

# 差込型ドアストッパーの形状および材質の改良による品質の向上

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 1班

## 1. 背景

昔よく見かけた差込型ドアストッパーだが、最近はあまり使われていない。

何故かと思い調べてみると差込型ドアストッパーには、ドアに入り込んでしまうため取り外しがしにくいという点をデメリットとして、設置型のストッパーを使用するのが主流になっているとわかった。差込型ストッパーはほかのストッパーに比べ安価であったり、設置などの手間もないため上で挙げた点を改良できれば最適なストッパーになりうるものだとわかった。

## 2. 目的

取り外しが大変というデメリットを素材の変更や形状の変更によって改善し、設置型ストッパーに比べ安価で、設置の手間がなく、十分なストッパー性能を発揮できる差込型ストッパーを開発する。取り外しが大変になる原因はドアの下にストッパーが入り込みすぎてしまうことなので、ストッパー角度をなるべく大きくすることが目的になる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

力学に関する法則(摩擦,作用反作用,力の合成分解等)

木製のストッパーよりもゴム製のストッパーの方が性能はよい。より使いやすい形として、360度どこからでも設置できる円盤型がある。

### (2) 仮説

重りの重さをF、ドアストッパーの質量をm、ドアストッパーの水平方向からの角度を $\theta$ 、ドアストッパーの最大静止摩擦係数を $\mu$ 、扉がドアストッパーから受ける垂直抗力をNとし、ドアストッパーは引く位置の真下であるとすれば

ドアストッパーの止めることのできる最大のFは、図1より、

$$F = N \sin \theta \quad (N \cos \theta + m g) \mu = F \quad \text{である。}$$

$$N = F / \sin \theta \text{ を代入すると、} F = F \mu / \tan \theta + m g \mu$$

$$F(\tan \theta - \mu) / \tan \theta = m g \mu$$

$$F = \mu m g \tan \theta / (\tan \theta - \mu)$$

$F = \mu m g \tan \theta / (\tan \theta - \mu)$  の時の値で表される。(グラフ1)

なお、摩擦係数1.554、ストッパーの質量100g時である。

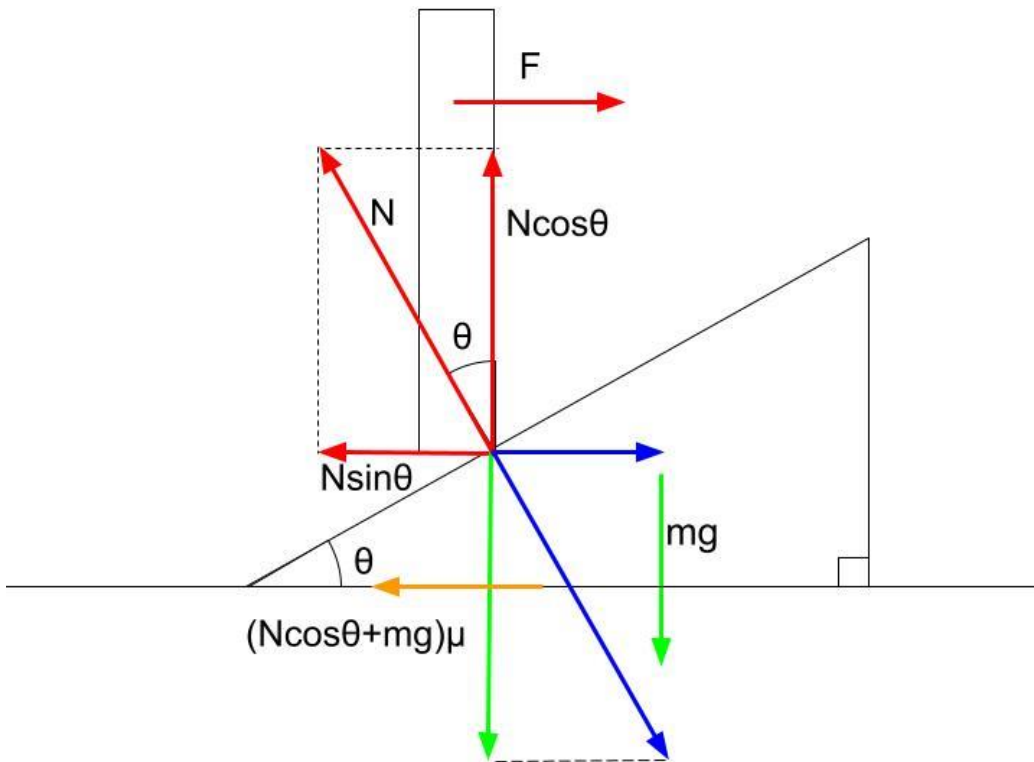
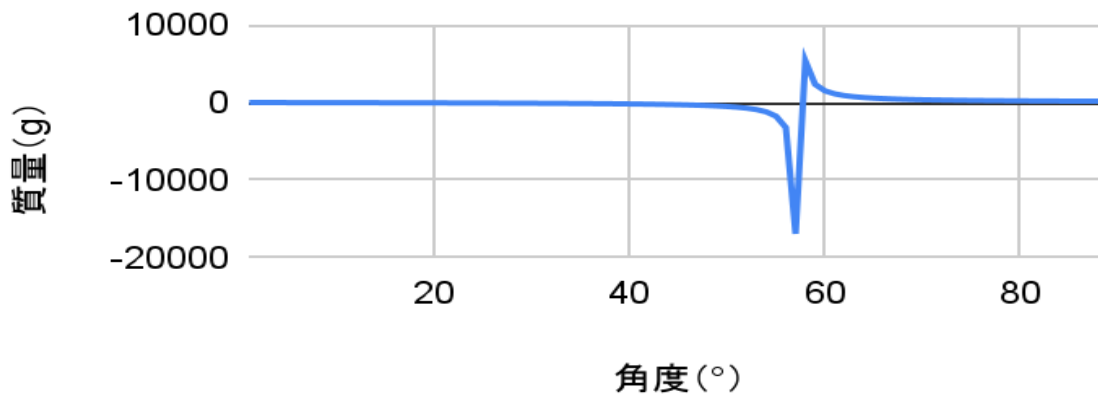


図1.ストッパーに関する力

## グラフ1 角度と質量

摩擦係数 1.554      ストッパーの質量 100 g



### 4. 方法

#### (1) 実験材料

定滑車, 紐, 重り(ペットボトル, 砂, 針金), ドアストッパーの重さ合わせ用の重り(砂と袋で作る)  
 手作りのドア(ドアとそれをのせる台を木材で作る)  
 手作りの80° ~ 10° の8種類のドアストッパー(木材で型をつくりそこにゴムシートを貼り付ける)  
 実際のドア, プラバン, サラダ油

#### (2) 手順

・手作りドアを用いた実験(実験 1, 2)

定滑車と重り(ペットボトルを針金で紐に掛けたもの)を使い、ペットボトルに砂を少しずつ入れながらドアを引いていく。そして、どこまでドアとドアストッパーが動かずに耐えられるかを目視で調べる。

ドアとドアストッパーが動いたら砂が入った針金を付けたペットボトルの重さを測る。

それぞれの角度で6回ずつ実験を行い、その平均値を実験値とする。(実験1, 2)

測定ごとにゴムを水拭きし、条件を揃える。(実験2)

・実際のドアを使用した実験(実験3)

上記の実験で動かなかったストッパーに、より大きな力を加えるために実際のドアを使用する。ドアに対するドアストッパーの角度を変えながら動きだす角度を測定する。測定毎にゴム、床を水拭きして乾かし、同様の条件下で実験する。

ドアとストッパー間の摩擦を変化させるため、接触面の材質(ゴム、プラ板、それぞれの表面に油を塗布)を変え、同様に実験する。

## 5. 結果と考察

表1.実験1 結果 ドアストッパーの角度と動かずに耐えられた重量

	一回目 (g)	二回目 (g)	三回目 (g)	四回目 (g)	五回目 (g)	六回目 (g)	平均値 (g)
80°	28.6	33.7	34.3	34.3	25.7	32.8	31.56666667
70°	60.3	43.4	39.2	51.4	46.5	61.4	50.36666667
60°	55.8	41.4	57.5	42.5	57.7	37.8	48.78333333
50°	64.8	58.7	74.3	58.9	58.3	67.8	63.8
40°	47	49.8	52.9	53.5	40.9	45.1	48.2
30°	61.5	70.3	73.9	49.8	54.3	63.6	62.23333333
20°	測定不可						測定不可
10°	測定不可						測定不可

測定結果が大きく仮説値と離れていた。この実験では、ゴムの表面を拭いていなかったため汚れていた点、ストッパー自体の質量が小さく(33.4 g)誤差が出やすかった点で問題があると考え、新しく実験2を実施した。実験2は、実験1にゴムを拭く作業を加え、ストッパーに重りをつけ100gに統一した。

表2.実験2 結果 ドアストッパーの角度と動かずに耐えられた重量

	一回目 (g)	二回目 (g)	三回目 (g)	四回目 (g)	五回目 (g)	六回目 (g)	平均値 (g)
80°	117.4	100.1	124.6	134.3	120.3	112	118.1
70°	77.5	73.9	74.7	67.1	57.5	52.1	67.1
60°	151.3	163.7	167.2	178.2	131.4	163.4	159.2
50°	168.1	152.9	164.8	178.3	161.1	195.9	170.1
40°	177	175.1	153.9	163.9	171.9	158.5	166.7
30°	測定不可						測定不可
20°	測定不可						測定不可

10°	測定不可						測定不可
-----	------	--	--	--	--	--	------

実験1とはちがひ、30° のときも動かなかった。ただ、測定結果と予測値が大きく離れていることは変わらなかった。実験1からの変更によって仮説値からのずれに変化が起きることがなかったことから、誤差による差ではないと考えられる。仮説においてドアとストッパー間の摩擦を無視していた。その摩擦を考慮することで糸口が見えると考えた。また、30° の時に動かなくなったのは、摩擦力の増加によるもので、それは床に対する垂直抗力の増加といえるので、ストッパーの質量を大きくしたのが原因であると考えられる。

上に記したように摩擦を考慮し新しく仮説を立てる。

ドアがストッパーから受ける垂直抗力Nに関して摩擦が生じるので図2のようになる。

図2のように摩擦 $N\mu'$ の影響で力の角度 $\theta'$ はストッパーの角度 $\theta$ よりも大きくなる。

また、ストッパーが測定不可になるほど止めたのを無限に止められたと解釈し、無限になる場合について考える。仮説の式: $F = mg + \mu + F\mu / \tan \theta$ を両辺をFで割ると、 $1 = mg\mu / F + \mu / \tan \theta$ の式が得られ、 $F \rightarrow \infty$ をして $1 = \mu / \tan \theta$ になるので、ストッパーが無限に止められるようになるのは $\mu = \tan \theta$ であることがわかる。ここで実験で使用するゴムの摩擦係数は1.66なので、 $\mu = \tan \theta$ になるのは $\theta = 58.9^\circ$ の時。よって力の角度が $58.9^\circ$ 以下でストッパーは無限に止まると考えられる。

ここで実験2の結果と照らし合わせると、30°で無限に止まっていてストッパーの角度が力の角度よりも小さくなることに矛盾していない。

この仮説から今回の目的を達成するにはストッパーの角度を $58.9^\circ$ に近づけることで達成できるとわかる。図2より摩擦が小さければ小さいほどストッパーの角度と力の角度が近づくので、ドアとストッパー間の摩擦をより小さくすればよい。

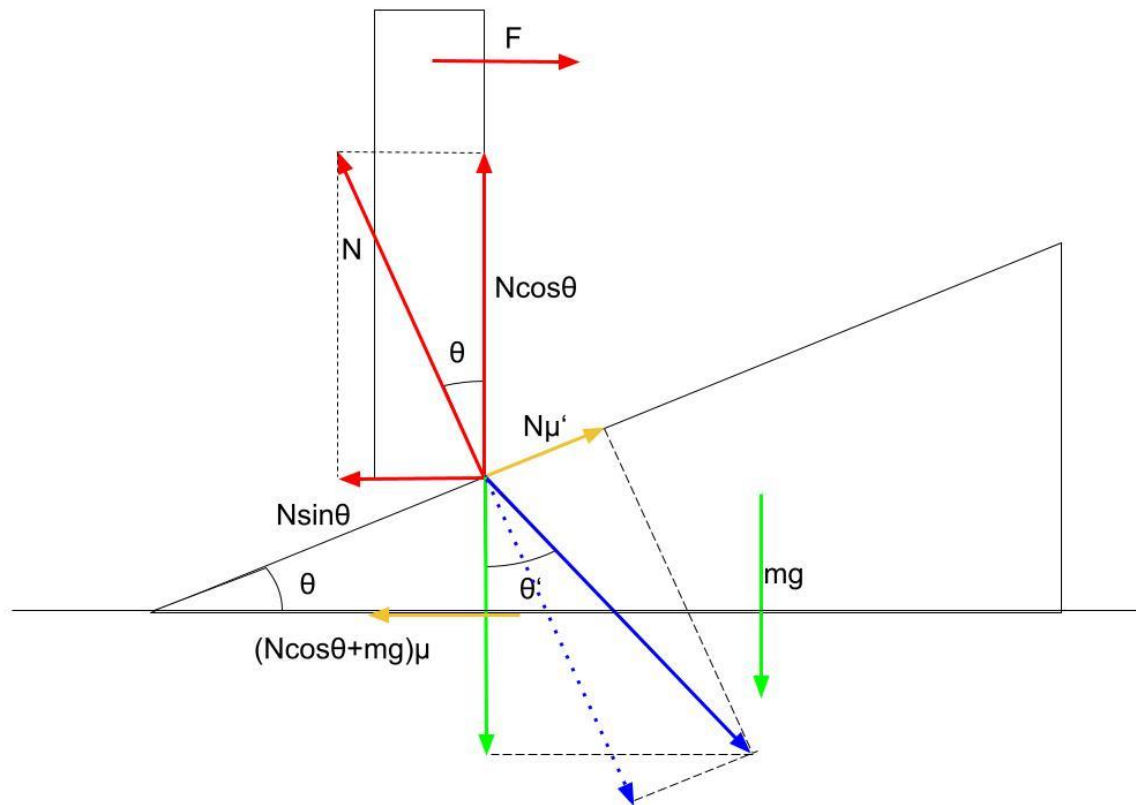


図2.摩擦を考慮したストッパーに関する力

表3 実験3結果 ドアストッパーがドアと接する面の材質とドアが動かなくなった角度

変更点	一回目 (°)	二回目 (°)	三回目 (°)	四回目 (°)	五回目 (°)	平均 (°)
なし	36.2	36.9	34	なし	なし	35.7
ゴム&油	37	40.9	38	なし	なし	38.6
プラ板	46.1	44.2	47.4	なし	なし	45.9
プラ板&油	52.9	43.7	56.9	52.5	48.8	51.8

摩擦が最も小さい順のプラ板&油、プラ板、ゴム&油、なしの順でストッパーの角度は大きいものから小さいものになっている。このことから仮説通りドアとストッパー間の摩擦を小さくすることで、ストッパーの角度と力の角度が近づき、ストッパーの角度を大きくすることができる。

## 6. 結論

今回の目的を達成するには、ストッパーの角度を大きくすることが必要。実験1~3の結果よりドアとストッパー間の摩擦をより小さくすることで、ストッパーの角度が58.9° に近づき、無限に止められるようになる。

## 7. 参考文献

ゴムの摩擦係数

<https://www.toishi.info/sozai/rubbers/cof.html>

摩擦力とは 研究開発を支援する界面科学測器の専門メーカー:協和界面科学株式会社

[https://www.face-kyowa.co.jp/science/theory/what\\_tribology.html#:~:text=%E6%91%A9%E6%93%A6%E3%81%AE%E6%B8%AC%E5%AE%9A%E6%96%B9%E6%B3%95%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6,%E3%81%AB%E5%88%86%E9%A1%9E%E3%81%95%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82](https://www.face-kyowa.co.jp/science/theory/what_tribology.html#:~:text=%E6%91%A9%E6%93%A6%E3%81%AE%E6%B8%AC%E5%AE%9A%E6%96%B9%E6%B3%95%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6,%E3%81%AB%E5%88%86%E9%A1%9E%E3%81%95%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82)

タイヤの基礎知識 | 【DUNLOP】ダンロップタイヤ 公式

<https://tyre.dunlop.co.jp/tyre/products/base/>

# 土の水はけを意図的に操作して悪くすることはできるのか

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 2班

## 1. 背景

一般的に土の水はけは良いほうが様々な農業に利用でき、便利である。そのため土の悪くなってしまった水はけをよくする方法というのはあるが、逆に土の水はけを悪くしたり水はけを自由に操作するという方法はどこを調べてもなく、それができるのか気になりこの研究をすることとした。

