

# 位置エネルギーを用いた発電及び蓄電の検討

神奈川県立厚木高等学校

2年C組 1班(α)

## 1.背景

近年環境を汚さない発電方法として再生可能エネルギーによる発電方法が用いられるようになってきている。しかし風力発電や太陽光発電などは天候などの影響を受け、安定して発電することができないことが課題として挙げられる。そこで私達は自動販売機やゴミ箱など身近なものにおいて、物を落とすことにより発生する位置エネルギーに注目した。このような身近なもので発電が可能になれば未利用のエネルギーを活用することにつながる。位置エネルギーを用いた発電ができれば、今後のエネルギー活用に貢献できるのではないかと考えた。

## 2.目的

位置エネルギーを用いた発電、蓄電方法を確立しエコな発電に貢献する。今回は自動販売機を一回動かす分の電気を溜めることを目標とした。

## 3.仮説

### (1)先行研究

#### 下記の参考文献[1]より

理想的なコイルの電圧は約11 V、電流は約0.24 A。また今回の実験ではこの実験で用いていた500巻コイルを参考にした。

#### [3]より

自動販売機内の通路には図のように缶やペットボトルが詰まっており、バンドメカと呼ばれる装置が1回動くにつき1本のみ排出される。

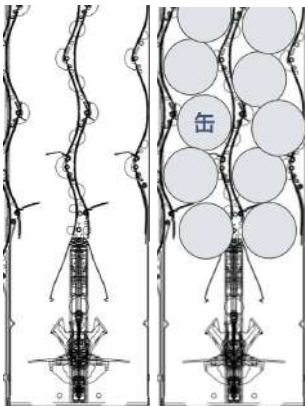


図1:自動販売機の内部構造

#### [4]より

受賞していたバンドメカが25 V駆動だったため、今回はこのバンドメカを動かすと仮定して実験を行った。

### (2)仮説

位置エネルギーを利用して電磁誘導を起こすことで発電することができる。

また、発電した電気を蓄電し、自動販売機を動かせる分の電気を放電することができる。

## 4.方法

## (1)実験材料

### [コイルの製作]

塩化ビニルパイプ(長さ8.3 cm、外径3.1 cm、内径2.6 cm)4つ

エナメル線(太さ0.5 mm)

巻線機

塩ビパイプカッター

ドリル

### [装置の製作]

アカマツの板(縦29.8 cm、横14.6 cm、厚さ1.5 cm)

木の棒(太)( $\phi$  2.0 cm、長さ40 cm)

木の棒(細)( $\phi$  1.0 cm、長さ30 cm)

バネ(ばね定数0.231 N/mm、自由長150 mm)

磁石(外径15 mm、内径10 mm、高さ5 mm、吸着力40.4 N)

のこぎり

接着剤

## (2)手順

### [1]コイルの作製

- ① 塩ビパイプを長さ8.3 cmにカットし、両端にドリルで半径0.4 cmの穴を開ける。
- ② 巻線機に①のコイルを固定しエナメル線を500回巻き付ける。
- ③ 巻き付けたエナメル線を①の穴で固定する。
- ④ 同様にして4本のコイルを作る。
- ⑤ 1000巻のコイルを作る。



図2:穴を開けた塩ビパイプ

図3:500巻コイル

図4:1000巻コイル

### [2]装置の作成 (赤松板2枚を装置全体の土台とペットボトルが落ちる面とする。)

- ① 下板と棒(細)4本と棒(太)2本を接着剤で固定する。
- ② 各棒(細)にバネを通す。  
→棒がバネの支えになる。
- ③ 棒(細)をのこぎり高さ2.5 cmにカットし下板に固定する。
- ④ コイルを③の棒にはめる。

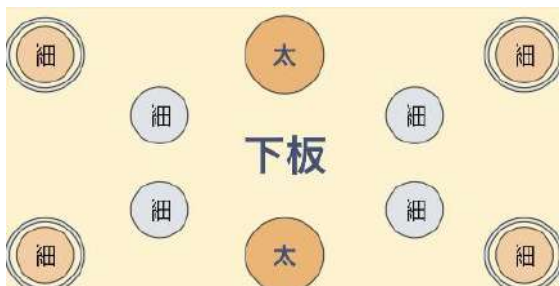


図5:下板のイメージ図

図6:完成した下板

- ⑤ 上板の4箇所と2箇所にそれぞれ半径1.2 cm、2.2 cmの穴を開ける。

⑥5.0 cmにカットした棒(細)に磁石を6 つはめ込み、4 箇所取り付ける。

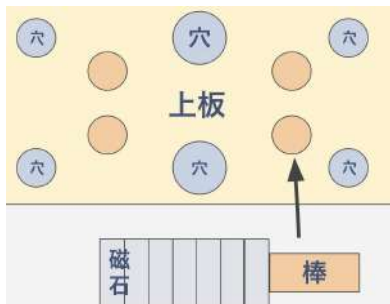


図7:上板イメージ図

図8:完成した上板

⑦下板に接着した棒が穴を通るように上板を被せる。



図9:完成した装置

図10:装置の作動時の様子

- ①作成したコイルの電流の向きを電流計を用いて確認する。
- ②並列の回路となるよう4 つのコイルをワニロクリップで接続する。
- ③電流計とワニロクリップを接続する。
- ④装置を作動させ値の変動を読み取る。
- ⑤磁石の個数やコイルの組み合わせを変化させ同様に繰り返す。  
→個数を各3 つから6 つに増やす。
- ⑥コイル4 つ中1 つを1000 巻コイルに変え同様に行う。

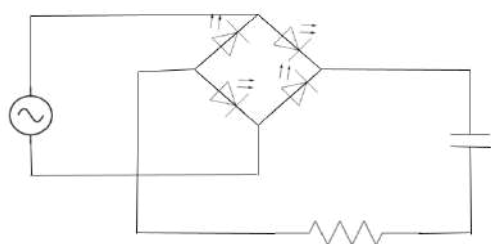


図11:蓄電用回路

[回路]

まず、図11の回路を用意する。

今回はこの回路が動くかどうかを確認するために、回路の電源部分に装置を繋げる前に1.5 Vの単一電池を直列に繋いで実験をした。

- ①赤色の発光ダイオード4 個、330  $\Omega$ の抵抗を図11のように繋げる。
- ②1 Fのコンデンサを繋げる。

- ③電気を1分間流す。
  - ④コンデンサを電流計に繋げ電流量を計測する。
  - ⑤コンデンサの蓄えられた電氣量がないことを確認して、回路にコンデンサを繋ぐ。
  - ⑥電気を2分間流す。
  - ⑦コンデンサを電流計に繋げ電流量を計測する。
  - ⑧コンデンサの蓄えられた電氣量がないことを確認して、回路にコンデンサを繋ぐ。
  - ⑨電気を3分間流す。
  - ⑩コンデンサを電流計に繋げ電流量を計測する。
- 蓄電が確認されたら、装置でこれと同様の実験を行う。

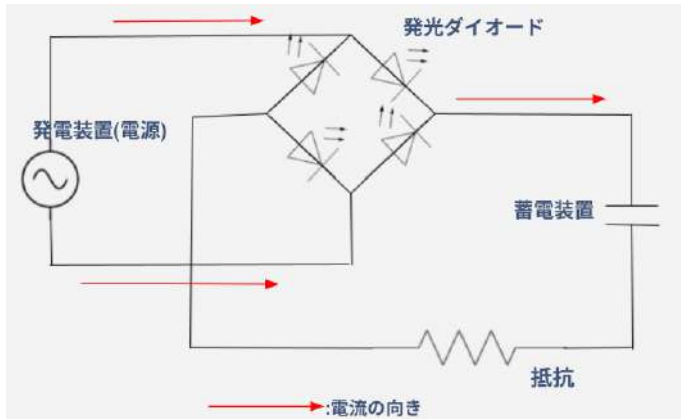


図12:回路の詳細

[回路の特徴]

- ・発光ダイオードの電気を通す通さない向きがあるという特徴を利用してコンデンサに向かう電気を一方通行に制限することができるので、電気の浪費が少なく交流電流を無駄なく蓄電できる。
  - ・ためた電気を発光ダイオードが発光する電力に変換することができる。
- 発電以外の要素になると考えられる。

## 5.結果

(装置)

表1 500 巻コイルを使った装置を10 回動かしたときに流れた電流の平均値

1つあたりの磁石の数	流れた電流
3 つ	4 mA
6 つ	6 mA

表2 1000 巻コイル単体を使用したときに流れた電流の値

磁石の数	流れた電流
6 つ	30 mA

表3 装置のコイルの巻数を変えたときに流れた電流の値

コイルの巻数	流れた電流
4 つすべて500 巻	6 mA
4 つのうち1 つが1000 巻	12 mA

(蓄電)

表4 単1アルカリ電池(1.5 V)2つを直列で回路に繋げたときに流れた電流の値

	それぞれの時間で流れた電流		
電池を繋いでいた時間	1 分	2 分	3 分
コンデンサに蓄電できていた電流量	1 mA	2 mA	3 mA

回路に装置を繋げた場合、針が振れていたのですが微量に蓄電量があると分かったが、値がとても小さかったため測定不能だった。

## 6.考察

結果より4つのうち1つのコイルを1000巻にすると発電量が6 mA増えたことから4 つ全てを1000巻にした場合24 mA増えると考えられ、合計で30 mA発電できると考えられる。

一回の発電で30 mAの電流が生じることを考慮すると、834 回装置を作動させることで自動販売機を1 秒動かすのに必要な約25 Aを蓄電できると考えられる。

## 7.今後の展望

現在、コイルの製作は巻線機を用いて手動で行っているため効率が悪く正確性にも欠けている。そのため今後工業化、自動化することによってコイルの巻数の増加、正確性の向上などにより発電効率は上がっていくと考えられる。

また、今回使ったコンデンサで自作の装置を用いた蓄電は確認できなかったのも、より対応電流の小さいコンデンサを用いて今後実験していきたい。

加えて、現状のままだとペットボトルの落下場所を制限できないため、今後ペットボトルの落下場所の誘導装置を作ることで実際に想定したフォームへと更に改良していきたい。また、改良という視点で見ればゴミ箱など、位置エネルギーを利用できそうな他のモノも日常にはありふれている。今回自分たちが注目したのは自販機だったが今後また機会があるならそういったものにも取り組んでいきたい。

## 8.参考文献

[1]「電磁誘導による人力発電の研究」 名城大学附属高等学校 野田慎一郎

[https://www.iee.jp/assets/pes/pdf/award/student/h25\\_2.pdf](https://www.iee.jp/assets/pes/pdf/award/student/h25_2.pdf)

[2]「圧縮コイルばねの特徴と種類」

<https://www.monotaro.com/note/readingseries/kikaikiso/0304/>

[3]「自販機の仕様・構造・特徴」

<https://www.jihankiya.com/torisetsu03S.pdf>

[4]「2015年受賞作品-”超”モノづくり部品大賞」

<https://cho-monodzukuri.jp/award/archive/2015/electric&electron.html>

[5]「巻線機購入サイト」

[https://www.amazon.co.jp/MXBAOHENG-%E5%B7%BB%E7%B7%9A%E6%A9%9F%E8%87%AA%E5%8B%95%E5%B7%BB%E3%81%8D%E5%8F%96%E3%82%8A%E6%A9%9F-winding-2%E6%96%B9%E5%90%910-1%E5%9B%9E%E8%BB%A2-%E3%83%95%E3%83%83%E3%83%88%E3%83%9A%E3%83%80%E3%83%AB%EF%BC%88%E5%B7%A5%E5%85%B7%E3%82%BB%E3%83%83%E3%83%88%EF%BC%89%E3%82%92%E4%BB%98%E3%81%8D110V/dp/B07P6NL8T6/ref=asc\\_df\\_B07P6NL8T6/?tag=jpgo-22&linkCode=df0&hvadid=342370362607&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=11177915648501695833&hvnone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=m&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphv=1009320&hvtargid=pla-943570531585&psc=1](https://www.amazon.co.jp/MXBAOHENG-%E5%B7%BB%E7%B7%9A%E6%A9%9F%E8%87%AA%E5%8B%95%E5%B7%BB%E3%81%8D%E5%8F%96%E3%82%8A%E6%A9%9F-winding-2%E6%96%B9%E5%90%910-1%E5%9B%9E%E8%BB%A2-%E3%83%95%E3%83%83%E3%83%88%E3%83%9A%E3%83%80%E3%83%AB%EF%BC%88%E5%B7%A5%E5%85%B7%E3%82%BB%E3%83%83%E3%83%88%EF%BC%89%E3%82%92%E4%BB%98%E3%81%8D110V/dp/B07P6NL8T6/ref=asc_df_B07P6NL8T6/?tag=jpgo-22&linkCode=df0&hvadid=342370362607&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=11177915648501695833&hvnone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=m&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphv=1009320&hvtargid=pla-943570531585&psc=1)

# 光触媒に付着した有機物の分解

神奈川県立厚木高等学校

2年C組2班

## 1. 背景

光触媒は紫外線を照射すると有機物を分解する効果がある。現在、空気の浄化や消臭、抗菌など様々な用途で使用されている。しかし分解目的の物質の多くは気体中または液体中に存在し、固体として存在する物質を分解している場合は少ない。接着後固体化する有機物なども光触媒で分解することができれば、接着効果を弱めたりするなど更に多くの分野で使用することができる考えた。

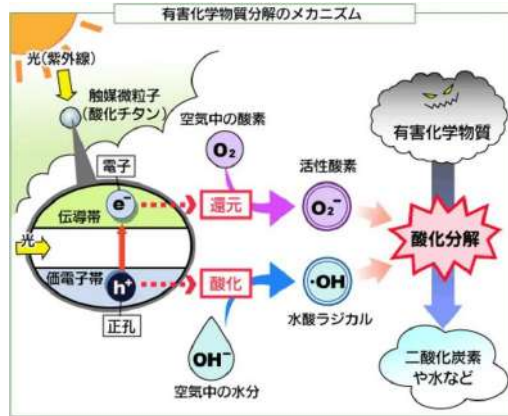


図1 光触媒を用いた有機物の分解の仕組み

## 2. 目的

光触媒を作成し、光触媒に直接付着した有機物を分解する効果があるか調べる。また、有機物の特定の性質を弱める効果があるか調べる。

## 3. 仮説

光触媒には光触媒に直接付着した有機物を分解する効果があり、また有機物の特定の性質を弱める性質がある。

## 4. 方法

### ①光触媒の作成及び性能の検証

75期、76期の研究で光触媒の作成方法は電気炉で乾燥させる場合と、自然乾燥させる場合の2種類があり、どちらの光触媒が優れているかを検証するために両方作成する。

[1]酸化チタン0.5gと過酸化水素水50mlを混合し、コーティング溶剤を作成する

[2]金網を[1]で作成した溶剤に5分間浸す

[3]金網を取り出し、500° Cの電気炉で30分乾燥させるものと、1週間自然乾燥させるものを用意して、二種類のフィルターを作成する

[4]メチレンブルー0.01gに水1Lを加えてメチレンブルー水溶液を作成する

[5]メチレンブルー水溶液の吸光度を分光光度計で計測する

[6]10cm×10cmに裁断した2種類のフィルターを別々のシャーレに入れ、そこにそれぞれ40mlのメチレンブルー水溶液を加える

[7]ブラックライトをフィルターに対して垂直方向に照射する

[8]ブラックライトを照射してから20分後、40分後のメチレンブルー水溶液をそれぞれ取り出し、吸光度を分光光度計で計測する

これ以降の「フィルター」は電気炉で乾燥させたフィルターのことを表す。



②光触媒に接着させた有機物の分解

- [1]フィルター5枚、金網5枚を卵白に30秒浸す
- [2]フィルター、金網を取り出し、暗所で1週間乾燥させる
- [3]それぞれ1枚ずつ質量を計測する
- [4]フィルター、金網にブラックライトを30分照射する
- [5]再び1枚ずつ質量を計測する
- [6]ブラックライト照射前と照射後の質量の差を算出する
- [7]フィルターと金網の観測値を比較する

