

# アントシアニンを用いた日焼け止め効果の検証

神奈川県立厚木高等学校

2年 E組 1班

## 1. 背景

化学物質が使用された日焼け止めには環境への悪影響や炎症、皮膚がんなどを引き起こす可能性が指摘されていることを知り、それなら自然に存在する材料を使った日焼け止めを作ればいいのではないかと思った。あくまでも指摘であり、確証があるわけではないが、自然由来の成分を使用した日焼け止めならそのような疑念は出ないと考えた。過去に*Panax ginseng*(ニンジン)を使って日焼け止めを作ろうとした先輩がいたため、同じく紫外線を防止する効果を持つ成分であるアントシアニンを含む*Vaccinium sp.*(ブルーベリー)を使って日焼け止めを作ろうと思った。

## 2. 目的

ブルーベリーから抽出した液体と、紫外線を吸収せず混ぜることでクリーム状にできるワセリンを混ぜ、日焼け止めを作成する。

また抽出液とワセリンの量を調整し、最も吸収効率が良い比率を探る。

## 3. 仮説

ブルーベリーの抽出液の割合が大きいほど吸収効率が上がる。

## 4. 方法

〈実験材料〉・ブルーベリー ・エタノール ・すり鉢 ・200mlビーカー ・ろうと ・ろ紙 ・ガラス棒 ・ろうと台 ・ワセリン ・薬方皿 ・バナナの皮 ・クリーンベンチ ・紫外線測定器 ・ラップ

〈手順〉[下準備]

- 1.ブルーベリーをすり潰した後、エタノールに24時間～48時間浸して抽出液を作る。
- 2.ろ過装置を使って1で作ったものをろ過し、抽出液だけを取り出す。1でエタノールに浸した理由はろ過がスムーズに進むため。
- 3.2でできた液体が蒸発してビーカーの底にどろどろしたものが残る状態になるまで放置する。
- 4.3で残ったものをワセリンと混ぜる。この際、ワセリンとの比率を1:1、2:1、1:2の3種類を作る。

[実験1]

- 1.1つの*Musa paradisiaca*(バナナ)の皮をある程度の大きさに切り分け、写真を撮る。
- 2.切り分けた皮を何も塗っていない皮、ワセリンを塗った皮、[下準備]で作った仮日焼け止め3種類をそれぞれ塗った皮の5種類に分ける。
- 3.塗ったバナナの皮をクリーンベンチに1日放置する。
- 4.1日経ったら写真を撮る。
- 5.撮った写真を画像のRGB値の平均値を出すアプリで分析し、CMYK値に変換する。

図1.使用したバナナの画像1

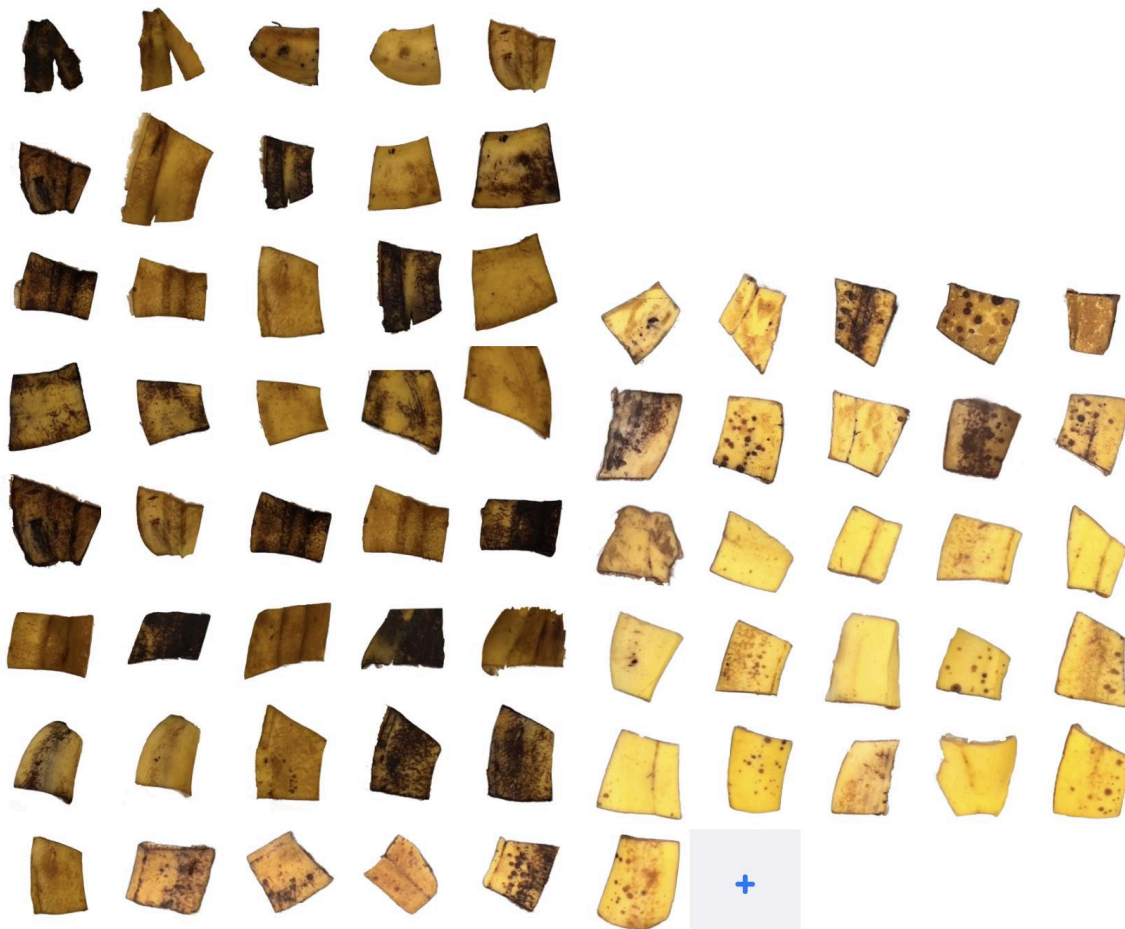


図2,使用したバナナの画像2

図3,使用したアプリのプログラム

```

21 image_path = open_file_dialog()
22
23 if image_path:
24     average_rgb_value = average_rgb_numpy(image_path)
25     print(f"平均RGB値: {average_rgb_value}")
26
27 def average_rgb_numpy(image_path):
28
29     img = np.array(Image.open(image_path).convert('RGBA'))
30
31
32
33     non_transparent_pixels = img[:, :, 3] > 0
34     average_rgb = np.mean(img[non_transparent_pixels, :3], axis=0).astype(int)
35
36     return tuple(average_rgb)
37
38
39 average_rgb_from_file_dialog()

```

```

1 import tkinter as tk
2 from tkinter import filedialog
3 from PIL import Image
4 import numpy as np
5
6 def open_file_dialog():
7     root = tk.Tk()
8     root.withdraw()
9
10
11     file_path = filedialog.askopenfilename(title="画像を選択", filetypes=[("Image files", "*.png;*.jpg;*.jpeg;*.gif;*.bmp")])
12
13     if file_path:
14         return file_path
15     else:
16         print("ファイルが選択されませんでした。")
17         return None
18
19 def average_rgb_from_file_dialog():
20

```

6.この実験を6回行う。

[実験2]1. 日向の紫外線の強さを紫外線測定器で測る.

2. ただのラップ、ワセリンだけ塗ったラップ、[下準備]で作った仮日焼け止め3種類をそれぞれ塗ったラップの5種類を用意する.

3. 2で用意したラップを紫外線測定器の紫外線を感知する部分に被せ、1と同じ日向で計測する.

4. この実験を2回行う.

## 5. 結果

[実験1]

実験前・実験後のバナナの色をシアン(cyan)、マゼンタ(magenta)、イエロー(yellow)、ブラック(key plate)を数値で表したCYMK値及びその色をスプレッドシートで出したもの. 数値の横の色は実際に出た数値をもとに色を再現したもの.

表1, 普通のバナナの結果




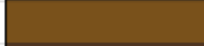




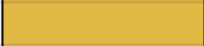



	実験前	色	実験後	色
普通のバナナ①	0,33,83,51		0,22,40,78	
②	0,27,78,34		0,33,77,52	
③	0,32,76,40		0,34,60,67	
	実験前	色	実験後	色
普通のバナナ④	0,22,68,12		0,31,61,37	
⑤	0,16,69,12		0,30,61,27	
⑥	0,15,70,12		0,33,65,20	

表2, 普通のバナナのK値の変化

普通①	27
②	18
③	27
④	25
⑤	15
⑥	8
平均値	20

表3, ワセリンのみ塗ったバナナの結果


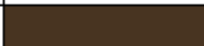










	実験前	色	実験後	色
ワセリンのみ①	0,32,84,44		0,27,54,71	
②	0,31,84,38		0,31,73,54	
③	0,35,83,46		0,36,64,69	
	実験前	色	実験後	色
ワセリンのみ④	0,24,71,16		0,29,62,40	
⑤	0,17,60,13		0,21,59,23	
⑥	0,15,72,12		0,23,69,16	

表4, ワセリンのみ塗ったバナナのK値の変化

ワセリン①	27
②	16
③	23
④	24
⑤	10
⑥	4
平均値	17.33333333

表5,ワセリン:アントシアニンが1:2の日焼け止めを塗ったバナナの結果













	実験前	色	実験後	色
ワ1:2ア①	0,33,87,40		0,30,64,61	
②	0,32,92,40		0,31,77,55	
③	0,38,88,52		0,31,58,76	
	実験前	色	実験後	色
ワ1:2ア④	0,23,69,10		0,26,48,42	
⑤	0,21,91,12		0,24,69,19	
⑥	0,15,69,10		0,19,63,13	

表6,ワセリン:アントシアニンが1:2の日焼け止めを塗ったバナナのK値二変化

ワ:ア 1:2 ①	21
②	15
③	24
④	32
⑤	7
⑥	3
平均値	17

表7,ワセリン:アントシアニンが2:1の日焼け止めを塗ったバナナの結果




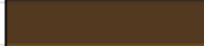




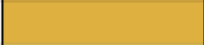



	実験前	色	実験後	色
ワ2:1ア①	0,39,87,52		0,26,43,77	
②	0,33,88,41		0,31,61,67	
③	0,31,74,54		0,31,74,54	
	実験前	色	実験後	色
ワ2:1ア④	0,23,69,14		0,30,61,45	
⑤	0,20,71,13		0,30,67,35	
⑥	0,15,62,10		0,33,66,33	

表8,ワセリン:アントシアニンが2:1の日焼け止めを塗ったバナナのK値の変化

ワ:ア 2:1 ①	25
②	26
③	0
④	31
⑤	22
⑥	23
平均値	21.16666667

表9,ワセリン:アントシアニンが1:1の日焼け止めを塗ったバナナの結果













	実験前	色	実験後	色
ワ1:1ア①	0,36,83,56		0,22,45,76	
②	0,33,89,38		0,31,76,51	
③	0,24,68,33		0,25,61,48	
	実験前	色	実験後	色
ワ1:1ア④	0,24,73,12		0,32,57,51	
⑤	0,21,89,9		0,25,60,23	
⑥	0,19,84,9		0,27,60,30	

表10,ワセリン:アントシアニンが1:1の日焼け止めを塗ったバナナのK値の変化

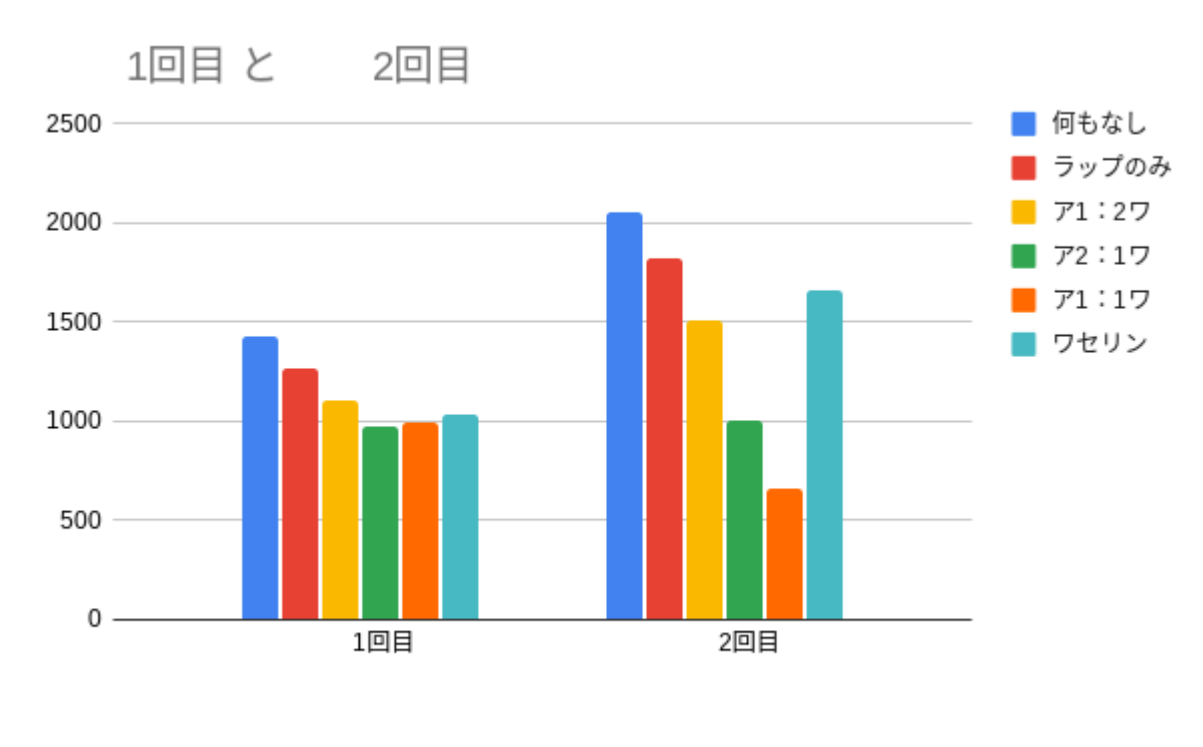
ワ:ア 1:1 ①	20
②	13
③	15
④	39
⑤	14
⑥	21
平均値	20.33333333

結果として、明確な変化は見受けられず、アントシアニンの効果があるとは言えないという結果になった。

[実験2]

表11,実験2の結果

[ $\mu W$ ]



上の表より、作成した日焼け止めには効果があり、1度目の実験ではアントシアニンの割合が大きくなるほど効果があるとわかった。2回目の実験ではアントシアニンとワセリンの割合が1:1の日焼け止めの効果が飛び抜けたものになっているが、これは実験時にラップに日焼け止めを厚く塗りすぎたため、紫外線が大幅にカットされたためにこのような結果になったと考えられる。ただ、調べたところ人間の肌は紫外線の量が $500\mu W$ 以上あると日焼けするらしく、上の結果はそれを明らかに超えているため、日焼け止めとして機能するとは言い難い結果となった。

## 6. 考察

結果から、アントシアニンには市販の日焼け止めほどの日焼け止め効果は見受けられないことがわかる。そのため、アントシアニン含有量を増やしてもほとんど有意差は認められなかった。これらの結果から、アントシアニンには、吸収剤の効果を補助する役割はあるものの、単体では日焼け止めとしての効果は得られないということがわかる。

## 7. 今後の展望

今回の実験では、ワセリン以外の媒体の選定がうまくいかなかったため、アントシアニン単体での正確な日焼け止め効果を出すことはできなかった。

実験に統一性がなく、日焼け止めの作成過程での誤差、日焼け止めを塗る際に均等に塗る手段、日焼けの具合を調べる方法等を改善しなければならない。

また、アントシアニン自体が有色であるため、見た目の問題や、人間以外に使用することができるのかなどを検証する必要がある。

## 8. 参考文献

[1]植物性の日焼け止めをつくろう

<https://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2020/11/113648dc6b0709af0969a9bee086791e.pdf>

[2]VS紫外線～アントシアニンで肌を守る～

[https://www.miyazaki-c.ed.jp/gokase-h/forestopia/r\\_announcement/research\\_h24\\_03.pdf](https://www.miyazaki-c.ed.jp/gokase-h/forestopia/r_announcement/research_h24_03.pdf)

[3]ブルーベリー | 成分情報 | わかさの秘密

<https://himitsu.wakasa.jp/contents/blueberry/>

[4]けんちゃんの配色テスター

<https://gameland2.sakura.ne.jp/database/color/db.cgi>

[5]ChatGPT

<https://chat.openai.com/>

【タイトル】ベタつかないセルロースナノファイバーを生成する

【研究カテゴリー】生物

【背景】

セルロースナノファイバー(以後CNFと呼ぶ)は近年注目されているバイオマス素材である。CNFは、植物からとれる繊維を微細化することで得られる。植物由来のため、生産、廃棄に関する環境負荷が小さく、軽量であることが特徴で、高強度、高い保水性なども示す。しかし、生成には複雑な化学処理、物理処理が必要とされる。先行研究ではシートをベタつかせる原因である還元糖が少なく、植物細胞をつなぎ合わせる働きをしている天然の多糖類であるペクチンが多いものがCNFを取り出す上で最適だと判明している他、学校にある器具だけでCNFを取り出す方法が確立されている。しかし、先行研究では、試料の観点からベタつかず、強度が高いCNFシートを作ることができていない。また、落花生の殻は還元糖含有量が少なく、ペクチン含有量が多い事がわかっている。

【目的】

- i)落花生の殻からCNFシートを作る。
- ii)大根の皮からベタつかないCNFシートを作る。

【仮説】

- i)落花生の殻から生成したCNFシートはベタつかず強度が強い。
- ii)試料を茹でることでベタつかないCNFシートを取り出すことができる。

【実験】

〈実験Ⅰ〉

・材料

落花生の殻(300 g)、塩酸(pH 2)、台所用漂白剤(0.05 %)、ミル付きミキサー、ナイロン製ストッキング、シャーレ、ビーカー、ろうと、ろ紙、ろうと台、ガラス棒、ドライオーブン

