

# 様々な変数におけるミョウバンの結晶の形の変化とその分類

宮城県仙台第三高等学校

ミョウバンは再結晶によって簡単に結晶を得られるため、教育現場でも使われているが、整った形の結晶を作る方法は確立されていない。そこで、私たちは、溶液の深さや容器の種類が結晶の形に与える影響を調べるための実験を行った。溶液の深さを5.0cmと1.0cmで比較したところ、浅い1.0cmの溶液で結晶が薄くなることがわかった。しかし、容器の種類（ガラス製とプラスチック製）が結晶の形に大きな差をもたらすことは確認できなかった。この結果から、溶液の深さが結晶の厚さに影響を与える一方で、容器の種類は結晶の形にはほとんど影響を及ぼさないことが分かった。今後は、蒸発量や気温、湿度などの変数を考慮し、実験回数を増やしてさらに詳細なデータを収集し、結晶形成のメカニズムをより深く理解することを目指す。

## 1 背景

まず初めに、ミョウバンとは正八面体の分子構造を持つ物質であり、この実験では硫酸アルミニウムカリウム十二水和物を用いた。しかし、ミョウバンの結晶は分子構造通りに正八面体にはなにくく、これまで、正八面体のミョウバン結晶を作るにはどのようにしたら良いのかという数多くの実験が行われてきた。

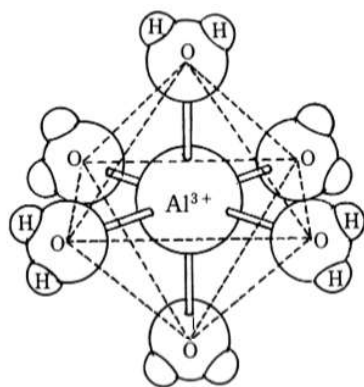


図1 ミョウバンの分子構造

本校の先行研究として、「塩化ナトリウムの結晶の長さを操る」という実験があったため、ミョウバンの実験を行いたかった私たちはこの実験を参考に用いることにした。その後、さらに参考になる論文はないかと探していたところ、お茶の水女子大学の「授業で行うミョウバン作り」という文献の中に「ピラミッド型の種結晶を用いた児童の方がきれいな正八面体になりやすかった」という旨の文章を見つけたため、これらの2つの文献を参考に実験を進めることにした。実験手順や用いるものなど

も文献を参考にした。さらに、ミョウバンの再結晶の実験や種結晶から結晶を作る実験は小学校や中学校で行う始めの実験になることが多く、その実験で一般的に綺麗と言われる正八面体の結晶を作りやすくすることで、成功体験を作り、科学に興味を持つきっかけになるのではないかと考えた。

実験の進め方については、先行研究、予備実験を参考に、「溶液の深さと結晶形」、「シャーレの素材と結晶形」の2つの要素の関係性を調べることにした。「溶液の深さと結晶形」に相関性を見出した理由としては、先行研究の「塩化ナトリウムの結晶の長さを操る」において溶液の深さと結晶形に相関があるという結果が出ており、ミョウバンでも同じことが言えるのではないかと考えた。また、「シャーレの素材と結晶形」に相関性を見出した理由としては、予備実験を行った際にガラス製のシャーレを用いた際と比較した時に、プラスチック製のシャーレを用いた実験の時に欠けの少ない結晶ができていると感じ、これらの要素に相関があるのではと考えた。

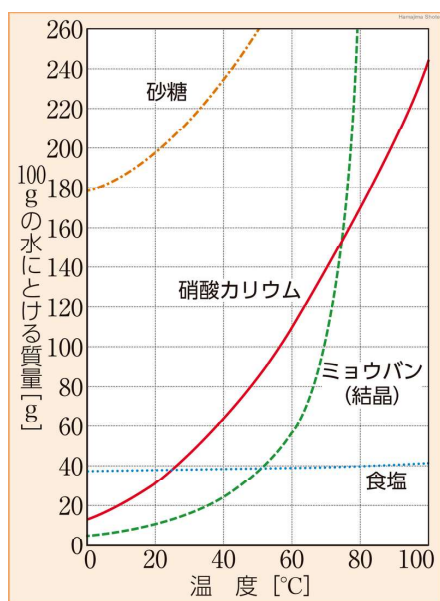


図2 ミョウバンと食塩、硝酸カリウム、砂糖の溶解度のグラフ

## 2 材料と方法

用いた材料と実験器具としては以下の通りである。

- ・ミョウバン（硫酸アルミニウムカリウム十二水和物） $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- ・水道水
- ・電気ケトル
- ・薬品さじ
- ・ビーカー（200ml, 500ml）
- ・シャーレ（プラスチック製、ガラス製）
- ・発泡スチロールの箱
- ・保温ボックス
- ・純水
- ・ガラス棒
- ・電子天秤
- ・薬包紙

保温ボックスはVERSOS VS-404を用いた。実験方法は、始めにミョウバンを溶かすためのお湯を沸かし、お湯が沸くのを待っている間に使用する量のミョウバンを量った。次に500mlビーカーに移したお湯の中にミョウバンが残らなくなるまで混ぜながら溶かす。この時、飽和水溶液になるように100mlに18.4g溶かした。ガラス製もしくはプラスチック製のシャーレ、200mlのビーカーにミョウバンの飽和水溶液を移し、その後、発泡スチロールと保温ボックスでは温度の下がり方が異なると考えたため、発泡スチロールの箱の中に入れて数日置いておくものと、保温ボックスの

