

# 味覚を応用した除草と雑草抽出物の応用

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 1班

## 1. 背景

家の庭や学校の敷地内に大量に生える雑草の一種である葛に味覚が存在するかを調べ、ネットやフェンスへの巻き付きを防ぐ方法を見出したかった。しかし標本となる葛の不足や葛がうまく成長しなかつたことから葛の持つ防カビ作用について注目した。

## 2. 目的

葛の葉に含まれる物質(カテキン)を利用し、葉から抽出した液(葛茶)を抗カビ剤として自ら培養した黒カビを除去できるか確かめる。また葛の防カビ作用の強さを緑茶と比較して調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

茶葉に含まれるポリフェノール類の一種で、タンニンという緑茶の渋み成分の一種であるカテキンに含まれるエピガロカテキンガレートとエピガロカテキンの強い抗酸化力はカビの繁殖を防ぐ効果がある。

### (2) 仮説

緑茶と同様にカテキンを成分として持つ葛の葉から抽出した液(葛茶)を自ら培養した黒カビにたらすと黒カビの繁殖を抑止することができる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

葛葉(葛茶用)、黒カビ(自ら培養)、緑茶(比較用)

### (2) 手順

#### 準備A. 茶の作成

- ①中間実験で育てた葛から葛の葉を取り、軽く洗う。
- ②電子レンジで乾燥を2,3回繰り返し、乾燥したものを手で碎く。
- ③フライパンで加熱して煎る(右の画像1)。
- ④①～③で作成した茶葉から0.8 gとり、沸騰させた水道水100 mlで茶を作る。
- ⑤市販の緑茶の茶葉から同様に茶を作る。

#### 準備B. ポテト培地の作成

- ①校庭の土から黒カビを採取する。
- ②1 Lに対して39 gのポテト培地から、200 mlに対して7.8 gのポテト培地を作成する。
- ③作成した培地をオートクレーブにかける。
- ④培地をシャーレに入れて固まるのを待つ。

## **実験**

- 1.準備 Bで作成した培地(5個)のうち同量の葛茶,緑茶(準備Aで作成)をそれぞれ 2個に滴らし,水を残りの1個に滴らす。
- 2.それらの経過を観察する。

## **5. 結果と考察**

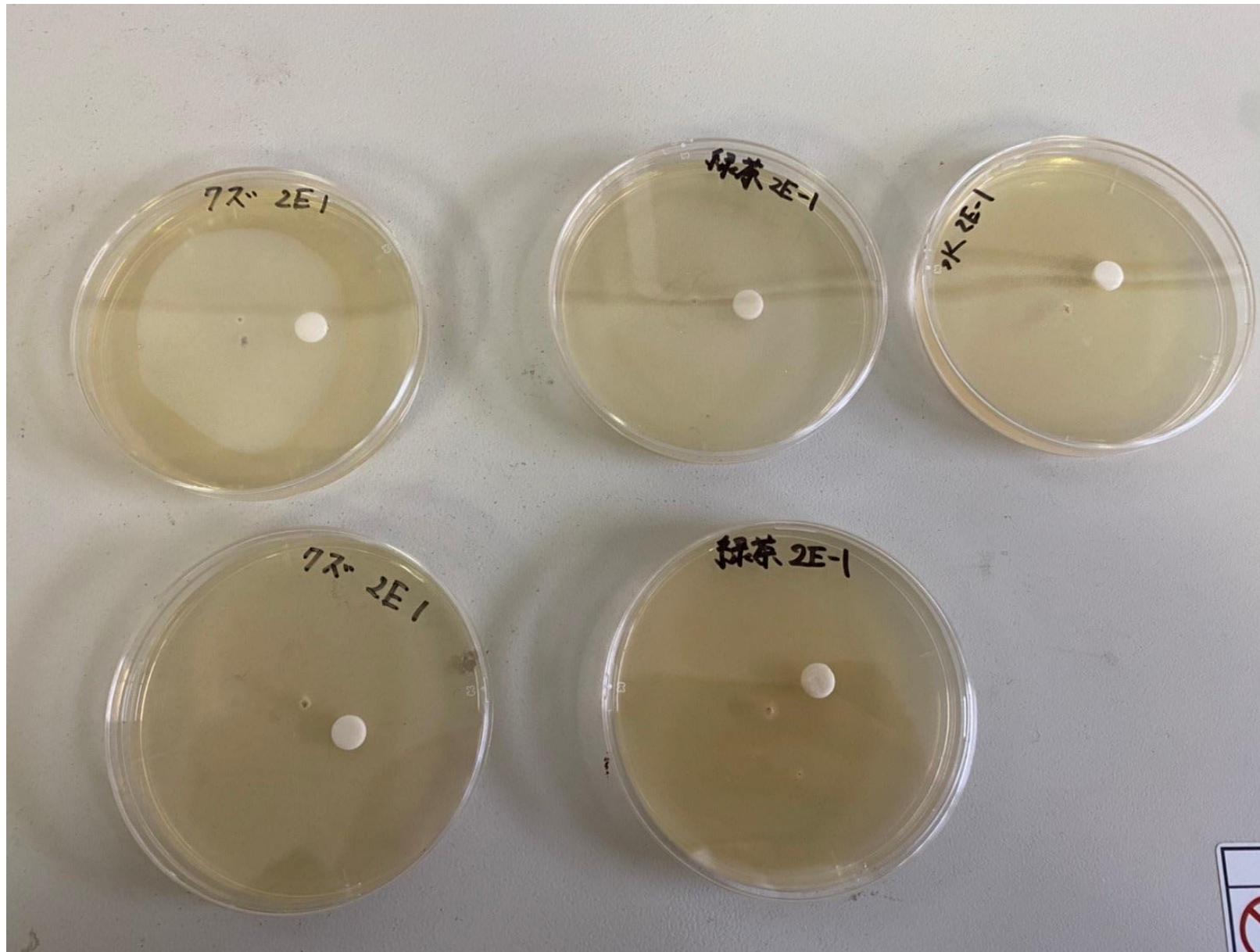


図1:実験開始(右から水、葛茶、緑茶)

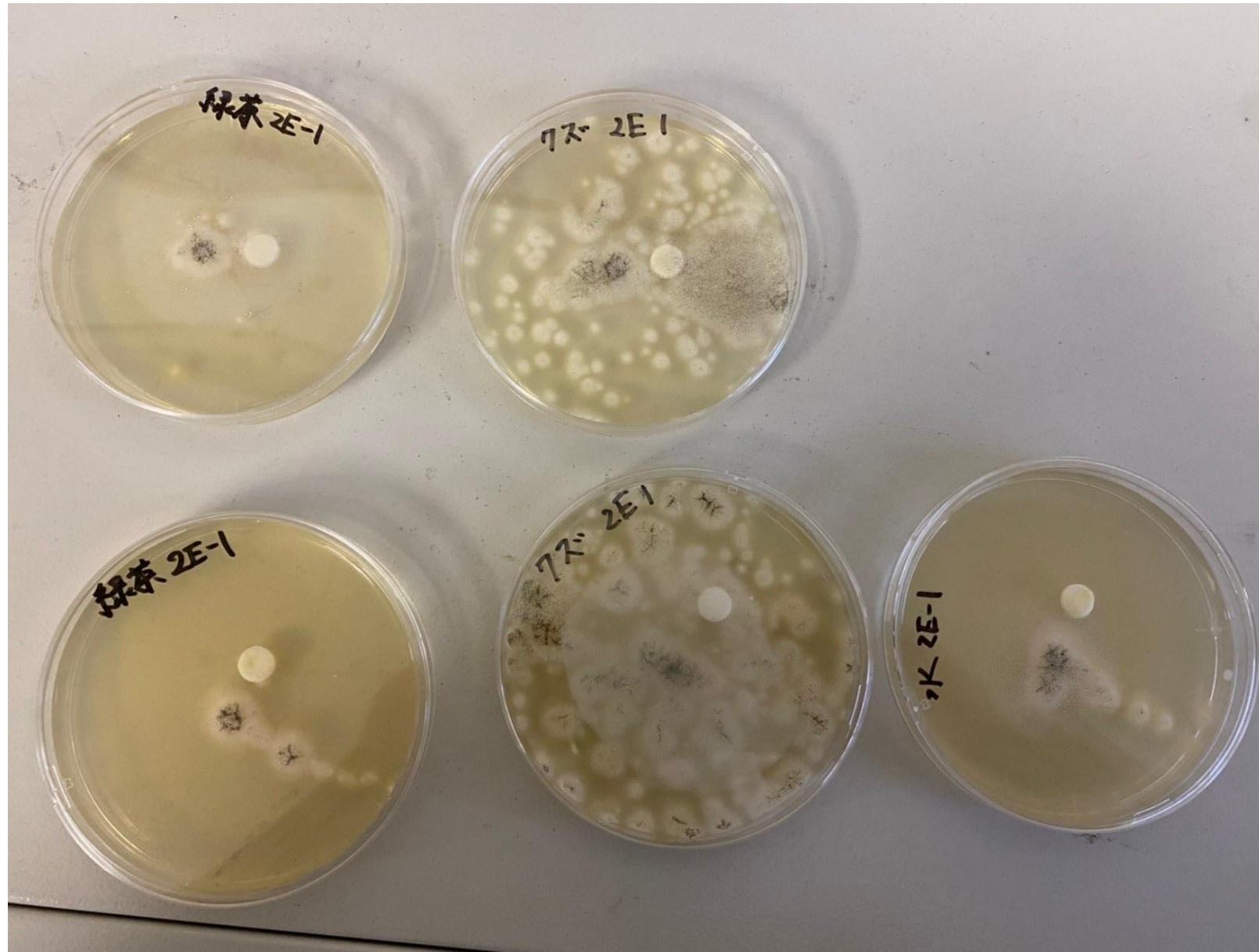


図2:2日後(右から水、葛茶、緑茶)

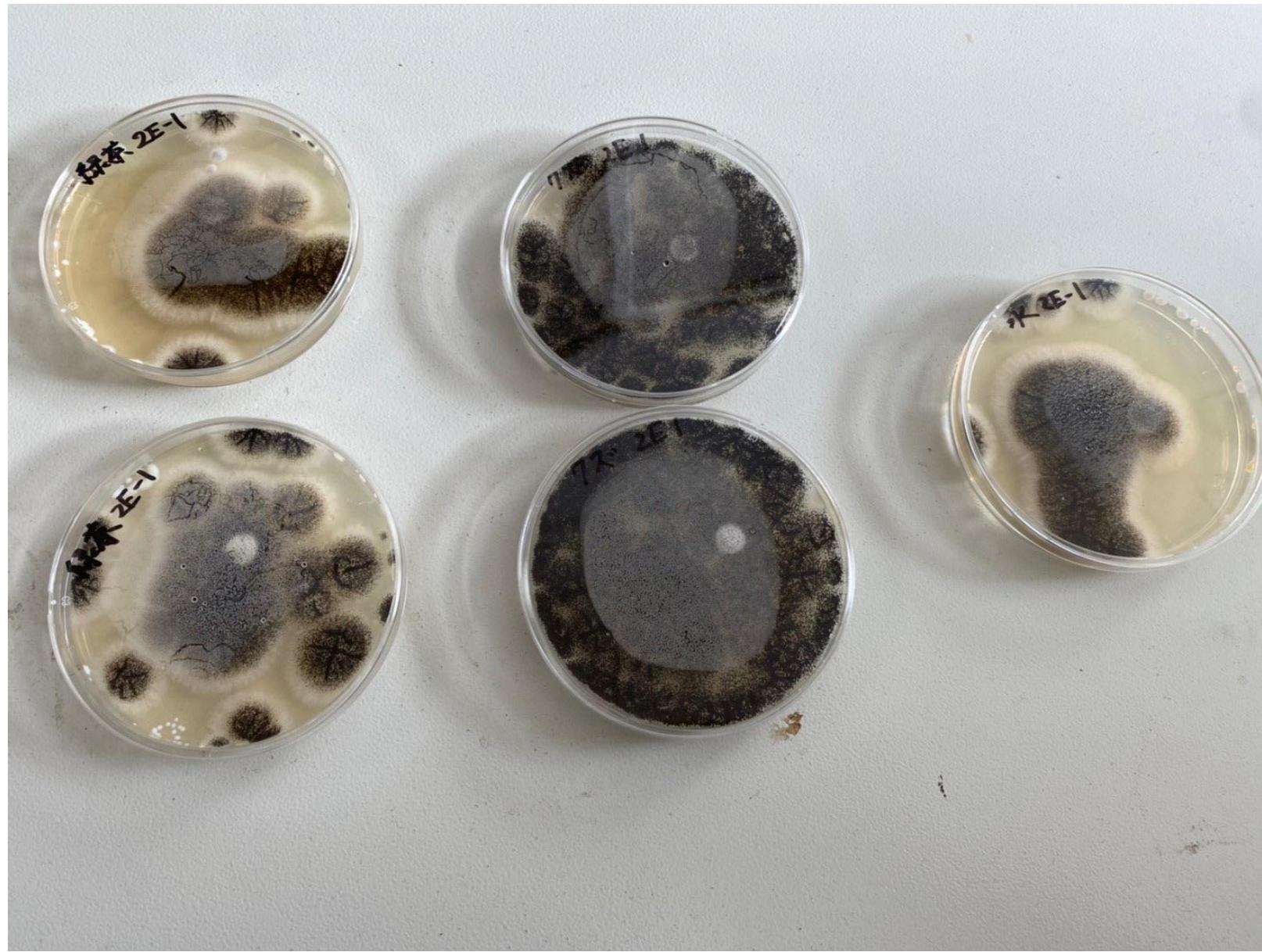


図3:3日後(右から水、葛茶、緑茶)

表1 防カビ作用があるか調べる実験の結果		
種類	緑茶	葛茶
防カビ作用	△	△

実験の結果は写真より緑茶、葛茶ともに水よりもカビが繁殖していることから、防カビ作用があるとは今回の実験からは言えなかった。しかし今回使用した緑茶が市販のものだったことや、葛茶の茶葉の作り方、葛茶の入れ方が本当に正しかったのかなど疑問が残る点が多くあった。また葛に関しては、防カビ作用があるのは葉ではなく根などの他の部分だった可能性も考えられる。

## 6. 結論

今回の実験からは防カビ作用は無いと判断した。しかし社会にはお茶に含まれるカテキンを使った防カビが期待できる商品が売られていることなどから今回の実験とは違った条件下では防カビ作用があるのではないかと考えた。

## 7. 参考文献

・茶カテキンでカビ予防できるのか | カビペディア | ハーツクリーン監修年間200万人がみるカビ取り情報サイト ([kabipedia.com](http://kabipedia.com))

<https://kabipedia.com/2469>

# バイオエタノールの新たな原料とその品種を調べる

神奈川県立厚木高等学校  
2年E組2班

## 1. 背景

近年,水力,風力,太陽光といった再生可能エネルギーが注目されている。

その中にバイオエタノールという,サトウキビ,トウモロコシ,糞などの動植物由来からバイオマスを発酵させて作ることができるエネルギーがある。そこで,私たちにもバイオエタノールを作ることができ,今バイオエタノールの精製に使われている作物よりも精製効率の良い作物を見つけることができれば社会の役に立つのではないか,と興味を持ったため実験を行った。

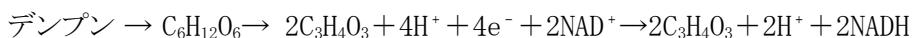
## 2. 目的

どういった作物がバイオエタノールの生産効率が良いのか,なぜその作物は精製効率が良かったのか。

## 3. 仮説

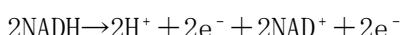
### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

デンプンからエタノールへの化学変化,エタノール発酵

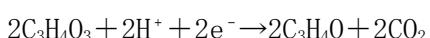


デンプンからスクロースへの化学反応では麹が,スクロースからピルビン酸への化学反応ではチマーゼが酵素として使われる。

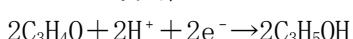
ここで生成されたチマーゼが分解される。



チマーゼの分解で発生した $2\text{H}^+$ , $2\text{e}^-$ とはじめに生成されたピルビン酸と反応する。



チマーゼ分解時の残った $2\text{e}^-$ とアセトアルデヒドが反応する。



$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ はスクロース, $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ はピルビン酸, $\text{NAD}^+$ はチマーゼ, $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ はアセトアルデヒド, $\text{C}_3\text{H}_5\text{OH}$ はエタノールを表す。チマーゼとは糖類を発酵させ,エタノールと二酸化炭素にする酵素系である。

表1 100 gあたりに含まれる炭水化物量 (g)

米	サツマイモ	大豆	タピオカ	トウモロコシ	ゴマ	ブドウ
37.1	31.5	28.2	86.7	16.8	18.5	15.7

### (2) 仮説

化学反応式から,デンプンの量に比例しエタノールが精製されることが考えられる。

また,デンプンがなくても,糖があればデンプンからスクロースへの過程を飛ばしてエタノールが精製されていくため,デンプンなどの糖に分解される物質が多いほどエタノールも多く精製されると考えた。

逆に,タンパク質を多く含む作物は,エタノール発酵の過程において糖まで分解されないため,精製効率が悪いと考えられる。

これらの事から、実験の結果の予想として、現在バイオエネルギーの原料としてよく使われているトウモロコシなどよりも、米などの方がデンプンが多く含まれているので、米などの穀類、イモ類などがエタノールの精製効率が高く、大豆などのタンパク質を多く含む作物は精製効率が低いと考えた。  
品種について、糖がエタノールに変化するので、より糖度が高い品種が生産効率が高いと考えた。

