

# 光触媒を用いた一酸化炭素の除去

神奈川県立厚木高等学校

2年 D組 1班

## 1. 背景

現在地球上で問題となっている環境問題の一つに大気汚染が挙げられる。その主な原因である排気ガスは、自動車に搭載されている排気ガス浄化装置によって無害な物質に変えられている。排気ガス浄化装置には高価な貴金属触媒が使用されており、車の価格が上昇している一つの原因となっている。また、貴金属触媒に使われているレアメタルの枯渇の原因にもなっている。

## 2. 目的

貴金属触媒より安価な酸化チタンという光触媒を用いて一酸化炭素の除去能力を確かめ、貴金属触媒に代用することで車の価格上昇を抑える。また、レアメタルの保護に貢献する。

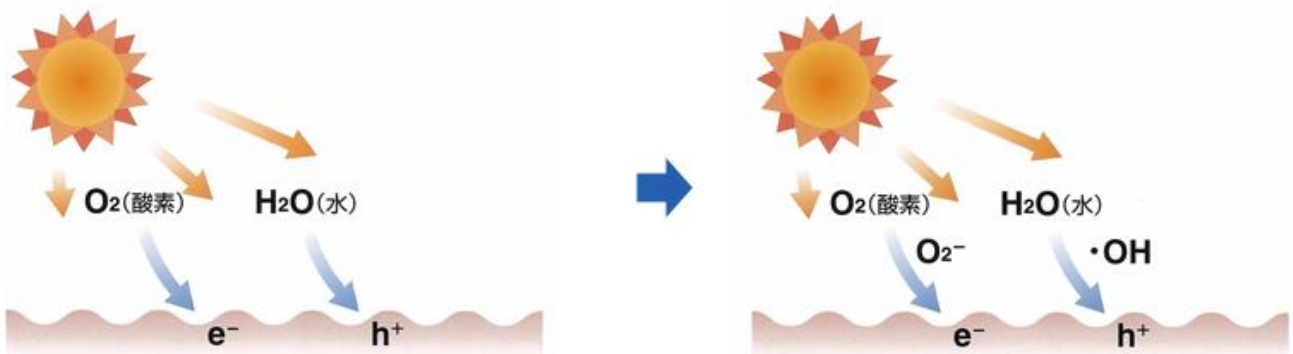
## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

光触媒について

光触媒とは太陽や蛍光灯などの光が当たると、その表面で強力な酸化力が生まれ、接触してくる有機化合物や細菌などの有害物質を除去することができる物質の総称である。

現在実用化されている光触媒は酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ )と酸化タングステン ( $\text{WO}_3$ )のみ。



①(光を当てることによって) $e^-$ (電子)と $h^+$ (正孔)が生じる。

②空気中の $\text{O}_2$ と $e^-$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ と $h^+$ がそれぞれ反応を起こす。

③酸化チタンの表面に $\text{O}_2^-$ (スーパーオキシドイオン)と $\cdot\text{OH}$ (水酸ラジカル)という2種の活性酸素を発生させる。

→これらの活性酸素が強力な酸化作用を引き起こす。

### (2) 仮説

もし光触媒に一酸化炭素を分解する働きがあるならば、酸化チタンは貴金属触媒に代用できる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

酸化チタン0.5 g・30 %過酸化水素水50 mL・割り箸4膳・1.5 Lペットボトル2本・金網(目開き 0.198 mm)

## (2) 手順

### 〈実験装置の作成〉

①濃度30 %の過酸化水素水50 mLと酸化チタン0.5 gをシャーレ内で混合し酸化チタンコーティング溶液を作り、10 cm角ほどに切った金網をシャーレ内で5分間その溶液に浸し、1週間ほど乾燥させてフィルターを作成した。

②1.5 Lペットボトル2本を中央付近で切断し、1本には①で作成したフィルター、もう1本には溶液を塗布していないフィルターを挟み、ガムテープで空気が漏れないように固定した。※装置はまず実験1ではフィルターが1枚のものを使用し、その後実験2では3枚を増やして使用した。

③1.5 Lペットボトル2本の底中央に熱したガラス棒を押し当て、直径1 cm程の穴をあけた。



(図3)酸化チタンの塗布



(図4)浄化装置

### 〈COの収集〉

①割り箸1本を折って三角フラスコに入れ加熱し、フラスコ内の空気が抜け、木片が炭化してきたら水上置換法を使い試験管2本に一酸化炭素を収集した。これを2回繰り返した。

### 〈実験1:酸化チタンの浄化能力の調査〉

①水中に入れ一酸化炭素が漏れないようにした試験管に、ゴムチューブをつけた注射器の口を差し込み、30 mLの一酸化炭素を移した。

②2本のペットボトルの蓋側から注射器で一酸化炭素を15 mLずつ注入し、底にあけた穴にガス検知器の先を入れ、一酸化炭素の濃度を測定した。

①②の操作を4回繰り返した。

### 〈実験2:光触媒の働きを確かめる実験〉

実験1と同様の手順を、フィルターを増やしたペットボトル2本を使用し、1本は光に当て、もう1本は暗室に置いて光を遮って行った。

## 5. 結果と考察

### 〈実験1〉

表1 ■酸化チタンの浄化能力の調査 検出された一酸化炭素の量(ppm)		
〈実験1〉	酸化チタンあり	酸化チタンなし
1回目	32 ppm	34 ppm
2回目	242 ppm	302 ppm
3回目	0 ppm	0 ppm
4回目	24 ppm	39 ppm

### 〈結果〉

酸化チタンありの装置の方が検出された一酸化炭素の量が少なかった。

### 〈考察〉

酸化チタンには一酸化炭素を除去する働きがある。

### 〈実験2〉

表2 ■光触媒の働きを確かめる実験 検出された一酸化炭素の量(ppm)		
〈実験2〉	光あり	光なし
1回目	49 ppm	<u>35 ppm</u>
2回目	<u>146 ppm</u>	244 ppm
3回目	113 ppm	<u>111 ppm</u>
4回目	<u>over</u>	over

アンダーライン…装置A  
なし …装置B  
(装置AとBは同じ構造)

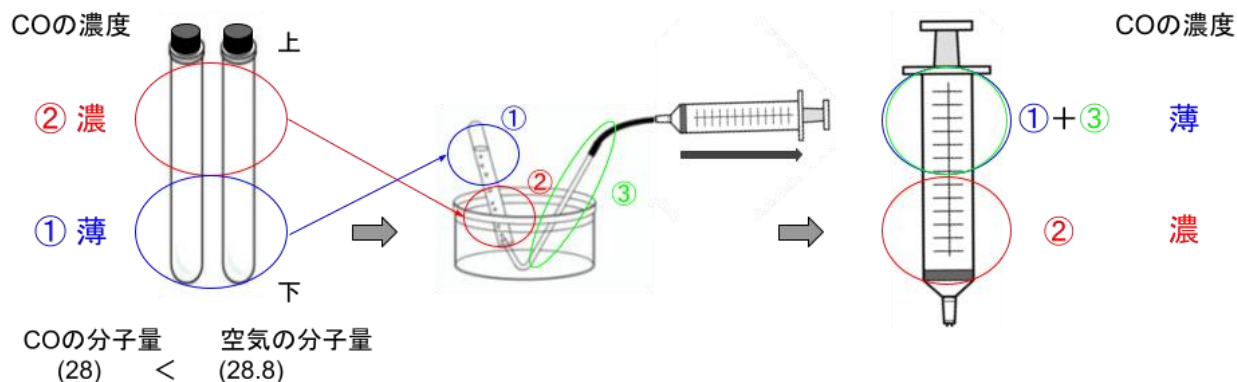
### 〈結果〉

光ありの方が一酸化炭素量が少ない場合が1回、光なしの方が少ない場合が2回だった。つまり、光ありの方が一酸化炭素除去能力が高いとは言えない。

### 〈考察〉

①装置Aの方がフィルターへの酸化チタンの付着具合が良かったため一酸化炭素の除去能力が高くなってしまった。

②実験中、試験管を数分放置した時に一酸化炭素の濃度の差が生まれ、そのまま注射器に移したため先に一酸化炭素を通した装置Bの方が一酸化炭素濃度が高くなってしまった。



(図5)一酸化炭素の濃度変化の仮説

### 〈追加調査〉

しかし、②の考察が正しいかどうか 東京農業大学 地域環境科学部 森林総合科学科 林産化学研究室 准教授 瀬山智子先生に伺ったところ、「一酸化炭素と空気は分離はせず時間がたつほどむしろ拡散する」というご回答をいただいたため、正しくないと判断した。よって、①の原因によってこのような結果になったと考えられ、光触媒の働きを確かめることはできなかった。

## 6. 結論

酸化チタンには一酸化炭素を除去する働きがあるが、それが光触媒による働きなのか確かめることはできなかった。

## 7. 参考文献

〈排気ガス浄化装置〉

<https://automotive.ten-navi.com/dictionary/667/>

〈自動排ガス浄化触媒って何?〉

<https://www.chem-station.com/blog/2016/11/catalyst.html>

〈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>

〈光触媒の仕組み〉

<https://cata-rise.co.jp/detail>

# 発泡構造の強度について

神奈川県立厚木高等学校

2年 D組 2班

## 1. 背景

オニオオハシという鳥は全長の三分の一にもなる大きなくちばしを有している。しかし、約15gほどの重量しかなく、跳ぶことに全くの支障がない。また、身を守ったりするのに十分な強度を持つ。何故そのような特徴を持つのかくちばしの構造を調べたところ、発泡構造だと言うことがわかり、興味が湧いた。

## 2 目的

発泡構造について泡の質量と、耐えられる力の大きさの関係を示す。

これにより、泡の質量と耐えられる最大の力の関係、耐えられる力が最も大きい発泡構造の条件を知る。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

泡の個数、大きさ、散らばり度合いが同じ時独立気泡の機械的性質から泡の応力を受けない連続気泡の方が圧縮強度にて独立気泡よりも弱い。

発泡スチロールの泡の体積の比率は98%である。

### (2) 仮説

独立気泡は泡の体積の比率が98%の時最も強い。

泡の応力を受けるが内部構造は連続気泡であるオニオオハシ型は独立気泡と連続気泡の間の性質を持つ。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

全てに使うもの

接着剤 補教材 デジタルノギス

ろうのプール

①アルミ板(縦100 mm 横 300 mm 厚さ 1 mm)

②アルミL字柱×2

(縦横10 mm 厚さ 1 mm 高さ 100 mm)

③アルミ板×2

(縦20 mm 横 120 mm 厚さ 2 mm)

型

④アルミ柱×36本(直径6 mm 高さ 約40 mm)

⑤アルミ板×2

(縦20 mm 横 150 mm 厚さ 2 mm)

圧縮機

⑥アルミ板(縦横 100 mm 厚さ 1 mm)

⑦ アルミ棒×4(直径 6 mm 長さ 300 mm)

⑧補教材(寸法なし)

⑨木の棒(縦横 30mm 長さ 1000mm)

⑩アルミ板

(縦100 mm 横 200 mm 厚さ 1 mm)

11 s字フック

12 ペットボトル 10本(2L)

13 紐 10本 (約500mm)

ろう柱

14 アルミ缶(500 ml)

15 水(適量)

16 鍋

17 ろう(900 g)

## (2) 手順

前提としてろう柱の寸法は

(縦横18 mm 高さ120mm)である

手順

ろうのプールの作成

①の板に②と②との間が120 mmで平行になるように接着剤で貼り付ける。

(図1 補教材としてビニールテープを1周巻いた)



(図2 ③の取り付け)



次に③を②と②の間に置いたがそのままだと倒れてしまうため補教材としてL字柱×4(縦横10 mm 厚さ1 mm 長さ 20 mm)を③の外側に2つつ③が①に対して垂直に立つように貼り付けた。③の間隔は約50 mmである。



## 型の作成

⑤に④のアルミ柱をデジタルノギスを使って間の距離を測り一定になるようにかつ平行になるように貼り付けた。下面部が全て揃うように調整した。  
(図3 左が間隔12 mm、右が間隔3 mmで  
左が12本右が24本付いている)



### 圧縮機の作成

⑥の4つの角を縦横20 mmずつ切り取り、⑦を4本上面に貼り付け、下に⑥と垂直になるように折り曲げた。

(図4 上の説明の写真)



下で⑦がそれぞれくっつくよう⑦を垂直に曲げた。  
(図5 写真は壊れている。)



くっついてはいるが強度が心配なので小さい  
アルミ板や銅板を巻き付けそれらもくっつけた。  
最後に下の真ん中に11 s字フックをつけた。

(図6 フックをつけた)



(図7 全体図)



次にろう柱のための土台を作った。⑨と⑩を⑨の真ん中に貼り付けた。ろう土台部に傾きはない。  
(図8 上の説明)



最後に重りを作った。12のペットボトルの口に13の紐をくくった。これを10本作る。

(図9 重りの一つ)

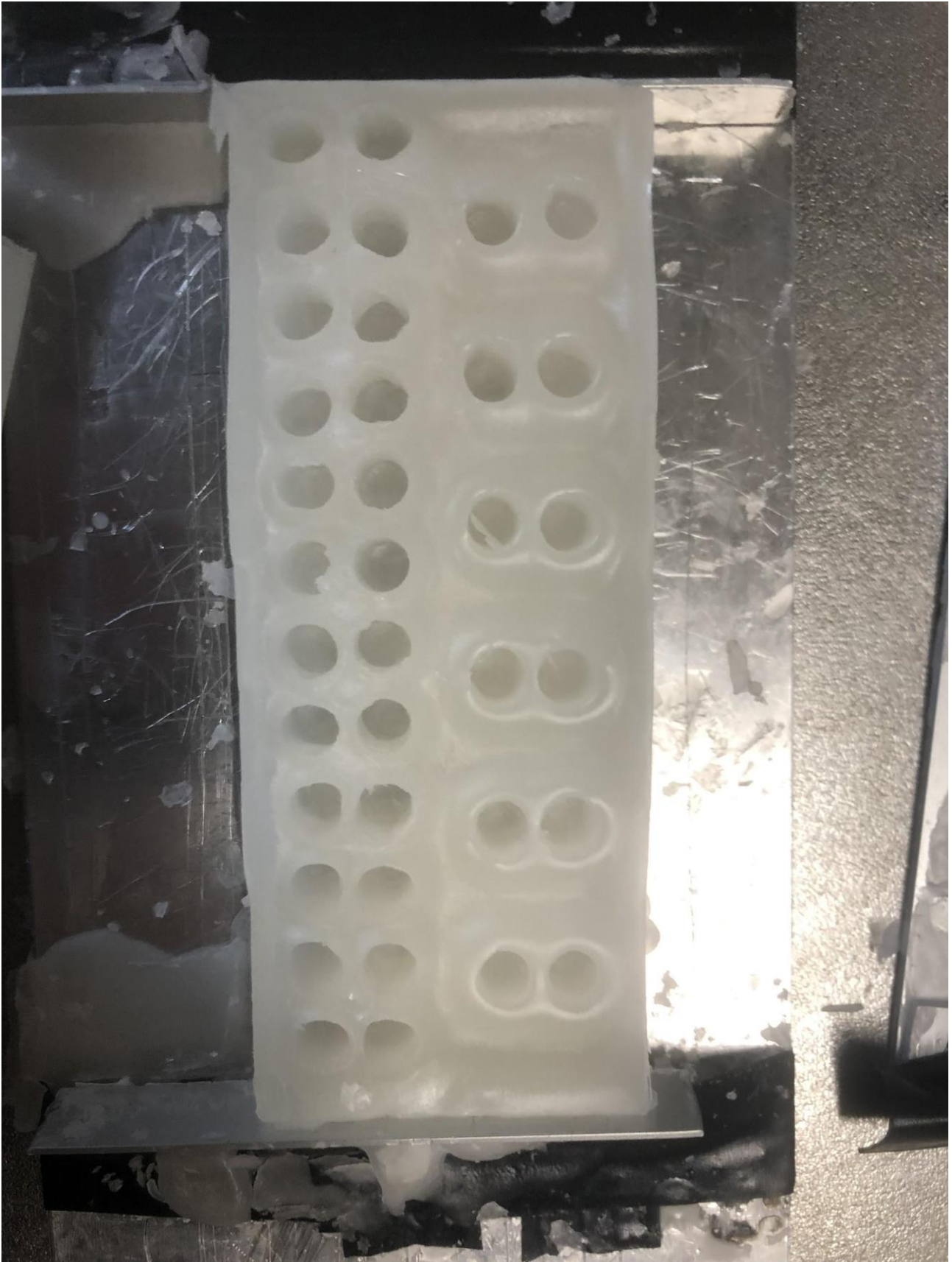


ろう柱の作成

アルミ缶にろうを150gほど入れ鍋で湯煎して溶かす。溶かしたろうをろうのプールに溢れるまで入れる。型も②と垂直かつ②と④の間が間隔3 mmの型では約7mm、間隔12 mmでは12 mm開ける。