## 2. 目的

土の水はけをいじって農業等に应用できるかどうか調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

一般的な水はけが悪い土としては粘土質の土と古い土とがある。前者はそもそもの粒子の大きさが小さいので水はけが悪く、後者は古い土の中にある微塵によって粒子間の体積が小さくなることで水はけが悪くなっている。微塵とは古い土によくみられる土の粒子が破壊されることによって生じる元の土より小さい土の粒子のことである。

### (2) 仮説

微塵と黒土を比率を変えながら混ぜることで水はけに違いが生じる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

500 mLの炭酸のペットボトル3本(図1),黒土900 mL(図2),計量カップ,微塵900 mL(図3),200 mLビーカー,網戸の修復シート,ボウル,土をすりつぶすための金属棒



図1. 使用したペットボトル



図2. 黒土



図3. 微塵

### (2) 手順

1, 実験に使うための炭酸のペットボトルを三つ用意し,底面をくりぬき,飲み口の部分に網戸の補修シートを貼り付けて実験装置を作る。(図1, 4)

2, 土を一定量計ってすり潰して微塵にする。

3, すり潰した微塵と黒土を合計が300 mLになるようにして微塵の割合が80%, 66%, 53%, 46%, 33%, 20%になるように分ける。

4, 1で用意したペットボトルに黒土と微塵の混合物を入れ,水を100 mL投入して30分待つ。(図5)

5, それぞれの比率の混合物について一滴目の水滴が落ちるまでにかかった時間と,30分で落ちた水滴の合計量を計測する。

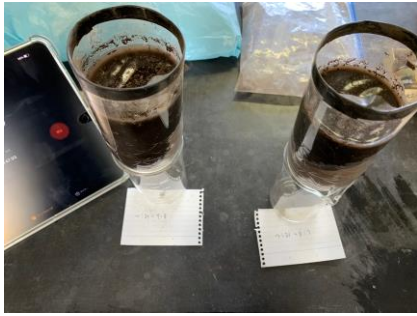


図4. 網戸補修シートを張ったペットボトルの飲み口

図5. 実験の様子

## 5. 結果と考察

結果は次の表のようになった。

表1:最終結果

微塵の割合	80%	66%	53%	46%	33%	20%
一滴目までの時間	×	×	×	×	29分15秒	×
合計	0滴	0滴	0滴	0滴	1滴	0滴

また、実験終了後の各混合物の見た目は次のようになった。



図6.微塵の割合=80%

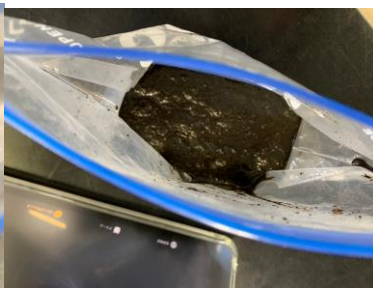


図7. 66%



図8. 53%



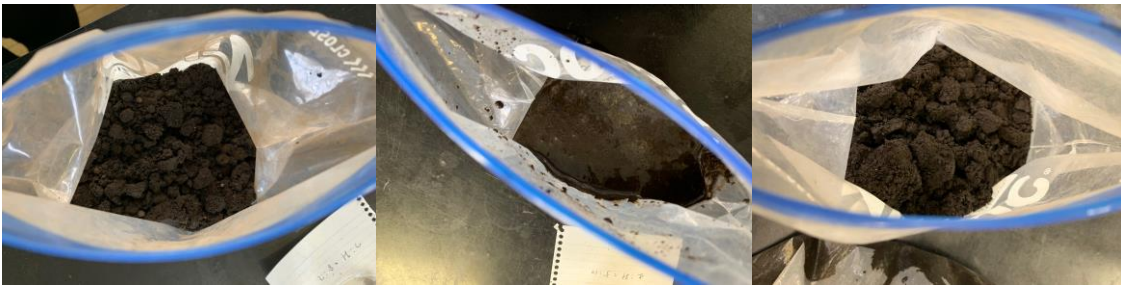


図9. 46%

図10. 33%

図11. 20%

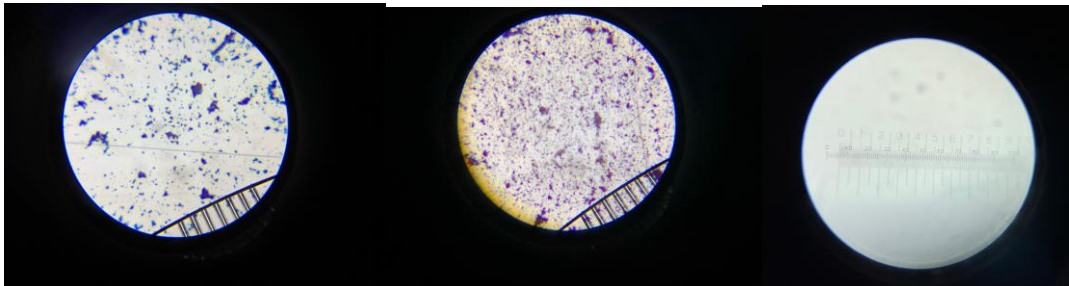


図12. 黒土

図13. 微塵

図14. ミクロメーターの大きさ150倍

結果、データとして水捌けが実際に操れていたのかどうかはよくわからなかった。しかし実験直後の混合物の様子を見てみると80%, 66%, 33%の混合物は泥水ようになっており、水持ちがよい順にすると80%, 66%, 33%となり、微塵の比率が高いほど水持ちがよくなっていることが分かった。その他の三つのデータについてはいくつかの水を少し含んだ塊ができていた。また、唯一水滴が垂れたことを観察した33%の比率の混合物では水滴が飲み口に確認されてから実際に落ちるまでに10分以上かかったことから、もっと水滴が時間をかからず垂れるような工夫が必要だったと思った。準備段階でも土をすりつぶして図13のような微塵にするのには30分程度掛かったことからより効率の良い方法を探す必要があると思った。

## 6. 結論

土の水はけは微塵と黒土の混合比によって変えることができたかもしれないが、より混合物の量を増やし、かつ計測方法を変える必要があった。

## 7. 参考文献

園芸通信 捨てないで!その土,まだ使えます!家庭菜園向けプランター版「土のリサイクル」

[sakata-tsushin.com/yomimono/tokushu/20190806\\_007903.html#step2-link](http://sakata-tsushin.com/yomimono/tokushu/20190806_007903.html#step2-link)

Wikipedia 黒ボク土

[ja.wikipedia.org/wiki/黒ボク土](http://ja.wikipedia.org/wiki/黒ボク土)

【土壌別経営診断 うちの土ではどう作る? 総集編】水田土壌の特徴と灰色低地土

[agri-biz.jp/item/detail/171?page=1](http://agri-biz.jp/item/detail/171?page=1)

ろ過器を作ってみよう-喜多方市水道課

<http://www.kitakata-suidou.jp/kids/handicraft.php>



# 水質浄化効果の高い条件を探す

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 3班

## 1. 背景

世界人口の半数以上が水道を使えるようになった今なお、主にサハラ以南のアフリカ諸国に住む6億6300万人もの人々が浄水処理されていない水を飲んでいる。不衛生な水は免疫力の弱い子供に下痢などの被害をもたらし、また身体や生活環境の清潔を損なわせ、肺炎などの病気を引き起こす原因になる。そのため水質浄化の方法を探すことは最重要課題である。また、水質浄化の方法の中でもメンテナンスの手間や消費する物質が少ない方が、経済的負担や人的負担が少なく発展途上国でも継続しうると考える。そのような視点から、今回は水中の物質を吸着して水質向上を図るうえで、どのような条件下で最も高い水質浄化効果が得られるのか調べようと思う。

## 2. 目的

水中の物質を吸着して水質向上を図るうえで、どのような条件下で最も高い水質浄化効果が得られるのか調べる。

## 3. 仮説①

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

#### ○炭素繊維の水質浄化の仕組み

炭素繊維を微生物や汚泥物質を含む水に入れておくと、微生物や微小粒子を付着させ、「バイオフィルム」(微生物が集合して形成される生物膜。)を形成する。バイオフィルムには汚れの成分を分解する微生物が濃縮されているため、水の浄化に利用することができる。

#### ○植物繊維の水質浄化の仕組み

植物繊維に含まれるナノセルロースは多孔構造を持ち、水中で強力な毛管力を生成するため、とても小さな物質(マイクロプラスチックなど程度)を吸着することができる。

#### ○プラスチック繊維の水質浄化の仕組み

プラスチックは疎水結合性の高い有害化学物質を吸着する。

#### ○動物繊維の水質浄化の仕組み

動物繊維に含まれるケラチン繊維内のジスルフィド結合は、電子伝達系機構を媒介として繊維が接触した有害物質を繊維表面で酸化、還元することで浄化作用を発揮する。

## (2) 仮説

炭素繊維を入れた水槽の水が最も大幅に吸光度が減ると考える。なぜなら、炭素繊維は物理的に水中の細かい物質を吸着するだけでなく、バイオフィルムによって吸着した物質を分解することができ、限られた繊維表面に吸着できる物質の量が増え、他の繊維と違って半永久的に浄化効果を持つから。

## 4. 方法①

### (1) 実験材料 ( )内の数字は個数を示す。

蓋つきの水槽(飼育容器小)[幅17.7 cm, 奥行11.5 cm, 高さ11.3 cm, 百均で購入。] (5),  
水 [高校内の耳池で計測初日の昼休み (12:50 ~ 13:00 ごろ)に5000 mL以上採取する。],  
電子温度計(1), 炭素繊維[直径1 cm, 長さ19 cmの束。三菱ケミカル株式会社様から頂いたもの。] (40), 植物繊維[綿100 %の毛糸。百均で購入。長さ19 cm](10),  
プラスチック繊維[ナイロン100 %の釣り糸。共同研究者持参。長さ19 cm] (40),  
動物繊維[羊毛100 %の毛糸。百均で購入。長さ19 cm] (10),  
石英セル(5), 駒込ピペット[5 mL](4), ゴム球(1), キッチンタオルの切れ(4), 純水, ビーカー[1000 mL] (1), スポイト(1), 吸光度計(1)

### (2) 手順

①各水槽に耳池から採取した水を1000 mLをビーカーとスポイトを使って入れる。

②1 つを除いた各水槽に炭素繊維, 植物繊維, プラスチック繊維, 動物繊維のいずれかを入れる。(図1 参照)



図1 繊維を浸けた水槽の様子

③全ての水槽に蓋をして、(水の蒸発や異物混入を防ぐため。)第1 理科講義室の日当たりのよい窓際に横1 列に並べる。(図2 参照)



図2 第1 理科講義室に並べた水槽の様子

④全ての水槽と石英セル, 駒込ピペット, ゴム球, キッチンタオルの切れ, 純水, 電子温度計を吸光度計のある化学第2 準備室の机の上に並べる。

⑤1 つの石英セルの7~8 割ほどまで純水を入れ, 吸光度計にかけ, ブランクの値が0であることを確かめる。(図3 参照)

※ 石英セルは白濁した面のみに触れ, それ以外の面には触れないようにする。また吸光度計には白濁した面が側面になるように設置する。

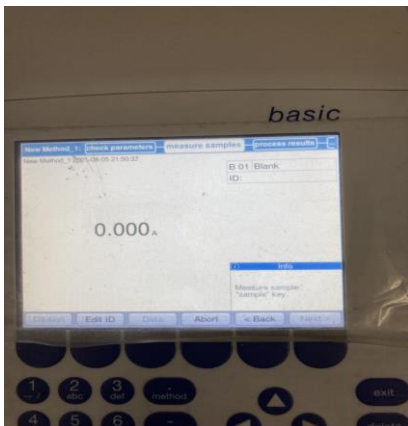


図3 ブランクの値が0であることの表示画面

⑥純水を水道に流し, 使用済みの石英セルは水道水と洗剤を入れてゆすぎ洗いをした後に純水をかけ, 乾燥棚にしまう。

⑦計測直前に1 つの水槽の蓋を開け, 駒込ピペットで適量(石英セルの7~8 割まで)の水を取って石英セルに入れる。

※水を取ったらすぐに水槽に蓋をして(異物混入を防ぐため。), 使用済みの駒込ピペットはゴム球を外して水道付近に置く。

⑧⑦の石英セルを吸光度計にかける。このとき波長( $\lambda$ )は計測初回の際にもっとも吸光度が高かったところにした。(今回は $\lambda = 693$ とする。)

※誤って石英セルの透明な面に触れてしまった場合, キムワイプで指紋をきちんと拭き取る。

⑨計測後に水は元の水槽に戻し、使用済みの石英セルに⑥と同様の処理をする。

⑩⑦~⑨の操作を繰り返し、全ての水槽の吸光度を1回ずつ測る。

⑪使用済みの駒込ピペットは水道水ですすいでから超音波洗浄機に入れ、5分間洗浄する。その後に水道水ですすぎ、純水をかけてから乾燥棚に入れる。ゴム球は水道水ですすぎ、純水をかける。

⑫以上の操作を5日間(2021年10/25~29)の放課後(16:00~16:30)に行い、吸光度の値を記録する。

## 5. 結果と考察①

表1 5日間の吸光度

日にち(日)	吸光度(Abs) $\lambda = 693$				
	繊維の種類				
	炭素繊維	植物繊維	プラスチック繊維	動物繊維	繊維なし
1	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
2	0.001	0.02	0.024	0.015	0.001
3	0.042	0.062	0.026	0.006	0.05
4	-0.008	-0.004	0.003	0.013	0.017
5	0.019	0.049	0.024	0.017	0.038

5日間の吸光度は表1のようになった。これらの値の推移を見るために値を分布図に表すと図4のようになる。

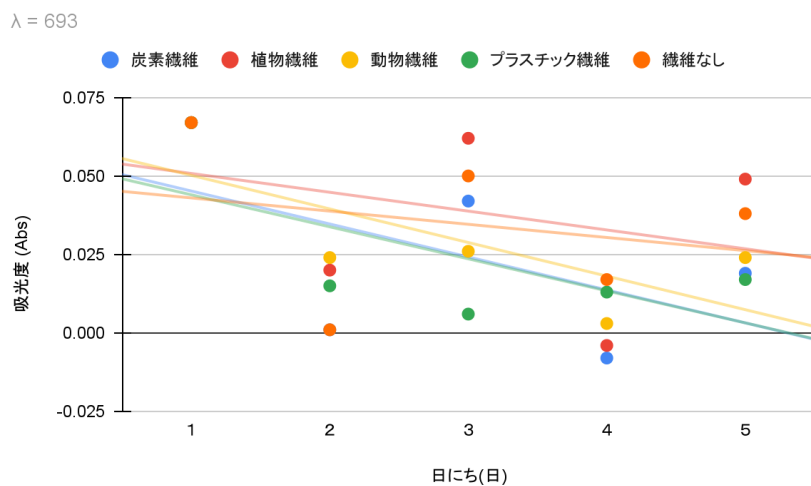


図4 5日間の吸光度の推移

トレンドラインを引いたところ、全ての吸光度が減少傾向にある、すなわち水中の浮遊物質が減っていることがわかる。また、トレンドラインの傾きを求めると表2 のようになり、炭素繊維と動物繊維が特に大きく減少していることがわかる。(傾きはSLOPE関数で求めたもの。)

表2 5日間の吸光度の繊維別トレンドラインの傾き

	繊維の種類				
	炭素繊維	植物繊維	プラスチック繊維	動物繊維	繊維なし
トレンドラインの傾き(Abs/日)	-0.0105	-0.006	-0.0102	-0.0107	-0.0042

