

# 備長炭と木酢液における消臭効果の検証

神奈川県立厚木高等学校  
2年 B組 α 1班

## 1. 背景

日常生活の中で消臭のために芳香剤を使う機会が多いと思うが、場所によって芳香剤の種類を変えたり買い替えたりするのが大変、また芳香剤自体の臭いが気になってしまふことがある。

## 2. 目的

家の中での消臭を芳香剤のような化学製品ではなく備長炭のような身近な素材でより効果的に代用できるのではないかを調べる。具体的には一般的に備長炭は消臭効果があるとされているが、実際に消臭効果があるのか、また備長炭を作るときの副産物として生成される木酢液と一緒に使うことで消臭効果が上がるのかどうかを検証する。

## 3. 仮説(なくてもよい)

1. 備長炭には消臭効果がある。理由として、備長炭は多孔質であり、臭い物質を表面に吸着すると考えられるからだ。

2. 備長炭と木酢液を同時に使用することにより、消臭効果がより高くなる。理由は以下の通りだ。

備長炭は多孔質であり、表面に臭い物質を吸着する。また、木酢液の酸性は、臭いの原因のアンモニアなどのアルカリ性を中和するのではないかと考えられるからだ。さらに、木酢液は燻製の香りがするが、これにはマスキング作用があるからだ。

※マスキング作用とは、燻製の香りが臭い物質を包み込み、消臭すること

## 4. 方法

### 【実験材料】

- ・備長炭(240g)
- ・木酢液
- ・塩化アンモニウム
- ・純水
- ・水酸化ナトリウム
- ・アンモニア検知管
- ・気体採取機
- ・ドライヤー
- ・シャーレ(4個)
- ・マイクロピペット
- ・クリアケースボックス

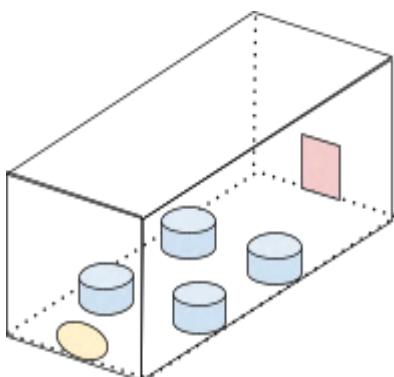


図1

### 【実験方法】

- ①上の図のような装置に備長炭などの消臭物質をセットする(青い部分にあるシャーレ)
- ②十分な量の塩化アンモニウムに水酸化ナトリウム $30\ \mu\text{l}$ を加える(黄色い部分にあるシャーレ)
- ③5分経過後、装置内のアンモニアの濃度を測定する。このとき、装置内のアンモニアの濃度をすべての実験時に一定に保つ。

※実験中はドライヤーで装置内の空気を循環させる(赤い部分がドライヤーの口)

④その後、アンモニアが発生してから10分後までの時間間隔が等間隔になるように1分ごと、(完全乾燥の場合は検知管の本数の関係上1分30秒ごと)にアンモニアの濃度を測定する。  
 ①～④の操作を備長炭のみ、木酢液のみ、水のみ、備長炭と半乾き状態の木酢液、備長炭と完全乾燥の木酢液の場合について繰り返す。

## 5.結果

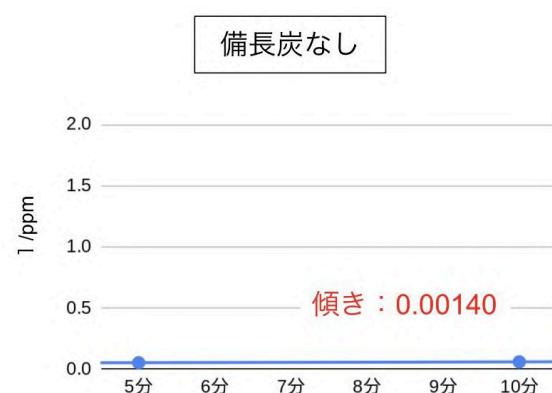


図2

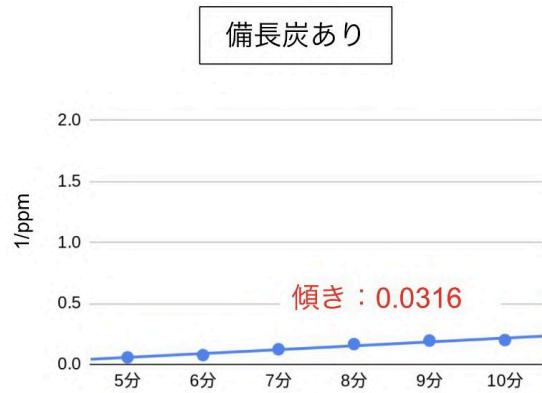


図3

図4

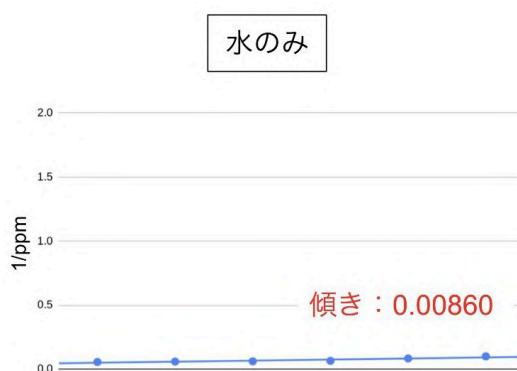


図4

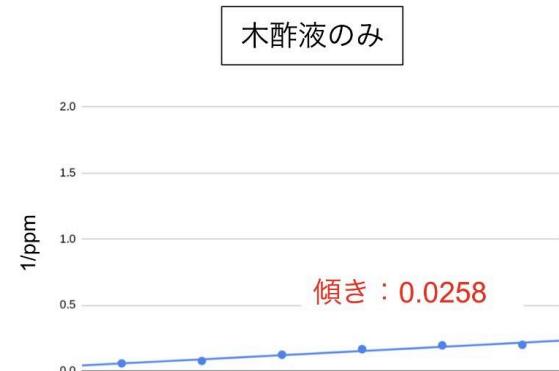


図5

図6

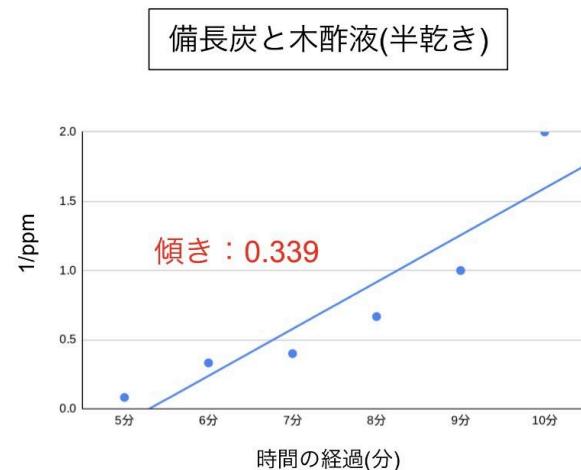


図6

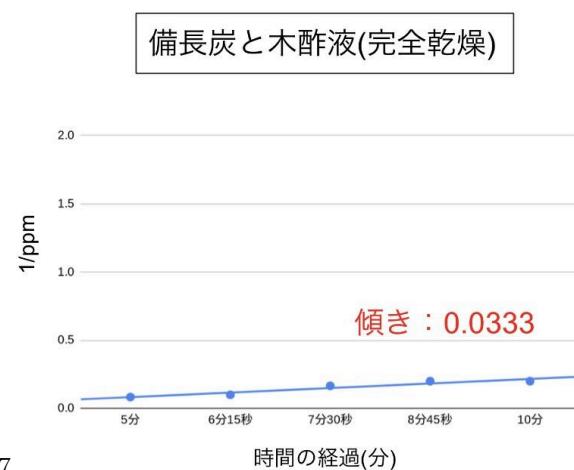


図7

図7

## 6. 考察

結果から分かることは以下の通りである。

1.備長炭と酸性の液体に消臭効果がある。

備長炭なしと備長炭ありのグラフの傾きを比較すると、備長炭ありの方が傾きが大きいため。

また、水のみと木酢液のみのグラフの傾きを比較すると、木酢液のみの方が傾きが大きいため。

2.木酢液にマスキング作用がある。

備長炭のみと備長炭・木酢液(完全乾燥)の時の傾きを比較すると、後者の方が多少ではあるが傾きが大きいため。完全乾燥は、水素イオンを含む水分が蒸発されることで、木酢液の酸による中和作用がない。よって木酢液の燻製の香りのみが作用している状態である。このことから、木酢液の燻製の香りにマスキング作用があると分かる。

3.表面積が大きい物質に消臭効果がある。

今回、備長炭・木酢液(半乾き)が最も消臭効果が高くなることが分かった。これは、備長炭の多孔質の穴に、木酢液が塗られるように染み込み、表面積が大きくなつためであると考えられる。つまり、備長炭のみに比べ、消臭効果が認められる部分の面積が大きいということだ。

## 7. 今後の展望

1.他の多孔質の物質に消臭効果があるか調べる。

今回は備長炭で行ったが、ポーラスメタルなどの他の多孔質の物質でも代用できるのではないかと考えた。

2.他の酸性物質に消臭効果があるか調べる。

身近にある素材として、レモン汁などで実験し、どの物質が最も効果が高いのか検証する。

3.半乾きの条件の詳細を調べる。

半乾きの最適時間や、備長炭と木酢液の比率の最適解を調べる。

## 8. 参考文献

紀州備長炭窯元直送の店舗人 木酢液の利用 1月3日閲覧 <https://somabito.com/view/page/use1>

株式会社ラテスト 1月3日閲覧

[https://latest.co.jp/product/wood\\_vinegar#:~:text=%E6%9C%A8%E9%85%A2%E6%B6%B2%E7%8B%AC%E7%89%B9%E3%81%AE%E7%87%BB,%E5%8A%B9%E6%9E%9C%E3%82%92%E7%99%BA%E6%8F%AE%E3%81%97%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82&text=%E6%9C%A8%E9%85%A2%E6%B6%B2%E3%81%AF%E8%A1%80%E8%A1%8C%E4%BF%83%E9%80%B2,%E3%81%82%E3%82%8B%E3%81%A8%E3%81%84%E3%82%8F%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%822](https://latest.co.jp/product/wood_vinegar#:~:text=%E6%9C%A8%E9%85%A2%E6%B6%B2%E7%8B%AC%E7%89%B9%E3%81%AE%E7%87%BB,%E5%8A%B9%E6%9E%9C%E3%82%92%E7%99%BA%E6%8F%AE%E3%81%97%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82&text=%E6%9C%A8%E9%85%A2%E6%B6%B2%E3%81%AF%E8%A1%80%E8%A1%8C%E4%BF%83%E9%80%B2,%E3%81%82%E3%82%8B%E3%81%A8%E3%81%84%E3%82%8F%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%822)

