

砂糖と食塩の分離

Dividing Both Sugar and Salt Crystals

稲木 光 北井 その美 高山 晃輔
Hikaru Inaki Sonomi Kitai Kosuke Takayama

Abstract

It is said to be difficult to divide both sugar and salt crystals. In our research, we aimed to divide the crystals through six experiments focusing on their differences. Out of the six trials, the only difference by which we could divide the crystals was their density.

要約

砂糖と食塩の分離は難しいと言われている。私たちは6種類の実験を行い分離することを試みた。私たちは密度の違いから砂糖と食塩を分離することができた。しかし、砂糖と食塩の他の違いを利用した実験では分離することができなかった。

	実験方法	実験のねらい
実験 1	活性炭を用いた分離	多孔質の活性炭に、砂糖だけを吸着させる。
実験 2	わたあめ装置を用いた分離	融点のちがいにより分離する。
実験 3-1	水溶液中での再結晶	高温ほど溶解度の差が大きいことを利用する。
実験 3-2	エタノール水溶液中での再結晶	エタノールを用いて溶液の粘度や溶解度を調節する。
実験 3-3	氷砂糖を用いた結晶化	氷砂糖を種にして砂糖だけを結晶化させる。
実験 4	密度の違いによる分離	密度 (食塩 > 四塩化炭素 (溶媒) > 砂糖) を利用する。
実験 5	カラムクロマトグラフィー	シリカゲルへの吸着度合いの違いを利用する。

実験 1 活性炭を用いた分離

方法

多孔質の活性炭は、消臭剤にも使われており、有機物を吸着する性質をもっている。そこで、砂糖分子だけを吸着させて分離できるのではないかと考えた。砂糖 1.0g と食塩 1.0g の水溶液 15g に活性炭を 5g 入れ、よくふってかき混ぜた。その後、吸引ろ過して活性炭を取り除き、ろ液を調べた。

結果と考察

ろ紙に残った活性炭を乾燥させると表面に砂糖特有の輝きが見られた。これより砂糖が吸着していると考えられる。しかし、ろ液を蒸発乾固して得られた固体を加熱すると焦げたので、このことからろ液にも砂糖がふくまれていると考えられ、したがって、砂糖は活性炭とろ液の両方に含まれており、分離できていないことがわかった。

実験 2 わたあめ装置を用いた分離

方法

側面に小さな穴を開けたアルミニウム缶に砂糖と食塩を入れ、弱火で加熱して缶を回転させた。わたあめを作る装置のように、液体になった砂糖だけを取り出すねらいである。

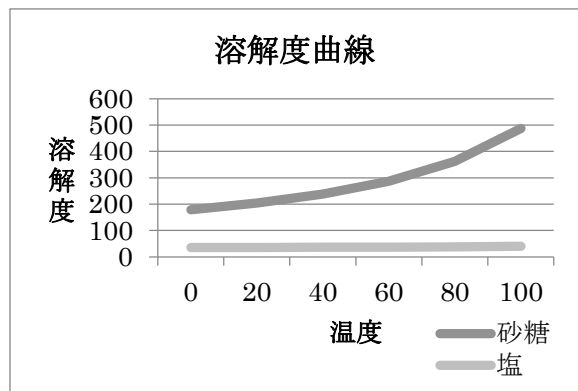
結果と考察

缶に開けた穴が小さいと、あめ状の砂糖の粘度が大きくでてこなかった。また、火加減がとても難しく、焦がさずに砂糖を融かすのは不可能であった。穴を大きくすると、液体の砂糖が出てきたが、食塩も同時に飛び出してしまい分離できなかった。

実験3-1 水溶液中での再結晶

方法

砂糖の水への溶解度は80℃で365g、食塩は80℃で38gくらいである。砂糖5.0gと食塩5.0gを水2.0gに入れ、水の温度を上げて両方を溶かし、それを冷やして結晶を取り出す。理論上は95%以上の割合で分離することができると思われる。



結果と考察

80℃の水に砂糖と食塩を溶かすと、ろ過できないくらい粘度が高くなった。また、冷やしても結晶が現れなかった。温度や水の量を変えて再結晶を試みたが、砂糖水は結晶化しなかった。砂糖を結晶化させるには、水を蒸発させるしかないの、通常の再結晶では分離できないことがわかった。

