

利用可能な静電気の発電方法の効率化

神奈川県立厚木高等学校
2年 A組 1班(α)

1. 背景

私たちの生活に電気は欠かせないものだが、現在の発電方法には様々な問題点がある。例えばエネルギー資源には限りがあることや、主に火力発電などで温室効果ガスが排出されてしまうことなどだ。そこで私たちは静電気を新たなエネルギー源として着目した。

2. 目的

静電気は電気として利用できるのか調べる。
また、電気として利用する際にどんな問題点があるのか調べる。

中間レポート以前に行った実験について

(1) ライデンコップの製作

発生させた静電気を利用するには、まず十分な量の静電気を蓄電することが必要である。今後の実験における蓄電池として製作した。

(2) ライデンコップで蓄電は可能か確認

製作したライデンコップが実用可能かどうかを確認するため。

(3) LED、プロペラモーターが乾電池で動くか確認

この研究では、発生させた静電気でLEDを点灯することを最終目的としていた。実際にLEDが使用可能かどうか、まずは静電気ではなく乾電池で確かめることにした。また、プロペラモーターもLEDの代わりになるのではないかと考えたため、同じ方法で実験した。

(4) LED、プロペラモーターが静電気で動くか確認

乾電池での動作を確認した後、静電気で動くかどうか確認した。

(5) こする回数、近付ける回数、ライデンコップの個数と痛みの関係を調べた

今後の実験のため、どれだけ発電・蓄電が可能なのか調べるため。また、ライデンコップの個数によって蓄電可能な容量が増えるかどうか調べるため。静電気の大きさをデータとして測定する手段がなかったため、手で触れた時の痛みの有無で判断した。

中間レポート後に行った実験について

(6) 靜電気チェックの製作

発生した静電気の大きさを「痛い」「かゆい」等の感覚に頼って測定するのは科学的ではないと考えた。発生した静電気の大きさを数値として客観的に測定するためには、静電気チェックが必要だと考えたため。

(7) 静電気チェック内部の球の材質の比較

材質の違いによって静電気への反応の程度に違いが見られたため、最適な材質を調べることにした。

(8) 摩擦発電機に使用する材質の比較

材質によって静電気の発生しやすさに違いが見られたため、こすり合わせる素材の最適な組み合わせを調べることにした。

(9) 摩擦発電機で静電気を発生させる

製作した摩擦発電機で静電気を発生させられるか調べるため。また、静電気の強さを測定するため。最終的には摩擦発電機を靴のインソールに取り付け、歩く際の振動で発電できるようにするのが目的である。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

(ア)摩擦発電機

関西大学と住友ゴム工業株式会社が共同で開発した、タイヤ内部に取り付け可能な摩擦発電機を参考にした。

[原理]

二つの材質の異なる物体が接触すると電荷の移動が起こり、さらにその物体が離れる際、移動した電荷の一部は元にもどるが多くの場合は電荷が残留した状態になる。この現象を帯電といい、これを用いた発電を行う。図1の1の状態では帯電が起こっておらず、2で接触を行うことで二つの帯電フィルムが帯電する。3で分離を行うと、帯電フィルムに接した導体に誘導電荷が誘導され電流が流れる。

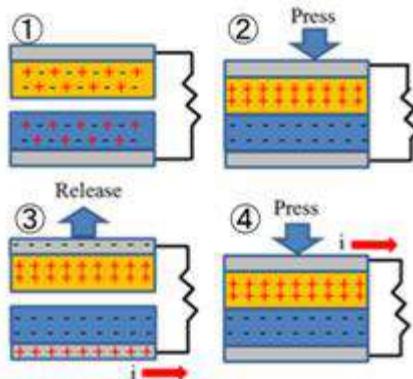


図1 摩擦発電の原理



図2 インソール組込み摩擦発電機

(イ)ライデンコップ

静電気を蓄える装置に「ライデン瓶」という器具がある。1746年にライデン大学の科学者ピーテル・ファン・ミュッセンブルークによって発明されたもの。仕組みはコンデンサーと同じで、2つの向い合わせた金属の間に電気をためる。ガラス瓶の内側、外側に金属箔を貼り付けている。

そのライデン瓶を身近にあるプラコップとアルミホイルで作ったものが「ライデンコップ」である。向かい合わせに貼り付けたアルミホイルの間にはプラスチック(絶縁体)があるため、電気を通さない。そのため、アルミホイルに電気がたまる。

[仕組み]

プラスとマイナスの電荷が同じ量で存在しているときが帯電している状態である。プラコップに巻いてあるアルミホイルも同様にプラスとマイナスの電荷の量が同じになっている。(図3-1)

塩ビパイプをティッシュペーパーで擦ると、ティッシュペーパーのマイナスの電荷が離れて塩ビパイプに移り、塩ビパイプはマイナスに帯電する。

マイナスに帯電した塩ビパイプをアルミホイルの帯に近付けると、塩ビパイプの余分なマイナスの電荷が内側のアルミホイルに移っていき、内側のアルミホイルは外側のアルミホイルのマイナスの電荷を机を通して遠くに押し出す(マイナスの電荷同士は反発しあうため)。(図3-2)

内側のアルミホイルのマイナスの電荷と、外側のアルミホイルのプラスの電荷はコップの表面で引き付けあうことになる(帯電している状態)。(図3-3)

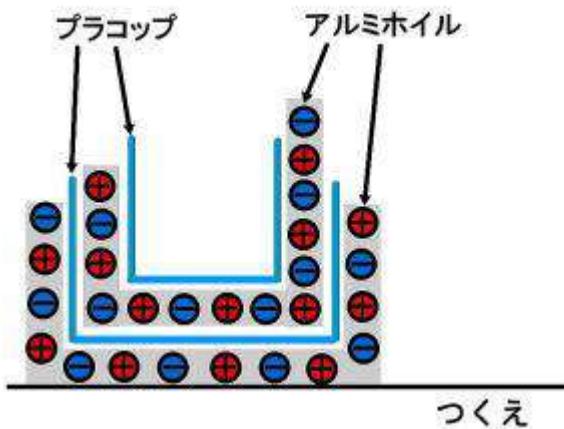


図3-1 带電していない状態

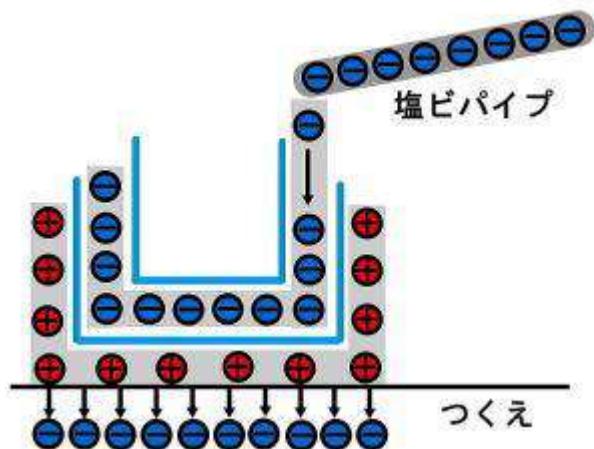


図3-2 負に帯電している塩ビパイプを近付けた時

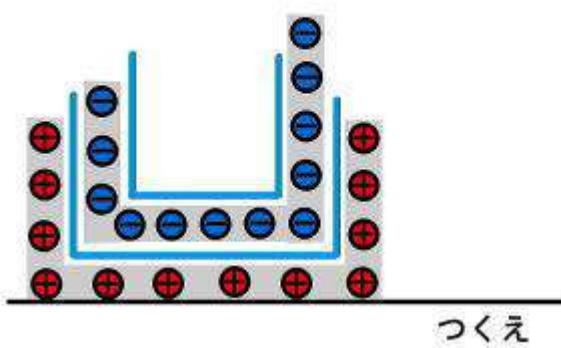


図3-3 带電している状態

(ウ) 静電気チェック一

静電気チェック一は高額なため購入は難しかったが、調べたところ、百均で購入できる材料で自作している方のブログがあつたため、参考にした。

(エ) 材質による带電しやすさ

実験(8)において、下の図4を参考にして、できる限り带電性が正のものと負のものを組み合わせた。

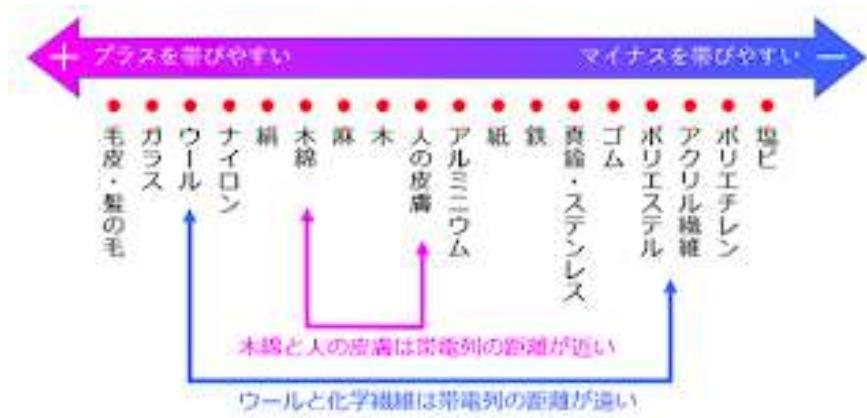


図4 材質の帯電列

(2)仮説

靴のインソールに摩擦発電機を取り付け、歩くことで効率的に静電気を発電できる。摩擦発電機をライデン瓶の仕組みを利用した「ライデンカップ」につなぎ、発電した静電気を蓄電する。蓄電した静電気でLED電球を点灯できると考えられる。

4. 方法

(1)実験材料

【蓄電用のライデンカップ製作】

- ・プラコップ2つ
- ・アルミホイル

【発電用の摩擦発電機】

- ・PVCクリアクロス
- ・綿
- ・スポンジ(ポリウレタン)
- ・ゴム(不導体)

【静電気チェッカー】

- ・発泡スチロール球
- ・導電塗料(墨汁で代用)
- ・絶縁性透明パイプ(プラバンで代用)
- ・両端電極(くるみボタンで代用)

【その他】

- ・導線
- ・砲弾型LED
- ・LED電球
- ・プロペラモーター
- ・塩ビパイプ
- ・ティッシュペーパー
- ・B5印刷用紙
- ・乾電池1.5 Vを2つ

(2)手順

実験(1)ライデンカップの製作

- 1.アルミホイルを一周巻き付けたプラコップを二つ用意する。
- 2.10 cm四方の正方形のアルミホイルを用意し、折り曲げて横1 cm縦10 cmの長方形の帶を作る。
- 3.2つのプラコップの間にアルミホイルの帶が飛び出すように挟んで重ねる。

4.同じものを3つ作る。



図5 ライデンカップの形状

(2) ライデンカップで蓄電は可能か確認

1. 下敷きを印刷用紙でこする(結果1)
2. 下敷きをティッシュでこする(結果2)
3. 塩ビパイプをティッシュでこする(結果3)
4. エアコンによる除湿をしたときに塩ビパイプをティッシュでこする(結果4)

(3) LED,プロペラモーターが乾電池で動くか確認

- 1.LED製品2種類を解体し,2種類のLEDを取り出す
- 2.取り出したLEDを乾電池と接続して点灯するか確認(結果5)
- 3.プロペラモーターと乾電池を接続して回転するか確認(結果6)
- 4.砲弾型LEDと乾電池を接続して点灯するか確認(結果7)

(4) 静電気で動くか確認

- 1.プロペラモーターと蓄電したライデンカップを接続して回転するか確認(結果8)
- 2.砲弾型LEDと蓄電したライデンカップを接続して点灯するか確認(結果9)

(5) こする回数,近付ける回数,ライデンカップの個数と痛みの関係を調べる(結果10)

まず,今後実験の指標とするためにも,発電の単位を決めた。

[こすり]→片道こすこと

[近付け]→カップに近付けて蓄電する回数

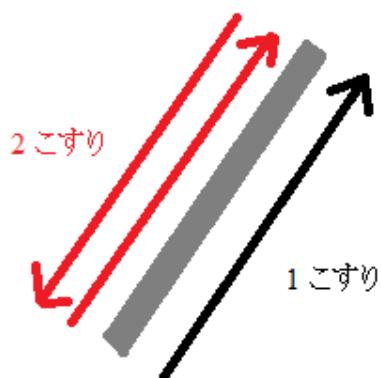


図6 灰色は塩ビパイプ等のこすられるもの

1. ティッシュペーパーで塩ビパイプを擦る。
2. 数回擦ったら,塩ビパイプをライデンカップのアルミホイルの帶に素早く近付ける。
3. これを何度か繰り返す。
4. こすった回数と,近づけた回数を,アルミホイルの帶に手で触れたときに刺激を感じたかどうかを基準として測定する。

(6) 静電気チェックの製作

1. 発泡スチロール球を墨汁に浸して乾かす
2. 一組のボタンパーツを用意する。図2の左側がパートA,右側がパートBとする
3. パーツAのほうにアルミホイルを詰め,パートBを裏返した状態でふたをする。同じものをもう一つ作る
4. 短冊に切ったプラバンを,詰め物をしていないパートAに円周に沿って入れる
5. これを「3」で作ったパートA,Bの間にプラバンが入るように組み立てる
6. 墨汁に浸した発泡スチロール球を入れてからふたをする



図7 静電気チェックの形状(写真)

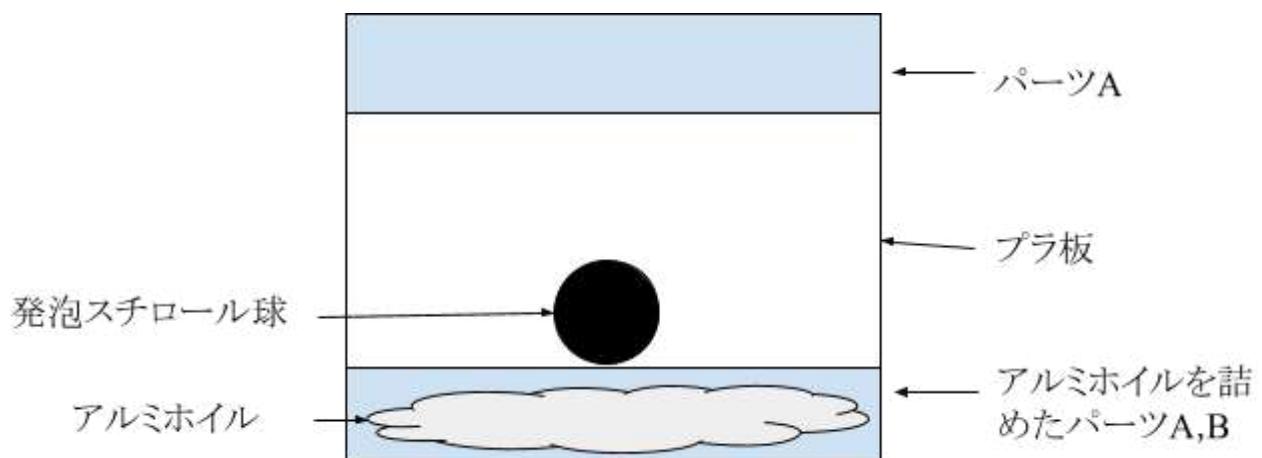


図8 静電気チェックの形状

(7) 静電気チェック内部の球の材質の比較

1. 発泡スチロール球を墨汁, 固形墨をすったもの, 粉末の炭を水に溶かしたもの, にそれぞれ浸した計3種類の球を用意する。
2. 実験(5)と同様に静電気を発生, 蓄電させる。

3. 3種類のうち、1つの球を入れた静電気チェッカーを、蓄電したライデンコップに近づけた。これを繰り返して、3種類全てを調べる。(結果11)

(8) 摩擦発電機に使用する材質の比較

1. 綿、スポンジ、塩化ビニル(PVCクリアクロス)、アルミホイル、アクリル(毛糸)、セロハン、ティッシュペーパーを用意した。

2. 図4より、材質同士の帯電性を考慮して2つ選んでこすり合わせ、静電気を発生、蓄電させた。

3. 静電気チェッカーを近付けて電気の大きさを調べた。(結果12)

(9) 摩擦発電機で静電気を発生させる

1. 完成した摩擦発電機の試作品は、周りを輪ゴムでゆるく巻いた。上下を挟むようにして持ち、こすり合わせることで発電する。

2. 実験(5)と同様にライデンコップに蓄電する。

3. 静電気チェッカーを近付けて電気の大きさを調べた。(結果13)

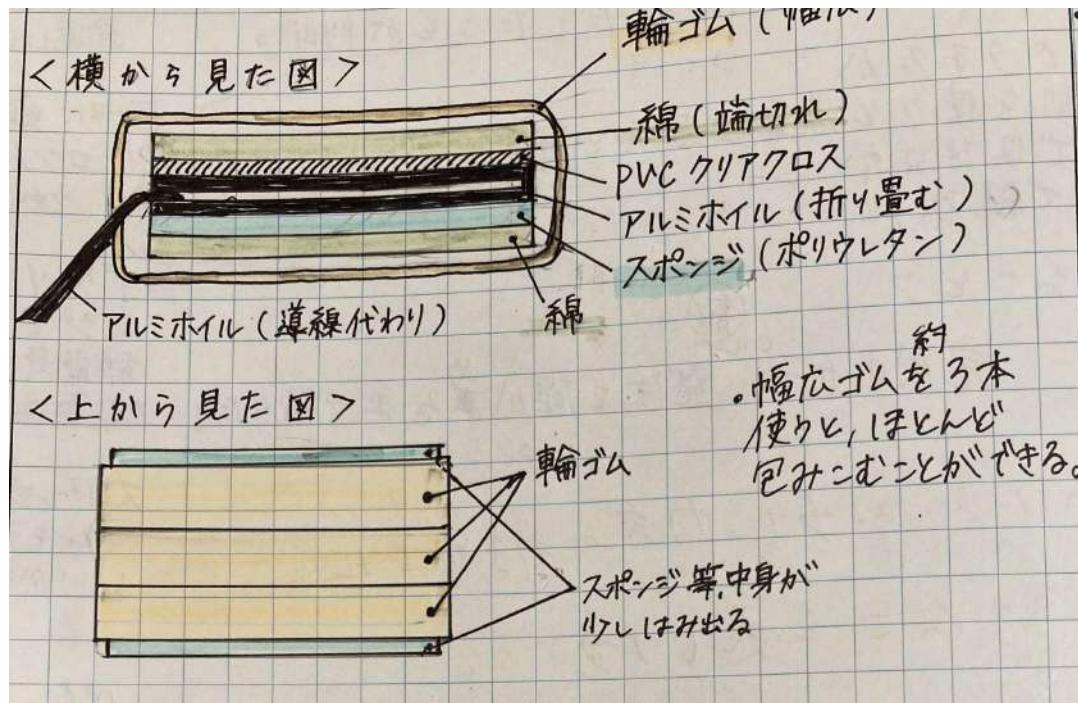


図9 摩擦発電機の設計図



図10 摩擦発電機の形状

5. 結果

[結果1]下敷きを印刷用紙でこする

静電気は発生しなかった

[結果2]下敷きをティッシュでこする

静電気は発生しなかった

[結果3]塩ビパイプをティッシュでこする

(ただし,この時の湿度は75 %であった。)