#### 4. 方法(どの作物が精製効率がいいのかについての実験)

##### (1) 実験材料

材料: 米、サツマイモ、トウモロコシ、ブドウ、乾燥大豆、ごま、乾燥タピオカ

機器: ミキサー、乾燥酵母(イースト、麹)、2000 mlのペットボトル、サランラップ、輪ゴム、アルコール測定器、鍋、ヘラ、ボウル、ザル、電子ばかり

##### (2) 手順

- (1) 茹でる前に、材料の質量を記録する。全て100 gが基本としたが、量が少なかったためサツマイモとブドウは200 gで行った。
- (2) 材料を細かくして、熱湯で柔らかくなるまで茹でる。(図1)(図2) ただし、乾燥大豆を使用し、茹で時間を短縮するため、一晩水につけておき、米は水分が蒸発するまで煮た。
- (3) 柔らかくなった材料をミキサーを使って(図3)、さらに細かくする。
  - (1) (2) (3) と同時平行、または事前にペットボトルの上部の曲線のところに切り込みをいれておく
  - (3) のあとすぐ(4) に移れるようにしておく。
- (4) (2) の材料に麹を50 g、イースト菌を10 g入れて混ぜ、2000 mlペットボトルに入れる(図4)。
- (5) ペットボトルにいれた切り込みをビニールテープで止める。(図5)
- (6) ペットボトルの蓋は閉めず、蓋部分にサランラップをかけ輪ゴムで止める。この時サランラップには小さな穴を数ヶ所開けておく。
- (7) 廊下の窓の前に4週間おいておく。
- (8) 4週間後、ペットボトル内の水分と固形物の重さを量り、アルコール測定器で5回、アルコール濃度を量る。
- (9) アルコール濃度と質量を使って、質量当たりのアルコール精製量を調べる。

7種類全ての材料について同様に行う。



図1 大豆を茹でる



図2 米とタピオカ



図3 ミキサー



図4 保存した時の様子

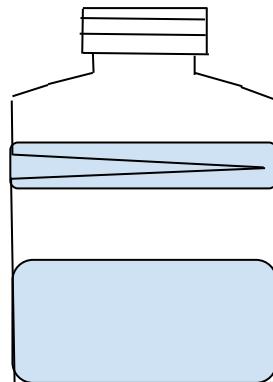


図5 ビニールテープで止めた時の様子

## 5. 結果と考察

表3 4週間放置した材料の総量,5回測定したアルコール濃度とその平均

	1回目(%)	2回目(%)	3回目(%)	4回目(%)	5回目(%)	平均(%)	総量(g)
米	17.9	18.3	18.5	18.3	18.5	18.3	358
サツマイモ	6.9	7.5	7.2	7.7	6.9	7.24	855
トウモロコシ	9	9.6	9.2	9.6	9.1	9.3	214
ブドウ	8.8	8.9	8.9	8.6	8.6	8.76	575
大豆	16.4	16.6	16.5	16.6	16.7	16.56	550
ゴマ	5.9	6.2	6	6	6.3	6.08	562
タピオカ	8	8	8.8	8.8	8.6	8.44	590

表4 材料1 g当たりのアルコール精製量

米	サツマイモ	トウモロコシ	ブドウ	大豆	ごま	タピオカ
0.65514	0.30951	0.19902	0.25185	0.9108	0.341696	0.49796

## 材料1g当たりのアルコール量(g)

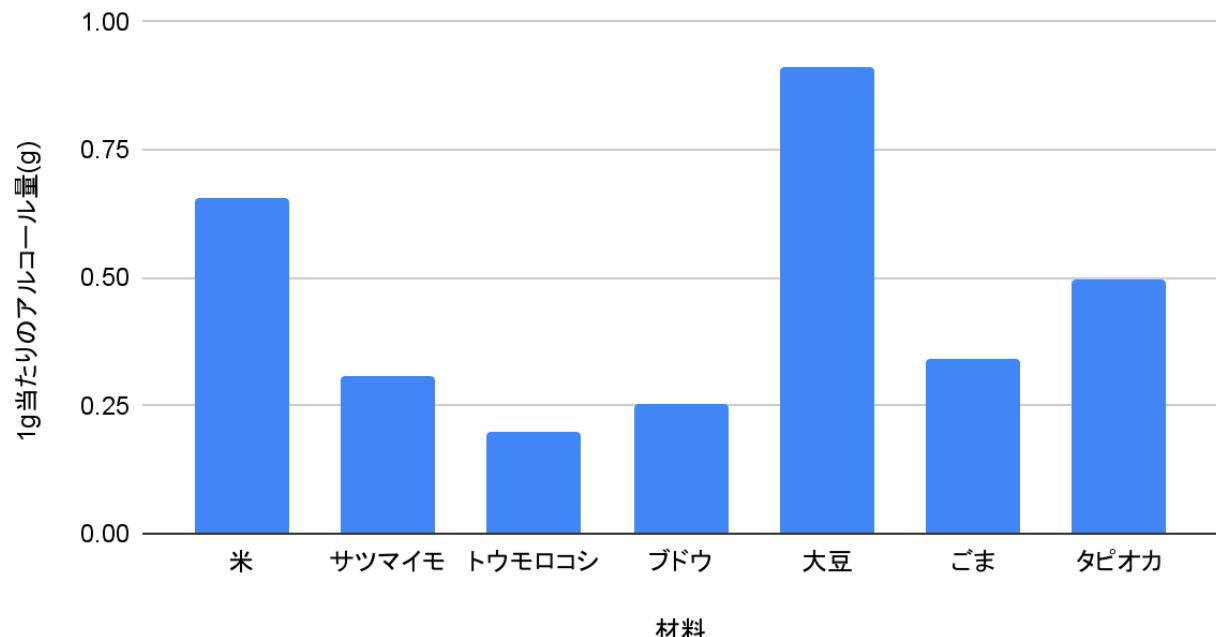


図6 材料1 g当たりの精製されたアルコール量のグラフ

表5 実験中の7月の昼間の気温(°C)と8月の昼間の気温(°C)

日付	昼間の気温(°C)	日付	昼間の気温(°C)
12	31	1	34
13	28	2	33
14	27	3	32
15	30	4	35
16	33	5	35
17	33	6	35
18	32	7	31
19	35	8	30
20	33	9	32
21	34	10	38
22	33	11	33
23	33	12	28
24	33	13	24
25	34	14	24
26	32	15	20

27	30	平均温度	31
28	32		
29	32	実験期間の平均温度	31.4
30	29		
31	33		
平均温度	31.9		

表3より測定したアルコール濃度が一番高いのは18.3%であった米であり、一番低かったのは6.08%であつたゴマであった。この表だけを見ると一番精製効率がいいのは米のように見える。だが、材料によって初めの量が違う。そこで、アルコール濃度より、1g当たりのアルコール精製量を求めた。それが、図6のグラフである。すると、一番精製効率がいいのは大豆で、二番が米であることが分かった。

大豆はタンパク質が多く含まれているので、発酵は進まないと考えていたが、実験の結果より大豆にはタンパク質に隠れているだけで他の食物に劣らない程の糖質が含まれている、アルコールになりうる脂質が多く含まれている、タンパク質の中にデンプンの化学変化の時のようなエタノールに転化しうる物質が含まれている、のいずれかであると考えられる。また、デンプン量が多い米を差し置いて大豆が一番の精製量であったのは大豆に米を上回る量のデンプンが含まれていたと考えられる。

逆に、糖がたくさん含まれているようなトウモロコシやブドウの値が小さくなってしまったのは、茹でたときに成分が外へ出て行ってしまった、ワインを作るときに長い時間をかけて作られることから、今回の実験で行った3週間という期間が短かったのではないかということが考えられる。

この考え方だとすると、短い期間でたくさんのエタノールを精製するならば大豆が一番適しているのではないかと考えられる。

私たちは次に、この実験の上で最も精製効率の良い豆の種類は何か、という実験を行った。

## 6. 仮説（どの品種が1番精製効率がいいのか）

### （1）仮説の根拠となる先行研究・原理等

今回の実験で使用するそれぞれの豆、100gあたりに含まれる糖分量、脂質量、たんぱく質量を調べた。

表7 100gあたりに含まれるそれぞれの量

	白花豆	黒豆	大豆	枝豆
炭水化物量(g)	61.2	30.8	29.5	8.9
脂質量(g)	1.7	18.1	19.7	6.1
たんぱく質量(g)	17.2	33.9	33.8	11.5
エネルギー量(kcal)	332	414	422	134

(白花豆、黒豆、大豆は製品に記載されている栄養成分表より、枝豆はえだまめ日和より引用)

### （2）仮説

一回目の実験と6(1)より、白花豆が1番炭水化物量すなわち糖質量が多いので1番精製効率がよく、枝豆が1番たんぱく質量が多いので1番精製効率が悪いと考えた。

## 7. 方法

### (1) 実験材料

材料:白花豆,黒豆,大豆,枝豆(全て乾燥)

機器:ミキサー,2000 mlペットボトル,乾燥酵母(イースト菌,麹),鍋,サランラップ,輪ゴム,ボウル,ふるい,ヘラ,ろ紙,リーピッヒ冷却機,スタンド,三脚,ガスバーナー,マッチ,小さいビーカー,枝付きプラスコ,ゴム栓付き温度計,ピペット,沸騰石,アルコール測定器,電子ばかり

### (2) 手順

- (1) 使用する材料を茹でる前の質量100 gそれぞれ量りとる.枝豆はさやから出して100 g,豆の質量を量った.  
今日は大豆18分,黒豆16分,白花豆18分,枝豆6分茹でた.
- (2) 柔らかくなるまでそれぞれ茹でる.  
今日は大豆18分,黒豆16分,白花豆18分,枝豆6分茹でた.
- (3) ミキサーを使ってさらに細かくする.  
今日は黒豆と枝豆は20秒,白花豆と大豆は30秒ミキサーにかけた.
- (4) ペットボトルに移して,イースト菌2.5 g,麹30 gを入れて混ぜる.
- (5) ペットボトルに入れた切り込みをビニールテープで止め,(図5)インキュベーターに3週間入れる.  
この時のインキュベーターの温度は29.7 °Cである.
- (6) 3週間後,少し液をとって,アルコール濃度を測定し,蒸留可能なアルコール濃度があるか確認する.
- (7) ペットボトルの上部を切り取り,逆さにしてはめ,ろ紙を蛇腹折りにして上から乗せ,発酵させた液体をろ過する.
- (8) ろ過した液を網目の細かいふるいに通してさらにろ過をする.
- (9) ろ液をそれぞれ10.0 gずつ量りとり,蒸留をする.どれだけアルコール精製されたかを調べる実験のため液がなくなるギリギリまで行う.最大蒸留時間は30 分に統一する.温度は90 °Cで行った.
- (10) 10 gあたりで精製されたアルコール量を求めて材料100 gあたりから精製された質量を求める.

今回の実験でインキュベーターに入れたのは,今回の実験を行ったのが10月下旬から11月上旬荷かけてであり,前回の実験と条件をほぼ同じにしたかったからである.また,イースト菌が最も活動的になる温度は27 °Cから36 °Cで,麹は60 °C前後がよく働くためである.



図7 蒸留の様子



図8 保存した時の様子

## 8. 結果と考察

表8 アルコール量と蒸留時間と溶液の質量

	発生したアルコール量(g)	火を止めた時間	溶液の質量(g)
大豆	8.3	24' 20	508.1
白花豆	8	17' 45	585.1
黒豆	6.9	24' 50	617.8
枝豆	7.6	18' 00	779.9

表9 3回測定したアルコール濃度(%)とその平均

	1回目	2回目	3回目	平均
大豆	1.4	1.4	1.4	1.4
白花豆	1.4	1.4	1.4	1.4
黒豆	2.6	2.6	2.6	2.6
枝豆	1.2	1.2	1.2	1.2

表10 100 gあたりのアルコール精製量(溶液とアルコール濃度から計算)

品種	大豆	白花豆	黒豆	枝豆
精製量(g)	7.11	8.19	16.06	9.36

表11 10 gあたりのアルコール精製量(精製量とアルコール濃度から計算)

10 gあたりのアルコール精製量( g )	大豆	白花豆	黒豆	枝豆
	0.1162	0.112	0.1794	0.0912

100 gあたりのアルコール精製量

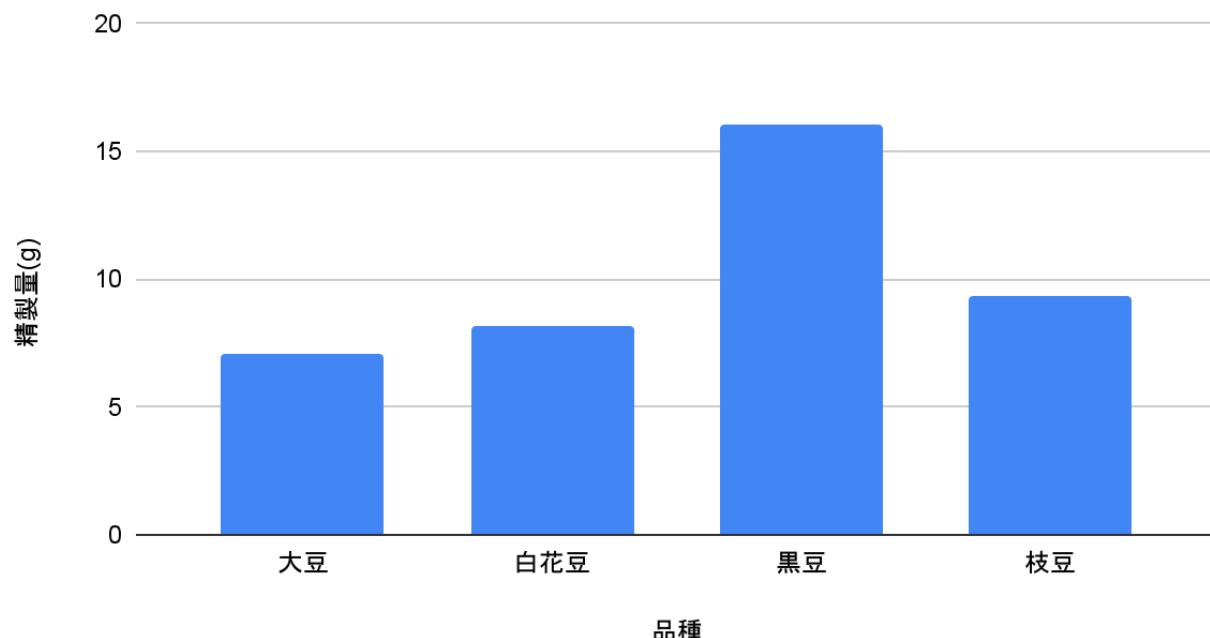


図9 100 gあたりのアルコール精製量(g) (表10より)

10 gあたりのアルコール精製量( g )

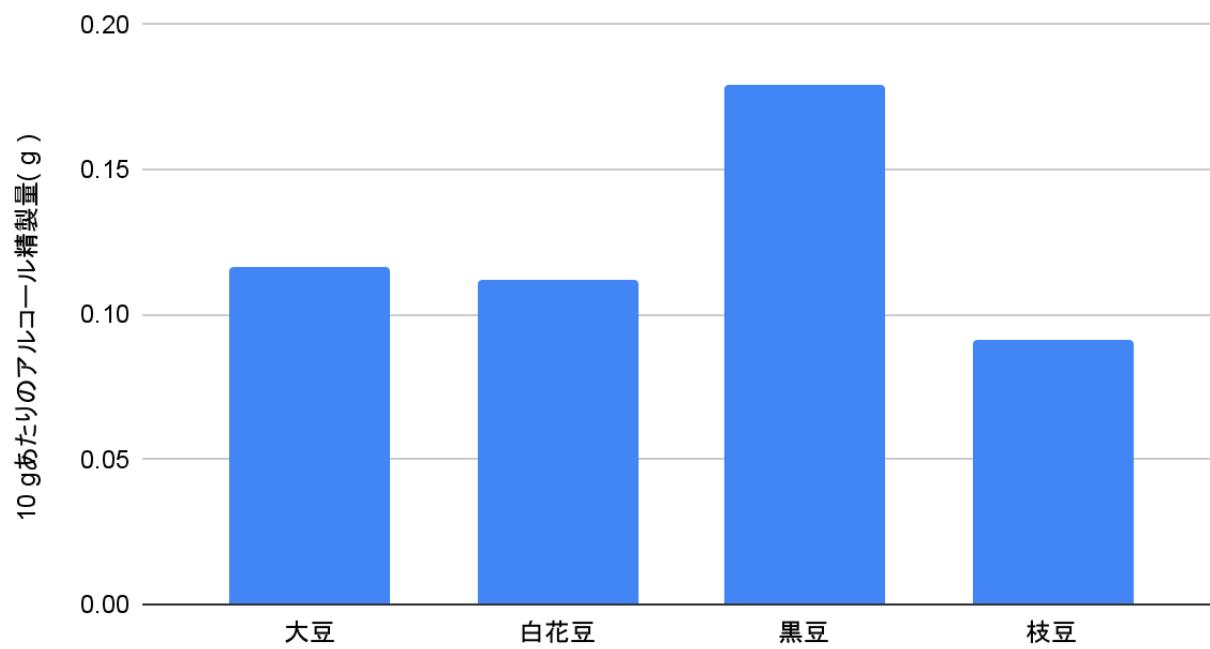


図10 10 gあたりのアルコール精製量 (表11より)



