結晶の成長と天気との関連性（ミョウバン）

抄　録

本研究ではミョウバンの結晶をおよそ一年間通して育て、一週間ごとに結晶の重さを記録し、それをグラフ化したものからミョウバンの重さと気温、湿度との関連性を見出す。はじめに、家でミョウバンを育てていると徐々に大きくはなっていったが、あるタイミングを境にミョウバンの結晶の大きさが小さくなり、最終的に消滅した。その原因を解明したいと思い、この研究をすることにした。その結果、今まで天気と関連性がないと思われていたものに関連性があるということが分かった。

キーワード：ミョウバン、結晶、湿度、気温

1.　はじめに

1.1 研究動機

小学校のときに理科の授業でミョウバンを育てた。ミョウバン水の温度によってミョウバンの結晶の大きさが変わるということを習った（図１）。そのとき、他に気温や湿度などとは関連性がないのかどうか疑問に思った。試しにミョウバンを育ててみたところ、気温や湿度が大きく変わる梅雨の時期にミョウバンの結晶の重さが大きく減ったので、何か関連性があるのではないかと思った。そこで、天気は様々なものに影響しているが、化学物質であるミョウバンにも関連性があるのかどうか疑問に思ったので、この研究をすることにした。ミョウバン以外に食塩での実験も考えたが、参考文献より、食塩は温度による溶解度の変化が少ないため、結晶ができにくいことがわかった（図１）。よって、温度による溶解度の変化が大きい、ミョウバンにすることにした。

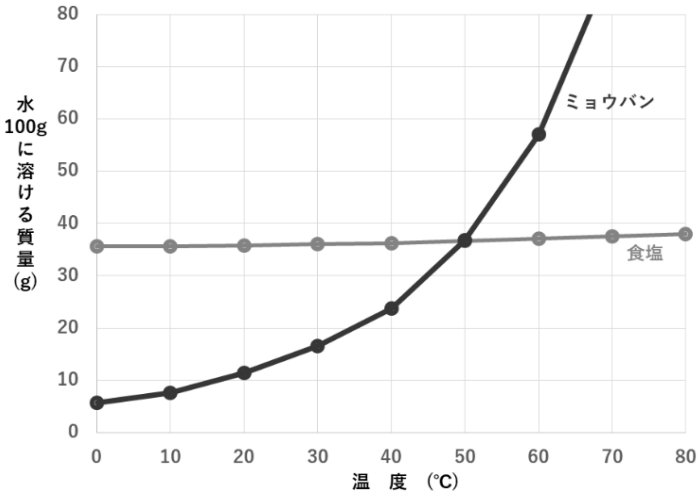

図１　ミョウバンと食塩の溶ける温度と質量の差を表したグラフ

1.2 研究目的

本研究は、ミョウバン水とミョウバンの結晶を使って、ミョウバンの結晶の成長を観察し、その結果からミョウバンの成長は気温や湿度に関わっているのかを明らかにすることである。

2. 研究方法

2.1 実験

ミョウバンは硫酸アルミニウムカリウムや硫酸アルミニウムアンモニウムのことをさし、構造に水分子を含む結晶ミョウバンと水分子を含まない焼ミョウバンが存在する。ミョウバンは、漬物などの色を良くしたり、調理後の変色防止や食感の向上、煮崩れを防ぐことに使われたりする食品添加物の一つとして使われている。これは、アルミニウムイオンが植物の細胞壁のペクチンと結合したり、フラボノイド色素やアントシアニン色素がアルミニウムと結合することで各色素が保たれたり、綺麗な色になるなど細胞レベルやイオンレベルでそれぞれの食品に結合することで良い効果が得られる。他には、制汗剤や消臭剤、芳香剤などアルミニウムの性質を生かした薬品がある。

ミョウバンの結晶をミョウバンの飽和水溶液（以下、飽和ミョウバン水）にひたし、ミョウバンの結晶の重さを一週間ごとに記録する。それと同時にミョウバン水をろ過し、あまりミョウバンが沈殿しないようにする。参考文献より、ミョウバンには焼ミョウバンと結晶ミョウバン（以下、生ミョウバン）があり、焼ミョウバンのほうが安価で済むが、生ミョウバンのほうが水に溶けやすいので、生ミョウバンを使用して実験を行う。図２のように焼ミョウバンと生ミョウバンには溶け方に大きな差がある。