さらに、5日間の吸光度の推移の様子を調べるために値を折れ線グラフに表すと図5のようになる。

$\lambda = 693$

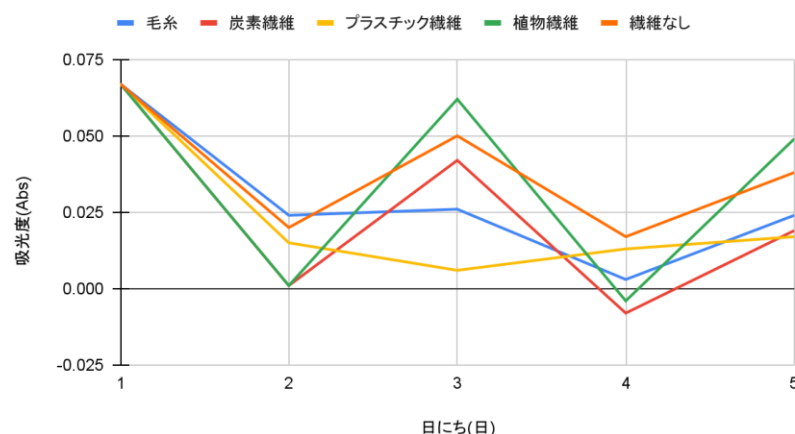


図5 5日間の吸光度の推移の様子

このグラフからほとんどの水槽で吸光度が日ごとに上下していることがわかった。この上下の動きから、北半球の二酸化炭素濃度の推移のグラフ(図6)を連想した。

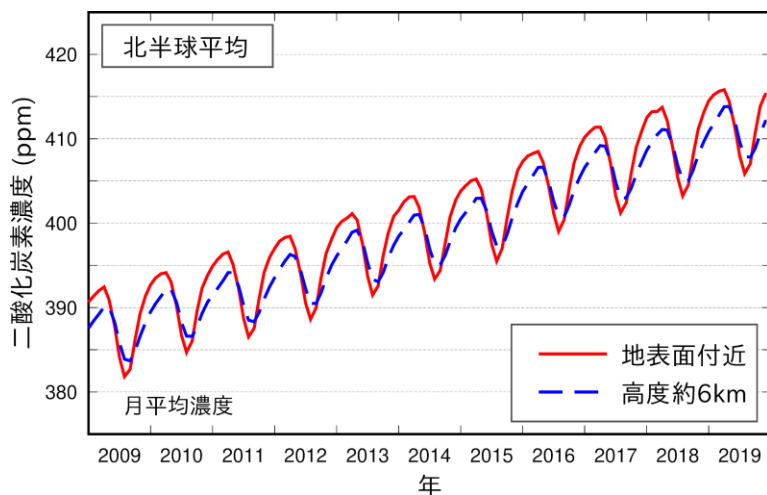


図6 北半球の二酸化炭素濃度の推移

図6で見られる値の上下の動きは、地球の地軸が傾いていることにより一年のなかで日照時間や当たる日光量に差が生まれ、植物の光合成などの活動に影響を与えた結果生じたものである。

図7で見られた上下の動きもまた、当たる日光量やそれに伴う温度の変化によって生じるものだと考えた。具体的に述べると、1日のうちに当たる日光量や温度が、日周運動によってほぼ規則的に変化することで、水中にいる微生物の分解活動に影響を与えていると考えた。ゆえに、水槽に当たる日光量と水の温度が吸光度の推移に影響を与えると考えた。

## 6. 仮説②

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

春から夏にかけて水温が上昇するに従い、熱対流で栄養分を得た微生物が急速に増殖する。(図7)

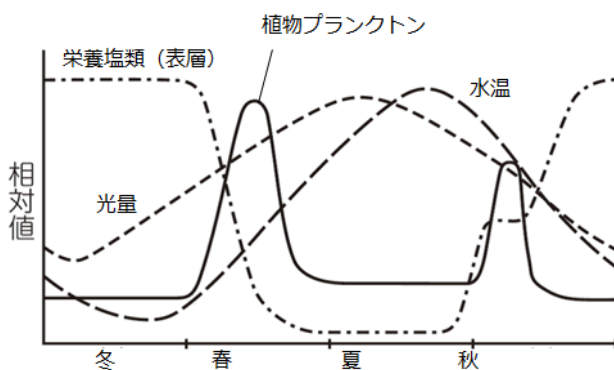


図7 微生物の数の一年の増減

### (2) 仮説

水温は吸光度の推移に影響を与える。

なぜなら、水温が上がると熱対流によって水中の浮遊物質が水全体に広がるため、繊維に付着しやすくなったり、微生物が餌を得て増殖し、分解活動が活発になるから。

## 7. 方法②

(1) 実験材料 ()内の数字は個数を示す。

蓋つきの水槽(飼育容器小)[幅17.7 cm, 奥行11.5 cm, 高さ11.3 cm, 前回使用したものを洗剤と水道水で洗い, 純水をかけて乾かしてから使用。](5),  
水[高校内の耳池で計測初日の昼休み(12:50 ~ 13:00 ごろ)に5000 mL以上採取する。],  
電子温度計(1), 炭素繊維[直径1 cm, 長さ19 cmの束。前回の実験の余りを使用](40),  
植物繊維[綿100%の毛糸。前回の実験の余りを使用。長さ19 cm](10),  
プラスチック繊維[ナイロン100%の釣り糸。前回の実験の余りを使用。長さ19 cm](40),  
動物繊維[羊毛100%の毛糸。前回の実験の余りを使用。長さ19 cm](10),  
石英セル(5), 駒込ピペット[5 mL](4), ゴム球(1), キッチンタオルの切れ(4), 純水, ビーカー[1000 mL](1), スポイト(1), 吸光度計(1), マスキングテープ



## (2) 手順

上記の手順(3.方法 (2)手順)と同じ操作を8日間(2021年11/10~11/19(11/13, 14を除く。))行い, 8日間分の吸光度の値を記録する。ただし, それに加えてそれぞれの水槽の水の温度を計測直前に電子温度計で計る。

※電子温度計は使うたびに水道水で洗い, 純水をかけてからキッチンタオルの切れで水気を拭き取ってから使う。

## 8. 結果と考察②

表3 10日間の吸光度

日にち(日)	吸光度(Abs) $\lambda = 692$				
	繊維の種類				
	炭素繊維	植物繊維	プラスチック繊維	動物繊維	繊維なし
1	0.025	0.03	0.032	0.032	0.05
2	0.036	0.033	0.01	0.029	0.045
3	-0.013	-0.016	-0.053	-0.021	-0.013
4	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—
6	0.014	0.006	0.029	0.053	0.033
7	0.014	-0.001	-0.001	-0.031	0
8	-0.004	-0.02	0.015	0.01	0.016
9	0.017	0.011	0.027	0.051	0.027
10	0.035	0.007	0.017	0.029	-0.002

表4 10日間の水温

日にち(日)	水温(°C)				
	繊維の種類				
	炭素繊維	植物繊維	プラスチック繊維	動物繊維	繊維なし

1	17.8	17.8	18	17.9	18.3
2	26	24.7	24.4	24.4	24
3	23	22.5	22.3	23.4	22
4	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—
6	※記録損ないのため不明				
7	21.4	19.9	20.6	20.5	20.7
8	23	22.7	22	22.8	22.6
9	20.2	19.1	19.3	19.6	20
10	22.7	22.6	22.9	22.8	22.6

上記の値から、繊維ごとに水温と吸光度の相関を相関係数を用いて求めたところ、表5 のように表される。

表5 繊維ごとの水温と吸光度の相関

	繊維の種類				
	炭素繊維	植物繊維	プラスチック繊維	動物繊維	繊維なし
相関係数	-0.03951574884	-0.1825394752	-0.2346783183	-0.3884217026	-0.2650145765
相関	ほとんど相関がない	ほとんど相関がない	弱い負の相関	弱い負の相関	弱い負の相関

表5 から、水温と吸光度はほとんど相関がない、もしくは弱い負の相関があることが分かった。相関がほとんどないことは、限られた水量の中で、水草などもない状態つまり溶存酸素量が少ない状態での微生物の活動がそもそも活発ではなかったり、個体数が少なかったりといったことが理由として考えられた。弱い負の相関になったことは、仮説の通りに微小なりとも水温上昇が微生物の分解する働きを促進したのだと考える。

## 9. 仮説③

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

#### ○植物プランクトンのエネルギー補給

植物プランクトンは太陽光と水中の栄養分を用いて光合成を行い、有機物を生成して成長、増殖する。

## (2) 仮説

日光の有無が吸光度の推移に影響を与える。

なぜなら前回の実験の結果から、温度が分解者の働きに大きく作用しなかったことを踏まえると、水槽内で分解者として有効に活動できるのは嫌気性細菌や植物性プランクトンであると考えられ、なかでも植物性プランクトンなどの葉緑体を持つ微生物は日光エネルギーを活用し生きるため、日光の有無が分解者の働きの大きさに影響を与えたと考えられたから。

## 10. 方法③

### (1) 実験材料

蓋つきの水槽(飼育容器小)[幅17.7 cm , 奥行11.5 cm , 高さ11.3 cm, 前回使用したものを洗剤と水道水で洗い, 純水をかけて乾かしてから使用。] (6) ,  
水 [高校内の耳池で計測初日の昼休み (12:50 ~ 13:00 ごろ)に6000 mL以上採取する。] , 炭素繊維[直径1 cm , 長さ19 cmの束。前回の実験の余りを使用。] (40) ,  
植物繊維[綿100 %の毛糸。前回の実験の余りを使用。長さ19 cm] (10) , ※日光の有無により必然的に温度差が生じてしまうため, 温度と吸光度のあいだにほとんど相関が見られなかったこの炭素繊維と植物繊維, 比較対照の繊維なしの水槽のみを調べる。  
石英セル(5) , 駒込ピペット[5 mL] (4) , ゴム球(1) , 純水 , ビーカー[1000 mL] (1) , スポイト(1) , 吸光度計 (1) , 発泡スチロールの箱[蓋なし。幅18 cm以上, 奥行40 cm程度, 高さ12 cm程度が望ましい。] (1)

### (2) 手順

① 各水槽に耳池から採取した水1000 mLをビーカーとスポイトを使って入れる。

② 炭素繊維を入れた水槽, 植物繊維を入れた水槽, 繊維をなにも入れない水槽をそれぞれ2 つ用意する。

③②で用意した水槽のうちの半分に発泡スチロールの箱を被せ, 日光が当たらないようにする。そして蓋をした状態で第1 理科講義室の日当たりのよい窓際に横1 列に並べる。(図8 参照)



図8 発泡スチロールの箱でにっこうをさえぎられた水槽の様子

④4. 方法①(2)手順の④～⑪と同じ操作を5日間(2021年12/13～17)行い、吸光度の値を記録する。

## 11. 結果と考察②

表6 5日間の吸光度の推移

日にち(日)	吸光度(Abs) $\lambda = 689$					
	繊維の種類					
	炭素繊維(日光あり)	炭素繊維(日光なし)	植物繊維(日光あり)	植物繊維(日光なし)	なし(日光あり)	なし(日光なし)
1	-1.421	-1.421	-1.421	-1.421	-1.421	-1.421
2	0.025	0.012	0.06	0.003	0.016	0.01
3	0.001	0.026	0.006	0.058	-0.002	0
4	0.006	-0.012	-0.012	-0.01	-0.002	-0.005
5	0.021	0.012	0.002	-0.002	0.012	0.019

5日間の吸光度の値は図12のようになった。この値を分布図に表し、トレンドラインを引くと図9のようになった。(計測初日の吸光度の値が特出しているため、分布図からは除外した。)

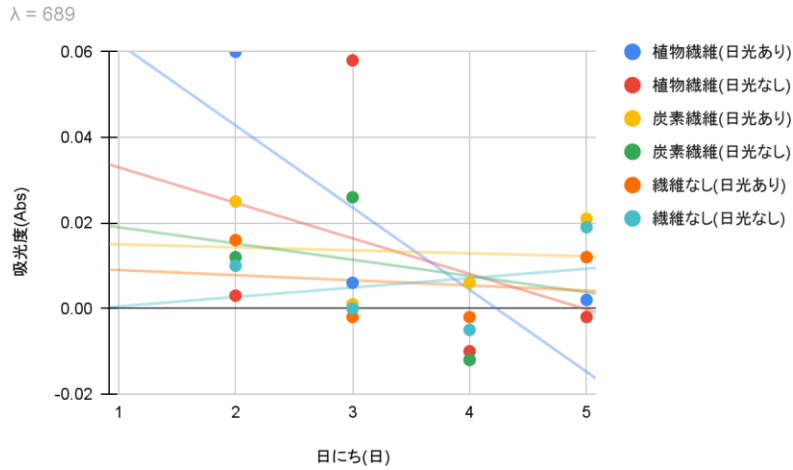


図9 5日間の吸光度の推移の様子

また、トレンドラインの傾きを求めると表7のようになった。(SLOPE関数で求める。)

表7 図9上のトレンドラインの傾き

繊維の種類	炭素繊維(日光あり)	炭素繊維(日光なし)	植物繊維(日光あり)	植物繊維(日光なし)	繊維なし(日光あり)	繊維なし(日光なし)
トレンドラインの傾き(Abs/日)	-0.0192	-0.0083	-0.0007	-0.0038	-0.0012	0.0022

図9と表7から、炭素繊維を入れた水槽と繊維なしの水槽では日光ありの方が日光なしよりも大きく吸光度の値が減少していることがわかった。植物繊維が入った水槽で日光なしの方が吸光度の減少傾向が小さいのは、植物繊維自体が餌となって動物プランクトンの数が増え、日光によって増えるはずの植物プランクトンが捕食されることが原因と考える。

また、表7の吸光度の推移を折れ線グラフに表すと図10のようになる。(突出した値である計測初日の値は省略している。)

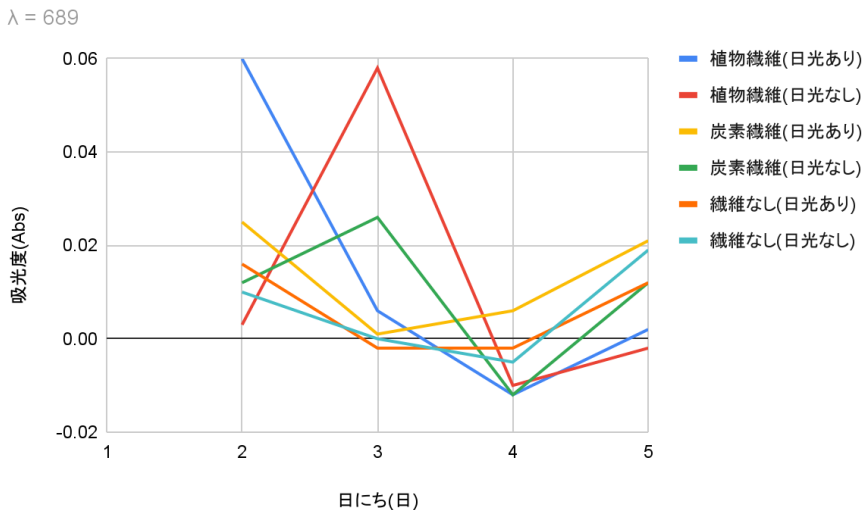


図10 5 日間の吸光度の推移

日光ありの水槽の多くの吸光度は2~3日の間に大きく減少し、減少の度合いが停滞してから増加し始める。このような吸光度の動きには水中の微生物の数の変化と関係があると考えた。(図11 参照)具体的に述べると、対数期に急増した植物プランクトンが活発に物質の分解を行い、静止期に入って分解がおろそかになり、死滅期を迎えて分解活動が更に衰えたと考えられる。一方で日光なしの水槽の水の吸光度は、1度大きく増加したのち、増加前と同じ程度まで減少し、日光ありのものと同様に増加する。これは、日光のエネルギーを得られずに死滅した植物プランクトンの死骸が水中を埋め尽くしたのちに、それを餌とした嫌気性の動物性プランクトンが増加し、また図11で表されるように餌を消費して死滅していった結果と考えられる。しかしこれらはあくまで推測であり、今回の結果の因果を明確にするには水中のプランクトンの種類や数を調べる必要がある。

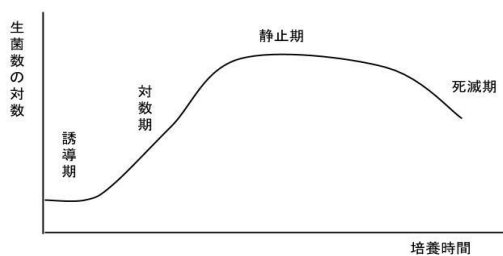


図11 細菌増殖の様子

## 12. 結論

今回の実験においては、水中に炭素繊維を入れ、日光を当てることで最も高い水質浄化効果が得られる。

## 13. 参考文献

1) 名古屋大学 炭素繊維が微生物を集めるメカニズムを解明 炭素繊維の水浄化能力が科学的に立証された

<http://ngo.jwg.org/images/prerelease.pdf>

2) Tech Note マイクロプラスチックの生成メカニズムと有害物質の吸着性能: マイクロプラスチック問題を考える2

<https://www.ipros.jp/technote/column-microplastics2/>

3) IDEAS FOR GOOD 植物繊維でマイクロプラスチックの流出を防ぐ。フィンランド発のろ過技術

<https://ideasforgood.jp/2020105/22/microplastic-2/>

4) 上田恭平 ケラチン繊維の機能—ジスルフィド結合の役割—

[https://www.jstage-jst.go.jp/article/fiber/62/11/62\\_11\\_P\\_324/\\_pdf](https://www.jstage-jst.go.jp/article/fiber/62/11/62_11_P_324/_pdf)