ろ過するときの実験時に、ペットボトルの中に白い綿のようなものも見られた

図11 大豆の中にあった固体物

結果より、表8より一番蒸留時に精製量が多かったのは大豆であり、一番少なかったのは黒豆であることが分かる。また、表9より、アルコール濃度が一番高いのは黒豆であることがわかる。これだけでは分からないので、100 gあたりの精製量をアルコール濃度と溶液の量から求めたものと10 gあたりの精製量をアルコール濃度と精製量から求めたものが図9と図10である。これらから、一番アルコール精製量が多いのは黒豆であることが分かる。

白花豆が一番炭水化物量が多いので精製量が多いと考えていたが、実際は黒豆が一番多かった。今回の実験では、ペットボトルに移すときに少し純水を足したがその純水の量を量らなかつたため、溶液で計算した値は正確な値ではないため、蒸留時に精製された値のグラフを見て考えると、成分がほとんど同じはずの黒豆と大豆の精製量が同じではなく、白花豆と大豆と同じであることがわかる。大豆と黒豆の差は炭水化物量とは別に、中に含まれる糖分の量が違い、黒豆のほうが多いのではないかと考えられる。または、脂質の中に含まれる何かの成分が発酵を促進するのではないかと考えられる。また、白花豆と黒豆の差は今回使用した麹とイースト菌と反応出来るデンプンや糖の量が決まっていて、その量が今回は黒豆がピッタリだったのではないかということが考えられる。または、タンパク質の中に発酵を促進する何かの成分が含まれているのではないかと考えられる。

よってこれらのことから、多くのアルコール精製が出来る条件は使用する酵母に対してちょうどいい量の炭水化物量(デンプン)や糖量、よく働く量の脂質と炭水化物量が含まれていることだと考えられる。

## 9. 結論

今回の実験の中で一番アルコール精製量が多い作物は大豆であり、その中で一番精製量が多い品種は黒豆であることがわかる。黒豆が一番精製量が多かったのは、エタノール精製にはデンプンが必要だが、デンプンとともに糖がたくさん含まれているからだと考えられる。

今回の実験では、チマーゼのほかにも発酵を促進する物質が含まれていたと仮定したときに、量がどれだけ関わるのか、ということまでは調べられなかった。次に実験するときには、この実験を踏まえてさらにどんな成分が関わるのかを調べたい。

## 10. 参考文献

カロリーSlime-栄養成分/カロリー計算

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

えだまめ日和

<http://www.edamamebiyori.com/>

神奈川県立厚木高等学校 SSH研究開発資料 1年C組4班

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/r01reportc.pdf>

ブラジルのバイオエタノールをめぐる動向

[https://www.alic.go.jp/joho-s/joho07\\_000557.html](https://www.alic.go.jp/joho-s/joho07_000557.html)

厚木市、神奈川県の天気

<https://weather.com/ja-JP/weather/monthly/l/Atsugi+Shi+Kanagawa?canonicalCityId=7f6f478abcea181ce9880bc940294062f1679dfdf05110af230a7f9efc7998b2>

# 雑草から紙を作る

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 3班

## 1. 背景

日本は2030年までに温室効果ガスの排出量を2013年度基準で45%削減を目指している。そのために温室効果ガスの一つである二酸化炭素を吸収する木の伐採量を減らし、雑草など身近な物を使って紙を作ることによって自然保護につなげ持続可能な社会づくりをする必要がある。

## 2. 目的

雑草から紙を作る方法を確立させて実際に文字を書けるような白色で強度のある紙を作る。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

酸化力が強いと漂白作用がつよくなる。次亜塩素酸ナトリウムに含まれる次亜塩素酸イオンの塩素の酸化数は+1なのに対し塩素原子の安定した酸化数は-1なので不安定で分解されやすく酸化力が強い。また、葉をたたくことで葉の表面だけでなく内部も漂白できる。デンプンには纖維と纖維を接着する効果がある。

### (2) 仮説

酸化力の強い次亜塩素酸ナトリウムで脱色するとより白い紙が作れる。葉をたたくことによって白い葉にすることでき、白い紙を作ることができる。デンプンを加えると紙の強度が上がる。

図1の雑草を用いた漂白、強度実験を4-1に書く

## 4-1. 方法

### (1) 実験材料

図1の雑草、鍋、ハサミ、包丁、重曹



図1 採取した雑草1

### (2) 手順

厚木高等学校に生えていた図1の雑草を採取した。煮た後の質量で145g採取した。雑草の根をハサミで切り、葉の部分を5cmごとにハサミ、包丁で切り水道水で洗った。鍋に水道水2000mlと重曹204gを入れ4時間煮た。また鍋の蓋はせずに吹きこぼれない程度の火力に調節し葉がすべて溶液につかるようにした。煮た後水道水で良く洗い表面の水気を取った。

どの液体が最も葉を漂白し白色に近づけるかの実験について4-1-1, 5-1-1に書く。

## 4-1-1. 方法

### (1) 実験材料

図1の雑草を煮たもの、キッチンハイター、酸素系漂白剤  
スマートフォン、スタンド、純水、水道水、シャーレ、木槌、新聞紙  
濃度5%の過酸化水素水、濃度10%の過酸化水素水

## (2)手順

どの液体が最も葉を漂白し白色に近づけるか実験した。また、葉をたたくことによって漂白されやすさに差があるのか調べた。純水20 ml、濃度5%の過酸化水素水20 ml、濃度10%の過酸化水素水20 ml、次亜塩素酸ナトリウムを多く含むキッチンハイター1 mlに純水20 mlくわえたもの、酸素系漂白剤葉さじ山盛り1杯を純水120 mlに溶かしたものとそれを別々のシャーレに入れた。酸素系漂白剤は濃度5%以上となるようにした。煮た葉から同じような色、厚さの葉を3枚から4枚ずつ取り出しそれぞれのシャーレに浸した。また上記の葉とは別に煮た葉から同じような色、厚さの葉を3枚から4枚ずつ取り出し新聞紙にはさんで木槌でよくたたきそれぞれ別のシャーレに浸した。

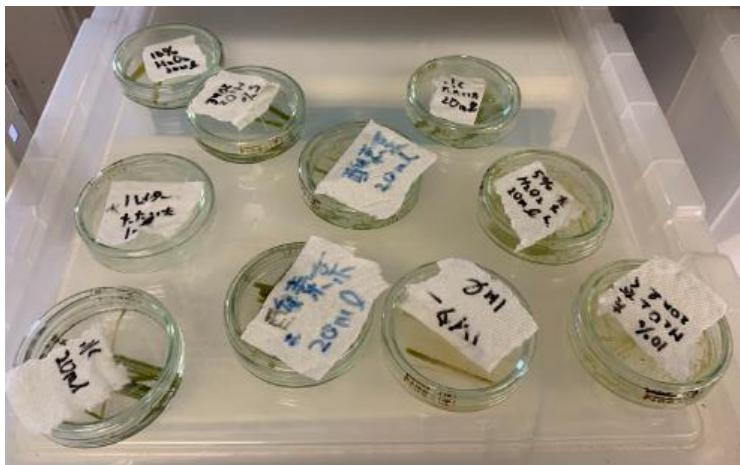


図2 シャーレで実験した様子

101 時間後にシャーレに入れた葉を水道水でよく洗い水気を取った。それらの葉のうち1枚ずつ図3のように紙に貼り付けた。また、この時煮て洗って水気をとつただけの何もしていない葉とそれを新聞紙にはさんでハンマーでよくたたいた葉を貼り付けた。

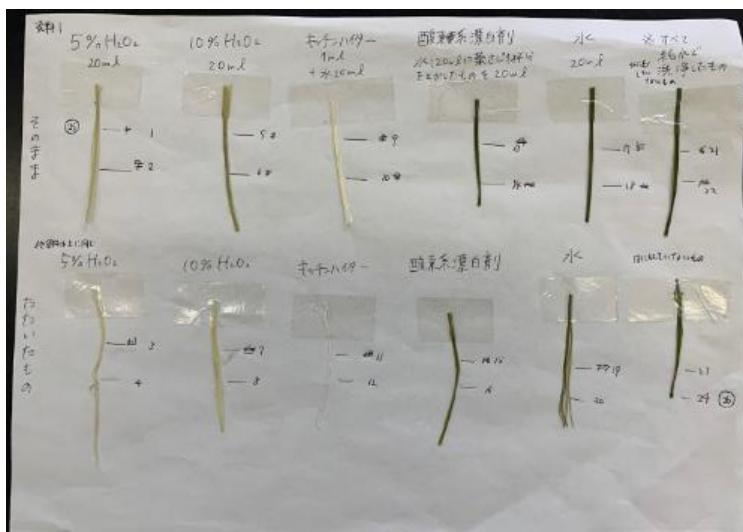


図3 紙に貼り付けた実験後の雑草

厚木高等学校化学室の窓側10班の机で14時30分にスマートフォンをスタンドに設置し30cmの高さから図3の写真を撮影し色しらべというアプリでRGB値、明度を測定しどのくらい白色に近づいたかとどのくらい漂白できたのかを測定した。RGB値とは赤のR、緑のG、青のBで表す色の表現方法である。また、明度とは色の明るさ度合いである。この時1枚の葉の上部と下部の2箇所で測定しRGB値、明度ともに平均の値を出して比較した。この時測定した場所ごとに表1、表2、図3のように数字をつけた。

表1 たたいてない葉のナンバー

	濃度5%の過酸化水素水	濃度10%の過酸化水素水	キッチンハイター 1 mlに純水20 ml 1くわえたもの	酸素系漂白剤薬 さじ山盛り 1杯を 純水120 mlに 溶かしたもの 20 ml	純水20 ml	何も していない 葉
上部	1	5	9	13	17	21
下部	2	6	10	14	18	22

表2 たたいた葉のナンバー

	濃度5%の過酸化水素水	濃度10%の過酸化水素水	キッチンハイター 1 mlに純水20 ml 1くわえたもの	酸素系漂白剤薬 さじ山盛り 1杯を 純水120 mlに 溶かしたもの 20 ml	純水20 ml	何も していない葉
上部	3	7	11	15	19	23
下部	4	8	12	16	20	24

また、以下ナンバー1とナンバー2の平均ならば平均1,2と表記した。その他のナンバーも同様である。どのくらい白色に近づいたかはRGB値の白色の値であるR 255,G 255,B 255との差と明度の白色の値である100との差を算出することで比較した。それぞれ、差が小さければ白色に近づいたといえる。どのくらい漂白できたのかは何もしていない葉のたたいていない葉は平均21,22とたたいた葉は平均23,24との変化で比較した。RGB値、明度ともに値が大きくなっていると漂白されたことになる。

### 5-1-1. 結果と考察

どの液体が最も葉を漂白し白色に近づけるかの実験について表3から表12の結果が得られた。

表1,表2のナンバーを用いている。

表3 測定したRGB値

	R	G	B
平均1, 2	184.5	174.5	102.5
平均3, 4	168.5	162.0	120.5
平均5, 6	151.0	140.5	71.5
平均7, 8	172.0	169.0	111.0
平均9, 10	213.0	206.5	175.5
平均11, 12	203.5	206.0	211.0
平均13, 14	75.5	81.5	22.5
平均15, 16	59.5	64.5	8.5
平均17, 18	100.0	107.0	42.5
平均19, 20	128.0	125.0	66.0
平均21, 22	89.5	100.0	24.5
平均23, 24	65.5	69.0	17.0

表4 白色の値であるR 255,G 255,B 255とのRGB値の差

	R	G	B
平均1, 2	-70.5	-80.5	-152.5
平均3, 4	-86.5	-93.0	-134.5
平均5, 6	-104.0	-114.5	-183.5
平均7, 8	-83.0	-86.0	-144.0
平均9, 10	-42.0	-48.5	-79.5
平均11, 12	-51.5	-49.0	-44.0
平均13, 14	-179.5	-173.5	-232.5
平均15, 16	-195.5	-190.5	-246.5
平均17, 18	-155.0	-148.0	-212.5
平均19, 20	-127.0	-130.0	-189.0
平均21, 22	-165.5	-155.0	-230.5
平均23, 24	-189.5	-186.0	-238.0

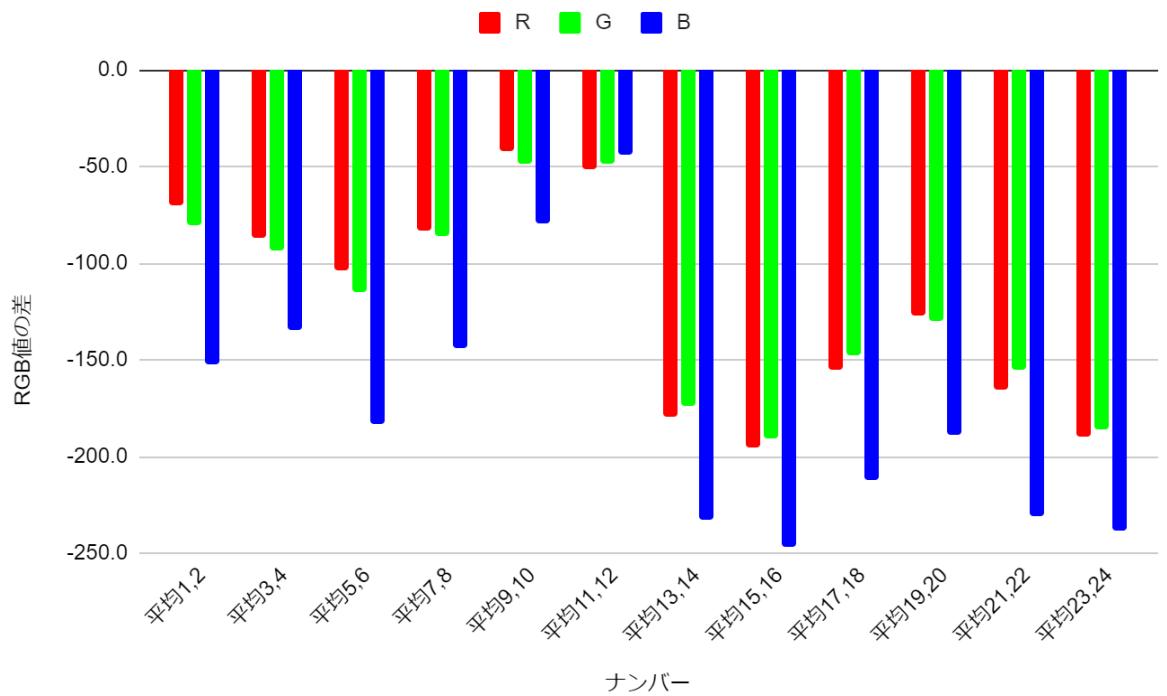


図4 白色の値であるR 255,G 255,B 255とのRGB値の差のグラフ

表5 何もしていない葉からのRGB値の変化

	R	G	B
平均1, 2	95.0	74.5	78.0
平均3, 4	103.0	93.0	103.5
平均5, 6	61.5	40.5	47.0
平均7, 8	106.5	100.0	94.0
平均9, 10	123.5	106.5	151.0
平均11, 12	138.0	137.0	194.0
平均13, 14	-14.0	-18.5	-2.0
平均15, 16	-6.0	-4.5	-8.5
平均17, 18	10.5	7.0	18.0
平均19, 20	62.5	56.0	49.0

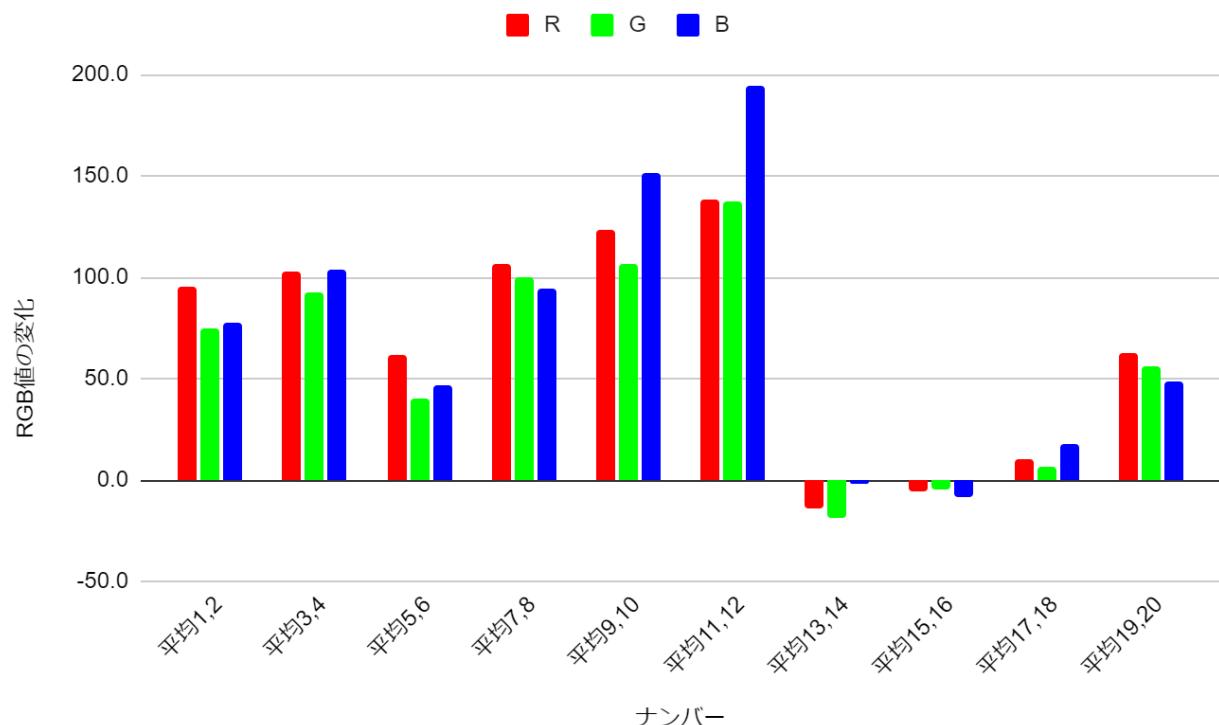


図5 何もしていない葉からのRGB値の変化のグラフ

表6 測定した明度

平均1, 2	68. 1
平均3, 4	70. 8
平均5, 6	58. 0
平均7, 8	68. 6
平均9, 10	82. 5
平均11, 12	86. 9
平均13, 14	29. 0
平均15, 16	30. 8
平均17, 18	40. 2
平均19, 20	46. 2
平均21, 22	41. 0
平均23, 24	34. 3