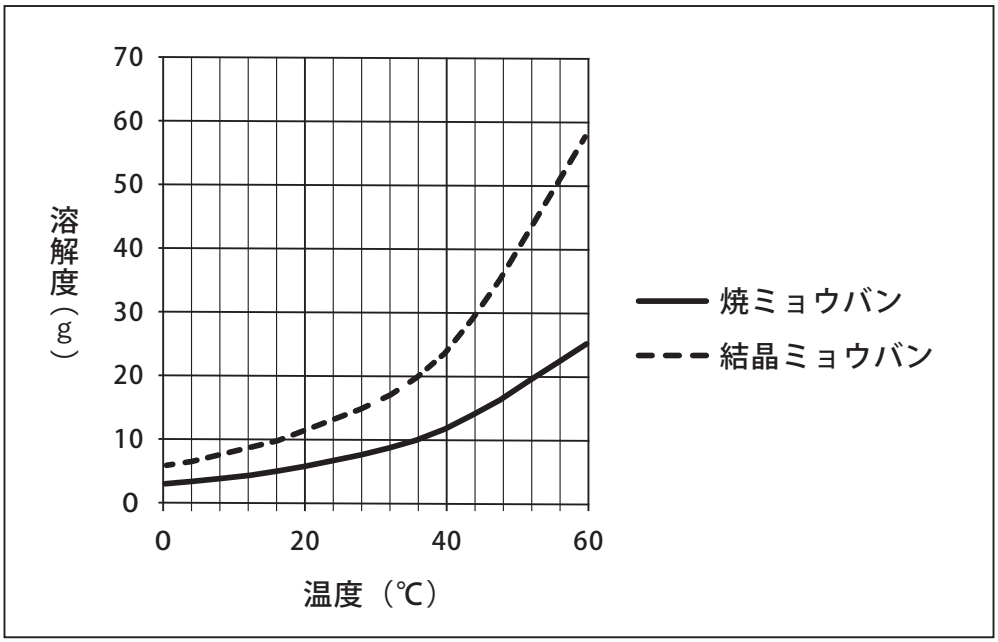

図２　焼ミョウバンと結晶ミョウバンの温度と溶解度の比例グラフ

2.2 実験手順

まず、飽和ミョウバン水を作る。水500mlを60℃に温め、焼ミョウバン168gを根気よく溶かす。一晩置くと種結晶が多数沈殿する。できた種結晶の中から図３のようなきれいな形をした種結晶を選別する。一晩置いた飽和ミョウバン水にろ過紙を使ってろ過を行い、再び飽和ミョウバン水にする。この飽和ミョウバン水は取り出した種結晶の成長に使う。次に、種結晶をナイロン製の透明な糸で結び、割り箸に巻く（容器の底につかないようにする）。何も巻かず、タッパーの蓋だけにすると、蒸発した水が上にたまって結局ミョウバン水の中に入ってしまい飽和ミョウバン水の飽和状態を保つことができなくなるので、水を吸収したり、埃の侵入を防いだり、容器の密閉度を下げる目的でキッチンペーパーを巻く。そして、蒸発した水分が出ていくことができるように、蓋と容器本体とは隙間をあけて急激な温度変化を抑えるために発泡スチロールの箱の中に入れ、一週間置く。一週間おきにろ過をするが、その際、ミョウバンの結晶は埃や人の指紋がつくと成長に支障が出るので、毎回ろ過のときは、結晶に埃がつかないようにする。ミョウバンの結晶は基本的に正八面体なので、結晶が正八面体になってきたら形が変わらないように配慮する。一週間経ったら、結晶の重さ、大きさを計り、記録する。これに加えて、一週間の平均湿度、平均気温をtenki.jpから記録する。なお、最初に作ったミョウバン水を継続して使用するが、結晶が水面から出るくらいの水が蒸発して、水量が減ると、結晶の成長に支障が出るので、その時点で飽和ミョウバン水を作り変える。