現代農業4月号 2003年 12月30日閲覧 <https://lib.ruralnet.or.jp/genno/archives/200304/> 3

日本木酢液協会 12月30日閲覧 Q&A <https://www.nihonmokusaku.jp/faq/> 4

エステー製品サイト 12月30日閲覧 <https://products.st-c.co.jp/plus/question/10022/> 5

# 大豆の煮汁の洗浄効果

神奈川県立厚木高等学校  
2年 B組 α 2班

## 1. 背景

家庭内の無駄が、環境問題に少なからず起因している。また、家庭排水中の界面活性剤は水質汚濁の要因となっている。そこで、家庭で廃棄される大豆(*Glycine max*)の煮汁を洗濯に使用することに着目した。

## 2. 目的

大豆の煮汁の洗浄液としての実用性を高める。  
実用性があるとは、洗浄力を持ち、家庭でその場で使え、液温などの洗浄条件が洗濯表示に対応していることである。

## 3. 仮説

i.「煮汁は洗浄力を持つ」

独立変数;洗浄液 徒属変数;洗浄効果

お湯と煮汁を洗浄液とした対照実験を行う。

ii.「煮汁に食塩や食酢を加えると洗浄力が上がる」

独立変数;煮汁に加える他因子 徒属変数;洗浄効果

身近な物質である食酢、食塩を加えて洗浄効率の変化を調べる。食酢:汚れ分子を水に溶けやすい成分に分解し、洗浄効果が上昇する。食塩:染み抜きに使われている塩を加えることで、洗浄効果が向上する。どちらも家庭に置かれ、実用性がある。

## 4. 方法

実験方法:

### 【準備】

大豆の煮汁:洗った大豆をその3倍の体積の水に室温で20時間浸ける。その後、水ごと鍋に入れ強火にかけ、沸騰したら弱火で50分煮る(図1)。大豆を取り除き、残った液体を大豆の煮汁とする。

洗浄対象:木綿生地をラー油に浸し、30mm×150mmに裁断する。

### 【洗浄】

40.0°C<sup>3</sup>の洗浄液300mlを600mlペットボトルの口を切った容器に入れたものに洗浄対象を割り箸で固定して30分間<sup>3</sup>浸して静置する(図2)。その後、水で5秒間すすぐ。

ここでは洗浄液として大豆煮汁とお湯を用いる。



図1 抽出中の様子

図2 洗浄中の様子

## 【測定】

洗浄後の洗浄対象を並べたものを撮影し、画像からカラーコードを測り、彩度を記録する。

彩度が高いほど原色に近く、低いほど無彩色に近くなるので、彩度が低いほど布のラー油が落ちている、すなわち洗浄力があると言える。

## 実験方法ii

洗浄液として食酢とお湯、食酢と煮汁、食酢とサポニン溶液、食塩とお湯、食塩と煮汁、食塩とサポニン溶液のそれぞれに酢、食塩について質量パーセント濃度が5.0%になるように混合する。抽出サポニン溶液は抽出サポニンを最適洗浄条件<sup>3</sup>(臨海ミセル濃度×1.2)である質量パーセント濃度が0.072%になるように混合して使う。また水のみ、煮汁のみ、抽出サポニン溶液のみを用意し、これらを洗浄液としたiと同様の対照実験を行う。

## 5. 結果

### 結果i

表1 各条件での洗浄後の布の彩度[%]

	第1回	第2回	第3回	第4回
お湯	74	95	48	46
煮汁	72	93	43	33

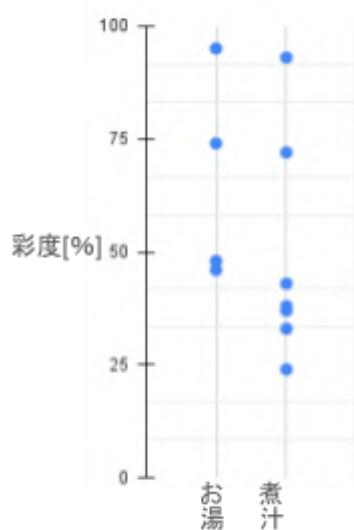


図3 実験1の結果

図3は、表1のデータを、縦に彩度をとって列ごとにまとめたものである。  
彩度が低いほど洗浄力があることから、この図では下にある点ほど洗浄力があった結果であると言える。



図4 左から煮汁、お湯での洗浄直後の布

## 結果ii

表2 各条件での洗浄後の布の彩度[%]

実験の回数	1	2	3	4
お湯	95	74	–	60
煮汁	93	72	58	47
サポニン溶液	–	–	–	52
お湯 + 食塩	84	79	72	71
煮汁 + 食塩	76	67	46	45
サポニン溶液 + 食塩	–	–	–	73
お湯 + 食酢	71	–	–	61
煮汁 + 食酢	79	–	–	51
サポニン溶液 + 食酢	–	–	–	55



図5 結果の写真

表2と図6は結果1と同じように示したものである。

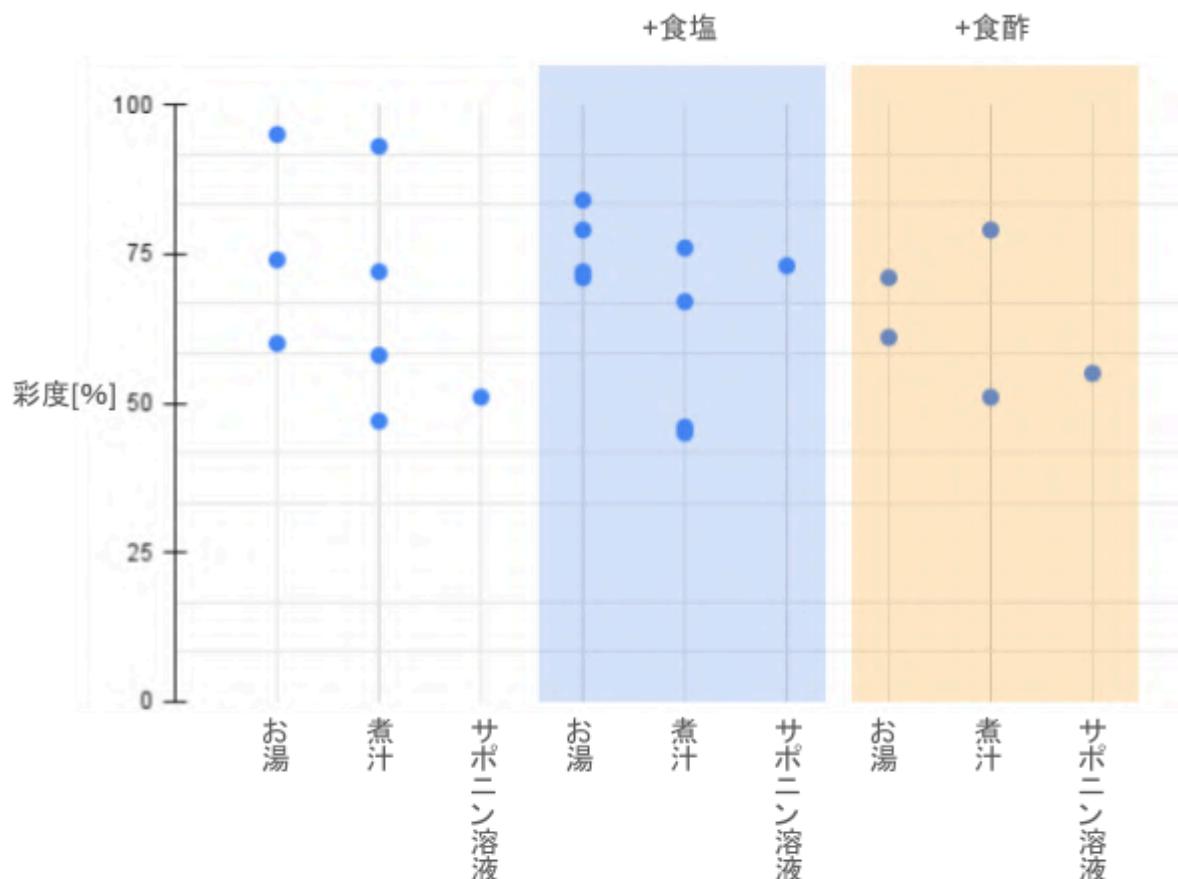


図6 実験2の結果

## 6. 考察

実験i

### 【検定】

写真の中の布の彩度は、その写真の撮影時の条件に依存するという対応関係があることと、有意水準5%のF検定で

群の間に等分散性が認められたことから、

有意水準5%の対応のある2群のT検定を行った。

実験第3,4回については一度に複数の煮汁での洗浄を行ったため、

その平均値を一つの煮汁のデータとして対応させた。

結果、 $p \approx 0.12$  となり、統計的に有意な差は認められなかった。

「煮汁は洗浄力を持つ」とは言えないことが分かった。

### 【統計的でない考察】

液面に接しているところの汚れが周囲より

落ちていたことは(図7)、液面の振動による、物理的な要素も洗浄に加えられたためだと考えた。



図7 布の全体

実験ii

### 【検定】

各種サポニン溶液での実験は一回のみの実施のため、サポニン溶液の群を除いた6群について、全ての2群間に対して実験iと同様の検定を行った。結果、(お湯+食塩)群と(煮汁+食塩)群の間にのみ有意差が認められ、それ以外に有意差は認められなかった。

「煮汁に食塩や食酢を加えると洗浄力が上がる」とは言えないことが分かった。

### 【統計的でない考察】

(お湯+食塩)群と(煮汁+食塩)群にのみ有意差があったのは、彩度が、食塩を加えてお湯のものが中央にまとまり、煮汁のものが下がったため結果的に差が開いたからだと考えられ、食塩を加える前後の有意差、お湯: $p=0.82$ 、煮汁: $p=0.076$  より、煮汁に有意差の原因があると考えた。さらに、食塩を加えることでサポニン溶液の洗浄力は落ちているように見えることから、大豆煮汁中のサポニン以外の物質が洗浄力に影響している可能性が示された。

## 7. 今後の展望

i. サポニンと食塩の関係が洗浄効果に影響を及ぼすかを調べる。

ii. たんぱく質は塩で凝縮することから、煮汁においても

凝縮して洗浄力に影響するのかどうかを調べる。

iii. 煮汁とサポニン溶液に食塩を加えたところ、

沈殿が生じた。この沈殿について調べる。

iv. 実験2で用意したお湯、煮汁、サポニン溶液に食塩を加えた

洗浄液の食塩の質量パーセント濃度を変えた時、

洗浄効果に違いは生まれるのか調べる。

v. 海塩を塩化ナトリウムに変えた追加実験で洗浄力の上昇に違いがあるように見えた。(統計的でない)  
海塩中のミネラルが関係しているかを調べる。

	何も 加えない	塩化ナトリ ウム	海塩
お湯	74	71	79
煮汁	72	76	67

表3 追加実験の結果の彩度[%]