5) 公益財団法人日本人ユニセフ協会 どんなに汚くてもこの水を飲むしかない…。

<https://www.unicef.or.jp/special/20sum/>

6) 気象庁 展示室3 二酸化炭素濃度解析の結果



[https://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/tour/tour\\_c3.html](https://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/tour/tour_c3.html)

7) darie1228 Hatena Blog 高校生物をまとめてみる【生物基礎】第5章 生態系とその保全(環境問題)

[https://terakoya-seibutsu.hatenablog.com/entry/2017/01/09/%E3%80%90%E7%94%9F%E7%89%A9%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E3%80%91%E7%AC%AC%EF%BC%95%E7%AB%A0\\_%E7%94%9F%E6%85%8B%E7%B3%BB%E3%81%A8%E3%81%9D%E3%81%AE%E4%BF%9D%E5%85%A8%EF%BC%88%E7%92%B0%E5%A2%83%E5%95%8F](https://terakoya-seibutsu.hatenablog.com/entry/2017/01/09/%E3%80%90%E7%94%9F%E7%89%A9%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E3%80%91%E7%AC%AC%EF%BC%95%E7%AB%A0_%E7%94%9F%E6%85%8B%E7%B3%BB%E3%81%A8%E3%81%9D%E3%81%AE%E4%BF%9D%E5%85%A8%EF%BC%88%E7%92%B0%E5%A2%83%E5%95%8F)

8) 株式会社エコにクス 植物プランクトンの役割～小さな地球の貢献者～

<http://www.econixe.co.jp/econews/detail.php?id=194>

9) YAKU-TIKU 公務員試験H29 年国家専門職(食品衛生監視員)No.3 微生物学Ⅲ解説

<https://yaku-tik.com/koumuin/h29-shokkann-19/>

# 環境配慮と機能性を兼ね備えた法面保護

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 4班

## 1. 背景

崖崩れが発生する可能性のある法面では、大雨などによって誘発される崖崩れを防ぐために法面保護される場合がほとんどである。しかし多くの場合、法面にコンクリートを吹き付けて行うため環境・景観破壊を引き起こすことになる。そのため、環境負荷が少なく、十分に法面保護の効果がある土砂崩れ対策を考えようと思った。

## 2. 目的

環境負荷の少なく十分に効果のある法面保護の方法を実験を通して考える。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

土砂崩れを対策するための手立ての1つとして、「金網張り工」というものがある。崩れる危険のある法面に大きな金網を広げ、アンカーを打ち付けるもので、元々植物の生育することが出来ない不安定な法面の植生に対する耐久力を高め、植物が法面へ十分に侵入するまでの間、土層の保持や生育基盤の安定、保護、保持する役割がある。植物が十分に法面へ侵入すると土壌は強固な物となり、土砂災害へのリスクを下げることができる。加えて、災害復旧や河川改修の現場で選ばれる工法のうちの1つに「蛇籠」というものがある。金網状のかごに自然石、碎石などをつめたもので護岸工事、根固め、床止め、耐震、擁壁などの様々な目的で用いられる。二重ふとんかごというタイプの蛇籠では、金網張り工同じように植生を促す効果があり、地盤から土壌を強固なものにすることができる。また、正六角形もしくは正六角柱を隙間なく並べた構造をハニカム構造という。この構造では、受けた力を6方向に発散することができるので、ひし形構造よりも強固である。

### (2) 仮説

先行研究で述べた「金網張り工」のアンカーを打ち付けて法面の耐久力を強固なものにするという機能と「蛇籠」の金網製のかご状構造物の内部に、自然石、碎石などを詰めるという特徴を組み合わせ、金網となる部分の構造を六角形のハニカム構造をとることで法面保護をより強力にできるのではないかという仮説。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- ・土
- ・法面モデルで岩盤として使う岩
- ・ハニカム構造をとった15cm×40cmの金網
- ・ひし形構造をとった15cm×40cmの金網
- ・金網から漏れ出ない十分な大きさの砂利
- ・多機能散水ホース

## (2) 手順

縦約20cm, 横約40cm, 高さ約20cmの大きさで角度約45° の土製の法面モデルを用意した。法面モデルは崩れない岩盤を想定した岩の上から3cmほど土を盛ったものになっている。(図1)



図1 法面モデル

法面モデルの斜面から10cmの所に目印をおいた。また, 対照実験を行うため, 法面モデルを5種類用意する。用意する法面モデルは以下の通りである。

- ・何も施されていない法面モデル
  - ・ハニカム構造をとった金網を張った法面モデル
  - ・金網から溢れない十分な大きさの砂利を入れたハニカム構造をとる金網を張った法面モデル
  - ・ひし形構造をとった金網を張った法面モデル
  - ・金網から溢れない十分な大きさの砂利を入れたひし形構造をとる金網を張った法面モデル
- これらの法面モデルを使って, それぞれ同じ手順で実験を行う。なお, 用意した金網はどちらも二つ折りにした状態にして各法面に設置する。また, 砂利は二つ折りにした金網の中に充填する。

手順1 法面モデルを用意し, 多機能散水ホースを用意する。

手順2 多機能散水ホースを霧状の水が噴射されるモードに設定し, 極力法面モデルのみに水がかか  
るように12分間水をかける。

手順3 散水を止め, 土砂がどこまで流失していったかを記録する。

## 5. 結果と考察

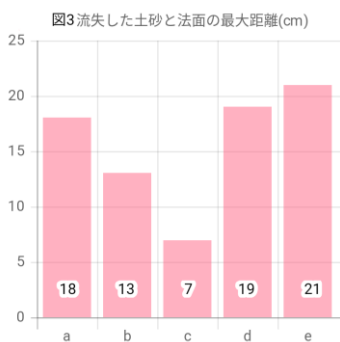
“手順3”時点での各法面モデルの様子は, 図2の通りになった。

図2 "手順3"時点でのそれぞれの法面モデルの様子



視覚的にわかりやすくするために、土砂がどのように流失したかを緑色の部分で、法面から10cmの地点を赤色の線で表した。

また、手順3において、各法面モデルと流失土砂の最大距離を記録し、グラフに表した。(図3)



以上の実験結果から、最も被害が小さかったのはcの「ハニカム構造をとった金網に砂利を敷き詰めたものを張った法面」であった。

同じ蛇籠の仕組みを取り入れたeと比べると圧倒的にcのモデルのほうが被害が小さい。これはひし形構造をが上からの圧力に弱く、水を吸った土砂の重さに耐えきれず土砂を流失させてしまったからだと思われる。よって、ハニカム構造の金網はひし形構造の金網より法面保護により適しているといえる。また、bとcの実験結果を比べたとき、こちらもcのモデルのほうが被害が小さかった。この結果から、蛇籠の特性が機能していると思われる。よって、一般的な金網張り工(一般的な金網張り工では金網の形状はひし形構造だが、対照実験を行う都合上でハニカム構造の金網を使用した。)よりも法面保護の効果が高いといえる。

## 6. 結論

一般的な金網張り工に使用される金網の形状はひし形構造であるという点と金網の隙間に砂利を充填しているという点で金網張り工と、一般的な蛇籠と比べて砂利を薄く広く充填していることにより設置がしやすくなっているという点で蛇籠と差別化をはかっており、金網張り工と蛇籠の機能を融合した機能を持つハニカム構造をとった金網張り工は法面保護に有効であるとわかった。また、砂利の隙間には生物の生育・生息に適していて、生物層が豊かになり環境保全ができるほか、植物の植生を促すため時間をかけて法面をより強固にすることができるようになるといえる。

## 7. 参考文献

1) ハニカム構造(Wikipedia)

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%8F%E3%83%8B%E3%82%AB%E3%83%A0%E6%A7%8B%E9%80%A0>

2) 法面保護工における構造物工の方法・特徴について

<https://nougyoudoboku.com/structure/>

3) ラス張り工

<http://www3.plala.or.jp/daiwa-kk/rasu.html#:~:text=%E3%83%A9%E3%82%B9%E5%BC%B5%E3%82%8A%E5%B7%A5,%E9%87%91%E7%B6%B2%E5%BC%B5%E3%82%8A%E5%B7%A5%E3%82%92%E7%94%A8%E3%81%84%E3%82%8B%E3%80%82>

4) 製品の紹介 -日本じゃかご協会

<https://jakago.jp/product.html>

5) 法面工事とは

<http://aizawa.tyo.ne.jp/norimen.html>

6) 法面保護工における構造物工の方法・特徴について

<https://nougyoudoboku.com/structure/>

# 消火に最も適した音の条件

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 5班

## 1. 背景

音で火を消す, という事象についてインターネットで調べていたところ, 約100 Hz以下の低周波で実験し, 消火に適した条件として提示している例がほとんどであった。しかし, 私達が使うような安価なスピーカーでは低周波に対応したものが少なく, 先行研究のデータは実用性に欠けるのではないかと考えた。そこで, 一般の安価なスピーカーが出力できる範囲での周波数, つまり先行研究よりも高周波の音を用い, 消火に適した音の条件を実証することで将来の日常生活での応用の役立てることが出来れば, と考えた。

## 2. 目的

一般的な家庭用スピーカーでも出力可能な音域で, 最も火の消えやすい周波数を見つける。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

1~100 Hz の低周波では, 30~60 Hz で最も火が消えやすい。また, 音波消火器は音波によって炎の周りの空気をかき乱して消火をする。

### (2) 仮説

より低周波の音が火を消しやすい, よって100~200 Hz が最も消火に適している。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- ・ろうそく ・マッチ ・スピーカー「Soundcore 3」(オーディオ出力16 W)
- ・スタンド ・ろうそく立て

### (2) 手順



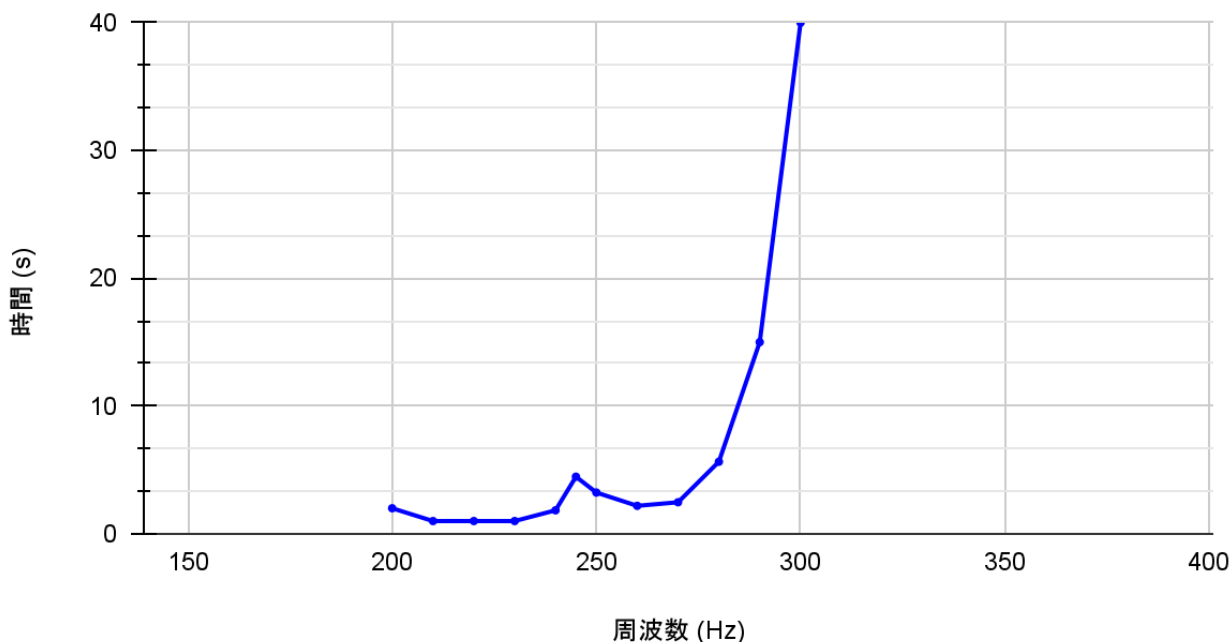
上の写真のように実験道具を設置する。スピーカーからろうそくまでの距離が測れるようになっている紙をスピーカーの下に敷き, 5 cmのところセットする。また, スピーカー本体の中央に印をつけ, その部分とろうそくの芯が露出している部分の根本を同じ高さにする。ここまでの準備が出来たら, アプリ「Audio Tone Ge



erator Lite]をインストールしたスマートフォンをスピーカーに接続し、アプリを使って周波数を変えながら、最も火を消すのに適した周波数を探す。

## 5. 結果と考察

### グラフ1 周波数と時間



上のグラフは、周波数と消火にかかった時間の関係を表したものである。グラフから読み取れるように、周波数がおおよそ240 Hz ~ 280 Hz の音が最もろうそくの火を消しやすかった。ただ、外れ値が出てしまっている箇所があり、この実験は全てを同日に行ったわけではないため、実験環境の違いが原因だと考えられる。このような結果となった考察として、まず火が大きくなるほど消火するのに空気の大きな振動が必要であり、低周波になるにつれ空気の振動は大きくなるから、火の大きさと消火に適した音の周波数の低さは、限定された範囲内で比例しているのではないかと考えた。先行研究では、私たちの実験よりも大きな火を対象に実験をしており、結果消火できる周波数はおおよそ30~60 Hz と低周波であった。それが、私たちの実験のようにろうそくという小さな火になったときに消火に適した周波数は240~280 Hz と高周波になったことから、火の大きさと消火に適する周波数の関連が考えられる。

## 6. 結論

周波数がおおよそ240 Hz ~ 280 Hz の音が最もろうそくの火を消しやすかった。

火事になるような大きな火を対象にする場合は、どうしても低周波の音が必要になるため、結果として現時点では日常生活で使うような安価なスピーカーの出力できる範囲の周波数で、大きな火を対象に消火を行うことは難しいと分かった。

## 7. 参考文献

### 1) 音で消火をしましょうか

<https://kurate.fku.ed.jp/html/wp-content/uploads/2019/06/2e9e81bfac64350d690b89c4d5430553.pdf>

### 2) 研究班番号【75】 - 定常波を利用した消火

<https://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2020/11/611c32d0b4ed545af367a6ae78f58044.pdf>

3) 火が消えるのはなぜ

<https://www.panasonic.com/jp/corporate/sustainability/citizenship/pks/library/004fire/fire007.html>

4) 音による消火

[http://www.kyoto-be.ne.jp/rakuhoku-hs/mt/ssh/pdf/science2\\_7\\_4.pdf](http://www.kyoto-be.ne.jp/rakuhoku-hs/mt/ssh/pdf/science2_7_4.pdf)

5) キーボードの音で火が消える？！

<https://www.ed.kagawa-u.ac.jp/~cst/activity/img/card/yamada2.pdf>

6) Soundcore 3 | Bluetoothスピーカーの製品情報

<https://www.ankerjapan.com/products/a3117>

# 金属イオンの消毒作用について

神奈川県立厚木高等学校

2年F組6班

## 1. 背景

コロナウイルスの流行が著しく、銀イオンに消毒作用があることを知ったので他の金属イオンにも消毒作用があるのか気になったため。

## 2. 目的

- ・金属イオンの作り方を知る.
- ・自宅で簡単に作れる金属イオン由来の消毒液の開発.

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

・消毒というのは病原性微生物を害のない程度まで減らしたり、あるいは感染力を失わせて、毒性を無力化することである。

- ・銅イオンやアルミニウムイオンには消毒作用がある可能性が高い。

### (2) 仮説

- ・金属イオンには消毒作用がある。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

多様な金属[10円玉(Cu)、1円玉  
(Al)、錫(Sn)] お酢 黒カビ  
寒天培地

### (2) 手順

1. お酢に金属を漬けることによって金属イオンを作る.
2. その金属イオンを3日、7日、10日に分けて取り出す.
3. ろ紙に金属イオンの入ったお酢を染み込ませて手のひらの菌を綿棒で広げた培地にそのろ紙を敷きどのくらいかびが減っているかでどのくらい消毒できているか調べる. 結論を立てる.

