冷却により直接固体になることを利用して分離する。
クロマトグラフィー	ろ紙などへの吸着力の違いを利用して分離する。

どの方法も、純物質には固有の性質があることを利用している。これにより、混合物と純物質の理解を深めるとともに、実証性、再現性、客観性など科学に求められる条件に触れるとよい。実証性とは、考えられた仮説が観察、実験などによって検討することができるという条件である。再現性とは、仮説を観察、実験などを通して実証するとき、時間や場所を変えて複数回行って同一の実験条件下では同一の結果が得られるという条件である。客観性とは、実証性や再現性という条件を満足することにより、多くの人々によって承認され、公認されるという条件である。生徒には、これらの条件が揃うことが科学に求められることを話す。

- 身の回りにある物質の多くは混合物である。身近な食塩を分離することによってそれを意識させ、身近な物質に化学的な興味・関心を持たせるようにする。

- ろ過は化学の実験操作の基本である。中学校でも取り扱っているが、丁寧に確認しながら行い、操作方法を身に付けさせる。

- 今回の実験について

食塩（塩化ナトリウム NaCl ）は、融点が高いため加熱しても蒸発しにくく、水に溶けやすい。それに対し、しょう油に含まれるそのほかの成分は加熱により灰になり、灰は水に溶けにくい。したがって、しょう油を十分に加熱し灰にした後、水を加えて混ぜると食塩のみが水に溶ける。それをろ過すると、ろ液は食塩水となる。よって、ろ液を加熱し水を蒸発させることによって食塩が得られる。

【安全面】

- 保護めがねを着用させる。
- 加熱後の蒸発皿を扱う際は軍手を着用させ、やけどに十分注意させる。
- 加熱後すぐに蒸発皿を机上に移すと、急冷され割れることもあるので、十分に三角架上（金網上）で冷ますよう指示する。
- 加熱の際は、試料が飛び散ることがあるのでのぞきこまないよう指示する。
- 加熱時に煙が出るので、換気を十分に行う。
- 食塩が取り出されるが、使用器具はいろいろな薬品で使用しているものなので、口に入れないよう指導する。

【後処理】

- しょう油の加熱に用いた蒸発皿には試料が焦げ付くが、クレンザーとたわしを用いてよく洗うとほとんど落ちる。丁寧に洗うように指導する。

導 入

【ポイント】

- 混合物，純物質（化合物，単体）に興味・関心を高める。
- どのようにしたら混合物から純物質を取り出せるか疑問を喚起させる。

【導入例】

- さしすせその調味料は混合物か純物質か発問し，しょう油は混合物であることを確認する。そこで，どうしたら，しょう油に含まれる食塩を取り出せるか発問する。
砂糖→純物質（スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$ ） 食塩→純物質（塩化ナトリウム $NaCl$ ）
酢→混合物（酢酸と水） しょう油→混合物 みそ→混合物
しょう油の栄養成分例：水，タンパク質，炭水化物，ナトリウム，カリウム，カルシウム，マグネシウム，リン，鉄，ビタミンB1，ビタミンB2など
※ここでいう，「ナトリウム」，「カリウム」などはそのまま単体の状態で含まれるのではなく，化合物の状態で含まれている（ナトリウムは塩化ナトリウムなど）。よって，ナトリウムの含有量が表示されている場合は，塩化ナトリウムに換算する必要がある。
- しょう油から食塩を取り出すにはどうしたらよいか発問する。

◎準備

準備の流れ

1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 材料の準備
- 実験室の備品確認

～前日

- 材料の確認
- 器具・教材の分配

当日

- 器具・教材の分配

必要な材料・器具・薬品

準備で必要なもの

とくになし

当日必要なもの

[器具] 蒸発皿, 三角架か金網, ろうと, ろ紙, ガラス棒, ビーカー, ろうと台, 三脚, ガスバーナー, 着火器具, 軍手, 保護めがね

[薬品] しょう油, 蒸留水

しょう油の必要量 1班 3 mL × () 班 = () mL

☆教材の入手方法

しょう油

スーパーマーケットなどで購入可能 1 Lで200円程度

※減塩しょう油は塩化カリウムKClが入っているので、避けた方がよい

減塩しょう油に含まれる塩化カリウム

高血圧や心臓病に悪いとされる食塩の過剰摂取は、食塩そのものではなく、食塩中のナトリウムの過剰摂取が問題となる。そこで、一般的に減塩しょう油は、塩化ナトリウムの代わりに、塩味のある塩化カリウムを用いる。しかし、塩化カリウムには、塩味とともに苦味もあるため、塩化ナトリウムと全て置き換えることは難しい。よって、塩化ナトリウム量を減らし、塩化カリウムを加えることで塩味の一部を補っている。このように、減塩しょう油は、塩化カリウムを利用することで、摂取されるナトリウムの量を減らしつつ、塩味を保つように作られている。

カリウムとナトリウムはどちらもアルカリ金属元素であり、この二つの混合物を分離することは難しい。よって、減塩しょう油からこの分離方法で食塩を取り出した場合、その中には塩化カリウムも含まれることになる。「塩化ナトリウムを取り出す」と考えると減塩しょう油は避けた方がよい。

また、成分表示には「ナトリウム 950mg, 食塩相当量 2.4g」のように記載されていることが多い。ナトリウム原子のモル質量は 23.0g/mol, 塩化ナトリウムのモル質量は 58.4g/mol より、「23.0:58.4=0.950:x」と比によって食塩相当量を求めることができる。

当日のセット

☆生徒用

[器具]