・実験方法

- ①落花生の殻(300 g)を粗目に裁断する。
- ②pH 2に調整した塩酸に浸漬させて1 時間攪拌し、試料を水道水で洗浄する。
- ③市販の台所用漂白剤に浸漬させて30 分間攪拌し、試料を水道水で洗浄する。
- ④試料を3 分間電動ミキサーで粉砕する。
- ⑤得られた懸濁液を、数日間静置して得られる上清部、懸濁液をナイロン製ストッキングでろ過し、更にろ紙でろ過したろ液および 残渣の3 つの部分に分け回収する。
- ⑥それぞれの部分をシャーレに入れ40℃のドライオーブンで水分がなくなるまで乾燥させる。

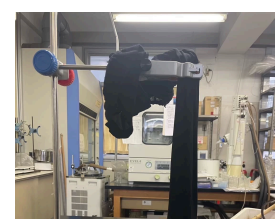
〈実験Ⅱ〉

・材料

大根の皮(200 g)、塩酸(pH 2)、台所用漂白剤(0.05 %)、ハンディーブレンダー、ナイロン製ストッキング、シャーレ、ビーカー、ろうと、ろ紙、ろうと台、ガラス棒、ドライオーブン

・実験方法

- ①ダイコンの皮(200 g)を20 分間茹で、水道水で洗浄する作業を2 回繰り返す。
- ②水分をキッチンペーパーで拭き取り、pH 2に調節した塩酸に浸漬させて1 時間攪拌し、試料を水道水で洗浄する。
- ③市販の台所用漂白剤に浸漬させ30 分間攪拌し、試料を水道水で洗浄する。
- ④試料を3分間ハンディーブレンダーで粉砕する。



- ⑤得られたダイコン溶液と純水を次の比率で混合する。  
(ダイコン溶液 : 水 = 2 : 1, 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3)
- ⑥得られた懸濁液を、数日間静置し、上澄みを取り出す。
- ⑦上澄みをストッキングでろ過し、更にろ紙でろ過する。
- ⑧シャーレを40°Cのドライオーブンで水分がなくなるまで乾燥させる。

### 〈実験Ⅲ〉

#### ・材料

実験Ⅱで得られたろ液(100 ml)、寒天粉末(2.0 g)、蒸留水(100 ml)、シャーレ、コンゴレッド染色液(5.0 %)、ガスバーナー、三脚台、金網、ビーカー

#### ・実験方法

- ①実験Ⅱで得られたろ液(100 ml)に寒天粉末(1.0 g)を加え、加熱して寒天粉末を溶かし、固まる前にシャーレに移して寒天プレートを作成する。
- ②①と同様にして蒸留水からも寒天プレートを作成する。
- ③寒天プレートの表面を覆うようにコンゴレッド染色液を滴下し、3時間静置する。
- ④蒸留水で3回洗浄し、表面の色を比較する。

図1ダイコン溶液をろ過する様子

### 【結果】

#### 〈実験Ⅰ〉

落花生の殻のような黄色っぽい粉末状のものが取り出せた。

#### 〈実験Ⅱ〉

ダイコン溶液 : 水 = 2 : 1の比率で混合したのものからベタついていないCNFシートを取り出すことができた。

#### 〈実験Ⅲ〉

実験Ⅱで得られたろ液から作成した寒天プレートは内部まで染まり、蒸留水から作成した寒天プレートは表面だけ染まった。



図2落花生の殻から取り出した物質

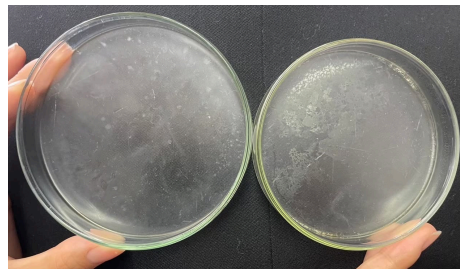


図3大根の皮から生成したCNFシート

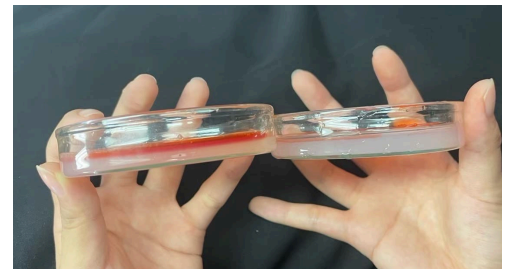


図4コンゴレッド染色した寒天プレート  
(左がダイコン溶液から作成、右が蒸留水から作成)

### 【考察】

実験Ⅰで落花生の殻からCNFシートを取り出すことができなかった原因は落花生の殻の成分中のリグニンの割合が高く、硬いため学校にある電動ミキサーでは十分に粉砕することができず、落花生の殻が粉末として出てきてしまったのだと考えられる。

実験Ⅱより還元糖を持つヒドロキシ基が水分子と水素結合して水和したため、試料を茹でることで還元糖が水に溶け出しベタつかないCNFシートを取り出すことができたと考えられる。また、ダイコン溶液の割合が高いためダイコン溶液 : 水 = 2 : 1の比率で混合したのものからCNFシートを取り出すことができたと考えられる。

実験Ⅲからコンゴレッド染色液が反応したのでセルロースがあることが分かり、CNFシートを取り出すことができたと考えられる。コンゴレッド染色液は寒天に反応しないので蒸留水から作成した寒天プレートは染まらないはずだが、静置した時間が長かったため表面が染まってしまったのだと考えられる。

### 【今後の展望】



今実験では蒸留水から作成した寒天プレートも表面が染まってしまったので静置する時間を短くして実験し直したり、他の試料でもCNFシートを取り出せるのか、どのようにしたら強度の高いCNFシートを取り出せるのか、もっと少ない簡単な工程でCNFシートを取り出せないか実験をしていきたいと思う。

#### 【参考文献】

「果物、野菜由来のセルロースナノファイバーの生成」、大森学園高等学校科学研究部、藤田綾子、第67巻（第1号）、p.26-27 (2019) ([https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/67/1/67\\_26/pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/67/1/67_26/pdf))

『栄養学雑誌』(特定非営利活動法人 日本栄養改善学会)、東京農業大学栄養学科、川端晶子、澤山茂、瓜生恵子、「蔬菜類のペクチン含有量について」第31巻 (第1号)、p.32-36(1973) ([https://www.jstage.jst.go.jp/article/eiyogakuzashi1941/31/1/31\\_1\\_32/pdf-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/eiyogakuzashi1941/31/1/31_1_32/pdf-char/ja))

「果実類・果菜類および種実類のペクチン含有量について」第32巻(第1号)、p.9-18 (1974)([https://www.jstage.jst.go.jp/article/eiyogakuzashi1941/32/1/32\\_1\\_9/pdf-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/eiyogakuzashi1941/32/1/32_1_9/pdf-char/en))

環境省、CNFとは-セルロースナノファイバーの基本|NanoCellulose Promotion (<https://cnf-ncp.net/about.html>)

中部大学工学部建築学科、木とながくつきあう③、石山央樹 (<http://www.jia-tokai.org/archive/sibu/architect/2013/09/ki.html>)

「日本食品標準成分表」、文部科学省、6、野菜類 ([https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/science/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2016/02/18/1365500\\_4-0206r2\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/afieldfile/2016/02/18/1365500_4-0206r2_1.pdf))

# トマトの部位による抗菌効果の比較

神奈川県立厚木高等学校

2年 E組 3班 α

## 1. 背景

76期の先輩のトマチンの農薬への利用の検討では、抽出液に黒カビに対する抗菌効果が見られた。しかし、抽出した溶液にトマチンが含まれているのかが不明確であり、トマトの茎と葉を混ぜたものから抽出しているが茎と葉をどのような割合で混合しているかを記していない。また、私たちはトマトの部位によってトマチンの含有量は異なるということを知った。この2つの先行研究より、トマチンの抽出方法を検討し、トマトの部位によって抗菌効果に差が見られるかどうか調べることにした。

## 2. 目的

トマトの部位(葉,茎,実)によって抗菌効果に差があるのか調べる。

## 3. 仮説

トマトの部位によって抗菌効果に差が見られる。(同じ乾燥重量で抽出したとき)

## 4. 実験

### (1)抽出実験

#### (a)目的

トマトから抗菌作用を持つ成分を抽出する。

#### (b)実験材料

##### I 葉と茎からの抽出

トマトの葉,トマトの茎,エタノール,乳鉢,乳棒,ハサミ,キッチンペーパー,量,ビーカー,ピペット,ろ紙,ろうと,ろうと台,ガラス棒,真空定温乾燥器,バット,遠心分離機

#### (c)手順

##### I 葉と茎からの抽出

- ①トマトの葉と茎を冷凍庫で凍らせる。
  - ②凍らせたトマトの葉と茎を金属バットに入れてキッチンペーパーで蓋をして輪ゴムで固定する。
  - ③真空定温乾燥器で150℃で8時間凍結乾燥させる。
  - ④凍結乾燥させたトマトの葉と茎を部位ごとに分ける。
  - ⑤トマトの葉と茎を手でちぎり,乳鉢ですり潰せる程度の大きさにする。
  - ⑥ちぎったものを乳鉢に入れて乳棒ですり潰して粉碎する。すり潰せないものはハサミで切る。
  - ⑦粉碎したものの質量を量で測定しそれぞれ2.5 gになるようにした。
  - ⑧2.5 gをそれぞれ4等分に分け,遠沈管に入れる。粉碎したものと合わせて15 mlになるようにエタノールを入れる。
  - ⑨遠心分離機を使い3000 rpmで5分,4000 rpmで10分遠心分離する。
  - ⑩遠心分離したものの上澄みをピペットで吸い,金属バットにいれる。
  - ⑪⑩を150℃で1時間凍結乾燥する。
  - ⑫⑪で凍結乾燥したものにエタノール(99.5%)を4 ml,純水を36 ml加えて混合する。
  - ⑬⑫をろ過する。
- ここで作った溶液をトマト溶液茎Aとトマト溶液葉Aとする。

参考文献より 高濃度のエタノールで抽出の方が抽出成分にその効果が高いことがわかるため粉碎品と混合するエタノールは99.5%のものを使用する。しかし,抽出成分の抗菌性の確認が可能であるのはエタノール濃度

が10%以下のときである。そのため遠心分離後に回収した上澄みは一度凍結乾燥をし、エタノールと純水を1:9の割合で加えることで濃度を下げた。

## 実験Ⅱ

### Ⅱ 葉, 茎, 実からの抽出

- ① トマトの葉と茎を冷凍庫で凍らせる。
  - ② 凍らせたトマトの葉と茎を金属バットに入れてキッチンペーパーで蓋をして輪ゴムで固定する。
  - ③ 真空定温乾燥器で150℃で8時間凍結乾燥させる。
  - ④ 凍結乾燥させたトマトの葉と茎を部位ごとに分ける。
  - ⑤ トマトの葉と茎を手でちぎり、乳鉢ですり潰せる程度の大きさにする。
  - ⑥ ちぎったものを乳鉢に入れて乳棒ですり潰して粉碎する。すり潰せないものはハサミで切る。
  - ⑦ 粉碎したものの質量を量で測定しそれぞれ3.5 gになるようにした。
  - ⑧ 3.5 gをそれぞれ4等分に分け、遠沈管に入れる。粉碎したものと合わせて15 mlになるようにエタノールを入れる。
  - ⑨ 遠心分離機を使い4000 rpmで15分遠心分離する。
  - ⑩ 遠心分離したものの上澄みをピペットで吸い、金属バットにいれる。
  - ⑪ ⑩を150℃で1時間凍結乾燥する。
  - ⑫ ⑪で凍結乾燥したものにエタノール(99.5%)を5.6 ml, 純水を50.6 ml加えて混合する。
  - ⑬ ⑫をろ過する。
- ここで作った溶液をトマト溶液茎B, トマト溶液葉B, トマト溶液実とする。

### (d) 結果

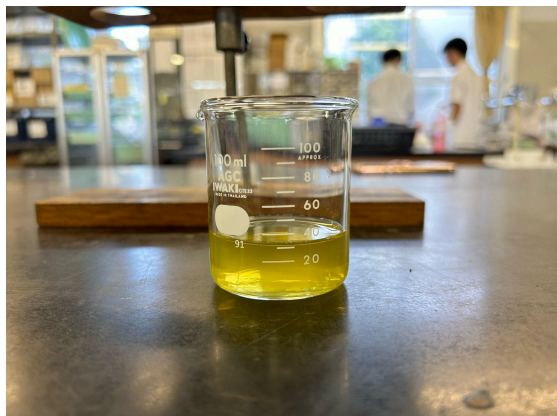


図1 抽出液

それぞれの抽出液は図1のようにできた。

## (2) 抗菌実験

### 実験Ⅰ

#### (a) 目的

トマト溶液葉Aとトマト溶液茎Aの抗菌効果を調べる。

#### (b) 実験材料

純水, デソキシコレート粉末, ペプトン粉末, 三角フラスコ, ビーカー, コンラージ棒, アルミホイル, 白金耳, 未開封のブラシャーレ, ピペット, マイクロピペット, オートクレーブ, 電子レンジ, インキュベーター(35℃), 乾熱滅菌器, トマト溶液葉A, トマト溶液茎A

#### (c) 手順

- ① 純水100 mlを入れた三角フラスコにアルミホイルで蓋をし、オートクレーブで滅菌する。
- ② ①の三角フラスコにデソキシコレート粉末4.5 gを入れ、電子レンジで加熱溶解し、クリーンベンチ内でシャーレ10個に分注する。
- ③ 純水を入れたビーカーで手を洗い、その純水をデソキシコレート培地を分注したシャーレに広げ、シャーレをインキュベーターに入れる。
- ④ 数日間置いておき、大腸菌を検出する。
- ⑤ 純水600 mlとペプトン粉末6 gを入れた三角フラスコを1つ、純水100 mlとペプトン粉末1 gを入れた三角フラスコを3つ用意し、アルミホイルで蓋をしてオートクレーブで滅菌する。
- ⑥ クリーンベンチ内で④で検出した大腸菌のコロニーを白金耳で取り、純水600 mlで作ったペプトン培養液に入れて1日インキュベーターに入れておく。
- ⑦ 純水100 mlを入れた三角フラスコ2つにアルミホイルで蓋をし、オートクレーブで滅菌する。
- ⑧ ⑦の各三角フラスコにデソキシコレート粉末4.5 gを入れ、電子レンジで加熱溶解し、クリーンベンチ内でシャーレ15個に分注する。
- ⑨ ピペット2本を乾熱滅菌器で滅菌する。
- ※⑩~⑬はクリーンベンチ内で実施
- ⑩ 純水100 mlで作ったペプトン培養液3つのうち2つに滅菌したピペットでトマト溶液葉A20 ml、トマト溶液茎A20 mlをそれぞれ入れる。
- ⑪ 各ペプトン培養液に大腸菌を培養したペプトン培養液1 mlをマイクロピペットで入れ、インキュベーターに入れておく。
- ⑫ 1時間後、各ペプトン培養液をマイクロピペットで0.1 ml取り、デソキシコレート培地を分注したシャーレにコンラージ棒で広げ、培養液とシャーレをインキュベーターに入れておく。
- ⑬ ⑫の作業を2時間後、3時間後、4時間後、5時間後に行う。
- ⑭ 2日後、大腸菌のコロニー数を数える。

#### (d)結果

図は左から1時間後、2時間後、3時間後、4時間後、5時間後のコロニーの様子である。

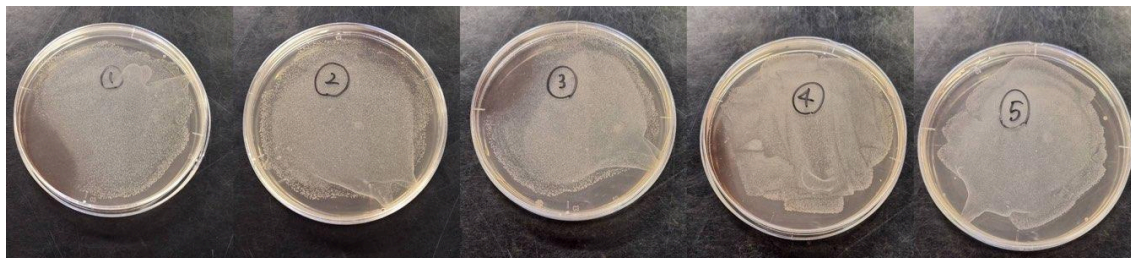


図2 実験 I の結果(何も入れない)

何も入れなかった培養液では、時間が経過するごとにコロニー数が増加した。



図3 実験 I の結果(トマト溶液葉A)

トマト溶液葉Aを入れた培養液では、3時間後からコロニーが見られなかった。

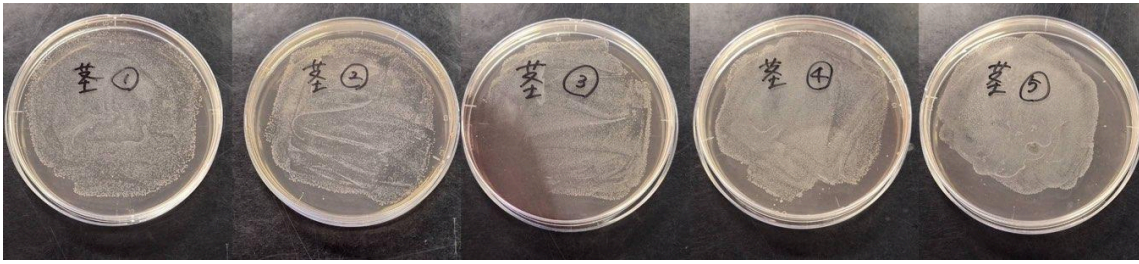


図4 実験 I の結果(トマト溶液茎A)

トマト溶液茎Aを入れた培養液では、時間が経過するとともにコロニー数が増加した。

#### (e)考察

トマト溶液葉A, トマト溶液茎Aをエタノール抽出したため、時間の経過とともに菌数が減ったという結果がトマトの成分によるものかエタノールによるものかの判別がつかない。トマトの成分に抗菌効果があると言うためには、抽出実験 I の手順⑫で使用したものと同一濃度のエタノールの抗菌効果を調べる必要がある。