(1回のみの実施)

## 8. 参考文献

[1].群馬県立女子高等学校(2020)『自然由来の洗剤を作る～大豆の煮汁に着目して～』

大豆の煮汁を、温度や濃度を変え、洗濯物の色でその洗浄性を評価し、界面活性剤としての3つの効能(浸透作用,分散作用,再付着防止作用)があるか調べた。高温(90°Cほど)で洗浄効果を示したが、これは再付着防止効果によるものだと考察された。

[2].浅野 三夫, 大久保 一良, 山内 文男(1990)『大豆の部位別(種皮,胚軸,子葉)温水浸漬と不快味成分挙動』日本食品工業学会誌 37巻 5号 p. 375-379

種皮、胚軸、子葉の部位ごとに配当体成分を分離、分析した。大豆中の不快味成分の強いサポニンは、胚軸に最も多く含まれており、温水浸漬で主体的にしん出することが分かった。

[3].日本家政学会(2002)『抽出サポニンの洗浄性について』

大豆、小豆からサポニンを抽出し、最適洗浄条件(cmc × 1.2, 40°C, 30分, pH10.0)を決定した。

[4].渡辺篤二(1963)『大豆タンパク質の化学と利用』油化学 12巻 1号 p. 14-22

[5].吉澤俊祐,白木賢太郎(2015)『タンパク質の凝集剤としての塩・有機溶媒・高分子』

生物工学 93巻 5号 p. 260-263

[6].KINCHO大日本除虫菊株式会社 なんでお酢の力で汚れが落ちる?

[https://www.kincho.co.jp/seihin/housewares/tinkle/tinkle\\_mechanism/index.html](https://www.kincho.co.jp/seihin/housewares/tinkle/tinkle_mechanism/index.html) 最終閲覧  
2025/1/16

[7].日本石鹼洗剤工業会 石けん洗剤知識 石鹼洗剤の基礎

[https://jsda.org/w/03\\_shiki/senaimemo\\_06.html#:~:text=%E6%B4%97%E5%89%A4%E3%81%A%E4%B8%AD%E3%81%AE%E7%95%8C%E9%9D%A2,%E3%81%AB%E6%9C%89%E5%8A%B9%E3%81%AB%E5%83%8D%E3%81%8D%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82](https://jsda.org/w/03_shiki/senaimemo_06.html#:~:text=%E6%B4%97%E5%89%A4%E3%81%A%E4%B8%AD%E3%81%AE%E7%95%8C%E9%9D%A2,%E3%81%AB%E6%9C%89%E5%8A%B9%E3%81%AB%E5%83%8D%E3%81%8D%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82)

最終閲覧2025/1/7

[8].木村功,松原保仁,柴崎博行(1997)『大豆の煮汁の有効利用』

日本醸造協会誌 92巻 7号 p. 478-485

# 果実・野菜における保存時の照射光の色と糖度変化の関係

神奈川県立厚木高等学校  
2年B組 α 3班

## 1. 背景

近年、高糖度のトマトの開発が盛んで、栽培時に赤や緑の光を当てて糖度の上昇に成功した例がある。赤は光合成に使われる光である。緑は「\*1植物に緑色光を照射することで、植物が本来有している病害抵抗性を向上させ、植物病害の感染と発病を予防できる」色であり、緑色LED照射区と対照区でのトマトの品質の違いに関する実験について、「\*2果実の糖度については対照区に比べて緑色LED照射区が高い値を示し、照射時間が長いほど高くなる傾向となった」という先行研究がある。

そこで、栽培時ではなく、トマトを収穫し、保存時に光の照射による糖度の変化を研究することとした。

## 2. 目的

- 1.保存時の光の照射で糖度が上昇するのか調べる。
- 2.どの色の光がより糖度上昇に効果を示すのか調べる。

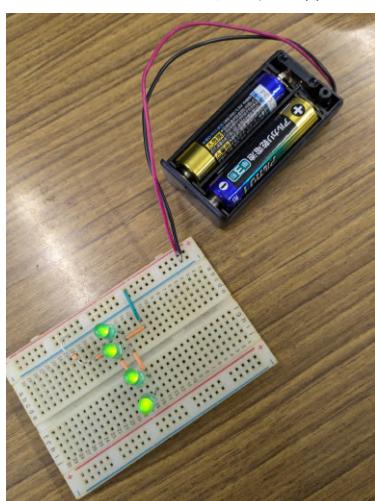
## 3. 仮説(なくともよい)

保存時の光の照射で糖度が上昇する。また、特に赤と緑を混ぜた黄色の光が、光合成に使われ、植物の抵抗力を上げる性質を持って糖度をよく上昇させる。

## 4. 方法

材料) 単3乾電池2×8本 乾電池ボックス4個 LEDライト4色を4本ずつ ブレッドボード4枚 市販の赤いミニトマト16個 包丁 まな板 キッチンペーパー 乳鉢・乳棒 マイクロビペット 純水 糖度計(0.1%ごとに測定可能)

1.LEDライト、ブレッドボードを用いて乾電池で光るライト照射装置を制作した。一色につき四つのLEDライトを用いて並列回路を作った。



←図1)GREENのライトの回路



←図2)WHITEのライト照射装置

2.赤いミニトマト16個を、1/4サイズにカットし、種子やドロドロした液体部分などを取り除いた。ドロドロした液体の部分は糖度が高くなる傾向にあったので、全てのミニトマトで条件を揃えるため、取り除いた。(なお、当初の計画では自宅で栽培したミニトマトを緑色のうちに収穫する予定だったが、実験の日と果実ができるタイミングがずれてしまったため、今回は市販の赤いミニトマトを16個用いた実験を報告として示す。)



←図3トマトから不要な部分を取り除く様子。

3.そして、処理したトマトを乳鉢ですりつぶし、純水3.0mLを加えて2倍に薄める。1/4のトマトをすりつぶすと3.0mLの液体が得られるが、それは糖度計に入れるのに少ないと、粘性があつてそのままだとピペットで取りづらいので、同じ3.0mLの純水を加えて薄めた。



←図4乳鉢ですりつぶす様子



←図5糖度計で計測

する様子

4.その後、トマトをそれぞれの条件に分け、約8.0°Cの野菜室に5日間保存する。それぞれのトマトの条件は以下に記す。

RED(光の色):3個 WHITE:4個 GREEN:3個 YELLOW:3個 ライト無し:3個

5.保存が終了したら、2.3.の手順を繰り返し、糖度を計測する。

## 5. 結果

	保存前	保存後	糖度の差
RED 4	7.6	9.2	<b>1.6</b>
R 15	5.2	5.2	<b>0.0</b>
R 24	4.4	5.6	<b>1.2</b>
WHITE 6	5.0	5.6	<b>0.6</b>
W 14	10.6	11.8	<b>1.2</b>
W 20	5.0	5.8	<b>0.8</b>
W 21	6.0	6.6	<b>0.6</b>
GREEN 7	11.0	9.0	<b>-2.0</b>

↑表1糖度計測結果RED4～GREEN7

	保存前	保存後	糖度の差
G 8	9.8	10.4	<b>0.6</b>
G 17	5.2	6.2	<b>1.0</b>
YELLOW9	8.6	12.8	<b>4.2</b>
Y 10	6.2	7.4	<b>1.2</b>
Y 19	5.4	6.2	<b>0.8</b>
無 12	8.6	8.4	<b>-0.2</b>
無 22	5.2	5.2	<b>0.0</b>
無 23	6.8	6.0	<b>-0.8</b>

↑表2糖度計測結果GREEN8～無23

RED平均:0.933 WHITE平均:0.667 GREEN平均:-0.133 YELLOW平均:2.067

ライト無し平均:-0.333

検定にかけた結果

①保存時のライト照射で糖度が上昇するのかについて

( i )ライト有り(RED WHITE GREEN YELLOW)平均0.633 ライト無し平均-0.333

有意差無し

( ii )ライト有り(RED WHITE YELLOW)平均0.889 ライト無し平均-0.333

有意差あり。

②色ごとに比較し、どの色のライトがより糖度を上昇させるのかについて

RED ライト無し →有意差無し。

WHITE ライト無し →有意差有り。

GREEN ライト無し →有意差無し。

YELLOW ライト無し →有意差無し。

$$t = \frac{\text{サンプルの平均差}}{\sqrt{\frac{2 \text{つのサンプルをまとめた分散} \times \left( \frac{1}{\text{サンプル1の数}} + \frac{1}{\text{サンプル2の数}} \right)}{}}}$$

## 「対応のないt検定」の計算式

2つのサンプルをまとめた分散は、

以下の計算式となります。

$$\frac{\text{サンプル1の分散} \times (\text{サンプル1の数}-1) + \text{サンプル2の分散} \times (\text{サンプル2の数}-1)}{\text{サンプル1の数} + \text{サンプル2の数}-2}$$

## 2つのサンプルをまとめた分散の計算式

↑図6検定に使った、「対応のないT検定」の計算式(ここで「対応のない」とは、二つのデータ群の分散が異なることである。)

### 6. 考察

結果①(i)よりライト有りの中からGREENのデータを除いたものに有意差が見られたことについて、緑色の光の、糖度上昇が小さいデータを除いたからだと考えられる。なぜGREENのライトのみ糖度が減少したのかについては、先行研究からGREENのライトには栽培中に照射すると病害抵抗性を上げるという作用があり、栽培中であればトマトの糖度を上げると分かっている。しかし、今回の実験では収穫したトマトを用いている。本来栽培中の植物が得る、土から吸収するエネルギーや葉で光合成することによるエネルギーの供給が得られないことで、収穫後のトマトは糖度を上昇させられなかったのだと考えた。そして、結果(ii)で、GREENのライトのデータを抜いて検定にかけたところ有意差が出たことから、GREENのライトを除き、保存時のトマトに光を照射して保存すると、糖度が上昇すると考えられる。

結果②から、WHITEの光のみ有意差が出たことについて、WHITEのライトは見たところ、他のライトよりも明るいように感じた。(今回、使用したライトは全て大きさやメーカーを揃えたが、照度を測ることはできなかった。)この、照度の差が結果に影響を及ぼした可能性がある。また、検定にかける際に分散を出し

たところ、WHITEの分散は小さかったが、他の色のライトは分散が大きく、有意差が出にくかったと考えた。よって、どの色がより糖度を上昇させるかは、わからなかった。

そして、緑色の光を当てたトマトの糖度上昇があまり見られなかつたのは、結果①(i)の考察で述べた通り先行研究より緑色の光には糖度を高める働きがあるが、今回の実験では先行研究に比べて期間が短く、収穫後のトマトであったことが考えられる。

