

# フライドポテトの食感の質の 継続方法の検討

神奈川県立厚木高等学校  
2年 F組 1班(β)

## 1. 背景

前々からマクドナルドのフライドポテトをテイクアウトしたときに家に帰る頃にはしなしなになっているのが嫌だったが、諦めていたところTwitterでしなしなにしにくくする方法を見て、さらにいい方法があるのではないかと思ったから。  
新型コロナウイルスの影響でテイクアウトすることが多くなり、時間のたったフライドポテトを食べる事が多くなったから。

## 2. 目的

フライドポテトをカリカリのまま保つ方法を発見する。  
しなしなのフライドポテトが最後に残ることを防ぐ。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

水と油の交代によって揚げ物が作られるため、水分が抜けるほどフライドポテトをカリカリにできる。

### (2) 仮説

でき上がったフライドポテトの水と油が交代した部分に水分を吸収させなければ、カリカリのまま保つことができる。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- ・牛脂
- ・フライドポテト(冷凍)
- ・油
- ・塩
- ・コンロ
- ・フライパン
- ・袋(紙・ビニール・ポリエステル等)
- ・乾燥剤
- ・ばねばかり
- ・たこひも
- ・霧吹き
- ・ジップロック

## (2)手順

### ・実験1

- 手順1 フライドポテトを揚げる
- 手順2 フライドポテトを取り出し、2つの袋に入れ重さをはかる
- 手順3 一方の袋から、2分ごとに評価者3人が食べ、評価する
- 手順4 フライドポテトを一人がしなしなであると判断した場合に評価をする間隔を1分ごとにする。
- 手順5 フライドポテトを二人がしなしなであると判断した場合に食べていないほうの袋の重さをはかる。
- 手順6 始めに計った重さとの差を出す

### ・実験2

- 手順1 フライドポテトを揚げる
- 手順2 フライドポテトを取り出す
- 手順3 時間を計測しながらばねばかりにひっかけて引っ張り、それを動画で撮影する
- 手順4 動画からフライドポテトの切れた時の力の大きさを読み取る

### ・実験3

- 手順1 フライドポテトを揚げる
- 手順2 フライドポテトを取り出し2つのグループに分ける
- 手順3 取り出したフライドポテトの片方のグループに霧吹きで水をかける
- 手順4 ばねばかりに2つのグループのフライドポテトを交互にひっかけて引っ張り、それを動画で撮影する
- 手順5 動画からフライドポテトの切れた時の力の大きさを読み取る

### ・実験4

- 手順1 フライドポテトを揚げる
- 手順2 フライドポテトを取り出し2つのグループに分ける
- 手順3 取り出したフライドポテトの片方のグループに霧吹きで水をかける
- 手順4 ばねばかりに2つのグループのフライドポテトを交互にひっかけて引っ張り、それを動画で撮影する
- 手順5 動画からフライドポテトの切れた時の力の大きさを読み取る

## 5. 結果

**実験1:**始めの重さから終わりの重さが増加することと減少することがあった

表1 フライドポテトの重さの変化

実験回数 (回目)	1	2	3	4
始めの重さ(g)	69.3	64.7	41.3	61.8
終わりの重さ (g)	68.4	64.0	47.5	60.8
重さの差(g)	-0.9	-0.7	6.2	-1.0
時間(s)	600	900	1638	1800

**実験2:**時間が経過するどちぎるのに必要な力が大きくなる

**表2** フライドポテトの時間経過による引きちぎるために必要な力の変化

時間(s)	88	115	166	181	193	211	242	252	272	282	290	310	322	340	354	366	390	399
力(g)	265	255	190	240	300	160	200	150	300	240	210	350	150	150	240	230	240	260
時間(s)	425	439	449	460	482	491	503	516	525	535	546	555	589	603	619	643	656	667
力(g)	280	230	250	355	260	205	165	400	200	300	230	355	270	335	415	160	275	185
時間(s)	689	701	712	724	735	752	769	780	807	818	827	856	871	880	735	752	769	786
力(g)	370	480	295	150	345	170	285	190	390	225	220	205	440	385	345	170	285	220

### フライドポテトの時間経過による引きちぎるために必要な力の変化

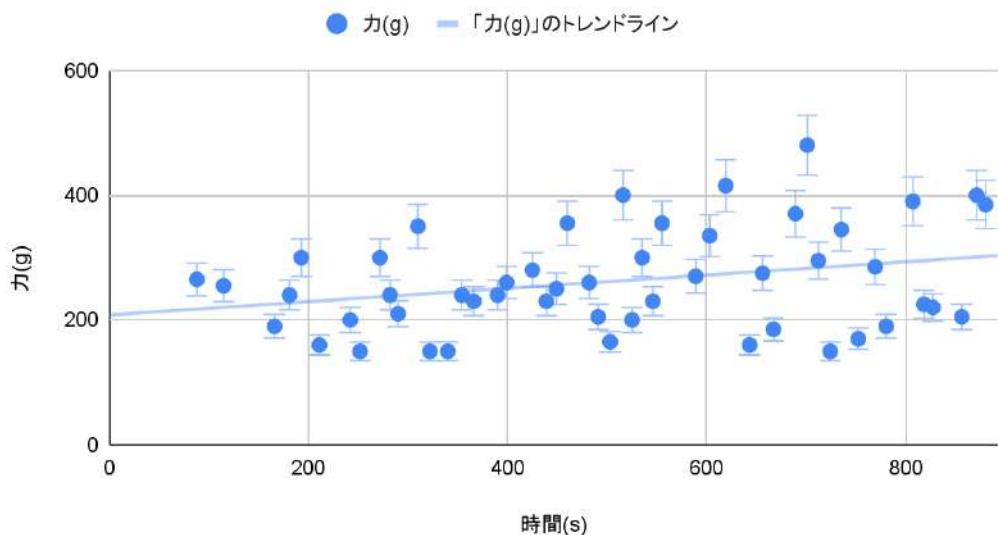


図3 フライドポテトの時間経過による引きちぎるために必要な力の変化

実験3:水をかけたもののほうが水をかけていないものより引きちぎるのに力が必要だった

表3 フライドポテトに水をかけたものとかけてないものの引きちぎるために必要な力

霧吹きで水をかけたものをちぎる力(g)	500	250	130	120	320	500	380	150	230	420	500	420
そのままの状態のものをちぎる力(g)	350	460	240	450	100	195	120	270	300	370	170	390

表4 フライドポテトに水をかけたものとかけてないものの引きちぎるために必要な力の平均

霧吹きで水をかけたものをちぎる力の平均(g)	348
そのままの状態のものをちぎる力の平均(g)	285

実験4:乾燥剤を入れたものと入れていないもので差がほとんどなかった

表5 乾燥剤を入れたフライドポテトと入れていないフライドポテトを引きちぎるために必要な力と時間

乾燥剤なしの時間(s)	195	210	225	240	255	270	375	390	405	420	435	450	555	570	585
乾燥剤なしの	390	250	500	340	390	440	380	500	450	330	420	450	300	380	360

### 乾燥剤を入れていないフライドポテトの時間と力の関係

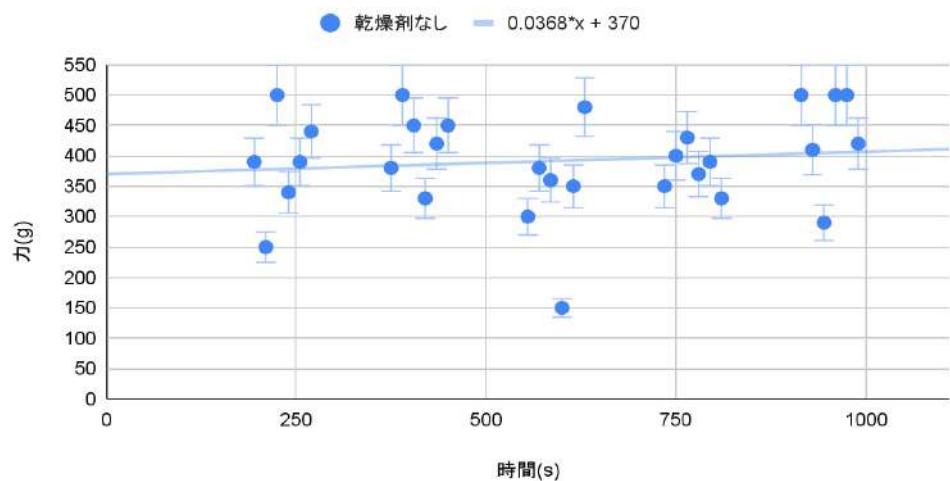


図3 乾燥剤を入れていないフライドポテトの時間と力の関係

## 乾燥剤を入れたフライドポテトの時間と力の関係

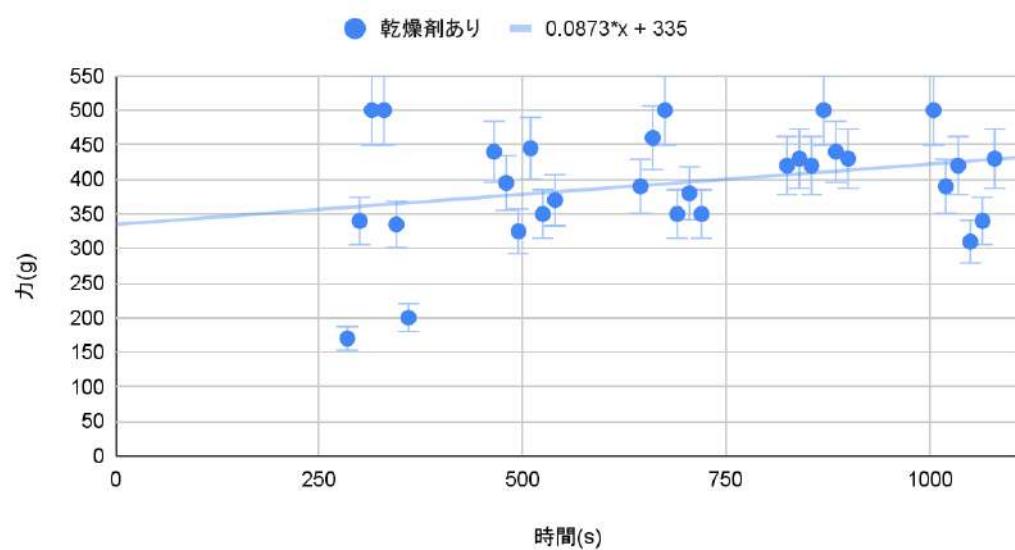


図4 乾燥剤を入れたフライドポテトの時間と力の関係

## 6. 考察

実験1の結果は,フライドポテトがしなしなになった場合にフライドポテトの質量が増加した場合と減少した場合があり予想に反する結果であった。

そのため外部の水蒸気が入り込まなければしなしなにならないという仮説は正しかったとは言えないのではないか。またはしなしなになったかどうかは水分量(=質量)では計測に不適なのではないかと予想できる。

実験2の結果から,フライドポテトが時間が経過するにつれて引きちぎるために必要な力が増えていることが読みとれる。よって,フライドポテトがしなしなになるにつれて引きちぎるために力がより必要になることがわかる。