抽出液を入れなかったものと抽出液を入れたもので溶液の体積が異なってしまったため、対照実験を行うためには抽出液を入れない培養液に同じ量の純水を入れる必要がある。

大腸菌のコロニー数が多く数えることができなかったため、数えるためには希釈が必要である。

### 実験 II

#### (a)目的

各抽出液の抗菌効果を調べる。また、時間ごとの菌数の推移を調べる。

#### (b)実験材料

純水, デンキシコレート粉末, ペプトン粉末, エタノール(99.5%), 三角フラスコ, ビーカー, コンラージ棒, アルミホイル, 白金耳, 未開封のプラシャーレ, ピペット, マイクロピペット, 目盛り付き試験管, オートクレーブ, インキュベーター(35°C), 電子レンジ, 乾熱滅菌器, トマト溶液葉B, トマト溶液茎B, トマト溶液実

#### (c)手順

①純水100 mlとペプトン粉末1 gを入れた三角フラスコを1つ、純水60 mlとペプトン粉末0.6 gを入れた三角フラスコを5つ用意し、アルミホイルで蓋をしてオートクレーブで滅菌する。

②クリーンベンチ内で実験 I ④の大腸菌のコロニーを白金耳で取り、純水100 mlで作ったペプトン培養液に入れて1日インキュベーターに入れておく。

③純水100 mlを入れた三角フラスコ5つにアルミホイルで蓋をし、オートクレーブで滅菌する。

④③の各三角フラスコにデンキシコレート粉末4.5 gを入れ、電子レンジで加熱溶解し、クリーンベンチ内でシャーレ50個に分注する。

⑤試験管50本, ピペット5本を乾熱滅菌器で滅菌する。

⑥ビーカーに入れた水をオートクレーブで滅菌し、滅菌水を作る。

※⑦~⑩はクリーンベンチ内で実施

⑦純水60 mlで作ったペプトン培養液5つそれぞれに純水12 ml, 希釈したエタノール(99.5%エタノール:純水=1.2 ml:10.8 ml)12 ml, トマト溶液葉B12 ml, トマト溶液茎B12 ml, トマト溶液実12 mlを滅菌したピペットで入れる。

⑧各ペプトン培養液に大腸菌を培養したペプトン培養液0.6 mlをマイクロピペットで入れ、インキュベーターに入れておく。

⑨10分後、滅菌した試験管に各ペプトン培養液をマイクロピペットで1 ml取り、滅菌水9 mlを入れて10倍希釈する。

培養液は1 ml取った後、すぐにインキュベーターに入れる。

⑩⑨で希釈した培養液1 mlと滅菌水9 mlを試験管に入れ、100倍希釈する。

- ⑪10倍希釈,100倍希釈した培養液をマイクロピペットで0.1 ml取り,デソキシコレート培地を分注したシャーレにコンラージ棒で広げ,インキュベーターに入れておく.
- ⑫⑨~⑪の作業を1時間後,2時間後,3時間後,4時間後に行う.
- ⑬2日後,大腸菌のコロニー数を数える.

#### (d)結果

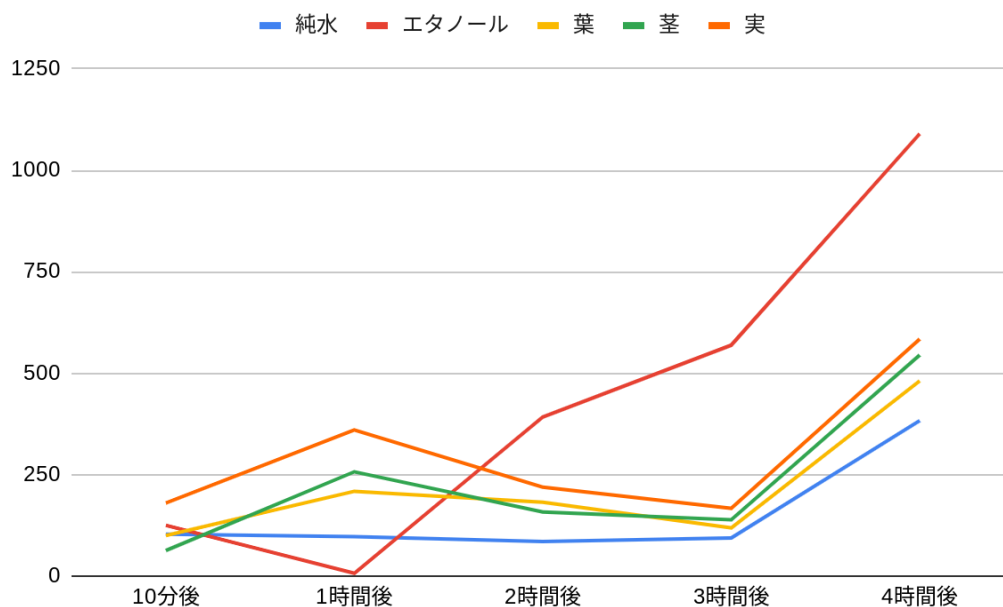


図5 時間とコロニー数(100倍希釈した培養液を塗布したシャーレに検出された大腸菌のコロニー)

#### (e)考察

抽出実験の手順⑫で使用したものと同濃度のエタノールにおいて大腸菌のコロニー数が時間の経過とともに増加したことから,抽出成分の抗菌性能を確認できると考えられる.

トマト溶液葉B,トマト溶液茎B,トマト溶液実を入れた培養液においてコロニー数の増加を抑えられていることから,各抽出液に含まれる抽出成分は大腸菌に対する抗菌効果を持つと考えられる.わずかであるがトマト溶液葉Bのほうがトマト溶液茎Bよりもコロニー数の増加を抑えている.

純水を入れた培養液において3時間後までコロニー数の増加が見られなかったことから,純水が大腸菌に対する抗菌効果を持つ可能性がある.

### 実験Ⅲ

#### (a)目的

実験Ⅱで純水を入れた培養液の大腸菌のコロニー数が増加しなかったため,純水に抗菌効果があるのかを調べる.

#### (b)実験材料

純水,デソキシコレート粉末,ペプトン粉末,三角フラスコ,ビーカー,コンラージ棒,アルミホイル,白金耳,未開封のブラシャーレ,ピペット,マイクロピペット,目盛り付き試験管,オートクレーブ,インキュベーター(35℃),電子レンジ,乾熱滅菌器

#### (c)手順

①純水100 mlとペプトン粉末1 gを入れた三角フラスコを1つ,純水60 mlとペプトン粉末0.6 gを入れた三角フラスコを2つ用意し,アルミホイルで蓋をしてオートクレーブで滅菌する.

- ②クリーンベンチ内で実験Ⅰ④の大腸菌のコロニーを白金耳で取り、純水100 mlで作ったペプトン培養液に入れて1日インキュベーターに入れておく。
- ③純水100 mlを入れた三角フラスコにアルミホイルで蓋をし、オートクレーブで滅菌する。
- ④③の三角フラスコにデソキシコレート粉末4.5 gを入れ、電子レンジで加熱溶解し、クリーンベンチ内でシャーレ8個に分注する。
- ⑤試験管8本とピペットを乾熱滅菌器で滅菌する。
- ⑥ビーカーに入れた水をオートクレーブで滅菌し、滅菌水を作る。
- ⑦純水60 mlで作ったペプトン培養液2つそれぞれに純水12 mlを滅菌したピペットで入れる。
- ⑧各ペプトン培養液に大腸菌を培養したペプトン培養液0.6 mlをマイクロピペットで入れ、インキュベーターに入れておく。
- ⑨10分後、滅菌した試験管に各ペプトン培養液をマイクロピペットで0.1 ml取り、滅菌水9.9 mlを入れて100倍希釈する。  
培養液0.1 ml取った後、すぐにインキュベーターに入れる。
- ⑩⑨で希釈した培養液1 mlと滅菌水9 mlを試験管に入れ、100倍希釈する。
- ⑪⑨~⑩の作業を10分後、1時間後、2時間後、3時間後に行う。
- ⑫大腸菌のコロニー数を数える。

#### (d)結果

図は100倍希釈した培養液を塗布したシャーレである。

左から10分後、1時間後、2時間後、3時間後のコロニーの様子である。



図6 実験Ⅲの結果(1)

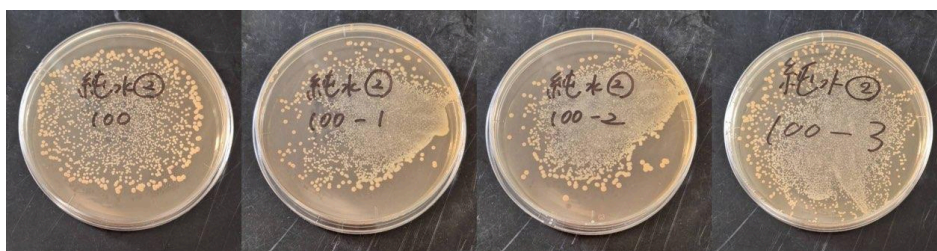


図7 実験Ⅲの結果(2)

どちらもコロニー数の増加が見られた。

#### (e)考察

純水を入れた培養液2つは、どちらも菌数の増加が見られるため、純水に抗菌効果があるとは言えない。

### 5. 今後の展望

葉、茎、実の抽出成分に大腸菌に対する抗菌効果が認められた。

実験から、葉の抽出成分のほうが茎の抽出成分よりも抗菌効果が強いと考えられるが、実験回数を増やして確かめていく必要がある。

### 6. 参考文献

[1]トマト由来トマチンの農薬への利用の検討

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2a.pdf>

[2]伊藤雅子、森川豊 「トマトの脇芽を利用した消毒剤の開発」

<https://www.aichi-inst.jp/sangyou/research/report/11p046sg05.pdf>

[3]一般社団法人 日本植物生理学会 みんなのひろば トマチン

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



# 形態素解析による、品詞の傾向と文が与える印象との関連性についての研究

神奈川県立厚木高等学校

2年 E組 α-4班

## 1. 背景

世の中には「硬い」という印象を与える文章や「柔らかい」という印象を与える文章がある。私達は、これらが文章を構成する各品詞の割合の違いによって生じるものだと考えた。今回の研究では、硬い印象や柔らかい印象を与えるジャンルの例としてそれぞれミステリー小説と恋愛小説を挙げ、形態素解析をしていく。

## 2. 目的

各ジャンルの品詞の傾向を文章生成AIに学習させることで、よりそのジャンルに相応しい文体の文章を生成することを可能にする。

## 3. 仮説

ミステリー小説と恋愛小説で各品詞の割合に差がある。

この仮説が成立した時、文章を構成している品詞の傾向の違いが読者に与える印象を左右している要因の一つであるとするとする。

## 4. 方法

1. 以下の書籍を形態素解析ツール「MeCab」を利用し形態素解析を行う。また、これらの4作品は全て同じ作家で統一し、作家による差異を考慮から外した。

### <ミステリー小説>

- ・夏と花火と私の死体
- ・銃とチョコレート

### <恋愛小説>

- ・吉祥寺の朝日奈くん
- ・くちびるに歌を

1-1. 上記作品の電子書籍本文を自動読み取り機能を用いてGoogleドキュメントに書き起こし、読み取りに誤りが無いか全文確認する。

1-2. 形態素解析ツール「MeCab」を用いて形態素解析を行う。(図1)

1-3. 出力されたデータをGoogleスプレッドシートに書き起こし(図2)、品詞分解に誤りが無いか全文確認する。

1-4. データを品詞順に並び替え(図3)、各品詞の数を集計する。

図1 MeCabを用いた形態素解析 図2 書き起こされたデータ 図3 並び替えられたデータ

```
Successfully installed mecab-python3-1.0.8 unidic-lite-1.0.8
第1行: ダイ 第1 接頭辞
第2行: イチ イチ 一 名詞-数詞 2
第3行: セイ セイ 四 接頭辞-名詞的一般
第4行: ガ ガ が 助動詞-格助詞
第5行: ハズレ ハズレハズレ 補助記号-読点
第6行: 外れ 外れる 助動詞-一般 下二段-う行 連用形
第7行: タリ タリ たり 助動詞-副助詞
第8行: オオキ オオキ オオキ 大きい 形容詞-一般 連用形-一般
第9行: スギ スギ スギ 過ぎる 助動詞-非自立可能 上一段-か行 連用形-一般
第10行: タリ タリ たり 助動詞-副助詞
第11行: シ シ スル ぬる 助動詞-非自立可能 可行情態 連用形-一般
第12行: マセ マセ マス ます 助動詞 助動詞-マス 未然形-一般
第13行: ん ん ズ ず 助動詞 助動詞-ズ 終止形-撥音便
第14行: よう ヨー ヨウ 様 形状詞-助動詞語幹
第15行: に ニ ダ だ 助動詞 助動詞-ダ 連用形-一
```

品	ダイ	ダイ	第	接頭辞			
一	イチ	イチ	一	名詞-数詞			
第	ダイ	ダイ	第	接頭辞-名詞的一般			
が	ガ	ガ	が	助動詞-格助詞			
ハズレ	ハズレ	ハズレハズレ	外れる	助動詞-一般	下二段-う行	連用形-一般	
外れ	外れる	外れる	助動詞-一般	下二段-う行	連用形-一般		
オオキ	オオキ	オオキ	大きい	形容詞-一般	連用形-一般		
スギ	スギ	スギ	過ぎる	助動詞-非自立可能 上一段-か行	連用形-一般		
タリ	タリ	タリ	たり	助動詞-副助詞			
シ	シ	スル	ぬる	助動詞-非自立可能 可行情態	連用形-一般		
マセ	マセ	マス	ます	助動詞	助動詞-マス	未然形-一般	
ん	ん	ズ	ず	助動詞	助動詞-ズ	終止形-撥音便	
よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹			
に	ニ	ダ	だ	助動詞	助動詞-ダ	連用形-二	

品	ダイ	ダイ	第	接頭辞			
22914	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
22924	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
22940	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
22952	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
24070	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
24237	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
24250	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
24261	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
24282	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
24344	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
24478	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
25081	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
25130	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
25181	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
25199	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
25200	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
25202	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
25432	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
25433	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		
25441	よう	ヨウ	ヨウ	様	形状詞-助動詞語幹		

2.ミステリー小説と恋愛小説で各品詞の割合の有意差を検討する。

2-1.1作品ごとに全単語あたりの各品詞の割合を計算し、同ジャンル内の作品同士でそれを平均する。

2-2.帰無仮説を「ミステリー小説と恋愛小説の間で〇〇詞の傾向に差がない」(〇〇には検定を行った品詞名が入る)とし、平均されたミステリー小説と恋愛小説の各品詞の割合を統計ソフト「js-STAR\_XR」を用いて $\chi$ 二乗検定する。また、有意水準を0.05として扱った。

## 5.結果

名詞・補助記号は恋愛小説に有意に多く見られた。

接続詞・助動詞はミステリー小説に有意に多く見られた。

その他の品詞には、有意な差は見られなかった。(表1)

表1  $\chi$ 二乗検定の結果

	ミステリー小説		恋愛小説	
	実測値	残差分析の結果	実測値	残差分析の結果
動詞	1424		1363	
形容詞	164		156	
形状詞	108		106	
名詞	1823	▽▽	2069	▲▲
代名詞	263		253	
固有名詞	249		228	
連体詞	97		83	
副詞	181		165	
接続詞	31	▲	17	▽
接頭辞	46		36	
接尾辞	247		210	
感動詞	27		19	
助動詞	1118	▲	1011	▽
助詞	2981		2891	
補助記号	1240	▽▽	1393	▲▲

※▲有意に多い,▽有意に少ない(p<0.05)

※▲▲有意に多い,▽▽有意に少ない(p<0.01)

## 6.考察

補助記号が有意に多いことから、恋愛小説はミステリー小説と比較してセリフや言い淀みが多く含まれていると考えられる。また、自立語である名詞が有意に多いことから、恋愛小説はミステリー小説と比較して意味を伝えることに重点を置いていると考えられる。

一方、文や語の順番を整理する品詞である接続詞が有意に多いことから、ミステリー小説は恋愛小説と比較して文法や文章全体の構成に重点を置いていると考えられる。また、断定や推量などの意味を持つ助動詞が有意に多いことから、ミステリー小説は恋愛小説と比較して状況を説明する文章が多く含まれていると考えられる。

ただし、接続詞や助動詞は、補助記号や名詞と比較して有意差が小さいことから、恋愛小説にも文章構成や状況説明に関わる文章が一定以上は含まれていると考えられる。

これらのことから、名詞などを多用して意味を伝えることに重点を置いた場合は「柔らかな文章」になり、接続詞などを多用して文の構成に重点を置いた場合は「硬い文章」になると考えられる。

## 7.今後の展望

今回は各ジャンルで2作品ずつしか扱わなかったため、文のサンプルを増やしさらに精度の高い分析を行う。また、ミステリー小説と恋愛小説だけでなく様々なジャンルで有意差が生まれるかどうかを検証していきたい。そして、文が与える印象は品詞の傾向だけでないと予測出来るため、品詞以外の要素にも注目した研究を今後行っていきたい。

## 8.参考文献

[1]

Quiita:mecab + NEologd + python3 で形態素解析  
<https://qiita.com/sudo5in5k/items/f89d9dc1bec1ed221ede>

[2]

「品詞分析から見る夏目漱石の前期作品の文体の特異性」杉浦清人,情報処理学会研究報告(2018)Vol.2018-CH-117, No.12, 1-7

[3]

「ボーカロイド楽曲の人気要因に関する研究—歌詞の品詞分析によるJ-POP楽曲との比較—」中井悠加・上村愛結,島根県立大学収録誌『人間と文化』(2022), 巻5, pp.77-86

[4]

「RNN言語モデルを用いた日本語形態素解析の実用化」森田一・黒橋禎夫,情報処理学会第78回全国大会講演論文集(2016), pp.13-14

[5]

「『あ』系感動詞における語の認定について」姚瑶,早稲田大学大学院文学研究科紀要(2021), pp.209-220

[6]

「日本語学習者の習熟度別に見たフィラーの分析」小西円,国立国語研究所論集(2020), pp.91-105

[7]

「福岡市方言における形容詞型活用の諸相について: 10代・20代でのヒマ(暇)イ・スルカローの使用実態」富田あかね,首都大学東京言語研究会『言語の研究』(2017), pp.1-30