したがつて、緑の光を除き、収穫後のトマトに光を照射して保存すると糖度が上昇する。しかし、どの色がより効果を発揮するかはわからなかった。

## 7. 今後の展望

今回、光の色ごとのデータの比較の際に全体のデータ数が少ないとことにより分散が大きくなり、有意差が得られなかつた要因の一つになつてしまつたので、データ数を増やすことが必要である。また、LEDライトの照度を揃えることでより対照実験に近づけ、正確なデータを取り、糖度の上昇の原因が何であるかを特定する。

## 8. 参考文献

\*<sup>1</sup>、\*<sup>2</sup>の本文中の引用は、下記1の参考文献によるものである。

1、工藤りか、山本敬司(2017)

『四国農業電化協会 施設栽培でのLED電照技術の開発(第2報)緑色LED電照のトマト栽培への適用効果について(第54回農業電化研究会)』

東京・農業電化協会出版

2、矢守航(2018)夜間のLED補光と曇天日の積極的なLED補光によって、高糖度トマトの周年安定生産に成功！！<https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/yamori-lab/2018.11.11press.pdf> 2025年1月5日閲覧

3、対応のないT検定の計算式(図6) [https://surveroid.jp/mr-journal/data\\_analysis\\_method/5Xiot](https://surveroid.jp/mr-journal/data_analysis_method/5Xiot) 2025年1月5日閲覧

# 実用的なカゼインプラスチック生成のための足がかり

## B組 $\alpha$ 4班

### 1. 背景

昨今、環境問題の一つとして、マイクロプラスチックによる有害物質の運搬により多くの海洋が汚染されてしまうといった、著しいゴミ問題が多数存在している。また、新型コロナウイルスの流行による牛乳需要の減少に伴う消費量の減少で、牛乳の廃棄量が前年よりも大幅に増加しているというデータが得られている。我々はその問題を一挙に解決すべく、牛乳に含まれるカゼインというリソナンパク質の一種によって生成することのできる生分解性を示すプラスチックに着目した。

### 2. 目的

予備実験として実験 I (4. 方法に後述している。)を行った。しかし生成したカゼインプラスチックには以下の課題があることを知った。

- ・生成の過程で酢酸を用いることによって、酢酸の刺激臭が残る。
- ・牛乳の脂肪分由来の油分が残り、生成物にベタつきが発生する。

そのため、予備実験で作成したカゼインプラスチックの課題として挙げた刺激臭の除去、そして油分の残存で発生してしまう生成物のベタつきの解消を目的として研究を行った。

### 3. 仮説

酢酸の刺激臭は、同じぐらいのpHかつ刺激臭のない酸であるレモン果汁を用いることで解消できると考えた。(一般に酢酸のpHは2.4、レモン果汁のpHは2.3といわれる。)

牛乳の油分残存から発生するベタつきは、牛乳から完全に単離しているカゼインミセル粉末を用いることによって解消できると考えた。

### 4. 方法

#### 実験 I. 牛乳と酢酸を用いたカゼインプラスチックの作成

1. 牛乳175mlを80°Cまで加熱する。
2. 牛乳に酢酸17.5mL (1.0mol/L)と食塩1.0gを添加し、40°Cに冷めるまで常温で静置する。
3. 300mLビーカーにガーゼを張り、牛乳と酢酸の混合液をガーゼに通し、混合液を生成された固体物質(以下、カゼインペースト)と液体物質に分離する。
4. 分離したカゼインペーストをビーカーから少量ずつ取り出し、容器(シリコーンスクエアモールド<sup>1</sup>)に移し替え、容器の型に収まるように30mm\*30mm\*4.5mmに成型する。
5. 成形したカゼインペーストを乾熱滅菌器で80°Cで6時間乾燥させる。

#### 実験 II. レモン果汁<sup>2</sup>とカゼインミセル粉末<sup>3</sup>を用いたカゼインプラスチックの生成

1. あらかじめレモン果汁と水を1:5の割合で混合しておく。
2. カゼインミセル10gに対して水、レモン果汁、水とレモン果汁の混合液、それぞれ15mL、20mL、25mLを牛乳に添加する9つの場合に分けてカゼインペーストを生成する。
3. カゼインペーストを取り出し、容器を用いて実験 I と同様に成型する。
4. 乾熱滅菌器で80°Cで6時間乾燥させる。

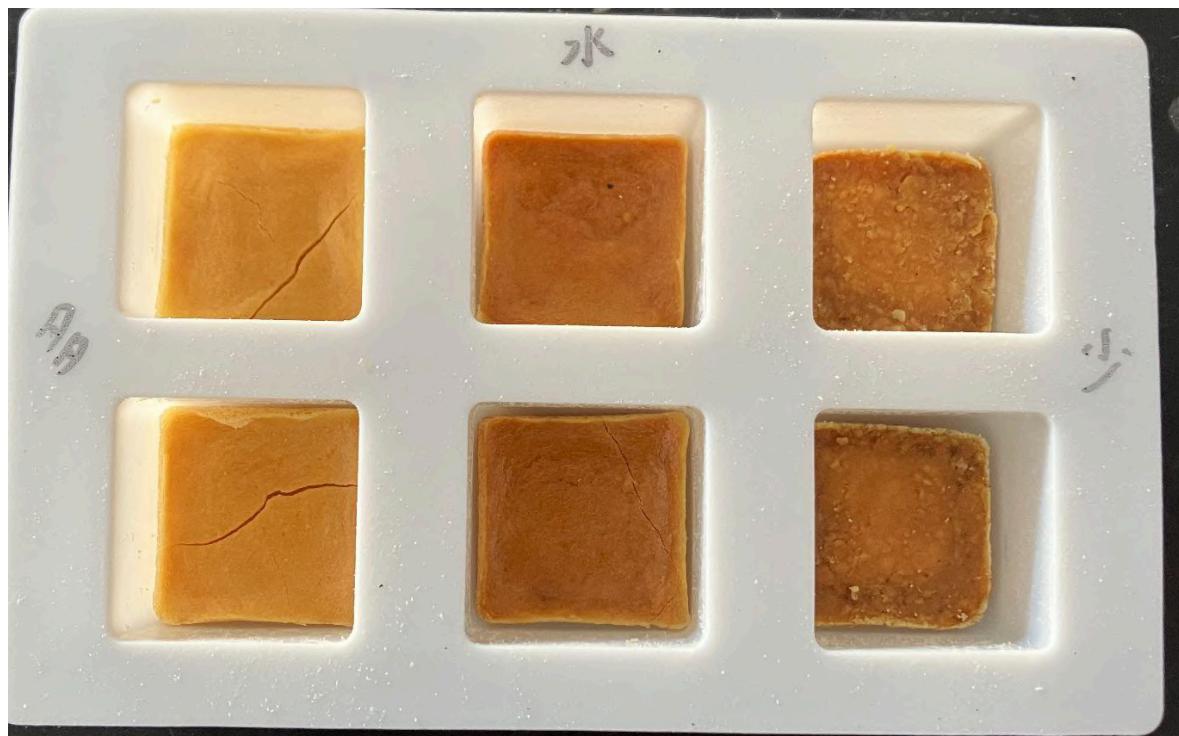
<sup>1</sup> Seriaで購入。購入物は白色のシリコン材質容器であり、縦(約)3cm、横(約)3cm、深さ(約)2.5mmのキューブ型の凹が6箇所ある。耐熱温度は200°C、耐冷温度は-20°C。

<sup>2</sup> イオンモールで購入。オーガニックレモン果汁 500ml - TOPVALU。

<sup>3</sup> インターネットで購入。カゼインミセル プロテイン - NICHIGA。

## 5. 結果

図1: カゼインミセル粉末と水から生成(右から15mL,20mL,25mL)



内部に空洞、表面にひび割れがあり他のカゼインプラスチックと比べもろい。

図2: カゼインミセル粉末と水とレモン果汁の混合液から生成(左から15mL,20mL,25mL)



内部に空洞こそあるもののほぼ割れておらず、他の作成カゼインプラスチックに比べ丈夫であった。また、ベタつきがない。

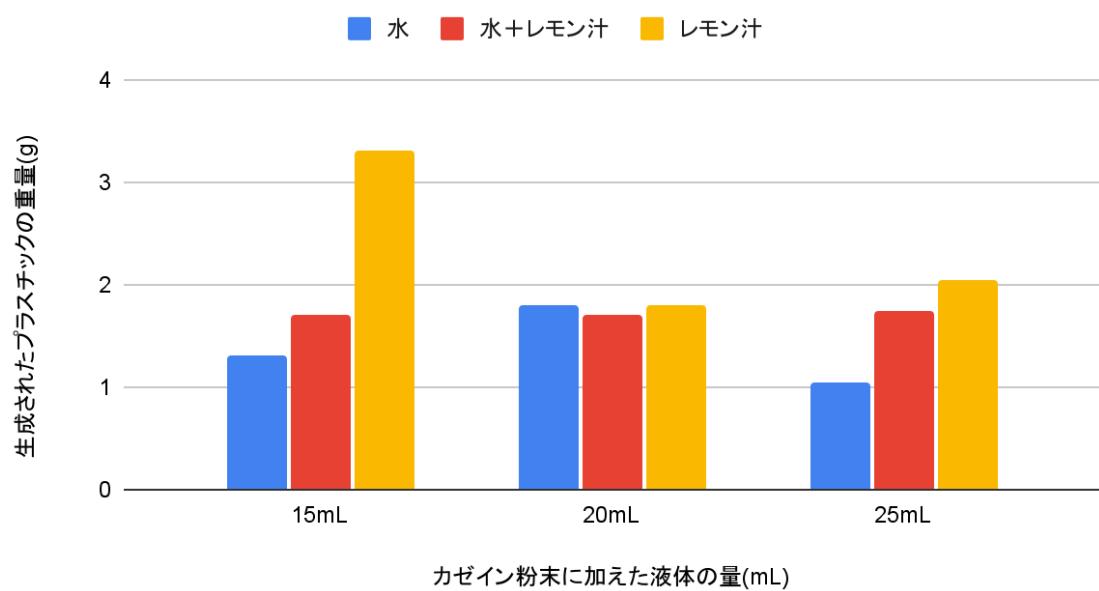
図3:カゼインミセル粉末とレモン果汁から生成(左から15mL,20mL,25mL)



内部に空洞がなく、他のカゼインプラスチックと比べ最も丈夫である。また、白っぽく、ベタつきがない。しかし表面にひび割れがあったりガサガサしていたりする。

図4:生成したカゼインプラスチックの平均重量(溶液別)