実験3の結果から霧吹きで水をかけたものをちぎる力よりそのままの状態のものをちぎる力が少ないことが読みとれる。よって,水分を含んでいるほうがフライドポテトがしなしなであると予想できる。

実験4の結果から乾燥剤を入れた場合と入れなかつた場合では乾燥剤を入れたほうがトレンドライ

ンの傾きが大きかつたため乾燥剤を入れるとわずかにしなしなになりやすくなることがわかる。

よって,乾燥剤の有無とフライドポテトのしなしな具合に関係ないと予想できる。

## 7. 結論

フライドポテトはしなしなになると引きちぎるのに力が必要だということがわかった。またフライドポテトがしなしなになる原因には水分が関係していることは実験3から予想することができるが乾燥剤による効果がなかつたため空気中の水分とは関係ないのではないかと予想できる。

## 8. 参考文献

「揚げ物の品質に関する水と油の交代について」,加藤和子,東京家政大学研究紀要2自然科学,第37巻,pp.33-38 (1997)

「Effect of Guar Gum with Sorbitol Coating on the Properties and Oil Absorption of French Fries」,Bo Jia, Daming Fan, Jinwei Li, Zhenhua Duan, Liuping Fan, International Journal of Molecular Sciences, 18, pp.1-13 (2017)

# 糸電話の音をより大きく伝えるには

神奈川県立厚木高等学校  
2年 F組 2班( β )

## 1. 背景

糸電話の糸の部分の素材を変え、より音を伝え易い糸を見つけることで、いろいろな通信方法に応用することができるかもしれないと考えたから。

## 2. 目的

1. より大きく音を伝える糸の物質を調査する。
2. 糸の太さを変えてより音を伝える太さを調査する。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

参考文献より音は固く軽い物質ほど音をよく伝える。  
音は波の振動によって伝わる。糸電話の場合は糸によって振動が伝わる。

### (2) 仮説

参考文献より軽くて固い針金がもっとも音を伝えると予想した。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

- ・タコ糸 ・釣り糸 ・針金 ・ミシン糸 ・毛糸 ・麻紐 ・ストロー ・ゴム紐
- ・紙コップ ・竹串 ・騒音計 ・音源(スマートフォンなど)

### (2) 手順

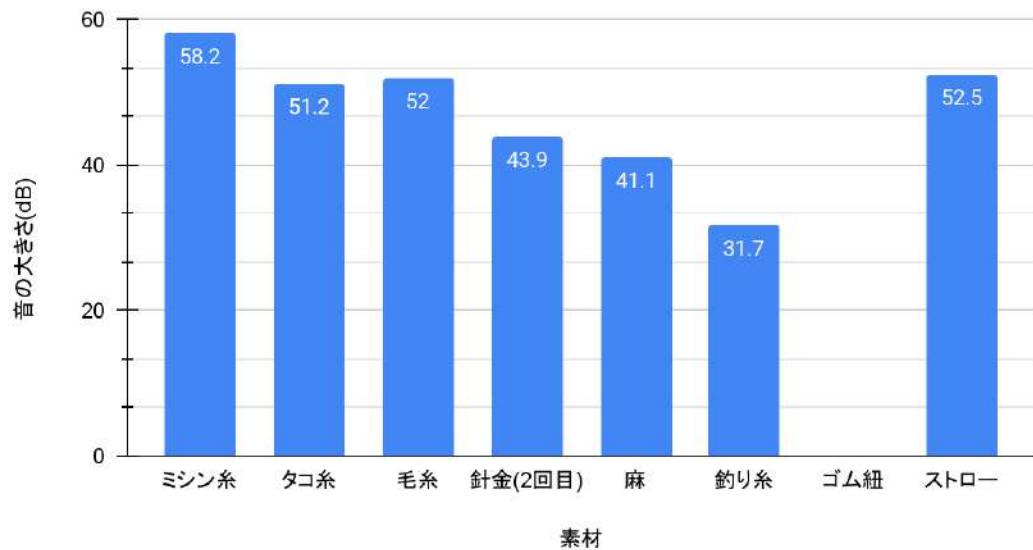
- ①それぞれの糸を長さ15 cmに合わせ糸電話を作る。
- ②音量と周波数が一定の音を片方のコップの中で流し、騒音計で流れてくる音を計測する。
- ③それぞれの素材で同様の操作を行う。
- ④最も大きい値が得られた糸の太さを変えて同様の実験を行う。

## 5. 結果

それぞれの素材の違いによる音の大きさの違いは図1のような結果となった。  
もっとも大きく音を伝えた物質はミシン糸となり、予想していた結果とは異なる結果が出た。

図1

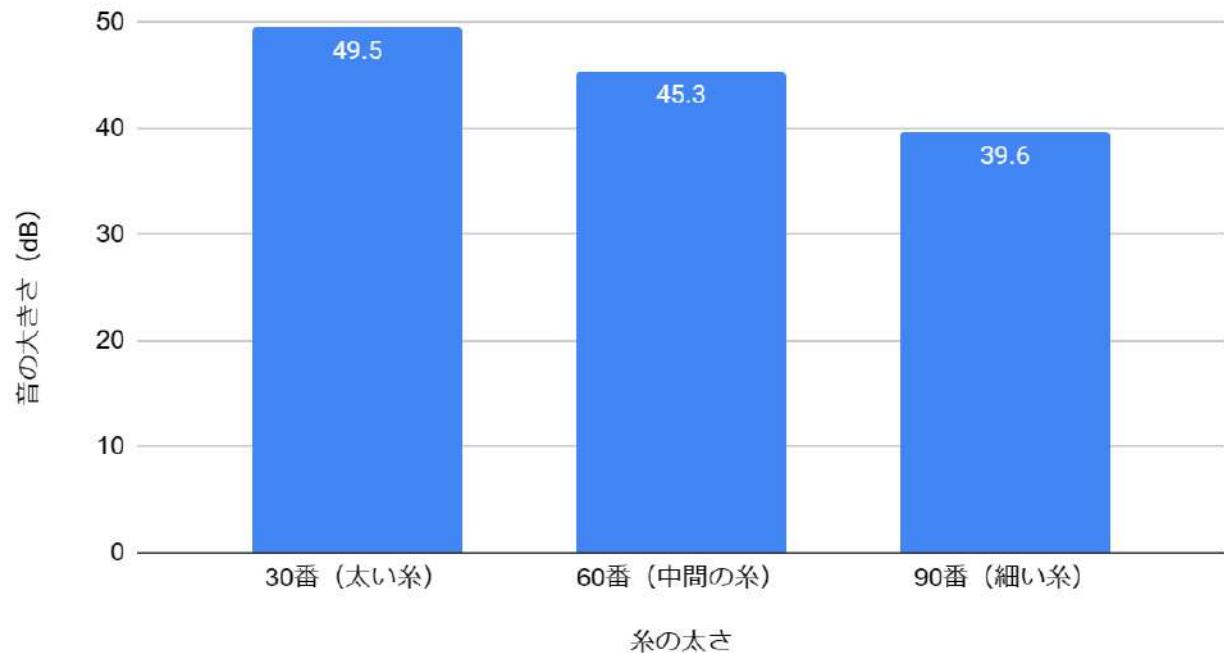
## 素材と音の大きさ(dB)



また糸の太さによる音の大きさの違いは図2のような結果となった。  
用意した太さの違うミシン糸でもっとも音を伝えたのは太い糸だった。

図2

図2 ミシン糸の太さと音の大きさ (dB) の関係



## 6. 考察

結果からミシン糸が最も音を伝えることが分かった。

仮説と異なる結果になった原因を考えたとき、仮説を立てた際の根拠は、物質の内部を伝わる際の伝えやすさであり、糸電話は物質の内部ではなく、糸自体が振動して音を伝えるため異なる結果が出たと考えた。

これらのことから糸電話の糸に適するのは針金のような固い物質ではなく、ミシン糸のような柔らかく振動を伝えやすいものだと考えた。

また素材だけでなく太さの違いも音の伝えやすさに影響があると考えた。

## 7. 結論

最も音を伝える物はミシン糸である。

また、糸が太いほどおとをよくつたえる。

## 8. 参考文献

音の伝わり方～音を伝える物質「媒質」の種類がポイント-株式会社静科

<https://www.hitori-shizuka.jp/archives/14422>

糸電話の研究

[https://www.osaka-c.ed.jp/kozu/e.shinro\\_shido/lc3-2013/20.pdf](https://www.osaka-c.ed.jp/kozu/e.shinro_shido/lc3-2013/20.pdf)

糸電話を伝わる音の研究

<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/113106.pdf>

# 雑草を用いたアルコール代替物質の検討

神奈川県立厚木高等学校  
2年 F組 3班( α )

## 1. 背景

昨今世間ではコロナウイルスが猛威をふるっている中、マスクや消毒などの予防グッズが必要品となっている。その中で3班はアルコールが不足するのではないかということに着目した。また、雑草由来の精油について調べていると、殺菌効果のある精油成分があることを知った。なので、アルコールに匹敵する殺菌効果を持つ物質を作成することでアルコールの不足を補えないかと思い、以下の実験を行った。

## 2. 目的

一般的に精油に抗菌作用を持つとされているシソ・ヨモギ・タチジャコウソウ(以下コモンタイム)の精油を抽出して、それらの中からアルコール代替物質にふさわしいものを調査する。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

＜実験で使う試料について＞

シソ:シソ科。殺菌作用があるとされているペリルアルデヒドを精油中に50%含んでいる。

コモンタイム:シソ科。殺菌作用があるとされているチモールを精油中に20～50%含んでいる。

ヨモギ:キク科。抗細菌作用があるとされているシネオールを精油中に50%程度含んでいる。

＜精油に含まれる成分について＞

ペリルアルデヒド:分子式( $C_{10}H_{14}O$ )。鏡像異性体を持ち、シソ内に含まれているのはL体である。また、アルデヒド基(R-CHO)を持つモノテルペノンである。

チモール:分子式( $C_{10}H_{14}O$ )。ヒドロキシ基(R-OH)を持つフェノールの一種である。特有の臭気を発し、防腐剤や殺菌剤、石鹼などに使われている。

シネオール:分子式( $C_{10}H_{18}O$ )。環状エーテル構造を持つモノテルペノイドであり、白血球を殺す作用や、抗真菌作用、抗菌作用、抗炎症作用などがある。

### (2) 仮説

ヒドロキシ基を持つという点で構造的にアルコールに似ており、殺菌剤などに使われているチモールがアルコールの代替できる物質になるのではないかと思った。なので精油中にチモールを含むコモンタイムの抽出液が最もアルコールに似た実験結果になるのではないか、と仮説を立てた。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

実験試料:シソ・ヨモギ・コモンタイムそれぞれ1kg

対照実験として使用するためのアルコール

・簡易蒸留装置

・シャーレ12個

・寒天培地を作るための材料

・乳酸菌(ヨーグルト)