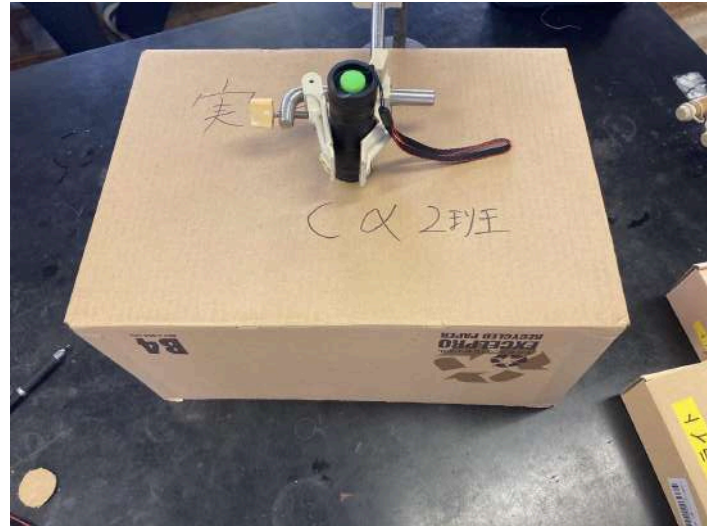


図2 ブラックライトを照射している様子

③光触媒によって有機物の性能を弱める

- [1]フィルター5枚、金網10枚に、でんぷんのり0.2gを薄く均一に広げたプリント用紙を接着させる
- [2]プリント用紙を接着した面にフックを接着させ、暗所で1週間乾燥させる
- [3]フィルター5枚、金網5枚のプリント用紙を接着させていない面にブラックライトを30分照射する
- [4]フックを下向きに状態でフィルター、金網部分を地面に水平に固定し、紙コップをフックに吊るす
- [5]紙コップ内に水を静かに注ぎ、プリント用紙が外れたときの吊るしていた物の合計質量を計測する
- [6]フィルターとブラックライトを照射した金網、ブラックライトを照射した金網とブラックライトを照射していない金網の観測値をそれぞれ比較する

②、③はWMW検定を有意水準0.05で行う。

5. 結果

実験①の結果

自然乾燥させたフィルター

時間(分)	0	20	40
吸光度	0.793	0.084	0.075

電気炉乾燥させたフィルター

時間(分)	0	20	40
吸光度	0.79	0.079	0.074

吸光度はそれぞれ3回計測し、その平均を取った値である。

自然乾燥させたフィルター

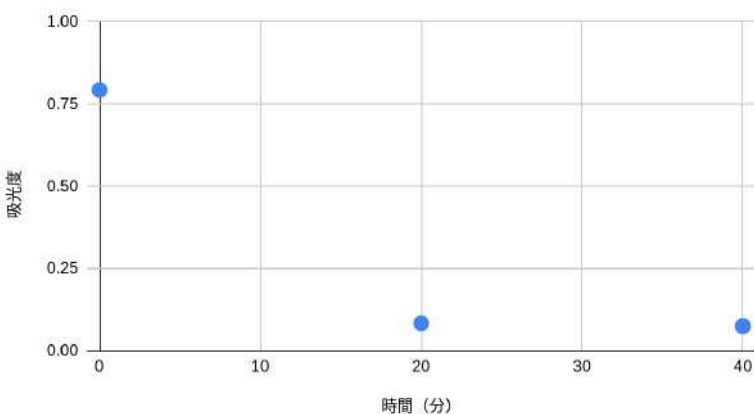


図3 実験①の結果(自然乾燥)

電気炉乾燥させたフィルター

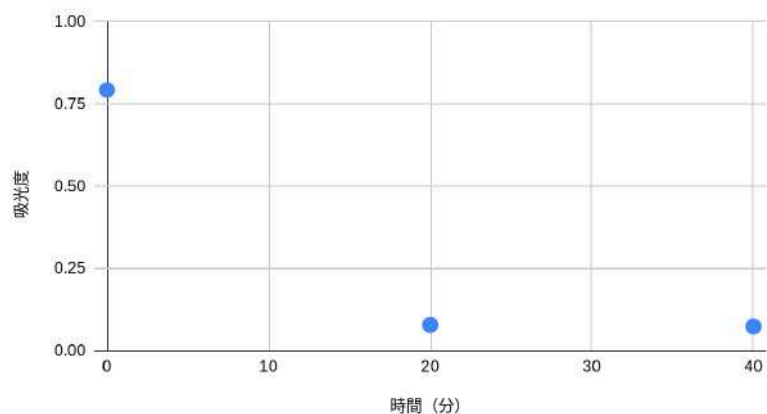


図4 実験①の結果(電気炉乾燥)

実験②の結果



フィルターの 質量差(g)	-0.07	-0.01	0.00	0.00	0.00
金網の 質量差(g)	+0.01	+0.03	+0.01	+0.01	0.00

検定統計量をU、フィルターの観測値によるUの候補をU1、金網の観測値によるUの候補をU2とする。

$$U1=5*5+\frac{1}{2}*5*(5+1)-16.5=23.5$$

$$U2=5*5+\frac{1}{2}*5*(5+1)-38.5=1.5$$

よってU=1.5

観測値が5個と5個のときの臨界値U0.05は2、よってU0.05>Uより統計的に有意な差が認められた。

### 実験③の結果

電気炉(g)	321.3	453.5	455.6	482.6
ブラックライトを 照射した金網(g)	417.3	482.7	487.1	529.5
ブラックライトを 照射していない金網(g)	306.0	334.2	415.8	485.2

フィルターとブラックライトを照射した金網の比較の場合

検定統計量をU、フィルターの観測値によるUの候補をU1、ブラックライトを照射した金網の観測値によるUの候補をU2とする。

$$U1=4*4+\frac{1}{2}*4*(4+1)-14=12$$

$$U2=4*4+\frac{1}{2}*4*(4+1)-23=3$$

よってU=3

観測値が4個と4個のときの臨界値U0.05は0、よってU0.05<Uより統計的に有意な差が認められなかった。

フィルターとブラックライトを照射していない金網の比較の場合

検定統計量をU、フィルターの観測値によるUの候補をU1、ブラックライトを照射していない金網の観測値によるUの候補をU2とする。

$$U1=4*4+\frac{1}{2}*4*(4+1)-24=2$$

$$U2=4*4+\frac{1}{2}*4*(4+1)-12=14$$

よってU=2

観測値が4個と4個のときの臨界値U0.05は0、よってU0.05<Uより統計的に有意な差が認められなかった。

## 6. 考察

実験①の結果より、実験①の方法で光触媒を作成することが可能である。

また、自然乾燥させたフィルターと電気炉乾燥させたフィルターの性能に大きな差は見られない。

実験②の結果より、光触媒には付着した有機物を分解する効果がある。

しかし、有効数字の観点より、正確な結果であると言い切ることができない。

実験③の結果より、光触媒には有機物の接着力を弱める効果はない。

## 7. 今後の展望

・実験②で正確な検定結果を出すために、フィルターのサイズを大きくするなどして再度実験をしたい。

・今回の実験③の内容を考察の内容を活かして、実験内容をもう一度考えたい。

・今回の実験結果から有機物を分解する力があることがわかった。

➡電子機器などの水で洗えないものに対して汚れを分解できるかを調べてみたい。

## 8. 参考文献

神奈川県立厚木高等学校 76期 2年A組 3班

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2a.pdf>

神奈川県立厚木高等学校 76期 2年D組 1班

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2dreport.pdf>

REDOX普及会

<https://vuka-collabo.com/3578/contact>

研磨ラボ

<https://www.mipox.co.jp/media/archives/50#:~:text=%E3%81%A7%E3%82%93%E3%81%B7%E3%82%93%E3%81%AF%E3%82%8A%E3%82%84PVA%E3%81%AE%E3%82%8A,%E3%81%95%E3%82%8C%E3%82%8B%E5%BF%85%E8%A6%81%E3%81%8C%E3%81%82%E3%82%8A%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82>

# エチレンとグリーンロメインの関係

神奈川県立厚木高等学校

2年 C組 3班 α

## 1. 背景

厚木高校76期の「エチレンガスを利用した促成栽培」の研究では有意差が見られず、促成効果があるかどうかの結果が出ずに研究が終わってしまっていた。エチレンガスは植物の成長に様々な影響を与える(図1)[1]ことがわかっており、成長を促成や抑制させることができないかの研究をしたいと考えた。また、エチレンガスを用いて促成栽培または抑制栽培ができると証明されれば、今後の農業の発展につながると考える。

表 植物に対するエチレンの作用

発根促進	組織膨張の誘導	傷害反応(酵素活性増大など)
細胞肥大	細胞伸長抑制	頂芽優勢の抑制
上偏生長	果実生長抑制	細胞内構造物の変化
花成誘導	根生長抑制	気孔開度の減少
フック形成誘導	離層形成促進	雌花生成の促進
根の螺旋伸長	屈地性誘起	果実生長の促進
	接触刺激反応	発芽促進
	老化促進	休眠打破
	果実成熟促進	
	灌水反応(上偏生長, 茎の肥大など)	

図1;植物に対するエチレンの作用

## 2. 目的

レタスを栽培するときにエチレンガスを用いたときにどのように影響を受けるのかを調べる。及びレタスのどの育成期間に特に作用するのかを調査し結果を明らかにする。

## 3. 仮説

実験1;*Lactuca sativa var. longifolia*の成長過程時にエチレンガスを与えることでシュート(※1)の促成効果または抑制効果が見られる。

実験2;エチレンガスによる影響(抑制効果)は成長段階によって影響の差がある。

※1 シュートとは、1本の茎とその茎につく葉をまとめたものを指す。[2]

## 4. 方法

### 4-1(実験1)

#### (1)材料

- ・ビニールハウス[1つあたりの材料;ワイヤーネット(40 cm×62 cmと40 cm×25 cmのものを2枚ずつ)、ビニールシート、テープ]
- ・ロメインレタスの種、苗ポット(70個)、園芸用の土、エチレンガス、エチレン測定器、ガス吸引器

#### (2)手順

##### 【1】ビニールハウスの組み立てと栽培方法

- ①.ワイヤーネットで枠組みを製作する。(上と正面はワイヤーネットはなし)
- ②.(ビニールシートは穴を開けられる園芸用シートのため)テープで貼り付ける。
- ③.①で作った枠組みを②で作ったビニールシートに乗せる。
- ④.端と端をテープで固定し筒状にする。
- ⑤.隙間を作らないようテープで固定しながら枠組みにビニールシートを貼り付ける。
- ⑥.1つの苗ポットに1つの種を撒いて、ビニールハウスA、Bに入れて成長速度を観察し最終的な結果を実験結果とする。ビニールハウスAには実験期間の毎日正午前後にエチレンガスを1プッシュ分(※1)放出する。Bには何もしない。また両者ともに前述の時間に水やりを行うものとする。

※1 エチレンが漏れたことにより、次の日にはエチレン濃度がリセットされている。(図2)

## 【2】栽培場所

2年C組のろうか前の出窓で行う。直射日光は当たらないが、常に明るい状態。



図2; エチレンを1プッシュ(約75 ppm)ふりかけてから24時間後のエチレン濃度

## 【3】測定方法

一株のうち、一番縦に長い葉(茎から葉の先端が一番長い)を選び、それぞれ測定する。

長さの測定方法としては図3のとおりとする。

これ以降測定した長さをシュートの長さと呼ぶ。

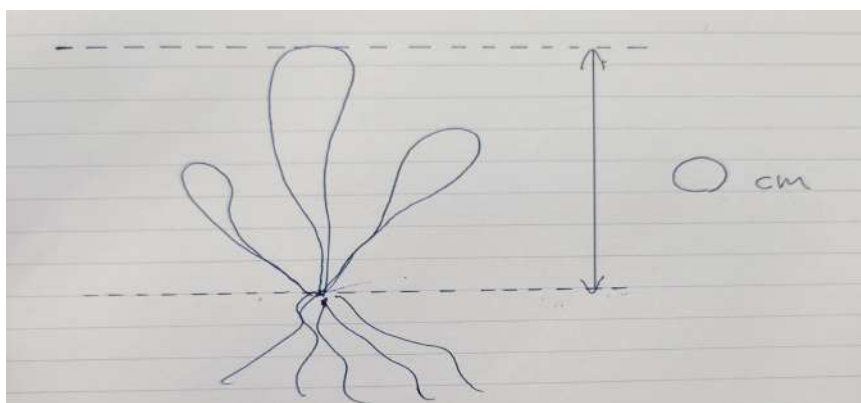


図3;シュートの測定方法

## 【4】検定方法

WMW検定を利用する。このとき有意水準を0.05とする。[3]

### 4-2(実験2)

#### 【1】栽培方法、栽培条件の変更

4-1で用いた2つのビニールハウスと追加でもう一つ制作したビニールハウスを使用する。使用方法は前回と同様。

ビニールハウスはC、D、Eの3つのグループに分ける。Dは種まきから15日間エチレンガスを与え(I期)、Eは16日目から30日目までエチレンガスを与える(II期)。(Cは基準とするためエチレンガスを与えずに育てる。)また、ビニールハウスの補強によりエチレンガスの漏れが前回よりも抑えられることが可能となったためエチレンガスを与えるのは2日に1回とする。水やりもその時に与える。

#### 【2】栽培場所

1棟と2棟の間のピロティ下付近…前回の場所はビニールハウスが3つ入らないため変更。

直射日光は当たらない。

#### 【3】測定方法

前回の実験と同様に茎の長さを調べる。また前回茎を抜くときに抵抗がAとBで違って感じたので今回は主根の長さも測定する。(根をちぎらないよう細心の注意を払う。)

#### 【4】検定方法

WMW検定を利用する。このとき有意水準を0.05とする。[3]

#### 【補足】顕微鏡での観察方法

- ①C、D、Eそれぞれのレタスをランダムに2本ずつ採取する
- ②カミソリで茎部分を縦半分に切り、プレパラートを作る
- ③顕微鏡で観察する

## 5. 結果

【1】4-1の結果

Aエチレンなし(左)、Bあり(右)

1日目(種まきから24時間後)



図4;実験1-1日目

6日目



図5;実験1-6日目

11日目



図6;実験1-11日目

16日目





図7;実験1-16日目  
19日目(最終日)



図8;実験1-19日目

栽培結果

エチレンあり(単位はcm)

3.5	4.7	5.5	6.2
3.9	4.7	5.5	6.2
3.9	4.7	5.5	6.2
3.9	4.7	5.6	6.5
4.1	5	5.6	6.5
4.2	5	5.6	6.5
4.3	5.1	5.7	6.6
4.5	5.1	5.8	6.9
4.5	5.1	5.9	6.9
4.5	5.2	5.9	6.9
4.6	5.2	6.0	7.0
4.6	5.2	6.0	7.2
4.6	5.2	6.0	8.9
4.7	5.4	6.1	
4.7	5.5	6.1	

図9;実験1-エチレンありのシュートの長さ

ビニールハウスA(エチレンあり)

- ・出た芽の数 58本
- ・茎の平均の長さ 5.4 cm
- ・追記)・ビニールハウスBに比べカビのようなものが多く生えていた。
  - ・こちらにのみ、きのこが生えていた。
  - ・根の強度を含む全体的な強度がビニールハウスBに比べ劣っていた。

エチレンなし(単位はcm)



5.3	7.3	8.2	9.0
5.7	7.4	8.2	9.3
6.4	7.4	8.2	9.4
6.5	7.4	8.2	9.4
6.5	7.4	8.3	9.8
6.6	7.5	8.4	9.8
6.6	7.5	8.4	10.1
6.7	7.7	8.5	10.5
6.7	7.8	8.6	
6.7	7.9	8.6	
7.0	7.9	8.7	
7.1	7.9	8.7	
7.2	8.0	8.8	
7.3	8.1	9.0	
7.3	8.1	9.0	

図10;実験1-エチレンなしのシュートの長さ

ビニールハウスB(エチレンなし)

- ・出た芽の数 53本
- ・茎の平均の長さ 7.9 cm
- ・追記)・ビニールハウスAに比べ蒸散の量が目視で確認できるほど多かった。

これらのデータを元にWMW検定を行った。

帰無仮説;エチレンをかけたものとかけなかったものとで葉の長さに差がない。

対立仮説;エチレンをかけたものとかけなかったものとで葉の長さに差はある。

p値=0.0000012となり、p値<有意水準となるため、帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択される。よって、エチレンをかけたものとかけなかったものとで葉の長さに差があると言える。

AとBを目視で確認し、平均を考慮した結果「エチレンをかけたものの葉の長さはエチレンをかけなかったものより短い」という仮説を立てる。

この仮説を立証するために片側検定を行った。

帰無仮説;エチレンをかけたものとかけなかったものの葉の長さは同じ

対立仮説;エチレンをかけたものの葉の長さはかけなかったものより短い

この結果p値=0.00000060となり、p値<有意水準となるため、帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択される。よって、エチレンをかけたものの葉の長さはかけてないものよりも短いと言える。

