

密度拡散対流法による NaCl の結晶作り

熊本県立八代工業高等学校 2年 土田 美里 ほか6名

1 研究の目的

昨年、私たちは混合液蒸発法による塩化ナトリウムの結晶作りの研究を行った。今回は密度拡散法を応用し、密度の違う水溶液を二つの容器間で対流させ、結晶を成長させる方法を考えた。これを密度拡散対流法と名付け、昨年よりも簡単に大きな結晶をつくることを目的とした。

2 結晶の作り方と問題点

(1) 結晶の作り方

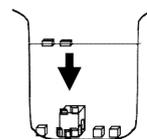
- ・温度降下法……温度による溶解度の違いを利用し、水溶液の温度を下げ結晶を析出させる。
- ・溶媒蒸発法……水溶液の水を徐々に蒸発させることで溶けきれない結晶を析出させる。
- ・密度拡散法……原料を供給し溶液中に濃度差をつくり、溶質の移動により結晶を成長させる。
- ・混合液蒸発法…食塩水と他の溶液を混ぜ溶液密度を高くし、水を蒸発させ結晶を成長させる。

(2) 塩化ナトリウムの結晶の作り方と問題点

問題点：水面に現れた結晶が水中の結晶の上に降り積もるため、降り積もる前に余分な結晶を取り除く作業が大変である。

解決法：混合液蒸発法で結晶を析出させると水面に現れた結晶は大きくなる。

水中に沈んだ結晶には、降り積もる結晶から守るためにフタをする必要がある。



(3) 混合液蒸発法による結晶作りと問題点

昨年は50%砂糖水と飽和食塩水を15：35の割合で混ぜた溶液の中で種結晶を成長させ、冷蔵庫の中に保管し、1ヶ月で13mmの塩化ナトリウムの結晶を得ることができた。

問題点：①1ヶ月で13mmに成長したが少し歪になった。②余分な結晶を取り除く作業は必要。

3 密度拡散対流法による結晶作り

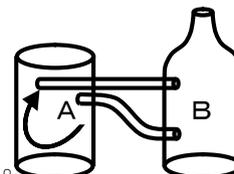
夏でも結晶作りができないかと考え、密度拡散対流法による結晶作りに取り組んだ。塩化ナトリウムは温度差による溶解度に差がないためヒーターで加熱して温度勾配を作ろうと考えた。

(1) 対流装置の製作…1号機

- ①右図の様に2つの容器を上下2本の管でつなぎ、飽和食塩水を入れ、Bの容器の底には食塩が溶けきれずに残っている状態にする。
- ②Aの容器内に種結晶をつるし、Bの容器の底をヒーターで40℃ほどに温める。



【結果】Bで温められた食塩水は下管を通り、Aに移動するが、下管の位置で溶液移動が止まり、種結晶も溶けてしまった。



(2) 対流装置の改良…2号機

- ①容器を繋ぐ下管をAの容器の上部に取り付け、容器の奥まで入れる。
- ②Aの容器内に種結晶をつるし、Bの容器の底をヒーターで40℃ほどに温める。
- ③結晶の上に降り積もるのを防ぐために、Aの容器にサラダ油を入れ水面にフタをした。

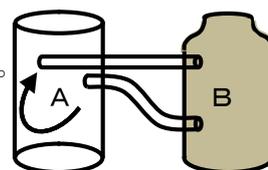
【結果】Bの水温約40℃（溶解度 38.4） Aの水温約30℃（溶解度 38.1）溶解度の差0.3で結晶が成長した。1ヶ月半で15mmに成長したが、右写真のような結晶となった。



(3) 対流装置の改良… 3号機

- ① 2号機の容器Bを黒色に変え、窓の近くに置き太陽光で温めた。
- ② 2号機と同じようにサラダ油でAの容器にフタをした。

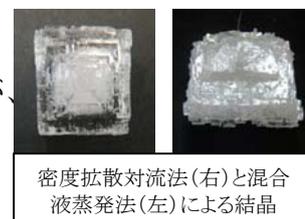
【結果】 7月中旬にBの容器にのみ日光が当たった場合、 10°C の温度差ができたが、2号機同様に成長速度が速すぎたためか、歪な結晶となった。



4 密度拡散対流法による結果と問題点

(1) 密度拡散対流法による結晶作りの結果

- ① 温度差 10°C では結晶の大きさ 8mm まではきれいな結晶だったが、より大きく成長させると、混合液蒸発法よりも歪な結晶になる。
- ② 温度差を作り出すことで、夏でも結晶を成長させることができた。



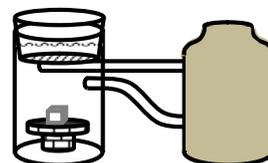
(2) 密度拡散対流法による結晶作りの問題点

- ① 種結晶を糸を吊すために開けた穴の部分の成長が遅く、きれいな結晶にならなかった。
- ② 結晶の降り積りを防ぐために、結晶成長側の容器Aにサラダ油を入れフタとしたが、結晶を取り出し、観察することができなくなってしまった。

5 密度拡散対流法による結晶作りの改良

- ① 種結晶を吊り下げから、底に静置する方法に替える。
- ② 水面のフタをサラダ油からプラスチック容器に替える。
- ③ 50%砂糖水：飽和食塩水 = 15 : 35の混合液の中で種結晶を成長させる。

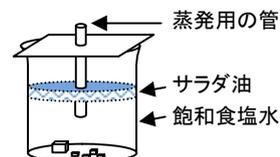
【結果】 Aの透明ペットボトル、Bの黒色プラスチックを使用した場合、Bの水温がAよりも 0.5°C から 2.0°C 高かった。また3週間で 5mm に成長したが、その後歪に成長した。



6 溶媒蒸発法による参考実験

結晶の成長が速すぎるときれいな結晶にならないことが分かったので、溶解度を利用するよりも溶媒蒸発法が、結晶の成長速度を調節しやすいのではないかと考えた。

- ① ビーカーに飽和食塩水と種結晶を入れ、蒸発用の管を乗せる。
- ② 飽和食塩水の蒸発を防ぐために、水面にサラダ油を入れる。
これにより水の蒸発は、蒸発用の管からのみ発生する。
- ③ 蒸発用の管を 5.5mm ～ 1.5mm と変えて冷蔵庫で保管し、結晶の成長の様子を観察する。



【結果】 冷蔵庫内で8ヶ月放置したところ、結晶は 2mm の種結晶から 5mm に成長した。また管の直径が大きくなるとビーカー内に小さな結晶が多く析出した。

7 この研究で学んだ事

混合液蒸発法と密度拡散対流法による結晶作りで分かったことは、

- ① 夏場の結晶作りはとても難しい。飽和食塩水であっても、気温や湿度が高いと結晶が現れないし、湿度が70%を超えると、塩化ナトリウムの結晶は潮解する。しかし気温 30°C 以上でも湿度40%以下になると結晶が析出した。
- ② 短期間できれいな結晶を作ることは難しい。蒸発速度が速すぎても、溶解度差が大きくても、成長速度が速すぎるので、きれいな結晶にはならない。
- ③ きれいな結晶に成長させるためには、蒸発量を調整した方が良い。

結論

塩化ナトリウムの結晶作りは、水溶液からゆっくり水を蒸発させながら結晶を成長させないと、大きくてきれいな結晶にならない。