[8]

js-STAR\_XR  
<https://www.kisnet.or.jp/nappa/software/star/index.htm>

# キャベツを原料とする紙の高強度化

神奈川県立厚木高等学校

2年E組β5班

## 1. 背景

フードロス解消のために、野菜から作られる紙がある。だが、木から作られる紙とは程遠い。そして、野菜には種類によって繊維の量が異なることからそれぞれの野菜に適切な紙の作り方があるのではないかと考えた。

## 2. 目的

キャベツ(野菜・果物)を使った紙を作る実験は様々あるが、どれも実験方法が異なり強度もバラバラである。そこで野菜にはそれぞれの紙を作るための適切な処理方法があるのではないかと考えた。私達は処理する過程の中の加熱の適切な処理方法を調べる実験をする。

## 3. 仮説

独立変数: 加熱処理時間、従属変数: 紙の強度

先行研究より、より加熱処理を施したほうが繊維がよく絡み、強度の高いフードペーパーを作ることができる。

## 4. 方法

### ・実験材料

キャベツ、水、ミキサー、紙漉きセット、電子レンジ、ばねばかり、マイクロメーター

### ・手順

キャベツの外葉の表面の汚れを水で洗い流しミキサーに入る程度の大きさに切っておく。この時、1枚の紙を作る際に使うキャベツの外葉はすべて100 gに統一する。100 mlの水を張ったタッパーにキャベツを入れ、ラップをかけた後電子レンジ加熱をする。この時電子レンジにかける時間をそれぞれ0分、5分、10分、15分、20分に分ける。

キャベツを電子レンジから取り出し、ミキサーにかけてペースト状にする。

ペースト状にしたキャベツを市販の紙すき枠の中に入れて広げて水を切る。

紙すき枠を新聞紙で挟み重石(重しとなるようなもの)を乗せて置いておき完全に乾燥させる。

そのようにして制作した紙から縦3 cm、横2 cmの紙を切り出す。またマイクロメーターでその紙の厚さを測る。底辺から1 cm、両端の縦の辺から1 cmの位置に片方はばねばかりを、もう片方には紙を動かさないように固定するものをつけてばねばかりをゆっくりと引っ張り、紙が破けた際にばねばかりが示した値を記録する。

これらの流れを紙を煮る時間を変えて紙を作り、繰り返す。時間ごとに、紙の厚さの平均をとり、紙の厚さと耐久値の比の値から0.1 mmの時の耐久値を算出する。

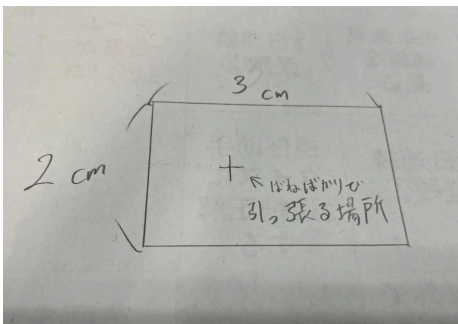


図1 ばねばかりで引っ張る場所



図2 作成した紙

## 5. 結果

表1 加熱処理時間と厚さの平均

加熱処理時間	0分	5分	10分	15分	20分
厚さの平均(mm)	0.337	0.248	0.170	0.162	0.221

表2 破れたときのばねばかりの値と加熱処理時間それぞれの加熱時間における耐久値の平均(N)

	耐久値(N)
0分	1.20、2.20、2.60、2.80、2.80、2.80
5分	0.60、0.80、1.00、1.20、1.20、1.60、2.60
10分	1.20、1.60、2.00、2.00、2.00、2.40、2.60、3.20、3.80
15分	0.80、0.80、0.80、1.00、1.60、2.00、2.80、3.20
20分	1.20、1.40、1.60、1.60、1.80、2.00、2.00、2.00、2.00、2.40、2.70、2.80

平均値 0分 2.40 N、5分 1.29 N、10分 2.31 N、15分 1.63 N、20分 1.96 N

表3 表2の耐久値を0.1 mmあたりの耐久値に直した値

(算出方法 耐久値:時間ごとの厚さの平均=0.1 mmあたりの耐久値:0.1)

	耐久値(N)
0分	5.93、6.53、7.71、8.31、8.31、8.31
5分	2.41、3.22、4.02、4.83、4.83、6.44、10.5
10分	7.06、9.41、11.8、11.8、11.8、14.1、15.3、18.9、22.4
15分	4.93、4.93、4.93、6.17、9.88、12.3、17.3、19.8
20分	5.44、6.35、7.25、7.25、8.16、9.06、9.06、9.06、9.06、10.9、12.2、12.7

平均値 0分 0.71 N、5分 0.51 N、10分 1.35 N、15分 1.00 N、20分 0.89 N

表3を一元配置分散分析すると、P-Value=0.00249898519783...つまり0.249898519783...%の確率で偶然である、つまり99.7501014802...%の確率で必然の結果と言える。

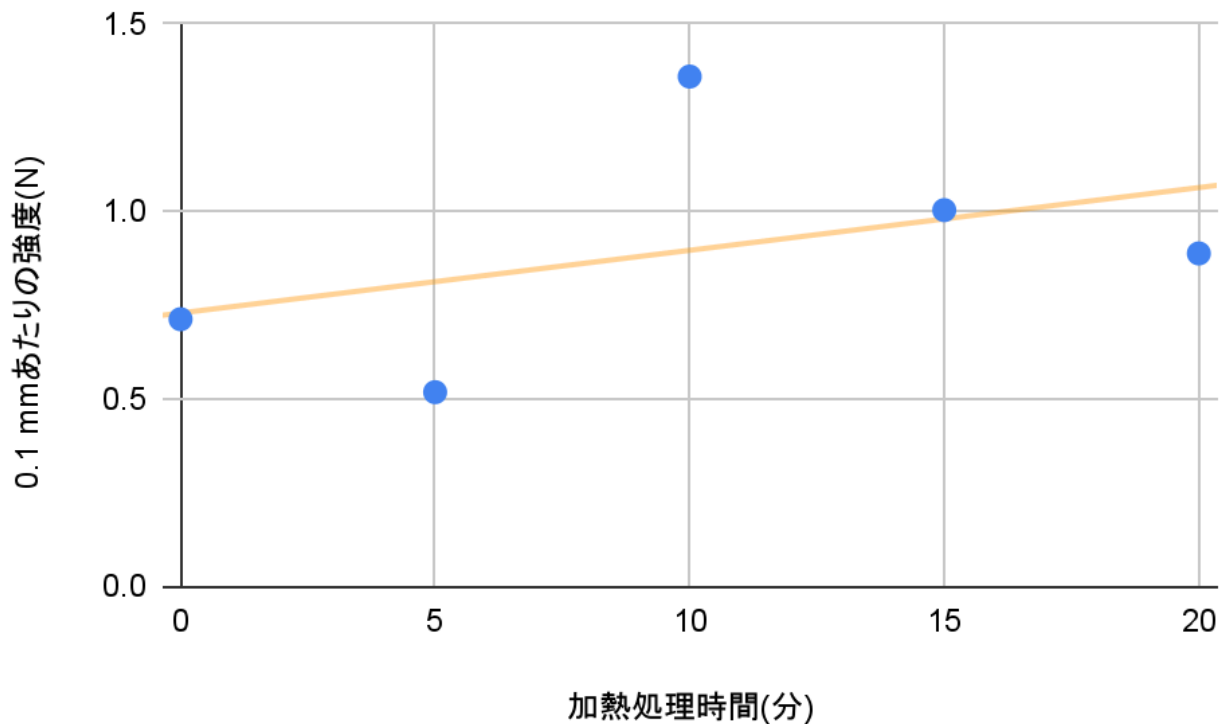


図3 0.1 mmあたりの強度と加熱処理時間の散布図とトレンドライン

相関係数=0.41646758480...

## 6. 考察

相関係数が正の相関を示していたことより、加熱すればするほど紙の耐久値が大きくなると考えられる。一方10分間の加熱での耐久値が他に比べ大きいことから、10分付近で耐久値が最大となる可能性も考慮する必要がある。今回の実験だけではどちらなのか確定できない。

## 7. 今後の展望

今回の実験では加熱時間を20分までに設定して実験を行ったが、更に長時間加熱した場合の加熱時間と強度の関係を調べる。また、今回の実験で耐久値が一番高くなった10分付近で、1分刻みで加熱時間を変えて実験を行うことで、より精密な結果を得る。

複数の植物を混合させて実験を行い、結果に違いが見られるかを検証する。

今回の実験で作られた紙は素材の色が残っており、文字・情報を記録するという点では実用性に欠けるため、漂白剤を使用して実験を行い、結果に違いが見られるかを検証する。

## 8. 参考文献

紙の強度 上野桂助

<https://www.istage.ist.go.jp/article/kobunshi1952/7/6/76317/pdf/-char/ia>

食のオタクによる食育WEBマガジン 野菜で紙を作るコツとは？捨てちゃうところを活用しよう

[https://www.shokuotamagazine.com/shokuotanote\\_vegepaper](https://www.shokuotamagazine.com/shokuotanote_vegepaper)

竹とんぼの飛ばし方と高さ、飛距離の関係について  
神奈川県立厚木高等学校  
2年E組7班

### 背景

先輩方の紙飛行機の実験から、空に飛ばすものを作るという発想を得た。今日、プラスチックゴミの問題が話題になっているが、材料として竹を使えば環境への悪影響もなく空に飛ばすことができるので竹とんぼに注目した。

### 目的

竹とんぼを引く力や投射角度を数値化できるように竹とんぼ投射装置を作成し、それを使って竹とんぼを引く力と投射角度がどう飛距離と高さに影響を及ぼすのかを調べる。

### 仮説

竹とんぼを引く強さ17Nで投射角度30°の時が一番飛距離が出て、竹とんぼを引く強さ17Nで投射角度45°の時が一番高さが出る。

### 方法

人間が飛ばすときと同じように竹とんぼを飛ばす装置を作る。手の大きさを測ったところ縦約8 cm横約18 cmだったのでその寸法に合わせて作った木材にゴムを付け、力を変えられるようにゴムで動かして飛ばせるようにする。

第二理科講義室の教卓が高さ120 cmで人間が竹とんぼを飛ばす高さに近かったので竹とんぼ投射装置を図1のように教卓の上に固定し、竹とんぼを引く強さ(ばねばかりで測定)を13N、15N、17N、投射角度を0°、20°、30°、35°、45°、60°と条件を変えて、これらをかけ合わせて各20回ずつ飛ばし、飛距離と高さを測定する。

飛距離の測定は竹とんぼが飛び立つ位置の真下の床に印をつけ、そこから竹とんぼの落下地点までの距離をメジャーで測定する。高さの測定はクリノメーターを使い竹とんぼが飛び立つ高さから見て角度を測りその真下から竹とんぼの落下地点までの距離を測定し、三平方の定理を用い算出する。

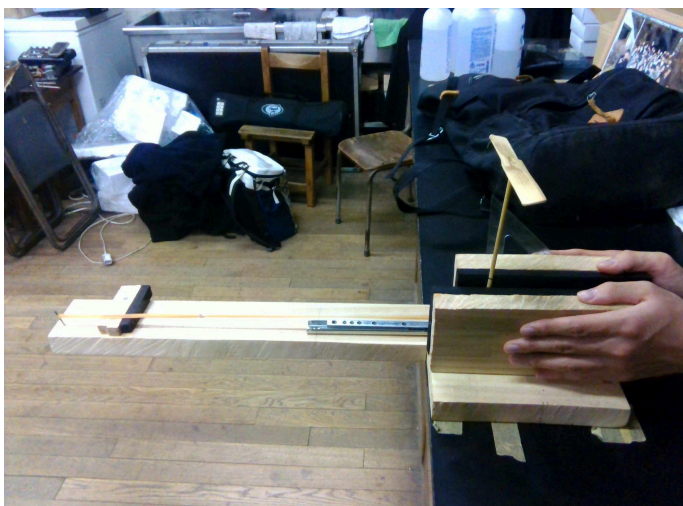


図1 竹とんぼ投射装置設置の様子

## 結果

飛距離の結果は図2のようになった。

### 角度による飛距離の変化

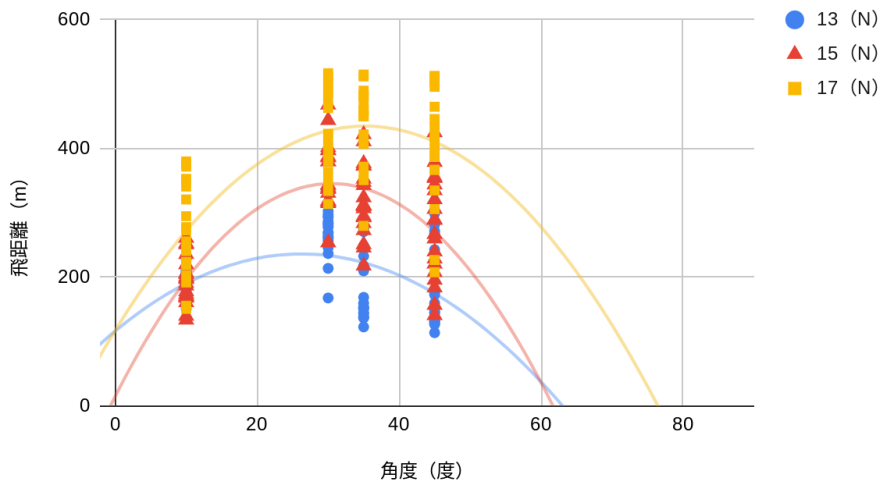


図2 投射角度と飛距離の関係

竹とんぼ投射装置で角度をつけて飛ばしたときには水平に飛び立つため角度が出ず、0°のときは垂直に飛び立ったので角度の測定はできたが飛距離の測定が正確にできずデータとして使用できなかったため高さの測定はできなかった。また、60°のときは下に叩きつけられるように飛んでしまったので正確な飛距離のデータが取れなかった。

## 考察

図2から角度と飛距離には関係があることがわかる。またトレンドラインの頂点の位置が30°から40°の間に来ていることから30°から40°の間が竹とんぼで最も飛距離が出ると考えられる。飛距離はこの点を境に二次関数のような形になると考えられる。

## 今後の展望

角度が60°の時は、飛ばしてそのまま地面にぶつかるように飛んだため距離が伸びなかった。これは竹とんぼを飛ばした高さが足りなかったからだと考える。さらに、竹とんぼは毎回右に曲がりながら飛ぶことが多かったので記録が伸びそうなときに壁にぶつかり測定できないことがあった。よって、今後実験する際は人が飛ばす想定に限らず、竹とんぼを飛ばす高さを高くし、さらに広い場所で角度60°やそれ以上を実験してみたい。

## 参考文献

「竹とんぼの投擲実験について」、安田邦男、日本航空宇宙学会論文、Vol.69,No.1,pp.1-5(2016)

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsass/64/1/64\\_64\\_1/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsass/64/1/64_64_1/_pdf)

「竹とんぼの飛行に関する研究」、恒屋礼二郎、堤満康、長崎総合科学大学紀要第33巻記念号、pp.29-51(1992) <https://core.ac.uk/download/pdf/230992705.pdf>

「竹とんぼの物理4」[https://www.tsuyama-ct.ac.jp/ippan/H23\\_hokoku/sato\\_4.pdf](https://www.tsuyama-ct.ac.jp/ippan/H23_hokoku/sato_4.pdf)





# 納豆菌によるきゅうりの成長速度への影響

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 8班  $\beta$

## 1.背景

植物の成長には、根における微生物の存在が重要な役割を果たしている。微生物は根の周囲の土壌に存在し、子の健康や栄養吸収を促進する効果がある。その中でも、納豆菌は植物の成長を促進する微生物としても知られている。これまでの研究では、キュウリの成長速度に対する具体的な影響は明らかではない。

## 2.目的

この研究の目的は、納豆菌の存在がキュウリの成長速度に及ぼす影響を検証することである。具体的には、納豆菌をキュウリの根周辺に導入し、成長速度の変化を観察する。納豆菌の存在がキュウリの根の健康や栄養吸収にどのような影響を与えるのか、またそれが成長速度にどのように関連するのかを明らかにすることを目指す。この研究の結果は、納豆菌を活用した植物の生育促進方法の開発や農業生産の向上に役立つことが期待されている。

## 3.仮説

独立変数: 納豆菌による土壌改良 従属変数: キュウリの成長速度

もし納豆菌による土壌改良が行われた場合、キュウリの成長速度は増加する。

なぜなら、納豆菌は土壌中の栄養素を利用し、土壌の質を改善し、植物的病害から防除し、植物の成長を促進するからである。

## 4.方法

1、納豆菌を以下の手順で培養する

- ①黒糖50gと市販の納豆をミキサーで攪乱したものを3Lペットボトルに入れる。
- ②そこに成分無調整豆乳を加え、攪乱させ空気を含ませる。
- ③30度前後に保ち、3日程度放置して完成。

2、ポリポットを100個用意し1～100までの番号が書かれたラベルをそれぞれのポットに貼り、1～50の番号のポットをA郡、51～100の番号のポットをB郡とする。

3、すべてのポットに殺菌済みの黒土を適切な量用意する。A郡にオートクレーブを用いて120度で滅菌した納豆菌培養液を10倍に希釈したもの、B郡に納豆菌培養液を10倍に希釈したものを添加する。(成長量の変化が納豆菌による影響か、納豆自体に含まれる栄養による影響か判断できなくなることを防ぐため、どちらにも納豆菌培養液を入れる。)

4、発芽率の観点から各ポットにキュウリの種を1つずつ植え付ける。

5、すべてのポットを日当たりの良い場所に置き、キュウリの成長に最適な温度と湿度を維持する。また、必要に応じて均等に水やりを行う。

6、すべてのポットにおいて、発芽してから14日後までの葉の数、高さを記録する。(記録は毎日朝に行う。)また、乾重を25本ずつ無作為に抽出し袋に入れ、重さを電子天秤で測定する。

7、収集したデータそれぞれの相加平均を求め、WMW検定を行い、A郡とB郡で有意差があるかを調べる。



A32	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A33	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5
A34	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A35	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
A36	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A37	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A38	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A39	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A40	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A41	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
A42	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A43	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
A44	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A45	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A46	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A47	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
A48	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
A49	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
A50	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5