表7 白色である明度100からの差

平均1, 2	-31. 9
平均3, 4	-29. 2
平均5, 6	-42. 0
平均7, 8	-31. 4
平均9, 10	-17. 6
平均11, 12	-13. 2
平均13, 14	-71. 0
平均15, 16	-69. 3
平均17, 18	-59. 8
平均19, 20	-53. 8
平均21, 22	-59. 1
平均23, 24	-65. 8

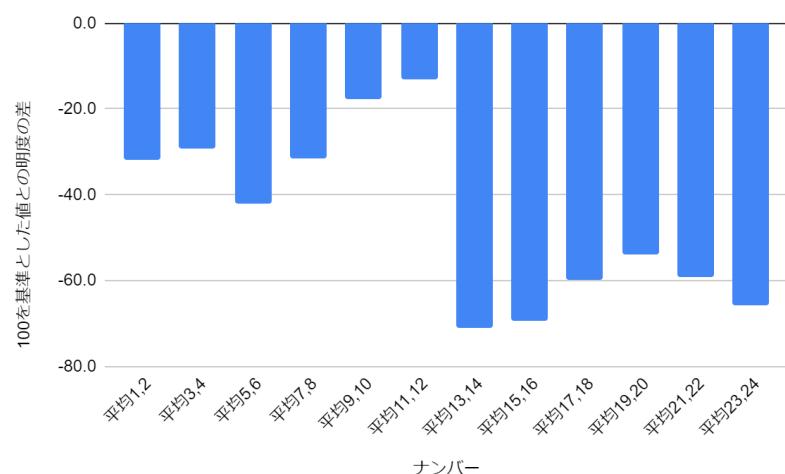


図6 白色である明度100からの差のグラフ

表8 何もしていない葉からの明度の変化

平均1, 2	27. 2
平均3, 4	36. 6
平均5, 6	17. 1
平均7, 8	34. 4
平均9, 10	41. 5
平均11, 12	52. 6

平均13, 14	-12. 0
平均15, 16	-3. 5
平均17, 18	-0. 8
平均19, 20	12. 0

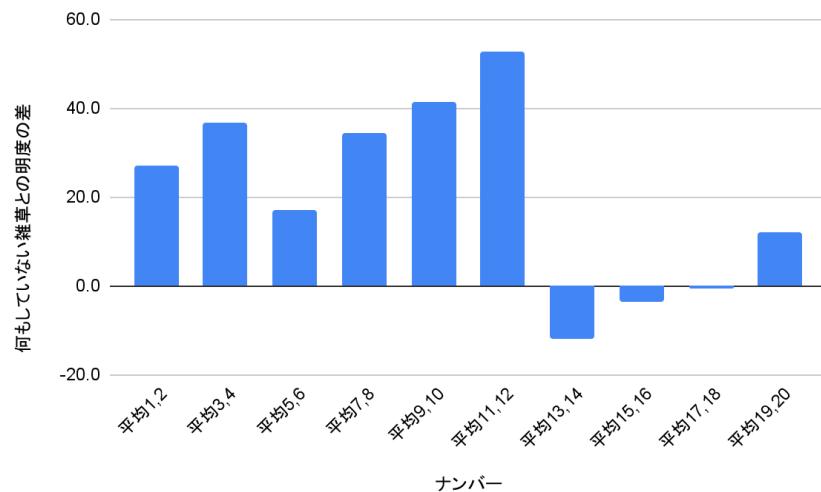


図7 何もしていない葉からの明度の変化のグラフ

表5,図5はたたいてない葉は平均21,22から,たたいた葉は平均23,24からの変化である。値が正の向きに大きくなればなるほど何もしていない葉の色からよく漂白されたといえる。

表8,図7はたたいてない葉は平均21,22から,たたいた葉は平均23,24からの変化である。値が正の向きに大きくなればなるほど何もしていない葉の色からよく漂白されたといえる。

たたいていない葉のつけた液体による白さ,液体の漂白作用を比較する。

表4,図4において平均1,2, 平均5,6, 平均9,10, 平均13,14, 平均17,18, 平均21,22の白色の値であるR 255, G 255,B 255とのRGB値の差を比較するとR,G,Bすべてで平均9,10が最も小さかった。

よって白色に最も近いといえる。

また表5,図5において平均1,2, 平均5,6, 平均9,10, 平均13,14, 平均17,18, 平均21,22で何もしていない葉からのRGB値の変化を比較するとR,G,Bすべてで平均9,10が正の向きに最も大きかった。

表7,図6において平均1,2, 平均5,6, 平均9,10, 平均13,14, 平均17,18, 平均21,22の白色である明度100からの差を比較すると平均9,10が最も小さかった。よって白色に最も近いといえる。表8,図7において平均1,2, 平均5,6, 平均9,10, 平均13,14, 平均17,18, 平均21,22の何もしていない葉からの明度の変化を比較すると平均9,10が正の向きに最も大きかった。

たたいた葉のつけた液体による白さ,液体の漂白作用を比較する。

表4,図4において平均3, 4平均7,8, 平均11,12, 平均15,16, 平均19,20, 平均23,24の白色の値であるR 255, G 255,B 255とのRGB値の差を比較すると平均11,12がR,G,Bすべてで最も小さかった。よって白色に最も近いといえる。また表5,図5において平均3, 4平均7,8, 平均11,12, 平均15,16, 平均19,20, 平均23,24で何もしていない葉からのRGB値の変化を比較するとR,G,Bすべてで平均11,12が正の向きに最も大きかった。

表7,図6において平均3, 4平均7,8, 平均11,12, 平均15,16, 平均19,20, 平均23,24の白色である明度100からの差を比較すると平均11,12が最も小さかった。よって白色に最も近いといえる。

表8,図7において平均3, 4平均7,8, 平均11,12, 平均15,16, 平均19,20, 平均23,24の何もしていない葉からの明度の変化を比較すると平均11,12が正の向きに最も大きかった。

たたいていない葉とたいた葉の白くなりやすさについて比較した。

キッチンハイターにつけた葉である平均9,10と平均11,12を用いて比較した。

表4,図4において白色の値であるR 255,G 255,B 255とのRGB値との差を比較するとR,Gでは平均9,10がBでは平均11,12が小さくなっていた。

表7,図6において白色である明度100からの差は平均11,12が小さくなっていた。

以上のRGB値,明度の比較の結果よりたたいてない葉,たいた葉ともにどちらの葉であっても純水20 ml,濃度5%の過酸化水素水20 ml,濃度10%の過酸化水素水20 ml,次亜塩素酸ナトリウムを多く含むキッチンハイター1 mlに純水20 mlくわえたもの,酸素系漂白剤薬さじ山盛り1杯を純水120 mlに溶かしたもの20 mlのなかでは平均9,10と平均11,12はともにキッチンハイターに漬けた葉であるので,キッチンハイターが最も葉を漂白する作用が強く,また葉を白色に近づけるとわかる。それはキッチンハイターが酸化力の強い次亜塩素酸ナトリウムを多く含むからだと考えられる。また,たいた葉とたたいてない葉の比較はRGB値からはできないが明度の観点からたいた葉のほうが白色に近づいたと言える。

たたくことによって葉の内部まで漂白剤がしみ込んで漂白されるので白色に近づいたと考えられる。

紙の作成と紙の強度の比較について4-1-2,5-1-2に書く。

#### 4-1-2. 方法

##### (1) 実験材料

図1の雑草を煮たもの,キッチンハイター,スタンド,新聞紙,ミキサー,ハサミ,紙漉き型,ペットボトル,水,S字フック,定規,両面テープ,工作用紙,ひも,割りばし,パンチ,ビーカー

##### (2) 手順

どの液体が最も葉を漂白し白色に近づけるかの実験よりキッチンハイターが最も漂白作用があり葉を白色に近づけるとわかったので漂白にはキッチンハイターを用いた。

葉をたたくことによって完成した紙の強度に変化があるかを検証するために

残りの葉を74 gずつ半分に分けて片方は1000 mlビーカーに入れ,もう片方は新聞紙にはさんでハンマーでよくたたき1000 mlビーカーに入れた。それぞれのビーカーに純水800 mlとキッチンハイター40 mlをくわえ1日後に水道水で両方ともよく洗った。それぞれの草に水道水100 mlずつ加えミキサーに60秒かけた。ミキサーにかけた草を紙漉き型にのせて薄く指で広げた。この時透かしてみて反対側が見えなくなるくらいの厚さに均等に広げた。また容器に水をはって型の上に草をのせて揺らす方法でも広げた紙も作った。



図8 草を指で広げたもの 図9 水をはって草を揺らしたもの

上に新聞紙をのせ重しとして本をのせ3時間ほど放置した。

重しをどかしそれらの紙を新聞紙にはさみ乾燥だなで1日乾燥させた。

紙の強度の比較の実験を行った。コピー用紙,たたいてない草を指で広げて乾燥させた紙,たいた草を指で広げて乾燥させた紙でどれが最も強度があるのか比較した。

それぞれの紙を横4 mm,縦90 mmに切りその両端に両面テープで厚紙を実験する紙をはさみ込むように貼り付け,上からセロハンテープで厚紙部分を補強しパンチで厚紙の中央に穴を開けた。

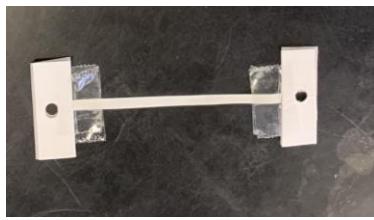


図10 コピー用紙を切り厚紙をはさんだもの



図11 たたいてない葉からできた紙を切り厚紙をはさんだもの

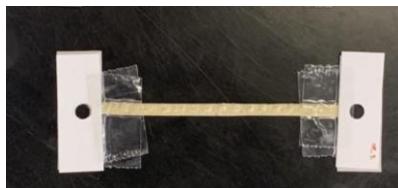


図12 たたいた葉からできた紙を切り厚紙をはさんだもの



図13 紙の強さの比較の実験の様子

図10,図11,図12の片側の穴に割り箸を割って割れた1本を通しその割り箸をスタンドにはさみ、もう片側の穴にS字フックをかけ紐の付いたペットボトルの重りを100 gから100 gごとに重いものをかけていった。ペットボトルの重りは中に水道水を入れ100 gごとの質量になるようにした。紙が切れた時のペットボトルの質量を結果とした。この実験を同条件でそれぞれの紙で4回ずつ実験を行い平均値をだした。

### 5-1-2. 結果と考察

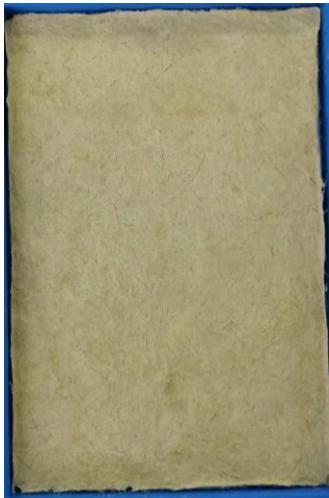


図14 たたいた葉から作成した紙



図15 たたいていない葉から作成した紙

表9 紙が切れた時の重りの質量(g)

回数	コピー用紙	たたいた葉の紙	たたいてない葉の紙
1	400	300	300
2	500	600	200
3	900	400	100
4	1000	300	200
平均	700	400	200

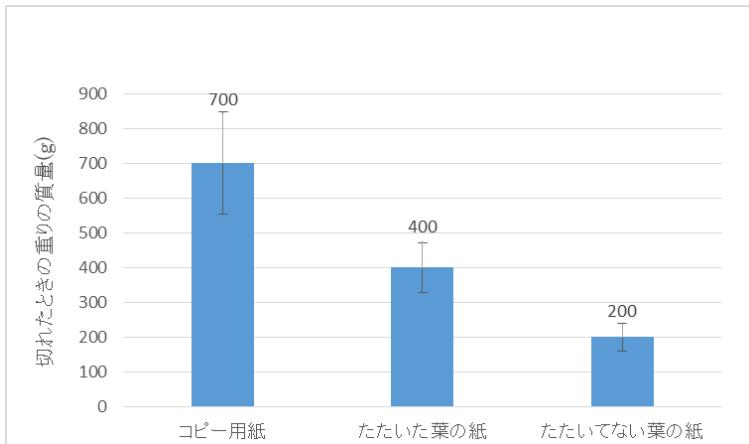


図16 紙が切れた時の重りの質量の平均(g)の平均のグラフ

作成した紙について容器に水をはって型の上にのせて草を揺らす方法で広げて作った紙は薄くなりすぎて穴があいてしまい横4 mm, 縦90 mmに切ることができなかつたので強度を測定することはできなかつた。また、図14、図15は草を紙漉き型にのせて薄く指で広げて作成した紙であり強度の比較にはこれらの葉を横4 mm, 縦90 mmに切り実験を行つた。完成した紙はたたいた葉から作成した紙、たたかなかつた葉から作成した紙ともにコピー用紙より厚く硬かつた。また、たたかなかつた葉から作成した紙はたたいた葉から作成した紙に比べ纖維が固まつていて固まつた纖維同士のくつきが弱かつた。

表9,図16よりコピー用紙が最も強度が強く,次にたたいた葉で作成した紙が強く,たたいてない葉で作成した紙の強度が最も弱かった。また図16よりそれぞれ平均値と標準誤差とともに紙によって大きく異なるため,それぞれの紙の強度に差があると考えられる。

また通常の紙の作成に用いられる糊を用いなかつたためコピー用紙より葉で作った紙は強度が弱くなつたと考えられる。たたいていない葉は固まつた纖維同士のくつつきが弱く纖維の固まつた所同士のつながりのところの強度が弱くなつてしまつたと考えられる。

デンプンの量と強度の関係の実験について4-2,5-2に書く。

4-2-1と4-2-2では同じ種類の雑草の採取ができず異なる種類の雑草を用いたことや,紙漉き方法の違いなどから4-2-1と4-2-2間での強度の比較はできない。

図17の雑草を用いたデンプンの量と強度の関係の実験について4-2-1,5-2-1に書く

#### 4-2-1. 方法

##### (1) 実験材料

キッチンハイター,スタンド,新聞紙,ミキサー,ハサミ,紙漉き型,ペットボトル,水,S字フック,定規,  
両面テープ,工作用紙,ひも,割りばし,パンチ,ビーカー,デンプン,バット,図17の雑草,なべ,ボウル,  
デンプン



図17 採取した雑草2

##### (2) 手順

図17の雑草を採取し根をハサミで切り,葉の部分を5 cmごとにハサミ,包丁で切り水道水で洗った。

水道水3000 mlを入れた鍋に重曹を300 g加え煮る前の質量で80 gの図17の雑草を水がふきこぼれない程度の火力で2 時間煮た。一度煮た雑草を水道水で良く洗いもう一度,水道水3000 ml入れた鍋に重曹を300 g 加え一度煮た雑草を水がふきこぼれない程度の火力でさらに2 時間煮た。合計4 時間煮た。

これを2 つの鍋で同時に煮る前の質量で合計160 gの図17の雑草を煮た。

煮た雑草をラップで包み,木槌で叩き,バットに雑草が全て浸る量である純水2200 mlとキッチンハイター110 mlをくわえ1 日後に水道水で両方ともよく洗つた。しかし目視で確認したところ十分に漂白されていなかつたので,煮た雑草を4 つのバットにわけ,キッチンハイターの濃度を2 倍にし漂白した。それぞれバットには純水350 mlとキッチンハイター35 mlをくわえ全ての雑草を浸らせて漂白した。

デンプンを加えることで強度が上がることを実験するために雑草を3 つに分け,純水100 ml,純水100 mlにデンプンを5 gを溶かした水溶液,純水100 mlにデンプンを10 gを溶かした水溶液をそれぞれ草とともにミキサーに入れミキサーに30 秒かけた。このときのデンプン量とは煮る前の質量で雑草160 gを3 つに分けて実験したのでそれぞれ雑草53.3 gに対してである。ミキサーにかけた草を紙漉き型にのせて薄く指で広げた。この時透かしてみて反対側が見えなくなるくらいの厚さに均等に広げた。上に新聞紙をのせ重しとして同じ質量の本をそれぞれにのせ8 日間乾燥だなで乾燥させた。

紙の強度の比較の実験を行った。紙の作成と紙の強度の比較の時と同様の方法でそれぞれの紙を横4 m、縦90 mmに切りその両端に両面テープで厚紙を実験する紙をはさみ込むように貼り付け、上からセロハンテープで厚紙部分を補強しパンチで厚紙の中央に穴を開けた。