③とも10 mm程度開けれると良い。冷えて固まったら型を取り出す。

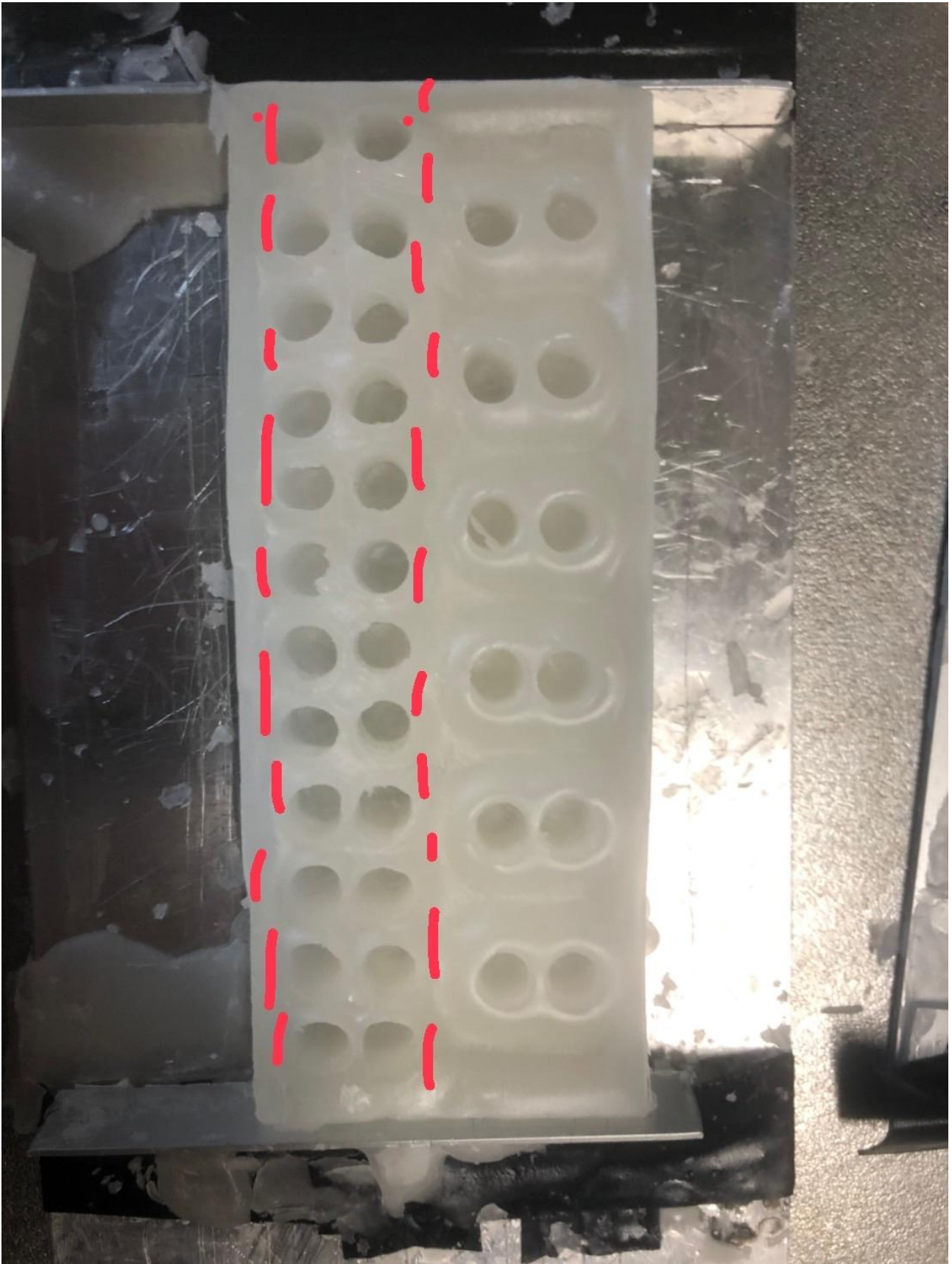
(図10 取り出した後の写真)



取り出した後は横が18mmになるように切り取る。



穴の横が2 mm 空くようにする。  
(図11 切り取り図)



切り取った後の寸法は穴のある面の縦が120 mm  
横が18 mm 厚さが10mm である。

### 独立気泡型

溶けたろうを平面の机などに直径150 mm ほどたらし、その上にろう柱をすっぽり入るように穴が空いてる面を下にして置いた。そして固まったらろう柱に沿って切り取り、剥がした。こうして穴を塞いだ。そして穴が空いていた反対側を溶けたろうに乗せ同じことをした。そうすると寸法が縦横18 mm高さ120 mmのろう柱ができる。溶けたろうを平面の机などに直径150 mm ほど垂らすと大体4mm程度になった。

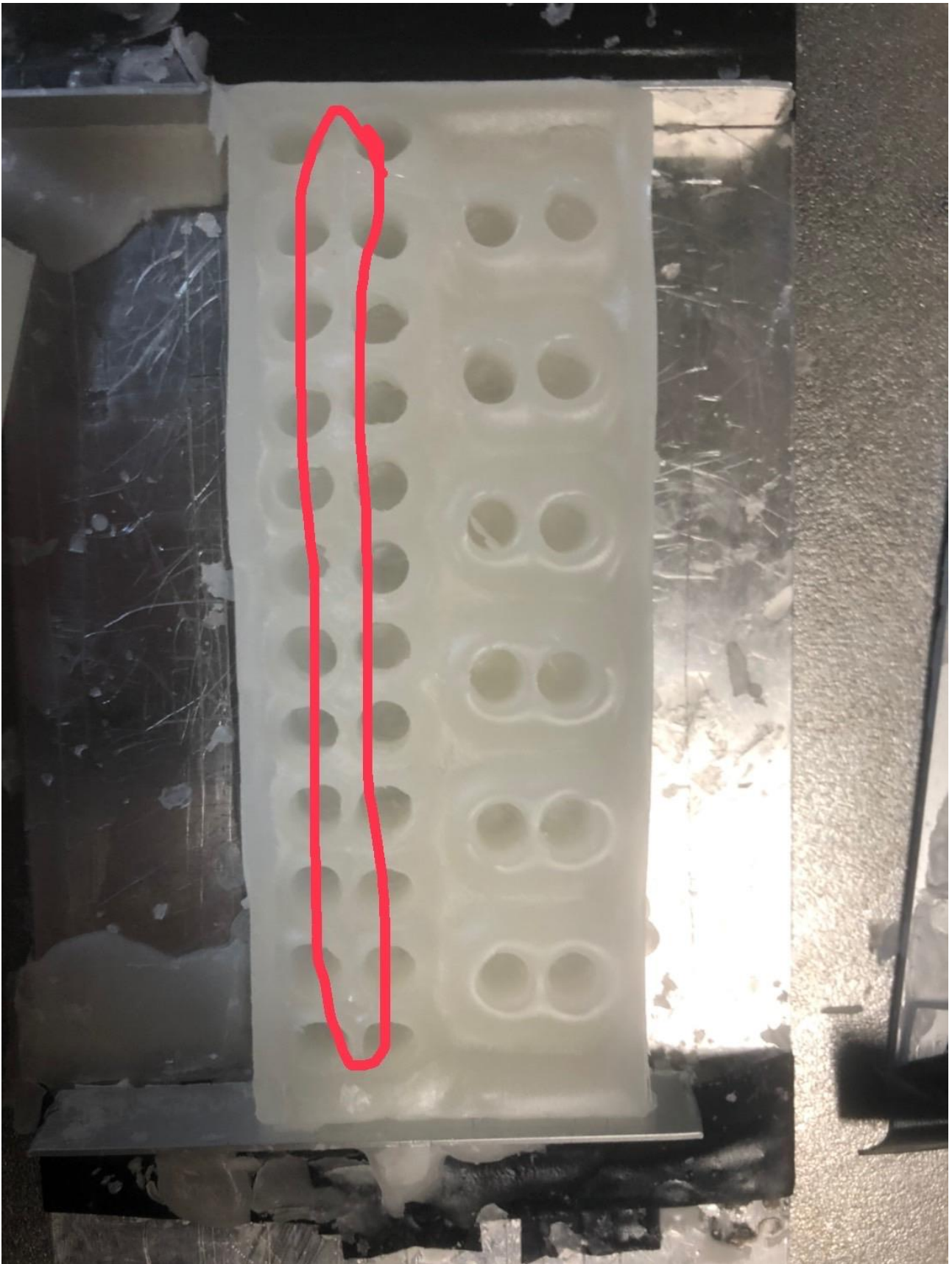
### 連続気泡型

我々の実験では連続気泡型は空気の影響を受けない構造として扱っている。なので前述の独立気泡型の一つの穴に裏表ひとつずつ、爪楊枝で1mm程度の穴を開けた。

### オニオオハシ型

我々の実験ではオニオオハシ型は内部で全ての穴が繋がっているが外界との空気の動きは遮断されている構造と扱っている。

切り取った後のろう柱の真ん中の壁を  
(図12 真ん中の壁を表す)



5 mm削った。確認のためアルミ板

(縦20 mm 横 100 mm 厚さ 2 mm で長い方を横にした時の下の端に5mmの線を書いた)  
を使って大体5 mm程度か調べた。

次に溶けたろうを平面の机などに直径150 mm ほどたらしその上にろう柱をすっぽり入るように穴が空いてる面を下にして置いた。そして固まったらろう柱に沿って切り取り、剥がした。こうして穴を塞いだ。そして

穴が空いていた反対側を溶けたろうに乗せ同じことをした。そうすると寸法が縦横18 mm高さ120 mmのろう柱ができた。

ろう柱(ろう100%)

溶けたろうを平面の机などに直径150 mm ほどたらしその上にろう柱をすっぽり入るように縦18 mm 横 120 mmの面を下にして置いた。そして固まったらろう柱に沿って切り取り、剥がした。こうして穴を塞いだ。そして反対側を溶けたろうに乗せ同じことをした。そうすると寸法が縦横18 mm高さ120 mmのろう柱ができた。

実験方法

- ①圧縮機にろう柱を挟む

(図13 ろう柱を挟む)



②ぶら下げたペットボトルに少しずつ水を入れる。

ペットボトルの水がいっぱいになったら別の紐のついたペットボトルを吊り下げまた水を入れる。

③ろう柱が壊れ吹き飛んだら水を入れるのを止めてペットボトルの重さを測る。

④圧縮機の重さは95 gであるから  
この重さを③で測った重さに足す。

(図14 圧縮機)



## 5. 結果と考察

表1 柱の重さと耐えた重さ 1回目

柱の重さ 耐えたg	独立気泡型		連続気泡型		オニオオハシ型	
間隔3 mm	23.8 g	9474 g	23.1 g	10807 g	24.3 g	11103 g
間隔 12 mm	25.7 g	6128 g	25.8 g	9083 g	26.1g	13185 g

表2 柱の重さと耐えた重さ 2回目

柱の重さ 耐えたg	独立気泡型		連続気泡型		オニオオハシ型	
間隔3 mm	22.2 g	7623 g	26.4 g	9142 g	24.3 g	11900g
間隔 12 mm	25.8 g	7839 g	25.9 g	13183 g	26.1g	8242 g

表3 気泡なしの柱の耐えた重さ

柱の重さ 耐えたg		
一回目	35.1 g	12818 g
二回目	30.7 g	6040 g

表4 気泡の数と耐えられる1gあたりの重さ

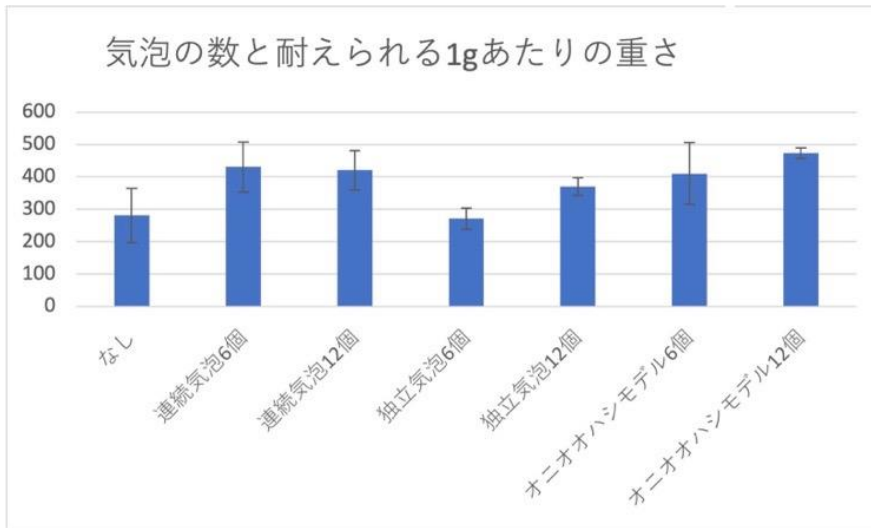
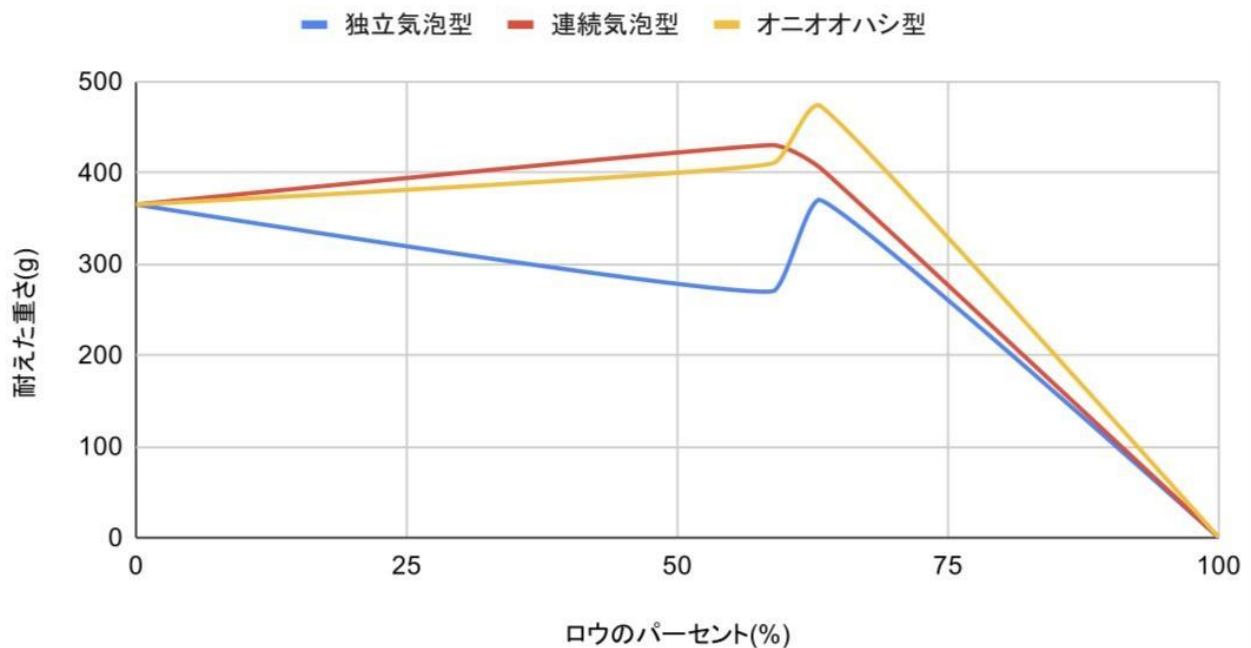


表5 グラムあたりの耐える重さとロウのパーセント

## グラムあたりの耐える重さとロウのパーセント



気づきとしては破断が早すぎて気泡の応力が機能していないように思えた。結果からオニオオハシ型がここまで耐えたのは同じ重さの場合、独立気泡と連続気泡よりも重さに耐えるのに大切なろう中の壁にろうをより多く使えるからである。次は中が大きな泡がひとつのろう柱とオニオオハシ型を比べてみたい。試行回数が少なく、ろうの微細な傾きによっても結果が変わるので鵜呑みにはできない。

### 6. 結論

表5から100%になるにつれて下がっていくので仮説の独立気泡は泡の体積の比率が98%の時最も強いというのは間違っているが、オニオオハシ型は独立気泡と連続気泡と同じくらいの重さを耐えられたのでその仮説は正しいとおもわれる。

