生物
トゲワレカラに関する研究

兵庫県立尼崎小田高校科学研究部生物班
２年 森美月,大路紘裕, 山木文汰,藤堂恭行
１年 長谷千波矢,田中愛,原田侑季,荒木岳士

1.動機及び目的

私たちの先輩は瀬戸内海各地をはじめ本州西部で採集したトゲワレカラ *Caprella scaura*を形態から３亜種(*C.s.diceros*, *C.s.typica*, *C.s.hamata*)に分類しミトコンドリア DNA の COI 領域と 16S ribosomal RNA 領域について解析を行ったところ、トゲワレカラは A,B の２つのグループに分かれた。また A では *diceros* が多く、B には *typica* が多かった。また A に *typica*、B に *diceros* が少しみられ、遺伝子による A･B のグループ分けと形態的分類とは一致しなかった(Tani ら 2014)。

そこで今回は核 DNA の解析を行い A･B のグループでの遺伝的交流の可能性について考察を試みた。

2.方法

瀬戸内海各地をはじめ本州西部で採集したトゲワレカラを採集し、亜種を同定した。亜種を同定できないものについては無理に同定せず、不明個体として扱った。

各個体から DNA を抽出し、ミトコンドリア DNA の COI 領域と核 DNA の 18S RNA 領域について PCR 法による DNA 増幅を行った。なお両領域については種特異的なプライマーを設計した。業者に委託してシーケンスを行った。18S RNA 領域については波形を確認し、多重塩基を決定し、データを修正した。

3.結果と考察

COI 領域の解析では、A および B グループに分かれた。A では *diceros* が 70.1%、*typica* が 10.0%を占め、*diceros* が優勢であった。B では *diceros* が 38.5%、*typica* が 61.5%を占め、*typica* が優勢であった（図 1）。

核 DNA の 18S 領域の解析では、約 650bp の解読が可能なホモ接合体に３つのハプロタイプがみられた（XX、YY、ZZ：表 2）。さらにおそらく Z と Y のヘテロ接合体であると推測される YZ、および X とホモ接合体としては未確認 W と X のヘテロ接合体であると推測される XW が確認された（図 1）。

A グループには Y および Z のホモ接合体（YY および ZZ）が見られ、B グループには X のホモ接合体（XX）がみられた。YY および ZZ は B グループには見られなかった。XX は A グループには見られなかった。A グループに見られたヘテロ接合体は YZ であると推定される。また B グループに見られるヘテロ接合体は X を含む可能性がある。A グループには X が、B グループには Y および Z がみられなかったことから A グループと B グループには遺伝的な交流が存在しない可能性を示している。両グループは同所的に生息することから、生殖的隔離が存在する可能性がある。

核 DNA の１領域で結論を出すのは拙速であると思われるので、今後は核 DNA の複数領域について解析を進めていきたい。さらに A･B グループの交雑実験や形態的差異の観察を行いたい。

4.参考文献

阪口正樹・谷良夫. 2016. 大阪湾沿岸浮き桟橋のワレカラ（甲殻綱）と生息環境. 兵庫生物, 15(2):71-77.

竹内一郎. 1995. ワレカラ亜目 in 西村三郎,原色検索日本海岸動物図鑑[Ⅱ], 93-205,保育社, 大阪.

谷良夫・阪口樹.2014.ミトコンドリア DNA 分析による本州西部産トゲワレカラ *Caprella scaura* 亜種の検討 兵庫生物,14(5);339-346

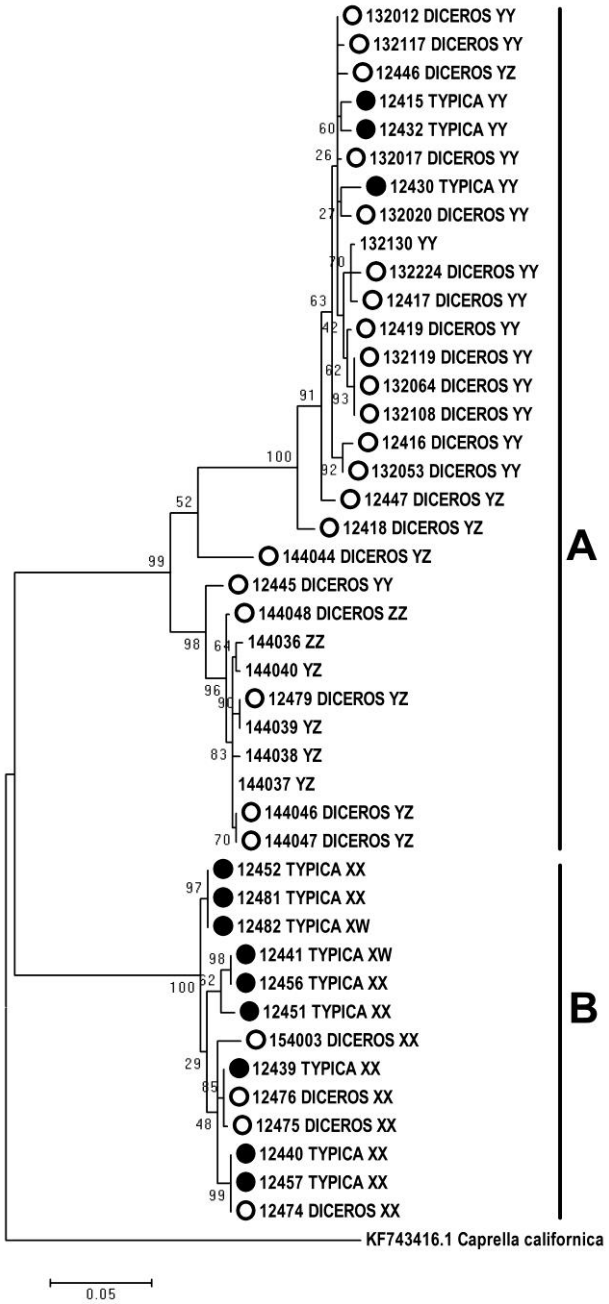



図１ COI 領域の系統樹および 18S 領域の解析結果

塩基長は 607bp。木 村 の 2 変数法 ・ML 法 により作図した。枝の値 は 1000 回 繰り返 した ブー トス トラップ値(%)。●は *typica*、○は *diceros*を示す。各データの先頭の数字は標本番号を示す。各データ右端の X･Y･Z･W は 18S 領域のハプロタイプを表す。外群は *Caprella californica* のデータを用いた。●および○のついていない個体は不明個体。

キャベツ抽出液の塩基性に対する反応

兵庫県立尼崎北高等学校　環境部
２年上田智久，大坂颯太，渡邊俊明

1.動機及び目的

紫キャベツの呈色反応の実験は有名だが、緑キャベツではどのような反応をするのか疑問に思い、確認することにした。今回は pH の値を 11 段階に分けて検証してみた。

2.方法

①ビーカーに蒸留水を入れ紫キャベツ、緑キャベツをそれぞれ煮出す。
②それぞれの液をろ過し抽出液を作る。
③呈色反応に使用する pH 調整液を作る。
④試験管に各抽出液 2mL をとり各段階の pH 調整液を 2mL ずつ入れる。
⑤試験管を軽く振り、各試験管の色の反応を記録する。

《pH 標準溶液の作製》

ア）シュウ酸で調整した水酸化ナトリウム水溶液(pH=12.0)をもとに、10 倍ずつ希釈し、酸性の pH 調整液を作製した。
イ）(ア)の水酸化ナトリウム水溶液で調整した硫酸(pH=1.1)をもとに、10 倍ずつ希釈し、塩基性の標準液を作製した。