### (2) 手順

1. シソ、ヨモギ、コモンタイムの精油を簡易蒸留装置で取り出す。

2. 寒天培地を作る

3. 寒天培地に乳酸菌(ヨーグルト)を加える。

4. 2日後に菌が繁殖しているのを確認したら、シソ、ヨモギ、コモンタイム、アルコールの4種類に培地を3個ずつ分け、経過を観察する。

5. 培地面積をS1、コロニーの範囲をS2として、S3(=S2/S1)を菌の増殖割合とする。観察日時ごとの3個のシャーレのS3の平均を出す
6. 出した値をグラフにまとめ、結論を出す。

## 5. 結果

結果は下図の通りである。

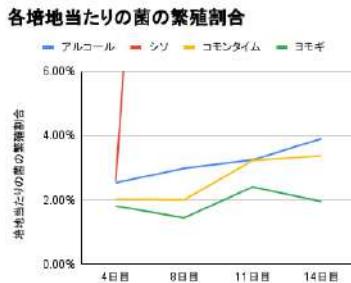
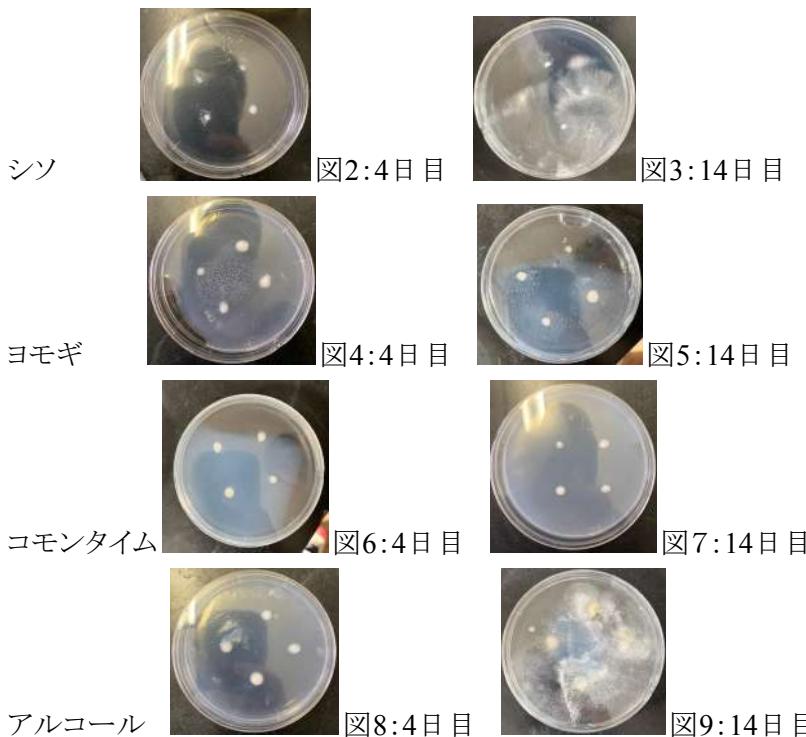


図1:各培地あたりの菌の繁殖割合の推移

<各抽出液を寒天培地に加えた時の様子>



<気づいたこと>

- ・シソは8日目の時点で菌が多く繁殖していた。
- ・ヨモギは4日目と14日目の菌の増殖範囲が同じだった。
- ・アルコールは11日目から目に見えて菌が増殖していった。
- ・コモンタイムはほとんど増殖が見られなかつたが、数値化すると少し増加していた。

これらの結果を加味して考えると、ヨモギとコモンタイムがアルコールと同等の殺菌効果を持つことが分かった。

## 6. 考察

- ・シソの結果について、抽出した精油内のペリルアルデヒド濃度が低かったのではないか  
→実験条件として、すべての抽出溶液の濃度を均一にするべきである。
- ・実験で使った試料の中で、匂いが強いものがあった。アルコールは無臭の物質なので、代替とする物質を作るなら、今回の結果は間違っているのではないか

→本実験は殺菌能力だけを考慮していたので、匂いなどの人体への影響を加味した実験をするべきである。

## 7. 結論

匂いや肌などの人体への影響を加味していないので、完全な代替物質とはならないが、コモンタイムとシソがアルコールと同等の殺菌能力を示したので、代替物質となる可能性が高いと考えられる。

## 8. 参考文献

- TCI1,8-Cineole製品法規情報

<https://www.tcichemicals.com/JP/ja/p/C0542>

- Chemical book HP

[https://m.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty\\_JP\\_CB2491615.htm](https://m.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_JP_CB2491615.htm)

・LKF-A研究班編「LKF-A製剤の男性型脱毛症に対する臨床評価試験」『西日本皮膚科』第48巻第4号、日本皮膚科学会西部支部、1986年、738-748頁

・厚生労働省編 「日本薬局方」第十六改訂2011(平成23年)888頁『チモール』

<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000066530.html>

- TCIPerillaldehyde製品法規情報

<https://www.tcichemicals.com/JP/ja/p/P0866>

・田中孝治『効きめと使い方がひと目でわかる 薬草健康法』(ベストライフ)講談社、1995年2月15日180-181頁

・『ビジュアルガイド精油の化学: イラストで学ぶエッセンシャルオイルのサイエンス』長島司著(フレグランスジャーナル社) (2012/12/25)

・『サイエンスの目で見る—ハーブウォーターの世界』井上重治著(フレグランスジャーナル社) (2009/4/10)

・『精油の安全性ガイド 第2版』ロバート・ティスランド、ロドニー・ヤング著(フレグランスジャーナル社); 第2版 (2018/9/25)

・『Specific induction of apoptosis by 1,8-cineole in two human leukemia cell lines, but not a in human stomach cancer cell line』, Moteki,H.; Yamada,Y.; Hibasami,H.; Katsuzaki,H.; Imai,K.; Komiya,T. *Oncol. Rep.* 9: 757~760(2002)

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1206>

・『Therapy for acute nonpurulent rhinosinusitis with cineole: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled trial』, Wolfgang,Kehrl.; Uwe,Sonnemann,; Uwe,Dethlefsen. *Laryngoscope* 114: 738~742(2004)

[Therapy for acute nonpurulent rhinosinusitis with cineole: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled trial - PubMed \(nih.gov\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15103116/)

# アリの行動に関する研究

神奈川県立厚木高等学校

2年 F組 4班(β)

## 1. 背景

先輩たちの研究のなかに、「アリの記憶に関する研究」というものがあり、アリを使った実験に興味が湧いた。

## 2. 目的

アリが迷路の中に閉じ込められたときにどのような動きをするのか調べる。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

・昆虫の知能は神経細胞の数に依存する

・アリの神経細胞の数は約250,000個に対して人間は約86,000,000,000個と圧倒的な数の差がある

### (2) 仮説

アリを迷路に入れると他のアリと似た経路を通る傾向がある。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

・工作用紙・角材 6 mm × 6 mm・接着剤・クリアファイル・保管ケース

### (2) 手順

1. アリを捕獲する

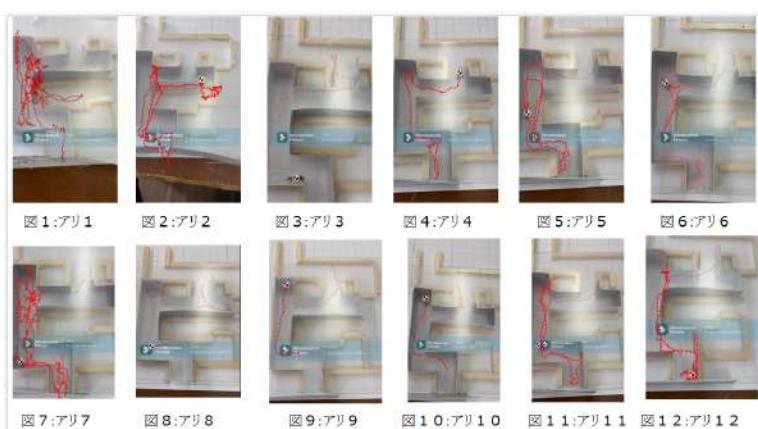
2. アリを迷路に入れる

3. その様子をスマートフォンで撮影する

4. フォーム分析ソフトを用いて分析する

## 5. 結果

実験対象のアリのほとんどが迷路の分かれ道で行き止まりの道を一度通った。その後はそのままゴールに向かった個体もいたが、行き止まりの道から逆走してスタートまで戻って来る個体のほうが多くなった。また、ゴール手前でしばらく留まる個体もいた。



## 6. 考察

実験対象のアリのほとんどで「迷路の分かれ道から行き止まりの道を通る」という共通の動き」が見られた。アリにも人間のように右利きや左利きのようなもの、若しくは分かれ道に当たつたら必ず左右どちらかに進み続けるというふうに行動に規則性があることが考えられる。

## 7. 結論

調査対象の数が少ないこともあり「アリは他のアリと似た経路を通る傾向にある」とは断言できないが、実験したアリには共通した動きがみられた。迷路を通過する速さには個体差があり、理由としては迷路投入時に興奮状態であった、捕獲時にすでに衰弱していたなどが考えられる。今回の実験では調査対象から外した身体に欠損がみられる個体も迷路を通過する速さに違いがでると考えられる。

## 8. 参考文献

動作分析のためのオープンソースKinoveaの利用について～ダートフィッシュ・ソフトウェアとの比較～

<https://ken.ieice.org/ken/paper/20190517y1mL/>

2021年度 2年C組「アリの行動に関する研究」

Wikipedia～動物のニューロンの数の一覧～[動物のニューロンの数の一覧 - Wikipedia](#)

なぜ虫はあんなに小さい脳で複雑な行動できるのか[なぜ虫はあんなに小さい脳で複雑な行動ができるのか？ - GIGAZINE](#)

水はけと内容物の関係  
神奈川県立厚木高等学校  
2年F組5班( β )

## 1. 背景

雨の後のグラウンドはぬかるんでいて、グラウンドを使う部活の人は悪い条件の中で活動したり、中止になってしまうことが多いので雨の後でも、快適に活動するためにはどのような土が良いのか調べたいと思ったから。

また、軽い雨でも水たまりができてしまうことがあるので水たまりができるにくい土を調べたいと思ったから。

## 2. 目的

学校の校庭の土に何を混ぜることによって、水はけがどのくらい改善され、何を混ぜるのが最もよいのか調べる。それによってどのような形状の物が水はけを改善するのか明らかにする。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

ペットボトルと鉢底ネットを用いて、泥、砂、細かいれき、粗いれきの水はけについて調べた実験では粒子が大きい粗いれきが最も水はけがよく、ほかは粒子が大きい順によく水を通した。これは粒子が大きいとそれぞの間に隙間ができる、水の通り道が生まれるからである。

腐葉土の水はけが良い理由は腐葉土の中には葉や枝の形が残っていることがあり、それらが土の隙間をつくるからである。

穀殻も土の中に入れても水はけを改善でき、生のまま使うと硬く、微生物によって分解されないので水はけを改善する効果があり、燻して炭にして利用することによって無数に空いている穴によって水はけの改善を期待できる。