### 7. 参考文献

発泡プラスチック

<https://ja.m.wikipedia.org/wiki/発泡プラスチック>

発泡スチロールは98%が空気ってほんと？

<https://oshihaku.jp/nenkan/page/14376954>



# アイスプラントを利用した海水の淡水化

神奈川県立厚木高等学校  
2年D組3班

## 1. 背景

人間は体液よりも塩分濃度が高い海水等の塩水を飲むと、体内の塩分濃度が上昇し、その塩分を戻すために水分を欲する。そこでまた塩分濃度の高い塩水を吸収すると、さらに水分を欲する。つまり、人間は浸透圧が原因で、濃度の高い塩水を飲み水として活用することは不可能である。しかし、塩分濃度を下げることができれば、海水等の塩分濃度の高い水を飲み水にすることはできないかと考えた。研究するにあたり、アイスプラントという植物の吸塩能力を塩水の塩分濃度を下げするために利用することにした。

## 2. 目的

アイスプラントを利用して塩水の塩分濃度を下げることによって、工業的淡水化の負荷の軽減を行う。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

アイスプラントは塩分を葉の表面上にあるブラッター細胞という水疱に貯めることができる。それによって土壤中の塩分を吸収し、土壌の塩分濃度を下げることが可能になる。アイスプラントのNaCl含量は最高で25 mg、地上乾物中のNaCl濃度は30 %以上、地上部のNaCl吸収量は約200 g/m<sup>2</sup>である。

### (2) 仮説

アイスプラントの吸塩能力で海水の塩分濃度を下げれば、海水を生理的食塩水にすることができる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

[実験1]

アイスプラント(2個体), 2 Lペットボトル(3つ), 純水, インスタント・オーシャン, 塩分濃度計

[実験2]

アイスプラントの種(60個), ウレタンスポンジ(30個), トレー, トイレットペーパー, LEDバーライト, 液体肥料

[実験3]

アイスプラント(2個体), 2 Lペットボトル(3つ), 純水, インスタント・オーシャン, 塩分濃度計, 液体肥料

## (2) 手順

### [実験1]

- 1, ペットボトルを上から3分の1のところをカットする。
- 2, キャップのあったほうを逆さにして, 切り離れた部分を重ね合わせる。
- 3, ペットボトルのキャップ部分から根が出るようにしてアイズプラントをペットボトルに移す。
- 4, 1つのペットボトルに対して, 純水1 Lとインスタント・オーシャン5.0 gの分量をはかり, よく混ぜて塩水を作る。
- 5, 作った塩水をペットボトルの半分まで入れる。
- 6, 毎日水の塩分濃度を測定する。

### [実験2]

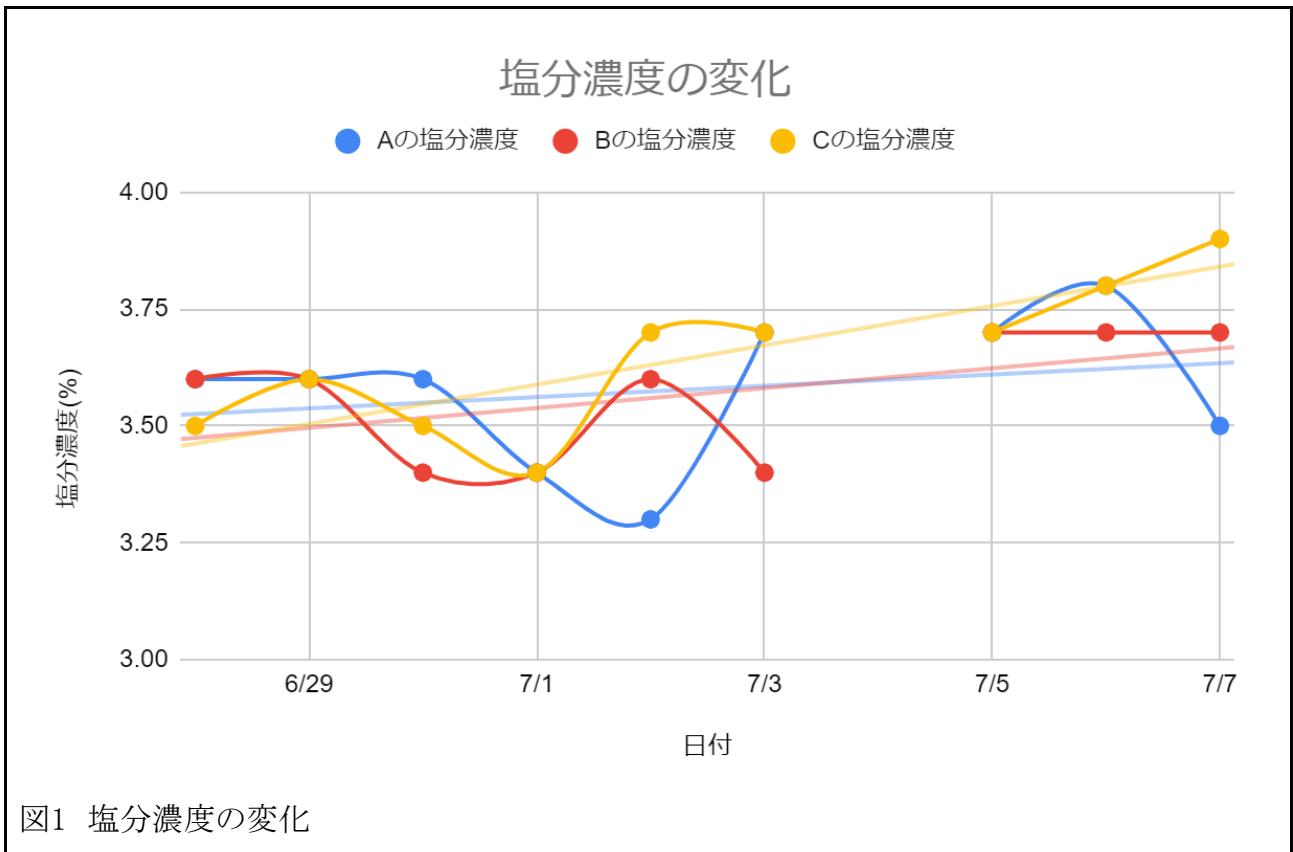
- 1, スポンジ1個あたり種2つを1 cmの深さに植える。
- 2, 種が入ったスポンジをトレーの中に並べる。
- 3, スポンジが浸る程度の純水を入れる。
- 4, 液体肥料を希釈し水に混ぜる。
- 5, LEDライトをインキュベーター内に設置し発芽させる。

### [実験3]

- 1, ペットボトルを上から3分の1のところをカットする。
- 2, キャップのあったほうを逆さにして, 切り離れた部分を重ね合わせる。
- 3, ペットボトルのキャップ部分から根が出るようにしてアイズプラントをペットボトルに移す。
- 4, 5本のペットボトルをそれぞれA, B, C, D, Eとし, それらに水を1 Lずつ入れる。
- 5, 塩分濃度がA:1.0 %, B:1.5 %, C:2.0 %, D:2.5 %, E:3.0 %となるようにインスタント・オーシャンを入れる。
- 6, 液体肥料を希釈し水に混ぜる。
- 7, 毎日塩分濃度を測定する。

## 5. 結果と考察

### [実験1]



途中までは塩分濃度が下がったが、それ以降はあまり下がらず、むしろ増加傾向にあった。それは、アイズプラントの生育の適温が20℃であるのに、この実験をしたのが夏で暑すぎたからだと考えた。そのため、アイズプラントが枯れてしまい、塩水中の塩分を吸収できていなかった。また、塩水しか入れていないペットボトルCの塩分濃度が上がっていたことから、水分の蒸発も塩分濃度の変化に関係しているのではないかと考えた。

[実験2]



図2 アイスプラントの発芽の様子

すべて発芽させることができなかった。その原因はインキュベーター内の風通しの悪さと湿度が高かったためにはえたカビの影響だと考えた。

[実験3]

### アイスプラントa,b,c,d,eの塩分濃度の変化

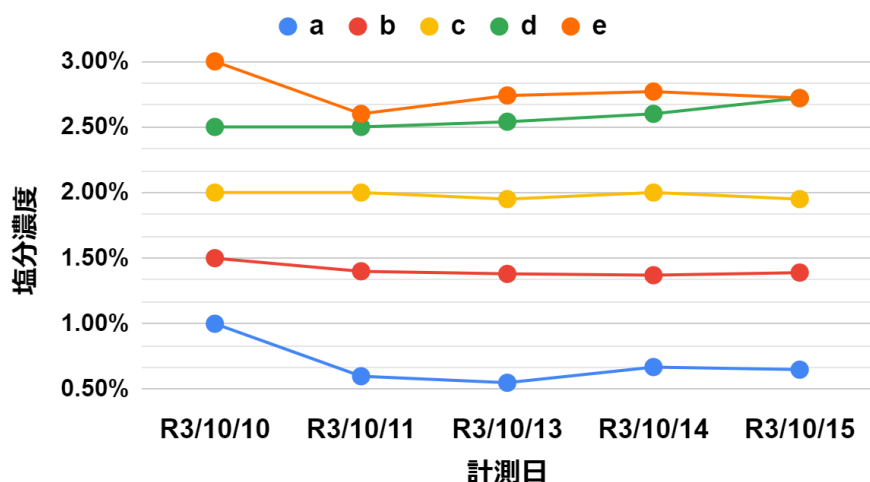


図3 塩分濃度の推移(1)

### アイスプラントa,b,c,d,eの塩分濃度の変化

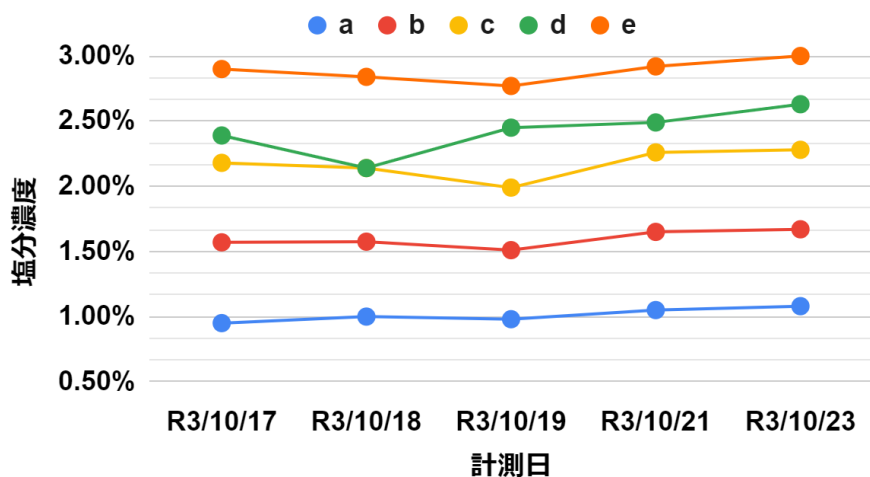


図4 塩分濃度の推移(2)

Aは0.35%, Bは0.11%, Cは0.05%, 6日間で塩分濃度が低下した。DとEは10/15には端の方の葉が枯れていた。塩分濃度を低下させられる日数と数値には限界があると考えた。

## 6. 結論

植物を使うという都合上、いくらかは塩分濃度を下げることができても、継続的に塩分濃度を下げて生理的食塩水レベルまで落とすことは難しい。より安定した植物で、ある程度環境の変化に対応できる植物を見つけられるとよいと考えた。

## 7. 参考文献

1)アイスプラントを用いた土壌脱塩技術の可能性 東江栄 [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta1957/48/5/48\\_5\\_294/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta1957/48/5/48_5_294/_pdf)

2)海水を淡水にするには？「逆浸透」の原理を解説

[https://jp.mitsuichemicals.com/jp/molp/article/detail\\_20200714.htm](https://jp.mitsuichemicals.com/jp/molp/article/detail_20200714.htm)

3)「アイスプラント」の栽培について | 【公式】JA京都 暮らしのなかにJAを

<https://jakyoto.com/garden/%E3%80%8C%E3%82%A2%E3%82%A4%E3%82%B9%E3%83%97%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%83%88%E3%80%8D%E3%81%AE%E6%A0%BD%E5%9F%B9%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6/>

# 植物由来の錆止めの作成

神奈川県立厚木高等学校  
2年D組4班

## 1. 背景

植物に酸素は必要なものであるが、大気中には無数の酸素が存在しているため、過剰な酸化反応が起きてしまうはずである。そこで植物には抗酸化酵素や抗酸化ビタミンなどの防衛機構があること、それを含む植物由来本来の油脂を用いて金属の錆止めがつかれないかと考えた。また、簡易的な錆止めとして植物油が考えられ、差別化するために人があまり食べないような植物またはその一部分でつかれないかと考えた。

## 2. 目的

雑草や植物の不食部などでの錆止めの作成によって、代替品としての利用や環境へ配慮する事ができる。よってこの実験では、ドングリの油脂を利用して、錆止めを作る。そして、錆止めとしての有効性を調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

油は酸化することによって、有機皮膜ができ、油を塗られたものの酸化を抑制させる。

### (2) 仮説

油脂をコーティングすることによってコーティングされたものは酸素が触れにくいなるため、通常よりも錆びの進行度が弱まる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

ドングリ50 g, 0.30 w/v%NaCl水溶液5.0 g, 1 w/v%NaCl水溶液15 mL,  
3 w/v%エタノール水溶液300 mL, 60 w/v%水酸化カリウム水溶液30 mL,  
ヘキサン・酢酸エチル(9:1)混合液40 mL, 遠心分離機, 遠沈管用天秤, 遠沈管, 鉄板(面積が20 mm×30 mm以上の物, 厚さ:1.6 mm)6枚, 段ボール, 紙皿4枚, 塩化ナトリウム3.75 g, 薬さじ1つ, 1 Lビーカー1個, 200 mLビーカー1個, 300 mL三角フラスコ1個, 10 mL駒込ピペット2つ, ガラス棒1本, デジタル温度計1個, タイマー1個, 蒸留水5.0 g, ビニールテープ, 油性ペン, 定規, 実体顕微鏡, ガスバーナー, 三脚, 氷, マッチ, 塩分濃度計1個, 攪拌器, 攪拌子1個, お湯(70℃以上の物), 冷蔵庫, ボウル1個, 鍋1個, ポリエチレン手袋2対, 中性食器用洗剤12 g, 紙製ウエス

### (2) 手順

1 Lビーカーにドングリ50 g, 1 w/v%NaCl水溶液15 mL, 3 w/v%エタノール水溶液300 mL, 60w/v%水酸化カリウム水溶液30 mLを入れて、ガラス棒で軽くかき混ぜて、デジタル温度計で温度を測定した(測定した温度をその液体の常温とした)。それを、ガラス棒, 三脚, ガスバーナー, デジタル温度計, タイマーを用いて30分間かき混ぜながら加熱した。

その後、鍋に水道水と氷を入れて、加熱したものを常温まで冷まし、塩化ナトリウム3.75 gを加熱したものを入れ、30分間冷却させた。

その後、漏斗を用いて300 mL三角フラスコに分け、酢酸エチル・ヘキサン混合液(9:1)40 mLを10 mL駒込ピペットで入れた。

その後、攪拌子を1つ入れて攪拌機に5分間かけ、遠沈管, 遠沈管用天秤, 駒込ピペット, 遠心分離機を用いて、3000 rpmで5分間遠心分離させ、遠沈管の中の最上層を200 mLビーカーに薬さじで取り出し、それをボ

ウルとお湯を用いて、日の当たらない屋外で30分間お湯の温度が70℃未満にならないように、デジタル温度計で測りながら、湯煎し、塩分濃度計で塩分濃度を計測した。

鉄板(面積が20 mm×30 mm以上の物,厚さ:1.6 mm)4枚を図1のように、鉄板の一面に20 mm×30 mmの長方形を書き、その長方形を10 mm×10 mmの正方形6つに分け、それ以外はガムテープで鉄板を囲い、それらの動作をした中の鉄板3枚それぞれに湯煎したもの5.0 g, 0.3 w/v%NaCl水溶液5.0 g, 蒸留水5.0 gを掛け、残り1枚は何もしないままそれぞれ紙皿に分けてダンボールを被せ日陰に17日間おいた。また、何も塗っていない鉄板, 蒸留水をかけた鉄板, 0.4 w/v%NaCl水溶液をかけた鉄板, 実験対象のものを塗った鉄板をそれぞれ順に, A, B, C, Dとした。



図1<範囲を分けをした鉄板の図>

その後、ポリエチレン手袋をつけ、Dを指でこすって落とした。同様に新しいポリエチレン手袋をつけて、A, B, Cを順にこすった。その後中性食器用洗剤を3 gずつとって鉄板それぞれに3分間つけて純水で洗い流し紙製ウエスで水気を拭き取った。実体顕微鏡を用いて×200で図3のように1, 2, 3, 4, 5, 6に分けた6節囲内の点サビの数を数えた。

