

# テーマ 1

## 自然科学

物理学

化学

数学

生物学

# テーマ1. 自然科学

# タイトル一覧

## 物理学

- 1 ジャイアンのボエーはなぜ不快なのか 4
- 2 最高のミニ四駆を目指して 6
- 3 発電量の多い風力発電機を作ろう！ 8
- 4 バブルリングのできやすい条件は？ 10
- 5 美しい〇〇クラウンをつくりたい 12

## 化学

- 6 2年2組に人気の香水とは?? 14
- 7 微生物燃料電池の電圧を上げたい 16
- 8 冷蔵庫に頼らない常温保存食品 18
- 9 大豆油で食器用石鹼をつくる 20
- 10 食品の汚れをきれいに落としたい 22
- 11 まぜるな危険！！ 24
- 12 納豆は匂うのか 26

## 数学

- 13 大学入試における不等式の傾向と対策 28
- 14 分かりやすいグラフにするには 30

## 生物学

- 15 食べ物に感情はある？ 32
- 16 一重山の蝶 34
- 17 野菜を再生する 36
- 18 淡水生物の生態系についての考察 38
- 19 世界で最もふしぎな生物（ハエトリソウ）の生態に迫る 40
- 20 生物学オリンピック予選で点を取るには 44
- 21 豆苗を繰り返し育てるには 46

# ジャイアンのボエーはなぜ不快なのか

研究者 2年3組29番 南條日花里  
2年3組01番 宇敷潤奈  
2年3組15番 清水郁依  
2年5組36番 宮林さくら

## 1. 研究目的

アニメ「ドラえもん」の中で、ジャイアンこと剛田武の歌声を聴いたことにより周りの人間が耳を塞ぐ等強い不快感を示す描写があり、原因をインターネットで調べたところ、歌声が「低周波音」「大音量」なのではないかという仮説を見つけた。そこで、低周波音と他の周波の音との感じ方の比較、音量による感じ方の比較をして分析をしたいと思います。

## 2. その原因・現状

### (1) 低周波音が及ぼす影響

人の声の周波数の範囲は概ね100Hz～1000Hzであり、一般に100Hz以下の音が低周波音とされている。低周波音(ていしゅうはおん)という言葉は公害問題としての人間生活にかかわる騒音および騒音影響の分野で使用される。低周波音の影響は住宅等の建物建具のがたつきとして現れたり、また、人体への種々の影響という観点で扱われる。認知可能な音量ではわずらわしさが一番の問題となる。圧迫感などの心理的影響、頭痛などの生理的影響も引き起こす。頭重、不眠、全身違和感などの訴えも多い。低周波音は不定愁訴の原因にもなりうる。

★不定愁訴…圧迫感などの心理的影響、頭痛などの生理的影響も引き起こす。苦情によれば、頭重、不眠、全身違和感などの訴えが多い。

### (2) 大音量が及ぼす影響

騒音について

騒音とは、身の回りの様々な音のうち、人に好ましくない影響を及ぼす音、不必要な音、邪魔な音のこと。活動妨害(会話妨害、テレビの聴取妨害、読書・勉強・作業の邪魔)、聴力障害(難聴)や身体的被害(頭痛、めまい、ノイローゼ…)、物的苦情(瓦のずれ、壁のひび割れ、精密機械などへの影響…)などを引き起こす。

(表1) 騒音レベル表

聴覚的な目安	音量(dB)	騒音の具体例
安		
聴力機能に障害	120	飛行機のエンジンの近く
極めてうるさい	100	電車が通る時のガード下
うるさい	80	救急車のサイレン(直近)
普通	60	ふつうの話し声
静か	40	図書館内
極めて静か	20	雪の降る音



(図1) 低周波音による症状

## 3. 既存の提案

一般的に100Hz以下の音が低周波音と呼ばれており、圧迫感などの心理的影響や頭痛、頭重などの生理的影響を引き起こすこともある。

また、大きすぎる音量は騒音となり、頭痛、めまい、聴力の低下などの影響がある。それが断続的に続くと、ノイローゼといった精神状態を悪化させる影響があることもわかった。

#### 4. 自分の提案

##### (1) 提案 1

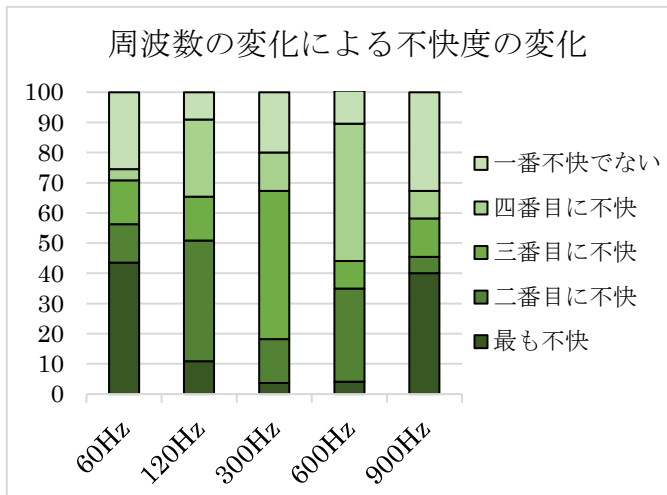
###### 低周波音は他の音よりも不快に感じる人が多い。

低周波音は他の音と比べてどう感じるのか調べるため、以下の研究を行った。

60Hz(低周波音)、120Hz、300Hz、600Hz、900Hzのそれぞれの音を聞いてもらい、5つの音に不快だった順番に1から5の番号をつけてもらう。

それぞれの%で比較する。

※騒音計を用いて音量を調整した。



###### (グラフ1) 周波数の変化による不快度の変化

以上より、60Hz が不快だと感じた人が多かったと言える。

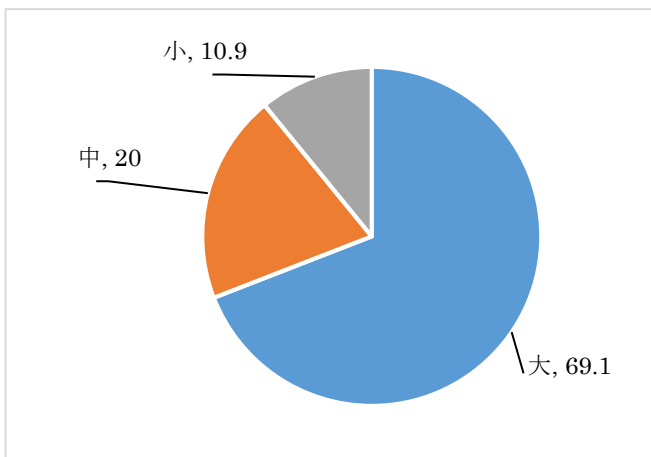
##### (2) 提案 2

###### 音量が大きいほど不快に感じる人が多い。

音量変化による感じ方を調べるため、以下の実験を行った。

120Hz の音を騒音計を用いて音量を変えた三段階に分け、最も不快だった音を選んでもらう。

(大、中、小の三つ)



###### (グラフ2) 音量の変化による不快度の変化

以上より、音量が大きくなるにつれて不快に感じる人が多くなると言える。

#### 5. 今後の課題

- ・アンケートの規模拡大、準備の迅速化
- ・「不快」が完全に個人の感性となってしまったので不快を定義する。
- ・他の不快感につながる原因を調べ、対照実験を行ってより細かく調査する。

#### 6. 引用・参考文献

- 1) ジャイアン之歌による被害を科学的に考えよう  
<http://tanuki.na.coocan.jp/Math/Math006.HTM>
- 2) 低周波音  
<https://ja.wikipedia.org/wiki>
- 3) 低周波音と健康被害  
[www.env.go.jp/air/teishuha](http://www.env.go.jp/air/teishuha)  
<https://www.skklab.com>
- 4) google 画像検索  
<https://images.app.goo.gl/WhRug82aERpbMwfd7>
- 5) 環境省 よくわかる低周波音  
<https://www.env.go.jp>

# 最高のミニ四駆を目指して

研究者 2年1組27番 田中遼太  
2年3組10番 後藤景斗  
2年4組4番 加藤虎太郎  
2年4組33番 両角晴彩

## 1. 研究目的

私たちは、「ミニ四駆の大会で優勝すること」を目標にミニ四駆のパーツを変え、安定しながらも速く走れるミニ四駆を作ろうと思った。しかし、ミニ四駆を作成する段階で費用がかなりかかることがわかり、高校生には厳しいと判明したため、私たちが考える理想のミニ四駆を作ろうという結論に達した。

## 2. 現在の問題点

### (1) 原因・現状

前回の研究より

- ・ローラーをつける
  - ・コースの高低差によってマスダンパーをつけるか決める
  - ・コースの長さによってタイヤの大きさを決める
- 以上のことを踏まえて大会に参加することにした。

### 3. 大会結果

当日会場では、試合の数時間前から来ていたのにもかかわらず、たくさんの人々が会場にあつまっていた。ほかの人のミニ四駆を見せてもらったところ、やはり大会に出ているだけあって、かなりこだわって作りこまれていた。そこで、写真を撮らせてもらったのがこのミニ四駆である。



大会参加者にここまでするのにどのくらい費用がかかるのか尋ねたところ、最低でも5,000円以上かかるそうだ

これが、大会当日のコースだ。



しばらくして子供の部が始まったので、観戦していたのだが、想像以上にレベルが高く、正直なところ、この時点で厳しいものを感じてしまった。

そして、おとなの部が始まった。当然子供よりもレベルはさらに高く、初戦から全員敗退してしまった。

その後、敗者復活戦でも次々と負けて行く中、後藤が作った一機が奇跡をおこす。練習では速く見えたミニ四駆が、他の参加者の後ろをのろのろと走っていく。またもや負けを覚悟したその時、相手のミニ四駆がコースから飛び出してしまった！相手の方が顔面蒼白になり、私たちに見守られながら、私たちのミニ四駆はついに勝利した。相手の方には申し訳ないと思ったが、このようなどんでん返しがあるのもミニ四駆の楽しい所なのだろうと思った。因みに、この大会で私たちのものより遅いミニ四駆を見ることは無かった。

### 4. 大会で学んだこと

当日に好成績を残したミニ四駆を作った方から聞かせて頂いた様々なお話とアドバイスをもとにして、私たちのミニ四駆にはまだまだ改良が必要なことが分かった。

## 5. 大会を受けての今後の展望

- (1) 1 番の課題である「金銭的に厳しい」  
→自分たちで作るのはあきらめて、僕らの考えた一番速いミニ四駆(架空)を作ることにした。
- (2) 大会参加者のミニ四駆を見て得たこと。  
→自分たちのミニ四駆(架空)につけて、さらに自分たちで調べたものも組み込む。

## 6. 提案

走るコースを、前大会時の時と仮定して考える。

### ・タイヤ

タイヤの種類が 3 種類

ゴムの柔らかさが 5 種類

ミニ四駆の大型、中型、小型が

があり、それに加えタイヤの幅も替え、コースによって付け替える必要がある。今回のコースではコーナーよりも直線が多いので、加速が速く、着地が安定するローハイトタイヤ。ゴムの柔らかさはジャンプする箇所が複数あり、コーナーよりも直線を重視するので、加速やや速めで、バウンドやや多めのソフト。この二つだと安定性に欠けるので、タイヤの幅はやや広めにした。

### ・モーター

何十種類もある中でとくに速く回る三種類に目を付けた。

レブチューン 2…最高速度が高い。

トルクチューン 2…加速は速いがレブチューン 2 には劣る。

アトミックチューン 2…上二つに速さは劣るが、それでも速く、安定する。

ミニ四駆(架空)では、タイヤが速度によっているので、安定を求めたのでアトミックチューン 2 にした。

### ・ギア

ギアはモーターの回転数とギアの回転数の比(=ギアの大きさ)によって変わる。小さいものほど加速が速く、最高速が低く、大きいものほど加速が遅く、最高速が高い。このコースでは、今のところ最高速度が遅めなので、最高速が少し高めのハイスピード EX ギアにした。

### ・シャーシ

シャーシ(装甲)は主に重さを重視する部分なので、今回のコースでは、アップダウンが多く今のところミニ四駆(架空)は、軽めなので少し重めの FM-A シャーシにした。

### ・ローラー

ローラーがシャーシをはみ出る部分がローラーの直径の 1/3 と仮定し、シャーシの幅が 97mm で公式の規定では 105mm なので、直径 12mm のローラーまで使えるので、余裕をもって 11mm のローラーを使うことにした。

## 7. 結論

大人になり十分なお金が貯まったら、上記のことをふまえ、組み立てて走らせたい。

## 引用・参考文献

- 1) タミヤ公式ガイドブック ミニ四駆超速ガイド 2019~2020 (学研ムック)
- 2) <https://www.tamiya.com/japan/mini4wd/index.html>
- 3) <http://dash2.link/2018/beginner/motorerabikata/>

# 発電量の多い風力発電機を作ろう！

－効率的な風車の回転のカギは揚力？－

研究者 2年4組09番 小島優希  
2年4組14番 酒井阜士朗  
2年4組30番 宮澤季生

## 1. 研究動機

物理系のテーマに興味を持っていた私達は、発電という分野に着目し、その中で再現が容易であると感じた風力発電に焦点を当てて研究を始めた。

調査を進める中で、風力発電機と扇風機では、そこに使われているプロペラの羽根の枚数や角度に違いがあることに気づいた。そこで、風力発電において羽根の枚数や角度を変えたときに、発電効率がどのように変化するのか興味を持ったため、この研究を行った。

## 2. 事前調査

### (1) 風車が回転する原理

風が羽根に平行に当たる時、風車は回転しない。ところが風と羽根の間に角度ができる(迎え角)と、空気の流れが変化することで揚力が生じ、羽根は揚力の方向に回転する。揚力の大きさは迎え角によって変化し、迎え角が大きすぎると揚力は急激に減少する。

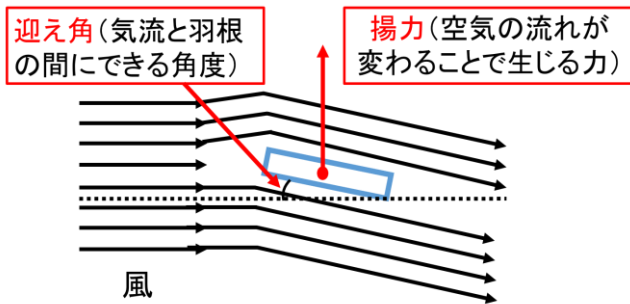


図1、風向きと揚力

### (2) 揚力の公式

$$\text{揚力 } F = C_L \times \frac{\rho}{2} V^2 S$$

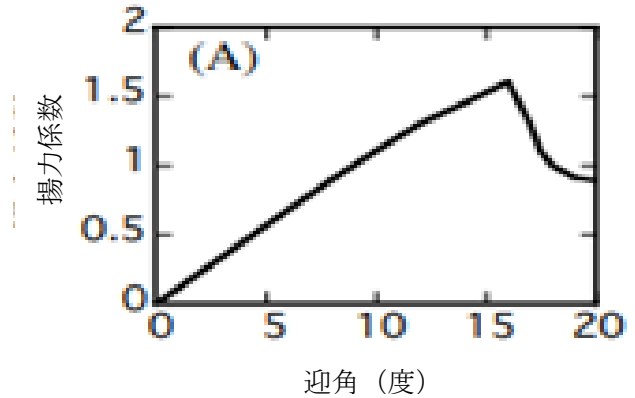
$C_L$  : 揚力係数 (定数) ⇒ 迎え角によって変化

$\rho$  : 空気の密度

$V$  : 風速

$S$  : 羽根の面積

⇒ 揚力は揚力係数、空気の密度、風速の二乗、羽根の面積に比例する。



グラフ1、迎え角と揚力係数

### (3) 風力発電のしくみ

ブレードが風を受けて生んだ回転を増幅器で増幅し、発電機を回して発電する。

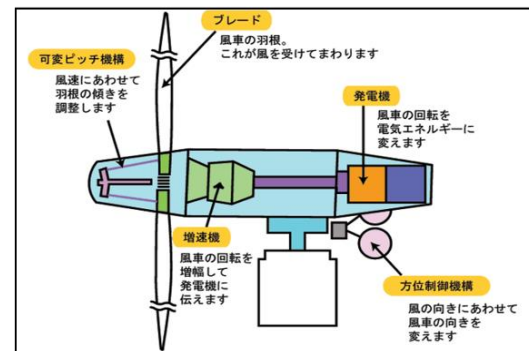


図2、風力発電機の構造

## 3. 調査から分かったこと

- ① 揚力は迎え角によって変化し、迎え角が大きすぎると揚力は小さくなる
- ② 風を受ける面積が大きいほど揚力は大きくなる

## 4. 予想

- ① 迎え角を小さくすると発電量が大きくなる
  - ② 羽根の枚数を増やすと風を受ける面積が大きくなるため発電量は大きくなる
- ※ 予想①を立てた段階で、迎え角が15度のときに揚力係数が最大になるという情報を入手できていなかったため、このような予想となった。

## 5. 実験方法

- (1) 使用した風車について

三角形の木片に、実験で定めた迎え角が生じるように切れ込みを入れ、長方形のプラスチック板を取り付けて羽根とした。

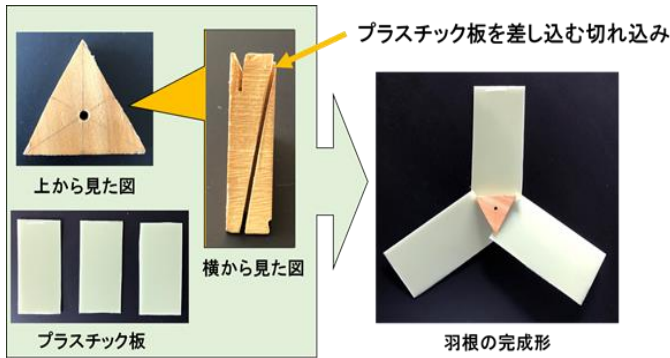


図3、風車の形状



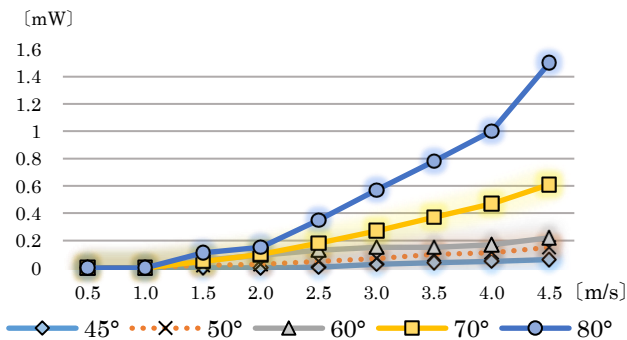
図4、全体の様子

(2) 実験装置について

ポリカーボネート製の風洞の中に発電機を入れ、扇風機で風速が0.5~4.5m/sの風を送り、電流、電圧を測定した。風洞に格子を取り付け、扇風機を送る風が均一に発電機に送られるようにした(整流)。