## 【2】4-2の結果

I 期終了



図11;実験2- I 期終了

II 期終了



図12;実験2-Ⅱ期終了

栽培結果

エチレンなし(単位はcm)

シュートの長さ			根の長さ		
3.0	2.9	2.3	3.7	6.4	6.9
2.7	3.6	2.1	5.1	6.2	5.3
2.6	1.3	2.6	12.9	3	7.5
2.4	2.9	2.6	4.7	5.6	4.1
1.7	2.5	3.1	3.6	12	9.9
3.6	3.5	2	7.2	6.7	7.5
3.3	2.3	2.1	8.4	7.1	6.5
2.8	3.2	2.5	8.0	9.8	6.5
2.3	2	2.5	3.0	7.1	5.3
2.4	3.3	3.2	3	5.1	6.8
2	2.5	3.8	8.5	8.1	10.3
2.8	3	1.8	8.1	6.8	3.6
2.8	3.5	2.2	0.3	7.1	5.6
3.8	2.5	2.2	11.8	3.5	3.3
3.8	1.6	0.9	3.9	6.3	1.9
3.9	2.6	2.6	5.5	7.3	5.6
2.4	1.9		3.7	15.6	
3	2.8		6	5.7	
2.4	2.6		4.3	6.2	
2.5	2.9		5.7	5.6	

エチレン前期あり(単位はcm)

シュートの長さ			根の長さ		
5.5	8.5	4.1	5.5	1.7	2.3
5.6	7.2	6.4	2.3	2.1	2.8
5.7	5.5	1.0	2.1	3.1	1.8
4.6	1.6	5.9	2.7	2	1.5
5.5	4.4	5.2	2.3	2.2	3.2
4.7	5.3	4.0	1.7	1.9	2.2
2.7	4.2	3.1	2.7	2.9	2.2
3.8	4.4	3.3	2.4	2.1	2.3
3.7	3.0		2.5	2.9	
3.7	6.4		2.9	2	
5.4	7.5		3.4	2.2	
2.7	4.1		3.4	2.1	
5.7	3.5		3	2.4	
6.7	5.2		2.3	1.4	
5.8	2.3		2.5	2	
4.6	2.1		2.9	2.3	
5.3	3.9		3	2.5	
4	2.6		2	2.7	
4.9	1.7		2.6	2.1	
1.5	0.5		1.5	3.1	

図13;エチレンなしのシュートの長さ と 根の長さ 図14;エチレン I 期ありのシュートの長さ と 根の長さ

ビニールハウスC

- ・出た芽の数 56本
- ・シュートの平均の長さ 2.6 cm
- ・根の平均の長さ 6.3 cm

ビニールハウスD

- ・出た芽の数 48本
- ・シュートの平均の長さ 4.3 cm
- ・根の平均の長さ 2.5 cm

エチレン後期あり(単位はcm)

シュートの長さ			根の長さ		
2.7	2	0.8	5.6	8.2	0
2.6	2.1	3.2	7.2	14.3	1.7
3.3	2.3		8.5	4.1	
2.7	3.1		10	8.5	
1.9	4		4.5	3.2	
3.5	1.9		6.5	6.2	
2.7	2.1		4.5	4	
3	2		6.5	2.2	
2.5	2.9		3.1	8.1	
2.5	2.9		12	4.3	
4.6	2.6		9.6	11	
3.1	3.5		5.7	7.9	
3	3.2		6.1	11	
2.7	1.5		11	4	
4	0.7		4	4	
3.2	0.6		10.6	5.6	
2.5	2.1		5.6	5.5	
3	3.1		4.2	4.6	
0.5	3.4				
4	1.5				

ビニールハウスE

- ・出た芽の数 42本
- ・シュートの平均の長さ 2.6 cm
- ・根の平均の長さ 6.7 cm

図15;エチレン II 期ありのシュートの長さ と 根の長さ

これらのデータを元にWMW検定を行った。

検定1(CとDのシュートの検定)

帰無仮説;

エチレンをかけなかったものとエチレンを I 期のみかけたものとはシュートの長さに差がない

対立仮説;

エチレンをかけなかったものとエチレンを I 期のみかけたものとはシュートの長さに差がある

p値=0.000000021となり、p値<有意水準となるため、帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択される。よって、エチレンをかけなかったものとエチレンを I 期のみかけたものとはシュートの長さに差があると言える。AとBを目視で確認し、平均を考慮した結果「エチレンをかけなかったもののシュートの長さはエチレンを I 期のみかけたものより短い」という仮説を立てる。

この仮説を立証するために片側検定を行った。

帰無仮説;エチレンをかけなかったものと I 期のみかけたもののシュートの長さは同じ

対立仮説;エチレンをかけなかったものは I 期のみかけたもののシュートの長さより短い

この結果p値=0.000000010となり、p値<有意水準となるため、帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択される。よって、エチレンをかけなかったものは I 期のみかけたもののシュートの長さより短い

#### 検定2(CとEのシュートの検定)

帰無仮説;

エチレンをかけなかったものとエチレンをⅡ期のみかけたものとはシュートの長さに差がない

対立仮説;

エチレンをかけなかったものとエチレンをⅡ期のみかけたものとはシュートの長さに差がある

p値=0.78となり、p値>有意水準となるため、対立仮説が棄却され、帰無仮説が採択される。よって、エチレンをかけなかったものとエチレンをⅡ期のみかけたものとはシュートの長さに差がないと言える。

#### 検定3(CとDの根の検定)

帰無仮説;

エチレンをかけなかったものとエチレンをⅠ期のみかけたものとは根の長さに差がない

対立仮説;

エチレンをかけなかったものとエチレンをⅠ期のみかけたものとは根の長さに差がない

p値=0.0000000000000013となり、p値<有意水準となるため、帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択される。よって、エチレンをかけなかったものとエチレンをⅠ期のみかけたものとは根の長さに差があると言える。AとBを目視で確認し、平均を考慮した結果「エチレンをかけなかったものの根の長さはエチレンをⅠ期のみかけたものより長い」という仮説を立てる。

この仮説を立証するために片側検定を行った。

帰無仮説;エチレンをかけなかったものとⅠ期のみかけたもののシュートの長さは同じ

対立仮説;エチレンをかけなかったものはⅠ期のみかけたもののシュートの長さより長い

この結果p値=0.0000000000000067となり、p値<有意水準となるため、帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択される。よって、エチレンをかけなかったものはⅠ期のみかけたものの根の長さより長い

#### 検定4(CとEの根の検定)

帰無仮説;

エチレンをかけなかったものとエチレンをⅡ期のみかけたものとは根の長さに差がない

対立仮説;

エチレンをかけなかったものとエチレンをⅡ期のみかけたものとは根の長さに差がある

p値=0.71となり、p値>有意水準となるため、対立仮説が棄却され、帰無仮説が採択される。よって、エチレンをかけなかったものとエチレンをⅡ期のみかけたものとは根の長さに差がないと言える。

#### 【補足】観察により気づいたこと

C

D

E



図16;実験2-最終結果

- C、D、Eのいずれも本葉が生えるタイミングはほとんど変わらなかった
- Dのレタスはシュートの部分が太く、黄色に変色し、葉の枚数が多かった



C

D

E

(150倍)

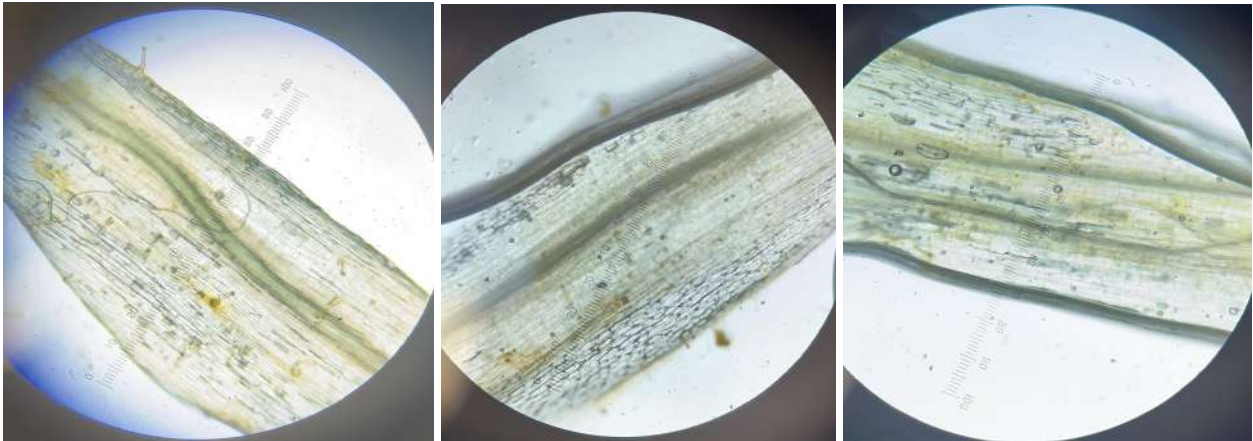


図17;実験2-顕微鏡での観察

- Dは細胞がとても小さく、密集していた
- EはCよりも細胞が小さかった

## 6. 考察

実験1;

収穫の際に、AとBの根の張りに違いを感じたことから、根にもエチレンによる影響が現れているのではないかと。

実験2;

植物が子葉の栄養で育っている時期にエチレンを与えると特に影響が現れるのではないかと。

Ⅱ期にもエチレンを与え続けることによって植物の成長が抑制されるのではないかと。

Ⅰ期にのみエチレンガスを与えたDは、少なからずⅡ期にもエチレンガスの影響を受けているのではないかと。

## 7. 今後の展望

- 植物の実験のため、繰り返し実験を行うことができなかつたので、繰り返し実験を行う
- 成長段階を更に細分化し、エチレンの影響が大きい時期を正確に見つけ出す
- 実験2のような3つの対象を比べる場合の最適な検定方法※2を見つける  
※2 クラスカル・ウォリス検定が適すると思われる。[4]

## 8. 参考文献

[1]エチレン(Ethylene)

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk1962/37/5/37\\_5\\_410/\\_pdf-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk1962/37/5/37_5_410/_pdf-char/ja)

[2]植物の基本構造 Basic body plan of plants

<https://www.biol.tsukuba.ac.jp/~algae/BotanyWEB/plan.html>

[3]【Excelで行う】ウィルコクソンの順位和検定 | Staat

[https://corvus-window.com/excel\\_wilcoxon-rank-sum-test/](https://corvus-window.com/excel_wilcoxon-rank-sum-test/)

[4]【例題で解説】クラスカル・ウォリス検定 | Staat

[https://corvus-window.com/all\\_kruskal-wallis-test/](https://corvus-window.com/all_kruskal-wallis-test/)

# 精油由来の防カビ剤の生成に向けて

神奈川県立厚木高等学校

2年 C組 4班

## 1. 背景

精油にはカビの発生や増殖を抑制する効果があるが、その効果はあまり知られておらず、防カビ剤としてはあまり用いられていない。そこで、精油由来の防カビ剤を生成することで、フレグランスと防カビ剤の両方の用途で、多くの人に使用してもらえないか考えた。よって、本実験ではタイム精油(*Thymus vulgaris*)の一種であるタイムチモール(*Thymus vulgaris* CT(*Thymol*))に注目し、主成分であるチモールにカビの発生や増殖を抑制する効果があるのか、またどの程度の濃度でその効果を発揮するのかを調べるに至った。

## 2. 目的

タイムチモールの主成分であるチモールがクロカビ(*Cladosporium*)の発生や増殖を抑制する濃度を測定し、精油由来の防カビ剤の生成につなげる。

## 3. 仮説

### (1)根拠となる先行研究・原理等

日本アロマ環境協会アロマサイエンス研究所の研究「精油の制菌作用」より、タイム精油にはクロカビやアオカビ(*Penicillium*)に対する制菌作用があることが明らかになっている<sup>[1]</sup>。

また、タイムチモールにはチモールが30～70 %程度含まれていることが知られている。

### (2)仮説

チモールには防カビ剤としての効果があり、質量パーセント濃度約30 %でその効果を発揮する。

## 4. 方法

### (1)実験材料

培養培地 :ポテトデキストロース寒天培地 (以下PDA培地)を使用。

オートクレーブで滅菌し、平板培地を作成した。

クロカビ

チモール :市販のものを使用。(富士フィルム和光純薬株式会社)

エタノール:市販のものを使用。

### (2)手順

※なお実験操作はすべてクリーンベンチ内で行い、手洗い、手指消毒、使用器具をすべて消毒した上で実施した。

1.滅菌水にクロカビを少量加え、クロカビの懸濁液を作った。

2.懸濁液1.0 mLをPDA培地に塗布した。

3.エタノール1.0 mLにチモールを混合した後、滅菌水9.0 mLを混合し、10 %エタノール水溶液にチモールが溶けた状態の溶液を作成した。

4.ろ紙(φ 8 mm)に3で作成した溶液10 μLを染み込ませ、PDA培地の中心に置いた。

5.対照実験として10 %エタノール水溶液のみを染み込ませたろ紙、滅菌水のみを染み込ませたろ紙でも同様の操作を行った。

6.25°Cで3日間培養した。

※チモールの質量パーセント濃度10%、13%、15%、18%、20%、30%でそれぞれ実験を行った。

## 5. 結果



図1 上から順に、10%チモール、20%チモール、10%エタノール、滅菌水によるクロカビに対する抗真菌効果



図2 30%チモールによるクロカビに対する抗真菌効果

図1より、10%チモール、10%エタノール、滅菌水はクロカビの発生を抑制できておらず、シャーレ全体にクロカビが発生している。20%チモールは阻止円が確認できないほど広範囲でクロカビの発生を抑制している。図2より30%チモールも阻止円が確認できないほど広範囲でクロカビの発生を抑制している。



図3 13%チモール(上)、15%チモール(下)によるクロカビに対する抗真菌効果

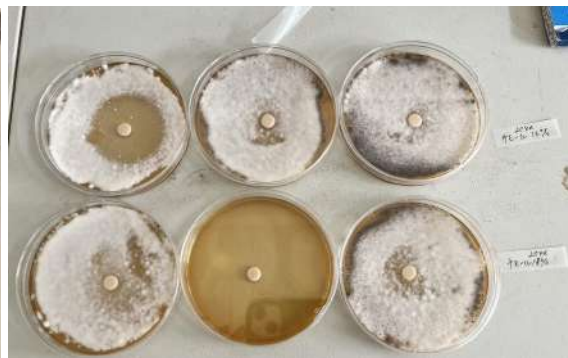


図4 16%チモール(上)、18%チモール(下)によるクロカビに対する抗真菌効果

図3、図4より、13%チモールはクロカビの発生を抑制できておらず、シャーレ全体にクロカビが発生してしまっている。一方、15%チモール、16%チモール、18%チモールでは結果にばらつきが見られる。阻止円ができていないものと、阻止円が確認できずクロカビが繁殖しているものがある。

## 6. 考察

実験結果より、10%エタノールや滅菌水がカビの発生や増殖を抑制しないことがわかるため、この実験結果はエタノールや滅菌水によってもたらされたものではないといえる。

また、チモールの濃度を10%、13%にするとクロカビの発生や増殖を抑制しないが、チモールの濃度を20%、30%にするとクロカビを全面阻止するほどの抗真菌効果が見られることが明らかに



なった。よって、チモールは濃度が20 %以上であればクロカビの発生や増殖を抑制する効果を発揮するといえる。

一方、チモールの濃度を15 %、16 %、18 %にするとクロカビに対する抗真菌効果にばらつきが見られた。その理由としては、電子天秤やピペットの小数点以下の桁数が少なく実験の精度が十分でなかったこと、チモールがクロカビの発生・増殖を抑制する効果を発揮する最低限の濃度が10 %～20 %の間であったことが考えられる。

## 7. 今後の展望

本研究により、「チモールは少なくとも質量パーセント濃度20 %以上であれば、クロカビの発生や増殖を抑制する」ことがわかったので、チモールが20 %以上の濃度で含まれている精油由来の防カビ剤の生成のため研究を進めていきたい。具体的な方法としては、チモールだけでなく、タイム精油内の様々な成分について防カビ効果を調べる実験を行いたい。また、クロカビだけでなく、他のカビに対するチモールやタイム精油の効果も検証していきたい。その際、今回の実験の課題であった実験の精度を向上するため、より数値を細かく計測できる電子天秤やピペットを用いて実験を行う。