表2 高さと発芽してからの日数（滅菌した納豆菌培養液）

高さ (cm)/ 日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A1	1.7	2.7	3.0	3.5	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0	6.5	6.5
A2	3.8	4.0	4.5	5.5	5.1	5.2	5.0	6.6	6.0	6.0	6.0	7.3	6.5	6.5
A3	3.4	4.0	4.7	5.3	5.7	6.2	6.4	6.5	6.5	6.7	7.0	7.0	6.5	7.3
A4	3.2	3.5	3.8	4.5	4.3	5.0	5.0	5.5	5.5	5.8	6.0	6.5	5.5	6.1
A5	3.6	4.0	4.7	5.7	4.8	5.3	5.5	5.5	6.0	6.0	6.2	7.3	6.5	6.5
A6	1.6	2.1	4.2	6.0	6.7	6.7	6.7	7.5	8.0	8.5	8.8	9.0	9.0	9.2
A7	3.2	3.6	4.4	5.5	5.5	5.9	6.2	6.5	7.5	7.3	7.5	7.6	7.0	7.4
A8	3.2	3.5	4.0	5.0	5.5	5.0	5.5	6.0	4.5	6.0	6.0	6.8	7.0	7.4
A9	4.3	4.5	4.8	6.0	5.7	5.5	5.6	6.5	6.9	7.5	6.5	7.1	6.5	6.7
A10	3.5	4.3	5.5	6.5	6.5	6.2	7.5	7.5	8.0	8.0	8.0	8.8	9.0	8.5
A11	4.0	5.0	5.7	7.0	7.0	7.0	8.0	8.2	8.4	8.9	9.0	9.6	9.0	9.5
A12	3.5	4.0	5.4	6.0	6.2	6.0	8.0	8.0	7.9	8.0	8.0	8.3	8.0	8.0
A13	3.4	4.0	4.5	6.0	6.0	6.2	7.0	7.5	7.6	8.0	8.5	9.2	8.5	9.0
A14	3.5	4.0	4.8	6.0	6.0	6.0	7.0	7.3	7.5	8.0	8.5	8.6	8.5	9.0
A15	4.1	3.0	3.9	4.0	5.8	5.2	6.7	7.5	7.3	8.2	8.5	9.0	8.5	9.0
A16	3.9	5.0	5.7	6.5	6.7	7.0	8.2	8.5	9.0	9.5	10.0	10.0	10.2	10.0
A17	3.8	3.0	4.2	6.0	6.5	6.0	7.2	7.5	7.5	8.2	9.0	9.0	8.0	8.9
A18	3.8	4.5	5.5	7.0	7.5	7.5	8.5	8.5	9.5	9.5	9.6	10.0	9.7	9.8
A19	1.7	4.0	5.2	7.0	7.3	6.9	7.5	8.5	8.5	8.9	9.0	9.3	8.5	9.0
A20	4.2	2.0	5.0	6.0	7.0	7.2	7.3	9.0	9.0	9.2	9.0	9.2	9.3	9.5
A21	3.0	4.5	4.8	6.0	6.5	7.0	7.5	8.5	8.0	9.5	9.5	9.0	9.0	9.0
A22	4.2	2.5	5.2	5.5	5.6	5.5	6.7	7.0	7.5	8.0	8.0	8.2	8.0	8.0
A23	4.0	4.0	5.7	5.5	5.7	6.5	7.0	7.5	7.5	7.5	8.0	8.6	7.5	8.0
A24	4.0	4.5	5.7	6.5	7.7	8.0	8.5	9.3	9.0	9.5	9.6	10.0	10.0	10.0
A25	3.9	5.0	4.8	6.0	6.5	7.0	8.2	8.5	9.0	9.0	10.0	10.0	9.8	9.7
A26	4.5	4.0	5.2	5.5	6.0	6.5	7.2	7.5	8.0	8.0	8.4	8.6	8.5	8.4
A27	2.7	3.0	4.1	4.3	4.5	5.5	5.2	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	7.5	7.4
A28	3.4	3.5	4.8	5.0	5.7	5.5	6.5	7.5	7.0	7.5	8.0	8.3	8.0	8.0
A29	4.0	4.5	5.8	6.5	7.3	7.5	8.5	9.5	9.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.5
A30	3.8	4.0	4.9	6.0	7.0	7.2	8.2	8.5	8.6	9.0	9.0	10.0	9.8	10.0
A31	3.7	4.5	4.9	5.7	6.4	6.2	7.2	8.0	7.5	8.0	8.0	8.3	8.0	8.5
A32	3.1	4.0	4.4	5.0	5.6	5.5	7.0	7.0	7.3	7.6	8.0	8.8	8.0	8.0
A33	3.8	4.5	5.2	6.0	7.0	7.5	8.2	8.5	8.5	9.2	9.5	9.8	10.0	10.2

A34	2.9	3.0	4.4	5.0	6.0	6.0	8.2	8.0	8.4	8.5	8.7	8.8	9.0	9.0
A35	2.8	4.0	4.5	5.5	6.0	6.4	7.7	8.5	8.4	9.0	9.0	9.6	9.5	10.0
A36	3.7	4.5	4.8	5.0	5.8	5.4	7.0	7.0	8.2	8.4	8.4	8.8	8.0	8.2
A37	2.7	3.5	3.6	4.0	4.1	4.2	4.5	6.0	6.0	6.0	6.3	6.5	6.0	6.2
A38	3.7	4.0	4.5	5.0	5.2	6.0	7.0	7.5	9.0	8.0	8.5	9.3	8.7	9.0
A39	4.2	5.0	6.0	6.0	6.7	7.0	7.5	8.8	9.0	9.0	9.2	9.5	9.0	9.4
A40	3.7	4.0	5.7	6.0	6.0	6.5	7.2	7.5	8.5	8.0	8.7	9.1	8.7	9.0
A41	4.0	4.0	4.4	5.0	5.0	5.5	6.5	7.5	7.5	7.0	7.5	8.3	8.0	8.0
A42	3.9	4.5	4.5	4.5	5.2	5.0	6.2	6.5	5.5	6.5	7.0	7.2	7.5	7.9
A43	3.5	5.0	5.0	5.5	6.6	6.5	7.7	8.5	8.0	9.0	9.4	10.0	9.0	10.0
A44	2.2	3.0	3.4	5.0	6.0	6.2	7.2	8.5	8.5	9.0	9.2	10.0	9.2	9.6
A45	4.2	5.0	5.7	6.5	7.0	7.0	8.0	8.5	8.5	8.5	9.0	10.0	10.5	10.7
A46	3.0	4.0	4.5	4.6	4.7	5.5	5.2	6.0	7.0	6.0	6.4	6.7	6.5	7.0
A47	4.5	5.0	5.2	6.0	6.6	7.2	7.2	8.3	8.0	8.5	8.5	9.0	8.0	9.0
A48	3.8	4.0	5.0	5.0	5.4	6.0	6.0	6.5	6.5	7.0	7.0	7.2	7.0	7.2
A49	4.0	4.5	4.5	5.0	6.0	5.2	7.0	7.0	7.0	7.5	7.7	8.5	7.5	7.5
A50	3.5	4.5	4.0	4.8	5.2	5.0	5.5	6.0	6.0	6.0	6.4	7.0	6.5	6.5

表3 葉の数と発芽してからの日数（納豆菌培養液）

葉の数/日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
B3	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B4	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B5	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B6	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B7	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B8	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	5	5	5	5
B9	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B10	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B11	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
B12	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5
B13	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B14	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B15	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B16	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B17	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B18	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B19	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B20	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B21	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B22	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B23	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B24	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B25	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B26	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B27	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B28	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B29	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B30	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B31	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B32	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B33	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5

B34	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B35	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B36	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B37	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B38	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B39	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B40	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B41	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B42	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B43	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B44	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B45	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	5	5	5	5
B46	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B47	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B48	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B49	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
B50	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5

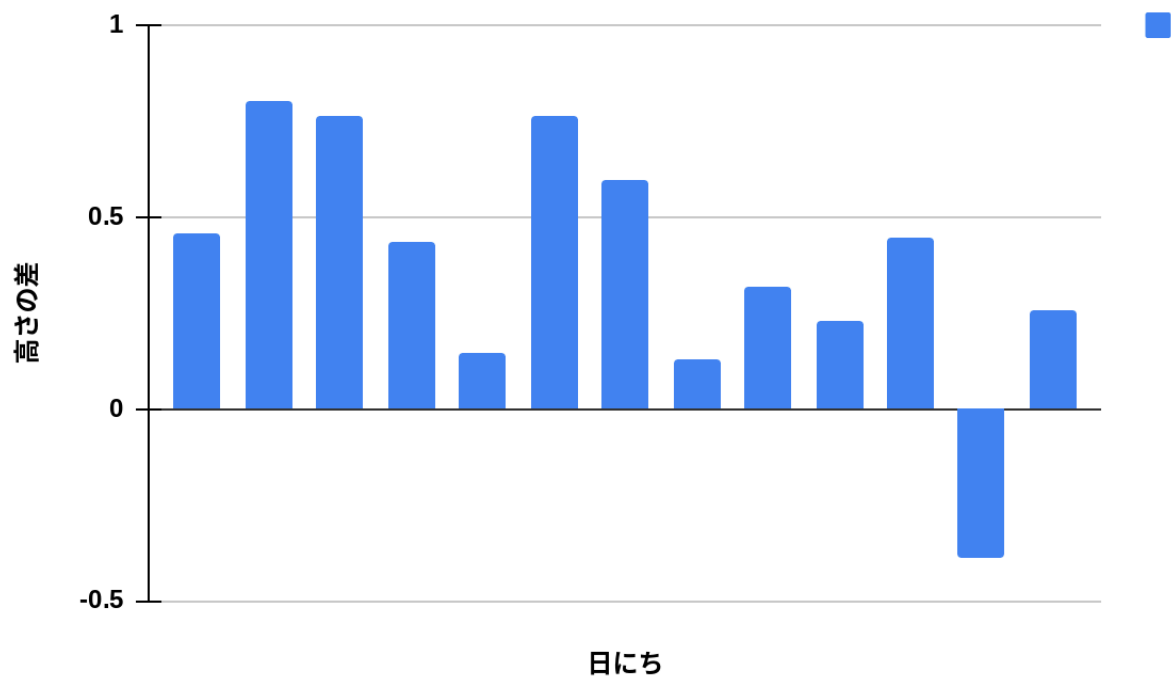


表4 高さが発芽してからの日数（納豆菌培養液）

高さ (cm)/ 日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B1	3.5	3.5	5.0	6.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.0	7.5	7.5	7.2	7.0	7.5
B2	3.9	4.0	4.7	5.5	5.8	5.5	6.5	7.0	7.5	7.5	7.9	9.3	8.0	8.5
B3	3.0	3.5	4.7	5.3	5.3	5.5	6.0	7.0	7.0	7.5	8.0	8.5	7.9	9.0
B4	3.9	4.5	4.4	5.5	5.2	5.2	6.0	6.5	7.0	7.0	7.2	8.2	7.0	8.4
B5	3.6	3.0	4.1	5.0	4.7	5.0	5.5	5.5	6.0	6.0	6.2	7.6	6.5	6.5
B6	3.2	4.5	5.5	7.0	7.2	7.0	8.0	8.5	8.5	9.0	9.2	9.6	9.5	9.2
B7	3.2	3.5	3.2	5.5	6.0	6.0	6.7	7.5	7.5	8.0	8.9	9.0	7.5	8.0
B8	3.4	3.5	4.0	5.5	6.0	6.0	6.7	7.5	7.5	7.6	8.9	9.1	8.5	8.9
B9	2.6	2.8	3.4	3.5	3.8	4.0	4.5	5.0	5.5	5.5	6.2	7.0	6.3	6.2
B10	4.0	4.0	6.5	8.0	8.3	8.4	9.5	9.5	9.5	10.0	10.5	10.7	9.0	10.0
B11	3.8	4.4	4.4	6.5	7.0	6.5	7.9	8.5	9.0	9.0	9.0	10.0	9.7	9.5
B12	2.6	3.0	3.6	5.0	6.1	6.5	7.5	8.5	8.5	8.9	9.0	10.0	10.2	10.5
B13	3.8	4.0	5.0	6.0	6.0	6.3	6.7	7.0	7.5	8.0	8.0	9.0	8.9	10.0
B14	3.7	3.7	3.4	4.0	4.3	4.5	5.2	5.5	6.2	7.0	6.7	7.0	8.0	8.5
B15	2.8	5.0	6.0	6.0	7.1	7.0	8.0	8.5	8.5	9.0	9.0	9.2	9.0	7.0
B16	4.0	4.0	4.2	5.0	5.5	5.0	6.5	6.5	7.2	7.5	7.3	7.7	9.0	9.5
B17	3.0	4.5	4.5	5.5	6.2	6.4	7.9	8.5	8.6	9.0	9.1	10.0	8.0	7.8
B18	3.5	4.5	5.0	6.0	6.4	6.5	7.5	8.5	8.5	9.5	9.6	10.0	9.7	10.5
B19	3.4	4.0	5.2	6.5	6.3	6.5	7.0	8.0	8.5	8.5	8.2	8.8	7.5	8.0
B20	3.8	4.0	4.4	4.5	5.0	5.5	6.0	6.0	6.5	7.0	7.0	7.4	8.0	7.8
B21	2.0	5.0	5.0	6.0	6.3	6.2	7.5	7.5	8.0	8.0	8.3	8.6	8.0	8.2
B22	3.7	4.0	4.8	5.5	6.4	6.2	7.5	8.5	9.0	9.0	9.4	9.6	8.5	8.6
B23	3.0	4.2	5.0	6.0	7.0	6.4	8.0	7.5	7.9	8.0	8.3	8.7	7.0	7.2
B24	2.9	4.2	5.0	5.5	5.5	6.0	6.2	6.5	6.5	6.9	7.0	6.8	6.5	6.7
B25	2.9	4.0	4.6	5.5	5.8	5.7	6.7	7.0	7.6	7.8	7.8	8.3	8.2	8.2
B26	3.4	3.5	3.5	5.0	4.8	5.5	6.0	6.5	7.0	7.4	7.4	7.8	7.6	7.8
B27	3.0	6.0	6.9	7.0	8.0	8.5	8.2	8.5	9.5	9.0	9.0	9.5	10.0	9.3
B28	3.0	4.0	4.5	5.0	5.4	5.0	6.5	7.0	8.0	7.6	8.3	8.8	8.0	9.2
B29	3.2	4.0	5.0	6.0	6.5	6.5	8.0	9.0	9.2	9.4	9.4	10.0	9.8	9.7
B30	2.9	3.5	4.4	5.5	6.0	6.4	7.2	8.0	8.0	8.5	8.5	9.0	8.0	8.7
B31	3.0	4.5	5.5	7.0	7.0	7.0	7.9	8.0	8.5	8.5	9.0	8.8	8.5	8.9
B32	3.8	4.0	4.4	5.0	5.4	5.4	6.5	7.0	7.0	6.9	6.7	7.6	8.0	6.5
B33	3.6	4.0	5.0	6.0	6.4	6.0	7.3	8.0	8.0	8.2	8.5	8.5	8.5	9.0

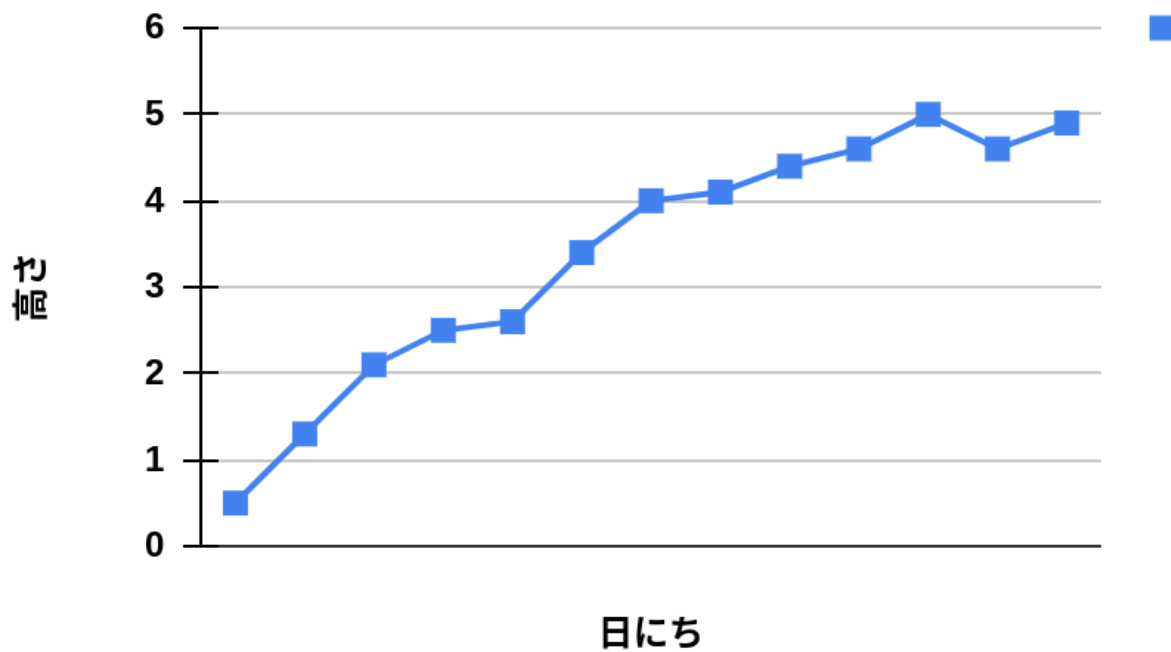
B34	3.8	5.0	7.8	8.0	8.1	8.7	8.5	9.5	9.8	9.8	10.2	10.0	9.5	9.7
B35	3.0	4.0	4.2	5.0	5.1	5.4	6.2	6.5	7.5	7.5	7.5	8.0	7.0	8.0
B36	3.7	4.5	4.8	5.5	6.0	6.0	6.5	7.5	7.5	7.5	7.5	8.5	9.5	8.0
B37	3.5	4.5	5.0	6.5	6.8	6.2	8.0	8.5	9.0	9.6	9.7	10.0	9.5	9.7
B38	4.0	4.7	4.8	7.0	7.0	6.8	8.0	8.0	8.2	9.0	9.0	9.3	9.0	8.7
B39	4.0	4.5	4.2	6.5	7.0	6.7	8.5	9.5	9.6	9.6	10.0	10.0	10.5	10.3
B40	4.5	4.5	5.4	6.0	6.0	6.0	7.0	7.5	7.5	8.0	7.5	8.2	7.6	8.0
B41	4.0	4.7	5.2	5.5	6.3	6.0	7.2	8.0	8.0	9.0	8.2	7.0	9.0	9.5
B42	4.0	4.4	5.2	6.0	6.2	5.5	7.4	7.8	8.0	8.2	8.3	9.1	8.0	8.7
B43	4.4	5.0	5.2	5.5	6.7	6.5	7.0	8.0	8.5	9.0	9.0	9.5	9.5	10.0
B44	4.5	5.3	6.0	6.0	7.0	7.0	7.2	8.5	9.0	9.0	9.0	8.8	9.0	9.7
B45	2.0	3.0	2.8	4.0	3.8	3.5	3.5	3.5	4.0	3.7	4.0	5.0	4.0	5.0
B46	3.5	4.5	4.4	5.0	5.4	5.0	7.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	7.0
B47	3.0	3.0	3.2	5.0	5.4	5.2	6.5	7.0	7.0	7.5	7.5	8.2	8.5	8.0
B48	4.6	5.0	5.9	6.0	7.0	7.0	7.5	7.5	8.0	8.0	8.3	8.6	8.4	8.6
B49	4.6	5.5	5.4	6.5	6.7	6.4	7.5	7.5	7.4	7.5	8.0	8.0	9.0	8.9
B50	4.4	5.0	5.5	6.0	6.0	6.3	6.5	7.0	7.5	7.6	8.0	9.0	8.0	8.5