その後、Tukey法を用いて多重比較をし、鉄板Dに有意差の有無を調べた。



図2<範囲を番号分けをした鉄板の図>

## 5. 結果と考察



表1<区間別それぞれの鉄板のてんさびの数> (個)

区間番号	A	B	C	D
1	21	14	31	10
2	15	5	17	3
3	14	27	15	5
4	5	26	31	2
5	19	15	29	3
6	17	9	18	0

表2<Tukey法を利用した鉄板同士の比較>

Multiple Comparison of Means - Tukey HSD, FWER=0.05

group1	group2	meandiff	p-adj	lower	upper	reject
A	B	0.8333	0.9	-10.0024	11.669	False
A	C	8.3333	0.1711	-2.5024	19.169	False
A	D	-11.3333	0.0383	-22.169	-0.4976	True
B	C	7.5	0.2447	-3.3357	18.3357	False
B	D	-12.1667	0.0243	-23.0024	-1.331	True
C	D	-19.6667	0.001	-30.5024	-8.831	True

表2より、実験対象である鉄板Dは鉄板A,B,Cそれぞれと比較して有意差があることがわかった。

これに対して、ドングリの油脂の有機皮膜で鉄板の表面に酸素が触れにくくなるため、酸化を抑制させたということと、ドングリの油脂成分にビタミンEが含まれており、実験ではダンボールを被せて放置したため、日光によるビタミンEの破壊から免れ、抗酸化作用が影響した可能性が考えられる。

## 6. 結論

ドングリの油脂による、錆止めの作成は可能である。

## 7. 参考文献

抗酸化物質(こうさんかぶっしつ)-e-ヘルスネット-厚生労働省

<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/food/ye-009.html>

(最終閲覧日:2021/1/11)

植物Q&A ビタミンEについて|みんなのひろば

[https://jspp.org/hiroba/q\\_and\\_a/detail.html?id=1822](https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=1822)

(最終閲覧日:2021/1/11)

LT034 HPLCによる食品中ビタミンE分析のご紹介

[https://www.gls.co.jp/technique/app/detail.php?data\\_number=LT034](https://www.gls.co.jp/technique/app/detail.php?data_number=LT034)

(最終閲覧日:2021/1/11)

ビタミンEの働きと1日の摂取量

<https://www.tyojyu.or.jp/net/kenkou-tyoju/eiyouso/vitamin-e.html>

(最終閲覧日:2021/1/11)

栄養成分分析の実際 その2 ~栄養表示(ビタミン)~

<http://www.mac.or.jp/mail/130201/03.shtml>

(最終閲覧日:2021/1/11)

抗酸化ビタミン|e-ヘルスネット(厚生労働省)

<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/food/ye-008.html#:~:text=%E3%83%93%E3%82%BF%2E3%83%9F%E3%83%B3A%E3%81%AF%E9%A3%9F%E5%93%81%E4%B8%AD,%E5%83%8D%E3%81%8D%E3%82%92%E6%8C%81%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82>

(最終閲覧日:2021/1/11)

植物中に存在する抗酸化成分の構造と機能

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpestics1975/17/2/17\\_2\\_S93/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpestics1975/17/2/17_2_S93/_pdf)

(最終閲覧日:2021/1/11)

軟質油-有極性添加剤系のサビ止油剤試験法におけるマイクロ評価法とそのサビの数量化の二方法について

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj1950/11/1/11\\_1\\_17/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj1950/11/1/11_1_17/_pdf)

(最終閲覧日:2021/1/11)

鉄鋼の有機皮膜の役割とその機構

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/tetsutohagane1955/66/7/66\\_7\\_905/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/tetsutohagane1955/66/7/66_7_905/_pdf)

(最終閲覧日:2021/1/11)

どんぐり-カロリー計算/栄養成分

<https://calorie.slism.jp/105020/>

(最終閲覧日:2021/1/11)

# 水滴と着地面の構造における、諸条件(跳ねた水滴の反発角度,飛距離,個数)の検討

神奈川県立厚木高等学校

2年D組 5 班

## 1. 背景

校内で、昇降口にある蛇口と落下地点との距離が比較的長い水道を使用していると、水道において、水はねが大きいことから、水の落下地点から水滴が多量に飛んできたため、衣服が濡れてしまうことを改善できないものか、と感じた。

## 2. 目的

特定の地点から水を流した時に着水地点の構造の変化による水滴の飛び散りがどのような変化を辿るのかを知り、その構造を屋外の水道に応用して、水のはねが少なくなるようにする。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

水滴は地面に落下すると $360^\circ$  方向に飛散する。

水滴を含む多くの物体は空中に斜めに投げ出された後、重力の働きにより放物線を描きながら落下していく。

### (2) 仮説

実験値の最大角度を妨げる図形を形成すれば、飛び散る水滴を最大限抑える事ができる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

#### ○実験材料

- ・プラスチック板
- ・木板
- ・方眼紙
- ・新聞紙
- ・発砲スチロール
- ・支柱
- ・養生テープ
- ・ペットボトル

#### ○実験器具

- ・タイマー
- ・スマートフォン用スタンド
- ・水道
- ・支柱
- ・分度器
- ・ホース(直径1.5 mm)

## (2) 手順

①蛇口につないだホースの水流を着地点から85 cmの高さから、円柱状に置いた模造紙の中心に設置したプラスチック板に落下させる。また、そのプラスチック板の地面との角度を0,15,30,45,60の5通りに変化させてそれぞれの角度で3回同じ実験をする。

流す水の流量は固定して行うものとする。家庭で手を洗う時に使う水量は200 ml/sである。しかし、家庭によって使っている水道の口径や形状はバラバラなので今回は口径20 mm(一般的に家庭で使われている水道管の大きさ)の円形であると仮定しそこから水の流速を求める。そして求めた流速を用いてホース(15 m)に流れる流量を計算すると約110 ml/sとなったので、今回は110 ml/sの流量で水を流すものとする。

※計算に用いた公式

$$\text{流速(m/s)} = \text{流量(m}^3\text{/s)} \div \text{断面積(m}^2\text{)}$$

②模造紙が濡れた様子から、水の飛散距離、飛散角度、を測定する。プラスチック板の地面との角度が15, 30, 45, 60の場合は、斜面の「前」と「後ろ」で角度に変化がある可能性があるので飛散角度を1回の測定で「前」と「後ろ」の2つのデータをとる。また、正方形であるプラスチック板の1つの辺を接地させて角度をつけているので、この辺をaと呼ぶこととし、水流の落下する地点からaに直角に降ろした直線(この直線をbと呼ぶこととする)を模造紙上まで伸ばし、水流を流した後の模造紙に付着した最高地点の水滴とが交わる所を「前」と定義する。また、bが「前」と180°の地点で模造紙と交わる所を「後ろ」と定義する。

③測定結果を元に着地地点からの最高到達点の $\tan \theta$ を算出し、そこから水の飛散の軌道を一次関数または二次関数で表す。

④③で算出した関数をもとにその軌道から水が出ないような図形を作成する。

⑤④で作成した図形の場合と、プラスチック板を地面と水平に置いた場合で①と同じ流量で水を流し、飛散した水滴量を比較する。比較の方法は、水が模型またはプラスチック板に落ちた地点から同じ距離の位置に5 mm\*5 mmの方眼紙を四枚分つなぎ合わせたものを地面と垂直に置き、5秒間水を流し、その後濡れたマス数を数えて比較する、というものとする。



図1 ⑤の実験の様子を表した写真

## 5. 結果と考察

### 実験1

表1 0° のときの水滴の高さと角度を表した表

	高さ(cm)	$\tan \theta$	角度(°)
--	--------	---------------	-------

0° 1回目	31	2.48	68.1
0° 2回目	23.5	1.88	62
0° 3回目	25	2	63.45

表2 15° のときの水滴の高さと角度表した表

	高さ(cm)	$\tan \theta$	角度(° )
15° 前1回目	18.6	1.49	56.1
15° 後1回目	14.7	1.18	49.7
15° 前2回目	27	2.16	65.2
15° 後2回目	23	1.84	61.5
15° 前3回目	19	1.52	56.7
15° 後3回目	18	1.44	55.2

表3 30° のときの水滴の高さと角度表した表

	高さ(cm)	$\tan \theta$	角度(° )
30° 1回目前	6.1	0.488	26
30° 1回目後	24.6	1.97	63.1
30° 2回目前	6.9	0.552	28.8
30° 2回目後	23	1.84	61.5
30° 3回目前	2.6	0.208	11.9
30° 3回目後	23.9	1.91	62.4

表4 45° のときの水滴の高さと角度表した表

	高さ(cm)	$\tan \theta$	角度(° )
45° 1回目前	3.8	0.304	16.9
45° 1回目後	25.5	2.04	63.9
45° 2回目前	13	1.04	46.1
45° 2回目後	27.2	2.18	65.4
45° 3回目前	7.5	0.6	31

45° 3回目後	22.4	1.79	60.8
----------	------	------	------

表5 60° のときの水滴の高さと角度表した表

	高さ(cm)	tan θ	角度(° )
60° 1回目前	10.5	0.84	40
60° 1回目後	9.1	0.74	36.5
60° 2回目前	9.7	0.776	37.8
60° 2回目後	9.4	0.75	36.8
60° 3回目前	10.6	0.848	40.3
60° 3回目後	12.1	0.97	44.1

表5を見ると、3回の測定すべてにおいて60° 後ろのθが60° よりも大きくなっていて、水滴がプラスチック板から直線的に飛散したとすると、水滴がプラスチック板を貫通してしまうことになるが、そのような跡は見られなかったため、この時水滴は放物線運動をしながら飛散し模造紙に付着したと考えられる。

これらを見ると、「前」の測定では0° のθが平均して最も大きく、プラスチック板の角度が大きくなるにつれθが小さくなり、30° に達すると再びθが大きくなり始めていることが分かり、このことから「前」においては、θが最も小さくなる、つまり水滴が上に向かって飛びにくいプラスチック板の角度が30° 近くの時に存在する、と考えられる。これより、傾斜30° の場合に跳ねあがった水に耐えうるような構造のモデルを作ることができれば今回の研究目的を達成することができる考えた。

そして、結果から地面との角度が30° の際水滴の最高到達点のtan θをもとに水の飛散の軌道を算出した。

$$y = -\frac{9.8}{2(0.64^2 + 15.68)\cos^2(28.8^\circ)}x^2 + \tan(28.8^\circ)x$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$\theta = 28.8^\circ$$

$$h = 0.8 \text{ m}$$

$$V = 0.64 \text{ m/s} \quad (\text{水道から出した水の初速度})$$

この軌道は次のような図となる。

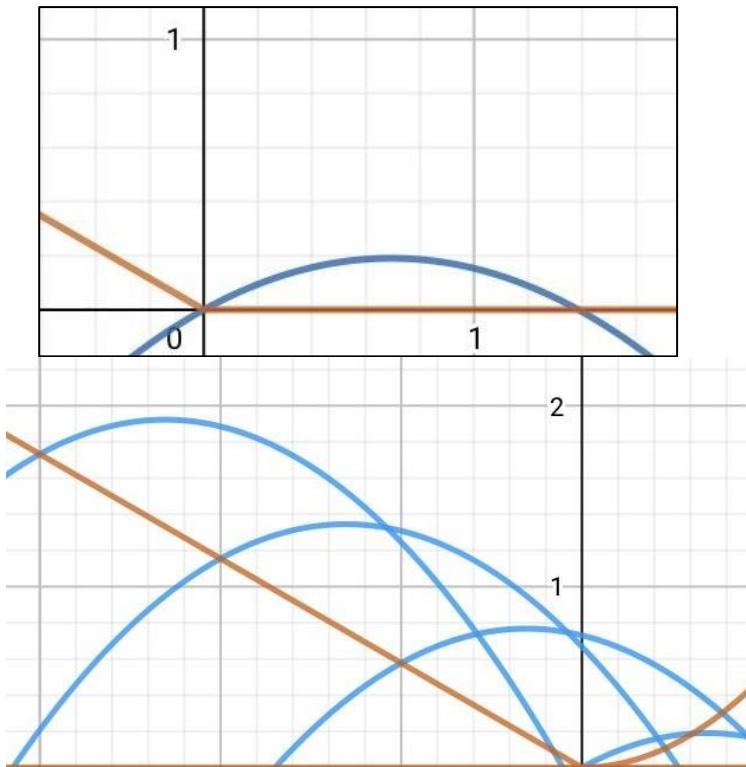


図2 水の運動の軌跡を示した図

この軌道の水滴が飛散しないようなモデルを作成し、手順の⑤の対照実験を行ったところ、結果は次の表のようになった。

表6 平面と作製したモデルとでの濡れたマス目数の比較(個)

	1回目	2回目	3回目	平均
平面	2232	2126	2238	2198
作成したモデル	62	125	84	90

この結果をもとにT検定を行ったところ、  
 $p$ 値=0.000652...<優位水準=0.05

より有意差があるという結果になった。よって、実験値をもとに作成したモデルによって、飛散する水滴を減少させることができていると考えられる。しかし、今回は実験の条件の多くを固定して行なったが、実際には流す水の速度などによって軌道が異なる場合もある。今回の実験結果からそのような場合でも水滴の軌道を求め、それを防ぐ構造を作ることによって水滴の飛散軽減につながるのではないかと考えられる。

## 6. 結論

軌道を表しそれを防ぐことのできる形を作った時、水滴の飛散を軽減することができる。

## 7. 参考文献

- 1)見やすい！三角関数表 - 角度に対する sin, cos, tan の値<https://sci-pursuit.com/math/trigonometric-function-table.html>
- 2) 水理計算の基礎知識-11章「流量と管径と流速の関係」  
<http://suidobox.net/suiribasic11.html>

# グレープフルーツ種子抽出物の抗菌作用の利用

神奈川県立厚木高等学校

2年 D組 6班

## 1. 背景

日本は高温多湿な温暖湿潤気候であり、カビが非常に発生しやすい。カビは人体に悪影響を及ぼすこともあり、とても厄介な存在である。そこで私たちは自然由来のもので身近な場所のカビの発生を抑制したいと考え、グレープフルーツ種子抽出物の抗菌作用に着目した。

## 2. 目的

グレープフルーツ種子抽出物が配合された防カビ剤を用いて、今回は生活に身近であるエアコンダクトに繁殖するカビを抑制できるのかを調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

カルファケミカル株式会社の技術資料より、以下の研究結果の情報を得た。

#### 1 グレープフルーツ種子抽出物の抗菌作用

無菌的に調整した寒天培地入りのシャーレの蓋を取った状態で実験室の机の上に15時間放置し、空中の雑菌を集めた後、それに蓋をし37度の恒温槽中で保温し微生物の増殖を調べた。グレープフルーツ種子抽出物は寒天培地作成時の種々の濃度となるように添加した。その結果、グレープフルーツ種子抽出物の抗菌作用が立証された。

#### 2 グレープフルーツ種子抽出物の安全性

5週齢のマウスを13時間絶食させた後、グレープフルーツ種子抽出物を経口投与したところ、死亡率は0%であった。急性中毒も確認されなかった。

### (2) 仮説

グレープフルーツ種子抽出物を配合した防カビ剤を使用すると抗菌作用が働いて、安全に不使用時よりもカビの繁殖を抑制することができる。

## 4. 方法

次の3つのステップに分けて、合計4回の実験を行った。

- ① ペットボトルで代用した予備実験
- ② ①の改善点を踏まえた再予備実験
- ③ エアコンダクトを用いた本実験

なお③は結果の信頼性を上げるため、同様の手順の実験を2回行った。

### (1) 実験材料

予備実験での使用物

グレープフルーツ種子抽出物を配合した防カビ剤、でんぷんノリ、皿型に切ったペットボトル、ハケ、1 mlホールピペット、25度設定の恒温器



本実験での使用物

グレープフルーツ種子抽出物を配合した防カビ剤、砂糖水、霧吹き、エアコンダクト、1 mlホールピペット、容器保管用のバット、30度設定の恒温器、紙コップ、バットを密閉するビニール袋

ポテト培地作りの材料

水、有機物、寒天、ジャガイモ、砂糖、ビーカー、鍋、ラップ、シャーレ

## (2) 手順

### ① ペットボトルで代用した予備実験

1. 皿型に切ったペットボトルを8つ用意する。
2. 4つの容器に3倍希釈にしたグレープフルーツ種子抽出物由来の防カビ剤をハケで2度塗りし、十分に乾かす。
3. カビをより繁殖しやすくさせる為に、でんぷんのりを溶いた水を8つの容器にハケで塗る。
4. ポテト培地で繁殖させたカビを水に溶いて、8つの容器にピペットで4滴付着させる。
5. 25度の恒温器に入れて数日間保管する。
6. それぞれの容器のカビの繁殖面積を比較する。