片側の穴に割り箸を割って割れた1本を通しその割り箸をスタンドにはさみ、もう片側の穴にS字フックをかけ紐の付いたペットボトルの重りを100 gから100 gごとに重いものを紙が切れるまで順にかけていった。ペットボトルの重りは中に水道水を入れ100 gごとの質量になるようにした。紙が切れた時のペットボトルの質量を結果とした。この実験を同条件でそれぞれの紙で8回ずつ実験を行った。

### 5-2-1. 結果と考察

表10 デンプンの量と紙が切れた時の重りの質量(g)

デンプン量(g)	回数(回)								平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	200	300	400	400	500	300	400	400	362.5
5	200	200	300	200	300	300	200	300	250
10	200	200	500	400	400	400	300	300	337.5

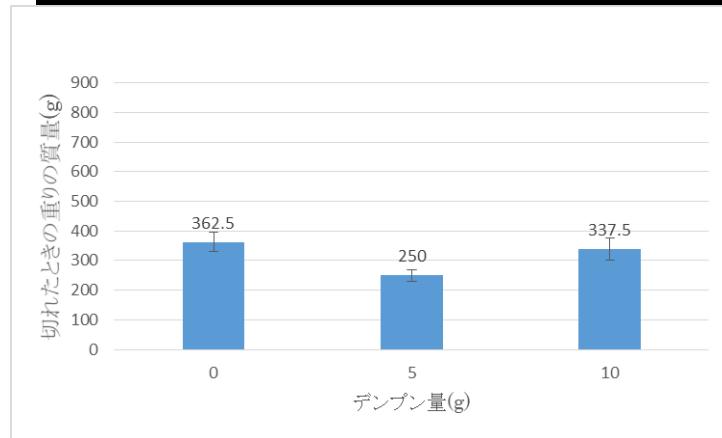


図18 デンプンの量と紙が切れた時の重りの質量の平均のグラフ

表10の数字は紙が切れた時の重りの質量(g)を表している。

図18よりそれぞれ平均値と標準誤差がデンプン量によってあまり異なっていないので、グラフからそれぞれの紙の強度に差があると考えることはできない。

有意水準を0.05とし、Tukey-Kramer法を用いて検定を行ったところ、デンプンを入れなかった紙の強度と5 g入れた紙の強度、デンプンを入れなかった紙の強度と10 g入れた紙の強度、デンプンを5 g入れた紙と10 g入れた紙の強度のそれぞれの間に有意差は見られなかった。また、作製した紙の裏側に紙漉き型の跡がついてしまってがたがたしていた。デンプンを入れる量が0 g, 5 g, 10 gとそれが近い値だったので紙の製作時の紙の厚さなどの誤差がデンプン量の変化より紙の強度に大きく関わっていると考えられる。

図19の雑草を用いたデンプンの量と強度の関係の実験について4-2-2, 5-2-2に書く。

デンプンを入れる量が0 g, 10 g, 20 gとそれぞれ大きく異なる値にし紙の製作時の紙の厚さなどの誤差の紙の強度への関わりが相対的に少なくなるように実験する。

#### 4-2-2. 方法

##### (1) 実験材料

キッチンハイター, スタンド, 新聞紙, ミキサー, ハサミ, 紙漉き型, ペットボトル, 水, S字フック, 定規, 両面テープ, 工作用紙, ひも, 割りばし, パンチ, ビーカー, デンプン, シャーレ, 図19の雑草, 国語便覧, なべ, ボウル, デンプン



図19 採取した雑草3

##### (2) 手順

図19の雑草を採取し根をハサミで切り, 葉の部分を5 cmごとにハサミ, 包丁で切り水道水で洗った。水道水3000 mlを入れた鍋に重曹を300 g加え煮る前の質量で80 gの図19の雑草を水がふきこぼれない程度の火力で2 時間煮た。一度煮た雑草を水道水で良く洗いもう一度, 水道水3000 ml入れた鍋に重曹を300 g加え一度煮た雑草を水がふきこぼれない程度の火力でさらに2 時間煮た。合計4 時間煮た。これを2 つの鍋で同時に煮る前の質量で合計160 gの図12の雑草を煮た。

煮た雑草を4 つのシャーレにわけ, それぞれのシャーレに純水350 mlとキッチンハイター35 mlをくわえ全ての雑草を浸らせ漂白した。キッチンハイターの濃度を紙の作成と紙の強度の比較の実験の際と比べて2 倍にしたため, 漂白前に草を叩かなくても十分に漂白された。葉を細かくし, 繊維を取り出すために漂白した雑草をラップで包み, 木槌で叩き細かくした。

デンプンをさらに加えることで強度が上がることを実験するために雑草を3 つに分け, 純水100 ml, 純水100 mlにデンプンを10 gを溶かした水溶液, 純水100 mlにデンプンを20 gを溶かした水溶液をそれぞれ草とともにミキサーに入れミキサーに30 秒かけた。このときのデンプン量とは煮る前の質量で雑草160 gを3 つに分けて実験したのでそれぞれ雑草53.3 gに対してである。草を広げる際, 紙漉き型を用いると紙漉き型の跡がついてしまい裏面ががたがたになってしまっていたので, ミキサーにかけた草をプラスチックケースの上に広げ, 両端に定規を置き, その上に別の定規をスライドさせ均等な厚さになるようにし, その上に木の板をのせ, その上に新聞紙, 重しとして643.9 gの国語便覧をそれぞれにのせ同じ力が均等にかかるようにして3 日間乾燥だなで乾燥させる方法に変更し実験した。



図20 定規を用いて雑草を均等の厚さにひろげる様子

3 日間乾燥させた紙を見てみると, 完全には乾いていなかった。しかし, 木の板の下の草が薄くなり過ぎてしまったり, それぞれの紙の厚さが大きく異なっていたので, 図17の雑草を用いたデンプンの量と強度の関係

の実験の際と同じ、草を紙漉き型にのせて薄く指で広げ、透かしてみて反対側が見えなくなるくらいの厚さに均等に広げ、上に新聞紙をのせ重しをのせる方法に戻した。この際、紙漉き型より細かい目である金網を用いて紙を作製することで裏面がなるべく平らになるようにした。その上に重しとして643.9 gの国語便覧をそれぞれにのせ14日間乾燥だなで乾燥させた。

紙の強度の比較の実験を行った。紙の作成と紙の強度の比較の時と同様の方法でそれぞれの紙を横4 mm、縦90 mmに切りその両端に両面テープで厚紙をはさみ込むように貼り付け、上からセロハンテープで厚紙部分を補強しパンチで厚紙の中央に穴を開けた。

片側の穴に割り箸を割って割れた1本を通しその割り箸をスタンドにはさみ、もう片側の穴にS字フックをかけ片側に紐の付いたペットボトルの軽いものから紙が切れるまで順に重りをかけていった。ここで、より正確なデータを計測するためにペットボトルの重りを50 gから50 gごとに変更した。ペットボトルの重りは中に水道水を入れ50 gごとの質量になるようにした。紙が切れた時のペットボトルの質量を結果とした。この実験を同条件でそれぞれの紙で8回ずつ実験を行った。

## 5-2-2. 結果と考察

表11 デンプンの量と紙が切れた時の重りの質量(g)

デンプン量(g)	回数(回)								平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	150	200	400	150	300	250	100	250	225
10	300	100	200	200	100	200	300		200
20	100	100	200	150	150	100	250	150	150

表11の数字は紙が切れた時の重りの質量(g)を表している。

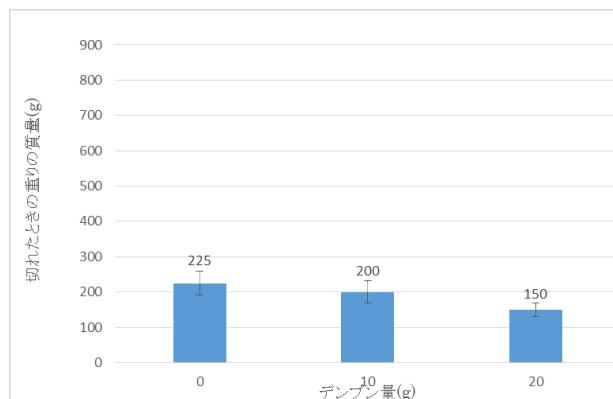


図21 デンプンの量と紙が切れた時の重りの質量の平均のグラフ

デンプン量10 gの紙は横4 mm、縦90 mm切り分ける際に傷がついてしまい7回分しか作製できなかった。

図21よりそれぞれ平均値と標準誤差がデンプン量によってあまり異なっていないので、グラフからそれぞれの紙の強度に差があると考えることはできない。

有意水準を0.05とし、Tukey-Kramer法を用いて検定を行ったところ、デンプンを入れなかった紙の強度と10 gいれた紙の強度、デンプンを入れなかった紙の強度と20 gいれた紙の強度、デンプンを10 gいれた紙の強度と20 gいれた紙の強度のそれぞれの間に有意差は見られなかった。またデンプンを20 gいれた紙からデンプンの粉が舞っていたのでデンプン量20 gでは、草の量に対するデンプン量が過剰であると考えられる。また、紙漉き型で紙を作製した時より紙の裏面に凹凸が少なかった。より目の細かい金網で紙を作製したためだと考えられる。

5-2-1と5-2-2の結果よりデンプンを,煮る前の質量で雑草53.3 gに対し5 gから20 g入れて紙を作製しても紙の強度に有意差はないことが分かる。また,煮る前の質量で雑草53.3 gに対しデンプン量20 gではデンプンが過剰であると考えられる。このことから,雑草にデンプンを加えても強度が上がらないか,煮る前の質量で雑草53.3 gに対しデンプン5 g以下を加えると,強度が上がると考えられる。

## 6. 結論

次亜塩素酸ナトリウムを多く含むキッチンハイターの漂白作用が強く,これで漂白するとより葉が白色に近づく。また葉をたたくことによって葉がより漂白され白くなり,また繊維が細かくなつて平らな紙が作成でき,たたかなかつた葉で作成した紙よりも強度のある紙ができる。また,紙の製作を目の細かい金網で行うと平らな紙が製作できる。雑草にデンプンを加えて紙を作製しても紙の強度は上がらないか,煮る前の質量で雑草53.3 gに対しデンプン5 g以下を加えると,強度が上がる。

## 7. 参考文献

alic 独立行政法人 農畜産業振興機構 紙に使用されるでん粉

[https://www.alic.go.jp/joho-d/joho07\\_000044.html](https://www.alic.go.jp/joho-d/joho07_000044.html)

みどりの工作隊 雑草で紙づくり

<https://museum.bunmori.tokushima.jp/ogawa/kami/kami01.htm>

厚木高校 SSH研究開発資料 生徒の研究活動記録

食物繊維を用いた紙の耐久性の検討

赤毛 政親 伊左治 丞 内山 猛仁 佐々木 八緒樹 野田 充朗

神奈川県立厚木高等学校 2年 D組物理 7班

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

身近な草や木で紙作り 徳島県立博物館 植物担当学芸員 小川 誠 <https://museum.bunmori.tokushima.jp/ogawa/kami/default.htm>

ハリマ化成グループ 紙力増強剤

[https://www.harima.co.jp/products/main/paper/p\\_no3.html](https://www.harima.co.jp/products/main/paper/p_no3.html)

植物から紙へ 2537 山田 巧 2514 小石川 武仁 2615 繁纈 大幾

<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H30ssh/sc2/21842.pdf>

muse 紙ラボ 紙の原料

[https://www.muse-paper.co.jp/lab0/beginning\\_of\\_paper.html](https://www.muse-paper.co.jp/lab0/beginning_of_paper.html)

身近な植物で紙を作る新手法 小川 誠

[https://museum.bunmori.tokushima.jp/kiyo/2016/26\\_87-95%200gawa.pdf](https://museum.bunmori.tokushima.jp/kiyo/2016/26_87-95%200gawa.pdf)

光合成の森 光合成Q&A

クロロフィルはなぜ有機溶媒によく溶け、水にはあまり溶けないのか？

<http://www.photosynthesis.jp/faq/faq2-11.html>

株式会社エイアンドティー いまさら、でも大切な「次亜塩素酸ナトリウム」について

[https://www.aandt.co.jp/jpn/medical/tree/vol\\_6/](https://www.aandt.co.jp/jpn/medical/tree/vol_6/)

紙の引っ張り強度実験 | 作って学ぶ理科工作 ~科学を楽しむ~ (ameblo.jp)

<https://ameblo.jp/zabiel1948/entry-12166728713.html>

コレスゴ！の除菌・消臭メカニズム | 新時代化学株式会社

<https://www.jnec.jp/koresugo/hcio/>

# 飲みかけ放置の危険性

神奈川県立厚木高等学校  
2年E組4班

## 1. 背景

ペットボトル記載された“開栓後はすぐにお飲みください”というペットボトルの食中毒予防の呼びかけを見て，“すぐに”の限界を知りたいと思い、今回の実験に至った。

## 2. 目的

飲み物を様々な条件で放置して、人間が飲めなくなる時間を知ること。また、菌が増えやすい飲み物を知ること。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

菌が増える条件

1, ある程度の気温

2, 湿気

3, 栄養分

### (2) 仮説

また、栄養分が多い方が菌が増殖しやすいと考えたため、栄養分が最も多い麦茶が一番増殖して、その次に栄養分の多いスポーツドリンクが二番目に増殖して、栄養分の少ない水が一番増殖しないと考えた。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

・ショ糖 7.5 g ・NaNO<sub>3</sub> 0.5 g ・K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.25 g ・MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.125 g ・KC1 0.125 g ・FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.0025 g ・寒天 5.0 g ・蒸留水 250 ml ・麦茶 ・スポーツドリンク ・水 ・シャーレ 12 個 ・唾液 ・500 ml三角フラスコ ・アルミホイル ・新聞紙 ・コンラージ棒 ・スポット

### (2) 手順

1, 実験で使う道具を新聞紙で包み、加熱殺菌する。

2, ショ糖 7.5 g, NaNO<sub>3</sub> 0.5 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.25 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.125 g, KC1 0.125 g, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.0025 g, 寒天 5.0 g, 蒸留水 250 mlを500 ml三角フラスコに入れてアルミホイルで蓋をして、オートクレーブで殺菌する。

3, 12個のシャーレに三角フラスコの中身を分けて入れる。

4, 試薬1(市販の500 mlのペットボトルの水)

試薬2(市販の500 mlのペットボトルの水に5 mlの唾液を加えたもの)

試薬3(市販の500 mlのペットボトルのスポーツドリンク)

試薬4(市販の500 mlのペットボトルのスポーツドリンクに5 mlの唾液を加えたもの)

試薬5(市販の500 mlのペットボトルの麦茶)

試薬6(市販の500 mlのペットボトルの麦茶に5 mlの唾液を加えたもの)