### 高さの増加量 (A群)



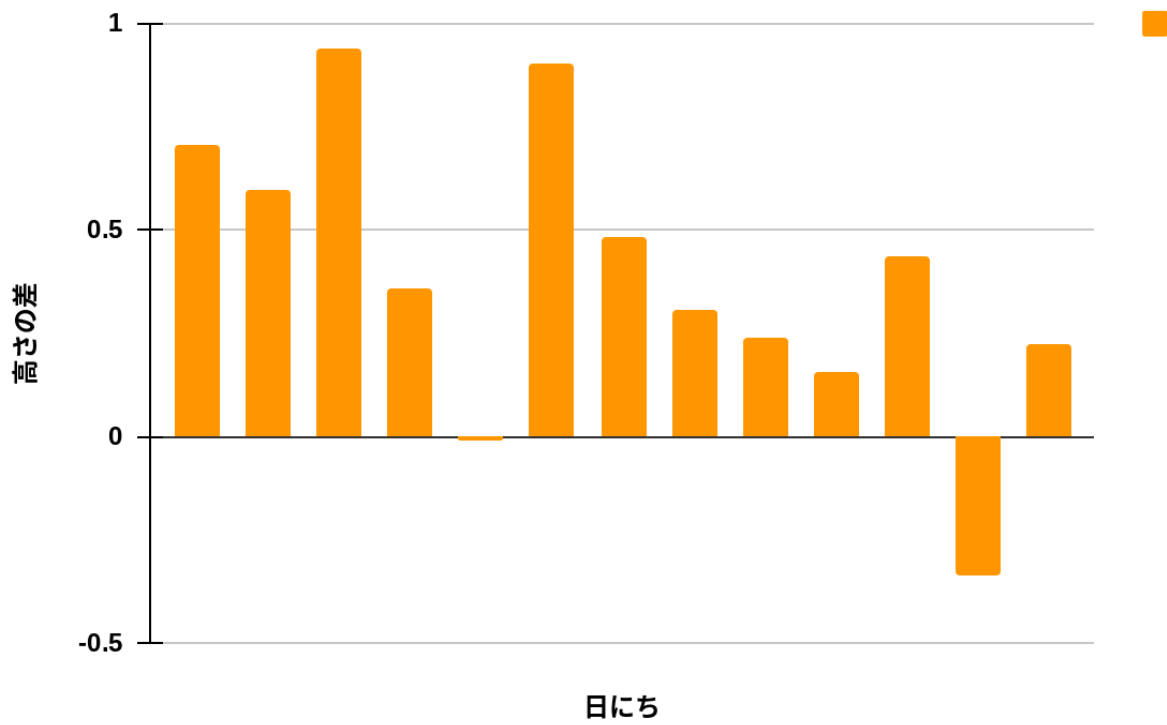
納豆菌なし(A群)の相加平均のグラフ (図1)

### 高さの変化



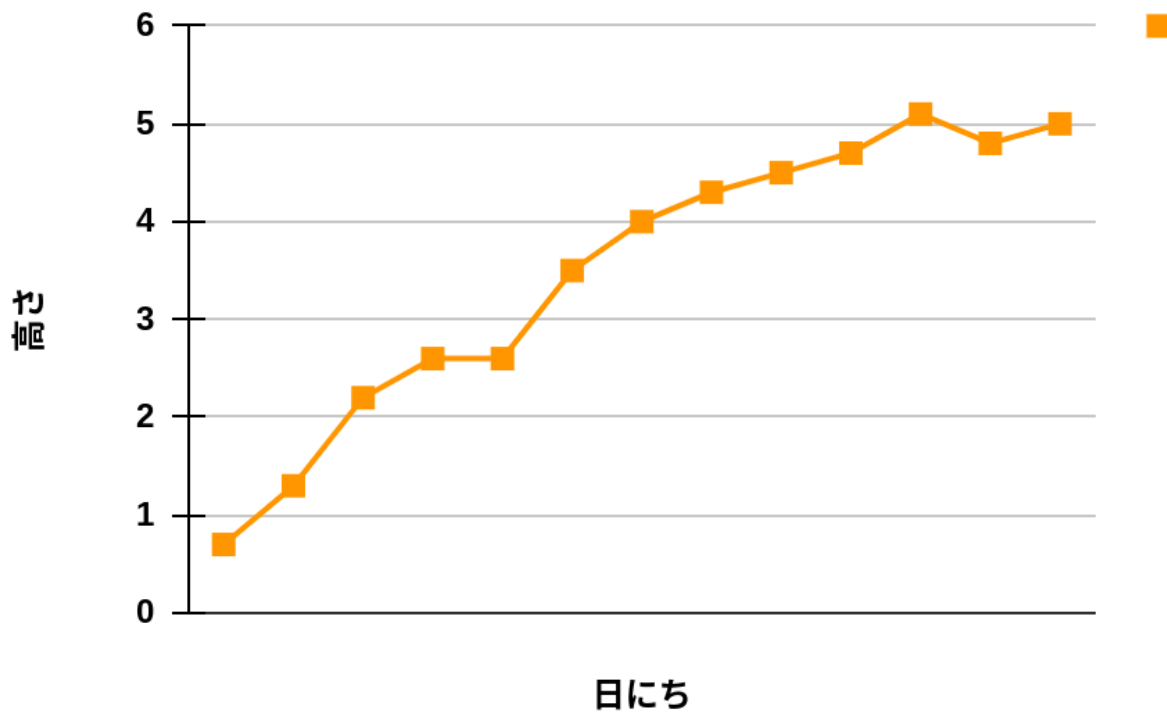
納豆菌なし(A群)の高さの変化のグラフ (図2)

### 高さの増加量 (B群)



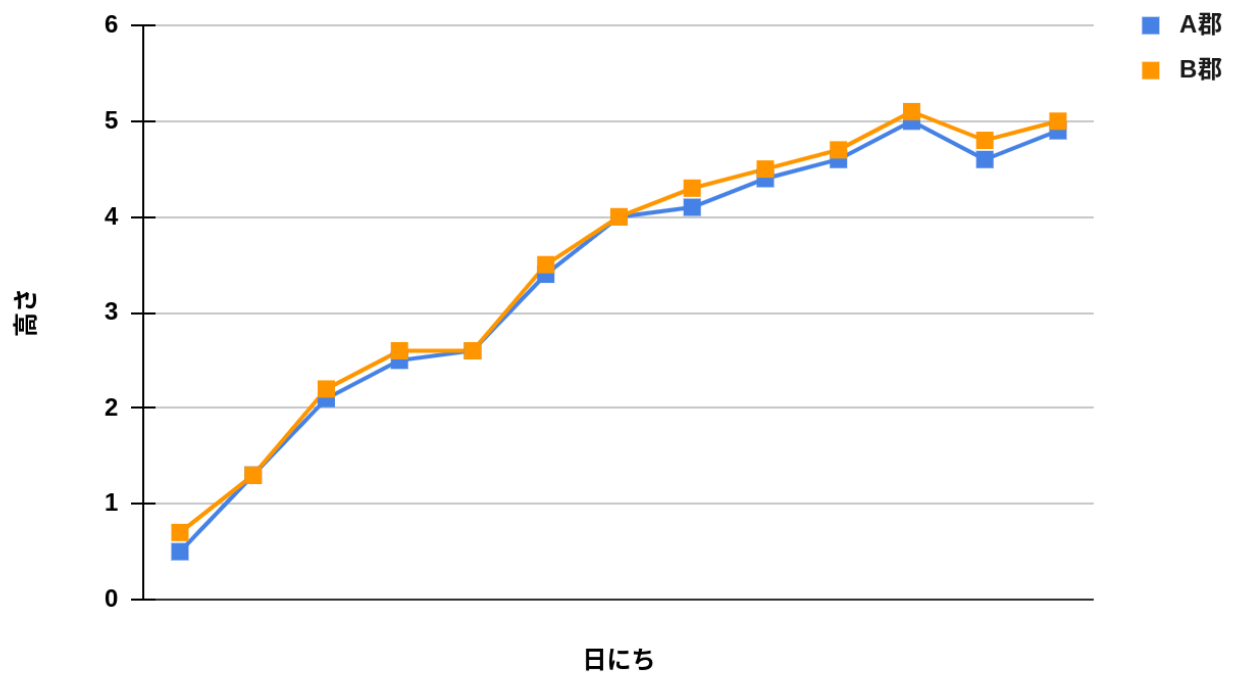
納豆菌あり(B群)の相加平均のグラフ (図3)

### 高さの変化



納豆菌あり(B群)の高さの変化のグラフ (図4)

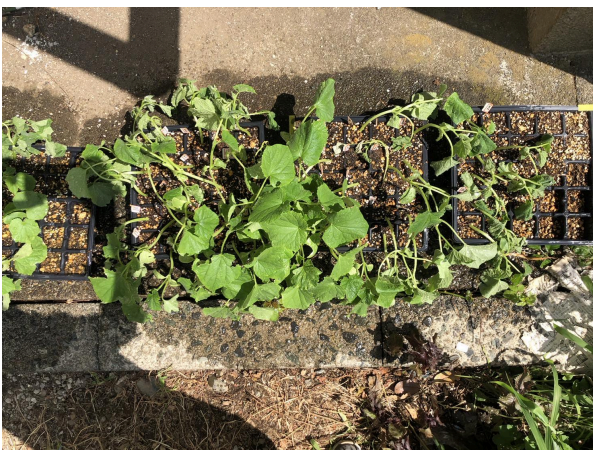
## 高さの変化



納豆菌なし(A群)、納豆菌あり(B群)の高さの変化のグラフ (図5)



納豆菌なし(A群)の写真 (図6)



納豆菌あり(B群)の写真 (図7)

表5 乾重の比較

	全体の重さ(g)	袋の重さ(g)	乾重(g)
納豆菌なし(A群)	5.43	3.68	1.75
納豆菌あり(B群)	5.44	3.68	1.76

## 結果の要約

### 1、高さ

納豆菌ありの苗が少しだけ高かったが、有意差が見られるほどではなかった。

### 2、水が不足していた日の写真の比較

気温が高く苗に水が足りなかった日は、納豆菌ありの(B群)は納豆菌なしの(A群)に比べて葉がしおれなかった。

### 3、乾重

ほとんど差が見られず、有意差もなかった。

## 6.考察

結果でも示したように、納豆菌が入っているB群はA群に比べて葉が萎れていないことがわかる。このことから、納豆菌にはきゅうりの水分の保持を助ける可能性があると考えた。また、有意差が見られなかったのは、収集するデータが違っていただけだと考えた。今回調べた高さなどではなく、水分を保つ力、茎の太さや葉の大きさを調べることで新たな納豆菌の効果がわかるかもしれないと考えた。

## 7.今後の展望

納豆菌による干渉が少なかったため、測定する期間を1ヶ月ほどに延長し、納豆菌を定期的にあげて成長の経過を見ていく。また、菌ありと菌なしを交互に置いて条件を近づけたり、個体同士が傷つけないように個体間を離したりして育てる。今回の実験で採用した高さや葉の枚数とは別に、茎の太さや葉の大きさなどを測定して比べる。水が不足した時に見た目上の違いが見られたので、同じ条件下で与える水の量を変えて観察したり、苗が乾く前の重さを調べたりしていく。また、実際に取れる実の重さ、体積、密度も調べていくことでより本質的なデータが得られるだろう。

## 8.参考文献

・家庭菜園や農園栽培で正月に余った納豆を大胆活用！？納豆を使った土壌改良液肥の作り方！

(<https://youtu.be/rey4nxpov1M>)

・身近な食品微生物・納豆菌の農業利用。納豆菌が与える土壌への効果とは

(<https://www.kaku-ichi.co.jp/media/tips/bacillus-natto>)

・納豆菌(Bacillus subtilis var. natto)によるイチゴの灰色かび病に対する抑制効果

(<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010832820.pdf>)

# 紙ストローに適した紙の原料となる植物の比較

神奈川県立厚木高等学校

2年 E組 β9班

## 1. 背景

近年、環境破壊を防ぐために、紙ストローが普及しているが、紙を作るためには、結局木を伐採しなければならない。そこで我々は野菜の不可食部からふやけにくい紙を作ることでさらに環境に優しい紙ストローを作ろうと考えた。

先行研究として採用した厚木高校76期2年F組7班の「紙ストローに適した紙の原料となる植物の検討」<sup>[1]</sup>では、1種類の植物同士を比較し吸水性と耐水性について実験していたのに対し、我々は先行研究のそれぞれの実験で優れているもの(吸水性:ニンジン、耐水性:トウモロコシ)を割合を変えながら混合させ、どちらも機能が最も優れている紙を制作し、同様の実験を行った。結果としてトウモロコシのみの紙が最も優れていた。それから実験2として先行研究同様の実験を、植物を変えて行った。

## 2. 目的

先行研究と同様に1種類の植物同士を比較し、更に紙ストローに適した植物の発見を目的とする。

## 3. 仮説

実験1の仮説

吸水性が低いニンジンの皮と耐水性が高いトウモロコシの葉を組み合わせれば、紙が吸収する水の量を抑えられ、なおかつ紙の耐水性が増加するのではないかと。

実験2の仮説

手に入りやすい植物の皮を使った。

・ミカンの皮は、表面に油が付いているため、水を弾きやすく、吸水性が低いかつ、耐水性が高い紙ができるのではないかと。

・タマネギの皮は、ケルセチンを多く含んでいる。ケルセチンは水に溶けにくい<sup>[2]</sup>ため、吸水性が低く、耐水性が高い紙ができるのではないかと。

・エダマメの皮は、他の植物の皮に比べて硬く、丈夫であるため、耐水性の高い紙ができるのではないかと。

総合的に見てミカンの皮が最も紙ストローに適しているのではないかと。

## 4. 方法

### 実験方法【紙の作成1】

1. ニンジンの皮、トウモロコシの葉を適当な大きさに切って水洗いする。

2. ニンジンの皮を水1.5 Lに重曹150 gを溶かしたアルカリ水溶液で、トウモロコシの葉を水2.0 Lに重曹200 gを溶かしたアルカリ水溶液で煮る。その際、強火で普通の鍋を用いて4時間30分煮る。

3. ミキサーに水100 mlと2で煮たニンジン皮とトウモロコシの葉を入れて1分混ぜる。

4. 紙漉き枠の中に流し込み、厚さが均一になるようにヘラを使って広げる。

5. 水を切り、新聞紙の上にガーゼを敷いて、その上に出来た紙をのせる。

### 【作る紙の種類】

ニンジン皮のみ

トウモロコシの葉のみ

ニンジン皮:トウモロコシの葉

A 1:9 B 3:7 C 5:5 D 7:3 E 9:1 の計7種類を作成し、それぞれの吸水性および耐水性を調べる。

## 実験方法【紙の作成2】

- 1.ミカンの皮、タマネギの皮、エダマメの皮を適当な大きさに切って水洗いする。
- 2.1を水1.5 Lに重曹150 gを溶かしたアルカリ水溶液で煮る。その際、圧力鍋を用いて中火で11分、弱火で更に19分加熱する。
- 3.ミキサーに水100 mlと2で煮たミカンの皮、タマネギの皮、エダマメの皮を入れて1分混ぜる。
- 4.紙漉き枠の中に流し込み、厚さが均一になるようにヘラを使って広げる。
- 5.水を切り、新聞紙の上にガーゼを敷いて、その上に出来た紙をのせる。

## 【作る紙の種類】

エダマメの皮 A~D ミカンの皮 A~F タマネギの皮 A~C

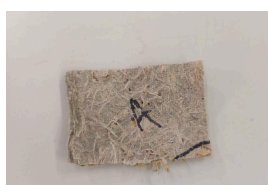


図1 完成したエダマメの紙

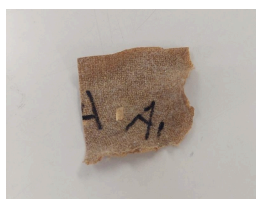


図2 完成したミカンの紙



図3 完成したタマネギの紙

## 【実験1 吸水性を測る】

1. 紙の大きさを揃える。(縦30 mm×横30 mm)
  2. ビーカーに10 mlの水を入れる。
  3. 紙の重さを量る。
  4. ピンセットを使って1を2のビーカーに紙全体が水に浸かるように入れる。
  5. 10分後にビーカーから取り出し、紙の重さを量る。
  6. 5の重さから3の重さを引き1 gあたりの吸水量を出す。
- 1~6の工程を同条件で4回ずつ行い、平均値を出す。

