

# 早く、大きく、きれいに結晶を作るには

静岡大学教育学部附属島田中学校

3年 森下 周一郎

## 1 動機

僕が小学五年生の時に買った雑誌の付録に「結晶キット」が付いていた。そのキットを使い結晶作りを行うと、結晶を作る際に物質などの条件を変えると、結晶ができるまでの早さ、できた結晶の大きさと、形などが異なるということがわかった。そこで僕は、結晶ができる過程に興味を持ち、結晶する物質などの結晶に関わっているさまざまな条件を変えれば、「早く、大きく、きれいに結晶を作ることができるのではないか」と思い、調べることにした。

この研究は小学校6年生の時からはじめ、これまでの研究から自分自身の考えで「結晶を早く、大きく、きれいに作る条件」を見つけ出した。さらに、研究を進めていく中で、自分が見つけた条件がどのようにしてできる結晶に関係をしているのかなど、いくつかの疑問もでてきた。そこで、今年の研究では、それらの疑問に思ったことを調べる。そして、今までに見つけた「結晶を早く、大きく、きれいに作る条件」をさらに改良し、これまでよりも質の高い結晶ができる条件を見つけ出したいと思い、研究を行うことにした。

## 2 今年の研究の計画

これまでの研究から見つけ出した「結晶を早く、大きく、きれいに作る条件」の中で特に結晶を作る上で重要と考えた

- ・焼きアンモニウムミョウバンを使う
- ・ソフトテニスストリングを浸す
- ・発泡スチロールを使い保温する

という3つの条件をもとにして、今年の実験を進めることにした。

## 3 目的

これまで行った実験結果から特に結晶を作る上で重要と考えた条件をもとにして、身近にあるものを利用し、新しく考えた要素を加えて調べる。そして、今までよりも質の高い「結晶を早く、大きく、きれいに作る条件」を見つけ出すこと。

また、これまでの研究での疑問に思ったことや、結晶ができる過程、自分が見つけた条件などのことを詳しく調べ、明らかにすること。

## 4 内容

### (1) 「早く、大きく、きれいな結晶」の基準を定める

まず、実験を行っていく上で、自分が作ろうと考えている「早く、大きく、きれいな結晶」とはどのようなものの基準を、本や知識を参考にして次のように定めた。

### 「結晶が早くできた基準」

実験開始から結晶ができ始めた時間を比べ、より早く結晶ができたほど、「結晶が、より早くできた」と定めることにした。

## 「結晶が大きくできた基準」

実験終了時にできた結晶の体積の大きさを比べ、できた結晶の体積が大きいほど、「結晶がより大きくできた」と定めることにした。以下の2つ方法で、大きさを比べた。

(ア) できた結晶の質量をはかり、「焼アンモニウムミョウバン  $1\text{cm}^3 = 1.64\text{g}$ 」の密度の式に当てはめて体積を求めた。(値は小数第3位を四捨五入する。)

(イ) メスシリンダーの中に結晶が溶けない液体(食用なたね油)を入れ、その中にできた結晶を入れる。そして、その増えたかさから体積を直接求めることにした。

## 「結晶がきれいにできた基準」

ミョウバンの結晶の本来できる形が「正八面体」であるため、実験終了時にできた結晶が八面体の立体の特徴に近いほど「結晶がよりきれいにできた」と定めることにした。

そして、きれいな結晶の基準を

(ア) 「できた結晶の辺が、直線である本数が多い」

(イ) 「できた結晶の面が、平面である個数が多い」とした。

これらの方法はまず結晶の辺について比べた。具体的な方法は、できた結晶のそれぞれの辺に定規を当てて、できた結晶の欠けていなく直線である辺(例図1)と、欠けていて直線でない辺(例図2)のそれぞれの数を求めた。そして、欠けていない直線である辺の数が多いほうをきれいな結晶とした。