をそれぞれシャーレに1 ml滴下し、これを2セット作る。

5 1セットを20°C、もう1セットを30°Cの恒温機に入れて観察する。

6 image jというアプリを用いて、シャーレ内の面積に占めるカビの割合を求める。

## 5. 結果と考察

### 開始1時間後

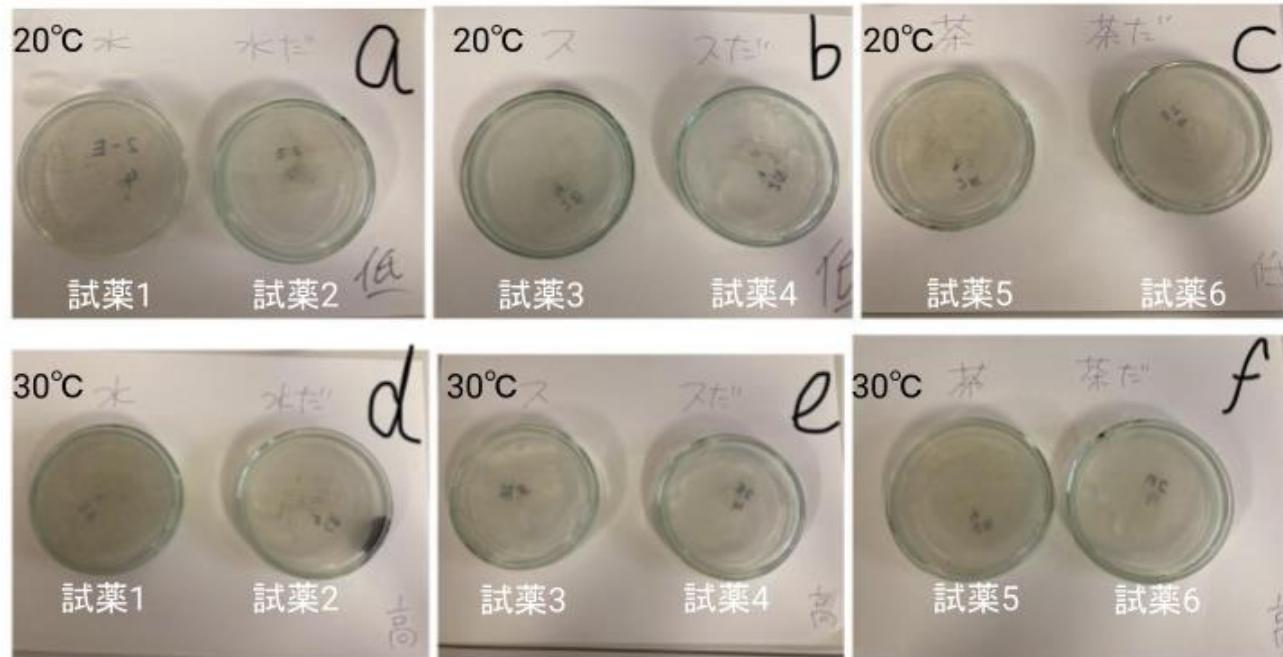


図1 寒天培地の様子

### 開始2時間後

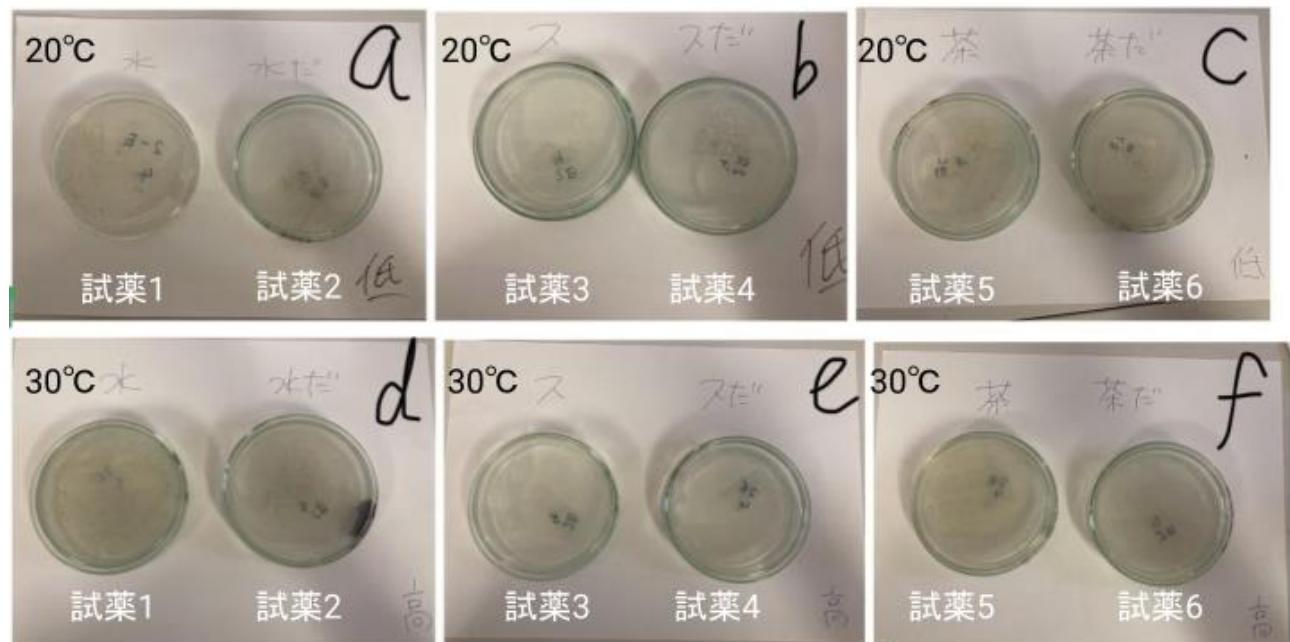


図2 寒天培地の様子

## 開始3時間後

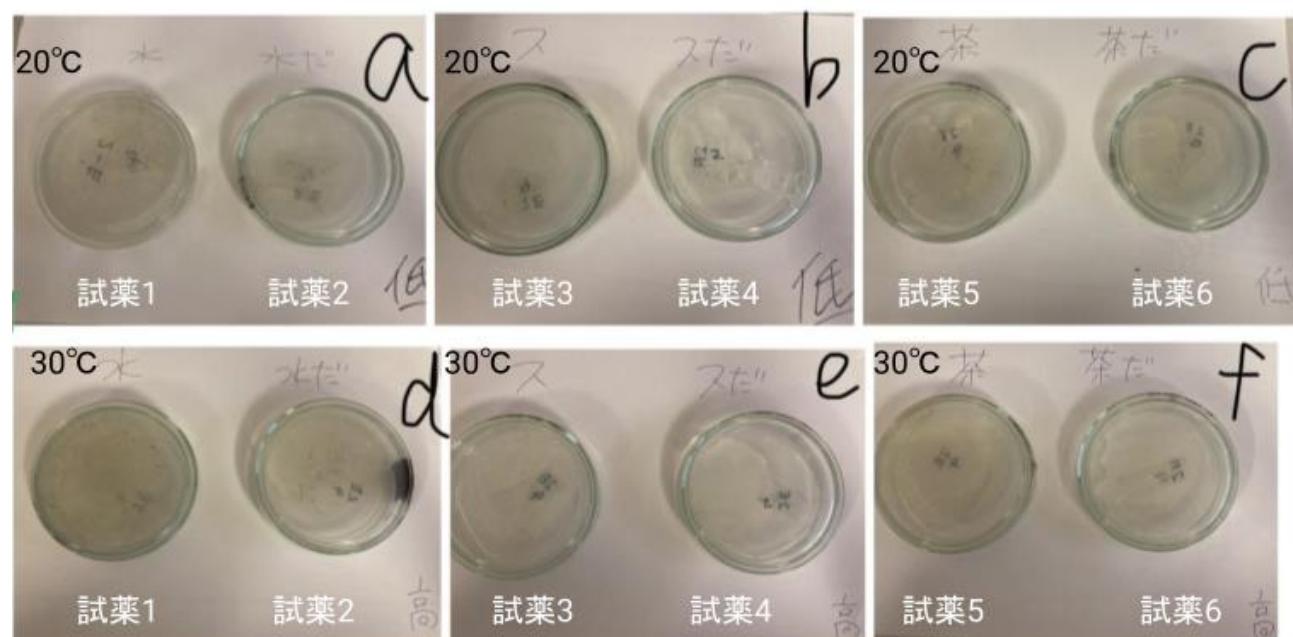


図3 寒天培地の様子

## 開始23時間後

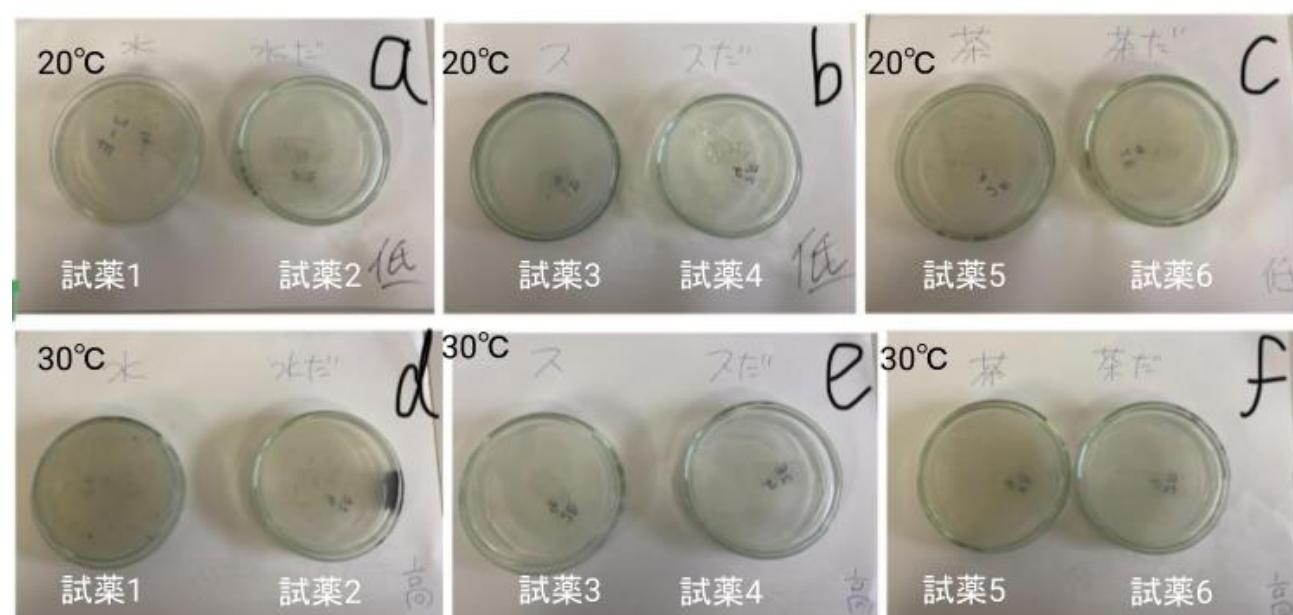


図4 寒天培地の様子

## 開始48時間後

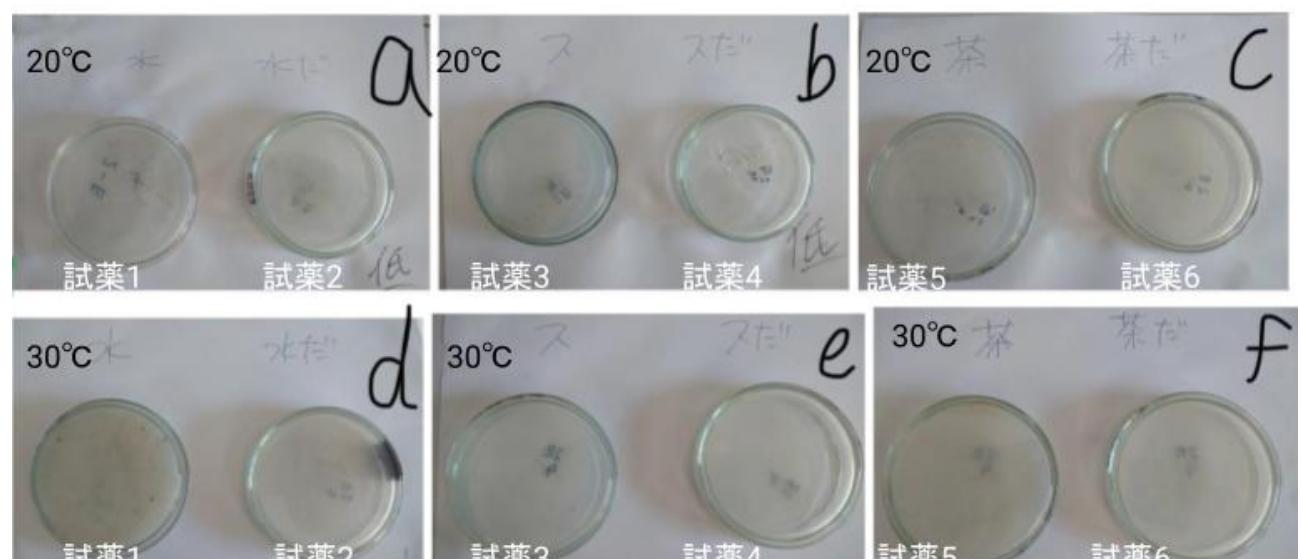


図5 寒天培地の様子

開始72時間後 すべて30°C

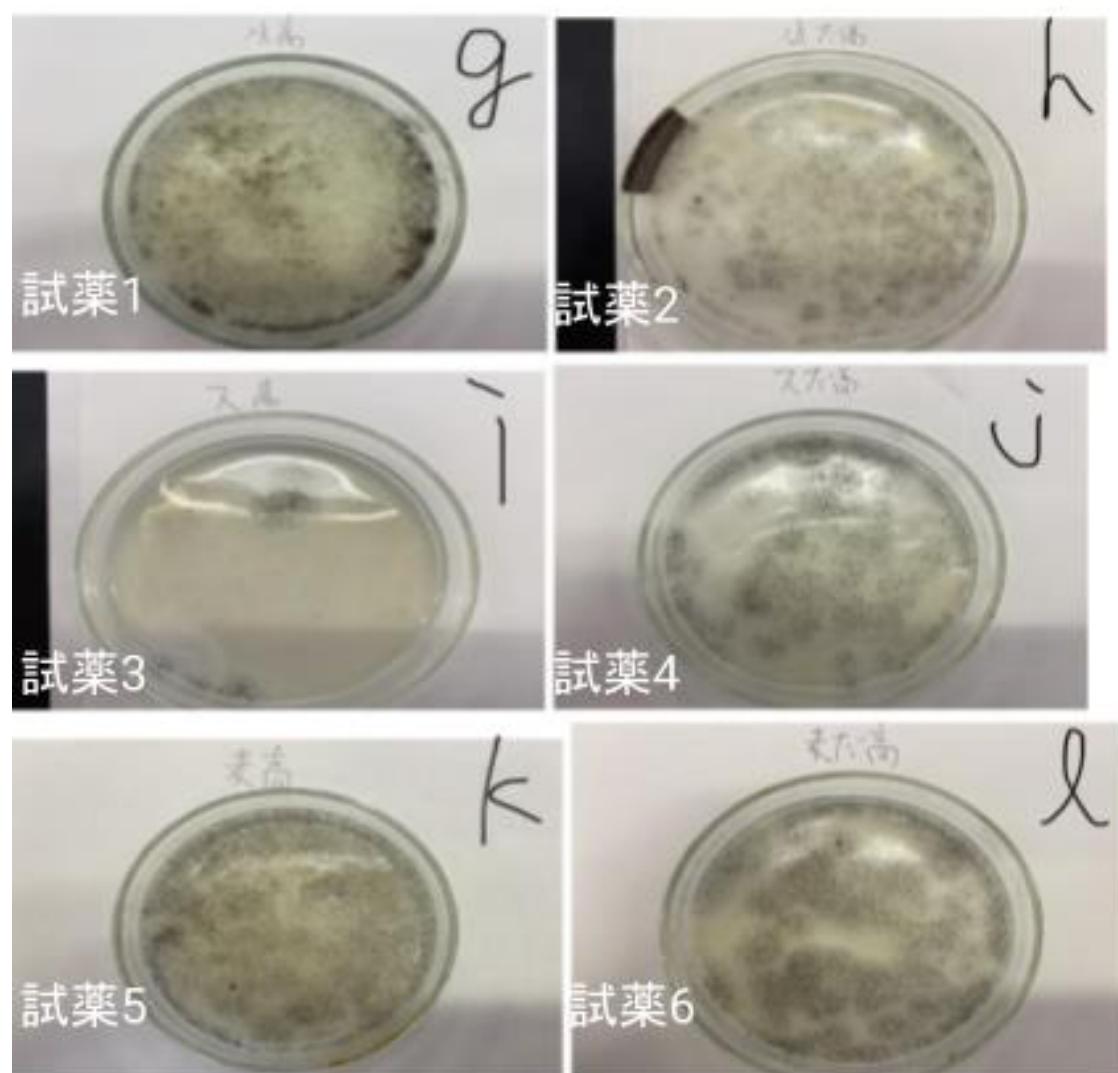


図6 寒天培地の様子

開始240時間後 すべて20°C

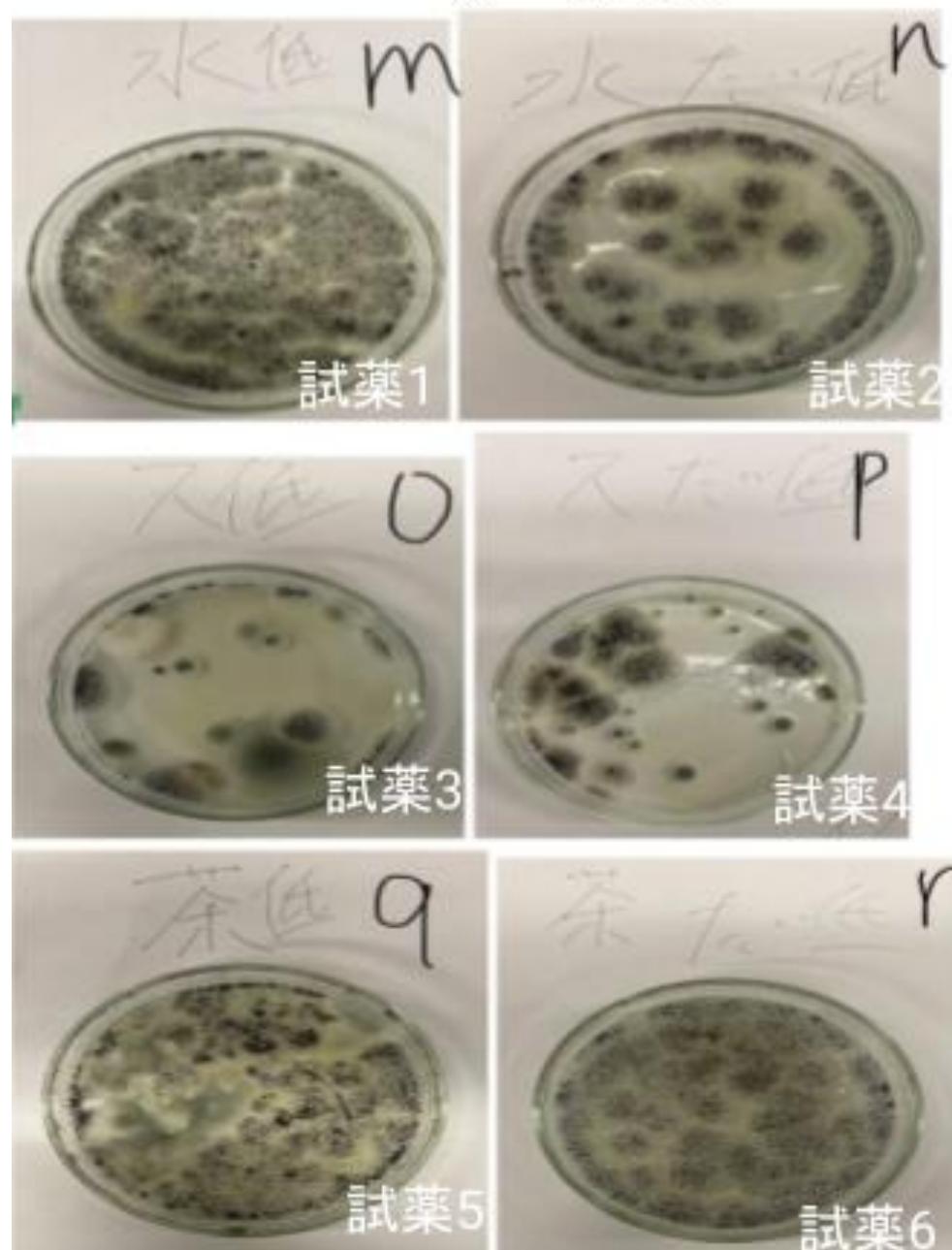


図7 寒天培地の様子

図8 全体におけるカビの割合 30°C

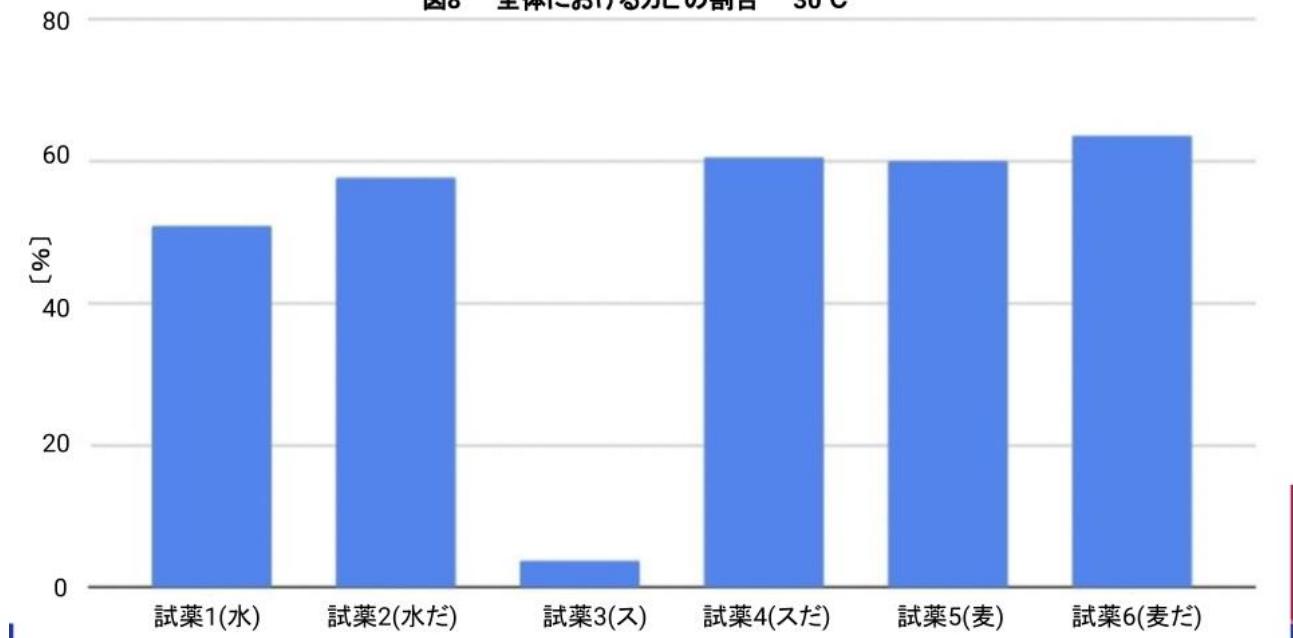


図8 開始72時間後のシャーレ全体におけるカビの割合 30°C

図9 全体におけるカビの割合 20°C

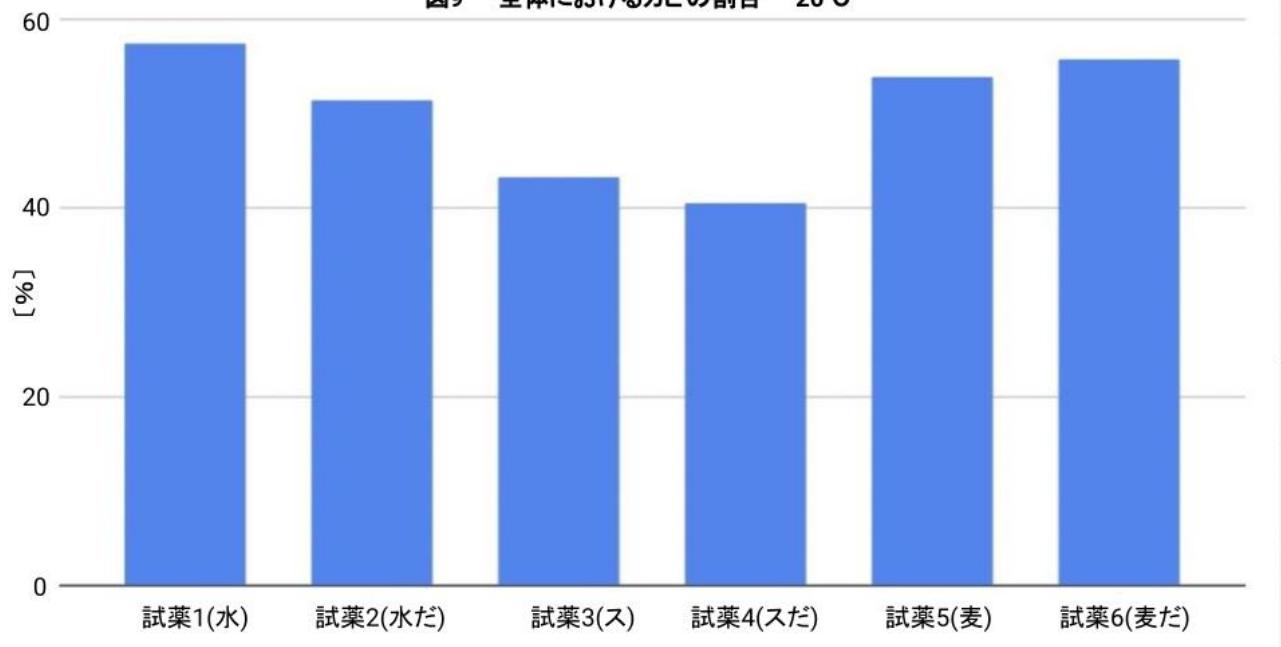


図9 開始240時間後のシャーレ全体におけるカビの割合

48時間までは20°C、30°Cともに変化がなく。30°Cは72時間後、20度は240時間後に変化があったことが確認できた。またこの変化は唾液の有無にかかわらず確認できた。

## 6. 結論

48時間までは唾液の有無、気温の高低にかかわらずカビができるないので、人間は飲むことができる。飲みかけであろうとなからうと30°Cの場合は48~72時間、20°Cの場合は72~240時間の間にカビが繁殖しすぎることにより人間が飲める限界が訪れる。

## 7. 参考文献

「衛生スタイル 衛生の基礎知識」

<https://www.packstyle.jp/media/衛生の基礎知識（食品衛生）①食品の取り扱い/>

<https://www.fnn.jp/articles/-/5734?display=full>

<http://www.ryokuseikai-yokohama.jp/relays/download/64/446/132/4257/?file=/files/libs/4257/201312231650225282.pdf>

# 世界を救うバイオエタノール

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 5班

## 1. 背景

今世界中で猛威を奮っているコロナウイルス。WHOをはじめとした各医療機関は早い段階から消毒が感染予防に有効であるとし、もはや日本中で消毒がないところの方が珍しいとまで言えるようになった。また、近代の問題として話題の尽きることのない環境問題、日本は二酸化炭素の排出量に関して常に世界から冷たい視線を受けている。これら二つのことから植物由来の消毒用バイオエタノールが有効ではないかと考えた。バイオエタノールは化学的、物理的性質は普通のエタノールと等しいので濃度さえ調節出来れば消毒用として使える。また植物由来であるので地球上の二酸化炭素量が増えることもない。

## 2. 目的

いくつかの植物からバイオエタノールを精製し、その濃度を調節して消毒効果があるか確かめる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

- ・バイオエタノールとは、サトウキビやトウモロコシ、木材等のバイオマスを発酵させて製造するエタノールのこと。
  - ・普通のエタノールと性質は同じ。
  - ・バイオエタノールの原料である植物に含まれる炭素は大気中の二酸化炭素を固定したものであり、長期的に見ればこのバイオエタノールを燃やしたとしても大気中の二酸化炭素は増えない。
- (2) (1)以外でこれまでに明らかになっていること
- セルロース系材料を原料に利用する第二世代バイオエタノールの開発が盛ん。それらは材料が藁などの食用でないバイオマスを原料とするため、食料との競合が発生しない。

### (2) 仮説

トウモロコシやサツマイモ等の植物からバイオエタノールを精製し、その濃度を調節すると化学的、物理的性質において普通のエタノールと同じものが出来上がり消毒効果が確認できる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

#### (I)バイオエタノールの精製

サツマイモ、トウモロコシ、テンサイ、麹、イースト菌、水、ミキサー、容器、枝付きフラスコ、バーナー、スタンド、リーピッヒ冷却器、容器、アルミホイル、輪ゴム、温度計付きゴム栓