## 5. 結果と考察

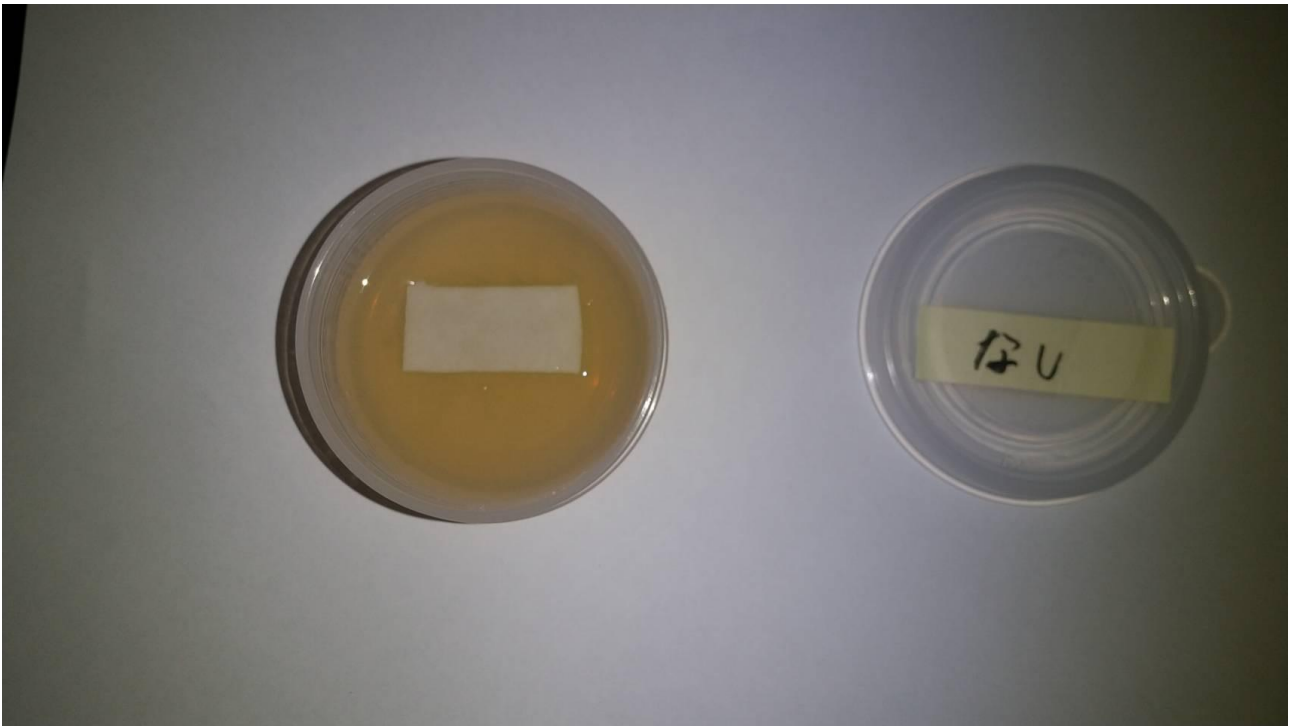


図1 お酢のみ

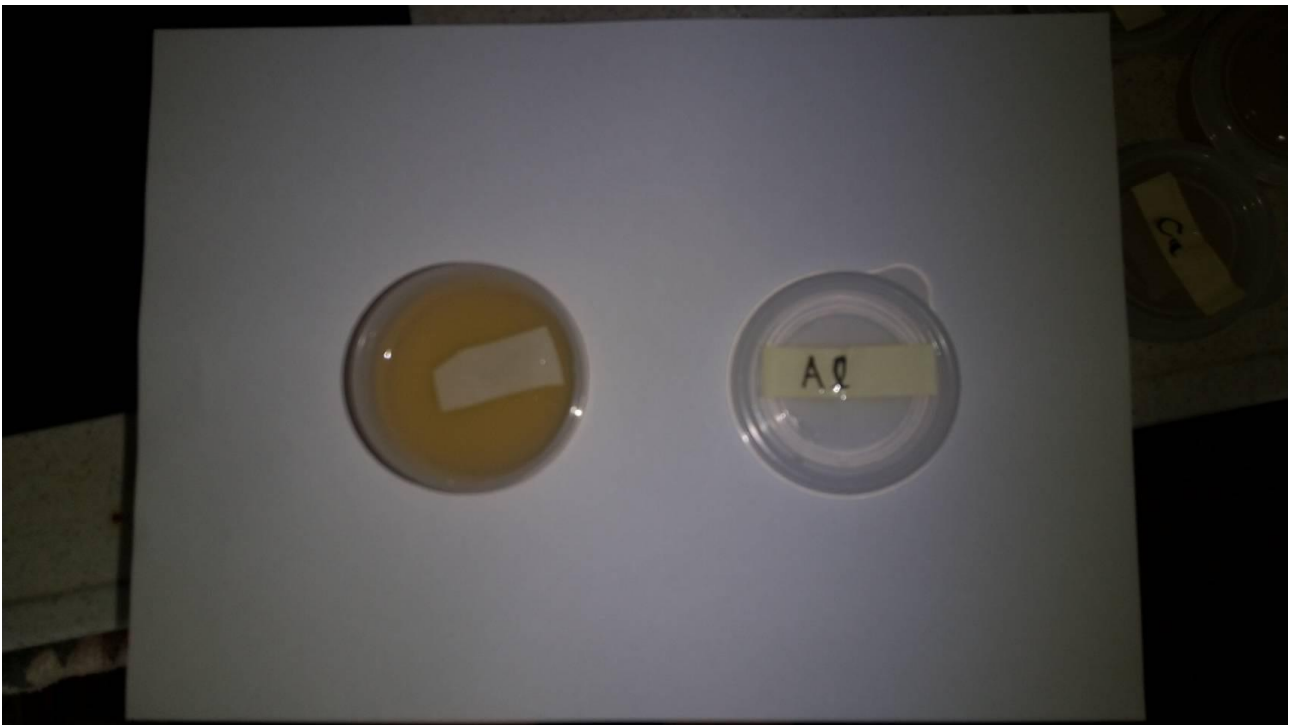


図2 A1

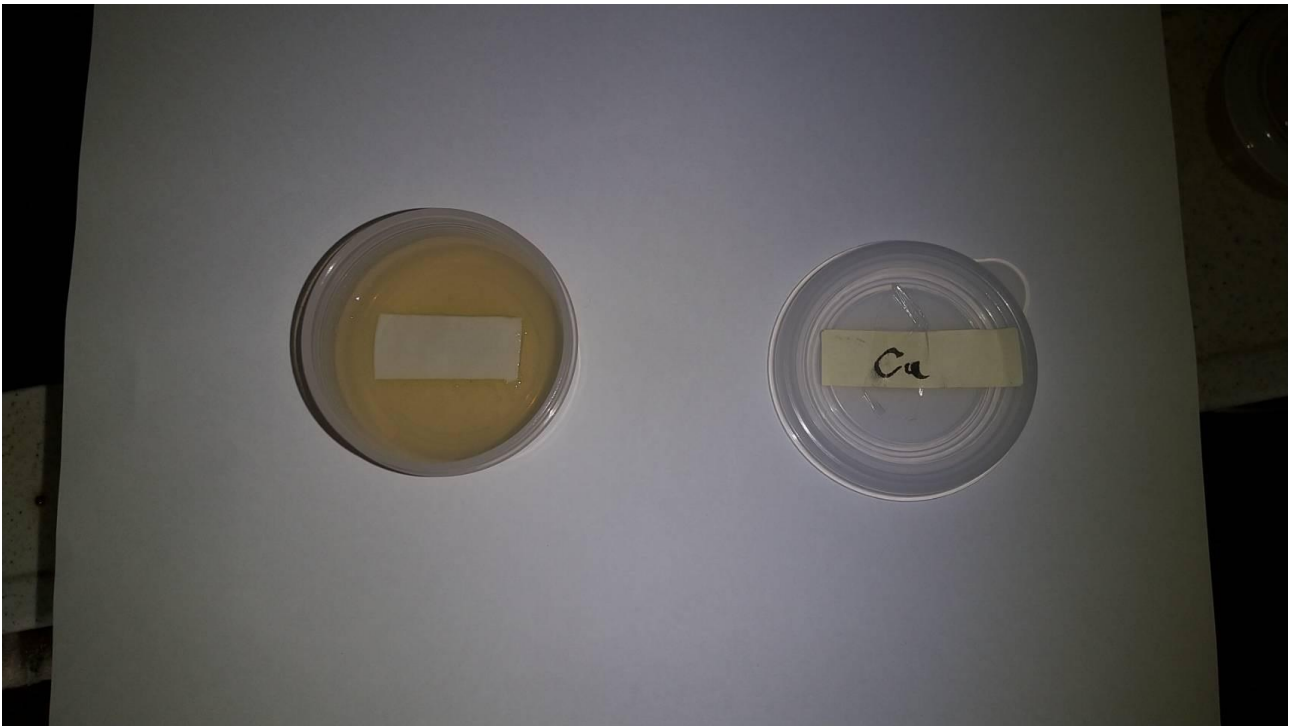


图3 Cu

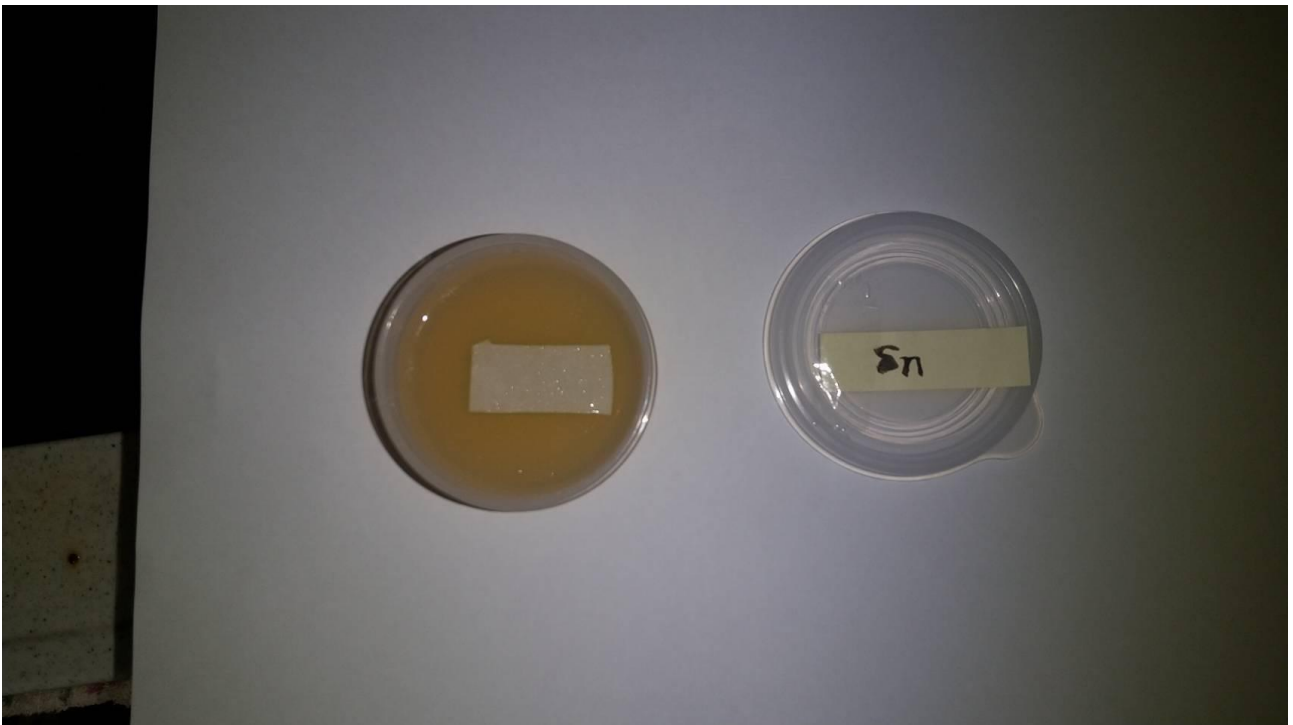


图4 Sn

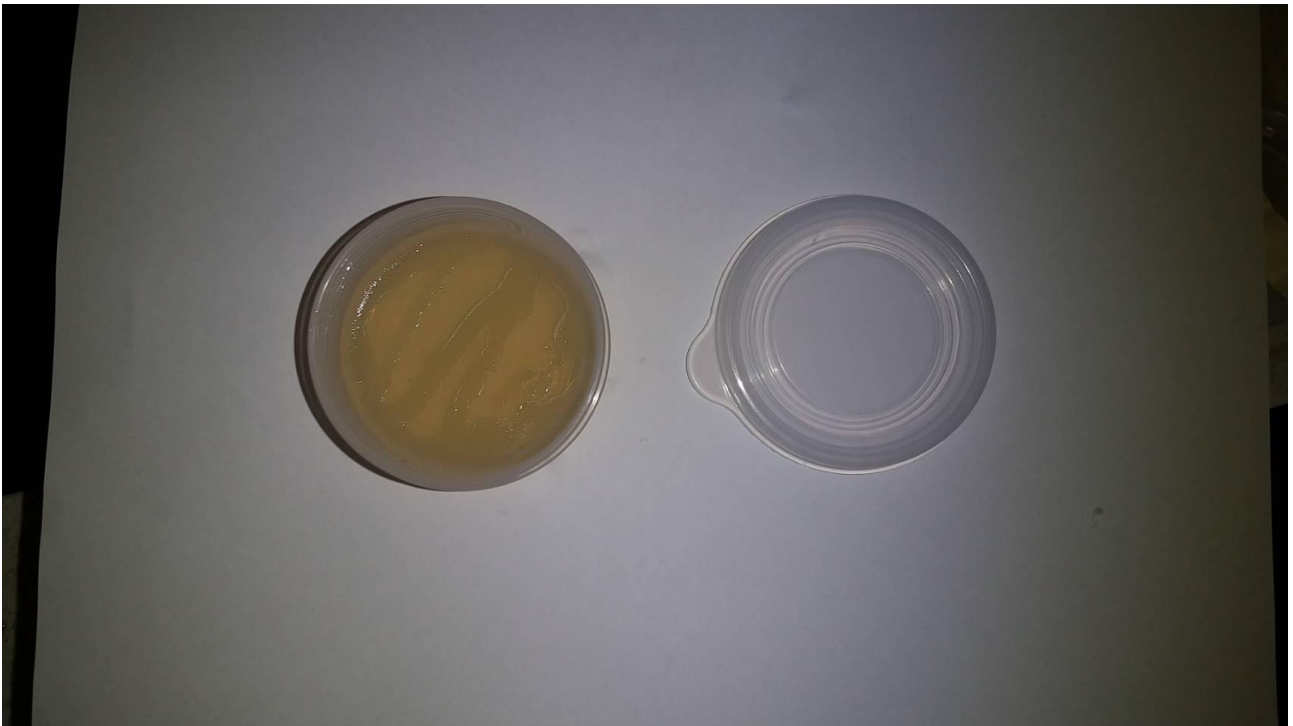


図5 対照実験

表1

実験内容	細菌の減少
お酢のみ	○
Al	○
Cu	○
Sn	○
対照実験	×

お酢もお酢に漬けた金属もなにもつけなかったときはつけたときに比べて明らかな差があった。

## 6. 結論

なにもつけなかった時に比べてお酢やお酢に漬けた金属をつけた時には細菌の量に目に見える明らかな差が出た。ただお酢だけをつけたときとお酢に漬けた金属をつけたときとの差は明らかなものとならなかった。細菌の量を数値化できる方法が最後まで見つからなかった。

## 7. 参考文献

ID-L199 金属イオンと殺菌作用

<http://www.jalos.jp/jalos/qa/articles/003-L199.htm>

抗菌作用のある金属とそのメカニズム | 殺菌性能の高い金属の一覧

<https://www.toishi.info/metal/koukin.html>

# ダイラタンシー現象と衝撃吸収能力

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 7班

## 1. 背景

- ・過去に動画でダイラタンシー現象を見たことがあり,その不思議さに驚いたので仕組みを調べ,何か生かせるものがないか興味を持ったから。
- ・粒子の動きや力に興味があり身近なものでなにかないかと考えたときに話し合いで出てきたから。

## 2. 目的

- ・ダイラタンシーの衝撃吸収能力がどのように変化するのか,またどの配合比が一番衝撃吸収するのかを調べる。また,ダイラタンシーの性質を利用して社会に役立つ利点を考える。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理か?