## 8. 参考文献

[1]川上裕司、橋本一浩、福田安住、菅沼薫、新井亮、熊谷千津、ケイ武居、野田信三、野松慶子、野村美佐子、福島明子、藤田晶子、松田都子、和智進一、山本芳邦 アロマセラピー学雑誌Vol.12,No.1,66-78 20種の精油の微生物に対する制菌効果,2012年

<https://www.aromakankyo.or.jp/basics/literature/new/vol7.php>

[2]農林水産省 動物医薬品研究所 薬剤感受性試験の実施方法について

[https://www.maff.go.jp/nval/yakuzai/koenshiryo/pdf/h29kenshu\\_2.pdf](https://www.maff.go.jp/nval/yakuzai/koenshiryo/pdf/h29kenshu_2.pdf)

# ジャガイモ由来ソラニンから精製される実用的な農薬の作成

神奈川県立厚木高等学校

2年 C組 5班

## 1. 背景

現在、市場では芽が生えてしまったジャガイモが廃棄されている。そして、そのジャガイモがフードロスにつながっている。よって、廃棄されるジャガイモを何らかの形で有効活用することがフードロスの解決へと近づく。その1つの方法として、ジャガイモ内に含まれるソラニンを利用した農薬開発が挙げられる。厚木高校75期の同内容の研究では、ダンゴムシやアリで防虫効果の検証を行ったため、実際に農薬として使うための防虫効果があったとは言えない結果だった。農薬として使用するための防虫効果があるか検証するため、作物を育てる際に害虫とされる虫での検証を行う必要があると考えた。

## 2. 目的

ジャガイモ内に含まれるソラニンを利用した自然由来の農薬が実際に農薬として利用可能となるためにソラニン溶液に防虫効果・抗菌効果があるのか調べる。

## 3. 仮説

ジャガイモ内に含まれるソラニンを利用し、精製した農薬には防虫・防カビ効果がある

## 4. 方法

(0)-ソラニンの溶液の精製方法について-

(1)-防カビ実験について-

(2)-防虫実験について-

### 【1】材料

(0)[実験1回目]ジャガイモの芽30.8 g, 純水154 mL

100 mLメスシリンダー,まな板,ピーラー,包丁,鍋

[実験2回目]ジャガイモの芽や皮、緑色に変色したジャガイモ261 g, 純水1307 mL

保存用1 Lペットボトル,アスピレーター,濾紙(90 mm),吸引瓶

道具は上記と同様のものを使用した。

[実験3回目]ロータリーエバポレーター,ワセリン,実験2回目で作成したソラニン溶液

100 mLメスシリンダー

[実験4回目]ジャガイモの芽151.3 g,純水756.5 mL,100 mLメスシリンダー,まな板,包丁,鍋,

ガスコンロ,電動アスピレーター,濾紙(90 mm),吸引瓶

(1)寒天培地...ポテト粉末2.6 g, 寒天粉末2.0 g, 純水200 mL

100 mLメスシリンダー,10 mLビーカー,試験管,ペーパーディスク,ピンセット,黒カビ

[実験1回目]ガラスシャーレ

[実験2回目]ガラスシャーレ

[実験3回目]プラスチックシャーレ(ガラスシャーレがなかったため)

[実験4回目]プラスチックシャーレ

(2)[実験準備1回目]小松菜(スーパーで班員が購入したものを使用)2株,純水,ソラニン溶液,食紅(赤),

ビーカー(300 mL)

[実験準備2回目]電動アスピレーター,濾紙(90 mm),吸引瓶,ソラニン溶液

[実験1,2回目]アブラムシ(*Aphidoidea*),バット,キッチンペーパー,ラップ,カウンター,小松菜4本

[実験3回目]アブラムシ(*Aphidoidea*),バット,キッチンペーパー,ラップ,カウンター,小松菜12本

### 【2】実験方法

(0)-溶液の精製方法について-

細かく刻んだジャガイモの芽を沸騰した湯で色が変わるまで茹で、ソラニン抽出する。不純物を取り除き精製し、精製された溶液はペットボトル容器に入れ、冷蔵庫内で保存した。ジャガイモの不可食部と水は1:5の割合で抽出した。

ソラニンが水溶性であることから、この溶液にはソラニンが含まれていると考えられる。

[実験1回目 6/22]

沸騰させた水154 mLにジャガイモの芽を30.8 gを加え、茹でる。しかし、水の量が少なかったため、ほとんど蒸発してしまっ

た。また、ジャガイモの芽の刻み方が荒く、ソラニンをすべて抽出できていない可能性があった。

《改善点》

- 水の量とジャガイモの量を増や
- ジャガイモの芽だけを100 mL集めることは難しいため、日常生活の調理工程で廃棄されるジャガイモの皮や緑に変色してしまったジャガイモも用いてソラニンを抽出する。
- じゃがいもの芽の刻み方が荒かったことで、抽出がうまくできていなかったと考えることもできるため細かく刻む。

[実験2回目 7/6]

①沸騰させた水1307 mLに細かく刻んだジャガイモの芽や皮、緑に変色してしまったジャガイモ261 gを加え、水が変色するまで茹でる。今回は8分間茹でた。

②抽出したものを濾過する。そのまま濾過を行うと時間がかかってしまうため吸引濾過を行った。より不純物を取り除くため、2回繰り返して行った。90 mmの濾紙を使用した。



図2 ジャガイモの芽や皮、緑に変色してしまったジャガイモ



図3 吸引濾過を行う様子



図4 吸引ろ過によって発生した泡

\*吸引ろ過によって泡が発生した。この泡に対してジエチルエーテルを用いると泡がほとんど消失した。これはジャガイモの皮に含まれるサポニンという界面活性作用を持つものであると考えられる。

[実験3回目 8/3]

濃度濃縮のためロータリーエバポレーターを使用して減圧の後加熱することで蒸留を行った。使用は説明書に従った。

結果・・・340 mLのソラニン溶液が160.3 mLになった。よって約2倍に濃縮されたと考えられる。

[実験4回目 10/25]

- ①沸騰させた水756.5 mLに細かく刻んだジャガイモの芽151.3 gを加え、水が変色するまで茹でる。今回も8分間茹でた。
- ②抽出したものを濾過する。今回は電動アスピレーターを用いて吸引濾過を行った。より不純物を取り除くため、4回繰り返して行った。

---

#### (1)防カビ実験について

器具:ガラスシャーレを使う際は新聞紙でくるみ、乾熱滅菌器で滅菌した。プラスチックシャーレはそのまま使用した。滅菌水は試験管に純水を入れアルミホイルで蓋をしオートクレーブで滅菌した。その他カビの希釈に使用したビーカーやピンセットも同様に滅菌した。

培地:300 mLビーカーにポテト粉末2.6 gと寒天粉末2.0 gを混合したものに純水200 mLを加え、オートクレーブで120°C20分加熱し滅菌した。滅菌後6枚のシャーレに厚さが当分になるよう分注した。

カビ:土由来の黒カビを使用した。

[実験1回目 7/19]

6枚のシャーレにクリーンベンチ内で黒カビを1/100に希釈したものをコンラージ棒で培地に塗り拡げた後、3枚には(0)の実験2回目で生成したソラニン溶液を染み込ませたペーパーディスクを、残りの3枚には純水を染み込ませたペーパーディスクを1シャーレに付き2枚等間隔に配置した。

[実験2回目 7/24]

1回目と同様の作業を行った。

[実験3回目 8/1]

1,2回目と同様の作業を行った。

[実験4回目 9/7]

ペーパーディスクでは作成した溶液が培地全体に広がらないと考え、ポテト培地に吹きかけるという方法で実験を行った。

- ①作成した培地をクリーンベンチ内で8枚のシャーレに分け、そのうちの4枚には溶液を、残りの4枚には純水を吹きかけた。
- ②1時間程度放置し、蓋をして1週間程度観察を行った。

[実験5回目 9/14]

市販の防カビ剤と作成した溶液の防カビ効果について比較を行うため、対照実験を行った。

- ①作成したポテト培地に濃度を5倍、10倍、50倍に希釈した市販のグレープフルーツ溶液を培地に吹きかけた。
- ②3日程度観察を行った。

---

#### (2)防虫実験について

今回の防虫実験を行うに当たり、どの植物にも発生する害虫で、口針を茎、根などに差し込んで汁液を吸い、植物の見た目を害することから最適な虫であると考えたためアブラムシを選んだ。

班員が持ち寄ったアブラムシを日当たりの良い廊下で保管し、作成した溶液と水を小松菜の葉や茎に吸収させたものにアブラムシを散布させ、対照実験を行った。ラップをかけて数日放置しアブラムシの寄せ付けやすさを比較した。

[実験準備1回目 10/5]

①300 mLビーカー2個にそれぞれ小松菜の根が十分に浸るまで純水とソラニン溶液を入れた。

②それぞれのビーカーに食紅を竹串3杯分入れ、全体に色がつくようにかき混ぜた。

③それぞれのビーカーに小松菜をさし、茎や葉脈に色が付いて液体が吸収されるまで待った。

時間が経つとビーカーの底にデンプンが沈殿してしまっていたため電動アスピレーターを用いてろ過を行った。

液を赤く着色したが、小松菜は根元しか赤くなっていなかった。

作成した溶液を放置すると、デンプンが沈殿したことにより赤色から元の褐色に変色してしまった。

[実験1回目10/11]

- ①バットにキッチンペーパーを敷き、バットに入る大きさにカットした小松菜の葉をバットの両端に置いた。
- ②それぞれの葉の間にアブラムシを置きラップを掛け、空気を通すために小さな穴を数カ所開けた。
- ③1日放置し、アブラムシがどちらの小松菜の葉に寄っているかの観察を行った。

[実験2回目10/19]

1回目と同様の作業を行った。

[実験3回目11/2]

1,2回目と同様の作業を行った。今回は10/25に作成した溶液を用いて実験を行った。また、葉と茎の状態が良かったため、6枚のバットを用いて12本の小松菜で実験を行った。

## 5. 結果

(1)-防カビ実験について-

[実験1回目]

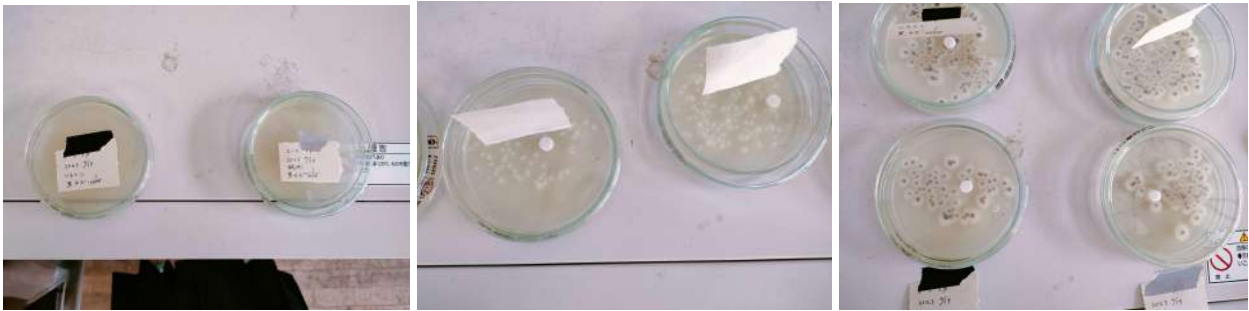


図5 7/19 図6 7/20 図7 7/21

[実験2回目]



図8 7/24 図9 7/25

[実験3回目]



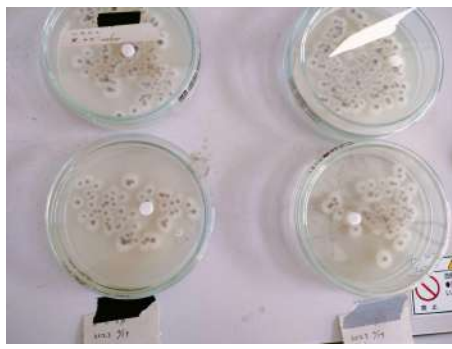


図10 8/1 図11 8/2



図12 8/3 図13 8/3

それぞれ左がソラニン溶液、右が純水である。阻止円は純水、ソラニン溶液のどちらにも見られなかった。

[実験4回目]



図14 9/14



図15 9/15



図16 9/16



図17 9/14



図18 9/15



図19 9/16

それぞれ上段の写真が作成した溶液、下段の写真が純水である。  
どの時点でも作成した溶液と純水のカビの発生の仕方に差は見られなかった。

[実験5回目]



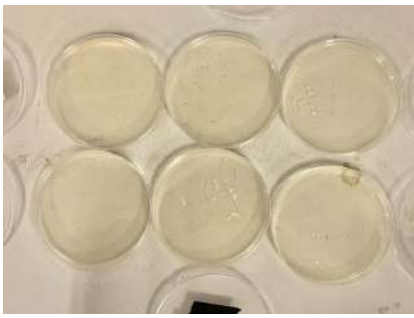


図20 9/22

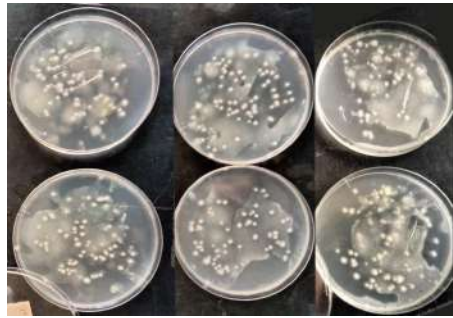


図21 9/23

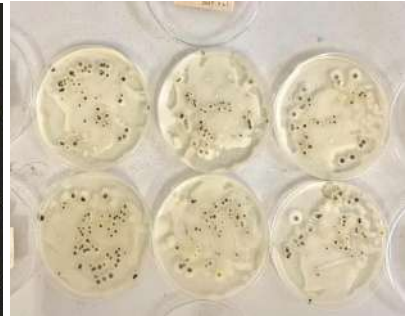


図22 9/24

各写真において、左が5倍、中が10倍、右が50倍に希釈したものである。防カビ剤には防カビ効果が見られた。

(2)-防虫実験について-

	純水側のアブラムシの数	ソラニン溶液側のアブラムシの数
回数		
1	174	270
2	175	270

---

回数		
1	16	17
2	15	15
3	18	10
4	14	14
5	34	26
6	27	27
7	24	23
8	14	15
9	27	11
10	22	7
11	18	9
12	18	7
13	38	12
14	37	10
15	33	13
16	31	9
17	34	17
18	33	17
19	32	15
20	25	10
21	63	12
22	56	7
23	60	19
24	51	11

表3 実験3回目の結果

---

実験1,2,3回目の実験それぞれで純水と作成した溶液の間に差が見られた。

## 6. 考察

(1)の実験で阻止円が見られなかったことは、我々が作成したソラニン溶液の黒カビに対する効果がなかったからだと考えられる。しかし、75期生の先行研究によると30℃の環境下の菌に対して防虫効果が見られたとあるため、ソラニン溶液には特定条件下の菌やカビに対する効果があると考えられる。

(2)-1,2の溶液に浸した小松菜にアブラムシの忌避効果が見られなかったことは①葉が溶液を吸収していない。  
②ソラニン溶液には防虫効果がない。などの理由が考えられる。

①については蒸発防止策を講じた上で、葉を入れていたビーカー内の溶液量が減っていたためそれが原因とは考え難い。

また、②については(2)-3の結果を踏まえると作成した溶液自体にはアブラムシの忌避効果があると考えられる。

(2)-1,2ではジャガイモの芽や皮、変色した実からソラニン溶液を抽出したが、(2)-3ではジャガイモの芽のみからソラニン溶液を抽出したため、濃度が変わったことが結果に差が生じてしまった原因だと考えられる。

ガスクロマトグラフィー法による成分分析はできなかったため、これらの実験結果がソラニンの効果によるものであるのかは不明であるが、ジャガイモの成分から防虫効果や特定条件下の菌やカビに対する抗菌効果をもった溶液を抽出することは可能であり、農薬としての利用も期待できると考えられる。