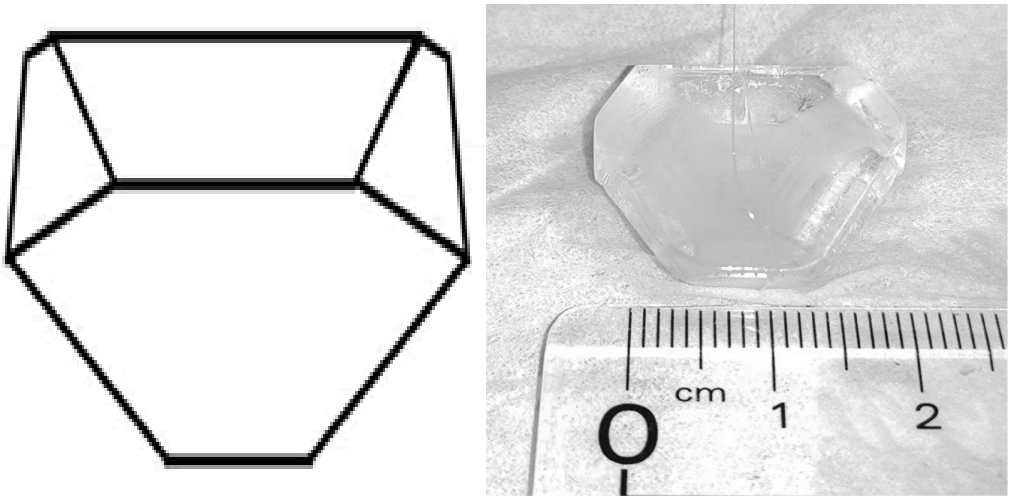

図３　種結晶の断面図（左）と実際の種結晶の写真（右）

2.3 分析方法

ミョウバンの結晶の、一週間ごとの重さ、一週間の気温、湿度の記録をグラフ化する。棒グラフと折れ線グラフで表し、そのグラフからミョウバンの重さが大きく変わったところの気温と湿度はどのような変化があったのかを読み取る。逆に、気温と湿度が高くなったり低くなったりしたときに、ミョウバンの結晶の重さはどのような変化をしたのかを読み取り、考察を行う。

3. 結果

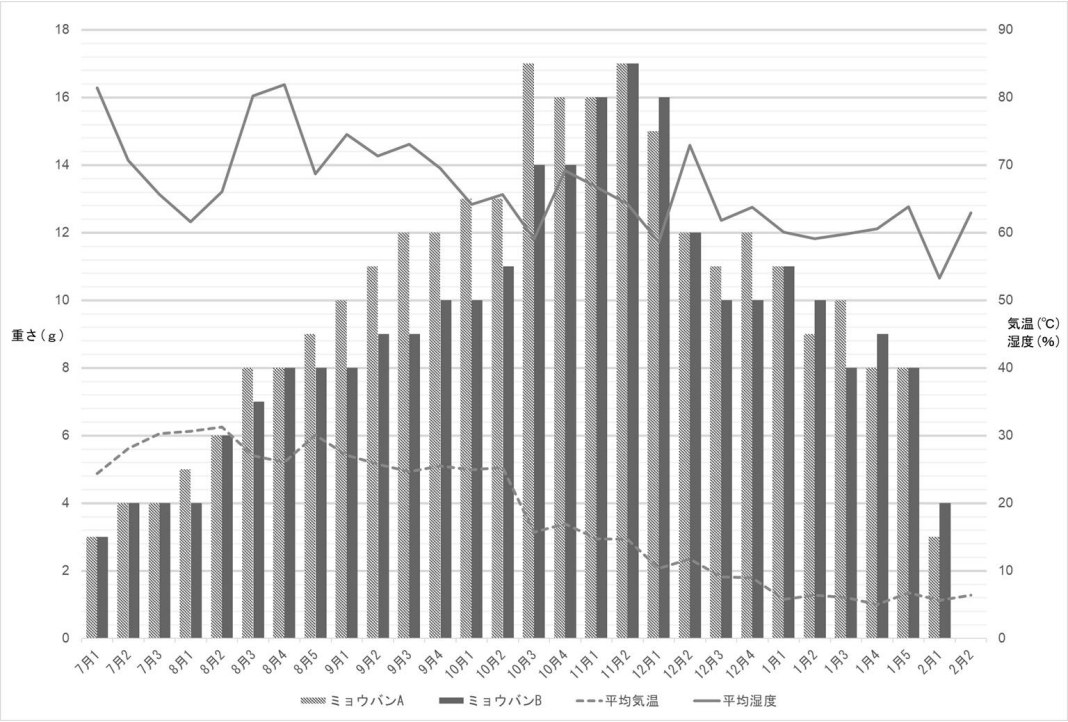

図４　ミョウバンの質量の変化と気温と湿度の変化を表したグラフ（実験結果）

図４のグラフは、記録したミョウバン（A，B）の質量の変化（網目と塗りつぶしの棒グラフ）と週平均の気温（破線の折れ線グラフ）と湿度（実線の折れ線グラフ）の変化を表している。X軸の表記は、７月１は７月の１回目の測定を意味する。