不溶な粒子がある一定の割合で混合された液体を握ったり,叩いたりするなど急激な圧力を加えることによって硬化し,固体状になり圧力を弱めることで元の液状に戻る現象。この現象をダイラタンシーという。ダイラタンシーは片栗粉を使うことで現象が現れる。溶媒は水を含んでいるもので,溶質は主成分がでんぷんで粒の大きさが0.02~0.05mm,形は円形で凹凸がないもの。水:片栗粉=1:1.3の比率で混合物を作ると最も衝撃吸収能力が高い。

### (2) 仮説

#### 実験1

先行研究より,ダイラタンシー現象の発生する混合物の最も適当な水と片栗粉の比は1:1.3であるのでこれを衝撃吸収能力が最も高い比率とする。

#### 実験2

ダイラタンシーを固体よりにしたかったので水:片栗粉+小麦粉の比率を1:1.4にするのが適当だと考える。よって水:小麦粉の比率を1(200 g):0.1(20 g)とする。

#### 実験3

コップが割れる順番

- ①. 容器に何も入れず,コップを落とした場合
- ②. 容器に水を入れて,コップを落とした場合
- ③. 容器に片栗粉を入れて,コップを落とした場合
- ④. 容器に何も入れず,プチプチで覆ったコップを落とした場合
- ⑤. 容器に水と片栗粉を混ぜてダイラタンシーになったものを入れて,コップを落とした場合

## 4. 方法

### (1) 実験材料

#### 実験1

片栗粉,水,鉄球,ビーカー,電子ばかり,匙,  
ストップウォッチ,定規,カメラ(スマートフォン),鏡,三脚,水



## 実験2

片栗粉, 小麦粉, 匙, ビーカー, 電子ばかり, 水

## 実験3

コップ5つ, 片栗粉, プラスチックの容器, 定規, 匙, カメラ(スマートフォン), 緩衝材, 水

### (2) 手順

#### 実験1

衝撃吸収能力が最も高い, 水と片栗粉の比率を見つける。

- ①水 : 片栗粉の比を 1 : 1 (200 g を1とする) とし水溶液を作る。
- ②地面を基準とした高さから鉄球を落とし容器の底に到達するまでの時間の計測をスマートフォンのスローモーション撮影によって行う。
- ③この計測を3回繰り返し, 平均値をとる。
- ④片栗粉の比率を0.1(20 g)ずつ増やし同様の計測を行う。
- ⑤片栗粉が300 gになるまでこの実験を繰り返す。
- ⑥容器の底までの到達時間の平均値が最も長い比率を衝撃吸収能力が最も高い比率とする。



図1 実験1の方法

## 実験2

実験1で最も衝撃吸収能力が高かった配合比を利用する。製品化するため、ダイラタンシーを固体よりにする方法を見つける。

- ①実験1で得られた比率の溶液を用意する。
- ②そこに小麦粉を1 g ずつ加えて混ぜる。
- ③同じ作業を固体状態になるまで続ける。

### 実験3

実験1で得たダイラタンシーと緩衝材を比較して衝撃吸収能力を比べる。

※コップは全て同じでガラス製のものを使用する事とする。

- ①. コップ4つと、プチプチで覆ったコップを1つ用意する。
- ②. 地面にプラスチックの容器を置き、水と片栗粉を混ぜた液体であるダイラタンシーをそのケースに入れて、そこから1 cmの高さからコップを落としていく。この時、容器には高さが1 cm となるようにダイラタンシーを入れる。
- ③. 高さを1 cmずつ上げてコップが割れるまでこの作業を繰り返す。
- ④. プラスチックの容器に水を入れた場合、片栗粉を入れた場合、何も入れない場合でも同様にコップを落としていく。この時も容器には高さが1 cm となるように水や片栗粉を入れる。何も入れない場合の時にはプチプチで覆ったコップも落とす。



図2 実験3の方法

## 5. 結果と考察

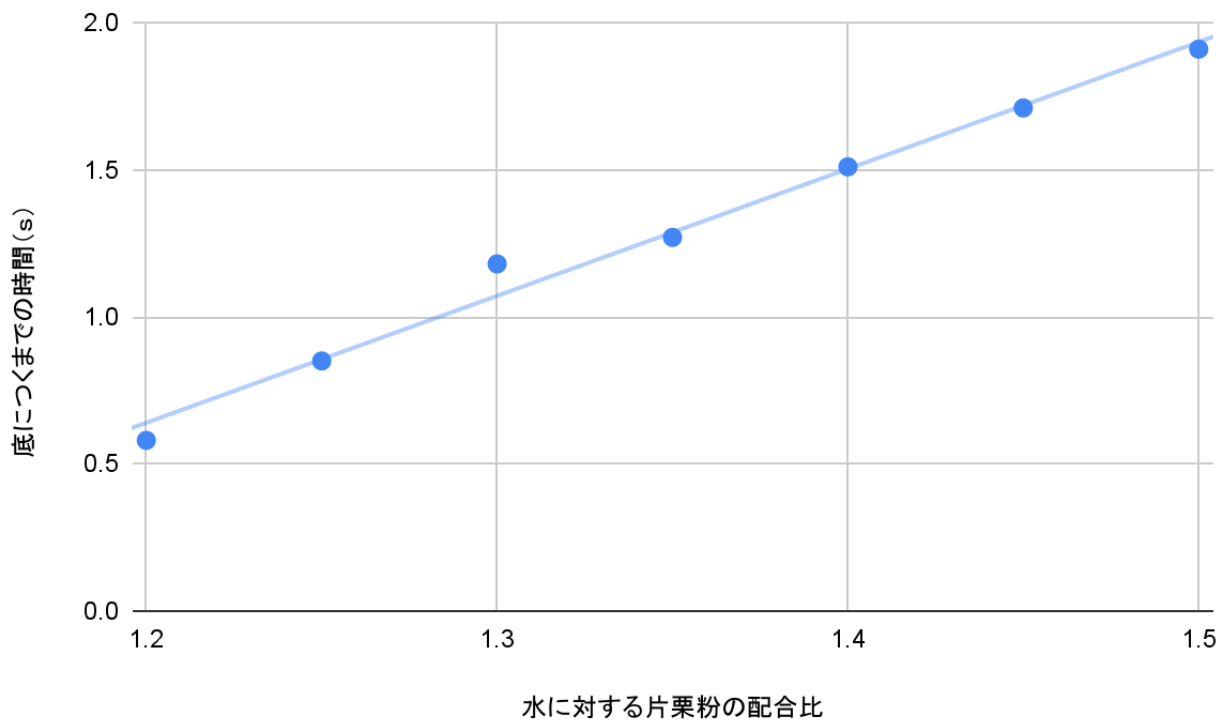


図3 配合比による底に着くまでの時間の変化

表1 ダイラタンシー現象に小麦粉を加えた時の変化

加えた小麦粉の量 (g)	変化
3	少し固くなる
6	より固くなる
15	とても固い まだダイラタンシー現象が見られる。
18	ダイラタンシー現象がほぼ見られなくなる。
24	ほとんど固体
28	完全な固体となる。
30	小麦粉が溶けきれずに残る。

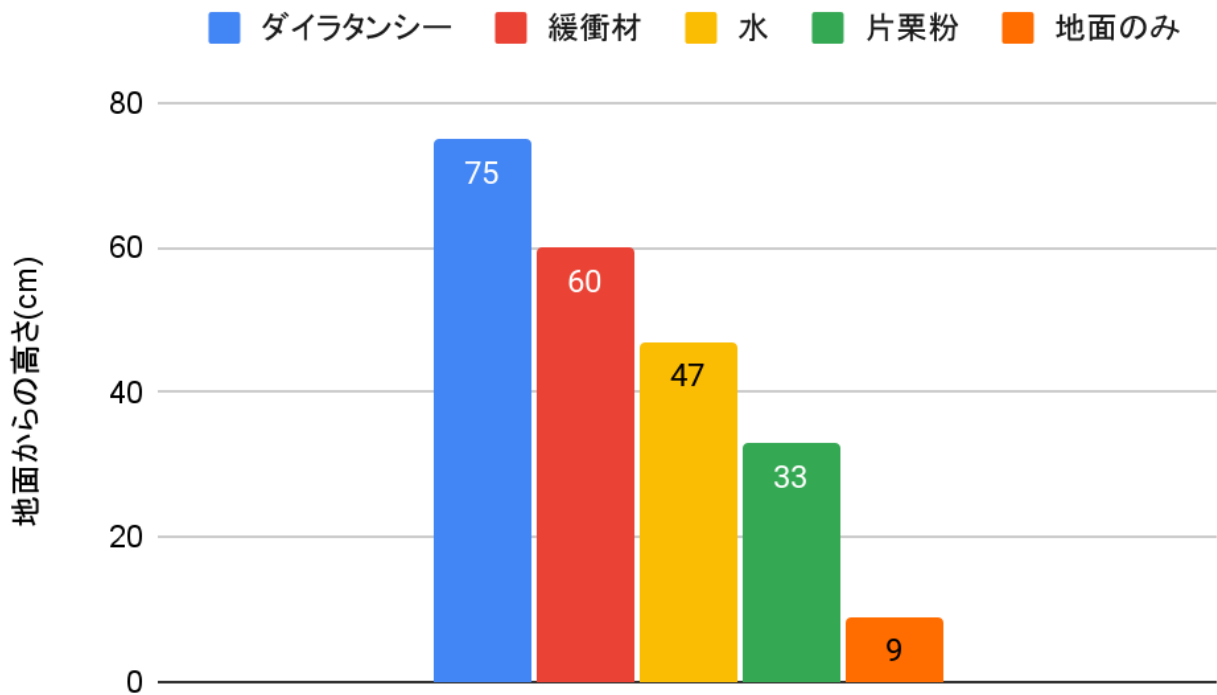


図4 衝撃吸収能力の比較

#### 実験1

グラフ1の横軸は水を1としたときの片栗粉の配合比，縦軸は鉄球が底につくまでの時間を表す。結果としては片栗粉の配合比が高ければ高いほど底につくまでの時間が長いことがわかり，その時間と片栗粉の配合比には比例の関係があった。これは片栗粉を加えることでより粒子が増えるのでこのような関係になると考えられる。また，片栗粉の配合比が1.3の時の数値のみがトレンドラインから大きく外れているのと，この配合比以外にダイラタンシー現象がはっきりとみられなかったことから，ダイラタンシー流体を保ち，衝撃吸収能力が最も優れている配合比は水:片栗粉が1:1.3の時であることが考えられる。

#### 実験2

この実験では実験1でできた衝撃吸収能力の最も高いダイラタンシーを固体よりにする目的で行ったが，小麦粉を混ぜた場合にはダイラタンシー現象そのもの自体の効果が薄れてしまう結果となった。仮説では小麦粉を20 g 加えるのが適切だと考えたが，表1からも分かる通り，小麦粉を6 g ほどの微量を加えるだけで水と片栗粉の溶液は大幅に固くなってしまい，加えた小麦粉の量がどんな時にもダイラタンシーの効果は薄れてしまった。これらのことから水と片栗粉の溶液に小麦粉を混ぜても私たちが期待するような固体よりなダイラタンシーを作り出すことが出来ない事が分かる。

#### 実験3

グラフ2から地面の容器に向かってコップを落とした時，容器の中身がダイラタンシーの場合に，コップが割れる時の地面からの高さが最も高くなる事が分かる。その時の値は75 cm であり，コップを緩衝材で包んだ時の値は60 cm である。これらのことからダイラタンシーの衝撃吸収能力は



緩衝材に比べて高いことが分かる。また、他のどの場合の地面からの高さとも大幅に差があり、ダイラタンシーは衝撃を非常に多く吸収することも分かる。

## 6. 結論

水:片栗粉の配合比が、1:1.3の時に最も高い衝撃吸収能力を発揮し、緩衝材よりも優れたものとなることが分かった。緩衝材の代わりとなり得るがダイラタンシーをどう生かすかが課題となる。

## 7. 参考文献

1) 異常粘性現象(ダイラタンシー)の強度測定とその応用

<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H30ssh/sc2/21824.pdf>

2) ダイラタンシー

<http://www.higashi-h.tym.ed.jp/course/kadai25/dairatannsii.pdf>

# 蚊の嫌う感触の研究

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 8班

## 1. 背景

蚊が様々な病気を媒介することによって沢山の人が亡くなっていることから、蚊に刺されるのを防ぐ必要があると考えた。また、既製品にも様々なタイプの蚊よけ製品があるが、人体に優しいものは効果が薄れる傾向にあるため、人体への影響が少なく、蚊よけ効果のあるものがないのか調べたいと考えた。蚊よけのツールが増えることによって、幼い子供やアレルギーで肌が弱い人なども安心して蚊よけをできるようにしたい。

## 2. 目的

蚊が嫌う感触を調べた上で、身近なもので、人体への影響が少なく代用出来そうなものを考え、それが蚊よけの効果につながるのかどうかを調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

蚊は脚の構造上、油などを嫌う傾向にある。蚊の脚の構造とは、毛羽だったようになっているものであり、この構造によって、脚がオイルに触れると毛管力が働く。この力が体の小さな蚊にとっては大きな引力となり、蚊が接地面から逃げる行動を行う。先行研究では、花王株式会社パーソナルヘルスケア研究所・マテリアルヘルス研究所がシリコンオイルを用いて実験を行っていた。



図1 蚊の脚の構造

### (2) 仮説

ベビーオイルは人体に害がなく身近なものであり、シリコンオイルと似た感触なので、蚊はベビーオイルが塗布されていない面より塗布されている面の方が着地時間と回数が少なくなるのではないかと考えた。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

バケツ, ペットボトル(2 L), キッチンペーパー, プラスチック製のケース, ベビーオイル, 蟻, プラスチック製のコップ, ピンセット, 不織布, 三角コーナーのネット, 蚊, ペットボトルのキャップ, 発泡スチロールの容器, ガラス製の瓶, 乾燥酵母