静電気は発生しなかった

[結果4]エアコンによる除湿をしたときに塩ビパイプをティッシュでこする

(ただし,この時の湿度は61 %であった。)

静電気は発生し,触ったところ,冬にドアノブで感じる刺激に似ていた。

[結果5]取り出したLEDを乾電池と接続して点灯するか確認

二つの製品から,はんだ付けされたLEDとSMDと呼ばれるチップの様なLEDが基盤に埋め込まれている物を取り出ましたが,SMDのほうは使い方が分からず,利用をやめた

乾電池一つとはんだ付けされたところをつなぐと,点灯しなかった。一方はんだ付けされていないところをつなぐと点灯した

→はんだ付けされている部分は電気を通さないと考えられる

しかし,はんだ付けされていない部分は狭く,利用が難しいため,利用しないことにした

[結果6]プロペラモーターと乾電池を接続して回転するか確認

回転はしなかった

→回転に必要な電流が足りなかつたと考えられる

[結果7]砲弾型LEDと乾電池を接続して点灯するか確認

点灯はしなかった

[結果8]プロペラモーターと蓄電したライデンコップを接続して回転するか確認

回転はしなかった

[結果9]砲弾型LEDと蓄電したライデンコップを接続して点灯するか確認

点灯はしなかった

[結果10]こする回数,近付ける回数,ライデンコップの個数と痛みの関係を調べる

結果は以下の表1である

表1 こする回数,近付ける回数,ライデンコップの個数と痛みの関係

| 日付 | 湿度 | ライデンコップ個数 | こすった回数 | 近付けた回数 | 刺激を感じたか | どんな刺激か |
|------|------|-----------|--------|--------|---------|------------|
| 7/14 | 55 % | 1 | 100 | 25 | ○ | 少しかゆい程度 |
| 7/14 | 55 % | 3 | 100 | 25 | ○ | より痛みを感じた |
| 7/14 | 55 % | 1 | 100 | 1 | × | 刺激なし |
| 7/20 | 65 % | 3 | 80 | 25 | ○ | 背筋が伸びる程の痛み |

〔結果11〕静電気チェッカー内部の球の材質の比較

結果は以下の表2である。

表2 球を浸した液の差異による動作の比較

| 発電量 | 球を浸した液 | どれだけ動いたか |
|---------------|-----------|----------|
| 4[こすり]30[近付け] | 粉末の炭 | 動かなかつた |
| 8[こすり]50[近付け] | 粉末の炭 | 半分程度動いた |
| 8[こすり]50[近付け] | 墨汁 | 端まで動いた |
| 8[こすり]50[近付け] | 墨汁 | 2往復動いた |
| 8[こすり]50[近付け] | 固体墨を磨ったもの | 端まで動いた |

〔結果12〕摩擦発電機に使用する材質の比較

結果は以下の表3である。

表3 材質同士の静電気の発生しやすさ

| 組み合わせ | 組み合わせ | 発電量 | 球の移動距離 |
|-----------|--------|---------------|--------|
| 綿 | PVC | 4[こすり]50[近付け] | 18[mm] |
| スポンジ | PVC | 4[こすり]50[近付け] | 0[mm] |
| スポンジ | 綿 | 4[こすり]50[近付け] | 0[mm] |
| PVC | アルミホイル | 4[こすり]50[近付け] | 0[mm] |
| スポンジ | アルミホイル | 4[こすり]50[近付け] | 0[mm] |
| アクリル(毛糸) | PVC | 4[こすり]50[近付け] | 36[mm] |
| セロハン | PVC | 4[こすり]50[近付け] | 微妙に動いた |
| ティッシュペーパー | PVC | 4[こすり]50[近付け] | 0[mm] |

〔結果13〕摩擦発電機で静電気を発生させる

静電気チェッカーは動かなかつた。つまり、静電気は発生しなかつた。

6. 考察

・[結果3][結果4]より,湿度が下がるほど静電気は発生しやすい

→調べたところ,乾燥すると表面の水の分子からの放電がなくなり,物質自体に帯電する量が増えるため,静電気は発生しやすくなる。一方湿度が高いと物質が水分子にコーティングされ,徐々に放電するため,静電気は発生しにくくなる。

・[結果10]と表1より,感じた刺激の程度を比較すると、イデンコップの数が多いほど蓄電できる量が大きいと考えられる

・また,こすった回数が同じでも,近付けた回数が少ないと,たまつた電気も少ないといえる

→塩ビパイプに存在できる電子の数を超えてしまって,一定回数以上こすっても電子がティッシュから塩ビパイプに移動しなくなったことが原因だと考えられる

・[結果6,7,8,9]より,電池で回転,点灯しても静電気では上手くいかない

→これは静電気という電気の特徴が影響していると考えられる。調べたところ,静電気は電圧が3000 - 4000 V,電流が1 mA程である。一方LEDは電圧2 V以上,電流20 mA以上で点灯する。このように静電気はLEDを点灯させるには電流の大きさが足りなかつたと考えられる

・[結果11]より,他の球と比べて墨汁に浸した球が最もよく動いた。一方で粉末の炭を溶かしたものに浸した球はあまり動かなかつた。乾燥後に粉末の炭が剝がれ落ちてしまったためだと考えられる。

・[結果12]より,「アクリルとPVC」,「綿とPVC」の組み合わせの時に静電気が発生しやすかつた。しかし,アクリル素材のものは毛糸しか見つからなかつたため,より加工がしやすい綿の方を摩擦発電機に使用することにした。

→アクリルとPVCは両方ともマイナスに帯電しやすい性質を持っているため,この組み合わせが上手くいった理由は分からなかつた。他の要因が関わっているかもしれない,さらに詳しく調べたいと考えている。

・[結果13]より,試作品の摩擦発電機では静電気は発生しなかつた。

→使用した材質が静電気を発生しにくい組み合わせだったのではないか。まだ材質の検討をする必要がある。また,試作品は小さいので,塩ビパイプをティッシュで発電していた時よりも効率が悪い。

7. 結論

・静電気発電には湿度が大きく影響している。

・静電気は電圧は高いが電流は小さいため,LEDを点灯するのは難しかつた。よって,LEDの点灯という当初の目標を変更し,どんな場所,状況でも効率的に静電気を発電できるようにすることを目標にした。

・考察でも述べたように,試作品の摩擦発電機は小さいため,発電の効率が悪い。しかし,実用化するには小型化が求められるため,改良が必要である。

8. 参考文献

自己発電型摩擦帶電センサの開発 関西大学

<https://www.kansai-u.ac.jp/sdgs/activities/detail/entry054741.html>

プラコップとアルミホイル工作 ライデンコップの作り方

<http://kosakuzukan.web.fc2.com/gallery050501.htm>

静電気の基礎知識と「ライデン瓶・エレキテル・百人おどし」の歴史

<https://phys-edu.net/wp/?p=34689>

静電チェックを作る

<https://decafish.blog.ss-blog.jp/2019-02-16>

静電気の基礎 MISUMI-VONA【ミスミ】

<https://jp.misumi-ec.com/tech-info/categories/assembly/as01/j0012.html>

静電気の電圧

<https://ebisudenryoku.com/blog/1571/>

静電気の電流

http://www.kouken.ricoh/science_caravan/QandA/science/qanda6_3.html

タイトル

神奈川県立厚木高等学校
2年 A組 2班(α)

1. 背景

弧を描くようにシュートを打つと良い、ゴールへの入射角が 45° 位になるように打つと良いなどが一般的なゴールのコツとして存在する。

空気抵抗を考えない場合、シュート時ボールは斜方投射され、放物線を描いて落下する。

2. 目的

どのような場面でも、理想的なシュートを打つための条件を求める。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

バスケットボールのシュートは、リングへのボールの進入角度が 45° の時に最もゴールが入りやすくなっている。

(2) 仮説

私達が考える理想的なシュートとそうでないシュートではゴールの確率に差がある。

4. 方法

(1) 実験材料

動画解析ソフト

(2) 手順

条件は

ゴールからの距離 2 m, 3 m, 4 m

打点の高さ 2 m

でシュートしている場面を動画で撮影する。

$(0, h)$ の地点をゴール、打点を(任意の位置, 0)とし、ゴールへの進入角度が 45° になるような放物線を計算したところ次のようになる。

$$y = a \left(x + \frac{1}{2a} \right)^2 - \frac{1}{4a} + h \quad a \text{ 打点とシュートを打つ距離を決める定数}$$

動画解析ソフトを使い、入ったシュート、入ってないシュート理想的、そうでないもので分ける。

私達が考える理想的なシュートがゴールの確率に差があるかどうかを母比率の差の検定で調べる。

ここでいう理想的なシュートとは、放物線の頂点までの軌道と実際のシュートが一致している時のことという。

5. 結果

帰無仮説 私達が考える理想的なシュートとそうでないシュートではゴールの確率に差がない。

対立仮説 私達が考える理想的なシュートとそうでないシュートではゴールの確率に差がある。

表 1

| | 理想的なシュート | 理想的ではないシュート | 計 |
|---------|----------|-------------|-----|
| 入った数 | 22 | 82 | 104 |
| 入らなかつた数 | 8 | 161 | 169 |
| 計 | 30 | 243 | 273 |

有意水準 $\alpha = 0.05$

p 値 0.000025

帰無仮説は棄却される。

理想的なシュートとそうでないシュートではゴールの確率に差がある。

表 2

| | 理想的なシュート | 理想的ではないシュート | 計 |
|---------|----------|-------------|-----|
| 入った数 | 21 | 90 | 111 |
| 入らなかつた数 | 19 | 186 | 205 |
| 計 | 40 | 276 | 316 |

有意水準 α 0.05

p 値 0.014

帰無仮説は棄却される。

理想的なシュートとそうでないシュートではゴールの確率に差がある。

表 3

| | 理想的なシュート | 理想的ではないシュート | 計 |
|---------|----------|-------------|-----|
| 入った数 | 7 | 37 | 44 |
| 入らなかつた数 | 13 | 128 | 141 |
| 計 | 20 | 165 | 185 |

有意水準 α 0.05

p 値 0.21

帰無仮説は棄却されない。

理想的なシュートとそうでないシュートではゴールの確率に差がない。

6. 考察

ゴールとの距離が離れるほど、p値が大きくなるため、理想的なシュートの正確性が薄れることが分かった。距離が伸びたことで空気抵抗が大きくなつたことによる影響の可能性が高い。

7. 結論

ゴールとの距離が近くなればなるほど正確性は増すので、バスケットボール初心者のシュート練習の具体的なアドバイスとして有用性がある。

8. 参考文献

- <https://gigazine.net/news/20160609-noah-basketball-machine/>
[This Machine Knows Shooting Better Than Steph Curry – Bloomberg](https://www.bloomberg.com/graphics/noah-basketball-machine/)
<https://www.geogebra.org/calculator/xtar77t4>

参考にしたwebサイト

参考にした論文

理想的なシュートのグラフ

光触媒を用いた浄化の効率化

神奈川県立厚木高等学校
2年 A組 3班(α)

1. 背景

光触媒は光によって触媒作用がおこり、光が当たるように放置をするだけで半永久的に汚水を浄化できるのではと、今後に期待されている素材であると知り、テーマにしたいと考えた。
また光触媒を用いた農業廃液の浄化についての先行研究では、その浄化装置が面積を要し実用的ではないと感じたため、工夫して効率をあげることができるのでないかと考えた。

2. 目的

先行研究の装置では浄化作用の効率のみを考えているため、装置の深さを1cmと浅くして酸化チタンフィルターを最も当たりやすいように水平に設置している。この場合多くの汚水を浄化しようとすると多くの設置面積を必要とすることになる。このことから装置を深くし、フィルターを重ねて浄化効率も設置面積も実用可能な装置を作成することを目的とする。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

光触媒とは光によって触媒作用を発揮し、有機物を分解する。

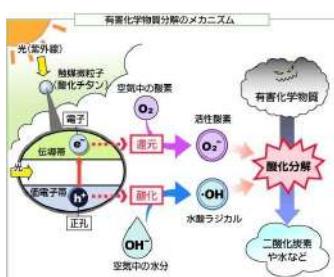


図1.有機化学物質分解のメカニズム

(2) 仮説

酸化チタンを塗布したフィルターを重ね表面積を大きくし、最も効率よく光がフィルターに当たるように工夫した装置は、先行研究の装置より設置面積あたりの浄化効率において優る。

4. 方法

(1) 実験材料

酸化チタン 過酸化水素水 金網 ブラックライト でんぷん溶液 メチレンブルー 分光光度計 電気炉プラスチックシャーレ

(2) 手順

1. でんぶんを用いた酸化チタンフィルターの浄化作用の確認

(1)、酸化チタン1.0gと過酸化水素水100mlを混合し、コーティング溶液を作成する。

(2)、金網を(1)で作成した溶液に5分間浸す。

(3)、(2)の金網を乾燥させる。

(4)、金網を電気炉で500°Cで30分加熱する。

※(1)～(4)の工程はフィルターの作成(以降で使用するフィルターは(1)～(4)の工程を行ったものとする。)

(5)、水100gに片栗粉1.0gを入れる。

(6),溶液が透明になるまでガスバーナーで加熱する。(以降(5)～(6)をでんぶん溶液の作成と表し,作成したものをでんぶん溶液と表す。)

(7),でんぶん溶液40 mlと水160 mlを用いて,混合液を作る。

(8),混合液を少し取り,ヨウ素液を入れる。

(9),作成したフィルターと混合液を共にシャーレに入れ,日の当たる場所(一階理科講義室前の廊下)に置く。三日放置する。

(10),(9)が完了した混合液を少し取り,ヨウ素溶液入れる。

(11),同じフィルターで(9),(10)を再度行う。

2,メチレンブルーを用いた浄化(1回目)

(1),メチレンブルー0.02 gに水2 Lを加え,10 ppmのメチレンブルー水溶液を作成する。

(2),浄化前のメチレンブルーの吸光度を分光光度計で測定する。

(3),フィルターの一辺が5 cmの正方形になるように切断する。

(4),(3)のフィルターの上におもりを乗せて平らにしておく。

(5),(4)のフィルターを重ねて角を針金で結ぶ。

(6),(5)を1枚～8枚重ねたものまで作成する。

(7),(6)をそれぞれ入れたシャーレにメチレンブルー40 mlを加える。

※(1)～(7)は(手順3)でも使用する。

(8),ダンボールに図2のブラックライトを差し込む穴を開ける。

(9),図2のブラックライトを(8)にセットし,(7)の上にかぶせる。

(10),(9)の状態で4時間光を当てる。

(11),(10)を行った後のメチレンブルーの吸光度を分光光度計で計測する。

(12),(11)の結果でT検定を行う。



図2,(手順2)で使用したブラックライト

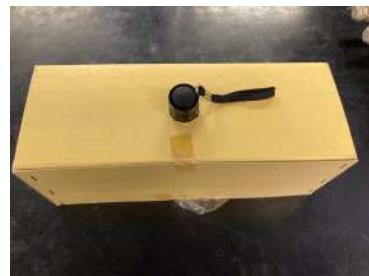


図3,(手順2)の実験の様子

3,メチレンブルーを用いた浄化(2回目)

(1),(手順2,(1)～(7))を行う。

(2),蛍光灯型のブラックライトに合わせたサイズのダンボールの内側にアルミホイルを貼る。

(3),蛍光灯型のブラックライトを(2)にセットし,(手順2,(7))の上にかぶせる。

(4),(3)の状態で2時間光を当てる。

(5),(4)を行った後のメチレンブルーの吸光度を分光光度計で計測する。

(6),(5)の結果でT検定を行う。

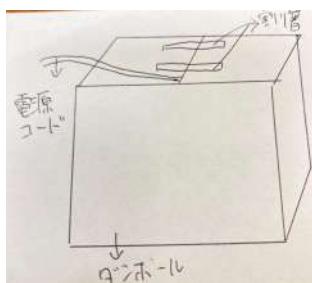


図4,(手順3,(3))を横から見た図

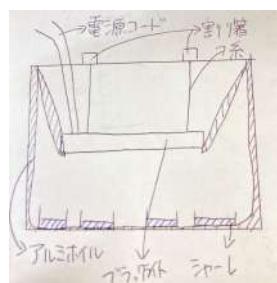


図5,(手順3,(3))の断面図

5. 結果

(手順1)の結果



図6,混合液にヨウ素溶液をえた時の反応
(手順1,(8))



図7,フィルターに三日間つけの日の当たる
場所に放置していた混合溶液にヨウ素溶液を
えた時の反応。(1回目)
(手順1,(10))

図6,7,いずれの反応も色の濃さに違いは見られなかった。

※(手順1,(11))は1回目で浄化作用が確認できなかつたため行わなかつた。

表1 (手順2,(2))の結果

| 1回目 | 2回目 | 3回目 | 平均 |
|-------|-------|-------|-------|
| 0.120 | 0.129 | 0.121 | 0.123 |

表2 (手順2,(11))の結果

| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 平均 |
|----|-------|-------|-------|-------|
| 1枚 | 0.051 | 0.054 | 0.051 | 0.052 |
| 2枚 | 0.047 | 0.048 | 0.048 | 0.048 |
| 3枚 | 0.056 | 0.055 | 0.054 | 0.056 |
| 4枚 | 0.056 | 0.054 | 0.062 | 0.057 |
| 5枚 | 0.058 | 0.060 | 0.060 | 0.059 |
| 6枚 | 0.048 | 0.048 | 0.048 | 0.048 |
| 7枚 | 0.058 | 0.054 | 0.056 | 0.056 |
| 8枚 | 0.061 | 0.061 | 0.062 | 0.061 |