## 7. 今後の展望

ガスクロマトグラフィー法を用いて我々が作成した溶液の成分分析を行い、これらの実験結果が本当にソラニンによるものであるのかを調べたい。また、実験結果がジャガイモから抽出した溶液の濃度の濃さによって変わることがわかったので抽出するジャガイモの芽の量を調節して濃度をできるだけ薄くし、人体への影響にも配慮したソラニン溶液の開発を行うことができばうフードロス解決に向けた新規農薬の作成も期待できると思う。

## 8. 参考文献

[1]神戸大学「ジャガイモの毒  $\alpha$ -ソラニンはトマトの苦味成分から分岐進化した」水谷正治 2021年2月26日  
[https://www.kobe-u.ac.jp/research\\_at\\_kobe/NEWS/news/2021\\_02\\_26\\_01.html](https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2021_02_26_01.html)

[2]カジトラ「トマトの葉と茎で害虫被害を抑える方法 | 煮出したエキスでアブラムシ・ガの幼虫対策！」2020年6月28日  
<https://kajitora.com/tomatoes-leaves-insect-repellent/>

[3]農林水産省「薬剤感受性試験の実施方法について」  
[https://www.maff.go.jp/nval/yakuzai/koenshiryo/pdf/h29kenshu\\_1.pdf](https://www.maff.go.jp/nval/yakuzai/koenshiryo/pdf/h29kenshu_1.pdf)

[4]厚木高校「天然由来の農薬の開発」75期2年G組9班  
<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2greport.pdf>

[5]厚木高校「トマト由来トマチンの農薬への利用の検討」76期2年A組11班  
<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2a.pdf>

# フィルターに最適な葉脈標本の作成方法の検討

神奈川県立厚木高等学校

2年 C組 6班

## 1. 背景

現代では花粉症に悩んでいる人が多く、その悩みを少しでも解決したいと考えた。そこで私たちは特に、花粉が多く飛ぶ季節には換気がしづらいという悩みに着目した。また、近年環境への意識も高まっていることから、可燃ごみとして処分されている葉を有効に活用した、花粉の侵入を防ぐフィルターを開発したいと考えた。

## 2. 目的

花粉の通過率が低く、環境にも配慮したフィルターを開発するため、葉脈標本を用いたフィルターの作成方法を確立させる。

## 3. 仮説

- ・葉脈の取り出し方法で一番簡単なのは水酸化ナトリウムを用いた方法
- ・フィルターとして使用するために必要な葉脈標本の質量は、同面積あたりのフィルターの質量と同じ程度

### 【実験①葉脈の取り出し方について】

方法A, ハイターを利用した取り出し方

方法B, 重曹を利用した取り出し方

方法C, 水酸化ナトリウムを利用した取り出し方

(一般的に葉脈標本作成は水酸化ナトリウムを用いると簡単で、時間もかからないことが知られているが、今回は環境に配慮したフィルターを開発するという目的があるので処分のしやすいハイター、重曹でも実験を行い総合的に判断する。)

[方法A, ハイターを利用した取り出し方]

手順①ハイター100 mLをビーカーで加熱する。

手順②気泡が出てくる程度まで温まったらその中に葉10 gを入れ約20分程度放置する。

手順③葉を取り出し、水で洗う。

手順④歯ブラシで葉肉を落とす。

[方法B, 重曹を利用した取り出し方]

手順①お湯400 mLをビーカーで沸かし、沸騰したら重曹45 gをいれる。

手順②葉っぱ10 gを入れて煮る。

手順③葉が黒ずんだら取り出す。

手順④歯ブラシで葉肉を落とす。

[方法C, 水酸化ナトリウムを利用した取り出し方]

手順①10 %濃度の水酸化ナトリウム水溶液100 gをビーカーで加熱する。

手順②気泡が出る程度まで温まったらその中に葉10 gを入れ、葉が全体的に黒くなるまで18から20分煮る。

手順③新たな1000 mLビーカーに大量の水を用意し、そこに②の葉っぱを取り上げる。

手順④水でよく流しながら優しく葉肉を取り除く。

### 【②フィルターの作り方について】

・取り出した葉脈標本をフィルターのサイズである6.0 cm×6.0 cm以上の大きさになるように重ね、上にキッチンペーパーと重りを乗せる。乾いてからでは葉脈同士がくっつかず平らにもならないため、葉脈が取り出せればすぐにこれらの作業をする。

### 【③フィルターの性能の検証】

[実験装置の作成]

- ①1000 cm<sup>3</sup>の箱を作り、端から5 cmの所にフィルターを設置する。
- ②風を出すファンを箱の外側に設置、風が漏れないようにファンの直径に合わせて穴を開ける。
- ③ファンから見てフィルターの手前側にビーツ粉末を0.10 gおく。
- ④ファンから見た奥側にはワセリンを塗布したガラスプレートを設置

[検証]

- ①ガラスプレートの設置を確認したらファンに電源を入れ、ビーツ粉末をファンの風で飛ばす。
- ②それぞれのフィルターで上記の実験を行い、4つの区画を指定して顕微鏡で計測、グラフ化して葉脈標本の最適な質量や市販フィルムに対する効果の比較を行う。

## 5. 結果-1

### 【実験①葉脈の取り出し方について】

- ・A,ハイターを利用した取り出し方では、葉の表面全体に薄い膜が残ってしまった。また、個体差が大きかったが、薄い膜以外を取り除けたので薄い葉には向いている可能性がある。
- ・B,重曹を利用した取り出し方では、非常に時間がかかる上に個体差が大きかった。また、鍋の水分が蒸発しやすく、常に注意が必要なため大量生産をしてフィルターを作成するには向かない。
- ・C,水酸化ナトリウムを利用した取り出し方は、全体が均一に黒くなった上に時間もあまりかからず、上記3つの方法の中では一番効率よく葉脈標本を作成できた。

## 6. 考察-1

### 【実験①葉脈の取り出し方について】

・今回行った3つの方法の中で、効率に注目すると水酸化ナトリウムを用いた取り出し方が一番最適だと言える。しかし、水酸化ナトリウム水溶液を処理する際に流す水の量がとても多いため、市販のフィルターを利用することとの環境に与える影響の差を調べる必要がある。

## 7. 今後の展望

- ・私たちの実験では、正確な結果を出すことができなかった。そのため、葉脈で作ったフィルターが花粉対策に有効性があるかどうかをグラムなどを用いて検証をすること、それに加え、どれくらい葉脈を重ねるのが1番有効であるかなども検証をすることで、結果の精度を高めていく必要がある。
- ・また、水酸化ナトリウムを使用することによる環境への悪影響の大きさと、葉を資源として使用することの環境への良い影響の大きさについて調べ、より環境にも良い葉の活用方法を模索していく。

## 8. 参考文献

葉脈標本を作ろう！

<https://www.ymgt.ed.jp/rikacenter/rikakyouzaikennkyuu/youmyakuhyouhonn.pdf>

葉脈標本(スケルトンリーフ)を作ろう！

<https://lab-brains.as-1.co.jp/enjoy-learn/2021/11/36674/>

インテリアにも可愛い！

スケルトンリーフ(葉脈標本)の作り方とコツ

<https://lovegreen.net/lifestyle-interior/p207844/>





# 栽培における竹の利用方法の検討

神奈川県立厚木高等学校

2年 C組 7班

## 1. 背景

日本において、竹は家具や工芸品の材料の一種として古くから親しまれてきた。しかし、プラスチック製品などの発展や、海外の竹製品の輸入により、国内の竹の需要は低下している<sup>[1]</sup>。そのため、現在の日本は竹害という問題に直面している。竹害は他の植物の成長を妨げになったり、土砂災害の原因となることがある。孟宗竹(*phyllostachys edulis*)から抽出された抗菌物質の利用、竹炭や竹酢液の製造が進められている<sup>[2]</sup>が、さらに竹の利用方法を考えることで竹害の解決につながると考える。

## 2. 目的

1,竹を用いて、以下のような性質を持つ、土壌改良材を開発する。

- ・保水性と排水性の調整
- ・植物の成長促進
- ・土壌のpHの調整

2,真竹(*Phyllostachys bambusoides*)の表皮から抽出される抗菌物質により、植物の病気に対する薬剤を作る。

これらの開発により、新たな竹の活路を見出すことで、竹害の迅速な解決を図る。

## 3. 仮説

### (1)根拠となる先行研究・原理等

#### 保水性、排水性

竹は多孔質構造をもつことから、水分を吸い込み、吐き出す能力を保つと考えられている<sup>[3]</sup>。実用化の例として、竹炭による調湿などがあげられる。

#### 竹に含まれるカリウム

竹をバイオマス燃料として利用するという研究<sup>[4]</sup>において、竹にはカリウムが含まれていることが分かっている。

#### カリウム

肥料の3要素のひとつである。植物体内での炭水化物や窒素化合物の合成、根の発育の活性化、開花や結実の促進、冷害や病害虫への抵抗増進などの働きをもつ<sup>[5]</sup>。

#### pHの調整

植物にはそれぞれ生育に適したpHがある。そのため、植物の栽培をする際に、土壌のpHを改良用土や肥料、調整剤を用いて調整する必要がある<sup>[6]</sup>。

#### 抗菌、抗菌物質

孟宗竹から抽出した物質に抗菌効果があることがわかっている<sup>[7]</sup>。竹から抽出される抗菌物質は主に、タンニン、2,6-ジメトキシ-1,4-ベンゾキノンなどが挙げられる。タンニン、2,6-ジメトキシ-1,4-ベンゾキノンの沸点はそれぞれ、862.78°C、257.07°Cである<sup>[8]</sup>。

### (2)仮説

仮説1

竹の粉末を土に混ぜることで、竹の粉末による土壌の保水性（土に含める水分量）と排水性（不要な水分が抜ける時間の早さ）が調整できる。また、竹の粉末の量を変えることで、保水性、排水性が変化する。

#### 仮説2

竹の粉末から植物の栽培において十分な量のカリウムが溶出することが分かれば、植物の肥料として、竹の粉末が利用できる。

#### 仮説3

竹に土壌のpHを中和する能力があれば、竹の粉末を混ぜた塩基性土壌と酸性土壌のpHは中性に矯正される。

#### 仮説4

真竹に抗菌作用があれば、それを抗菌試験に供した際、菌数が抑制される。

## 4. 方法

### (1)概要

- 実験1 孟宗竹の粉末による、土の保水性と排水性の変化を調べる。
- 実験2 粉末にした真竹の表皮から溶出するカリウムの量を調べる。
- 実験3 孟宗竹の粉末が土壌のpHを調整する効果があるかを調べる。
- 実験4 真竹の表皮から抗菌物質を取り出し、抗菌試験を行う。

### (2)実験材料の製作

- ・真竹の表皮の粉末（以下竹粉(表皮)と表記）

真竹の表皮をやすり（#120）で削り粉末にする。

- ・竹の粉末（以下竹粉と表記）

天日干した孟宗竹をディスクグラインダー（#60）で粒径6 mm以下に粉碎し、裏ごし器を用いて、不純物や、孟宗竹の破片を取り除く。



図1 粉碎した竹

※孟宗竹を選択した理由について。全国の竹種割合は、真竹が約6割、孟宗竹約3割である<sup>[9]</sup>。そのため、竹害改善の観点からみると真竹のほうが最適であるが、真竹は繊維が密であるため、削るのが困難である<sup>[10]</sup>。そのため、柔らかい孟宗竹が最も適切だと考えた。

- ・実験用の土（以下土と表記する）

川砂と真砂土を1:1で混ぜ、保水性、排水性に対して特化した性質を持たず、中性である土を作る。

- ・パンに生えた糸状菌

保存料が含まれていない食パンをちぎり、容器に密閉して一週間放置する。定期的に霧吹きで水分を加える。観察し、クロコウジカビ (*Aspergillus niger*) であると考えられるもの<sup>[11]</sup>を実験に用いる。



図2 クロコウジカビ準備の様子

・生理食塩水  
純水100 mLに塩化ナトリウム0.9 gを入れて混ぜる

・25 %エタノール  
純水100 gに無水エタノール33 gを入れて混ぜる。

### (3)実験

#### 実験1

##### 材料

土（粉洗剤用計量スプーン約18杯分）、竹粉（粉洗剤用計量スプーン11杯分）、水1500 mL、栽培ポット3号15個、三脚台1台、ストップウォッチ1台、ビーカー100 mL、野菜包装用ネット2枚、ダブルクリップ2個、粉洗剤用計量スプーン1個

※研究計画書の段階では、メスシリンダーを使用する予定であったが、砂がメスシリンダーを傷つける可能性を考慮して、粉洗剤用計量スプーンに変更した。

##### 方法

1,土と竹粉の比率を変えて、以下のような3種類の土を作る。計量には粉洗剤用計量スプーンを用いる。

ポット1 土のみ

ポット2 土と竹粉を体積が1:1になるように混ぜる。

ポット3 土と竹粉を体積が1:2になるように混ぜる。

2,野菜包装用ネットをポットの大きさに切り、ポットの底に敷く。

3,1の土を栽培ポット3号に粉洗剤用計量スプーンで2杯ずつ分配する。

4,三脚台の下にビーカー、上にポットを設置する。ポットはダブルクリップで固定する。



図3 実験1の様子

5,ポット1に100 mLの水を加える。水がポットの底から出始めたら、ストップウォッチで時間の計測を開始する。

※時間計測のタイミングについて。水を加えた直後に計測を始めるという手順で実験を行ったところ、浸透時間や竹の撥水性<sup>[12]</sup>により、実験結果に大きな差が生じてしまった。これらを改善するために、上記のような方法に変更した。

6,ポットの下から水が出なくなったら、ストップウォッチを止める。

7,排水し終わるまでにかかった時間を排水力、ビーカーに溜まった水の少なさを保水性とし、記録する。

8,2～5の実験をポット2、3で繰り返す。

9,1～6の実験を5回繰り返す

10,ポット1とポット2、ポット2とポット3についてT検定を行う

#### 実験2

##### 材料

竹粉100 g、純水400 mL、カリウムメーター1台、ガラス棒1本、漏斗1個、濾紙1枚、500 mLビーカー2個

##### 方法

1,500 mLビーカーに竹粉100 gに純水400 mLを入れて混ぜ、ガラス棒で攪拌する。

※カリウムが水に溶出することから、本来であれば、液体肥料の一般的な希釈倍率（500倍～1000倍）で実験を行うべきである。しかし、先行研究より、多量のカリウムの溶出は期待できなかった<sup>[13]</sup>こと

や、比較に使用した液体肥料の希釈倍率が $5 \times 10^2$ 倍であったこと<sup>[14]</sup>を踏まえて、希釈倍率を5倍とした。

2,1を1週間放置する。

※カイワレダイコン(*Raphanus sativus var.longipinnatus*)を栽培すると仮定し、期間を1週間とした。

3,液体を濾過する。

4,カリウムメーターを用いて、濃度を測定する。

### 実験3

#### 材料

土100 g、竹粉125 g、消石灰37.5 g、ピートモス37.5 g、純水600 mL、ビーカー6個、試験管1個、pHメーター1台、ストップウォッチ1台、電子天秤1台

#### 方法

1,6種の土をビーカーに入れる

土1 土50 g(中性土壌の再現)

土2 土と竹粉を1:1で混ぜて、総重量を土1に揃えたもの

土3 土とピートモスを1:1で混ぜて、総重量を土1に揃えたもの(酸性土壌の再現)

土4 土3と竹粉1:1で混ぜ、総重量を土1に揃えたもの

土5 土と消石灰を1:1で混ぜ、総重量を土1に揃えたもの(塩基性土壌の再現)

土6 土5と竹粉を1:1で混ぜ、総重量を土1に揃えたもの

2,それぞれのビーカーに100 mLの水を入れる

3,10分放置

4,上澄み液を試験管に採取し、pHメーターでそれぞれのpHを測定



図4 実験3の様子

### 実験4

#### 材料

クロコウジカビ適量、滅菌シャーレ4枚、定規1本、竹粉(表皮)1.2 g、25 %エタノール5.8 mL、三角フラスコ2つ、ビーカー1つ、遠心分離機1台、鍋1つ、ポテトデキストロース寒天培地3.9 g、純水130 mL、アルミホイル2枚、オートクレーブ1台、クリーンベンチ1台、コンラージ棒1本、生理食塩水50 mL、プラスチック容器1つ、エチルアルコール濃度計1台

#### 《抽出》<sup>[15]</sup>

1,三角フラスコに竹粉(表皮)1.2 gと25 %エタノール5.8 mLを入れる。

2,5分間攪拌する。

3,12000×gで10分間遠心分離する。

4,3を濾過し、ビーカーに移す。

5,4を78°Cで加熱し、エタノールを蒸発させる。(以下抽出液と表記する。)