### (2) 手順

(予備実験) 蚊と脚の構造が類似しているアリを用いてベビーオイルの蚊よけ効果を調べた。



①プラスチック容器の内側の面積を二等分し、片方にベビーオイルを薄く塗る。

②アリを捕獲して①の容器に入れ、蓋を閉め、アリの動きを観察する。

**【観察内容】**

・容器内のアリがベビーオイルを塗布した面に留まった時間と、塗布していない面に留まった時間をそれぞれ計測する。

・実験は5分間×8個体行った。

(本実験)実際に蚊を用いてベビーオイルの蚊よけ効果を調べた。

○蚊の調達

①茂みなどに水を張ったバケツ、ペットボトルを設置する。

②定期的に観察し、ボウフラが発生したら個体ごとに分けて飼育する。

○実験

①プラスチック容器の内側の面積を二等分し、片方にベビーオイルを薄く塗る。

②蚊を①の容器に入れ、蓋を閉め、蚊の動きを観察する。

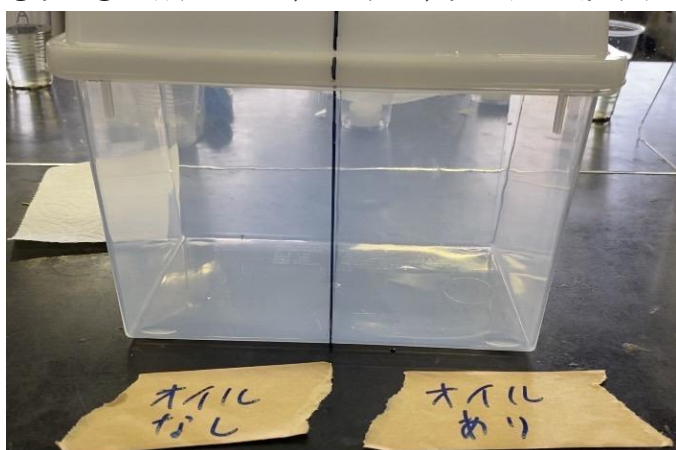


図2 実験に使用したプラスチック容器

**【観察内容】**

・容器内の蚊がベビーオイルを塗布した面に留まった時間と回数、塗布していない面に留まった時間と回数をそれぞれ計測する。

・実験は7分間×8個体行った。

## 5. 結果と考察

《結果》

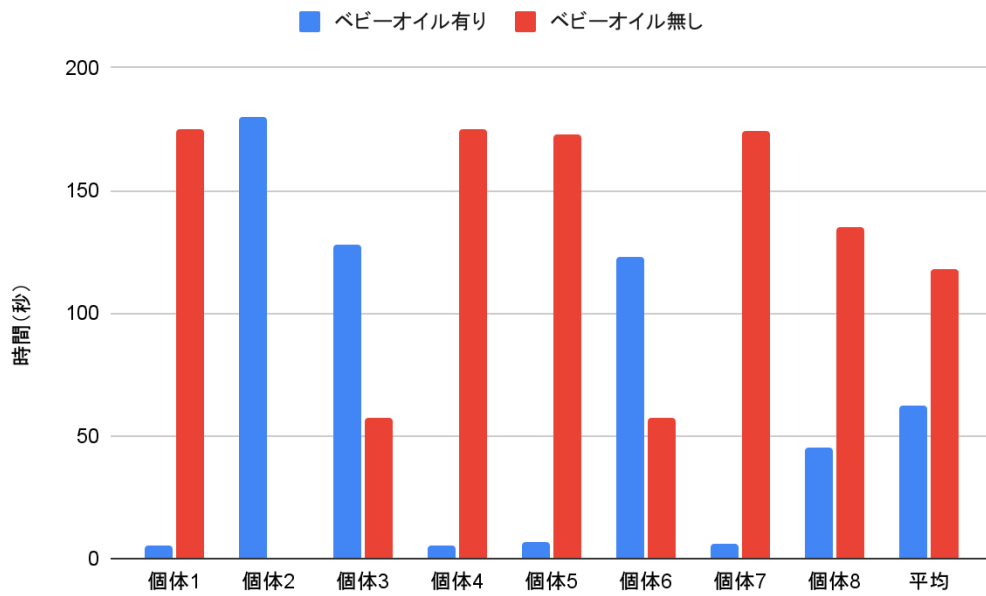


図3 アリの滞在時間とベビーオイルの有無の関係

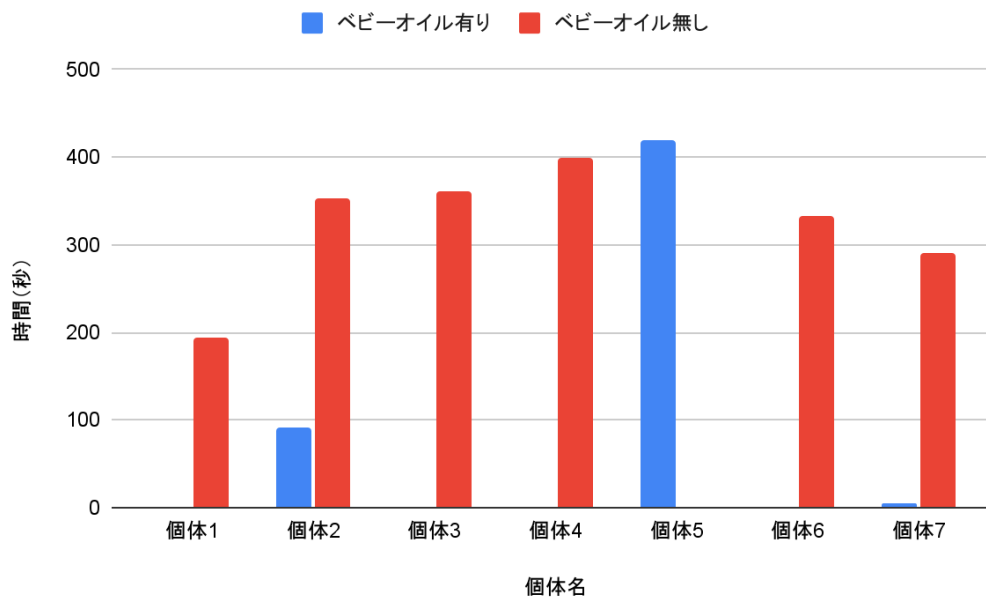


図4 蚊が面に着地している時間とベビーオイルの有無の関係

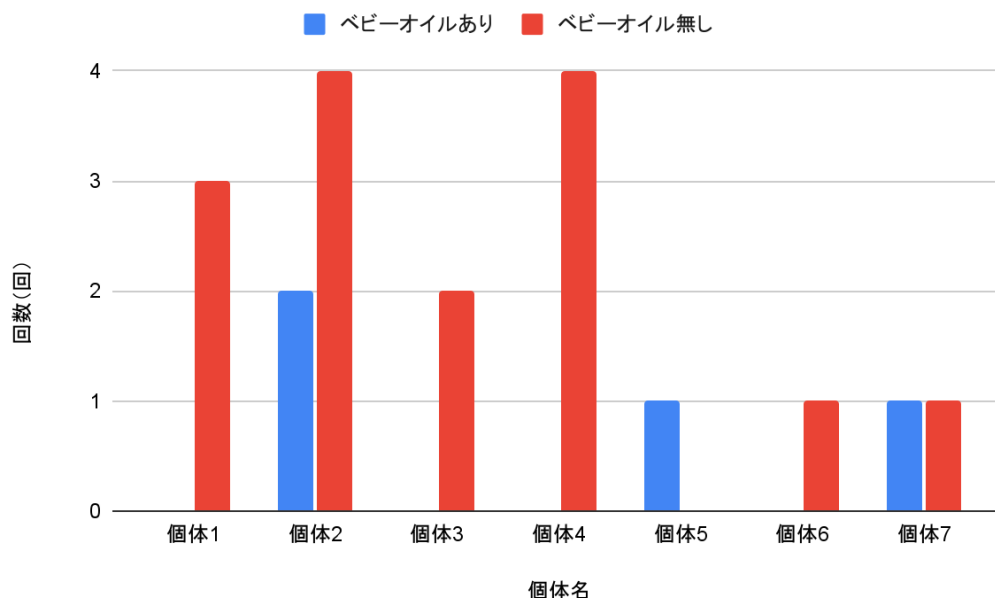


図5 蚊が面に着地した回数とベビーオイルの有無の関係

着地時間に関して、図4の結果からこの二つの関係をF検定にかけると等分散であることが分かったので、その後T検定にかけた。「オイル有り無しに対する蚊の着地時間の平均に差がない」という帰無仮説のもと検定を行った結果、p値は約0.0251、有意水準 $\alpha$ は0.05で $p \leq \alpha$ となったため帰無仮説は棄却された。よってオイル有り無しに対する蚊の着地時間の平均には差があるという結果になった。

同様に、着地回数に関して図5の結果を用いてT検定にかけた結果、p値は約0.0358、有意水準 $\alpha$ は0.05で $p \leq \alpha$ となったため帰無仮説は棄却され、オイル有り無しに対する蚊の着地回数の平均には差があるという結果になった。

#### 《考察》

グラフと検定の結果より、ベビーオイルは蚊が嫌う感触であり面の着地時間と回数を少なくするという効果が得られることが分かった。しかし、実際にベビーオイルを肌に塗布してみると間もなく肌に吸収され、オイルの感触の効果が弱まってしまうので純粋なベビーオイルでは実用化は難しい。また、図4の個体5は、ベビーオイル有りの面から動かなかったが、これはベビーオイルが脚に付着しすぎて飛ぶことが困難になったためと考えられる。これらのことから、ベビーオイルと揮発性の低い物質との配合やその配合比、塗布量などを検討することで実用化に近づくのではないかと思った。

## 6. 結論

ベビーオイルは蚊が嫌う感触であり、蚊が面に着地する時間と回数を少なくする。

## 7. 参考文献

蚊の嫌う肌表面をつくり、蚊に刺されることを防ぐ技術を開発～蚊を媒介とする感染症から守る～  
[www.kao.com/jp/corporate/news/rd/2020/20201209-003/](http://www.kao.com/jp/corporate/news/rd/2020/20201209-003/)

花王の化粧品研究者がみつけた「蚊に刺されない」ヒント ～世界の人々を、蚊によってかかる感染症から守る技術開発の舞台裏～

FNNプライムオンライン

<https://prt看times.jp/story/detail/wxGKWyCMLGx>

驚く程蚊が捕れる？「蚊取りボトル」を試す！

[https://m.youtube.com/watch?v=4pC\\_tgSxnX0](https://m.youtube.com/watch?v=4pC_tgSxnX0)

蚊が寄ってくる周波数「蚊誘引」

<https://m.youtube.com/watch?v=HrND868sBZQ>

# 最強のヘアカラーを作る

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 9班

## 1. 背景

体育祭での染髪について話していて短期間で染めて染めなおすからこそ、発色の良さと傷みにくさを両立できた染髪剤が作れないかと考えた。

## 2. 目的

染髪するにはブリーチが必要で髪がとても痛むのでブリーチ後野菜やハーブを使って髪を染めることで傷んだ髪を修復し、強度を保つことができるヘアカラー剤を作る。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

髪の毛は酸性に傾くとキューティクルがぎゅっと引き締まる。逆にアルカリ性だとキューティクルが緩んで開いて、ダメージを与えて栄養分や水分が流れ出てしまう。一般のヘアカラー剤は主にアルカリ性である。

### (2) 仮説

先行研究より酸性の物が髪にいいから酸性の野菜のほうがダメージを少なく染めることができる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

pH試験紙, ビーカー, カセットコンロ, すり鉢, 水葉, ドクダミ, コーヒー, 顕微鏡, ニンジンの皮, 茄子の皮, みかんの皮, クエン酸, 過酸化水素水, 水酸化ナトリウム, くし, ラップ, アルミホイル, ブリーチ剤, 米, 玉ねぎの皮, 紅茶やほうじ茶の茶葉, ガスバーナー, 三脚, マッチ, 包丁, まな板, 金網, ドライヤー, セロハンテープ, キッチンペーパー, 輪ゴム, 水道水, 純水, ガラス棒, はかり, 髪の毛

### (2) 手順

事前実験

水葉とドクダミの実験

1. 水葉, ドクダミをそれぞれの葉の部分だけ切り, 茎は捨てる
2. 水葉, ドクダミの葉をそれぞれ葉10.9 gはかり, 乳鉢に移して水50.1 mlを加えて葉がペースト状になるまですりつぶす。
3. 2で出てきた液体のpHをはかる
4. 2で出てきた液体を鍋で少し温めてからまたpHをはかる

コーヒーの実験

1. コーヒーを10 gはかり, 90 °Cのお湯90 mlに溶かした
2. 直後に冷蔵庫で少し冷やした後にそれぞれpHをはかった。

人参とみかんの皮と茄子の皮と玉ねぎの皮の液体採取

1. にんじん50 gをみじん切りにして目の細かいネットにいれる
2. みかんの皮39.4 gをみじん切りにして人参と同様に目の細かいネットにいれる

3. 玉ねぎの皮1.3 gを水100 mlが入ったビーカーに入れてガスバーナーで熱して20 min煮込む
4. 茄子の皮16.7 gを水100 gが入ったビーカーに入れてガスバーナーで20 min熱して煮込む。
5. 150 gの水が入ったビーカーに入れてガスバーナーで30 min煮込む
6. 2は118.2 gの水が入ったビーカーに入れてガスバーナーで30 min煮込む
7. 3, 4, 5, 6を煮込み終わった後具材を取り出して液体採取完了

#### ほうじ茶の茶葉の液体採取

1. 茶葉7.5 gを水250 gが入ったビーカーに入れる
2. 1をガスバーナーで10 min熱して煮込む
3. 煮込み終わった後茶葉を取り出して液体採取完了

#### 本実験

##### 実際に液に髪を染める

1. 髪の毛12.7 gを用意し、デベロパー6.25 gをブリーチパウダー5.5 gに加えて30 sec(80回)程度強く振り、十分に混合
2. 1にフレッシュライト20.77 gを加えて30 sec程度強く振り、十分に混合
3. 混合してすぐに髪に混合液を塗り、20 min放置
4. その後よく水で流す
5. ドライヤーを2 min当てて乾かす
6. ブリーチ後の髪を1.0 gに分けて採取したニンジンとみかんの液にそれぞれ30 min漬け込む
7. ブリーチ後の髪を1.0 gに分けて採取したナスと玉ねぎにそれぞれ20 min漬け込む
8. ブリーチ後の髪を1.0 gに分けて採取したほうじ茶の茶葉に15 min漬け込む

#### クエン酸と水酸化ナトリウム水溶液の実験

1. 質量パーセント濃度4 %のクエン酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を100 mlずつビーカーに入れ、それぞれ三つずつ用意する
2. クエン酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液のビーカーにナスで染めた髪とほうじ茶で染めた髪と紅茶で染めた髪を入れ、15 min浸す
3. 取り出して顕微鏡で観察し、髪の傷み具合を見る

## 5. 結果と考察

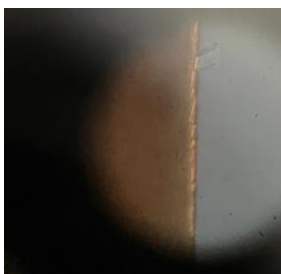


図1 :ブリーチ前の髪



図2 :二回ブリーチ後の髪

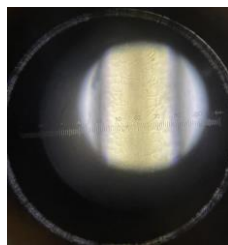


図3 :ナスで染色後

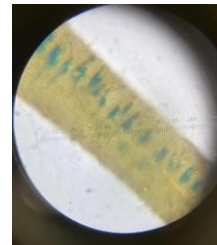


図4 :ほうじ茶で染色後

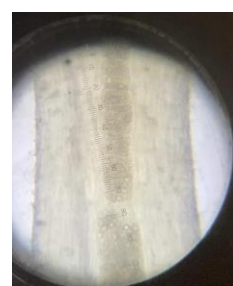
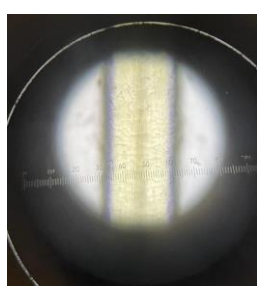
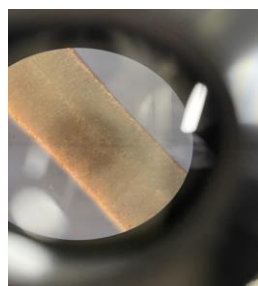


図5 : 玉ねぎで染色後 図6 : 紅茶で染色後 図7 : NaOH水溶液につ 図8 : NaOH水溶液につ  
けた後の髪の見たい目 けた後の髪の顕微鏡

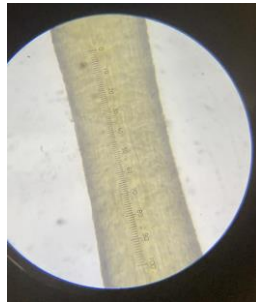


図9 : クエン酸水溶液に つけた後の髪の見たい目 図10 : クエン酸水溶液に つけた後の髪の顕微鏡

ブリーチをした後の髪はアルカリ性のブリーチ剤によりキューティクルが開き傷んだ。(図2)野菜や茶葉で染めた結果なすと紅茶は同じくらいの染まり, 見た目のキューティクルの広がり具合も同じくらいだった。(図3, 図6), ほうじ茶は染まりは良かったが中のコルテックスらしき芯のような青いものが見えて最も傷んでいた。(図4)玉ねぎが最も染まり, キューティクルもブリーチ前と比べキューティクルの広がりがおさえられていた。(図5)クエン酸と水酸化ナトリウム水溶液の実験ではクエン酸水溶液につけたナスで染色した髪は元(図1)と同じくらいキューティクルの広がりか抑えられていた(図10)水酸化ナトリウムは痛みがすごく周りのキューティクルがとけ中のコルテックスが見えかけていた(図8)

これらの結果より染色や痛み具合に基づいて玉ねぎが一番良いと考えられる。玉ねぎはpHが約5.5であることやクエン酸が及ぼす髪のキューティクルの修復具合により酸性のもたらす髪への効果は非常に良いと考えられる。またほうじ茶と紅茶の成分の間で大きく差があったのはカテキン, 葉酸, カリウムの三つでありカリウムと葉酸はほうじ茶のほうが量が大きく葉酸はカテキンのほうが多いためカリウムと葉酸が染色作用を促進させているまたはカテキンが染色作用を抑制させていると考えられる。

## 6. 結論

ブリーチをした直後の髪に比べて弱酸性である玉ねぎで染色した後の髪のほうがキューティクルの痛みは軽減されていた。つまり仮説は正しいと言える。

## 7. 参考文献

### 1) 髪とpHの関係

[https://www.atama-bijin.jp/hair\\_care/basis/structure/ph/](https://www.atama-bijin.jp/hair_care/basis/structure/ph/)

### 2) はたけの倉庫 便利表pH

<http://hatake-souko.com/publics/index/430/>

### 3) ほうじ茶ってどんなお茶?

<http://www.camellia-select.com/pickup/houjicya.html>

### 4) お茶の成分比較

[https://chakatsu.com/basic/tea\\_nutrition/](https://chakatsu.com/basic/tea_nutrition/)



# 液状化対策に有効な土壌対策について

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 10班

## 1. 背景

日本はプレートの境界面に位置するため地震が頻繁に起こり、その度に各地に甚大な被害をもたらす。その中でも、津波や土砂崩れ、火災などの二次災害による被害は大きい。特に、液状化現象はそれらの二次災害と比べて代表的な対策が発見されていないと感じた我々は、液状化現象の被害を軽減する策を発案することを今研究の目的とした。

## 2. 目的

液状化現象の被害を最小限に抑えるために有効な解決策を提案する。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

液状化現象は地下にある水分が土壌と混ざることによって発生するため、土壌の粒子の間に入っていた水分を別の物質の粒子で満たすことで液状化現象のおおもとの作用である土壌における個体から液体への変化を防ぐことができると考えた。