5の具体的な日数としては、実験開始から毎日経過観察を行って、ほとんど変化が見られなくなった日までとする。

## 5. 結果と考察

### ①の結果と考察

令和3年6月29日から開始したが、目視が難しいほどカビが薄付きになってしまっていたため、同年の7月7日に再度カビを溶かした水を垂らして、7月16日まで保管した。



写真1 7月16日時点の防カビ剤を塗布していないペットボトル 写真2 7月16日時点の防カビ剤を塗布したペットボトル

写真3と4を比較すると、繁殖の差が見て取れる。3の方がカビを溶かした水の色は濃く範囲は狭く、4の方が色は薄く範囲は広く繁殖する結果となった。

当初の予定通り面積で比較すると、防カビ剤を塗布した方がカビは広範囲に繁殖しやすいと言える。これは仮説に反している。仮説通りにならず、このような結果となった原因として、次の3点が考えられる。

- ・防カビ剤を塗布した方は、カビが垂らされた一つの場所で育つことができず、薄く面積を広げることで繁殖していった。
- ・でんぷんノリを溶かした水が膜になってしまい、防カビ剤がその効果を発揮することができなかった。
- ・でんぷんノリを溶かした水をハケで塗った際に、防カビ剤が剥がれてしまった。

よって今回の実験の場合、面積に加えて濃度も考慮しないと正しい結論は出せない。しかし原因がでんぷんノリにあった場合、防カビ剤が正常に機能していないため、このような結果になったとも考えられる。

そこで次の3点を改善して、4つのペットボトル皿を用いて②の再予備実験を行った。その他の手順は①と同様である。

- ・有機物が膜を作るのを防ぐため、でんぷんノリを砂糖に変えて砂糖水を作る。
- ・防カビ剤が剥がれてしまうのを防ぐため、砂糖水を霧吹きで吹きかける。
- ・カビを溶かした水を垂らす際は、できるだけ全て同程度の範囲に垂らすことで、最初から濃度が大きく異なっているということがないようにする。

この実験結果が写真3と4である。なおこの実験は同年の7月16日から始めて7月22日まで行った。

## ②の結果と考察



写真3 7月22日時点の防カビ剤を塗布していないペットボトル容器（左を皿C，右を皿Dとする）



写真4 7月22日時点の防カビ剤を塗布しているペットボトル容器（左を皿A，右を皿Bとする）

写真3と4を比較すると、防カビ剤を塗布している方が、塗布していない方に比べて明らかに繁殖を抑制していることがわかる。防カビ剤の効果が発揮される結果となった。

ここで興味深いのは、同じように防カビ剤を塗布した皿Aと皿Bでカビの繁殖の防ぎ方が違うということである。皿Cと皿Dに比べて、皿Aはカビを薄く分散させることで根強い繁殖を防いでいる。それに対し皿Bは濃度は同程度であるが、カビをほとんど広げずに狭い範囲でとどめることで繁殖を防いでいる。

この違いがどうして生まれるのか。私は防カビ剤によるカビの繁殖の防ぎ方には次のような工程があるのではないかと考えた。

- 1.カビが付着した場合、まずはその場にカビをとどめさせようとする。
- 2.しかしカビが強くと根を張って繁殖し、1が不可能になった場合、今度は広範囲に分散させることで弱い繁殖を促し、掃除で落としやすいようにする。

もしこの考えが正しければ、本実験では面積と濃度のどちらも考慮しなければならない。

②の改善点も踏まえて、③のエアコンダクトを用いた本実験の1回目へ進んだ。改善した実験手順は以下の通りである。

### ③ エアコンダクトを用いた本実験

1. 輪切りにしたエアコンダクトを4つ用意する。
2. 2つの容器に3倍希釈にしたグレープフルーツ種子抽出物由来の防カビ剤をハケで2度塗りし、十分に乾かす。
3. カビをより繁殖しやすくさせる為に、砂糖水を4つの容器に霧吹きで2回吹き掛ける。
4. ポテト培地で繁殖させたカビを水に溶いて、4つの容器にピペットで3滴付着させる。
5. 30度の恒温器に入れて数日間保管する。
6. それぞれの容器のカビの繁殖面積と濃度を比較する。

また②の改善点に加えて、より高温多湿な状態を再現する工夫をした。保管する恒温器の温度を25度から30度に上げた。また写真5のように、バットに容器と適量の水が入った紙コップ2つを入れて密閉してから恒温器に保管することで、水を蒸発させて多湿な状態をつくり出した。



写真5 ③の実験の様子

この手順に沿って、同年の11月16日から始めて12月1日まで1回目の本実験を行った。

### ③ - 1回目の結果と考察



写真6 12月1日時点の防カビ剤を塗布しているエアコンダクト容器 2つ



写真7 12月1日時点の防カビ剤を塗布していないエアコンダクト 2つ

写真6と7を比較すると、目視では大きな差とは言えないが、防カビ剤を塗布している方が、塗布していない方に比べて確かに繁殖を抑制していることがわかる。面積および濃度のどちらの観点から比較しても、防カビ剤の効果が発揮されたといえる結果である。

1回目の手順と同様に、12月13日から12月20日まで2回目の本実験を行った。

### ③ - 2回目の結果と考察

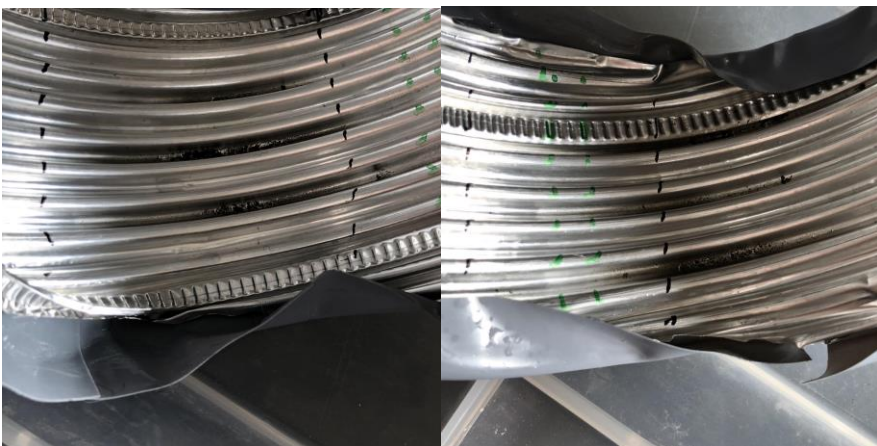


写真8 12月20日時点の防カビ剤を塗布しているエアコンダクト容器 2つ

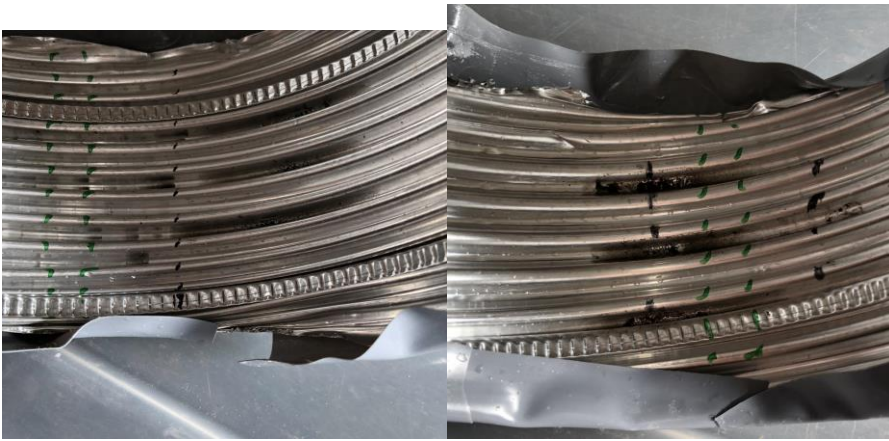


写真9 12月20日時点の防カビ剤を塗布していないエアコンダクト外容器 2つ

写真8と9を比較すると、目視では繁殖の差はあまり感じ取れない。面積および濃度のどちらとも、大きな差はないように見える。

そこで「色しらべ」というアプリを使用し、写真からカビの繁殖が確認できる範囲を切り取って、それぞれの構成色上位10色を調べた。以下は切り取った写真と構成色の図である。

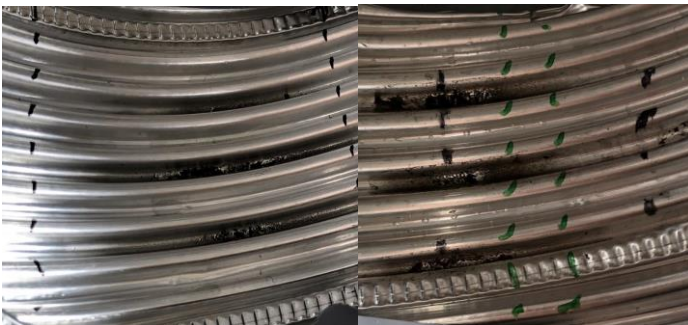


写真10 写真8から切り取ったカビの繁殖が確認できる範囲



写真11 写真9から切り取ったカビの繁殖が確認できる範囲

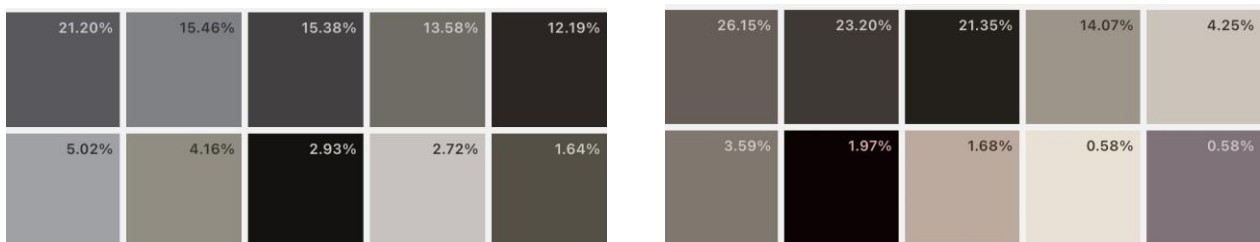


図1 防カビ剤を塗布している方の写真の構成色上位10色 (左から写真10の順番)

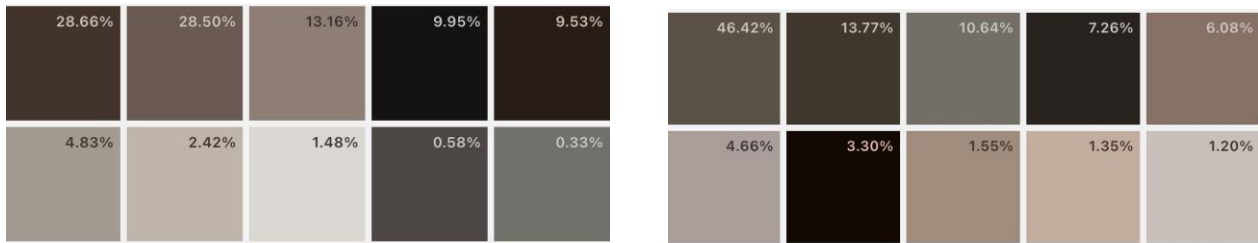


図2 防カビ剤を塗布していない方の写真の構成色上位10色 (左から写真11の順番)

今回使用したのはアルミダクトのため、灰色系の色はその多くがエアコンダクトの色であると考えられる。またカビは濃い茶色や黒色が主であることから、茶色系の多くはカビではないかと考えられる。

図1と図2を比較すると、図1の方は灰色系の色、図2の方は茶色系の色が主な構成色であることがわかる。よって構成色やその数値から見ても、図2の防カビ剤を塗布していないエアコンダクトよりも、図1の防カビ剤を塗布しているエアコンダクトの方が、カビの繁殖は抑制されているといえる。

以上の実験結果と考察から、仮説は正しかったと判断できる。

## 6. 結論

グレープフルーツ種子抽出物を配合した防カビ剤は、エアコンダクトにおけるカビの繁殖を抑制する。

## 7. 展望

実際にグレープフルーツ種子抽出物を配合した防カビ剤を機能しているエアコンのダクトに使用して、効果はあるのか、人体に本当に影響はないかを調査したい。またエアコンダクト以外にも、様々な日用品や生活に身近な場所に使用していけたらと考える。

## 8. 参考文献

1) 菌を培養する | 因州しかの菌づくり研究所

<https://inkinken.bio/zeroemisikikinokosaibai/tanekinseisan/baiyou/amp/>

<https://www.google.co.jp/amp/s/inkinken.bio/zeroemisikikinokosaibai/tanekinseisan/baiyou/amp/>

2) 育てたくなるカビ

[https://muroran-it.repo.nii.ac.jp/?action=repository\\_action\\_common\\_download&item\\_id=8646&item\\_no=1&attribute\\_id=24&file\\_no=2](https://muroran-it.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=8646&item_no=1&attribute_id=24&file_no=2)

3) 「技術資料」カルファケミカル株式会社

# 魚の骨を用いた人工構造物の作成と水質への影響

神奈川県立厚木高等学校

2年 D組 7班

## 1. 背景

日本では昔から魚を食す文化が有り、今では魚は世界でも多く消費されている。

多く消費されることによってその分捨てる部分等の廃棄物が発生する。そこで私たちは廃棄される魚の骨の部分に着目した。私たちの身の回りでもよくある魚の骨を社会に有効活用できないかを考えた。

## 2. 目的

魚の骨の主成分は無機物とタンパク質である。そのうちの無機物に含まれる魚の骨のヒドロキシアパタイト( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ 、以外からHAPと略す)には多くの魚にとって過ごしづらいとされる水中のマグネシウムイオンやカルシウムイオンを吸着させる効果があるのかを自分たちの手で実際に明らかにした上で、私たちの生活に近いもので環境に最適なものを作成できるのか。

## 3. 仮説

### (1)仮説の根拠となる先行研究・原理等

HAPに水中の有害物質を吸着させる効果が見られれば、大量に廃棄される魚の骨の中のHAPを用いて水質を向上させることが出来る漁礁を製作できる。それを様々な場所の海などで導入すれば魚への人工的な住居の提供や海中生物が暮らしやすい有害物質の少ない、その魚が住み始めた当初の水中環境を長く保つことが期待できる。

### (2)仮説

既知の事柄より魚の骨にはHAPが含まれ、それには有害物質や体に悪影響を及ぼす重金属類などを吸着する効果がある。そのため、硬水に含まれるカルシウムイオンやマグネシウムイオンも吸着するのではないかと考えた。

これよりメダカをそれぞれ、漁礁を入れてない水槽とHAPの漁礁を入れた水槽のときではHAPの漁礁を入れた方が実験を始めてから水質が綺麗に保たれると考えられるので、HAPの漁礁を入れた水槽の方のメダカがより死亡数が少ない、産卵数が多い、または健康状態が良いと推測できる。

## 4. 方法

### (1)実験材料

魚の骨(30g程度)、ガスコンロ、お鍋、竹串、ライター、ハンマー、3Lの水槽2つ、メッシュ生地の中着袋3つ、メダカ12匹(オスメス6匹ずつ)、メダカの餌、フライパン、ボウル、筴、硬水Evian1.5L(12本程度)

### (2)手順

『魚の骨の処理の方法』

(1)魚の身がついた骨を鍋の中に入れ、コンロで加熱して沸騰させる。

- (2) 箆を使って灰汁や脂肪部分をこし出す。  
 (3) 骨についている身や神経の部分を手で取り除く。  
 (1)～(3)までの工程を、骨が白くなるまで繰り返す。



図1:魚のおろしを沸騰させる      図2:骨から身と神経を取り除く      図3:取り除き終わった状態  
 (4)骨が白くなったら骨を酵素入り洗浄剤に漬け、30分～1時間ほど漬けておく。



図4:酵素入り洗浄剤に骨をつける

『実験』

- ① 処理が終わった骨を細かくする。  
 そして細かくした骨をフライパンで煎り、水に何度も通して綺麗に処理する。
- ② 細かくした骨をメッシュ生地の中着袋に入れこれを3個つくる。
- ③ ②で作った中着袋を3Lの水槽に1.5Lの硬水を入れ、そこにメダカをオスメス3匹ずつ入れる。
- ④ ③と同様に3Lの水槽に1.5Lの硬水を入れ、メダカをオスメス3匹ずつ入れるが、こちらには中着袋を入れない。
- ⑤ 一定期間用意したメダカの様子を観察し死亡数や産卵数、健康状態を確認する。