※本来であれば、エバポレーター等を用いた方法が適切であるが、抽出液に含まれている物質<sup>[8]</sup>は、直火でも壊れにくいと判断し、実験の効率も考えて直火によるエタノールの除去を選択した。

6,エチルアルコール濃度計で抽出液にエタノールが含まれていないことを確認する。

7,冷めたら、抽出液をビーカーに入れて保存する。

※エタノールの除去により、抽出液の量が足りなくなってしまったため、純水を10 mL追加した。

### 《ポテトデキストロース寒天培地の作成》<sup>[16]</sup>

※寒天培地の作成及び抗菌効果の実験では、私たちの無菌操作に対する知識が曖昧だったために、何度かコンタミネーションを起こしてしまった。今後実験を行う方々のために、無菌操作について《ポテトデキストロース寒天培地の作成》および《抗菌効果》に要点を記した。

1,ビーカーにポテトデキストロース寒天培地3.9 gを入れた後、水100 mLを加えて溶かす。

2,アルミホイルで蓋をし、オートクレーブ15分12°Cのコース I で滅菌する。

3,クリーンベンチ内で滅菌シャーレにそれぞれ均等に培地を分ける。

※クリーンベンチを使用する際は、実験器具だけでなく実験者の準備も重要になる。手指はオスバンで消毒し、使い捨ての手袋を着用する。また、マスクの着用や、髪の毛の管理も必須である。クリーンベンチ内は、使用前・使用後にオスバン溶液を吹きかけ、消毒する。

4,培地が固まったら逆さにし、水気を切る。

### 《抗菌効果》<sup>[17]</sup>

1,パンに生えたカビを生理食塩水50 mLで希釈する

2,純水と抽出液、実験器具を乾熱滅菌する。

以下の作業はクリーンベンチ内で行った。

3,2つの寒天培地にコンラージ棒を用いて塗抹する。

3,4つの培地のうち2つには純水を染み込ませたペーパーディスク、残りの2つには抽出液を染み込ませたペーパーディスクを3つずつ置く。

4,25°Cで1日間培養する

5,出現する阻止円の大きさを定規で測定し、比較する。

6,純水を染み込ませたペーパーディスクと、抽出液を染み込ませたペーパーディスクにできた阻止円の大きさについてT検定を行う。

## 5. 結果

### 実験1

#### 1回目

表1 排水量1回目 (mL)

土:竹粉	回数					平均
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
1:0	37.5	25	27.3	38.3	36.2	32.86
1:1	2.75	11.48	1.5	25.02	10.53	12.1325
1:2	0.25	1.4	3.9	0.25	9	2.96

表2 排水時間1回目 (mm:ss.00)

土:竹粉	回数					平均
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
1:0	00:28.13	01:14.74	02:11.19	00:50.49	01:02.45	01:09.40
1:1	03:08.98	04:18.01	05:34.30	02:03.39	02:20.66	03:29.07
1:2	05:01.35	04:30.32	03:36.31	11:05.09	05:50.95	06:00.80

1回目はポットに水を入れた直後にストップウォッチで排水時間を計測した。そのため、排水時間に竹の撥水性による浸透時間の差が含まれてしまった。上記の表の値は信憑性が無いとみなし、実験方法を変更して再度

実験を行った。なお、ポット1に関しては、撥水性の影響を受けておらず、水を注いだ直後に排水が始まることから、1回目の実験の数値をそのまま使用する。

## 2回目

表3 排水量2回目 (mL)

土:竹粉	回数					平均
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
1:0	37.5	25	27.3	38.3	36.2	32.86
1:1	31.9	27.6	26.6	24.4	22	26.5
1:2	10.2	16.5	19.8	21.5	21.5	17.9

表4 排水時間2回目 (mm:ss.00)

土:竹粉	回数					平均
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
1:0	00:28.13	01:14.74	02:11.19	00:50.49	01:02.45	01:09.40
1:1	02:39.07	02:59.24	03:00.29	02:31.03	02:30.38	02:44.00
1:2	02:09.82	03:06.29	02:47.84	03:34.31	03:52.59	03:06.17

ポット1とポット2についてT検定を行ったところ、排水量、排水時間もに有意差が見られた。このことから、竹粉を土に混ぜることで、排水量が減少し、排水時間が長くなったことがわかる。さらに、ポット2とポット3についてもT検定を行ったところ、排水量のみにも有意差が認められた。このことから、土に混ぜる竹粉の量を変えることで、排水量は減少するが、排水時間には変化が見られなかったことが分かる。

## 実験2



図5 pH測定後のカリウムメーター

溶出したカリウムの量をカリウムメーターで測定したところ、竹粉と純水の混合液に140ppmのカリウムが溶出していることが分かった。

## 実験3



表5 竹粉によるpHの変化

土の種類	竹粉の有無	
	無し	有
中性	6.9	8.5
酸性	4.8	6.1
塩基性	11.3	11.3

竹粉によって。中性の土壌が塩基性に傾き、酸性の土壌が中性傾いた。

実験4



1回目

培地作成の段階でコンタミネーションが確認されたため、実験を中断した。主な要因としては、コンラージ棒やシャーレの消毒を行っていないこと、手指消毒を行っていないこと、クリーンベンチ内の滅菌をしていなかったことが挙げられる。これらの反省を踏まえて同じ方法で2回目の実験を行った。

2回目

培養中に、滅菌水を使用していないことに気づき、実験を中断した。純水、抽出液を滅菌し、1回目と同じ方法で3回目の実験を行なった。

図5 コンタミネーションが起きたシャーレ

3回目



図6 抽出液を染み込ませたペーパーディスクと阻止円



図7 純水を染み込ませたペーパーディスク

	阻止円の大きさ (cm)					
	純水	0	0	0	0	0
抽出液	1.5	1.4	1.2	1.1	1	0

抽出液を染み込ませたペーパーディスクに阻止円が見られた。また、この結果について、T検定を行ったところ有意差が認められた。

## 6. 考察

### 実験1

ポット1とポット2の結果において、ポット1よりポット2の方が排水量が多いことから、竹粉を入れることで保水力が向上すると言える。しかし、ポット1よりポット2の方が排水時間が長いことから、竹粉を入れることで、排水力は低下すると考えられる。さらに、ポット2とポット3の結果において、排水量のみ有意差が見られた。このことから、竹粉の量を増やすことで保水力がさらに向上すると考えられる。また、ポット2とポット3において、排水量時間に有意差が認められなかったのは、実際はポット3で排水力が低下しているものの、保水力の向上により、排出される水の量が減っているからだと考えられる。

### 実験2

カリウムの溶出は確認できたものの、市販の液体肥料と比べるとこの量は栽培において十分な量ではないと考えられる。その根拠として以下に市販の液体肥料(ハイポネクス観葉植物用)を500倍(カイワレ大根を栽培する際の希釈倍率)に希釈した時のカリウムの質量パーセント濃度および竹粉と純水の混合液(希釈倍率は4,方法(3)実験 実験2を参照)に含まれるカリウムの質量パーセント濃度を記載する。

市販の液体肥料<sup>[4]</sup>

カリウムの質量パーセント濃度=4.0%

竹粉と純水の混合液

カリウムの質量パーセント濃度=140 ppm=0.0140%

### 実験3

実験3より、竹粉は酸性土壌のpHを塩基性に傾ける効果があると考えられる。しかし、この実験からpHを変化させた要因と土壌の種類によってpHの変化に違いが見られた理由は分からなかった。

### 実験4

実験3回目において、抽出液をしみこませたペーパーディスクのうち1つに抗菌効果が見られなかったのは、ペーパーディスクに染み込ませた抽出液の不足であると考えられる。

実験結果より、真竹の表皮にはクロコウジカビを抗菌する作用を持つ物質が含まれていると考えられる。また、クロコウジカビが糸状菌であることと、植物の病気の7~8割が糸状菌によるものであるということを踏まえると、真竹の抽出物はほとんどの植物の病気に有効であると考えられる。さらに、モウソウチク抽出物の先行研究より、真竹に含まれる抗菌物質は、タンニン、2,6-ジメトキシ-1,4-ベンゾキノン、パラベンゾキノンのいずれかだと考えられる<sup>[7]</sup>。

### 総括

以上4つの実験から、竹粉は土壌の保水力の向上機能、pHの調整機能、栄養の補填機能がある土壌改良剤として利用できると言える。また、真竹の表皮は孟宗竹と同様に抗菌剤として利用することができる。

## 7. 今後の展望

### 実験1及び実験3

竹粉を土壌改良材として用いるには、土壌改良材としての機能をどれだけ持続させることが出来るかを検証する必要がある。また、竹粉は保水力や排水力の改善のために使用した時、土壌のpHも変化してしまうという欠点がある。さらに細かく土と竹粉の比率を変えて実験を行い、土壌に対して適切な使用量を調べる必要もある。

### 実験2



遠心分離機などを使用して、より効率よく多くのカリウムを溶出させる方法を検討する。また、市販の肥料との比較により、竹粉が肥料として利用可能かを検討する。

#### 実験4

ガスクロマトグラフィーを行い、抗菌作用を示した物質についての分析を行う必要がある。また、分析によって確認できた物質が、人体や植物に影響が無いかを考える。

本研究を実行するにあたり、株式会社UNIT様に「低カリウム野菜専用肥料 ノウ・カリ1号」のサンプルを無償で提供して頂きました。実験に必要な材料を提供していただき、無事に実験を行うことが出来ました。ここに感謝の意を表します。

本当にありがとうございました。

## 8. 参考文献

[1]スマートテック 放置竹林とは？～竹害が起こす被害とSDGsとの関わり～

<https://www.smart-tech.co.jp/column/environment-issues/houchichikurin/>

[2]虎斑竹専門店 竹虎

[https://www.taketora.co.jp/?gclid=CjwKCAiA8NKtBhBtEiwAq5aX2MKDpEGcpQWGBMxZuuvumRIjLaxuX3I79ebXrl85JQUvJw4W5GmJoBoCR5MQAvD\\_BwE](https://www.taketora.co.jp/?gclid=CjwKCAiA8NKtBhBtEiwAq5aX2MKDpEGcpQWGBMxZuuvumRIjLaxuX3I79ebXrl85JQUvJw4W5GmJoBoCR5MQAvD_BwE)

[3]竹炭について | 土づくり研究所-竹パウダー

<https://sugoi-tuchi.com/charcoal/>

[4]バイオマスエナジー社 竹がバイオマス燃料に不向きな理由と近年の研究成果

<https://www.lumber-recycling.com/column/bamboo-fuel.html>

[5]住友化学園芸 肥料成分の働き カリ(K)

<https://www.sc-engei.co.jp/fertilizer/working/K/#:~:text=%E3%82%AB%E3%83%AA%E3%81%AF%E6%A4%8D%E7%89%A9%E4%BD%93%E3%81%AE,%E3%81%AB%E3%82%82%E5%BD%B9%E7%AB%8B%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82>

[6]やまむファーム 土壌の酸性度(pH)と測定・調整方法について

<https://ymmfarm.com/cultivation/basis/soil-ph>

[7]株式会社グリーンフィールド 竹の力 天然植物成分モウソウチク抽出物とは？

<http://www.gr-field.com/takexcleanGF/mousouchiku.html>

[8]シグマアルドリッチ (Sigma-Aldrich) | メルク-Merck

<https://www.sigmaaldrich.com/JP/ja>

[9]「九州における放置竹林問題と求められる対応方策-タケノコと有用性を踏まえて」、野中 重之、地方自治ふくおか、第68巻、p.44-60(2019)

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/chihoujichifukuoka/68/0/68\\_44/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/chihoujichifukuoka/68/0/68_44/_pdf/-char/ja)

[10]株式会社テクノートら竹の紹介

<http://www.tcn.co.jp/bamboo/about.html>

[11]University of Adelaide Aspergillus|Mycology

<https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/aspergillus>

[12]国際緑化推進センター 竹材の湿式法油抜き加工-竹工芸品の輝き-

<https://iifpro.or.jp/chiepro/knowledge004/>

[13]「数種の金属元素の樹幹内分布」、種田 健造、田村 守、大森 茂俊、岩手大学農学部演習林報告、第16号、p.115-131(1985)

<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030842578.pdf>

[14]株式会社ハイポネクスジャパン 専用液肥-観葉植物-のご紹介

<https://www.hyponex.co.jp/products/products-641/>

[15]「イチョウの葉の抽出物質による抗菌作用」、児新 美恵、石井 綾華、武田 怜奈、日本農芸化学誌、第53巻(6号)、p.413-415(2015)

[https://katosei.jsbba.or.jp/view\\_html.php?aid=398](https://katosei.jsbba.or.jp/view_html.php?aid=398)

[16]コンタミネーションを防ぐ！無菌操作の基本と注意点

<https://m-hub.jp/biology/2941/193>

[17]農林水産省 薬剤感受性試験の実施方法について

[https://www.maff.go.jp/nval/yakuzai/koenshiryo/pdf/h29kenshu\\_2.pdf](https://www.maff.go.jp/nval/yakuzai/koenshiryo/pdf/h29kenshu_2.pdf)

# サポニンの界面活性剤としての活用

神奈川県立厚木高等学校

2年 C組 8班 β

## 1. 背景

近年生ゴミの処理方法について問題になっており、生ゴミを有効活用したいと考えた。そこで不可食部として廃棄されている枝豆のさやに注目した。調べると枝豆のさやにはサポニンという物質が含まれていることがわかった<sup>[1]</sup>。私たちはサポニンが持つ界面活性作用に注目し、枝豆のさやを界面活性剤として利用しようと考えた。

## 2. 目的

枝豆のさやから抽出したサポニンを用いて食器用洗剤を作り、それが実用できるかどうかを実験によって明らかにする。

## 3. 仮説

1. 枝豆のさやからはサポニンを抽出することができる。
2. 抽出したサポニンに含まれる界面活性剤によって、汚れを落とすことができ、抽出液は洗剤として活用できる。

## 4. 先行研究

### ○表面張力と界面張力の計測<sup>[2]</sup>

実験ではサイカチとムクロジを常温の水に1日浸漬抽出後、ろ過し、ろ液を試料溶液としている。サイカチとムクロジにはサポニンが含まれており、これらには表面張力低下作用および界面張力低下作用があることが分かる。実験では、表面張力はWilhelmy型自動表面張力計で測定し、界面張力は滴容法で測定していた。<sup>[2]</sup>

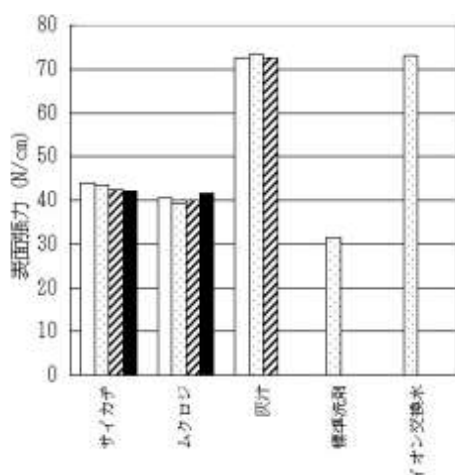


図1 表面張力<sup>[2]</sup>

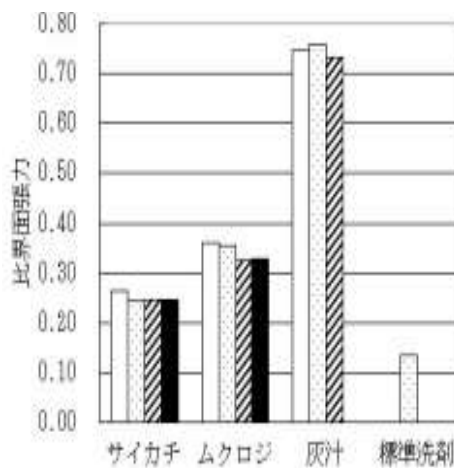


図2 界面張力<sup>[2]</sup>

### ○トマチンの抽出方法<sup>[3]</sup>

1. トマトの葉、茎を細かくし、沸騰した水に入れて煮出し、濾過。<sup>[3]</sup>
2. トマトの葉、茎を細かくし、エタノールを加え放置した後、濾過。その溶液を湯煎し、エタノールを蒸発させた。<sup>[3]</sup>