使用したブラックライトが実験の途中で消えたり弱くなってしまっていた。



図8 左:スイッチを押してすぐのブラックライトの光

右:実験をおえた後のブラックライトの光

表3 (手順2,(12))の結果 p値0.05

| | | |
|---------|-------|-----------------|
| 1枚と2枚の差 | 有意差あり | 0.01472059381 |
| 2枚と3枚の差 | 有意差あり | 0.0003881713385 |
| 3枚と4枚の差 | 有意差なし | 0.4359109371 |
| 4枚と5枚の差 | 有意差なし | 0.4676047546 |
| 5枚と6枚の差 | 有意差あり | 0.003442351007 |
| 6枚と7枚の差 | 有意差あり | 0.02020410289 |
| 7枚と8枚の差 | 有意差あり | 0.01135499903 |

表4 (手順3,(5))の結果

| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 平均 |
|----|-------|-------|-------|-------|
| 1枚 | 0.090 | 0.093 | 0.092 | 0.092 |
| 2枚 | 0.093 | 0.082 | 0.079 | 0.078 |
| 3枚 | 0.073 | 0.071 | 0.070 | 0.071 |
| 4枚 | 0.074 | 0.072 | 0.074 | 0.073 |
| 5枚 | 0.122 | 0.120 | 0.121 | 0.121 |
| 6枚 | 0.126 | 0.126 | 0.127 | 0.126 |
| 7枚 | 0.118 | 0.117 | 0.122 | 0.119 |
| 8枚 | 0.106 | 0.107 | 0.105 | 0.106 |

表5 (手順3,(6))結果 p値0.05

| | | |
|---------|-------|--------------------|
| 0枚と1枚の差 | 有意差あり | 0.0004448343433 |
| 1枚と2枚の差 | 有意差あり | 0.008041464781 |
| 2枚と3枚の差 | 有意差なし | 0.07513045463 |
| 3枚と4枚の差 | 有意差なし | 0.1447039986 |
| 4枚と5枚の差 | 有意差あり | 0.0000007014758544 |
| 5枚と6枚の差 | 有意差あり | 0.001323896909 |
| 6枚と7枚の差 | 有意差あり | 0.03563749539 |
| 7枚と8枚の差 | 有意差あり | 0.001348830331 |

6. 考察

<(手順1)の実験の結果>

浄化後でんぶん溶液においてヨウ素溶液が青紫色だったことから,でんぶんは浄化されていなかったと考えられる。また1回目の実験で浄化作用が確認できなかつたため,同じフィルターでの2回目の実験を行わなかつた。フィルターに定着していなくてもでんぶん溶液中に酸化チタンが残つてゐるはずであるので,でんぶんが浄化されていなかつた原因としては次のことが考えられる。

1,フィルターに十分な光が当たつておらず,浄化作用が起らなかつた。

- 2,溶液中でのんぶんの量が多く,浄化作用を確認できなかった。
- 3,フィルターに定着している酸化チタンの量が少なく,浄化作用が弱かった。
- 4,酸化チタンの浄化作用はでんぶんを分解できるほど強力なものではなかった。

次の改善策を取り入れてもう一度実験をする予定だったが時間の関係でメチレンブルーを用いた浄化の実験を行った

- 1,ブラックライトを購入し一定の光が当たるようにする。
- 2,でんぶん溶液を作成するときの割合の変更する。
- 3,粉末を直で入れ浄化作用を確認してからフィルターで浄化を行う。

<(手順)2の実験の結果>

検定結果より3枚と4枚で有意差がないことが分かったのでフィルターを3枚重ねたものが最も効率が良いと考えられる。しかし5枚と6枚の差から再び有意差があるという結果と,ブラックライトがうまく点灯していなかった点から今回の結果は正確性がないと思われる。今回の結果が正確性のないものになってしまった原因として次のことが考えられる。

- 1,ブラックライトの長時間使用による光量の変化があった。
- 2,分光光度計の試料を入れる容器が不揃いだった。

次の改善策を取り入れて(手順3)の実験を行った。

- 1,電源コード式の蛍光灯型ブラックライトを使用する。
- 2,分光光度計の試料を入れる容器の統一する。

<(手順3)の実験の結果>

検定結果より2枚と3枚で有意差がないことが分かったのでフィルターを2枚重ねたものが最も効率が良いと考えられる。しかし4枚と5枚の差から再び有意差があるという結果になった点から今回の結果は正確性がないと考えられる。今回の結果が正確性のないものになってしまった原因として次のことが考えられる。

- 1,5枚～8枚の吸光度の結果に関して,浄化前のメチレンブルーの吸光度とほとんど差がないことからフィルターの酸化チタンが剥がれていた。
- 2,分光光度計の試料を入れる容器がきれいではなかった。

またすべての実験において1回しか実験を行えなかつたため結果の正確性は低いと考えられる。

7. 結論

実験からフィルターを2枚重ねたものが最も効率がいいと考えられる。
しかし実験結果の正確性が低いため先行研究の装置より設置面積あたりの浄化効率が優ると言うことはできない。

8. 参考文献

- 光触媒による簡易な農薬廃液処理方法の開発
<https://www.jst.go.jp/pr/report/report241/01.html>
- 光触媒－環境技術解説
<https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=39>
- 酸化チタンコーティング溶液の作成とその評価

<http://aichi-kouken.kir.jp/kouken/H21/pdf/0914.pdf>

酸化チタン光触媒によるアズール色素水溶液の脱色

<https://www.u-tokai.ac.jp/uploads/sites/11/2021/03/04-14.pdf>

神奈川県立厚木高校学校 75期 2年D組 1班

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

海水を原料とする耐塩性のある植物にも効果のある除草剤の開発

神奈川県立厚木高等学校
2年 A組 4班 α

1. 背景

現在海水が地球上を多く占めているのに対して、資源としてはあまり有効的に使われていない。耐塩性があり、比較的生命力が強い植物が生い茂る砂浜の景観を守りたいと思った。

2. 目的

海水から砂浜に生えているような植物、海浜植物も枯らせる除草剤を作る。

海水を電離して得られる次亜塩素酸ナトリウムを紫外線分解することで発生する塩素酸ナトリウムの除草効果を調べる。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

食塩水の電気分解により陽極に塩素、陰極に苛性ソーダと水素が発生する。

水素はそのままガスとなるが、塩素と苛性ソーダは液中でただちに反応して次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)を生成する。

次亜塩素酸ナトリウムの水溶液は自然分解して酸素を放出し、副反応として塩と塩素酸ナトリウム(NaClO_3)を生成する。この反応は、日光、特に紫外線によって促進される。

塩素酸ナトリウムは植物体内に取り込まれた塩素酸が植物体内の還元酵素により強力な酸化力を持つ亜塩素酸、次亜塩素酸になり、正常な生理作用を阻害することにより除草効果を示す。

(2) 仮説

海水を電気分解すると次亜塩素酸ナトリウムが発生する。

次亜塩素酸ナトリウムを紫外線を20時間ほど当て、分解すると塩素酸ナトリウムができる。

塩素酸ナトリウムを土壤に撒くと、植物の生理作用を阻害し、植物を枯らすことができる。

4. 方法

(1) 実験材料

海水、食塩水、人工海水、純水、電源装置、電流計、ワニロクリップ付き導線、炭素棒、ビーカー、ろ紙、漏斗、pHメーター、UVライト、霧吹き、吸水ビーズ、プランター、ローズマリー6株、*ハマヒルガオ、*ハマボウフウ

*茅ヶ崎の海岸で採取

(2) 手順

実験1. 海水を電気分解する

実験で使用した回路は図1で示す。

炭素棒を使い海水を電離する。海水(中性)を次亜塩素酸ナトリウム水溶液(塩基性)になるまで電気分解する。よってpHメーターを用いて反応の進行度を調べる。海水はおよそpH7の中性であるのに対し、次亜塩素酸ナトリウム水溶液はおよそpH12の強塩基性である。pHが12に近づくまで電気分解をする。この反応の反応式は以下の式となる。

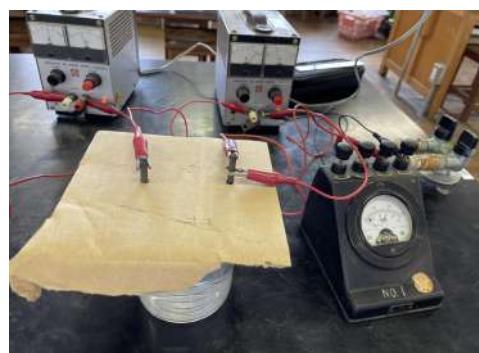
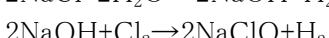
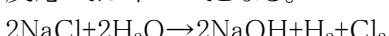
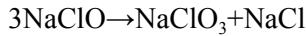


図1 実験の回路

実験2. 電気分解した溶液を紫外線とUVライトで紫外線分解する。

次亜塩素酸ナトリウム水溶液(塩基性)が塩素酸ナトリウム水溶液(中性)になるまで紫外線分解を続ける。目安としては20時間ほど太陽光に当てることでpHが7になる。この反応の反応式は下の式となる。



実験3.紫外線分解した溶液を土壤に散布する。

耐塩性のあるローズマリーに毎日塩素酸ナトリウム水溶液を与える経過観察をする。

また、比較として海水と同濃度の食塩水と飽和食塩水と人工海水をもとに同様の実験を行い、生成した塩素酸ナトリウム水溶液と純水、そして海水を用いてローズマリーに与える。

5. 結果

実験1

海水2L、海水と同濃度の食塩水0.5L、飽和食塩水0.5L、人工海水1Lのそれぞれの溶液を電気分解すると両極から気体が発生した。図2 図3 図4 図5

図2 飽和食塩水の電気分解の様子 図3 飽和食塩水の実験後の様子

陰極側からは水素が発生し、陽極側からは発生した塩素が、水溶液中に溶けている。

飽和食塩水は、海水と同濃度のものと比べて気体の発生量も多かった。表面には、泡が発生していて色も少しばかり濁っている。

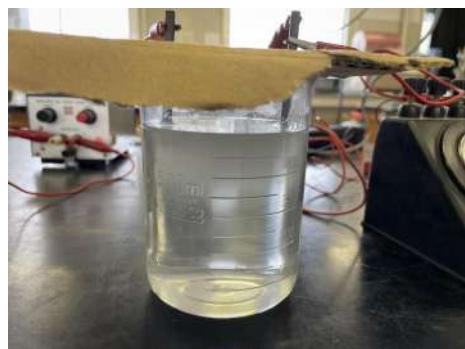


図4 海水と同濃度の食塩水の電気分解の様子 図5 海水と同濃度の食塩水の実験後の様子

陰極側からは水素が発生し、陽極側からは発生した塩素が、水溶液中に溶けている。

海水と同濃度の食塩水は、溶液が比較的無色透明だった。



表1 飽和食塩水の電気分解時のpHの推移 表2 海水と同濃度の食塩水の電気分解時のpHの推移

| 日付 | 電気分解前のpH | 電気分解後のpH | 電気分解した時間(秒) | 日付 | 電気分解前のpH | 電気分解後のpH | 電気分解した時間(秒) |
|------|----------|----------|-------------|------|----------|----------|-------------|
| 7/6 | 7.0 | 8.0 | 1800 | 7/6 | 7.0 | 7.0 | 1800 |
| 7/7 | - | 8.5 | 2100 | 7/7 | - | 8.5 | 2100 |
| 7/8 | 10.2 | - | 1500 | 7/8 | 10.2 | - | 1500 |
| 7/14 | 10.5 | 10.4 | 1800 | 7/14 | 10.1 | 10.2 | 1800 |

7月14日の時点でのpHが上昇しなくなつたので完全に反応したとみなして実験2にうつる。

表3 海水の電気分解時のpHの推移

表4 人工海水の電気分解時のpHの推移

| 日付 | 電気分解前のpH | 電気分解後のpH | 電気分解した時間(秒) | 日付 | 電気分解前のpH | 電気分解後のpH | 電気分解した時間(秒) |
|------|----------|----------|-------------|-------|----------|----------|-------------|
| 9/14 | 6.1 | 6.4 | 2100 | 10/7 | 6.1 | 8.5 | 2700 |
| 9/16 | - | 8.8 | 2700 | 10/13 | 10.6 | 9.6 | 2400 |
| 9/22 | 7.7 | 8.7 | 2700 | | | | |

実験2

海水、海水と同濃度の食塩水、飽和食塩水、人工海水のそれぞれの溶液を電気分解したものを太陽光及びUVライトを使い、紫外線分解する。

紫外線分解したところペットボトル内に気体が発生した。次亜塩素酸ナトリウム水溶液は塩素臭を持っているため匂いでの判別は困難である。但し、下の反応式より発生した気体は酸素だと思われる。



実験3

海水を電気分解して紫外線分解したものを与えたローズマリーの経過観察

図6 初日 図7 3日目 図8 6日目 図9 10日目 図10 16日目



人工海水を電気分解して紫外線分解したものを与えたローズマリーの経過観察

図11 初日 図12 3日目 図13 6日目 図14 10日目 図15 16日目



飽和食塩水を電気分解して紫外線分解したものを与えたローズマリーの経過観察

図16 初日 図17 3日目 図18 6日目 図19 10日目 図20 16日目



海水と同濃度の食塩水を電気分解して紫外線分解したものを与えたローズマリーの経過観察

図21 初日 図22 3日目 図23 6日目 図24 10日目 図25 16日目



純水を与えたローズマリーの経過観察

図26 初日 図27 3日目 図28 6日目 図29 10日目 図30 16日目



海水を電気分解して紫外線分解したものを与えたところ6日目頃から茎の根本から中部にかけて黒ずみが広がり、10日目辺りには葉まで広がった。

人工海水を電気分解して紫外線分解したものを与えたところ10日目頃に茎が黒ずみ始め、16日目には葉まで広がった。

飽和食塩水を電気分解して紫外線分解したものを与えたところ3日目頃には茎の根本が黒ずみ、6日目辺りには根本付近の葉が黒ずんでいた。

海水と同濃度の食塩水を電気分解して紫外線分解したものを与えたところ3日目に茎の一部が黒ずみ、10日に葉全体に広がった。

海水と純水を与えたローズマリーには変化が見られなかった。

6. 考察

海水を電気分解することで次亜塩素酸ナトリウム水溶液が生成される。

次亜塩素酸ナトリウム水溶液を紫外線分解することで塩素酸ナトリウム水溶液が生成される。

塩素酸ナトリウムを与えた植物は枯れたのに対して、海水を与えた植物は枯れなかつたことから塩素酸ナトリウムの除草効果により植物を枯らすことができる。

食塩水でも同様のことができる。飽和食塩水をもとにした塩素酸ナトリウム水溶液を与えた植物が最も早く枯れたので、水溶液の塩素濃度が高いほど影響が強いと考えられる。

7. 結論

海水を電気分解し、紫外線分解することで塩素酸ナトリウム水溶液が生成される。

塩素酸ナトリウムを与えて耐塩性のある植物を枯らすことができる。

海水から除草剤を作り耐塩性のある植物を枯らすことができる。

また、水溶液中の塩素濃度が高いほど効果が早く現れる。

8. 参考文献

塩素酸ナトリウム-wikipedia

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%A1%A9%E7%B4%A0%E9%85%B8%E3%83%8A%E3%83%88%E3%83%AA%E3%82%A6%E3%83%A0>

次亜塩素酸ソーダ生成装置(クロライザー) | 水処理技術の変遷 | 水道機工株式会社

https://www.suiki.co.jp/hensen/75_84/75_3.html

次亜塩素酸ナトリウムについて | 基礎講座 | 技術情報・便利ツール

<https://www.tacmina.co.jp/library/coretech/279/>

塩素分の孟宗竹への影響について | みんなのひろば | 日本植物生理学会

https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=574

エチレンガスを利用した促成栽培

神奈川県立厚木高等学校

2年 A組 5班(β)

1. 背景

エチレンガスは実が熟していない状態で収穫されたものを熟す効果があると分かっている。そこで、エチレンガスは実ができた状態だけでなく、その前の成長段階でも作用するのか気になったため、研究をすることにした。

2. 目的

エチレンガスの促成效果の有無を調べ、エチレンガスによる促成栽培が可能かを調べること。(エチレンガスによる促成栽培とは、エチレンガスの促成效果を用いて植物をより早く生育させる栽培を指している。いわゆる温暖な地域で行われる、露地栽培の旬よりも早く生育させる栽培とは違うものとする。)

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

エチレンガスとは、野菜や果物が発する植物ホルモンの1種である。花が開花するときや、果実が実る過程、完熟後の腐敗が進む過程で多く発生する。収穫後もエチレンガスの放出は続く。エチレンガスは、細胞壁の分解に関わる酵素の合成を誘導したり、呼吸を盛んにしたりする。そのため、成長や腐敗を進める作用を持っている。加えて、落葉や落果を促進する作用、茎や芽、根の伸長を抑制する作用も持ち合わせている。また、エチレンガスは周囲の植物にも影響を与える。植物の種類によってエチレンガスの生成量と影響の受けやすさはおおよそ決まっている。キュウリは生成量が低く、影響を受けやすい。リンゴは生成量が多いことで特に有名。バナナの生成量はリンゴに比べると劣るが、少なくない。一般的に、果物や果菜類・葉菜類の野菜は影響を受けやすい。

エチレンガスの利用として、バナナの追熟が挙げられる。日本では、害虫の侵入を防ぐため熟した状態のバナナを輸入することができない。そこで、皮全体が青い状態で輸入された後、エチレンガスを充満させて追熟させるのである。

エチレンガスの密度は $1.18\text{kg}/\text{m}^3$ であり、空気の密度は基準状態で $1.293\text{kg}/\text{m}^3$ である。

(2) 仮説

全体:量や加える時期次第では、植物を育てる際にエチレンガスを用いると植物の成長を促成できる。

実験1:キュウリをバナナを入れて育てるとより成長する。

実験2:ハツカダイコンをエチレンガスを加えて育てるとより成長する。

成長の定義

キュウリ

・実の大きさ

ハツカダイコン

- ・茎の長さ
- ・葉の枚数
- ・色

4. 方法

(1) 実験材料

実験1:土、肥料、支柱、キュウリの苗、バナナ、ビニール袋

実験2:土、肥料、ペットボトル、ハツカダイコンの種

(2) 手順

実験1:

1. 雌花やできはじめの実を探し、長さが近いものがペアになるように番号を書いたテープをつける。以後、ペアのうちバナナを入れる方をA、入れない方をBとする。番号をつけた全ての実験対象の長さを測定しておく。