## 5. 結果と考察

表1・HAP魚礁の有無によるメダカの生存数と死亡数

	生存数(匹)	死亡数(匹)
魚礁有り	6	0
魚礁無し	6	0

結果として魚礁の有無による死亡数の差は見られなかった。また、どちらとも産卵はなかった。健康状態はどちらも良かった。

結果よりHAPにおいて、私たちの仮説である硬水に含まれるマグネシウムイオンやカルシウムイオンを吸着するという効果があるとは言えない。

産卵数に関してはメダカの産卵期は主に春であるため、冬場の産卵は期待できなかった。

魚の骨からHAPを取り出すという工程について考えると、先行研究で調べた魚の処理の仕方では、骨を独自の技術で焼成(高温加熱)を施してHAPを取り出していた。私たちの実験では単なる加熱しか行っていないため、その工程を踏むか踏まないかが結果に影響してきたとも考えられる。

また、私たちの実験では使用した魚の骨が30g程度と少量だった為影響しづらかったということも考えられる。

## 6. 結論

私たちの身の回りのものからHAPを取り出すことは可能だが、純度の高いHAPを取り出すには高度な技術が必要である。

## 7. 参考文献

1)日本医療研究開発機構

骨の無機成分と同じ組成の人工骨の開発、実用化

[https://www.amed.go.jp/pr/2017\\_seikasyu\\_02-14.html](https://www.amed.go.jp/pr/2017_seikasyu_02-14.html)

2)骨格標本の作り方

<https://tsurihack.com/5603>

3)国立大学56工学系学部ホームページ

魚の生育環境を改善した人工魚礁の開発

<https://www.mirai-kougaku.jp/explore/pages/141020.php>

# レモンの皮の抗菌作用

神奈川県立厚木高等学校

2年 D組 8班

## 1. 背景

レモンの果肉や果汁を使用した後、余った皮が廃棄されている事実を目にし、そこから何か有用なものを作れないかと考えた。

## 2. 目的

レモンの皮からとれる成分を用いて、抗菌作用のあるものを作る。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

レモンの皮に含まれるリモネンという成分には抗菌作用があると考えられる。

### (2) 仮説

レモンの皮から抽出した成分で菌やカビの発生を抑制できる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

レモンの皮, 酢酸エチル, ポテト培地, 黒カビ, 納豆, 純水, ペーパーディスク

### (2) 手順

- (1)レモンの皮145.7 gと酢酸エチル183.18 gをml三角フラスコに入れ,6日間漬ける。
- (2)レモンの皮をリービッチ冷却器で蒸留する。60℃の状態丸底フラスコの底に固体の成分が残るまで加熱する。
- (3)抽出液を純水で薄め,濃度12.3 %にする
- (4)試験管に抽出液6.606 gと直径1.4 cmのペーパーディスクを6枚入れ,ともにオートクレーブで121℃で20分間滅菌する。
- (5)300 ml三角フラスコに15.6 gのポテト培地と 400 mlの水を加え,オートクレーブで121℃で20分間滅菌する。
- (6)直径1.4 cmのペーパーディスク3枚と150 mlの純水を試験管に入れる。同じものをもう1つ用意し,2つともオートクレーブで121℃で20分間滅菌する。
- (7)試験管からペーパーディスクを取り出し,片方の試験管に割り箸の先で少し取った黒カビ,もう片方に納豆1粒を入れ,よく振る。
- (8)黒カビ,納豆を入れた純水を3滴培地に垂らし,ラップを巻いた指で全面に塗り広げる。これを黒カビをシャーレ6枚,納豆を6枚分行う。
- (9)オートクレーブで滅菌したポテト培地を12枚のシャーレに均等に注ぎ,固まるまで15分ほど放置する。
- (10)黒カビを入れた純水を付けたシャーレ3枚に,抽出液を染み込ませたペーパーディスク3枚を,それぞれ1枚ずつシャーレの中心に置く。また,対照実験として,同様のシャーレ3枚に,純水を染み込ませたペーパーディスク3枚も同様に1枚ずつ置く。

(11) 納豆を入れた純水を塗ったシャーレ3枚に、抽出液を染み込ませたペーパーディスク3枚を、それぞれ1枚ずつシャーレの中心に置く。また、対照実験として、同様のシャーレ3枚に、純水を染み込ませたペーパーディスク3枚も同様に1枚ずつ置く。

(7)から(11)の作業はクリーンベンチで行う。

(12) 25℃に設定したインキュベーターで3日間培養する。

これらの実験は日にちを変えて二度行った。なお、抽出液は1回目の実験で作ったものを使用した。1度目を実験1、2度目を実験2として表記する。

## 5. 結果と考察

阻止円の直径は、最も距離が短い所を測って記録した。

### 実験1



図1 (抽出液に浸したペーパーディスクを置き、納豆菌を培養した時の様子)  
左から、1.7 cm, 1.8 cm, 1.7 cmの直径の阻止円が見られた。

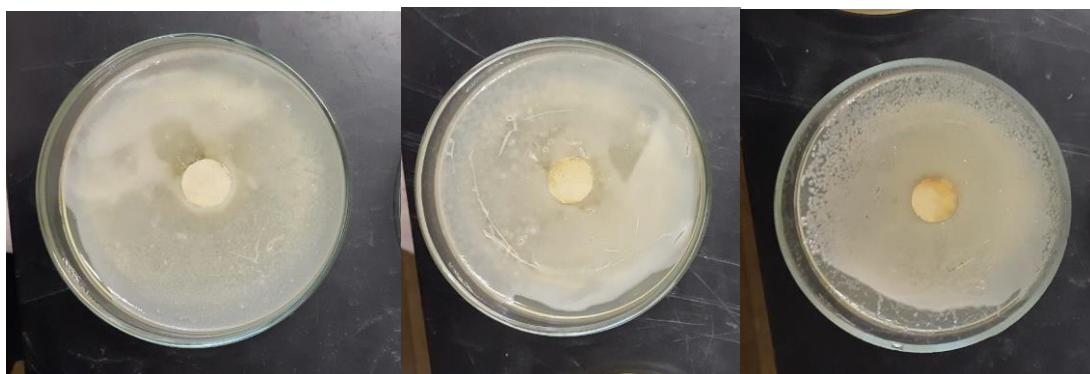


図2 (抽出液に浸したペーパーディスクを置き、クロカビを培養した時の様子)  
阻止円は見られなかった

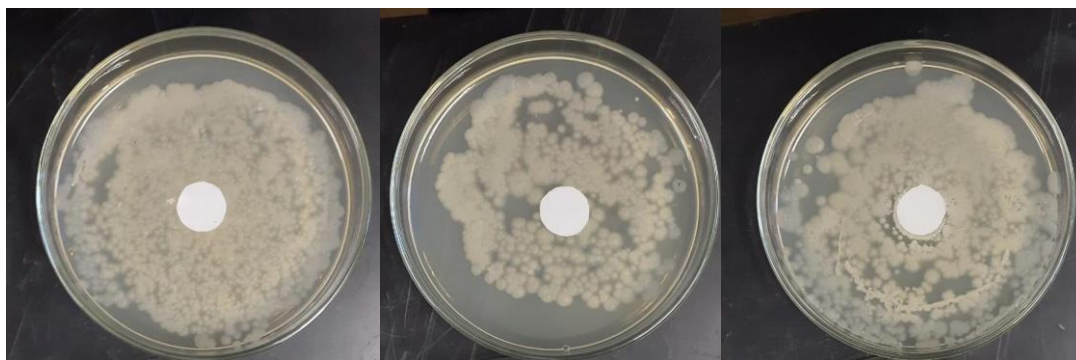


図3〈水に浸したペーパーディスクを置き、納豆菌を培養した時の様子〉  
阻止円は見られなかった



図4〈水に浸したペーパーディスクを置き、クロカビを培養した時の様子〉  
阻止円は見られなかった

## 実験2

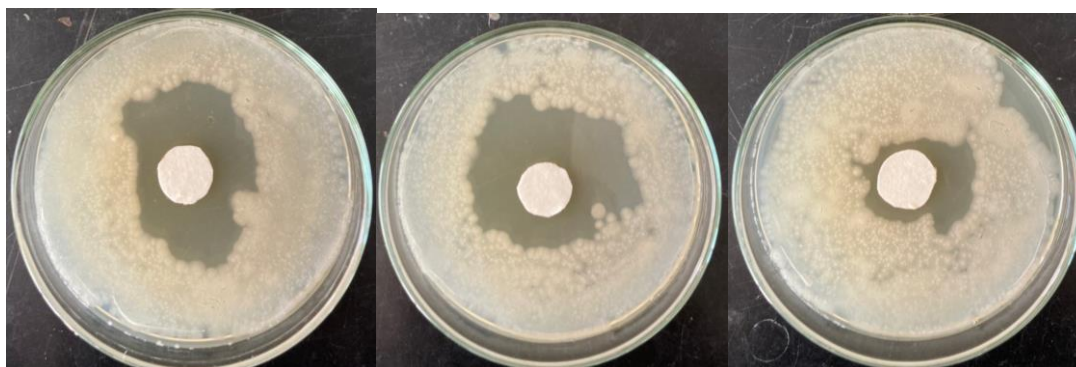


図5〈抽出液に浸したペーパーディスクを置き、納豆菌を培養した時の様子〉  
左から2.7 cm, 3.6 cm, 2.2 cmの直径の阻止円が見られた

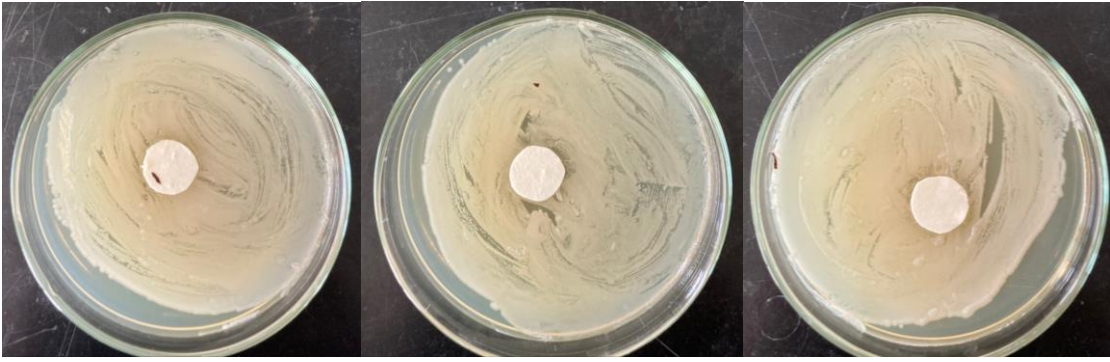


図6〈抽出液に浸したペーパーディスクを置き、クロカビを培養した時の様子〉  
阻止円は見られなかった。

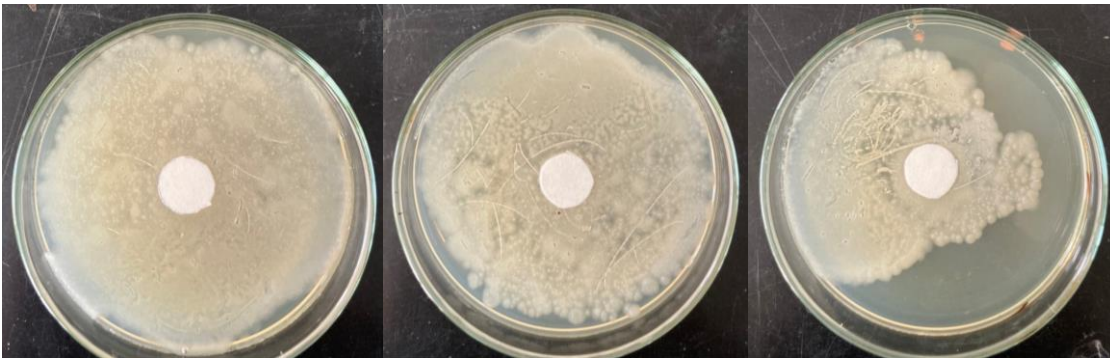


図7〈水に浸したペーパーディスクを置き、納豆菌を培養した時の様子〉  
阻止円は見られなかった。

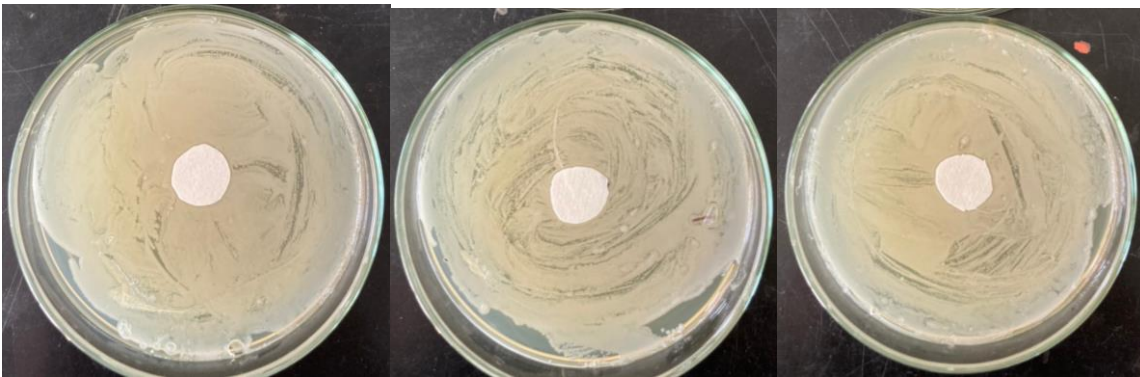


図8〈水に浸したペーパーディスクを置き、クロカビを培養した時の様子〉  
阻止円は見られなかった。

#### 考察

結果より、レモンの皮の抽出液に浸したペーパーディスクを置いて、黒カビを培養したとき、阻止円はできなかったことから、この抽出液に黒カビの発生を抑制する作用はないと考えられる。また、納豆菌を培養したとき、抽出液に浸したペーパーディスクの周りに阻止円ができたことから、この抽出液は納豆菌の発生を抑制する作用があると考えられる。

リモネンは、枯草菌に対する抗菌作用があるといわれるため、枯草菌の一つである納豆菌に対して抗菌作用がみられたのではないかと考えられる。

#### 6. 結論

レモンの皮の抽出液には納豆菌を抗菌する作用があった。

## 7. 参考文献

1) 『微生物基礎』 中西載慶・川本直樹・佐々木一憲・篠山浩文・丸井正樹・安田和男著(実教出版)

2) 実用化に向けた精油の殺菌抗菌効果の解析 その1. タイムレッド

福岡県立大学看護学研究紀要 芋川浩・平神摩紀・松崎里咲・村瀬美晴

[https://www.fukuoka-pu.ac.jp/academics/nurse/bulletin2/13\\_1pdf/13\\_1\\_75.pdf](https://www.fukuoka-pu.ac.jp/academics/nurse/bulletin2/13_1pdf/13_1_75.pdf)

3) レモンの健康効果に関する研究の動向 県立広島大学保健福祉学部誌

県立広島大学保健福祉学部看護学科 堂本時夫

<http://harp.lib.hiroshima-u.ac.jp/pu-hiroshima/metadata/12158>

# 広告に用いる色彩の効果

神奈川県立厚木高等学校

2年 D組 9班

## 1. 背景

まず2つの事柄に興味を持った。

1,食品の色と食欲の関係についての研究

2,人の興味を引きつけるスライドや広告の効果

この2つに興味を持った経緯を説明する。

1に興味を持った理由は、お店で青色のカレーや、紫色のパンケーキなどが売られていてそれらを美味しく・食べたいと思わなかったので食品の色と食欲の関係に興味を持ったから。

2に興味を持った理由は、日常生活で広告を目にする機会が多くあり、目に止まる広告つまり、印象に残る(=違和感が生じる)広告にはどういった色彩が使われ、どのような法則があるのかについて興味を持ったから。また、そのことを解明することができれば、社会に生かせることができ、かつ、プレゼンテーションなど、その他の部門にも応用できると考えたから。

1と2の研究がそれぞれ存在しているため、1と2の2つの研究に着想を得て、発表スライドや広告における色の使い方が聞き手に与える効果について興味を持った。

## 2. 目的

広告を作成する際に、用いる色や配置の変化に起因する違和感が見る人に与える印象を調べ、違和感の効果を用いてより効果的なスライドや広告を作成できるようにすること。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