3.結果と考察

紫キャベツ抽出液は、酸性の場合、pH の値が上がっていくにつれて赤→桃→紫に変色し、塩基性の場合は色が紫→緑→黄へと変色していった。しかし、緑キャベツ抽出液の場合は、酸性、中性と弱い塩基性では反応せず、強い塩基性（pH＝11.6 以上）のとき黄色に変色した。

| pH | 1.1 | 1.9 | 2.9 | 4.1 | 5.3 | 6.4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 紫キャベツ | 赤 | 桃 | 紫 | 紫 | 紫 | 紫 |
| 緑キャベツ | 無 | 無 | 無 | 無 | 無 | 無 |

| pH | 7.0 | 9.1 | 10.7 | 11.6 | 12.0 |
|---|---|---|---|---|---|
| 紫キャベツ | 紫 | 紫 | 紫 | 緑 | 黄 |
| 緑キャベツ | 無 | 無 | 無 | 黄 | 黄 |

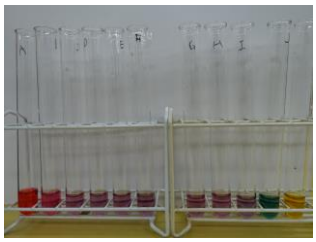


図 1 紫キャベツの呈色反応

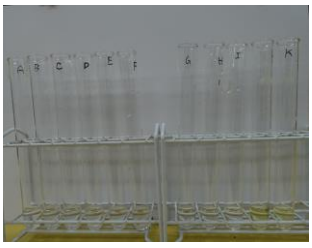


図 2 緑キャベツの呈色反応

※この図の pH は左から酸性～中性～塩基性

このことから緑キャベツには塩基性に反応する色素成分が含まれていることがわかった。その色素は水溶性で、強塩基の下で黄色に呈色するという特徴をもっている。そこで色素について調べたところ、その特徴からこの色素はフラボンであると考えられる。

紫キャベツに含まれるアントシアニンとフラボンはフラボノイドと呼ばれるグループに属する。フラボノイドとはフラバン（2 つのベンゼン環（C6）が 3 つの炭素（C3）でつながった C6-C3-C6 構造）を基本骨格とする有機化合物の総称。このフラバン骨格への水酸基（-OH）の付き方によっていくつかの種類に分類されている。

アントシアニンは、塩基性下において水酸基（-OH）の $H^+$が取れて $O^-$になり、青色に変色する。しかし、塩基性下では構造が不安定なため、すぐに黄色に変色してしまう。

フラボンはほとんどの植物の花や葉、根など植物全体に含まれていて水に溶けやすい性質をもっている。フラボンに水酸基（-OH）がつくと黄色に変色する。

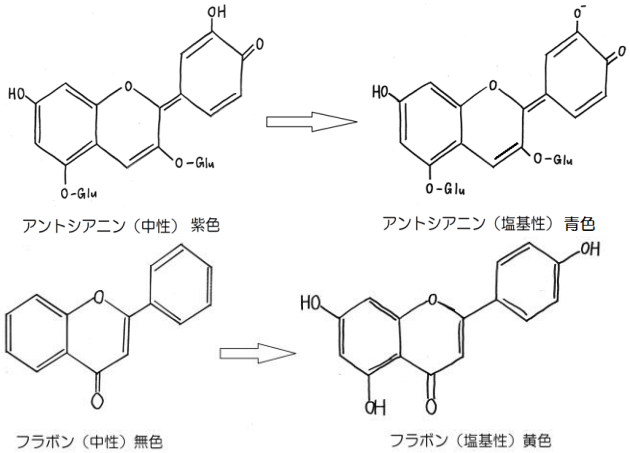



図 3 アントシアニンとフラボンの塩基性下での反応

4.反省と課題

強塩基の pH の値をさらも細かくとり、フラボンが反応する pH の値を詳しく調べたい。さらにキャベツの色素の抽出方法を変え、他に酸性や塩基性に反応する色素があるのかを調べたいと思う。

参考文献

1） 啓林館,“課題研究の指導（理科）”,http://www.shinko-keirin.co.jp（2018 年 9 月 25 日）
2）森の里ホームズ,“フラボノイドの特徴：一口メモ”,http://mh.rgr.jp/memo/mz0029.htm（2018 年 9 月 25 日）
3）農研機構,“花き研究所:フラボノイド”,http://www.naro.affrc.go.jp/flower/kiso/color_shikiso/contents/flavonoid.html（2018 年 9 月 25 日）
4）デジタル理科室へようこそ,“食用色素を使った pH 指示薬”,http://digirika.el.tym.ed.jp/wp-content/uploads/shokuyoushikiso（2018 年 9 月 25 日）
5)山田洋一,篠田貴章,“アントシアニン系色素における呈色の経時変化”宇都宮大学教育学部研究紀要 第 66 号第 2 部別刷　平成 28 年(2016)3 月

運動の微小変化に着目した最速降下線の研究

兵庫県立西宮高等学校　自然科学部
2 年　川村崇　山下昂輝　若林直弥
1 年　関誠人　西原宏騎　山根史也

１．動機および目的

最速降下線の問題は 1696 年ヨハン・ベルヌーイ（1667-1708）によって提起された歴史的に有名な問題であり、「質点がある点 A からスタートして滑らかな斜面を転がり落ちるとき、最短時間で別の点 B まで辿り着くには斜面をどのような形にしたら良いか。」というものである（図１）。

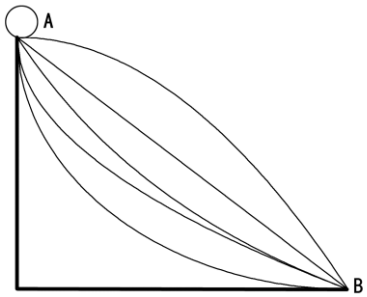



図１

わたしたちはこの問題に興味を持ち、高校の範囲で学習する数学と表計算ソフトを使って、小球が最も短時間で運動するための条件と摩擦力が与える影響について検討した。

２．方法

（１）理論計算

いくつかの曲線（直線、2 次関数、無理関数、3 次関数、サイクロイド）を想定し、小球が曲線を滑り降りる時間を理論的に求める。これを解析的に解くためには直線以外は大変難解な積分計算を行わなければならない。そこで、曲線全体を微小区間に分割し、微小区間を小球が通過する時間を表計算ソフトを使って足し合わせた。

（２）実測

①（１）で想定した曲線をポリスチレン性のボードで作成する。その際、全ての曲線でコースの始点と終点の座標を一致させた。2 次関数、無理関数、3 次関数はパソコンで作成したグラフに沿って曲線を切り出し、サイクロイドは木製の円板を製作し、円周上の一転の動きを利用して曲線を描いた。

図２

② スチレンボードの厚みをレールに見立て、小球を初速度０で転がして、最下点までの到達時間をストップウォッチで測定した。測定はそれぞれ 100 回程度行い誤差が小さくなるように工夫した。

③ 摩擦力によるエネルギーの減少を調べるため、小球が最下点を通過するときの速度をビースピ（簡易速度計測器）で測定した。

④ 運動の速度変化、加速度変化を調べるため、小球の運動をビデオ（30 フレーム/秒）で撮影し、1 フレームごとの静止画を解析することで、微小時間における小球の移動距離を測定した。