2. 毎日17時に全ての実験対象に袋をかぶせる。Aには袋の中にバナナが入るように支柱からバナナを吊るす。翌日10時に全ての実験対象から袋を取ります。

3. 収穫まで、毎朝キュウリの長さを記録する。最後に、収穫にかかった日数も記録しておく。

実験2:

1. ポットの代替品としてペットボトルを使用する。ハツカダイコンをペットボトルに植える。

2. 2つの集団に分ける。このとき、だいたい同じ長さのものがそれぞれの集団にあるように分ける。毎日夕方、すべてに袋をかぶせる。一方の集団には袋のなかにエチレンガスを加え、もう一方にはなにも加えない。このとき、エチレンガスを葉に直接吹きかけないようにする。直接かかると、エチレンガスの作用が強すぎてしまい、茎や根の生長の抑制や落葉や落果が起こることが考えられるからである。エチレンガスの効果によって芽が出ないことを防ぐため、エチレンガスは芽が出てから加えることとする。また、袋を被せる際に酸素も加えるようにする。

3. 収穫まで、茎の長さの記録を残す。葉の枚数(数えることがとても大変であったため見た目から量を判断した)や色などの様子の違いを見る。

5. 結果

実験1:うどん粉病や台風などにより継続的な実験ができず、顕著な結果を得られなかった。

実験2:

表1:エチレンガスを加えた集団と加えていない集団の芽の段階から最終までの茎の伸びの平均(cm)

| | エチレンガスあり | エチレンガスなし |
|------|----------|----------|
| ポットA | 8.11 | 8.1 |
| ポットB | 10.16 | 9.05 |
| ポットC | 9.38 | 10.41 |
| ポットD | 11.76 | 8.26 |

| | | |
|------|--------|-------|
| ポットE | | 8.49 |
| ポットF | | 9.45 |
| 平均値 | 9.8525 | 8.96 |
| 最大値 | 11.76 | 10.46 |
| 最小値 | 8.11 | 8.1 |

F検定の結果

0.2591025624

→等分散

異なる集団のT検定(有意水準5%)

帰無仮説:エチレンガスを加えたハツカダイコンと加えていないハツカダイコンの芽の段階から最終までの茎の伸びの平均値は差がない

対立仮説:エチレンガスを加えたハツカダイコンと加えていないハツカダイコンの芽の段階から最終までの茎の伸びの平均値は差がある

結果

0.1340175238

→帰無仮説は棄却されない

→エチレンガスを加えたハツカダイコンと加えていないハツカダイコンの芽の段階から最終までの茎の伸びの平均値は差がない



図1:成長後のハツカダイコン
(エチレンガスなし)



図2:成長後のハツカダイコン
(エチレンガスあり)



図3:上から撮影した、エチレンガスを加えた成長後のハツカダイコン(茶色のトレイ上の4つ)



図4:上から撮影した、エチレンガスを加えていない成長後のハツカダイコン

平均値、最大値、最小値から比べると、エチレンガスを加えた集団のほうが計測開始時の芽の段階からの茎の伸びは大きかった。葉の枚数も多かった。しかし、どれも根の赤みが薄く、まっすぐ育っておらず、枯れている葉はないものの黄色っぽい葉が数枚あった。一方、エチレンガスを加えていない集団は、茎の伸びは小さく、葉の枚数は少ないが、1本1本がしっかりと立っていた。

6. 考察

この違いがエチレンガスの有無によってできたとすると、エチレンガスには茎の生長を促す効果や葉の枚数を増やす効果があり、その効果が作用しすぎると腐敗も進めると考えられる。ただし、今回の実験は完璧な対照実験ができなかったため、これらの結果がエチレンガスの有無によるものとは言い切れない。今回の実験では、元の状態と場所が揃っていないかった。エチレンガスの量が限られているためエチレンガスを加えるポットは4つに抑えることにした。そのため、4つのポットを選ぶときに近い長さの中でも長い方や芽の数が多い方をいくつか選んでしまった。さらに、風に飛ばされない室内で確保できる場所が限られていたため、初めのうちはエチレンガスを入れる集団を日当たりの悪い場所に置いていた。これらが原因でエチレンガスを加えた集団の方が、伸びが大きかったり弱々しくなったりしたのかもしれない。そして、T検定の結果、有意差は無かつたため、明確な効果があったとは言えない。更なる実験の必要がある。

7. 結論

実験2の結果から、エチレンガスには茎の生長を促す効果や葉の枚数を増やす効果など、成長を促成する効果がある可能性が考えられる。そして、用法や量次第では植物を腐敗させずに促成栽培の方法として利用できる可能性が考えられる。ただし、今回の実験だけではエチレンガスに促成効果があるとは言い切れない。

8. 参考文献

[エチレンガスとは？成長を促す植物ホルモンがもたらす作物への影響 | コラム | セイユーエコロジア \(100nen-kankyo.jp\)](http://100nen-kankyo.jp/)

<https://ecologia.100nen-kankyo.jp/column/single007.html#:~:text>

エチレンガスがもたらす作物への影響について

[植物ホルモンとは？種類とそれぞれの特徴、用途 - NISSHA](#)

<https://01.connect.nissha.com/blog-gassensor-phytohormones/>

エチレンガスの特徴と用途について

[バナナ熟成の秘密 | 株式会社まつの \(matuno.co.jp\)](#)

<https://www.matuno.co.jp/vegeful/category/journal04/10154.html>

エチレンガスの実が熟していない状態で収穫されたものを熟す効果の使用例

[エチレンガスとはなにか？青果物の成長や鮮度への影響も解説 - NISSHA](#)

<https://01.connect.nissha.com/blog-gassensor-ethylenegas/>

野菜や果物のエチレンガス生成量と感受性の一覧

タイトル:牛乳によるゼインプラスチックの実用化

神奈川県立厚木高等学校
2年 A組 6班(β)

1. 背景

近年問題となっている海洋プラスチックは、地上で出たゴミ袋や、ペットボトルが主な要因である。さらに、プラスチックを作るために必要となる化石燃料は天然ガス、石油があと50年、石炭・ウランがあと130年と限りがある。これらの課題を解決することにつながる製品を作成し、実用化したいと考えた。

2. 目的

化石燃料を使用しないプラスチック容器を作成し、容器として機能するかどうか、また土壤や海水、淡水空気中で分解されるかを調べ、実用化する。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

牛乳に浮遊しているカゼインは、酸を加えることでその等電点であるpH 4.6に近づく。これによって、カゼインの周りを囲んでいる電子が取り除かれ、カゼイン同士が結び付きやすくなり、プラスチックに似た物質が作られる。この物質は、水中や土壤中の微生物によって自然に分解される。

(2) 仮説

先行研究より、牛乳から作られるこの物質は化石燃料を使用せず、正しく廃棄されなかつたとしても海洋プラスチック問題などに繋がらないため、環境問題を解決するためのプラスチックとして実用化できる。

4. 方法

(1) 実験材料

牛乳、pH 2の塩酸、1.0 molの酢酸(pH 2.28)、食塩

(2) 手順

塩酸によるカゼインプラスチックの作成

- ①ビーカーに移した牛乳200 mLを80°Cまで温める。
- ②①にpH 2の塩酸を20 mL加える。
- ③よくかき混ぜ、ボウルに水を入れてビーカーを浸して牛乳を冷やす。
- ④固体物と水分が分離したら、ろ過・水洗する。
- ⑤水気をよく取る。
- ⑥固体物の重量を0.6 gで揃える。
- ⑦3～4日間乾燥させる。

酢酸によるカゼインプラスチックの作成

- ①ビーカーに移した牛乳175 mLを80°C温める。
- ②17.5mol/Lの酢酸1.0 mLに純水16.5 mLを加えたものを①に加える。
→耐久性向上の観点から食塩10 gを加えるようにした。(電解質である食塩を加えることで、カゼインの周りの水分子が塩析によって取り除かれ、より密度の高いカゼインプラスチックが取り出せると考えたため)
- ③～⑤は同上。

- ⑥ビーカーに固形物を入れ、キッチンペーパーを敷いてから上からキャップで押し潰す。
- ⑦乾熱滅菌器において80°Cで11時間乾燥させる。
- ⑧作成したカゼインプラスチックを、海水、淡水、日向の土、日陰の土に埋め、分解されるかを観察する。(水はペットボトルの中で、土壤はシャーレの中で経過を観察する。)

追加実験

①酢酸を用いて作成されたカゼインプラスチックを2つに分け、片方は1 mol/Lの酢酸に1時間浸した後(作成したカゼインプラスチックを再び酢酸につけることでカゼイン同士の結合を邪魔している電子を取り除けると考えた)、⑥の手順で容器の形に成形し、⑦の手順で乾燥させる。もう片方は、上記の①から⑥までを行った後(圧力をかけカゼインを重合させることで耐久性をあげられると考えた)、容器の中に重りを入れて⑦の手順を行う。

②カゼインプラスチックの落下実験

①で作成されたカゼインプラスチックの容器2つの重さを50 gで均一にし、20 cmずつ高さを上げながら容器を床に落とす。
→何 cmまで容器として形を保てるか確かめる。

③カゼインプラスチックの耐水実験

①で作成されたカゼインプラスチックの容器2つに水道水30 mLを入れ、15分間放置する。
→15分後に水が滲み出でていないか、容器が柔らかくなっていないかを確認する。

②、③においては、**①**で作成したカゼインプラスチックのどちらの方が強度が高いかを確認する。

5. 結果

(図1) 塩酸によるカゼインの沈殿

まず、塩酸によるカゼインプラスチックの作成では、カゼインの沈殿がほとんど起こらなかった。また、ここに食酢を加えたところカゼインの沈殿が起こった。



次に酢酸によるカゼインプラスチックの作成では、カゼインの沈殿が起こった。その時、手順③時点での牛乳のpHをpH試験紙で確かめたところ、pH 5付近の色を示した。(カゼインの等電点に近い値)

乾熱滅菌器を用いて乾燥させることで、ヒビ割れを防ぎ、匂いも自然乾燥させるよりは比較的抑えられた。

手順⑧で分解されるかを観察したところ、水の中に入れたものは、腐り、膜ができた。土壤中に埋めたものからはカビが生えた。しかし、サイズは徐々に縮小していったため、自然の中で分解されていることが確かめられた。

(図2) 埋めてから一か月後カゼイン

左:海水 右:日向の土



追加実験①では、容器に重りを入れた方は、比較的色が濃くなっていた。

②は、下記のようになった。

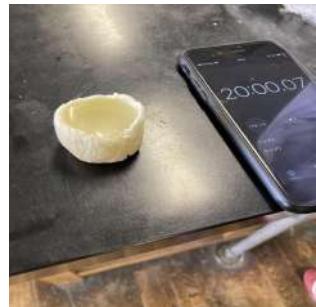
(図3)カゼインプラスチック容器の落下実験結果

| 高さ(cm) | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
|--------|----|----|----|----|------|-----|
| 酢酸に浸した | ○ | ○ | ○ | △ | 少しヒビ | ヒビ |
| 浸していない | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ヒビ |

(○欠損なし/△細かい欠片が出た)

両方とも120 cmから落とすと容器として機能できない状態となつた。

③では、20分の放置後、水が漏れ出るなどはなかったが、2つの容器とも (図4) 水をいれて20分後の水面に油が浮き出ていた。また、実験後水が入っていた面を触ると
カゼインプラスチック容器柔らかくなっていた。



6. 考察

塩酸で沈澱が起こらず、酢酸で沈澱が起こったのは、牛乳に加えた塩酸は 2.0×10^{-4} mol であったのに対し、酢酸は 1.75×10^{-2} mol であったため、物質量の違いによってこのような差が生じると考えた。また、塩酸は強酸、酢酸は弱酸、先行研究で沈澱を起こしたレモン汁も弱酸であるため、電離度の違いなども沈澱の有無に関わっている可能性があると考えた。

カゼインの強度向上に関して、

追加実験①では、色が濃くなっていた部分は、カゼインが重合を起こしたため、強度が向上したと考えられる。また追加実験②より、カゼインは牛乳から取り出された時点でカゼイン同士の結合を邪魔する電子はほとんど取り除かれており、再び酢酸に浸す必要はないと考えた。さらに同実験より、重りを入れてカゼインプラスチックの容器を乾燥させることで強度は向上させられると考えられる。

追加実験③で水面に油が浮いてきた理由としては、牛乳に含まれる油分が容器表面を覆っており、それが浮いてきたと考えた。これは、脱脂粉乳を牛乳の代わりに用いることで対処できると考えた。また、水を入れても水が漏れ出したり、容器が壊れることはなかったが、容器の内側がとても柔らかくなつたため、現時点でのこの容器を使うとすれば、水分量の少ない物(例えばポテトチップスなどの揚げ物類)用の容器として使うことができると考えた。

7. 結論

牛乳から作られるカゼインプラスチックは、適切に処分されなかつたとしても、自然に分解される。しかし、それを容器として実用化するためには、耐久性の向上や、油分の処理方法、生産性の向上など、更なる改善が必要である。

8. 参考文献

<https://s.resemom.jp/article/2018/07/10/45558.html> カゼインプラスチック作成の先行研究

<https://www.steampoweredfamily.com/make-plastic-from-milk/> 追加実験①でカゼインプラスチックを再び酢酸についての実験をする際に参考にした手順

<http://www.nara-gyunyuya.com/qa/26.htm>

等電点に近づける意味やそれによってなにが起きるのかが示された先行研究

心理戦における嘘の有用性

神奈川県立厚木高等学校
2年A組7班β

1. 背景

様々な心理戦において簡単に勝率を上げる方法はないのかと考えたときに言葉による心理戦がまずは重要だと考えた。そこで本実験を行った。

2. 目的

心理戦において嘘をつくか本当のことを言うかどちらのほうが多いのかを調べる。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

間接的なコミュニケーションの場面では個人の特性は虚言行動に影響を与えない可能性が示唆されている

(2) 仮説

先行研究では嘘をつくかどうか自体を対象にしたものはあまり見当たらない。そこで私たちは心理戦において嘘をつくべきか、本当のことを言うべきかという問い合わせに対して嘘をついたほうがいいと予想し、これを検証する。

4. 方法

(1) 実験材料

材料、機器:トランプ、スマートフォン、Chrome book

調査対象:2A生徒

(2) 手順

一対一でババ抜きを行ってもらった。(以下、詳細な手順)

1. 引かれる側が「こっちがジョーカーです」と言ってどちらかを指さす
2. 引く側は適当ではなく考えてから好きなほうをとる
3. 各参加者毎の勝った回数を集計し片側T検定を行う

5. 結果

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 2 | 0 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | | | |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 0 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | | | |

データ数 432

帰無仮説 嘘を言って勝った回数が本当のことを言って勝った回数よりも多いのは偶然である

対立仮説 嘘を言って勝った回数が本当のことを言って勝った回数よりも多いのは偶然ではない

p値(有効数字3桁) 0.0154

有意水準 0.025

帰無仮説は棄却され、嘘を言って勝った回数が本当のことを言って勝った回数よりも多いのは偶然ではない

6. 考察

私たちの予想通り、嘘をついた方がいいという結果となったが、これは人間がまずは相手のことを信じてしまうという性質があり、これによるものなのだと考えられる

7. 結論

このような心理戦では嘘をついた方がよい

8. 参考文献

「虚言行動に及ぼす個人特性の効果」古屋健、社会心理学研究、第6巻(第3号)、pp.165-174(1991)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssp/6/3/6_KJ00003725146/_pdf

データの検証2(ヴェリタスのGoogleスライド)

<https://docs.google.com/presentation/d/1sFbiLUNxEep40aUSYCix7ThUo4XD-z97-KoGChiyTpk/edit>

魚鱗の肥料としての有効活用方法の検証

神奈川県立厚木高等学校
2年A組8班 (β)

1. 背景

世界の問題を調べていく中で魚鱗はそのほとんどが廃棄されていることを知り、何かできることはできないかと考えたから。また現在使われている肥料には動物の骨を使ったものもあり魚鱗がそこに活用できるのではないかと考えたから。

2. 目的

魚鱗の肥料としての有効活用方法を見つけること。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

- ・魚類の鱗は真皮の内部に発達した骨格(皮骨)であり、ハイドロキシアパタイト(リン酸カルシウム)を主成分とする。
- ・肉骨粉(にくこつ粉)は、牛・豚・鶏など家畜の解体処理によって食肉を除いたものに、骨、内臓、屑肉等を加熱処理して脂質を取り除くレンダリング(化製処理)を行い、これを細かく碎いて粉末としたもの。
- ・リンの含有率が高い肥料(骨粉肥料など)の施用は根の形成を助ける。
- ・蒸製魚鱗は魚鱗を加圧がまで蒸製した後加熱乾燥したもの。
- ・ $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{CaCl}_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$

(2) 仮説

魚鱗は肥料として有効活用できる。また、蒸製処理をおこなうとより効果が高まる。

4. 方法

(1) 実験材料

魚鱗(円鱗または櫛鱗)、圧力釜、ガラス容器、ハンマー、HCl (1.0 mol/L)、攪拌機、攪拌子、ビーカー、ビュレット、pH測定器、すり鉢、プランター(9つ)、ラディッシュの種、量り、キッチンペーパー

(2) 手順

■ 肥料の製作

- 1) 魚鱗を5 gずつ分け、それぞれ魚鱗A、魚鱗Bとする。魚鱗はロピア厚木店からの提供。
- 2) 圧力釜に水400 mLをいれ、魚鱗Aを165 kPaで20分間加圧する。
- 3) 魚鱗A、魚鱗Bを電子レンジで一定時間乾燥させる。
- 4) 魚鱗A、魚鱗Bをハンマーで可能な限り小さくする。割れない場合、もう一度乾燥させる。

以降魚鱗Aを蒸製あり魚鱗、魚鱗Bを蒸製なし魚鱗とする。

■ 実験1 蒸製の効果の調査

- 1) 蒸製あり魚鱗と蒸製なし魚鱗を肥料の製作と同じ手順で0.5 gずつ作る。
- 2) HCl (1.0 mol/L) をビュレットに10 mL入れる。

- 3) ビーカーに、蒸製あり魚鱗、水50 mL、攪拌子を入れ、攪拌機の上に置く。
- 4) HC 1を1.0 mLずつ滴下し、2分間待つ。
- 5) pH測定器でその時のpHを測り、記録する。
- 6) 4)から5)の作業を10 mL入れ終わるまで繰り返す。
- 7) 2)から6)の作業を蒸製なし魚鱗でも同様に行う。