#### 生成されたプラスチックの平均重量



同じ液体の量で「水」「水+レモン汁」「レモン汁」を見たとき、レモン果汁が添加される割合が高くなるにつれ、平均重量は概ね大きくなることがわかる。

## 6. 考察

図4より、添加するレモン果汁の混合液内の割合が多くなるにつれてプラスチックの平均重量が増加するというデータが得られた。また、図4内で、15mLにおける「水」「水+レモン汁」「レモン汁」のうち最も大きな平均重量を記録したのは「レモン汁」で、その後も概ね大きな重量を記録するのは「レモン汁」の傾向が見られた。したがって、pH値が小さければ重量(密度)は大きくなることがわかる。

カゼインが凝固する効率を最大化するには等電点が重要で、そのpHは4.6である。等電点を基準にして各溶液のpHを比較する時、最も等電点に近いのは「水+レモン汁」のpHの2.9だった。しかし、図4より、最も等電点に近い「水+レモン果汁」ではなく「レモン汁」で平均重量が最も大きくなるのは、水を加えられることでカゼインミセル粉末がコロイド溶液となり、溶液内でカゼインミセルの外縁部にある親水基の $\kappa$ カゼインが水素結合を形成し、それが乾熱滅菌機の熱で分断され、カゼインが不安定化し凝集するが、これが重量を増加させるには酸が必須であり、それにはレモン果汁の酸が用いられるが、水で希釈されたレモン果汁の酸は反応性が乏しくなり、カゼインを十分に凝集させることができず、重量を増加させられないということではないか。

以上から、効率良くカゼインプラスチックを生成するための酸には重量の最も多い結果となった「レモン果汁」を用いるべきである。一方でプラスチックの割れが少ないものは「水+レモン果汁」で、実用化という面で見ると「水+レモン果汁」を用いるべきであると考えた。

## 7. 今後の展望

塩酸など、酢酸よりpHの小さい酸を用いてカゼインプラスチックを生成することで、強度や水への溶けやすさといった性質に差があるのかを調べていきたい。また、今回生成したカゼインプラスチックには牛乳の香りがあったので、刺激臭を除去するだけでなく、完全に無臭なカゼインプラスチックの生成方法を確立していきたい。

## 8. 参考文献

1. 加藤広介(2010年) 目的別で選べるタンパク質発現プロトコール 羊土社

タンパク質の性質は? (2024/12/17閲覧)

[https://www.vodosha.co.jp/bookdata/9784758101752/9784758101752\\_01.pdf](https://www.vodosha.co.jp/bookdata/9784758101752/9784758101752_01.pdf)

2. 大阪府立高津高等学校

酸の選定によるカゼイン生分解性プラスチックの耐久性向上 (2024/5/17閲覧)

<https://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2020/11/c8898075da3481f990cff0b91f2b52e.pdf>

3. 神奈川県立厚木高等学校77期2年H組  $\alpha$  1班

「磁性を持った生分解性プラスチックの作成と分別、回収への応用」(2024/5/24閲覧)

[https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240412\\_h.pdf](https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240412_h.pdf)

# ゴム状硫黄の純度による性質の違いとその活用

神奈川県立厚木高等学校  
2年 B組 β 6班

## 1. 背景

一年生のときに化学で硫黄の同素体としてゴム状硫黄を学んだ。先行研究から、ゴム状硫黄は硫黄の純度の違いによって色に違いがあるとわかった。色の他にも純度による違いがあるのではないかと考え活用例の少ないゴム状硫黄の新たな使用用途を新たに考案したいと考えた。

## 2. 目的

純度による違いを解明し、ゴム状硫黄の活用方法を考える。具体的には、色以外にもゴム状硫黄の特徴の変化を発見すること。更に、ゴム状硫黄の特徴を日常生活で利用できるようにすることを目指す。

## 3. 仮説

- ・純度を高くするほど、ゴム状硫黄の色は黄色くなる
- ・純度を高くするほど、ゴム状硫黄の伸びは長くなる

## 4. 方法

材料 硫黄(純度99.5%未満)、硫黄(純度99.5%以上)、試験管、マッチ、ガスバーナー、薬包皿、ビーカー(200mL)、定規、ピンセット、鉄粉1g、砂鉄1g、磁鉄鉱1g

【1】純度が異なる粉末状の硫黄10グラムをそれぞれ試験管に入れて、流動性を失い、その後再び流動性を示すまで加熱する。

【2】水の入ったビーカー(200mL)に加熱した硫黄を流し込む。

【3】ピンセットを使い硫黄を取り出し、以下の2つの作業をそれぞれ実行する。

- ・ゴム状硫黄の色を、肉眼と色判断のアプリを使い特定する(色の違い)
- ・ばねばかりで伸びし、定規で長さを測る。(伸びの違い)

## 5. 結果

	色	伸びの長さ	①流動性	①固まる	②流動性
①	黒	10cm	35秒	?	?
②	茶、黄	?	30秒	37秒	48秒
③	黄	12cm	35秒	40秒	62秒

表1 高純度硫黄の結果

	色	伸びの長さ	①流動性	①固まる	②流動性
①	黒	14cm	40秒	50秒	102秒
②	黒と黄	20cm	25秒	36秒	64秒
③	黒	10cm	29秒	52秒	92秒

表2 低純度硫黄の結果

	色	伸びの長さ	①流動性	①固まる	②流動性
砂鉄	茶と黄	20cm	34秒	52秒	67秒
鉄粉	黄と黒	7cm	28秒	43秒	53秒
磁鉄鉱	黒	11cm	27秒	39秒	52秒

表3 高純度硫黄と砂鉄・鉄粉・磁鉄鉱を混ぜた結果

	色	伸びの長さ	①流動性	①固まる	②流動性
砂鉄	黒	10cm	57秒	144秒	250秒
鉄粉	茶	16cm	52秒	98秒	176秒
磁鉄鉱	黒	3cm	75秒	194秒	327秒

表4 低純度硫黄と砂鉄・鉄粉・磁鉄鉱を混ぜた結果

## 6. 考察

- ・硫黄の純度が高いほど、出来上がるゴム状硫黄は黄色になると考えられる。
- ・秒数については有意差が見られなかったため、硫黄の純度と秒数はあまり関係ないことがわかる。
- ・純度が低いほどゴム状硫黄の伸びの長さは大きくなると考えられる。

## 7. 今後の展望

最初はゴム状硫黄を活用することを目的にしていたが、達成しなかった。鉄(砂鉄、磁鉄鉱、鉄粉)を混合したときにそれぞれ違いが見られたので、今後回数を増やして実験してみたい。そして、活用をテーマに実験回数を増やして進める。

## 8. 参考文献

1 愛媛県立松山中央高等学校 2020 ゴム状硫黄が黄色になる要因

2024年5月13日閲覧

[https://i-kahaku.jp/event/event/2020/presentation\\_houkoku/pdf/poster\\_03.pdf](https://i-kahaku.jp/event/event/2020/presentation_houkoku/pdf/poster_03.pdf)

2 高橋研一 2009 高橋君(鶴高専3年)が新事実を発見!! ゴム状硫黄 本来は黄色

2024年5月14日閲覧

<https://www.shonai-nippo.co.jp/cgi/ad/day.cgi?p=2009:01:11:2490>

3 佐藤健太郎 2016 典型元素の新しい同素体(3)

2024年5月14日閲覧

[https://www.tcichemicals.com/assets/cms-pdfs/170vomo\(J\)-30.pdf](https://www.tcichemicals.com/assets/cms-pdfs/170vomo(J)-30.pdf)

4 立畠達夫 2008 硫黄の特徴と不溶性硫黄の用法

2024年5月14日閲覧

<https://www.sanshin-ci.co.jp/wp/wp-content/uploads/2013/02/GR015.pdf>

# 酵母菌によるアルコール発酵の基質についての研究

神奈川県立厚木高等学校  
2年 B組 β 7班

## 1. 背景

グルコースによってアルコール発酵が起こることは知られている。そこで、グルコースとは違う他の糖を用いた際には発酵の様子にどのような違いがあるのかを調べたいと思い、このテーマを設定した。

## 2. 目的

糖の種類を変えてアルコール発酵を行うことで、アルコール発酵の基質を明らかにする。

## 3. 方法

### 3-1(材料)

ビーカー(100ml)、キューネ発酵管、スターラー、温度計、ガラス棒、ドライイースト(*Saccharomyces cerevisiae*)、水、糖各種(フラクトース 0.9g、マルトース 1.8g、グルコース 0.9g、スクロース 0.7g)

### 3-2(実験方法)

- 【1】スターラー内の水の温度を40度にする
- 【2】ビーカー(100ml)に糖各種を入れ、それぞれ水(50ml)で溶かす

フラクトース(0.9g)、マルトース(1.8g)、グルコース(0.9g)、スクロース(1.7g)4種類全て、モル濃度が0.1mol/Lになるようにする

- 【3】ドライイースト(1.0g)を【2】のそれぞれのビーカーに入れて溶かす
- 【4】スターラーを用いて、【3】の溶液を入れたキューネ発酵管を40°Cのお湯に浸す
- 【5】2分毎にCO<sub>2</sub>の発生量を測り、記録する

【1】～【5】の操作を5回繰り返す(実験1～5)

## 4. 結果

表1 時間ごとのCO<sub>2</sub>発生量

時間(分)	2	4	6	8	10	12	14	16
フラクトース	実験1		0.50	1.60	3.90	5.90	8.00	
	実験2			0.40	1.50	3.20	5.10	7.00
	実験3			0.60	2.30	4.80	7.20	
	実験4			0.30	0.90	2.00	4.00	5.90
	実験5			0.80	2.00	3.80	6.10	
マルトース	実験1	0.50	1.50	3.20	5.70	7.90	9.50	
	実験2			0.90	1.50	2.90	5.40	7.50
	実験3			0.50	1.90	3.90		9.30
	実験4		0.30	0.60	1.30	2.20	4.80	6.90
	実験5				0.20	1.00	2.50	4.40
グルコース	実験1			0.60	2.20	4.80	7.20	
	実験2				0.60	1.70	3.70	5.80
	実験3				0.80	2.30	4.10	7.70
	実験4				0.60	1.20	2.80	4.90
	実験5				0.40	1.30	2.50	4.20
スクロース	実験1			0.60	1.60	4.30	6.60	
	実験2			0.30	0.70	2.00	4.00	6.20
	実験3		0.40	1.80	3.90	7.30	9.60	
	実験4			0.30	0.70	1.50	3.00	5.10
	実験5				0.60	1.70	3.50	7.00

実験毎にCO<sub>2</sub>発生量にはばらつきがあったので、全てのデータが揃っている8分から12分の間の平均CO<sub>2</sub>発生量を求め、グラフを作る。

表2 8分～12分の平均CO<sub>2</sub>発生量

時間(分)	8	10	12
マルトース	3.50	4.45	6.00
フラクトース	2.35	3.95	5.90
スクロース	1.10	3.00	5.05
グルコース	1.30	3.05	4.85