### (2) 仮説

土の中に凹凸や空洞があるものを土の中に混ぜ込むことによって、水はけを改善でき、その凹凸や空洞は大きいほうが大きな改善が見られる

## 4. 方法

### (1) 実験材料

土、水、ペットボトル(2L、横幅100mm)、メスシリンダー、水切りネット、ペットボトルキャップ、ビー玉、ストロー(直径12mm)、プラスチック製のブロック(REGO)、アイロンビーズ(直径5mm)、塩ビパイプ(直径50mm)

### (2) 手順

- ① ペットボトルを高さ7cmに輪切りにし、底に水切りネットをつける(装置Ⅰ)
- ② 装置Ⅰにビー玉などを混ぜた土を装置Ⅰに5cm入れ、実用化したときの安全性を考え、ビー玉などが隠れる程度に薄く土を被せる
- ③ メスシリンダーの口に穴を開けたペットボトルのキャップを被せた 雨を再現する装置(装置Ⅱ)で装置Ⅰに水をまんべんなくゆっくりとかける
- ④ 表面の土がすべて水に覆われた時を「水たまりができる」としてそこまでにかけられた水の量を

メスシリンダーに残った水量から計る

⑤「水たまりができる」とした時に水を注ぐのを止め、表面の水がなくなるまでの時間を測る

⑥この操作を「何も混ぜていない土」、「ビー玉を混ぜた土」、「アイロンビーズを混ぜた土」、「ストローを10mmに輪切りにしたもの混ぜた土」、「プラスチック製のブロック(REGO)を混ぜた土」、「塩ビパイプを50mmに輪切りにしたもの混ぜた土」で三回ずつ行い、それらの平均を求める



図1 装置1の土を入れる前



図2 何も入れなかつた時の実験の様子

## 5. 結果

表1 水たまりができるまでの水量(ml) (小数点以下四捨五入)

	何もなし	ビー玉	REGO	アイロンビーズ	ストロー	塩ビパイプ
1回目	93	94	126	126	148	192
2回目	99	96	133	112	149	197
3回目	96	97	137	130	148	208
平均	96	96	131	123	148	199

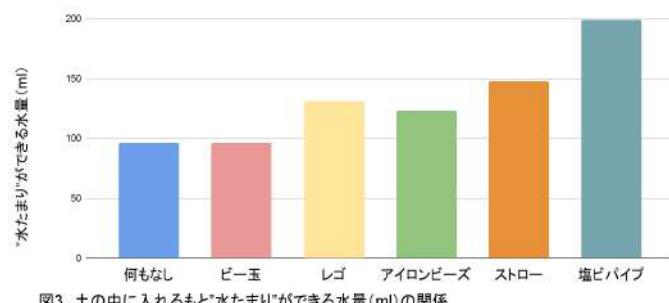
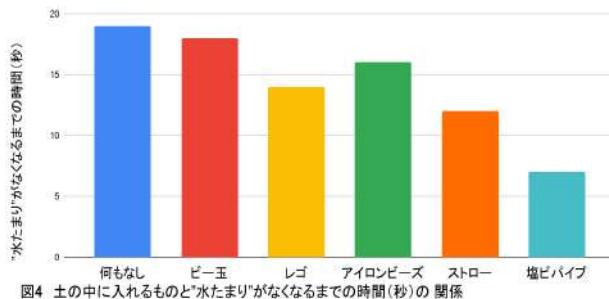


図3 土の中に入れるもど"水たまり"ができる水量(ml)の関係

表2 水たまりがなくなるまでの時間(秒) (数値はすべて小数点以下四捨五入)

	何もなし	ビー玉	REGO	アイロンビーズ	ストロー	塩ビパイプ
1回目	21	20	15	21	14	6
2回目	17	17	13	14	11	8
3回目	18	16	12	12	14	7
平均	19	18	14	16	12	7



## 6. 考察

何も入れない時とビー玉を入れた時では、水たまりができるまでの水量も水たまりがなくなるまでの時間もほとんど差がなかった。これはビー玉にはほとんど凹凸がなく、土の中に入れてもビー玉と土の粒子の間に隙間が生まれず、水はけを改善する効果はなかったためだと考えられる。REGOを入れたときはビー玉を入れたときよりも水はけは改善されたが、大きさがほぼ同じであるストローと比べると改善は少なかった。これは凹凸が土の粒子に比べて大き過ぎてしまい、隙間が埋もれてしまう部分が多くあったからだと考える。この結果から凹凸があるものを土の中に入れることによって水はけは改善されるが、凹凸は大きければ良いと言うわけではなく、土の粒子の隙間を作り出せるような細かい凹凸の方が効果が高いと思われる。

また、空洞がある物を土の中に入れた時、水たまりができるまでの水量やなくなるまでの時間はアイロンビーズに比べて穴の直径が大きいストロー、さらには塩ビパイプの方が多くなったが、空洞がある3つとも水はけは改善された。空洞があることによって水の通り道ができる、水はけが改善されたと考えられ、また、塩ビパイプが最も効果が大きかったのは空洞が大きいほど水の通り道が広くなり、通れる水の量が増えたからだと思う。ただ、空洞の中には土があまりなく、全体的に土の量が少なくなる分、水を注いだ時に土の高さがかなり下がってしまった。実用化する際にはこのことを考慮に入れて空洞の大きさや数を調整する必要があると思う。

## 7. 結論

凹凸や空洞があるものを土の中に入れると水はけは改善される。また、空洞があるものの方が効果は大きく、空洞は大きい方が高い効果が期待できる。

## 8. 参考文献

GARDEN STORY <https://gardenstory.jp/gardening/53486>

水防災実験素材実験16水を通しやすい土は

<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/bousai/PDF/jikken/sozai16.pdf>

やまね農園 <https://yamanefarm.com/water-drain-retention/>

魅力的な顔の検討及びAIと加工アプリによるイケメン開発  
~Consideration of attractive faces and development of handsome men  
through AI and processing applications~  
神奈川県立厚木高等学校  
2年 F組 6班(β)

1. 背景

万人ウケする真のイケメンの条件が気になった。

2. 目的

万人ウケする真のイケメンの特徴を見つける。

3. 仮説

(1)根拠となる先行研究・原理等

人がイケメンだと感じる顔の特徴には、二重、鼻が小さい、口が大きい、といったことがある。また、二重との相関が女子に比べて男子の方が強い。

(2)仮説

顔立ちがはっきりした人がイケメンだと考えた。

・目が二重

・鼻が小さい

・口が大きい

という特徴を持つ人が万人ウケするイケメンではないか。

実験1

4. 方法

(1)実験材料

あらかじめインターネットから探しておいた西欧人、日本人、韓国人の3人の顔写真に「EPIK」と「SNOW」と「Picsart」という3つのアプリで顔のパーツの条件を変える加工をしたもの、計18枚を用いる。Snow・EPIK・Picsartは、顔のパーツをそれぞれ加工することができるアプリ。

元の写真



図1 西欧人顔 図2 日本人顔 図3 韓国人顔

(2)手順

①インターネットでランダムに西欧人、日本人、韓国人の3人の顔を選ぶ。

②「EPIK」と「SNOW」、「Picsart」という3つのアプリで3人の顔を加工し、それぞれ一重二重、鼻が大きい、鼻が小さい、口が大きい、口が小さい、という18パターンの顔を作る。

③厚木高校2年F組の女子生徒7人に「どちらの顔がイケメンだと思うか」というパツごとに比較

したアンケートを3人分答えてもらう。

④アンケートで票が多く集まつたいくつかの顔のパーツの中からイケメンと相関の強いものを探す。

## 5. 結果

二重一重どちらがイケメンか (女性)

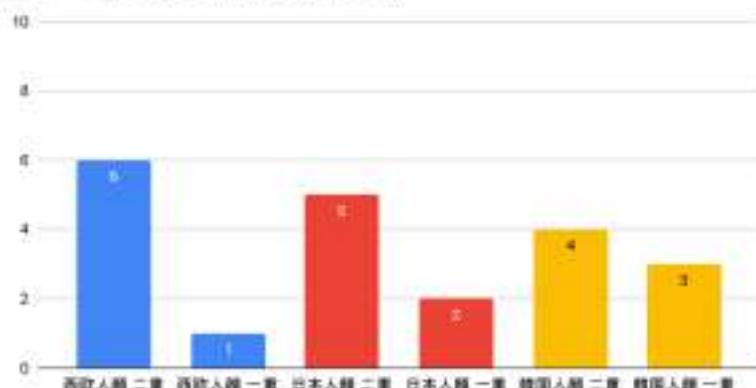


図4 二重一重どちらがイケメンか

鼻 小さい 大きいどちらがイケメンか(女性)

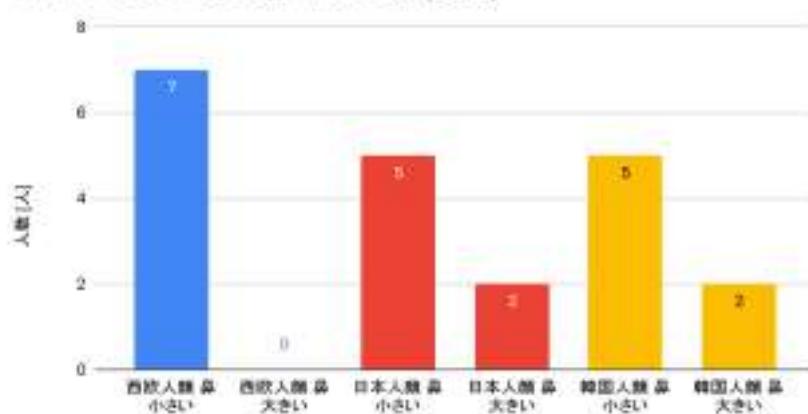


図5 鼻が小さい大きいどちらがイケメンか

口 小さい 大きいどちらがイケメンか(女性)

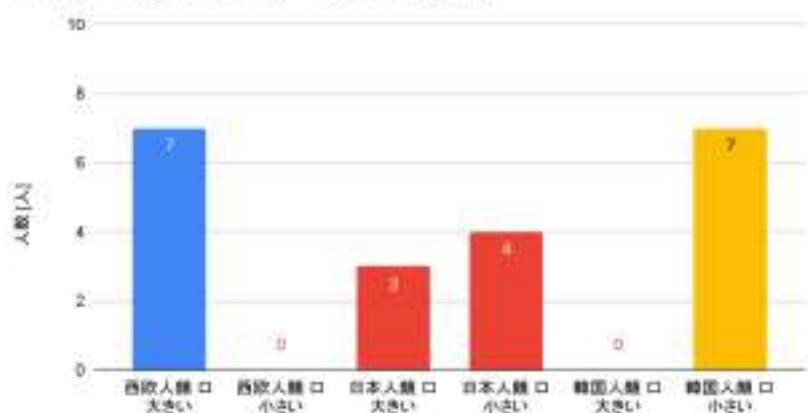


図6 口が小さい大きいどちらがイケメンか

## 6. 考察

どの顔でも、一重と二重では二重、鼻が大きい小さいでは小さいを選ぶ人が多かったことから、二重と鼻が小さいはイケメンの要素に入ると考えられる。口が大きい小さいでは、3人それぞれ大きい、半々、小さいが選ばればらばらだったため、唇の大小は、イケメンの要素には関係ないと考えられる。しかし今回用意した顔が日本人顔と韓国人顔と西欧人顔の3種類で、万人受けするイケメンの条件探しとは言いつつも顔のタイプによって似合うパートが違ってくると思う。だから、日本人のイケメンの条件探しなどにして顔のタイプを絞るべきではないかと思った。