３．結果と考察

（１）表計算ソフトを使った理論計算による解析の結果、最下点への到達時間が短い曲線ほど、早い段階で、早い段階で加速度が大きくなっていることが分かった（図３）。

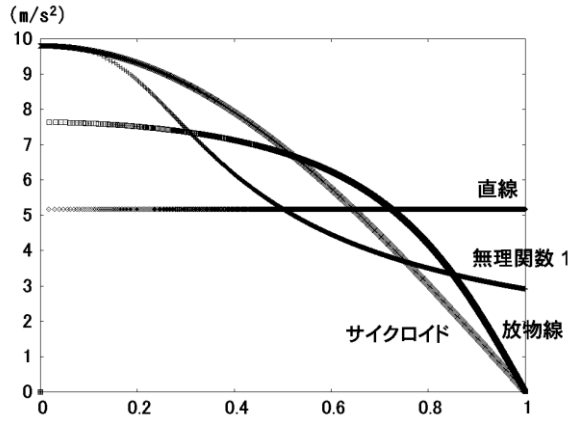



図３

（２）実測値（移動距離の時間変化）のデータを数式処理ソフトでフィッティングし、ｘ－ｔグラフを導きだした。これと理論式との比較から、小球にはたらく摩擦力を導き出した。

（３）以上の観点から、最速降下線としてカテナリー曲線が有力であるという結論を導き、実測値も妥当なものとなった。

４．反省と課題

重力のみによるシンプルな運動でありながら最速降下問題は大変奥が深く、完全には解明できていない。サイクロイドやカテナリー曲線が最速となる理由について、さらに追求していくことが、今後の課題である。

参考文献

一石賢　著「道具としての物理数学」
日本実業出版社（2002）

# 堆肥の違いによる小麦の成長及び成分の比較

兵庫県立西宮今津高等学校　自然科学部
1 年生　鈴木陸貢 上更家健成 橋村颯人 田頭直央人
林駿祐　小泉虎ノ助
3 年生　川﨑楽斗

1.　動機および目的

本部活動では、3 年前から兵庫県高砂市のあらい浜風公園内の人工池である「この浦舟池」の環境改善活動に参加してきた。ここで大量発生した海藻がヘドロとなり、悪臭などの原因となっている。この海藻を有効的に活用すべく、株式会社リバネスが実施している「国産小麦ゆめちから栽培研究プログラム」で用いられている小麦「ゆめちから」の栽培を行ってきた。

2.　方法

海藻堆肥の効能を調べるための対照として、市販の化学肥料と有機肥料（牛糞堆肥）を用いて栽培した。有機肥料である牛糞堆肥、化学肥料、作製した海藻堆肥をそれぞれ、茶色と白色の 2 つのプランターを用いて小麦を育てた。

水やりを毎日行い、各プランターの地温と草丈、土の硬さと気温と天候も調べた。

3.　結果

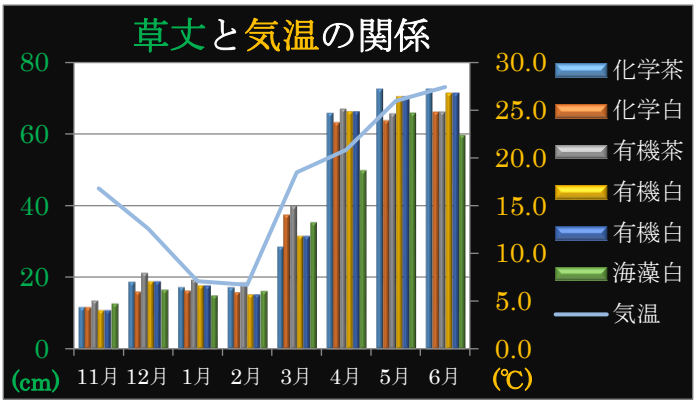
昨年の分蘖数は１０本越えが多かったが、今年はすべて７本以下に留まった。また、穂の数は昨年と比べて海藻堆肥は変化がなく、化学肥料は数が増え、有機肥料は数が減った。タンパク質含量については、化学肥料は 9.97%、有機肥料が 12.84%、海藻堆肥が 19.38%となった。有機肥料はふすま重量が多かった。

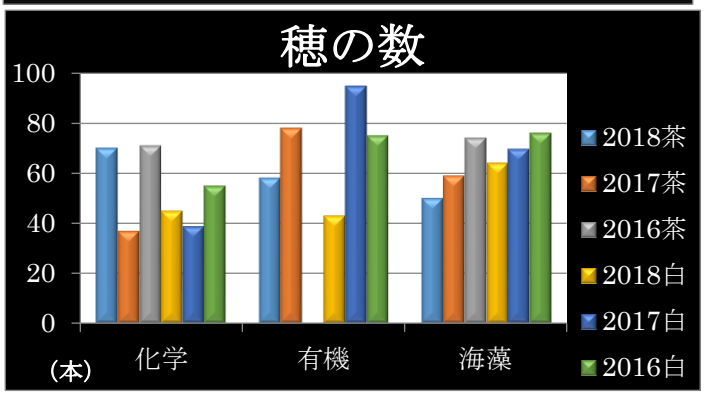
4.　考察

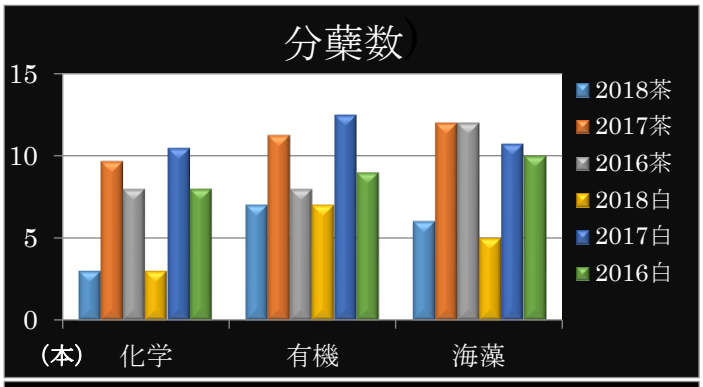
昨年に対して分蘖数と穂 1 つ当たりの実の数が減っていた。この原因は昨年に比べ、晴れの日が少なく、天候がよく荒れたため、小麦が日光に当たる時間が少なく小麦があまり育たなかったためと考えられる。

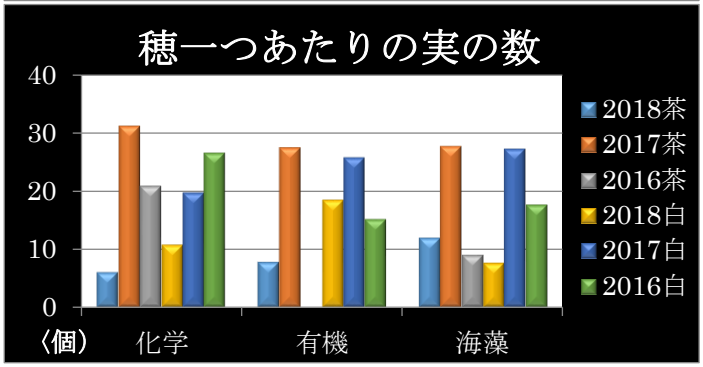
成分については、タンパク質含量は 14%が目標であり、一見海藻堆肥はこれをクリアしたように見える。しかしこれは上記のように生育が悪かったために子実にデンプンがたまらず、相対的に高くなったと考えている。

また 3 年間研究を通して、海藻堆肥を小麦栽培ではなく他の植物に使用してみる、また海藻堆肥そのものの作り方の再検討を行うことが新たな課題となったと考えている。




| 成分 | 化学 | 有機 | 海藻 |
|---|---|---|---|
| 供試重量 | 58.18 | 63.28 | 46.27 |
| 粉重量 | 32.43 | 28.97 | 19.2 |
| ふすま重量 | 21.3 | 29.14 | 19.1 |
| タンパク質 | 9.97 | 25.68 | 38.76 |