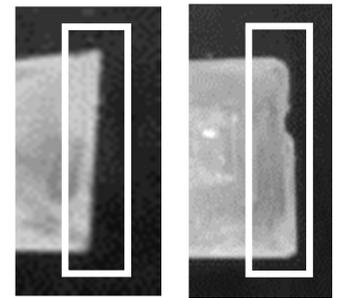


図1

図2

次に、結晶の面について比べることにした。できた結晶を観察し、結晶の欠けていない平面(例図3)と、結晶の欠けていて平面でないもの(例図4)のそれぞれの数を求めた。そして、結晶の欠けていない平面である面の数が多いほうをきれいな結晶とした。

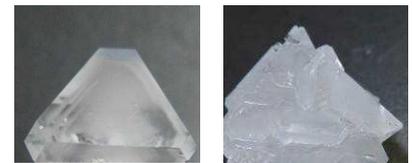


図3

図4

できた結晶の辺と面の2つの要素を比べ、結晶がきれいにできたかどうかの最終的な結論を出すことにした。

## (2) 行った実験

～基本となる結晶の作り方～

(ア) スtringス(結晶を付着させるために水溶液の中に入れる糸)をセロハンテープでストローに取り付ける。

(イ) ビーカーに、焼アンモニウムミョウバン  $100\text{g}$  と沸騰した炭酸水  $500\text{g}$  を入れて水溶液を作る。

(ウ) (ア) で作ったものを、「水溶液に浸すもの」として、溶液中の結晶を付着させるために、ビーカーに取り付ける。その後図5のようにビーカーの上にラップをかける。



図5

(エ) 水溶液をそれぞれあらかじめ用意しておいた発泡スチロールの容器に図6のように入れて保管した。(図7) また、この装置は、ビーカー内の湿度を容器外と同じにするために、発泡スチロールのふたに穴を1つあけ、その穴にストローを入れる加工をした。



図6



図7

(オ) 実験は24時間行い、2時間ごと観察をした。また、観察時に、それぞれの浸す物に付いている結晶で一番形がよいもの以外をピンセットで落とす操作を行った。

(カ) それぞれの実験は正確性を高めるために2回ずつ行った。

～これらの基本となる実験方法の中の条件を変えて、今年の研究では以下6つの実験を行った～

(ア)「水溶液の量を増やすと大きくて、きれいな結晶ができるのかを調べる」

方法 これまでの実験から、水溶液の量はできる結晶のきれいさと、大きさに影響するとわかった。そのため、これまで結晶を作ってきた水溶液の量である600gに加えて、300g (0.5倍)、900g (1.5倍)、1,200g (2.0倍)にして、どの条件が結晶を「大きく作る」、「きれいに作る」の2点で最もバランスがとれているのかを明らかにするためにこの実験を行った。

結果 そして、水溶液の量は600gがよりよい結晶ができるとわかった(表の①)。

(イ)「水溶液の溶媒に炭酸水か精製水をつかうとできる結晶にどのような変化があらわれるのか」

方法 これまで水溶液の溶媒に使ってきた炭酸水に加え、精製水をそれぞれ溶媒として結晶をつくる。そして、できる結晶にどのような変化をもたらすのか、を調べるためにこの実験を行った。

結果 水溶液の溶媒は炭酸水がよりよい結晶ができるとわかった(表の②)。

(ウ)「結晶を作るときに水溶液を途中で変えたら大きな結晶を作ることができるのか」

方法 結晶を作るときに水溶液の温度が室温に下がってから途中で新しい水溶液を変えて作るものと、水溶液を変えないで作るものが、できる結晶に変化が生じるのかを明らかにする。