#### 4. 方法

##### 実験2

###### (1) 実験材料

あらかじめインターネットから探しておいた、日本人3人の顔写真に「EPIK」と「SNOW」と「Picsart」という3つのアプリで顔のパートの条件を変える加工をしたもの、計18枚を用いる。Snow・EPIK・Picsartは、顔のパートをそれぞれ加工することができるアプリ。



図7 日本人1 図8 日本人2 図9 日本人3

###### (2) 手順

- ①インターネットでランダムに日本人3人の顔を選ぶ。
- ②「EPIK」と「SNOW」、「Picsart」という3つのアプリで3人の顔を加工し、それぞれ二重一重、鼻が小さい大きい、口が小さい大きい、という18パターンの顔を作る。
- ③厚木高校2年F組の女子生徒24人にアンケートを行い、それぞれの顔に1~3点で点数をつけてもらう。
- ④点数をもとに主成分分析を行い、特徴を分析する。

主成分分析とは、沢山の変数を少ない変数に置き換え、要約することでデータを理解しやすくする方法。

#### 5. 結果



図10 主成分

負荷量 主成分2

図11 主成分負荷量 主成分3

- A...日本人1
- B...日本人2
- C...日本人3

## 6. 考察

図10からは,AさんBさんは数字が正の傾向にあり,Cさんは数字が負の方向にあることが読み取れる。また 図10,図11からは,両極端に鼻と口が集まる傾向にあり,0に近くなると一重と二重が集まる傾向にあることが読み取れる。このことから,イケメンだと感じる顔の要素には鼻の大小,口の大小が大きく関係していて,一重二重はあまり関係がないことがわかる。

しかし同じ口大の中でも,点数にばらつきがみられるなど,ほとんどの項目にばらつきがみられ,安定した 結果は得られなかった。この原因としてアンケートがあまり集まらず,検証人数が少なかったことがあげら れると思う。多くの人が答えてくれるように,アンケートの収集方法を工夫したり,アンケートの対象範囲を 広げたりするべきだった。

## 7. 結論

人がイケメンと感じる顔には,鼻や口の大小が大きく関係している。しかし,人それぞれ似合う大きさがあり それが個性で魅力である。一概にイケメンの特徴を決定することはできない。

## 8. 参考文献

- 1)イケメンの定義とは

[https://onet.co.jp/marriage\\_column/2968.htm](https://onet.co.jp/marriage_column/2968.htm)

- 2)顔の魅力知覚に関する実験心理学的研究

<https://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/record/47935/files/A32159.pdf>

- 3)主成分分析とは?

[https://gmo-research.jp/research-column/principal-component-analysis1.mynavi.jp/article\\_4](https://gmo-research.jp/research-column/principal-component-analysis1.mynavi.jp/article_4)因子分析とは

- 4)因子分析とは

<https://www.google.com/search?q=%E5%9B%A0%E5%AD%90%E5%88%86%E6%9E%90%E3%81%A8%E3%81%AF&oq=%E5%9B%A0%E5%AD%90&aqs=chrome.4.69i57j0l7.9388j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8170528-https://whhttps://gmo-research.jp/research-column/principal-component-analysishttps://gmo-research.jp/research-column/principal-component-analysishttps://gmo-research.jp/research-column/principal-component-analysisman.mynavi.jp/article/170528-7/>

# 紙ストローに適した紙の原料となる植物の検討

神奈川県立厚木高等学校  
2年F組7班 β

## 1. 背景

近年プラスチックの原料である原油の枯渇を防ぐなどの理由から、プラスチックのストローから紙のストローに移行されている。紙は主に木からできているために森林の過剰伐採が行われており森林破壊や地球温暖化の原因の1つになっている。それを改善するために身近で廃棄されてしまう野菜の不可食部や雑草から紙を作ろうと考えた。ストローとして利用するため、水をあまり吸わず、濡れても破れにくい紙を作る原料を調べたいと思った。

## 2. 目的

手に入りやすい身近に生えている雑草や野菜の不可食部から作られる紙で最も紙ストローに向いている、耐水性が高い紙の原料となる植物と吸水性が低い紙の原料となる植物を調べる。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

紙はパルプから作られている。パルプとは木材やその他の植物から取り出されたセルロース繊維の集合体であり、繊維の強さや量、絡まり方で紙の強度が決まる。また、繊維の密度を大きくすることによって水と触れる面積が小さくなるため、吸水性が大きくなることが分かっている。

また、厚木高等学校75期2-G 7班の実験

(<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2g.pdf>)よりキャベツ、トウモロコシ、ピーマン、エダマメ、ニンジンを乾燥させ、粉末にしたものの中、キャベツを乾燥させ、粉末にしたものが最も吸水量が少なく、ニンジンを乾燥させ、粉末にしたものが最も吸水量が多いことがわかる。

ニンジンやトウモロコシには保水性が高い不溶性食物繊維が多く含まれていて、使用する野菜3種ではトウモロコシ→ニンジン→キャベツの順で繊維の量が多い。

雑草のうちイネ科のものは雑草の中でも繊維が多くかたい。

トウモロコシもイネ科の植物であるが雑草のほうよりセルロースの量が多いためイネ科の雑草のほうがセルロース繊維が多い。

### (2) 仮説

先行研究と不溶性食物繊維の量、繊維の量から一番吸水量が多い紙を作る植物はニンジンで、一番吸水量が少ない紙を作る植物はキャベツだと考える。また濡れた状態で一番強度がある紙を作る植物はイネ科の雑草で一番強度がない紙を作る植物はキャベツだと考える。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

#### 《材料》

- ・人参の皮
- ・キャベツの廃棄されてしまう外側の葉
- ・トウモロコシの葉
- ・イネ科の雑草
- ・水
- ・重曹
- ・厚紙

#### 《機器》

- ・鍋 ・ミキサー ・紙漉きセット ・ガーゼ
- ・新聞紙 ・ハサミ ・ビーカー ・ピンセット
- ・メスシリンドー ・両面テープ ・セロハンテープ
- ・スタンド ・ばねばかり ・クリップ

## (2) 手順

### 【紙の作成】

1. ニンジンの皮, キャベツの葉, トウモロコシの葉, イネ科の雑草を適当な大きさに切って水洗いする。
2. 1を4時間30分, 水1.5 Lに重曹150 gを溶かしたアルカリ水溶液でそれぞれ煮る。ここで足りなかつたためキャベツの葉とトウモロコシの葉は水2 Lに重曹200 gを溶かしたアルカリ水溶液で煮るように変更する。



図1 キャベツの葉を煮ている様子



図2 ニンジンの皮を煮ている様子



図3 トウモロコシの葉を煮ている様子

3. ミキサーに水100 mLと煮たニンジンの皮を50 g入れて60秒混ぜる。キャベツの葉, トウモロコシの葉, イネ科の雑草でも同じことをする。
4. それぞれ紙漉枠の中に流し込み, それぞれの厚さが均一になるように広げる。
5. 水を切り, 新聞の上にガーゼを敷いてそのうえにできた紙をのせる。そのまま乾燥器の中に入れ, 1日乾かす。

### 【吸水性を測る実験】

1. それぞれの紙を横25 mm, 縦25 mmに切る。
2. ビーカーに水を10 mL測りいれる。
3. 1の紙をピンセットを使って2のビーカーに紙全体が水につかるように入れる。
4. 10分後に紙をビーカーから取り出し, ビーカーに残っている水をメスシリンドーに移しかえ, その量を測る。



図4 ビーカーに残っている水をメスリンダーに移した様子

5. 1~4の工程を同条件でそれぞれの紙で4回ずつ行い平均値を出す。

#### 【耐水性を測る実験】

1. それぞれ紙を横10 mm、縦90 mmに切る。
2. ビーカーに水を50 mL入れる。
3. 切った紙の全てが水に浸るように2のビーカーに入れ、5分間おく。



図5 紙を水につけている様子

4. おいた紙を取り出し、軽く水をきる。紙の片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それをクリップではさむ。

5. スタンドにばねばかりをかけ、ばねばかりのホックにクリップをかける。厚紙ではさんだ紙に力をゆっくりと加えていき、紙が切れた時にばねばかりが示した重さを結果とする。



図6 力を加えていっている様子

6. 1~5を同条件でそれぞれの 紙で4回ずつ行い、平均値を出す。

## 5. 結果

当初、人参の皮、キャベツの廃棄されてしまう外側の葉、トウモロコシの葉、イネ科の雑草の4種類で実験する予定だったがイネ科の雑草が刈られてしまい手に入らなかつたためそれ以外の3種類で実験した。

### 【作成した紙について】

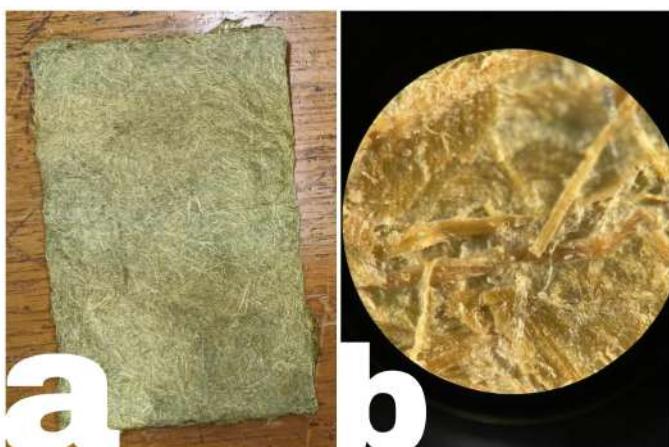


図7 トウモロコシの葉から作成した紙  
(a:完成した紙 b:完成した紙を顕微鏡で拡大したもの)



図8 ニンジンの皮から作成した紙  
(a:完成した紙 b:完成した紙を顕微鏡で拡大したもの)



図9 キャベツの葉から作成した紙  
(a:完成した紙 b:完成した紙を顕微鏡で拡大したもの)

図9のキャベツの葉から作成した紙はほかの二つの紙よりも縦3 cm, 横2 cmほど小さかった。  
図7のb,図8のb,図9のb,を比べると一番繊維が絡まっているのは図7のトウモロコシの葉から作られた紙だとわかる。  
また,紙を折り曲げるなどの動きをしても一番切れ目や穴が開かなかった紙は図7のトウモロコシの葉から作られた紙だった。

#### 【吸水性について】

表1 吸水性を測る実験でビーカーに残った水の量(mL)

	1回目	2回目	3回目	4回目	4回の平均
キャベツの葉	9.00	8.40	9.00	8.60	8.75
トウモロコシの葉	8.40	8.60	8.90	8.70	8.65
ニンジンの皮	9.40	9.20	9.70	9.40	9.43

ビーカーに残っていた水の量が多いということは吸水量が少なく、吸水性が低いということである。

表1から吸水性はニンジンの皮から作成した紙,キャベツの葉から作成した紙,トウモロコシの葉から作成した紙の順に低いことがわかる。

表2 耐水性を測る実験で紙が切れたときにはねばかりが示した重さ(g)