6. 実験内容とその結果

(1) 迎え角を変化させたときの発電量の測定

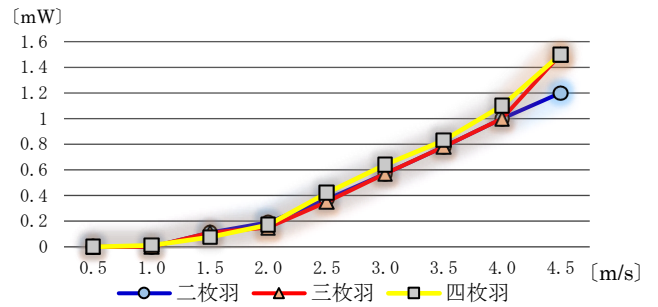


グラフ2、迎え角の大きさと発電量

⇒迎え角が大きいほど、発電量が大きい。

(予想と異なる)

(2) 羽の枚数を変化させたときの発電量の測定



グラフ3、羽根の枚数と発電量

⇒羽根の枚数による発電量の大きな変化は見られなかった。

7. 実験(1)、(2)の反省

(1) 初め私達は迎え角を10、20、30、40、45度と設定して実験するつもりだったが、迎え角を90度違う基準でとってしまったため、揚力係数の大きい5~20度の実験結果が得られなかった。

迎え角が大きいほど揚力は小さくなるが、抗力(風が羽根を直接押す力)は大きくなるため、予想した結果が得られなかったと考えられる。

(2) 風を受ける面積が増えるため揚力は大きくなるが、羽根の質量も増加するため、結果として回転しづらくなつたのではないかと考えられる。

8. 今後の展望

正しい基準でとった迎え角をもとに実験を行う。迎え角を揚力の大きさが最大となる15度に設定し、羽根の枚数を変えて同じ実験を行いたい。また、羽根の枚数、面積を増やしても質量の影響を受けづらい羽根の大きさを調べてみたい。

9. 引用・参考文献

1) 風から電気が生まれる仕組み！投資前に知っておきたい風力発電の基礎知識

<https://www.tainavi-pp.com/investment/wind/17/>

2) 発電機の仕組み - やさしい電気回路

<https://hegtel.com/generator.html>

3) No. 40 強力マグネットによる風力発電の高効率化

<https://www.jp.tdk.com/techmag/inductive/200907/index.htm>

4) 揚力と抗力 東大・先端研 河内 啓二 (2002)



# バブルリングのしやすい条件は？

ー直径の大きさ、水の勢いー

研究者 2年2組21番 常田陽斗 2年2組37番 柳原一輝  
2年3組25番 戸澤一誠 2年3組28番 中澤俊太

## 1. 研究目的

過去の先輩方の課題探究で「壊れにくいバブルリングを作るには」という研究があり、バブルリングのしやすさは引く力や水温に関係することが示されていた。私たちは穴の形などの別な要因もバブルリングのしやすさに関係するのではないかと考え、その条件を明らかにするために研究を行った。



図1 バブルリングの形成過程

## 1. 実験①

### (1) 実験方法

- ① 10cm×10 cmのプラ板に円形、四角形、三角形、星形、ハート形、星形正多角形の穴をあける。
- ② 装置の発射口につけ、水を押し出して、バブルリングができるか観察する。

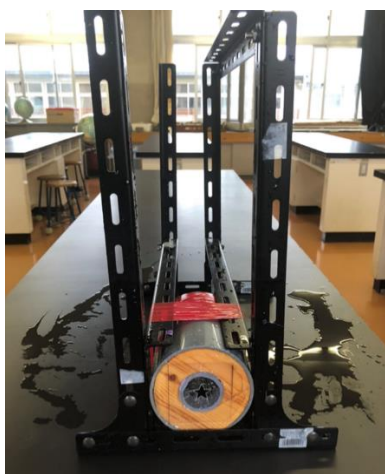


図2 作製した装置

### (2) 実験結果

実験①の結果、バブルリングができる形とできない形があることが分かった。その一覧が表1である。

表1 実験①の結果

穴の形	バブルリングのしやすさ
円形	◎
三角形	×
四角形	○
ハート	○
X形	△
星形	△

◎…5回中5回 ○…5回中3回

△…5回中1回 ×…5回中0回

### (3) 実験①の考察

バブルリングは円形をしているため、穴の形が円形に近いほどしやすいと考えられる。また、角やとがった部分があるものはできにくいと考えられる。形が異なると穴から出る水の勢いも変わり、バブルリングの速さも異なる。この穴から出る水の勢いも関係するのではないかと考えられる。

### (4) 実験①の考察から立てた仮説

- ① 穴の形状は円形に近いほどバブルリングはしやすい。
- ② 穴から出る水の勢いもバブルリングのしやすさに関係する。

## 2. 仮説①の検証実験

### (1) 実験方法

- ① 実験①と同様に 10cm×10 cmのプラ板を様々な形で切り抜く。
- ② 装置の発射口につけ、水を押し出してバブルリングができるか観察する。

(2) 実験結果

表2 仮説①の検証実験の結果

穴の形	バブルリングのできやすさ
円形	◎
五角形	△
四角形	○
三角形	×
星形	△
芒星図形	△
ハート	△
丸みを帯びたハート	△

◎…5回中5回 ○…5回中3回

△…5回中1回 ×…5回中0回

(3) 実験の考察

・円形に近い多角形よりも四角形や芒星図形のほうができやすいことが分かった。これは図形の角の部分ができやすさに影響していると考えられる。

・ハート型のとがった部分は大きく影響を及ぼしていない可能性があることが分かった。

3. 仮説②の検証実験

仮説②を検証するため、穴から出る水の勢いを測定したいと考えた。しかし、直接測定することが難しいため、バブルリングの速さを測定することで水の勢いを測定することにした。

(1) 実験方法

- ① プラ板を直径 0.5 cm、1.0 cm、1.5 cm、2.0 cm でそれぞれ切り抜く。
- ② 装置の発射口につけバブルリングを作り、その速さを測定する。今回の実験では発射口から 60 cm 動くまでの時間を測り、その時間から速さを算出した。

(2) 実験結果

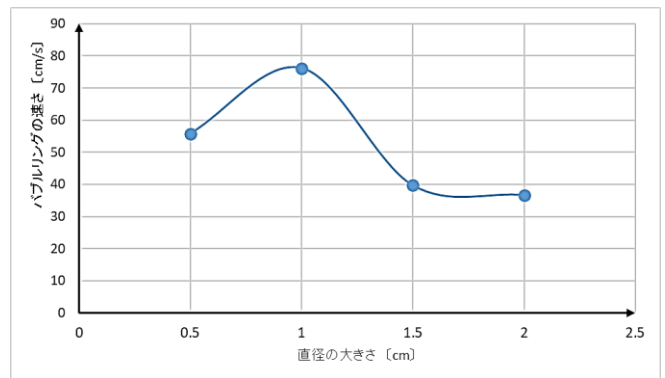


図3 仮説②の検証実験の結果

(3) 考察

直径が狭くなるほど水の勢いは増加すると考えられたが、単純な比例関係ではないことが分かった。今回の実験では直径を変えてもバブルリングはできていたため、水の勢いとの関係性は分からなかった。

5. 今後の展望

穴の形に関しては、とがった部分よりも角の部分の影響が大きい可能性があることが分かったため、その点についてさらに検証していきたい。水の勢いとの関係性については今回の実験では分からなかったため、実験方法も含めて再度考えていきたい。

6. 参考文献

- 1) 平成 29 年度課題研究

「壊れにくいバブルリングを作るには」

# 美しい〇〇クラウンをつくりたい

ー常温で一滴0.023gのシャボン玉液を高さ60センチからたらしー

研究者 2年2組33番 眞島萌夏

2年6組10番 北村奈美恵

## 1. 研究目的（問題意識）

・私たちは、ミルククラウンの形に惚れてしまい、「この美しいものをミルク以外のものでも作ってみたい」そして、「〇〇クラウンができる条件が何なのか知りたい」と思ったから

## 2. そもそもミルククラウンとは？

牛乳などの若干の粘性を持つ液体において、その液体を薄く塗った平たい容器にその液体を一滴落とすと美しい王冠状の形を形成する現象。



## 3. 既存の提案（先行研究より）

ある程度粘性のある液に、一滴垂らす。様々な条件を変えて、これを実行する。

## 4. 研究

### (1) 実験対象

- ・ミルク50ml
- ・ミルク100ml
- ・シャボン玉液（市販）50ml
- ・炭酸水100ml
- ・片栗粉18g+水30ml
- ・ケチャップ12g+水12ml
- ・マヨネーズ12g+水12ml
- ・ハチミツ10ml+水10ml

（これらは、「上記2.」に書かれている条件を参考に対象としたもの）

### (2) 方法

①上記で上げた8つの液体を200mlビー

カーの50mlのメモリまで入れる

② そこにガラス棒から液体を一滴たらし、そのたらし瞬間をスマートフォンのスローカメラ機能を使って撮影する。その撮影したものをチェックし、結果を切り取り、写真として残す  
：様々な条件を変えながら実験した。

### 【条件1 一滴の重さ】

重さ0.012gで垂らした結果と重さ0.023gで垂らした場合を比較する。

（高さは60cm）

### 【条件2 落下高さ】

実験対象のミルク50ml～ハチミツ100ml+水10mlについては、高さ30cmから垂らした場合と60cmから垂らした場合を比較する。また、ミルク50mlとシャボン玉液50mlについては高さを30cm、40cm、45cm、50cm、55cm、60cm、65cm、70cm、100cm、と変えて比較する。（一滴の重さは0.023g）

### 【条件3 液体の温度】

実験対象のミルク50mlとシャボン玉液50mlの液体の温度を10℃、5℃、1℃と変えて比較する。（高さは60cm）



## 5. 実験結果









### 【条件1 一滴の重さ】より

0.012gでは思うような王冠状のクラウンができなかった。どの液体も円形状に広がるだけであった。対して0.023gでは比較的に王冠状のようなものができた。



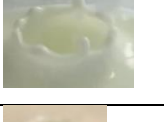
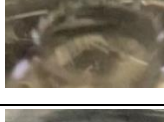


### 【条件2 落下高さ】より




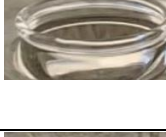




溶液名	30cm	60cm
ミルク 50ml		

ミルク 100ml		
シャボン玉液		
炭酸水		
片栗粉+水		
ケチャップ+水		
マヨネーズ+水		
ハチミツ		

60cm		
65cm		
70cm		
100cm		

【条件3 液体の温度】より

温度	ミルク	シャボン玉液
10℃		
5℃		
1℃		

高さ	ミルク	シャボン玉液
30cm		
40cm		
45cm		
50cm		

55cm		
------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

6. 考察

条件を変えて実験し分かったこと

【条件1】より

一滴の重さ→軽すぎはよくない。ある程度の粘性がある関係で、簡単に跳ね返らないため。スポイトは使わないほうがいい。0.023gは良い。

【条件2】より

落下高さ→シャボン玉液は60～65cmが適している。ミルクは、かなりばらつきがあったが70～100cmが適している。

【条件3】より

液体の温度→高さ60cmから垂らしても温度の変化によって形が変わる。液体が王冠状にならない。粘性が強くなったからだと考える。

7. 引用

- 1) <https://ja.wikipedia.org/wiki/ミルククラウン>
- 2) <http://ord.yahoo.co.jp>

## 2年2組に人気の香水とは??

ー 人気ののは柑橘+フローラルー

研究者 2年2組16番 瀧澤綾 2年2組12番 近藤美綺  
2年2組32番 藤井翠 2年2組36番 柳澤萌乃華

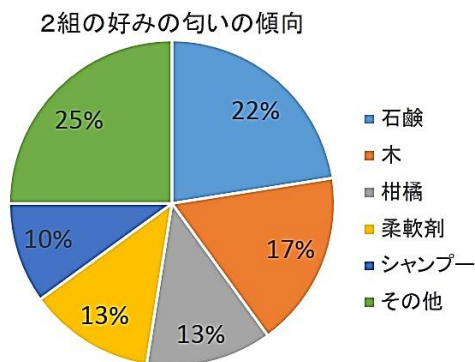
### 1. 研究目的 (問題意識)

香水には様々な匂いがあるが、それ故に好き嫌いも出てくる。だが香水とはそもそもよい匂いを漂わせるためにつけているものなので、みんなに良い匂いだと思ってもらえるものを作りたいと思い、研究を始めた。また、自分の手で調合することに興味があったから。

### 2. その原因・現状 (先行研究の分析)

#### (1) 2年2組の好みの匂いの傾向

始めに、2組を対象に好きな匂いのアンケートをとった。(41名)(下図1)



石けん9票、木7票、柑橘・柔軟剤5票、シャンプー4票、その他10票であった。以上より上位の木の匂い、柑橘の匂い、柔軟剤の匂い(今回はフローラルで代用)を対象にする。この結果を見ると、合成された香りが3種類、自然の香りが2種類あることがわかる。合成された匂いは、やはり人間にとってよりよい匂いを感じられるように研究がなされているのだなど実感した。逆に合成された香りに対抗して自然の香りが2種類もランクインしているということは、人間は野性的な感覚があるのだろうか、とも考察できる。石けんの匂いは人気が高かったが、石けんは様々な匂いを合成して作られているため再現が難しいとして除外する。

#### (2) 匂いの合成について

(1)の結果と同じ香りの香水を作っても、同じ結果

になるだけだろう。そこで、我々は「良い匂い」同士を混ぜ合わせればより良い匂いになるのではないかという仮説を立てた。つまり今回だと木+柑橘、木+フローラル(柔軟剤)、柑橘+フローラル(柔軟剤)ということだ。

### 3. 実験方法

#### (1) 香水を作る→6種類

##### ①用意するもの(1本分の分量)

・エタノール・・・10ml

・精油(香料)・・・0.5ml(約10滴)

今回用意した香料は5種類

→オレングスイート/柑橘系

グレープフルーツピンク/柑橘系

ラベンダー/フローラル系

プチグレン/ウッド系

シダーウッドアトラス/ウッド系

・ビーカー・・・1瓶

##### ②調合する

2.の(2)を検証するため、エタノールに異なる系統の精油を0.25mlずつ入れる。組み合わせは次の通りである。

#### 1. ウッド系+柑橘系

① シダーウッドアトラス+グレープフルーツピンク

② プチグレン+オレングスイート

#### 2. ウッド系+フローラル系

① シダーウッドアトラス+ラベンダー

② プチグレン+ラベンダー

#### 3. 柑橘系+フローラル系

① グレープフルーツピンク+ラベンダー

②オレングスイート+ラベンダー

\*詳しい匂いの説明

・シダーウッドアトラス

新鮮さと温かみを感じるウッディな香り。深い甘みの中にも、爽やかさをわずかに含む。

・プチグレン

フローラル系の甘さと果実の甘酸っぱい感覚や、グリーンを思わせる渋みのある木の香り。

・ラベンダー(真正ラベンダー)

ウッディベースの上品で鮮やかなやさしい香り。

・オレンジスイート

オレンジの皮をむいたときに広がる甘く爽やかな香りそのもの。

・グレープフルーツピンク

ホワイト種に比べ匂いが少ないピンク種は、酸っぱさと爽やかな中に甘みを感じる香り。

(2) 実際にかいでもらう

結果は下記の通りである。右の割合は得票数である。

シダーウッドアトラス +グレープフルーツピンク	6%
グレープフルーツピンク +ラベンダー	26%
プチグレン+ラベンダー	6%
オレンジスイート+ラベンダー	30%
プチグレン+オレンジスイート	20%
シダーウッドアトラス +ラベンダー	10%

4. 結果

(1) 一番人気はオレンジスイート+ラベンダーだった。

その次に人気だったのはグレープフルーツピンク+ラベンダーでどちらも柑橘系とフローラルを混ぜ合わせた香りである。ウッド系はプチグレン、シダーウッドアトラスともに割と柔らかい香りであったが、柑橘系やフローラル系に比べてすっきりとした香りであるため好き嫌いが分かれたのではないかと考察する。図1を見ると石鹸を除けば木の匂いはいちばん好評であるが、今回の結果を見るとウッド系のおいが入っているものはあまり

人気がなかった。このことからウッド系においては単体の方がいい匂いなのでは?と思った。もしくは木のエキスというより“木”そのものの匂いが好まれるわけであって、いい匂いだからと言って香水にしてしまえば別物になるのかと考えた。今回は実験の都合上すべて匂いを種類ごとに混ぜ合わせたのが、単体のみでの実験も加えると別の結果が出る可能性がある。

(2) 提案

やはり良い匂い同士を組み合わせても票はばらけるから全員が好きなものを作るのは不可能であると考える。だが図1や最終結果を踏まえて2組は優しい香りが好きな傾向にあると分かった。それも花のような甘い香りのほう(すっきりとしていない)がよい。いい匂いと思ってもらいたいのであれば、フローラル系、柑橘系をつけてみたらいかがだろうか。

5. 今後の課題

今回は2組の生徒のみを対象にしたが今度は年齢による好みの違いなども検証したい。たとえば、教科担任の先生にもかいてもらえれば、さらに匂いの好みの傾向が明らかになると考えている。またもっと匂いの種類を増やしたら新たな実験結果になった可能性がある。今回は実験の都合上行えなかったが、市販のものなども使って石鹸の香りの人気度なども調べられれば、と思う。