■ 実験2 他の土壤との比較

- 1) プランターを9つ用意し、全てに土をプランターの縁から1.0 cm程下までいれる。土は養分の含まれないもの。
- 2) 2つのプランターには蒸製魚鱗、蒸製なし魚鱗を混ぜ、1つは土のみとする。これを3セット作る。混ぜ方は全層施肥。
- 3) 1つのプランターにつき、5 cm程、1.0 cm間隔、深さ1.0 cmで2列ラディッシュの種をまく。1つの穴に3~4粒。
- 4) 水やりを月~金曜日の夕方に行い、毎週木曜日に葉の数、葉の大きさを計測する。葉の数は本葉のみを数え、葉の大きさは本葉全ての葉身を測る。
- 5) 14日目に間引きを行う。1つのプランターに4つの芽が残るように、大きすぎるもの、小さすぎるもの、茎がしんなりしているものを取り除く。
- 6) 種をまいてから30日以上経過し、根の直径が2~3 cmのものがみられ、葉の数が減少してきたので収穫を行った。
- 7) 流水で土を落とし、葉を取り除いて、湿らせたキッチンペーパーにつつみ、冷蔵庫に保存する。
- 8) 根のみとなったラディッシュを最小単位0.01 gの量りで根の重さを計測する。
- 9) 包丁で根の最も太い部分を目測でカットし根の太さを計測する。
- 10) 葉の大きさ、根の重さ、根の太さについてプランター1セットごとに有意差検定を行う。

5. 結果

■ 肥料の製作



図1 製作した肥料(左が蒸製なし魚鱗、右が蒸製魚鱗)

■ 実験1 蒸製の効果の調査

| 滴下した塩酸(ml) | 2分後のpH |
|------------|--------|
| 1 | 2.3 |
| 2 | 1.7 |
| 3 | 1.7 |
| 4 | 1.5 |
| 5 | 1.7 |
| 6 | 1.6 |
| 7 | 1.4 |
| 8 | 1.3 |
| 9 | 1.2 |
| 10 | 1.1 |

| 滴下した塩酸(ml) | 2分後のpH |
|------------|--------|
| 1 | 1.7 |
| 2 | 1.4 |
| 3 | 1.2 |
| 4 | 1.1 |
| 5 | 1 |
| 6 | 0.9 |
| 7 | 0.8 |
| 8 | 0.8 |
| 9 | 0.8 |
| 10 | 0.7 |

表1 蒸製魚鱗の滴定結果

表2 蒸製なし魚鱗の滴定結果

■ 実験2 他の土壌との比較

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 2.5 | 1.7 | 0.3 |
| 2.2 | 1.5 | 0.2 |
| 3 | 3.5 | 0.3 |
| 3 | 2.5 | 0.5 |
| 2.5 | 1.4 | 0.4 |
| 3.2 | 1.5 | 0.7 |
| 2.2 | 2 | 0.6 |
| 2.3 | 2.5 | 1 |

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 2.2 | 2 | 1 |
| 2.1 | 2.2 | 0.5 |
| 0.6 | 2.1 | 0.3 |
| 0.7 | 2.1 | 0.2 |
| 0.6 | 0.1 | 0.2 |
| 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0.5 | 0.1 | 0.1 |
| 0.1 | 0.1 | 0.1 |

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 1 | 1.2 | 0.5 |
| 0.7 | 0.1 | 0.5 |
| 1.5 | 1.2 | 0.1 |
| 1.5 | 0.7 | 0.1 |
| 0.1 | 1.4 | 0.1 |
| 0.1 | 0.7 | 0.1 |
| 0.1 | 0.7 | 0.1 |
| 0.1 | 1.4 | 0.1 |

表3 14日目の葉の大きさ(cm)
プランター大

表4 14日目の葉の大きさ(cm)
プランター中

表5 14日目の葉の大きさ(cm)
プランター小

| | 蒸製ありと蒸製なし | 蒸製ありと土のみ | 蒸製なしと土のみ |
|--------|-----------|----------|----------|
| プランター大 | 有り | 有り | 有り |
| プランター中 | 無し | 無し | 有り |
| プランター小 | 無し | 有り | 有り |

表6 14日目の葉の大きさの有意差

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 5.4 | 5 | 3.6 |
| 5.8 | 5.2 | 3.6 |
| 6.5 | 5.7 | 3.8 |
| 7 | 6 | 3.1 |
| 7.5 | 6.2 | 3 |
| 6.4 | 5.2 | 3.8 |
| 6.2 | 4 | 2.8 |
| 6.8 | 4.3 | 2.7 |

表7 21日目の葉の大きさ(cm)
プランター大

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 3.8 | 4.6 | 3 |
| 2.5 | 5.7 | 2.4 |
| 3.6 | 5.6 | 1.8 |
| 4.7 | 4.2 | 2 |
| 3.6 | 5.7 | 1.7 |
| 5.5 | 3.2 | 1.8 |
| 6.9 | 4.4 | 2.3 |
| 5.7 | 3.6 | 2 |

表8 21日目の葉の大きさ(cm)
プランター中

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 4.5 | 4 | 2.1 |
| 5 | 4 | 2.3 |
| 5 | 3.6 | 1.8 |
| 4.1 | 3.7 | 1.5 |
| 3.5 | 4 | 1.3 |
| 4.3 | 3.4 | 0.8 |
| 4 | 3.7 | 1.1 |
| 4.1 | 3.6 | 1.3 |

表9 21日目の葉の大きさ(cm)
プランター小

| | 蒸製ありと蒸製なし | 蒸製ありと土のみ | 蒸製なしと土のみ |
|--------|-----------|----------|----------|
| プランター大 | 有り | 有り | 有り |
| プランター中 | 無し | 有り | 有り |
| プランター小 | 有り | 有り | 有り |

表10 21日目の葉の大きさの有意差

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 7.2 | 6 | 4 |
| 6.5 | 5.9 | 4.3 |
| 8 | 7 | 4.2 |
| 8 | 6.6 | 4 |
| 7.1 | 5.9 | 5.2 |
| 7.5 | 5.9 | 4.8 |
| 6.9 | 5.8 | 4 |
| 7 | 5.1 | 5.4 |

表11 28日目の葉の大きさ(cm)プランター大

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 6.5 | 6 | 2.5 |
| 7.5 | 5.7 | 2.4 |
| 6.4 | 6.4 | 3.8 |
| 6 | 6.3 | 3.5 |
| 5.5 | 6.4 | 3 |
| 4.8 | 6 | 2.7 |
| 6.3 | 5.7 | 4.5 |
| 5 | 5.2 | 3 |

表12 28日目の葉の大きさ(cm)プランター中

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 5 | 5 | 3 |
| 5.5 | 4.7 | 3 |
| 6.2 | 4.6 | 4 |
| 5.5 | 5.1 | 4 |
| 6 | 4.4 | 2.4 |
| 4.8 | 4 | 3 |
| 5.8 | 5.6 | 0 |
| 5.7 | 5 | 0 |

表13 28日目の葉の大きさ(cm)プランター小

| | 蒸製ありと蒸製なし | 蒸製ありと土のみ | 蒸製なしと土のみ |
|--------|-----------|----------|----------|
| プランター大 | 有り | 有り | 有り |
| プランター中 | 無し | 有り | 有り |
| プランター小 | 有り | 有り | 有り |

表14 28日目の葉の大きさの有意差

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 9.5 | 6.5 | 4.5 |
| 8.3 | 7.1 | 5.2 |
| 8 | 5.4 | 4.6 |
| 8 | 5.7 | 5.2 |
| 6.5 | 6.5 | 5.3 |
| 7 | 6.3 | 5.1 |
| 6.5 | 6.2 | 4 |
| 7.3 | 6.3 | 5 |

表15 35日目の葉の大きさ(cm)プランター大

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 6.2 | 6.4 | 1.8 |
| 5.8 | 5.5 | 2.9 |
| 7.3 | 7.2 | 3 |
| 6.5 | 6 | 2.9 |
| 4 | 6 | 3.1 |
| 4.8 | 6 | 3.2 |
| 5.6 | 6.3 | 5.2 |
| 5.4 | 6.3 | 4.3 |

表16 35日目の葉の大きさ(cm)プランター中

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|
| 5.9 | 3.7 | 4.2 |
| 4.9 | 4.4 | 4.5 |
| 5.6 | 4.5 | 3.1 |
| 3.9 | 3.8 | 3.8 |
| 3.9 | 5.4 | 4.2 |
| 5.5 | 4.4 | 5 |
| 4.7 | 5.9 | 0 |
| 5 | 5.6 | 0 |

表17 35日目の葉の大きさ(cm)プランター小

| | 蒸製ありと蒸製なし | 蒸製ありと土のみ | 蒸製なしと土のみ |
|--------|-----------|----------|----------|
| プランター大 | 有り | 有り | 有り |
| プランター中 | 無し | 有り | 有り |
| プランター小 | 有り | 無し | 無し |

表18 35日目の葉の大きさの有意差

| | 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|-----|
| 1週目 | 0 | 0 | 0 |
| 2週目 | 16 | 16 | 16 |
| 3週目 | 24 | 24 | 18 |
| 4週目 | 27 | 30 | 27 |
| 5週目 | 31 | 22 | 19 |

表19 葉の数の推移(枚)
プランター大

| | 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|-----|
| 1週目 | 0 | 0 | 0 |
| 2週目 | 16 | 16 | 16 |
| 3週目 | 21 | 25 | 16 |
| 4週目 | 25 | 28 | 21 |
| 5週目 | 27 | 21 | 17 |

表20 葉の数の推移(枚)
プランター中

| | 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|-----|-----|-----|-----|
| 1週目 | 0 | 0 | 0 |
| 2週目 | 16 | 16 | 16 |
| 3週目 | 20 | 22 | 16 |
| 4週目 | 26 | 23 | 17 |
| 5週目 | 24 | 17 | 12 |

表21 葉の数の推移(枚)
プランター小

葉の数 プランター大

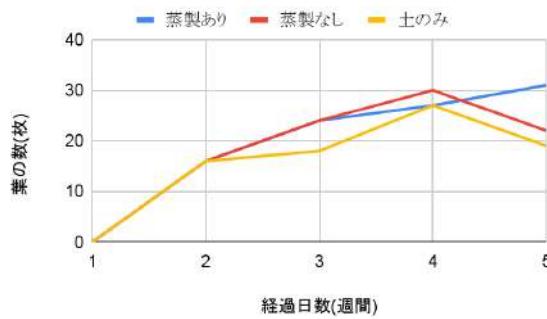


図2 葉の数の推移 プランター大

葉の数 プランター中

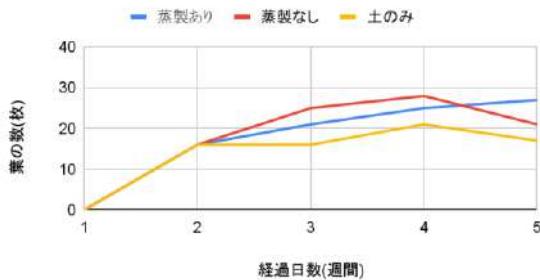


図3 葉の数の推移 プランター中

葉の数 プランター小

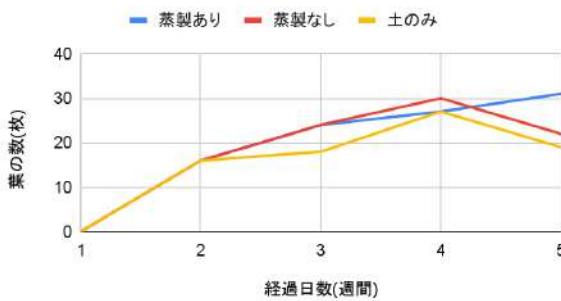


図4 葉の数の推移 プランター小

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|------|------|------|
| 1.4 | 4.82 | 0.4 |
| 2.21 | 0.99 | 0.62 |
| 0.75 | 0.71 | 0.12 |
| 2.86 | 0.69 | 0.14 |

表22 35日目の根の重さ(g)
プランター大

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|------|------|------|
| 0.55 | 1.7 | 0.02 |
| 5.8 | 0.35 | 0.06 |
| 0.35 | 0.49 | 0.06 |
| 0.31 | 1.85 | 0.79 |

表23 35日目の根の重さ(g)
プランター中

| 蒸あり | 蒸なし | 土のみ |
|------|------|------|
| 0.91 | 0.18 | 0.04 |
| 0.97 | 0.19 | 0.09 |
| 0.28 | 0.12 | 0.07 |
| 0.33 | 0.14 | 0 |

表24 35日目の根の重さ(g)
プランター小

| | 蒸製ありと蒸製なし | 蒸製ありと土のみ | 蒸製なしと土のみ |
|--------|-----------|----------|----------|
| プランター大 | 無し | 有り | 無し |
| プランター中 | 無し | 無し | 有り |
| プランター小 | 有り | 有り | 有り |

表25 35日目の根の重さの有意差

| 蒸あり | | | 蒸なし | | | 土のみ | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.7 | 1.9 | 1 | 2.6 | 1.8 | 0.1 | 1.3 | 1.9 | 1 |
| 2.1 | 1.2 | 0.7 | 1 | 0.6 | 0.2 | 1.1 | 1.2 | 0.7 |
| 1.2 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 1.6 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.6 |
| 0.9 | 1 | 0.3 | 0.6 | 1.4 | 1.3 | 0.4 | 1 | 0.3 |

表26 35日目の根の太さ(cm)
プランター大

| 蒸あり | | | 蒸なし | | | 土のみ | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2.6 | 1.8 | 0.1 | 1 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.6 |
| 1 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 1.6 | 0.2 | 0.4 | 1 | 0.3 |
| 0.6 | 1.4 | 1.3 | 0.6 | 1.4 | 1.3 | 0.4 | 1 | 0.3 |

表27 35日目の根の太さ(cm)
プランター中

| 蒸あり | | | 蒸なし | | | 土のみ | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.3 | 1.9 | 1 | 1.1 | 1.2 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.6 |
| 1.1 | 1.2 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 1 | 0.3 |
| 0.4 | 1 | 0.3 | 0.4 | 1 | 0.3 | 0.4 | 1 | 0.3 |

表28 35日目の根の太さ(cm)
プランター小

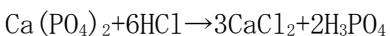
| | 蒸製ありと蒸製なし | 蒸製ありと土のみ | 蒸製なしと土のみ |
|--------|-----------|----------|----------|
| プランター大 | 無し | 有り | 無し |
| プランター中 | 無し | 無し | 有り |
| プランター小 | 無し | 無し | 無し |

表29 35日目の根の太さの有意差

便宜上、プランター3セットをプランターの大きさからプランター大、プランター中、プランター小としている。

6. 考察

■ 実験1 蒸製の効果の調査



この反応は弱酸遊離反応なのでpHが再び強酸により酸性に近づいた時を反応の終点とする。

表1の4.0 mlから5.0 mlでpHが下がりその後再びあがったため、そこが反応の終点である。

一方で表2では再び上がることなく、塩酸のpHに近づいたため反応が1.0 mlですでに終わっていると考えられる。

これらより蒸製魚鱗の方がリン酸カルシウムをより多く溶け出し、反応していたことがわかった。

■ 実験2 他の土壤との比較

有意差検定による結果から葉の大きさについては、蒸製あり、蒸製なしと土のみではほとんどのプランターで有意差があり、蒸製をした魚鱗としていない魚鱗では約半分のプランターで有意差があった。葉の数は蒸製をした魚鱗のみ最後まで上昇傾向にあった。根の重さは蒸製あり、蒸製なしと土のみでは半分のプランターで有意差があり、蒸製をした魚鱗としていない魚鱗ではほとんど有意差はなかった。根の太さどれもほとんど有意差がなかった。これらより、魚鱗がラディッシュの葉の大きさ、葉の数において成長を大きく促進していたと考えられる。また、根についてはその促進効果は葉に比べて小さいと考えられた。

7. 結論

魚鱗は肥料として植物の成長を促進することができる。蒸製をすることで効果は高まることはあるが必ずではない。

8. 参考文献

- (1) 肉骨粉 <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%82%89%E9%AA%A8%E7%B2%89#:~:text=%E8%82%89%E9%AA%A8%E7%B2%89%EF%BC%88%E3%81%AB%E3%81%8F%E3%81%93%E3%81%A3,%E3%81%A6%E7%B2%89%E6%9C%AB%E3%81%A8%E3%81%97%E3%81%9F%E3%82%82%E3%81%AE%E3%80%82>.
- (2) 蒸製
<https://inakasensei.com/niku-koppun>.
- (3) 肥料の三要素
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%82%A5%E6%96%99%E3%81%AE%E4%B8%89%E8%A6%81%E7%B4%A0>.
- (4) 鱗
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%B1%97>.
- (5) 蒸製魚鱗
<http://www.famic.go.jp/ffis/fert/kaisetu/joseigyorin.pdf>.
- (6) リン酸カルシウムと塩化水素の反応
<https://www.you-iggy.com/ja/chemical-reactions/1x-calcium-phosphate-plus-6x-hydrogen-chloride-yields-3x-calcium-chloride-plus-2x-phosphoric-acid/>.