	1回目	2回目	3回目	4回目	4回の平均
キャベツの葉	測定不能	225	158	測定不能	192
トウモロコシの葉	125	60.0	105	85.0	93.8
ニンジンの皮	70.0	80.0	60.0	50.0	65.0

表2より紙が切れたときにはねばかりが示した重さはキャベツの葉から作成した紙,トウモロコシの葉から作成した紙,ニンジンの皮から作成した紙の順に大きいためその順で耐水性も高いことがわかる。

しかしキャベツの葉から作られた紙は2回も水にぬらしてすぐに切れてしまい正確な測定ができていないため耐水性が高いとは断言できず,結論にいれないことにした。

## 6. 考察

キャベツの葉から作った紙は,トウモロコシの葉,ニンジンの皮から作った紙よりも縦3cm,横2cm分小さく縮んでいた。これは本来野菜が含んでいる水分量が他の二種よりもキャベツの方が多いために乾いて水分が抜ける時に縮んだと考えられる。

またトウモロコシの葉から作られた紙は,繊維がよく絡まっていて素材がしっかりしているため曲げる動きをしても切れ目や穴が開きづらく,耐水性が高いのだといえる。

先行研究や仮説と逆にトウモロコシの皮から作られた紙の吸水性が一番低かったのは先行研究の厚木高等学校75期2-G 7班の実験と実験方法やニンジンの処理の仕方が異なっていたことが原因の一つだと考えられる。

## 7. 結論

最も吸水性が低い紙の原料となる植物はニンジンの皮で,最も耐水性が高い紙の原料となる植物は,トウモロコシの葉である。

## 8. 今後の展望

今回の実験では1枚の紙を1種類の植物の繊維から作成した。そのため違う植物の繊維を混合したら吸水性や耐水性にどんな影響を与えるか調べられない。

最も吸水性が低い紙の原料となるニンジンの皮の繊維と最も耐水性が高い紙の原料となるトウモロコシの葉の繊維を混合し混合すると吸水性や耐水性がどのように変化するか調べたい。

## 9. 参考文献

吸水紙一株式会社田村商店

<https://www.tamura1753.jp/absorbent-paper/>

自由研究をしよう「紙を手作り」—キヤノン エコロジーインダストリー株式会社

<https://ecology.canon/ecokids/seed/craft-paper.html>

植物由来の吸水シートを作ろう 神奈川県立厚木高等学校 2年G組7班

[https://3b677cc9-084a-45a0-874e-a40431020d57.filesusr.com/ugd/3d64ce\\_623486de5ae04cb8bd03a5877ae4267.pdf](https://3b677cc9-084a-45a0-874e-a40431020d57.filesusr.com/ugd/3d64ce_623486de5ae04cb8bd03a5877ae4267.pdf)

# 音色と植物の成長の関係

## Correlation between timbre and plants growth

神奈川県立厚木高等学校  
2年F組 8班 (α)

### 1. 背景

昨年度のヴェリタスIIにおいて「音と植物の成長の関係」の研究が行われていて,その研究では音の周波数と植物の成長の関係について研究しており,それならば音色と植物の成長の関係はどうなるのかと疑問に思い,このテーマとした。

### 2. 目的

植物の成長と音色の関係性を明らかにすることによって,詳細な解明がなされていないため謎が多く,未だ全国的に普及していない音響栽培分野の発展,そしてその先にある第一次産業の発展の手がかりとなる。

### 3. 仮説

#### (1)根拠となる先行研究・原理等

アメリカのドロシー・リタラック夫人の行った研究によると,植物はクラシック音楽を流したラジオ機器に巻き付くように成長した一方,ロック音楽を流したラジオ機器からは遠ざかったとある。またさらに詳しい研究によると,植物はクラシックの弦楽器やインドの古典楽器であるシタールを好む一方,打楽器の音は好まないとある。

そしてその他にも,クラシック音楽をあてながら育てることで小松菜の栄養価が高まった例など植物の成長と音の関係性を裏付けるような事例がいくつかある。

また,音響栽培について現在言われている説としては,音の振動数と植物の固有振動数が合致したときに植物が共振現象を起こすことで,道管を通る水の流れが良くなるのではないかというもののや,音の振動によって昆虫の嫌がる酵素が活発化するのではないかといったものがある。

#### (2)仮説

音響栽培にはクラシック音楽が多く用いられるが,その理由として周波数が高いことがある。ただそれ以外にもクラシック音楽が植物の成長に作用する要因があるのではないかと考えた。そこで今回の研究では,音の三要素のうちの音色(波形)に焦点をあてることとした。ここで先行研究より,クラシック音楽に多く用いられる弦楽器(今回の研究ではヴァイオリン)や金管楽器(今回の研究ではトランペット),木管楽器(今回の研究ではクラリネット),鍵盤楽器(今回の研究ではピアノ)の音色は植物の成長を促進させる一方,ロック音楽に用いられる電気楽器(今回の研究ではエレキギター),打楽器(今回の研究ではドラム),電子楽器(今回の研究ではキーボード)の音色は植物の成長を抑制させる,という仮説を立てた。

#### 4. 方法

##### (1) 実験材料

- ・実験用栽培箱(ダンボール,顕微鏡用照明,,延長コード,養生テープ,アルミホイル,バット  
[それぞれ3セット][2セットより変更]) ・脱脂綿 適切量
- ・割り箸 6 本 ・霧吹き 1 個 ・スピーカー 2 台 ・USBメモリー 2 個
- ・カイワレダイコンの種子 950個 [予定量450 個から変更]
- ・音声データ(ヴァイオリン,トランペット,クラリネット,ピアノ,エレキギター, ドラム,  
キーボードの7 種類,全て実際の楽器の生音を収録した,  
なお ドラム以外は442 Hzに音の高さを統一し,対照性を保証している)
- ・音声編集およびデータ記録検定用Chromebook 1 台 ・ものさし 2 本



図1:実験用栽培箱の実物

##### (2) 手順

1. 実験用栽培箱内のバット上の脱脂綿にカイワレダイコンの種50 粒を等間隔に敷き詰め,霧吹きで水を適量(全種子が湿るくらい)かけて発芽させる。なおこの段階で,24 時間音声を流す。また 9:00,18:00 に霧吹きで適量の水を与える
2. 半数以上の発芽が観測された段階で照明を点灯させ,引き続き育てる。
3. 最も成長が進んでいるものが最大限伸び切り,成長が止まった段階[栽培開始から10 日間より変更]で栽培を終了し,発芽率および発芽している全カイワレダイコンの茎の長さを計測する。
4. この手順を無音とエレキギター,無音とトランペットとヴァイオリン,無音とドラムとキーボード,無音とピアノとクラリネットと2 パターンずつ[無音とエレキギター,トランペットとクラリネット,ピアノとヴァイオリン,ドラムとキーボードのように2 パターンずつから変更],計4 回行う。
5. 計測終了後,発芽率については  $\chi^2$  乗検定(適合度検定)を,茎の長さ、つまり成長度合いについて T 検定(独立二群の平均値の差の検定)[Tukey-Kramer法-複数の群を比較する量的検定-から変更]を用いて検定を行う。



図2:実際の栽培の様子1



図3:実際の栽培の様子2

## 5. 結果

\*なお,以下では,

無音の状態で栽培したカイワレダイコンを Si ,  
エレキギターの音声を流した状態で栽培したカイワレダイコンを Gt ,  
同様にして,トランペット→Tp ,ヴァイオリン→Vn ,ドラム→Dr ,キーボード→Key ,  
ピアノ→Pf ,クラリネット→Cl

とする。

### 実験1 Si と Gt ( 7/19 ~ 7/28 )

途中までは順調に育っていたものの,暑さによってすぐに水が蒸発してしまうために枯れてしまつた。データの記録は行つたものの,実験失敗としてそのデータは用いないこととした。

そのため脱脂綿の下のバットに割り箸を固定し,その出来た隙間に水をひくなどの改良を加えた後,同様の実験を実験2で行つた。

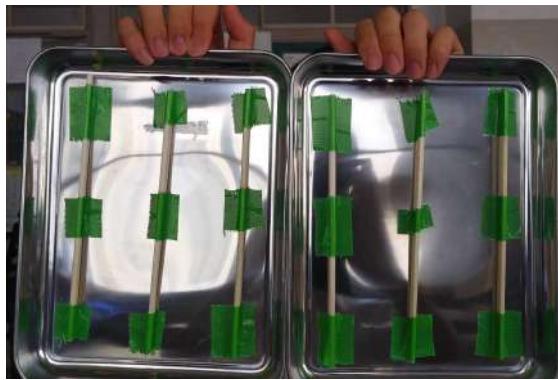


図4:改良後のバットの様子

### 実験2 Si と Gt ( 8/1 ~ 8/10 )

今回は改良の甲斐もあり実験終了まで順調に成長したため,実験成功としてデータを記録した。



図5:実験2での10日経過時点での様子 (左/ Gt ,右/ Si )

表1:実験2で収集したデータの特徴

	最小値(cm)	最大値(cm)	中央値(cm)	平均値(cm)	発芽率(%)
Si	0.00	7.35	3.33	2.87	96
Gt	0.00	7.65	1.60	1.83	96

### 実験3 Tp と Vn ( 9/9~9/18 )

Vnについては順調に成長が見られたものの,Tpについてはあまり成長が見られなかつた。またVnについても7日が経過したあたりで徐々に倒れてしまい,10日が経過したころには枯れてしまっていたため実験失敗とし,データは記録しなかつた。

計画ではSiは一度しか実験,記録はしないものとしていたが,月日の経過による気候の変化で成長に差が出てしまい,比較することはできないと判断したため,これ以降の実験ではSiも同時並行して栽培し,比較の際には「同時に育てたSiとの比較」という形にする。また10日という栽培日数の規定を撤廃し,3つのうち一番育ちの良いものが最大限成長したと推測される段階で実験を終了することとした。



図6:実験3での10日経過時点での様子 (左/ Tp,右/ Vn)



図7:実験計画の変更により,実験用栽培箱を3箱に増やした様子 (手前が新設したもの)

#### 実験4 Si と Tp と Vn (10/8~10/15)

実験3での失敗を踏まえて前述の改善を行った上での実験だったが, Siが7日目に, Vnが8日目に倒れてしまった。要因としては, まず3つすべてに言えることだが, 前回の実験と比べてかなり気候が涼しくなったため, カビの繁殖を恐れて脱脂綿下にひく水の量を控えめにしていたのだが, おそらくそのことにより水が不足してしまい, 枯れかけの状態になってしまったのではないかと考えられる。またSiについては, バットが他の二つと同じものが見つからなかつたため少し小さなサイズとなってしまい, そのことにより貯水力が低下したことも要因の一つではないかと考えられる。

今後の実験では, バットにはる水の量をより増やすことで, 蒸発による枯死を防ぎ, またSi用のバットについても他の2つと同じものを使用して貯水力を高めることとした。