# 缶サット搭載ロケットの飛行について

兵庫県立芦屋国際中等教育学校科学部
５年　速水 陸生、陳　強、イェンセン 樹杏
　　嘉数 民生、箸尾 浩一、春名 海里
４年　居田 海亜、山崎 大楓

## １．研究の動機

今まで水ロケットとモデルロケットの研究を行ってきたが、どのように飛びだすのか疑問に思った。そのため、各ロケットにかかる加速度を測定し、飛びだす瞬間のメカニズムを解明しようと思ったので、このテーマで研究を行った。

## ２．目的

（１）パラシュート付き水ロケットとモデルロケットの飛行と加速度・角速度との関係を調べ、動きの違いについて調べる。
（２）ロケットから分離した缶サットのカメラで空撮を行う。

## ３．ロケットと缶サットについて

（１）パラシュート付き水ロケット

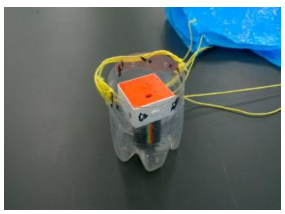
水と空気で飛ばすペットボトルロケットに、パラシュートをつけて降下速度を下げて安全に回収できるようにしたもの。（右図）

（２）モデルロケット

工作用紙で作ったロケットで、火薬を使って飛ばすもの。（右図）

（３）缶サットとは

空き缶サイズの模擬人工衛星。中に PocketLab とカメラを積んでおり、加速度・角速度・気圧・高度のデータを取得できる（右図）。



## ４．実験方法と結果

（１）水ロケットによる実験

方　法

グランドでパラシュート付き水ロケットを 10 回発射して、加速度・角速度・気圧・高度のデータをとれるか、また空撮ができるのかを調べた。

結　果

① 10 回とも缶サットを放出でき缶サットと水ロケットのパラシュートも開いた。
② Pocket Lab で加速度・角速度・気圧・高度のデータをとることができた。
③ 空撮にも成功した。

（２）モデルロケットによる実験

方法１

本校のグランドでモデルロケットを 2 回発射して、加速度・角速度・気圧・高度のデータをとれるか、また空撮ができるのかを調べた。

結　果

① ２回とも缶サットを放出でき缶サットとロケットのパラシュートも開いた。
② Pocket Lab で加速度・角速度・高度のデータをとることができた。
③ 空撮にも成功した。

方法２

和歌山県にあるコスモパーク加太で、より強力なエンジンでモデルロケットを 2 回発射して、加速度・角速度・気圧・高度のデータをとれるか、また空撮ができるのかを調べた。

結　果

① ３回とも缶サットを放出でき缶サットとロケットのパラシュートも開いた。
② Pocket Lab で加速度・角速度・高度のデータを 1 回だけとることができた
③ 空撮に成功した

## ５．考察

どのロケットも重心が先端部分にあったことにより、途中で回転することなく垂直に飛ばすことができた。

またロケットの下部が上部に食い込まないように、ストッパーをつけた。すると確実に缶サットを放出して、パラシュートを開くことができた。

各データから水ロケットとモデルロケットの飛行の違いが分かった。

今回の缶サットは降下速度が 50 cm/s とゆっくりになった。

## ６．参考文献

物理の教科書（数研出版）

黒池・西池のオニバス完全復活に向けて

兵庫県立伊丹北高等学校　自然科学部
２年嶋田拓人，塩谷夏輝，小坂直暉
１年西尾想，牧心磨，田中智美

1. 動機および目的

近年、オニバスは全国的な都市化による池の埋め立てや水質汚濁の影響で数を減らしており、伊丹北高校前の黒池・西池では 2003 年以降に完全消滅した。これを受け、私たちはオニバス減少の原因の追究とオニバス復活に向けての取り組みを始めた。

2. 方法

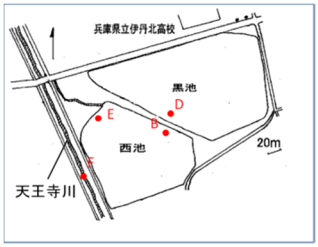
オニバスの生育に適した環境を探るために、土壌と水質についての調査を行った。

①土壌調査

育苗培土、砂、野菜用土を 1:1:2 の割合で混ぜた土を入れたビオトープＡ、西池の土を入れたビオトープＢを用意し、（黒池の土は池の舗装により採取が困難だったため対象外）その後のオニバスの状況や葉の数、大きさを観察した。

②水質調査

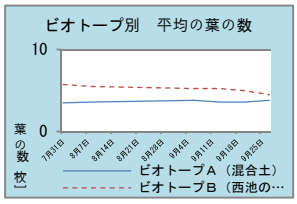
西池・黒池及び付近の天王寺川下流で採水し、パックテストを用いて pH、COD、$NO_2$、$NO_3$、$PO_4$、$NH_4$ をそれぞれ測定した。

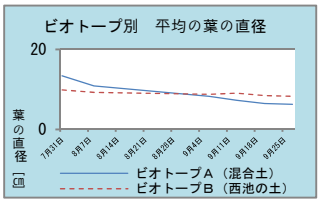


▲水質調査地点

3. 結果と考察

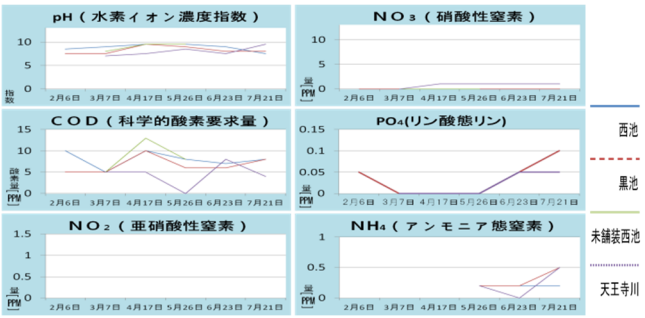
①土壌調査




左のグラフがビオトープ別平均の葉の直径の推移、右は平均の葉の数の推移を表している。ここでは、いずれのグラフも数値に大きな差は見られず、西池の土はオニバス生育には支障はないとわかる。

②水質調査




全項目の調査結果をグラフにした。特に注目したいのが pH と COD で、池の水は全体的に COD の値が大きく、弱いアルカリ性を指している。他、$PO_4$、$NH_4$ の存在から、西池・黒池の水は富栄養化し汚れた水であることがわかる。過度の富栄養化はかえって適さなくなるようだが、このような水質はオニバスの生育に適しているといわれているので、西池・黒池の水はオニバスの生育に適しているといえる。

③その他結果・現状

昨年６月は西池・黒池でオニバスの生育が見られた。これは昨年４月に植えたもののほか、３年前に投下したオニバスの種がはいった土ダンゴから何らかの拍子でオニバスが発芽したと思われるものもあった。今年７月には昨年のオニバスの種から育ったと思われるオニバスも確認され、ここからオニバスは自生したといえる。この状態を保っていくことができれば、オニバスは西池・黒池での完全復活を遂げる可能性も高い。

4. 反省と課題

今回の調査では、未だわかりきっていない点も存在する。特に、黒池は舗装により調査対象の採取が困難であったり、環境そのものが変わったりしているところもある。しかし調査実施の余地がないわけではないので、今後はより的確な検査や、また新たな指標となる調査方法を見つけ出し、続けてオニバス復活への取り組みを実行していきたい。