結果 結晶を作るときの水溶液を変えるものがより大きな結晶ができるとわかった(表の③)。

(エ)「水溶液にろ過を行い、結晶を作ると、どのような変化が生じるのかを調べる」

方法 結晶を作るときに2時間毎の観察ごとにコーヒーフィルターでろ過をするものと、そのままのものを比べ、できる結晶にどのような変化をもたらすのかを調べた。

結果 ろ過をしない方がよりよい結晶ができるとわかった(表の④)。

(オ)「結晶を水溶液中で回転させて作ったら大きく、きれいな結晶を作ることができるか調べる」

方法 これまでの実験で、できる結晶が水溶液の下側のみきれいになることが多かった。そのため、水溶液の結晶がある程度大きくなってから、装置を使い結晶を回転させて作ったら、全体的にきれいな結晶を作ることができるかを調べた。

結果 結晶を水溶液内で回転させるものの方がよりよい結晶ができたが、課題が残った(表の⑤)。

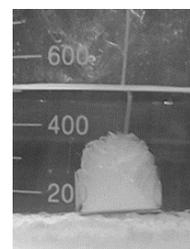


図8

(カ)「装置を改良して、結晶を水溶液中で回転させて作ったら大きく、きれいな結晶を作ることができるか調べる」

方法 前回の実験では、装置の金属部分がつい溶液と反応してしまう課題が残った。そのため、装置にプラスチックを中心に使うことで、装置を改良した。そして、改良した装置を使い結晶を作ったら、全体的にきれいな結晶を作ることができるかを調べた。

改良した装置(図9)→

結果 改良した装置を使うことで、前回の課題を解決して結晶を作ることができるとわかった(表の⑥)。



## 実験結果

要素	項目	★実験番号とその条件					
		①600 g	②炭酸水	③変える	④ろ過なし	⑤回転	⑥改良した装置
早さ	実験開始後何時間で結晶をしたか(時間)	4	4	4	6	8	6
大きさ	できた結晶の質量(g)	0.836	0.516	15.465	12.008	5.385	4.365
大きさ	質量計算による体積できた結晶の体積( $\text{cm}^3$ )	0.51	0.31	9.43	7.32	3.28	2.66
大きさ	容積測定によるのできた結晶の体積( $\text{cm}^3$ )	1.1	0.4	9.5	8	3.7	3.8
きれいさ	できた結晶のかけていない辺の数(本)	10	9	1	3	11	2
きれいさ	できた結晶の平面な面の数(個)	5	6	0	1	4	0

※⑤のできた結晶は図10、⑥でできた結晶は図11参照。(図のマス目は、縦1cm横1cmである。)

### 5 実験からわかったこと

これまで行ったすべての実験から、結晶をより早く、大きく、きれいに作る方法は以下のものだとわかった。

手順(1) 実験開始から14時間後までは、焼アンモニウムミョウバン100gと沸騰した炭酸水500mLの水溶液を1,000mLビーカーに入れる。

手順(2) 水溶液にソフトテニスストリングを浸して、ビーカーを発泡スチロールに入れ、ビーカーにストローを通し、保管する。

手順(3) 14時間後からは、最初に作った水溶液と同じものをもう1度作り、60°Cまで、冷やしたものを用意する。そして、結晶を回転させる装置に浸す糸を取り付ける。その後、装置を水溶液にいれ、ラップをかけストローを通す。

手順(4) そして、気温約30度で、発泡スチロールの容器にほかんし、2時間ごとの観察で、結晶を半回転させ、14時間結晶させる。



図10

図11

### 6 研究のまとめと、今後の計画

- (1) 実験をとおして、より早く、大きく、きれいに結晶を作るには気温が最も重要な条件の1つであるとわかった。そのため、できる結晶と気温の関係についても今後、詳しく調べていきたい。
- (2) 他にも、今回使用した装置や、ろ過の方法などでの問題点を改良していけば、同じ条件でもより良い結晶を作ることができるのではないかと考えた。
- (3) 今回の研究を行う際に、大阪市立科学館の小野先生にアドバイスをいただいたり、家族にもたくさん協力してもらったりした。協力してくださった全員に感謝し、今後も研究を続けることを大切にしたい。