#### ・食欲を増進させる色

赤やオレンジ、黄色などの暖色系の色

暖色系の色は脳の空腹中枢を刺激して食欲を増進させる働きがある。補色を組み合わせることで暖色をより引き立てる働きがある。

#### ・食欲を抑制する色

青や紫などの寒色系の色

自然の食べ物のなかには鮮やかな青などのものはほとんどないため青などは食欲を抑える。

人間は経験上、色で食べたいか・食べたくないかを判別する。

### (2) 仮説

実験1,2について

#### 1,色について

一般的に見慣れている色のものを見ても、それに慣れているため印象に残りにくく、逆に対象の物の色を元の色の補色にして見ると、違和感が生じるため印象に残りやすくなる。

#### 2,色を変化させる対象について

スライドを占める構成要素の面積が大きい方がより見る人に違和感を与えると考えた。また、画像を変化させた方が、より視覚的に違和感が生じるのではないかと考えた。よって、背景、アイコン、文字、変化させない、の順で見る人に違和感を与えると考えた。

#### 実験3について

実験1,2にて、「印象に残る」＝「美味しそう」と受け取られていると考えられたため、食べ物の画像の色を変えてしまうと既存のイメージと異なるため、美味しそうに思われなくなった、すなわち、印象に残りにくくなっていたと考えられる。そこで、食べ物の画像の周りの色を変化させるようにした。カレーが暖色であるため、背景には寒色を用いた方が印象に残ると考えた。

#### 実験4について

実験3で暖色が背景の方が得票数が多かったため、食品の色が寒色でも実験3と同様に暖色が背景の方が得票数が多いと考えた。

#### 実験5について

実験3,4において、食べ物の画像を用いたため、「美味しそう」というファクターが入ってしまっていたと考えられる。そこで、「美味しそう」というファクターのない、車の画像を用いて実験を行った。用いた画像の車の色の同色よりも、補色を周りの色に用いたものが印象に残ると考えた。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

広告資料 投票箱 投票用紙

実験1



図1:変化なし

図2:文字の色





図3:アイコンの色



図4:背景の色

実験2



図5:変化なし



図6:文字の色



図7:アイコンの色



図8:背景の色

実験3



図9:カレー(赤)



図10:カレー(オレンジ)



図11:カレー(青)



図12:カレー(緑)



図13:カレー(黄色)



図14:カレー(紫)



図15:サラダ(赤)



図16:サラダ(オレンジ)



図17:サラダ(青)



図18:サラダ(緑)



図19:サラダ(黄色)



図20:サラダ(紫)

## 実験5



図21:自動車(黄色)



図22:自動車(青)



図23:自動車(赤)



図24:自動車(緑)



図25:自動車(青)



図26:自動車(黄色)

### (2) 手順

実験は合計で5回行った。

#### 実験1について

既存の企業のアイコンと背景を用いた広告資料について、既存のものをそのまま用いたもの(以下、変化なし)、文字の色、アイコンの色、背景の色をそれぞれ青色に変化させたものの4種類を昇降口に掲示し、厚高生を対象に、6月29日から7月7日の期間に、見た人がどれが1番印象に残ったか投票してもらった。

#### 実験2について

実験1で既存のアイコンを使用したもので、仮説と異なる結果になったと考えたため自作のアイコンを使って実験を行った。投票箱を昇降口、プレハブ棟、4階の1年生教室前の3箇所に設置し、厚高生とその保護者を対象に7月13日から7月21日の期間に、見た人がどれが1番印象に残ったか投票してもらった。

#### 実験3について

これまでの実験では「印象に残る」＝「美味しそう」と受け取られてしまっていたため、変化させなかったものが最も多くの票を集めたと考えられる。そこで、広告の画像に用いるカレーの位置や色は変えずに、その周りの色を変えれば、「印象に残る」＝「美味しそう」という受け取られ方をしても想定通りに票が集まると考え、10月27日から10月31日の期間に実験を行った。

#### 実験4について

実験3において、暖色が多く票を集めた。この結果から暖色が、印象に残るという点において単純に有利なのか、もしくは用いる食べ物の画像に左右されるものなのかについて調べる為に、カレーの画像からサラダの画像に変えて11月2日から11月10日の期間に実験3と同様の実験を行った。

#### 実験5について

今まで実験を行ってきた食べ物を使ったアンケートでは「美味しそう」という要因が入ってしまっていた。それを防ぐために実験3、4でアンケートを行ったが、これだと私たちの本来の目的である、違和感を覚えさせることによって見た人に強い印象を与えるということからずれてしまっていたので「美味しそう」という要因がない自動車を使って11月10日から11月15日の期間に実験を行った。

## 5. 結果と考察

表1:実験1の結果

変化なし	文字の色	アイコンの色	背景の色	無効票
83	22	5	16	13

#### 実験1(対象:厚木高校全校生徒)

実験1では既存の企業のアイコンを使用した。変化させない広告が最も印象に残るという結果になった。この結果は予想していたものとは違ったが、その原因として、既存の企業のアイコンを用いたため、先入観があるゆえに、変化させない、つまり、普段から見る広告に票が多く集まったと考えられる。

表2:実験2の結果

変化なし	文字の色	アイコンの色	背景の色	無効票
135	20	20	55	11

#### 実験2(対象:厚木高校全校生徒及び保護者)

そこで、実験2では、自作のアイコンを用いた。だが、1回目の実験と同じく、変化させない広告が最も票を集めた。これは、「印象に残る」＝「美味しそう」と受け取られてしまったため、食品の画像の色を変化させたものは、票を集めにくかったからだと考えられる。

表3:実験3の結果

オレンジ色	51	赤色	51	黄色	50
-------	----	----	----	----	----

青色	3	緑色	2	紫色	3
----	---	----	---	----	---

実験3(対象:厚木高校2学年)

実験1,2で変化させないものが最も表を集めたのは、質問のニュアンスが曖昧で「印象に残る」=「美味しそう」という受け取られ方をしたからではないかと考えた。そのため実験3では「美味しそう」という受け取られ方をされても問題がないように広告の画像に用いるカレーの位置や色を変えずに、背景の色のみを変えて実験を行った。その結果背景の色が暖色である広告が多く票を集めた。この結果から背景に用いた暖色が、印象に残るといふ点で有利なのか、それともカレーという暖色系の食品に有利なのかが分からなかった。

表4:実験4の結果

オレンジ色	59	赤色	28	黄色	62
青色	5	緑色	36	紫色	2

実験4(対象:厚木高校2学年)

実験4では食品の色が寒色系であるサラダを用いて実験を行った。

基本的には、実験3と同じく暖色が多く票を集めたが、赤色を回りの色に用いたものは、他の寒色系の色と比べて多くの票を集めた。これは、サラダの色が緑色であり、赤色はその補色であるため、見る人に強い違和感を覚えさせ、印象に残ったためであると考えられる。

表5:実験5の結果

黄色	17	赤色	15	青色	19
青色	30	緑色	32	黄色	28

実験5(対象:厚木高校2学年)

実験5では、これまでの実験で「美味しそう」かどうか印象に残るかを判断する上で大きな要素になっていると考えられたため、その要素を含まない自動車の画像を用いて実験を行った。すると、用意した3つの画像すべてにおいて、自動車の色の補色を周りの色に用いたものが多く票を集めた。これは、印象に残るかを判断する際に、「美味しそうか」が要素として含まれなかったためだと考えられる。

## 6. 結論

用いる画像の主な色に対して、補色の関係にある色を背景等に用いると見る人に強い違和感を覚えさせることができ、印象に残りやすい。

しかし、広告に用いられる画像によって、印象的かどうかを判断するファクターが異なり、それに合わせて背景の色などを選択する必要がある。

## 7. 参考文献

仕事に効く！相手の興味を引くための心理学

[https://www.eyecity.jp/eye\\_psychology/vol113/](https://www.eyecity.jp/eye_psychology/vol113/)

青色の食欲減退効果に関する研究

[https://lab.kuas.ac.jp/~jinbungakkai/pdf/2013/p2013\\_03.pdf](https://lab.kuas.ac.jp/~jinbungakkai/pdf/2013/p2013_03.pdf)

味の素株式会社 トスサラ®マガジン

<https://tosssala.ajinomoto.co.jp/2016/03/post.html>

# ちりとり大改造

## ~ちり通りの形状とごみの集塵率の関係~

神奈川県立厚木高等学校

2年 D組 10班

### 1. 背景

ちり通りの厚みとごみの収集量の関係性のデータ及び、津波における海岸の地形による波高の変化を踏まえ、ちり通りの先端の形を変えることでごみを効率的に集めることが出来る可能性が示唆される。

### 2. 目的

最もごみがよく入るちり通りの形状を発見し、実際に高校の掃除時間で役立て、時間短縮、衛生面向上を図る。

### 3. 仮説

#### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

一般的にリアス海岸では津波の被害が大きいと言われている。それは海岸の形が入り組んでいるからである。そこで、海岸の形と波高の関係性を調べると、袋型、直線型、U字型、V字型の順に波高が高くなっていく。

#### (2) 仮説

津波の波高が最も高くなるV字型のちり通りが最もごみの集塵率が高くなる。

### 4. 方法

#### (1) 実験材料

ほうき、ちり通り（どちらも100均のミニサイズプラスチック製）（ちり通りは予め底を切り取ったもの）、下敷き（100均のA4サイズ3枚）、小麦粉(10.00 g)、グラウンドの砂（ざるでふるいにかけて粒の小さいもの20.00 g）、はさみ、カッター、やすり、電子はかり、トレー、ガムテープ

#### (2) 手順

- 1) 下敷きをちり通りの底の形に切り取り、ビニールテープでちり通りと固定する。（下敷きは先端部分の形をかえたものを4つ作る）（形はU字型とV字型でそれぞれ浅いものと深いものを2つずつ）
- 2) 実験を行うトレー（洗って綺麗にし、あらかじめ重さを計ったもの）を準備し、トレー上にグラウンドの砂20.00 gを撒く。
- 3) トレー上に残った砂を予め切り取り重さを測っておいたガムテープにつけて集め、ごみの重さを求め記録する。これを班員5人それぞれし平均をだす。
- 4) 1~3の手順を小麦粉10.00 gでやる。その後、先端の形を変え一連の動作を繰り返す。

ちり通りの形状はそれぞれ以下のものを作った。先端の深さはそれぞれ深いものは4.1cm、浅いものは2.6cmになった。





図1 V字型1

図2 V字型2

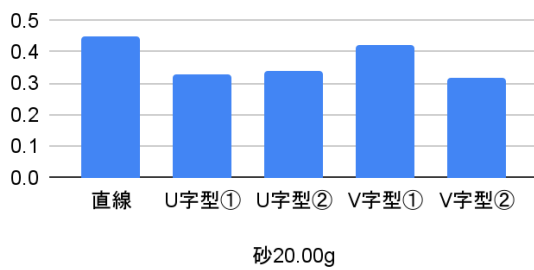
図3 U字型1

図4 U字型2

## 5. 結果と考察

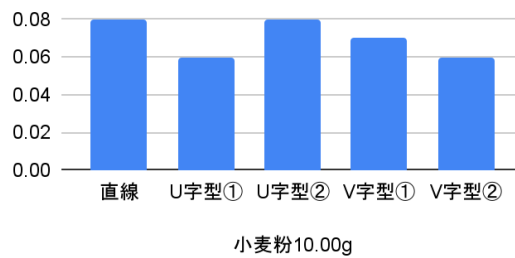
それぞれのちりとりのごみの集塵量は下記の通りになった。

砂20.00g



グラフ1 残った砂の平均

小麦粉10.00g



グラフ2 残った小麦粉の平均

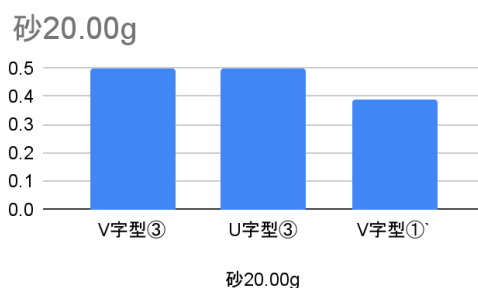


図1 V字型2のちりとりで収集した後に残った小麦粉

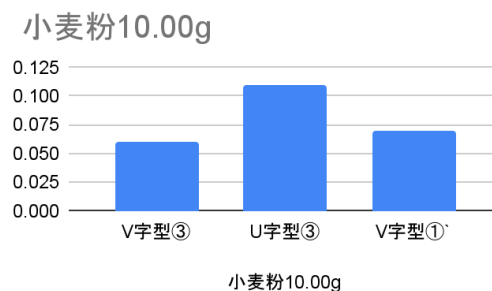
それぞれのグラフからごみの収集力が優れているのは、U字型1とV字型2だと分かった。2つの集塵量の平均は殆ど同じであった。U字型は深いもの、V字型は浅いものがよく収集した為さらに詳しく調査する為追加で以下の実験を行った。

深さ5, 2cmのU字型3と1, 3cmのV字型3を作り実験を行う。また図1から分かるように、V字型は角の狭い部分にごみが溜まってしまうと考え、やすりをかけ丸くしたV字型1（深さはV字型1と同じ）も作り実験を行う。

結果は以下の通りになった。



グラフ3 残った砂の平均



グラフ4 残った小麦粉の平均

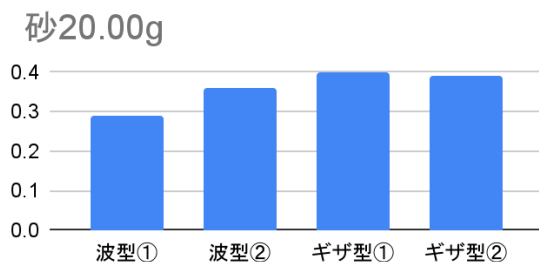
グラフ1, 2, 3, 4を比較してみると、ごみの収集

力が上がったのは、V字型3が小麦粉を収集した時のみであった。また、角を無くしたV字型1はV字型1に比べてどちらも残ったごみの平均が下がっているため、効果があったと思われる。

この結果から、V字型、U字型どちらも深すぎると角や窪みの部分にごみが溜まってしまい、浅すぎると傾斜の部分にごみが溜まってしまわないかと考えた。また、U字型もV字型もごみを一か所に集める形状でありちりとりで乗り切れないごみが溜まってしまっていた。このことから、ごみが集まる場所を増やして、ごみを分散させる形状が最適なのではないかと考えた。この考察から以下の追加研究を行った、

U字型を2つに組合わせた、波型1と3つの波型2。同様にV字型を組合わせた、ギザ型1、ギザ型2を作り実験を行う。

結果は以下の通りになった。



砂20.00g



小麦粉10.00g

グラフ5 残った砂の平均

グラフ6 残った小麦粉の平均

グラフ1, 5を比べてみると砂の場合は波型1のみどの形状よりも多くごみをとることが出来た。しかしそれ以外の形状はあまり収集することが出来なかった。しかし、小麦粉の場合では波型1とギザ型2がどの形状よりも良く収集することが出来た。このことから、ごみの大きさや種類によって最も適した形状が有るのではないかと考えることが出来た。

今回の実験において最もごみを収集出来たのは、砂の場合だと波型1。小麦粉の場合だと、波型2とギザ型2が殆ど同じ値で最も収集率が良かった。砂と小麦粉を総合して考えると、収集する事が出来るのは、V字型2とU字型1であった。

## 6. 結論

ごみの収集力を上げるちり通りの形状は、U字型の場合は深く、V字型の場合は浅いものがごみを収集しやすい傾向にあるが、それぞれ一定の限度を超えると収集力は下がる。また角を無くす、ギザギザや波といったごみが分散する形を取り入れる等の工夫により収集力を上げることが可能である。又、ごみによってもっともとりやすいちり通りの形状は変わる。

## 7. 参考文献

厚木高校72期2年AB組物理5班の研究

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/30abp.pdf>

TOPPAN 防災のこころえ 第17章 津波のメカニズム

[https://www.toppan.co.jp/bousai/shiru/03\\_17.html](https://www.toppan.co.jp/bousai/shiru/03_17.html)

コンパスによる楕円の書き方

[http://www.koyamapat.jp/2021/02/14/daen\\_compass/](http://www.koyamapat.jp/2021/02/14/daen_compass/)

# キタムラサキウニ骨片の有効利用

神奈川県立厚木高等学校

2年 D組 11班

## 1. 背景

現在、ウニによる磯やけ(海藻等の食害)が問題になっている。この問題の打開策をウニ殻の利用価値を高め、非常に労力を要するウニの駆除を促進させることで、解決することが出来ないかと考え、この研究に至った。

## 2. 目的

ウニ殻の多孔質構造を利用して、断熱材として十分な役割を果たす事が可能かを調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

ウニから(殻)作る新素材 北海道立総合研究機構 よりウニ骨片が多孔質構造であることが確認されている。

### (2) 仮説

ウニ骨片を使用した試料は同物質を使用した試料と比較して、より高い断熱効果を示す。ウニ骨片は高湿度の環境において、水蒸気を物理的に吸着し、湿度を低下させる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- ・キタムラサキウニ(*Strongylocentrotus nudus*)
- ・次亜塩素酸ナトリウム
- ・炭酸カルシウム粉体
- ・小麦粉
- ・電子天秤
- ・やすり
  - ・ピーカー
- ・ノギス
  - ・温度計
  - ・湿度計
  - ・密閉容器