参考文献

1) RDB:環境省，“オニバス-RL”，
https://ikilog.biodic.go.jp/Rdb/zukan/?_action=rn085
2) 伊丹市ホームページ，“池部会”，
www.city.itami.lg.jp>sizen_kai_volunteer

# 黒色縞模様の幅や面積による色の感知

兵庫県立宝塚北高等学校　物理同好会
2年宮本暁
1年髙木祐希、濱口真綾

## 1.動機

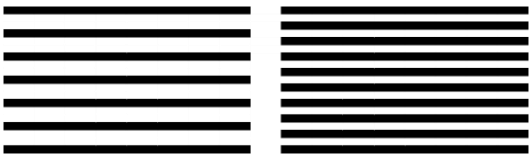
校内の文化祭で「ベンハムのコマづくり」の出展をした。そのとき黒白の塗り分け模様は回転させなければ色が見えないのかと疑問が生じた。そこで黒色の縞模様を紙面につくってみたところ紙面を回転させなくても色を感知した。しかし、縞模様の間隔や模様全体の面積によっては色を感知することができなかった。

アンケート調査をもとに黒色の縞模様の間隔や面積による色の感知の可否を研究の目的とした。

## 2.方法

実験Ⅰ

図1のように黒色の縞の間隔が異なる2つの試験紙A,Bを用意し、固定した状態で色を感知できるかについて20人にアンケートを実施した。



試験紙A　　試験紙B

図1　実験Ⅰで用いた試験紙

実験Ⅱ

試験紙Bの縞模様を正方形に切り出し、1辺が1cmから7cmまでの7種類の図形を用意した。図形を固定した状態で色が感知できるかについて実験Ⅰと同じ被験者にアンケートを実施した。

## 3.結果

実験Ⅰ

アンケートでは大半の人は試験紙A,Bの両方で色を感知できると答えた。また、試験紙Aの模様よりも試験紙Bの方が色を感知しやすいと答えた。

実験Ⅱ

アンケートでは図形の1辺が3cm以下では少数の人しか色を感知できなかったが、1辺が4cm以上では半数以上の人が色を感知できると答えた。

## 4.考察

実験Ⅰ

ベンハムのコマを回転させたとき色が見える原因は、コマに注視したときの黒と白の周期的な刺激であると考えた。実験Ⅰで用いた縞模様では、視点が一点に定まらず、注視するところを探そうと視点の移動が頻繁に起こる。そのため、ベンハムのコマと同様に黒と白の刺激を交互に受け、色が感知されると考えた[1]。

また、試験紙Aの模様と試験紙Bの模様について、試験紙Aは黒色の縞の間隔が広く、試験紙Bは間隔が狭い。そのため、試験紙Aでは注視する線が定まるが、試験紙Bでは注視する線が定められず、視点の移動が頻繁に起こる。ゆえに、試験紙Aの模様よりも試験紙Bの模様の方が色を感知しやすいと考えた。

実験Ⅱ

図形の1辺が3cm以下で色が感知されにくい原因は図形が小さいため、図形全域を1つの対象として認識することにあると考えた。1辺が4cm以上では図形が大きいため、図形内に対象を求めて視点の移動が頻繁に起きることで色が感知されると考えた[2]。

## 5.反省と課題

今回の実験では縞模様で色を感知できる理由を明確に判断することができなかったため、今後研究していきたい。また、眼球運動や視点の移動の頻度や移動角についても調べたい。

## 6.参考文献

[1]吉岡徹他.マッカロー効果の決定因について.日本デザイン学会デザイン学研究,44(5),21-26,1998
[2]志村恵他.注視中における周辺視野内での視覚的振動運動刺激に対する知覚特性.日本生理人類学会誌,Vol20,No.2,2015

# ホットケーキの色の正体を科学する

兵庫県立宝塚北高等学校　化学部
２年 高津舞衣 丸田裕介

## １．はじめに

多くの WEB サイトではパンや焼菓子が褐色になるのは「砂糖等のメイラード反応」とある。しかし，メイラード反応は糖の持つアルデヒド基とアミノ基との反応がきっかけで起こるとされているが，スクロース[Suc]にはアルデヒド基はないため起こらないはずである。そこでどのようにしてメイラード反応が起こっているのかについて疑問を持ち研究を行ってきた。昨年度本大会において「砂糖なしのホットケーキはほとんど褐色化しない」「褐色化には Suc が必要である」「ホットケーキのカラメル化の初期段階で生じたグルコース[Glc]とフルクトース[Fru]がカラメル化及びメイラード反応を起こすことで褐色の物質が生成する」という発表した。

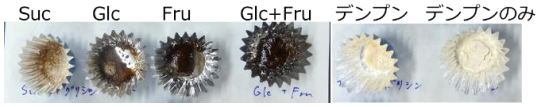
一方，ホットケーキの外側を食べ比べると黒くなったところでも甘みがあることに気がついた。そこで本年度は色を付けている物質の正体について明らかにすることにした。

## ２．Suc のカラメル化によって生じた Glc は反応しているのか？

グリシン 60 mg の粉末とデンプンもしくは各糖の結晶約 300 mg をアルミカップ内で混合し，ホットプレートで加熱した。また一部は水を 0.25 mL 加えた。

その結果，いずれも 150℃付近から変色が起こった。水を加えない場合 Fru，Glc，Glc+Fru はいずれも黒色化し,Suc は黄褐色になったが，デンプンやグリシンだけを用いたものは反応しなかった。水をわずかに加えると Suc は黒色化し,デンプンは黄褐色になった（図１）。Suc，Glc，Fru のいずれもメイラード反応を示したことから,ホットケーキの生地の中ではこれらの糖はメイラード反応を起こすことが分かった。

(a)水を加えなかったとき




(b)水を加えたとき

図１　糖とグリシンの反応

次に Suc のメイラード反応を示すものが何かを調べるために各糖を加熱して作ったカラメル化（①融解中，②融解後，③変色時，④変色後）及び図１の(a)を水 10mL と混合し一晩静置した。その後，展開溶媒 $CH_3OH$： $CHCl_3$= １：９の条件で TLC により分離し，スポットを比較した。その結果, Fru でのメイラード反応では HMF のスポットと共に Fru のカラメル化由来のスポットがみられたが，Suc からはその Fru のカラメル化由来のスポットは見られず Glc 由来のスポットが観察された（図２）。このことから Suc のカラメル化によって生じた Fru はメイラード反応もカラメル化も進行するが Glc はあまり反応しないため，ホットケーキの甘みとして残るのではないかと考えた。

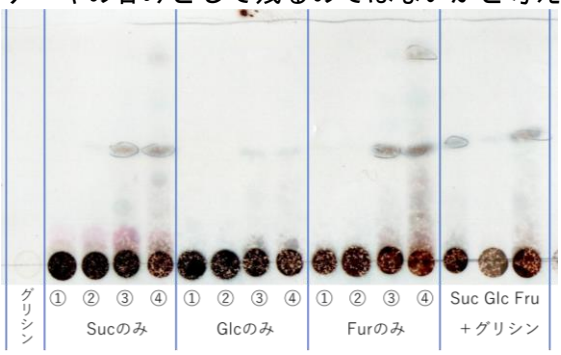



図２　メイラード反応により変化するスポット

以上のことからホットケーキの色の由来は図３のように Suc の加熱によって生じた Fru のメイラード反応とカラメル化の複合的な要因によると私たちは考えた。

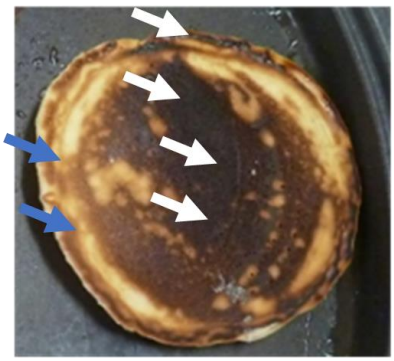


図３　ホットケーキの色の由来
（**青**：主に Fru のメイラード反応があまり進まずカラメル化反応が進んだ部分，
**白**：Fru のメイラード反応が進行した部分）