私達はこの1、2の他に、ひとつ前の先行研究で行われていた純水に入れて一日置いておき、抽出をする方法を3として、計3つの方法でサポニンの抽出実験を行う。

## 5. 実験

### 【実験1-1(サポニン抽出液1)】

#### ○実験道具

枝豆のさや、純水、鍋、ガスコンロ、包丁、まな板、ペットボトル、ガーゼ、輪ゴム

○手順

1. 枝豆のさや 30 gを包丁で細かく刻む。
2. 鍋に純水 300 mlを入れ沸騰させる。
3. 沸騰した純水に手順 1 のさやを入れ、弱火にし、5 分間加熱する。
4. できた溶液をペットボトルとガーゼ、輪ゴムで作ったろ過装置で濾過する。
5. ペットボトルに移し冷凍保存する。

### 【実験 1 - 2 (サポニン抽出液 2)】

○実験道具

枝豆のさや、純水、お湯、包丁、まな板、すり鉢、乳棒、エタノール(99.6%)、ペットボトル、ガーゼ、輪ゴム、ビーカー

○手順

1. 枝豆のさや 30 gを包丁で小さく切り、すり鉢と乳棒ですり潰す。
2. すり潰したものをビーカーに移し、エタノール 20 mlを加えて冷蔵庫で 2 時間放置。
3. 実験 1 - 1 で作ったろ過装置と同じものを作り、手順 2 の溶液を濾過する。
4. できた溶液に純水 300 mlを加える。
5. 手順 4 でできた溶液を熱湯で湯煎し、エタノールを蒸発させる。
6. ペットボトルに移し冷蔵保存する。

### 【実験 1 - 3 (サポニン抽出液 3)】

○実験道具

枝豆のさや、純水、鍋、包丁、まな板、ペットボトル、ガーゼ、輪ゴム

○手順

1. 枝豆のさや 30 gを包丁で細かく刻む。
2. 刻んだものと純水 300 mlをペットボトルに入れる。
3. 冷蔵庫で 1 日間放置する。
4. 実験 1 - 1 で作ったろ過装置と同じものを作り、手順 3 の溶液を濾過する。
5. ペットボトルに移し冷凍保存する。



図 3 実験 1 - 1 サポニン抽出液 1 図 4 実験 1 - 2 サポニン抽出液 2 図 5 実験 1 - 3 サポニン抽出液 3

### 【実験 2 洗剤効果の検証(表面張力の強さの検証)】

○実験道具

実験 1 - 1, 2, 3 の抽出液、純水、洗剤水、メスシリンダー、駒込ピペット、コップ(200 ml)

○手順

- 1.メスシリンダーで量りとった 200 mlの純水をコップに入れる。
- 2.駒込ピペットで一滴ずつ滴下し、溢れたときの体積を記録する。
- 3.洗剤水、サポニン抽出液 1, 2, 3 でも同様の操作をする。



図 6 実験の参考画像

### 【実験 3 洗剤効果の検証(界面張力の強さの検証)】

#### ○実験道具

実験 1 - 1, 2, 3 の抽出液、洗剤液、純水、皿、霧吹き、ラー油、スターラー、攪拌子

#### ○手順

- 1.ラー油を 10 滴、皿にまんべんなく塗ったもの 5 枚を用意する。
2. 10 分放置する。
- 3.実験 1 - 1, 2, 3 の抽出液、洗剤液、純水を、手順 1 の皿に別々に吹きかける(霧吹きで 3 プッシュ、皿から 20 cm 離す、皿の真上から)。
4. 5 分間放置する。
- 5.純水を霧吹きで 80 プッシュ(約 20 ml)して吹きかける。
- 6.スターラーと攪拌子を用いて 1 分攪拌する。
- 7.皿に溜まった純水を流す。

## 6. 結果

### ○実験 2 の結果
















表 1 実験 2 の結果 ( ml )

	方法 1	方法 2	方法 3	洗剤水	純水
1 回目	27.8	24.5	26.5	22.3	34.1
2 回目	27.5	24.5	27.4	22.6	32.4
平均	27.7	24.5	27.0	22.5	33.2

抽出液は純水に比べて表面張力の強さが弱いということがわかる。また、抽出液の中では、実験 1 - 2 の方法が最も洗剤に近い表面張力低下作用があることがわかる。

### ○実験 3 の結果

表 2 ラー油の落ち方の比較

	純水	洗剤液	サポニン抽出液 1	サポニン抽出液 2	サポニン抽出液 3
1 回目					
2 回目					
3 回目					

抽出液は洗剤と同じ程度の油が落ちているように見える。実験 1 - 2 の方法が抽出液の中で最も安定して油が落ちていることが見てわかる。

## 7. 考察

実験 2、実験 3 ともに実験 1 - 2 の方法が最も効果が出ていたことから、エタノールで抽出した方法が最もよくサポニンを抽出できたのだと考えられる。実際に、企業では親油基の物質の抽出にエタノールが用いられている。<sup>[4]</sup>

## 8. 今後の展望

エタノールを用いて抽出する際のさやの量を増やし、より濃度の高いサポニン溶液を作っていきたい。

## 9. 参考文献

[1]日本石鹼洗剤工業会、界面活性剤のはたらき  
[https://isda.org/w/03\\_shiki/osentakunokagaku\\_2.html](https://isda.org/w/03_shiki/osentakunokagaku_2.html)

[2]「サイカチ、ムクロジ、灰汁の洗浄性と溶液物性」、藤居 眞理子、高橋 兆子、東京家政学院大学紀要、第43号、p.6-7(2003年8月) <https://www.kasei-gakuin.ac.jp/tkgu/cms/wp-content/uploads/2022/04/43N1.pdf>

[3]76期2年A組11班、「トマト由来トマチンの農薬への利用の検討」  
<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2a.pdf>

[4]大峰堂薬品工業株式会社、抽出技術  
<https://www.ominedo.co.jp/extraction/>

# アルミ板が電波収集のパフォーマンスを上昇し得る方法に関する量的研究

神奈川県立厚木高等学校

2年c組9班

## 1.背景

金属板はその電気抵抗率が低いと電波を吸収せず、反射することが知られている。

(表1)アルミニウムと銅の温度変化による電気抵抗率の変化

温度	0℃	100℃
アルミニウム	2.50 $\mu\Omega\text{cm}$	3.55 $\mu\Omega\text{cm}$
銅	1.55 $\mu\Omega\text{cm}$	2.23 $\mu\Omega\text{cm}$

## 2.目的

電波を意図的に強くする、スマートフォンに取り付ける装置の開発  
電波を反射し、擬似的に電波を増幅させる

## 3.先行研究

- ・梨地処理とは、金属表面などの素材に鉄、砂、ガラスなどの粒子を吹き付けて、表面を粗す方法。  
そのため、今回の実験では乱反射を防ぐために梨地処理されていないアルミ板を使用しました。
- ・UQモバイルはauの回線を使用している
- ・auの基地局が厚木市にある
- ・その基地局の高さは約11.2 m

実験で使用するgalaxy s22の内部図(図1)

⑰にアンテナ(電波を拾うための部品)がついている

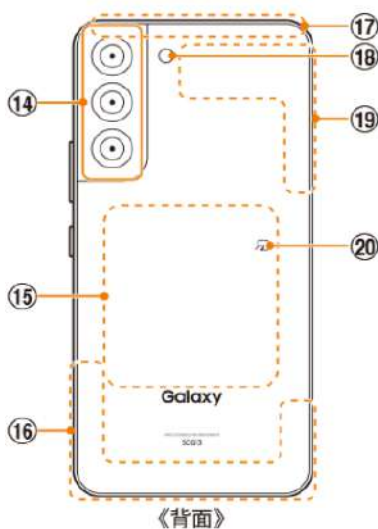


図1 galaxy s22の内部図

## 4.仮説



1. アルミ板が電波を反射する。
2. 1で反射させた電波をスマートフォンのアンテナ部分に集約するよう調整すればダウンロード[Mbps]の測定量が上がる。

## 5.方法

### 5-1. 作成

厚さ2 mmのアルミ板を加工し、2種類の増幅装置を作成する。

#### [1]三面鏡型

アルミ板(71\*145\*0.3 mm)の大きさに4枚カットし、  
セントク蝶番51 mmにウルトラ多用途金属用弾性接着剤を用いて接着する。

#### [2]パラボラアンテナ型

アルミ板(半径105 mmの円)にカットし、一部を切り取り円錐の形状を作成する。

### 5-2. 測定

(使用機材)

- ・Galaxy s22(UQモバイル(au)と契約したもの)
- ・アルミ板(乱反射を減らすため梨地処理がされていないものを使用)

(実験条件)

差を認識しやすいように、電波の弱い箇所で計測する(Speedcheck Pro(図2)というアプリで計測する)  
現地では、基地局から22.5 m離れた位置で測定する。

- ・そのままの場合
- ・装置を取り付けた場合

以上の場合について電波強度の変化を計測する。

比較するために使う数値はダウンロードの値で有意水準を0.05とする。



図2 Speedcheck Pro のアプリアイコン図

[0]レーザーポインター赤を用いた予備実験

レーザーポインター赤(波長635 nm,ボタン数1)を用いて、4-1で作った三面鏡に、電波塔の高さと測定する位置の距離の比率が同じ位置で光をあて、アルミ板に反射してアンテナ部分に多く集約した時の三面鏡と両側の板との角度が22.5度と、パラボラアンテナの先端部とスマートフォンの距離が10 cmであることが分かった。

[1]三面鏡型

- ・90°,120°,150°の3種類の角度で計測をする
- ・三面鏡と両側の板との角度は22.5°とする(図3)

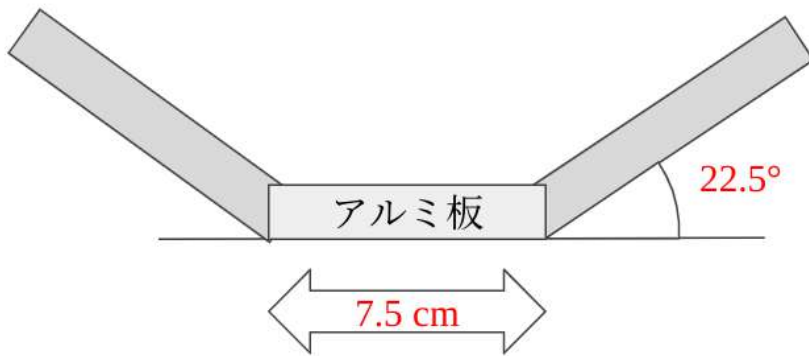


図3 三面鏡を手間から見た図

・スマートフォンは三面鏡の最下部と17.5 cm離して計測する(図4)

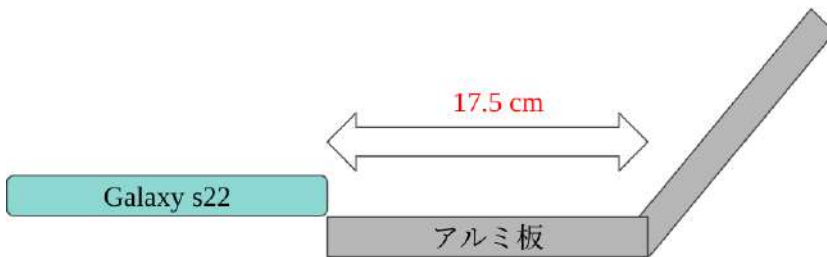


図4 三面鏡とスマートフォンを横から見た図

[2]パラボラアンテナ型

パラボラアンテナの中心部から10 cm離れた位置にスマートフォンのアンテナが来るように設置して計測する(図5)

パラボラアンテナの中心部の延長線上に基地局が来るように調節する

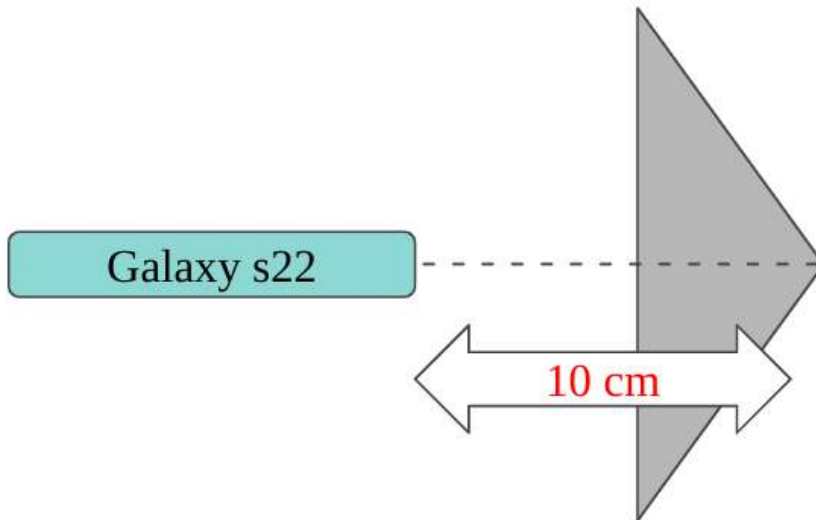


図5 パラボラアンテナとスマートフォンを横から見た図

6.結果

入射角が75度(基地局で実験する場合)の時

スマートフォンとアルミ板の間の角度が150度の際にもっとも通信速度が改善された。

(表2)実験で使用したすべてのパターンの平均値とp値と帰無仮説

	平均値	p値	帰無仮説
装置無し	136.1	×	×
三面鏡型90°	144.49	0.0169	棄却された
三面鏡型120°	144.37	0.0301	棄却された
三面鏡型150°	156.44	0.0029	棄却された
パラボラアンテナ型	149.56	0.0014	棄却された

## 7.考察

三面鏡型の三つの角度およびパラボラアンテナ型で帰無仮説が棄却されたことから、アルミ板で作成した装置を用いることで通信速度の改善がわずかに見られるということがわかった。

## 8.今後の展望

- 角度を固定するための装置、もしくは本体の接合部に用いる素材の変更  
→今回の実験では接合部の可動範囲を広げるために蝶番を用いて実験したが、この素材だと適切な角度で止めるということが難しく、実用化するにあたって角度の固定と可動範囲の両立をしなければいけないと考えた。
- 三面鏡の計測する角度をさらに細分化  
→今回の実験では時間と使えるデータ量が限られていたため、三種類の角度でしか計測できなかったが、角度をより細分化することで通信速度の改善に最適な角度を求めていく。
- より現実のパラボラアンテナに近い形に変更  
→自分たちでアルミ板を曲げて形を作ったことや、実際のパラボラとは異なり円錐形に近い形状のもので実験を行ったことによって、本来のパラボラアンテナよりも通信速度への影響が少なかったと考えられる。  
そのため装置の制作は金属加工の業者などに頼み、実際に普及しているパラボラアンテナに近い形に変更していこうと思う。

## 9.参考文献

電気抵抗率

[https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj7\\_6yOtrH\\_AhV3gFYBHb3eBY0QFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.hakko.co.jp%2Fqa%2Fqakit%2Fhtml%2Fh01100.htm&sg=AOvVaw3Bjf6GEDKglw-nzH9i1FN](https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj7_6yOtrH_AhV3gFYBHb3eBY0QFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.hakko.co.jp%2Fqa%2Fqakit%2Fhtml%2Fh01100.htm&sg=AOvVaw3Bjf6GEDKglw-nzH9i1FN)

電波の反射と通信距離について

[https://www.rkcinst.co.jp/technical\\_commentary/831691/](https://www.rkcinst.co.jp/technical_commentary/831691/)

携帯基地局の分布図@googlemap

<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=14o750Vkk9xdriwq4v1Hgrd-wZJ5B4DWS&ll=35.44589480814773%2C139.350716437127&z=18>

Galaxyの内部について

[https://www.au.com/online-manual/scg14/scg14\\_01/m\\_02\\_00\\_00.html](https://www.au.com/online-manual/scg14/scg14_01/m_02_00_00.html)