2の(1)に記載した、合成された香りや自然の香りの違いや好まれる傾向も(多少趣旨は異なるが)調べてみたい。

6. 引用・参考文献

- 1) [https://item.rakuten.co.jp/nagomisabo/c/&sa=U&ved=2ahUKEwjBmq6D2tDmAhVba94KHLGDUYQFjACegQICRAB&usg=A0vVaw3-30jvEJ0udH\\_14ksH5cDk](https://item.rakuten.co.jp/nagomisabo/c/&sa=U&ved=2ahUKEwjBmq6D2tDmAhVba94KHLGDUYQFjACegQICRAB&usg=A0vVaw3-30jvEJ0udH_14ksH5cDk)
- 2) [https://www.fragrance.co.jp/howto/04.html&sa=U&ved=2ahUKEwjtps2\\_2tDmAhXbZt4KHYnzAEMQFjAAegQIABAB&usg=A0vVaw0mKOL33WvK\\_FpBeTkh8xBw](https://www.fragrance.co.jp/howto/04.html&sa=U&ved=2ahUKEwjtps2_2tDmAhXbZt4KHYnzAEMQFjAAegQIABAB&usg=A0vVaw0mKOL33WvK_FpBeTkh8xBw)

# 微生物燃料電池の電圧を上げたい

— 腐葉土を使って長時間の放置を行う —

研究者 2年1組07番 上原 翼  
2年1組24番 榊原拓翠  
2年1組32番 前島直輝  
2年4組23番 原田泰斗

## 1. 研究目的（問題意識）

環境問題が懸念されている現代、身近なもので環境にやさしい発電ができないかと調べたところ、微生物燃料電池に行き着き、どのような原理で発電できるのか興味を持ち研究を始めた。原理を知っていくうちにどのようにすればより効率よく発電できるのか研究したくなった。

## 2. 電気を取り出す仕組み

微生物は有機物を分解してエネルギーを得る。例えばブドウ糖（ $C_6H_{12}O_6$ ）を微生物が分解する反応は  $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 24H^+ + 24e^-$ 。

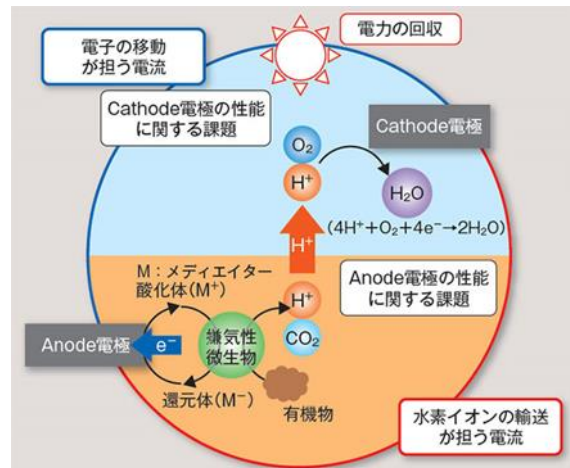
微生物が有機物を分解して水素イオンと電子を排出する消化は、燃料電池で水素を分解して水素イオンと電子を作る反応と同じである。

水素イオンは水素イオンとして水中に存在できるが、電子は電子単体で存在できないため微生物は電子を渡す相手（メディエーター）が必要になる。メディエーターには電子を授受して伝達する役割がある。酸素がある場では微生物は酸化体である酸素に電子を渡す（ $O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$ ）。酸素が電子をもらおうと還元体である水に変わる。酸素が電子をもらう過程が生物の呼吸と同じである。（図1）

泥の中には酸素がないため、酸素を必要としない嫌気性微生物が活動している。嫌気性微生物は電子を泥の中にある二価鉄などの酸化体に渡すため、酸化体が還元化されて泥の中は還元体で満たされる。二価鉄は電子をもらおうと還元体である三価鉄になる。還元体が多くなる過程を泥のヘドロ化と言う。

微生物燃料電池は泥の中に埋めたアノード電極（マイナス）が微生物の排出した電子を受け取り、カソード電極（プラス）で酸素に電子を渡すことで電子が流れる。微生物燃料電池は泥の中から電子を回収するので還元物質は酸化物になっていく。酸化

物が多くなった泥のヘドロ化は解消されていく。1)



（図1）微生物燃料電池の仕組み1）

## 3. 既存の提案（先行研究にある対策）

2005年頃から米国を中心に微生物燃料電池についての研究が活発に行われるようになった。研究の進展により、まだ実験段階だが世界各地で大型の微生物燃料電池が建設されている。その例として中国のビール工場の廃水を利用したのがあり、獲得エネルギーは水1m<sup>3</sup>当たり0.034kWhである。

微生物の発電能力を向上させるためには、次のような方法が考えられる。

- ①電極素材の電気抵抗を下げる。電気抵抗を下げることでより多くの電流が流れるため。
- ②廃水の電気伝導率(イオン濃度)を高める。電極における電子の受け渡しが活発になるため。
- ③廃水の有機物濃度を高める。微生物がより多くの有機物を分解することが出来るため。
- ④廃水内の微生物を増やす。

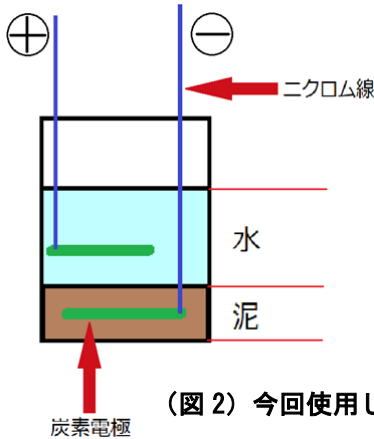
今回私達は発電能力を向上させやすいと思われる廃水に着目した。

## 4. 実験

使用する泥と土: ・田んぼの泥・腐葉土・畑の

土・池底の泥。これらの4種類の泥と土を、土の場合は水と混合し、1電池につき200mL使用する。

上部を切断したペットボトルに泥を入れ、平たい炭素電極にニクロム線をくくりつけたものを沈める。それを1日放置し、水300mLを空気になるべく混入しないように静かに泥の上に注ぐ。水の部分にも泥に沈めたものと同様の電極を入れて完成。



(図2) 今回使用した装置の模式図

ニクロム線をミノムシクリップで挟み、テスターを用いることで電圧を計測した。以下の3点に注目して実験を行った。

1. 泥の種類による電圧の違い
2. 時間経過に伴う電圧の変化
3. オートクレーブ滅菌(高温高压)後の電圧

実験で使用した試料には見た目の違いのほかに発生する臭いの違いもあった。

(表1) 加熱前後の臭いの変化

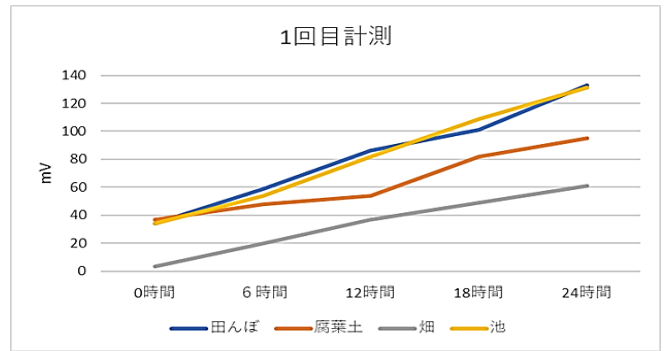
	加熱処理前	加熱処理後
田んぼ	下水のよう	臭いが増加
腐葉土	カビのよう	木の香り
畑の土	土の臭い	ほぼ無臭

## 5. 自分の提案(答え)

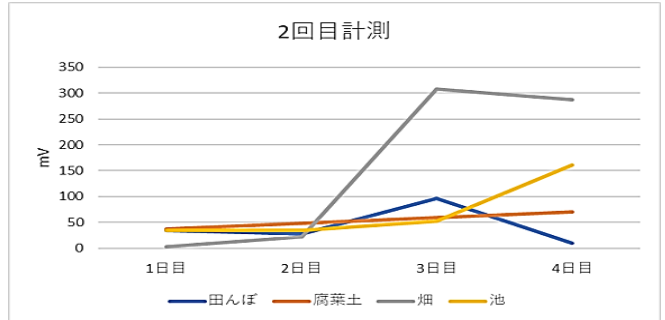
腐葉土を用いて長時間放置する。

グラフより時間の経過とともに電圧が上昇しており、電圧の高い順番で田んぼと池、次に腐葉土、最後に畑となっている。田んぼに関して言えば、加熱しても電圧が下がらなかったことから、微生物が電圧の要因ではないと考え除外した。また、夏と冬では気温に差があり、同じ条件で実験することが難しかったので、池の加熱の実験を行うことが出来なかった。そのため今回は除いて考えることにした。

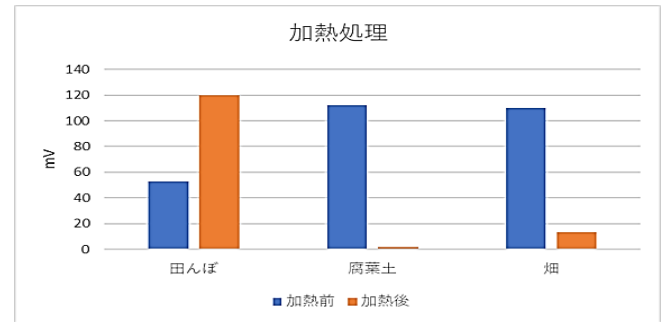
(グラフ1) 1回目計測



(グラフ2) 2回目計測



(グラフ3) 加熱処理



## 6. 今後の課題

前回の実験と同じ条件で池の加熱実験を行う

## 7. 引用・参考文献

- 1) 広島大学工学部「微生物が燃料を作る微生物燃料電池！」<https://www.miraikougaku.jp/laboratory/pages/181012.php>
- 2) 岐阜大学「世界初！廃水から「発電+リン回収」。微生物燃料電池が水処理の未来を変える。」[https://www.gifu-u.ac.jp/about/publication/g\\_lec/special/201411.html](https://www.gifu-u.ac.jp/about/publication/g_lec/special/201411.html)
- 3) EMIRA「半永久的に持続する電源!?細菌が起こす発電イノベーション」<https://emira-t.jp/ace/4748/>
- 4) 微生物燃料電池セミナー2019～基礎からわかる微生物燃料電池～ 講習テキスト



# 冷蔵庫に頼らない常温保存食品

－黒麹菌の活用－

研究者 2年6組22番 築田桃果

## 1. 研究目的

気候変動や自然災害が多い現在、冷蔵庫が使用できない状況が突然発生することもある。そこで、常温で保存できる食品に注目し、よりよい食品の保存方法を提案したいと考えた。

## 2. 実験内容

昨年度の研究で、黒麹菌の高い殺菌効果の特徴を知った。麹菌は、乾燥保存と違い、水分がある状態で保存ができるということは殺菌効果があると考えられるため、次の方法で実験を行う。

### (1)味噌造り実験(昨年度の続き)

#### 目的

一般的な味噌→大豆+黄麹+塩(最低12%)

黒麹菌を使うことで保存脳力が変わるか調べる。

#### 方法・条件

仕込み 2019年2月9日

場所 自宅のリビングの机上

#### 種類

A→大豆 100g : 黒麹 150g : 塩 55g (塩分濃度12%)

B→大豆 100g : 黒麹 150g : 塩 37g ( " 8%)

C→大豆 100g : 黒麹 75g + 黄麹 75g : 塩 55g ( " 12%)



図1 左からA、B、C、仕込み段階の味噌

#### 結果

約1ヶ月後

全てに、赤、黄色、青、などカビが生えた。(Cが一番最初)

ムースのようなふわふわしたカビだった。

約半年後

ムースのようなカビが乾燥し膜のように周りを包んだ。

CよりBの方が腐敗の進捗が遅い。

Aを中心に割ってみたところ、内部に腐敗していない箇所があり麹のにおいも感じられた。

#### 反省点

条件設定が曖昧で結果に大きな差が出なかった。

### (2)寒天培地による実験

#### 目的

黒麹菌の殺菌効果を調べる。

#### 方法・条件

実験日 2019年11月8日(観察日翌日)

寒天の上の雑菌(E-cdi・シュワネラ菌)に形態が異なる麹菌(a:乾燥米 b:aをお湯で戻す c:bのお湯)を置く。※cは、ろ紙に浸み込ませる。麹菌の殺菌効果も調べるため比較対象として米(cの場合はお湯も)を用いる。一つのシャーレのうち寒天を四等分し、6パターン行う。30度に保つ。

#### 種類

### ①E-cdiが塗られた寒天

a→左上(1):黄米麹 左下(2):黒米麹 右上(3):米 [乾燥]

b→ " [aをお湯で戻す]

c→ " [bのお湯]+右下

(4):お湯

### ②シュワネラ菌が塗られた寒天

①と同様

※②にアンピシリン(抗生物質)を浸みこませたろ紙を置いたものを用意する。→ろ紙の周りが透明になる



図2 ②にアンピシリンのろ紙を置いたもの

## 結果

	①シュワネラ菌	②E - cdi
a	(1)毛の様な菌糸が米全面から出ていた (2)米の周りの寒天が透明になった? (3)変化なし	(1)(3)①aと同様 (2)米の周りの寒天が透明になった
b	(1)寒天と接する部分で菌糸が見られる (2)米の周りの寒天が透明になった? (3)変化なし	(1)変化なし (2)(3)①bと同様
c	(1)~(4)変化なし	(1)~(4)変化なし



図 3、4 a②(2)黒米麴(乾燥)と、顕微鏡で見たもの

## 3 考察

### (1)味噌造り実験

- ・A, B, C すべて外側から内側にかけてカビが繁殖していったことから、空気と接する所から雑菌が増えていくことが考えられる。キロ単位で仕込む場合も上部はカビが生える。
  - ・C より B の方が腐敗の進度が遅いことから黒麴菌により塩分濃度を下げることができるかもしれないと考えられた。
  - ・A の内部に腐敗してない部分があったことから黒麴菌が腐敗を防ぐのを助けているのではないかと考えられた。
- ### (2)寒天培地による実験
- ・乾燥黄米麴から毛のような菌糸が①、②両方から観察できたが、雑菌と麴菌がどのように反応したのかは分からなかった。
  - ・乾燥黒米麴でシュワネラ菌の寒天培地からは明らかな殺菌効果が見られたがE-cdi は明らかではないため、麴

菌と雑菌の組み合わせも殺菌効果と関係することが分かった。

- ・b, c のように麴菌に手を加えると殺菌効果は低下し、また雑菌が育ちやすくなる水も加わったため変化があまり見られなかったと考えられる。
- ・どの場合も米による変化はなかったことから雑菌影響を及ぼさなかったと考えられる。
- ・味噌造り実験から考えられたように黒麴菌には殺菌効果があるといつてよい。

## 提案

黒麴菌の殺菌効果を応用できないか

黒麴菌は馴染みがなく現時点では使用される機会が限られている。黒麴菌は多くのクエン酸を生成し殺菌効果がある、というのは最大の利点と考える。災害時、冷蔵庫が使用できないとき、食品を保存する方法として黒麴菌を調味料として塩麴や味噌のように加工し保存力を上げることを考えてきた。食品を常温保存するのに役立つ黒麴菌の使い方を更に考えていきたい。また、地理の授業で麴菌は食用として用いられるだけではなく、バイオテクノロジーによる酵素などの分泌生産に利用されることを学んだ。これらの面でも黒麴菌の利点を生かすことができるのではないかと考える。

## 5. 今後の課題

- ・食品を常温保存する際の黒麴菌の応用方法を考える。
- ・食品としての利用ではなくほかの応用方法を考える。
- ・寒天培地による実験の、乾燥黄米麴と雑菌におきた反応を調べる。
- ・殺菌能力における黒麴菌と雑菌の種類の関係を調べる。

## 6. 引用・参考文献

- 1) 「もっとおいしく、なが一く安心 食品の保存テク」徳江千代子, 朝日新聞出版, p p 12-19
- 2) 「石垣市公認発酵食、ついに完成!【発酵仮面が行く】丸ごと小泉武夫、食マガジン」  
<http://koizumipress.com/archives>
- 3) 「食品加工における微生物・酵素の利用<伝統食品編> 缶詰技術研究会編集発行 日本食糧新聞社発売

# 大豆油で食器用石鹼をつくる

－大豆油の欠点を他の物質で補う－

研究者 2年1組14番 久保 汐音

2年1組23番 酒井 梨帆

## 1. 研究目的

近年、環境汚染が問題となっているなかで、身近な食器洗いがもっと地球や人の体に優しいものにならないか研究しようと思った。また、醤油づくりの際に廃棄されている大豆油を有効活用できないかと考えた。

## 2. その原因・現状

### (1) 合成洗剤と石鹼のちがい

#### (i) 石鹼

一万年以上前から存在しており、天然油脂を基礎とした極めて自然的な洗浄剤である。

#### (ii) 合成洗剤

日本では約60年前に開発された。石油や多様な化学物質などを複雑な化学合成を繰り返し、自然界には存在しない合成界面活性剤を成分とする。

	石鹼	合成洗剤
原料	天然油脂・脂肪酸 (牛脂・パーム油・ 米ぬか油など)	石油・天然油脂
製法	天然油脂と苛性ソーダを反応させる	複雑な化学合成を経てできた、合成界面活性剤にビルダーなどを添加

(表1) 石鹼と合成洗剤

以上のことから、大豆油を環境に優しい石鹼の材料にすることが出来ないかと考えた。

### (2) 石鹼の製作方法

石けんの材料：油脂×水分×苛性ソーダ+オプション(香り付けなど)

#### (i) 油脂

大豆油、オリーブオイル、キャノーラ油、グレープシードオイルを使用し比較した。植物性油のみでは効果が薄いと見え、脂肪酸カリウムを加えた。脂肪酸カリウム(純石鹼)は液状である

ため、水分を補うこともできる。また、油脂を煮たものであるため極めて自然的である。

#### (ii) 苛性ソーダ

一般的な石鹼には苛性ソーダ(NaOH)を使用するが、劇物であるため、ほぼ同じ働きをするオルトケイ酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )で代用した。オルトケイ酸ナトリウムとは二酸化ケイ素( $\text{SiO}_2$ )と水酸化ナトリウム(NaOH)を融解したものである。