中に入れて数日置いておくものの2つのパターンを作った。水溶液中に結晶が出てくるまで待ったため2～14日ほど放置し、出てきた結晶を観察した。

## 3, 結果と考察

種結晶が形を観察できるほどの大きさに成長した後、溶液から乾いたシャーレに結晶を取り出して形を観察した。初めに、生成された種結晶を形によって大きく三種類に分類した。

### （1）扁平型

結晶の水平方向の長さを1としたとき、垂直方向の長さが0.5未満だった結晶

#### ①三角形型

短い辺の2倍以上の長さの辺がある六角形の結晶



図6 扁平三角形型のミョウバン結晶

#### ②六角形型

三角形型ではない六角形の結晶

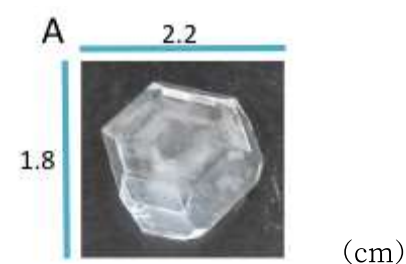


図7 扁平六角形型のミョウバン結晶

## （２）立体型

結晶の水平方向の長さを１としたとき、垂直方向の長さが0.5以上だった結晶

### ③ピラミット型

垂直方向に頂点が一つある結晶



図８ 立体ピラミット型のミョウバン結晶

### ④斜面型

底面に対して水平ではない上面を持つ結晶

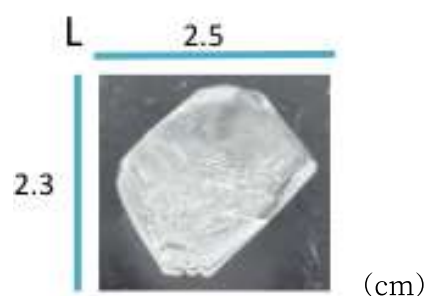


図９ 立体斜面型のミョウバン結晶

以上のように結晶の形を分類した上で、実験１，２の結果についてそれぞれ以下の通りに表にまとめた（表１）（表２）。

#### 〈実験１：溶液の深さと結晶の形〉

溶液の深さが1.0cmの浅い実験番号U1、V1はどちらも扁平型だったのに対して、深さが5.0cmだった実験番号S1、T1はどちらも立体型になった。これより溶液の深さが浅いと結晶も薄くなりやすいと言える。その理由として、溶液がより多くある方向に対して結晶が成長しやすいことが考えられる。溶液が浅い場合は垂直方向よりも水平方向に溶質の粒子の数が多かったため、数が多い領域において凝集が起こりやすかったため以上のような結果になったと考えられる。

#### 〈実験２：容器の素材と結晶の形〉

素材に限らずシャーレを使用した場合、どちらも結晶の形は扁平六角形型になった。しかし、プラ

スチックシャーレを使用した場合は実験番号Cの欠けのある結晶と実験番号Bの欠けがない結晶が生成された一方、ガラスシャーレを使用した場合は実験番号D、Eのどちらも欠けのある結晶が生成された。しかしながら、仮説を立証できるほど十分な試行回数を行えなかったため、容器の素材と結晶の形についての相関があるとは結論づけることはできなかった。

実験番号	容器の種類	濃度(%)	保温状態	溶液の深さ	結晶形
S1	200mlビーカー	19	発泡スチロール	5.0cm	立体双子型
T1	200mlビーカー	19	発泡スチロール	5.0cm	立体三角形
U1	200mlビーカー	19	発泡スチロール	1.0cm	扁平三角形
V1	200mlビーカー	19	発泡スチロール	1.0cm	扁平三角形

表１ 実験１：溶液の深さと結晶の形の結果

号	容器の種類	濃度(%)	保温状態	溶液の深さ	結晶形
	プラスチックシャーレ	19	発泡スチロール	0.7cm	扁平六角形型（欠けがない）
	プラスチックシャーレ	19	発泡スチロール	0.7cm	扁平六角形型（欠けがある）
	ガラスシャーレ	19	発泡スチロール	0.7cm	扁平六角形型（欠けがある）
	ガラスシャーレ	19	発泡スチロール	0.7cm	扁平六角形型（欠けがある）

表２ 実験２：容器の種類と結晶の形の結果

## ４ まとめ・結論

本実験ではミョウバンの種結晶の形を決める要因を特定するために、温度降下法を用いて実験を行った。溶液の深さと結晶の形については5cmと1cmの場合に分けて結晶を生成すると、溶液が浅くなると薄い結晶ができやすいことが分かった。これは、溶液がより多くある方向に対して結晶が成長しやすいためだったと考えられる。以上のことから、薄い結晶を作りたい場合は溶液の深さを薄くし、厚い結晶を作る場合は溶液を深くすればよいことが明らかになった。また、容器の種類と結晶の形についてはガラスシャーレとプラスチックシャーレを使用し観察を行った。欠けの有無の差は見られたが、はっきりとした相関は見られなかった。

## 5 参考文献

図1 佐藤真理・渥美みはる

「実験で学ぶ化学VI.無機化学」(2016)

<https://core.ac.uk/reader/230580760>

図2 理科便覧ネットワーク 溶解度

<https://www.hamajima.co.jp>

/rika-binran/term/?/term/12312

先行研究1 お茶の水女子大学 北村 幸江

「授業で行うミョウバンの結晶作り」

先行研究2 令和元年度仙台第三高等学校課題研

究「塩化ナトリウムの結晶の長さを操る」