## ３．Glc はなぜ反応しないのか？

Glc は Fru に比べると還元性やカラメル化などの反応性が非常に低い。またメイラード反応を起こしやすいとされるカラメル化の中間生成物である HMF が Glc からはできにくい（詳細については口頭発表論文集を参照）。これらのことから Fru と Glc が両方ある場合 Fru が先にメイラード反応やカラメル化が進むが，Glc は反応しないため残りやすく，ホットケーキに甘みを残すことになったと私たちは考えた。

生物

# チョウの口吻長と訪花植物の花筒長の関係性

兵庫県立川西明峰高等学校　理科部
２年大西裕

## 1. 動機及び目的

先行研究から、ハチやガなどの昆虫は自分が持つ口吻長に適応する花筒長を持つ花に訪花することが分かっている。しかし、チョウの口吻長に焦点を当てた訪花性についてはまだ解明されていないため、定量的に研究してみた。

また、チョウがハチやアブなどの送粉者のように花との共生関係を持っている可能性についても調べてみた。

## 2. 方法

兵庫県伊丹市にある伊丹市昆虫館チョウ温室で2018年の4月から8月までの11日にわたり、調査を行った。調査方法としては、チョウ温室のチョウの中で13種類のチョウを調査対象とし、これらのチョウがとまった花の種類と、訪花植物、チョウの口吻長を記録した。

## 3. 結果と考察

訪花植物の花筒長は、ツンベルギア、ハイビスカス、ルリマツリ、サンユウカ、フウリンブッソウゲ、カリブラコア、ランタナ、ウエデリア、タイワンレンギョウ、ハナキリン、テイキンザクラ、メキシコハナヤナギ、チリメンナガボソウの順に長い。

チョウの口吻長は、ナガサキアゲハ、ツマベニチョウ、クロアゲハ、キアゲハ、ナミアゲハ、ジャコウアゲハ、オオゴマダラ、ツマグロヒョウモン、アサギマダラ、ツマムラサキマダラ、スジグロカバマダラ、リュウキュウアサギマダラ、クロテンシロチョウの順に長い。

表１：チョウが訪花した花

| | ナガサキ | ツマベニ | クロ | キ | ナミ | ジャコウ | オオゴマ | ツマグロ | アサギ | ツマムラ | スジグロ | リュウ | クロテン |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ツンベルギア | 1 | | | | | | | | | | | | |
| ハイビスカス | 5 | 7 | 2 | 4 | 1 | | | | | | | | |
| ルリマツリ | 8 | 1 | | | | | 1 | | | | | | |
| サンユウカ | | | | | | | 1 | | | | | | |
| フウリンブッソウゲ | | | | 2 | 1 | | | | | | | | |
| カリブラコア | | 2 | 5 | | | 1 | 1 | | | | | | |
| ランタナ | | | | 1 | 1 | | | 2 | | 1 | 1 | | |
| ウエデリア | | | | | | | | 2 | | | | | |
| タイワンレンギョウ | | | 2 | | | 1 | 2 | | 2 | 5 | | 6 | |
| ハナキリン | | | | | 1 | | | 1 | | | 2 | 1 | |
| テイキンザクラ | | | 2 | 1 | 5 | 2 | 3 | | 2 | 4 | 2 | | |
| メキシコハナヤナギ | | | | | | | 1 | 2 | | | 3 | 2 | 4 |
| チリメンナガボソウ | | | 3 | | 1 | 5 | 3 | 1 | 1 | | 3 | 3 | 2 |

※数字はチョウの個体数を表す。

それぞれ、どのチョウがどの花に訪花したかをまとめると、表１のようになる。今回、チョウ温室のチョウの中で最も口吻長が長かったナガサキアゲハに注目すると、チョウ温室の中で最も花筒長が長い３種類の花に訪花していることが分かった。逆に、口吻長が最も短いクロテンシロチョウは、最も花筒長が短い２種類の花に訪花していることが分かった。つまり、この２種類のチョウは、自分の口吻長に応じた花筒長を持つ花に訪花していることが分かる。

調査した全てのチョウの口吻長と、そのチョウが訪花した花の花筒長を、散布図にまとめると、図１のようになった。

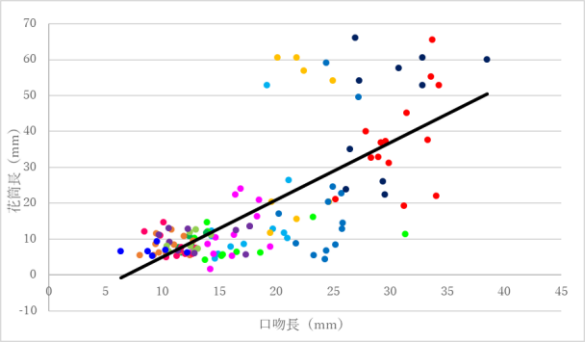



図１：個体別チョウの口吻長と訪花植物の花筒長

この図の近似曲線を見ると、チョウの口吻長と花の花筒長には相関性があることが分かる。

## 4. 反省と課題

今回の調査では、チョウの口吻長と訪花植物の関係性について研究結果を出すことができた。今回、この研究と同時に訪花植物の蜜量と、糖度の検査も実施したが、訪花植物の糖度を採取するのは極めて難しく、蜜が採れない種類の方が多かった。採取された蜜でも、糖度を測るための糖度計が反応せず、結果を出すことは出来なかった。今後の展望として、訪花植物の蜜の採取法を試行錯誤し、糖度を植物ごとに記録したい。

また、今回の研究で、花筒長が短い花の方が訪花するチョウの種類が多いことが分かったので、チョウが花の花粉を運ぶ、虫媒花に関する研究もしてみたい。その際には、チョウ温室の花の中で最も花筒長が短かったチリメンナガボソウの花粉をチョウが運んでいるかどうかと、今回調査した中で、口吻長よりも花筒長の方が長いデータがとれたナガサキアゲハ、ツマベニチョウ、クロアゲハ、キアゲハ、ナミアゲハは送粉者の可能性が高くなったためこの点についても研究したいと思う。

生物

# 光の強さとクヌギの生長物質の違いについて

兵庫県立川西北陵高等学校　自然科学部
２年　村上希武

## １．動機および目的

昨年度より、本部は光の強さとクヌギの生長物質について研究している。昨年度はクヌギ苗での実験を行ったが、今年度はクヌギ新芽での実験を行った。これにより、生育したクヌギ体内での生長物質の様子を知ることができると考えたためである。

## ２．材料と方法

≪材料≫兵庫県立一庫公園および学校近隣の林のクヌギ（成木）の新芽を使用した。採取地点では照度計(LX-1108)を用いて照度を計測し、上部に何も遮るものがない部位（相対照度 100%・以後日向と表記する)、他の木の陰になっている部位（相対照度 10～25%、以後木陰と表記する)、森林内部（相対照度 5%未満、以後日陰と表記する）の三カ所の新芽を高枝切りばさみ等で採取した。