このグラフのミョウバンの重さの変化から、成長期（８月１～10月３）、停滞期（10月４～12月１）、減少期（12月２～１月５）、消失期（２月１～２月２）の四つの時期に分ける。成長期は、ミョウバンＡとミョウバンＢとに気温と湿度の差が生じ、ミョウバンの重さはミョウバンＡが＋12g、ミョウバンＢが＋10g、平均気温は－15℃、平均湿度は－2.5％という変化があった。

停滞期は、ミョウバンの重さはミョウバンＡが－１ｇ、ミョウバンＢが＋２ｇ、平均気温は－6.6℃、平均湿度は－10.6％だった。

減少期は、ミョウバンの重さはミョウバンＡが－４ｇ、ミョウバンＢが－４ｇ、平均気温の差は－５℃、平均湿度は－９％だった。

消失期は、ミョウバンの重さはミョウバンＡが－３ｇ、ミョウバンＢが－４ｇ、平均気温の差は＋0.7℃、平均湿度は＋9.7％だった。

湿度が下がったときに重さが増えていて、10月中旬には、気温と湿度の両方が一気に下がったときにミョウバンの重さが増えている。12月中旬では湿度が高くなったときにミョウバンの重さが減っており、１月下旬は、湿度が下がったときに重さが減り、最終的に２月上旬に湿度が上がったときにミョウバンの結晶は溶けてなくなった。

表１　ミョウバンの各変化した期間における数値の差

	期間	ミョウバンA(g)	ミョウバンB(g)	平均気温(℃)	平均湿度(%)
成長期	８月１～ 10月３	5 17	4 14	30.7 15.7	61.6 59.1
	差	12	10	－15.0	－2.5
停滞期	10月４～ 12月１	16 15	14 16	17.0 10.4	69.2 58.6
	差	－1	2	－6.6	－10.6
減少期	12月２～ １月５	12 8	12 8	11.8 6.8	72.9 63.9
	差	－4	－4	－5.0	－9.0
消失期	２月１～ ２月２	3 0	4 0	5.7 6.4	53.3 63.0
	差	－3	－4	0.7	9.7

4.　考察

表１より、平均気温と平均湿度の各期において、平均気温の大きな減少はミョウバンを成長させ（成長期）、平均気温の減少が約－６℃と平均湿度が－10％の場合、ミョウバンの重さの変化は少なく（停滞期）、平均気温の更なる低下はミョウバンを減少させた（減少期）。更には、平均湿度の大幅な上昇は、ミョウバンを消失させた（消失期）。日々の観察記録よりミョウバンの結晶の成長は気温よりも湿度が関連していると考えられる。湿度が高くなったときはミョウバンの重さが減り、湿度が低くなったときにミョウバンの重さが増えた。湿度が高くなったときは容器内の水分が増えたことで飽和ミョウバン水の飽和度が下がり、ミョウバンが水溶液中に溶けたと考えられる。また、湿度が低くなれば、容器内の水分量が減ることで、飽和ミョウバン水の飽和度が上がり、ミョウバンの結晶化が進んだことがうかがえる。

5.　結論

ミョウバンの結晶の成長を一年間通して観察したところ、気温より湿度がミョウバンの結晶の成長に大きな影響を及ぼしていることが分かった。湿度が高くなれば容器内の水分量が上がることで飽和度が下がり、ミョウバンが水溶液中に溶け、ミョウバンの結晶の重さが減る。湿度が低くなれば容器内の水分量が下がり飽和度が上がり、ミョウバンが結晶として出てきて、ミョウバンの結晶の重さが増える。天気と関連性のなさそうなミョウバンの成長は、湿度・飽和度に影響を受け、結晶化との関連性を見出すことができた。

参考文献

大阪の過去の天気
〈https://tenki.jp/past/2022/09/weather/6/30/〉
中学理科ポイントまとめと整理
〈https://chuugakurika.com/2017/12/20/post-1128/〉
ミョウバン水は消臭や殺菌に効果的！
〈https://erecipe.woman.excite.co.jp/article/E1601946154400/〉
ミョウバンと塩の結晶の出来方の違い|NHK for School|
〈https://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?〉
「ミョウバンの結晶づくり」の落とし穴！
〈http://www.edu.city.kyoto.jp/science/online/labo/44/index.html〉
〈http://www.edu.city.kyoto.jp/science/online/labo/45/index.html〉