### (2) 手順

素材(トウモロコシ185g,サツマイモ782g)を細かく切り柔らかくなるまで茹でて水(良く混ざり合う量まで)、麹(サツマイモの場合14g,トウモロコシの場合6g)イースト菌(サツマイモの場合6g、トウモロコシの場合3g)を混ぜ合わせ25°Cで1~2週間放置する。

<素材を混ぜ合わせたもの>



(図2サツマイモ)



(図3トウモロコシ)

発酵させたサツマイモとトウモロコシをそれぞれガーゼにくるみねじる、握るなどして汁を絞りだす。バイオエタノール含有物を枝付きフラスコに入れて加熱し、リービッヒ冷却器で冷やすことでバイオエタノールを蒸留する。この時、エタノールの沸点は78°Cなので温度はその近辺に保つ。リービッヒ冷却器の先にはアルミホイルをかぶせた三角フラスコにリービッヒ冷却器の先端が入る穴を開けおき蒸留したエタノールが蒸発しないようにする。

<実験の様子>



(図1リービッヒ冷却器での蒸留の様子)

(II)

バイオエタノールの消毒効果の検証

<用意するもの>

無菌シャーレ、黒カビ、ポテト培地(4枚)、ペーパーディスク(12枚)、検証したいバイオエタノール

<実験方法>

①クリーンベンチで黒カビを100倍に希釀したものを4つのポテト培地に塗り広げる。

②そのうち二つはそれぞれサツマイモから作ったものとトウモロコシから作ったバイオエタノールをしみこませたペーパーディスクをポテト培地一枚につき3つ置く。他二つは何も置かない。

③その後25°Cで14日間放置する。

④ペーパーディスクから同心円状にカビの発生を抑制してる様子から消毒効果を検証する。

(III) また蒸留したものがエタノールであることを確かめるためにマッチで火をつける実験を行う。

## 5. 結果と考察

(I)

<絞りだしたエタノール含有物>



(図4 左サツマイモ、右トウモロコシ)

{絞りだした量}

サツマイモ185.6g,トウモロコシ67.7g

それらを蒸留してとれた量

サツマイモ21.3g トウモロコシ14.9g

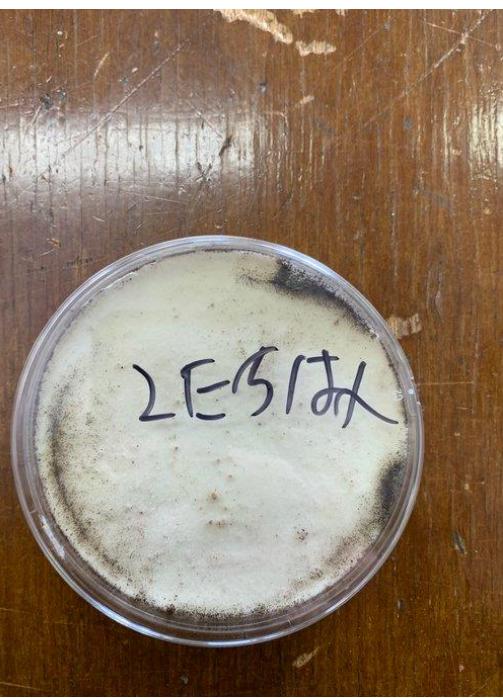
(III) サツマイモ、トウモロコシそれぞれの蒸留物にマッチで火をつけたところ火が付いた。

(II)

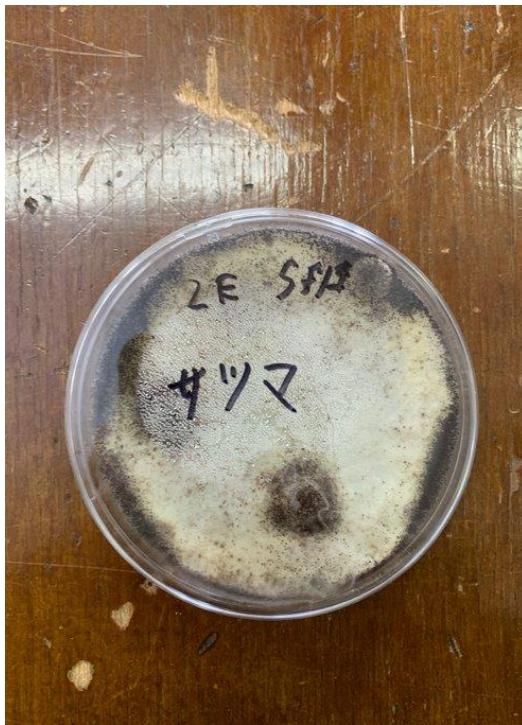
<カビの繁殖を抑制する様子>



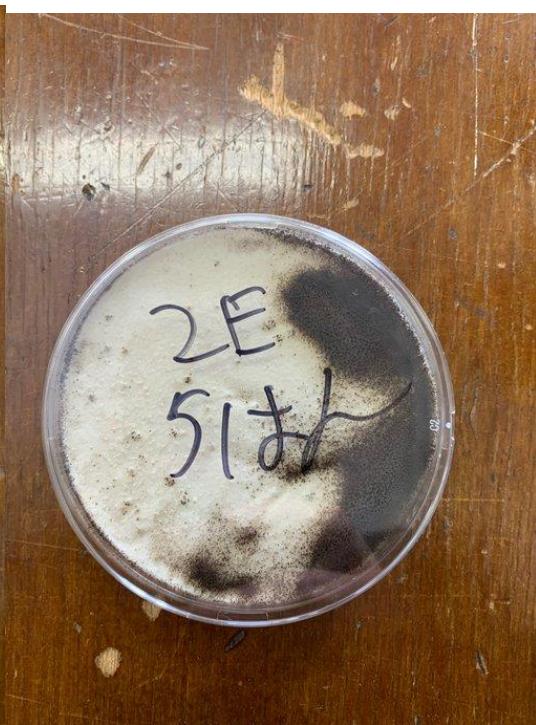
(図 5 トウモロコシ)



(図 6 何もなし①)



(図 7 サツマイモ)



(図 8 何もなし②)

サツマイモ 阻止円半径0mm

トウモロコシ 阻止円半径0mm

<考察>

(III)の結果より(I)で取れたものは濃度25%以上のバイオエタノールであることが分かった。

(II)の結果よりサツマイモとトウモロコシ両方での消毒効果が認められなかった。

これらの事からバイオエタノールの精製には成功したが消毒効果を持つ濃度には至らなかつたことが分かる。また本来ならば阻止円の中心になるはずのペーパーディスクに集中して黒カビが繁殖していたことから

蒸留の際に不手際がありサツマイモやトウモロコシの栄養分が黒カビの養分になってしまったことが考えられる。

## 6. 結論

今回の実験ではサツマイモとトウモロコシから精製したバイオエタノールに消毒効果があることは証明することが出来なかつたが、本来エタノールが消毒効果を持つ濃度は約79%であり(III)では濃度が25%以上であることしか分からなかつたためさらに蒸留を繰り返し行って濃度を上げることで消毒効果を持つ濃度まであげられたかもしれない。しかしながら手間がかかるのでバイオエタノールを消毒用に用いるのは厳しいものがある。

## 7. 参考文献

1)バイオエタノールの製造方法

[http://www.kuramae-bioenergy.jp/assets/files/biomass/bio\\_ethanol.pdf](http://www.kuramae-bioenergy.jp/assets/files/biomass/bio_ethanol.pdf)

2)Gijyutu.com 技術の面白教材集

<https://gijyutu.com/main/archives/225>

3)抗菌性実験

<https://www.tecsrg.co.jp > microbiological > other > antibac>

# 保湿できる消毒液

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 6班

## 1. 背景

感染防止のために一日に何度も手指消毒しなければいけない今、消毒液による手指の荒れが気になるので、身近にある様々な種類の油(以下保湿成分)を使ってどの保湿成分が一番保湿力があるかを調べる。

## 2. 目的

4種類の保湿成分(オリーブオイル、キャノーラ油、ごま油、牛脂)の中で最も保湿力が高いものを調べ「保湿できる消毒液」を作る。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