#### (iii) オプション

オプションとして漂白などの効果がある過炭酸ナトリウムを加える。過炭酸ナトリウムとは炭酸ナトリウムと過酸化水素が2:3の割合で混在してできたものであり、使用後は炭酸ソーダと酸素と水に分解するため生分解の必要が無く、環境に負荷をかけない。

以上より、

油脂：植物油(大豆油など)+脂肪酸カリウム

水分：脂肪酸カリウム

苛性ソーダ：オルトケイ酸ナトリウム

オプション(除菌・漂白)：過炭酸ナトリウム

で代用するものとする。

## 3. 実験①

2の(2)で示した物を使い、石鹼を製作する。また、対照実験としてキャノーラ油・グレープシードオイル・オリーブオイルの石鹼も製作した。

大豆油	○	大豆のにおいが強い
キャノーラ油	△	硬い(無臭)
グレープシードオイル	○	手触りが良い(無臭)
オリーブオイル	×	もろく崩れる(無臭)

(表2) 実験①の結果

## 4. 実験②

石鹼を用いない場合と、実験①で製作した4つの石鹼を使う場合について、汚れがよりよく落ちるものはどれかを調べた。

<実験方法>

- ・制限時間 40 秒以内に汚れが落ちるかを調べる
- ・汚れはケチャップ・オイスターソースを混ぜ作成
- ・汚れは石鹼と水のみで落とす(スポンジなどは用いない)

- ・石鹼の量… 7 g
- ・汚れの量… 3 g で実験を行う

においが強いので、柑橘系等のおいをつけることにより改善させたい

<実験結果>

大豆油	○
キャノーラ油	△
グレープシードオイル	○
オリーブオイル	△

(表 3) 実験②の結果

※水温や洗い方により、実験結果は多少異なる。

泡は家庭用石鹼に比べ発生量が著しく少なく、また、石鹼を用いない(水のみ)場合、汚れはほとんど落ちなかった。

5. 実験②の考察

実験結果を見ると、大豆油石鹼と、対照実験でのグレープシードオイル石鹼は汚れを落としやすいため、石鹼づくりに向いていると考えられる。

6. 考察から分かること

- ・油の成分の違い

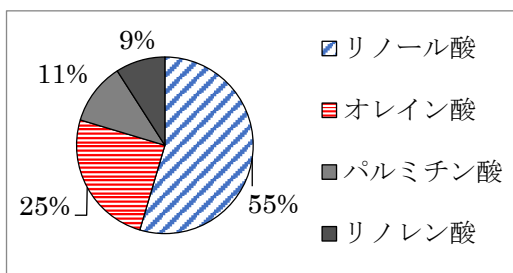
実験・考察から、油によって汚れの落ち方は異なるという事が分かった。そこで、油の成分に違いがあると考え、実験したうちの三種類の油の成分と性質を調べた。

(i) 大豆油の脂肪酸組織

下のグラフ 1 から、大豆油に最も含まれているリノール酸に着目した。

リノール酸の利点：水溶性が良い、肌に刺激を与えない

リノール酸の欠点：洗浄力低下の原因になる

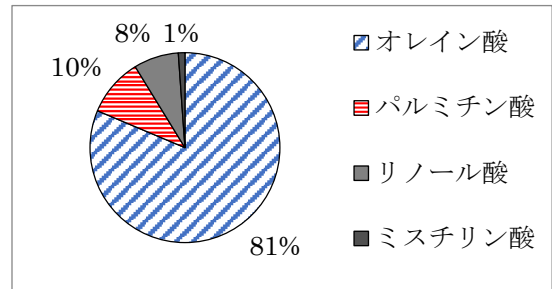


(グラフ 1) 大豆油の脂肪酸組織

(ii) オリーブオイルの脂肪酸組織

下のグラフ 2 から、オリーブオイルに最も含まれるオレイン酸に着目した。

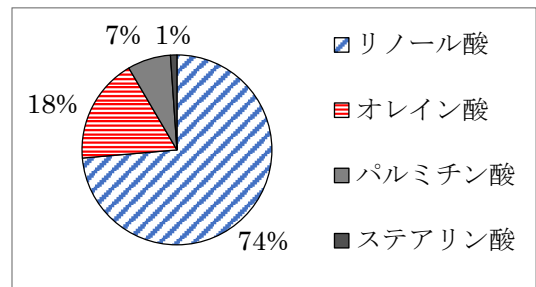
オレイン酸の利点：水溶性、洗浄力が高い



(グラフ 2) オリーブオイルの脂肪酸組織

(iii) グレープシードオイルの脂肪酸組織

下のグラフ 3 から、グレープシードオイルに最も含まれるのはリノール酸であり、大豆油と同じである。ほかの成分からも、グレープシードオイルと大豆油は似た性質を持っていると考察できる。



(グラフ 3) グレープシードオイルの脂肪酸組織

7. 今後の課題

大豆油、グレープシードオイルに多く含まれるリノール酸は洗浄力を持っておらず、大豆油は食器の洗浄に不向きであるという事が分かった。しかし、大豆油の利点である皮膚への負担が少ないことなどを生かしつつ、大豆油にはない洗浄力を酵素やほかの天然油脂などで補うことが出来ないか考えていきたい。

8. 引用・参考文献

- 1) <https://www.live-science.com/> (石鹼百科)
- 2) <https://www.shabon.com/message/index.html> (シャボン玉石けん)
- 3) ブリタニカ国際大百科事典

# 食品の汚れをきれいに落としたい

—家庭にある物を使って実現可能—

研究者 2年1組02番 浅村輝  
2年1組35番 吉沢沙織  
2年4組03番 荻原玄太郎

## 1. 研究目的

外出先などで食事をして服を汚した時にどうすればきれいに落とせるだろうかと思いこの研究を行った。

## 2. 先行研究にある対策

### (1) 汚れの種類

- ・水溶性汚れ…水に溶ける汚れ  
例) 果汁、醤油、コーヒー
- ・油性汚れ…界面活性剤を用いて落とす汚れ  
例) 油、チョコレート、カレー
- ・不溶性汚れ…細かい粒子が布の繊維に付着した汚れ。叩くなどして物理的に落とす  
例) イカスミ
- ・その他の特殊汚れ  
…でんぷんや血液などのタンパク質や色素

### (2) 洗浄作用の種類

- ・分離型…汚れを塊の状態では繊維からはがす。  
例) 界面活性剤など
- ・溶解型…汚れ分子の結晶を溶かす  
例) 有機溶剤、酸、弱アルカリ
- ・分解型…汚れ分子を分解する  
例) 強アルカリ、酸化剤 (漂白剤)

## 3. 研究内容

### (1) 研究方法

- ・15種類の食品の汚れを綿布につけて一晩乾燥させ、その後水と各家庭から持ち寄った7種類の洗剤を用いて洗う実験を行った。
- ・汚れの種類  
コーヒー、ソース、油、ケチャップ、味噌汁、紅茶、醤油、アイスクリーム、ジュース、牛乳、ドレッシング、チーズ、ジャム、溶き卵、コーラ  
洗剤の種類  
水、衣類用洗剤、セスキ炭酸ソーダ、重曹、クエン酸、風呂用洗剤、塩素系漂白剤、

### 酸素系漂白剤

### (2) 実験結果

汚れ	もっともよく落ちた洗剤
コーヒー	水
ソース	衣類用洗剤
油	衣類用洗剤
ケチャップ	衣類用洗剤・酸素系漂白剤
みそ汁	衣類用洗剤
紅茶	塩素系漂白剤
醤油	衣類用洗剤・クエン酸
アイスクリーム	重曹・風呂用洗剤
ジュース	水
牛乳	風呂用洗剤
ドレッシング	セスキ炭酸ソーダ・重曹
チーズ	重曹・風呂用洗剤
ジャム	クエン酸
卵	セスキ炭酸ソーダ
コーラ	水

### (3) 考察

- ・水のみで十分落とせる  
…コーヒー、ジュース、コーラ  
これらの色素は水に溶けやすい
- ・衣類用洗剤  
…ソース、油、ケチャップ、味噌汁、醤油  
主に油汚れなどの様々な汚れ  
界面活性剤の働きによるものと見られる
- ・セスキ炭酸ソーダ  
…ドレッシング、溶き卵  
主にタンパク質、卵を唯一落とす  
水溶液がアルカリ性であるためと見られる
- ・重曹  
…アイスクリーム、ドレッシング、チーズ  
主にタンパク質の汚れを落とす  
水溶液がアルカリ性であるためと見られる

- ・クエン酸  
…醤油、ジャム  
醤油の成分であるアミノ酸が酸と反応し落ちた  
ジャムのペクチンと酸が反応した
- ・風呂用洗剤  
…アイスクリーム、チーズ、牛乳  
主にタンパク質の汚れ  
アルカリ性であるためと見られる
- ・塩素系漂白剤  
…紅茶  
茶しみを特に白くした
- ・酸素系漂白剤  
…ケチャップ、ジャム  
果物、野菜の色素を分解し  
白くなったとみられる

#### 4. 自分の提案

食品の汚れは、種類によって以下の方法で落とすことができると予想される。

- ・ジュースやコーヒーなどの飲料および油などによる汚れ…衣類用洗剤を用いた通常の洗濯で落とすことが可能。
- ・乳製品や卵などタンパク質の汚れ…セスキ炭酸ソーダや重曹などのアルカリ性の水溶液で分解できる。風呂用洗剤で代用可能。重曹を溶かす際は40度のぬるま湯で、1%程度の水溶液を事前に汚れに浸け置きしてから通常の洗濯を行う。麻や絹等の天然繊維には用いることができない。
- ・醤油など、アミノ酸を含む汚れ…クエン酸などの弱酸性水溶液が有効。数%の水溶液に浸け置きしてから洗濯を行うとよい。
- ・ジャムのペクチン…クエン酸などの弱酸性水溶液が有効。
- ・果汁や野菜の汁に含まれる色素…酸素系漂白剤で漂白して落とすのがよい。毛や絹やみずあらいできないものには使用できないので注意。
- ・紅茶のシミなど茶の色素…塩素系漂白剤を用いるとよい。毛や絹、ナイロン、ポリエステル製などの製品や、色落ちしやすいものには使用不可。

#### 5. 今後の課題

今回の実験では、一部の汚れは完全に落とすことはできなかったため、洗浄する際の温度を変化させたり、浸け置きをするなど洗い方を変えたりしてさらにきれいに落とせる方法を探したい。

また、今回はビーカーとガラス棒を用いて実験を行ったため、実際の洗濯の条件に近づけた実験などもできたらよいと思った。

また、使用した布地は綿100%のみであったので、ポリエステルや麻、毛などの繊維を含む布地を使用して実験を行いたい。

#### 6. 引用・参考文献

- 1) 汚れの種類 東京都クリーニング生活衛生同業組合  
<https://www.tokyo929.or.jp/column/dirt/1.php>
- 2) 洗浄・洗剤の科学」解説コーナー 汚れの分類 横浜国立大学教授 大矢 勝  
<http://www.detergent.jp/kaisetsu2/01basic/02soil.html>
- 3) 洗剤の種類 独立行政法人製品評価技術基盤機構  
<https://www.nite.go.jp/chem/shiryo/product/detergent/detergent2.htm>
- 4) 衣料用漂白剤 Kao 花王株式会社  
[https://www.kao.com/jp/qa\\_cate/clothbleach\\_01\\_01.html](https://www.kao.com/jp/qa_cate/clothbleach_01_01.html)
- 5) web 重曹洗濯教室 home  
<https://www.kiuchicleaning.com/page017.html>
- 6) セスキ炭酸ナトリウムの洗浄力  
<http://www.syouhisya.or.jp/test/kitakura485sesukitannsanatoriumu.pdf>
- 7) クエン酸 シャボン玉せっけん  
<https://www.shabon.com/shop/products/view/2250>

# まぜるな危険！！

— 一歩間違えると命を脅かす危険性も？ —

研究者 2年5組19番 瀧澤陵太  
2年5組38番 山崎大徳  
2年6組11番 隈崎達哉  
2年6組13番 小山 潤

## 1. 研究目的

日常生活で使われる洗剤でよく見られる「まぜるな危険」とはどのようなものを混ぜたときに危険が生じるのか疑問を感じ、調べてみようと思ったため。また、それによって人体にどのような危害があるのか疑問に思ったため。

## 2. 研究方法

家庭にある洗剤に注意書きされている物質を混ぜ合わせてどのような反応が起こるか実験する。

- (1) 色の変化の観察
- (2) においのかぐ
- (3) 脱色反応を見る
- (4) その他気付いたこと

表1 物質の条件

使った物質	液性	色
ハイター	アルカリ性 塩素系	薄い黄色
カビキラー	アルカリ性 塩素系	透明
重層	アルカリ性	白色
アルコール	中性	透明
酢	酸性	薄い黄色
サンポール	酸性	緑色

## 3. 先行研究の分析

書籍やインターネットより

酸性の洗剤と塩素系の洗剤を混ぜると有害な塩素ガスが発生する。

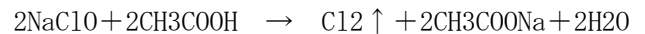
塩素ガスを吸ったり触れたりすると嘔吐、頭痛、さらに症状が悪化すると死に至る危険性がある。

## 4. 実験

### (A) カビキラーと酢 (10ml : 10ml)



化学式



- (1) 白濁色に変化した。
- (2) 酢のにおいが消え、カビキラーのにおいになった。
- (3) 塩素が発生し、脱色された。

### (B) ハイターとサンポール (10ml : 10ml)



化学式

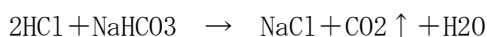


- (1) 薄い黄色に変化した。
- (2) 強い刺激臭を感じた。
- (3) 塩素が発生し、脱色された。

### (C) サンポールと重層 (10 : 5 g)

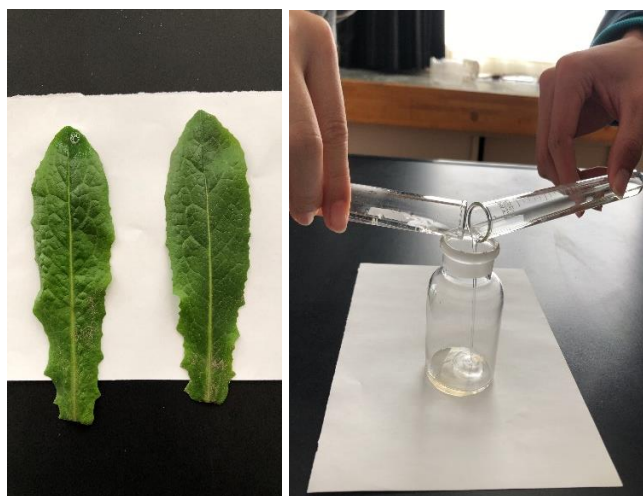


化学式



- (1) 薄い緑色に変化した。
- (2) サンポールのにおいがした。
- (3) なし。

### (D) ハイターとアルコール (10ml : 10ml)



- (1) 薄い黄色に変化した。
- (2) 塩素系のにおいがした。
- (3) なし。

## 5. 考察とまとめ

(A) から (D) の実験の中で (A) カビキラーと酢、(B) ハイターとサンポールの組み合わせの場合に限り、人体に吐き気やめまいを引き起こす塩素が発生した。

いずれの場合も、使用場所やその用途は異なっていたので、2つの物質同士が混じり合い、気体が発生する確率は極めて低いことが分かった。

## 6. 対策

使用方法を守れば、人体に有害な気体が発生する可能性は低いですが、家庭用洗剤を同じ場所に保管していたり、容器をよく洗わずにゴミに出したりすると、混ざる危険が高いため扱いに注意が必要だと思った。

まずは、家庭用洗剤に書かれている注意書きをよく読むことが予防への第一歩につながると感じた。

## 7. 引用・参考文献

- 1) [scjcatalog.johnson.co.jp/life/souji.../knowledge\\_05.html](http://scjcatalog.johnson.co.jp/life/souji.../knowledge_05.html)
- 2) 本当はおもしろい化学反応 漂白剤の白さや混ぜると危険な理由など身近な化学反応の秘密がわかる! (サイエンス・アイ新書) 齋藤勝裕
- 3) [www.seikatsu110.jp/clean/cl\\_house/28325](http://www.seikatsu110.jp/clean/cl_house/28325)
- 4) [www.hoycambiomibombilla.com/news/20190510.php](http://www.hoycambiomibombilla.com/news/20190510.php)
- 5) SUPER サイエンス 身近に潜む危ない化学反応 (日本語) 単行本 (ソフトカバー) - 2017/2/21 齋藤勝裕 (著)



# 納豆は匂うのか

ー納豆の匂いと pH に関係あり!!!!!!ー

研究者 2年3組2番 塚田知世 2年5組2番 中山香穂  
2年5組2番 長谷川林 2年6組0番 柿澤のぞみ

## 1. 研究目的

納豆には独特のにおいがあり、それが原因で納豆を嫌いになってしまう人も多い。

そこでなぜ匂うのか、どうやったら納豆の匂いを抑えることができるのか、また、におう物とにおわない物の違いは何処にあるのか研究した。

## 2. 原因・現状

### 納豆の匂いの成分

○納豆には発酵から発生する匂いと、もともと大豆が持っている匂いがある。

発酵による匂い→ピラジン類・ジアセチル・低級分岐脂肪酸・アンモニア(過発酵で発生)

煮豆による匂い→マルトール・ヘキサナール(青臭さ)  
・ひきわり納豆は粒が小さく納豆菌が繁殖する面積が広くなり発酵が進みやすい。

## 3. 既存の提案

### ～製造過程での工夫～

- ・納豆独特の匂い(低級分岐脂肪酸)が発生しにくい納豆菌を使い納豆を作ることで匂いを減らす。
- ・「低温感受性株」を用い、二次発酵を防ぐ。
- ・低級脂肪酸をアルコールと反応させ、エステル(いい匂い)に変える。
- ・保冷性の高い発砲スチロール製の容器を使用することで、品温の上昇を防ぐ

## 4. 仮説

生産段階で対策できる匂いはかなり軽減されることが分かった。

- ・過発酵により発生してしまうアンモニア臭なら私たちにも対策ができるのではないかと考えた。
- ・アルカリ性を中和する→においが消える?
- ・納豆に付属している＝酸っぱい  
→におい消しに関係あるのでは?
- ・加熱する料理をしたときににおいがつよくなる