タイトル 未利用のデンプンを用いたエタノールの精製

神奈川県立厚木高等学校
2年 A組 9班 (β)

1. 背景

バイオマス燃料にはサトウキビやトウモロコシなどの作物を原料としてエタノールを作っているものがあると知った。また現在SDGsの2にある通り世界では飢餓、食糧不足が問題となっている。サトウキビ、トウモロコシは食糧になる。燃料にする分を食べることができればまだ利用しているものでサトウキビなどの代わりになるものはないのか。

2. 目的

未利用であるドングリのデンプンからエタノールを精製し新たなバイオ燃料の原料として利用出来るか調べる。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

- ・デンプンを加水分解するとグルコースが得られる。
- ・グルコースを発酵することによってアルコールが生じる。
- ・糖度計の計算式：得られた数値/100×溶液の質量(g)=糖分の質量(g)

(2) 仮説

ドングリから得られるデンプンを用いてアルコールを精製できる。

4. 方法

(1) 実験材料

実験①-1 ドングリ粉からデンプンの抽出

ドングリ粉, バット,さらし,ボウル,茶こし,タッパー

実験①-2 ドングリからデンプンの抽出

ドングリ,なべ,ペンチ,トンカチ,ミキサー,水切りボウル,バット,さらし,ボウル茶こし,タッパー

実験② お酢の加熱前後の糖度変化

お酢,ピペット,ビーカー,三脚,ガスバーナー,糖度計

実験③-1 デンプンの加水分解

ドングリ粉から抽出したデンプン,ドングリから抽出したデンプン,塩酸(1.0mol),ビーカー,ピペット,ガスバーナー,三角フラスコ,糖度計

実験③-2 レモン汁を用いたデンプンの加水分解

ドングリ粉から抽出したデンプン,ドングリから抽出したデンプン,レモン汁,ビーカー,ピペット,ガスバーナー,三角フラスコ,糖度計

実験④ ドングリのアルコール発酵

実験③で加水分解した溶液,ドライイースト,綿栓,キューネ発酵管,ビーカー,駒込ピペット,イソジンラグイ葉,試験管

(2) 手順

実験①-1 ドングリ粉からデンプンの抽出

- ①ドングリ粉200gをサラシで包み水の入ったボウルの中でもみしごく.
- ②①を放置する.茶色い上澄み液と沈殿で分かれるため上澄み液を捨て,新しい水を入れる.2時間ごとに行う.
- ③②の作業を上澄み液に色が出なくなるまで行う.出なくなったらボウルの底の沈殿をバットに薄く広げて干し,水分をとばす.
- ④乾いたら碎き,茶こしで粉状にする.

実験①-2 ドングリからデンプンの抽出

- ①ドングリを水の張った鍋に入れて浮いてきたものを取り除く.
- ②残ったものを水が沸騰するまで加熱し,ドングリの中の虫を死滅させる.
- ③沸騰したら火を止め水を捨て,柔らかい内にペンチ,トンカチで殻を割り中身を取り出す.
※中身の表面が黒くなっていたり,虫の卵と思われる白いツツツツがついたものは実験に不向きと判断し処分.
- ④ミキサーに入れ粉状にする.
- ⑤粉状にしたドングリをサラシで包み水の入ったボウルの中でもみしごく.
- ⑥⑤を放置する.茶色い上澄み液と沈殿で分かれるため上澄み液を捨て,新しい水を入れる.2時間ごとに行う.
- ⑦⑥の作業を上澄み液に色が出なくなるまで行う.出なくなったらボウルの底の沈殿をバットに薄く広げて干し,水分をとばす.
- ⑧乾いたら碎き,茶こしで粉状にする.

実験② お酢の加熱前後の糖度変化

- ①ビーカーにお酢50mlを入れる.
- ②糖度を計測する.
- ③ガスバーナーで沸騰するまで加熱する.
- ④再び糖度を計測する.

実験③-1 デンプンの加水分解

- ①2つの三角フラスコに水100ml入れ,ドングリ粉から抽出したデンプンとドングリから抽出したデンプンをそれぞれに5.0g加えて湯煎で70℃に加熱する.
- ②それぞれの糖度を測る.
- ③1.0mol/Lの塩酸を10ml加え沸騰するまで直火で加熱する.
- ④20分後,それぞれの糖度を測る.

実験③-2 レモン汁を用いたデンプンの加水分解

- ①2つの三角フラスコに水100ml入れ,ドングリ粉から抽出したデンプンとドングリから抽出したデンプンをそれぞれに5.0g加えて湯煎で70℃に加熱する.
- ②それぞれの糖度を測る.
- ③レモン汁を10ml加え沸騰するまで直火で加熱する.
- ④20分後,それぞれの糖度を測る.

実験④ ドングリのアルコール発酵

- ①実験③で加水分解した溶液100mlにドライイーストを加えてよく混ぜ,においをかぐ.
- ②キューネ発酵管に①を入れ,綿栓を詰める.
- ③②を40℃のお湯に入れ,2分ごとに気体の発生量を確認する.
- ④③の溶液を試験管に少量のイソジンを入れ,色の変化を観察する.



5. 結果

実験①-1

デンプンを抽出することができた。

実験①-2

殻を含む311.6gのドングリから5.0gのデンプンが抽出できた。

実験②

糖度が2.6から4.3に上がった。

実験③

表：溶液に含まれる当分の質量(g)

| | 塩酸-ドングリ | 塩酸-ドングリ粉 | レモン汁-ドングリ粉 |
|-----|---------|----------|------------|
| 実験前 | 0.115 | 0 | 0 |
| 実験後 | 1.265 | 4.485 | 9.085 |

実験④

表：2分ごとのメモリの変化(ml,2分前と比較した時)

| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 60 | 計 |
|------------|---|---|------|------|----|----|----|------|------|------|
| 塩酸-ドングリ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.0 | -2.0 | -3.0 |
| 塩酸-ドングリ粉 | 0 | 0 | -1.0 | -1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2.0 | -4.0 |
| レモン汁-ドングリ粉 | 0 | 0 | -3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.0 | 0 | -4.0 |

ドングリ粉の2つは少し黄土色に変化した。

6. 考察

実験①-1

ドングリ粉200gから抽出できたデンプンはドングリ粉の4分の1くらいだった。

実験①-2

2種類のドングリの形のうち丸い形より細長いドングリの方が虫食いが少なく、綺麗な状態のものが多かった。ドングリから抽出されたデンプンの量はドングリ粉から抽出されたものより少なかった。

実験②

お酢は加熱すると糖度が上がる。そのため今回の実験に用いる酸には適さない。

実験③

ドングリはドングリ粉と比べて含まれる糖分の質量が少なかった。ドングリにはデンプン以外が混ざっていたからだと考えられる。

実験④

イソジンの色の変化とキューネ発酵管の溶液が減少したことからアルコールが発生した。発生したアルコールの量が少ないのは発酵に十分な糖度でなかったからだと考えられる。

7. 結論

ドングリから得られるデンプンでアルコールが精製できる。

8. 参考文献

岩手県立総合教育センター 24アルコール発酵

http://www1.iwate-ed.jp/04kenkyu/01kyouka/104rika/h26_0407_2.pdf

デンプンの加水分解に適する酸とは

http://osd.tennoji-hs.jp/img/pdf/data_poster/f/f22.pdf

デンプンの呈色反応と加水分解

https://www.gifu-net.ed.jp/ssd/sien/gakuryokusougou_suisin/koutokugakkou/koutokuH22/04rikaH22/22120.pdf

ドングリからデンプンをとって「ドングリもち」を作ろう

<https://gogo.wildmind.jp/feed/howto/51>

湿布への切れ込みの入れ方の違いが引き起こす剥がれやすさの差異の研究

神奈川県立厚木高等学校

2年 A組 10班(β)

1. 背景

野球部の友達が肘が痛く湿布を貼ることがあるが、貼ると肘を曲げ伸ばした際に剥がれ落ちてしまうことがよくあるため。

2. 目的

湿布を肘に貼った時最もはがれにくく切れ込みの入れ方を調べる。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

肘の関節は可動域が広いため湿布に切り込みを入れたり切り取ったりするとはがれにくくなる。

(引用は参考文献に記載)

(2) 仮説

前提として縦10 cm横14 cmの湿布を縦4分割(一つの枠2.5 cm)、横6分割(一つの枠2.33 cm)し、中心の点を原点(0, 0)とする。(以下、これを湿布と呼ぶ。)

この湿布を上側(-1, 2)(0, 1)(1, 2) 下側(-1, -2)(0, -1)(1, -2)を切り取る場合が最も剥がれにくい。

4. 方法

(1) 実験材料

バンスキットS湿布(ラフェルサ)

(2) 手順

上記の湿布に様々なパターンで切れ込みを入れ、(0, 0)肘の内側の骨に合わせ貼り、5分置く。その後、一秒間に「曲げる、伸ばす」の動きを一セット行うペースで腕の曲げ伸ばしを行い、何回で剥がれたかを調べる。一つのパターンを2回行う。実験体は10班のメンバーで、それぞれの肘まわりの太さが中島(20 cm)、島崎(22 cm)、佐伯(24 cm)、安永(26 cm)である。剥がれたの定義は、(-2, 1)(2, 1)(2, -1)(-2, -1)をつないだ線上に、剥がれた湿布のどこかが到達したとき剥がれたとみなす。

実験のパターンは全員で行った共通の物が5種類、個別に行ったものは中島、島崎、安永が1種類、佐伯が2種類である。

以下にパターンの模式図を記載する。黒枠は湿布及び分割線、赤線は切れ込みを表す。

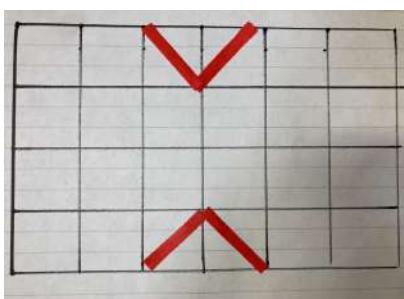


図1 パターン1 (共通)

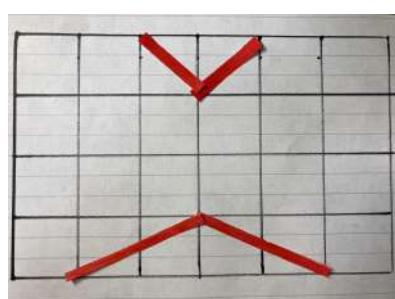


図2 パターン2(共通)

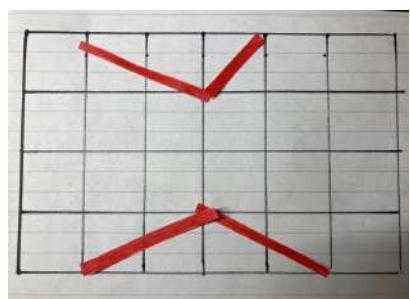


図3 パターン3(共通)

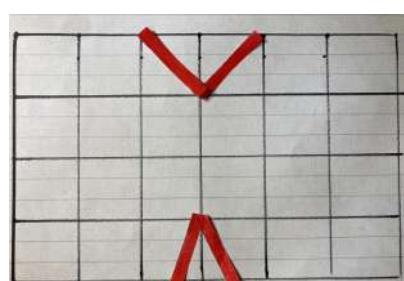
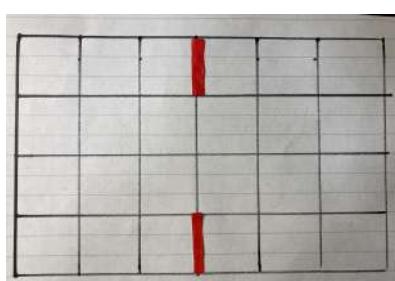


図4 パターン4(共通)

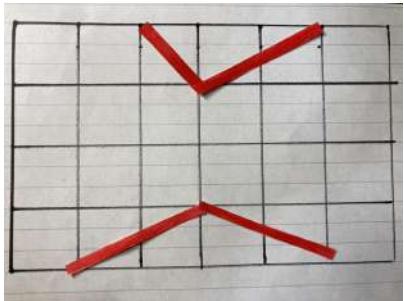


図5 パターン5(共通)

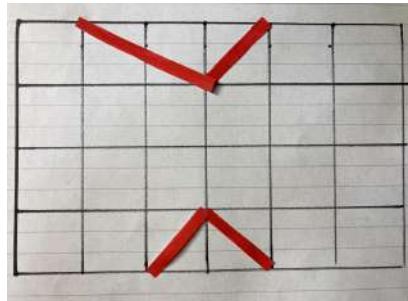


図6 パターン6(佐伯のみ)

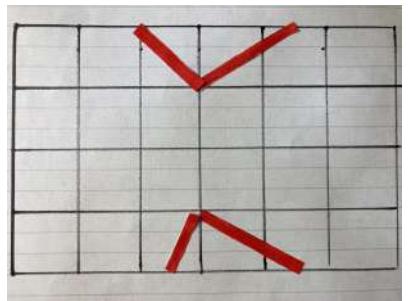


図7 パターン7(中島のみ)

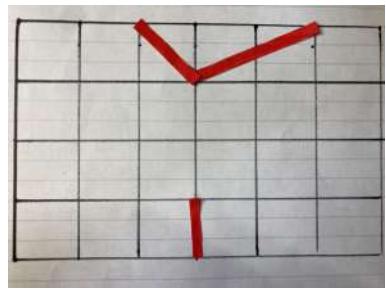


図8 パターン8(島崎のみ)

図9 パターン9(佐伯のみ)

図10 パターン10(安永のみ)

パターン1を先行研究に基づいて行い、パターン2～5はそれと比較するために行った。

それらの結果をもとに、中島はパターン2、島崎はパターン1、佐伯はパターン6、安永はパターン5が伸びるのではと考え実験し更にその記録をもとに新しいパターンを考え、パターン7～10を行った。そしてこれらを検定にかけ、結論を出した。

5. 結果

表1 パターン1～10及び重複して用いたパターンの数値

| | | 中島(20 cm) | 島崎(22 cm) | 佐伯(24 cm) | 安永(26 cm) |
|---------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| パターン1 | 1回目 | 95 | 48 | 65 | 54 |
| | 2回目 | 1488 | 68 | 35 | 155 |
| | 平均 | 839 | 58 | 50 | 105 |
| パターン2 | 1回目 | 503 | 18 | 30 | 260 |
| | 2回目 | 1108 | 66 | 52 | 173 |
| | 平均 | 806 | 42 | 42 | 217 |
| パターン3 | 1回目 | 562 | 14 | 23 | 77 |
| | 2回目 | 154 | 48 | 46 | 53 |
| | 平均 | 358 | 31 | 35 | 65 |
| パターン4 | 1回目 | 208 | 78 | 54 | 117 |
| パターン5 | 1回目 | 175 | 81 | 46 | 325 |
| | 2回目 | 109 | 121 | 92 | 183 |
| | 平均 | 142 | 101 | 69 | 254 |
| パターン2 ② | | 118 | | | |
| パターン1 ① | | | 85 | | |
| パターン6 | | | | 223 | |
| パターン5 ② | | | | | 293 |
| パターン7 | | 131 | | | |
| パターン8 | | | 92 | | |
| パターン9 | | | | 131 | |
| パターン10 | | | | | 165 |

6. 考察

結果で出したパターンを見ると、腕まわりが太くなるにつれ下側の切れ込みが小さい方が剥がれにくい傾向にある。これは、腕まわりが細い人ほど肘の関節部に多く湿布がかかるため大きい切れ込みを必要とし、逆に太い人はあまり湿布がかからないため、大きく切り取りすぎてしまうと粘着部が少なくなり、はがれやすくなるのではと思った。

上側の切れ込みが大差ない理由は、上側は曲げるだけなので切り取ってさえあればよく、こちらも切り取りすぎると粘着部が少なくなりはがれやすくなるのでこの結果になったのだと推測できる。

7. 結論

肘まわり20～22 cmの人はパターン1 上側(-1, 2)(0, 1)(1, 2) 下側(-1, -2)(0, -1)(1, -2)

肘まわり24 cmの人はパターン6 上側(-1, 2)(0, 1)(1, 2) 下側(-0.5, -2)(0, -1)(-0.5, -2)

腕まわり26 cmの人はパターン5 上側(-1, 1)(0, 1)(1, 1) 下側(0, -2)(0, -1)

を切り取った場合が一番はがれにくくなる。

8. 参考文献

ロキソニンプロフェンNaテープ「トーワ」-肘の上手な貼り方

<https://www.towayakuhin.co.jp/m/lox-t50/elbow.html>

トマト由来トマチンの農薬への利用の検討

神奈川県立厚木高等学校
2年 A組 11班(β)

1. 背景

昨年度の成果発表会において、75期の先輩方による研究「天然由来の農薬の開発」の発表を聞き、自然由来の成分を使った農薬の開発に興味を持った。

そこで、トマト果実の生産において廃棄される残渣の大部分を占める[1]葉や茎を利用し、それらに含まれるトマチンについて、抗菌効果と防虫効果を得ることができるかを検証することにした。

2. 目的

専門的な器具を使用せずにトマトの葉や茎からトマチンを抽出し、抗菌効果と防虫効果が得られるかどうか明らかにする。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

ソラニン: $C_{45}H_{73}NO_{15}$

アグリコンと糖からなるステロイド系アルカロイド配糖体の一種。水溶性で熱に強く170 °C以上で分解する。神経に作用し小動物に強く影響を与える、食中毒の原因としても知られている。ジャガイモの皮、芽、花に含まれている。

トマチン: $C_{50}H_{83}NO_{21}$

アルカロイド配糖体の一種。実質的に水に不溶[2]で、エタノール、メタノール、ジオキサンに溶ける。ソラニンに似た構造を持ち、ソラニンと同様に毒性がある。近年、昆虫の忌避成分であることがわかった。トマトの花、葉、茎、未熟果実などに多く含まれている。[3]

神戸大学大学院農学研究科の水谷正治准教授、秋山遼太研究員らと、京都大学科学研究所の渡辺文太助教、理化学研究所環境資源科科学研究センターの梅基直行上級研究員、大阪大学大学院工学研究科の村中俊哉教授らの研究グループは、ジャガイモの芽などに含まれる有毒成分である α -ソラニンが、トマトの α -トマチンに代表される苦み成分から分岐したことを解明した。[4]

農学博士木嶋利男先生の著書より、昔の農家はトマトの葉と茎を鍋で茹でることでできたトマチン溶液を防虫剤として利用していた。[5]

昨年度厚木高校75期の先輩方が行った研究「天然由来の農薬の開発」では、ジャガイモの芽を沸騰した水に入れ、色が変わるものまで加熱することでソラニンを抽出していた。[6]

トマチンはトマトの萎凋病菌に対する抗菌物質であり、吸光度法によって定量することができる。[7]

2011年末までに、国内で報告された植物病、国内研究者が報告あるいは総説・抄録で紹介した海外発生の植物病、病名未提案のものの計11,398件のうち菌類による病害が最も多く7,797件で、病原の3/4以上を占めている。[8]

(2) 仮説

トマトの葉、茎からトマチンを抽出することができ、そのトマチンには抗菌効果と防虫効果がある。

4. 方法

(1) 実験材料

予備実験1 ソラニンの抽出実験…①

ジャガイモ、水、鍋、はかり、ガスコンロ、ペットボトル、ガーゼ、輪ゴム、包丁、まな板、はさみ

実験1 トマチンの抽出実験その1

トマトの葉と茎、水、鍋、ガスコンロ、ペットボトル、ガーゼ、包丁、まな板、はさみ、輪ゴム

実験2 トマチンの抽出実験その2

トマトの葉と茎、お湯、鍋、ガスコンロ、ビーカー、ろうと、ろ紙、すり鉢、乳棒、はさみ、はかり、ゴムベラ、蓋付き容器、小鍋、ガスバーナー、スタンド、マッチ、純水、メスシリンダー、三角フラスコ、温度計、パラフィルム、エタノール(99.6 %)