濃度70 %以上で消毒液の有効性がある。濃度90 %を超えると肌が荒れる可能性があるので、濃度70 %以上90 %未満の消毒液を用いる。

平成30年度の厚木高校の課題研究から、油の融点によって保湿力が異なることがわかったので、それを今回作る保湿できる消毒液に応用する。

### (2) 仮説

今回の実験では水分の蒸発量が小さいことを保湿力が高いとした。

融点が高い物質ほど分子間力が大きく結合が強くなり水分の蒸発を抑えるためと蒸発しにくいと考えた。よって、融点が高い順に牛脂(40°C~50°C)、オリーブオイル(0°C~6°C)、ごま油(-6°C~-3°C)、キャノーラ油(-12°C~0°C)。この順に保湿力が高いと考えた。消毒液の濃度や材量は変わらないため消毒液に加えても同じ順に保湿力が高いと考えた。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

エタノール、精製水、餅、保湿成分 牛脂(パルミチン酸)、オリーブオイル(オレイン酸)、キャノーラ油(オレイン酸)、ごま油(リノール酸)

### (2) 手順

実験1 餅に含まれる水分の質量の減少率を求める

- ① エタノール：精製水：保湿成分= 28 : 7 : 1の溶液を作る。1つは保湿成分を抜いて作る。
- ② 餅の質量を測ってから餅に①を塗る。
- ③ 放置し、質量を測る。
- ④ (質量減少量)/(最初の質量)\*100=減少率として、減少率を求める。  
減少した質量は、水分が蒸発したものとする。

実験2 保湿成分単体での保湿力を求める

- ① 水を同じ量計り同じ大きさのカップに入れその水面に各保湿成分を同じ量垂らしたものと、保湿成分なしのもの(水のみ)を作る。牛脂は融点より気温が低く、水面に垂らすと固まり正しい実験結果が出ないため除

く。

- ② 放置し、質量を測る。
  - ③ 減少量を求める。
- 減少した質量は、水分が蒸発したものとする。

## 5. 結果と考察

### 結果

図1より、水分の減少率が高い順にごま油、キャノーラ油、牛脂、保湿成分無し、オリーブオイルとなった。よって消毒液の状態で水分の蒸発率が小さいのはオリーブオイル、保湿成分無し、牛脂、キャノーラ油、ごま油の順である。

図2の2時間後の餅の表面を見ると、ひび割れが強いものから順に保湿成分無し、牛脂、キャノーラ油、ごま油、オリーブオイルとなっている。

図3より、保湿成分単体のとき1 gの水が蒸発するのが早い順に保湿成分無し(水のみ)、キャノーラ油、ごま油、オリーブオイルとなった。

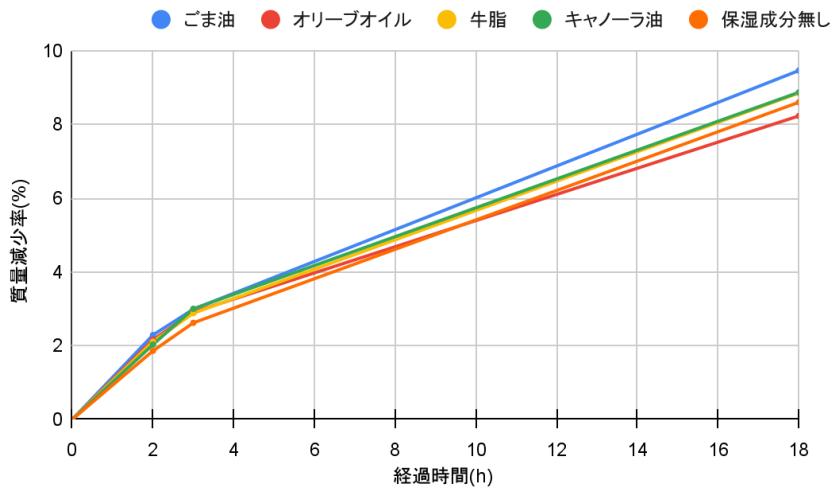


図1 餅に含まれる水分の質量の減少率



図2 2時間後の餅の様子

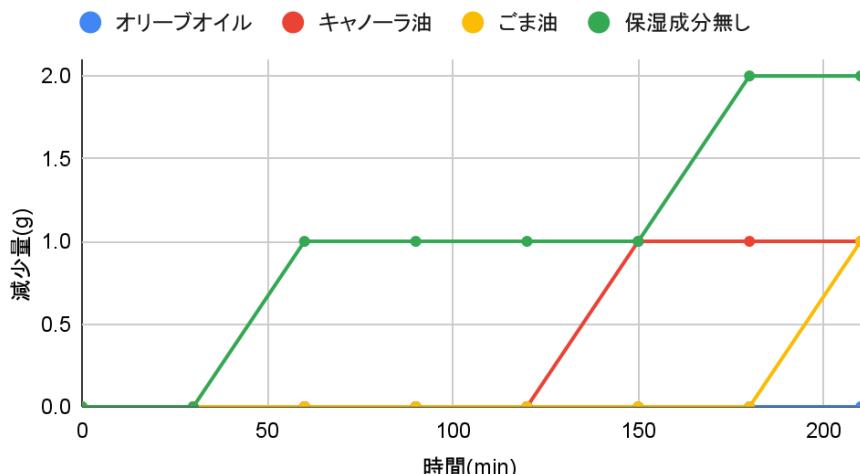


図3 油と水の減少量

## 考察

保湿成分単体での保湿力は仮説通りになった。(牛脂は正確な実験結果が得られないため除く。)

図2では仮説で保湿力が高いと予想したものほどひび割れが弱かった。

また、保湿成分を入れた消毒液を作ったときに保湿成分無しの消毒液より保湿力が上回ったのはオリーブオイル以外のものであった。上回ったものも、仮説とは違う順の減少率となつた。

## 6. 結論

仮説通り融点が高いものほど保湿力が高い。しかし消毒液に保湿成分として加える場合、保湿力があるのはオリーブオイル以外のキャノーラ油、ごま油、牛脂となった。

## 7. 参考文献

- 1) 【アルコール(エタノール)】の濃度による殺菌(除菌・消毒)効果について  
[https://www.chinoshiosya.com/news/feature/alcohol-disinfection\\_effect-by-concentration/](https://www.chinoshiosya.com/news/feature/alcohol-disinfection_effect-by-concentration/)
- 2) SSH研究開発資料 - 厚木高等学校  
<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/30f.pdf>

# 保湿力の高いハンドクリーム作り

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 7班

## 1. 背景

コロナ禍により手を消毒することが日常となり、肌荒れのリスクからハンドクリームを使うことが増えた現代において、一番保湿作用のあるハンドクリーム、その原料について知りたいと思ったため。

## 2. 目的

肌荒れの予防からハンドクリームを使いたいが、肌に合わない、匂いがないものを使いたい、などの希望のある人がハンドクリームを作る際に、どのような材料で作るのが良いのかを知るために使う。また、ハンドクリームを選ぶ際の判断材料の一部となるデータを得るために使う。今回は保湿作用に注目して適する原料を調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

ハンドクリームを作るときに必要となる材料:蜜蝋、白色ワセリン、シアバターのうち1つ

加える材料:ホホバオイル、オリーブオイル、ごま油、椿オイルのうち1つ

ハンドクリームを作るときに必要となる材料と加える材料の比は、1:4か1:5が一般的である。

また、脂肪酸の種類とその含有率は保湿力と関係ない。

表1 実験で使う材料と融点

材料	融点(℃)
蜜蝋	62~65
白色ワセリン	36~
シアバター(精製)	37~39, 40
ホホバオイル	11~22
オリーブオイル	0~6
ごま油	26~32
椿オイル	-21~-15

### (2) 仮説

融点が高いと固体の状態が保たれ、肌の水分を閉じ込めてくれると考えた。したがって、表1より蜜蝋とごま油の組み合わせが最も保湿力が高いと考えた。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

餅, 蜜蝟, 白色ワセリン, シアバター, ホホバオイル, オリーブオイル, ごま油, 椿オイル

〈実験で使う材料の種類〉



図1:餅  
タ  
ー



図2:蜜蝟, 白色ワセリン, シアバ  
ター



図3:ホホバオイル, オリーブオイル,  
ごま油, 椿オイル

## (2)手順

保湿作用を比較する方法として、今回は蒸発率を用いるとする。餅を水につけた後、ハンドクリームを塗る。そして、ハンドクリームを塗った時と、塗ってから30分後の質量を測り、そこから蒸発量を出す。蒸発率は、【質量減少量÷最初の質量×100】で求める。質量減少量は蒸発量、最初の質量はハンドクリームを塗った後の餅のこととする。

まず、図4のように2つの材料を混ぜて溶かす。完全に溶けたハンドクリームを餅全体に塗り、図5の容器に入れる。これを上の文のように計測して蒸発率を求める。また、蜜蝟などとホホバオイルなどの配合比は1:4とする。



図4:2つの材料を混ぜた



図5:容器に入れた餅

## 5. 結果と考察

〈結果〉

図6より、組み合わせによって蒸発率に大きな差があるが、椿オイルを混ぜたものは蒸発率が低い傾向にあることがわかる。また、コントロール群の蒸発率を超えてしまったものもあった。仮説で最も保湿力が高いと考えた蜜蝋とごま油の組み合わせは質量が増加してしまった。

椿オイルを含む3種類の蒸発率が低い傾向にあるので、その3種類で再び実験をする。最初の実験を実験1、再実験を実験2・3とする。実験2・3では、放置時間を延ばし、計測回数を増やす。実験2の配合比は、シアバター:椿オイル=4:1、蜜蝋:椿オイル=1:5、ワセリン:椿オイル=1:4とし、椿オイルの量を等しくする。実験3は餅に塗るハンドクリームの量を等しくする。

図7・8より、長時間放置した時の蒸発率が最も低い組み合わせはワセリンと椿オイルの組み合わせであった。また、餅に塗るハンドクリームの量を等しくすると、短時間でのシアバターと椿オイルの組み合わせの蒸発率が低かった。

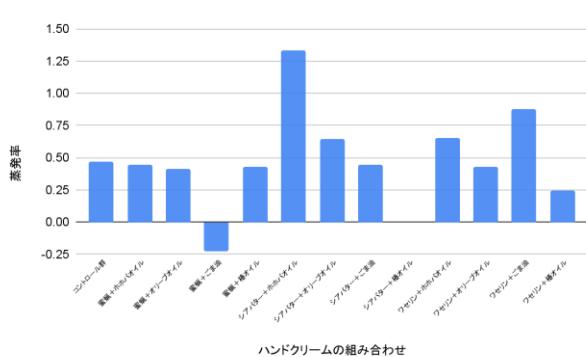


図6:実験1(ハンドクリームの組み合わせと蒸発率)

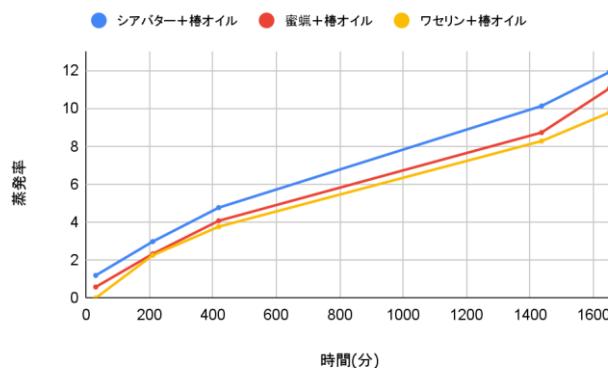


図7: 実験2(放置時間と蒸発率)

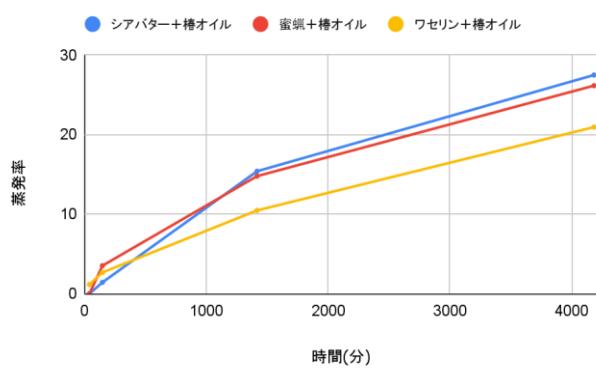


図8: 実験3(放置時間と蒸発率)

〈考察〉

以上の結果から、ハンドクリームを蜜蝸、ワセリン等の主原料にホホバオイル、オリーブオイル等のオイルを加えてハンドクリームを作る時、短時間の保湿力を求める時はシアバターと椿オイルの組み合わせが適していると考えられる。それに対して、長時間の保湿力を求める時はワセリンと椿オイルの組み合わせが適していると考えられる。時間によって適する材料が異なるのは、物質の性質が関係している。シアバターは時間が経って溶けると中にしみ込んでいく。それに対して、ワセリンはパラフィンという膜を張る。よって、時間が経ってシアバターがしみ込んでいくまではシアバターの方が保湿力が高く、シアバターがしみ込んでからは膜を張るワセリンが適していると考えられる。

これらの材料が適している理由は、材料の融点が低いからだと考えられる。融点が高いと保湿したい物体との間に空気の層を作つて固まつてしまい、保湿が十分にできないのに対し、融点が低いとあまりハンドクリ

ームが固まらず、保湿したい物体に液体に近い状態で密着して、保湿ができるからだと考えられる。よって、仮説で考えたことは逆である。

コントロール群の数値を超えたとき質量が増加したりしてしまった原因として、材料の組み合わせが良くなかったこと、実験のやり方にミスがあったことが考えられる。

## 6. 結論

最も保湿作用のあるハンドクリームは、短時間だとシアバターと椿オイルの組み合わせ、長時間だとワセリンと椿オイルの組み合わせである。また、融点が高いものより低いものの方が保湿力が強い傾向がある。

## 7. 参考文献

- ・超簡単！乾燥対策！ハンドクリームの手作り方法8選！  
<https://kurashi-no.jp/I0037448>
- ・自宅で簡単！手作りハンドクリームの魅力と上手な作り方 | ピントル  
<https://cosme.pintoru.com/hand-cream/component/>
- ・シアバターとワセリンの違いと特性-ココロコスメ  
<https://cocorocosmeshop.com/wp/2018/11/24/シアバターとワセリンの違いと特性/>

# 紙を土の代わりにしたい

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 8班

## 1. 背景

ペーパーレス化と言われているが、毎日のように日常生活で使用され、廃棄される紙を有効活用したいと思ったから。

## 2. 目的

紙のちぎり方、種類によって、紙は土の代わりになるのか知りたい。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

・カイワレダイコンの育て方

- ①軽く湿らせた土に種を並べ、暗所で3日間放置する。
- ②5,6 cmほど伸びたら、日の当たる場所に移動して光合成させる。
- ③1, 2週間で食べられる。

### (2) 仮説

保水力のある紙の方が土に近いため、細かくちぎった紙やトイレットペーパーなどの保水力がある紙の方が育ちやすいと考えられる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

プラ容器、紙(真っ白なコピー用紙、トイレットペーパー、段ボール、不織布、キッチンペーパー、新聞紙)、カイワレダイコンの種子、スプレー水筒

### (2) 手順

・カイワレダイコンの実験

- ①コピー用紙(A4)をそれぞれ短冊状に、1/16, 1/32, 1/64にちぎる。
- ②ちぎった紙とカイワレダイコンの種子20粒をプラ容器にそれぞれ入れ、光が当たらない場所に置く。
- ③スプレー水筒で水をそれぞれ同じ量吹きかける。
- ④どのちぎり方が1番育つのかを調べる。  
(Tukey-Kramer法)で検定する。
- ⑤④で判明した1番育つちぎり方でどの紙の種類が1番育つかを調べる。  
(Tukey-Kramer法)で検定する。

・保水力の実験

- ①紙(真っ白なコピー用紙、トイレットペーパー、段ボール、キッチンペーパー、新聞紙)を10 cm×10 cmに切って濡らす。
- ②それをひもにかけて干し、乾くまでの時間を測る。

## 5. 結果と考察

・カイワレダイコンを育てる実験(紙のちぎり方)

Tukey-Kramer法で検定した紙のちぎり方のスプレッドシートは別の添付ファイルにあります。

検定から1/64が1番育った。コピー用紙が細かいほど隙間は増えるため、根とコピー用紙が絡まりやすくなり水分を得やすくなつたと考えられる。

・カイワレダイコンを育てる実験(紙の種類)

紙の細かさは1番育った1/64に統一した。

Tukey-Kramer法で検定した紙の種類のスプレッドシートは別の添付ファイルにあります。

検定から成長を順位づけすると

	順位
1位	キッチンペーパー
2位	不織布
3位タイ	コピー用紙
3位タイ	段ボール
3位タイ	新聞紙
6位	トイレットペーパー

図3:紙の種類の成長ランキング

・保水力を調べる実験

	コピー用紙	トイレットペーパー	ダンボール	不織布	キッチンペーパー	新聞紙
太さ	5	1	1	2	5	1
色	3	2	1	2	5	2
ハリ	3	2	1	1	5	1
水分	4	4	1	1	5	1

図4:各紙の特徴(5が一番高く、1が一番低い)

保水力は正確に測ることができなかつたが、キッチンペーパーが全てにおいて高かつた。トイレットペーパーが高いと予想していたが結果的にキッチンペーパーが高かつたのは、キッチンペーパーの方がトイレットペーパーより厚く丈夫なため水を染み込ませる体積が大きいからだと考えられる。しかし、トイレットペーパーも水分において「4」と高かつたが、あまり成長しなかつたのは、水分を含み過ぎてトイレットペーパーが溶けてしまいカイワレダイコンの根が張りづらかつたからだと考えられる。

## 6. 結論

紙が細かいほど植物は育ちやすいが、保水力があればあるほど育ちやすいわけではない。

## 7. 参考文献

シュレッダーした紙を微生物分解してみる その4 見事土になった♪