図8:実験4終了時点での倒れてしまったVnの様子



図9:実験4終了時点での倒れてしまったSiの様子

### 実験5 Si と Tp と Vn (10/15~10/24)

実験4の結果を踏まえて先のような改善をした状態で実験し、順調な成長が見られたため実験成功とし、最大限成長したとみられるタイミングでデータを記録した。



図11:実験5終了時点でのTpの様子



図12:実験5終了時点でのSiの様子

表2:実験5で収集したデータの特徴

	最小値(cm)	最大値(cm)	中央値(cm)	平均値(cm)	発芽率(%)
Si	0.00	7.25	5.05	4.27	88
Vn	0.00	7.25	4.50	3.47	98
Tp	0.00	5.80	3.20	3.06	86

## 実験6 Si と Dr と Key (10/27~11/8)

まず,この実験では他の実験よりもドラム音声の初期音量が大きかったことにより,実験場所近隣の教室を使用する方々に,迷惑や不快感を与えたことを深くお詫びする。その不手際により,途中一時音声を止め,音声データの加工やスピーカー音量の調節等を行い,その日のうちに実験を再開した。3,4時間音声を止めたものの,先生と協議した結果,誤差の範囲内として実験を続行した。成長については3つすべてあまり良好でなく,発芽はしてもぐんぐん伸びない種子が多く見られるという感じであったが,同時測定の無音との比較であるため問題はないとして,12日が経過した段階で実験成功としてデータを記録した。



図13:実験6終了時点でのDrの様子



図14:実験6終了時点でのSiの様子

表3:実験6で収集したデータの特徴

	最小値(cm)	最大値(cm)	中央値(cm)	平均値(cm)	発芽率(%)
Si	0.00	5.20	0.50	0.74	76
Dr	0.00	3.70	0.50	0.78	68
Key	0.00	3.85	1.25	1.36	64

## 実験7 Si と Cl と Pf (11/8~11/18)

これまでの実験を踏まえた上で無事に終えることができ、実験成功としてデータを記録した。



図15:実験7終了時点でのSiの様子

表4:実験7で収集したデータの特徴

	最小値(cm)	最大値(cm)	中央値(cm)	平均値(cm)	発芽率(%)
<b>Si</b>	0.00	6.05	3.80	3.20	84
<b>Cl</b>	0.00	5.70	2.20	2.43	66
<b>Pf</b>	0.00	5.50	3.40	2.85	68

## 6. 考察

### [発芽率について]

Gt,Vn,Tp,Dr,Key,Cl,Pfとそれぞれと同時に育てたSiについて、  
帰無仮説「SiとGt(Vn/Tp/Dr/Key/Cl/Pf)で発芽率に差はない」、  
対立仮説「SiとGt(Vn/Tp/Dr/Key/Cl/Pf)で発芽率に差がある」とし、有意水準を0.05として $\chi^2$ 二乗検定を行ったところ以下の結果となった。

表5:Siと各音声下で育ったカイワレダイコンの発芽率の $\chi^2$ 二乗検定の結果

	検定値(小数点第四位四捨五入)	帰無仮説について
<b>Gt</b>	1	帰無仮説は棄却されない。
<b>Vn</b>	0.050	帰無仮説は棄却される。
<b>Tp</b>	0.766	帰無仮説は棄却されない。
<b>Dr</b>	0.373	帰無仮説は棄却されない。
<b>Key</b>	0.190	帰無仮説は棄却されない。
<b>Cl</b>	0.038	帰無仮説は棄却される。
<b>Pf</b>	0.061	帰無仮説は棄却されない。

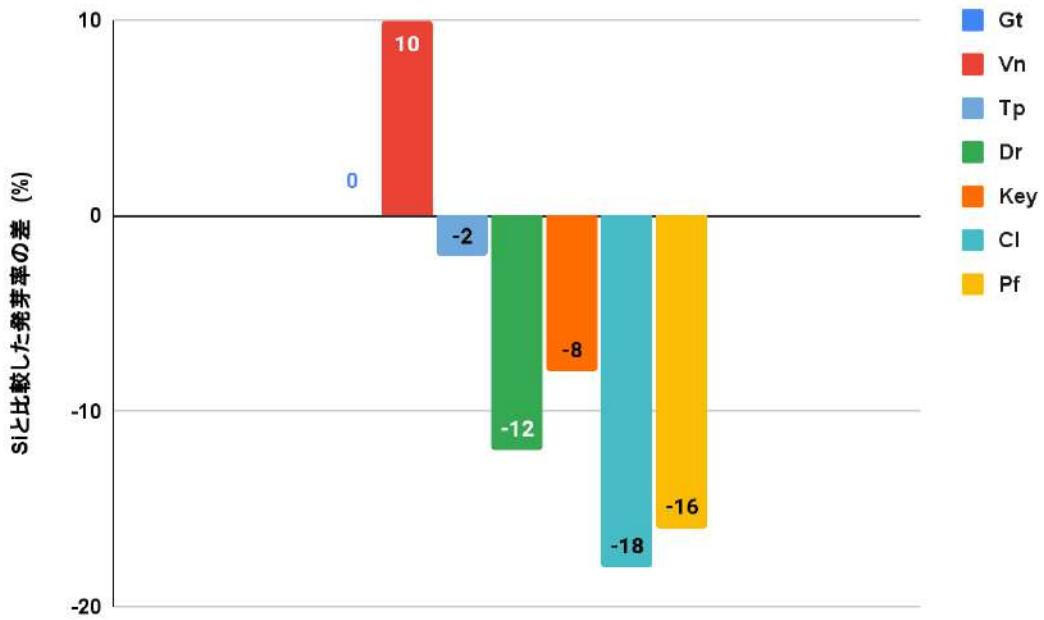


図16:Siと各音声下で育ったカイワレダイコンの発芽率の差(%) [Siを基準とする]

表5,図16では,Vnについては発芽率が向上しているものの,その他多くでは低下が見られている。特にClでは18 %,Pfでは16 %と大幅な低下も見られている。また全7つのうち有意差が認められるのは2つだけという結果に至っているため,発芽率については音色と植物の成長の関係以前に音と植物の関係ですらこの結果からは見出すことは出来ない。

#### [成長度合いについて]

Gt,Vn,Tp,Dr,Key,Cl,Pfとそれぞれと同時に育てたSiについて,  
帰無仮説「SiとGt/Vn/Tp/Dr/Key/Cl/Pfで成長度合いに差はない」,  
対立仮説「SiとGt/Vn/Tp/Dr/Key/Cl/Pfで成長度合いに差がある」とし,まず,有意水準を0.05として  
F検定を行うと全て異分散となり,その上で有意水準を0.05としてT検定を行ったところ以下の結果となつた。

表6:Siと各音声下で育ったカイワレダイコンの成長度合いのT検定の結果

	p値(小数点第四位四捨五入)	帰無仮説について
Gt	0.018	帰無仮説は棄却される。
Vn	0.085	帰無仮説は棄却されない。
Tp	0.007	帰無仮説は棄却される。
Dr	0.885	帰無仮説は棄却されない。
Key	0.014	帰無仮説は棄却される。
Cl	0.068	帰無仮説は棄却されない。
Pf	0.395	帰無仮説は棄却されない。

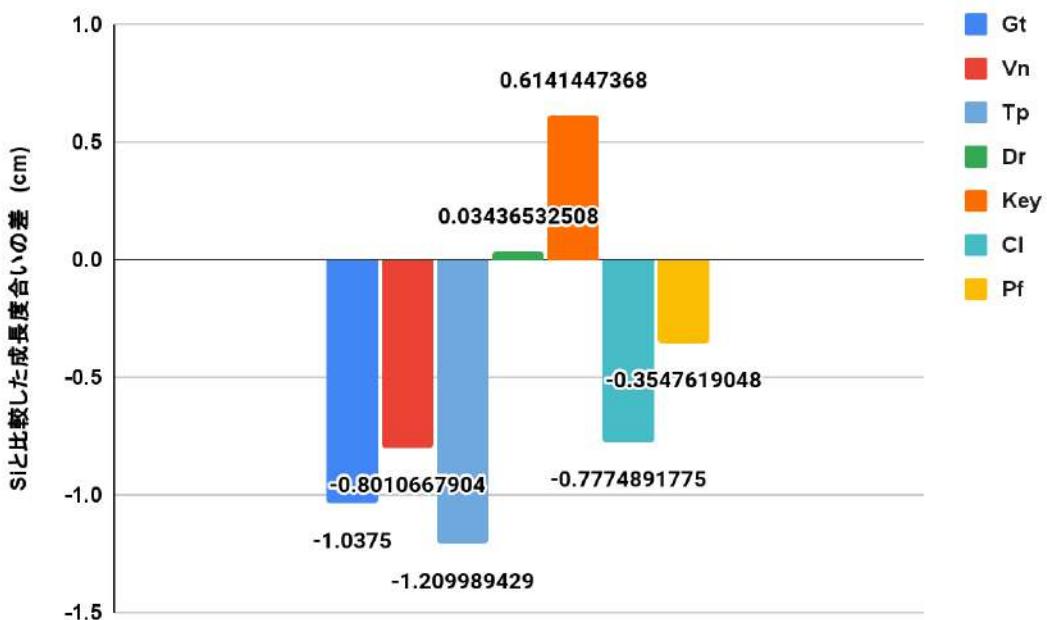


図17:Siと各音声下で育ったカイワレダイコンの成長度合いの差 (cm) [Siを基準とする]

表6,図17では、KeyやDrについては成長度合いがある程度向上しているものの,その他では低下が多く見られ,特にGtやTpでは 1.0 cm 以上と低下の幅が大きくなっている。T検定については,有意差が認められたものが全7つのうち3つで,発芽率よりはその割合が多いといえど,やはり音と植物の関係すら見えないような結果となってしまった。

#### [全体を通して考察]

今回の一連の実験では,音色と植物の成長の関係を調べることが目的だったものの,そのような関係はほとんど見られなかった。検定で有意差がないと判断されることが多く,また発芽率・成長度合いのそれぞれについて,向上と低下を起こす楽器をグルーピングすることも出来なかつたため,今回の実験は全体として失敗である。

その要因としては,我々の実験環境ではどうしても厳密かつ対照的な実験を行えないというのが原因であると思う。与える水量や光量,音量,気温,湿度などを厳密に管理することは不可能でかつ,限られたスペースで実験を行う必要があるため,他の楽器の音と混ざつてしまつたり,他の教室から聞こえる音と混ざつたりして,純粹に一つの音を聞かせ続けることが出来ない。また各音一回ずつしか実験出来ていないため,その面でも精度は低い。以上のような事象により今回は関係を見出すことが出来なかつたのではないかと推測する。

より精度を高められれば,差が検定で認められるほど現れ,何らかの関係性が見つけられるのではないかと私たちは考えている。

## 7. 結論

音色の違いによる植物の成長への影響は認められない。なお,音を当てることで全体的に成長を阻害する傾向がやや見られるものの,検定でその差が認められる程のものではない。