また、土壌の固化にも様々な方法(セメント、石灰、土壌の圧力を高める等)があるが、私たちは片栗粉に着目した。理由としては、水と片栗粉を混ぜることで水分の粘土を上げられる他に、ダイラタンシー現象を利用できると考えたからである。

ダイラタンシー現象の性質を持った液体は強い衝撃に対しては固体のように、弱い衝撃に対しては液体のように振る舞う性質がある。この効果は水と片栗粉を1:1.3の割合で混ぜたときに最も強く現れる。地震のような強い衝撃にはこのダイラタンシー現象が有効活用できるのではないかと考えた。

また、先行研究より、一度液状化した土壌は土地が引き締まり、再度液状化は起こりづらいことがわかった。この片栗粉を用いた方法を、一般的に広く使われている方法である「固化材で土壌を固める」方法と比較して、その有効性を検証する。

### (2) 仮説

「片栗粉を土壌に混ぜることで、土と水の間隙を埋めて液状化を防ぐ」方法が最も有効である。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

水槽(1500 ml, 縦159×横124×高さ80 mm)

電動マッサージ機

水(300 ml)

砂(800 ml)

ものさし

文鎮3本(127g)

片栗粉(390 ml)

セメント(390 ml)

### (2) 手順

水槽に砂と水を入れて満遍なく混ぜて液状化現象が起こる地盤を再現する。この際に、土壌に対策として使用する物質がある場合は十分に混ぜておく。その地盤の上に文鎮3本を等間隔の位置に縦に置く。文鎮の固定のために、3箇所文鎮が抵抗なく入る大きさの穴をあけた段ボールを水槽の上に設置した。その後、電動マッサージ機で水槽下部の中心に振動を30秒間与えて、疑似的に地震を発生させる。振動を与える前後での文鎮の沈み具合を測定し、数値化する。



図：実験の様子

同様の実験を

- ・土壌にセメントや片栗粉を満遍なく混ぜた状態(以下セメントをB,片栗粉をC1,C2)
  - ・一度液状化を起こして土壌が引き締まったと予想される状態(以下D)
- でも行い、その変化を観察する。

A,D:土800 ml, 水300 ml

B:土800 ml, 水300 ml,セメント390 ml

C:土800 ml, 水300 ml,片栗粉390 ml

## 5. 結果と考察

表：実験結果と文鎮の沈んだ深さ

	左端	中央	右端	平均(cm)
A	3.0	3.7	1.5	2.6
A(2回目)	3.7	2.7	2.0	2.8
B	0	0	0	0
C	2.6	2.5	1.9	2.2
C(2回目)	2.7	2.7	1.9	2.3
D	0.3	0.3	0.3	0.3

表から,A1,2と比べて、液状化が起こった後の土壌であるDは土壌が引き締まって再び液状化現象が起こりづらくなることが確認できた。しかし,Dを用いた実験はAの実験から1週間程たったことから、蓋をしているものの水分がわずかに蒸発して結果が多少変化した可能性がある。

セメントは土壌の量に対して少なめであったが、それでもコンクリートと同じほどの硬さになり、完全な個体となった。土壌の粒子同士の位置関係を固定したため、液状化現象は全く起こらなかったと考えられる。私たちの立てた仮説である片栗粉は、基本に比べてやや影響は抑えられたものの、期待していたほどの効果は得られなかった。恐らくこの方法で実際に土壌を強くすることは難しいと考えられる。その原因として、ダイランシーは瞬間的な衝撃に対して力を発するものであり、今回の地震のような持続的な運動にはその特性は強く現れないことが予想できる。また、片栗粉は土壌の水分の粘度を高くして土と混ざることがを防ぐ役割があることにも期待したが、それを行うには片栗粉の量はあまりに少なく、また行うとしても相当の量の片栗粉が必要となるため、片栗粉での液状化対策は非現実的であった。

## 6. 結論

粒同士の位置関係を固定する固化材は液状化対策に有効だが、液体と固体の間であるダイランシー流体は有効ではない。

## 7. 参考文献

月の子ムーンのブログ<https://ameblo.jp/miyajimakaki/entry-11025494317.html>

福岡資産活用ナビ

液状化現象の原因とその対策について<https://www.fukuokafudousan.com/faq/archives/63>

地盤情報提供サービス

地盤情報ナビ

<http://www.geonavi.net/georisknavi2/map.html>

# 野菜の不可食部から紙を作る

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 11班

## 1. 背景

野菜の不可食部を紙として再利用することによって、食品ロスを減らし環境に優しい紙を作る方法は何か考えた。また、紙として利用するにあたって、形を長く保つため、より強度の高い紙を作る方法についても興味を持った。

## 2. 目的

野菜の不可食部で紙を作ることはできるのか、また、より強度の高い紙を作るにはどうすればいいのか実験を行い調べる。

## 3. 仮説

### (1) 仮説の根拠となる先行研究・原理等

紙の原料はパルプであり、パルプは主に木材から繊維を取り出して製造されている。そしてその繊維が絡まることにより形を保っている。

### (2) 仮説

市販の紙は木材の繊維を使って製造されるので、同じく繊維からできているトウモロコシと枝豆の不可食部でも紙を作ることができると考えた。また、単体紙と混合紙の強度の差は、混合したほうが繊維の種類が増え繊維が複雑に絡まると考えたため、混合した方がより強度の高い紙ができると仮説を立てた。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

枝豆・トウモロコシの不可食部(ともに250 g)、アルカリ水溶液(水1.4 Lに重曹280 g)、水(枝豆71 ml,トウモロコシ100 ml,2:1 39 ml,1:2 39 ml,1:1 26 ml)、洗濯糊(枝豆8.4 g,トウモロコシ11.8 g,2:1 4.60 g,1:2 4.60 g,1:1 3.07 g)、布、新聞紙  
水、洗濯糊で枝豆とトウモロコシ間に量の違いがあるのはアルカリ水溶液で煮た後に質量が変わってしまったためである。枝豆、トウモロコシの質量と水、洗濯糊の割合を同じにするため、今回の実験では量を変えている。

### (2) 手順

紙の作成方法

- 1) 枝豆とトウモロコシの不可食部(枝豆の皮とトウモロコシの葉)を切って水洗いする。
- 2) 1)から枝豆100 g,トウモロコシ100 g,混合紙用に枝豆150 g,トウモロコシ150 g量りとり、アルカリ水溶液(水1.4 Lに重曹280 g)で1時間15分煮る。
- 3) 水洗いし、1日おいておく。
- 4) 3)の枝豆109.1 g,トウモロコシ153.5 g,また2:1=40 g:20 g,1:2=20 g:40 g,1:1=20 g:20 gに混合したものにそれぞれ水(枝豆71 ml,トウモロコシ100 ml,2:1 39 ml,1:2 39 ml,1:1 26 ml)、洗濯糊(枝豆8.4 g,トウモロコシ11.8 g,2:1 4.60 g,1:2 4.60 g,1:1 3.07 g)を加えミキサーにいれ30秒かき混ぜる。
- 5) 5種類それぞれ紙すき枠の中に流し込み、均一の厚さに広げる。

6)新聞紙の上に木綿を置いて,5)をのせる。さらに上に布をかけて新聞紙を被せおもしで平にする。しばらくしてからおもしを外し,乾燥させる。

#### 引張強度の検定手順

- 1)作成した用紙を縦8.2 cm,横3.3 cmに切る。
- 2)1)の用紙をスタンドのクリップに固定し,下方をクリップでとめペットボトルを括り付ける。
- 3)ペットボトルに水を入れ,何 gで紙が切れるか調べる。
- 4)3)実験をそれぞれ4回繰り返し,平均値を見る。また,厚さが均一ではないため3か所ランダムで選び測り平均値を求めた。

### 5. 結果と考察

#### 結果

紙の厚さ(mm)とその平均値(mm),紙が切れたときの水の質量(g),紙の厚さ1 mmに対する水の質量(g)は表1のようになった。水の質量が0となっているマスは測定不可能であったことを表している。また,紙の厚さ1 mmに対する水の質量(g)に焦点を当ててグラフを作成すると図1のような結果となった。次に値に散らばりが見えたため,紙の厚さ1 mmに対する水の質量(g)の平均値に焦点を当てて誤差範囲付き棒グラフを作成すると図2のような結果となった。有意差をみるには不適切だったため,最後にTukey-Kramer法で多重比較したところ,表2のような結果となった。

表1 紙の厚さ(mm),紙の厚さ(mm)の平均値,水の質量(g),厚さ1 mmに対する水の質量(g)

	紙の厚さ(mm)			紙の厚さ(mm) の平均値	水の質量(g)	紙の厚さ1 mmに 対する水の質量 (g)
枝豆1	0.590	0.510	0.450	0.517	1742.2	3372
枝豆2	0.340	0.502	0.451	0.431	1793.2	4161
枝豆3	0.522	0.581	0.420	0.508	1307.8	2576
枝豆4	0.550	0.590	0.425	0.522	0.0	0
トウモロコシ1	0.850	0.822	0.820	0.831	1699.5	2046
トウモロコシ2	0.527	0.390	0.740	0.552	1821.3	3297
トウモロコシ3	0.530	0.549	0.509	0.529	1489.6	2814
トウモロコシ4	0.820	0.521	0.625	0.655	1935.8	2954
2:1 1	1.340	1.540	1.722	1.534	3844.1	2506
2:1 2	1.191	1.060	1.490	1.247	2182.8	1750
2:1 3	1.490	1.369	1.190	1.350	0.0	0
2:1 4	1.160	1.382	1.247	1.263	1841.1	1458
1:2 1	1.368	1.673	1.610	1.550	3909.7	2522
1:2 2	1.363	1.381	0.592	1.112	4075.4	3665
1:2 3	0.886	1.053	1.375	1.105	3537.9	3203
1:2 4	1.384	1.031	1.652	1.356	0.0	0

1:1 1	0.790	0.852	0.571	0.738	1204.7	1633
1:1 2	0.653	1.150	0.783	0.862	1993.6	2313

図1 紙の厚さ1 mmに対する水の質量(g)

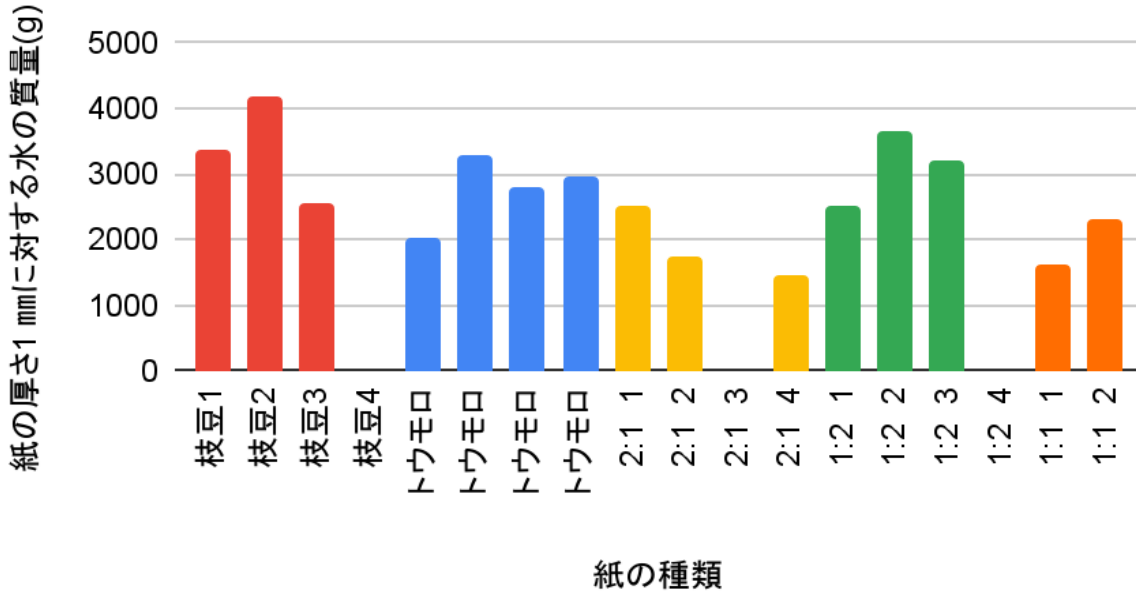


図1 紙の厚さ1 mmに対する水の質量(g)

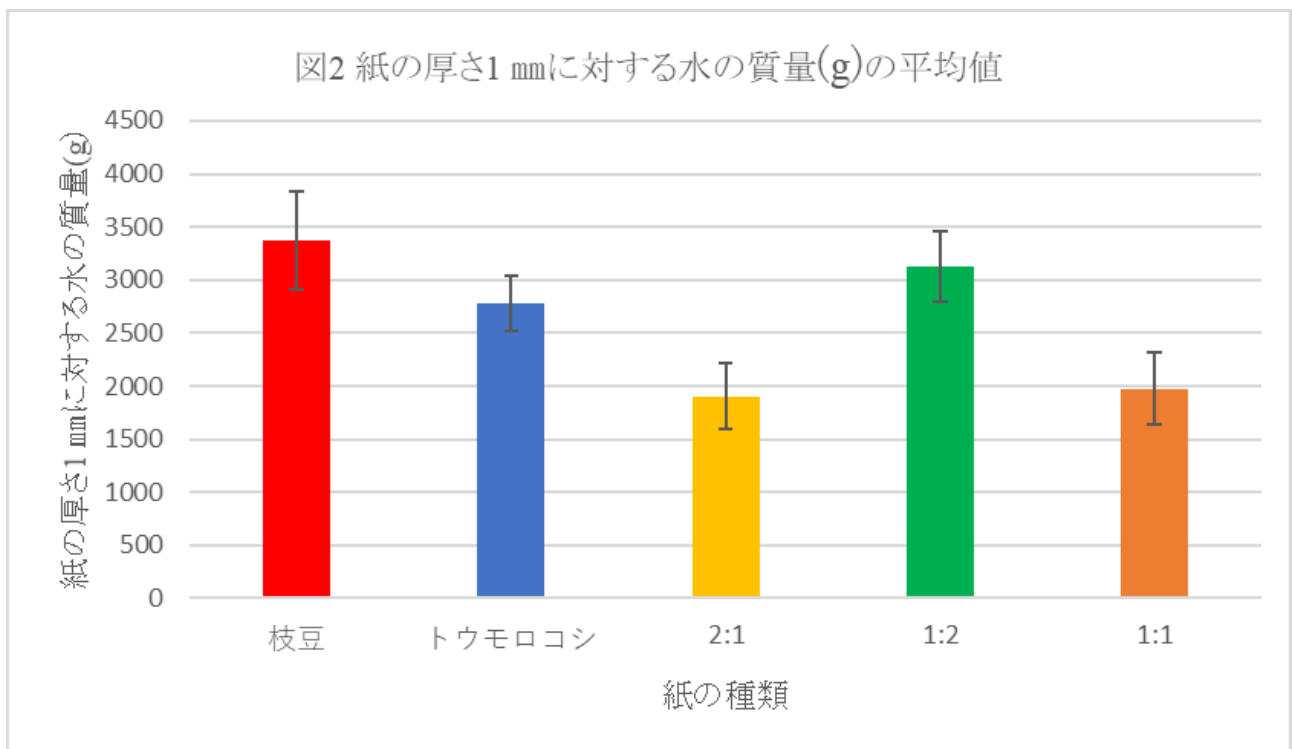


図2 紙の厚さ1 mmに対する水の質量(g)の平均値(g)

表2 Tukey-Kramer法による多重比較の結果

比較	Tukey		判定
枝豆-トウモロコシ	591.9	1981.08	有意差なし
枝豆-2:1	1465.0	2117.86	有意差なし
枝豆-1:2	239.7	2117.86	有意差なし
枝豆-1:1	1396.7	2367.84	有意差なし
ウモロコシ - 2:	873.1	1981.08	有意差なし
ウモロコシ-1:	352.3	1981.08	有意差なし
ウモロコシ-1:	804.8	2246.33	有意差なし
2:1-1:2	1225.3	2117.86	有意差なし
2:1-1:1	68.3	2367.84	有意差なし
1:2-1:1	1157.0	2367.84	有意差なし

#### 考察

結果から枝豆とトウモロコシの不可食部で紙はつくることができるが、強度においては混合の有無は関係ないことがわかる。なお、枝豆とトウモロコシ間でデータを取ったため、一概に混合の有無が強度に関係していないとは言えない。

#### 6. 結論

枝豆、トウモロコシ、また枝豆とトウモロコシを混合したもので紙を作ることができる。  
また、枝豆、トウモロコシを混合しても強度に変わりはない。

#### 7. 参考文献

1) 雑草で紙作り - 徳島県立博物館

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

2) 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~

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