## 5. 藁納豆を作ってみた

今の納豆はあまり匂わないとよく聞くため、昔ながらの作り方で作った納豆なら匂いが強いのではないかと思い作ってみた。

～作り方～

- ①煮豆を用意する (今回は既製品の水煮を使用)
- ②藁に詰める or 納豆を 5 粒程度加え藁に詰める
- ③40℃前後で保つ
- ④36 時間おく



カイロで温める



保温中



大成功でした。

うましくない事を考え、市販の納豆を混ぜたものと混ぜないものの二つを作ったが、二つともしっかりと糸を引き、おいしい納豆になった。

市販の納豆より青臭さが強く苦くも感じ、これらが、市販の納豆では抑えられているのではないかと考えた。

## 6. 実験

### 実験 I

#### (1) 実験方法

納豆を様々な状態で分けて 2 日置き、その pH を調べた。(グラフ 1)

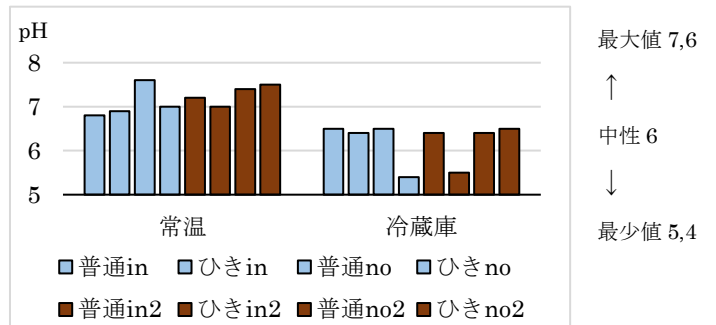
また、4 人それぞれで匂いをより納豆の匂い強いものを 5 とし、5 段階評価した。

大粒納豆(グラフ内表記:普通)or ひきわり(:ひき)

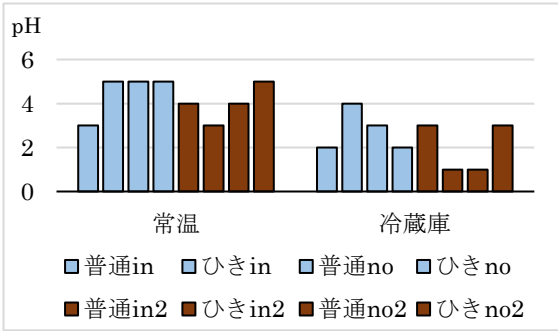
タレを入れる(:in)or 入れない(:no)

混ぜる(水色)or 混ぜない(茶色)

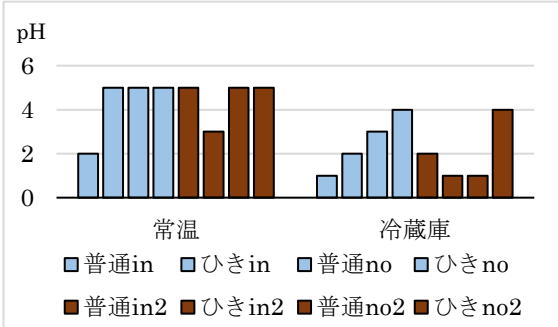
#### (2) 実験結果



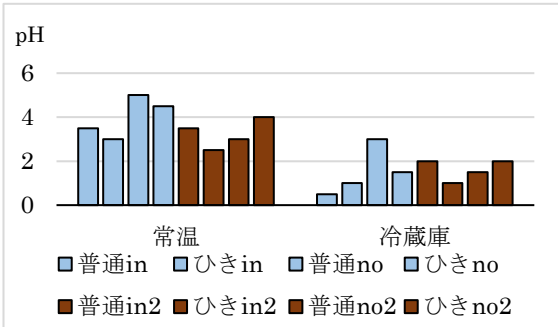
(グラフ 1) pH の値



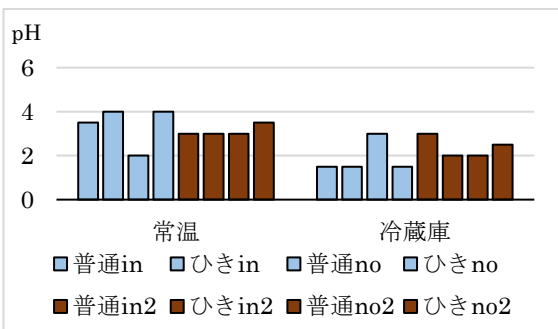
(グラフ2) 匂いの評価 A



(グラフ3) 匂いの評価 B



(グラフ4) 匂いの評価 C



(グラフ5) 匂いの評価 D

納豆とその付属品の pH も調べた

大粒納豆→6.6 タレ→4.4

からし→3.2

ひきわり納豆→5.2 タレ→4.3

実験 II

調理方法による匂いの変化を調べた。

料理名・・・匂いの五段階評価(★が多い方が臭う)

納豆オムレツ・・・★★★★☆

納豆おあげ・・・★★★★☆

納豆揚げ・・・★★★★☆

おろし納豆・・・★☆☆☆☆

なっトースト・・・★★☆☆☆

なっトルコアイス・・・☆☆☆☆☆



## 7. 考察

### 藁納豆

- ・青臭さなどが強く、今売られている納豆は製造段階でかなり匂いが軽減されていることが分かった。
- ・昔は冷蔵設備がなく常温保存であったため、今回作った藁納豆より匂いがきつかったと予想できる。

### 実験 I

- ・冷蔵の方が匂わず、pH も低い。
- ・タレを入れている方がややにおわない傾向がある
- ・グラフより pH の値が大きくなると共に、感じる匂いも強いことが分かった。

### 実験 II

- ・加熱すると匂いが強くなった。
- ・大根おろしと食べると匂いが減った。
- ・お酢、梅、チーズ等の匂いが強いものと一緒に食べると納豆の匂いが減った。

## 8. 提案

企業の努力により、生産時に発生する匂いはかなり軽減されてきている。10度以下で保存することで過発酵を防ぎアンモニア臭が増加しにくくなるため、おいしく納豆を食べることができる。

アンモニアが発生してしまった場合は、中和して匂いを消すために、ポン酢や梅など酸性のものと共に食べるか、他のキムチやチーズなどにおいっつよい発酵食品と食べると匂いが和らぐ。付属でついているからしとタレも酸性であるためおすすめだ。

また、加熱すると匂いが気になるようになるうえ、ナットウキナーゼという身体に良い菌が死んでしまうため、そのまま食べるのがおすすめだ。

今後も、匂いと粘りという納豆の特徴をうまく残しつつ、よりおいしく納豆を食べていきたい。

## 9. ご協力いただいた企業様

タカノフーズ様 あづま食品様 ミツカン様 旭松食品様 コープ食品様

## 10. 引用・参考文献

- 1) <https://shirotofarm.hatenablog.com/entry/2014/11/28/020000>
- 2) なっとうの絵本 著:渡辺杉夫 出版:農山漁村文化協会 初版発行:2004年

# 大学入試における不等式の傾向と対策

— 相加相乗平均、コーシーシュワルツを用いて —

研究者 2年3組 岡田翔伍  
 2年3組 松林晟太  
 2年2組 和田力来  
 2年6組 橋詰航希

## 1. 研究目的

- 大学入試においての不等式の傾向を探り、そこから自分たちは大学入試に向けてどんな対策をしたらよいかを考える。また、この研究を通して数学への知識を蓄え、関心を深める。

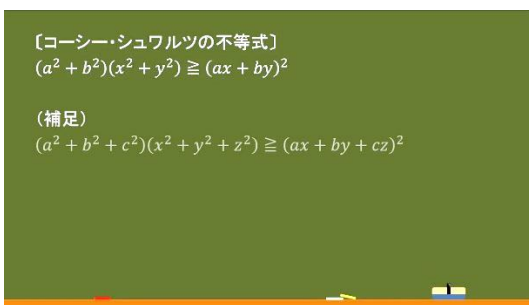
## 2. 研究方法、内容

- 過去の大学入試の二次試験に出題された不等式の問題を解く。
- 2016～2018年の様々な大学の二次試験の傾向を探る。
- 中間報告までは相加相乗平均を用いて解く問題を中心に研究を進めてきたが、それ以降はコーシーシュワルツを用いて解く問題を重点的に研究した。

### 相加相乗平均

$$\frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}$$

※ $a>0, b>0$   
 (等号成立は  $a=b$  のとき)



## 3. 傾向と分析

- 相加相乗平均を使って解く問題が多い。
  - ➡最小値を求める傾向にある
- 証明問題が多い
  - ➡説明力(語彙力)や根本的な問題への理解が必要である
- 変数が2つの時は相加相乗平均を用いて解き、3つの時はコーシーシュワルツを用いて解く傾向に

ある。

## 4. 例題

$X>0, Y>0, Z>0$  であるとき、  
 $(2/X+1/Y+1/Z)(X+2Y+4Z)$  の最小値を求めよ。

<解答>  $12+8\sqrt{2}$

<解説>

$$\begin{aligned} & (2/X+1/Y+1/Z)(X+2Y+4Z) \\ &= 2+4Y/X+8Z/X+X/Y+2+4Z/Y+X/Z+2Y/Z+4 \\ &= 8+(4Y/X+X/Y)+(4Z/Y+2Y/Z)+(8Z/X+X/Z) \end{aligned}$$

①

ここで、 $X>0, Y>0$  より  $4Y/X>0, X/Y>0$  なの

で 相加相乗平均の大小関係により、

$$4Y/X+X/Y \geq 2\sqrt{4\sqrt{Y}/\sqrt{X} \cdot \sqrt{X}/\sqrt{Y}} = 4 \quad \text{②}$$

等号が成り立つのは  $4Y/X=X/Y$  すなわち

$$X=2Y \text{ のときである。}$$

$Y>0, Z>0$  より  $4Z/Y>0, 2Y/Z>0$  であるから

$$4Z/Y+2Y/Z \geq 2\sqrt{4\sqrt{Z}/\sqrt{Y} \cdot \sqrt{2}\sqrt{Y}/\sqrt{Z}} = 4\sqrt{2}$$

③

等号が成り立つのは  $4Z/Y=2Y/Z$  すなわち

$$Y=\sqrt{2Z} \text{ のときである。}$$

$Z>0, X>0$  より  $8Z/X>0, X/Z>0$  であるから

$$8Z/X+X/Z \geq 2\sqrt{8\sqrt{Z}/\sqrt{X} \cdot \sqrt{X}/\sqrt{Z}} = 4\sqrt{2} \quad \text{④}$$

等号が成り立つのは  $8Z/X=X/Z$  すなわち

$$X=2\sqrt{2Z} \text{ のときである。}$$

る。

②、③、④の等号が同時に成り立つのは

$$X=2Y \text{ かつ } Y=\sqrt{2Z} \text{ かつ } X=2\sqrt{2Z} \text{ のとき}$$

き

すなわち  $X=2Y=2\sqrt{2Z}$  のときである。

よって、 $X=2Y=2\sqrt{2Z}$  のとき、①から

$$(2/X+1/Y+1/Z)(X+2Y+4Z)$$

$$\geq 8+4+4\sqrt{2}+4\sqrt{2}=12+8\sqrt{2}$$

したがって、求める最小値は  $12+8\sqrt{2}$

このように相加相乗平均を用いて求めることができる。しかし、変数が3つあるのでコーシーシュワルツの不等式に当てはめることで、より簡単に求めることができる。

<コーシーシュワルツを用いた別解>

$X > 0, Y > 0, Z > 0$  であるから、

コーシーシュワルツの不等式により

$$\{(\sqrt{2}/\sqrt{X})^2 + (\sqrt{1}/\sqrt{Y})^2 + (\sqrt{1}/\sqrt{Z})^2\} \cdot \{(\sqrt{X})^2 + (\sqrt{2}\sqrt{Y})^2 + (\sqrt{4}\sqrt{Z})^2\}$$

$$\geq (\sqrt{2}/\sqrt{X} \cdot \sqrt{X} + \sqrt{1}/\sqrt{Y} \cdot \sqrt{2}\sqrt{Y} + \sqrt{1}/\sqrt{Z} \cdot \sqrt{4Z})^2$$

$$\text{すなわち } (2/X + 1/Y + 1/Z)(X + 2Y + 4Z)$$

$$\geq (\sqrt{2} + \sqrt{2} + 2)^2$$

$$\text{よって } (2/X + 1/Y + 1/Z)(X + 2Y + 4Z) \geq 12 + 8\sqrt{2}$$

等号が成り立つのは

$$\sqrt{2}/\sqrt{X} : \sqrt{1}/\sqrt{Y} : \sqrt{1}/\sqrt{Z}$$

$$= \sqrt{X} : \sqrt{2}\sqrt{Y} : \sqrt{4}\sqrt{Z} \text{ のとき}$$

き

すなわち  $X = 2Y = 2\sqrt{2}Z$  のときである。

したがって、求める最小値は  $12 + 8\sqrt{2}$

↑のようにコーシーシュワルツを用いると、相加相乗平均を用いるよりも式が短くまとまり、計算も楽になるといえる。

## 5. 今後の課題

- ・公式や定理によって問題のパターンや解き方が異なるので、何の公式や定理を使えば良いのか判断を早くできるように問題を解きながら、模索していく。
- ・今回学んだ相加相乗平均やコーシーシュワルツだけでなく、使うと非常に楽になる公式や定理がまだ数多くあるのでそれらを調べる。
- ・今まで解いてきた問題は、ほとんどが基本問題であり、まだ応用問題を普通に解くことができていないので、一見相加相乗平均やコーシーシュワルツを使って解くとは思えない問題を、的確にすばやく解けるように追求していきたい。

## 6. 引用・参考文献

### 1) 受験のミカタ 相加相乗平均とは？

[https://www.google.co.jp/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiLlP2cwMPmAhWnw4sBHbNeCJIQjhx6BAgBEAI&url=https%3A%2F%2Fjuken-mikata.net%2Fhow-to%2Fmathematics%2Fadditive-geometric-mean.html&psig=A0vVaw1Tk39\\_2heQiCNL\\_qsvgw1R&ust=1576906389797372](https://www.google.co.jp/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiLlP2cwMPmAhWnw4sBHbNeCJIQjhx6BAgBEAI&url=https%3A%2F%2Fjuken-mikata.net%2Fhow-to%2Fmathematics%2Fadditive-geometric-mean.html&psig=A0vVaw1Tk39_2heQiCNL_qsvgw1R&ust=1576906389797372)

### 2) 高校数II コーシーシュワルツの不等式

<https://www.google.co.jp/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjhmfiOwMPmAhUQEYKHX6GDAMQjhx6BAgBEAI&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DDNYIL3gGYZiU&psig=A0vVaw0HYTD2Ceb7W3IqE0NK47bQ&ust=1576906361204919>

### 3) 2017年 大阪経済大学 入試問題より抜粋

# 分かりやすいグラフにするには

－縦軸と横軸の比率を適切にする－

研究者 2年6組 上野 雅弥

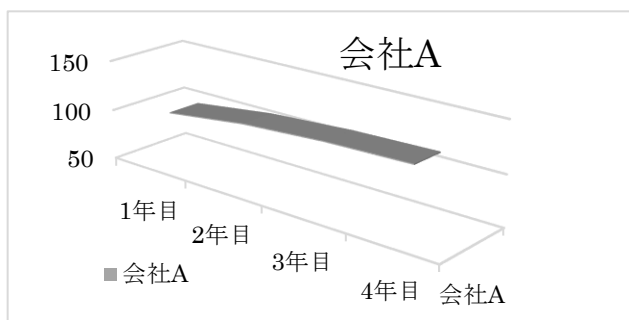
## 1. 研究目的

日々生活していると、テレビや新聞、インターネットなどで様々なグラフを目にする。そのグラフの中には、誤解を与えてしまうようなグラフもある。そのようなグラフを見たときに、どうすれば誤解を与えないグラフにできるのか、と思い研究した。

## 2. 先行研究の分析

### (1) 現状 1

例えば、ある会社の社員数のグラフを作り、どのように人数が変化しているかを調べたいとする。そのとき、グラフ1のようなものをよく見かける。

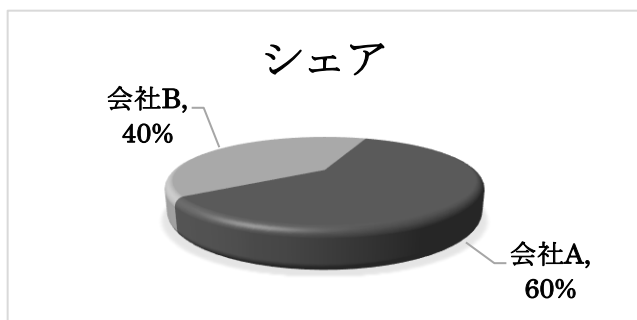


(グラフ1) 会社Aの社員数のグラフ

このようなグラフには、いくつかの問題がある。1つ目に、3Dにしてしまっている点。これでは、1年目よりも4年目の方が大きく見えてしまう。2つ目に、縦軸を0からではなく、50からにしてしまっている点だ。グラフの書き方としてはあっているが、省略しているので、省略しないグラフより増えているように感じられる。

### (2) 現状 2

また、ある会社A, Bの製品のシェアを表した円グラフを作るとする。すると、こんな円グラフを見たことはないだろうか。



(グラフ2) 会社A, Bのシェア率のグラフ

このグラフにも問題がある。1つ目に先ほどのグラフと同じように、3Dを使用している点。3Dで傾けることによって、手前にある会社Aの方が大きく見えてしまう。2つ目に、グラフの開始を12時からではなく少しずらして書いてある。そうすることによって、手前がさらに大きく強調されている。以上のような誤解を与えるグラフがある。

1) 2)

### 3. 先行研究にある対策

誤解を招くようなグラフ、統計のウソを見破る鍵は5つある。1つ目は、誰がそう言っているのか。そのグラフを書いた出所に注意する。それを調べるために、統計を少なくとも2度検討する必要がある。権威ある人がその話を全面的に支持しているか、と。2つ目に、どういう方法で分かったのか。調査方法に注意する。偏ったサンプルを使用していないかを見る。3つ目に、足りないデータはないか。隠されている資料に注意する。4つ目に、言っていることが違っていないか。元の数字と結論の間にすり替えが行われていないかに注意する。5つ目に、意味があるのか。どこがおかしくないか。全て仮定の話で、意味があるように見せかけていないか。以上のように言われている。3)