実験3 トマチンの抽出実験その3

トマトの葉と茎、お湯、ペットボトル、ビーカー、ろうと、ろ紙、すり鉢、乳棒、はさみ、はかり、ゴムベラ、蓋付き容器、マッチ、純水、メスシリンダー、ガラス棒、蒸発皿、ドライヤー、エタノール(99.6 %)

実験4 トマチンの抽出実験その4

トマトの葉と茎、お湯、ペットボトル、ビーカー、ろうと、ろ紙、すり鉢、乳棒、はさみ、はかり、ゴムベラ、蓋付き容器、マッチ、純水、メスシリンダー、ガラス棒、三角フラスコ、温度計、パラフィルム、小鍋、エタノール(99.6 %)

実験5 トマチン溶液の防虫実験

トマチン抽出液(エタノール、水)、ソラニン抽出液、純水、布、ビニール袋、輪ゴム、懐中電灯、小さい容器、ガーゼ、割り箸

調査対象 厚木市に生息している虫

実験6 ソラニンの抽出実験

ジャガイモの芽、お湯、鍋、はかり、はさみ、ざる、ろうと、ろ紙、ガスコンロ、ペットボトル

実験7 トマチン溶液(エタノール)のミルワームに対する防虫実験

純水、トマチン溶液(エタノール)、プラスチック製のバット、キッチンペーパー、はさみ、ピンセット

調査対象 ミルワーム(49匹)

実験8 乾いたトマチン溶液(エタノール)のミルワームに対する防虫実験

純水、トマチン溶液(エタノール)、キッチンペーパー、プラスチック製のバット、はさみ、ピンセット、ドライヤー

調査対象 ミルワーム(50匹)

実験9 トマチン溶液(水)のミルワームに対する防虫実験

実験7を参照 ただし、使用する液体はトマチン溶液(水)である

調査対象 ミルワーム(50匹)

実験10 乾いたトマチン溶液(水)のミルワームに対する防虫実験

実験9を参照

調査対象 ミルワーム(50匹)

実験11 ソラニン溶液のミルワームに対する防虫実験その1

純水,ソラニン溶液,キッチンペーパー,プラスチック製のバット,はさみ,ピンセット,テープ

調査対象 ミルワーム(50匹)

実験12 ソラニン溶液のミルワームに対する防虫実験その2

実験12を参照

調査対象 ミルワーム(50匹)

実験13 乾いたソラニン溶液のミルワームに対する防虫実験

実験12を参照

調査対象 ミルワーム(50匹)

実験14 エタノールのミルワームに対する防虫実験

純水,エタノール,キッチンペーパー,プラスチック製のバット,はさみ,ピンセット,テープ

調査対象 ミルワーム(50匹)

実験15 トマチン溶液(水)のアブラムシに対する防虫実験

トマチン溶液(水),プラシャーレ,ピンセット,霧吹き,はさみ,植物(ハマボウフウ:2Aヴェリタス4班から入手)

調査対象 アブラムシ(2Aヴェリタス4班の実験で繁殖したもの)

実験16 黒カビに対する抗菌実験その1

三角フラスコ,薬方皿,薬さじ,試験管,アルミホイル,試験管立て,はかり,未開封のプラシャーレ,コンラージ棒,マイクロピペット,ペーパーディスク,ポテト培地の粉末,純水,ソラニン溶液,トマチン溶液(エタノール),トマチン溶液(水),オートクレーブ,クリーンベンチ,インキュベーター,黒カビ

実験17 黒カビに対する抗菌実験その2

実験16を参照

実験18 雜菌に対する抗菌実験

三角フラスコ,薬方皿,薬さじ,試験管,アルミホイル,試験管立て,はかり,未開封のプラシャーレ,コンラージ棒,マイクロピペット,ペーパーディスク,ポテト培地の粉末,純水,ソラニン溶液,トマチン溶液(エタノール),トマチン溶液(水),オートクレーブ,クリーンベンチ,インキュベーター

実験19 吸光度法による分析

トマチン溶液(エタノール),トマチン溶液(水),ヘキサン,塩酸(0.15 mol/L),クロロホルム,BTB溶液,水酸化ナトリウム溶液(0.1 mol/L),メタノール,ピペット,メスシリンドー,ビーカー,重り,温度計,分液漏斗,漏斗のスタンド,定温恒温器,分光光度計

実験20 ガスクロマトグラフィーによる分析

トマチン溶液(エタノール),トマチン溶液(水),エタノール,トマチン,ヘキサン,塩酸(0.15 mol/L),クロロホルム,分液漏斗,定温恒温器,ガスクロマトグラフ

(2)手順

予備実験1 ソラニンの抽出実験

- 1 ジャガイモの芽(94.5 g)をはさみで切り離した後,包丁で細かく刻んだ
- 2 沸騰した水にジャガイモの芽を入れ,色が変化するまで茹でた…①
- 3 ①を冷まし,ガーゼでこした
- 4 ペットボトルに移し替え,化学室の冷蔵庫に保管した



図1 ソラニン溶液

泡立っているのは直前に容器を振ったためであって溶液の性質ではない

実験1 トマチンの抽出実験その1(文献[5]を参考)

- 1 トマトの葉と茎(12.4 g)を細かく刻んだ
- 2 沸騰した水に刻んだ葉と茎を入れ,2分間加熱した…①
- 3 ペットボトルとガーゼ,輪ゴムでろ過装置を作った
- 4 ろ過装置を使い,①をろ過した
- 5 抽出液の重さを量った(516.9 g)
- 6 ペットボトルに詰め替え,化学室の冷蔵庫で保管した

この実験で作った溶液をトマチン溶液(水)とする



図2 トマチン溶液(水)

実験2 トマチンの抽出実験その2

- 1 トマトの葉と茎(5.0 g)をはさみで小さく切り,すり鉢と乳棒で擦り潰した
- 2 すり潰した葉と茎をゴムベラを使って蓋付き容器に移し,10 mlのエタノールを加えて冷蔵庫で2時間放置した
- 3 ろうと,ろ紙,ビーカーでろ過装置を作り,溶液をろ過した

→成分をろ過しきれるよう,新たに少量のエタノールを加えた

4 お湯をはった小鍋にろ過した溶液を入れ,エタノールを気化させた

→10分程置いたが変化がなかつたため,ガスバーナーで直接加熱する方法に変更した

5 ガスバーナーでろ過した溶液を5分程度加熱した…①

6 ①を純水に溶かした

→200 mlの純水を,三角フラスコとビーカーに交互に移し替えながら溶かした

7 三角フラスコにパラフィルムをつけて化学室の冷蔵庫に保管した

この溶液は溶液中に成分らしきものが固まっており,成分が均等に抽出できているか疑わしかつたため,
今後の実験では使用しないこととする

実験3 トマチンの抽出実験その3

1 トマトの葉と茎(5.0 g)をはさみで小さく切り,すり鉢と乳棒で擦り潰した

2 擦り潰した葉と茎をゴムベラを使用して蓋付きの容器に移し,10 mlのエタノールを加えて冷蔵庫で2時間放置した

3 ろうと,ろ紙,ビーカーでろ過装置をつくり,溶液をろ過した

→成分をろ過しきれるよう,新たに10 mlのエタノールを加えた

4 ろ過した溶液を少量ずつ蒸発皿に入れ,それと同程度の量の純水を注いだ…①

5 ①にマッチを使って火をつけ,ドライヤーで加熱してエタノールを飛ばした…②

→始めに加熱した分の溶液に不純物(マッチの灰)が入ってしまったため,その分の溶液は捨てた

6 ②に約150 mlの純水を加え,よくかきませた

この実験は途中で工程が大幅に変更され実験2と対照ではなくなってしまったため,ここで作った溶液は
今後の実験で使用しないものとする

実験4 トマチンの抽出実験その4

1 トマトの葉と茎(5.0 g)をはさみで小さく切り,すり鉢と乳棒で擦り潰した

2 擦り潰した葉と茎をゴムベラを使用して蓋付き容器に移し,10 mlのエタノールを加えて冷蔵庫で2時間放置した

3 ろうと,ろ紙,ビーカーでろ過装置を作り,溶液をろ過した

→成分をろ過しきれるよう,新たに10 mlのエタノールを加えた

4 200 mlの純水をろ過した溶液に加えた…①

5 ①のビーカーを熱湯で湯煎し,エタノールを蒸発させた

6 溶液を三角フラスコに移しかえ,パラフィルムをかけて冷蔵庫に保管した

この実験で作った溶液をトマチン溶液(エタノール)とする



図3 トマチン溶液(エタノール)

実験5 トマチン溶液の防虫実験

- 1 3枚のガーゼにそれぞれ番号を振り,純水,ソラニン溶液,トマチン溶液(エタノール)を含ませた
 - 2 3つの懐中電灯にビニール袋を被せ,輪ゴムで止めた
 - 3 ビニールを被せた懐中電灯にそれぞれのガーゼを被せた
 - 4 夜に懐中電灯を点灯し,それぞれに虫がどのくらい集まるか観察した
-
- 1' 3枚のガーゼにそれぞれ番号を振り,純水,トマチン溶液(エタノール),トマチン溶液(水)を含ませた
 - 2' 3つの懐中電灯にビニール袋を被せ,輪ゴムで止めた
 - 3' ビニールを被せた懐中電灯にそれぞれのガーゼを被せた
 - 4' 夜に懐中電灯を点灯し,それぞれに虫がどのくらい集まるか観察した

実験6 ソラニンの抽出実験

- 1 ジャガイモの芽(10.5 g)をはさみで切り離した後,包丁で細かく刻んだ
- 2 鍋にお湯を入れ,沸騰させた
- 3 沸騰したお湯に刻んだ芽を入れ,25分間茹でた
- 4 ざるを使い,じゃがいもの芽を取り除いた…①
- 5 ろ過装置を作り,①をろ過した
- 6 ろ過した溶液をペットボトルに入れ、化学室の冷蔵庫に保管した

今後の実験では,この溶液をソラニン溶液として使用する

実験7 トマチン溶液(エタノール)のミルワームに対する防虫実験

- 1 プラスチック製のバットにキッチンペーパーを2枚,切らずに乗せ,バットの形に合わせて押した
- 2 キッチンペーパーを切り,それぞれ純水,トマチン溶液(エタノール)に浸した
- 3 バットに,溶液を浸したキッチンペーパーを2 cmほどの隙間ができるように置いた
- 4 キッチンペーパーの間の隙間に,ミルワームを偏りのないように置いた
- 5 上にアルミホイルを被せ,教室で約3時間放置した
- 6 化学室にてアルミホイルを外し,ミルワームの様子を観察した

実験8 乾いたトマチン溶液(エタノール)のミルワームに対する防虫実験

- 1 プラスチック製のバットに,底面の大きさに合わせて切ったキッチンペーパーを敷いた
- 2 純水,トマチン溶液(エタノール)にそれぞれ浸しておいたキッチンペーパー2枚をドライヤーで乾かした
- 3 バットに,乾かしたキッチンペーパーを2 cmほどの隙間ができるように置いた
- 4 キッチンペーパーの間の隙間に,ミルワームを偏りのないように置いた
- 5 バットに何も被せずに,化学室で1時間放置した
- 6 ミルワームの様子を観察した

実験9 トマチン溶液(水)のミルワームに対する防虫実験

- 1 プラスチック製のバットに,底面の大きさに合わせて切ったキッチンペーパーを敷いた
- 2 程よい大きさに切ったキッチンペーパー2枚をそれぞれ純水,トマチン溶液(水)に浸した
- 3 バットに,溶液を浸したキッチンペーパーを2 cmほどの隙間ができるように置いた
- 4 キッチンペーパーの間の隙間に,ミルワームを偏りのないように置いた
- 5 バットに何も被せずに,化学室で1時間放置した
- 6 ミルワームの様子を観察した

実験10 乾いたトマチン溶液(水)のミルワームに対する防虫実験

実験8を参照 ただし,使用する液体はトマチン溶液(水)である

実験11 ソラニン溶液のミルワームに対する防虫実験その1

実験9を参照 ただし,使用する液体はソラニン溶液である
また,この実験以降ではバットにキッチンペーパーを敷く際にテープでキッチンペーパーを貼り付け,ミルワームが潜り込まないようにした

実験12 ソラニン溶液のミルワームに対する防虫実験その2

実験11を参照

実験13 乾いたソラニン溶液のミルワームに対する防虫実験

実験10を参照 ただし,使用する液体はソラニン溶液である

実験14 エタノールのミルワームに対する防虫実験

実験9を参照 ただし,使用する液体は10 mlのエタノールである

実験15 トマチン溶液(水)のアブラムシに対する防虫実験

- 1 アブラムシを10匹ずつプラシャーレに入れた
- 2 ハマボウフウの根元の部分を約3 cmになるようにハサミで切った
- 3 アブラムシを入れたシャーレに切ったハマボウフウを一つずつ入れ,ピンセットでアブラムシをハマボウフウにつけた…①
- 4 ①に霧吹きでトマチン溶液(水)をかけた
- 5 放置したあと,アブラムシを観察した

実験16 黒カビに対する抗菌実験その1

- 1 11.7 gのポテト培地と300 mlの純水を三角フラスコに入れ,よく振った
- 2 三角フラスコにアルミホイルで蓋をした後,オートクレーブに入れ,菌溶液を作るための純水と一緒に滅菌した
- 3 クリーンベンチ内で,12個のシャーレに均等にポテト培地を分注した…①
- 4 マイクロピペットを使い,黒カビの1000倍溶液を作った
- 5 クリーンベンチ内で,①のシャーレに
1 mlの黒カビ溶液をそれぞれ塗布した
- 6 純水,トマチン溶液(水),トマチン溶液(エタノール),ソラニン溶液をそれぞれ3つずつのペーパーディスクに染み込ませた
- 7 溶液を染み込ませたペーパーディスクを各シャーレに1つずつ置いて,シャーレをインキュベーターに入れた
- 8 インキュベーター内を25°Cに保ち,経過を観察した

実験17 黒カビに対する抗菌実験その2

実験16を参照(ただし,実験16と観察の期間を変えた)

実験18 雜菌に対する抗菌実験

- 1 11.7 gのポテト培地と300 mlの純水を三角フラスコに入れ,よく振った
- 2 三角フラスコにアルミホイルで蓋をした後,オートクレーブに入れ,菌溶液を作るための純水と一緒に滅菌した
- 3 クリーンベンチ内で,12個のシャーレに均等にポテト培地を分注した…①
- 4 純水に殺菌前の手を入れ,雑菌水を作った
- 5 クリーンベンチ内で,①のシャーレに1 mlの雑菌水をそれぞれ塗布した
- 6 純水,トマチン溶液(水),トマチン溶液(エタノール),ソラニン溶液をそれぞれ3つずつのペーパーディスクに染み込ませた
- 7 溶液を染み込ませたペーパーディスクを各シャーレに1つずつ置いて,シャーレをインキュベーターに入れた

実験19 吸光度法による分析

- 1 20 mlのトマチン溶液を,溶液の色が薄くなるまでヘキサンで洗浄した
- 2 トマチン溶液を,80 °Cの塩酸20 mlで2時間加水分解した

- 3 溶液を20 mlのクロロホルムで抽出した
- 4 クロロホルム溶液に1 mlのBTB溶液を加えた…①
- 5 1 mlの水酸化ナトリウム水溶液に9 mlのメタノールを加えた…②
- 6 ①に2 mlの②を加えた…③
- 7 ③に1 mlの水酸化ナトリウム溶液を加えた
- 8 作った溶液を純水で10倍に希釈した
- 9 分光光度計を使い,文献[5]に基づいた波長で測定した

この操作をトマチン溶液(エタノール),トマチン溶液(水)の両方に行った

実験20 ガスクロマトグラフィーによる分析

- 1 実験19の手順1~3と同様の操作を,全ての溶液の量を半分にして行った…①
- 2 0.02 gのトマチンを3 mlのエタノールに溶かした…②
- 3 ガスクロマトグラフを使って①と②,エタノールをそれぞれ測定した

5. 結果

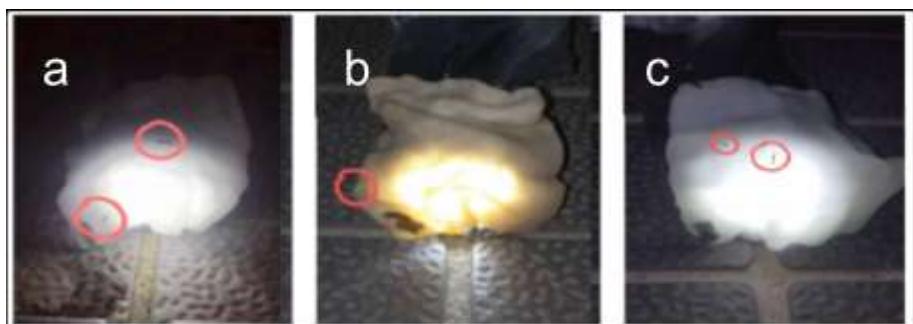


図4 実験5の結果

a:純水,b:ソラニン溶液,c:トマチン溶液(エタノール)

※赤い丸は虫を示している

全ての溶液間で差は見られなかった。

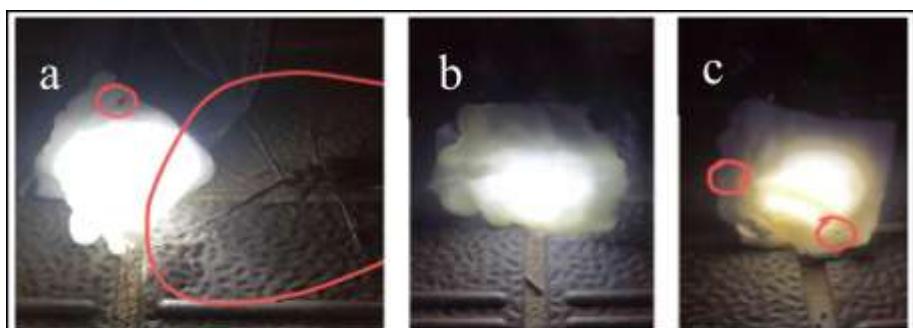


図5 実験5の結果

a:純水,b:トマチン溶液(エタノール),c:トマチン溶液(水)