≪抽出≫上記のクヌギの芽 0.1ｇを乳鉢ですりつぶし、50mL のエーテルに入れ 20 時間抽出を行った。その後、2%重曹水溶液 60mL を加え、分液漏斗で物質を振出した。重曹溶液層にクエン酸水溶液を加えて pH2.8 にした。これに 50mL のエーテルを加え、分液漏斗で物質を振出した。(この操作を３回繰り返した。)更に、得られたエーテル層に無水硫酸ナトリウムを加えた。

≪展開≫抽出で得たエーテルを濃縮して、ペーパークロマトグラフィー(以後 PC と表記)で分析を行った。展開液はイソプロパノール：アンモニア：水＝8：1：1 の体積比にしたものを用いた。生長物質の展開と並行して、IAA（インドール酢酸）も同様の方法で展開した。

≪アベナ伸長テスト≫吸水し発芽したアベナの種子を土に蒔き、暗室で育成した。その後、2～3 cm に生育したアベナの幼葉鞘の先端 3 mmを切り取った後、6.8 mmの長さに切り取り、伸長テストに用いた。

リン酸塩緩衝液にクエン酸を加え pH5 に調製しショ糖を 2%加えたものを試験液として用いた。試験液調整後、6.8mm のアベナ切片と前述の PC で展開したろ紙を 10 等分にしたもの（原点に近いものから Rf 値 0～0.1、0.1～0.2 となる）を試験液に加え、暗室に 24 時間静置し、切片の長さをデジタルノギスで計測した。なお、ろ紙を加えず試験液のみにアベナ切片を加えたものをコントロールとした。IAA に関しても同様のテストを行った。

## ３．実験結果

実験結果を図 1～図 3 に示す。日陰のクヌギ新芽では、どの Rf 値帯においても抑制が見られた。日向のクヌギ新芽では、Rf 値 0～0.1 帯で顕著な抑制が見られた。木陰のクヌギ新芽では、Rf 値 0.4～0.5 帯で促進が見られた。

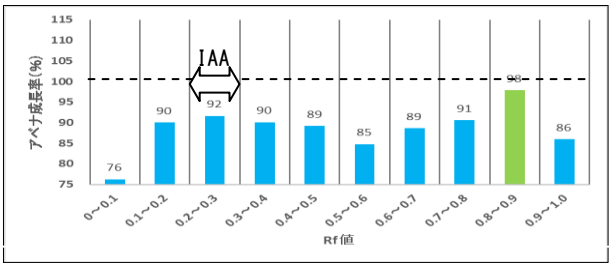



図１　日陰のクヌギ新芽における生長物質

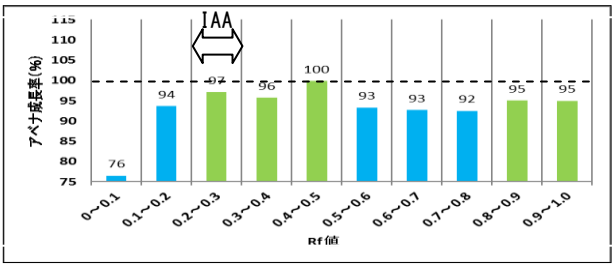



図２　日向のクヌギ新芽における生長物質

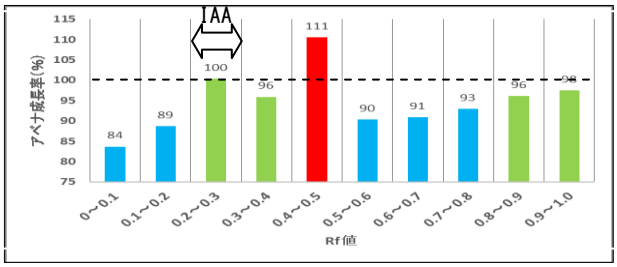



図３　木陰のクヌギ新芽における生長物質

## ４．考察

≪生長促進物質について≫木陰新芽の Rf 値 0.4～0.5 帯で見られた物質については、同時に展開した IAA とピーク（Rf 値 0.2～0.3）が合致しなかったため、IAA と断定はできなかった。

≪照度による生長物質の違いについて≫一個体の植物体内でも照度により生長物質が異なることが明らかになった。照度により各部位ごとに生長物質を細かく変化させることで、光合成産物をより効率よく配分している可能性がある。これについては、樹形や耐陰性の異なる樹木での調査を重ね、比較していく必要がある。

## ５．結論

・木陰の新芽からは促進物質が検出された。
・同じ個体の持つ芽でも、日光の当たり具合により異なる生長物質を持つ。

## ６．参考文献

1)橋詰隼人：クヌギ苗の生育と陽光量との関係　広葉樹研究 No.2:1～12(1983)
2)横田孝雄，室伏旭：植物ホルモン分析法(2)

結晶の成長　～寝る子は育つ～

兵庫県立阪神昆陽高等学校　科学部
３年　森谷優斗、村松紗帆、
山本龍仁郎、石澤優華
２年　田中志歩

１．動機及び目的

昨年の県総合文化祭で、ミョウバンの結晶を見て興味をもち、自分たちでも育ててみようと考えた。

①ミョウバンの成長速度、②形の良いものはどのように作られるのか、③形の悪いものを良いものにできるのかということを探った。

２．方法

①ミョウバンの飽和溶液を作る。１５０ｇのカリウムミョウバンをはかり、８００ｍｌの水を加え、溶け残りが出ないよう電子レンジで５分回す。

②ミョウバンがきれいに溶けたことを確認し、２ℓペットボトルに水３００ｍｌほどを入れ、①を注ぎ入れ、さらに、ペットボトルの口まで水を足し、２ℓの飽和溶液をつくる。

③飽和溶液を底の平らなタッパーに入れ、種結晶を均等に入れる。

④種結晶を入れたタッパーを静置し、扇風機を回す。この時、蒸発した水を吹き飛ばすような角度で設置する。

⑤毎日、決まった時間に結晶を取り出し、タッパーの底にたまった結晶化したミョウバンを取り除き、飽和溶液を足しながら育てる。ミョウバンの８面の中の面積が一番小さな所を下にする。

⑥結晶がどれだけ育ったか、長さと重さをはかる。

３．結果と考察

【５月から育成】

| | 0日目 | 7日目 | 14日目 | 22日目 | 27日目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 長さ | ３㎜ | 12㎜ | 20㎜ | 25㎜ | 30㎜ |
| 日時 | 5/1 | 5/15 | 5/24 | 6/8 | 6/18 |

土、日は結晶を液から取り出し育成を止めた。月～金の５日間で育成を行ったため、日付と何日目かが大きくずれている。

【８月から育成】

| | 0日目 | 7日目 | 15日目 | 21日目 | 28日目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 長さ | 2㎜ | 15㎜ | 24㎜ | 30㎜ | 36㎜ |
| 重さ | 0.00ｇ | 7.45ｇ | 13.45ｇ | 31.41ｇ | 46.14ｇ |
| 日時 | 7/30 | 8/6 | 8/14 | 8/20 | 8/27 |

０日目の重さは、少数第２位までしか計れなかったので、0.00ｇと表しています。

５月から育成させたもの、８月から育成させたものでは０日目から７日目の最初の１週間の成長速度に大きな差が見られた。それぞれ、１日当たり、1.2㎜、1.8㎜であった。その後もその差を保ったまま成長する結果となった。

成長から１週間から過ぎると、ほぼ１㎜ずつ成長していることが分かった。

先が割れている結晶について、割れている部分がなくなるまでカッターで水平に切り、飽和溶液につけて育成した。その結果、先が割れているものは１週間で元の結晶と同じサイズに再生したが、最初と同じように先が割れたまま再生することが分かった。