## 8. 参考文献

- ・国土緑化株式会社 植物はクラシックがお好き -おばあちゃん大学生の大発見-  
<https://www.kokudoryokuka.co.jp/column/597/>
- ・厚木高校ヴェリタスII 2年B組1班 音と植物の成長の関係  
<https://3b677cc9-084a-45a0-874e-a40431020d57.filesusr.com/ugd/3d64ce874acf42552425ab7a50aeb9ff90674.pdf>
- ・じゅんちゃんファーム 音楽育ちのコマツーナ  
<https://www.junchanfarm.com/komatsu-na/>
- ・現代ギターブログ ちはやぶる 植物はクラシックギターの音を聞くか?  
[https://blog.gendaiguitar.com/2015/0422\\_000291.html](https://blog.gendaiguitar.com/2015/0422_000291.html)
- ・ニチノウのタネ カイワレダイコン-商品別育て方情報  
<https://nichinou.co.jp/saibai/16024/>
- ・ExcelでTukey法による多重比較  
<https://imnstir.blogspot.com/2012/03/exceltukey.html>
- ・繰り返し数(N数)が異なる群を、Excelを使ってTukey法で多重比較する  
<https://imnstir.blogspot.com/2012/06/nexceltukey.html>
- ・スチューデント化された範囲の表の補間  
<https://imnstir.blogspot.com/2012/06/blog-post.html>
- ・私のための統計処理 -多重比較検定 - PLAZA - UMIN  
<https://plaza.umin.ac.jp/~beehappy/stat/com-ph.html>
- ・分散分析と多重比較法(Tukey-Kramer・Bonferroni)後編  
<https://turtlewalk.hatenablog.jp/entry/2016/01/04/020246>
- ・「カイ二乗検定」の意味とエクセルによる計算方法  
<https://analysis-navi.com/?p=1290>
- ・エクセルでのカイ二乗検定のやり方  
<https://office-hack.com/excel/chi-square-test/>
- ・Googleスプレッドシートで箱ひげ図(box plot)を作成する方法  
<http://pineplanter.moo.jp/non-it-salaryman/2018/11/23/google-sp-box-plot/>
- ・カイ二乗検定-Wikipedia  
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AB%E3%82%A4%E4%BA%8C%E4%B9%97%E6%A4%9C%E5%AE%9A>
- ・t検定-Wikipedia  
<https://ja.wikipedia.org/wiki/T%E6%A4%9C%E5%AE%9A>

- ・今回の実験データやそれらによる検定を行ったスプレッドシート

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Icq9U9xi7wUWIVe1178oLOKqOtQAuFP2kDcNunjIVLA/edit#gid=0>

# アボカド抽出液とカビについての研究

神奈川県立厚木高等学校

2年F組9班

## 1. 背景

アボカドには、ペルシンと呼ばれる毒素がある。ペルシンは通常ヒトに対して無害であるが、それ以外の生物には毒素を発揮し、また殺菌作用があることがわかっている。菌とカビでは、原核生物であるか真核生物であるかや、その体長にこそ違いがあるものの、ペルシンが真核生物を含めたほとんどの生物に、また体長に関係なく毒素を発揮することを考慮すると、カビについての効果も期待されるが、いまだ明確になっていない。そこで、アボカド抽出液がカビに対して毒性を発揮するかを検証する。

## 2. 目的

アボカド抽出物がカビに対してどのような効果を示すのかを知る。  
既存の防カビ剤には、ヒトに対して有毒なものが含まれている場合があり、たとえば人間がそれを誤飲してしまった際に危険であるが、アボカド抽出物がカビに対してどのような効果を示すのかを知ることで、人間に対しても安全な防カビ剤を作れる可能性がある。

## 3. 仮説

### (1) 根拠となる先行研究・原理等

アボカドに含まれる、ペルシンという毒素には、ヒトに対して毒性を発揮しないが、それ以外の生物には毒性を発揮する。また、殺菌作用がある。

先行研究として、花王株式会社が、凍結乾燥させたアボカドをエタノールで静置抽出し、薄層クロマトグラフィー、カラムクロマトグラフィー、高速液体クロマトグラフィー、NRMによる解析によりペルシン、ペルセノンA、ペルセノンBを単離し、製品の特許を持っている。単離方法は以下の通りである。

1. アボカドを凍結乾燥させる。
2. 1を50質量パーセントのエタノールで7日間静置抽出する。
3. 2を分離し、残渣を2と同じ濃度の液で再度7日間静置抽出する。
4. エバポレーターで濃縮する。
5. 水:ヘキサン=1:1の二層非混和溶剤系の入った分液漏斗に加え、液-液分配を3回行う。
6. ヘキサン層の方を、エバポレーターにかけ、濃縮する。
7. 6を再度ヘキサンに溶かし、カラムクロマトグラフィーをする。
8. 7について薄層クロマトグラフィー(展開溶媒:クロロホルム/メタノール=20/1)をして8区分に分ける。
9. 8のうちの2番目の区分について分取薄層クロマトグラフィー(展開溶媒:クロロホルム/アセトン=95/5)で2回展開し、6区分に分ける。
10. 9について、高速液体クロマトグラフィーを行う。
11. 分画物の分子量とNMRによる解析をする。

## (2) 仮説

アボカド抽出液は、防カビ効果を示す。

## 4. 方法

### (1) 実験材料

アボカド、エタノール、ヘキサン、黒カビ

### (2) 手順

1. アボカドの果肉部分と皮の部分を、それぞれ凍結乾燥機で凍結乾燥させる。
2. 50質量パーセントのエタノールに7日間室温で静置抽出する。
3. 2を分離し、残渣に再度同量のエタノールを加え7日間室温で静置抽出する。
4. エバボレーターで濃縮する。
5. ヘキサン:水=1:1の溶液の入った分液漏斗に入れ、液-液分配を2回行う。
6. エバボレーターで乾燥状態まで蒸発させる。
7. ヘキサンに溶かす。
8. ペーパーディスク法を用いて防カビ効果があるか調べる。

結果をより正確に測るため、実験は5つの同じ試料に対して行う。また、対照実験として、手順1での果肉部分を使用したものを①、皮部分を使用したものを②とし、①のうち手順3で、残渣ではなくろ過した液を用いたものを③、①のうち手順7を省いたものを④として、①、②、③、④の全てに対し手順8の検証を行う。

## 8の詳細

### 培地について

分量: 純粋50 mL(シャーレ1枚分)に対して、ポテト培地0.65 g、寒天0.5 g

### 滅菌について

シャーレ: 乾熱滅菌器で200°C、20分

### 実験手順

1. シャーレを乾熱滅菌器で滅菌する。
2. 培地を上の分量で作り、滅菌する。
3. クリーンベンチ内でシャーレに培地を分注する。
4. 黒カビを1/1000に希釀したものを培地が固まった後に塗布する。
5. アボカド抽出液をヘキサンに溶かしたものと、ヘキサンそれぞれにペーパーディスクを浸け、4の上にのせる。

## 5. 結果

対照実験③における結果の一部である。明確な阻止円を確認することはできない。

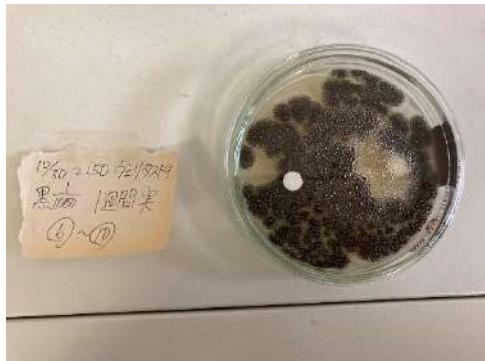


図1 対照実験③の結果の一部

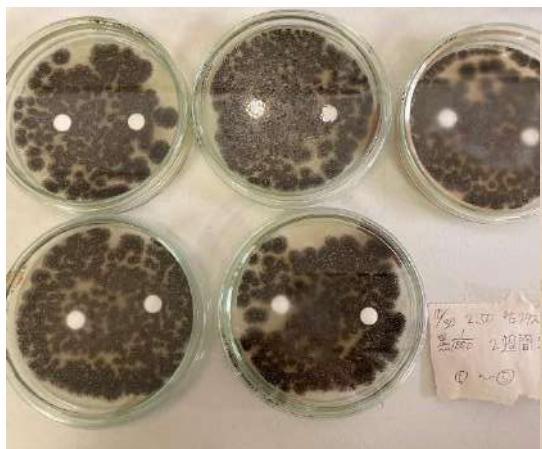


図2 対照実験①の結果

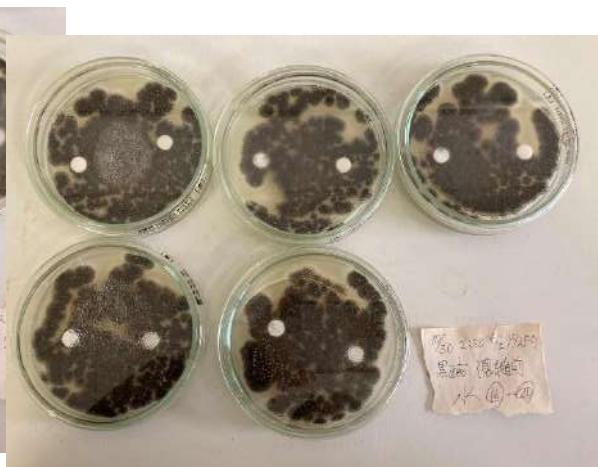


図3 対照実験②の結果



図4 対照実験③の結果

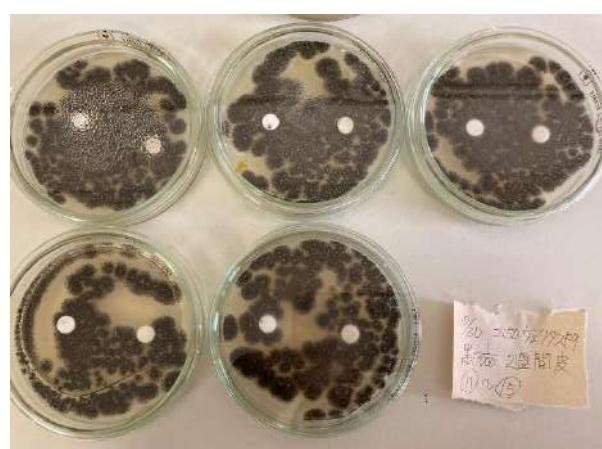


図5 対照実験④の結果

## 6. 考察

今回、阻止円を確認できなかった理由には、得られたアボカド抽出液の量が少なかったことや、黒カビの濃度が適切でなかった可能性があることが考えられる。

なお、実験結果の図1において、部分的にカビが生えていない部分があるが、これは単にカビが均一に生えていないと考えられる。

## 7. 結論

アボカド抽出液に、防カビ効果は見られない。

## 8. 参考文献

特開2018-39752” . 知財ポータル「IP Force」.

<https://ipforce.jp/patent-jp-A-2018-39752>

食べてはいけないもの②

<https://www.miru-ah.jp/2021/02/05/3365/>

赤ちゃんにも安心のお風呂のカビ掃除！害のない安全な方法って？

<https://nonbiki.com/1357.html>

ペルシン-Wikipedia

<https://ja.m.wikipedia.org/wiki/%E3%83%9A%E3%83%AB%E3%82%B7%E3%83%B3>