アルミホイルで電波強度は強くできるのか

<https://www.ntt-bp.net/column/blog/2021/11/post-54.html>

auがどの周波数帯を用いているのか

<https://simfree-pc.net/au-band-summary/>

# 廃棄物由来のタンパク質から形成された固形物の実用化の検討

神奈川県立厚木高等学校

2年 C組 10班 β

## 1. 背景

近年、海洋に投棄されたプラスチックが問題視されている。

プラスチックは完全には分解されず、海洋の生態系に大きな影響を与えている。

そこで、\*生分解性を持つ廃棄物由来のタンパク質(カゼイン)から生成された固形物(\*以降、固形物と呼ぶ)で、代用して問題解決に繋げたいと考えた。

しかし、固形物の生産効率は悪いと言われている。

そこで、私たちの班は、固形物の生成過程に着目し、固形物の実用化に関する将来性を高めることにした。

また、固形物を生産する原料となる牛乳にも、廃棄の問題がある。

2014年、日本ではバター不足問題という事態に陥った。

そこで、政府は家畜の餌などの費用として 約36億円を助成することを決定した。

これにより、牛乳の生産量を増加させた。

しかし、2019年からの新型コロナウイルスの流行により、牛乳の消費量は低下した。

牛乳の需要が一気に低下し、過剰に生産された牛乳が廃棄されたことが問題になった。

また、牛の体の仕組みとして、毎日乳を搾らないと乳房炎の危険性があるため、生産量は変えられないのが実態である。

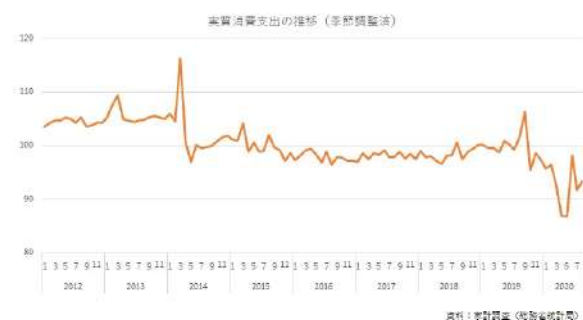


図1:牛乳の実質消費支出の推移

図2:牛乳生産量の推移

## 2. 目的

固形物の生成過程において重要である、乾燥方法やレモン汁と牛乳の量の関係に関する実験を行い、固形物の実用化に関する将来性を高める。

## 3. 仮説

1. 乾燥方法が異なると、固形物の性質に違いが生じる。
2. 一定量の牛乳と加えていく酸性溶液の間には、酸性溶液が過不足なく反応する値があり、それ以上加えても生成される固形物の量は増加しない。

## 4. 方法

### 【実験1】 乾燥実験

#### <実験材料>

牛乳150mL(50mL×3)、レモン汁(2.0mL、2.3mL、2.5mL)、ビーカー100mL(3個)、ビーカー300mL、ガラス棒、駒込ピペット、電子レンジ、新聞紙、ガーゼ、乾熱滅菌機、ガスバーナー、マッチ、温度計

#### <実験方法>

1. ビーカーに加えた50mlの牛乳をガスバーナーで70℃まで加熱する。
2. 2.0ml, 2.3ml, 2.5mlの3種類のレモン汁を牛乳に加えて攪拌する
3. ガーゼでろ過し、タピオカストローを使って成形する
4. 自然乾燥, 熱風乾燥(シャーレに入れ、乾熱滅菌器で80℃3時間で状態を見る), 電子レンジ加熱(1分ごとに行い、様子を見る)の3種類の方法で乾燥させる

### 【実験2】 酸性溶液の限界量を求める実験

#### <実験材料>

牛乳1350mL(50mL×27)、レモン汁(10mL)、ビーカー100mL(3個)、ビーカー300mL、ガラス棒、駒込ピペット、新聞紙、ガーゼ、乾熱滅菌機、ガスバーナー、マッチ、温度計

#### <実験方法>

1. ビーカーに加えた50mLの牛乳を70℃までガスバーナーで加熱する。
2. 牛乳に加えるレモン汁の体積を1.2mLから0.2mLずつ、増加させながら十分なデータが取れるまで続ける。
3. ガーゼを用いて固形物を濾し取り、成形する。
4. 固形物を恒温乾燥機で乾燥させる。
5. それぞれの固形物の質量を測定する。

## 5. 結果

### 【実験1】

- 自然乾燥で乾燥したところ、約1週間で固まった。そのとき乾燥前に比べて体積は小さくなり、表面に油が付着し、牛乳特有の臭いを発していた。また、カビが発生した。しかし、固形物全体をムラなく乾燥できた。







図3:自然乾燥前の固形物

図4:自然乾燥後の固形物

- 恒温乾燥機で乾燥させたところ、固形物全体をムラなく乾燥できた。
- 長時間加熱すると茶色の焼色がついた。



図5:恒温乾燥機で3時間80°Cで乾燥後の固形物

図6:恒温乾燥機で6時間80°Cで乾燥後の固形物



- 電子レンジ加熱で生成したところ、乾燥前の状態(球状)が保たれず、ドーナツのように中央に空洞ができた。また、固形物全体で乾燥にムラがあった。



図7:電子レンジ加熱後の固形物

### 【実験2】

- 今回はレモン汁の体積を2.8mLまで計測した。
- 体積が2.0mLを超えた時点で固形物の質量はそれ以上大きくならず、質量の平均値はほぼ一定であった。



図8:牛乳50mlに加えたレモン汁の体積と生成された固形物の質量の関係

## 6. 考察

### 【実験1】

- 自然乾燥は、乾燥の段階で空気中の汚れや微生物が付着しやすいため、臭いやカビが発生する。
- 恒温乾燥機で発生した色の変化は、乾燥後の熱による焼け色で、品質に問題はない。
- 電子レンジ加熱は、固形物の内部の水分が一気に膨張することで形が保たれない。

### 【実験2】

- 牛乳に含まれるカゼインの量が決まっていることから、それに反応する酸性溶液の量も決まっている。
- 今回の実験で最も適した酸性溶液の体積は2.0mLであったが、76期2年C組12班の先行研究ではその値が2.3mLであったことから、材料によって効率のいい酸性溶液の体積は異なる。

## 7. 今後の展望

- 生成した固形物に関して耐久性実験を行い、その品質の変化をデータにより具体的に算出する。
- 固形物から発生する臭いや油分を取り除く方法を考え、固形物に施して生成する。

## 8. 参考文献

[1]わずか数年で、牛乳が不足から過剰になった仕組み ～行き当たりばったりの政策 時代遅れになった過去の成功体験～

[https://cigs.canon/article/20220121\\_6483.html](https://cigs.canon/article/20220121_6483.html)

[2]港湾における船内廃棄物の受入に関するガイドライン(案)

<https://www.mlit.go.jp/common/000233655.pdf>

[3]食品の乾燥方法

<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/26/foodfaq1-5.html>

[4]令和4年度2年C組実験レポート

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2c.pdf>

[5]固形物の作成方法 1

<https://resemom.jp/article/2018/07/10/45558.html>

[6]固形物の作成方法 2

<https://steam-japan.com/practice/1895/>

# 理想的なシュートと非理想的なシュートの落下地点の比較

神奈川県立厚木高等学校

2年 C組 11班 β

## 1. 背景

バスケットボールにおいて一度に3点が入るスリーポイントシュート(以下3pシュート)の成功率を高めることは勝利への近道であるが、ツーポイントシュートと比較すると成功率が低いのが事実である。従って、リバウンドボールを制することが重要視されている。

先行研究により、シュートは入射角が $45^\circ$  であるとシュート成功率が高く理想的だと言われている<sup>(1)</sup>。しかし、76期の先輩方の研究では非理想的なシュートだけでなく、理想的なシュートを打ったときにも外れてしまうことが多くあった<sup>(2)</sup>。よって理想的なシュートを打ち、かつシュートが外れた場合にもボールの落下地点を予測し動くことのできるプレイヤーが重宝されると考えた。そして、既存の論文<sup>(3)(4)</sup>にシュートの入射角とリバウンド位置についての研究は見当たらなかった。そこで私達は理想的なシュートが外れてしまった時と非理想的なシュートが外れてしまった時のボールの落下地点の間に差があるのではないかと考え、差があるのならば実際の試合に応用することができるとふんで今回の研究に至った。

## 2. 目的

先行研究では「シュートの入射角度は $45^\circ$  が理想」という事実をもとに研究を行っていたが、理想的なシュートとそうでないシュートのボール落下点の差についての記述はなかったため、私達はその関係について研究し、有利に試合を進めることを目的とする。

## 3. 仮説

入射角はボールの落下点に影響する。

①と②,③,④(表1)の間には差がある。

- ・理想的な入射角度  $x^\circ$  ( $43 \leq x \leq 47$ )とする
- ・リングからボール1つ分ズレた場合を「横ズレあり」とする

表1:シュート4種類

	入射角	横ズレ
①	理想	なし
②	理想	あり
③	非理想	なし
④	非理想	あり

## 4. 方法

### 4-1(材料)

- ・バスケットボール歴5年以上のプレイヤー1名
- ・バスケットボール7号球
- ・ダートフィッシュ
- ・録画用スマートフォン
- ・投射角度判定アプリHomeCourt

### 4-2(実験方法)

【1】被験者が3pシュートを10本打つ。

【2】投射角度と初速度の平均を算出し、「入射角度が $45^\circ$  になるための投射角度を導く式」(図1)より作成したグラフ(図2)で適切な投射角度を導く。

( $V_0$ ; 初速度,  $\theta$ ; 入射角度,  $h$ ; 投射点の高さ)

【3】理想的と非理想的なシュート3項目のすべてが50本を超えるまで打つ。

【4】落下位置を事前に区切ったエリア(図3)ごとに記録する。

【5】データをもとに①と②,③,④をカイ二乗分布による独立性の検定で比較する。

$$V_0 = 14.9 \sqrt{\frac{1 + \tan^2 \theta}{6.75 \tan \theta - (3.05 - h)}}$$

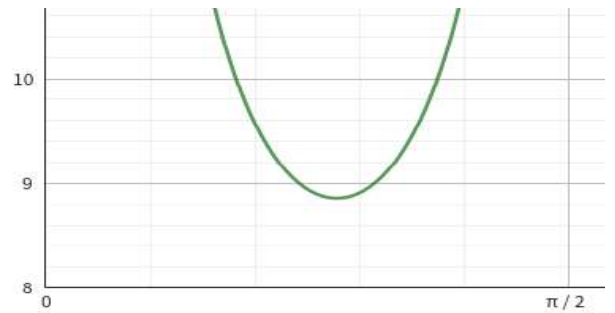


図1:「入射角度が45° になるための投射角度を導く式」 図2: 図1の式より作成したグラフの概形

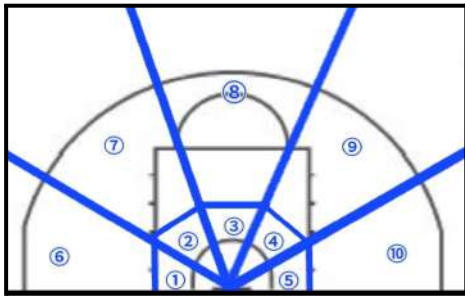


図3: 落下点エリア分け

## 5. 結果

表3: ①と②のエリア分けデータ 表4: ①と③のエリア分けデータ 表5: ①と④のエリア分けデータ

	①理想 ズレなし	②理想 ズレあり	計
①	1	1	2
②	6	4	10
③	9	2	11
④	1	2	3
⑤	2	6	8
⑥	0	9	9
⑦	7	8	15
⑧	14	3	17
⑨	8	9	17
⑩	2	6	8
計	50	50	100

	①理想 ズレなし	③非理想 ズレなし	計
①	1	1	2
②	6	4	10
③	9	10	19
④	1	2	3
⑤	2	2	4
⑥	0	2	2
⑦	7	5	12
⑧	14	15	29
⑨	8	4	12
⑩	2	5	7
計	50	50	100

	①理想 ズレなし	④非理想 ズレあり	計
①	1	1	2
②	6	3	9
③	9	8	17
④	1	6	7
⑤	2	5	7
⑥	0	5	5
⑦	7	5	12
⑧	14	3	17
⑨	8	9	17
⑩	2	5	7
計	50	50	100

表6:ズレによる差の有無

	①	②
入射角	理想	
ズレ	なし	あり
差の有無	あり	

表7:入射角による差の有無

	①	③
入射角	理想	非理想
ズレ	なし	
差の有無	なし	

表9:ズレ,入射角による差の有無

	①	④
入射角	理想	非理想
ズレ	なし	あり
差の有無	あり	



## 6. 考察

理想的なシュート①と非理想的なシュート③を比較すると、シュートが外れてしまったときのボールの落下地点に差はない。また非理想的なシュート②,④をそれぞれ理想的なシュート①と比較するとボールの落下地点に差があることがわかる。

これらの事から入射角はボールの落下地点には影響せず、シュートを打ったときの左右のズレが影響していると考えられる。

## 7. 今後の展望

ボールの落下地点はどのような要素に左右されるかの実験へ移行する。

## 8. 仮説2

回転数は落下方向に影響する。

## 9. 実験2

### 8-1(材料)

- ・バスケットボール歴5年以上のプレイヤー2名
- ・バスケットボール7号球
- ・目印用シール3枚
- ・ダートフィッシュ
- ・スマートフォン(落下地点録画用)
- ・スマートフォン(回転数録画用)
- ・スマートフォン固定器具
- ・投射角度判定アプリHomeCourt

### 8-2(実験方法)

【1】ボールに3枚のシールを貼り被験者2人が理想的シュートズレなしをシールに手を合わせた状態から50本ずつ打つ。

・ボールにシールを1枚貼り,その対称の位置にも2枚シールを貼り,後に回転数をシュート映像で測る。

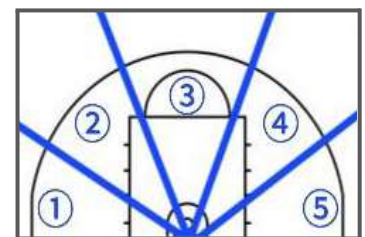
【2】落下位置を事前に分けていた5分割のどこに落ちたかを記録する(図4)。

【3】落下位置についてカイ二乗分布による独立性の検定をする。

図4: 落下方向エリア分け

【4】被験者の1秒あたりの回転数を求める。

【5】F.T検定を行い,差があるか求める。



## 10. 結果

被験者2名のボール回転数には差があった。

ボール回転数が多いほど落下方向にばらつきがでた。(表9,10,11)

表9:被験者別のボール落下点の平均

	被験者1 (2.21回転/s)	被験者2 (1.54回転/s)
①	5.0	0.0
②	12.0	4.0
③	19.5	41.0
④	8.5	5.0
⑤	5.0	0.0
計	50.0	50.0

表10:回転数F検定

F検定	
p値	0.0035
有為水準 $\alpha$	0.0500
判定	異分散
$p > \alpha$	等分散
$p < \alpha$	異分散

表11:回転数T検定

T検定	
p値	0.0000
有為水準 $\alpha$	0.0500
判定	有為差がある
$p > \alpha$	有為差はない
$p < \alpha$	有為差がある

## 11. 考察

ボールの回転数は落下方向に影響する可能性が高い。正面からの試投は約40%以上の確率で正面に跳ね返る。

## 12. 結論

練習時は、自分の回転数と適した投射角度を体に染み込ませることを意識するとよい。

そして、本番の試合では理想的(入射角が $45^\circ$  ,回転数が一定,左右のズレなし)なシュートを打つことで3pシュートを高確率で決めることができる。また、もし外れてしまったとしてもリバウンド時にそのシューターごとにボールの落下地点を予測して動くことで、ボールを自分たちチームのものにすることができる。このサイクルが結果的に勝利につながる。

## 13. 今後の展望

今回行った研究の精度と信頼性を上げるために、さらに被験者数を増やす必要がある。また今回は正面からのシュートの研究のみのため、シュートの試投位置を変えて行っていきたい。また無回転のシュートの検証も行う。

## 14. 参考文献

[1] Gigazine. ”バスケの理想的なシュート条件は解明済み、NBAや強豪大学では理想的なシュート練習マシン「Noah」が導入されている”。2016-06-09.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jspeconf/38A/0/38A\\_306/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jspeconf/38A/0/38A_306/_article/-char/ja/)

[2] 76期ヴェリタス,A組2班  $\alpha$  ,”理想的なシュートの条件”

[3] :内山治樹.”バスケットボールにおける3点シュートのリバウンドボールの落下位置について”.jstage.日本体育学会大会号.2023-05-31.

[//www.jstage.jst.go.jp/article/jspeconf/38A/0/38A\\_306/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jspeconf/38A/0/38A_306/_article/-char/ja/)

[4] 直江勇.”バスケットボール・シューティングの研究”.1978-11.

<https://www.lib.fukushima-u.ac.jp/repo/repository/fukuro/R000001408/7-159.pdf>