## 【実験2 耐水性を測る】

1. それぞれの紙を縦10 mm、横90 mmに切る。
2. 水を50 ml量り入れたビーカーに1を浸し、5分間置く。
3. 紙をビーカーから取り出し軽く水を切る。紙の片端に両面テープで厚紙を実験する紙を挟むように貼り付けてセロハンテープで補強し、上からクリップで挟む。
4. スタンドにばねばかりをかけ、ばねばかりのフックにクリップをかける。紙にゆっくりと力を加えていき、紙が切れた時のばねばかりが示した重さを結果とする。
5. A~Iを同条件で4回ずつ行い、平均値を出す。

## 5. 結果



## 【吸水性】

表1 各食材の1gあたりの給水量(ml)

材料	平均
ミカン	1.18
タマネギ	1.42
エダマメ	2.08

紙の厚さが近いもの同士を比較し、数値が低いほうが水を吸収しなかったと考えられる。ミカンが最も吸収し、エダマメが最も吸収しなかった。

## 【耐水性】

表2 紙が破れた時にばねばかりが示した重さ(g)

材料	平均
ミカン	85.0
タマネギ	27.2
エダマメ	115.1

吸水性の実験同様、紙の厚さが近いもの同士を比較し数値が高いほうがより強い紙だと考えられる。タマネギが最も弱く、エダマメが最も強かった。

## 6. 考察

結果の通りエダマメの皮が最も吸水性が低く耐水性が高かった。エダマメの皮は繊維が絡み合っておりミキサーにかかっても繊維が残っていたため、強い力で引いても切れにくかったと考えられる。あまり水を吸収しなかったのは紙が水を弾いたのではなく紙が丈夫で水を吸収しにくかったのではないかと推測できる。ミカンの皮もかなり吸水性が低くエダマメの値と近かった。また耐水性もかなり高かった。しかし、紙を作る際にかかなり油が出たため、紙ストローにするにはあまり適さないと考えた。タマネギは繊維があまり絡んでおらず熱に非常に弱かった。また手で簡単に裂ける皮のため非常に小さい力で破けてしまった。

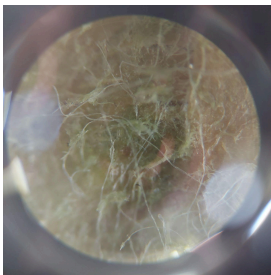


図4エダマメの紙を顕微鏡でみた写真

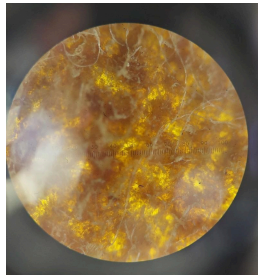


図5ミカンの紙を顕微鏡でみた写真

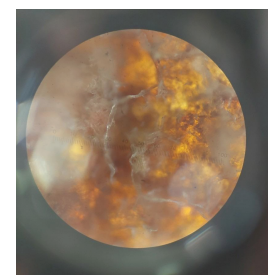


図6タマネギの紙を顕微鏡でみた写真

## 7. 今後の展望

今回の実験で複数の食材を混ぜて紙にするよりも一つの食材で紙にするほうが食材の特徴を活かす紙を制作できることが分かった。また今回耐水性、吸水性ともに良い結果の食材を見つけることが出来た。そのため今後は実際に紙を加工して筒状にすることができるかどうか調べていきたい。また紙を作る際、薬品を使用したため、人体に影響がないか調べたい。

## 8. 参考文献

[1]神奈川県立厚木高校76期2年F組7班βの研究「紙ストローに適した紙の原料となる植物の検討」

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/sshkenkyukaihatsu.html>

[2]サントリーウェルネスOnline ケルセチン配糖体とは？ケルセチン配糖体の働きと効果が現れるまでの期間を解説

<https://www.suntory-kenko.com/column2/article/3418>

# 糖が溶けている溶液でも使えるアルコール濃度の計測方法の確立

神奈川県立厚木高等学校

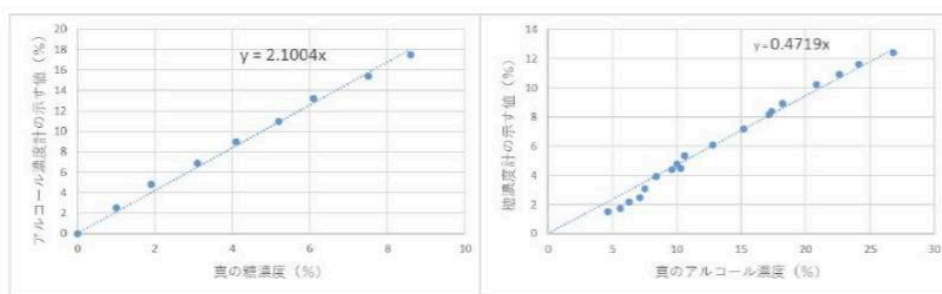
2年 E組 10班

## 1. 背景

先行研究(76期 2年 I組 1班  $\alpha$ )で屈折率を用いた濃度計(デジタルエチルアルコール濃度計 PET-109 のことを指し、以下アルコール濃度計とする)では、糖を含んだエタノールの濃度が正確に測れないことがわかった。(図1)そこで、糖が含まれていても正確に測れる方法を確立しようと考えた。

〈追加実験の結果〉

追加実験の結果は以下の通りである。



左 図11 アルコール量0のときのアルコール濃度計が示す値(%)

右 図12 グルコース量0のときの糖濃度計が示す値(%)

(図1) 厚木高校SSH 76期生2年I組1班  $\alpha$  パイナップルの不可食部分を利用したバイオエタノール生成の効率化より引用

## 2. 目的

エタノール濃度の計測方法に、蒸留を行うことが挙げられる。しかし、蒸留を行う場合、共沸という現象が発生し正確な濃度測定が難しいほか、専門の機械を必要とするため、蒸留を用いた濃度測定は非常に手間がかかると私達は考えた。よって、エタノール濃度を測定したい液体に糖が入っていても、蒸留せずに、正確に測れる方法を確立することを目的とする。

## 3. 仮説

糖を含んでいるエタノールの濃度を濃度計で測ったときの数値と、同様の検体の比重を測ったときの数値(以下、比重法)をそれぞれグラフにして立式することで正確な値を求めることができる。この実験では、作成する方程式を $ax+by=p$ 、 $cx+dy=q$ とする。(aはエタノール1%あたりのアルコール濃度計に対する影響、bはスクロース1%あたりのアルコール濃度計に対する影響、cはエタノール1%あたりの比重に対する影響、dはスクロース1%あたりの比重に対する影響とする。また、pは濃度計の値( $0 \leq p \leq 45$ )、qは比重の値とし、変数x,yはp,qの値を計測して式に代入することによって求められるものとする。)

## 4. 方法

実験で使用するアルコール濃度計について

※アルコール濃度計の誤差は $\pm 0.5\%$ である

※濃度は質量%とし、エタノールの質量(g)/全体の質量(g)とする。

※アルコール濃度計、電子はかりは分解能 $0.1\%$ とする。

※数値の許容範囲は $\pm 0.5$ とする。

実験で使用する薬品について

実験で使う薬品は以下のものを共通して使うこととする。

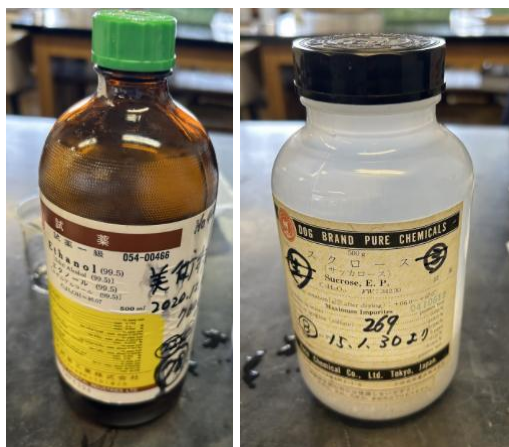


図2 Ethanol(99.5) 図3 Sucrose E.P

## 5. 予備実験とその結果

### ・実験

#### 〈予備実験1〉

アルコール濃度計の計測値の誤差の程度の調査を行った。

材料

- |              |               |                |
|--------------|---------------|----------------|
| ・アルコール濃度計とする | ・1 mlホールピペット  | ・ガラス棒          |
| ・薬さじ         | ・氷水           | ・Sucrose E.P   |
| ・薬包紙         | ・容器(氷水をいれるもの) | ・Ethanol(99.5) |
| ・30 ccビーカー   | ・温度計          |                |
| ・駒込ピペット      | ・電子はかり        |                |

手順

1. Ethanol(99.5)1.0 g、純水10.0 gを混ぜ、エタノール水溶液をつくる
2. 15℃に調整する
3. Sucrose E.Pを0.50 g加える
4. アルコール濃度計に数滴垂らして測定する
5. 手順4を3回行い、それぞれの平均値をだす

#### 〈予備実験2〉

学校にあるアルコール濃度計の精度確認を行った。

材料

- |                |              |               |
|----------------|--------------|---------------|
| ・アルコール濃度計      | ・30 ccビーカー   | ・容器(氷水をいれるもの) |
| ・Ethanol(99.5) | ・1 ml駒込ピペット  | ・温度計          |
| ・薬さじ           | ・1 mlホールピペット | ・電子はかり        |
| ・薬包紙           | ・氷水          | ・ガラス棒         |

手順

1. Ethanol(99.5)1.0 gと純水10 gを混ぜてエタノール水溶液(9.1%)をつくる。
2. ※1の水溶液を氷水で15℃になるまで冷やす。このとき、温度計で溶液の温度を測りながら行う。
3. ゼロ校正を行ったアルコール濃度計に手順2で温度調整をした水溶液を数滴垂らして、濃度を測定する。
4. 手順3を3回行う。
5. 手順4の結果の平均値と計算上の水溶液の濃度の数値を照らし合わせて、濃度計の精度を確認する。

※1回目の実験の際、15℃に温度を合わせておらず正確な値を測ることができなかったため。

### 〈予備実験3〉

国際アルコール表(8-※3 アルコール分と密度(15°C)及び比重(15/15°C)換算表)の精度確認を行った。  
※本筋の実験では予定を変更し、国際アルコール表は用いなかったが、実験は行ったため記載する。

材料

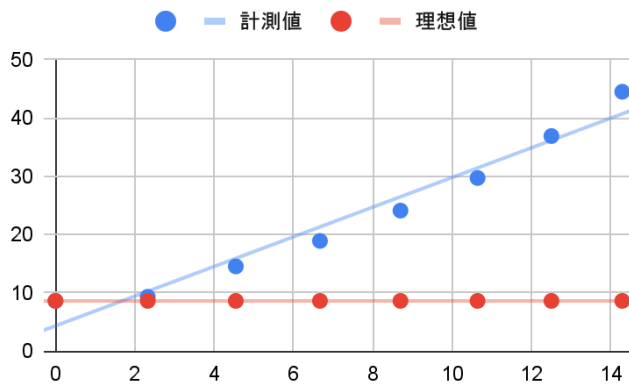
- Ethanol(99.5)
- 純水
- 氷水
- 容器(氷水を入れるもの)
- ホールピペット
- プラスチックカップ
- 電子はかり
- ガラス棒

手順

1. Ethanol(99.5)1.0 gと純水24.0 gを混ぜてエタノール水溶液(4.0 %)をつくる。
2. 1 mlホールピペットで1 mlを測る。
3. 手順2のエタノール水溶液を110 mlカップにうつす。
4. 手順3の質量を量り、手順3の質量(g)÷110 mlカップの質量(g) を計算する。
5. 手順4の数値と換算表(8-※3)を照らし合わせて、換算表の精度を確かめる。

### ・結果

#### 〈予備実験1 結果〉



グラフより、変化しないはずの数値がSucrose E.P を加えることで増加したことがわかる。

図4 実験からの測定値と理論値を比較したグラフ

フ

縦軸:アルコール濃度計の値

横軸:Sucrose E.Pの質量%濃度

#### 〈予備実験2 結果〉

図5 精度確認時のアルコール濃度計測結果

理論値(%)	9.1			
	1回目	2回目	3回目	平均値
濃度計の値(%)	8.7	8.4	8.6	8.6
絶対誤差	0.4	0.7	0.5	0.5

図5より計測値と理論値の誤差の平均は0.5である。よってアルコール濃度計の精度は確かめられた。

#### 〈予備実験3 結果〉

測定結果と国際アルコール表の値が一致したため、精度が確かめられた。

## 6. 実験

(作成する方程式の文字のどの部分に当たるかを()で表記する)

〈実験1 エタノール1 %あたりのアルコール濃度計に対する影響(a)〉

材料

- 駒込ピペット
- プラスチックカップ
- Ethanol(99.5)
- 純水
- 氷水
- 容器(氷水を入れるもの)
- ガラス棒
- アルコール濃度計

手順

1. 純水250.0 gに5.0 gのEthanol(99.5)を混ぜ、氷水で15°Cに合わせる
2. カップに1の水溶液を10.0 g量り入れる
3. Ethanol(99.5)の量が35.0 gになるまで1~2を繰り返す

〈実験2 Sucrose E.P1 %あたりのアルコール濃度計に対する影響(b)〉

材料

- アルコール濃度計
- 50 mlビーカー
- 温度計
- 氷水
- 容器(氷水を入れるもの)
- ガラス棒
- 駒込ピペット
- 1 mlホールピペット
- 葉さじ
- 葉包紙
- 電子はかり
- ガラス棒
- Sucrose E.P

手順

1. 純水21.0 gとSucrose E.P0.5 gを混ぜる
2. 氷水で15°Cにする
3. アルコール濃度計に数滴垂らして測定する
4. Sucrose E.Pを0.5 gずつ加え、3.0 gまでの測定をそれぞれ3回ずつ行い平均を出す

〈実験3-1 Sucrose E.P1 %あたりの比重の値に対する影響(c)〉

材料

- Sucrose E.P
- ホールピペット
- Ethanol(99.5)
- プラスチックカップ
- 純水
- 電子ばかり
- 氷水
- ガラス棒
- 氷水の容器

手順

1. 純水24.0 gにEthanol(99.5)1.0 gを混ぜて エタノール水溶液(4.0 %)をつくる
2. 水溶液1にSucrose E.Pを0.5 g加え、15°Cに調整する
3. 1.0 mlずつプラスチックカップに取り出して電子ばかりで量る
4. Sucrose E.Pが3.5 gになるまで繰り返す
5. Ethanol(99.5)の量が35.0 gになるまで繰り返す

〈実験3-2 電子ばかりの分解能を考慮し、4-1の液量を10倍した実験(c)〉

材料 3-1と同様

手順

1. 純水240.0 gにEthanol(99.5)10.0 gを混ぜて エタノール水溶液(4.0 %)をつくる
2. 水溶液1にSucrose E.Pを5.0 g加え、15°Cに調整する
3. 1.0 mlずつ取り出して電子ばかりで量る
4. Sucrose E.Pが35.0 gになるまで繰り返す

〈実験4 エタノール1 %あたりの比重の値に対する影響(d)〉

材料

- Ethanol(99.5)
- 純水
- 氷水
- 容器(氷水を入れるもの)
- ホールピペット
- プラスチックカップ

・電子ばかり

・ガラス棒

手順

1. 純水250.0 gにEthanol(99.5)5.0 gを混ぜて エタノール水溶液をつくる
2. 氷水で15℃に調整する
3. 1.0 mlずつプラスチックカップに取り出して電子ばかりで量る
4. Ethanol(99.5)の量が35.0 gになるまで繰り返す

### 〈実験5 実験式の検証〉

実験、実験2で求められた値をもとに、2元1次方程式を作成し、その式の有用性の検証を行った。

$0.876x + 2.54y = P$  (Pはアルコール濃度計で算出された値,  $0 \leq P \leq 45$ )

x:エタノール水溶液の濃度

y:Sucrose E.Pの濃度

Sucrose E.P、Ethanol(99.5)それぞれの濃度が判明している液体について、どちらかの値を式に代入し、式から算出された値と、実際の濃度の乖離を調べ、式の有用性について考察する。

材料

・Ethanol(99.5)

・氷水

・温度計

・Sucrose E.P

・容器(氷水を入れるもの)

・アルコール濃度計

・純水

・プラスチックカップ

・ガラス棒

実験方法

実験①

検体: Sucrose E.P濃度10 % Ethanol(99.5)14.3 % P=37.3 %

検体の内容: 純水21.0 g, Sucrose E.P2.7 g, Ethanol(99.5)4.0 g

実験②

検体: Sucrose E.P濃度12.6 % Ethanol(99.5)4.6 % P=34.0 %

検体の内容: 純水25.0 g, Sucrose E.P3.8 g, Ethanol(99.5)1.4 g

手順

1. 検体を15℃に調整し、アルコール濃度計で計測してpの値をだす
2. 実験で求めた式( $0.876x + 2.54y = P$ )のxにエタノールの質量%濃度、Pにアルコール濃度計の値を代入し、計算する
3. 理想値(10%)と3で出した値の差を取る
4. 4の値を理想値で割り、100をかける
5. 実験で求めた式にyにSucrose E.Pの質量%濃度、Pにエタノール濃度計の値を代入し、4,5を行う

※相対誤差における有意差は5%とする。

## 5. 結果

図6より、式 $ax + by = p$ におけるaの値が0.876であると求められる。

図7より、式 $ax + by = p$ におけるbの値が2.54であると求められる。

測定結果は図8 のようになり、質量に大きな差は見られず、式 $cx + dy = q$ におけるcの値は求められなかった。

図9について、実験3-1同様、実験の結果に大きな差が見られず、式 $cx + dy = q$ のcの値は求められなかった。図10についても同様に実験の結果に大きな差が見られず、式 $cx + dy = q$ のdの値は求められなかった。