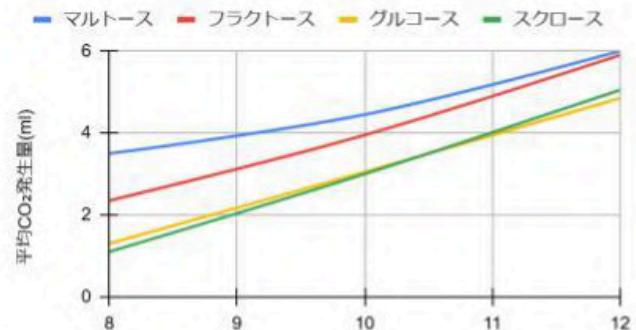


図1 8分～12分の平均CO<sub>2</sub>発生量のグラフ

どの糖を用いた場合にも、時間がたつにつれてCO<sub>2</sub>の発生量が増えていく。傾きはほとんど平行になっている。

初めの方は、マルトースの発生量はグルコースとスクロースの約2倍になっている。

気体の発生が確認できた最終的な12分の時点では、マルトース→フラクトース→スクロース→グルコースの順に発生量が多くなるため、それと同じようにアルコール発酵しやすいといえる。

## 5. 考察

スクロースの結合を切り、フラクトースとグルコースに分解する酵素(スクラーゼ)が少なく、スクロースの分解には手間がかかると予想できる。マルトースの結合を切り、グルコースとグルコースに分解する酵素(マルターゼ)が多いため、マルトースは分解されやすく発酵しやすいと考えられる。

また、二糖は单糖に分解されてから担体で吸収される。二糖は分解酵素の働きによって発酵量(CO<sub>2</sub>発生量)に違いが生まれると考えられる。单糖は細胞表面の担体の働きによって発酵量に違いが生まれ、フラクトースを吸収する担体が多いがグルコースを吸収する担体は少ないと考えられる。

実験で毎回数値にばらつきがあったのは、温める温度が一定でなかったことや予備発酵が十分でなかったこと、ドライイーストの保存状態が変化したことが関係していると考えた。

## 6. 今後の展望

異性体を用いて実験を行う。

他の種類の酵母菌やカビ、バクテリアの細胞表面について調べる。

## 7. 参考文献

[1]慶應義塾大学自然科学研究教育センター 18.アルコール発酵 2024年5月27日閲覧

<https://www.sci.keio.ac.jp/gp/2E73001A/17A5C7C5/F075937D.pdf>

[2]国立大学法人大阪教育大学 天然酵母における糖の種類による発酵速度の違い 2024年5月27日閲覧

<https://f.osaka-kyoiku.ac.jp/tennoji-h/wp-content/uploads/sites/5/2022/02/10.pdf>

[3]重松幹二 高校部活動研究のためのドライイーストとペットボトルを用いたバイオエタノール発酵速度実験 2024年9月9日閲覧

[https://fukuoka-u.repo.nii.ac.jp/record/5520/files/T1078\\_0001.pdf](https://fukuoka-u.repo.nii.ac.jp/record/5520/files/T1078_0001.pdf)

[4]岡山操山高等学校 実習21 アルコール発酵 2024年9月9日閲覧

<https://www.sozan.okayama-c.ed.jp/zennichi/lab02007/biology/test/21aruko-ru.html>

[5]宮城県泉館山高等学校 身近な酵母実験で育む生徒の知的好奇心倍増計画 2024年12月6日閲覧

<https://storage.nakatani-foundation.jp/main/p/uploads/205b6b2a1cf876ba0cf77cf251e19b.pdf>

[6]コボトベーカリー パンにおける「酵母」について整理してみました 2024年12月6日閲覧

<http://cobotobakery.com/blog/thinking/yeast2020/>

[7]浜島書店編集部(2023年発行) 二訂版ニューステージ生物図表 浜島書店 2024年12月20日閲覧

# 氷の上で滑らない素材

神奈川県立厚木高等学校  
2年 B組 β 8班

## 1. 背景

気温が低く氷が張るような日には、転倒事故が多発しがを負う人もおり、寒冷地では大きな問題となるため有効な対策が必要である。また現在、靴などに使われている素材は限られている。

## 2. 目的

現在、靴裏などに使われている素材以外にも滑りにくい素材を発見する。

## 3. 仮説(なくてもよい)

様々な素材の中で摩擦が大きいといわれている、ゴム類を使用すると氷の上でも摩擦が小さくなる。  
現在使われている種類のゴムのほかにも、氷の上で滑りにくいゴムがある。

## 4. 方法

まず、トレーに氷をはり水平な机の上に置く。その後、調べたい素材を氷の上に置き、ばねばかりを取り付け引く。素材が初めて動いたときの力の大きさを記録する。

また氷は、完全に凍った状態と、一分から二分放置し表面が解けてきた状態を用意する。

なお、用意する素材はクロロプレンゴム、エチレンプロピレンゴム、シリコン、ニトリルゴムである。

## 5. 結果

氷が完全に凍った状態では、すべての素材で動き出す力の大きさがばねばかりで測れないほど小さなものだった。結果は全て0ニュートンだった。

一方で、氷の表面が濡れている状態では次のような結果になった。

### 表1. 実験の結果

クロロプレンゴム 2.4N エチレンプロピレンゴム 1.2N

シリコンゴム 3.1N ニトリルゴム 測定値がメモリを振り切った

この時ニトリルゴムは、摩擦が大きすぎてばねばかりを引っ張るとトレーまでつくえのうえを動いてしまった。

## 6. 考察

まずは、なぜ表面が少し濡れているときに摩擦が強くなったかを考える。

氷の表面には無数の凹凸や亀裂が存在する。その隙間を図2のように水が埋めることで隙間を小さくし、その結果大気圧が効果的に働いて、机に張り付く下敷きのように摩擦が大きくなったと考えられる

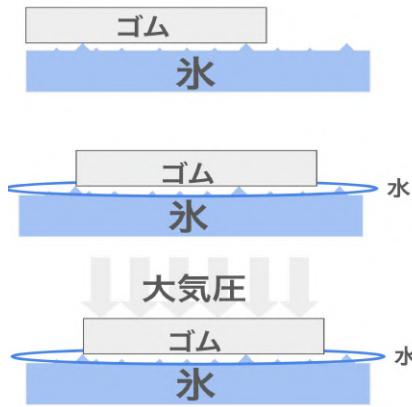


図2 大気圧とゴムの関係

また、そのときどうしてニトリルゴムだけが非常に大きな摩擦を持ったかを考える。

そこでそれぞれのゴムの特性の違いのうち、撥水性と耐寒性について着目した。次の図3はそれをまとめたものである。

	シリコン	クロロブレン	エチレン	ニトリル
撥水性	○	✗	✗	✗
耐寒性	○	△	△	○

図3 ゴムの特性

この特性から、シリコンは耐寒性はあるものの撥水性を持っているため水の効果を受けず大気圧がうまく働くかなかったと考えられる。また、クロロブレンゴム、エチレンプロピレンゴムは耐寒性が十分ではなく、ゴムの性質が変わってしまったと考えられる。このため撥水性を持たず、耐寒性に優れるクロロブレンゴムが大きな摩擦を獲得したのだといえる。

また、表面に水の層がない氷について、氷の表面には疑似液体層といわれる層が存在しこれが氷が滑りやすい原因だといわれている。そのためそのような氷ではどのような氷も摩擦は小さく形状を工夫することが対札だと考えられる

## 7. 今後の展望

今回の研究では複数種類のゴムについてその特性と氷の上での摩擦について調べることができたが、当初予定していた形状についての研究や、既存のゴムとの比較は行うことができなかった。また、トレーの上で実験器具を用いて行ったために、実際の状況とは少し違うものになったことも予想される。今後はそれらについても改善し、日常生活に即した研究にしていきたい。また、さらに優れた素材があるかも検討していきたい。

## 8. 参考文献

1. 株式会社ブリヂストン <https://www.bridgestone.co.jp/blog/20161204.html> 6/27閲覧
2. ネイチャー <https://www.nature.com/articles/s42004-024-01197-0> 6/27閲覧
3. 慶應義塾大学 <https://www.jps.or.jp/books/jpsselectframe/2014/files/14-08-1.pdf> 6/27閲覧
4. パッキンランド <https://www.packing.co.jp/GOMU/tainetutaikan1.htm> 11/10閲覧
5. 北海道大学 [https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/64/8/64\\_396/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/64/8/64_396/_pdf) 11/10閲覧
6. 木村容器工業 <https://www.pack-kimura.net/brandnew/others/article111442/> 11/10閲覧

# ペットボトルフリップの成功率向上について

神奈川県立厚木高等学校  
2年B組 β 9班

## 1. 背景

私達が遊びとして行っていたペットボトルフリップに興味を持った。ペットボトルフリップについて情報収集を行った過程で、ペットボトルフリップ装置に着目して実験を進めた。

ペットボトルフリップと物理学との関係にも注目した。

## 2. 目的

ペットボトルフリップ装置を使用し、ペットボトルフリップを成功させるために必要な事象を実験を通して調べること。

## 3. 仮説

成功率が大きく変化する条件として、関節の可動域、水の量、開始位置の3つが挙げられる。

関節の可動域は制限なしとする。装置に注目しているため制限は必要ないと考えた。

水の量は150mlとする。先行研究と同じ125mlで実験を行うとペットボトルが落下の衝撃を吸収できなかつた。<sup>1</sup>

開始位置は床を基準として装置の第一関節を100cm、第二関節を80cmとする。先行研究と物理的な予想で決定した。<sup>1</sup>

## 4. 方法

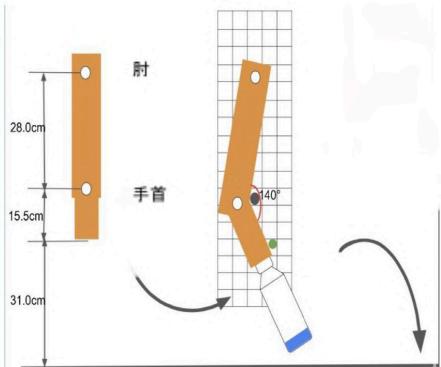
[機械の作成について]

使用した材料については以下の通り

- ・500mlペットボトル
- ・木材
- ・針金
- ・フック
- ・支柱
- ・実験スタンド
- ・段ボール
- ・ガムテープ
- ・ステンレス棒

作成にあたって、先行研究の製作図をもとに作成した。先行研究のものと変えた事については、木材と木材の接合にステンレス棒を使用したこと、これは木材が回転する際に生まれる摩擦を小さくするために使用し、それとは別に棒をつたって木材がすべってしまうのを防ぐために段ボールではさみ、滑ってしまわないようにした。

