

「天候によって結晶が変化！ ～ストームグラスを作ろう～」

目的

中学、高校でも学習する「もの（溶質）が液体（溶媒）に溶ける、温度変化により結晶が析出する」という現象を、見た目にも美しい天気管の作成を通して体験する。

シンプルだが謎も多い現象に触れ、科学の奥深さを感じる。

学習内容キーワード

溶解度、析出、結晶

ストームグラスとは？

19世紀のイングランドで天気予報の手段として用いられた道具です。温度に応じてガラス管内に析出した結晶の様子と量が変化します。現在では、その美しい結晶の様子と、日々表情が変化する面白さから、インテリア雑貨としても親しまれています。

実験してみよう！

<用意するもの>

- ・樟脳…14 g (2個)
- ・塩化カリウム…2.5 g
- ・硝酸アンモニウム…2.5 g
- ・無水エタノール…40 mL
- ・精製水…30 mL (水道水でも可能。結晶が出てくるスピードや出方が変わる。)
- ・ビーカー…2つ
- ・攪拌棒
- ・観賞用容器 (密封できるものの方がよい)



図. 1 水道水使用時と精製水使用時の比較

<手順>

- ① 精製水(30 mL)に塩化カリウム(2.5 g)と硝酸アンモニウム(2.5 g)を加え、湯煎して溶かす。湯煎の温度は 60 度ほどあれば十分に溶かすことができる。(A)
- ② 無水エタノール(40 mL)に樟脳(14 g)を加え、湯煎して溶かす。こちらも、湯煎の温度は 60 度ほどあれば十分に溶かすことができる。(B)
- ③ A と B を混ぜ合わせる。
湯煎して、全ての沈殿を溶かす。
- ④ 溶液を、観賞用容器に移す。
- ⑤ 気温により結晶の様子が変化する。観察してみましょう。



図. 2 作成直後の様子。液温が下がるにつれて、星状の結晶が析出してくる。

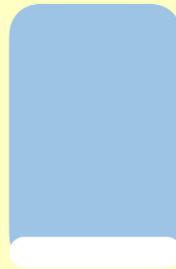
寒い日	暑い日	晴れた日	雨天
・ 結晶が多く析出 濁っている	・ 結晶が溶ける	・ 結晶は少なく、 透き通っている	・ ふわふわした結晶 が浮いている
			

図. 3 天候、気温による結晶の様子の変化³⁾を元に作成

<補足>

- ・実験の前後に、しっかり手を洗いましょう。試薬などは、口に含まないようにしてください。塩化カリウム、硝酸アンモニウム、樟脳を扱う際には、薬さじやピンセットを用いるとよいです。手についてしまった場合は、流水で洗い流しましょう。
- ・湯煎を行うときには、十分に火傷や、エタノールへの引火に注意してください。お湯を耐熱のボウルやたらいなどに張って行うとよいです。
- ・液温が下がっても結晶があまり出てこない場合には水を数滴ずつ加えてみてください。
- ・硝酸アンモニウムは、一部の瞬間冷却パックの中身として使用されています。成分表示を見てみてください。

樟脳とは？⁴⁾

カンフルとも呼ばれる、モノテルペンケトン的一种です。
楠くすのきから抽出ちゅうしゅつされ、古くから医薬品、香料、防虫剤などとして人々の生活に利用されてきました。たんすの防虫剤として使われるのをご存知の方もいらっしゃるのではないのでしょうか。

分子式ぶんししき : $C_{10}H_{16}O$ (= 152.2)

水に溶けにくい、エタノールに溶けやすい

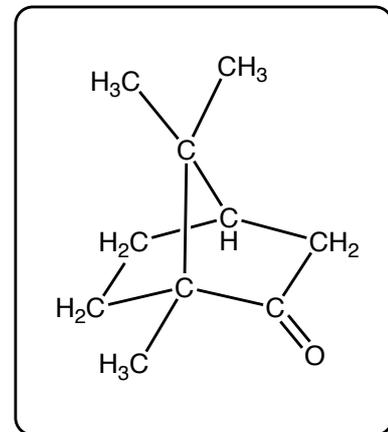


図. 4 樟脳しょうのうの構造式こうぞうしき

結晶の観察

・田中先生らの 2008 年の論文で述べられていた実験の一部をご紹介します。

(詳細は参考 3) をご覧ください。)