### 4. 提案

先行研究だけでなく、さらに身近な対策はないかと思い、アンケートを行った。このアンケートは、高校生約120人に送信し、48人の回答を得た。

#### (1) 内容

次の写真1を見せて、AからEのうち、全体の社員数の変化が、最も分かりやすいグラフとその理由、最も分かりにくいグラフとその理由を回答してもらった。Aが基準、Bが縦軸を、Cが横軸を、Dが縦軸と横軸の両方をそれぞれ変更し、Eを前年からの増加人数を棒グラフで表した。

#### (2) 予想

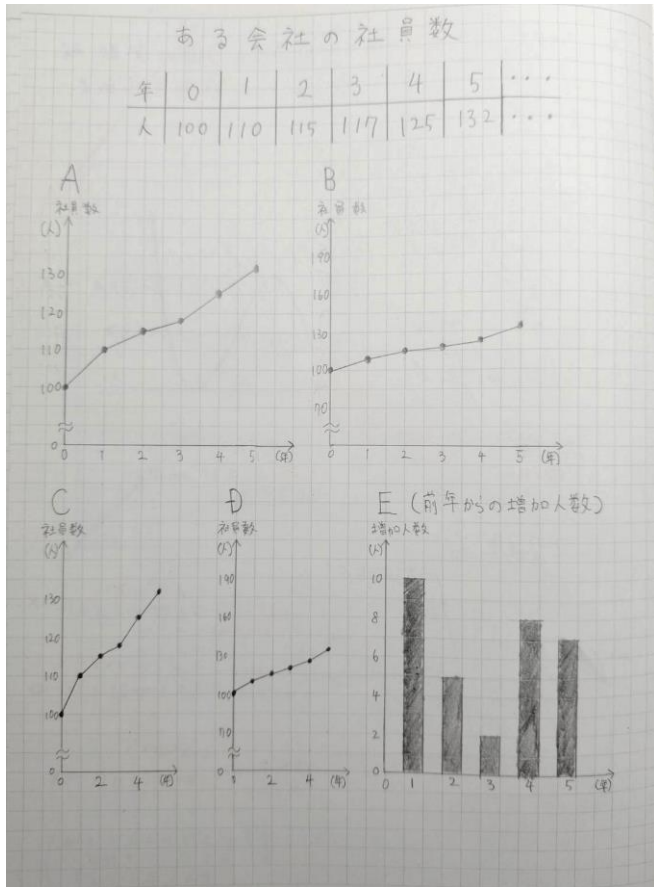
最も分かりやすいグラフ：A

目盛りの間隔が適切で変化が捉えやすいと思ったから。

**最も分かりにくいグラフ : E**

グラフが意味することが他のグラフと違い、全体の社員数が減っているように見えるから。

**(写真1) アンケートの表とグラフ**



**(3) アンケート結果**

選択肢	分かりやすいグラフ (人)	その割合 (%)	分かりにくいグラフ (人)	その割合 (%)
A	34	70.83	2	4.17
B	3	6.25	8	16.67
C	7	14.58	2	4.17
D	0	0.00	12	25.00
E	4	8.33	24	50.00

また理由として、縦軸と横軸の幅が適切で分かりやすい (A のグラフ)、大きくて見やすかった (C のグラフ)、前年からの増加人数だと全体の人数が分からない (E のグラフ)、グラフの傾きが少なく違いがはっきりしない (B のグラフ)、グラフの幅が狭くて見づらい (D のグラフ)、などがあった。

**(4) 考察**

上記の結果から A と C は最も分かりやすいグ

ラフとして回答されており、また最も分かりにくいグラフとしてはあまり回答されていない。よって、A と C は分かりやすいグラフと考えられる。また、D は分かりやすいグラフとして回答されておらず、分かりにくいグラフとして回答されているので、分かりにくいグラフと考えられる。E については表している内容が他のグラフとは異なっているので、単純に分かりにくいグラフとは言えないが、少なくとも全体の社員数を見るときには分かりにくいグラフといえる。したがって、縦軸と横軸の比率が分かりやすさに関係しており、先行研究より縦軸が主に関係していると感じた。

**(5) 提案**

グラフを作るときには、

- ア、伝えたい内容がきちんと伝わるか考える。
  - イ、縦軸と横軸の比率に気を付け、縦軸はなるべく省略しない。
  - ウ、3D は絶対に使用しない。
  - エ、グラフの開始をずらさない。
- 以上のことが非常に大切である。

**5. 今後の課題**

今回は、折れ線グラフ、円グラフ、棒グラフしか研究することができなかった。まだまだ世の中にはヒストグラムなど様々なグラフがあるので、そのグラフについても研究していきたい。また、今回の提案だけで本当に分かりやすいグラフになったのか検証ができていない。したがって、検証し、さらに分かりやすくするためにはどうすれば良いか考えていきたい。

**6. 引用・参考文献**

- 1) 数学ガールの秘密ノート/やさしい統計  
2016年11月7日発行 著者 結城 浩
- 2) <「錯覚立体円グラフに (さらに) データ配置マジック」が混ぜられた「Apple が見せた iPad シェア」>  
<http://www.hirax.net/diaryweb/2012/09/16.html>
- 3) 統計でウソをつく法 1968年7月24日発行  
著者 ダレル・ハフ 訳 高木 秀玄

# 食べ物に感情はある？

—食べ物に言葉や音楽を聞かせる—

研究者 2年2組07番 倉島悠月 2組25番 中村希  
2年5組15番 塩原麻那 5組21番 千野結美  
良い 悪い なし

## 1. 研究目的

人間に感情があるように、食べ物にも感情があると考え、言葉や音楽を聴かせて腐り方に違いがあるか調べるため。



## 2. その原因・現状

### (1) (原因・現状1)

『研究方法』キウイ、りんご、ご飯、トマト

・・・言葉をかける。(良い言葉、悪い言葉、何もかけない)

パン、オレンジ、二十日大根

・・・音楽をかける(クラシック、ロック、何も聞かせない)

朝と夜の1日2回5分間、約1か月行って変化を調べた。

実験結果

ごはん

良い 悪い なし



オレンジ

クラシック ロック なし



食パン

クラシック ロック なし



りんご

### (2) (原因・現状2)

信濃ワインさんで音楽を聴かせて熟成させているワインがあることを知り、インタビューしてきました。

Qなぜ音楽を聞かせるのですか？

- ・病気に良いから。
- ・作業効率があがるから。(普通なら3%位不良品が出るが、音楽を聞かせることで1%位に減る。)

Qなぜクラシックなのですか？

- ・クラシックの音楽の波調が、森のそよ風や川のせせらぎの波調と同じでリラックス効果が出る。
- ・聞かせるとまるやかになる(時間をかけてゆっくり熟成させるのと同じ効果がある。)

Q作り始めようとしたきっかけは何ですか？

- ・入社してすすめられた講演会に行ったときに「仕事を頼むときに断られることが多かったが、クラシックを流してお願いすると絶対に断られなかった。」という話を聞いてから。

Qこれからやってみたいことはありますか？

- まだ問題点もあるが、ブドウ畑に音楽を聞かせて育てたい。

## 3. 既存の提案

プラス言葉をかけたものとマイナス言葉をかけたものとは腐り方に違いが見られる。また、いくつかの企業では、食べ物に音楽を聴かせていて味に何らかの関係がある。

## 4. 自分の提案

### (1) 提案 1

- ・信濃ワインさんの話にもあったように、クラシックが早くカビが生え始めたのはリラックス効果を与え、熟成を促進したためだと考えた。
- ・何の音楽も聞かせなかった食べ物の見た目が一番悪くなったのは、食べ物にも感情があり、無視されるのが一番嫌だという感情が見た目に表示されたのだと思う。
- ・いい言葉をかけたもののほうが悪い言葉をかけたものやなにもしなかったものより腐ったのは、食べ物に感情があったためだと考えた。

### (2) 提案 2

インターネットより抜粋

研究方法①・生卵にいい言葉と悪い言葉で話しかける。

- ・いい言葉には、「ありがとう、大好き、嬉しい」で、悪い言葉には、「面倒くさい、うざい、鬱陶しい」とかける。
- ・1日1~2回行う。
- ・期間は24日。

3日目



- ・悪い言葉を浴びせた5秒後に音をたてるように、黄味が、パーンと弾けた。
- ・いい言葉は変化なし。

20日目



- ・悪い言葉は黒いカビが生え、下水のにおいのような悪臭がした。
- ・いい言葉には、緑のカビが生えたが、食欲をそそるような、いい匂いがした。

24日目



- ・悪い言葉には分厚い黒カビが生え、目が痛くなるほどの悪臭がした。
- ・いい言葉には黄カビに覆われたが、20日目と同様に食欲をそそるようないい匂いがした。

研究方法②・食パンにいい言葉と悪い言葉をかける。

- ・いい言葉には「幸せ、ついてる、ならでできる」で、悪い言葉には、「心配だわ、ついてない、無理」とかける。
- ・ジップロックで完全に密閉する。

18日目



- ・悪い言葉の方にだけ、カビが広がった。
- ・いい言葉の方はまだ食べられそうな感じがする。

24日目



- ・悪い言葉の方(左)は、完全にカビに覆われた。
- ・いい言葉の方(右)は、右下にほんの少しだけカビが生えた。

## 5. 今後の課題

実験の試料が少なく、正しい結果が得られなかったという反省点を元に、試料を増やして上記の方法で音楽を聞かせる実験を行ったが、腐り方に特徴は現れなかった。一回目は夏、二回目は冬に行ったという環境の違いの為か、音楽や言葉が音楽と関係していない為か上手くいかなかったことへの追及が必要であると感じた。また、音楽がどのように食品に届いているかも調べてみたいと思う。

## 6. 引用・参考文献

- 1) <https://pandaondo.org/%E5%BF%83/%E8%A8%80%E9%9C%8A%E3%81%AE%E5%8A%9B/>



# 一重山の蝶

— 50年の時を越えた境内の自然 —

研究者 2年3組20番 武井大和

2年4組08番 五井野響太郎

## 1. 『自然研究』と研究動機

『自然研究』は屋代高校生物班の会報である。私は、近所に住む昆虫好きの方から1961年と1964年の『自然研究』を譲り受けた。そのうち1961年の方に「更埴市産蝶類採集報告」が収録されていた。これは1961年の学生が1958年から1961年までの3年間、更埴市（現在の千曲市）の三滝、境内山、有明山～一重山で採集した蝶のリストである。さらにその後1963年まで加筆され、全体で8科90種が記録されている。また、1964年の方には当時の採集日記のようなものがあり、放課後に昆虫採集していたことがわかった。

これらの情報をもとに、1963年と2019年、55年間で千曲市の自然がどのように変化したか知りたくなり、今回は一重山を調査した。



図1 自然研究

## 2. 一重山と先行調査

一重山は長野県千曲市屋代に位置し、屋代駅のすぐ東にある。標高は455mの小高い丘のような場所である。山の北側に矢代神社、南側の山頂に屋代城跡があり、登山道はそれらをつなぐように1本だけ通っている。山全体で傾斜が強く、場所によっては45°になる。山全体が主にクヌギとカシワでおおわれている。また、近くにある森将軍塚古墳の盛り土として中腹は標高10m程削られている。削られた範囲はほとんどがニワウルシでおおわれている。

「更埴市産蝶類採集報告」によると、一重山には落葉広葉樹を食樹とするシジミチョウ類、通称ゼフィルスが多く生息していた。そのほかに、エノキを食樹とするタテハチョウ類なども多く採集されていた。また、「更埴市産蝶類採集報告」のほかに一重山で十分な調査が行われた記録は見つからなかった。

## 3. 調査方法

調査は晴天の日の放課後、山を縦断し自分よりも前にいる蝶を記録するトランセクト調査と、休日の午前8時から午後4時までを通して矢代神社と山頂のどちらかで1時間ごとに蝶を記録する定点観測の2種類を行った。安全確保と予備の記録係として屋代高校写真班の武井大和さんが同行し、2名で調査した。種類の同定は目視で行い、それが難しければ写真撮影、ないしは捕獲した。

## 4. 調査結果

2019年4月28日から同年11月17日まで25回の調査を行い、全体で7科39種の蝶を記録した。「更埴市産蝶類採集報告」によると、1958年から1963年までの一重山では7科59種が記録されていたので、それと比べると少ない(図2)。だが、今回の調査では1963年までに記録されていなかった3種類が記録された。

ツマグロヒョウモンは近年、日本全国で分布が北上しているために今回の調査で記録された。

テングチョウは1999年の分布が長野県の北側に伸びておらず、それ以前の1963年までは千曲市でも個体数が少なかったのではないかと考えた。

しかし、ジョウザンミドリシジミについては1963年までに記録されていても不思議ではなく、なぜ記録されていないのかはわからなかった。

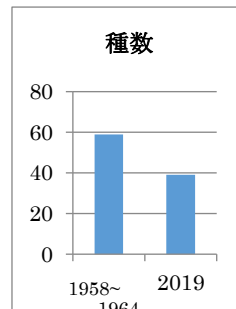


図2 記録種数の比較

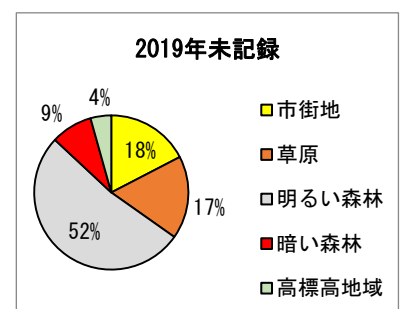


図3 未記録種の生息環境割合

## 5. 考察

今回の調査では「更埴市産蝶類採集報告」にあった蝶のうち、20種の蝶を見つけることができなかった。これらの蝶について、『長野県産チョウ類動態区鑑』を参考に大まかな生息環境別のグラフにした。(図3) この明るい森林に生息する蝶というのは、一重山の特徴でもあったミドリシジミ亜科である。『更埴市産蝶類採集報告』によると、一重山におけるミドリシジミ亜科の種数は図4のようになっていることが分かった。私はこの結果を見て、2019年のミドリシジミ亜科はどこで記録されているのかに着目した。図5は2019年にミドリシジミ亜科が記録された地点である。これによるとミドリシジミ亜科は南に行くにつれて標高が高くなり、また傾斜45°にもなる。そして特に南側では倒木や立ち枯れが多く、枯れた樹木がミドリシジミ亜科

の発生に関係しているのではないかと

1958~1964年に記録された ミドリシジミ亜科 アカシジミ ウラミアアカシジミ ムモンアカシジミ ミズイロオナガシジミ ダイセンシジミ オオミドリシジミ エゾミドリシジミ ハヤシミドリシジミ クロミドリシジミ カラスシジミ	➔	2019年4月から11月まで 確認されたミドリシジミ亜科 アカシジミ  ムモンアカシジミ ミズイロオナガシジミ ウラムスジシジミ  ハヤシミドリシジミ  ジョウザンミドリシジミ
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

図4 一重山で得られたミドリシジミ亜科の比較

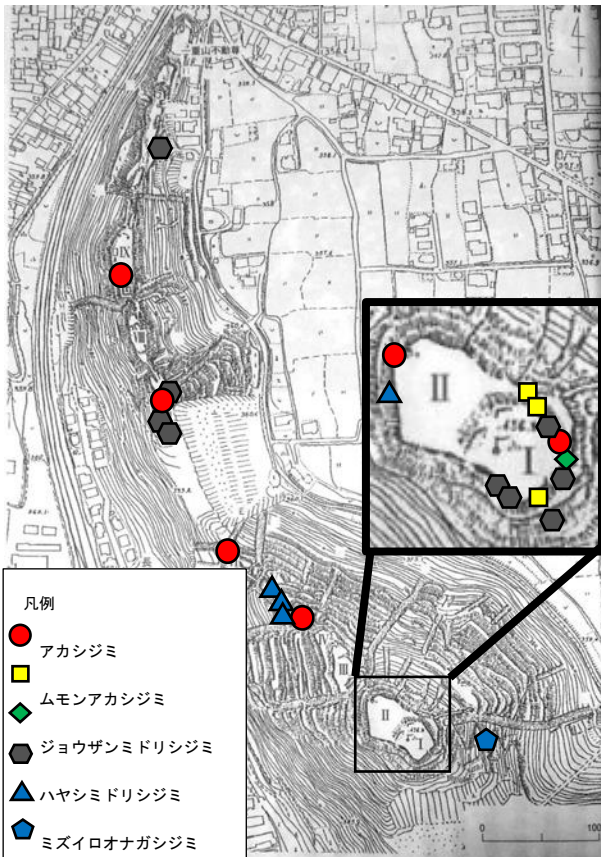


図5 一重山地形図とミドリシジミ亜科の記録場所  
地形図は『屋代城跡範囲確認調査報告書』から引用

また、これは蝶ではないが、一重山ではヤマトタマムシが非常に多く生息している。ヤマトタマムシの幼虫は枯れたエノキを食べて育ち、成虫はハルニレなどの葉を食べて生活する。一重山の南側の登山道をふさぐように倒れていたエノキから、ヤマトタマムシの残骸が出てきた。同じ南側にある山頂では、8月になると大量のヤマトタマムシが飛び、多いときには10匹以上が同時に飛翔している様子が観察された。

以上のことから、一重山では倒木は昆虫が育つうえで重要な環境であると考えた。まず、一重山の急な斜面に生える樹木が倒れることで小規模ながらゼフィルスや森林性の蝶が好む環境が生まれる。具体的には林床に日が当ることによって幼木が育ったり、張り出した明るい樹冠が形成されたりするなどである。

このような環境は一重山の傾斜の影響で強風が吹くたびに形成され、この小さな環境を利用してミドリシジミ亜科は細々と生息していたのではないかと考えた。そして、この時倒れた樹木にタマムシやほかの昆虫が集まり、蝶以外の昆虫も多いのではないかと。