図



(図1)先行研究での機械の製作図



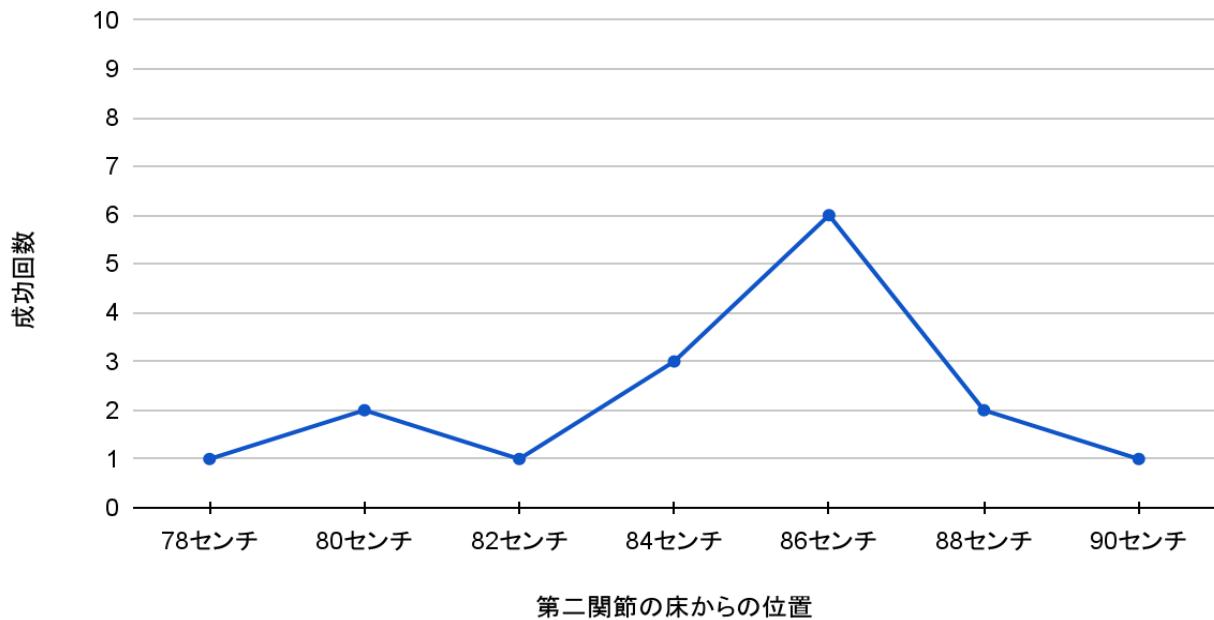
(図2)実際に製作した機械

#### [実験方法について]

- ①ペットボトルの最初の位置(床からの高さ)と機械の手首に当たる部分の位置を決めるために、数回ほど試行を行い目安の位置を決定する。ペットボトルの高さを設定するのは、手首に当たる部分にストップバーを用意しているため、ストップバーに届かなかくなるのを防ぐためである。
- ②目安の位置から成功率の高い位置を決めるため、2cm毎にストップバーの高さを高く、もしくは低く変え、各位置の設定ごとに10回の試行を行い記録した。
- ③②において一番成功率の高かったストップバーの位置を固定し、試行回数を増やして成功数を記録した。この際、実験の様子を動画で撮影し、後の考察に利用した。
- ④③において記録された成功数から成功率が上がったかどうか、実際に班員5人で同じ試行回数分行ったときの成功数を基準として二項検定を行い、有意差があったかどうかを調べた。

#### 5. 結果

- ・ストップバーの高さが86cmのときが、最も成功率が高かった。
- ・試行回数を10回から45回に増やしたとき、成功数は26回で、成功率は58%であった。
- ・二項検定にかけたところ、有意差がみられ、成功率が上昇したことがわかった。
- ・動画で確認したところ、成功した時に開始位置のボトルの傾きがほぼ同じことに気付いた。



(表1)ストッパーの位置とボトルフリップ成功数の関係について

## 6. 考察

成功率上昇に必要な要素については今回の実験からは2つ分かった。

1つ目が、関節の位置である。関節の位置を変えることによって成功数が変化し、また成功率が上昇したとき、関節の位置を変化させ導出したものであるので、関節の位置はボトルフリップ成功率上昇において重要な要素であると考えられる。

2つ目が、開始位置についてである。今回の実験では開始位置を固定したため(関節の位置に実験を集中させるため)、開始位置と成功数の相関関係は判定ができず、あまり大きな要素とはみられないと考えていたが、実験であったようにボトルの傾きと成功数の間に相関関係があるのではないかと考えた。これについて私達は、ボトルの傾きがボトル内の水の動きに関わっていると考え、調べてみたところ、オランダの研究で流動体とボトルフリップの成功数に相関関係があることが新たにわかった。

以上2つは今回の実験を通してボトルフリップ成功率上昇に影響する要素であると私達は考えた。

## 7. 今後の展望

問題点

- 力学的にボトルの軌道を考えたにも関わらず、成功率は6割程度であった点
- 世界には成功率が9割を超える機械が存在している点

課題点

- 流動体と成功率の関係についての探求の余地がある点
- 試行回数をさらに増やし正規分布に近づけることでより正確な結果が得られる点

これらのことを踏まえ、さらに新たな発見や結果、考察に繋げる

## 8. 参考文献

1. 宮城県仙台第三高等学校「ペットボトルフリップ成功率向上のための条件の検討」

[https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet\\_files/download/15714/01fadb715d9b8671519c90051f6ee0c9?frame\\_id=504](https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet_files/download/15714/01fadb715d9b8671519c90051f6ee0c9?frame_id=504)

[https://www.google.com/url?pf=1&q=https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet\\_files/download/15714/9a291941f08822e5736d5c9fa37db23%3Fframe\\_id%3D504&sa=U&sqi=2&ved=2ahUKEwjn0rTb6\\_qGAXVmmK8BHcPONNUQFnoECCMQAQ&usg=AOvVaw3InE-5JpdFDw7rbjr5BkYw](https://www.google.com/url?pf=1&q=https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet_files/download/15714/9a291941f08822e5736d5c9fa37db23%3Fframe_id%3D504&sa=U&sqi=2&ved=2ahUKEwjn0rTb6_qGAXVmmK8BHcPONNUQFnoECCMQAQ&usg=AOvVaw3InE-5JpdFDw7rbjr5BkYw) (最終閲覧日 2024年

11月18日)

2.日経サイエンス「ペットボトル、見事な着地～日経サイエンス2023年12月号より」

[https://www.google.com/url?q=https://www.nikkei-science.com/%3Fp%3D71162&sa=U&ved=2ahUKEwjXwO\\_17PqGAxVEjq8BHQY6L14QFnoECB4QAQ&usg=AOvVaw08e8Y1QTsmKwGix\\_uXcUJq](https://www.google.com/url?q=https://www.nikkei-science.com/%3Fp%3D71162&sa=U&ved=2ahUKEwjXwO_17PqGAxVEjq8BHQY6L14QFnoECB4QAQ&usg=AOvVaw08e8Y1QTsmKwGix_uXcUJq)（最終閲覧日 2024年6月7日）

3.オランダ「Water Bottle Flipping Physic」<https://arxiv.org/pdf/1712.08271.pdf>（最終閲覧日 2024年1月8日）

# 火薬の配合割合と線香花火の燃え方の違い

神奈川県立厚木高等学校  
2年 B組 β 10班

## 1. 背景

いろいろな線香花火があるがその燃え方には火薬の量、配合が関係しているのではないかと興味を持った。関係性が発見できれば自分たちでも理想の線香花火を作成でき、日本での線香花火の質向上させることができると考えた。

## 2. 目的

火薬(木炭、松煙、活性炭)の配合率を変えて混合物をつくり、それらを燃やしたときの燃えている時間の長さ、火花の激しさ(数)を可視化することで理想的な線香花火を確立しバランスの良い線香花火を作る

## 3. 仮説

① 活性炭を入れた時が最も長く燃えている

→活性炭を最も多く含んだ混合物が最も長く燃焼するのではないか

② 松煙だけの時が多くの火花が散っている

→松煙を含んだ混合物は多くの火花が出るのではないか

③ 仮説①、②より、木炭、松煙、活性炭3つのバランスがよい火薬が一番長く燃え、火花が散るのではないか

## 4. 方法

### 4-1(材料)

硝酸カリウム、硫黄、松煙、半紙、活性炭、電子上皿天秤、木炭、乳房、乳鉢

### 4-2(実験方法)

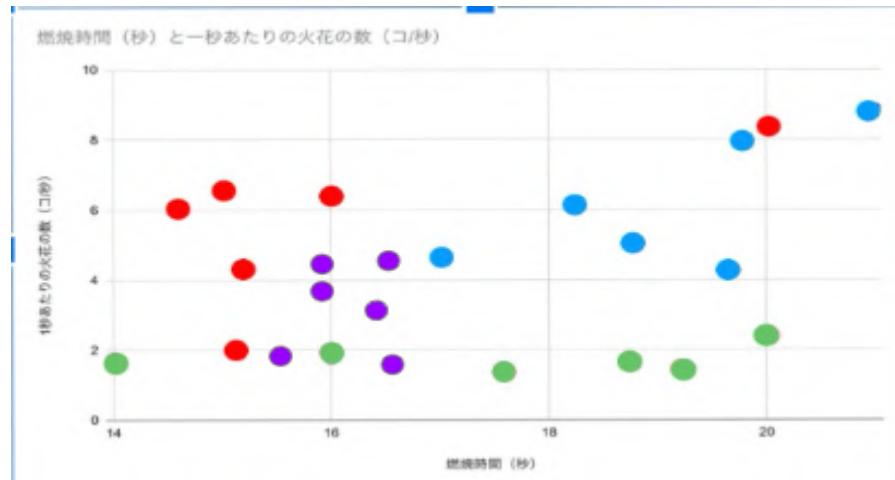
① 硝酸カリウム(0.60g)と硫黄(0.30g)をそれぞれ電子上皿天秤で量り、それらをすり潰して混合物を作る。

② 木炭、松煙、活性炭を用意し、それらの配合率(合計0.10g)を変えたものを作る

③ ①、②で作った混合物を8cm×8cmの正方形に切った半紙を折った箱に入れ、マッチで火をつけ燃焼させる※紙で巻かないのは紙の巻き方、巻きの強さなどに誤差が出ると先行研究があつたことと、実際に行つたときに誤差がほんとに出てしまつたため

④ 燃焼している間の様子を動画におさめ、それをもとに燃えている時間の長さ、火花の散る激しさ(火花の数)を表にする

## 5. 結果



● 配合のバランスが良い混合物 ● 松煙の割合が大きい

● 木炭の割合が大きい ● 活性炭の割合が大きい

図2 燃焼時間(秒)と一秒あたりの火花の数(個/秒)