※赤い丸は虫を示している

全ての溶液間で差は見られなかった。

| | 純水側のミルワームの数 | 溶液側のミルワームの数 | 純水と溶液の間のミルワームの数 |
|-------------------------|-------------|-------------|-----------------|
| トマチン溶液(エタノール) | 5 | 40 | 0 |
| トマチン溶液(エタノール) 乾かしたもの | 15 | 12 | 10 |
| エタノール | 15 | 12 | 10 |

表1 実験7,8,14の結果

純水とトマチン溶液(エタノール)の間で差は見られなかった。

| | 純水側のミルワームの数 | 溶液側のミルワームの数 | 純水と溶液の間のミルワームの数 |
|------------------|-------------|-------------|-----------------|
| トマチン溶液(水) | 15 | 22 | 7 |
| トマチン溶液(水) 乾かしたもの | 12 | 21 | 4 |

表2 実験9,10の結果

純水とトマチン溶液(水)の間で差は見られなかった。

| | 純水側のミルワームの数 | 溶液側のミルワームの数 | 純水と溶液の間のミルワームの数 |
|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| ソラニン溶液1 | 30 | 20 | 0 |
| ソラニン溶液2 | 28 | 12 | 0 |
| ソラニン溶液 乾かしたもの | 22 | 28 | 0 |

表3 実験11,12,13の結果

純水とソラニン溶液の間で差は見られなかった。

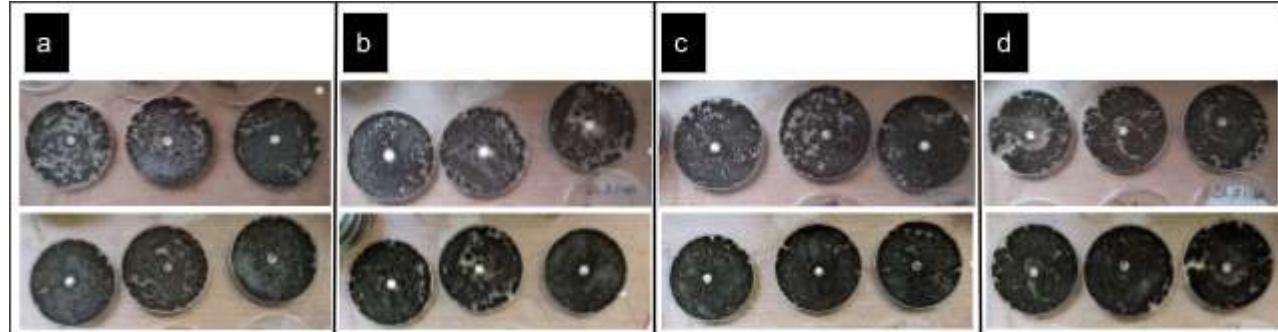


図6 実験16の結果(上が3日目,下が4日目)

a:純水,b:ソラニン溶液,c:トマチン溶液(エタノール),d:トマチン溶液(水)

dにはつきりとした阻止円,bにわずかな阻止円が見られる。

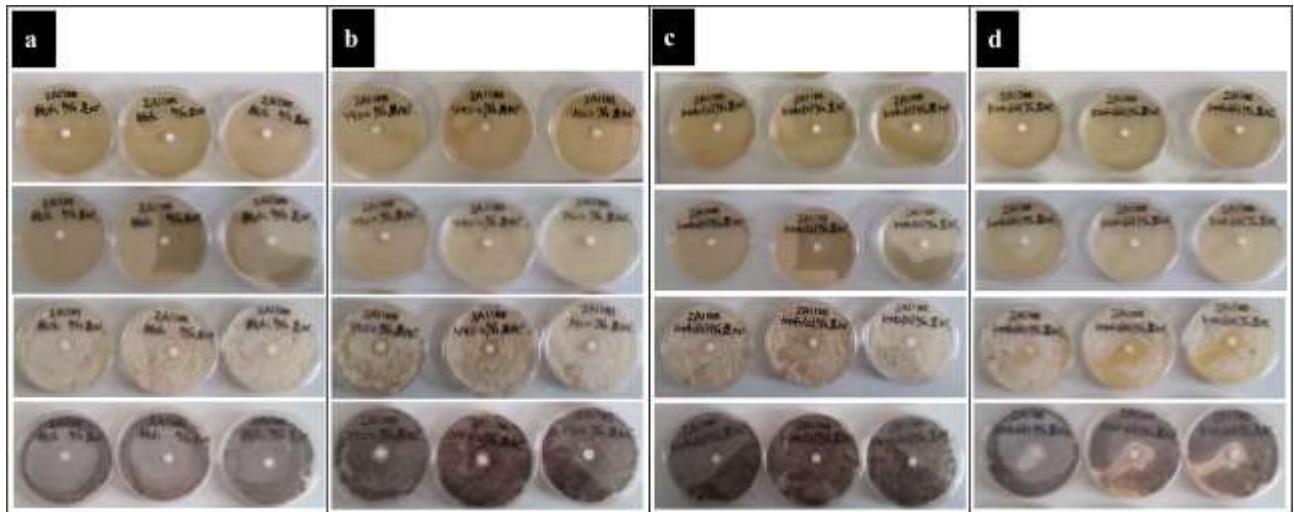


図7 実験17の結果(上から1日目,2日目,3日目,4日目)

a:純水,b:ソラニン溶液,c:トマチン溶液(エタノール),d:トマチン溶液(水)
b,dにはっきりとした阻止円,cにわずかな阻止円が見られる。

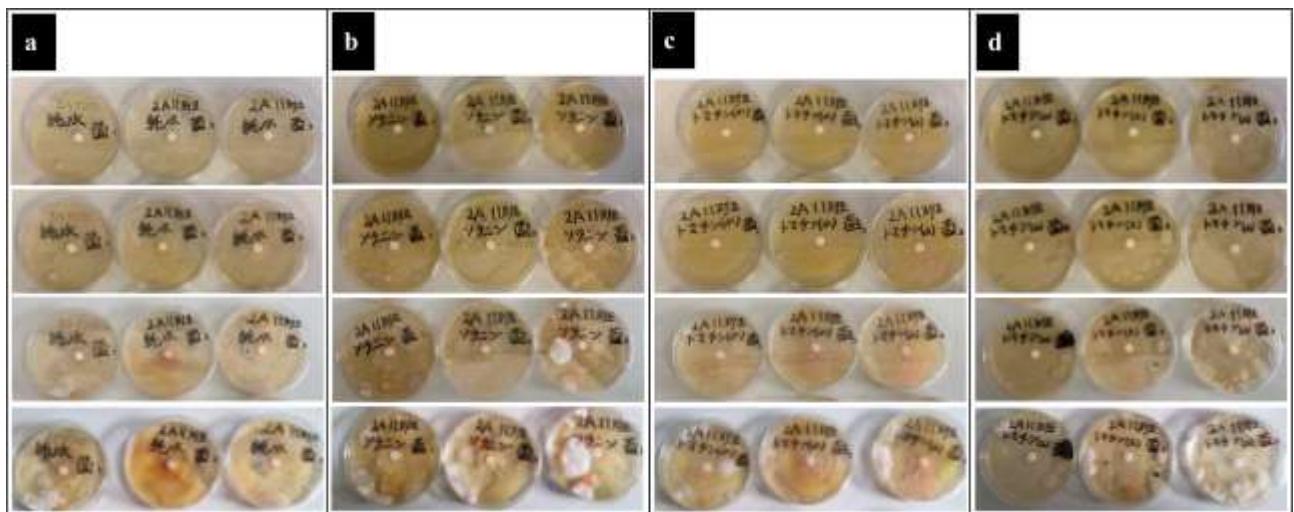


図8 実験18の結果(上から1日目,2日目,3日目,4日目)

a:純水,b:ソラニン溶液,c:トマチン溶液(水),d:トマチン溶液(エタノール)
全ての溶液間で差は見られなかった。

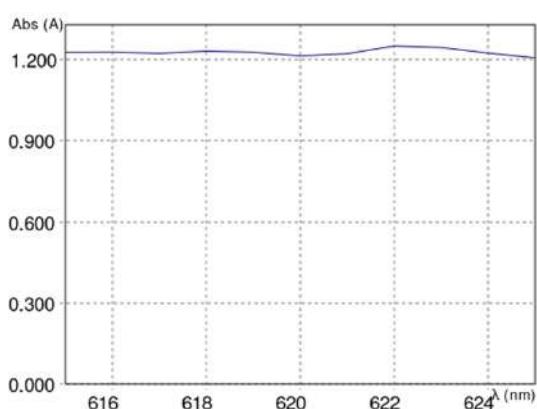


表4 実験19 トマチン溶液(エタノール)の結果

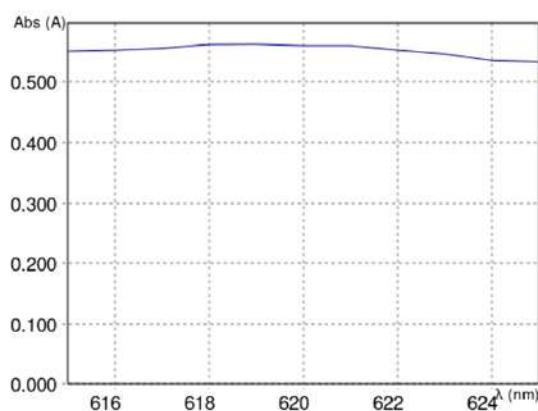


表5 実験19 トマチン溶液(水)の結果

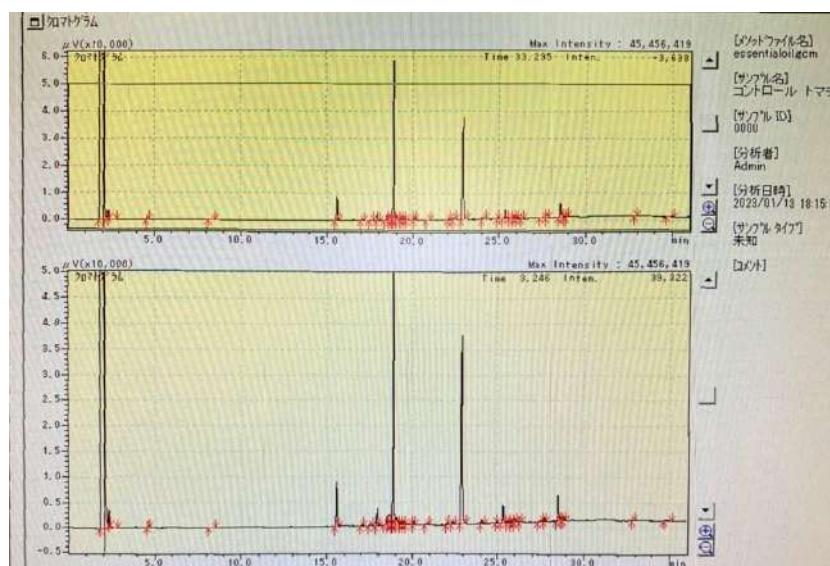


図9 実験20 トマチン試料の結果

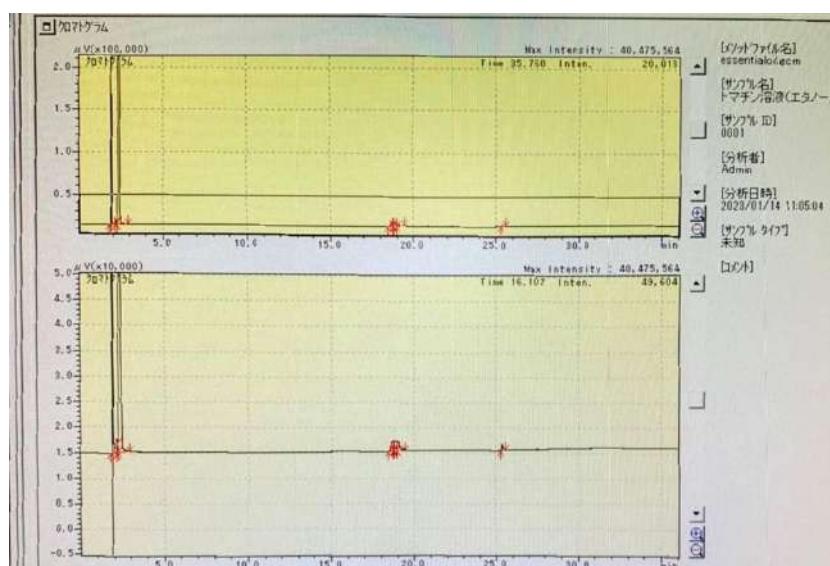


図10 実験20 トマチン溶液(エタノール)の結果

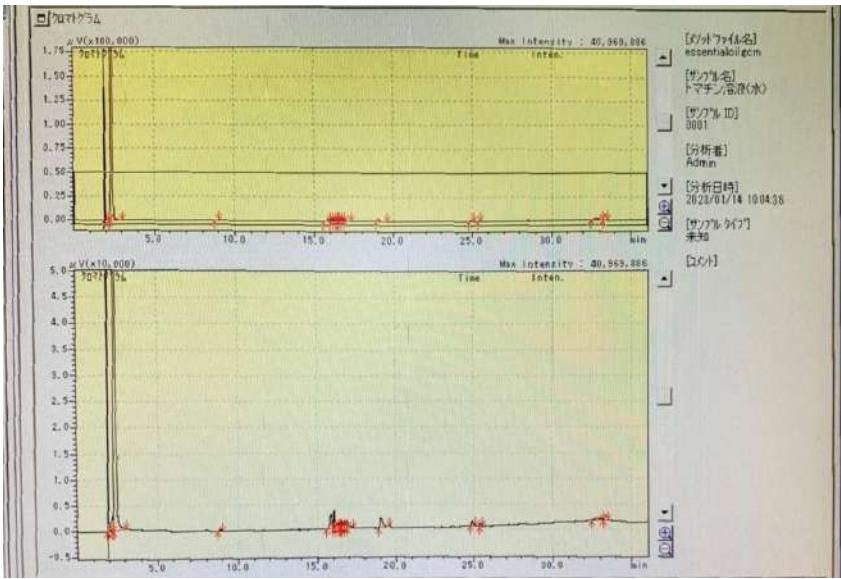


図11 実験20 トマチン溶液(水)の結果

6. 考察

実験5について

全ての溶液に虫に対する明確な忌避効果が見られなかった。この実験では実験対象の母数が少なかつたため、実験対象の数を増やせば結果に変化が見られるかもしれない。実験対象の母数に関しては実験7~14で改善されている。

実験7~14について

全ての溶液にミルワームに対する明確な忌避効果が見られなかった。入手しやすく観察が容易なミルワームだが、ミルワームはトマトの主な害虫では無いため、害虫への効果を確認するには、トマトの主な害虫であるアブラムシを対象とした実験をするべきだろう。

しかしこのミルワームに対する結果を、土壤を作る分解者に悪影響がないと捉えればむしろこの点は農薬としての利点になると言える。

実験15について

この実験では、アブラムシに直接溶液を吹きかけてしまったため忌避効果の実験が成り立たなかった。実験7~14のような実験方法を取るべきであったと考えられる。

実験16~17について

ソラニン溶液、トマチン溶液(エタノール)、トマチン溶液(水)に黒カビに対する抗菌効果が見られた。黒カビは黒カビ病などの植物病の原因となる[9]ため、トマチン溶液はこれらの病害を防ぐことができると考えられる。これは植物病を予防するという観点から、農薬としての効果を発揮し得ると思われる。

実験18について

全ての溶液に雑菌に対する抗菌効果がみられなかった。理由は、人の手のひらに付着する雑菌はトマトに悪影響を及ぼす菌とは別物であるのではないかということだと考えられる。

また、植物病の病原はその75%以上が菌類によるものである[8]ので、細菌に対する効果がなくとも農薬としての有用性はあると言えるだろう。

実験19,20について

前提として、我々は正しくグラフを読解する方法がわからないため、今後大学の先生方にお聞きする機会があればそこでご教授いただく。

現段階の知識でグラフから見ると、今回トマチン溶液(エタノール)とトマチン溶液(水)にトマチンが抽出されているとは明言できない。試液の調製に問題があった可能性は否定できない。

7. 結論

我々の仮説に反し、トマチン溶液(エタノール)、トマチン溶液(水)には虫に対する忌避効果がなく、黒カビに対する抗菌効果があることが分かった。従ってこの溶液は分解者に影響の無い、自然に優しい農薬として利用できると考えられる。

ただし、実際に農薬として利用するには溶液の成分、他の菌や虫に対する効果をより詳しく調べる必要がある。

また、文献によるトマチンは水に不溶であるという性質に基づいて実験を行ってきたが、文献[5]に記載されている、農家の経験を基にした熱湯抽出という方法によって得られる未知の水溶成分に機能がある可能性も考えられる結果となった。

こちらの方が当初の目的通り手軽で実用的であり、有効成分の濃度の検証などを含め、さらなる研究の余地がある。

8. 参考文献

[1]大規模施設トマト残渣の発生量推定と堆肥化における物質収支 農研機構

<https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2009/vegetea09-14.html>

[2]Tomatine 17406-45-0 東京化成工業株式会社

<https://www.tcichemicals.com/JP/ja/p/T3636>

[3]日本植物生理学会 みんなのひろば

https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=803

[4]神戸大学 研究ニュース

https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2021_02_26_01.html

[5]『昔農家に教わる野菜づくりの知恵とワザ』 木嶋利男著 (家の光協会) (2020)

[6]神奈川県立厚木高等学校 SSH研究開発資料 2年G組9班

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

[7]『吸光度法によるトマチンの定量』 古井博康 稲熊隆博 石黒幸雄 木曾真 日本農芸化学会誌(1997) 第71巻(第8号),p777-782

https://www.jstage.jst.go.jp/article/nogeikagaku1924/71/8/71_8_777/_pdf

[8]『我が国の植物病害と病原微生物』 佐藤豊三 日本微生物資源学会誌

(2013) 第29巻(第2号),p79-90

https://www.jsmrs.jp/journal/No29_2/No29_2_79.pdf

[9]農研機構 花き研究所 黒かび病

https://www.naro.affrc.go.jp/archive/flower/kakibyo/plant_search/ha/pansy/post_196.html

最後に、今回の実験に関してご協力いただいた東京農業大学農学部農学科農業環境学研究室 野口有里紗先生、本当にありがとうございました。