## 6. 今後の課題

今回の調査で新しい課題が次々と出てきた。これらの課題は決して蝶の分野にとどまらず、多様な視点から考える必要がある。

- 1, ジョウザンミドリシジミはなぜ1963年にいなかったのか。
- 2, 一重山のハヤシミドリシジミはなぜ産卵密度がほかの生息地より著しく低いのか。
- 3, カシワを食樹とするミドリシジミ亜科はなぜ少ないのか。
- 4, 一重山で多くみられるオサムシやタマムシ、カミキリムシなどの調査。
- 5, ニホンカモシカの行動や、それによる被害について。
- 6, 一重山の植生と倒木について。
- 7, 削られた範囲の植生と相違点について。

生物の研究は1年で結果が出るものではない。同じ調査を何年も続けて、記録を蓄積して初めて変化がわかるものである。今後も一重山で調査を続けていきたいが、自分一人で続けることには限界がある。この記録を理化班に残すことでまた次の50年間で変化が見えればよい。

## 7. 謝辞

今回の調査において多くの方にご協力いただきました。調査方法及び同定指導：井出勝久先生、金子順一郎先生、長岡勝先生。調査同行や写真提供：屋代高校写真班。そして何より、今回の調査のきっかけをくださった土屋長久先生とそのご家族に深く御礼申し上げます。

## 8. 典拠・引用・参考文献

- 1) 自然研究(1961, 1964)屋代高等学校生物班
- 2) 長野県産チョウ類動態図鑑(1999)信州昆虫学会
- 3) 千曲市版レッドデータブック(2011)千曲市
- 4) 屋代城跡範囲確認調査報告書(1995)更埴市教育委員会

# 野菜を再生する

—使わなくなった部分を捨てないで—

研究者 2年1組17番 小坂優佳  
2年1組25番 松岡春佳

## 1. 研究目的（問題意識）

普段家庭などで捨ててしまっている野菜の芯やカスなどから野菜等が再生して食べることができればゴミや食べ物の無駄を減らすことができると思ったから。

## 2. その原因・現状（先行研究の分析）

### (1) (原因・現状1)

今世界の食品排気量は年間13億トンあり、人の消費のために生産された食料のおよそ3分の1を廃棄するという現状がある。日本人は毎年750万人の食事を一年間賄えるほどの食品廃棄を、世界全体では84兆円(日本の国家予算は100兆円)の損害を出し続けている。食品廃棄は世界の森林破壊や限りある水資源の枯渇にもつながっており、今は世界的な問題となっている。

### (2) (原因・現状2)

野菜には根や芯、土に接している部分など普段家庭でも切り落として捨ててしまう部分が多くある。下の表の通り枝豆など50パーセント、半分も捨ててしまう野菜も少なくない。普段捨ててしまう野菜の芯やカスを水に差しておくなどして再生することをリボンベジタブルという。普段家庭にあるものなので気軽に始められる。

野菜廃棄率

ネギ	キャベツ	ニンジン	枝豆	大根	ピーマン	玉ネギ
40	15	10	50	15	15	6

## 3. 実験方法

普段は捨ててしまう野菜の部位を集める  
切口を水に5センチほどつけて二週間ほど置いて

おき観察する

毎日夜7時に水を替え写真を撮る

## 4. 実験結果

### (1)キャベツ(芯)

根が出てきて新しい葉っぱもたくさん出できた。



### (2)ニンジン(葉を切り取った上の部分)

水に入れていたやつは腐ってしまったが、冷蔵庫に入れていたものから芽が伸びていた。



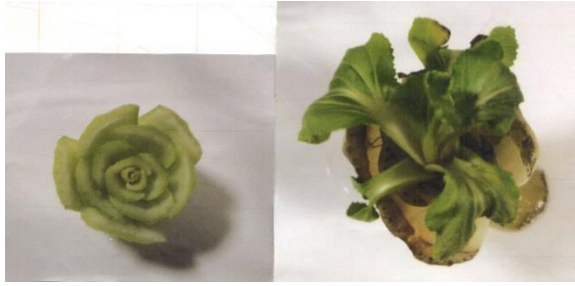
### (3)ニンニク(全部)

薄く緑色の芽のようなものがうっすら見え始めました。



### (4)チンゲンサイ(葉のついていない根)

中心から大きく葉が出てきた。



(5) 大根(葉を切り取った上の部分)  
中心から大きく葉が出てきた。



(6) 長芋(根)  
成長がなかった。



(7) パイナップル(へた)  
根が伸びてきた。



(8) アボカド(種)  
少しひびが入った。



#### 4. 実験結果

1. キャベツ、チンゲンサイ、大根、にんじん  
比較的成長が早く味も普段と変わらないように感じ、リボンベジタブルに向いていると思った。
2. アボカド、にんにく  
成長が遅くまた種を食べられるわけではないのでリボンベジタブルに向いていないと思った。
3. 長芋  
まったく成長しなかったため、リボンベジタブルに向いていないと思った。
4. パイナップル  
根が伸びてきたが、植えるには寒すぎる時期だったためできなかった。時間がかかるためリボンベジタブルに向いていないと思った。

#### 5. まとめ

キャベツやチンゲンサイなど比較的成長が早いものは葉菜類であった。葉菜類は全体的に大きくなるため栄養価が高いことが成長が早い理由だと考えた。野菜によって成長速度が大きく異なっているのは野菜そのものが持っている栄養価や成長力がかかわっていることが分かった。また、ただ水につけているだけでは育たないものもあり室温なども関係していると考えた。

#### 6. 今後の課題

野菜の種類によっての成長速度の差や水に入れただけでは腐ってしまう野菜の種類や原因を調べたいと思った。

#### 7. 引用・参考文献

- 1) <https://www.alic.go.jp>
- 2) <https://www.caa.go.jp>
- 3) <https://www.yasainavi.com>

# 淡水生物の生態系についての考察

— 腐葉土を使って長時間の放置を行う —

研究者 2年2組20番 田中航輝  
2年2組23番 中澤勇吾  
2年3組30番 西村直紘

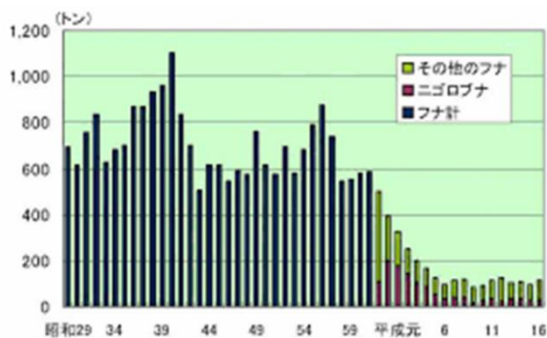
## 1. 研究目的

近年、在来種がその個体数を減らしていることに  
対し日本でとられている主な対策は外来生物の防除  
くらいである。しかしその対策に対しあまりに短絡  
的だと感じよりよい対処法があるのではないかと思  
い、研究をしようと思った。

## 2. その原因・現状（先行研究の分析）

### (1)（原因・考察1）

1970年ごろに外来魚による被害が問題視されるよ  
うになり、1983年にはほぼ全ての都府県で外来魚の  
生息が確認された。だが、在来魚の減少が顕著にな  
ったのは1989年ごろからであり、外来魚への対策は  
1970年ごろから始まっているため、生態系の変化が  
起こった原因は、外来魚のせいのみとは考えにくい。  
そこで、在来魚の個体数減少の原因はほかにあるの  
ではないかと考えた。



在来魚の数の変位

### (2)（原因・考察2）

日本では戦後に圃場整備がなされこれによって在  
来魚の餌や産卵場所が減り、生息環境が悪化したこ  
とが最大の原因ではないかと考えた。

### (3)（原因・考察3）

外来種を駆除するというのは、あまりにも短絡的  
な解決方法ではあるが確かに在来の保存は優先する  
ならば、駆除という選択も考えられる。しかしながら  
在来種のみ環境に戻ったところでむしろ生態系の

縮小などの悪影響が生じると考えられる。悪影響の  
起こったケースを2つ上げる

セイタカアワダチソウの例：過去に非人為的  
に入って来て繁栄し問題となったものの現在は  
衰退傾向にある（これは陸上のことではあるが  
水中ではオオカナダモが同様のケース）

鹿の例：日本での狼絶滅により天敵のいなくな  
ったシカがその数を増やしすぎているために  
自然が破壊されている

これらの例から、外来種問題はあくまで人間の  
視点からの判断であって、その環境に生息し  
ている生体、植生などを総合的に見ると、これ  
らの対策は全く意味がないと考えた。

（上記2つの例は淡水生物の話ではないが、同  
様のケースは淡水生物の生態系でも確認されて  
いる）

## 3. 現在取られている対策:防除

環境省 HP より、「外来種被害予防三原則」

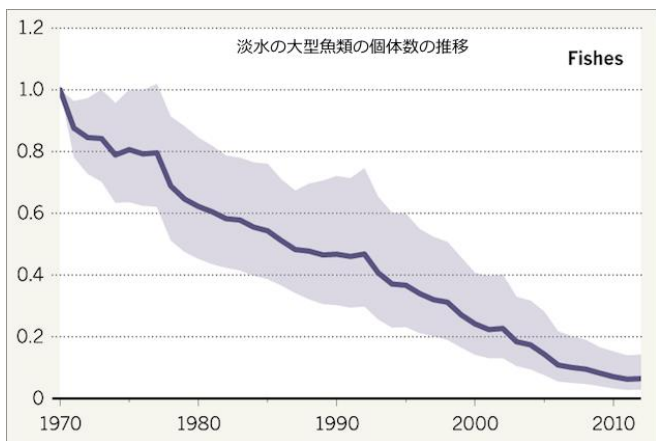
1. 生態系等への悪影響を及ぼすかもしれ  
ない外来種はむやみに非自然分布域に  
「**入れない**」ことがまず重要で、
2. もし、すでに非自然分布域に入ってお  
り、飼っている外来種がいる場合は野  
外に出さないために絶対に「**捨てな  
い**」ことが必要で、
3. 野外で外来種が繁殖してしまっている  
場合には、少なくともそれ以上「**拡げ  
ない**」ことが大切。  
⇒この原則にしたがって、国や自治体  
は外来種の防除を行っている。

## 4. 自分の提案

### (1) 提案1

→ 捕食者となる生物も保護する

今の日本の対策は捕食者になる外来生物を駆除する傾向にある。しかし外来種を駆除するというのは、在来種のみを擁護したあまりにも短絡的な解決方法である。ブラックバスの例（原因考察1）からもわかる様に、生態系問題が外来種のせいのみで起きているとは考え難く、人間による生息環境の変化が原因と考えられる。外来魚が入ってくる前の環境に戻しても効果が出るとは考えにくく、逆に人間が関与することによって新たな問題が生じる。



上記の図は科学誌 "nature" に掲載されていたものであるが、この図が示すように全世界での大型淡水魚類は 1970 年時から現在までのこの短期間に 90% 以上も個体数を減らしている。これは、基本的に絶滅に向かっていることを示しているといえる。またこれらの減少の主な原因はやはり人間によるものであり、過剰な捕獲によるものだと考えられる。さらに、減少の原因として、世界中で増えている河川のせき止めが大きく関係している。河川のせき止めが、淡水大型動物種が産卵場へと赴くことや、えさ場へ到達することの障壁となっている。このような状況で外来種であるから、生態系の上位（食う側）であるから保護しないという姿勢である今の対策を見直し、食う側の保護の姿勢も取るべきであると提案する。

## (2) 提案 2

→生態系そのものではなく環境の整備を行う

原因考察 2 中の圃場整備, 提案 1 の文中, 提案 1 に

示した河川のせき止めは、いずれも私達には利益をもたらし、もはや以前のような環境を作ることは現実的に厳しいが、整備によって失われた産卵場所などの復活が最重要課題であると考えた。しかし現状の日本では圃場整備が行われた一因である\*日本住血吸虫の再発生の危険などから、直接的な対処は不可能であると考ええる。そこで、既存の取り組みとして新潟漁連が取り組んでいる植林活動がこちらの話に応用できると考えた。植林をすることでその土地が肥えて、河川や海と陸地とを循環する水も栄養が増し、それが次第に環境改善→個体数増加と、なることが見込めると考えた。そのため現在海を豊かにする取り組みとして行われている植林活動に力を入れるべきだと提案する。

## 5. 今後の課題

生態系の問題は水中に限ったことではないため研究に用いた資料も生物全体のものになってしまったものもあるがこのことは水中と陸上双方の生態系が無関係のようで実は深い関係を持っていることを示してくれているといえるだろう。この問題は人間の環境破壊による問題なのでこの環境問題に取り組むのが最優先であり我々はこれにどう向き合うのか考えるべきである。

\*日本住血吸虫…過去に地方病をもたらした寄生虫の総称

## 6. 引用・参考文献

- 1) <https://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/image/katu/h18-3-1.gif>
- 2) <http://www.city.okayama.jp/museum/tansuigyo/images/ecology.jpg>
- 3) <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/invasive.html#sec4>
- 4) <http://www.van-rai.net/nigyoren/raise.htm>

# 世界で最もふしぎな生物(ハエトリソウ)の生態に迫る

研究者 2年3組3番 大井真琴

2年5組5番 遠藤真子

## 1. 研究動機

生物の授業で、植物は光合成で得たエネルギーと根から吸収された養分、水分で成長していることを学んだ。しかし、栄養が乏しいやせた土地で生息している植物はどのようにエネルギーを得ているのだろうかと思い調べてみたところ、虫を食べることによってエネルギーを得ている植物(食虫植物)が生息していることを知り、その生態について調べてみたいと思った。

## 2. ハエトリソウとは



原産地 南北カロライナ州  
英名 Venus Flytrap  
(女神のハエ取り罠)  
花言葉 魔性の愛、嘘

昆虫などの獲物をおびき寄せて捕食し、溶かして消化で得た養分を吸収し、栄養を補い成長と繁栄に役立っている。

## 3. 事前学習

### ✓ Wikipedia から

ハエトリソウの葉の内部に 3 本ずつ対になっている感覚毛に獲物が触れることによって葉が閉じ獲物を捕らえる。

昆虫などの獲物が 2 回または 2 本以上の感覚毛に同時に触れると約 0.5 秒で葉を閉じる。

葉を閉じる刺激が 1 回ではなく 2 回なのは落ちてきた葉や雨が触れたときに起きる誤動作を防ぐためである。

### ✓ 先行研究(食虫植物ハエトリ草の感覚毛についての研究)から

虫を捕らえると逃げられないようにして虫をつぶし養分として吸収していく。もしもえさでないものを与えると 24 時間ほどで開いて出すなど非常に優れたつくりをもっている。

## 捕食時のようす



約 15 秒以内に 2 回感覚毛に刺激を与えると葉がゆっくりと閉じていく。



葉が閉じる速さには個体差があるが、約 0.5-1 秒かけて葉が閉じる。



葉が完全に閉じた様子。この後ふちのとげが離れて獲物の水分を絞り出し養分として吸収する。

## 4. 研究内容・方法

### I. 感覚毛と葉のつくりについて

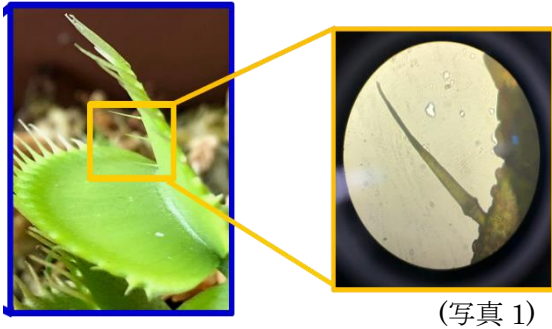
顕微鏡を用いて葉が開いているときと閉じているときの感覚毛、消化液が出てくる部分の変化を調べる。消化液の pH を調べ消化の方法を知る。

### II. 食べ物によって消化時間に差が出るのか

人間が取り過ぎると良くない脂質や塩分はハエトリソウにも良くないと仮定し、脂質や塩分の量によって消化時間に差が出るのか調べる。またハエトリソウが獲物ではないと判断するのはどのようなものか調べる。

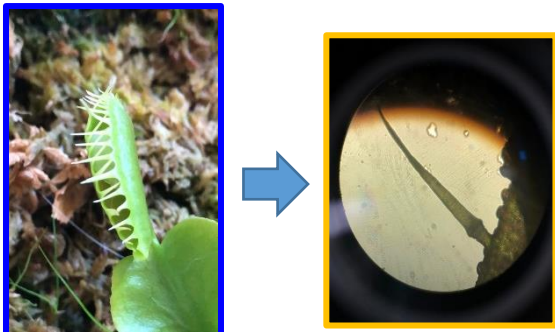
## 5. 研究結果(I)

- 感覚毛(葉が開いているとき)



(写真1)

- 感覚毛(葉が閉じているとき)



(写真2)



(写真3)

葉が開いているときと閉じているときとで違いはなかった。(写真1)(写真2)  
また、感覚毛に穴が開いているところがあった(写真3)が、そこから消化液が出ているのかは確認できなかった。

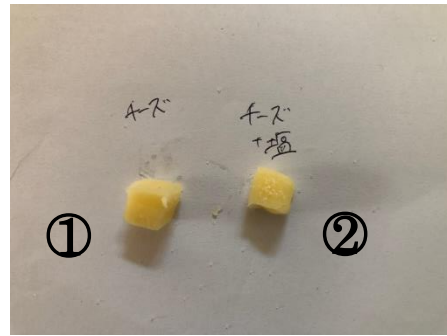
- 消化液のpH



ユニバーサル試験紙を用いたところ消化液のpHは4であることが分かった。この結果から、人間と同じように酸で獲物を溶かしていると考えることができる。

## 6. 研究結果(II)

### (1) 塩分による比較



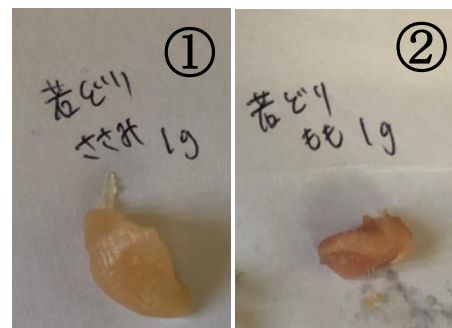
- ① ナチュラルチーズ(塩分 0.02 g)
- ② ナチュラルチーズ+塩(塩分 1.02 g)