図2より、青点の範囲が燃焼時間が長く且つ一秒あたりの火花も多く出ている  
→松煙、活性炭、木炭のバランスが良い火薬が質の良い火薬であることがわかる

## 6. 考察

バランスの良い線香花火を作るには木 炭、活性炭、松煙どれも必要であり、それぞれが線香花火の火薬を構成する要素であると考えた。

松煙は多すぎると燃焼時間が短くなるので少なめが良いと考えた。

木炭は燃焼時間、火花の数がバランスよくできていたので、3つのなかで木炭の割合が最も多いうものが特によかった。

## 7. 今後の展望

松煙の役割は何かを推測する

三種類配合したとき、どのような相互作用が起きているのかを考える

紙の材質や折り方を変えたときに燃え方などに変化はあるのか

3つの中で木炭の割合が大きいものをより細かく実験していきたい。

## 8. 参考文献

線香花火の質を向上させる方法の確立 厚木高等学校

[https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240502\\_r\\_i.pdf](https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/20240502_r_i.pdf)

線香花火の燃焼を調べる 仙台第三高等学校

[https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet\\_files/download/15714/e5e77dadd945397dcea6c963aeb17727?frame\\_id=504](https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet_files/download/15714/e5e77dadd945397dcea6c963aeb17727?frame_id=504)

線香花火に色はつくのか あすなろ学習塾

<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/093072.pdf>

美しさの秘密が明らかに 東京大学

[https://www.t.u-tokyo.ac.jp/shared/press/data/setnws\\_20170214105314409952431139\\_947388.pdf](https://www.t.u-tokyo.ac.jp/shared/press/data/setnws_20170214105314409952431139_947388.pdf)

# うま味成分における塩麹の効果と時間による違い

神奈川県立厚木高等学校  
2年 B組 β 11班

## 1. 背景

塩麹につけるとおいしいとよく耳にするが、その美味しさの原因が気になったから。

## 2. 目的

先行研究では塩麹がどんな効果があるのかを調べているので、私たちはその研究で発見された、塩麹による効果が時間や漬けられるものの種類によって変わるものを見つける。

## 3. 仮説

①塩麹に漬ける時間が長いほど、塩麹に含まれる酵素が働き、うまみ成分が多く検出される。

②動物性の食材と植物性の食材では、動物性の方が多くうまみ成分が検出される。

## 4. 方法 5. 結果 6. 考察

### 【実験1】(実験2のための予備実験)

2種類の塩麹を使ってニンヒドリン反応を行った。

#### [使用する塩麹]

・塩麹(ハナマルキ)

・プラス糀 塩糀(マルコメ)

#### [塩麹につけた食材]

動物性の食材:鯖

植物性の食材:きゅうり、米

#### [実験で使う主な器具]

ニンヒドリン水溶液、ガスバーナー、試験管、マッチ、ビーカー、駒込ピペット、すり鉢、する棒

#### [実験の手順]

①食材を塩麹につける

塩麹につける食材とつけない食材の2種類用意する。つける時間は10分で行う。

②ニンヒドリン水溶液を作る。ニンヒドリン1gを水100mlに溶かす。←多く作りすぎてしまった。

③食材をすりつぶして、ニンヒドリン水溶液を入れた試験管に入れ、加熱する。

④色が変化したら、加熱をやめ、冷水を入れたビーカーに入れて冷やす。

[結果]

図1:実験①の結果(塩麹につけなかった)



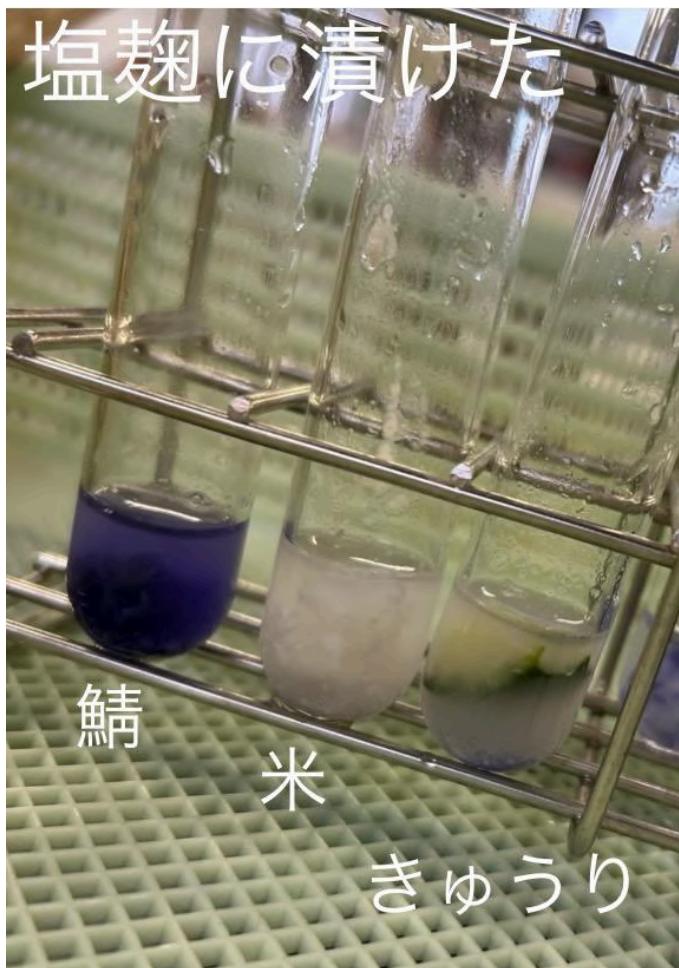
つけていない　米:米自身が青紫色に変化。

きゅうり:水溶液が青紫色(①)に変化。

鯖:水溶液が青紫色(②)に変化。

①と②を比べると、②のほうが青紫色が濃く、黒に近かった。

図2:実験①の結果(塩麹につけた)



10分つけた 米:試験管の底が少し青紫色(③)に変化。

きゅうり:試験管の底が少し青紫色(④)に変化。

鯖:水溶液が青紫色(⑤)に変化。

③・④・⑤の色の濃さを比べると、濃い順に⑤→④→③。

#### [結果からの考察]

・10分つけた鯖とつけてない鯖の青紫色の濃さの違いは、塩麹の有無によるものだと考えられる。

→塩麹によって、青紫色が薄まってしまったと考えられる。

・きゅうりに関して、つけていないきゅうりが青紫色に変化したのは、きゅうりをつかんだお箸か何かに、ニンヒドリン水溶液に反応する物質が付着していたのではないか。

→きゅうりそのものの成分に、ニンヒドリンに反応するものがいため。

・つけていない米の色が変化したのは、米が元々持っているアミノ酸に反応したからだと思う。また、10分つけた米が底だけ青紫色に変化したのは、塩麹によって薄まったのと、試験管を少し振ったことによって、混ざってしまって下に沈殿してしまったのではないか。

## [今後の展望]

塩麹につける時間設定や、希釀の仕方を完璧にできていた訳ではなかったため、実験結果がはつきり出なかったり、正確ではなかったと思うので、次回の実験2では、希釀の仕方や食材のつけ方、すりつぶし方などを、しっかり準備してから臨めるようにしたい。また、作ったニンヒドリン水溶液の量が使う量に対して多かったので、使う量に見合った水溶液を作成できるようにする。

## 【実験2】(本実験)

### 〈実験方法〉

2種類の塩麹を使って実験する。

### [使用する塩麹]

・塩麹(ハナマルキ)

・プラス糀 塩糀(マルコメ)

### [塩麹につける食材]

動物性の食材:豚肉

植物性の食材:きゅうり、米

### [実験で使う主な器具]

グルタミン酸濃度簡易定量キット、ビーカー、駒込ピペット、みじん切り器、ろ紙

### [実験の手順]

①食材を塩麹につける

つける時間は10分、20分、40分の3種類で行う。

②塩麹につけた食材をすり潰し水で希釀し、グルタミン酸濃度簡易定量キットで反応を見る。 (塩麹につけていない食材でも行う。)

図3:グルタミン酸濃度簡易定量キット



③塩麹につけた食材に含まれるグルタミン酸の濃度を測定する。検査結果を判定するときに、試験紙の色の変化でグルタミン酸濃度を判定する。

↓

変化した紫色の濃さを比べる。

[結果]

図4:L-グルタミン酸試験紙用 色見本

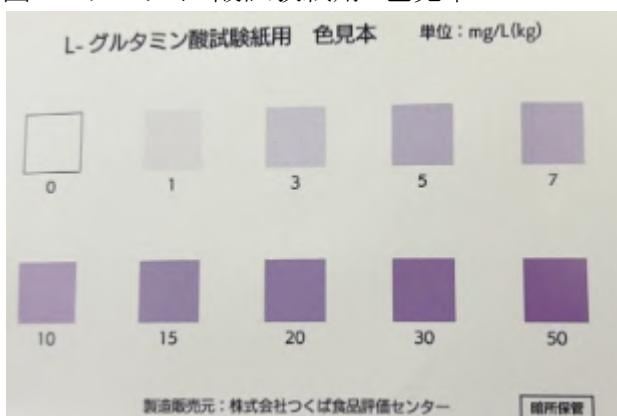


表1:実験②の結果(ハナマルキ 塩麹)

ハナマルキ 塩麹	10分	20分	40分
きゅうり	3	1	1
豚肉	3	1	1
米	3	1	1

表2:実験②の結果(マルコメ プラス糀)

マルコメ プラス糀	10分	20分	40分
きゅうり	1	1	1
豚肉	3	5	3
米	1	3	3

表3:実験②の結果(塩麹のみ)

ハナマルキ 塩麹	10
マルコメ プラス糀	15

### [考察]

漬けた時間によって結果が大きく変わることはなかった。

→塩麹がもともと持っているグルタミン酸に反応して色が出たのが多かったと考えられる。

塩麹につけたからグルタミン酸が検出されて、変色したと断言できない。

だが、肉には肉の旨味の主成分であるグルタミン酸が含まれているので、他の食材と比べて値が大きかった。

### 7. 今後の展望

・食材の種類を増やす

→魚などの他の動物性の食材や、きゅうり以外の野菜。また、よく塩麹について食べられることが多い食材など。

・食材を塩麹につけてからの希釀方法の見直し

→塩麹に反応して変色を表した可能性があるから。

・より具体的な数値に表せる実験方法の検討

→例として、うまミエールというL-グルタミン酸簡易測定キットがある。

手順としては試料を準備し、発色させ、LED比色計で測定すると、含まれているL-グルタミン酸の量がより具体的な数値で得ることができる。

### 8. 参考文献

※1 植田和美・渡邊幾子(2014年) 「塩麹の利用効果」 四国大学紀要 39号 p,39~45

<https://www.shikoku-u.ac.jp/education/docs/39-6.pdf> 2024年5月24日閲覧

※2 梅本滋(1959年) 「グリシン・セリン・タウリンのペーパークロマトグラフィーによる分離・検出」

東北海區水産研究所研究報告 13号 p,115~120

<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030843915.pdf> 2024年5月24日閲覧