〈実験1 エタノール1%あたりのアルコール濃度計に対する影響〉

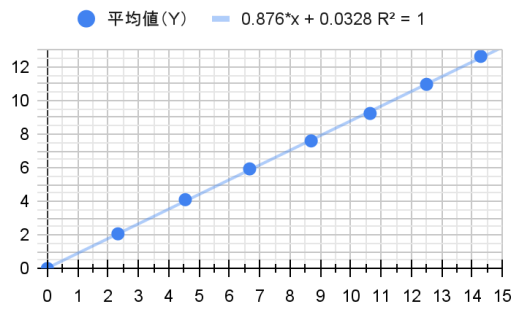


図6 エタノール1%あたりのアルコール濃度計に対する影響のグラフ

〈実験2 Sucrose E.P1%あたりのアルコール濃度計に対する影響〉

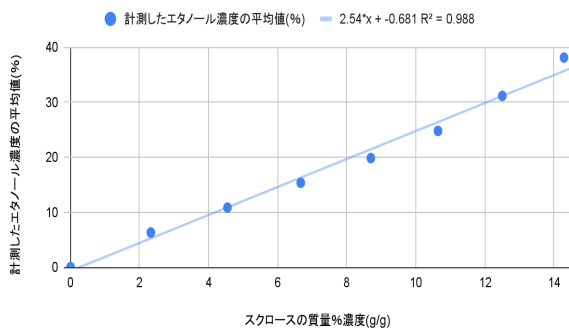


図7 Sucrose E.P1%あたりのアルコール濃度計に対する影響のグラフ

〈実験3-1 Sucrose E.P1%あたりの比重の値に対する影響〉

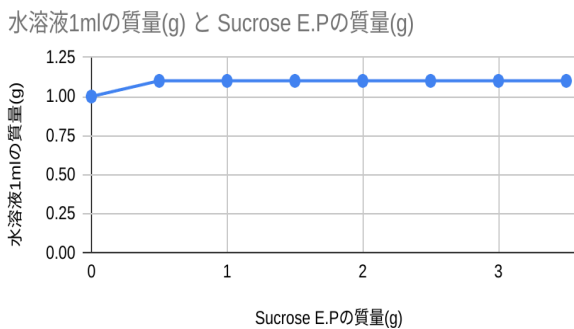


図8 Sucrose E.P1%あたりの比重の値に対する影響

〈実験5 実験式の検証〉

実験①, 実験②

〈実験3-2 分解能を考慮し、実験3-1の液量を10倍した実験〉

水溶液10mlの質量(g) と Sucrose E.Pの質量(g)

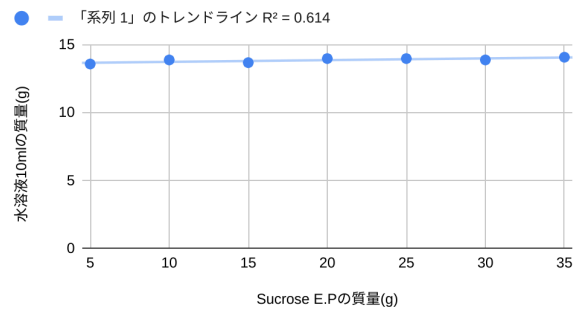


図9 Sucrose E.P1%あたりの比重の値に対する影響について、実験3-1の液量を10倍した結果のグラフ

〈実験4 エタノール1%あたりの比重の値に対する影響〉

水溶液10mlの質量 と 加えたエタノールの質量

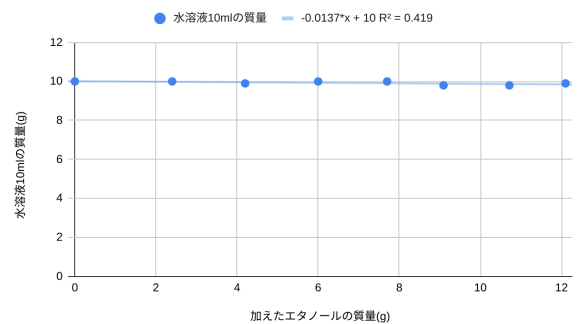


図10 エタノール1%あたりの比重の値に対する影響のグラフ



表11 実験①、実験②の理論値、実験値、絶対誤差、相対誤差をまとめた表

実験①	理論値	実験値	絶対誤差 (理論値-実験値)	相対誤差 (絶対誤差/理論値)
xの値(%)	14.3	13.5	0.8	5.59
yの値(%)	10	9.753	0.247	2.47
実験②	理論値	実験値	絶対誤差 (理論値-実験値)	相対誤差 (絶対誤差/理論値)
xの値(%)	4.6	2.278	2.322	50.5
yの値(%)	12.6	11.79	0.81	6.43

以上の表より、実験①ではSucrose E.Pの値では実用性があるといえるが、Ethanol(99.5)の値では実用性があるとはいえない。

また、実験②ではSucrose E.Pの値とEthanol(99.5)の値のどちらも実用性があるとはいえない。

## 6. 考察

実験2(Sucrose E.Pと純水の濃度計の値)、予備実験1(Sucrose E.PとEthanol(99.5)と純水の値)の結果より、グラフのEthanol(99.5)の有無に関わらずグラフの傾きは一致していると思われたことから、

Ethanol(99.5)とSucrose E.Pはいずれの化学反応を起こしておらず、それによる作成した式への影響はないと考えられる。

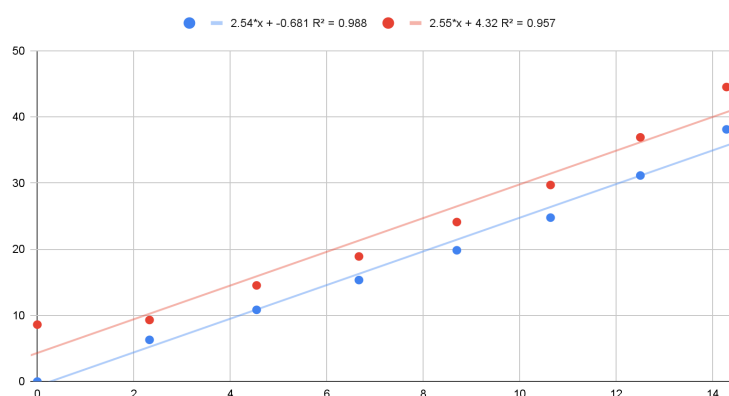


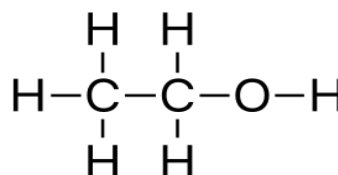
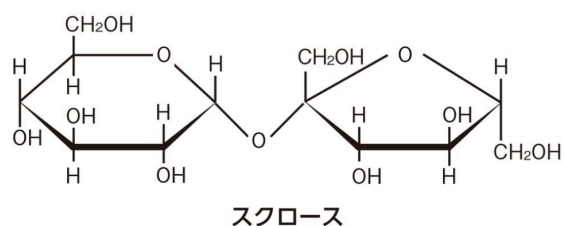
図12 実験2と予備実験1の結果を比較したグラフ

縦軸:アルコール濃度計の値 横軸:Sucrose E.Pの質量%濃度

実験3,4で比重の結果が芳しくなかった原因として、使用した量りの分解能が少数第一位までであり、生じた質量の差が計測できなかったことが考えられる。

また、アルコール類(今回の場合はEthanol(99.5)とする)と糖類(今回の場合はSucrose E.Pとする)を構成する原子が同じであるから、比重による差が微小であり、正確な結果が得られなかったためだと考えられる。

実験1,2の結果からは、aの値が0.876、bの値が2.54ということがわかった。したがって、濃度計における方程式は  $0.876x + 2.54y = p$  と求められる。しかし、実験5の結果より、あまり実用性がないという結果になった原因として、すべての実験を行うにあたって誤差が多く、正確な数値が出なかったからであると考えられる。



## 図13 スクロースの構造

## 図14 エタノールの構造式

### 7. 今後の展望

アルコール濃度計から得た方程式の実用性を高めるために、より精度の高い実験を行い、正確な値から方程式を組み直すことが挙げられる。また、産業技術総合研究所の方から頂いたご指摘によると、比重の観点での実験は、より精度の高い電子ばかりを用いての実験を行うか、または実験3-2の液量をもう10倍すると結果が見えてくるとのことだった。したがって、今後やるべきこととして、上記のご指摘を参考にした実験を行うこと、式の元となる実験を比重以外で行ってみたいことが挙げられる。

### 8. 参考文献

厚木高校SSH 76期生2年I組1班α パイナップルの不可食部分を利用したバイオエタノール生成の効率化

<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2i.pdf>

第1表 アルコール分温度補正表(1)

<https://www.nta.go.jp/law/tsutatsu/kobetsu/sonota/070622/pdf/fl01.pdf>

第2表 アルコール分と密度(15℃)及び比重(15/15℃)換算表(1)

<https://www.nrib.go.jp/bun/pdf/bun/nbf02.pdf>

エタノール水溶液の濃度と比重

[https://www.istage.ist.go.jp/article/sicetr1965/6/5/6\\_5\\_385/\\_pdf/-char/en](https://www.istage.ist.go.jp/article/sicetr1965/6/5/6_5_385/_pdf/-char/en)

エタノール水溶液の比重と濃度について(第1報)

[https://www.istage.ist.go.jp/article/siceil1951/10/2/10\\_2\\_85/\\_pdf/-char/ja](https://www.istage.ist.go.jp/article/siceil1951/10/2/10_2_85/_pdf/-char/ja)

脂質膜を用いた焼酎のエタノール濃度の測定

<file:///home/chronos/u-2b8c19adf02f6b67c32ac4f37c14f19b0835c>

分析法(2)

[https://www.istage.ist.go.jp/article/ibrewsociapan1915/56/2/56\\_2\\_160/\\_pdf/-char/en](https://www.istage.ist.go.jp/article/ibrewsociapan1915/56/2/56_2_160/_pdf/-char/en)

エタノール水溶液の密度測定に関するマイクロスケール実験

<https://drive.google.com/file/d/1llq034o3swLHE6YNK8k9BDkuzCfecEjQ/view?usp=sharing>

白濁現象を利用したアルコールの濃度測定法

[https://www.istage.ist.go.jp/article/ibrewsociapan1915/55/7/55\\_7\\_460/\\_pdf/-char/ja](https://www.istage.ist.go.jp/article/ibrewsociapan1915/55/7/55_7_460/_pdf/-char/ja)

スクロースの構造

<https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=i&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi5ipibmYeEAxU9iq8BHan-C44QFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.try-it.jp%2Fchapters-10095%2Fsections-10116%2Flessons-10144%2F&usg=AOvVaw0i-Nw5J4gafi2gE79uWnav&opi=89978449>

エタノールの構造式

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A2%E3%83%AB%E3%82%B3%E3%83%BC%E3%83%AB>

# 調味料の酢酸菌に対する抗菌作用

神奈川県立厚木高等学校

2年E組β11班

**1. 背景** 食べ物の腐敗する数値による具体的な指標は現在出せていない。

私たちは、腐敗すると酸っぱくなることに注目し、酢酸菌の増殖をpHを用いて測定しデータを取ることにした。

## 2. 目的

米に対しての調味料の抗菌効果について酢酸菌を用いてpHの値で比べる。

## 3. 仮説

酢酸菌を用いることで、pHを腐敗の指標とすることができ、防腐効果を比べることができる。

酢酸菌が増殖することでpHは小さくなると考えられる。そのため調味料を加えた培地のpHは、その防腐効果により何も混ぜていない培地と比べ大きくなる。

## 4. 方法

### 4-1(材料)

〈酢酸菌培養〉

\*酵母エキス(2.5 g)、\*ペプトン(2.5 g)、\*グリセロール(5 g)、\*グルコース(1.25 g)、\*炭酸カルシウム(1.25 g)、

\*寒天(1.25 g)、純水(250 ml)、腐敗した米(11 g)、生理食塩水(100 ml)

三角フラスコ、滅菌シャーレ、オートクレーブ

〈実験材料〉

食塩、砂糖、醤油、緑茶、米、純水

滅菌シャーレ、乾熱滅菌したビーカー

### 4-2(酢酸菌の培養方法)

【1】米を腐敗させておく。

【2】三角フラスコを使って\*の成分を純水に添加し、オートクレーブ滅菌する。

【3】オートクレーブから取り出した【1】の三角フラスコを少し振って沈殿をなくしたのち、クリーンベンチ内で滅菌シャーレに移し、固める。

【4】シャーレの数と同じ数の試験管分、腐敗した米を1 mlずつ、

図1 酢酸菌培養液

9 mlの生理食塩水で希釈する。

【5】それぞれの希釈液0.1 ml分をコンラージ棒で寒天培地に塗布し、30℃で、1～2日培養する。

【6】\*の炭酸カルシウムと寒天を除いた成分を純水に添加し、オートクレーブにかける。

【7】培地を観察し、炭酸カルシウムが溶けているコロニーをすくって【6】の水液体培地に入れ、30℃で浸透培養する。

【8】酢酸菌が増殖して濁ったものを実験で使用する。(図1)



#### 4-3(実験方法)

- 【1】25 gの食塩を100 mlの純水に溶かす。  
25 gの砂糖を100 mlの純水に溶かす。  
それぞれをオートクレーブにかけて滅菌する。
- 【2】クリーンベンチ内で米をシャーレに平らになるように5 gずつ広げ、  
【1】を10 mlずつ加えたものとそうでないものを作り、酢酸菌を表面に滴下し、  
均等になるように混ぜる。
- 【3】27°Cで一定時間放置する。
- 【4】それぞれの米培地と純水を滅菌したビーカーに入れ、少し混ぜpHメーターで計測し(図2)、  
データを取る。



図2 pH計測

### 5. 結果

1. 酢酸菌の作成→培養液の濃度を原液、原液の1/10~1/10000に変えて、それぞれ培地に塗布。  
1/10,1/100,1/1000,1/10000の液を塗布した培地に酢酸菌の発生が確認された。また原液にはカビが生えた。

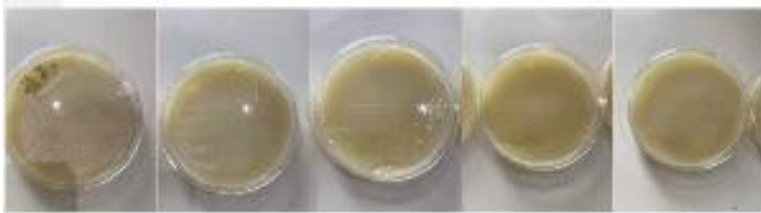


図3 酢酸菌培養 培地の様子  
左から原液、1/10,1/100,1/1000,1/10000

#### 2.調味料ごとのpH変化

日を分けて3回計測したが、pHメーターがうまく働かなかったので、結果が見られた1回目のものをグラフにした。

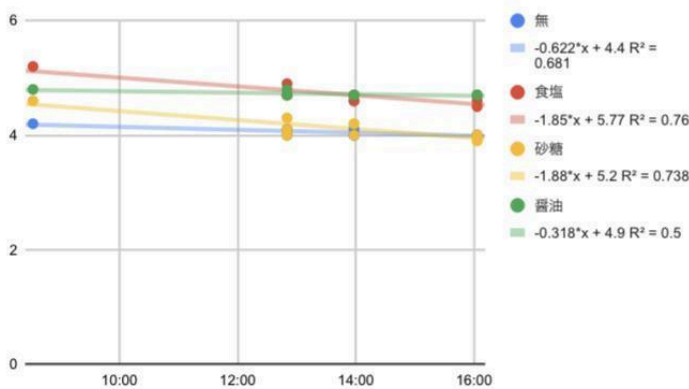


図4 時間経過によるpH変化 (測定値)

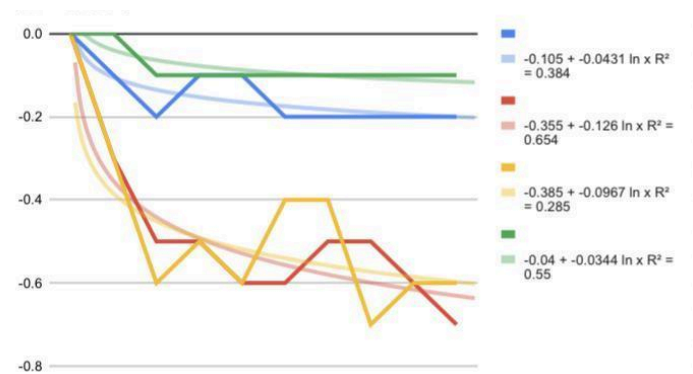


図5 時間経過によるpH変化 (差)

米培地のpH変化→



- ・何も無し→緩やかにpHが下がった。全体を通してpHは低め。
- ・食塩→急激にpHが下がった。pH変化が一番大きい。全体を通してpHは高め。
- ・砂糖→急激にpHが下がった。pH変化の値の振れ幅が大きい。全体を通してpHは低め。
- ・醤油→緩やかにpHが下がった。pH変化が一番小さい。全体を通してpHは高め。

図6 酢酸菌を滴下した米培地の変化

## 6. 考察

- ・何も無し→pH変化は緩やかだが全体を通しpHが低く、酢酸菌が繁殖している。
- ・醤油→pHが高く、pH変化が小さいため、酢酸菌の繁殖を抑えている。
- ・食塩→pH変化が大きく、最初よりpHが低くなった。今回の実験で添加した食塩では酢酸菌の繁殖を抑える力はない。
- ・砂糖→pH変化が大きく、何も添加しなかったものと比べてもpHが低い。今回の実験で添加した砂糖は酢酸菌の繁殖を抑える力はない、または酢酸菌の繁殖を促進している。

→醤油の抗菌効果が一番高い。

## 7. 今後の展望

- ・調味料のどんな成分が酢酸菌の繁殖の抑制または促進をしているか解析  
→他の同じ成分が含まれている調味料の抗菌効果の可能性
- ・調味料の濃度による酢酸菌に対する抗菌効果の検証  
→より抗菌効果のあるものの発見の可能性
- ・今回培養したものが完全に酢酸菌なのかといった確認  
→より精度の高い結果の可能性
- ・パックご飯ではない、他の滅菌されたお米での実験  
→酸味料の入っていないもので行うことで、より精度の高い実験に

## 8. 参考文献

神奈川工科大学管理栄養学科 澤井敦教授 4-2「酢酸菌の培養について」