<input type="checkbox"/> 丸底蒸発皿	1 個
<input type="checkbox"/> 三角架	1 個
<input type="checkbox"/> 平底蒸発皿	1 個
<input type="checkbox"/> 金網	1 個
<input type="checkbox"/> ガラス棒	1 本
<input type="checkbox"/> ろうと	1 個
<input type="checkbox"/> ろ紙	1 枚
<input type="checkbox"/> ろうと台	1 個
<input type="checkbox"/> ビーカー (しょう油用)	1 個
<input type="checkbox"/> ビーカー 50mL	1 個
<input type="checkbox"/> 駒込ピペット 3mL	1 本
<input type="checkbox"/> 三脚	1 個
<input type="checkbox"/> 洗浄瓶	1 本
<input type="checkbox"/> ガスバーナー	1 個
<input type="checkbox"/> 着火器具	1 個
<input type="checkbox"/> 軍手	1 個
<input type="checkbox"/> 保護メガネ	人数分

[薬品]

<input type="checkbox"/> しょうゆ	約 3 mL
<input type="checkbox"/> 蒸留水	洗浄瓶 1 本

★教員用

- 生徒用と同じもの

- (1) 前日まで
材料や器具の確認・調達を行う。
- (2) 実験当日
材料や器具の分配を行う。

しょう油の加熱：丸底蒸発皿と三角架→丸底は試料が集めやすく，三角架を使用することで強火で加熱できる。

ろ液の加熱：平底蒸発皿と金網→平底は安定で，青色のものを使用すると析出した食塩が観察しやすい，金網を用いることで三角架より緩やかに加熱できる。

上記のように使い分けると良いが，二つとも丸底もしくは平底でもよい。しょう油の加熱に金網を使用するときは，加熱に時間がかかる。十分加熱するようにする。

駒込ピペットは正確にはかる訳ではないのでなくても可。生徒に駒込ピペットを使用させない場合は，しょう油は生徒の目分量で取らせるか，配付する際に約 3 mL にする。



◎観察，実験

観察，実験の流れ

□導入（5分）

- *導入のポイント及び例を参照
- *目的を理解させる

□観察，実験（20分）

*手順を指導する

- ・手順①②を説明する
- ・しょう油を蒸発皿で完全に焼く
- ・蒸発皿が冷めるのを待つ間に手順③以降を説明する（やけど防止につながる）
- ・水を加えてる過し，水を蒸発させ食塩を取り出す

*安全面を指導する（留意点の安全面を参照）

*操作は全員で分担して行うよう指導する

*机間指導を行いながら，生徒への実験のアドバイスや注意を促す

□まとめ，考察（10分）

□後片付け（5分）

手順 時間のめど（およそ15分）

- ① 駒込ピペットでしょう油 3mL をはかりとり，丸底蒸発皿に移す。
- ② 三脚に三角架を乗せ①の蒸発皿をのせて加熱する。水分が蒸発し，どろどろの状態になり，黒く焦げはじめ煙が出る。煙が出なくなるまで加熱し続け完全に焼く。このとき，発火することもあるが慌てず火が消えるのを待ち，加熱を続ける。

注意！加熱により飛び散ることがあるので顔を近づけてのぞき込まない。

ポイント！加熱が不十分だときれいな塩化ナトリウムの結晶が得られないので，完全に煙が出なくなるまで十分に加熱する。携帯のバーナーが有るときはそれを用いて上から直火で焼くと良い。



①



②-1



②-2

- ③ 火を止めた後1分以上そのまま置き冷ます。軍手をつけて蒸発皿を下ろし，蒸留水を 10mL 程度加える。ちょうど焦げたしょう油部分まで水を加えると約 10mL である。ガラス棒でよくかき混ぜ含まれる食塩を十分に溶かす。このとき水を加えすぎると次の蒸発の際に時間がかかる。

注意！蒸発皿は熱くなっているなのでそのまま十分に冷まし，触る際は軍手を着用すること。すぐに机上に置くと急冷され蒸発皿の破損にもつながる。



③

④ ③をろ過する。巻末資料参照



④

⑤ ろ液を平底蒸発皿に移し、穏やかに加熱し水を蒸発させる。

注意！食塩が飛び散るので気を付ける。



⑤-1



⑤-2

まとめ

以下の視点を参考に、まとめを行う。

身近な調味料であるしょう油は混合物であり、そのしょう油から純物質である食塩（塩化ナトリウム）を分離することができた。

考 察

次の点などについて考察させ、プリントに記入もしくは発表させる。

- ① どのような物質の性質を利用して分離を行ったか。
- ② 得られた結晶が食塩であることを確かめるためにはどのような方法があるか。

後片付け

生徒に次のように指示する。

○使用した器具はよく洗う。特に、しょう油の加熱に用いた蒸発皿には試料が焦げ付くので、クレンザーとたわしを用いてよく洗う。

失敗例

●状態 得られた食塩が茶色であった。

原因 しょう油の加熱が不十分であったため、食塩以外の物質がろ液に含まれてしまった。
煙が完全に出なくなるまで十分に加熱を行う。

別法

混合物の分離として

別法① ろ過 石英砂と食塩から石英砂を分離するなど

別法② 蒸留 食塩水から水を分離するなど

別法③ 分留 赤ワインからエタノールを分離するなど

別法④ 再結晶 食塩に少量の硝酸カリウムが混じった混合物から、純粋な食塩を得るなど

別法⑤ 昇華法 食塩にヨウ素が混じった混合物から、ヨウ素を分離するなど

別法⑥ ペーパークロマトグラフィー 実験4参照

別法⑦ 複数の方法を用いて分離する

このとき、手順や確認方法を生徒に考えさせるとよい。

例) 石英砂、硝酸カリウム、少量の塩化ナトリウム、水の混合物から、ろ過、蒸留、再結晶を用いて、石英砂、水、硝酸カリウムを取り出す。