### (2) 手順

キタムラサキウニ(*Strongylocentrotus nudus*)の骨片を次亜塩素酸ナトリウムに漬けこみ、タンパク質を十分に溶かした後、骨片を回収し、すり鉢で細かく砕いた。この操作により得られた粉体と炭酸カルシウム粉体を各30.0g電子天秤で測りとった。また、それぞれ同様に量りとった小麦粉20.0gと混合し、水約20mLとを加えて十分に溶かした。それぞれ同一の形状の容器に入れ、十分に乾燥させ固めた。

この操作により得られた試料をそれぞれやすりで削り、表面の凹凸を無くすとともに、ノギスを用いて厚さが一様である事を確認した。

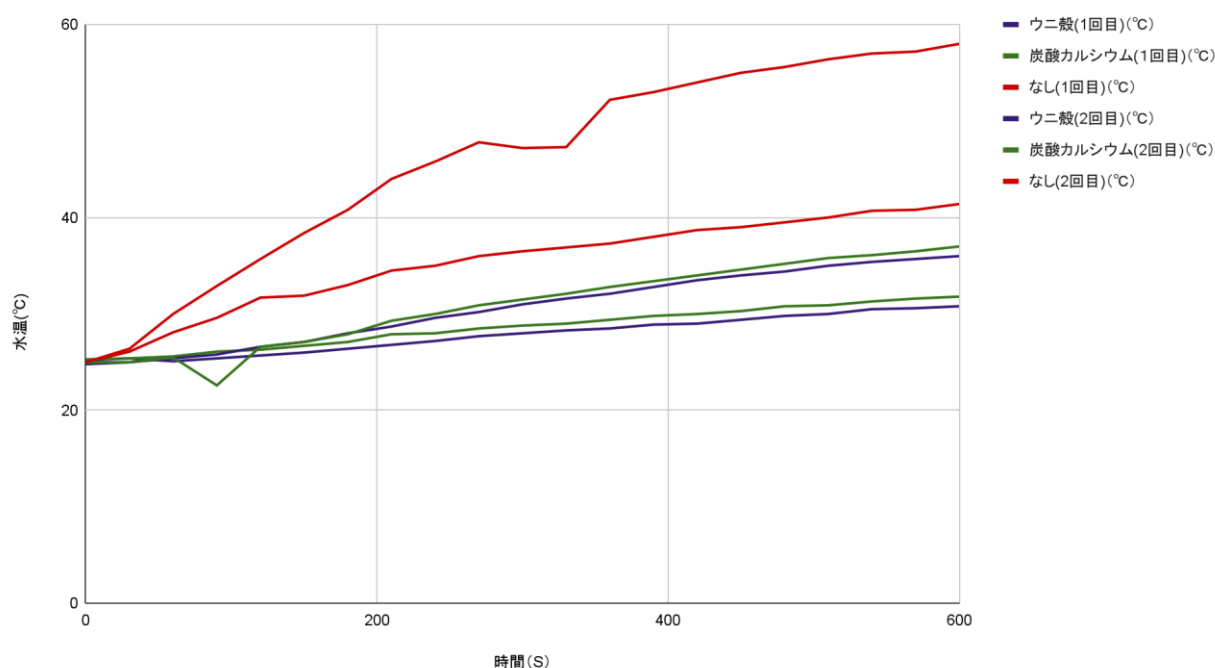
ホットプレートの上に上記の試料を乗せ、その上にそれぞれメスシリンダーで量りとした水100mLを入れたビーカーを乗せた。また比較材料として、直接ホットプレートの上に同じく水100mLを入れたビーカーを置いた。

上記のビーカーにおける水温を温度計で測定し、30秒毎に記録した。

密閉された保存袋を2つ用意し、それぞれ湿度計を入れた。そして片方はウニ骨片を入れた。それぞれを呼気で満たして湿度の変化を調べた。

## 5. 結果と考察

各試料における温度変化の推移



ウニ殻と炭酸カルシウムでおよそ1°Cほどの差が出たが、誤差の範疇にとどまり、T検定を行ったところ、有意差がみられなかった。

また、湿度の変化はウニ骨片を入れたものが71%から73%に変化し、入れてないものが73%から73%に変化した。これもT検定を行い有意差を調べたが、認められなかった。

断熱性能が認められなかった原因は、孔の大きさが小さく、輻射を防げなかったことが原因だと考えられる。

吸湿性能が認められなかった原因として、ウニの多孔質構造は孔と孔が連続している連続気泡の構造であり、水蒸気を物理的に吸着し続けることに向いていないからだと考えられる。また、この構造によって、対流が生まれてしまったことも、断熱性能が高くならなかった原因だと考えられる。

## 6. 結論

ウニ骨片構造は断熱性能、吸湿性能ともに認められなかった。一方で吸着に関しては、水中における特定の物質の吸着性能は認められている。よって水中においては、今回活用出来なかったウニ骨片の連続気泡を有効活用できる可能性があると考えられ、研究の余地があると思われる。

## 7. 参考文献

ウニから(殻)作る新素材 北海道立総合研究機構

<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/att/dayori9lunikara.pdf>

断熱材の仕組みとは 人と住まいの健康のために 旭化成建材

<https://www.asahikasei-kenzai.com/akk/insulation/customer/neo/point/5-1.html>

2002 8月号/技術資料(遠藤・田口～) ○41-46

<https://thesis.ceri.go.jp/db/files/0005408060.pdf>

有機肥料を用いた養液栽培の効率化  
—硝化菌の成長速度と酸素供給量の関係—

神奈川県立厚木高等学校

2年D組 12 班

## 1. 背景

今日植物工場などで行われている養液栽培は主に化学肥料(無機肥料)で行われている。ただ化学肥料を使いすぎると人にも環境にも負担がかかる。この問題を解決するために、有機肥料で養液栽培を行おうと考えた。しかし今の技術では、栽培できるようになるまで準備に二週間かかる。この準備期間を短くしようと考え、酸素の供給量に着目した。

## 2. 目的

硝化菌を早く培養するため、硝化菌の培養が最も速く進む酸素の供給量を調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

酸素不足では養液栽培の過程で加える有機質肥料が腐敗して悪臭を生じさせるため、養液栽培層に酸素を加えることが必要だが、酸素がある状態では発酵が抑制される。

### (2) 仮説

今回の実験では養液栽培を実際に行うときにどれくらいの酸素を供給することが望ましいかを調べるため、酸素の供給量で仮説を立てる。仮説を立てるため、予備実験を行った。(下記の予備実験の項目)

予備実験より、酸素を1.2 L/分で出す条件において、10 秒間ずつ酸素を出す、出さないを繰り返す、つまり0.6 L/分で酸素を供給するのが良い。

## 4. 方法

### 予備実験

#### (1) 実験材料

2 Lペットボトル3 本

ルッコラの種

エアーポンプ(酸素を1.2 L/分で出す) 2 つ

スポンジ 3 枚

水

土(部室棟近くのもの)



## (2)手順

1. 2 Lペットボトルをすべて三分の二の高さに切った。
2. すべてのスポンジをペットボトルの底面の大きさに合わせて切った後切り込みを入れ,1 cm間隔で1枚あたり15 粒のルッコラの種を入れた。
3. 1のペットボトルに水約1 Lと土30 gを入れ,2のスポンジを浮かべ動かないようにした。
4. 3のペットボトルを第1理科講義室の前の廊下窓側に固めて置いた。  
それぞれのペットボトルの供給する酸素量を変えるため,3 つのペットボトルをそれぞれ以下のようにしておいた。
  - ①エアレーションを入れない
  - ②エアレーションを入れて10 秒ごとに酸素を出す,出さないを繰り返す設定にし,供給する酸素の量を③の二分の一にする
  - ③エアレーションを入れて常に酸素を出す設定にする
5. 電源はモバイルバッテリーを使い,バッテリーを交換しながら常に充電がされるようにした。
6. 平日毎日朝8 時30 分頃,発芽している種の数进行を数える。土日も学校にいる時間があれば計測し,計測した時刻も記録した。  
期間は7/8(木)から7/21(水)

## 発芽と長さの定義

発芽 種子からの芽が目視できるようになること

長さ 茎の長さ(種子の上から葉の始まる場所まで)



図1 実験の様子

## 仮説に基づく本実験

### (1) 実験材料

- ・空の2 Lペットボトル3 本
- ・水
- ・土(三剣広場付近より採取)
- ・エアポンプ(酸素を1.2 L/分を出す)2 つ
- ・バイコムスターターテストキット

### (2) 手順

1. 3 つのペットボトルにそれぞれ水1.5 Lずつ入れた。
2. 1に土を50 gずつ入れて時間を置いた。
3. バイコムスターターテストキットを用いて,アンモニウムイオン,亜硝酸イオン,硝酸イオンの濃度を測定した。
4. 3 本のペットボトルそれぞれに次のような設定にしたエアレーションを入れ,第一理科講義室の前の廊下窓に置いた。
  - ①エアレーション等を何も入れなかった。

②エアレーションを入れ、インターバルモード(10 秒間酸素を出し、10 秒間止まるを交互に繰り返す設定)にした。

③エアレーションを入れ、常に酸素を出す設定にした。

電源にはモバイルバッテリーを用い、常にそれぞれのエアレーションが動作しているようにした。

5. 11/1(月)から11/10(水)の間置いておく。

6. 最終日にバイコムスターターテストキットを用い、アンモニウムイオン、亜硝酸イオン、硝酸イオンの濃度を測定する。

## 5. 結果と考察

### 予備実験

#### 結果

表1 発芽した種子の数

	①	②	③
7/9(金)	0	0	0
7/10(土) 13時	0	4	4
7/12(月)	5	13	14
7/13(火)	6	13	14
7/21(水)	9	13	14

記載のない日は前回の計測時と同じ数

表2 ルッコラの長さ(単位:cm) (7/21計測)

	①	②	③
種子1	2.0	1.8	1.7
2	2.4	2.1	1.8
3	2.7	1.9	2.3
4	2.4	2.0	1.0
5	1.3	1.7	2.2
6	1.5	2.2	1.5
7	2.5	1.0	2.0

8	1.8	1.7	1.6
9	1.2	2.0	1.8
10		1.0	1.7
11		1.3	2.8
12		1.8	1.0
13		1.4	0.8
14			1.4

表3 ルッコラの長さの平均値 (cm)

	①	②	③
平均値	1.0	1.27	1.18

### 考察

②と③では発芽数にほとんど差は見られないが、②の方が長さの平均値が大きいことから、今回最も育ったのは②と考えられる。酸素を供給しない状態や、供給しすぎる状態では菌の成長が抑制される。

### 本実験

#### 結果

表4 実験前のイオン濃度

	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (単位:mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (単位:mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (単位:mg/L)
実験前	1.5	0.5	5

表5 実験後のイオン濃度{ ( ) 内の値は実験前からの差}

	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (単位:mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (単位:mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (単位:mg/L)
①エアレーション無	4 ( <u>+2.5</u> )	1 ( <u>+0.5</u> )	30 ( <u>+25</u> )
②インターバル	0.3 ( <u>-1.2</u> )	1.5 ( <u>+1.0</u> )	45 ( <u>+40</u> )
③常時エアレーション	2.0 ( <u>+0.5</u> )	1.5 ( <u>+1.0</u> )	45 ( <u>+40</u> )

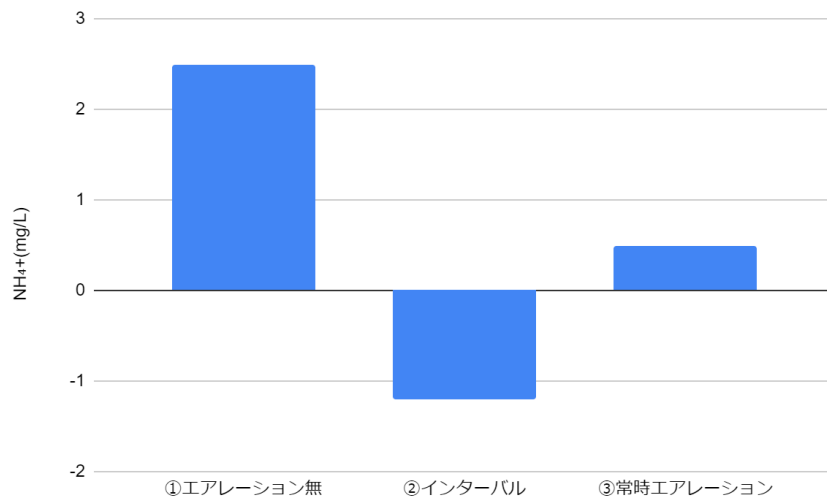


図2 アンモニウムイオンの増減量

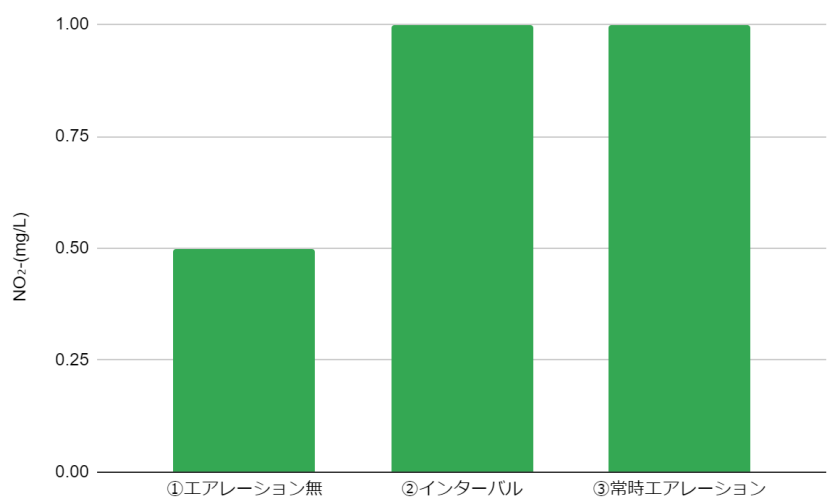


図3 亜硝酸イオンの増減量

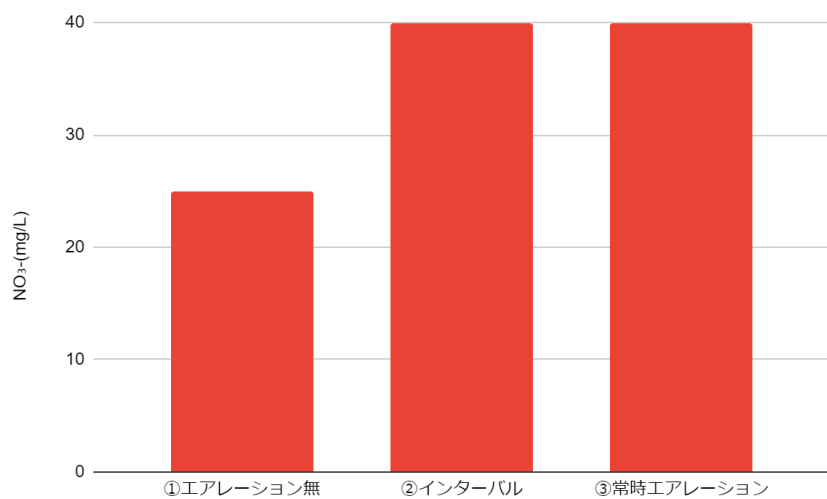


図4 硝酸イオンの増減量

## 考察

①②③いずれにおいても亜硝酸イオン、硝酸イオンの濃度が高くなっていたことから、菌は成長できている。

②と③の硝酸イオンの濃度は数値上はほぼ同じであったが、②の方がキットで測定したとき色が濃かった。このキットでは色が濃いほうが濃度が大きいことを示す。③に比べ、②はアンモニウムイオンの濃度が低く、硝酸イオンの濃度が高い。よってアンモニウムイオンが亜硝酸イオン、硝酸イオンに変えられていた量が多いと言えるため、今回の実験で菌の成長が最もあったのは②と考えられる。

## 6. 結論

硝化菌の成長には酸素の供給が必要であり、0.6 L/分で酸素を供給することで酸素を供給しない状態や1.2 L/分で酸素を供給する状態よりもよく成長する。

## 7. 参考文献

農研機構 野菜花き研究部門 有機肥料による養液栽培技術の開発 -化学肥料を使わず有機肥料だけの養液栽培が可能に-

<https://www.naro.go.jp/laboratory/nivfs/joho/vegetables/cultivation/02/index.html>