実験3-2 エタノール水溶液中での再結晶

方法

純粋なエタノールには砂糖も食塩も溶けないが、エタノール水溶液には、砂糖は少し溶ける。一方、食塩はエタノールの割合が増えるほど溶媒の極性が小さくなる



図2 エタノール水溶液に溶かした様子

ので、溶けにくくなっていく。したがって、理論的には分離することができると思った。また、エタノールにより液体の粘度も小さくなるので、ろ過できるようになる利点もある。

結果と考察

エタノールの割合が大きいときは、砂糖も食塩

も沈殿してしまった。反対に、水の割合が大きいと砂糖だけでなく食塩も溶けてしまった。食塩を溶かさず、砂糖だけがとけるときの最適な割合を見つけることができなかった。

実験3-3 氷砂糖を用いた結晶化

方法

砂糖は再結晶させることが困難なため、古来より種となる結晶を核として結晶を成長させ、結晶を分離してきた。砂糖・食塩の飽和水溶液に、氷砂糖の結晶を入れて、砂糖だけが結晶化することをねらった。

結果と考察

きれいな結晶が得られたので、成功したと思われたが、その結晶を加熱すると焦げ、砂糖が含まれていると考えられた。また、水に溶かして硝酸銀水溶液を加えると塩化銀の沈殿ができたことから、食塩が含まれていることがわかった。よって分離できていないことがわかった。

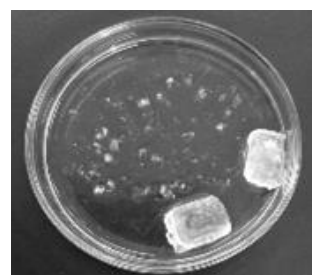


図3 氷砂糖を種として砂糖を吸着させる様子

実験4 密度の違いによる分離

方法

四塩化炭素が入った試験管に砂糖と食塩を加え、密度の違いを利用して分離する。四塩化炭素の密度は砂糖と同じくらいなので、氷水の入ったビーカーに試験管をいれ、冷却して密度を高めた。浮いた固体をこまごめピペットで吸い取った後、四塩化炭素を蒸発させ沈んだ固体を取り出した。

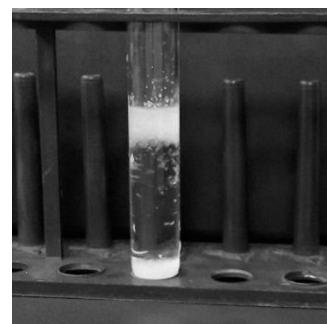


図4 食塩が沈み、砂糖が浮いた様子

結果と考察

図4の浮いた固体をとり加熱すると、図5のように焦げたことより砂糖とわかり、また、沈んだ固体を加熱すると、図6のように白いままであつ

たことより、砂糖がほとんど混じっていないことがわかった。したがって、ほぼ完全に分離することができたと考えている。

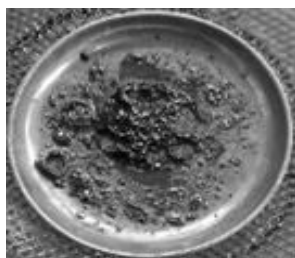


図5 浮いた固体を加熱した様子



図6 沈んだ固体を加熱した様子

実験5 カラムクロマトグラフィー

方法

シリカゲルに対する砂糖と食塩の吸着力の違いを利用して分離する。シリカゲルを詰めたカラムに、砂糖と食塩の混合水溶液を入れる。その後、水またはエタノールを加え、出てきた液体を10mL ずつとる。これを蒸発皿とビーカーに分ける。蒸発皿のほうは加熱し、ビーカーのほうには硝酸銀水溶液を入れ、観察する。

結果と考察

液体を加熱するとすべて焦げた。このことから砂糖が含まれていることがわかった。また取り出した液体に硝酸銀水溶液を入れるとすべて白い沈殿が起こったため、食塩が含まれていることがわかった。最初の液体にも最後の液体にも砂糖と食塩が含まれており、うまく分離できなかった。

成果と課題

本研究では、食塩と砂糖の分離に成功したが、四塩化炭素はオゾン層を破壊する物質であると考えられており、手軽にできる方法ではない。そこで、エタノール（酒）などを用いた分離を追究することが今後の課題である。

参考文献

理科年表平成 15 年、丸善（株）国立天文医大編