- ① 3日目まで変化が無かったが4日目からだんだん黒ずんでいき8日目には黒くなり枯れてしまった。
- ② 1日目、2日目は1/4くらい黒くなり3日目には全体が黒くなり枯れてしまった。

#### 結果より

どちらも消化する前に枯れてしまった。食塩の量によって枯れる速度に違いが出ることがわかった。仮定のように食塩が多いほうがハエトリソウに負荷がかかることが分かった。

### (2) 脂質による比較



- ① 若どりささみ 1g (脂質 0.008 g)
- ② 若どりもも 1g (脂質 0.142 g)

- ① 2日目までは変化が無かったが3日目から毎日少しずつ黒くなり最終的に9日目に葉全体が茶色になりしおれた。



- ② 6日目まで変化が無かったが7日目から上のほうが黒くなったが10日目まで枯れなかった。

#### 結果より

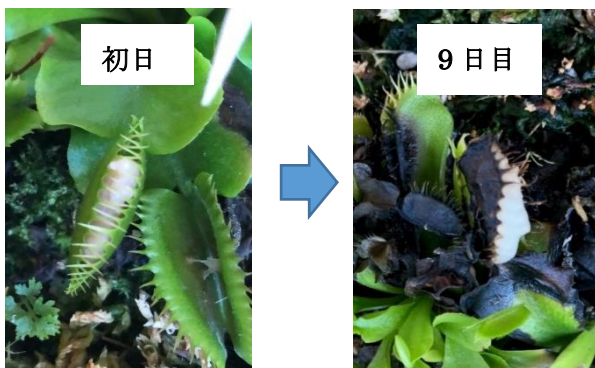
脂質が少ない方がハエトリソウにとって消化しやすいと考えたが結果として脂質が少ないささみよりも脂質が多いものの方が枯れるまでの時間が長いことから脂質が多い方がハエトリソウに負荷がかからないことがわかった。

- ③ 1日目葉が開いていた。その後、虫が入り再び葉が閉じた。  
④ 1日目葉が開いていた。その後、虫が入り再び葉が閉じた。

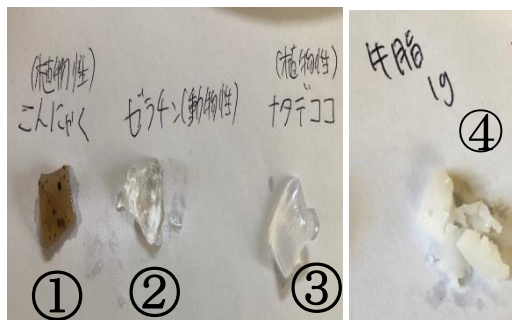
#### 結果より

こんにやくとゼラチンは消化が進んだが、ナタデココと牛脂は葉がひらいた。このことからこんにやくとゼラチンはハエトリソウに獲物として判断されナタデココと牛脂は獲物と判断されないことがわかった。

#### わかどりささみ捕食時の経過



#### (3)ハエトリソウが獲物と判断するものの比較



固さの違いや動植物の違いによってハエトリソウが何を獲物と見なすか調べる。

- ① こんにやく (植物性)
- ② ゼラチン (動物性)
- ③ ナタデココ (植物性)
- ④ 牛脂 (脂質 100%)

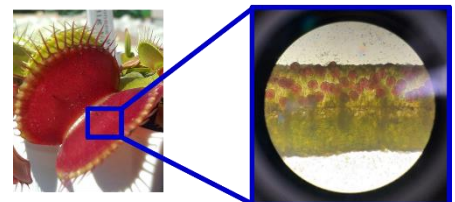
- ① 5日目まで変化なし。6日目に少し黄色くなり始め8日目に真っ黒になった。  
② 1日目には変化がなかったが2日目には少し黄色くなった。

#### 7. 考察

ハエトリソウの消化液は酸性であることがわかった。また塩分は多ければ多いほどハエトリソウの消化に負担がかかることがわかった。脂質については研究の回数が少なく正確な研究データがとれたのかわからないが、脂質が多いもの(多過ぎは例外)の方が負担がかからないことがわかった。

#### 8. 今後の課題

- 消化液が葉のどこから、どのタイミングで出てくるのかを調べたい。
- 個体差によって研究結果がかわってしまう場合があったので研究の回数を重ね、より正確な研究データを取りたい。
- 研究 I の際に見つけた光が当たると赤くなる細胞 (写真 4) について研究したい。



(写真 4)

- ハエトリソウ以外にもいろいろな方法で獲物を捕らえる食虫植物が生息しているので(写真 5)(写真 6)ほかの種類の食虫植物とハエトリソウの獲物の捕らえ方の違いや消化液の違い

いについても研究したい。

### ほかの食虫植物の例

#### ■ ウツボカズラ



(写真5)

袋に入った獲物をとらえる

#### ■ モウセンゴケ



(写真6)

葉に張り付いた獲物を捕らえる

## 9. 出典

- 1) <https://jungle-time.com/carnivorous-plants-917/>
- 2) <https://ja.wikipedia.org/wiki/ハエトリグサ>
- 3) <https://santa001.com/食虫植物ってなぜ虫を捕まえるの%EF%BC%9F-3643>
- 4) <http://gakusyu.shizuoka-c.ed.ip/science/ronnbunshu/052061.pdf>

# 生物学オリンピック予選で点を取るには

— 範囲を絞って確実に答える —

研究者 2年4組19番 田中颯登

## 1. 研究目的 (問題意識)

私がこのテーマを選んだ理由は2つある。1つ目は生物学オリンピックは大学入試で役に立つからだ。JBO(国際生物学オリンピック日本委員会)によると、大学のAO入試の際に、この結果が参考にされるそうだ。予選の段階でも好成績を残せば、それを参考にする大学もあるので私たち高校生が挑戦する価値は大いにあると考えた。2つ目は生物学オリンピックというものが面白そうだったからだ。1年で習った生物基礎にはない問題が多く出題され、生物について新たに多くのものが学べるだろうと考えた。

## 2. 現状

### (1) 生物学オリンピックについて

生物学オリンピックは予選と本選に分かれていて、本選には予選上位80人しか出られない。また予選上位5%(4000人中200位)には優秀賞、上位10%には優良賞がもらえる。目安として毎年だいたい60点以上で上位10%、65点で上位5%に入れる。

予選の問題は1問3~5点、計100点で約20問が出題される。また△で部分点もある。

### (2) 生物学オリンピックに向けての勉強

この研究を始めたのは5月ごろであり、生物学オリンピックの予選が行われたのは7月14日だった。この時、私はまだ生物基礎の範囲しか学んでいなかったのので、この短期間で生物全般について勉強するには時間が足りないと考え、範囲を絞って勉強することにした。過去問からよく出題される系統の問題を探し、予想問題を想定してその対策を中心に行うことにした。

## 3. 本番と結果

今回の目標として、わかりやすい成果が得られる上位10%、優良賞を目指すことにした。

過去問の予想にあたって、2009年から2018年の問題を、生物研究室からお借りした問題集や公式

サイト上に公開されているものを参考にした。

- ・予想問題の内容とその分野
- ・予想問題の類似問題が出題されたか
- ・その問題を正しく答えられたかをまとめたのが表1である。

表1 予想問題

分野	番号	内容	出題	正誤
遺伝	1	雌か雄か求める	無	
遺伝	2	伴性遺伝の表現型	有(3問)	○○×
遺伝	3	伴性遺伝の確率	無	
遺伝	4	ハーディーワインベルクの法則	無	
遺伝	5	組換え価の計算	無	
遺伝	6	遺伝子地図の穴埋め	無	
刺激と反応	7	ホルモンの働きと分泌	有(2問)	○○
刺激と反応	8	日長条件と発芽	無	
進化	9	系統樹の穴埋め	無	
生殖と発生	10	体細胞分裂	有(2問)	×△
生殖と発生	11	受粉の行程	有	×
生殖と発生	12	植物の成長	有(3問)	○○×
生殖と発生	13	ABCモデル	無	
生態系	14	分布の仕方	無	
生態系	15	個体群の成長	有	△
体液の恒常性	16	病原体に対して働く免疫	有	○
代謝	17	クエン酸回路の穴埋め	無	
分子生物	18	身の回りで使われる微生物の活動	有	△
分子生物	19	電気泳動	無	
分子生物	20	塩基対数の計算	無	

予想問題は、出題される問題とだいたい同じ数の20問設定した。それぞれ過去問から、続けて出されているタイプを見つけ、かつ直前の2018年の問題とは被らないようにと考えて作った。特に20番の「塩基対数の計算」は毎年だいたい1問目あたりに、9番の「系統樹の穴埋め」は一番最後に出題されていることが過去問から分かったので重点的に勉強した。また、17番の「クエン酸回路の穴埋め」は毎年何かしらの反応の過程の穴埋めが、18番の「身の回りの微生物の反応」は2016年~18年の問題で食べ物を作るときに使われる微生物の働きについての問題が出されたので、今回も出題されるだろうと予想した。その他は過去の頻出問題から、生物基礎の知識では解けなさそうな問題を選んだ。

実際の子選では全 23 問出題された。私の結果は 46 点/100 点、4954 人中 1252 位という結果に終わった。

#### 4. 考察

##### (1) 結果について

まず、予想的中率について 14 問が当てはまっていて、なかなか高いと思う。しかし、3 年間連続して出題されていて、出される期待度がとても高かった「塩基対数の計算」が出なかった事は驚いた。毎年なんらかの計算問題が最初の方に「出題されていたからだ。しかし、今年出なかったということは来年はほぼ確実に「出題されるとも考えられるので来年も対策は必要だと考えられる。

次に、予想通り出題された問題の正答率だが、○7 つ △3 つ ×4 つ というような感じになった。それに対し、予想が外れた問題の結果は ○4 つ △1 つ ×4 つ であった。これを比べると、予想して集中的に勉強したほうが、予想が当たった時の正答率を高くできると考えられる。なので範囲を絞って集中的に勉強するのは効果的であると思う。

最後に 1 つの予想問題が複数の実際に出題された問題と同系統の問題だったものについてだ。特に 2 番「伴性遺伝の表現型」と 12 番「植物の成長」は同系統の問題なのに複数出されている。このことから、これらの問題は対策することで何問も正解に繋がられて効率よく点を稼げる部分であると考えられる。

##### (2) 来年への対策

予想問題の的中や、出題された過去の問題の傾向から、来年対策すべき点をまとめた(表 2)

表 2 勉強すべき点

	出題された年(2015~19)
伴性遺伝の仕方	15,16,17,18,19
植物の成長の仕方	16,17, 18,19
系統図の作り方	15,16,17,18
個体群とは何か	15,17,18,19

このように選んだ基準として、

- ・考察したように1つ対策を行うことで複数の問題に答えられる
- ・ここ 5 年間で頻繁に出題されている
- ・来年の7月ごろまでに学校の授業で取り扱われない範囲である

とした。

この 4 つをしっかりと習得し、生物基礎や来年の開催時期までに習う生物の範囲を完璧に理解すれば高得点を目指せるようになるはずだ。

#### 5. 今後の課題

今回、目標を達成できずに終わった。しかし対策すべき点は多く見付き、効率的な点の取り方も見えてきた。また、次回まで時間はたくさんあるのでもっと色々対策もできる。なので来年はもっと高得点を目指して頑張っていきたい。

また、多くの人が生物学オリンピックを通して生物学への興味を持ってもらえるよう、さらに多くの対策法を考えていきたい。

#### 6. 引用・参考文献

- 1) 大森徹 (2015) 『大森徹の最強講義 117 講 生物』
- 2) 国際生物学オリンピック日本委員会 (2008) 『生物学オリンピック問題集』
- 3) <http://www.jbo-info.jp>
- 4) [http://www.jboinfo.jp/ibo/pdf\\_ibo/IBO\\_Guide\\_2014\\_J.pdf](http://www.jboinfo.jp/ibo/pdf_ibo/IBO_Guide_2014_J.pdf)



# 豆苗を繰り返し育てるには

—窒素をあげて根を洗うと3回以上収穫できる—

研究者 2年1組1番 青木璃衣菜

2年1組29番 仁科茉鈴

2年1組30番 柊津京花

## 1. 研究目的

豆苗は食べた後にも「再生栽培ができる」「経済的」ということで知られる野菜である。さらに栄養価も高い。あわよくば無限に何度も再生栽培して、食べ続けることはできないものかと考えた。調べたところ、再生栽培は2回が限界とされるらしいので、3回以上の収穫を目指すことにした。

## 2. 実験と結果

### (1) 実験Ⅰ ～一般的な再生栽培～

- ① 根元の近くにある小さい芽（脇芽）の上、豆から2cm位上の部分をカットする。
- ② 1日1～2回水を入れ替える。
- ③ 日当たりの良い室内に置く。
- ④ 水は上から直接かけずに横から豆にかからないくらい（\*豆まで水がかぶると豆が傷んで弱ってしまう）。
- ⑤ およそ7日で再収穫可能。



図1 初日の様子



図2 収穫日の様子

1週間経って2回目の収穫をした後、枯れてしまい、3回目の収穫は出来なかった。3回目の収穫ができなかったのは、水だけでは栄養が足りなかったからではないかと考えた。

### (2) 実験Ⅱ ～肥料を与えて再生栽培～

植物の成長を助ける液肥を与えることにした。用いたのは水で0.1%に薄めて使う家庭園芸用複合肥料「花工場（エード11号）」であり、微量元素欠乏地帯に適している（野菜は微量元素の吸収量

が多い）、速効性がある、などの特徴がある。

- ① スーパーで買った豆苗A、B、C、Dを用意する。それぞれ茎7cmを残して切る（これを収穫1回目とする）。
- ② パックに移して水400mlを根に与える。Aには液肥を4ml（1%）、Bには0.4ml（0.1%）、Cには0.04ml（0.01%）入れる。Dには液肥を入れない。
- ③ 日当たりや温度などの条件が同じ場所に置いて育てる。
- ④ 水は毎日減った分だけ加える。
- ⑤ 7日目に1度収穫を行い（これを収穫2回目とする）、収穫後に水を入れ替え、液肥も入れる。

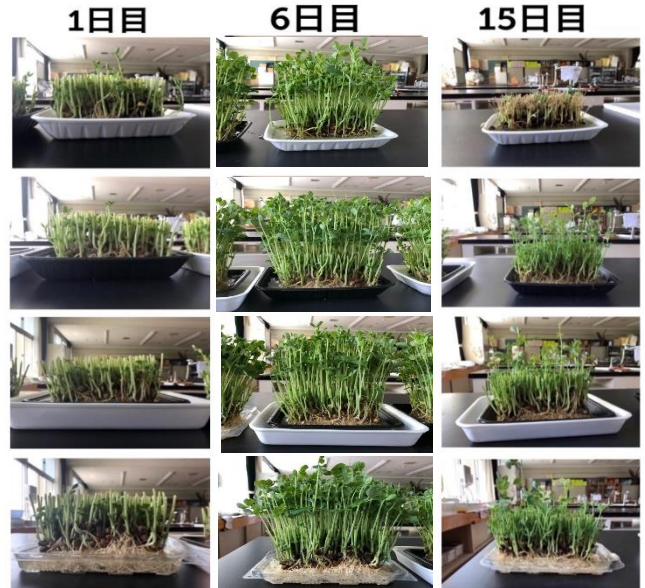


図3 実験②での豆苗の様子

収穫2回目まではAの育つスピードが他よりも少しだけ速かったが、他はあまり差がなかった。収穫2回目後は、Aが切った茎の断面から茶色く枯れていった。実験最終日の15日目（収穫2回目の8日後）の時点で、伸びた豆苗の本数やその長さにおいて一番育っていたのはB、次がC、そ

の次がD、最後がA（枯れた）の順であった。

表1 実験②の結果

	重さ(g)	長さ(cm)	茎の直径(mm)
収穫1回目		12	2.0
A	53	17	1.7
B	55	12	1.5
C	52	13	1.4
D	57	12	1.5

以上の結果から考えたことは、

- ・肥料が多ければ良いというわけではない（Aは枯れた）。
- ・水を足すより、全部入れ替えて、清潔さを保ったほうが良いのではないか。
- ・肥料を与えたほうがよく育つが、3回目の収穫ができるほどは育たない。

### (3) 実験Ⅲ

- ① 豆苗6つをa、b、c、d、e、fとする。
- ② a、dは液肥なしの水、b、eは液肥0.01%の水、c、fは液肥0.1%の水で育てる。水は毎日入れ替える。
- ③ 7日ごとに収穫を行う。
- ④ a、b、cは水を入れ替えるときに根を洗う。
- ⑤ d、e、fは収穫の際に茎の脇芽の1cm上を切る。

表2 実験③の重さ(g)の結果

	2回目	3回目	4回目
a	46.20	14.89	2.58
b	44.32	16.66	2.04
c	46.22	21.19	4.98
d	41.58	17.68	1.00
e	45.21	17.91	×
f	42.45	18.68	×

切り方を変えたe、fは、収穫3回目の後に枯れてしまった。根を洗ったa、b、cの中で、収穫3回目、4回目の時に一番よく育っていたのは、適量の液肥で育てたcだった。

### 3. 考察と提案

今回の研究から、豆苗を繰り返し育てるために提案することは以下の2つだ。

#### (1) 窒素を含む液肥を適量与える

実験Ⅱ・Ⅲより適量の液肥を入れたものが全体的によく育った。液肥に含まれている窒素が葉や根の成長を促進したと考えられる。液肥なしでは栄養不足である一方で、液肥が多すぎても成長が抑制された。これは浸透圧の関係により根が水分を十分に吸収できなかったのではないか。

#### (2) 毎日水を入れ替え、根を清潔に保つ

実験Ⅲにおいて毎日豆苗の根を洗ったものは、繰り返し4回収穫することができた。水を入れ替えることによって、菌（カビ）や細菌の発生を抑え、根が腐ることを防げたのではないか。

### 4. 今後の課題

実験Ⅲで4回目の収穫の時にカビが発生していたので、もっと徹底的にカビの対策をする。

### 5. 引用・参考文献

- 1) 「肥料便覧」第六版 塩崎 尚郎
- 2) 「新植物栄養・肥料学」 米山 忠克