無機塩を加えることで、同じ速さで冷却した際にもできる結晶の様子が変化します。

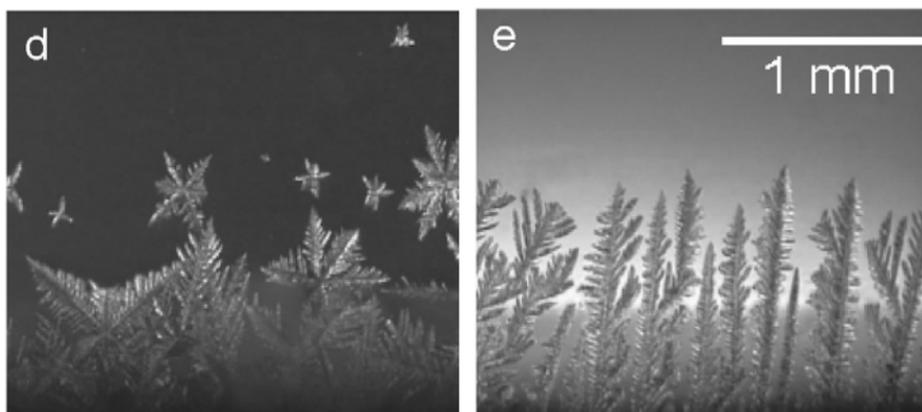


図. 7 (d) 無機塩存在下での樟脳の結晶 (e) 無機塩が系中^{けいちゆう}にないときの樟脳の結晶
いずれも冷却の速さは同じ³⁾

図. 7 より、無機塩が系中に存在する場合には、核を中心として放射状^{ほうしやじゆう}に主幹が伸び、そこから側枝が伸びているのが分かります。一方で、無機塩が無い場合には主幹は一方向に成長しています。無機塩の存在による核形成により、ストームグラスに特有の溶液中に浮いているような結晶が生じると考えられています。

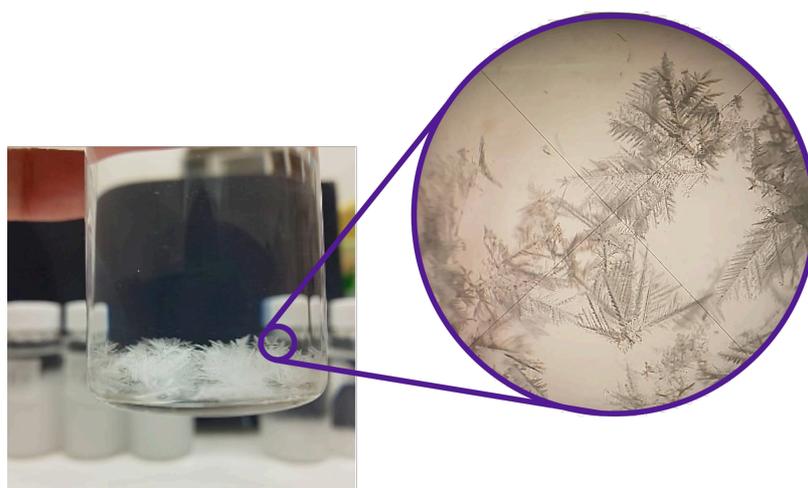


図. 8 実際に動画で作成したストームグラス中の結晶の顕微鏡写真^{けんびきようしゆしん}

図.7 から、樟脳と無機塩が混在することで、特有の結晶が得られることが分かりました。しかし、粉末 X 線回折 (XRD) の結果より、ストームガラス中で生じる結晶は樟脳のものであり、無機塩はいずれもほとんど含まれていないことが分かりました。一緒に析出したり、混晶になったりしているのではないということです。

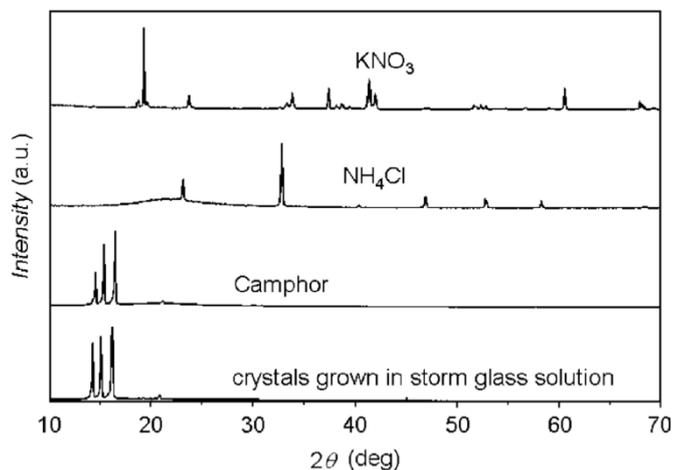


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of KNO₃, NH₄Cl, camphor, and the crystals grown in the storm glass solution.

図.9 粉末 X 線回折の測定³⁾

無機塩とどのような相互作用が生じることで樟脳の結晶の様子が変わってくるのかは、未解明な点がたくさんあります。(注：動画では無機塩として、塩化カリウムと硝酸アンモニウムを使用しています。)

・無機塩の種類、比率によりどう様子が変化するかをみるのも面白いです。

参考

- 1) <https://nature-and-science.jp/stormglass/>
- 2) 鉱物のテラリウム・レシピ、2018、玄光社、さとうかよこ
- 3) Y. Tanaka, K. Hagano, T. Kuno, K. Nagashima, *Journal of Crystal Growth.*, **2008**, *310*, 2668.
- 4) 昭和化学株式会社 SDS <http://www.st.rim.or.jp/~shw/MSDS/03103250.pdf>
- 5) 理科年表 2021, 2011, 丸善出版株式会社, 国立天文台