４．反省と課題

結晶を作り始めた時は、気づかなかったが季節によって成長速度が違うことに気が付いた。今回、５月、８月、10月（現在育成中）を実験している。

今後、育成をスタートさせる時期をずらし、データを集めたい。

今後、透明度の高い結晶づくりの研究もあわせて行っていきたい。

参考文献

はじめての結晶づくり　木村妙子　武藤美佐子著
NPO法人　楽知ん研究所　発行

≪活動報告≫

ガリレオクラブ（8/17）
科学の祭典神戸会場出展（9/9）
地元企業と高校生がコラボする科学教室（12月）
池尻小学校寺子屋教室（11/24、12/1、2/9、2/23）

# 理科教育に関する活動報告と現代社会における地学教育の意味について

西宮市立西宮高等学校　地球科学部
２年　遠藤ほのか，山本菜々美，大田本祐季，
松井伶剛，新川遥也，山口歩，藤原亜也香，杉山天音

## 1. 動機及び目的

地震や台風などの自然災害が猛威を振るう今日において，科学的な思考を身につけ，地学的な知識を蓄えて活用することはとても重要なことだと考える。

理科を身近にしている私たち高校生が，理科から離れてしまった大人たちや，これから本格的に理科を学ぶ子どもたちに理科の楽しさを広めることで，自然と科学的な思考力や地学的知識の習得が進むものであろうという考えをもって活動してきた。

## 2. 方法

昨年３月に行った西宮市立平木小学校での出前授業では，岐阜県の赤坂石灰岩を用いて岩石研磨作業と化石の観察を小学生６年生を対象に行った。

また，昨年に引き続き本校主催の松柏講座において，岩石研磨による化石観察や化石発掘体験を，地域の小さな子どもたちやその保護者の方々を対象に行った。

さらに，西宮市貝類館では，主に小学生，園児とその保護者を対象として，２日間にわたり合計４回の化石発掘体験を行った。

化石に関する活動では，参加者に地学を身近に感じてもらえるように，化石や鉱物などの展示とそれに伴う解説を同時に行った。

以上の活動から得た反省を踏まえ，今年９月に行われた「西宮湯川記念子ども科学教室」では，ペットボトルを用いた浮沈子のワークショップを行い，各参加者に簡単なアンケート(表 1)を採った。

## 3. 結果と考察

どの年齢層の参加者も否定的な意見は圧倒的に少なく，浮沈子の原理に関しての質問も積極的に挙がっていた。

したがって，この分野に関する人々の興味があることが分かった。

しかしながら，一部否定的な回答をされた方もいたことの反省として，来年からは，小学生以下の参加者たちにも理解できるような説明ができるように改善していきたい。

〈表 1:浮沈子の感想アンケート〉

| | ◎ | ○ | △ | × | 計 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0～3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 4～6 | 19 | 5 | 0 | 0 | 24 |
| 7～9 | 60 | 14 | 0 | 1 | 75 |
| 10～12 | 24 | 9 | 1 | 0 | 34 |
| 保護者 | 14 | 4 | 1 | 0 | 19 |
| その他 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 計 | 121 | 34 | 2 | 1 | 158 |

※◎…とてもよかった，○…よかった
△…面白くなかった，×…だめだった

また，化石や鉱物の展示についての解説では，事前学習の不足により，あまり答えることができなかったことがあった。これを踏まえ，次回からは化石や鉱物の展示についての事前学習に力を入れていきたい。

## 4. 反省と課題

今回の発表では，主に西宮湯川記念子ども科学教室について言及してきたが，私たちが直近１年間にわたって行ってきた活動を踏まえ，今回のテーマについての見解を述べていきたい。

私たちは，地学分野の知識と科学的な思考を組み合わせることによって，科学の力だけでは防ぐことのできない自然災害による被害を減らすことができると考えている。

自分の力を実生活に活かすことのできる理科の分野，それこそが地学である。

しかし，個人によって理解度に差が生じてしまうため，できるだけ多くの人が理解できるような説明や例えを心がけていきたい。

また，理科に対する理解そのものだけでなく，地学に興味を持ってもらうために，物理範囲である浮沈子のワークショップでも化石や鉱物の展示を行い，私たちの主な活動分野であるである地学も取り入れて活動をしていくつもりである。

# ミョウバン結晶の研究と金属樹の研究

関西学院高等部　理科部
3年　宇佐美　かほる
1年　　吉田　翔野

## 研究①『きれいな金属樹の作り方』

担当：宇佐美

### 1. 目的

本研究ではイオン化傾向の差を利用して作ることができる金属樹を、様々な条件で作成することできれいな金属樹を作ることを目的とした。ここではきれいな金属樹の条件を、①シャーレ全体に金属樹が析出していること、②金属樹全体が酸化していないことの2点とした。

### 2. 方法

金属樹の作成には10mm×10mmの亜鉛板と1mol/Lの硝酸銀水溶液、硫酸銅(Ⅱ)水溶液、塩化銅(Ⅱ)水溶液を使用した。①の条件を満たすために、

1) シャーレに直接水溶液を流し込む方法
2) ろ紙に水溶液を浸す方法
3) 寒天をシャーレに流し込み、その上に水溶液を入れる方法

の3種類で比較を行った。また、②の条件を満たすために抗酸化作用を持つ飽和ビタミンC水溶液を、金属イオンを含む水溶液に1:5の割合で混ぜたものと混ぜていないもので比較を行った。

### 3. 結果と考察

①の条件は2)>3)>1)の順により条件を満たす金属樹を作成することが出来た。ただし、硫酸銅(Ⅱ)水溶液ではいずれの方法でもほとんど析出しないという結果となった。

②の条件はビタミンC水溶液を使用しても完全に酸化を防ぐことは出来なかった。また塩化銅(Ⅱ)水溶液と硝酸銀水溶液にビタミンC水溶液を混ぜるとそれぞれで別の反応が起こってしまい金属樹が析出しなかった。

## 研究②『ミョウバン結晶の研究』

担当：吉田

### 1. 目的

ミョウバン結晶は、主にカリウムミョウバン（$AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$）を用いて作成するが、他に鉄ミョウバン（$FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$）やクロムミョウバン（$KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$）、それらを混合したものを用いても結晶を作ることができる。ミョウバンは1価の陽イオンの硫酸塩と2価の陽イオンの硫酸塩からなる複塩なので、2種類のミョウバンを一つに再結晶させると、両方の陽イオンを含む硫酸塩となる。今回はカリウムミョウバンと鉄ミョウバンの混合結晶を作り、より結晶の成長が速くなる両者の割合を見つけることを目的とした。

### 2. 方法

結晶の生成は、5mmのカリウムミョウバンの種結晶を、カリウムミョウバンと鉄ミョウバンの飽和した混合水溶液につけることで行った。濃度が下がらないようにビーカーの上にガーゼを敷いて屑結晶を入れ、常に屑結晶が溶液に溶け出す状態で飽和を保ち、室温で3日静置した。以上の実験方法で、溶液と追加する屑結晶のカリウムミョウバンと鉄ミョウバンの割合を変化させ、物質量の割合が（カリウムミョウバン：鉄ミョウバン）＝4：1、3：2、2：3、1：4のものを作り、3日後最も大きくなったものを最適な割合とした。

### 3. 結果と考察

再結晶したのはカリウムミョウバン：鉄ミョウバンが4：1、3：2のものだった。他の条件では再結晶しなかった。できた2つの結晶は4：1のものが15mm、3：2のものが20mmと、鉄ミョウバンの割合が多い方が速く成長した。今後は、繰り返しの実験を行うことで結果の信頼度を高め、より細かく条件を設定して最適な割合を見つけたい。